

## Betydning av spredt avløp i jordbrukslandskapet

Av Anne-Grete Buseth Blankenberg,  
Adam M. Paruch, Marianne Bechmann og Lisa Paruch

Anne-Grete Buseth Blankenberg, Adam M. Paruch, Marianne Bechmann og Lisa Paruch er alle forfattere er forskere ved Bioforsk Jord og Miljø.

### Summary

#### Rural decentralized wastewater treatment systems in agricultural catchments

In the rural catchments, there are multiple pollution sources contributing to nutrient inputs to watercourses; however, often the two main sources are agricultural runoff and discharge from on-site wastewater treatment systems. In order to implement appropriate pollution measures, it is necessary to know about the pollution sources, their localisation and contribution to the pollution input. Based on this, specific measures can be prioritized, planned and implemented at the right pollution spot. Although considerable variations in phosphorus losses from agricultural areas occur throughout the year, it seems that during periods of little or no runoff from agricultural areas, there is a great contribution of rural settlements in discharging nutrients through wastewater to watercourses.

This article evaluates the effect of rural wastewater on water quality in eight selected agricultural catchments throughout different seasons of the year. Despite the fact that the contribution of phosphorus from on-site wastewater treatment systems is rather modest on an annual basis, the studies show that phosphorus inputs from wastewater could be apparently dominant in winter and substantially high in spring and early summer. This is an important outcome, since discharge of phosphorus to water bodies in

early summer will contribute to its higher concentrations during algal growing season.

### Sammendrag

I jordbruksdominerte nedbørfelt er det flere kilder som bidrar med næringsstofftilførsler til vassdragene, og de to største tilførselskildene er som regel jordbruk og avløp. For å kunne igangsette riktige tiltak er det nødvendig å ha god kjennskap til *hva* som er kildene, *hvor* de er og *omfang* av tilførsler, for deretter å *prioritere, planlegge* og *iverksette* tiltak. Det er stor variasjon i fosfortap fra jordbruksområder i løpet av året, og i perioder med liten eller ingen avrenning fra jordbruksarealer kan bidraget fra spredt avløp utgjøre mye av næringstilførselen til vassdrag.

Denne artikkelen evaluerer betydningen av spredt avløp for vannkvaliteten i åtte utvalgte jordbruksområder gjennom ulike årstider. Til tross for at bidraget av fosfor fra spredt avløp i de fleste nedbørfeltene er beskjedne på årsbasis, viser undersøkelsene at fosfortilførsler fra spredt avløp med dårlig fungerende renseanlegg kan utgjøre et dominerende bidrag om vinteren, samt at bidraget også kan være betydelig om våren og forsommeren. Dette er viktig, da fosfor som tilføres vannforekomstene på forsommeren, vil bidra til høyere fosforkonsentrasjoner i algenes vekstsesong.

## Innledning/Bakgrunn

De to største tilførselskildene i jordbruksdominerte nedbørfelt er ofte jordbruk og avløp. Som følge av klimaendringer med mildere vintre og endrede nedbørsforhold med hyppigere og mer intense nedbørsepisoder, er det fare for økt avrenning av næringsstoffer (Deelstra et al., 2011; Orzepowski et al., 2014) og mikrobiell forurensing (Tryland et al., 2011) fra jordbruket.

Europaparlament og rådsdirektiv 2000/60/EF om etablering av rammer for en felles vannpolitikk i EU (vanndirektivet) er et av EUs viktigste og mest omfattende og ambisiøse miljødirektiver (<http://www.vannportalen.no/hovedEnkel.aspx?m=31147>). Hovedformålet med vanndirektivet er å sikre beskyttelse og bærekraftig bruk av vannmiljøet, og om nødvendig iverksette forebyggende eller forbedrende tiltak for å sikre miljøtilstanden i ferskvann, grunnvann og kystvann. Vanndirektivet har som generelt mål at alle vannforekomster minst skal opprettholde eller oppnå "god tilstand" i tråd med nærmere angitte kriterier. Vanndirektivet forutsetter en nedbørfeltbasert og helhetlig forvaltning av vann og vassdrag.

Det er flere lover og forskrifter som regulerer jordbruksdrift ut fra miljøhensyn. Dette kan være virkemidler under Landbruks- og matdepartementet eller andre myndigheter. Juridiske virkemidler gjelder for alle foretak innenfor lovens eller forskriftenes virkeområde. Lover og forskrifter som er av betydning for vannmiljøarbeid i landbruket er: Plan- og bygningsloven, Vannressursloven, Forurensingsloven, Naturmangfoldloven, Matloven, Naboloven Jordloven og Skogbruksloven.

For å kunne igangsette riktige tiltak på rett sted er det nødvendig å ha god kjennskap til *hva* som er kildene, *hvor* kildene er og *omfang* av tilførsler, for deretter å *prioritere*, *planlegge* og *iverksette* riktige tiltak på rett sted.

Det finnes mange tiltak for å redusere jordbruksavrenning, og de viktigste tiltakene er blant annet beskrevet i «Tiltaksveileder for landbruket» (Bioforsk, 2014). Klimaendringer øker behovet for kunnskap om konsekvenser for avrenningssituasjon, ulike tiltak og tilpassing av

tiltak (Øygarden et al., 2011). Det er stor variasjon i fosfortap fra jordbruksområder i løpet av året, og i perioder med liten eller ingen avrenning fra jordbruksarealer kan bidraget fra spredt avløp utgjøre mye av næringstilførselen til vassdrag.

Forurensningsforskriften kapittel 12 beskriver bestemmelser omkring spredt avløp. Krav til utforming og drift av renseanlegget er at de skal dimensjoneres, bygges, drives og vedlikeholdes slik at det har tilstrekkelig yteevne under alle klimatiske forhold som er normale for stedet der det ligger. Når det gjelder krav til fosforfjerning i avløpsvannet skal dette reduseres med minst 90 % av det som blir tilført renseanlegget ved utslipp til følsom og normalt område der det er brukerinteresser og fare for eutrofiering.

I de fleste kommuner er det gjort en gjennomgang og gitt pålegg om rensing av avløp både for kommunalt og spredt avløp. Likevel kan det i en del bekker i jordbrukslandskapet være høye konsentrasjoner av indikatorbakteriene Termotolerante Koliforme Bakterier (TKB) og *Escherichia coli* (*E. coli*). Samtidig blir det også i noen tilfeller målt høye konsentrasjoner av næringsstoffer ved lav vannføring, noe som også kan tyde på at det er utslipp fra punktkilder i landskapet.

JOVA-programmet er et nasjonalt overvåkingsprogram og har overvåket næringsstoffavrenning i jordbruksdominerte nedbørfelt siden 1992. Hovedmålet med overvåkingen er å dokumentere miljøeffekter av endringer i jordbrukspraksis, produksjonssystemer og driftsformer, inkludert avrenning av partikler, næringsstoffer og plantevernmidler fra nedbørfelt til vannmiljø, og endringer over tid. Resultatene fra overvåkingen har gitt kunnskap om omfanget av fosfortilførsler fra norske jordbruksområder. Overvåkingen i JOVA-programmet omfatter imidlertid ikke spredt avløp, og overvåkingsresultatene sier derfor ikke noe om hvor mye fosfor som tilføres med spredt avløp i nedbørfeltene. For å få økt kunnskap om betydningen av spredt avløp i jordbruksdominerte områder har Bioforsk derfor kartlagt spredt avløp i noen JOVA-felt og benyttet overvåkingsresultater fra JOVA

til å beregne bidraget i fosforavrenning fra spredt avløp.

Formålet med denne artikkelen er å presentere resultater fra kartlegging av spredt avløp i typiske norske jordbruksnedbørfelt og beregnede fosfortilførsler fra disse avløpsanleggene sammenlignet med de målte totale fosforavrenninger i nedbørfeltene. Teoretiske beregninger av fosfortilførsler fra spredt avløp gir en indikasjon på bidraget herfra. For å dokumentere tilførsler fra spredt avløp er det i tillegg gjennomført analyser av bekkevann med den hensikt å eventuelt påvise fekal forurensing. Fekal forurensing av vannet betyr at forurensingen kommer fra mennesker (f.eks. spredte avløpsanlegg) eller dyr (f.eks. husdyr, vilt eller fugler). I tillegg er det også gjennomført analyser som påviser om forurensningene kom fra mennesker, hester eller drøvtyggere og når på året disse ulike kildene dominerer vannkvaliteten.

## Metodikk

### Fosfortap fra nedbørfeltene

JOVA-feltene representerer jordbruksarealer i normal drift i ulike deler av landet og fosfortap fra disse feltene representerer avrenningen fra norske jordbruksområder. Figur 1 gir en oversikt over den geografiske fordelingen av JOVA-felt

som inngår i denne undersøkelsen og tabell 1 gir en oversikt over totalt areal, andel dyrka mark, temperatur- og nedbørforhold, jordtype, husdyrtetthet og dominerende vekster i de aktuelle JOVA-feltene. Overvåkingen består i hovedtrekk av: 1) innhenting av årlig informasjon om jord-



Figur 1. Geografisk plassering av JOVA-feltene som inngår i denne undersøkelsen.

Nedbørfelt	Areal (daa)	Dyrka mark (%)	Middel temp (°C)	Nedbør (mm)	Jordtype	Husdyrtetthet (gde/daa) <sup>1</sup>	Dominerende vekster	Start på overvåking
Skuterud	4490	61	5,5	785	Siltig mellomleire	0,026	Korn	1994
Mørdre	6800	65	4,3	665	Silt og leire	0,020	Korn	1991
Kolstad	3080	68	4,2	585	Moldrik lettleire	0,099	Korn	1991
Heia	1700	62	5,6	829	Sand, silt lettleire	0,118	Korn/potet/grønnsaker	2007
Vasshaglona	650	62	6,9	1230	Sand	0,131	Korn/potet/grønnsaker	1998
Time	910	94	7,1	1189	Siltig mellomsand	0,271	Eng	1995
Volbu	1680	41	1,6	575	Siltig mellomsand	0,093	Eng	1993
Naurstad	1456	35	4,5	1020	Myr/fin- og mellomsand	0,084	Eng	1994

<sup>1</sup> Husdyrtetthet (gde=gjødseldyr-enhet)

Tabell 1. Totalt areal, andel dyrka mark, temperatur- og nedbørforhold, jordtype, husdyrtetthet og dominerende vekster i undersøkte JOVA-felt.

brukspraksis og 2) kontinuerlige vannføringsmålinger med vannføringsproporsjonal prøvetaking med analyse av partikler, næringsstoffer og plantevernmidler (deler av året). Fosfortap fra JOVA-feltene blir målt fra mai til mai hvert år. Fosfortapet er beregnet på grunnlag av de kontinuerlige vannføringsmålingene og analysene av partikler og næringsstoffer i vannprøvene. (Resultater fra JOVA-overvåkingen kan leses i rapporter som blir utgitt årlig, eks. Hauken et al., 2012).

Fosfortap fra nedbørfeltene er registrert ved hjelp av kontinuerlige vannføringsmålinger med vannføringsproporsjonal prøvetaking og analyse av partikler og næringsstoffer i nedbørfeltene. Fosfortap fra landbruket er beregnet ved å trekke fra bidraget fra spredt avløp fra det totale fosfortapet.

### Spredd avløp

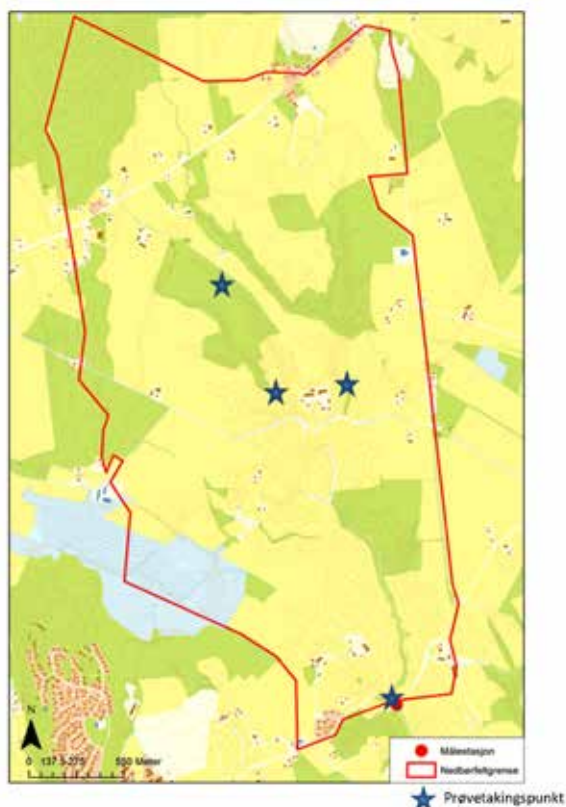
Innenfor de undersøkte nedbørfeltene er det, i likhet med mange steder ellers i Norge, spredt bosetning med tilhørende spredte avløpsanlegg/avløpsløsninger som i større eller mindre grad kan bidra med fosfor, nitrogen og tarmbakterier til vannforekomstene. Det er gjort beregninger av fosforutslipp fra spredt avløp i JOVA-felt for å gi et estimat på andelen av total-fosfor avrenning som ikke kommer fra jordbruksarealene.

I 2012/13 ble det gjennomført en sammenstilling av husstander med spredt avløp, hvilke type renseanlegg hver husstand hadde, om anlegget er godkjent, og deretter gjennomført teoretiske beregninger av næringsstoffutslipp fra de åtte JOVA-feltene. Beregningene ble gjennomført med modellen «GISavløp» (Turtumøygard, 1997, Kraft og Turtumøygard, 1997) som baserer seg på følgende informasjon om spredt avløp: type anlegg, antall personekvivalenter (pe) og avstanden fra anlegget til bekken. I beregninger er det gått ut fra at utslipp fra spredt avløp fordeles jevnt gjennom hele året.

### Kildesporing

Teoretiske beregninger av fosfortilførsler fra spredt avløp gir en indikasjon på hvor stort bidraget fra avløp er, men for å kunne dokumentere tilførsler fra spredt avløp er det også gjen-

nomført vannprøvetaking og bakterielle analyser av vannet. Fekal forurensning av vannet betyr at forurensingen kommer fra mennesker (eks. spredte avløpsanlegg) eller dyr (eks. husdyr, vilt eller fugler). Den mest relevante indikator for fekal forurensning i miljøet er *E. coli* som ikke stammer fra miljøet, men finnes utelukkende i stort antall i avføring fra mennesker og varmblodige dyr. Påvisning av fekal forurensning gjennom analyser av *E. coli* ble gjennomført i de to største nedbørfeltene Mørdre og Skuterud. I begge feltene ble det tatt vannprøver på 5-7 lokaliteter langs bekkesystemet. *E. coli* ble påvist i begge feltene, men i større antall i Mørdre enn i Skuterud. For å følge opp indikasjonene på fekal forurensning ble Mørdre-feltet valgt ut for videre undersøkelser, og det er resultater fra denne undersøkelsen som presenteres i denne artikkelen. Vannprøvetaking ble gjennomført mai, juni og oktober, for å se om forurensningskilder varie-



Figur 2. Kart av Mørdrebekkens nedbørfelt, med prøvetakingslokaliteter.

rer med årstid og avrenningssituasjon, på fire prøvelokaliteter i bekken, figur 2. JOVA-programmet er forpliktet til å anonymisere data som kan inneholde sensitive informasjon, da særlig tilknyttet for eksempel lokalisering av eventuelle konkrete punktkilder. Dette er årsaken til at prøvetakingspunktene på kartet er merket av med stjerner og ikke punktnummer slik som er tilfelle i resultatdelen for bakterielle analyser.

I tillegg til å påvise fekal forurensning har Bioforsk utviklet molekylærbiologiske metoder som anvender såkalte vertsspesifikke genetiske markører (Bacteroidales 16S rRNA gener) for sporing av fekale forureningskilder. Ved hjelp av metoden ble det sporet opp om forurensningene kom fra mennesker, hester eller drøvtyggere (Blankenberg et al., 2014 og Paruch et al., 2014).

## Resultater og diskusjon

### Fosfortap fra nedbørfeltene

Det totale fosfortapet fra nedbørfeltene påvirkes i stor grad av nedbør- og avrenningsforhold, og varierer derfor både *gjennom året* hvert enkelt år, og *fra år til år*.

Det er store variasjoner i nedbørfeltene med hensyn til blant annet areal, andel dyrka mark, nedbør og dominerende jordbruksdrift, noe som også medvirker til store variasjoner i fosforav-

renning fra nedbørfeltene. I løpet av årene 2010 – 2013 har gjennomsnittlig fosfortap fra alle nedbørfeltene variert fra 46 kg/år til 2246 kg/år, og den årlige variasjonen i fosfortap fra hvert enkelt nedbørfelt har også vært stor, tabell 2. For eksempel er fosforavrenningen i Mørdrefeltet målt til å være over dobbelt så stor i 2012/13 i forhold til i årene 2010/11 og 2011/12. Dette kan delvis forklares med enkelte episoder med høy avrenning som også har gitt høye næringskonsentrasjoner i bekkene.

### Separate avløpsanlegg

Det ble registrert og beskrevet 7 forskjellige anleggstyper i de undersøkte JOVA-feltene, og det er innrapportert fra 4 til 48 anlegg for spredt avløp i de 8 nedbørfeltene, tabell 3. Andelen av anlegg for spredt avløp med dårlig standard varierer fra 24 % til 100 % av det totale antall rensenanlegg i hvert av de undersøkte nedbørfeltene, figur 3. Slamavskiller til terreng eller vassdrag utgjør de fleste anleggene med dårlig standard. Dette er anlegg som kun består av slamavskiller, og avløpet går ikke til terreng/vassdrag via et godkjent infiltrasjonsanlegg. Mørdrefeltet har flest spredte avløpsanlegg, og også flest anlegg med dårlig standard. I overkant av 60 % av rensenanleggene med dårlig standard i Mørdre er registrert som «slamavskiller med utslipp til vassdrag».

	Gjennomsnittlige fosfortap for 2010-2013:	Årlige fosfortap		
		2010/11	2011/12	2012/13
	kg/år *			
Skuterud	827	718	566	1199
Mørdre	2246	1564	1578	3597
Kolstad	207	237	145	240
Heia	299	250	216	452
Vasshaglona	195	100	269	216
Time	114	73	94	107
Volbu	46	55	59	25
Naurstad	172	157	181	179

\* beregningene er basert på det totale nedbørfeltarealet (tabell 1).

Tabell 2. Årlige fosfortap i de siste tre periodene 2010/2011, 2011/2012 og 2012/2013 og gjennomsnittlig fosfortap 2010-2013 i undersøkte nedbørfelt.

Nedbørfelt →	Skuterud	Mørdre	Kolstad	Heia	Vasshaglona	Time	Volbu	Naurstad
Anleggstype:								
Biologisk toalett		1 (0)	1 (0)		2 (0)			
Infiltrasjonsanlegg	5 (0)	8 (0)				1 (0)		
Minirensanlegg klasse 1	8 (0)		2 (0)	2 (0)				
Minirensanlegg klasse 2		1 (1)						
Sandfilteranlegg		4 (4)				1 (1)		1 (1)
Slamavskiller til terreng	3 (3)	3 (3)	23 (23)		20 (20)	2 (2)	24 (24)	3 (3)
Slamavskiller til vassdrag	1 (1)	30 (30)		9 (9)		1 (1)		
Tett tank			2 (0)	1 (0)				
Tett tank for svartvann			10 (0)					
Ukjent		1 (1)						
Totalt antall	17 (4)	48 (39)	38 (23)	12 (9)	22 (20)	5 (4)	24 (24)	4 (4)

Tabell 3. Spredte avløpsanlegg i de åtte nedbørfeltene; type renseløsning, antall anlegg av hver enkelt type renseløsning og antall rensanlegg med dårlig standard (i parentes).

Nedbørfelt	Antall anlegg <sup>1)</sup>	Fosfor fra spredt avløp <sup>2)</sup> kg/år	Andel fosfor fra spredt avløp %
Skuterud	17	7	1
Mørdre	48	51	2
Kolstad	38	10	5
Heia	12	12	4
Vasshaglona	22	8	4
Time	5	5	5
Volbu	24	11	19
Naurstad	4	3	1

1) Antall spredte avløpsanlegg i nedbørfeltet

2) Teoretiske beregninger vha. GISavløp

3) Basert på gjennomsnittlig avrenning for 2010/2011, 2011/2012 og 2012/2013

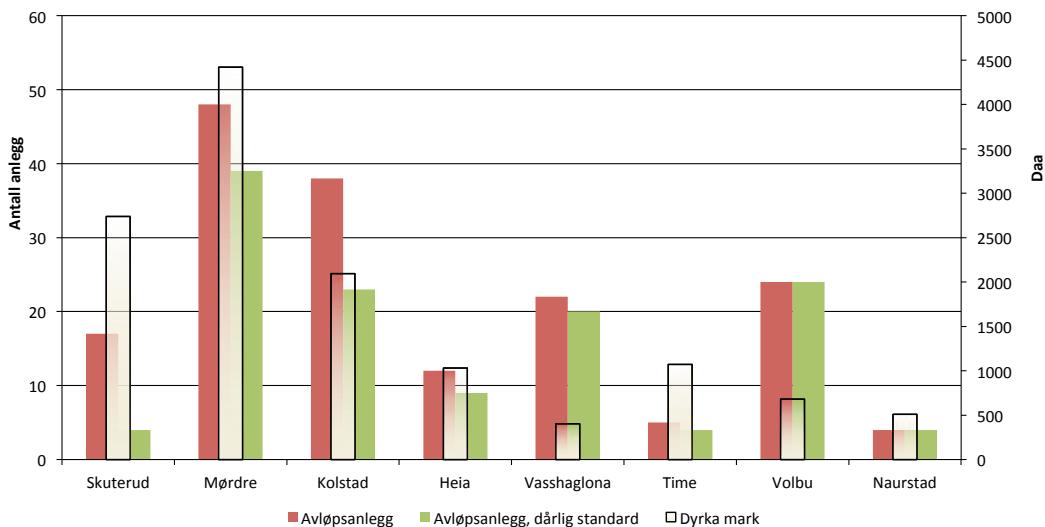
Tabell 4. Antall spredte avløpsanlegg, beregnet fosfortap fra spredt avløp og andel fosfor fra spredt avløp av totale fosfortilførsler i nedbørfeltene.

Prosentvis er det Volbu og Naurstad som har flest spredte avløpsanlegg som klassifiseres med dårlig standard, og i Volbu er alle anlegg med dårlig standard registrert som «slamavskiller med utslipp til terreng».

### Fosfortap fra spredt avløp

Fosfortilførsel fra spredt avløp er beregnet ut i fra oppgitte anlegg i 2012/13, mens det for den totale fosforavrenning fra nedbørfeltene er benyttet

gjennomsnittlig avrenning fra årene 2010/2011, 2011/2012 og 2012/2013. Fosfortap fra landbruket er beregnet ved å trekke det beregnede bidraget fra spredt avløp fra den totale avrenningen som er målt i JOVA-programmet. Utslipp fra spredte avløpsanlegg i nedbørfeltene ble beregnet til å være fra 3 til 51 kg fosfor/år, noe som tilsvarer fra 1 - 5 % i syv av åtte av nedbørfeltene, mens det i et av feltene (Volbu) er 19 %, tabell 4. Den store andelen fra spredt avløp i Volbu skyldes at



Figur 3. Antall spredte avløpsanlegg (totalt og med dårlig standard), samt areal med dyrka mark i JOVA-nedbørfeltene.

det er relativt mange spredte avløpsanlegg med dårlig standard, samt at det i tillegg er relativt lite dyrka areal med forholdsvis lave fosfortap, figur 3. Bidraget fra spredt avløp er sannsynligvis overestimert, særlig i Volbufeltet, da samtlige renseanlegg er registrert som slamavskiller med utslipp til terreng. I den teoretiske beregningsmodellen vil utslippene fra ulike typer anlegg beregnes ut fra et «verste scenario» for tap til vassdrag. Mange forhold (blant annet jordtype, struktur, mektighet, tetthet) er med på å avgjøre renseprosesser i jorda, og dermed rensekapasiteten i jordmassene før avløpet når nærmeste bekk.

### Betydningen av spredt avløp i ulike sesonger

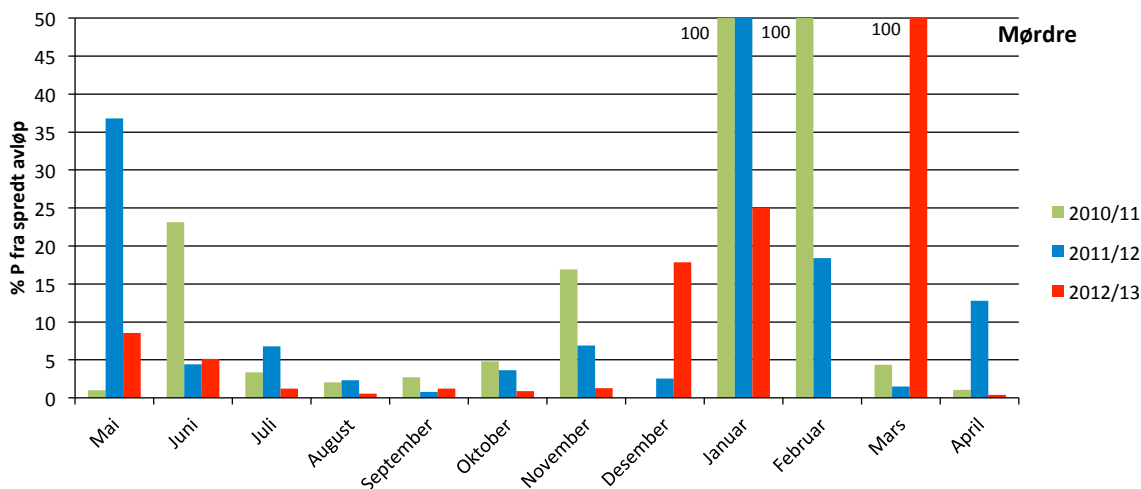
Til tross for at bidraget av fosfor fra spredt avløp i de fleste nedbørfeltene er beskjedne på årsbasis, kan det ha betydning for vannkvaliteten i bekken i perioder av året hvor det er lite nedbør og dermed lite avrenning fra jordbruksarealene. Det er stor variasjon i fosfortap fra jordbruksområder i løpet av året, og de største tapene skjer i perioder med mye nedbør og stor arealavrenning. I perioder med liten eller ingen avrenning fra jordbruksarealer kan bidraget fra spredt avløp bety mye. Eksempelvis viser figur 4 andel fosfor fra spredt avløp som prosent av de totale fosforav-

renninger til bekken i årene 2010/11, 2011/12 og 2012/13. Undersøkelsene viser at fosfortilførsler fra spredt avløp kan utgjøre så mye som 100 % om vinteren når det er frost, samt at bidraget fra spredt avløp også kan være betydelig i tørre perioder om våren og forsommeren. Dette er viktig, da fosfor som tilføres vannforekomstene på våren og forsommeren vil bidra til høyere fosforkonsentrasjoner i algenes vekstsesong. I tillegg er fosfor fra spredt avløp også mer tilgjengelig for algene enn fosfor fra arealavrenning, da fosfor fra arealavrenning stort sett er bundet til jordpartikler, og dermed er mindre algetilgjengelig.

Om vinteren kan avløp som slippes ut i bekken fryse der det kommer ut, og målingene i utløp av nedbørfeltet får dermed ikke med seg disse utslippene. I snøsmeltingen kan det derimot være tilfelle at det kommer fosfor fra utslipp som har skjedd lenger oppe i bekken i løpet av vinteren. Det samme kan skje om sommeren hvor utslippet tørker ut før det kommer frem til målestasjonen for nedbørfeltet.

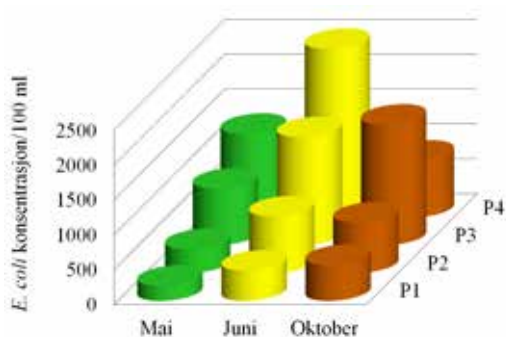
### Kildesporing

Teoretiske beregninger av fosfortilførsler fra spredt avløp gir en indikasjon på hvor stort bidraget fra avløp er, men ytterligere undersøkelser ble gjennomført for å kunne dokumentere



Figur 4. Månedlig total fosforavrenning som kommer fra spredt avløp.

fekal forurensing. Påvisning av fekal forurensing ble gjort gjennom analyser av *E. coli* og det ble gjort funn ved alle fire prøvetakingslokalitetene (P1, P2, P3 og P4) både mai, juni og oktober, figur 5. Konsentrasjon av bakteriene varierte fra ca. 200 til over 2400 per 100 ml vannprøve. Det høyeste antall bakterier ble funnet i mai og juni ved utløpet (P4) av Mørdrefeltet, altså samme prøvetakingspunkt som målingene av totalt fosfor ble gjennomført. Høye utløpskonsentrasjoner av *E. coli* i mai og juni sammenfaller med relativt høye konsentrasjoner av total fosfor i det samme tidsrommet, figur 4. I oktober ble de laveste konsentrasjonene av *E. coli* målt ved utløpet (P4), og dette sammenfalt med at det var

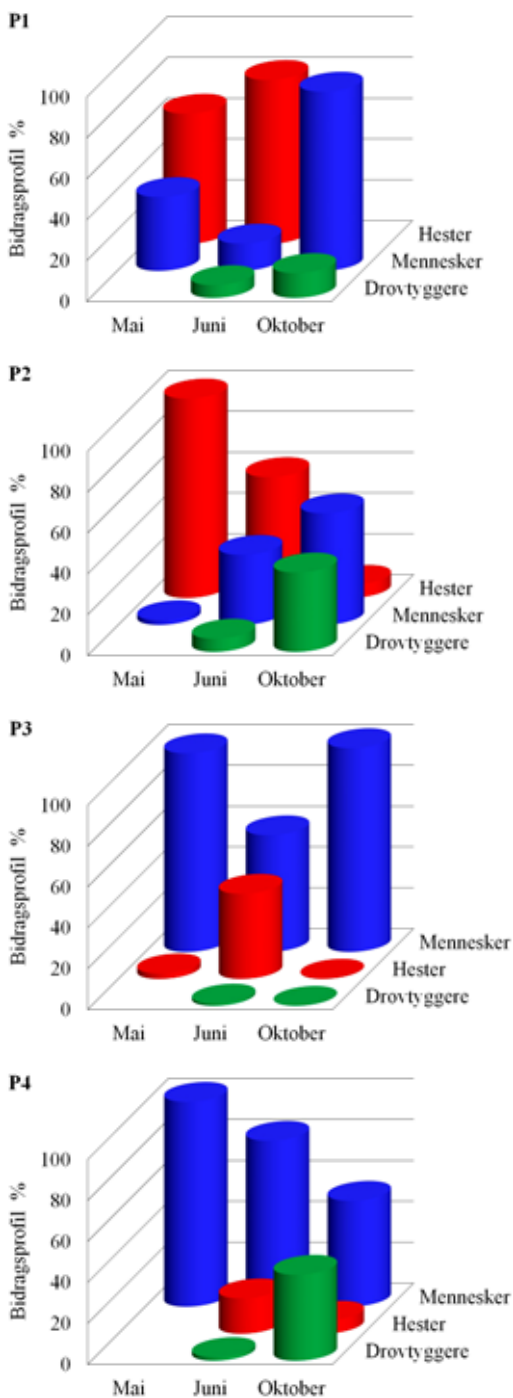


Figur 5. *E. coli* konsentrasjon i vann i mai, juni og oktober ved fire prøvetakingslokaliteter P1, P2, P3 og P4 i Mørdrebekken.

lavere utslipp av totalt fosfor fra nedbørfeltet. Det ble også påvist en trend i økning av fekal forurensing fra prøvetakingslokalitet P1 til P4.

For å følge opp indikasjonene på fekal forurensing ble det gjennomført ytterligere undersøkelser for å dokumentere hva som var forureningskildene. Figur 6 viser forhold mellom konsentrasjonene av de genetiske markørene for drøvtyggere, hester og mennesker på de fire prøvetakingspunktene i mai, juni og oktober. Det ble påvist fekal forurensing fra mennesker, altså fra spredte avløpsanlegg, i alle vannprøvene. Resultatene viser at bidrag fra spredt avløp i utløpet til Mørdrefeltet (P4) var størst i mai og juni, mens avrenning fra hester og drøvtyggere bidrar i juni og oktober. Dette samsvarer med tidlige observasjoner av at forurensingen fra spredt avløp bidrar til høyere total-fosfor konsentrasjoner i mai og juni enn i oktober. Resultatene viser også at det er en geografisk forskjell med hensyn til hvem som er største bidragsyter. Ved prøvetakingslokalitet P1 og P2 var tilførselskildene hovedsakelig husdyr (hester og drøvtyggere), mens ved prøvetakingslokalitet P3 og P4 var tilførselskilden hovedsakelig fra mennesker. Fekal forurensing fra hester og drøvtyggere avhenger av hvor dyrene er, når dyrene er ute på beite, samt nedbør og avrenningsforhold.





Figur 6. Bidragsprofil av genetiske markører for drøvtyggere, hester og mennesker i vann fra prøvetakingspunktene P1, P2, P3 og P4, mai, juni og oktober.

## Konklusjon

Det er store variasjoner på fosforavrenning fra JOVA-feltene som inngår i undersøkelsen, og variasjonene avhenger av blant annet størrelse på nedbørfeltet, andel jordbruksareal, drift på jordbruksarealene, geologi, vær og antall spredte avløpsanlegg. Gjennomsnittlig fosforavrenning for tidsperioden 2010-2013 varierer fra ca. 45 – 2250 kg/år.

I 2012/2013 er det registrert fra 4 til 48 spredte avløpsanlegg i nedbørfeltene, og det er dårlig standard på mange av anleggene. Beregninger viser et relativt beskjedent bidrag fra spredt avløp (mellom 1 % og 5 %) av den totale fosfortilførselen i syv av åtte nedbørfelt, mens bidraget er 19 % (sannsynligvis overestimert) i ett av nedbørfeltene. Avrenning fra spredt avløp varierer relativt lite med årstid og avrenningsforhold, og bidraget herfra vil dermed ha størst relativ påvirkning på vannforekomstene i perioder med lite nedbør. Fosfor fra spredt avløp dominerer derfor i perioder med lav avrenning, som om våren og forsommeren, samt om vinteren når det er frost.

I nedbørfeltet Mørdre ble fekal forurensning påvist og forurensningskildene ble definert ved alle prøvetakingspunkt/tidspunkt. Det var fekal forurensning fra mennesker, altså fra spredte avløpsanlegg, i alle vannprøvene. I utløpet av feltet var bidrag fra spredt avløp størst i mai og juni, mens avrenning fra hester og drøvtyggere bidrar i juni og oktober. Bidrag fra spredt avløp er altså størst tidlig vår og forsommer.

Fosfor som tilføres vannforekomstene på forsommeren, vil bidra til høyere fosforkonsentrasjoner i algenes vekstsesong. I tillegg har fosfor fra spredt avløp større algetilgjengelighet enn fosfor fra jordbruket, noe som medfører økt fare for algeoppblomstring i vannforekomstene. Fosfor fra spredt avløp kan derfor ha betydning for vannkvaliteten i vannforekomster, selv om det totale bidraget er beskjedent.

Med hensyn til næringsavrenning og iverksetting av tiltak er det viktig å vite hva som er den største bidragsyteren og iverksette riktige tiltak for å redusere næringstilførselen. Med hensyn til bakteriell forurensning og påvirkning

av folks helse, kan selv den minste tilførselskil- den (om den er patogenetisk) være en helsemes- sig trussel.

## Referanser

Bioforsk, 2014 – Tiltaksveileder for landbruket. [www.bioforsk.no/tiltaksveileder](http://www.bioforsk.no/tiltaksveileder).

Blankenberg, A-G. B., Bechmann, M., Paruch, L., Paruch, A. M., 2014. Spredt avløp i jordbrukslandskapet. Bioforsk Tema, nr 12, april 2014.

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

Hauken, M., Bechmann, M., Stenrød, M., Eggestad, H.O., Deelstra, J., 2012. Erosjon og tap av næringsstoffer og plan- tevernmidler fra jordbruksdominerte nedbørfelt. Sammen- dragsrapport for overvåkingsperioden 1992-2011 fra Program for jord- og vannovervåking i landbruket (JOVA). Ås: Bioforsk 2012 (ISBN 9788217009405) ;Volum 7.73 s. Bioforsk RAPPORT(78)

Kraft, P., Turtumøygard, S., 1997. GIS i kommunalt avløp. Delrapport 2, modellbeskrivelse. Jordforsk Rapport 94. 30s

Orzepowski, W., Paruch, A.M., Pulikowski, K., Kowalczyk, T., Pokładek, R., 2014. Quantitative and qualitative assess- ment of agricultural water resources under variable cli- matic conditions of Silesian Lowlands (southwest Poland). Agr. Water Manage. 138: 45-54.

Paruch, A. M. Paruch, L., Mæhlum, T., 2014. Implemente- ring av molekylærbiologiske metoder for kildeopsporing av fekal vannforurensning og vurdering av helsefare. Bioforsk Tema, nr 19, april 2014.

Tryland, I., Robertson, L., Blankenberg, A-G.B., Lindholm, M., Rohrlack, T. Liltved, H. 2011. Impact of rainfall on microbial contamination of surface water. International Journal of Climate Change Strategies and Management, Vol 3 Iss: 4, pp.361-373.

Turtumøygard, S. 1997. GIS i kommunalt avløp. Jordforsk Rapport 54. 30s

Vannportalen. [www.vannportalen.no/hovedEnkel.aspx?m=31147](http://www.vannportalen.no/hovedEnkel.aspx?m=31147)

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