



## Bioforsk Rapport

Vol. 9 Nr. 84 2014

# Erosjon og tap av næringsstoffer og plantevernmidler fra jordbruksdominerte nedbørfelt

Sammendragsrapport fra Program for jord- og  
vannovervåking i landbruket (JOVA) for 1992-2013

Marianne Bechmann, Marianne Stenrød, Annelene Pengerud, Heidi A. Grønsten, Johannes Deelstra,  
Hans Olav Eggestad, Marit Hauken

Bioforsk Jord og Miljø

[www.bioforsk.no/jova](http://www.bioforsk.no/jova)





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

Bioforsk Jord og miljø  
Bioforsk Soil and environment  
Frederik A. Dahls vei 20  
N-1430 Ås  
Tel.: (+47) 40 60 41 00  
jord@bioforsk.no

*Tittel/Title:*

Erosjon og tap av næringsstoffer og plantevernmidler fra jordbruksdominerte nedbørfelt.  
Sammendragsrapport fra Program for jord- og vannovervåking i landbruket (JOVA) for 1992-2013.

*Forfatter(e)/Author(s):*

Marianne Bechmann, Marianne Stenrød, Annelene Pengerud, Heidi A. Grønsten, Johannes Deelstra, Hans Olav Eggestad, Marit Hauken

<i>Dato/Date:</i> 15. august 2014	<i>Tilgjengelighet/Availability:</i> Åpen	<i>Prosjekt nr./Project No.:</i> 2110184.04	<i>Saksnr./Archive No.:</i> 2013/385
<i>Rapport nr./Report No.:</i> 9(84)	<i>ISBN-nr./ISBN-13- no:</i> 978-82-17-01284-9	<i>Antall sider/Number of pages:</i> 92	<i>Antall vedlegg/Number of appendices:</i> 3

*Oppdragsgiver/Employer:*

*Kontaktperson/Contact person:*

*Stikkord/Keywords:*

Overvåking, jorderosjon, nitrogen, fosfor, gjødsling, plantevernmidler, avrenning, små nedbørfelt

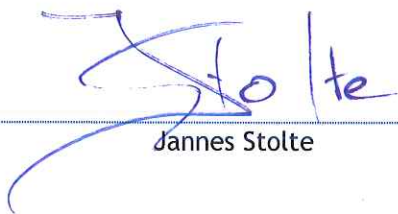
*Fagområde/Field of work:*

Arealavrenning

*Sammendrag:*

Se side 5

Godkjent / Approved

  
Jannes Stolte

Prosjektleder / Project leader

  
Marit Hauken

# Innhold

---

1.	Sammendrag .....	5
2.	Innledning .....	10
3.	Overvåkingsfelt og metoder .....	12
3.1	Overvåkingsfelt .....	12
3.2	Overvåkingsmetodikk .....	13
3.3	Kjemiske analyser .....	14
3.3.1	Partikler og næringsstoffer .....	14
3.3.2	Plantevernmidler .....	15
3.4	Gårdsdata .....	16
3.5	Vurdering av vannkvalitet på grunnlag av næringsstofftilstand.....	16
3.6	Risikovurdering ved funn av plantevernmidler .....	17
3.7	Beregninger og statistikk.....	18
4.	Utvikling i jordbrukspraksis .....	19
4.1	Utvikling i vekstfordeling og gjødsling i Norge .....	19
4.2	Vekstfordeling i overvåkingsfeltene.....	20
4.3	Gjødslingspraksis i overvåkingsfeltene .....	23
4.4	Næringsstoffbalanser i overvåkingsfeltene .....	28
4.5	Jordas fosforstatus i overvåkingsfeltene .....	32
4.6	Utvikling i bruk av plantevernmidler i Norge.....	32
4.7	Plantevernmiddelbruk i overvåkingsfeltene .....	34
4.8	Jordarbeiding i korndominerte overvåkingsfelt.....	38
5.	Værforhold og hydrologi .....	40
5.1	Temperatur og nedbør i overvåkingsfeltene.....	40
5.2	Observerte endringer i klima på Østlandet og Vestlandet .....	41
5.3	Avrenning i overvåkingsfeltene .....	43
5.4	Flomfrekvens i et overvåkingsfelt .....	45
6.	Erosjon og næringsstoffavrenning.....	47
6.1	Nitrogenavrenning.....	47
6.1.1	Konsentrasjoner .....	47
6.1.2	Sesongvariasjoner i nitrogenkonsentrasjoner .....	50
6.1.3	Nitrogentap.....	50
6.2	Fosfor- og partikkelavrenning .....	53
6.2.1	Konsentrasjoner .....	53

6.2.2	Sesongvariasjoner .....	54
6.2.3	Tap av fosfor og partikler .....	57
6.3	Punktkilder i overvåkingsfeltene .....	62
7.	Funn av plantevernmidler .....	63
7.1	Plantevernmidler i bekkevann i overvåkingsfeltene .....	63
7.2	Trender i funn av plantevernmidler i overvåkingsfeltene.....	64
7.3	Risiko for samvirkende effekter av plantevernmidler .....	70
7.4	Gjenfinning i overvåkingsfeltene og godkjenning av plantevernmidler .....	71
7.4.1	Opphørt bruk .....	71
7.4.2	Redusert bruk .....	73
7.4.3	Mulige nye utfordringer .....	76
7.5	Grunnvann .....	78
8.	Konklusjon.....	79
9.	Referanser.....	81
10.	Vedlegg .....	83

# 1. Sammendrag

---

Program for Jord- og vannovervåking i landbruket (JOVA) ble startet i 1992 med det formål å dokumentere landbrukets virkning på vannkvaliteten samt effekten av endringer i jordbrukspraksis og tiltaksgjennomføring. I denne rapporten presenteres resultater fra hele programmet i perioden fra overvåkingen startet til og med april 2013.

## *Trender i vekstfordeling*

Nedbørfeltene som overvåkes representerer fire felt dominert av kornproduksjon, to felt dominert av grønnsaker og potet med noe korn og fire felt som er dominert av grasproduksjon. Det er observert mindre endringer i vekstfordeling i overvåkingsperioden som i hovedtrekk svarer til de nasjonale endringene. Endringene består i om lag 15 % reduksjon i kornarealet og en økning i arealet med fulldyrka eng og innmarksbeite. Økning i engareal medfører redusert risiko for erosjon og avrenning av næringsstoffer og plantevernmidler sammenliknet med korn. Areal med potet er redusert i to av overvåkingsfeltene. Åpenåkervekster som potet og grønnsaker medfører generelt en økt risiko for erosjon og avrenning av næringsstoffer og plantevernmidler fordi det for det meste kreves mer jordarbeiding, kraftigere gjødsling og hyppigere sprøyting til slike vekster sammenliknet med korn. Overgangen fra eng til beite i Naurstad i Nordland innebærer en ekstensivering av jordbruket og redusert risiko for næringsstoffavrenning fra arealene.

## *Trender i husdyrtetthet*

Husdyrtettheten, angitt i gjødseldyrenheter per jordbruksareal (GDE/daa), er betydelig høyere i Kolstad i Hedmark, Vasshaglona i Aust-Agder og Time i Rogaland sammenliknet med de rene kornfeltene på Østlandet og i Trøndelag; og husdyrtettheten har vist en økning i de tre husdyrdominerte feltene gjennom overvåkingsperioden. Den største økningen har skjedd i svin og fjærfe. Intensive husdyrbruk har ofte over år tilført mer næringsstoffer til arealene enn det som blir tatt bort med avlingen og jorda i disse områdene er ofte rik på næringsstoffer, spesielt fosfor. I de mer ekstensive feltene, Naurstad og Volbu i hhv. Nordland og Valdres, har det vært en nedgang i antall storfe.

## *Nitrogengjødsling*

Gjødslingsnivået for nitrogen varierer betydelig mellom feltene. I de tre nedbørfeltene dominert av korndyrking ligger gjennomsnittlig årlig nitrogengjødsling på 12-16 kg N/daa og i de to feltene med grønnsaksproduksjon ligger gjennomsnittlig nitrogengjødsling på hhv. 20 og 16 kg N/daa. Høyest nitrogengjødsling er registrert i det grasdominerte feltet i Rogaland, med en gjennomsnittlig årlig tilførsel på 33 kg N/daa. I de to ekstensivt drevne grasfeltene ligger gjennomsnittlig nitrogengjødsling på hhv. 13 og 12 kg N/daa.

Analyse av trender viser tydelig reduksjon i nitrogengjødsling i de to ekstensive overvåkingsfeltene og en tendens til reduksjon i feltet på Romerike. I overvåkingsfeltet på Jærenvar det en økning i total nitrogentilførsel, inkludert husdyrgjødsel.

## *Fosforgjødsling*

Gjennomsnittlig gjødslingsnivå for fosfor varierer mellom 2 og 5 kg P/daa, med laveste tilførsler i kornfeltene og de ekstensive grasfeltene og de høyeste tilførsler i feltet med intensiv potet- og grønnsaksproduksjon og i feltet med grasproduksjon i Rogaland.

Analyse av trender viser en tydelig reduksjon i tilførsel av fosfor i mineralgjødsel etter 2008 i alle felt. Det resultatet svarer til den generelle nedgangen i fosforgjødsel i hele landet fra 2008 på grunn av nye fosforgjødslingsnormer, økte priser og introduksjon av nye gjødselkombinasjoner.



I hele overvåkingsperioden har det vært en tydelig reduksjon i fosforgjødsling i de to ekstensive overvåkingsfeltene og en tendens til reduksjon i feltet med potet- og grønnsaker i Østfold. Reduksjon i potetarealet bidrar antagelig til den sistnevnte reduksjonen. I overvåkingsfeltet i Hedmark, der det har vært en økning i antall svin og fjærfe, var det en tendens til økning i total fosfortilførsel, inkludert husdyrgjødsel.

#### *Nitrogen- og fosforbalanser*

Gjennomsnittlig nitrogenbalanse (tilført N - bortført N) for kornfeltene Skuterud, Mørdre og Kolstad (Akershus og Hedmark) er på hhv. 5,9; 5,4 og 6,8 kg N/daa, med en tendens til noe redusert nitrogenoverskudd i alle disse feltene de senere år. Høyest gjennomsnittlig nitrogenbalanse er registrert for Vasshaglona på Sørlandet og Time i Rogaland (hhv. 8,9 og 8,6 kg N/daa). I begge disse feltene har nitrogenoverskuddet vært på rundt 15 kg N/daa i enkelte år. Gjennomsnittlig nitrogenbalanse i de ekstensivt drevne grasfeltene Naurstad og Volbu er på hhv. 4,4 og -1,1 kg N/daa.

Gjennomsnittlig fosforbalanse (tilført P - bortført P) for kornfeltene Skuterud, Mørdre og Kolstad er på hhv. 0,3; 0,7 og 1,0 kg P/daa. Høyest gjennomsnittlig fosforbalanse er registrert for Vasshaglona (2,9 kg P/daa) og gjennomsnittlig fosforbalanse i Time er 1,4 kg P/daa. I de ekstensive grasfeltene Naurstad og Volbu er de gjennomsnittlige fosforbalanser på hhv. 1,2 og 0,5 kg P/daa på grunn av forskjeller i avlingsnivå.

De siste årene er det registrert negativ balanse for både nitrogen og fosfor i Volbu. Også i Skuterud har det vært negativ fosforbalanse de siste årene. For øvrig har fosforbalansen vist økning i felt med økt husdyrtetthet og reduksjon i de øvrige feltene. Nitrogenbalansene viser i de fleste feltene en tendens til reduksjon, bortsett fra Time, hvor det har vært en svak økning i nitrogenbalansen. Reduksjonene skyldes stort sett redusert bruk av mineralgjødsel og reduksjon i husdyrhold i feltene i Akershus, Oppland og Bodø. Mens økningen skyldes økt husdyrtetthet i feltene i Hedmark og Rogaland.

#### *Bruk av plantevernmidler*

Omsetning og bruk av plantevernmidler er i Norge underlagt nasjonale regler, og det er godkjent relativt få midler i Norge sammenlignet med andre europeiske land. Innen våren 2015 forventes det at en ny plantevernmiddelforskrift iverksettes og at Norge dermed får et regelverk som er harmonisert med EUs regelverk. I de fem nedbørfelt som overvåkes er det en tendens til økende bruk av soppmidler i de to korndominerte feltene Skuterud og Mørdre. Overvåkingsfeltene Heia og Vasshaglona omfatter potet- og grønnsaksproduksjon, produksjoner som sprøytes hyppig gjennom vekstsesongen. Disse feltene viser en relativt stabil plantevernmiddelbruk, men med en tendens til redusert areal sprøytet med ugrasmidler og redusert mengde sprøytet av soppmidler, som henger sammen med en nedgang i potetarealet. I gras/husdyrfeltet Time er det et generelt lavt forbruk av plantevernmidler. En stadig økning i tilgang på plantevernmidler som brukes i lave doser gjør at det ikke er noen klar sammenheng mellom areal sprøytet og mengde plantevernmiddel forbrukt gjennom overvåkingsperioden.

Generelt er værforhold svært styrende for bruk av plantevernmidler, både fordi det påvirker skadegjørerutviklingen og fordi det er avgjørende for om sprøyting kan utføres på rett tidspunkt. Dette kan gjøre det vanskelig å vise klare årsakssammenhenger mellom plantevernmiddelbruk og øvrig driftspraksis i et nedbørfelt. Det er imidlertid en tendens til økende bruk av ugrasmidlet glyfosat gjennom overvåkingsperioden, og indikasjoner på økt glyfosatbruk ved redusert jordarbeiding om høsten. For de korndominerte feltene Skuterud og Mørdre sees det at andelen av vårkornarealet som sprøytes med glyfosat er lavere der skiftene pløyes høst eller vår sammenliknet med skifter som kun harves. Glyfosat er ikke en del av søkespekteret i overvåkingsprogrammet.

### *Jordarbeiding*

Det har vært en tendens til nedgang i jordarbeiding på høsten i de tre korndominerte feltene, Skuterud, Mørdre og Kolstad. Den tydeligste nedgangen er registrert i Mørdre. Det er ikke analysert trender i jordarbeiding for feltene med gras og potet- og grønnsaker.

### *Været*

Lange tidsserier med meteorologiske data viser at temperaturen og nedbøren på Østlandet og Vestlandet har økt de siste to tiår sammenlignet med normalperioden (1961-90), men når en ser på kortere tidsserier er det de årlige variasjonene som dominerer og det er ikke noen entydig trend i overvåkingsperioden. En analyse av flomtopper i Skuterudbekken i Akershus viste imidlertid at det er en tendens til økning i antall flomtopper i overvåkingsperioden.

### *Nitrogenavrenning*

Nitrogentapet i overvåkingsfeltene er i gjennomsnitt for alle år og alle felt om lag 5 kg/daa jordbruksareal. Gjennomsnittsverdien dekker over stor variasjon mellom felt (2 - 10 kg N/daa jordbruksareal). De laveste nitrogentapene er målt fra Mørdre, Naurstad og Volbu, mens de høyeste nitrogentapene er målt fra overvåkingsfeltene med potet- og grønnsaker. Også det intensive overvåkingsfeltet Time i Rogaland, har høye nitrogentap.

Det er ikke funnet signifikante trender i nitrogentap i overvåkingsperioden og samtidig er det i de fleste felt ikke registrert betydelige endringer i jordbruksdrift som kan forventes å ha effekt på nitrogentapene. Kun i Volbu har det vært en tydelig trend i nitrogenbalanse over tid og her har nitrogenkonsentrasjonene i bekken gått ned. For øvrig har det ikke vært registrert tydelige trender i nitrogenbalanser i overvåkingsfeltene.

Overvåkingen viser at nitrogenkonsentrasjonen i bekker fra nedbørfelt med kornproduksjon er høyest i mai-juni og i perioden september til desember. Avrenningsepisoder etter gjødsling, overskudd av nitrogen i produksjonen samt mineralisering av organisk stoff i jorda bidrar til økning i nitrogenkonsentrasjonene. Enkelte høye konsentrasjoner av nitrogen har vært målt i overvåkingen som respons på høye nitrogenbalanser på grunn av dårlige avlinger.

I nedbørfelt dominert av grasproduksjon er sesongvariasjonene i nitrogenkonsentrasjoner mindre, siden opptak av nitrogen i plantene skjer langt utover høsten og starter tidlig på våren. Til gjengjeld er nitrogenkonsentrasjonene høyere på sommeren og midtvinteren i engfeltene.

Tiltak mot nitrogentap bør målrettes mot perioder med høye konsentrasjoner. Økt planteopptak, redusert gjødsling eller mindre jordarbeiding (reduisert mineralisering) er tiltak som kan føre til reduserte nitrogentap.

### *Fosfor og partikkelavrenning*

Gjennomsnittlige årlige fosfortap fra jordbruksarealene varierer fra 36 g/daa i Volbu til 723 g/daa i Vasshaglona. De høye tapene i Vasshaglona kan forklares med høye fosfortall i jorda på grunn av et stort fosforoverskudd i produksjonen, mye jordarbeiding i forbindelse med potet- og grønnsaksdyrking, samt mye nedbør og stor avrenning. De høyeste gjennomsnittlige tapene av partikler er målt i Hotran (302 kg/daa), fulgt av Mørdre (225 kg/daa) og Vasshaglona (158 kg/daa).

Det har vært store årlige variasjoner i tapet av fosfor og partikler fra feltene, men det er ikke registrert signifikante trender i overvåkingsperioden. Reduksjonen i fosforbalanse, som er registrert i jordbruket i Volbu skjer på et meget lavt nivå, og det er et svært lavt nivå på tap av partikler og fosfor i det feltet. Endringen i fosforbalansen har derfor ikke hatt noen målbar effekt på fosfortapene som er målt.

I kornfeltene (Skuterud, Mørdre, Kolstad, Hotran) er fosfor- og partikkeltapene i stor grad styrt av avrenningen, hvor enkeltepisoder med høy nedbørintensitet om høsten og snøsmelting om våren bidrar til særlig høye tap. Snøsmelting i forbindelse med nedbør har gitt særlig høye

konsentrasjoner av partikler og fosfor i Mørdrebekken i noen år, spesielt i mars-april 2013. Nedbør og avrenning på frossen jord ga også særlig høye fosfor- og partikkelkonsentrasjoner i Skuterud april 2013. Intense avrenningsepisoder i vekstsesongen har gitt svært høye konsentrasjoner av partikler og fosfor i Mørdre. Fire av de fem siste årene var fosforkonsentrasjonene over 1000 µg/L i gjennomsnitt for juli måned. I mai 2010, etter såing og gjødsling, var det en kraftig avrenningsepisode som ga de høyeste konsentrasjoner av partikler og fosfor som er målt i Mørdrebekken.

På tross av gjennomføring av jordarbeidingstiltak viser målingene i de tre bekkene i korndominerte nedbørfelt ikke reduksjon i tap av fosfor og partikler svarende til de gjennomførte tiltakene. Samlet gjennomføring av ulike jordarbeidingstiltak tilsier en noe redusert erosjonsrisiko på de dyrkede arealene gjennom overvåkingsperioden, særlig for Mørdre hvor den beregnede reduksjon i partikkeltapet var om lag 20 %. Det er derfor redusert risiko for fosfor- og partikkeltap på skiftenivå. Det som måles nedstrøms i vassdraget ved målestasjonen er imidlertid påvirket av mange prosesser, og bl.a. avstanden fra hvert skifte til vassdraget har stor betydning samtidig som været er styrende for de aktuelle tapene.

I bekkene fra arealer som er dominert av eng og beite (Skas-Heigre, Time, Naurstad og Volbu) er det lave gjennomsnittskonsentrasjoner av partikler. Det er heller ikke registrert særlig høye konsentrasjoner av partikler i enkelte måneder gjennom overvåkingsperioden i disse bekkene. Fosforkonsentrasjonene derimot viser høye verdier i enkelte år og måneder. I Timebekken ble de fleste høye fosforkonsentrasjoner målt tidlig i overvåkingsperioden og da mest på høsten. I bekkene fra engfeltene er konsentrasjonene av partikler lave og det er lite variasjon i konsentrasjonene.

Økt husdyrtetthet i Kolstad og økte tilførsler av husdyrgjødsel kan ha bidratt til en svak tendens til økning i fosfortap som er registrert fra feltet de senere år.

Den økende flomfrekvensen i Skuterud har ikke hatt direkte effekt på de partikkeltapene. Økning i flomfrekvenser gjennom overvåkingsperioden viser kun en svak sammenheng med det årlige partikkeltapet. Det skyldes at økningen i partikkeltap på grunn av flom skjer i hver enkelt episode, mens de årlige tapene er mer avhengig av den totale årlige avrenningen.

En teoretisk beregning av utslipp av fosfor fra spredt avløp i overvåkingsfeltene viste at i 7 av de 8 feltene utgjorde fosfortapene fra spredt avløp mindre enn 5 % av de totale fosfortapene. I Volbu som har meget lave fosfortap kom opp mot 19 % av fosfortapet fra spredt avløp.

#### *Avrenning av plantevernmidler*

I perioden 1995-2012 er det utført 2264 multimetodeanalyser og gjort 4252 enkeltfunn av plantevernmidler. Ugrasmidler utgjør 77 % av påvisningene, soppmidler 20 % og skadedyrmidler 3 %. Funnene av plantevernmidler vurderes opp mot en miljøfarlighetsverdi (MF-verdi), som er beregnet for hvert enkelt middel. Ugrasmidlene overskrider MF-verdien i relativt få tilfeller. Skadedyrmidlene overskrider MF-verdien relativt hyppig. Totalt for perioden har det vært 436 overskridelser av MF-verdien. Overskridelsene forekommer hyppigst i Heiabekken. Det analyseres fortsatt for plantevernmidler som har gått ut av bruk i Norge, men generelt er det lite gjenfinning av slike midler.

Utviklingen i forekomst av plantevernmidler er vurdert på grunnlag av tre indikatorer som samlet gir et tall for total miljøbelastning (TMB) for hver prøve. Parameteren TMB gir et mål for risiko for samvirkende effekter av alle plantevernmidlene som påvises i en vannprøve. I tre nedbørfelt er det påvist signifikante trender i alle tre indikatorparametrene som indikerer redusert belastning av plantevernmidler. Dette gjelder Time, med gras- og husdyrproduksjon, og Heia og Vasshaglona, med potet- og grønnsaksproduksjon. Sistnevnte er produksjoner hvor det brukes mye plantevernmidler og det gjøres mange funn, så det er også her forbedringspotensialet er størst. Mye av reduksjonen i Heia kan knyttes til redusert bruk og funn av metribuzin, et ugrasmiddel brukt i potet og gulrot, som



har fått redusert anbefalt dose gjennom overvåkingsperioden. Imidlertid er det de siste årene igjen økt gjenfinning av metribuzin i konsentrasjoner over MF-verdien.

I potetproduksjon er tørråte en stor utfordring, og det sprøytes mye mot denne sjukdommen. Fluazinam har vært svært viktig de siste årene og har sammen med metalaksyl inngått i søkespekteret i overvåkingsprogrammet. Fluazinam er imidlertid nå ikke lenger tillatt brukt pga. uønsket miljøegenskaper. De nye midlene som har kommet til de siste årene kom først inn i programmets søkespekter fra vekstsesongen 2011, men resultater fra overvåkingen i 2011 og 2012 viser kun et fåtall funn av disse stoffene. Skadedyrmedlet imidakloprid, som bl.a. brukes til beising av potet, ble også inkludert i søkespekteret i 2011, og resultatene fra overvåkingen så langt indikerer funn av dette midlet i konsentrasjoner over MF-verdien ved bruk.

Den observerte positive utviklingen i Timefeltet som er dominert av gras og beite hvor det kun er en mindre andel av jordbruksarealet som sprøytes, er forårsaket av funn av enkelte skadedyrmedler de første årene av overvåkingsperioden. For perioden 2000-2012 er det ingen signifikante trender i dette feltet.

Totalt for overvåkingsperioden fram til og med 2012 er det ingen klare trender i utviklingen av funn av plantevernmidler i de overvåkede feltene som er dominert av korn (Skuterud, Mørdre og Hotran), men det er indikasjoner på en økning i funn av soppmidler. Soppmidlet protiokonazol ble godkjent for bruk mot aksfusariose i 2008 og det har vært en sterk økning i bruken i de overvåkede nedbørfeltene med kornproduksjon. Dette stoffet ble tatt inn i søkespekteret først i 2011, og resultater fra overvåkingen i 2011 og 2012 indikerer at dette midlet gjenfinnes i konsentrasjoner over MF-verdien ved bruk.

Det er lite kunnskap om hvordan plantevernmidler i blanding samvirker i norsk miljø. Selv om de konsentrasjonene som måles av plantevernmidler er lavere enn rapporterte ingen-effekt (NOEC) konsentrasjoner, så kan det forekomme effekter på vannlevende organismer gjennom samvirkning/blandingsgiftighet av flere plantevernmidler. Det er heller regelen enn unntaket at flere plantevernmidler forekommer samtidig i vannprøver fra jordbruksbekker som tas ut gjennom vekstsesongen, og så mange som 13 ulike midler ble påvist i en vannprøve i 2012. Overvåkingsresultatene fra flere av JOVA-feltene indikerer en risiko for negative effekter på vannlevende organismer i kortere perioder gjennom vekstsesongen på grunn av risiko for samvirkning mellom plantevernmidlene som påvises samtidig.

Resultatene fra overvåkingen tilsier at problemomfanget fremdeles er uavklart når det gjelder plantevernmidler. Utvidelsen av søkespekteret fra sesongen 2011 samt en revisjon av enkelte MF-verdier ut fra nyere toksisitetsdata, har resultert i funn av flere midler i konsentrasjoner over MF-verdien. Det foreligger fremdeles ingen nyere overvåkingsdata for de mye brukte ugrasmidlene av sulfonylurea lavdosemidler, glyfosatpreparater og dikvat, og vi har begrenset kunnskap om forekomst av de plantevernmidlene som er svært giftige og har en miljøfarlighetsverdi under bestemmelsesgrensen i analysemetoden. Videre tilsier teoretiske analyser at det er en risiko for negative effekter på vannlevende organismer på grunn av samvirkende effekter av alle de ulike plantevernmidlene som påvises i vannprøvene gjennom sprøytesesongen. Det foreligger imidlertid ikke resultater fra praktiske laboratorie- eller feltforsøk som kan bekrefte eller avkrefte dette. Selv om trendanalysene tilsier at det er en positiv utvikling i enkelte av overvåkingsfeltene, må vi konkludere med at resultatene totalt sett indikerer en miljøbelastning fra plantevernmiddelbruk som kan gi uønskede effekter i vannmiljø.

Referanse:

*Bechmann, M., Stenrød, M., Pengerud, A., Grønsten, H., Deelstra, J., Eggstad, H.O. and Hauken, M. 2014. Erosjon og tap av næringsstoffer og plantevernmidler fra jordbruksdominerte nedbørfelt. Sammendragsrapport fra Program for jord- og vannovervåking i landbruket (JOVA) for 1991-2013. Bioforsk Report 9(84), 96s.*

## 2. Innledning

---

Det nasjonale programmet for jord- og vannovervåking i landbruket (JOVA) ble startet i 1992, og skal dokumentere miljøeffekter av landbruksdrift gjennom innsamling og bearbeiding av data fra overvåkingsfelt. Bakgrunnen for programmet er landbrukets utfordringer knyttet til å redusere avrenning av partikler (jord), næringsstoffer og plantevernmidler fra produksjonsarealene i mange områder.

Mål for overvåkingen har vært i endring i løpet av overvåkingsperioden. JOVA har i dag som mål å dokumentere:

- Miljøeffektene av endringer i jordbrukspraksis, produksjonssystemer og driftsformer inkludert:
  - avrenning av partikler, næringsstoffer og plantevernmidler fra nedbørfelt til vannmiljø
  - vannkvalitet i jordbruksbekker
  - endringer over tid
  - myndighetenes godkjenning av plantevernmidler
- Endringer i driftsformer/driftspraksis og tiltaksgjennomføring som følge av endringer i rammevilkår og virkemidler (bl.a. Regionale miljøprogram, handlingsplan for redusert risiko ved bruk av plantevernmidler, øvrige nasjonale, regionale og lokale tilskuddsordninger)
- Effekter av driftsformer på vannkvalitet til nytte for jordbruket og vannregionenes lokale oppfølging av vannforskriften (EUs rammedirektiv for vann)
- Effekter av endringer i klima på jordbrukets produksjonssystemer og deres miljøpåvirkning
- Effekter av jordbruksdrift på endringer av jordas kjemiske og fysiske tilstand

Samt å bidra til:

- Kunnskap om de viktigste transportveiene og forhold i nedbørfelt som er av betydning for tap av næringsstoffer, partikler og plantevernmidler
- Kunnskap som kan skille effekter av driftsformer, tiltaksgjennomføring fra effekter av vær og endret klima på avrenningstap
- Data til bruk ved modellering av tap av næringsstoffer, partikler og plantevernmidler fra landbruket, beregninger av slike tap på regionalt og nasjonalt nivå samt risikovurdering av landbruksdrift
- Data til bruk for metoder og modeller som kan beregne tap og gi bedre grunnlag for å iverksette kostnadseffektive tiltak
- Kunnskap om bakgrunnsavrenning og avrenning fra skog og annen utmark
- Kunnskap og informasjon til nytte for effektiv forvaltning bl.a. ved utforming av regionale miljøprogram og vannregionenes oppfølging av vannforskriften
- Kunnskap og informasjon til nytte for jordbrukets klimarapportering, utslipp av klimagasser og tilpasning til endret klima
- Kunnskap og informasjon til å måle og rapportere framgang av redusert risiko ved bruk av plantevernmidler og EUs Planteverndirektiver

De 10 nedbørfeltene som overvåkes i JOVA-programmet representerer et utvalg av de viktigste jordbruksområdene i landet med hensyn til klima, jordsmonn og driftspraksis. Programmet har

detaljerte opplysninger om jordbruksdriften på hvert skifte på alle gårdsbruk (gårdsdata) i 8 av overvåkingsfeltene som ble overvåket i 2012/2013. Tapene av jord, næringsstoffer og plantevernmidler kan dermed vurderes opp mot endringer i driftspraksis over tid.

Programmet fikk en ny rammeplan i 2011 (JOVA rammeplan 2010-2015). Rammeplanen skisserer hovedtrekkene for programmet for perioden. Rammeplanen legger til grunn at overvåkingen fortsetter, i hovedsak med utgangspunkt i de eksisterende feltene, og at programmet utvikles med fokus på endret klima og oppfølging av vannforskriften.

Statens landbruksforvaltning (SLF) var oppdragsgiver for JOVA-programmet fram til 2012.

I denne rapporten presenteres de viktigste overvåkingsresultatene fra programmet til og med det agrohydrologiske året 2012/2013. Dette omfatter både avrenning av partikler, næringsstoffer og plantevernmidler. Forrige rapport kom i 2012 og dekket overvåkingsperioden til og med det agrohydrologiske året 2010/2011 (Hauken et al., 2012).

Rapporten inneholder resultater for de 10 nedbørfeltene som var omfattet av overvåkingen i 2012/2013. I løpet av overvåkingsperioden har programmet omfattet flere nedbørfelt, men disse er ikke inkludert i rapporten her.

Det er til dels store forskjeller mellom de overvåkede nedbørfeltene, både med hensyn til naturgitte forhold, jordbrukspraksis, analyseparametere og overvåkingsperiode. Det er årsaken til at ikke alle feltene omtales i alle deler av rapporten. Datainnsamling i de ulike overvåkingsfeltene er beskrevet i kapittel 3. Resultater fra de enkelte overvåkingsfeltene er rapportert og nærmere beskrevet i egne feltrapporter (Hauken, 2014). Småfeltet Bye er også rapportert i egen feltrapport, men er ikke inkludert i denne rapporten. Det utgis dessuten en rekke andre publikasjoner basert på JOVA-data.

Resultater for avrenning er rapportert for agrohydrologisk år, som er definert som perioden fra 1. mai til 1. mai, med unntak av Volbu der det agrohydrologiske året regnes fra 1. juni til 1. juni. Jordbruksdriften er presentert for kalenderår.

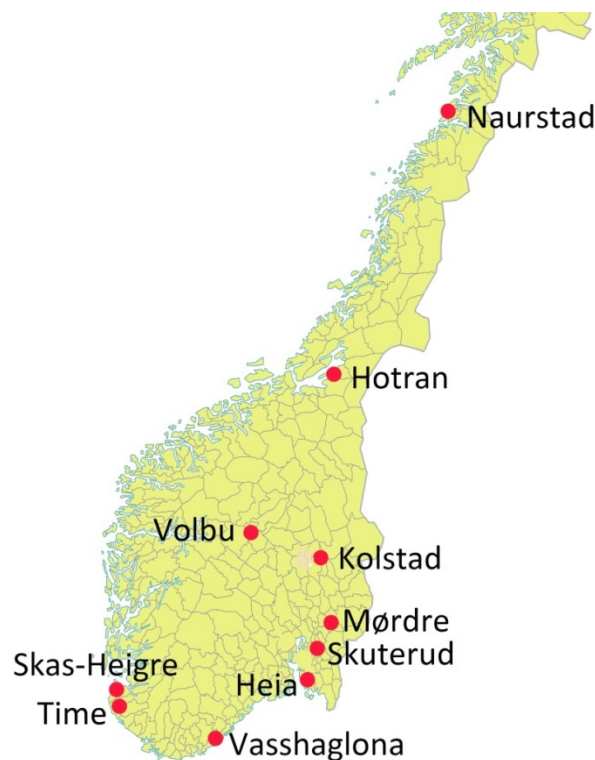
I rapporten er det brukt navn på det virksomme stoff i plantevernmiddelet. På Mattilsynets nettsider (<http://www.mattilsynet.no/plantevernmidler/godk.asp>) finner du en oversikt over godkjente virksomme stoffer og hvilke handelspreparater de inngår i.

Marianne Bechmann er ansvarlig for innholdet i de deler av rapporten som handler om jordbruksdrift og avrenning av partikler og næringsstoffer, mens Marianne Stenrød er ansvarlig for de delene som handler om plantevernmidler.

## 3. Overvåkingsfelt og metoder

### 3.1 Overvåkingsfelt

I 2012/2013 omfattet overvåkingen 10 felt lokalisert i ulike deler av landet (figur 3.1). Erosjon og næringsstofftap ble overvåket i alle nedbørfeltene, mens tap av plantevernmidler ble overvåket i 5 nedbørfelt (Skuterud, Mørdre, Heia, Vasshaglona, Time). Overvåkingen i de fleste av nedbørfeltene ble satt i gang i løpet av perioden 1990-1995 og har dermed pågått i om lag 20 år (tabell 3.1). Overvåking av Kolstad og Time ble satt i gang i 1985 som en del av "Handlingsplan mot landbruksforurensning", men på grunn av kvaliteten på data i databasen er de første årene ikke med i denne rapporteringen. I Heiabekken ble utstyr for vintermålinger først etablert i 2010, men overvåking av plantevernmidler i sommerperioden har pågått siden 2004. I noen av feltene har det vært perioder med manglende data eller feil i målingene som har ført til at enkelte år er utelatt fra rapporteringen. Det var bl.a. et opphold i overvåkingen i Time i årene 2002 og 2003 grunnet ombygging og flytting av målestasjonen. Flere andre nedbørfelt har vært omfattet av overvåkingen i tidligere perioder, men disse er ikke rapportert her.



Figur 3.1. Oversikt over nedbørfelt som var omfattet av JOVA-programmet i 2012/2013 (Statens kartverk; Creative Commons Attribution ShareAlike 3.0)

Nedbørfeltene er valgt ut i områder som representerer ulike driftsformer, klima og jordtyper. Det er lagt vekt på å finne nedbørfelt med en høy andel jordbruksareal. Tap av plantevernmidler overvåkes i de nedbørfeltene som har regelmessig bruk av plantevernmidler. Feltene representerer ikke et statistisk gjennomsnitt av norsk jordbruksproduksjon, men er representative for vanlig forekommende driftsformer med fokus på områder der jordbruket har størst betydning for vannkvaliteten.

Tabell 3.1. Nøkkelfakta for nedbørfeltene som var med i JOVA-programmet i 2012/2013.

Nedbørfelt	Kommune	Areal (km <sup>2</sup> )	Dyrka (%)	Temp (°C)	Nedbør (mm)	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/potet/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 = plantevernmiddeletap (periode for målinger av plantevernmidler angitt i parentes).

## 3.2 Overvåkingemetodikk

Overvåkingen i JOVA-programmet er basert på kontinuerlig måling av vannføring og vannføringsproporsjonal blandprøvetaking (figur 3.2). Det tas ut vannprøver som analyseres for innhold av partikler, næringsstoffer og plantevernmidler. De kjemiske analysene som brukes til å måle erosjon og næringsstoffavrenning foretas på basis av blandprøver som tas ut om lag hver 14. dag hele året.

For analyser av plantevernmidler foregår prøvetaking fra og med 2011 kun i felter med kontinuerlig vannføringsmåling. På disse stasjonene blir det tatt ut blandprøver og fram til 2011 ble det supplert med stikkprøver ved spesielle nedbørepisoder. Prøveperioden for plantevernmiddeleanalyser er for de fleste lokaliteter og år fra før sprøyteperioden starter (april/mai) til frosten kommer (november/desember), med noe variasjon avhengig av klima og prøvested. Stikkprøvene som ble tatt ut ved spesielle nedbørepisoder kan være tatt også om høsten etter 1. oktober eller tidlig vår. Det er også tatt noen prøver ved snøsmeltingen om våren. I noen felt er det også tatt prøver i vintermånedene.

For nærmere beskrivelse av målemetodene se Deelstra et al. (2013). I de fleste overvåkingfeltene blir det også målt nedbør og temperatur, men i noen av feltene måles nedbør mens for andre felt er nedbørdata hentet fra nærmeste nedbørstasjon fra Landbruksmeteorologisk tjeneste (LMT) eller Meteorologisk Institutt.





Figur 3.2. Målestasjon i Skuterud.

## 3.3 Kjemiske analyser

### 3.3.1 Partikler og næringsstoffer

Standard analysespekter for næringsstoffer og partikler omfatter pH, suspendert stoff (SS), totalfosfor (TP) og totalnitrogen (TN), løst fosfat-P (PO<sub>4</sub>-P), nitrat-N (NO<sub>3</sub>-N), og gløderest av suspendert stoff (SS-*glr*).

Suspendert stoff er bestemt etter filtrering av en nøyaktig oppmålt vannmengde på 25 til 250 ml etter grundig risting (inneholder minst 5 mg SS) gjennom et forhåndsveid glassfiberfilter (Whatman GF/A). I rapportens resultatdel er målt SS omtalt som partikler.

Totalfosfor er bestemt i ufiltrert prøve ved oppløsning med kaliumperoksidulfat (K<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>8</sub>). Løst fosfat-P er bestemt i prøve etter filtrering (0,45 µm). Begge fosforfraksjoner er bestemt etter reduksjon med askorbinsyre ved bruk av spektrofotometer eller ICP i henhold til ammonium-molybdat metoden beskrevet av Murphy og Riley (1962).

Totalnitrogen er bestemt etter oksidasjon av nitrogenforbindelser med peroksidulfat og etterfølgende analyse i spektrofotometer eller ICP.

En undersøkelse av analysemetoder for partikler og næringsstoffer viser at det er forholdsvis stor usikkerhet ved analyse av vannprøver med høyt innhold av partikler (Krogstad et al., 2013). I de aller fleste tilfelle ble det analysert for lave verdier av SS og TP i forhold til sann verdi, mens avviket for TN var noe mindre. Ved vurdering av resultatene må det tas hensyn til denne usikkerheten.

### 3.3.2 Plantevernmidler

For plantevernmidler er prøvene analysert med metodene GC-multi M60 og GC/MS-multi M15 for perioden fram til og med 2010 (vedlegg 3.1; viser søkespekter pr 2010). Fra og med 2011 er alle prøver analyser med metodene M60, M15 og M91 (vedlegg 3.2; viser søkespekter pr 2012). Disse metodene inkluderer pr mai 2012 til sammen 114 substanser av ulike plantevernmidler (inkludert 17 metabolitter), med opprinnelse fra 97 forskjellige plantevernmidler. Analysespekteret har blitt utvidet hvert år (tabell 3.2). Analysene er gjennomført ved Bioforsk Plantehele, Seksjon Pesticidkjemi. Metodene er akkreditert.

De fleste plantevernmidler som brukes i dag og som det analyseres for, kan påvises i vannmiljøet. Mulige unntak er midler som brukes i lave konsentrasjoner og/eller i et lite omfang av bruk i overvåkingsfeltene. Etter en omfattende utvidelse av søkespekteret i 2011 kan nå hovedparten av de midlene som brukes i JOVA-feltene påvises dersom de forekommer i konsentrasjoner over bestemmelsesgrensen for analysene. Det er imidlertid noen mye brukte plantevernmidler som ikke inngår i standard søkespekter for vannanalysene i JOVA-programmet og som vi dermed ikke har kunnskap om forekomsten av. Dette gjelder bl.a. de mye brukte ugrasmidlene glyfosat, sulfonylurea lavdosemidler og dikvat.

Tabell 3.2. Antall plantevernmidler i standard analysespekter per år. Metabolitter er ikke inkludert.

År	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Antall	27	31	36	40	45	47	47	48	52	53	55	55	55	62	62	62	96	97

I 2012 var det i Norge godkjent 111 virksomme stoff (ugras-, sopp-, skadedyr- og vekstregulerende midler). 61 av disse inngikk i analysespekteret i overvåkingsprogrammet i 2012. I tillegg inkluderer søkespekteret plantevernmidler som har gått ut av bruk i overvåkingsperioden og persistente plantevernmidler som ikke har vært godkjent for bruk i Norge de siste 18 årene eller aldri har vært godkjent for bruk i Norge. En del av disse midlene er inkludert på listen over prioriterte stoffer iht Vannforskriften. Det er også tatt et varierende antall spesialanalyser etter 8 plantevernmidler + 1 metabolitt tidligere år (vedlegg 3). En del plantevernmidler er brukt i nedbørfeltene, men ikke inkludert i standard analysespekter. Vi mangler derfor informasjon om eventuelle rester av disse stoffene i bekkene.

Bestemmelsesgrensene for analysene er blitt senket i perioden. Endringene var særlig store fra 1995 til 1996, og grensene for mange midler ble ytterligere senket i 2004. En del stoffer (ca. 30 %) har nå en bestemmelsesgrense på 0,01 µg/L mens hovedparten (ca. 65 %) av stoffene har en bestemmelsesgrense på 0,02 µg/L. Kun et fåtall stoffer har en bestemmelsesgrense  $\geq 0,05$  µg/L. Det innebærer at bestemmelsesgrensen for en del midler er 10 ganger lavere enn da overvåkingen startet i 1995. Nye midler tas inn i analysespekteret etter en årlig gjennomgang av de godkjente plantevernmidler og en prioritering ut fra stoffenes egenskaper med hensyn på binding, mobilitet, nedbrytning, giftighet, anvendelsesområdet og metode for analyse.

Det ble ved oppstart av plantevernmidloverbrytningen i 1995 og i 2000 gjennomført laboratoriestudier for å avklare effekten av ulike prøvetakingsmetoder på gjenfinning av plantevernmidlene (Holen, 1995; Svendsen & Holen 2000). Studiene av nedbrytning viste at for noen få plantevernmidler skjedde det en nedbrytning i løpet av en 14 dagers periode (som tilsvarer lagringstiden på deler av blandprøvene). Studiene av binding til plast viste at noen av de upolare og middels polare plantevernmidlene som har kommet inn i søkespekteret i de siste årene, vil binde seg til plast. Det vil derfor være en redusert gjenfinning av disse midlene der prøvetakingen er basert på blandprøver.

I 2010 inngikk 62 aktive stoffer og 11 nedbrytningsprodukter av plantevernmidler i søkespekteret for overvåkingsprogrammet. I 2011 ble søkespekteret sterkt utvidet og omfattet i 2012 98 ulike plantevernmidler og 16 metabolitter. Samtidig var 111 aktive stoffer av plantevernmidler godkjent for bruk i Norge, og søkespekteret omfattet 55 % av disse midlene. De viktigste midlene mot tørråte i potet og soppmiddel mot *Fusarium* i korn inngår i søkespekteret fra vekstsesongen 2011. En del plantevernmidler som brukes i stor utstrekning inngår imidlertid ikke i dagens søkespekter. Dette gjelder spesielt ugrasmidler av sulfonylureatypen (lavdosemidler; Express m.fl.), glyfosatpreparater (mot kveke og annet flerårig ugras; Roundup m.fl.) og dikvat dibromid (for nedvisning av grønnsaksmasse i diverse kulturer og nedsviing av utløpere i jordbær; Reglone). Pr i dag blir disse for kostnadskrevenne å overvåke da de krever egne analysemetoder på grunn av behov for svært lav bestemmelsesgrense (lavdosemidler) og spesielle kjemiske egenskaper (glyfosat, dikvat).

En del plantevernmidler som er inkludert i søkespekteret har også bestemmelsesgrenser for analysemetoden som er høyere enn faregrensen for miljøeffekter på vannlevende organismer (MF). Disse midlene kan forekomme i miljøet i konsentrasjoner som har effekt på organismer, uten at de er påvist i løpet av overvåkingen. Det finnes derfor mangelfull dokumentasjon på risikoen ved bruk av disse stoffene. Dette gjelder spesielt flere skadedyrmedikamenter og enkelte soppmidler.

### 3.4 Gårdsdata

Informasjon om driftspraksis er viktig for å kunne relatere tapene til ulike driftsformer. I 8 av overvåkingsfeltene (Skuterud, Mørdre, Kolstad, Naurstad, Volbu, Time, Vasshaglona og Heia) registrerer gårdbrukerne all aktivitet på de ulike skiftene gjennom året. For de to største feltene (Hotran og Skas-Heigre) er opplysninger om jordbruksdrift hentet fra Statistisk Sentralbyrå (SSB; Landbruksundersøkelsen, Søknad om Produksjons- og miljøtilskudd og Jordbruksstillingen 1999).

### 3.5 Vurdering av vannkvalitet på grunnlag av næringsstofftilstand

Både nitrogen og fosfor er næringsstoffer som naturlig forekommer i vann, men forhøyede konsentrasjoner av nitrogen og fosfor er et resultat av menneskelig påvirkning og kan forstyrre den økologiske balansen i tjern og innsjøer. Konsentrasjonene av næringsstoffer er et av flere forhold som må vurderes for å kunne fastsette den økologiske tilstanden.

Det er foretatt en vurdering av fosforkonsentrasjonene opp mot de foreløpige grenseverdiene for totalfosfor i elver som framgår av Veileder 01:2009 til vannforskriften (Direktoratsgruppa Vanndirektivet, 2009). Veilederen beskriver det klassifikasjonssystemet for økologisk tilstand i vann som brukes i Norge i dag for å oppfylle EUs vanndirektiv. Klassifikasjonssystemet er først og fremst basert på biologiske kvalitetskriterier, men næringsstoffforhold er en av flere kjemiske- og fysiske kriterier som ved siden av hydromorfologiske kvalitetselementer skal støtte de biologiske elementene. Sammenligning av de målte fosforkonsentrasjonene mot grenseverdiene gir en indikasjon på vannkvaliteten i de overvåkede jordbruksbekkene i forhold til naturtilstand. Ved vurdering av resultatet er det viktig å ta hensyn til at klassifikasjonssystemet er laget for større vannforekomster enn de som overvåkes i JOVA-programmet, og at næringsstoffkonsentrasjonene vil avta når jordbruksbekkene renner ut i større elver. Det må også tas hensyn til at systemet er basert på stikkprøver, der det ikke blir tatt prøver fra flom- og tørkeperioder, mens JOVA-programmet har kontinuerlig og vannføringsproporsjonal prøvetaking. Blandprøver slik de tas ut i JOVA-programmet vil normalt ha en høyere konsentrasjon av partikler og fosfor enn stikkprøver, særlig når stikkprøvene ikke omfatter flomperioder.



De målte næringsstoffkonsentrasjonene i JOVA-programmet viktige til bruk i tilførselsberegninger av næringsstoffer fra jordbruksområder, og til kalibrering av modeller som skal kunne brukes for tilførselsberegninger for større deler av landet.

### 3.6 Risikovurdering ved funn av plantevernmidler

Det at plantevernmidler kan påvises i vann betyr ikke nødvendigvis at de gir skade på vannlevende organismer. Risikoen knyttet til kjemiske plantevernmidler er avhengig av forekomst og effekt. For å kunne vurdere hvilken risiko forekomsten utgjør, må analyseverdiene vurderes i forhold til den effekt plantevernmidler har på de ulike organismene.

I Norge er det fortsatt ikke grenseverdier for innhold av plantevernmidler i overflatevann som er fastsatt av myndighetene utover de få plantevernmidlene som omfattes av listen over prioriterte stoffer i Vannforskriften. JOVA-programmet har siden oppstart i 1995 utarbeidet miljøfarlighetsverdier (MF-verdier) for de plantevernmidler som er påvist. Beregningene er gjort i henhold til anbefalingene i Technical Guidance Document (TGD) for risikovurdering av nye og eksisterende industrikjemikalier i EU (EC, 2003) samt veiledning for beregning av vannkvalitetsstandarder i Vanndirektivet (EC, 2011). Etter tilsvarende metodikk er det utarbeidet «riktvården» for plantevernmidler i overflatevann gjennom det svenske overvåkingsprogrammet for plantevernmidler i miljøet (Andersson & Kreuger, 2011).

Beregning av MF baseres på 'ingen effekt-konsentrasjoner': PNEC1 og PNEC2 (*Predicted No Effect Concentration*). PNEC1 danner grunnlaget for beregning av AMF, og angir et konsentrasjonsnivå som forventes å beskytte akvatiske organismer (f. eks. *Daphnia magna*; figur 3.3) for akutte toksiske effekter ved kortvarig eksponering for plantevernmidler. PNEC2 danner grunnlag for beregning av MF, som angir et konsentrasjonsnivå som antas å sikre at kroniske toksiske effekter ved lengre tids eksponering unngås. Det er denne verdien vi har brukt som MF ved tidligere rapportering. Denne beregningsmetoden for MF-verdier gir mulighet for å bruke differensierte grenser for stikkprøver og blandprøver, men vi har valgt å basere analysene på MF-verdiene (kroniske effekter). MF-verdiene blir mer konservative, det vil si lavere enn AMF-verdiene.

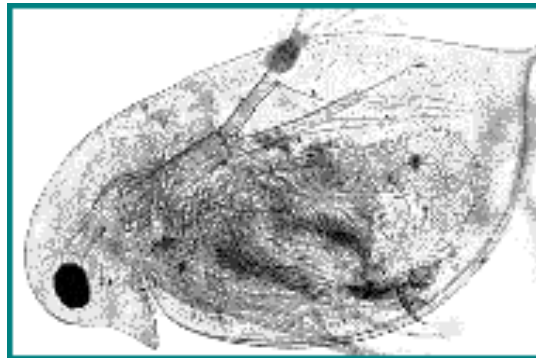
Miljøfarlighetsgrensene revideres når det kommer resultater fra nye tester. Det innebærer at grenseverdiene vil endres over tid. I 2012/13 ble det gjort en ny gjennomgang av toksisitetsdata og en del plantevernmidler har fått endret sin MF-verdi som en følge av denne gjennomgangen, samt at det nå er beregnet MF-verdier for alle plantevernmidlene og metabolittene som er med i dagens søkespekter. Den mest oppdaterte oversikten finner du på [www.bioforsk.no/miljofarlighetsverdier](http://www.bioforsk.no/miljofarlighetsverdier).

Dersom den målte konsentrasjonen er høyere enn MF eller AMF gir dette en viss risiko for skade på vannlevende organismer. Man bør imidlertid være oppmerksom på at EUs kvalitetsstandarder (QS) i henhold til vanndirektivet som er basert på langtidseffekter er tenkt benyttet på årsmiddelkonsentrasjoner, mens MF-verdiene i Norge vil bli brukt på enkeltverdier fra stikkprøver eller blandprøver fra perioder på ca. 14 dager. Miljøfarlighetsverdier for de plantevernmidler som er påvist i perioden 1995 til 2012 er gjengitt i vedlegg 1.

MF-verdiene er nyttet for å beregne total miljøbelastning (TMB) for bekker og elver. Tallet er fremkommet ved at den målte konsentrasjonen av hvert enkelt plantevernmiddel er "vektet" ved å dele på MF-verdien for stoffet. TMB-tall i gjennomsnitt per prøve gir et uttrykk for den relative belastningen på resipienten med hensyn på potensiell miljørisiko og er et uttrykk for risiko for samvirkende effekter av plantevernmidler i vann, forutsatt en additiv effekt av alle de påviste plantevernmidlene i en vannprøve. Dersom TMB-verdien blir over 1 gir dette en viss risiko for effekt på vannlevende organismer. I det svenske overvåkingsprogrammet gjøres det en tilsvarende vurdering av miljøbelastning ved beregning av en "toksisitetsindex" (Adielsson et al., 2007). De siste

årene har det vært økende fokus på risiko for blandingseffekter av plantevernmidler i vann, og dette temaet behandles nærmere i denne rapportens kapittel 7.3.

Handlingsplanen for redusert risiko ved bruk av plantevernmidler (2010-2014) (Landbruks- og Matdepartementet, 2009) fastsetter følgende mål for forekomst av plantevernmidler i overflate- og grunnvann i Norge; «Forekomst av plantevernmidler i grunnvann og overflatevann skal reduseres. Forekomsten av plantevernmidler i overflatevann skal ikke overskride verdier som kan gi skade på miljøet. Forekomst av plantevernmidler i grunnvannet skal ikke overskride grenseverdien for drikkevann, og slik forurensning skal på sikt ikke forekomme.»



Figur 3.3. *Daphnia magna*, et lite krepssdyr som bl.a. brukes for å bestemme plantevernmidlenes giftighet.

### 3.7 Beregninger og statistikk

Tap av partikler, næringsstoffer og plantevernmidler beregnes på bakgrunn av vannføringen multiplisert med konsentrasjonen over den perioden som hver blandprøve dekker. Gjennomsnittskonsentrasjoner i rapporten er presentert som vannføringsveide konsentrasjoner.

Det er gjort statistiske analyser for å tolke utviklingen i feltene (trendanalyser). Trendanalysene er utført for totalt tilført N og P i gjødsel over tid, og for utvikling i funn, konsentrasjoner og total miljøbelastning av plantevernmidler. Signifikansen i trendsanalysen er testet på 5 % nivå. Det er brukt en ikke-parametriske metode (Kendalls- $\tau$ ) (Libiseller and Grimvall, 2002).



Målestasjonen i Naurstad (Foto: Per Gården)



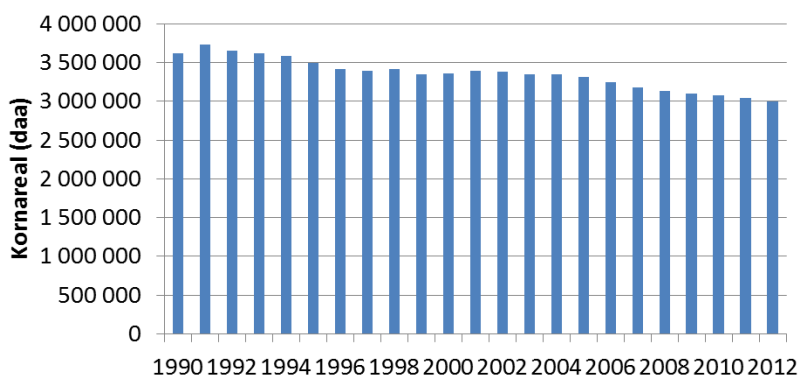
## 4. Utvikling i jordbrukspraksis

Endringer i jordbrukspraksis i et område kan medføre at jordbrukets påvirkning på miljøet også endres i positiv eller negativ retning. De enkeltfaktorene som har størst betydning for avrenning fra jordbruksområder og etterfølgende miljøproblemer er vekstvalg, jordarbeidingspraksis, husdyrhold, gjødslingspraksis og bruk av plantevernmidler.

### 4.1 Utvikling i vekstfordeling og gjødsling i Norge

Vekstfordelingen i norsk jordbruk er endret siden begynnelsen på 1990-tallet. Blant annet har det vært en nedgang i kornarealet på ca. 15 % fra 1990 til 2012 (figur 4.1). Samtidig har det siden 1999 vært en liten nedgang i areal med fulldyrka jord, en stor økning i arealet med innmarksbeite og en liten økning i arealet med fulldyrka eng (SSB, 2014).

Korndyrking er for det meste forbundet med årlig jordarbeiding som gir økt risiko for erosjon og tap av nitrogen og fosfor sammenlignet med ingen jordarbeiding. En reduksjon i kornarealet vil derfor føre til en forventet reduksjon i erosjon, fosfor- og nitrogentap. Dyrking av gras i stedet for korn fører til mindre jordarbeiding og en lenger vekstsesong med opptak av næringsstoffer i plantene og dermed mindre risiko for utvasking. Ved grasdyrking vil omlegging av enga (med pløying) imidlertid kunne gi store tap av nitrogen på grunn av mineralisering av store mengder organisk stoff. Dessuten vil grasdyrking ofte være kombinert med husdyrproduksjon, og risiko for næringsstofftap fra arealene vil være avhengig av hvor mye husdyrgjødsel som tilføres i forhold til næringsstoffer som tas opp av plantene.

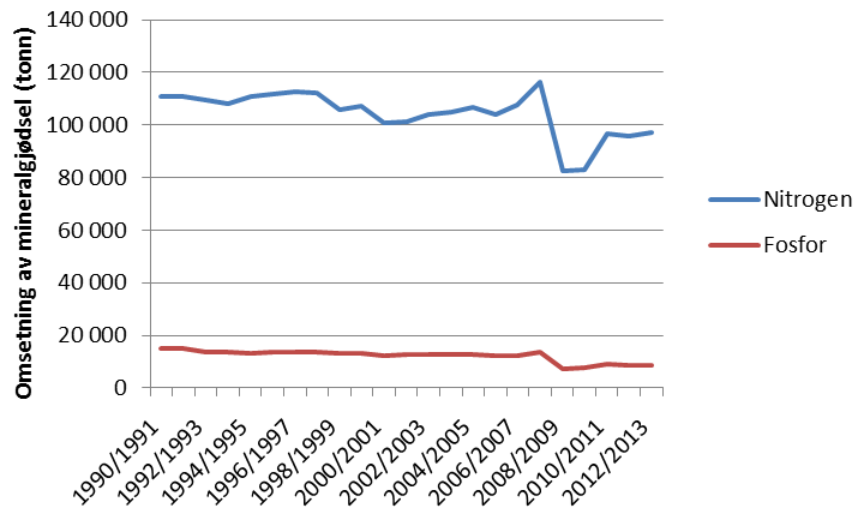


Figur 4.1. Endring i kornareal i Norge fra 1990 til 2012 (SSB, 2014).

Nasjonalt har det skjedd en reduksjon i arealet med høstkorn på om lag 70 % fra 2008 til 2012. Samtidig har arealet med overvintring i stubb økt til over 50 % av kornarealet, tilsvarende en økning fra 2000 til 2012 på 30-40 %. Arealet med høstharving var høyest i 2007-2008 og utgjør nå under 5 % av kornarealet.

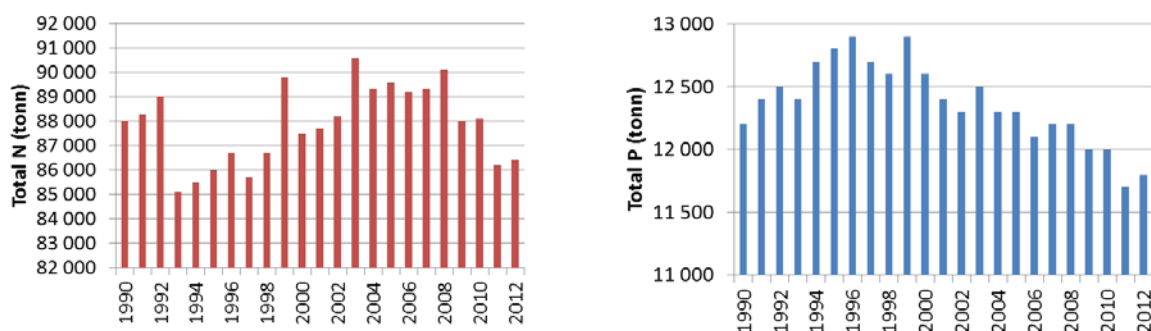
Omsetningen av mineralgjødsel nasjonalt i Norge viste en svak nedgang fra 1990 til 2008 (figur 4.2). Fra 2008 og fremover var det en betydelig reduksjon i omsetningen av både nitrogen og fosfor i mineralgjødsel. Det skyldes prisøkning, endring i gjødsels sammensetning (N/P) av de vanligste gjødselslag og endring i gjødslingsnormer for fosfor. Reduksjonen tilsvarer nesten en halvering av fosforgjødselomsetningen, mens omsetningen av nitrogengjødsel ble redusert med 10-20 % fra 1990 til 2012. Risiko for avrenning av nitrogen og fosfor fra tilført mineralgjødsel henger sammen med hvordan gjødslingen tilpasses plantenes opptak av næringsstoffer. Anbefalt normgjødsling i korn og gras tar utgangspunkt i næringsstoffbehovet til en gjennomsnittsavling og vil føre til lave nitrogen-

og fosforbalanser i produksjonen og dermed liten risiko for utvasking av næringsstoffer fra mineralgjødning.



Figur 4.2. Omsetning av nitrogen og fosfor (tonn) i mineralgjødning i Norge (Mattilsynet, 2014).

Antall husdyr i Norge er også endret siden begynnelsen på 1990-tallet og det samme gjelder mengden av nitrogen og fosfor som er tilført med husdyrgjødsel (figur 4.3). Mengden av nitrogen tilført med husdyrgjødsel viste en topp i 2003-2008, mens den største mengden av fosfor tilført husdyrgjødsel for hele landet var på slutten av 1990-tallet. Forskjellen i utvikling for nitrogen og fosfor skyldes bl.a. forskjell i dyreslag. Husdyrgjødsel fra drøvtyggere inneholder forholdsvis mer nitrogen, mens fosforinnholdet er forholdsvis høyere i husdyrgjødsel fra gris og fjørfe. Tallene for landet som helhet dekker over variasjoner mellom regioner. Spredning av husdyrgjødsel i husdyrintensive områder kan være forbundet med risiko for avrenning av næringsstoffer dersom det spres store mengder på forholdsvis små arealer. Dersom lagerkapasiteten for husdyrgjødsel ikke er tilstrekkelig stor kan husdyrgjødsel bli spredt i perioder (f.eks. på høsten) som er ugunstige med hensyn til planteopptak.



Figur 4.3. Fosfor og nitrogen (tonn) tilført med husdyrgjødsel fra 1990 til 2012 (SSB, 2014).

## 4.2 Vekstfordeling i overvåkingfeltene

Det er fire av overvåkingfeltene som er dominert av korn og fire som er dominert av eng og i to overvåkingfelt er det mest korn, potet- og grønnsaker (figur 4.4). Skuterud, Mørdre, Kolstad og Hotran har vært dominert av korn, men i Kolstad og Hotran har det også vært noe gras- og

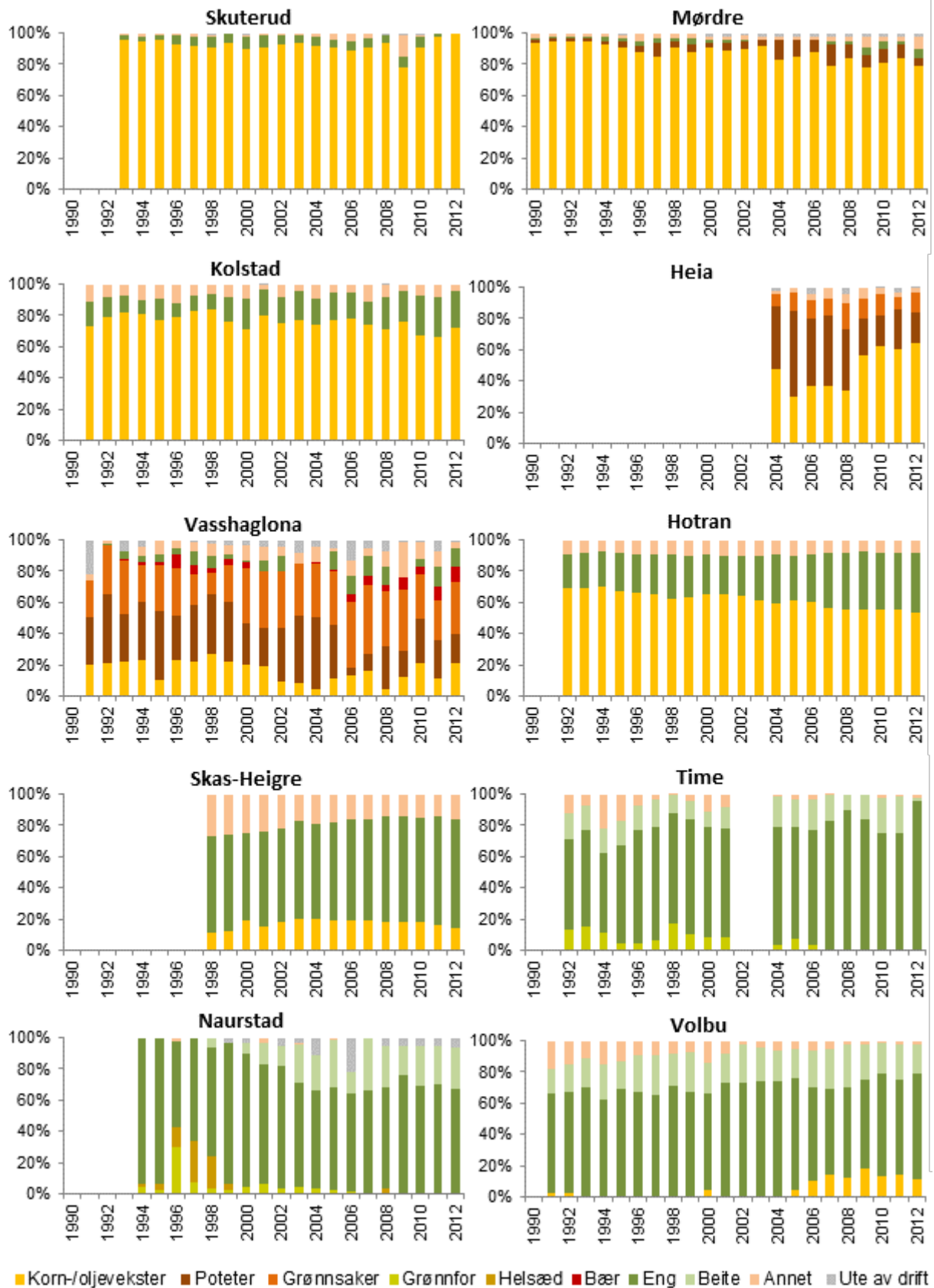
fôrvekster. Heia er dominert av korn i kombinasjon med potet og grønnsaker, mens Vasshaglona er dominert av potet- og grønnsaker, med noe korn, eng og bær. Naurstad, Skas-Heigre, Volbu og Time er dominert av gras.

I Skuterud er tilnærmet alt jordbruksareal benyttet til korn. Høstkornet utgjorde tidligere (2006-2008) om lag 50 % av kornarealet, mens det i 2012 ikke var høstkorn. Dette svarer til den nasjonale trenden for høstkorn. I Heia i Østfold har det derimot blitt dyrket mer høsthvete de siste 3 årene og det forklares med en nedgang i potetarealet. I de øvrige kornfeltene er høstkornandelen meget liten. I Mørdre utgjorde høstkornarealet 10 % av kornarealet i 2006-2008, men i 2012 var det ikke høstkorn. Mørdre har hatt en nedgang i totalt kornareal og en svak økning i arealet med potet og eng. I Kolstad er det nå en svak tendens til økning i engarealet. Omfanget av de ulike produksjonene i Vasshaglona har variert mye mellom år, og det er en tendens til noe redusert potetareal de siste årene. I Hotran har det vært en økning i engarealet og tilsvarende nedgang i kornarealet. Skas-Heigre og Time har også hatt noe økning i engarealet, og tilnærmet alt jordbruksareal i Time har vært benyttet til eng og beite de siste årene. I Naurstad har det blitt mer beite og mindre eng, mens det i Volbu har vært noe kornareal de senere år.

Endringene i vekstfordeling over tid kan ha stor betydning for risiko for erosjon og avrenning av næringsstoffer og plantevernmidler. Innslag av åpenåkervekster, bl.a. potet og grønnsaker i Mørdre, medfører generelt en økt risiko for erosjon og avrenning av næringsstoffer og plantevernmidler fordi det for det meste kreves mer jordarbeiding, kraftigere gjødsling og hyppigere sprøyting til slike vekster sammenliknet med korn. Flere av overvåkingsfeltene har imidlertid hatt en reduksjon i kornarealet og en økning i grasarealet de siste årene, noe som medfører redusert risiko for erosjon og avrenning av næringsstoffer. Overgangen fra eng til beite i Naurstad innebærer en ekstensivering av jordbruket og redusert risiko for næringsstoffavrenning.



*Potet i Vasshaglona (Foto: Stine Vandsemb)*



Figur 4.4. Vekstfordeling i % av totalt jordbruksareal for hvert felt og år.

### 4.3 Gjødslingspraksis i overvåkingsfeltene

Tilførsler av næringsstoffer varierer betydelig mellom de ulike overvåkingsfeltene, både med hensyn til hvor mye næringsstoffer som tilføres og i hvilken form tilførselen skjer (husdyrgjødsel eller mineralgjødsel; tabell 4.1).

I de to nedbørfeltene med mest korn (Skuterud og Mørdre) tilføres det meste av næringsstoffene i form av mineralgjødsel (om lag 90 %). I de andre feltene er husdyrgjødsel en betydelig kilde til næringsstoffer. Andelen husdyrgjødsel er størst i de grasdominerte feltene Time, Volbu og Naurstad, hvor 40-50 % av nitrogenet (N) og 50-90 % av fosforet (P) tilføres i form av husdyrgjødsel.

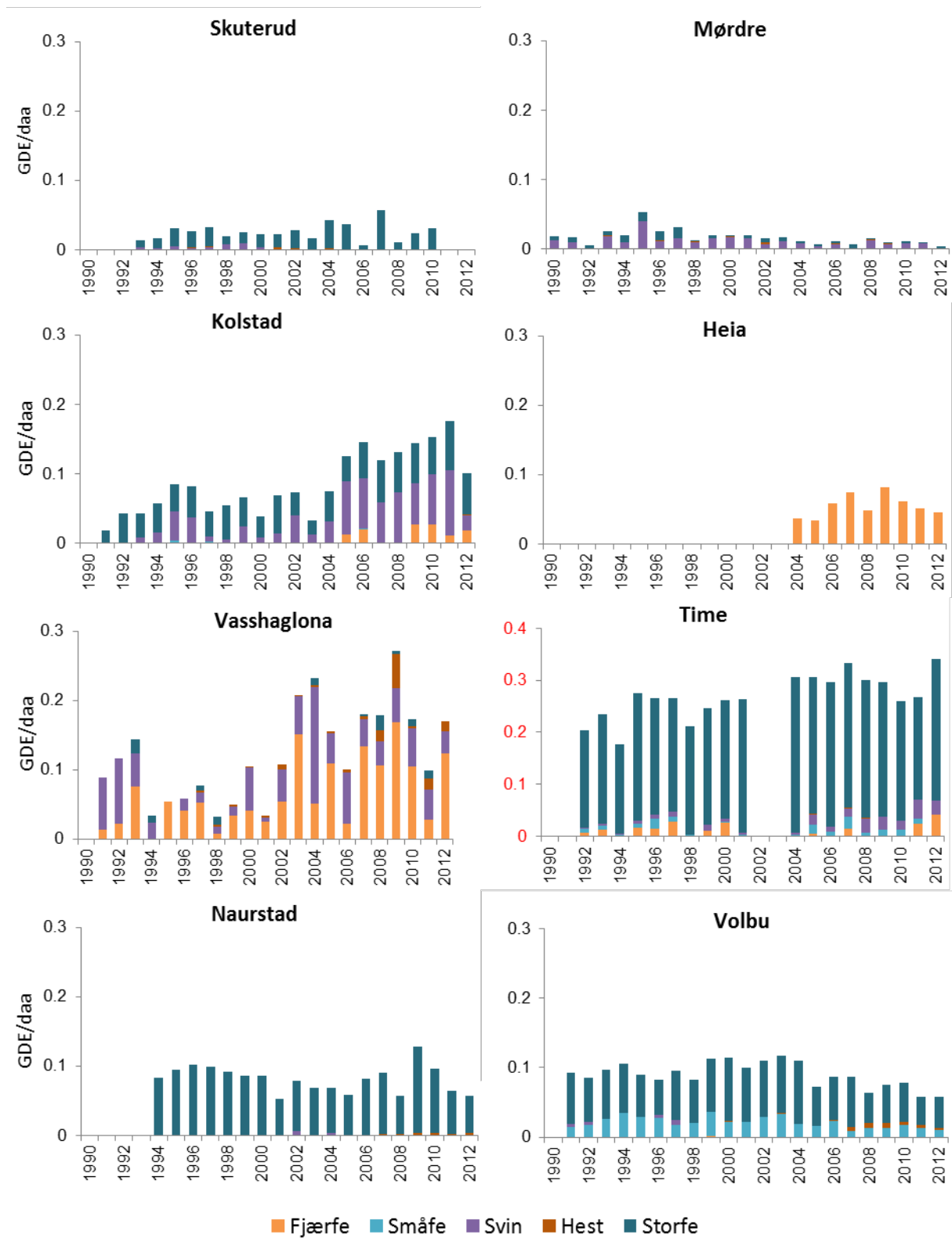
Tabell 4.1. Gjennomsnittlig nitrogen- og fosforgjødsling (kg/daa) for hele overvåkingsperioden for hvert felt fordelt på mineralgjødsel, husdyrgjødsel fra lager og fra dyr på beite.

	Nitrogengjødsling (kg N/daa)				Fosforgjødsling (kg P/daa)			
	Mineral-gjødsel	Husdyr-gjødsel fra lager	Husdyr-gjødsel fra beite	Totalt	Mineral-gjødsel	Husdyr-gjødsel fra lager	Husdyr-gjødsel fra beite	Totalt
Skuterud	14,4	1,2	-	15,6	2,0	0,3	-	2,3
Mørdre	11,5	0,8	0,1	12,4	1,9	0,3	-	2,2
Kolstad	11,4	4,1	0,4	15,8	1,5	1,1	0,1	2,6
Heia	13,4	2,6	-	16,0	2,7	0,8	-	3,4
Vasshaglona	15,4	4,3	0,3	20,0	3,3	1,6	0,1	5,0
Time	16,8	12,2	4,0	33,1	0,6	3,0	0,8	4,4
Naurstad	7,8	4,2	0,6	12,6	1,0	1,0	0,1	2,2
Volbu	6,1	2,9	2,5	11,5	0,8	0,7	0,5	2,0

Husdyrgjødselmengden som tilføres er som regel et resultat av hvor mye husdyr som holdes i nedbørfeltet, og kan derfor gi en indikasjon på husdyrtetthet (antall dyr/daa). Husdyrtettheten kan beregnes på grunnlag av tilført mengde husdyrgjødsel (spredd gjødsel og gjødsel fra beitedyr) i feltet hvert enkelt år, og det er vanlig å framstille dyretallet som gjødseldyrenheter (GDE). En gjødseldyrenhet er lik gjødselmengden fra ei melkeku i løpet av ett år, og tilsvarer om lag 14 kg P (LMD, 1997). Dette tilsvarer gjødselmengden fra 3 avlspurker, 7 vinterføra sauer/geiter og 80 høner.

I kornfeltene Skuterud og Mørdre har det vært relativt lite husdyr (figur 4.5). Husdyrtettheten er betydelig høyere i Kolstad, Vasshaglona og Time, og den har økt i disse tre feltene gjennom overvåkingsperioden. I Kolstad har husdyrtettheten økt merkbart de siste årene, i hovedsak grunnet økt produksjon av svin og fjærfe. I Vasshaglona har det vært en tendens til økning i husdyrtetthet de siste årene, særlig som følge av fjærfeproduksjon, men med betydelig variasjon mellom enkeltår. Time er det overvåkingsfeltet som jevnt over har hatt høyest husdyrtetthet, med storfe som dominerende husdyrproduksjon. Husdyrtettheten i dette feltet har de siste årene ligget på om lag 0,25-0,30 GDE/daa. I Naurstad og Volbu har husdyrtettheten vært noe avtakende de siste årene, også her med storfe som dominerende husdyr i begge feltene over år.





Figur 4.5. Årlig husdyrtetthet angitt i gjødseldyrenheter per areal (GDE/daa). GDE er beregnet på grunnlag av spredd husdyrgjødsel og beitedyr i nedbørfeltet. Merk egen skala på y-akse for Time.

Gjødslingsnivået for nitrogen varierer betydelig mellom feltene (jfr. tabell 4.1). I de tre nedbørfeltene dominert av korndyrking (Skuterud, Mørdre og Kolstad) ligger gjennomsnittlig årlig nitrogengjødsling på 12-16 kg N/daa, med en signifikant reduksjon i tilført nitrogen i Mørdre gjennom overvåkingsperioden (figur 4.6). I Vasshaglona og Heia, begge felt med betydelig grønnsaksproduksjon, ligger gjennomsnittlig nitrogengjødsling på hhv. 20 og 16 kg N/daa. Klart høyest nitrogengjødsling er registrert i Time, med en gjennomsnittlig årlig tilførsel på 33 kg N/daa. Statistiske analyser viser en signifikant økning i tilført nitrogen i Time gjennom overvåkingsperioden, og særlig høye nitrogentilførsler ble registrert i Time i årene 2004-2007 grunnet en økning i tilført mineralgjødning. I de ekstensivt drevne feltene grasfeltene, Naurstad og Volbu, ligger gjennomsnittlig nitrogengjødsling på hhv. 13 og 12 kg N/daa, med en signifikant reduksjon i tilførsler de senere år (figur 4.6).

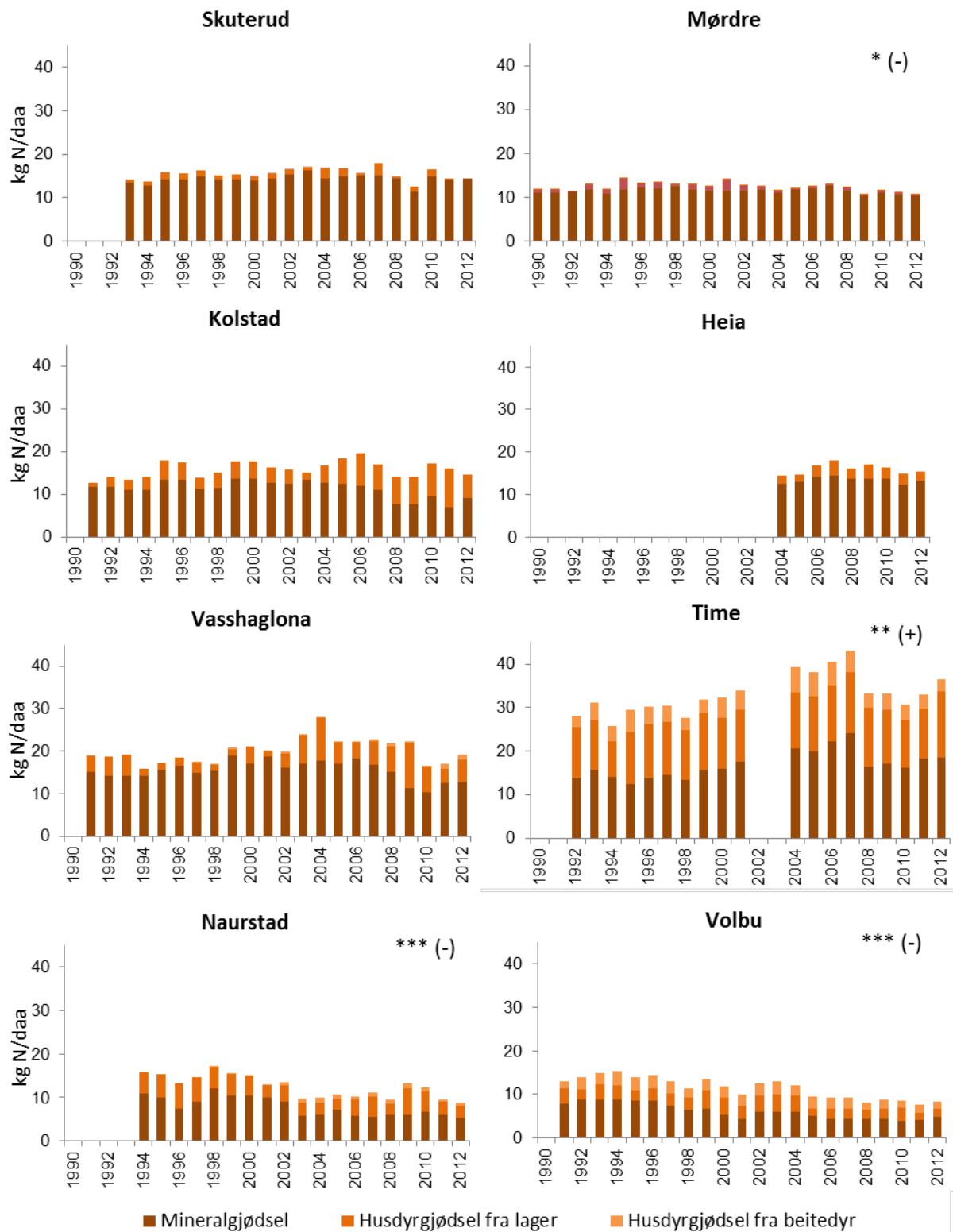
Ved vurdering av gjødslingsnivået for nitrogen i feltene med husdyrgjødsel må det tas hensyn til at gjødselvirkningen av nitrogen i husdyrgjødsel er generelt lavere enn for nitrogen i mineralgjødning (www.bioforsk.no/gjodslingshandbok). Nitrogen i husdyrgjødsel består av både organisk- og uorganisk nitrogen. Det uorganiske nitrogenet består av ammonium som er utsatt for gasstap ved spredning. Organisk nitrogen er i mindre grad direkte tilgjengelig for plantene og må nedbrytes ved mikrobiell omsetning før det kan tas opp av plantene. Bare 10-30 % av det organiske nitrogenet blir tilgjengelig for plantene første år etter spredning (www.bioforsk.no/gjodslingshandbok). Plantetilgjengeligheten av nitrogen i husdyrgjødsel varierer både med dyreslag og en rekke andre faktorer, så som spredningsforhold, nedmoldingsgrad, tørrstoffinnhold i gjødning, type vekster, spredetidspunkt og den totale mengden av husdyrgjødsel som er tilført. Tallene i denne rapporten viser totale nitrogentilførsler i form av husdyrgjødsel, korrigert for et antatt gasstap i form av ammonium (NH<sub>4</sub>). Det er ikke korrigert for de andre faktorene som påvirker gjødselvirkningen.

Når det gjelder fosfor (P), har fosfor i husdyrgjødsel tilnærmet samme plantetilgjengelighet som fosfor i mineralgjødning (www.bioforsk.no/gjodslingshandbok). Ved beregning av gjødslingsbehov brukes det derfor ingen korreksjonsfaktor for fosfor fra husdyrgjødsel.

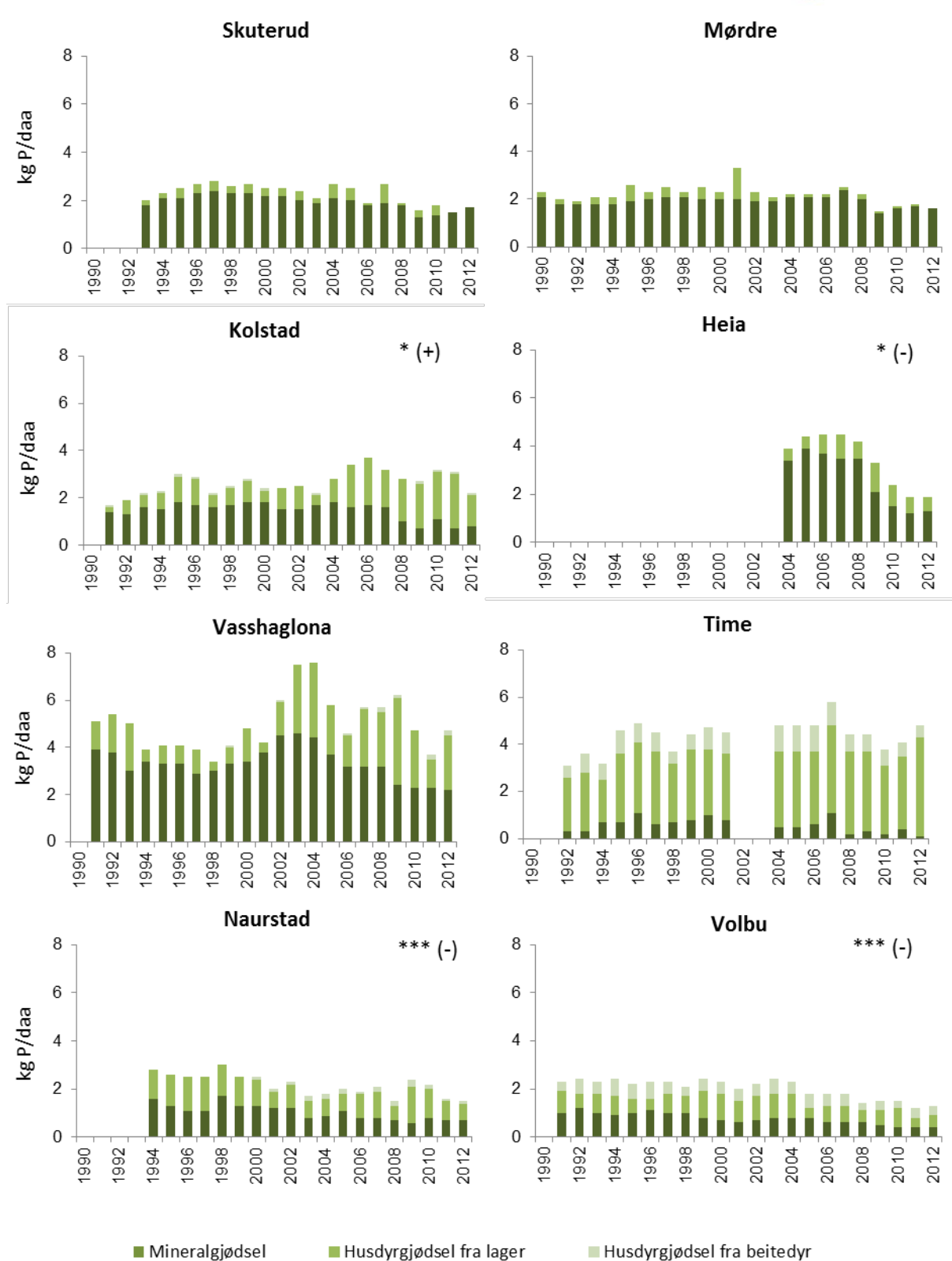
Det har vært en tydelig reduksjon i tilførsel av fosfor i mineralgjødning etter 2008 i alle felt (figur 4.7). Dette samsvarer med den generelle nedgang i fosforgjødsel i hele landet fra 2008 på grunn av endrede fosforgjødslingsnormer, økte priser og reduksjon i fosforinnholdet i de mest brukte sortene av NPK-gjødsel.

Gjennomsnittlig gjødslingsnivå for fosfor i overvåkingsperioden varierer mellom 2 og 5 kg P/daa, med laveste tilførsler i kornfeltene Skuterud og Mørdre og i de ekstensive grasfeltene Naurstad og Volbu (tabell 4.1). Registrerte fosfortilførsler i Skuterud viser en tendens til nedgang gjennom overvåkingsperioden (ikke signifikant), og også i Mørdre har det vært en nedgang i tilførsler de siste årene (figur 4.7). I begge disse feltene skyldes nedgangen at det i stor grad er tilført mindre mengder fosfor med mineralgjødning. Høyere fosfortilførsler i enkelte år skyldes økte mengder husdyrgjødsel, uten at mineralgjødningstilførselen er redusert tilsvarende. I Kolstad har det vært en signifikant økning i fosfortilførsler i løpet av overvåkingsperioden, i første rekke grunnet økt husdyrproduksjon med økte tilførsler av fosfor i form av husdyrgjødsel (figur 4.7).

I grønnsaksfeltene Heia og Vasshaglona ligger det gjennomsnittlige gjødslingsnivået for fosfor på hhv. 3 og 5 kg P/daa (tabell 4.1). I Heia har det vært en signifikant reduksjon i tilførte fosformengder de siste årene, i hovedsak grunnet reduksjon i tilført fosfor gjennom mineralgjødning (figur 4.7). I Vasshaglona har tilførte mengder variert relativt mye i løpet av overvåkingsperioden, men det er en tendens til reduserte tilførsler etter 2004. Mye av produksjonen i Vasshaglona består av fosforkrevende vekster (poteter og grønnsaker), og det er noe av forklaringen på det høye gjødslingsnivået for fosfor.



Figur 4.6. Tilførsler av nitrogen (N) i form av mineral- og husdyrgjødsel for hvert felt og år. Statistisk signifikante trender er angitt med \* ( $p < 0,05$ ), \*\* ( $p < 0,01$ ) og \*\*\* ( $p < 0,001$ ). (-) indikerer nedadgående trend, mens (+) indikerer oppadgående trend.



Figur 4.7. Tilførsler av fosfor (P) i form av mineral- og husdyrgjødsel for hvert felt og år. Statistisk signifikante trender er angitt med \* ( $p < 0,05$ ), \*\* ( $p < 0,01$ ) og \*\*\* ( $p < 0,001$ ). (-) indikerer nedadgående trend, mens (+) indikerer oppadgående trend.



I Time har gjødslingsnivået for fosfor ligget på 4-5 kg P/daa gjennom det meste av overvåkingsperioden (figur 4.7). Det tilføres relativt lite fosfor i form av mineralgjødning i feltet, og mineralgjødningandelen har vært svært lav de siste fem årene.

I både Naurstad og Volbu har det vært en signifikant reduksjon i fosfortilførsler gjennom overvåkingsperioden (figur 4.7).

## 4.4 Næringsstoffbalanser i overvåkingsfeltene

Næringsstoffbalanser blir brukt som indikator for risiko for næringsstofftap fra jordbruksareal. Næringsstoffbalansene er beregnet som tilført (med gjødning) minus bortført (i avling) nitrogen (N) eller fosfor (P) for alle nedbørfeltene. Nitrogen i nedbør er ikke medregnet.

$$NP_{\text{balanse}} = NP_{\text{mineralgjødning}} + NP_{\text{husdyrgjødning}} - NP_{\text{avling}} - NP_{\text{halm (bortført)}}.$$

Næringsstoffbalanser er beregnet for totale mengder av nitrogen og fosfor, og det er ikke tatt hensyn til plantetilgjengelighet. Et usikkerhetsmoment i balansene er estimatene for nitrogen- og fosforinnhold både i husdyrgjødning og avlinger. Spesielt for gras er det også betydelig usikkerhet knyttet til avlingsmengder. Kilder for disse opplysningene er angitt i metodekapitlet.

De gjennomsnittlige nitrogenbalanser (tilført N - bortført N) for kornfeltene Skuterud, Mørdre og Kolstad er på hhv. 5,9, 5,4 og 6,8 kg N/daa, med en tendens til noe lavere balanse (reduisert nitrogenoverskudd) i alle disse feltene de siste årene (figur 4.8). Særlig høy nitrogenbalanse ble registrert i Kolstad i 2006, i stor grad forklart av en økning i tilført husdyrgjødning samme år (figur 4.6). Nitrogen i husdyrgjødning er i mindre grad direkte plantetilgjengelig for årets vekst sammenliknet med nitrogen i mineralgjødning ([www.bioforsk.no/gjodslingshandbok](http://www.bioforsk.no/gjodslingshandbok)), og derfor vil bruk av husdyrgjødning kunne gi en høy nitrogenbalanse. Fra 2006 har andelen husdyrgjødning i Kolstad økt i forhold til mineralgjødning, i samsvar med et økt antall husdyr i nedbørfeltet (figur 4.5). I Skuterud har det gjennomgående vært noe høyere gjødning med nitrogen i forhold til Mørdre (figur 4.6), men samtidig noe høyere avlinger, hvilket gir en nokså lik nitrogenbalanse i de to feltene.

Gjennomsnittlig nitrogenbalanse i Heia er på 1,6 kg N/daa, med en tendens til noe redusert nitrogenoverskudd de senere år (figur 4.8). Dette kan ha sammenheng med endret vekstfordeling i feltet med en økt andel kornareal og redusert potetareal (figur 4.4), sammen med en svak reduksjon i tilført nitrogen gjennom gjødning (figur 4.8) og noe økt uttak av nitrogen i avlinger.

I Vasshaglona og Time er de gjennomsnittlige nitrogenbalanser på hhv. 8,9 og 8,6 kg N/daa, og dette er dermed overvåkingsfeltene som har de høyeste nitrogenbalanser. I begge disse feltene har nitrogenoverskuddet vært på rundt 15 kg N/daa i enkelte år (figur 4.8). Det er imidlertid stor variasjon i nitrogenbalansen mellom enkeltår i Vasshaglona, med lavest nitrogenoverskudd i år med høye avlinger. I 2001 var det et nitrogenunderskudd i feltet (-0.4 kg N/daa), og det samme året var det meget lav tilførsel av husdyrgjødning, men med en betydelig mengde tilført mineralgjødning (figur 4.6). Samtidig var det høye avlinger dette året.

I de ekstensivt drevne grasfeltene Naurstad og Volbu var gjennomsnittlig nitrogenbalanse på hhv. 4,4, og -1,1 kg N/daa. I Naurstad er det en betydelig variasjon mellom enkeltår (figur 4.8), hvilket kan forklares av variasjon i uttak av nitrogen i avlinger. En tendens til noe redusert nitrogenbalanse i Naurstad de siste årene kan også henge sammen med redusert nitrogengjødning i feltet (figur 4.6). I Volbu har det vært en betydelig negativ nitrogenbalanse (nitrogenunderskudd) alle år siden 2000 (figur 4.8). Dette kan forklares av redusert nitrogengjødning i feltet (figur 4.6), sammen med et forholdsvis høyt uttak av nitrogen i avlinger.

Gjennomsnittlig fosforbalanse (tilført P - bortført P) for kornfeltene Skuterud, Mørdre og Kolstad er på hhv. 0,3, 0,7 og 1,0 kg P/daa. I Kolstad har det vært en tendens til økt fosforbalanse de siste årene (figur 4.9), i stor grad grunnet økt husdyrtetthet og økte mengder tilført husdyrgjødning (figur

4.5 og 4.7). Fosforbalansen var imidlertid lav i Kolstad det siste året (2012), hvilket også samsvarer med redusert husdyrtetthet og mindre tilført husdyrgjødsel. I kornfeltene uten husdyr (Skuterud og Mørdre) har fosforbalansen generelt vært lav de siste årene. Reduksjon i tilførsel av fosfor i mineralgjødsel bidrar til den lave balansen.

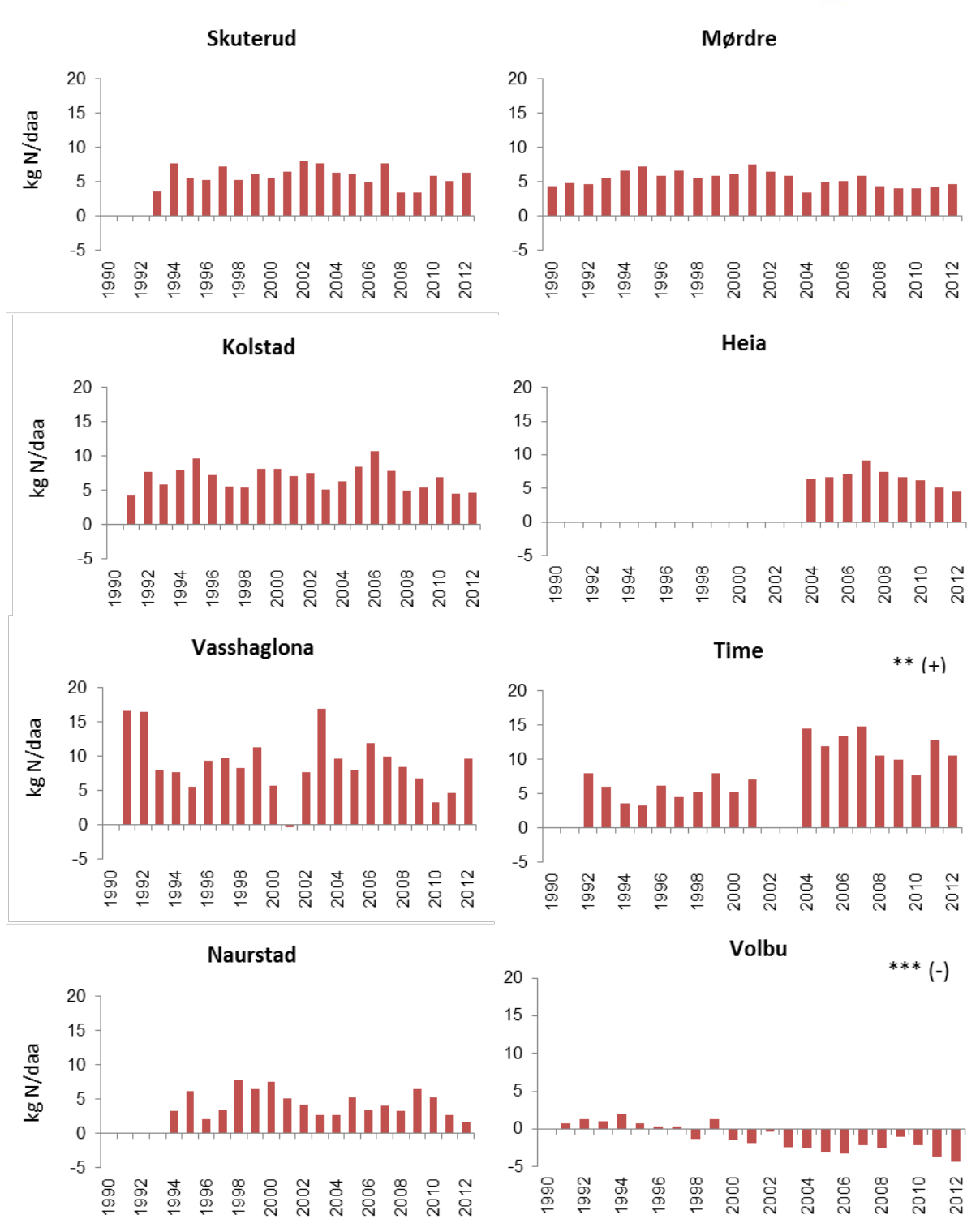
I Heia var fosforbalansen høy i årene 2004-2008 (om lag 3 kg P/daa), men balansen har avtatt betydelig de siste årene (om lag 0 kg P/daa; figur 4.9). Dette kan, som for nitrogenbalansen, ha sammenheng med endret vekstfordeling i feltet med en økt andel kornareal og redusert potetareal (figur 4.4), og en betydelig reduksjon i tilført fosfor gjennom gjødsel (figur 4.7).

Klart høyest gjennomsnittlig fosforbalanse er registrert for Vasshaglona (2,9 kg P/daa), med et fosforoverskudd på rundt 5 kg P/daa flere år (figur 4.9). Det er imidlertid stor variasjon mellom år, med veldig lavt fosforoverskudd i 1997, 1999 og 2006. Det er stor årlig variasjon i areal med ulike grønnsaker, potet og korn i Vasshaglona, og dermed stor variasjon i fosforgjødsling og mengde fosfor fjernet med avling. Det er videre stor usikkerhet knyttet til innhold av fosfor i potet og grønnsaksvekster, hvilket gir en stor usikkerhet i estimerte fosforbalanser for grønnsaksfelt.

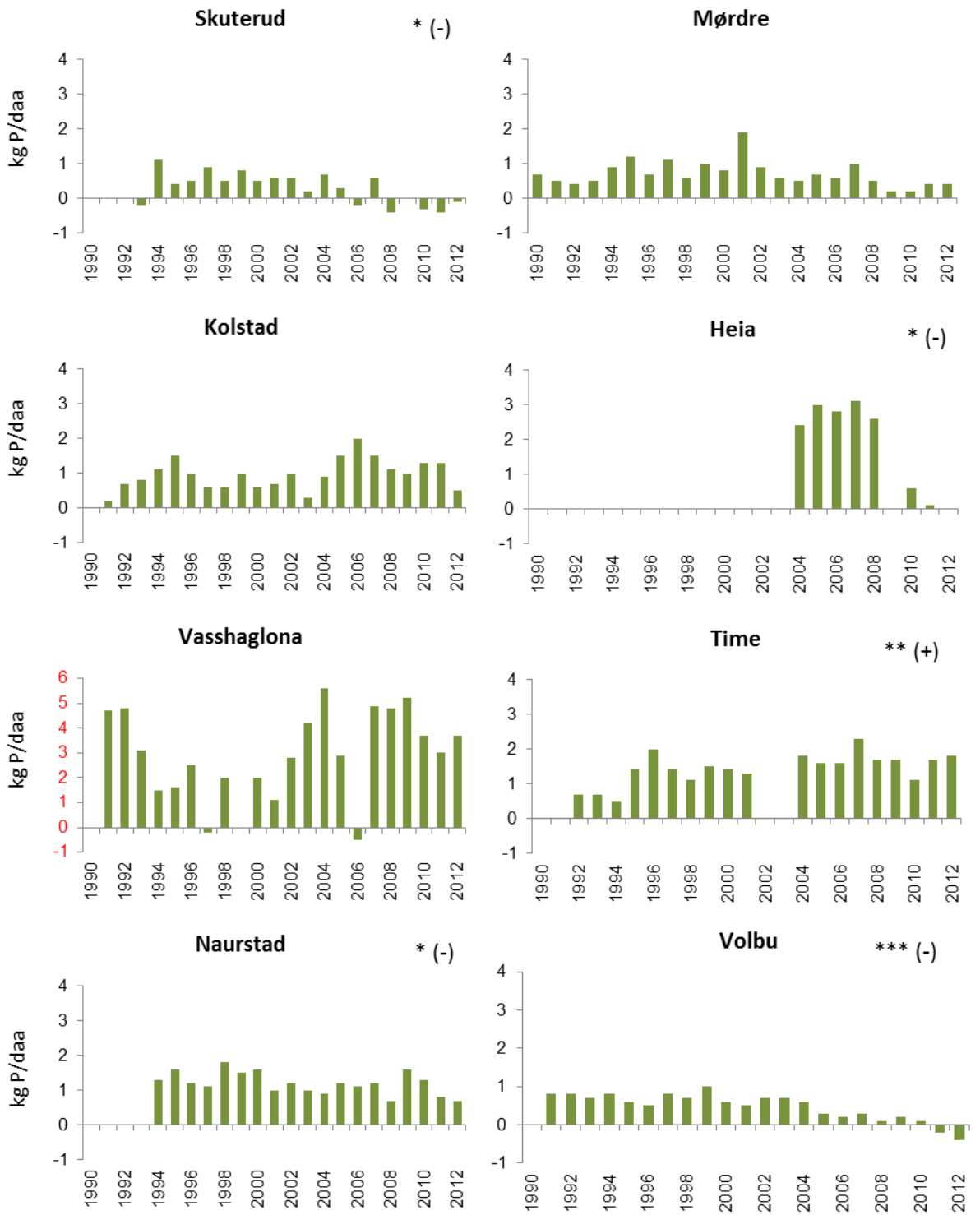
Gjennomsnittlig fosforbalanse i Time er på 1,4 kg P/daa, med en tendens til noe økt fosforbalanse senere år (figur 4.9). Særlig høyt fosforoverskudd ble registrert i feltet i 2007, hvilket kan forklares av høye tilførsler av fosfor gjennom gjødsel dette år (figur 4.7).

Jevnt over lave avlinger i Naurstad bidrar til å gi forholdsvis stort overskudd på fosforbalansen, med en gjennomsnittlig fosforbalanse på 1,2 kg P/daa. Lavere fosforbalanse i Volbu (0,5 kg P/daa) skyldes i stor grad betydelig høyere avlinger i dette feltet sammenliknet med Naurstad. Begge disse feltene har relativt lik fosforgjødsling (figur 4.7). De siste årene har det vært negativ fosforbalanse i Volbu.

Næringsstoffbalansene for både nitrogen og fosfor er for enkelte år særlig påvirket av avlingsnivå, som i stor grad er resultat av været i vekstsesongen. Værforhold som fører til reduserte avlinger, så som særlig tørre eller våte somre, vil kunne gi et økt overskudd på næringsstoffbalansen for enkelte år. For å oppnå optimal avling anbefales det å gjødsle med mer nitrogen enn det som tas ut med avling. Eksempelvis gir gjødslingsanbefalingen til korn et nitrogenoverskudd på 2-2,5 kg N/daa når halmen ikke fjernes. For fosfor anbefales det å tilføre like mye fosfor som det som fjernes med avling til korn, oljevekster og gras når jordas P-AL verdier er 5-7. Ved høyere P-AL verdier anbefales det å gjødsle med mindre fosfor enn det som tas ut med avlingen. Registreringer av gjødsling viser at det i gjennomsnitt har blitt gjødslet med mer nitrogen enn det som anbefales til en gjennomsnittsavling, og derfor er det større nitrogenoverskudd enn det anbefalt gjødsling ville gitt i nesten alle felt og alle år (Øgaard, 2014). Gjødsling med fosfor er størst i felt der det tilføres husdyrgjødsel. Øgaard (2008) fant at tilført mengde fosfor til eng og bygg i overvåkingfeltene var til dels betydelig over anbefalt mengde der det ble tilført husdyrgjødsel, mens middel tilførsel var nær anbefalt mengde der kun mineralgjødsel ble tilført. I Volbu, et felt dominert av ekstensiv grasproduksjon, gjødsles det dog enkelte år med mindre nitrogen og fosfor enn det som fjernes med avling. Det samme har vært tilfelle for fosfor i Skuterud de siste årene. For gras kan lave fosfortilførsler føre til lavt innhold av fosfor i avlingen, men for korn er tilsvarende sammenheng ikke funnet. Ved beregning av fosforbalansen for gras er det likevel ikke tatt hensyn til endring i fosforinnholdet på grunn av endring i tilført fosfor.



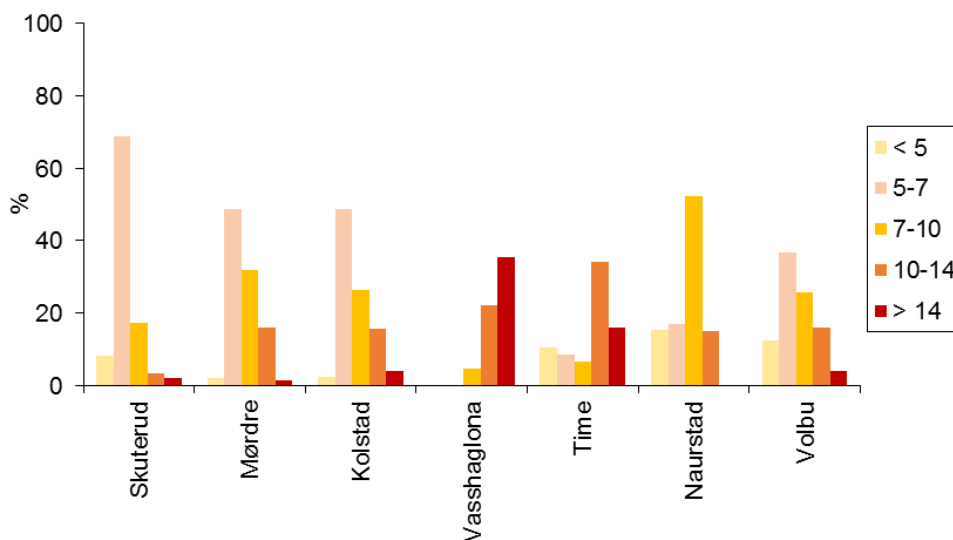
Figur 4.8. Nitrogenbalanse (N tilført - N i avling) for hvert felt og år. Statistisk signifikante trender er angitt med \* ( $p < 0,05$ ), \*\* ( $p < 0,01$ ) og \*\*\* ( $p < 0,001$ ). (-) indikerer nedadgående trend, mens (+) indikerer oppadgående trend.



Figur 4.9. Fosforbalanse (P tilført - P i avling) for hvert felt og år. Merk egen skala på y-akse for Vasshaglona. Statistisk signifikante trender er angitt med \* ( $p < 0,05$ ), \*\* ( $p < 0,01$ ) og \*\*\* ( $p < 0,001$ ). (-) indikerer nedadgående trend, mens (+) indikerer oppadgående trend.

## 4.5 Jordas fosforstatus i overvåkingsfeltene

Høye tilførsler av fosfor over tid og store overskudd på fosforbalansen kan føre til en betydelig opphopning av fosfor i jorda, med påfølgende risiko for tap av fosfor til omkringliggende vassdrag ved erosjon og avrenning. Vasshaglona er det overvåkingsfeltet som har høyest gjennomsnittlig fosforbalanse og her er det 'høy' eller 'meget høy' fosforstatus (mg P-AL/100 g jord) på 58 % av de kartlagte arealene (figur 4.10). I Time har 50 % av de kartlagte arealene har 'høy' eller 'meget høy' fosforstatus. I kornfeltene Skuterud, Mørdre og Kolstad er jordas fosforstatus jevnt over lavere, og 75-86% av de kartlagte arealene har 'middels' eller 'middels høy' fosforstatus. I de ekstensivt drevne feltene Naurstad og Volbu har hhv. 70% og 63% av de kartlagte arealene 'middels' eller 'middels høy' fosforstatus.



Figur 4.10. Fordeling av jordbruksarealer i feltene (%) basert på jordas fosforstatus målt som plantetilgjengelig fosfor (P-AL; mg P per 100 g jord). Inndelingen angir arealer med P-AL <5 (lav fosforstatus), 5-7 (middels), 7-10 (middels høy), 10-14 (høy) og >14 (meget høy). Merk at informasjon om jordas fosforstatus ikke er fullstendig for alle feltene. Merk at for Vasshaglona og Time foreligger P-AL tall for kun hhv. 62 og 76 % av jordbruksarealet. For de andre feltene foreligger tall for 95-100 % av jordbruksarealet.

Jordbruksarealene i Vasshaglona og Time har den høyeste fosforstatus (P-AL) på grunn av store tilførsler av fosfor. I gjennomsnitt for overvåkingsperioden er det tilført om lag dobbelt så mye fosfor i disse to feltene (5 og 4,4 kg/daa) sammenlignet med de andre overvåkingsfeltene (2,0 - 2,6 kg/daa) der vi har data for fosforstatus. For overvåkingsfeltene er det vist en god sammenheng ( $r^2=0,76$ ) mellom gjennomsnittlig fosforbalanse og gjennomsnittlig fosforstatus (P-AL) for overvåkingsperioden (Bechmann, 2014). Jordas fosforinnhold kan bidra til økte fosforkonsentrasjoner ved erosjon og partikkelavrenning og dessuten bidrar høyt fosforinnhold i jorda til økt utvasking av løst fosfor.

## 4.6 Utvikling i bruk av plantevernmidler i Norge

Norge har unntak fra EUs regelverk og har et nasjonalt regelverk for godkjenning av plantevernmidler. (Ny plantevernmiddelforskrift som implementerer EUs regelverk forventes vedtatt og iverksatt i løpet av 2014/2015.) I Norge var det i 2012 godkjent 111 virksomme stoffer/organismer. Dette er relativt få midler sammenlignet med de fleste land i Europa. Det



meste av volumet som omsettes er kjemisk syntetiserte plantevernmidler (ca. 97 %). Omsetningen i 2012 var 894 tonn (tabell 4.2). Dette er over gjennomsnittet for de siste fem årene. Det er ugrasmidlene som utgjør det største salgsvolumet av plantevernmidler med om lag 75 % (gjennomsnitt 2008-2012). Soppmidlene utgjør i gjennomsnitt ca. 13 %. Skadedyrmidler utgjør bare knapt 1 % av solgt volum. Utviklingen i omsetningen av plantevernmidler etter 1980 viser omlag en halvering av omsatt mengde virksomt stoff på vektbasis fra 1980 til 2000. Deretter har det vært en utflating, men med betydelige variasjoner mellom år. Reduksjonen i omsatt mengde virksomt stoff betyr ikke nødvendigvis at sprøytet areal er redusert siden det også kan innebære en overgang til bruk av midler som brukes i lave doser fordi de har høy biologisk effekt.

Tabell 4.2. Omsetning av plantevernmidler i tonn virksomt stoff 2008 til 2012. Kilde: Mattilsynet, 2013.

Type middel	2008	2009	2010	2011	2012	Gj.snitt 2008-2012	2012 fordeling %	2008-2012 fordeling %
Ugrasmidler (U)	624,8	416,1	573,7	679,2	628,0	584,4	70	75
Soppmidler (S)	117,8	76,0	87,2	106,6	119,9	101,5	13	13
Skadedyrmidler (SK)	8,7	7,6	5,3	6,4	7,2	7,0	>1	>1
Andre *	69,6	81,2	65,9	72,8	94,3	76,8	11	10
Sum	820,9	580,9	732,1	865,0	894,4	778,7		
Yrkespreparater	676,7	462,2	599,0	693,9	645,5	615,5		
Hobbypreparater	144,2	118,8	137,8	171,1	203,9	155,2		

Omsetningsstatistikken viser nå også fordeling mellom yrkespreparater og hobbypreparater, og statistikken viser at hobbypreparatene utgjør ca. 20 % av omsatt mengde virksomt stoff.

I overvåkingsperioden fra 1995 til 2012 har det blitt gjennomført en rekke endringer i godkjenningene for plantevernmidler. Godkjenningen gis for det enkelte handelspreparat som inneholder ett eller flere virksomme stoff og fyllstoff (ikke virksomme). Endringer i bruken av handelspreparatene kommer som en følge av en rekke forskjellige tiltak:

- Det trekkes fra markedet av produsenten.
- Et plantevernmiddel mister sin godkjenning og alle handelspreparat med det samme virksomme stoffet tas av markedet (totalforbud).
- Handelspreparat som bare inneholder ett virksomt stoff trekkes, men fortsatt godkjennes det virksomme stoffet i blandingsformuleringer med andre plantevernmidler (gir reduserte doser).
- Godkjenningen innskrenkes slik at det blir godkjent for færre kulturer enn tidligere (bruksomfang reduseres), evt. annen endring av bruksområde
- Off-label godkjenning for begrenset bruk (av allerede godkjente handelspreparat) i andre (mindre) kulturer og dyrkingssammenhenger enn hovedgodkjenningen.
- Etiketten endres slik at anbefalt dose settes lavere.
- Nye plantevernmidler med samme bruksområde kommer på markedet og bruken av "de gamle" reduseres som følge av overgang til nye handelspreparat.
- Prisendringer og/eller avgiftsbelegging (evt. hamstring)

Alle disse endringene påvirker bruksomfang i sum. I statistikken for salg av plantevernmidler, vil en kunne se endringene i bruken av enkeltmidler på landsbasis ([http://www.mattilsynet.no/planter\\_og\\_dyrking/plantevernmidler/godkjenning\\_av\\_plantevernmidler/statistikk\\_omsetning\\_av\\_plantevernmidler.3094](http://www.mattilsynet.no/planter_og_dyrking/plantevernmidler/godkjenning_av_plantevernmidler/statistikk_omsetning_av_plantevernmidler.3094)).

Bruksstatistikk på landsbasis fra Statistisk Sentralbyrå (Aarstad og Bjørlio, 2012) viser bruk av plantevernmidler fordelt på ulike vekster i 2001-2011. Andel areal behandlet minst en gang med plantevernmidler gjennom vekstsesongen varierte mellom 79 og 99 % i 2011; 79 % av oljevekstareale, 82 % av eplearealet, 90-95 % av arealet med bygg, havre, potet, hodekål, gulrot og jordbær, og 97-99 % av arealet med kepaløk, vår- og høsthvete. Dette er med unntak for eng og beite hvor sprøyting hovedsakelig skjer ved fornying av enga. I 2011 ble ca 6 % av eng- og beitearealet behandlet med plantevernmidler. Det er store forskjeller i sprøytefrekvens og i 2011 var det registrert et gjennomsnitt på 7 sprøytinger i eple, 6,7 i potet og kepaløk, 6,2 i jordbær, 4,7 i gulrot, 3,3 i hodekål, 2,4 i høsthvete, 2,3 i vårhvete, 1,9 i bygg, 1,8 i oljevekster, 1,6 i havre og 1 i eng/beite. Disse undersøkelsene viser også generelt økende antall behandlinger med økende areal av en vekst pr driftsenhet.

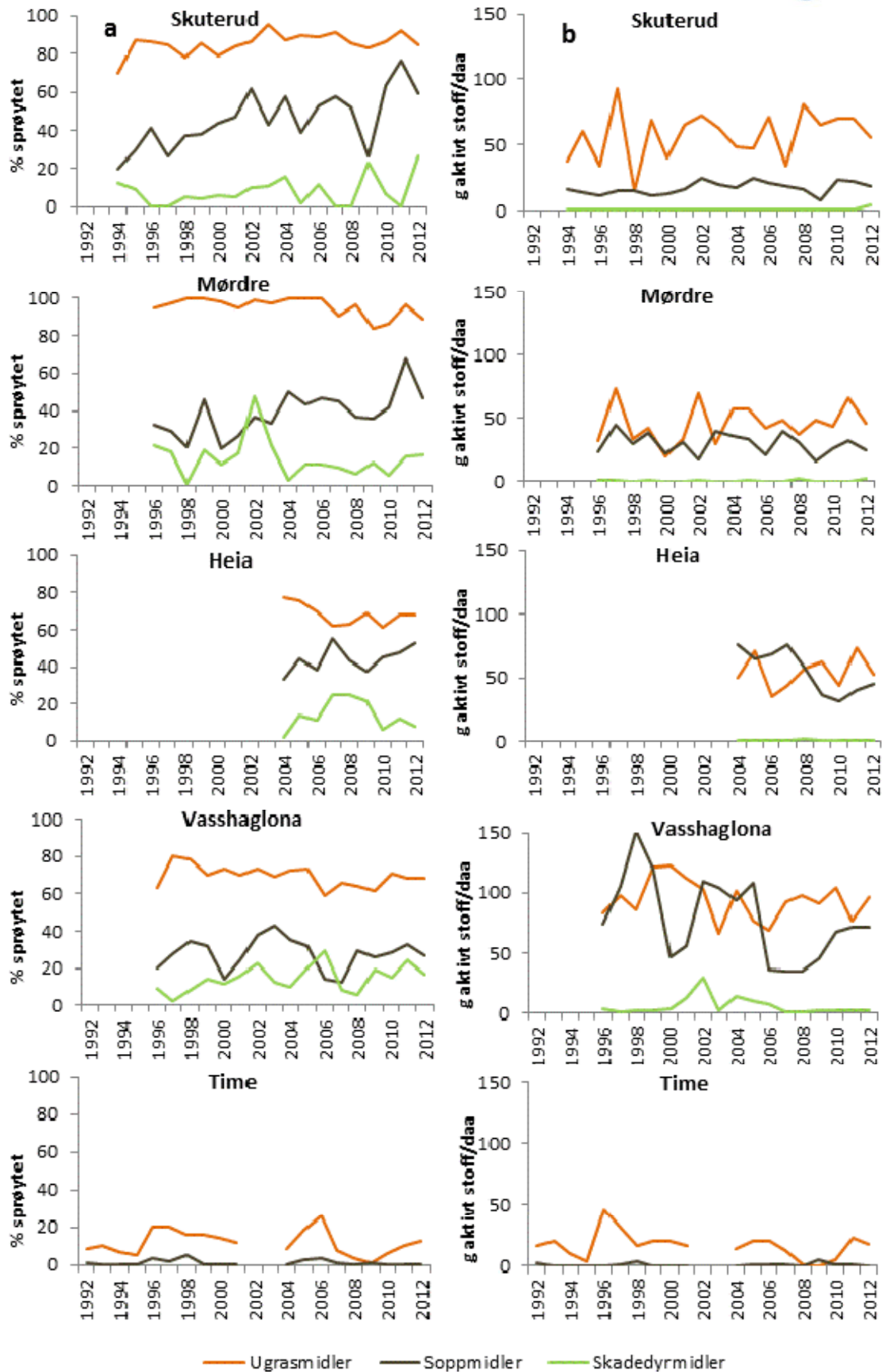
Hvis men ser nærmere på bruk av ulike grupper av plantevernmidler viser bruksstatistikken 2001-2011 (Aarstad og Bjørlo, 2012) at generelt sprøytes over 90 % av kornarealet med ugrasmidler, mens soppmidler brukes på ca. 50 % av byggarealet og opp mot 85 % av hvetearealet mens kun en liten andel av havrearealet sprøytes. Skadedyrmidler brukes i mindre utstrekning (ca. 5-25 %). Oljevekstareale sprøytes i hovedsak med ugrasmidler (ca. 40 %) og skadedyrmidler (ca. 40-60 %). En stor andel av potetareale sprøytes med både ugrasmidler (ca. 90 %) og soppmidler (ca. 90 %), mens det er mindre bruk av skadedyrmidler (ca. 20-40 %). For kepaløk og gulrot er de tilsvarende arealandelene som sprøytes ca. 90-100 % for ugrasmidler, ca. 70-95 % (kepaløk) og ca. 40-65 % (gulrot) for soppmidler, ca. 10-25 % (kepaløk) og ca. 55-70 % (gulrot) for skadedyrmidler. Hodekål behandles generelt en større arealandel med skadedyrmidler (ca. 80-90 %) og ugrasmidler (ca. 70-90 %) enn med soppmidler (ca. 0-30 %). JOVA-feltene omfatter lite jordbær og ingen epleproduksjon, men bruksstatistikken på landsbasis viser at en større arealandel sprøytes med sopp- (ca. 80-90 %) og skadedyrmidler (ca. 70-90 %) enn med ugrasmidler (hhv. ca. 70-85 % og 40-65 %).

I de overvåkede nedbørfeltene vil altså endringer i hvilke vekster som dyrkes kunne påvirke valget av plantevernmidler. Videre vil omfanget av skadegjørere det enkelte år og variasjoner i værforhold gi årlige variasjoner i behovet for å bruke et plantevernmiddel. Det blir derfor årlige svingninger som er knyttet til bruken av plantevernmidler i nedbørfeltene. I tillegg vil variasjoner i nedbør og temperatur påvirke gjenfinningen av stoffene.

## 4.7 Plantevernmiddelbruk i overvåkingsfeltene

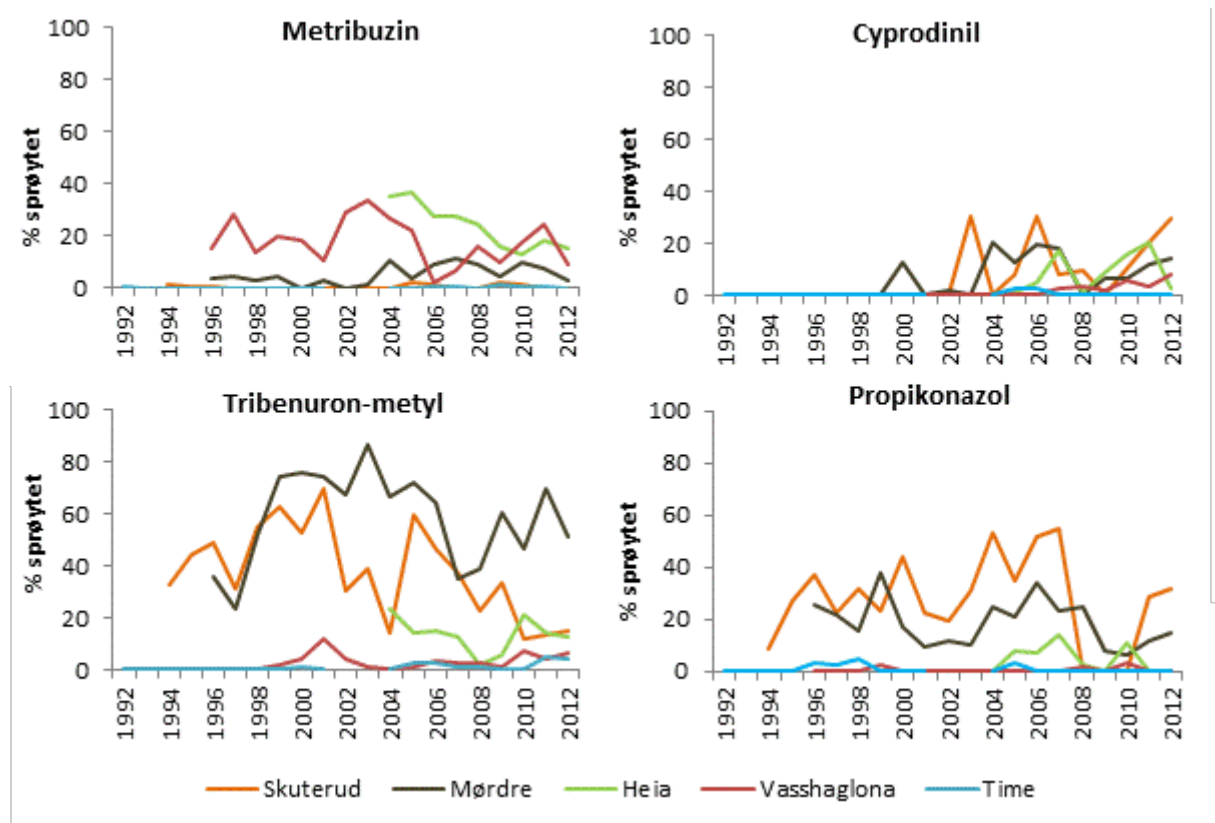
Plantevernmiddelbruk registreres i fem av nedbørfeltene hvor det tas ut prøver for analyser av rester i vann, og vi kan se at det er noe variasjon i areal (figur 4.11 a) og mengde (figur 4.11 b) sprøytet med ulike grupper av plantevernmidler gjennom overvåkingsperioden.

For de korndominerte feltene Skuterud og Mørdre viser dataene relativt stabilt areal sprøytet med ugrasmidler gjennom overvåkingsperioden, og en tendens til en økning i bruk av soppmidler de senere år. Dette er i samsvar med bruksstatistikken på landsbasis som viser en økning i bruk av soppmidler i korn fra 2001 til 2011 (Aarstad og Bjørlo, 2012). Det er generelt stor variasjon mellom år når det gjelder mengde plantevernmiddel sprøytet. Feltene Vasshaglona og Heia, dominert av



Figur 4.11. Utvikling i bruk av ulike typer plantevernmidler i JOVA-feltene gjennom overvåkingsperioden, angitt i (a) andel jordbruksareal sprøytet (%), og (b) gjennomsnittlig arealdose (kg aktivt stoff/daa).

grønnsaker, potet og korn viser en relativt stabil bruk av plantevernmidler med hensyn på areal sprøytet. Når det gjelder mengde plantevernmidler sprøytet i disse feltene er det ingen trend for ugrasmidler, mens det er en tendens til redusert bruk for soppmidler. Produksjon av grønnsaker og potet er ofte forbundet med intensiv bruk av plantevernmidler. I Time, som domineres av gras og eng, er det generelt lite bruk av plantevernmidler, men det har vært en del variasjoner fra år til år gjennom overvåkingsperioden.



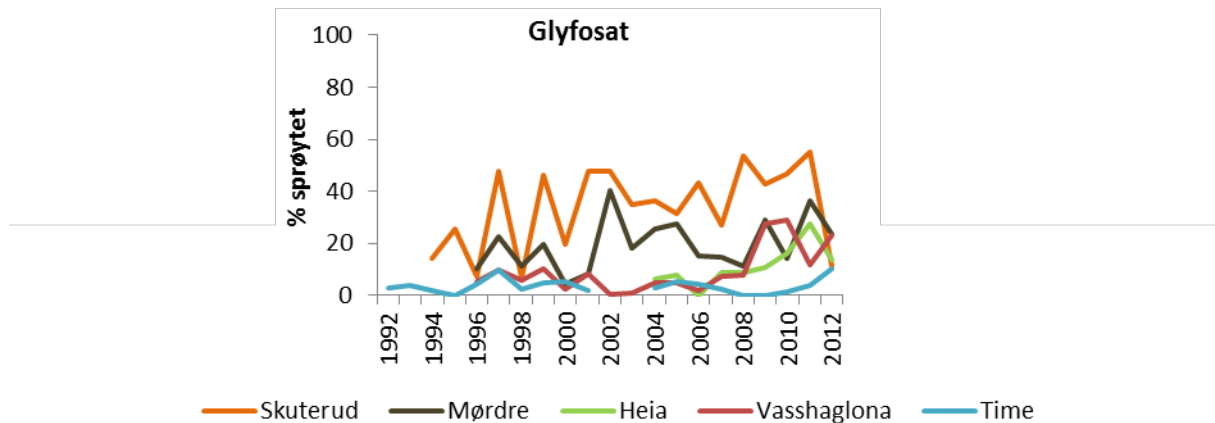
Figur 4.12. Andel jordbruksareal (%) sprøytet med midlene metribuzin, cyprodinil, tribenuron-metyl og propikonazol gjennom overvåkingsperioden.

Disse totaltallene pr. nedbørfelt viser ingen klare sammenhenger mellom variasjoner i plantevernmiddelbruk og variasjoner i vekstfordelingen i nedbørfeltene gjennom overvåkingsperioden. Ulike midler er tilpasset og godkjent for bruk mot ulike skadegjørere og i ulike kulturer og forskjeller i bruk mellom år og over tid kan knyttes til forskjeller i vekstfordeling. Noen eksempler av ugras- og soppmidler som kan illustrere dette er vist i figur 4.12.

Metribuzin (Sencor) er et ugrasmiddel godkjent for bruk i potet og gulrot og brukes i størst utstrekning i Heia og Vasshaglona. Bruken av dette midlet i de ulike feltene (figur 4.12) illustrerer nedgangen i potetareal i Heia samt økningen i potetareal i Mørdre gjennom overvåkingsperioden. Tribenuron-metyl (Express), et sulfonylurea (SU) lavdose ugrasmiddel godkjent for bruk i korn, eng og beite, viser motsvarende noe samvariasjon mellom utbredelse av potet- og kornareal i de ulike feltene (figur 4.12). Dette bildet er imidlertid ikke entydig bl.a. grunnet resistensproblematikk (utvikling av resistent ugras) som gjør det nødvendig å veksle på ulike midler med ulik virkningsmekanisme. Alternative midler er fenoksyssyrer som bl.a. MCPA, og vi ser tendens til samvariasjon mellom disse (ikke vist). Det er en rekke ulike SU-preparater som er godkjent for bruk, og rimsulfuron er tilsvarende et SU-middel godkjent for bruk i potet (ikke vist).

Ved sprøyting mot soppsjukdommer, er det på samme måte som for ugras, viktig å variere type middel for å unngå resistens hos skadegjøreren. Dette bidrar sammen med andre faktorer til at det ikke er noen klar samvariasjon mellom driftspraksis og bruk av enkeltmidler. Cyprodinil er et middel godkjent for bruk i korn, utvalgte grønnsaker og bærproduksjon og bruksmønsteret i JOVA-feltene viser at midlet brukes i noe utstrekning i de feltene med denne typen produksjon (figur 4.12). Propikonazol inngår i flere ulike preparater for bruk i korn og gras, og bruk i JOVA-felt reflekterer til en viss grad dette.

Generelt viser bruken av enkeltmidler stor variasjon mellom år. Dette kan dels begrunnes i bruksområde/produksjon og resistensproblematikk som over, men er svært avhengig av værforhold og driftspraksis (jordarbeiding, vekstskifte mv). Værforhold er svært styrende for bruk av plantevernmidler, både fordi det påvirker skadegjørerutviklingen og fordi det er avgjørende for om sprøyting kan utføres på rett tidspunkt. Gode forhold for utviklingen av en skadegjører vil gi høy forekomst og stort behov for bruk av plantevernmidler. Sprøyting til feil tidspunkt vil gi dårlig bekjemping av skadegjøreren og evt. behov for ekstra sprøyting. I enkelte år kan værforholdene gjøre det vanskelig å sprøyte for å bekjempe en gitt skadegjører, og man kan få økt behov for sprøyting etterfølgende sesong. Grunnet svært mye nedbør i flere av feltene høsten 2012 ble høstsprøyting med glyfosat kun utført i liten utstrekning (figur 4.13).



Figur 4.13. Andel jordbruksareal (%) sprøytet med glyfosat gjennom overvåkingsperioden.

Jordarbeidingsmetode påvirker utvikling av ugras og plantesjukdommer i en åker og dermed også behovet for planteverntiltak og bruk av kjemiske plantevernmidler. Gjennom prosjektet "Kartlegge fordeler og ulemper med redusert jordarbeiding", finansiert av Handlingsplan for redusert risiko ved bruk av plantevernmidler (2010-2014), har Bioforsk gjort en analyse av jordarbeiding og glyfosatbruk ut fra data hentet inn gjennom bl.a. overvåkingsprogrammet (Tørresen et al., 2014) med spesiell fokus på vårkorn. Analysene viser en tydelig sammenheng mellom jordarbeidingsmetode og glyfosatbruk på grunn av lavere risiko for utvikling av ugras på pløyde skifter. Overvåkingsdata for perioden 2007-2012 viser at vårharving som eneste jordarbeiding er den dominerende jordarbeidingsmetoden for vårkorn dyrking i Skuterudfeltet, mens vårpløying stort sett dominerer i Mørdrefeltet (Tørresen et al., 2014). Dette gjenspeiles i at areal i Skuterudfeltet sprøytet med glyfosat før vårkorn dyrking enkelte år er opp mot 60 %, mens tilsvarende for Mørdrefeltet er mellom 5 og 35 %; hovedsakelig høstsprøyting.

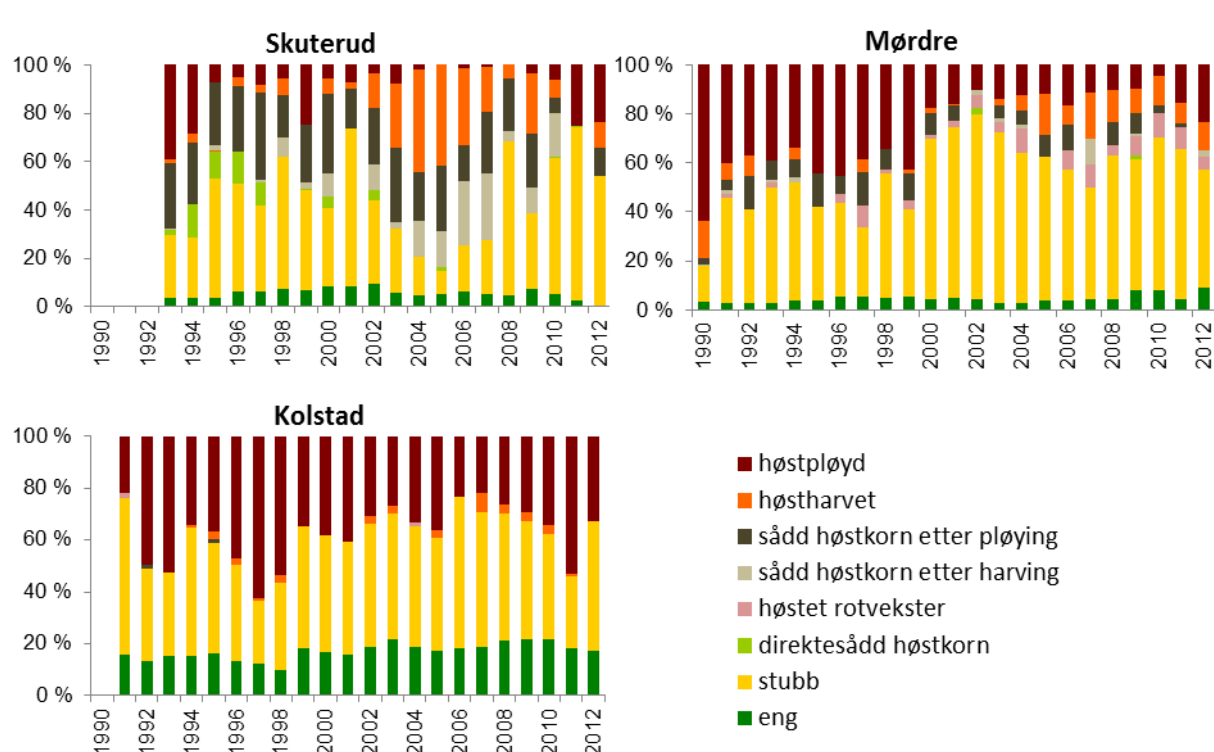
Det er mange ulike forhold som påvirker valg av jordarbeiding og sprøyting. Blant annet kan stor andel høsthvete i vekstskiftet føre til mer glyfosatbruk i år med vårkorn, på grunn av at et større behov for pløying før såing av høstkorn gjør at mange velger å kutte ut plogen når det dyrkes vårkorn. Samtidig vil jordart, lengde på vekstsesongen og værforholdene påvirke valg av jordarbeidingsmetode og bruk av plantevernmidler.



## 4.8 Jordarbeiding i korndominerte overvåkingsfelt

Kornfeltene Skuterud, Mørdre og Kolstad har hatt et betydelig areal liggende i stubb gjennom vinteren (figur 4.14). Overvintring i stubb (evt. med fangvekst) er den overflatetilstanden som gir best beskyttelse mot erosjon i kornområder. Jordarbeiding i form av pløying og harving modifierer jordoverflatens egenskaper og har derfor stor betydning for jordbruksarealenes erosjonsrisiko. Jordarbeiding etter høsting om høsten har større betydning enn jordarbeiding om våren, fordi den er bestemmende for jordoverflatens tilstand resten av høsten og hele vinteren.

Andel stubbareal (inkludert stubbareal med fangvekst) har variert betydelig fra år til år, i Skuterud fra 9 til 72 %, i Mørdre fra 15 til 76 % og i Kolstad fra 28 til 60 %.



Figur 4.14. Jordbruksarealets overflatetilstand per 31. desember i kornfeltene Skuterud, Mørdre og Kolstad.

I Mørdre har det vært en klar reduksjon i høstpløyd areal gjennom overvåkingsperioden. I Kolstad er høstpløying utbredt, men det er stor variasjon i andel høstpløyd areal mellom år i feltet (figur 4.14). I Skuterud er det også stor variasjon i andel høstpløyd areal mellom år, og det er en tendens til økende andel høstharving i år med lite høstpløying. Høstharving er relativt lite utbredt i Mørdre og Kolstad.

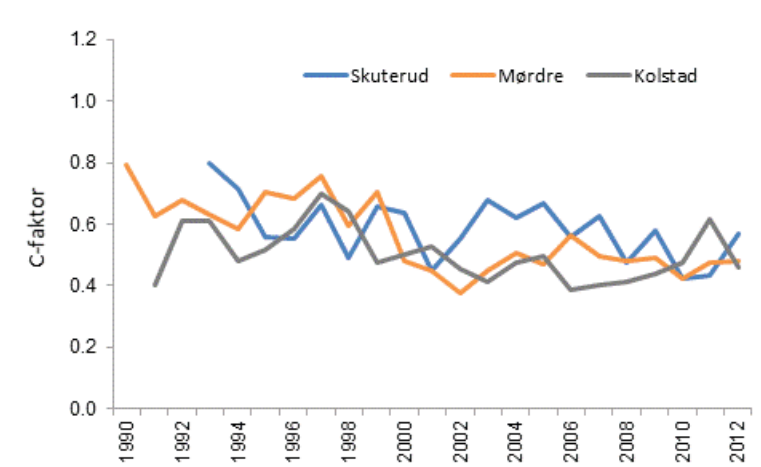
I Skuterud og Mørdre blir deler av arealet sådd om høsten for etablering av høstkorn. Dette er mest utbredt i Skuterud, der opp til 57 % av arealet har vært høstsådd i enkeltår. Høstsåingen foregår stort sett i åker som har vært pløyd eller harvet, kun en liten del av arealet blir sådd direkte i stubb (figur 4.14). Det har i begge feltene vært en relativt lav andel høstsådd areal de senere år, hvilket samsvarer med en generell nedgang i høstkornareal i resten av Akershus og ellers i landet (Øygarden et al. 2012). Værforholdene rundt høsting er styrende for mulighetene for jordarbeiding om høsten, og spesielt avgjørende for mulighetene for høstkorndyrking. Arealandel som overvintrer som pløyd eller stubbareal vil påvirkes av svingninger i høstkorndyrkingen grunnet sen høsting enkelte år eller lite egnede forhold for jordarbeiding og såing om høsten.

Erosjonsrisiko ved en gitt jordarbeiding og overflatetilstand angis ofte med en jordarbeidingsfaktor (tabell 4.3). Det er beregnet en gjennomsnittlig arealveid jordarbeidingsfaktor for de tre kornfeltene for hvert år i overvåkingsperioden (figur 4.15). Beregningene tar ikke høyde for erosjonsrisikoklasser på arealene og hvilke arealer jordarbeidingen gjennomføres på, men den gir en indikasjon på gjennomføring av ulike jordarbeidingstiltak for å motvirke erosjon i hvert av overvåkingsfeltene.

Tabell 4.3. Jordarbeidingsfaktor relativt til høstpløying for ulike jordarbeiding og overflatetilstand. Jordarbeidingsfaktor ved høstpløying er satt lik 1. Faktorene er beregnet på grunnlag av Bechmann (2012) som et middel av jordarbeidingsfaktorer ved erosjonsrisikoklasse 1-2 og 3-4.

Jordarbeiding	Jordarbeidingsfaktor
Høstpløying	1
Høstharving	0,55
Høstkorn etter pløying	1,2
Høstkorn etter harving	0,55
Høsting av rotvekster	1,2
Direktesåing av høstkorn	0,3
Stubb	0,25
Eng	0,05

Den samlede erosjonsrisiko for skiftene i Skuterud, Mørdre og Kolstad viser en nedadgående tendens gjennom overvåkingsperioden på grunn av endringer i jordarbeiding. Tendensen er særlig tydelig i Mørdre (figur 4.15) med en reduksjon i erosjonsrisiko på om lag 20 %, som skyldes en reduksjon i høstpløyd areal og økning i stubbareal. Dersom disse tiltakene er gjennomført på arealer med stor erosjonsrisiko, vil dette kunne ha enda større betydning for erosjonsrisikoen. I Skuterud skjedde den viktigste endringen mot mer erosjonshindrende jordarbeiding tidlig i overvåkingsperioden. Siden da har det kun vært en mindre forbedring av erosjonsrisiko relatert til jordarbeiding. Store mengder husdyrgjødsel i Kolstad har ført til et behov for å pløye ned husdyrgjødsel på høsten, men 15-20 % engareal bidrar likevel til lavere erosjonsrisiko sammenlignet med Mørdre og Skuterud i en del av årene i overvåkingsperioden.



Figur 4.15. Jordarbeidingsfaktor (C-faktor) angitt som arealveid middel for kornfeltene Skuterud, Mørdre og Kolstad. Faktoren er beregnet på grunnlag av jordarbeiding utført på høsten det enkelte året.

## 5. Værforhold og hydrologi

### 5.1 Temperatur og nedbør i overvåkingsfeltene

Værforholdene har stor betydning for de prosessene som fører til avrenning og tap av jord, næringsstoffer og plantevernmidler i det enkelte overvåkingsfelt. De to siste årene i overvåkingsperioden har vært meget forskjellige. Det agrohydrologiske året 2011/2012 kan generelt karakteriseres som et varmt og veldig vått år for alle overvåkingsfeltene sammenlignet med normalperioden (1961-1990). Året 2012/2013 kan derimot karakteriseres som et år mer lik normalen eller litt kaldere, og også litt våtere enn normalen for overvåkingsfeltene på Østlandet (tabell 5.1.)

Temperaturen året 2011/2012 var jevnt over høyere enn normalen alle måneder, og årsmiddeltemperaturen ble da også både høyere enn normalen i alle feltene (+1,3-2,8°C) samt høyere enn for årene i overvåkingsperioden (+0,6-2,3°C). Senhøsten 2011 var generelt varmere enn normalen (oktober - desember), mens mars 2012 var den aller varmeste måneden i hele landet i forhold til normalen dette året. Fra desember 2012 til april 2013 var det generelt markant kaldere og tørrere enn normalen. I overvåkingsfeltene Heia, Vasshaglona, Time og Volbu ble det målt den kaldeste april siden oppstarten av overvåkingen. Den kalde tørre våren kombinert med mye frost i jorda førte til at det ble svært lite avrenning før snøsmeltingen startet i slutten av april 2013.

Tabell 5.1. Middelerverdier for årlig temperatur og nedbør for alle felt i normalperioden (1961-1990), sesongene 2011/2012 og 2012/2013, og for hele overvåkingsperioden frem til 2013.

	Temperatur årsmiddel (°C)				Årsnedbør (mm)			
	Normal	2011/ 2012	2012/ 2013	Middel til 2013	Normal	2011/ 2012	2012/ 2013	Middel til 2013
Skuterud	5,3	7,6	5,3	6,1	786	1072	986	889
Mørdre	4,0	5,9	4,0	4,7	665	828	854	723
Kolstad*	3,6	6,1	3,0	4,1	585	841	760	733
Heia	5,6	7,9	5,4	7,0	829	967	845	831
Vasshaglona	6,9	8,8	6,5	8,1	1230	1414	1374	1472
Hotran	5,0	6,8	4,3	5,6	900	1389	800	1011
Skas-Heigre	5,6	7,9	7,0	6,9	1243	1552	1121	1325
Time	7,4	8,7	6,8	8,0	1180	1739	1395	1357
Naurstad	4,5	7,3	5,2	5,1	1020	1459	939	1247
Volbu	1,6	3,6	0,9	2,6	590	866	766	599

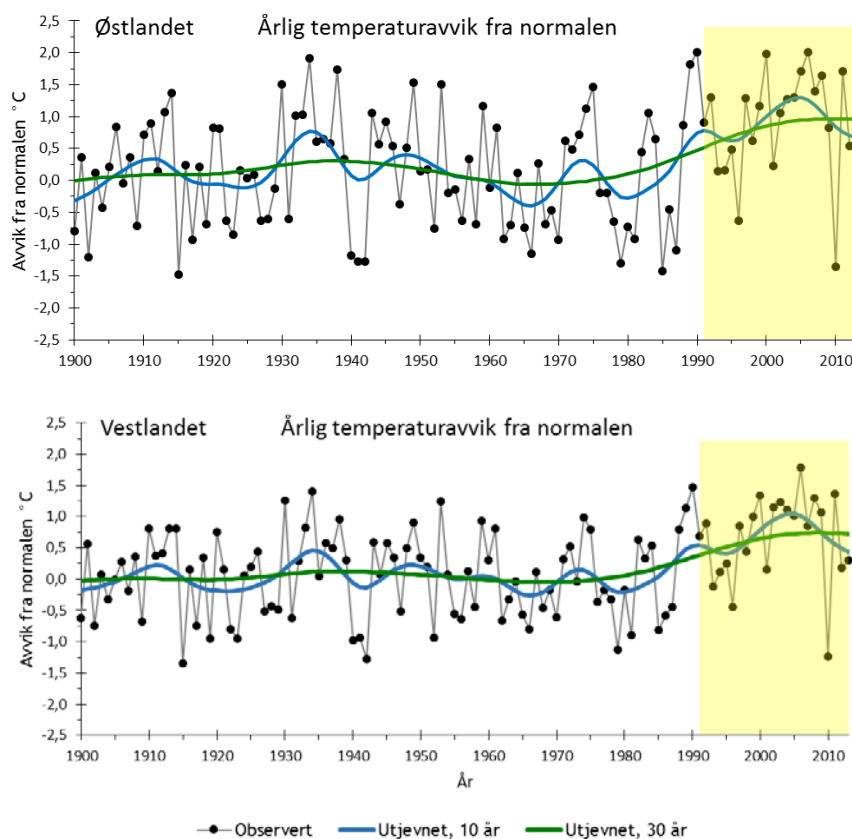
Årsnedbøren 2011/2012 var generelt høyere enn normalen for alle overvåkingsfeltene, med nær 50 % høyere årsnedbør i Time, Volbu og Hotran. For de fleste overvåkingsfeltene var det generelt mer nedbør enn normalen i hele vekstsesongen og tidlig høst (mai til september), men også i desember. Nedbøren sommeren 2011 (juni - august) var den høyeste eller nest høyeste målte siden oppstarten av målingene i flere overvåkingsfelt (høyeste for Skuterud, Time og Volbu og nest høyeste for

Mørdre og Kolstad). Nedbøren i desember 2011 er også den høyest målte for denne måneden siden oppstarten for Skuterud og Time (dette kom stort sett som regn). For året 2012/2013 kom det generelt en større andel nedbør på sommeren og høsten, og mindre på vinteren enn i normalperioden.

Nedbør er den drivende kraften i avrenningen og mer nedbør vil generelt føre til mer erosjon og større tap av næringsstoffer. Et vått og varmt år slik som 2011/2012 kan derfor gi økt risiko for erosjon og næringsstofftap. Kraftig nedbør i perioden etter jordarbeiding i kornområder, enten høst eller vår, gir stor risiko for erosjon og næringsstofftap, mens det er mer usikkert om nedbør på sommeren eller i vekstsesongen vil gi en tilsvarende økning i tapene. Det er et komplekst samspill mellom plantevekst, nedbør, og erosjon og avrenningstap. Nedbør i vekstsesongen kan evt. gi økt plantevekst og dermed føre til en bedre beskyttelse mot erosjon og større opptak av plantenæringsstoffer fra jorda som reduserer risiko for avrenning av næringsstoffer.

## 5.2 Observerte endringer i klima på Østlandet og Vestlandet

Klimaet forteller noe om værforholdene på et sted over tid og er en beskrivelse av gjennomsnittsværet på ett sted eller i et område.

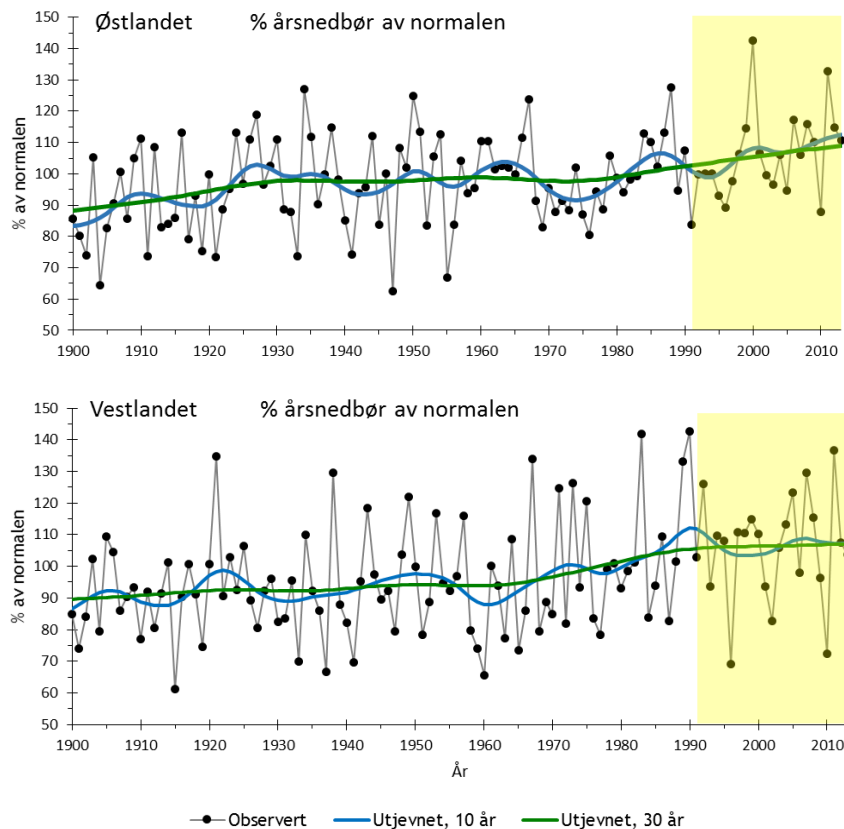


Figur 5.1. Observerte årlige avvik fra middeltemperatur i forhold til normalen (1961-1990) for regionene Østlandet og Vestlandet i perioden 1900-2013. Overvåkingsperioden i JOVA er markert med gul bakgrunnsfarge. Trendlinjer for hhv. 10 år og 30 år glidende middel er også vist. Kilde: [www.eklima.no](http://www.eklima.no), 2014.

På grunn av globale klimaendringer er det ifølge nasjonale nedskalerte klimascenarier estimert at årsmiddeltemperaturen i Norge vil stige med 2,3 - 4,6 °C for perioden 2071-2100 i forhold til gjeldene normalperiode (1961-1990), og mest i vintermånedene (2,8 - 6,0°C). Tilsvarende er det estimert en relativ økning i årsnedbøren på 5-31 % og i vinternedbør med 8-40 % (Kilde: Klima i

Norge 2100, 2009). Den estimerte temperaturøkningen vil kunne innebære en endring i vekstsesongen på inntil 1 - 2 måneder, med størst økning i lavlandet og langs kysten. Vekstsesongens lengde er her definert som antall dager med middeltemperatur over 5°C. Temperaturøkningen påvirker det komplekse samspillet mellom plantevekst og erosjon og næringsstofftap. En lenger vekstsesong vil kunne gi bedre plantedekke og økt næringsstoffopptak, og dermed redusert risiko for næringsstofftap; men temperaturøkning på vinteren vil også kunne føre til en økning i antall frysetine-perioder, noe som vil kunne gi økt risiko for erosjon og næringsstofftap.

For steder med lange observasjonsserier kan man analysere for trender i det historiske datamaterialet, dette kan gi en pekepinn på om vi ser tendenser til det som er estimert for det fremtidige klimaet. I figur 5.1 er avviket fra årstemperaturen i normalperioden (1961-1990) plottet for hhv. Østlandet og Vestlandet (griddet middel) for årene 1900 og til 2013 (www.eklima.no). Perioden i gult er overvåkingsperioden for JOVA (1991-2013). Utjevnete trendlinjer for henholdsvis 10 år og 30 år er også vist. Avviket fra normalen varierer mye fra år til år og det er ikke åpenbart at det er en økning mot positivt avvik etter 1990 kun ved å betrakte verdiene for enkeltår. Det er først ved å betrakte trendlinjene vi kan se at det har vært en stigning i temperatur-avviket i forhold til normalperioden. Det er det 30 års glidende middelet som best viser at det har vært en stigning i temperatur de siste to tiår i forhold til normalperioden.



Figur 5.2. Observert årlige relativ forskjell (%) i årsnedbør i forhold til normalen (1961-1990) for regionene Østlandet og Vestlandet i perioden 1900-2013. Overvåkingsperioden i JOVA er markert med gul bakgrunnsfarge. Trendlinjer for hhv. 10 år og 30 år glidende middel er også vist. Kilde: [www.eklima.no](http://www.eklima.no), 2014.

For nedbør er trenden tydeligere enn for temperatur. I figur 5.2 er observert årsnedbør plottet i forhold til % årsnedbør i normalperioden (1961-1990) for regionene Østlandet og Vestlandet i perioden 1900-2013. Utjevnete trendlinjer for henholdsvis 10 og 30 års glidende middel er også vist. Igjen er det 30 års glidende middel som best viser at det har vært en liten økning i årsnedbør etter 1990 og frem til 2013. I følge de nasjonale nedskalerte klimascenarier er det estimert at



årsnedbøren på Østlandet vil stige med 5-20 % for perioden 2071-2100 i forhold til gjeldene normalperiode (1961-1990), og mest i vintermånedene (15-50 %). Siden vintertemperaturen også stiger er det sannsynlig at økningen i nedbør hovedsakelig kommer som regn i lavlandet.

Over lengre tidsperioder ser vi altså en stigning i både temperatur og nedbør på Østlandet og Vestlandet i forhold til normalperioden (1961 - 1990), men overvåkingsperioden i JOVA dekker i den sammenheng en forholdsvis kort tidsperiode hvor trender kan viskes ut på grunn av store årlige variasjoner.

### 5.3 Avrenning i overvåkingsfeltene

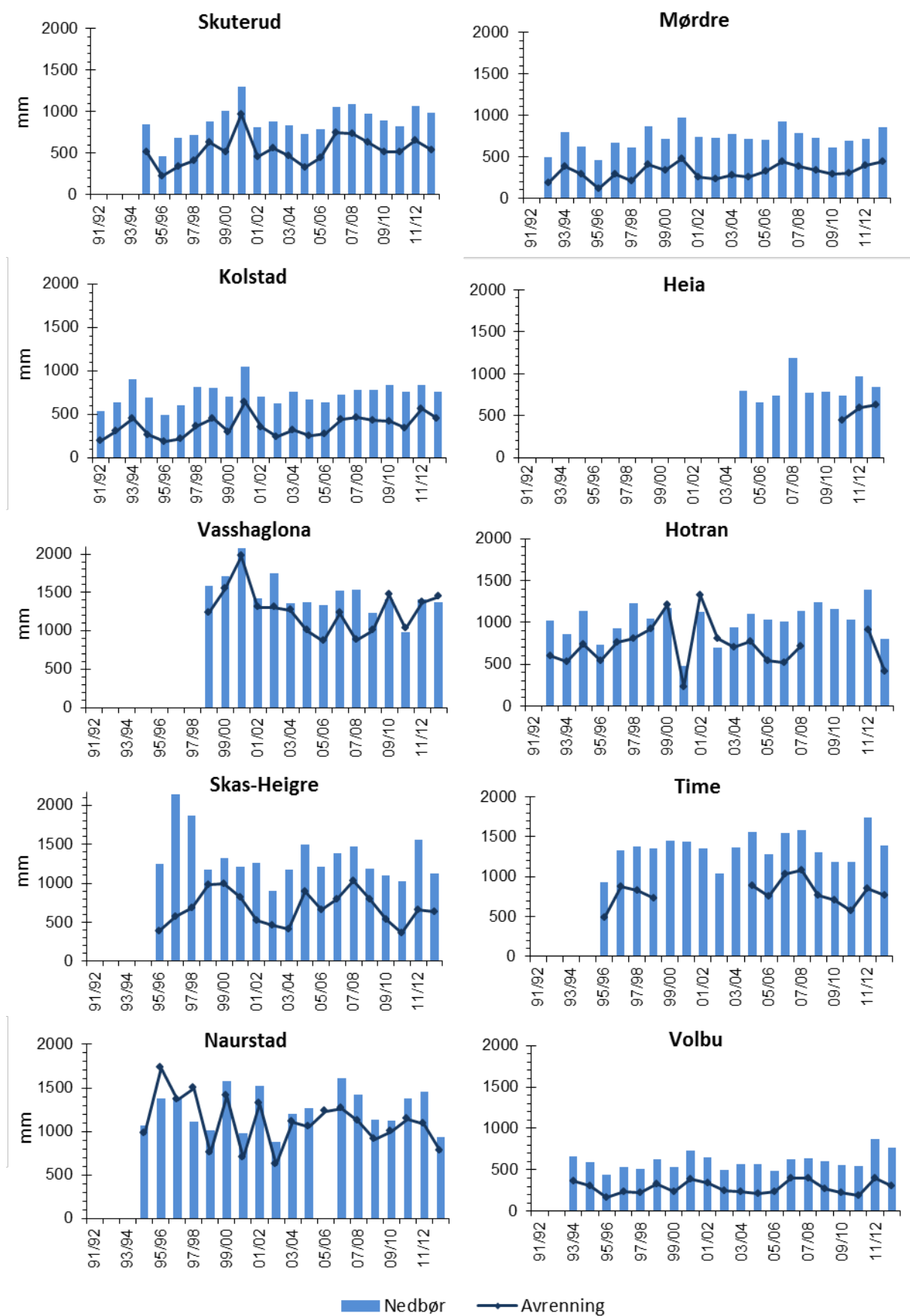
Årlig avrenningsmengde i et nedbørfelt avhenger hovedsakelig av årlig nedbørmengde, temperatur/fordampning igjennom vekstsesongen og type plantevekst/vegetasjon. Det er derfor stor variasjon både i årlig avrenningsmengde mellom overvåkingsfeltene, og mellom år for hvert enkelt felt. Mest nedbør og størst avrenning blir målt i feltene langs kysten, mens innlandsfeltene har mindre nedbør og lavere avrenning. Gjennomsnittlig årsavrenning i hele overvåkingsperioden varierer fra 287 mm (Volbu) til 1258 mm (Vasshaglona) (tabell 5.2). Avrenningen fra Vasshaglona omfatter noe tilsig av vann fra andre arealer utenom det definerte nedbørfeltet.

Tabell 5.2. Målt avrenning (mm) og estimert evapotranspirasjon (mm) for enkeltseongene 2011/2012 og 2012/2013 og i middel for alle år i overvåkingsperioden (inkludert 2012/2013).

	Avrenning (mm)			Evapotranspirasjon (mm)		
	2011/12	2012/13	Middel inkl. 2012/2013	2011/12	2012/13	Middel inkl. 2012/2013
Skuterud	652	535	537	419	451	351
Mørdre	391	443	317	325	412	406
Kolstad	561	454	361	280	306	372
Heia*	597	626	557	370	220	294
Vasshaglona*	1369	1443	1258	45	-69	214
Hotran*	909	412	724	224	185	240
Skas-Heigre	660	632	680	892	489	645
Time	849	773	797	890	622	782
Naurstad*	1087	772	1107	372	167	147
Volbu	405	306	287	461	460	312

\*Felt hvor tall for årlig evapotranspirasjon trolig er underestimert.

En analyse av trender i nedbør og avrenning viser at det var en tendens til økning i Skuterud og Kolstad, mens det var en tendens til mindre nedbør i Vasshaglona gjennom overvåkingsperioden.



Figur 5.3. Nedbør og avrenning (mm) for alle felt og år.

Årene 2011/2012 og 2012/2013 var våtere enn normalen og avrenningen ble også høyere enn middelverdien i overvåkingsperioden (frem til 2013) for fem av de ti overvåkingsfeltene (tabell 5.2 og figur 5.3). Den målte avrenningen er i sommerperioden (juni-august) i 2011 den høyest målte i hele overvåkingsperioden for alle overvåkingsfelt bortsett fra Heia, Skas-Heigre og Naurstad. For året 2012/2013 var avrenningen fra overvåkingsfeltene på Sør-Østlandet (Skuterud, Mørdre, Kolstad, Heia, Vasshaglona) lik eller noe høyere enn gjennomsnittet (tabell 5.2). For overvåkingsfeltene på Vestlandet, i Trøndelag og i Nordland var avrenningen under middelet for overvåkingsperioden.

Vannbalansen i et nedbørfelt kan uttrykkes som:

$$\text{Nedbør} = \text{avrenning} + \text{evapotranspirasjon} \pm \text{magasinering}$$

Evapotranspirasjon er summen av fordampning fra jordoverflaten pluss transpirasjonen fra plantene. Dette er vanskelig å måle, og den beregnes derfor ofte ut fra teoretiske formler basert på meteorologiske data. For mange praktiske formål benyttes derfor differansen mellom tilført nedbør og bortført avrenning i et nedbørfelt som et uttrykk for evapotranspirasjonen. Dette forutsetter at det ikke magasineres vann i feltet eller tilføres ekstra vann/fremmedvann. I flere av overvåkingsfeltene er denne differansen unormalt lav eller høy og det kan derfor være grunnlag for å anta at det er målefeil knyttet til måling av nedbør (underestimert) og/eller avrenning, og/eller at nedbørfeltarealet er feil. I tabell 5.2 er tall for evapotranspirasjonen estimert ut i fra de målte årlige verdiene for nedbør (tabell 5.1) og avrenning i det enkelte nedbørfelt.

Den beregnede gjennomsnittlige evapotranspirasjonen varierer fra 147 mm i Naurstad til 782 mm i Time i gjennomsnitt for hele overvåkingsperioden. Reell evapotranspirasjon fra Naurstad er antagelig større og det lave tall kan skyldes tilførsel av grunnvann fra arealer utenfor det som er definert som nedbørfeltet. I Timefeltet er den beregnede evapotranspirasjon høyere enn det som er forventet for dette område. For Vasshaglona er beregnet evapotranspirasjon de to siste årene betydelig lavere enn gjennomsnittet for hele perioden, og for 2012/2013 er det beregnet negativ evapotranspirasjon. En årsak kan være at feltet har innstrømming av fremmedvann, det vil si grunnvann som kommer inn fra arealer utenfor det som er definert som nedbørfeltet (på overflaten). To grunnvannsrør ved målestasjonen viser at grunnvannet står under trykk. Ut i fra vannstandsregistreringer i grunnvannsrørene i perioder uten nedbør og forventet årlig evapotranspirasjon fra arealene er det antatt en betydelig innstrømming av fremmedvann.

Innstrømming av grunnvann vil kunne føre til fortykning av de målte konsentrasjoner i overvåkingen dersom grunnvannet har lavere konsentrasjoner sammenlignet med avrenning fra jordbruksarealene. De beregnede tapene av partikler, næringsstoffer og plantevernmidler vil derimot ikke bli så sterkt påvirket av feilen forutsatt at grunnvannet har lave konsentrasjoner.

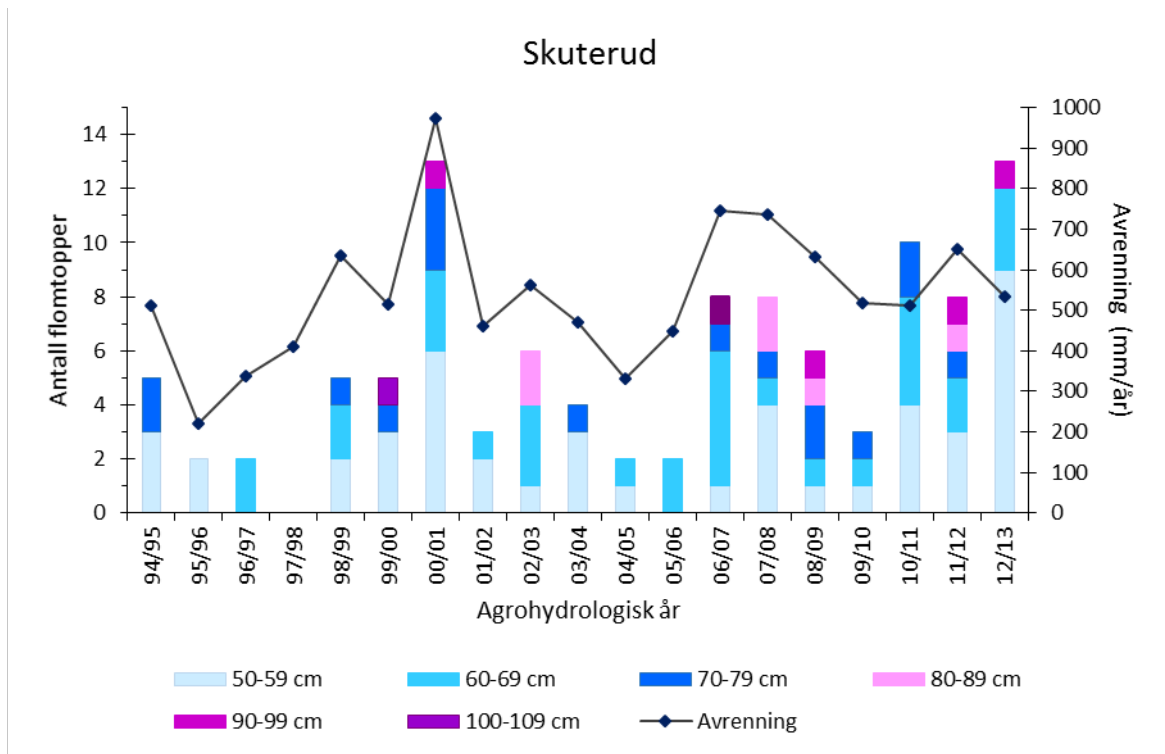
## 5.4 Flomfrekvens i et overvåkingsfelt

De estimerte klimaendringene for Norge tilsier at det i tillegg til at det blir varmere og våtere, vil bli generelt flere dager med høy nedbørintensitet til alle årstider, flere og større regnflommer og mindre smeltevannsflommer (på grunn av mindre snø i lavlandet). Mer nedbør og høyere intensitet betyr at antall flomhendelser kan øke, og også størrelsen på disse. Nedbørintensitet har stor betydning for erosjon og avrenning av næringsstoffer og plantevernmidler, spesielt de partikkelbundne stoffene.

Fra Skuterud foreligger 19 år med avrenningsdata (fra 1994) og disse dataene brukes til å analysere trender i frekvens av flomtopper. Analysen er basert på middelverdier for vannhøyde på timebasis for perioden 1994 til 2013 ved utløpet av Skuterudbekken. En vannhøyde på 50 cm tilsvarer en vannføring på 1217 l/s (1,2 m<sup>3</sup>/s) og er her brukt som grense for hva som betraktes som en

flomtopp. Til sammenlikning er gjennomsnittlige vannhøyde på 10 cm for hele overvåkingsperioden. En flomtopp er her registrert som den høyeste målte vannhøyden over 50 cm innenfor en flomhendelse/avrenningsepisode. Differensieringen mellom to flomtopper er definert til å være minst ett døgn, dvs. at vannhøyden må være under 50 cm i minst 24 timer før ny flomtopp kan defineres. En flomhendelse kan derfor vare i flere døgn i perioder med langvarig nedbør.

Ikke uventet er verdiene for årlig nedbør, avrenning og antall flomtopper positivt korrelert. I figur 5.4 er antall flomtopper per år for hver størrelsesklasse (seks klasser) for Skuterud plottet sammen med total årsavrenning.



Figur 5.4. Antall flomtopper per år for hver størrelsesklasse for Skuterud i perioden 1994 - 2013 plottet sammen med total årsavrenning.

For overvåkingsperioden varierte antall flomtopper per år fra null (sesongen 1997/1998) til 13 (sesongene 2000/2001 og 2012/2013). Kun to ganger i overvåkingsperioden har vannhøyden vært over 100 cm; 25.12.1999 (101,2 cm) og 30.9.2006 (100,8 cm). Antall flomtopper over 50 cm vannhøyde viser en signifikant ( $p = 0,02$ ) økning gjennom overvåkingsperioden. De to årene med flest flomtopper (13 stykker slik de er definert her) hadde svært ulike værforhold. Sesongen 2000/2001 regnes på mange måter som et ekstremår på Østlandet, og i Skuterud ble det målt hele 1306 mm nedbør og 974 mm avrenning. Mens i sesongen 2012/2013 ble det målt 986 mm nedbør og 535 mm avrenning. Flomtoppene i 2012/2013 var mindre i både størrelse og varighet, men hyppigheten av flomhendelser var altså lik som i ekstremåret 2000/2001.

Analysen viser at den forventede økning i flomfrekvens på grunn av klimaendringer kan antydes i målinger fra Skuterudfeltet.

## 6. Erosjon og næringsstoffavrenning

---

Konsentrasjoner av partikler og næringsstoffer i vannprøver fra overvåkingfeltene varierer betydelig mellom de ulike feltene og mellom år. Nedbør og avrenning har stor betydning for både konsentrasjon i bekkene og tap av partikler og næringsstoffer fra overvåkingfeltene, men dessuten påvirkes vannkvaliteten av driftspraksis, tiltaksgjennomføring og geologi. Sesongvariasjoner i tapene har betydning for effekten i resipienten og samtidig har været også betydning for den faktiske effekten utslippene får i resipienten. I denne rapporten er konsentrasjoner og tap presentert uavhengig av resipienten, men konsentrasjonene som måles i jordbruksbekkene kan relateres til grenseverdier for drikkevann eller til grenseverdier definert i vannforskriften. Grensen for nitrogenkonsentrasjon i drikkevann er 11,3 mg TN/L og denne grensen innfris i nesten alle bekkene. Jordbruksbekkene brukes imidlertid normalt ikke til drikkevann.

For fosfor i lavlandet er grenseverdien for god vannkvalitet i elver om lag 20-30 µg TP/L, mens det spesielt i leirvassdrag er satt en foreløpig grense for god vannkvalitet på 40-60 µg TP/L (Direktoratsgruppa for gjennomføring av vanddirektivet, 2009). Det er fosforkonsentrasjonen som har størst betydning for risiko for eutrofiering i innsjøer. Tilstandsformen på næringsstoffene (løst eller partikkelbundet) har betydning for effekten på vannkvalitet, men på grunn av risiko for omsetning mellom de ulike tilstandsformer i blandprøveperiodene er det lagt mest vekt på beskrivelse av total mengde næringsstoffer i rapporten. Med mindre annet er oppgitt siktes det til totalnitrogen og totalfosfor i omtalen av konsentrasjoner og tap i dette kapitlet.

### 6.1 Nitrogenavrenning

#### 6.1.1 Konsentrasjoner

Gjennomsnittlig konsentrasjon av nitrogen varierer mellom felt fra om lag 1 mg N/L i Naurstad til 13 mg N/L i Heia (tabell 6.1). Forskjeller i nitrogenkonsentrasjoner reflekterer delvis forskjeller i jordbruksdrift, men naturgitte forhold har også stor betydning. Nitrogenkonsentrasjonen i avrenning fra kornfeltene Skuterud og Mørdre ligger på omtrent samme nivå som gjennomsnittet for engfeltene Time og Skas-Heigre. Kolstad, som også er et kornfelt, har høyere nitrogenkonsentrasjoner. Det kan bl.a. skyldes at jorda i Kolstad er næringsrik og at det er et stort nitrogenoverskudd på grunn av høy husdyrtetthet. Dessuten er det morenejord med stor infiltrasjonskapasitet og grøfteavrenningen i nærliggende felt på samme jord utgjør langt det meste av avrenningen (Korsaeth and Eltun, 2000). I rutefelt er det vist at konsentrasjonen av nitrogen er 2-4 ganger høyere i grøfteavrenning enn overflateavrenning (Kværnø og Bechmann, 2010).

Stor denitrifikasjon (dvs. reduksjon av nitrat til nitrogengass) kan redusere nitrogenkonsentrasjonen i avrenningen. Forskjellen mellom store (Hotran og Skas-Heigre) og tilsvarende små felt (Mørdre og Time) kan skyldes at det er lenger tid til denitrifikasjon i vannveiene i de store feltene sammenlignet med de små med tilsvarende drift.

Den svært lave konsentrasjonen i Naurstadbekken kan skyldes flere forhold, bl.a. denitrifikasjon med gasstap av nitrogen, det forholdsvis lave gjødslingsnivået på jordbruksarealene, samt evt. mikrobiell immobilisering dersom C/N-forholdet i jorda er høyt. Det er usikkert hvilke prosesser som er den dominerende årsak til de lave nitrogentapene.

Den svært høye gjennomsnittlige nitrogenkonsentrasjonen i Heiabekken skyldes antagelig bidrag fra punktkilder i feltet. Det vil bli gjennomført en undersøkelse av dette i 2014.



I de fleste feltene utgjør nitrat-nitrogen en stor andel av totalnitrogenet (71-86 %). Unntakene er Naurstad og Nyhaga (skogsbekk), hvor nitrat-nitrogen kun utgjør henholdsvis 36 % og 33 % av totalnitrogenet. Naurstad er dominert av myrjord og Nyhaga er et felt med skog. I slike felt vil ofte ammonium-nitrogen og organisk bundet nitrogen utgjøre en større andel av totalnitrogenet.

Tabell 6.1. Middel årlig avrenning og årlige vannføringsveide gjennomsnittskonsentrasjoner av suspendert stoff, gløderest av suspendert stoff, totalfosfor, løst fosfat, totalnitrogen og nitrat-nitrogen for overvåkingsperioden.

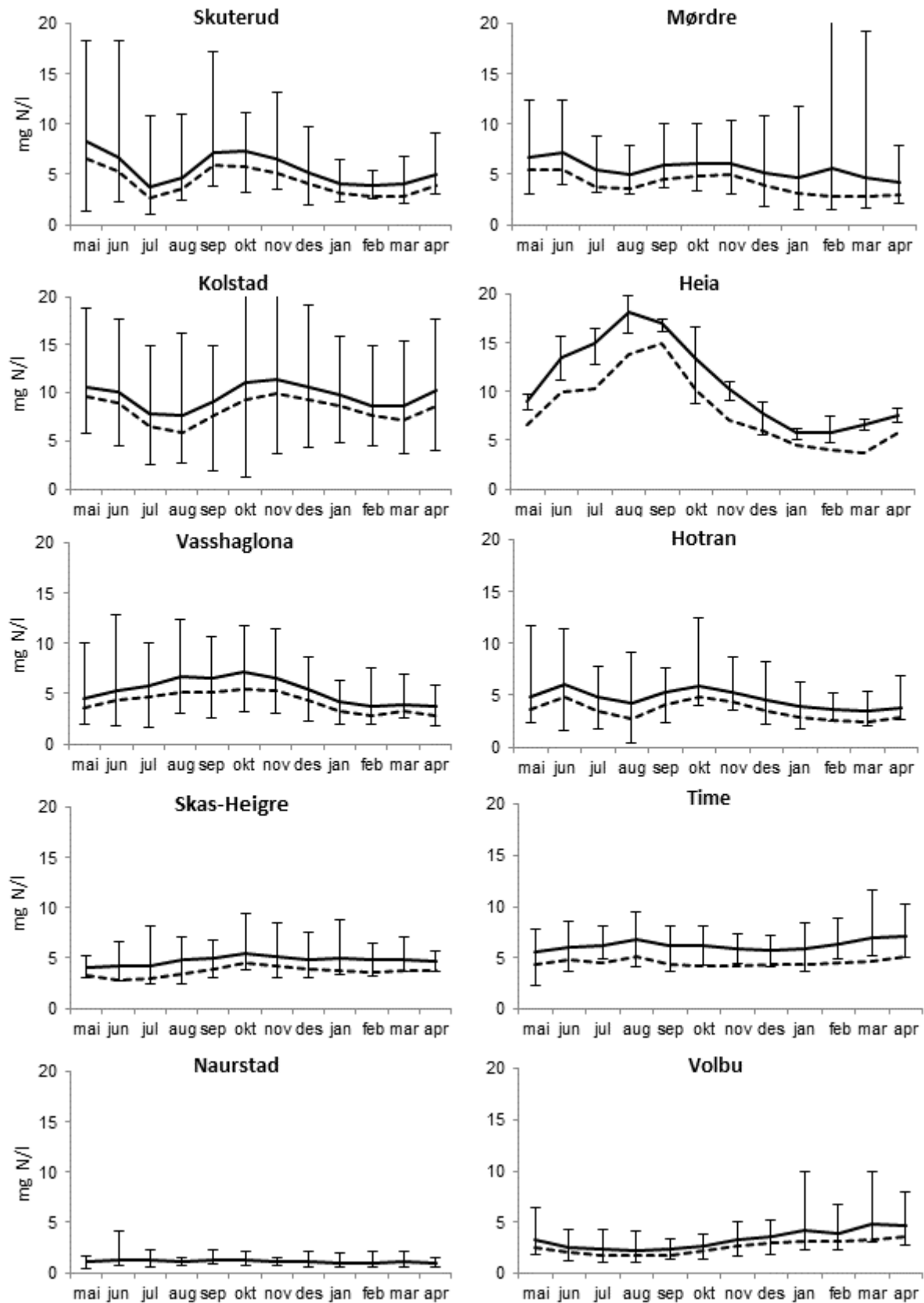
	Avrenning mm	Suspendert stoff mg SS/L	Gløderest mg SS/L	Totalfosfor µg P/L	Løst fosfat µg P/L	Totalnitrogen mg N/L	Nitrat-nitrogen mg N/L
Skuterud**	537	122	107	254	51	5,8	4,4
Mørdre	317	334	311	458	64	5,0	3,7
Kolstad	361	34	29	106	41	11,1	9,5
Heia	557	41	31	360	185	13,2	10,7
Vasshaglona	1258	59	46	287	50	5,6	4,4
Hotran*	724	243	330	346	76	4,4	3,3
Skas-Heigre*	680	12	6	144	55	5,0	3,9
Time	797	12	7	162	65	6,3	4,5
Naurstad	1107	26	21	124	64	1,1	0
Volbu	287	26	22	77	31	3,6	2,8
Nyhaga (skogsbekk)	332	5	4	14	4	0,6	0,2

\* Analyser av gløderest og løst fosfat ble startet i 2011 i Hotran og i hhv. 2011 og 2008 i Skas-Heigre.

Gjennomsnittskonsentrasjoner for gløderest og løst fosfat for disse to feltene er da basert på kortere tidsperioder enn gjennomsnittskonsentrasjoner for suspendert stoff og totalfosfor.

\*\*Skuterud ved utløp fra fangdam

Det er vist at en økning i nitrogenbalansen gir økt risiko for nitrogentap. Det kan imidlertid ikke vises til en direkte sammenheng mellom årlige nitrogenbalanser og årlige nitrogen tap eller konsentrasjoner for de norske overvåkingsfeltene. Det skyldes flere forhold. Nitrogenbalansene har en langsiktig effekt på næringsstofftilstanden i jorda og nitrogenkonsentrasjonene det enkelte år er sterk påvirket av været. I de fleste norske felt har det dessuten ikke vært en entydig trend i nitrogenbalansene, men derimot har de variert fra år til år avhengig av avlingen. Kun i Volbu har det vært en tydelig trend i nitrogenbalanse over tid og her har også nitrogenkonsentrasjonene i bekken gått ned. I en studie av nordiske overvåkingsfelt er det dessuten vist at for tre danske overvåkingsfelt med langtidstrender med reduserte nitrogenbalanser er nitrogenkonsentrasjonene tydelig redusert (Bechmann et al., 2014).



Figur 6.1. Månedlige konsentrasjoner av totalnitrogen (heltrukket linje) og nitrat-nitrogen (stiplet linje) i gjennomsnitt for overvåkingsperioden (mg N/L). Vertikale linjer angir minimums- og maksimumskonsentrasjoner av totalnitrogen for hver måned.

### 6.1.2 Sesongvariasjoner i nitrogenkonsentrasjoner

Overvåkingen viser at i nedbørfelt hvor jordbruket er dominert av korndyrking (Skuterud, Mørdre, Kolstad and Hotran) varierer gjennomsnittskonsentrasjonene av nitrogen gjennom året med en tydelig økning i mai-juni og i perioden fra september til desember (figur 6.1). Den høye gjennomsnittlige konsentrasjonen av nitrogen i mai-juni skyldes mineralisering av organisk stoff i jord samtidig som plantenes rotnett ennå ikke er tilstrekkelig utviklet til å ta opp mye nitrogen. Dessuten bidrar avrenning fra nylig sådd og gjødslet jord til de høye konsentrasjonene. Eksempelvis er seks av de ti høyeste konsentrasjoner av nitrogen (>14 mg N/L) funnet i mai-juni i Skuterudbekken. Avrenning direkte fra tilført nitrogen bidrar til høye konsentrasjoner på denne årstiden. På høsten øker konsentrasjonen av nitrogen i jorda på grunn av redusert eller ingen nitrogenopptak i planter, nitrogenoverskudd i produksjonen og økt mineralisering etter jordarbeiding. Nedbør i september kan gi høye konsentrasjoner av nitrogen, men når temperaturen faller utover høsten vil mineraliseringen gå saktere og konsentrasjonen av nitrogen blir lavere. Den intensive dreneringen bidrar til en rask transport av nitrogen fra jordbruksarealene ut i bekken. Disse sesongvariasjonene avspeiler de variasjoner som er kjent fra studier av mineralisering i jordprofilene i det nordlige Europa (Sieling and Kage, 2006).

I overvåkingsfelt hvor jordbruket er dominert av grasproduksjon (Time, Skas-Heigre, Naurstad og Volbu) er årstidsvariasjonene i nitrogenkonsentrasjoner generelt mindre (figur 6.1). Nitrogenopptaket i plantene varer lengre utover høsten og starter tidligere på våren sammenlignet med kornfeltene, men stor mineralisering av organisk materiale kan imidlertid skje i år med omlegging av enga.

I Heiabekken er det målt svært høye nitrogenkonsentrasjoner gjennom det meste av sommerperioden. De høyeste konsentrasjonene faller sammen med perioder med lav vannføring, men lav vannføring på vinteren gir ikke tilsvarende høye konsentrasjoner i bekken. Dette vil som nevnt bli undersøkt nærmere.

Enkelte høye konsentrasjoner av nitrogen har vært målt i overvåkingen som respons på høye nitrogenbalanser på grunn av dårlige avlinger. I 1994 i Skuterud og Mørdre var det forsommertørke og avlingene ble svært lave, særlig i Skuterud, med tilsvarende høye nitrogenbalanser og risiko for utvasking av nitrogen etter høsting. Som følge av dette var gjennomsnittskonsentrasjonen av nitrogen i Skuterudbekken 17 mg N/L og tilsvarende i Mørdre 10 mg N/L i september 1994. I slike tilfeller kunne tiltak som f.eks. delt gjødsling ha gitt anledning til reduserte tilførsler som ville svare bedre til plantenes potensiale for opptak dette året. Et alternativ tiltak kunne ha vært fangvekst, som sørger for opptak av nitrogen utover høsten.

Tiltak mot nitrogentap bør målrettes mot perioder med høye konsentrasjoner. Økt planteopptak, redusert gjødsling eller mindre jordarbeiding (reduisert mineralisering) er tiltak som kan føre til reduserte nitrogentap. I kornområder vil forlengelse av perioden for nitrogenopptak i plantene føre til redusert utvasking. I gjennomsnitt over flere år har bruk av fangvekster vist seg å kunne redusere nitrogenutvasking med ca 20 % (Vandsemb og Bechmann, 2004).

### 6.1.3 Nitrogentap

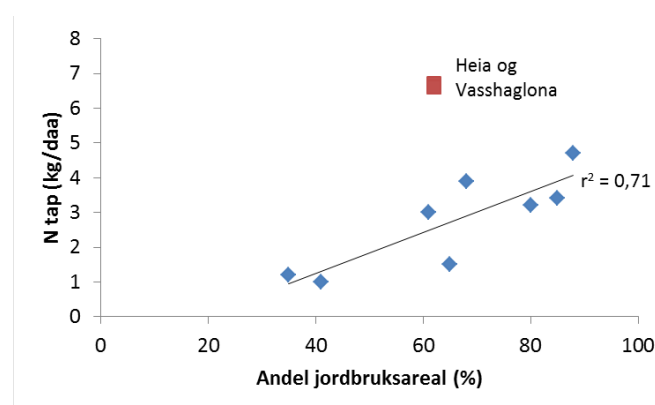
Nitrogentapet i overvåkingsfeltene er i gjennomsnitt for alle år og alle felt om lag 5 kg/daa jordbruksareal (tabell 6.2). Gjennomsnittsverdien dekker over stor variasjon mellom felt (2 - 10 kg N/daa). Regnet per dekar totalareal svarer det til en variasjon fra 1 til 7 kg N/daa. De laveste nitrogentapene er målt fra Mørdre, Naurstad og Volbu. I Volbu og Naurstad er det ekstensiv jordbruksdrift, mens Mørdre er kornfelt. Gjødslingsnivåene og nitrogenbalansene har generelt vært lave i de tre feltene i overvåkingsperioden og i Volbu har nitrogenbalansen vært negativ siden år 2000. Fra Mørdre og Naurstad kan det i tillegg være forholdsvis store denitrifikasjonstap av nitrogen

til luft på grunn av jordtypene i disse feltene. I Mørdre har siltjorda kapillær vanntransport som i perioder kan gi liten luftutveksling og lavt nivå av oksygen i jorda. I Naurstad er det myrjord med delvis høyt grunnvannsnivå og høyt innhold av organisk stoff. Denitrifikasjon skjer fortrinnsvis ved mangel på oksygen og tilgang på lett nedbrytbart organisk stoff. Høye tap til luft vil bety reduserte nitrogentap til vann.

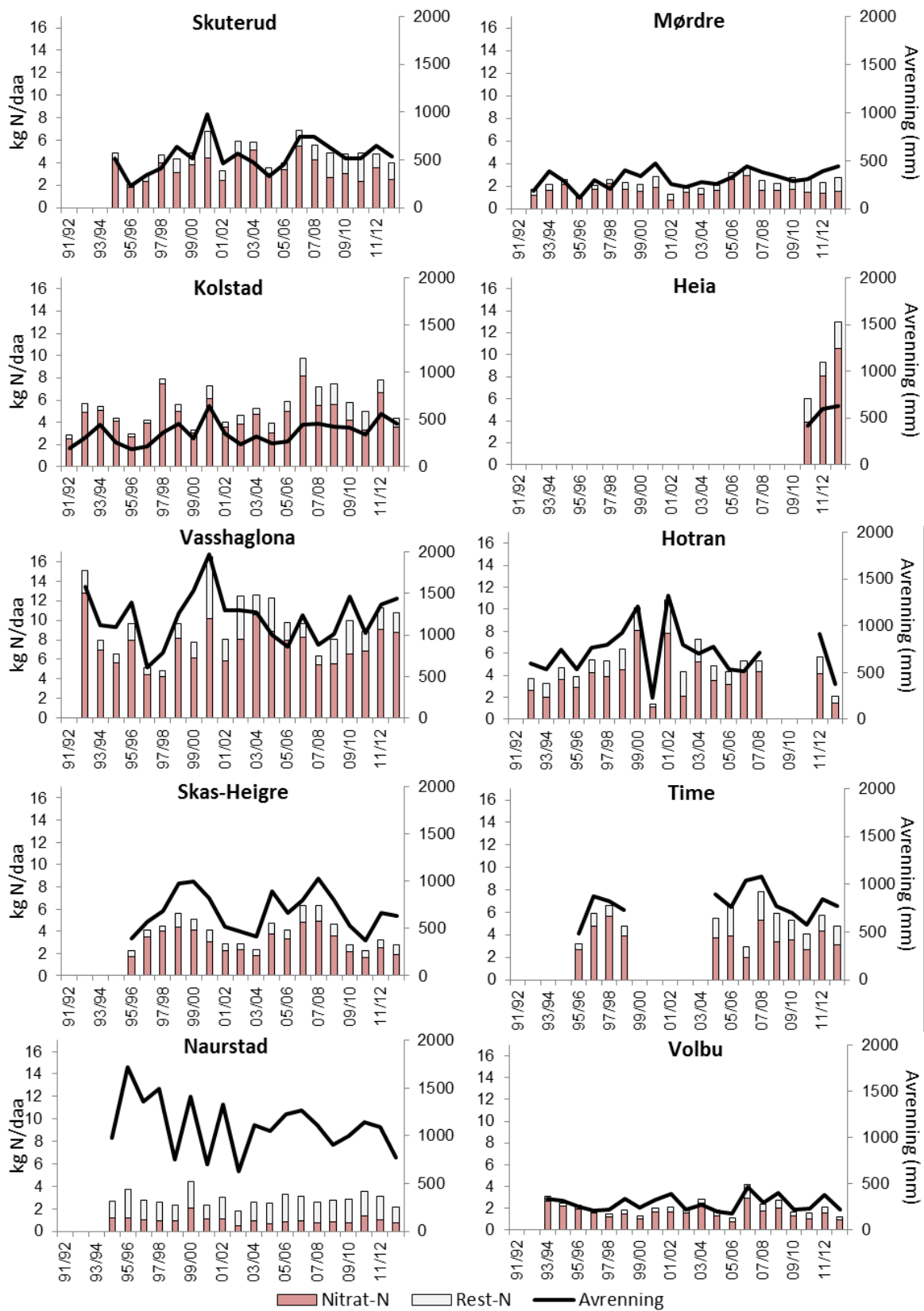
Nitrogentapet ligger på 4-5,5 kg/daa fra områder på Østlandet (Skuterud og Kolstad), på Jæren (Skas-Heigre) og i Trøndelag (Hotran). Andelen jordbruksareal har betydning for det totale nitrogentapet fra overvåkingsfelt (figur 6.2). De to potet- og grønnsaksdominerte overvåkingsfelt (Heia og Vasshaglona) har mye større nitrogentap (om lag 10 kg/daa) fra jordbruksarealet enn de øvrige feltene. Det skyldes at feltene har sandige jordarter, høyt gjødslingsnivå, mye jordarbeiding, og kort vekstsesong for potet og grønnsaker på en del av arealet. I Heiabekken er det dessuten, som nevnt, tvil om evt. bidrag fra punktkilder.

Tabell 6.2. Gjennomsnittlig årlig tap av totalnitrogen og nitrat-nitrogen, samt høyeste og laveste årlige tap (kg N/daa jordbruksareal).

	Totalnitrogen (kg N/daa)		Nitrat-nitrogen (kg N/daa)	
	Gjennomsnitt	Min - Maks	Gjennomsnitt	Min - Maks
Skuterud	4,7	2,0-6,9	3,5	1,8-5,5
Mørdre	2,3	1,1-3,7	1,7	0,8-2,9
Kolstad	5,5	2,9-9,7	4,6	2,5-8,2
Heia	9,4	6,0-13,0	7,5	3,8-10,6
Vasshaglona	9,7	4,9-16,5	7,5	4,3-12,7
Hotran	5,2	1,3-10,9	3,8	1,1-8,1
Skas-Heigre	3,9	2,2-6,3	3,1	1,6-4,9
Time	5,3	2,9-7,8	3,8	2,0-5,6
Naurstad	2,8	1,8-4,4	1,0	0,5-2,0
Volbu	2,1	1,1-4,2	1,6	0,7-2,9



Figur 6.2. Sammenhengen mellom andel jordbruksareal i feltet (%) og nitrogentap (kg/daa totalareal).



Figur 6.3. Avrenning (mm) og tap av nitrat-N og org.-N (kg N/daa jordbruksareal) for hvert felt og agrohydrologisk år (1.mai - 30.april; for Volbu 1.juni - 31. mai). Org.-N tilsvarer differansen mellom total-N og nitrat-N.

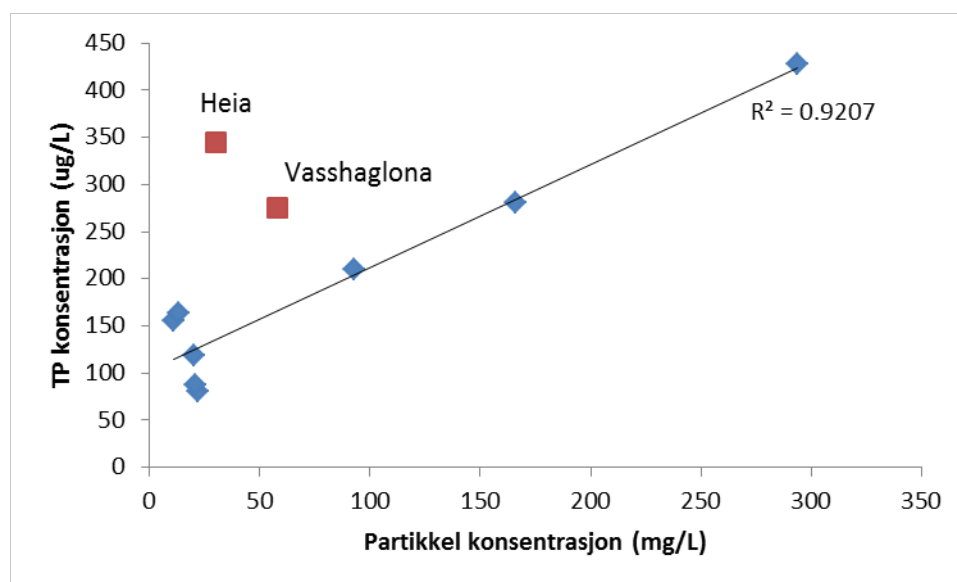
Det er ikke funnet signifikante trender i nitrogentap i overvåkingsperioden. Reduksjonen i nitrogenbalanse, som ble registrert for jordbruket i Volbu ble fulgt av reduserte nitrogenkonsentrasjoner, men på grunn av en liten økning i avrenningen ble det ikke funnet reduksjon i nitrogentapene. I Time ble det registrert en svak økning i nitrogenbalansen, men denne har ikke gitt utslag i en signifikant økning i nitrogentap. Den beregnede nitrogenbalansen er usikker for felt med grasproduksjon, på grunn av usikkerhet i avlingsestimater og innhold av nitrogen i avlingen.

## 6.2 Fosfor- og partikkelavrenning

### 6.2.1 Konsentrasjoner

Gjennomsnittlig konsentrasjon av partikler (suspendert stoff) i jordbruksbekkene varierer fra 11 mg/L i Skas-Heigre til 344 mg/L i Mørdrebekken (tabell 6.4). Hotranelva har også meget høy gjennomsnittskonsentrasjon av partikler (243 mg/L). Disse to bekkene ligger i områder med marin leire og stor erosjonsrisiko. Gjennomsnittlig konsentrasjon av partikler er meget lav i avrenningen fra feltene med gras på Jæren (Time og Skas-Heigre), siden det er lite erosjon fra grasarealer. Det er også lite erosjon og meget lave konsentrasjoner av partikler i avrenningen fra skogsfeltet i Valdres (Nyhaga).

Fosforkonsentrasjonen er, som partikkelkonsentrasjonen, høyest i bekker fra arealer med åpen åker drift. Gjennomsnittlig konsentrasjon av fosfor varierer fra 67 µg/L i Volbubekken til 458 µg/L i Mørdrebekken. Som for partikler er det også målt høye gjennomsnittlige fosforkonsentrasjoner i Hotranelva (346 µg/L). De høyeste fosforkonsentrasjoner er generelt målt i bekker fra overvåkingsfelt med åpen åker drift (106-458 µg/L), mens den gjennomsnittlige fosforkonsentrasjonen i bekker fra overvåkingsfeltene med gras som dominerende produksjon varierer fra 67 til 162 µg/L.



Figur 6.4. Sammenhengen mellom konsentrasjon av partikler og fosfor i avrenningen fra overvåkingsfeltene.

Det er god sammenheng mellom konsentrasjonen av fosfor og partikler i Mørdrebekken og Hotranelva. Også for bekkene under ett er det forholdsvis god sammenheng mellom



gjennomsnittskonsentrasjon av partikler og totalfosfor, bortsett fra i de to feltene med grønnsaks- og potetdyrking (Vasshaglona og Heia) (figur 6.4). I disse to feltene bidrar høyt fosforinnhold i jorda til høyere fosforkonsentrasjoner i eroderte partikler.

I de fleste feltene utgjør gløderesten (andel mineralmateriale av den totale mengden partikler) en høy andel av totalt suspendert stoff (77-92 %). I grasfeltet Time, utgjør imidlertid gløderesten bare 54 % av totalt suspendert stoff. I grasdominerte felt med husdyrproduksjon og lav erosjonsrisiko vil suspendert organisk materiale kunne utgjøre en større andel av totalt suspendert stoff, siden husdyrgjødsel kan bidra til økt organisk innhold i avrenningen.

### 6.2.2 Sesongvariasjoner

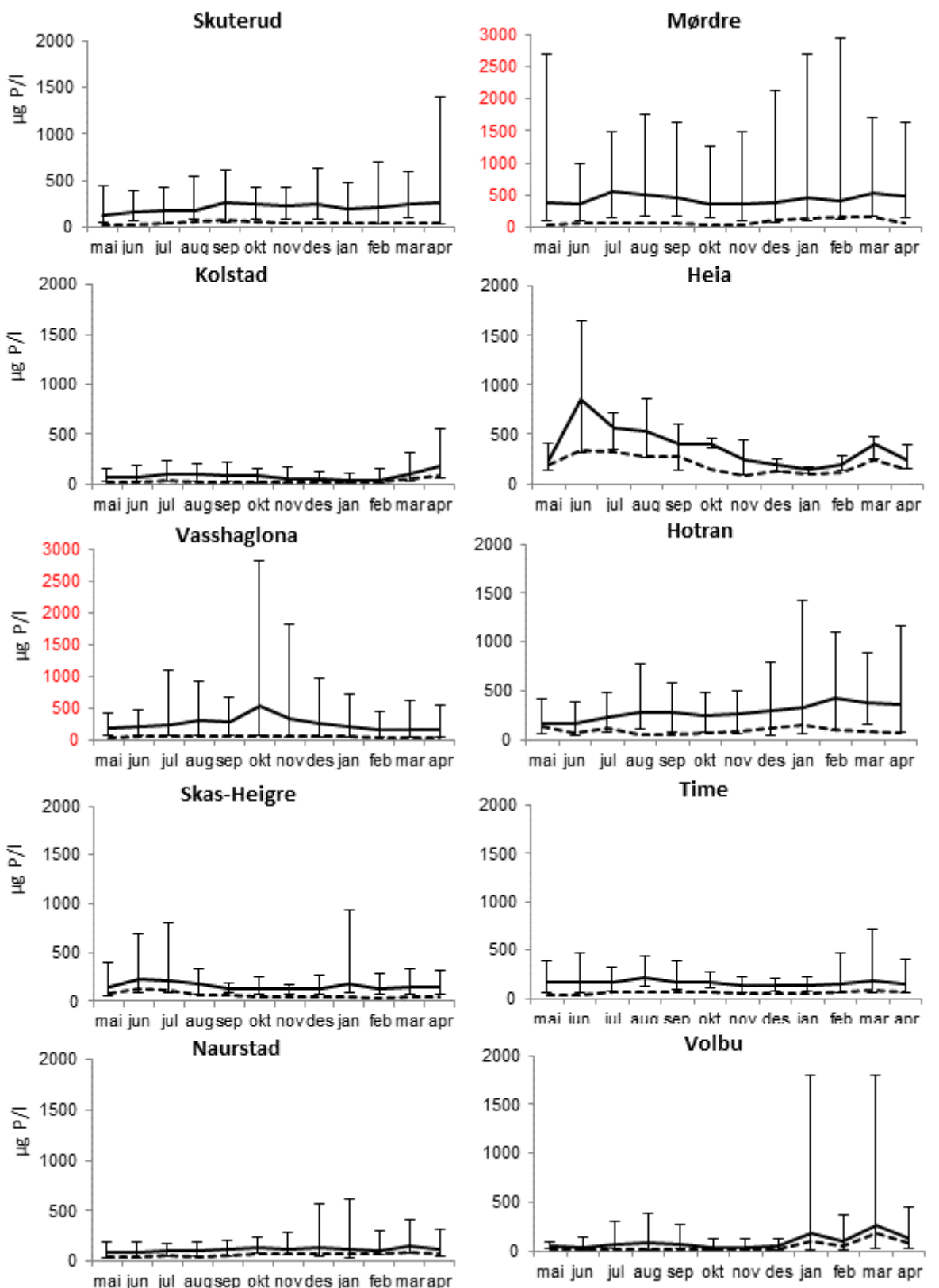
Konsentrasjonen av fosfor og partikler viser store utslag for enkelte måneder i enkelte år, men de månedlige gjennomsnittskonsentrasjonene viser mindre systematisk variasjon gjennom året sammenlignet med nitrogenkonsentrasjonene (figur 6.5 og 6.6). Likevel er det generelle bildet at de høyeste gjennomsnittskonsentrasjonene av fosfor og partikler måles på vinteren, i snøsmeltingen og på høsten i kornfeltene. Snøsmelting i innlandsfeltene (Mørdre og Kolstad) skjer mest i mars-april, mens snøsmelting i Skuterud og Hotran forekommer fra januar til april med tilsvarende høye konsentrasjoner av partikler. Snøsmelting i forbindelse med nedbør har gitt særlig høye konsentrasjoner av partikler og fosfor i Mørdrebekken i noen år, spesielt i mars-april 2013. Nedbør og avrenning på frossen jord ga også særlig høye fosfor- og partikkelkonsentrasjoner i Skuterud april 2013. I tillegg har sammenhengende nedbør og avrenning over tid i løpet av høsten også ført til store tap av partikler og næringsstoffer, f.eks. høsten 2000 i Skuterud.

Gjennomsnittskonsentrasjonene av fosfor og særlig partikler i desember, januar og februar er forholdsvis lave i Mørdre og Kolstad på grunn av stabil frost og tele på vinteren (figur 6.5 og 6.6). Men enkelte år har det vært snøsmelting i disse månedene med høye tap. Overvintring i stubb er et viktig tiltak på arealer hvor konsentrasjonen av partikler og fosfor er høyest på høsten, vinteren og i snøsmeltingen.

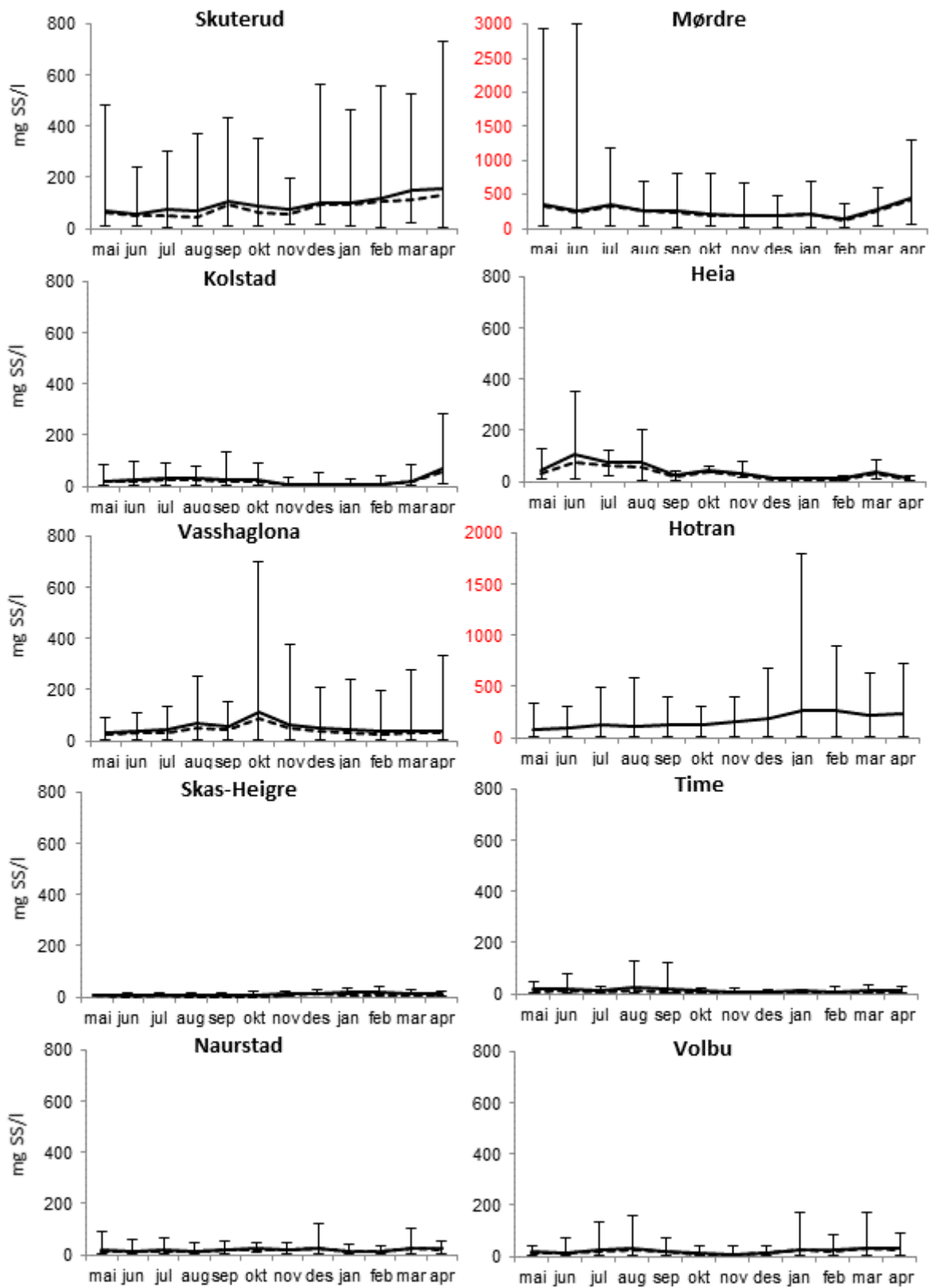
Intense avrenningsepisoder i vekstsesongen har gitt svært høye konsentrasjoner av partikler og fosfor i Mørdre (figur 6.5 og 6.6). Fire av de fem siste årene var fosforkonsentrasjonene over 1000 µg/L i gjennomsnitt for juli måned. I mai 2010, etter såing og gjødsling, var det en kraftig avrenningsepisode som ga de høyeste konsentrasjoner av partikler og fosfor som er målt i Mørdrebekken. Rask etablering og et godt utviklet plantedekke i vekstsesongen vil bidra til å redusere risiko for høye konsentrasjoner av fosfor og partikler i juni-juli. Ved overflatespredning av gjødsel i er det særlig risiko for at fosforkonsentrasjonen i avrenningen påvirkes dersom det er nedbørepisoder kort etter gjødsling.

De to overvåkingfeltene med mye potet og grønnsaker (Vasshaglona og Heia) har ulik sesongvariasjon i konsentrasjonene av fosfor og partikler (figur 6.5 og 6.6). Vasshaglona har klart de høyeste konsentrasjoner om høsten, særlig oktober, som er den mest nedbørrike måneden i Vasshaglona. Samtidig er det blitt tatt opp potet- og grønnsaker, noe som ofte fører til jordpakking samtidig som toppjorda er løs. Erosjonsrisikoen er dermed totalt sett stor i oktober i Vasshaglona. Utvikling av tiltak som kan redusere erosjonsrisiko etter høsting av potet- og grønnsaksvekster er en utfordring for disse produksjonene.

I Heiabekken er det meget lave konsentrasjoner av partikler gjennom hele sesongen, men de høyeste gjennomsnittskonsentrasjonene er målt i juni. De høyeste gjennomsnittlige fosforkonsentrasjoner er også målt på sommeren, juni-juli, og en stor andel av dette finnes som løst fosfat.



Figur 6.5. Månedlige konsentrasjoner av totalfosfor (heltrukket linje) og løst fosfat (stiplet linje) i gjennomsnitt for overvåkingsperioden ( $\mu\text{g P/L}$ ). Vertikale linjer angir minimums- og maksimumskonsentrasjoner av totalfosfor for hver måned. Merk egen skala på y-akse for Mørdre og Vasshaglona.



Figur 6.6. Månedlige konsentrasjoner av suspendert stoff (heltrukket linje) og gløderest av suspendert stoff (stiplet linje) i gjennomsnitt for overvåkingsperioden (mg SS/L). Vertikale linjer angir minimums- og maksimumskonsentrasjoner av suspendert stoff for hver måned. Merk egen skala på y-akse for Mørdre og Hotran.

I bekkene fra arealer som er dominert av eng og beite (Skas-Heigre, Time, Naurstad og Volbu) er det lave gjennomsnittskonsentrasjoner av partikler (figur 6.6). Det er heller ikke registrert særlig høye konsentrasjoner av partikler i enkelte måneder gjennom overvåkingsperioden i disse bekkene. Fosforkonsentrasjonene derimot viser høye verdier i enkelte år og måneder (figur 6.5). I Skas-Heigre-kanalen var de høyeste konsentrasjonene i juni-juli måned og et år i januar (1996). De siste 10 årene har det ikke vært fosforkonsentrasjoner over 500 µg/L, men i perioden mai-juli 2008 ble det målt fosforkonsentrasjoner på rundt 400 µg/L. I Timebekken ble de fleste høye fosforkonsentrasjoner målt tidlig i overvåkingsperioden og da mest på høsten. Høstspredning av husdyrgjødsel var mer vanlig tidlig på 1990-tallet og kan være årsak til de høye fosforkonsentrasjoner da, mens det er lite husdyrgjødsel som spres på høsten senere i overvåkingsperioden. I Volbubekken er de høyeste fosforkonsentrasjoner målt i mars-april. Også her er de høyeste konsentrasjoner målt ved lav vannføring.

### 6.2.3 Tap av fosfor og partikler

Gjennomsnittlig årlig fosfortap fra jordbruksarealene varierer fra 36 g/daa i Volbu til 604 g/daa i Vasshaglona (tabell 6.3). De høye tapene i Vasshaglona kan forklares høye fosfortall i jorda på grunn av et stort fosforoverskudd i produksjonen (figur 4.6 og 4.7), mye jordarbeiding i forbindelse med potet- og grønnsaksdyrking, samt mye nedbør og avrenning. Særlig høye fosfortap ble målt i 2000/2001 grunnet svært høy avrenning dette året (figur 6.7). Det ble også målt svært høye partikkeltap dette året (figur 6.8).

Tabell 6.3. Gjennomsnittlig årlig tap av totalfosfor og løst fosfat, samt høyeste og laveste årlige tap (g P/daa jordbruksareal).

	Totalfosfor (g P/daa)		Løst fosfat (g P/daa)	
	Gjennomsnitt	Min - Maks	Gjennomsnitt	Min-Maks
Skuterud	229	58-530	42	13-74
Mørdre	288	100-844	24	11-75
Kolstad	54	16-162	18	4-53
Heia	274	192-425	173	99-311
Vasshaglona	723	175-2910	100	4-259
Hotran*	426	93-968	74	56-91
Skas-Heigre*	115	58-234	40	22-66
Time	136	84-189	56	14-84
Naurstad	375	247-714	183	113-258
Volbu	36	10-73	11	3-41

\* Analyser av løst fosfat ble startet i 2011 i Hotran og i 2008 i Skas-Heigre.

De høyeste gjennomsnittlige tapene av partikler fra jordbruksarealene er registrert i Hotran (302 kg/daa), fulgt av Mørdre (225 kg/daa) og Vasshaglona (158 kg/daa) (tabell 6.4). Jorda i Trøndelag (Hotran) har generelt høy erosjonsrisiko. På Romerike (Mørdre) er det også høy erosjonsrisiko

grunnet kombinasjonen av siltholdig jord og planering av arealer på 1960-70-tallet. Både Hotran og Mørdre har også høye fosfortap. Særlig høye tap av både partikler og totalfosfor ble målt i Hotran i 2011/2012 grunnet høye tap i februar og mars. I Mørdre ble det målt høye tap av partikler og fosfor i 2005/2006 og i 2012/2013 grunnet særlig høye tap i april begge disse årene.

Tabell 6.4. Gjennomsnittlig årlig tap av suspendert stoff og gløderest av suspendert stoff, samt høyeste og laveste årlige tap (kg SS/daa jordbruksareal).

	Suspendert stoff (kg SS/daa)		Gløderest (kg SS/daa)	
	Gjennomsnitt	Min -Maks	Gjennomsnitt	Min-Maks
Skuterud	112	29-287	99	25-258
Mørdre	225	111-421	211	104-399
Kolstad	19	5-78	16	3-67
Heia	22	14-28	17	11-22
Vasshaglona	158	23-696	122	17-547
Hotran*	302	10-747	389	10-635
Skas-Heigre*	10	4-17	3	1-4
Time	10	3-17	5	2-9
Naurstad	82	39-182	68	33-164
Volbu	12	3-40	10	2-35

\* Analyser av gløderest ble startet i 2011 i Hotran og Skas-Heigre.

Tapene av fosfor og partikler i Skuterud har variert mye fra år til år (figur 6.7 og 6.8). Det var svært høye tap av fosfor og partikler i 2000/2001 på grunn av ekstreme nedbørmengder over lang tid på høsten. Etter etablering av en fangdam ved utløpet av bekken i 2001, var det noen år med lave tap av fosfor og partikler grunnet retensjon i fangdammen, men utover dette viser tap av fosfor og partikler god sammenheng med avrenningen. Som for de andre kornfeltene, bidrar tapene under snøsmeltingen om våren generelt mye til de totale årlige tapene av fosfor og partikler, men også avrenning på høsten bidrar vesentlig til tap av fosfor og partikler fra Skuterud.

I år med høy avrenning er det generelt større tap av partikler i feltene med åpenåker. Men ved sammenligning av overvåkingsfeltene med åpenåker er det ikke alene den gjennomsnittlige avrenningen som styrer nivået på partikkeltapet. Mørdre på Romerike har f.eks. høye partikkeltap på tross av forholdsvis lav gjennomsnittlig avrenning. Flommene i Skuterud har heller ikke hatt direkte effekt på de partikkeltapene. Økning i flomfrekvenser gjennom overvåkingsperioden, som vist i figur 5.4 viser kun en svak sammenheng med det årlige partikkeltapet. Økningen i partikkeltap på grunn av flom skjer i hver enkelt episode, mens de årlige tapene er mer avhengig av den totale årlige avrenningen.

Tapene av fosfor og partikler i Kolstad er lave sammenliknet med de andre kornfeltene. Dette skyldes i hovedsak en jordtype med lite overflateavrenning og makroporetransport. Dette gir en mer jevn infiltrasjon og transport gjennom jorda, med lite løsrivelse og transport av partikler. Veletablerte vegetasjonssoner langs bekken, samt et betydelig innslag av eng (figur 4.1) bidrar også

til lave partikkeltap. Økt husdyrtetthet i Kolstad og økte tilførsler av husdyrgjødsel (figur 4.2 og 4.4) kan ha bidratt til en svak økning i fosfortap fra feltet de senere år. Lave partikkeltap sammen med utstrakt bruk av husdyrgjødsel, bidrar til at en relativt stor andel av fosforet (36 %) tapes som løst fosfat i Kolstad sammenliknet med de andre kornfeltene (Mørdre 9 % og Skuterud 19 %).

Det har vært store årlige variasjoner i tapet av fosfor og partikler fra feltene, men det er ikke registrert signifikante trender i overvåkingsperioden. Reduksjonen i fosforbalanse, som er registrert i jordbruket i Volbu skjer på et meget lavt nivå, og det er et svært lavt nivå på tap av partikler og fosfor i det feltet og endring i fosforbalansen har derfor ikke hatt noen målbar effekt på fosfortapene som er målt. I Time ble det registrert en tendens til økning i fosforbalansen, men denne har heller ikke gitt utslag i en signifikant økning i fosfortapet. Som for nitrogen, er den beregnede fosforbalansen usikker for felt med grasproduksjon, på grunn av usikkerhet i avlingsestimater og innhold av fosfor i avlingen.

I kornfeltene (Skuterud, Mørdre, Kolstad, Hotran) er tapene av fosfor og partikler er i stor grad styrt av avrenningen, hvor enkelte episoder med høy nedbørintensitet om høsten og snøsmelting om våren bidrar til særlig høye tap. Ved kornproduksjon (åpen åker) er dette også de tider på året hvor jorda ligger mest erosjonsutsatt dersom det ikke er gjennomført erosjonshindrende tiltak. Samlet gjennomføring av ulike jordarbeidingstiltak i kornfeltene (figur 4.15) tilsier imidlertid en noe redusert erosjonsrisiko på de dyrkede arealene gjennom overvåkingsperioden, særlig for Mørdre hvor den teoretisk beregnede reduksjon i partikkeltapet var om lag 20 %. Videre har det vært redusert fosforoverskudd i produksjonen de siste årene i Skuterud og Mørdre (figur 4.9), som bidrar til redusert risiko for fosforavrenning på sikt. Disse endringer forventes på skiftenivå, men det som måles nedstrøms i vassdraget er påvirket av mange prosesser, hvor bl.a. avstanden fra hvert skifte til vassdraget har stor betydning. Dessuten har variasjoner i været stor betydning for de målte tapene i bekken, bl.a. nedbørmengde, intensitet og antall fryse-tine perioder på vinteren.

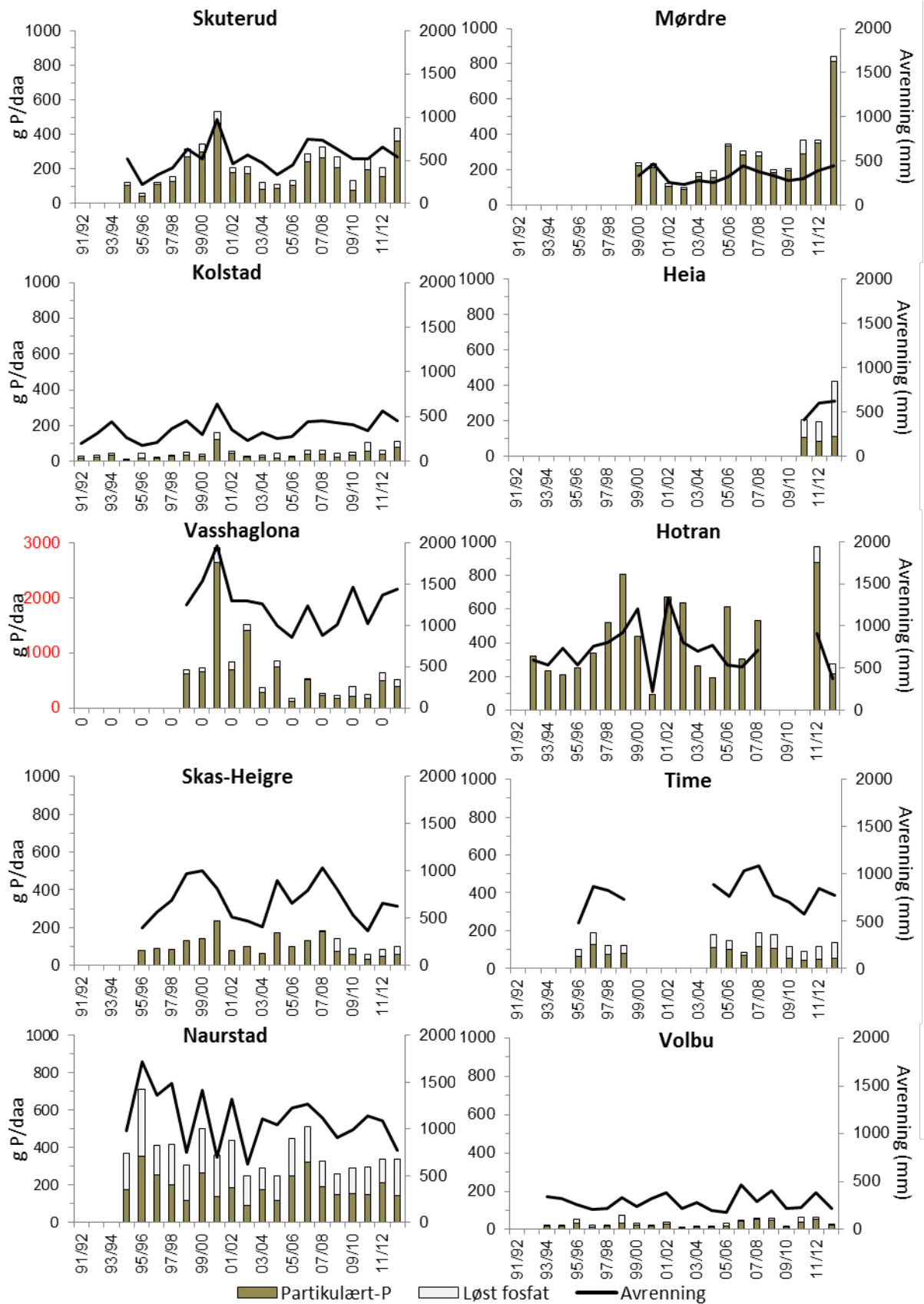
Tapene av fosfor i Heiabekken er, som for nitrogen, relativt høye. De høye tapene forklares i stor grad av høye konsentrasjoner om sommeren, og da gjerne i perioder med lite avrenning (se kapittel 6.2). En betydelig andel av fosforet tapes som løst fosfat (62 %), hvilket er en indikasjon på punktkildepåvirkning heller enn avrenning fra jordbruksarealene. Tapene av partikler i Heiabekken er lave.

Fra de grasdominerte feltene på Jæren (Time og Skas-Heigre) er det målt lave tap av partikler, men forholdsvis høye fosfortap. Det brukes mye husdyrgjødsel på grasarealene i Timefeltet på Jæren (figur 4.6 og 4.7). Det gir overskudd av fosfor i produksjonen (figur 4.9) og høyt fosforinnhold i jorda (figur 4.10), noe som bidrar til de høye fosfortapene.

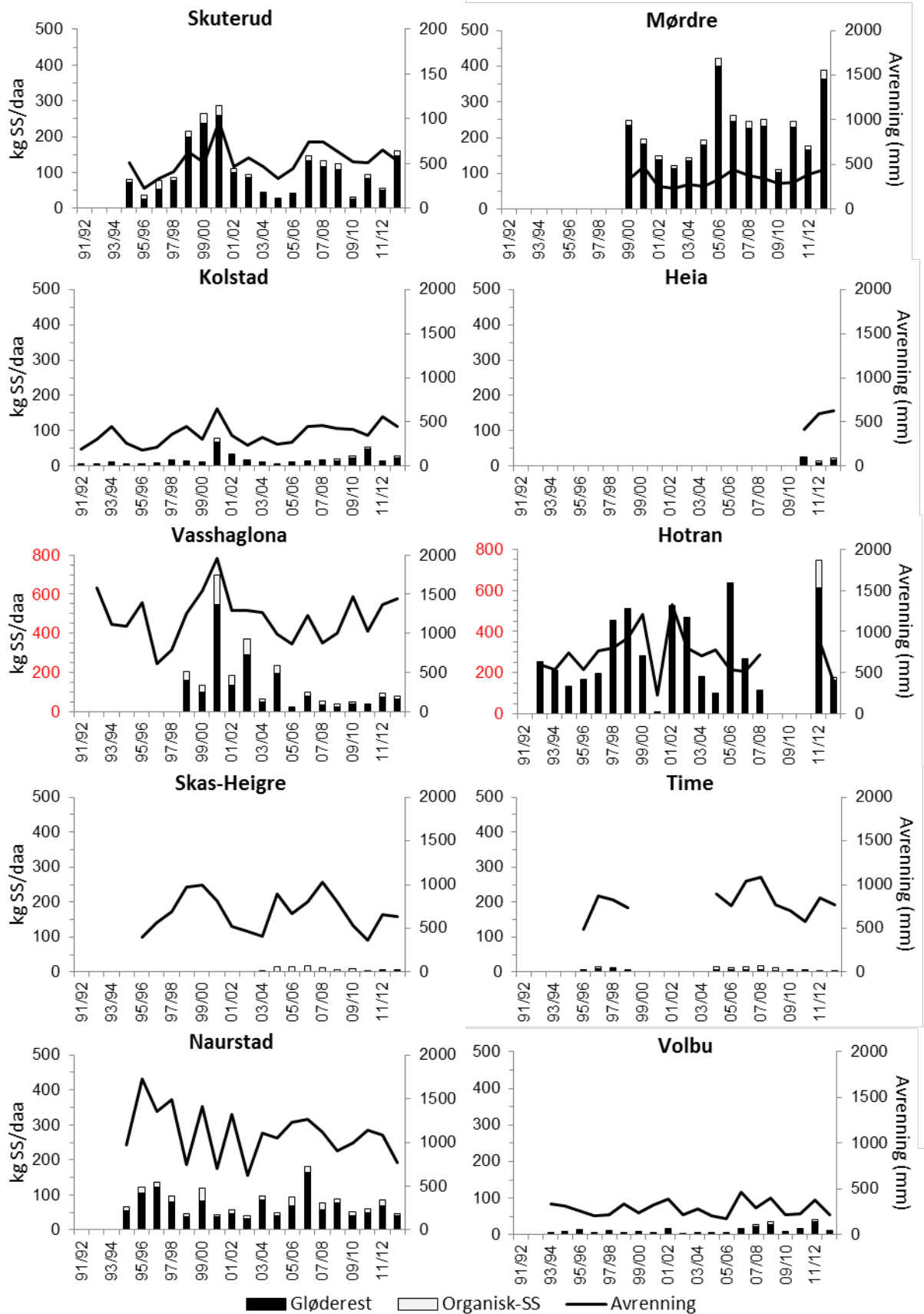
Tapene av fosfor og partikler i Naurstad er høye sammenliknet med de andre gras- og engfeltene. Dette skyldes i første rekke en betydelig høyere avrenning i Naurstad, da konsentrasjonene som måles er om lag på samme nivå som i de andre gras- og engfeltene (tabell 6.1). Fosfortapene i Naurstad kan videre forklares av et fosforoverskudd i produksjonen (figur 4.9) og en jordtype som binder lite fosfor. En relativt stor andel av fosforet tapes som løst fosfat (50 %).

Tapene av fosfor og partikler i Volbu i Valdres er jevnt over lave (figur 6.7-6.8). Det forklares med lite nedbør og avrenning og et dyrkingssystem med eng. Det er også et lavt fosforoverskudd i produksjonen i Volbu (figur 4.9).





Figur 6.7. Avrenning (mm) og tap av partikulært fosfor og løst fosfat (g P/daa jordbruksareal) for hvert felt og agrohydrologisk år (1.mai - 30.april; for Volbu 1.juni - 31. mai). Merk egen skala på y-akse for Vasshaglona. Analyser av løst fosfat ble startet i 11/12 i Hotran og 08/09 i Skas-Heigre, så verdier for tidligere år henviser da til totalfosfor for disse feltene.



Figur 6.8. Avrenning (mm) og tap av suspendert stoff (kg SS/daa jordbruksareal) for hvert felt og agrohydrologisk år (1.mai - 30.april; for Volbu 1.juni - 31. mai). Merk egen skala på y-akse for Vasshaglona og Hotran. Analyser av gløderest ble startet i 11/12 i Hotran og Skas-Heigre, så verdier for tidligere år henviser da til totalt suspendert stoff for disse feltene.

### 6.3 Punktkilder i overvåkingsfeltene

I bekkene som overvåkes er jordbruket en vesentlig kilde til konsentrasjoner av partikler, nitrogen og fosfor. Det er likevel andre kilder som også bidrar med næringsstoffer og partikler i tillegg til jordbruket. Det gjelder bl.a. spredt avløp, skog og utmark, boligområder og bekkeerosjon.

I 2012-2013 ble det gjort modellberegninger (GIS-avløp; Turtumøygard, 1997) av fosfortilførsler fra spredt avløp til bekkene i 8 av nedbørfeltene (Blankenberg et al., 2014). I følge beregningene varierte de årlige tilførslene fra spredt avløp fra 3 kg TP i Naurstadbekken til 51 kg TP i Mørdrebekken (tabell 6.5). Siden fosfortapene er meget lave (46 kg/år i gjennomsnitt for de tre siste årene) fra Volbubekken utgjør andelen som kommer fra spredt avløp et vesentlig bidrag (19 %) til fosfortapet fra Volbubekkens nedbørfelt. I de øvrige feltene utgjør spredt avløp mindre enn 5 % av fosfortapet.

Tabell 6.5. Modellert utslipp av fosfor fra spredt avløp i 8 av nedbørfeltene (Blankenberg et al., 2014).

	Modellert utslipp fra spredt avløp kg TP/år	Fosfortap fra hele feltet*	Andel fosfor fra spredt avløp %
Skuterud	7	827	1
Mørdre	51	2246	2
Kolstad	11	207	5
Heia	12	299	4
Vasshaglona	8	195	4
Time	5	114	5
Naurstad	3	172	1
Volbu	11	46	19

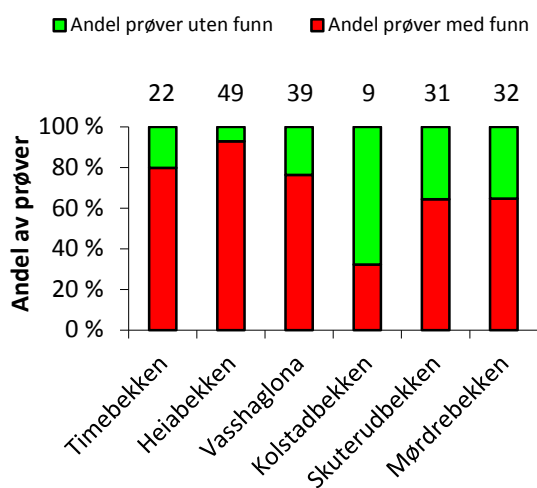
\*Gjennomsnitt for 2010/11, 2011/12, 2012/13

I mange områder er det gitt pålegg om forbedring av anlegg for spredt avløp. Det vil antagelig på sikt føre til reduksjon i tilførsler av fosfor fra spredt avløp.

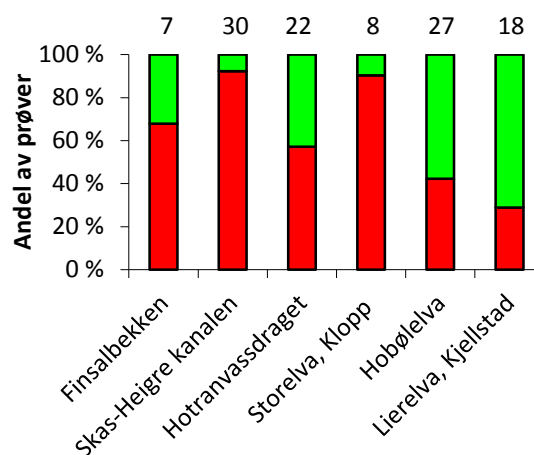
## 7. Funn av plantevernmidler

### 7.1 Plantevernmidler i bekkevann i overvåkingsfeltene

Andelen prøver med funn av plantevernmidler i overvåkingsperioden fra 1995 til 2012 varierer mye fra lokalitet til lokalitet (figur 7.1 og 7.2). Det er store variasjoner i antall funn mellom lokaliteter, og det er betydelige variasjoner gjennom året. I Heiabekken er det påvist 48 forskjellige plantevernmidler, og det påvises i gjennomsnitt ett eller flere plantevernmidler i over 90 % av prøvene herfra. I gjennomsnitt for alle lokaliteter og år påvises det 2 plantevernmidler i hver prøve som tas, men etter utvidelsen av søkespekteret i 2011 er det en tendens til økende antall plantevernmidler i prøvene de to siste år.



Figur 7.1. Plantevernmidler i små bekker 1995 - 2012. Nedbørfelt 0,7 - 6,8 km<sup>2</sup>. Tall over søylene angir antall ulike plantevernmidler (inkl. metabolitter) påvist.



Figur 7.2. Plantevernmidler i større bekker, kanaler og elver 1995-2012. Nedbørfelt 19,4 til 331 km<sup>2</sup>. Tall over søylene angir antall ulike plantevernmidler (inkl. metabolitter) påvist. Omfatter elver som tidligere ble overvåket. Finsalbekken og Storelva kun prøvetatt 2-3 år.

Andelen jordbruksareal i nedbørfeltet og omfanget av plantevernmiddebruk er avgjørende for gjenfinning i bekker og elver. Elvene med store nedbørfelt har gjennomgående færre funn enn bekkene, da betydningen av prosesser som holder tilbake/bryter ned plantevernmidlene er større i de store nedbørfeltene. Elvene fanger også opp mye vann fra usprøytet areal, slik at fortyningen blir stor og plantevernmidlene derfor ofte ikke kan påvises. De rene kornfeltene har færre funn sammenlignet med de felt som har en mer sammensatt produksjon med potet og grønnsaker.

I perioden 1995-2012 er det i bekker og elver utført 2264 analyser med multimetoder og påvist 61 plantevernmidler (inkludert nedbrytningsprodukter), herav 24 ugrasmidler (U), 25 soppmidler (S) og 12 skadedyrmedler (SK). Til sammen er det gjort 4252 enkeltfunn i de bekkene som er inkludert (vedlegg 1). Dersom vi tar med funn av plantevernmidler i de lokaliteter som også ble overvåket i perioden 1990-1994, øker omfanget av plantevernmidler som er påvist med ugrasmidlet ioksynil.

77 % av alle påvisninger er av ugrasmidler, men av disse er relativt få (9 %) over miljøfarlighetsverdien for vannlevende organismer (MF-verdi). Det er ugrasmidlene metribuzin,

propaklor og linuron, midler som brukes i grønnsaker og potet, som oftest overskrider MF-verdien. MF-verdien for metribuzin er siden forrige rapportering redusert betydelig ( $MF=0,058 \mu\text{g/L}$ ), noe som medfører at også prosentandelen av funn over MF-verdien har økt betydelig. Endringer i MF-verdier er også foretatt for flere andre midler hvor det har fremkommet nyere data som indikerer en høyere eller lavere toksisitet.

20 % av alle påvisninger er av soppmidler (vedlegg 1), og av disse er 6 % over MF-verdien. Av soppmidlene er det fenpropimorf, propikonazol og prokloraz som hyppigst påvises over MF-verdien. Noen soppmidler kan være relativt persistente og binde seg sterkt til jord, mens andre brytes raskt ned. Noen soppmidler er også relativt akutt toksiske.

Det er gjort få funn av skadedyrmidler (3 %), men av disse er relativt mange (50 %) over MF-verdien. De fleste skadedyrmidlene som har overskredet faregrensen for miljøeffekt på vannlevende organismer (MF), brukes fortrinnsvis i grønnsaksproduksjon og potet, samt bærproduksjon. Skadedyrmidler er også svært akutt toksiske og har derfor oftest en svært lav MF-verdi. Samtidig brytes de fleste raskt ned, og det er derfor få påvisninger av disse stoffene totalt.

I 2012 ble det tatt 54 prøver i 6 bekker (vedlegg 2), og det ble påvist 4 nye plantevernmidler i bekker og elver, inkludert soppmidlene mandipropamid og cyazofamid (tørråtemidler), ugrasmidlet pinoksaden og en metabolitt av pyridat. Disse midlene kom inn i standard analysespekter i 2011. I 2012 ble det gjort 17 funn over MF-verdien (ugrasmidlene metribuzin (5) og aklonifen (1), soppmidlene protiokonazol-destio (metabolitt) (7) og fenamidon (1), skadedyrmidlet imidakloprid (3)). Dette er mange sett i forhold til de foregående år, og kommer til dels av en utvidelse av analysespekteret, samt senkning av MF-verdiene for noen midler som brukes mye. Totalt for overvåkingsperioden har det vært 436 overskridelser av faregrensen for miljøeffekter på vannlevende organismer (MF). Det har vært overskridelser i gjennomsnittlig 19 % av prøvene som er tatt og 29 forskjellige plantevernmidler har overskredet MF-verdien.

## 7.2 Trender i funn av plantevernmidler i overvåkingsfeltene

Ved tolkning av trender i funn av plantevernmidler i bekker og elver, er følgende faktorer spesielt viktige å ta hensyn til:

- a. Utvidelse av analysespekteret
- b. Endringer i godkjenning og bruk av de enkelte plantevernmidler
- c. Lavere bestemmelsesgrenser
- d. Årlige variasjoner i værforhold

Analysespekteret i perioden 1990-1994 var svært begrenset. Disse årene er derfor ikke inkludert i analysen av utviklingstrender. I perioden 1995-2010 ble analysespekteret utvidet med 35 plantevernmidler (fra 27 til 62), og i 2011 ble det ytterligere utvidet med 34 midler. Tolkningen av resultatene må derfor ta hensyn til at det stadig letes etter flere midler. Samtidig har 17 av plantevernmidlene i analysespekteret blitt tatt av markedet etter 1995. Bruksområde og dosering for en del plantevernmidler har endret seg, og nye plantevernmidler har kommet på markedet. Utviklingen i hvert enkelt felt må derfor tolkes i forhold til de konkrete plantevernmidler som gjenfinnes. Bestemmelsesgrensen er senket i perioden og de vesentlige endringene kom fra 1995 til 1996 og fra 2003 til 2004. I den første endringen ble analysegrensene senket så mye for nesten alle plantevernmidler at vi har valgt å gjennomføre analysene uten å ta med 1995. Fra 2003 til 2004 ble analysegrensen for mange midler senket fra  $0,02$  til  $0,01 \mu\text{g/L}$ . Trendanalysene er utført både med og uten påvisninger  $< 0,02 \mu\text{g/L}$ . Dette ga ingen store utslag på de estimerte trendene og de presenterte resultatene inkluderer alle påvisninger ned til  $0,01 \mu\text{g/L}$ .

Ved gjennomføring av trendanalysene ble det valgt tre indikatorer for å karakterisere utviklingen i bekker og elver (Ludvigsen og Lode, 2002):

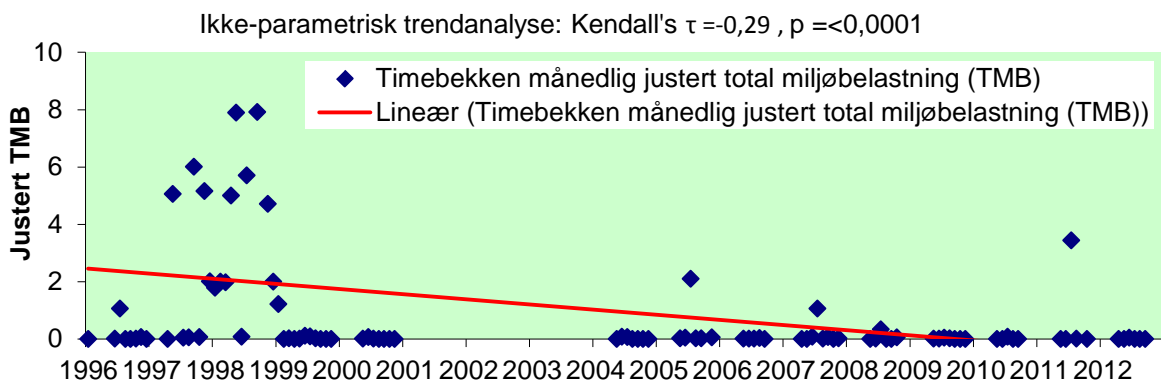
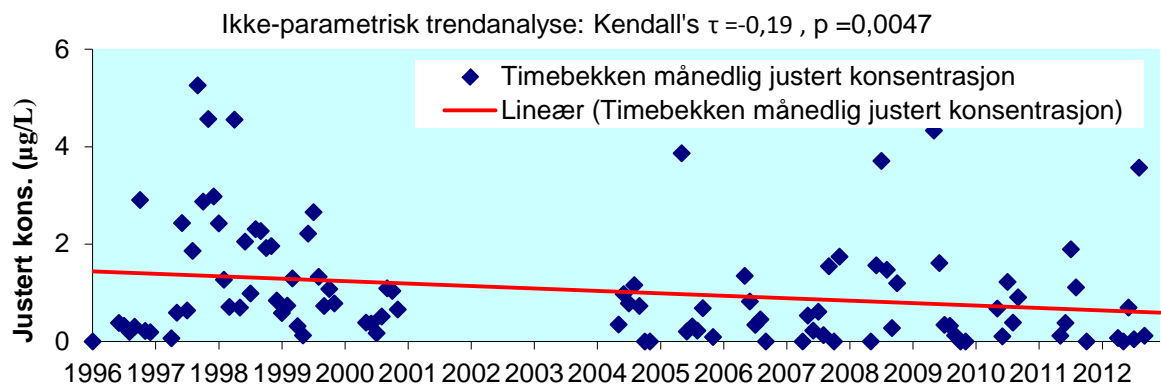
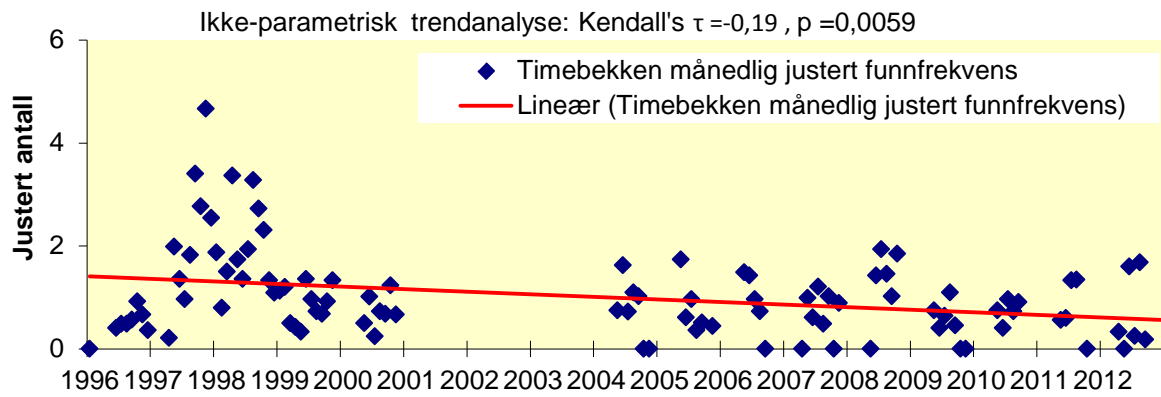
- Antall påvisninger av de enkelte plantevernmidler, beregnet som funnfrekvens per prøve
- Sum konsentrasjon av alle plantevernmidler per prøve
- Vekting av konsentrasjonen for det enkelte plantevernmiddel med miljøfarlighetsverdien (MF). Dette generer et tall for total miljøbelastning (TMB) per prøve og gir en indikasjon på risikoen for mulige samvirkende effekter/blandingseffekter av ulike plantevernmidler på vannlevende organismer.

Resultatene fra trendanalyser for seks felt viser en signifikant nedgang i funnfrekvens, konsentrasjoner og total miljøbelastning i Timebekken, Vasshaglona og Heiabekken gjennom overvåkingsperioden. Det ble ikke funnet signifikante trender i Skuterud, Mørdre og Hotran.

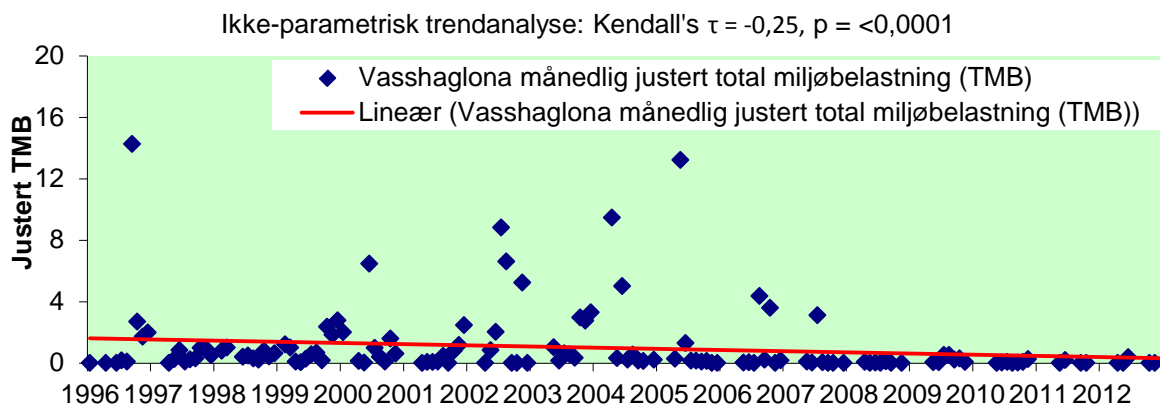
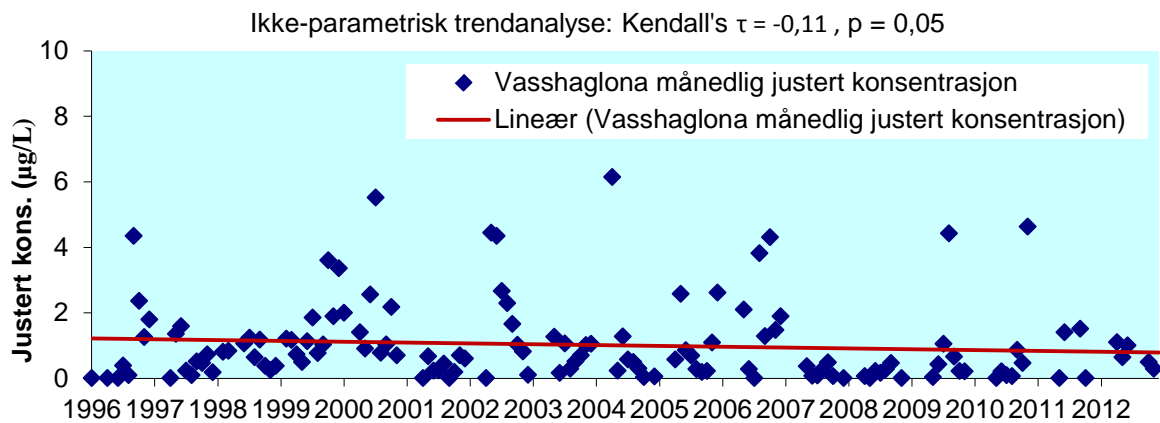
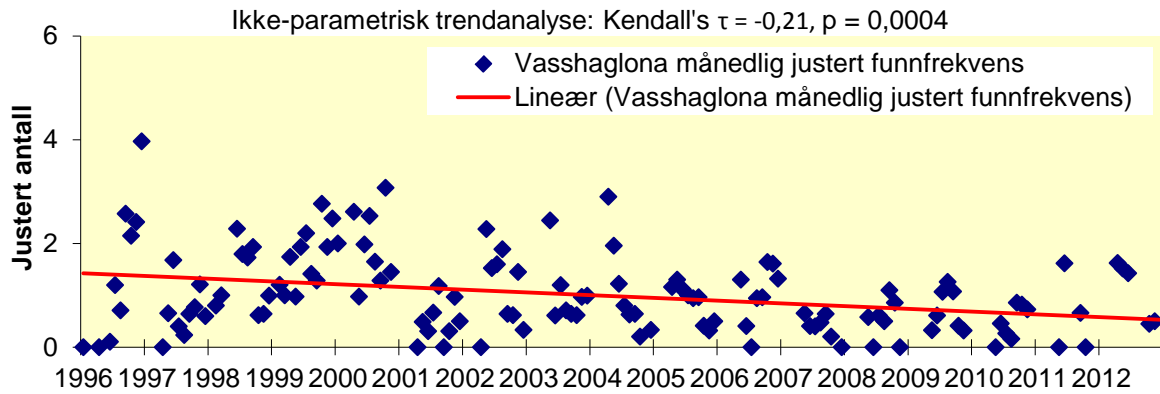
Time har blitt overvåket for plantevernmidler i perioden 1995-2000 og fra 2004-2012. Det er påvist 22 forskjellige plantevernmidler (inkl. en metabolitt), hvorav fire midler er påvist over MF-verdien. Det er gjort totalt 386 påvisninger i Timebekken, hvorav 25 funn over MF-verdien. Trendanalysene viser en signifikant nedgang i funnfrekvens, konsentrasjon og total miljøbelastning i bekken (figur 7.3). Reduksjonen gjennom overvåkingsperioden kan knyttes til en generell reduksjon i bruk av plantevernmidler, samt en betydelig andel funn av skadedyrmedlene lindan og klorfenvinfos tidlig i overvåkingsperioden. Disse funnene kan ikke knyttes til rapportert bruk i nedbørfeltet, og skyldes muligvis langtransport med nedbør. Når en tar ut disse årene (1996-1999) av datasettet og analyserer trendene for perioden 2000-2012, er det ikke lenger noen statistisk signifikante endringer i de valgte parametrene.

Det er i Vasshaglona påvist 39 forskjellige plantevernmidler (inkl. 6 metabolitter), hvorav 11 midler er påvist over MF-verdien. Det er gjort totalt 588 påvisninger, hvorav 102 funn er over MF-verdien. Statistiske analyser viser signifikant nedgang i funnfrekvens, konsentrasjon og total miljøbelastning gjennom overvåkingsperioden (figur 7.4). Mye av forklaringen til den positive utviklingen finner man i gårdsdataene fra Vasshaglona som viser en reduksjon i arealandel sprøytet med ugrasmidler samt en reduksjon i mengde soppmiddel sprøytet i feltet gjennom perioden. Det har vært en reduksjon i antall påvisninger av ugrasmidlene metribuzin, aklonifen og propaklor, samt at det hyppig påviste ugrasmidlet linuron ikke er påvist etter at det gikk ut av bruk i 2008. Siden flere mye brukte midler ikke er omfattet av overvåkingen er problemomfanget i denne typen produksjon imidlertid ikke klarlagt. Analysene omfatter bl.a. ikke nedvisningsmidlet dikvat dibromid, sulfonyleurea ugrasmidler (bl.a. rimsulfuron) og tørråtemidlene (soppmidler) mankozeb og propamokarb. Det er imidlertid redusert bruk av de to sistnevnte og økende bruk av nyere tørråtemidler som brukes i lavere doser og som omfattes av dagens analysespekter i overvåkingsprogrammet.





Figur 7.3. Trender i indikatorparametre (justert antall påvisninger, funnkonsentrasjoner og total miljøbelastning (TMB)) for plantevernmidler i Timebekken i perioden 1996-2012.



Figur 7.4. Trender i indikatorparametre (justert antall påvisninger, funnkonsentrasjoner og total miljøbelastning (TMB)) for plantevernmidler i Vasshaglona i perioden 1996-2012.

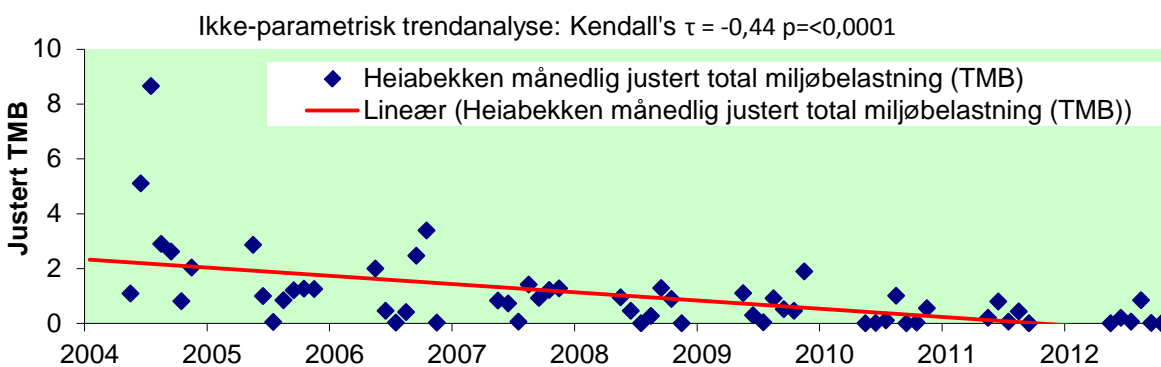
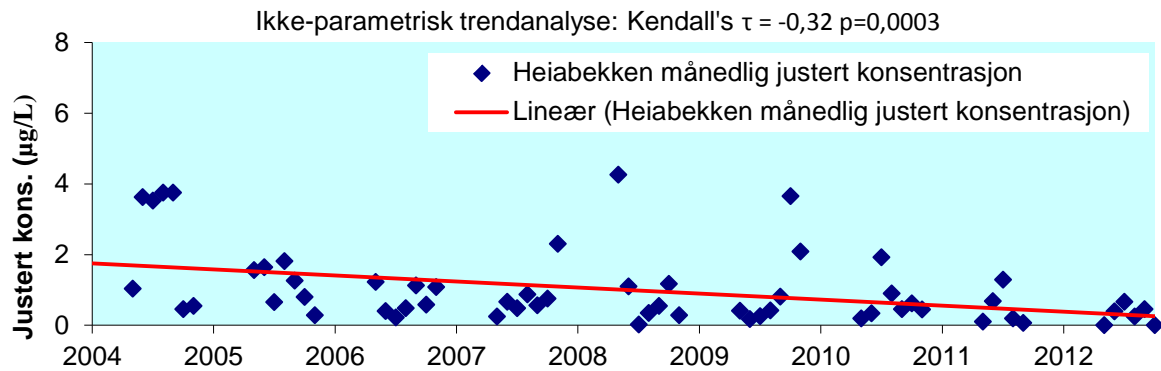
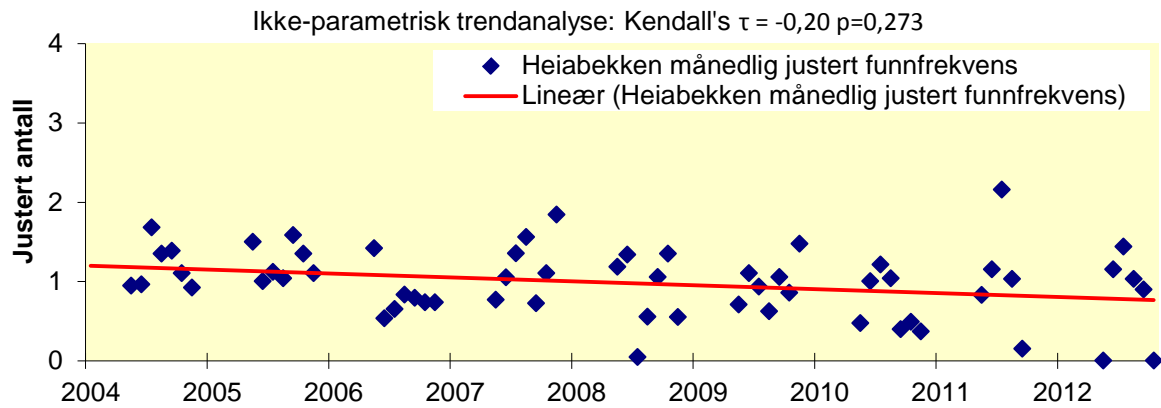
Heiabekken har vært overvåket siden 1991. Prøvene har vært tatt ut som stikkprøver i mesteparten av overvåkingsperioden. Fra 2010 er det tatt ut volumproporsjonale blandprøver. Det er gjort mange funn hvert år, og totalt er det påvist 49 ulike plantevernmidler (inkl. fem metabolitter) i Heiabekken. Det er gjort 730 enkeltfunn over 14 år i Heiabekkens gamle målepunkt (1991-2004), mens det er gjort 551 funn i det nåværende målepunktet i Heiabekken de siste ni årene (2004-2012). For begge målepunkt over alle år har 19 forskjellige plantevernmidler (inkludert en metabolitt) overskredet MF-verdien, med til sammen 196 overskridelser (dette tallet er justert for dobbel prøvetaking i 2004 og 2007 og avviker fra forrige rapport grunnet endringer i flere MF-verdier). For det gamle prøvetakingspunktet er det for perioden 1991-2001 påvist ni ulike plantevernmidler over MF-verdien og gjort totalt 129 funn over MF-verdien. For det nye prøvetakingspunktet er det i perioden 2004-2012 påvist 14 ulike plantevernmidler (inkl. en metabolitt) over MF-verdien og gjort 80 funn over MF-verdien. Heiabekken er den lokaliteten der det oftest er overskridelser av miljøfarlighetsverdiene. Trendanalyser av utvikling i det opprinnelige prøvetakingspunktet, viser en statistisk signifikant reduksjon i månedlig justert funnfrekvens, konsentrasjon og total miljøbelastning i perioden 1996-2004 (ikke vist). Trendanalyser viser også statistisk signifikant reduksjon i månedlig justert funnfrekvens, konsentrasjon og total miljøbelastning i perioden 2005-2012 for nytt prøvetakingspunkt (figur 7.5).

Gårdsdataene i Heiabekken viser at det var en reduksjon i bruken av plantevernmidler i nedbørfeltet fram til og med 2002, mens det siden 2004 har det vært relativt mye bruk av både soppmidler og ugrasmidler. Gjennom perioden fra 2004 har det imidlertid vært en klar nedgang i bruk og funn av ugrasmiddelet metribuzin, noe som trolig er en viktig årsak til den positive utviklingen i feltet.

Det er ingen signifikante endringer i indikatorparameterne som er analysert for trender i kornfeltene Skuterud og Mørdre i perioden 1996-2012. Gårdsdataene i disse feltene viser en økende tendens i areal sprøytet med soppmidler gjennom perioden, samt stabilt høy arealandel sprøytet med ugrasmidler (figur 4.11). Antall påvisninger i de to feltene er relativt likt, med hhv 393 og 409 for Skuterud og Mørdre gjennom overvåkingsperioden. I Skuterud er fem av disse funnene over MF-verdien, mens tilsvarende gjelder for 38 av funnene i Mørdre. Gjennom overvåkingsperioden har det vært relativt årvisse påvisninger av flere ugras- og soppmidler, inkludert ugrasmidlet MCPA og soppmidlene propikonazol og cyprodinil. Det er også kommet inn flere soppmidler i analysespekteret de senere år som påvises relativt hyppig (bl.a. metabolitter av trifloksystrobin og protiokonazol). En begrensning ved tolkningen av disse trendanalysene er at mange brukte ugrasmidler som glyfosatpreparater og sulfonylurea lavdosemidler ikke inngår i analysespekteret. Analyser fra første halvdel av 2000-tallet viste funn av glyfosat i ca. 90 % av analyserte prøver og indikerer at glyfosat vil kunne påvises i bekkevann ved bruk.

Det er heller ikke funnet statistisk signifikante endringer i indikatorparameterne som er analysert for trender i Hotranelva i perioden 1996-2012. Det foreligger ikke gårdsdata for dette feltet, men det omfatter en stor andel korndyrking samt eng og beite. Det er gjort total 278 påvisninger av enkeltmidler, hvorav tre funn over MF-verdien. De ulike midlene som gjenfinnes hyppig er i stor grad de samme som i kornfeltene Skuterud og Mørdre.

Vannprøvetakingen for analyse av plantevernmidler i overvåkingsfeltene Skas-Heigre, Hobølelva og Lierelva ble avsluttet i 2010. Det var ingen signifikante endringer i indikatorparameterne som er analysert for trender i perioden 1996/1997-2010 for disse feltene. Det henvises til forrige samlingsrapport (Hauken et al., 2012) for detaljer om disse feltene.



Figur 7.5. Trender i indikatorparametre (justert antall påvisninger, funnkonsentrasjoner og total miljøbelastning (TMB)) for plantevernmidler i Heiabekken (nåværende målepunkt) i perioden 2004-2012.

### 7.3 Risiko for samvirkende effekter av plantevernmidler

Det er lite kunnskap om hvordan plantevernmidler i blanding samvirker i norsk miljø. Selv om de konsentrasjonene som måles av plantevernmidler i norsk miljø er lavere enn rapporterte ingen-effekt konsentrasjoner (NOEC) og 50 %-effekt konsentrasjoner ( $EC_{50}$ ), så kan det forekomme effekter på vannlevende organismer gjennom samvirkning/blandingsgiftighet av flere plantevernmidler. Det er heller regelen enn unntaket at flere plantevernmidler forekommer samtidig/opptrer i blanding i vannprøver fra jordbruksbekker.

Per i dag er mer enn 100 virksomme stoffer av plantevernmidler godkjent for bruk i Norge (<http://www.mattilsynet.no/plantevernmidler/godk.asp>) og gjennom overvåkingsperioden har det vært en økning i antallet virksomme stoffer og metabolitter det har vært analysert for i vannprøver i overvåkingsprogrammet (tabell 3.2). Søkespekteret ble utvidet med en ny multimetode i 2011 og i 2012 ble det analysert for konsentrasjoner av 99 aktive stoffer og 17 metabolitter (vedlegg 3). I gjennomsnitt for overvåkingsperioden er det påvist 2 ulike midler pr analyserte prøve. Når man ser på de to siste årene (2011-2012) for seg, er det disse årene påvist i gjennomsnitt 3 midler per analyserte prøve. Videre er det stor variasjon i hvor mange midler som faktisk påvises i hver analyserte prøve, og i 2012 ble så mange som 13 ulike midler påvist i én prøve. Trendanalysene med fokus på total miljøbelastning tar til en viss grad høyde for mulig samvirkeeffekter mellom plantevernmidler på vannlevende organismer og dermed spørsmål knyttet til blandingstoksicitet. Det er imidlertid behov for mer konkret kunnskap om hvordan plantevernmidler i blanding påvirker økosystemet i jordbruksbekkene.

Gjennom et prosjektarbeid finansiert av Mattilsynet med midler fra Handlingsplanen for redusert risiko ved bruk av plantevernmidler (Petersen et al., 2013) har NIVA i samarbeid med Bioforsk nylig gjort en risikovurdering av blandinger av plantevernmidler i vann ut fra resultater fra JOVA-feltene i 2012. Det er gjort en kumulativ risikovurdering basert på allerede etablert kunnskap om effekter av plantevernmidler på vannlevende organismer. Disse dataene om effektkonsentrasjoner for plantevernmidler på ikke-målorganismer som alger, krepsdyr, fisk og vannplanter er hovedsakelig hentet fra datamateriale fra godkjenningen av midlet, og er benyttet til å beregne antatte ingen-effekt konsentrasjoner (PNEC). Målte konsentrasjoner (MEC) av plantevernmidler i bekevann er hentet fra de seks JOVA-feltene med overvåking av plantevernmidler. Det ble beregnet en risikokvotient (RQ) basert på summen av forholdet mellom målt konsentrasjon og beregnet ingen-effekt konsentrasjon ( $MEC/PNEC$ ) for de påviste plantevernmidlene i hver prøve. Rapporten med resultater fra prosjektet kan lastes ned fra [http://rapp.niva.no/symfoni/RappArkiv8.nsf/URL/654BCF19DA1BFE23C1257C44003840CA/\\$FILE/6588\\_2013\\_72dpi.pdf](http://rapp.niva.no/symfoni/RappArkiv8.nsf/URL/654BCF19DA1BFE23C1257C44003840CA/$FILE/6588_2013_72dpi.pdf).

For åtte av totalt 54 analyserte vannprøver ble det beregnet en  $RQ > 1$ , noe som indikerer risiko for negative effekter i vannmiljø. Prøvene var typisk tatt ut i perioden fra slutten av juni til midten av august, som sammenfaller med perioden med høyest sprøyteaktivitet. Rapporten konkluderer for øvrig med at risikovurdering av blandinger av plantevernmidler fremdeles er på utviklingsstadiet og at det er behov for kontrollerte eksperimenter og utvikling av teoretiske konsepter for både å forbedre datagrunnlaget og verifisere modellene som benyttes for å beregne risiko.

## 7.4 Gjenfinning i overvåkingsfeltene og godkjenning av plantevernmidler

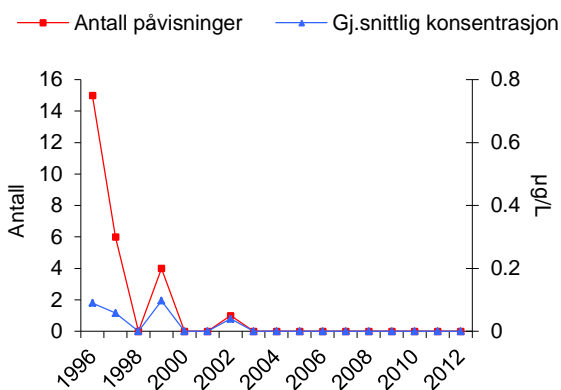
I det følgende gis en gjennomgang av enkeltmidler som har fått endret sin godkjenning i overvåkingsperioden. Analysen bygger på omsetningsstatistikk og bruk i JOVA-feltene sett i forhold til antall funn og funnkonsentrasjoner. Bruksdata omfatter feltene Skuterud, Mørdre, Heia, Vasshaglona og Time. Funndata er hentet fra 6 av nedbørfeltene: Heia, Skuterud, Mørdre, Vasshaglona, Hotran og Skas-Heigre. Disse feltene har blitt overvåket gjennom hele perioden, med unntak av Skas-Heigre, som ikke ble prøvetatt i 1998, 2000, 2011 og 2012.

### 7.4.1 Opphørt bruk

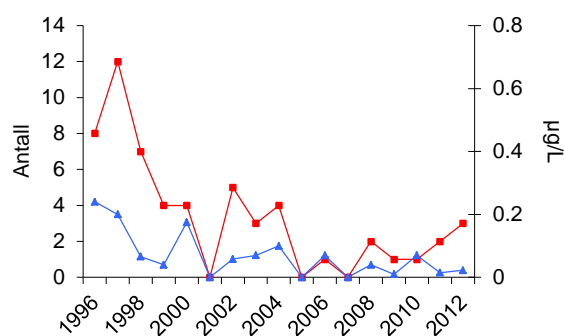
I perioden 1995 til 2012 er godkjenningen av en rekke plantevernmidler trukket tilbake. Når godkjenningen trekkes tilbake vil det fastsettes en avviklingsperiode hvor middelet er tillat solgt og brukt før et totalforbud innføres. Mange av disse midlene er relativt persistente, slik at de påvises flere år etter at bruken opphørte. For andre midler ser vi en rask reduksjon i gjenfinning, noe som indikerer at de ikke utgjør noen risiko for vannlevende organismer etter at de er tatt ut av bruk. Generelt er det lite gjenfinning av utgåtte midler i overvåkingsfeltene, og når de påvises er det i lave konsentrasjoner som ikke antas å utgjøre noen risiko for vannlevende organismer.

Vinklozolin (S) ble sist omsatt i 1995. Middelet er ikke påvist. Tebukonazol (S), endosulfan (SK) og fenvalerat (SK) ble sist omsatt i 1996. Midlene er ikke påvist. Terbutylazin (U) ble sist omsatt i 1996. Siste påvisning av middelet var i 1998. Simazin (U) ble sist omsatt i 1996. Middelet ble sist påvist i 2002 (figur 7.3).

Fenitroton (SK) ble sist omsatt i 1997. Middelet er ikke påvist. 2,4-D (U) ble sist omsatt i 1997. Middelet påvises fortsatt i noen få prøver i lave konsentrasjoner (figur 7.4).



Figur 7.3. Funn av simazin og gjennomsnittlig konsentrasjon 1996-2012.



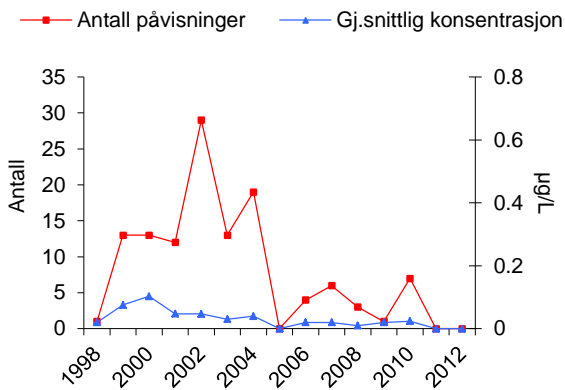
Figur 7.4. Funn av 2,4-D og gjennomsnittlig konsentrasjon 1996-2012.

Diazinon (SK) og isoproturon (U) ble sist omsatt i 2003. Midlene er ikke påvist etter 2008.

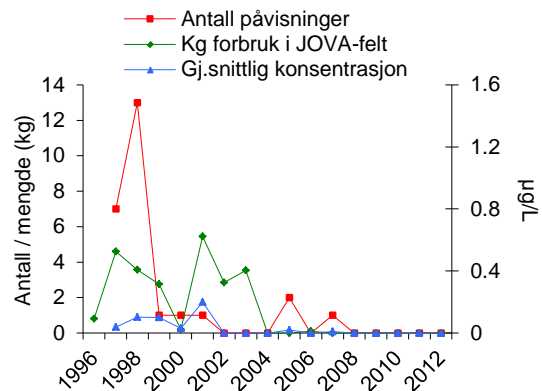
Diklobenil (U)/ BAM (MU) ble sist omsatt i 1999. Middelet kom inn i analysespekteret siste halvdel av 1998. Det er svært persistent og det ble gjort mange påvisninger til og med 2004 (figur 7.5). De siste årene er det gjort færre funn av BAM, siste funn i 2010. Konsentrasjonene som påvises er lave.

Klorfenvinfos (SK) er det skadedyrmeddelet med flest funn over MF-verdien i nedbørfeltene. Middelet ble sist registrert brukt i JOVA-feltene i 2003, sist omsatt i 2007 og er ikke påvist i noen av de overvåkede feltene etter dette (figur 7.6).





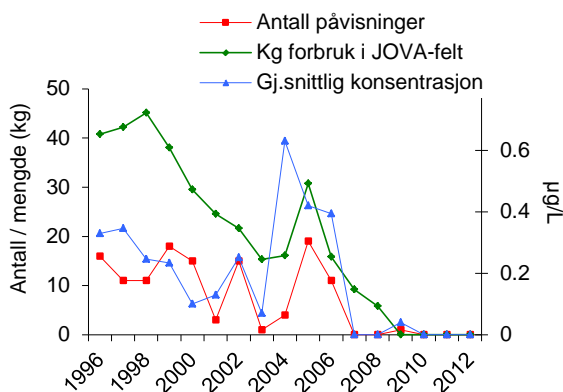
Figur 7.5. Funn og gj.snittlig konsentrasjon av BAM (diklobenzamid) 1998-2012.



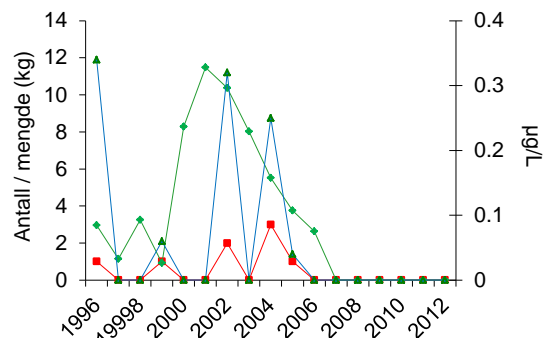
Figur 7.6. Funn og gj.snittlig konsentrasjon av klorfenvinfos. Kg forbruk i JOVA-felt. 1996-2012.

Linuron (U) er også hyppig påvist i Vasshaglona og Heiabekken. Fra og med 1999 ble det foretatt en betydelig dosereduksjon for middelet, og fra 2008 er det ikke lenger godkjent for bruk. Det ble sist omsatt i 2007 og sist rapportert brukt i de overvåkede nedbørfeltene i 2008 (Heiabekken, Vasshaglona og Mørdre). Dette viser seg også i antall funn etter 2007, med kun ett funn i 2009 (0,04 µg/L i Skas-Heigre hvor bruk ikke registreres) (figur 7.7).

Azinfosmetyl (SK) er et skadedyrmiddel godkjent for bruk i frukt, bær, kålvekster, prydevekster og prydeplanter i veksthus som er påvist over MF i overvåkingsfelt en rekke ganger. Midlet ble trukket fra markedet i 2006, sist rapportert i overvåkingsfelt i 2007 og er ikke påvist etter dette (figur 7.8).



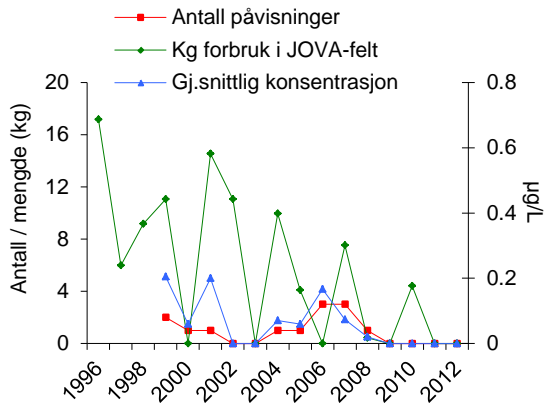
Figur 7.7. Funn og gj.snittlig konsentrasjon av linuron. Kg forbruk i JOVA-felt. 1996-2012.



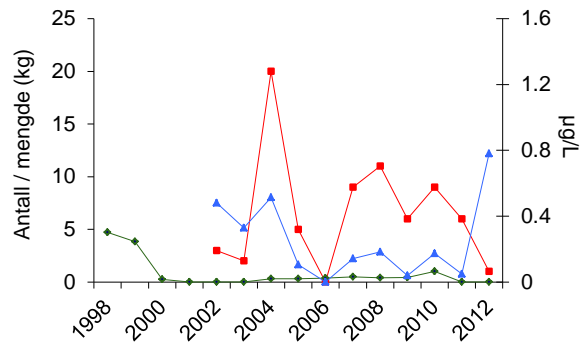
Figur 7.8. Funn og gj.snittlig konsentrasjon av azinfosmetyl. Kg forbruk i JOVA-felt. 1996-2012.

Prokloraz (S) er et soppmiddel som var tillatt brukt i prydeplanter og planteskolekulturer, men ikke er tillatt brukt etter 2010. Det er ikke registrert funn i overvåkingsfelt etter at godkjenningen opphørte (figur 7.9).

Kresoksim-metyl (S) er et soppmiddel som har vært brukt i utvalgte frukt, bær og grønnsakvekster, som ikke er tillatt brukt etter 2010. Det er i hovedsak metabolitten kresoksim som påvises i miljøet, og dette stoffet ble inkludert i søkespekteret for vannprøver i overvåkingsprogrammet i 2002. Det er gjort enkelte påvisninger av metabolitten også etter godkjenningsperioden gikk ut (figur 7.10), men det er ikke gjort funn over MF-verdien for stoffet.

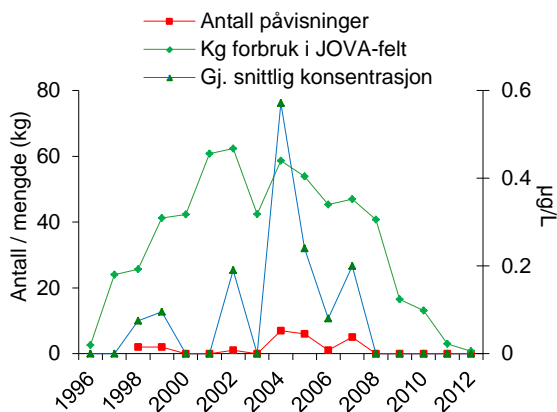


Figur 7.9. Funn og gj.snittlig konsentrasjon av prokloraz. Kg forbruk i JOVA-felt. 1996-2012.



Figur 7.10. Funn og gj.snittlig konsentrasjon av kresoksim (metabolitt). Kg forbruk i JOVA-felt. 1998-2012.

Fluazinam (S) var et mye brukt middel mot tørråte i potet som mistet sin godkjenning i 2010 pga. uheldige miljømessige konsekvenser. Middelet var tillatt solgt ut 2011 og tillatt brukt ut 2012. På grunn av nye midler på markedet har omsetningen av fluazinam avtatt kraftig de siste årene (figur 7.11), og midlet er ikke påvist i overvåkingsfelt siden 2007.



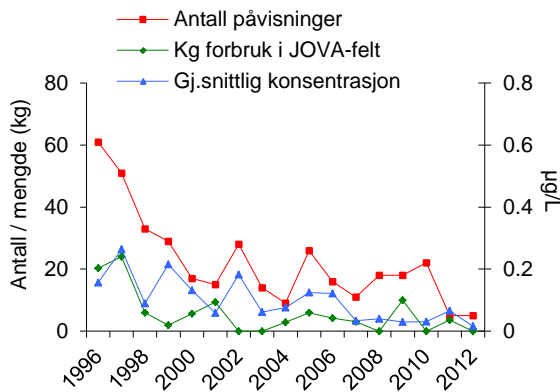
Figur 7.11. Funn og gj.snittlig konsentrasjon av fluazinam. Kg forbruk i JOVA-felt. 1996-2012.

### 7.4.2 Redusert bruk

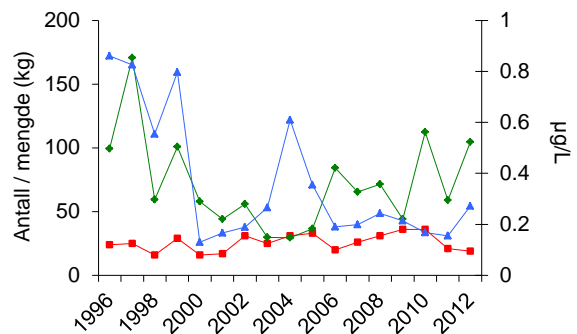
Mange av midlene som hyppig er påvist i JOVA-programmet, har fått endringer i sin godkjenning i perioden 1995-2010. Dette har ført til endringer i bruken av midlene og endringer i gjenfinningsbildet. De årlige variasjonene i værforhold, samt bruk i det enkelte felt, påvirker gjenfinningen av midlene. For en del plantevernmidler ser vi reduksjoner i funn eller konsentrasjoner over tid, men ikke nødvendigvis statistisk signifikante trender. For noen plantevernmidler er det også en tendens til at en positiv utvikling har snudd og at det igjen er økte påvisninger de siste år.

Bentazon (U) er hyppigst påvist i alle nedbørfelt. Figur 7.12 viser at antall påvisninger ble redusert fra 1996 til 2001, i sammenheng med endring i godkjenningen. Senere er det gjort et varierende antall funn med svært få funn i 2011 og 2012. Gjennomsnittlige konsentrasjoner er lave med en liten nedgang i gjennomsnittlig konsentrasjoner i perioden, med årlige fluktuasjoner.

**MCPA (U)** er ofte påvist i alle felt. Antall påvisninger er relativt stabilt. Det var en nedgang i gjennomsnittlige konsentrasjoner fram til 2000, etter dette har konsentrasjonene variert fra år til år uten noen trender og med lite sammenheng med rapportert forbruk. Redusert bruk gjennom perioden henger sammen med begrensninger i godkjent bruksområde og økt bruk av alternative midler og metoder. De senere år er bruksområde igjen utvidet bl.a. grunnet bruk som resistensbryter for sulfonyleurea lavdosemidler.



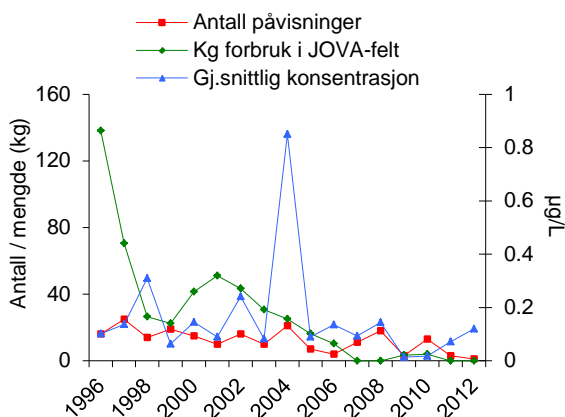
Figur 7.12. Funn og gj.snittlig konsentrasjon av bentazon. Kg forbruk i JOVA-felt. 1996-2012.



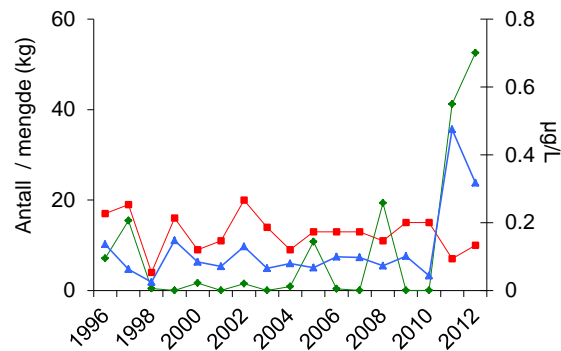
Figur 7.13. Funn og gj.snittlig konsentrasjon av MCPA. Kg forbruk i JOVA-felt. 1996-2012.

**Diklorprop/diklorprop-P (U)** er ofte påvist i alle nedbørfelt. Det er en avtagende trend i rapportert bruk av midlet i JOVA-felt. Det har gjennom perioden vært en overgang til preparater som kun inneholder den aktive isomeren diklorprop-p. Antall påvisninger og gjennomsnittlige konsentrasjoner viser årlige variasjoner, men ingen reelle endringer. I 2004 ble det gjort mange høye funn i Mørdrebekken, gjennomsnittlig konsentrasjon ble høy dette året (figur 7.14).

**Mekoprop/mekoprop-P (U)** brukes i noe mindre grad enn diklorprop i JOVA-feltene, og det er noe mindre gjenfinning av dette midlet. Det har gjennom perioden vært en overgang til preparater som kun inneholder den aktive isomeren mekoprop-p. Antall funn og konsentrasjoner viser ingen vesentlige endringer, men vi ser en tendens til økt bruk og økte funnkonsentrasjoner de siste par årene (figur 7.15).



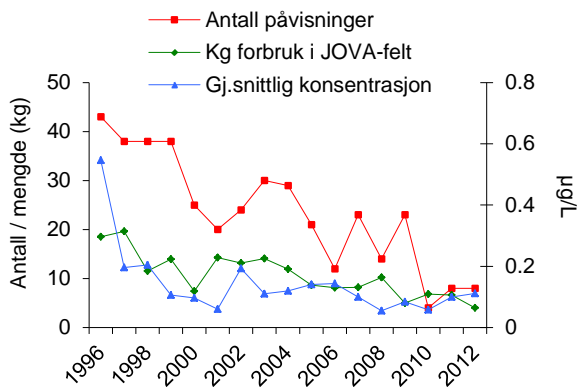
Figur 7.14. Funn og gj.snittlig konsentrasjon av diklorprop(-P). Kg forbruk i JOVA-felt. 1996-2012.



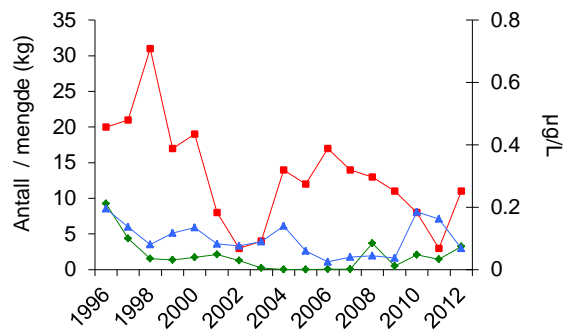
Figur 7.15. Funn og gj.snittlig konsentrasjon av mekoprop(-P). Kg forbruk i JOVA-felt. 1996-2012.

Metribuzin (U) er hyppig påvist i Vasshaglona og Heiabekken (grønnsak- og potetproduksjon), men det er også en del funn i Skas-Heigrekanalen. Fra og med 1999 ble det foretatt en betydelig reduksjon i anbefalt dose for middelet. Vi ser en tendens til redusert bruk i overvåkingsfeltene og antall påvisninger viser en nedadgående trend (figur 7.16). Gjennomsnittlige konsentrasjoner har stort sett ligget mellom 0,05 og 0,2 µg/L. Dersom vi ser på Heiabekken og Vasshaglona hver for seg, er det Heiabekken som har reduksjoner, mens vi ikke ser noen klar trend i Vasshaglona. En senkning av miljøfarlighetsverdien for metribuzin (MF=0,058 µg/L) i 2012 gjør at de fleste av påvisningene ligger over denne verdien.

Metalaksyl/metalaksyl-M (S) er hyppig påvist i Heiabekken og Vasshaglona, men er også påvist i andre bekker. Fra 1998 har det vært en overgang til preparater som kun inneholder den aktive isomeren metalaksyl-M. Dette innebærer i praksis en halvering av dosene. Figur 7.17 viser at antall påvisninger er redusert, men det var en økning igjen i 2004. Det var få funn i 2011, men flere i 2012. Det er ingen klar sammenheng mellom rapportert bruk og funn gjennom perioden. Gjennomsnittlige konsentrasjoner av metalaksyl er lave sett i forhold til MF-verdien for midlet.



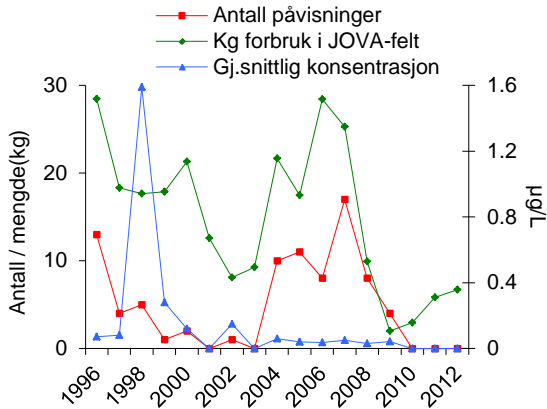
Figur 7.16. Funn og gj.snittlig konsentrasjon av metribuzin. Kg forbruk i JOVA-felt. 1996-2012.



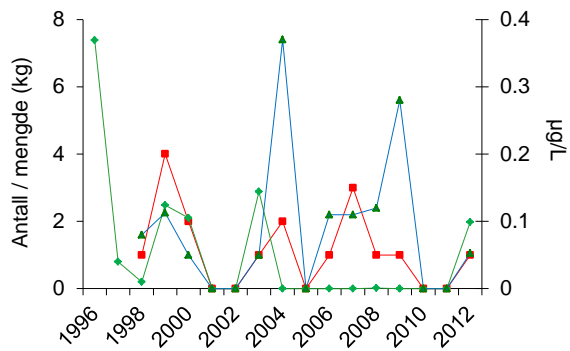
Figur 7.17. Funn og gj.snittlig konsentrasjon av metalaksyl/metalaksyl-M. Kg forbruk i JOVA-felt. 1996-2012.

Propikonazol (S) er et mye brukt soppmiddel som påvises i et visst omfang. Bruken av middelet og gjenfinning var lav i årene 2001 til 2003, mens antall funn økte med økt bruk i 2004-2007. Konsentrasjonene som påvises er gjennomgående lave med unntak av året 1998 og midlet ble sist påvist i 2009 (figur 7.18). Grunnet andre alternative midler på markedet er bruken av dette midlet redusert gjennom perioden. Resistensproblematikk knyttet til strobiluriner gjør at vi nå ser en relativt stabil bruk av propikonazol da midlet brukes i veksling og blandinger med disse for å motvirke utvikling av resistens.

Dimetoat (SK) er under utfasing og har de senere år kun vært tillatt brukt gjennom off-label godkjenning. Det er ingen klar trend gjennom overvåkingsperioden i gjenfinning av midlet i overvåkingsfeltene (figur 7.19). Det er store variasjoner i bruk og funn av midlet mellom år og ingen klar sammenheng disse.

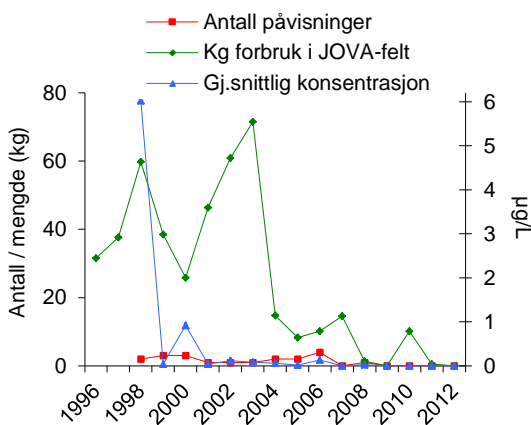


Figur 7.18. Funn og gj.snittlig konsentrasjon av propikonazol. Kg forbruk i JOVA-felt. 1996-2012.



Figur 7.19. Funn og gj.snittlig konsentrasjon av dimetoat. Kg forbruk i JOVA-felt. 1998-2012.

Fenpropimorf (S) er det soppmiddelet med fleste funn over MF-verdien gjennom perioden, men er ikke påvist i overvåkingsfelt etter 2008. Grunnet andre alternative midler på markedet er bruken av dette midlet sterkt redusert gjennom perioden (figur 7.20). Resistensproblematikk knyttet til strobiluriner gjør at vi fremdeles ser en viss bruk av fenpropimorf da midlet brukes i veksling og blandinger med disse for å motvirke utvikling av resistens.



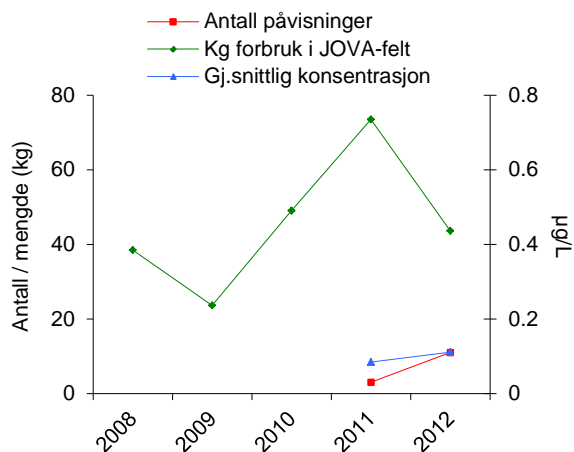
Figur 7.20. Funn og gj.snittlig konsentrasjon av fenpropimorf. Kg forbruk i JOVA-felt. 1996-2012.

### 7.4.3 Mulige nye utfordringer

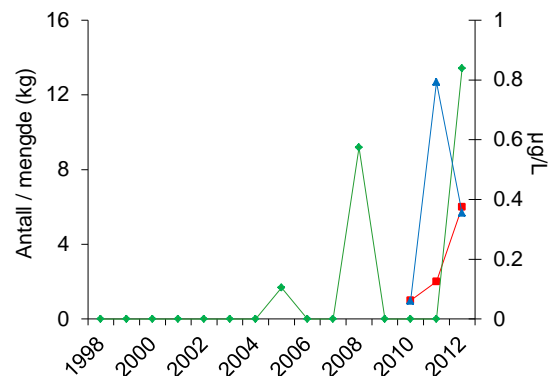
Protiokonazol (S) ble godkjent for bruk mot *Fusarium spp* i korn i 2008. Grunnet rask nedbrytning i miljøet er det metabolitten protiokonazol destio som i hovedsak påvises i bekkevann. Denne metabolitten kom inn i søkespekteret for vannanalysene i JOVA først i 2011, så det foreligger kun resultater for to års overvåking av dette stoffet. Figur 7.21 viser den omfattende bruken av protiokonazol i overvåkingsfeltene siden introduksjonen i 2008. Flere av funnene som er gjort av metabolitten så langt er over MF-verdien (0,034 µg/L).

Imidakloprid (SK) har vært omsatt siden 1998, men ble først rapportert bruk i JOVA-felt i 2005 og kom inn i søkespekteret for vannanalysene i JOVA først i 2011. Det er gjort flere funn over MF (0,2 µg/L) de to årene overvåkingen har pågått (figur 7.22). Imidakloprid er et middel i gruppen neonicotinoider. I overvåkingsfeltene er rapportert bruk i hovedsak beising av potet. Imidakloprid-

preparat for bruk til beising av frø er forbudt fra og med 2014 grunnet mistanker om ugunstige miljøeffekter.

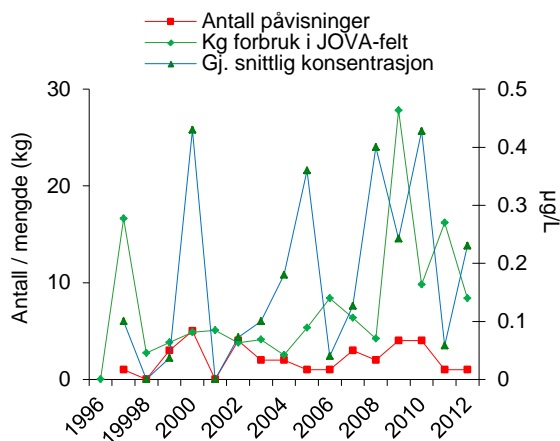


Figur 7.21. Funn og gj.snittlig konsentrasjon av protikonazol destio (metabolitt). Kg forbruk i JOVA-felt av protikonazol. 2008/2011-2012.



Figur 7.22. Funn og gj.snittlig konsentrasjon av imidakloprid. Kg forbruk i JOVA-felt. 1998/2010-2012.

Aklonifen (U) ble i 2013 inkludert på lista over prioriterte stoffer i Vanddirektivet, og har i den forbindelse fått fastsatt en EQS-verdi (0,12 µg/L) som også er adoptert som ny MF-verdi for midlet. Dette har gitt en lavere MF-verdi enn tidligere. Resultater fra JOVA-programmet viser ingen klare trender i gjenfinningen i JOVA-feltene gjennom overvåkingsperioden fra 1996 (figur 7.23). Resultatene viser store variasjoner mellom år i bruk og funn av midlet.



Figur 7.23. Funn og gj.snittlig konsentrasjon av aklonifen. Kg forbruk i JOVA-felt. 1996-2012.

Metribuzin (U) er også et middel som har fått økt oppmerksomhet de senere år. MF-verdien (0,058 µg/L) for midlet ble senket i 2012, og det er mange funn av midlet over MF-verdien gjennom overvåkingsperioden (jf. vedlegg 1 og figur 7.16).



## 7.5 Grunnvann

Plantevernmidler transporteres også til grunnvann og overflatenært grunnvann og gårdsbrønner er prøvetatt i overvåkingsprogrammet gjennom perioden 1997-2011. Lokalitetene som er valgt ut i overvåkingsprogrammet er risikoutsatte i forhold til faren for utvasking av plantevernmidler til grunnvann. Totalt er det tatt ut prøver fra 4 lokaliteter for overflatenært grunnvann og fra 22 brønner. Mange av lokalitetene er kun prøvetatt 1-2 år grunnet ingen/få påvisninger. Resultater fra første perioden i denne overvåkingen (1997-2004) er oppsummert av Haarstad og Ludvigsen (2007). I perioden etter 2004 er 8 lokaliteter prøvetatt gjennom et varierende antall år. I de undersøkte feltene forekommer det en betydelig transport av en del plantevernmidler ned gjennom jordprofilen og til overflatenært grunnvann, med andel funn og funnkonsentrasjoner på nivå med jordbruksbekker. Heia er det overvåkingsfeltet med lengst sammenhengende prøvetaking. Her er to grunnvannsbrønner i overflatenært grunnvann prøvetatt gjennom perioden 1995-2011, og det er påvist totalt 17 ulike plantevernmidler og 3 metabolitter. Det er gjort totalt hhv 39 og 70 funn i brønnene B1 og B3, med flest påvisninger av ugrasmiddelet bentazon og soppmiddelet metalaksyl i begge brønnene. Det er ved to anledninger (1997 og 2010) påvist en totalkonsentrasjon av plantevernmidler over Drikkevannsforskriftens grenseverdi på 0,5 µg/L, og det er gjort totalt 19 funn av enkeltmidler over Drikkevannsforskriftens grenseverdi på 0,1 µg/L. Ved prøvetaking av overflatenært grunnvann vil imidlertid disse grenseverdiene ikke være et særlig relevant sammenlikningsgrunnlag. Det er påvist tre plantevernmidler og en metabolitt i konsentrasjoner over MF-verdien i de to grunnvannsbrønnene i Heiafeltet i løpet av perioden 1995-2011. Metribuzin, pyraklostrobin, cyprodinil og metabolitten protiokonazol destio er hver påvist én gang over MF-grense. Det ble i 2011 tatt ut 3 prøver fra hver av de to grunnvannsbrønnene. Det ble gjort funn i alle de 6 prøvene. Totalt 9 plantevernmidler ble påvist, 6 soppmidler og 3 ugrasmidler, med til sammen 17 påvisninger. Soppmiddelet protiokonazol ble påvist i en prøve tatt ut 4. mai og metabolitten protiokonazol destio påvist i de to påfølgende prøvene (16.06 og 25.10) i samme brønn. Ett av funnene av metabolitten lå over antatt faregrense for kroniske effekter på vannlevende organismer (0,061 µg/L påvist 25.10; MF = 0,034 µg/L). Disse funnene gir grunn til bekymring pga. bruken av protiokonazol mot *Fusarium spp.* i korn. Manglende prøvetaking påfølgende år gjør det imidlertid umulig å konkludere hvordan den faktiske problemsituasjonen er.

Drikkevannsbrønner i tilknytning til tun og i nærheten av jordbruksarealer, er ofte utsatt for påvirkning av plantevernmidler (bl.a. Eklo et al., 2002). Spesielt utsatt er brønner lokalisert på tun, der stedet for fylling av sprøyter og vaskeplass for sprøyteutstyr ofte er lokalisert i nærheten av drikkevannsbrønnen. Både brønner som er gravd i jord og dype fjellbrønner ser ut til å være utsatt. Kartlegging av forurensning av plantevernmidler i grunnvann er de senere årene i hovedsak ivaretatt gjennom det Handlingsplanfinansierte prosjektet «Pesticider i grunnvann» som viser funn i grunnvannsbrønner over veiledende grenseverdi i drikkevannsforskriften (0,1 µg/L) i ca. 10 % av analyserte prøver i perioden 2007-2012 (Roseth, 2013).

## 8. Konklusjon

---

Jordbruksdriften i overvåkingsfeltene viser trender som svarer godt til trendene i jordbruket for øvrig i Norge.

Gjødslingen i overvåkingsfeltene viser noen endringer i løpet av overvåkingsperioden. Nitrogentilførselene i de to overvåkingsfeltene Naurstad i Nordland og Volbu i Valdres er redusert signifikant på grunn av ekstensivering av jordbruksdriften. Dessuten er det registrert en tendens til reduksjon i nitrogentilførselene i Mørdre på Romerike. I Time i Rogaland er det registrert tendens til økning i nitrogentilførselene på grunn av økt husdyrtetthet. Fosfortilførselen er også redusert i Naurstad og Volbu, mens den har økt i Kolstad på grunn av økning i husdyrtettheten. I Heia er fosfortilførselen redusert på grunn av redusert areal med potet. Siden 2008 har det vært en kraftig reduksjon i fosfor tilført med mineralgjødsel i alle felt.

Nitrogen- og fosforbalansene viser noe lignende trender som gjødslingen. I Volbu er nitrogen- og fosforbalansene redusert og i Time har balansen vist en økning. Dessuten er det tendens til reduserte fosforbalanser i Skuterud, Heia og Naurstad. Den nedadgående trenden i nitrogenbalansen i Volbu viser sammenheng med trenden i nitrogenkonsentrasjoner i bekken.

Heia og Vasshaglona har store arealer med poteter og grønnsaker som er produksjoner hvor det brukes mye plantevernmidler. Disse feltene viser en relativt stabil plantevernmiddelbruk gjennom overvåkingsperioden, men indikasjoner på en reduksjon i mengde soppmidler sprøytet kan knyttes til en nedgang i potetarealet. Analyser av konsentrasjoner av plantevernmidler i jordbruksbakkene i disse feltene indikerer redusert miljøbelastning gjennom overvåkingsperioden. I gras/husdyrfeltet Time er det et generelt lavt forbruk av plantevernmidler. Trendanalyser for plantevernmidler i vannmiljø viser redusert belastning for perioden 1996-2012. Dette er forårsaket av funn av enkelte skadedyrmidler de første årene av overvåkingsperioden og for perioden 2000-2012 er det ingen signifikante trender i dette feltet. Det er en tendens til økende bruk av soppmidler i de to korndominerte feltene Skuterud og Mørdre, noe som gjenspeiles i indikasjoner på en økning i funn av soppmidler (Skuterud, Mørdre og Hotran). Totalt for overvåkingsperioden fram til og med 2012 er det ingen klare trender i utviklingen av funn av plantevernmidler i disse feltene.

I de tre kornfeltene på Østlandet, Skuterud, Mørdre og Kolstad, er det gjennomført jordarbeidingstiltak som skulle tilsi reduserte jordtap fra skiftene i disse feltene. I Mørdre er erosjonsrisikoen redusert med ca. 20 %, i de to andre felt noe mindre. Det er ikke funnet tilsvarende reduksjoner i det målte partikkeltapet fra feltene. Det skyldes bl.a. avstanden fra skiftene til vassdraget og dessuten har været stor betydning for de aktuelle tapene som måles.

Overvåkingsdataene viser en trend med økende bruk av ugrasmidlet glyfosat gjennom perioden som kan knyttes til økt omfang av redusert jordarbeiding ved korndyrking. Glyfosat inngår ikke i søkespekteret for vannanalysene, så det er uavklart hvordan økt bruk påvirker konsentrasjonsnivåene i bekkevann.

Det er ikke registrert signifikante trender i nitrogentap fra feltene i overvåkingsperioden. For fosfor er det registrert tendens til nedadgående trend i Vasshaglona og en tendens til oppadgående trend i Hotran. Det er dessuten tendens til redusert partikkeltap i Skuterud, Vasshaglona og Time. I trendanalysen er det tatt hensyn til variasjoner i avrenning, men nedbør og temperaturvariasjoner har likevel stor betydning for avrenning og for de målte konsentrasjonene, særlig av partikler og fosfor.

Trendanalysene for belastning fra plantevernmidler i vannmiljø tilsier at det er en positiv utvikling i enkelte av overvåkingsfeltene. Totalt sett indikerer imidlertid overvåkingsresultatene en risiko for uønskede effekter i vannmiljø. En utvidelse av søkespekteret for vannanalysene fra sesongen 2011

samt en senkning av enkelte miljøfarlighetsverdier ut fra nyere toksisitetsdata, har resultert i funn av flere midler i konsentrasjoner over MF-verdien de siste årene. Det foreligger fremdeles ingen nyere overvåkingsdata for mye brukte midler som sulfonylurea lavdosemidler, glyfosatpreparater og dikvat dibromid, og vi har begrenset kunnskap om forekomst av de plantevernmidlene som er svært giftige og har en miljøfarlighetsverdi under bestemmelsesgrensen i analysemetoden. Det er heller regelen enn unntaket at flere plantevernmidler forekommer samtidig i vannprøver fra jordbruksbekker som tas ut gjennom vekstsesongen. Overvåkingsresultatene indikerer en risiko for negative effekter på vannlevende organismer i kortere perioder gjennom vekstsesongen på grunn av risiko for samvirkning mellom plantevernmidlene.

## 9. Referanser

---

- Adielsson, S., Törnquist, M., Kreuger, J., 2007. [Rapport om växtskyddsmedel och miljöeffekter baserat på pesticidövervakningen och regionala databasen](#). Underlag till SJVs rapportering om CAPs miljöeffekter. Teknisk rapport 118, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala, 27 pp.
- Andersson, M., Kreuger, J., 2011. [Preliminära riktvärder för växtskyddsmedel i ytvatten](#), beräkning av riktvärden för 64 växtskyddsmedel som saknar svenskt riktvärde. Teknisk rapport 144, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala, 90 pp.
- Bechmann, M. 2012. Effect of tillage on sediment and phosphorus losses from a field and a catchment in south eastern Norway. Special Issue on Soil in erosion in Nordic countries. Acta Agriculturae Scandinavica, section B. Plant and soil 62, Suppl. 2, 206-216.
- Bechmann, M. 2014. The effect of phosphorus application and balance on concentrations in streams from agricultural dominated catchments in Norway. Acta Agriculturae Scandinavica, section B. Plant and soil. 63(2) 162-171.
- Bechmann, M., Blicher-Mathiesen, G., Kyllmar, K., Iital, A., Lagzdins, A., Salo, T. 2014. Nitrogen application, balances and the effect on nitrogen concentrations in runoff from small catchments in the Nordic-Baltic countries. Agriculture, Ecosystems and Environment (Accepted).
- Blankenberg, A.-G.B., Bechmann, M., Turtumøygard, S., Paruch, A., Paruch, L. 2014. Spredt avløp i jordbrukslandskapet - Tilførsler av fosfor og E. coli i jordbruksbekker. Bioforsk rapport 9(6). 22s.
- Deelstra, J., Stenrød, M., Bechmann, M., Eggestad, H.O., 2013. Discharge measurement and water sampling. In: Bechmann, M., Deelstra, J. (Eds.). Agriculture and Environment - Long Term Monitoring in Norway. Akademika Publishing, Trondheim, Norway, ISBN nr. 978-82-321-0014-9, 83-104.
- Direktoratsgruppa vanndirektivet, 2009. Veileder 01:2009 Klassifisering av miljøtilstand i vann.
- EC, 2003. Technical guidance document on risk assessment. Part II. Available at [http://ihcp.jrc.ec.europa.eu/our\\_activities/public-health/risk\\_assessment\\_of\\_Biocides/doc/tgd/tgdpart2\\_2ed.pdf](http://ihcp.jrc.ec.europa.eu/our_activities/public-health/risk_assessment_of_Biocides/doc/tgd/tgdpart2_2ed.pdf)
- EC. 2011. Guidance Document No. 27: Technical Guidance for Deriving Environmental Quality Standards. Technical Report - 2011 - 055.
- Eklo, O.M., Kværner, J., Solbakken, E., Solberg, I., Sorknes, S., 2002. Potetdyrking og forurensning av grunnvann med plantevernmidler. Grønn Forskning 46/2002. Planteforsk, Ås.
- Haarstad, K., Ludvigsen, G.H., 2007. Ten years of pesticide monitoring in Norwegian ground water. Ground Water Monitoring & Remediation 27: 75-89.
- Hauken, M., Bechmann, M., Stenrød, M., Eggestad, H.O., Deelstra, J., 2012. Erosjon og tap av næringsstoffer og plantevernmidler fra jordbruksdominerte nedbørfelt. Sammendragsrapport for overvåkingsperioden 1992-2011 fra Program for jord- og vannovervåking. Bioforsk rapport 7 (78).
- Hauken, M. 2014. Jord- og vannovervåking i landbruket. Feltrapporter fra programmet i 2012. Bioforsk rapport 9(75).48s.
- Holen, B., 1995. Lagringsforsøk pesticider i vann. Adsorpsjon til emballasjen. Planteforsk rapport. 8 s.
- Korsaeth, A., Eltun, R., 2000. Nitrogen mass balance in conventional, integrated and ecological cropping systems and the relationship between balance calculations and nitrogen runoff in an 8-year field experiment in Norway. Agriculture, Ecosystems and Environment 79, 199-214.

- Krogstad, T., Øgaard, A.F., Skarbøvik, E. 2013. Laboratorieanalyser av suspendert stoff, fosfor og nitrogen i turbide vannprøver - usikkerhet og metodeutfordringer. *Vann* 2(48), 239-248.
- Kværnø, S. og Bechmann, M. 2010. Transport av jord- og næringsstoffer i overflate- og grøftevann. *Bioforsk rapport* 5(30). 76s
- LMD, 1997. Forskrift om husdyrgjødsel. Landbruksdepartementet 1997. 24s.
- Landbruks- og Matdepartementet, 2009. Handlingsplan for redusert risiko ved bruk av plantevernmidler (2010-2014).  
[http://www.regjeringen.no/upload/LMD/Vedlegg/Handlingsplan\\_plantervern\\_2010\\_2014.pdf](http://www.regjeringen.no/upload/LMD/Vedlegg/Handlingsplan_plantervern_2010_2014.pdf)
- Libiseller, C. and Grimvall, A. 2002. Performance of partial Mann-Kendall tests for trend detection in the presence of covariates. *Environmetrics* 13:71-84
- Ludvigsen G.H. & Lode, O., 2002. Trends of pesticides in Norwegian streams and rivers (1996-2000). *International Journal of Environmental and Analytical Chemistry* 82: 631-643.
- Mattilsynet, 2013. Omsetningsstatistikk for plantevernmidler. [www.mattilsynet.no](http://www.mattilsynet.no)
- Mattilsynet, 2014. Se side 21. [www.mattilsynet.no](http://www.mattilsynet.no)
- Murphy, J., Riley, J.P., 1962. A modified single solution method for determination of phosphate in natural waters. *Anal. Chim. Acta* 27, 31-6.
- Petersen, K., Stenrød, M., Tollefsen, K.E., 2013. Initial environmental risk assessment of combined effects of plant protection products in six different areas in Norway. NIVA Rapport sno 6588-2013.
- Roseth, R., 2013. Plantevernmidler i grunnvann i jordbruksområder. *Bioforsk Rapport* vol. 8 nr. 46.
- Sieling, K., Kage, H. 2006. N balance as an indicator of N leaching in an oilseed rape - winter wheat - winter barley rotation. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 115, 261-269.
- SSB, 2014. Pers.medd. Statistisk Sentral Byrå v/Anne Snellingen Bye.
- Svendsen, N.O. & Holen, B. 2000. Lagringsforsøk pesticider i vann, adsorpsjon og nedbrytning. *Planteforsk rapport*. 10 s.
- Turtumøygard, S. 1997. GIS i kommunalt avløp. *Jordforsk rapport* nr. 54/1997.
- Tørresen K, Stenrød M, Hofgaard I. 2014. Jordarbeiding og glyfosatbruk. *Bioforsk FOKUS* 9 (1). p. 141-146. ISBN 978-82-17-01203-0.
- Vandsemb, S. and Bechmann, M. 2004. Miljøeffekter av fangvekst i Hedmark fylke. *Jordforsk rapport* 18. 21s.
- Øgaard, A.F. 2008. Gjødslingspraksis ved bruk av husdyrgjødsel - Resultater fra fire nedbørfelt i JOVA-programmet. *Bioforsk rapport* 3(60), 20pp.
- Øgaard, A.F. 2014. Nitrogen balance and nitrogen use efficiency in cereal production in Norway. *Acta Agriculturae Scandinavica, section B. Plant and soil*. 63(2) 146-155..
- Øygarden, L., Grønland, A., Skøien, S., Refsgaard, K., Krokann, K., Nordskog., K., Bechmann, M. 2012. Evaluering av Regionale Miljøprogram (RMP) 2011. Evaluering av ordningen «Avrenning til vassdrag». *Bioforsk Rapport* Vol. 7 Nr. 21. s 28.
- Aarstad, P.A., Bjørlo, B., 2012. Bruk av plantevernmidler i jordbruket i 2011. *Rapporter* 42/2012. Statistisk sentralbyrå.

# 10. Vedlegg

---

Vedlegg    Emne

- 1            Funn av plantevernmidler i bekker og elver i perioden 1995-2012
- 2            Overskridelser av miljøfarlighetsgrenser (MF-grenser) for plantevernmidler
- 3            Søkespekter for analyser av plantevernmidler i vann



Vedlegg 1: Funn av plantevernmidler i bekker og elver i perioden 1995-2012

Tabell V1.1. Funn av plantevernmidler i bekker og elver i perioden 1995 til 2012. Plantevernmidlene er innenfor hver gruppe rangert etter antall overskridelser av miljøfarlighetsgrense (MF-grense).

	Antall prøver analysert	Antall funn	% av antall prøver	Antall overskrid. av MF*	MF/AMF-grense	Gj. snitt kons. µg/L	Maks kons. µg/L
<b>Ugrasmidler</b>							
Metribuzin	2259	462	21 %	249*	0,058/0,8	0,17	12
Propaklor	2259	82	4 %	20	0,29/0,65	1,61	68
Linuron	2259	139	6 %	20	0,56/0,7	0,29	2,9
Aklonifen	2139	35	2 %	12*	0,12/0,12	0,22	1,5
Isoproturon <sup>1</sup>	1016	21	2 %	3	0,32/2,1	0,11	0,45
Metamitron	2259	122	5 %	2	10/14	1,03	42
Simazin	2259	73	3 %	1	0,42/4,2	0,07	0,57
Terbutylazin	2259	1	<1 %	1	0,2/1,6	-	0,09
Fenmedifam	432	9	2 %	1	1/8,6	0,47	2,2
Glyfosat <sup>2</sup>	83	74	89 %	0	28/64	0,15 <sup>3</sup>	4,0 <sup>3</sup>
Bentazon	2259	638	28 %	0	80/360	0,24	6,9
MCPA	2259	624	28 %	0	13/260	0,32	9,7
Diklorprop	2259	299	13 %	0	15/250	0,22	10,5
Mekoprop	2259	295	13 %	0	44/64	0,12	1,8
2,6-diklorbenzamid (BAM) (metabolitt)	1550	145	9 %	0	21/110	0,04	0,6
Fluroksypyr	1982	103	5 %	0	10/140	0,18	1,5
2,4 - D	2259	78	4 %	0	2,2/5,8	0,10	1,1
Klopyralid	1546	44	3 %	0	71/540	0,26	2,4
Dikamba	1715	18	1 %	0	4,5/45	0,08	0,25
Pinoksaden	96	1	1 %	0	0,91/91	-	0,029
Pyridat metabolitt	96	1	1 %	0	4,93/49,3	-	0,11
Klorprofam	1546	9	<1 %	0	5/30	0,29	1,4
Flamprop	1546	1	<1 %	0	19/240	-	0,16
Atrazin	2259	2	<1 %	0	0,4/4,3	-	0,03
<i>Sum ugrasmidler</i>		3276		309			
<b>Soppmidler</b>							
Fenpropimorf	1982	21	1 %	20	0,016/17	0,81	12
Propikonazol	2259	97	4 %	9	0,13/0,8	0,14	7,7
Prokloraz	2139	14	<1 %	9	0,05/6,65	0,11	0,25

Protiokonazol-destio <sup>4</sup>	96	14	15 %	9	0,033/3,9	0,11	0,55
Fluazinam	1646	23	1 %	2	1,2/3,6	0,32	2,2
Azoksystrobin	1050	106	10 %	1	0,95/0,95	0,11	2,5
Cyprodinil	1375	45	3 %	1	0,18/0,33	0,04	0,29
Fenamidon <sup>4</sup>	96	4	4 %	1	0,25/5,3	0,21	0,68
Karbendazim <sup>4</sup>	96	1	1 %	1	0,03/1,9	-	0,039
ETU <sup>2</sup> (metabolitt)	59	14	24 %	0*	20/216	0,26	3,0
Pencykuron <sup>4</sup>	96	12	13 %	0	4,96/30	0,10	0,42
Trifloksystrobin-metabolitt	432	53	12 %	0	32/771	0,11	0,46
Metalaksyl-m	2259	258	11 %	0	96/360(0)	0,12	1,62
Boskalid <sup>4,5</sup>	98	8	7 %	0	12,5/270	0,12	0,33
Kresoksim** (metabolitt)	1216	69	6 %	0	100/10000	0,26	1,5
Iprodion	1982	67	3 %	0	17/25	0,29	5,3
Mandipropamid <sup>4</sup>	96	3	3 %	0	0,76/79	0,13	0,24
Fenheksamid	432	9	2 %	0	28/100	0,29	1,4
Pikoksystrobin	432	5	1 %	0	0,36/0,62	0,02	0,03
Cyazofamid <sup>4</sup>	96	1	1 %	0	0,25/2,5	-	0,03
Tiabendazol	2139	3	<1 %	0	2,4/2,8	0,13	0,22
Penkonazol	1715	6	<1 %	0	6,9/22	0,08	0,28
Pyraklostrobin	432	2	<1 %	0	0,4/0,6	-	0,1
Imazalil	797	2	<1 %	0	3,0/14,8	-	0,64
Trifloksystrobin	797	2	<1 %	0	0,19/0,53	-	0,03
Pyrimetanil	1594	4	<1 %	0	16/120	0,05	0,11
Kresoksim-metyl	432	1	<1 %	0	0,7/5,5	-	0,01
<b>Sum soppmidler</b>		<b>844</b>		<b>53</b>			
<b>Skadedyrmidler</b>							
Klorfenvinfos	2259	26	1 %	26	0,00025/0,0025	0,08	0,37
Azinfosmetyl	2139	11	<1 %	11	0,0034/0,021	0,24	0,64
Diazinon	2259	12	<1 %	12	0,017/0,096	0,14	0,49
Lindan	2259	33	2 %	5	0,08/0,29	0,06	0,16
Imidaklopid <sup>4,5</sup>	98	9	9 %	4	0,2/5,52	0,42	1,5
Pirimikarb	2259	21	1 %	4	0,09/0,65	0,07	0,47
Alfacypermetrin	2139	2	<1 %	2	0,0001/0,0007	-	0,01
Dieldrin	1050	1	<1 %	1	0,01/0,01	-	0,16
Esfenvalerat	1715	1	<1 %	1	0,0001/0,0048	-	0,06

DDT-m. metabolitter	2259	1	<1 %	1	0,025/0,025	-	0,06
Permetrin***	2259	1	<1 %	1	0,0006/0,006	-	0,02
Dimetoat	2259	18	<1 %	0	4/200	0,17	0,75
<i>Sum skadedyrmidler</i>		136		68			
Sum alle		4256		436			

\*Avvik fra tidligere rapportering pga endring i MF-verdien for flere stoffer. \*\*Avvik fra tidligere rapportering da denne ved en feil var navngitt kresoksim-metyl. \*\*\*Avvik fra tidligere rapportering da funn av permetrin i 2005 ikke har vært oppgitt i tidligere sammendragsrapporter.

<sup>1</sup>Spesialanalyser (færre prøver) fram til 2004. <sup>2</sup>Spesialanalyser. Ikke analysert etter 2004. <sup>3</sup>Høyeste kons påvist under episodestudie, gj.snitt fra ordinære prøver. <sup>4</sup>Påvist pga utvidet standard søkespekter fra 2011. <sup>5</sup>To prøver i Heiabekken analysert med utvidet analysemetode i 2010.

## Vedlegg 2: Overskridelser av miljøfarlighetsgrenser (MF-grenser) for plantevernmidler

Tabell V2.1. Overskridelser av miljøfarlighetsgrenser (MF-grenser) for plantevernmidler. På grunn av endringer i MF-verdiene etter forrige samlerapportering for noen viktige stoffer som har vært inkludert i søkespekteret over så å si hele overvåkingsperioden, er overskridelsene angitt de nye MF-verdier for hele overvåkingsperioden, mens de gamle verdiene er hentet fra forrige samlerapport.

År	Antall prøver	Antall overskridelser		Overskridelser i % av antall prøver	
		Basert på MF-verdier pr.		Basert på MF-verdier pr.	
		2011	2013	2011	2013
1995	120	18	28	15	23
1996	157	19	34	12	22
1997	208	24	41	12	20
1998	185	33	48	18	26
1999	189	17	33	9	18
2000	106	13	21	12	20
2001	123	3	10	2	8
2002	130	19	28	15	22
2003	123	8	24	7	20
2004*	126	25	30	20	24
2005	125	16	21	13	17
2006	120	14	23	12	19
2007**	120	8	18	7	15
2008	111	4	9	4	8
2009	112	2	13	2	12
2010	113	1	2	1	2
2011	42	-	8	-	19
2012	54	-	17	-	32
SUM	2264	224	409	-	
Gjennomsnitt pr år		14	23	10	18

\* Nytt prøvested i Heia er ikke tatt med. \*\*Dobbelt prøveuttak i Heia er utelatt.

### Vedlegg 3: Søkespekter for plantevernmidler i vann

Standard analyseprogram, bestemmelsesgrenser og måleusikkerhet for prøvene som er analysert med GC-MULTI M60 og GC/MS-MULTI M15 fram til og med 2010, er vist i tabell 1. Søkespekter for analysene med M60, M15 og LC-MS/MS M91 fra 2011 er vist i tabell 2.

På noen prøver er det enkelte år utført spesialanalyser med følgende bestemmelsesgrenser:

#### Bioforsk Plantehelse:

- isoproturon, bestemmelsesgrense 0,05 µg/L i 1995-1999 og 0,01 µg/L (2000-2003).
- klormekvat, bestemmelsesgrense 0,05 µg/L.
- glyfosat, bestemmelsesgrense 0,01 µg/L (2001→).
- desamino-metribuzin (metribuzin- DA), bestemmelsesgrense 0,01 µg/L.
- diketo-metribuzin (metribuzin-DK), bestemmelsesgrense 0,02 µg/L.
- desamino-diketo-metribuzin (metribuzin-DADK), bestemmelsesgrense 0,02 µg/L.

#### Sveriges Landbruksuniversitet, Institusjon for Organisk Miljøkemi:

- tribuneron-metyl, bestemmelsesgrense 0,02 µg/L (1997).
- klorsulfuron, bestemmelsesgrense 0,01 µg/L (1997).
- ETU (nedbrytningsprodukt av mankozeb), bestemmelsesgrense 0,05 µg/L (1996).

#### Miljø Kjemi, Danmark:

- glyfosat, analysert ved bestemmelsesgrense 0,01 µg/L (1997-2001).
- ETU (nedbrytningsprodukt av mankozeb, bestemmelsesgrense 0,01 µg/L (1998).
- tribenuron-metyl, bestemmelsesgrense 0,03 µg/L (1999).
- tribenuron-metyl, bestemmelsesgrense 0,01 µg/L (2000-2001).
- tribenuron-metyl, bestemmelsesgrense 0,02 µg/L (2002).
- triazinamin-metyl (nedbrytningsprodukt av tribenuron-metyl), best. grense 0,02 µg/L (2002).
- klorsulfuron, bestemmelsesgrense 0,01 µg/L (2000-2001).
- triasulfuron, bestemmelsesgrense 0,01 µg/L (2000-2001).
- tifensulfuron-metyl, bestemmelsesgrense 0,01 µg/L (2000-2001).
- metsulfuron-metyl, bestemmelsesgrense 0,01 µg/L (2000-2001).

#### Eurofins:

- ETU (nedbrytningsprodukt av mankozeb), bestemmelsesgrense 0,01 µg/L (2008).

Tabell V3.1. Søkespekter for vannprøvene M60 og M15 (pr. 2010)



## SØKESPEKTER FOR VANNPRØVER (M60 OG M15)

### Metode M60, GC-multi vann

Pesticid	Gruppe	LOQ µg/L	Pesticid	Gruppe	LOQ µg/L
Aklonifen	U	0,01	Heptaklor	I	0,01
Aldrin	I	0,01	Heptaklor epoksid	M	0,01
Alfacypermetrin	I	0,01	Imazalil	S	0,05
Atrazin	U	0,01	Iprodion	S	0,02
Atrazin-desetyl	M	0,01	Isoproturon	U	0,01
Atrazin-desisopropyl	M	0,02	Klorfenvinfos	S	0,01
Azinfosmetyl	I	0,01	Klorprofam	U	0,01
Azoksystrobin	S	0,02	Kresoksimmetyl	S	0,01
Cyprodinil	S	0,01	Lambdacyhalotrin	I	0,01
Cyprokonazol	S	0,01	Lindan	I	0,01
DDD- o,p'	M	0,01	Linuron	U	0,02
DDD- p,p'	M	0,01	Metalaksyl	S	0,01
DDE- o,p'	M	0,01	Metamitron	U	0,05
DDE- p,p'	M	0,01	Metribuzin	U	0,01
DDT- o,p'	I	0,01	Paklobutrazol	V	0,01
DDT- p,p'	I	0,01	Penkonazol	S	0,01
Diazinon	I	0,01	Permetrin	I	0,01
Dieldrin	I	0,01	Pikoksystrobin	S	0,01
2,6-diklorbenzamid (BAM)	M	0,01	Pirimikarb	I	0,01
Dimetoat	I	0,01	Prokloraz	S	0,02
Endosulfan sulfat	M	0,01	Propaklor	U	0,01
Endosulfan-alfa	I	0,01	Propikonazol	S	0,01
Endosulfan-beta	I	0,01	Pyraklostrobin	S	0,01
Esfenvalerat	I	0,02	Pyrimetamil	S	0,01
Fenheksamid	S	0,02	Simazin	U	0,01
Fenitroton	I	0,01	Tebukonazol	S	0,02
Fenmedifam	U	0,02	Terbutylazin	U	0,01
Fenpropimorf	S	0,01	Tiabendazol	S	0,05
Fenvalerat	I	0,02	Tolklofosmetyl	S	0,01
Fluazinam	S	0,02	Trifloksystrobin	S	0,01
Heksaklorbenzen (HCB)	S	0,01	Vinklozolin	S	0,01

I: Skadedyrmediddel (insecticid) U: Ugrasmiddel (herbicid) S: Soppmiddel (fungicid) M:metabolitt V: vekstregulator

Fortsetter på baksiden



### Metode M15, GC/MS- multi vann

Pesticid	Gruppe	LOQ µg/L
Bentazon	U	0,01
2,4-D	U	0,01
Dikamba	U	0,02
Diklorprop	U	0,01
Flamprop	U	0,1
Fluroksypyr	U	0,05
Klopyralid	U	0,05
Kresoxim	M	0,02
MCPA	U	0,01
Mekoprop	U	0,01
Trifloksystrobin- metabolitt AE1344138	M	0,05

I: Skadedyrmiddel (insecticid) U: Ugrasmiddel (herbicid) S: Soppmiddel (fungicid) M:metabolitt V: vekstregulator

LOQ: Limit of quantification = bestemmelsesgrense: Den laveste konsentrasjonen av stoffet som kan bestemmes kvantitativt med metoden. Bestemmelsesgrensene kan være høyere i sterkt forurenset vann. Endringer i forhold til de rettlede bestemmelsesgrensene blir oppgitt på analyserapporten.

Opplysninger om måleusikkerhet kan fås ved henvendelse til laboratoriet.

For multimetoder oppgis bare de pesticider som påvises ved analysen. De andre pesticidene som metoden omfatter, er da ikke påvist over bestemmelsesgrensene. Dersom analyseresultatet er oppgitt som "Ikke påvist" for en metode, betyr det at ingen av stoffene som metoden omfatter er funnet i konsentrasjoner over rettlede bestemmelsesgrense. Endringer i forhold til de rettlede bestemmelsesgrensene blir oppgitt på analyserapporten.

Tabell V3.2. Søkespekter for vannprøvene M60, M15 og M91 (pr. 2012)



## SØKESPEKTER FOR VANNPRØVER (M60 OG M15)

### Metode M60, GC-multi vann

Pesticid	Gruppe	LOQ µg/L	Pesticid	Gruppe	LOQ µg/L
Aklonifen	U	0,01	Fenvalerat	I	0,02
Aldrin	I	0,01	Fluazinam	S	0,02
Alfacypermethrin	I	0,01	Heksaklorbenzen (HCB)	S	0,01
Boskalid *	S	0,02	Heptaklor	I	0,01
Cyflutrin beta *	I	0,02	Heptaklor epoksid trans	M	0,01
Cyprodinil	S	0,01	Klorproflumetor	V	0,01
DDD- o,p'	M	0,01	Lambdacyhalotrin	I	0,01
DDD- p,p'	M	0,01	Lindan (HCH gamma)	I	0,01
DDE- o,p'	M	0,01	Metalaksyl	S	0,01
DDE- p,p'	M	0,01	Permethrin	I	0,01
DDT- o,p'	I	0,01	Pikoksystrobin	S	0,01
DDT- p,p'	I	0,01	Propiklor	U	0,01
Deltamethrin *	I	0,05	Pyrimethanil	S	0,01
Diazinon	I	0,01	Pyriproksyfen *	S	0,01
Dieldrin	I	0,01	Simazin	U	0,01
Endosulfan alfa	I	0,01	Terbutylazin	U	0,01
Endosulfan beta	I	0,01	Tolclofosmetyl	S	0,01
Endosulfan sulfat	M	0,01	Vinklozolin	S	0,01
Fenitrothion	I	0,01			

Antall stoffer 37

### Metode M15, GC/MS- multi vann

Pesticid	Gruppe	LOQ	Pesticid	Gruppe	LOQ
Bentazon	U	0,01	Klapyralid	U	0,05
2,4-D	U	0,01	Kresoxim	M	0,02
Dikamba	U	0,02	MCPA	U	0,01
Diklorprop	U	0,01	Mekoprop	U	0,01
Flamprop	U	0,1	Trifloksystrobin-		
Fluroksypyr	U	0,05	metabolitt AE1344138	M	0,05

Antall stoffer 11

I: Skadedyrmediddel (insekticid) U: Ugnsmiddel (herbicid) S: Soppmiddel (fungicid) M: Metabolitt V: Vegetabilitor  
 \*: Ikke akkreditert

LOQ: limit of quantification = kvantifiseringsgrense: Den laveste konsentrasjonen av stoffet som kan bestemmes kvantitativt med metoden. Kvantifiseringsgrensene kan være høyere i sterkt forurenset vann. Endringer i forhold til de rettleiende kvantifiseringsgrensene blir oppgitt på analyse rapporten.

For multi metoder oppgis bare de pesticidene som påvises ved analysen. De andre pesticidene som metoden omfatter, er ikke påvist over kvantifiseringsgrensene. Dersom analyseresultatet er oppgitt som "ikke påvist" for en metode, betyr det at ingen av stoffene som metoden omfatter er funnet i konsentrasjoner over kvantifiseringsgrensen.

Opplysninger om måleusikkerhet kan fås ved henvendelse til laboratoriet.

Søkespekter for LC-MS/MS multi vann M9 1

Pesticid	LOQ µg/L	Pesticid	LOQ µg/L
Abamektin	I 0,02	Klorfenvinfos	I 0,02
Atrazin	U 0,02	Kresoximmetyl	S 0,02
Atrazin desetyl	M 0,02	Linuron	U 0,02
Atrazin desisopropyl	M 0,02	Mandipropamid	S 0,02
Azinfosmetyl	I 0,02	Metamitron	U 0,02
Azoksystrobin	S 0,02	Metiokarb	I 0,02
BAM (2,6-diklorbenzamid)	M 0,02	Metiokarb sulfoksid	M 0,02
Bifenazat	I 0,02	Metiokarb sulfon	M 0,02
Bitertanol	S 0,02	Metribuzin	U 0,02
Cyazofamid	S 0,02	Paklobutrazol	V 0,02
Cyprokonazol	S 0,02	Pencykuron	S 0,02
Diflubenzuron	I 0,02	Penkonazol	S 0,02
Dimetoat	I 0,02	Pirimikarb	I 0,02
Dimetomorf	S 0,02	Pirimikarb desmetyl	M 0,02
Fenamidon	S 0,02	Pirimikarb desmetyl formamido	M 0,02
Fenheksamid	S 0,02	Pinoksaden	U 0,02
Fenmedifam	U 0,02	Prokloraz	S 0,02
Fenpropidin	S 0,02	Propakvizafop	U 0,02
Fenpropimorf	S 0,02	Propikonazol	S 0,02
Fenpyroksimat	I 0,02	Protiokonazol-destio	M 0,02
Florasulam	U 0,02	Pyraklostrobin	S 0,02
Fludioksonil	S 0,02	Pyridat metabolitt	M 0,02
Heksaflumuron	I 0,02	Spinosad	I 0,02
Heksytiasoks	I 0,02	Spirodiklofen	I 0,02
Imazalil	S 0,02	Syklodydim	U 0,02
Imidakloprid	I 0,02	Tebukonazol	S 0,02
Indoksakarb	I 0,02	Tiabendazol	S 0,02
Iprodion	S 0,02	Tiakloprid	I 0,02
Isoproturon	U 0,02	Tiodikarb	I 0,02
Karbendazim	S 0,02	Tiofanatmetyl	S 0,02
Klofentezin	I 0,02	Trifloksystrobin	S 0,02
Klomazon	U 0,02	Tritikonazol	S 0,02
Klorantraniliprol	I 0,02	Zoksamid	S 0,02

I: Skadedyrmiddel (insekticid)  
V: Vekstregulator  
U: Ugrasmiddel (herbicid)

S: Soppmiddel (fungicid)  
M: Metabolitt

Antall stoffer: 66

LOQ: Limit of quantification = kvantifiseringsgrense: Den laveste konsentrasjonen av stoffet som kan bestemmes kvantitativt med metoden.

For multimetoder oppgis bare de pesticider som påvises ved analysen. De andre pesticidene som metoden omfatter, er da ikke påvist over kvantifiseringsgrensen. Dersom analyseresultatet er oppgitt som "ikke påvist" for en metode, betyr det at ingen av stoffene som metoden omfatter er funnet i konsentrasjoner over kvantifiseringsgrensen. Endringer i forhold til kvantifiseringsgrensene blir oppgitt på analyserapporten.

Opplysninger om målesikkerhet kan fås ved henvendelse til laboratoriet.