

Bioforsk Rapport

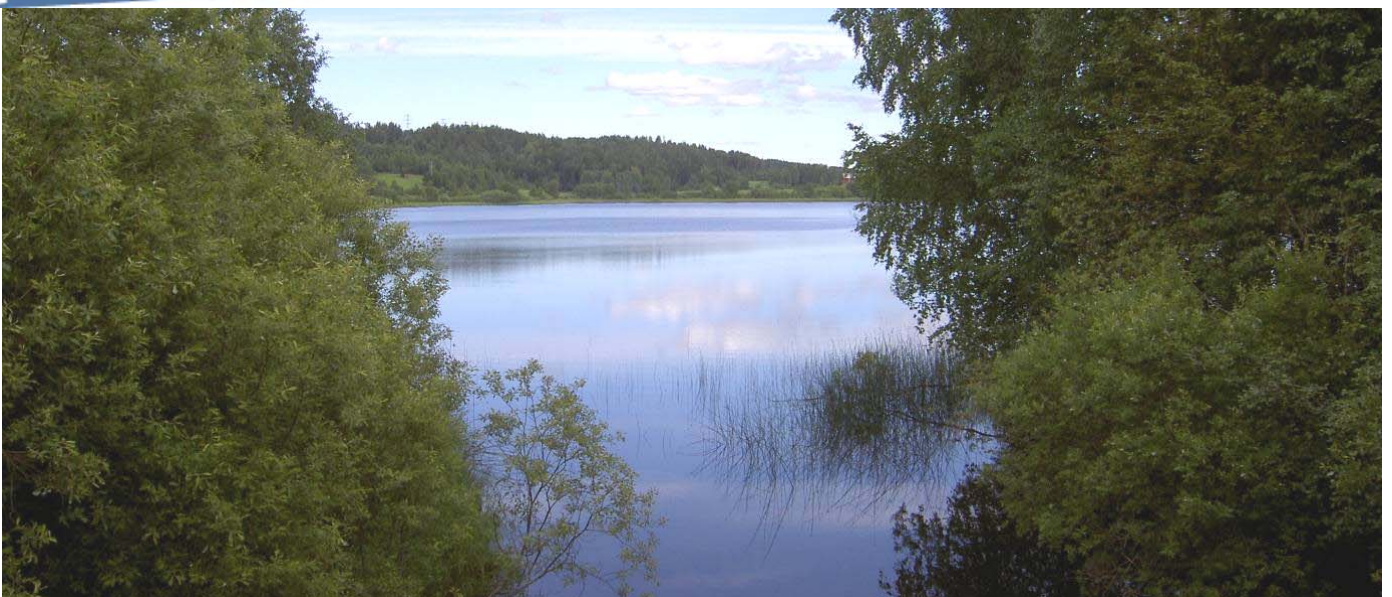
Vol. 4 Nr. 13 2009

Overvåking Vansjø/Morsa 2008

Resultater fra overvåkingen av innsjøer, elver og
bekker i perioden oktober 2007 - oktober 2008

Eva Skarbøvik, Marianne Bechmann (Bioforsk), Thomas Rohrlack og Sigrid Haande
(NIVA)

Bioforsk Jord og miljø



**Hovedkontor/Head office**

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

Bioforsk Jord og miljø

Frederik A. Dahls vei 20
N-1432 Ås
Tel.: (+47) 40 60 41 00
eva.skarbovik@bioforsk.no

Tittel/Title:

Overvåking Vansjø/Morsa 2008
Resultater fra overvåkingen i perioden oktober 2007 til oktober 2008

Forfatter(e)/Author(s):

Eva Skarbøvik og Marianne Bechmann (Bioforsk), Thomas Rohrlack og Sigrid Haande (NIVA)

<i>Dato/Date:</i> 1. februar 2009	<i>Tilgjengelighet/Availability:</i> Åpen	<i>Prosjekt nr./Project No.:</i> 2110-460	<i>Saksnr./Archive No.:</i>
<i>Rapport nr./Report No.:</i> 4(13) 2009	<i>ISBN-nr./ISBN-no:</i> 978-82-17-00467-7	<i>Antall sider/Number of pages:</i> 108	<i>Antall vedlegg/Number of appendices:</i> 2

Oppdragsgiver/Employer:

Vannområdeutvalget Morsa

Kontaktperson/Contact person:

Helga Gunnarsdottir

Stikkord/Keywords:

Overvåking, eutrofiering, tilførsler av næringsstoff
Monitoring, eutrophication, nutrient loads

Fagområde/Field of work:

Vannovervåking
Water monitoring

Sammendrag:

Rapporten gir resultater fra overvåkingen av Vansjø og dens tilførselselver og – bekker i perioden 16. oktober 2007 – 15. oktober 2008. Det var svært høye vannføringer i perioden, med den høyeste observerte vannføringen i Hobølrelva ved Høgfoss siden målingene startet i 1976. I tillegg var det flere store ras i områder. Dette har resultert i forholdsvis store tilførsler i enkelte vassdrag i forhold til tidligere år. Allikevel kan det vises til en klar nedgang i fosfortilførslene til Vestre Vansjø når det korreleres for vannføringsforholdene, noe som tyder på at tiltakene har hatt god effekt. Totalt ble det til Storefjorden tilført 36 tonn fosfor i perioden, mens det til Vestre Vansjø ble tilført 2,9 tonn, med ytterligere 0,4 tonn til Mosseelva. De oppstrøms innsjøene Sætertjernet, Bindingsvannet og Våg ble vurdert til å ha god økologisk tilstand, mens Langen og Mjær ble vurdert til moderat og Sæbyvannet til dårlig økologisk tilstand. Storefjorden og Vanemfjorden er vurderte til å ha moderat økologisk tilstand, mens Grepperødfjorden er vurdert å være i meget dårlig tilstand. Sommeren 2008 var første sommer siden 2001 at det ikke ble utstedt advarsel mot bading i Vestre Vansjø.

Land/Country: Fylke/County: Norge/Østfold og Akershus

Sted/Lokalitet: Vansjø/Morsavassdraget

Godkjent / Approved

Prosjektleder / Project leader

Lillian Øygarden

Eva Skarbøvik

Forord

Med finansiering fra SFT har Vannområdeutvalget for Morsa siden 2005 sørget for overvåking og undersøkelser av Vansjø og tilførselselver/-bekker. Etter en anbudsrunde ble undersøkelsene i perioden oktober 2007 – oktober 2008 utført av et konsortium bestående av Bioforsk Jord og miljø og Norsk institutt for vannforskning (NIVA). Undersøkelsene er en videreføring av tidligere års overvåking med enkelte justeringer. Disse omfatter bl.a. noen endringer av prøvetakingsstasjoner og –frekvens, samt at innsjøer oppstrøms Vansjø er inkluderte i overvåkingen.

Følgende overvåking har vært utført (med hovedansvarlig institutt i parentes bak):

- 1 Overvåking av innsjøer oppstrøms Vansjø (NIVA)
- 2 Overvåking av tilførsler til Storefjorden (Bioforsk)
- 3 Overvåking av tilførsler til Vestre Vansjø (Bioforsk)
- 4 Overvåking av Vansjø (NIVA)

Konsortiet har involvert følgende medarbeidere fra Bioforsk: Eva Skarbøvik: prosjektleder og ansvarlig for overvåking av tilførselselver til Storefjorden; Marianne Bechmann: ansvarlig for overvåking og tilførselsberegninger for vestre Vansjø; Annelene Pengerud: ansvarlig for kvalitetssikring av vannkvalitetsdata; Alexander Engebretsen: vurdering av nedbørfeltavgrensning og gjennomføring tilførselsberegninger for vestre Vansjø; Ståle Haaland: dataanalyser og beregning av nye nedbørfeltgrenser; og Paul Andreas Aakerøy: kvalitetssikring av vannkvalitetsdata. Øistein Johansen og Geir Tveiti ved Bioforsk har hatt det tekniske ansvaret for automatisk prøvetaking i Hobølelva (ISCO og turbiditetsmåler). Bjørn Solberg, Bovim har hatt ansvaret for manuell prøvetaking av elver og bekker. GLB har bistått med vannføringsdata fra stasjonen Høgfoss i Hobølelva.

Konsortiet har involvert følgende medarbeidere fra NIVA:

Innsjøovervåkingen har vært ledet av Thomas Rohrlack ved NIVA, som også har rapportert resultatene fra Vansjø mens Sigrid Haande har hatt ansvaret for de øvrige innsjøene. 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.

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, for konstruktive diskusjoner gjennom prosjektperioden. Konsortiet vil også takke MOVAR IKS for samarbeidet under feltarbeidet i Vansjø.

Ås 1. februar 2009

Eva Skarbøvik

Sammendrag

Dette prosjektet har hatt som hovedmål å gjennomføre overvåking og undersøkelser i Vansjø og i innsjøer, tilførselselver og -bekker i dens nedbørfelt. Prosjektets oppdragsgiver er Vannområdeutvalget Morsa, og arbeidet er finansiert av midler fra Miljøverndepartementet via Statens forurensningstilsyn.

Tidligere år har rapporteringsperioden vært et helt kalenderår fra nyttår til nyttår. Siden forholdene i innsjøene vil bære preg av hva som skjer hele vintersesongen ble det besluttet at rapporteringen nå skal utføres fra oktober til oktober. Denne rapporten gir derfor overvåkingsdata for perioden 16. oktober 2007 – 15. oktober 2008.

I forhold til tidligere år er det kommet til flere nye stasjoner. Dette gjelder ikke minst seks nye innsjøer i nedbørfeltet; Sætertjernet, Bindingsvannet, Langen, Våg, Mjær og Sæbyvannet. I tillegg er det kommet til nye stasjoner i elver til Storefjorden, herunder Tangenelva, og Boslangen (skogsbekk), samt en ekstra stasjon i Svinna oppstrøms Sæbyvannet.

I Kapittel 7 gis en oppsummering av overvåkingens resultater. Overvåkingsperioden var preget av en spesielt stor flom i januar, og jevnt over høy vannføring i perioden som helhet. Det gikk dessuten større jordras og kvikkleireskred i vassdraget som tilførte mer partikler og næringsstoff til Vansjø enn hva vannføringen skulle tilsi.

Totalt ble det fra de fire tilførselselvene til Storefjorden tilført 35,8 tonn fosfor i perioden, mens det til Vestre Vansjø ble tilført 2,9 tonn, samt ytterligere 0,4 tonn til Mosseelva.

De oppstrøms innsjøene Sætertjernet, Bindingsvannet og Våg ble vurdert til å ha god økologisk tilstand, mens Langen og Mjær ble vurdert til moderat og Sæbyvannet til dårlig økologisk tilstand. Storefjorden og Vanemfjorden er vurderte til å ha moderat økologisk status, mens Grepperødfjorden er vurdert å være i meget dårlig tilstand. Sommeren 2008 var første sommer siden 2001 at det ikke ble utstedt advarsel mot bading i Vestre Vansjø.

De spesielle værforholdene vinteren og våren 2008 var sannsynligvis medvirkende til at det gikk flere store jordras og kvikkleireskred langs med elveløpene. I Hobøelva ved Høgfoss ble det i januar 2008 registrert den høyeste vannføringen siden stasjonen ble opprettet i 1976. Dette hadde betydelige konsekvenser særlig for Storefjorden, og førte til de høyeste fosforverdiene siden 2001. Innholdet av fosfat lå også betydelig over normalen. Derimot ble det ikke påvist høyere nitrogeninnhold enn i tidligere år, og dette tyder på at økningen i stor grad må relateres til erodert jord – og da særlig til rasene. I Vanemfjorden ble det påvist vanlige konsentrasjoner av fosfor, til tross for at Storefjorden hadde høyere tilførsler og ifølge fosforbudsjettet utgjør Storefjorden omlag 70% av tilførslene til Vanemfjorden. Dette bekrefter beregningene som viser en tydelig nedgang i lokale tilførsler til Vanemfjorden. De spesielle forholdene i 2008 gjør det vanskelig å trekke konklusjoner om at miljøtilstanden i innsjøen Vansjø har endret seg i forhold til tidligere år.

Ser man vannføringen over lenger tid, lå den i perioden fra 1977-1989 mellom 100-200 millioner kubikkmeter per år, med en topp i slutten av perioden. Etter disse relativt vannrike årene kom et ti-år med årsvannføringer som alle lå under middels for perioden. I motsetning til dette utpeker 2000-tallet seg som en periode med svært høye og varierende vannføringer. I motsetning til de to flomårene 1987 og -88, som ble etterfulgte av en dekade med årsvannføringer langt under middels, har de to flomårene 1999 og 2000 vært etterfulgt av kun en 5-års periode med relativt liten vannføring før nye år med høye vannføringer har fulgt. Det er å anta at disse vannføringsvariasjonene har medført økt ustabilitet i elvesystemene med mer naturlig gravning i elveløpene, økt rasfare, og også sannsynligvis økt jordbrukserosjon.

Innhold

1.	Innledning.....	11
1.1	Hovedmål.....	11
1.2	Rapportens innhold og oppbygging.....	11
1.3	Vansjø-Hobølvassdraget.....	11
1.4	Innsjøen Vansjø.....	14
1.5	Meteorologi og hydrologi i rapporteringsperioden.....	15
1.6	Vannføring i perioden sett i forhold til tidligere år.....	18
1.7	Andre forhold i nedbørfeltet i rapporteringsperioden.....	22
2.	Metodikk.....	23
2.1	Prøvetaking i Vansjø.....	23
2.2	Prøvetaking i øvrige innsjøer.....	24
2.3	Prøvetakingsfrekvens og parametre i elver og bekker.....	27
2.4	Hydrologi.....	29
2.5	Tilførselsberegninger.....	30
3.	Innsjøer oppstrøms Vansjø.....	32
3.1	Resultater fysiske-kjemiske forhold.....	32
3.1.1	Temperatur og oksygen.....	32
3.2	Siktedyp.....	36
3.3	Gløderest/Suspendert stoff.....	38
3.4	pH.....	40
3.5	Fosfor.....	41
3.6	Nitrogen.....	43
3.7	Vannets farge.....	45
3.8	Totalt organisk karbon (TOC).....	45
3.9	Resultater biologiske forhold.....	48
3.9.1	Plantep plankton.....	48
3.9.2	Klorofyll-a.....	52
3.9.3	Microcystin.....	52
3.10	Vurdering av innsjøene oppstrøms Vansjø i forhold til EUs rammedirektiv for vann.....	54
4.	Tilførsler til Storefjorden.....	55
4.1	Konsentrasjonen av målte stoffer.....	55
4.1.1	Variasjoner i konsentrasjon og vannføring av STS og totalfosfor.....	55
4.1.2	Gjennomsnittskonsentrasjoner av alle parametre.....	56
4.1.3	Konsentrasjoner i tilnærmet uberørt nedbørfelt (skogsbekk).....	60
4.2	Tilførsler til Storefjorden i rapporteringsperioden.....	61
4.2.1	Faktiske tilførsler til Storefjorden.....	61
4.2.2	Ras i nedbørfeltet i rapporteringsperioden.....	64
4.2.3	Vannføringsnormaliserte fosfortilførsler.....	67
4.2.4	Arealspesifikk transport fra nedbørfeltene.....	67
4.3	Sammenligning med tilførsler i 2006 og 2007.....	69
5.	Tilførsler til Vestre Vansjø.....	72
5.1	Tilførsler i bekkene.....	72
5.2	Totalt tilførsler til vestre Vansjø og Mosseelva.....	74
5.3	Tilførsler av fosfor og suspendert tørrstoff til Vansjø i 2007/08.....	76
5.4	Konklusjoner for Vestre Vansjø.....	78
6.	Vansjø – innsjøresultater.....	80
6.1	Resultater fysisk-kjemiske forhold.....	80
6.1.1	Temperatur og oksygen.....	80

6.2	Siktedyp	83
6.3	Gløderest/Suspendert stoff	84
6.4	pH	86
6.5	Fosfor	87
6.6	Nitrogen	91
6.7	Reaktivt silikat	93
6.8	Vannets farge	94
6.9	Totalt organisk karbon (TOC)	95
6.10	Resultater biologiske forhold	96
6.10.1	Planteplankton	96
6.10.2	Klorofyll-a	99
6.10.3	Microcystin	101
6.11	Undersøkelser i Grimstadkilen	102
6.12	Situasjonen i 2008 sammenlignet med tidligere år og konklusjoner	102
6.13	Vurdering av Vansjø i forhold til EUs rammedirektiv for vann	104
7.	Oppsummering	105
7.1	Transport av fosfor til Vansjø i overvåkingsperioden og i tidligere år	105
7.2	Konsentrasjoner i elver og bekker	106
7.3	Vurdering av innsjøene i vassdraget i forhold til EUs rammedirektiv for vann	108
7.4	Langtidsutvikling i tilførsler og i Vansjø	109
8.	Referanser	110
	Vedlegg	111
	Vedlegg 1 Kart over prøvetakingsstedet i Hobølelva nedstrøms raset ved Våler	111
	Vedlegg 2 Oversikt over data fra tilførselselver til Storefjorden	112
	Vedlegg 3 Data fra tilførselsbekker Vestre Vansjø	119

1. Innledning

1.1 Hovedmål

Dette prosjektet har hatt som hovedmål å gjennomføre overvåking og undersøkelser i Vansjø og i innsjøer, tilførselselver og -bekker i dens nedbørfelt, i perioden 16. oktober 2007-15. oktober 2008.

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

Tidligere år har rapporteringsperioden vært et helt kalenderår fra nyttår til nyttår. Siden forholdene i innsjøene vil bære preg av hva som skjer hele vintersesongen ble det besluttet at rapporteringen nå skal utføres fra oktober til oktober.

1.2 Rapportens innhold og oppbygging

Denne rapporten presenterer de samlede resultatene fra overvåking og undersøkelser i innsjøen Vansjø og dens nedbørfelt. I forhold til tidligere år er det kommet til flere nye stasjoner. Det rapporteres nå fra seks nye innsjøer i nedbørfeltet; Sætertjernet, Bindingsvannet, Langen, Våg, Mjær og Sæbyvannet. I tillegg er det kommet til nye stasjoner i elver til Storefjorden, herunder Tangenelva, og Boslangen (skogsbekk), samt en ekstra stasjon i Svinna oppstrøms Sæbyvannet.

Rapporten er delt inn i følgende avsnitt:

Kapittel 1 Innledning med oversikt over meteorologi og hydrologi i rapporteringsperioden

Kapittel 2 Metodikk

Kapittel 3 Overvåking av innsjøer oppstrøms Vansjø;

Kapittel 4 Overvåking av tilførselselver til Storefjorden;

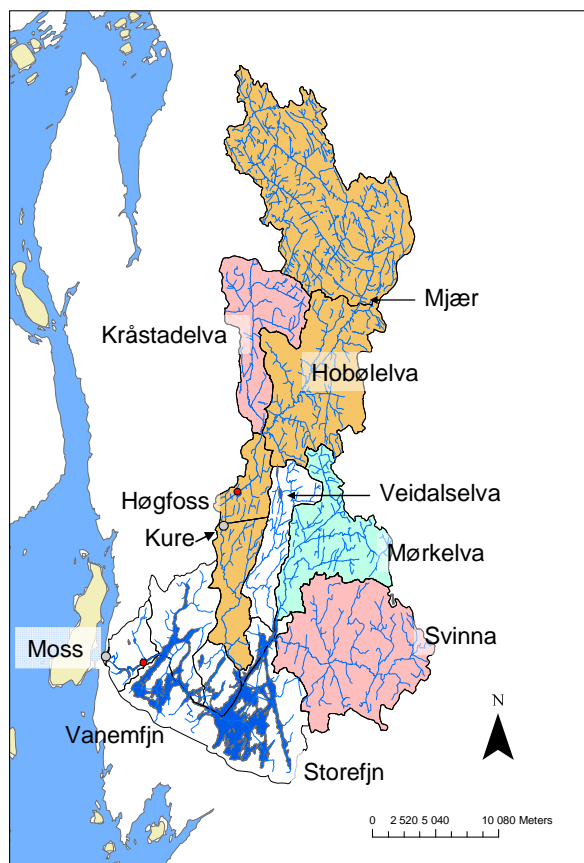
Kapittel 5 Overvåking av tilførselsbekker til Vestre Vansjø;

Kapittel 6 Overvåking av Vansjø;

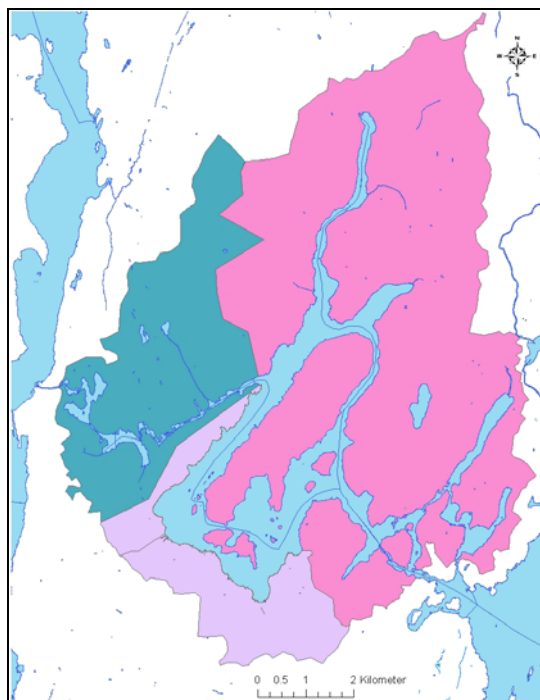
Kapittel 7. Felles oppsummering.

1.3 Vansjø-Hobølvassdraget

Vansjø-Hobølvassdraget er et næringsrikt lavlandsvassdrag hvor en stor del av nedbørfeltet ligger under marin grense. Nedbørfeltet er på totalt ca. 690 km² og jordbruk drives på ca. 15 % av arealene. Resten av arealene i nedbørfeltet er hovedsakelig skog. Det bor ca. 40.000 mennesker i nedbørfeltet. Figur 1 viser hele nedbørfeltet samt tilførsler av fosfor og nitrogen fordelt på kilde. Nedbørfeltet til vestre Vansjø er delt inn i to enheter med bakgrunn i hvilke småfelt som brukes i oppskalering, som vist i Figur 2.



Figur 1. Vansjøes nedbørfelt med enkelte stedsnavn inntegnet. Mer detaljerte kart over prøvetakingsstedene er gitt i metodekapitlet.



Figur 2. Nedbørfeltet til vestre Vansjø og Mosseelva.

Tabell 1 viser totalt areal samt fordelingen av jordbruksareal i de ulike delnedbørfeltene.

Tabell 1 Arealfordelingen i nedbørfeltet til Hobølvassdraget (fra Buseth-Blankenberg m.fl. 2008, oppdaterte tall for Vestre Vansjø og Mosseelva satt inn etter nye beregninger høsten 2008).

Nedbørfelt	Kommune	Areal (km ²)	Jordbruksareal (daa)	Jordbruksareal (%)
Langen	Ski, (Oslo)	105	2 571	2,4
Våg og Mjær	Enebakk	41	4 627	11,3
Hobølelva (Mjær-Storefjn)	Hobøl, Ski og Våler	135	36 231	26,8
Kråkstadelva	Ski og Hobøl	51	21 856	42,9
Mørkelva	Våler, (Hobøl)	61	5 621	9,2
Veidalselva	Våler, (Hobøl)	33	4 105	12,4
Sæbyvannet, Svinna	Våler	103	12 013	11,7
Storefjorden	Råde, Rygge, og Våler	74	4 324	5,8
Vestre Vansjø	Råde, Rygge og Våler	68	11 008	16,2
Mosseelva	Rygge og Moss	16	483	3,0
SUM		688	102 839	15

Det lokale nedbørfeltet til vestre Vansjø (når områder dekket av vannet er fjernet) er 56 km² og til Mosseelva er nedbørfeltet ca 15 km² (Tabell 2).

Tabell 2 Nedbørfeltarealer for overvåkingfelt rundt vestre Vansjø.

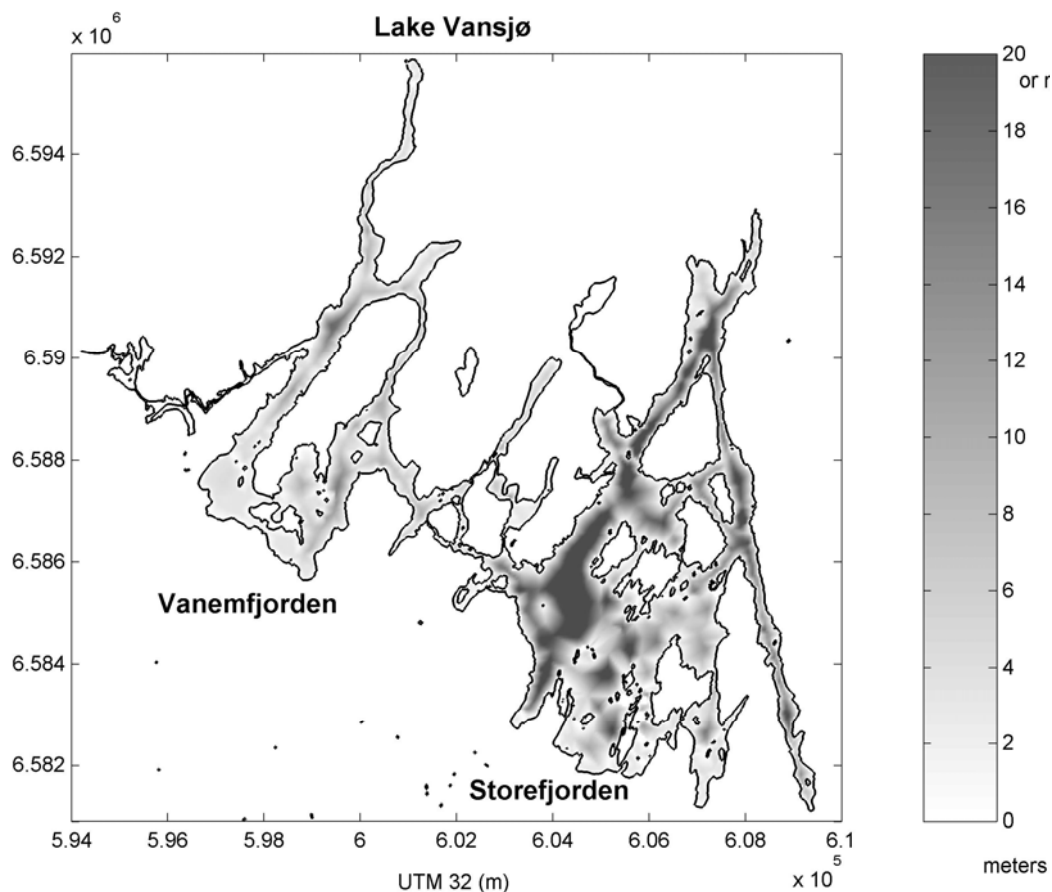
Lokalitet	Nedbørfelt-areal	Jordbruk	Skog	Annet
Småfelt	dekar		%	
Guthusbekken (Gut)	3150	12	80	8
Sperrebotnbekken (Spe)	2481	19	71	10
Augerødbekken (Aug)	4778	20	77	3
Ørejordetbekken (Øre)	692	0	6	94
Årvoldbekken (Årv)	486	40	17	43
Støabekken 1 (St1)	157	89	0	11
Vaskebergetbekken (Vas)	130	91	9	0
Huggenesbekken (Hug)	810	85	9	6
Dalen (Dal)	882	0	100	0
Hele nedbørfeltet	km²			
Øst for vestre Vansjø	47			
Mellom Raet og Vansjø	8			
Vestre Vansjø	68			
- hvorav vannflate	12			
Mosseelva	16			
- hvorav vannflate	1			

1.4 Innsjøen Vansjø

Selve innsjøen er 36 km² 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) med et areal på 24 km² og den vestre delen (Vanemfjorden) som er på 12 km². 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 3.

Tabell 3. Vansjø – Morfometriske data

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



Figur 3. Dybdekart over Vansjø

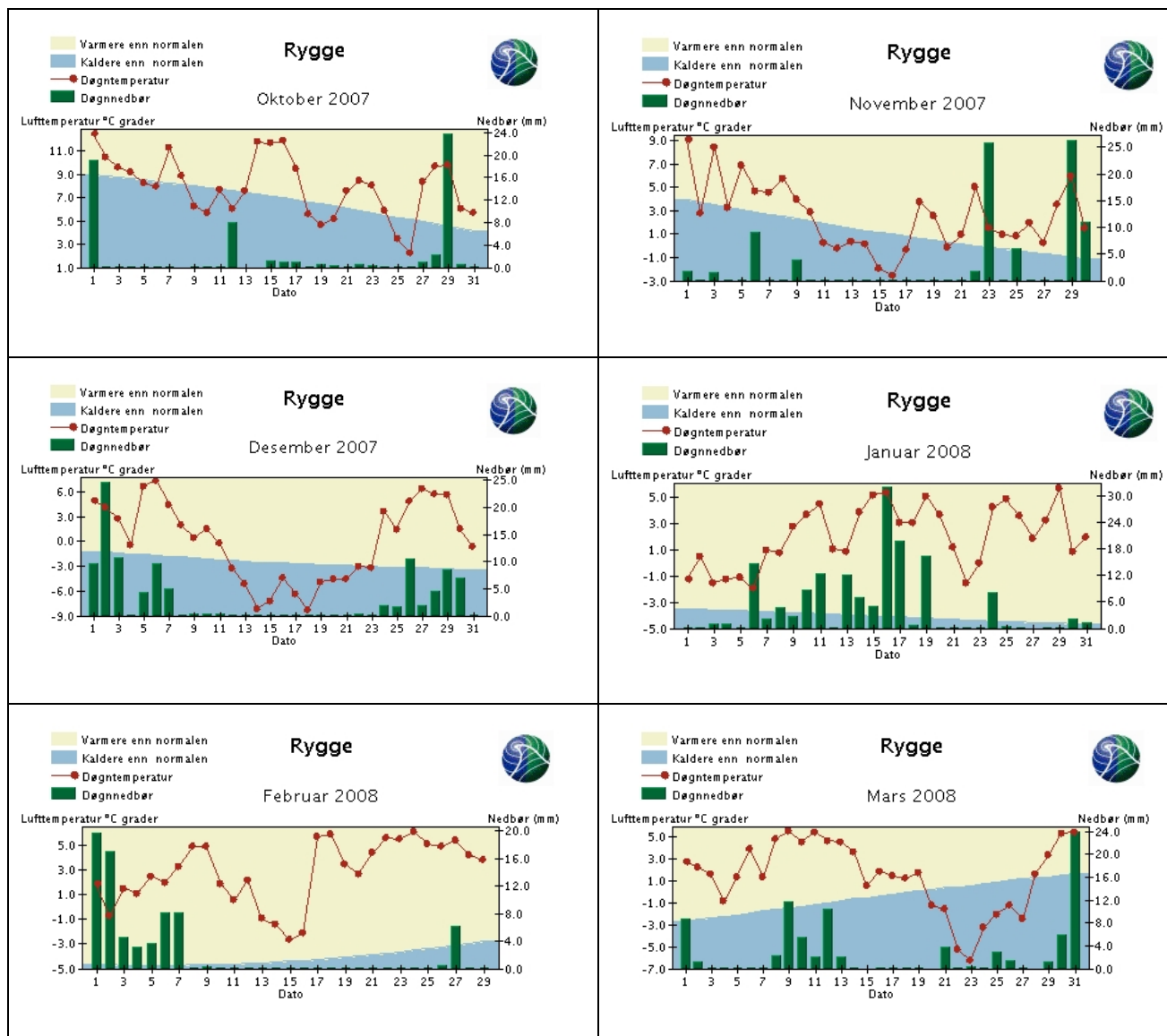
1.5 Meteorologi og hydrologi i rapporteringsperioden

Meteorologiske forhold i rapporteringsperioden fremgår av Figur 4 og Figur 5.

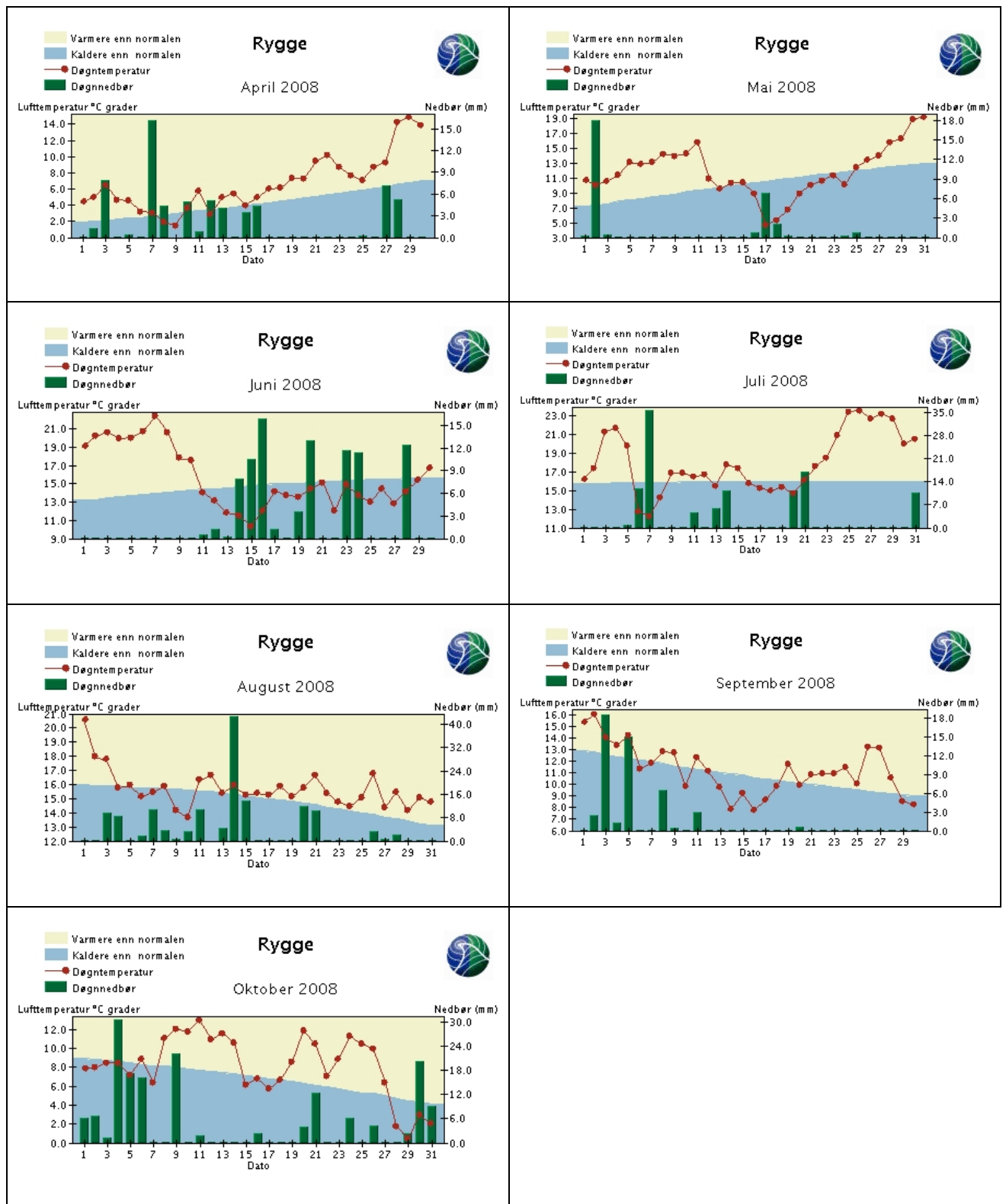
Vinterperioden var preget av fryse- og tineepisoder, med korte kuldeperioder i midten av november, samt midten av desember 2007 og februar 2008. Utenom disse periodene var vintersesongen preget av temperaturer rundt eller over null. Enkelte kraftige nedbørepisoder kom i slutten av oktober og november samt begynnelsen på desember 2007. I midten av januar 2008 kom det kraftig nedbør med opp mot 30 mm pr døgn, kombinert med plussgrader, noe som ga den høyeste vannføringen i Hobølelva siden målingene startet i 1976. I denne perioden raste det ut større mengder jord i et ras i Hobølelva rett nedstrøms innsjøen Mjær. Også i begynnelsen av februar var det mye nedbør, da ved temperaturer rundt null grader.

Om våren var det en kort kuldeperiode i midten av mars med ned mot 7 minusgrader. Etter dette steg temperaturen relativt raskt mot slutten av måneden. Kombinert med kraftig regn 31. mars og 7. april, viste dette seg å gi relativt kraftig stofftransport i vassdragene selv om vannføringen ikke var tilsvarende høy som f.eks. i januar (jf. kap. 4).

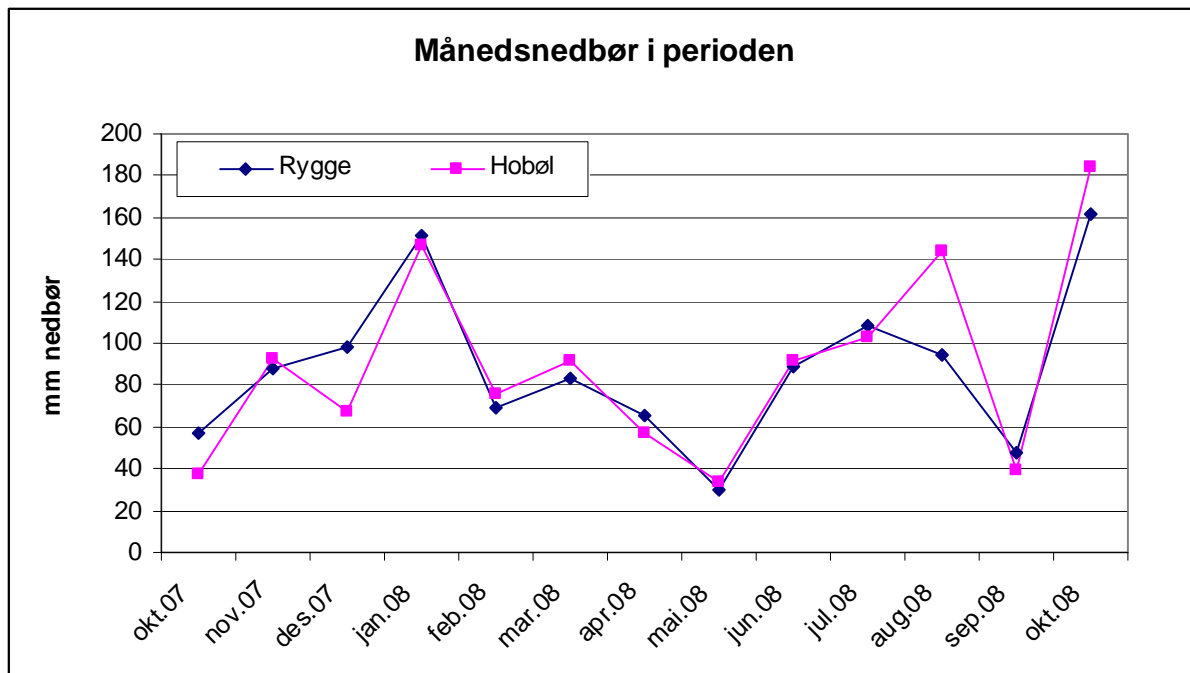
Sommeren 2008 var adskillig tørrere enn i 2007, men var allikevel våtere enn f.eks. 2005 og 2006. Dog var det ingen store sommerflommer dette året.



Figur 4. Meteorologiske observasjoner (nedbør og døgntemperaturer) ved met.no's stasjon ved Rygge i perioden oktober 2007-mars 2008.



Figur 5. Meteorologiske observasjoner (nedbør og døgntemperaturer) ved met.no's stasjon ved Rygge i perioden april-oktober 2008.



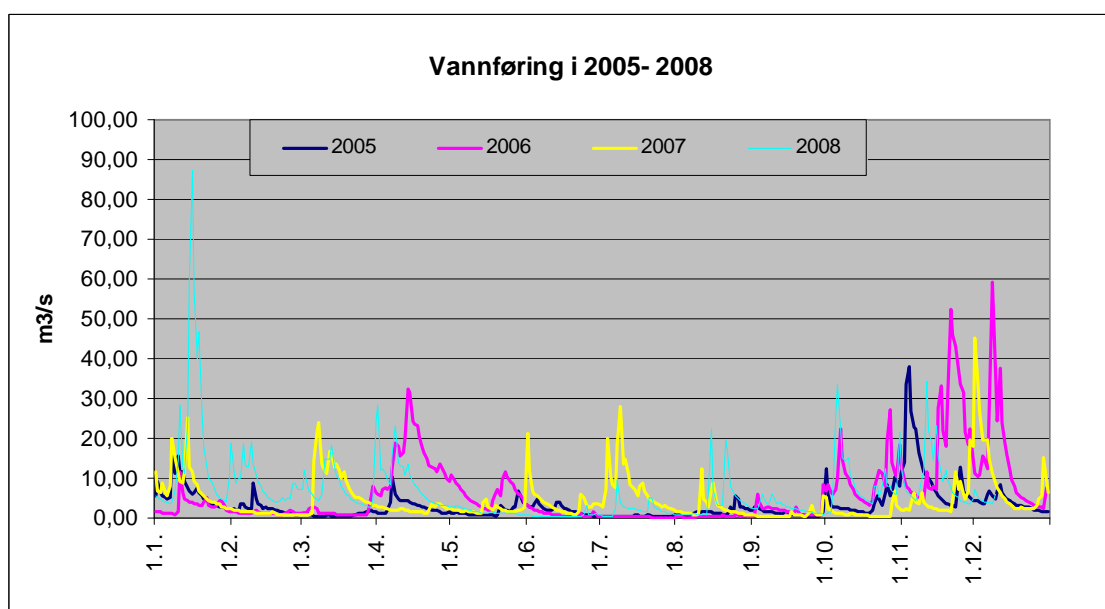
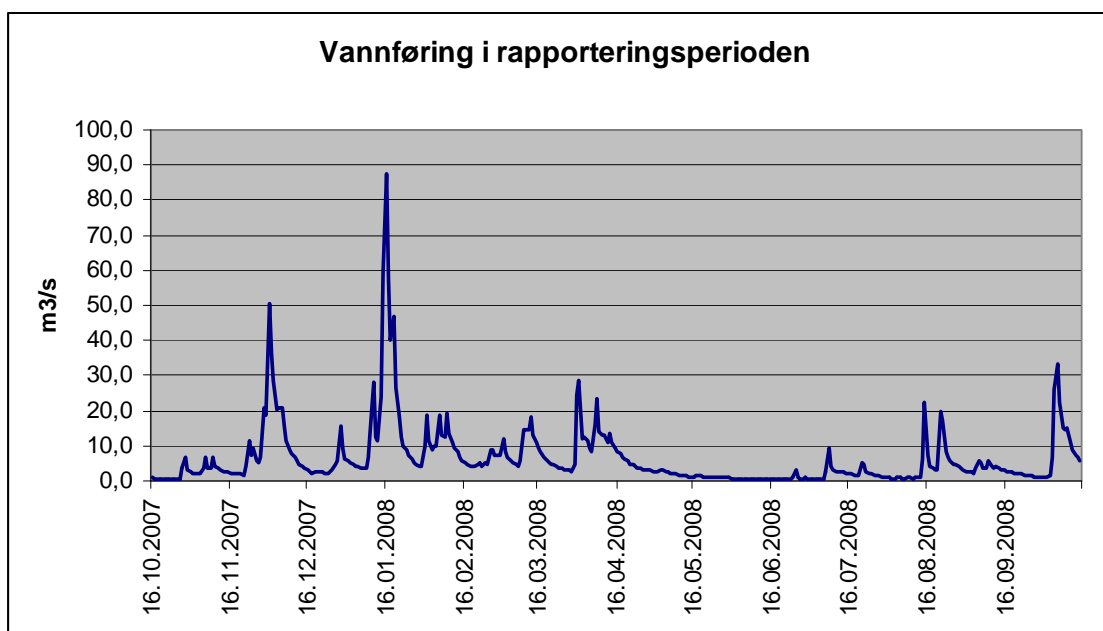
Figur 6. Månedsnedbør ved met.no's stasjoner 17150 Rygge og 03780 Igsi i Hobøl i rapporteringsperioden.

Som beskrevet i Skarbøvik m.fl. 2008 (trendanalyse-rapporten), er nedbørforholdene nord og sør i feltet noe ulike. Figur 6 viser derfor nedbøren ved Rygge sammenlignet med nedbøren lenger nord, ved Igsi i Hobøl. I denne rapporteringsperioden var det ikke store forskjeller mellom nord og sør, med unntak av månedene desember 2007 (høyere nedbør ved Rygge) og august 2008 (høyere nedbør i Hobøl).

1.6 Vannføring i perioden sett i forhold til tidligere år

Vannføringen blir målt to steder i vassdraget, ved Høgfoss i Hobøelva og i Guthusbekken. I dette avsnitt vil vannføringen bli diskutert ut fra vannføringsmålinger ved Høgfoss i Hobøelva. Figur 7 viser vannføringen i Hobøelva ved Høgfoss i rapporteringsperioden (øvre panel). Det var flom i elva i overgangen november-desember 2007 med en vannførings-topp på ca. 50 m³/s. I midten av januar 2008 kom imidlertid den kraftigste flommen som har vært i perioden 2005-oktober 2008 med en vannføring på nesten 90 m³/s. Vårflommene var av mer normal karakter, med flere episoder med vannføringer +/- 20-30 m³/s. I begynnelsen av oktober var det igjen en høy vannføring på omlag 30 m³/s.

I nedre panel vises vannføringen i 2008 (frem til desember) sammenlignet med vannføringene fra 2005, 06 og 07 (som er den perioden Bioforsk og NIVA har rapportert fra området med utvidete undersøkelser). Figuren viser tydelig hvordan flomtoppene varierer gjennom året. Dette kan ha stor betydning for generering og tap av sediment og næringsstoffer i nedbørfeltet. Det er ikke likegyldig om en flom kommer om sommeren når åker og eng har godt vegetasjonsdekke, eller om vinteren når åkerarealene er mindre beskyttet mot erosjon og det dessuten kan oppstå skiftende tine- og fryseperioder.



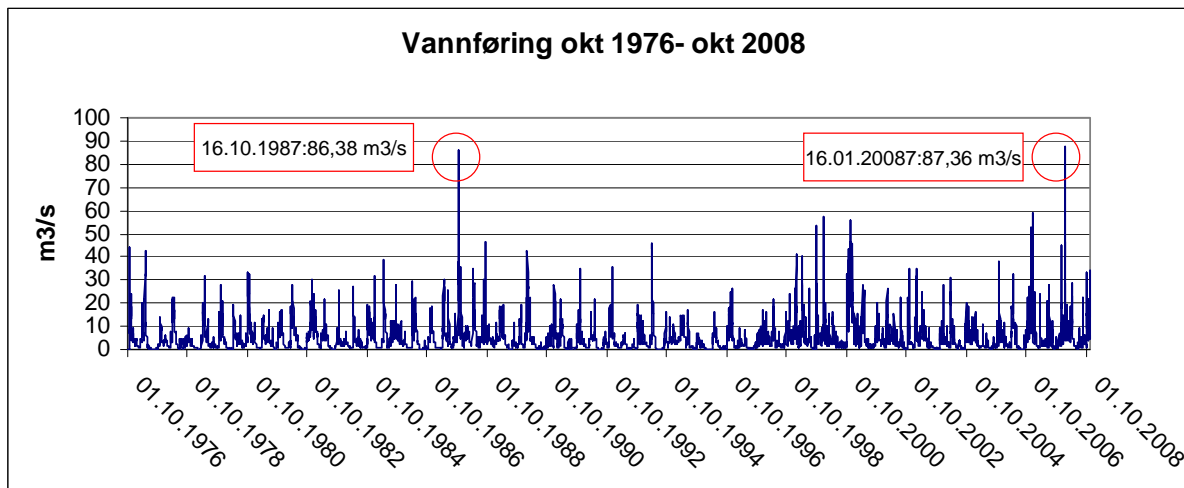
Figur 7. Vannføringsvariasjoner i rapporteringsperioden 16. oktober 2007 til 15. oktober 2008 (øverst) og vannføringsvariasjoner i perioden 2005-2008 (som er periodene med utvidet overvåking i vassdraget).

Gjennomsnittlig døgnvannføring i rapporteringsperioden var høy sett i forhold til tidligere rapporteringsperioder (2005, 2006 og 2007) og også i forhold til 30-års-snippet 1977-2007 (Tabell 4).

Tabell 4. Gjennomsnittlig døgnvannføring i ulike perioder, Høbølelva ved Høgfoss.

Periode	1977-07	2005	2006	2007	Okt 07-okt 08
Snittvannføring (m ³ /s)	4,62	3,32	6,33	4,59	6,40
Totalvannføring (mill m ³ /år)	140	103	190	143	200

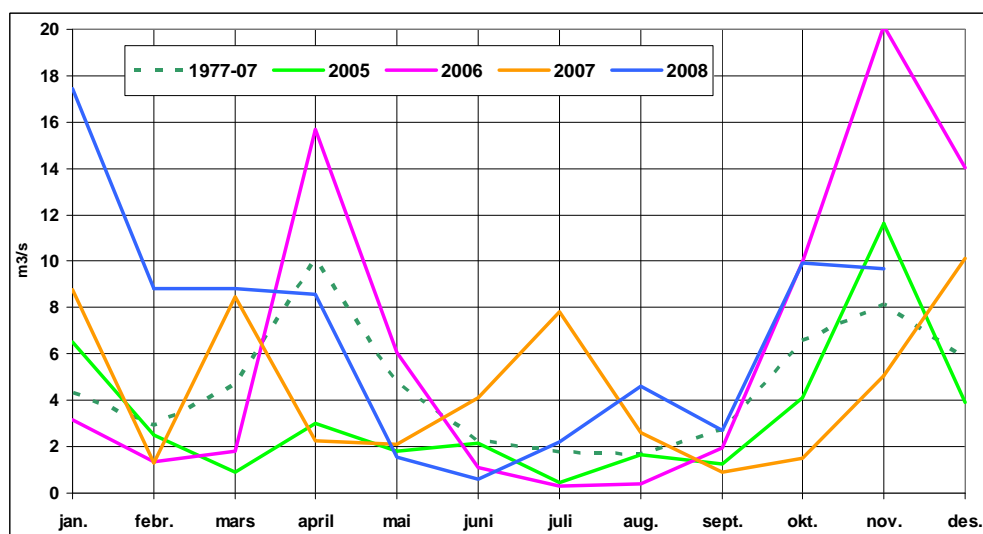
Verdt å merke seg er at vannføringstoppen i januar 2008 er den høyeste registrerte vannføringen siden Høgfoss stasjon ble opprettet i 1976. Figur 8 viser at denne vannføringstoppen er, i tillegg til en flom i oktober 1987, om lag $30 \text{ m}^3/\text{s}$ høyere enn andre flommer i elva de siste 32 årene. En slik flom vil bidra til kraftig graving i elveleiet og dette er nok en medvirkende årsak til alle rasene som har gått i vassdraget.



Figur 8. Vannføring i Hobølelva ved Kure i perioden oktober 1976 – oktober 2008.

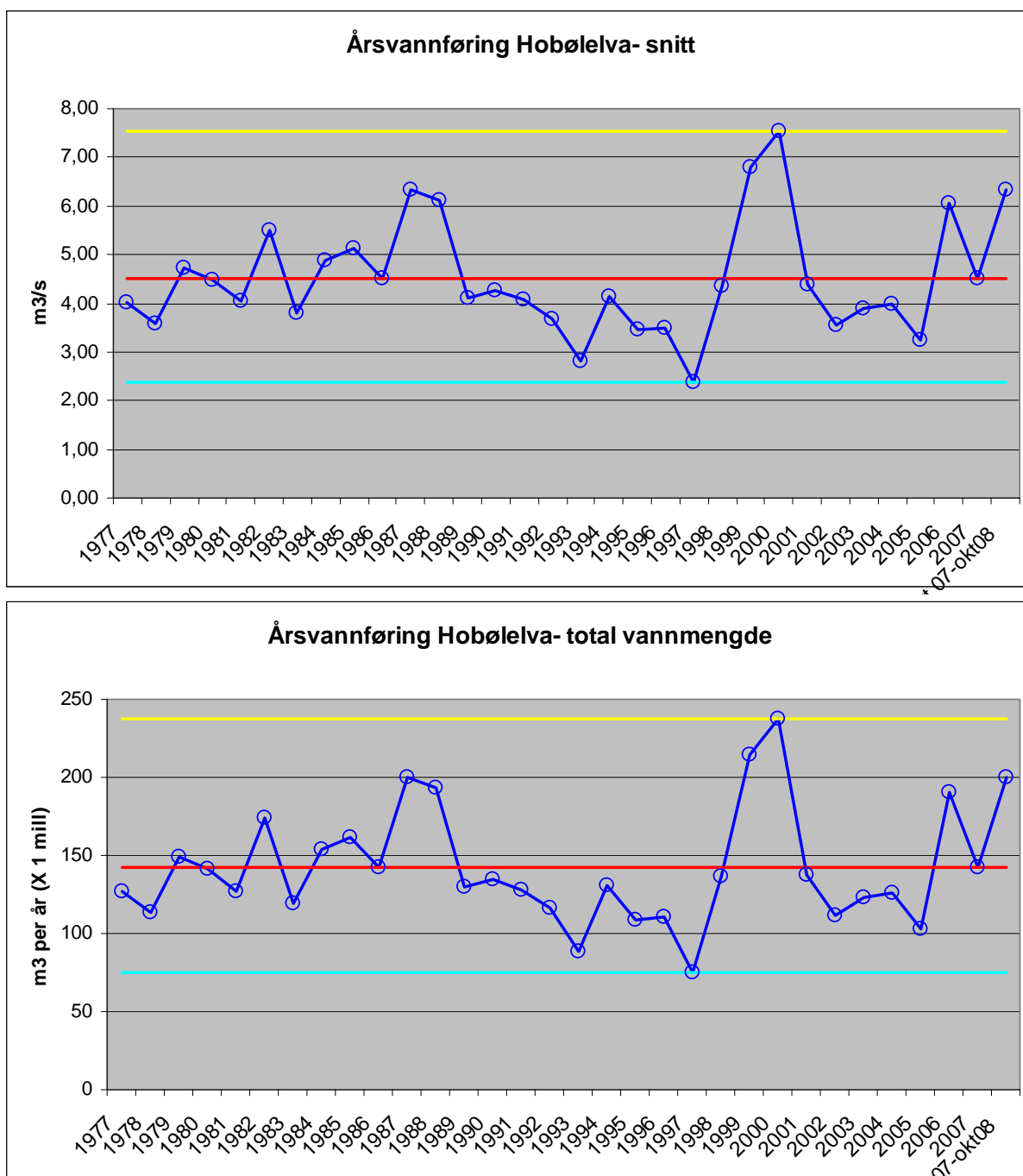
Figur 9 viser gjennomsnittlig månedsvannføring for 30-års perioden 1977-2007, samt for årene 2005-2008. Kurven reflekterer at maksimumsvannføringene kommer i ulike måneder i de ulike årene. For 30-års perioden er det en tendens til at de høyeste vannføringene kommer vår og høst, mens det i perioden 2005-2008 utvises et relativt stort spenn i vannføringstopper fordelt på ulike måneder. For rapporteringsperioden kan månedsmiddel-vannføringen oppsummeres som følger:

- Relativt lav vannføring i oktober og tildels november 2007, samt mai-september 2008.
- Relativt høy vannføring i februar, mars, april 2008, samt i oktober 2008.
- Svært høy vannføring i januar 2008.



Figur 9. Månedsmiddelvannføringer ved Høgfoss i Hobølelva. Rapporteringsperioden representeres dels ved blå kurve for 2008, dels ved oransje kurve for siste del av 2007.

For året som gjennomsnitt tilsvarte rapporteringsperioden oktober 2007 – oktober 2008 omtrent året 2006, jf. Figur 10. Det er kun årene 1987, 1988, 1999 og 2000 som har hatt høyere vannføring enn denne perioden.



Figur 10. Variasjoner i vannføring i Hobøelva. Øvre felt viser vannføringen som snitt av døgnmiddel, nedre felt som totalmengde vann. Gul linje representerer maksimumsvannføring, turkis minimum og rød snittet for perioden. Merk at siste "årsmiddel" er for rapporteringsperioden, dvs oktober 2007-oktober 2008.

Det fremgår videre av Figur 10 at vannføringen i perioden fra 1977-1989 lå mellom 100-200 millioner kubikkmeter per år, med en topp i slutten av perioden. Etter disse relativt vannrike årene kom et ti-år med årsvannføringer som alle lå under middels for perioden. 2000-tallet

utpreger seg som en periode med svært høye og varierende vannføringer. I motsetning til de to flomårene 1987 og -88, som ble etterfulgte av en dekade med årsvannføringer langt under middels, har de to flomårene 1999 og 2000 vært etterfulgt av kun en 5-års periode med relativt liten vannføring før nye år med høye vannføringer har fulgt. Det er å anta at disse vannføringsvariasjonene har medført økt ustabilitet i elvesystemene med mer naturlig graving i elveløpene, og sannsynligvis også økt jordbrukserosjon. I tillegg til antatt økt elveerosjon ser det ut til at dette også har ført til flere ras enn tidligere i området, jf. neste avsnitt.

Tabell 5 viser nedbøren i Rygge og avrenning i Guthusbekken, disse data benyttes særlig for transportberegninger fra Vestre Vansjø. I Vestre Vansjø er fosfortapene forsøkt ”normalisert” i forhold til vannføringen det enkelte år, og da benyttes normalavrenningen fra Skuterudfeltet for perioden 1994-2004. Avrenningen det enkelte år justeres i forhold til denne middelaavrenningen, slik at årlige nedbørvariasjoners betydning for fosfortapet reduseres.

Tabell 5. Nedbør i Rygge og avrenning i Guthusbekken. Normalavrenning i Skuterudbekken er brukt som referanse for normalisering av verdiene til Vestre Vansjø.

	Nedbør			Avrenning	
	Normalperioden	1994-2004	2007-2008	1994-2004	2007-2008
	mm	mm	mm	mm	mm
Guthus/Rygge	829	875	1165	-	
Skuterud/Ås	785	846	1248	532	781

1.7 Andre forhold i nedbørfeltet i rapporteringsperioden

I tilknytning til denne rapporteringsperioden foregikk det flere jordras og kvikkleireskred i området. Disse er beskrevet nærmere i kapittel 4.2.2. Dette har selvsagt stor betydning for tilførslene til Vansjø, særlig der rasene gikk i nær tilknytning til hovedvassdraget. Kapittel 4.2.2 gir mer informasjon om disse rasene.

Det ble dessuten lagt ned kloakkledning og gang-/sykkelvei langs med Hobølelva oppstrøms samløp med Kråkstadelva.

2. Metodikk

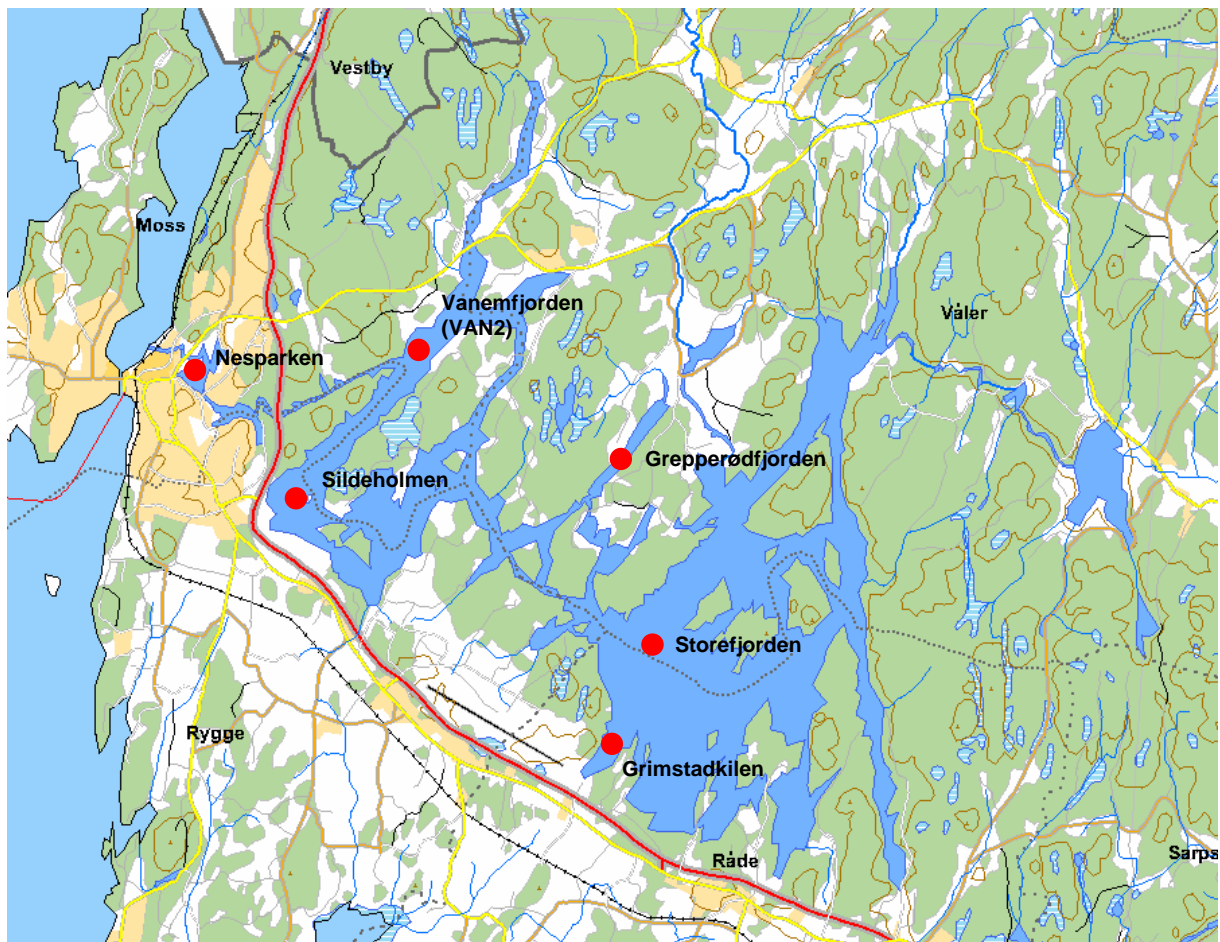
Kapittelet gir en kort oversikt over metodikken som er benyttet i prosjektet, både for innsjøer og elver/bekker. Kart over prøvetakingslokaliteter er også vist.

2.1 Prøvetaking i Vansjø

Overvåkingen i Vansjø pågikk i perioden 17. april til 15. oktober. Det ble innhentet vannprøver 1 gang pr uke i denne perioden fra Storefjorden og Vanemfjorden. Grepperødfjorden, den nye stasjonen i Vanemfjorden (Sildeholmen, VAN7) og Nesparken ble undersøkt med mindre frekvens (måleprogram i Tabell 6). Alle målestasjoner vises i Figur 11. Felt- og analyseresultatene ble fortløpende lagt ut på internett via NIVAs miljøovervåkingssystem AquaMonitor (www.aquamonitor.no/ostfold)

Tabell 6. Måleprogram for hovedstasjoner i Vansjø 2008

Parameter:	Storefjorden & Vanemfjorden	Grepperødfjorden	Sildeholmen	Nedre Vansjø
				Juni-August
Klf.a	7. dag	14. dag	14. dag	14. dag
Microcystin	7. dag	14. dag	14. dag	14. dag
Siktedyp	7. dag	14. dag	14. dag	
Fluorosensprofil	7. dag	14. dag	14. dag	
O2-profil	7. dag	14. dag	14. dag	
pH-profil	7. dag	14. dag	14. dag	
Temp-profil	7. dag	14. dag	14. dag	
Tot-P	7. dag	14. dag	14. dag	14. dag
PO4-P/ortoP	7. dag	14. dag	14. dag	14. dag
Part-P	7. dag	14. dag	14. dag	14. dag
Tot-løst-P	7. dag	14. dag	14. dag	14. dag
Tot - N	7. dag	14. dag	14. dag	
NH4-N	7. dag	14. dag	14. dag	
NO3-N	7. dag	14. dag	14. dag	
SS	7. dag	14. dag	14. dag	14. dag
SiO2	7. dag	14. dag	14. dag	14. dag
Alger	14. dag	14. dag	14. dag	14. dag
Farge	14. dag	14. dag	14. dag	14. dag
TOC	14. dag	14. dag	14. dag	
Gløderest	14. dag	14. dag	14. dag	



Figur 11. Målestasjoner overvåking Vansjø 2008, legg merke til at stasjonen ved Sildeholmen er ny

2.2 Prøvetaking i øvrige innsjøer

I 2008 ble det prøvd ut en felles overvåking av seks utvalgte innsjøer i Morsa vassdraget, som alle står i fare for ikke å oppfylle kravene om god økologisk tilstand. I tillegg til Sæbyvannet, som de siste årene har vært en del av overvåkningsprogrammet for Morsa, gjelder dette også Mjær, Våg, Langen, Bindingsvann, og Sætertjern. Tabell 7 viser geografiske og hydrologiske data for de utvalgte innsjøene.

Tabell 7: Innsjøer oppstrøms Vansjø med noen geografiske og hydrologiske data

Innsjø	Overflateareal (km ²)	Middeldyp (m)	Innsjøtype (i hht. VRD)	Kommune
Sætertjernet	0,1	7,2	L7 (små, kalkfattig, humøs)	Ski
Bindingsvannet	0,62		L7 (små, kalkfattig, humøs)	Ski/Enebakk
Langen	1,49	6	L7 (små, kalkfattig, humøs)	Ski
Våg			L7 (små, kalkfattig, humøs)	Enebakk
Mjær	1,67	6,5	L7 (små, kalkfattig, humøs)	Enebakk
Sæbyvannet	1,7	7,8	L7 (små, kalkfattig, humøs)	Våler

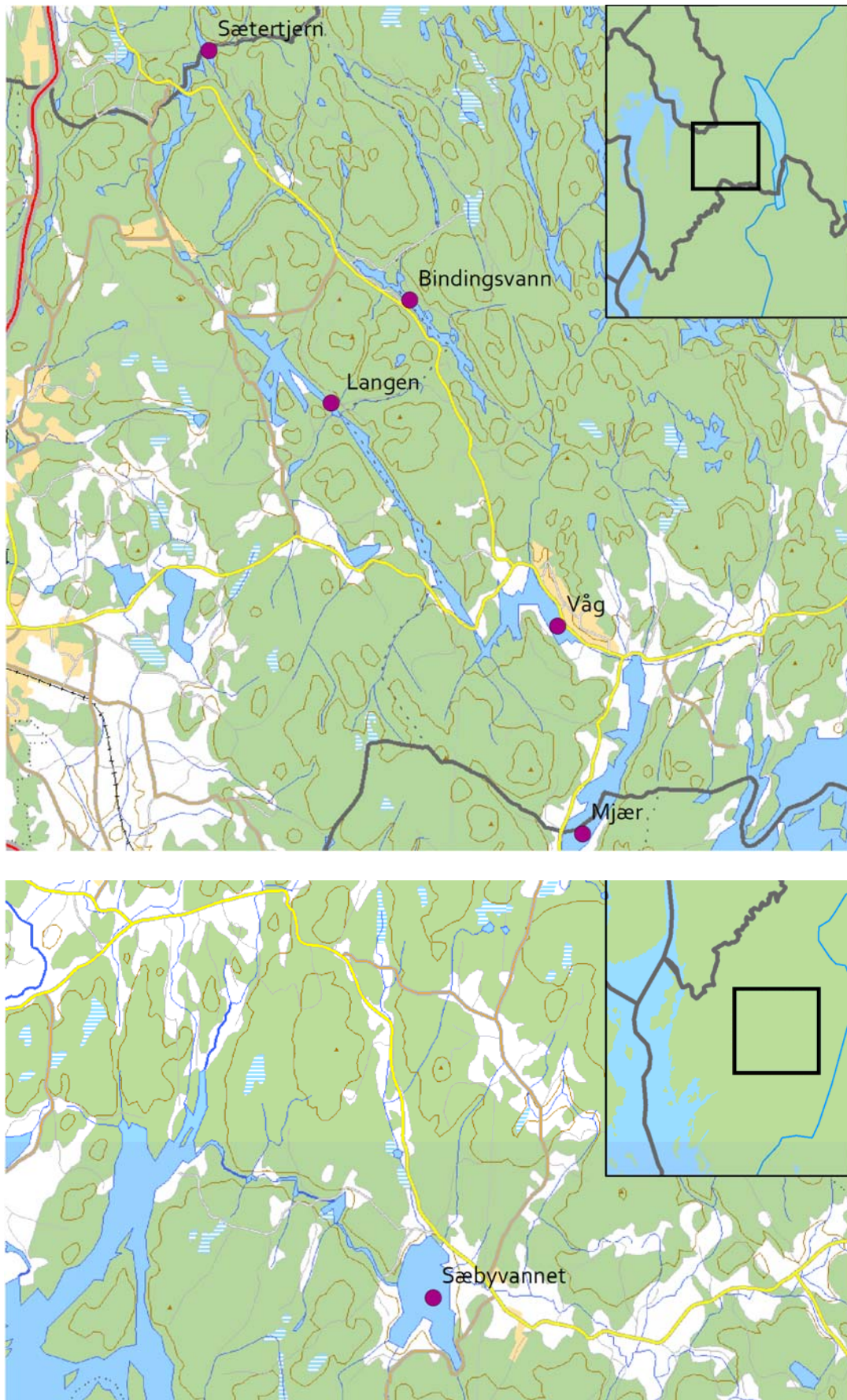
Tidsrom og prøvetakingsfrekvens

Overvåkingen pågikk i perioden 27. mai til 29. september. Det ble innhentet vannprøver annenhver uke, til sammen 9 ganger, i denne perioden. Det var avsatt en dag til feltarbeid for hver prøvetakingsrunde. Det ble derfor valgt å bruke en gummibåt med liten påhengsmotor til prøvetakingen (Figur 12), og vi måtte bruke lett tilgjengelige prøvetakingsstasjoner i innsjøene. Figur 13 viser beliggenheten til de seks innsjøene.



Figur 12: Feltarbeid i Våg, sommeren 2008

Hver gang ble følgende parametere analysert: Klorofyll (Klf.a), Total Fosfor (Tot-P), Total Nitrogen (Tot-N), Totalt organisk karbon (TOC), Suspendert stoff (STS) og Gløderest (SGR). Tre ganger i løpet av perioden, i juni, juli og september, ble også Farge, Alkalitet og Kalsium(Ca) analysert. Felt- og analyseresultatene ble fortløpende lagt ut på internett via NIVAs miljøovervåkningssystem AquaMonitor (www.aquamonitor.no/ostfold).



Figur 13: Beliggenhet og målestasjoner i de seks undersøkte innsjøene i øvre del av Morsavassdraget

2.3 Prøvetakingsfrekvens og parametre i elver og bekker

Stasjonene i tilknytning til Storefjorden omfatter ni ulike lokaliteter, i tillegg til stasjonen i sundet mellom Storefjorden og Vanemfjorden, samt utløpet av hele innsjøsystemet, Mosseelva, som prøvetas ved Mossefossen. Av de ni stasjonene er det fire som benyttes til å beregne samlet transport inn i Storefjorden (HOBK, VEID, MØRK, SVIU), mens de fem øvrige gir informasjon om interne kilder i vassdraget. I Hobøelva omfatter de sistnevnte stasjonen i Kråkstadelva samt to stasjoner i hovedløpet nedstrøms innsjøene Mjær og Våg. Svinna er i 2008 prøvetatt også oppstrøms Sæbyvannet, dette for å kunne vurdere forurensningskildene i Svinna uten retensjonen i Sæbyvannet. Skogsbekken Boslangen er tatt med for å kunne vurdere bakgrunnsavrenningen.



Figur 14. Prøvelokalitetene til tilførselselvene til Storefjorden. Kure i Hobøelva er vist i Figur 1.

I nedbørfeltet til vestre Vansjø og Mosseelva blir det tatt ut vannprøver i ni bekker (Figur 15), som omfatter syv bekker fra nedbørfelt dominert av skog og jordbruk, en bekk der nedbørfeltet ligger i skog (Dalen) og en bekk fra et boligområde i Moss (Ørejordet).



Figur 15. Prøvetaking i nedbørfeltet til vestre Vansjø og Mosseelva.

Stasjoner, parametre og prøvetakingsfrekvens i tilførselselver og –bekker er vist i Tabell 8.

Tabell 8. Stasjoner, parametre og prøvetakingsfrekvens i tilførselver og –bekker.

Prøveidentitet	Prøvested	Kommune
HOBK	Hobøelva Kure	Hobøl
VAVU	Tangenelva	Enebakk*
MJRU	Utløp Mjær	Hobøl*
KRÅB	Kråkstadelva	Ski/Hobøl
VEID	Veidalselva	Våler
MØRK	Mørkelva	Våler
SVIN	Svinna før Sæbyvannet	Våler
SVIU	Svinna ved Klypen bro	Våler
BOSL	Skogsbekk Boslangen	Våler*
VAN5	Sunda mellom Vansjøbassengene	Rygge*
VANU	Mosseelva	Moss
Prøveidentitet	Prøvested	Kommune
GUT	Guthusbekken	Våler
SPE	Sperrebotnbekken	Våler
AUG	Augerødbekken	Våler
ØRE	Ørejordetbekken	Moss
ÅRV	Årvoldbekken	Rygge
STØ1	Støabekken 1	Rygge
VAS	Vaskebergetbekken	Rygge
HUG	Huggenesbekken	Rygge
DAL	Dalenbekken	Moss*

* prøvetatt hver 4. uke

	Frekvens	Kvalitetselement	Parametere
HOBK	Ukentlig med ISCO	Kjemisk	Tot-P, Tot-N, SS, TOC, Farge, ortofosfat [□]
	Kontinuerlig sensor	Kjemisk	Turbiditet, pH, ledningsevne, temperatur
	Stikkprøver, hver 14.dag + flomprøver	Hygiene	TKB
Alle øvrige stasjoner	Frekvens	Kvalitetselement	Parametre
	Hver 14. dag stikkprøve + flomprøver	Kjemisk	Tot-P, Tot-N [□] , SS, ortofosfat [□]
	Hver 14.dag, stikkprøver	Hygiene	TKB

[□] nitrogen og ortofosfat i utvalgte elver og bekker hver 28. dag.

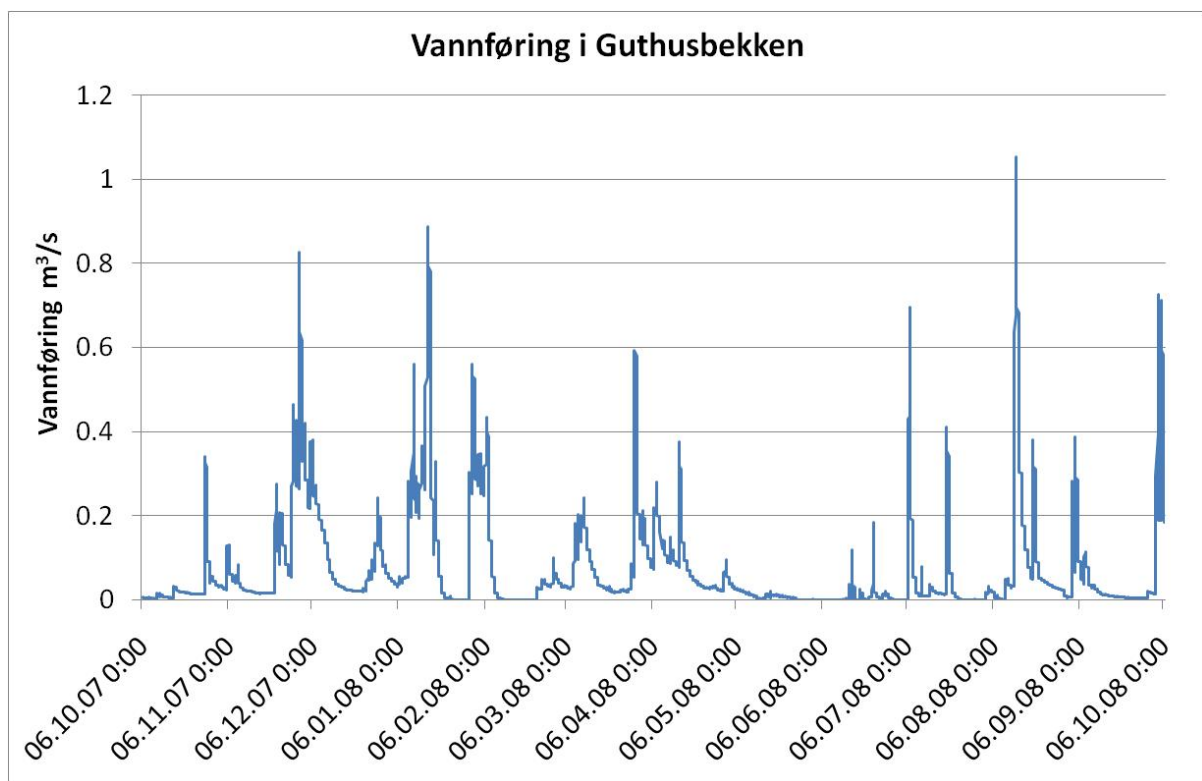
2.4 Hydrologi

Det er tidligere forsøkt å bruke HBV-modellen for å beregne vannføringen i umålte felt. Imidlertid viste det seg at nedskalerte data fra stasjonen Høgfoss ved Hobøelva ga mer sannsynlig riktige verdier, og dette er blitt benyttet også i denne rapporteringsperioden for elvene med tilførsler til Storefjorden.

Tilførselsberegningene for bekkene til vestre Vansjø ble i 2004/05 og 2006 basert på målinger av vannføring i Skuterudbekken i Ås, som ligger utenfor nedbørfeltet til Vansjø. For å få til bedre tilførselsberegninger ble det etablert en målestasjon i Guthusbekken i 2006. Målestasjonen i Guthusbekken ligger lavt og det er problemer med oppstuvning når vannstanden i Vansjø er høy. Dette korrigeres hvert år før data blir brukt til beregning av stofftransport. I 2007 ble vannføringen korrigert med data fra Skuterudbekken for en kort periode med oppstuvning i juli. Årets korrigerte vannføring er vist i Figur 16, noe oppstuvning er fortsatt synlig i november-desember 2007 og dette vil gi en noe forhøyet vannføring.

Det er ønskelig å få en bedre representasjon av vannføringen i områdene mellom Vansjø og Raet med en ny målestasjon i Huggenesbekken.

For bekkene uten vannføringsmålinger er vannføringen beregnet basert på tilgjengelige data fra Guthusbekken.



Figur 16. Korrigert vannføring i Guthusbekken (m³/s).

2.5 Tilførselsberegninger

Det ble i august 2007 satt opp en turbiditetsmåler i Hobølelva ved Kure. Resultatene av målingene er gitt i Skarbøvik og Aakerøy (2009). Ett viktig resultat var at beregningsmetodene lineær interpolasjon og slamføringskurven nå kunne testes ut for sedimenttransporten ved stasjonen, forutsatt at metoden for å beregne sedimenttransporten ut fra turbiditetsmålingene gir relativt korrekte transporttall. Resultatet viste at lineær interpolasjon antakelig overestimerte transporten kraftig i måneder med høye konsentrasjoner, avhengig av prøvetakingsfrekvens og -tidspunkt. Mens transporten i rapporteringsperioden

ble beregnet til ca. 11000 tonn ved hjelp av turbiditetsmålingene, ble den beregnet til ca. 11500 tonn med slamføringskurven og ca. 16400 tonn med lineær interpolasjon. Basert på dette ble det besluttet å kun bruke slamføringskurven ved beregningene av suspendert stoff og totalfosfor i elvene i rapporteringsperioden. Det må legges til at lineær interpolasjon ikke alltid gir høyere transporttall enn slamføringskurven. I 2007 ble transporten for alle elver beregnet med begge metoder, og lineær interpolasjon ga gjennomgående lavere transport.

For stasjoner som ligger rett nedstrøms større innsjøsystemer, som Mjær, Langen, og også Mosseelva, blir transporten sterkt preget av den stabiliserende effekten til innsjøen. For slike stasjoner er det tilstrekkelig å benytte lineær interpolasjon hvis det er relativt hyppige data (fortrinnsvis to ganger i måneden), eller årsmiddelmetoden hvis det er langt mellom dataene.

Turbiditetsmålingene gir først og fremst en sikrere estimering av partikler og stoffer som fraktes sammen med partikler (f.eks. fosfor), mens løste stoffer, slik som nitrogen, ikke vil ha samme transportmønster. Også for nitrogen antas lineær interpolasjon og årsmiddelmetoden å gi tilstrekkelig riktige transportverdier.

For nedbørfeltet til vestre Vansjø og Mosseelva er tilførselsberegningen todelt. Tilførsler til vestre Vansjø og Mosseelva via de ni bekkene som overvåkes, beregnes på grunnlag av konsentrasjoner målt i stikkprøver og på basis av vannføring målt i Guthusbekken. I beregningene brukes lineær interpolasjon. Fosfortapet i skogfeltet, Dalen, brukes som standardtap av fosfor fra arealer med skog og annet areal innenfor nedbørfeltene og dermed kan fosfortapet fra jordbruksareal i hvert nedbørfelt beregnes.

Tilførsler til vestre Vansjø og Mosseelva beregnes ved oppskalering av fosfortap fra jordbruksarealene i representative felt. Fosfortap fra Sperrebotn brukes ved oppskalering for arealene øst for vestre Vansjø. Et gjennomsnitt av fosfortapene fra Vaskeberget, Huggenes og Støabekken brukes ved oppskalering for arealene mellom raet og Vansjø og for området rundt Årvold og jordbruksareal i Mosseelvas nedbørfelt. For arealer med skog og annet brukes fosfortap fra Dalen, mens fosfortap fra Ørejordet blir brukt til oppskalering av fosfortap fra boligområder i Mosseelvas nedbørfelt.

3. Innsjøer oppstrøms Vansjø

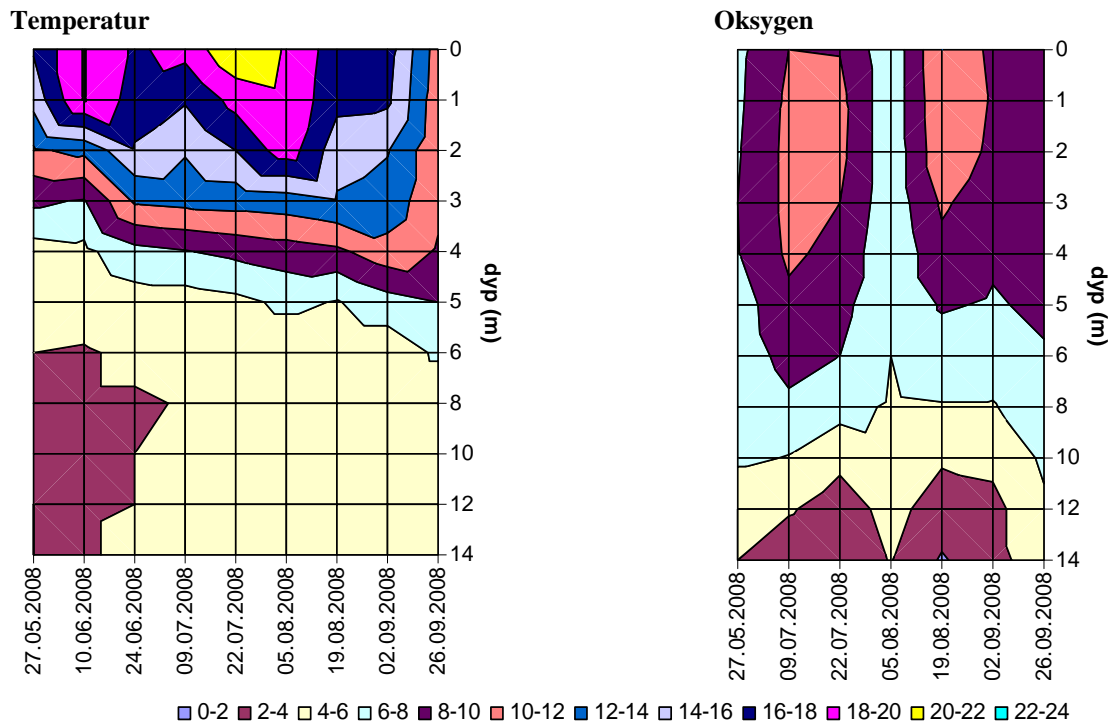
Kapitlet gir resultater fra overvåkingen av innsjøene Sætertjernet, Bindingsvannet, Langen, Våg, Mjør og Sæbyvannet. Både kjemiske og biologiske forhold er undersøkt, i tillegg til toksiner.

3.1 Resultater fysiske-kjemiske forhold

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 innsjøen. Temperatursjiktningen har også stor betydning for de biologiske forhold bl.a. mengde og sammensetning av planteplanktonet.

Sætertjernet

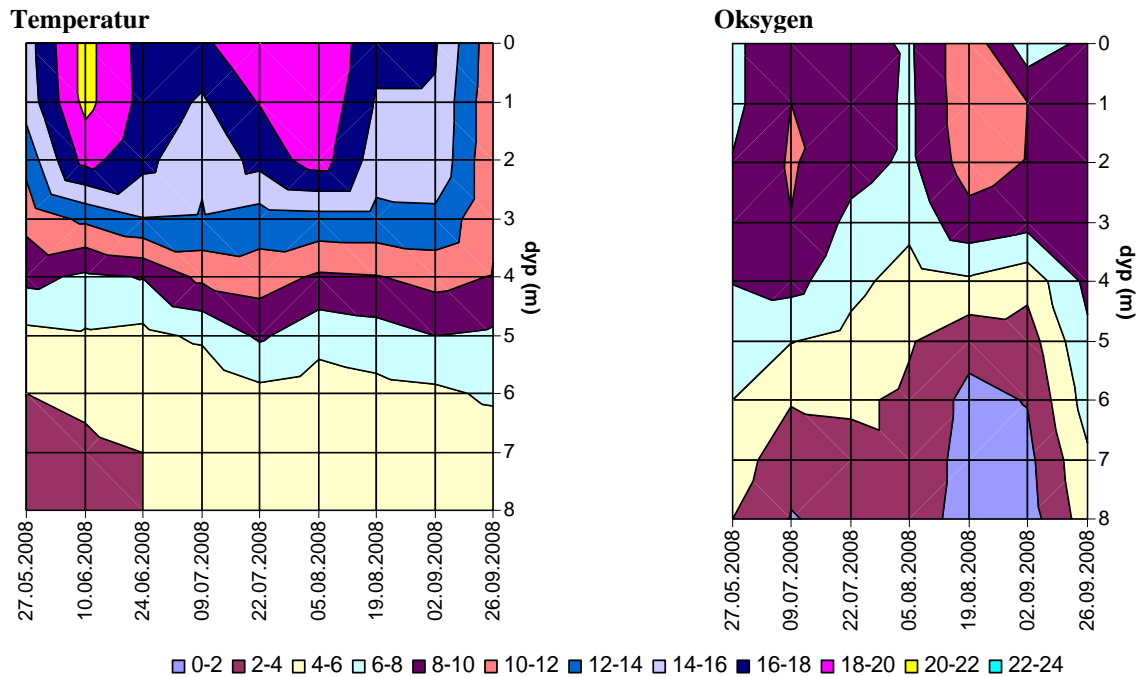
Oksygen og temperaturutvikling gjennom prøvetakingsperioden vises i Figur 17. Det var en klar temperatursjiktning gjennom hele perioden, med varmt overflatevann og kaldere bunnvann. Det var en reduksjon i oksygenkonsentrasjon mot bunnen da oksygenrikt overflatevann ikke ble blandet med vannmassene under sprangsjiktet. Det var aldri under 2 mg/l oksygen i bunnvannet.



Figur 17: Oksygen og temperaturutvikling i Sætertjernet i 2008

Bindingsvannet

Oksygen og temperaturutvikling gjennom prøvetakingsperioden vises i Figur 18. Det var en klar temperatursjiktning i hele perioden med varmt overflatevann og kaldere bunnvann. Sprangsjiktet lå omtrent ved 3-4 meter gjennom hele sommeren. Det var en redusert oksygenkonsentrasjon i bunnvannet under sprangsjiktet, og i slutten av august og begynnelsen av september var det oksygenkonsentrasjoner på hhv. 0,6 og 1,1 mg/l i bunnvannet. Når oksygenmengden reduseres til under 0,5 mg/l kan det igangsettes prosesser med for eksempel frigivelse av fosfat fra sedimentene som resultat.



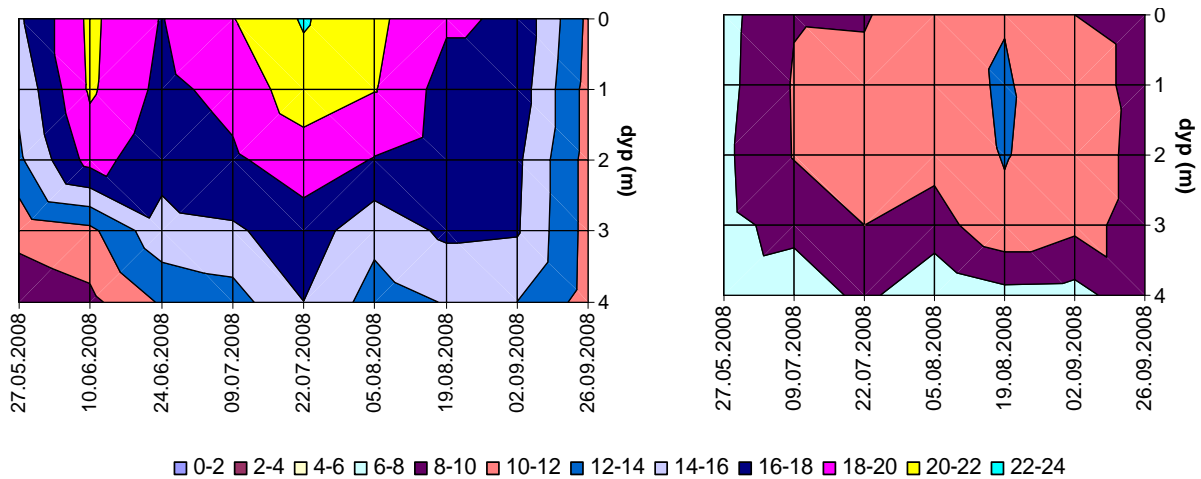
Figur 18: Oksygen og temperaturutvikling i Bindingsvannet i 2008

Langen

Oksygen og temperaturutvikling gjennom prøvetakingsperioden vises i Figur 19. Det var 4 meter dypt ved prøvetakingsstasjonen, og det utviklet seg ingen klar temperatursjiktning i løpet av sommeren. Det var derfor også gode oksygenforhold i vannmassene gjennom hele sommeren. Det er imidlertid dypere områder i Langen og her kan situasjonen ha vært annerledes.

Temperatur

Oksygen

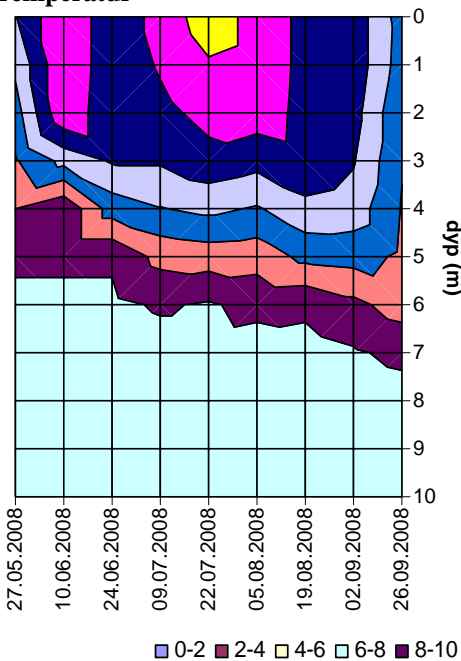


Figur 19: Oksygen og temperaturutvikling i Langen i 2008

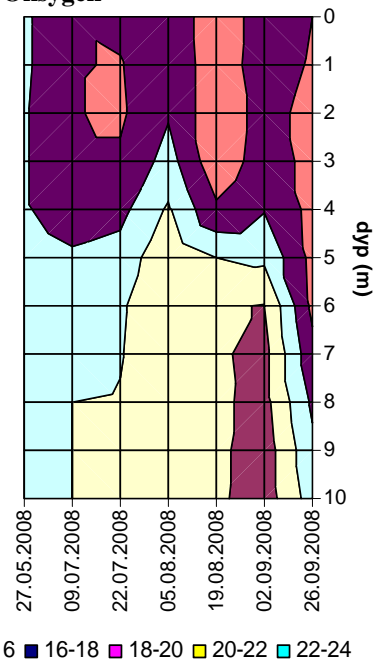
Våg

Oksygen og temperaturutvikling gjennom prøvetakingsperioden vises i Figur 20. Det var en klar temperatursjiktning gjennom hele perioden, og sprangsjiktet lå ved omtrent 4 meter. Det var en reduksjon i oksygenkonsentrasjon mot bunnen, men det var aldri under 2 mg/l oksygen i bunnvannet.

Temperatur



Oksygen

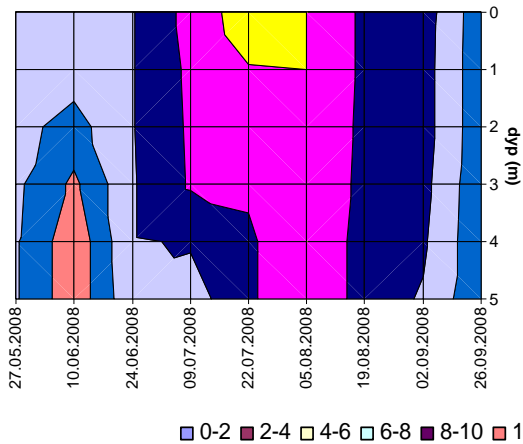


Figur 20: Oksygen og temperaturutvikling i Våg i 2008

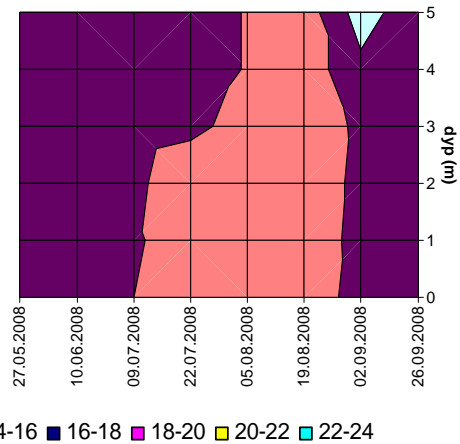
Mjør

Oksygen og temperaturutvikling gjennom prøvetakingsperioden vises i **Figur 21**. Det var 5 meter dypt ved prøvetakingsstasjonen, og det utviklet seg ingen klar temperatursjiktning i løpet av sommeren. Det var derfor også gode oksygenforhold i vannmassene gjennom hele perioden. Det er imidlertid dypere områder i Mjør og her kan situasjonen ha vært annerledes.

Temperatur



Oksygen

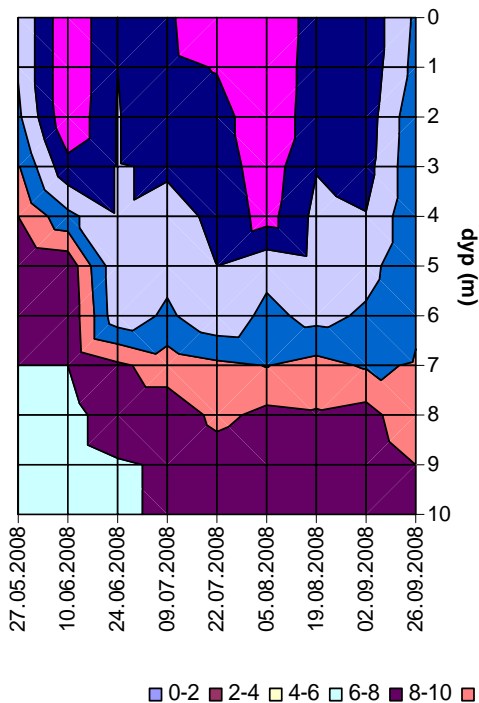


Figur 21: Oksygen og temperaturutvikling i Mjær i 2008

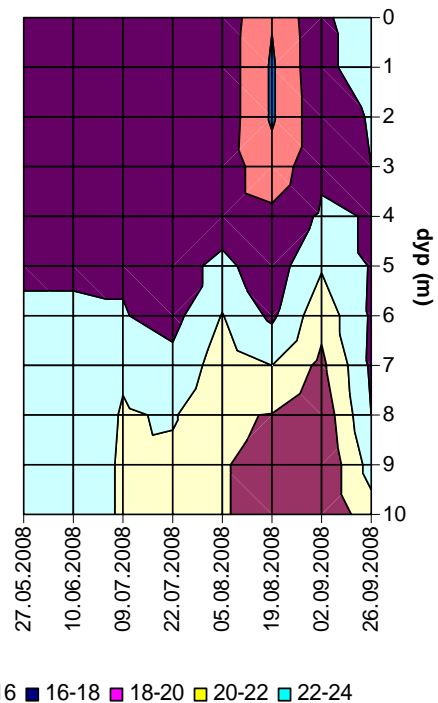
Sæbyvannet

Oksygen og temperaturutvikling gjennom prøvetakingsperioden vises i Figur 22. Det var temperatursjiktning gjennom hele sommeren, med varmt overflatevann og kaldere bunnvann. Sprangsjiktet lå på 4-6 meter. Det var en reduksjon i oksygenkonsentrasjon mot bunnen da oksygenrikt overflatevann ikke ble blandet med vannmassene under sprangsjiktet. Det var aldri under 2 mg/l oksygen i bunnvannet.

Temperatur



Oksygen



Figur 22: Oksygen og temperaturutvikling i Sæbyvannet i 2008

3.2 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).

Resultatene vises i Figur 23. Alle de undersøkte innsjøene i nedbørfeltet til Vansjø har høyt humusinnhold, noe som gjør at det blir et lavt siktedyp. I tillegg er det en kraftig transport av erosjonsmateriale i de nedre delene av nedbørfeltet til Vansjø, og dette gir et høyt partikkelinnhold og bidrar også til lavt siktedyp. I 2008 ble det observert en spesielt kraftig transport av erosjonsmateriale i de nedre delene av nedbørfeltet til Vansjø.

I **Sætertjernet** ble siktedypet redusert fra 3 meter i mai til mellom 1-2 meter fra juli-september. Siktedypet er i stor grad bestemt av de økende fargeverdiene som ble målt og økende partikkelinnhold i vannet. Gjennomsnittlig siktedyp i 2008 var 1,9 m, noe som klassifiseres som moderat status i henhold til Vanndirektivet.

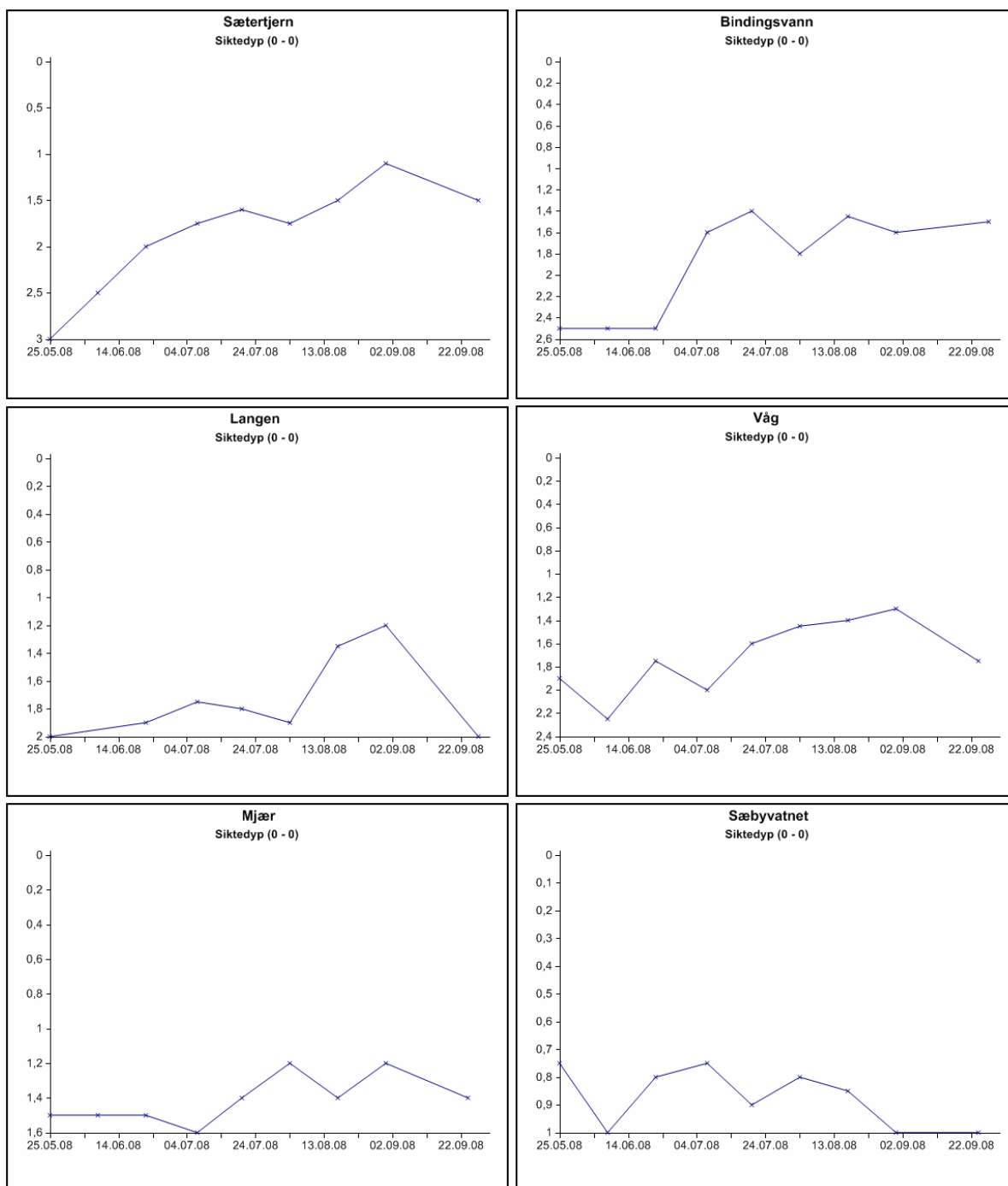
I **Bindingsvannet** var siktedypet 2,5 meter i mai og juni, og ble deretter redusert til under 2 meter resten av perioden. Fargeverdiene var tilsvarende økende i innsjøen. Gjennomsnittlig siktedyp i 2008 var 1,9 m, noe som klassifiseres som moderat status i henhold til Vanndirektivet.

Siktedypet i **Langen** lå mellom 1-2 meter gjennom hele perioden, og det gjennomsnittlige siktedypet i 2008 var 1,8 m. Dette klassifiseres som moderat status i henhold til Vanndirektivet.

Siktedypet i **Våg** lå mellom 1,2-2,2 meter gjennom hele perioden. Gjennomsnittlig siktedyp i 2008 var 1,7 m, noe som klassifiseres som moderat status i henhold til Vanndirektivet.

Siktedypet i **Mjær** lå mellom 1-2 meter gjennom hele perioden, og det gjennomsnittlige siktedypet i 2008 var 1,4 m. Dette som klassifiseres som dårlig status i henhold til Vanndirektivet.

I **Sæbyvannet** lå siktedypet mellom 0,7-1 meter gjennom hele perioden. Det var også høyt fargeinnhold i innsjøen i hele undersøkelsesperioden. Gjennomsnittlig siktedyp i 2008 var 0,9 m, noe som klassifiseres som dårlig status i henhold til Vanndirektivet.



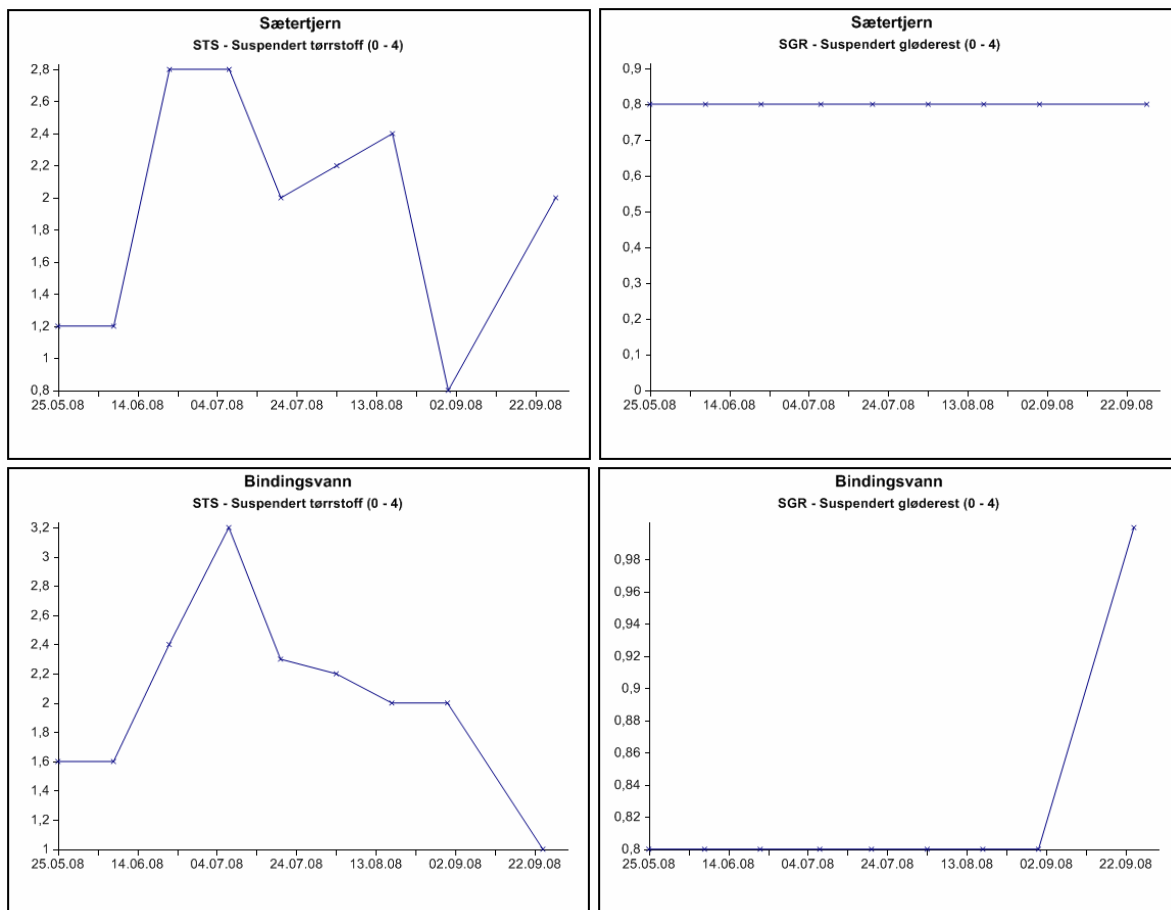
Figur 23: Siktedyp i de seks innsjøene 2008

3.3 Gløderest/Suspendert stoff

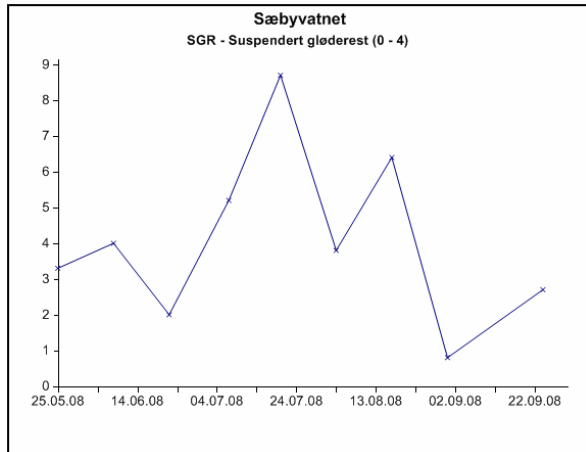
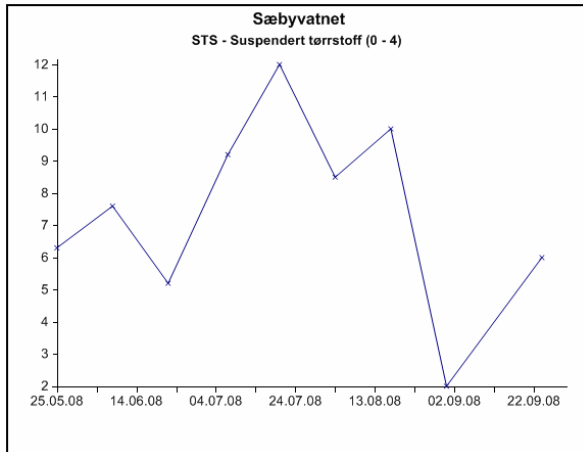
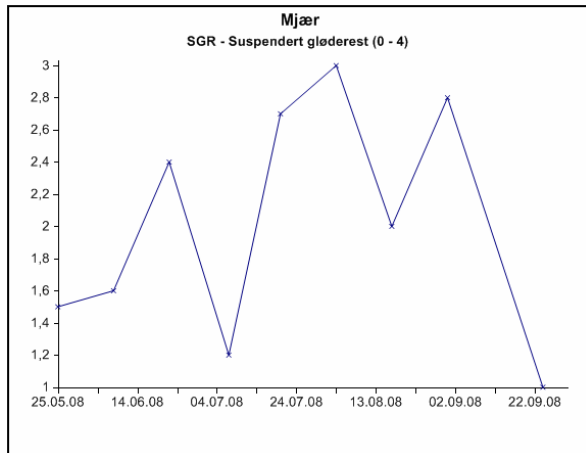
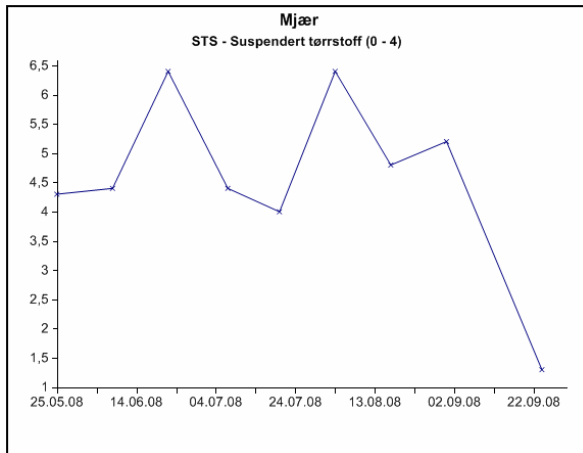
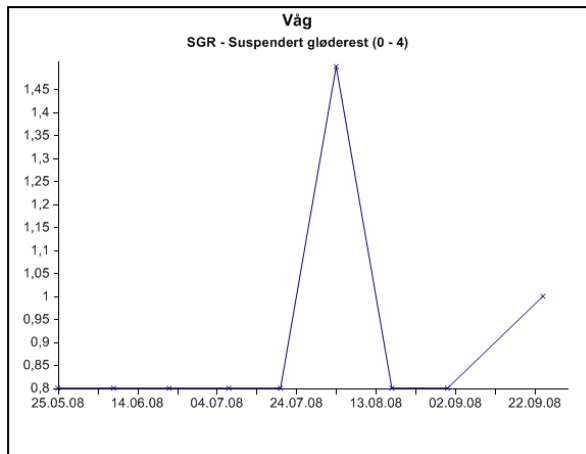
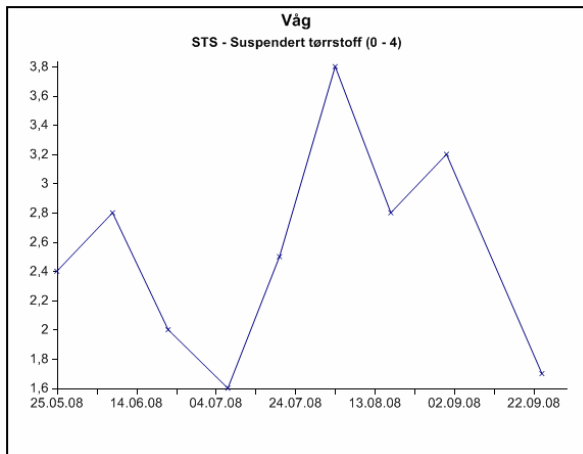
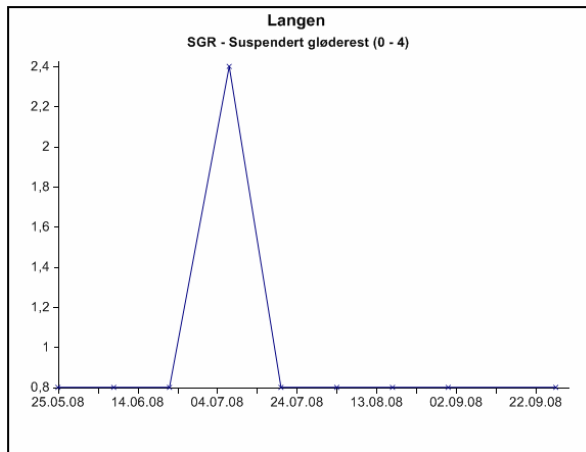
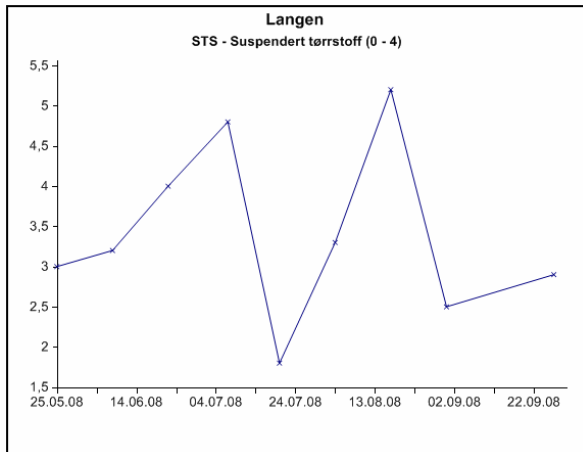
Suspendert stoff er et mål på partikulært materiale (uorganisk og organisk) i vannmassene. Suspendert materiale bestemmes ved at vannet filtreres gjennom et filter og veies. Ved bestemmelse av gløderest gløder man bort det organiske materialet. Gløderesten er et mål på det uorganiske materialet i vannmassene. De undersøkte innsjøene i nedbørfeltet til Vansjø har høyt humusinnhold. De nedre delene av Vansjøs nedbørfelt ligger hovedsakelig under den marine grense og flere av innsjøene er i perioder med stor vannføring i tilløpselvene i stor grad påvirket av suspendert leirmateriale.

Innholdet av suspendert stoff og uorganisk partikulært materiale (gløderest) var veldig varierende i de seks innsjøene gjennom undersøkelsesperioden. De undersøkte innsjøene er relativt grunne, og i tillegg til varierende tilførsler fra nedbørfeltet vil også vinddrevet resuspensjon i innsjøbassengene gi en varierende mengde partikulært materiale.

Resultatene vises **Figur 24**. Gjennomsnittsverdiene for suspendert stoff øker nedover i nedbørfeltet, og vi finner de høyeste verdiene i Mjør og i Sæbyvannet. Det er også disse to innsjøene som er påvirket av tilført leirmateriale.



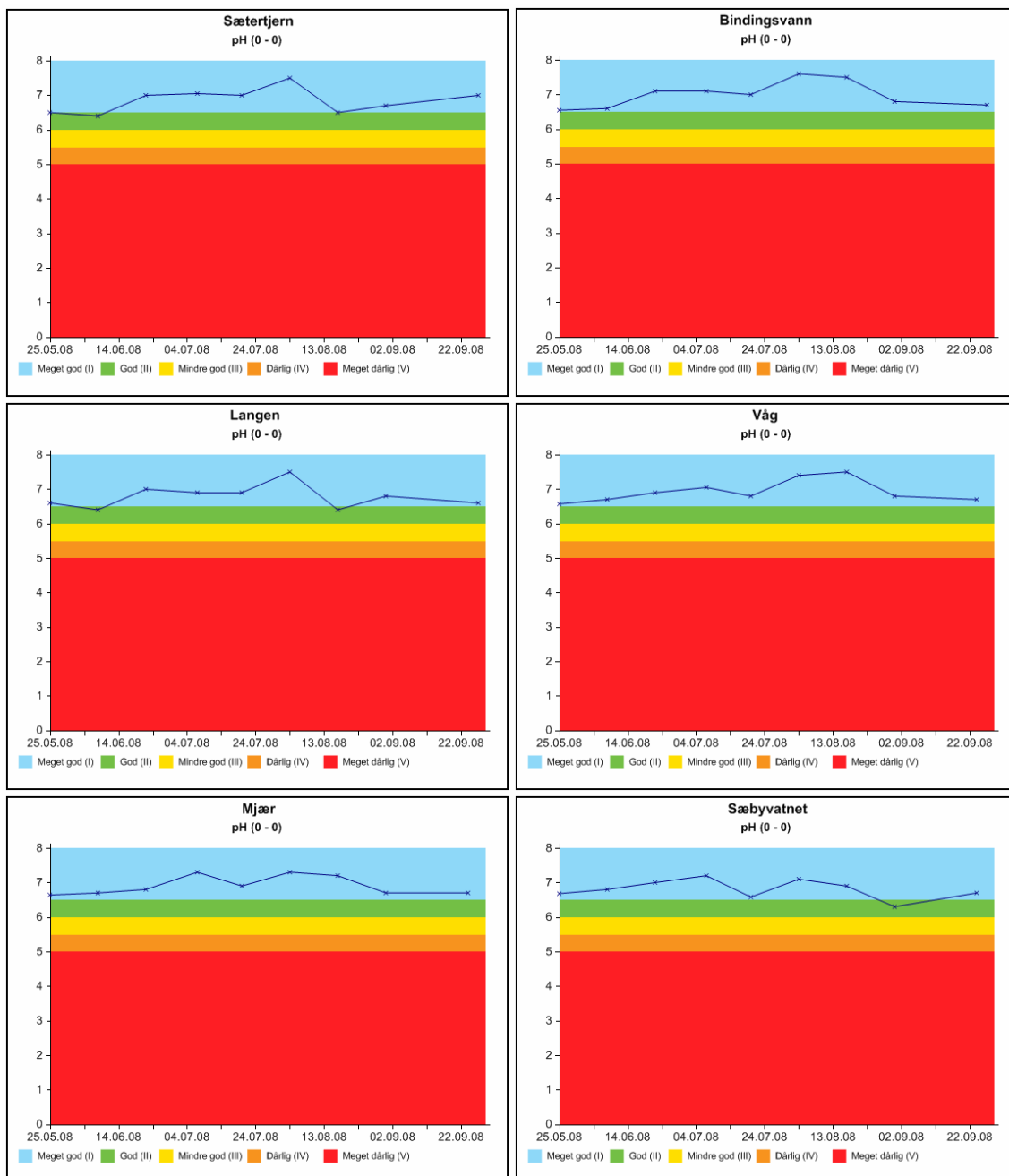
Figur 24: Variasjoner i suspendert tørrstoff (STS) og gløderest (SGR) i de seks innsjøene 2008. (Fortsetter på neste side)



3.4 pH

pH er et mål på vannets surhetsgrad. 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 25. pH i alle innsjøene var i underkant av 7 i starten og slutten av sommeren, men økte til 7-7,5 i vekstperioden om sommeren.



Figur 25: pH i de seks innsjøene 2008. Tallene vises i forhold til SFTs klasser for å kunne vurdere verdiene i forhold til tidlige miljømål og anbefalinger. En vurdering av de seks innsjøene i forhold til EUs rammedirektiv for vann finnes i avsnitt 3.10.

3.5 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 26. Fosforinnholdet i innsjøene i nedbørfeltet til Vansjø er i stor grad bestemt av fosfor som er bundet til organisk materiale og fosfor adsorbert til tilført leirmateriale. En generell trend for alle innsjøene var en økende Tot-P konsentrasjon frem til august. Utover sommeren skjer det en sedimentasjon av tilført materiale, og vannmassenes innhold av Tot-P ble mer avhengig av det som er bundet i alger og annet organisk materiale. Dette medførte en generell reduksjon i fosfor-innholdet i innsjøene.

I **Sætertjernet** var gjennomsnittsverdien for hele undersøkelsesperioden 12 µg/l og dette tilsvarer tilstandsklasse god i henhold til Vanndirektivet.

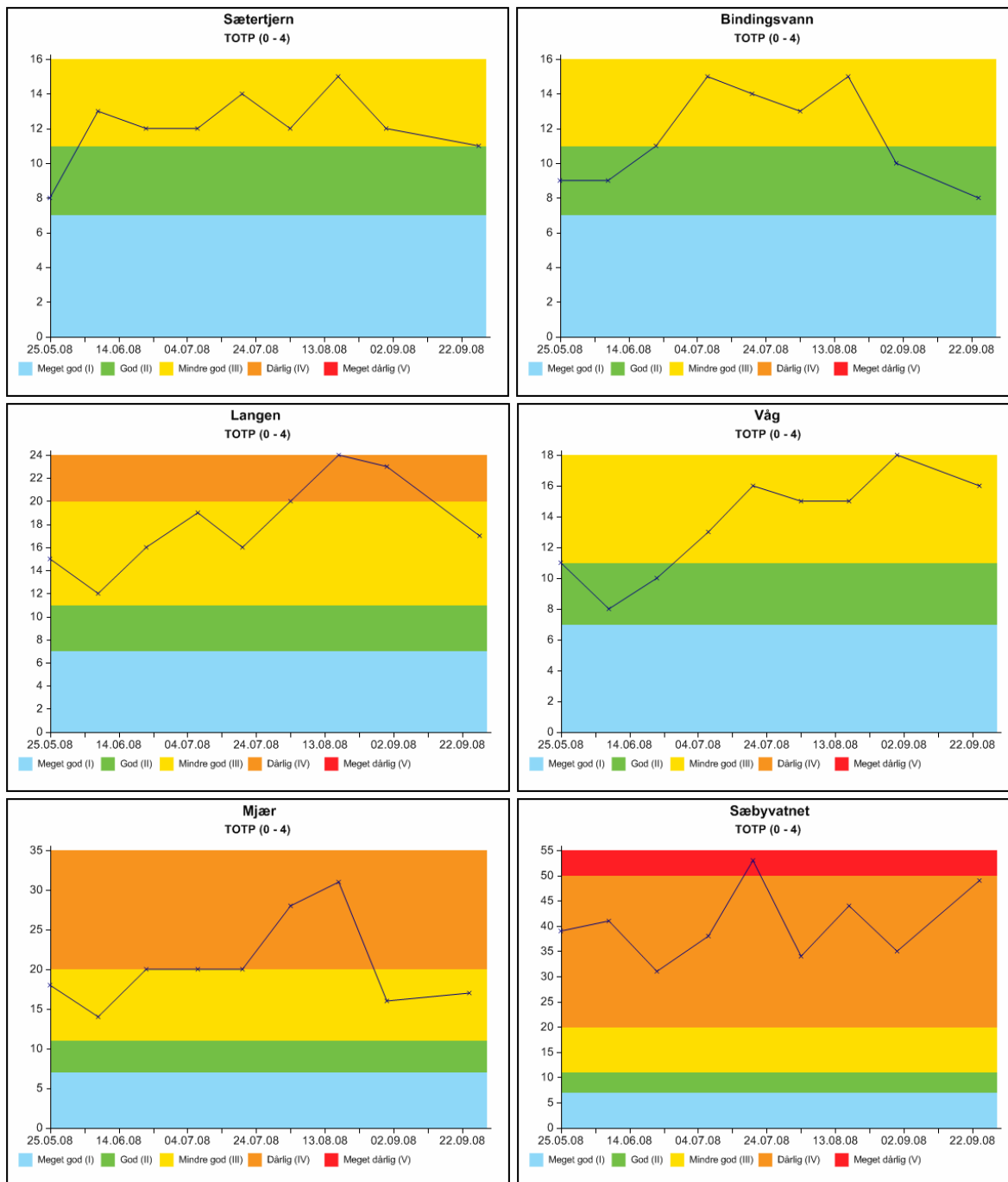
I **Bindingsvannet** var gjennomsnittsverdien for hele undersøkelsesperioden 12 µg/l og dette tilsvarer tilstandsklasse god i henhold til Vanndirektivet.

I **Langen** var gjennomsnittsverdien for hele undersøkelsesperioden 18 µg/l og dette tilsvarer tilstandsklasse moderat i henhold til Vanndirektivet.

I **Våg** var gjennomsnittsverdien for hele undersøkelsesperioden 14 µg/l og dette tilsvarer tilstandsklasse god i henhold til Vanndirektivet.

I **Mjær** var gjennomsnittsverdien for hele undersøkelsesperioden 20 µg/l og dette tilsvarer tilstandsklasse moderat i henhold til Vanndirektivet.

I **Sæbyvannet** var gjennomsnittsverdien for hele undersøkelsesperioden 40 µg/l og dette tilsvarer tilstandsklasse dårlig i henhold til Vanndirektivet. I Sæbyvannet var fosforinnholdet høyere i 2008 sammenlignet med tidligere år (2007: 35 µg/l, 2006: 30 µg/l). Dette kan ha en sammenheng med de spesielt høye tilførselene av leirmateriale i 2008.

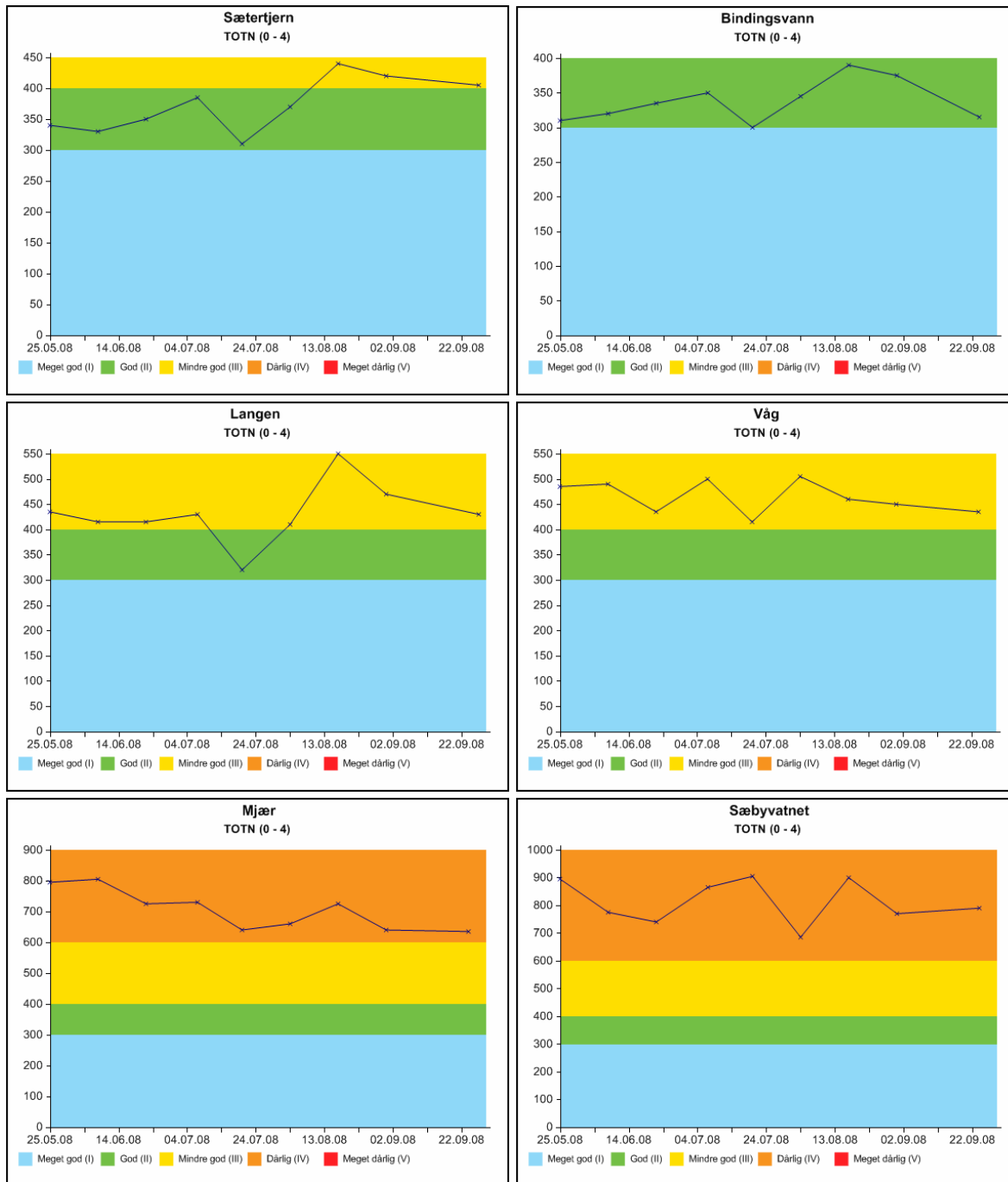


Figur 26: Tot-P i de seks innsjøene 2008. Tallene vises i forhold til SFTs klasser for å kunne vurdere verdiene i forhold til tidlige miljømål og anbefalinger. En vurdering av de seks innsjøene i forhold til EUs rammedirektiv for vann finnes i avsnitt 3.10.

3.6 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. 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 27. Det er en økende mengde totalt nitrogen nedover i nedbørfeltet, og gjennomsnittsverdier for total nitrogen var: Sætertjernet: 407 µg/l, Langen: 431 µg/l, Bindingsvannet: 338 µg/l, Våg: 464 µg/l, Mjær: 706 µg/l og Sæbyvannet: 779 µg/l. Sesongvariasjonen i totalt nitrogen var noe ulik i de seks innsjøene. Dette skyldes trolig ulik mengde tilførsler fra nedbørfeltet og ulik biologisk aktivitet i innsjøene.



Figur 27: Tot-N i de seks innsjøene 2008. Tallene vises i forhold til SFTs klasser for å kunne vurdere verdiene i forhold til tidlige miljømål og anbefalinger. En vurdering av de seks innsjøene i forhold til EUs rammedirektiv for vann finnes i avsnitt 3.10.

3.7 Vannets farge

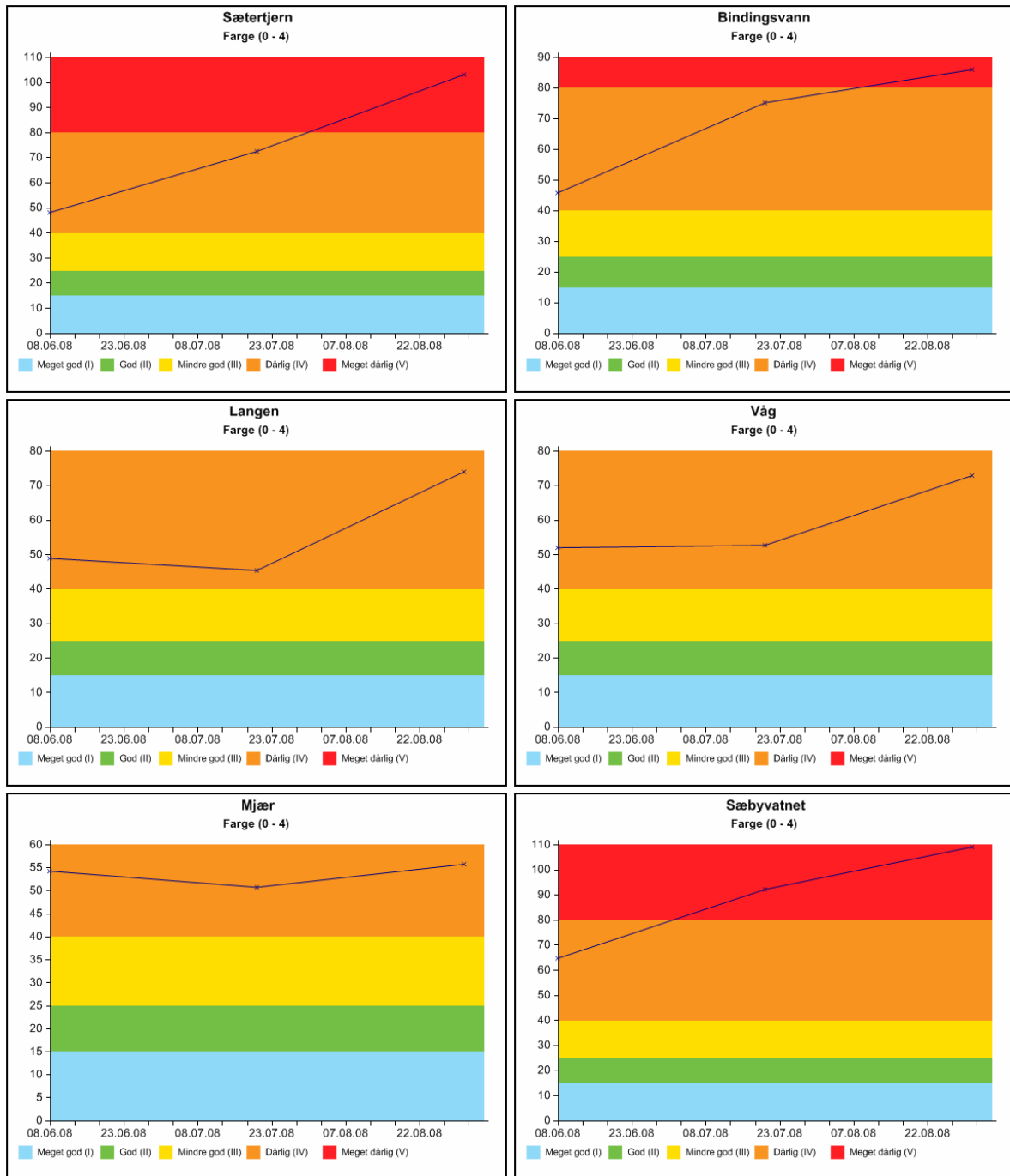
Vannets farge er et uttrykk for vannets innhold av løste organiske forbindelser. I overflatevannet er det stort sett vannets humusinnhold som er avgjørende for vannets farge og parameteren benyttes i praksis til å si noe om innsjøens innhold av humusstoffer.

Resultatene vises i Figur 28. Vannets farge ble målt tre ganger i løpet av undersøkelsesperioden, i juni, juli og september. Det ble målt høye fargeverdier i de fleste innsjøene (> 50 mg Pt/l).

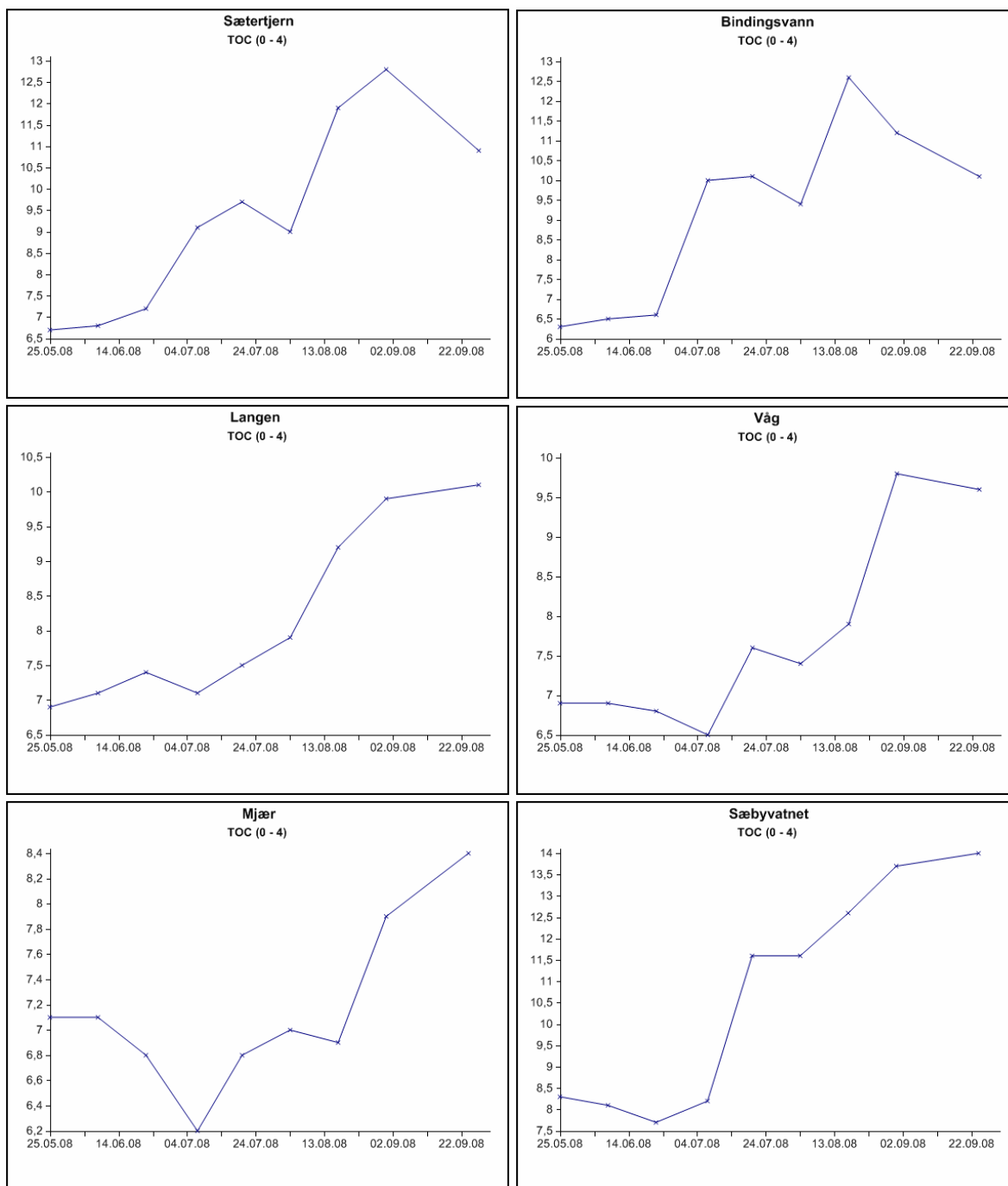
3.8 Totalt organisk karbon (TOC)

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 29. Det ble målt relativt høye verdier av TOC i alle innsjøene, og det var en gjennomgående økning i TOC innholdet i løpet av sommeren. Det er en tydelig sammenheng mellom farge og organisk stoff.



Figur 28: Farge i de seks innsjøene 2008. Tallene vises i forhold til SFTs klasser for å kunne vurdere verdiene i forhold til tidlige miljømål og anbefalinger. En vurdering av de seks innsjøene i forhold til EUs rammedirektiv for vann finnes i avsnitt 3.10.



Figur 29: Variasjoner i totalt organisk karbon i de seks innsjøene 2008.

3.9 Resultater biologiske forhold

3.9.1 Planteplankton

Store algemengder kan skape problemer for bruken av vannet. Blågrønnalger (Cyanobakterier) er encellede eller kolonidannende bakterier som driver fotosyntese slik planter gjør. Blågrønnalgene er en naturlig del av planteplanktonet i ferskvann sammen med alger, de har ofte en blågrønn farge og har derfor fra gammelt av fått navnet blågrønnalger. De er konkurransedyktige ved rikelig tilgang på fosfor og fortrenger andre typer alger, særlig under betingelser hvor de kan utvikle masseforekomst (kalles ”oppblomstring” eller ”vannblomst”). Noen blågrønnalger kan produsere giftstoffer (toksiner) som kan være helsefarlige over gitte konsentrasjoner. *Gonyostomum semen* er en alge (Raphidophyceae) som kan gi noen mennesker hudutslett ved kontakt.

Andel problemalger beregnes som prosentandel blågrønnalger og *Gonyostomum semen*.

Resultatene vises i Figur 30. Algesamfunnet i **Sætertjernet** var dominert av Grønnalger, Gullalger og Svelgflagellater. Konsentrasjonen av blågrønnalger var lav hele sesongen. Den gjennomsnittlige algebiomassen i 2008 var 0,9 mg våtvekt/l og andelen problemalger var 2 %.

I **Bindingsvannet** var det en dominans av kiselalger og gullalger i mai og juni, og så kom det en kraftig dominans av *Gonyostomum semen* resten av sesongen. Det var kun lave konsentrasjoner av blågrønnalger. Den gjennomsnittlige algebiomassen i 2008 var 0,7 mg våtvekt/l og andelen problemalger var på hele 69 %.

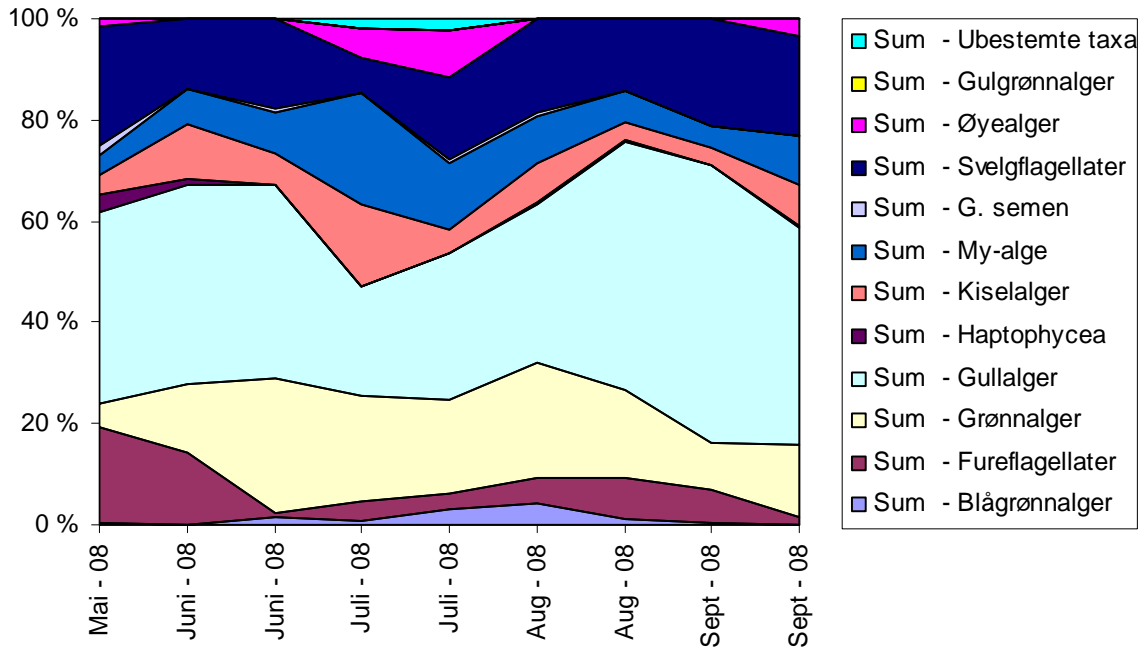
I **Langen** var det en dominans av fureflagellater og gullalger i begynnelsen av sommeren. I august overtok *Gonyostomum semen* og dominerte algesamfunnet resten av sesongen. Det var kun lave konsentrasjoner av blågrønnalger. Den gjennomsnittlige algebiomassen i 2008 var 0,9 mg våtvekt/l og andelen problemalger var 28 %.

Algesamfunnet i **Våg** var dominert av kiselalger, svelgflagellater og gullalger. *Gonyostomum semen* dominerte i september. Konsentrasjonen av blågrønnalger var lav hele sesongen. Den gjennomsnittlige algebiomassen i 2008 var 0,5 mg våtvekt/l og andelen problemalger var 22 %.

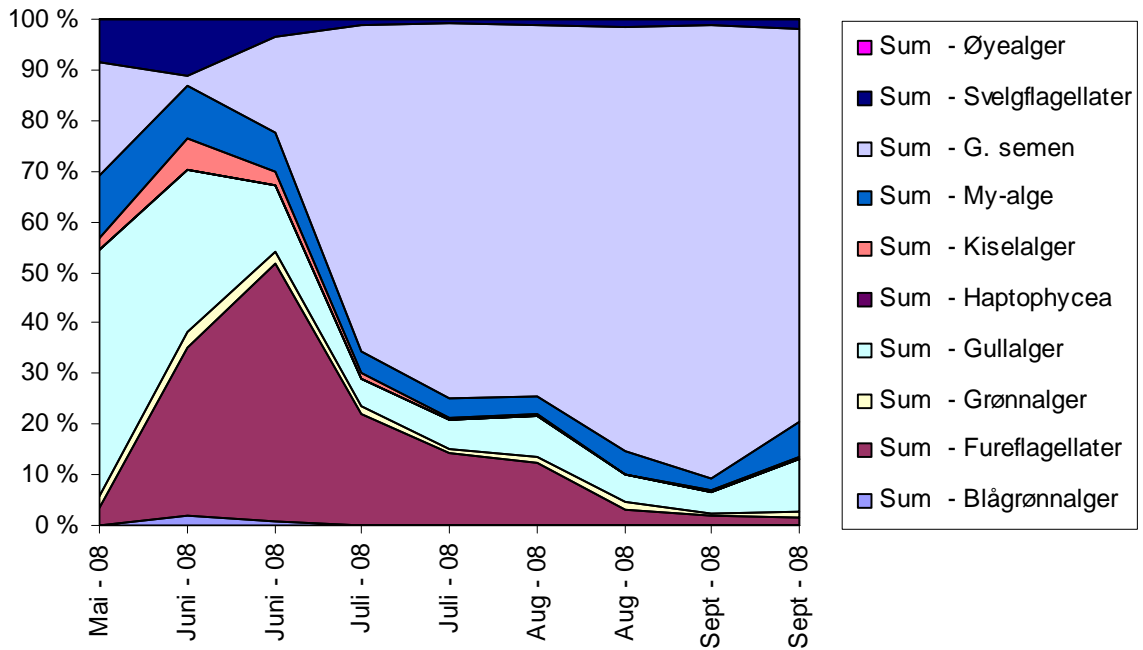
I **Mjær** var det en sterk dominans av kiselalger i starten av perioden, etterfulgt av en sterk dominans av *Gonyostomum semen* fra slutten av juli. Det var noe høyere konsentrasjoner av blågrønnalger sammenlignet med innsjøene oppstrøms. Den gjennomsnittlige algebiomassen i 2008 var 0,7 mg våtvekt/l og andelen problemalger var 45 %.

I **Sæbyvannet** var det en dominans av svelgflagellater, kiselalger og gullalger i starten av perioden. Fra august var det en sterk dominans av *Gonyostomum semen*. Det var kun lave konsentrasjoner av blågrønnalger. Den gjennomsnittlige algebiomassen i 2008 var 3,1 mg våtvekt/l og andelen problemalger var 40 %.

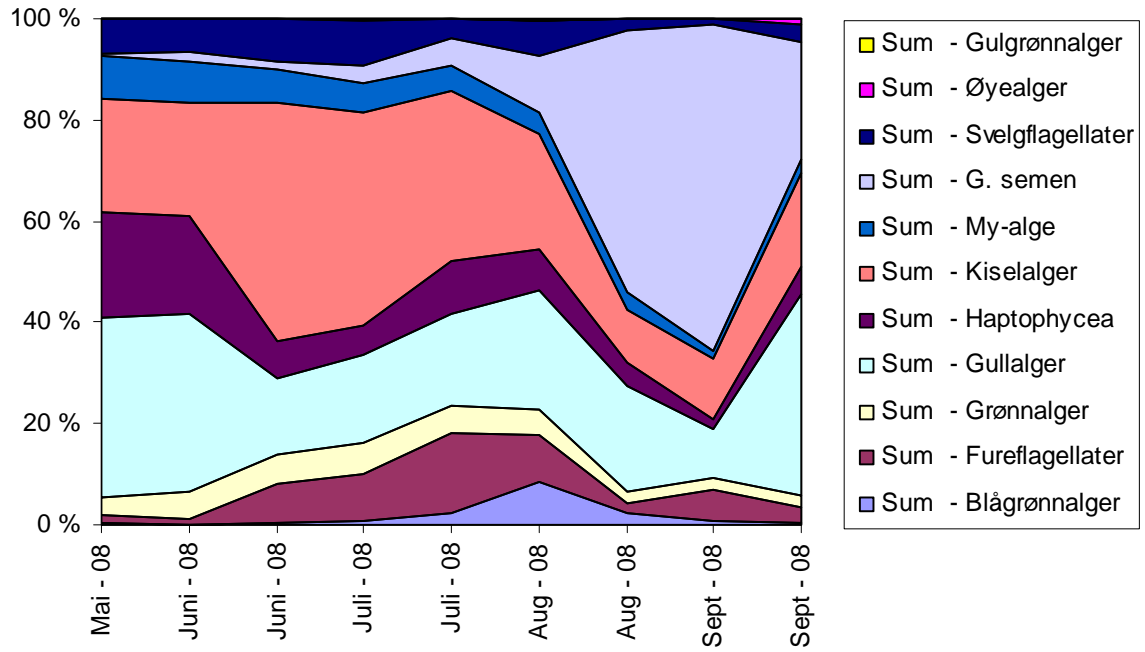
Sætertjernet



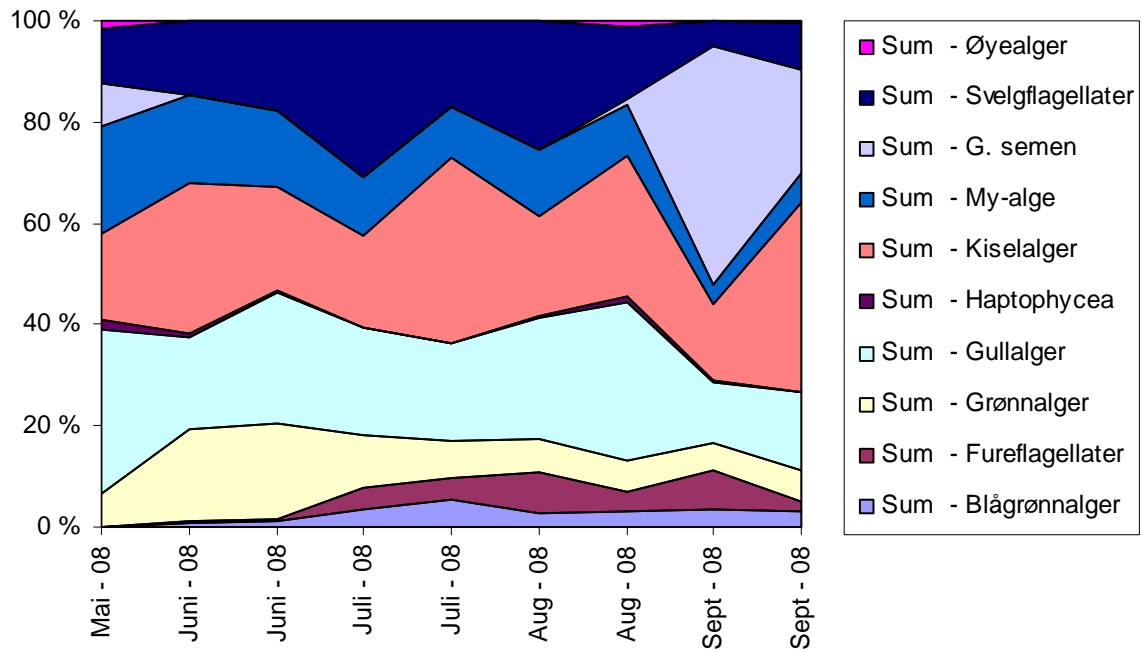
Bindingsvannet



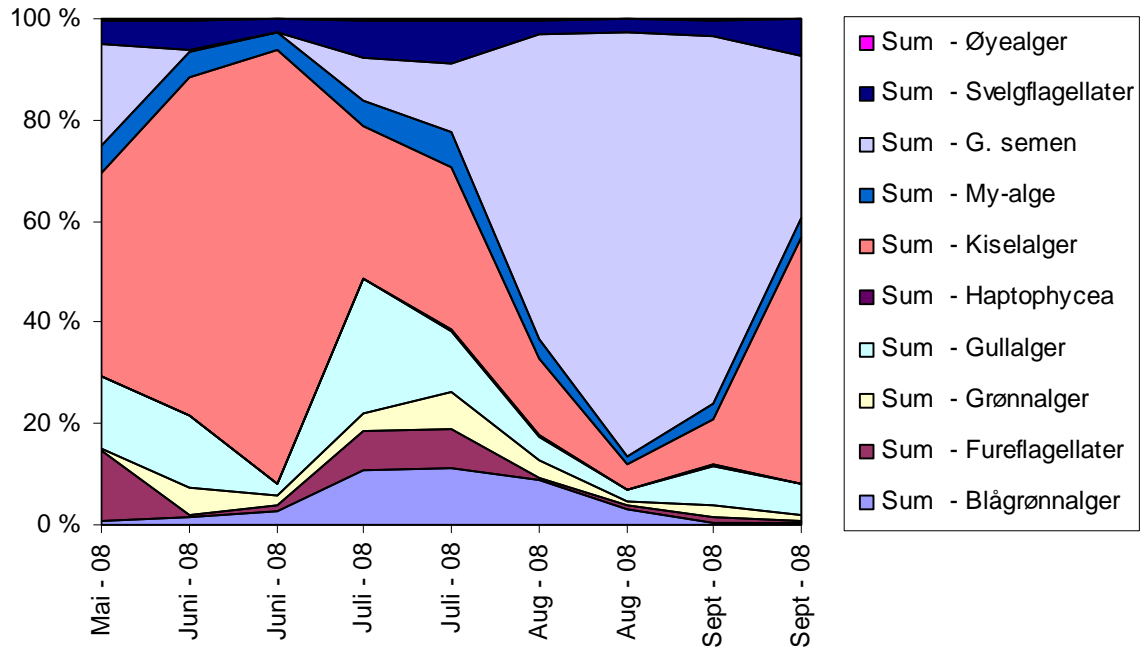
Langen



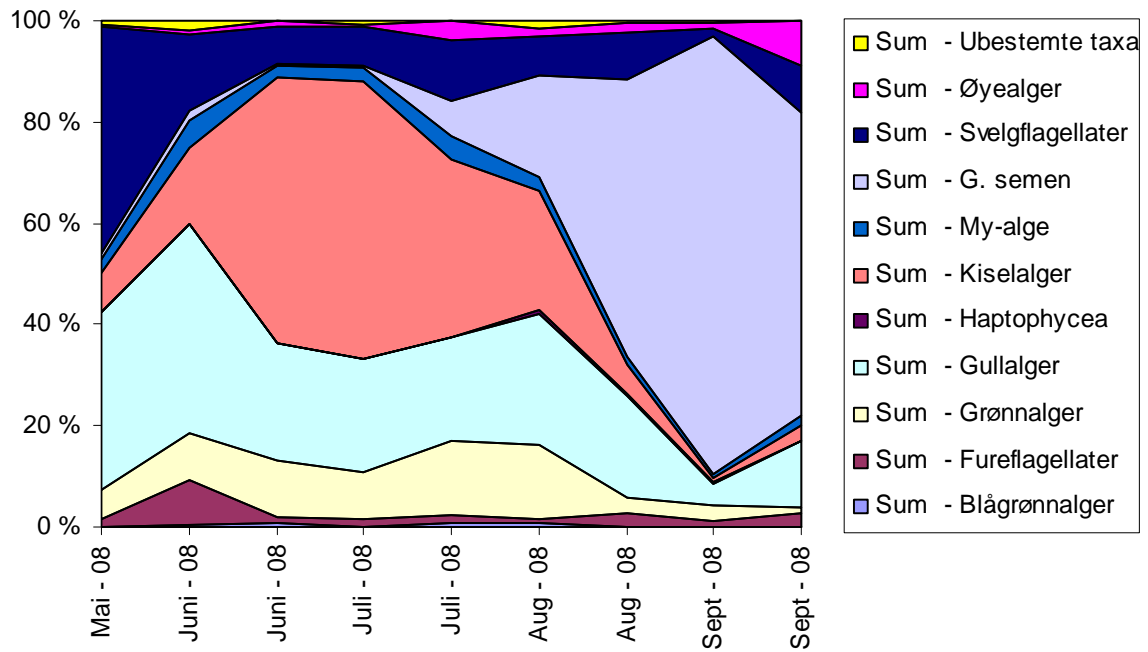
Våg



Mjær



Sæbyvannet



Figur 30: Variasjon i planteplantonets mengde- og sammensetning i de seks innsjøene 2008.

3.9.2 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 31. I alle innsjøene var det et klorofyll-maksimum i august, og dette var sammenfallende med den høyest målte biomassen.

I **Sætertjernet** var gjennomsnittsverdien for hele undersøkelsesperioden 5,5 µg/l og dette tilsvarer tilstandsklasse god i henhold til Vanndirektivet.

I **Bindingsvannet** var gjennomsnittsverdien for hele undersøkelsesperioden 7,3 µg/l og dette tilsvarer tilstandsklasse god i henhold til Vanndirektivet.

I **Langen** var gjennomsnittsverdien for hele undersøkelsesperioden 10,7 µg/l og dette tilsvarer tilstandsklasse moderat i henhold til Vanndirektivet.

I **Våg** var gjennomsnittsverdien for hele undersøkelsesperioden 7,3 µg/l og dette tilsvarer tilstandsklasse god i henhold til Vanndirektivet.

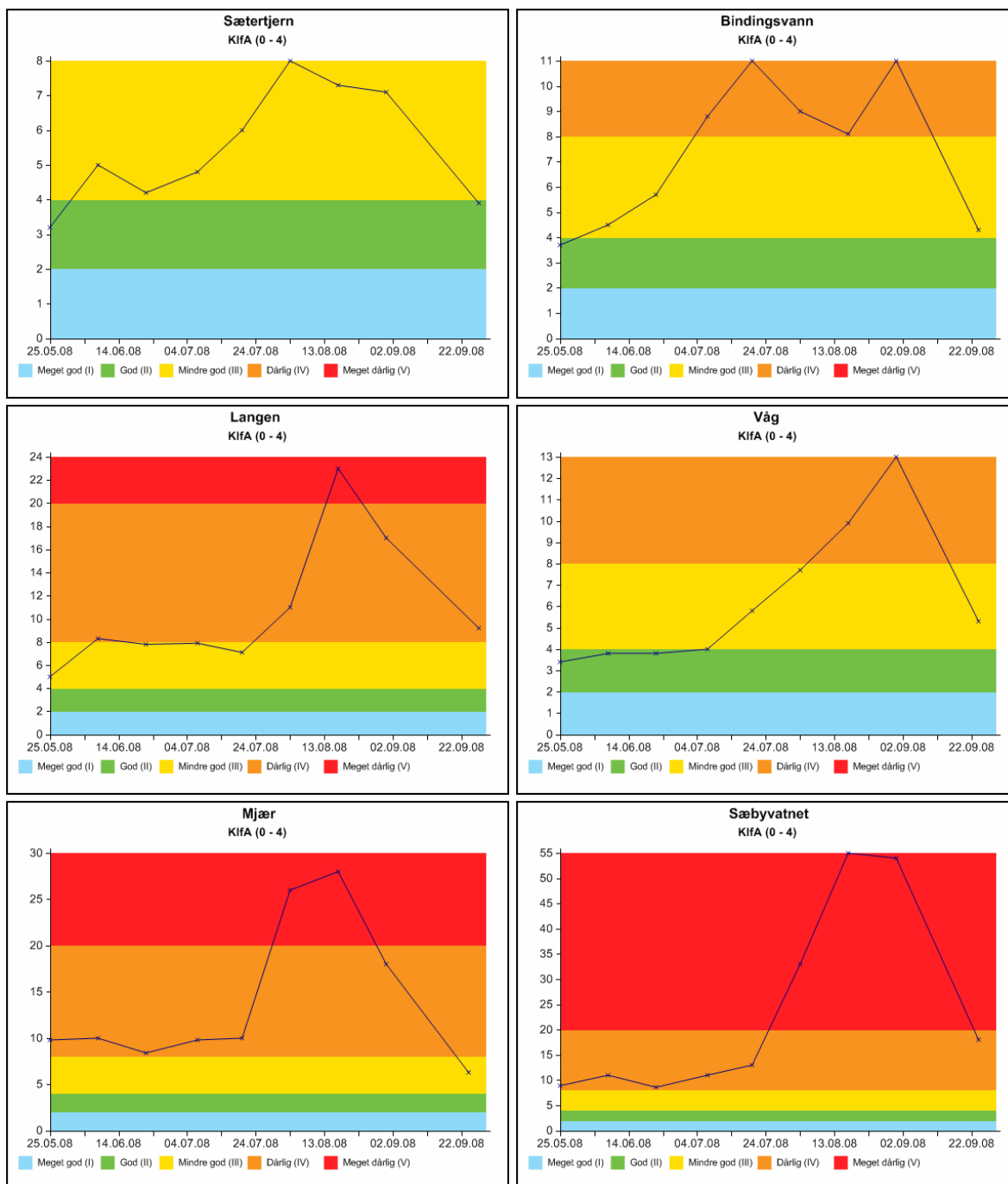
I **Mjær** var gjennomsnittsverdien for hele undersøkelsesperioden 14,3 µg/l og dette tilsvarer tilstandsklasse moderat i henhold til Vanndirektivet.

I **Sæbyvannet** var gjennomsnittsverdien for hele undersøkelsesperioden 23,6 µg/l og dette tilsvarer tilstandsklasse dårlig i henhold til Vanndirektivet.

3.9.3 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).

Det var forholdsvis lave mengder blågrønnalger i de seks innsjøene gjennom hele perioden. Det ble ikke påvist microcystiner i noen av de undersøkte prøvene i 2008.



Figur 31: Klorofyll-a i de seks innsjøene 2008. En vurdering av de seks innsjøene i forhold til EUs rammedirektiv for vann finnes i avsnitt 3.10.

3.10 Vurdering av innsjøene oppstrøms Vansjø i forhold til EUs rammedirektiv for vann

EUs rammedirektiv for vann vurderer innsjøer og elver med hjelp av biologiske indikatorer. Andre parametere, som næringsstoffkonsentrasjon og siktedybde, kan brukes som støtteparametere. Miljømålet defineres som grensen mellom moderat og god økologisk status.

Klorofyll-a er et pigment som er spesifikt for fotosyntetiserende organismer og denne parameteren benyttes ofte som et mål på mengden alger i vannmassene. Klorofyll-a er den eneste biologiske parameteren vi har målt i denne undersøkelsen, hvor det er utviklet grenseverdier og definert miljømål. I tillegg har vi vurdert støtteparametrene total fosfor og siktedybde. Grenseverdier for total fosfor for innsjøer er utarbeidet på grunnlag av sammenheng mellom klorofyll a og Tot-P for de forskjellige vanntypene. Siktedybde er ment å være et mål for algetettheten i en innsjø, og grenseverdiene er basert på korrelasjoner mellom klorofyll og siktedybde. Det er imidlertid ikke tatt hensyn til effekten av humusstoffer på siktedypet, og for innsjøer som er humusrike er det derfor ikke hensiktsmessig å bruke siktedyp som en kvalitetsparameter for å bestemme økologisk status. Alle innsjøene som er undersøkt er humusrike innsjøer. I tillegg påvirkes siktedybden i Mjær og Sæbyvannet av en høy konsentrasjon av erosjonspartikler. Siktedybden er derfor heller ikke her egnet som mål for algekonsentrasjonen i vannet. Tilstandsvurderingen burde derfor gjennomføres med klorofyll som hovedparameter og total fosfor som støtteparameter for alle de undersøkte innsjøene i nedbørfeltet til Vansjø.

Vurderingene for de seks utvalgte innsjøene er vist i Tabell 9. Basert på en vurdering av klorofyll og total fosfor alene kan det konstateres at innsjøene Sætertjernet, Bindingsvannet og Våg er i god økologisk tilstand. Innsjøene Langen og Mjær har moderat økologisk tilstand, mens Sæbyvannet har en dårlig økologisk tilstand.

Tabell 9: Tilstand i de seks utvalgte innsjøene i forhold til rammedirektivet for vann i 2008. Grenser mellom god og moderat økologisk status er gitt i parentes.

Innsjø	Klorofyll µg/l	Siktedyp m	Total fosfor µg/l	Andel problemalger %	Biomasse alger mg/m ³
Sætertjernet	5,5 (7,5)	1,9 (3)	12,11(16)	2	868
Bindingsvannet	7,3 (7,5)	1,9 (3)	11,6 (16)	69	733
Langen	10,7 (7,5)	1,8 (3)	18 (16)	28	911
Våg	6,3 (7,5)	1,7 (3)	13,6 (16)	22	495
Mjær	14,0 (7,5)	1,4 (3)	20,4 (16)	45	664
Sæbyvannet	23,6 (7,5)	0,9 (3)	40,4 (16)	40	3134

4. Tilførsler til Storefjorden

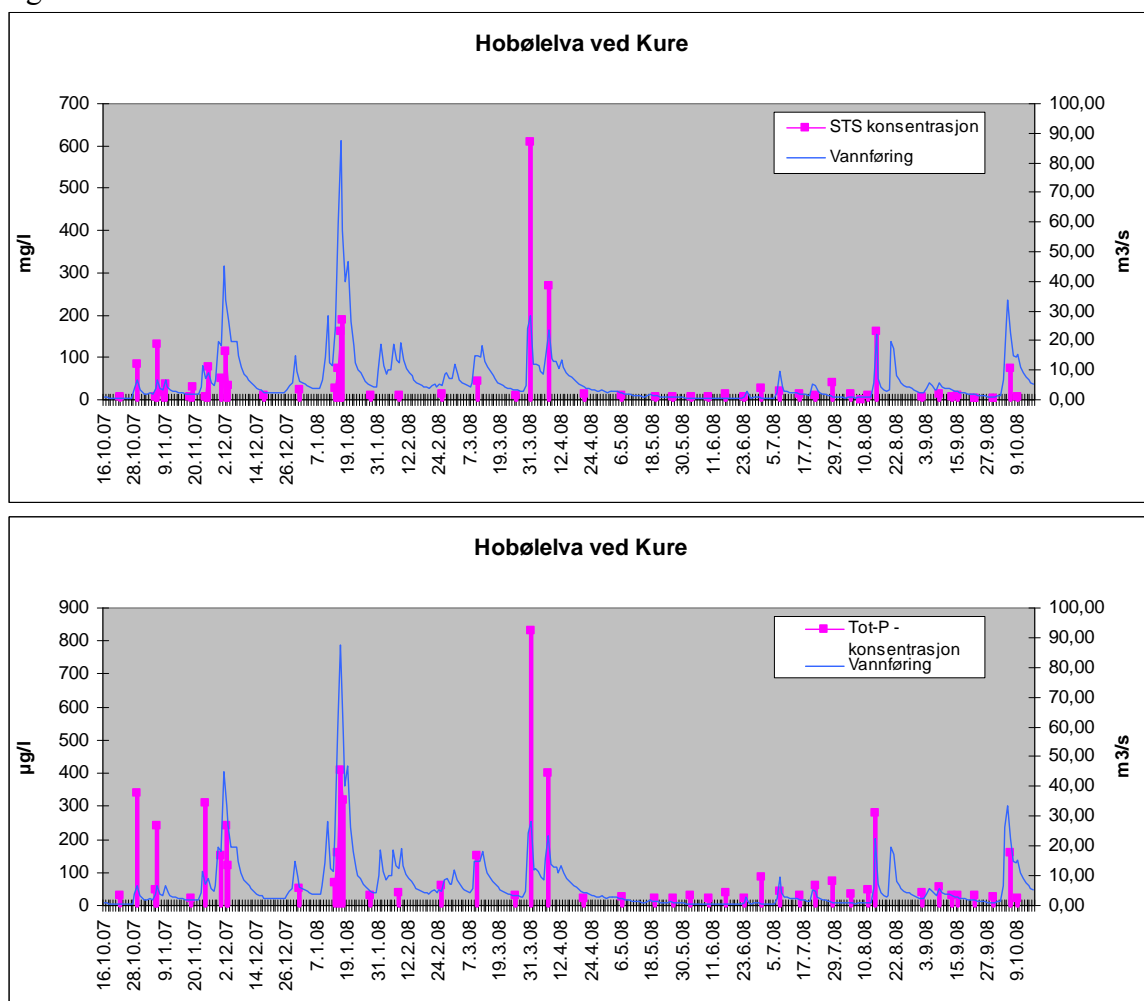
Kapittelet gir konsentrasjoner og tilførsler av partikler og næringsstoffer i elvene som drenerer til Storefjorden.

4.1 Konsentrasjonen av målte stoffer

I vedlegget til dette kapitlet er det tabeller for samtlige konsentrasjonsdata og stasjoner for rapporteringsperioden.

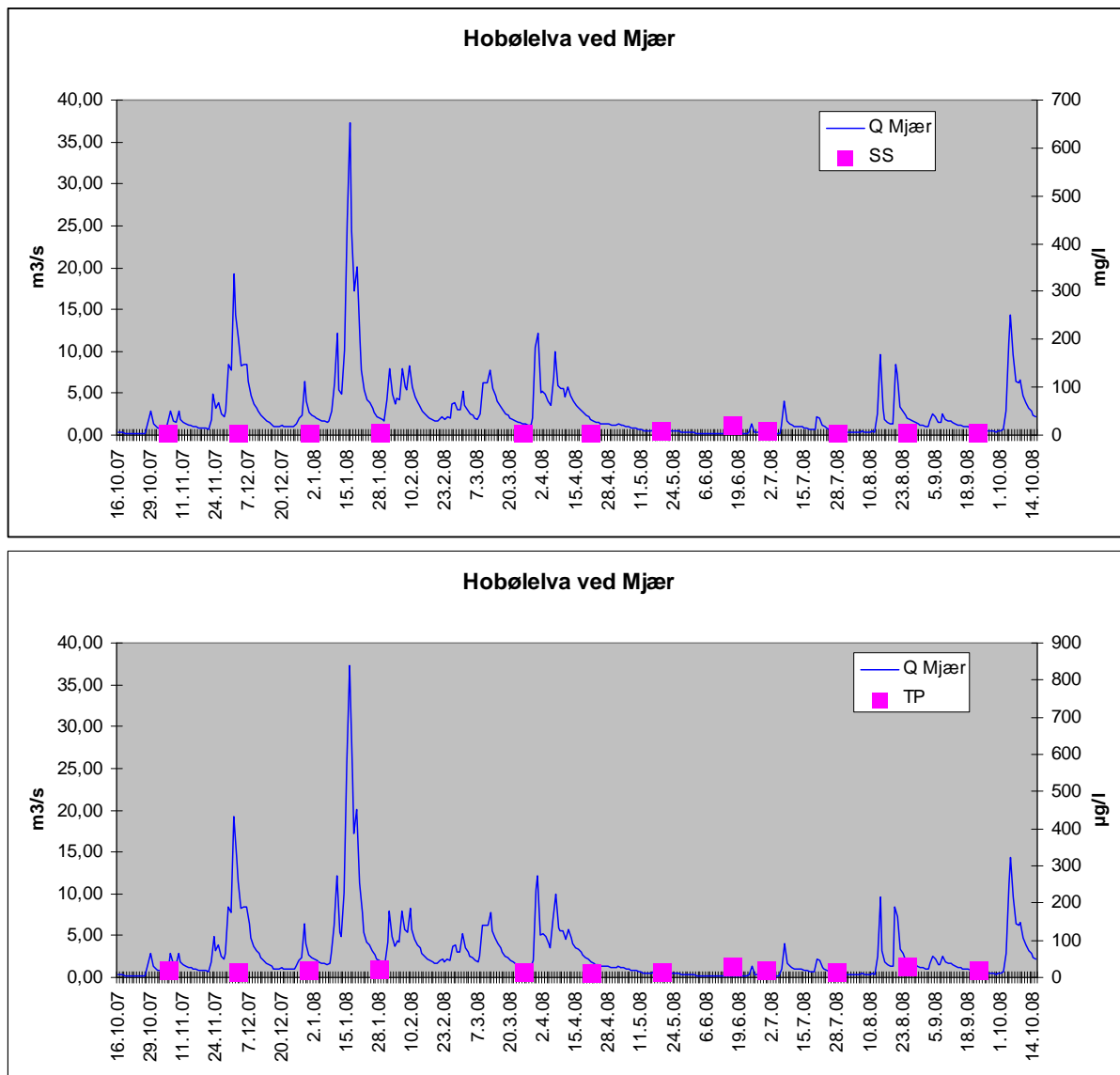
4.1.1 Variasjoner i konsentrasjon og vannføring av STS og totalfosfor

Som alltid i vassdrag varierer konsentrasjonene kraftig over tid. Figur 32 viser dette for Hobølelva ved Kure for suspendert stoff og totalfosfor. Særlig i mars og april var konsentrasjonene høye. Som det fremgår av figurene var imidlertid ikke vannføringen høyest da, men nedbørstasjonen ved Rygge viste kraftig regn kombinert med temperaturer på omlag 5 grader i dette tidsrommet.



Figur 32. Vannføring og konsentrasjoner av suspendert stoff (øverst) og totalfosfor i Hobølelva ved Kure i rapporteringsperioden.

Tilsvarende kurver er vist for Hobølelva ved utløpet av innsjøen Mjær i Figur 33. Figuren har samme skala som for Kure, og det fremgår tydelig at konsentrasjonene er adskillig lavere, og at de derfor også har mindre relativ variabilitet. Denne utjevningen skyldes at innsjøen stabiliserer konsentrasjonsverdiene. Feltet oppstrøms Mjær har relativt lite jordbruksareal og det er lite marin leirjord, noe som sammen med innsjøens retensjonsevne forklarer de lave konsentrasjonene.



Figur 33. Vannføring og konsentrasjoner av suspendert stoff (øverst) og totalfosfor i Hobølelva ved utløpet av innsjøen Mjær i rapporteringsperioden.

4.1.2 Gjennomsnittskonsentrasjoner av alle parametre

Tabell 10 viser gjennomsnittlig konsentrasjon for alle data for stasjonene rundt Storefjorden. I beregningen av gjennomsnittskonsentrasjonene ble prøver tatt spesielt i flomepisoder utelatt.

Tabell 10. Gjennomsnittskonsentrasjoner for fem parametre i de ulike lokalitetene som drenerer til Storefjorden, samt i Sundet mellom Storefjorden og Vanemfjorden. Flomprøver er ikke iberegnet. Antall prøver er indikert i de gule radene.

Stasjon	ID	SS	P-tot	P-PO4løst	N-tot	TKB-koli*
		mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	ant/100ml
Tangenelva	VAVU	4,7	16	1	350	1,7
	Ant pr.	4	4	3	4	4
Hobølelva ved Mjær	MJÆ	6,1	19	2	710	4,7
	Ant pr.	13	13	5	11	4
Kråkstadelva	KRÅ	34,6	127	13	3900	516,3
	Ant pr.	26	25	5	7	8
Hobølelva ved Kure	HOBK	27,3	67	12	1610	221,3
	Ant pr.	26	26	5	21	7
Svinna oppst. Sæbyvannet	SVIN	12,7	52	7	950	227,7
	Ant pr.	8	8	3	4	8
Svinna v Klypen Bru	SVIU	12,1	51	4	820	25,0
	Ant pr.	26	26	5	6	8
Boslangen	BOSL	7,4	29	1	700	33,5
	Ant pr.	4	4	3	3	3
Veidalselva	VEID	39,4	85	8	1340	418,3
	Ant pr.	25	25	5	6	7
Mørkelva	MORK	13,4	32	3	720	186,6
	Ant pr.	26	25	5	7	8
Sundet	VAN5	7,1	31		1120	
	Ant pr.	10	33		3	

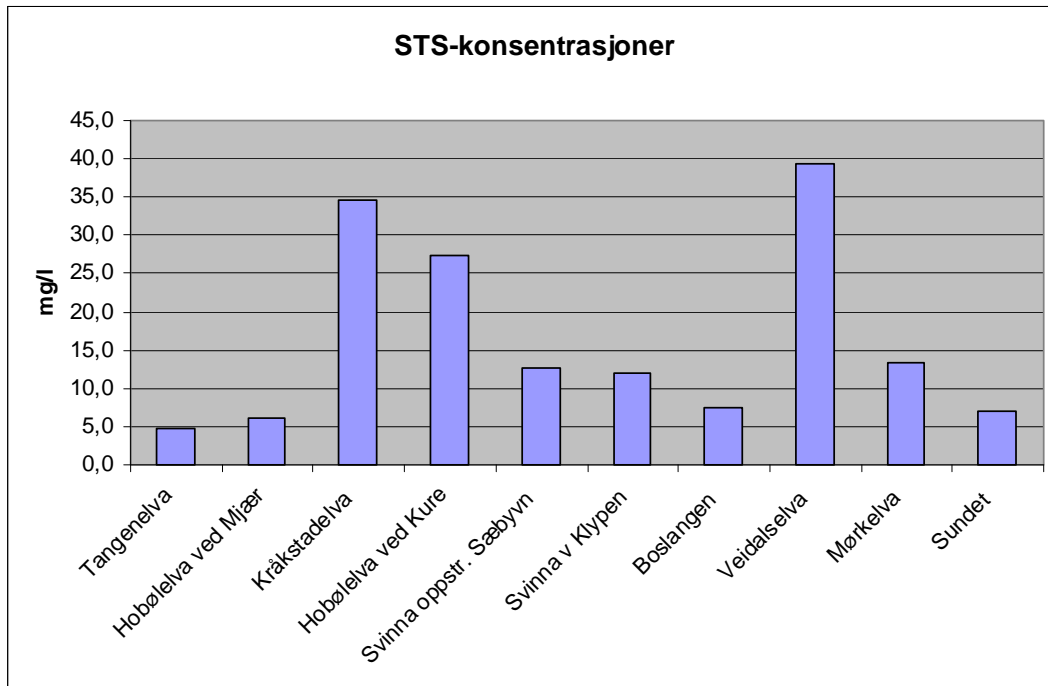
* I hht SFTs veileder (SFT 1997) skal TKB-verdier enten gis som 90 percentilen eller de høyeste verdiene skal fjernes fra datasettet. Pga relativt få prøver ble ikke 90 percentilen beregnet men den høyeste verdien ble fjernet i hvert datasett. Stort sett var det relativt små variasjoner mellom høyeste og laveste når disse verdiene ble fjernet. Antall prøver for TKB viser totalt antall prøver tatt.

I Hobølelva ble det også målt farge og TOC, snittkonsentrasjonen for TOC var på 8,4 mg/l. Gjennomsnittlig fargetall var på 60; for begge gjelder at flomprøver var fjernet.

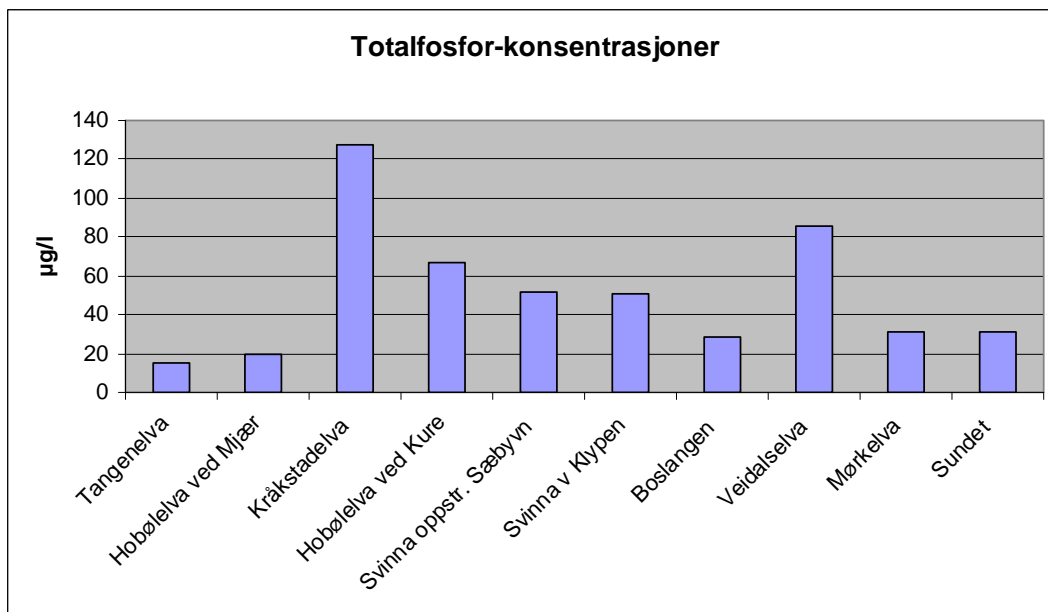
Generelt ligger ortofosfatverdiene på under 10% av totalfosforinnholdet, med unntak av Hobølelva ved Kure der ortofosfat utgjør i gjennomsnitt 18%.

Figur 34 - Figur 38 viser gjennomsnittskonsentrasjonene grafisk. Generelt kan følgende konklusjoner trekkes:

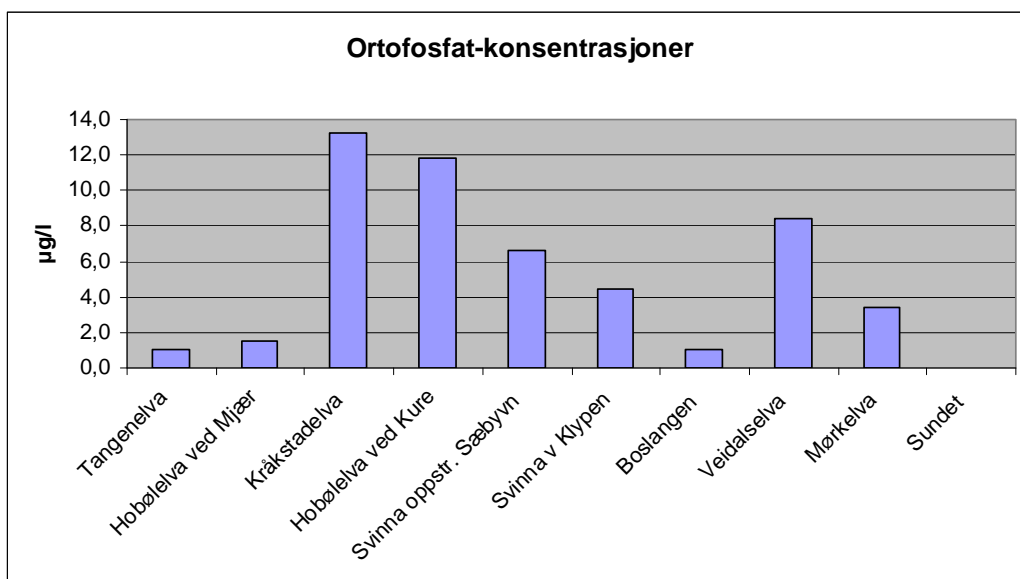
- Konsentrasjonen av suspendert stoff var høyest i Veidalselva (39 mg/l), men Kråkstadelva og Hobølelva ved Kure hadde også høye konsentrasjoner.
- Konsentrasjonen av totalfosfor og ortofosfat var høyest i Kråkstadelva. Også for disse parametrene var det relativt høye konsentrasjoner i både Veidalselva og Hobølelva ved Kure.
- Konsentrasjonen av total nitrogen var klart høyest i Kråkstadelva.
- Tarmbakteriekonsentrasjonene indikerer om næringsstoffene også kommer fra kloakk. Verdiene er særlig høye (4-500 pr 100 ml) i Kråkstadelva og Veidalselva. Hobølelva ved Kure, Svinna oppstrøms Sæbyvannet og Mørkelva hadde relativt høye verdier rundt 200 pr 100 ml. For førstnevnte kan dette ha sammenheng med de høye verdiene i Kråkstadelva (Kure stasjon ligger nedstrøms Kråkstadelva).
- Hobølelva oppstrøms Mjær (inkludert Tangenelva) har gjennomgående god vannkvalitet basert på de målte parametrene.



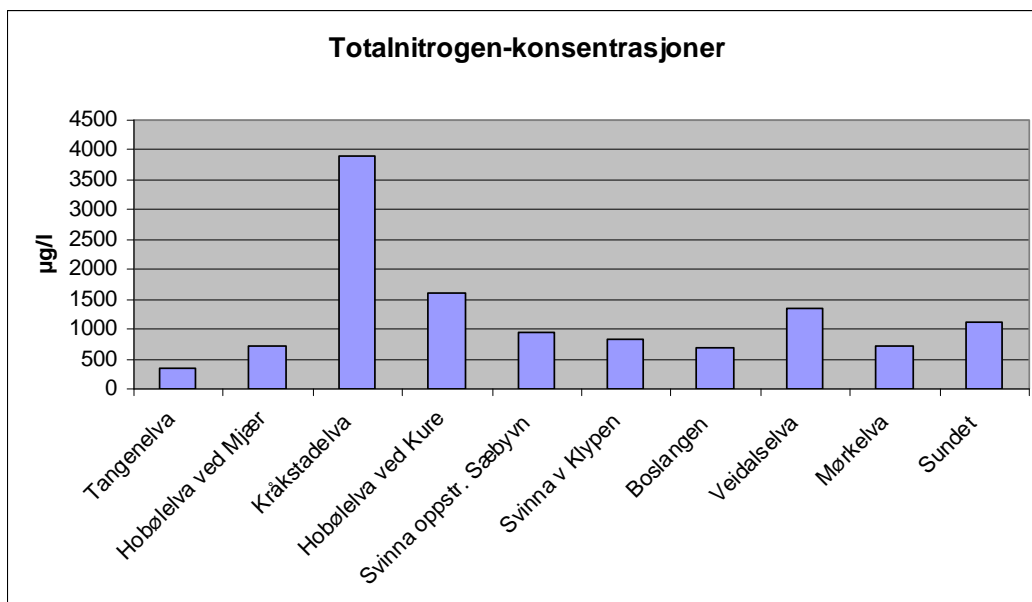
Figur 34. Gjennomsnittskonsentrasjoner av suspendert tørrstoff ved 9 stasjoner.



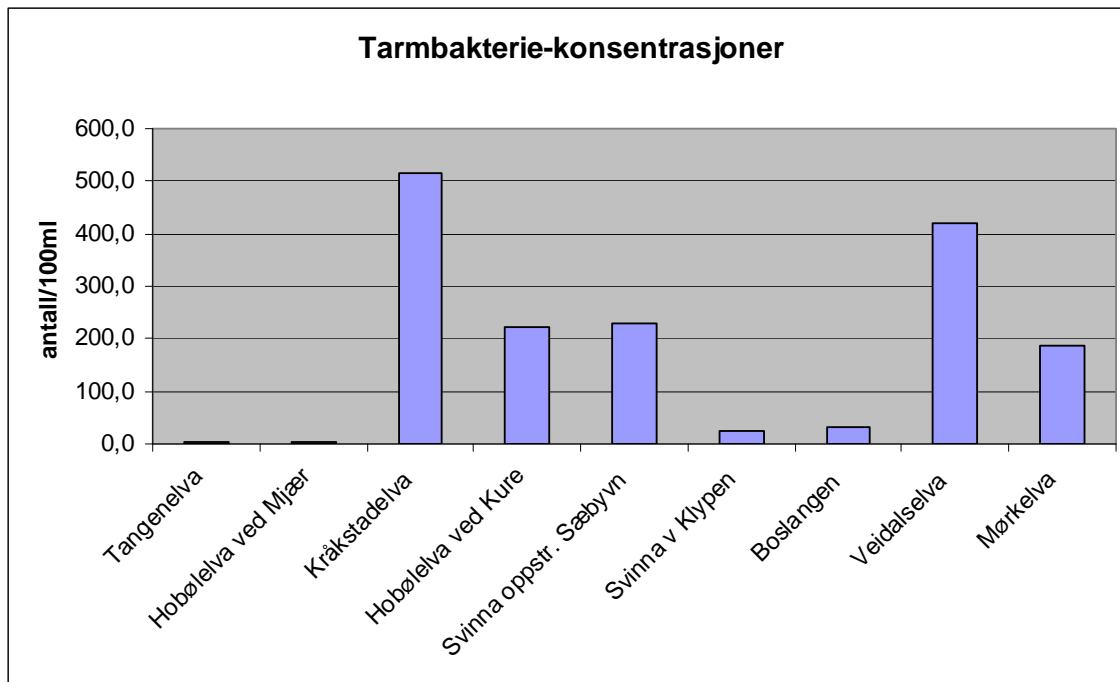
Figur 35. Gjennomsnittskonsentrasjoner av totalfosfor ved 9 stasjoner.



Figur 36. Gjennomsnittskonsentrasjoner av ortofosfat ved 8 stasjoner (Sundet ikke prøvetatt for ortofosfat).



Figur 37. Gjennomsnittskonsentrasjoner av total nitrogen ved 9 stasjoner.

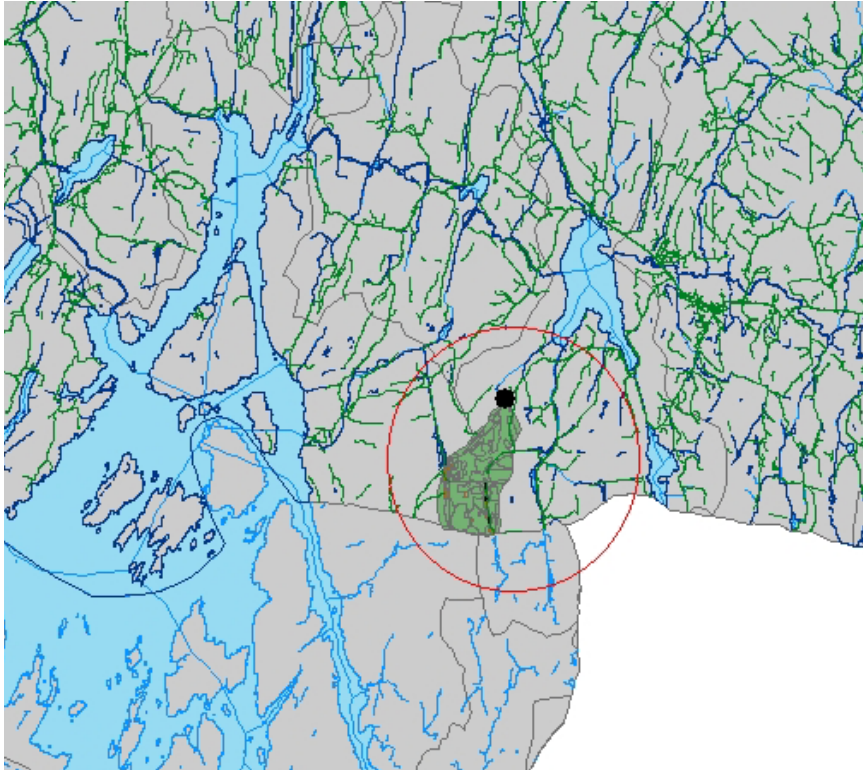


Figur 38. Gjennomsnittskonsentrasjoner av tarmbakterier ved 8 stasjoner (Sundet ikke prøvetatt for tarmbakterier). Snittverdier fremkommet ved å fjerne høyeste verdi og deretter ta snittet av de resterende.

4.1.3 Konsentrasjoner i tilnærmet uberørt nedbørfelt (skogsbekk)

Bekken Dalen som drenerer til Vestre Vansjø har allerede gitt verdifull informasjon om avrenning fra et relativt uberørt felt i marin leire. I 2008 kom Boslangen med i overvåkingsprogrammet, den representerer avrenning fra en skogsbekk i moreneområde. Feltet oppstrøms målepunktet er på omlag 1,5 km², det består av 94,6 % skog, 0,4 % vannflate og 5% myr (Figur 39).

Opprinnelig ble to slike bekker prøvd ut, men det viste seg at den andre, Enga, hadde for høyt innhold av både tarmbakterier og næringsstoffer, og derfor var tydelig påvirket av menneskelig aktivitet. Analyseresultatene fra de fire prøvene fra Boslangen tatt i løpet av rapporteringsperioden viser som ventet relativt lave verdier i forhold til øvrige stasjoner i området.



Figur 39. Skogsbekken Boslangens nedbørfelt er på ca. 1,5 km² oppstrøms målepunktet. Den er en del av Svinna's nedbørfelt og drenerer til Sæbyvannet.

4.2 Tilførsler til Storefjorden i rapporteringsperioden

4.2.1 Faktiske tilførsler til Storefjorden

Som nevnt under metodikk-kapitlet er det benyttet ulike beregningsmetoder for de ulike stasjonene og parametrene. Dette er knyttet til dynamikken i et vassdrag i motsetning til i en innsjø, og stasjoner i vassdrag er derfor beregnet ved slamføringskurver, mens stasjonene ved utløpet av innsjøene Mjær og Langen/Våg (tatt i Tangenelva) er beregnet med lineær interpolasjon/årsmiddelmetoden. Det er særlig partikulært materiale som har slike variasjoner (gjelder derfor STS og totalfosfor) mens stoffer som transporteres i oppløst tilstand, som nitrogen, ikke har tilsvarende variasjoner. Totalnitrogen er derfor beregnet ved lineær interpolasjon der det er tilstrekkelig med data og årsmiddelmetoden der det er færre data (se Tabell 11 for detaljer).

Tabell 11. Totale tilførsler av suspendert stoff (STS), totalfosfor (Tot-P), ortofosfat (Orto-P) og total nitrogen (Tot-N) i rapporteringsperioden. Fargekodene indikerer beregningsmetodikk for transportberegningene.

Stasjon	ID	STS	Tot-P	Orto-P	Tot-N
		tonn	tonn	tonn	tonn
Hobøelva Mjær	MJRU	377	1,6	0,17	58,2
Kråkstadelva	KRÅK	2 704	7,2	0,74	148,2
Hobøelva Kure	HOBK	11 519	28,8	5,15	333,2
Svinna oppstr. Sæby	SVIN	1 989	5,4	0,73	
Svinna Klypen Bru	SVIU	958	3,9	0,30	49,4
Mørkelva	MØRK	592	1,4	0,13	28,8
Veidalselva	VEID	821	1,8	0,17	29,6
Sundet	VAN5		15,4		

Forklaring på fargekoder i tabellen:

Slamføringskurve
Årsmiddelmetoden
Lineær interpolasjon
Utilstrekkelig datagrunnlag
Beregnet fra gjennomsnittlig prosentandel

For stasjonen i Tangenelva var det for få data i rapporteringsperioden til å beregne transport. Det er imidlertid klart at det transporteres mindre av alle stoffer i Tangenelva enn i Hobøelva ved Mjær, noe snittkonsentrasjonene på prøver tatt samme dag viser (se Tabell 12). En foreløpig beregning av transporten i Tangenelva kan derfor utføres ved å redusere transporten av partikler og totalfosfor ved Mjær med ca. 30 %, mens transporten av total nitrogen kan halveres. Dette gir foreløpige estimat på partikkeltransport i Tangenelva på ca. 260 tonn; totalfosfor-transport på ca. 1 tonn og transport av total nitrogen på ca. 30 tonn.

Tabell 12. Gjennomsnittskonsentrasjoner av prøver tatt samme dato i Tangenelva og i Hobøelva ved Mjær

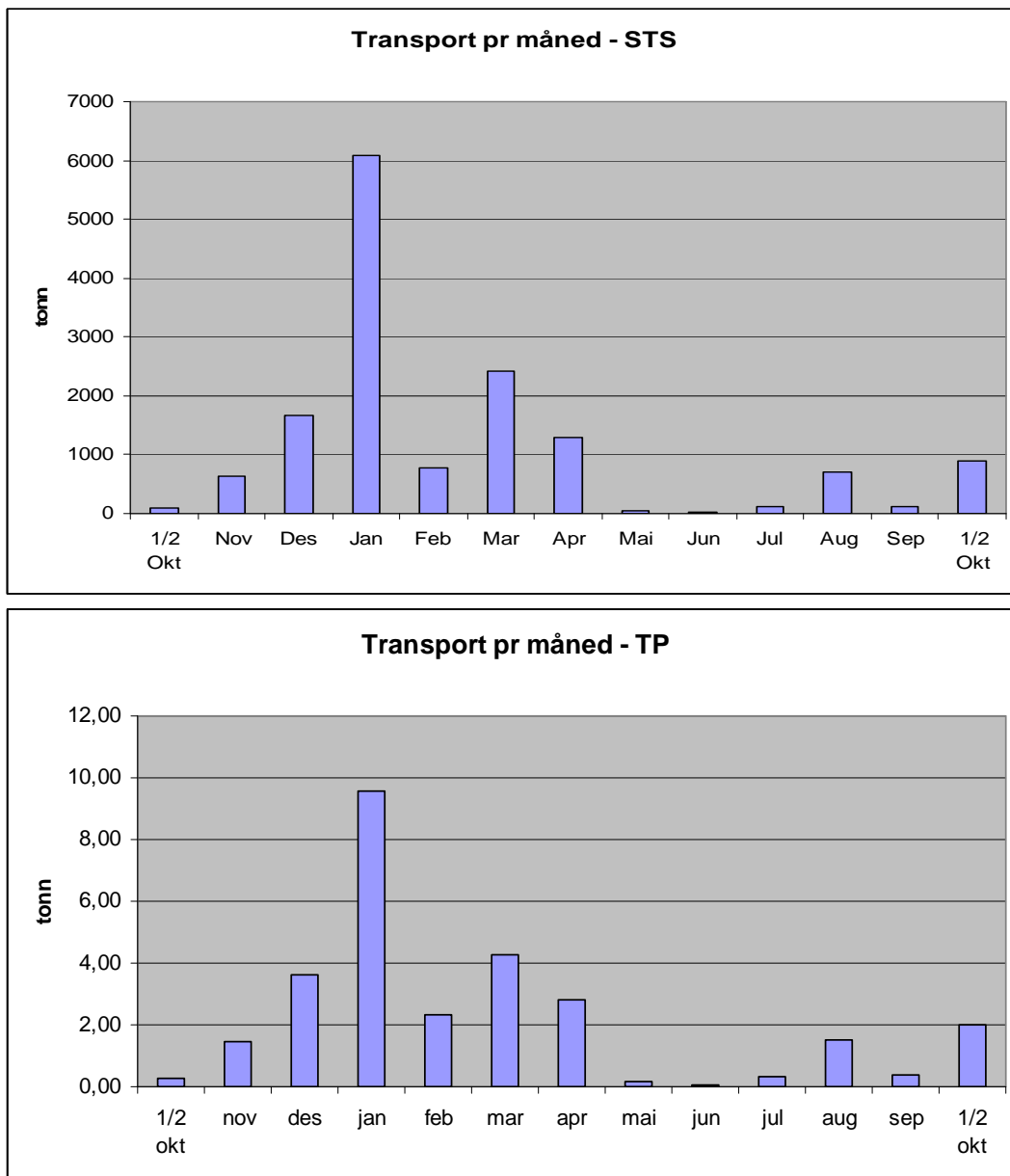
	STS	Tot-P	Tot-N	Orto-P
	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Hobøelva ved Mjær	6,05	21	699	1
Tangenelva	4,68	16	347	1

Dette innebærer at transporten til Storefjorden fra de fire største tilførselselvene i rapporteringsperioden utgjorde ca. 13 890 tonn partikler, 35,8 tonn totalfosfor, 5,8 tonn ortofosfat, og 441 tonn nitrogen, jf. Tabell 13.

Tabell 13. Tilførsler til Storefjorden i rapporteringsperioden 16. oktober 2007 – 15. oktober 2008.

	STS	Tot-P	Orto-P	Tot-N
	tonn	tonn	tonn	tonn
Til Storefjorden	13 890	35,8	5,8	441

Disse tilførslene reflekterer først og fremst at rapporteringsperioden hadde adskillig mer vannføring enn rapporteringsperiodene 2005-2007. I beregningene for tiltaksanalysen (Lyche Solheim m.fl. 2001) ble årene 1997-1999 benyttet. Av disse tre årene var 1999 det året med nest høyest vannføring siden 1977, mens 1997 var det året med lavest vannføring i samme periode, og 1998 var et relativt ”normalt” år. Imidlertid ble det da benyttet data hvor flomvannføringer ikke hadde blitt prøvetatt spesielt, og en relativ upresis interpoleringsmetode ble benyttet (årsmiddel). Alt dette innebærer at tilførselstallene i rapporteringsperioden ikke nødvendigvis må sees som et ”tilbakeslag” i forhold til tidligere års tilførsler basert på en antakelse av at kildetilførslene har økt. Figur 40 viser dessuten tydelig at den høye vannføringen i januar ga et meget stort utslag i transporten, faktisk gikk en tredjedel av årets fosfortransport denne måneden.



Figur 40. Transport pr måned av partikler (øverst) og fosfor (nederst). Alle data beregnet ved slamføringskurven.

4.2.2 Ras i nedbørfeltet i rapporteringsperioden

Verdiene for tilførsler til Storefjorden gjengitt i Tabell 13 gir ikke informasjon om hva som tilføres nedstrøms målestasjonene. I tidligere år er det antatt at for Hobølelva vil økning i erosjonsmateriale og tilførsler nedstrøms Kure kunne oppveies av retensjon i Bjørnerødvannet. Imidlertid gikk det i denne overvåkingsperioden flere ras som kan ha hatt innvirkning på transporten ut i Storefjorden, uten at dette er med verken i overvåkingsdata fra Hobølelva eller i beregningene av transporten. Listen under gir en oversikt over registrerte ras i den aktuelle perioden (se også Figur 41). Rasene er taksert i forbindelse med vurdering av naturskade, av Peder Unum (Gunnarsdottir pers medd.) og antatt mengde kubikk som er sklidd ut er satt i parentes bak hver beskrivelse:

- Kvikkleireskred ved Hobølelva nedstrøms Kure, ikke langt fra Bjørnerødvannet (ved Sanderød), inntraff 27. september 2007 (1000 m³);
- Et større kvikkleireskred ved Hobølelva nedstrøms Kure, ved Løken gård rett sør for Kirkebygda i Våler, første gang registrert 16.10 2007, men utrasningene fortsatte, bl.a. våren 2008, se Figur 41 samt kart i vedlegget til denne rapporten.(35800 m³).
- Sommeren 2007 var det også en utrasning ved Folkestad, rett oppstrøms Løken gård. (2-3000 m³)
- Kvikkleireskred ved Nordby i Mørkelvas nedbørfelt ca 14.12 2007. (ikke taksert)
- Skred i morenejord rett nedstrøms utløpet av innsjøen Mjær 16. januar 2008, rasmassene gikk rett i Hobølelvas hovedløp. Skredet kom i forbindelse med den kraftige nedbøren i januar måned. Skredet var altså oppstrøms Kure, og bør derfor ha blitt registrert ved målestasjonen der. (Skredet er ikke taksert, men kan anslås til ca 1-3000 m³).

Det er ingen tvil om at særlig kvikkleireskredene må ha gitt store mengder partikler og fosfor som ikke er inkludert i beregningene i Tabell 13. Det er imidlertid ikke mulig å gi noen god beregning av størrelsen på denne transporten uten å foreta bedre oppmålinger av rasområdene (utglidd masse er ikke det samme som masse tilført elva) og samtidig måle økningen av transport nedstrøms rasstedet. De følgende beregninger er derfor gjort på manglende datagrunnlag og må ansees som usikre:

Det ble tatt vannprøver i elva oppstrøms(ved Kure) og nedstrøms Løken gård hhv 2. og 16. juni 2008. Tabell 14 viser resultatene fra analyser av disse prøvene for SS og fosfor. Den første datoen er i begynnelsen av juni, som er relativt snart etter en ny utgliding av massene; den andre prøven er tatt to uker senere.

Tabell 14. Prøver opp- og nedstrøms* rasstedet i Hobølelva ved Våler.

Dato klokkeslett	Forklaring	SS Mg/l	P-PO ₄ løst Mg/l	P tot Mg/l	N tot Mg/l
02.06.2008 12:00	Oppstrøms rasstedet (Kure)	13	Ikke målt	0,04	0,76
02.06.2008 13:00	Nedstrøms rasstedet	130	Ikke målt	0,25	1
16.06.2008 11:15	Oppstrøms rasstedet (Kure)	13	0,01	0,04	0,56
16.06.2008 14:20	Nedstrøms rasstedet	38	0,003	0,07	1,1

* Nedstrøms prøve ble tatt fra bro på gårdsvei som går fra RV 115, se kart i vedlegget.

Disse prøvene viser at partikkel- og næringsstoffinnholdet i vannmassene økte kraftig nedstrøms raset.

Et forsøk på kvantifisering kan gjøres ved en kombinasjon av estimert utglidd masse og disse prøvene, samt fosforbudsjettet som ble beregnet i Skarbøvik m.fl. (2008).

Estimert utglidd masse for raset ved Løken er ifølge takst på omlag 35800 m³. Antas egenvekt per kubikmeter på 1,2 tonn, vil dette tilsvare 42960 tonn masse. Tas raset ved Sanderød (ca. 1000 m³) og raset ved Folkestad (ca. 2-3000 m³) med i beregningene blir samlet uglidd masse ca. 46500 tonn. Ikke alt av dette har havnet i elva, mye av massene ligger i rasgropene. Med en gang rasene går vil en kvikkleiresuppe skli ut av området og rett ut i elva. Denne er ikke blitt målt, og må ha utgjort et betydelig bidrag. Ved Løken ble elva samtidig tvunget til å grave et nytt løp på motsatt side, noe som også har medført store mengder erodert jord og næringsstoffer i elva. Hvis det antas at mellom en tiendel og en tredjedel (10-33%) av utglidd masse har nådd elva i første omgang, vil dette utgjøre mellom 5000-15000 tonn masse tilført elva, eller 35-100 % av estimert totaltransport av partikler til Storefjorden.

Hvis prøvene tatt opp- og nedstrøms raset benyttes, ser vi at det den 2. juni gikk 117 mg/l mer nedstrøms enn oppstrøms, mens det den 16. juni gikk 25 mg/l mer nedstrøms. Det er ingenting i vannføringene som tyder på at det skulle ha skjedd en slik nedgang fra den 2. til den 16., da det var relativt lave vannføringer i hele denne perioden. Økningen mellom Kure og nedstrøms rasstedet på 117 mg/l skyldes derfor høyst sannsynlig rasene nedstrøms Kure. Hvis det gjettes på at økningen på 117 mg/l er representativ for perioden før 2. juni og frem til ca. 15. juni, mens en økning på 25 mg/l er representativ for andre halvdel av juni og resten av rapporteringsperioden, vil økningen i juni tilsvare omlag 90 tonn. Beregninger tilbake til 1. januar gir økninger fra Kure til nedstrøms rasstedet som følger (antar konsentrasjonsøkning på 117 mg/l hver dag): Januar: 5500 tonn (meget høy vannføring denne måneden); Februar: 2590 tonn; mars: 2690 tonn; april 2530 tonn; og mai 480 tonn. I perioden juli-oktober var det relativt lave vannføringer i Hobølelva, og hvis økningen på 25 mg/l legges til grunn for denne perioden kan man beregne at økningen nedstrøms Kure ligger på omlag 1000 tonn (fra 1. juli og frem til 15. oktober). Dette utgjør ca. 9500 tonn i perioden 1. februar – 15. oktober. Tas januar 2008 med i beregningen øker anslaget med 5500 tonn til 15000 tonn. Det kan påpekes at da er ikke leirsuppa som skled ut av kvikkleireområdet tatt med, men samtidig er det høyst usikkert at økningen nedstrøms ligger på et jevnt nivå på enten 117 eller 25 mg/l. Tallene korresponderer med estimatene basert på utglidd masse.

Et tredje datasett som kan benyttes er fosforbudsjettet i nedbørfeltet (Skarbøvik m.fl. 2008). Årets budsjett for Storefjorden tilsier at det kom inn 35,8 tonn Tot-P til Storefjorden fra de fire elvene. Antas tilførsler fra lokale bekkefelt rundt Storefjorden å være 2 tonn (Skarbøvik m.fl. 2008), blir totale tilførsler 37,8 tonn. Av dette gikk 15,4 tonn videre inn i Vanemfjorden (Tabell 11). Dette tilsier en retensjon på 18,4 tonn, eller 51 % av tilført materiale. I fosforbudsjettet var gjennomsnittlig retensjon i Storefjorden beregnet til om lag 70%. Hvis denne retensjonen legges til grunn og sammenlignes med det som gikk ut av Sundet (15,4 tonn) ville samlede tilførsler til Storefjorden ha vært om lag 42 tonn, altså kan det være tilført ca. 4 tonn forfor ekstra i forhold til målte verdier (rasene). Det er imidlertid sannsynlig at rasmaterialet har ført til større retensjon enn vanlig i Storefjorden (mer partikulært materiale) og hvis f.eks. 80% retensjon beregnes, vil samlede tilførsler øke til ca. 46 tonn, noe som da tilsier at rasene har tilført ca. 8 tonn ekstra totalfosfor til innsjøen.

Kombinasjonen av disse anslagene tilsier altså at rasene mellom Kure og Storefjorden kan ha gitt en økning på mellom 5-15.000 tonn suspendert stoff. Økt mengde totalfosfor estimert ut fra forholdet mellom partikkeltransport og fosfortransport gir en økning på 5-25 tonn, mens bruk av fosforbudsjettet gir en økning på 4-8 tonn. *Det understrekes at disse anslagene må ansees som meget usikre.* Økningen pga rasene kan altså tilsvare alt fra 10-100 % økning av de tilførslene som er beregnet ved Kure for fosfor.

Rasene vil selvsagt medføre en kraftig økning i transport av næringsalter og partikler i det de går, men de vil også i lang tid fremover bidra til økte konsentrasjons- og transportverdier i elva. Det kan derfor anbefales at det opprettes en stasjon ved prøvetakingspunktet nedstrøms rasstedet, som særlig prøvetas under høy vannføring/perioder med nedbør og snøsmelting.



Figur 41. Øvre panel: Ras ved Hobølelva ved Våler. Elva er rett bak fotografen. Midtre bilde: Raset presset elva over mot høyre bredd, og skapte en bratt og meget ustabil elvebredd. Nedre bilde: Ras rett nedstrøms Mjær. Elva ble foreløpig lagt i kulvert under den midlertidige anleggsveien i forgrunnen av bildet (Alle foto Eva Skarbøvik)

4.2.3 Vannføringsnormaliserte fosfortilførsler

Vannføringsnormaliserte transporttall kan genereres, men det er viktig å forstå hva disse tallene faktisk viser. Verdiene er da kun justert for vannføring, og derfor viser de egentlig ikke hvor mye materiale som hadde gått i elva hvis dette var i et normalt år. Transporten av enkelte stoffer øker ikke proporsjonalt med økende vannføring men ofte eksponensielt, noe en enkel justering av transporten ved å benytte en gjennomsnittlig vannføring ikke vil kunne gjenspeile. I Tabell 15 er imidlertid fosfortransporten tilpasset en såkalt "normalvannføring". Samlet transport til Storefjorden fra de fire undersøkte elvene blir dermed redusert fra 35,8 tonn til 25 tonn. I kapittel 7 er 'normaliserte' verdier for de fire siste årene sammenlignet.

Tabell 15. Fosfortransporten i de fire vassdragene inn til Storefjorden normalisert for en normalvannføring (perioden 1977-2007). Se også Tabell 24 i kapittel 7.

	TP normalisert (tonn)
Hobølelva	20,1
Svinna	2,7
Mørkelva	1,0
Veidalselva	1,3
Totalt	25

4.2.4 Areal spesifikk transport fra nedbørfeltene

Generelt gjenspeiler transporttallene at det gikk mye vann i vassdraget i rapporteringsperioden. For å kunne vurdere hvor mye næringsstoff og partikler som genereres i hvert av feltene i en slik vannrik periode er det imidlertid nødvendig å se på den areal spesifikke transporten. Denne er vist i Tabell 16, og illustrert i Figur 42.

Tabell 16. Areal spesifikk transport av partikler (STS), totalfosfor (Tot-P) og total nitrogen (Tot-N) i hver lokalitet i rapporteringsperioden.

Stasjon	Areal km ²	STS tonn/km ²	Tot-P kg/km ²	Tot-N kg/km ²
Hobølelva ved Mjør	146	3	11	399
Kråkstadelva	51	53	141	2906
Hobølelva (Kure)	332	35	87	1004
Svinna oppstrøms Sæbyvannet*	52	38	104	
Svinna v/ Klypen	104	9	38	475
Mørkelva	61	10	23	472
Veidalselva	33	25	55	897

* Se diskusjon i tekst.

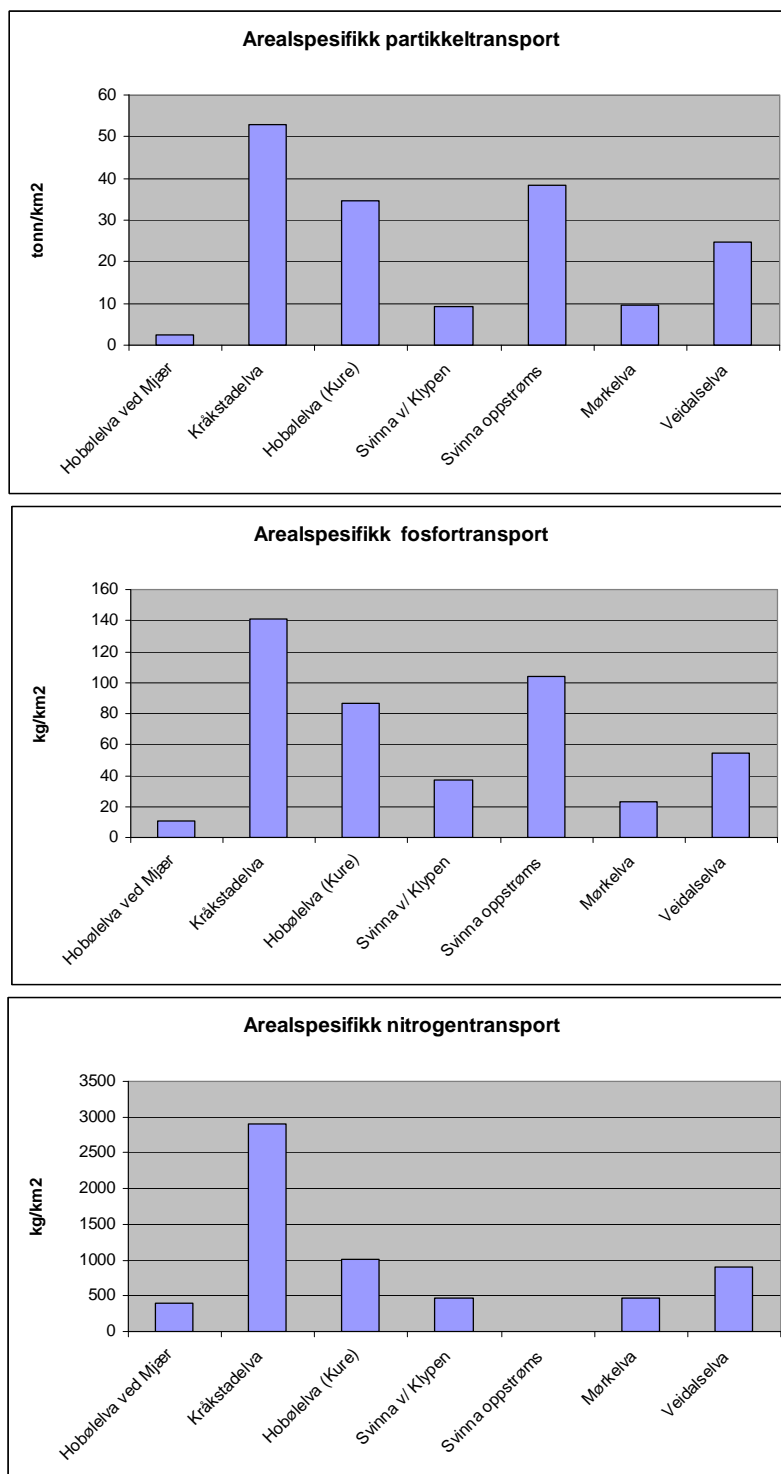
Utrekningen av den areal spesifikke transporten viser at resultatene fra fjorårets overvåking gjentas også i denne rapporteringsperioden:

- For partikler er det nedbørfeltet til Kråkstadelva og arealene oppstrøms Kure som produserer mest erodert materiale, fulgt av Veidalselvas nedbørfelt.
- For totalfosfor er det Kråkstadelvas nedbørfelt som produserer mest (141 kg/km²), fulgt av nedbørfeltet til Hobølelva oppstrøms Kure, Svinna oppstrøms Sæbyvannet og Veidalselvas felt.
- For total nitrogen er det igjen Kråkstadelvas nedbørfelt som utpeker seg, areal spesifikk transport ut av dette feltet er på nesten 3000 kg per kvadratkilometer.

Når det gjelder Hobølelva ved Kure gir denne stasjonen et samlet resultat av alle næringsstoffer og partikler som genereres i hovedløpet nedstrøms Mjær samt i Kråkstadelva. Kråkstadelva tilfører tydeligvis mye næringsstoffer og partikler. Dette er ikke overraskende da vassdraget er sterkt påvirket av jordbruksdrift. Området har tydelig også påvirkning fra avløp, noe som fremgår av høye verdier for tarmbakterier. De faktiske verdiene for dette sidevassdraget er imidlertid ikke så høye at de forklarer de høye transport-tallene i Hobølelva ved Kure. Uten tvil genereres derfor også mye materiale mellom Kure og Mjær. Det kan være en idé å foreta ”kampanjemålinger” under regnværs/snøsmelteperioder langs Hobølelvas hovedløp for å vurdere hvor langs elveløpet de største kildene befinner seg. Dette kan gjøres ved å ta en serie prøver nedover vassdraget på samme dag og analysere disse på konsentrasjon av partikler, totalfosfor og tarmbakterier. Det er forøvrig allerede tatt sedimentprøver av elvebredden høsten 2008, disse tas det nå laboratorieanalyse av for å vurdere innholdet av fosfor.

For Svinna ble det i 2007 anbefalt å også ta prøver oppstrøms Sæbyvannet. I motsetning til prøvene nedstrøms vannet, som gir en god indikasjon på hva som tilføres Storefjorden, viser disse oppstrøms prøvene hva som faktisk renner ut av feltet (før sedimentasjon og retensjon i Sæbyvannet). For å kunne sammenligne bedre effekten av Sæbyvannet har feltarealet som er benyttet blitt satt likt for begge stasjoner. Svinna ved Klypen har også tidligere blitt behandlet som en representativ stasjon for hele nedbørfeltet til Svinna, på ca. 104 km². Oppstrøms Sæbyvannet er imidlertid nedbørfeltet ikke større enn ca. 52 km².

De to ulike prøvetakingsstasjonene gir interessante verdier fordi Svinnas nedbørfelt oppstrøms Sæbyvannet nå viser seg å produsere mer fosfor per arealenhet enn Hobølelva ved Kure, hvis et nedbørfelt på 52 km² benyttes. Analysene av tarmbakteriene viser et snitt på ca. 220 bakterier per 100 ml. For nøyaktig samme prøveperiode hadde den nedstrøms stasjonen ca. 25 bakterier per 100 ml. Det er derfor ikke usannsynlig at Svinnas næringsstoff-innhold stammer delvis fra tettstedet Svindal og renseanlegget der.

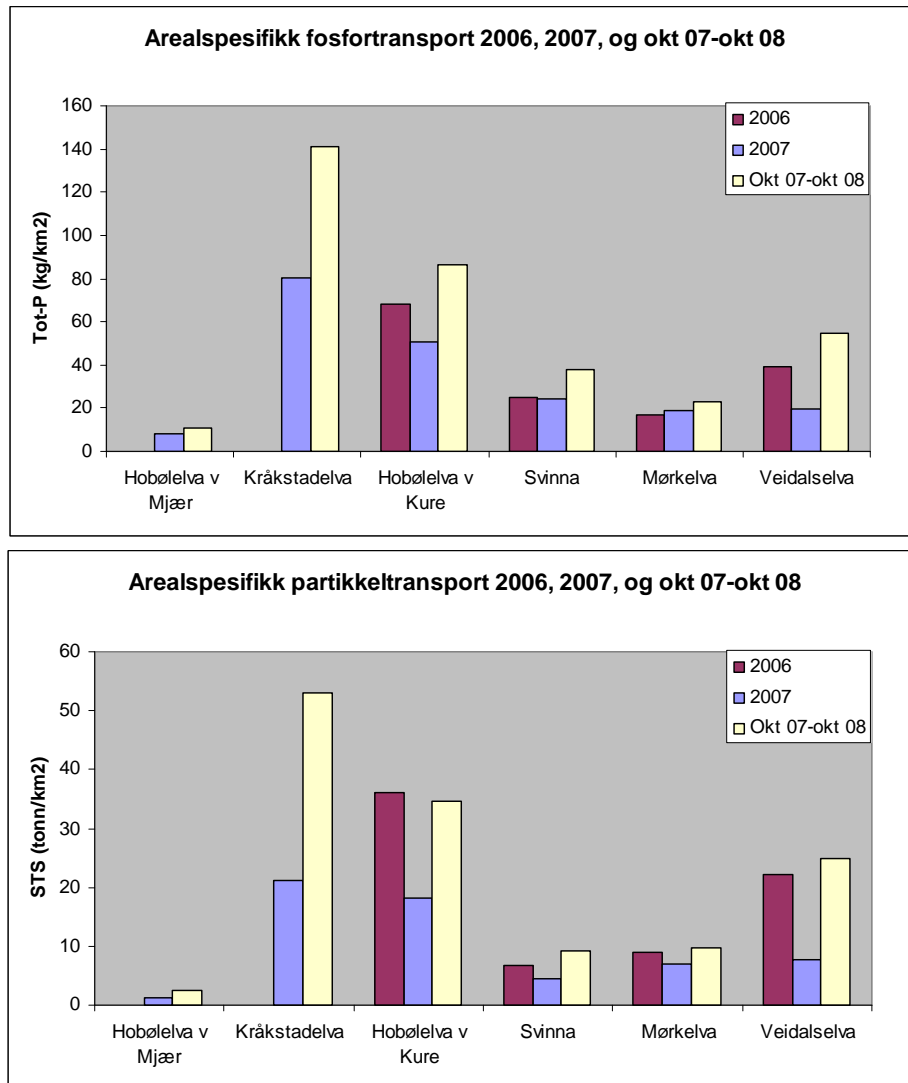


Figur 42. Areal spesifikk transport av partikler (STS; øverst), totalfosfor (midt) og total nitrogen (nederst) for seks lokaliteter i rapporteringsperioden (Ingen data for nitrogen ved Stasjon Svinnå oppstrøms).

4.3 Sammenligning med tilførsler i 2006 og 2007

Spesifikk transport av partikler og totalfosfor endrer seg fra år til år. For stasjonene Hobølelva ved Kure, Svinnå ved Klypen Bru, Mørkelva og Veidalselva finnes data for 2006 og 2007, og

for rapporteringsperioden oktober 2007 – oktober 2008. For stasjonene Hobølelva ved Mjær og Kråkstadelva finnes tilsvarende data fra de to siste periodene. Figur 43 viser hvordan arealspesifikk transport har variert i disse fire stasjonene. Variasjonene er klart knyttet til vannføringsvariasjonene i nedbørfeltet.



Figur 43. Sammenligning av spesifikk partikkeltransport (øverst) og totalfosfor (nederst) i 2006, 2007 og i nåværende overvåkingsperiode for seks stasjoner. Alle verdier er beregnet med metoden slamføringskurve. For Hobølelva ved Mjær og Kråkstadelva foreligger ikke data fra 2006.

For Hobølelva ved Mjær og Kråkstadelva vises de konkrete data fra 2007 og fra rapporteringsperioden oktober 2007-oktober 2008 i Tabell 17, også for nitrogentilførsler. Økningene er spesielt store i Kråkstadelva for suspendert stoff og totalfosfor.

Hobølelva ved Kure fortsetter dermed å vise stor variabilitet mellom år, som diskutert i tidligere overvåkingsrapporter (f.eks. Skarbøvik m.fl. 2008). Denne stasjonen er derfor tydelig meget følsom for variasjoner i nedbør og vannføring. Tilsvarende ser det ut til at Kråkstadelva også er sårbar for høye årsvannføringer. Dette bør tas med i vurderingen av egnede tiltak i disse vassdragene.

Tabell 17. Arealspesifikke endringer i Hobølelva ved Mjær og i Kråkstadelva fra perioden 2007 til perioden oktober 2007 – oktober 2008.

	STS		TP		TN	
	tonn/km ²		kg/km ²		kg/km ²	
	2007	okt 07-okt 08	2007	okt 07-okt 08	2007	okt 07-okt 08
Hobølelva v/ Mjær	1,3	2,6	8,2	11	316	399
Kråkstadelva	21,1	53,0	80,4	141	2334	2906

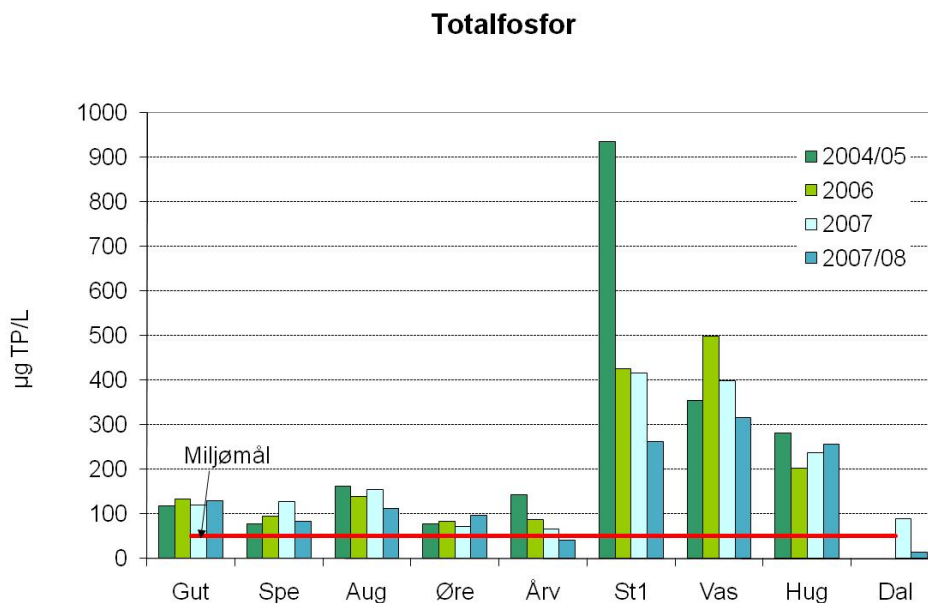
5. Tilførsler til Vestre Vansjø

Kapittelet gir konsentrasjoner og tilførsler av næringsstoffer og partikler i bekker til vestre Vansjø og Mosseelva samt beregning av totale tilførsler oppskalvert til hele nedbørfeltet.

5.1 Tilførsler i bekkene

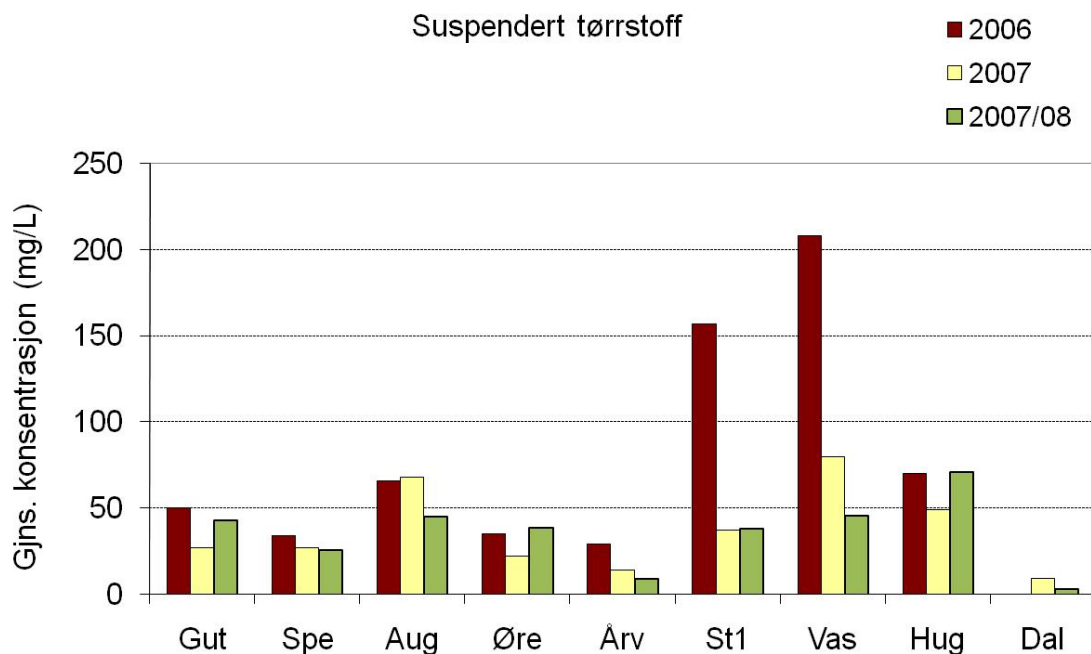
For å nå miljømålet på 50 µg TP/L i bekkene må fosforkonsentrasjonen reduseres betydelig i bekkene mellom raet og Vansjø (St1, Vas og Hug) (Figur 44). Fosforkonsentrasjonene er dog generelt redusert betydelig i overvåkingsperioden.

I Årvoldbekken ligger gjennomsnittkonsentrasjonen for 2007/08 under miljømålet og i to av bekkene på nordøstsiden av Vansjø (Spe og Aug) ligger fosforkonsentrasjonene nå betydelig nærmere miljømålet. Fosforkonsentrasjonen i avrenning fra skogsarealet (Dalen) var mye lavere i 2007/08 enn det som ble estimert for 2007. Den høyeste målte konsentrasjon i 2007/08 var 24 µg TP/L, mens det sommeren 2007 var tre prøver med fosforkonsentrasjoner på over 100 µg/L. Det er ikke registrert aktiviteter i nedbørfeltet som kan forklare denne forskjellen. Det er behov for flere år med målinger for å få rimelige gjennomsnittsverdier for avrenning av fosfor fra skogsarealer.



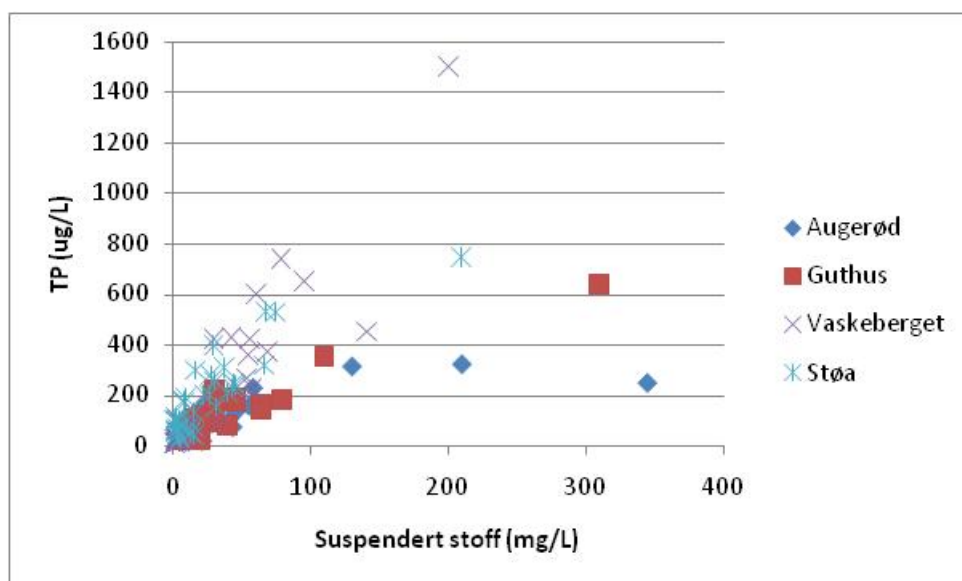
Figur 44. Årlige vannføringsveide konsentrasjoner av totalfosfor (µg/L) i 2004/05, 2006, 2007 og 2007/08 i Guthus-, Sperrebotn-, Augerød-, Ørejordet-, Årvold-, Støa1-, Vaskeberget-, Huggenesbekken og Dalen.

Vannføringsveide konsentrasjoner av suspendert tørrstoff i gjennomsnitt for hele året er vist i Figur 45. Konsentrasjonene av STS i flere felt har vært noe lavere i 2007/08 enn tidligere i overvåkingsperioden. Det er forholdsvis god sammenheng mellom konsentrasjonene av STS- og TP i vannprøvene (Figur 46), det vil si at fosfortransporten i høy grad avhenger av STS transport eller erosjon.



Figur 45. Årlige vannføringsveide konsentrasjoner av suspendert tørrstoff (mg/L) i 2006, 2007 og 2007/08 i Guthus-, Sperrebotn-, Augerød-, Ørejordet-, Årvold-, Støal-, Vaskeberget-, Huggenesbekken og Dalen.

I Støabekken har det vært en endring i jordbruksdriften fra potet til mer plengras-produksjon. Dette har ført til lavere erosjon og lavere STS-konsentrasjoner de to siste årene. Dessuten er det bygget en fangdam i Støabekken som også bidrar mye til lavere STS- og fosforkonsentrasjoner.



Figur 46. Sammenhengen mellom suspendert stoff (mg/L) og total fosfor (µg/L) for en del av bekkene rundt vestre Vansjø. Høyere fosforinnhold i jorda i Vaskeberget og Støa gir også mer fosfor i sedimentet.

Konsentrasjonen av løst fosfat varierte fra om lag 1 til 42 ug P/L med de høyeste gjennomsnittskonsentrasjonene i Støabekken og Huggenesbekken. Analyser av nitrogenkonsentrasjoner viser også høyeste gjennomsnittskonsentrasjoner i dette området. Nitrogenkonsentrasjonene varierer fra om lag 1 til 6 mg N/L. Konsentrasjonen av løst PO₄-P og total nitrogen er basert på 5-8 analyser av enkeltprøver for hvert felt.

Tabell 18. Gjennomsnittlig løst PO₄ (mg P/L) og total nitrogen (mg N/l).

	Total P ug/L	STS mg/L	Løst fosfat ug P/L	Total nitrogen mg N/L	TKB* Antall/ 100 ml
Guthusbekken	16	59	10	1,4	250
Sperrebotnbekken	12	59	20	1,4	105
Augerødbekken	20	72	13	1,3	140
Ørejordetbekken	14	49	5	2,3	2351
Årvoldbekken	9	35	7	2,2	614
Støabekken 1	13	126	44	4,1	104
Vaskebergetbekken	14	112	12	6,2	20
Huggenesbekken	14	96	30	6,1	99
Dalen	2	12	1	0,8	9

*For TKB er den høyeste konsentrasjonen i hver dataserie utelatt.

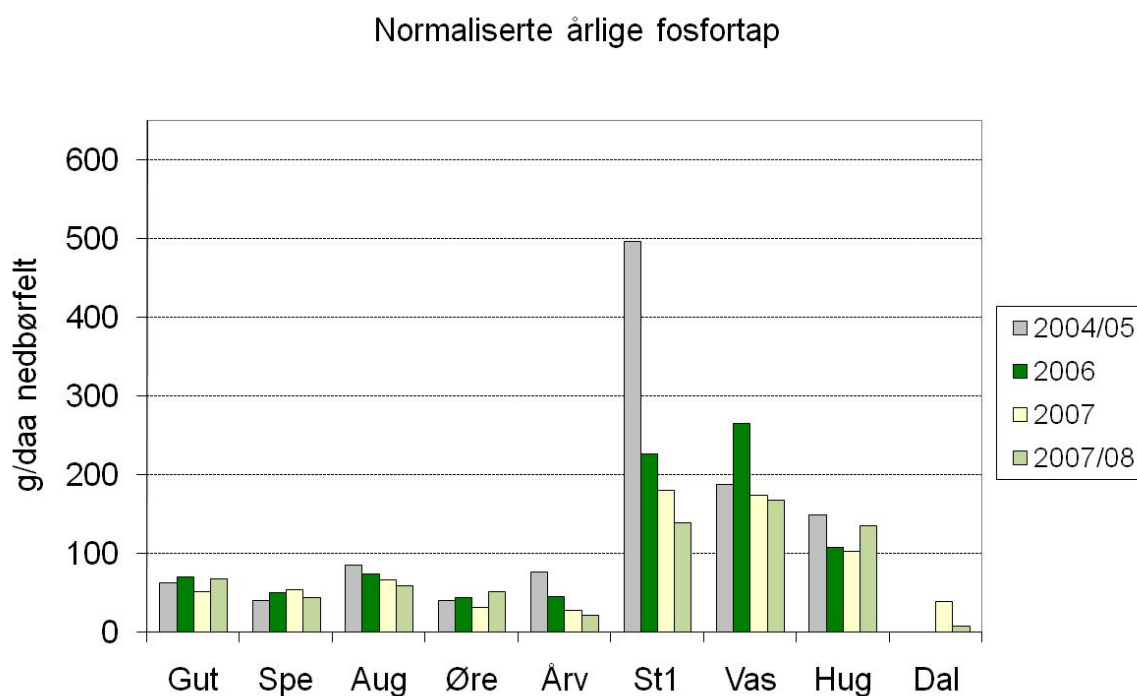
Konsentrasjonene av Termostabile koliforme bakterier (TKB) var høye både Ørejordet- og Årvoldbekken. Det tyder på at vannet er påvirket av kommunalt avløp, og at det dermed kan være lekkasje på ledningsnettet. I Guthus- og Augerødbekken er det også forholdsvis høye konsentrasjoner av TKB, som evt. kan ha tilknytning til husdyrhold innenfor nedbørfeltene.

5.2 Totale tilførsler til vestre Vansjø og Mosseelva

For å unngå at årlige variasjoner i nedbør og avrenning skal få avgjørende betydning for de beregnede mengder totalfosfor tilført vestre Vansjø i enkeltår, er det gjort en normalisering av de enkelte år i forhold til årets avrenningsmengde. Alle år er omregnet til normalår med 532 mm avrenning, som er målt i Skuterudfeltet i Ås over en 10 årsperiode. Avrenningsnormaliserte tap av fosfor fra nedbørfeltene i 2007/08 varierte slik som i 2004/05, 2006 og 2007 med de høyeste tapene fra de intensive jordbruksområdene mellom raet og Vansjø (Figur 47). Det er dog registrert en tydelig nedgang i de normaliserte fosfortapene. Fosfortapene fra nedbørfeltet til Støabekken 1 er i 2007/08 under en tredjedel av tapet i 2004/05 og nedgangen har fortsatt fra år til år. Denne reduksjonen kan ha sammenheng med en driftsendring fra potet til plen gras på en del av arealet og fangdammen som er bygget i utløpet av Støabekken 1. I 2008 er vannprøver fra Støabekken 1 tatt ut nedstrøms fangdammen. Figur 47 viser dessuten en jevn reduksjon i fosfortapene fra Augerødbekken og Årvoldbekken. I Augerødbekken er det satt inn omfattende tiltak med redusert jordarbeiding, vegetasjonssoner og det er etablert

en fangdam. For øvrig er det noen mindre endringer i normaliserte fosfortap fra for de enkelte feltene stort sett mot reduserte tap. Fra nedbørfeltet til Sperrebotn var det også litt lavere fosfortap. Målinger i Sperrebotn danner grunnlag for oppskalering av fosfortapene fra jordbruksarealer på øst- og nordsiden av vestre Vansjø.

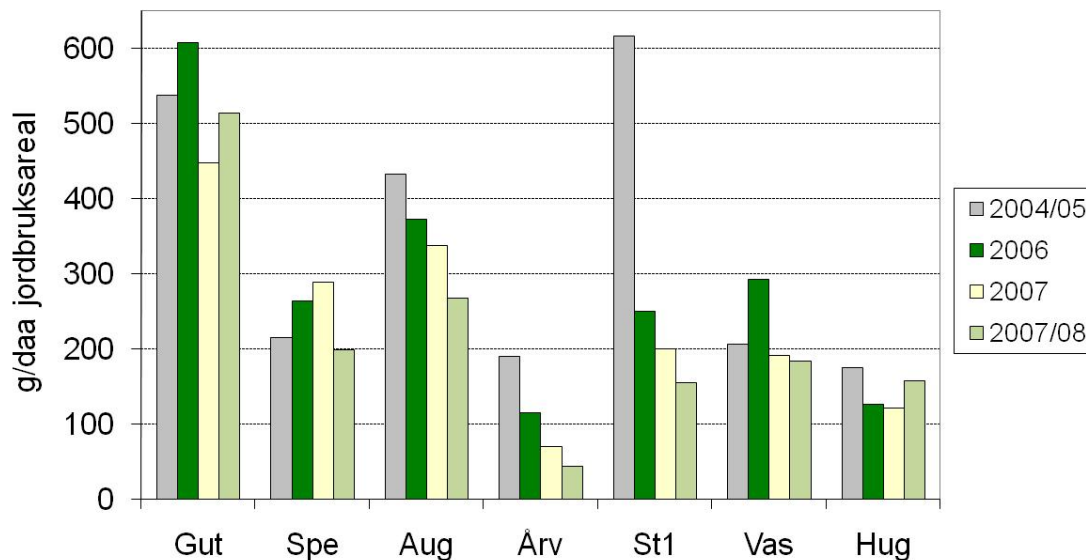
De normaliserte fosfortapene fra skogsbekken Dalen var i 2007 høyere enn forventet og var på nivå med flere av de andre bekkene (Figur 47). De høyeste konsentrasjonene i Dalen ble da målt i juni, juli og september. Året 2007/08 viste mye lavere fosfortap fra skogen (ca 8 g TP/daa) og mer i tråd med forventningen. For et år med normalavrenning (532 mm) svarer det til ca 7 g TP/daa fra skogen. Tidligere er 11 g TP/daa brukt som standard for avrenning fra skog. Det ble ikke målt unormalt høye konsentrasjoner dette året.



Figur 47. Avrennings-normaliserte fosfortap fra nedbørfeltene (g/daa nedbørfeltareal) i 2004/05, 2006, 2007 og 2007/08.

De normaliserte fosfortapene per dekar jordbruksareal i Figur 48 viser at jordbruksarealet i Guthusbekken hadde de høyeste tapene (ca 500 g TP/daa jordbruksareal) i 2007/08. Her er det regnet med at skogen bidrar med samme fosformengde som i Dalen. Bedre estimater for bidraget fra skogen gir et mer nøyaktig bilde av forskjellen mellom fosfortapene fra jordbruksarealene. I Rygge, mellom raet og Vansjø, var fosforkonsentrasjonene høye, men de normaliserte fosfortapene per dekar jordbruksareal var lavere (100-200 g TP/daa jordbruksareal) enn fra kornområdene på østsiden (200-500 g TP/daa). Fra Skuterudbekken i Ås er det målt gjennomsnittlige fosfortap på om lag 220 g TP/daa jordbruksareal fra områder med kornproduksjon (Bechmann et al., 2008).

Normaliserte årlige fosfortap fordelt på jordbruksarealet



Figur 48. Avrennings-normaliserte fosfortap fra jordbruksareal i nedbørfeltene (g/daa jordbruksareal) i 2004/05, 2006, 2007 og 2007/08.

Generelt tyder målingene på at de normaliserte fosfortapene fra områdene rundt vestre Vansjø er redusert i overvåkingsperioden. Dette henger sannsynligvis sammen med den sterke fokus på fosfortap og tiltakene som er iverksatt i perioden.

5.3 Tilførsler av fosfor og suspendert tørrstoff til Vansjø i 2007/08

De reelle tilførslene av fosfor og suspendert stoff i 2007/08 målt i bekkene rundt vestre Vansjø var noe høyere sammenlignet med de avrenningsnormaliserte tilførslene. For suspendert stoff varierte tilførslene fra 2 til 43 kg/daa/år, lavest fra skogfeltet Dalen og høyest fra Huggenes Tabell 19. Tilsvarende varierte fosfortilførslene fra 8 til 190 kg/daa/år. På grunn av størrelsen bidrar Augerødbekken og Guthusbekken med en relativt stor andel av de lokale tilførsler av både SS og TP. Målt per km² 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.

Tabell 19. Tilførsler av suspendert tørrstoff og totalfosfor fra lokale bekker til vestre Vansjø og Mosseelva i 2007/08.

	SS			TP	
	daa	tonn/år	kg/daa/år	kg/år	kg/daa/år
Guthusbekken	3150	81	26	242	77
Sperrebotn	2481	39	16	122	49
Augerødbekken	4778	129	27	320	67
Ørejordet	692	16	24	40	58
Årvoldbekken	486	3	5	12	25
Støabekken1	157	4	23	25	157
Vaskeberget	130	4	28	25	190
Huggenesbekken	810	35	43	124	153
Dalen	882	2	2	7	8

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). I 2007 og 2007/08 var derimot avrenningsmengden mer lik et normalår (hhv. 660 og 600 mm) basert på avrenningsmålinger fra Guthusbekken i nedbørfeltet til vestre Vansjø.

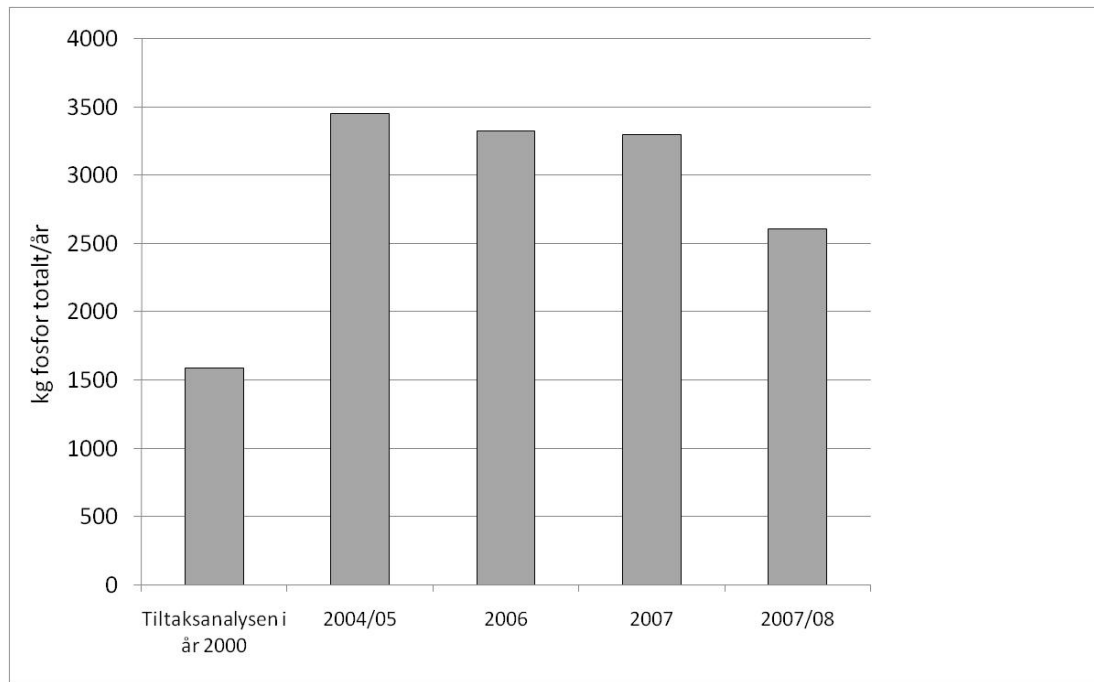
Gjennomsnittlig tilførsel av suspendert stoff (SS) og totalfosfor (TP) til Vansjø er vist i Tabell 20. Tilførsler til vestre Vansjø fra Storefjorden ble i 2005 estimert til å utgjøre 3/5 av de totale fosfortilførsler til vestre Vansjø. De lokale tilførslene ble da estimert til 2/5. De reelle fosfortilførslene til vestre Vansjø var om lag 1,7; 4,7; 4,1 og 2,9 tonn TP i hhv. 2004/05, 2006, 2007 og 2007/08 og tilsvarende var tilførslene til Mosseelva fra det lokale nedbørfeltet 0,2; 0,6; 0,3 og 0,4 tonn TP. Nedbør og avrenning har hatt stor betydning for de årlige variasjoner i fosfortilførsler. Avrenningen var 256, 760, 660 og 600 mm for hhv. 2004/05, 2006, 2007 og 2007/08.

Tabell 20. Avrenning og tilførsler til vestre Vansjø og Mosseelva i 2004/05, 2006, 2007 og 2007/08.

	2004/05		2006		2007		2007/08	
	Total P	SS	Total P	SS	Total P	SS	Total P	SS
			----- tonn -----					
Vestre Vansjø	1,7	-	4,7	-	4,1	1800	2,9	490
Mosseelva	0,2	-	0,6	-	0,3	200	0,4	120
Totale tilførsler	1,9	-	5,3	-	4,4	2100	3,3	610
Avrenning (mm)	256*		760*		660**		600**	

* Basert på vannføring i Skuterudbekken

** Basert på vannføring i Guthusbekken med korreksjon for oppstuvning



Figur 49. Normaliserte tilførsler av fosfor fra jordbruk, punktkilder og avrenning fra skog i det lokale nedbørfeltet til vestre Vansjø beregnet teoretisk i tiltaksanalysen og ved oppskalering på grunnlag av målinger.

De oppskalerte normaliserte fosfortilførslene til vestre Vansjø viser en svakt fallende trend igjennom årene som overvåking har pågått (Figur 49). Fra om lag 3,5 tonn til om lag 2,6 tonn fosfor tilføres fra det lokale nedbørfeltet til vestre Vansjø i et normalår med hensyn til avrenning.

Tabell 21. Frekvens av prøvetaking per bekk og år.

Nedbørfelt	Antall vannprøver			
	2004/04	2006	2007	2007/08
Guthus	35	32	42	39
Sperrebotn	35	33	40	32
Augerød	34	32	40	32
Ørejordet	35	32	42	39
Årvold	35	31	42	34
Støa	35	35	42	38
Vaskeberget	35	27	38	36
Huggenes	35	34	42	36
Dalen	-	-	14	15

5.4 Konklusjoner for Vestre Vansjø

Overvåkingen av bekkene rundt vestre Vansjø og Mosseelva viser en svakt fallende trend i avrenningsnormaliserte fosfortilførsler gjennom overvåkingsperioden. I 2007/08 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. En av bekkene drenerer et boligområde i Moss, mens de øvrige 7 bekker hovedsakelig representerer avrenning fra skog og jordbruk.

De beregnede verdiene for lokale fosfortilførsler til vestre Vansjø i 2007/08 er noe lavere tilførslene de tidligere år, når det tas hensyn til avrenningsmengden. Tilførslene ble estimert til 2,6 tonn fosfor justert til et normalår. De reelle fosfortilførslene til vestre Vansjø var om lag 1,7, 4,7, 4,1 og 2,9 tonn TP i hhv. 2004/05, 2006, 2007 og 2007/08 og tilsvarende var tilførslene til Mosseelva fra det lokale nedbørfeltet 0,2, 0,6, 0,3 og 0,4 tonn TP. Nedbør og avrenning har hatt stor betydning for de årlige variasjoner i fosfortilførsler. Avrenningen var 256, 760, 660 og 600 mm for hhv. 2004/05, 2006, 2007 og 2007/08.

Vannføringsveide årlige fosforkonsentrasjoner i de 9 bekkene ligger betydelig over miljømålet på 50 µg TP/l. I skogsbekken var den vannføringsveide gjennomsnittskonsentrasjonen av fosfor mye lavere (8,2 µg TP/l) enn året før.

Tilførslestimatene er basert på vannføringsmålinger i Guthusbekken i Våler utført av NVE. Målestasjonen ligger lavt og det forekommer oppstuvning når vannstanden i Vansjø er høy. I 2007/08 var det mange slike episoder. Vannføringen blir korrigert til en "normal" sesjon.

6. Vansjø - innsjøresultater

Dette kapitlet gir resultatene fra Vansjø, herunder Storefjorden, Grepperødfjorden og Vanemfjorden. Fysisk-kjemiske og biologiske data inngår i tillegg til toksiner.

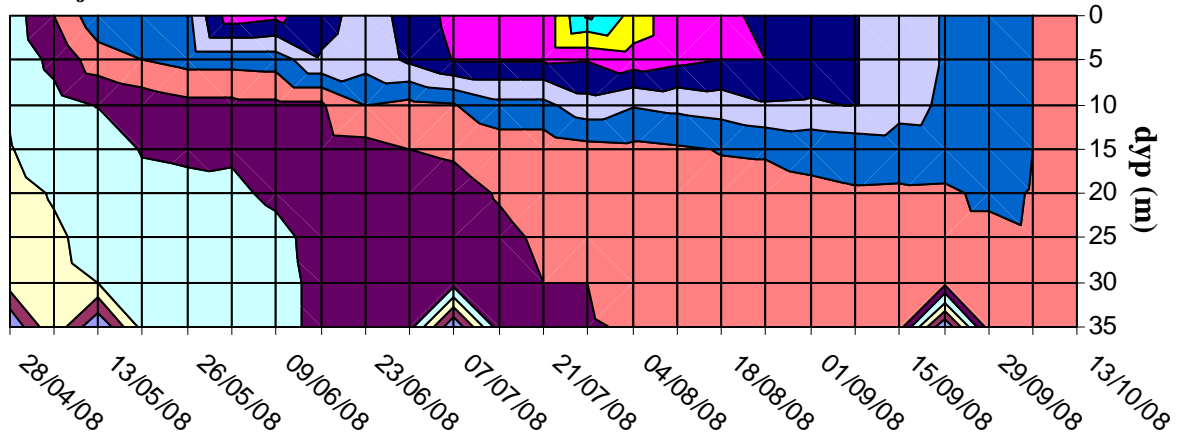
6.1 Resultater fysisk-kjemiske forhold

6.1.1 Temperatur og oksygen

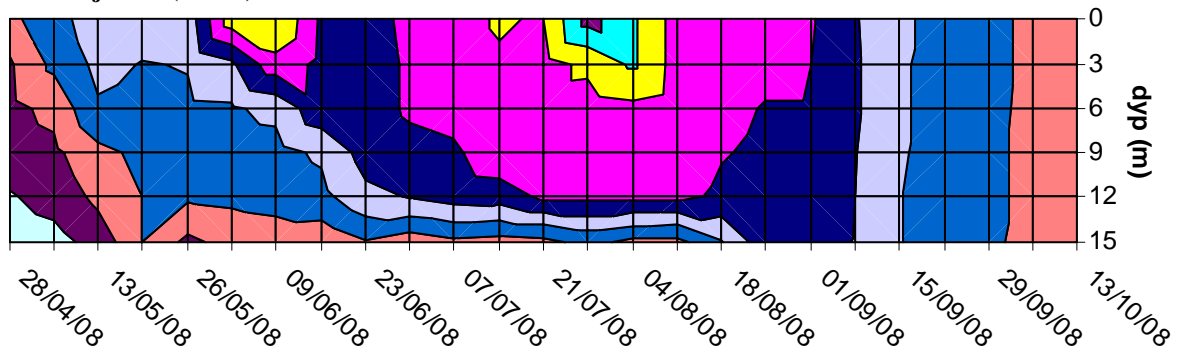
Temperaturforholdene er av overordnet betydning for mange av de fysiske-kjemiske prosesser som forekommer i vannmassene, og mellom vannmassene og sedimentene i en innsjø. Den vertikale temperatursjiktningen vil i avgjørende grad være styrende for oksygenforholdene i Vansjø. Temperatursjiktningen har 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 50). I Vanemfjorden (VAN2) og Grepperødfjorden medførte dette en reduksjon i oksygenkonsentrasjonen mot bunnen da oksygenrikt overflatevann ikke ble blandet med vannmassene under sprangsjiktet. Det ble påvist oksygenverdier ned mot 1,5 mg/l (Figur 51). Når oksygenmengden reduseres til under 0,5 mg/l kan det igangsettes prosesser med for eksempel frigivelse av fosfat fra sedimentene som resultat. I 2008 har vi ikke funnet slikt oksygenvinn, og dette har derfor ikke noen betydning for frigivelse av fosfor til vannmassene. Det ble ikke observert stabilt oksygenvinn i Storefjorden og Vanemfjorden ved Sideholmen.

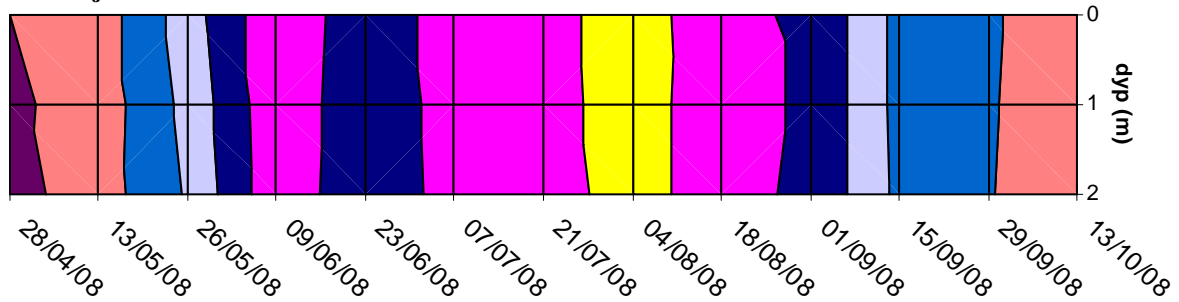
Storefjorden



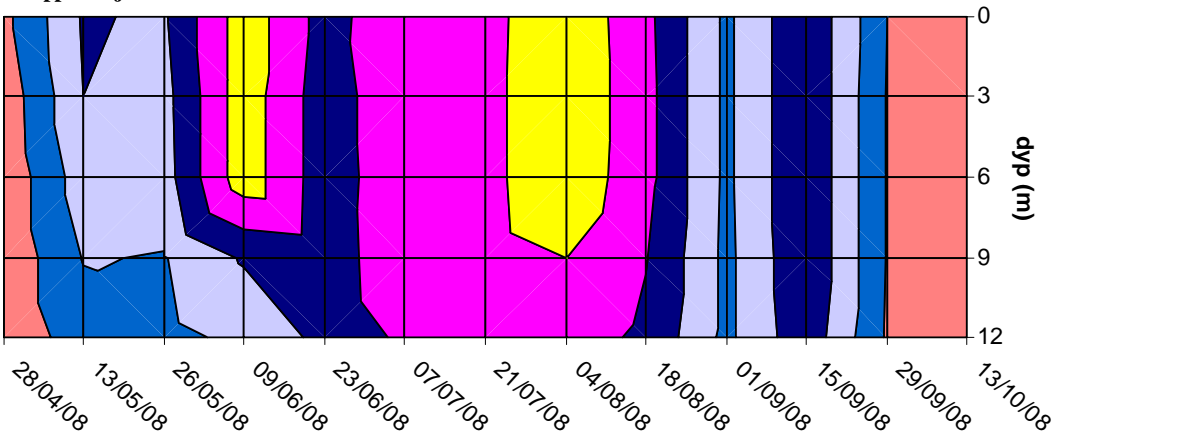
Vanemfjorden (VAN2)



Vanemfjorden v/Sildeholmen

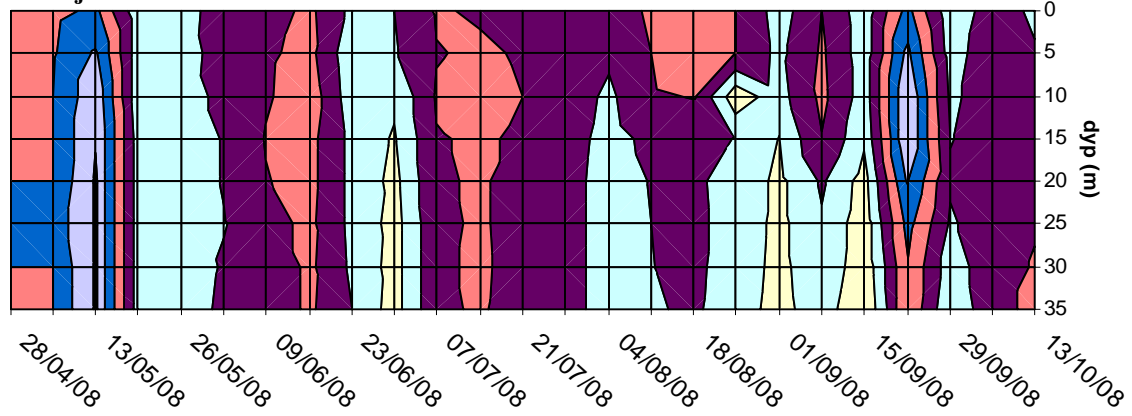


Grepperødfjorden

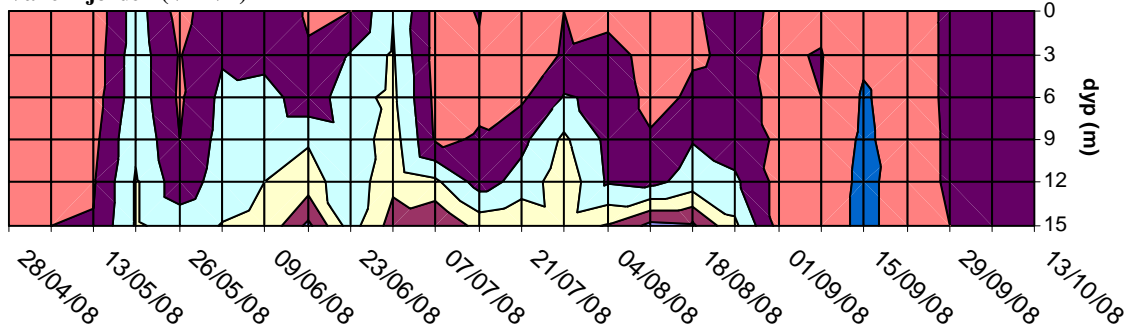


Figur 50. Temperaturforhold i Vansjø 2008 (temperatur i °C)

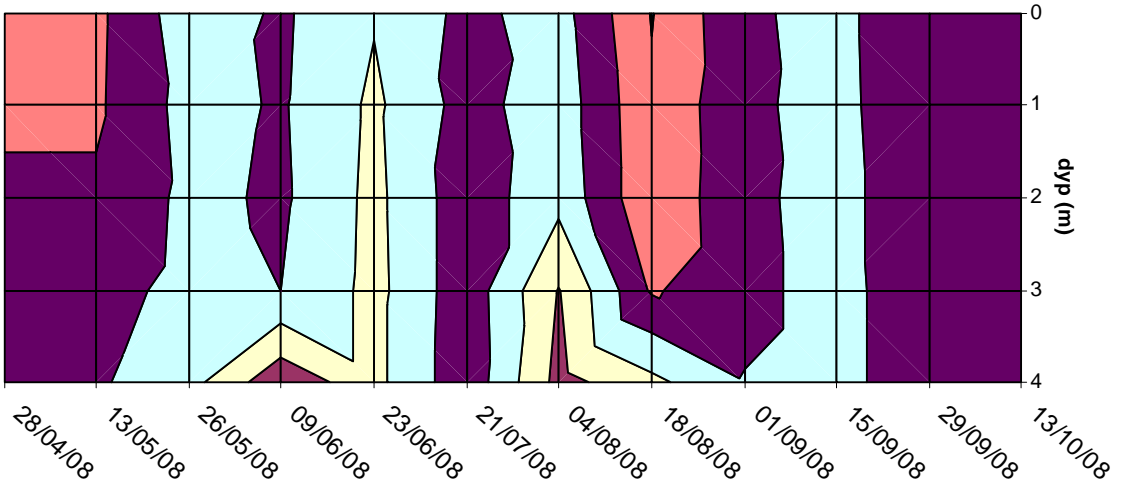
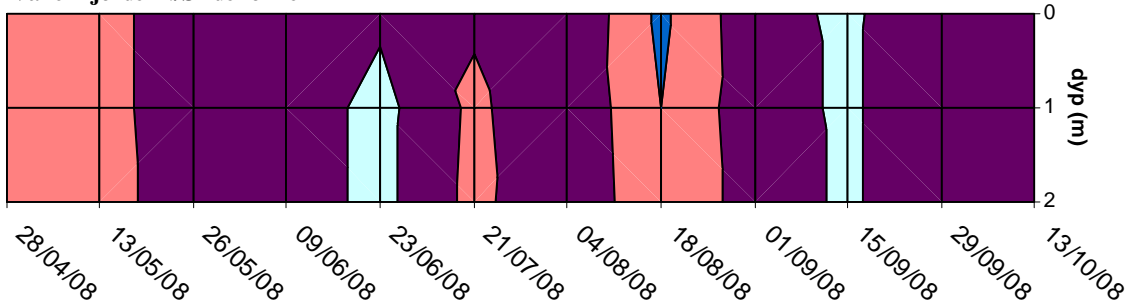
Storefjorden



Vanemfjorden (VAN 2)



Vanemfjorden v/Sildeholmen



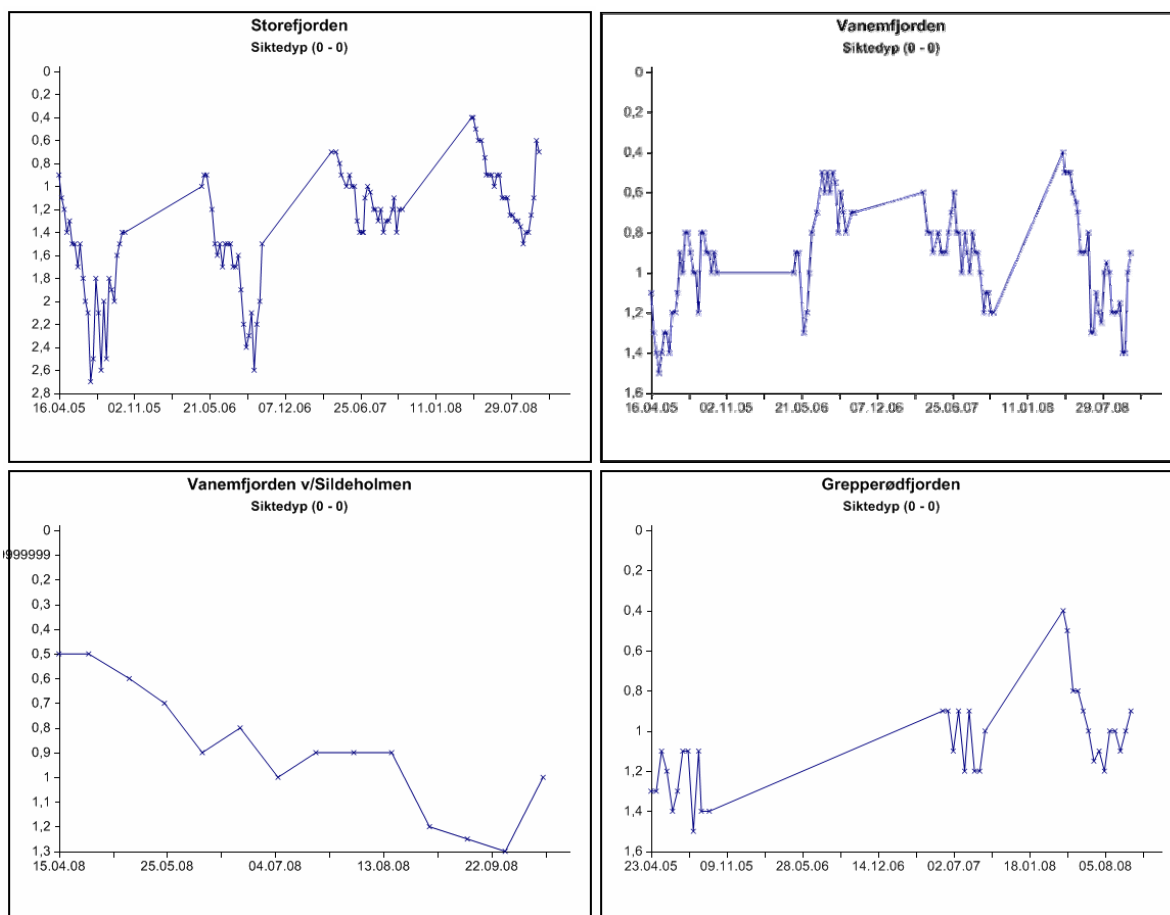
■ 0-2 ■ 2-4 ■ 4-6 ■ 6-8 ■ 8-10 ■ 10-12 ■ 12-14

Figur 51. Oksygenforhold i Vansjø 2008 (i mg O₂ liter⁻¹)

6.2 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 52. I 2008 ble siktedypet i Storefjorden og Vanemfjorden i stor grad bestemt av de høye fargeverdiene som ble målt og en kraftig transport av erosjonsmateriale fra nedbørfeltet. I april lå siktedypet på kun 0,4-0,6 m, noe som er uvanlig for Vansjø. Det gjennomsnittlige siktedypet i undersøkelsesperioden april-oktober var 0,9 m i Storefjorden og Vanemfjorden. Det gjennomgående lave siktedypet i Vansjø sannsynliggjør at algene var lysbegrenset i store deler av vekstsesongen. I Vansjø kan en anta at algeproduksjonen foregår ned til et dyp på ca. 1,5 – 2 ganger siktedypet (= ca. 1,5 - 2 m). Hvis innsjøen er omblandet ned til mye mer enn 2 m, noe som skjedde ofte i 2008, medfører det at algene kan være lysbegrenset i større deler av vekstsesongen.

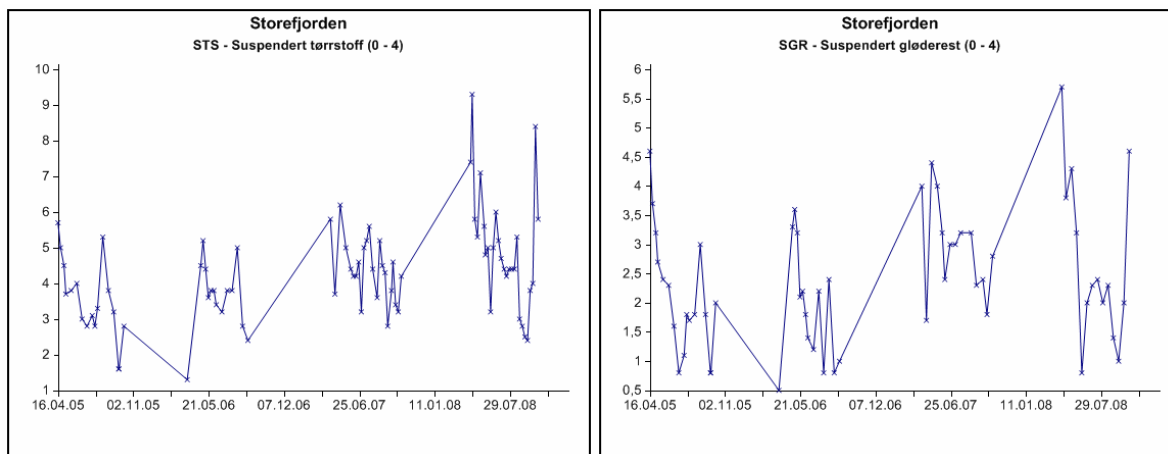


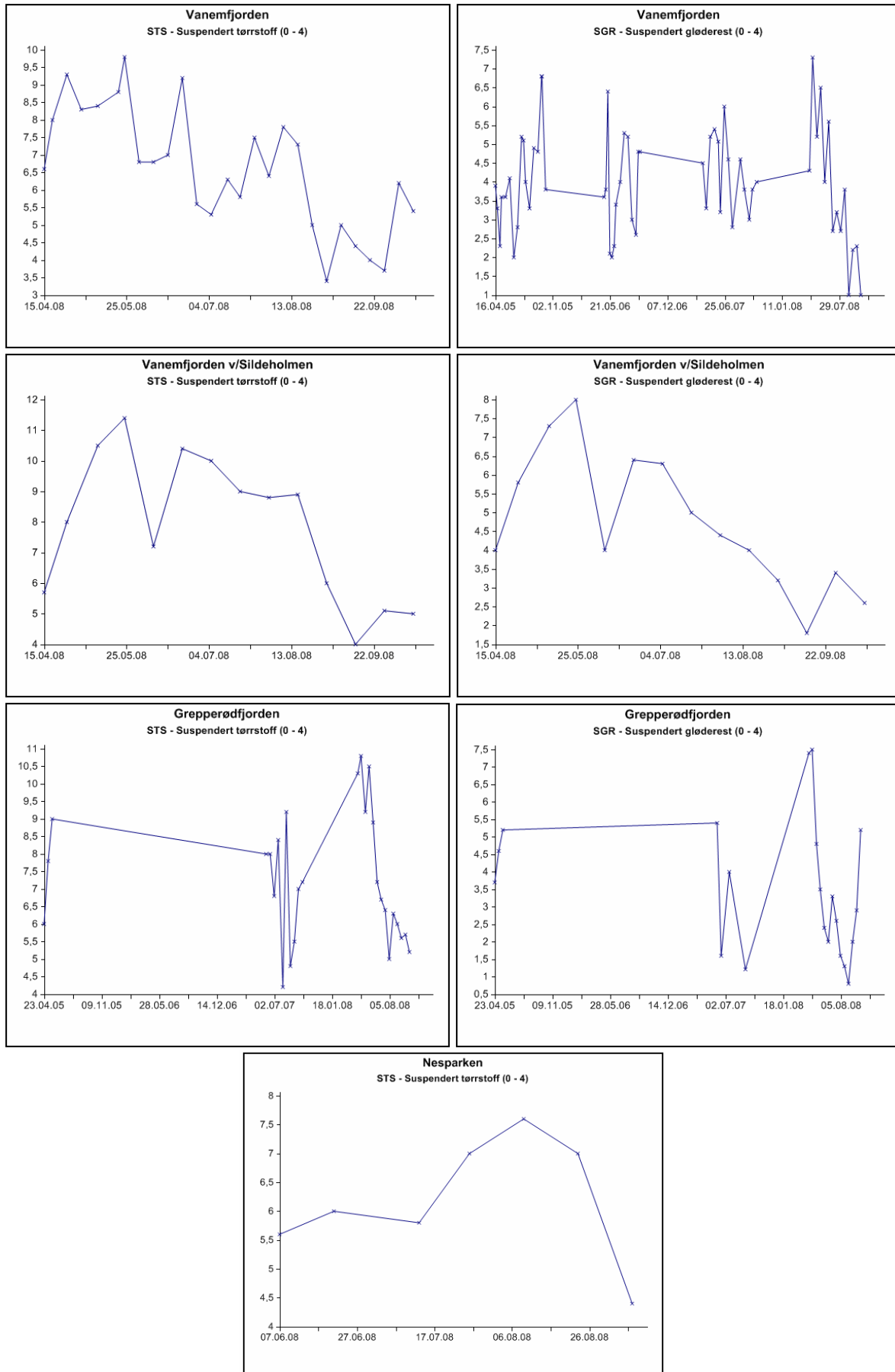
Figur 52. Siktedyp i Vansjø 2005-2008

6.3 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. Vansjøs 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 høy i april og mai. Dette er i samsvar med den kraftige transporten av erosjonsmateriale fra nedbørfeltet som ble observert i denne perioden. I tidligere år ble det påvist høyere verdier i Vanemfjorden enn i Storefjorden (Figur 53). I 2008 derimot var gjennomsnittsverdiene for begge bassengene nesten identiske (Storefjorden 5,4 mg/l, Vanemfjorden VAN2 5,8 mg/l). Også dette kan forklares med den uvanlige kraftige transporten av suspendert erosjonsmateriale til Storefjorden på våren 2008. Det ble imidlertid registrert høyere verdier av uorganisk partikulært materiale i Vanemfjorden enn i Storefjorden. Mens det i Storefjorden ble registrert en gjennomsnittlig verdi på 2,8 mg/l, ble det i Vanemfjorden registrert gjennomsnittlige verdier på 3,7 mg/l (VAN 2) og 4,7 mg/l (ved Sildeholmen). At det påvises høyere konsentrasjoner av uorganisk partikulært materiale i Vanemfjorden skyldes større grad av vinddrevet resuspensjon som følge av at dette bassenget har en annerledes morfometri enn bassenget i Storefjorden. I Vanemfjorden er det et større forhold mellom de grunne og dypere arealene enn i Storefjorden. Dette er et forhold som sier noe om i hvor stor grad vannmassene er i kontakt med sedimentet. Dette kan medføre både en høyere algemengde, men også en større resuspensjon av uorganisk materiale.



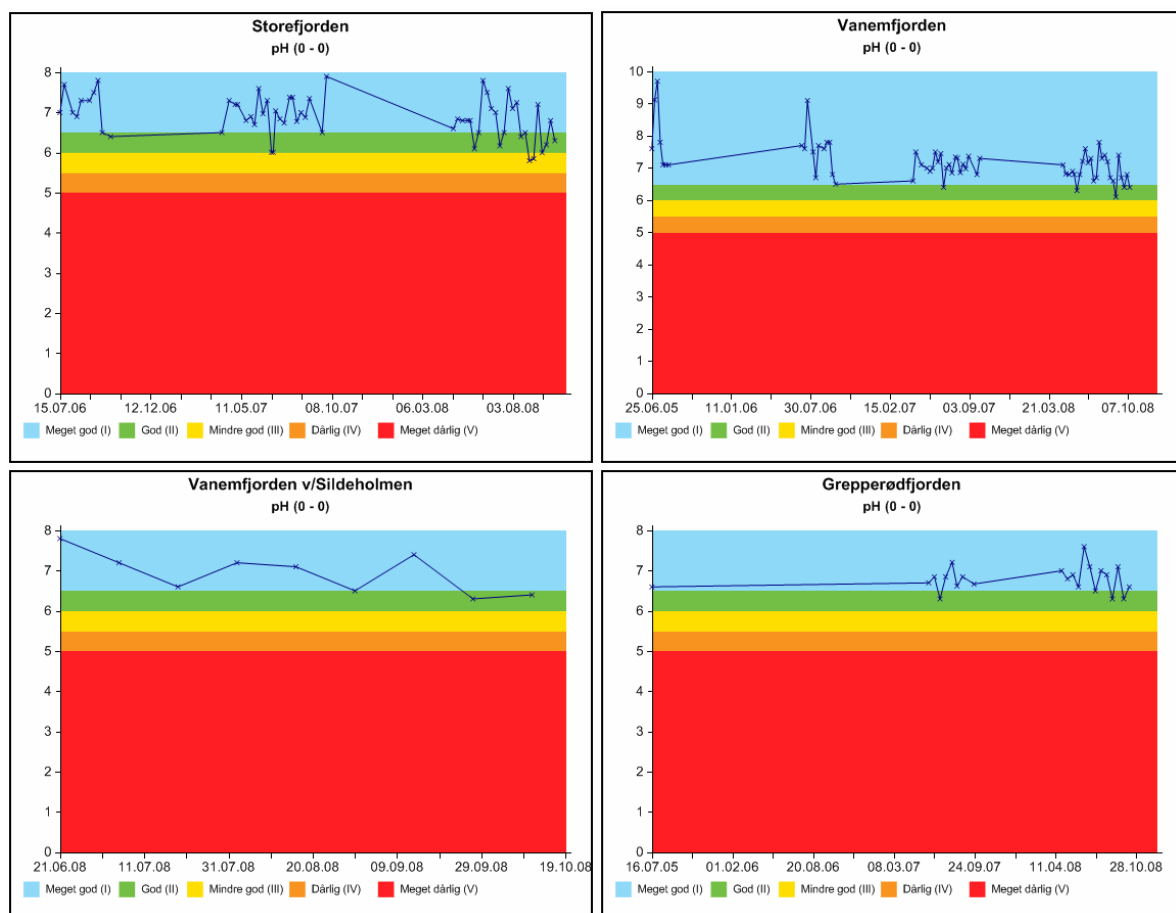


Figur 53. Variasjoner i suspendert tørrstoff (STS) og gløderest (SGR) i Vansjø 2005-2008

6.4 pH

pH er et mål på vannets surhetsgrad. 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 54. 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 2008 på grunn av dårlig tilgang til lys som følge av de høye konsentrasjonene av suspenderte partikler i vannet. En signifikant frigjøring av fosfat fra leirpartikler eller sediment på sommeren 2008 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.



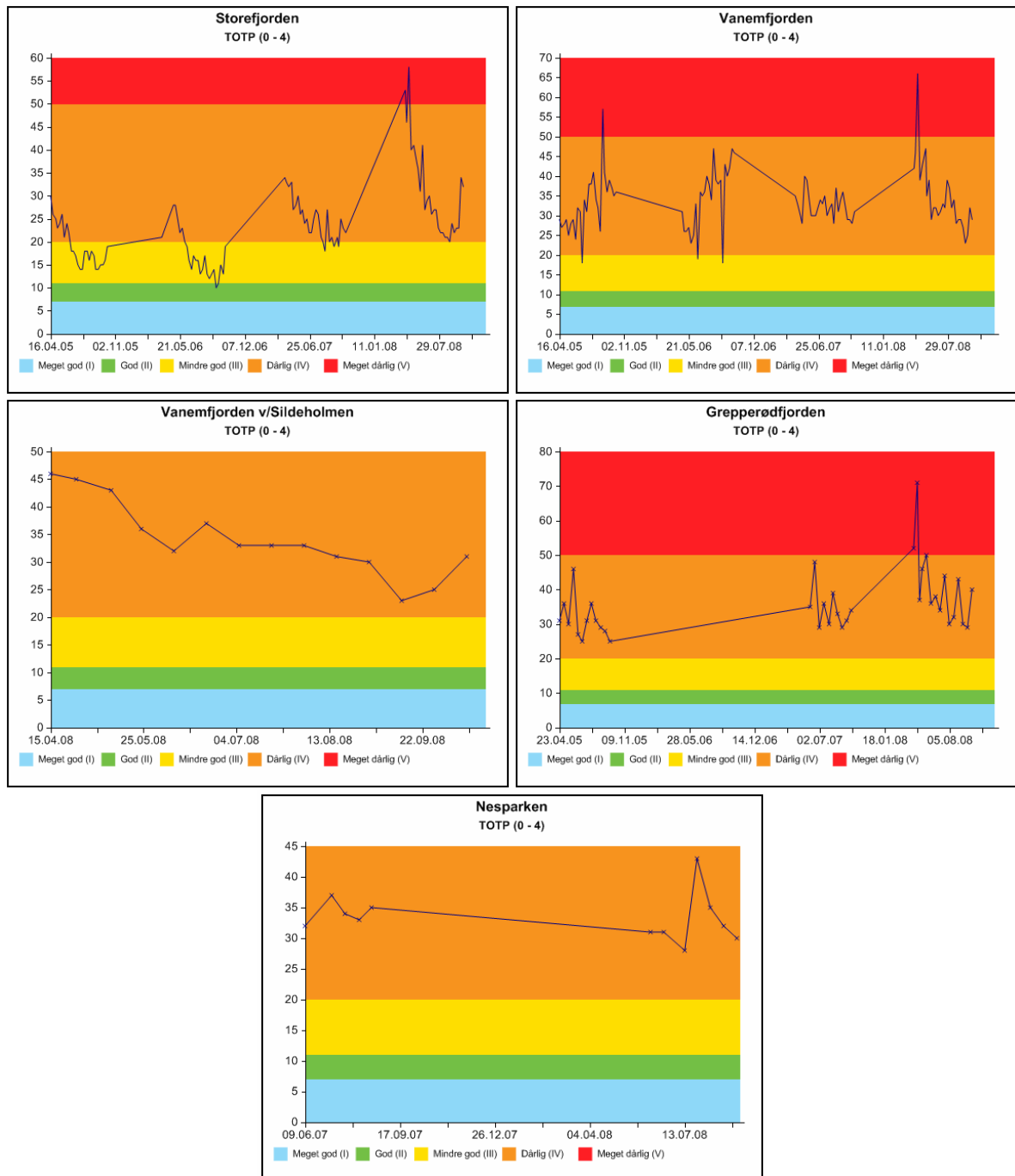
Figur 54. Variasjoner i pH i Vansjø 2005-2008. Tallene vises i forhold til SFTs klasser for å kunne vurdere verdiene i forhold til tidlige miljømål og anbefalinger. En vurdering av Vansjø i forhold til EUs rammedirektive for vann finnes i avsnitt 6.13.

6.5 Fosfor

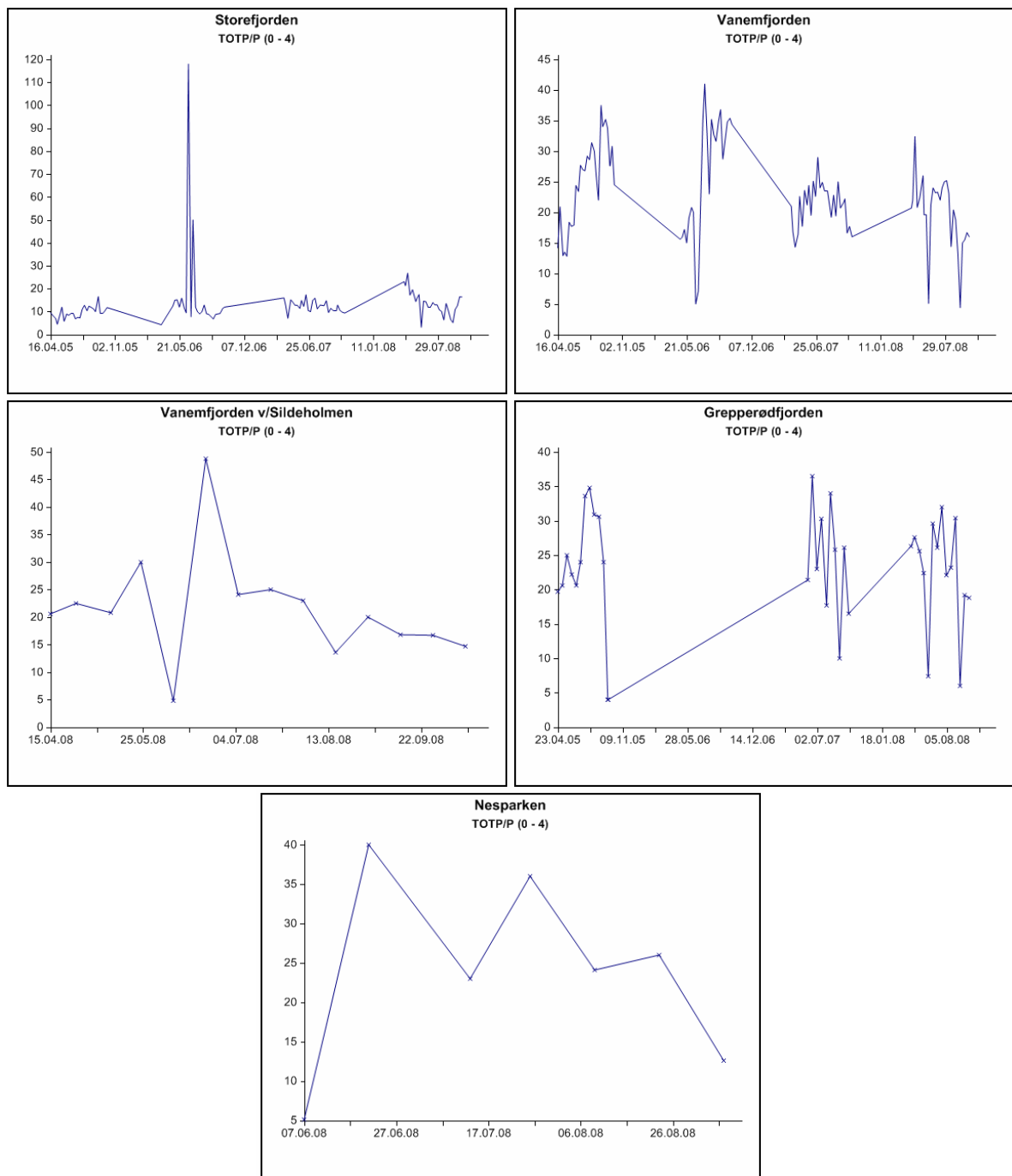
Totalfosfor (TOTP) omfatter alle fosforforbindelsene i vannmassene – både det som er bundet til partikler og det som finnes løst. Partikkelbundet fosfor er det fosforet som er bundet i biologisk materiale og til uorganiske partikler. Planteplanktonet har behov for en rekke næringsstoffer, men det er 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 55 (totalfosfor), Figur 56 (partikkelbundet fosfor) og Figur 57 (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 maksimalkonsentrasjon av 53 $\mu\text{g P/l}$ (2007: 34 $\mu\text{g P/l}$, 2006: 25 $\mu\text{g P/l}$). Gjennomsnittsverdien for hele perioden var også høyere (2006: 17 $\mu\text{g P/l}$, 2007: 25 $\mu\text{g P/l}$, 2008: 31 $\mu\text{g P/l}$). Det samme gjaldt for Storefjordens innhold av orto-fosfat (gjennomsnitt 2006: 4,7 $\mu\text{g P/l}$, 2007: 9,2 $\mu\text{g P/l}$, 2008: 10,1 $\mu\text{g P/l}$). Forskjellen mellom 2008 og tidligere år var mindre tydelig i Vanemfjorden, noe som tyder på at Vansjø mottok mer fosfor fra nedbørfeltet til Storefjorden enn vanlig. Utgangskonsentrasjonene av totalfosfor på våren var omtrent like i Storefjorden og Vanemfjorden (ca. 65 $\mu\text{g P/l}$ på stasjon VAN2 og 46 $\mu\text{g P/l}$ ved Sildeholmen). I begge bassengene var fosforkonsentrasjonen på denne tiden påvirket av leirmateriale fra tilløpselvene. Utover sommeren sedimenterte en del av leirmaterialet og vannmassenes innhold av totalfosfor ble mer avhengig av det som er bundet i algene og i annet organisk materiale. Dette medførte en reduksjon i fosforinnholdet i hele Vansjø.

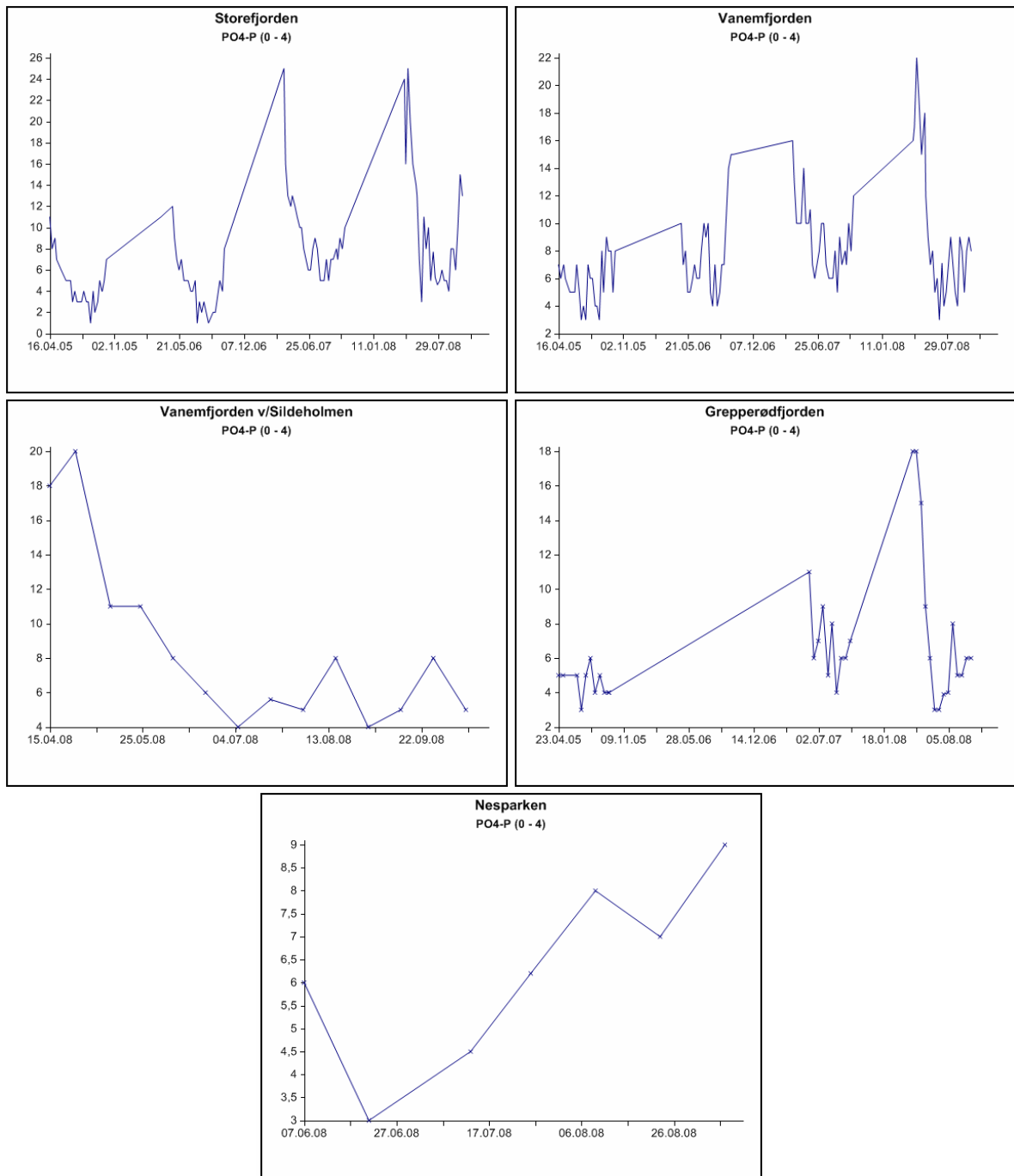
I mange norske innsjøer begrenser tilgjengeligheten av orto-fosfat veksten av alger. Alger har ulike evner til å oppta og bruke orto-fosfat. Noen alger (særlig blågrønnalger) kan lagre fosfor i cellene. Det er derfor vanskelig å vurdere om algeveksten er fosforbegrenset på grunnlag av orto-fosfat konsentrasjonen i vannet. Mange publikasjoner foreslår 1-10 $\mu\text{g P/l}$ orto-fosfat som grense. Det kan derfor ikke utelukkes at planteplanktonet i Vansjø i 2008 var tidvis begrenset av orto-fosfat. Det er imidlertid mange faktorer som her spiller inn (lys, temperatur, andre næringsstoffer).



Figur 55. Variasjoner i totalfosfor i Vansjø 2005-2008. Tallene vises i forhold til SFTs klasser for å kunne vurdere verdiene i forhold til tidelige miljømål og anbefalinger. En vurdering av Vansjø i forhold til EUs rammedirektive for vann finnes i avsnitt 6.13.



Figur 56. Variasjoner i partikkelbundet fosfor (TOTP/P) i Vansjø 2005-2008

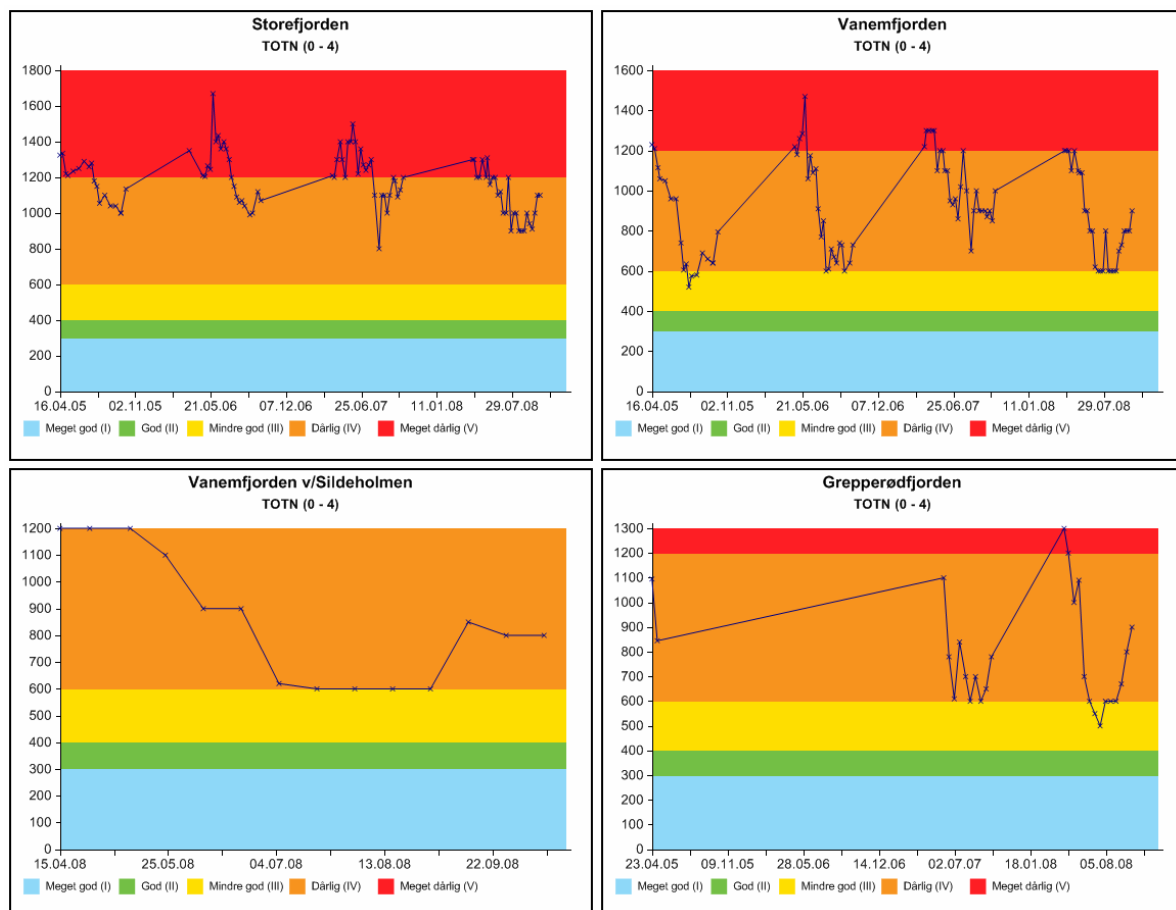


Figur 57. Variasjoner i Orto-fosfat i Vansjø 2005-2008

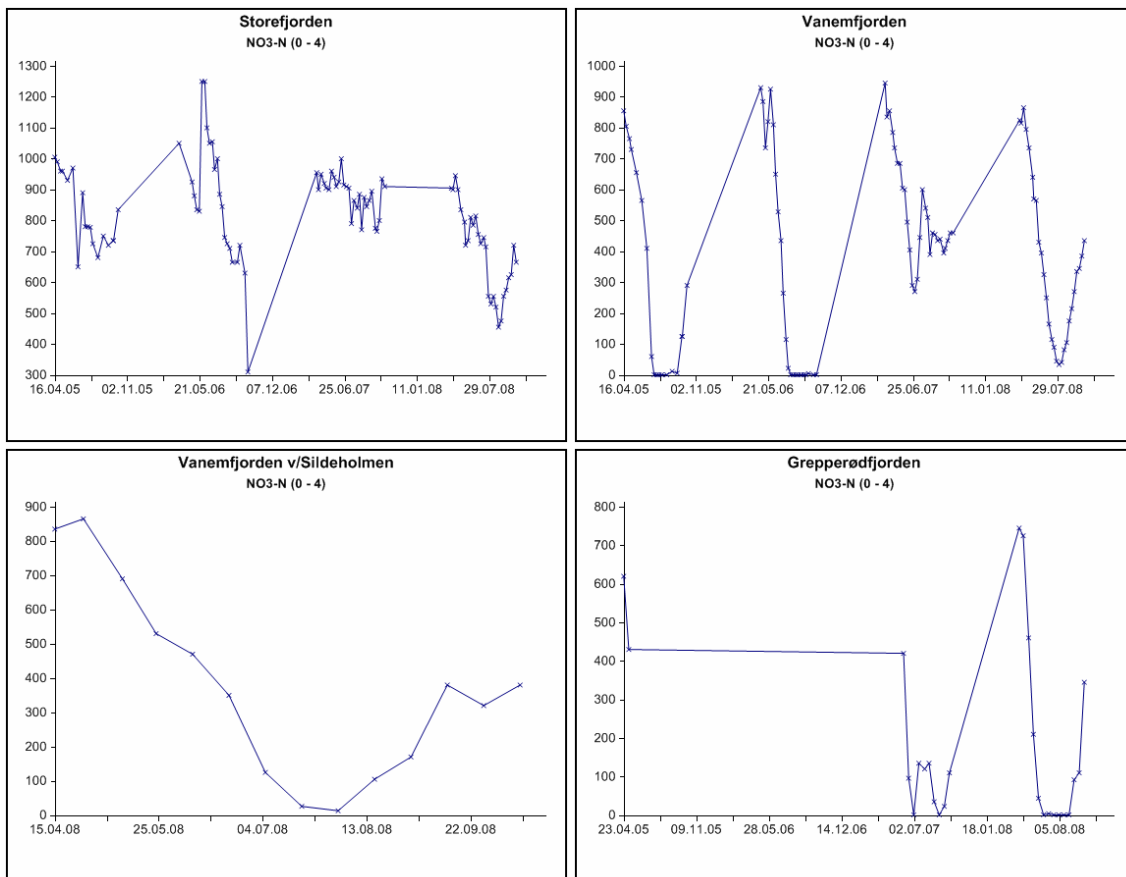
6.6 Nitrogen

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

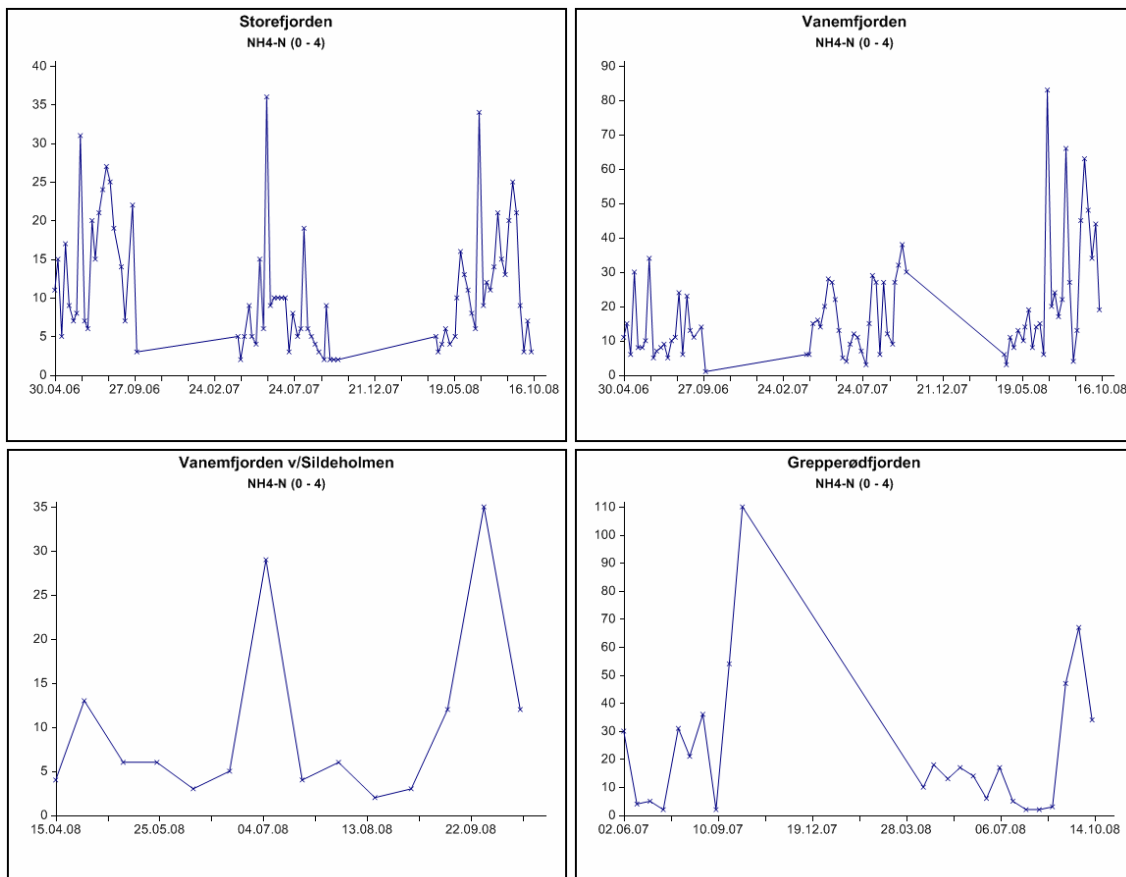
Resultatene vises i Figur 58 (totalnitrogen), Figur 59 (nitrat) og Figur 60 (ammonium). På våren ble det påvist høye nitratkonsentrasjoner i begge hovedbassengene. De høye nitratverdiene har sammenheng med høye tilførsler fra tilførselselvene. Utover sommeren ble det påvist en reduksjon i Vanemfjorden og Grepperødfjorden, noen som skyldes algeveksten. Som i 2005 og 2006 førte det høye biologiske forbruk til at verdien nærmete seg deteksjonsgrensen. En slik situasjon kan har medført en nitrogenbegrensning av algeveksten (særlig i Grepperødfjorden). Konsentrasjonene av ammonium varierte i området 2-90 µg/l. Konsentrasjonen av totalnitrogen følger et mønster påvirket av reduksjonen i nitrat i Vanemfjorden. At det skjer en samtidig reduksjon i totalnitrogen skyldes hovedsakelig sedimentasjon av biologisk bundet nitrogen.



Figur 58. Variasjoner i total nitrogen i Vansjø 2005-2008. Tallene vises i forhold til SFTs klasser for å kunne vurdere verdiene i forhold til tidelige miljømål og anbefalinger. En vurdering av Vansjø i forhold til EUs rammedirektive for vann finnes i avsnitt 6.13.



Figur 59. Variasjoner i nitrat konsentrasjon i Vansjø 2005-2008

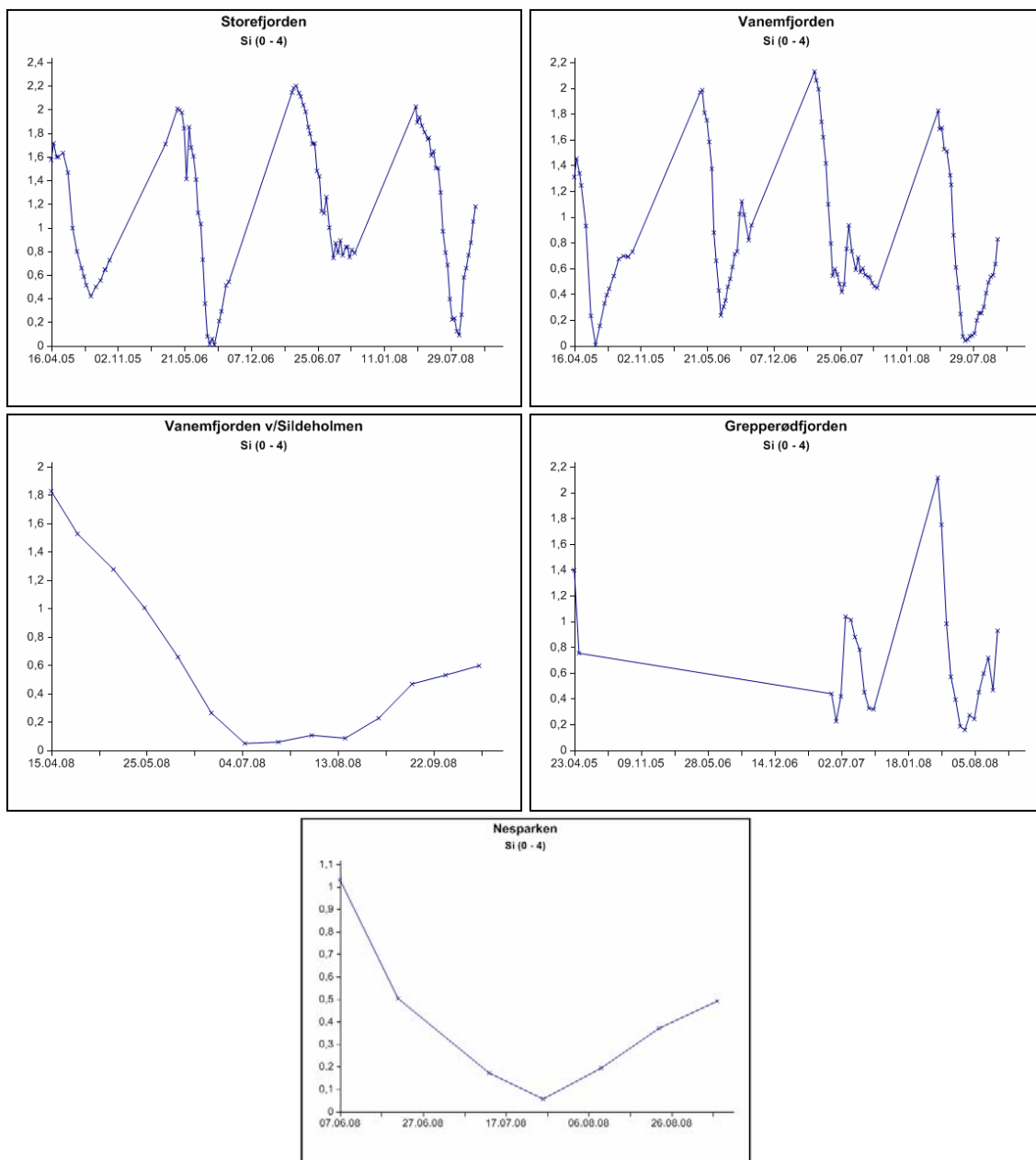


Figur 60. Variasjoner i ammonium konsentrasjon i Vansjø 2006-2008

6.7 Reaktivt silikat

Silikat er et næringsstoff som kun brukes av kiselalgene for å bygge opp et ytre skall av kisel (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 $0,1 \text{ mg SiO}_2/\text{l}$. Dette næringsstoffet har bare naturlige kilder og skiller seg derfor fra fosfor og nitrogen som også har menneskeskapt kilder.

Resultatene vises i Figur 61. 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 juli 2008 ble det påvist lave konsentrasjoner som kan ha medført silikatbegrensning av kiselalger. Fra august ble det observert en gradvis økning i konsentrasjonen av reaktiv silikat.

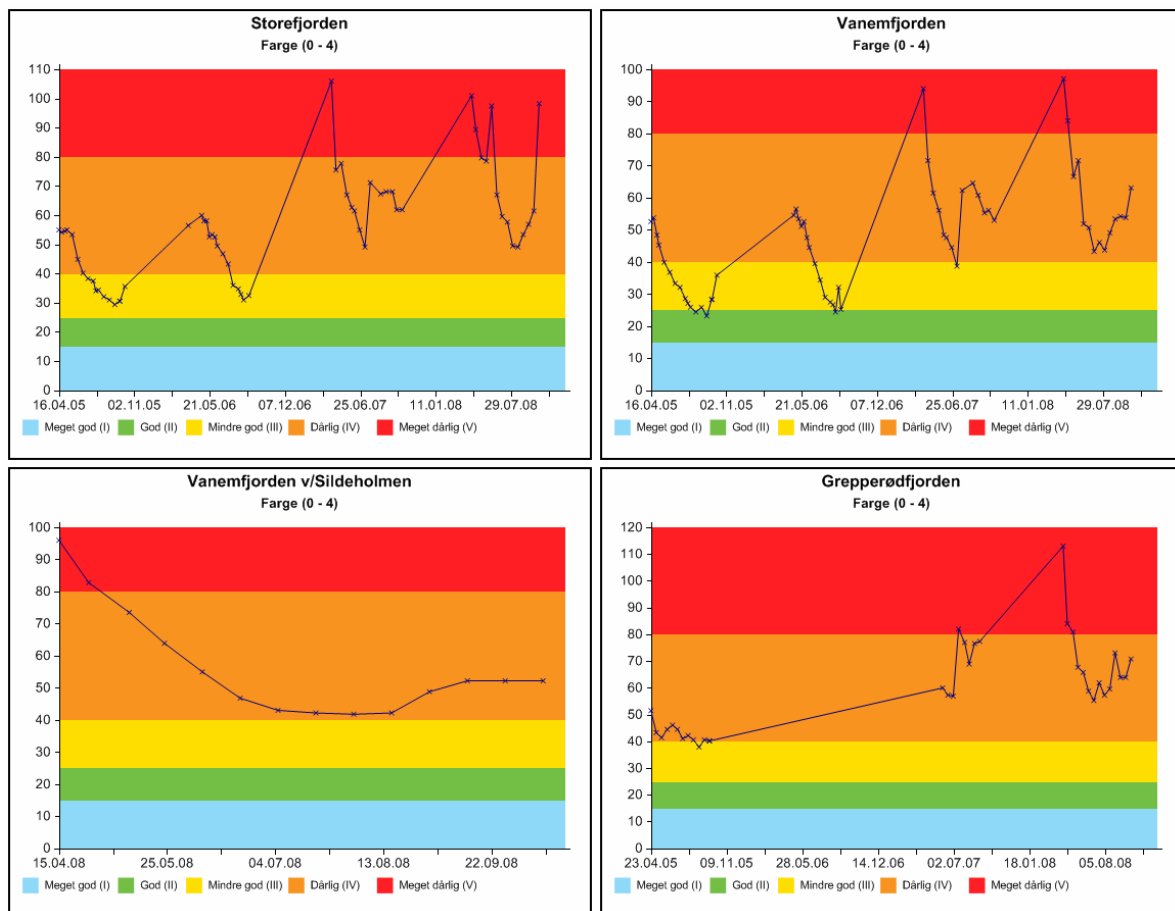


Figur 61. Variasjoner i totalt reaktivt silikat i Vansjø 2005-2008

6.8 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 humus-stoffer.

Resultatene vises i Figur 62. På våren ble det målt høye fargeverdier (opptil 100 mg Pt/l) i både Storefjorden og Vanemfjorden. Dette skyldes hovedsakelig store tilførsler av humus med tilløpselvene. 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.

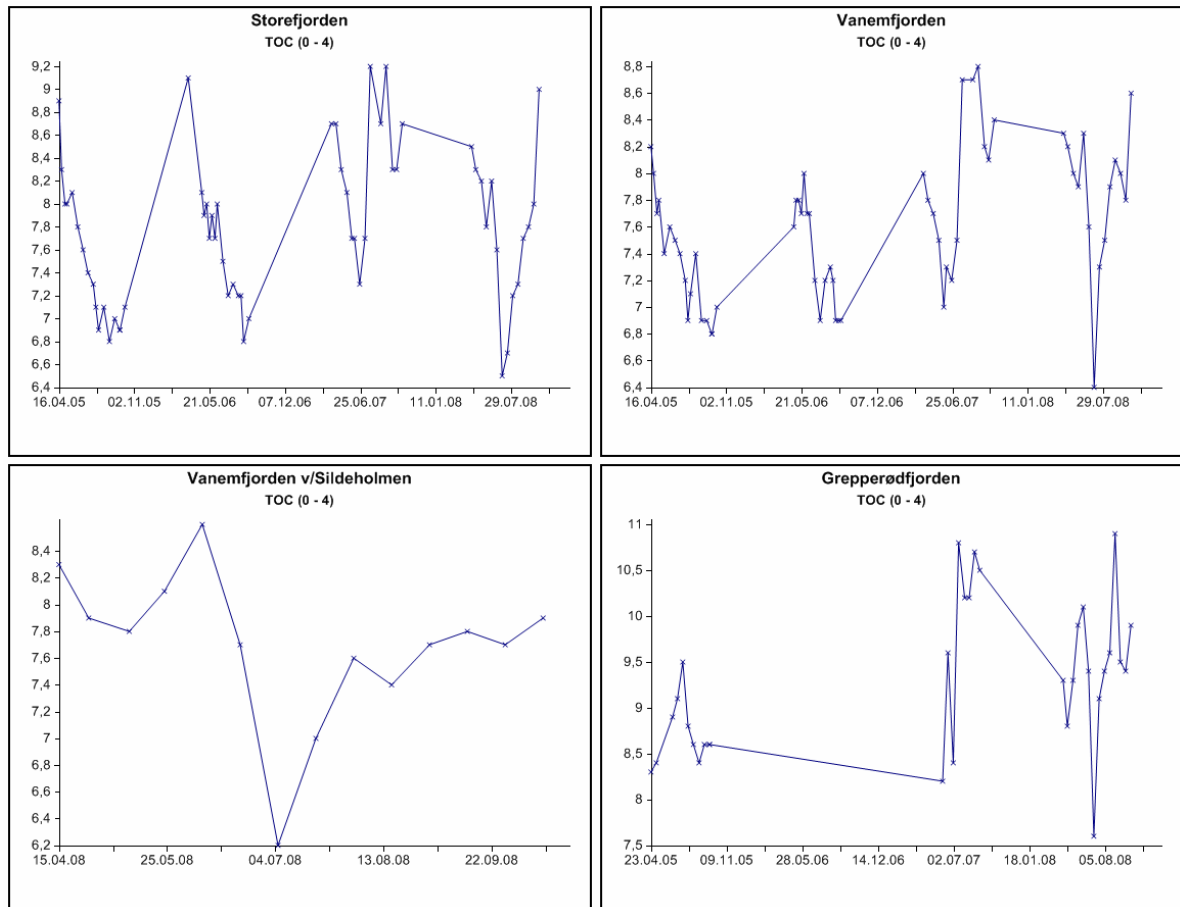


Figur 62: Variasjoner i farge i Vansjø 2005-2008. Tallene vises i forhold til SFTs klasser for å kunne vurdere verdiene i forhold til tidlige miljømål og anbefalinger. En vurdering av Vansjø i forhold til EUs rammedirektive for vann finnes i avsnitt 6.13.

6.9 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 63. 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. Årsaken til nedgangen i slutten av juli er ikke kjent, men kan skyldes stor sedimentasjon.



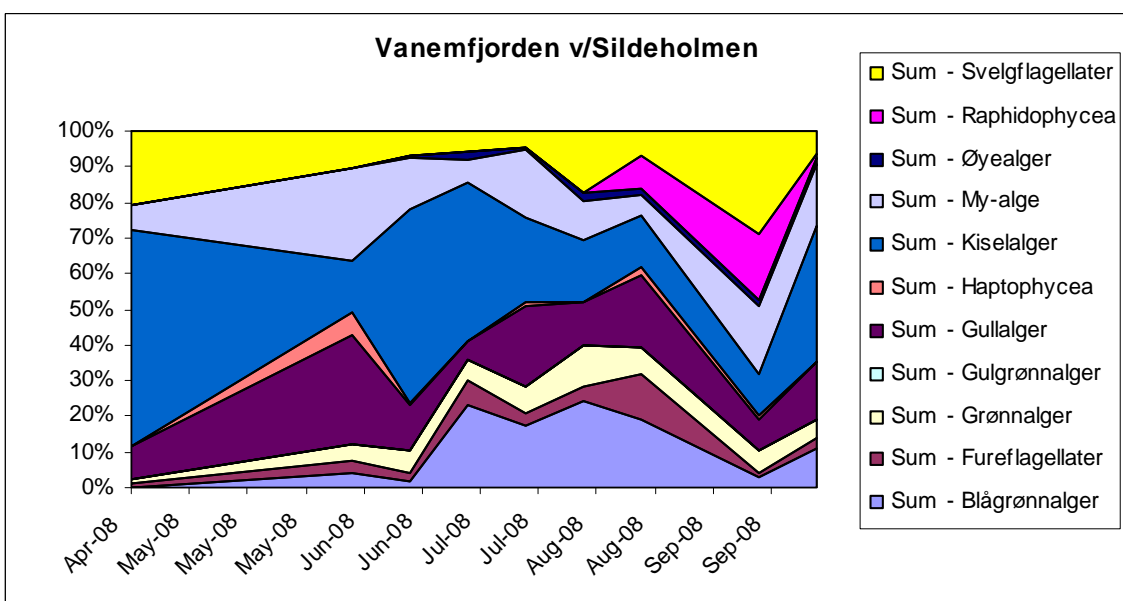
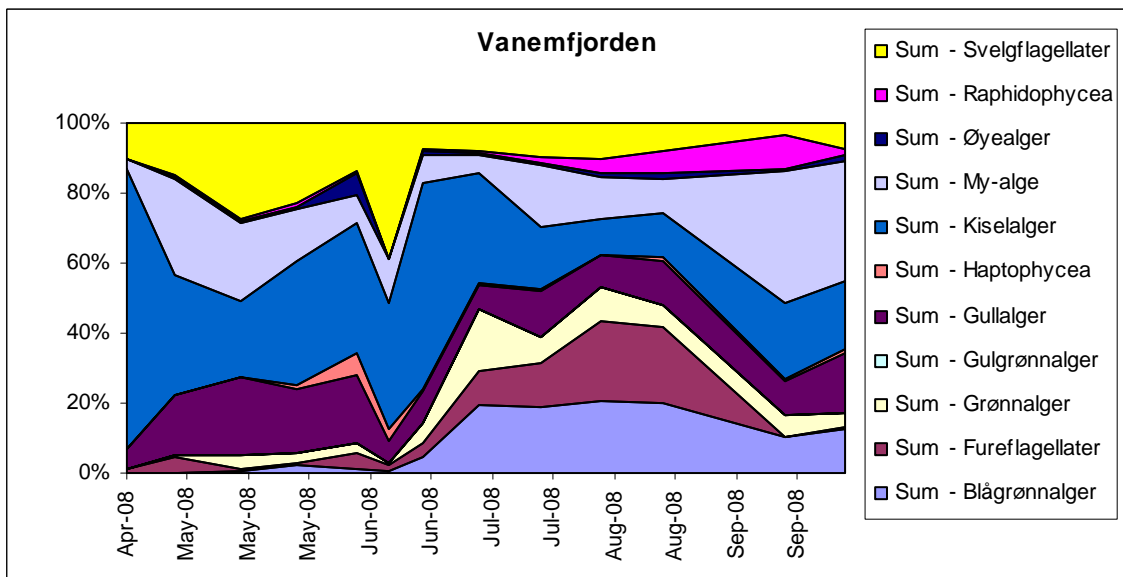
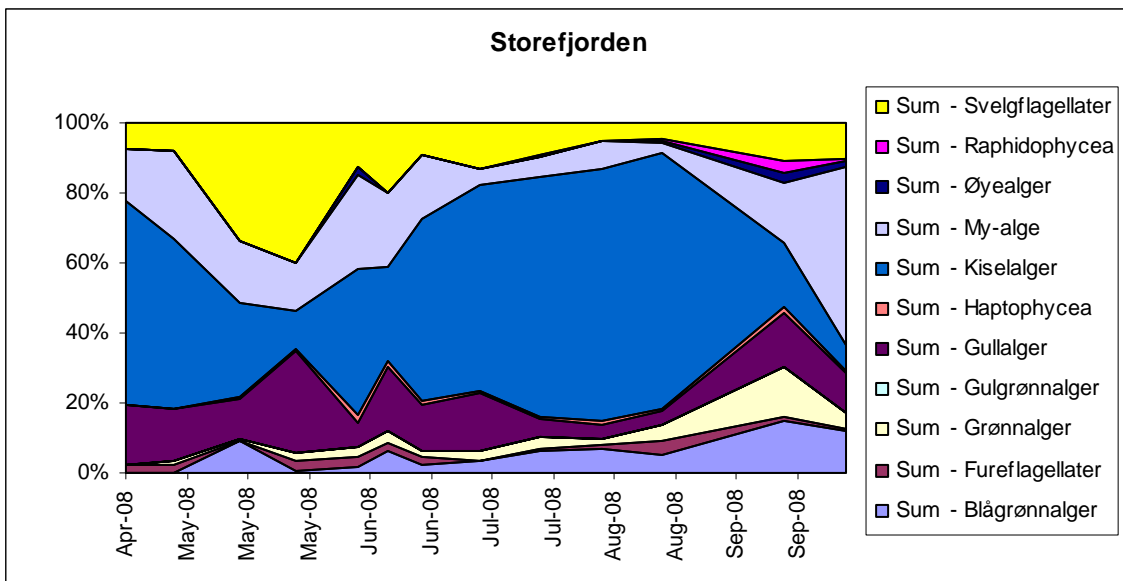
Figur 63. Variasjoner i totalt organisk karbon i Vansjø i 2005-2008

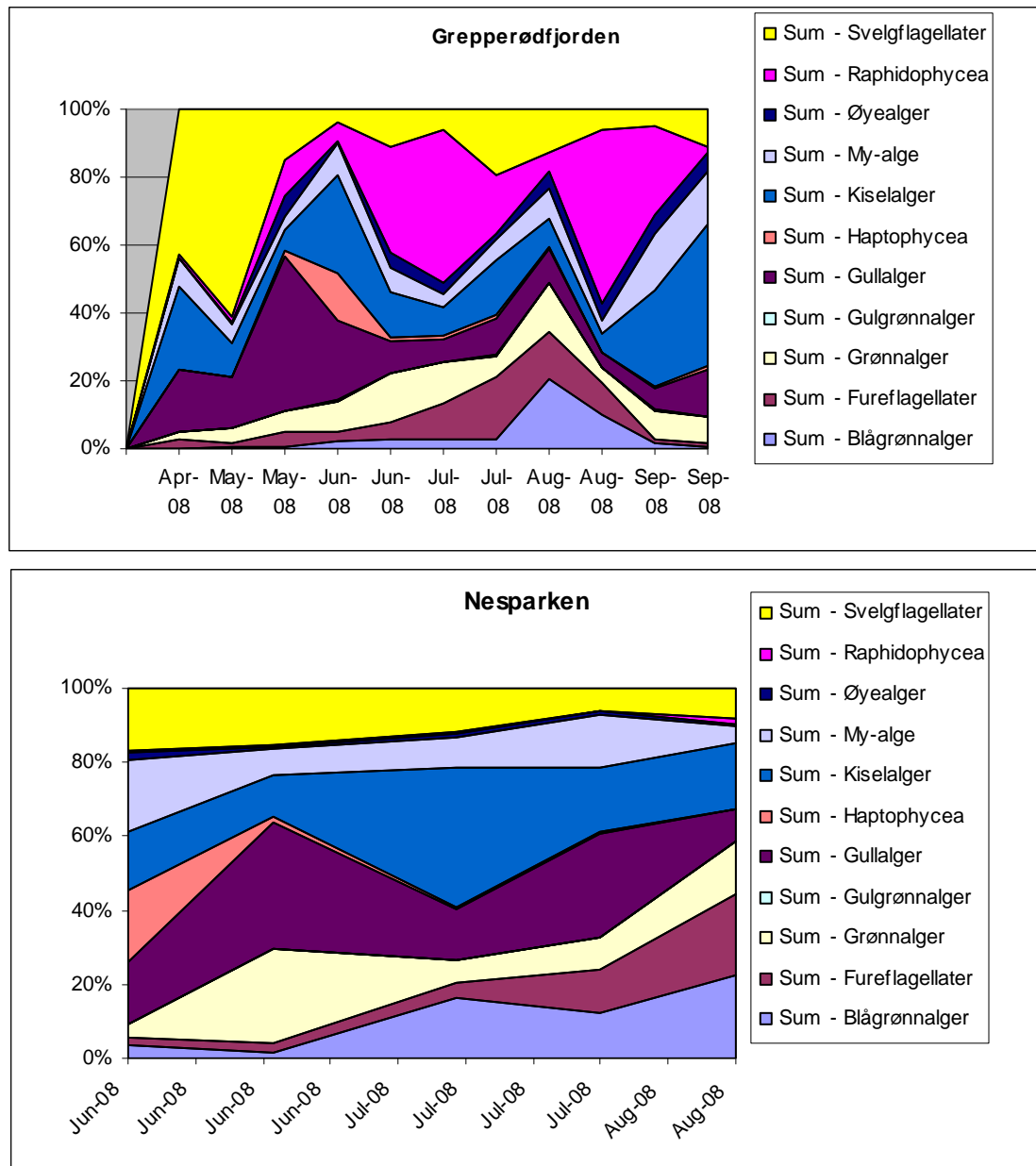
6.10 Resultater biologiske forhold

6.10.1 *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.

Resultatene vises i Figur 64. Planktonet i Storefjorden var dominert av kiselalger, gullalger og svelgflagellater. Dette er typisk for en periode med sirkulasjon og/eller dårlig tilgang til lys. Kiselalger har f. eks. ikke evnen til å bevege seg aktivt og kan derfor kun overleve når vannets sirkulasjon forhindrer deres sedimentasjon. Konsentrasjonen av blågrønnalger var lav hele sesongen, noe som trolig skyldes de dårlige lysforholdene (mye erosjonspartikler i vannet). Den gjennomsnittlige algemengden i Storefjorden i 2008 var 1,4 mg våtvekt/l (2007: 1,7 mg/l, 2006: 0,7 mg våtvekt/l). Den gjennomsnittlige algemengden i Vanemfjorden var 2,4 mg/l (2007: 3,2 mg/l, 2006: 2,8 mg/l). Som vanlig var planteplanktonet på våren og forsommeren dominert av kiselalger og svelgflagellater. Biomassen av blågrønnalger var lav hele sommeren og 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 og næringsstoffer 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 2008 Storefjorden: 1,4 mg/l, Vanemfjorden: 2,4 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* (Raphidophyceae). 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.



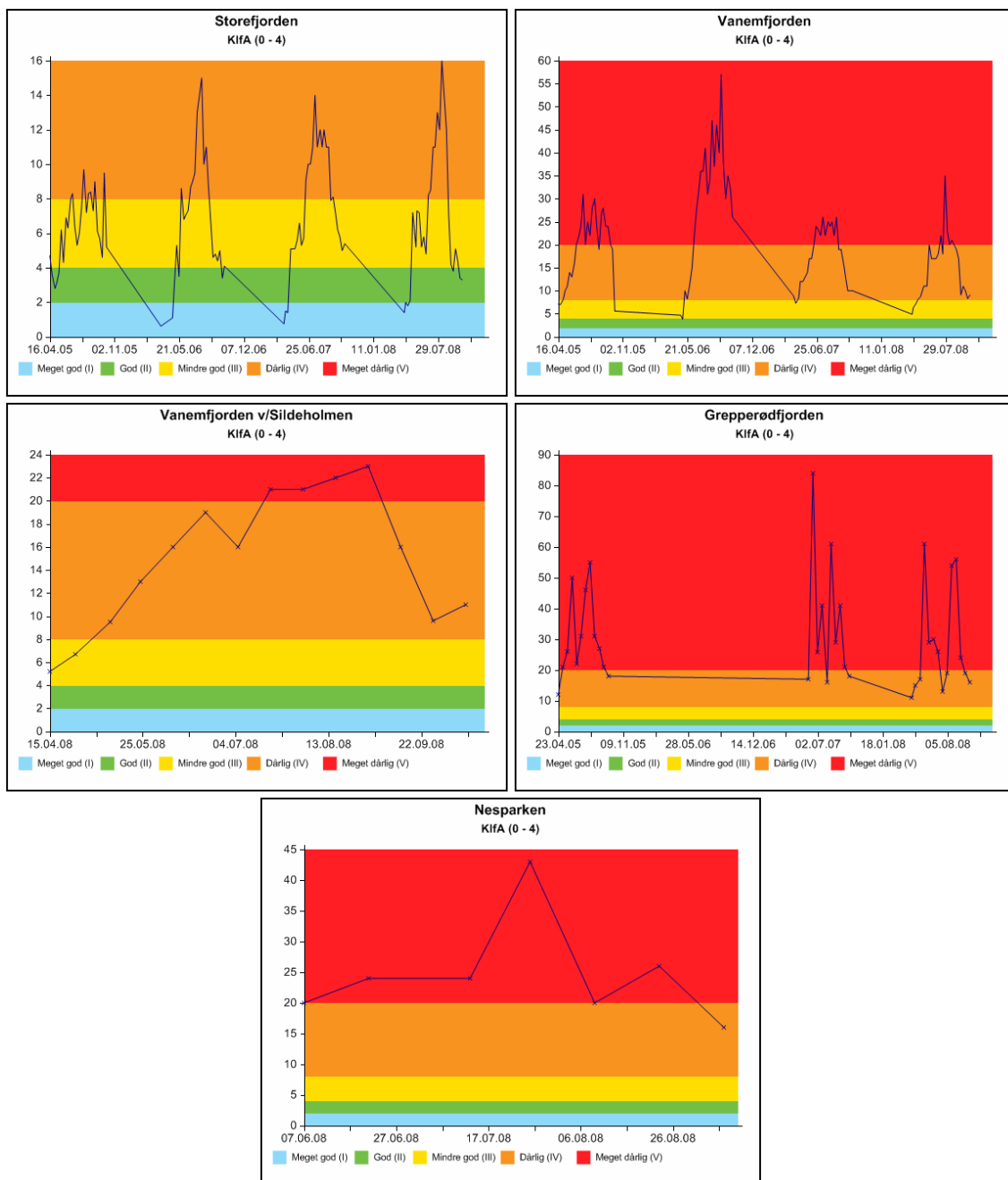


Figur 64. Variasjon i planteplanktonets mengde- og sammensetning i Vansjø 2008. Raphidophyceae tilsvarer problemalgen *Gonyostomum semen*.

6.10.2 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 65. Den gjennomsnittlige klorofyll-a-konsentrasjonen i Storefjorden var 6,9 µg/l. Den høyeste verdien ble målt 11. august og var på 16 µg/l. Den gjennomsnittlige konsentrasjonen i Vanemfjorden i undersøkelsesperioden var 14,8 µg/l, i Grepperødfjorden 27,9 µg/l og i Nesparken 24,7 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.

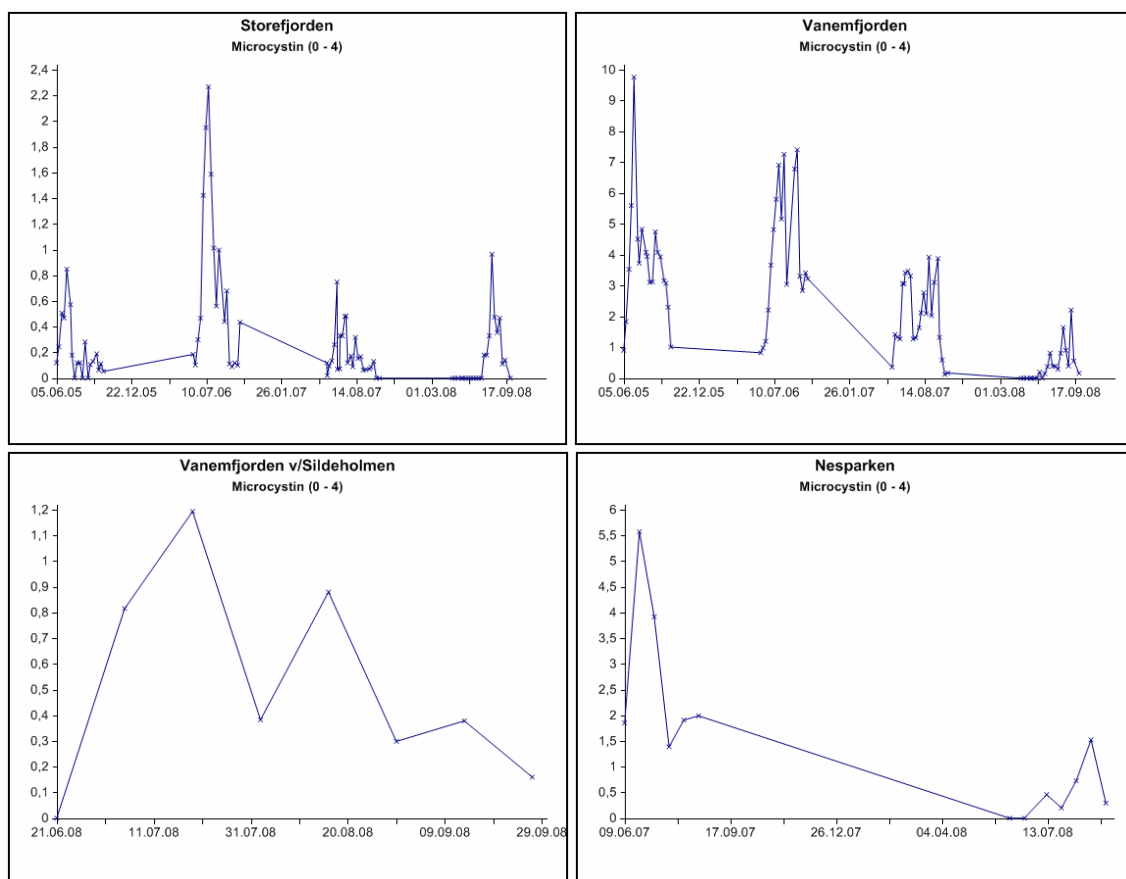


Figur 65. Variasjoner i klorofyllkonsentrasjonen i 2005-2008. Tallene vises i forhold til SFTs klasser for å kunne vurdere verdiene i forhold til tidlige miljømål og anbefalinger. En vurdering av Vansjø i forhold til EUs rammedirektive for vann finnes i avsnitt 6.13.

6.10.3 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).

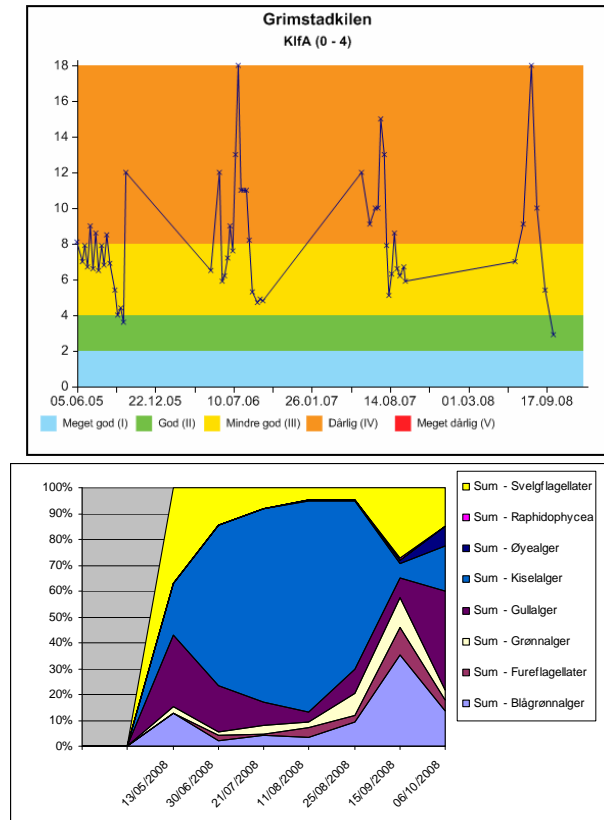
Resultatene vises i Figur 66. Analyser av microcystin startet i april. I forskjell til tidligere år ble det påvist microcystin først i slutten av juni. Gjennomsnittsverdiene og maksimalkonsentrasjonene var lavere enn vanlig. NIVA anbefalte derfor de lokale helsemyndigheter å ikke fraråde befolkningen å bade i Vansjø (første gang siden 2005). Det ble ikke påvist microcystin i Grepperødfjorden. Med hjelp av nye genetiske metoder ble det vist at blågrønnalgen *Microcystis* er hovedprodusenten av microcystin i Vansjø.



Figur 66. Variasjoner i microcystin i Vansjø 2005-2008. I Grepperødfjorden ble det ikke påvist microcystin i 2008.

6.11 Undersøkelser i Grimstadkilen

Resultatene vises i Figur 67. 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 11. august på 18 µg/l. Hvis en sammenligner verdiene for klorofyll-a i Storefjorden og i Grimstadkilen finner vi omtrent de samme gjennomsnittlige klorofyll-a-verdier. Også artssammensetningen av fytoplankton er omtrent den samme.



Figur 67. Variasjon i klorofyll og planteplanktonetmengde og -sammensetning i Grimstadkilen

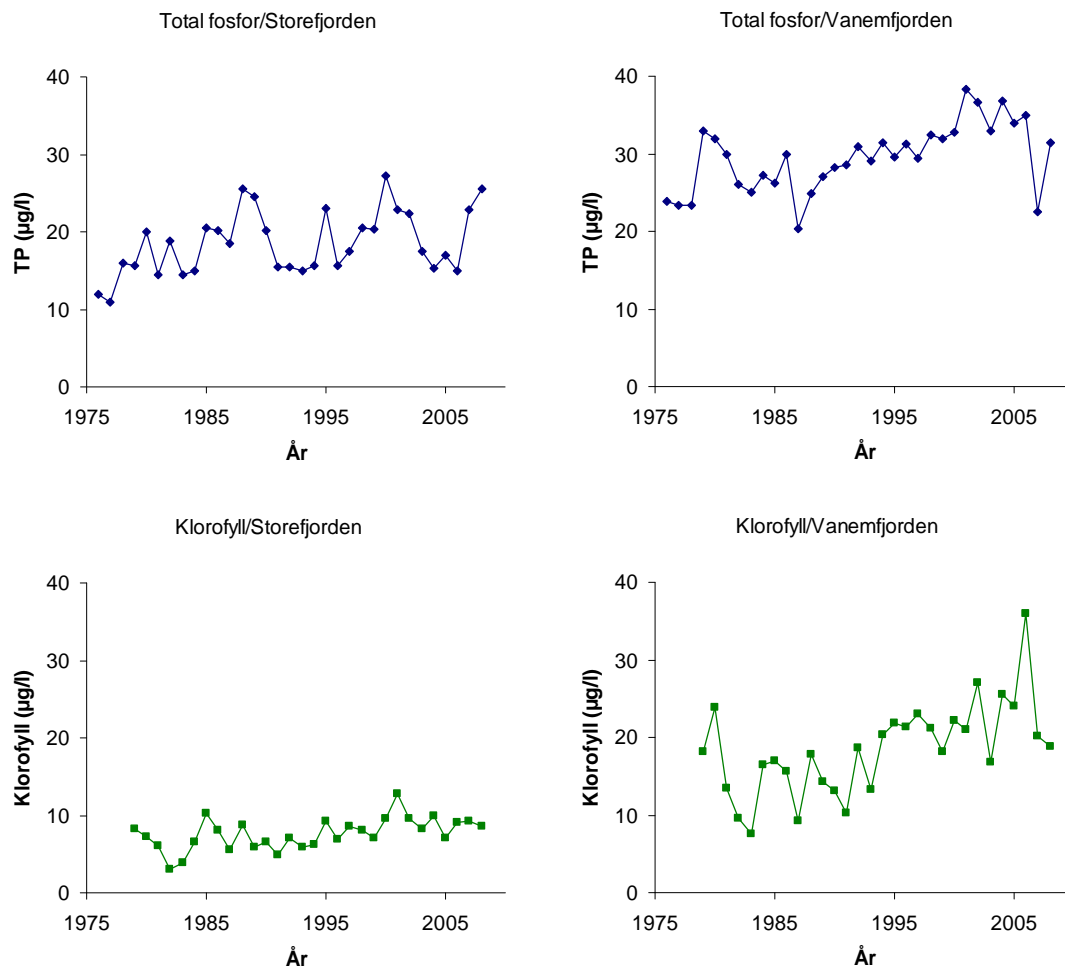
6.12 Situasjonen i 2008 sammenlignet med tidligere år og konklusjoner

I Figur 68 er dataene for 2008 satt sammen med historiske data for totalfosfor og klorofyll-a. Året 2008 var preget av en kraftig transport av erosjonsmateriale fra nedbørfeltet til Storefjorden og i mindre omfang til resten av Vansjø. Dette medførte en økning i fosforkonsentrasjonen i Storefjorden, men førte også til lav siktedybde og dårlig tilgang til lys for fytoplanktonet. På grunn av de spesielle lysforholdene var algene ikke i stand til å utnytte økningen i fosforkonsentrasjonen. Dette tyder på at veksten av algene var lysbegrenset.

De spesielle værforholdene vinteren og våren 2008 hadde konsekvenser for Storefjorden. Økt transport fra nedbørfeltet førte til de høyeste fosforverdiene siden 2001. Innholdet av fosfat lå også betydelig over normalen. Det gikk også flere ras i området i denne perioden, dette har medført betydelige tilførsler av partikler og næringsstoff, jf. kapittel 4 hvor det (med meget

stor usikkerhet) anslås at rasene kan ha doblet tilførslene til Storefjorden fra Hobølélva, i forhold til det som måles ved Kure. 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 (jord og fosfor) til Storefjorden.

De spesielle forholdene i 2008 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.



Figur 68: Langtidsserier for konsentrasjonen av TP og klorofyll i Storefjorden og Vanemfjorden (Kilde: Fylkesmann i Østfold, etter 2005 NIVA)

6.13 Vurdering av Vansjø i forhold til EUs rammedirektiv for vann

EUs rammedirektiv for vann vurderer innsjøer og elver med hjelp av biologiske indikatorer. Andre parametre, som næringsstoffkonsentrasjoner og siktedybde kan brukes som støtteparametre. Miljømålet defineres som grensen mellom den moderate og gode økologiske statusen. Vurderingene for de ulike delene av Vansjø er vist i Tabell 22. Med utgangspunkt i disse vurderingene kan de konstateres at Vansjø ikke er i god økologisk status og at det derfor er behov for tiltak.

I Vansjø påvirkes siktedybden av den høye konsentrasjonen av erosjonspartikler. Siktedybden kan derfor ikke brukes som mål for algekonsentrasjonen i vannet.

Tilstandsvurderingen bør derfor gjennomføres med klorofyll som hovedparameter og total fosfor som støtteparameter. Det kan derfor fastslås at Storefjorden og Vanemfjorden har moderat økologisk status. Grepperødfjorden er i meget dårlig tilstand.

Tabell 22: Tilstand av Vansjø i forhold til rammedirektivet for vann i 2008. Grenser mellom god og moderat økologisk status er gitt i parentes. Siktedyp bør ikke tillegges vekt, jf. forklaringen i teksten.

	Storefjorden	Grepperødfjorden	Vanemfjorden
Klorofyll [$\mu\text{g/l}$]	8,9 (7,5)	36 (10,5)	25 (10,5)
Siktedybde [m]	< 1,5 (3)	<1 (2)	<1 (2)
Total fosfor [$\mu\text{g/l}$]	21 (16)	35,1 (19)	29,6 (19)
Andel problemalger [%]	5,7	22	10,6
Biomasse alger [mg/m^3]	1423	2590	2361

7. Oppsummering

Overvåkingsperioden 16. oktober 2007 – 15. oktober 2008 var preget av en stor flom i januar, og jevnt over høy vannføring i perioden som helhet. Det gikk dessuten enkelte større ras i vassdraget som tilførte mer partikler og næringsstoff til Vansjø enn hva vannføringen skulle tilsi. I denne oppsummeringen gis oversikter over målte konsentrasjoner og beregnede tilførsler i elver og bekker, samt tilstanden i både Vansjø og seks andre innsjøer i nedbørfeltet i forhold til EUs Rammedirektiv for vann.

7.1 Transport av fosfor til Vansjø i overvåkingsperioden og i tidligere år

Tabell 23 viser den faktiske transporten av fosfor og partikler til Vansjø i perioden 16. oktober 2007 – 15. oktober 2008. Totalt ble det til Storefjorden tilført 36 tonn fosfor i perioden, mens det lokalt til Vestre Vansjø ble tilført 2,9 tonn, samt ytterligere 0,4 tonn til Mosseelva. Rasene langs Hobøelva nedstrøms Kure kan ha tilført et betydelig tillegg til dette, mengden er vanskelig å anslå men et usikkert estimat på mellom 10-25 tonn ekstra fosfor kan ha blitt tilført fra utrast jordbruksjord.

Tabell 23. Transporten av fosfor og partikler til Vansjø i perioden 16. oktober 2007 – 15. oktober 2008. Dataene er ikke vannføringsveide og representerer derfor den faktiske mengder som gikk ut i innsjøen i perioden.

Stasjon	STS	Tot-P
	Tonn	Tonn
Hobøelva Kure	11 519	28,8
Svinna Klypen Bru	958	3,9
Mørkelva	592	1,4
Veidalselva	821	1,8
Samlet til Storefjorden*	13 890	36
Guthusbekken	81	0,240
Sperrebotn	39	0,122
Augerødbekken	129	0,320
Ørejordet	16	0,040
Årvoldbekken	3	0,012
Støabekken I	4	0,025
Vaskeberget	4	0,025
Huggenesbekken	35	0,124
Dalen	2	0,007
Totalt beregnet Vestre Vansjø**	490	2,9
Tilførsler til Mosselva	120	0,4

* Lokale bekkefeil til Storefjorden ikke medberegnet

** Inkludert umålte felt

I kapittel 5 vises det at tilførslene til Vestre Vansjø har blitt tydelig reduserte i de årene overvåkingen har pågått. Samme reduksjon finner vi ikke for tilførslene til Storefjorden. Det

antas at en viktig årsak til dette er at i det mer kupert terrenget særlig langs Hobølva mellom Mjær og Kure pågår elveløpserosjon som kan ha forverret seg de senere årene.

Tabell 24 viser verdier for tilførsler til Hobølva de siste fire årsperiodene. Det er meget viktig at disse tallene forstås riktig: Lineær vannføringsnormalisering – eller forsøk på å skalere tilførslene etter vannføringsvariasjoner fra år til år – er i beste fall en akademisk øvelse for vassdrag som Hobølva, mens den *muligens* er mer riktig for de tre andre vassdragene. I Hobølva vil en økning av vannføringen ikke bare gi økt avrenning fra jordene, men også økt elveløpserosjon og ravinerings.

Tabell 24. Vannføringsnormaliserte verdier for transport av fosfor i vassdrag til Storefjorden. Merk at i denne typen vassdrag er det lite trolig at betydningen av vannføring tilsvarer en lineær funksjon, noe som betyr at denne normaliseringen ikke gir verdier for et såkalt ”normalår”. Anslag nedstrøms Hobølva ved Kure er ikke tatt med i denne beregningen.

	2005	2006	2007	2007/8
Elv	TP 'normalisert' (tonn)	TP 'normalisert' (tonn)	TP 'normalisert' (tonn)	TP 'normalisert' (tonn)
Hobølva	10,6	19,7	15,0	20,1
Svinna	2,3	2,0	2,5	2,7
Mørkelva	0,9	0,9	1,0	1,0
Veidalselva	1,1	1,1	1,1	1,3
Totalt	14,9	23,7	19,6	25,1

7.2 Konsentrasjoner i elver og bekker

Tabell 25 gir en oversikt over gjennomsnittskonsentrasjoner i alle elver og bekker. Data er fremkommet ved å benytte prøver tatt regelmessig, og fjerne de høyeste verdiene. Det fremgår at Kråkstadelva, Hobølrelva ved Kure, og Veidalselva har de høyeste konsentrasjonene av næringsalter i østre del av vassdraget.

Tabell 25. Gjennomsnittskonsentrasjoner for alle stasjoner i elver og –bekker i feltet.

	SS	P-tot	P-PO4løst	N-tot
	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Tangelva	5	16	1	350
Hobøelva ved Mjær	6	19	2	710
Kråkstadelva	35	127	13	3900
Hobøelva ved Kure	27	67	12	1610
Svinna oppst. Sæbyvann	13	52	7	950
Svinna v Klypen Bru	12	51	4	820
Boslangen	7	29	1	700
Veidalselva	39	85	8	1340
Mørkelva	13	32	3	720
Sundet	7	31	Ikke målt	1120
Guthusbekken	16	59	9	1400
Sperrebotnbekken	12	59	18	1300
Augerødbekken	20	72	12	1200
Ørejordetbekken	14	49	5	2400
Årvoldbekken	9	35	7	2200
Støabekken 1	13	126	42	4500
Vaskebergetbekken	14	112	12	6100
Huggenesbekken	14	96	29	6000
Dalen	2	12	0,9	700
Mosseelva	7	35	3	1100

7.3 Vurdering av innsjøene i vassdraget i forhold til EUs rammedirektiv for vann

EUs rammedirektiv for vann vurderer innsjøer og elver med hjelp av biologiske indikatorer. Andre parametre, som næringsstoffkonsentrasjoner og siktedybde, kan brukes som støtteparametere. Miljømålet defineres som grensen mellom moderat og god økologisk tilstand. Vurderingene for de seks utvalgte innsjøene er vist i Tabell 26.

Basert på en vurdering av klorofyll og total fosfor kan det konstateres at innsjøene Sætertjernet, Bindingsvannet og Våg er i god økologisk tilstand. Innsjøene Langen og Mjær har moderat økologisk tilstand, mens Sæbyvannet har en dårlig økologisk tilstand.

I Vansjø påvirkes siktedybden av den høye konsentrasjonen av erosjonspartikler. Siktedybden kan derfor ikke brukes som mål for algekonsentrasjonen i vannet. Tilstandsvurderingen bør derfor gjennomføres med klorofyll som hovedparameter og total fosfor som støtteparameter. Det kan derfor fastslås at Storefjorden og Vanemfjorden har moderat økologisk status. Grepperødfjorden er i meget dårlig tilstand.

Tabell 26: Tilstand av Vansjø i forhold til rammedirektivet for vann i 2008. Grenser mellom god og moderat økologisk status er gitt i parentes. Klassegrenser for siktedyp bør ikke tillegges for stor vekt, se tekst.

Innsjø	Klorofyll µg/l	(Siktedyp) M	Total fosfor µg/l	Andel problemalger %	Biomasse alger mg/m ³
Sættertjernet	5,5 (7,5)	1,9 (3)	12,11(16)	2	868
Bindingsvannet	7,3 (7,5)	1,9 (3)	11,6 (16)	69	733
Langen	10,7 (7,5)	1,8 (3)	18 (16)	28	911
Våg	6,3 (7,5)	1,7 (3)	13,6 (16)	22	495
Mjær	14,0 (7,5)	1,4 (3)	20,4 (16)	45	664
Sæbyvannet	23,6 (7,5)	0,9 (3)	40,4 (16)	40	3134
Storefjorden	8,9 (7,5)	<1,5 (3)	21 (16)	6	1423
Grepperødfj.	36 (10,5)	<1 (2)	35,1 (19)	22	2590
Vanemfjorden	25 (10,5)	<1 (2)	29,6 (19)	11	2361

7.4 Langtidsutvikling i tilførsler og i Vansjø

De spesielle værforholdene om vinteren og våren i denne overvåkingsperioden ga meget store tilførsler særlig i elvene til Storefjorden, noe som gjenspeiles av forholdene i denne delen av Vansjø. Den store transporten fra nedbørfeltene til Storefjorden førte til de høyeste observerte fosforverdiene siden 2001. Innholdet av fosfat lå også betydelig over normalen. Derimot ble det ikke påvist høyere nitrogeninnhold enn i tidligere år. Dette tyder på at økningen i tilførsler skyldes jorderosjon, noe som har blitt kraftig forsterket av flere ras i området.

Tilførslene til Vanemfjorden viser en positiv utvikling, da vannføringsnormaliserte verdier av fosfor viser en tydelig nedgang siden 2004. Dette gjenspeiles ved at det i Vanemfjorden ble påvist vanlige konsentrasjoner av fosfor – dette til tross for at tilførslene til Storefjorden var økt kraftig.

De spesielle forholdene i 2008 gjør det vanskelig å trekke konklusjoner om at miljøtilstanden i Vansjø har endret seg i forhold til tidligere år. Alle forskjeller i de fysisk-kjemiske og biologiske parametrene kan teoretisk sett forklares med værforhold og naturlige prosesser i nedbørfeltet og i innsjøen. Variasjoner i klima og særlig i mengden av nedbør kan derfor påvirke fosfor- og partikkeltransport til Vansjø kraftig og dette vil ha en effekt på næringsstoffsammensetning og algedynamikk i innsjøen. Eksempler på dette er årene 2007 og 2008 som brakte mye nedbør, høye fosforverdier i Storefjorden, dårlig siktedydbde og lite blågrønnalger.

Selv om klimaeffektene gjør det vanskelig å dokumentere effekter av tiltak i Morsavassdraget med hjelp av statistiske analyser av langtidsserier av data, er det meget sannsynlig at situasjonen i innsjøen ville ha vært dårligere dersom det ikke hadde vært gjennomført tiltak i nedbørfeltet. Nedgangen i tilførslene til Vanemfjorden er en tydelig indikator på dette: Her er ikke vassdragene preget av den erosjonen som finnes i bl.a. Hobøelva, og virkningene av tiltak blir dermed adskillig mer tydelig.

8. Referanser

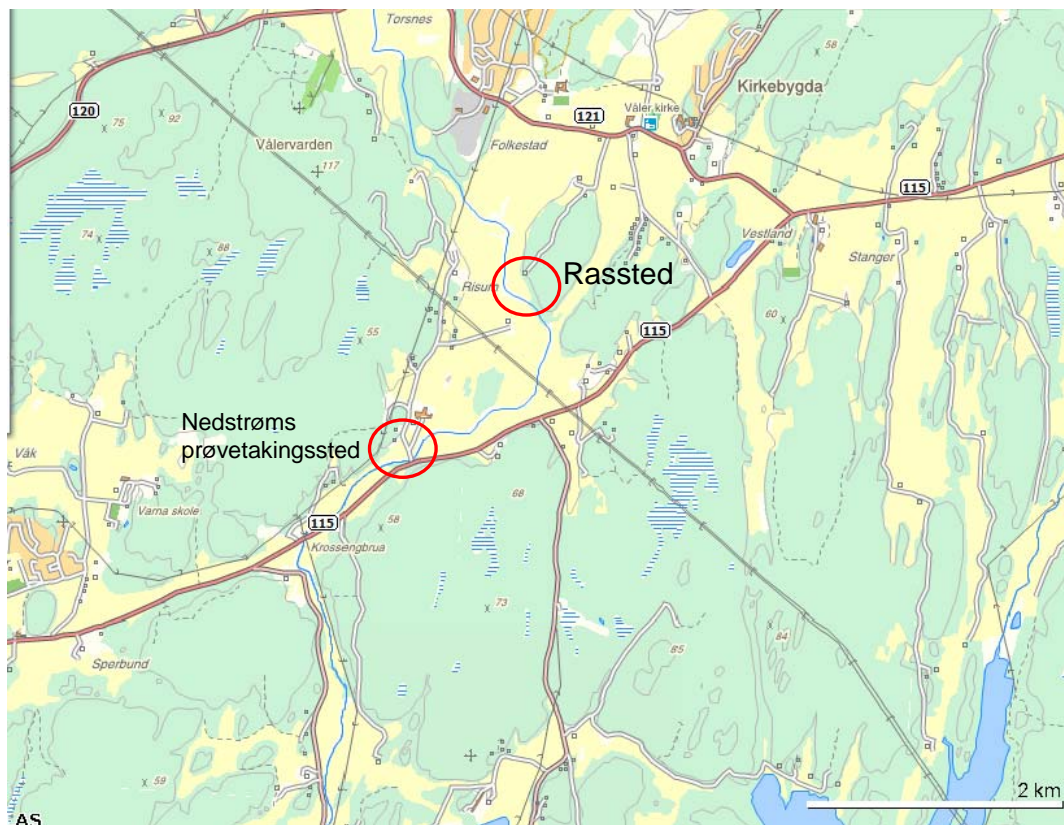
Skarbøvik, E. og Aakerøy, P.A. 2009. Beregninger av sedimenttransport ved ulike metoder; Sammenligning av ulike interpoleringsmetoder, inkludert turbiditetsmålinger, i Hobølelva 2007-2008. Bioforsk-notat, januar 2009.

Skarbøvik, E., Rohrlack, T. Beckmann, M., Andersen, T. og Færøvik, P. J. 2008. Vansjøundersøkelsene 2007: Resultater fra overvåking og undersøkelser i innsjø og tilførselsbekker/elver i 2007. Bioforsk rapp. 72 (3)2008. 115 s.

SFT 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. Statens forurensingstilsyn – SFT Veiledning 97:04.

Vedlegg

Vedlegg 1 Kart over prøvetakingsstedet i Hobølelva nedstrøms raset ved Våler.



Kartet refererer til data vist i Tabell 14.

Vedlegg 2 Oversikt over data fra tilførselselver til Storefjorden.

stasj_id	tidspkt	SS	P_PO4løst	P_tot	N_tot	TOC	fargetall	TKB_koli
Hobøelva ved Kure		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l		antall/100 ml
mo_hobk	22.10.2007 13:30	5,2		0,028	1,5	7,7	47	
mo_hobk	29.10.2007 20:00	85	0,028	0,34	6,3			
mo_hobk	05.11.2007 12:15	7,3	0,025	0,048	2,2	7,5	46	
mo_hobk	06.11.2007 20:00	130		0,24				
mo_hobk	08.11.2007 20:00	16						
mo_hobk	09.11.2007 20:00	37						
mo_hobk	19.11.2007 12:55	6,4		0,023	1,4	8	44	
mo_hobk	19.11.2007 20:00	30						
mo_hobk	24.11.2007 20:00	8		0,31				
mo_hobk	25.11.2007 20:00	76						
mo_hobk	30.11.2007 09:15	52		0,15				
mo_hobk	02.12.2007 09:25	115		0,24				
mo_hobk	03.12.2007 12:05	33		0,12	1,9	9,7	58	
mo_hobk	17.12.2007 13:10	8,5		0,028	1,4	9,3	55	
mo_hobk	31.12.2007 09:10	23		0,05	2	10	96	
mo_hobk	14.01.2008 10:00	28		0,07	1,6	7,9	71	
mo_hobk	15.01.2008 12:25	74		0,16	2,1	7,7	64	
mo_hobk	16.01.2008 14:35	160		0,41				
mo_hobk	17.01.2008 09:55	190		0,32				
mo_hobk	28.01.2008 10:55	11		0,031	0,92	8,8	76	
mo_hobk	08.02.2008 10:20	10		0,04	1,3	9,3	79	
mo_hobk	25.02.2008 10:20	15		0,06	1,2	7,5	59	
mo_hobk	10.03.2008 10:35	45		0,15	2	7,7	77	
mo_hobk	25.03.2008 11:55	9,6		0,03	1,5	7,1	64	
mo_hobk	31.03.2008 12:00	610		0,83	3,51	12	70	
mo_hobk	07.04.2008 09:50	270		0,4	3	12	70	
mo_hobk	21.04.2008 11:10	12		0,02	0,99	7,4	60	
mo_hobk	06.05.2008 10:30	9		0,026	1,2	6,7	58	
mo_hobk	19.05.2008 10:50	5,3		0,021				
mo_hobk	19.05.2008 17:00	5,3		0,021				
mo_hobk	26.05.2008 20:00	5,8		0,02				
mo_hobk	02.06.2008 09:55	7,6		0,03	1,1	6,2	44	
mo_hobelv_1	02.06.2008 12:00	13		0,04	0,76			
mo_hobk	09.06.2008 10:00	5,6	0,0005	0,02	0,53	8	36	
mo_hobk	16.06.2008 11:15	13	0,01	0,04	0,56	7,6	37	
mo_hobk	23.06.2008 20:00	8		0,02	0,708			
mo_hobk	30.06.2008 11:15	27		0,085	5,08	9	53	24
mo_hobk	07.07.2008 20:00	21		0,044				
mo_hobk	15.07.2008 11:00	14		0,029				30
mo_hobk	21.07.2008 20:00	10		0,061	0,8			
mo_hobk	28.07.2008 10:55	39	0,014	0,072	1,21	11	68	42
mo_hobk	04.08.2008 20:00	15	0,007	0,033	0,61			25
mo_hobk	11.08.2008 10:05	8,5		0,046				
mo_hobk	14.08.2008 10:20	160		0,279				

mo_hobk	18.08.2008 20:00	8,5		0,04	0,95			
mo_hobk	25.08.2008 10:25	10	0,003	0,05	0,87	7,8	53	100
mo_hobk	01.09.2008 20:00	5,3		0,037				
mo_hobk	08.09.2008 10:05	14		0,058				1000
mo_hobk	15.09.2008 20:00	10		0,03	0,93			
mo_hobk	22.09.2008 11:25	5	0,007	0,03	0,88	8	59	132
mo_hobk	29.09.2008 20:00	4,8		0,026				
mo_hobk	06.10.2008 10:10	73		0,16				2300
mo_hobk	09.10.2008 20:00	6,2		0,022	0,925			
mo_hobk	13.10.2008 20:00	6		0,029				
Nedstrøms ras v Våler:								
mo_rasn	16.06.2008 14:20	38	0,003	0,07	1,1			
mo_hobelv 2	02.06.2008 13:00	130		0,25	1			

stasj_id	tidspkt	SS	P_PO4løst	P_tot	N_tot	TKB_koli antall/100 ml
Kråkstadelva		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	
mo_krå	22.10.2007 13:55	4,8		0,032		
mo_krå	05.11.2007 12:40	8,5	0,016	0,056	5,1	
mo_krå	19.11.2007 13:15	7,6		0,042		
mo_krå	30.11.2007 08:50	44		0,28		
mo_krå	02.12.2007 09:40	130		0,29		
mo_krå	03.12.2007 12:40	39			5,55	
mo_krå	17.12.2007 13:35	8,5		0,043		
mo_krå	31.12.2007 08:20	34		0,07		
mo_krå	14.01.2008 09:30	220		0,23		
mo_krå	15.01.2008 12:00	320		0,43		
mo_krå	16.01.2008 14:15	220		0,55		
mo_krå	17.01.2008 09:30	140		0,27		
mo_krå	28.01.2008 10:30	15		0,05		
mo_krå	08.02.2008 10:00	21		0,08		
mo_krå	25.02.2008 09:55	11		0,19		
mo_krå	10.03.2008 10:15	130		0,34		
mo_krå	25.03.2008 11:30	9,2		0,039		
mo_krå	07.04.2008 09:30	110		0,4		
mo_krå	21.04.2008 10:40	18		0,03		
mo_krå	06.05.2008 10:00	14		0,052		
mo_krå	19.05.2008 10:30	22		0,066		
mo_krå	02.06.2008 09:35	23		0,55		
mo_krå	16.06.2008 10:50	21	0,002	0,08	2	
mo_krå	30.06.2008 10:45	29		0,092	6,77	42
mo_krå	06.07.2008 21:30	76		0,171		
mo_krå	15.07.2008 10:30	11		0,059		27
mo_krå	28.07.2008 10:20	12	0,023	0,078	2,49	100
mo_krå	11.08.2008 09:40	12		0,073		56
mo_krå	14.08.2008 10:00	250		0,392		
mo_krå	25.08.2008 09:50	12	0,014	0,06	2,5	500

mo_krå	08.09.2008 09:30	56		0,281		3700
mo_krå	22.09.2008 10:50	8	0,011	0,04	2,9	89
mo_krå	06.10.2008 09:30	43		0,15		2800

stasj_id	tidspkt	SS	P_PO4løst	P_tot	N_tot	TKB_koli
Hobøelva v Mjær		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	antall/100 ml
mo_mjæ	05.11.2007 13:00	2,5	0,003	0,019	0,83	
mo_mjæ	03.12.2007 12:55	3,2		0,016	0,52	
mo_mjæ	31.12.2007 08:40	2,4		0,02	0,85	
mo_mjæ	28.01.2008 10:00	6		0,021	0,63	
mo_mjæ	25.02.2008 09:30	3,5		0,02		
mo_mjæ	25.03.2008 11:00	4,4		0,017	0,76	
mo_mjæ	21.04.2008 10:00	4		0,01	0,73	
mo_mjæ	19.05.2008 10:00	8		0,017		
mo_mjæ	16.06.2008 10:25	21	0,0005	0,03	0,72	
mo_mjæ	30.06.2008 09:35	8		0,018	0,723	10
mo_mjæ	28.07.2008 09:55	4,4	0,001	0,014	0,752	9
mo_mjæ	25.08.2008 09:00	6,8	0,001	0,03	0,7	5
mo_mjæ	22.09.2008 10:25	5	0,002	0,02	0,62	0

stasj_id	tidspkt	SS	P_PO4løst	P_tot	N_tot	TKB_koli
Svinna oppstrøms Sæbyvn		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	antall/100 ml
mo_svin	30.06.2008 12:40	14		0,05	1,23	200
mo_svin	15.07.2008 13:30	12		0,044		200
mo_svin	28.07.2008 12:20	13	0,008	0,065	0,991	115
mo_svin	11.08.2008 12:05	21		0,095		700
mo_svin	14.08.2008 11:50	140		0,279		
mo_svin	25.08.2008 12:10	8	0,004	0,04	0,75	109
mo_svin	08.09.2008 11:40	8,8		0,042		70
mo_svin	22.09.2008 13:20	8	0,008	0,04	0,83	600
mo_svin	06.10.2008 11:50	17		0,039		300

stasj_id	tidspkt	SS	P_PO4løst	P_tot	N_tot	TKB_koli
Svinna ved Klypen bru		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	antall/100 ml
mo_sviu	22.10.2007 13:00	3,6		0,047		
mo_sviu	05.11.2007 11:45	7,5	0,01	0,055	1,4	
mo_sviu	19.11.2007 12:20	10		0,048		
mo_sviu	30.11.2007 11:05	8,4		0,065		
mo_sviu	02.12.2007 08:45	24		0,09		
mo_sviu	03.12.2007 11:40	19		0,069		
mo_sviu	17.12.2007 12:32	14		0,051		
mo_sviu	31.12.2007 09:50	15		0,06		
mo_sviu	14.01.2008 11:40	15		0,07		

mo_sviu	15.01.2008 13:20	14		0,05		
mo_sviu	28.01.2008 12:25	17		0,061		
mo_sviu	08.02.2008 11:30	16		0,06		
mo_sviu	25.02.2008 12:00	10		0,05		
mo_sviu	10.03.2008 12:00	19		0,09		
mo_sviu	25.03.2008 13:25	16		0,06		
mo_sviu	07.04.2008 11:20	16		0,06		
mo_sviu	21.04.2008 12:30	16		0,04		
mo_sviu	06.05.2008 12:00	16		0,052		
mo_sviu	19.05.2008 12:10	16		0,045		
mo_sviu	02.06.2008 12:25	13		0,06		
mo_sviu	16.06.2008 12:45	10	0,003	0,05	0,8	
mo_sviu	30.06.2008 13:20	14		0,038	0,707	6
mo_sviu	06.07.2008 22:50	12		0,049		
mo_sviu	15.07.2008 13:45	7,2		0,028		13
mo_sviu	28.07.2008 12:50	5,6	0,003	0,039	0,539	14
mo_sviu	11.08.2008 11:40	9		0,045		20
mo_sviu	14.08.2008 11:35	13		0,044		
mo_sviu	25.08.2008 11:45	8,4	0,002	0,04	0,71	77
mo_sviu	08.09.2008 11:20	6,8		0,028		41
mo_sviu	22.09.2008 12:35	4,8	0,004	0,03	0,76	4
mo_sviu	06.10.2008 11:40	9,2		0,039		300

stasj_id	tidspkt	SS	P_PO4løst	P_tot	N_tot	TKB_koli
Veidalselva		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	antall/100 ml
mo_vei	22.10.2007 12:45	6,8		0,043		
mo_vei	05.11.2007 11:30	8,5	0,007	0,039	1,3	
mo_vei	19.11.2007 12:05	6,4		0,027		
mo_vei	30.11.2007 10:40	48		0,11		
mo_vei	02.12.2007 08:25	44		0,09		
mo_vei	03.12.2007 11:30	38		0,14		
mo_vei	17.12.2007 12:15	7		0,022		
mo_vei	31.12.2007 09:40	31		0,06		
mo_vei	14.01.2008 11:10	49		0,09		
mo_vei	15.01.2008 13:00	61		0,11		
mo_vei	28.01.2008 12:00	20		0,034		
mo_vei	08.02.2008 11:00	14		0,04		
mo_vei	25.02.2008 11:25	11		0,04		
mo_vei	10.03.2008 11:30	120		0,2		
mo_vei	07.04.2008 11:00	97		0,11		
mo_vei	21.04.2008 12:05	18		0,02		
mo_vei	06.05.2008 11:15	20		0,033		
mo_vei	19.05.2008 11:50	16		0,059		
mo_vei	02.06.2008 12:05	27		0,083		
mo_vei	16.06.2008 12:20	46	0,01	0,15	3,5	
mo_vei	30.06.2008 12:15	23		0,059	0,806	400
mo_vei	06.07.2008 22:30	280		0,438		
mo_vei	15.07.2008 11:55	31		0,069		75
mo_vei	28.07.2008 11:55	18	0,014	0,078	0,745	17

mo_vei	11.08.2008 11:05	23		0,099		900
mo_vei	14.08.2008 11:10	130		0,196		
mo_vei	25.08.2008 11:25	14	0,002	0,04	0,73	65
mo_vei	08.09.2008 10:55	23		0,085		700
mo_vei	22.09.2008 12:10	41	0,009	0,08	0,97	428
mo_vei	06.10.2008 11:10	28		0,063		1200

stasj_id	tidspkt	SS mg/l	P_PO4løst mg/l	P_tot mg/l	N_tot mg/l	Tkb_koli antall/100 ml
Mørkelva						
mo_mør	22.10.2007 13:15	9,2		0,021		
mo_mør	05.11.2007 12:00	4,5	0,003	0,019	0,85	
mo_mør	19.11.2007 12:40	4,4		0,012		
mo_mør	30.11.2007 10:45	31		0,061		
mo_mør	02.12.2007 09:05	22		0,05		
mo_mør	03.12.2007 11:55	20			0,53	
mo_mør	17.12.2007 12:55	4		0,01		
mo_mør	31.12.2007 10:05	6,4		0,02		
mo_mør	14.01.2008 11:20	26		0,05		
mo_mør	15.01.2008 13:05	25		0,05		
mo_mør	28.01.2008 12:10	2,8		0,01		
mo_mør	08.02.2008 11:10	6,8		0,02		
mo_mør	25.02.2008 11:35	7,5		0,02		
mo_mør	10.03.2008 11:40	38		0,07		
mo_mør	25.03.2008 13:45	3,2		0,011		
mo_mør	07.04.2008 11:05	32		0,045		
mo_mør	21.04.2008 12:55	6		0,01		
mo_mør	06.05.2008 11:25	9,2		0,018		
mo_mør	19.05.2008 11:55	11		0,032		
mo_mør	02.06.2008 12:45	41		0,085		
mo_mør	16.06.2008 12:30	30	0,005	0,08	1	
mo_mør	30.06.2008 13:40	14		0,03	0,714	200
mo_mør	06.07.2008 23:00	130		0,181		
mo_mør	15.07.2008 12:10	11		0,031		93
mo_mør	28.07.2008 12:05	8,4	0,005	0,038	0,618	500
mo_mør	11.08.2008 11:15	14		0,052		500
mo_mør	14.08.2008 11:15	74		0,093		
mo_mør	25.08.2008 11:30	4,8	0,001	0,02	0,6	62
mo_mør	08.09.2008 11:05	13		0,038		200
mo_mør	22.09.2008 12:20	5	0,003	0,02	0,74	51
mo_mør	06.10.2008 11:15	16		0,029		200

stasj_id	tidspkt	SS mg/l	P_PO4løst mg/l	P_tot mg/l	N_tot mg/l	TKB_koli antall/100 ml
Tangenelva						
mo_vavu	30.06.2008 10:10	6,8		0,011	0,344	6
mo_vavu	28.07.2008 09:30	2,8	0,0005	0,011	0,235	0
mo_vavu	25.08.2008 09:25	5,6	0,0005	0,02	0,42	5
mo_vavu	22.09.2008 09:55	3,5	0,002	0,02	0,39	0

stasj_id	tidspkt	SS	P_PO4løst	P_tot	N_tot	TOC	fargetall	TKB koli antall/100 ml
Moss		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l		
mo_vanu	22.10.2007 09:45	3,6		0,027	0,9	8,5	43	
mo_vanu	05.11.2007 09:15	3,3	0,005	0,029	1	7,9	42	
mo_vanu	19.11.2007 09:15	4		0,022	0,98	7,9	42	
mo_vanu	03.12.2007 09:30	8		0,029	0,92	9,1	51	
mo_vanu	17.12.2007 08:50	7,5		0,03	1,2	9,2	54	
mo_vanu	31.12.2007 08:20	5		0,03	1,4	9,5	79	
mo_vanu	14.01.2008 12:15	6,4		0,04	1,2	9,7	69	
mo_vanu	28.01.2008 13:50	12		0,047	1,3	9,4	89	
mo_vanu	08.02.2008 14:40	8,9		0,05	1,3	9	89	
mo_vanu	25.02.2008 14:10	8		0,04	1,3	8,8	70	
mo_vanu	10.03.2008 14:55	10		0,04	1,3	8,2	71	
mo_vanu	25.03.2008 15:10	6		0,043	1,28	8,5	84	
mo_vanu	07.04.2008 14:25	10		0,04	1,3	8,5	68	
mo_vanu	21.04.2008 15:00	7		0,04	1,2	8,3	80	
mo_vanu	06.05.2008 14:30	9		0,046	1,2	9,3	64	
mo_vanu	19.05.2008 14:55	1		0,042	1,2	10	60	
mo_vanu	02.06.2008 15:35	4,7		0,03	1,3	8,2	50	
mo_vanu	16.06.2008 15:35	6	0,002	0,03	0,85			
mo_vanu	30.06.2008 15:30	9,2		0,027	0,731			100
mo_vanu	15.07.2008 16:40	7,6		0,027				100
mo_vanu	28.07.2008 15:15	6	0,002	0,028	0,762			39
mo_vanu	11.08.2008 15:30	7,5		0,039				100
mo_vanu	25.08.2008 14:30	8,8	0,0005	0,04	0,66			37
mo_vanu	08.09.2008 15:10	5,2		0,027				54
mo_vanu	22.09.2008 15:15	4,5	0,003	0,03	0,85			37
mo_vanu	06.10.2008 14:40	6,8		0,031				160

stasj_id	tidspkt	SS	P_tot	N_tot
Sundet		mg/l	mg/l	mg/l
mo_van5	22.10.2007 11:05	2	0,021	1,1
mo_van5	19.11.2007 10:45	2,4	0,018	1,2
mo_van5	17.12.2007 10:45	5,5	0,035	
mo_van5	14.01.2008 14:10	6,3	0,05	
mo_van5	08.02.2008 13:50	11	0,05	
mo_van5	10.03.2008 14:20	7,8	0,04	
mo_van5	07.04.2008 13:45	15	0,051	
mo_van5	17.04.2008 00:00		0,051	
mo_van5	21.04.2008 00:00		0,050	
mo_van5	06.05.2008 14:10	10	0,045	
mo_van5	13.05.2008 00:00		0,039	
mo_van5	23.05.2008 00:00		0,030	
mo_van5	26.05.2008 00:00		0,033	
mo_van5	02.06.2008 00:00		0,031	
mo_van5	02.06.2008 15:15	5,2	0,04	
mo_van5	09.06.2008 00:00		0,028	

mo_van5	16.06.2008 00:00		0,024	
mo_van5	23.06.2008 00:00		0,029	
mo_van5	30.06.2008 00:00	5,8	0,027	1,06
mo_van5	07.07.2008 00:00		0,027	
mo_van5	15.07.2008 00:00		0,024	
mo_van5	21.07.2008 00:00		0,026	
mo_van5	28.07.2008 00:00		0,02	
mo_van5	04.08.2008 00:00		0,021	
mo_van5	11.08.2008 00:00		0,024	
mo_van5	18.08.2008 00:00		0,021	
mo_van5	25.08.2008 00:00		0,018	
mo_van5	01.09.2008 00:00		0,023	
mo_van5	08.09.2008 00:00		0,021	
mo_van5	15.09.2008 00:00		0,022	
mo_van5	22.09.2008 00:00		0,022	
mo_van5	29.09.2008 00:00		0,024	
mo_van5	06.10.2008 00:00		0,028	
mo_van5	13.10.2008 00:00		0,034	

stasj_id	tidspkt	SS	P_PO4løst	P_tot	N_tot	TKB_koli
Boslangen		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	antall/100ml
mo_bosl	16.06.2008 13:30	21	0,002	0,06	0,99	
mo_bosl	15.07.2008 13:00	2,8	0,0005	0,017	0,572	33
mo_bosl	11.08.2008 12:40	2,5		0,019		72
mo_bosl	08.09.2008 12:35	3,2	0,0005	0,018	0,53	34
Bekk i Enebakk						
mo_eneb	16.06.2008 10:00	27	0,002	0,03	0,97	
Enga						
mo_enga	16.06.2008 14:00	10	0,008	0,06	1	
mo_enga	15.07.2008 13:25	6,4	0,006	0,051	0,697	300
mo_enga	11.08.2008 12:20	13		0,11		2300
mo_enga	08.09.2008 12:15	11	0,012	0,058	1,46	90

Vedlegg 3 Data fra tilførselsbekker Vestre Vansjø

stasj_id	tidspkt	SS	P_PO4løst	P_tot	N_tot	TKB koli
		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	antall/100 ml
mo_aug	22.10.2007 12:20	5,2		0,04		
mo_aug	05.11.2007 10:55	4	0,008	0,031	1,1	
mo_aug	19.11.2007 11:30	12		0,027		
mo_aug	23.11.2007 09:15	42		0,17		
mo_aug	30.11.2007 09:45	15		0,1		
mo_aug	01.12.2007 16:30	345		0,25		
mo_aug	03.12.2007 11:00	26		0,12		
mo_aug	17.12.2007 13:35	6,5		0,02		
mo_aug	31.12.2007 10:30	11		0,02		
mo_aug	14.01.2008 10:20	28		0,09		
mo_aug	15.01.2008 12:40	29		0,13		
mo_aug	17.01.2008 10:10	17		0,07		
mo_aug	25.02.2008 10:35	6,5		0,05		
mo_aug	26.02.2008 15:00	17		0,11		
mo_aug	10.03.2008 10:50	58		0,23		
mo_aug	07.04.2008 10:10	41		0,11		
mo_aug	21.04.2008 11:25	21		0,02		
mo_aug	06.05.2008 10:45	18		0,03		
mo_aug	19.05.2008 11:15	8		0,041		
mo_aug	02.06.2008 10:20	23		0,17		
mo_aug	16.06.2008 11:30	55	0,009	0,16	3,3	
mo_aug	30.06.2008 11:30	43		0,076	0,93	50
mo_aug	06.07.2008 21:50	210		0,324		
mo_aug	14.08.2008 10:40	46		0,14		
mo_aug	25.08.2008 10:55	8,8	0,006	0,04	0,54	87
mo_aug	08.09.2008 10:20	11		0,071		500
mo_aug	22.09.2008 11:45	7	0,009	0,04	0,53	29
mo_aug	06.10.2008 10:25	9,6		0,042		300
mo_dal	22.10.2007 12:05	4		0,019		
mo_dal	19.11.2007 11:20	1,6		0,007		
mo_dal	01.12.2007 15:50	10		0,03		
mo_dal	17.12.2007 11:20	0,3		0,005		
mo_dal	15.01.2008 13:45	1		0,01		
mo_dal	17.01.2008 10:50	1,6		0,01		
mo_dal	31.01.2008 17:50	5,2		0,008		
mo_dal	10.03.2008 12:20	2		0,01		
mo_dal	07.04.2008 11:50	3		0,004		
mo_dal	06.05.2008 12:00	1,2		0,009		
mo_dal	15.07.2008 14:55	2		0,024	0,83	23
mo_dal	11.08.2008 13:15	2	0,0005	0,022	0,69	8
mo_dal	08.09.2008 13:10	1	0,0005	0,007	0,65	3
mo_dal	06.10.2008 12:50	1,6	0,002	0,009	0,86	29
mo_gut	22.10.2007 12:35	12		0,036		
mo_gut	05.11.2007 11:20	7	0,006	0,035	0,96	

stasj_id	tidspkt	SS	P PO4løst	P_tot	N_tot	TKB_koli
mo_gut	19.11.2007 11:50	9,6		0,03		
mo_gut	23.11.2007 09:00	64		0,16		
mo_gut	30.11.2007 10:30	25		0,087		
mo_gut	01.12.2007 16:20	79		0,18		
mo_gut	03.12.2007 11:20	13		0,077		
mo_gut	17.12.2007 12:00	6,8		0,026		
mo_gut	31.12.2007 10:15	8,8		0,02		
mo_gut	14.01.2008 10:50	20		0,12		
mo_gut	15.01.2008 12:50	22		0,11		
mo_gut	17.01.2008 10:35	24		0,1		
mo_gut	28.01.2008 11:40	6,8		0,022		
mo_gut	31.01.2008 17:25	310		0,64		
mo_gut	08.02.2008 10:45	9,2		0,03		
mo_gut	25.02.2008 11:10	7		0,03		
mo_gut	26.02.2008 15:25	30		0,22		
mo_gut	10.03.2008 11:20	30		0,14		
mo_gut	25.03.2008 12:40	7,6		0,025		
mo_gut	07.04.2008 10:40	39		0,078		
mo_gut	21.04.2008 11:50	12		0,04		
mo_gut	06.05.2008 11:00	20		0,023		
mo_gut	19.05.2008 11:40	17		0,046		
mo_gut	02.06.2008 10:55	30		0,1		
mo_gut	16.06.2008 12:05	64	0,009	0,14	3,1	
mo_gut	30.06.2008 11:50	17		0,072	1,7	300
mo_gut	06.07.2008 22:15	110		0,354		
mo_gut	15.07.2008 11:35	11		0,075		34
mo_gut	28.07.2008 11:40	21	0,023	0,102	1,42	500
mo_gut	11.08.2008 10:55	9,5		0,06		1000
mo_gut	14.08.2008 11:00	45		0,175		
mo_gut	25.08.2008 11:15	10	0,003	0,04	0,75	52
mo_gut	08.09.2008 10:45	14		0,105		1100
mo_gut	22.09.2008 12:00	8	0,013	0,04	0,93	200
mo_gut	06.10.2008 10:55	13		0,042		300
mo_hug	22.10.2007 10:30	7,2		0,048		
mo_hug	05.11.2007 10:10	1	0,017	0,047	16,3	
mo_hug	19.11.2007 10:10	9,2		0,045		
mo_hug	23.11.2007 10:00	61		0,21		
mo_hug	30.11.2007 12:50	21		0,19		
mo_hug	01.12.2007 15:30	290		0,68		
mo_hug	03.12.2007 10:35	37		0,24		
mo_hug	17.12.2007 10:00	5,5		0,028		
mo_hug	31.12.2007 11:50	7,6		0,05		
mo_hug	14.01.2008 13:30	23		0,17		
mo_hug	15.01.2008 15:25	20		0,17		
mo_hug	17.01.2008 12:05	25		0,19		
mo_hug	28.01.2008 13:15	6		0,05		
mo_hug	31.01.2008 19:00	730		1,7		
mo_hug	08.02.2008 13:10	10		0,07		

stasj_id	tidspkt	SS	P PO4løst	P_tot	N_tot	TKB_koli
mo_hug	25.02.2008 13:30	4,5		0,04		
mo_hug	26.02.2008 16:35	13		0,08		
mo_hug	10.03.2008 13:35	27		0,18		
mo_hug	07.04.2008 13:20	29		0,14		
mo_hug	21.04.2008 14:00	5		0,03		
mo_hug	06.05.2008 13:10	5,6		0,03		
mo_hug	19.05.2008 14:30	3,6		0,035		
mo_hug	30.06.2008 15:00	5,6		0,039	2,99	500
mo_hug	06.07.2008 00:20	6,4		0,057		
mo_hug	15.07.2008 16:10	4,4		0,036		100
mo_hug	28.07.2008 14:45	6,8	0,037	0,143	2,65	100
mo_hug	11.08.2008 14:35	78		0,31		250
mo_hug	14.08.2008 13:20	54		0,333		
mo_hug	25.08.2008 13:55	12	0,057	0,14	4,2	37
mo_hug	08.09.2008 14:30	6,8		0,073		55
mo_hug	22.09.2008 14:50	4	0,019	0,14	3,5	37
mo_hug	06.10.2008 14:10	17		0,082		70
mo_spe	22.10.2007 12:25	1,6		0,032		
mo_spe	05.11.2007 11:00	7	0,016	0,053	1	
mo_spe	19.11.2007 11:40	9,2		0,038		
mo_spe	23.11.2007 08:50	27		0,11		
mo_spe	30.11.2007 10:30	12		0,067		
mo_spe	01.12.2007 16:05	110		0,22		
mo_spe	03.12.2007 11:10	21		0,075		
mo_spe	17.12.2007 14:45	4		0,026		
mo_spe	31.12.2007 10:25	13		0,03		
mo_spe	14.01.2008 10:40	22		0,08		
mo_spe	15.01.2008 12:45	26		0,01		
mo_spe	17.01.2008 10:20	16		0,07		
mo_spe	25.02.2008 10:50	5		0,04		
mo_spe	26.02.2008 15:10	23		0,13		
mo_spe	10.03.2008 11:05	34		0,11		
mo_spe	07.04.2008 10:20	29		0,063		
mo_spe	21.04.2008 11:35	8		0,02		
mo_spe	06.05.2008 10:50	9,6		0,046		
mo_spe	19.05.2008 11:25	9		0,054		
mo_spe	02.06.2008 10:35	16		0,15		
mo_spe	16.06.2008 11:40	15	0,035	0,12	3	
mo_spe	30.06.2008 11:40	10		0,047	1,07	100
mo_spe	06.07.2008 22:10	100		0,285		
mo_spe	15.07.2008 11:20	9		0,066		78
mo_spe	14.08.2008 10:45	49		0,122		
mo_spe	08.09.2008 10:35	10		0,066		180
mo_spe	22.09.2008 11:50	2,7	0,013	0,03	0,92	180
mo_spe	06.10.2008 10:35	9,2		0,041		160
mo_støl	22.10.2007 10:40	2		0,11		
mo_støl	05.11.2007 10:20	0,3	0,026	0,1	3,6	
mo_støl	19.11.2007 10:25	4		0,086		

stasj_id	tidspkt	SS	P PO4løst	P_tot	N_tot	TKB_koli
mo_stø1	23.11.2007 10:05	27		0,28		
mo_stø1	30.11.2007 12:30	16		0,3		
mo_stø1	01.12.2007 15:35	74		0,53		
mo_stø1	03.12.2007 10:45	37		0,31		
mo_stø1	17.12.2007 10:15	7		0,18		
mo_stø1	31.12.2007 12:15	1,6		0,1		
mo_stø1	14.01.2008 13:45	45		0,24		
mo_stø1	15.01.2008 15:40	43		0,23		
mo_stø1	17.01.2008 11:45	44		0,25		
mo_stø1	28.01.2008 13:20	2		0,055		
mo_stø1	31.01.2008 19:10	210		0,75		
mo_stø1	08.02.2008 13:30	3,6		0,1		
mo_stø1	25.02.2008 13:45	2		0,06		
mo_stø1	26.02.2008 16:55	26		0,2		
mo_stø1	10.03.2008 13:45	39		0,21		
mo_stø1	25.03.2008 14:50	2,4		0,047		
mo_stø1	07.04.2008 12:55	22		0,2		
mo_stø1	21.04.2008 14:10	15		0,04		
mo_stø1	06.05.2008 13:25	4,8		0,028		
mo_stø1	19.05.2008 13:35	10		0,068		
mo_stø1	16.06.2008 15:05	29	0,17	0,4	6	
mo_stø1	30.06.2008 14:40	15		0,074	1,6	100
mo_stø1	06.07.2008 23:50	66		0,319		
mo_stø1	15.07.2008 15:50	12		0,048		79
mo_stø1	28.07.2008 14:05	4,4	0,008	0,036	0,916	35
mo_stø1	11.08.2008 14:20	15		0,13		2500
mo_stø1	14.08.2008 13:05	67		0,534		
mo_stø1	25.08.2008 13:30	4	0,035	0,1	5,7	30
mo_stø1	08.09.2008 14:55	7,2		0,171		600
mo_stø1	22.09.2008 14:25	2,4	0,009	0,04	4,6	0
mo_stø1	06.10.2008 13:50	8,4		0,19		120
mo_vas	05.11.2007 10:00	4	0,009	0,045	8	
mo_vas	19.11.2007 10:05	4		0,014		
mo_vas	23.11.2007 09:50	54		0,36		
mo_vas	30.11.2007 12:35	60		0,6		
mo_vas	01.12.2007 15:25	200		1,5		
mo_vas	03.12.2007 10:30	78		0,74		
mo_vas	17.12.2007 09:50	1,2		0,009		
mo_vas	31.12.2007 12:10	2,4		0,03		
mo_vas	14.01.2008 13:40	29		0,42		
mo_vas	15.01.2008 15:35	42		0,43		
mo_vas	17.01.2008 11:50	95		0,65		
mo_vas	28.01.2008 13:25	2		0,027		
mo_vas	08.02.2008 13:20	6,4		0,08		
mo_vas	25.02.2008 13:40	0,3		0,01		
mo_vas	26.02.2008 16:45	5,5		0,05		
mo_vas	10.03.2008 13:40	55		0,42		
mo_vas	25.03.2008 14:45	2		0,014		

stasj_id	tidspkt	SS	P PO4løst	P_tot	N_tot	TKB_koli
mo_vas	07.04.2008 13:25	68		0,37		
mo_vas	21.04.2008 14:05	3		0,02		
mo_vas	06.05.2008 13:20	2,4		0,018		
mo_vas	19.05.2008 14:40	1,2		0,02		
mo_vas	16.06.2008 15:10	33	0,022	0,09	10	
mo_vas	30.06.2008 14:45	6		0,022	3,19	8
mo_vas	07.07.2008 00:00	57		0,226		
mo_vas	15.07.2008 15:55	3,2		0,022		100
mo_vas	28.07.2008 14:15	9,6	0,006	0,05	3	19
mo_vas	11.08.2008 14:45	8,5		0,09		20
mo_vas	14.08.2008 13:30	140		0,45		
mo_vas	25.08.2008 13:40	2,4	0,011	0,03	6,1	10
mo_vas	08.09.2008 14:50	3,2		0,043		24
mo_vas	22.09.2008 14:30	0,8	0,006	0,01	5,5	1
mo_vas	06.10.2008 14:20	14		0,1		50
mo_øre	22.10.2007 09:55	1,2		0,007		
mo_øre	05.11.2007 09:30	1,5	0,007	0,018	2,3	
mo_øre	19.11.2007 09:35	2,8		0,011		
mo_øre	23.11.2007 08:30	11		0,06		
mo_øre	30.11.2007 11:55	13		0,063		
mo_øre	01.12.2007 15:00	140		0,31		
mo_øre	03.12.2007 10:00	18		0,048		
mo_øre	17.12.2007 09:05	1		0,007		
mo_øre	31.12.2007 12:30	2		0,006		
mo_øre	14.01.2008 12:45	18		0,06		
mo_øre	15.01.2008 14:00	36		0,01		
mo_øre	17.01.2008 11:00	3,2		0,04		
mo_øre	28.01.2008 12:50	2,4		0,012		
mo_øre	31.01.2008 18:20	100		0,21		
mo_øre	08.02.2008 12:35	1,2		0,01		
mo_øre	25.02.2008 12:45	1		0,01		
mo_øre	26.02.2008 15:55	9,5		0,03		
mo_øre	10.03.2008 12:30	6,1		0,03		
mo_øre	25.03.2008 14:10	28		0,055		
mo_øre	07.04.2008 12:00	164		0,47		
mo_øre	21.04.2008 13:15	1		0,008		
mo_øre	06.05.2008 12:20	4,8		0,027		
mo_øre	19.05.2008 12:35	2		0,015		
mo_øre	02.06.2008 13:35	12		0,07		
mo_øre	16.06.2008 14:35	59	0,005	0,12	1,6	
mo_øre	30.06.2008 14:00	4,8		0,049	2,73	8000
mo_øre	06.07.2008 23:20	20		0,091		
mo_øre	15.07.2008 15:10	0,8		0,019		2200
mo_øre	28.07.2008 13:25	3,2	0,007	0,022	2,17	1300
mo_øre	11.08.2008 13:30	0,6		0,04		8000
mo_øre	14.08.2008 12:35	120		0,176		
mo_øre	25.08.2008 12:50	3,2	0,003	0,03	2,3	113
mo_øre	08.09.2008 13:50	4		0,029		800

stasj_id	tidspkt	SS	P PO4løst	P_tot	N_tot	TKB_koli
mo øre	22.09.2008 13:50	1,2	0,004	0,02	2,3	400
mo øre	06.10.2008 13:05	8,4		0,033		8100
mo årv	22.10.2007 10:10	3,6		0,013		
mo årv	05.11.2007 09:45	3	0,004	0,021	2,6	
mo årv	19.11.2007 09:50	3,6		0,021		
mo årv	23.11.2007 09:35	9,2		0,06		
mo årv	30.11.2007 12:10	4		0,041		
mo årv	01.12.2007 15:15	33		0,1		
mo årv	03.12.2007 10:15	5,6		0,036		
mo årv	17.12.2007 09:20	8		0,032		
mo årv	31.12.2007 11:20	2,8		0,03		
mo årv	14.01.2008 13:00	2,9		0,04		
mo årv	15.01.2008 14:55	4		0,03		
mo årv	25.02.2008 13:05	2,4		0,02		
mo årv	26.02.2008 16:05	31		0,07		
mo årv	10.03.2008 13:10	3,3		0,03		
mo årv	07.04.2008 12:40	4		0,035		
mo årv	21.04.2008 13:30	4		0,009		
mo årv	06.05.2008 12:40	4,4		0,021		
mo årv	19.05.2008 13:20	3,2		0,015		
mo årv	02.06.2008 13:55	2		0,02		
mo årv	16.06.2008 15:00	65	0,006	0,09	1,2	
mo årv	30.06.2008 14:20	11		0,051	2,27	1000
mo årv	06.07.2008 23:30	5,2		0,054		
mo årv	15.07.2008 15:25	1,6		0,019		1600
mo årv	28.07.2008 13:40	4,8	0,005	0,023	2,48	8000
mo årv	11.08.2008 14:05	27		0,08		900
mo årv	14.08.2008 12:50	39		0,085		
mo årv	25.08.2008 13:10	3,2	0,009	0,03	2,5	500
mo årv	08.09.2008 14:00	4,8		0,035		49
mo årv	22.09.2008 14:05	7,2	0,009	0,04	2,4	600
mo årv	06.10.2008 13:35	4,8		0,043		190

