



Bioforsk Rapport

Bioforsk Report

Vol. 7 Nr. 89 2012

Kartlegging av fosfor og nitrogen i grøftevann i Figgjoelvas nedbørfelt

Anne Falk Øgaard

Bioforsk Jord og miljø

www.bioforsk.no



Hovedkontor/Head office
 Frederik A. Dahls vei 20
 N-1432 Ås
 Tel.: (+47) 40 60 41 00
 post@bioforsk.no

Bioforsk Jord og miljø
 Frederik A. Dahls vei 20
 N-1432 Ås
 Tel.: (+47) 40 60 41 00
 anne.falk.ogaard@bioforsk.no

<i>Tittel/Title:</i> Kartlegging av fosfor og nitrogen i grøftevann i Figgjoelvas nedbørfelt
<i>Forfatter(e)/Author(s):</i> Anne Falk Øgaard

<i>Dato/Date:</i> 24.08.2012	<i>Tilgjengelighet/Availability:</i> Åpen	<i>Prosjekt nr./Project No.:</i> 2110654	<i>Saksnr./Archive No.:</i>
<i>Rapport nr./Report No.:</i> 89/2012	<i>ISBN-nr./ISBN-no:</i> 978-82-17-00953-5	<i>Antall sider/Number of pages:</i> 24	<i>Antall vedlegg/Number of appendices:</i> 1

<i>Oppdragsgiver/Employer:</i> Jæren vannområde, Rogaland fylkeskommune	<i>Kontaktperson/Contact person:</i> Elin Valand
--	---

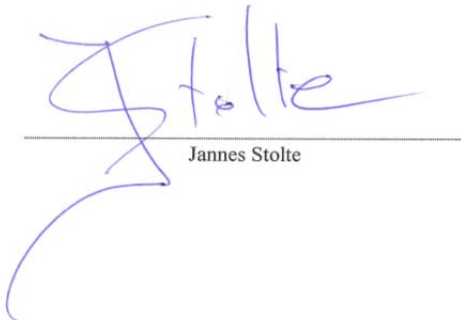
<i>Stikkord/Keywords:</i> Fosfor, nitrogen, grøfteavrenning	<i>Fagområde/Field of work:</i> Tiltak i landbruket
--	--

Sammendrag:

Målet i prosjektet som rapporteres her var å få mer kunnskap om fosfor- og nitrogenkonsentrasjonene i grøftevann i Figgjoelvas nedbørfelt, og å undersøke om det er noen sammenheng mellom konsentrasjonene av fosfor i grøfteavrenningen og fosforanalysene i toppjorda eller fosforgjødslingen.

I dette prosjektet er det gjennomført 9 prøvetakingsrunder med uttak av vannprøver fra 15 grøfterør i Figgjoelvas nedbørfelt. Prøvetakingen foregikk i perioden fra august 2011 til mai 2012. I dataanalysene er data fra de foregående prosjektene for disse 15 grøfterørene inkludert. Det var stor variasjon i partikkel-, fosfor- og nitrogenkonsentrasjonene både mellom grøfter og mellom prøvetakingstidspunkter. Middel konsentrasjon av totalfosfor for enkeltgrøfter varierte fra 22 til 947 µg P/L, mens middel konsentrasjon av løst fosfat varierte fra 2 til 220 µg P/L. Middel konsentrasjon av totalnitrogen varierte fra 1 til 20 mg N/L mellom enkeltgrøfter. I dette prøvematerialet var det ingen tydelig sammenheng mellom analyser av P-AL i toppjorda (0-20 cm) og middel konsentrasjon av totalfosfor eller løst fosfat i grøftevannet. Det var økte fosfor- og nitrogenkonsentrasjoner i grøftevannet etter gjødsling i noen få tilfeller.

Godkjent / Approved



Jannes Stolte

Prosjektleder / Project leader



Anne Falk Øgaard

Forord

Denne rapporten omhandler resultater fra prosjektet “Kartlegging av fosfor og nitrogen i grøftevann i Figgjoelvas nedbørfelt” som er utført på oppdrag fra Jæren vannområde, Rogaland fylkeskommune. For å få en indikasjon på i hvilken grad grøfter er en transportvei for fosfor i Jærenområdet, ble det våren 2009 tatt ut grøftevannsprøver som en del av prosjektet “Fosforstatus og gjødslingspraksis langs Figgjoelva”. Dette har blitt fulgt opp med to prosjekter med fokus på fosfor og nitrogen i grøfteavrenning. Det første prosjektet startet opp høsten 2009 og ble rapportert i mai 2011. Det andre prosjektet startet opp i august 2011 og rapporteres her. I dataanalysene inkluderes data fra de foregående prosjektene.

Bioforsk Vest, Særheim har utført prøvetakingen.

Innhold

Sammendrag.....	3
1. Innledning.....	4
2. Metodikk	5
3. Resultat.....	8
3.1 Temperatur, nedbør og avrenning.....	8
3.2 Fosfor i jorda.....	9
3.3 Gjødsling.....	10
3.4 Fosfor i grøftevannet	11
3.5 Sammenheng mellom fosfor i toppjorda og fosfor i grøftevannet.....	14
3.6 Sammenheng mellom jordtype og fosfortap	16
3.7 Sammenheng mellom avrenningsintensitet og fosfor i grøftevannet	16
3.8 Sammenheng mellom gjødsling og fosfor i grøftevannet	16
3.9 Nitrogen i grøftevannet	17
3.10 Sammenheng mellom avrenningsintensitet og nitrogen i grøftevannet	18
3.11 Sammenheng mellom gjødsling og nitrogen i grøftevannet	18
3.12 JOVA-feltet i Time	18
4. Konklusjon	20
5. Referanser.....	21
Vedlegg	22

Sammendrag

Målet i prosjektet som rapporteres her var å få mer kunnskap om fosfor- og nitrogenkonsentrasjonene i grøftevann i Figgjoelvas nedbørfelt, og å undersøke om det er noen sammenheng mellom konsentrasjonene av fosfor i grøfteavrenningen og fosforanalysene i toppjorda eller fosforgjødslingen.

I dette prosjektet er det gjennomført 9 prøvetakingsrunder med uttak av vannprøver fra 15 grøfterør i Figgjoelvas nedbørfelt. Prøvetakingen foregikk i perioden fra august 2011 til mai 2012. I dataanalysene er data fra de foregående prosjektene for disse 15 grøfterørene inkludert.

Det var stor variasjon i partikkel-, fosfor- og nitrogenkonsentrasjon både mellom grøfter og mellom prøvetakingstidspunkter. Middel konsentrasjon av totalfosfor (TP) for enkeltgrøfter varierte fra 22 til 947 µg P/L, mens middel konsentrasjon av løst fosfat varierte fra 2 til 220 µg P/L. Ti av de 15 grøfterørene hadde middelverdier over 100 µg TP/L. Noen av grøftene hadde verdier mye over 100 µg TP/L og kan være en betydelig kilde for fosfor til vassdraget. Ved de høyeste verdiene kan det være et spørsmål om noe husdyrgjødsel eller andre punktkilder har funnet veien til grøftene.

Middel konsentrasjon av totalnitrogen varierte fra 1 til 20 mg N/L mellom enkeltgrøfter. Noen av grøftene viste veldig høye nitrogenkonsentrasjoner sammenlignet med data fra andre undersøkelser.

I dette prøvematerialet var det ingen tydelig sammenheng mellom P-AL eller vannløselig fosfor i toppjorda (0-20 cm) og middel konsentrasjon av totalfosfor eller løst fosfat i grøftevannet. Det ble funnet økte fosfor- og nitrogenkonsentrasjoner i grøftevannet etter gjødsling i noen få tilfeller.

1. Innledning



Mange av tiltakene for å redusere fosfortap fra jordbruksarealer er fokusert på å redusere tap ved overflateavrenning, men ved intensiv grøfting kan en forvente betydelige fosfortap også via drenggrøftene. Organisk jord forventes å ha stor risiko for å tape fosfor via grøftene, fordi fosfor bindes svakt til organisk materiale. I mineraljord er det aller meste av fosforet partikkelbundet. Gjødselfosfor bindes raskt til jordpartiklene, og en forventer derfor liten transport av løst fosfor fra toppjorda til grøftene. Unntaket er hvis det har skjedd en metning av fosfor i topplaget slik at fosforkonsentrasjonen i jordvæska blir høy. Ved høy fosforkonsentrasjon i jordvæska kan en forvente nedvasking av løst fosfor. Partikkelbundet fosfor kan imidlertid også tapes til grøfter ved at sprekker, meitemarkganger og rotkanaler i undergrunnsjorda gir veier for transport av fosforrike partikler fra toppjorda til grøftene. Ved vurdering av fosfortap via drenggrøfter må en også være oppmerksom på at lekkasjer fra gjødsellager og andre punktkilder kan finne veien til grøftene.

Nitrogen i mineralgjødning og nitrogen frigjort fra organisk materiale bindes til jord i mye mindre grad enn fosfor. Det betyr at nitrogen lett vaskes ut gjennom jordprofilen og ut i grøftene. En får derfor heller ikke akkumulering av nitrogen i toppjorda ved overskuddsgjødsling slik en får for fosfor. Nitrogengjødsling, planteopptak, nedbrytning av organisk materiale og nedbør/avrenning er derfor de viktigste faktorene som påvirker tapet.

For å få en indikasjon på i hvilken grad grøfter er en transportvei for fosfor i Jærenområdet, ble det våren 2009 analysert grøftevannsprøver som en del av prosjektet "Fosforstatus og gjødslingspraksis langs Figgjoelva". Dette har blitt fulgt opp med to prosjekter hvor fosfor og nitrogen i grøfteavrenning har blitt målt. Det første prosjektet startet opp høsten 2009 og ble rapportert i mai 2011 (Øgaard, 2011). Det andre prosjektet startet opp i august 2011 og rapporteres her. I dataanalysene inkluderes data fra de foregående prosjektene for de grøftene som har blitt prøvetatt i denne siste prosjektperioden.

I tillegg til å få mer kunnskap om fosfor- og nitrogenkonsentrasjonene i grøftevannet, var det et mål å undersøke om det er noen sammenheng mellom konsentrasjonen av fosfor i grøftevannet og fosforanalysene i toppjorda og gjødsling. Jordart og avrenningsintensitet er også vurdert i forhold til de målte fosforkonsentrasjonene i grøftevannet.

For nitrogen er gjødsling og avrenning vurdert i forhold til de målte nitrogenkonsentrasjonene i grøftevannet.

2. Metodikk

I dette prosjektet er det gjennomført 9 prøvetakingsrunder med uttak av vannprøver fra 15 grøfterør i Figgjoelvas nedbørfelt. På grunn av varierende avrenningsforhold og oversvømmelse var det bare en av prøvetakingsrundene som ble komplett med prøver fra alle 15 grøfterørene. I dataanalysene inkluderes data fra de foregående prosjektene for disse 15 grøfterørene. Det er ulikt antall prøveuttak fra de ulike grøfterørene, fordi prøvetakingen av de enkelte grøfterørene startet opp på forskjellig tidspunkt i løpet av de foregående prosjektene, og fordi mange av prøvetakingsrundene ikke ble komplette. Prøvetakingsstedene som har inngått i prosjektet er fordelt på 8 gårdsbruk. Ett av grøfterørene er i et delfelt av Timefeltet som inngår i Bioforsks program for jord- og vannovervåking i landbruket (JOVA). Dette delfeltet representerer kun grøfteavrenning. Her er det en målestasjon som måler vannføring i grøfta og det tas vannføringsproporsjonale 14-dagers blandprøver av avrenningen. På basis av disse dataene kan totaltapet av fosfor og nitrogen beregnes. På grunn av reduserte bevilgninger til JOVA har disse prøvene blitt frosset ned og ikke blitt analysert siden 2006. For å få et bedre datagrunnlag til å tolke resultatene fra stikkprøvene, er fryselagrede prøver fra 2009-2011 blitt analysert. Gjødslingsdata for skiftene som drenerer til grøfterørene som prøvetas er blitt innhentet. Bioforsk Vest, Særheim har utført prøvetakingen og innhenting av gjødslingsdata. Områdene hvor prøvetakingsstedene ligger er vist på kartet i figur 1. Bildene i figur 2 viser noen glimt fra prøvetakingsområdene og grøfteutløpene.



Figur 1. Områdene for prøvetakingsstedene (markert med grønt). 14 av prøvetakingsstedene er lokalisert innenfor sirkelen sørvest for Sandnes. Området øst for Bryne er Bioforsks JOVA-felt.



Figur 2. Noen glimt fra prøvetakingsområdet og grøfteutløp.

Prøvetakingen i denne prøvetakingsrunden foregikk i perioden fra august 2011 til mai 2012. Stikkprøvene ble tatt ut følgende datoer: 22.08.2011, 5.10.2011, 15.11.2011, 23.02.2012, 8.03.2012, 27.03.2012, 12.04.2012, 26.04.2012 og 9.05.2012. Noen av grøfterørene går fortørret enn andre, slik at ved noen av prøvetakingsrundene fikk en ikke tatt prøver fra alle grøftene. I tillegg medførte pumpestans i Skas-Heigre til at en del av grøfterørene var oversvømt ved prøvetakingen 23. februar.

Blandprøvene fra JOVA-feltet fulgte JOVAs prøvetakingsprogram, og ble derfor delvis tatt ut på andre datoer enn stikkprøvene. Stikkprøvene og blandprøvene er heller ikke direkte sammenlignbare, fordi blandprøvene representerer et gjennomsnitt av konsentrasjonene 14 dager forut for prøveuttaket. Supplering med fryselagrede vannprøver skulle gi en komplett tidsserie fra JOVA-feltet i denne og foregående prøvetakingsperiode. Det viste seg imidlertid at flere av prøvene manglet i forsendelsen til laboratoriet, slik at fosfor- og nitrogentapene ikke kunne beregnes for alle månedene i prosjektperiodene.

Vannprøvene ble analysert for partikkelinnhold (SS), totalfosfor (TP), løst fosfor og totalnitrogen ved Eurofins.

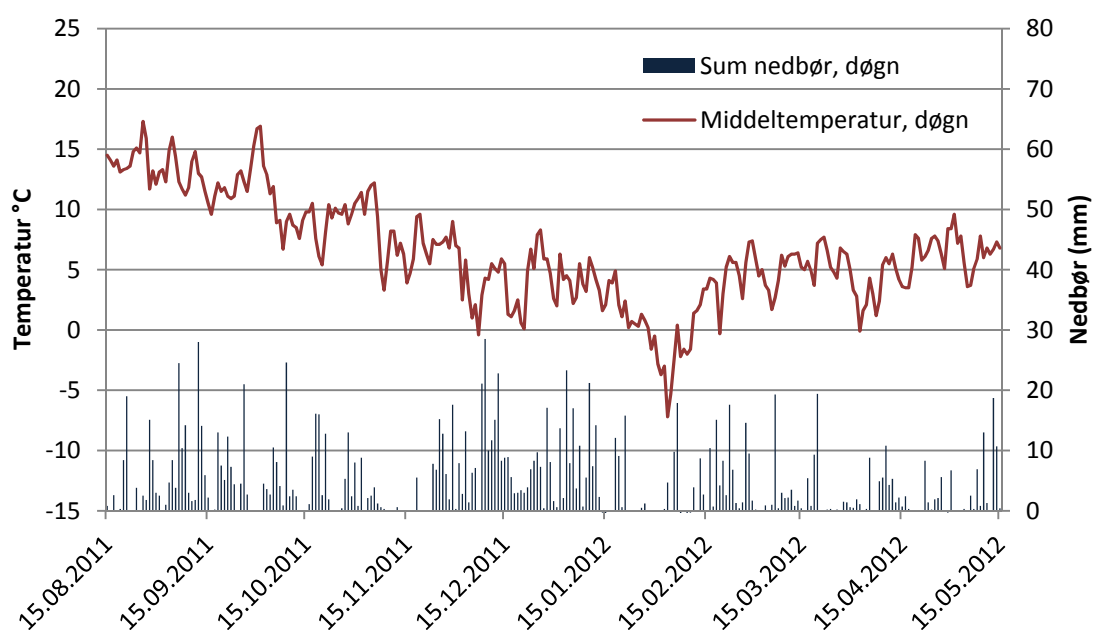
Klimadata (nedbør og temperatur) er blitt hentet ut fra klimastasjonen på Særheim. Vannføring for grøfteavrenning ved prøvetakingstidspunktet er vannføringen som er målt i målestasjonen i JOVA-feltet. Vannføringsdataene er hentet ut fra JOVA-databasen.

Det ble tatt jordprøver fra toppjorda (0-20 cm) over de grøftene hvor jorda tidligere ikke var blitt prøvetatt. Jordprøvene ble analysert for P-AL, som er standard jordanalyse for å vurdere behov for fosforgjødsling, og vannløselig fosfor ($\text{CaCl}_2\text{-P}$). Vannløselig fosfor i jorda ble ekstrahert med en tynn saltløsning (0,0025 M CaCl_2) for å få en saltkonsentrasjon tilsvarende det nivået en finner i jordvæska. I tillegg ble pH og jordas innhold av organisk materiale analysert. Jordart ble skjønnsmessig bestemt på jordanalyselaboratoriet (Eurofins).

3. Resultat

3.1 Temperatur, nedbør og avrenning

Temperatur- og nedbørforhold i hele prøvetakingsperioden er vist i figur 3. Totalt falt det 1295 mm nedbør i løpet av prøvetakingsperioden. Dette er cirka 300 mm mer en normalnedbøren for perioden (Tabell 1). I prøvetakingsperioden var vårmånedene de tørreste månedene, mens desember var den våteste. Middelt døgn temperatur var over frysepunktet det meste av prøvetakingsperioden. Vannføring for grøfteavrenning i JOVA-feltet ved prøvetakingstidspunktene er vist i tabell 2. Tabellen viser vannføring på et tidspunkt midt i prøvetakingsrunden.



Figur 3. Temperatur- og nedbørforhold i prøvetakingsperioden (Målestasjon på Særheim).

Tabell 1. Månedlig normalnedbør (1960-1991) og månedlig nedbør i prøvetakingsperioden (Målestasjon på Særheim).

	Normal	2011-2012
August	109	127
September	149	202
Oktober	152	157
November	145	94
Desember	123	256
Januar	102	168
Februar	65	141
Mars	85	75
April	55	76
Sum	985	1295

Tabell 2. Vannføring ved prøvetakingstidspunktet.

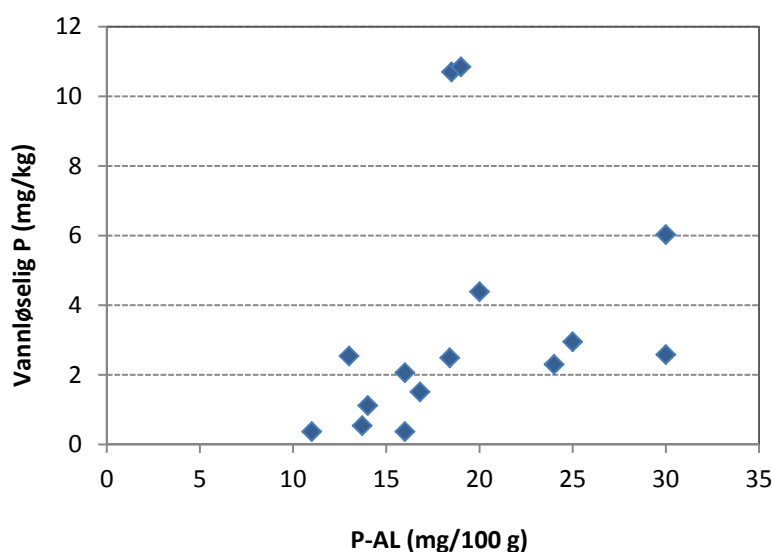
Dato	Vannføring (mm/t)
22.08.2011	0,030
05.10.2011	0,045
15.11.2011	.*
23.02.2012	0,130
08.03.2012	0,070
27.03.2012	0,008
12.04.2012	0,130
26.04.2012	0,013
09.05.2012	0,006

*Manglende data

Det var feil i vannføringsmålingene 15.11.2011. Det er derfor ikke oppgitt vannføring ved dette prøvetakingstidspunktet. Som det framgår av tabellen ble vannprøvene tatt ved varierende nivå av vannføring. Vannføringen ved prøvetakingstidspunktene var generelt litt lavere enn i forrige prøvetakingsprosjekt (Øgaard, 2011).

3.2 Fosfor i jorda

Jordanalyses tallene viser jevnt over høye P-AL verdier for jorda over grøftene (Tabell 4). P-AL 5-7 karakteriseres som Middels, mens P-AL tall ≥ 14 karakteriseres som Meget høyt. På 13 av de 15 prøvetakingsstedene var P-AL i jorda i klassen Meget høyt. Det var en viss trend med økende konsentrasjon av vannløselig fosfor i jorda med økende P-AL, bortsett fra to av jordprøvene som hadde mye høyere konsentrasjon av vannløselig fosfor enn de øvrige (figur 4). Dette er i samsvar med tidligere undersøkelser hvor det er sett på sammenhengen mellom P-AL og vannløselig fosfor i jorda (f.eks. Semb, 1996, Øgaard, 1995). Høye verdier for vannløselig fosfor betyr økt risiko for utlekking av fosfor, og også høyere risiko for tap av fosfor ved overflateavrenning.



Figur 4. Sammenheng mellom P-AL og vannløselig fosfor i toppjorda (0-20 cm).

3.3 Gjødsling

Vi har fått gjødslingsopplysninger fra alle gårdene unntatt en (grøft nr. 4). Siste oppgitte gjødslingstidspunkt i 2011 var i juli for alle skiftene unntatt skiftet ved grønnt nr.12 som fikk 2 kg N/daa 20. august. Dette betyr at unntatt dette ene skiftet var siste gjødsling i 2011 flere uker før første prøvetakingstidspunkt (22.08.2011) i denne prøvetakingsrunden. Vi antar derfor at gjødslingen i 2011 har hatt liten direkte innflytelse på fosfor- og nitrogenkonsentrasjonene i grønntevannsprøvene som ble tatt ut høsten 2011. Et unntak kan være grønnta i JOVA-feltet (grønnt nr. 15) hvor prøven tatt ut 22.08.2011 er en blandprøve som representerer avrenningen i de14 dagene forut for prøveuttaket. Tabell 3 viser gjødslingsmengde og spredetidspunkt våren 2012. Det er stor spredning i tidspunkt for første vårgjødsling mellom de ulike skiftene; fra mars til månedsskifte april/mai. Det ble foretatt tre prøvetakinger av grønntevann i april og mai hvor fosfor- og nitrogenkonsentrasjonen i grønntevannet kan være påvirket av gjødslingen.

De innsamlede gjødslingsopplysningene viser at også i 2010 ble all gjødsel spredd i løpet av våren og sommeren. Første registrerte spredetidspunkt var 2. april, mens siste spredetidspunkt var 8. august. Dette betyr at i forrige prøvetakingsperiode som ble rapportert i 2011 (Øgaard, 2011) og hvor det ikke var prøvetaking mellom 29. mars og 10. september, var ingen av prøvetakingstidspunktene direkte påvirket av gjødsling.

Tabell 3. Gjødseltype, gjødslingsmengde og spredetidspunkt våren 2012.

Grønnt nr.	Gjødseltype	Mengde per daa	Dato
1,2 og 3	25-2-6	50 kg	01.05.2012
4	-	-	-
5	Storfe	3,2 t	02.04.2012
6 og 7	Gris	3 t	02.04.2012
	Amm.nitrat	4 kg N	02.05.2012
8,9,10 og 11	Storfe/gris	4 t	April/mai*
	Amm.nitrat	5 kg N	April/mai*
12	Storfe	4 t	03.04.2012
	Amm.nitrat	4 kg N	09.05.2012
13	Storfe	4,5 t	02.04.2012
	Amm.nitrat	7 kg N	08.05.2012
14	Storfe	3,5 t	Mars
	Min.gjødsel	35 kg	Vår
15	Amm.nitrat	30 kg	30.03.2012
	Storfe	3,5 t	24.04.2012

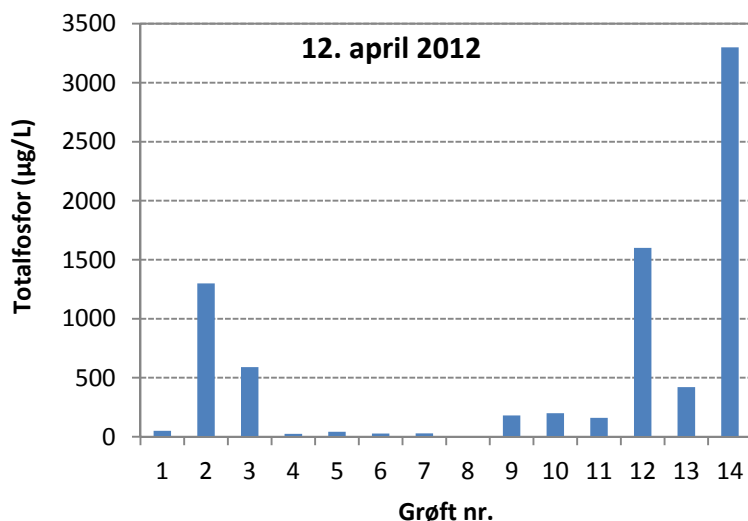
*Gjødsling foretatt etter 26. april.

3.4 Fosfor i grøftevannet

Det var stor variasjon i partikkel- og fosforkonsentrasjon både mellom grøfter og mellom prøvetakingstidspunkter. Tabell 4 viser middel-, maksimum- og minimumsverdier for hver av grøftene for alle prøvetakingene (inkludert tidligere prøvetakingsperioder). Middel konsentrasjon av totalfosfor i grøftevannet varierte fra 22 til 947 $\mu\text{g P/L}$ mellom enkeltgrøfter. Den høye middelkonsentrasjonen på 947 $\mu\text{g P/L}$ for en grøft skyldes til stor grad en svært høy konsentrasjon (12.000 $\mu\text{g P/L}$) ved et prøvetakingstidspunkt. Den høye fosforkonsentrasjonen var forårsaket av en uvanlig høy partikkelkonsentrasjon (850 mg/L) i denne prøven. Uten denne prøven er middelkonsentrasjonen for denne grøfta på 297 $\mu\text{g P/L}$. I videre sammenstilling og analyse av dataene er denne prøven utelatt, fordi vi ikke har noen naturlig forklaring på hvorfor partikkelkonsentrasjonen var så høy på dette ene prøvetakingstidspunktet. Konsentrasjonen for de andre enkeltprøver varierte fra 4 til 3300 $\mu\text{g P/L}$. Fem av grøftene hadde lave konsentrasjoner ved de fleste prøvetakingstidspunktene, og middelverdiene var $\leq 45 \mu\text{g P/L}$.

Et eksempel på den store variasjonen mellom enkeltgrøftene er illustrert i figur 5, hvor totalfosforkonsentrasjonen i prøvene fra enkeltgrøftene som ble tatt ut 12. april 2012 er vist. Totalfosforkonsentrasjonen varierte fra 24 til 3300 $\mu\text{g P/L}$ i prøvene fra denne dagen.

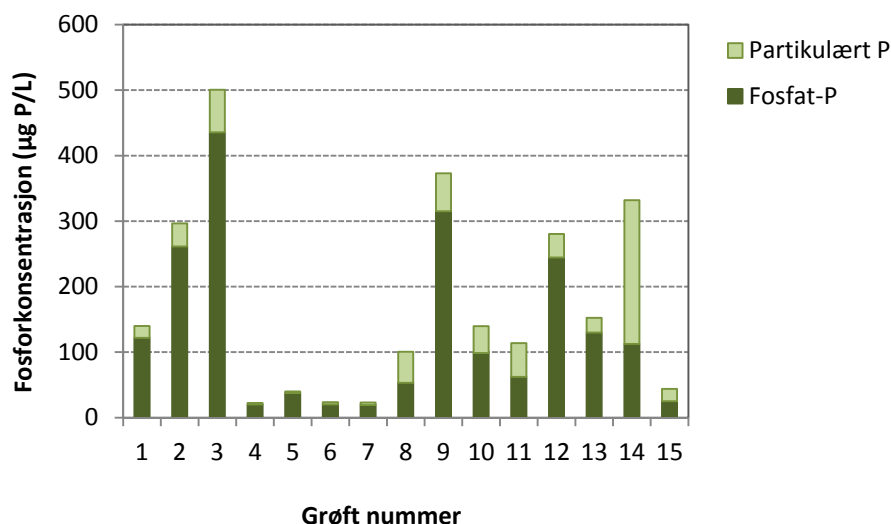
Totalfosfor i vannprøvene består av både løst fosfat og partikkelbundet fosfor. Bare en del av det partikkelbundne fosforet er algetilgjengelig, mens en kan regne alt løst fosfat som algetilgjengelig. Middel konsentrasjon for løst fosfat i vannprøvene varierte fra 2 til 220 $\mu\text{g P/L}$ mellom enkeltgrøfter (Tabell 4), mens konsentrasjon for enkeltprøver varierte fra 1 til 2700 $\mu\text{g P/L}$. Andelen løst fosfat av totalfosfor var 21 % i middel for alle prøvene. I middel for enkeltgrøfter varierte andelen fra 8 til 56 % (Fig. 6), mens opp til 90 % løst fosfat ble målt i enkeltprøver. Høy andel løst fosfor kan tyde på at gjødsel eller punktkilder når fram til grøftene.



Figur 5. Totalfosfor i de enkelte grøftevannsprøvene tatt ut 12. april 2012.

Tabell 4. Partikler, totalfosfor, fosfat og fosfat/TP i vannprøver. P-AL og vannløselig fosfor i jordprøver.

Gård nr.	Grøft nr.	Antall prøver	Vannprøver												Jordprøver		
			Partikler (mg/L)			Totalfosfor (µg/L)			Fosfat (µg/L)			Fosfat/TP %			Jordart	P-AL mg/100g	CaCl ₂ -P mg/kg
			Middel	Maks	Min	Middel	Maks	Min	Middel	Maks	Min	Middel	Maks	Min			
3	1	13	7	19	1	140	1400	15	18	160	1	20	80	2	Mellomsand	17	1,5
3	2	18	59	850	1	947	12000	23	35	150	1	13	45	0	Mellomsand	18	2,5
3	3	12	16	60	1	501	1400	25	65	210	3,4	18	41	1	Mellomsand	19	10,7
4	4	19	5	23	1	22	62	4	2	5,1	1	17	50	3	Mellomsand	14	0,5
5	5	17	11	55	1	40	130	14	2	9	1	9	64	1	Finsand	13	2,5
7	6	17	4	14	1	24	60	11	3	12	1	17	71	3	Finsand	19	10,9
7	7	15	3	10	1	23	43	9,4	4	7,9	1	16	27	6	Finsand	30	6,0
10	8	6	9	18	3	101	120	68	48	66	19	49	88	22	Mellomsand	25	3,0
10	9	11	27	50	6	373	970	82	58	290	1	19	70	0	Mellomsand	24	2,3
10	10	11	15	37	2	140	220	53	41	82	19	33	72	16	Mellomsand	14	1,1
10	11	10	21	110	1	114	170	41	52	110	27	48	90	26	Mineralbl. mold	16	2,1
12	12	13	14	44	3	281	1600	38	36	380	1	8	24	0	Mellomsand	16	0,4
12	13	10	9	22	1	152	420	23	22	110	1	10	34	2	Organisk	11	0,4
13	14	13	12	74	1	332	3300	4,9	220	2700	1	23	82	1	Siltig mellomsand	30	2,6
JOVA	15	16	9	37	3	45	160	10	19	57	5,1	50	78	13	Mellomsand	20	4,4



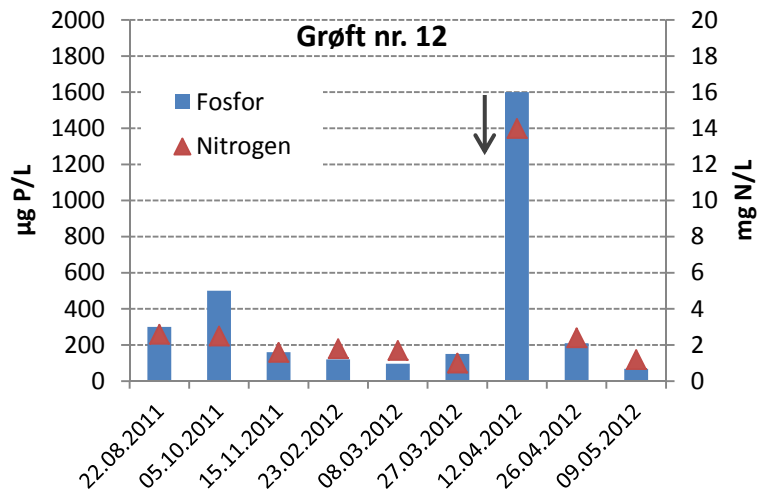
Figur 6. Middelerverdier for partikkelbundet og løst fosfat i enkeltgrøfter for perioden august 2011 til mai 2012.

Tabell 5 viser middelerverdiene for de ulike prøvetakingstidspunktene i den siste prøvetakingsperioden (22.08.2011 - 09.05.2012) sammen med vannføringen. Middelerverdiene for fosfor ved de ulike prøvetakingstidspunktene i denne prøvetakingsperioden var lavest om vinteren (15.11.2011 - 08.03.2012) og høyest 12.04.2012. Figur 7 viser et eksempel på variasjonen mellom prøvetakingstidspunktene i en enkeltgrøft. Total fosforkonsentrasjon i denne grøfta varierte fra 68 til 1600 µg P/L. I tabell 1 og 2 i vedlegget finnes tilsvarende figurer for alle grøftene som ble prøvetatt denne siste prøvetakingsperioden. Her er også konsentrasjonene for totalnitrogen inkludert i figurene.

10 av de 15 grøftene hadde middel totalfosfor-konsentrasjon >100 µg P/L. Noen av grøftene hadde middelerverdier mye over 100 µg P/L, og disse kan være en betydelig kilde for fosfor til vassdraget. De fem øvrige grøftene hadde middelerverdier som var 45 µg P/L eller lavere. Disse verdiene kan sammenlignes med målinger i Timebekken hvor middel fosforkonsentrasjon for årene 1994-2009 var 150 µg P/L (Rød et al., 2009). Fem av grøftene hadde en betydelig høyere fosforkonsentrasjon enn Timebekken.

Tabell 5. Vannføring og middelerverdiene for partikler, totalfosfor, fosfat og nitrogen for de ulike prøvetakingstidspunktene i den siste prøvetakingsperioden.

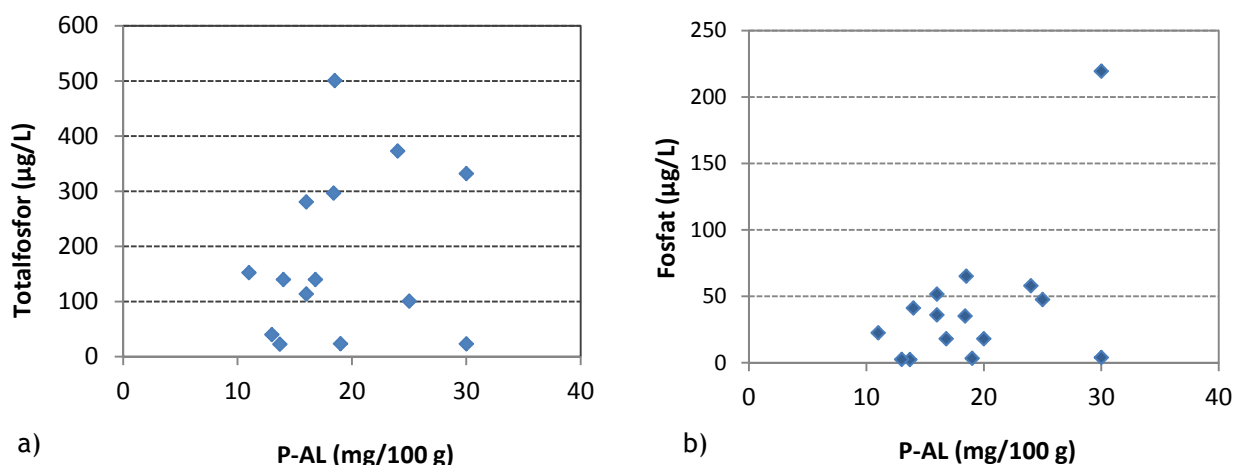
	2011			2012					
	22.08	05.10	15.11	23.02	08.03	27.03	12.04	26.04	09.05
Partikler mg/L	31	7	7	5	6	7	18	14	9
Totalfosfor µg P/L	286	249	108	123	105	166	609	193	177
Fosfat µg P/L	37	34	14	17	15	17	274	21	38
Totalnitrogen mg/L	10,2	6,7	8,5	4,5	3,6	4,5	4,8	5,0	4,8
Vannføring mm/t	0,030	0,045	-	0,130	0,070	0,008	0,130	0,013	0,006



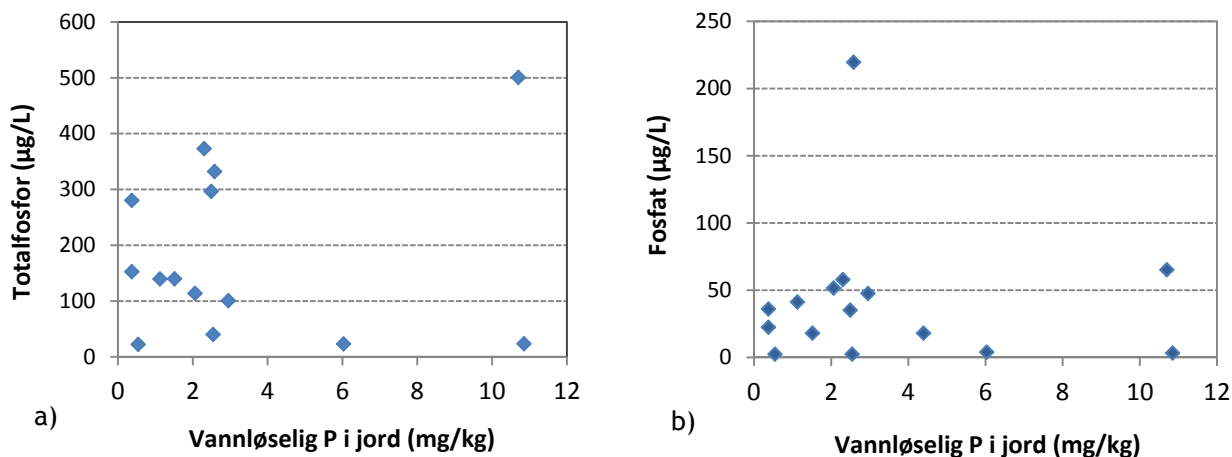
Figur 7. Konsentrasjon av totalfosfor og totalnitrogen i grøft nr. 12 ved de ulike prøvetakingstidspunktene. Pilen viser gjødslingstidspunkt.

3.5 Sammenheng mellom fosfor i toppjorda og fosfor i grøftevannet

Tilsvarende som ved forrige rapportering i mai 2011 var det ingen tydelig sammenheng mellom P-AL i toppjorda (0-20 cm) og middel konsentrasjon av totalfosfor eller løst fosfat i vannprøvene (Figur 8 a og b). Det var heller ingen tydelig sammenheng mellom vannløselig fosfor i toppjorda og fosforkonsentrasjoner i grøftevannet (Figur 9 a og b). Både for totalfosfor og løst fosfat er det noen prøvetakingssteder som har mye høyere konsentrasjoner i grøftevannet enn de øvrige prøvetakingsstedene uten at dette kan forklares av jordas fosforstatus.

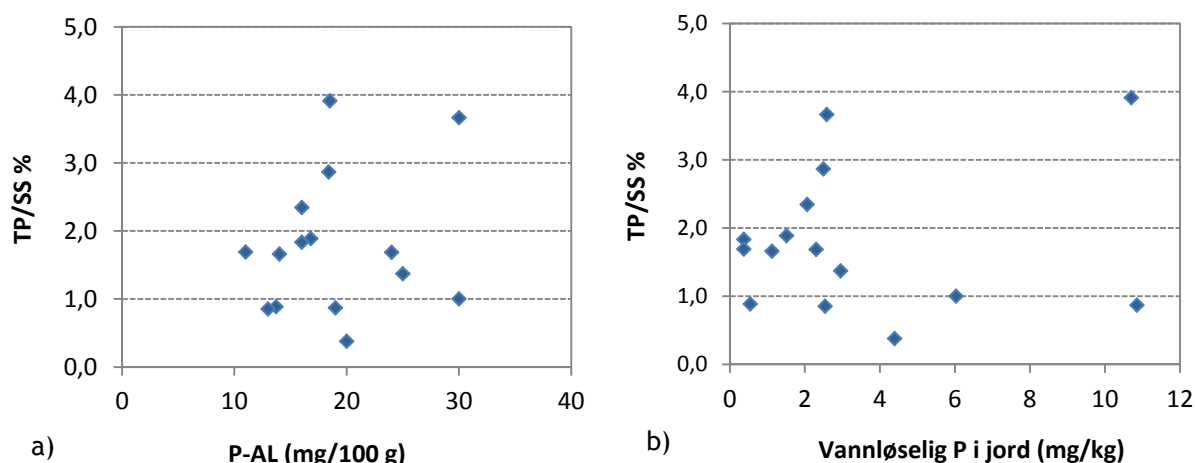


Figur 8. Sammenheng mellom P-AL tallet i toppjorda (0-20 cm) og middel konsentrasjon av totalfosfor (a) og løst fosfat (b) i grøftevannet.



Figur 9. Sammenheng mellom vannløselig fosfor i toppjorda (0-20 cm) og middel konsentrasjon av totalfosfor (a) og løst fosfat (b) i grøftevannet.

Tapet av totalfosfor i grøftene er til dels styrt av partikkeltapet, fordi det meste av fosforet er partikkelbundet. Partikkeltapet i grøftene er styrt av fysiske og hydrologiske forhold i jorda. Dette betyr at en ikke kan se på totalfosfortapet alene når en skal se på sammenhengen mellom fosforstatus i toppjorda og fosfortap i grøftene. Høyt P-AL tall i jorda gir mer fosforrike jordpartikler og mer vannløselig fosfor. Forholdet mellom totalfosfor (TP) og partikler (SS) i vannprøvene kan derfor brukes for å undersøke om det er noen sammenheng mellom fosforstatus i toppjorda og fosfortap i grøftene. Det var imidlertid heller ingen sammenheng mellom TP/SS forholdet i grøftevannet og toppjordas P-AL tall (Figur 10 a) eller vannløselig fosfor (Figur 10 b). Manglende sammenheng mellom jordas P-AL tall og TP/SS forholdet i grøftevannet kan skyldes at en del av partiklene i grøftevannet kan stamme fra undergrunnsjorda som er mindre påvirket av gjødslingen. I tillegg kan husdyrgjødsel eller andre punktkilder nå fram til grøftene. Dette vil maskere en eventuell effekt av jordas fosforstatus på fosforkonsentrasjonen i grøftevannet. Middel TP/SS for enkeltgrøftene varierte fra 0,4 til 3,9 %. Spesielt ved de høyeste TP/SS verdiene kan det være et spørsmål om noe husdyrgjødsel eller andre punktkilder har funnet veien fram til grøftene, og bidrar med løst fosfat i tillegg til det som følger med og delvis frigjøres fra jordpartiklene.



Figur 10. Sammenheng mellom P-AL tallet (a) eller vannløselig P (b) i toppjorda (0-20 cm) og forholdet mellom totalfosfor (TP) og partikler (SS) i grøftevannet.

TP/SS forholdet i grøftevannet kan sammenlignes med jordas fosforinnhold. I toppjorda er det antagelig mellom 0,1-0,2 % fosfor. Fosforet er imidlertid ikke jevnt fordelt på jordpartiklene, slik at de minste jordpartiklene har høyere fosforkonsentrasjon enn de større partiklene. Gjødselfosfor anrikes også i større grad på de minste partiklene enn på de største (Øgaard, 1996), og det er gjerne disse minste og mest fosforrike partiklene som transporteres med grøftevannet (og i overflateavrenning). Fosforkonsentrasjonen i jorda som tapes er derfor høyere enn fosforkonsentrasjonen i den opprinnelige jorda.

3.6 Sammenheng mellom jordtype og fosfortap

De tre skiftene med finsand i toppjorda hadde alle lave fosforkonsentrasjoner i grøftevannet, men det hadde også to av skiftene med mellomsand. Alle skiftene som hadde høye fosforkonsentrasjoner ved et eller flere prøvetakingstidspunkter hadde mellomsand i toppjorda. Skiftet med organisk jord skilte seg ikke ut fra skiftene med mineraljord. Dette skiftet hadde imidlertid det laveste P-AL tallet av skiftene som inngikk i denne kartleggingen, noe som antagelig skyldes at fosfor bindes svakere i organisk jord enn i mineraljord.

Ut i fra dette prøvematerialet kan det ikke gis noen klare svar på om det er forskjell mellom jordtyper når det gjelder risiko for fosfortap til grøftene. Vi har imidlertid bare informasjon om jordtype i toppjorda. En organisk toppjord kan ha mineraljord i undergrunnsjorda som binder løst fosfat fra toppjorda før det når fram til dreneringsgrøftene.

3.7 Sammenheng mellom avrenningsintensitet og fosfor i grøftevannet

Avrenningsintensitet er en faktor som forventes å innvirke på fosforkonsentrasjonen i grøftevannet. Vannføring i grøfta i JOVA-feltet på prøvetakingdagene varierte fra 0,006 til 0,13 mm/t, og tilsvarende som forrige prøvetakingsperiode var det ingen tydelig sammenheng mellom vannføringen og partikkel- og fosforkonsentrasjon i grøftevannet.

3.8 Sammenheng mellom gjødsling og fosfor i grøftevannet

I den foregående prøvetakingsperioden ble den eneste prøvetakingen våren 2010 foretatt før husdyrgjødselspredningen startet, slik at det i denne prøveserien ikke var datagrunnlag for å vurdere eventuell gjødslingseffekt på grøfteavrenning av fosfor og nitrogen.

Prøvetakingsperioden som rapporteres her startet opp flere uker etter den siste rapporterte gjødslingen i 2011, unntatt for ett prøvetakingstidspunkt som fikk litt nitrogen (2 kg N/daa) 2 dager før første prøvetaking (22.08.2011). Vi antar derfor at gjødslingen i 2011 har hatt liten direkte innflytelse på nitrogen- og fosforkonsentrasjonene i grøftevannsprøvene som ble tatt ut høsten 2011. Løselige næringsstoffer som blir tilført i vekstsesongen blir raskt tatt opp av plantene, og overskudd av fosfor vil over tid bindes sterkere til jorda. Våren 2012 ble det tatt ut tre prøver i april og mai (12. og 26. april og 9. mai). Det var imidlertid sein gjødsling på flere av skiftene denne våren. Sju av skiftene hadde første gjødselspredning etter 26. april, og ved prøvetakingen 9. mai var det lav vannføring, den laveste av prøvetakingstidspunktene, slik at disse prøvene er mer usikre i forhold til å vurdere gjødslingseffekt. I figurene i vedlegget er gjødslingstidspunktet for de enkelte grøftene markert, slik at en kan se eventuelle gjødslingseffekter på fosforkonsentrasjonen i grøftevannet.

Prøvetakingsdatoen med høyeste middel konsentrasjoner av totalfosfor og fosfat var 12.04.2012 (tabell 5). Middel konsentrasjon av totalfosfor var denne dagen mer enn dobbel så høy som på noen av de andre prøvetakingsdatoene, mens middel fosfatkonsentrasjon var mere en sju ganger så høy som på noen av de andre prøvetakingsdatoene. Grøftevannet fra tre av de seks skiftene som hadde blitt gjødslet før denne dato, hadde den høyeste fosforkonsentrasjonen i løpet av

prøvetakingsperioden denne dagen. Det var imidlertid også høy vannføring denne dagen, men den andre dagen med like høy vannføring (23.02.2012) hadde mye lavere fosforkonsentrasjoner. Middel konsentrasjon av totalfosfor disse to dagene med høyest vannføring var henholdsvis 123 og 609 µg TP/L, mens middel fosfatkonsentrasjon var henholdsvis 17 og 274 µg fosfat-P/L. Figur 5 viser at en av grøftene hadde ekstremt høy fosforkonsentrasjon denne dagen. Denne grøfta hadde også høy andel løst fosfat; 82 % av totalfosfor. Flere av grøftene hadde ikke tydelig høyere fosforkonsentrasjoner i april og mai enn resten av året, og det er derfor mindre sannsynlig at gjødsel fosfor når fram til disse grøftene. Dette gjaldt spesielt for grøftene med jevnt over lave konsentrasjoner ved alle prøvetakingstidspunktene.

Disse resultatene antyder at det under noen forhold kan bli utvasking av fosfor etter husdyrgjødselspredning også i mineraljord. Dette bekreftes av en undersøkelse fra Jæren senhøsten 1987, hvor det ble tatt ut prøver av grøftevann fra to naboskifter (Berge og Källqvist, 1990). På det ene skiftet hadde det blitt spredd husdyrgjødsel like før prøvetakingen. De fant en svært høy fosforkonsentrasjon i grøftevannet fra skiftet som hadde fått husdyrgjødsel sammenlignet med det ugjødslede naboskiftet; henholdsvis 2300 og 32 µg P/L. Jorda her var morenejord.

3.9 Nitrogen i grøftevannet

Middel konsentrasjon for totalnitrogen varierte fra 1 til 20 mg N/L mellom enkeltgrøfter (Tabell 6). Konsentrasjonen for enkeltprøver varierte fra 0,3 til 47 mg N/L. Det var en tendens til at noen grøfter hadde lave nitrogenkonsentrasjoner ved alle prøvetakingstidspunkter, mens andre hadde høye konsentrasjoner ved mange av prøvetakingstidspunktene. Noen av grøftene viste veldig høye nitrogenkonsentrasjoner sammenlignet med data fra andre undersøkelser. Data fra ulike felt på Østlandet og Trøndelag viser årlige middel nitrogenkonsentrasjoner i grøftevann på <12 mg N/L, bortsett fra ett felt som hadde middelkonsentrasjon på 17 mg N/L i grøftevannet (Kvernø og Bechmann, 2010).

Tabell 6. Totalnitrogen i grøftevann.

Grøft nr.	Antall prøver	Totalnitrogen (mg N/L)		
		Middel	Maks	Min
1	13	7	12	2
2	18	12	47	3
3	12	4	11	1
4	19	20	39	5
5	17	1	5	0,3
6	17	16	35	10
7	15	12	26	4
8	6	6	8	4
9	11	3	6	1
10	11	3	7	1
11	10	2	3	1
12	13	3	14	1
13	10	4	5	3
14	13	6	10	3
JOVA	16	4	5	3

3.10 Sammenheng mellom avrenningsintensitet og nitrogen i grøftevannet

Tilsvarende som for fosfor var det ingen tydelig sammenheng mellom vannføringen og nitrogenkonsentrasjon i grøftevannet.

3.11 Sammenheng mellom gjødsling og nitrogen i grøftevannet

Middel nitrogenkonsentrasjoner for de enkelte prøvetakingsdatoene var høyest for prøvetakingene høsten 2011, hvor det ikke foregikk noen gjødsling (Tabell 5). Mineralisering av organisk nitrogen samtidig med lavt planteopptak kan være en årsak til høyere nitrogenkonsentrasjoner i avrenningen om høsten enn om vinteren og våren, hvor lav jordtemperatur gir lite mineralisering av organisk nitrogen. På to av skiftene som hadde høyest nitrogenkonsentrasjon i avrenningen om høsten, hadde det vært korn og dermed ingen vekst som kunne ta opp nitrogen som mineraliserer i løpet av høsten. Middelerverdiene for april- og mai-prøvene var ikke høyere enn for prøvetakingsdatoene tidligere på året, men ser en på figurene for enkeltgrøftene i vedlegget, kan en i noen få tilfeller se en forhøyet nitrogenkonsentrasjon etter gjødsling. Dette gjelder spesielt for grøft nr. 12 som hadde mye høyere nitrogenkonsentrasjon (14 mg N/L) rett etter gjødsling enn ved de andre prøvetakingstidspunktene.

3.12 JOVA-feltet i Time

Målingene i delfeltet i JOVA-feltet Time representerer kun grøftevann som brukes til sammenligning med resultatene fra de 14 andre grøftene som ble prøvetatt med stikkprøver. JOVA-feltet har kontinuerlig vannprøvetaking og vannføringsmålinger, slik at her kan man beregne tapene i tillegg til å se på variasjonen i fosfor- og nitrogenkonsentrasjon i blandprøvene gjennom året.

Fosfor- og nitrogenkonsentrasjonene i prøvene fra JOVA-feltet var lav i forhold til konsentrasjonene som ble målt i mange av de andre grøftene (Tabell 4 og 6). Omregnet til tap var middel årlig tap av nitrogen og fosfor på henholdsvis 3,5 kg N/daa og 33 g P/daa jordbruksareal for overvåkingsperioden fra 1997 til 2006 (Pengerud et al., 2006) (Tabell 7). På grunn av manglende vannprøver fikk vi ikke beregnet årlige tap etter 2006, men det er beregnet månedlig avrenning og tap for månedene november-april i årene 2008/2009 og 2011/2012 (Tabell 7). Verdiene fra 2011/2012 dekker en stor del av prøvetakingsperioden for prosjektet som rapporteres her. Fosfortapet i perioden november til april i 2011/2012 ble beregnet til 16 g P/daa, mens nitrogentapet ble beregnet til 969 g N/daa. Sammenlignet med middelerverdien for disse månedene i perioden 1997-2006, var fosfor- og nitrogentapet lavere i 2011/2012. I 2008/09 var fosfortapet betydelig høyere. I den siste prøvetakingsperioden var lav grøfteavrenning i alle månedene unntatt desember årsak til lave totaltap via grøftene av både fosfor og nitrogen.

Mange av grøftene hadde middel nitrogen- og fosforkonsentrasjoner som var betydelig over konsentrasjonene i JOVA-feltet, og derfor sannsynligvis også betydelig høyere nitrogen- og fosfortap. En må imidlertid være oppmerksom på at stikkprøver gir stor usikkerhet sammenlignet med de vannføringsproporsjonale vannprøvene (blandprøver) fra JOVA-feltet.

Verdiene for grøftetap i JOVA-delfeltet kan sammenlignes med tapene fra hele feltet, hvor målingene representerer tap fra både overflate- og grøfteavrenning i tillegg til eventuell erosjon i selve bekken. Middel fosfortap for hele feltet i perioden 1985 til 2009 ble beregnet til 129 g P/daa jordbruksareal (Rød et al. 2009). Dette antyder at fosfortap via grøfter utgjør en mindre, men likevel ikke helt ubetydelig del av det totale fosfortapet i dette jordbruksområdet. Middel nitrogentap fra hele feltet i den samme perioden var 5,0 kg N/daa. Forskjellen mellom tapet fra delfeltet med bare grøfteavrenning og tapet fra hele feltet var dermed betydelig mindre for nitrogen enn for fosfor.

Tabell 7. Månedlige avrenning og tap av totalfosfor og totalnitrogen pr daa (g/daa) jordbruksareal i perioden 1997-2006 (middel) og i 2008/09 og 2010/11.

	Avrenning (mm)			Total fosfor (g/daa)			Total nitrogen (g/daa)		
	Middel 1997- 2006	2008/09	2011/12	Middel 1997- 2006	2008/09	2011/12	Middel 1997- 2006	2008/09	2011/12
Mai	8,4			0,4			37		
Juni	10,5			0,5			36		
Juli	12,1			0,5			33		
August	34,2			2,0			152		
September	55,2			3,2			311		
Oktober	104,2			7,5			491		
November	100,0	135,2	11,8	5,0	17,4	0,3	482	599	57
Desember	86,7	65,6	131,8	3,8	11,2	11,8	472	313	564
Januar	91,6	110,9	43,8	4,1	14,4	2,5	525	543	191
Februar	84,7	53,4	6	3,4	4,8	0,3	496	236	22
Mars	50,9	66,2	20,7	2,2	3,6	0,9	294	300	81
April	38,7	24,2	13	1,6	0,8	0,5	225	83	54
Sum (hele perioden)	664,0			33,3			3491		
Sum nov-april	452,6	455,5	227,1	20,1	52,2	16,2	2494	2074	969

4. Konklusjon

Det var stor variasjon i partikkel-, fosfor- og nitrogenkonsentrasjon både mellom grøfter og mellom prøvetakingstidspunkter. Ti av 15 grøfter hadde middelverdier for fosfor som var over 100 µg TP/L. Noen av grøftene hadde verdier mye over 100 µg TP/L og disse kan være en betydelig kilde for fosfor til vassdraget. Ved de høyeste verdiene kan det være et spørsmål om noe husdyrgjødsel eller andre punktkilder har funnet veien til grøftene. Også for nitrogen var det enkeltgrøfter som hadde høye middelverdier. Fire av grøftene hadde middel nitrogenverdier over 10 mg N/L.

I dette prøvematerialet var det ingen tydelig sammenheng mellom P-AL eller vannløselig fosfor i toppjorda (0-20 cm) og middel konsentrasjon av totalfosfor eller løst fosfat i grøftevannet.

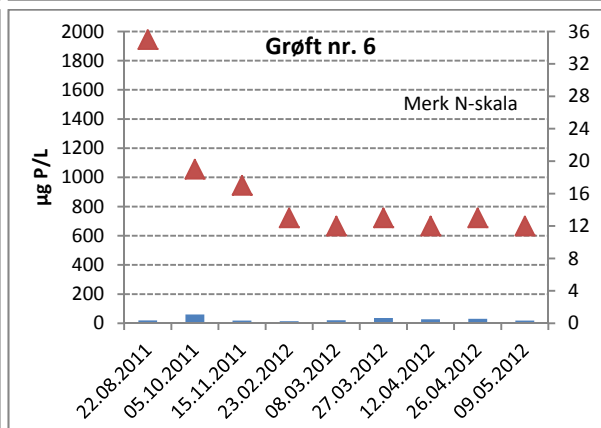
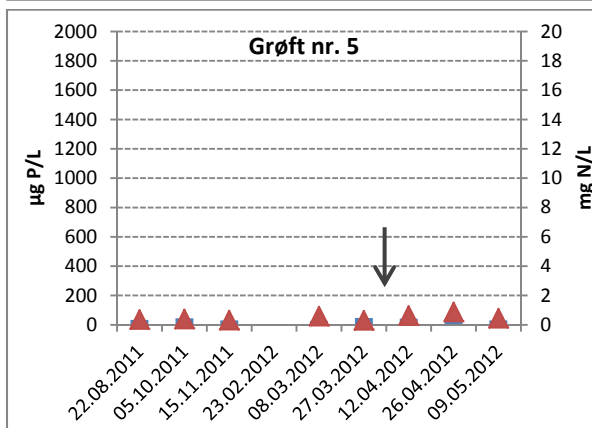
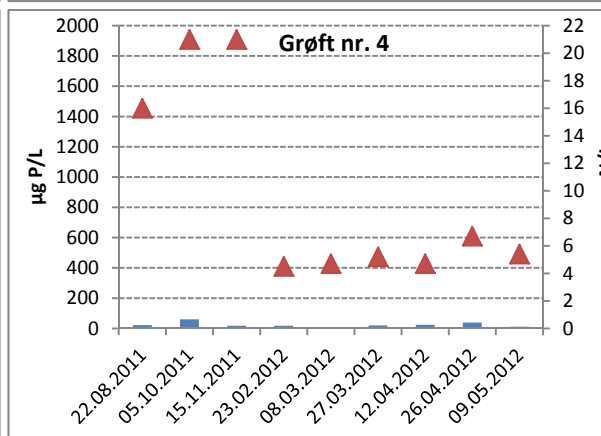
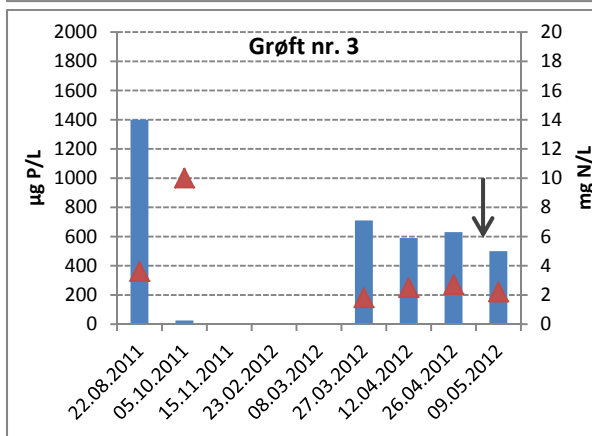
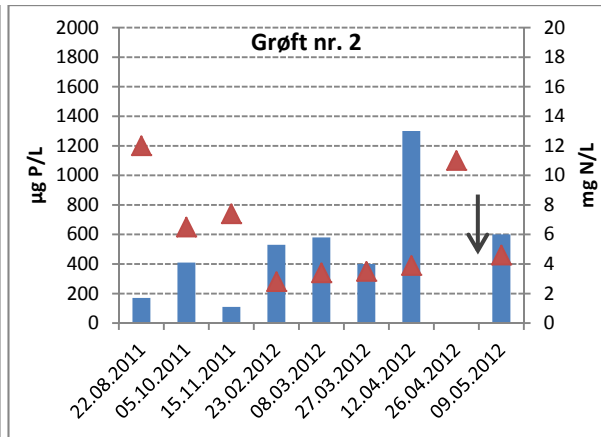
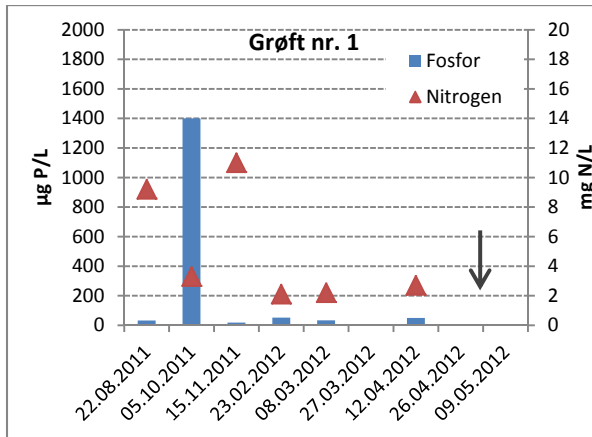
Resultatene antyder at det under noen forhold kan bli utvasking av fosfor etter husdyrgjødsel-spredning også i mineraljord. Det var også økt nitrogenkonsentrasjon i grøftevannet etter gjødsling i noen få tilfeller. I flere av grøftene var imidlertid nitrogen- og fosforkonsentrasjonen upåvirket av gjødsling.

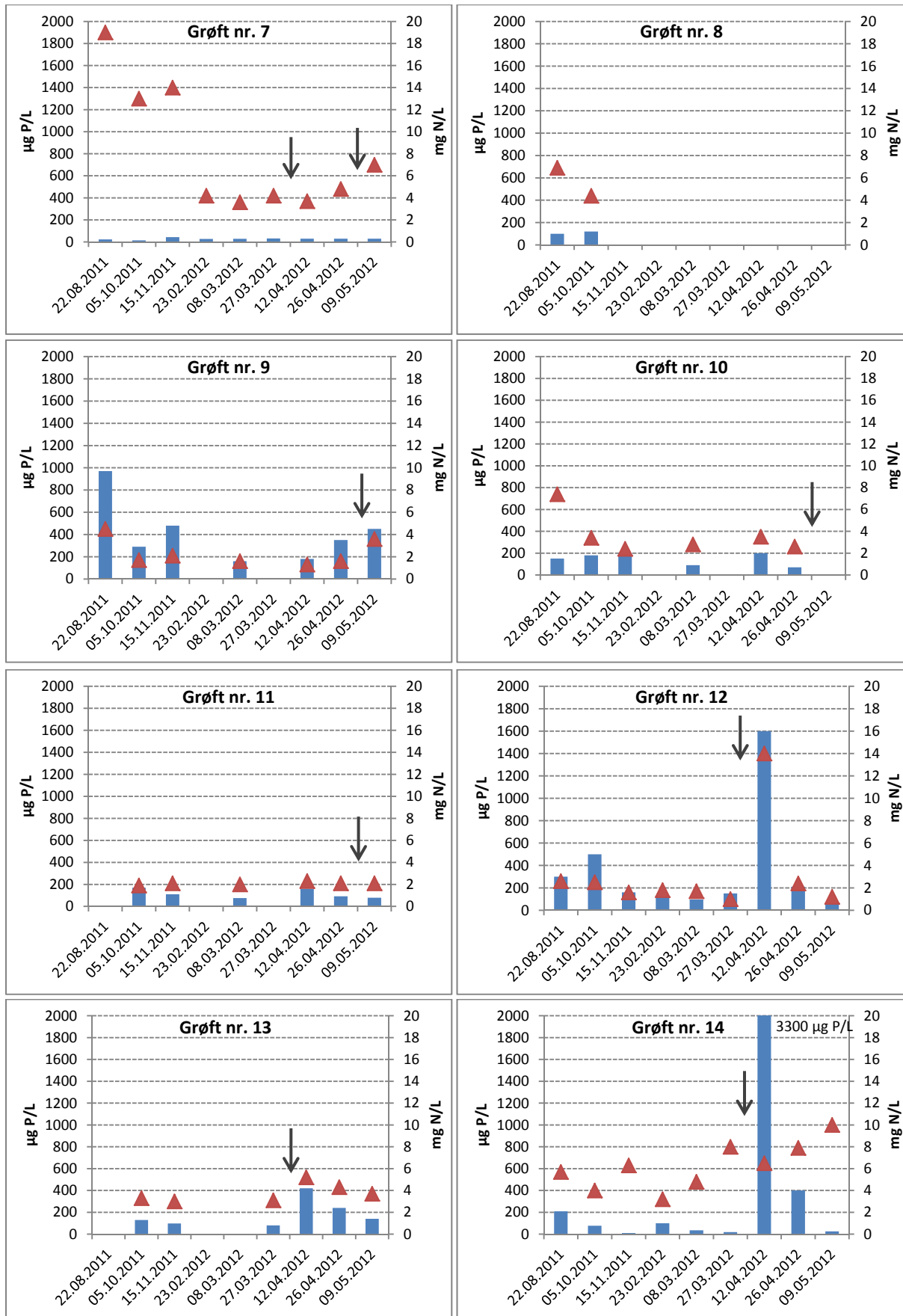
De høyeste middelkonsentrasjonene for nitrogen ble funnet for prøvetakingene om høsten, noe som antagelig skyldes større frigjøring av nitrat ved mineralisering av organisk nitrogen om høsten enn om vinteren og tidlig vår.

5. Referanser

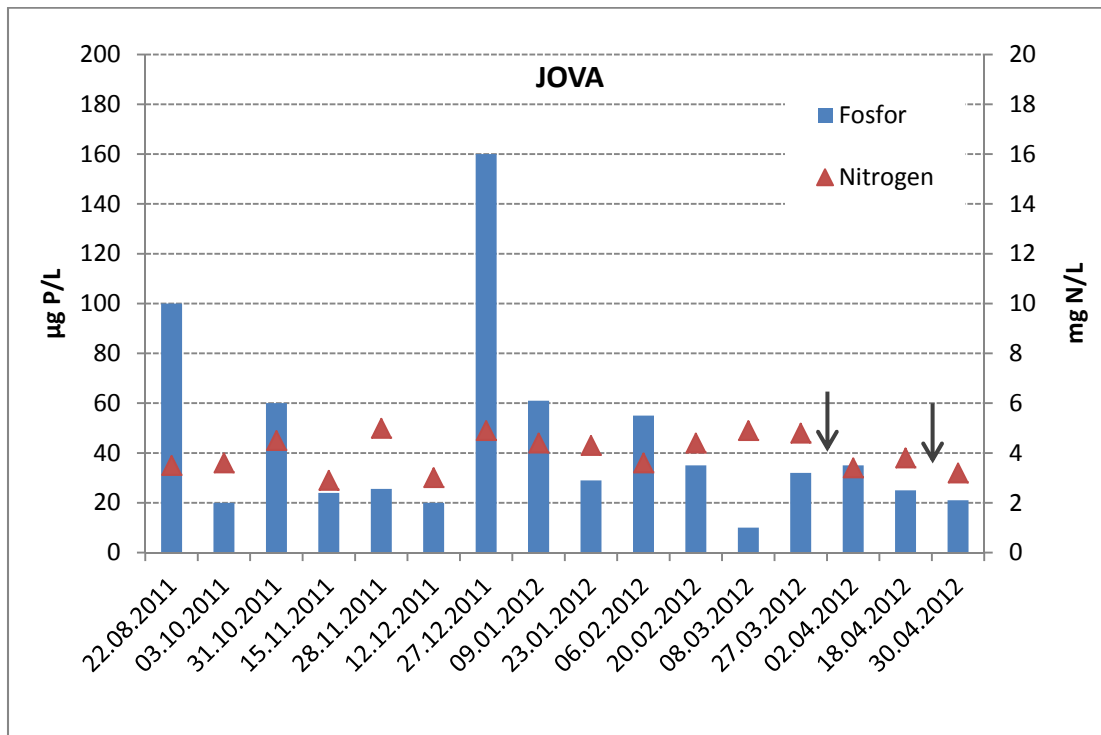
- Berge, D. & Källqvist, T. 1990. Biotilgjengelighet av fosfor i jordbruksavrenning sammenlignet med andre forurensningskilder. NIVA Rapport, O-87064: 130 s.
- Pengerud, A., Deelstra, J., Eggestad, H.O. og Øygarden, L. 2006. Jord- og vannovervåking i landbruket (JOVA) - Vinningland 1998-2005. Bioforsk Rapport Vol 1, nr. 183. 21 s.
- Kværnø, S. og Bechmann, M. 2010. Transport av jord og næringsstoffer i overflate- og grøftevann - Sammenstilling av resultater fra rutefelter og småfelter i Norge. Bioforsk Rapport Vol 5 nr. 30. 89 s.
- Rød, L.M., Pedersen, R., Deelstra, J., Bechmann, M., Eggestad, H.O., & Øgaard, A.F. 2009. Erosjon og næringsstofftap fra jordbruksdominerte nedbørfelt - Årsrapport for 2008/2009 fra Program for jord- og vannovervåking i landbruket (JOVA). Bioforsk Rapport 4 (165), 44 s.
- Semb, L. 1996. Fosfor og alger i dyrka jord. Hovedoppgave ved Inst. for jord- og vannfag, NLH. 57 s.
- Øgaard, A.F. 1995. Effect of phosphorus fertilization and content of plant-available phosphorus (P-AL) on algal-available phosphorus in soils. . Acta Agric. Scand. Sect. B, Soil and Plant Sci. 45: 242-250.
- Øgaard, A.F. 1996. Effect of phosphorus fertilization on the concentration of total and algal-available phosphorus in different particle-size fractions in Norwegian agricultural soils. Acta Agric. Scand. Sect. B, Soil and Plant Sci. 46: 24-29.
- Øgaard, A.F. 2011. Fosfor og nitrogen i grøfteavrenning i Figgjoelvas nedbørfelt. Bioforsk Rapport 6 (62), 17 s.

Vedlegg





Figur 1. Konsentrasjon av totalfosfor og totalnitrogen i de enkelte grøftene ved de ulike prøvetakingstidspunktene. Pilen markerer gjødslingstidspunkt.



Figur 2. Konsentrasjon av totalfosfor og totalnitrogen i avrenningen fra delfeltet i JOVA-feltet Time. Dataene representerer prøvetakingstidspunktet for blandprøvene. Pilen markerer gjødslingstidspunkt (Ammoniumnitrat 30.03.2012 og storfegjødsel 24.04.2012).