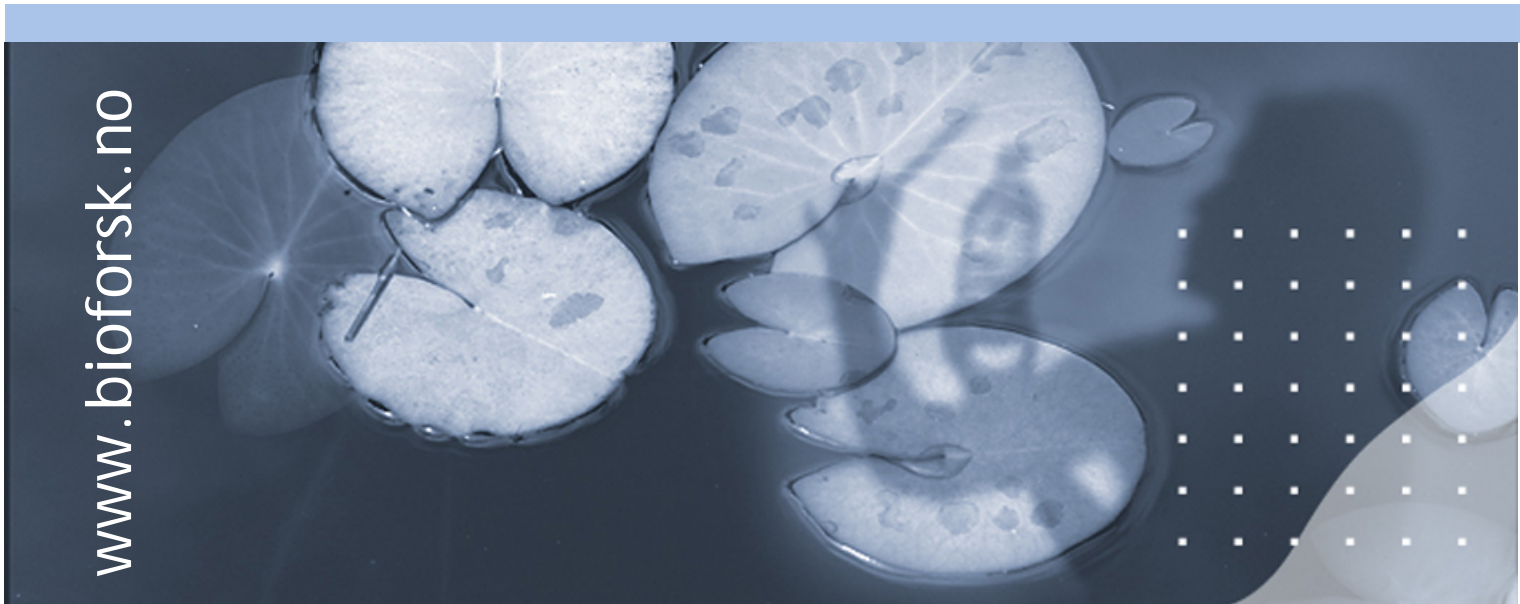


# Lokale fosfortilførsler til vestre Vansjø og Mosseelva

Marianne Bechmann, Hans Olav Eggestad og Sigrun Kværnø  
Bioforsk (Jord og Miljø)



*Tittel:*  
Lokale fosfortilførsler til vestre Vansjø og Mosseelva

*Forfatter(e):*  
Marianne Bechmann, Hans Olav Eggestad og Sigrun Kværnø

<i>Dato:</i> 8/1 2006	<i>Tilgjengelighet:</i> Åpen	<i>Prosjekt nr.:</i> 4125	<i>Arkiv nr.:</i>
<i>Rapport nr.:</i> 1/3/2006	<i>ISBN-nr.:</i> 82-17-00002-6 978-82-17-00002-0	<i>Antall sider:</i> 21	<i>Antall vedlegg:</i> 7

<i>Oppdragsgiver:</i> Våler, Moss, Rygge kommuner og Vannområdeutvalget Morsa	<i>Kontaktperson(er):</i> Helga Gunnarsdottir
---	--

<i>Stikkord:</i> Eutrofiering, fosfor, Morsa, jordbruk, boligfelt, fyllplass, små bekker	<i>Fagområde:</i> Vannkvalitet og arealbruk
--	--

*Sammendrag:*

Det er foretatt en undersøkelse av vannkvaliteten i 14 småbekker med tilførsel til vestre del av Vansjø og Mosseelva. Det ble tatt ut stikkprøver i bekkene rutinemessig hver 14. dag (ca. 22 ganger) samt fem ganger i flomeepisoder i perioden oktober 2004 til oktober 2005. I tillegg ble det tatt ut stikkprøver hver tredje time gjennom tre flomeepisoder i tre av bekkene. Vannprøvene er analysert for konsentrasjon av totalfosfor og løst fosfor i filtrerte prøver. Avrenningsmålinger fra Skuterudbekken i Ås er brukt for å beregne fosfortap i bekkene.

Årlig gjennomsnittskonsentrasjon av fosfor i bekkene varierer i følge undersøkelsen fra 45 µg/L til 930 µg/L. Den årlige middelfosforkonsentrasjonen i 12 av de 14 bekker ligger over maksimumsmiljømålet på 50 µg/L. Beregningen av fosfortapene er basert på estimering av manglende flomkonsentrasjoner og interpolering mellom stikkprøver. Tapene fra nedbørfeltene varierer mellom 11 og 240 g P/daa. Basert på disse nedbørfeltene er de totale tilførslene til vestre Vansjø (ovenfor Mosseelva) estimert til ca 1,7 tonn fosfor i perioden fra 19. oktober 2004 til 19. oktober 2005. Avrenningen i måleperioden var mye lavere (257 mm) enn ellers i perioden 1994-2004 (målt i Skuterudbekken). Normalavrenningen for de siste ti årene var på 532 mm. Gitt en lineær sammenheng mellom avrenning og fosfortap indikerer dette at normale tilførsler ligger på ca 3,4 tonn fosfor/år. I tillegg kommer fosfortap fra nedbørfeltet til Mosseelva som utgjør ca 0,4 tonn fosfor/år.

Ansvarlig leder

.....  
Lillian Øygarden

Prosjektleder

.....  
Marianne Bechmann



# Innhold

---

Sammendrag .....	3
1. Innledning .....	4
2. Metoder .....	5
2.1. Nedbørfeltbeskrivelser .....	5
2.2. Fosforinnhold i jordbruksjord .....	6
2.3. Prøveuttak .....	8
2.4. Nedbør og vannføringsmålinger .....	9
2.5. Prøveuttak i forhold til vannføring .....	11
2.6. Beregning av fosfortap .....	12
2.7. Oppskalering av fosfortransport .....	12
3. Resultater .....	14
3.1. Termotabile koliforme bakterier .....	14
3.2. Fosfor-konsentrasjoner .....	14
3.3. Fosfortap i måleperioden .....	16
3.4. Fosfortilførsler til vestre Vansjø og Mosseelva .....	18
4. Konklusjon .....	20
5. Referanser .....	21
6. Vedlegg .....	22

# Sammendrag

---

Det er foretatt en undersøkelse av vannkvaliteten i 14 småbekker med tilførsel til vestre del av Vansjø og Mosseelva (nedre Vansjø). Undersøkelsen er finansiert av kommunene Våler, Moss og Rygge, samt Vannområdeutvalget Morsa og SFT, og pågikk fra oktober 2004 til oktober 2005.

Det ble tatt ut stikkprøver i de 14 bekkene rutinemessig hver 14. dag (ca. 22 ganger) samt fem ganger i flomepisoder. I tillegg ble det tatt ut stikkprøver hver tredje time gjennom tre flomepisoder i tre av bekkene. Vannprøvene er analysert for konsentrasjon av totalfosfor og løst fosfor i filtrerte prøver. Da det ikke ble gjennomført avrenningsmålinger i de 14 bekkene er avrenningsmålinger fra Skuterudbekken i Ås brukt for å estimere vannføringen i bekkene rundt vestre Vansjø.

Årlig gjennomsnittskonsentrasjon av fosfor i bekkene varierer i følge undersøkelsen fra 45 µg/L til 930 µg/L. Norebekken og Gashusbekken har de laveste konsentrasjonene, mens den årlige middelfosforkonsentrasjonen i alle de øvrige bekkene ligger over maksimumsmiljømålet på 50 µg/L. Områder med intensiv jordbruksproduksjon og liten fortykning med skogsavrenning viser de høyeste fosforkonsentrasjonene, men også fyllingene i nedbørfeltene til Tykkmyr og Hananbekken bidrar med høye konsentrasjoner av fosfor. Fra bekker med punktkilder er fosforkonsentrasjonene spesielt høye i perioder med lav vannføring, bl.a. på sommeren.

Det ble funnet forholdsvis høye fosforkonsentrasjoner og stor andel løst fosfor i Vanembekken, en bekk som drenerer skogsområder. Innenfor nedbørfeltet til Vanembekken påviste Moss og Våler kommune våren 2005 en lekkasje på en interkommunal kloakkledning. Lekkasjen ble umiddelbart tettet og det har vært en tendens til lavere konsentrasjoner i siste delen av måleperioden.

Beregning av fosfortapene er basert på estimering av manglende flomkonsentrasjoner og interpolering mellom verdier for fosforkonsentrasjon i stikkprøver. Fosfortapene fra nedbørfeltene varierte mellom 11 og 240 g P/daa. Regnet per daa jordbruksareal tyder undersøkelsen på at det er jordbruksarealene i nedbørfeltene til Guthusbekken, Augerødbekken og Støabekken 1 som har de største fosfortapene. Arealene omfatter jordbruksdrift med korn, grønnsaker og intensiv husdyrproduksjon.

Ved oppskalering av fosfortap fra nedbørfeltene er de totale tilførslene til vestre Vansjø (ovenfor Mosseelva) estimert til ca 1,7 tonn fosfor i perioden fra 19. oktober 2004 til 19. oktober 2005 og tilsvarende for Mosseelva 210 kg fosfor. Avrenningen i måleperioden var mye lavere (257 mm) enn ellers i perioden 1994-2004 (målt i Skuterudbekken). Normalavrenningen for de siste ti årene var på 532 mm. Gitt en lineær sammenheng mellom avrenning og fosfortap indikerer dette at normale tilførsler ligger på ca 3,4 tonn fosfor per år for vestre Vansjø og opp i mot 0,4 tonn fosfor for Mosseelvas nedbørfelt.

Det er påvist termostabile koliforme bakterier i 13 av 14 bekker. Årvold- og Sperrebotnbekken inneholder gjennomsnittlig hhv. ca 2300 og ca 1000 bakterier/100ml, men også Guthusbekken har et høyt innhold. Resultatene tyder på at de fleste av bekkene har større eller mindre bidrag fra punktkilder.

# 1. Innledning

---

Forurensningssituasjonen i vestre del av Vansjø er alvorlig og fører til oppblomstringer av blågrønnalger. Erfaringer fra andre land kan tyde på at lokale forurensningstilførsler kan ha større effekt enn tidligere antatt i nærliggende innsjøområder. Vansjø vil, på grunn av de mange mer eller mindre avstengte delbassengene, kunne være særlig sårbar i forhold til lokale forurensningstilførsler.

Tiltaksanalysen som tidligere er gjennomført for Morsa (Lyche Solheim et al., 2001) hadde et overordnet perspektiv. Metodikken som ble lagt til grunn for beregning av forurensningstilførslene (landbruk) var i hovedsak knyttet opp mot jorderosjon som dominerende prosess for fosfortap. Variasjonen mellom de enkelte delområdene er i hovedsak basert på forskjellen i erosjonsrisiko mellom feltene. Der andre prosesser er av vesentlig betydning for fosfortapet vil derfor tiltaksanalysens beregninger kunne underestimere fosfortilførslene. Dette kan være situasjonen for arealene som drenerer til den vestlige delen av innsjøen. Estimer for tilførsler fra kommunal kloakk er også usikre og det er ikke gjort estimer for tilførsler fra fyllinger. Spredte målinger i de lokale bekkene (upubliserte data fra Morsa og kommunene) gir indikasjoner på til dels svært høye fosforkonsentrasjoner med relativt høy andel løst fosfor.

Den forverrede algesituasjonen i vestre Vansjø siden 2001 førte til at Morsa-prosjektet sommeren 2004 inviterte til workshop om situasjonen i vestre Vansjø (Lyche Solheim et al., 2004). Workshopen konkluderte bl.a. med at det trengtes bedre måleresultater fra lokale bekker som et grunnlag for kvantifisering av tilførsler og fornyet planlegging av tiltak rundt vestre Vansjø.

Denne undersøkelsen har til hensikt å framskaffe mer presise estimer for tilførsler av fosfor fra nedbørfelter rundt vestre Vansjø og Mosseelva.

Formålet med undersøkelsen er å:

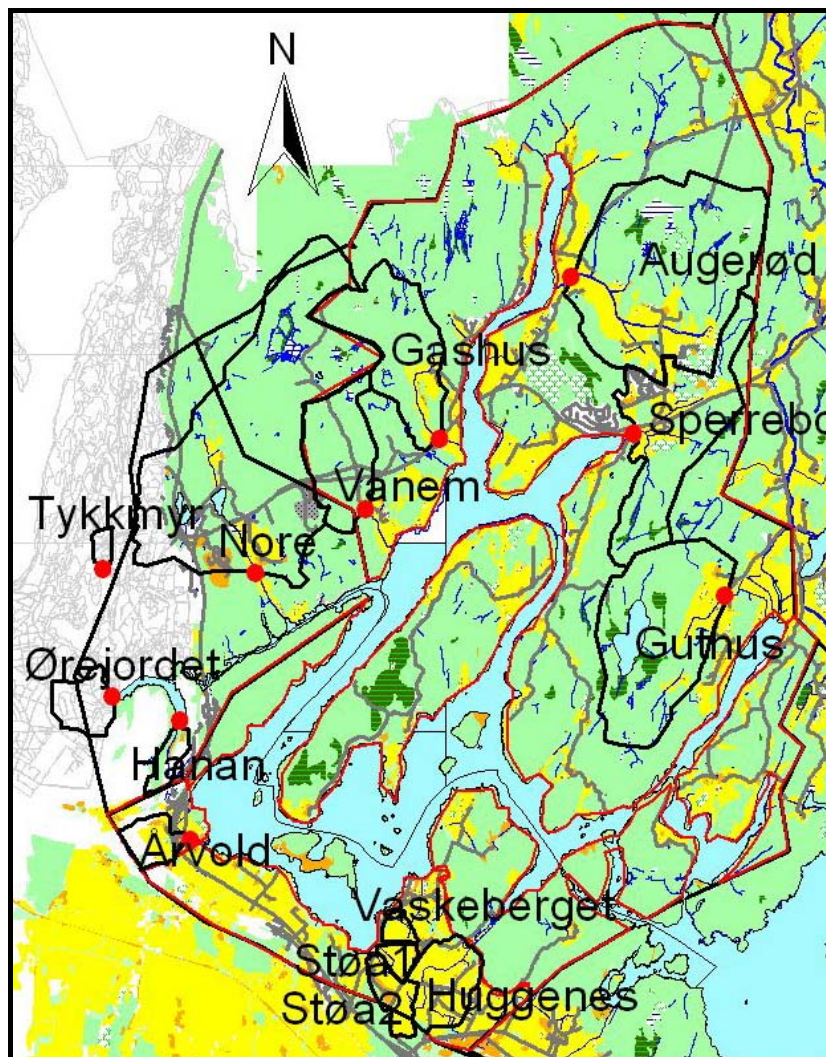
- 1) dokumentere konsentrasjonsnivåer av fosfor i ulike bekker,
- 2) dokumentere forskjeller i fosfortilførsler fra ulike arealer i nedbørfeltet til vestre Vansjø og
- 3) gi et estimat på fosfortilførsler fra hele nedbørfeltet til vestre Vansjø basert på målinger.

Oppdragsgiver har vært kommunene Våler, Moss og Rygge som finansierte undersøkelsen fra oktober 2004 til juni 2005, og SFT som har finansiert undersøkelsen fra juli-oktober 2005. Morsa har finansiert sammenstilling av P-AL-tall i jord og bakterieundersøkelsen, samt utvidet rapportering.

## 2. Metoder

### 2.1. Nedbørfeltbeskrivelser

Det er valgt ut 14 små nedbørfelt rundt vestre Vansjø og Mosseelva for å dokumentere lokale fosfortilførsler. Nedbørfeltene dekker 27 % av totalarealet i det lokale nedbørfeltet til vestre Vansjø (figur 1). Det lokale nedbørfeltet til vestre Vansjø er totalt 54 km<sup>2</sup>, når ikke innsjøen regnes med og til Mosseelva er nedbørfeltet ca 11 km<sup>2</sup>. Jordbruksarealene utgjør ca 20 % av nedbørfeltet til vestre Vansjø i følge markslagskart. I tillegg til det lokale nedbørfeltet bidrar den øvre delen av Morsavassdraget (Enebakk, Hobøl, Spydeberg, Våler og Ski kommuner) via Storefjorden med fosfor til vestre Vansjø. Disse tilførslene blir vurdert i andre undersøkelser. Denne rapporten omhandler kun de lokale tilførslene fra området rundt vestre Vansjø og Mosseelva.



Figur 1. Prøvepunkter med tilhørende nedbørfelt rundt vestre Vansjø og Mosseelva.

Nedbørfeltene er vist i figur 1 og beskrevet i tabell 1. De varierer i størrelse fra 109 til 6645 dekar. I tre nedbørfelt (Støa1, Vaskeberget og Huggenes) er det ca 90 % jordbruksareal. I tillegg er det to nedbørfelt (Støa2 og Årvold), der jordbruksarealene utgjør hhv. 80 og 40 %. Fire nedbørfelt (Guthus, Sperrebotn, Augerød og Gashus) har mellom 10 og 20 % jordbruksareal. Norebekken har kun 5 % jordbruksareal, dessuten et industriområde og fylling etc. I forhold til fosforbidrag fra arealavrenning har andelen jordbruksareal stor betydning for

hvilke konsentrasjoner av fosfor en finner i bekken. Generelt er det større tap av fosfor fra jordbruksarealer enn fra skog og utmark og dermed vil en stor andel skogsareal innenfor et nedbørfelt gi lavere konsentrasjoner av fosfor. Fire av nedbørfeltene (Vanem, Tykkmyr, Ørejordet og Hanan) har omtrent ikke jordbruk, og disse feltene er med i undersøkelsen for å kartlegge bidrag fra eventuelle punktkilder (fyllplasser, boligfelt og industri). Arealbruken i nedbørfeltene er indikert i tabell 1. Potet- og grønnsaksarealene finnes først og fremst i området Årvold, Støa1, Støa2, Vaskeberget og Huggenes. Tabell 2 viser at det dyrkes potet og grønnsaker på tilsammen ca 50 % av jordbruksarealet i Rygges del av nedbørfeltet.

Tabell 1. Størrelse og arealbruk for nedbørfeltene rundt vestre Vansjø. Mulige kilder for fosfor i nedbørfeltene: Husdyrbruk (H), grønnsaksarealer (G), fyllplass (F), boligfelt (B), industri (I) eller spredt avløp (S).

Lokalitet	Nedbørfelt-areal	Jordbruk	Skog	Annet	Fosforkilder
	dekar	%			
Guthusbekken (Gut)	3150	12	80	8	HS
Sperrebotnbekken (Spe)	2481	19	71	10	B
Augerødbekken (Aug)	4778	20	77	3	HS
Gashusbekken (Gas)	1878	12	87	1	S
Vanembekken (Van)	1304	0	97	3	(B)
Norebekken (Nor)	6645	5	82	13	IF
Tykkmyr (Tyk)	109	0	10	90	F
Ørejordetbekken (Øre)	494	0	6	94	B
Hananbekken (Han)	229	0	87	13	FBI
Årvoldbekken (Årv)	378	40	17	43	BG
Støabekken 2 (St2)	375	77	15	23	FG
Støabekken 1 (St1)	157	89	0	11	HG
Vaskebergetbekken(Vas)	130	91	9	0	G
Huggenesbekken (Hug)	810	85	9	6	G

Tabell 2. Andel grønnsaksareal i området for nedbørfeltene til Støa1 og Støa2, Huggenes-, Vaskeberget- og Årvoldbekken.

Arealtype	Andel av jordbruksarealet (%)
Potet	18
Grønnsaker	29
Jordbær	4

## 2.2. Fosforinnhold i jordbruksjord

Innholdet av fosfor i dyrket jord innenfor nedbørfeltet til vestre Vansjø er vurdert ut fra data fra jorddatabanken (Bioforsk – Jord og Miljø). Jordens fosfortilstand, representert ved P-AL, er vist i tabell 3 for hvert av nedbørfeltene som inngår i prosjektet. Dataene representerer enten direkte gjennomsnitt for det aktuelle feltet eller fra området. Av personvern hensyn er det ikke mulig å presentere data for enkelte gårdsbruk.

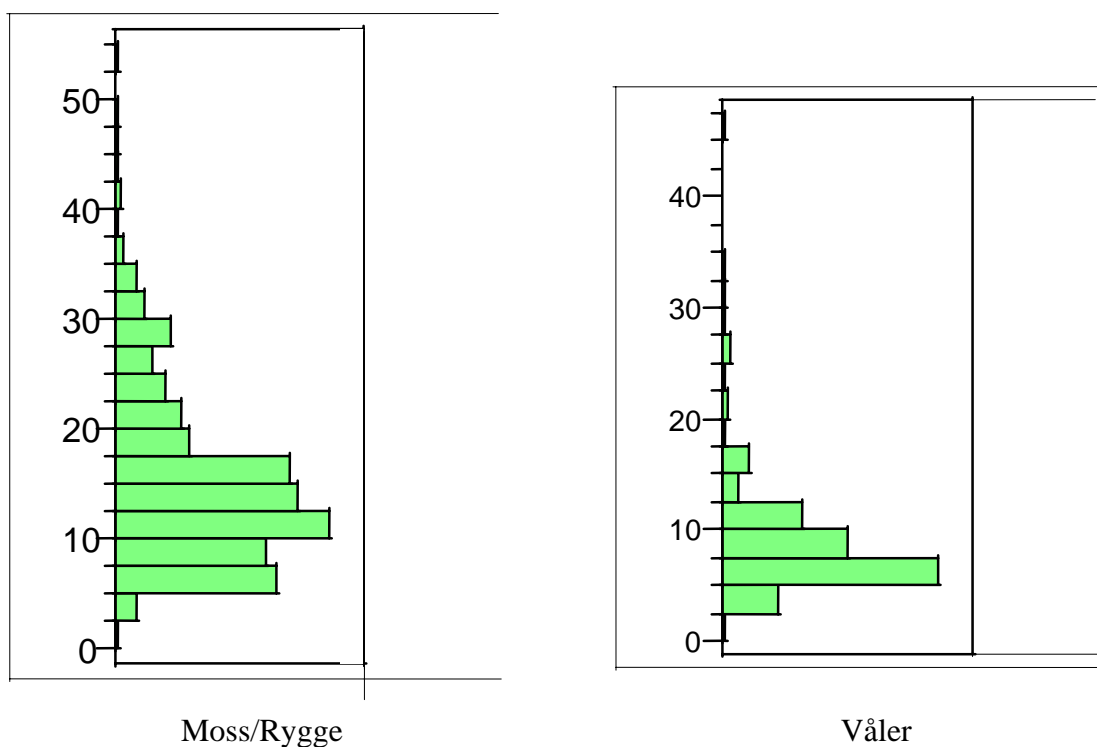
Innholdet av plantetilgjengelig fosfor i jordprøver er størst fra arealer som representerer Støa2, Støa1, Vaskeberget og Huggenes. Det er vanlig med sterk fosforgjødsling der det



dyrkes potet/grønnsaker og økt fosforinnhold på slike arealer. Fosforinnholdet i jordprøver fra områder som representerer Guthusbekkens nedbørfelt er også høyt, noe som antakelig skyldes intensivt husdyrhold. Til sammenligning ligger P-AL nivået i kornområder på Østlandet på ca. 8-9 mg P-AL/100 g (JOVA/Jorddatabanken) og tilsvarer dermed tilstanden på arealene i nedbørfeltene til Augerød, Gashus og Norebekken.

Tabell 3. Innhold av tilgjengelig fosfor (P-AL) i jordprøver fra områder som representerer nedbørfeltene (Datakilde: Jorddatabanken, Jordforsk).

Lokalitet	Jordens fosforinnhold mg P-AL/100g
Guthusbekken	15
Sperrebotnbekken	7
Augerødbekken	8
Gashusbekken	9
Norebekken	9
Årvoldbekken	10
Støabekken 2	18
Støabekken 1	18
Vaskebergetbekken	17
Huggenesbekken	17



Figur 2. Fordeling av P-AL-tall for jordbruksarealer i Moss/Rygge og Våler

En generell vurdering av fosfortilstanden på jordbruksarealene i kommunene Moss/Rygge og Våler viser at det er mange flere jordprøver som har et høyere fosforinnhold i Moss/Rygge sammenlignet med Våler kommune (figur 2). Middelerdien er 15 mg P-AL/100g i Moss/Rygge, mens den er 9 mg P-AL/100g i Våler.

## 2.3. Prøveuttak

Det ble tatt ut vannprøver fra de 14 tilløpsbekkene til vestre Vansjø og Mosseelva. Vannprøvene ble tatt som manuelle stikkprøver og levert for analyse umiddelbart. Prøvetakingsstrategien er vist i tabell 4.

*Rutineprogram:* Prøvetaking ble gjennomført i samtlige 14 bekker hver 14. dag (= ca 22 ganger) fra oktober 2004 til oktober 2005. Tidspunktet for uttak av rutineprøver ble koordinert med prøvetakingen i Hobølelva ved Kure.

*Flomepisoder uten iscoprøvetaker:* Det ble gjennomført manuell stikkprøvetaking i bekkene i flomepisoder til ulike årstider. Prøveuttaket ble gjennomført ved høyest mulig vannføring med en vannprøve per flom per bekk.

*Flomepisoder med iscoprøvetaker:* I tre av bekkene ble det gjennomført episodestudier i løpet av flomperioder ved hjelp av automatisk prøvetaker der intervallet mellom hvert prøveuttak var 15 minutter. Prøvene ble slått sammen til timesprøver og ca 6 vannprøver fra hver lokalitet fra hver flom ble analysert. Denne prøvetakingen gir en sikrere vurdering av flommens forløp, variasjonen i fosforkonsentrasjoner og maksimal fosforkonsentrasjon i forhold til manuelt stikkprøveuttak av flomprøver.

*Tidsplan:* Prøvetakingen startet i midten av oktober 2004 og pågikk til oktober 2005. Det var perioder på vinteren da det ikke ble tatt prøver på grunn av frost (3 prøveserier). Prøvetaking i flomepisoder ble gjennomført til ulike årstider i) oktober/november, ii) desember/januar iii) mars/april iv) mai og v) august. Prøveuttak med Iscoprøvetaker ble gjennomført i oktober, januar og mai. Figur 3 viser tidspunkter for uttak av vannprøver.

*Analysar:* Vannprøvene ble analysert ved JordforskLab for total fosfor og løst fosfor (etter filtrering) etter metoder beskrevet for Norsk Standard. Partikkelbundet fosfor er beregnet som forskjellen mellom total fosfor og løst fosfor. Innholdet av bakterier i vannprøver ble analysert i tre serier med stikkprøver sommeren 2005. Analysene av Termostabile koliforme bakterier ble gjennomført av Analycen.

Tabell 4. Prøveuttak i bekker rundt vestre Vansjø og Mosseelva.

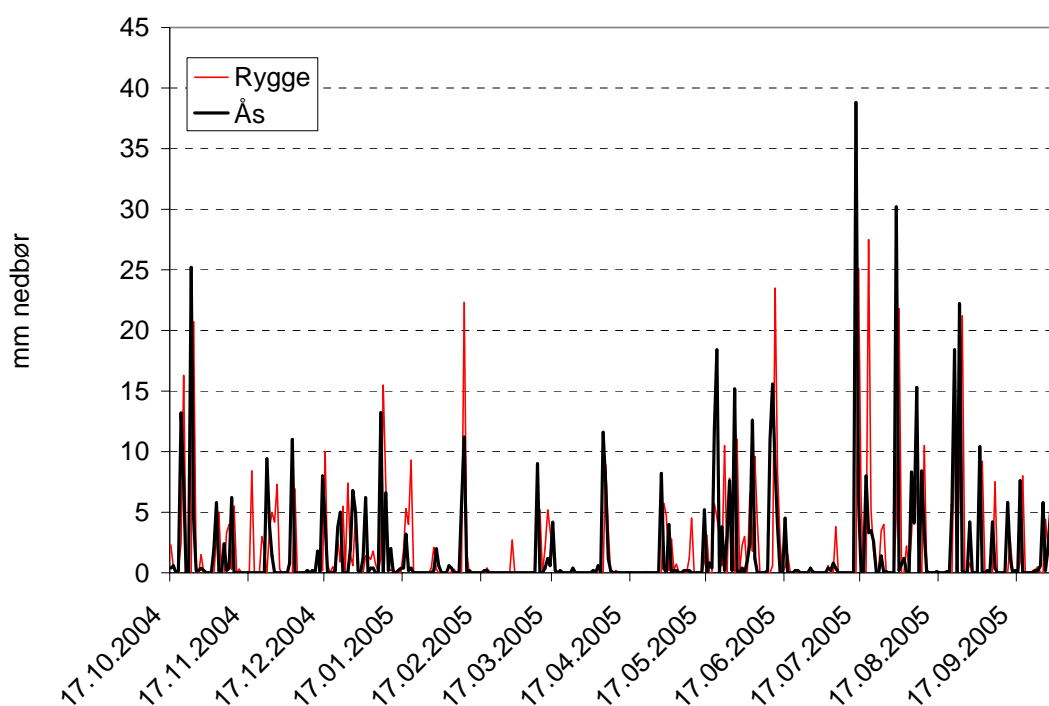
Lokalitet	Kommune	Rutine-program	Flom-episoder (manuell uttak)	Flom-episoder med Isco-prøvetaker	Bakterieprøver
Guthusbekken	Våler	x	x	-	x
Sperrebotnbekken	Våler	x	x	-	x
Augerødbekken	Våler	x	x	x	x
Gashusbekken	Moss	x	x	-	x
Vanembekken	Moss	x	x	-	x
Norebekken	Moss	x	x	-	x
Tykkmyr	Moss	x	x		
Ørejordetbekken	Moss	x	x	x	x
Hananbekken	Rygge	x	x	-	x
Årvoldbekken	Rygge	x	x	-	x
Støabekken 2	Rygge	x	x	-	x
Støabekken 1	Rygge	x	x	-	x
Vaskebergetbekken	Rygge	x	x	-	x
Huggenesbekken	Rygge	x	x	x	x
Antall lokaliteter		14	14	3	13
Antall prøver/lokalitet		22	5	-	3

## 2.4. Nedbør og vannføringsmålinger

Det finnes ikke tilgjengelige vannføringsdata for bekkene rundt vestre Vansjø og Mosseelva. Vannføringen må derfor estimeres ut fra vannføringsmålinger for nærliggende nedbørfelt av omtrent samme størrelse som bekkene i dette prosjektet. Det er betydelig usikkerhet knyttet til dette estimatet.

Skuterudfeltet i Ås, der det måles vannføring kontinuerlig, er brukt som grunnlag for estimatene. Skuterudfeltet er 4500 dekar stort, det vil si omtrent samme nedbørfeltareal som Augerødbekken. Jordbruksandelen i Skuterudbekkens nedbørfelt er ca. 60 %, resten er skog og boligfelt. Jordbruksarealet i nedbørfeltene rundt vestre Vansjø varierer mye, med både mer (potet- og grønnsaksområdene) og mindre (kornarealene i Våler) andel jordbruksareal enn Skuterudbekkens nedbørfelt. Andelen jordbruksareal i forhold til skog har stor betydning for hydrologien i et nedbørfelt og har betydning for hvor riktig avrenningen som er målt i Skuterudbekken vil være for avrenningen i bekkene rundt vestre Vansjø. Andre forhold som for eksempel jordsmonn, bart fjell og andelen av tette flater og fyllplasser har også betydning for hydrologien.

Usikkerheten ved å bruke avrenningsmålinger for Skuterudbekken til å estimere avrenning rundt vestre Vansjø og Mosseelva er også knyttet til lokaliseringen. Nedbørmengdene på Ås i forhold til vestre Vansjø-området er vurdert ut fra måling av nedbør på Rygge flyplass (DNMI) og Søråsjordet (Institutt for matematiske realfag og teknologi, UMB, Ås) (figur 3). Fordeling av nedbøren gjennom prøvetakingsåret 2004-2005 er vist for nedbørstasjonene i Ås (Søråsjordet) som representerer Skuterudfeltet og Rygge flyplass som er nærmeste stasjon for vestre Vansjø. Nedbørepisodene er for det meste sammenfallende, men nedbørmengden i perioden varierer noe (Ås: 695 mm; Rygge: 762 mm). I prøvetakingsåret var det dermed 67 mm mer nedbør i Rygge i forhold til Ås. Nedbørmengden var enkelte dager ganske forskjellig fordi de største nedbørmengdene innen en episode falt på forskjellige dager. Denne usikkerheten spiller sannsynligvis liten rolle for gjennomsnittlige konsentrasjoner og tap. Forskjellene i nedbørmengde og fordeling er forholdsvis små på årsbasis.



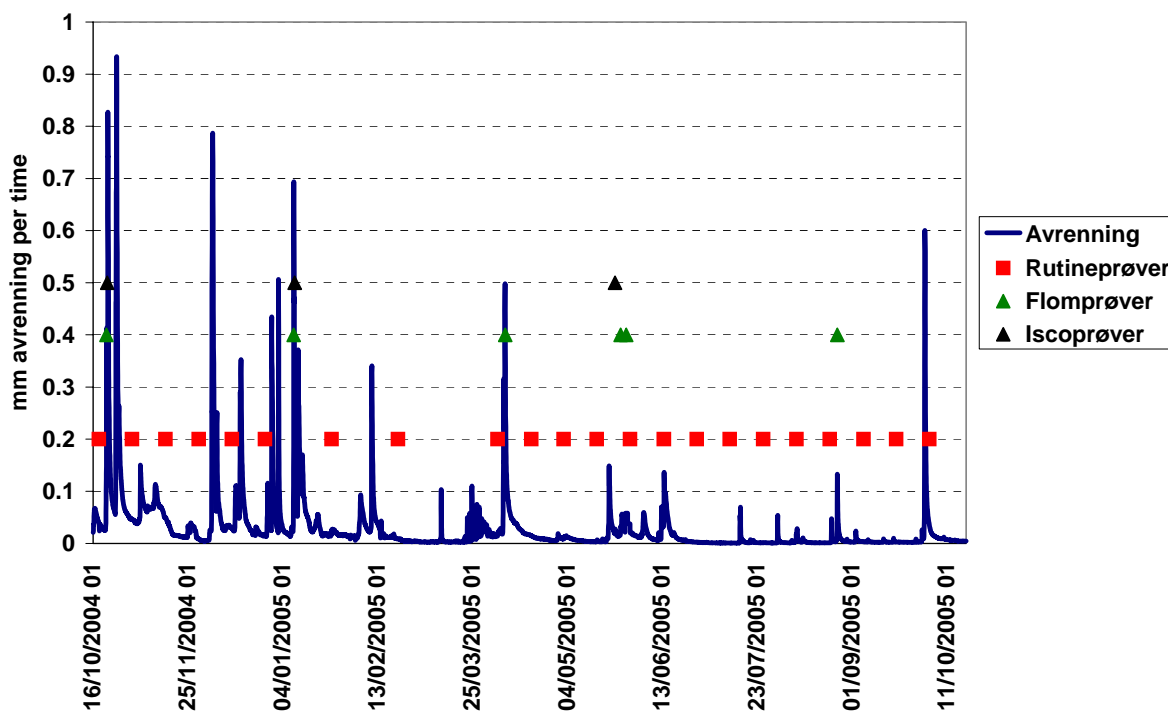
Figur 3. Døggnedbør for Rygge og Ås fra oktober 2004 til oktober 2005.

Ås og Rygge nedbørstasjoner har målt lavere nedbør i året fra oktober 2004 til oktober 2005 enn normalt (tabell 5). Nedbøren ved Rygge flyplass ble målt til 639 mm fra 19. oktober 2004 til 19. oktober 2005, mens nedbørnormalen er på 829 mm/år for 1961-1990 (tabell 5). På Ås ble det tilsvarende målt 627 mm nedbør i 2004-2005, mens normalnedbøren var 785 mm. Nedbørmengdene de siste 10 årene har vært noe høyere ved begge stasjoner enn for normalperioden og det gir en enda større forskjell fra måleårets nedbørmengder. Det var 236 mm mindre nedbør i Rygge i måleåret sammenlignet med siste tiårsperiode.

Tabell 5. Årlig nedbør i normalperioden (1961-1990), for perioden 1994-2004 og nedbør og avrenning i gjennomsnitt for perioden 19. oktober 2004 til 19. oktober 2005.

	Normalperioden	1994-2004	Måleperioden 2004-2005
	mm	mm	mm
Nedbør (Rygge)	829	875	639
Nedbør (Ås)	785	846	627
Avrenning, Skuterud, Ås	-	532	257

Det var ble målt lav avrenning i måleåret. Den målte avrenningen i Skuterudbekken i perioden 19. oktober 2004 til 19. oktober 2005 var kun på 257 mm. Dette er 275 mm mindre eller ca halvparten av gjennomsnittsavrenningen som har vært målt de siste 10 årene i Skuterudfeltet. Avrenningsmengden har stor betydning for fosfortapet, både fordi fosforkonsentrasjonen øker ved økende avrenning og fordi fosfortapet er produktet av konsentrasjon og avrenning. Prøvetakingsåret i denne undersøkelsen representerer dermed ikke et normalår med hensyn til fosforavrenning, men derimot et år med meget lav avrenning og lave fosfortap.



Figur 4. Vannføring i Skuterudbekken i Ås fra oktober 2004 til oktober 2005. Tidspunkter for prøvetaking er vist for de ulike prøvetakingsstrategier.

Tabell 6. Månedlig avrenning for perioden 1994-2004 og for året 2004-2005.

	Normalavrenning (1994-2004)	Avrenning i 2004-2005
	mm	mm
Oktober (fra 19.)	36	44
November	70	31
Desember	56	52
Januar	56	38
Februar	43	17
Mars	67	8
April	70	23
Mai	32	12
Juni	18	12
Juli	13	2
August	8	4
September	26	2
Oktober (til 19.)	37	12
Hele år	532	257

Fordelingen av avrenning gjennom året var forholdsvis normal, vurdert ut fra målingene i Skuterudbekken (tabell 6). Alle måneder har hatt mindre avrenning enn normalt, men spesielt i november, februar, mars, april og september har det vært lav avrenning sammenlignet med et normalår. Blant annet var det ikke en markert snøsmeltingsepisode dette året, noe som har stor betydning for erosjon og avrenning.

## 2.5. Prøveuttak i forhold til vannføring

Vannprøver ble rutinemessig tatt ut hver fjortende dag. Figur 4 viser vannføringen (målt i Skuterudbekken, Ås) og uttak av vannprøver. Rutineprøvene ble stort sett tatt ut ved lav vannføring. I tillegg til rutineprøver ble det tatt ut vannprøver i flomepisoder.

Vannføringen ved prøveuttak har stor betydning for fosforkonsentrasjonen som måles. Ved arealavrenning øker konsentrasjonen generelt med økende vannføring. Dette skjer på grunn av prosesser (bl.a. erosjonsprosesser) i nedbørfeltet som settes i gang av store nedbørmengder eller snøsmelting. Dermed kan store mengder fosfor bli transportert i bekken ved høy vannføring sammenliknet med mengdene som transporteres ved lav vannføring. I bekker hvor punktkilder er dominerende vil fosforkonsentrasjonen ofte bli redusert ved høy vannføring, på grunn av fortykning. Punktkildebidrag er i hovedsak uavhengig av vannføring. Ved uttak av vannprøver har det dermed stor betydning for resultatet av undersøkelsen, om vannprøvene er tatt ut ved lav eller høy vannføring, og om prøvene blir tatt ut på flomtoppen eller på stigende eller fallende vannføring.

Da vannføringen i bekker på størrelse med de som inngår i dette prosjektet, reagerer rask etter en nedbørepisode og episodene ofte har kort varighet, vil vannføringen det meste av tiden være lav i disse bekkene. Rutineprøver blir derfor stort sett tatt ut ved lav vannføring.

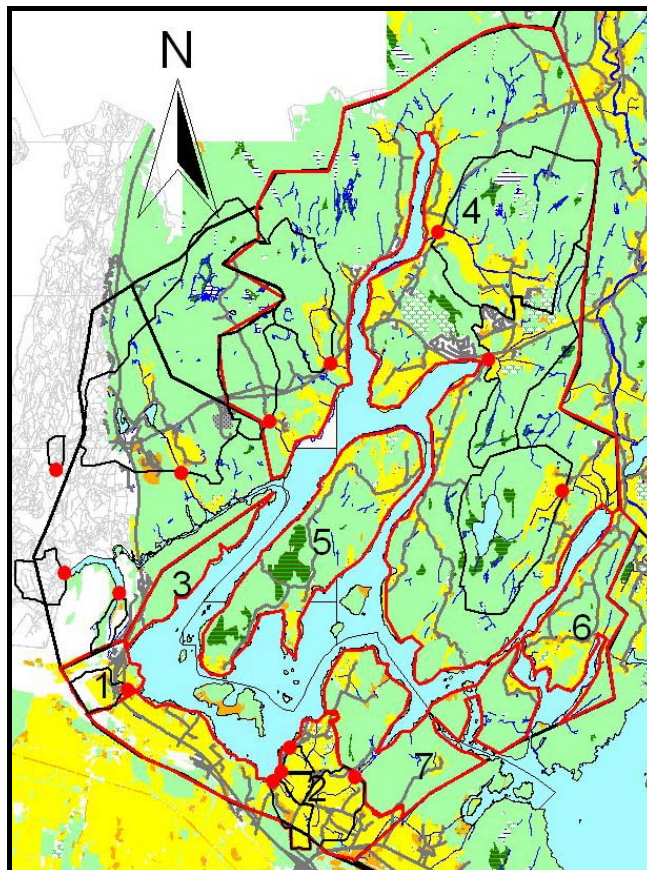
Flomprøvene er forsøkt tatt ut så tett på flomtopp, som det var mulig (figur 4). Usikkerhet i fosforkonsentrasjonene i flomprøvene påvirkes også av at størrelsen på nedbørfeltene og dermed tidspunkt for flomtoppen varierer, samtidig som det ikke har vært praktisk mulig å ta ut alle vannprøver nøyaktig på samme tidspunkt. Disse usikkerhetene kan gi en noe skjev fordeling av fosforkonsentrasjoner mellom nedbørfeltene.

## 2.6. Beregning av fosfortap

Fosfortapet beregnes som avrenning multiplisert med konsentrasjon. Avrenningen er basert på vannføringsmålingene fra Skuterudfeltet i Ås og relatert til nedbørfeltets størrelse. Fosforkonsentrasjonen, som er målt ved enkelte tidspunkt (prøveuttak) er brukt til å estimere konsentrasjoner gjennom hele året. For flomtopper som ikke er representert med prøveuttak, er det benyttet konsentrasjonsverdier målt for tilsvarende flomtopper på samme årstid i samme bekk. Konsentrasjonen mellom prøveuttak er estimert ved å interpolere mellom prøveuttak. Det er stor usikkerhet i disse estimatene i forhold til målinger som baseres på kontinuerlig vannføringsmåling og vannføringsproporsjonal prøvetaking. Av økonomiske årsaker har det ikke vært mulig å installere slike målestasjoner i bekkene.

## 2.7. Oppskalering av fosfortransport

Fosfortap beregnet fra nedbørfeltene i dette prosjektet er brukt til å beregne fosfortap fra hele nedbørfeltet til vestre Vansjø. Nedbørfeltet til vestre Vansjø ble delt inn i 7 forholdsvis homogene delfelt (figur 5) og nedbørfeltene i denne undersøkelsen dannet grunnlag for oppskaleringen. Fosfortap beregnet for jordbruksarealer i nedbørfeltet til Årvoldbekken representerer jordbruksarealer i delfelt 1. Tilsvarende er det fosfortap fra jordbruksarealer i Støabekken 1 og 2, Vaskeberget- og Huggenesbekkens nedbørfelter som representerer jordbruksarealer i delfelt 2. En kombinasjon av Gashus- og Augerødbekken er brukt for alle øvrige jordbruksarealer.



Figur 5. Inndeling av det lokale nedbørfeltet til vestre Vansjø i syv delfelt.

Oppskalering av fosfortapet ble gjort ved å korrigere for fosfortap fra skog i hvert av nedbørfeltene. Fosfortap fra skog er estimert ut fra vannprøver, tatt ut som stikkprøver, fra skog i Skuterudfeltet i Ås for perioden 1. mai 2001 til 1. mai 2005. Dette ga et midlere årlig

tap på 11 g/daa med en avrenning på 480 mm/år. Avrenningen i måleperioden som brukes i beregningene av tilførsler til vestre Vansjø (19/10/04 til 19/10/05), var 257 mm. Fosfortapet fra utmark er estimert til å være 6 g/daa for den aktuelle perioden i 2004-2005. I oppskaleringen er det benyttet samme verdi for estimert avrenning av fosfor fra skogsarealene, uavhengig av blant annet tykkelse på jordsmonn og topografi.

For alle andre arealer (skog, bebyggelse, myr m.m.) er det brukt en faktor som er beregnet for skog i Skuterudfeltet. Det er ikke tatt hensyn til tilførsel av fosfor til fri vannoverflate, og bakgrunnsavrenningen er ikke trukket fra jordbruksavrenningen.

Tilsvarende ble det gjennomført beregninger av fosfortilførsler til Mosseelva for måleperioden. Disse er basert på et fosfortap fra skog på 6 g/daa. Fosfortapet i Ørejordetbekken representerer bebyggelsen i Moss, mens jordbruksarealene i denne delen av nedbørfeltet er representert ved fosfortap i Gashus- og Augerødbekken.

## 3. Resultater

### 3.1. Termostabile koliforme bakterier

Innholdet av bakterier i vannprøver ble analysert i tre serier med stikkprøver (tabell 7). Dataene viser at samtlige bekker, med unntak av Støabekken 2, er påvirket av termostabile koliforme bakterier. Både gjennomsnittskonsentrasjonen og enkeltprøver av termostabile koliforme bakterier viser at Guthus-, Sperrebotn- og Årvoldbekken er sterkt påvirket av avløp fra punktkilder. Guthusbekken kan være påvirket av husdyrgjødsel og de to sistnevnte fra kommunalt avløp. I Augerød- og Norebekken er det i siste prøveserie påvist høye konsentrasjoner av bakterier.

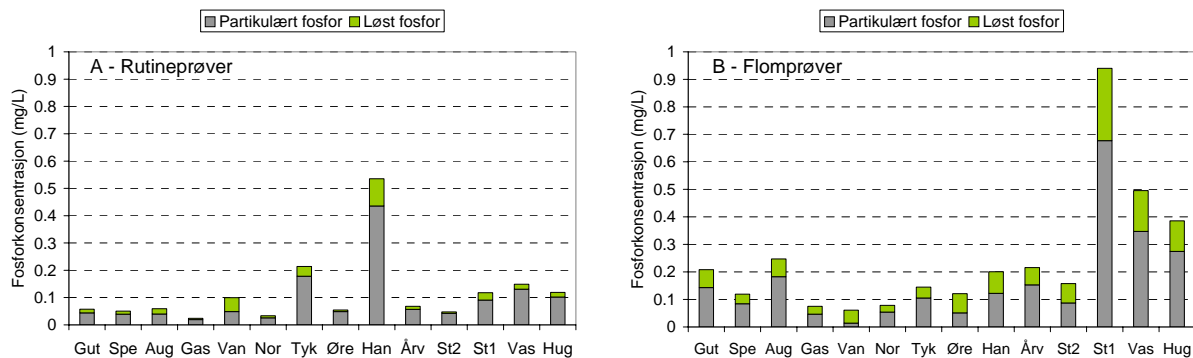
Tabell 7. Innhold av termostabile koliforme bakterier i vannprøver fra bekkene ved tre tidspunkter sommeren 2005.

Lokalitet	Gjennomsnitt	Bakterieinnhold (antall/100 ml)		
		2. mai 2005	11. juli 2005	3. oktober 2005
Guthusbekken	**764	32	2160	100
Sperrebotnbekken	***1002	2400	7	600
Augerødbekken	**356	-	11	700
Gashusbekken	154	1	360	100
Vanembekken	**313	400	140	400
Norebekken	**332	19	78	900
Ørejordetbekken	**307	400	220	300
Hananbekken	102	6	200	100
Årvoldbekken	***2373	5800	220	1100
Støabekken 2	3	0	7	1
Støabekken 1	172	310	6	200
Vaskebergetbekken	**367	2	500	600
Huggenesbekken	195	35	150	400

### 3.2. Fosfor-konsentrasjoner

Gjennomsnittlig konsentrasjon av totalfosfor (summen av løst + partikulært fosfor i figur 6A) basert på rutineprøver tatt ut hver 14. dag var høyest i Hananbekken, Tykkmyr og Vanembekken. Rutineprøvene ble stort sett tatt ut ved lav vannføring. Punktkilder vil normalt bidra med samme mengde fosfor, uavhengig av vannføringen. Konsentrasjonen blir dermed høyere ved lav vannføring. Hananbekken, Tykkmyr og Vanembekken antas dermed å være sterkt påvirket av punktkilder, de to første av fyllinger. Ved høy vannføring blir fosfortilførslene fra punktkilder fortennet og konsentrasjonen blir lavere (figur 6B). De tre nedbørfeltene Hanan, Tykkmyr og Vanem bidrar ved lav vannføring med en forholdsvis stor andel løst fosfor. Ved høy vannføring er det spesielt Vanembekken som har stor andel løst fosfor. Lekkasje fra interkommunal kloakkledning fra Våler ble påvist av Moss kommune og har vist seg å bidra til de høye fosforkonsentrasjoner i skogsbekken. Denne lekkasjen er imidlertid tettet (1. juni 2005) og Vanembekken har hatt en tendens til lavere konsentrasjoner i siste del av måleperioden (vedlegg 6,5). Sannsynligvis vil det ta noe tid før konsentrasjonene nedstrøms punktkilden blir redusert til normalverdier for den opprinnelige skogsbekken.





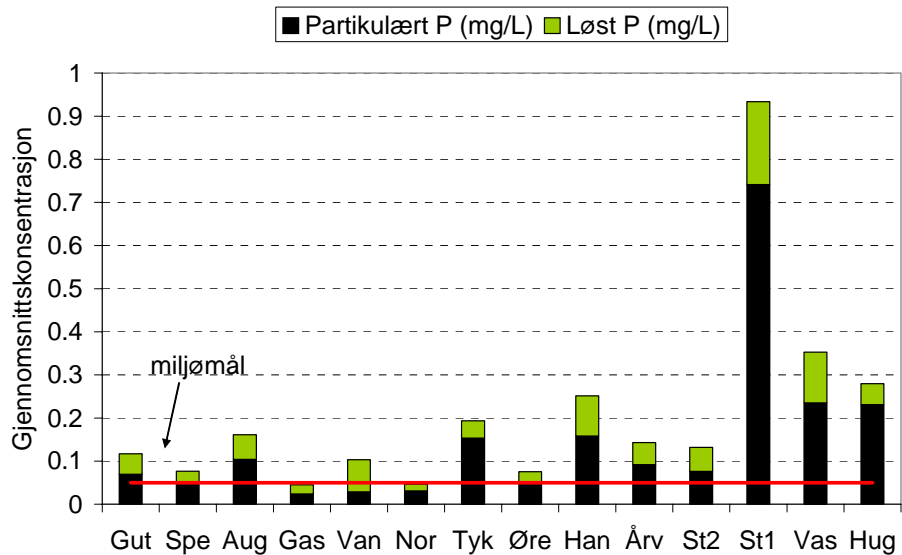
Figur 6. Gjennomsnittskonsentrasjon av partikulært og løst fosfor i rutineprøver (A) og flomprøver (B) fra ulike bekker rundt vestre Vansjø.

Konsentrasjonen av fosfor i en del av bekkene som kommer fra jordbruksarealer med betydelig innslag av potet- og grønnsaksproduksjon (Støal-, Vaskeberget- og Huggenesbekken), er høyere enn for de øvrige bekkene som drenerer jordbruksarealer. Dette gjelder både ved lav og høy vannføring (figur 6A og B). Ved høy vannføring har bekkene fra disse nedbørfeltene mye høyere konsentrasjoner enn alle andre bekker (figur 6B). Den store andelen jordbruksareal i disse nedbørfeltene gir en vesentlig del av forklaringen på de høye fosforkonsentrasjonene. For Støabekken 1 kan det være flere forklaringer på de høye konsentrasjonene som er målt her. Avløp fra to husstander har tidligere gått inn i feltet. Disse avløpene ble sanert høsten 2004, men det kan fortsatt ha påvirket fosforkonsentrasjonene høsten 2004 og vinteren 2005. Høsten 2004 ble det målt høyt innhold av partikulært fosfor, som kan tyde på transport av partikler gjennom jordsmonnet til grøftene. Høsting av potet resulterer i en finsmuldret jord. I følge jordprøvene består en del av dette feltet av siltig lettleire og mellomleire. Disse jordtypene kan danne sprekker, som i noen tilfeller kan kortslutte partikkeltransport fra jordoverflaten til grøftene. Dessuten har det vært intensiv beiting av husdyr i nedbørfeltet til Støabekken 1, som kan ha bidratt til de store fosfortapene.

Nedbørfeltet til Støabekken 2 omfatter også en del potet- og grønnsaksarealer, men likevel er fosforkonsentrasjonen i Støabekken 2 lav i forhold til de fleste andre bekker. De lave fosforkonsentrasjonene i denne bekken kan skyldes utfelling av fosfor i jernholdige forbindelser. Ved utløpet av Støabekken 2 er det tydelig utfelling av jernholdige forbindelser og dette kan ha betydning for de lave konsentrasjonene som er målt i denne bekken.

Gashus- og Norebekken har lave fosforkonsentrasjoner ved både lav og høy vannføring og er de feltene som kommer nærmest på fosforavrenning fra skog/utmark. Fosforkonsentrasjonene i Guthus- og Augerødbekken er noe høyere, kanskje fordi de inkluderer husdyrbruk. Ørejordet- og Årvoldbekken har høyere konsentrasjoner ved høy enn ved lav vannføring. Det er vanskelig ut fra konsentrasjonene å fastslå om det er punktkilder som bidrar. Bakteriinnholdet i vannprøver fra Årvoldbekken viser at det er bidrag fra punktkilder til denne bekken. Konsentrasjonen av bakterier i Ørejordetbekken viser også at det her er tilførsler fra avløp, men ut fra stikkprøvene ser det ikke ut til å være en viktig kilde til fosfortap.

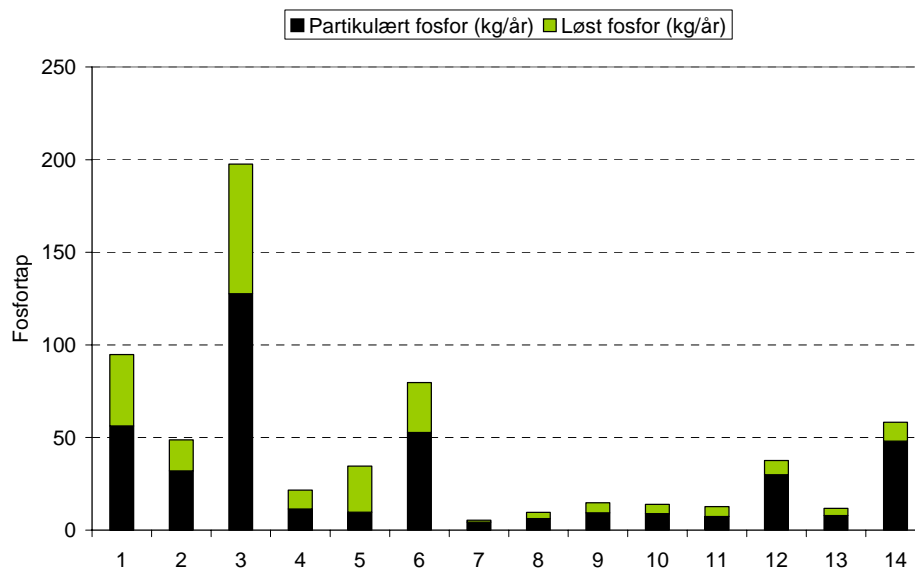
Figur 7 viser gjennomsnittlig årlig konsentrasjon fra 19. oktober 2004 til 19. oktober 2005. I følge miljømålene (jvf. Lyrche Solheim et al., 2001) skal ingen av bekkene ha gjennomsnittskonsentrasjon på mer enn maksimalt 50 µg P/L og gjennomsnittet for hele nedbørfeltet bør ikke overskride 35 µg P/L. Det er bare Gashus- og Norebekken som ligger under denne grensen. Det er også mulig at Sperrebotnbekken etter fangdammen ligger under denne grensen. Bekkene som kommer fra intensive jordbruksarealer har mye høyere fosforkonsentrasjoner, men også i avrenningen fra Tykkmyr, Hananbekken og Årvoldbekken er det høye årlige gjennomsnittskonsentrasjoner av fosfor i denne undersøkelsen.



Figur 7. Gjennomsnittlig årlig vannføringsveid fosforkonsentrasjon for hvert nedbørfelt

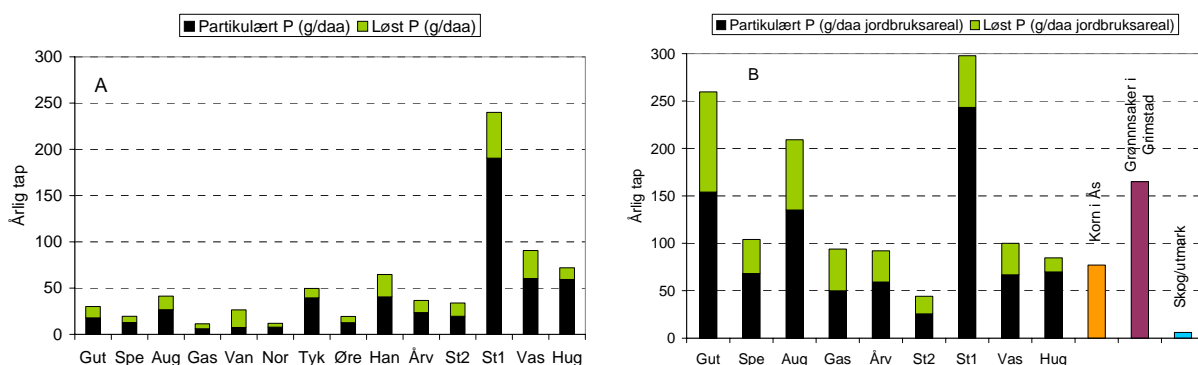
### 3.3. Fosfortap i måleperioden

Det totale fosfortapet fra hvert av nedbørfeltene i måleperioden er vist i figur 8. De største nedbørfeltene (se tabell 1), det vil si Guthus-, Augerød- og Norebekken, bidrar med de største mengdene fosfor. Det kommer en forholdsvis stor andel løst fosfor fra disse bekkene i tillegg til partikulært fosfor. En stor andel løst fosfor gir en indikasjon på at det kan være punktkilder i nedbørfeltet. Dessuten bidrar Sperrebotn-, Huggenes- og Støabekken 1 med store fosformengder. Kun en liten del er løst fosfor fra disse bekkene. Fra Vanembekken kom det i måleperioden mye løst fosfor på grunn av lekkasje på en interkommunal kloakkledning. Denne lekkasjen ble tettet på forsommeren. Figur 8 viser fosfortilførsler på årsbasis, mens fordelingen av fosfortilførsler til vestre Vansjø på ulike årstider også kan ha betydning for effekten på vannkvaliteten. De totale fosfortilførslene fra små nedbørfelt påvirket av punktkilder (Tykkmyr, Ørejordet-, Hanan- og Årvoldbekken), er lave sammenlignet med de arealmessig store nedbørfeltene.



Figur 8. Totalt fosfortap (kg/år) av partikulært og løst fosfor fra hvert nedbørfelt i måleperioden.

Fosfortapet fra hvert nedbørfelt er vist i figur 9A. Disse søylene illustrerer forskjellen mellom areal typer og hvor mye hvert areal vil bidra til den totale fosfortilførsel til vestre Vansjø og Mosseelva. Det årlige totale tapet av fosfor er forholdsvis lite fra de små nedbørfeltene, som antas å være påvirket av antropogene punktkilder (Tykkmyr og Hananbekken). Bekker som antas å være dominert av punktkilder har lavere konsentrasjoner ved høy vannføring på grunn av fortykning. Fosfortransporten kan derfor likevel ha stor betydning ved å tilføre forholdsvis store mengder og høye konsentrasjoner ved lav vannføring, bl.a. på sommeren da fosfor har direkte innvirkning på algeveksten. På grunn av den store andelen jordbruksareal, som er med på å gi de høye fosforkonsentrasjonene i Støabekken 1, gir denne bekken det største bidraget målt per arealenhet. Beiting av husdyr, i tillegg til intensiv potet- og grønnsaksproduksjon kan bidra til høye fosfortap i denne bekken. De øvrige nedbørfeltene med stor andel jordbruksareal og potet/grønnsaksproduksjon (Vaskeberget og Huggenes), bidrar også med store mengder per arealenhet (figur 9A).



Figur 9. Tap av partikulært og løst fosfor i måleperioden presentert som kg/daa totalareal (A) og omregnet til g/daa jordbruksareal (B) for nedbørfelt med minst 10 % jordbruksareal. Tap av total fosfor fra et kornfelt (Skuterud), potet/grønnsaksfelt (Vasshaglona) og fra skogarealer i Skuterudfeltet (JOVA) for samme periode.

I figur 9B er fosfortapet for nedbørfelter med mer enn 10 % jordbruksareal fordelt på jordbruksarealet. Her er det regnet med en fast verdi for fosfortap fra skog og annet areal (6 g/daa). Disse fosfortapene representerer dermed tap fra jordbruksareal og punktkilder fordelt på jordbruksarealet. Nedbørfelt med meget liten andel jordbruksareal (blant annet Norebekken) er ikke med i figuren fordi variasjonen i fosfortap fra skog vil gi stor usikkerhet på den estimerte verdien for fosfortap fra jordbruksareal. Sammenligningen viser at jordbruksarealet i nedbørfeltene til Guthusbekken, Augerødbekken og Støabekken 1 har størst fosfortap. Husdyrbruk i de to førstnevnte og potet/grønnsaksarealer innenfor sistnevnte nedbørfelt kan bidra til høyere fosfortap. Program for Jord- og vannovervåking (JOVA) viser at jordbruk, som inkluderer høy husdyrtetthet samt jordbruk med stor andel potet/grønnsaksproduksjon, har høyere fosfortilførsler og større risiko for fosfortap enn jordbruk med kornproduksjon. Fosfortap fra jordbruksarealer i JOVA-programmet er 241 g P/daa i gjennomsnitt over mange år. Sammenligning med de aktuelle målingene er vanskelig fordi det var meget lav avrenning dette året. En halvering av fosfortapet kan forventes under slike avrenningsforhold. Til sammenligning var fosfortapet i samme periode fra jordbruksarealer med kornproduksjon på Ås i Skuterudfeltet ca 80 g P/daa og tilsvarende for potet/grønnsaksproduksjon i Vasshaglona 165 g P/daa (JOVA-programmet; figur 9B). Erosjonsrisiko har stor betydning for fosfortapet. I tillegg kan andelen av potet/grønnsaksareal og jordens fosfortilstand ha betydning for forskjellene i fosfortap mellom Støa2-, Støa1-, Vaskeberget- og Huggenesbekken. Lokale forhold (bl.a. punktkilder og utfelling som nevnt tidligere) kan også ha betydning for forskjellene mellom feltene. I tiltaksanalysen ble fosfortapet fra jordbruksarealer rundt vestre Vansjø estimert til 80 g/daa (inkl.

bakgrunnsavrenning) (Lyche Solheim et al., 2001) for et normalår. I denne undersøkelsen er fosfortapet fra de fleste av nedbørfeltene større enn anslaget i tiltaksanalysen til tross for lav avrenning dette året. Normalisering til et normalårs tap av fosfor betyr omlag en fordobling av fosfortapene presentert i figur 9, dersom en regner med en lineær sammenheng mellom fosfortap og avrenning.

### 3.4. Fosfortilførsler til vestre Vansjø og Mosseelva

De totale tilførsler av fosfor fra det lokale nedbørfeltet til vestre Vansjø (ovenfor Mosseelva) fra midten av oktober 2004 til midten av oktober 2005 er på bakgrunn av de anvendte metodene estimert til ca 1650 kg fosfor. Beregningene er basert på målinger, som er gjennomført i denne undersøkelsen av små nedbørfelt, samt målinger for skog i perioden 2001-2004 i JOVA-programmet. Metoden for denne oppskaleringen er beskrevet i avsnitt 2.7. Det totale nedbørfeltet til vestre Vansjø (ovenfor Mosseelva) er 54 km<sup>2</sup>, hvorav ca 43 km<sup>2</sup> er skog og 11 km<sup>2</sup> er jordbruk. Arealene er uten innsjøoverflate og nedbørfeltgrensen er justert i forhold til tidligere estimater (Lyche Solheim et al., 2001).

Fosfortilførslene til Mosseelva fra Elverhøy til dammen i Moss er med samme metode beregnet til ca 210 kg fosfor i måleperioden, basert på et nedbørfeltareal på 14 km<sup>2</sup> (justert opp med 3 km<sup>2</sup> skog i forhold til tidligere estimater, Lyche Solheim et al., 2001), hvorav 0,5 km<sup>2</sup> er jordbruk, ca 8,5 km<sup>2</sup> skog og resten bebyggelse, veier og industri. I følge beregningene utgjør jordbrukets bidrag i denne delen av vassdraget 30 % av fosfortilførslene, mens byområdene i Moss og Rygge bidrar med nærmere 50 % av tilførslene.

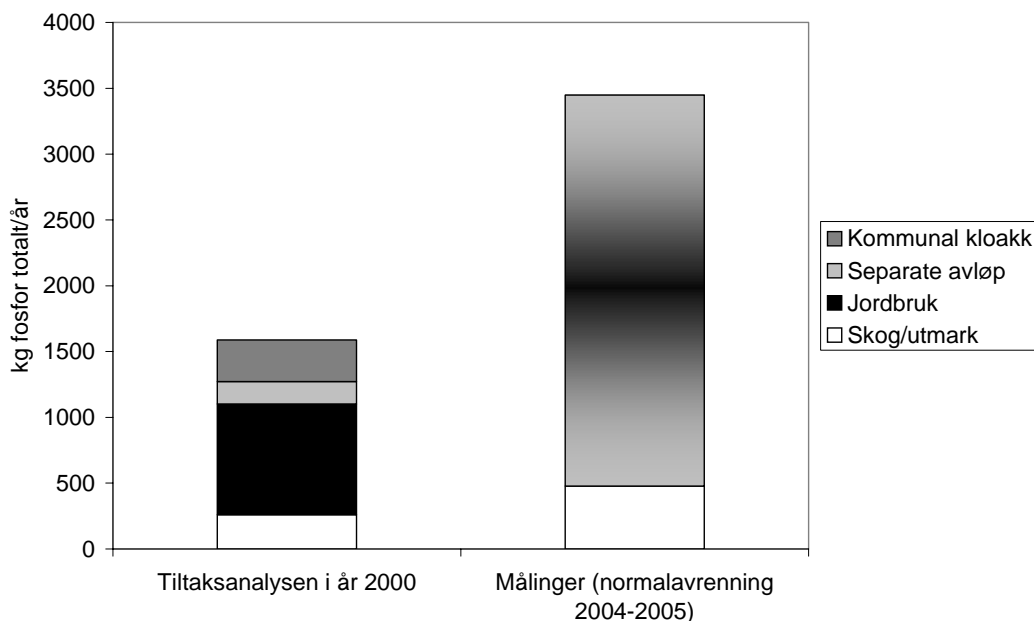
Den lave avrenningen (257 mm) i Skuterudbekken i måleåret danner grunnlag for beregningene. Normalavrenningen er 532 mm. Normalisering av resultatene for måleperioden til å gjelde for et normalår er basert på en forutsetning om lineær sammenheng mellom avrenning og fosfortap. Fosfortilførslene til vestre Vansjø for et normalår (1994-2004) er på den bakgrunn estimert til å være ca 3,4 tonn fosfor (1650 kg P x 532 mm / 257 mm) per år (figur 10) og for Mosseelva ca 0,4 tonn/år.

I år 2000 ble det gjennomført en tiltaksanalyse for Morsavassdraget basert på teoretiske beregninger og spredte målinger (Lyche Solheim et al., 2001). I forhold til tiltaksanalysen har det vært noen mindre justeringer av nedbørfeltets størrelse, vurdert ut fra lokal kunnskap og basert på markslagskart, og dermed er det totale nedbørfeltet til vestre Vansjø noe (ca 5 km<sup>2</sup>) mindre enn ved beregningene i tiltaksanalysen, mens det lokale nedbørfeltet til Mosseelva er noe større enn ved tidligere beregninger. Tabell 8 og figur 10 er basert på det samme arealgrunnlag for de to tilførselsberegningene. Med metodikken for tiltaksanalysen i år 2000 er de totale fosfortilførslene til vestre Vansjø (ovenfor Mosseelva) beregnet til ca 1600 kg/år (uten tilførsler til innsjøoverflaten) og tilførslene til Mosseelva ble estimert til ca 370 kg fosfor (tabell 8). Siden 2001 er det gjennomført en rekke tiltak innen jordbruk og spredte avløp, som antakelig har ført til reduserte fosfortilførsler til vestre Vansjø og Mosseelva. Målingene som er gjennomført det siste året tyder likevel på at de lokale tilførslene har mye større betydning enn tidligere antatt (tabell 8 og figur 10).

Tabell 8. Fosfortilførsler (kg/år) beregnet i tiltaksanalysen og på bakgrunn av målinger.

	Areal, km <sup>2</sup>	Tiltaksanalysen i år 2000	Målinger skalert til normalavr.	Måleperiode 2004-2005
Vestre Vansjø	54	1600	3420	1650
Mosseelva	14	370	435	210

Bakgrunnsavrenning fra jordbruk inngår som en del av jordbruksavrenningen i figur 10. Jordbrukets fosforbidrag til vestre Vansjø fra det lokale nedbørfeltet (11 km<sup>2</sup> jordbruksareal) er i følge tiltaksanalysen ca 850 kg P/år. I tillegg kommer 500 kg P fra kommunal kloakk og separate avløp. I målingene av fosfortilførsler skiller det ikke mellom jordbruk og punktkilder. Tilførslene fra jordbruk og punktkilder, basert på den anvendte metodikken, er beregnet til ca 3 tonn P/år (omregnet til et normalår). I tiltaksanalysen ble fosfortilførslene i hovedsak bedømt på bakgrunn av erosjonsrisiko med noen sporadiske målinger i noen av de lokale bekkene, men det ble i liten grad tatt hensyn til forskjeller i fosforinnhold i jordsmonnet for ulike arealer.



Figur 10. Tilførsler av fosfor fra jordbruk, punktkilder og avrenning fra skog i det lokale nedbørfeltet til vestre Vansjø beregnet teoretisk i tiltaksanalysen og på grunnlag av målinger.

I tiltaksanalysen var estimert fosfortap fra skog/utmark ca 6 g/daa/år. Fosfortilførslene fra skog/utmark er justert i forhold til målinger gjennomført for skogsarealer i Skuterudbekkens nedbørfelt. I følge disse forbedrede målingene er fosfortapet fra skogsområdene ca 11 g/daa/år. Det totale bidraget fra skog endres dermed fra ca 260 til ca 500 kg fosfor/år. Fosfortilførsler til innsjøoverflaten er ikke tatt med i figur 10.

Basert på målinger og beregninger beskrevet i denne rapporten, er de totale fosfortilførslene til vestre Vansjø og Mosseelva antakelig opp i mot ca 4 tonn fosfor/år.

## 4. Konklusjon

---

De høyeste fosforkonsentrasjonene ved lav vannføring ble målt fra Hananbekken, Tykkmyr og Vanembekken. Nedbørfelt med punktkilder hadde høyest konsentrasjoner ved lav vannføring, men det var mindre totale fosfortap på årsbasis fra disse nedbørfeltene enn fra nedbørfelt dominert av jordbruksavrenning. Avrenning fra jordbruksarealer ga de høyeste fosforkonsentrasjonene ved høy vannføring, og dermed ble de største fosfortapene målt fra jordbruksfeltene. Støabekken1, Vaskeberget og Huggenesbekken hadde de største fosfortapene målt per arealenhet. Disse nedbørfeltene har stor andel jordbruksareal og dessuten potet- og grønnsaksproduksjon på stor del av jordbruksarealet. Støabekken 1 har dessuten intensiv beiting av husdyr i nedbørfeltet.

Beregninger basert på resultater fra undersøkelsen tyder på at fosfortilførslene fra det lokale nedbørfeltet til vestre Vansjø var ca 1,7 tonn P/år i måleperioden fra oktober 2004 til oktober 2005. Måleperioden hadde mye lavere avrenning (257 mm) enn et normalår i perioden 1994-2004 (532 mm). Ved lineær normalisering til et normalår blir fosfortilførslene ca 3,4 tonn P/år til vestre Vansjø og ca 0,4 kg P/år til Mosseelva.

Jordbrukets totale fosforbidrag til vestre Vansjø ble i tiltaksanalysen beregnet til å være ca 600 kg P (bakgrunnsavrenning fratrukket), mens beregnet tilførsel fra jordbruk og punktkilder basert på målingene i de små bekkene rundt vestre Vansjø, tyder på at fosfortilførslene fra jordbruk og punktkilder er betydelig større, vel 2 tonn/år.

## 5. Referanser

---

JOVA-programmet. Program for Jord- og Vannovervåking i landbruket. Bioforsk Jord og Miljø. [www.bioforsk.no](http://www.bioforsk.no).

Lyche-Solheim, Vagstad, N., Kraft, P., Løvstad, Ø., Skoglund, S., Turtumøygard, S. & Selvik, J.R. 2001. Tiltaksanalyse for Morsa (Vansjø-Hobøl-vassdraget). Sluttrapport. NIVA-report 4377: 104 pp.

Lyche Solheim, A. Stålnacke, P., Bechmann, M., Brabrand, Å., Bjørndalen, K. Beldring, S., Andersen, T. Søndergaard, M. & Annadotter, H. 2004. Restaurering av Vanemfjorden. Rapport fra workshop i juni 2004. NIVA-rapport nr 4894-2004, 33 s.

## 6. Vedlegg

---

### Oversikt over vedlegg

Nr Fosforkonsentrasjoner målt i de enkelte bekkene

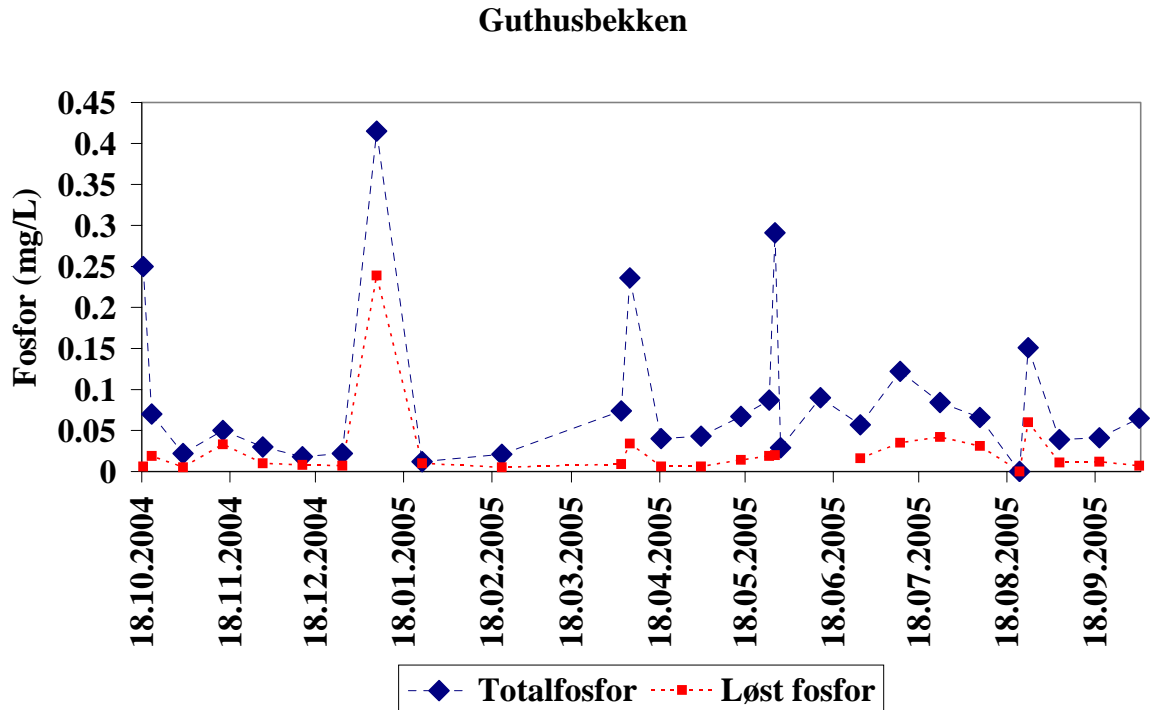
---

- 6.1 Guthusbekken
  - 6.2 Sperrebotnbekken
  - 6.3 Augerødbekken
  - 6.4 Gashusbekken
  - 6.5 Vanembekken
  - 6.6 Norebekken
  - 6.7 Tykkmyr
  - 6.8 Ørejordetbekken
  - 6.9 Hananbekken
  - 6.10 Årvoldbekken
  - 6.11 Støabekken2
  - 6.12 Støabekken1
  - 6.13 Vaskebergetbekken
  - 6.14 Huggenesbekken
-

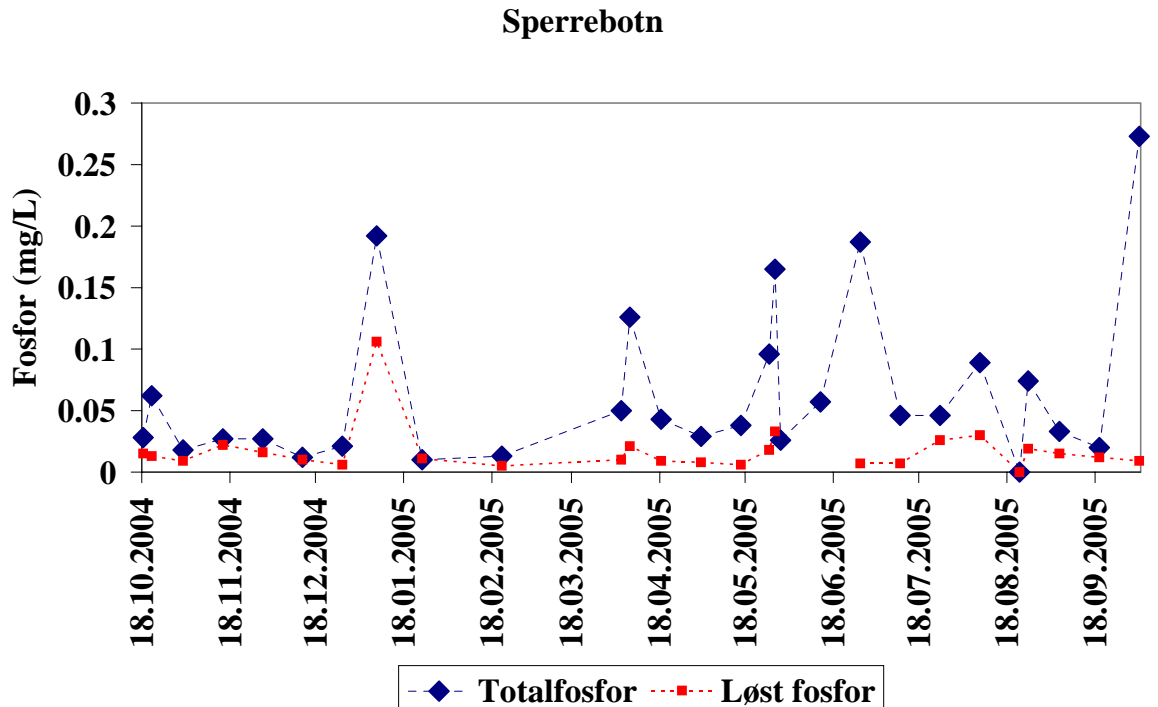




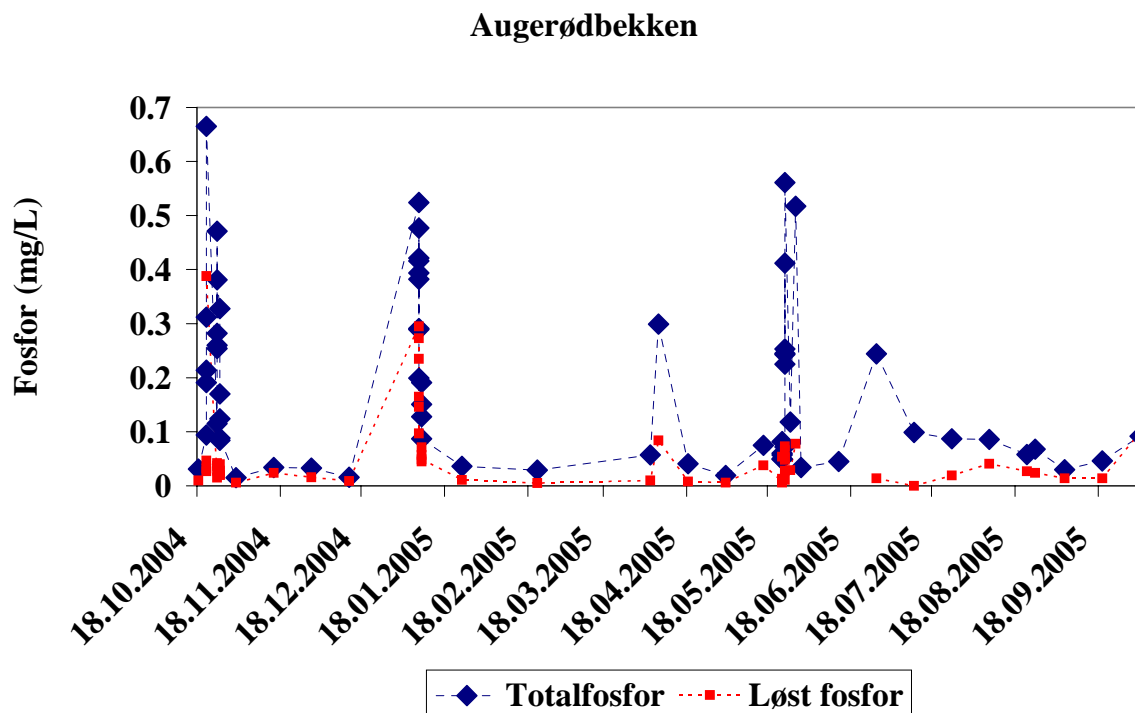
## 6.1. Guthusbekken (Brønnerødbekken)



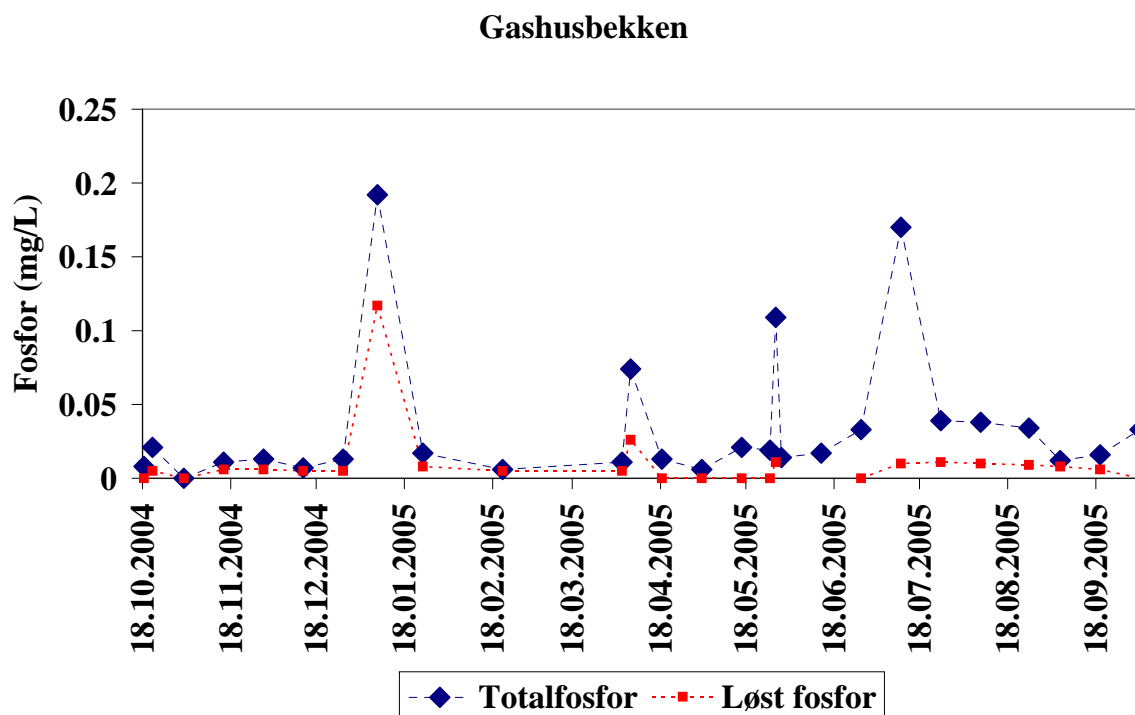
## 6.2. Sperrebotn



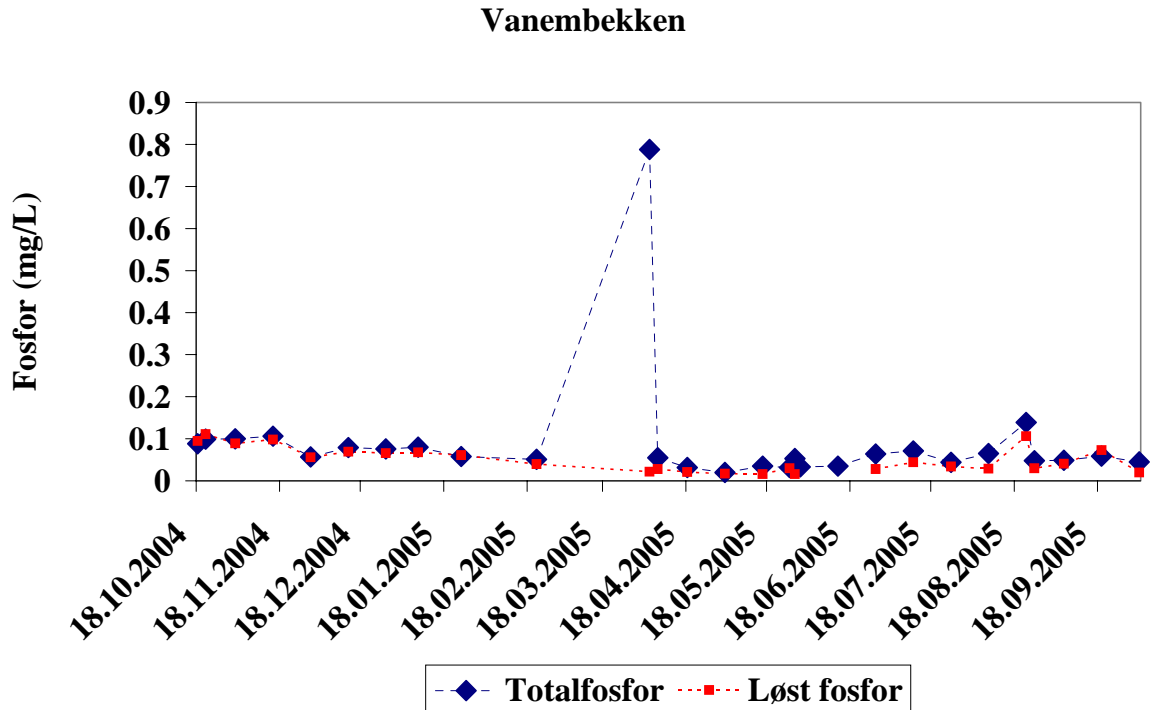
### 6.3. Augerødbekken (Kjuksrødbekken)



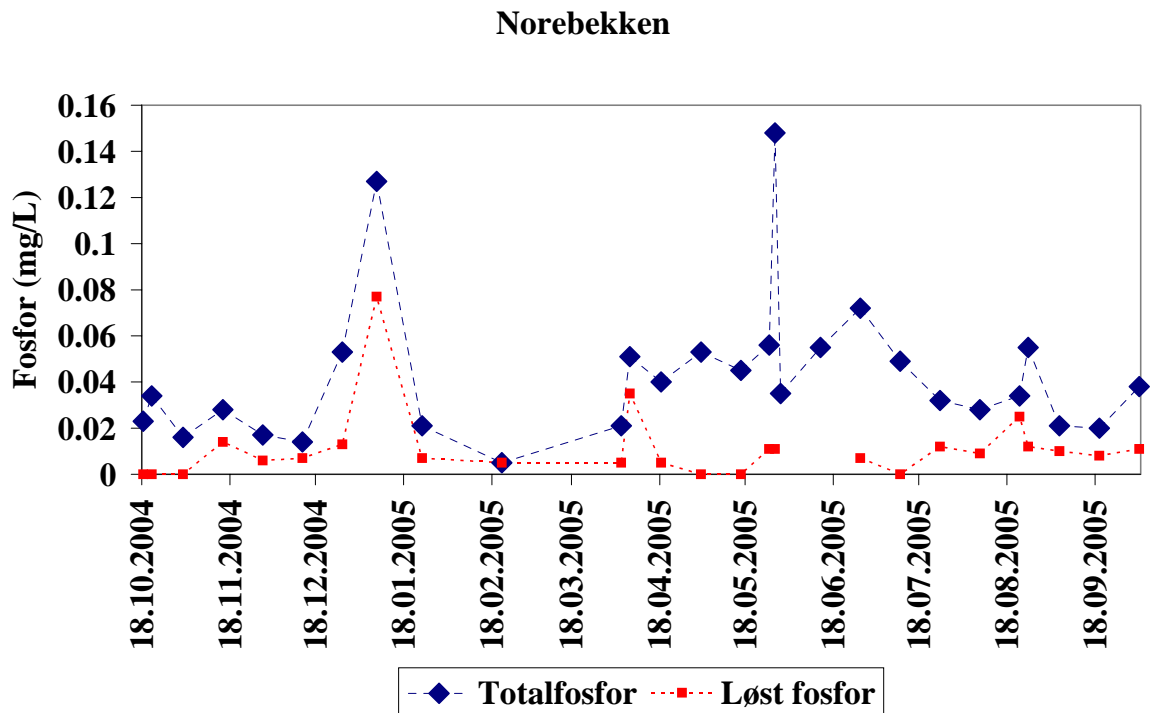
### 6.4. Gashusbekken



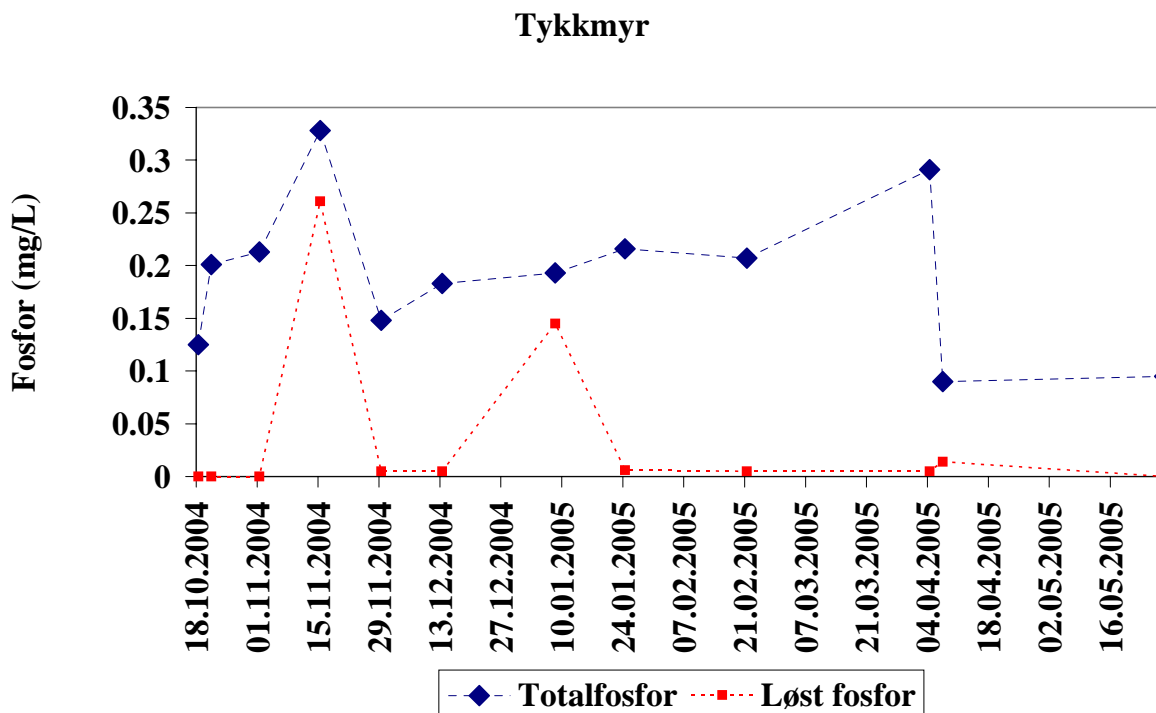
## 6.5. Vanembekken (Møllebekken)



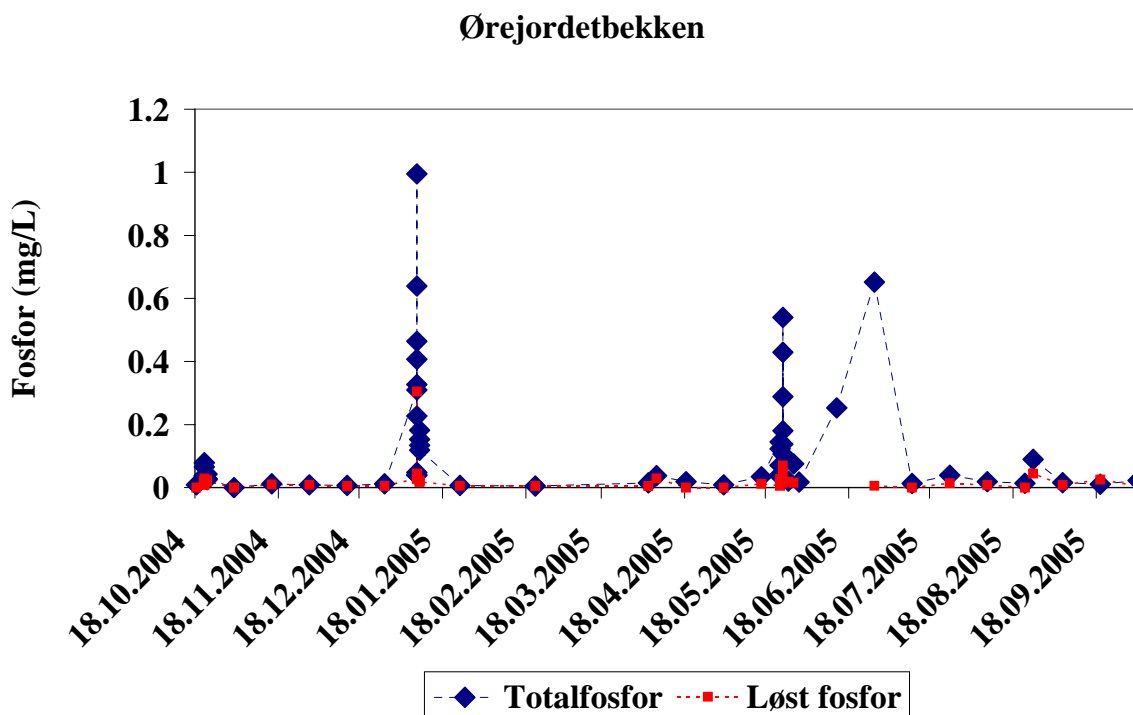
## 6.6. Norebekken



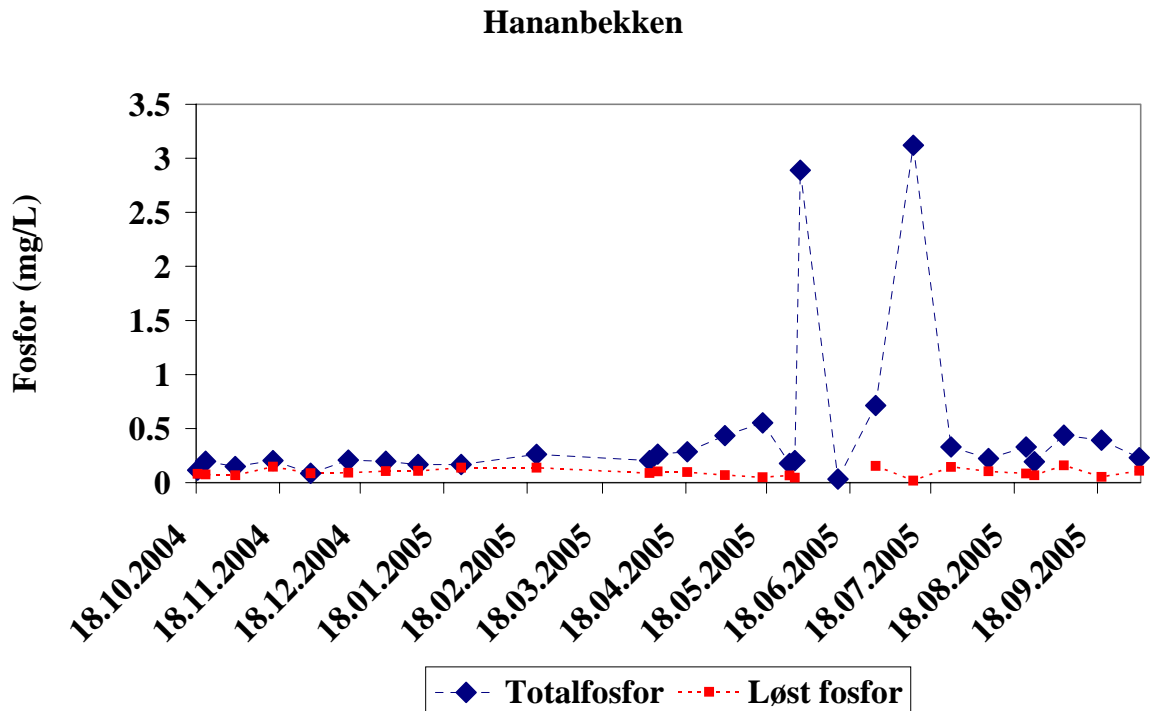
## 6.7. Tykkmyr



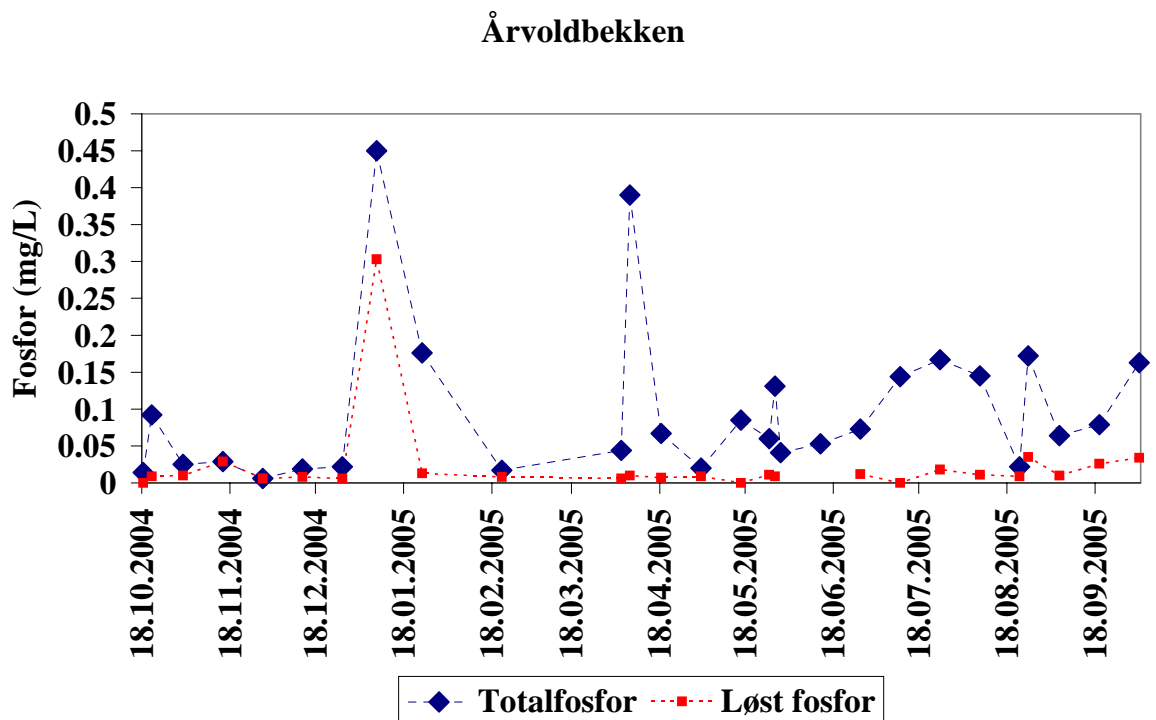
## 6.8. Ørejordetbekken



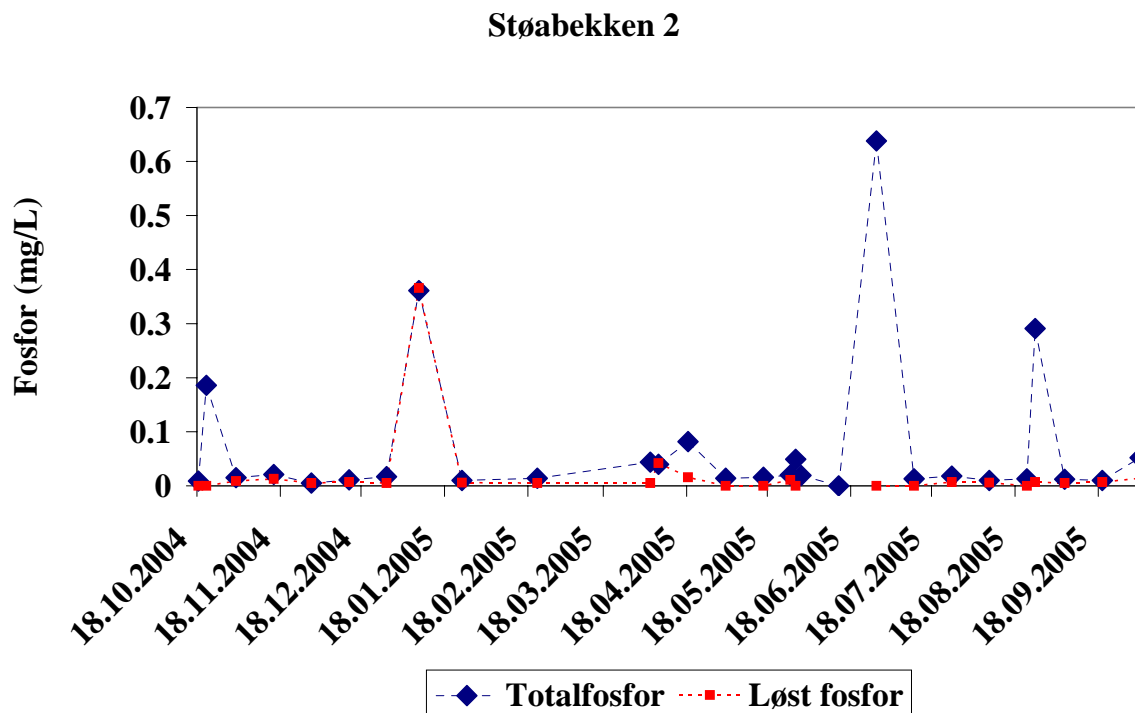
## 6.9. Hananbekken



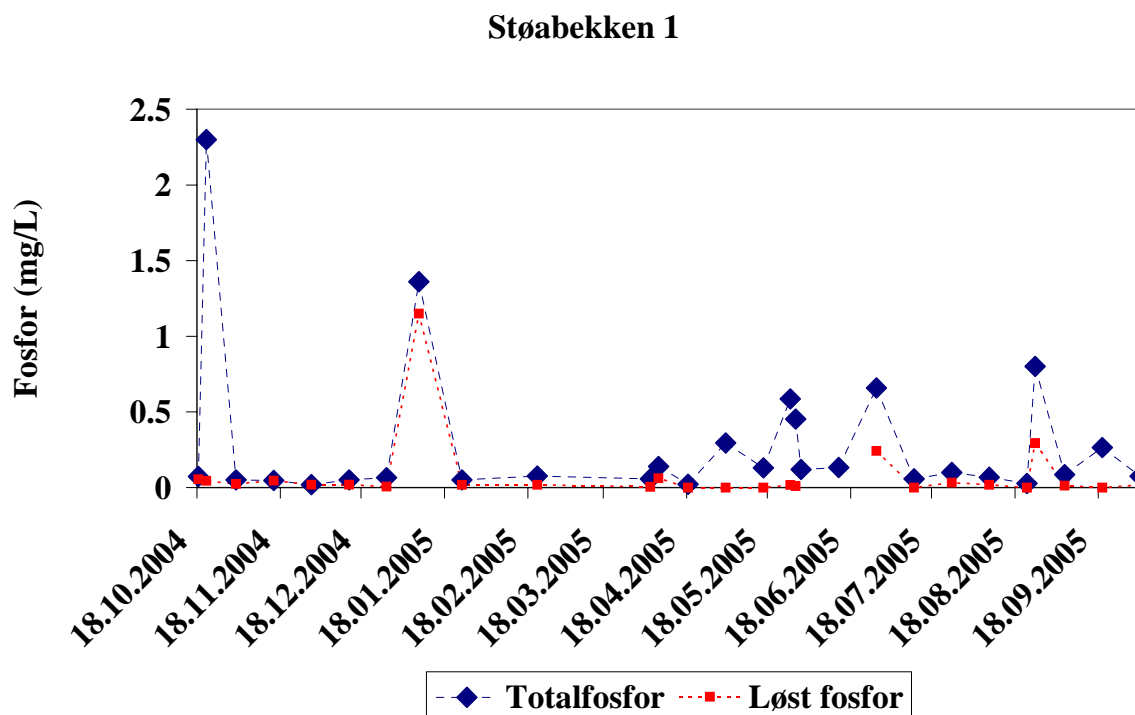
## 6.10. Årvoldbekken



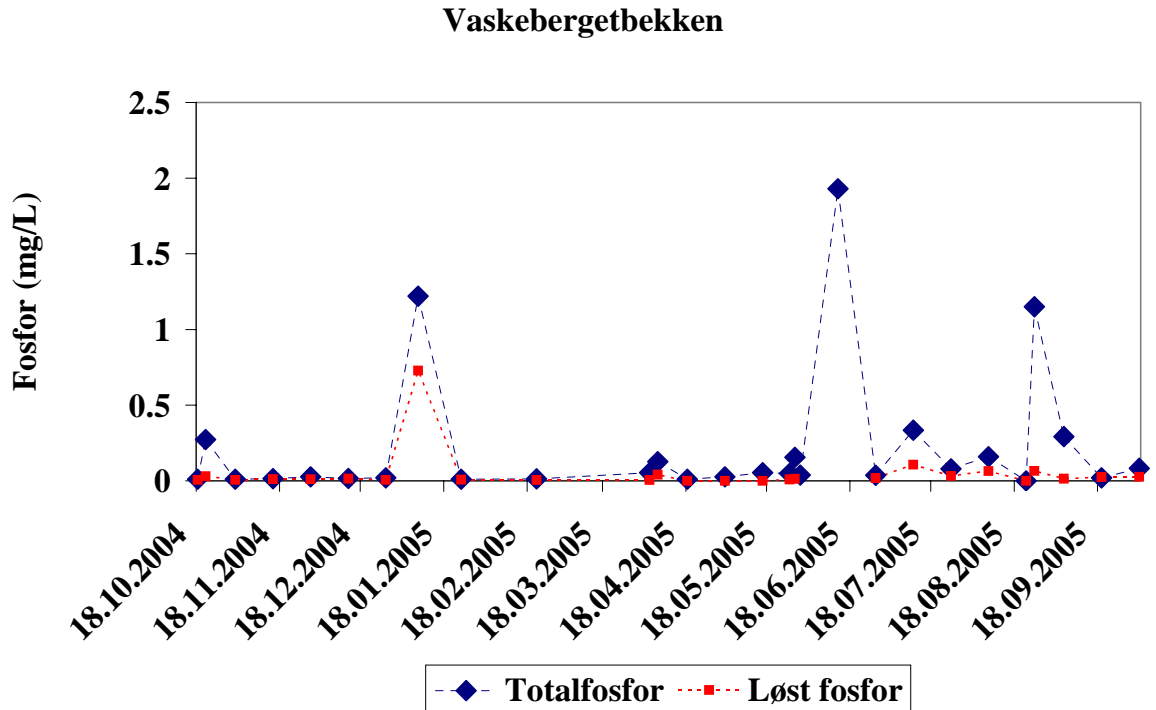
## 6.11. Støabekken 2



## 6.12. Støabekken 1



## 6.13. Vaskebergetbekken



## 6.14. Huggenesbekken

