

## Bioforsk Rapport

Vol. 3 Nr. 72 2008

# Vansjø-undersøkelsene 2007

Resultater fra overvåking og undersøkelser i  
innsjø og tilførselsbekker/-elver i 2007

Eva Skarbøvik, Thomas Rohrlack, Marianne Bechmann, Tom Andersen, Per Johan Færøvik

Bioforsk Jord og Miljø



Biologisk institutt, UiO







Hovedkontor  
Frederik A. Dahls vei 20,  
1432 Ås  
Tel.: 03 246  
Fax: 63 0092 10  
post@bioforsk.no

Bioforsk Jord og miljø  
Frederik A. Dahls vei 20  
1432 Ås  
Tlf: 03 246  
Faks: 63 00 94 10  
jord@bioforsk.no

<i>Tittel/Title:</i> Vannfaglige undersøkelser i Vansjø og Morsavassdraget i 2007
<i>Forfatter(e)/Autor(s):</i> Eva Skarbøvik Bioforsk), Thomas Rohrlack (NIVA), Marianne Bechmann (Bioforsk), Tom Andersen og Per Johan Færøvik (begge UiO).

<i>Dato/Date:</i> 4. mai 2008	<i>Tilgjengelighet/Availability:</i> Åpen	<i>Prosjekt nr./Project No.:</i> 2110308	<i>Arkiv nr./Archive No.:</i>
<i>Rapport nr./Report No.:</i> 72/2008	<i>ISBN-nr.:</i> 978-82-17-00372-4	<i>Antall sider/Number of pages:</i> 120	<i>Antall vedlegg/Number of appendix:</i> 3

<i>Oppdragsgiver/Employer:</i> Vannområdeutvalget for Morsa	<i>Kontaktperson/Contact person:</i> Helga Gunnarsdottir
--	---

<i>Stikkord/Keywords:</i> Eutrofiering, tilførselsberegninger, innsjøsediment, næringsstoffbegrensning alger Eutrophication, load estimates, lake sediment analyses, algae nutrient thresholds	<i>Fagområde/Field of work:</i> Vannforvaltning Water management
--	--

<i>Sammendrag:</i> Rapporten gir resultater fra overvåkingen av Vansjø og dens tilførselselver/-bekker i 2007. Sommeren dette året var spesielt nedbørrik, noe som har hatt betydning for forholdene i innsjøen. Rapporten gir også resultater fra undersøkelser av bunnsedimentene i sjøen, samt eksperimenter med næringsstoffbegrensning. Et nytt budsjett for næringsstoffer og sediment for nedbørfeltet er beregnet basert på data fra perioden 2005-2007.
---

<i>Land/fylke:</i> Østfold	<i>Sted/Lokalitet:</i> Vansjø
-------------------------------	----------------------------------

Godkjent / Approved

Lillian Øygarden

Prosjektleder/Project leader

Eva Skarbøvik



## Forord

---

Med finansiell støtte fra SFT har Vannområdeutvalget for Morsa siden 2005 sørget for overvåking og undersøkelser av Vansjø og tilførselselver/-bekker. I 2007 ble undersøkelsene utført av et konsortium bestående av Bioforsk Jord og miljø, Norsk institutt for vannforskning (NIVA) og Biologisk institutt ved Universitetet i Oslo (UiO). Følgende delprosjekter har vært utført (med hovedansvarlig institutt i parentes bak):

- 1 Overvåking av Vansjø (NIVA)
- 2 Overvåking av tilløpselver og –bekker (Bioforsk)
- 3 Undersøkelse av sedimenter (Biologisk institutt, UiO)
- 4 Blågrønnalger – testing av næringssaltbegrensning (Biologisk institutt, UiO)
- 5 Fosforbudsjett (Bioforsk)

Konsortiet ble ledet av Bioforsk med Eva Skarbøvik som prosjektleder, og ansvarlig for overvåking av tilførselselver til Storefjorden samt fosforbudsjettet. Marianne Bechmann har hatt ansvaret for tilførselsberegninger i bekker til Vanemfjorden. Per Stålnacke har bidratt i arbeidet med trendanalyser. Øistein Johansen og Geir Tveiti ved Bioforsk har hatt det tekniske ansvaret for automatisk prøvetaking i Hobølelva (ISCO og turbiditetsmåler). Manuell prøvetaking av elver og bekker har vært utført av Karsten Butenschøn, Fylkesmannen i Østfold og Bjørn Solberg, Bovim.

Ved NIVA har Thomas Rohrlack hatt ansvaret for innsjøovervåkingen. Overvåkingen i Vansjø har vært samordnet med vannkvalitetsovervåkingen i regi av Fylkesmannen i Østfold. Denne delen av prosjektet har også benyttet resultater fra overvåkingen av Grimstadbukta som er finansiert av MOVAR IKS.

Ved Biologisk institutt UiO har Tom Andersen vært ansvarlig for undersøkelser av sedimenter og næringssaltbegrensning. Per-Johan Færøvig har vært prosjektmedarbeider.

Kvalitetssikring er blitt utført av Lillian Øygarden ved Bioforsk og Anne Lyche Solheim ved NIVA.

Oppdragsgivers kontaktperson har vært daglig leder Helga Gunnarsdottir, Vannområdeutvalget Morsa.

Konsortiet vil takke daglig leder av Vannområdeutvalget Morsa, Helga Gunnarsdottir, og styreleder Kjell Løkke for aktive og konstruktive diskusjoner gjennom prosjektperioden. Konsortiet vil også takke MOVAR IKS for samarbeidet under feltarbeidet i Vansjø.

Undersøkelsene i 2007 er en videreføring av overvåkingen fra 2005 og 2006 i Vansjø og tilførselselver/-bekker, med enkelte justeringer. Disse omfatter bl.a. noen endringer av prøvetakingsstasjoner og –frekvens både i innsjøen og i tilførselselver/-bekker. Videre er tidligere undersøkelser av bunnsedimenter i Vansjø blitt komplettert med nye prøver, både for nye steder (romlig variasjon) og ved ulike sesonger (tidsvariasjon). Det er også gjennomført enkle biotester i småskalaforsøk, for å vurdere næringssaltbegrensning hos blågrønnalger i sjøen. Til slutt er det utarbeidet et budsjett for fosfor, nitrogen og suspenderte partikler i vassdraget (de to sistnevnte parametrene kun hvor det har fantes tilstrekkelig med data) basert på de siste 3 års undersøkelser.

Ås mai 2008

Eva Skarbøvik



# Innhold

---

1.	Sammendrag.....	7
1.1	Målsetning.....	7
1.2	Hydrologi .....	7
1.3	Vansjøovervåking .....	7
1.4	Sedimentundersøkelser .....	8
1.5	Næringsstoffbegrensning .....	9
1.6	Tilførsler til Storefjorden.....	9
1.7	Lokale tilførsler til vestre Vansjø og Mosseelva.....	9
1.8	Næringsstoffbudsjettet .....	10
2.	Innledning.....	12
2.1	Hovedmål.....	12
2.2	Rapportens oppbygging .....	12
2.3	Vansjø-Hobølvassdraget.....	12
2.4	Året 2007 .....	13
3.	Overvåking av Vansjø i 2007 .....	14
3.1	Innledning .....	14
3.2	Beskrivelse av undersøkelsesprogrammet.....	14
3.3	Innsjøen Vansjø .....	16
3.3.1	Brukerinteresser .....	17
3.4	Meteorologi, vannføring og vannstand.....	18
3.5	Resultater fysisk-kjemiske forhold .....	20
3.5.1	Temperatur og oksygen.....	20
3.5.2	Siktedyp .....	23
3.5.3	Gløderest/Suspendert stoff .....	24
3.5.4	pH .....	25
3.5.5	Fosfor .....	26
3.5.6	Nitrogen .....	29
3.5.7	Reaktivt silikat .....	32
3.5.8	Vannets farge.....	33
3.5.9	Totalt organisk karbon (TOC) .....	34
3.6	Resultater biologiske forhold .....	35
3.6.1	Planteplankton .....	35
3.6.2	Klorofyll-a.....	38
3.6.3	Microcystin.....	39
3.7	Undersøkelser i Grimstadkilen og Sæbyvannet.....	40
3.7.1	Grimstadkilen .....	40
3.7.2	Sæbyvannet.....	41
3.8	Situasjonen i 2007 sammenlignet med tidligere år .....	43
4.	Sedimentundersøkelser Vansjø .....	45
4.1	Innledning .....	45
4.2	Metoder.....	46
4.2.1	Feltarbeid.....	46
4.2.2	Laboratorieanalyser .....	46
4.3	Resultater og diskusjon .....	48
4.3.1	Undersøkelse av overflatesedimentet fra Årvolltangen til Mossefossen.....	48
4.3.2	Tidsutviklingen av fosforinnhold i overflatesedimentet .....	51
4.4	Konklusjoner .....	53
5.	Næringsstoffbegrensning .....	54
5.1	Innledning .....	54
5.2	Metode.....	54
5.3	Resultater og diskusjon .....	56
5.4	Konklusjon .....	62
6.	Tilførsler til Storefjorden .....	63
6.1	Innledning .....	63

6.2	Feltbeskrivelse .....	64
6.3	Metodikk .....	65
6.3.1	Vannprøvetaking .....	65
6.3.2	Vannføring.....	65
6.3.3	Metodikk for transportberegninger .....	67
6.4	Resultater tilførsler Storefjorden 2007 .....	69
6.4.1	Vannføring i 2007.....	69
6.4.2	Konsentrasjoner i 2007 .....	70
6.4.3	Tilførsler i 2007.....	79
6.5	Sammenligning med tilførsler i 2006 .....	82
6.6	Bruk av turbiditetsdata for å vurdere usikkerhet .....	84
6.7	Trender i transporten i Hobølelva .....	87
6.8	Konklusjoner - tilførsler til Storefjorden .....	89
7.	Lokale tilførsler til vestre Vansjø og Mosseelva .....	91
7.1	Innledning.....	91
7.2	Metoder .....	91
7.2.1	Nedbørfelt.....	91
7.2.2	Prøvetaking i 2007 .....	93
7.2.3	Vannføringsmålinger .....	93
7.2.4	Tilførselsberegninger .....	94
7.3	Resultater.....	95
7.3.1	Konsentrasjon av næringsstoffer og suspendert stoff .....	95
7.3.2	Tap av totalfosfor .....	97
7.3.3	Tilførsler av fosfor og suspendert tørrstoff til Vanemfjorden i 2007 .....	99
7.4	Konklusjoner .....	100
	Næringsstoffbudsjettet .....	102
7.5	Innledning.....	102
7.6	Datagrunnlag .....	103
7.7	Vannføring og vannbalanse .....	104
7.8	Næringsstoff- og partikkelbudsjettet 2005-2007 .....	106
7.9	Næringsstoff- og partikkelbudsjettet i et normalår .....	116
7.10	Diskusjon og konklusjoner.....	118
7.10.1	Usikkerhet.....	118
7.10.2	Budsjettet.....	118
8.	Referanser.....	120
9.	Vedlegg .....	121
	Vedlegg til kapittel 3 .....	122
	Vedlegg til Kapittel 6 .....	142
	Vedlegg til kapittel 7 .....	155



# 1. Sammendrag

---

## 1.1 Målsetning

Dette prosjektet har hatt som hovedmål å gjennomføre overvåking og undersøkelser i Vansjø og dens nedbørfelt i 2007. Mer detaljert har prosjektet hatt følgende mål:

- Videreføre den pågående overvåkingen i innsjøen Vansjø og i tilførselselver/-bekker til innsjøen;
- Undersøke næringsstoffinnholdet i sedimenter i innsjøen;
- Undersøke næringssaltbegrensning for alger;
- Utarbeide et oppdatert budsjett for næringsstoff og partikler i nedbørfeltet.

## 1.2 Hydrologi

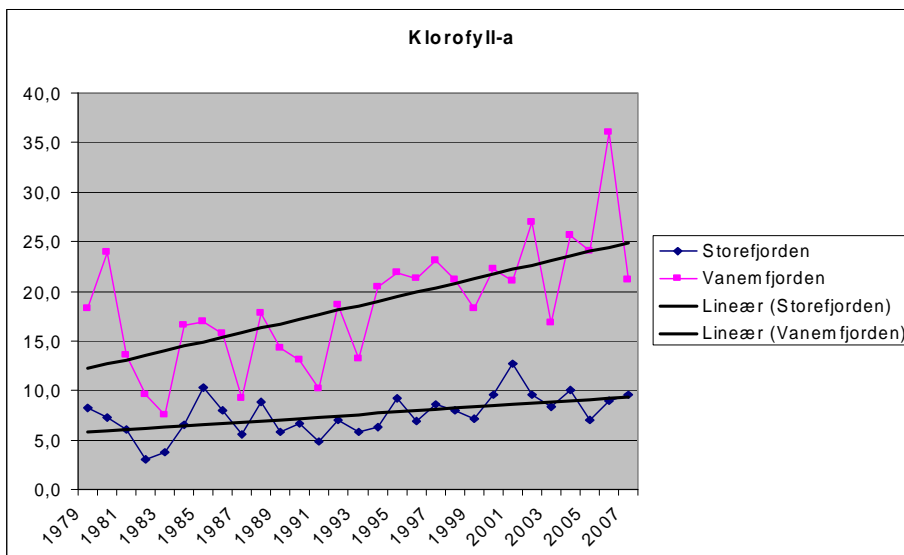
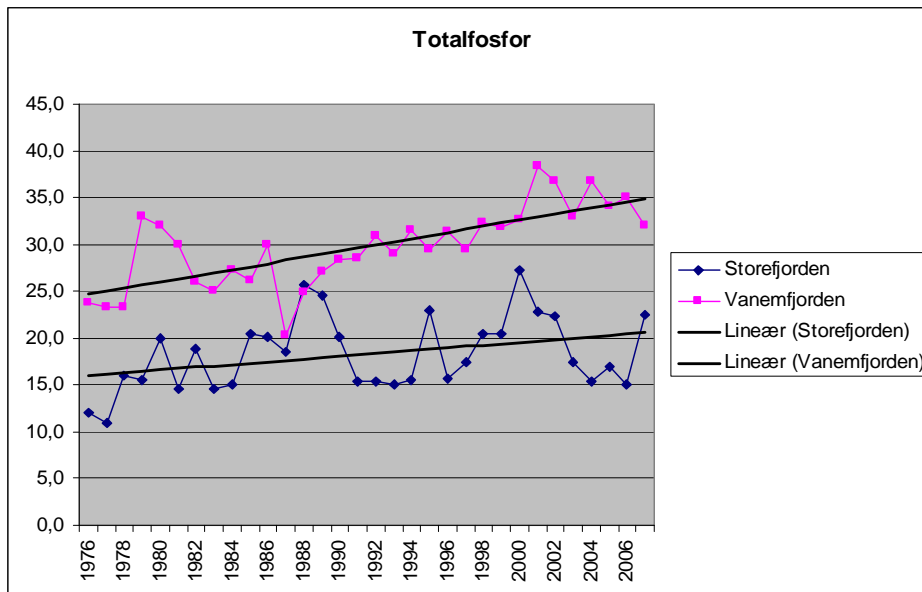
Sommeren 2007 var uvanlig våt og kald. Dette har særlig hatt innvirkning på forholdene i innsjøen. Det var betydelig mer gjennomstrømning av vann i innsjøen sommeren 2007 enn tidligere år med målinger, og dette har også medført større omrøring. Året hadde en tidlig vårflokk i mars, og kun én kraftig høstflomepisode i begynnelsen av desember.

## 1.3 Vansjøovervåking

Høye fosfor-, farge- og gløderestverdier i Storefjorden i 2007 antas å skyldes mye nedbør med transport av materiale fra nedbørfeltene høsten 2006 og sommeren 2007. Konsentrasjonen av totalfosfor var dermed den høyeste siden 2001 i Storefjorden. Innholdet av fosfat lå også betydelig over normalen. Derimot ble det ikke påvist høyere nitrogeninnhold enn i tidligere år. I Vanemfjorden ble det imidlertid påvist vanlige konsentrasjoner av fosfor.

Ustabil temperatursjiktning og kraftig vannutskifting ga gunstige forhold for veksten av kiselalger i hele Vansjø. Dominansen av blågrønnlager i Vanemfjorden var mindre utpreget enn vanlig og algene blandet seg oftere i hele vannsøylen. Dette ga et inntrykk av bedre vannkvalitet, selv om totalkonsentrasjonen av alger i vannet ikke har endret seg i forhold til tidligere år. Lignende situasjonen ble observert i Nesparken. De spesielle forholdene i 2007 gjør det vanskelig å trekke konklusjoner om at miljøtilstanden i Vansjø har endret seg i forhold til tidligere år.

Figurene under viser utviklingen i de to bassengene mht totalfosfor (øverst) og klorofyll a (nederst).



## 1.4 Sedimentundersøkelser

I enkelte deler av innsjøen har de grunne sedimentene høyere fosforkonsentrasjoner enn de dypere liggende sedimentene, mens det i andre områder er omtrent samme konsentrasjon i de grunne og de dype sedimentene. Det var forholdsvis høye konsentrasjoner av organisk bundet fosfor i nedre Vansjø i området fra Hanabukta til Mossefossen, noe som antas å skyldes lokal tilførsel fra bebyggelsen i området.

Variabiliteten i fosforinnholdet i sedimentoverflaten er betydelig høyere i grunne sedimenter. Sirkulasjonsforhold og tilførsel av uorganisk materiale gir betydelig variasjon i utvekslingen av fosfor mellom sediment og innsjøvann. Tidsutviklingen på 3 stasjoner i sørlige deler av Vanemfjorden tyder på at særlig de grunne sedimentene har en dynamisk sesongsyklus med en frigjøring av sedimentfosfor i de månedene hvor algemengden er høyest.

## 1.5 Næringsstoffbegrensning

Målsetningen om å finne hvilke av næringsstoffene P, N, og Si som er den begrensende faktoren i Vansjø lyktes ikke på grunn av de spesielle værforholdene sommeren 2007. Vansjø var sterkt preget av den ekstreme nedbøren med flom og erosjon av løsmasser, noe som antakelig ga dårligere vekstbetingelser for alger. For å holde utgiftene nede ble det benyttet en forenklet metode, men denne ga under disse værforholdene en noe svakere utsagnskraft enn hva de innledende forsøkene tydet på.

## 1.6 Tilførsler til Storefjorden

Totalt var samlet tilførsel til Storefjorden i 2007 på ca 6800 tonn partikler, ca. 20 tonn totalfosfor, og ca. 345 tonn total nitrogen.

Mesteparten av tilførslene kommer fra Hobølelva nedstrøms innsjøen Mjær. Sidevassdraget Kråkstadelva tilfører store mengder med partikler og næringsstoffer sett i forhold til nedbørfeltets størrelse.

Trendanalyser med data fra midten av 80-tallet viser en signifikant nedgang i transport av partikler og totalfosfor. For nitrogen kan det sees en nedgang siden midten av 1990-tallet.

Turbiditetsmåleren ved Kure har vist seg å gi interessante resultater som på sikt kan bidra til å kvantifisere usikkerheten ved transportberegninger. Det anbefales derfor at driften av denne fortsetter.

## 1.7 Lokale tilførsler til vestre Vansjø og Mosseelva

Resultater fra overvåking gjennomført i perioden 2004-2007 har vist at lokale fosfortilførsler har stor betydning for vannkvaliteten. Overvåkingen i 2007 bekreftet resultatene fra tidligere år.

I 2007 omfattet undersøkelsene overvåking av fosforkonsentrasjoner i 9 bekker i nedbørfeltet til vestre Vansjø og Mosseelva. De 7 av bekkene representerte jordbruksdominerte områder, en bekk var avrenning fra et boligfelt og en bekk representerte avrenning fra skog. De 8 av bekkene ble overvåket to år tidligere, mens overvåking i skogbekken startet i 2007.

Overvåkingen omfattet uttak av stikkprøver rutinemessig hver 14. dag (28. dag i skogbekken) og dessuten uttak av vannprøver i flomepisoder. Vannprøvene er analysert for total fosfor og suspendert stoff og utvalgte vannprøver er i tillegg analysert for løst fosfat og total nitrogen. Vannføringsmålinger ble gjennomført i Guthusbekken og spesifikk avrenning i denne bekken ble brukt ved beregning av fosfortilførsler til vestre Vansjø og Mosseelva.

De beregnede verdiene for lokale fosfortilførsler til vestre Vansjø i 2007 var omtrent lik som tilførslene i 2004/05 og 2006, når en tar hensyn til avrenningsmengden. Tilførslene er estimert til 3-3,5 tonn fosfor for et normalår. De reelle fosfortilførslene til vestre Vansjø var om lag 1,7, 4,7 og 4,1 tonn TP i hhv. 2004/05, 2006 og 2007 og tilsvarende var tilførslene til Mosseelva fra det lokale nedbørfeltet 0,2, 0,6 og 0,3 tonn TP. Nedbør og avrenning har hatt stor betydning for de årlige variasjoner i fosfortilførsler. Avrenningen var 256, 760 og 660 mm for hhv. 2004/05, 2006 og 2007, mot normalt 532 mm i gjennomsnitt for perioden 1994-2004.

Vannføringsveide årlige fosforkonsentrasjoner i de 9 bekkene ligger betydelig over miljømålet på 50 µg TP/l. I skogbekken var den vannføringsveide gjennomsnittskonsentrasjonen av fosfor 88 µg TP/l. De høyeste konsentrasjoner i skogbekken ble målt i to vannprøver på sommeren og en vannprøve i midten av september. Disse prøvene kan ha fått for stor vekt i forhold til den reelle vannføringen fra skogen på denne tiden og gjennomsnittskonsentrasjonen kan være noe

overestimert. De høyeste gjennomsnittlige fosforkonsentrasjoner (235-415 µg TP/L) ble i 2007, som tidligere år, målt i avrenning fra nedbørfeltene med den største andel jordbruksareal (85-91 %). Feltene på nord-østsidan, som har lavere andel jordbruksareal, hadde i 2007 fosforkonsentrasjoner mellom 120 og 150 µg TP/L. I forhold til konsentrasjoner målt tidligere år ble den største endringen målt i Støabekken 1, hvor der var en halvering av fosforkonsentrasjonen fra 2004/05 til 2006. For de øvrige feltene lå fosforkonsentrasjonene omtrent lik som middel for de to tidligere år eller litt under, bortsett fra Sperrebotnbekken, der det kan se ut til å ha vært en økning i fosforkonsentrasjonene.

Tabellen viser tilførsler i alle målte elver og bekker i 2007:

	km <sup>2</sup>	SS		TP	
		tonn/år	tonn/år og km <sup>2</sup>	kg/år	kg/år og km <sup>2</sup>
Hobølelva Mjær	130	192	2	1200	9
Kråkstadelva	56	983	16	3750	61
Hobølelva	337	5480	15	15300	41
Svinna	104	465	4	2500	24
Mørkelva	59	375	7	1050	18
Veidalselva	33	456	13	1150	34
Guthusbekken	3,1	47	15	203	65
Sperrebotn	2,5	36	15	168	67
Augerødbekken	4,8	175	36	396	82
Ørejordet	0,7	8	12	27	38
Årvoldbekken	0,5	4	7	17	34
Støabekken 1	0,2	3	16	35	176
Vaskeberget	0,1	6	56	28	280
Huggenesbekken	0,8	21	27	103	129
Dalen	0,9	4	5	42	47

## 1.8 Næringsstoffbudsjettet

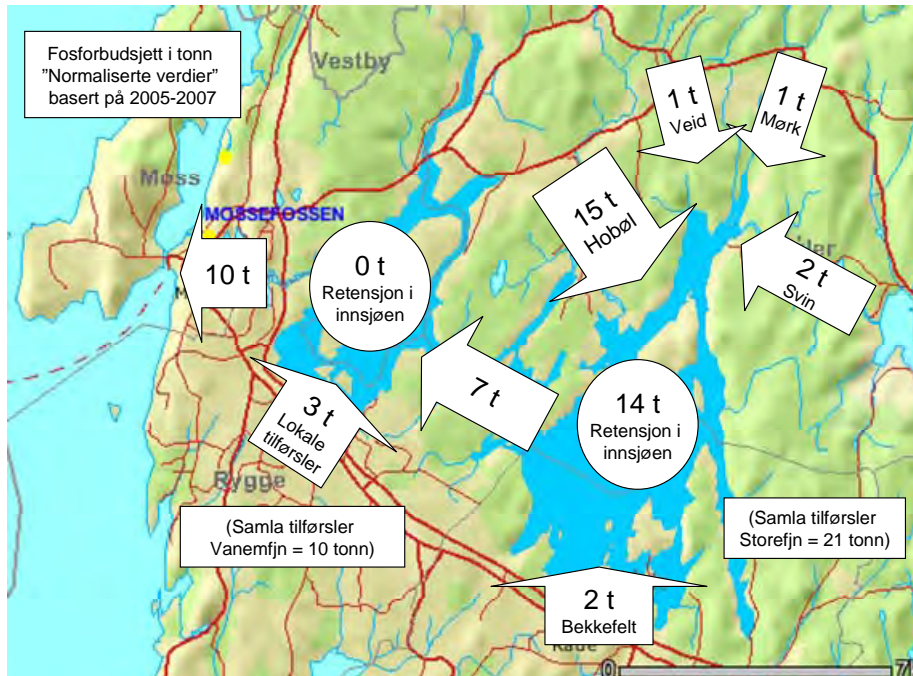
Samlede fosfortilførsler til Storefjorden er nesten dobbelt så store som til Vanemfjorden. I Storefjorden er det Hobølelva som, som ventet, står for de største tilførslene, med om lag 70% av samlede fosfortilførsler. To tredjedeler av fosforet holdes tilbake i innsjøen, mens en tredjedel overføres til Vanemfjorden gjennom Sundet.

I Vanemfjorden er i snitt fosfortilførslene fra Storefjorden dobbelt så store som fra det lokale bekkefeltet. Dette betyr at selv om lokale bekkefelt gir mer enn det man opprinnelig trodde da tiltaksanalysen ble laget i 2001, så er det fremdeles tilførslene fra Storefjorden som utgjør den største belastningen. Retensjonen i Vanemfjorden er omtrent lik null.

Budsjettene for partikler og nitrogen er dessverre bare mulige å beregne for 2007, som – til tross for at det var et ”gjennomsnittså” mht total årlig vannføring – var et meget spesielt hydrologisk

år med store flommer om sommeren. Fortsatt satsning på nitrogen og partikkelanalyser i tillegg til fosfor anbefales derfor i det fortsatte overvåkingsprogrammet.

Figuren under viser såkalt normalisert eller vannføringsjustert fosforbudsjett, basert på fosformålinger i 2005, 2006 og 2007:



## 2. Innledning

---

### 2.1 Hovedmål

Dette prosjektet har hatt som hovedmål å gjennomføre overvåking og undersøkelser i Vansjø og dens nedbørfelt. Mer detaljert har prosjektet hatt følgende mål:

- Videreføre den pågående overvåkingen i innsjøen Vansjø og i tilførselselver/-bekker til innsjøen;
- Undersøke næringsstoffinnholdet i sedimenter i innsjøen;
- Undersøke næringssaltbegrensning for alger;
- Utarbeide et oppdatert budsjett for næringsstoff og partikler i nedbørfeltet.

Prosjektets oppdragsgiver er Vannområdeutvalget Morsa, og arbeidet er finansiert av midler fra Miljøverndepartementet (MD)/Statens forurensningstilsyn (SFT).

### 2.2 Rapportens oppbygging

Denne rapporten presenterer de samlede resultatene fra overvåking og undersøkelser i innsjøen Vansjø og dens nedbørfelt i 2007. Rapporten er delt inn i følgende avsnitt:

Kapittel 2 Innledning

Kapittel 3 Overvåking av Vansjø, skrevet av Thomas Rohrlack;

Kapittel 4 Undersøkelse av sedimenter skrevet av Tom Andersen og Per Færøvig;

Kapittel 5 Blågrønnalger – testing av næringssaltbegrensning skrevet av Tom Andersen og Per Færøvig;

Kapittel 6. Overvåking av tilførselselver til Storefjorden, skrevet av Eva Skarbøvik;

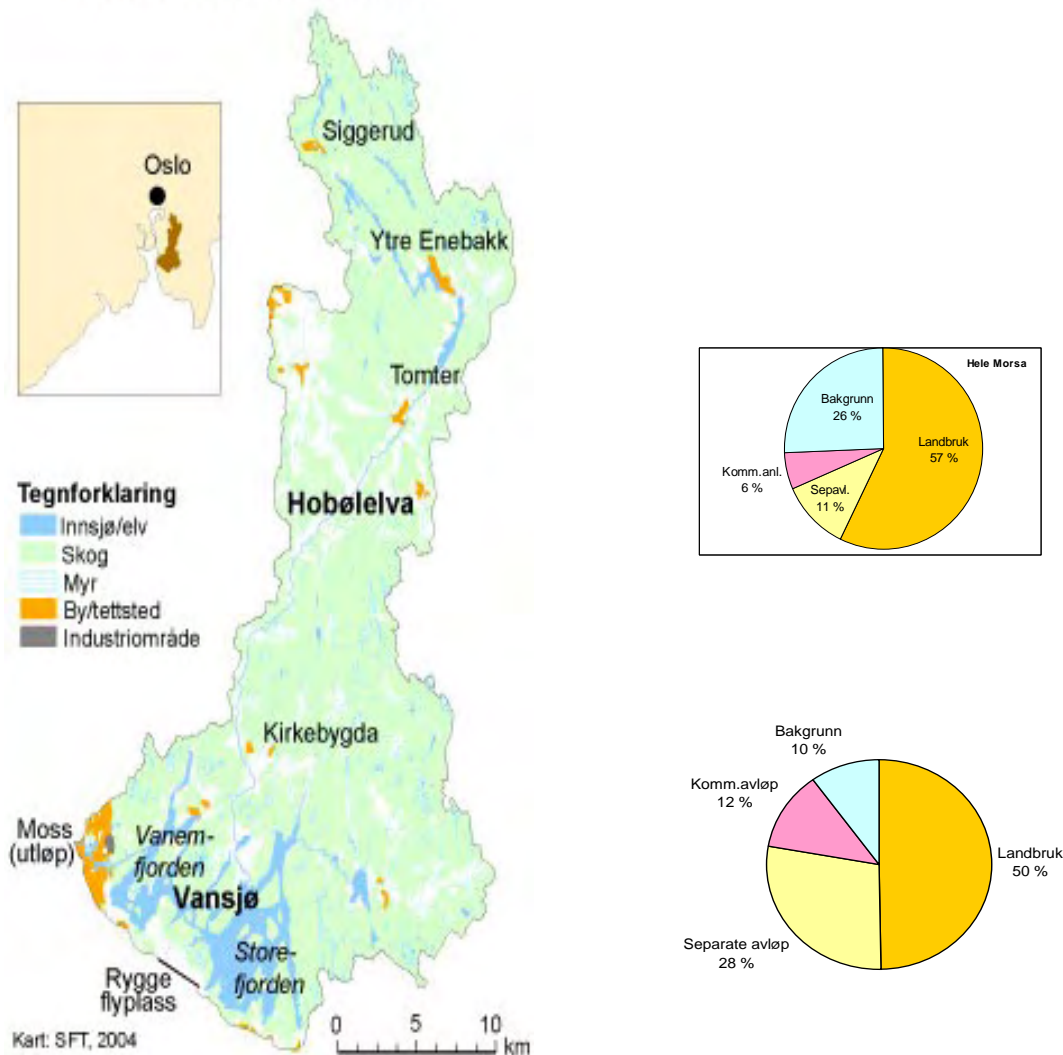
Kapittel 7 Overvåking av tilførselsbekker til Vanemfjorden, skrevet av Marianne Bechmann;

Kapittel 8 Fosforbudsjett skrevet av Eva Skarbøvik i samarbeid med de øvrige forfatterne av rapporten.

### 2.3 Vansjø-Hobølvassdraget

Vansjø-Hobølvassdraget er et næringsrikt lavlandsvassdrag og størstedelen av nedbørfeltet ligger under den marine grense. Nedbørfeltet er på 690 km<sup>2</sup> og jordbruk drives på ca. 15 % av arealene. Resten av arealene i nedbørfeltet er hovedsakelig skog (se Figur 1). Det bor ca. 40.000 mennesker i nedbørfeltet.

## Vansjø-Hobølvasstraget



Figur 1. Vansjø's nedbørfelt og fordeling av fosfortilførsler fra nedbørfeltet (øverst) og fordeling av biotilgjengelig fosfor (nederst). Tallene er fra Tiltaksanalysen for Morsa og er således beregnet før tiltakene i Morsa kom i gang (Lyche-Solheim 2001).

### 2.4 Året 2007

Som vil bli nærmere beskrevet i bl.a. kapittel 3 og 6, var 2007 et uvanlig hydrologisk år. For hele året var riktignok vannføringen i Hobølelva lik gjennomsnittet av en 30-års periode, men sommeren var uvanlig våt og kald, med flere flomepisoder. Dette har særlig hatt innvirkning på forholdene i innsjøen. Det var betydelig mer gjennomstrømning av vann i innsjøen sommeren 2007 enn tidligere år med målinger, og dette har også medført større omrøring. I tillegg til sommerflommene hadde året en vinterflom i januar, en tidlig vårflom i mars, og kun én kraftig høstflomepisode i begynnelsen av desember. I Hobølelva ble det registrert flere mindre ras, særlig nedstrøms Kurefossen.

## 3. Overvåking av Vansjø i 2007

### 3.1 Innledning

Dette kapitlet presenterer resultatene fra prosjektet *Utredninger Vansjø 2007 – Overvåking av Vansjø (delprosjekt 1)*. Prosjektet er en videreføring av prosjektet *Utredninger Vansjø 2005/2006*.

Miljøtilstanden i Vansjø er fortsatt ikke tilfredsstillende til tross for gjennomføring av betydelige tiltak for å begrense fosfortilførsler fra nedbørfeltet. Særlig i Vanemfjorden har store oppblomstringer av toksiske blågrønnalger de senere år medført betydelige brukerkonflikter. Delprosjektet om kartlegging av vannkvaliteten er en videreføring og forbedring av vassdragsovervåkingen i Vansjø for å kunne fastslå vannkvalitetsutviklingen i Vansjø og for eventuelt å kunne se effekter av gjennomførte tiltak.

I 2007 er vassdragsovervåkingen videreført på hovedstasjonene i Storefjorden og Vanemfjorden. Det er i tillegg gjennomført en mindre undersøkelse i Nesparken og Grepperødfjorden. I tillegg vises data fra overvåking av Sæbyvannet, som representerer en viktig kilde av tilførsler til Storefjorden. Overvåkingen av Sæbyvannet er en del av den regionale trofiovervåkingen i Østfold finansiert av Fylkesmannen i Østfold. Prosjektet har også benyttet resultater fra Grimstadbukta som ble overvåket på oppdrag av MOVAR IKS.

### 3.2 Beskrivelse av undersøkelsesprogrammet

#### Tidsrom og prøvetakingsfrekvens

Overvåkingen pågikk i perioden 11. april til 16. oktober. Det ble innhentet vannprøver 1 gang pr uke i denne perioden fra Storefjorden og Vanemfjorden. Grepperødfjorden og Nesparken ble undersøkt med mindre frekvens (måleprogram i Tabell 1). Prøveprogrammet i Sæbyvannet omfattet 6 tokter mellom den 5. juni og den 18. september. Alle målestasjoner vises i Figur 2.

#### Rapportering av felt- og analyseresultatene

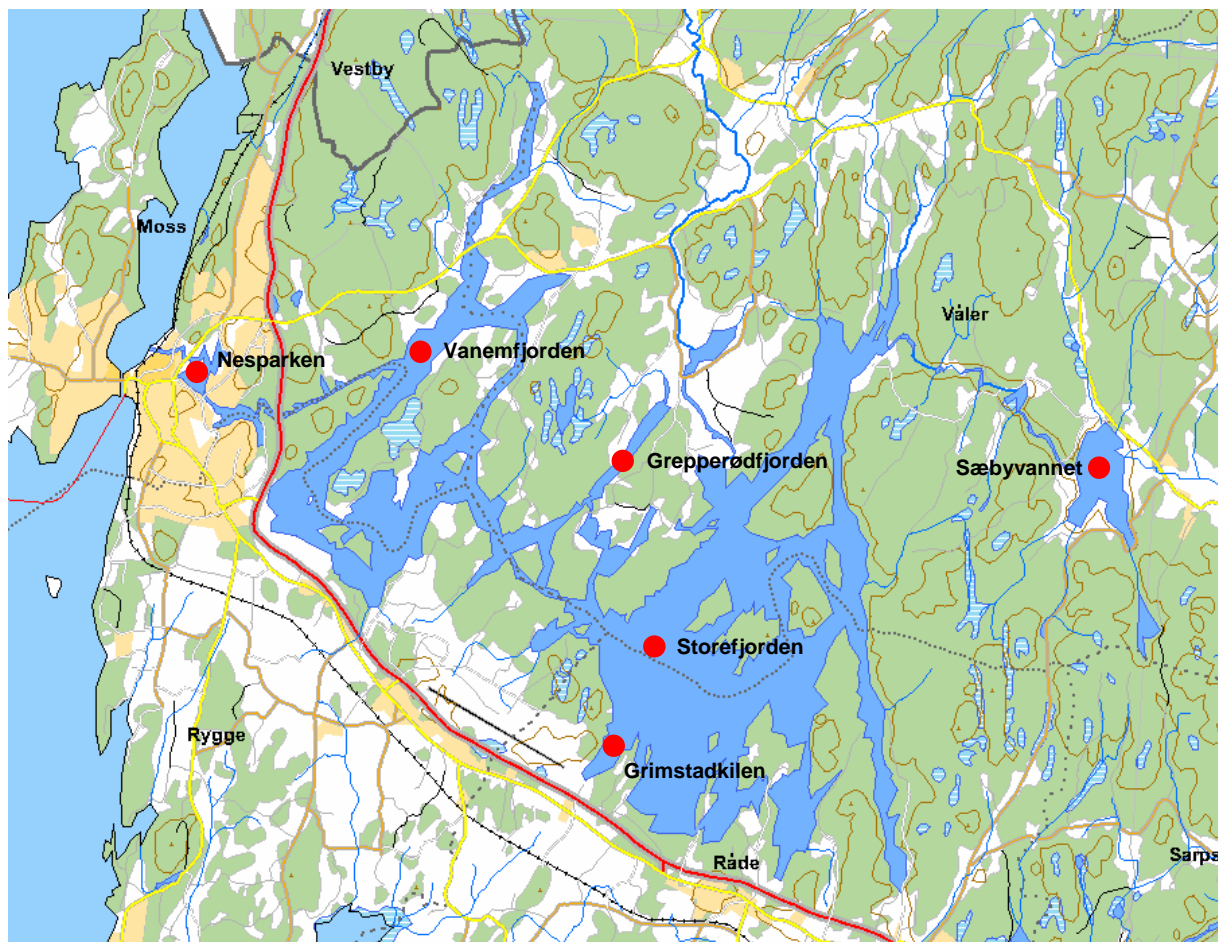
Felt- og analyseresultatene ble fortløpende lagt ut på internett via NIVAs miljøovervåkingssystem AquaMonitor ([www.aquamonitor.no/ostfold](http://www.aquamonitor.no/ostfold))

**Tabell 1.** Måleprogram for hovedstasjoner i Vansjø 2007

Parameter:	Storefjorden & Vanemfjorden	Grepperødfjorden	Nesparken
			I algesesongen
Klf.a	7. dag	14. dag	14. dag
Microcystin	7. dag	14. dag	14. dag
Siktedyp	7. dag	14. dag	
Fluorosens-profil	7. dag	14. dag	
O <sub>2</sub> -profil	7. dag	14. dag	
pH-profil	7. dag	14. dag	
Temp-profil	7. dag	14. dag	
tot-P	7. dag	14. dag	14. dag
PO <sub>4</sub> -P/ortoP	7. dag	14. dag	
Part-P	7. dag	14. dag	



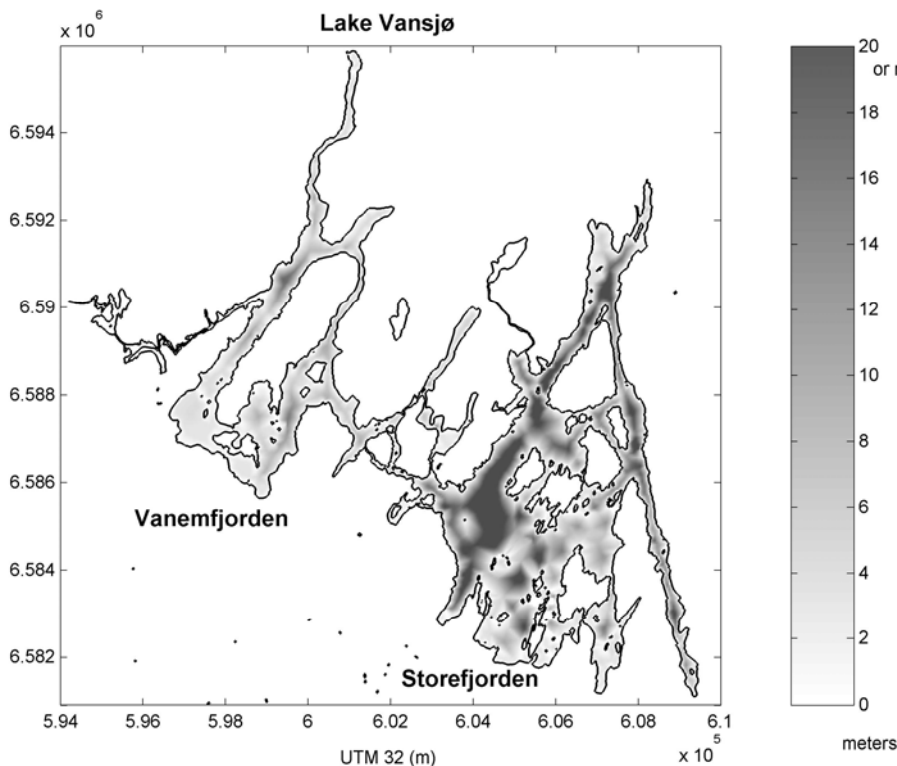
Parameter:	Storefjorden & Vanemfjorden	Grepperødfjorden	Nesparken
tot - N	7. dag	14. dag	
NH <sub>4</sub> -N	7. dag	14. dag	
NO <sub>3</sub> -N	7. dag	14. dag	
SS	7. dag	14. dag	
SiO <sub>2</sub>	7. dag	14. dag	
Alger (biomasse og artssammensetning)	14. dag	14. dag	14. dag
Farge	14. dag	14. dag	14. dag
TOC	14. dag	14. dag	
Gløderest	14. dag	14. dag	



Figur 2. Målestasjoner overvåking Vansjø og Sæbyvannet 2007

### 3.3 Innsjøen Vansjø

Selve innsjøen er 36 km<sup>2</sup> og består av flere bassenger som er skilt fra hverandre av trange sund og grunne terskler (se Figur 3). Vi deler ofte Vansjø inn i 2 hovedbassenger; en østre del (Storefjorden) som er på 24 km<sup>2</sup> og den vestre delen (Vanemfjorden) som er på 12 km<sup>2</sup>. Både den største tilløpselva Hobøelva og de øvrige tilløpselvene munner ut i Storefjorden, mens utløpet er fra Vanemfjorden via Mosseelva og ut i Mossesundet (Oslofjorden). Morfometriske data for Storefjorden og Vanemfjorden er vist i Tabell 2.



Figur 3. Dybdekart over Vansjø

Tabell 2. Vansjø – Morfometriske data

Morfometri	Storefjorden	Vanemfjorden
Overflateareal (km <sup>2</sup> )	23,8	12
Middeldyp (m)	9,2	3,7
Største dyp (m)	41	17
Vannets teoretiske oppholdstid (år)	0,85	0,21

### 3.3.1 Brukerinteresser

Det er knyttet betydelige brukerinteresser til Vansjø. Vansjø er råvannskilde for ca. 60.000 mennesker i Mossregionen (Vansjø vannverk). Vansjø vannverk har inntak i Storefjorden (Grimstadskilen) og er et fullrenseanlegg med aktivt kull som etterbehandling.

Vansjø brukes i tillegg i stor grad til båtliv, kanopadling, bading og fiske. Innsjøen benyttes også til jordbruksvanning og som resipient for avløpsvann og mottar avrenning fra jordbruk. Det er betydelige brukerkonflikter mellom de interessene som er avhengig av tilfredsstillende vannkvalitet og de som benytter Vansjø som resipient.

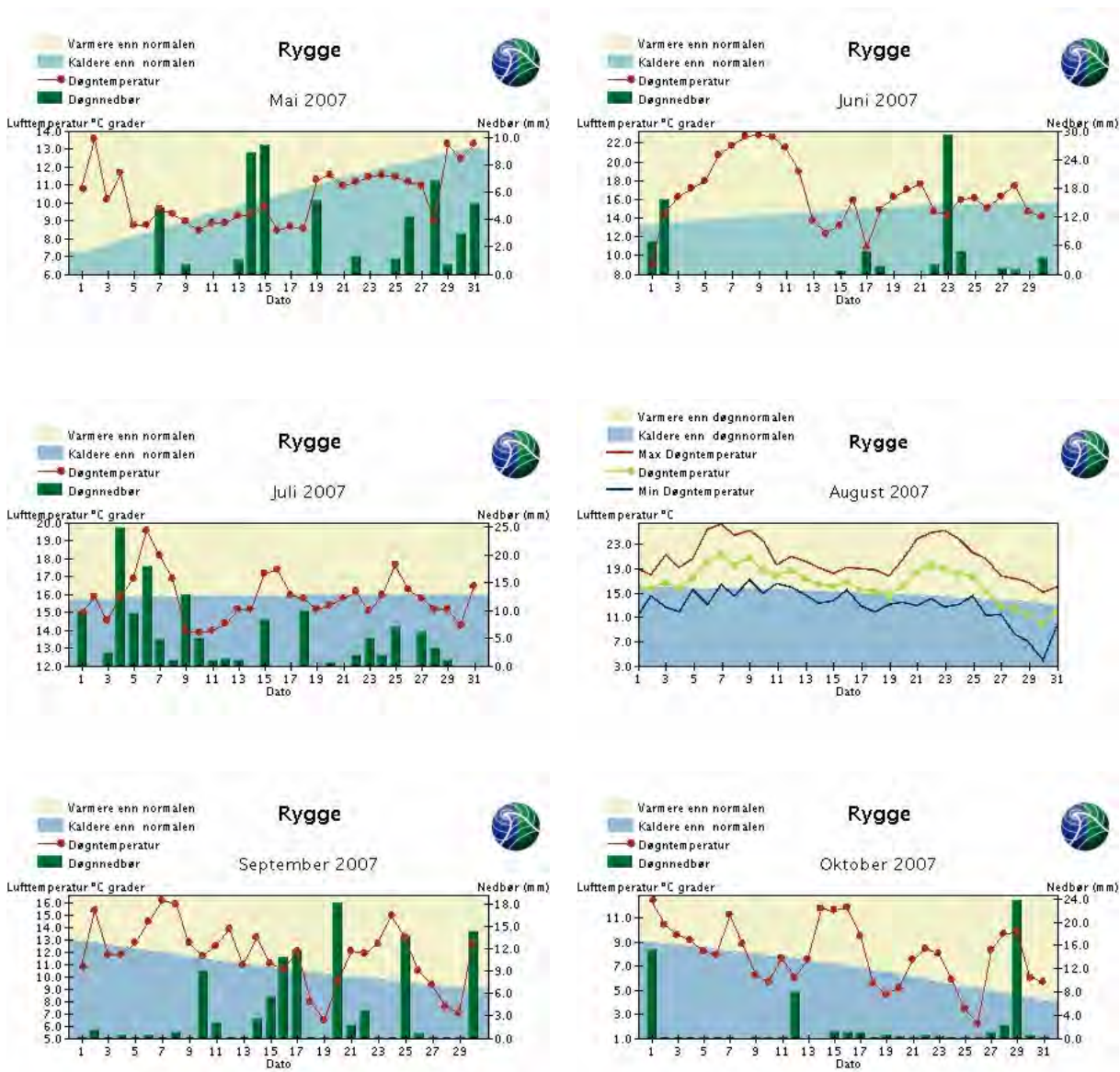




### 3.4 Meteorologi, vannføring og vannstand

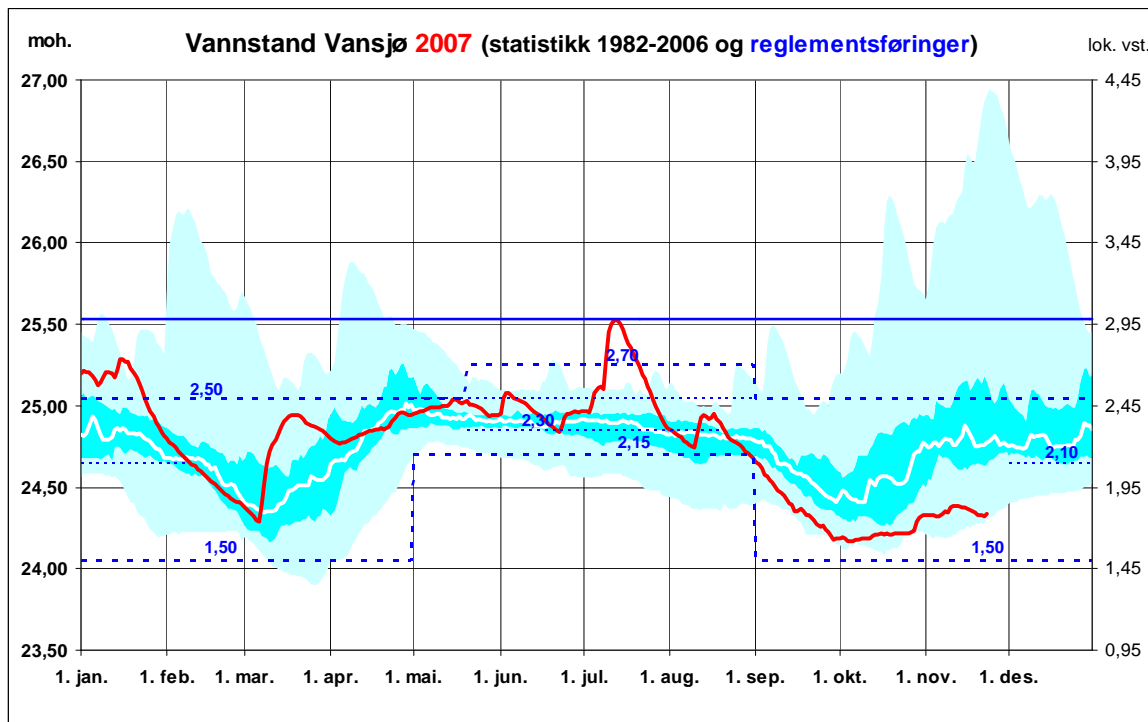
Meteorologiske data for Rygge mai-oktober 2007 er vist i **Figur 4**.

Sommeren 2007 ga store mengder nedbør (for Østlandet 175-200 % av normalen) og var den våteste på mange år. Mai- og julitemperaturene var omtrent som normalen. Juni 2007 begynte med en varmeperiode. Gjennomsnittstemperaturen i august-oktober lå over normalen, noe som medførte forholdsvis høye vanntemperaturer i september og oktober 2007. Det ble registrert svært store mengder nedbør i slutten av juni og særlig i juli.



Figur 4. Meteorologiske data fra Rygge kommune (kilde: Meteorologisk institutt, se <http://met.no>)

De spesielle nedbørforholdene førte til meget stor avrenning og oversvømmelse i Vansjø og sterk vannskiftning i Storefjorden, Vanemfjorden, Mosseelva og delvis Nesparken. Dette hadde konsekvenser for fysiske, kjemiske og biologiske prosesser i innsjøen og førte til økt tilførsel av organisk stoff, næringsstoffer og uorganiske partikler fra nedbørfeltet. Året 2007 må derfor på mange måter betraktes som spesielt. To ras i nedbørfeltet (1. juli i Hobøelva ved Folkestad i Våler og 27.9 i selve elva ved Sanderød) har antakelig også har påvirket vannkvaliteten. Dette gjelder særlig tilførsel av uorganiske partikler, organisk stoff og næringsstoffer. Vannstand og vannføringsreglement i Vansjø 2007, samt statistikk for perioden 1982-2006, er vist i Figur 5.



Figur 5. Vannstand og reglementsføring i Vansjø 2007 samt statistikk for perioden 1982-2006 (Kilde: Glommen og Laagens Brukseierforening, <http://www.glb.no>, se forøvrig <http://82.147.36.230/default/Public/MB/Mossevassdraget.htm> der oppdatert informasjon foreligger)

## 3.5 Resultater fysisk-kjemiske forhold

### 3.5.1 Temperatur og oksygen

Temperaturforholdene er av overordnet betydning for mange av de fysiske-kjemiske prosesser som forekommer i vannmassene, og mellom vannmassene og sedimentene i en innsjø.

Den vertikale temperatursjiktningen vil i avgjørende grad være styrende for oksygenforholdene i Vansjø. Temperatursjiktningen har også stor betydning for de biologiske forhold bl.a. mengde og sammensetning av planteplanktonet.

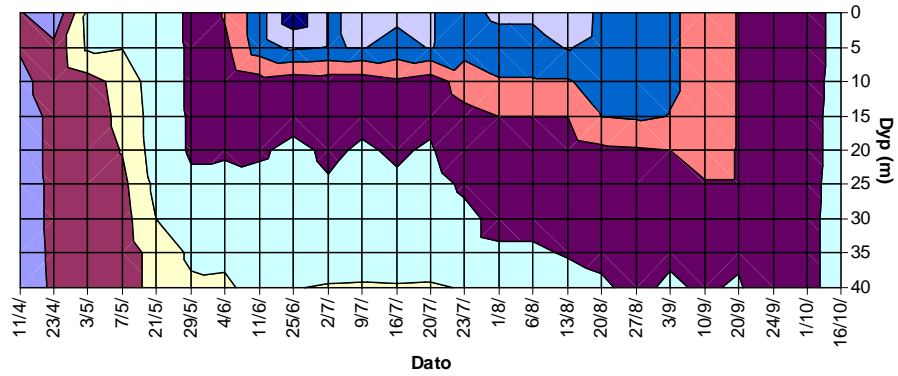
Vansjø er en vindpåvirket innsjø, og hvorvidt innsjøen danner en termisk sjiktning med varmt overflatevann og kaldere bunnvann om sommeren varierer fra år til år avhengig av vindforholdene. Spesielt gjelder dette Vanemfjorden som er relativt grunn.

Også i år fikk vi utviklet en temperatursjiktning med varmt overflatevann og kaldere bunnvann i Vansjø

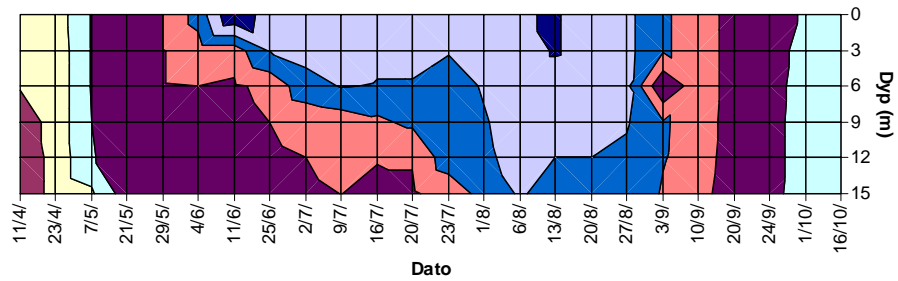
(Figur 6 og Figur 7). Dette medførte en reduksjon i oksygenkonsentrasjonen mot bunnen da oksygenrikt overflatevann ikke ble blandet med vannmassene under sprangsjiktet. Det ble påvist oksygenverdier ned mot 1,7 mg/l i Storefjordens bunnvann, mens det i Vanemfjordens bunnvann ble påvist oksygenverdier ned mot 0,5 mg/l. Når oksygenmengden reduseres til under 0,5 mg/l kan det igangsettes prosesser med for eksempel frigivelse av fosfat fra sedimentene som resultat. I Vansjø er det bare i svært små vannvolumer vi påviser et slikt oksygenvinn, og dette har derfor minimal betydning for frigivelse av fosfor til vannmassene. I motsetningen til andre år var temperatur-sjiktningen mindre stabil. Periodene med lite oksygen i bunnvannet var derfor kortere enn vanlig. Grunnen til dette var sannsynligvis det ustabile været i juni og juli.

Det ble ikke observert stabilt oksygenvinn i Grepperødfjorden. Kun i august ble det påvist oksygen-verdier ned mot 0 mg/l i bunnvann. I Nesparken ble det ikke påvist temperatursjiktning eller oksygenvinn.

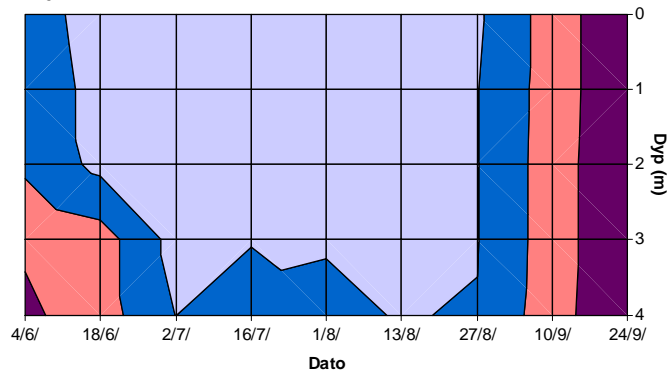
### Storefjorden



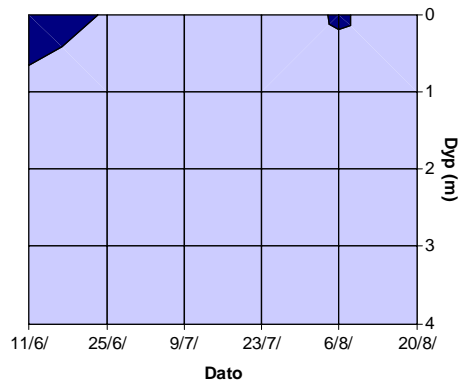
### Vanemfjorden



### Grepperødfjorden



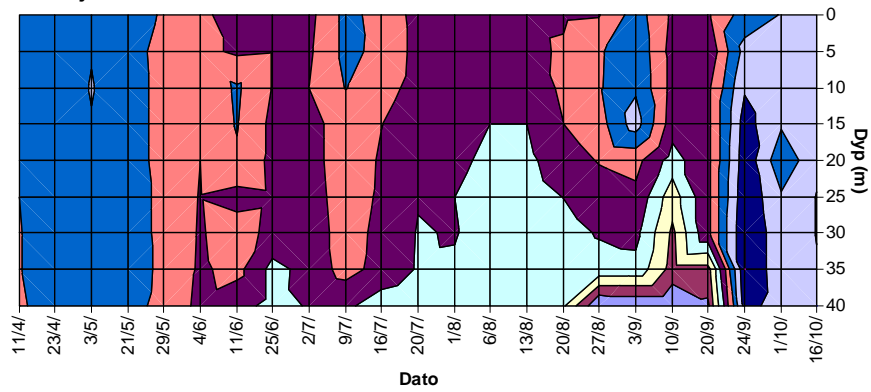
### Nessparken



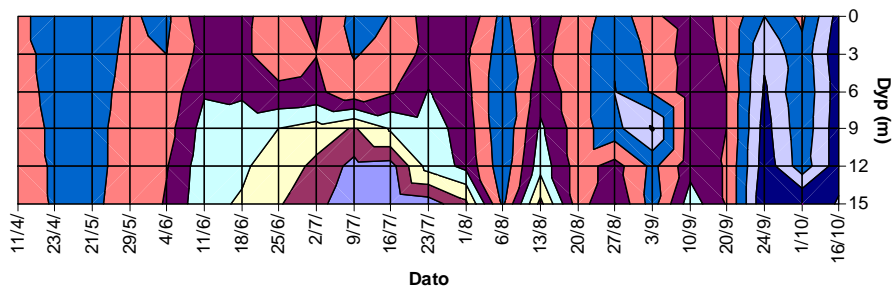
■ 4.0-6.0 ■ 6.0-8.0 □ 8.0-10.0 □ 10.0-12.0 ■ 12.0-14.0 ■ 14.0-16.0 ■ 16.0-18.0 □ 18.0-20.0 ■ 20.0-22.0

Figur 6. Temperaturforhold i Vansjø 2007 (temperatur i °C)

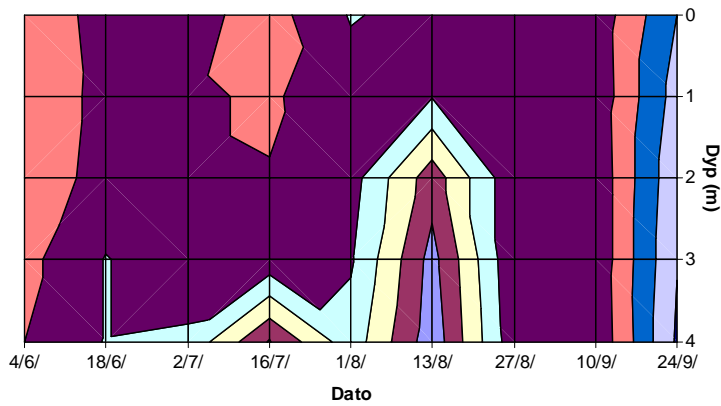
### Storefjorden



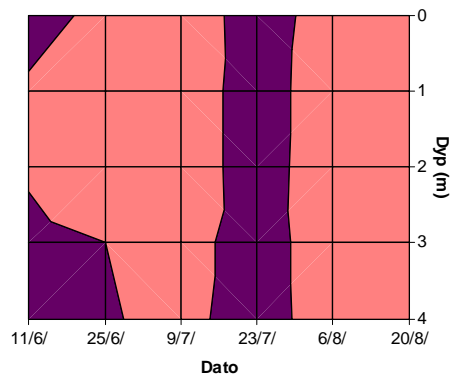
### Vanemfjorden



### Grepperødfjorden



### Nesparken



Figur 7. Oksygenforhold i Vansjø 2007 (i mg O<sub>2</sub> liter<sup>-1</sup>)



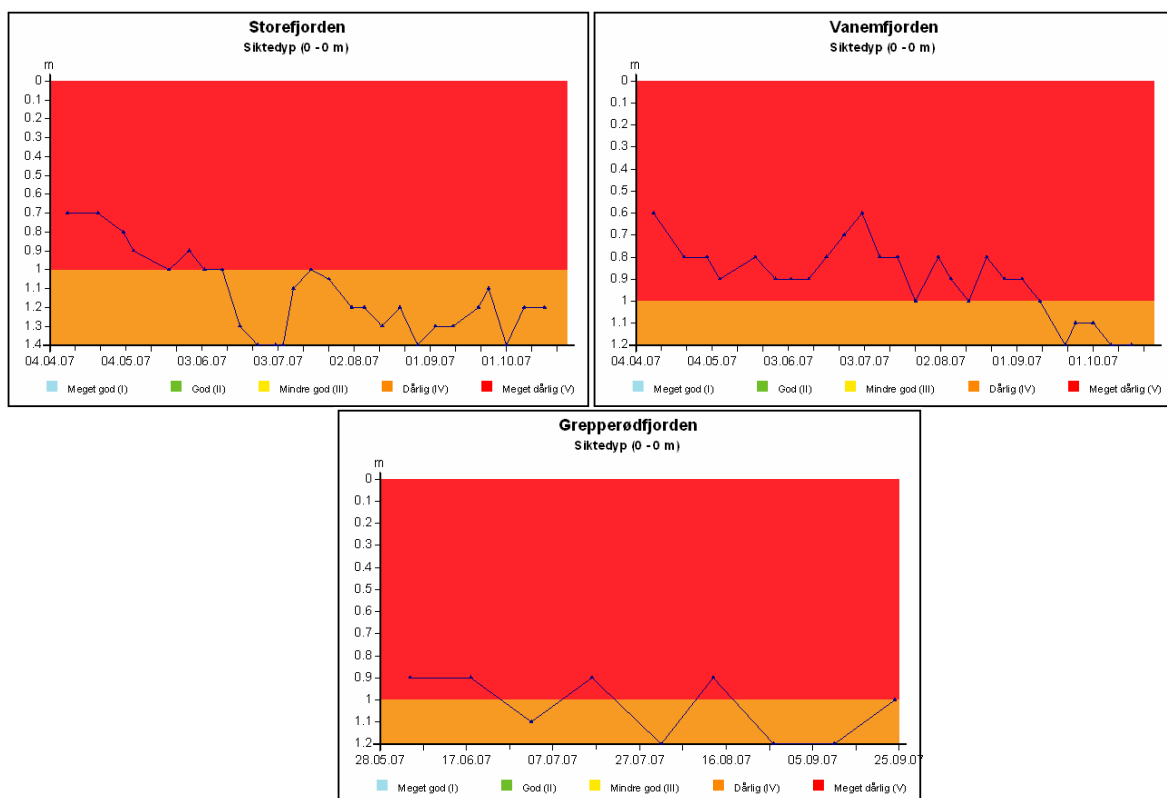
### 3.5.2 Siktedyp

Siktedypet måles ved at en senker ned en hvit skive (Secchiskive) i vannet. Siktedypet er det dyp der en ikke lenger ser skiva eller der hvor skiva kommer til syne når den trekkes opp igjen. Siktedypet er avhengig av partikkelinnholdet i vannet (leirpartikler og alger) og humusinnhold (vannets farge).

I Vansjø bestemmes siktedypet under flomperioden (vår og høst) stort sett av leirpartiklene i vannet, mens det på sommeren hovedsakelig bestemmes av algemengden.

Resultatene vises i Figur 8. Siktedypet i Storefjorden var mindre enn vanlig. Dette er i godt samsvar med de høye fargeverdiene som ble målt. Det kan antas at siktedypet til en stor grad ble bestemt av leirpartikler og løste organiske stoffer som transporteres med tilløpselvene, og i mindre grad av algemengden. Dette er en uvanlig situasjon - særlig for sommerperioden - som kan forklares med de store mengder av nedbør i nedbørfeltet til Storefjorden. Særlig den store endringen i begynnelsen av juli tyder på en kraftig transport av partikler og organiske stoffer fra nedbørfeltet til Storefjorden. Også raset som gikk ved Folkestad i Våler 1. juli kan ha bidratt til den betydelige nedgangen i siktedyp. Det gjennomsnittlige siktedypet i undersøkelsesperioden april-oktober i Storefjorden var 1,1 m (2006: 1,7 m).

I Vanemfjorden var det gjennomsnittlige siktedypet i undersøkelsesperioden 0,9 m (2006: 0,8). I Vanemfjorden er siktedypet om sommeren i stor grad bestemt av algemengden og det ble i denne perioden påvist et siktedyp ned mot 0,6 m. Det gjennomgående lave siktedypet i Vanemfjorden sannsynliggjør at algene er lysbegrenset i deler av vekstsesongen. I Vansjø kan en anta at algeproduksjonen foregår ned til et dyp på ca. 1,5 – 2 ganger siktedypet. Hvis innsjøen er omblandet ned til bunnen på maksimalt 17 m, noe som skjedde ofte i 2007, medfører det at algene kan være lysbegrenset i større deler av vekstsesongen.



Figur 8. Siktedyp i Vansjø 2007

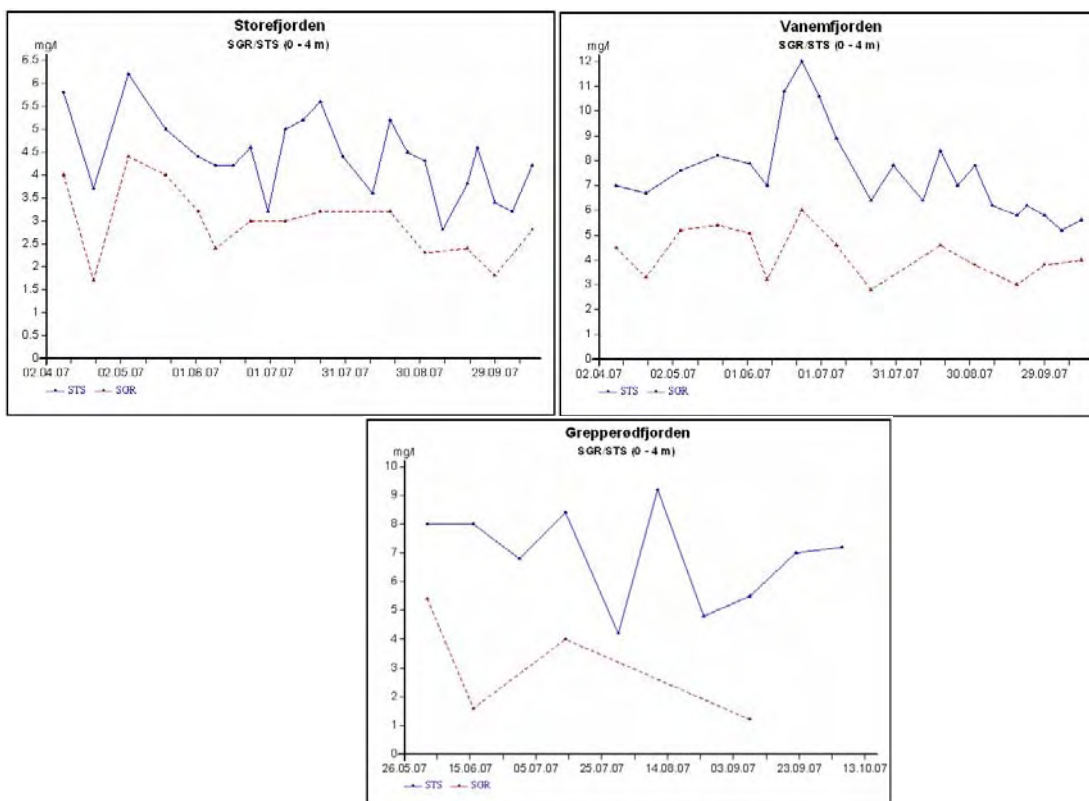
### 3.5.3 Gløderest/Suspendert stoff

Suspendert stoff er et mål på partikulært materiale (uorganisk og organisk) i vannmassene. Suspendert materiale bestemmes ved at vannet filtreres gjennom et filter og veies. Ved bestemmelse av gløderest gløder man bort det organiske materialet. Gløderesten er et mål på det uorganiske materialet i vannmassene.

Vansjø's nedbørfelt ligger hovedsakelig under den marine grense og innsjøen er i perioder med stor vannføring i tilløpselvene i stor grad påvirket av suspendert leirmateriale.

I alle deler av Vansjø var konsentrasjonene av suspendert stoff relativt stabile gjennom undersøkelsesperioden. Det ble påvist høyere verdier i Vanemfjorden enn i Storefjorden (Figur 9).

Det ble imidlertid også registrert høyere verdier av uorganisk partikulært materiale i Vanemfjorden enn i Storefjorden. Mens det i Storefjorden ble registrert en gjennomsnittlig verdi på 3 mg/l, ble det i Vanemfjorden registrert en gjennomsnittlig verdi på 4,4 mg/l. At det påvises større grad av uorganisk partikulært materiale i Vanemfjorden skyldes større grad av vinddrevet resuspensjon som følge av at dette bassenget har en annerledes bassengmorfometri enn bassenget i Storefjorden. I Vanemfjorden er det et større forhold mellom det epilimniske sedimentareal (områder som ikke er dypere enn 4 m) og epilimnions (sjikt fra overflaten til ca. 4m) volum enn i Storefjorden. Dette er et forhold som sier noe om i hvor stor grad vannmassene over epilimnion er i kontakt med sedimentet. Dette kan medføre både en høyere primærproduksjon og mengde, men også en større resuspensjon av uorganisk materiale (jmf. diskusjon i Bjørndalen, K. & Warendorh, H. 1982). Konsentrasjonen av uorganisk partikulært materiale i Vansjø i 2007 var høyere enn i 2006 (f. eks. var gjennomsnittsverdien i Storefjorden 2006: 1,9 mg/l, 2007: 3 mg/l), noen som kan forklares med økt tilførsel av leirpartikler fra nedbørfeltet.



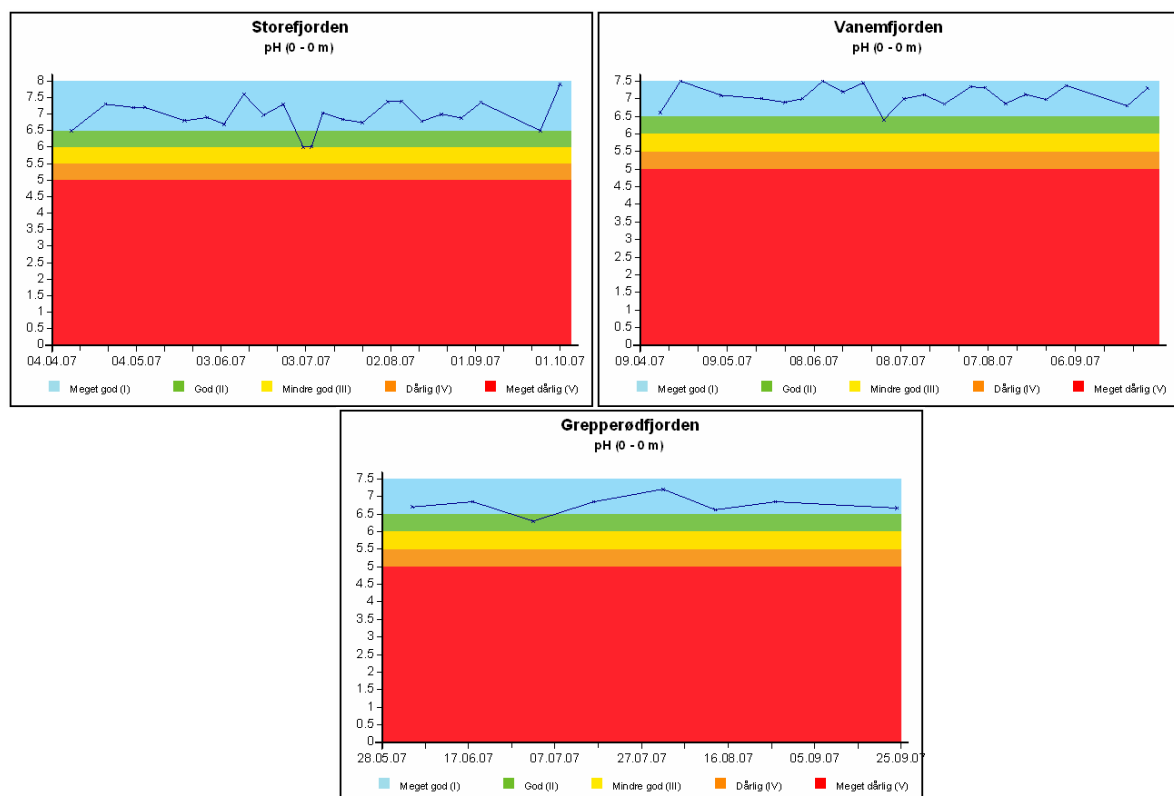
Figur 9. Variasjoner i suspendert tørrstoff (STS) og gløderest (SGR) i Vansjø 2007

### 3.5.4 pH

pH er et mål på vannets surhetsgrad. Naturlig overflatevann kan ha en pH fra 2-12. Vanlige næringsfattige til middels næringsrike innsjøer har ofte pH rundt nøytralitetspunktet 7,0 eller en svak sur reaksjon. I næringsrike innsjøer med kraftig fotosyntese i de øvre vannlagene kan pH bli svært høy om sommeren - spesielt på vindstille dager. Under slike forhold kan fosfor bundet til leirpartiklene frigis til vannmassene slik at algene lettere kan nyttiggjøre seg dette. Under vindpåvirkning, spesielt i humøse sjøer, vil ofte nedbrytingsprosessene jevne ut pH-økningen som følge av fotosyntesen.

Resultatene vises i Figur 10. I perioder med lav fotosyntese er pH i Vansjø vanligvis i underkant av nøytralitetspunktet 7,0. I vekstperioden på sommeren stiger pH ofte til over 7,0. I perioder med oppblomstring av blågrønnalger i Vanemfjorden kan pH stige opp til 10. Dette skjedde ikke i 2007 på grunn av de ustabile værforholdene og dårligere vekstforhold for algene. En signifikant frigjøring av fosfat fra leirpartikler eller sediment sommeren 2007 pga. høy pH anses derfor som lite sannsynlig.

I alle deler av Vansjø ble det i undersøkelsesperioden registrert en pH-verdi i området 6,0 til 8,0. Variasjoner i pH i Vanemfjorden skjer imidlertid raskt og er avhengig av vindpåvirkning og algeoppstuing som følge av for eksempel solgangsbrisen. Sporadiske regionale pH-målinger i felt viser at det kan være langt høyere pH på vindskjermede lokaliteter enn på vindutsatte områder til samme tid.



Figur 10. Variasjoner i pH i Vansjø 2007

### 3.5.5 Fosfor

Totalfosfor (tot-P) omfatter alle fosforforbindelsene i vannmassene – både det som er bundet til partikler og det som finnes løst. Partikkelbundet fosfor er det fosforet som er bundet i biologisk materiale og til uorganiske partikler. Planteplanktonet har behov for en rekke næringsstoffer, men det er ofte fosfat det er minst av og som derfor bestemmer veksten og mengden av planteplanktonet.

Orto-fosfat (orto-P) er den fosfordelen som antas umiddelbart tilgjengelig for planteplanktonet.

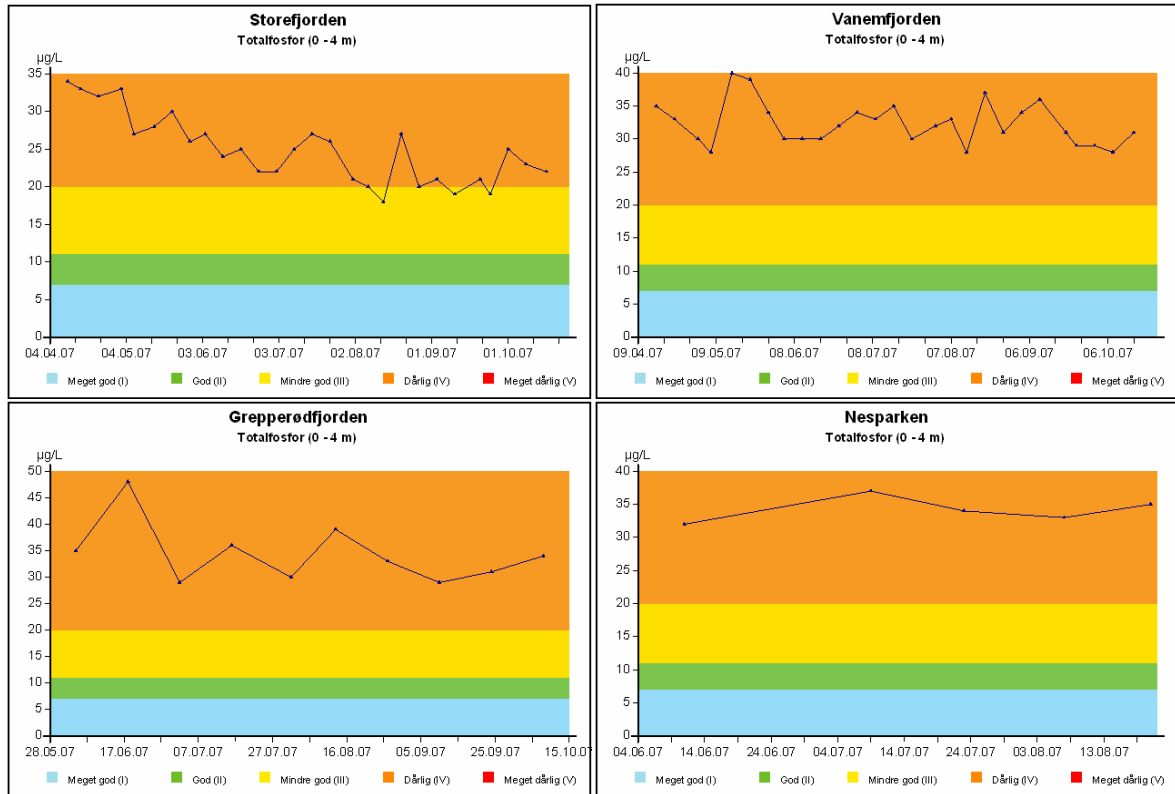
Resultatene vises i Figur 11 (totalfosfor), Figur 12 (partikkelbundet fosfor) og Figur 13 (orto-fosfat). Fosforinnholdet i Vansjø er i stor grad bestemt av fosfor bundet til tilført leirmateriale og fosfor som er bundet til organisk materiale (hovedsakelig alger).

I forhold til tidligere år var Storefjordens innhold av totalfosfor høyt. Sesongen begynte med en konsentrasjon av 34 µg P/l, dvs. 1,6 ganger mer enn 2006 (21 µg/l). Gjennomsnittsverdien for hele perioden var også høyere (2006: 17 µg P/l, 2007: 25 µg P/l). Det samme gjaldt for Storefjordens innhold av orto-fosfat (gjennomsnitt 2006: 4,7 µg P/l, 2007: 9,2 µg P/l).

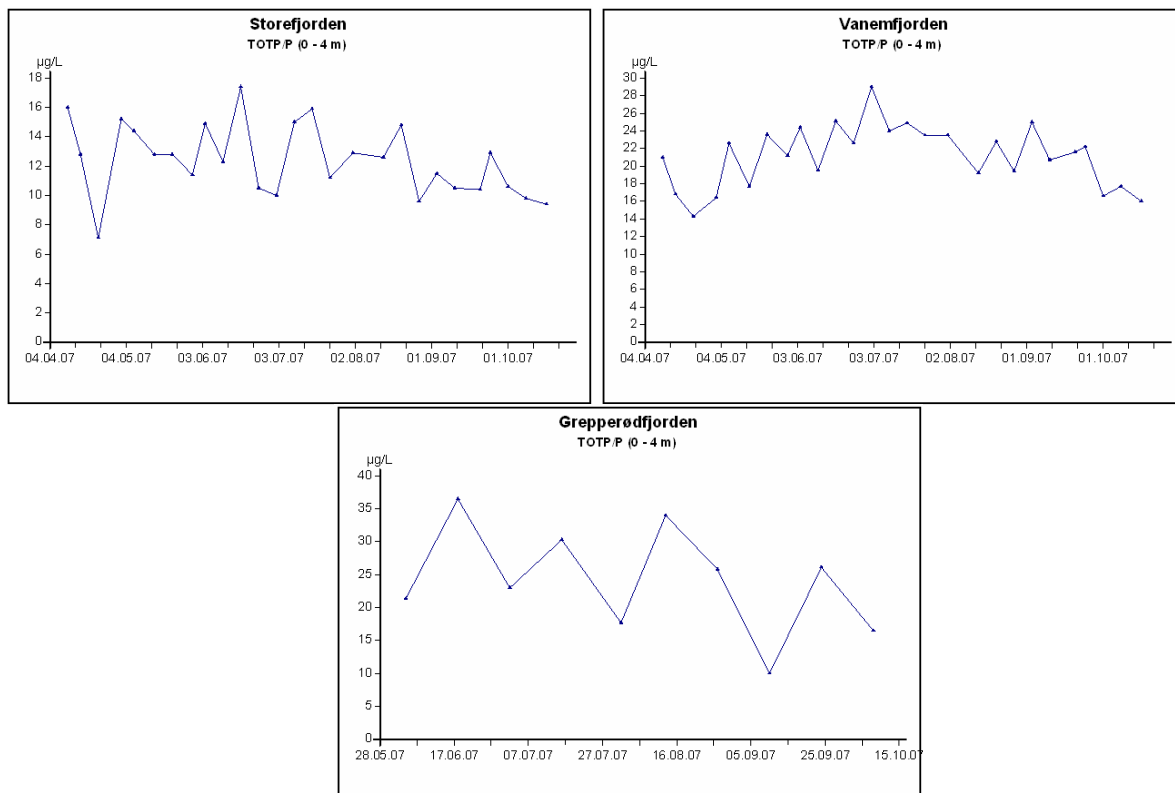
Forskjellen mellom 2007 og tidligere år var mindre tydelig i Vanemfjorden, noe som tyder på at Vansjø mottok mer fosfor fra nedbørfeltet til Storefjorden i 2007 enn vanlig.

Utgangskonsentrasjonene av totalfosfor på våren var ganske like i Storefjorden og Vanemfjorden (ca. 34 µg P/l). I begge bassengene var fosforkonsentrasjonen på denne tiden påvirket av leirmateriale fra tilløpselvene. En moderat økning i fosfor innhold i Storefjorden etter den 1. juli kan forklares med kraftig nedbør og ras i nedbørfeltet. Pga. relativt moderate algemengder eller reduserte tilførsler registrerte vi en reduksjon i fosforinnholdet i Storefjorden utover sommeren til verdier ned mot 18 µg P/l. Konsentrasjonen i Vanemfjorden, Grepperødfjorden og Nesparken var derimot nesten konstant gjennom hele undersøkelsesperioden.

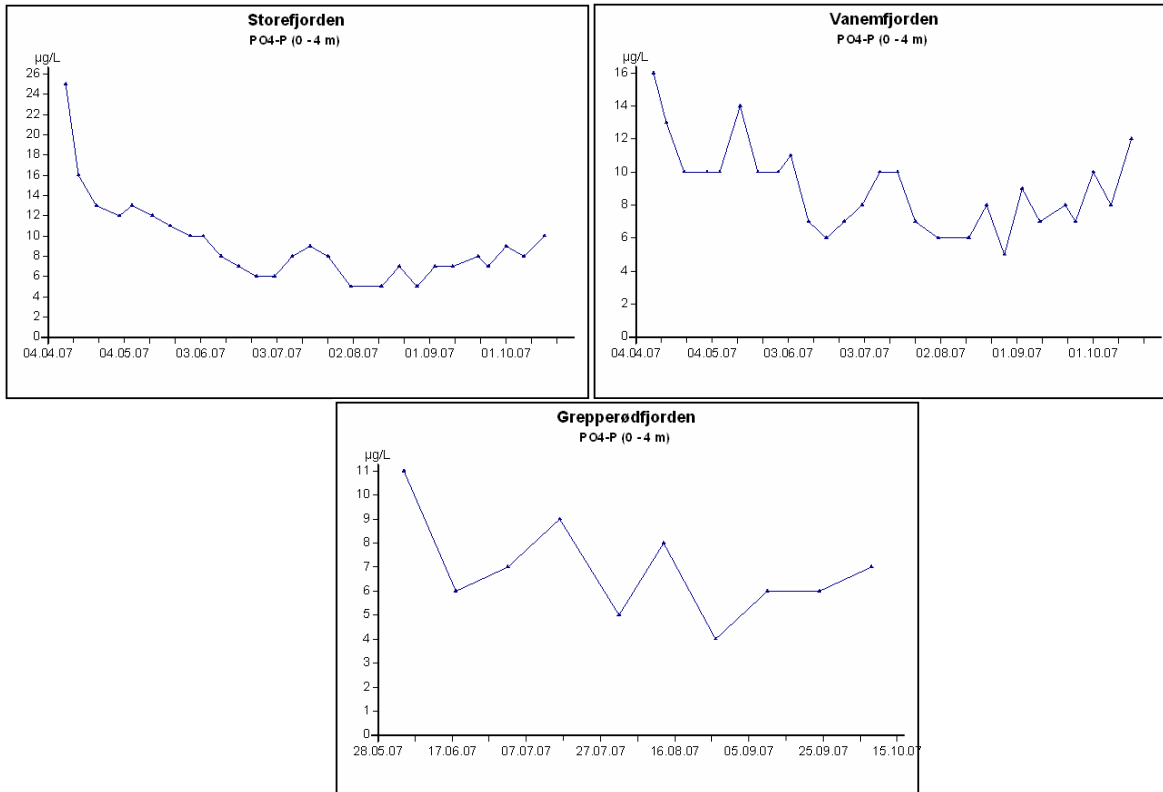
I mange norske innsjøer begrenser tilgjengeligheten av orto-fosfat veksten av alger. Alger har ulike evner til å oppta og bruke orto-fosfat. Noen alger (særlig blågrønnalger) kan lagre fosfor i cellene. Det er derfor vanskelig å vurdere om algeveksten er fosforbegrenset på grunnlag av orto-fosfat konsentrasjonen i vannet. Mange publikasjoner foreslår 1-10 µg P/l orto-fosfat som grense. Det kan derfor ikke utelukkes at planteplanktonet i Vansjø i 2007 var tidvis begrenset av orto-fosfat. Det er imidlertid mange faktorer som her spiller inn (lys, temperatur, andre næringsstoffer), og en kan forvente mer nøyaktige vurderinger fra delprosjektet 4.



Figur 11. Variasjoner i totalfosfor i Vansjø 2007



Figur 12. Variasjoner i partikkelbundet fosfor (TOTP/P) i Vansjø 2007



Figur 13. Variasjoner i Orto-fosfat i Vansjø 2007

### 3.5.6 Nitrogen

Nitrat er et viktig næringsstoff for alger i ferskvann. Selv om det er fosfor som oftest er vekstbegrensende på årsbasis i de fleste innsjøer, er det ikke uvanlig at nitrat er vekstbegrensende i deler av vekstsesongen, spesielt i næringsrike systemer. Ammonium kan imidlertid i slike perioder være kilde til nitrogen hvis konsentrasjonene er høye nok.

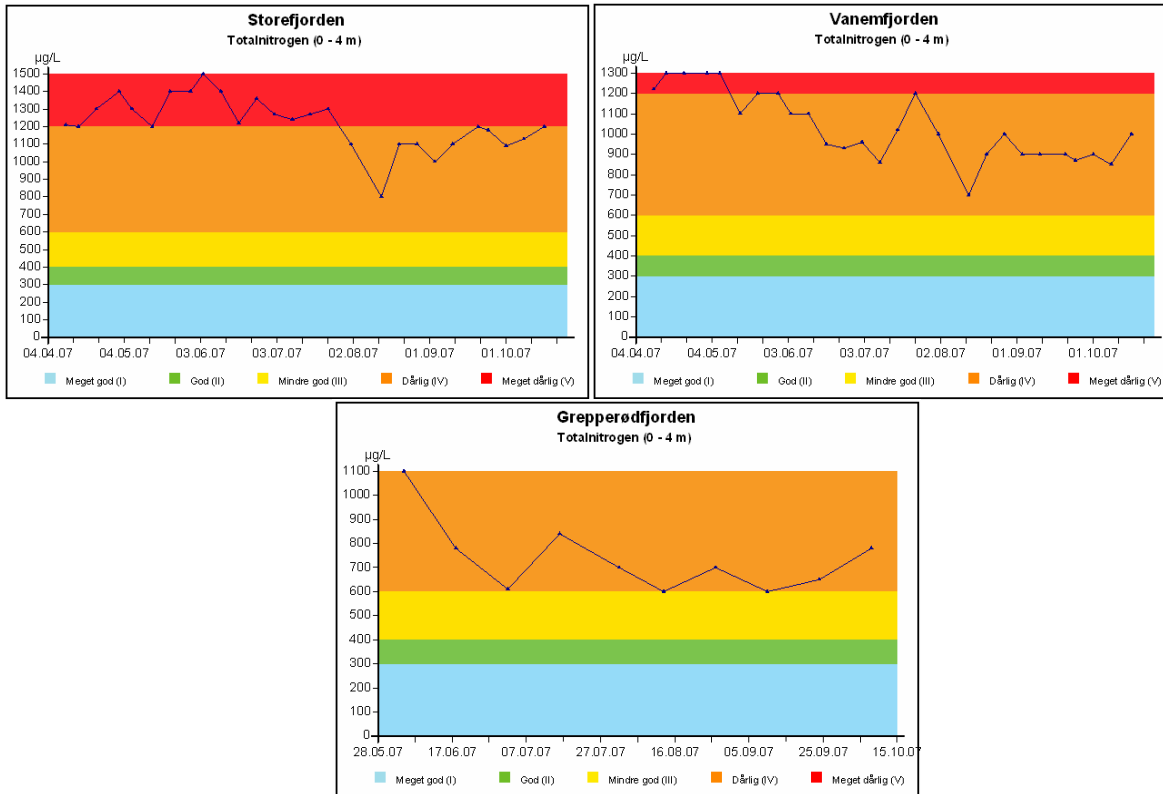
Totalnitrogen omfatter alle nitrogenforbindelser i vannmassene – både det som er bundet i plankton og organisk materiale og det som finnes løst i vannmassene.

I de tilfeller hvor nitrogen er vekstbegrensende næringsstoff kan dette medføre framvekst av nitrogenfikserende blågrønnalger, dvs. alger som kan utnytte atmosfærisk nitrogen.

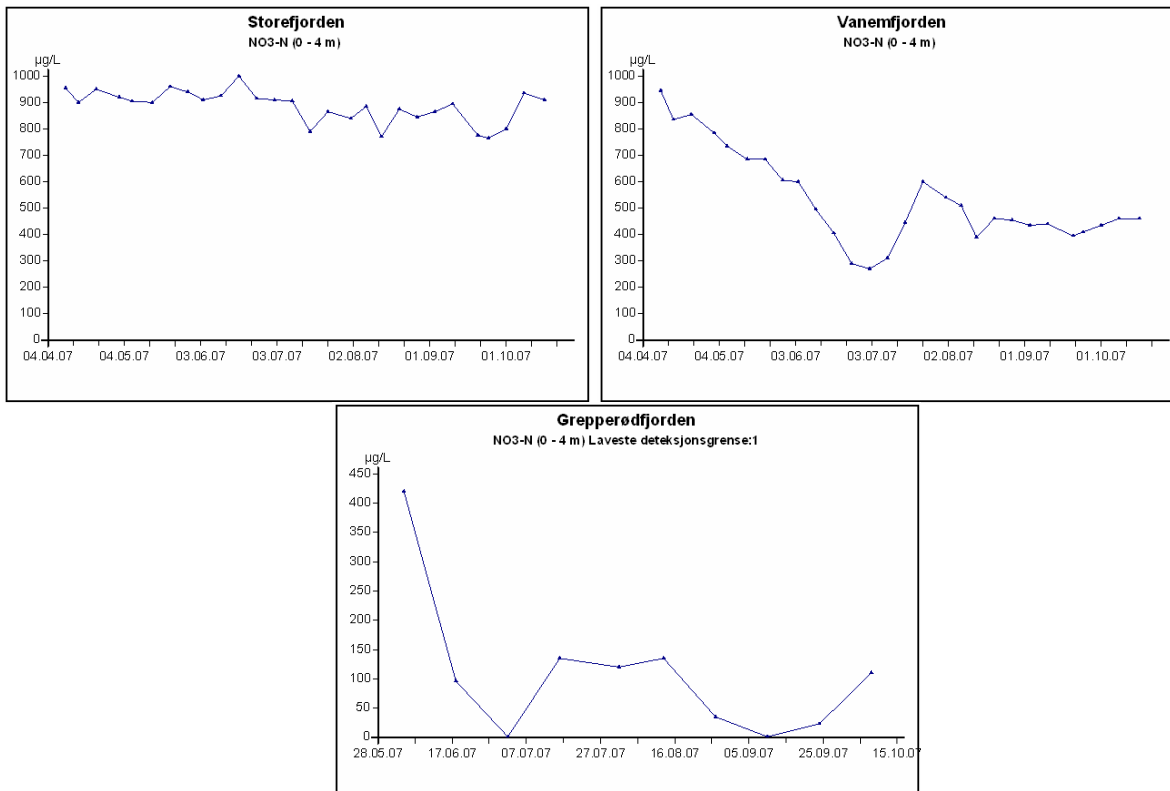
Resultatene vises i Figur 14 (totalnitrogen), Figur 15 (nitrat) og Figur 16 (ammonium). På våren ble det påvist høye nitratkonsentrasjoner i begge hovedbassengene. De høye nitratverdiene har sammenheng med høye tilførsler fra tilførselselvene.

Utover sommeren ble det påvist en reduksjon i Vanemfjorden, noe som skyldes algeveksten. I tidligere år førte det høye biologiske forbruket, som følge av stor oppblomstring av blågrønnalger, til at verdien av nitrat var under deteksjonsgrensen fra og med midten av juli og til midten av september. En slik situasjon ble ikke observert i 2007. En nitrogenbegrensning av algeveksten i Vanemfjorden kan derfor utelukkes for 2007. Det samme gjelder Storefjorden. I Grepperødfjorden derimot, ble det observert lave nitratverdier i juni og september. Dette kan ha medført begrensningen av algevekst.

Konsentrasjonene av ammonium varierte i området 2-110  $\mu\text{g/l}$ . Konsentrasjonen av totalnitrogen følger et mønster påvirket av reduksjonen i nitrat i Vanemfjorden. At det skjer en samtidig reduksjon i totalnitrogen skyldes hovedsakelig at det stadig sedimenteres biologisk bundet nitrogen.

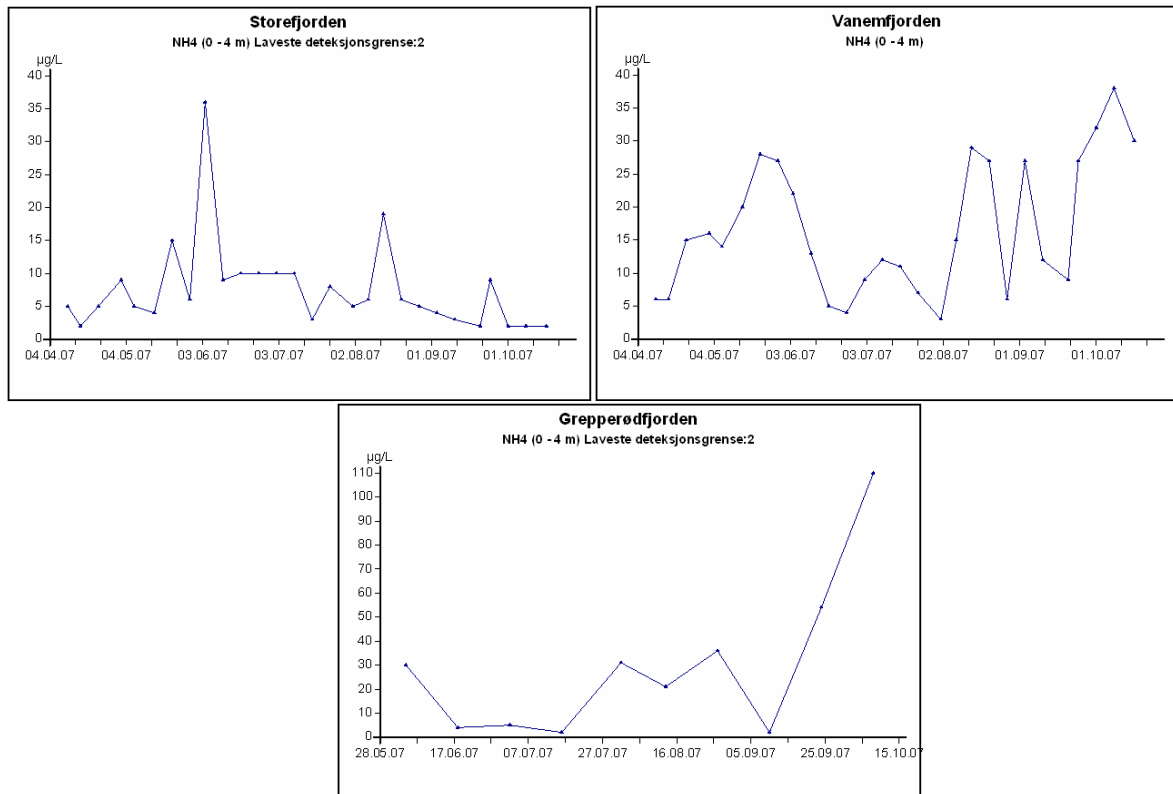


Figur 14. Variasjoner i total nitrogen i Vansjø 2007



Figur 15. Variasjoner i nitrat konsentrasjon i Vansjø 2007





Figur 16. Variasjoner i ammonium konsentrasjon i Vansjø 2007

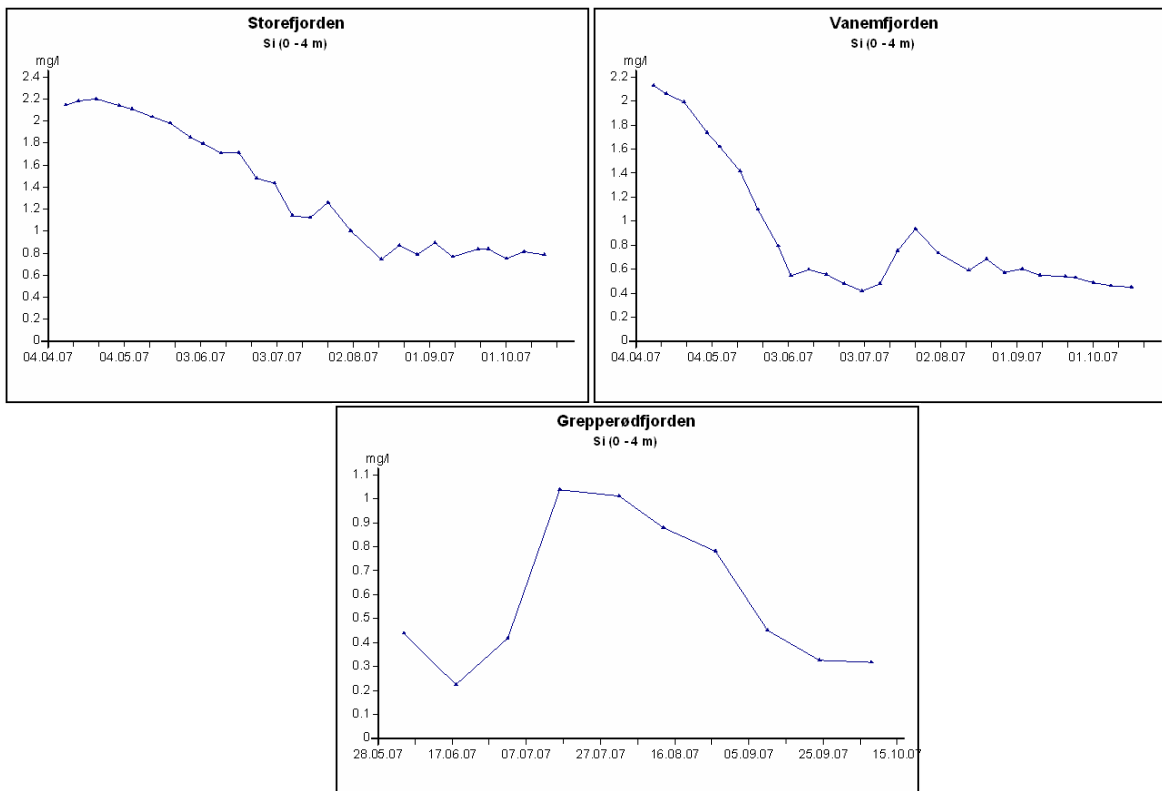
### 3.5.7 Reaktivt silikat

Silikat er et næringsstoff som kun brukes av kiselalgene for å bygge opp et ytre skall av kisel ( $\text{SiO}_2$ ). Hvis kiselalgene bruker opp næringsstoffet silikat vil disse algene ha redusert konkurransevne slik at andre problemalger som for eksempel blågrønnalger blir mer dominerende i vannmassene.

Silikat kan bli vekstbegrensende for kiselalgene ved konsentrasjoner under  $0,1 \text{ mg SiO}_2/\text{l}$ .

Kilden til silikat er berggrunnen og uorganiske sedimenter som silt og leire. Dette næringsstoffet har bare naturlige kilder og skiller seg derfor fra fosfor og nitrogen som også har menneskeskapt kilder.

Resultatene vises i Figur 17. På våren ble det påvist høye silikatverdier i Vansjø. Utover sommeren ble det registrert en reduksjon i silikat. Den markerte nedgangen av silikat skyldes høyt forbruk av silikat som følge av relativt store mengder med kiselalger. I hele Vansjø ble det i 2007 ikke påvist så lave silikatkonsentrasjoner at en kan fastslå at kiselalgene ble silikatbegrenset.

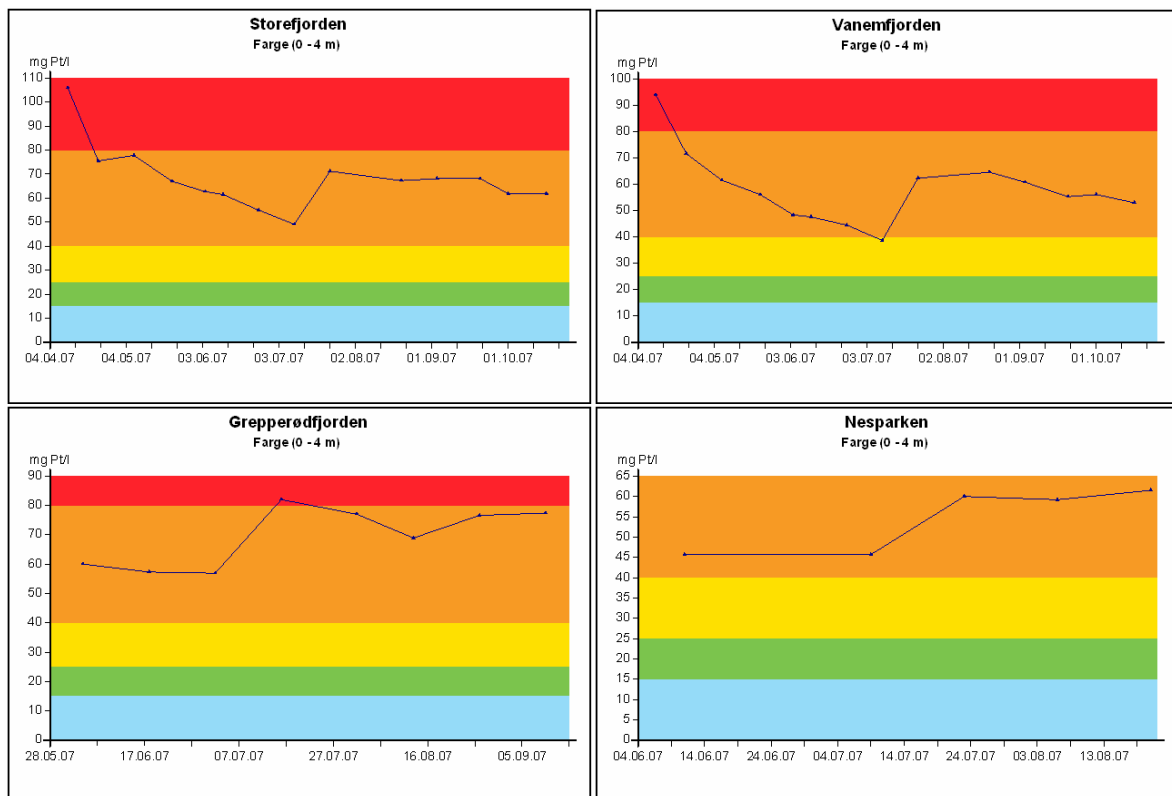


Figur 17. Variasjoner i totalt reaktivt silikat i Vansjø 2007

### 3.5.8 Vannets farge

Vannets farge er et uttrykk for vannets innhold av løste organiske forbindelser. I overflatevannet er det stort sett vannets humusinnhold som er avgjørende for vannets farge og parameteren benyttes i praksis til å si noe om innsjøens innhold av humusstoffer.

Resultatene vises i Figur 18. På våren ble det målt høye fargeverdier (opptil 105 mg Pt/l) i både Storefjorden og Vanemfjorden. Dette skyldes hovedsakelig store tilførsler av humus med tilløpselvene i løpet av vinteren og våren. Utover sommeren ble det registrert en reduksjon i fargeverdiene i begge bassengene. Dette skyldes sannsynligvis fotokjemisk bleking av fargen (ev. flokkulering med påfølgende sedimentasjon og/eller bakteriell oksidasjon). Det er imidlertid mulig at leirpartiklene også kan interferere med målingene slik at de målte verdier er noe høyere enn en "ekte" fargeverdi basert på vannets innhold av løst organisk materiale. Den kraftige økningen i fargeverdier i juli skyldes transport fra nedbørfeltet pga. store mengder nedbør og ras.



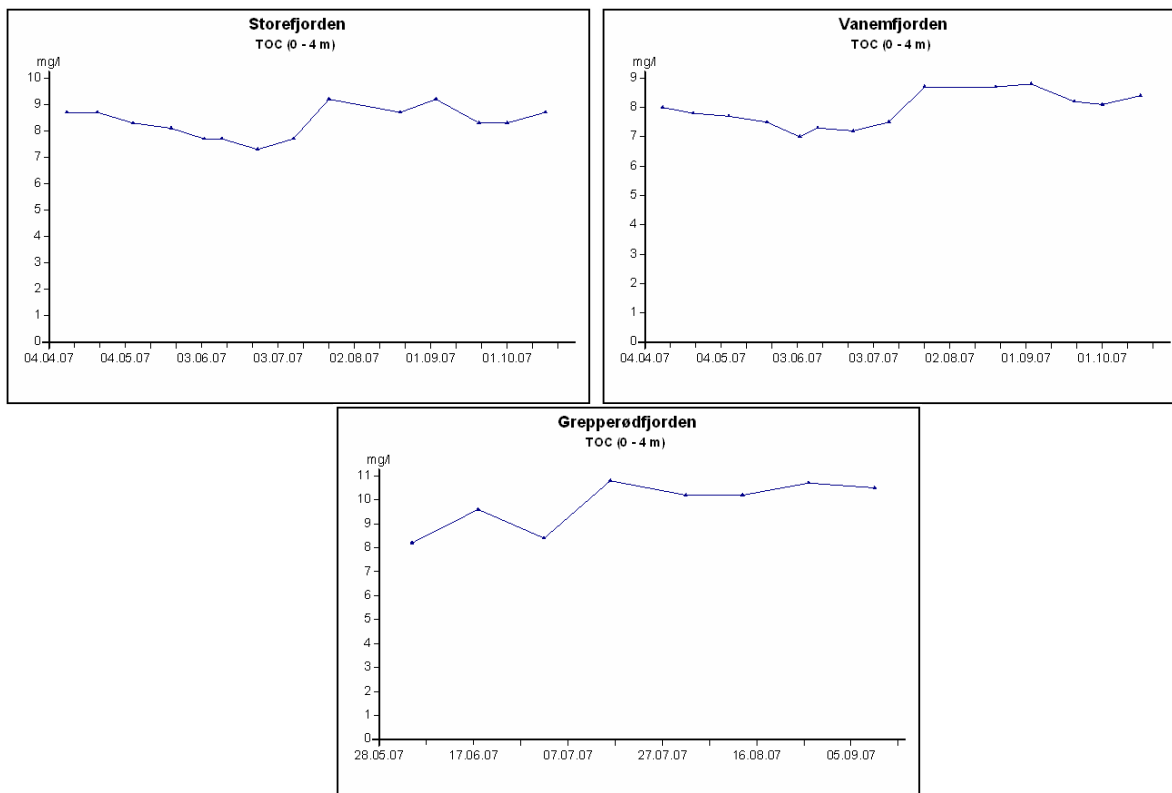
Figur 18. Variasjoner i vannets farge i Vansjø 2007

### 3.5.9 Totalt organisk karbon (TOC)

Parameteren totalt organisk karbon er et uttrykk for vannets totale innhold av partikulære og løste organiske forbindelser. I overflatevannet er det stort sett vannets humusinnhold og vannets innhold av alger og dødt organisk materiale som bestemmer konsentrasjonen av TOC.

Sammen med vannets farge vil TOC være nyttig for å vurdere den mengden av organisk materiale som skyldes humusstoffer og den mengden som skyldes annet organisk materiale (alger og lignende).

Resultatene vises i Figur 19. På våren ble det målt relativt høye verdier av TOC i hele Vansjø. I motsetning til vannets farge holder vannets innhold av TOC seg mer stabilt, noe som skyldes at den prosessen som virker inn på vannets farge ikke i samme grad berører de forbindelser som inngår i TOC. Det er en tydelig sammenheng mellom farge og organisk stoff når en ser på data fra mange innsjøer, men det vil også være store lokale variasjoner.



Figur 19. Variasjoner i totalt organisk karbon i Vansjø i 2007

## 3.6 Resultater biologiske forhold

### 3.6.1 Planteplankton

Det var den store algemengden i Vansjø som var den viktigste årsaken til at fokuset ble satt på Vansjø utover i 70-årene. I denne perioden ble det registrert en økende mengde med alger i Vansjøes vestre deler. I 1979 ble det påvist en oppblomstring av blågrønnalger i Storefjorden, men dette er ikke påvist senere. På den annen siden ble det utover i 80-årene stadig registrert større algemengder i de vestre deler og planteplanktonet ble i større grad dominert av blågrønnalger. De siste 10-12 år har det vært årvisse oppblomstringer av blågrønnalger i Vanemfjorden. I de siste 7-8 år er det påvist en betydelig økning av blågrønnalgen *Microcystis* som er vanlig i svært eutrofe innsjøer.

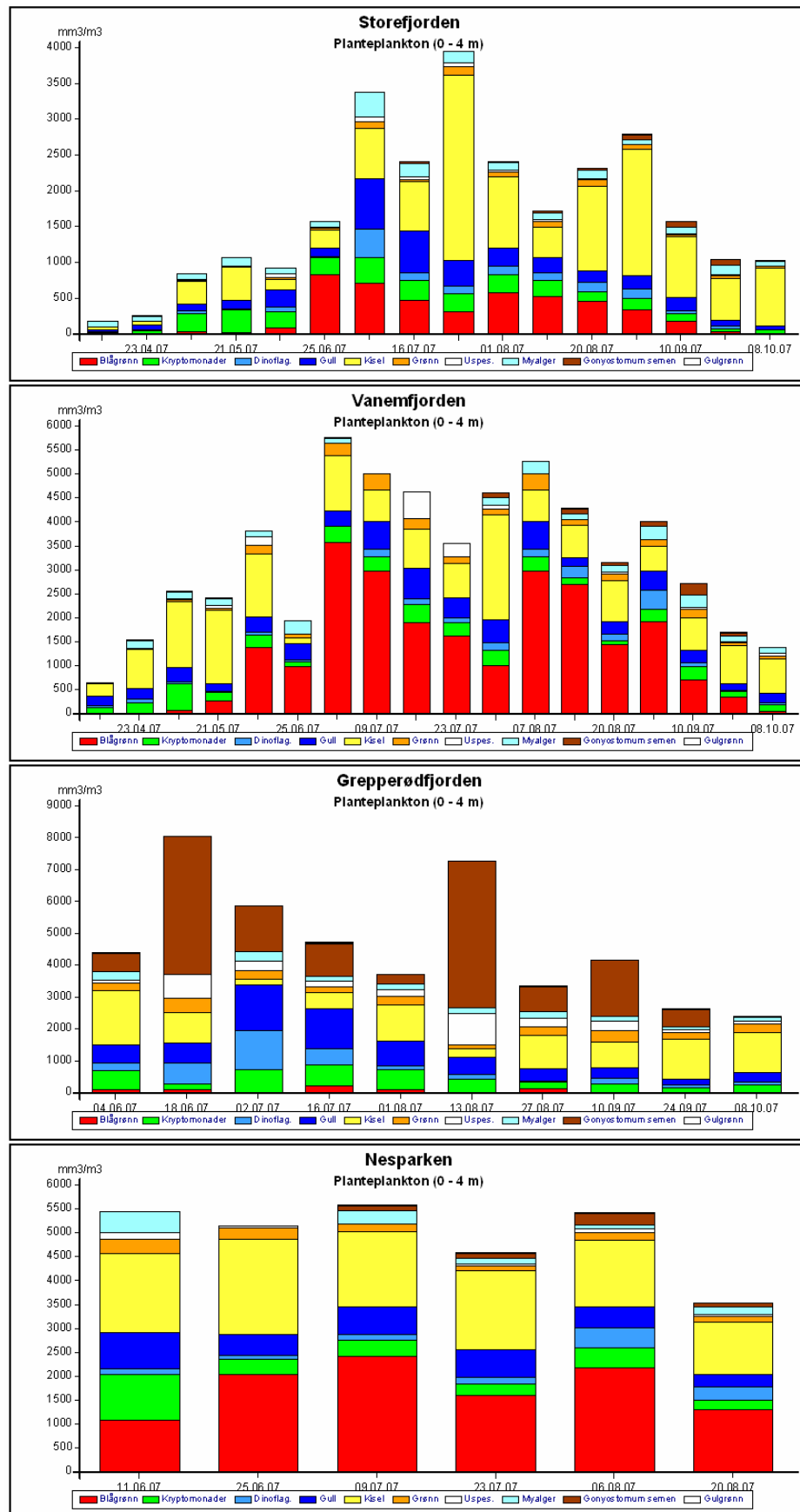
De store algemengdene skaper en rekke problemer for bruken av vannet. Vannet i Vansjø framstår til tider som lite tiltalende med brun-grønn farge og lavt siktedyp. I perioder flyter store algemengder opp til overflaten i de vestre deler av Vansjø. I perioder med stort innhold av blågrønnalger er det også påvist giftstoffer i vannet som blågrønnalgene produserer. Dette har medført at NIVA har frarådet at det bades i de vestre deler av Vansjø.

Resultatene vises i Figur 20. Planktonet i Storefjorden var på våren og forsommeren (april/mai) dominert av cryptomonader, gullalger og kiselalger. Dette er typisk for en periode med sirkulasjon av hele vannsøylen. Kiselalger har f. eks. ikke evnen til å bevege seg aktivt og kan derfor kun overleve når vannets sirkulasjon forhindrer deres sedimentasjon. Fra og med juni ble det for det første gang observert større mengder blågrønnalger, særlig *Aphanizomenon* og *Anabaena* og dermed arter som trenger stabile værforhold, temperatursjiktning og god tilgang på lys. Da været ble mer ustabil i slutten av juni ble det observert en tilbakegang i mengden blågrønnalger i vannet. Samtidig begynte kiselalgene å danne en populasjon som dominerte planktonet til oktober. Den gjennomsnittlige algemengden i Storefjorden i 2007 var 1,7 mg våtvekt/l, dvs. to ganger mer enn i 2006 (0,7 mg våtvekt/l). Grunnen til forskjellen kan ha vært økt tilgang til fosfat, andre sjiktningforhold, og en endret artssammensetning (mer kiselalger).

Den gjennomsnittlige algemengden i Vanemfjorden var 3,2 mg/l (2006: 2,8 mg/l). Som vanlig var planteplanktonet på våren og forsommeren dominert av kiselalger og cryptomonader, men fra og med juli var algesamfunnet dominert av blågrønnalger. I motsetning til tidligere år var dominansen mindre utpreget, noe som sannsynligvis skyldes ustabile værforhold i slutten av juni og hele juli - hovedvekstperioden av blågrønnalger i Vanemfjorden. Den kraftige gjennomstrømningen av Vanemfjorden førte til ytterligere ”tap” av blågrønnalger. Det ble ikke observert lengre perioder med større mengder av blågrønnalger på overflaten av Vanemfjorden. Dette ga inntrykk av bedre vannkvalitet selv om totalkonsentrasjonen av alger i vannet ikke har endret seg i forhold til tidligere år. Lignende situasjon ble observert i Nesparken.

Det er påfallende at Storefjorden og Vanemfjorden til tross for lignende konsentrasjoner av fosfor, nitrogen og silikat avviker betydelig i totalmengden av fytoplankton (gjennomsnitt 2007 Storefjorden: 1,7 mg/l, Vanemfjorden: 3,2 mg/l). Storefjorden er mye dypere enn Vanemfjorden. Under sirkulasjonen transporteres algene derfor oftere til dyp uten lys. Gjennomsnittlig sett har dermed alger i Storefjorden mindre tilgang på lys enn i Vanemfjorden, noe som tyder på at algeveksten i Storefjorden er sterkere lysbegrenset enn i Vanemfjorden.

I Grepperødfjorden ble det funnet store mengder av *Gonyostomum semen*. Denne arten forekommer også i resten av Vansjø, men bare i ubetydelige konsentrasjoner. Etter kontakt med *Gonyostomum semen* utvikler noen mennesker hudutslett og det er derfor viktig å overvåke arten nøye. *Gonyostomum semen* sprer seg imidlertid til andre deler av Norge. I denne prosessen spiller ”hotspots”, som for eksempel Grepperødfjorden, en avgjørende rolle.



Figur 20. Variasjon i planteplanktonets mengde- og sammensetning i Vansjø 2007

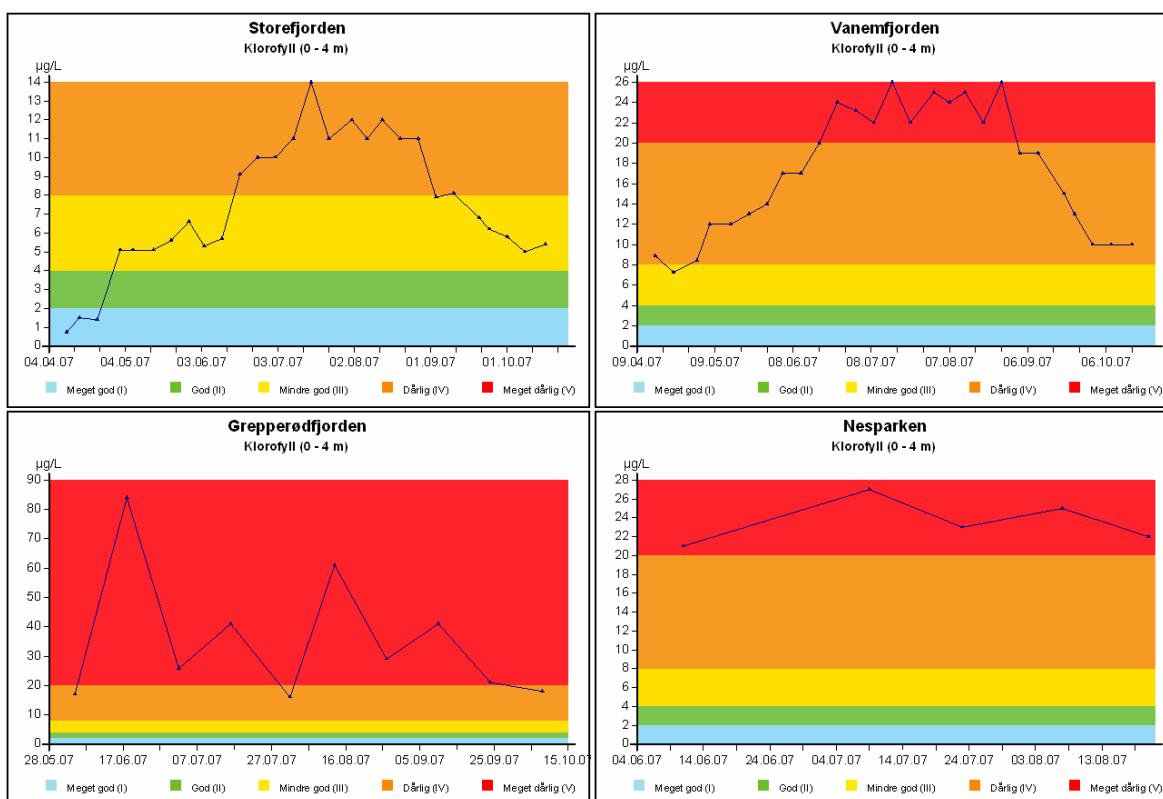
### 3.6.2 Klorofyll-a

Klorofyll-a er et pigment som er spesifikt for fotosyntetiserende organismer og denne parameteren benyttes ofte som et mål på mengden alger i vannmassene.

Variasjonene i klorofyll-a følger i stor grad variasjonene i algevolumberegningene. Begge parametrene er mål for planteplanktonets mengde, men de nærmer seg dette målet på to svært ulike måter. Det vil derfor være en viss variasjon i forholdet mellom klorofyll og algevolum avhengig av hvilke arter som dominerer planktonsamfunnet og av andre ytre forhold som for eksempel lystilgang.

Resultatene vises i Figur 21. Den gjennomsnittlige klorofyll-a-konsentrasjonen i Storefjorden var 7,4 µg/l. Den høyeste verdien ble målt 16. juli og var på 14 µg/l. Den gjennomsnittlige konsentrasjonen i Vanemfjorden i undersøkelsesperioden var 17,2 µg/l, i Grepperødfjorden 35,4 µg/l og i Nesparken 24,2 µg/l.

Konsentrasjonen av klorofyll-a følger i stor grad konsentrasjonen av algevolum selv om det er en viss spredning. Analyse av klorofyll-a og av algevolum er to forskjellige måter å beregne algebiomassen på. Algenes klorofyllinnhold vil variere pga en rekke faktorer, slik at det alltid vil kunne forekomme avvik mellom disse to biomasseparametrene.



Figur 21. Variasjoner i klorofyll-a i Vansjø 2007



### 3.6.3 Microcystin

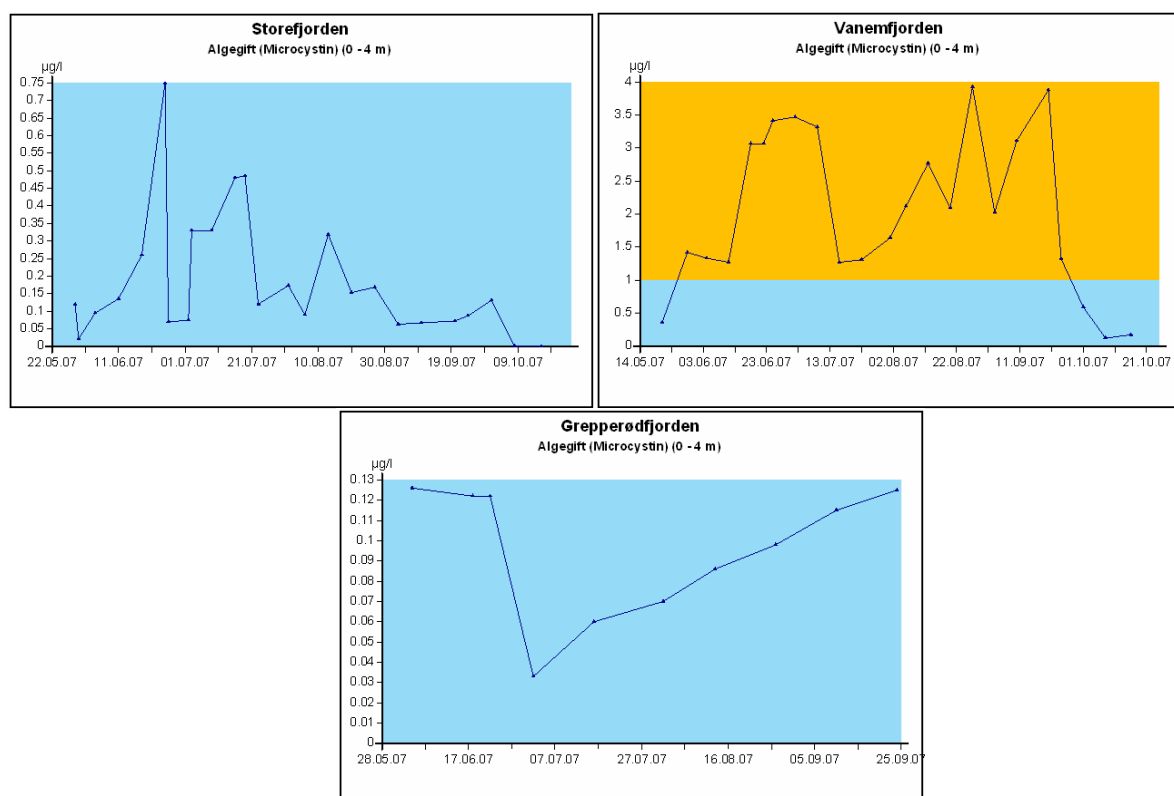
Levertoksinet microcystin har fått navn etter cyanobakterien *Microcystis* fordi det først ble isolert fra denne algen. Det er siden vist at microcystin produseres av flere vanlige blågrønnalger som *Anabaena* og *Planktothrix*.

Det finnes ikke nasjonale grenseverdier for microcystin i vann, men Verdens Helseorganisasjon fraråder å drikke vann som inneholder mer enn 1 µg microcystin/l. Organisasjonen fraråder også å bade i vann der konsentrasjonen overskrider 10 µg microcystin/l (se også [www.niva.no/alger](http://www.niva.no/alger)).

Resultatene vises i Figur 22. Analyser av microcystin startet i mai. Det ble raskt registrert en økning i Storefjorden og Vanemfjorden. I juli ble det i Storefjorden påvist en microcystin-konsentrasjon på nesten 0,7 µg/l. I Vanemfjorden ble det påvist en konsentrasjon opp mot 4 µg/l. NIVA anbefalte i denne situasjonen de lokale helsemyndigheter å fraråde befolkningen å bade i Vestre Vansjø. Flere undersøkelser viser at algekonsentrasjonen varierer horisontalt avhengig av bl.a. vindforhold. Det registreres veldig ofte at blågrønnalgene flyter opp til overflaten og at algene fraktes i store massive "algeflak" inn mot land/badeplasser. Konsentrasjonen av alger/algetoksiner vil på disse områdene kunne være svært høye selv om det kun påvises moderate konsentrasjoner ute i vannmassene.

Svært lite microcystin ble funnet i Grepperødfjorden. Konsentrasjonen i Nesparken varierte mellom 1,4 µg/l (23/7-07) og 5,6 µg/l (25/6-07).

Det kan konstateres at situasjonen i Vansjø var mindre alvorlig enn i 2005 og 2006.



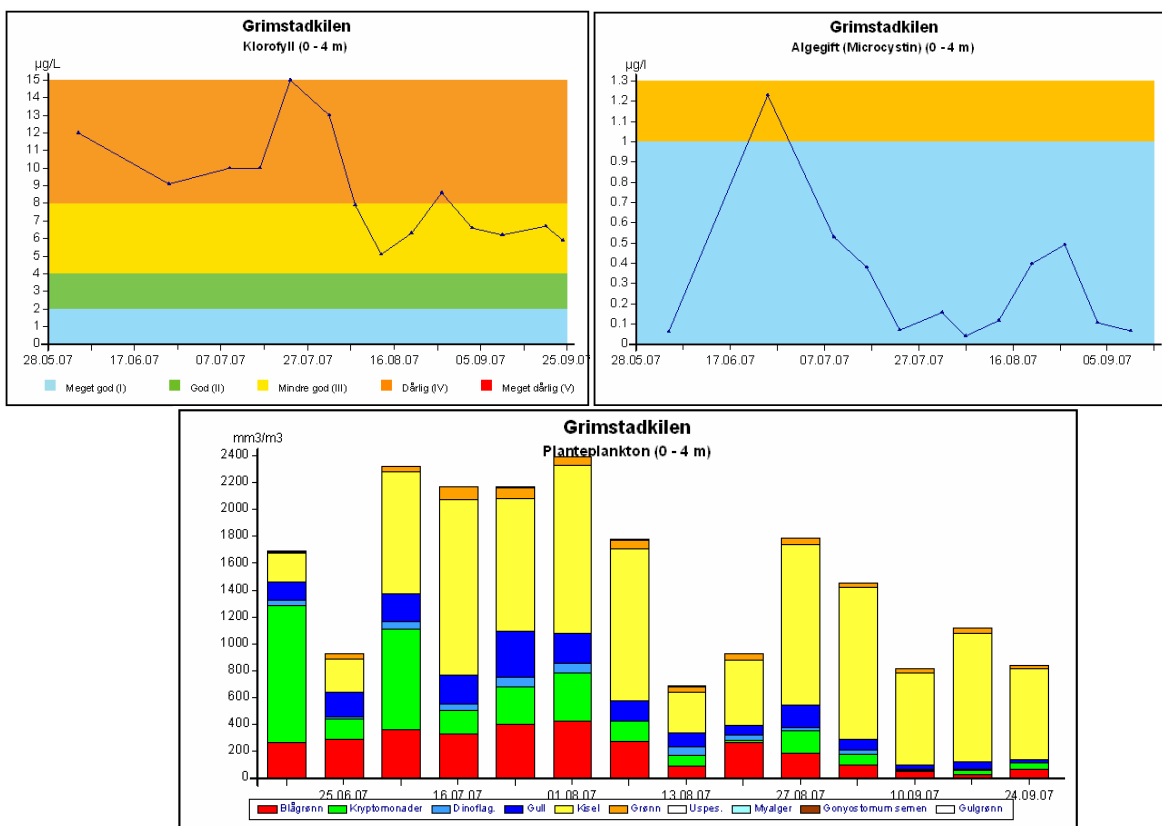
Figur 22. Variasjoner i microcystin i Vansjø 2007

### 3.7 Undersøkelser i Grimstadkilen og Sæbyvannet

#### 3.7.1 Grimstadkilen

Resultatene vises i Figur 23. Grimstadkilen ble undersøkt på oppdrag av Movar IKS som har råvannsinntak i området. Grimstadkilen hadde en gjennomsnittlig klorofyll-a konsentrasjon på 8,7 µg/l med maksimal konsentrasjon 23.juli på 15 µg/l. I juni ble det påvist microcystinverdier på opptil 1,2 µg/l. Det ble imidlertid ikke påvist microcystiner i drikkevannet, da disse stoffene fjernes i renseprosessen.

Hvis en sammenligner verdiene for klorofyll-a og microcystin mellom Storefjorden og Grimstadkilen finner vi de samme gjennomsnittlige klorofyll-a-verdier, mens det ble påvist noe høyere verdier av microcystin i Grimstadkilen enn i Storefjorden.

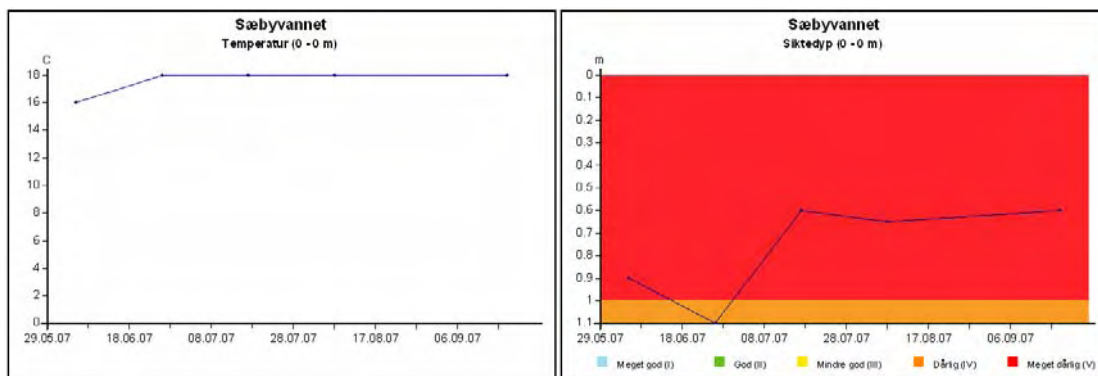


Figur 23. Variasjon i klorofyll, microcystin og planteplanktonetmengde og -sammensetning i Grimstadkilen 2007

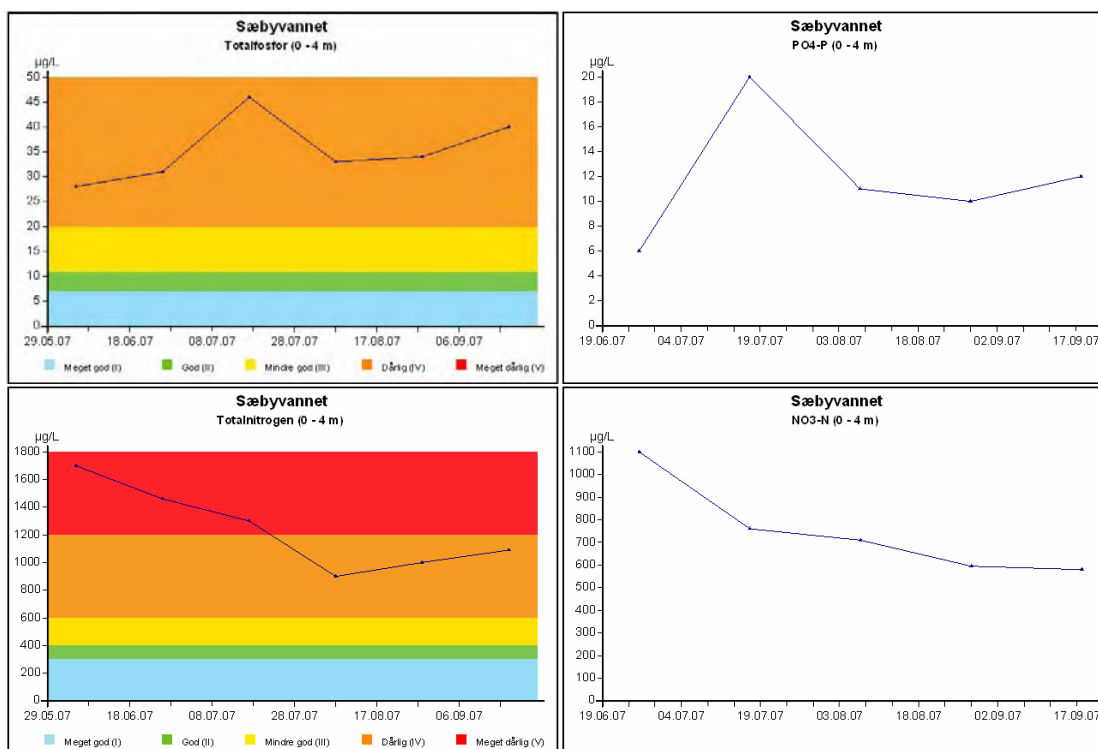
### 3.7.2 Sæbyvannet

Overvåkingen av Sæbyvannet er en del av den regionale trofiovervåkingen i Østfold finansiert av Fylkesmannen i Østfold. Resultatene vises i Figur 24 - Figur 26. Sæbyvannet ligger øst for Storefjorden og har et areal på 1,7 km<sup>2</sup>. Sæbyvannet har avrenning til Vansjø via Flesjøvatnet og Svinna. Det kan derfor ventes at forholdene i Sæbyvannet kan påvirke Vansjø. Dette gjelder særlig tilførsel av næringsstoffer og alger.

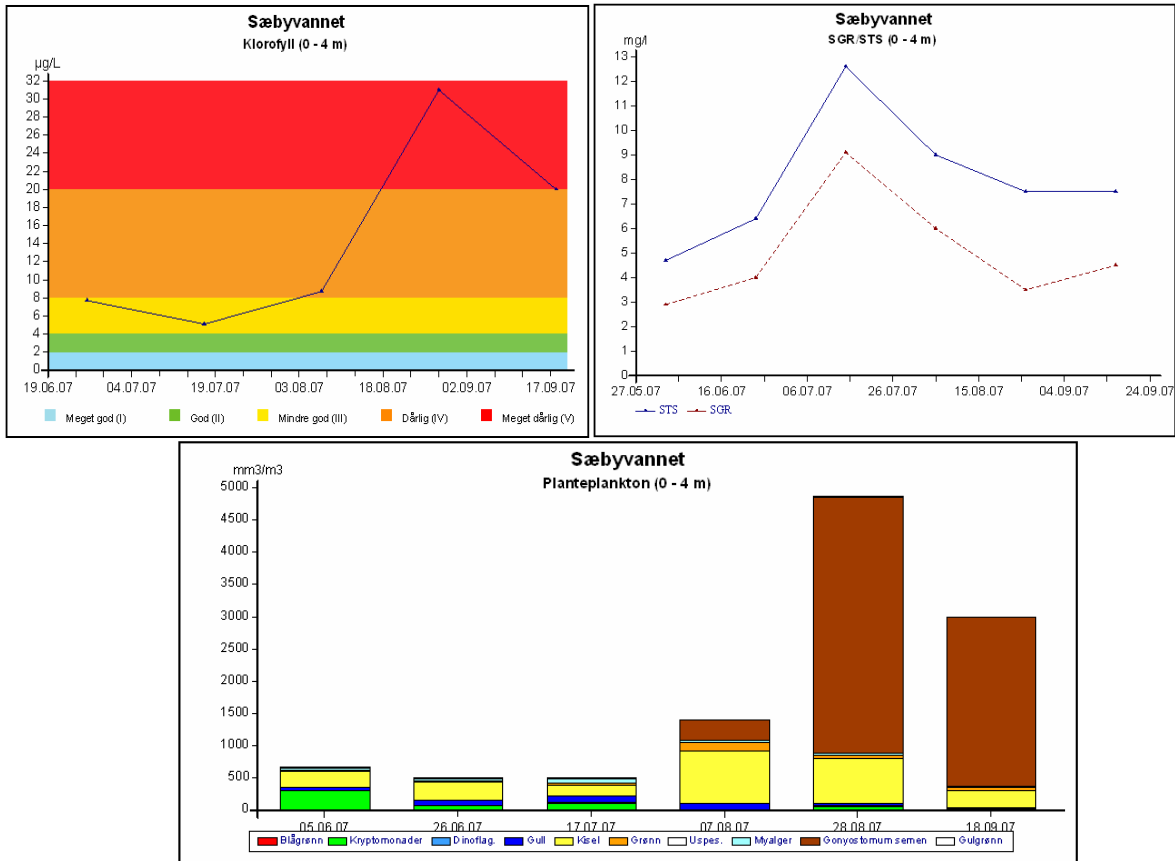
Sæbyvannet er forholdsvis næringsrikt. Den gjennomsnittlige totalfosforkonsentrasjonen var 35 µg P/l (2006: 30 µg P/l). Med en gjennomsnittlig fosfatkonsentrasjon på 12 µg P/l kan det utelukkes at algesamfunnet i Sæbyvannet var fosforbegrenset i 2007. Det samme gjelder nitrogen. Med et siktedyp på 0,6 på sommeren kunne lysbegrensning spille en rolle. Algesamfunnet ligner på det i Grepperødfjorden med en dominans av *Gonyostomum semen*.



Figur 24. Overflatetemperatur og siktedyp i Sæbyvannet 2007



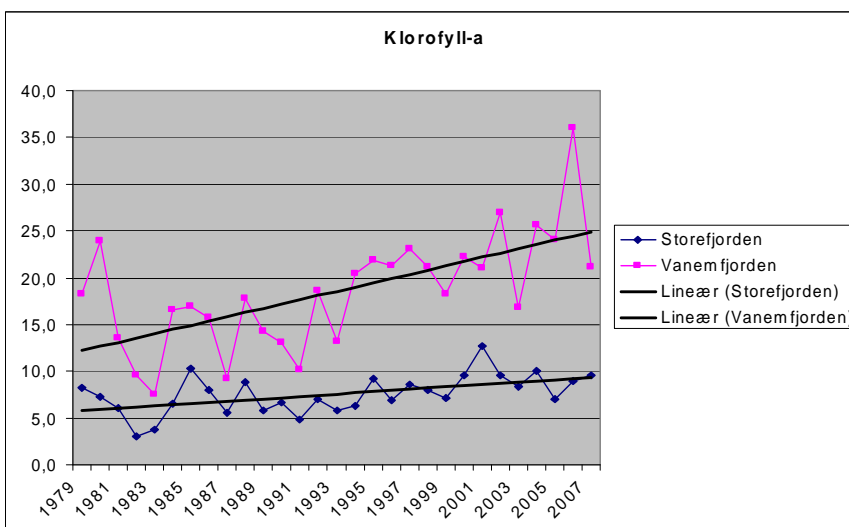
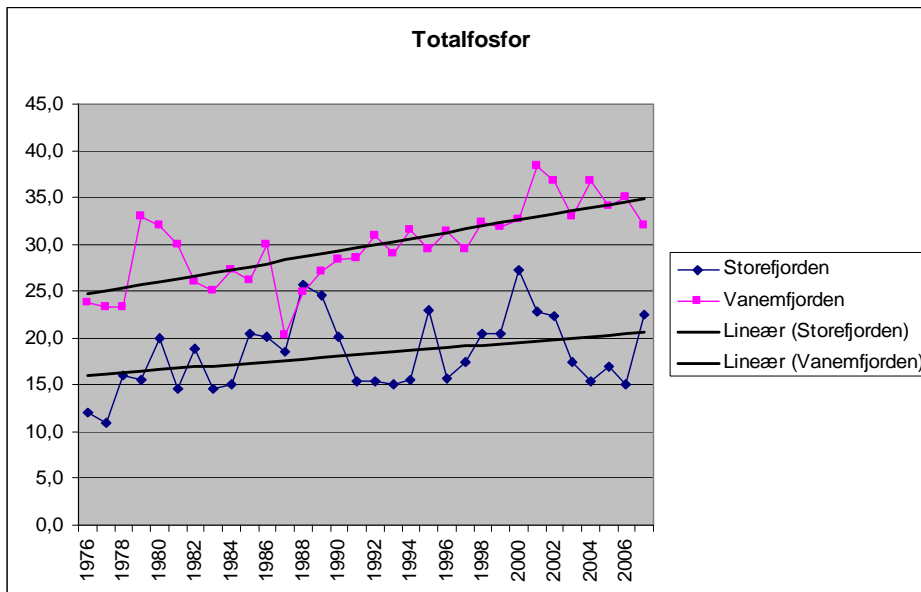
Figur 25. Næringsstoffer i Sæbyvannet 2007



Figur 26. Variasjon i kjemiske og biologiske parametere i Sæbyvannet 2007

### 3.8 Situasjonen i 2007 sammenlignet med tidligere år

I Figur 27 er dataene for 2007 satt sammen med historiske data for totalfosfor og klorofyll-a. Året 2007 var på mange måter spesielt. Allerede høsten 2006 ga store mengder nedbør økt tilførsel av næringsstoffer og partikler fra nedbørfeltet. Værforholdene i slutten av juni og i juli 2007 og ras i Hobøl elva medførte enda mer transport fra nedbørfeltet og dårlige vekstforhold for blågrønnalger (ustabil temperatursjiktning, for lite lys). På en vanlig sommer kan Storefjorden og Vanemfjorden betraktes som uavhengige innsjøer. I 2007 derimot ble det observert kraftig vannutskifting mellom begge bassengene på grunn av uvanlig høyt tilsig.



Figur 27. Data for totalfosfor og klorofyll for årene 1976-2007. (Dataene representerer gjennomsnittlige verdier i perioden juni-september, kilde: Fylkesmannen i Østfold)

De spesielle værforholdene høsten 2006 og sommeren 2007 hadde konsekvenser for Storefjorden. Økt transport fra nedbørfeltet førte trolig til de høye fosfor-, farge- og gløderestverdiene som ble målt utover undersøkelsesperioden. Konsentrasjonen av totalfosfor var den høyeste siden 2001. Innholdet av fosfat lå også betydelig over normalen. Derimot ble det ikke påvist høyere nitrogeninnhold enn i tidligere år. I Vanemfjorden ble det imidlertid påvist

vanlige konsentrasjoner av fosfor. Dette mønsteret tyder på en økt transport fra erosjonsarealer til Storefjorden.

Ustabil temperatursjiktning og kraftig vannutskifting ga gunstige forhold for veksten av kiselalger i hele Vansjø. Dominansen av blågrønnlager i Vanemfjorden var mindre utpreget enn vanlig og algene blandet seg oftere i hele vannsøylen. Dette ga et inntrykk av bedre vannkvalitet, selv om totalkonsentrasjonen av alger i vannet ikke har endret seg i forhold til tidligere år. Lignende situasjonen ble observert i Nesparken.

De spesielle forholdene i 2007 gjør det vanskelig å trekke konklusjoner om at miljøtilstanden i Vansjø har endret seg i forhold til tidligere år. Alle forskjellene i de fysiske-kjemiske og biologiske parametrene kan teoretisk sett forklares med værforhold og naturlige prosesser i nedbørfeltet og i innsjøen.

## 4. Sedimentundersøkelser Vansjø

---

### 4.1 Innledning

I undersøkelsene av Vansjø i 2005 og 2006 ble sedimentene i hele Vansjø kartlagt. Man fant da noe overraskende at overflatesedimentene hadde høyest innhold av både totalt fosfor og av utbyttbare P-forbindelser i Storefjorden. I 2006 ble spesielt sedimentene på grunt vann i vestre Vansjø undersøkt. Man fant at det var stor variabilitet i P-innholdet i disse sedimentene, og at de høyeste konsentrasjonen var nær områdene med mest intensiv jordbruksaktivitet.

Sedimentundersøkelse i 2007 har fokus på den delen av Vansjø som er hardest rammet av eutrofieringen, det vil si i nedre Vansjø fra Årvolltangen til Mossefossen. I dette området er påvirkningen fra landområdene annerledes og mer urban med blant annet avrenning fra barkfylling, tidligere deponier, samt påvirkning av overvann og avløpsvann fra Rygge og Moss. Årets sedimentundersøkelse ble gjennomført med samme metodikk og i samme årstid slik at resultatene kan sammenstilles med tidligere års undersøkelser.

Siden det er en viss mulighet for at sedimentene inneholder mer frigjørbart fosfor om våren enn etter sommerens algeoppblomstring, fulgte man i 2006 tidsutviklingen av fosforinnhold i overflatesediment på 3 stasjoner i sørenden av vestre Vansjø. Disse resultatene antydte en dynamisk sesongsyklus for fosforkonsentrasjonen for de grunneste sedimentene, med mulig utlekking av sedimentfosfor i de månedene hvor algemengden er høyest. Usikkerheter knyttet til prøvetakingsmetodikken gjorde imidlertid til at man i årets undersøkelse har fulgt opp med ytterligere prøvetakinger i vestre Vansjø. Tidsserieundersøkelsen følger samme metodikk som i 2006, men med flere replikater på hver stasjon, for å øke presisjonen og redusere effekten av romlig variabilitet. Målet er å kunne komme fram til sikrere konklusjoner om den eventuelle betydingen av sesongvariasjoner i de grunne sedimentene for utlekking av fosfor.

Målsettingen med årets undersøkelse har derfor vært:

- å supplere undersøkelsen fra 2005 og 2006 med fokus på den delen av Vansjø som er hardest rammet av eutrofieringen, det vil si i nedre Vansjø, fra Årvolltangen til Mossefossen.
- å følge opp undersøkelsen i 2006 av tidsutviklingen av fosforinnhold i overflatesediment i vestre Vansjø med vesentlig flere prøvetakinger, for å få sikrere konklusjoner om hvorvidt fosformengdene som frigjøres fra sedimentoverflaten varierer i tid og rom.



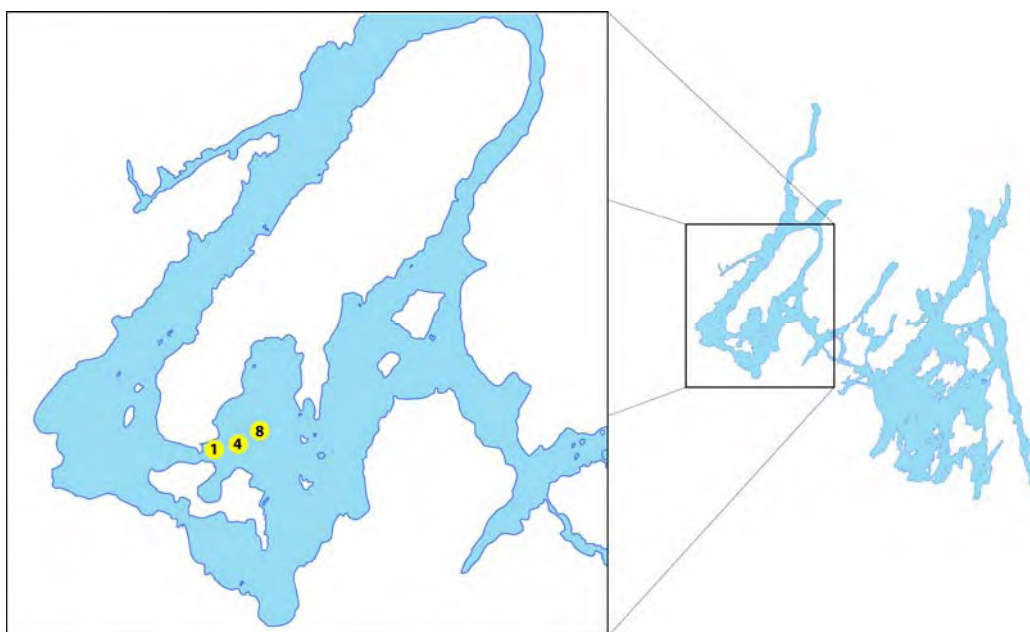
Figur 28. Foto fra grunt område i vestre Vansjø.

## 4.2 Metoder

### 4.2.1 Feltarbeid

I september 2007 ble det på strekningen fra Årvolltangen til Mossefossen hentet inn 26 nye sedimentkjerne fordelt på dyp fra omlag 1 til 15 meter. Prøvetakingene ble stedfestet med GPS-posisjon (figur 31) og dybdemåling ble utført med ekkolodd.

I undersøkelsen av tidsutviklingen av fosforinnhold i overflatesedimentet i vestre Vansjø, nærmere bestemt utenfor sørenden av Dillingøy, ble det hentet inn totalt 136 sedimentkjerne fordelt på 8 prøvetakingsdatoer i løpet av perioden 7. desember 2006 til 12. november 2007. Dette arbeidet utført etter samme metodikk som tidligere i 2006, men det ble hentet inntil 6 sedimentkjerne fra hver av de 3 stasjoner på 1, 4 og 8 meters dyp (**Feil! Fant ikke referanseskilden.**).



Figur 29. Prøvetakingsstasjoner for tidsserie av fosforinnhold i overflatesediment. De gule sirklene representerer stasjonene på 1, 4 og 8 meters dyp som ble prøvetatt i 2006 og 2007.

### 4.2.2 Laboratorieanalyser

Alle sedimentkjerne ble tatt med en såkalt gravitasjonshenter og transportert oppreist til laboratoriet. Overflatesedimentet (0-1cm) ble overført til plastposer, homogenisert og ca halvparten overført til varmebestandige begre og veid. Deretter ble sedimentet tørket ved 105 °C i 24 timer, nedkjølt til romtemperatur i eksikator og veid på nytt. Denne vektdifferansen representerer vanninnholdet i sedimentet. Det tørkede sedimentet ble brent i muffelovn ved 450 °C i 2 timer og veid på nytt etter nedkjøling til romtemperatur i eksikator. Denne vektdifferansen representerer organisk innhold i sedimentet.



Den andre halvparten av sedimentet ble delt i to like deler. Hver del ble overført til preveide 50 ml sentrifugerør som ble veid på nytt for å vite nøyaktig hvor mye sediment som ble brukt. Den ene halvdel ble brukt til analyse av totalt fosforinnhold (NS4725) og den andre til bestemmelse av fosforfraksjoner. Innholdet av totalt fosfor (TP) i sedimentprøvene ble bestemt ved at hvert sentrifugerør med sediment ble tilsatt avionisert vann og satt på ristebord i minimum 1 time. Deretter ble prøven fortennet, overført til 20 ml prøveflasker (syrevasket), tilsatt oksidasjonsmiddel (natriumperoksodisulfat) og autoklavert ved 121 °C i 1 time. Prøvene ble etter avkjøling overført til nye sentrifugerør og sentrifugert (1500 rpm i 15 min) før spektrofotometrisk måling av fosfat med antimon molybdat-metoden (NS4725).

De ulike fosforfraksjonene ble, som i tidligere undersøkelser, bestemt etter metoden til Psenner m. fl. (1984, 1988) og Rydin (2000). Siden de forskjellige tilstandsformene av fosfor i sediment har forskjellig mobilitet og biologisk tilgjengelighet, vil fordelingen mellom tilstandsformer være bestemmende for i hvilken grad sedimentfosforet kan bidra til interngjødsling, og under hvilke betingelser disse prosessene utløses. Det ville vært naturlig å starte fraksjoneringen med den fraksjonen som er mest biotilgjengelig, dvs. fosforet som var knyttet til porvannet i sedimentet. Dette trinnet ble imidlertid utelatt fordi resultatet av målingene i 2005 viste svært lave konsentrasjoner i denne fraksjonen.

Første ekstraksjonstrinn ble derfor å isolere den fosforfraksjonen som var knyttet til 3-verdige jernforbindelser, og som derfor forventes å kunne lekke ut når sedimentet blir oksygenfritt og reduksjonspotensialet synker tilstrekkelig til at jern kan bli redusert. For å simulere oksygenfrie forhold ble sedimentet i sentrifugerørene tilsatt natriumdithionitt (40ml Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>4</sub>, 0,1 M) som er et stoff som forbruker oksygen og gir så lavt reduksjonspotensial at 3-verdig jern reduseres til 2-verdig. Siden oksidasjonen av dithionitt produserer svovelsyre ble det også tilsatt en buffer (NaHCO<sub>3</sub>, 0,1 M) for at løsingen skal holde konstant pH. Mengden av fosfor som ble frigjort ved behandling med dithionitt/ bikarbonat etter 18 timer på ristebord ved romtemperatur kan antas å være bundet til reduserbart jern i sedimentet. Denne fraksjonen vil også kunne inneholde fosfor som var i løst tilstand, og som derfor skulle vært i porevannsfraksjonen (NH<sub>4</sub>Cl-ekstraktet), men som ble felt ut ved at sedimentet ble oksidert under opparbeiding av sedimentkjernen. Til slutt ble hver prøve sentrifugert i 15 minutter (1500 rpm) og supernatanten ble tilsatt EDTA (1 ml 0,015 M til 20 ml prøve) før analyse av fosfatkonsentrasjon (NS4724).

Deretter ble bunnfallet utsatt for en ekstraksjon med base (40 ml 0,1 M NaOH, 24 timer på ristebord ved romtemperatur). Denne behandlingen antas å løse ut resten av det fosforet som var bundet til jernforbindelser, men som ikke ble frigjort i forrige ekstraksjon, samt fosfor som var bundet til aluminiumforbindelser. Siden baseekstraksjonen også løser opp organiske materiale vil væskefasen etter denne ekstraksjonen ofte være sterkt brunfarget av humusstoffer. Det er en fordel å felle ut dette organiske materialet for å hindre at det innvirker på fosfatanalysen. NaOH-ekstraktet ble derfor delt i to deler hvor den ene delen ble surgjort med svovelsyre (2 ml 2 M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), sentrifugeres (1500 rpm i 15 min) og supernatanten ble målt for ortofosfat, mens den andre delen ble autoklavert med peroksidisulfat og analysert for total fosfor. Differansen mellom disse to målingene, ble antatt å være et mål på organisk fosfor i sedimentprøven (ORG-P). Summen av uorganiske fosforfraksjonene som ble ekstrahert ut så langt, blir gjerne kalt NAIP (fra engelsk *Non-Apatite Inorganic P*), og antas å representere den mest mobile og biologisk tilgjengelige fosforfraksjonen i sedimentet.

Til sist ble bunnfallet utsatt for syre (40ml 0,5 M HCl; 18 timer på ristebord ved romtemperatur) for å løse ut fosfor knyttet til karbonatholdige mineraler og andre kalsiumrike forbindelser (særlig hydroksylapatitt Ca<sub>10</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>6</sub>(OH)<sub>2</sub> som også er en viktig bestanddel i skjelettet til

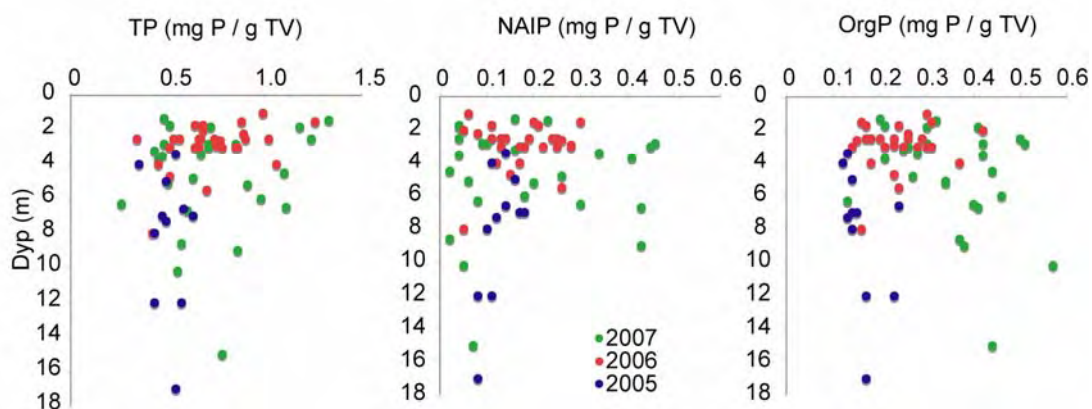
virveldyr). Dette antas å være de minst mobile og minst biologisk tilgjengelige fosforforbindelsene i sedimentet.

Resultatene sammenstilles med fjorårets observasjoner og framstilles som tidsserier av middelverdier med konfidensintervaller for P-konsentrasjoner og -fraksjoner.

### 4.3 Resultater og diskusjon

#### 4.3.1 Undersøkelse av overflatesedimentet fra Årvolltangen til Mossefossen.

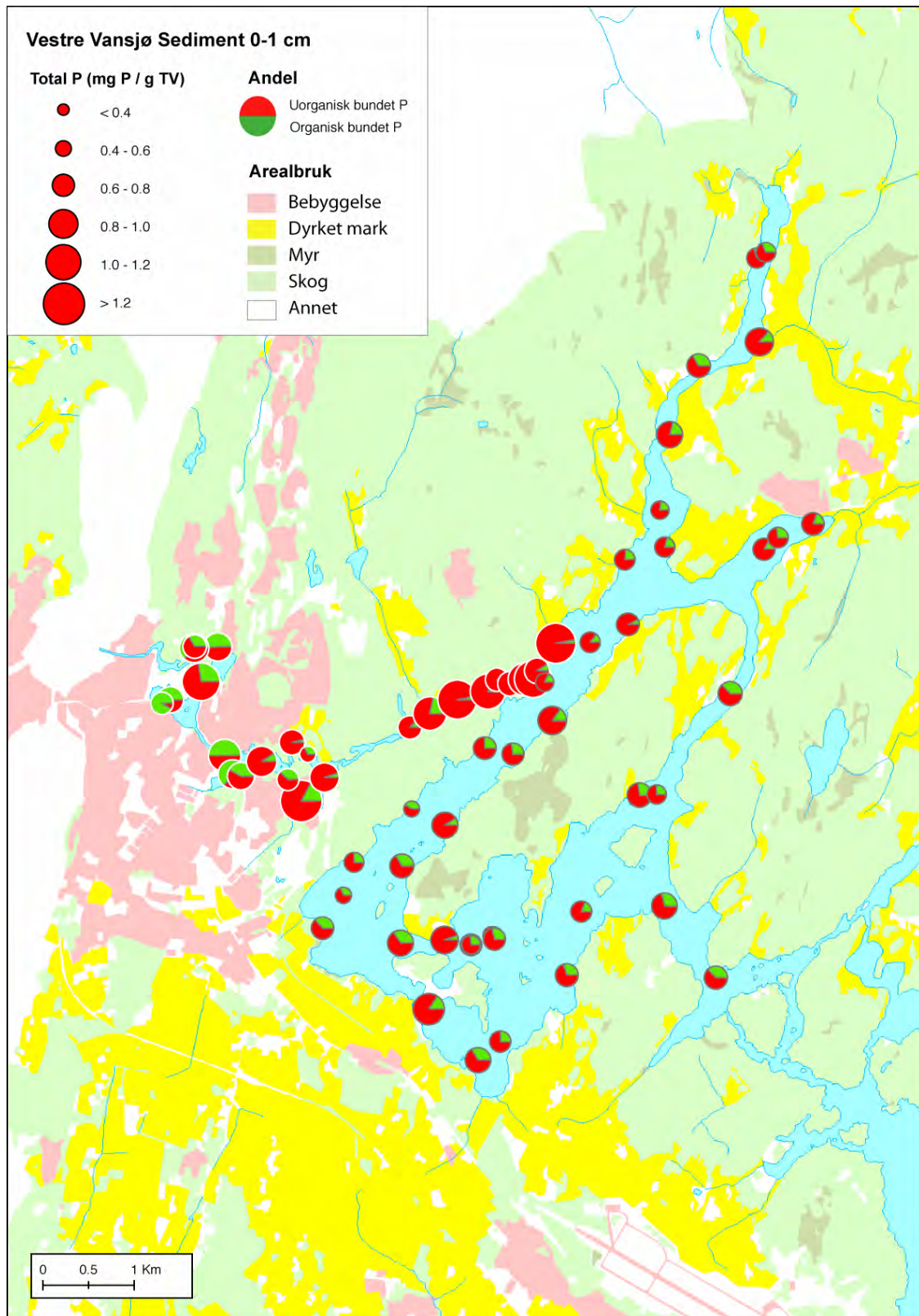
I sedimentundersøkelsen 2007 varierte konsentrasjonen av total (TP) i sedimentoverflaten fra 0,26 - 1,33 mgP/g TV. Tilsvarende variasjon i total (TP) ble også målt i tidligere undersøkelser i 2005 og 2006. Konsentrasjonen av total (TP) i sedimentoverflaten var høyest på grunt vann og viste et avtak mot dypet (**Feil! Fant ikke referansekilden.**, venstre felt). Tilsvarende klare fordelinger finner vi verken for den uorganiske utbyttbare fraksjonen, NAIP (**Feil! Fant ikke referansekilden.**, midtre felt) eller for den organisk bundet P-fraksjonen, OrgP (**Feil! Fant ikke referansekilden.**, høyre felt). Imidlertid viste fosforinnholdet i overflatesedimentet i september 2007 (grønne punkter) større variabilitet, noen som henger sammen med større grad av turbulens i Mosseelva enn ellers i Vanemfjorden.



Figur 30. Fosforinnhold i overflatesediment (0-1 cm) i Vanemfjorden og Mosseelva fra Årvolltangen til Mossefossen i forhold til prøvetakingsdyp. Fra venstre: Total fosfor (TP), ikke-apatitt uorganisk fosfor (NAIP) og organisk fosfor (OrgP) - alle som mg P / g tørrvekt sediment. Grønne punkter er fra september 2007, røde punkter er fra september 2006 og blå punkter fra september 2005.

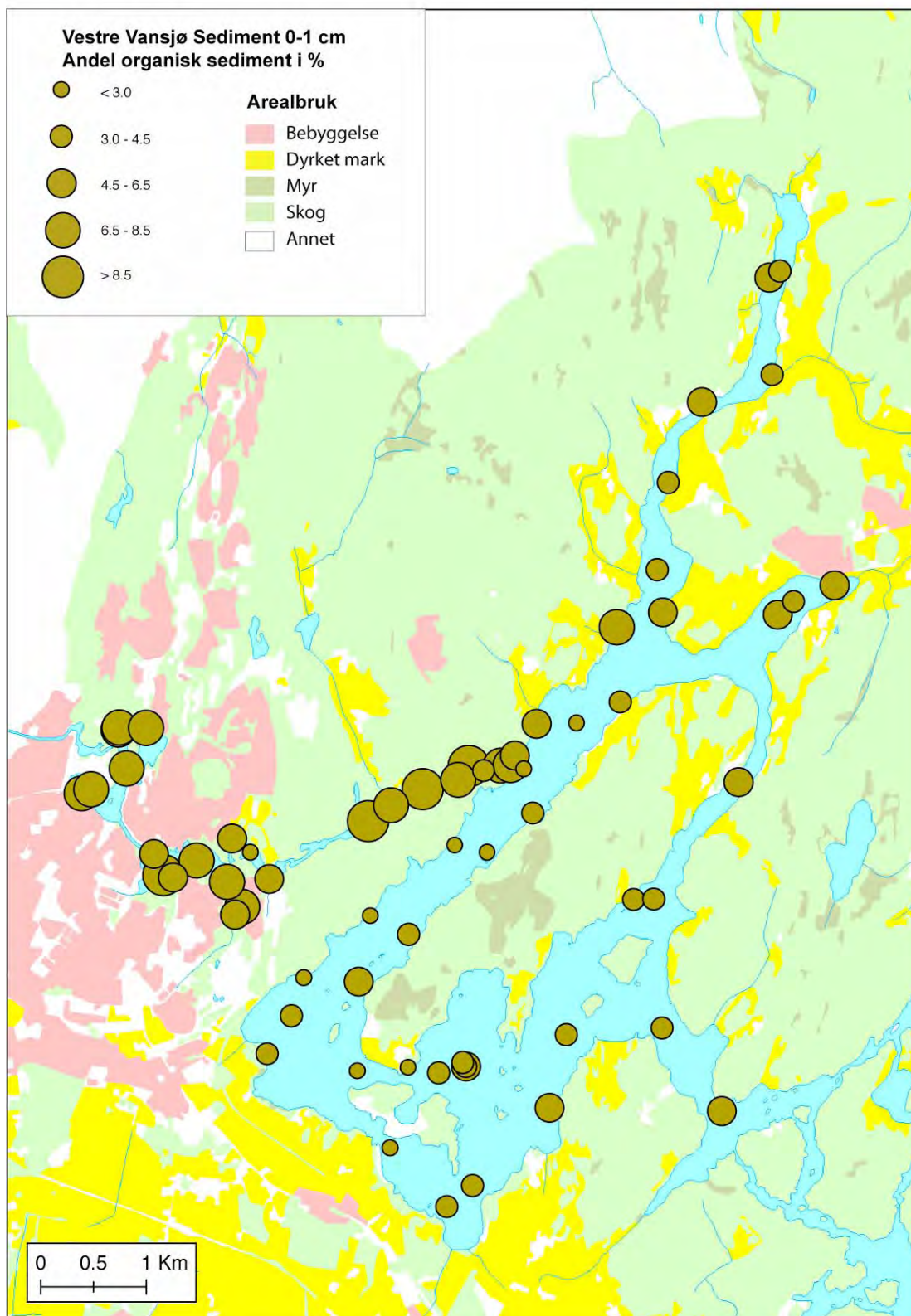
Det som imidlertid er mest slående er økningen i organisk materiale og spesielt i andelen til den organiske P-fraksjonen (OrgP) nedover i vassdraget, fra Hanabukta mot Mossefossen (Figur 31). En mulig forklaring kan være kloakktilførsler til denne delen av Vansjø eller opphopning av organisk materiale som har blitt transportert fra områder ovenfor. Siden det også ble målt økning i organisk materiale i de smalere partiene i Mosseelva, der det til tider er relativt mye strøm i vannmassene, er det mye som tyder på at det også er andre viktige kilder til organisk materiale. Sannsynligvis har lokal tilførsel av organisk materiale og fosfor fra bebyggelse langs de nedre delene av vassdraget stor betydning. (**Feil! Fant ikke referansekilden.** og **Feil! Fant ikke referansekilden.**). Prøvetaking av flere sedimentkjerner og datering av sedimentet vil kunne gi

svar på i hvilken utstrekning lokale kilder i området har påvirket innholdet av organisk P-fraksjon nedover i sedimentet og hvor lenge en slik påvirkning har foregått.



Figur 31. Vestre Vansjø 2005 – 2007. Fordeling av total fosfor med andel organisk- og uorganisk bundet P (mgP / g TV) i sedimentoverflaten (0-1 cm).





Figur 32. Vestre Vansjø 2005 – 2007. Fordeling av andel organisk sediment i % av sedimentoverflaten (0-1 cm).

Sedimentundersøkelsene i 2007 viser i likhet med tidligere sedimentundersøkelser av vestre Vansjø i 2005 og 2006 en viss samvariasjon mellom sedimentfosfor og den lokale arealbruken,

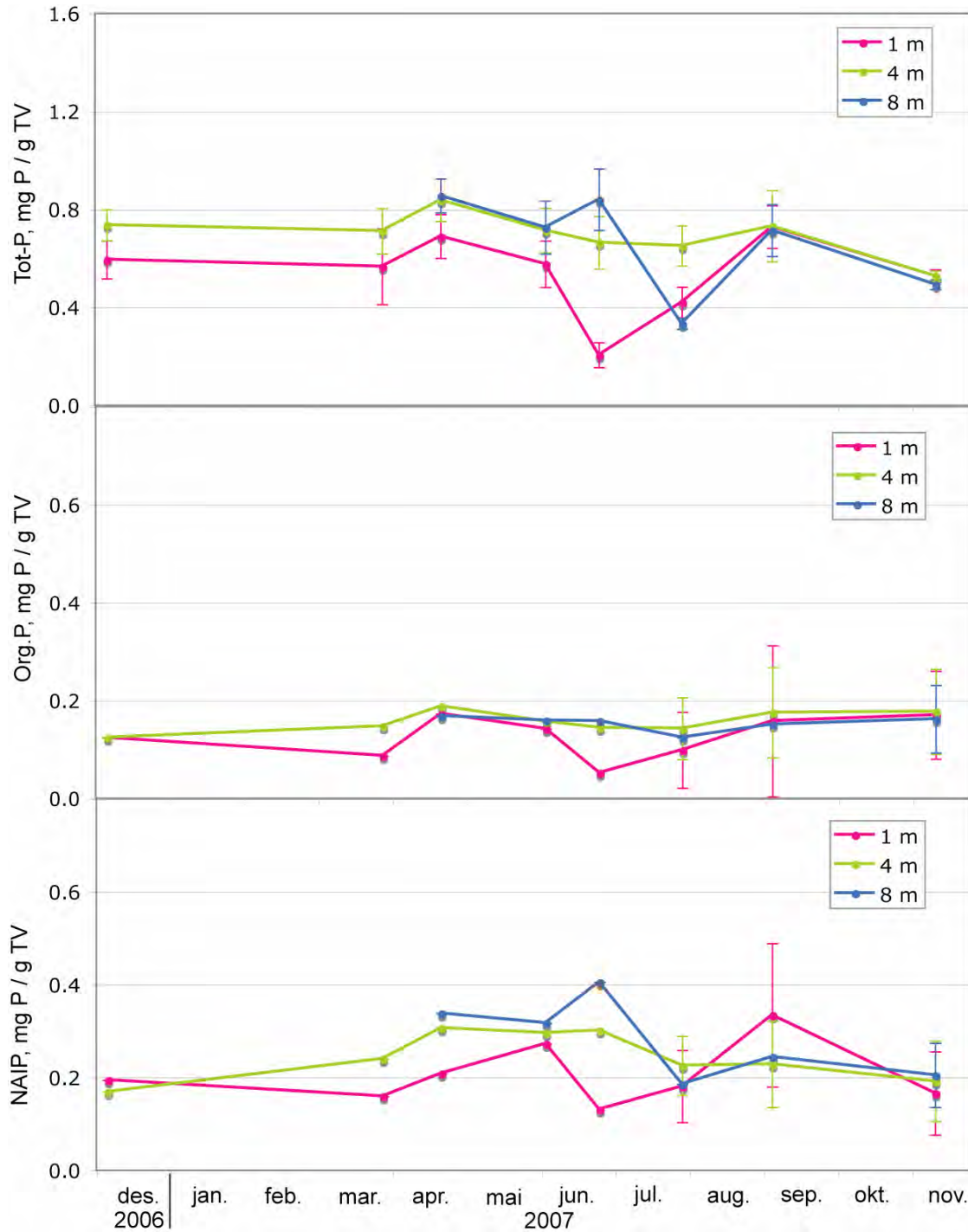
siden vi stort sett finner de høyeste fosforkonsentrasjonene nær områder med høy jordbruksaktivitet. Vi ser dette mest tydelig langs de tette jordbruksområdene på østsida av Sperrebotn i nord og i området mellom Dillingøy og Rygge i sør. På den annen side er det også høye konsentrasjoner ved utløpet mot Mosseelva vest for Dillingøy, noe som også blir bekreftet i sedimentundersøkelsen 2007, uten at det er spesielt mye jordbruk i nærheten. Forklaringen til dette må være at forskjellig eksponering for vind og bølger gir også forskjeller i kornstørrelsesfordeling og andre sedimentkvaliteter som nok også bidrar til variabiliteten mellom prøvetakingsstasjonene. Resultatene av sedimentundersøkelsen 2007 bekrefter tidligere sedimentundersøkelser hvor man har funnet at overflatesedimentene i vestre Vansjø i hovedsak er dominert av uorganisk materiale.

#### *4.3.2 Tidsutviklingen av fosforinnhold i overflatesedimentet*

Tidsutviklingen i totalt (TP) innhold i overflatesedimentet bekrefter inntrykket av stor variabilitet i sedimentet hentet fra forskjellige dyp (Figur 33). Selv med et stort antall replikater ved hvert prøvetidspunkt og dyp, er det allikevel en overraskende stor variasjon mellom forskjellige tidspunkter. Variabiliteten er størst i det grunneste sedimentet (1 meter) og i sommerhalvåret. Siden fosformengden er gitt som andel fosfor pr. gram tørrvekt sediment (mgP/g TV) vil varierende innslag av grovere partikler kraftig påvirke den enkelte prøve.

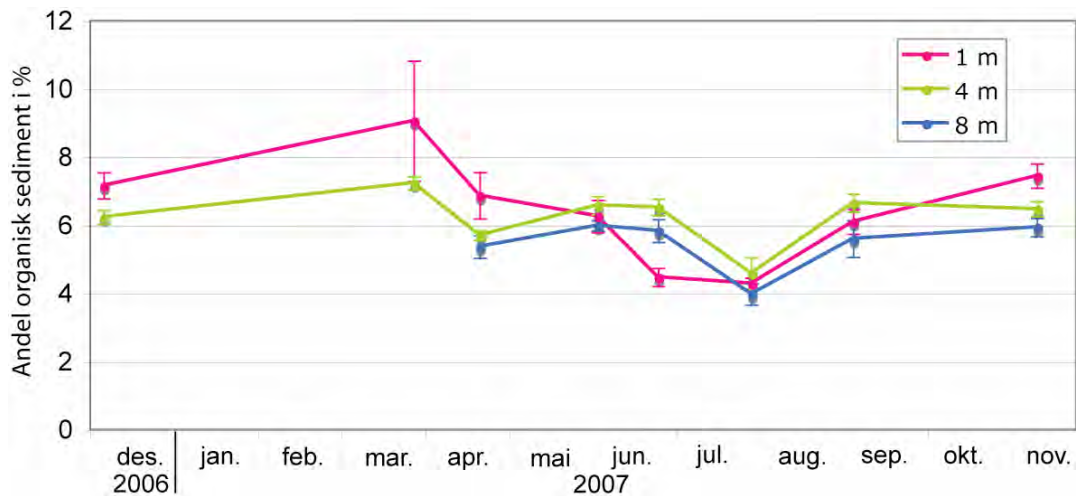
Innholdet i total (TP) i overflatesedimentet avtar kraftig i juni 2007, dette gjelder spesielt for 1 meters dyp. Både andel uorganisk P-fraksjon (NAIP) og organisk bundet P-fraksjon (OrgP) viser den samme nedgang i perioden.

Også andelen av organisk sediment viser kraftig nedgang (Figur 34). Vestre Vansjø er sterkt vindeksponert og vertikalprofiler av temperatur og konduktivitet viser med tydelighet at innsjøen i prøvetakingsområdet fullsirkulerer i hele den isfrie perioden av 2006 og 2007. *Nedgang i fosfor i overflatesedimentet innebærer at spesielt de grunne sedimentene avgir betydelige mengder fosfor nettopp i den tida når algemengden er på sitt høyeste.* De store variasjonene i spesielt total (TP) og NAIP i løpet av sommerhalvåret kan også være knyttet til at store nedbørsmengder sommeren 2007 har gitt økt transport og sedimentasjon av erosjonsmateriale.



Figur 33. Fosforinnhold i overflatesediment (0-1 cm) på tre stasjoner i Vanemfjorden på 1, 4 og 8 meters dyp i forhold til prøvetakingstidspunkt. Fra toppen: Total fosfor (TP), Organisk fosfor (OrgP) og Ikke-apatitt uorganisk fosfor (NAIP) (alle som mg P / g TV).

Utover høsten 2007 økte igjen andel av organisk sediment i sedimentoverflaten i alle dyp men kanskje mest i 1 meter dypet. Den samme tendensen kan ses i perioden august-september for total (TP), NAIP og OrgP, trolig pga. lavere primærproduksjon og lavere pH, mens det i november var igjen en nedgang i total (TP) og NAIP, men uendret OrgP, trolig pga. reduserte eksterntilførsler og lavere algebiomasse. Først etter isleggingen sent på året kommer noe av fosforet tilbake til overflatesedimentene igjen, enten som sedimenterende erosjonspartikler, alger eller ved adsorpsjon av oppløst fosfat. Det kan derfor se ut som om noen fraksjoner av sedimentfosforet som er bundet mestedelen av året blir mer tilgjengelig for algene om sommeren.



Figur 34. Andel organisk sediment i % av overflatesediment (0-1 cm) i 1, 4 og 8 meters dyp i perioden desember 2006 – november 2007.

Siden tilførslen av fosfor til Vansjø totalt sett avtar i tiden fremover, vil effekten av en slik interngjødsling, spesielt fra de grunne sedimentene, antakelig også få mindre betydning. I år med mye nedbør og påfølgende erosjon i nedbørfeltet på våren vil imidlertid P-tilførslene kunne øke til tross for gjennomførte tiltak, og dermed opprettholde interngjødslingen fra sedimentene sommerstid.

#### 4.4 Konklusjoner

Sedimentene hentet fra Årvolltangen til Mossefossen underbygger inntrykket fra tidligere undersøkelser i Vansjø om at visse deler av de grunne sedimentene har høyere fosforkonsentrasjoner enn de dypere liggende sedimentene, mens det i andre områder er omtrent samme konsentrasjon i de grunne og de dype sedimentene. Når det gjelder organisk bundet fosfor ble det målt vestlig høyere konsentrasjoner enn ellers i nedre Vansjø i området fra Hanabukta til Mossefossen. Lokal tilførsel fra bebyggelsen i området antas å være en viktig kilde.

Variabiliteten i fosforinnholdet i sedimentoverflaten er betydelig høyere i de grunne sedimentene, med indikasjoner på lokal påvirkning i områder med intensivt jordbruk. Også sirkulasjonsforholdene og tilførslen av uorganisk materiale gir opphav til betydelig variasjon i utvekslingen av fosfor mellom sediment og innsjøvann. Tidsutviklingen på 3 stasjoner i sørenden av Vanemfjorden tyder på en dynamisk sesongsyklus for fosforkonsentrasjonen spesielt i de aller grunneste sedimentene, med en mobilisering av sedimentfosfor (intern gjødsling) i de månedene hvor algemengden er høyest. Sett over hele året virker det imidlertid som denne prosessen ikke gir noe netto bidrag til interngjødsling, fordi sedimentene tar opp igjen omtrent samme mengde fosfor i vinterhalvåret som de avgir i sommerhalvåret.

## 5. Næringsstoffbegrensning

---

### 5.1 Innledning

Den grundige overvåkingen av Vansjø's hovedbassenger de siste to årene har avdekket episoder som kan tyde på at både silikat- og nitratbegrensning har betydning for sammensetningen av algesamfunnet. Det kan se ut som om silikatbegrensning fører til kollaps i kiselalgepopulasjonen med en etterfølgende oppblomstring av blågrønnalger. Videre er det tegn til at det utover sommeren oppstår nitratbegrensning som følge av høyt biologisk forbruk når biomassen av blågrønnalger (særlig *Microcystis*) er stor. En slik nitratbegrensning kan være en viktig årsak til et skifte fra *Microcystis* (som ikke fikserer nitrogen) til nitrogenfikserende *Anabaena*.

Siden næringsbegrensning er et spørsmål om forbruk i forhold til tilførsel kan måling av næringssaltkonsentrasjoner bare gi en indikasjon på hva som kan være begrensende; en entydig påvisning av dominerende begrensningfaktor vil alltid måtte innebære måling av algesamfunnets respons i kontrollerte eksperimenter. Ukentlig ble det derfor gjennomført forenklede biotester for næringssaltbegrensning på vann fra de to hovedstasjonene i Vansjø, det vil si VAN1 og VAN2. Selve prøvetakingen ble koordinert med overvåkningsprogrammet for Vansjø, slik at biotestene ble utført på vann fra de samme prøvene som tas til rutineovervåkingen. Dermed fikk man en grundig karakterisering av vannkjemi og artssammensetning i det planktonsamfunnet som biotesten gjøres på.

### 5.2 Metode

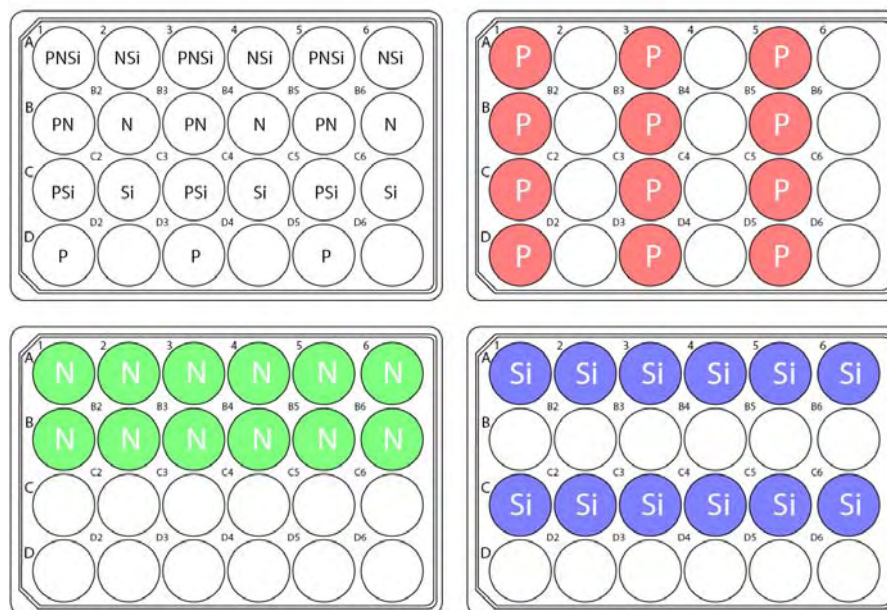
Ukentlig ble det gjennomført faktorielle eksperimenter med 3 begrensningss faktorer (P, N, Si) på vannprøver innsamlet fra de to hovedstasjonene i Vansjø (Storefjorden, VAN1 og Vanemfjorden, VAN2). Vannprøvene ble samlet inn i perioden f.o.m. uke 24 t.o.m. uke 42 i regi av NIVA. Rett etter ankomst til UiO sitt klimarom (19 °C), ble hver vannprøve silt gjennom 90 µm nylonduk for å fjerne større dyreplankton og aggregater. Deretter ble 3 ml vannprøve overført til hver brønn i to stk 24-mikrobrønnplater (Greiner Bio-One, ref. Nr. 662892 med bunnplate av glass) for hver stasjon, totalt 48 brønner pr. vannprøve. Næringsstoffene P, Si og N ( $\text{NaH}_2\text{PO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{O}_3\text{Si}$  og  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ) ble tilsatt brønnplatene (50 µl) slik som tilsetningsmønsteret i Figur 35 og 36 viser. Sluttkonsentrasjonene etter tilsetning av næringsstoffer i det faktorielle designet var P : N : Si = 1 : 16 : 16 på atombasis og hvor P = 30 µgP/L som tilsvarte omlag gjennomsnittlig fosforkonsentrasjon for Vansjø i 2006. Siden det ble brukt 2 brønnplater pr. stasjon (VAN1 og VAN2), fikk vi i alt 6 replikater av hver av de 8 behandlingkombinasjonene for hver stasjon.





Figur 35. Kulturflasker (til venstre) og mikrobrønnplater (til høyre) plassert på lysbord i klimarom.

Etter tilsetning ble hver brønnplate dekket til med transparent folie (BarSeal, Nunc Sealing tape ref. Nr. 236707) og plassert i en spesialbygd lysinkubator (Figur 35), der temperaturen holdes på samme nivå som overflatetemperaturen i Vansjø, mens lysstyrken er fast og tilstrekkelig til å gi lysmettet fotosyntese ( $70 \mu\text{mol kvanter m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) med en lys:mørke-syklus tilsvarende årstiden. Brønnplatene ble lysinkubert i 3 døgn.

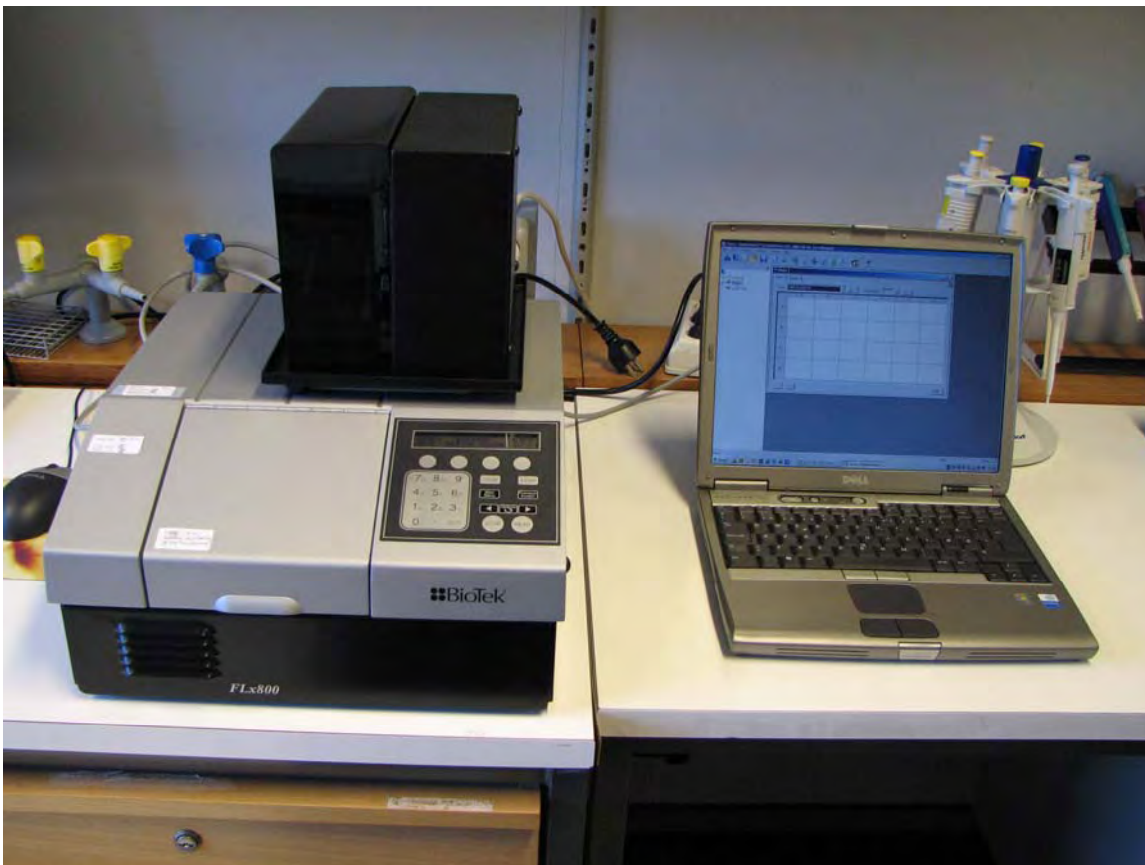


Figur 36. Tilsetningsmønster for kulturflasker og mikrobrønnplater. De tre rutene b, c og d (fra nr 2 øverst høyre) viser hvilket mønster vi tilsatte P, N og Si. Rute a (øverst venstre) viser sluttkombinasjonen, de hvite områdene er kontrollfelt.

siden dette erfaringsmessig har vist seg til å gi en målbar vekstrespons i plateleser (BioTek FLx800). Etter lysinkubasjonen ble en og en mikrobrønnplate plassert i plateleseren og fluorescensen til hver brønn avlest gjennom bunnen på mikrobrønnplatene BioTek FLx800 var utstyrt med eksitasjon- og emisjonsfilter 485/20 nm og 680/30 nm (Figur 37).

Parallelt med mikrobrønnplateforsøkene ble det gjennomført tilsvarende biotester med en mer komplisert metode ved 3 anledninger (begynnelsen, midten og slutten av

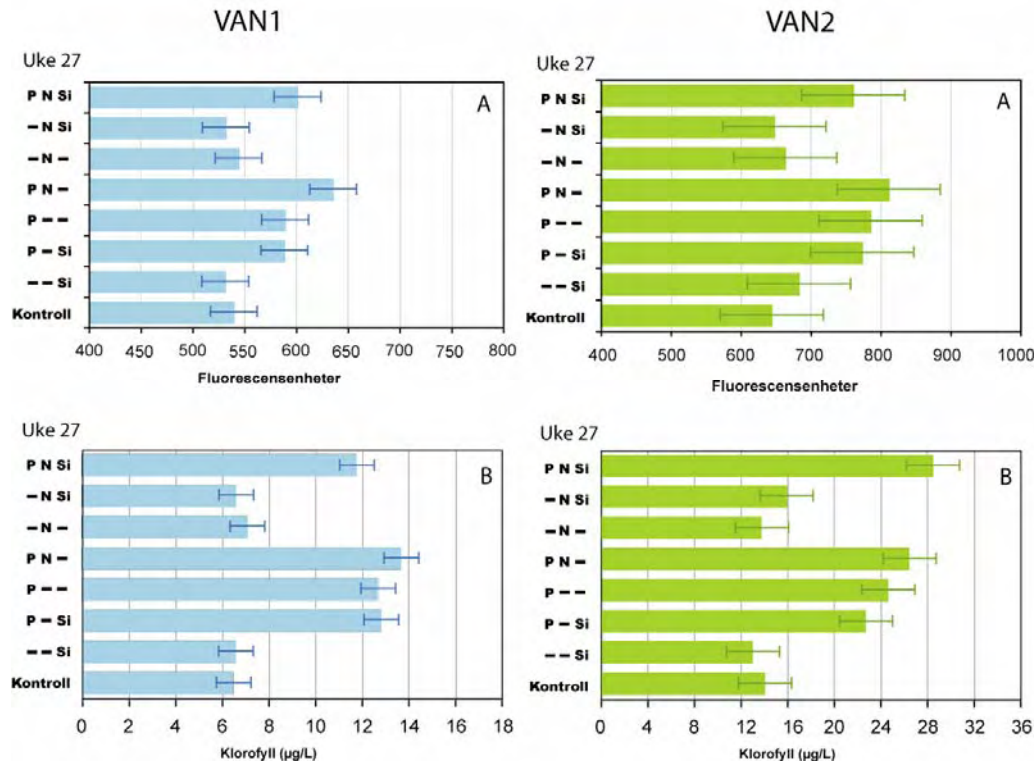
undersøkellesperioden). Dette er en betydelig mer arbeidskrevende analysemetode og krever større prøvevolum sammenlignet med mikrobrønnplater, men er også vesentlig mer utsagnskraftig. I stede for mikrobrønnplater med 24 brønner benyttet vi 24 kulturflasker (Nunc, Easy flask, Ref. no. 156340) (Figur 35), som hver ble tilsatt 25 ml prøve og næringsalter ble tilsatt i samme konsentrasjon som i mikrobrønnplatene. Ellers ble kulturflaskene og mikrobrønnplatene behandlet så likt som praktisk mulig. Etter inkubering av kulturflaskene i 3 dager, ble prøvene filtrert gjennom GF/C filter. Materialet på filtrene ble ekstrahert i 90 % aceton i polypropylenrør og oppbevart mørkt og kaldt (4 oC) i 24 timer, før fluorescens ble målt ved hjelp av et Turner design fluorometer (TD700). Måling og beregning av klorofyllkonsentrasjonen ble utført etter metode beskrevet i Strickland & Parson 1972.



Figur 37. Mikroplateleser type: BioTek FLx800 med utstyrt med eksitasjonsfilter (485/20 nm) og emisjonsfilter (680/30 nm).

### 5.3 Resultater og diskusjon

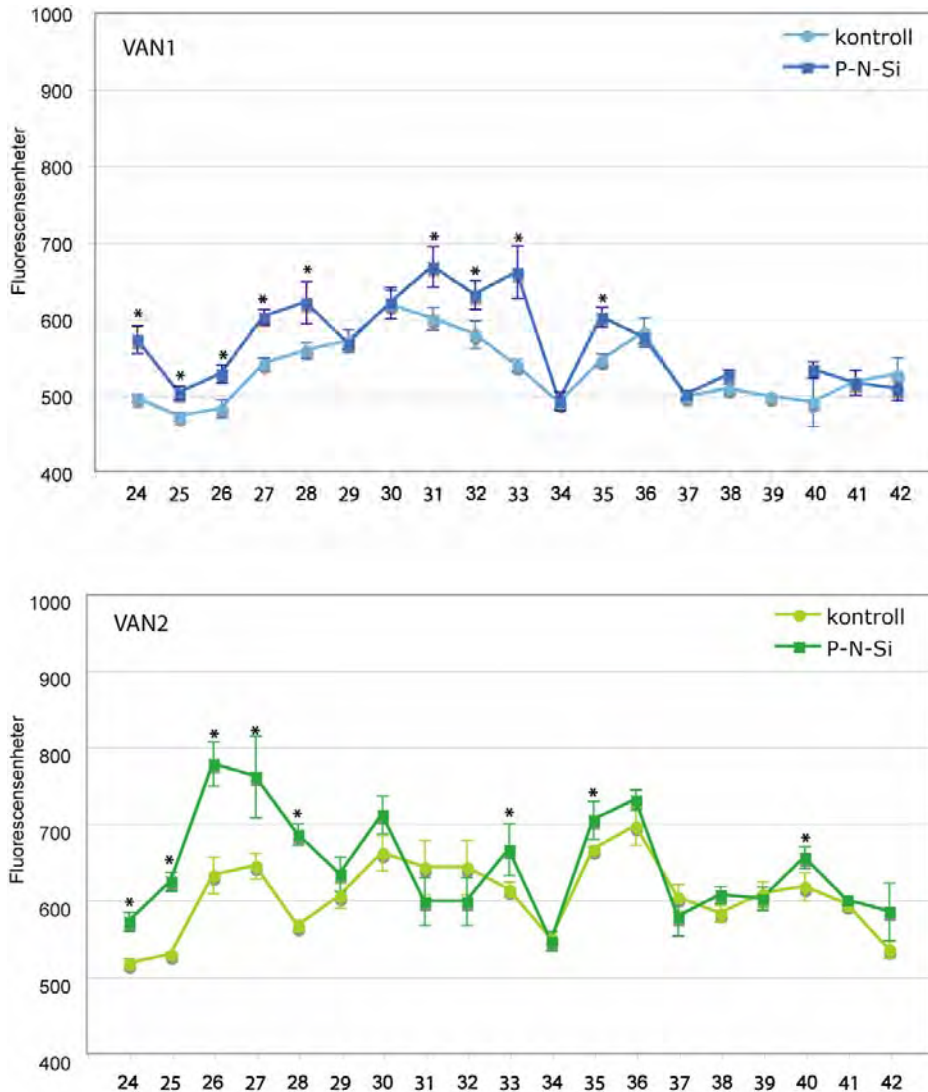
Resultatene av biotester med forenklet forsøksoppsett for næringssaltbegrensning på vann fra de to hovedstasjonene i Vansjø, viste seg å gi nødvendig utsagnskraft kun i de første ukene av undersøkelsesperioden. Sammenlignes resultatene av forenklet oppsett med resultatene fra de mer omfattende biotestundersøkelsene for uke 27 (Figur 38), gir begge metodene samme resultat: De vannprøvene som får tilsatt bare P eller P sammen med N og/eller Si ble det målt signifikant høyere fluorescens og klorofyll enn prøver uten tilsatt P.



Figur 38. Faktorielle eksperimenter med 3 begrensingsfaktorer (P, N, Si) gjennomført med forenklet biotest med mikobronnplater (A) og kulturflasker (B) i lysinkubator på vannprøver innsamlet fra de to hovedstasjonene i Vansjø, VAN1 (Storefjorden) og VAN2 (Vanemfjorden) i juli 2007 (uke 27).

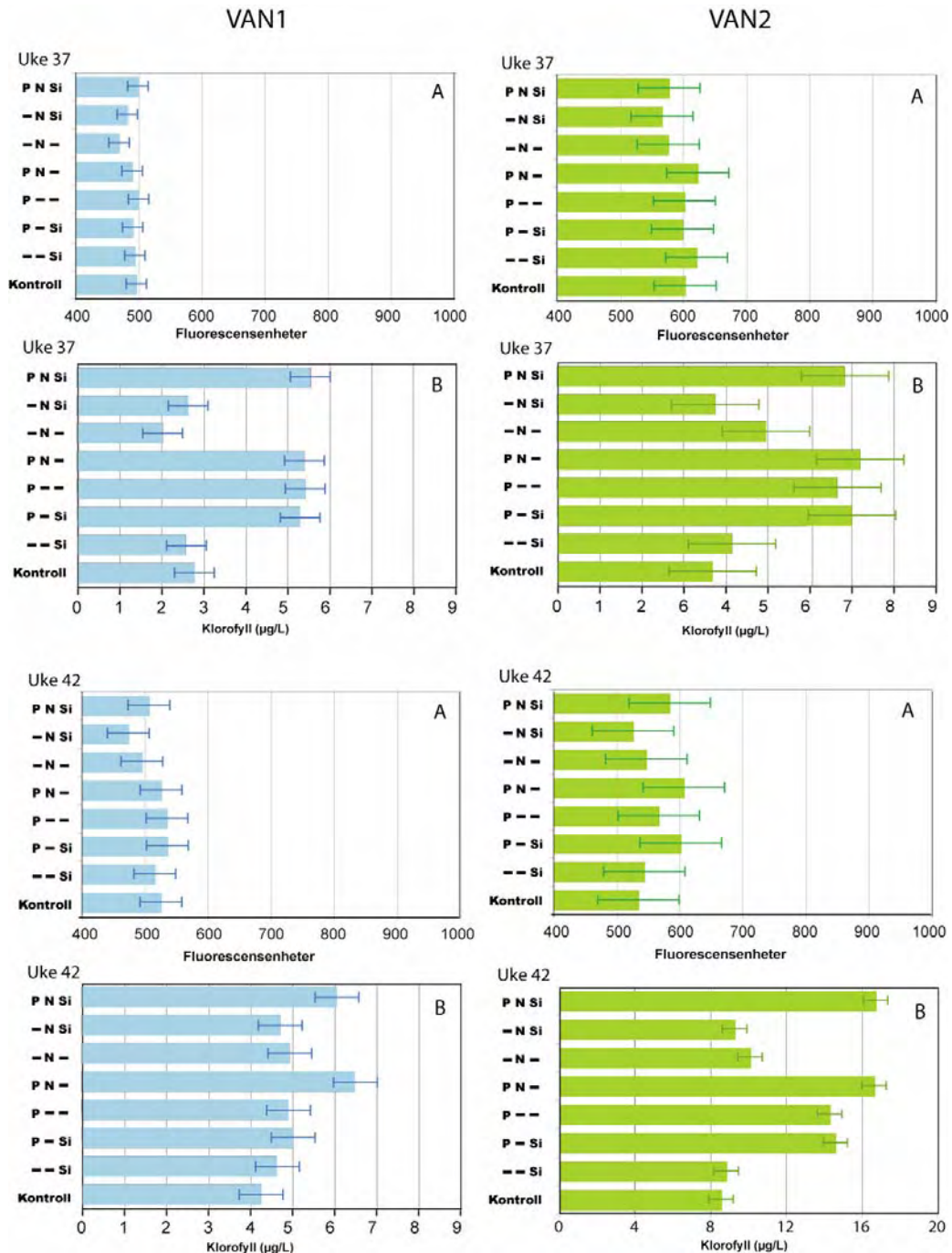
Senere i undersøkelsesperioden er resultatene med den forenklete biotestmetoden svært usikre. Figur 39 viser forskjellen i vekstrespons i prøver med full tilsetning, dvs. P, N og Si og prøver uten tilsetning (kontroll). Som det fremgår av figuren, er det kun i de første ukene at vi finner en klart signifikant effekt av full næringssalttilsetning til vannprøver fra VAN1 og VAN2. For biotestmetoden med kulturflasker får vi signifikante effekter for tilsvarende næringssalttilsetning for alle 3 tidspunktene (uke 27, 37 og 42) ved begge prøvetakingsstasjonene i Vansjø (Figur 39 og 40). Dette tyder på at den forenklete biotestmetoden ikke er slagkraftig nok over lengre tid og viktigste årsaken er dårligere vekstbetingelser i brønnplatene sammenlignet med den mer omfattende metoden med kulturflasker for de naturlige vannprøvene fra Vansjø.





Figur 39. Fluorescensmålinger av mikrobrønnplater tilsatt vannprøver fra VAN1 (Storefjorden) og VAN2 (Vanemfjorden). Se tekst for videre forklaring.

Figur 39 viser fluorescensmålinger av mikrobrønnplater tilsatt vannprøver fra VAN1 (Storefjorden) og VAN2 (Vanemfjorden) med tilsetning av alle tre nærings saltene (P-N-Si) og uten tilsetning (kontroll) i løpet av hele undersøkelsesperioden i 2007 (f.o.m. uke 24 t.o.m. uke 42). Fluorescensmålingene ble foretatt med plateleser etter lysinkubering av mikrobrønnplatene i klimarom. Hvert punkt representerer gjennomsnittlig fluorescens med standard avik av 6 replikate målinger. Stjerne (\*) viser de ukene prøver med tilsatt P-N-Si har signifikant forskjellig fluorescens sammenlignet med kontrollen (T-test  $p < 0,05$ ).



Figur 40. Samlet resultat av faktorielle eksperimenter med 3 begrensingsfaktorer (P, N, Si) gjennomført med forenklet metode med mikrobrønnplater (A) og med kulturflasker (B) i lysinkubator på vannprøver innsamlet fra de to hovedstasjonene i Vansjø, VAN1 (Storefjorden) og VAN2 (Vanemfjorden) i september (uke 37) og oktober (uke 42).

Figur 40 viser også at vannprøvene fra VAN1 og VAN2 som ble tilsatt kun fosfor eller fosfor i kombinasjon med N og/eller Si, ga størst økning i klorofyllkonsentrasjon sammenlignet med kontrollen. Resultatene fra uke 27, 37 og 42 tilsier derfor at fosfor var det begrensende næringsstoffet i undersøkelsesperioden i 2007.

Vansjø var imidlertid sterkt preget av den ekstreme nedbøren med flom og erosjon av løsmasser sommeren 2007. Dette viste seg å stor betydning for vannkvaliteten i hele

undersøkelsesperioden. Dårligere vannkvalitet kan også påvirke veksbetingelsene under forsøkene med den forenklete metoden og dermed ha en medvirkende årsak til at resultatene fra forsøkene viste seg å ha noen svakere utsagnskraft enn hva de innledende forsøkene tydet på.

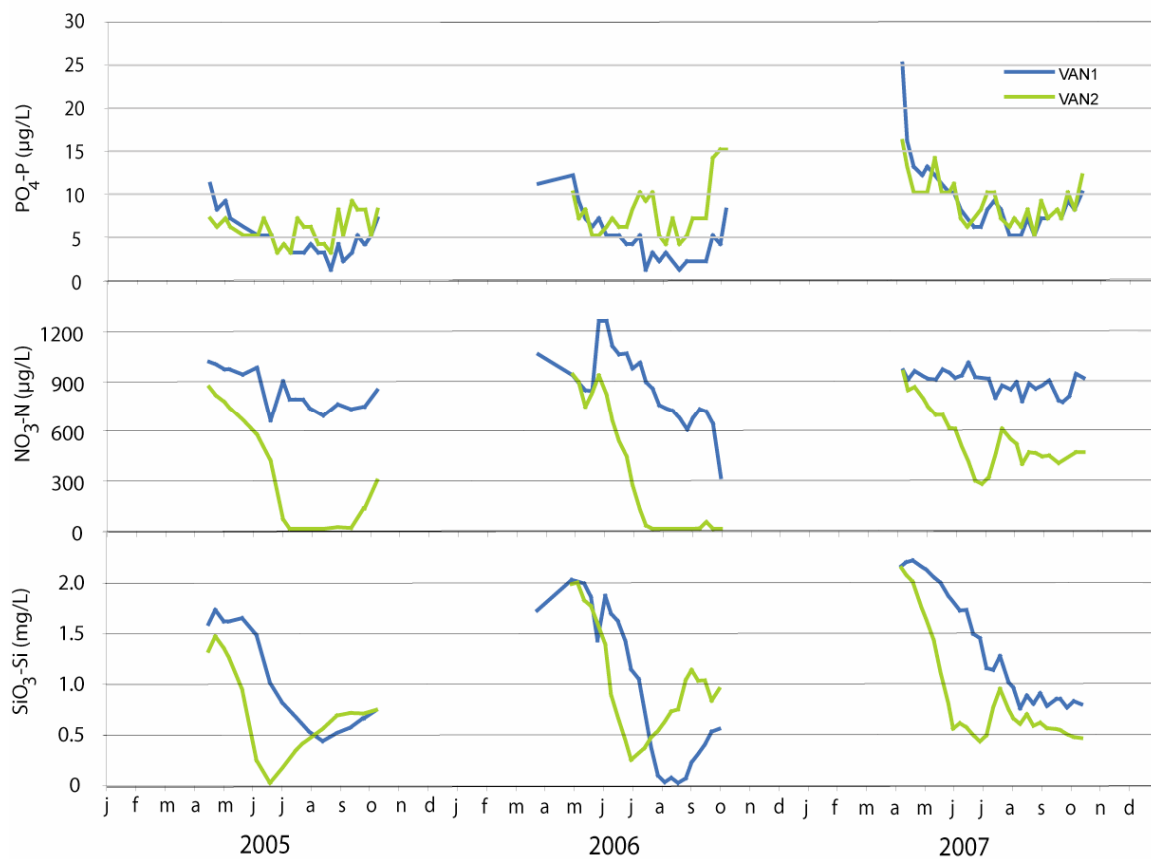
Utviklingen i nærings saltene P, N og Si i 2007 skilte seg derfor vesentlig fra de to foregående årene 2005 og 2006 (Figur 41A). I Storefjorden avtok  $PO_4$  - konsentrasjonen utover sommeren alle tre årene, mens den i Vanemfjorden økte både i 2005 og 2006, men ikke i 2007.  $PO_4$  - konsentrasjonen i Vanemfjorden i 2007 avtok fra 15  $\mu\text{g P/L}$  til 5  $\mu\text{g P/L}$ .

Generelt er  $NO_3$  - konsentrasjonen lavere for Vanemfjorden enn Storefjorden, men felles for begge er at konsentrasjonen av  $NO_3$  - innholdet i vannmassene avtar utover sommeren, Høsten 2006 øker konsentrasjonen av  $NO_3$  i Vanemfjorden til omlag samme nivå som utgangspunkt for konsentrasjonen i april 2006, helt ned mot null i Vanemfjorden i juli, august og september, både i 2005 og 2006. I 2007 derimot var  $NO_3$ - konsentrasjonen i samme periode omlag 300  $\mu\text{g/L}$  høyere.

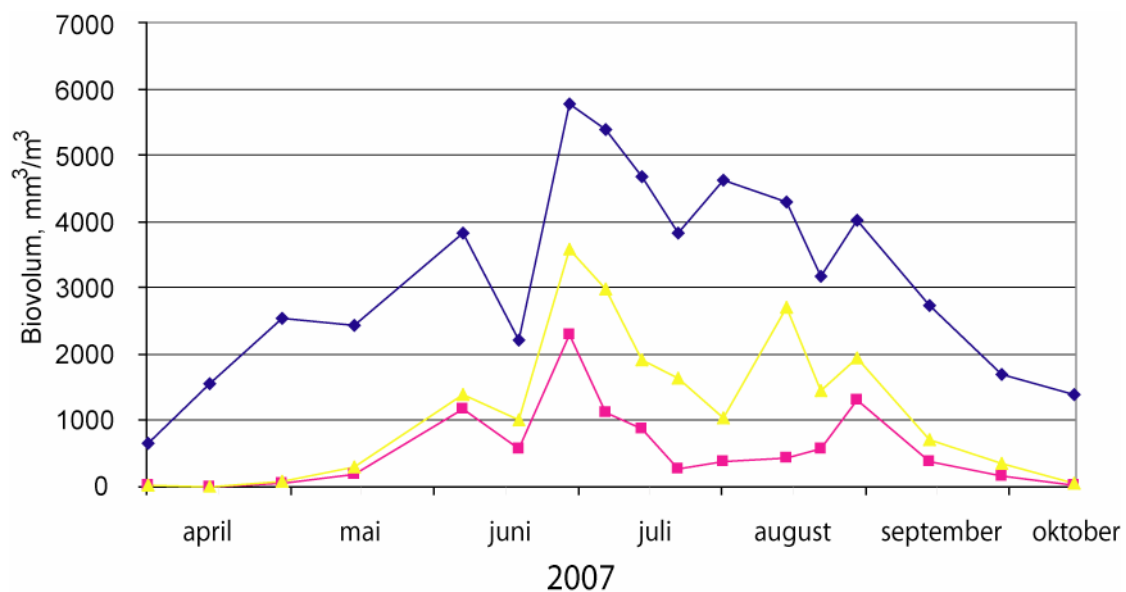
Tilsvarende som for nærings saltene P og N, fant vi de høyeste Si- konsentrasjonene i april i 2005, 2006 og 2007. Si- konsentrasjonene avtok frem mot juni - juli i Vanemfjorden og august - september i Storefjorden. I 2005 og 2006 økte Si fra juni (Vanemfjorden) og august (Storefjorden) til oktober, mens konsentrasjonen i 2007 avtok enda noe. Det var høyere Si- konsentrasjoner i Storefjorden sammenlignet med Vanemfjorden inntil august 2005 og juli 2006. Derimot i 2007 har Vanemfjorden lavere Si-konsentrasjon gjennom hele perioden.

Resultatene av næringsbegrensingsforsøkene i 2007 viste at P var det begrensende nærings saltet både i Storefjorden og Vanemfjorden. Hypotesen om at N kan være det begrensende nærings saltet grunnet det lave N:P forholdet i Vanemfjorden mot slutten av sommeren, tidlig høst holdt dermed ikke stikk, men kan likevel være gyldig i 2005 og 2006. En årsak kan være at N- konsentrasjonen var betydelig høyere i 2007, sammenlignet med de to tidligere årene 2005 og 2006, samtidig som konsentrasjonen av P ble redusert utover sommeren. En sannsynlig årsak til dette er den store nedbørmengden sommeren 2007. I 2005 og 2006 var det relativt lite sommernedbør og Vanemfjorden fungerte som et lukket system, der tidligere tilført P lekker ut fra de grunne sedimentene eller tilføres fra det lokale nedbørfeltet i vestre del av Vansjø, og ikke tynnes ut av mer P-fattig vann fra Storefjorden. Vanemfjorden ble i 2005 og 2006 heller ikke tilført særlig mye N fra Storefjorden, slik at nitrat kan brukes opp av alger og av denitrifikasjon i sedimentet. Et lavt N:P forhold gir fordeler for nitrogenfikserende blågrønnalger som *Anabaena*. De store nedbørmengdene sommeren 2007 tilførte mer N-rikt og P-fattig vann fra Storefjorden til Vanemfjorden slik at situasjonen ble mindre fordelaktig for N-fikserende alger dette året.

*Microcystis*, som er det største problemet ved oppblomstring av blågrønnalger i Vanemfjorden, er ikke N-fikserende og er derfor avhengig av høyere N:P forhold. Denne slekten hadde dermed spesielt gunstige forhold i 2007. Blågrønnalger generelt har også en annen fordel ved at de har muligheten til positiv oppdrift ved hjelp av gassvesikler. Blågrønnalger stiller derfor sterkt i konkurranse med andre fyttoplanktonarter om næring og spesielt lys. *Microcystis* var mest dominerende i juni og juli 2007, mens andre blågrønnalger var fremtredende i planktonet også i august (se figur 41B). Da er vannsøylen mest stabil og de har derfor en fordel ved vertikal migrering.



Figur 41A. Utviklingen i P, N og Si (målt som PO<sub>4</sub>, NO<sub>3</sub> og SiO<sub>3</sub>) i 0 - 4 meter dypet ved stasjonene VAN1 (Storefjorden) og VAN2 (Vanemfjorden) fra perioden april til oktober i 2005, 2006 og 2007 Data hentet fra databasen i AquaMonitor, NIVA.



Figur 41B. Utviklingen i biovolum (mm<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>) i Vanemfjorden i 2007. Blått er totalt algevolum, gult er blågrønnalger og rosa er Microcystis.

## 5.4 Konklusjon

Fosfor var den vekstbegrensende faktoren for planteplanktonet i Vansjø sommeren 2007 både i Storefjorden og Vanemfjorden, mens nitrogen kan ha vært vekstbegrensende i Vanemfjorden på sensommeren (juli-september) i 2005 og 2006. Manglende nitrogen-begrensning i 2007 skyldes trolig mye nedbør og dermed høy N-tilførsel store deler av sommeren.



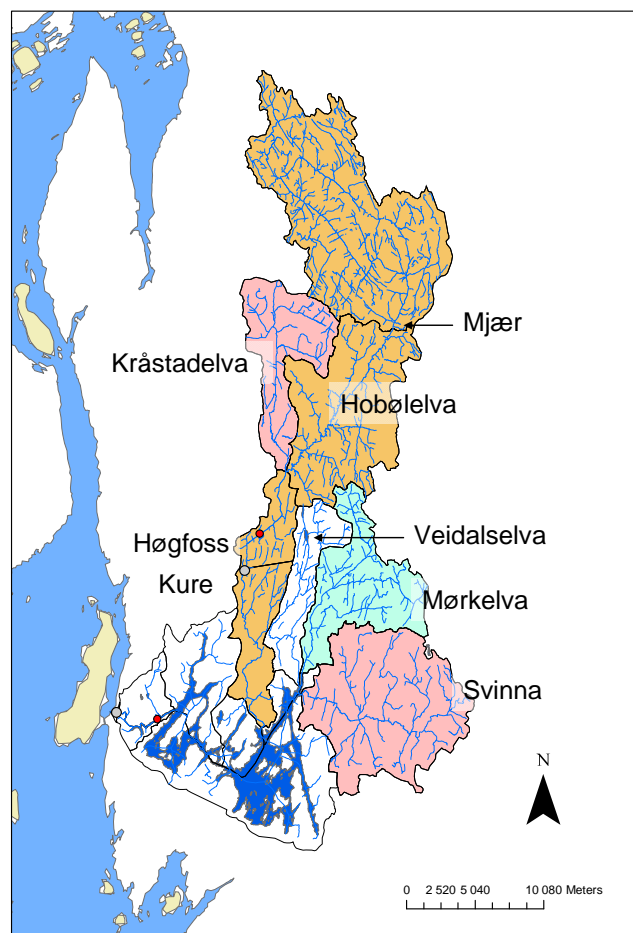
## 6. Tilførsler til Storefjorden

### 6.1 Innledning

Dette kapitlet presenterer resultater fra prøvetaking i følgende elver og stasjoner (se Figur 42):

- Hobølelva ved Kure og ved utløpet av innsjøen Mjær
- Kråkstadelva før samløp Hobølelva
- Veidalselva
- Mørkelva
- Svinna nedstrøms Sæbyvannet

Arbeidet bygger på erfaringene fra tilsvarende undersøkelser i 2005 (Deelstra m.fl. 2006) og 2006 (Skarbøvik m.fl. 2007).



Figur 42 Kartet viser nedbørfeltene til de fire hovedvassdragene som drenerer til Storefjorden, i tillegg til nedbørfeltet oppstrøms innsjøen Mjær, samt Kråkstadelva. Vannføringsstasjonen ved Høgfoss og prøvetakingsstasjonen ved Kure er også vist.

## 6.2 Feltbeskrivelse

Hobølelva er den største av de fire elvene som drenerer til Storefjorden. Feltet strekker seg fra Østmarka i Oslo kommune i nord, gjennom Enebakk og Ski, og til Hobøl og Våler i sør. Elva renner ut i Storefjorden ved Mosseros. Totalt feltareal er beregnet til ca. 337 km<sup>2</sup>. Glommen og Laagens Brukseierforening (GLB) oppgir feltarealet til Høgfoss vannføringsstasjon til 297 km<sup>2</sup>, mens vannkvalitetsstasjonen ved Kure ligger ca. 2 km nedstrøms Høgfoss. Kråkstadelva er et sidevassdrag i Hobølelva, med et totalt nedbørfelt på ca. 56 km<sup>2</sup>. Oppstrøms utløpet av Mjær er feltet beregnet til ca. 130 km<sup>2</sup>. Svinna er den nest største av tilførselselvene med ca. 104 km<sup>2</sup>, mens feltarealet til Mørkelva er på ca. 59 km<sup>2</sup> og til Veidalselva på ca. 33 km<sup>2</sup>. Det gjøres oppmerksom på at delnedbørfeltene kan ha noe avvikende størrelse avhengig av hvordan disse er digitalisert inn; i denne rapporten er arealene oppgitt i Skarbøvik (2007) benyttet, siden dette vil gi best sammenligningsgrunnlag for den arealspesifikke transporten fra målingene i 2006.

Tabell 3 viser arealfordelingen i de fire nedbørfeltene. Det er størst prosentandel jordbruksareal i Hobølelvas nedbørfelt. Svinna og Veidal har relativt lik andel jordbruksareal, mens Mørkelva har minst jordbruk og tilsvarende større andel av skog. Korn og gras dominerer, med bare mindre felter med potet og grønnsak. Veidalselva har minst andel sjø/våtmark med bare 2,8%.

Tabell 3 Arealfordelingen i nedbørfeltet til Hobølvassdraget (fra Buseth-Blankenberg et al. 2008).

Nedbørfelt	Kommune	Areal (km <sup>2</sup> )	Jordbruksareal (daa)	Jordbruksareal (%)
Langen	Ski, (Oslo)	66	1908	3
Mjær	Enebakk	64	5813	9
Hobølelva-øvre	<b>Hobøl</b> og Ski	91	24640	27
Kråkstadelva	<b>Ski</b> og Hobøl	56	23135	41
Hobølelva-nedre	Hobøl og Våler	52	11178	21
Mørkelva og Veidalselva	<b>Våler</b> , (Hobøl)	88	9753	11
Sæbyvannet, Svinna	Våler	106	12348	12
Storefjorden	Råde, Rygge, og Våler	82	7103	9
Vanemfjorden	Råde, Rygge og Våler	75	10451	14
Mosseelva	Rygge og, Moss	11	400	4
<b>SUM</b>		<b>691</b>	<b>106.729</b>	<b>15</b>

## 6.3 Metodikk

### 6.3.1 Vannprøvetaking

Prøvetakingsfrekvens og parametre varierer med prøvetakingssted og er gitt i Tabell 4.

Tabell 4. Oversikt over prøvetakingsfrekvens på de ulike stasjonene.

Parameter:	Hobølelva ved Kurefoss	Svinna, Kråkstad-, Veidals- og Mørkelva	Hobølelva ved Mjær (ved utløpet av innsjøen)
tot-P	14 + flom	14 + flom	28. dag
tot - N	14. dag	28. dag	28. dag
ortoP	2 per sesong	2 per sesong	2 per sesong
SS	14 + flom	14 + flom	28. dag
Farge	14. dag		
TOC	14. dag		
Turbiditet	Kontinuerlig		

Prøver i Hobølelva ble tatt ved Kurefossen og ved utløpet av innsjøen Mjær (Figur 42). I Kråkstadelva ble prøvene tatt ved broa ved Riksvei 120, rett før samløp med Hobølelva. Prøver i de tre øvrige elvene ble tatt som vist i Figur 43.



Figur 43 Prøvetakingspunkter i Svinna, Mørkelva og Veidalselva. I Svinna ved Klypen bru er det i denne rapporten brukt data fra prøvepunkt "Svinna". "Svinna oppstr." er et prøvepunkt oppstrøms Sæbyvannet, denne stasjonen ble ikke prøvetatt i 2007. Kartgrunnlag fra Aquamonitor, NIVA.

### 6.3.2 Vannføring

Vannføring i Hobølelva måles ved Høgfoss. Stasjonen eies av Glommens og Laagens Brukseierforening (GLB). Vannføringen i Kråkstadelva ble beregnet ved nedskalering i henhold til feltstørrelsen, med en faktor på 0,19.

Når det gjelder stasjonen ved utløpet av Mjær ble vannføringen beregnet på samme måte som Kråkstadelva, ved å nedskalere i forhold til Hobølelva ved Høgfoss med en faktor på 0,44 i henhold til feltarealet. Dette bør gi en relativt korrekt vannmengde gjennom året, men det er sannsynlig at flomtoppene er overdrevne siden innsjøsystemet vil dempe disse. Imidlertid er konsentrasjonene ved Mjær såpass lave at dette ikke burde gi for store feil.

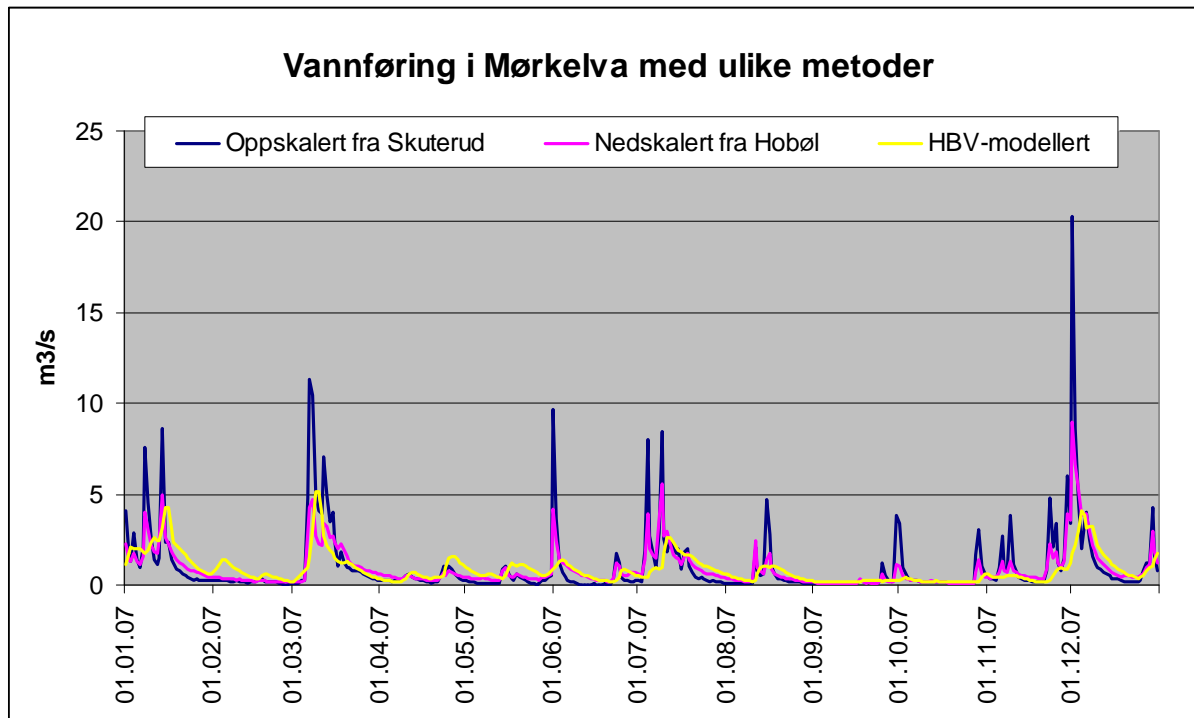
For Svinna, Veidalselva og Mørkelva ble vannføringen i 2006 simulert ved HBV-modellen. Dette er den mest anvendte operative hydrologiske modellen i Norge. En detaljert beskrivelse av metodikken for beregning av HBV-modellen i disse tre elvene er gitt i Skarbøvik m.fl. 2007. Siden resultatene fra 2006 tydet på at modellering ville gi akseptable vannføringsverdier sett i forhold til vannføringsvariasjonene i Hobølelva, ble modellering også benyttet i 2007. Det viste seg imidlertid at resultatene i 2007 ikke kan ansees som tilfredsstillende. Dette gjaldt særlig for Mørkelva og Veidalselva. Flomtoppene i disse to elvene, som beregnet med HBV-modellen, kom opptil flere dager etter flomtopper i Svinna (som beregnet med HBV) og Hobølelva (som målt ved Høgfoss). Dette ble ikke ansett som sannsynlig, særlig siden det ikke er noe i nedbørfeltene til disse to mindre elvene som kan tilsi at vannet holdes tilbake (begge har for eksempel lav innsjøprosent). For å bedre på dette måtte routing-rutinen i HBV-modellen tas med. Denne var opprinnelig blitt utelatt fordi innsjøprosenten var lav i begge felt, men viste seg altså å være nødvendig. Resultatet ble da bedre, men fremdeles ikke helt tilfredsstillende.

HBV-modellen ble først kjørt for Hobølelva ved Høgfoss, for å sammenligne simulert vannføring med målt. Som også beskrevet i fjorårets arbeid med disse dataene (Skarbøvik m.fl. 2007) ga simulerte vannføringer litt tidlig vårflom enkelte år, samtidig som høstflommene og vannføringer om høsten ble for lave i enkelte år. Selv om systematiske trekk for vannføringen i Hobølelva synes å være ivaretatt enkelte år og over en lengre periode, kan man dermed risikere å få feil i tidfesting av flommer. Tilsvarende kan da forventes i de tre andre elvene som modellen er kjørt for.

For å undersøke dette nærmere, ble vannføringen i Høgfoss simulert med tre forskjellige metoder, som vist i Figur 44. I tillegg til HBV-modellering, ble vannføringen estimert ved å nedskalere vannføringen i Hobølelva ved Høgfoss tilsvarende feltarealet, samt ved å oppskalere vannføringen i Skuterudfeltet, som er et lite nedbørfelt på ca. 4,5 km<sup>2</sup> i nabovassdraget til Hobølelva.

Resultatet viser at opp- og nedskaleringen av de to målestasjonene gir et meget likt forløp. At flomtoppene ved en oppskalering fra et lite nedbørfelt blir høyere enn ved nedskalering fra et stort, skyldes de hydrologiske prosessene. I et lite felt er det rask avrenning, mens vannet i et stort felt holdes tilbake både i grunnen og i innsjøer og våtmarksområder. Figuren viser også at lavvannføringene blir høyere når data fra Hobølelva benyttes, dette skyldes at feltet har større vannreserver som drenerer ut i vassdraget under tørre forhold, mens den lave lagringskapasiteten i små felt ofte gir svært lav vannføring under tørke.

Figuren viser også at vannføring som modellert med HBV-modellen ikke samsvarer godt med de to skalerte vannføringene, selv når routing-funksjonen er tatt med. Det er bl.a. et problem at den ikke får med seg de små flommene om høsten, og at flomtoppene stort sett ligger lavere enn de skalerte verdiene. Det at modellen i flere tilfeller heller ikke får med seg flomstarten, eller små, initielle flommer som vanligvis forventes å transportere mye materiale, er også uheldig.



Figur 44. Vannføring i Mørkelva beregnet med ulike metoder. Se tekst for forklaring.

Det er alltid en utfordring å simulere vannføring i umålte felt, og ulike metoder kan ha både fordeler og ulemper avhengig av hva vannføringsverdiene skal brukes til. Siden det er viktig for transportberegninger at vannføringsvariasjonene kan tidfestes så nøyaktig som mulig, ble det besluttet å bruke skalering av målte data. I valget mellom å benytte Skuterudfeltet eller Hobølelva ved Høgfoss som basis for skalering av vannføring, falt valget på Hobølelva. Dette fordi de tre andre elvene, Svinna, Mørkelva og Veidal, med feltareal på henholdsvis 104, 56 og 33 km<sup>2</sup>, har mer karakter av å være elver enn bekker. Sannsynligvis ligger korrekt vannføring et sted mellom den nedskalerte for Hobølelva og den oppskalerte for Skuterud, men å finne den riktige kurven for dette er ikke enkelt.

Det ble følgelig besluttet å nedskalere vannføringen i Hobølelva for alle tre felt i henhold til feltstørrelsen, dvs. med en faktor på 0,35, 0,20 og 0,11 for hhv. Svinna, Mørkelva og Veidalselva.

En viktig konsekvens av dette er at transportberegningene i 2007 utføres med vannføringer beregnet på en annen måte enn i 2006. For å bøte på dette er vannføringene i 2006 beregnet på nytt, med vannføringer skalert på samme måte som i 2007.

### 6.3.3 Metodikk for transportberegninger

Som i 2006 ble det valgt å beregne tilførslene med to mye benyttede metoder, nemlig såkalte "slamføringskurver" og lineær interpolasjon.

Slamføringskurver tar hensyn til at stofftransporten ofte varierer med vannføringen. Det konstrueres en kurve som viser forholdet mellom vannføring og stofftransport. Slamføringskurven beregnes som regel med lineær regresjon (minste kvadraters metode) på log-log-transformerte data og kan derfor uttrykkes som

$$G_s = B Q^A$$

hvor

$G_s$  er transporten i f.eks. gram per sekund;

$Q$  er vannføringen i f.eks. kubikkmeter per sekund; og

$A$  og  $B$  er konstanter

Siden kurven som beregnes ligger som et gjennomsnitt mellom de øvre og nedre verdiene er det nærliggende å anta at de høyeste og laveste verdiene utelukker hverandre, og at kurven derfor gir et godt estimat på transporten i de periodene det ikke finnes målinger.

Stofftransporten i dager uten målinger beregnes deretter ut fra vannføringen den dagen.

For alle stasjoner ble det konstruert kurver både for slamføring og fosfortransport. Kurvene er vist i vedlegget til Kapittel 6.

Ved *lineær interpolasjon* trekkes det en imaginær rett linje mellom de ulike konsentrasjonene. Hvis for eksempel konsentrasjonen én dag var 10 mg/l og konsentrasjonen en uke etter var 17 mg/l, vil dagene imellom få konsentrasjoner på 11, 12, 13, 14, osv. mg/l. Deretter beregnes transporten hver dag utfra døgnmiddelverdien for vannføringen og den kalkulerede konsentrasjonen. For utregninger med lineær interpolasjon ble trendprogrammet FLOWNORM benyttet (Grimvall, 2004).

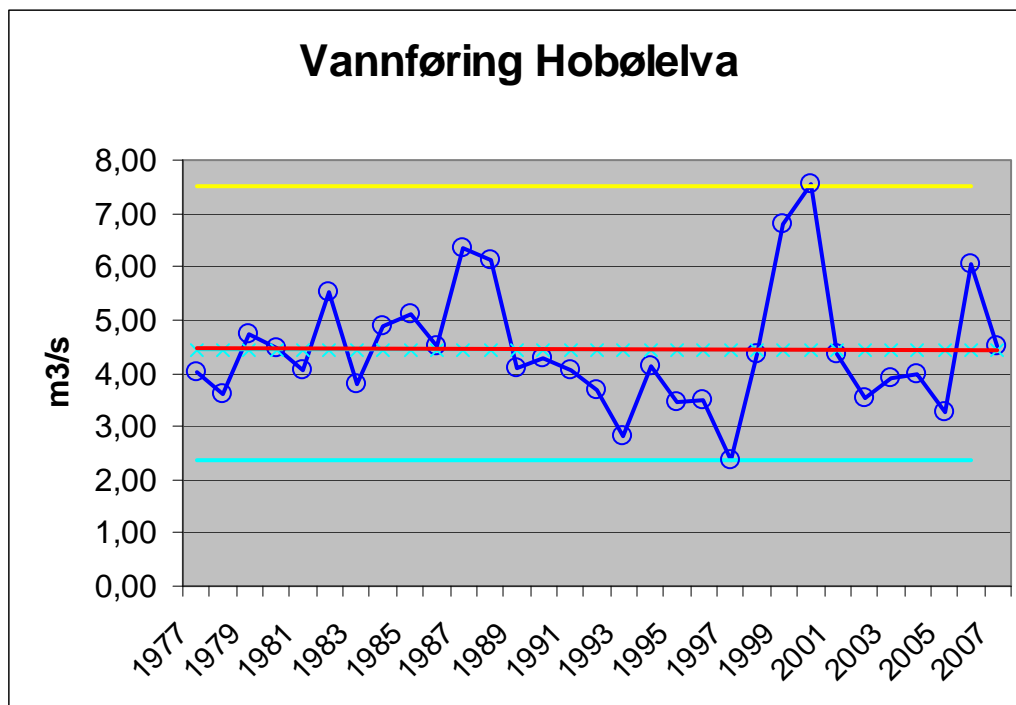
For Hobølelva er transporten beregnet ut fra vannføringen ved Høgfoss og konsentrasjoner målt ved Kure. Det er ikke gjort noe forsøk på å ta hensyn til det resterende nedbørfeltet og oppskalere transporten ut i Vansjø av følgende årsaker:

- Det antas at resterende tilførsler nedstrøms Kure kan like gjerne oppveies av retensjon i Bjørnerødvatn rett før utløpet i Vansjø;
- Tidligere trendanalyser er gjort på basis av verdiene ved disse to stasjonene;
- Analysene i 2005 og -06 baserte seg på samme prinsipp (Deelstra m.fl. 2006, Skarbøvik m.fl. 2007);
- Oppskalering vil alltid gi økt usikkerhet både for vannføring og konsentrasjoner.

## 6.4 Resultater tilførsler Storefjorden 2007

### 6.4.1 Vannføring i 2007

Hobøelva hadde i 2007 en gjennomsnittlig døgnvannføring på 4,52 m<sup>3</sup>/s (Figur 45). Dette ligger rett over døgn gjennomsnittet, som for perioden 1977-2007 er 4,44 m<sup>3</sup>/s.

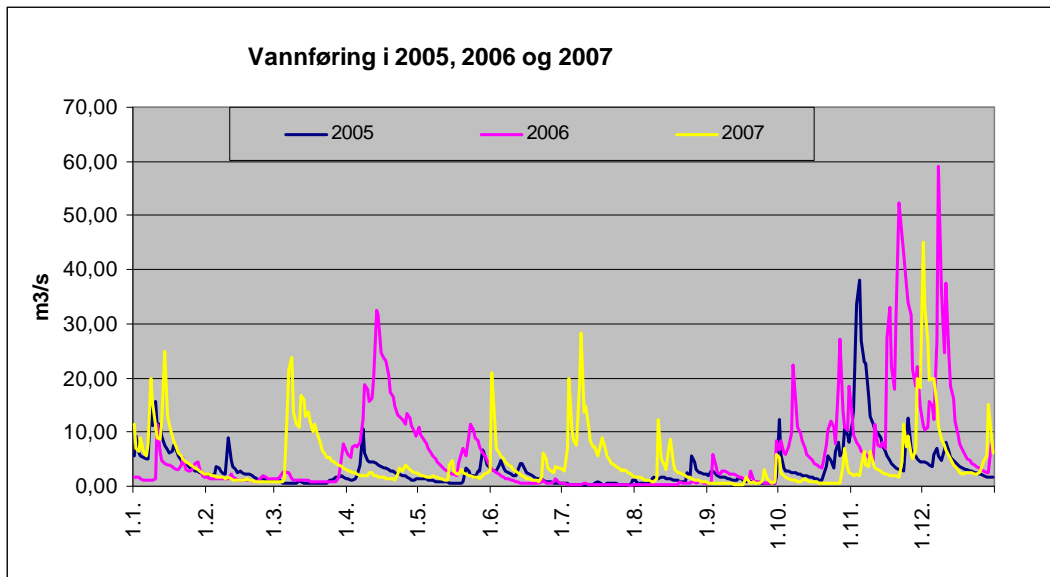


Figur 45 Gjennomsnittlig vannføring (beregnet som snittet av døgnvannføring per år i m<sup>3</sup>/s) i Hobøelva i perioden 1977-2007. Rød linje viser gjennomsnittsvannføring i perioden; lys blå viser minimum og gul maksimum vannføring.

Imidlertid var året 2007 uvanlig da sommeren var spesielt våt med opptil flere flomepisoder. Mye av nedbøren kom sør i feltet, hvor det er relativt mye mer grønsaksdyrking enn i nord, noe som kan ha medført større næringsstofftap om sommeren enn vanlig.

I Figur 46 er vannføringen i Hobøelva i de tre siste årene vist. Flommene i sommermånedene i 2007 er uvanlige i forhold til foregående år, og gjennomsnittlig månedsvannføring i juli måned er på 7,7 m<sup>3</sup>/s, som er den høyeste snittvannføringen for denne måneden siden målingene ved Høgfoss startet i 1977 (dog ble en tilsvarende høy middelvannføring målt i august 1988). Samtidig var høsten 2007 adskillig tørrere enn i 2006. Det er også verdt å merke seg at vårfloppen kom tidligere i 2007, allerede i begynnelsen av mars, mens april og mai var relativt tørre i forhold til de to foregående årene.





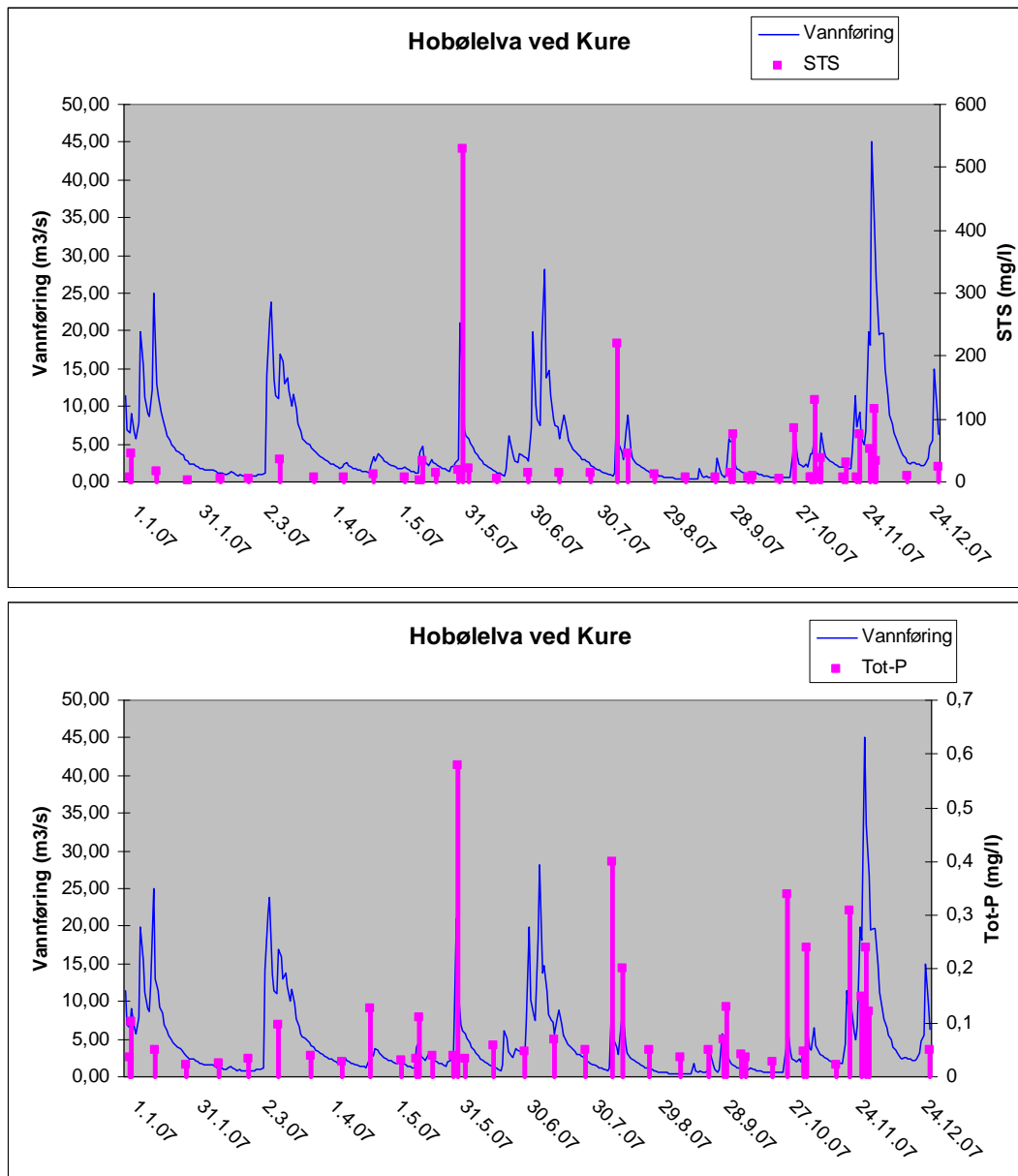
Figur 46. Døgnlig middelvannføring i Hobølrelva i årene 2005-2007.

#### 6.4.2 Konsentrasjoner i 2007

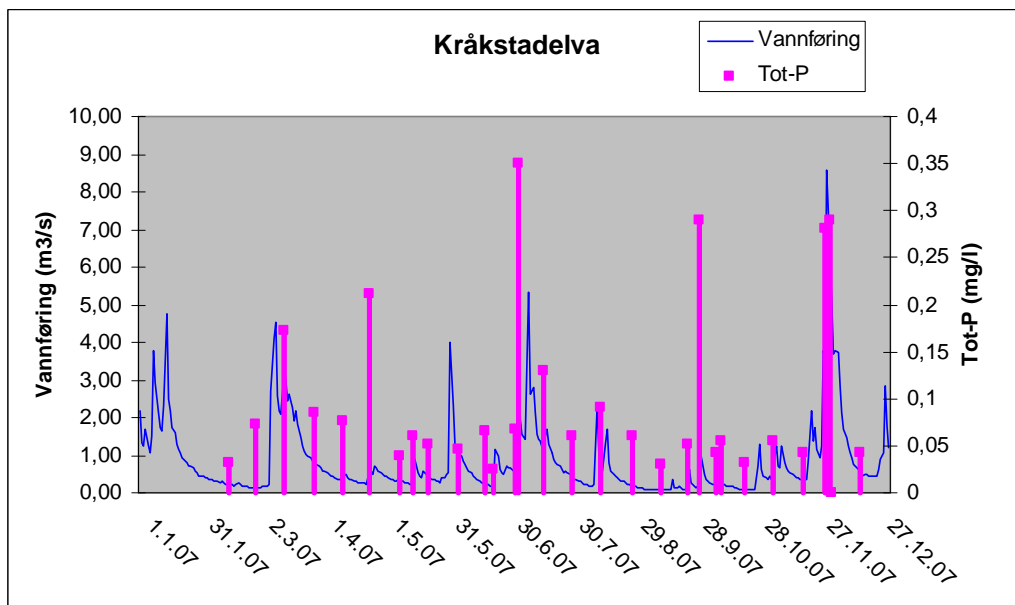
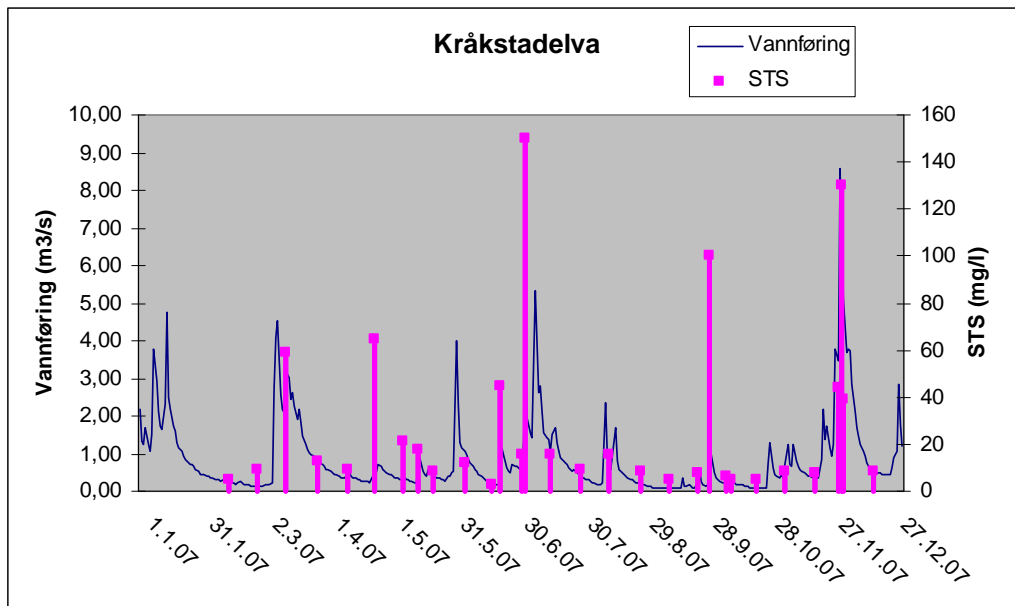
I vedlegget til dette kapitlet er det tabeller for samtlige konsentrasjonsdata fra 2007, og også en samletabell med gjennomsnittlig konsentrasjon for alle data og stasjoner.

Figur 47, Figur 48 og Figur 49 viser vannføring og konsentrasjoner av suspendert tørrstoff (STS) og totalfosfor (Tot-P) for de to prøvepunktene i Hobølrelva samt Kråkstadelva i 2007.

I Hobølrelva ved Kure og i Kråkstadelva er forløpet av vannføringstopper og konsentrasjonstopper relativt likt. For begge stasjoner var konsentrasjonene høye under flomvannføringen i slutten av mai. Deretter er det noe ulikt hvilke flomtopper som har gitt høyest konsentrasjoner, men generelt er det klart at høye vannføringer gir høye konsentrasjoner. Slike ulikheter mellom stasjonene kan for øvrig skyldes hvorvidt man klarer å "treffe" tidspunktet for toppkonsentrasjonen under hver flomepisode.

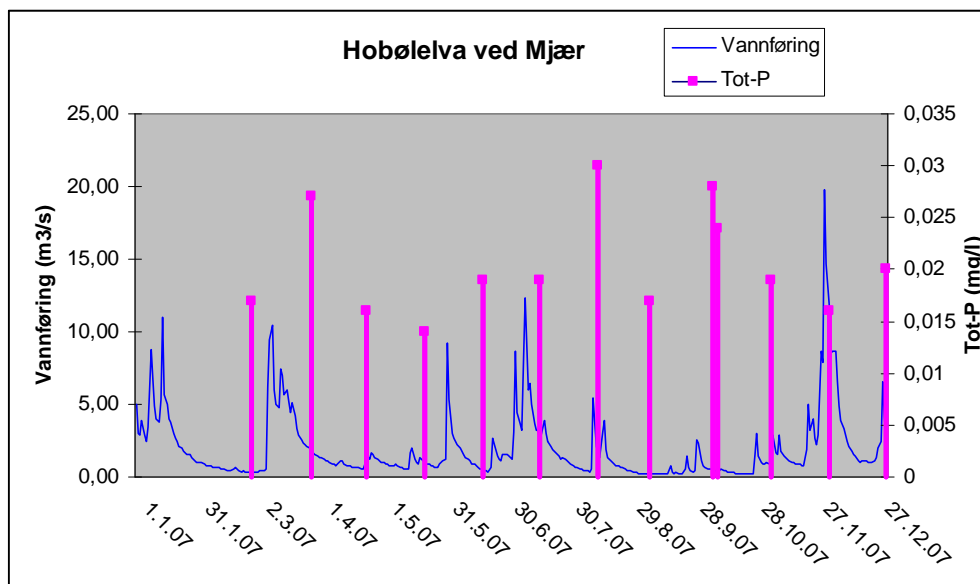
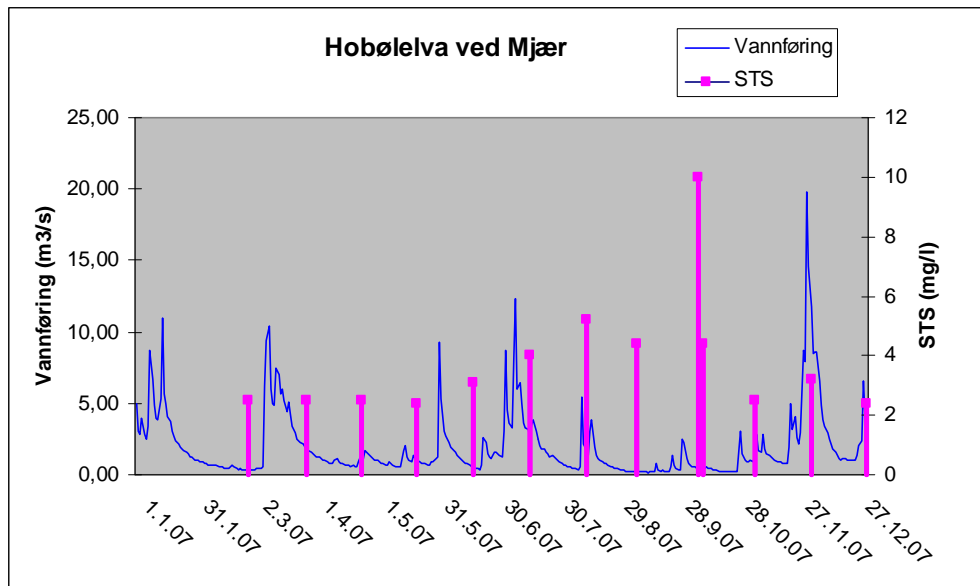


Figur 47. Vannføring og konsentrasjon av henholdsvis suspendert tørrstoff (STS; øverst) og totalfosfor (Tot-P; nederst) i Hobølelva ved Kure.



Figur 48. Vannføring og konsentrasjon av henholdsvis suspendert tørrstoff (STS; øverst) og totalfosfor (Tot-P; nederst) i Kråkstadelva.

Ved stasjonen ved utløpet av Mjær er det ikke tatt ekstraprøver under flom, men den månedlige prøvetakingen har allikevel resultert i at enkelte av prøvene er tatt under høye vannføringer. Her er imidlertid forløpet svært annerledes enn i de to andre stasjonene: Konsentrasjonene er mye lavere og mer jevne, noe som skyldes at stasjonen gjengir forholdene i innsjøen rett oppstrøms prøvetakingspunktet.



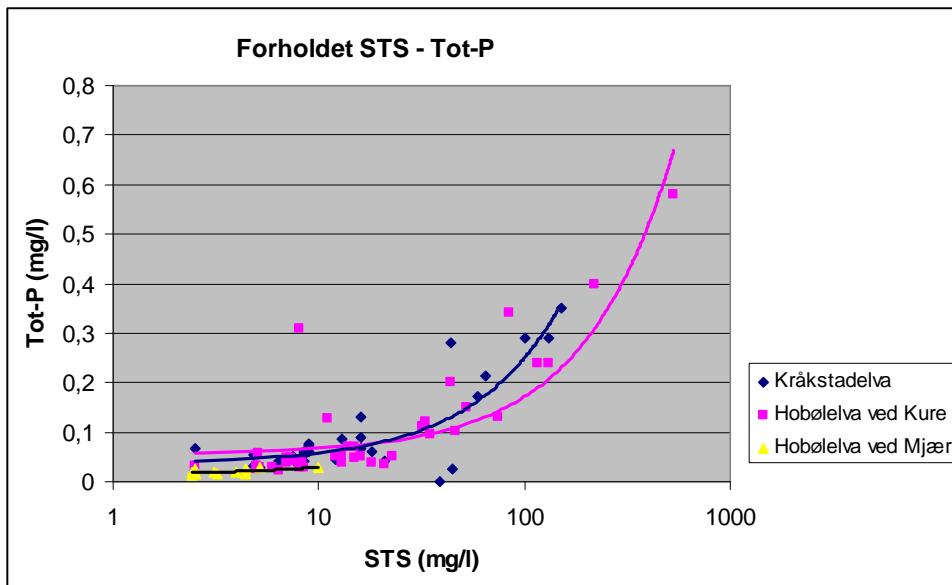
Figur 49. Vannføring og konsentrasjon av henholdsvis suspendert tørrstoff (STS; øverst) og totalfosfor (Tot-P; nederst) i Hobølelva ved Mjær.

Mens sammenhengen mellom totalfosfor og suspendert stoff i Hobølelva ved Kure samt Kråkstadelva har en korrelasjonsfaktor ( $R^2$ ) på ca. 0,75, er korrelasjonen mellom disse to parametrene dårlig ( $R^2=0,36$ ) for Mjær. Figur 50 viser tydelig hvor mye lavere konsentrasjonene ved stasjonen i Mjær ligger. Det fremgår også at ved høye konsentrasjoner er det mer totalfosfor per transportert partikkel i Kråkstadelva enn i Hobølelva ved Kure.

Området rundt og oppstrøms Mjær har mye mindre jordbruksland enn områdene nedstrøms, og det er lite marin leire oppstrøms. I tillegg vil innsjøsystemet Langen, samt Våg og Mjær fungere som et stort sedimentasjonsbasseng, og holde tilbake suspendert materiale og fosfor. Fosfor vil også holdes tilbake gjennom biologiske prosesser (som for eksempel opptak i planter og alger).

Det foreligger kun én måling av ortofosfat fra denne målestasjonen i 2007, tatt i november ved en relativt normal vannføring; denne var på 0,003 mg/l, og utgjorde ca. 16 % av totalfosforkonsentrasjonen den dagen.

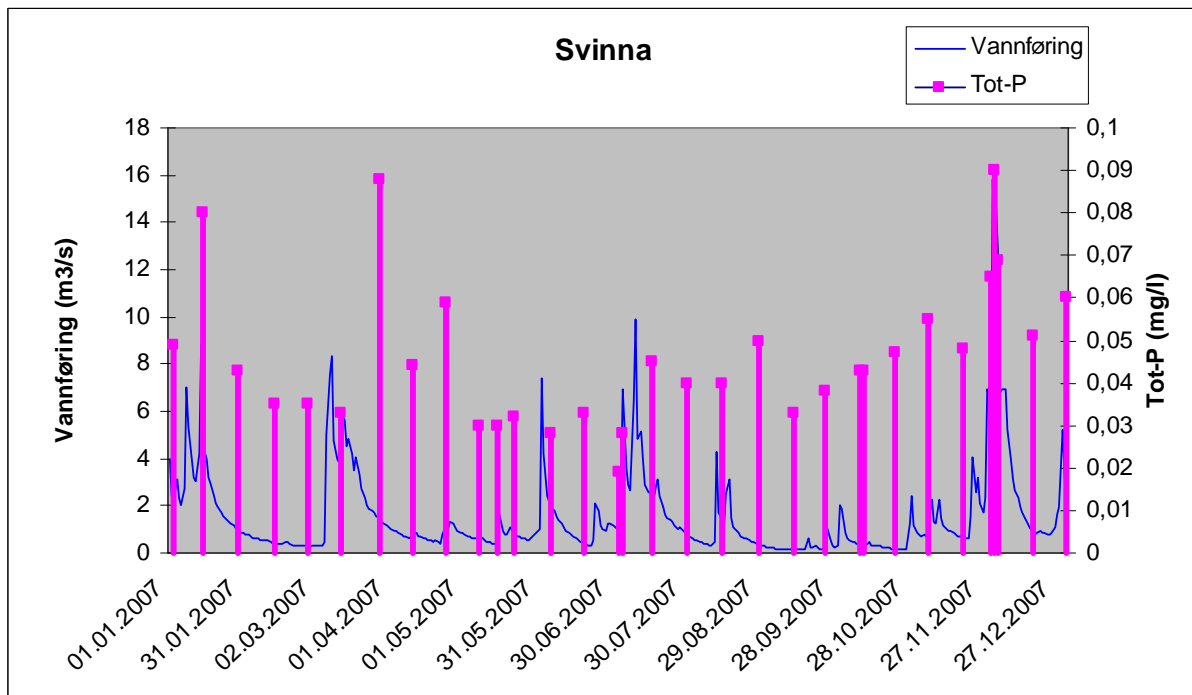
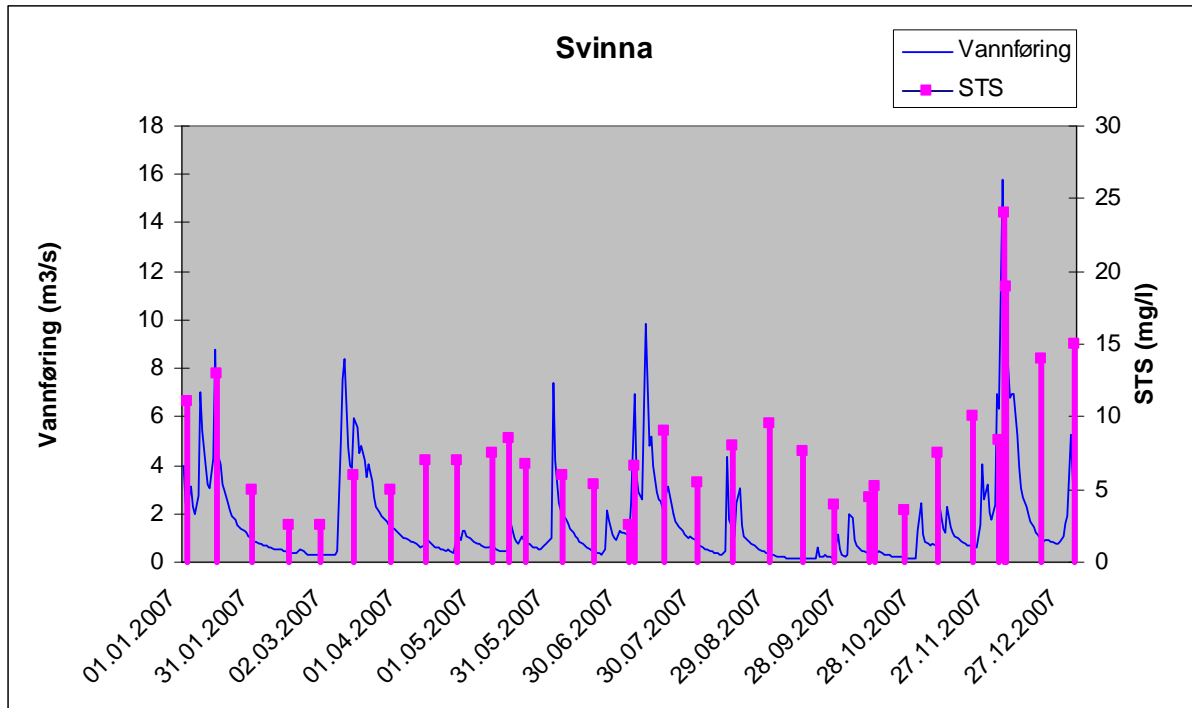
Det er ikke tatt flomprøver fra stasjonen ved Mjær.



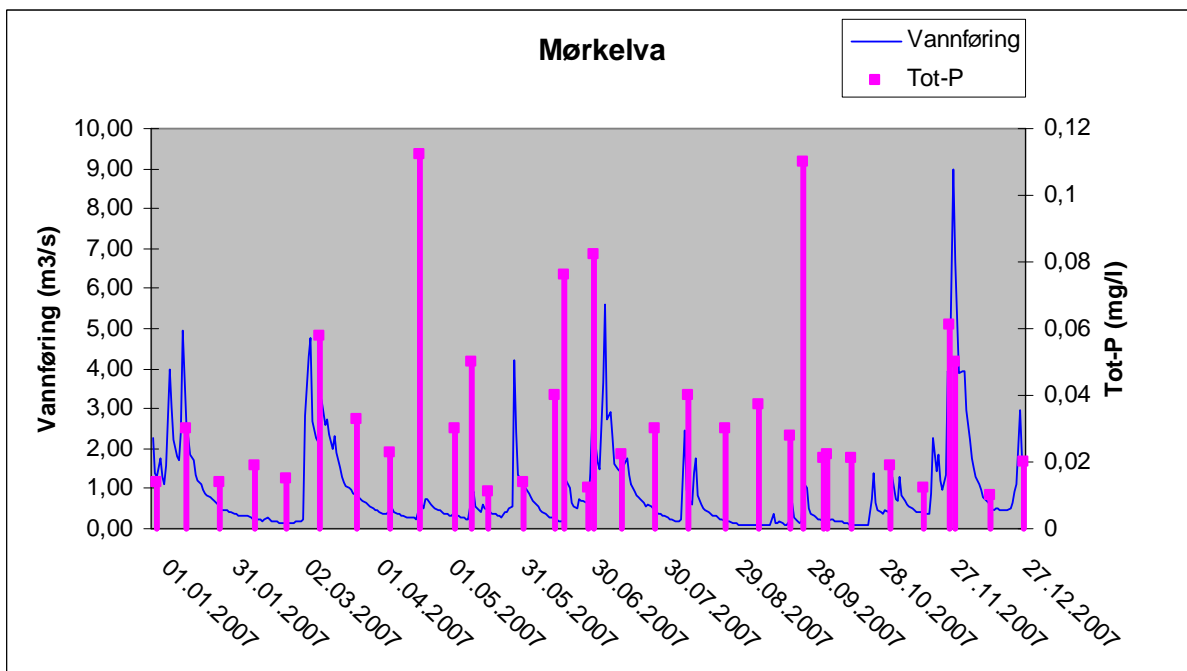
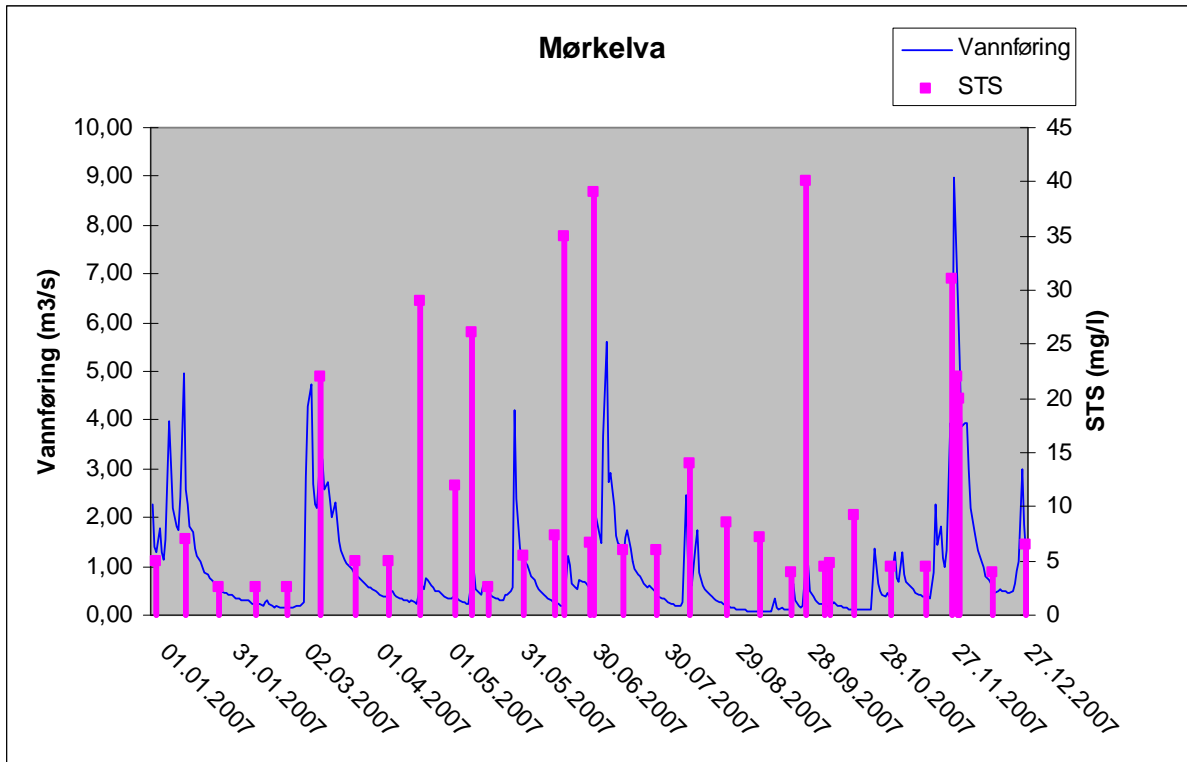
Figur 50. Forholdet mellom konsentrasjon av suspendert tørrstoff (STS) og totalfosfor (Tot-P) i stasjonene i Hobøelva. Aksen for STS-konsentrasjon er gjort logaritmisk for å bedre leseligheten av figuren, siden konsentrasjonene ved Mjær er svært lave i forhold til de to andre stasjonene. Figuren viser bl.a. at det er høyere andel av fosfor per partikkel i Kråkstadelva enn i Hobøelva.

Figur 51, Figur 52 og Figur 53 viser vannføring og konsentrasjoner av partikler (STS) og totalfosfor i de tre mindre vassdragene Svinna, Mørkelva og Veidalselva.

Variasjonene i konsentrasjon er minst i Svinna, noe som antakelig skyldes innsjøene oppstrøms prøvetakingspunktet. I både Veidalselva og Mørkelva finnes episoder med høye konsentrasjoner av partikler og totalfosfor både vår og høst som ikke reflekteres i tilsvarende høye vannføringer. Dette kan skyldes punktutslipp eller være forbundet med jordbruksaktiviteter i nærheten av elvestrengen.

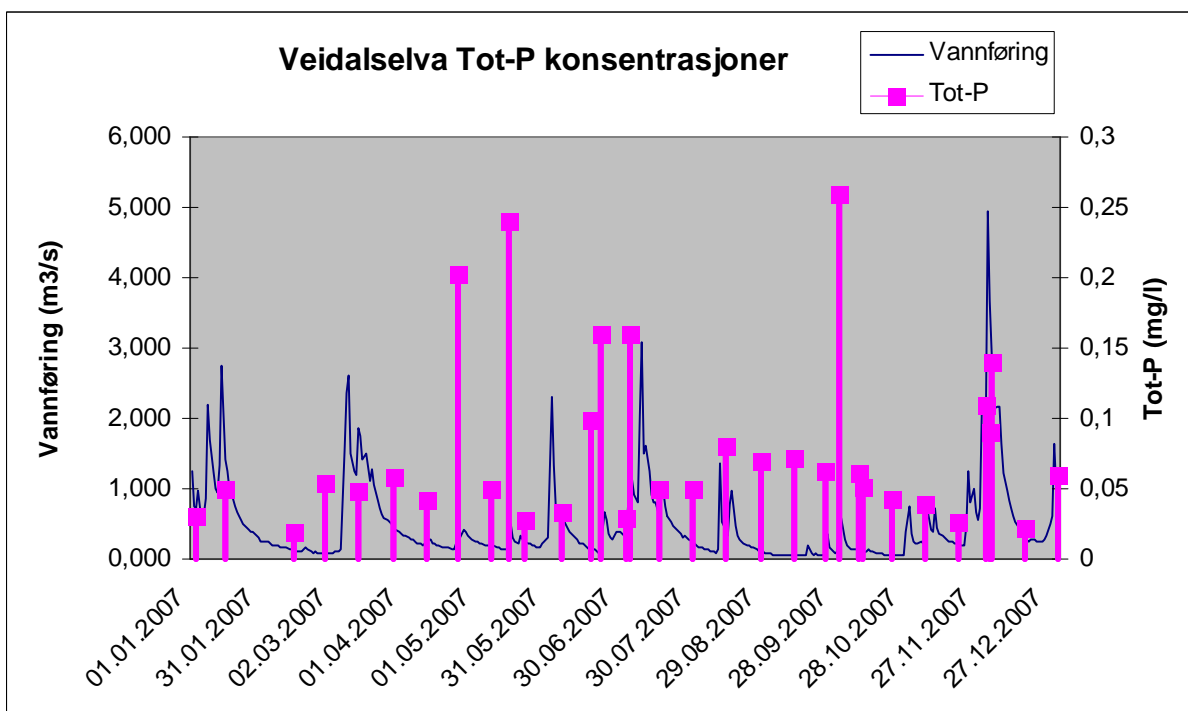
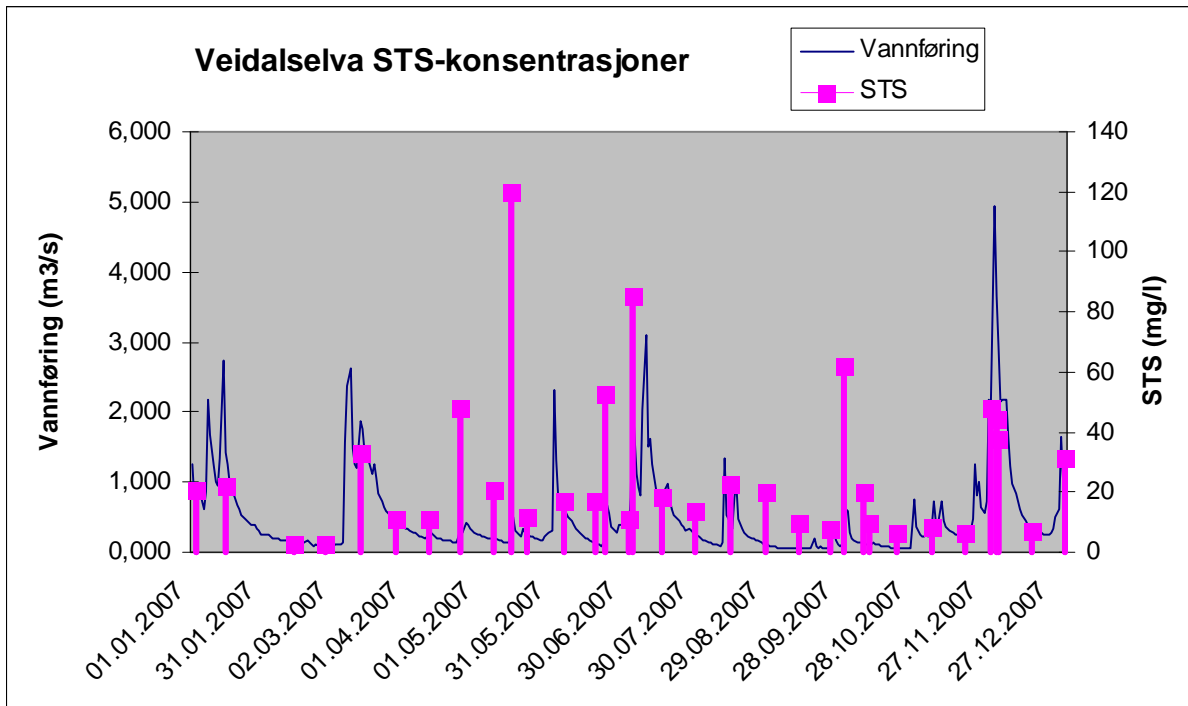


Figur 51. Vannføring og konsentrasjon av henholdsvis suspendert tørrstoff (STS; øverst) og totalfosfor (Tot-P; nederst) i Svinna nedstrøms Sæbyvannet.



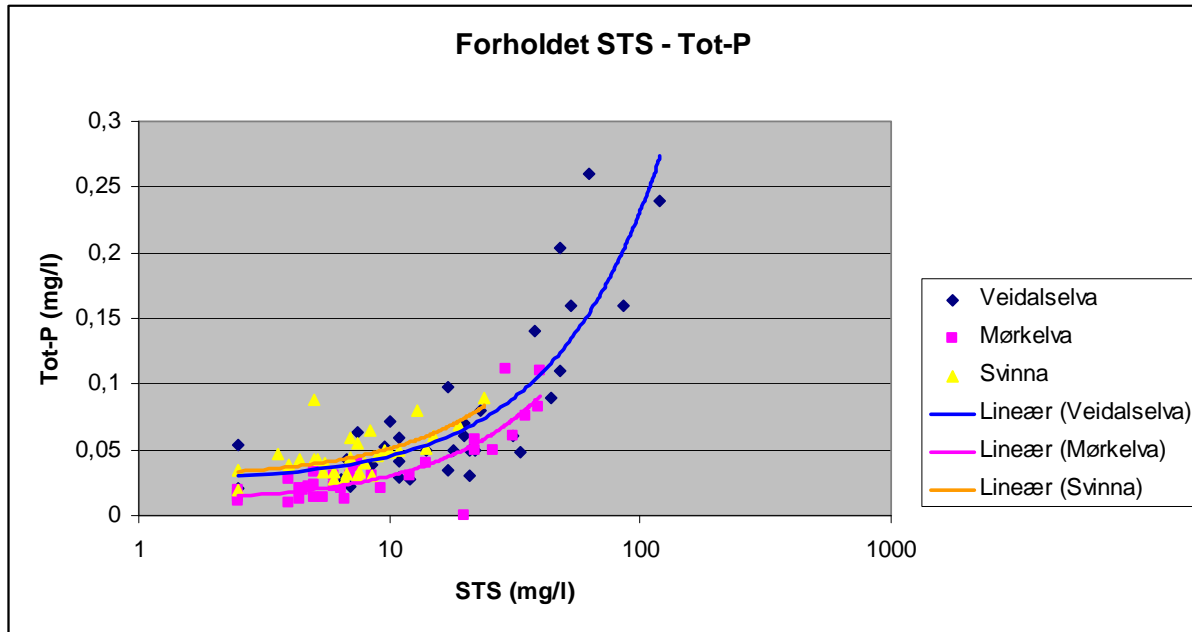
Figur 52. Vannføring og konsentrasjon av henholdsvis suspendert tørrstoff (STS; øverst) og totalfosfor (Tot-P; nederst) i Mørkelva.





Figur 53. Vannføring og konsentrasjon av henholdsvis suspendert tørrstoff (STS; øverst) og totalfosfor (Tot-P; nederst) i Veidalselva.

Forholdstallet mellom konsentrasjonen av suspenderte partikler og totalfosfor i de tre elvene varierer (Figur 54). Mens korrelasjonen er relativt god for Veidalselva og Mørkelva (med  $R^2$  på henholdsvis 0,72 og 0,73), så er den dårlig ( $R^2=0,41$ ) i Svinna. Dette antas å skyldes at stasjonen i Svinna ligger nedstrøms Sæbyvannet.



Figur 54. Forholdet mellom konsentrasjon av suspendert tørrstoff (STS) og totalfosfor (Tot-P) i stasjonene i Veidalselva, Mørkelva og Svinna. Aksen for STS-konsentrasjon er gjort logaritmisk for å bedre leseligheten av figuren, siden konsentrasjonene i Veidalselva er høyere enn i de to andre elvene.

Siden hensikten med stasjonen i Svinna er å vurdere tilførsler til Vansjø er den godt plassert, men hvis hensikten hadde vært å vurdere effekt av påvirkninger og tiltak i nedbørfeltet til Svinna, burde sannsynligvis stasjonen lagt oppstrøms Sæbyvannet. Retensjonsprosesser i vannet vil maskere tilførselene, og retensjonen kan ikke kvantifiseres sikkert.

Når det gjelder nitrogen er det kun tatt hyppige prøver i Hobølelva ved Kure. Variasjoner i nitrogenkonsentrasjoner er adskillig lavere enn for de to andre parametrene, noe som har sammenheng med at nitrogen fraktes løst i vannmassene og ikke er assosiert med partikler på samme måte som fosfor. Redusert prøvetakingsfrekvens for denne parameteren er derfor fornuftig. Verdier for nitrogen er gitt i vedlegget til kapittel 6.

Samlet sett finnes de høyeste konsentrasjonene av fosfor og partikler i Hobølelva ved Kure, i Kråkstadelva, samt i Veidalselva. De tre andre stasjonene ligger klart lavere, med lavest konsentrasjoner i Mjør.

For total nitrogen er konsentrasjonene klart høyest i Kråkstadelva. Dette skyldes jevnt høye konsentrasjoner gjennom hele sesongen i dette sidevassdraget. Vassdraget har høyest jordbruksareal av alle de undersøkte delnedbørfeltene. En sjekk av sammenhengen mellom gjennomsnittlig vannføring og gjennomsnittlig nitrogenkonsentrasjon viste at det ikke er noen tydelig korrelasjon.

Når det gjelder ortofosfat ble det kun tatt en prøve i hvert vassdrag med unntak av Hobølelva ved Kure, hvor det ble tatt to prøver. Prøvene viser at for Svinna, Mørkelva, Veidalselva og Mjør ligger andelen ortofosfat i disse enkeltprøvene på om lag 15-20 % av totalfosformengden. Andelen er noe høyere i Kråkstadelva og Hobølelva ved Kure, hvor om lag 30% av totalfosforet forelå som ortofosfat.

### 6.4.3 Tilførsler i 2007

Tabell 5 gir oversikt over tilførsler av suspendert stoff og totalfosfor for de seks prøvetakingsstedene, som estimert med to ulike metoder.

Det ulike resultatet for de to beregningsmetodene forteller noe om usikkerheten ved slike transportestimat. Bioforsk Jord og miljø skal i løpet av 2008 gjennomføre et forsøk med ulik prøvetakingsstrategi og beregningsmetoder, som forhåpentligvis kan gi mer informasjon om denne utfordringen.

Siden transporten i de 8 bekkene som drenerer til Vestre Vansjø er beregnet med lineær interpolasjon, er dette resultatet benyttet i sammenligningen videre.

Tabell 5. Totale tilførsler av suspendert stoff og totalfosfor i alle seks lokaliteter i 2007.

	STS (tonn/år)			Tot-P (tonn/år)		
	Slamføringskurve	Lineær interpolasjon	Snitt	Stofftransportkurve	Lineær interpolasjon	Snitt
Hobølelva Mjær	189	195	192	1,2	1,2	1,2
Kråkstadelva	1074	891	983	4,1	3,4	3,8
Hobølelva Kure	6008	4952	5480	16,7	13,9	15,3
Svinna	469	461	465	2,5	2,5	2,5
Mørkelva	368	382	375	1	1,1	1,05
Veidalselva	475	436	456	1,2	1,1	1,15

Når det gjelder nitrogentilførsler var det kun tatt tilstrekkelig med prøver i Hobølelva til Kure for å beregne disse direkte med lineær interpolasjon og stofftransportkurven. For de øvrige elvene er det utført et estimat ut fra årsmiddelmetoden. Denne innebærer at gjennomsnittskonsentrasjonen av alle prøver som er tatt multipliseres med total vannføring i året. Metoden ble også utført for Hobølelva ved Kure for å kunne sammenligne alle tre metoder der, og derved få et bedre grunnlag for å vurdere resultatene i de andre elvene. Tabell 6 viser resultatet av dette: Årsmiddelmetoden gir et tilførselstall som ligger mellom beregningene utført med de to andre metodene.

Nitrogenkonsentrasjonene varierer generelt mindre enn konsentrasjoner for suspendert materiale og totalfosfor, dette på grunn av transportprosessene for nitrogen, som innebærer at stoffet transporteres i løst tilstand. Årsmiddelmetoden burde derfor være en akseptabel metode for å beregne transporten av nitrogen.

Tabell 6. Totale tilførsler av total nitrogen i alle seks lokaliteter i 2007.

	Årsmiddelmetoden	Stofftransportkurve	Lineær interpolasjon
Hobølelva ved Mjær	46,2		
Kråkstadelva	119,0		
Hobølelva ved Kure	255,6	291,7	220,5
Svinna	61,1		
Mørkelva	17,9		
Veidalselva	15,2		

Naturlig nok er det Hobølelva som står for de største tilførslene. Hvis man regner at transporten ved utløpet av sidevassdraget Kråkstadelva representeres direkte av det som transporteres forbi

Hobølelva ved Kure, så bidrar dette sidevassdraget med om lag 18 % av suspenderte partikler, 25 % av totalfosfor og 47% av total nitrogen. Dette er relativt høye verdier tatt i betraktning sidevassdragets størrelse. Til sammenligning bidrar området oppstrøms Mjør med om lag 3-4% av partiklene, 8 % av totalfosforet og 18 % av total nitrogen.

En oversikt over tilførsler i elvene til Storefjorden er gitt i Tabell 7.

Tabell 7. Samlet oversikt over målte tilførsler til Storefjorden

	STS	Tot-P	Tot-N
	tonn/år	tonn/år	tonn/år
Hobølelva Mjør	192	1,2	46,2
Kråkstadelva	982,5	3,75	119
Hobølelva Kure	5480	15,3	255,6
Svinna	465	2,5	61,1
Mørkelva	375	1,05	17,9
Veidalselva	455,5	1,15	15,2

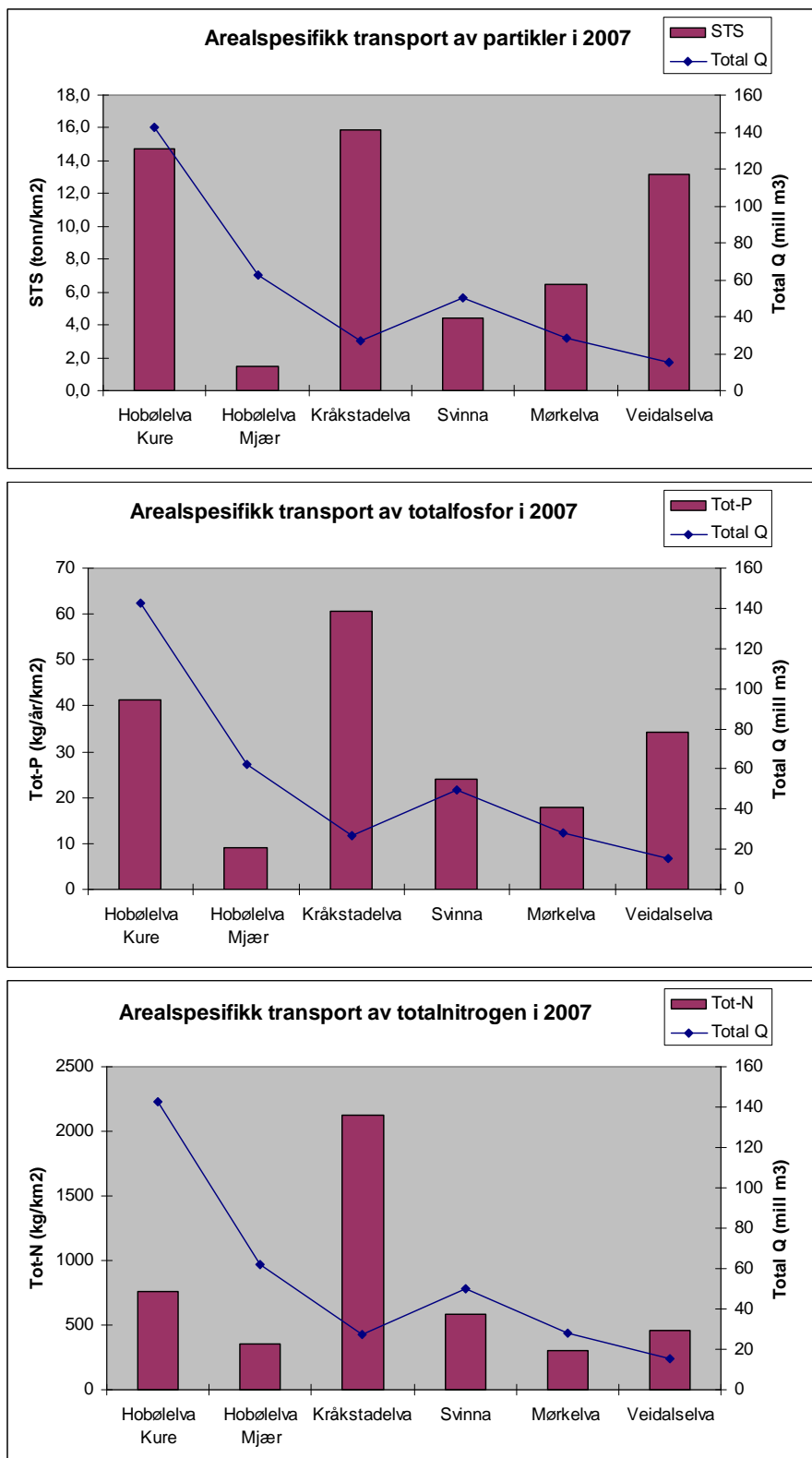
For å kunne vurdere hvor mye næringsstoff og partikler som genereres i hvert av feltene er det imidlertid nødvendig å se på den arealspesifikke transporten. Denne er vist i Tabell 8 og Figur 55.

Tabell 8. Areal spesifikk transport av partikler (STS), totalfosfor (Tot-P) og total nitrogen (Tot-N) i hver lokalitet i 2007. Verdiene i tabellen er grafisk fremstilt på figuren på neste side.

	Areal	STS	Tot-P	Tot-N
		tonn/km <sup>2</sup>	kg/km <sup>2</sup>	kg/km <sup>2</sup>
Hobølelva ved Mjør	130	1,5	9	355
Kråkstadelva	56	15,9	61	2126
Hobølelva ved Kure	337	14,7	41	758
Svinna	104	4,4	24	587
Mørkelva	59	6,5	18	304
Veidalselva	33	13,2	34	462

Resultatet viser at

- For partikler er det nedbørfeltet til Kråkstadelva og arealene oppstrøms Kure som produserer mest erodert materiale, tett fulgt av Veidalselvas nedbørfelt. Feltet oppstrøms Mjør tilfører lite partikler. Det er sannsynlig at innsjøer i Svinna holder tilbake partikler.
- For totalfosfor er det Kråkstadelvas nedbørfelt som produserer mest, fulgt av nedbørfeltet til Hobølelva oppstrøms Kure og Veidalselvas felt.
- For total nitrogen er det særlig Kråkstadelvas nedbørfelt som utpeker seg, arealspesifikk transport ut av dette feltet er over 1000 kg større per kvadratkilometer enn for de andre nedbørfeltene.



Figur 55. Arealspesifikk transport av partikler (STS; øverst), totalfosfor (Tot-P; midt) og total nitrogen (Tot-N; nederst) for alle seks lokaliteter i 2007. Total årsvannføring (Total Q) er også tegnet inn.

## 6.5 Sammenligning med tilførsler i 2006

Som nevnt i metodekapittelet ble det nødvendig å re-kalkulere tilførslene fra Svinna, Mørkelva og Veidalselva i 2006 fordi vannføringen da ble beregnet med HBV-modellen og ikke ved nedskalering av vannføringen i Hobøl elva ved Høgfoss. Tabell 9 viser de nye tilførselsberegningene for 2006. Disse ligger noe høyere enn de som ble rapportert i Skarbøvik m.fl. (2007), fordi den nedskalerte vannføringen gir noe høyere verdier enn HBV-modellert vannføring.

Tabell 9. Ny beregning av transporten i Svinna, Mørkelva og Veidalselva basert på nedskalerte vannføringsdata.

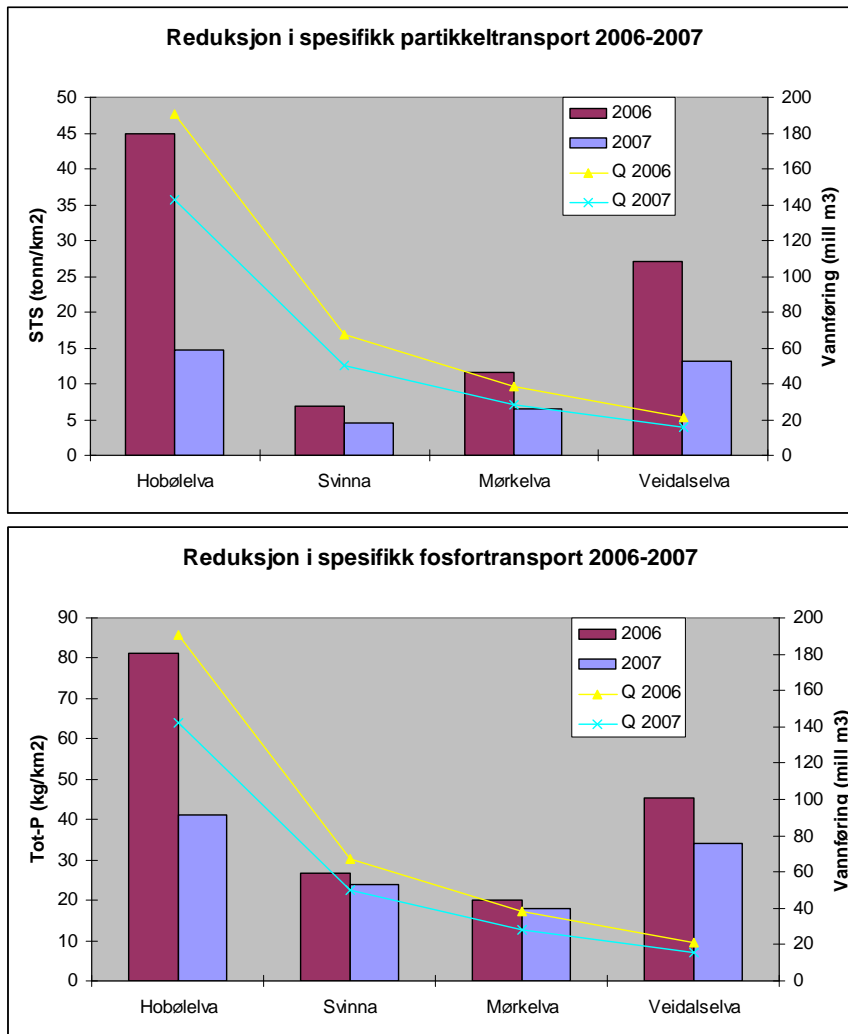
	Areal km <sup>2</sup>	STS		Tot-P	
		tonn i 2006	tonn/km <sup>2</sup> i 2006	kg i 2006	kg/km <sup>2</sup> i 2006
Svinna	104	709	7	2775	27
Mørkelva	59	682	12	1177	20
Veidalselva	33	891	27	1 495	45

Figur 56 viser endringene i arealspesifikk transport fra 2006 til 2007. På grunn av den reduserte totale årsvannføringen er også arealspesifikke tilførsler gått ned fra 2006 til 2007. To forhold er interessante i denne sammenheng:

- Den relative reduksjonen fra 2006 til 2007 er størst i Hobøl elva både for partikler og totalfosfor.
- Av de tre mindre elvene er det Veidalselva som har den største relative nedgangen for begge parametre.

Dette kan tyde på at disse to elvene er spesielt sårbare for høye årsvannføringer, noe som bør tas med i vurderingen av egnede tiltak i disse vassdragene.

Hobøl elva ved Mjær og Kråkstadelva var ikke med i undersøkelsene i 2006.

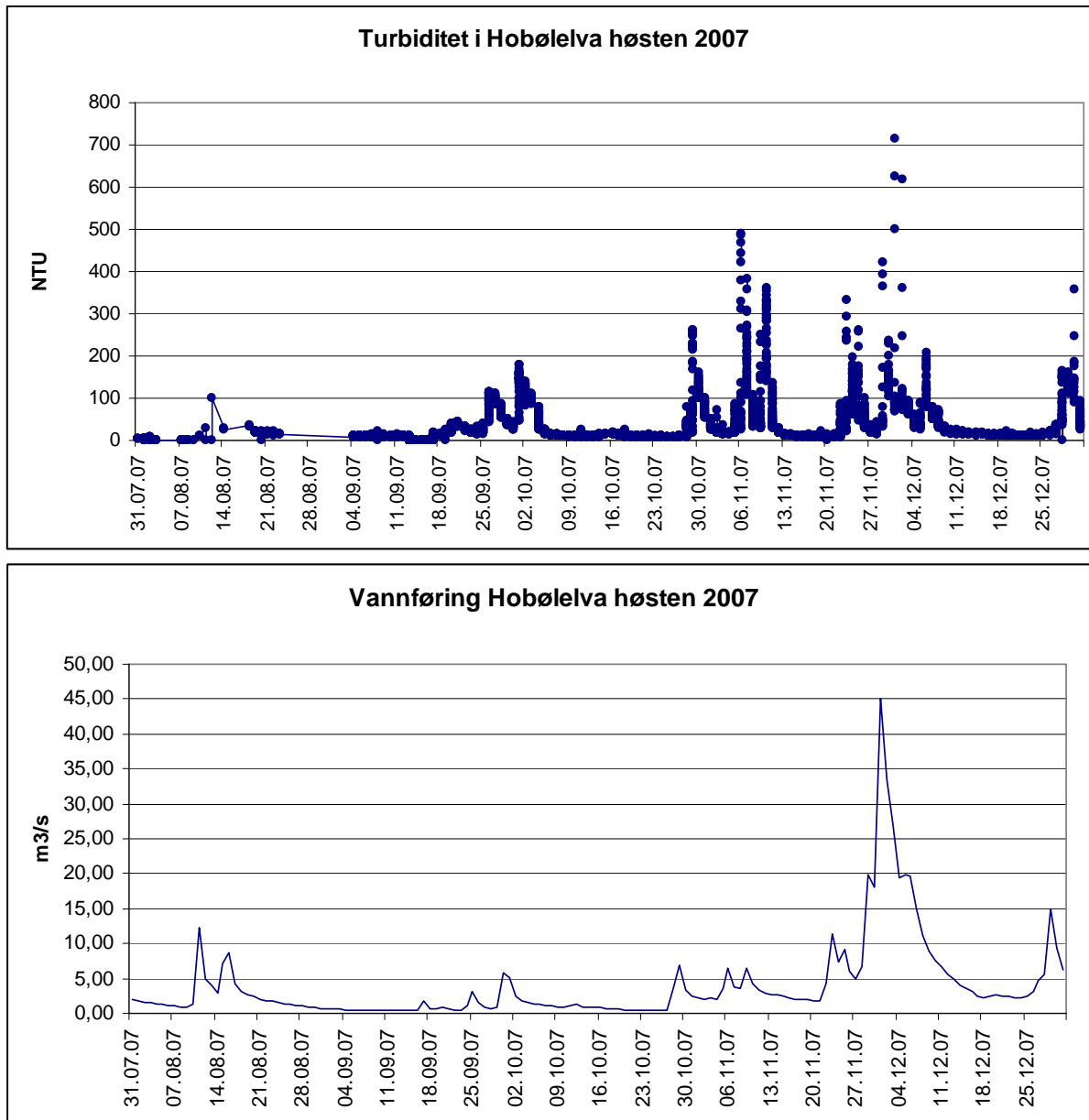


Figur 56. Sammenligning av spesifikk partikkeltransport (øverst) og totalfosfor (nederst) i 2006 og 2007.

## 6.6 Bruk av turbiditetsdata for å vurdere usikkerhet

En turbiditetsmåler ble installert i Hobølelva ved Kure sommeren 2007. Sensoren er av merket Seba Hydrometrie Multisensor MPS-D. Den har også installert målinger for pH, konduktivitet og temperatur. Turbiditetsmåleren har en selvrensfunksjon. Registrering av data skjer gjennom loggeren MDS 5 COM fra samme produsent. Loggeren ble programmert til å registrere data hvert 30. minutt, med automatisk overføring til en PC på Bioforsk.

Figur 57 viser variasjonen i turbiditet (målt i NTU-enheter) for måleperioden fra 1. august til 31. desember 2007.

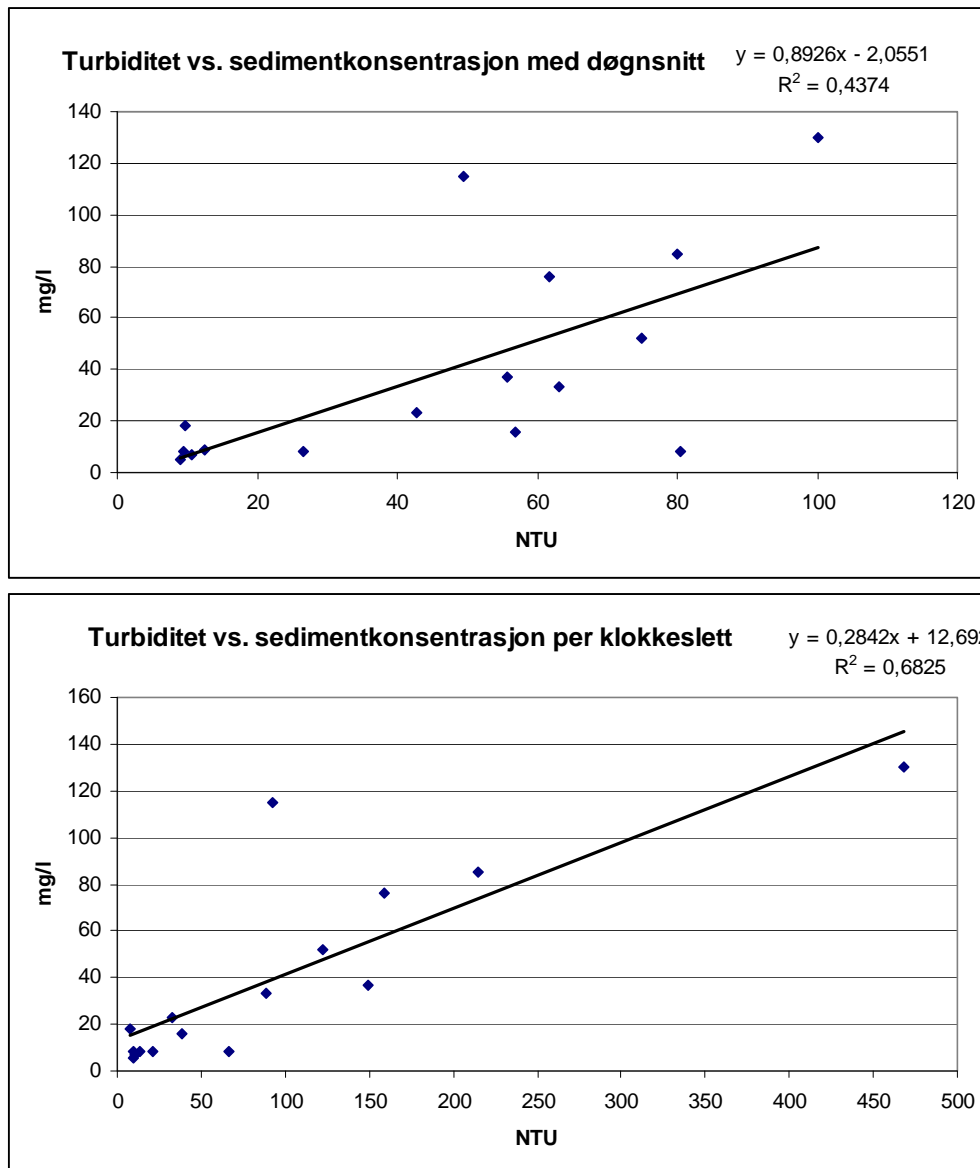


Figur 57. Turbiditet i NTU per 10. minutt i Hobølelva ved Kure (øvre kurve), sett i sammenheng med døgnvannføringen (nedre kurve).

Figuren viser at sammenhengen mellom vannføring og turbiditet var relativt god. I Figur 58 er sammenhengen mellom konsentrasjonen av suspendert materiale og turbiditet vist. Øverste kurve viser dette for gjennomsnittsturbiditeten per døgn. Her forutsettes altså at den sedimentkonsentrasjonen som måles ved ett tidspunkt tilsvarer gjennomsnittskonsentrasjonen den dagen, og at dette vil samvariere med gjennomsnittet av alle målte NTU-verdier. Som

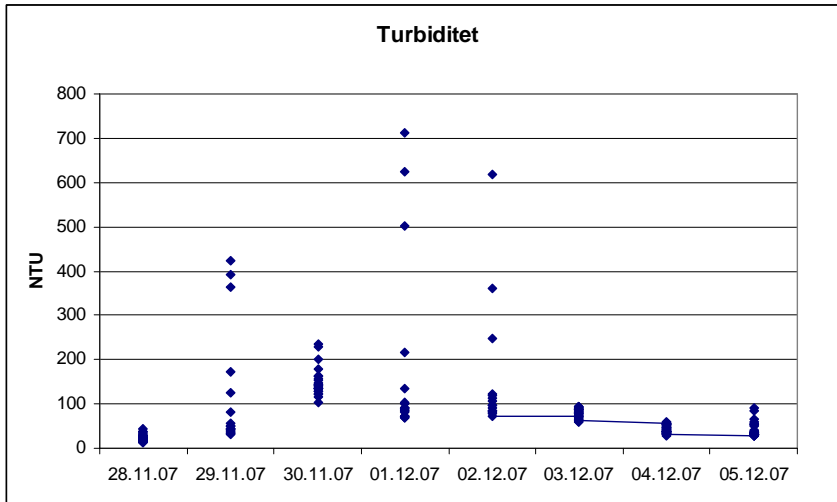


kurven viser ga dette et dårlig resultat, med en korrelasjon på 0,4. Nederste kurve viser samvariasjonen mellom turbiditet på det nærmeste klokkeslettet når prøven for sedimentanalyse er tatt. Korrelasjonen er da bedre, med unntak av en prøve, 2. desember. Fjernes denne ene prøven blir korrelasjonen ( $r^2$ ) på 0,9.

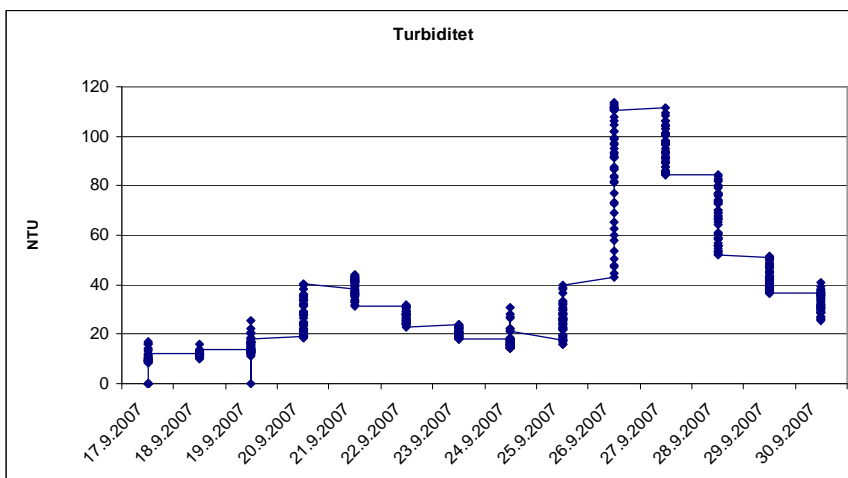
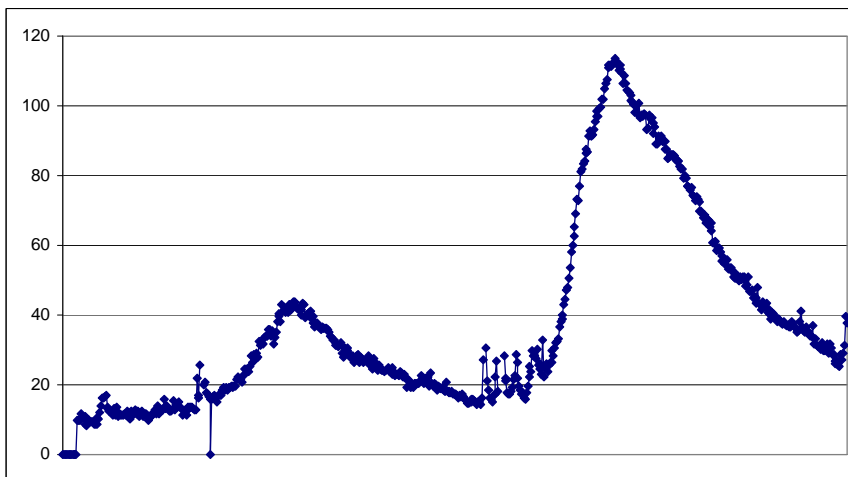


Figur 58. Korrelasjon mellom sedimentkonsentrasjon (som funnet ved vanlig prøvetaking) og turbiditet for henholdsvis døgnmiddel-data (øverst) og for så nøyaktige klokkeslett som mulig (nederst). Korrelasjonen bedres når det benyttes turbiditetsverdier som ligger tett opp til tidspunktet for prøvetaking.

Den ene prøven som forårsaker at korrelasjonen blir dårlig er tatt 2. desember. Figur 59 viser alle turbiditetsdata for denne dagen og kringliggende dager. Som det fremgår av figuren er variasjonen i turbiditet stor denne dagen, med NTU-verdier som spenner fra rundt 80 til over 600. Generelt sett vil variasjonen i turbiditet over et døgn øke med vannføringen. Et annet typisk eksempel, fra september, er vist i Figur 60. Stort sett skyldes altså disse variasjonene en gradvis økning eller minkning i turbiditeten, i henhold til utviklingen av flomtoppene, men det kan også observeres mindre fluktuasjoner, som den 24. september i forkant av økningen i vannføring.



Figur 59. Variasjoner i turbiditet i perioden 28. november – 15. desember 2007.



Figur 60. Variasjoner i turbiditet i perioden 17. – 30. september 2007, øverste kurve viser glidende variasjon i løpet av dagene mens nederste kurve viser mer tydelig hvor stort spennet mellom laveste og høyeste verdi kan være per dag.

Oppsummert har bruken av turbidimeter foreløpig gitt følgende konklusjoner:

- Turbiditeten over et døgn kan variere kraftig, særlig i perioder med varierende vannføring;
- Variasjonen skyldes for det meste en gradvis økende eller minkende turbiditet, det er mer sjeldent at det oppstår hyppige svingninger;
- Sammenhengen mellom turbiditet og målt konsentrasjon av suspendert materiale (STS) er derfor god hvis sammenligningen utføres på tidspunkt for prøvetaking, og ikke på gjennomsnittsverdier over et døgn;
- Resultatene viser betydningen av å ta hyppige prøver, men om man etter en representativ prøveperiode finner en god korrelasjon mellom turbiditet og STS, er det mulig at STS-målinger etter hvert kan erstattes av turbiditetsmålinger.

Det anbefales at turbiditetsmåleren fortsetter i 2008, slik at ytterligere informasjon kan hentes inn. Bioforsk Jord og miljø vil i 2008 også sette ut turbiditetsmålere i to bekker i nærliggende felter på Østlandet, noe som vil bedre informasjonen om tilsvarende variasjoner i bekker. Generelt antas imidlertid at variasjonene er hyppigere/krappere i bekker enn i elver, og det anbefales derfor at turbiditetsmålere også forsøkes i en av bekkene til Vanemfjorden.

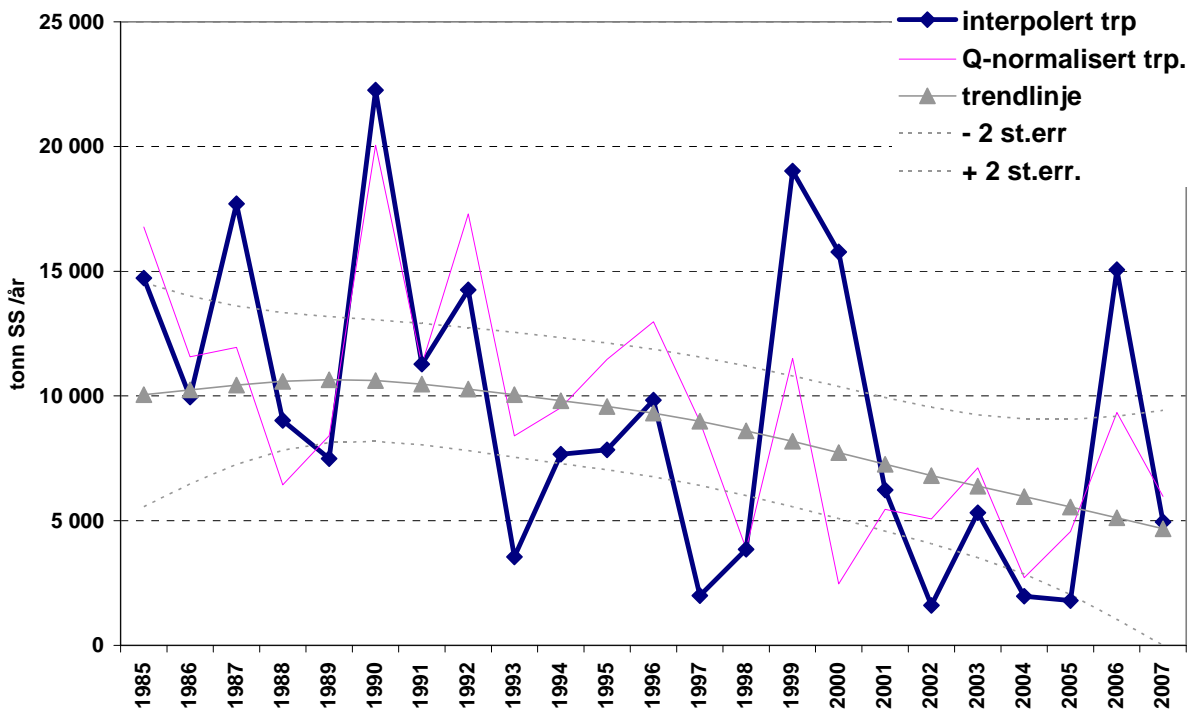
## 6.7 Trender i transporten i Hobølelva

I Skarbøvik m.fl. (2008, in prep) er trendanalyser for transporten av partikler, totalfosfor og total nitrogen utført for perioden 1985-2006. Metodikk er nærmere beskrevet i rapporten, men kort fortalt er det benyttet en modifisert Mann-Kendall-test (Hirsch og Slack, 1984), hvor en rutine utarbeidet av Helsel og Frans (2006) er inkludert. Det testes for signifikans av monoton trend (dvs. trend som beskrevet i en rett linje), og hvert år testes separat før det summeres opp til en samlet statistikk. I tillegg til den monotone trenden er det konstruert en utjevnet kurve (trendlinje) som bør tolkes med forsiktighet, men som gir det mest sannsynlige visuelle bildet av langtidstrenden av den vannføringsnormaliserte transporten.

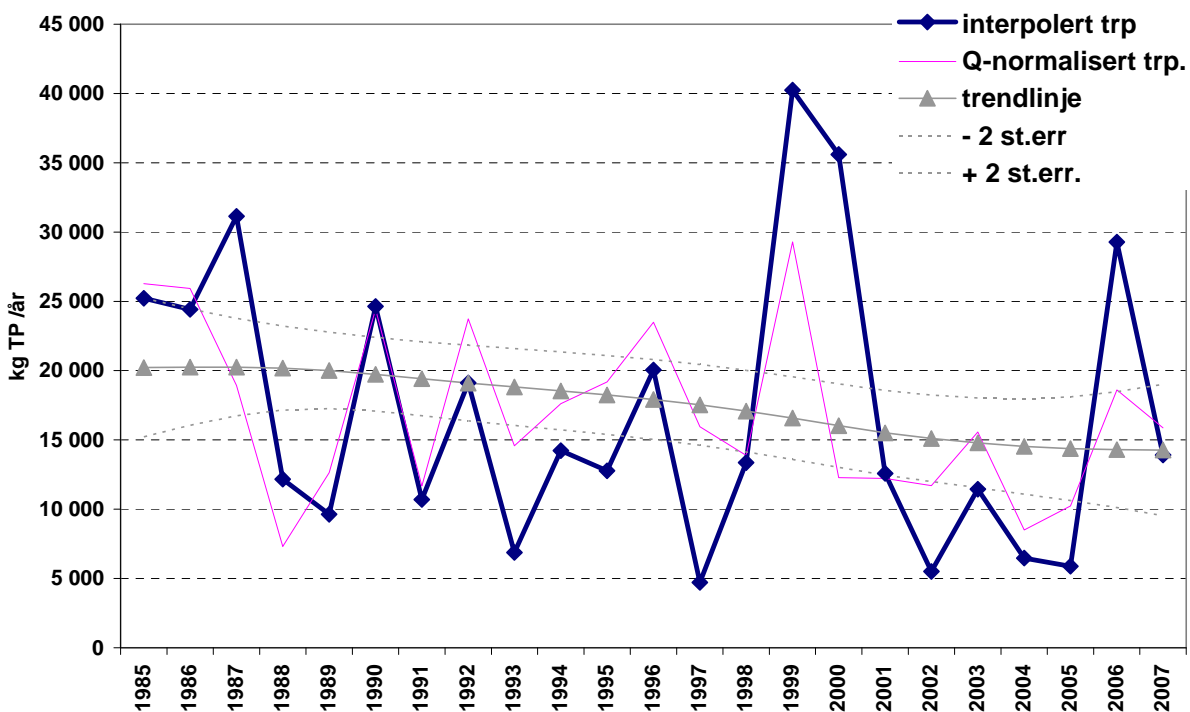
Det var nødvendig å velge én felles beregningsmetode for trendanalysene. For alle analysene gjelder derfor at transporttallene er fremkommet ved lineær interpolasjon.

Resultatet viste at det var en signifikant nedadgående trend for partikler, og en noe mindre signifikant nedadgående trend for totalfosfor. For total nitrogen var det ikke en jevn nedgang i hele perioden, men om testen kjøres for perioden fra midten av 90-tallet og frem til i dag er det en klar nedadgående trend.

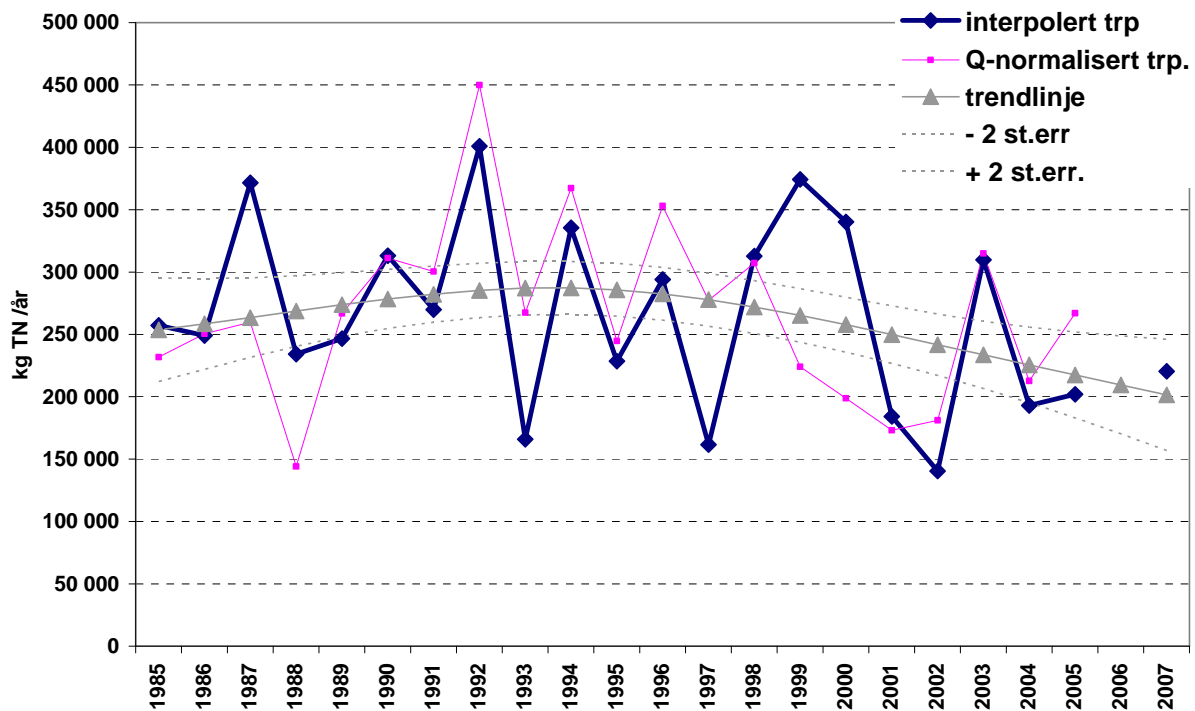
Figur 61, Figur 62 og Figur 63 viser trendanalyser oppdatert for 2007-data. Som figurene viser fortsetter den generelt nedadgående trenden også i 2007 for alle tre parametre.



Figur 61. Årstransport av suspendert stoff (fet blå linje) som beregnet ved lineær interpolasjon; vannføringsnormalisert transport (rosa linje), og trend i utviklingen av transporten (heltrukket grå linje) med standardavvik (grå stiplet linje).



Figur 62. Årstransport av totalfosfor (fet blå linje) som beregnet ved lineær interpolasjon; vannføringsnormalisert transport (rosa linje), og trend i utviklingen av transporten (heltrukket grå linje) med standardavvik (grå stiplet linje).



Figur 63. Årstransport av total nitrogen (fet blå linje) som beregnet ved lineær interpolasjon; vannføringsnormalisert transport (rosa linje), og trend i utviklingen av transporten (heltrukket grå linje) med standardavvik (grå stiplet linje). For 2006 var det ikke data for totalnitrogen.

## 6.8 Konklusjoner - tilførsler til Storefjorden

Året 2007 var uvanlig i forhold til at det intraff flere flomepisoder om sommeren, men sett over ett var gjennomsnittlig døgnvannføring nær gjennomsnittet for perioden 1985-2007. Total vannmengde i 2007 var derfor betydelig lavere enn i 2006, noe som også ga reduserte tilførsler.

Samlet for året transporterte Hobøelva mellom 5-6000<sup>1</sup> tonn partikler, ca. 15 tonn totalfosfor og ca. 250 tonn total nitrogen. Mesteparten av dette materialet ser ut til å bli tilført vassdraget nedstrøms innsjøen Mjær. Sidevassdraget Kråkstadelva tilfører også store mengder med partikler og næringsstoffer sett i forhold til nedbørfeltets størrelse.

Svinna tilfører ca. 465 tonn med partikler, 2,5 tonn med totalfosfor og ca. 60 tonn nitrogen. Det antas at innsjøer i dette vassdraget bidrar til retensjon av partikler og partikkelbundet fosfor. Andelen ortofosfat i den ene prøven hvor dette var målt, var kun på 18 %.

Mørkelva tilfører ca. 375 tonn partikler, 1 tonn totalfosfor og 18 tonn med total nitrogen. Som det nedbørfeltet med størst andel av skog og minst jordbruk i nedbørfeltet har dette vassdragsområdet den laveste arealspesifikke transporten av totalfosfor og nitrogen til Storefjorden.

<sup>1</sup> Alle tall er her beregnet som gjennomsnittet av stofftransportkurver og lineær interpolasjon.

Veidalselva har relativt høye transportverdier sett i forhold til størrelsen på nedbørfeltet, med ca. 450 tonn partikler, 1,2 tonn totalfosfor og 15 tonn med total nitrogen.

Totalt fra disse fire vassdragene gir dette en tilførsel til Storefjorden i 2007 på ca 6800 tonn partikler, ca. 20 tonn totalfosfor, og ca. 345 tonn total nitrogen<sup>2</sup>.

Nedgangen fra 2006 er relativt sett størst i Hobølelva ved Kure og Veidalselva, noe som tyder på at disse to vassdragene kan gi en større økning i transport i år med mye nedbør.

Trendanalyser med data fra midten av 80-tallet viser en signifikant nedgang i transport av partikler og totalfosfor. For nitrogen kan det sees en nedgang siden midten av 1990-tallet.

Som det bør fremgå av denne rapporten er tilførselsberegninger beheftet med stor usikkerhet. Turbiditetsmåleren ved Kure har vist seg å gi interessante resultater som på sikt kan bidra til å kvantifisere denne usikkerheten. Det anbefales derfor at driften av denne fortsetter.

---

<sup>2</sup> I Kapittel 8 er det også beregnet tilførsler fra bekkefeltene til Storefjorden. Beregningene er basert på tilførsler til Vanemfjorden og gir 1,8 tonn totalfosfor og ca. 450 tonn partikler i 2007.

## 7. Lokale tilførsler til vestre Vansjø og Mosseelva

---

### 7.1 Innledning

Forurensningssituasjonen i Vansjø, spesielt i den vestre delen av Vansjø, er alvorlig og fører til oppblomstringer av blågrønnalger. De siste årene har det vært sterk fokus på vannkvaliteten i innsjøen. Resultater fra tidligere overvåking (2004/2005 og 2006) viser at det er store tilførsler fra det lokale nedbørfeltet til innsjøen. 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, og variasjonen mellom de enkelte delområdene ble vurdert ut fra forskjellen i erosjonsrisiko mellom feltene. Der andre prosesser er av vesentlig betydning for fosfortapet vil derfor tiltaksanalysens beregninger kunne underestimere fosfortilførslene.

Den forverrede algesituasjonen i vestre Vansjø siden 2001 førte til at Morsa-prosjektet sommeren 2004 inviterte til workshop for å diskutere situasjonen i vestre Vansjø (Lyche Solheim et al., 2004). Workshopen konkluderte bl.a. med at det er behov for bedre måleresultater fra lokale bekker som et grunnlag for kvantifisering av tilførsler og fornyet planlegging av tiltak rundt vestre Vansjø. Undersøkelser ble satt i gang for å skaffe mer presise estimater for tilførsler av fosfor fra nedbørfelt rundt vestre Vansjø og Mosseelva. Resultater fra undersøkelsene i 2004/2005 og i 2006 viste at det er store lokale tilførsler til den vestlige delen av innsjøen.

Formålet med undersøkelsene var å 1) dokumentere konsentrasjonsnivåer av fosfor, nitrogen og suspendert stoff i ulike bekker, 2) dokumentere forskjeller i fosfortilførsler fra ulike arealer i nedbørfeltet til vestre Vansjø, 3) gi et estimat på årlige fosfortilførsler fra hele nedbørfeltet til vestre Vansjø og 4) dokumentere eventuelle endringer i tilførslene.

### 7.2 Metoder

#### 7.2.1 Nedbørfelt

På bakgrunn av undersøkelsene i 2004/05 der 14 små nedbørfelt ble overvåket for å dokumentere lokale fosfortilførsler til vestre Vansjø, ble det i 2006 valgt ut 7 bekker fra jordbruksområder i nedbørfeltet til vestre Vansjø og en bekk fra boligfelt i Moss for videre overvåking. I tillegg ble det i 2007 inkludert en skogsbekk ved Dalen. De ni nedbørfeltene dekker ca 20 % av totalarealet i det lokale nedbørfeltet til vestre Vansjø og Mosseelva (figur 64). For det lokale nedbørfeltet til vestre Vansjø er det regnet med 54 km<sup>2</sup> når ikke innsjøoverflaten er inkludert, og til Mosseelva er nedbørfeltet ca 11 km<sup>2</sup>. Jordbruksarealene utgjør ca 20 % av nedbørfeltet til vestre Vansjø i følge markslagskart.



Figur 64. Prøvepunkter for nedbørfelt rundt vestre Vansjø og Mosseelva.

Nedbørfeltene er vist i figur 64 og beskrevet i tabell 10. De varierer i størrelse fra 130 til 4778 dekar. I tre nedbørfelt (Støa1, Vasseberget og Huggenes) er det ca 90 % jordbruksareal, i Årvold utgjør jordbruksarealene 40 %, og i tre nedbørfelt (Guthus, Sperrebotn og Augerød) er det mellom 10 og 20 % jordbruksareal. De resterende arealer er stort sett skog og utmark. Dalen representerer skogsarealer uten noe jordbruksdrift. Ørejordetbekken representerer avrenning fra boligfelt og tettbygde områder. Andel jordbruksareal i forhold til skog har stor betydning for konsentrasjonen av fosfor. Det er større tap av fosfor fra jordbruksarealer enn fra skog og utmark, og dermed vil en stor andel skogsareal innenfor et nedbørfelt generelt gi lavere konsentrasjoner. Potet- og grønnsaksarealene finnes først og fremst i søndre deler, dvs. i områdene rundt Årvold, Støa1, Vasseberget og Huggenes.

Tabell 10. Størrelse og arealbruk for nedbørfeltene rundt vestre Vansjø. Mulige kilder for fosfor i nedbørfeltene: Husdyrbruk (H), grønnsaksarealer (G), korndyrking (K), boligfelt (B), spredt avløp (S).

Lokalitet	Nedbørfelt-areal	Jordbruk	Skog	Annet	Fosforkilder
	dekar		%		
Guthusbekken (Gut)	3150	12	80	8	KHS
Sperrebotnbekken (Spe)	2481	19	71	10	KB
Augerødbekken (Aug)	4778	20	77	3	KHS
Ørejordetbekken (Øre)	692	0	6	94	B
Årvoldbekken (Årv)	486	40	17	43	KBG
Støabekken 1 (St1)	157	89	0	11	KHG
Vassebergetbekken (Vas)	130	91	9	0	KG
Huggenesbekken (Hug)	810	85	9	6	KG
Dalen (Dal)	882	0	100	0	-



### *7.2.2 Prøvetaking i 2007*

I 2007, som i 2004/05 og 2006, ble det tatt ut vannprøver manuelt fra de 9 tilløpsbekkene til vestre Vansjø og Mosseelva. Vannprøvene ble levert for analyse umiddelbart og analysert for innhold av totalfosfor og suspendert stoff, samt total nitrogen og løst fosfor i utvalgte prøver.

Rutineprogram: Prøvetakingen ble gjennomført i de 8 bekkene hver 14. dag (totalt 21 vannprøver) og i skogsbekken hver 28. dag. Tidspunktet for uttak av rutineprøver ble koordinert med prøvetakingen i Hobølelva ved Kure.

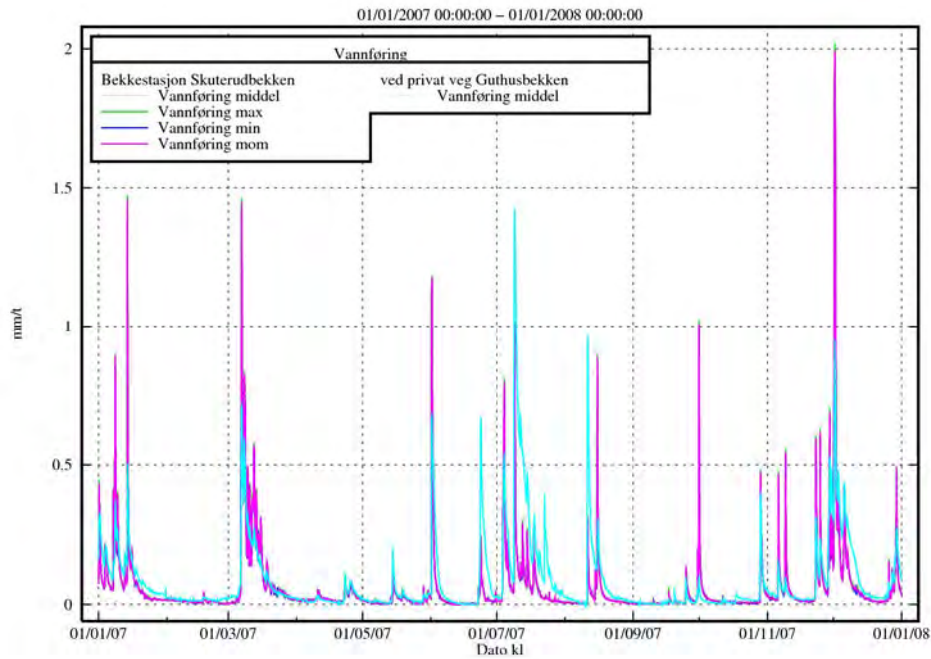
Flomepisoder: Det ble gjennomført manuell stikkprøvetaking i de 9 bekkene under om lag 15 flomepisoder. Prøveuttaket ble, som tidligere, gjennomført ved høyest mulig vannføring med en vannprøve per flom per bekk. På grunn av raske variasjoner i vannføringen var det dog noe vanskelig å sikre riktig prøvetaking i forhold til flommens maksimum.

Prøveperiode: Prøvetakingen ble utført kontinuerlig gjennom hele 2007.

### *7.2.3 Vannføringsmålinger*

I 2007 ble det målt 540 mm avrenning i Skuterudbekken, mens det ble målt 742 mm avrenning i Guthusbekken (tabell 11). Avrenningstoppene var stort sett sammenfallende i de to bekkene, men det var forskjell på hvilken topp som var høyest i hvilket felt (figur 65). I Guthusbekken ble det registrert oppstuvning fra Vansjø i perioden 9.-18. juli, og total årlig avrenning i Guthusbekken var høy i forhold til den målte nedbøren på Rygge. Beregningene av tilførsler til vestre Vansjø er basert på Guthusbekken, men i perioden med oppstuvning er vannføringen korrigert med data fra Skuterudbekken.

Måling av vannføring har stor betydning for de beregnede tilførslene. Andelen skog i nedbørfeltet har betydning for intensiteten i avrenningen og mengden avrenning på sommeren. Andre forhold som for eksempel jordsmonn, bart fjell og andelen tette flater og fyllplasser har også betydning for hydrologien. Andelen jordbruksareal i nedbørfeltene rundt vestre Vansjø varierer mye, med både høyere (mellom raet og Vansjø) og lavere (kornarealene i Våler) andel jordbruksareal enn Skuterudbekkens nedbørfelt. Guthusbekken drenerer et felt med om lag 80 % skog og er slikt sett en god representant for mange av områdene på øst- og nordsiden av vestre Vansjø. På sør- og vestsiden er det derimot en større andel jordbruksareal, og avrenningsintensiteten kan avvike noe fra den målte vannføringen i Guthusbekken. Det er ikke tatt høyde for disse forskjellene i rapporteringen.



Figur 65. Vannføring i Skuterud (fiolett)- og Guthusbekken (turkis) i perioden fra 1/1/2007-1/1/2008.

Tidligere år er vannføringen i Skuterudbekken brukt som bakgrunn for beregning av tilførsler. Skuterudfeltet er 4500 dekar, det vil si omtrent samme nedbørfeltareal som Augerødbekken. Jordbruksandelen i Skuterudbekkens nedbørfelt er ca. 60 %, resten er skog og boligfelt.

Tabell 11. Nedbør og avrenning fra Guthus og Skuterud i gjennomsnitt for en 10-årsperiode og for 2007.

	Nedbør			Avrenning	
	Normalperioden	1994-2004	2007	1994-2004	2007
	mm	mm	mm	mm	mm
Guthus/Rygge	829	875	959	-	742
Skuterud/Ås	785	846	1060	532	540
Guthus korrigert med Skuterud ved oppstuvning					660

Det er noe usikkerhet knyttet til endring av målestasjon fra Skuterudbekken til Guthusbekken. Årlige tilførsler i 2007 ved bruk av data fra Guthusbekken for spesifikk avrenning vil være høyere enn ved bruk av data fra Skuterudbekken. Ved normalisering av tilførslene har det mindre betydning hvilken stasjon som brukes.

#### 7.2.4 Tilførselsberegninger

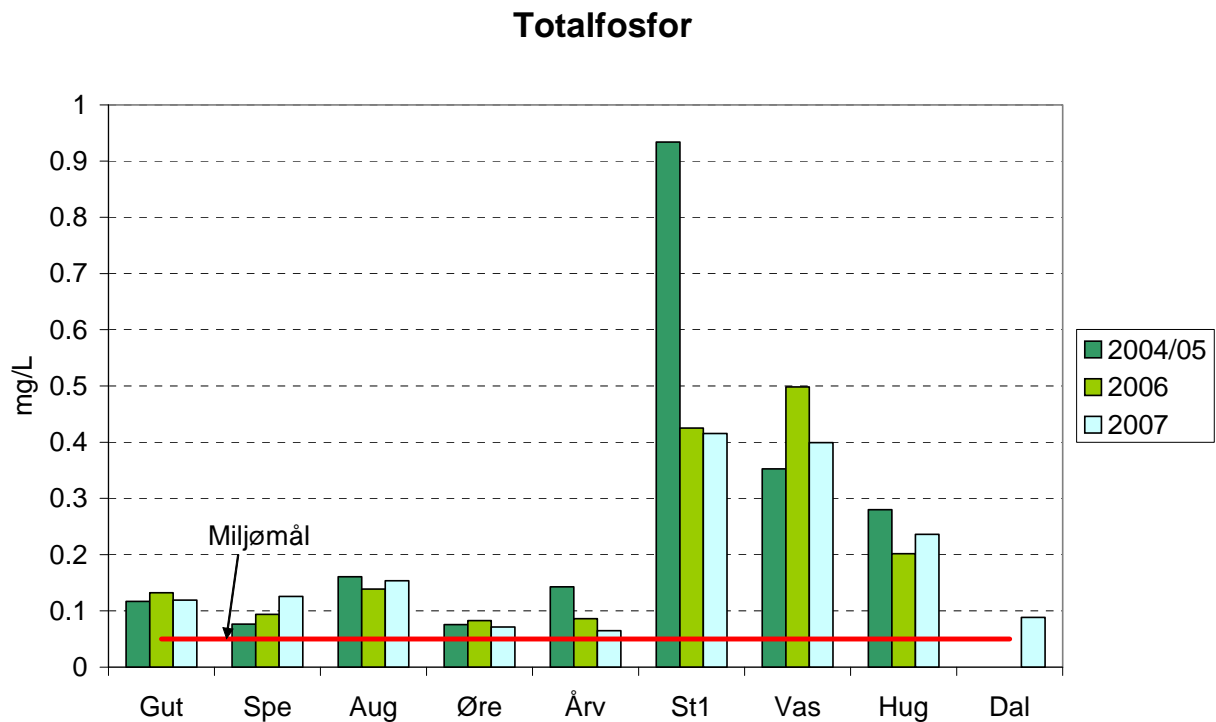
Ved beregning av tilførsler er vannføringen skalert i forhold til nedbørfeltenes størrelse (spesifikk avrenning). Ved hjelp av lineær interpolasjon er konsentrasjonene av fosfor i stikkprøvene brukt til å estimere kontinuerlige konsentrasjoner gjennom hele året. Det ble tatt ut vannprøver under de fleste større flommer i 2007. På grunn av store variasjoner i

konsentrasjoner ved ulik vannføring og stor variasjon i vannføringen over korte tidsrom, er det likevel stor usikkerhet i estimater av tilførsler som baserer seg på stikkprøver for små bekker. Målinger som baseres på kontinuerlig vannføringsmåling og vannføringsproporsjonal prøvetaking gir betydelig større sikkerhet, men av økonomiske årsaker har det ikke vært mulig å installere slike målestasjoner i bekkene.

## 7.3 Resultater

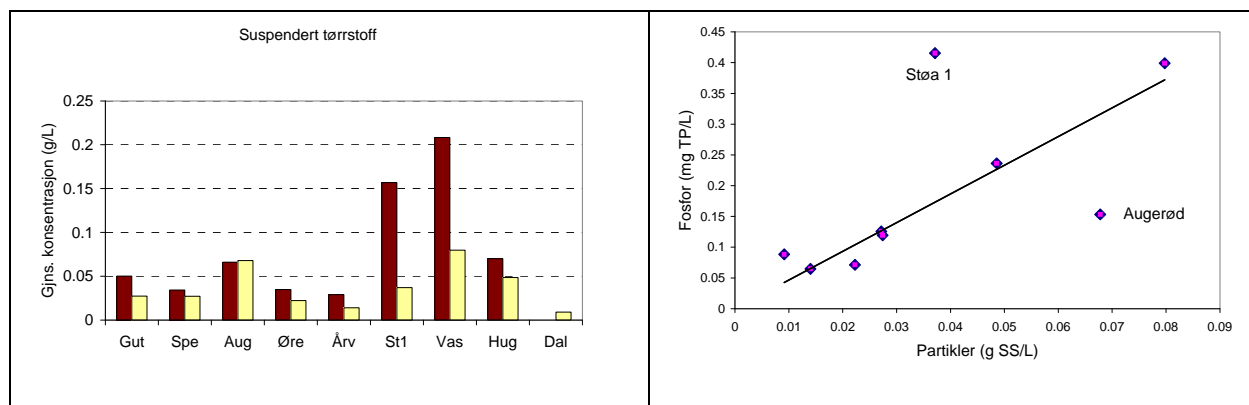
### 7.3.1 Konsentrasjon av næringsstoffer og suspendert stoff

For å nå miljømålet på 50 µg TP/L i bekkene må fosforkonsentrasjonen reduseres med om lag 90 % i bekkene mellom raet og Vansjø (St1, Vas og Hug) (figur 66). For bekkene på nordøstsiden av Vansjø (Gut, Spe og Aug) må fosforkonsentrasjonen reduseres med om lag 50 % i forhold til konsentrasjonene som er estimert for 2007. En del av fosfortilførslene kommer fra skogsarealene, så dersom reduksjonen skal gjennomføres ved hjelp av tiltak i jordbruket må reduksjonen i fosfortap fra jordbruksarealet bli enda større.



Figur 66. Årlige vannføringsveide konsentrasjoner av totalfosfor (mg/L) i 2005, 2006 og 2007 i Guthus-, Sperrebotn-, Augerød-, Ørejordet-, Årvold-, Støa1-, Vaskeberget-, Huggenesbekken og Dalen.

Konsentrasjonene av suspendert tørrstoff veid i gjennomsnitt for hele året og veid i forhold til vannføringen er vist i figur 67. Det er god sammenheng mellom de årlige SS- og TP-konsentrasjonene, bortsett fra at Støabekken har forholdsvis høye fosforkonsentrasjoner, mens Augerødbekken har forholdsvis mye SS. Det er viktig å kartlegge årsaksforholdene for å kunne sette inn de rette tiltakene. Dersom det er god sammenheng mellom TP- og SS-konsentrasjonen vil erosjonsreducerende tiltak være viktig for å redusere fosfortilførslene.



Figur 67. Årlige vannføringsveide konsentrasjoner av suspendert tørrstoff (g/L) i 2006 og 2007 i Guthus-, Sperrebotn-, Augerød-, Ørejordet-, Årvold-, Støa1-, Vaskeberget- og Huggenesbekken (til venstre) og sammenhengen mellom SS og TP i bekkene i 2007 (til høyre)

Andelen løst fosfat varierte fra 21 til 28 % i de 8 jordbruksbekkene i 2007 (Tabell 12). Resultatene er basert på 2 enkeltprøver fra hvert felt. Målinger fra andre jordbruksdominerte nedbørfelt på Østlandet med åpen åker, der erosjon er dominerende transportprosess for fosfor, viser lignende andel løst P (22-27 %) (Bechmann et al., 2008). Andelen løst fosfat i avrenning fra skogsfeltet Dalen var kun 4 %.

Tabell 12. Gjennomsnittlig andel løst P (%) av total P og konsentrasjon av total nitrogen (mg/l).

	Løst fosfat i % av total P	Konsentrasjon av total nitrogen (mg/l)
Guthusbekken	21	1,0
Sperrebotnbekken	27	0,9
Augerødbekken	26	0,9
Ørejordetbekken	26	2,3
Årvoldbekken	21	2,6
Støabekken 1	22	3,3
Vaskebergetbekken	23	7,9
Huggenesbekken	28	6,5
Dalen	4	-

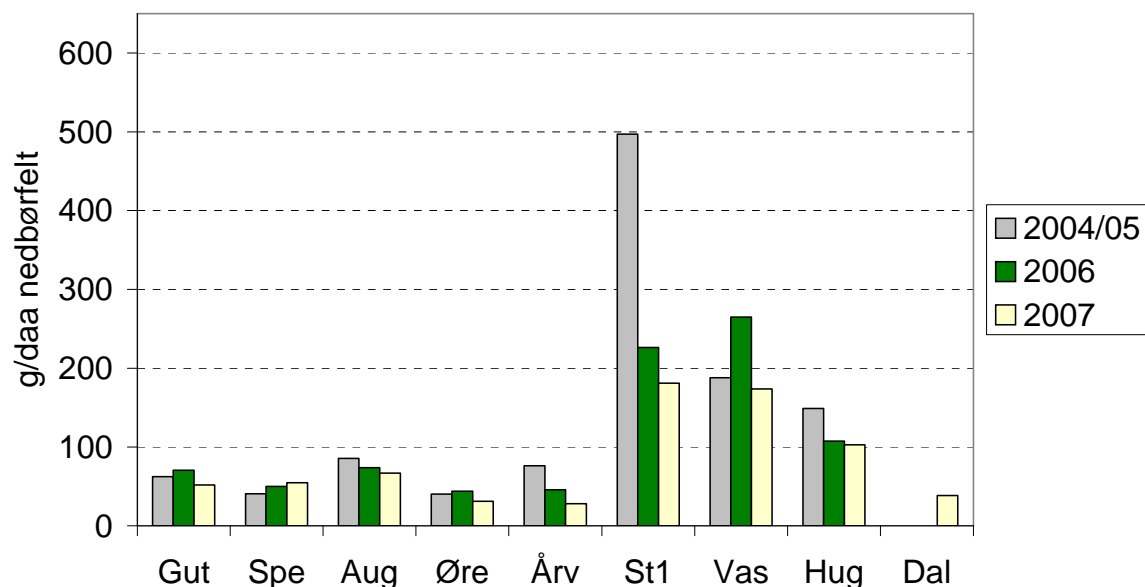
Gjennomsnittlig konsentrasjon av total nitrogen i jordbruksbekkene varierte fra 0,9 til 7,9 mg N/l (Tabell 12). Gjennomsnittstallene er basert på 6-7 enkeltprøver fra hvert felt. Det er generelt god sammenheng mellom andel jordbruksareal i nedbørfeltet og konsentrasjonen av total nitrogen.

### 7.3.2 Tap av totalfosfor

Avrenningsnormaliserte tap av fosfor fra nedbørfeltene i 2007 varierte slik som i 2004/05 og 2006, med de høyeste tapene fra de intensive jordbruksområdene mellom raet og Vansjø (figur 68). Fosfortapene fra nedbørfeltet til Støabekken 1 var i 2007 fortsatt omtrent halvert i forhold til 2004/05. Denne reduksjonen kan delvis ha sammenheng med en driftsendring fra potet til plen gras på en del av arealet. Forøvrig viser figur 68 noen mindre endringer i normaliserte fosfortap fra 2004/05, 2006 og 2007 for de enkelte feltene. De normaliserte fosfortapene var for de fleste nedbørfelt lavere i 2007 sammenlignet med 2004/05 og 2006. Fra nedbørfeltet til Sperrebotn var det dog litt høyere fosfortap. Målinger i Sperrebotn danner grunnlag for oppskalering av fosfortapene fra jordbruksarealer på øst- og nordsiden av vestre Vansjø.

Fosfortapene fra skogsbekken Dalen var høyere enn forventet og var på nivå med flere av de andre bekkene (figur 68). De høyeste konsentrasjonene i Dalen ble målt i juni, juli og september. Fordampningen er ofte stor fra skog på sommeren, og høye fosforkonsentrasjoner gir ikke store tap fra skog når avrenningen liten. I denne beregningen er det brukt avrenning målt fra jordbruksareal, som generelt er større enn for skog på sommeren, og fosfortapet fra skog kan derfor være noe overestimert i denne beregningen.

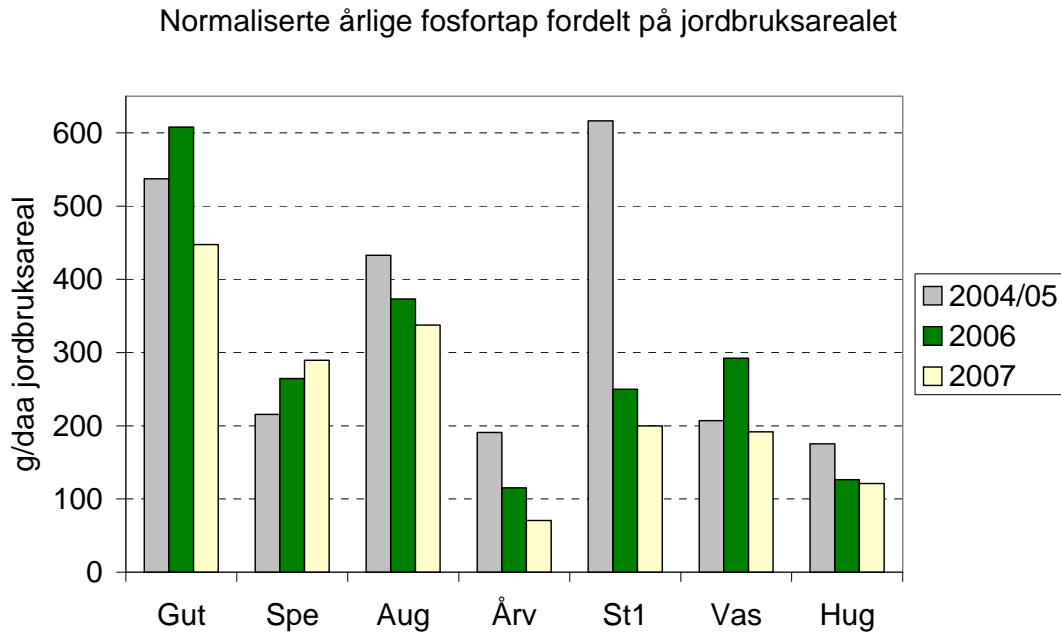
Normaliserte årlige fosfortap



Figur 68. Fosfortap fra nedbørfeltene (g/daa nedbørfeltareal) i 2004/05, 2006 og 2007.

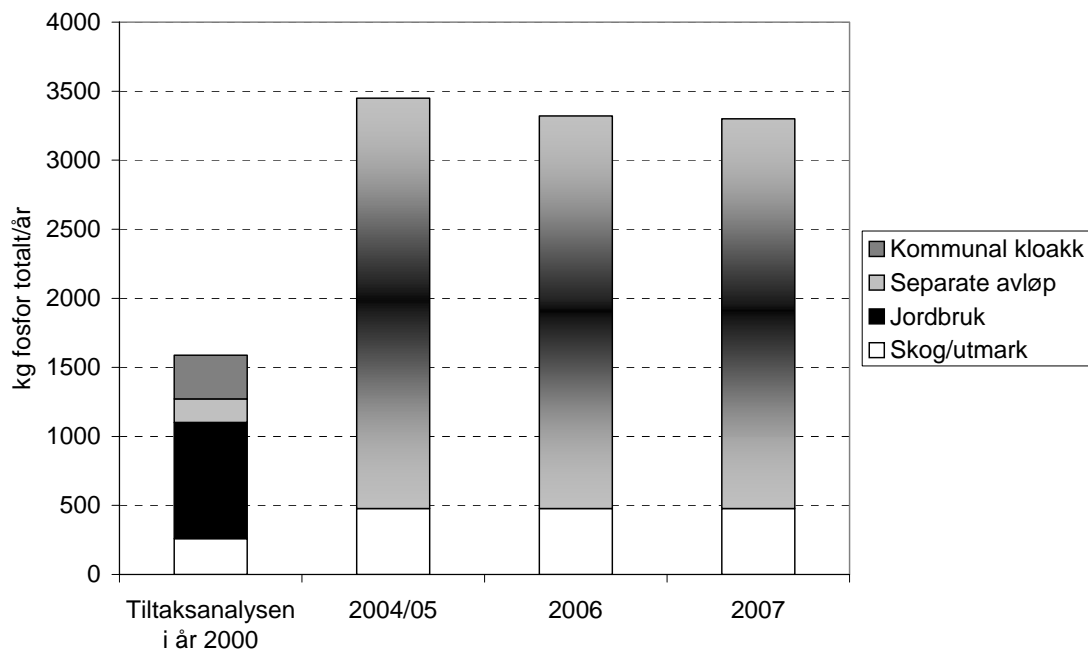
De normaliserte fosfortapene per dekar jordbruksareal i figur 69 viser at jordbruksarealet i Guthusbekken hadde de høyeste tapene (440 g TP/daa jordbruksareal) i 2007. I dette området har en del av jordbruksarealet meget høye fosfortall (>20). Jordbruksarealene i Augerødbekken hadde også forholdsvis høye fosfortap. I begge nedbørfeltene er det husdyrbruk. I Augerødbekken var det høyere konsentrasjon av SS og lavere andel P (figur 67). Det tyder på at erosjon er en viktig årsak til høye fosfortap i Augerødbekken. I Rygge, mellom raet og Vansjø, var fosforkonsentrasjonene høye, men fosfortapene per dekar

jordbruksareal var lavere (110-200 g TP/daa jordbruksareal) enn fra kornområdene i 2007 på grunn av den store andel jordbruksareal. Fra Skuterudbekken i Ås er det målt gjennomsnittlige fosfortap på 220 g TP/daa jordbruksareal fra områder med kornproduksjon (Bechmann et al., 2008).



Figur 69. Fosfortap fra jordbruksareal i nedbørfeltene (g/daa jordbruksareal) i 2004/05, 2006 og 2007.

Generelt tyder målingene på at de normaliserte fosfortapene fra områdene rundt vestre Vansjø endret seg lite fra 2004/05 og 2006 til 2007. Reelt ble det tilført mye mer fosfor til Vansjø fra lokale områder i 2006 i forhold til 2004/05 på grunn av mye større avrenning i 2006 (760 mm) i forhold til 2004/05 (257 mm). 2007 var derimot omtrent et normalår med hensyn til *avrenningsmengde* (660 mm) når avrenningsmålinger fra Guthusbekken kombinert med Skuterudbekken ligger til grunn for beregningene.



Figur 70. Normaliserte 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.

De oppskalerte normaliserte fosfortilførslene er omtrent like for alle tre årene der overvåking har pågått (figur 70). Om lag 3,3 tonn fosfor tilføres fra det lokale nedbørfeltet til vestre Vansjø i et normalår med hensyn til nedbørmengde.

### 7.3.3 Tilførsler av fosfor og suspendert tørrstoff til Vanemfjorden i 2007

Gjennomsnittlig tilførsel av suspendert stoff (SS) og totalfosfor (TP) til Vanemfjorden er vist i tabell 13. Tilførsler til vestre Vansjø fra Storefjorden ble i 2005 estimert til å utgjøre 66 % av de totale fosfortilførsler til vestre Vansjø. De lokale tilførslene ble da estimert til 34 %. I 2007 bidro Storefjorden med 74 % av de totale tilførslene til vestre Vansjø. På grunn av sin størrelse bidrar Augerødbekken med en relativt stor andel av de lokale tilførsler av både SS og TP. Målt per km<sup>2</sup> tilføres de største mengdene av SS og TP fra de små lokale bekker mellom raet og Vansjø. Disse bekkene drenerer de mest intensive jordbruksområder i nedbørfeltet.

De reelle fosfortilførslene til vestre Vansjø var om lag 1,7, 4,7 og 4,1 tonn TP i hhv. 2004/05, 2006 og 2007 og tilsvarende var tilførslene til Mosseelva fra det lokale nedbørfeltet 0,2, 0,6 og 0,3 tonn TP. Nedbør og avrenning har hatt stor betydning for de årlige variasjoner i fosfortilførsler. Avrenningen var 256, 760 og 660 mm for hhv. 2004/05, 2006 og 2007. Det er brukt en normalavrenning på 532 mm målt i Skuterudbekken for perioden 1994-2004.

Tabell 13. Tilførsler av suspendert tørrstoff og totalfosfor fra lokale bekker til vestre Vansjø og Mosseelva i 2007.

	km <sup>2</sup>	SS		TP	
		tonn/år	tonn/år og km <sup>2</sup>	kg/år	kg/år og km <sup>2</sup>
Guthusbekken	3,1	47	15	203	65
Sperrebotn	2,5	36	15	168	67
Augerødbekken	4,8	175	36	396	82
Ørejordet	0,7	8	12	27	38
Årvoldbekken	0,5	4	7	17	34
Støabekken I	0,2	3	16	35	176
Vaskeberget	0,1	6	56	28	280
Huggenesbekken	0,8	21	27	103	129
Dalen	0,9	4	5	42	47

Tabell 14. Avrenning og tilførsler til vestre Vansjø og Mosseelva i 2004/05, 2006 og 2007.

	2004/05		2006			2007			
Avrenning (mm)	256*		760*			660**			
	Total P	STS	Total N	Total P	STS	Total N	Total P	STS	Total N
	-----					-----			
						tonn			
vestre Vansjø	1,7	-	-	4,7	-	-	4,1	1800	34
Mosseelva	0,2	-	-	0,6	-	-	0,3	200	2
Totalt tilførsler	1,9	-	-	5,3	-	-	4,4	2100	36

\* Basert på vannføring i Skuterudbekken

\*\* Basert på vannføring i Guthusbekken med korreksjon for oppstuvning i juli vha. målinger fra Skuterudbekken

## 7.4 Konklusjoner

I 2007 ble det, som de to foregående årene, gjennomført undersøkelser av fosforkonsentrasjoner i små bekker i nedbørfeltet til vestre Vansjø og Mosseelva. I 2007 var det inkludert 9 bekker i overvåkingen. Åtte av bekkene ble også overvåket i 2004/05 og 2006, mens overvåkingen i en skogsbekk ble satt i gang i 2007.

De beregnede verdiene for lokale fosfortilførsler til vestre Vansjø i 2007 er om lag lik som tilførslene i 2004/05 og 2006, når det tas hensyn til avrenningsmengden. Tilførslene ble estimert til 3-3,5 tonn fosfor for et normalår. De reelle fosfortilførslene til vestre Vansjø var om lag 1,7, 4,7 og 4,1 tonn TP i hhv. 2004/05, 2006 og 2007 og tilsvarende var tilførslene til Mosseelva fra det lokale nedbørfeltet 0,2, 0,6 og 0,3 tonn TP. Nedbør og avrenning har hatt stor betydning for de årlige variasjoner i fosfortilførsler. Avrenningen var 256, 760 og 660 mm for hhv. 2004/05, 2006 og 2007.



Vannføringsveide årlige fosforkonsentrasjoner i de 9 bekkene ligger betydelig over miljømålet på 50 µg TP/l. I skogsbekken var den vannføringsveide gjennomsnittskonsentrasjonen av fosfor 88 µg TP/l. Dette skyldes at det ble målt høye konsentrasjoner (>100 µg TP/l) i 3 prøver tatt på sommeren. I disse episodene var vannføringen i Guthusbekken (der vannføringen måles) mye høyere enn den var i skogsbekken og disse prøvene blir derfor vektet for høyt.

Den høyeste gjennomsnittlige fosforkonsentrasjon (235-415 µg TP/L) ble i 2007, som tidligere år, målt i avrenning fra nedbørfeltene med den største andel jordbruksareal (85-91 %). Feltene på nord-østsiden hadde i 2007 fosforkonsentrasjoner mellom 120 og 150 µg TP/L. I forhold til konsentrasjoner målt tidligere år ble den største endringen målt i Støabekken 1, hvor det var en halvering av fosforkonsentrasjonen fra 2004/05 til 2006. For de øvrige feltene lå fosforkonsentrasjonene omtrent lik som middel for de to tidligere år eller litt under, bortsett fra Sperrebotnbekken der det kan se ut til å vært en økning i fosforkonsentrasjonene.

I 2007 ble tilførselsestimatene basert på vannføringsmålinger i Guthusbekken i Våler og usikkerhet på grunn av variasjoner i den romlige nedbørfordeling ble dermed redusert i forhold til tidligere hvor vannføring i Skuterudbekken i Ås ble brukt til å estimere tilførslene.

Konsentrasjonen av fosfor i små bekker varierer mye fra time til time under avrenningsepisoder. Tidspunktet for uttak av vannprøver er dermed avgjørende for resultatene som oppnås og bidrar til stor usikkerhet i estimater for tilførsler. Kontinuerlig vannføringsproporsjonal prøvetaking anbefales for å få konsentrasjoner som er representative for den totale avrenningen.

# Næringsstoffbudsjettet

## 7.5 Innledning

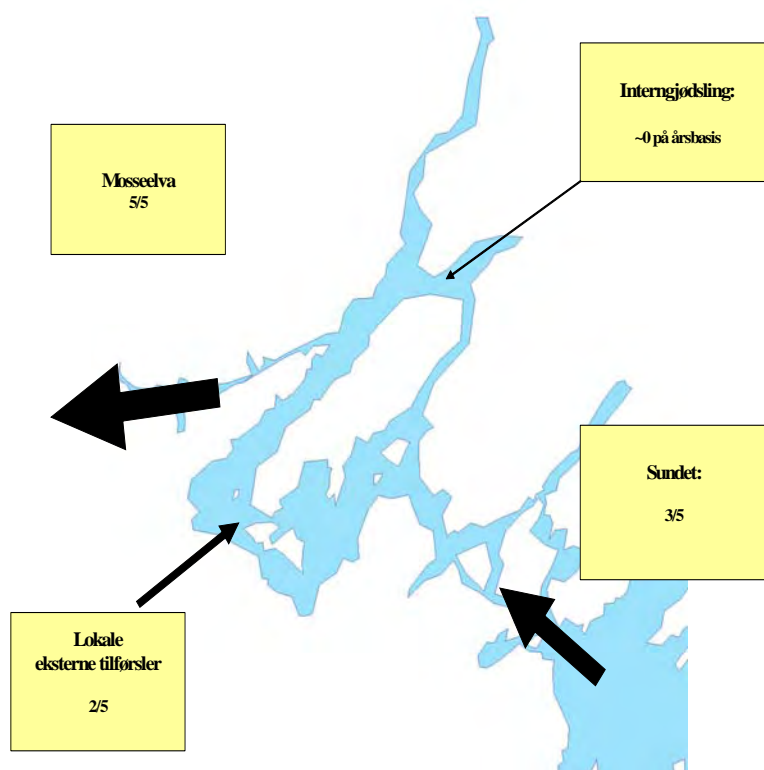
I tiltaksanalysen for Vansjø-Hobølvassdraget (Lyche Solheim et al. 2001) ble et fosforbudsjett anslått for Vansjø basert på et sparsomt datamateriale fra slutten av 90-tallet. Dette er vist i Tabell 15, og også i Figur 75 lenger bak i denne rapporten. Budsjettet innebar totale fosfortilførsler til Storefjorden på 12 tonn, og til Vanemfjorden på 6,8 tonn. I tabellen er det beregnet prosent av budsjettet for lettere å kunne sammenligne med budsjettene for 2005-2007 som er beregnet i denne rapporten.

Tabell 15. Fosforbudsjettet for Vansjø-Hobølvassdraget som beregnet i tiltaksanalysen for vassdraget (Lyche Solheim et al. 2001).

Sted	Tonn fosfor	% i Hobølelva	% tilførsler til Storefjn	% Storefjorden	% Vanemfjorden
Oppstrøms Mjør	1,4	12			
Mellom Mjør og Kråkstad	3,7	31			
Kråkstadelva	2,4	20			
Hobølelva nedstrøms samløp Kråkstadelva	4,4	37			
Hele Hobølvassdraget	12	100	69		
Mørkelva	0,7		4		
Veidalselva	1,4		8		
Svinna	2		12		
Bekkefelt Storefjn	1,4		8		
Totalt til Storefjn	17,3		100	100	
Retensjon Storefjn	11,9			69	
Gjennom Sundet	5,4			31	79
Bekkefelt Vanemfjn	1,3				19
Totalt til Vanemfjn	6,8				100
Fra sedimenter i Vanemfjn	1,5				22
Til Mosseelva	8,3				122

Bjørndalen m.fl. (2006) utarbeidet et fosforbudsjett for Vanemfjorden for 2005, uten at det da forelå vinterdata fra sundet mellom Vanemfjorden og Storefjorden. De rapporterte samtidig at tidligere fosforbudsjetter for Vansjø viser store variasjoner fra år til år, sannsynligvis dels pga. manglende datagrunnlag, dels pga. varierende klimaforhold. I perioden 2005-2007 har det vært gjennomført hyppigere målinger fra flere lokaliteter enn tidligere. Dette gir et bedre grunnlag for å beregne budsjettet for fosfor i disse tre årene. I 2007 tillater også dataene et beregnet budsjett for nitrogen og suspenderte partikler.

Fosforbudsjettet som ble beregnet i Bjørndalen m.fl. (2006) er vist i Figur 71. Denne viser et budsjett hvor 3/5 av fosformengden tilføres fra Sundet, mens 2/5 stammer fra lokale tilførselsbekker. Interngjødsling bidrar med så godt som ingenting på årsbasis.



Figur 71. Fosforbudsjettet for 2005 som beregnet i Bjørndalen et al.(2006).

## 7.6 Datagrunnlag

Følgende data ligger til grunn for budsjettet:

- Tilførselsberegninger fra elver og bekker til Storefjorden
- Tilførselsberegninger fra bekker til Vanemfjorden
- Transportberegninger gjennom Sundkjeften
- Transportberegninger ved Mossefossen
- Vurdering av sedimentenes innhold av fosfor og derfor interngjødsling i Vestre Vansjø

En utfordring i arbeidet har vært at datagrunnlaget fra de tre årene ikke er likt. Dette innebærer bl.a. at

- Det finnes ikke data fra utløpet i Mossefossen i annen halvdel av 2006;
- Det ble i 2005 kun utført målinger av vannkvalitet i Hobølelva og ikke i andre tilførselselver til Storefjorden;
- Målinger i Sundet har hovedsakelig vært utført på fosfor og ikke nitrogen eller partikler, samtidig som det ikke ble utført vintermålinger i 2005 eller 2006;
- Nitrogen ble målt bare sporadisk i enkelte lokaliteter før 2007, og et nitrogenbudsjett kunne derfor kun lages for dette året.

Videre har de tre årene vært svært ulike klimatisk sett, men dette kan også ansees som en fordel da man kan vurdere budsjettet under forskjellige klimatiske forhold.

En oversikt over hvordan transporttallene i de ulike stasjonene er beregnet er gitt i Tabell 16.

Tabell 16. Oversikt over hvordan transporttallene i de ulike stasjonene er beregnet.

Tilførselsområde	Bruk av vannføringsdata	Beregning av transporttall
Hobølelva	Vannføring fra Høgfoss brukt direkte til transportberegninger	Transportverdier for TP og STS er beregnet som gjennomsnittet av beregning ved lineær interpolasjon og stofftransportkurver. Transport av totalnitrogen beregnet ved årgjennomsnittsmetoden.
Svinna, Mørkelva, Veidalselva	Vannføring fra Hobølelva er nedskalert og brukt i transportberegninger.	Som for Hobølelva
Bekkefelt Vanemfjorden:	I bekker med prøvetaking for vannkvalitet ble transportberegninger utførte i 2005 og 2006 ved arealskalerte data fra Skuterud; og i 2007 ved arealskalerte data fra Guthusbekken. Det er ikke beregnet total vanntilførsel fra bekkefeltet til Vanemfjorden.	Lineær interpolasjon i bekker med målinger. I øvrige felt ble tilførsler beregnet ved arealskalering av transporttall fra en nærliggende bekk.
Bekkefelt Storefjorden:	Det er ikke beregnet total vanntilførsel fra bekkefeltet til Storefjorden.	Tilførsler fra de lokale bekkene rundt Storefjorden er beregnet basert på arealspesifikke data fra lokalfelt rundt Vanemfjorden.
Mosseelva	Vannføring fra Moss dam brukt direkte til transportberegninger	Lineær interpolasjon
Sundet	Vannføring fra Moss dam er nedskalert og brukt i transportberegninger	Lineær interpolasjon.

## 7.7 Vannføring og vannbalanse

For å kunne sette opp et budsjett for transporten av næringsstoffer og suspendert materiale gjennom systemet, er det en fordel å ha beregnet vannbalansen i systemet. Tabell 17 viser en slik beregning. Vannføring i Hobølelva er målt ved Høgfoss, men oppskalert for hele feltet.

Vannføringen i Svinna, Mørkelva og Veidalselva er nedskalert fra Hobølelva ut fra vannføringsmålinger ved Høgfoss. Denne beregningen ga en total gjennomsnittlig vannføring på henholdsvis 183, 339 og 252 mill m<sup>3</sup> til Storefjorden i årene 2005, 2006 og 2007. Vannføringen i Hobølelva utgjorde i disse årene henholdsvis 103, 192 og 142 mill m<sup>3</sup>, mens normalverdien for perioden 1977-2007 er på ca. 140 mill m<sup>3</sup>.

Vannføringen ved Sundkjeften er imidlertid mest naturlig å beregne ut fra målt vannføring ved Mossefossen. Dette skyldes at Sundkjeften ligger i innsjøen, og vil ha tilnærmet samme vannstand som vannmerket ved Rødsund Bru. Vannføring målt ved nedskalering fra Sundkjeften er imidlertid ikke lik de beregnede tilførsler til Storefjorden, som vist i tabellen. Restfeltet, dvs

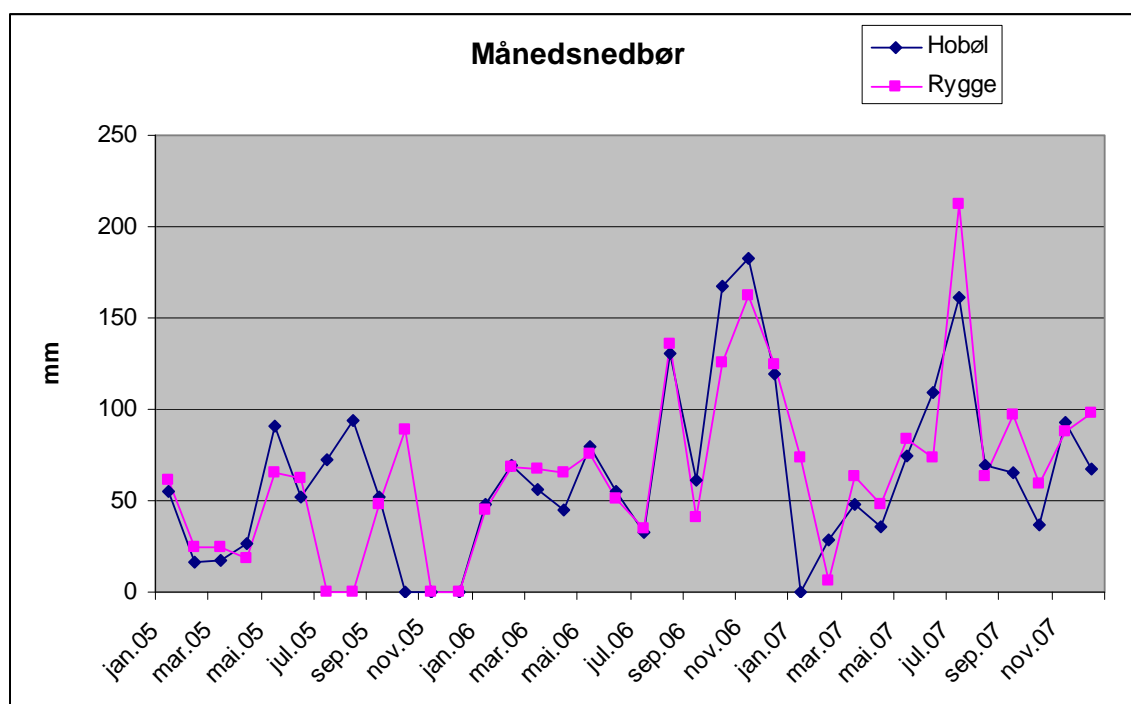
lokale bekkefelt rundt Storefjorden samt nedbør direkte på innsjøen er beregnet å gi en vannføring på mellom 15 og 72 m<sup>3</sup>/s, noe som høyst sannsynlig er en for stor variasjon. Dette er imidlertid ikke overraskende, da alle nedskaleringer som er utførte i feltet vil gi en usikkerhet i vannføring.

Tabell 17. Tabellen viser beregning av vannbalansen i Storefjorden med nedbørfelt, i 2005, 2006, 2007. Årsvannføringene i 2007 ligger tett opp mot årsmiddelvannføring for perioden 1977-2007, som beregnet for Hobølelva ved Høgfoss.

Delfelt	Vannføring i m <sup>3</sup> /s			Kommentar
	2005	2006	2007	
Hobølelva	115	213	158	Målt ved Høgfoss, oppskalert
Svinna	36	67	50	Nedskalert fra Hobøl
Mørkelva	21	38	28	Nedskalert fra Hobøl
Veidalselva	11	21	16	Nedskalert fra Hobøl
Lokale tilførsler	?	?	?	
Tilførsler fra elver	183	339	252	Samlet midlere vannføring inn i innsjøen
Sundkjeften	198	383	324	Nedskalert fra Mossefossen
Rest	15	44	72	Bekker lokalfelt, nedbør på innsjøen, evaporasjon.

Den store variasjonen i restfeltet mellom de tre årene skyldes sannsynligvis ulikheter i nedbørfordelingen i feltet. Figur 72 og Tabell 18 viser nedbøren ved to stasjoner i feltet. I 2005 og 2006 var det mer nedbør i Hobøl enn ved Rygge, mens det var omvendt i 2007. Ved Rygge kom det da nesten 180 mm mer nedbør enn i Hobøl.

Dette resultatet viser faren ved opp- og nedskalering av vannføringsdata, men uten flere vannføringsstasjoner i feltet er denne usikkerheten vanskelig å forbedre.



Figur 72. Månedsnedbør ved met.no stasjonene 17150 Rygge og 03780 Igsi i Hobøl. Data fra met.no.

Tabell 18. Årsnedbør ved stasjonene 17150 Rygge og 03780 Igsi i Hobøl, med differansen mellom de to nedbørstasjonene i høyre kolonne. Data fra met.no.

Årsnedbør	Hobøl	Rygge	Differanse
	mm	mm	mm
2005	475,9	393,3	82,6
2006	1047,4	995,9	51,5
2007	788,0	966,0	-178,0

Det er for øvrig interessant at nedbøren ved Rygge i 2007 kun var ca. 30 mm lavere enn i 2006, til tross for at samlet vannføring gjennom Vansjø var atskillig lavere i 2007 enn i 2006. Dette viser at flomvannføringen i 2006 skyldes nedbør om høsten nord i feltet, mens flomvannføringen i 2007 skyldtes sommernedbør i sør. Dette vil selvsagt også ha innvirkning på nedbørens virkning på erosjon og utvasking av næringsstoffer, både i forhold til sesong (vegetasjonsdekke) og i forhold til område (topografi og arealbruk).

Når det gjelder vannbalansen i Vanemfjorden er denne kun beregnet ut fra vannføringen ut av Mossefossen og den nedskalerte vannføringen ved Sundet. Vannføring fra bekkefeltene rundt vestre Vansjø er derved beregnet ved differanse, jf. Tabell 19.

Tabell 19. Vannbalansen i Vanemfjorden. Vanmengdene i 2007 ligger tett opp mot middel for perioden 1977-2007.

Nr	Delfelt	Vannføring i mill m <sup>3</sup>			Kommentar
		2005	2006	2007	
	Sundkjeften	198	383	324	Nedskalert fra Mossefossen
	Mossefossen	226	437	370	Målt Q
	Differanse: Vestre Vansjø bekkefelt + direkte nedbør på innsjøen	28	54	46	

Beregninger av vannbalansen i feltet er følgelig vanskelig. Den nye stasjonen i Guthusbekken kan forhåpentligvis etter hvert bedre på dette.

## 7.8 Næringsstoff- og partikkelbudsjettet 2005-2007

Tilførsler til Vanemfjorden er basert på målinger i periodene 2004/2005; 2006 og 2007.

Tilførsler til Storefjorden er basert på direkte målinger fra Hobølelva i 2005, 2006 og 2007, mens det for de tre tilførselselvene Svinna, Mørkelva og Veidalselva kun finnes målinger fra 2006 og 2007. For 2005 ble det her beregnet fosfortilførsler basert på forholdet mellom vannføring og fosfortransport i de to neste årene i hver elv, jf. Tabell 20.

Tabell 20. Beregningsgrunnlag for transport av fosfor i Svinna, Mørk- og Veidalselva for 2005, basert på data fra 2006 og 2007. Fosfortransport i forhold til vannføring (Q) ble beregnet for 2006 og 2007, differansen var liten for de to årene og gjennomsnittet av dette tallet ble derfor ganget med vannføringen i 2005 for estimert fosfortransport.

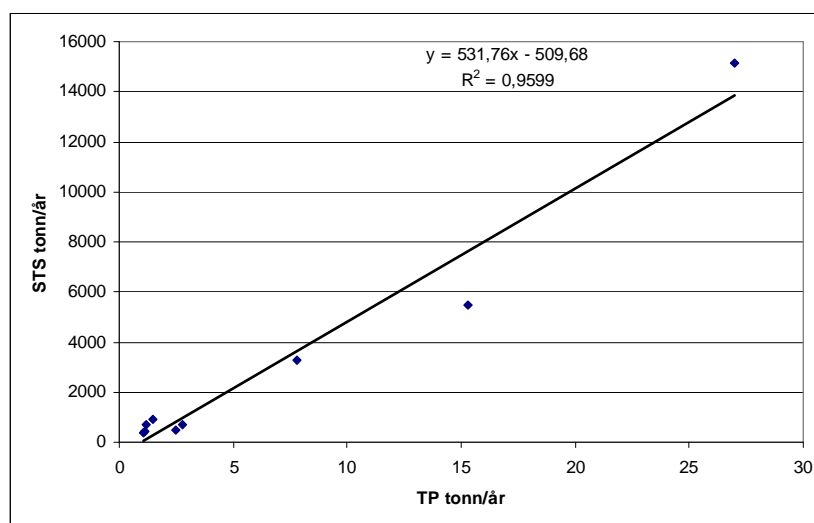
Elv	P-tilførsel/Q 2006	P-tilførsel/Q 2007	Differanse	Gjennomsnitt P-tilførsel/Q	Q i 2005 m <sup>3</sup> /s	Transport tonn
Svinna	0,041	0,050	-0,009	0,0458	36,2	1,7
Mørkelva	0,031	0,037	-0,006	0,0340	20,5	0,7
Veidalselva	0,071	0,074	-0,003	0,0724	11,3	0,8

Tilførsler fra lokalfeltet rundt Storefjorden måtte beregnes, da dette aldri har vært målt. Feltet er til sammen på 82 km<sup>2</sup>, men 23,3 km<sup>2</sup> av dette utgjøres av innsjøen<sup>3</sup>. Restfeltet på 58,7 km<sup>2</sup> består av mye skog i øst, og om lag 10% jordbruksareal som hovedsakelig ligger mot sør. Tilførslene ble beregnet ved å benytte tilførselsdata fra jordbruksarealer sør i Vanemfjordens nedbørfelt (basert på målinger i Huggenesbekken) og for øvrig bruke et felles avrenningstall på 11 kg P/daa for det resterende feltet, som vist i Tabell 21.

Tabell 21. Tilførsler fra lokalfelt rundt Storefjorden. Verdiene for fosfortap i gram per dekar er hentet fra beregningene fra søndre bekkefelt ved Vanemfjorden.

Arealbruk	km <sup>2</sup>	2004/5		2006		2007	
		g/daa	Tilførsler	g/daa	Tilførsler	g/daa	Tilførsler
Jordbruksareal	5,75	160	0,92	318	1,83	212	1,22
Skog og utmark/annet:	52,95	11	0,58	11	0,58	11	0,58
Samlete tilførsler i tonn			1,50		2,41		1,80

Ut fra disse verdiene for fosfortransport ble også partikkeltransporten fra bekkefeltene beregnet. Dette ble hovedsakelig gjort for å kunne beregne partikkelbudsjettet i 2007 for hele nedbørfeltet. Forholdet mellom transport (i tonn) av totalfosfor og partikulært materiale for stasjonene Kure, Svinna, Veidals- og Mørkelva er vist i Figur 73 for alle år det finnes data. Regresjonslikningen som er vist i figuren ble benyttet til å beregne samlet partikkeltransport i bekkefeltet.



Figur 73. Forholdet mellom transport av totalfosfor (TP) og partikler (STS) i vassdraget, som ble brukt som basis for beregning av partikler fra bekkefelt til Storefjorden.

<sup>3</sup> Arealet av innsjøens overflate i snitt for vannstandene 25,50 og 25,05 moh.

Tabell 22 viser budsjettall for alle tilgjengelige stasjoner i 3 år i nedbørfeltet. Fargekoder er brukt for å forklare enkelte av verdiene i tabellen.

Tabell 22. Tilgjengelige data, enten ved direkte målinger eller ved avledete data, for beregninger av fosfor-, nitrogen-, og partikkelbudsjettet for nedbørfeltet. Alle tall i tonn/år unntatt for Q som er i mill m<sup>3</sup>. Hobøelva er beregnet ved Høgfoss/Kure og ikke for hele elva.

	2005				2006				2007			
	TP	STS	TN	Q	TP	STS	TN	Q	TP	STS	TN	Q
Hobøelva	7,8	3250	-	103,4	27	15150	-	192,2	15,3	5480	255,6	142,4
Svinna	1,7	-	-	36,2	2,78	709	-	67,3	2,5	465	61,1	49,8
Mørkelva	0,7	-	-	20,5	1,18	682	-	38,2	1,05	375	17,9	28,3
Veidalselva	0,8	-	-	11,3	1,5	890	-	21,1	1,15	456	15,2	15,6
Storefjn bk	1,50	289	-	-	2,4	772	-	-	1,80	448	-	-
SUM til Storefjn	12,5	-	-	-	34,9	17431	-	-	21,80	6776	(350)	-
Sundkjeften	4,44	-	-	198	9,41	-	-	383	9,71	1529	380	324
Vanemfj bk	1,9	-	-	-	5,3	-	-	-	4,4	2100	36	
Mossefossen	7,05	1271	240	225,9	13,4	2301	569	436,92	13,1	2642	446,9	369,5

	Beregnet ut fra data i 2006 og 2007, samt vannføring i 2005, se Tabell 20.
	Basert på kun 2 prøver i oktober og november 2007.
	Prøver fra mai-oktober
	Kun vinterprøver
	Beregnet ut fra tilførselstall til Vanemfjorden, justert for arealbruk.
	Beregnet ut fra forholdet mellom transport av fosfor og partikler, se Figur 73.
	Beregnet for annet halvår basert på forholdet mellom konsentrasjon og vannføring

Basert på denne tabellen er budsjetter laget som vist i Tabell 23 - Tabell 26.



Tabell 23. Fosforbudsjettet for Storefjorden i i 2005, 2006 og 2007.

<i>Totalfosfor</i>	2005		2006		2007	
	tonn	% av totale tilførsler	tonn	% av totale tilførsler	tonn	% av totale tilførsler
Stasjon						
Hobølelva	7,8	63	27,0	77	15,3	70
Svinna	1,7	13	2,8	8	2,5	11
Mørkelva	0,7	6	1,2	3	1,05	5
Veidalselva	0,8	7	1,5	4	1,15	5
Storefjn bekk	1,5	12	2,4	7	1,80	8
Sum tilførsler	12,5	100	34,9	100	21,8	100
Retensjon Stfjn	8,0	64	25,5	73	12,1	55
Sundkjeften	4,4	36	9,4	27	9,7	45

Tabell 24. Partikkelbudsjettet for Storefjorden i 2007.

<i>Partikler</i>	2007	
	tonn	% av totale tilførsler
Stasjon		
Hobølelva	5480	76
Svinna	465	6
Mørkelva	375	5
Veidalselva	456	6
Storefjn bekk	448	6
Sum tilførsler	7224	100
Retensjon Stfjn	5696	79
Sundkjeften	1529	21

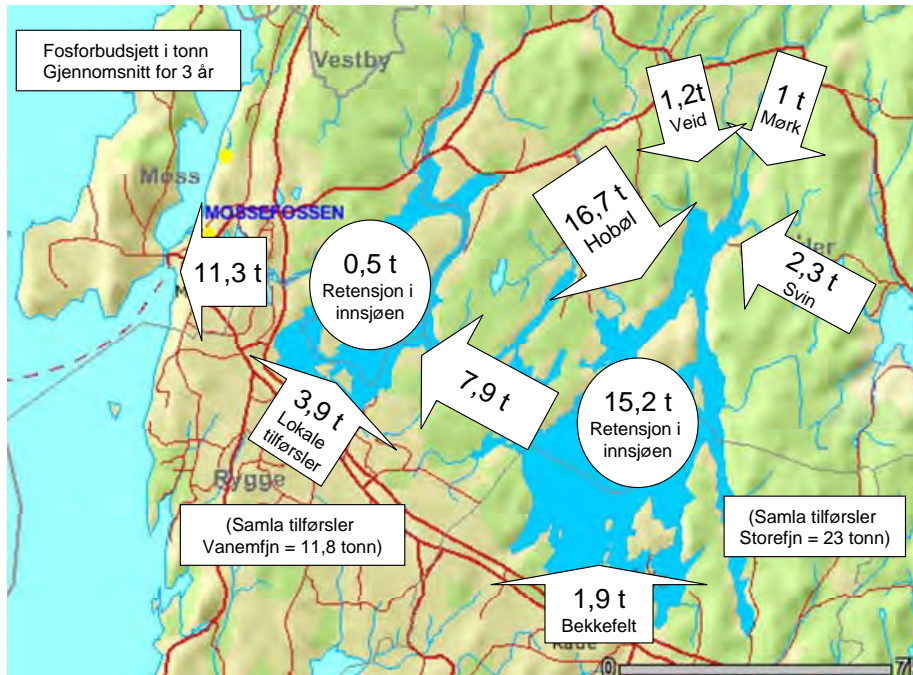
Tabell 25. Fosforbudsjettet for Vanemfjorden i 2005, 2006 og 2007.

<i>Totalfosfor</i>	2005		2006		2007	
	tonn	% av totale tilførsler	tonn	% av totale tilførsler	tonn	% av totale tilførsler
Stasjon						
Sundet	4,4	70	9,4	64	9,7	69
Lokale bekkefelt	1,9	30	5,3	36	4,4	31
Retensjon	0,7	11	-1,3	-9	-1,0	-7
Ut av Mossefoss	7,1	111	13,4	91	13,1	93

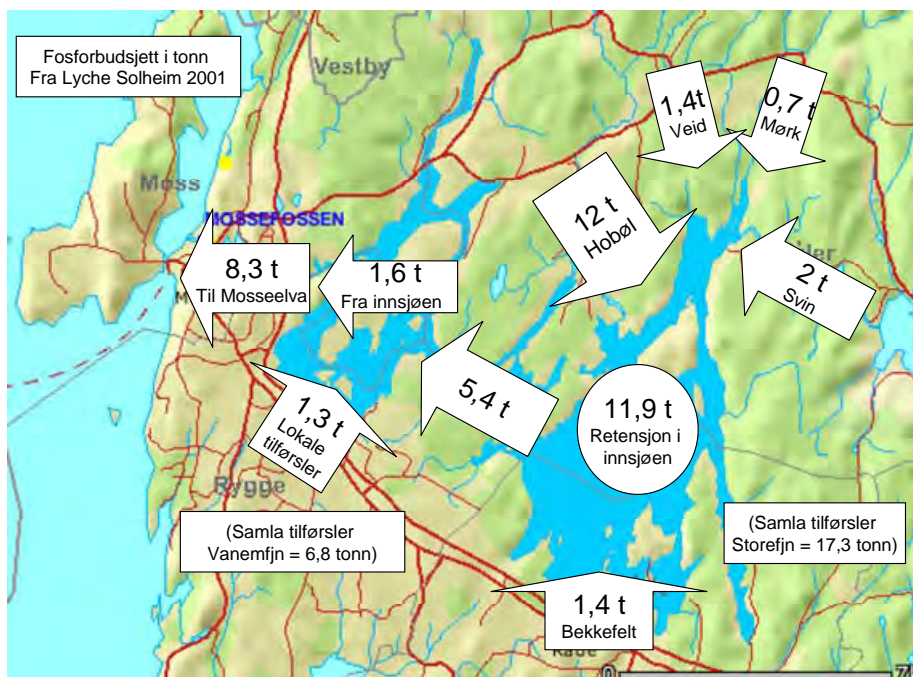
Tabell 26. Partikkel- og nitrogenbudsjettet for Vanemfjorden i 2007.

<i>Partikler og nitrogen</i>	STS 2007		Tot-N 2007	
	tonn	% av totale tilførsler	tonn	% av totale tilførsler
Stasjon				
Sundet	1529	42	380	91
Lokale bekkefelt	2100	58	36	9
Retensjon	-986	-27	30,9	7
Ut av Mossefossen	2642	73	446,9	107

Figur 74 og Figur 75 viser henholdsvis fosforbudsjetten i tonn som snitt for årene 2005, 2006 og 2007; og fosforbudsjetten som stipulert i tiltaksanalysen (Lyche Solheim et al. 2001). Av de viktigste forskjellene kan nevnes at Hobølelva og bekkefelt til Vanemfjorden bidrar med mer fosfor enn antatt, og at det går mer gjennom Sundet. Tallene er ikke justerte for variasjoner i vannføring.

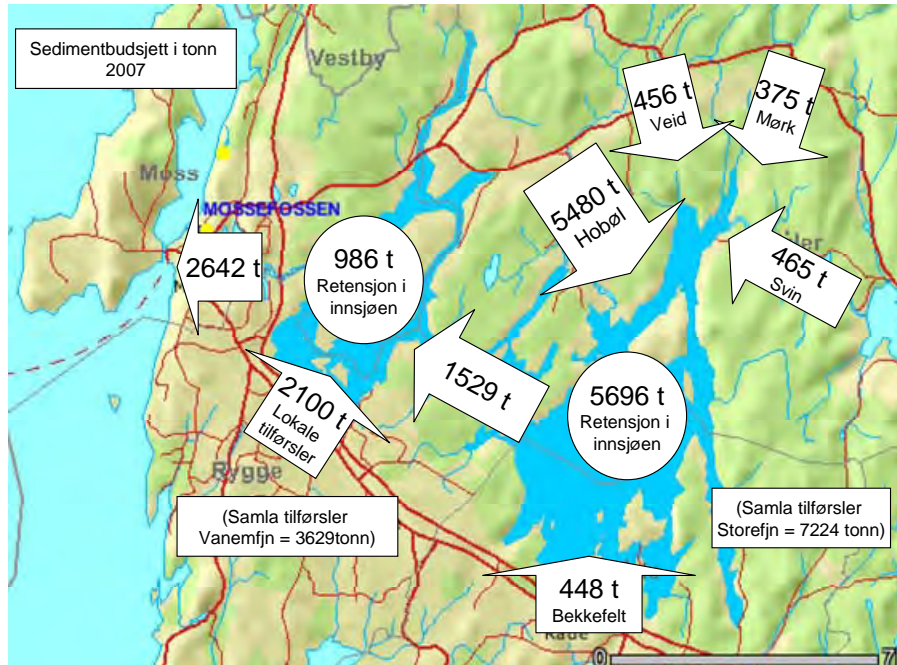


Figur 74. Fosforbudsjetten for hele Vansjø, i tonn. Basert på et beregnet gjennomsnitt for årene 2005, 2006 og 2007. (Kartgrunnlag NVE).

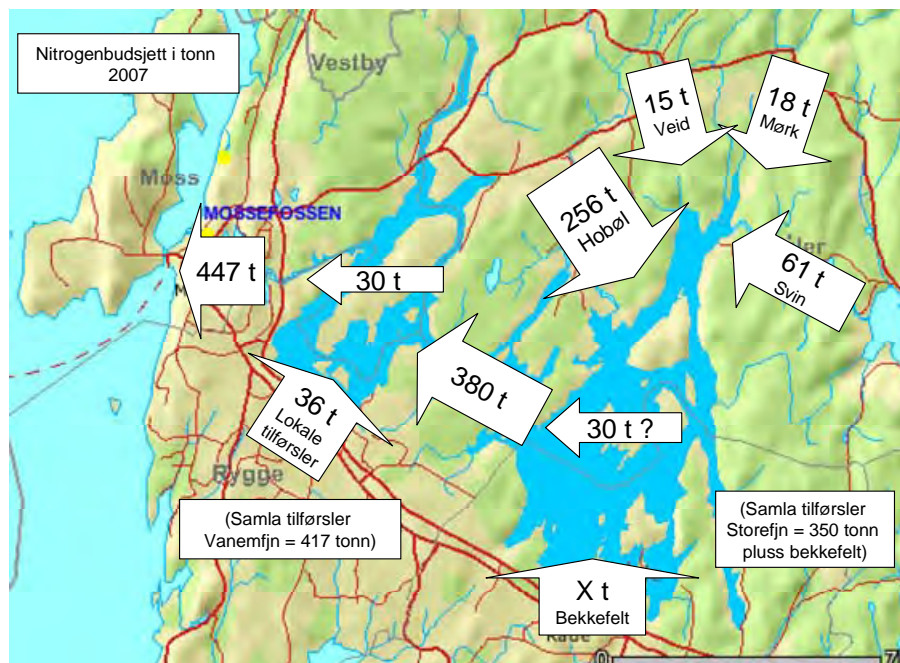


Figur 75. Fosforbudsjetten for hele Vansjø, i tonn. Basert på tall fra tiltaksanalysen for Vansjø-Hobølvassdraget (Lyche Solheim et al. 2001)

Figur 76 og Figur 77 viser partikkelbudsjettet og nitrogenbudsjettet i tonn for hele innsjøsystemet. Retensjonen av sediment er naturlig nok atskillig større enn retensjonen av fosfor, og er særlig stor i Storefjorden med nesten 5,7 tusen tonn. For nitrogen kan det bemerkes at tilførselene fra Storefjorden er om lag 10 ganger større enn fra lokale bekkefelt.



Figur 76. Sedimentbudsjettet for hele Vansjø, i tonn. Basert på data fra 2007.<sup>4</sup>

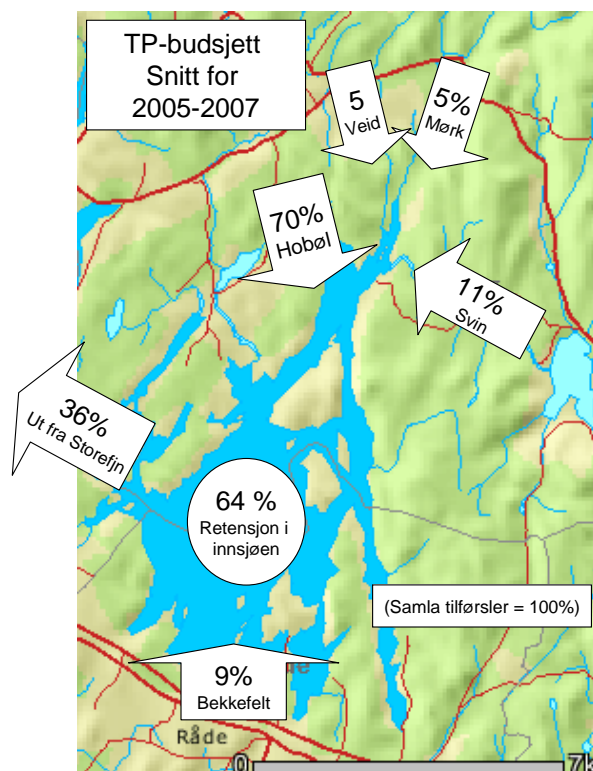


Figur 77. Nitrogenbudsjettet for hele Vansjø, i tonn. Basert på data fra 2007.

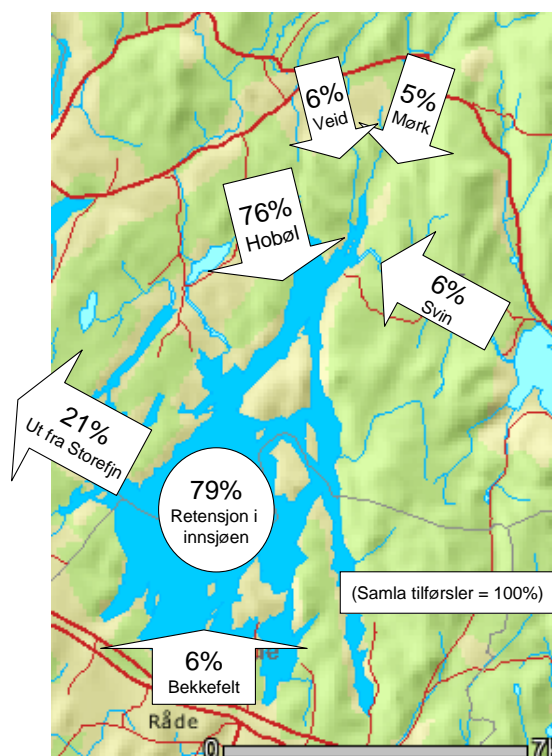
<sup>4</sup> Alle kartgrunnlag fra NVE-Atlas.



De to neste figurene (Figur 78 og Figur 79) viser prosentvis budsjet for Storefjorden for fosfor og partikler. Av samlede tilførsler holder innsjøbassenget tilbake 64 % fosfor og nesten 80 % sediment, mens henholdsvis 36 % og 20 % fraktes videre inn i Vanemfjorden.

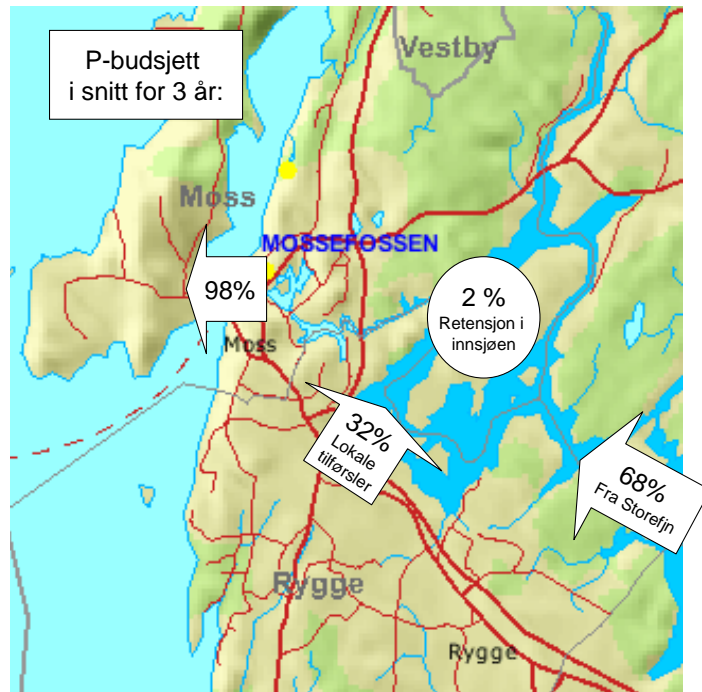


Figur 78. Fosforbudsjet for Storefjorden i prosent.

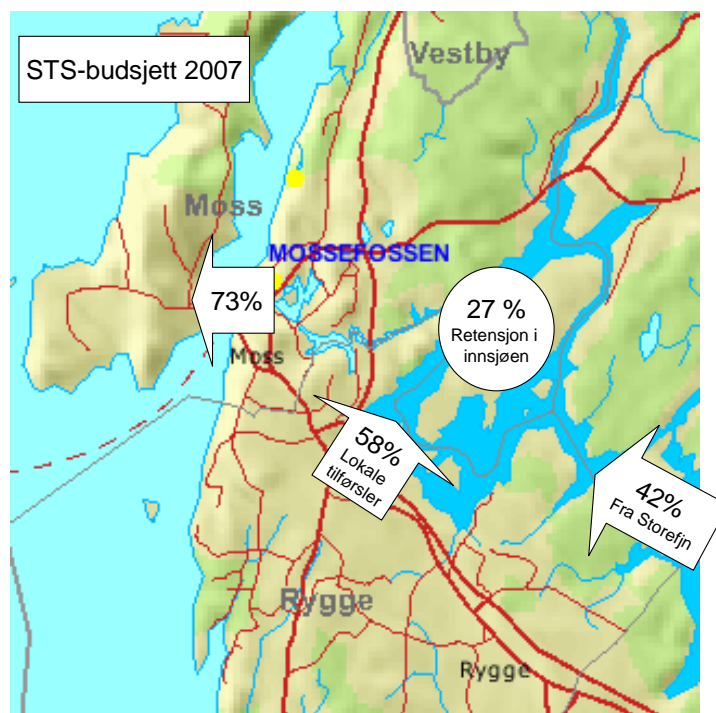


Figur 79. Partikkelbudsjet for Storefjorden i prosent.

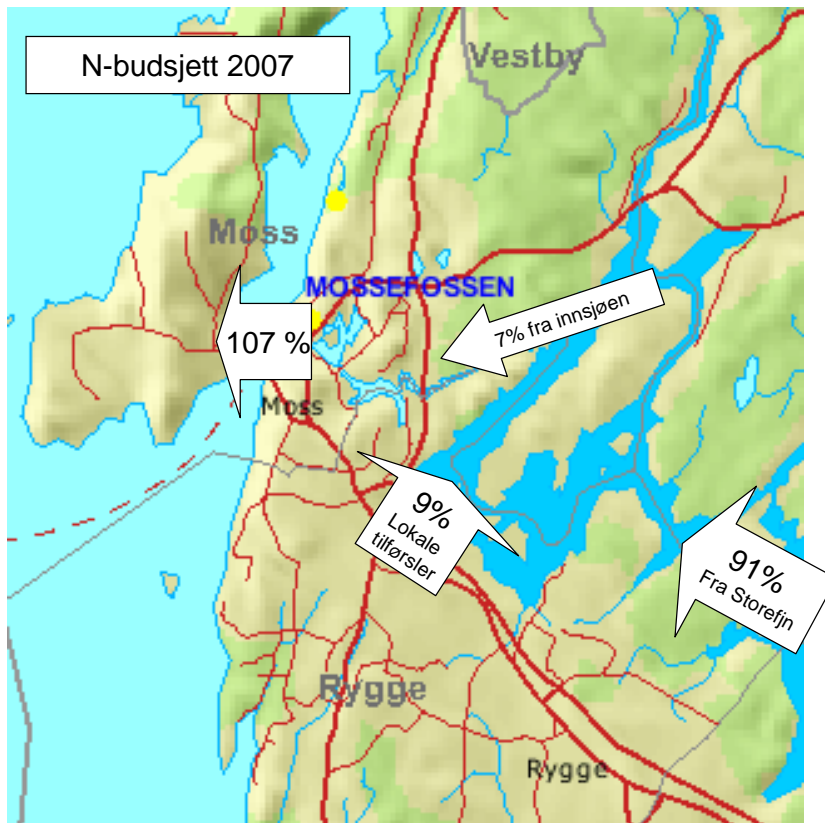
Figur 80 - Figur 82 viser prosentvise budsjetter for Vanemfjorden. Mens fosfor og i høy grad nitrogen hovedsakelig stammer fra Storefjorden, kommer mesteparten av partiklene fra lokalfeltene rundt Vanemfjordens innsjøbasseng. Som i Storefjorden er retensjonen i innsjøen atskillig større for sedimenter enn for fosfor.



Figur 80. Fosforbudsjet for Vanemfjorden i prosent av samlede tilførsler til innsjøbassenget.



Figur 81. Partikkelbudsjet for Vanemfjorden 2007 i prosent av samlede tilførsler til innsjøbassenget.



Figur 82. Nitrogenbudsjett for Vanemfjorden 2007.

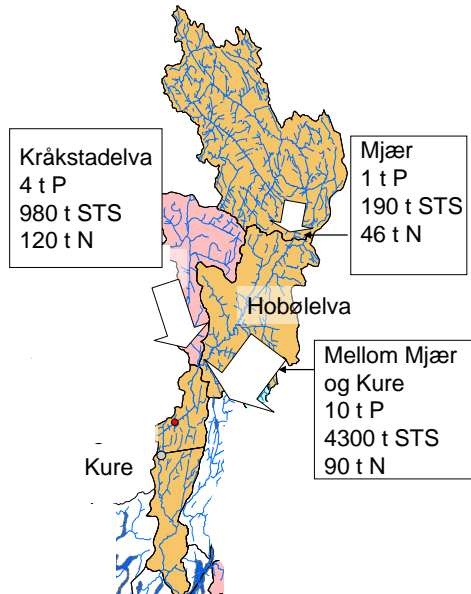
Som budsjettene for Storefjorden viser, står Hobølrelva for mye av transporten av både næringsstoff og partikler inn i innsjøen. Figur 83 og Figur 84 er baserte på data hentet fra kapittel 6 i denne rapporten, og viser at mesteparten av dette materialet stammer fra området nedstrøms innsjøen Mjær. Kråkstadelva bidrar med om lag halvparten av nitrogentilførslene, mens arealet langs hovedelva mellom Mjær og Kure antas å bidra med nesten 70% av fosforet.

I tiltaksanalysen var estimatene for tonn noe lavere enn det som er vist for 2007, men prosentatsene er svært like, som vist i Tabell 27.

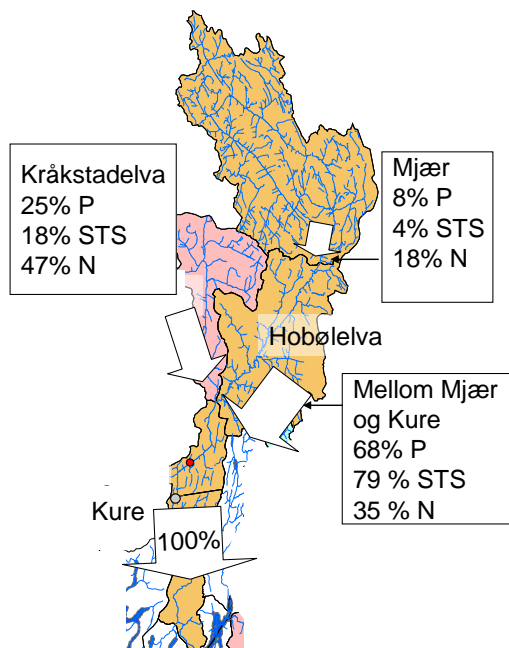
Tabell 27. Prosent tilførsler fra ulike deler av Hobølrelva, som beregnet i tiltaksanalysen fra 2001 (Lyche Solheim et al. 2001) og fra 2007-data i denne rapporten.

Stasjon	2007-beregninger	Tiltaksanalysen
Oppstrøms Mjær	8 %	12 %
Mellom Mjær og Kråkstad		31 %
Kråkstadelva til utløp		37 %
Mellom Mjær og Kure	68 %	
Kråkstadelva	25 %	20 %
Hele Hobølvassdraget	100 %	100 %

Det minnes om at det i dette arbeidet ikke er gjort noe forsøk på å estimere tilførsler nedstrøms Kure. Årsaken til dette er beskrevet i Skarbøvik et al. (2007) og skyldes bl.a. at nye tilførsler kan oppheves av retensjon i Bjørnerødvannet.



Figur 83. Budsjett for tilførsler av fosfor, partikler (STS) og nitrogen i tonn/år fra ulike deler av Hobøelva.

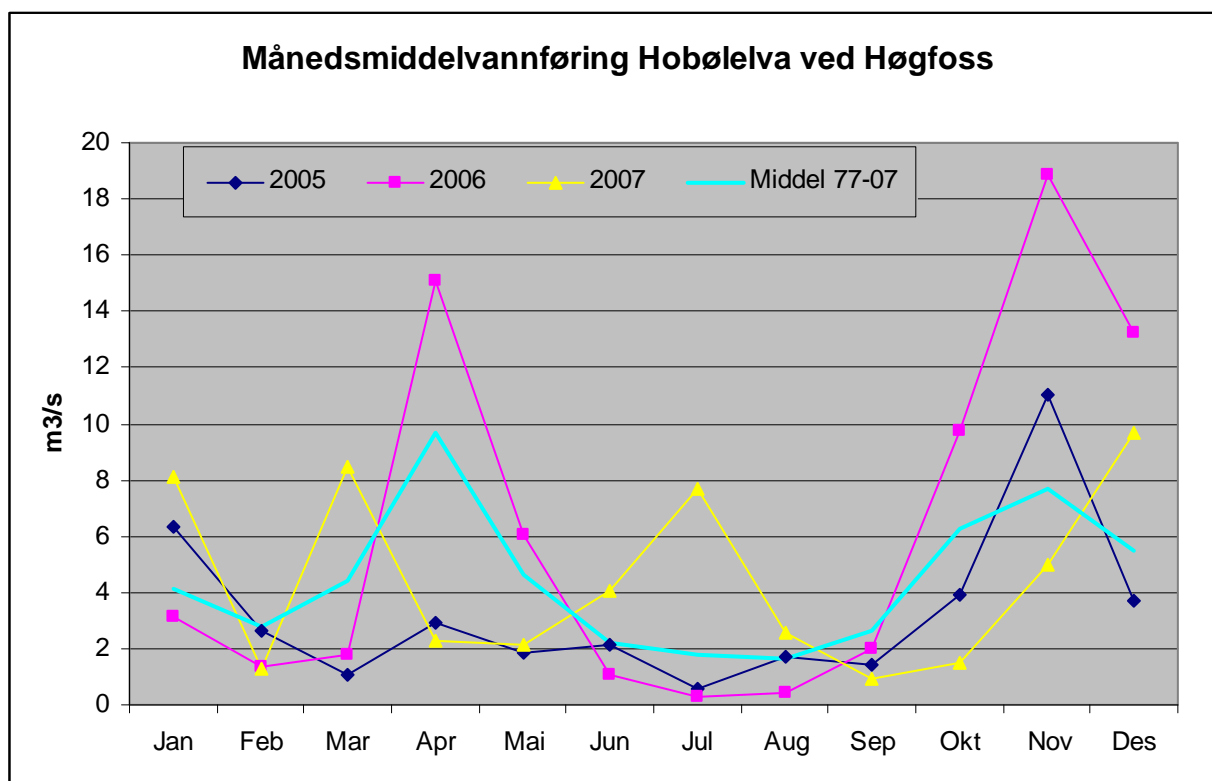


Figur 84. Budsjett for tilførsler av fosfor, partikler (STS) og nitrogen i prosent av totaltransport ut av vassdraget (ved Kure) fra ulike deler av Hobøelva.

## 7.9 Næringsstoff- og partikkelbudsjettet i et normalår

For forvaltningen av Vansjø er det viktig å vite hva som er næringsstoffbudsjettet i et typisk normalår, eller med andre ord – hva som er gjennomsnittlig forventet tilførsel gitt samme værforhold hvert år.

Dette er imidlertid ingen enkel oppgave å besvare. Beregningen av transporttall er utført basert på konsentrasjon og vannføring den dagen vannprøvene ble tatt. I periodene mellom vannprøvene er transporten beregnet med tre ulike interpolasjonsmetoder. Selv om vi velger én av disse, for eksempel lineær interpolasjon, kan vi ikke bare skifte ut vannføringstallene for det gitte året med en gjennomsnittlig dagsvannføring for en gitt "normalperiode". Konsentrasjonene er dels knyttet til vannføring, dels til sesong, og vannføringene varierer fra dag til dag. Figur 85 (lys blå linje) viser at for en gitt 30-års periode (her 1977-2007) er det i Hobølelva vanligvis en snøsmelteflom i april og deretter en høstflom i oktober og november, mens månedene januar, februar og mars, samt sommermånedene som regel har hatt lavere vannføringer. I 2006 var vannføringen høyere enn denne "normalen" i april, oktober, november og desember, mens i 2007 var vannføringen i bl.a. januar, mars, juni, juli og desember over normalen.



Figur 85. Månedsmiddelvannføring (m<sup>3</sup>/s) i Hobølelva ved Høgfoss, i 2005, 2006, 2007, samt i snitt for perioden 1977-2007.

Det er klart at endringer i vegetasjonsdekket i disse ulike månedene vil påvirke partikkel- og næringsstofftilførselen; tilsvarende vil avrenning fra frossen mark om vinteren gi en annen partikkel- og næringsstofftransport enn regn på allerede våt og vegetasjonsrik mark om sommeren. Det ligger imidlertid utenfor dette prosjektets rammer å gjennomføre en grundig undersøkelse av hvordan næringsstoffbudsjettet mest sannsynligvis vil være i et såkalt normalår. I stedet er de beregnede transportverdiene for 2005, 2006 og 2007 beregnet på nytt basert på årsverdier for vannføring for det gjeldende året sett i forhold til årsvannføringen i perioden 1977-

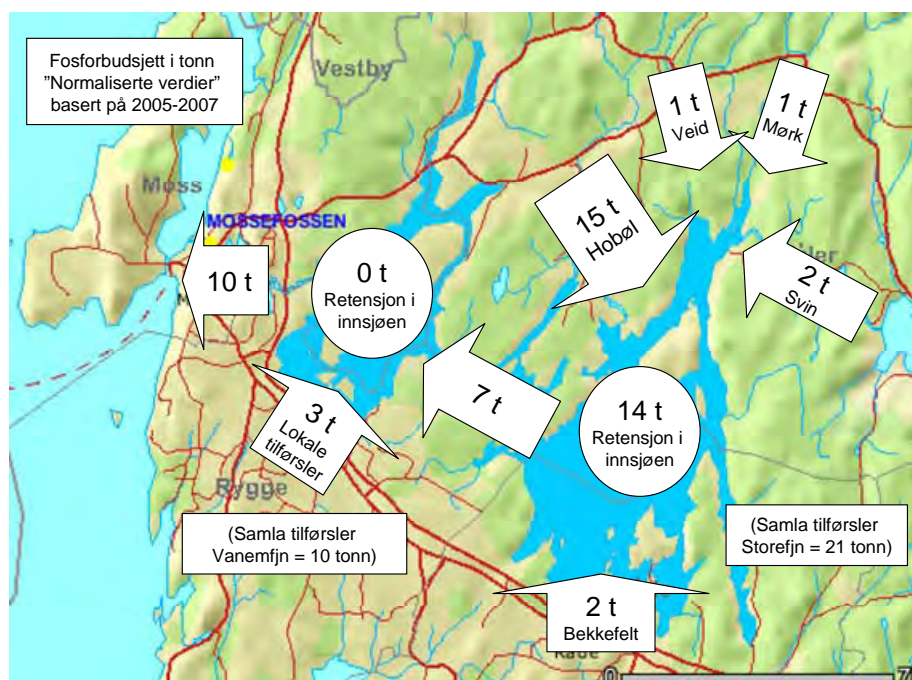


2007 (Hobølelva ved Høgfoss; nedskalert for Svinna, Veidalselva og Mørkelva); samt i perioden 1967-2007 (avløp Vansjø ved Mossefossen; samt nedskalert for Sundet). I bekkefeltene til Storefjorden ble normalverdien beregnet ut fra forholdet mellom det gjeldende året og et normalår for de andre tilførselselvene. For bekkefeltene til Vanemfjorden har det blitt stipulert at et normalår i gjennomsnitt gir 3,3 tonn totalfosfor. Tabell 28 og Figur 86 gir resultatet av disse beregningene. Som ventet avviker ikke dette mye fra beregningen for snittet av de tre årene 2005-2007, siden disse representerer år med lav, høy og middels årsmiddelsvannføringer. Som ofte er vanlig ved slike ”normaliserende” beregninger vil ”normaltransporten” i et vått år gjerne være høyere enn ”normaltransporten” i et tørt. Dette skyldes beregningsmetodikken, som beskrevet over.

Tabell 28. Beregnet ”normalisert” fosforbudsjett for Vansjø. Verdiene er baserte på beregnede transportverdier for 2005-2007, som så er justert i forhold til årsvannføringen gjeldende år samt gjennomsnittlig årsvannføring i Hobølelva ved Høgfoss (1977-2007) og i Mosseelva ved Moss (1967-2007).

		2005	2006	2007	Snitt 05-07
	Q mid	TP norm	TP norm	TP norm	TP norm
Hobølelva	140	10,6	19,7	15,0	15,1
Svinna	49	2,3	2,0	2,5	2,3
Mørkelva	28	0,9	0,9	1,0	0,9
Veidalselva	15	1,1	1,1	1,1	1,1
Storefjn bk		2,0	1,7	1,8	1,8
SUM til Storefjn		16,9	25,4	21,4	21,2
Retensjon		10,9	18,8	13,4	14,3
Sundkjeften	269	6,0	6,6	8,1	6,9
Vanemfj bk		3,3	3,3	3,3	3,3
Retensjon*		-0,2	0,5	0,5	0,2
Mossefossen	307	9,6	9,4	10,9	10,0

\* Når retensjon er negativ betyr dette at mer ble ført ut av innsjøen enn inn – altså erosjon heller enn retensjon.



Figur 86. Fosforbudsjettet beregnet som for et ”normalår”, dvs. basert på perioden 1977-2007 (for Hobølelva ved Høgfoss) og 1967-2007 (for Mossefossen).

## 7.10 Diskusjon og konklusjoner

### 7.10.1 Usikkerhet

Det er allerede pekt på at det finnes en del usikkerhet i datamaterialet som er benyttet til å beregne disse budsjettene. En oppsummering av noen av de viktigste usikkerhetene og feilmarginene kan deles i to, der den første gjelder vannføringsberegningene mens den andre går på konsentrasjonsverdiene:

1. Ujevnheter i nedbør i feltet gir en feil ved arealskalering av vannføring på stasjonene. Dette vil endre seg fra år til år avhengig av hvor det faller mest nedbør i feltet. Dette vil bl.a. medføre følgende:

- I 2005 og 2006 var det mest nedbør nord i feltet og beregningene vil sannsynligvis medføre at Storefjorden holder tilbake mer materiale enn hva som faktisk var tilfelle;
- I 2007 vil beregningene sannsynligvis gi en for høy transport ut av Storefjorden;
- I 2005 og 2006 er beregningene av tilførsler fra lokalbekker til Vanemfjorden basert på vannføringsmålinger fra Skuterudfeltet, som ligger nord i feltet. Disse beregningene er derfor sannsynligvis noe for høye ettersom nedbøren var høyere nord enn sør i feltet i disse to årene.
- I 2007 ble beregningene basert på vannføringsstasjonen i Guthusbekken, og antas derfor å være mer korrekte;
- Beregninger av tilførsler fra lokalfelt rundt Storefjorden vil følge mønsteret som for bekkefeltet i Vanemfjorden, siden disse beregningene er direkte basert på tilførslene fra Vanemfjorden.

2. Manglende vannkvalitetsdata kan gi følgende usikkerheter:

- I 2005 er fosfortilførsler fra Svinna, Mørk- og Veidalsleva beregnet og ikke målt;
- Målingene i Sundet mellom de to innsjøene er mangelfulle, særlig for partikler og nitrogen, og det mangler vinterdata i 2005 og 2006;
- Bekkefelt til Storefjorden har aldri vært målt og alle tilførslene derfra er beregnet;
- I annet halvår av 2006 var det ikke målinger ved Mossefossen og transporten er derfor beregnet.
- I det lokale nedbørfeltet til vestre Vansjø er det bare målinger for 20 % av arealet, totale tilførsler er basert på oppskalering fra arealet med målinger.

Imidlertid var måledata i 2007 gode for de fleste stasjoner og dette fosforbudsjettet antas derfor å være det mest pålitelige. I tillegg må det antas at det gjennomsnittlige fosforbudsjettet for tre år gir redusert usikkerhet.

For nitrogen og partikkelbudsjettet i 2007 er det særlig målingene ved Sundet som øker usikkerheten siden det var få prøver derfra.

### 7.10.2 Budsjettet

I Storefjorden er det Hobølelva som, som ventet, står for de største tilførslene, med om lag 70% av samlede fosfortilførsler. Mesteparten av dette kommer fra arealene nedstrøms Mjær. De øvrige

fosfortilførslene fordeler seg omtrent likt mellom Svinna (11 %), Mørk- og Veidalselva (10 %) og lokale bekkefelt (9 %). Budsjettberegningene viser videre at to tredjedeler av fosforet holdes tilbake i innsjøen, noe som tyder på at Storefjorden fungerer som en ”normal” innsjø, med en gjennomsnittlig fosfor-retensjon som er noe i overkant av det man forventer fra en Vollenweider-modell (Vollenweider 1975). Den relativt høye retensjonen er antakelig knyttet til erosjonsdrevet partikkeltransport i et nedbørfelt med stor andel av marin leire.

Budsjettet viser at samlede tilførsler til Storefjorden er nesten dobbelt så store som til Vanemfjorden. Allikevel er miljøtilstanden bedre i Storefjorden, noe som hovedsakelig skyldes resipientkapasitet: Det relativt større dypet av Storefjorden medfører at det totalt sett er dårligere lysforhold for algene, med større fare for omrøring og transport av alger til dyp uten lys. I hele Vansjø kan blågrønnalgene gro bare ned til om lag 2 meter; dypere vann har ikke tilstrekkelig med lys.

I Vanemfjorden er i snitt fosfortilførslene fra Storefjorden rundt 70% mens det lokale bekkefeltet bidrar med om lag 30 %. Dette betyr at selv om lokale bekkefelt gir mer enn det man opprinnelig trodde da tiltaksanalysen ble laget i 2001, så er det fremdeles tilførslene fra Storefjorden som utgjør den største belastningen. En viktig konklusjon av disse budsjettberegningene er derfor at alle tiltakene i nedbørfeltet til Storefjorden også vil bidra til å bedre vannkvaliteten i Vanemfjorden.

Retensjonen i Vanemfjorden er omtrent lik null. I innsjøbasseng med tilsvarende oppholdstid ville de fleste modeller gitt en retensjon på om lag 40 %. Med andre ord er retensjonen betydelig lavere enn det Vanemfjorden burde ha naturlig kapasitet for. Det antas at dette skyldes at fosfor som sedimenterer på grunt vann i løpet av vinteren frigjøres ved resuspensjon, desorpsjon og biologisk aktivitet i løpet av sommeren, i stedet for å transporteres til dypere vann og bli permanent begravd.

Med andre ord burde Vanemfjorden ifølge de fleste innsjømodeller hatt en ”selvrensningsevne” i form av sedimentasjon og permanent begravning av fosfor, av en størrelsesorden som kunne ha tilsvart de lokale tilførslene. Årsaken til at dette ikke skjer er kompleks, men gjentatte oppblomstinger av blågrønnalger forklarer mye av dette, siden de reduserer sedimentasjonen av fosfor (opptak hos algene) og de skaper også periodevis et pH-miljø som øker desorpsjonen av fosfor fra uorganiske partikler i grunne sedimenter.

De lokale nitrogentilførsler til Vanemfjorden i 2007 utgjorde bare 9 % av totale tilførsler. I år med varme somre med mye sollys kan innsjøen i seg selv være en viktig nitrogenkilde pga nitrogenfikserende alger som *Anabaena*. I 2007 var det imidlertid lite *Anabaena* i Vanemfjorden, sannsynligvis fordi det var for kaldt og for lite sollys, og nitrogenproduksjonen herfra i dette året er derfor beregnet til 7 %.

Budsjettene for partikler og nitrogen er dessverre bare mulige å beregne for 2007, som – til tross for at det var et ”gjennomsnittså” mht total årlig vannføring – var et meget spesielt hydrologisk år med store flommer om sommeren. Fortsatt satsning på nitrogen og partikkelanalyser i tillegg til fosfor anbefales derfor i det fortsatte overvåkingsprogrammet.

## 8. Referanser

---

- Bechmann, M. og Eggestad, H.O. 2007. Fosfortilførsler til vestre Vansjø og Mosseelva i 2006. Bioforsk rapport 2/36.
- Bechmann, M., Eggestad, H.O. og Kværnø, S. 2006. Lokale fosfortilførsler til Vestre Vansjø og Mosseelva. Bioforsk Rapport 1/3.
- Bechmann, M., Pengerud, A., Eggestad, H.O., Deelstra, J. og Øygarden, L. 2008. Erosjon og næringsstofftap fra jordbruksdominerte nedbørfelt. Årsrapport for 2006/07 fra program for jord- og vannovervåking i landbruket (JOVA). Bioforsk rapport 3/20.
- Bjørndalen, K. & H. Warendorph. 1982. Vansjø. Hydrografi og plankton i en innsjø med kompleks bassengform. Hovedoppgave i limnologi. Inst. For marinbiologi og limnologi, UiO.
- Bjørndalen, K., Andersen, T., Bechmann, M., Borgvang, S.A., Brabrand, Å., Deelstra, J., Gunnarsdottir, H., Hobæk, A., Saloranta, T., Skarbøvik, E. og Lyche Solheim, A. 2006. Utredninger Vansjø 2005 – Sammendrag og anbefalinger NIVA-Rapport 5146-2006 41 s.
- Deelstra, J., Skarbøvik, E., og Borgvang, S.A. 2006. Forbedring av tilførselsberegninger til Vansjø fra Hobølelva. Bioforsk Rapport Vol 1; Nr. 17 2006. 44 s.
- Fylkesmannen i Østfold. Overvåkingsrapporter i perioden 1980-2007.
- Håkanson, L og Jansson, M. 1985. Lake sedimentology. Springer Verlag. 316s.
- Lyche-Solheim, Vagstad, N., Kraft, P., Løvstad, Ø., Skoglund, S., Turtumøygard, S. & Selvik, J.R. 2001. Tiltaksanalyse for Morsa (Vansjø-Hobøl-vassdraget). Sluttrapport. NIVA-rapport 4377: 104s.
- Miljøstatus for Østfold, se <http://www.miljostatus.no/ostfold/>
- Norsk standard NS 4724. Vannundersøkelse. Bestemmelse av fosfat. Norges Standardiseringsforbund.
- Norsk standard NS 4725. Vannundersøkelse. Bestemmelse av total fosfor. Oppslutning med peroksoedisulfat. Norges Standardiseringsforbund.
- Psenner, R., Pucsko, R. og Sager, M. 1984. Die Fraktionierung organischer und anorganischer Phosphorverbindungen von Sedimenten. Archiv für Hydrobiologie. Suppl. 70. 111-155.
- Psenner, R., Bostrøm, B., Dinka, M., Petterson, K., Pucsko, R. Sager, M. 1988. Fractionation of phosphorus in suspended matter and sediments. Archiv für Hydrobiologie. Beiheft Ergebnisse der limnologie. 30. 98-109.
- Rydin, E. 2000. Potentially mobile phosphorus in lake Erken sediment. Water Research. 34 (7). 2037-2042.
- Skarbøvik, E., Barkved, L.J. og Stålnacke, P.G. 2007. Tilførsler av partikler og fosfor til Storefjorden - Utredninger Vansjø 2006. NIVA-Rapp 5389. 38 s.
- Skarbøvik E, Pengerud, A., Stålnacke, P. og Kitterød, N.O. 2008. Utvikling av vannkvaliteten i Vansjø-Hobølvassdraget 1983-2006. Bioforsk rapp. Vol 3 nr 91, 2008, 52 s.
- Sælthun, N. R. 1996. The "Nordic" HBV Model. Description and documentation of the model version developed for the project Climate Change and Energy Production, NVE Publication 7. Norwegian Water Resources and Energy Administration ISBN 82-410-0273-4, Oslo, 26 pp
- Vollenveider, R. A. 1975. Input- output models with special reference to the phosphorus loading concept in limnology. Schweizerische Zeitschrift für Hydrologie, VOL. 37, No. 1, P. 53-84
- Willén, E. 1976. Metodikk vid växtplanktonundersökningar. Naturvårdsverkets limnologiska undersökning. 45s.

## 9. Vedlegg

---

Nr Emne

---

- 1 Vedlegg til kapittel 3
  - 2 Vedlegg til kapittel 6
  - 3 Vedlegg til kapittel 7
-

## Vedlegg til kapittel 3

### Metodikk

#### Feltmetodikk

Vannprøvene for kjemisk analyse og planteplankton ble hentet med en Ramberg-henter fra 0-4m dyp.

Siktedyp ble målt med secchi-skive som ble senket ned i vannet.

pH og oksygen ble målt in-situ med YSI-elektrode.

Temperatur ble målt med fluoroproben og YSI-elektrode

#### Analysemetodikk - kjemiske analyser

Parameter	Metodikk
Suspendert stoff - gløderest	NS 4733
Vannets farge	Intern NIVA-metode
TOC	NS-ISO-8245
Orto-P	4724
Totalfosfor	4725
Totalnitrogen	NS 4743
Nitrat	NS 4745
Klorofyll-a	NS 4767
Klorofyll-a (regional undersøkelse)	Fluorometri
Silikat	Intern NIVA-metode
Microcystin	Elisa test (Biosense)

#### Analysemetodikk - biologiske analyser

##### Planteplankton

Planteplanktonet ble analysert i omvendt mikroskop etter en metode av Willén (1976). Resultater er gitt i tabeller på de neste sidene:

Vedlegg til Kapittel 3 forts.

Stasjon Van1:

Tabell Kvantitative planteplanktonanalyser av prøver fra : Vansjø, 1

Verdier gitt i mm<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> (=mg/m<sup>3</sup> våtvekt)

År	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007
Måned	4	4	5	5	6	6	7	7	7	7	8	8	8	8	8	9	9	10
Dag	11	23	7	21	11	22	2	9	16	23	1	13	20	27	10	24	8	
Dyp	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-10m	0-10m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m
Cyanophyceae (Blågrønnalger)																		
Anabaena cf solitaria	.	.	.	.	.	.	15,4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Anabaena solitaria	.	.	.	.	.	.	.	39,4	49,3	17,2	.	19,5	15,1	14,5	2,1	.	.	.
Anabaena sp.	.	.	.	.	2,4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Aphanizomenon flos-aquae	1,2	.	22,6	36,8	92,3	774,0	717,8	552,5	348,7	256,6	488,9	410,0	357,9	337,7	141,3	26,8	.	.
Aphanothece sp.	.	.	.	.	.	.	.	.	2,3	.	1,5	.	.	.	.	.	.	.
Jagineema sp.	.	.	.	.	0,6	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Microcystis aeruginosa	.	.	.	.	.	.	.	.	2,0	.	4,0	.	.	.	.	.	.	0,8
Microcystis wesenberghii	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1,0	.
Planktothrix cf mougeotii	.	.	.	.	.	.	119,7	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Planktothrix mougeotii	.	.	17,6	.	63,0	153,9	.	55,4	39,3	61,7	61,7	52,9	.	.	.	.	.	.
Snowella cf lacustris	.	.	.	.	.	.	.	.	2,3	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Snowella lacustris	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	6,0	3,8	.	.	3,0	.	.	.
Ubest.coccoid cyanobakterie	.	.	.	.	.	.	.	.	4,5	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Woronichinia compacta	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0,3
Woronichinia naegeliana	.	.	.	.	1,2	4,8	6,4	3,2	11,2	16,0	22,4	45,2	39,3	3,2	37,7	20,8	8,0	.
Sum - Blågrønnalger	1,2	0,0	40,2	36,8	96,5	841,8	893,5	714,7	475,7	329,1	584,5	540,1	465,3	355,4	184,1	48,6	9,1	.

	År	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007
	Måned	4	4	5	5	6	6	7	7	7	7	8	8	8	8	9	9	10
	Dag	11	23	7	21	11	22	2	9	16	23	1	13	20	27	10	24	8
	Dyp	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-10m	0-10m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m
<b>Chlorophyceae (Grønnalger)</b>																		
	<i>Ankistrodesmus fusiforme</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0,2	.
	<i>Ankyra lanceolata</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	0,3	.	0,3	0,9	0,3	.	.	.	.
	<i>Botryococcus braunii</i>	0,8	.	.	.	0,3	0,5	.	1,3	0,3	.	4,2	.	.	4,2	.	.	1,8
	<i>Chlamydomonas</i> sp. (l=10)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1,3	.	.	.	1,3	.	.
	<i>Chlamydomonas</i> sp. (l=12)	.	4,5	.	.	.	.	.	.	4,5	.	.	.	.	.	.	.	.
	<i>Chlamydomonas</i> sp. (l=14)	.	.	.	.	2,3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	<i>Chlamydomonas</i> sp. (l=5-6)	0,1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0,3	6,6	.	.	.	.	0,3
	<i>Chlamydomonas</i> sp. (l=8)	.	.	.	.	.	.	0,8	.	.	.	.	.	.	.	.	1,5	.
	<i>Chlamydomonas</i> spp.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0,3	.	.	.	.	.	.
	<i>Closterium acutum</i> v. <i>variabile</i>	.	0,1	.	.	0,6	.	0,8	5,1	.	3,0	6,8	3,8	20,4	10,2	0,8	1,3	2,1
	<i>Closterium gracile</i>	.	.	.	.	0,6	.	.	.	.	.	.	.	2,9	.	.	0,6	.
	<i>Coelastrum sphaericum</i>	.	.	.	.	.	.	0,5	.	.	.	.	.	.	.	0,4	3,1	.
	<i>Crucigenia</i> sp.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1,5	.	.	.	.	.	.
	<i>Crucigenia tetrapedia</i>	.	.	.	.	.	.	.	7,2	.	.	0,8	0,8	.	0,8	.	.	.
	<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	7,8	.	.	.	.	.	.	.
	<i>Dimorphococcus lunatus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	13,6	.
	<i>Elakatothrix gelatinosa</i> (genevensis)	.	.	.	.	.	.	.	.	1,1	.	1,1	0,4	.	.	.	0,8	.
	<i>Eudorina elegans</i>	.	1,8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	<i>Golenkina</i> sp.	.	.	.	.	.	1,1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	<i>Gyromitus cordiformis</i>	.	.	.	.	.	.	.	5,9	.	11,9	.	.	.	.	.	.	.
	<i>Kirchneriella contorta</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4,5	.	.	.	.	.	.	3,6
	<i>Kirchneriella</i> spp.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2,4	.
	<i>Koliella longiseta</i>	.	.	.	.	.	.	0,7	.	2,0	0,7	.	.	.	.	.	.	.
	<i>Koliella</i> sp.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0,6	.	.	.	.	.	.
	<i>Micractinium pusillum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2,0	.	.	.	.	5,9	.	.
	<i>Monoraphidium contortum</i>	.	.	.	0,9	1,8	1,4	.	8,7	0,9	2,3	0,9	.	.	1,4	0,9	.	1,8
	<i>Monoraphidium dybowskii</i>	.	.	.	.	.	3,2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0,6
	<i>Monoraphidium minutum</i>	.	.	.	.	.	.	3,0	5,8	2,4	3,6	10,3	.	.	.	.	.	.
	<i>Monoraphidium</i> sp.	0,6	.	.	.	.	0,9	.	.	.	.	.	.	.	.	.	7,7	6,3
	<i>Monoraphidium</i> sp./ <i>minutum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	9,0	9,7	.	.	.	.	.
	<i>Monoraphidium</i> sp/ <i>minutum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	7,2	.	.
	<i>Monoraphidium</i> sp/ <i>minutum</i>	.	.	.	.	1,8	.	.	.	.	.	.	.	.	7,8	.	.	.
	<i>Mougeotia</i> sp. (b=6-8)	.	.	.	.	.	.	2,2	.	1,5	7,5	.	.	45,2	.	.	2,0	.



	År	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007
	Måned	4	4	5	5	6	6	7	7	7	7	8	8	8	8	9	9	10
	Dag	11	23	7	21	11	22	2	9	16	23	1	13	20	27	10	24	8
	Dyp	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-10m	0-10m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m
Oocystis rhomboidea		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1,5	.	.	.
Oocystis sp.		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10,6	6,4	27,1	8,6	2,1	6,4
Pandorina morum		.	.	5,0	0,8	1,3	.	.	.	.	.	.	21,9	.	.	.	.	.
Pediastrum biradiatum		.	.	.	.	5,0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Pediastrum cf biradiatum		.	.	.	.	.	.	.	.	1,4	.	.	.	.	.	.	.	.
Pediastrum duplex		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2,8	.	.	.	.
Polytoma sp.		0,8	1,5	.	.	1,1	1,5	20,4	18,1	.	.	1,1	7,5	.	1,5	.	.	1,1
Pyramimonas sp.		.	.	.	3,8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Scenedesmus ecornis		.	.	.	.	.	.	3,4	21,7	4,5	5,3	.	.	.	.	.	.	
Scenedesmus quadricauda		.	.	.	.	2,3	.	.	.	.	.	.	3,0	.	.	.	.	
Scenedesmus sp.		.	.	.	.	0,8	.	.	.	4,5	.	.	.	.	.	1,1	.	
Scenedesmus sp. (Sc.bicellularis ?)		.	0,6	.	0,6	3,4	.	.	.	.	7,4	5,7	6,8	5,1	1,1	1,1	.	
Selenastrum capricornutum		.	.	.	.	0,4	0,4	.	.	.	.	0,8	0,4	.	0,8	2,3	0,8	0,4
Sphaerocystis Schroeteri		.	.	.	.	.	.	.	.	.	52,0	.	.	.	.	.	.	
Spondylosium planum		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0,7	.	
Staurastrum sp.		.	.	.	.	.	.	2,0	.	.	4,0	.	.	.	.	6,0	9,4	0,4
Ubest. kuleformet gr.alge (d=5)		.	.	1,0	1,0	.	.	.	9,4	.	.	.	.	.	.	1,5	.	2,9
Ubest. kuleformet gr.alge (d=3)		.	.	.	.	.	3,2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
Ubest. kuleformet gr.alge (d=5)		.	1,0	.	.	.	.	5,9	.	.	18,8	2,5	.	.	.	.	.	
Ubest. kuleformet gr.alge (d=6)		.	.	.	4,5	1,7	.	8,0	4,1	5,0	.	3,3	2,5	.	.	.	.	
Ubest. kuleformet gr.alge (d=9)		.	2,9	5,7	.	2,9	11,5	14,3	.	.	.	15,8	5,7	.	.	.	.	
Ubest.gr.flagellat		.	.	.	.	1,8	.	.	.	.	.	1,5	.	.	.	.	.	
Sum - Grønnalger		2024,3	2046,3	2030,7	2044,5	2051,8	2058,6	2078,0	2110,4	2054,0	2164,9	2076,6	2106,8	2129,5	2102,3	2063,8	2086,5	2052,9

	År	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	
	Måned	4	4	5	5	6	6	7	7	7	7	8	8	8	8	9	9	10	
	Dag	11	23	7	21	11	22	2	9	16	23	1	13	20	27	10	24	8	
	Dyp	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-10m	0-10m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	
<b>Chrysophyceae (Gullalger)</b>																			
	<i>Aulomonas purdyi</i>	.	.	.	.	.	0,5	9,4	.	.	.	.	.	.	1,0	.	.	.	
	<i>Chromulina</i> sp. (Chr.pseudonebulosa ?)	.	.	.	.	0,9	0,9	0,3	.	0,3	.	0,9	.	.	.	.	.	.	
	Chrysophyceae	1,9	11,3	18,9	15,1	37,7	.	18,1	152,0	.	27,1	18,9	7,5	22,6	45,2	71,6	11,3	.	
	Craspedomonader	.	1,0	1,5	.	0,5	3,4	37,6	32,9	28,2	4,4	.	2,9	1,0	2,5	1,5	.	2,5	
	<i>Dinobryon bavaricum</i>	.	.	0,5	4,1	2,4	4,3	31,7	8,3	22,6	2,6	5,7	1,9	.	4,3	5,1	0,9	.	
	<i>Dinobryon cylindricum</i>	.	.	3,4	4,0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
	<i>Dinobryon divergens</i>	.	.	.	.	2,7	7,9	1,1	2,8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
	<i>Dinobryon sociale</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	5,4	.	.	.	.	.	.	.	
	<i>Dinobryon sociale v.americanum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	7,1	.	2,4	1,4	.	1,9	.	.	.	
	<i>Kephyrion</i> sp.	.	.	.	.	0,5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
	<i>Kephyrion</i> sp. (l=4.5 b=3.5)	.	.	.	.	.	.	.	.	0,2	0,5	.	.	.	.	.	.	.	
	<i>Mallomonas akrokomos</i> (v.parvula)	.	.	.	.	.	.	1,9	.	.	.	1,9	.	.	.	.	.	.	
	<i>Mallomonas caudata</i>	.	.	.	.	8,2	3,9	73,5	24,5	24,5	24,5	73,5	.	.	.	.	.	2,0	
	<i>Mallomonas</i> cf <i>tonsurata</i>	.	.	.	.	.	.	3,4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
	<i>Mallomonas elongata</i>	.	.	1,6	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
	<i>Mallomonas punctifera</i> (M.reginae)	.	.	.	7,2	.	.	.	.	.	.	.	.	7,2	14,3	7,2	.	.	
	<i>Mallomonas</i> sp. (15my)	3,0	.	.	.	.	.	.	67,9	.	15,1	.	.	.	.	.	.	.	
	<i>Mallomonas</i> sp. (18my)	.	.	7,5	.	7,5	3,0	.	.	75,4	.	30,2	3,8	12,1	22,6	.	.	.	
	<i>Mallomonas</i> spp.	.	.	.	.	.	.	37,7	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
	<i>Mallomonas</i> spp. (18*25)	.	.	.	.	.	.	.	2,8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
	<i>Ochromonas</i> sp. (d=3.5-4)	.	.	.	.	.	0,2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
	<i>Pseudopedinella</i> sp.	.	.	0,8	1,5	3,0	.	.	.	.	.	3,8	0,6	.	1,2	.	.	.	
	Små chrysomonader (<7)	5,9	24,4	29,6	20,2	70,0	34,1	69,5	144,8	144,8	95,5	31,7	26,2	21,7	38,6	29,6	25,0	12,1	
	<i>Stelaxomonas dichotoma</i>	3,9	2,9	.	.	.	.	.	.	2,5	1,0	.	.	2,5	1,5	.	1,0	2,5	
	<i>Stichogloea</i> sp.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	9,0	.	.	
	Store chrysomonader (>5)	.	.	.	.	.	.	43,4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
	Store chrysomonader (>7)	11,9	31,7	31,7	59,9	99,5	40,7	.	260,6	260,6	162,9	44,1	43,0	35,1	52,0	54,3	27,1	28,3	
	<i>Synura</i> sp. (l=9-11 b=8-9)	.	.	1,9	7,5	3,8	10,0	1,2	1,3	5,7	5,7	21,2	84,8	35,8	.	5,7	1,9	0,8	
	<i>Synura</i> sp. col.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	7,5	.	.	.	.	.	.	.	
	<i>Synura</i> sp. colonies	.	.	.	.	.	.	.	.	2,4	.	.	.	.	.	.	.	.	
	Ubest.chrysophyceae	.	.	.	.	.	.	4,7	.	.	0,5	.	.	.	.	.	.	.	
	Ubest.chrysophyceae 2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0,5	0,5	.	.	.	.	.	
	<i>Uroglena americana</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10,4	35,6	16,5	.	2,6	6,9	.	
	<i>Uroglena</i> sp.	.	.	.	.	.	.	.	10,9	.	1,5	.	.	.	.	.	.	.	
	Sum - Gullalger	26,6	71,3	97,2	119,5	236,7	109,0	331,7	710,6	574,2	354,2	242,6	210,1	154,8	185,1	186,5	74,2	48,0	

	År	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	
	Måned	4	4	5	5	6	6	7	7	7	7	8	8	8	8	9	9	10	
	Dag	11	23	7	21	11	22	2	9	16	23	1	13	20	27	10	24	8	
	Dyp	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-10m	0-10m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	
<b>Bacillariophyceae (Kiselalger)</b>																			
	Asterionella formosa	0,8	1,8	8,3	3,1	0,7	2,0	44,6	126,9	299,6	1310,5	78,8	5,2	6,5	7,8	1,7	.	1,0	
	Attheya zachariasi	.	.	.	.	.	.	15,8	3,4	1,7	6,8	.	1,4	4,5	4,5	.	2,3	2,3	
	Aulacoseira alpigena	.	.	.	.	6,4	.	.	.	.	.	19,2	.	.	.	.	3,2	.	
	Aulacoseira ambigua	.	124,4	64,1	.	.	.	.	.	.	.	.	41,5	.	.	.	.	30,2	
	Aulacoseira cf italica	.	.	.	.	.	.	237,1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
	Aulacoseira granulata	.	.	.	.	119,0	15,6	.	.	.	152,7	.	.	56,6	22,6	.	.	.	
	Aulacoseira islandica (morf. helvetica)	.	27,1	.	.	.	.	.	.	.	.	31,7	.	.	.	.	.	.	
	Aulacoseira islandica (morf. islandica)	.	.	.	147,0	3,0	.	.	.	.	197,9	.	.	.	352,9	.	.	10,6	
	Aulacoseira italica	22,4	57,7	134,6	45,2	23,0	.	394,0	.	.	714,8	438,8	173,4	848,3	1212,4	788,3	479,5	714,8	
	Aulacoseira italica v. tenuissima	15,8	31,7	6,8	.	4,0	.	.	40,7	.	.	.	.	22,6	27,1	.	19,8	18,1	
	Cyclotella cf meneghiniana	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	38,5	.	.	
	Cyclotella sp. (d=14-16 h=7-8)	.	.	3,8	15,1	18,9	.	37,7	75,4	.	9,4	9,4	.	.	28,3	.	.	22,6	
	Cyclotella sp. (d=8-12 h=5-7)	.	.	.	.	.	7,5	.	15,8	31,7	.	.	.	.	.	.	5,3	.	
	Cyclotella sp. (l=3.5-5 b=5-8)	.	.	.	.	.	.	.	31,5	.	.	.	.	.	.	4,5	.	.	
	Cyclotella sp. (l=6-7 b=12-14)	.	.	9,0	.	.	13,6	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
	Cyclotella sp.5 (d=10-12 h=5-7)	.	.	.	7,5	3,8	.	.	.	.	.	15,1	18,9	3,8	.	.	.	.	
	Cyclotella sp.6 (d=20)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	67,9	.	
	Cyclotella sp.6 (d=20-25)	.	.	.	.	.	.	90,5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
	Diatoma elongata	.	.	.	.	.	.	.	.	.	5,7	.	.	.	.	.	.	.	
	Fragilaria crotonensis	.	.	.	7,7	.	.	.	.	2,8	1,1	13,0	.	.	.	.	.	.	
	Fragilaria sp. (l=30-40)	.	.	.	.	.	.	3,2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
	Fragilaria sp. (l=40-70)	.	.	.	.	.	6,0	.	22,6	27,1	1,5	.	.	.	.	.	.	.	
	Fragilaria sp. (l=80-100)	.	0,6	1,1	.	1,1	.	.	.	1,1	1,1	.	.	.	.	.	.	.	
	Fragilaria ulna (morfotyp "acus")	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1,4	.	.	.	.	0,3	.	.	
	Fragilaria ulna (morfotyp "ulna")	.	6,4	6,3	2,0	.	.	.	7,5	60,3	.	.	22,6	.	.	.	.	.	
	Melosira granulata	.	.	.	.	.	.	.	.	88,8	.	.	.	.	.	.	.	.	
	Rhizosolenia eriensis	.	.	1,1	2,3	58,8	11,8	1,8	14,5	3,4	.	.	2,3	.	1,1	1,1	.	.	
	Rhizosolenia longiseta	.	.	2,3	3,4	13,6	97,3	56,6	21,5	11,3	6,8	4,5	11,3	7,9	.	4,5	4,5	3,4	
	Stephanodiscus sp.	.	.	.	22,6	.	.	.	66,0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
	Tabellaria fenestrata	3,8	12,0	78,2	217,7	8,5	1,8	35,3	29,7	164,0	172,5	395,6	152,6	216,5	113,0	6,9	2,8	.	
	Tabellaria flocculosa	1,4	3,4	.	.	1,4	.	8,7	5,3	7,0	.	.	.	10,6	.	.	.	.	
	Tabellaria flocculosa v. asterionelloides	.	.	.	.	.	.	.	.	.	5,6	.	.	.	.	.	.	.	
	Sum - Kiselalger	44,2	265,0	315,6	473,7	143,0	259,0	703,7	697,9	698,8	2587,7	1006,1	429,1	1177,2	1769,8	845,8	585,3	802,9	

	År	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007
	Måned	4	4	5	5	6	6	7	7	7	7	8	8	8	8	9	9	10
	Dag	11	23	7	21	11	22	2	9	16	23	1	13	20	27	10	24	8
	Dyp	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-10m	0-10m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m
<b>Cryptophyceae (Svelgflagellater)</b>																		
	Chroomonas cf acutus	.	.	6,4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	32,0	.	.	.
	Chroomonas sp.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	12,8	.	.	.	.	.	.
	Chroomonascf acutus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	12,8	.	.	.	.
	Cryptomonas curvata	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3,0	.	.
	Cryptomonas erosa	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	7,2	.	.	.
	Cryptomonas erosa v.reflexa (Cr.refl.?)	.	.	.	79,2	.	.	.	16,6	.	8,3	.	24,9	.	.	.	.	.
	Cryptomonas marssonii	8,3	.	24,9	16,6	.	.	.	.	107,8	16,6	8,3	.	.	.	16,6	.	8,3
	Cryptomonas sp. (l=15-18)	.	.	15,1	3,8	.	22,6	37,7	24,5	18,9	3,8	3,8	11,3	11,3	7,5	3,8	7,5	7,5
	Cryptomonas sp. (l=20-22)	.	9,0	90,5	81,4	90,5	54,3	90,5	67,9	.	45,2	81,4	81,4	36,2	.	18,1	9,0	27,1
	Cryptomonas sp. (l=20-22, Chroomonas ?)	.	.	.	.	.	.	6,8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Cryptomonas spp. (l=24-30)	.	.	60,3	105,6	9,4	45,2	15,1	30,2	.	.	75,4	45,2	15,1	.	30,2	5,7	5,4
	Katablepharis ovalis	.	2,0	7,5	.	11,5	1,4	13,0	32,6	6,5	.	6,1	6,8	2,0	8,1	1,4	0,7	.
	Rhodomonas lacustris (+v.nannoplanctica)	15,6	49,0	48,1	24,5	116,9	113,1	99,5	199,1	144,8	171,9	71,6	48,1	64,1	96,1	38,6	17,9	15,8
	Sum - Svelgflagellater	23,8	60,1	252,7	311,0	228,3	236,6	262,6	370,7	278,0	245,8	259,5	217,7	141,5	151,0	111,6	40,8	64,2

	År	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	
	Måned	4	4	5	5	6	6	7	7	7	7	8	8	8	8	9	9	10	
	Dag	11	23	7	21	11	22	2	9	16	23	1	13	20	27	10	24	8	
	Dyp	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-10m	0-10m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	
<b>Dinophyceae (Fureflagellater)</b>																			
	<i>Ceratium furcoides</i>	.	.	.	.	.	.	13,0	.	6,5	26,0	97,5	13,0	19,5	58,5	26,0	.	.	
	<i>Ceratium hirundinella</i>	.	.	.	.	.	.	.	26,0	65,0	26,0	6,5	65,0	78,0	52,0	.	.	.	
	<i>Gymnodinium cf. lacustre</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2,6	.	.	.	.	
	<i>Gymnodinium helveticum</i>	.	.	8,2	2,6	28,6	5,2	5,2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2,6	
	<i>Gymnodinium sp. (12*12)</i>	.	.	10,9	.	32,8	10,9	.	.	.	10,9	.	5,5	.	.	.	.	.	
	<i>Gymnodinium sp. (15x20)</i>	.	.	.	.	.	.	11,3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
	<i>Gymnodinium sp. (28*25)</i>	.	.	4,6	1,5	4,4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
	<i>Gymnodinium sp. (8x10: variants?)</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1,7	.	.	.	.	.	
	<i>Gymnodinium sp. (9*7)</i>	.	.	9,0	3,5	.	.	1,7	.	.	.	3,5	.	.	.	3,5	.	.	
	<i>Gymnodinium sp. (d=30-35)</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	12,0	.	.	.	
	<i>Gymnodinium sp. (d=35)</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	8,0	.	.	.	.	
	<i>Gymnodinium sp. (l=20-22 b=17-20)</i>	13,2	1,4	.	.	.	.	.	253,3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
	<i>Gymnodinium sp. (l=28-30 b=33-36)</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2,6	.	.	
	<i>Gymnodinium uberrimum</i>	.	2,9	.	.	.	.	.	.	.	.	1,5	.	.	.	.	36,5	1,5	
	<i>Peridinium cf. cinctum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	7,0	.	.	.	
	<i>Peridinium cf. willei</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	27,0	.	.	.	.	.	
	<i>Peridinium sp.</i>	.	.	.	.	.	.	.	18,0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
	<i>Peridinium sp. (40µ)</i>	.	.	.	.	.	.	2,7	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
	<i>Peridinium sp. (45µ)</i>	.	.	.	.	.	.	.	9,0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
	<i>Peridinium sp.</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	9,0	.	.	.	.	.	
	<i>Peridinium sp. (13-14*15-16)</i>	.	.	.	.	.	.	.	83,2	26,0	.	.	.	.	.	.	.	.	
	<i>Peridinium sp. (d 30-40)</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	42,0	.	.	.	.	.	.	.	
	<i>Peridinium sp. (d=16-18)</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	15,1	.	.	.	.	.	
	<i>Peridinium sp. (d=20)</i>	.	.	.	.	.	0,4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
	<i>Peridinium sp. (d=35)</i>	.	.	.	.	.	1,9	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
	<i>Peridinium sp. (l=15-17)</i>	.	.	.	.	.	.	.	6,2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
	<i>Peridinium sp. (l=30-35 b=28-35)</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3,7	.	.	
	<i>Peridinium umbonatum</i>	.	4,0	10,7	0,6	.	.	.	.	.	.	0,6	.	.	.	.	.	.	
	<i>Peridinium willei</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	9,0	.	.	.	.	.	.	
	Sum - Fureflagellater	13,2	8,3	43,4	8,1	65,8	18,4	22,6	389,1	115,5	104,9	118,5	112,2	132,2	129,5	35,8	36,5	4,1	

	År	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007
	Måned	4	4	5	5	6	6	7	7	7	7	8	8	8	8	9	9	10
	Dag	11	23	7	21	11	22	2	9	16	23	1	13	20	27	10	24	8
	Dyp	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-10m	0-10m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m
<b>Euglenophyceae (Øyealger)</b>																		
	Euglena cf acus	.	0,3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Euglena cf allorgei	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2,0	.	.	.	.	.
	Euglena oxyuris	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3,4	.	.	.	.	.	3,4
	Phacus longicauda	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3,0	.	.	.	.	.
	Trachelomonas sp.	.	.	9,4	.	.	.	2,8	15,1	11,3	.	.	.	.	.	.	.	
	Trachelomonas volvocina	.	.	.	.	44,1	.	.	.	.	.	.	.	14,7	.	.	4,5	.
	Sum - Øyealger	0,0	0,3	9,4	0,0	44,1	0,0	0,0	2,8	15,1	11,3	3,4	5,0	14,7	0,0	0,0	4,5	3,4
<b>Raphidophyceae</b>																		
	Gonyostomum semen	.	.	.	.	.	.	2,0	18,9	2,0	8,0	26,0	19,6	66,0	75,4	82,0	8,0	.
	Sum - Raphidophyceae	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	18,9	2,0	8,0	26,0	19,6	66,0	75,4	82,0	8,0
<b>Haptophyceae</b>																		
	Chrysochromulina parva	.	0,6	2,1	.	12,1	15,4	57,9	66,6	29,0	43,4	28,4	18,1	4,8	3,0	5,7	1,2	5,4
	Sum - Haptophyceae	0,0	0,6	2,1	0,0	12,1	15,4	57,9	66,6	29,0	43,4	28,4	18,1	4,8	3,0	5,7	1,2	5,4
<b>My-alger</b>																		
	My-alger	72,4	63,0	79,9	112,2	74,2	74,9	201,9	343,4	183,2	151,6	98,3	84,7	118,0	71,7	94,8	129,4	57,8
	Sum - My-alger	72,4	63,0	79,9	112,2	74,2	74,9	201,9	343,4	183,2	151,6	98,3	84,7	118,0	71,7	94,8	129,4	57,8
	Sum totalt :	8271,7	8616,9	8928,2	9204,9	9024,5	9718,7	10599,9	11477,3	10532,2	12105,9	10473,8	9833,8	10462,7	10959,9	9681,4	9209,1	9130,8
	% Microcystis av blågrønn	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,09
	% microcystis av total	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

## Stasjon Van2

Tabell Kvantitative planteplanktonanalyser av prøver fra : Vansjø, 2

Verdier gitt i mm<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> (=mg/m<sup>3</sup> våtvekt)

	År	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007
	Måned	4	4	5	5	6	6	7	7	7	8	8	8	8	9	9	10	
	Dag	11	23	7	21	11	22	2	9	16	23	1	13	20	27	10	24	8
	Dyp	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-10m	0-10m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m
		11.04.2007	23.04.2007	07.05.2007	21.05.2007	11.06.2007	22.06.2007	02.07.2007	09.07.2007	16.07.2007	23.07.2007	01.08.2007	13.08.2007	20.08.2007	27.08.2007	10.09.2007	24.09.2007	08.10.2007
Cyanophyceae (Blågrønnalger)																		
	Achroonema sp.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1,7
	Anabaena solitaria	.	.	.	.	94,3	153,1	702,2	1587,2	517,4	1152,9	116,1	2072,4	663,0	145,1	30,3	.	.
	Anabaena sp.	.	.	.	.	11,3	24,9	114,0	101,8	33,9	15,2	76,9	34,9	22,9	48,3	72,5	6,8	6,8
	Aphanizomenon flos-aquae	.	8,5	.	8,5	70,7	76,7	132,7	132,9	260,1	176,2	336,5	118,7	145,5	323,6	162,5	165,3	2,8
	Aphanothece sp.	.	.	.	.	4,5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0,4	.	.
	Chroococcus cf acutus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	18,1	.	.	.	.
	Chroococcus sp.	.	.	.	.	.	3,0	.	.	.	.	.	.	.	2,4	6,0	.	.
	Jagineema	.	.	.	2,8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Jagineema sp.	.	.	.	.	1,1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Merismopedia sp.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0,3
	Microcystis aeruginosa	11,2	2,7	40,0	132,0	912,0	565,2	1376,4	798,0	593,5	134,2	180,0	128,1	158,3	399,4	45,2	49,6	11,2
	Microcystis sp.	.	.	.	.	276,0	.	.	.	.	.	.	.	423,9	.	339,1	.	.
	Microcystis viridis	10,5	0,6	28,0	56,0	.	.	895,6	324,0	282,6	120,1	200,0	293,9	.	904,3	.	118,4	15,0
	Microcystis wesenberghii	.	.	.	.	.	12,0	12,0	.	.	18,8	.	7,5	.	.	.	.	.
	Planktothrix mougeotii	.	.	7,3	86,2	21,8	166,2	332,5	37,7	217,7	.	87,1	.	.	.	.	.	.
	Snowella sp.	.	.	7,5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3,8	0,4	1,9	1,9
	Ubest coccoid cyanobakterie	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	15,1	.	.
	Woronichinia compacta	.	.	.	8,0	.	.	.	11,3	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Woronichinia naegelliana	.	.	3,2	.	6,0	.	22,4	.	7,5	15,1	32,0	45,2	37,7	113,0	52,8	22,4	27,2
	Sum - Blågrønnalger	21,7	11,8	86,0	293,6	1397,7	1001,0	3587,9	2992,9	1912,8	1632,5	1028,6	2718,8	1451,2	1939,9	724,3	364,4	66,9

	År	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	
	Måned	4	4	5	5	6	6	7	7	7	7	8	8	8	8	9	9	10	
	Dag	11	23	7	21	11	22	2	9	16	23	1	13	20	27	10	24	8	
	Dyp	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-10m	0-10m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	
<b>Chlorophyceae (Grønnalger)</b>																			
	<i>Ankistrodesmus fusiforme</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1,8	.	.	.	.	.	
	<i>Ankyra lanceolata</i>	.	.	.	0,6	.	.	3,0	0,3	1,9	.	.	.	.	0,6	.	.		
	<i>Botryococcus braunii</i>	.	.	.	5,7	.	3,6	.	.	.	.	.	8,6	6,1	2,3	3,9	1,3		
	<i>Chlamydomonas</i> sp. (3*5)	.	.	.	.	.	5,1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.		
	<i>Chlamydomonas</i> sp. (d=10)	3,0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.		
	<i>Chlamydomonas</i> sp. (l=10)	.	1,3	.	.	.	.	3,8	.	.	.	.	.	2,6	.	.	.		
	<i>Chlamydomonas</i> sp. (l=12)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4,5	.	4,5		
	<i>Chlamydomonas</i> sp. (l=3)	.	.	.	1,5	.	.	.	.	.	1,4	.	.	.	.	.	.		
	<i>Chlamydomonas</i> sp. (l=5-6)	.	.	.	.	.	.	11,6	.	.	.	0,3	.	5,1	.	.	1,3		
	<i>Chlamydomonas</i> sp. (l=8)	.	.	.	0,8	.	.	.	0,8	.	1,5	.	0,8	.	.	2,3	.		
	<i>Chlamydomonas</i> sp. (l=8-10)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	7,7	.	.	.	.	.		
	<i>Closterium acutum</i> v. <i>variable</i>	.	.	.	.	.	6,8	1,7	.	2,5	.	1,7	2,1	3,4	6,8	7,2	6,4	6,8	
	<i>Closterium gracile</i>	.	.	.	.	39,6	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0,6	.	
	<i>Coelastrum cambricum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1,4	.	
	<i>Coelastrum sphaericum</i>	.	.	5,1	.	3,4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0,8	.	.	
	<i>Cosmarium</i> sp. (b=15-17)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3,0	
	<i>Crucigenia quadrata</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0,9	.	.	
	<i>Crucigenia</i> sp.	.	.	.	.	.	.	1,5	.	2,3	3,0	.	1,5	.	0,8	0,8	.		
	<i>Crucigenia tetrapedia</i>	8,3	.	.	.	.	.	.	14,5	.	.	3,0	0,8	3,6	1,5	0,8	0,8		
	<i>Crucigeniella rectangularis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	8,1	.	.	
	<i>Dictyosphaerium ehrenbergianum</i>	.	.	.	.	.	.	.	211,4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
	<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	7,8	7,8	.	.		
	<i>Dictyosphaerium subsolitarium</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	18,1	.	.	.	.	.		
	<i>Dimorphococcus lunatus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	12,1	.	.	.	.	.	.		



	År	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007
	Måned	4	4	5	5	6	6	7	7	7	7	8	8	8	8	9	9	10
	Dag	11	23	7	21	11	22	2	9	16	23	1	13	20	27	10	24	8
	Dyp	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-10m	0-10m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m
Elakatothrix gelatinosa (genevensis)		.	.	.	0,8	1,5	.	3,8	2,3	1,1	1,5	6,8	.	.	.	.	.	0,4
Eudorina elegans		.	.	.	.	.	.	.	.	10,9	.	.	.	.	.	.	.	.
Golenkina radiata		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1,1	.	3,0	.	.
Gyromitus cordiformis		.	.	.	1,0	7,9	.	.	.	.	1,0	4,0	4,0	.	.	.	4,0	.
Kirchneriella contorta		.	.	.	.	.	.	.	.	.	7,2	.	.	.	9,7	.	.	.
Koliella longiseta		.	.	.	.	.	8,1	.	1,4	0,7	.	.	.	.	.	.	.	.
Koliella sp.		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0,3
Micractinium pusillum		.	2,0	.	3,9	.	.	.	.	.	.	5,9	.	.	.	.	.	.
Monoraphidium contortum		.	.	0,9	1,4	23,5	3,2	0,9	1,4	1,4	1,4	0,9	.	0,5	0,9	1,8	0,5	0,9
Monoraphidium dybowskii		.	.	.	.	5,1	.	.	0,6	.	.	1,3	.	.	.	.	.	.
Monoraphidium minutum		.	.	.	.	.	0,6	.	.	11,6	1,8	.	.	3,9	6,0	.	.	.
Monoraphidium sp.		0,5	.	.	.	8,1	10,9	0,9	.	4,3	.	.	.	.	.	.	6,8	3,2
Monoraphidium sp/minutum		.	.	.	3,6	.	.	.	.	.	.	10,9	12,1	.	.	11,6	.	.
Mougeotia sp. (b=6-8)		.	.	.	.	7,5	.	205,5	.	.	71,6	7,5	11,3	.	14,1	58,4	.	.
Oocystis rhomboidea		.	1,1	.	.	.	.	0,8	.	.	.	1,1	.	.	.	.	.	0,8
Oocystis sp.		.	.	.	2,1	4,3	.	.	.	4,3	17,2	17,2	19,3	.	12,9	4,3	.	.
Pandorina morum		.	.	.	.	1,3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1,4
Pediastrum boryanum		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2,0	.	.
Pediastrum duplex		.	.	.	.	8,4	.	1,2	5,6	.	.	5,6	.	.	.	2,8	.	.
Pediastrum duplex (+ f. gracil.)		.	.	.	.	.	.	.	.	2,8	.	.	.	.	.	.	.	.
Pediastrum duplex (inc gracilis)		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4,9	.
Pediastrum duplex f. gracilis		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	11,2
Pediastrum duplex/f.gracilis		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2,8	.	4,2	.	.	.	.
Pediastrum sp.		.	.	.	2,8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Pediastrum tetras		.	.	.	.	0,4	.	.	.	.	3,0	.	.	.	1,5	.	.	.
Polytoma sp.		1,5	.	.	.	.	.	3,0	10,6	9,0	7,5	2,3	3,0	9,6	1,5	14,5	2,3	2,3
Pyramimonas sp.		.	.	.	.	.	.	8,7	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

	År	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007
	Måned	4	4	5	5	6	6	7	7	7	7	8	8	8	8	9	9	10
	Dag	11	23	7	21	11	22	2	9	16	23	1	13	20	27	10	24	8
	Dyp	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-10m	0-10m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m
Quadrigula sp.		.	.	.	.	.	.	.	1,9	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Scenedesmus acutus		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	6,8	.	.	.	.
Scenedesmus cf armatus		.	.	.	.	.	.	.	3,0	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Scenedesmus cf quadricauda		.	.	.	.	.	.	.	.	6,0	.	.	.	.	.	.	.	.
Scenedesmus ecomis		2,3	.	.	.	.	10,9	3,0	.	4,5	4,5	.	.	.	.	.	.	.
Scenedesmus quadricauda		.	.	.	6,0	18,1	.	.	.	.	.	.	9,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
Scenedesmus sp		.	.	.	.	.	.	1,5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Scenedesmus sp.		.	.	0,8	.	.	29,0	.	3,8	3,8	.	.	4,5	36,2	1,5	.	.	.
Scenedesmus sp. (Dispora ?)		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4,5	.
Scenedesmus sp. (Sc.bicellularis ?)		0,6	1,7	5,4	5,7	28,0	.	.	.	.	.	9,0	7,4	21,7	.	5,4	7,9	8,5
Selenastrum capricornutum		.	.	.	.	.	3,6	0,8	.	.	1,5	.	1,1	2,4	1,8	0,8	.	0,4
Selenastrum gracile		.	.	.	.	.	.	.	18,1	.	.	.	.	.	30,2	.	.	.
Spondylosium planum		.	.	.	.	.	.	2,0	3,8	.	2,0	.	.	.	.	.	.	.
Staurastrum sp.		.	.	.	.	.	.	.	9,4	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Staurodesmus spp.		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	30,2	.	3,8	.
Tetraedron minimum v.tetralobulatum		.	.	0,3	0,3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0,3	.	.
Tetrastrum cf komarekii		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3,8	.	.	.	.
Ubest kuleformet gr.alge (d=5)		.	.	7,1	4,4	20,6	.	.	7,5	.	.	13,7	.	.	2,0	9,4	.	3,9
Ubest. kuleformet gr.alge		.	.	1,8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Ubest. kuleformet gr.alge (12my)		.	.	.	.	.	.	.	15,1	.	.	.	.	.	.	.	7,5	.
Ubest. kuleformet gr.alge (d=3)		.	.	.	.	2,5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Ubest. kuleformet gr.alge (d=5)		.	2,5	.	.	.	5,8	2,9	.	4,7	18,8	.	.	11,8	.	.	.	.
Ubest. kuleformet gr.alge (d=5-8)		.	.	.	.	.	.	.	.	181,0	.	.	.	.	.	.	.	.
Ubest. kuleformet gr.alge (d=6)		.	.	4,0	3,0	18,1	.	.	.	.	.	0,8	.	.	.	26,5	.	2,3
Ubest. kuleformet gr.alge (d=7)		.	4,5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Ubest. kuleformet gr.alge (d=7-8)		.	.	.	.	.	.	.	6,0	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Ubest. kuleformet gr.alge (d=9)		.	.	.	.	.	.	5,7	.	.	5,7	11,5	.	8,6	14,3	2,9	.	.
Sum - Grønnalger		4060,1	4081,0	4063,4	4106,5	4241,6	4157,3	4286,2	4377,2	4297,3	4208,5	4149,5	4160,1	4222,4	4226,8	4250,1	4144,5	4110,0

	År	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007
	Måned	4	4	5	5	6	6	7	7	7	7	8	8	8	8	9	9	10
	Dag	11	23	7	21	11	22	2	9	16	23	1	13	20	27	10	24	8
	Dyp	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-10m	0-10m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m
Chrysophyceae (Gullalger)																		
	Aulomonas sp.	.	.	4,7	.	.	.	9,4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Bicosoeca sp.	.	0,5	0,5	.	.	.	1,0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Bitrichia chodatii	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1,5	1,5	1,5
	Chromulina sp. (Chr.pseudonebulosa ?)	.	.	.	.	.	.	.	1,4	.	1,8	.	.	4,3	0,3	0,6	.	.
	Chrysolykos planktonicus	0,4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Chrysophyceae	26,4	33,9	56,6	11,3	90,5	65,1	36,9	27,1	45,2	18,9	37,7	79,2	22,6	26,4	52,8	86,7	45,2
	Craspedomonader	0,5	0,5	.	.	7,8	23,5	16,7	56,5	14,1	9,4	2,0	4,4	25,1	18,8	4,7	1,0	6,4
	Dinobryon bavaricum	.	4,5	Dinobryon	5,3	.	18,1	.	42,2	16,6	19,6	15,8	1,5	.	37,7	5,1	6,0	3,0
	Dinobryon borgei	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0,2	.	.	.	.	.
	Dinobryon cylindricum	1,8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Dinobryon divergens	.	.	.	.	.	.	.	3,4	28,3	1,1	18,9	.	3,4	.	1,1	.	0,6
	Dinobryon sociale v.americanum	.	.	.	.	.	.	.	82,0	9,4	.	2,4	.	.	.	.	.	.
	Dinobryon suecicum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0,3	.	0,3
	Kephyrion sp.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0,8	.	.	.	.	.	.	.
	Kephyrion sp. (l=4.5 b=3.5)	.	.	.	.	.	.	4,3	.	0,5	.	.	.	.	.	.	.	.
	Mallomonas akrokomos (v.parvula)	.	.	.	.	7,5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Mallomonas caudata	.	.	.	.	12,3	.	147,0	24,5	24,5	24,5	12,3	.	.	.	.	3,1	12,2
	Mallomonas elongata	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2,4
	Mallomonas punctifera (M.reginae)	21,5	7,2	21,5	7,2	14,3	.	.	.	.	.	14,3	14,3	.	14,3	.	.	2,7
	Mallomonas sp. (18my)	.	7,5	7,5	.	60,3	22,6	15,1	22,6	45,2	45,2	.	6,0	7,5	15,1	30,2	.	.
	Ochromonas sp. (d=3.5-4)	.	.	.	.	.	.	.	.	1,0	.	.	.	.	.	.	.	.
	Pseudopedinella sp.	.	4,5	6,8	.	.	.	.	.	.	.	2,3	.	.	2,3	0,6	3,4	.
	Små chrysomonader (<7)	45,8	58,8	72,4	46,4	92,3	156,3	39,8	98,4	128,8	88,8	42,8	27,1	30,9	63,7	43,4	33,8	21,4
	Spiniferomonas sp.	.	.	1,9	.	1,7	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0,9	.
	Stelomonas dichotoma	22,1	3,9	.	.	1,0	.	.	.	.	.	2,0	1,0	.	1,0	0,5	.	3,9
	Store chrysomonader (>7)	72,4	91,6	119,4	86,0	27,1	54,3	43,0	173,7	249,7	130,3	178,7	23,8	141,1	152,0	108,6	7,9	57,7
	Synura sp. (colonies)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	11,3	.	.
	Synura sp. (l=20 b=9-10)	.	.	.	.	.	.	2,4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Synura sp. (l=9-11 b=8-9)	.	.	9,4	7,5	.	.	.	30,2	33,9	56,6	60,3	5,7	28,3	39,6	3,8	1,9	30,6
	Synura sp. col.	.	.	.	.	.	.	.	30,2	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Ubest.chrysophyceae	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1,0	1,0
	Ubest.chrysophyceae 2	0,5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0,5	1,0	.	.	.	.
	Uroglena americana	.	.	.	.	.	.	.	.	.	78,0	4,3	.	11,5	.	.	.	1,7
	Uroglena sp.	.	.	.	.	.	.	11,3	10,2	22,6	.	.	.	.	.	.	.	.
	Sum - Gullalger	191,4	213,0	300,7	163,7	314,9	340,0	311,3	576,3	638,6	417,4	470,0	167,5	259,4	387,7	264,2	147,7	190,7

	År	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007
	Måned	4	4	5	5	6	6	7	7	7	7	8	8	8	8	9	9	10
	Dag	11	23	7	21	11	22	2	9	16	23	1	13	20	27	10	24	8
	Dyp	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-10m	0-10m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m
Bacillariophyceae (Kiselalger)																		
	<i>Achnanthes minutissima</i> v. <i>cryptocephala</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2,3	.	.	.	.	.	.
	<i>Asterionella</i> "symmetric" ( <i>gracilis</i> ?)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	9,8	.	.	.	.
	<i>Asterionella formosa</i>	7,8	49,2	75,0	10,4	39,6	12,4	58,1	163,8	151,4	129,6	109,9	47,1	5,2	5,2	10,4	3,9	4,1
	<i>Attheya zachariasii</i>	.	.	.	1,7	4,5	.	.	9,0	11,3	6,8	.	.	2,3	10,9	4,5	2,3	.
	<i>Aulacoseira alpigena</i>	.	.	.	3,2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	<i>Aulacoseira ambigua</i>	149,3	.	60,3	141,0	.	.	.	.	.	.	18,1	309,1	447,9	.	75,4	48,3	144,8
	<i>Aulacoseira c. islandica</i> (morf. <i>islandica</i> )	.	.	.	105,6	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	<i>Aulacoseira cf. italica</i>	.	.	.	.	.	.	423,0	102,5	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	<i>Aulacoseira granulata</i>	.	.	.	.	31,7	.	56,6	28,3	35,3	17,0	241,3	.	.	.	.	.	.
	<i>Aulacoseira islandica</i> (morf. <i>helvetica</i> )	.	.	.	.	13,2	.	.	.	.	.	168,9	.	.	.	.	.	.
	<i>Aulacoseira islandica</i> (morf. <i>islandica</i> )	.	45,2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	126,7	117,6	.	.
	<i>Aulacoseira italica</i>	33,9	250,7	308,8	226,2	298,6	.	.	.	256,4	217,9	987,0	143,3	301,6	183,2	160,2	301,2	393,6
	<i>Aulacoseira italica</i> v. <i>tenuissima</i>	45,2	13,6	86,0	140,2	64,8	.	.	57,3	.	60,3	265,4	.	.	39,2	271,4	283,5	72,4
	<i>Cyclotella cf. radiosa</i>	.	.	.	.	.	.	226,2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	<i>Cyclotella</i> sp. (d=14-16 h=7-8)	.	.	18,9	.	226,2	.	.	.	23,6	.	.	9,4	9,4	37,7	.	28,3	18,9
	<i>Cyclotella</i> sp. (d=8-12 h=5-7)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	52,8	15,8	5,3	.	5,3	15,8	.
	<i>Cyclotella</i> sp.5 (d=10-12 h=5-7)	.	.	11,3	15,1	90,5	.	.	.	11,3	22,6	.	.	.	18,9	.	.	.
	<i>Cyclotella</i> sp.6 (d=20)	.	.	.	.	.	67,9	.	.	.	.	.	.	.	.	2,0	90,5	.
	<i>Cyclotella</i> sp.6 (d=25)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	30,2	.	.	.	30,2	.	.	.

	År	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007
	Måned	4	4	5	5	6	6	7	7	7	7	8	8	8	8	9	9	10
	Dag	11	23	7	21	11	22	2	9	16	23	1	13	20	27	10	24	8
	Dyp	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-10m	0-10m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m
Diatoma tenuis v. aster.		.	.	.	.	.	.	.	.	.	74,0	.	.	.	.	.	.	.
Diatoma tenuis v. aster.		.	.	.	.	.	.	.	.	82,9	.	.	.	.	.	.	.	.
Diatoma tenuis		.	.	.	.	.	.	.	.	20,5	.	.	.	.	.	.	.	.
Fragilaria beroliensis		.	.	.	.	.	.	.	7,9	.	.	6,0	.	.	.	.	.	.
Fragilaria crotonensis		.	18,1	7,8	.	.	.	.	34,2	18,7	25,9	.	.	.	.	.	10,4	.
Fragilaria sp. (l=30-40)		1,6	3,2	6,3	1,6	15,8	.	.	.	.	.	3,2	.	1,6	.	.	.	.
Fragilaria sp. (l=40-70)		2,6	.	.	.	.	24,1	6,0	.	6,0	.	.	.	.	.	.	.	.
Fragilaria sp. (l=80-100)		0,6	.	.	2,3	2,3	.	.	2,3	.	.	3,4	.	.	.	.	.	0,6
Fragilaria ulna (morfortyp'acus")		.	.	.	.	.	.	.	.	2,6	.	.	4,0	.	.	2,6	.	.
Fragilaria ulna (morfortyp'ulna")		3,2	37,7	42,4	34,0	9,4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0,0	.
Rhizosolenia eriensis		.	.	1,1	15,8	36,2	7,5	.	5,7	3,4	.	9,0	3,4	.	4,5	.	1,1	4,5
Rhizosolenia longiseta		2,3	5,7	10,2	13,6	6,8	1,1	2,3	3,4	4,5	1,1	13,6	9,0	6,8	1,1	10,2	4,5	49,8
Stephanodiscus sp.		.	.	.	.	.	.	.	9,0	.	.	.	.	.	.	.	.	13,6
Tabellaria fenestrata		18,4	367,4	722,7	820,0	475,0	.	294,1	243,2	152,7	135,7	319,5	151,2	52,3	45,2	.	.	21,2
Tabellaria flocculosa		1,2	17,9	22,4	.	.	.	84,4	.	23,8	.	.	.	.	5,3	.	.	.
Tabellaria flocculosa v. asterionelloides		.	.	.	.	.	9,1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Sum - Kiselalger		2288,1	2842,6	3392,1	3563,6	3338,6	2157,2	3166,6	2689,6	2834,4	2758,1	4216,3	2720,4	2877,1	2550,0	2685,7	2829,7	2748,4

	År	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007
	Måned	4	4	5	5	6	6	7	7	7	7	8	8	8	8	9	9	10
	Dag	11	23	7	21	11	22	2	9	16	23	1	13	20	27	10	24	8
	Dyp	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-10m	0-10m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m
Cryptophyceae (Svelgflagellater)																		
	<i>Chroomonas acus</i>	.	4,5	.	.	25,6	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	<i>Chroomonas cf. acutus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	6,4	.	.
	<i>Chroomonas</i> sp.	.	.	12,1	.	.	.	.	.	.	12,8	.	.	.	.	.	.	
	<i>Cryptomonas curvata</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4,0	.	.	.	1,0	.	.	
	<i>Cryptomonas erosa</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	7,2	.	.	.	.	.	.	.	
	<i>Cryptomonas erosa v. reflexa</i> (Cr.refl.?)	22,6	33,9	67,9	11,3	.	.	.	24,9	8,3	.	.	.	.	8,3	.	22,6	
	<i>Cryptomonas marssonii</i>	41,5	41,5	66,4	.	16,6	.	49,8	41,5	41,5	116,1	49,8	.	.	16,6	33,2	16,6	
	<i>Cryptomonas</i> sp. (I=15-18)	11,3	3,8	45,2	15,1	7,5	26,4	67,9	49,0	45,2	33,9	37,7	56,6	18,9	18,9	30,2	11,3	
	<i>Cryptomonas</i> sp. (I=20-22)	9,0	9,0	135,7	27,1	90,5	9,0	72,4	81,4	108,6	.	36,2	45,2	9,0	72,4	54,3	54,3	
	<i>Cryptomonas</i> sp. (I=20-22, <i>Chroomonas</i> ?)	.	.	.	.	.	9,0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
	<i>Cryptomonas</i> spp. (I=24-30)	.	59,3	150,8	50,9	17,0	.	.	.	60,3	15,1	22,6	15,1	15,1	15,1	45,2	11,3	
	<i>Cryptomonas</i> spp. (I=30)	5,7	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
	<i>Katablepharis ovalis</i>	3,4	5,4	22,8	1,4	12,2	19,5	9,5	13,0	13,0	8,7	9,5	2,7	4,3	6,5	6,5	0,7	
	<i>Rhodomonas lacustris</i> (+v.nannoplantica)	39,6	72,6	58,8	59,4	84,4	36,2	130,1	108,6	90,5	90,5	147,0	20,7	48,2	117,6	90,5	29,2	
	Sum - Svelgflagellater	133,1	230,1	559,6	165,2	253,9	100,2	329,6	293,5	384,0	279,7	319,6	140,3	95,5	247,0	275,6	123,4	

	År	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007
	Måned	4	4	5	5	6	6	7	7	7	7	8	8	8	8	9	9	10
	Dag	11	23	7	21	11	22	2	9	16	23	1	13	20	27	10	24	8
	Dyp	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-10m	0-10m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m
Dinophyceae (Fureflagellater)																		
	Ceratium cornutum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	8,0	.	.	.	.
	Ceratium furcoides	.	.	.	.	.	.	26,0	19,5	16,3	104,0	78,0	.	104,0	.	.	.	.
	Ceratium furcoides (inc cysts)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	19,5	.	.	.
	Ceratium hirundinella	.	.	.	.	6,5	.	39,0	32,5	48,8	26,0	149,5	130,0	247,0	.	.	.	.
	Gymnodinium cf palustre	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	12,2	.	.	.
	Gymnodinium helveticum	.	.	5,2	5,2	2,6	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	5,2
	Gymnodinium sp. (17*12)	.	.	7,7	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Gymnodinium sp. (10*10)	.	.	.	.	.	.	11,3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Gymnodinium sp. (12*12)	5,5	.	.	5,5	21,9	.	.	11,3	10,9	.	.	.	.	.	.	.	.
	Gymnodinium sp. (18*20)	.	47,5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Gymnodinium sp. (28*25)	.	.	.	2,9	2,9	.	.	.	.	2,9	.	.	.	.	.	.	14,6
	Gymnodinium sp. (9*7)	.	.	10,4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	8,3	3,5	1,7	1,7	.
	Gymnodinium sp. (d 30-35)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	40,0	.	.	.
	Gymnodinium sp. (d 35)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	20,0	.	.	.	.
	Gymnodinium sp. (d=25)	.	6,9	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Gymnodinium sp. (d=35)	.	7,8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Gymnodinium sp. (d=40)	.	.	.	.	.	.	36,0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Gymnodinium sp. (d=50)	.	.	.	.	6,0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Gymnodinium sp. (l=14-16)	.	.	.	15,8	7,9	.	23,8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1,0
	Gymnodinium sp. (l=18)	.	.	.	.	.	15,8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Gymnodinium sp. (l=20-22 b=17-20)	.	.	26,4	.	.	.	.	6,6	.	6,6	.	.	.	.	.	.	.
	Gymnodinium sp. (l=25-30)	5,6	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Gymnodinium sp. (l=28-30 b=33-36)	.	.	.	.	.	.	.	.	3,9	5,2	.	.	.	.	.	.	13,0
	Gymnodinium uberrimum	1,5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4,4	.
	Peridinium cf. willei	.	.	.	.	.	.	.	.	.	9,0	.	.	.	.	.	.	.
	Peridinium cinctum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	35,0	7,0	.	7,0	.
	Peridinium sp	.	.	.	.	.	.	33,0	24,5	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Peridinium sp.	7,0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	7,0	.	.
	Peridinium sp. (28*24)	.	.	.	12,7	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Peridinium sp. (d=40)	.	.	.	.	.	24,0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Peridinium sp. (l=15-17)	.	12,4	.	.	12,4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Peridinium umbonatum	11,3	17,6	1,6	3,2	.	.	12,8	.	5,7	.	.	2,0	.	.	.	.	.
	Sum - Fureflagellater	30,8	92,2	38,4	21,3	61,7	35,5	15,8	160,1	115,7	104,3	150,4	236,5	138,0	416,3	82,2	13,1	42,5

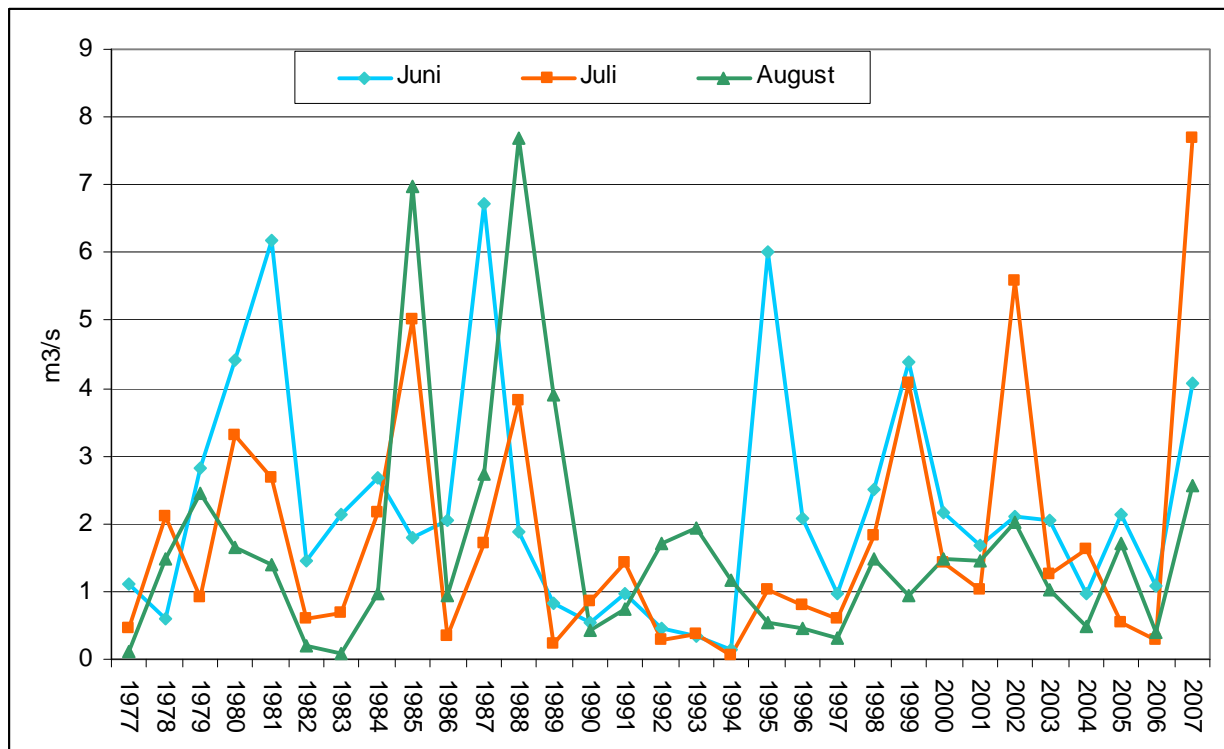
	År	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007
	Måned	4	4	5	5	6	6	7	7	7	7	8	8	8	8	9	9	10
	Dag	11	23	7	21	11	22	2	9	16	23	1	13	20	27	10	24	8
	Dyp	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-10m	0-10m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m
Euglenophyceae (Øyealger)																		
	<i>Euglena acus</i>	0,2	0,3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	<i>Euglena allorgei</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1,5	.	.	.	.	.	.	.
	<i>Euglena cf allorgei</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	1,5	.	.	2,0	.	.	4,0	.	.
	<i>Euglena oxyuris</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	6,8
	<i>Euglena sp.</i>	1,2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	<i>Euglenacf allorgei</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2,0	.	.	.
	<i>Phacus longicauda</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3,0	.	.	3,0	.	.
	<i>Trachelomonas planctonica</i>	.	3,5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	<i>Trachelomonas sp.</i>	.	.	.	.	.	.	.	22,6	.	.	.	.	.	.	7,5	.	.
	<i>Trachelomonas volvocina</i>	.	.	.	29,4	.	.	.	.	.	58,8	.	37,7	.	.	.	1,8	22,6
	Sum - Øyealger	1,4	3,8	0,0	29,4	0,0	0,0	0,0	22,6	1,5	1,5	58,8	5,0	37,7	2,0	14,5	1,8	29,4
Raphidophyceae																		
	<i>Gonyostomum semen</i>	.	.	.	16,0	4,0	75,4	4,0	75,4	28,3	226,2	96,0	113,0	47,1	94,2	235,5	66,0	4,0
	Sum - Raphidophyceae	0,0	0,0	0,0	16,0	4,0	75,4	4,0	75,4	28,3	226,2	96,0	113,0	47,1	94,2	235,5	66,0	4,0



	År	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007
	Måned	4	4	5	5	6	6	7	7	7	7	8	8	8	8	9	9	10
	Dag	11	23	7	21	11	22	2	9	16	23	1	13	20	27	10	24	8
	Dyp	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-10m	0-10m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m	0-4m
Xanthophyceae (Gulgrønnalger)																		
	Goniochloris fallax	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	6,8	.
	Sum - Gulgrønnalger	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,8	0,0
Haptophyceae																		
	Chrysochromulina parva	1,2	14,5	26,1	22,6	179,2	182,4	6,6	17,4	18,8	19,3	20,5	.	3,9	2,9	20,3	6,9	21,4
	Sum - Haptophyceae	1,2	14,5	26,1	22,6	179,2	182,4	6,6	17,4	18,8	19,3	20,5	0,0	3,9	2,9	20,3	6,9	21,4
My-alger																		
	My-alger	.	160,4	147,2	146,9	105,4	271,4	115,8	255,9	546,5	280,5	152,0	114,7	133,6	279,4	255,4	121,6	122,3
	Sum - My-alger	0,0	160,4	147,2	146,9	105,4	271,4	115,8	255,9	546,5	280,5	152,0	114,7	133,6	279,4	255,4	121,6	122,3
	Sum totalt :	13804,8	14768,4	15680,0	15644,3	16980,9	15442,9	18879,8	18541,4	17882,9	17057,6	17717,8	17474,4	16388,5	17293,3	15898,8	14965,9	14558,2
	% Microcystis av blågrønn	1,00	0,28	0,79	0,64	0,85	0,58	0,64	0,37	0,46	0,17	0,37	0,16	0,40	0,67	0,53	0,46	0,39
	% microcystis av total	0,00	0,00	0,00	0,01	0,07	0,04	0,12	0,06	0,05	0,02	0,02	0,02	0,04	0,08	0,02	0,01	0,00

## Vedlegg til Kapittel 6

Vannføring (månedsmiddel) for juni, juli og august siden 1967.



Basert på kildedata fra GLB.

## Måledata i 2007 – tilførselselver Storefjorden samt Moss

For SS, TOC, P-tot, PO4-P og N-tot er alle konsentrasjoner i mg/l. Q er vannføring i m<sup>3</sup>/s. Alle andre vannføringer enn for Moss og Hobølelva ved Høgfoss er nedskalerte fra Høgfossstasjonen.

Gjennomsnittlige konsentrasjoner alle data i 2007:

	SS	Tot-P	Tot-N	PO4-P	TOC	Fargetall
Kure	40,22	0,103	1,783	0,027	8,842	64,714
Mjær	3,77	0,020	0,741	0,003		
Kråkstad	28,29	0,100	4,4	0,016		
Svinna	8,03	0,046	1,226	0,010		
Mørkelv	12,08	0,035	0,634	0,003		
Veidalselv	26,08	0,079	0,976	0,007		
Sundet	4,68	0,025	1,15			
Moss	6,38	0,043	1,174		9,349	52,167

Hobølelva ved Kure

tidspkt	SS	P_tot	N_tot	TOC	Fargetall	PO4-P	Q m3/s
03.01.2007	8	0,036					6,50
04.01.2007	46	0,101					8,96
15.01.2007	16	0,05					12,99
29.01.2007	2,5	0,022	0,971	9,95			2,77
13.02.2007	5	0,025	1,14	9,65			1,18
26.02.2007	5	0,032	0,727	11,4			0,79
12.03.2007	35	0,097	1,91	12,1			16,94
27.03.2007	7	0,038	1,88	7,36			4,16
10.04.2007	6	0,028	1,08	7,11			2,42
23.04.2007	11	0,127	2,42	9,79			3,43
07.05.2007	8	0,03	1,1	8,3			2,01
14.05.2007	2,5	0,033					3,89
15.05.2007	32	0,11					4,64
21.05.2007	13	0,039	1,8	7			2,27
31.05.2007	18	0,038					2,88
02.06.2007	530	0,58					12,08
05.06.2007	21	0,034	1,6	7,9	55		5,63
18.06.2007	5,1	0,058	0,906	6,9			1,26
02.07.2007	15	0,047	1,13	10			2,73
16.07.2007	15	0,069	1,4	12	115		5,64
30.07.2007	13	0,05	1	11	85		2,20
11.08.2007	220	0,4					12,32
16.08.2007	44	0,2					8,81
28.08.2007	12	0,05	1	9,4	68		1,02
11.09.2007	8	0,037	1,1	2,7	64		0,45
24.09.2007	7	0,049	3	8,1	59		1,18
30.09.2007	14	0,07	3,3	9,2	50		5,23
01.10.2007	75	0,13					5,23
08.10.2007	7,2	0,04	2,2	9	64		1,03
10.10.2007	8,4	0,037					0,84
22.10.2007	5,2	0,028	1,5	7,7	47		0,55

tidspkt	SS	P_tot	N_tot	TOC	Fargetall	PO4-P	Q m3/s
29.10.2007	85	0,34	6,3			0,028	6,90
05.11.2007	7,3	0,048	2,2	7,5	46	0,025	3,65
05.11.2007	8						3,65
06.11.2007	130	0,24					6,55
08.11.2007	16						3,50
09.11.2007	37						6,53
19.11.2007	6,4	0,023	1,4	8	44		1,93
19.11.2007	30						1,93
24.11.2007	8	0,31					7,33
25.11.2007	76						9,22
30.11.2007	52	0,15					18,13
02.12.2007	115	0,24					33,45
03.12.2007	33	0,12	1,9	9,7	58		26,75
17.12.2007	8,5	0,028	1,4	9,3	55		2,56
31.12.2007	23	0,05	2	10	96		6,21

#### Hobølelva rett nedstrøms Mjær

tidspkt	SS	P_tot	N-tot	PO4-P	Q Høgfoss	Qmjær
26.02.2007	2,5	0,017			0,79	0,35
27.03.2007	2,5	0,027			4,16	1,82
23.04.2007	2,5	0,016			3,43	1,50
21.05.2007	2,4	0,014	0,77		2,27	0,99
18.06.2007	3,1	0,019	0,679		1,26	0,55
16.07.2007	4	0,019	0,78		5,64	2,47
13.08.2007	5,2	0,03	0,7		3,91	1,71
07.09.2007	4,4	0,017	0,74		0,46	0,20
08.10.2007	10	0,028	0,8		1,03	0,45
10.10.2007	4,4	0,024			0,84	0,37
05.11.2007	2,5	0,019	0,83	0,003	3,65	1,60
03.12.2007	3,2	0,016	0,52		26,75	11,71
31.12.2007	2,4	0,02	0,85		6,21	2,72

#### Kråkstadelva ved utløp i Hobølelva

tidspkt	SS	P_tot	N_tot	PO4-P	Q ved Høgfoss	Q Kråkstad
13.02.2007	5	0,032			1,18	0,22
26.02.2007	9	0,073			0,79	0,15
12.03.2007	59	0,172			16,94	3,22
27.03.2007	13	0,086			4,16	0,79
10.04.2007	9	0,076			2,42	0,46
23.04.2007	65	0,212			3,43	0,65
07.05.2007	21	0,04			2,01	0,38
14.05.2007	18	0,06			3,89	0,74
21.05.2007	8,4	0,052	3,7		2,27	0,43
05.06.2007	12	0,046			5,63	1,07
18.06.2007	2,5	0,066	3,55		1,26	0,24
22.06.2007	45	0,025			1,54	0,29
02.07.2007	16	0,068			2,73	0,52
04.07.2007	150	0,35			19,87	3,77

tidspkt	SS	P_tot	N_tot	PO4-P	Q ved Høgfoss	Q Kråkstad
16.07.2007	16	0,13	2,4		5,64	1,07
30.07.2007	9	0,06			2,20	0,42
13.08.2007	16	0,09	4,4		3,91	0,74
28.08.2007	8,5	0,06			1,02	0,19
11.09.2007	5,2	0,03	5		0,45	0,09
24.09.2007	7,5	0,052			1,18	0,22
30.09.2007	100	0,29			5,75	1,09
08.10.2007	6,4	0,043	5,5		1,03	0,20
10.10.2007	4,8	0,055			0,84	0,16
22.10.2007	4,8	0,032			0,55	0,10
05.11.2007	8,5	0,056	5,1	0,016	3,65	0,69
19.11.2007	7,6	0,042			1,93	0,37
30.11.2007	44	0,28			18,13	3,45
02.12.2007	130	0,29			33,45	6,36
03.12.2007	39		5,55		26,75	5,08
17.12.2007	8,5	0,043			2,56	0,49

#### Svinna

tidspkt	SS	P_tot	N_tot	Fosfat	Q m3/s
03.01.2007	11	0,05			2,275
15.01.2007	13	0,08			4,546
29.01.2007	5	0,04			0,969
13.02.2007	2,5	0,04			0,413
26.02.2007	2,5	0,04			0,276
12.03.2007	6	0,03			5,928
27.03.2007	5	0,09			1,457
10.04.2007	7	0,04			0,846
23.04.2007	7	0,06			1,200
07.05.2007	7,5	0,03			0,703
14.05.2007	8,5	0,03			1,361
21.05.2007	6,8	0,03	1,4		0,793
05.06.2007	6	0,03			1,969
18.06.2007	5,4	0,03	1,18		0,440
02.07.2007	2,5	0,02			0,956
04.07.2007	6,6	0,03			6,954
16.07.2007	9	0,05	1,3		1,972
30.07.2007	5,5	0,04			0,771
13.08.2007	8	0,04	1		1,368
28.08.2007	9,5	0,05			0,357
11.09.2007	7,6	0,03	1,1		0,158
24.09.2007	4	0,04			0,414
08.10.2007	4,4	0,04	1,2		0,359
10.10.2007	5,2	0,04			0,294
22.10.2007	3,6	0,05			0,192
05.11.2007	7,5	0,06	1,4	0,01	1,279
19.11.2007	10	0,05			0,674
30.11.2007	8,4	0,07			6,346
02.12.2007	24	0,09			11,707
03.12.2007	19	0,07			9,363

tidspkt	SS	P_tot	N_tot	Fosfat	Q m3/s
17.12.2007	14	0,05			0,896
31.12.2007	15	0,06			2,175

#### Mørkelva

tidspkt	SS	P_tot	N_tot	Fosfat	Qm3/s
03.01.2007	5	0,014			1,29
15.01.2007	7	0,03			2,58
29.01.2007	2,5	0,014			0,55
13.02.2007	2,5	0,019			0,23
26.02.2007	2,5	0,015			0,16
12.03.2007	22	0,058			3,36
27.03.2007	5	0,033			0,83
10.04.2007	5	0,023			0,48
23.04.2007	29	0,112			0,68
07.05.2007	12	0,03			0,40
14.05.2007	26	0,05			0,77
21.05.2007	2,5	0,011	0,57		0,45
05.06.2007	5,4	0,014			1,12
18.06.2007	7,4	0,04	0,471		0,25
22.06.2007	35	0,076			0,31
02.07.2007	6,6	0,012			0,54
04.07.2007	39	0,082			3,95
16.07.2007	6	0,022	0,69		1,12
30.07.2007	6	0,03			0,44
13.08.2007	14	0,04	0,79		0,78
28.08.2007	8,5	0,03			0,20
11.09.2007	7,2	0,037	0,67		0,09
24.09.2007	4	0,028			0,24
30.09.2007	40	0,11			1,14
08.10.2007	4,4	0,021	0,5		0,20
10.10.2007	4,8	0,022			0,17
22.10.2007	9,2	0,021			0,11
05.11.2007	4,5	0,019	0,85	0,003	0,73
19.11.2007	4,4	0,012			0,38
30.11.2007	31	0,061			3,60
02.12.2007	22	0,05			6,64
03.12.2007	20		0,53		5,31
17.12.2007	4	0,01			0,51
31.12.2007	6,4	0,02			1,23

#### Veidalselva

tidspkt	SS	P_tot	N_tot	Fosfat	Q
03.01.2007	21	0,03			0,713
15.01.2007	22	0,05			1,424
13.02.2007	2,5	0,02			0,129
26.02.2007	2,5	0,054			0,086
12.03.2007	33	0,048			1,857
27.03.2007	11	0,059			0,456
10.04.2007	11	0,041			0,265
23.04.2007	48	0,203			0,376

tidspkt	SS	P_tot	N_tot	Fosfat	Q
07.05.2007	21	0,05			0,220
14.05.2007	120	0,24			0,426
21.05.2007	12	0,028	1,1		0,249
05.06.2007	17	0,034			0,617
18.06.2007	17	0,098	0,739		0,138
22.06.2007	53	0,16			0,169
02.07.2007	11	0,029			0,299
04.07.2007	85	0,16			2,179
16.07.2007	18	0,05	0,86		0,618
30.07.2007	14	0,05			0,242
13.08.2007	23	0,08	0,92		0,429
28.08.2007	20	0,07			0,112
11.09.2007	10	0,072	0,81		0,050
24.09.2007	7,5	0,063			0,130
30.09.2007	62	0,26			0,630
08.10.2007	20	0,061	1,1		0,113
10.10.2007	9,5	0,052			0,092
22.10.2007	6,8	0,043			0,060
05.11.2007	8,5	0,039	1,3	0,007	0,401
19.11.2007	6,4	0,027			0,211
30.11.2007	48	0,11			1,988
02.12.2007	44	0,09			3,668
03.12.2007	38	0,14			2,934
17.12.2007	7	0,022			0,281
31.12.2007	31	0,06			0,681

#### Sundet mellom Storefjorden og Vanemfjorden

tidspkt	SS	P_tot	N-tot
03.01.2007	2,5	0,029	
15.01.2007	5	0,03	
13.02.2007	2,5	0,033	
12.03.2007	15	0,054	
10.04.2007	2,5	0,037	
15.05.2007		0,028	
11.06.2007		0,024	
18.06.2007		0,022	
25.06.2007		0,016	
02.07.2007		0,02	
09.07.2007		0,036	
16.07.2007		0,028	
23.07.2007		0,026	
01.08.2007		0,018	
13.08.2007		0,023	
20.08.2007		0,027	
27.08.2007		0,017	
03.09.2007		0,02	
10.09.2007		0,017	
20.09.2007		0,02	
24.09.2007		0,019	

01.10.2007		0,023	
08.10.2007		0,02	
22.10.2007	2	0,021	1,1
19.11.2007	2,4	0,018	1,2
17.12.2007	5,5	0,035	

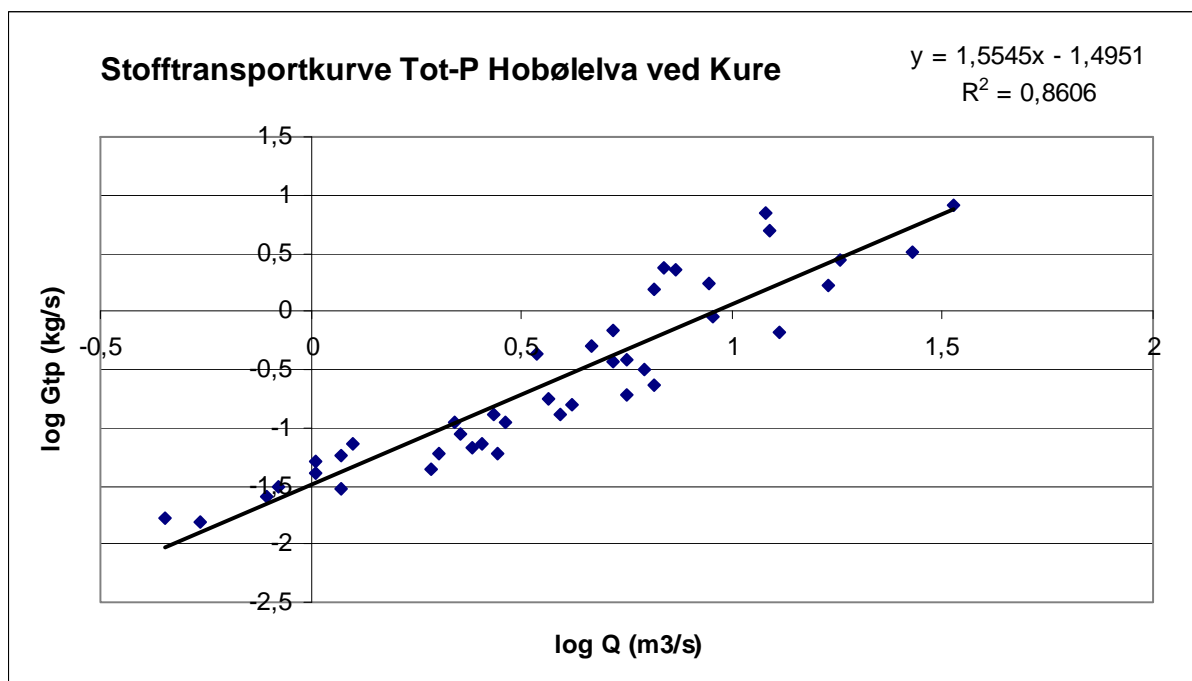
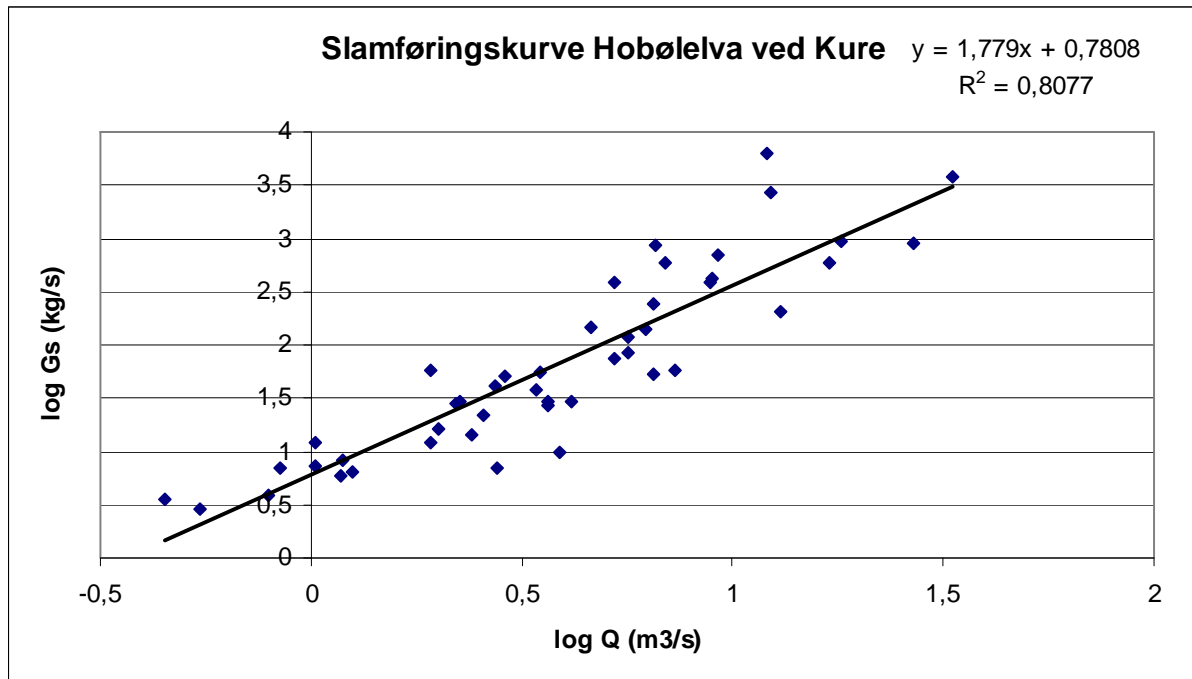
### Moss

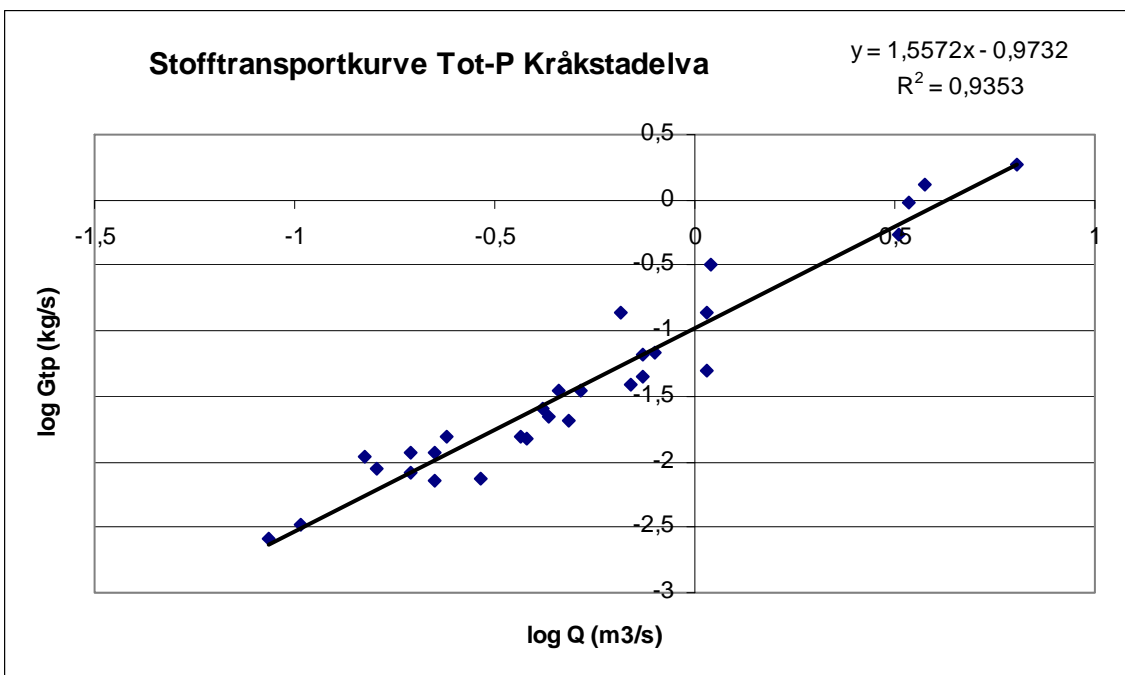
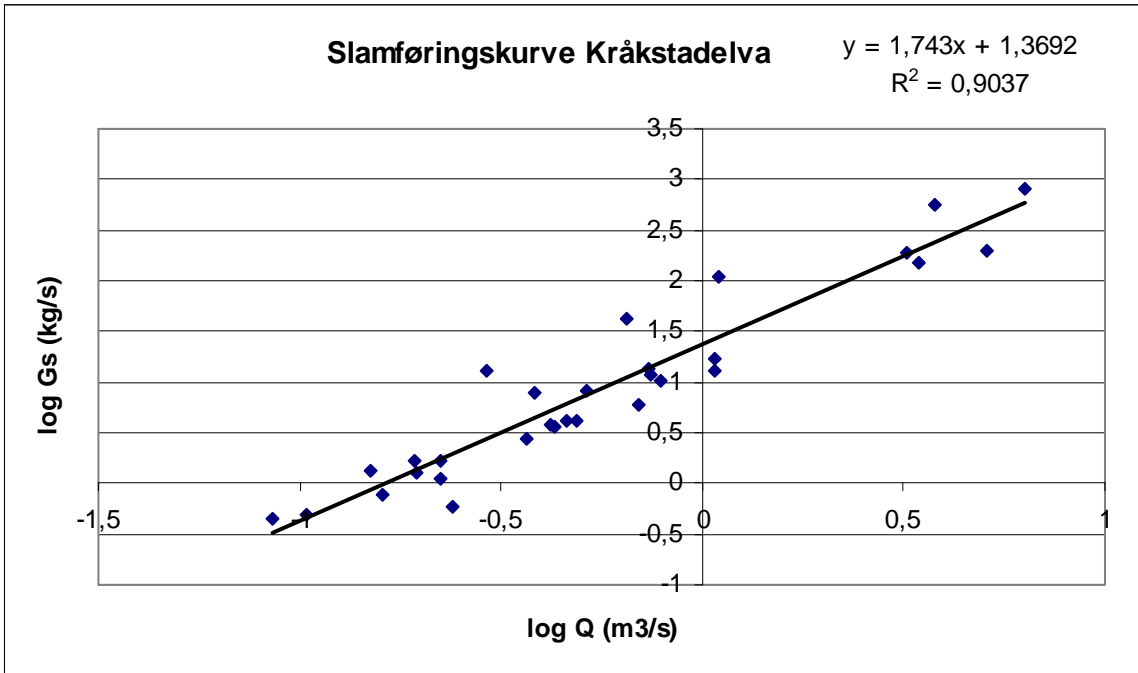
tidspkt	SS	P_tot	N_tot	TOC	Fargetall	Q m <sup>3</sup> /s
03.01.2007	5	0,035				29,00
15.01.2007	5	0,029				30,50
29.01.2007	2,5	0,035	1,44	11,3		17,00
13.02.2007	2,5	0,03	1,38	12,5		8,50
26.02.2007	2,5	0,039	1,38	12,8		6,50
12.03.2007	2,5	0,034	1,18	13,5		17,00
27.03.2007	2,5	0,045	1,31	8,22		11,00
10.04.2007	2,5	0,043	1,31	7,98		1,00
23.04.2007	2,5	0,323	1,36	9,92		1,00
07.05.2007	10	0,03	1,3	9,1	56	1,00
21.05.2007	10	0,025	1	8,8	34	7,00
05.06.2007	13	0,028	1,1	7,9	49	16,50
18.06.2007	9,7	0,038	0,801	7,7	44	6,00
02.07.2007	12	0,03	0,79	8	46	6,00
16.07.2007	13	0,038	0,95	9,1	60	33,50
30.07.2007	11	0,03	2,3	9,5	61	11,00
13.08.2007	13	0,03	0,9	9,2	57	17,00
28.08.2007	5,3	0,04	0,96	9,6	56	6,50
11.09.2007	9	0,033	1,5	8,4	56	8,50
24.09.2007	5	0,031	0,88	9	57	9,00
08.10.2007	3,6	0,033	1,1	9,1	52	1,00
10.10.2007	5,2	0,043				1,00
22.10.2007	3,6	0,027	0,9	8,5	43	1,00
05.11.2007	3,3	0,029	1	7,9	42	7,50
19.11.2007	4	0,022	0,98	7,9	42	6,50
03.12.2007	8	0,029	0,92	9,1	51	25,50
17.12.2007	7,5	0,03	1,2	9,2	54	18,00
31.12.2007	5	0,03	1,4	9,5	79	

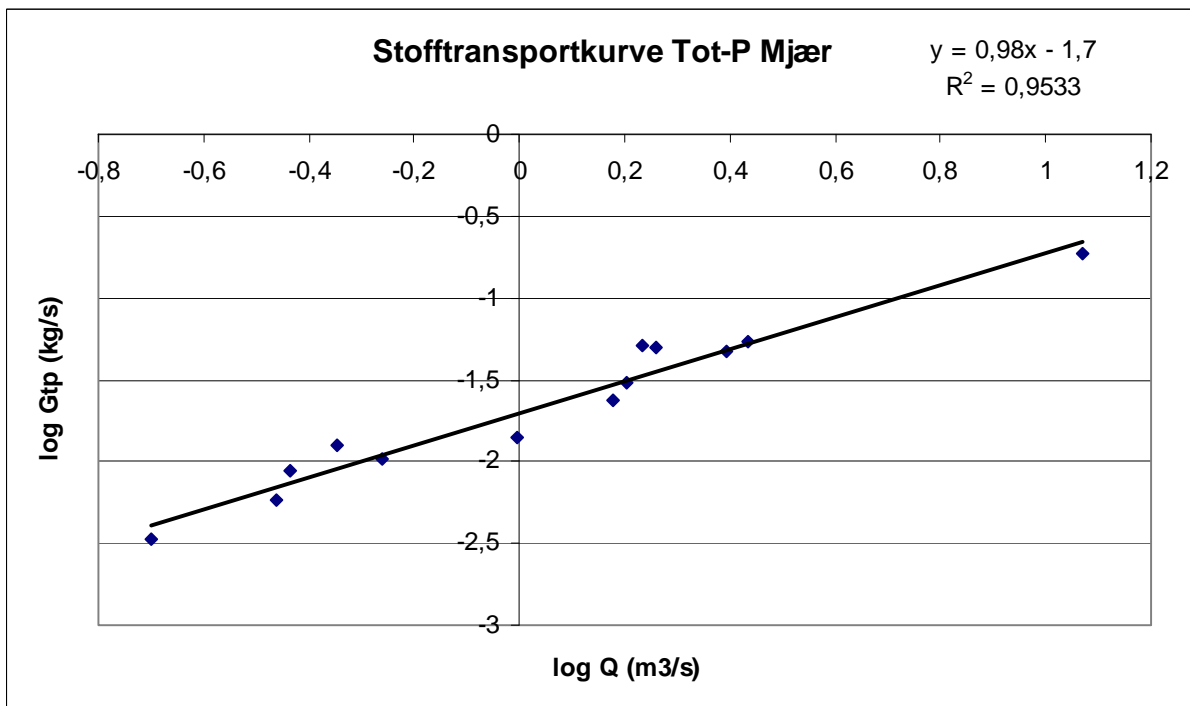
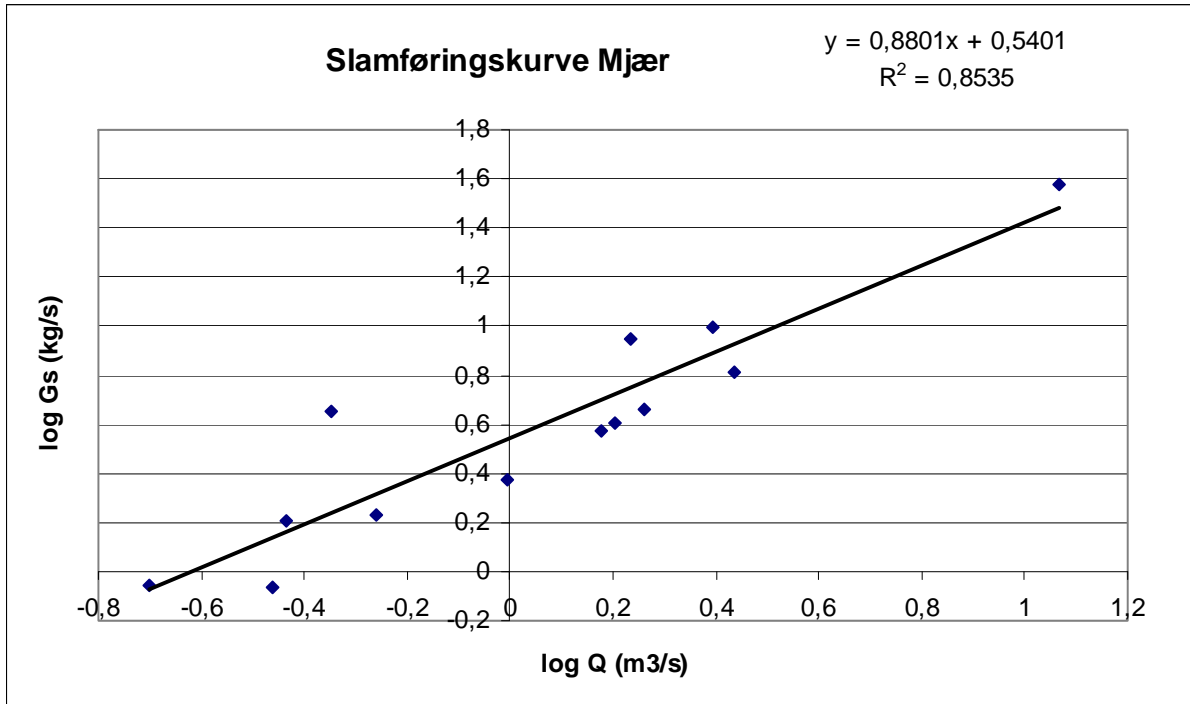


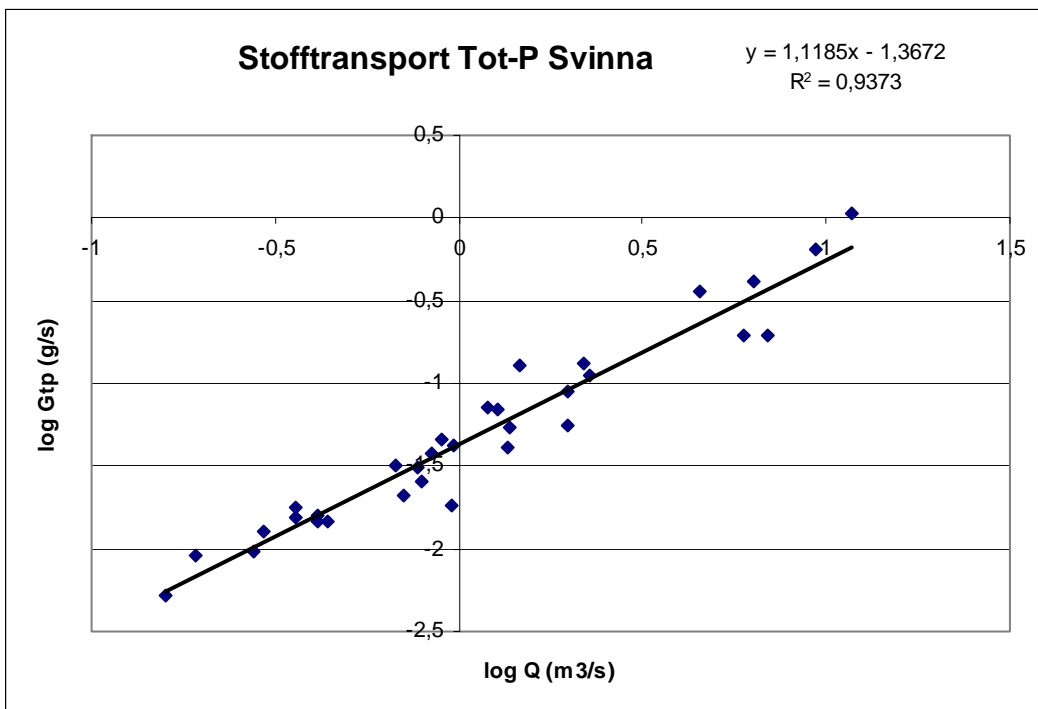
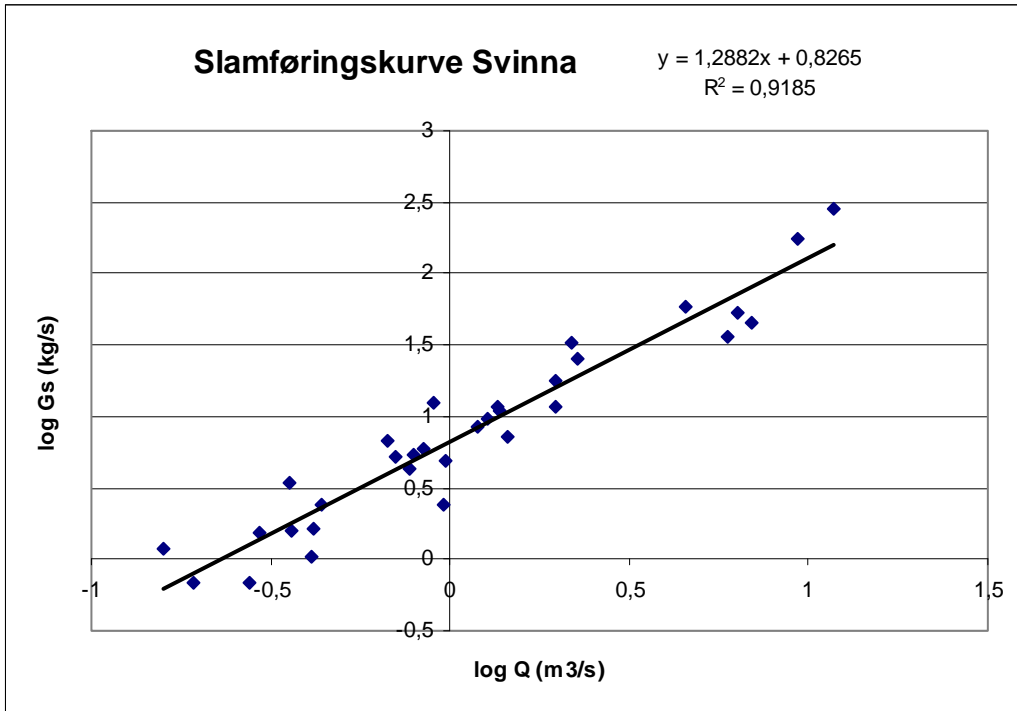
## Slamføringskurver 2007

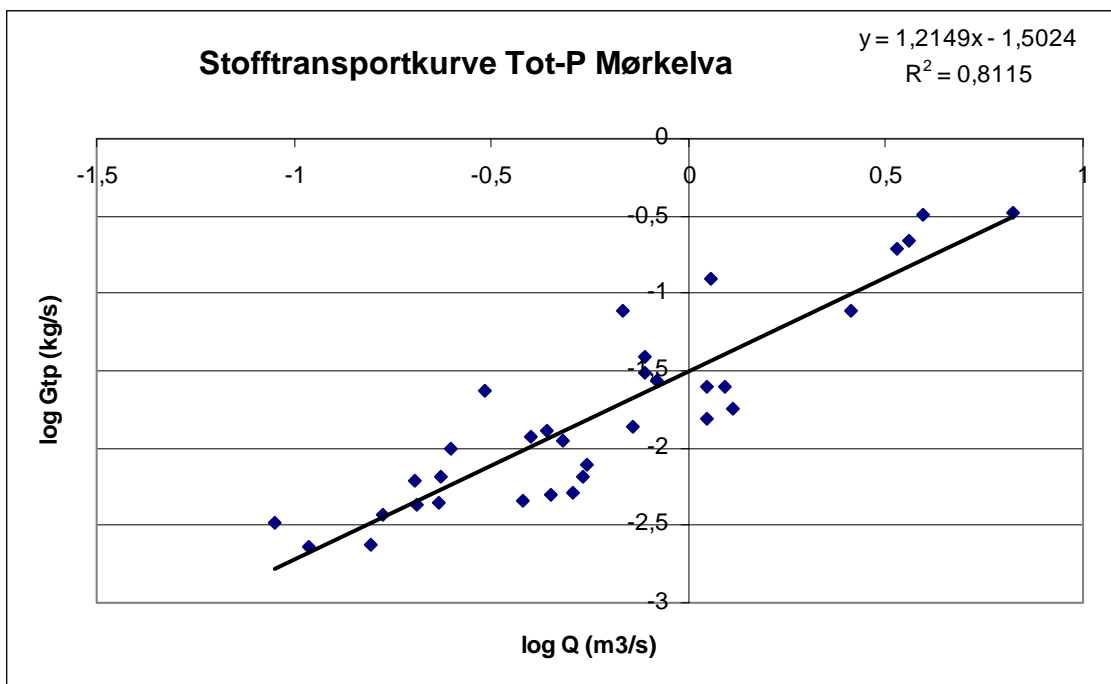
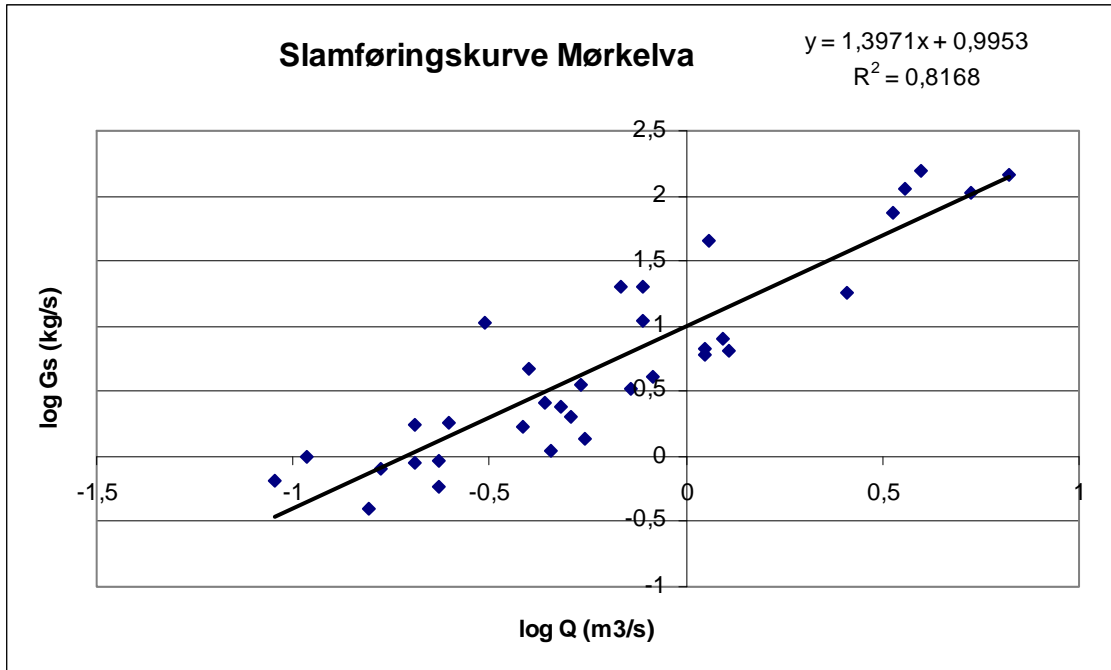
Slamføringskurver og stofftransportkurver for totalfosfor er vist for alle stasjoner på de neste sidene.

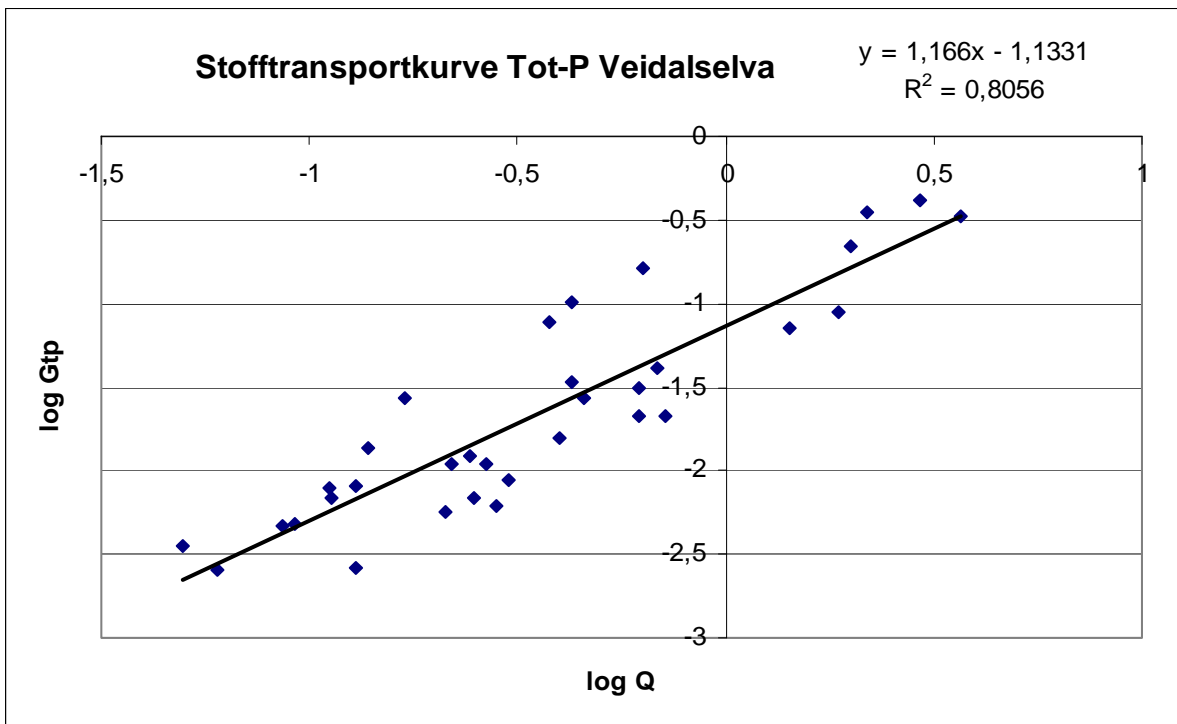
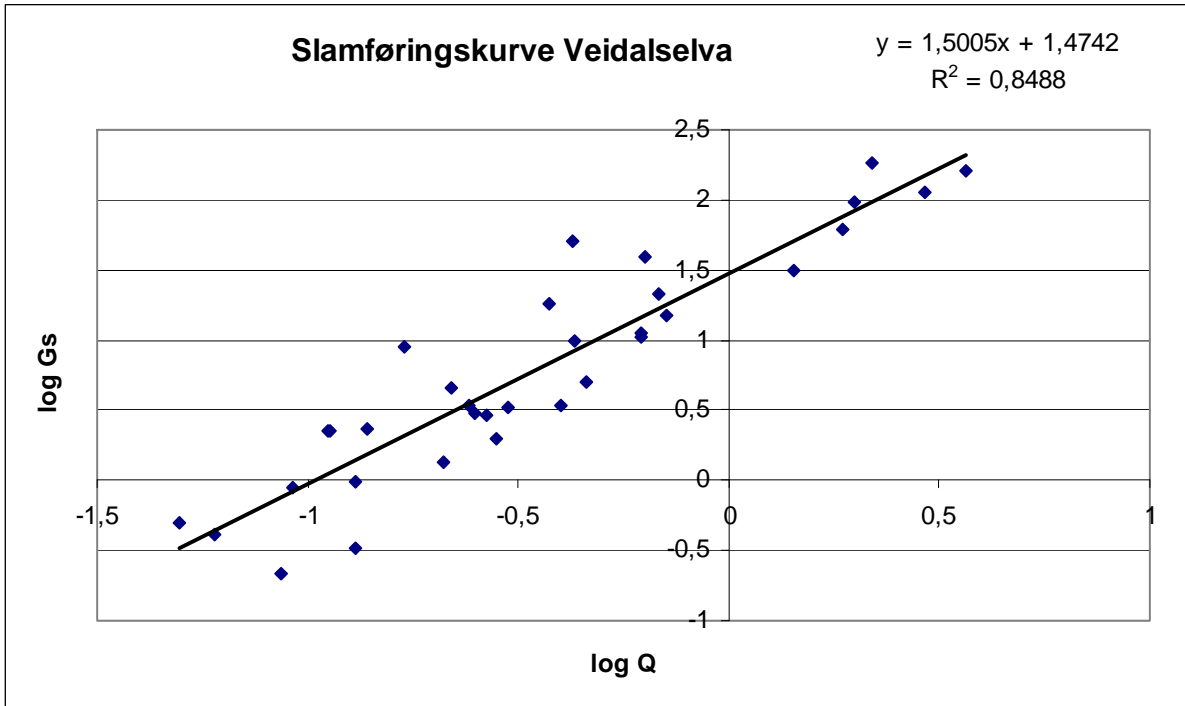












## Vedlegg til kapittel 7

Stasjon	Tidspunkt	Konduktivit	Suspendert stoff	Løst fosfat	Total P	Total N	Ca	TOC
Augerød	03.01.2007 11:20		7		0.02			
Augerød	08.01.2007 12:00		83		0.291			
Augerød	15.01.2007 11:20		7		0.028			
Augerød	26.02.2007 11:15		2.5		0.021			
Augerød	06.03.2007 10:30		29		0.07			
Augerød	08.03.2007 12:00		59		0.228			
Augerød	12.03.2007 10:45		19		0.083			
Augerød	27.03.2007 10:50		5		0.026			
Augerød	10.04.2007 13:35		6		0.037			
Augerød	22.04.2007 22:25		53		0.179			
Augerød	23.04.2007 09:55		21		0.102			
Augerød	07.05.2007 10:45		18		0.04			
Augerød	14.05.2007 10:15		21		0.06			
Augerød	21.05.2007 11:25		7.6		0.031	0.67		
Augerød	01.06.2007 10:00		220		0.42			
Augerød	05.06.2007 13:10		7.6		0.026			
Augerød	18.06.2007 12:40		21		0.15	0.776		
Augerød	23.06.2007 09:10		45		0.133			
Augerød	02.07.2007 14:12		13		0.039			
Augerød	04.07.2007 09:45		37		0.15			
Augerød	16.07.2007 07:00		16		0.054	0.8		
Augerød	30.07.2007 10:35		7.5		0.05			
Augerød	11.08.2007 10:15		10		0.22			
Augerød	13.08.2007 12:40		18		0.07	0.82		
Augerød	15.08.2007 22:15		200		0.43			
Augerød	28.08.2007 09:45		12		0.07			
Augerød	11.09.2007 11:05		17		0.068	1.1		
Augerød	24.09.2007 11:25		8.5		0.046			
Augerød	30.09.2007 21:40		170	0.14	0.54			
Augerød	08.10.2007 11:00		7.6		0.041	1		
Augerød	12.10.2007 12:00	0.192	12		0.073		11.8	
Augerød	22.10.2007 12:20		5.2		0.04			
Augerød	05.11.2007 10:55		4	0.008	0.031	1.1		
Augerød	19.11.2007 11:30		12		0.027			
Augerød	20.11.2007 09:45		15		0.1			
Augerød	23.11.2007 09:15		42		0.17			
Augerød	01.12.2007 16:30		345		0.25			
Augerød	03.12.2007 11:00		26		0.12			
Augerød	17.12.2007 13:35		6.5		0.02			
Augerød	31.12.2007 10:30		11		0.02			
Dalen	07.05.2007 10:30		1		0.01			
Dalen	14.05.2007 10:10		2.5		0.01			
Dalen	05.06.2007 13:20		2.5		0.01			
Dalen	23.06.2007 12:00		6		0.143			
Dalen	02.07.2007 14:30		1		0.009			
Dalen	04.07.2007 11:45		8.7		0.16			
Dalen	30.07.2007 08:20		1		0.02			
Dalen	28.08.2007 09:30		5		0.03			

Dalen	24.09.2007 11:14		120		0.136		
Dalen	30.09.2007 21:30		17	0.003	0.04		
Dalen	22.10.2007 12:05		4		0.019		
Dalen	19.11.2007 11:20		1.6		0.007		
Dalen	01.12.2007 15:50		10		0.03		
Dalen	17.12.2007 11:20		0.3		0.005		
Guthus	03.01.2007 11:35		6		0.019		
Guthus	08.01.2007 12:00		29		0.245		
Guthus	15.01.2007 11:45		5		0.032		
Guthus	29.01.2007 11:40		5		0.019		
Guthus	13.02.2007 13:10		15		0.028		
Guthus	26.02.2007 11:35		5		0.025		
Guthus	06.03.2007 11:15		17		0.107		
Guthus	08.03.2007 12:00		17		0.065		
Guthus	12.03.2007 11:10		9		0.071		
Guthus	27.03.2007 11:05		7		0.063		
Guthus	10.04.2007 13:55		10		0.08		
Guthus	22.04.2007 22:10		69		0.328		
Guthus	23.04.2007 10:10		11		0.106		
Guthus	07.05.2007 09:55		15		0.04		
Guthus	14.05.2007 10:35		80		0.06		
Guthus	21.05.2007 10:50		10		0.029	0.96	
Guthus	01.06.2007 10:40		84		0.3		
Guthus	05.06.2007 12:45		12		0.032		
Guthus	18.06.2007 12:20		8.4		0.074	0.939	
Guthus	23.06.2007 08:35		16		0.112		
Guthus	02.07.2007 12:25		14		0.049		
Guthus	04.07.2007 10:10		33		0.15		
Guthus	16.07.2007 07:15		14		0.053	0.84	
Guthus	30.07.2007 08:45		8.5		0.07		
Guthus	11.08.2007 10:40		14		0.23		
Guthus	13.08.2007 12:50		13		0.08	0.94	
Guthus	15.08.2007 22:05		78		0.24		
Guthus	28.08.2007 10:00		12		0.04		
Guthus	11.09.2007 11:25		8.8		0.058	1.1	
Guthus	24.09.2007		10		0.057		
Guthus	30.09.2007 22:00		70	0.078	0.32		
Guthus	08.10.2007 11:15		14		0.056	1.2	
Guthus	12.10.2007 12:00	0.261	19		0.077		16.3
Guthus	22.10.2007 12:35		12		0.036		
Guthus	05.11.2007 11:20		7	0.006	0.035	0.96	
Guthus	19.11.2007 11:50		9.6		0.03		
Guthus	23.11.2007 09:00		64		0.16		
Guthus	30.11.2007 10:30		25		0.087		
Guthus	01.12.2007 16:20		79		0.18		
Guthus	03.12.2007 11:20		13		0.077		
Guthus	17.12.2007 12:00		6.8		0.026		
Guthus	31.12.2007 10:15		8.8		0.02		
Huggenes	03.01.2007 10:00		5		0.063		
Huggenes	08.01.2007 12:00		145		0.527		
Huggenes	15.01.2007 10:15		5		0.064		
Huggenes	29.01.2007 10:50		2.5		0.031		
Huggenes	13.02.2007 12:05		2.5		0.023		



Huggenes	26.02.2007 10:45		2.5		0.035		
Huggenes	06.03.2007 13:30		120		0.351		
Huggenes	08.03.2007 12:00		16		0.244		
Huggenes	12.03.2007 10:20		7		0.07		
Huggenes	27.03.2007 10:20		2.5		0.055		
Huggenes	10.04.2007 10:15		2.5		0.22		
Huggenes	22.04.2007 21:30		28		0.261		
Huggenes	23.04.2007 09:30		7		0.108		
Huggenes	07.05.2007 11:15		7.2		0.05		
Huggenes	14.05.2007 09:35		78		0.49		
Huggenes	21.05.2007 11:50		2.5		0.03	2.9	
Huggenes	01.06.2007 11:40		88		0.44		
Huggenes	05.06.2007 14:00		2.5		0.042		
Huggenes	18.06.2007 13:15		2.3		0.044	1.96	
Huggenes	22.06.2007 20:25		28		0.279		
Huggenes	02.07.2007 11:35		4.2		0.044		
Huggenes	04.07.2007 13:05		31		0.18		
Huggenes	16.07.2007 06:25		5.1		0.068	9.7	
Huggenes	30.07.2007 07:40		5		0.06		
Huggenes	11.08.2007 12:30		26		0.23		
Huggenes	13.08.2007 12:10		12		0.09	6.9	
Huggenes	15.08.2007 21:35		250		0.89		
Huggenes	28.08.2007 14:10		4.5		0.08		
Huggenes	11.09.2007 10:30		6		0.04	2.4	
Huggenes	24.09.2007 10:35		8.5		0.066		
Huggenes	30.09.2007 20:55		20	0.021	0.11		
Huggenes	08.10.2007 10:25		4.4		0.058	5.5	
Huggenes	12.10.2007 12:00	0.312	7.6		0.057		29.7
Huggenes	22.10.2007 10:30		7.2		0.048		
Huggenes	05.11.2007 10:10		1	0.017	0.047	16.3	
Huggenes	19.11.2007 10:10		9.2		0.045		
Huggenes	23.11.2007 10:00		61		0.21		
Huggenes	30.11.2007 12:50		21		0.19		
Huggenes	01.12.2007 15:30		290		0.68		
Huggenes	03.12.2007 10:35		37		0.24		
Huggenes	17.12.2007 10:00		5.5		0.028		
Huggenes	31.12.2007 11:50		7.6		0.05		
Sperrebotn	03.01.2007 11:25		2.5		0.016		
Sperrebotn	08.01.2007 12:00		39		0.238		
Sperrebotn	15.01.2007 11:30		5		0.025		
Sperrebotn	26.02.2007 11:20		2.5		0.029		
Sperrebotn	06.03.2007 10:45		15		0.062		
Sperrebotn	08.03.2007 12:00		29		0.24		
Sperrebotn	12.03.2007 10:55		11		0.06		
Sperrebotn	27.03.2007 10:55		2.5		0.038		
Sperrebotn	10.04.2007 13:45		10		0.073		
Sperrebotn	22.04.2007 22:00		76		0.359		
Sperrebotn	23.04.2007 10:00		7		0.15		
Sperrebotn	07.05.2007 10:05		11		0.1		
Sperrebotn	14.05.2007 10:25		74		0.19		
Sperrebotn	21.05.2007 10:55		2.5		0.02	0.77	
Sperrebotn	01.06.2007 10:15		130		0.34		
Sperrebotn	05.06.2007 13:00		5		0.03		

Sperrebotn	18.06.2007 12:35		6		0.052	0.754		
Sperrebotn	23.06.2007 08:25		22		0.11			
Sperrebotn	02.07.2007 12:10		13		0.07			
Sperrebotn	04.07.2007 09:55		16		0.14			
Sperrebotn	16.07.2007 07:05		7		0.05	0.89		
Sperrebotn	30.07.2007 08:30		7		0.06			
Sperrebotn	11.08.2007 10:25		7.5		0.16			
Sperrebotn	13.08.2007 12:45		10		0.08	0.9		
Sperrebotn	15.08.2007 21:55		71		0.28			
Sperrebotn	28.08.2007 09:50		7.5		0.07			
Sperrebotn	11.09.2007 11:15		4.4		0.047	1.2		
Sperrebotn	24.09.2007 11:40		3.5		0.053			
Sperrebotn	30.09.2007 21:50		58	0.058	0.24			
Sperrebotn	08.10.2007 11:05		2.8		0.026	1.1		
Sperrebotn	12.10.2007 12:00	0.179	7.2		0.06		11.1	
Sperrebotn	22.10.2007 12:25		1.6		0.032			
Sperrebotn	05.11.2007 11:00		7	0.016	0.053	1		
Sperrebotn	19.11.2007 11:40		9.2		0.038			
Sperrebotn	23.11.2007 08:50		27		0.11			
Sperrebotn	30.11.2007 10:30		12		0.067			
Sperrebotn	01.12.2007 16:05		110		0.22			
Sperrebotn	03.12.2007 11:10		21		0.075			
Sperrebotn	17.12.2007 14:45		4		0.026			
Sperrebotn	31.12.2007 10:25		13		0.03			
Støa 1	03.01.2007 09:45		2.5		0.073			
Støa 1	08.01.2007 12:00		283		0.826			
Støa 1	15.01.2007 11:00		2.5		0.076			
Støa 1	29.01.2007 10:30		2.5		0.045			
Støa 1	13.02.2007 11:50		17		1.33			
Støa 1	26.02.2007 10:50		5		0.606			
Støa 1	06.03.2007 13:00		45		0.299			
Støa 1	08.03.2007 12:00		33		0.385			
Støa 1	12.03.2007 10:25		7		0.199			
Støa 1	27.03.2007 10:25		2.5		0.146			
Støa 1	10.04.2007 10:20		8		0.323			
Støa 1	22.04.2007 21:40		151		6.9			
Støa 1	23.04.2007 09:35		7		0.397			
Støa 1	07.05.2007 11:20		4.8		0.13			
Støa 1	14.05.2007 09:45		320		0.69			
Støa 1	21.05.2007 12:00		2.5		0.067	2.1		
Støa 1	01.06.2007 12:00		59		0.64			
Støa 1	05.06.2007 14:10		5.1		0.15			
Støa 1	18.06.2007 13:25		4.6		0.15	1.9		
Støa 1	22.06.2007 07:55		28		0.72			
Støa 1	02.07.2007 11:25		8.6		0.28			
Støa 1	04.07.2007 12:50		22		0.28			
Støa 1	16.07.2007 06:35		1.4		0.11	6		
Støa 1	30.07.2007 07:55		4		0.09			
Støa 1	11.08.2007 11:55		4		0.9			
Støa 1	13.08.2007 12:15		2.8		0.09	4.3		
Støa 1	15.08.2007 22:30		22		0.89			
Støa 1	28.08.2007 14:25		3		0.12			
Støa 1	11.09.2007 10:40		4.8		0.16	2.1		

Støa 1	24.09.2007 10:40		2.5		0.076		
Støa 1	30.09.2007 21:00		11	0.024	0.13		
Støa 1	08.10.2007 10:35		1.6		0.089	3.4	
Støa 1	12.10.2007 12:00	0.46	3.6		0.083		51.9
Støa 1	22.10.2007 10:40		2		0.11		
Støa 1	05.11.2007 10:20		0.3	0.026	0.1	3.6	
Støa 1	19.11.2007 10:25		4		0.086		
Støa 1	23.11.2007 10:05		27		0.28		
Støa 1	30.11.2007 12:30		16		0.3		
Støa 1	01.12.2007 15:35		74		0.53		
Støa 1	03.12.2007 10:45		37		0.31		
Støa 1	17.12.2007 10:15		7		0.18		
Støa 1	31.12.2007 12:15		1.6		0.1		
Vaskeberget	03.01.2007 09:50		2.5		0.049		
Vaskeberget	08.01.2007 12:00		703		1.58		
Vaskeberget	15.01.2007 10:05		2.5		0.113		
Vaskeberget	29.01.2007 10:35		2.5		0.022		
Vaskeberget	13.02.2007 11:55		2.5		0.015		
Vaskeberget	26.02.2007 10:30		2.5		0.015		
Vaskeberget	06.03.2007 13:10		45		0.192		
Vaskeberget	08.03.2007 12:00		18		0.35		
Vaskeberget	12.03.2007 10:10		5		0.17		
Vaskeberget	27.03.2007 10:10		2.5		0.243		
Vaskeberget	10.04.2007 10:00		2.5		0.018		
Vaskeberget	22.04.2007 21:25		9		0.114		
Vaskeberget	23.04.2007 09:20		2.5		0.064		
Vaskeberget	07.05.2007 11:00		3.7		0.02		
Vaskeberget	14.05.2007 09:25		60		0.17		
Vaskeberget	21.05.2007 11:40		2.5		0.01	5.1	
Vaskeberget	01.06.2007 11:20		200		0.46		
Vaskeberget	05.06.2007 13:40		2.5		0.018		
Vaskeberget	23.06.2007 09:50		16		0.161		
Vaskeberget	02.07.2007 11:45		1.8		0.017		
Vaskeberget	04.07.2007 13:00		48		0.36		
Vaskeberget	16.07.2007 06:15		0.3		0.026	10.9	
Vaskeberget	30.07.2007 07:30		1		0.03		
Vaskeberget	11.08.2007 12:05		20		0.29		
Vaskeberget	13.08.2007 12:00		2.7		0.05	8.2	
Vaskeberget	15.08.2007 21:25		220		0.77		
Vaskeberget	24.09.2007 10:30		1.5		0.013		
Vaskeberget	30.09.2007 20:45		22	0.038	0.15		
Vaskeberget	08.10.2007 10:20		0.8		0.021	7.4	
Vaskeberget	12.10.2007 12:00	0.342	2.8		0.023		33.7
Vaskeberget	05.11.2007 10:00		4	0.009	0.045	8	
Vaskeberget	19.11.2007 10:05		4		0.014		
Vaskeberget	23.11.2007 09:50		54		0.36		
Vaskeberget	30.11.2007 12:35		60		0.6		
Vaskeberget	01.12.2007 15:25		200		1.5		
Vaskeberget	03.12.2007 10:30		78		0.74		
Vaskeberget	17.12.2007 09:50		1.2		0.009		
Vaskeberget	31.12.2007 12:10		2.4		0.03		
Ørejordet	03.01.2007 11:05		2.5		0.016		
Ørejordet	08.01.2007 12:00		46		0.084		

Ørejordet	15.01.2007 09:35		2.5		0.022		
Ørejordet	29.01.2007 10:00		2.5		0.014		
Ørejordet	13.02.2007 11:21		2.5		0.012		
Ørejordet	26.02.2007 08:45		2.5		0.014		
Ørejordet	06.03.2007 12:00		74		0.14		
Ørejordet	08.03.2007 12:00		11		0.05		
Ørejordet	12.03.2007 09:10		15		0.042		
Ørejordet	27.03.2007 09:45		2.5		0.036		
Ørejordet	10.04.2007 08:55		2.5		0.011		
Ørejordet	22.04.2007 21:00		71		0.278		
Ørejordet	23.04.2007 08:50		2.5		0.09		
Ørejordet	07.05.2007 11:55		1.5		0.01		
Ørejordet	14.05.2007 08:55		75		0.17		
Ørejordet	21.05.2007 12:40		2.5		0.007	1.8	
Ørejordet	01.06.2007 12:40		24		0.09		
Ørejordet	05.06.2007 14:45		2.5		0.019		
Ørejordet	18.06.2007 14:00		2		0.026	2.2	
Ørejordet	22.06.2007 19:50		5.6		0.059		
Ørejordet	02.07.2007 10:46		4.6		0.035		
Ørejordet	04.07.2007 12:00		4.8		0.044		
Ørejordet	16.07.2007 05:40		1.4		0.019	2.8	
Ørejordet	30.07.2007 06:53		1.5		0.02		
Ørejordet	11.08.2007 11:10		3.6		0.06		
Ørejordet	13.08.2007 11:30		4.4		0.02	2.1	
Ørejordet	15.08.2007 20:52		140		0.35		
Ørejordet	28.08.2007 15:00		1.5		0.01		
Ørejordet	11.09.2007 09:55		1.6		0.01	2.8	
Ørejordet	24.09.2007 10:00		1.5		0.012		
Ørejordet	30.09.2007 20:15		30	0.014	0.1		
Ørejordet	08.10.2007 09:50		2		0.015	2.2	
Ørejordet	12.10.2007 12:00	0.428	2		0.013		34.8
Ørejordet	22.10.2007 09:55		1.2		0.007		
Ørejordet	05.11.2007 09:30		1.5	0.007	0.018	2.3	
Ørejordet	19.11.2007 09:35		2.8		0.011		
Ørejordet	23.11.2007 08:30		11		0.06		
Ørejordet	30.11.2007 11:55		13		0.063		
Ørejordet	01.12.2007 15:00		140		0.31		
Ørejordet	03.12.2007 10:00		18		0.048		
Ørejordet	17.12.2007 09:05		1		0.007		
Ørejordet	31.12.2007 12:30		2		0.006		
Årvold	03.01.2007 10:55		2.5		0.032		
Årvold	08.01.2007 12:00		28		0.07		
Årvold	15.01.2007 09:55		2.5		0.036		
Årvold	29.01.2007 10:15		2.5		0.037		
Årvold	13.02.2007 11:45		2.5		0.02		
Årvold	26.02.2007 10:10		2.5		0.022		
Årvold	06.03.2007 12:30		73		0.196		
Årvold	08.03.2007 12:00		5		0.046		
Årvold	12.03.2007 09:20		2.5		0.029		
Årvold	27.03.2007 09:55		2.5		0.035		
Årvold	10.04.2007 09:05		2.5		0.025		
Årvold	22.04.2007 21:10		62		0.269		
Årvold	23.04.2007 09:00		2.5		0.023		

Årvold	07.05.2007 11:40		58		0.1		
Årvold	14.05.2007 09:05		28		0.08		
Årvold	21.05.2007 12:30		2.5		0.014	2.3	
Årvold	01.06.2007 12:20		15		0.07		
Årvold	05.06.2007 14:25		7.1		0.029		
Årvold	18.06.2007 13:45		1.4		0.044	2.25	
Årvold	18.06.2007 13:46		500		1.31		
Årvold	22.06.2007 20:00		5.2		0.056		
Årvold	02.07.2007 11:05		2.2		0.011		
Årvold	04.07.2007 12:33		5.6		0.052		
Årvold	16.07.2007 05:55		6.9		0.05	3.4	
Årvold	30.07.2007 07:10		3.5		0.02		
Årvold	11.08.2007 11:30		3.6		0.08		
Årvold	13.08.2007 11:45		4.8		0.02	2.8	
Årvold	15.08.2007 21:05		98		0.26		
Årvold	28.08.2007 14:45		8.5		0.02		
Årvold	11.09.2007 10:10		5.6		0.018	1.9	
Årvold	24.09.2007 10:20		1		0.039		
Årvold	30.09.2007 20:30		16	0.016	0.07		
Årvold	08.10.2007 10:05		3.6		0.022	3.1	
Årvold	12.10.2007 12:00	0.398	2.4		0.021		36.6
Årvold	22.10.2007 10:10		3.6		0.013		
Årvold	05.11.2007 09:45		3	0.004	0.021	2.6	
Årvold	19.11.2007 09:50		3.6		0.021		
Årvold	23.11.2007 09:35		9.2		0.06		
Årvold	30.11.2007 12:10		4		0.041		
Årvold	01.12.2007 15:15		33		0.1		
Årvold	03.12.2007 10:15		5.6		0.036		
Årvold	17.12.2007 09:20		8		0.032		
Årvold	31.12.2007 11:20		2.8		0.03		