

# Bioforsk Rapport

Vol. 6 Nr. 31 2011

## Overvåking Vansjø/Morsa 2009-2010

Resultater fra overvåking av innsjøer, elver og  
bekker i perioden oktober 2009 - oktober 2010

Eva Skarbøvik og Marianne Bechmann (Bioforsk)

Thomas Rohrlack og Sigrid Haande (NIVA)





**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:*

Overvåking Vansjø/Morsa 2009-2010  
Resultater fra overvåkingen i perioden oktober 2009 til oktober 2010

*Forfattere:*

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

<i>Dato:</i> 28.02.2011	<i>Tilgjengelighet:</i> Åpen	<i>Prosjekt nr.:</i> 2110-755	<i>Saksnr.:</i> -
<i>Rapport nr.:</i> 6(31) 2011	<i>ISBN-nr.:</i> 978-82-17-00762-3	<i>Antall sider:</i> 121 (ekskl. vedlegg)	<i>Antall vedlegg:</i> 6

*Oppdragsgiver:*

Vannområdeutvalget Morsa

*Kontaktperson:*

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, fem innsjøer oppstrøms i nedbørfeltet, tilførselselver til Storefjorden og tilførselsbekker til vestre Vansjø i perioden oktober 2009 – oktober 2010. Rapporten inneholder oversikter over gjennomsnittskonsentrasjoner i bekker, elver og innsjøer, tilførselsberegninger til Vansjø, Sæbyvannet og Mjør, samt trendanalyser for de stasjoner hvor det finnes data tilbake i tid. Et fosforbudsjett er også beregnet for vassdraget. Det er utarbeidet et faktaark som oppsummerer undersøkelsene; dette er lagt inn bakerst i rapporten som et utvidet sammendrag.

*Fylke:*

Østfold og Akershus

*Sted:*

Vansjø-Hobølvassdraget

Godkjent

Per Stålnacke  
Forskningsleder

Prosjektleder

Eva Skarbøvik  
Seniorforsker



# Forord

---

Med finansiering fra Klima- og forurensningsdirektoratet (Klif; tidligere SFT) har Vannområde-utvalget for Morsa siden 2005 sørget for overvåking og undersøkelser i Vansjø/Morsavassdraget. Undersøkelsene i perioden oktober 2009 – oktober 2010 er utført av et konsortium bestående av Bioforsk Jord og miljø og Norsk institutt for vannforskning (NIVA). Undersøkelsene er en videreføring av tidligere års overvåking.

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

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

I tillegg er det utført modellering av innsjøen Sæbyvannet, dette er rapportert i et eget notat fra NIVA og NVE.

Prosjektet har involvert følgende medarbeidere:

Elver og bekker: Eva Skarbøvik (Bioforsk) har vært prosjektleder og ansvarlig for overvåking av tilførselselver til Storefjorden; Marianne Bechmann (Bioforsk) har vært ansvarlig for overvåking og tilførselsberegninger for vestre Vansjø. Hans Olav Eggestad og Annelene Pengerud (begge Bioforsk) har bidratt til tilførselsberegninger. Øistein Johansen og Geir Tveiti (begge 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. Kjemiske analyser er utført ved Eurofins Moss.

Innsjøer: Thomas Rohrlack (NIVA) har analysert og rapportert resultatene fra Vansjø, mens Sigrid Haande (NIVA) har hatt ansvaret for fem andre innsjøer i nedbørfeltet. Denne delen av prosjektet har også benyttet resultater fra overvåkingen av Grimstadbukta som er finansiert av MOVAR IKS. Sistnevnte takkes også for samarbeidet under feltarbeidet i Vansjø. Kjemiske analyser er utførte ved NIVA-lab.

Kvalitetssikring er utført av Per Stålnacke, Bioforsk (tilførsler og overordnet kvalitetskontroll av rapporten) og Anne Lyche Solheim, NIVA (innsjøer).

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.

Ås 28. februar 2011



Eva Skarbøvik



# Sammendrag

---

***Bakerst i denne rapporten er et faktaark som oppsummerer funnene fra overvåkingen.***

Prosjektet er utført på oppdrag for Vannområdeutvalget for Morsa og er finansiert av Klima- og forurensingsdirektoratet (Klif).

Overvåkingen er utført i perioden oktober 2009 til oktober 2010 og omfatter Vansjø og dens tilførselselver/-bekker, samt fem andre innsjøer i nedbørfeltet.

I 2010 fortsatte vannkvaliteten i vestre Vansjø å bedres. Både fosfornivået og mengden alger gikk ned. De siste ni årene har fosforinnholdet i vestre Vansjø vist en nedadgående trend og tallene har ikke vært lavere siden 1989. Denne forbedringen kan knyttes til at fosfortilførslene fra jordbruksbekkene rundt det vestre bassenget også har gått ned de siste årene. Det er satt igang en rekke tiltak i denne delen av nedbørfeltet og det ser nå ut til at disse tiltakene gir en positiv utvikling i innsjøen.

I østre del av innsjøen er det Hobølelva som har de største tilførslene. Denne elva reagerer relativt kraftig på variasjoner i værforholdene: Økt vannføring i elva gir erosjon av elvebredden noe som igjen medfører at fosforrike partikler transporteres ned til Storefjorden. I 2010 ble dette forverret av en rekke anleggsarbeider i nedbørfeltet til Storefjorden. Tilførslene i denne delen av vassdraget gikk derfor ikke ned.

Totalt ble det til Storefjorden tilført 21 tonn fosfor fra de fire største tilførselselvene i perioden. Til vestre Vansjø ble det tilført 2,5 tonn fra lokale bekkfelt, og nesten 8 tonn fra Storefjorden. Nedbør- og vannføringsforhold var noe over normalen i perioden.

Vannkvaliteten i Vansjøs innsjøbasseng og de øvrige innsjøene i nedbørfeltet varierer, med god tilstand i Sætertjernet og Våg, moderat tilstand i Bindingsvannet, Langen, Mjær, Storefjorden og Vanemfjorden, og dårlig tilstand i Sæbyvannet og Grepperødfjorden.

Flommen i 2000 viste seg å ha en kraftig eutrofieringseffekt som har påvirket innsjøen i flere påfølgende år. Dette kan også ha motvirket effekten av kostbare tiltak mot næringsstoffavrenning. Det er imidlertid faglig enighet blant forfatterne av denne rapporten at den forbedringen som nå observeres av vannkvaliteten i vestre Vansjø kan knyttes til effekten av tiltakene som er iverksatt i nedbørfeltet.





# Innhold

---

1.	Innledning.....	11
1.1	Målsetning.....	11
1.2	Rapportens innhold og oppbygging.....	11
1.3	Vansjø-Hobølvassdraget.....	11
1.4	Innsjøene oppstrøms Vansjø.....	14
1.5	Innsjøen Vansjø.....	14
1.6	Meteorologi og hydrologi i rapporteringsperioden.....	15
1.7	Vannføring i perioden sett i forhold til tidligere år.....	17
2.	Metodikk.....	20
2.1	Prøvetaking i Vansjø.....	20
2.2	Prøvetaking i øvrige innsjøer.....	20
2.3	Prøvetaking i elver og bekker.....	21
2.4	Hydrologi og tilførselsberegninger.....	23
3.	Innsjøer oppstrøms Vansjø.....	24
3.1.1	Resultater fysisk-kjemiske forhold.....	24
3.1.2	Resultater biologiske forhold.....	26
3.1.3	Tidsserier og tilstand i 2010 i forhold til miljømålene.....	28
3.2	Langen.....	29
3.2.1	Resultater fysisk-kjemiske forhold.....	29
3.2.2	Resultater biologiske forhold.....	31
3.2.3	Tidsserier og tilstand i 2010 i forhold til miljømålene.....	33
3.3	Våg.....	35
3.3.1	Resultater fysisk-kjemiske forhold.....	35
3.3.2	Resultater biologiske forhold.....	37
3.3.3	Tidsserier og tilstand i 2010 i forhold til miljømålene.....	38
3.4	Mjær.....	41
3.4.1	Resultater fysisk-kjemiske forhold.....	41
3.4.2	Resultater biologiske forhold.....	43
3.4.3	Tidsserier og tilstand i 2010 i forhold til miljømålene.....	45
3.5	Sæbyvannet.....	47
3.5.1	Resultater fysisk-kjemiske forhold.....	47
3.5.2	Resultater biologiske forhold.....	49
3.5.3	Tidsserier og tilstand i 2009 i forhold til miljømålene.....	51
4.	Tilførsler til Storefjorden.....	53
4.1	Konsentrasjonen av målte stoffer.....	53
4.1.1	Variasjoner i konsentrasjon.....	53
4.1.2	Gjennomsnittskonsentrasjoner.....	55
4.2	Sammenligning med tidligere års konsentrasjoner (faktiske).....	56
4.3	Tilførsler til Storefjorden i rapporteringsperioden.....	59
4.3.1	Faktiske tilførsler til Storefjorden.....	59
4.3.2	Vannføringsnormaliserte tilførsler.....	60
4.3.3	Arealspesifikk transport fra nedbørfeltene.....	61
4.4	Sammenligning av arealspesifikke tilførsler siden 2006.....	63
4.5	Langtidsutvikling av tilførsler i Hobøelva.....	64
4.6	Årsaker til tilførsler til Storefjorden de senere år.....	68
5.	Tilførsler til vestre Vansjø.....	71
5.1	Tilførsler i bekkene.....	71
5.1.1	Fosfor.....	71
5.1.2	Partikler (STS).....	72
5.1.3	Andre parametere.....	74
5.2	Tilførsler til vestre Vansjø og Mosseelva.....	74
5.2.1	Faktiske tilførsler.....	74
5.2.2	Vannføringsnormaliserte tilførsler.....	76

5.3	Oppskalerte tilførsler av fosfor og suspendert tørrstoff til Vansjø i 2009/10 .....	78
5.4	Konklusjoner for bekker til vestre Vansjø .....	79
6.	Vansjø – innsjøresultater .....	80
6.1	Resultater fysisk-kjemiske forhold .....	80
6.1.1	Temperatur og oksygen .....	80
6.1.2	Siktedyp .....	80
6.1.3	Gløderest/Suspendert stoff .....	80
6.1.4	pH .....	81
6.1.5	Fosfor .....	81
6.1.6	Nitrogen .....	85
6.1.7	Reaktivt silikat .....	88
6.1.8	Vannets farge .....	89
6.1.9	Totalt organisk karbon (TOC) .....	89
6.2	Resultater biologiske forhold .....	89
6.2.1	Planteplankton .....	89
6.2.2	Klorofyll-a .....	92
6.2.3	Microcystin .....	93
6.3	Undersøkelser i Grimstadkilen .....	94
6.4	Situasjonen i 2010 sammenlignet med tidligere år og vurdering av Vansjø i forhold til EUs rammedirektiv for vann .....	94
6.4.1	Utvikling av fosfor i Vansjø .....	94
6.4.2	Utvikling av nitrogen i Vansjø .....	95
6.4.3	Utvikling av humus (farge) .....	95
6.4.4	Utvikling av silisium og partikler .....	96
6.4.5	Utvikling av algemengde .....	96
6.4.6	Tilstand i forhold til mål .....	96
7.	Konklusjon .....	107
7.1	Konsentrasjoner i elver og bekker .....	107
7.2	Miljøtilstanden i innsjøene sett i forhold til miljømålene .....	108
7.3	Transport av fosfor til Vansjø i overvåkingsperioden .....	109
7.4	Næringsstoffbudsjett for vassdraget (faktisk) 2005-2010 .....	111
7.5	Vannføringsnormaliserte fosforbudsjetter .....	113
7.6	Vannføringsnormaliserte og arealspesifikke tilførsler siden 2005 .....	114
7.7	Langtidsutviklingen av næringsstoffer i vassdraget .....	116
7.7.1	Fosfor i Hobøelva og Storefjorden .....	116
7.7.2	Fosfor fra lokale bekkefelt og i Vanemfjorden .....	117
7.7.3	Nitrogen i Hobøelva og Storefjorden .....	118
7.7.4	Algebegrensing i Vansjø .....	119
7.8	Utvikling i de seks andre innsjøene .....	120
8.	Referanser .....	121
	Vedlegg .....	123
	Vedlegg 1: Ordliste .....	124
	Vedlegg 2. Metodikk - informasjon om prøvetaking, frekvens og parametre .....	127
	Prøvetaking i Vansjø .....	127
	Prøvetaking i øvrige innsjøer .....	128
	Prøvetaking i elver og bekker .....	129
	Tilførselsberegninger .....	130
	Vedlegg 3: Utfyllende informasjon om innsjøer oppstrøms Vansjø .....	132
	Bindingsvannet .....	132
	Langen .....	134
	Våg .....	137
	Mjær .....	140
	Sæbyvannet .....	142
	Vedlegg 4. Utfyllende informasjon om elver til Storefjorden .....	145
	Vedlegg 5. Utfyllende informasjon om Vansjø (Figurer) .....	149
	Vedlegg 6: Faktaark (utvidet sammendrag)	

# 1. Innledning

---

## 1.1 Målsetning

Dette prosjektet har hatt som mål å gjennomføre overvåking og undersøkelser i Vansjø fem andre innsjøer, samt i elver og bekker i nedbørfeltet i perioden 16. oktober 2009 - 15. oktober 2010.

Prosjektets oppdragsgiver er Vannområdeutvalget Morsa, og arbeidet er finansiert av midler fra Miljøverndepartementet via Klima- og forurensningsdirektoratet (KLIF).

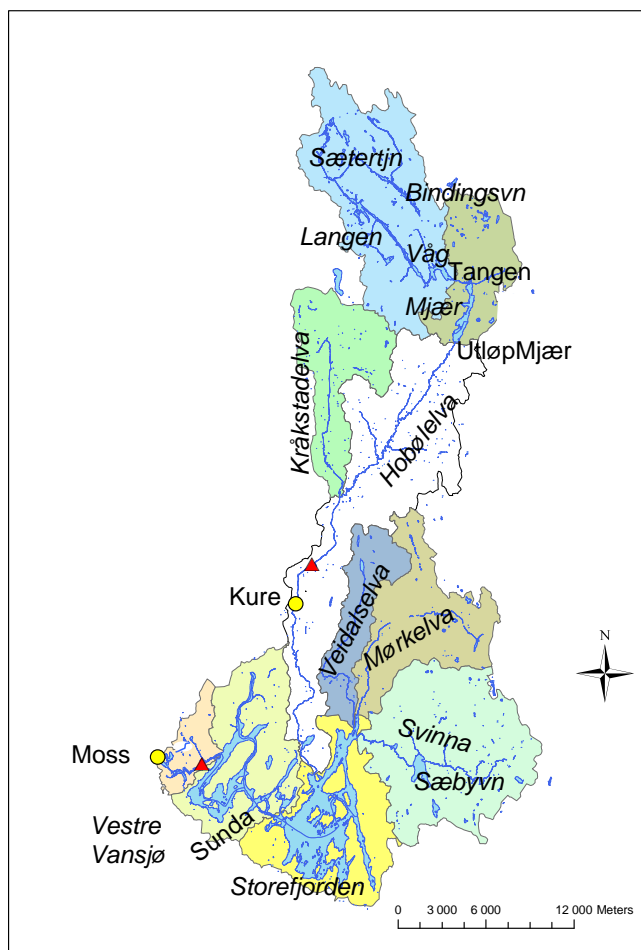
## 1.2 Rapportens innhold og oppbygging

Denne rapporten presenterer de samlede resultatene fra overvåking og undersøkelser i innsjøen Vansjø og dens nedbørfelt, herunder tilførselsbekker og –elver, samt utløpselva Mosseelva. Det rapporteres også fra Sæbyvannet i Østfold fylke, samt fire innsjøer i Akershus' del nedbørfeltet; Bindingsvannet, Langen, Våg og Mjær. Av disse har tidligere undersøkelser (f.eks. Skarbøvik m.fl. 2010) vist at særlig Sæbyvannet har høye fosfor- og klorofyllkonsentrasjoner, og det er derfor utført en modellering av vannet med MYLAKE-modellen. Dette arbeidet er rapportert i et eget notat fra NIVA og NVE.

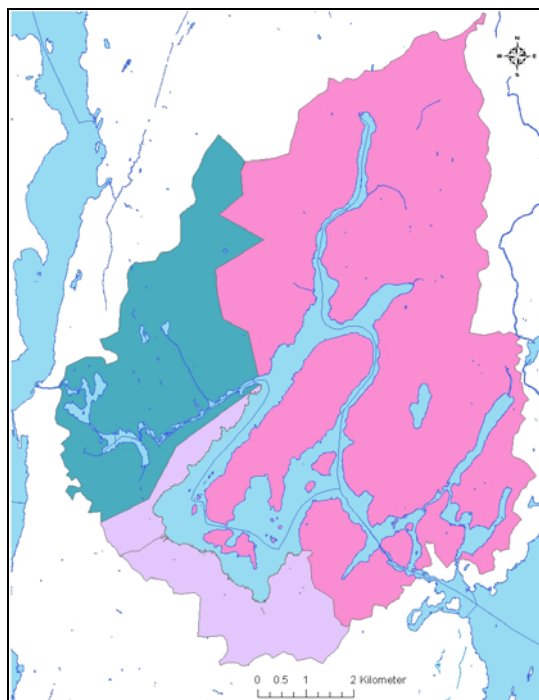
Rapporten er i år som i fjor forsøkt kortet ned slik at flere avsnitt og figurer er lagt til vedleggene. Dette for å bedre lesevennligheten av rapporten. I vedlegget finnes også en ordliste over parametre som er undersøkt. I tillegg er det utarbeidet et faktaark som oppsummerer funnene, dette er lagt ved bakerst i rapporten.

## 1.3 Vansjø-Hobølvassdraget

Vansjø-Hobølvassdraget er et næringsrikt lavlandsvassdrag hvor over 90 % av nedbørfeltet ligger under marin grense. Nedbørfeltet er på totalt 688 km<sup>2</sup> 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 1.1 viser hele nedbørfeltet. Nedbørfeltet til vestre Vansjø er delt inn i tre mindre enheter med bakgrunn i hvilke delfelt som brukes i oppskalering, som vist i Figur 1.2.



Figur 1.1. Vansjøes nedbørfelt med sentrale stedsnavn inntegnet. Mer detaljerte kart over prøvetakingsstedene er gitt i metodekapitlet.



Figur 1.2. Nedbørfeltet til vestre Vansjø (rosa og lilla areal) og Mosseelva (blågrønt areal).

Tabellene 1.1 og 1.2 viser totalt areal samt fordelingen av jordbruksareal i de ulike delnedbørfeltene.

Tabell 1.1 Arealfordelingen i nedbørfeltet til Hobølvassdraget (fra Buseth-Blankenberg m.fl. 2008, oppdaterte tall for Vestre Vansjø og Mosseelva satt inn etter nye beregninger høsten 2009).

Delnedbørfelt	km <sup>2</sup>
Oppstrøms Tangenelva	105,4
Strekn. Tangenelva - utløp Mjær	41,2
Kråkstadelva	51,3
Hele Hobølelva	333,0
Veidalselva	33,3
Mørkelva	61,2
Sæbyvannet, Svinna	103,1
Storefjorden bekkfelt	73,8
Oppstrøms Sunda	604,4
Vestre Vansjø	67,6
Mosseelva	16,3
Hele vassdraget	688,3

Tabell 1.2 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	km <sup>2</sup>			
Øst for vestre Vansjø	47			
Mellom Raet og Vansjø	8			
Vestre Vansjø	68			
- hvorav vannflate	12			
Mosseelva	16			
- hvorav vannflate	1			

## 1.4 Innsjøene oppstrøms Vansjø

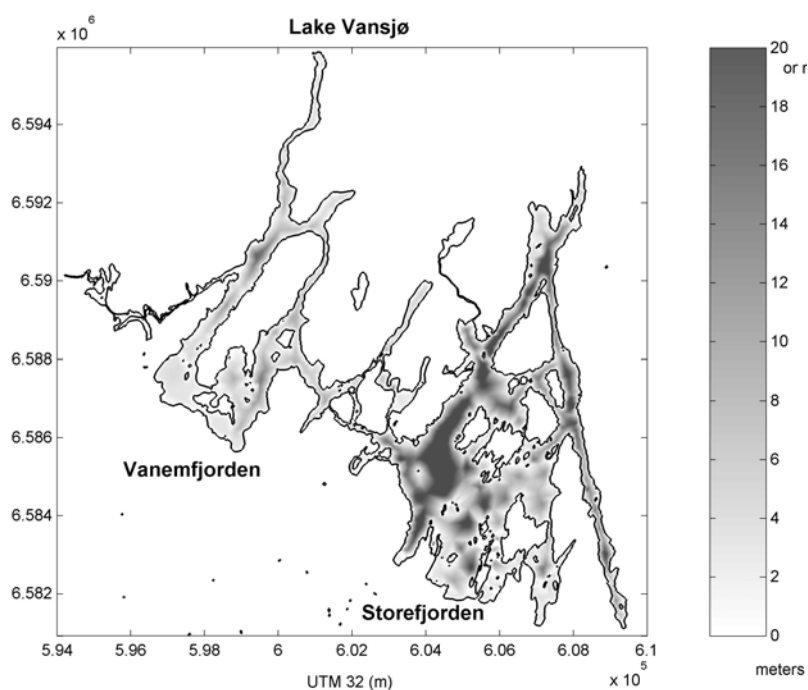
Flere innsjøer i Morsavassdraget står i fare for å ikke oppfylle kravene om god økologisk tilstand iht. Vanddirektivet. I 2008 ble det derfor igangsatt en felles overvåking av seks utvalgte innsjøer i Vannområdet: Sætertjernet, Bindingsvannet, Langen, Vågvannet, Mjær og Sæbyvannet (overvåket siden 2005, som en del av overvåkingsprogrammet for Morsa). Data fra 2008-2009 viste at Sætertjernet anses å være i god økologisk tilstand, og denne innsjøen har derfor ikke blitt overvåket i 2010. Geografiske og hydrologiske data for innsjøene er gitt i hvert delkapittel for disse.

## 1.5 Innsjøen Vansjø

Selve innsjøen er 36 km<sup>2</sup> og består av flere bassenger som er skilt fra hverandre av trange sund og grunne terskler (se Figur 1.3). Vi deler ofte Vansjø inn i 2 hovedbassenger: en østre del (Storefjorden) med et areal på 24 km<sup>2</sup> og den vestre delen (med prøvestasjon i Vanemfjorden) som er på 12 km<sup>2</sup>. Både den største tilløpselva Hobølelva 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 vestre Vansjø er vist i Tabell 1.3.

Tabell 1.3. Vansjø – Morfometriske data

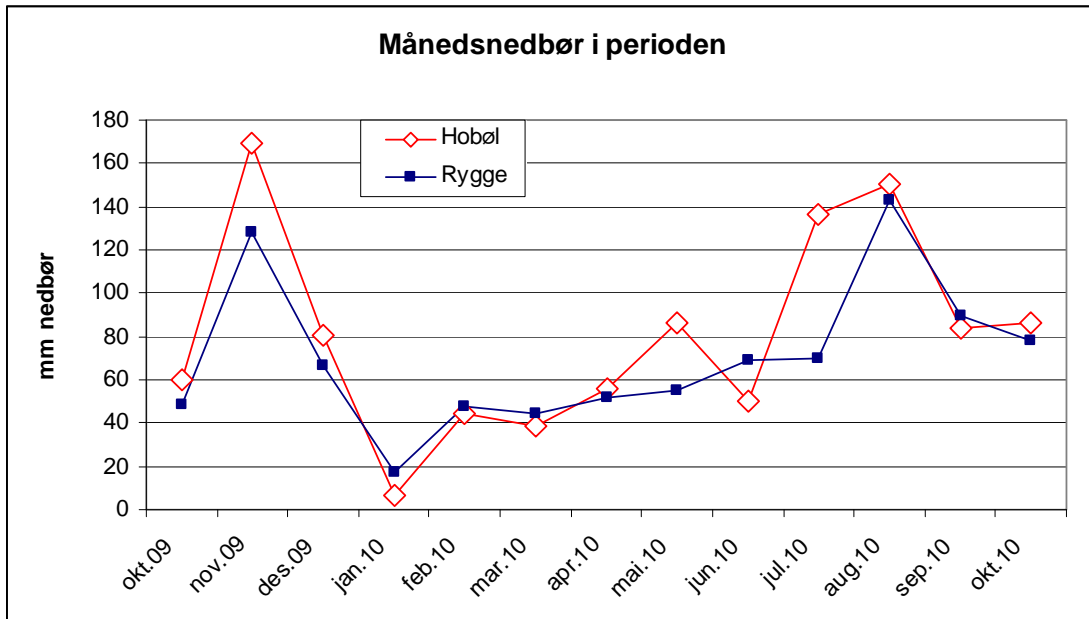
Morfometri	Storefjorden	vestre Vansjø
Overflateareal (km <sup>2</sup> )	23,8	12
Middeldyp (m)	9,2	3,7
Største dyp (m)	41	17
Vannets teoretiske oppholdstid (år)	0,85	0,21



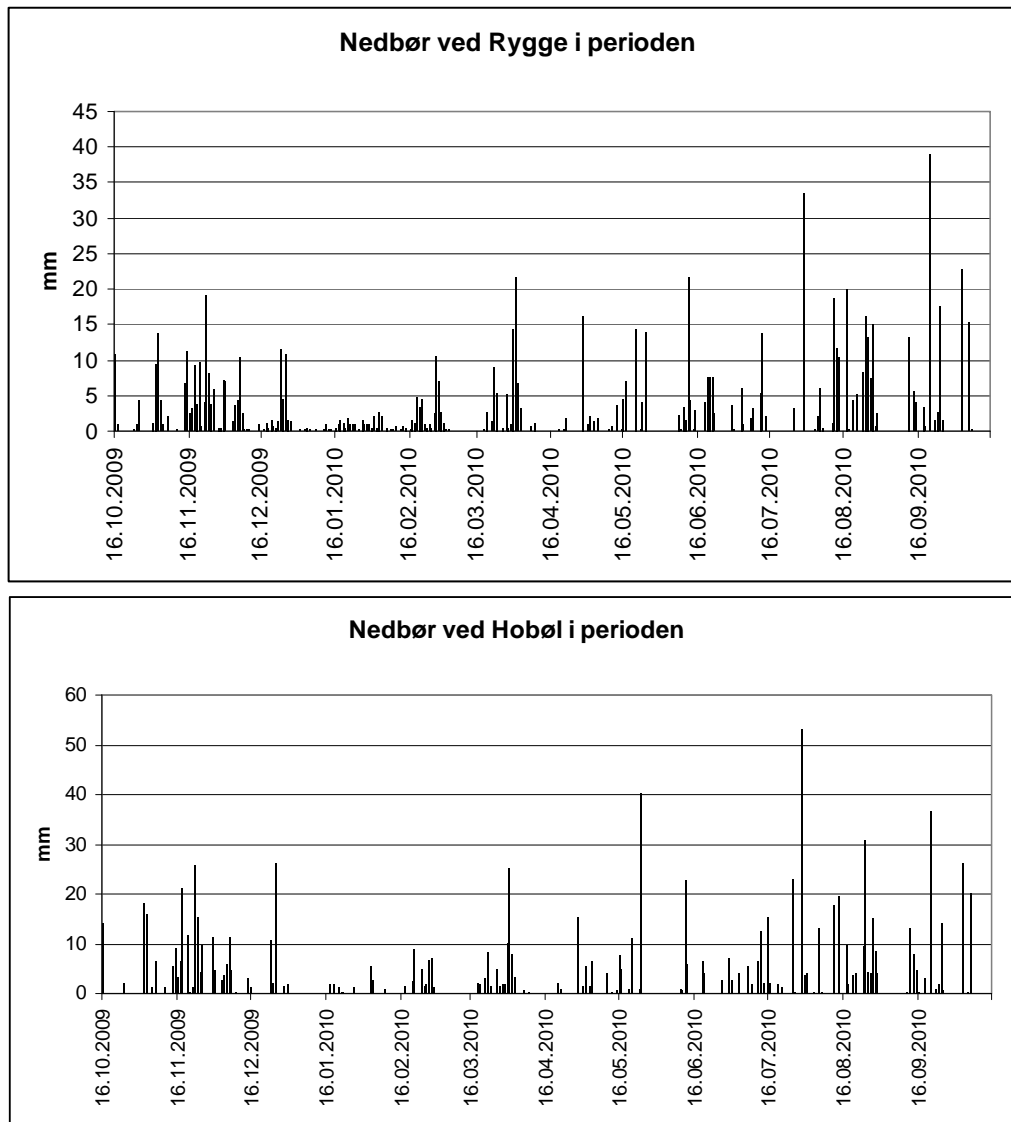
Figur 1.3. Dybdekart over Vansjø

## 1.6 Meteorologi og hydrologi i rapporteringsperioden

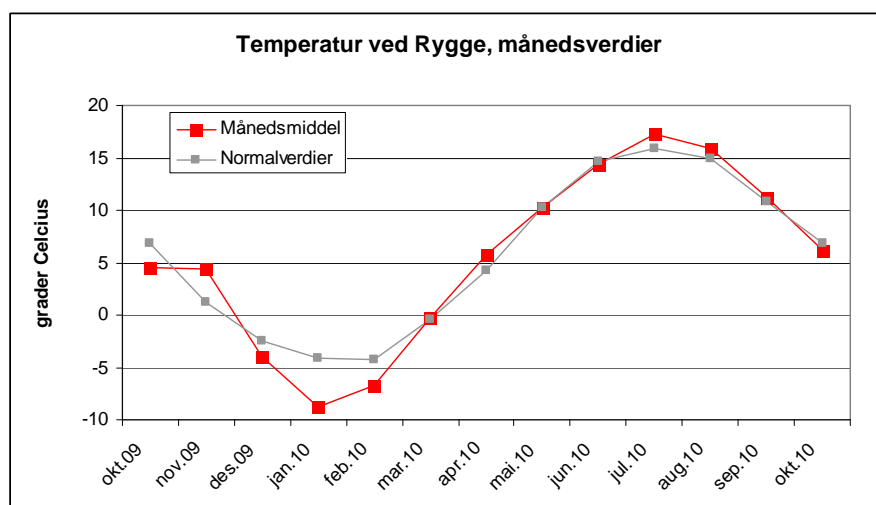
Meteorologiske forhold i rapporteringsperioden fremgår av Figurene 1.4, 1.5 og 1.6. Høsten 2009 hadde den høyeste nedbørmengden for perioden, med over 160 mm regn i Hobøl i november. Vinteren 09/10 var spesielt kald, med stabile værforhold og tildels gjenfrosne elver og bekker. Det ble derfor tatt få prøver om vinteren. Nedbøren ved Hobøl var, som for fjoråret, større enn ved Rygge, særlig i november 2009, mai og juli 2010. I mai var det en nedbørepisode som var særlig høy i Hobøl, og som ga utslag i vannføringen særlig i de nordligste stasjonene (se figur 6 for vannføring i Hobølelva).



Figur 1.4. Månedsnedbør ved met.no stasjoner 17150 Rygge og 03780 Igsi i Hobøl i rapporteringsperioden.



Figur 1.5. Døgnnedbør ved met.no stasjoner 17150 Rygge (øverst) og 03780 Igsi i Hobøl (nederst) i rapporteringsperioden.

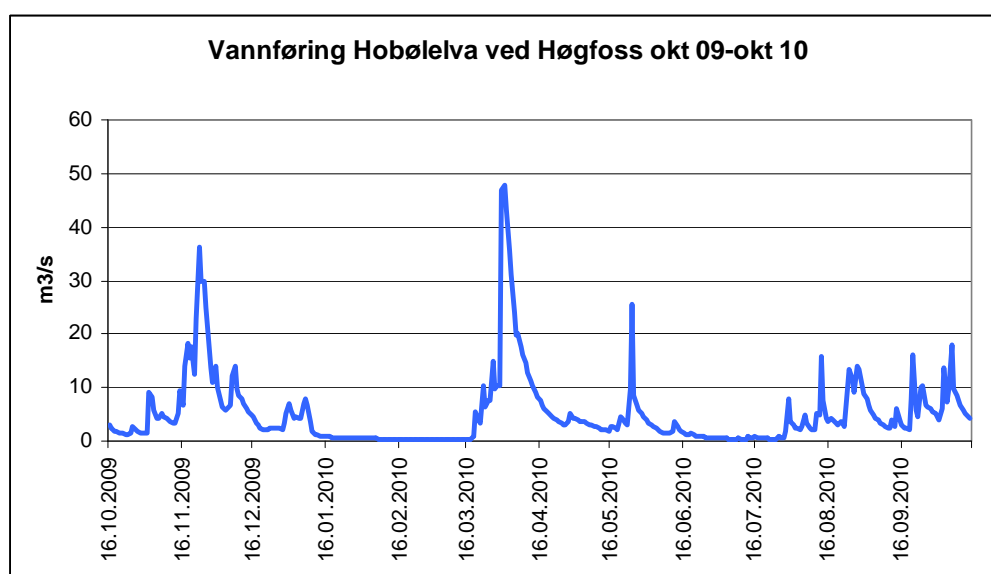


Figur 1.6. Gjennomsnittlig temperatur ved met.no stasjon 17150 Rygge for rapporteringsperioden (rød kurve) og normalperioden (grå kurve).



## 1.7 Vannføring i perioden sett i forhold til tidligere år

Vannføringen blir målt to steder i vassdraget, ved Høgfoss i Hobøl elva og i Guthusbekken. I Hobøl elva (Figur 1.7; Tabell 1.4) var det relativt høy vannføring i slutten av november 2009 og ved snøsmeltingen i mars/april. I tillegg økte vannføringen kraftig i mai etter intens nedbør nord i feltet (se figur 1.5, nederste kurve).



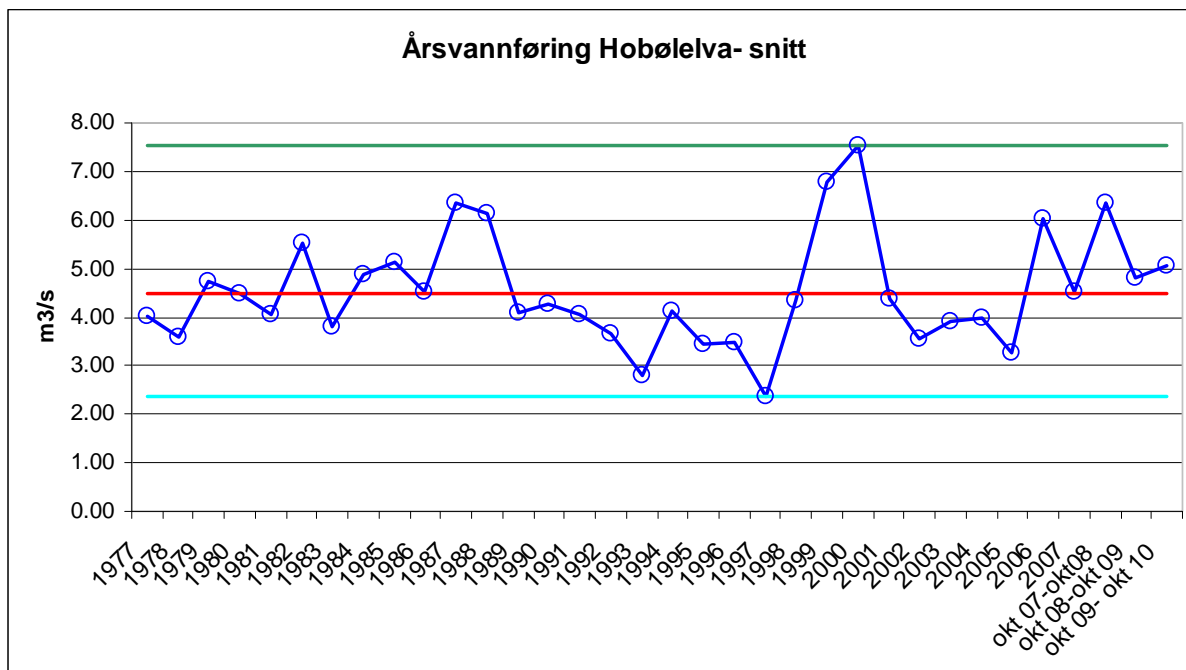
Figur 1.7. Vannføringsvariasjoner i rapporteringsperioden 16. oktober 2009 til 15. oktober 2010.

Tabell 1.4. Gjennomsnittlig døgnvannføring i ulike perioder, Hobøl elva ved Høgfoss.

Periode	1977-07	2005	2006	2007	Okt 07- okt 08	Okt 08- okt 09	Okt 09- okt 10
Snittvannføring (m <sup>3</sup> /s)	4,62	3,32	6,33	4,59	6,40	4,80	5,06
Totalvannføring (mill m <sup>3</sup> /år)	140	103	190	143	200	151	160

I rapporteringsperioden oktober 2009– oktober 2010 var den totale vannmengden ved Kure i Hobøl elva over gjennomsnittet for perioden 1977-2007<sup>1</sup>, jf. Figur 1.8.

<sup>1</sup> Denne perioden er benyttet som referanseperiode siden 2007-rapporteringen og for sammenligningens skyld, bl.a. i forhold til fosforbudsjettet, er den beholdt.



Figur 1.8. Variasjoner i vannføring i Hobølelva, vist som totalmengde vann. Grønn linje representerer maksimumsvannføring, turkis minimum og rød snittet for perioden. Merk at de siste ”årsvannføringer” er for rapporteringsperioden, dvs fra oktober til oktober.

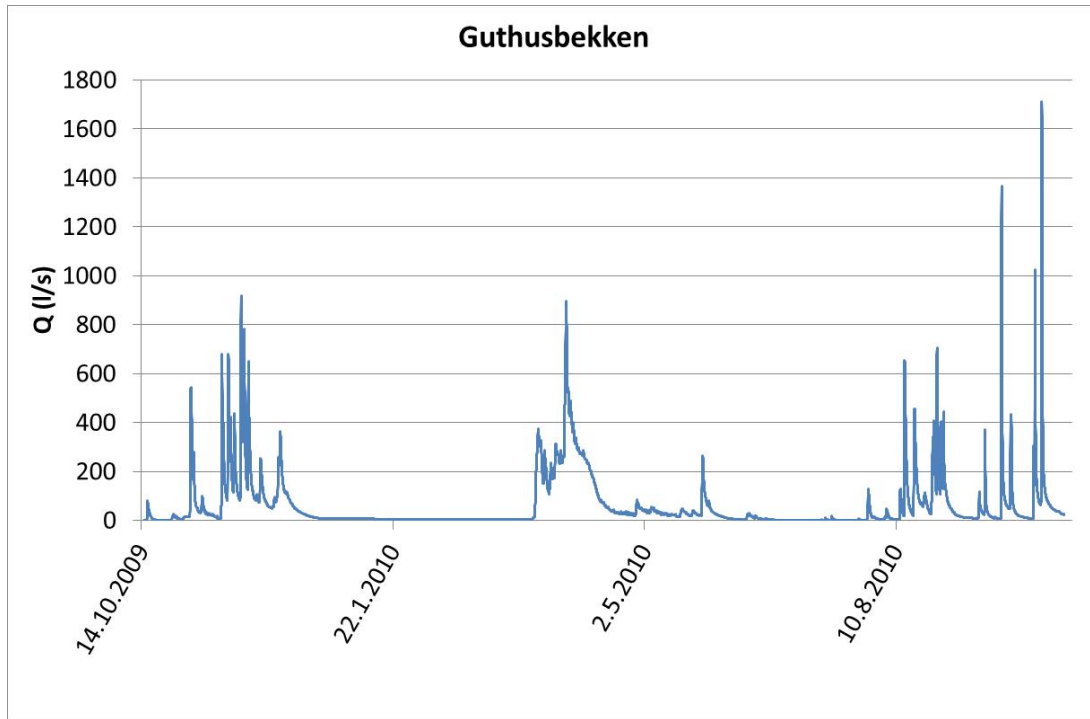
Tabell 1.5 viser avrenning i Skuterudbekken (2004-2006) og Guthusbekken (2006-2010), samt gjennomsnittlig avrenning i Skuterud for periode 1994-2004. Data i tabellen er rettet opp i forhold til oppstuvning tilbake i tid. Det betyr at avrenningen avviker fra det som tidligere har vært rapportert.

I vestre Vansjø er fosfortapene normalisert i forhold til avrenningsmengden det enkelte år, og gjennomsnittet for Skuterud over 10 år (1994-2004) benyttes som et ”normalår”. Ved vannføringsnormalisering justeres avrenningen det enkelte år i forhold til denne middelavrenningen, slik at årlige nedbørvariasjoners betydning for trender i fosfortap reduseres. I 2009/10 er i Guthusbekken 540 mm og ligger omtrent på nivå med normalavrenning (532 mm).

Tabell 1.5. Avrenning i Skuterudbekken og Guthusbekken. Normalavrenning i Skuterudbekken er brukt som referanse for normalisering av verdiene til Vestre Vansjø.

	Avrenning
	mm
Normalavrenning (94-04)	532
2004/2005	260
2005/2006	544
2006/2007	771
2007/2008	674
2008/2009	536
2009/2010	540

Vannføring ved målestasjonen i Guthusbekken for perioden 15. oktober 2009 til 15. oktober 2010 er vist i figur 1.9. Det er noe problemer med oppstuvning ved Guthusbekken på grunn av plantevekst i bekken og høy vannstand i Vansjø (se kapittel 2.4, hvor dette problemet er ytterligere diskutert).



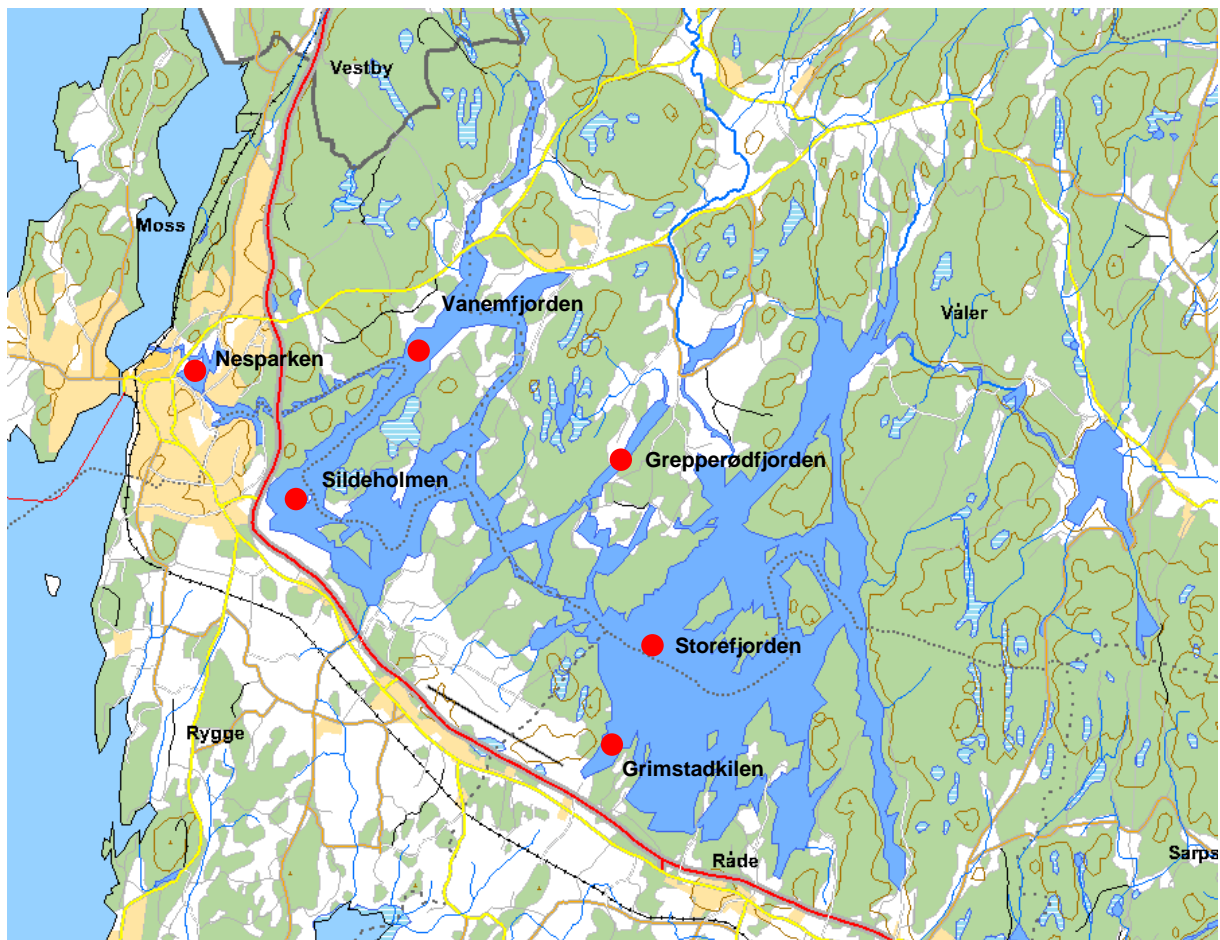
Figur 1.9. Vannføring for perioden oktober 2009 til oktober 2010 i Guthusbekken (oppretting av oppstuvning er utført).

## 2. Metodikk

---

### 2.1 Prøvetaking i Vansjø

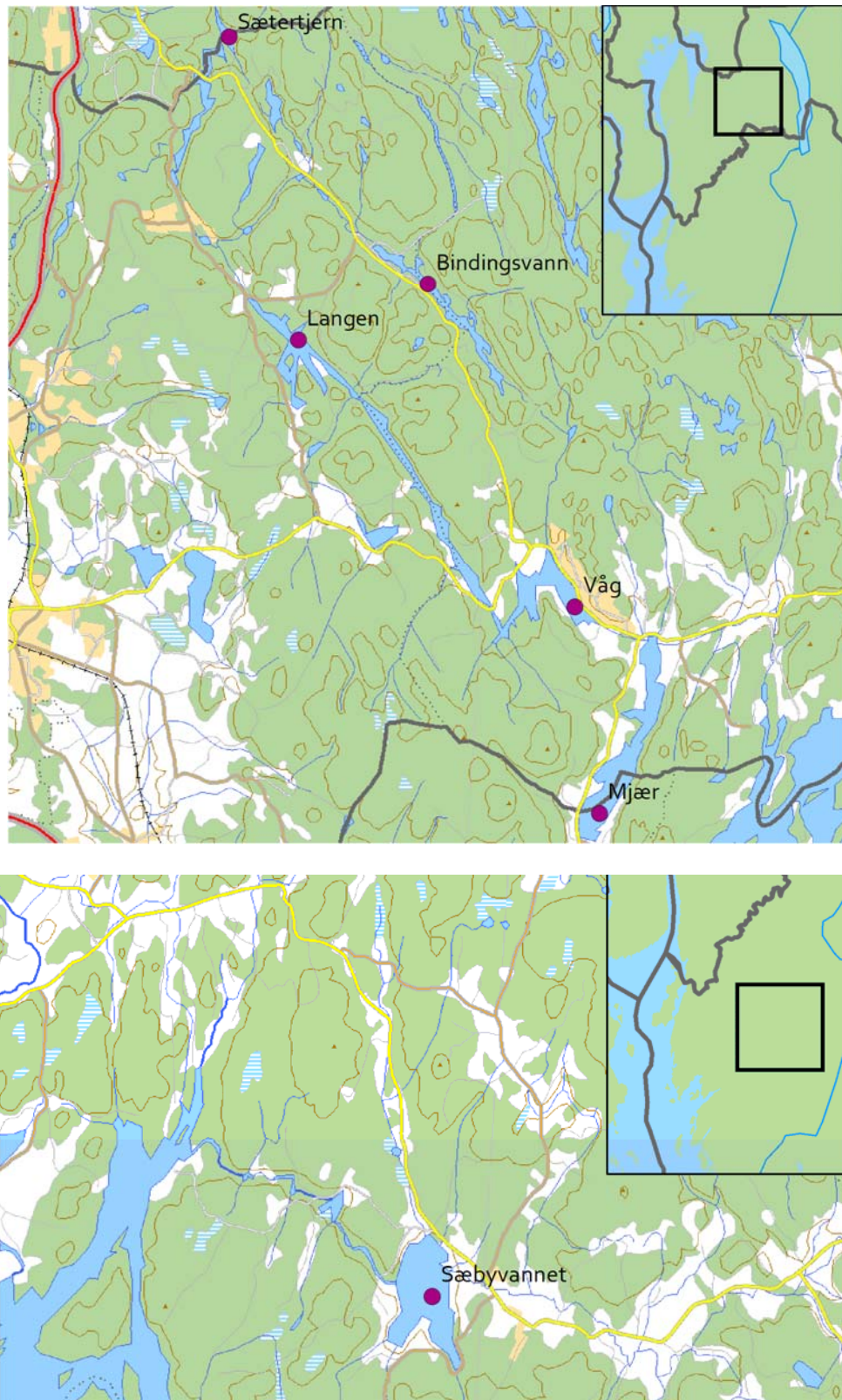
Overvåkingen pågikk i perioden 28. april til 11. oktober, prøveskjema er vist i Vedlegg 2. Alle målestasjoner vises i Figur 2.1. Felt- og analyseresultatene ble fortløpende lagt ut på internett og er fritt tilgjengelig for alle via NIVAs miljøovervåkingssystem AquaMonitor ([www.aquamonitor.no/ostfold](http://www.aquamonitor.no/ostfold)).



Figur 2.1. Målestasjoner overvåking Vansjø 2010.

### 2.2 Prøvetaking i øvrige innsjøer

Overvåkingen pågikk i perioden 27. mai-16. september. Parametre og prøvetakingsfrekvens (i all hovedsak hver 14. dag) er gitt i Vedlegg 2. Figur 2.2 viser beliggenheten til de aktuelle innsjøene og prøvetakingsstasjonene.



Figur 2.2. Beliggenhet og målestasjoner i de utvalgte innsjøene i Morsavassdraget

### 2.3 Prøvetaking i elver og bekker

Elvestasjonene i tilknytning til Storefjorden (figur 2.3) omfatter ti ulike lokaliteter, i tillegg til stasjonen i sundet mellom Storefjorden og Vanemfjorden, samt utløpet av hele innsjø-

systemet, Mosseelva, som prøvetas ved Mossefossen. Av de ti stasjonene er det fire som benyttes til å beregne samlet transport inn i Storefjorden (HOBK, VEID, MØRK, SVIU; se vedlegg 2). Ny stasjon i 2010 er Engsbekken, som ble prøvetatt første gang i juli 2010 for å bedre kunne kvantifisere tilførsler til Sæbyvannet. Bekken Boslangen er tatt med for å få bedre informasjon om bakgrunnsavrenning fra skogsområder.



Figur 2.3 Prøvelokalitetene til tilførselselvene til Storefjorden. Kure i Hobøelva er vist i Figur 1.1.

I nedbørfeltet til vestre Vansjø og Mosseelva blir det tatt ut vannprøver i ni bekker (figur 2.4), 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 2.4. Prøvetaking i nedbørfeltet til vestre Vansjø og Mosseelva.

Parametre og prøvetakingsfrekvens i tilførselselver og –bekker er vist i Vedlegg 2.

## 2.4 Hydrologi og tilførselsberegninger

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 2005/06 basert på målinger av vannføring i Skuterudbekken i Ås, som ligger rett 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 på grunn av is på vinteren og når vannstanden i Vansjø er høy. Vegetasjon i bekkeprofilen påvirker også vannføringsmålingene. NVE foretok en kontrollmåling med flygel høsten 2010 og fant at den reelle vannføringen var ca 1/4 av det vannføringskurven tilsa. Vannføringen er justert basert på vannføring i Skuterudbekken (JOVA, Bioforsk) og nedbør målt på Rygge kontra nedbør målt i Skuterudbekken. Etter oppretting blir disse data brukt i beregning av stofftransport. Årets korrigerte vannføring er vist i figur 1.9, men noe oppstuvning kan fortsatt prege dataene i noen perioder på tross av at total vannbalanse er vurdert til å være rimelig. Utover feilene på vannføring i Guthusbekken er det dessuten ønskelig å få en bedre representasjon av vannføringen i områdene mellom Vansjø og Raet, der hydrologien er betydelig forskjellig fra østsiden av vestre Vansjø.

Detaljer rundt metodikk for tilførselsberegninger er gitt i Vedlegg 2.

## 3. Innsjøer oppstrøms Vansjø

### Bindingsvannet



Innsjøkode:	003-5572-L
Beliggenhet:	Ski, Enebakk
Vanntype:	L-N3 (Kalkfattig, humøs)
Farge (mg Pt/L):	69,0
Kalsium (mg/L)	2,4
Høyde over havet (m):	172
Påvirkning:	Eutrofi
Innsjøareal (km <sup>2</sup> ):	0,62
Middeldyp (m):	

Vansjø-Hobøl vassdraget er et lavlandsvassdrag, og tilnærmet hele nedbørfeltet ligger under den marine grense. Det øverste delnedbørfeltet "Langen" har imidlertid høyereliggende områder som ligger over den marine grense, og Bindingsvannet ligger i denne delen. Store deler av dette nordligste delnedbørfeltet er dekket av skog, men det er også påvirkning fra landbruk, mindre tettsteder og spredt bebyggelse og hytter rundt innsjøen som antas å være påvirket av eutrofiering. Bindingsvannet er en kalkfattig, humøs innsjø, og har blitt overvåket siden 2008.

### 3.1.1 Resultater fysisk-kjemiske forhold

#### Temperatur og oksygen

I mange innsjøer etableres det en temperatursjiktning om sommeren med varmt overflatevann og kaldere bunnvann, og disse vertikale lagene er ofte så stabile at de ikke blandes. Algeveksten skjer primært i overflatelaget hvor det er tilgang på lys. Algene vil etter hvert sedimentere og nedbrytningen av dødt organisk materiale skjer i bunnvannet og sedimentet. Denne nedbrytningen forbruker oksygen, og det medfører en reduksjon i oksygenkonsentrasjonen i bunnvannet. Dersom oksygenkonsentrasjonen i bunnvannet blir lavere enn 0,5 mg/L kan det igangsettes prosesser der det frigis fosfor fra sedimentene.

Oksygen og temperaturutvikling gjennom prøvetaksperioden vises i Vedlegg 3. 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 fra slutten av juni var oksygenkonsentrasjonen mellom 1-2 mg/l under 7 meter. Det er lite sannsynlig at frigivelse av fosfat fra sedimentene til vannmassene var av betydning.

#### Siktedyp

Resultatene vises i Vedlegg 2. Bindingsvannet har et høyt humusinnhold og dette påvirker siktedypet. Siktedypet i Bindingsvannet ligger mellom 1-2,2 meter, og det er sannsynlig at algeveksten til tider er lysbegrenset. Det var noe lavere siktedyp i 2010, sammenlignet med de to foregående årene. Gjennomsnittlig siktedyp var 1,8 m i 2010 (2,1 m i 2009 og 1,9 m i



2008). Det foreligger ikke data for fargeinnhold de siste to årene, og det er derfor ikke mulig å relatere endringer i siktedyp til innhold i farge.

### Suspendert stoff/Gløderest

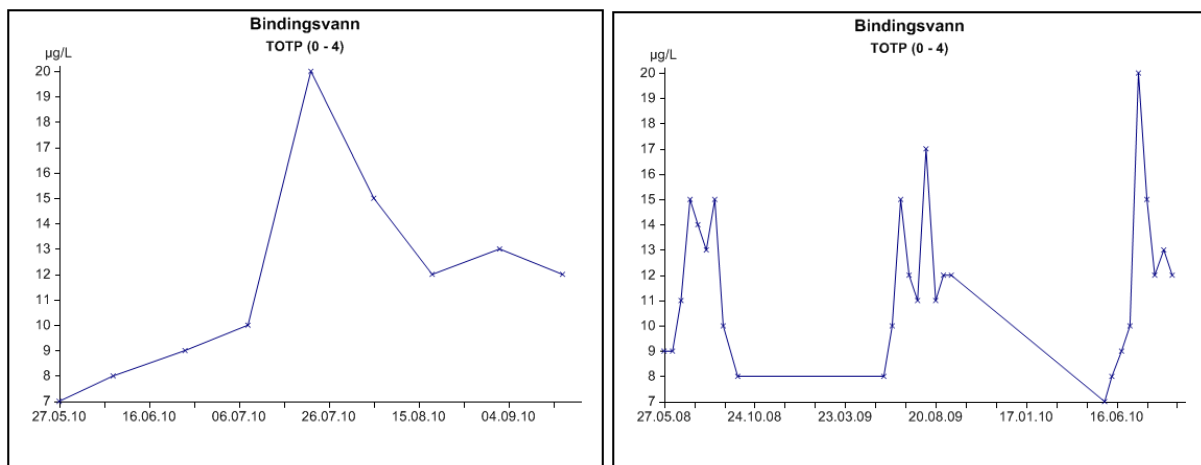
Resultatene vises i Vedlegg 3. Bindingsvannet er en relativt grunn innsjø, og i tillegg til varierende tilførsler fra nedbørfeltet vil også vinddreivet resuspensjon i innsjøbassenget påvirke innholdet av partikulært materiale. Det gjennomsnittlige innholdet av suspendert stoff og uorganisk partikulært materiale i 2010 var omtrent likt som i de to foregående årene og ligger på et forventet nivå i forhold til innsjøens nedbørfelt samt værforhold og hydrologiske forhold i 2010.

### pH

Resultatene vises i Vedlegg 3. pH var i underkant av 7 i starten av sommeren, men økte til 7,9 i vekstperioden på sommeren. Denne økningen i pH skyldtes oppblomstringen av *Gonyostomum semen* og økt fotosyntetisk aktivitet.

### Total fosfor

Resultatene vises i Figur 3.1. Bindingsvannets nedbørfelt ligger for det meste over marin grense og fosforinnholdet i denne innsjøen er derfor ikke så påvirket av partikkelbundet fosfor som innsjøene lengre sørover i vassdraget. I stedet er det fosfor bundet til organisk materiale som påvirker fosforinnholdet i denne innsjøen. I tillegg så kan en anta at det er noe avrenning fra spredt bebyggelse rundt innsjøen. Totalfosfor konsentrasjonen økte utover i vekstsesongen og hadde maksimalverdi i slutten av juli (20 µg P/l).



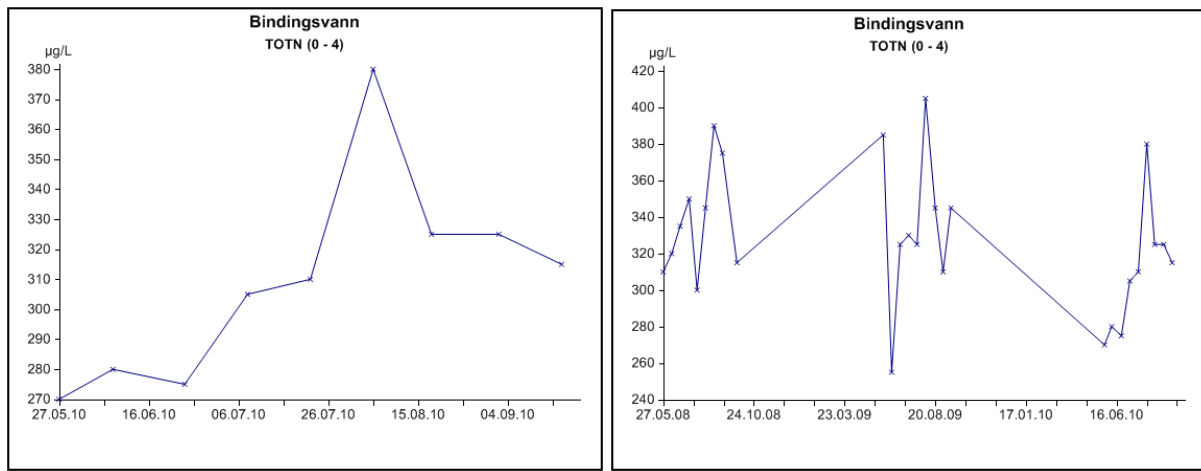
Figur 3.1 Tot-P i Bindingsvannet i 2010/2008-2010. (Her kan en velge om en vil ha årets data eller om en vil ha data fra de siste tre år. Jeg har lagt inn begge figurer gjennomgående).

Utviklingen i totalfosfor innhold iløpet av vekstsesongen var sammenfallende med utviklingen i algebiomasse i Bindingsvannet, og det er sannsynlig at de høye verdiene i juli-august til dels skyldes fosfor som er bundet i algebiomasse. I Bindingsvannet var gjennomsnittsverdien for totalfosfor 11,8 µg/L i 2010, og dette er på samme nivå som for de to foregående årene (2009: 12 µg P/l, 2008: 11,6 µg P/l). Da det ikke ble foretatt noen

målinger av orto-fosfat, er det vanskelig å si noe om en eventuell fosforbegrensing av algeveksten i Bindingsvannet.

### Total nitrogen

Resultatene vises i Figur 3.2. Konsentrasjonen av totalnitrogen i Bindingsvannet økte utover i vekstsesongen og hadde en topp i begynnelsen av august (380 µg N/L). Det er relativt lave mengder totalnitrogen i denne innsjøen, og gjennomsnittsverdien for 2010 var noe lavere enn de to foregående årene (2010:309, 2009: 336 µg/l og 2008: 338 µg/l). Da det ikke ble foretatt noen målinger av nitrat eller ammonium, er det vanskelig å si noe om en eventuell nitrogenbegrensing av algeveksten i Bindingsvannet.



Figur 3.2. Tot-N i Bindingsvannet i 2010/2008-2010.

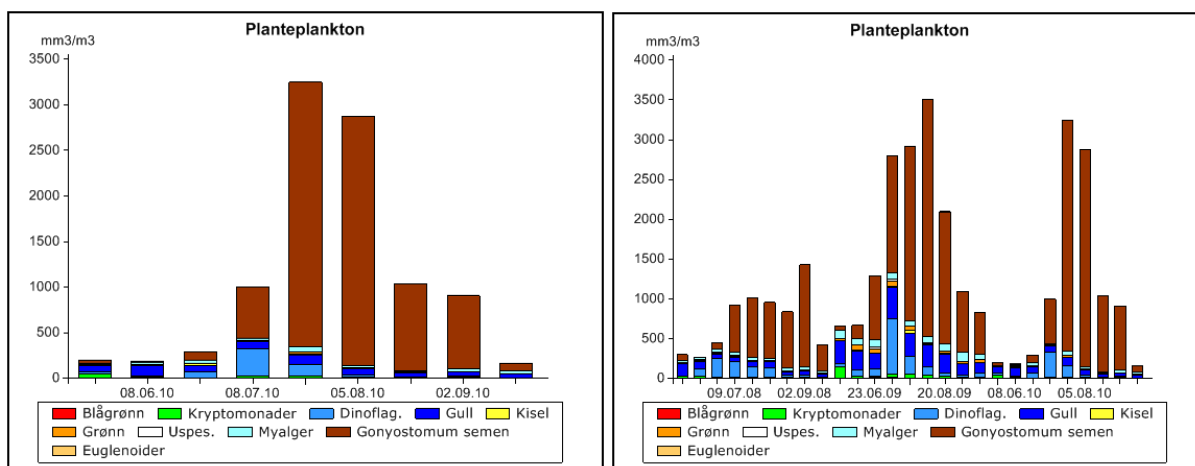
### Totalt organisk karbon (TOC)

Resultatene vises i Vedlegg 3. Det ble målt relativt høye verdier av TOC i Bindingsvannet, og det var en gjennomgående økning i TOC innholdet i løpet av sommeren. Dette var sammenfallende med algeveksten i innsjøen. Gjennomsnittlig konsentrasjon av TOC var på omtrent samme nivå i 2010 som de to foregående årene (2010: 10,0 mg C/L, 2009: 8,6 mg C/L og 2008: 9,2 mg C/L).

### 3.1.2 Resultater biologiske forhold

#### Plantep plankton

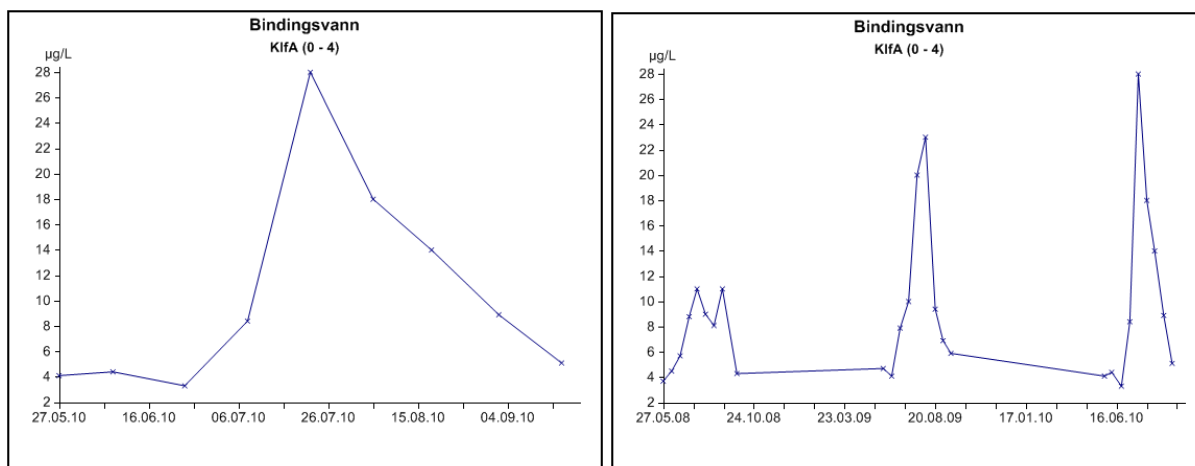
I Bindingsvannet (Figur 3.3) var det en liten dominans av gullalger og dinoflagellater i mai og begynnelsen av juni, og så kom det en meget kraftig dominans av nåleflagellaten *Gonyostomum semen* resten av sesongen. Det var kun ubetydelige mengder av blågrønnalger gjennom hele vekstsesongen. Den gjennomsnittlige algemengden var 1,1 mg våtvekt/l i 2010 (2009: 1,8 mg våtvekt/l og 2008: 0,7 mg våtvekt/l). Det har vært årlige oppblomstringer av *G. semen* i Bindingsvannet de årene overvåkingen har pågått. Denne algen har de siste tiårene blitt dominerende i humøse vann på sørøstlandet, og det er flere aspekter ved forekomst og oppblomstring som fortsatt er ukjent. *G. semen* vil kunne forårsake hudirritasjoner ved bading, og det er derfor viktig å overvåke forekomsten nøye.



Figur 3.3. Variasjon i planteplanktonets mengde- og sammensetning i Bindingsvannet i 2010/2008-2010.

### Klorofyll-a

Resultatene vises i Figur 3.4. Analyse av klorofyll-a og algevolum er to forskjellige måter å beregne algebiomassen på. Konsentrasjonen av klorofyll-a følger i stor grad konsentrasjonen av algebiomasse, selv om det kan være en viss forskjell. Algenes klorofyll-innhold vil påvirkes av en rekke faktorer, slik at det alltid vil kunne forekomme avvik mellom disse to biomasseparametrene. I Bindingsvannet økte klorofyllmengden utover i vekstsesongen og de høyeste verdiene ble målt i slutten av juli og dette var sammenfallende med den høyest målte biomassen. I Bindingsvannet var gjennomsnittsverdien av klorofyll-a i 2010 10,5 µg/l (2009 10,2 µg/l og 2008: 7,3 µg/L).



Figur 3.4. Klorofyll-a i Bindingsvannet i 2010/2008-2010.

### Microcystin

Det var ubetydelige mengder blågrønnalger i Bindingsvannet gjennom hele perioden. Det ble ikke påvist microcystiner i noen av de undersøkte prøvene i 2010.

### 3.1.3 Tidsserier og tilstand i 2010 i forhold til miljømålene

Det finnes ingen overvåkingsdata fra før 2008 fra Bindingsvannet, så resultatene fra 2010 kan bare sammenlignes med data fra de to foregående årene. For de andre overvåkede innsjøene oppstrøms Vansjø finnes tidligere overvåkingsdata.


Iht. EUs rammedirektiv for vann skal økologisk tilstand i innsjøer og elver vurderes med hjelp av biologiske indikatorer. Andre parametre (f.eks. næringsstoffkonsentrasjoner eller siktedyp) kan brukes som støtteparametre. Miljømålet defineres som grensen mellom moderat og god økologisk tilstand. Klorofyll-a er den eneste biologiske parametren vi har målt i denne undersøkelsen hvor det er utviklet grenseverdier og definert miljømål. I tillegg har vi vurdert støtteparametren totalfosfor. Siktedyp er også en støtteparameter med utviklede grenseverdier og definerte miljømål. 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 tilstand. Alle innsjøene som er undersøkt er humusrike innsjøer. Tilstandsvurderingen er derfor gjennomført med klorofyll som hovedparameter og total fosfor som støtteparameter for alle de undersøkte innsjøene i nedbørfeltet til Vansjø.

Vurderingen av økologisk tilstand for Bindingsvannet iht. vanndirektivet er vist i Tabell 3.1. Gjennomsnittsverdien for klorofyll-a gir tilstandsklasse moderat, mens gjennomsnittsverdien for total fosfor gir tilstandsklasse god. Da det er den biologiske parameteren som er styrende, kan det fastslås at Bindingsvannet har moderat økologisk tilstand.

Tabell 3.1: Økologisk tilstand i Bindingsvannet i forhold til Vanndirektivet i 2008-2010. Grenser mellom god og moderat økologisk tilstand (miljømålet) er gitt i parentes.

Innsjø Bindingsvannet	Klorofyll-a µg/L	Total fosfor µg/l	Total nitrogen µg/l	STS Susp. tørrstoff mg/l	Siktedyp m	Biomasse alger mg/m <sup>3</sup>
2010	10,5 (7,5)	11,8 (16)	309 (500)	2,8	1,8	1102
2009	10,2 (7,5)	12 (16)	336 (500)	2,8	2,1	1762
2008	7,3 (7,5)	11,6 (16)	338 (500)	2,0	1,9	733

## 3.2 Langen

Langen		
	Innsjøkode:	003-294-L
	Beliggenhet:	Ski, Enebakk
	Vanntype:	L-N3 (Kalkfattig, humøs)
	Farge (mg Pt/L):	56,0
	Kalsium (mg/L)	4,2
	Høyde over havet (m):	126
	Påvirkning:	Eutrofi
	Innsjøareal (km <sup>2</sup> ):	1,49
	Middeldyp (m):	6

Vansjø-Hobøl vassdraget er et lavlandsvassdrag, og tilnærmet hele nedbørfeltet ligger under den marine grense. Det øverste delnedbørfeltet "Langen" er i hovedsak dominert av skog, men det er også landbruksområder, mindre tettsteder, spredt bebyggelse og hytter. Langen ligger i et område under den marine grense og det kan være noe påvirkning av marin leire. Innsjøen antas å være påvirket av eutrofiering. Langen er en kalkfattig, humøs innsjø. Kalsiumverdien ligger rett over grensen mellom kalkfattig og moderat kalkrik som er på 4 mg/l, men det antas at naturtilstanden er kalkfattig. Langen har blitt overvåket siden 2008 i regi av Morsa, men det foreligger eldre overvåkingsdata som er vist i kap. 3.2.3.

### 3.2.1 Resultater fysisk-kjemiske forhold

#### Temperatur og oksygen

I mange innsjøer etableres det en temperatursjiktning om sommeren med varmt overflatevann og kaldere bunnvann, og disse vertikale lagene er ofte så stabile at de ikke blandes. Algeveksten skjer primært i overflatelaget hvor det er tilgang på lys. Algene vil etter hvert sedimentere og nedbrytningen av dødt organisk materiale skjer i bunnvannet og sedimentet. Denne nedbrytningen forbruker oksygen, og det medfører en reduksjon i oksygenkonsentrasjonen i bunnvannet. Dersom oksygenkonsentrasjonen i bunnvannet blir lavere enn 0,5 mg/L kan det igangsettes prosesser der det frigis fosfor fra sedimentene.

Oksygen og temperaturutvikling gjennom prøvetakingsperioden vises i Vedlegg 3. Det var en klar temperatursjiktning gjennom hele perioden, med varmt overflatevann og kaldere bunnvann. Sprangsjiktet lå ved omtrent 4-5 meter. Det ble påvist oksygenverdier mellom 1-2 mg/l i august og september, men det er lite sannsynlig at frigivelse av fosfat fra sedimentene til vannmassene var av betydning.

#### Siktedyp

Resultatene vises i Vedlegg 3. Langen har et høyt humusinnhold og dette påvirker siktedypet som ligger mellom 1,5-2,3 meter i 2010. Det er sannsynlig at algeveksten til tider er lysbegrenset i denne innsjøen. Gjennomsnittlig siktedyp var 1,9 m i 2010 (1,9 m i 2009 og 1,8 m i 2008).

## Suspendert stoff/Gløderest

Resultatene vises i Vedlegg 3. Langen er en relativt grunn innsjø, og i tillegg til varierende tilførsler fra nedbørfeltet vil også vinddrevet resuspensjon i innsjøbassenget påvirke innholdet av partikulært materiale. Det gjennomsnittlige innholdet av suspendert stoff og uorganisk partikulært materiale i 2010 var omtrent likt som i de to foregående årene og ligger på et forventet nivå i forhold til innsjøens nedbørfelt samt værforhold og hydrologiske forhold i 2010.

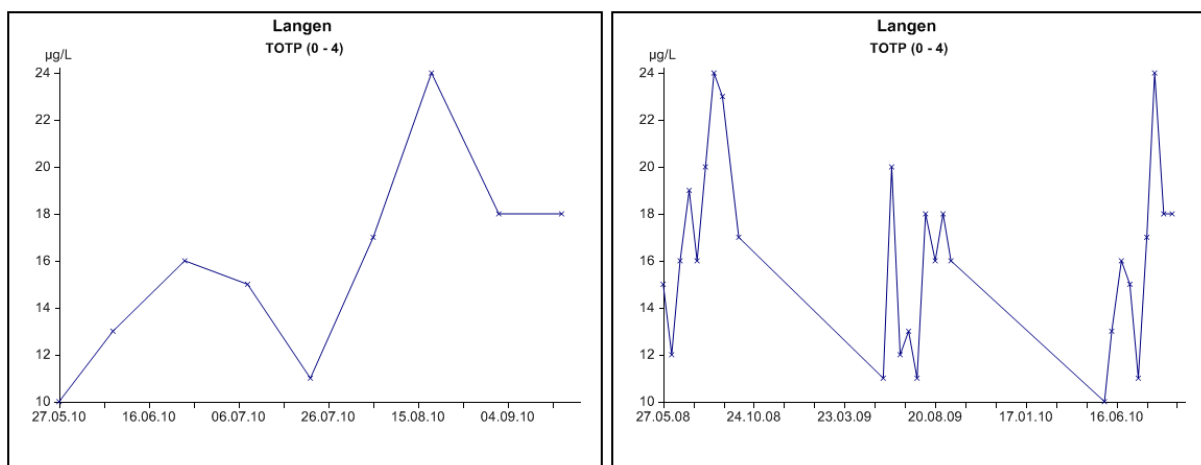
## pH

Resultatene vises i Vedlegg 3. pH var i underkant av 7 i starten av sommeren, men økte til 7-7,6 i vekstperioden på sommeren. Denne økningen i pH skyldtes oppblomstringen av *Gonyostomum semen* og økt fotosyntetisk aktivitet.

## Total fosfor

Resultatene vises i Figur 3.5. Nedbørfeltet til Langen består av områder over og under den marine grense og fosforinnholdet i denne innsjøen kan være bestemt av både fosfor som er bundet til organisk materiale og fosfor bundet til tilført leirmateriale. I tillegg kan en anta at det fortsatt er noe avrenning fra spredt bebyggelse og hytter rundt innsjøen. Totalfosfor konsentrasjonen økte utover i vekstsesongen og hadde maksimalverdi i midten av august (24 µg P/l). Utviklingen i totalfosfor innhold iløpet av vekstsesongen var sammenfallende med utviklingen i algebiomasse i Langen, og det er sannsynlig at de høye verdiene i august til dels skyldes fosfor som er bundet i algebiomasse.

I Langen var gjennomsnittsverdien for totalfosfor 15,8 µg/L i 2010, og dette er på omtrent samme nivå som for de to foregående årene (2009: 15 µg P/l, 2008: 18 µg P/l). Da det ikke ble foretatt noen målinger av orto-fosfat, er det vanskelig å si noe om en eventuell fosforbegrensning av algeveksten i Langen.

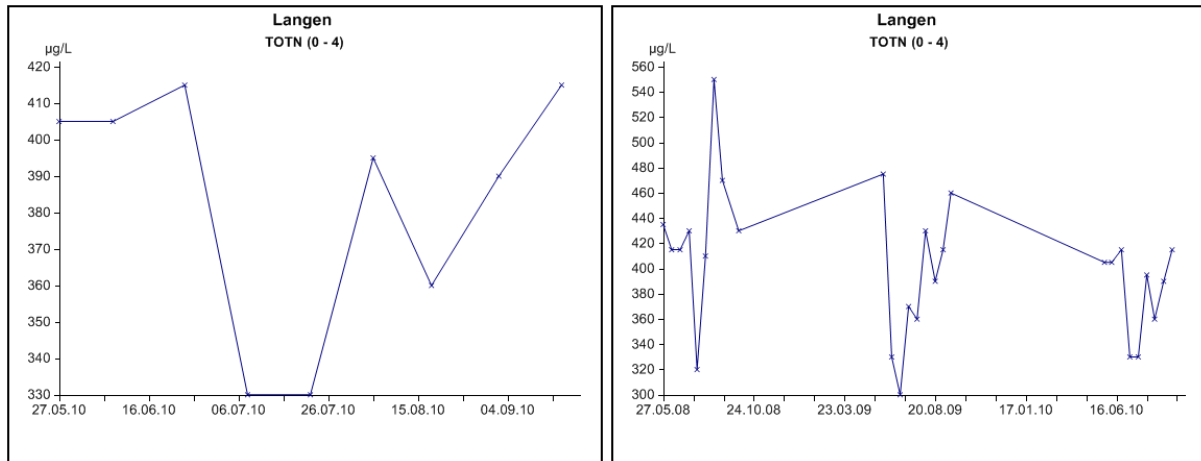


Figur 3.5. Tot-P i Langen i 2010/2008-2010.

## Total nitrogen

Resultatene vises i Figur 3.6. Konsentrasjonen av totalnitrogen i Langen var rundt 400 µg N/l i starten av vekstsesongen, og minket til 330 µg N/l i juni, for så å øke igjen til rundt 400 µg

N/I mot slutten av vekstsesongen. Reduksjonen i totalnitrogen i starten av vekstsesongen har sammenheng med algevekst. Det er relativt lave mengder totalnitrogen i denne innsjøen, og gjennomsnittsverdien for 2010 var omtrent på samme nivå som for de to foregående årene (2010:383, 2009: 392 µg/l og 2008: 431 µg/l). Da det ikke ble foretatt noen målinger av nitrat eller ammonium, er det vanskelig å si noe om en eventuell nitrogenbegrensning av algeveksten i Langen.



Figur 3.6. Tot-N i Langen i 2010/2008-2010.

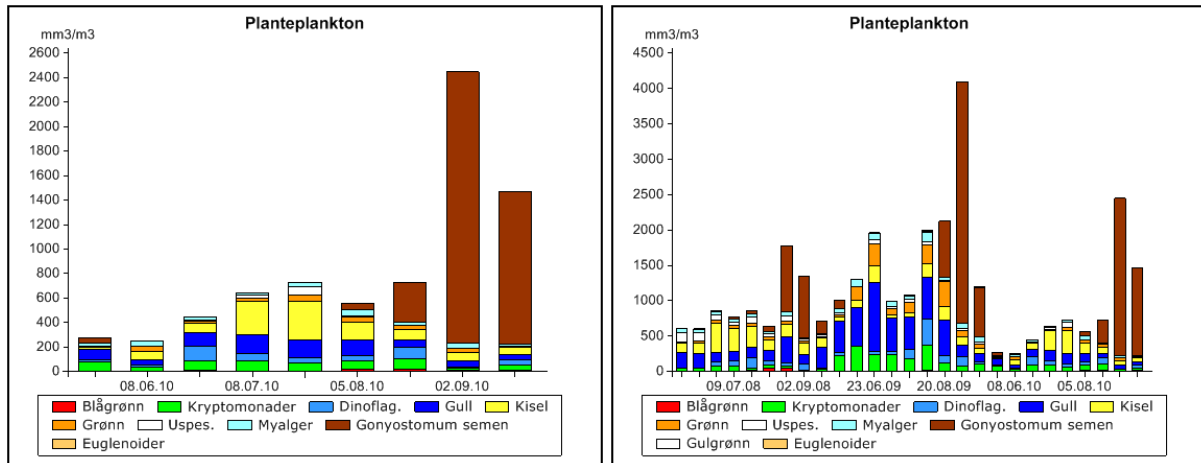
### Totalt organisk karbon (TOC)

Resultatene vises i Vedlegg 3. Det ble målt relativt høye verdier av TOC i Langen, og det var en gjennomgående økning i TOC innholdet i løpet av sommeren. Dette var sammenfallende med algeveksten i innsjøen. Gjennomsnittlig konsentrasjon av TOC var på omtrent samme nivå i 2010 som de to foregående årene (2010: 9,3 mg C/L, 2009: 7,9 mg C/L og 2008: 8,1 mg C/L).

## 3.2.2 Resultater biologiske forhold

### Plantep plankton

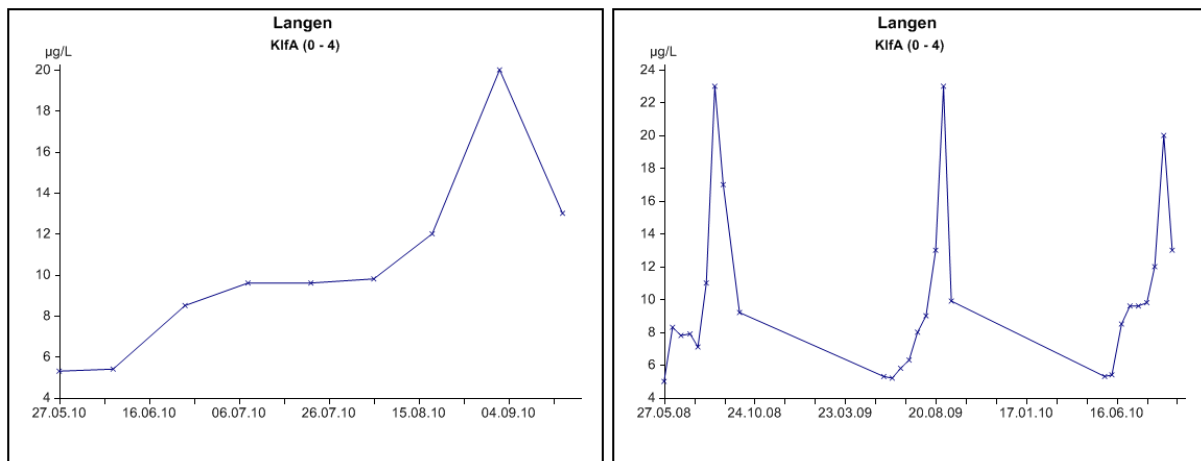
I Langen (Figur 3.7) var det en dominans av gullalger og dinoflagellater i starten av vekstsesongen, før det ble en dominans av kiselalger i juni og juli. Fra august var det en kraftig dominans av *G. semen*. Det var kun lave konsentrasjoner av blågrønnalger. Den gjennomsnittlige algebiomassen var omtrent på samme nivå som i 2008, og lavere enn i 2009 (2010: 0,8 mg våtvekt/l, 2009: 1,8 mg våtvekt/l og 2008: 0,9 mg våtvekt/l). Det har vært årlige oppblomstringer av *G. semen* i Langen de årene overvåkingen har pågått. Denne algen har de siste tiårene blitt dominerende i humøse vann på sørøstlandet, og det er flere aspekter ved forekomst og oppblomstring som fortsatt er ukjente. *G. semen* vil kunne forårsake hudirritasjoner ved bading, og det er derfor viktig å overvåke forekomsten nøye.



Figur 3.7. Variasjon i planteplanktonets mengde- og sammensetning i Langen i 2010/2008-2010.

### Klorofyll-a

Resultatene vises i Figur 3.8. Analyse av klorofyll-a og algevolum er to forskjellige måter å beregne algebiomassen på. Konsentrasjonen av klorofyll-a følger i stor grad konsentrasjonen av algebiomasse, selv om det kan være en viss forskjell. Algenes klorofyll-innhold vil påvirkes av en rekke faktorer, slik at det alltid vil kunne forekomme avvik mellom disse to biomasseparametrene. I Langen økte klorofyllmengden utover i vekstsesongen og de høyeste verdiene ble målt i slutten av august og dette var sammenfallende med den høyest målte biomassen. I Langen var gjennomsnittsverdien av klorofyll-a i 2010 10,4 µg/l (2009 9,5 µg/l og 2008: 10,7 µg/L).



Figur 3.8. Klorofyll-a i Langen i 2010/2008-2010.

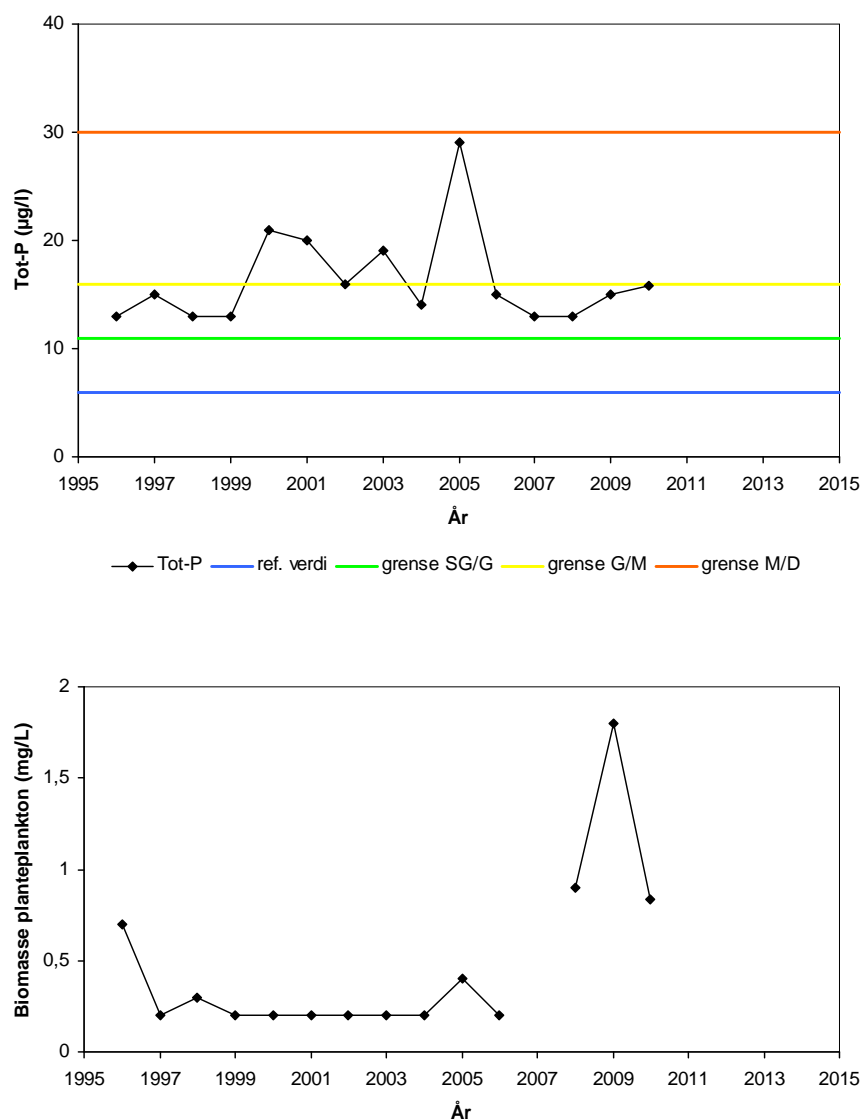
### Microcystin

Det var ubetydelige mengder blågrønnalger i Langen gjennom hele perioden. Det ble ikke påvist microcystiner i noen av de undersøkte prøvene i 2010.



### 3.2.3 Tidsserier og tilstand i 2010 i forhold til miljømålene

Dataene fra 2010 er satt sammen med historiske data for total fosfor og biomasse av planteplankton (Figur 3.9). I Langen har innholdet av Tot-P variert mellom 12-20  $\mu\text{g/l}$  siden midten av 1990-tallet, med unntak av 2005 (29  $\mu\text{g/l}$ ). De siste tre årene har det vært en økning i biomassen av planteplankton, og dette kan skyldes en økende dominans av algen *Gonyostomum semen* de siste årene.



Figur 3.9. Langtidsserier som viser årsmiddelverdier av totalfosfor konsentrasjonen og biomasse av planteplankton i Langen (Kilde: før 2008 er data fra Fylkesmannen i Oslo/Akershus, etter 2008 er data fra NIVA). Grensene mellom de ulike økologiske tilstandsklassene (referansetilstanden, svært god (SG), god (G), moderat (M), dårlig (D)) er også vist. For planteplankton-biomasse er et klassifiseringssystem under utvikling.

Iht. EUs rammedirektiv for vann skal økologisk tilstand i innsjøer og elver vurderes med hjelp av biologiske indikatorer. Andre parametre (f.eks. næringsstoffkonsentrasjoner, siktedyp) kan brukes som støtteparametre. Miljømålet defineres som grensen mellom moderat og god økologisk tilstand. Klorofyll-a er den eneste biologiske parametren vi har målt i denne undersøkelsen, hvor det er utviklet grenseverdier og definert miljømål. I tillegg har vi vurdert støtteparametren total fosfor. Siktedybdye er også en støtteparameter med utviklede grenseverdier og definerte miljømål. Det er imidlertid ikke tatt hensyn til effekten av humusstoffer på siktedydet, og for innsjøer som er humusrike er det derfor ikke hensiktsmessig å bruke siktedyde som en kvalitetsparameter for å bestemme økologisk tilstand. Alle innsjøene som er undersøkt er humusrike innsjøer. Tilstandsvurderingen er derfor gjennomført med klorofyll som hovedparameter og total fosfor som støtteparameter for alle de undersøkte innsjøene i nedbørfeltet til Vansjø. Vurderingen av økologisk tilstand for Langen iht. Vanndirektivet er vist i Tabell 3.2. Gjennomsnittsverdien for klorofyll-a gir tilstandsklasse moderat, mens gjennomsnittsverdien for total fosfor gir tilstandsklasse god. Da det er den biologiske parameteren som er styrende, kan det fastslås at Langen har moderat økologisk tilstand.

Tabell 3.2: Økologisk tilstand i Langen i forhold til Vanndirektivet i 2008-2010. Grenser mellom god og moderat økologisk tilstand (miljømålet) er gitt i parentes.

Innsjø Langen	Klorofyll-a µg/L	Total fosfor µg/l	Total nitrogen µg/l	STS Susp. tørrstoff mg/l	Siktedyde m	Biomasse alger mg/m <sup>3</sup>
2010	10,4 (7,5)	15,8 (16)	383 (500)	3,0	1,9	839
2009	9,5 (7,5)	15 (16)	392 (500)	2,8	1,9	1757
2008	10,7 (7,5)	18 (16)	430 (500)	3,4	1,8	911

### 3.3 Våg

	Innsjøkode:	003-293-L
	Beliggenhet:	Enebakk
	Vanntype:	L-N3 (Kalkfattig, humøs)
	Farge (mg Pt/L):	59,1
	Kalsium (mg/L)	4,6
	Høyde over havet (m):	126
	Påvirkning:	Eutrofi
	Innsjøareal (km <sup>2</sup> ):	0,93
	Middeldyp (m):	6

Vansjø-Hobøl vassdraget er et lavlandsvassdrag, og tilnærmet hele nedbørfeltet ligger under den marine grense. Delnedbørfeltet ”Våg og Mjær” er dominert av skog, men det er også store områder med landbruk, samt tettsteder og spredt bebyggelse. Våg ligger i et område under den marine grense og det kan være noe påvirkning av marin leire. Innsjøen antas å være påvirket av eutrofiering. Våg er en kalkfattig, humøs innsjø. Kalsiumverdien ligger rett over grensen mellom kalkfattig og moderat kalkrik som er på 4 mg/l, men det antas at naturtilstanden er kalkfattig. Våg har blitt overvåket siden 2008 i regi av Morsa, men det foreligger eldre overvåkingsdata som er vist i kap. 3.3.3.

#### 3.3.1 Resultater fysisk-kjemiske forhold

##### Temperatur og oksygen

I mange innsjøer etableres det en temperatursjiktning om sommeren med varmt overflatevann og kaldere bunnvann, og disse vertikale lagene er ofte så stabile at de ikke blandes. Algeveksten skjer primært i overflatelaget hvor det er tilgang på lys. Algene vil etter hvert sedimentere og nedbrytningen av dødt organisk materiale skjer i bunnvannet og sedimentet. Denne nedbrytningen forbruker oksygen, og det medfører en reduksjon i oksygenkonsentrasjonen i bunnvannet. Dersom oksygenkonsentrasjonen i bunnvannet blir lavere enn 0,5 mg/L kan det igangsettes prosesser der det frigis fosfor fra sedimentene.

Oksygen og temperaturutvikling gjennom prøvetakingsperioden vises i Vedlegg 3. Det var en klar temperatursjiktning gjennom hele perioden, med varmt overflatevann og kaldere bunnvann. Sprangsjiktet lå ved omtrent 4 meter. Det ble ikke påvist oksygenverdier under 2 i undersøkelsesperioden og det var ingen fare for frigivelse av fosfat fra sedimentene til vannmassene.

##### Siktedyp

Resultatene vises i Vedlegg 3. Våg har et høyt humusinnhold og dette påvirker siktedypet som ligger mellom 1,5-2,0 meter i 2010. Det er sannsynlig at algeveksten til tider er lysbegrenset i denne innsjøen. Gjennomsnittlig siktedyp var 1,7 m i 2010 (1,7 m i 2009 og 1,7 m i 2008).

##### Suspendert stoff/Gløderest

Resultatene vises i Vedlegg 3. Våg er en relativt grunn innsjø, og i tillegg til varierende tilførsler fra nedbørfeltet vil også vinddrevet resuspensjon i innsjøbassenget påvirke innholdet av partikulært materiale. Det gjennomsnittlige innholdet av suspendert stoff og uorganisk

partikulært materiale i 2010 var omtrent likt som i de to foregående årene og ligger på et forventet nivå i forhold til innsjøens nedbørfelt samt værforhold og hydrologiske forhold i 2010.

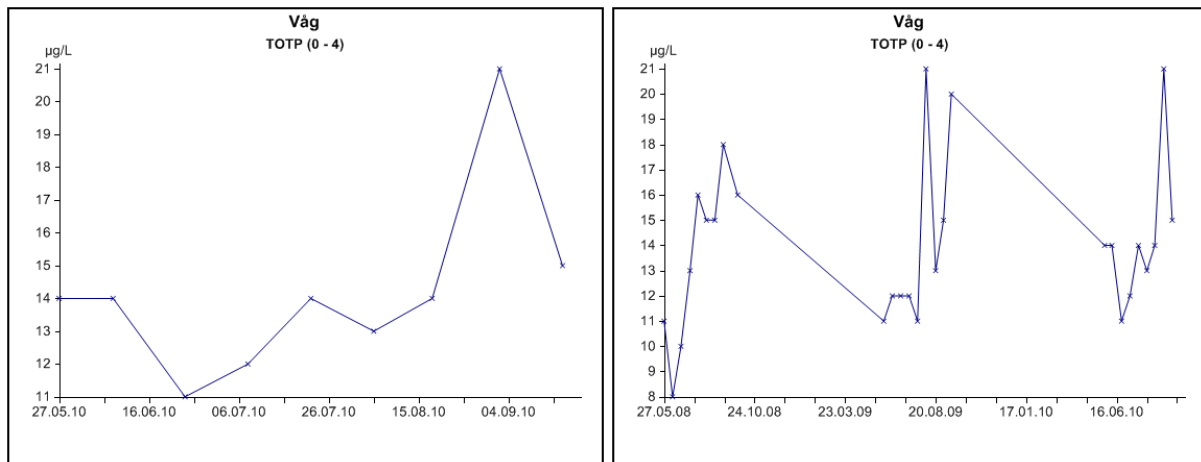
## pH

Resultatene vises i Vedlegg 3. pH var i underkant av 7 i starten av sommeren, men økte til 7-8 i vekstperioden på sommeren. Denne økningen i pH skyldtes blant annet økt fotosyntetisk aktivitet.

## Total fosfor

Resultatene vises i Figur 3.10. Nedbørfeltet til Våg består av områder over og under den marine grense og forforinnholdet i denne innsjøen kan være bestemt av både fosfor som er bundet til organisk materiale og fosfor bundet til tilført leirmateriale. I tillegg så kan en anta at det er noe avrenning fra tettstedet Ytre Enebakk, samt spredt bebyggelse rundt innsjøen. Totalfosfor konsentrasjonen økte utover i vekstsesongen og hadde maksimalverdi i midten av august (21 µg P/l). Utviklingen i totalfosfor innhold iløpet av vekstsesongen var sammenfallende med utviklingen i algebiomasse i Våg, og det er sannsynlig at de høye verdiene i august til dels skyldes fosfor som er bundet i algebiomasse.

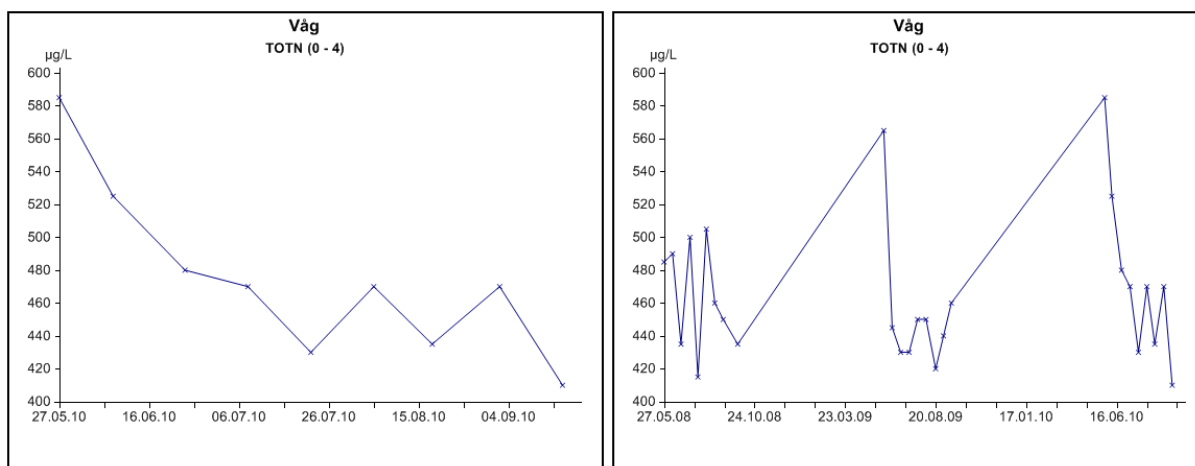
I Våg var gjennomsnittsverdien for totalfosfor 14,2 µg/L i 2010, og dette er på samme nivå som for de to foregående årene (2009: 14,1 µg P/l, 2008: 13,6 µg P/l). Da det ikke ble foretatt noen målinger av orto-fosfat, er det vanskelig å si noe om en eventuell fosforbegrensing av algeveksten i Våg.



Figur 3.10. Tot-P i Våg i 2010/2008-2010.

## Total nitrogen

Resultatene vises i Figur 3.11. Konsentrasjonen av totalnitrogen i Våg var relativt høy i starten av vekstsesongen (585 µg N/l) og avtok utover i vekstsesongen. Denne reduksjonen har sammenheng med algevekst og sedimentering av organisk bundet nitrogen. Gjennomsnittsverdien av totalnitrogen i 2010 var omtrent på samme nivå som for de to foregående årene (2010: 475, 2009: 485 µg/l og 2008: 464 µg/l). Da det ikke ble foretatt noen målinger av nitrat eller ammonium, er det vanskelig å si noe om en eventuell nitrogenbegrensing av algeveksten i Våg.



Figur 3.11. Tot-N i Våg i 2010/2008-2010.

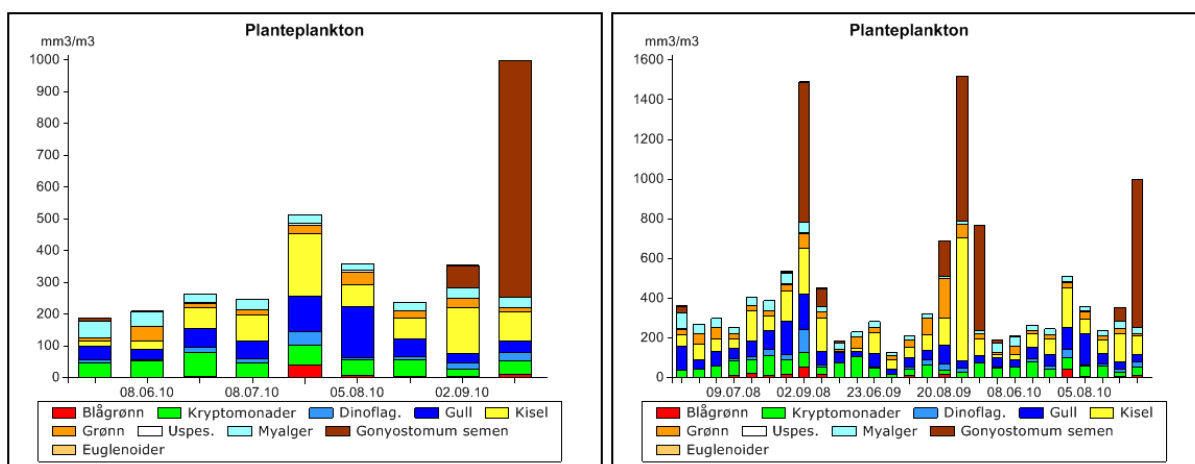
### Totalt organisk karbon (TOC)

Resultatene vises i Vedlegg 3. Det ble målt relativt høye verdier av TOC i Våg, og det var en gjennomgående økning i TOC innholdet i løpet av sommeren. Dette var sammenfallende med algeveksten i innsjøen. Gjennomsnittlig konsentrasjon av TOC var noe høyere i 2010 enn de to foregående årene (2010: 9,0 mg C/L, 2009: 7,8 mg C/L og 2008: 7,7 mg C/L).

### 3.3.2 Resultater biologiske forhold

#### Planteplankton

I Våg (Figur 3.12) var det en dominans av gullalger, svelgflagellater og kiselalger i første del av vekstsesongen. Kiselalger og *G. semen* dominerte i september. Konsentrasjonen av blågrønnalger var lav hele sesongen. Den gjennomsnittlige algebiomassen var 0,34 mg våtvekt/l i 2010 (2009: 0,5 mg våtvekt/l og 2008: 0,5 mg våtvekt/l).

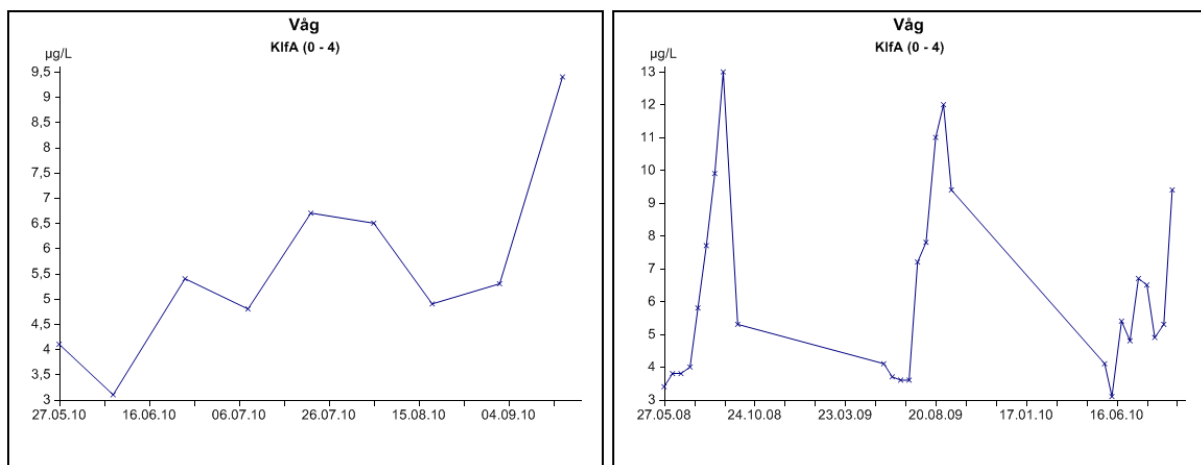


Figur 3.12. Variasjon i planteplanktonets mengde- og sammensetning i Våg i 2010/2008-2010.

Det har vært årlige moderate oppblomstringer av *G. semen* i Våg de årene overvåkingen har pågått. Denne algen har de siste tiårene blitt dominerende i humøse vann på sørøstlandet, og det er flere aspekter ved forekomst og oppblomstring som fortsatt er ukjente. *G. semen* vil kunne forårsake hudirritasjoner ved bading, og det er derfor viktig å overvåke forekomsten nøye.

### Klorofyll-a

Resultatene vises i Figur 3.13. Analyse av klorofyll-a og algevolum er to forskjellige måter å beregne algebiomassen på. Konsentrasjonen av klorofyll-a følger i stor grad konsentrasjonen av algebiomasse, selv om det kan være en viss forskjell. Algenes klorofyll-innhold vil påvirkes av en rekke faktorer, slik at det alltid vil kunne forekomme avvik mellom disse to biomasseparametrene. I Våg økte klorofyllmengden utover i vekstsesongen og de høyeste verdiene ble målt i midten av september og dette var sammenfallende med den høyest målte biomassen. I Våg var gjennomsnittsverdien av klorofyll-a i 2010 5,6 µg/l (2009 6,9 µg/l og 2008: 6,3 µg/L).



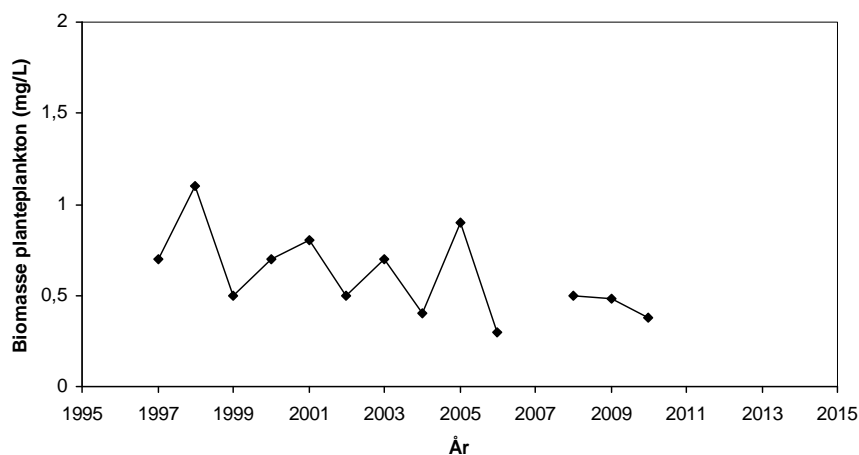
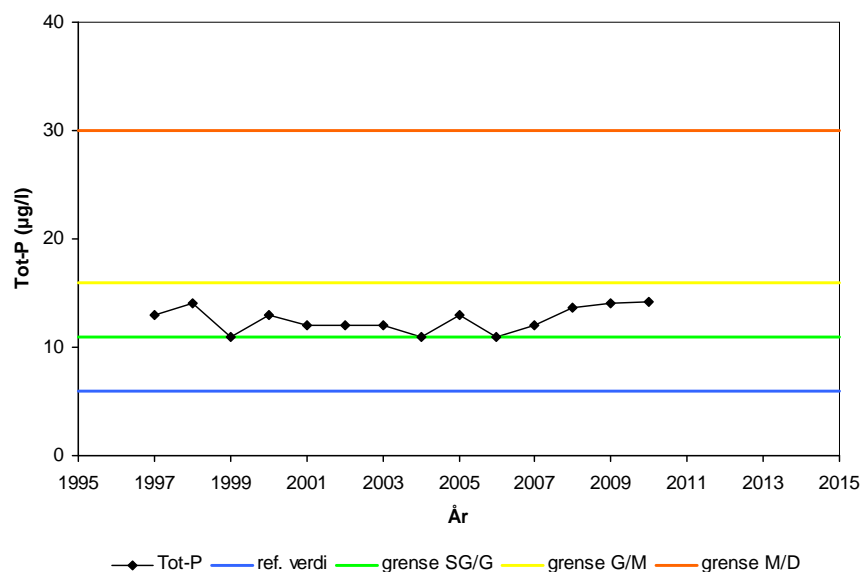
Figur 3.13. Klorofyll-a i Våg i 2010/2008-2010.

### Microcystin

Det var ubetydelige mengder blågrønnalger i Våg gjennom hele perioden. Det ble ikke påvist microcystiner i noen av de undersøkte prøvene i 2010.

### 3.3.3 Tidsserier og tilstand i 2010 i forhold til miljømålene

Dataene fra 2010 er satt sammen med historiske data for total fosfor og biomasse av planteplankton (Figur 3.14). I Våg har innholdet av Tot-P vært 12-13 µg/l de siste 13 årene, og planteplankton-biomassen har også vært stabil mellom 0,5-1 mg/l.



Figur 3.14: Langtidsserier som viser årsmiddelverdier av totalfosfor konsentrasjonen og biomasse av planteplankton i Langen (Kilde: før 2008 er data fra Fylkesmannen i Oslo/Akershus, etter 2008 er data fra NIVA). Grensene mellom de ulike økologiske tilstandsklassene (referansetilstanden, svært god (SG), god (G), moderat (M), dårlig (D)) er også vist. For planteplankton biomasse er et klassifiseringssystem under utvikling.

Iht. EUs rammedirektiv for vann skal økologisk tilstand i innsjøer og elver vurderes med hjelp av biologiske indikatorer. Andre parametre (f.eks. næringsstoffkonsentrasjoner, siktedyp) kan brukes som støtteparametre. Miljømålet defineres som grensen mellom moderat og god økologisk tilstand. Klorofyll-a er den eneste biologiske parametren vi har målt i denne undersøkelsen, hvor det er utviklet grenseverdier og definert miljømål. I tillegg har vi vurdert støtteparametren total fosfor. Siktedybdye er også en støtteparameter med utviklede grenseverdier og definerte miljømål. Det er imidlertid ikke tatt hensyn til effekten av humusstoffer på siktedybdye, og for innsjøer som er humusrike er det derfor ikke hensiktsmessig å bruke siktedybdye som en kvalitetsparameter for å bestemme økologisk tilstand. Alle innsjøene som er undersøkt er humusrike innsjøer. Tilstandsvurderingen er derfor gjennomført med klorofyll som hovedparameter og total fosfor som støtteparameter for alle de undersøkte innsjøene i nedbørfeltet til Vansjø.

Vurderingen av økologisk tilstand for Våg iht. Vanndirektivet er vist i Tabell 3.3. Gjennomsnittsverdien for både klorofyll-a og totalt fosfor gir tilstandsklasse god, og en kan fastslå at Våg er i god økologisk tilstand.

Tabell 3.3. Økologisk tilstand i Våg i 2008-2010 i forhold til Vanndirektivet. Grenser mellom god og moderat økologisk tilstand (miljømålet) er gitt i parentes.

Innsjø Våg	Klorofyll-a µg/L	Total fosfor µg/l	Total nitrogen µg/l	STS Susp. tørrstoff mg/l	Siktedyp m	Biomasse alger mg/m <sup>3</sup>
2010	5,6 (7,5)	14,2 (16)	475 (500)	2,7	1,7	374
2009	6,9 (7,5)	14,1 (16)	485 (500)	3,1	1,7	482
2008	6,3 (7,5)	13,6 (16)	464 (500)	2,5	1,7	495



## 3.4 Mjær

	Innsjøkode:	003-292-L
	Beliggenhet:	Hobøl, Enebakk
	Vanntype:	L-N3 (Kalkfattig, humøs)
	Farge (mg Pt/L):	53,5
	Kalsium (mg/L)	4,4
	Høyde over havet (m):	110
	Påvirkning:	Eutrofi
	Innsjøareal (km <sup>2</sup> ):	1,67
	Middeldyp (m):	6,5

Vansjø-Hobøl vassdraget er et lavlandsvassdrag, og tilnærmet hele nedbørfeltet ligger under den marine grense. Delnedbørfeltet ”Våg og Mjær” er dominert av skog, men det er også store områder med landbruk, samt tettsteder og spredt bebyggelse. Mjær ligger i et område under den marine grense og det er derfor en del påvirkning av marin leire og innsjøen er påvirket av eutrofiering. Mjær er en kalkfattig, humøs innsjø. Kalsiumverdien ligger rett over grensen mellom kalkfattig og moderat kalkrik som er på 4 mg/l, men det antas at naturtilstanden er kalkfattig. Mjær har blitt overvåket siden 2008 i regi av Morsa, men det foreligger eldre overvåkingsdata som er vist i kap. 3.4.3. Prøvetakingsstasjonen er fra og med 2010 flyttet til innsjøens dypeste punkt (ca. 17 meters dyp). I 2008-2009 ble prøvene tatt i den sørlige delen av innsjøen, i et område hvor det bare var 5 meters dybde.

### 3.4.1 Resultater fysisk-kjemiske forhold

#### Temperatur og oksygen

I mange innsjøer etableres det en temperatursjiktning om sommeren med varmt overflatevann og kaldere bunnvann, og disse vertikale lagene er ofte så stabile at de ikke blandes. Algeveksten skjer primært i overflatelaget hvor det er tilgang på lys. Algene vil etter hvert sedimentere og nedbrytningen av dødt organisk materiale skjer i bunnvannet og sedimentet. Denne nedbrytningen forbruker oksygen, og det medfører en reduksjon i oksygenkonsentrasjonen i bunnvannet. Dersom oksygenkonsentrasjonen i bunnvannet blir lavere enn 0,5 mg/L kan det igangsettes prosesser der det frigis fosfor fra sedimentene.

Oksygen og temperaturutvikling gjennom prøvetakingsperioden vises i Vedlegg 3. Det var en klar temperatursjiktning gjennom hele perioden, med varmt overflatevann og kaldere bunnvann. Sprangsjiktet lå ved omtrent 5-6 meter. Det ble ikke påvist oksygenverdier under 2 i undersøkelsesperioden og det var ingen fare for frigivelse av fosfat fra sedimentene til vannmassene.

#### Siktedyp

Resultatene vises i Vedlegg 3. Mjær har et høyt humusinnhold, og i tillegg påvirkes innsjøen av tilførsel av leirpartikler. Siktedypet ligger mellom 1,5-2 meter i 2010, og det er sannsynlig at algeveksten til tider er lysbegrenset. Gjennomsnittlig siktedyp var 1,7 m i 2010 (1,4 m i 2009 og 1,5 m i 2008).

## Suspendert stoff/Gløderest

Resultatene vises i Vedlegg 3. Mjær er en relativt grunn innsjø, og i tillegg til varierende tilførsler fra nedbørfeltet vil også vinddrevet resuspensjon i innsjøbassenget påvirke innholdet av partikulært materiale. Det gjennomsnittlige innholdet av suspendert stoff og uorganisk partikulært materiale i 2010 var omtrent likt som i de to foregående årene og ligger på et forventet nivå i forhold til innsjøens nedbørfelt samt værforhold og hydrologiske forhold i 2010.

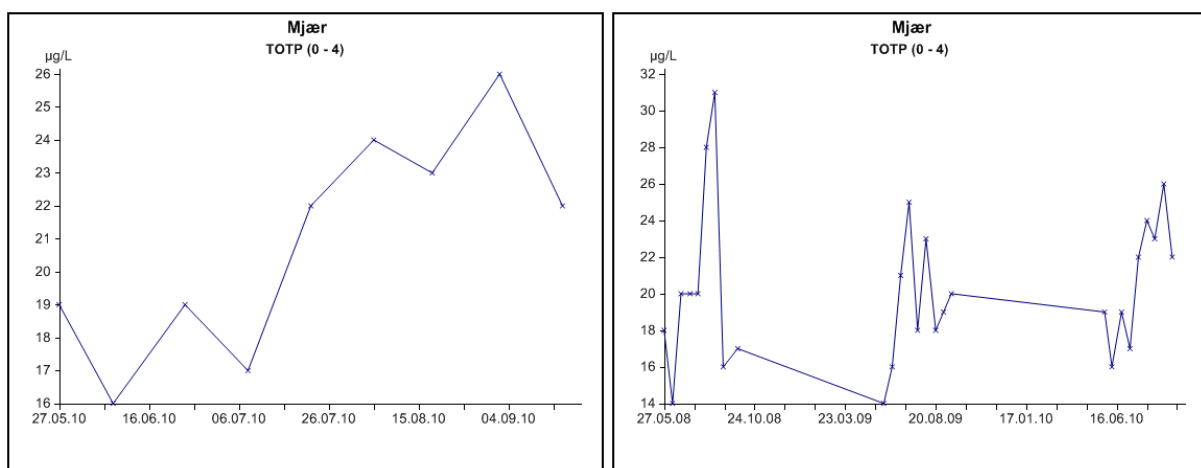
## pH

Resultatene vises i Vedlegg 3. pH var i underkant av 7 i starten av sommeren, men økte til 7,5-8 i vekstperioden på sommeren. Denne økningen i pH skyldtes blant annet økt fotosyntetisk aktivitet.

## Total fosfor

Resultatene vises i Figur 3.15. Nedbørfeltet til Mjær består av områder over og under den marine grense og fosforinnholdet i denne innsjøen kan være bestemt av både fosfor som er bundet til organisk materiale og fosfor bundet til tilført leirmateriale. I tillegg så kan en anta at det er noe avrenning fra tettstedet Ytre Enebakk, samt spredt bebyggelse og landbruk rundt innsjøen. Totalfosfor konsentrasjonen økte utover i vekstsesongen og hadde maksimalverdi i begynnelsen av september (26 µg P/l). Utviklingen i totalfosfor innhold iløpet av vekstsesongen var sammenfallende med utviklingen i algebiomasse i Mjær, og det er sannsynlig at de høye verdiene i september til dels skyldes fosfor som er bundet i algebiomasse.

I Mjær var gjennomsnittsverdien for totalfosfor 20,9 µg/L i 2010, og dette omtrent på samme nivå som de to foregående årene (2009: 19,3 µg P/l, 2008: 20,4 µg P/l). Da det ikke ble foretatt noen målinger av orto-fosfat, er det vanskelig å si noe om en eventuell fosforbegrensning av algeveksten i Mjær.

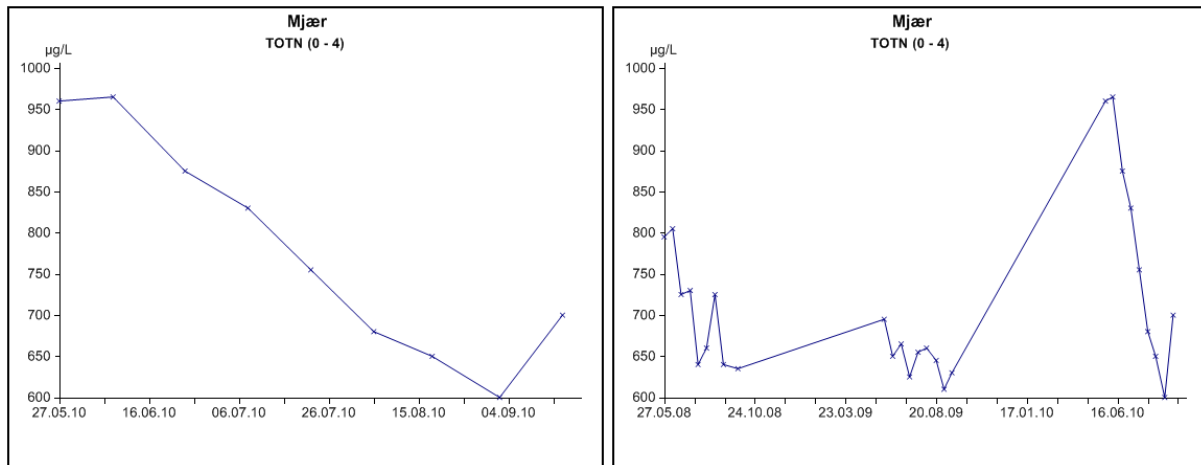


Figur 3.15. Tot-P i Mjær i 2010/2008-2010.

## Total nitrogen

Resultatene vises i Figur 3.16. Konsentrasjonen av totalnitrogen i Mjær var høy i starten av vekstsesongen (965 µg N/l) og avtok utover i vekstsesongen. Denne reduksjonen har

sammenheng med algevekst og sedimentering av organisk bundet nitrogen. Gjennomsnittsverdien av totalnitrogen i 2010 var omtrent på samme nivå som for de to foregående årene (2010: 779, 2009: 678  $\mu\text{g/l}$  og 2008: 706  $\mu\text{g/l}$ ). Da det ikke ble foretatt noen målinger av nitrat eller ammonium, er det vanskelig å si noe om en eventuell nitrogenbegrensning av algeveksten i Mjær.



Figur 3.16. Tot-N i Mjær i 2010/2008-2010.

### Totalt organisk karbon (TOC)

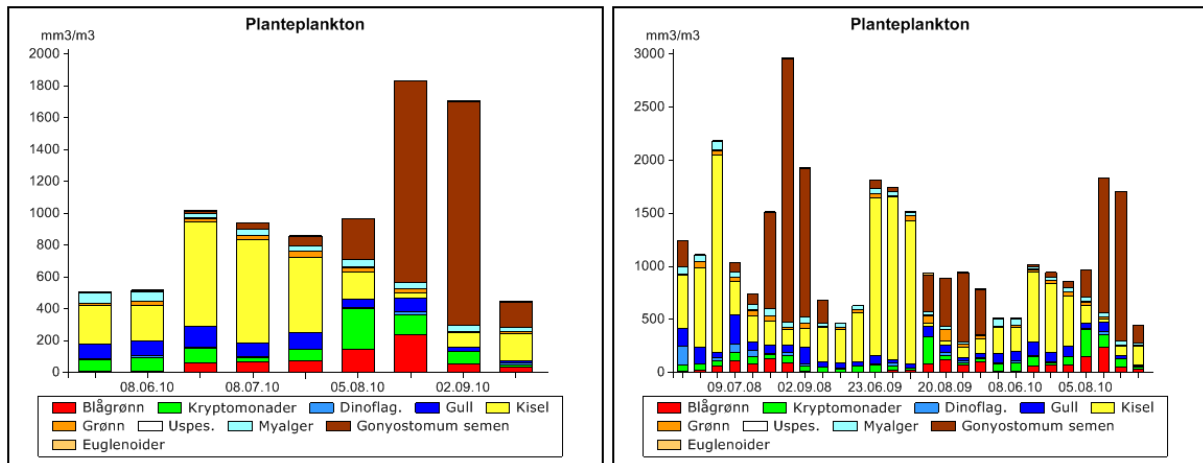
Resultatene vises i Vedlegg 3. Det ble målt relativt høye verdier av TOC i Mjær, og det var en gjennomgående økning i TOC innholdet i løpet av sommeren. Dette var sammenfallende med algeveksten i innsjøen. Gjennomsnittlig konsentrasjon av TOC i 2010 var omtrent lik som for de to foregående årene (2010: 8,1 mg C/L, 2009: 7,9 mg C/L og 2008: 7,1 mg C/L).

### 3.4.2 Resultater biologiske forhold

#### Plantep plankton

I Mjær (Figur 3.17) var det en sterk dominans av kiselalger i første del av vekstsesongen, mens det ble en liten oppblomstring av *G. semen* i august og september. Konsentrasjonen av blågrønnalger var relativt lav hele sesongen, og det var i hovedsak arter i familiene *Anabaena* og *Planktothrix* som var tilstede i Mjær. Den gjennomsnittlige algebiomassen var 1,0 mg våtvekt/l i 2010 (2009: 1,1 mg våtvekt/l og 2008: 0,7 mg våtvekt/l).

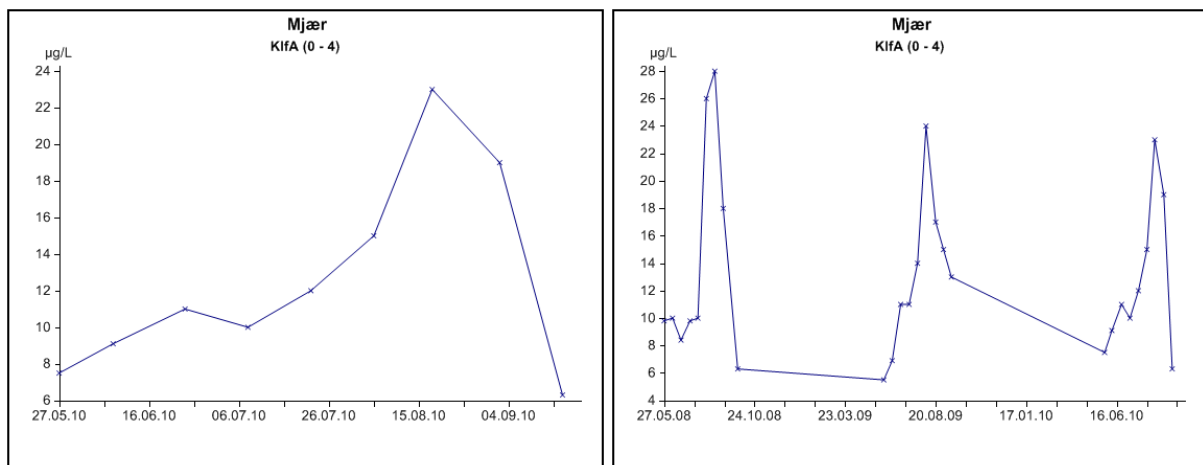
Det har vært årlige moderate oppblomstringer av *G. semen* i Mjær de årene overvåkingen har pågått. Denne algen har de siste tiårene blitt dominerende i humøse vann på sørøstlandet, og det er flere aspekter ved forekomst og oppblomstring som fortsatt er ukjente. *G. semen* vil kunne forårsake hudirritasjoner ved bading, og det er derfor viktig å overvåke forekomsten nøye.



Figur 3.17. Variasjon i planteplanktonets mengde og sammensetning i Mjær i 2010/2008-2010.

### Klorofyll-a

Resultatene vises i Figur 3.18. Analyse av klorofyll-a og algeevolum er to forskjellige måter å beregne algebiomassen på. Konsentrasjonen av klorofyll-a følger i stor grad konsentrasjonen av algebiomasse, selv om det kan være en viss forskjell. Algenes klorofyll-innhold vil påvirkes av en rekke faktorer, slik at det alltid vil kunne forekomme avvik mellom disse to biomasseparametrene. I Mjær økte klorofyllmengden utover i vekstsesongen og de høyeste verdiene ble målt i midten av august og september og dette var sammenfallende med den høyest målte biomassen. I Mjær var gjennomsnittsverdien av klorofyll-a i 2010 12,5 µg/l (2009 13,0 µg/l og 2008: 14,0 µg/L).



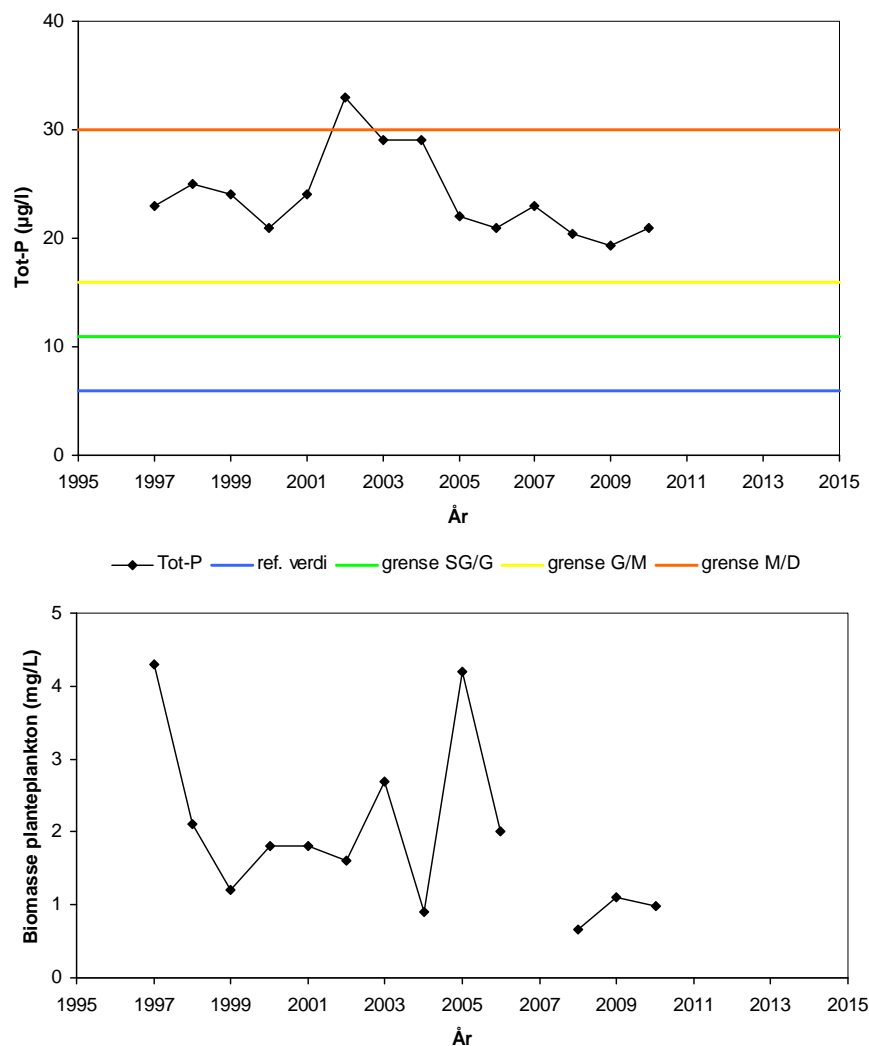
Figur 3.18. Klorofyll-a i Mjær i 2010/2008-2010.

### Microcystin

Det var relativt lite blågrønnalger i Mjær gjennom hele perioden. I juli var det en viss mengde av arter i familiene *Anabaena* og *Planktothrix* tilstede i innsjøen, og det ble også påvist lave mengder av microcystin den 08.07.2010 (0,18 µg microcystin/l).

### 3.4.3 Tidsserier og tilstand i 2010 i forhold til miljømålene

Dataene fra 2010 er satt sammen med historiske data for total fosfor og biomasse av planteplankton (Figur 3.14). I Mjør har innholdet av Tot-P variert mellom 20-30  $\mu\text{g/l}$  siden midten av 1990-tallet, og det har skjedd en nedgang fra 2000 og frem til i dag. Det er en tilsvarende nedgang i planteplanktonbiomasse de siste årene.



Figur 3.19. Langtidsserier som viser årsmiddelerverdier av totalfosfor konsentrasjonen og biomasse av planteplankton i Langen (Kilde: før 2008 er data fra Fylkesmannen i Oslo/Akershus, etter 2008 er data fra NIVA). Grensene mellom de ulike økologiske tilstandsklassene (referansetilstanden, svært god (SG), god (G), moderat (M), dårlig (D)) er også vist. For planteplankton biomasse er et klassifiseringssystem under utvikling.

Iht. EUs rammedirektiv for vann skal økologisk tilstand i innsjøer og elver vurderes med hjelp av biologiske indikatorer. Andre parametre (f.eks. næringsstoffkonsentrasjoner, siktedyp) kan brukes som støtteparametre. Miljømålet defineres som grensen mellom moderat og god økologisk tilstand. Klorofyll-a er den eneste biologiske parametren vi har målt i denne undersøkelsen, hvor det er utviklet grenseverdier og definert miljømål. I tillegg har vi vurdert

støtteparametren total fosfor. Siktedybdje er også en støtteparameter med utviklede grenseverdier og definerte miljømål. Det er imidlertid ikke tatt hensyn til effekten av humusstoffer på siktedybdje, og for innsjøer som er humusrike er det derfor ikke hensiktsmessig å bruke siktedybdje som en kvalitetsparameter for å bestemme økologisk tilstand. Alle innsjøene som er undersøkt er humusrike innsjøer. Tilstandsvurderingen er derfor gjennomført med klorofyll som hovedparameter og total fosfor som støtteparameter for alle de undersøkte innsjøene i nedbørfeltet til Vansjø.

Vurderingen av økologisk tilstand for Mjær iht. Vanndirektivet er vist i Tabell 3.4. Gjennomsnittsverdien for både klorofyll-a og totalt fosfor gir tilstandsklasse moderat, og en kan fastslå at Mjær ikke er i tilfredsstillende økologisk tilstand.

Tabell 3.4: Økologisk tilstand i Mjær i 2008-2010 i forhold til Vanndirektivet. Grenser mellom god og moderat økologisk tilstand (miljømålet) er gitt i parentes.

Innsjø Mjær	Klorofyll-a µg/L	Total fosfor µg/l	Total nitrogen µg/l	STS Susp. tørrstoff mg/l	Siktedybdje m	Biomasse alger mg/m <sup>3</sup>
2010	12,5 (7,5)	20,1 (16)	780 (500)	3,7	1,7	978
2009	13,0 (7,5)	19,3 (16)	678 (500)	4,6	1,5	1081
2008	14,0 (7,5)	20,4 (16)	706 (500)	4,6	1,4	664

## 3.5 Sæbyvannet

Sæbyvannet		
	Innsjøkode:	003-295-L
	Beliggenhet:	Våler
	Vanntype:	L-N3 (Kalkfattig, humøs)
	Farge (mg Pt/L):	88,6
	Kalsium (mg/L)	3,1
	Høyde over havet (m):	47
	Påvirkning:	Eutrofi
	Innsjøareal (km <sup>2</sup> ):	1,54
	Middeldyp (m):	7,8

Vansjø-Hobøl vassdraget er et lavlandsvassdrag, og tilnærmet hele nedbørfeltet ligger under den marine grense. Delnedbørfeltet "Svinna og Sæbyvannet" er dominert av skog, men det er også store områder med landbruk, samt tettstedet Svinndal og spredt bebyggelse. Sæbyvannet ligger i et område under den marine grense og det er en betydelig påvirkning av marin leire. Innsjøen er sterkt påvirket av eutrofiering. Sæbyvannet er en kalkfattig, humøs innsjø. Sæbyvannet har blitt overvåket siden 2005 i regi av Morsa, men det foreligger eldre overvåkingsdata som er vist i kap. 3.5.3.

### 3.5.1 Resultater fysisk-kjemiske forhold

#### Temperatur og oksygen

I mange innsjøer etableres det en temperatursjiktning om sommeren med varmt overflatevann og kaldere bunnvann, og disse vertikale lagene er ofte så stabile at de ikke blandes. Algeveksten skjer primært i overflatelaget hvor det er tilgang på lys. Algene vil etter hvert sedimentere og nedbrytningen av dødt organisk materiale skjer i bunnvannet og sedimentet. Denne nedbrytningen forbruker oksygen, og det medfører en reduksjon i oksygenkonsentrasjonen i bunnvannet. Dersom oksygenkonsentrasjonen i bunnvannet blir lavere enn 0,5 mg/L kan det igangsettes prosesser der det frigis fosfor fra sedimentene.

Oksygen og temperaturutvikling gjennom prøvetakingsperioden vises i Vedlegg 3. Det var en klar temperatursjiktning gjennom hele perioden, med varmt overflatevann og kaldere bunnvann. Sprangsjiktet lå ved omtrent 4-5 meter. Det ble påvist oksygenverdier mellom 0,7-2 mg/l i august og september, men det er lite sannsynlig at frigivelse av fosfat fra sedimentene til vannmassene pga. oksygenforholdene var av betydning.

#### Siktedyp

Resultatene vises i Vedlegg 3. Sæbyvannet har et høyt humusinnhold, og i tillegg påvirkes innsjøen av tilførsel og resuspensjon av leirpartikler. Siktedypet ligger mellom 0,7-1,3 meter i 2010, og det er sannsynlig at algeveksten er lysbegrenset. Gjennomsnittlig siktedyp var 1,0 m i 2010 (0,9 m i 2009 og 1,0 m i 2008).

#### Suspendert stoff/Gløderest

Resultatene vises i Vedlegg 3. Sæbyvannet er en relativt grunn innsjø, og i tillegg til varierende tilførsler fra nedbørfeltet vil også vinddrevet resuspensjon i innsjøbassenget påvirke innholdet av partikulært materiale. Sæbyvannet er i tillegg påvirket av tilført leirmateriale. 2008 ble det observert en spesielt kraftig transport av erosjonsmateriale i de

nedre delene av nedbørfeltet til Vansjø, og det var ikke tilsvarende forhold i 2009 og 2010. Det gjennomsnittlige innholdet av suspendert stoff og uorganisk partikulært materiale i 2010 var omtrent likt som i 2009 og lavere enn i 2008.

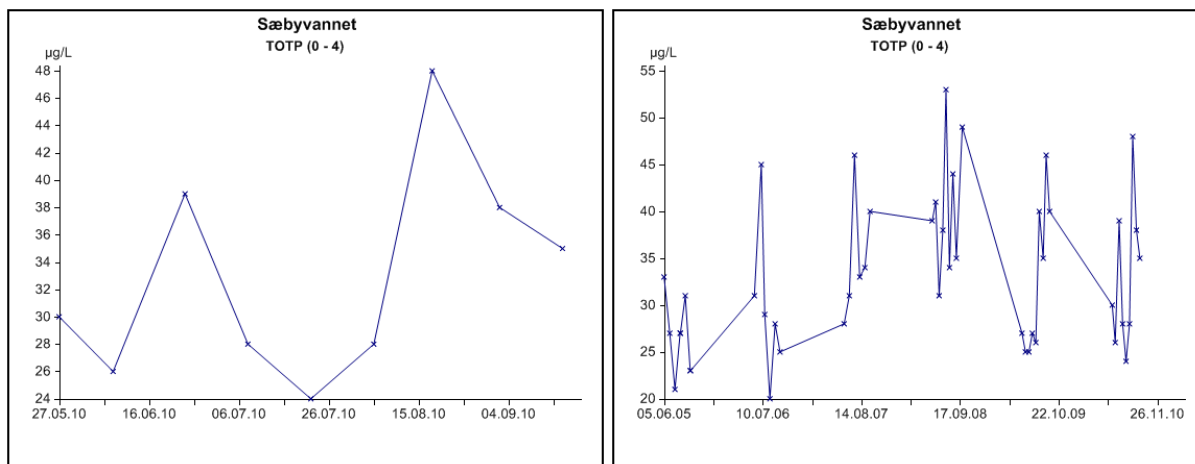
## pH

Resultatene vises i Vedlegg 3. pH var rundt 7 i starten av sommeren, men økte til 7,8 i vekstperioden på sommeren. Denne økningen i pH skyldtes blant annet økt fotosyntetisk aktivitet.

## Total fosfor

Resultatene vises i Figur 3.20. Nedbørfeltet til Sæbyvannet består av områder over og under den marine grense og fosforinnholdet i denne innsjøen kan være bestemt av både fosfor som er bundet til organisk materiale og fosfor bundet til tilført leirmateriale. I tillegg så kan en anta at det er noe avrenning fra tettstedet Svinndal, samt spredt bebyggelse og landbruk rundt innsjøen. Totalfosfor konsentrasjonen økte utover i vekstsesongen og hadde maksimalverdi i slutten av august (48 µg P/l). Utviklingen i totalfosfor innhold iløpet av vekstsesongen var sammenfallende med utviklingen i algebiomasse i Sæbyvannet, og det er sannsynlig at de høye verdiene i august til dels skyldes fosfor som er bundet i algebiomasse.

I Sæbyvannet var gjennomsnittsverdien for totalfosfor 32,9 µg/L i 2010, og dette omtrent på samme nivå som i 2009 og 2006-2007 og noe lavere enn i 2008 (2009: 32,3 µg P/l, 2008: 40 µg P/l, 2007: 35 µg P/l 2006: 30 µg P/l). Da det ikke ble foretatt noen målinger av orto-fosfat, er det vanskelig å si noe om en eventuell fosforbegrensing av algeveksten i Sæbyvannet.



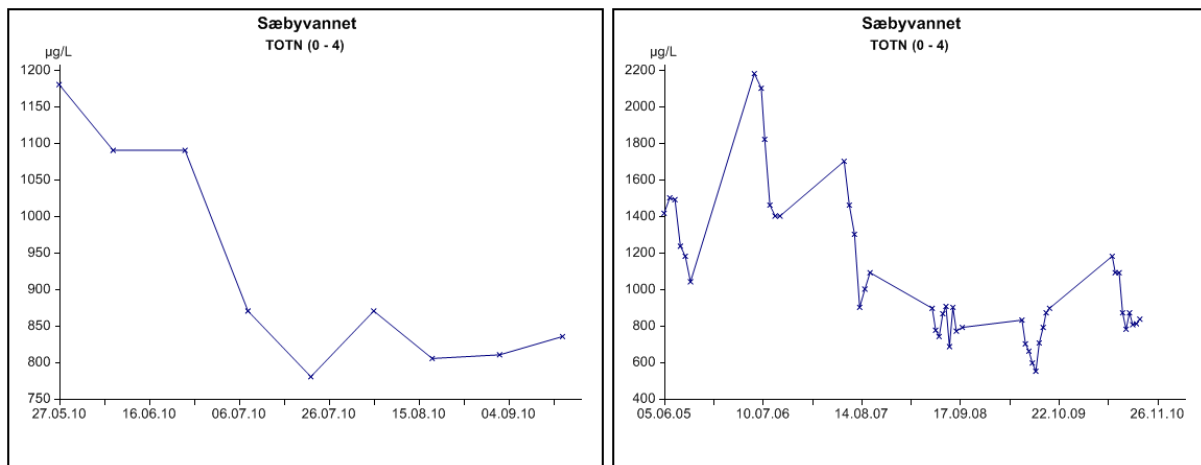
Figur 3.20. Tot-P i Sæbyvannet i 2010/2005-2010.

## Total nitrogen

Resultatene vises i Figur 3.21. Konsentrasjonen av totalnitrogen i Sæbyvannet var høy i starten av vekstsesongen (1080 µg N/l) og avtok utover i vekstsesongen. Denne reduksjonen har sammenheng med algevekst og sedimentering av organisk bundet nitrogen. Gjennomsnittsverdien av totalnitrogen i 2010 var noe høyere enn i 2008-2009, men lavere enn 2006-2007 (2010: 926 µg N/l, 2009: 703 µg N/l og 2008: 813 µg N/l, 2007: 1242 µg N/l 2006: 1727 µg N/l). Det er verdt å legge merke til at det har skjedd en betydelig reduksjon i innholdet av totalt nitrogen de siste tre årene. Det er for tidlig å konkludere om denne



reduksjonen skyldes tilfeldige variasjoner eller langvarige endringer i tilførsler av nitrogen fra nedbørfeltet. Da det ikke ble foretatt noen målinger av nitrat eller ammonium, er det vanskelig å si noe om en eventuell nitrogenbegrensning av algeveksten i Sæbyvannet.



Figur 3.21. Tot-N i Sæbyvannet i 2010/2005-2010.

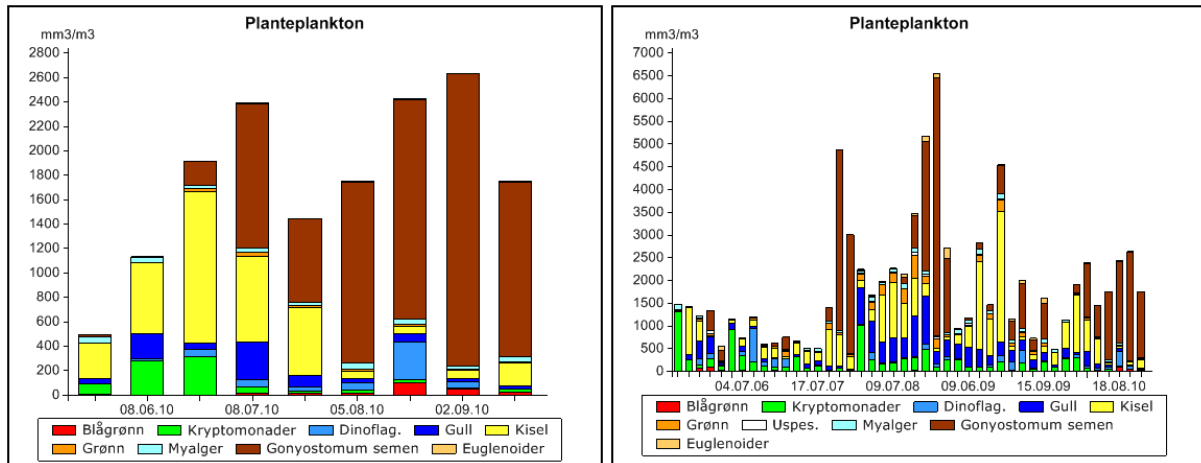
### Totalt organisk karbon (TOC)

Resultatene vises i Vedlegg 3. Det ble målt relativt høye verdier av TOC i Sæbyvannet, og det var en gjennomgående økning i TOC innholdet i løpet av sommeren. Dette var sammenfallende med algeveksten i innsjøen. Gjennomsnittlig konsentrasjon av TOC i 2010 var omtrent lik som for de to foregående årene (2010: 11,0 mg C/L, 2009: 9,1 mg C/L og 2008: 10,4 mg C/L).

## 3.5.2 Resultater biologiske forhold

### Plantep plankton

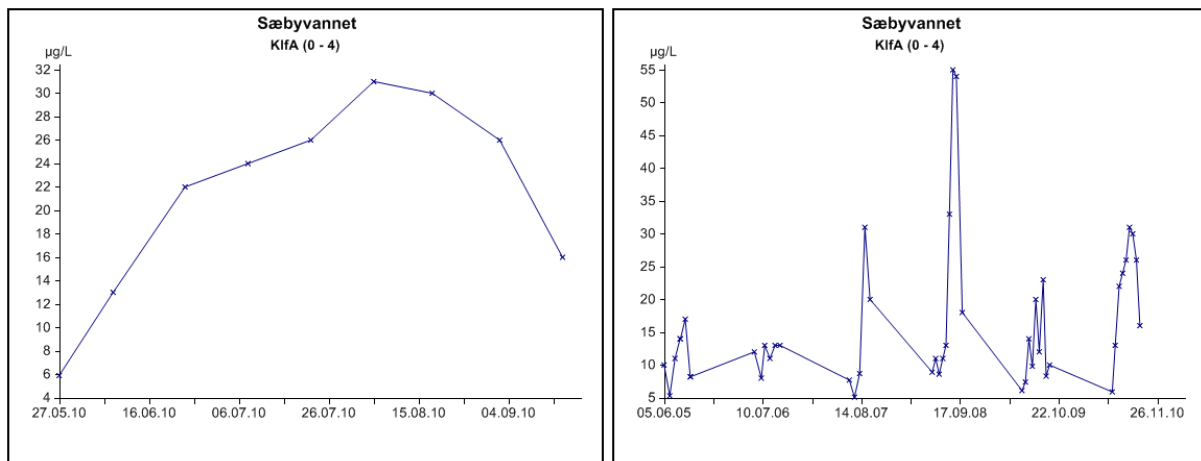
I Sæbyvannet (Figur 3.22) var det en sterk dominans av svelgflagellater, gullalger og kiselalger i første del av vekstsesongen, mens det ble en kraftig oppblomstring av *G. semen* i juli til september. Konsentrasjonen av blågrønnalger var ubetydelig gjennom hele vekstsesongen. Den gjennomsnittlige algebiomassen var 1,2 mg våtvekt/l i 2010 (2009: 1,8 mg våtvekt/l og 2008: 3,1 mg våtvekt/l). Det har vært årlige oppblomstringer av *G. semen* i Sæbyvannet de siste tre årene. Denne algen har de siste tiårene blitt dominerende i humøse vann på sørøstlandet, og det er flere aspekter ved forekomst og oppblomstring som fortsatt er ukjente. *G. semen* vil kunne forårsake hudirritasjoner ved bading, og det er derfor viktig å overvåke forekomsten nøye.



Figur 3.22. Variasjon i planteplanktonets mengde- og sammensetning i Sæbyvannet i 2010/2005-2010.

### Klorofyll-a

Resultatene vises i Figur 3.23. Analyse av klorofyll-a og algeevolum er to forskjellige måter å beregne algebiomassen på. Konsentrasjonen av klorofyll-a følger i stor grad konsentrasjonen av algebiomasse, selv om det kan være en viss forskjell. Algenes klorofyll-innhold vil påvirkes av en rekke faktorer, slik at det alltid vil kunne forekomme avvik mellom disse to biomasseparametrene. I Sæbyvannet økte klorofyllmengden utover i vekstsesongen og de høyeste verdiene ble målt i juli til september og dette var sammenfallende med den høyest målte biomassen. I Sæbyvannet var gjennomsnittsverdien av klorofyll-a i 2010 21,5 µg/l (2009 12,3 µg/l og 2008: 23,6 µg/L).



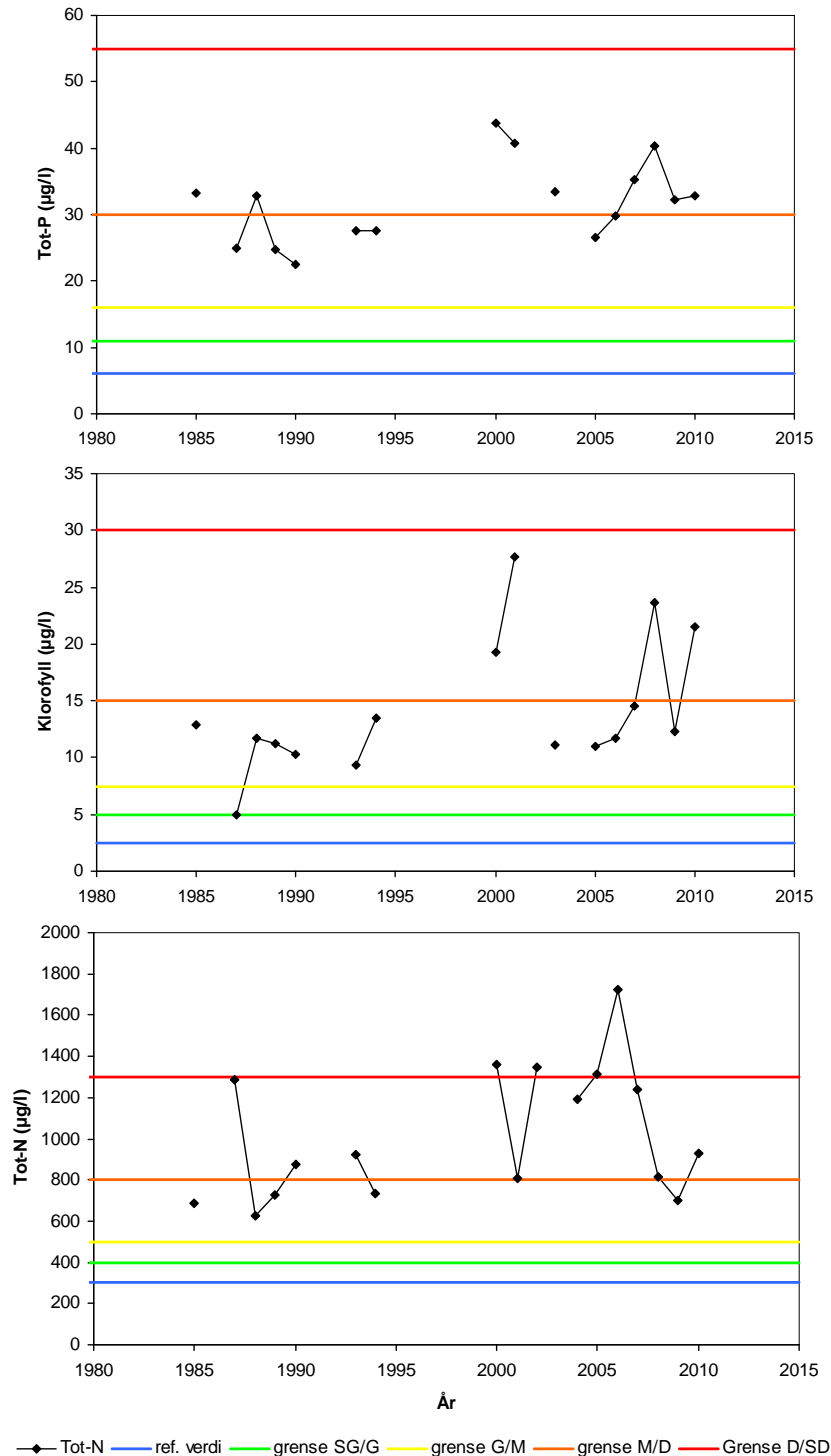
Figur 3.23. Klorofyll-a i Sæbyvannet i 2010/2005-2010.

### Microcystin

Det var ubetydelige mengder blågrønnalger i Sæbyvannet gjennom hele perioden. Det ble ikke påvist microcystiner i noen av de undersøkte prøvene i 2010.

### 3.5.3 Tidsserier og tilstand i 2009 i forhold til miljømålene

Dataene fra 2010 er satt sammen med historiske data for total fosfor, klorofyll-a og total nitrogen (Figur 3.14).



Figur 3.24: Langtidsserier som viser årsmiddelverdier av totalfosfor konsentrasjonen og biomasse av planteplankton i Langen (Kilde: før 2008 er data fra Fylkesmannen i Østfold, etter 2008 er data fra NIVA). Grensene mellom de ulike økologiske tilstandsklassene (referansetilstanden, svært god (SG), god (G), moderat (M), dårlig (D)) er også vist.

Fra Sæbyvannet foreligger det spredte analysedata fra 1982 og frem til i dag. Både innholdet av Tot-P og klorofyll viser en svakt økende tendens i løpet av hele denne perioden, med en topp rundt 2000. For Tot-N har det også vært økende verdier frem til 2006, og deretter har det vært en relativt betydelig tilbakegang de siste årene.

EUs rammedirektiv for vann vurderer innsjøer og elver med hjelp av biologiske indikatorer. Andre parametre (f.eks. næringsstoffkonsentrasjoner, siktedyp) kan brukes som støtteparametre. Miljømålet defineres som grensen mellom moderat og god økologisk tilstand. Klorofyll-a er den eneste biologiske parametren vi har målt i denne undersøkelsen, hvor det er utviklet grenseverdier og definert miljømål. I tillegg har vi vurdert støtteparametren total fosfor. Siktedybde er også en støtteparameter med utviklede grenseverdier og definerte miljømål. Det er imidlertid ikke tatt hensyn til effekten av humusstoffer på siktedyptet, og for innsjøer som er humusrike er det derfor ikke hensiktsmessig å bruke siktedyptet som en kvalitetsparameter for å bestemme økologisk tilstand. Alle innsjøene som er undersøkt er humusrike innsjøer. Tilstandsvurderingen er derfor gjennomført med klorofyll som hovedparameter og total fosfor som støtteparameter for alle de undersøkte innsjøene i nedbørfeltet til Vansjø.

Vurderingen av økologisk tilstand for Sæbyvannet iht. Vanndirektivet er vist i Tabell 3.5. Gjennomsnittsverdien for både klorofyll-a og totalt fosfor gir tilstandsklasse dårligt, og en kan fastslå at Sæbyvannet ikke er i tilfredsstillende økologisk tilstand.

Tabell 3.5: Økologisk tilstand i Sæbyvannet i 2008-2010 i forhold til Vanndirektivet. Grenser mellom god og moderat økologisk tilstand (miljømålet) er gitt i parentes.

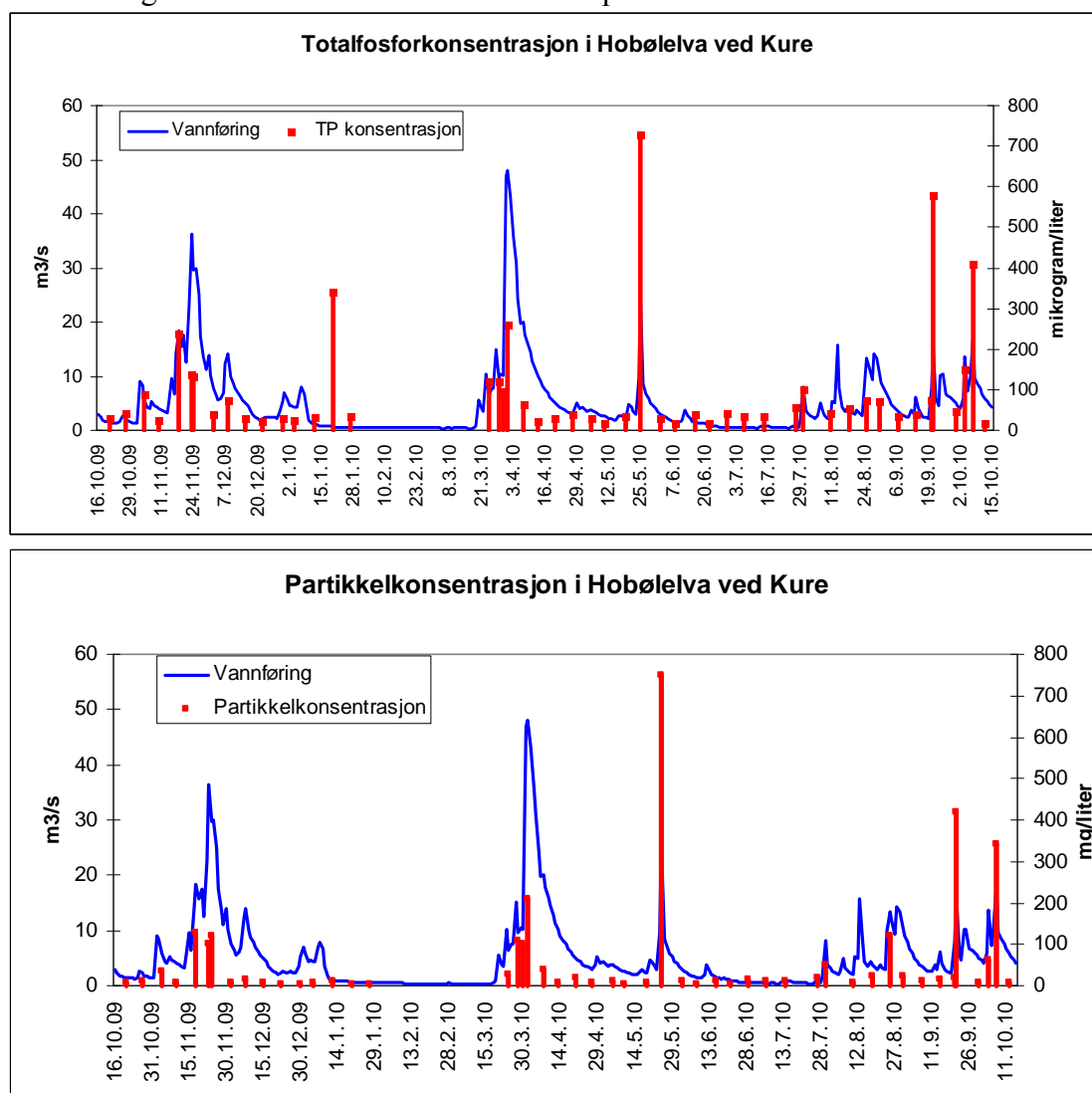
Innsjø Sæbyvannet	Klorofyll-a µg/L	Total fosfor µg/l	Total nitrogen µg/l	STS Susp. tørrstoff mg/l	Siktedyp m	Biomasse alger mg/m <sup>3</sup>
2010	21,5 (7,5)	32,9 (16)	926 (500)	7,2	1,0	1171
2009	12,3 (7,5)	32,3 (16)	703 (500)	6,9	1,0	1829
2008	23,6 (7,5)	40,4 (16)	814 (500)	7,4	0,9	3134

## 4. Tilførsler til Storefjorden

### 4.1 Konsentrasjonen av målte stoffer

#### 4.1.1 Variasjoner i konsentrasjon

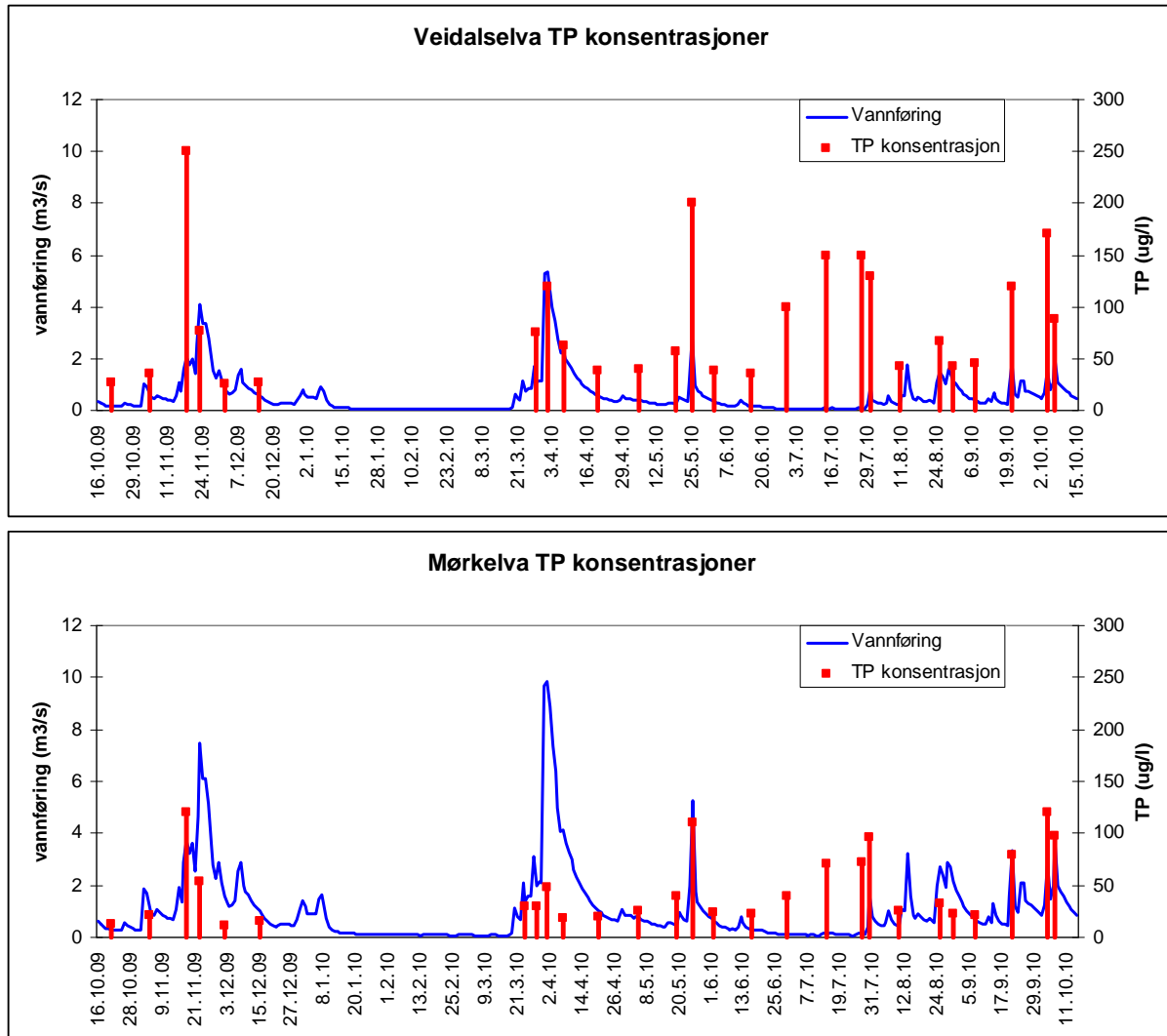
Konsentrasjoner i vassdrag varierer ofte kraftig over tid, særlig for stoffer som er knyttet til partikler. Figur 4.1 viser dette for Hobøelva ved Kure for totalfosfor og partikler. Overvåkingsperioden hadde noen episoder med svært høye verdier av både totalfosfor og partikler. Mulige årsaker til dette blir diskutert i kapittel 4.6.



Figur 4.1. Vannføring og konsentrasjon av totalfosfor (øverst) og suspendert sediment eller partikler (nederst) i Hobøelva ved Kure.

De høye verdiene av partikler og totalfosfor i Hobøelva i mai kan være knyttet til at flere jordbrukere pløydde opp og anla nye buffersoner da, i tillegg til at det var en del anleggsarbeid i vassdraget, jf. kap 4.6. Derimot antas verdien for totalfosfor i januar 2011 å være en feil

ettersom både partikkelkonsentrasjon og vannføring var lav denne dagen. Den er derfor fjernet ved beregning av snittkonsentrasjoner.



Figur 4.2. Konsentrasjoner av totalfosfor (TP) og vannføring (avledet fra vannføringen i Hobølelva) i overvåkingsperioden i Veidalselva (øverst) og Mørkelva (nederst). Høye konsentrasjoner av totalfosfor i Veidalselva sammenfaller med bygging av fangdam i vassdraget samme tid.

Veidalselva og Mørkelva er to parallelle sidevassdrag på hhv ca. 33 og 61 km<sup>2</sup>. Som figur 4.2 viser følger variasjonene i konsentrasjonen av totalfosfor hverandre i disse vassdragene, men konsentrasjonene i Veidalselva er betydelig høyere enn i Mørkelva. Til tross for at Veidalselva er et mindre felt enn Mørkelva resulterer dette i at disse to vassdragene har relativ lik transport av bl.a. totalfosfor (f.eks. Skarbøvik et al. 2010).

## 4.1.2 Gjennomsnittskonsentrasjoner

Tabell 4.1 viser gjennomsnittlig konsentrasjon av fem parametre for elvestasjonene rundt Storefjorden. I beregningen av disse gjennomsnittskonsentrasjonene ble prøver tatt spesielt i flomepisoder utelatt. Snittene er basert på prøver tatt hver 14. dag, med unntak av stasjoner hvor det kun er månedsprøver. For Hobølelva ved Kure er det tatt ukesprøver, men gjennomsnittsverdien i tabellen viser prøver tatt hver fjortende dag, på samme måte som i de andre elvestasjonene. Hvis imidlertid ukesprøvene benyttes for snittberegningen i Hobølelva, så reduseres snittverdien av totalfosfor fra 93 µg/l til 73 µg/l. Dette gjenspeiler noe av problemet med å bruke gjennomsnittsverdier i rennende vann, det er beheftet med stor usikkerhet og bør brukes med forsiktighet.

Tabell 4.1. Gjennomsnittskonsentrasjoner i elvestasjoner som drenerer til Storefjorden, samt i Sundet og Mosseelva. Antall prøver pr parameter er vist for hver stasjon. Der analyseresultatet var under deteksjonsgrensen ble verdien satt lik deteksjonsgrensen. SS = partikler, Tot-P= totalfosfor, Tot-N= total nitrogen, PO<sub>4</sub>-P = ortofosfat, E-koli= termotolerante koliforme bakterier.

Stasjon	SS	Tot-P	Tot-N	PO <sub>4</sub> -P	E-koli* 90%
	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	Ant/100ml
Tangelva	3	15	482	3	33
Hobølelva ved Mjær	5	19	805	5	90
Kråkstadelva	58	123	4070	22	4300
Hobølelva v/Kure	56	93**	1967	16	3000
Veidalselva	34	74	1232	13	1400
Mørkelva	21	40	755	6	1100
Svinna oppstrøms	24	61	1431	13	2400
Svinna v/ Klypen	8	39	914	10	400
Boslangen	4	24	577	6	60
Sundet	6	25	1986	9	(1)***
Mosseelva	5	25	923	6	110
<i>Antall prøver:</i>					
<i>Tangelva</i>	<i>10</i>	<i>10</i>	<i>10</i>	<i>10</i>	<i>10</i>
<i>Hobølelva ved Mjær</i>	<i>13</i>	<i>13</i>	<i>13</i>	<i>13</i>	<i>13</i>
<i>Kråkstadelva</i>	<i>20</i>	<i>20</i>	<i>10</i>	<i>10</i>	<i>12</i>
<i>Hobølelva v/Kure</i>	<i>23</i>	<i>23</i>	<i>23</i>	<i>11</i>	<i>23</i>
<i>Veidalselva</i>	<i>19</i>	<i>19</i>	<i>10</i>	<i>10</i>	<i>10</i>
<i>Mørkelva</i>	<i>20</i>	<i>20</i>	<i>10</i>	<i>10</i>	<i>10</i>
<i>Svinna oppstrøms</i>	<i>19</i>	<i>19</i>	<i>10</i>	<i>10</i>	<i>10</i>
<i>Svinna v/ Klypen</i>	<i>25</i>	<i>25</i>	<i>12</i>	<i>12</i>	<i>14</i>
<i>Boslangen</i>	<i>7</i>	<i>7</i>	<i>7</i>	<i>7</i>	<i>7</i>
<i>Sundet</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>7</i>	<i>7</i>	<i>2</i>
<i>Mosseelva</i>	<i>25</i>	<i>25</i>	<i>13</i>	<i>13</i>	<i>12</i>

\* I hht SFTs (nå Klif) 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 når antall prøver var omlag 10 prøver ble den nest høyeste verdien benyttet; når antall var omlag 20 prøver ble den tredje høyeste verdien benyttet osv.

\*\* Hvis det regnes med prøver tatt hver uke reduseres snittkonsentrasjonen til 73 µg/l.

\*\*\* Kun basert på to prøver.

Generelt kan følgende konklusjoner trekkes:

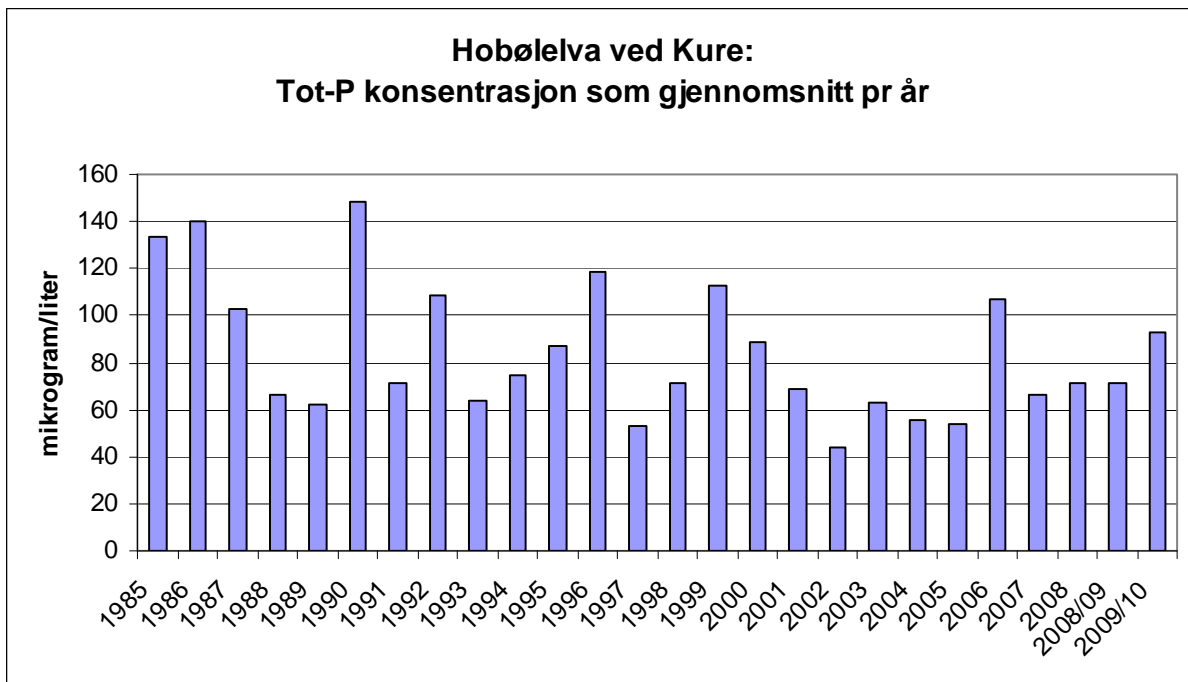
- Konsentrasjonen av *totalfosfor* var høyest i Kråkstadelva. Hobøelva ved Kure, Veidalselva og Svinna oppstrøms Sæbyvannet hadde også høye totalfosforverdier.
- Konsentrasjonen av *ortofosfat* var også høyest i Kråkstadelva, etterfulgt av Hobøelva ved Kure. Ortofosfat-konsentrasjonen varierte fra 15 % av totalfosfor-konsentrasjonen (Mørkelva) til 36 % (ved Sundet).
- Konsentrasjonen av *total nitrogen* var klart høyest i Kråkstadelva. Deretter fulgte Hobøelva ved Kure, Svinna oppstrøms Sæbyvannet og Veidalselva.
- Tarmbakteriekonsentrasjonene indikerer om næringsstoffene også kommer fra kloakk. Kråkstadelva hadde høyest 90-percentil av bakterier (4300/100 ml), fulgt av Hobøelva ved Kure (3000/100 ml), Svinna oppstrøms Sæbyvannet (2400/100 ml) og Veidalselva (1400/100 ml). Mørkelva, som hadde de høyeste snittverdiene i forrige periode (2008-09), lå relativt lavere med 1100/100 ml.
- Konsentrasjonen av *partikler* var høyest i Kråkstadelva og Hobøelva ved Kure, etterfulgt av Veidalselva.
- To stasjoner viser spesielt lave konsentrasjonsverdier, dette er Hobøelva oppstrøms Mjær (dvs. stasjonen i Tangenelva) og Boslangen. Sistnevnte stasjon benyttes for å vurdere tilnærmet naturlig tilstand i feltet. En gjennomsnittskonsentrasjon på 24 µg/l viser dog ikke nødvendigvis naturlig tilstand for hele nedbørfeltet. Stasjoner med høyere innhold av marin leire i nedbørfeltet kan ha høyere naturlige konsentrasjoner av totalfosfor (Direktoratsgruppa 2009).

## 4.2 Sammenligning med tidligere års konsentrasjoner (faktiske)

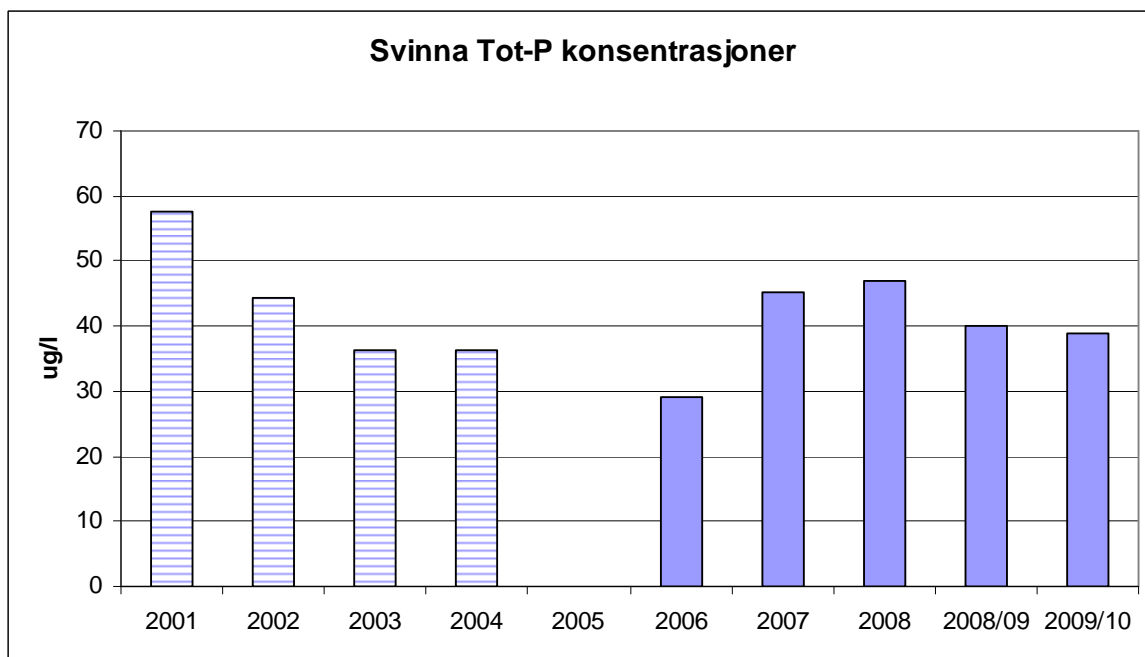
Gjennomsnittlig konsentrasjon kan beregnes på ulike måter. Den som er anbefalt i veiledere til Vanddirektivet (Direktoratsgruppa 2009) er å ta gjennomsnittet av alle data samlet inn med regelmessige mellomrom, men å fjerne prøver tatt spesielt under flom. (I vedlegg 4 er en annen metode gjengitt med resultater fra Hobøelva.)

Figur 4.3 viser snittkonsentrasjoner av totalfosfor (TP) for Hobøelva ved Kure siden 1985. For Svinna, Mørkelva og Veidalselva er resultatene for totalfosfor vist i figurene 4.4-4.6. Ytterligere figurer finnes i Vedlegg 4 (for totalnitrogen og partikler). Nye miljømål for konsentrasjoner (jf. Direktoratsgruppa 2009) er foreløpig ikke utarbeidet for vassdraget og derfor ikke tatt med i figurene.

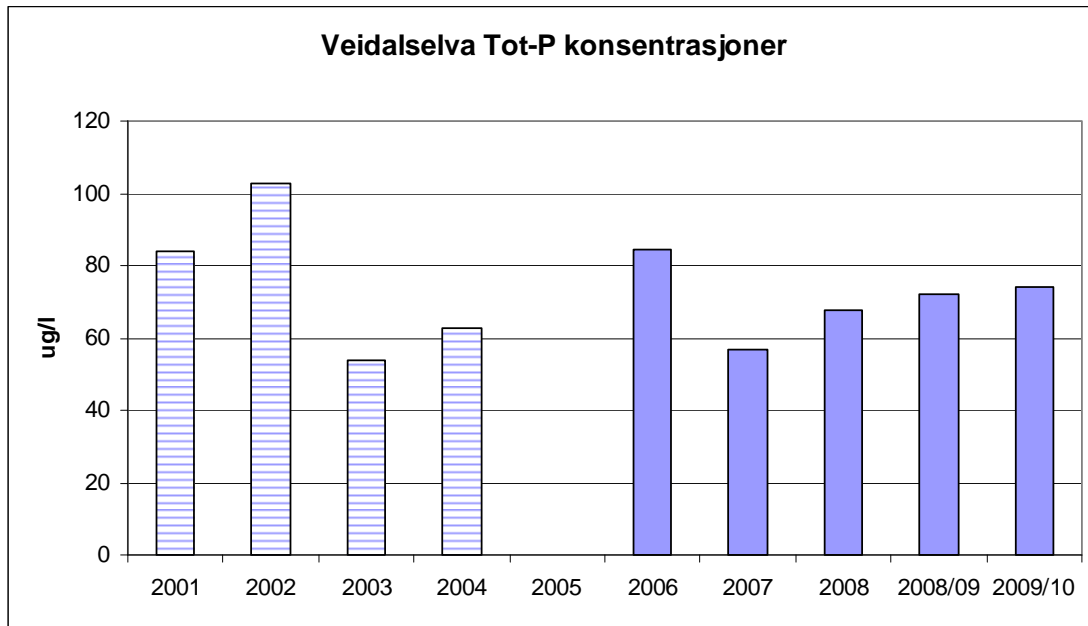




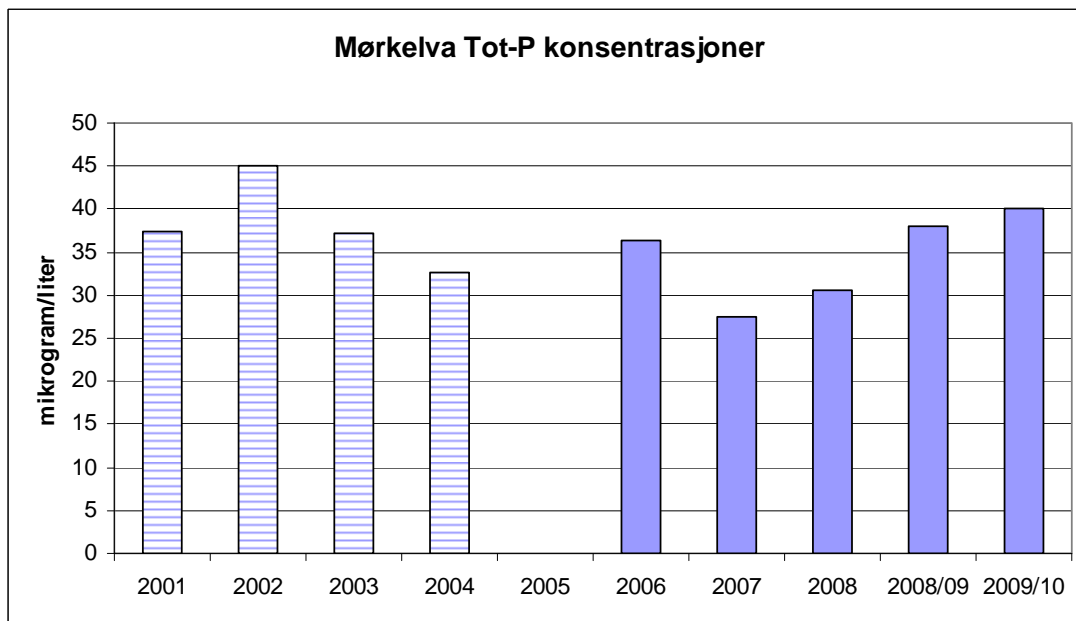
Figur 4.3. Konsentrasjon av totalfosfor i Hobøelva ved Kure, som gjennomsnitt pr år.



Figur 4.4. Konsentrasjon av totalfosfor i Svinna (ved utløp), som gjennomsnitt pr år. Blå søyler: Prøver hver 14. dag. Stripet søyle: Bare få prøver ble tatt i disse årene.



Figur 4.5. Konsentrasjon av totalfosfor i Veidalselva, som gjennomsnitt pr år. Blå søyler: Prøver hver 14. dag. Stripet søyle: Bare få prøver ble tatt i disse årene.



Figur 4.6. Konsentrasjon av totalfosfor i Mørkelva, som gjennomsnitt pr år. Blå søyler: Prøver hver 14. dag. Stripet søyle: Bare få prøver ble tatt i disse årene.

## 4.3 Tilførsler til Storefjorden i rapporteringsperioden

### 4.3.1 Faktiske tilførsler til Storefjorden

Som nevnt i Vedlegg 2 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), samt i Vansjø (Sundet og Mossefossen) er beregnet med lineær interpolasjon (Tabell 4.2).

Tabell 4.2. Totale tilførsler av suspendert stoff (STS), totalfosfor (Tot-P), ortofosfat (Orto-P) og total nitrogen (Tot-N) i rapporteringsperioden. Fargekodene indikerer beregningsmetodikk for transportberegningene: Gul=slamføringskurve; Blå=lineær interpolasjon; lys blå=beregnet fra prosentandel ortofosfat av totalfosfor.

Stasjon	ID	STS	Tot-P	Orto-P	Tot-N
		tonn	tonn	tonn	tonn
Tangenelva	VAVU	148	0.9	0.2	29
Hobøelva Mjær	MJRU	378	1.6	0.4	62
Kråkstadelva	KRÅK	2 590	4.61	1.0	118
Hobøelva Kure	HOBK	9 892	16.35	3.3	353
Svinna oppstr. Sæby	SVIN	955	2.07	0.4	34
Engsbekken (inn i Sæbyvannet)	ENGS	149	0.52	0.1	14
Svinna Klypen Bru*	SVIU	525	2.14	0.5	51
Svinna utløp**		574	2.34	0.6	56
Mørkelva	MØRK	855	1.39	0.3	26
Veidalselva	VEID	883	1.39	0.2	21
Sundet	VAN5	1900	7.9	2.4	306
Mosselva	VANU	1770	8.4	1.9	298

\* Her er brukt vannkvalitetsdata fra Svinna ved Klypen bru og vannføring fra samme sted, dvs at vannføringen er basert på arealet av nedbørfeltet oppstrøms Klypen bru, dvs ca. 95 km<sup>2</sup>.

\*\* Her er brukt vannkvalitetsdata fra Svinna ved Klypen bru, mens vannføringen er skalert for hele Svinnas nedbørfelt, dvs 103 km<sup>2</sup>. Dette tilsvarer beregninger av tilførsler fra Svinna til Storefjorden i tidligere års beregninger.

Det kan nevnes at høy døgnvannføring den 25. mai 2010 medførte at det på én dag gikk 1,6 tonn totalfosfor i Hobøelva, noe som tilsvarer ca. 10 % av fosfortransporten i hele perioden. Det var også høy partikkeltransport denne dagen som tyder på at materialet stammet fra erosjon. Oppsummert blir transporten til Storefjorden fra de fire største tilførselselvene på 12 204 tonn partikler, 21 tonn totalfosfor, 4 tonn ortofosfat, og 456 tonn nitrogen, jf. tabell 4.3.

Tabell 4.3. Tilførsler til Storefjorden i rapporteringsperioden 16. oktober 2009 – 15. oktober 2010.

	STS	Tot-P	Orto-P	Tot-N
	tonn	tonn	tonn	tonn
Til Storefjorden	12 204	21	4	456

### 4.3.2 Vannføringsnormaliserte tilførsler

Vannføringsnormaliserte transporttall kan beregnes, men det er viktig å forstå hva disse tallene faktisk viser. Transporten av enkelte stoffer øker ikke nødvendigvis proporsjonalt med økende vannføring, men kan like gjerne øke eksponensielt, særlig i vassdrag med raviner og hvor kildematerialet lett eroderes fra elveløpet/-bredden ved høye vannføringer. Hobøelva er et typisk eksempel på dette. En enkel justering av transporten ved å benytte en gjennomsnittlig vannføring vil ikke kunne gjenspeile disse prosessene. Verdiene er altså kun justert lineært for vannføring, og viser derfor i realiteten ikke hvor mye materiale som hadde gått i elva hvis dette var i et normalt år; dog vil de gi en mer 'utjevnet' verdi enn de faktiske verdiene.

Vannføringsnormalisering kan gjøres på ulike måter. Her er følgende normalisering utført:

$$G_{P-Norm} = G_{P-faktisk} * Q_{snitt}/Q_{faktisk}$$

Hvor

$G_{P-Norm}$  er den vannføringsnormaliserte fosfortilførselen (i tonn)

$G_{P-faktisk}$  er den målte fosfortilførselen (i tonn)

$Q_{snitt}$  er gjennomsnittlig vannføring for perioden 1977-2007<sup>2</sup> (i millioner m<sup>3</sup>)

$Q_{faktisk}$  er årets vannføring (i millioner m<sup>3</sup>)

I tabell 4.4 er derfor fosfortransporten tilpasset en gjennomsnittsvannføring for perioden 1977-2007. Samlet transport til Storefjorden fra de fire undersøkte elvene blir dermed redusert fra ca. 21 tonn til ca 19 tonn. I tabell 4.5 er 'normaliserte' verdier for fosfor de fem siste årene sammenlignet.

Tabell 4.4. Transport i overvåkingsperioden av næringssalter og partikler (STS) i de fire vassdragene inn til Storefjorden justert for en normalvannføring\*.

	STS	TP	TN
Hobøelva ved Kure	8779	14.5	313
Svinna utløp	505	2.1	49
Mørkelva	759	1.2	23
Veidalselva	784	1.2	19
Totalt til Storefjn fra de 4 elvene:	10827	19.0	404

\* Normalvannføringen er beregnet for perioden 1977- 2007 (Hobøelva ved Høgfoss), denne perioden ble benyttet ved beregningen av det første fosforbudsjett for vassdraget (Skarbøvik m.fl. 2008) og er beholdt siden.

Tabell 4.5. Vannføringsnormaliserte verdier for transport av fosfor i vassdrag til Storefjorden i den perioden Bioforsk har hatt ansvaret for overvåkingen\*. Alle tall i tonn TP for en ett års periode.

Elv	2005	2006	2007	2007/8	2008/9	2009/10
Hobøelva	8,8	16,8	16,4	20,1	9,1	14,4
Svinna utløp	2,3	1,9	2,5	2,7	1,9	2,0
Mørkelva	0,9	0,7	1,0	1,0	0,9	1,2
Veidalselva	1,1	0,9	1,2	1,3	1,1	1,2
Totalt	13,1	20,3	21,0	25,1	13,1	18,8

\* Det er foretatt nye beregninger siden fjorårets rapport, alle tall for disse fire elvene er nå beregnet utfra slamføringskurven.

<sup>2</sup> Denne perioden ble benyttet første gangen vi utarbeidet fosforbudsjetter og har blitt videreført siden. Snittvannføring i Hobøelva ved Høgfoss i denne perioden var 140 mill m<sup>3</sup> eller ca. 470 mm.

### 4.3.3 Areal spesifikk transport fra nedbørfeltene

Areal spesifikk transport viser hvor mye næringsstoff og partikler som genereres pr arealenhet i hvert av feltene. Denne beregnes som transport dividert på totalt areal oppstrøms prøvetakingsstedet. Resultatet er vist i tabell 4.7, og illustrert i figurene 4.6-4.7.

Tabell 4.7. Areal spesifikk transport av partikler (STS), totalfosfor (Tot-P) og total nitrogen (Tot-N) i hver lokalitet i rapporteringsperioden.

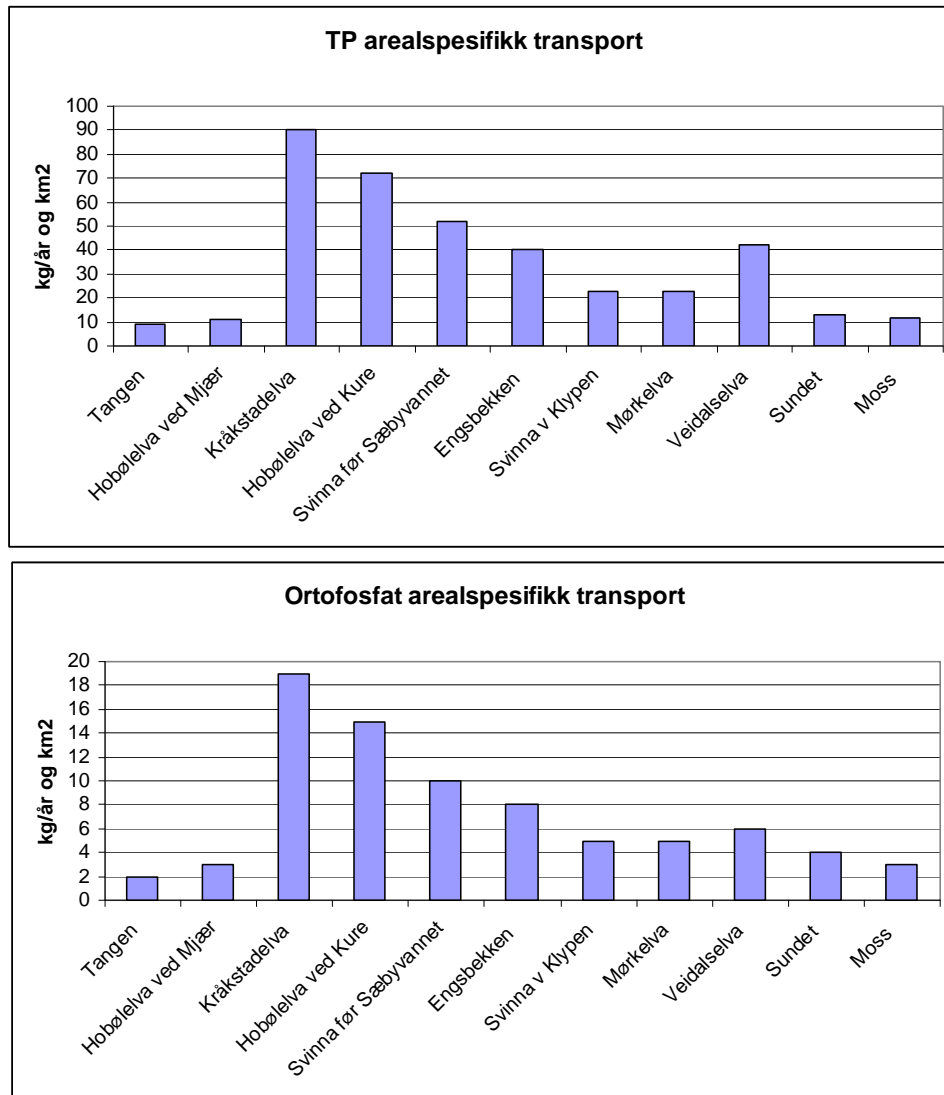
	Areal km <sup>2</sup>	STS tonn/km <sup>2</sup>	TP kg/km <sup>2</sup>	PO <sub>4</sub> -P kg/km <sup>2</sup>	TN kg/km <sup>2</sup>
Tangen	105	1	9	2	275
Hobølelva ved Mjær	146	3	11	3	424
Kråkstadelva	51	50	90	19	2300
Hobølelva ved Kure	227	44	72	15	1555
Svinna før Sæbyvannet	40	24	52	10	850
Svinna v Klypen	95	6	23	5	537
Engsbekken	13	11	40	8	1077
Svinna utløp	103	6	23	6	544
Mørkelva	61	14	23	5	425
Veidalselva	33	26	42	6	630
Sundet	604	3	13	4	506
Moss	688	3	12	3	433

Utregningen av den areal spesifikke transporten viser at:

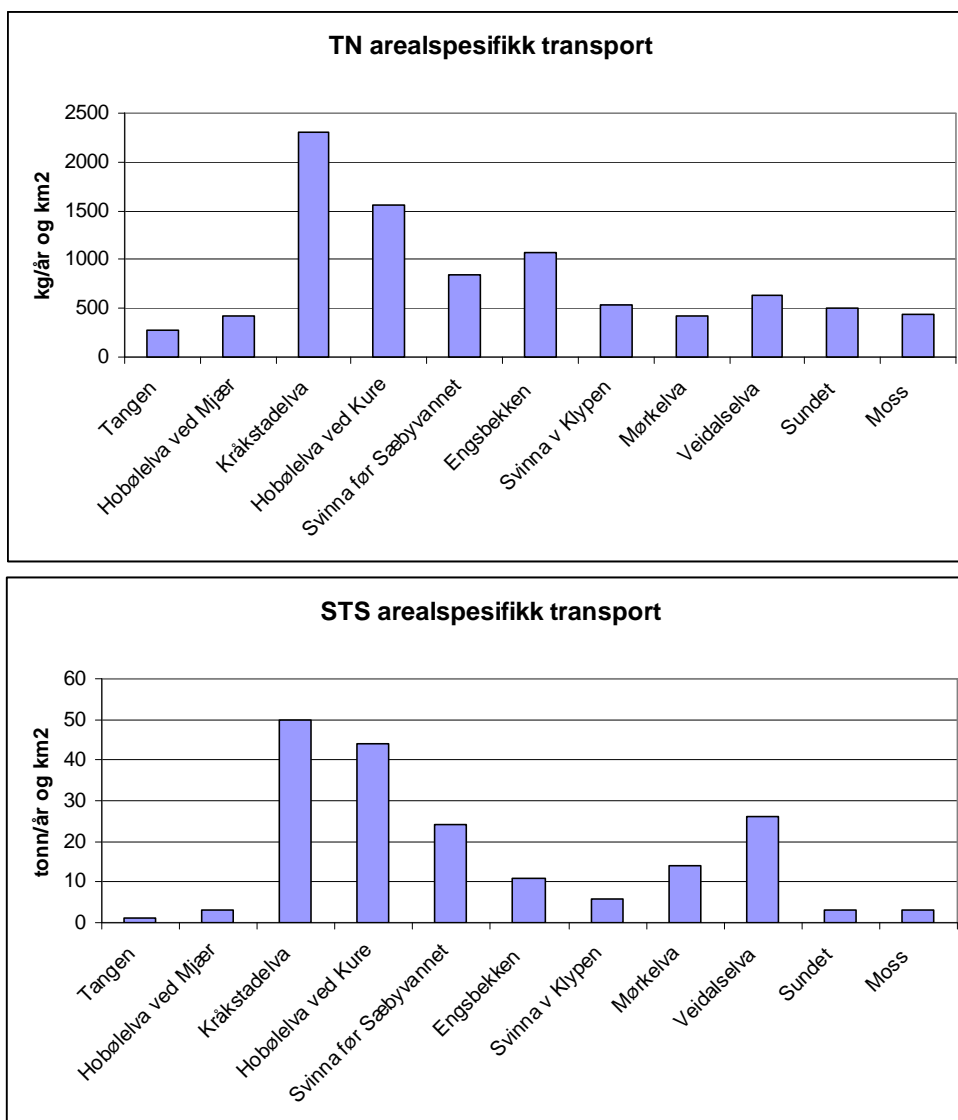
- Kråkstadelva har, som for tidligere år, høyest areal spesifikk transport for alle parametre.
- Hobølelva ved Kure, Veidalselva og Svinna oppstrøms Sæbyvannet har også forholdsvis høye areal spesifikke transportverdier.

Nedbørfeltet til Kråkstadelva er sterkt påvirket av jordbruksdrift. Området har tydelig også påvirkning fra avløp, noe som fremgår av høye verdier for tarmbakterier (jf. tabell 4.1). Tilsvarende er det mye jordbruksaktivitet i Hobølelva på strekningen mellom Mjær og Kure. I denne strekningen meandrerer også elva kraftig, med påfølgende erosjon i elvebredden. Sedimentundersøkelsen av elveløpet i dette området viser høye verdier av fosfor (Aakerøy m.fl. 2008).

Nå det gjelder Svinna ble det i fjorårets rapport påpekt at vannkvaliteten er ulik før og etter Sæbyvannet. Dette, sammen med dokumentert dårlig vannkvalitet i innsjøen (jf. Kapittel 3) har resultert i at det er igangsatt modellering av Sæbyvannet, basert på data fra tilførselselver, utløpselv og innsjøen. Dette vil rapporteres i eget notat av NVE og NIVA.



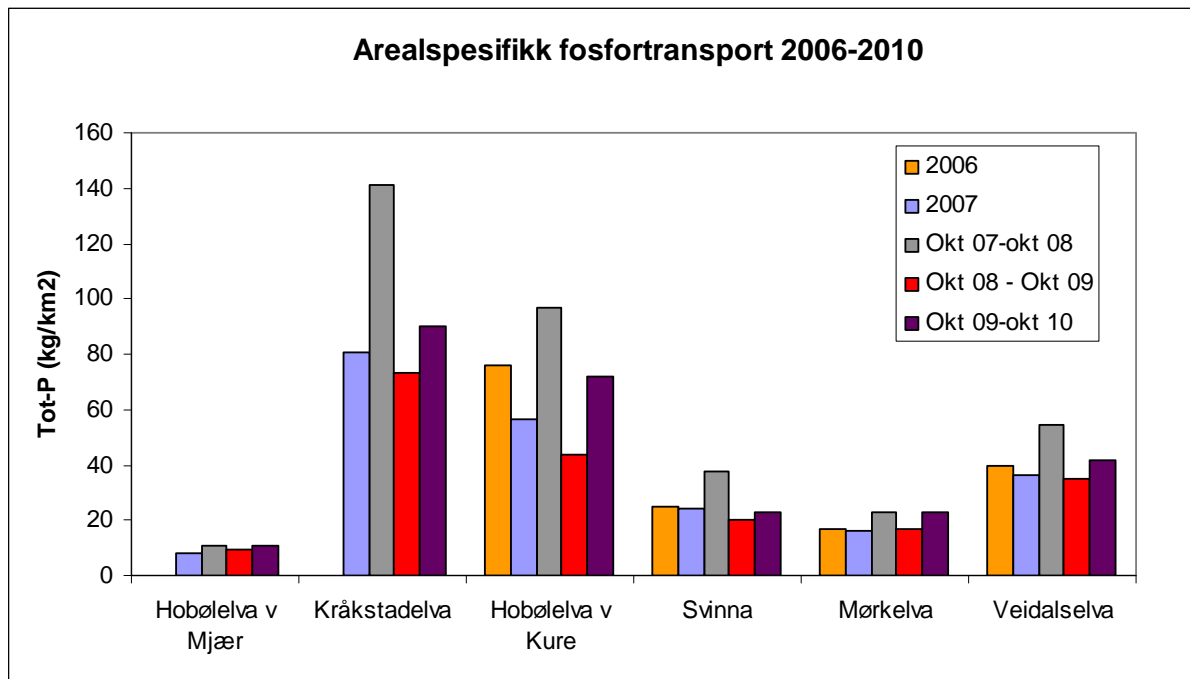
Figur 4.6. Areal spesifikk transport av totalfosfor (øverst) og ortofosfat (nederst) for 11 stasjoner i vassdraga i perioden 16. oktober 2009 – 15. oktober 2010.



Figur 4.7. Areal spesifikk transport av total nitrogen (øverst) og suspendert tørrstoff (STS; nederst) for 11 lokaliteter i vassdraget i perioden 16. oktober 2009 – 15. oktober 2010.

#### 4.4 Sammenligning av arealspesifikke tilførsler siden 2006

Areal spesifikk transport av partikler og totalfosfor endrer seg fra år til år. For stasjonene Hobøelva ved Kure, Svinna ved Klypen Bru, Mørkelva og Veidalselva finnes gode overvåkingsdata siden 2006. For stasjonene Hobøelva ved Mjær og Kråkstadelva finnes tilsvarende data siden 2007. Figur 4.8 viser hvordan areal spesifikk transport har variert i disse stasjonene. Årlige variasjoner ved hver stasjon er knyttet til vannføringsvariasjonene i nedbørfeltet.



Figur 4.8. Sammenligning av arealspesifikk transport av totalfosfor i årsperiodene siden 2006 for seks stasjoner. Alle verdier beregnet med metoden slamføringskurve. For Hobølelva ved Mjær og Kråkstadelva foreligger ikke data fra 2006. Tallene for Svinna er beregnet som det som går ut i Storefjorden (Svinna utløp i tidligere tabeller/grafar). Data er ikke vannføringsnormalisert.

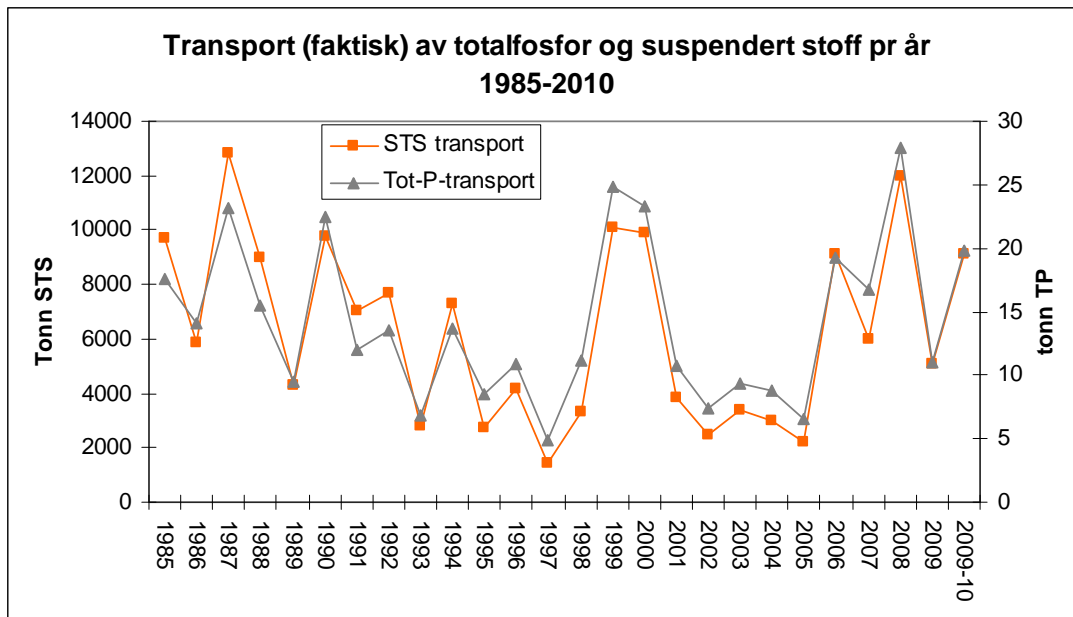
Både Hobølelva ved Kure og Kråkstadelva viser stor variabilitet mellom år, som diskutert i tidligere overvåkingsrapporter (f.eks. Skarbøvik m.fl. 2010). Disse vassdragene ser derfor ut til å være følsomme for variasjoner i nedbør og vannføring. Dette bør tas med i vurderingen av egnede tiltak i disse vassdragene.

#### 4.5 Langtidsutvikling av tilførsler i Hobølelva

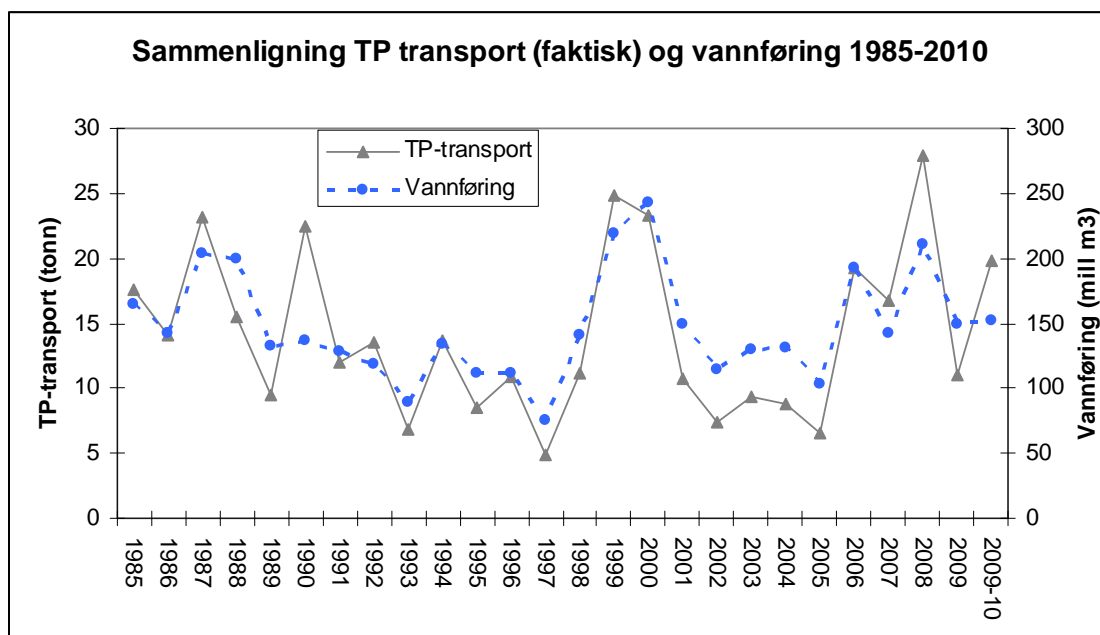
Figur 4.9 viser faktisk transport av totalfosfor og suspendert stoff i Hobølelva ved Kure hvert år siden 1985 (siste år er for perioden oktober 2009-oktober 2010), mens figur 4.10 viser vannføringen i perioden sammen med totalfosfortransporten. Figurene illustrerer bl.a. følgende:

- transport av totalfosfor og suspendert stoff følger hverandre godt, med andre ord er mye av totalfosforet knyttet til partiklene og derfor til erosjon i nedbørfeltet;
- transport av disse stoffene samsvarer også godt med vannføringen, men ikke så godt som samsvaret mellom TP og STS. Dette har oftest med når og hvordan flommene forløper, og kan derfor også ha noe å gjøre med ulike erosjonskilder. F.eks. var det forholdsvis mye større transport i forhold til vannføring i 2008 og 2010 enn i de fleste andre årene. Kap. 4.6 utdypet noen mulige årsaker til dette.
- Vannføring, og derfor transporttall, varierer mye fra år til år.





Figur 4.9. Faktisk transport av totalfosfor og suspendert stoff (begge i tonn) i Hobøl elva ved Kure hvert år siden 1985 (siste år er for perioden oktober 2009-oktober 2010)

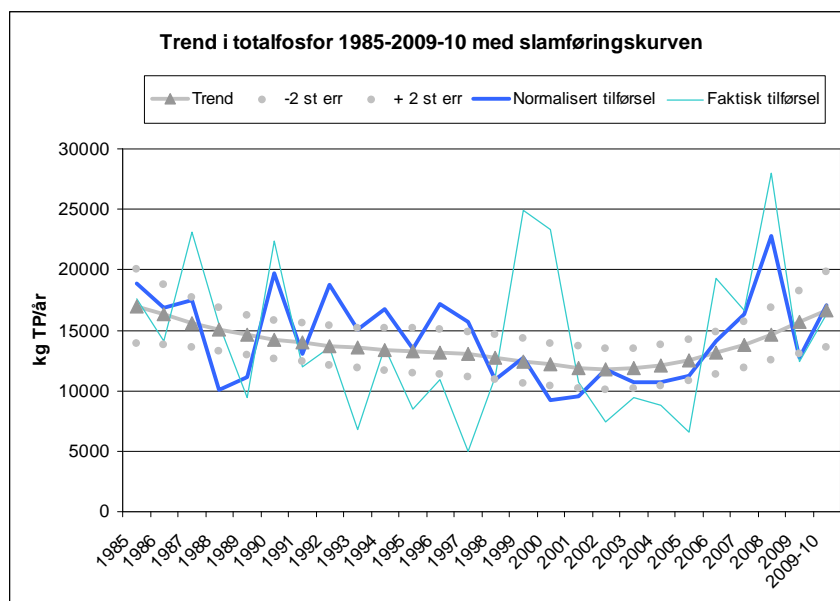


Figur 4.10. Faktisk transport av totalfosfor (TP; tonn) og vannføring (millioner m<sup>3</sup>) i Hobøl elva ved Kure hvert år siden 1985 (siste år er for perioden oktober 2009-oktober 2010). Merk at i 2008 og 2010 ligger TP-transporten merkbart høyere enn vannføringen, noe som antakelig kan spores tilbake til andre TP-kilder (ras og anleggsvirksomhet).

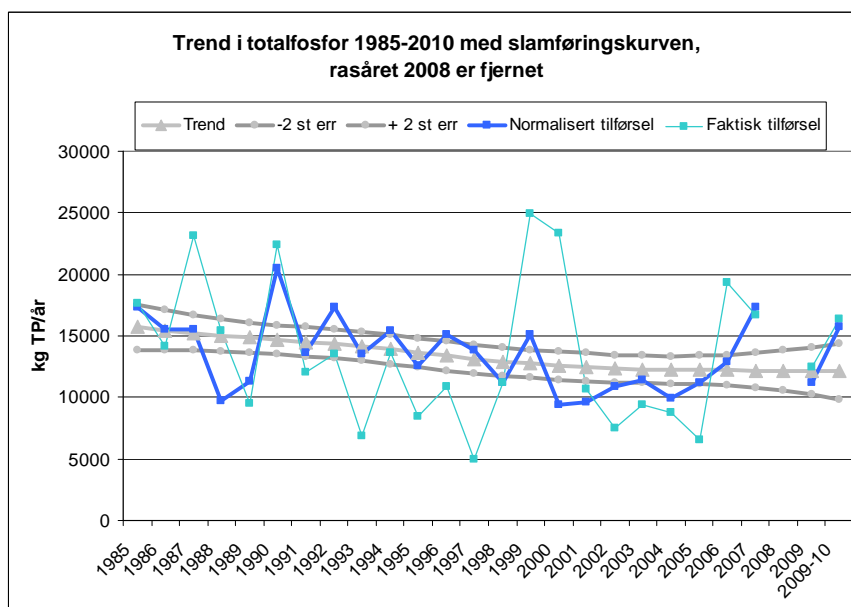
Det er, som i fjor, utarbeidet trendanalyser for transport av totalfosfor, total nitrogen og suspendert stoff. Detaljer rundt metodikken for disse beregningene er lagt til Vedlegg 4. Trendanalysene gir følgende informasjon (som gjenspeiles i figurene under): I tillegg til de faktiske tilførslene i vassdraget, er det beregnet en vannføringsnormalisert tilførsel. Denne er ikke beregnet på samme måte som de vannføringsnormaliserte tilførslene i rapporten forøvrig (se f.eks. kap. 4.4.2). Dessuten er det konstruert en 'avrundet' trendlinje med usikkerhet i form av standardavvik. Statistisk signifikante trender beregnes dog kun som en rett linje fra

1985-2010 – dvs. som en 'monoton trend'. En slik rett linje sies vanligvis å være enten statistisk signifikant opp- eller nedadgående hvis den såkalte p-verdien er under 5%. P-verdier mellom 5-20% tolkes som en indikasjon på at det finnes en sannsynlig monotont trend.

Mens en analyse av data fra 1985 til og med oktober 2009 viste en nedadgående trend både for totalfosfor, suspendert stoff og nitrogen, snur trenden når data til og med oktober 2010 tas med (figur 7.7). Hvis imidlertid rasåret 2008 fjernes fra serien, blir trenden svakt nedadgående (figur 7.8). For den første er det en monoton nedadgående trend (dvs en trend i form av en 'rett linje' siden 1985) som ikke er signifikant ( $p=28\%$ ), mens ved fjerning av 2008 får vi en nedadgående trend med en p-verdi 13,5 % (fremdeles ikke signifikant men mer sannsynlig).



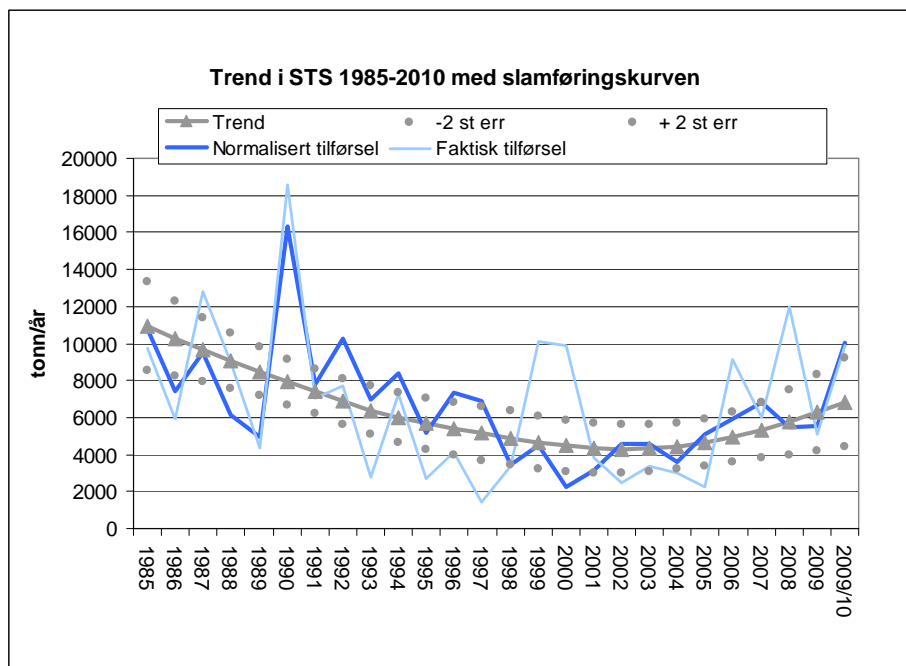
Figur 4.11. Trend i totalfosfor i kg/år.



Figur 4.12. Trend i totalfosfor i kg/år. Rasåret 2008 ble fjernet før beregning.

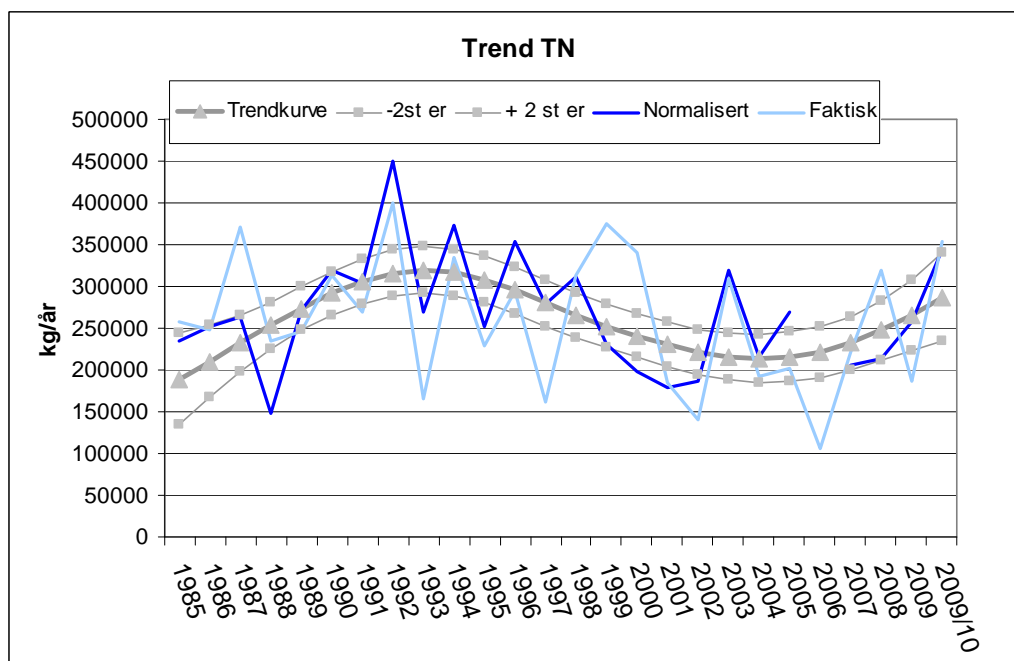
Også for suspendert stoff snudde den nedadgående trenden fra i fjor og siste del av den utjevnete trendkurven er nå oppadgående (figur 7.9). Hvis man imidlertid ser på en monoton

trend (trendlinje som rett linje fra 1985-2010) er trenden totalt signifikant nedadgående ( $p=3,6\%$ ).



Figur 4.13. Trend i suspendert stoff (STS) i tonn/år.

For total nitrogen (Figur 7.11) er det kun utført transportberegninger med lineær interpolasjon; dette fordi nitrogen varierer mindre kraftig med vannføring enn totalfosfor og suspendert stoff. Den senere del av den bevegelige trendlinjen har, som for totalfosfor og suspendert stoff, snudd siden i fjor grunnet relativt store tilførsler (i forhold til vannføring) i siste årsperiode. Totalt sett er trenden at siden 1985 har det ikke vært noen endring i transporten ( $p$ -verdi på 60%, nedadgående).



Figur 7.11. Trend i total nitrogen (TN) i kg/år.

Oversikt over p-verdier er gitt i Tabell 7.8.

Tabell 4.8. Signifikans av monotont nedadgående trender i Hobølelva ved Kure. (P-verdi under 5% regnes som signifikant, mens p-verdi mellom 5-20% regnes som sannsynlig trend).

Parameter	Metode for beregning av transport	p-verdi
Totalfosfor	Slamføringskurve	28%
Totalfosfor (rasåret 2008 fjernet)	Slamføringskurve	13%
Total nitrogen	Lineær interpolasjon	60%
STS	Slamføringskurve	3,6%

#### 4.6 Årsaker til tilførsler til Storefjorden de senere år

Erosjon fra landbruksområder har vært ansett som den viktigste årsaken til partikkel- og fosfortransporten i Hobølelva. Det er imidlertid viktig å være klar over at deler av transporten kommer fra andre kilder. Elveerosjon og anleggsvirksomhet er to slike viktige kilder.

Som nevnt i tidligere rapporter (se f.eks. Skarbøvik m.fl. 2010) er det grunn til å tro at det på 2000-tallet har vært klimatiske forhold som gir færre tørkehendelser. Analyser av flomdata i Hobølelva viste, selv om det ikke var statistisk signifikant, at det er en sannsynlig nedgang i antall tørkehendelser siden midten av 70-tallet (Skarbøvik m.fl., 2009). Dette kan gi høyere grunnvannsstand i elvebredder, som igjen kan føre til at disse blir ustabile og glir ut. De mange rasene som har gått både i Hobølelva og i andre sideelver til Storefjorden støtter denne hypotesen. De største rasene har gått nedstrøms Kure, men disse rasene kan tyde på en ustabilitet som det er sannsynlig kan gjenspeiles i hele nedbørfeltet, med små utglidinger langs elveløpet (se figur 4.14). Som vist i Aakerøy m.fl. (2008) er dette materialet i elvekantene rikt på fosfor.



Figur 4.14. Fotografier fra raskanter i Hobølelva mellom Kure og Elvestad. (foto Eva Skarbøvik, mai 2010).

I tillegg til 'de vanlige' kildene for fosfortilførsler har det vært mye anleggsarbeid i nedbørfeltet til Storefjorden i overvåkingsperioden 2009/2010, jf oversikt i tabell 4.9. Dette kan delvis forklare at tilførslene er relativt høye tross vannføringer som riktignok er over gjennomsnittet men ikke uvanlig høye (jf figur 4.10). Også avbøtende tiltak som fangdammer og erosjonssikring er nevnt, disse vil på sikt redusere tilførslene men under anleggsarbeidet vil de gi økte tilførsler for en periode.

Tabell 4.9. Oversikt over anleggsarbeid som kan ha hatt innvirkning på transport av sediment, fosfor og nitrogen i vassdragene til Storefjorden. Oversikten er ikke fullstendig men viser noen av de større anleggsarbeidene.

Type aktivitet	Sted/vassdrag	Info-kilde	Tidsperiode*
Anleggsarbeid ved Skjellfoss (utbygging av kraftverk)	Skjellfoss (Høgfoss) i Hobøelva	Hobøl kommune	Start juni 2010, fortsatte til høst 2010
Erosjonssikring etter ras ved Veggerdammen (dam ved Vegger bruk)	Hobøelva nedstrøms Mjær, oppstr Tomter *	NVE	Start anlegg: 30.08.2010 Slutt anlegg: 30.09.2010
Erosjonssikring i Hobøelva	Hobøelva ved Mjærum og Bovim**	NVE	Start anlegg: 22.06.2010 Slutt anlegg: 05.10.2010
E18. Veiarbeid: Deponi av 400.000 m <sup>3</sup> sprengstein i Fossbekken og graving ved sidebekk.	I og langs Fossbekken som renner ut i Hobøelva ved Elvestad. ***	Statens Vegvesen	Byggstart høst 2009, vei åpnet for trafikk nov 2010.
E18. Veiarbeid: Bygging av fangdam og steinsetting av Fossbekken og sidebekk.	Som over.	Statens Vegvesen	Sommer/høst 2010
Stor fangdam og flere andre tiltak i Svinna oppstrøms Sæbyvannet.	Havoldbekken m utløp i Svinna.	Våler kommune	Del 1: 1-25. februar 2010. Del 2: 20 sept – 1. oktober Del 3: Oppstart etter nyttår 2011
Stor fangdam i sidebekk til Veidalselva	Holm/ Navestad	Våler kommune	28. jan-25. feb. 2010 12-16 juli 2010 ytterligere arbeider (planering).

\* I forbindelse med dameiers forberedelse for rehabiliteringsarbeid på dammen ved Vegger bruk, ble magasinet oppstrøms dammen nedtappet en periode på forsommeren 2009. Selv om nedtappingen foregikk kontrollert førte dette til betydelig erosjon langs sidene av magasinet. På den ene siden av elvas er det registrert en relativt stor kvikkleiresone (sone 1151 Krokeruddalen), og økt erosjon langs elvekanten kan påvirke områdestabiliteten og øke faren for et større kvikkleireskred. Det er avtalt at NVE utarbeider en teknisk plan med kostnadsoverslag for erosjonssikring (Kilde: NVE).

\*\* 2 strekninger på til sammen ca. 120 m ved Mjærum og Bovim (NVEs prøveprosjekt med erosjonssikring med kokosmatter i kombinasjon med grus, varierende skråningsvinkel og beplantning). (Kilde: NVE.)

\*\*\* Det ble tatt prøver av Fossbekken opp- og nedstrøms anleggsarbeidet 11. mai 2010. Det var da en økning nedstrøms anleggsarbeidet av totalfosfor fra 41 til 57 µg/l, og av total nitrogen fra 2800 til 3900 µg/l. (Kilde: Vannområdeutvalget Morsa).

Figur 4.15 viser et foto av anleggsarbeidene ved Fossbekken. Sprengstein kan ofte inneholde større mengder nitrogen, i tillegg til at deponering av masse kan øke bekkeerosjon.



Figur 4.15. Anleggsarbeidene ved Fossbekken hvor 400.000 tonn masse ble deponert langs med bekken. Foto: Karsten Butenschøn, FMOS.

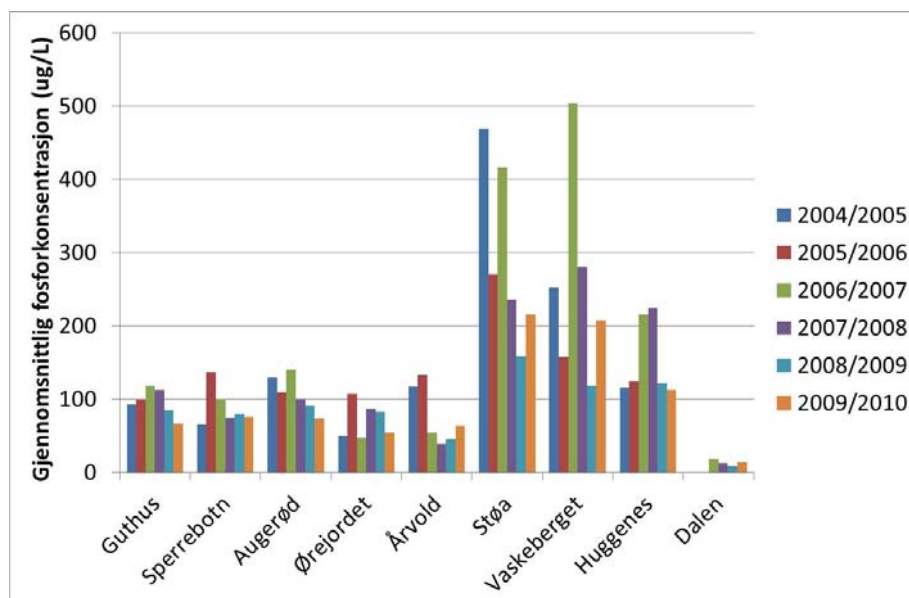
## 5. Tilførsler til vestre Vansjø

### 5.1 Tilførsler i bekkene

#### 5.1.1 Fosfor

Fosforkonsentrasjonene i 2009-10 var som årgjennomsnitt blant de laveste som er målt i bekkene rundt vestre Vansjø siden overvåkingen startet i 2004 (Figur 5.1). Vinteren 2009/10 var kald (bekkene frosne) og på sommeren 2010 var flere bekker tørrlagte og det ble derfor tatt ut noe færre prøver i 2009/10 sammenlignet med tidligere år. I bekkene på nord-østsiden av vestre Vansjø var gjennomsnittskonsentrasjonen av fosfor mellom 60 og 80 µg/L i alle tre bekker. Hele sommeren (juli og august) lå dog fosforkonsentrasjonene i Guthusbekken på mellom 100 og 200 µg/L. I Augerødbekken ble den høyeste fosforkonsentrasjonen målt i november 2009 under en avrenningsepisode. Også i Augerødbekken var fosforkonsentrasjonen forholdsvis høy på sommeren, men på grunn av liten vannføring er det kun tatt få prøver i juli og august. Den gjennomsnittlige fosforkonsentrasjonen fra boligfelt (Ørejordet) er så vidt over miljømålet på 50 µg/L. I bekkene mellom Vansjø og Raet ble det målt høye fosforkonsentrasjoner i november under en nedbør-/avrenningsepisode og dessuten på sommeren i perioder med avrenning.

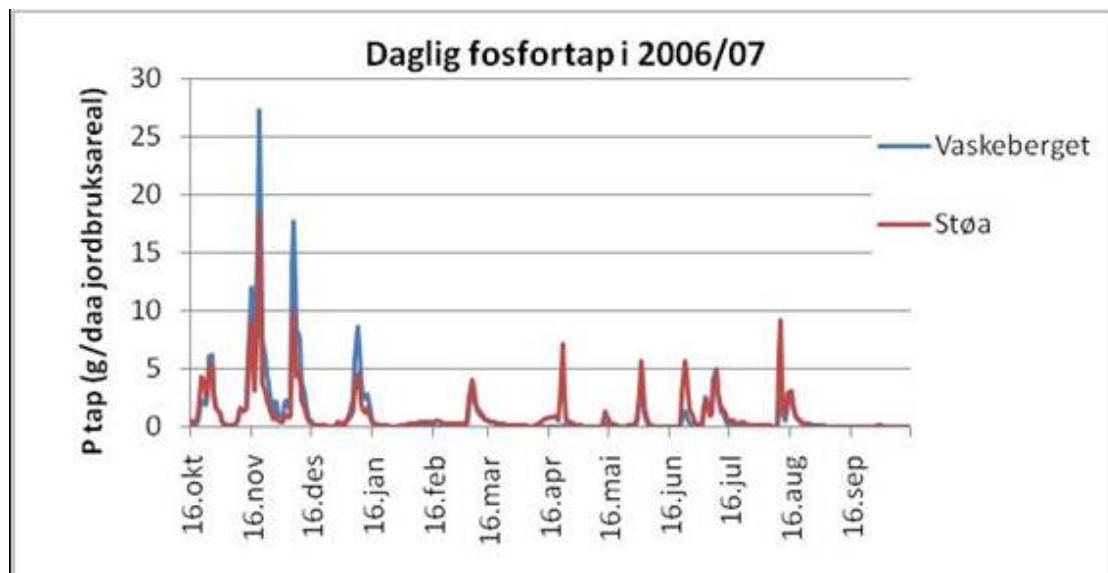
I Støabekken, som ikke var tørrt ut på sommeren, ble det målt konsentrasjoner på over 200 µg/L i 3 prøver tatt ut fra 14. – 30. juli. Det var noe nedbør som førte til noen mindre avrenningsepisoder i den perioden. Høye konsentrasjoner på sommeren kan tyde på at det er punktutslipp i bekken. I september-oktober under avrenningsepisoder ble det målt konsentrasjoner på 300-500 µg/L i tre prøver fra Støabekken. Sammenlignet med tidligere er disse konsentrasjonene dog forholdsvis lave. Høyeste konsentrasjon som er målt i Støabekken i overvåkingsperioden er på over 5 mg/L (august 2006).



Figur 5.1. Årlige vannføringsveide konsentrasjoner av totalfosfor (µg/L) i 2004-10 for de ni bekkene.

En del av feltene viser stor variasjon mellom år i fosforkonsentrasjonen og generelt var 2006/07 (16. oktober 2006 til 15. oktober 2007) et år med høye fosforkonsentrasjoner. Omfattende høstkorndyrking med forutgående jordarbeiding ser ut til å ha bidratt til de høye konsentrasjonene det året. I flere felt var høst og vinterperioden den dominerende avrenningsperioden for fosfor (Figur 5.2). Det første året i overvåkingen (2004/05) var det meget liten nedbør og færre flommer enn normalt. Siden fosforkonsentrasjonene normalt øker under flom har dette året forholdsvis lave konsentrasjoner.

I alle tre bekker på nordøstsiden av Vansjø (Guthus-, Sperrebotn og Augerød) har det vært en jevn nedgang i fosforkonsentrasjonene de siste tre-fire årene. Mellom Vansjø og Raet (Årvold-, Støa- og Vaskeberget) har det også vært en nedgang i fosforkonsentrasjonen, men i 2009-2010 var de gjennomsnittlige fosforkonsentrasjonene litt høyere sammenlignet med 2008-2009. Generelt ble de høyeste fosforkonsentrasjonene ble funnet i november, mars, juli, september og oktober. Fosforkonsentrasjonen i avrenning fra skogsarealet (Dalen) har vært lavere de tre siste årene sammenlignet med det som ble målt for 2006/07.

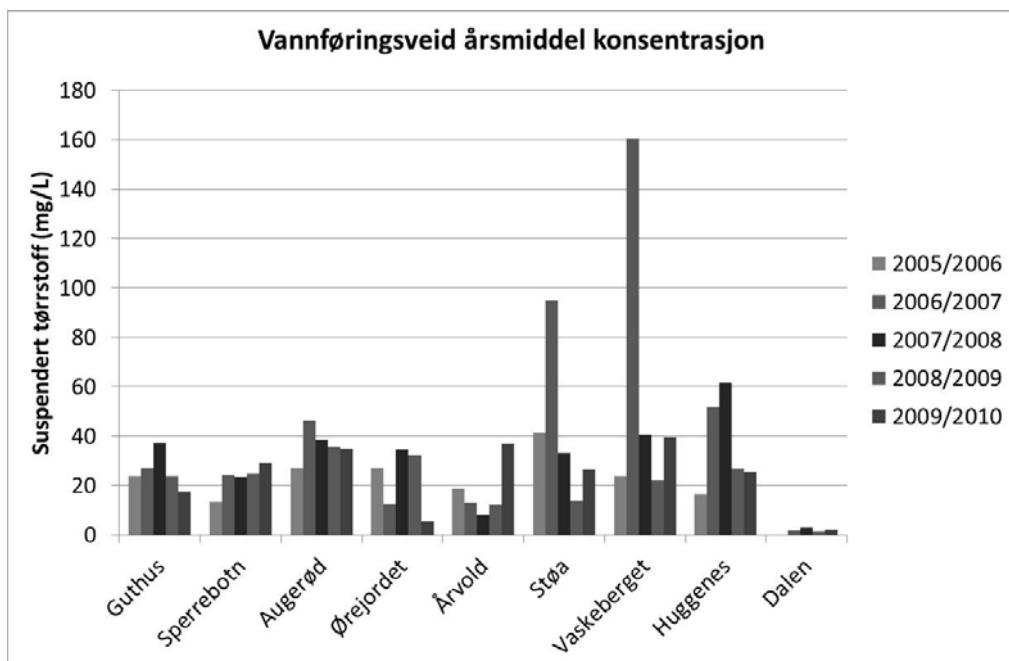


Figur 5.2. Mesteparten av fosfortapet 2006/07 i Vaskeberget og Støa skjer i høst-vinterperioden.

### 5.1.2 Partikler (STS)

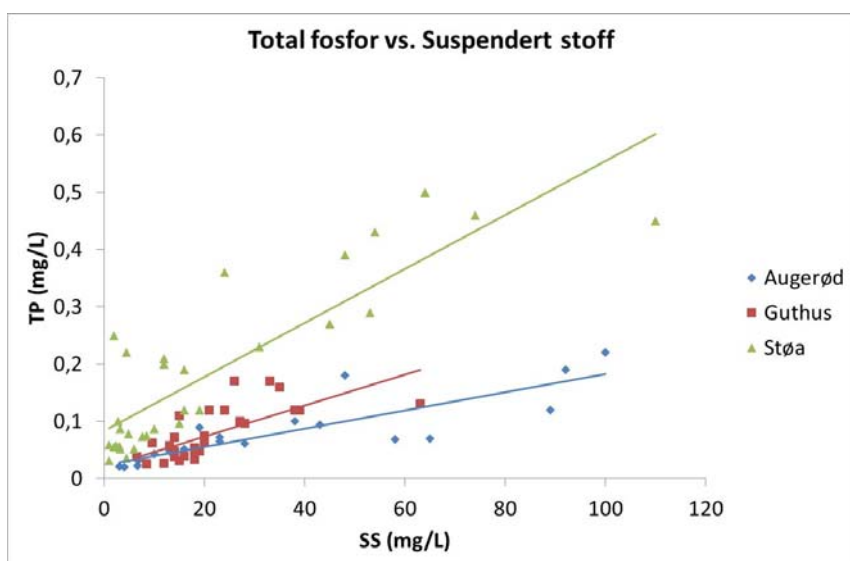
Vannføringsveide konsentrasjoner av suspendert tørrstoff i gjennomsnitt for hele året er vist i Figur 5.3. I de fleste bekkene (Guthus, Augerød, Ørejordet, Støa, Vaskeberget og Huggenes) er det målt lave konsentrasjoner av suspendert tørrstoff (STS) sammenlignet med tidligere år. I Sperrebotn og Årvoldbekken er det dog noe høyere STS-konsentrasjoner i 2009-2010 sammenlignet med tidligere. Sperrebotn blir brukt som grunnlag for oppskaleringen. I de fleste bekkene ble de høyeste konsentrasjonene målt i en avrenningsepisode i slutten av november og en episode i begynnelsen av april 2010. Året 2006/07 viser for partikler, som for fosfor, forholdsvis høye konsentrasjoner. Høstpløying forut for høstvetedyrking kan forklare en del av de høye konsentrasjonene. I Støabekken har det vært en endring i jordbruksdriften fra potet til produksjon av plen gras. Dette har ført til lavere erosjon og lavere STS-konsentrasjoner de tre siste årene. Dessuten er det bygget en fangdam i Støabekken som antagelig også bidrar til lavere partikkel- og fosforkonsentrasjoner.





Figur 5.3. Årlige vannføringsveide konsentrasjoner av partikler (suspendert tørrstoff, mg/L) i 2005-10 for de ni bekkene.

Det er forholdsvis god sammenheng mellom konsentrasjonene av partikler og totalfosfor i vannprøvene, det vil si at fosfortransporten til en viss grad avhenger av partikkeltransport eller erosjon. Feltene som har høyest fosforinnhold i jorda (e.g. Støabekken) viser høyere innhold av fosfor i eroderte partikler (Figur 5.4). For de fleste bekker ser det ut til å være redusert innhold av totalfosfor i erodert materiale i 2008/09 sammenlignet med 2006/07. I Figur 5.4 er sammenhengen mellom totalfosfor- og partikkelkonsentrasjoner vist for Augerød, Guthus og Støa.



Figur 5.4. Sammenhengen mellom suspendert stoff (mg/L) og total fosfor (mg/L) for tre av bekkene rundt vestre Vansjø. Høyere fosforinnhold i jorda i Støa gir også mer fosfor i på partiklene og Guthus har også høyere fosforinnhold enn Augerød.

Gjennomsnittskonsentrasjonen av partikler varierte fra 2 mg/L i Dalenbekken (skog) til 34 mg/L i Augerødbekken. Gjennomsnittskonsentrasjonen av løst fosfat varierte fra om lag 3 til 71 µg P/L med den høyeste gjennomsnittskonsentrasjonen i Støabekken og lavest konsentrasjon i skogsbekken (Dalen) og i Årvoldbekken (Tabell 5.1).

### 5.1.3 Andre parametere

Analyser av nitrogenkonsentrasjoner viser høyeste gjennomsnittskonsentrasjoner i området mellom Raet og Vansjø, det vil si Støabekken, Vaskeberget- og Huggenesbekken. Gjennomsnittskonsentrasjonen av nitrogen varierte fra under 580 til 5800 µg N/L. 90 percentilen for E-koli bakterier (antall/100 ml vann) varierer fra 28 til 9000. Det er analysert mellom 5 og 13 vannprøver for hver bekk. Sperrebotn, Ørejordet og Årvoldbekken har de høyeste konsentrasjoner av E-koli. Det viser at vannet er påvirket av kommunalt avløp. Det kan være lekkasje på ledningsnettet eller overløp. Konsentrasjonen av løst PO<sub>4</sub>-P og total nitrogen er basert på om lag 6-10 analyser av enkeltprøver for hvert felt, mens totalfosfor og suspendert tørrstoff er analysert i opp til om lag 30 vannprøver dette året.

Tabell 5 1. Gjennomsnittlige konsentrasjoner i prøver tatt hver 14. dag av total P (µg P/L), suspendert stoff (mg STS/L), løst PO<sub>4</sub> (µg P/L), total N (mg N/L) og E-koli (antall/100 ml) i 2009/10 (ikke vannføringsveid).

Bekker	STS mg/L	Total P µg P/L	Løst fosfat µg P/L	Total N µg N/L	E-koli* Antall/100 ml
Guthus	21	75	21	1300	1300
Sperrebotn	25	95	22	1030	8500
Augerød	34	80	16	1100	500
Ørejordet	7	33	9	2000	4200
Årvold	13	38	8	2300	9000
Støa	16	157	71	2500	900
Vaskeberget	18	112	22	5200	400
Huggenes	16	83	26	5800	300
Dalen	2	13	3	580	28

\*For E-koli er den høyeste konsentrasjonen i hver dataserie utelatt (90 %).

## 5.2 Tilførsler til vestre Vansjø og Mosseelva

### 5.2.1 Faktiske tilførsler

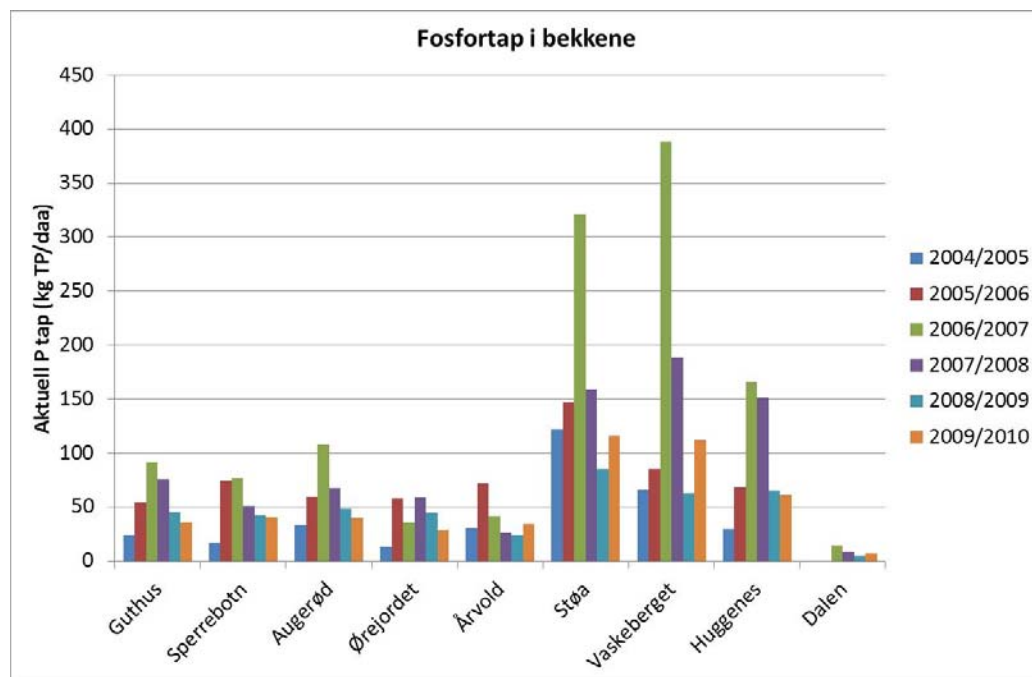
I følge oppskaleringen fra målte data ble det i 2009/10 tilført 2,5 tonn fosfor fra det lokale nedbørfeltet til vestre Vansjø og Mosseelva. Mosseelva fikk 0,3 tonn fosfor og vestre Vansjø fikk 2,2 tonn. Tilsvarende ble det tilført om lag 770 tonn STS fra nedbørfeltet fordelt på vestre Vansjø og Mosseelva (Tabell 5.2).

Fra de enkelte felt varierte tilførslene av STS fra 1 til 23 kg/daa/år, lavest fra skogfeltet Dalen og høyest fra Vaskeberget (Tabell 5.2). Tilsvarende varierte fosfortilførslene fra 7 til 115 kg/daa/år. På grunn av størrelsen på nedbørfeltene bidrar Augerødbekken og Guthusbekken med en relativt stor andel av de lokale tilførsler av både STS og TP. Målt per daa tilføres de

største mengdene TP fra de lokale bekker mellom raet og Vansjø. Disse bekkene drenerer de mest intensive jordbruksområder i nedbørfeltet.

Tabell 5 2. Faktiske tilførsler av partikler (STS) og totalfosfor (Tot-P) fra lokale bekker til vestre Vansjø og Mosseelva i 2009/10 (lineær interpolasjon).

	STS			Tot-P	
	daa	tonn/år	kg/daa/år	kg/år	g/daa/år
Guthus	3150	35	11	125	40
Sperrebotn	2481	39	16	102	41
Augerød	4778	91	19	191	40
Ørejordet	692	2	3	20	29
Årvold	486	10	21	17	35
Støa1	157	2	13	18	115
Vaskeberget	130	3	23	15	115
Huggenes	810	11	14	49	60
Dalen	882	1	1	6	7
Vestre Vansjø oppskalert	55000	726	13	2,2	40
Mosseelva oppskalert	15000	42	3	0,3	20
Total vestre Vansjø og Mosseelva	70000	768	11	2,5	40

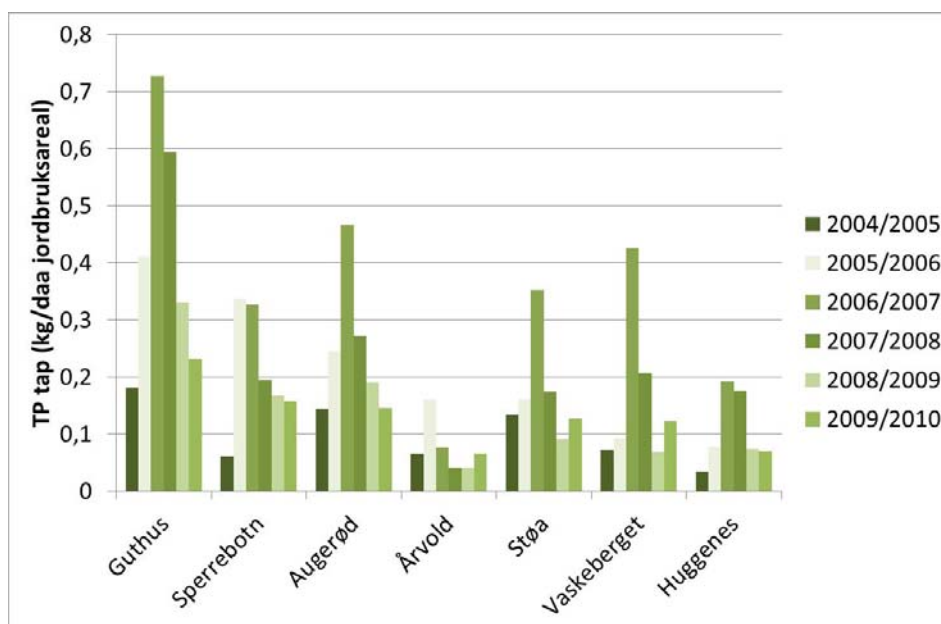


Figur 5.5. Arealsspesifikke fosfortap fra nedbørfeltene (g TP/daa nedbørfeltareal) i årene 2004-10 for de ni bekkene.

De aktuelle fosfortapene fra bekkene rundt vestre Vansjø var høyest i 2006/07. Siden er fosfortilførslene redusert i de fleste bekker og i 2009/10 er de lave både på grunn av lave konsentrasjoner og fordi vannføringen er på nivå med normalperioden. Enkelte år (bl.a. 2006/07) i overvåkingsperioden har vannføringen ligget mye over normalavrenningen og fosfortapene var høye (Figur 5.5).

Tap av fosfor fra nedbørfeltene i 2009/10 var høyest fra de intensive jordbruksområdene mellom Raet og Vansjø (Tabell 5.2). De siste årene har det vært forholdsvis lave fosfortilførsler fra Guthusbekken. Det er etablert en fangdam som bidrar til å redusere fosfortapene her.

Fosfortapene per dekar jordbruksareal er høyest i bekkene nord-øst for vestre Vansjø. Men for de fleste bekkene gjelder at fosfortapene fra jordbruksarealet er redusert fra 2005/06 til 2009/10 (Figur 5.6). I beregningene er det regnet med at skogen bidrar med 11 g TP/daa i et normalår og mengden reguleres etter avrenningsmengden det enkelte året. I Rygge, mellom Raet og Vansjø, var fosfortapene per dekar jordbruksareal mellom 70 og 130 g TP/daa jordbruksareal. Kornområdene på østsiden hadde fosfortap på omlag 150-230 g TP/daa jordbruksareal. Fra Skuterudbekken i Ås er det målt gjennomsnittlige fosfortap på omlag 220 g TP/daa/år jordbruksareal fra områder med kornproduksjon (Bechmann et al., 2008).

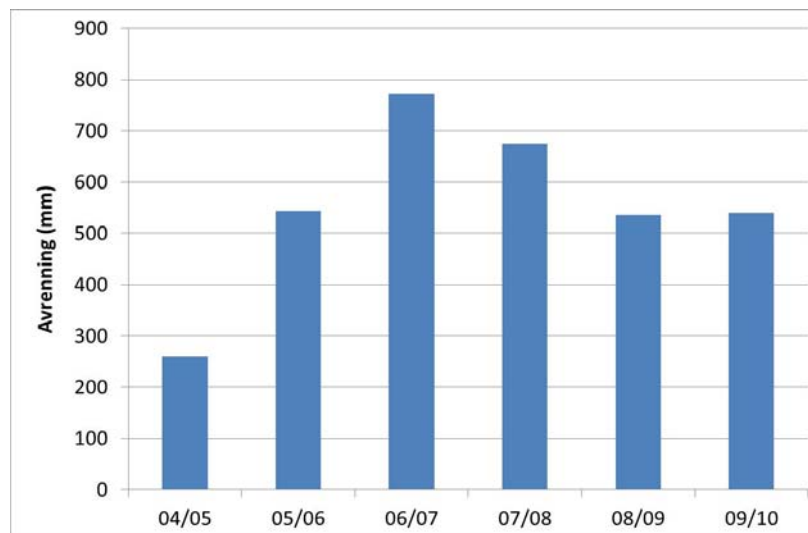


Figur 5.6. Fosfortap fra jordbruksareal i nedbørfeltene (g/daa jordbruksareal) i 2005-10 i de ni bekkene.

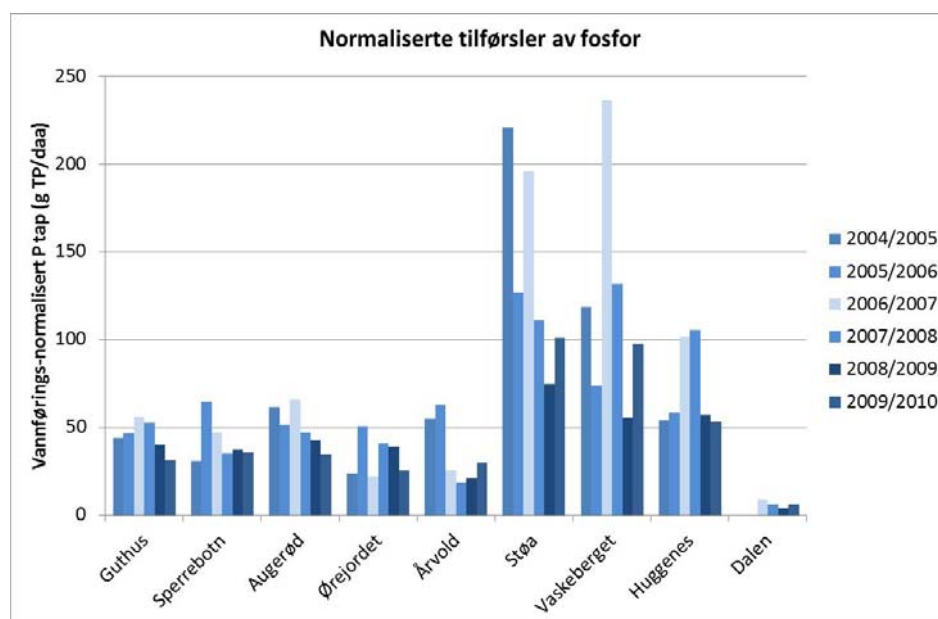
### 5.2.2 Vannføringsnormaliserte tilførsler

For å unngå at årlige variasjoner i nedbør og avrenning skal få avgjørende betydning for trender i totalfosfor tilførsler til vestre Vansjø, er det gjort en normalisering av de enkelte år i forhold til årets vannførings/avrenningsmengde. Alle år er omregnet til normalår med 470 mm avrenning (normalavrenning for Hobølrelva).

De vannføringsnormaliserte tilførslene av fosfor og partikler 2009/10 målt i bekkene rundt vestre Vansjø var noe lavere enn de faktiske tilførslene fordi avrenningen var 540 mm sammenlignet med normalen på 470 mm avrenning (Figur 5.7).



Figur 5.7. Avrenning målt i målestasjonen i overvåkingsperioden; Skuterud i 2004-2006 og Guthus i 2006-2010 (15. oktober-15. oktober).



Figur 5.8. Vannføringsnormaliserte fosfortap fra nedbørfeltene (g/daa jordbruksareal) i 2004-10 i de ni bekkene.

Det er registrert en tydelig nedgang i de normaliserte fosfortapene i de fleste bekker de siste fire-fem årene. Fosfortapene fra nedbørfeltet til var størst i 2004/05 og har holdt seg lavere siden da, bortsett fra 2006/07, hvor det var mye høstpløying før høstkorn i området. Dette året går igjen med høyere konsentrasjoner i alle feltene. For Støabekken kan en del av reduksjonen, som tidligere nevnt, ha sammenheng med en driftsendring fra potet til plen gras på en del av arealet og dessuten har fangdammen, som er bygget i utløpet av Støabekken bidratt.

Fra 2008 er vannprøver fra Støabekken tatt ut nedstrøms fangdammen. Figur 5.8 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. Støabekken og Vaskeberget hadde litt høyere normaliserte fosfortap i 2009/10. Høye konsentrasjoner i november 2009 og sommer og høst 2010 bidrar til høyere tap fra disse to bekkene.

Det har vært små variasjoner i de normaliserte fosfortapene fra skogsbekken Dalen. De normaliserte fosfortapene er stort sett noe lavere enn forventet for et skogsområde delvis på marine avsetninger. En del myr og bart fjell kan dessuten bidra til at tapene er lavere enn fra rene skogsområder.

Generelt tyder de normaliserte resultatene på at når en ser bort fra variasjoner i været har det skjedd en reduksjon i fosfortapene. Den sterke fokus på fosfortap og tiltakene som er iverksatt i perioden har antagelig bidratt til de reduserte tapene. Det enkelte året er dog vært avgjørende for det aktuelle fosfortapet og det er vanskelig å konkludere sikkert om årsaksforholdene.

### 5.3 Oppskalerte tilførsler av fosfor og suspendert tørrstoff til Vansjø i 2009/10

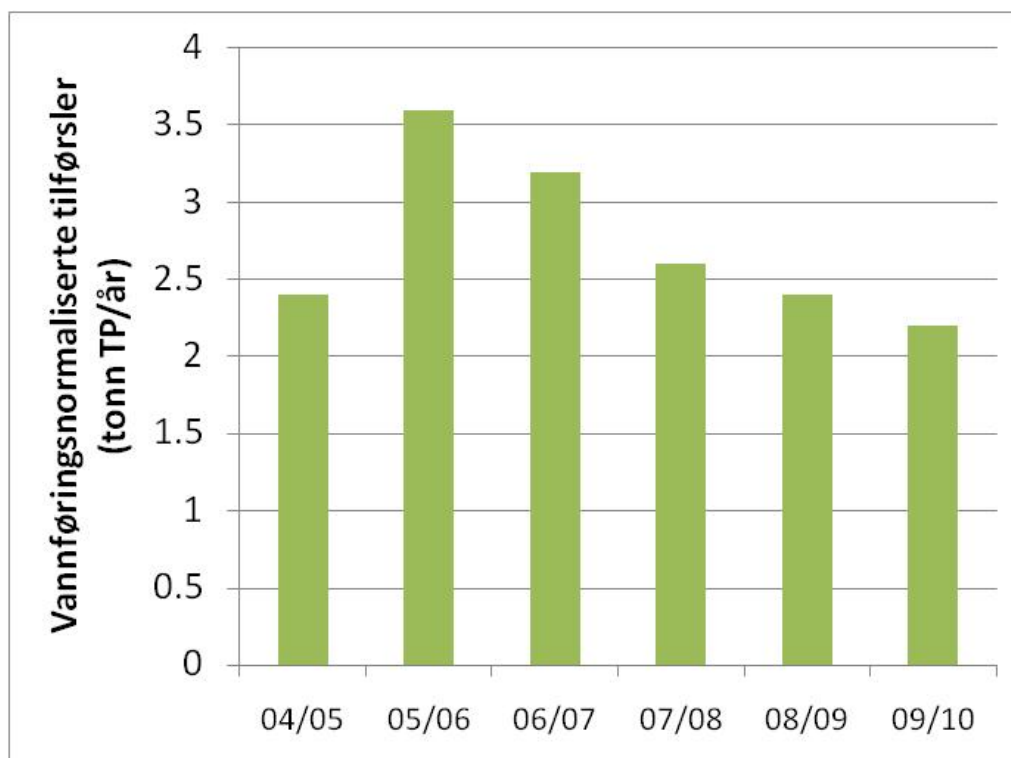
Nedbør og avrenning har hatt stor betydning for de årlige variasjoner i fosfortilførsler. Avrenningen var lavest i 2004/05 med 260 mm avrenning og høyest i 2006/07 med 770 mm (Tabell 5 3). De største fosformengdene ble tilført Vansjø fra det lokale området i 2006/07, delvis på grunn av stor avrenning i 2006/07 (770 mm). I 2004/05 var det lite avrenning (260 mm) og dermed få flommer og fosfortilførslene var av den grunn meget lave dette året. I 2005/06, 2008/09 og 2009/10 var derimot avrenningsmengden lavere og nærmere et normalår (470 mm) for Hobøelva. Oppskalerte tilførsler av suspendert stoff (STS) og totalfosfor (TP) til Vansjø og Mosseelva er vist i Tabell 5 3. Målinger i Sperrebotn danner grunnlag for oppskalering av fosfortapene fra jordbruksarealer på øst- og nordsiden av vestre Vansjø.

Tabell 5 3. Avrenning og tilførsler til vestre Vansjø og Mosseelva i 2004/05, 2005/06, 2006/07, 2007/08, 2008/09 og 2009/10 (ikke vannføringsnormalisert).

	Av- renning	Total fosfor (tonn/år)			Suspendert stoff (tonn/år)		
		Vestre Vansjø	Mosse- elva	Total	Vestre Vansjø	Mosse- elva	Total
04/05	260*	1,2	0,1	1,3	.	.	.
05/06	544*	3,6	0,5	4,1	479	72	551
06/07	770**	4,8	0,5	5,3	1268	84	1352
07/08	674**	3,2	0,5	3,7	975	125	1100
08/09	536**	2,3	0,4	2,7	693	97	790
09/10	540**	2,2	0,3	2,5	748	52	801

\* Basert på vannføring i Skuterudbekken

\*\* Basert på vannføring i Guthusbekken med korreksjon for oppstuvning



Figur 5.9. Oppskalerte vannføringsnormaliserte tilførsler av fosfor (tonn/år) til vestre Vansjø.

De oppskalerte normaliserte fosfortilførslene til vestre Vansjø viser en reduksjon fra 2005/06 til 2009/10 (Figur 5.9) fra omlag 3,6 tonn til omlag 2,2 tonn fosfor for et normalår.

Normalisering av fosfortilførslene med hensyn til avrenning viser en reduksjon som skyldes andre forhold enn avrenningsmengde. Det første året i overvåkingen var avrenningen meget lav og det var få flomepisoder. Derfor var det meget lave fosfortap det året.

#### 5.4 Konklusjoner for bekker til vestre Vansjø

Resultater fra overvåkingen av bekkene rundt vestre Vansjø og Mosseelva viser at det har vært reduserte trender i de fleste av jordbruksbekkene de siste 4 årene. I Ørejordetbekken som kommer fra et boligfelt er det derimot ikke registrert tilsvarende kontinuerlig nedgang i fosforkonsentrasjonene.

De samlede lokale fosfortilførslene (basert på oppskalering av målte data) til vestre Vansjø var 2,2 tonn TP i 2009/10 og tilsvarende var tilførslene til Mosseelva fra det lokale nedbørfeltet 0,3 tonn TP. Nedbør og avrenning har hatt stor betydning for de årlige variasjoner i fosfortilførsler. Avrenningen var 540 mm for i 2009/10, det vil si noe høyere enn normalavrenningen på 470 mm i Hobølelva. Normalisering av fosfortilførslene med hensyn til avrenning viser en reduksjon som skyldes andre forhold enn avrenningsmengde.

Vannføringsveide årlige fosforkonsentrasjoner i de 9 bekkene ligger stort sett under 100 µg TP/l, bare i Støabekken og Vaskeberget er gjennomsnittskonsentrasjonene litt over 200 µg TP/l. I skogsbekken var den vannføringsveide gjennomsnittskonsentrasjonen av fosfor om lag 7 µg TP/l. Tilførslestimatene er basert på vannføringsmålinger i Guthusbekken i Våler utført av NVE. Målestasjonen ligger lavt og det forekommer oppstuvning på grunn av høy vannstand, begroing og is. Feilen er blitt korrigert ut fra vurdering av vannbalansen.

## 6. Vansjø - innsjøresultater

---

### 6.1 Resultater fysisk-kjemiske forhold

#### 6.1.1 *Temperatur og oksygen*

Resultatene er vist i vedlegg 5. I mange innsjøer medfører oppvarmingen av overflatevann en temperatursjiktning som deler innsjøen i varmt overflatevann og kaldere bunnvann. Denne vertikale inndelingen kan være stabil gjennom hele sommeren uten at sjiktene blandes. Algeveksten forgår hovedsakelig i overflatevannet, hvor det er tilgang til lys. Når algene sedimenterer tar de med næringsstoffer. På denne måten tømmes overflatevann for næringsstoffer som akkumulerer i bunnvannet og sedimentet. Nedbrytningen av dødt materiale i bunnvann forbraker oksygen. Dette medfører en reduksjon i oksygenkonsentrasjonen mot bunnen da oksygenrikt overflatevann ikke ble blandet med vannmassene under sprangsjiktet. Når oksygenkonsentrasjonen i bunnvann reduseres til under 0,5 mg/l kan det igangsettes prosesser med for eksempel frigivelse av fosfat fra sedimentene som resultat.

Også i år ble det observert temperatursjiktning i nesten hele Vansjø. Særlig i Vanemfjorden og Grepperødfjorden medførte dette en reduksjon av oksygenkonsentrasjonen i bunnvann. Det ble påvist oksygenverdier ned mot 2 mg/l, og det er derfor lite sannsynlig at frigivelse av fosfor fra sedimentene til vannmassene var av betydningen.

#### 6.1.2 *Siktedyp*

Resultatene vises i vedlegg 5. På grunn av en mindre kraftig transport av erosjonsmateriale fra nedbørfeltet og forholdsvis lave algekonsentrasjoner i vannet var siktedypet større i 2009/2010 enn i 2007/2008. Likevel tyder mye på at algene var lysbegrenset i store deler av vekstsesongen. I Vansjø kan en anta at algeproduksjonen foregår ned til et dyp på ca. 2 ganger siktedypet (= ca. 3 m). Hvis innsjøen er omblandet ned til mer enn 3 m, noe som skjedde ofte i 2010, medfører det at algeveksten er lysbegrenset. Under slike forhold klarer ikke algene å fullt utnytte næringsstoffene i vannet og konsentrasjonen av algebiomassen er lavere enn en kunne forvente ut fra næringsinnholdet. I denne sammenhengen er det interessant å sammenligne verdiene for perioden 2007-2010 med de som ble målt i tidligere år. I Storefjorden ble det observert en kraftig tilbakegang (mer enn 30 %) i siktedyp mellom 2006 og 2007. Tilbakegangen skyldes delvis en fortsatt uforklarlig økningen i vannets farge og har forsterket lysbegrensningen av algeveksten.

#### 6.1.3 *Gløderest/Suspendert stoff*

Resultatene vises i vedlegg 5. I hele Vansjø var konsentrasjonen av suspendert stoff lavere i 2009 og 2010 enn i 2008. 2008 var på mange måter et spesielt år som var påvirket av en varm vinter, flere ras i Hobølelva og flere flomperioder. Dette medførte en kraftig transport av erosjonsmateriale fra nedbørfeltet og tilsvarende høye konsentrasjoner av suspendert stoff i



Vansjø. I 2010 ble det ikke observert slike ekstremhendelser. Konsentrasjonen av suspendert stoff lå derfor på et gjennomsnittlig eller forholdsvis lavt nivå.

#### 6.1.4 pH

Resultatene vises i vedlegg 5. I perioder med lav fotosyntese er pH i Vansjø vanligvis i nærheten 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. En slik situasjon er ikke observert i de siste årene og heller ikke i 2010. En signifikant frigjøring av fosfat fra leirpartikler eller sediment sommeren 2010 pga. høy pH anses derfor som lite sannsynlig.

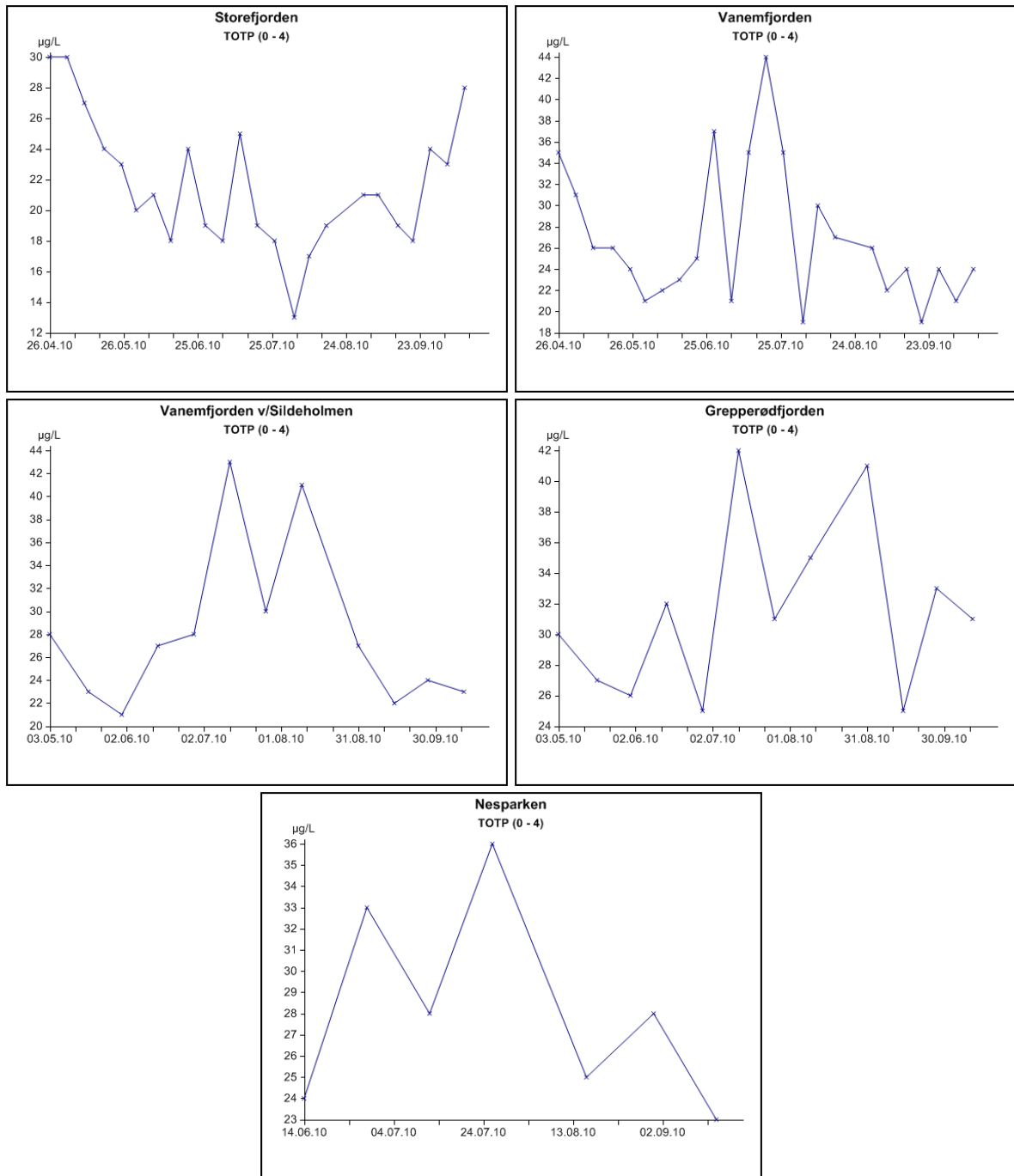
#### 6.1.5 Fosfor

Resultatene vises i figur 6.1 (totalfosfor), figur 6.2 (partikkelbundet fosfor) og figur 6.3 (orto-fosfat). I tillegg finnes figurer for perioden 2005-2010 i vedlegg 5. Fosforinnholdet i Vansjø er i stor grad bestemt av fosfor bundet til tilført leirmateriale og fosfor som er bundet til organismer og organiske stoffer. Utgangskonsentrasjonene av totalfosfor på våren er ofte omtrent like i hele Vansjø. Fosforkonsentrasjonen på denne tiden er påvirket av leirmateriale fra tilløpselvene. Når leirmaterialet sedimenterer, blir vannmassenes innhold av totalfosfor mer avhengig av det som er bundet i algene og i annet organisk materiale. Dette kan medføre en reduksjon i fosforinnholdet i deler av Vansjø.

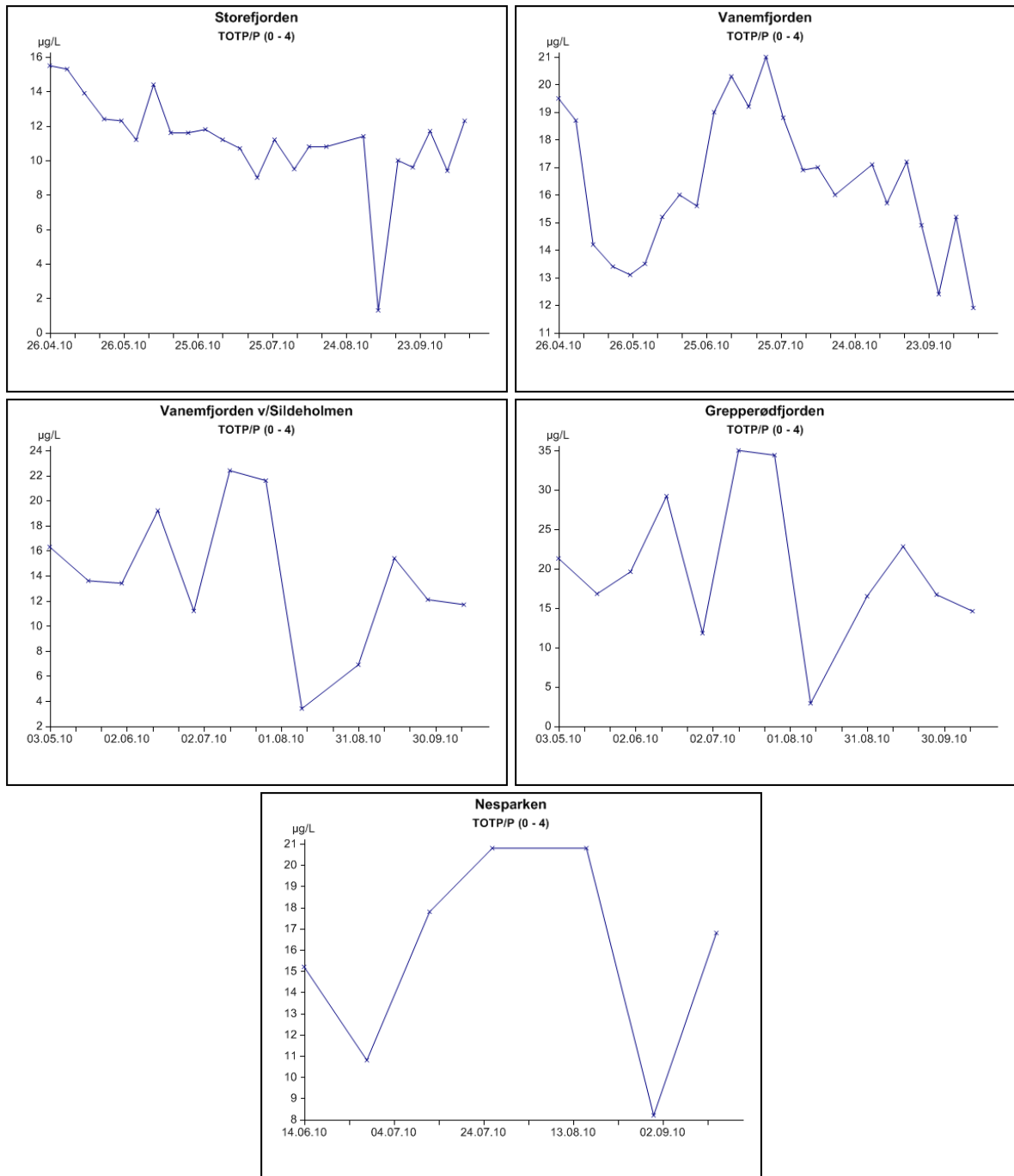
I 2010 lå Storefjordens innhold av totalfosfor på et gjennomsnittlig nivå. Sesongen begynte med en maksimalkonsentrasjon av 30 µg/l (2009: 35 µg/l, 2008: 53 µg P/l, 2007: 34 µg P/l). Utover sommeren ble det observert en reduksjon i fosforkonsentrasjonen. Gjennomsnittsverdien for hele 2010 var 19,6 µg P/l (2009: 22,5 µg/l, 2008: 31 µg P/l, 2007: 25 µg P/l).

Fosforkonsentrasjonen i Vanemfjorden har vist en trend mot lavere verdier fra 2007 til og med 2010. Gjennomsnittsverdien for 2010 (27 µg P/l) var sammenlignbar med fosfornivået sommeren 1989. En høy fosforkonsentrasjon i Vanemfjorden i juli 2010 tyder på ferske tilførsler fra det lokale bekkefeltet.

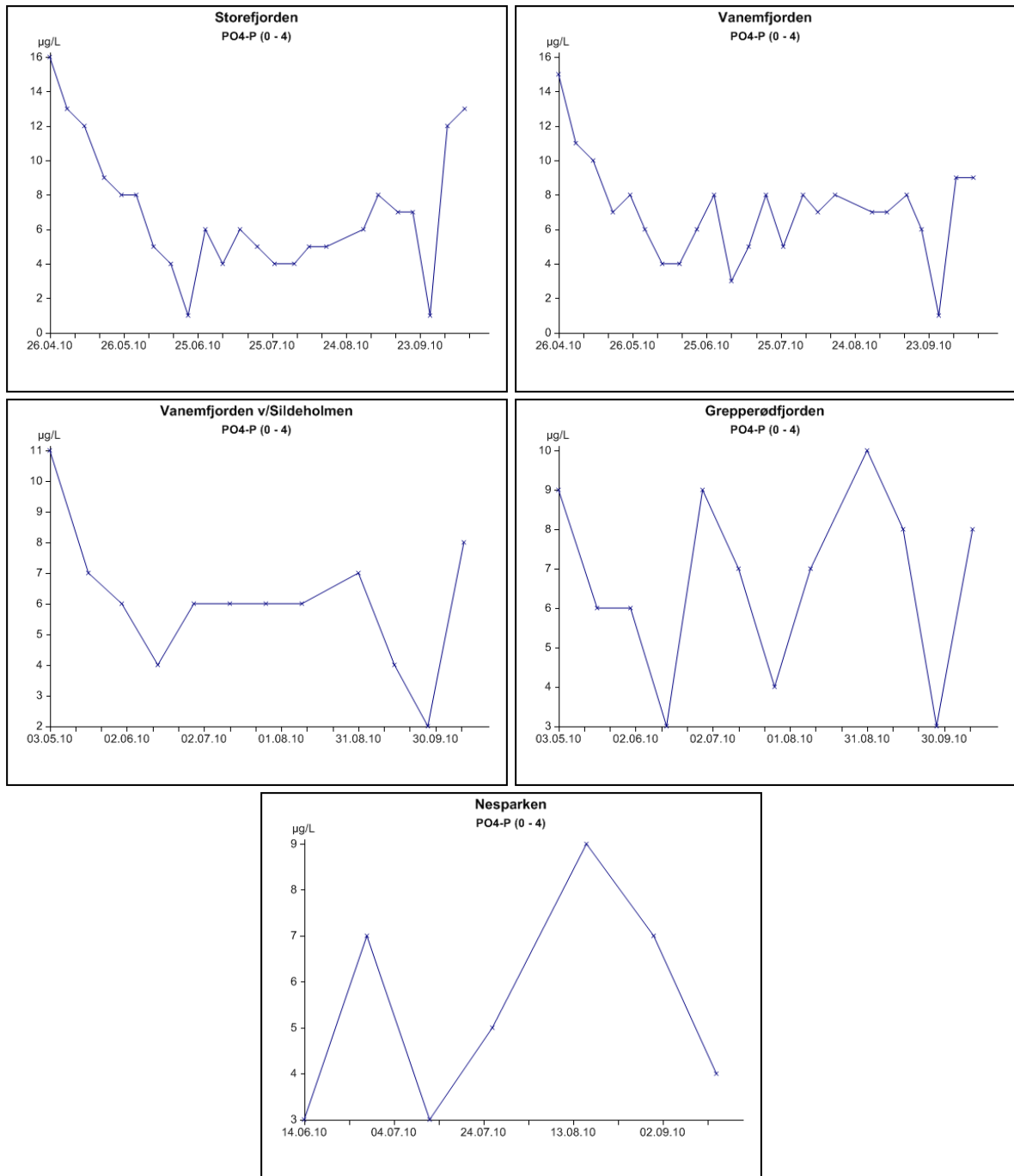
I mange norske innsjøer begrenser tilgjengeligheten av orto-fosfat veksten av alger. Alger har ulike evner til å ta opp og bruke orto-fosfat. Noen alger (særlig blågrønnalger) kan lagre fosfor i cellene. Det er derfor vanskelig å vurdere om algeveksten er fosforbegrenset på grunnlag av orto-fosfat konsentrasjonen i vannet. Mange publikasjoner foreslår 1-10 µg P/l orto-fosfat som grense. Det kan derfor ikke utelukkes at planteplanktonet i Vansjø i 2010 var tidvis begrenset av orto-fosfat. Det er imidlertid mange faktorer som spiller inn (lys, temperatur, andre næringsstoffer).



**Figur 6.1:** Variasjoner i totalfosfor i Vansjø i 2010.



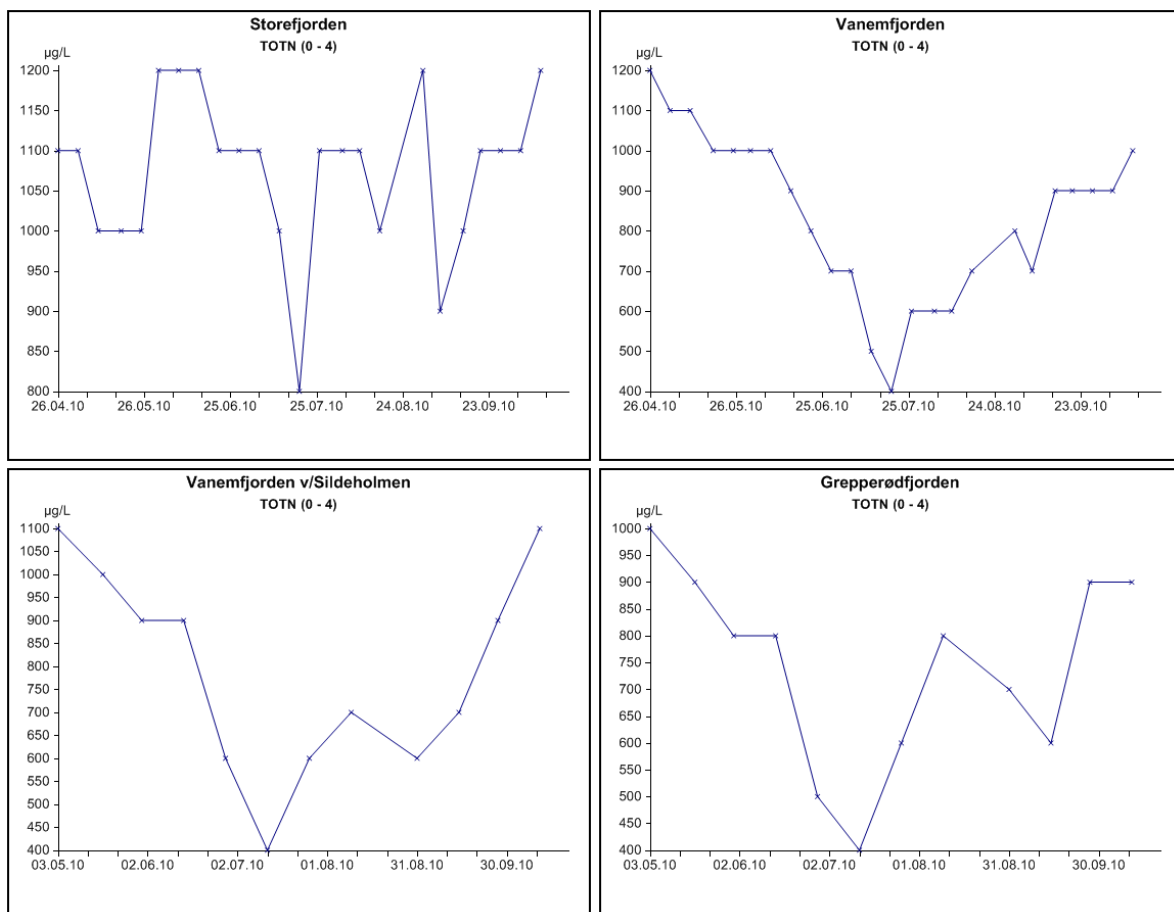
**Figur 6.2:** Variasjoner i partikkelbundet fosfor (TOTP/P) i Vansjø i 2010



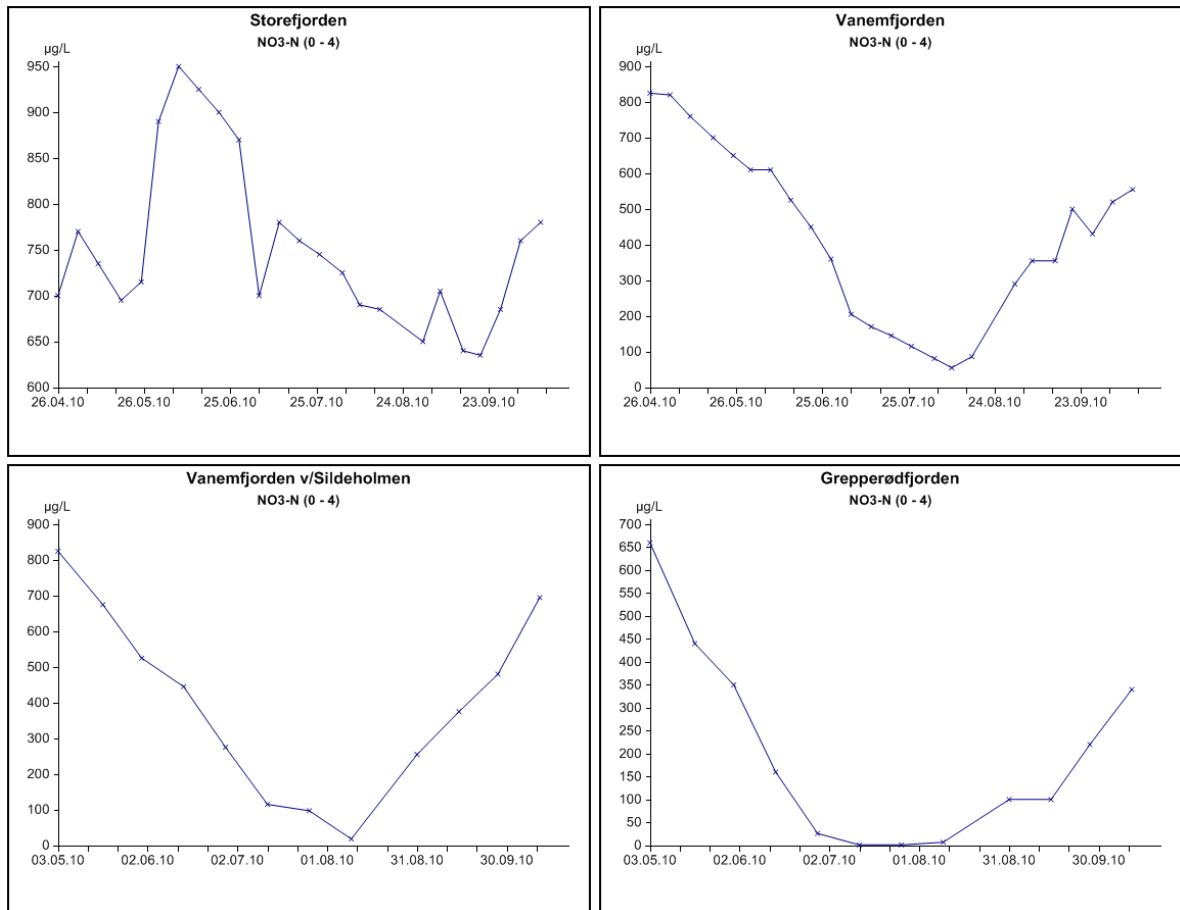
**Figur 6.3:** Variasjoner i Orto-fosfat i Vansjø i 2010

## 6.1.6 Nitrogen

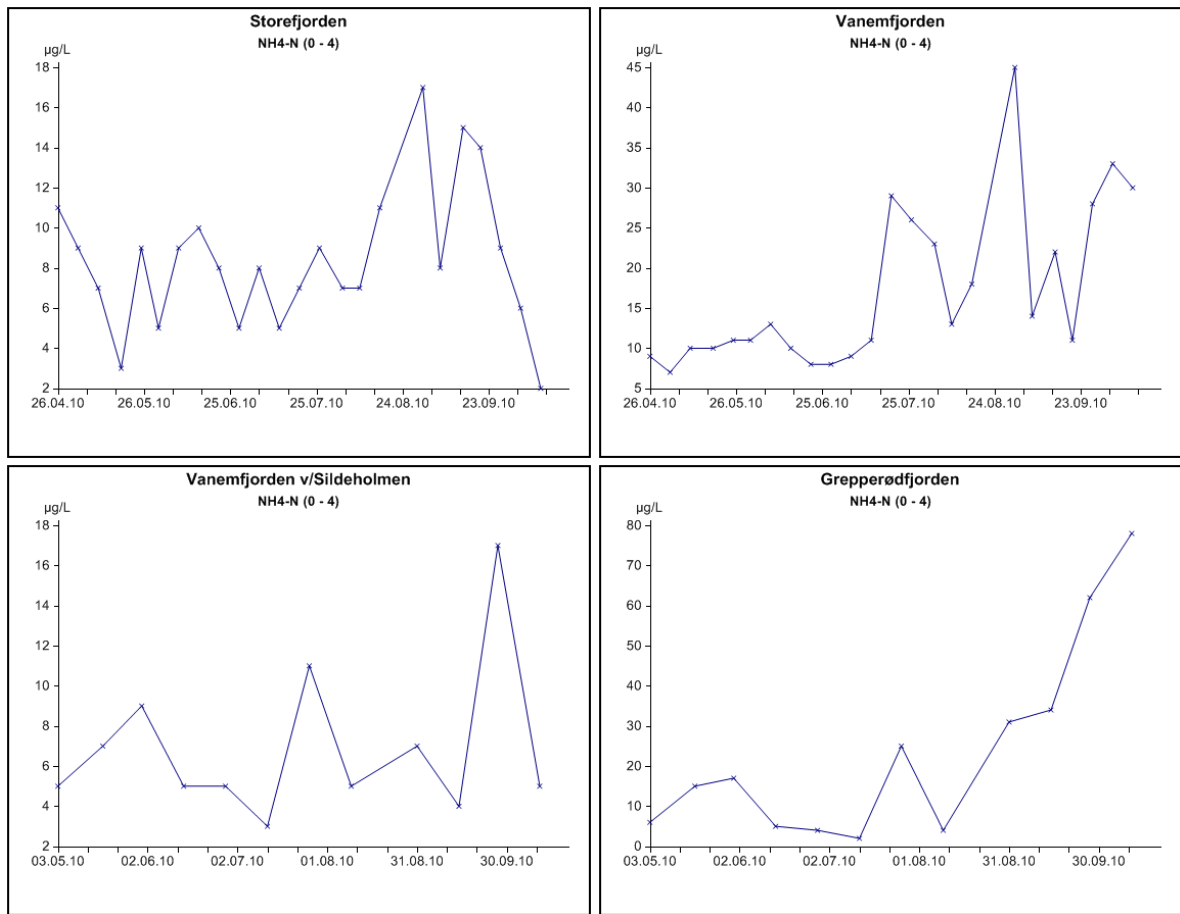
Resultatene vises i figurene 6.4 (totalnitrogen), 6.5 (nitrat) og 6.6 (ammonium). I tillegg finnes figurer for perioden 2005-2010 i vedlegg 5. På våren ble det påvist høye nitratkonsentrasjoner i begge hovedbassengene. De høye nitratverdiene har sammenheng med høye tilførsler fra tilførselselvene før og i vekstsesongens begynnelse. Utover sommeren ble det påvist en reduksjon i hele Vansjø, noe som skyldes algeveksten. Som i tidligere år førte det høye biologiske forbruket til at nitratverdien nærmet seg deteksjonsgrensen i Vanemfjorden og Grepperødfjorden. En slik situasjon medfører en nitrogenbegrensning av algeveksten. Perioden med lave nitratverdier var kortere enn i 2009. Konsentrasjonene av ammonium var lav i hele Vansjø og av liten betydning for algeveksten. Konsentrasjonen av totalnitrogen fulgte et mønster påvirket av reduksjonen i nitrat i Vanemfjorden. At det skjedde en samtidig reduksjon i totalnitrogen skyldes hovedsakelig sedimentasjon av biologisk bundet nitrogen.



**Figur 6.4:** Variasjoner i total nitrogen i Vansjø i 2010.



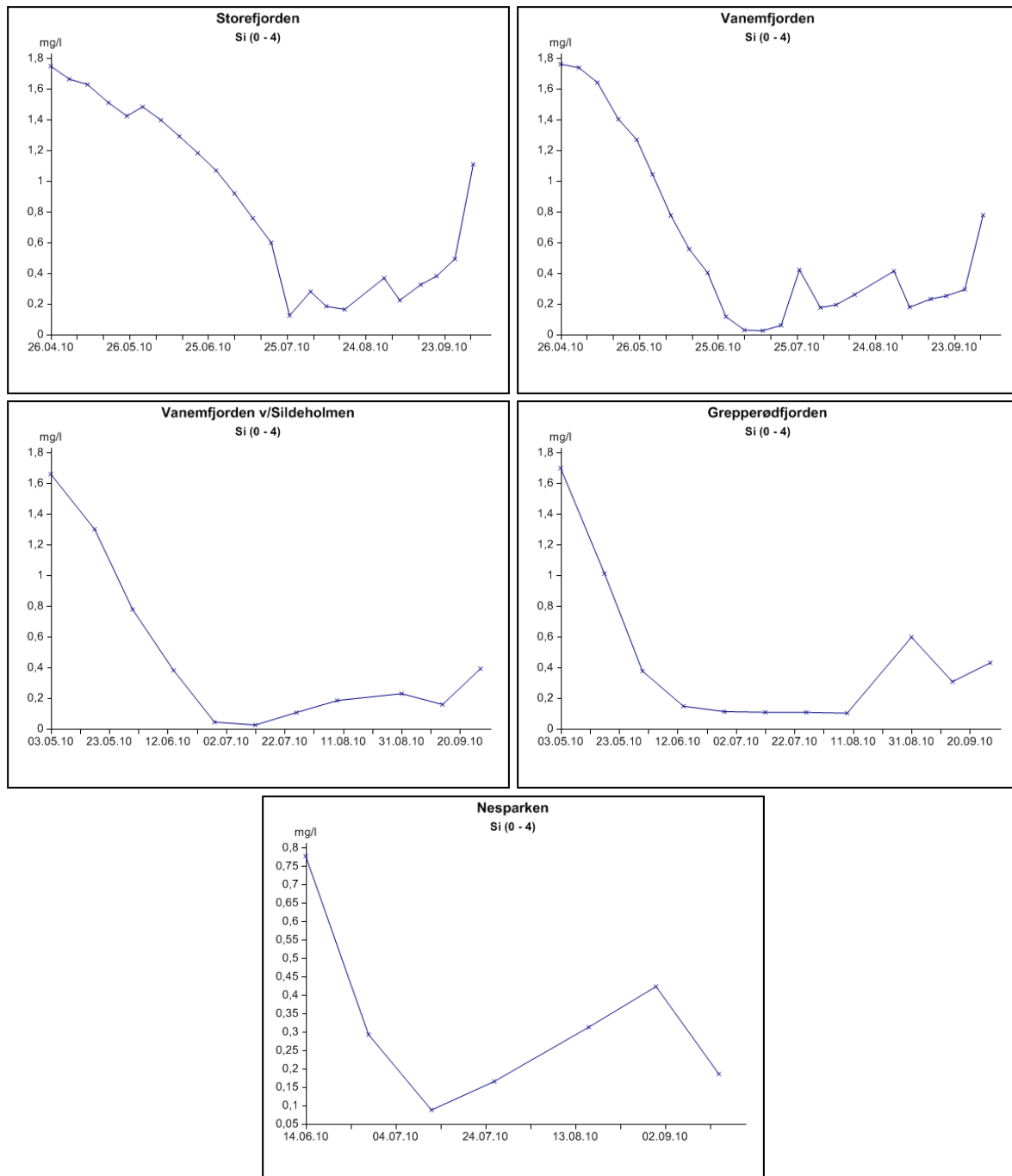
**Figur 6.5:** Variasjoner i nitrat konsentrasjon i Vansjø i 2010.



**Figur 6.6:** Variasjoner i ammonium konsentrasjon i Vansjø i 2010.

### 6.1.7 Reaktivt silikat

Resultatene vises i figur 6.7. I tillegg finnes figurer for perioden 2005-2010 i vedlegg 5. På våren ble det påvist høye silikatverdier i Vansjø. Utover sommeren ble det registrert en reduksjon i silikat i hele Vansjø. Den markerte nedgangen skyldes høyt forbruk som følge av relativt store mengder med kiselalger. Fra juli 2010 ble det påvist lave konsentrasjoner i Vansjø, noe som kan ha medført silikatbegrensning av kiselalger.



**Figur 6.7:** Variasjoner i totalt reaktivt silikat i Vansjø i 2010.



### 6.1.8 Vannets farge

Resultatene vises i vedlegg 5. På våren ble det målt høye fargeverdier (opptil 80 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, noe som skyldes sannsynligvis fotokjemisk bleking av fargen. 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.

### 6.1.9 Totalt organisk karbon (TOC)

Resultatene vises i vedlegg 5. 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.

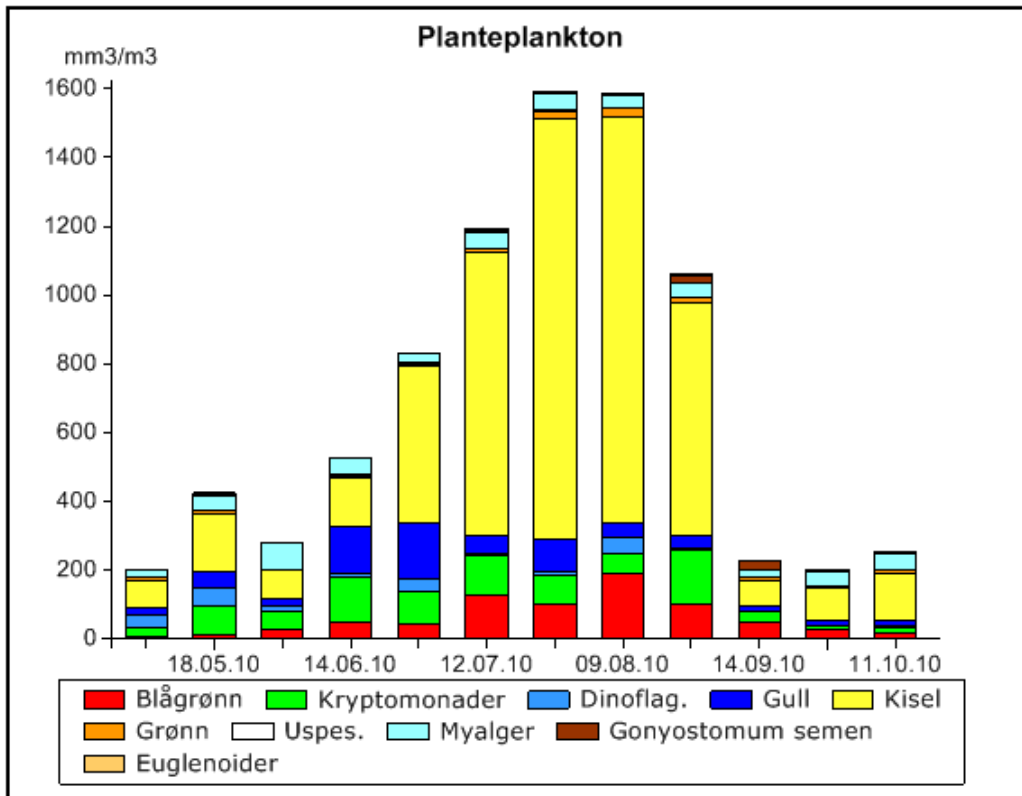
## 6.2 Resultater biologiske forhold

### 6.2.1 Planteplankton

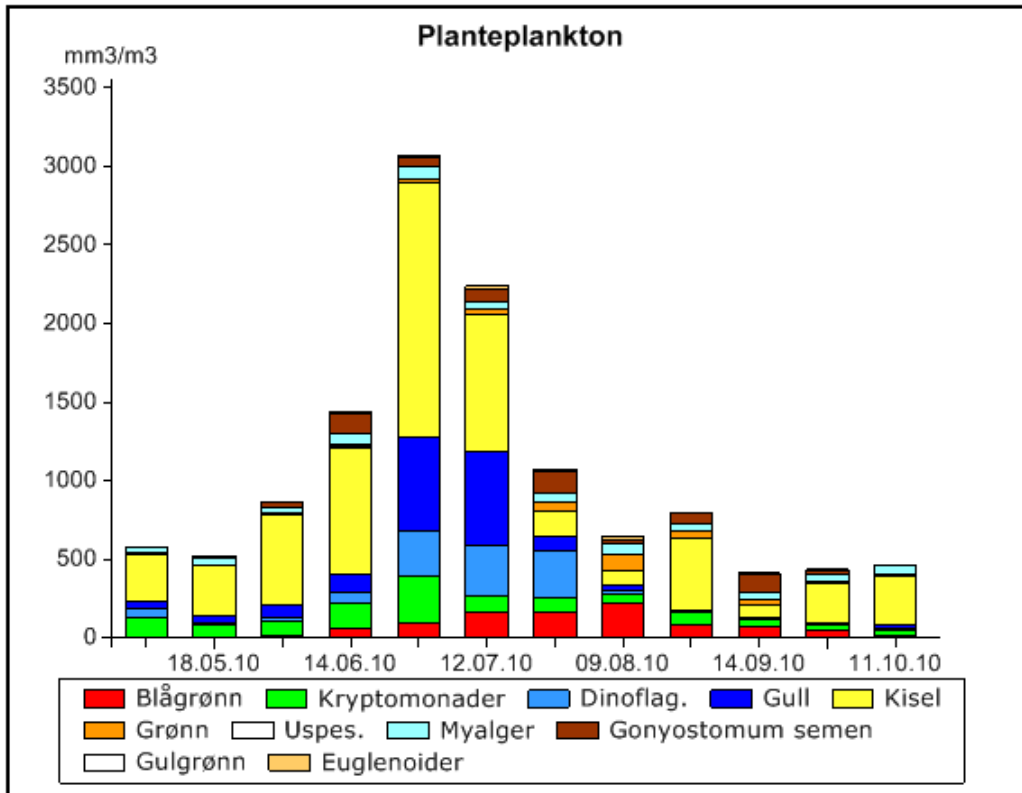
Resultatene vises i figurene 6.8-6.12. I tillegg finnes figurer for perioden 2005-2010 i vedlegg 5. Planktonet i Storefjorden var dominert av kiselalger. Dette er typisk for perioder med sirkulasjon og/eller dårlig tilgang til lys. Kiselalger har f. eks. ikke evnen til å bevege seg aktivt og kan derfor kun overleve når vannets sirkulasjon forhindrer deres sedimentasjon. Konsentrasjonen av blågrønnalger var lav hele sesongen, noe som trolig skyldes de dårlige lysforholdene. Den gjennomsnittlige algemengden i Storefjorden var lavere enn i 2009 (2010: 0,9 mg våtvekt/l, 2009: 1,4 mg våtvekt/l, 2008: 1,4 mg våtvekt/l).

Den gjennomsnittlige algemengden i Vanemfjorden var 1,2 mg/l og dermed mye lavere enn i tidligere år (2009: 3,2 mg/l, 2008: 2,4 mg/l, 2007: 3,2 mg/l, 2006: 2,8 mg/l). Nedgangen skyldes både en kraftig tilbakegang i mengden av blågrønnalger og en generell tendens til lavere algekonsentrasjoner. Planteplanktonet i Vanemfjorden var veldig mangfoldig gjennom hele sesongen. Lignende situasjon ble observert i Nesparken. Siden 2006 har vi observert en vesentlig tilbakegang i biomassen av *Microcystis*-arter i Vanemfjorden og Nesparken. Dette er av betydning siden *Microcystis* antas å være hovedprodusenten av algegiften microcystin i Vansjø. Tilbakegangen av *Microcystis* kan ha flere årsaker. Uegnete værforhold i 2007 og 2008 hadde trolig en negativ effekt på populasjonen. Økningen i vannets humusinnhold de siste årene er heller ikke i favør av *Microcystis*, som vanligvis foretrekker klart vann. I tillegg kommer lavere fosforverdier.

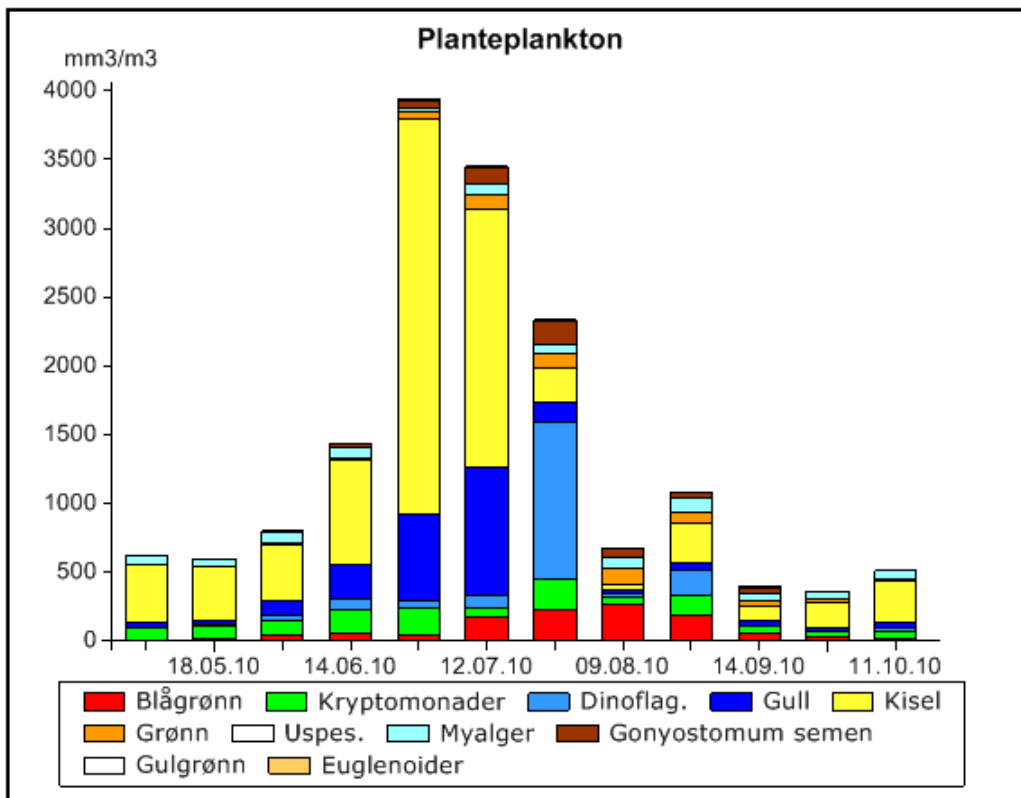
Som vanlig ble det funnet store mengder av *Gonyostomum semen* i Grepperødfjorden. Denne arten forekommer også i resten av Vansjø, men bare i ubetydelige konsentrasjoner. Etter kontakt med *Gonyostomum semen* utvikler noen mennesker hudutslett og det er derfor viktig å overvåke arten nøye.



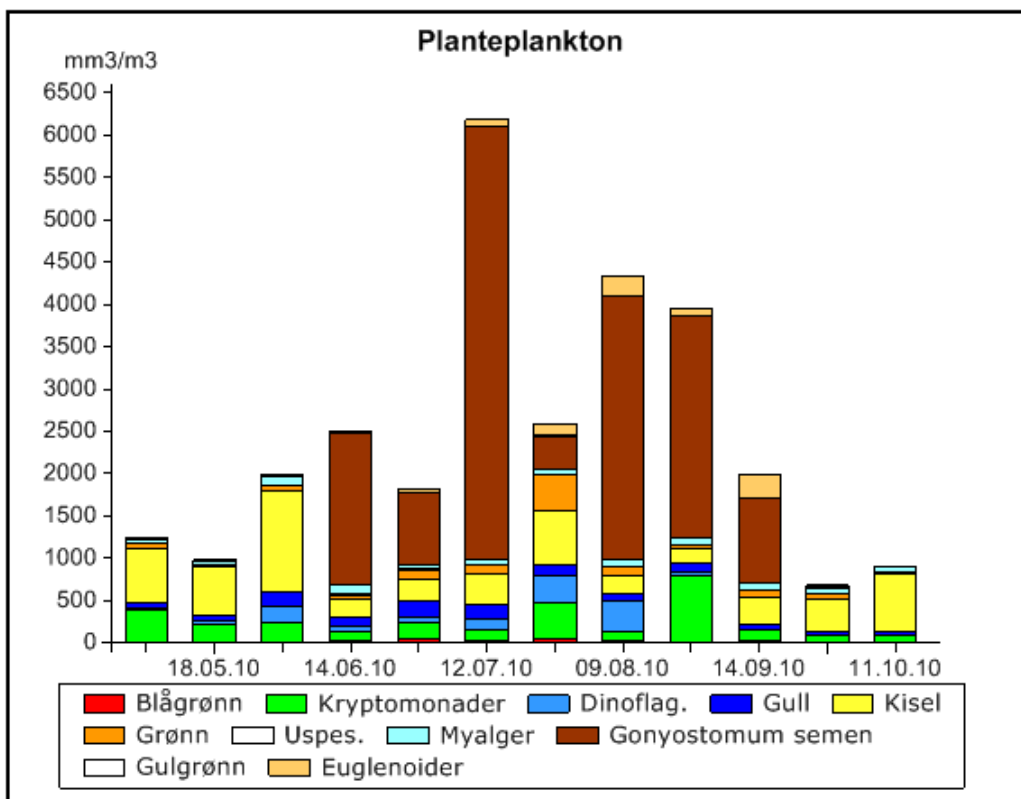
**Figur 6.8:** Variasjon i planteplanktonets mengde- og sammensetning i Storefjorden i 2010.



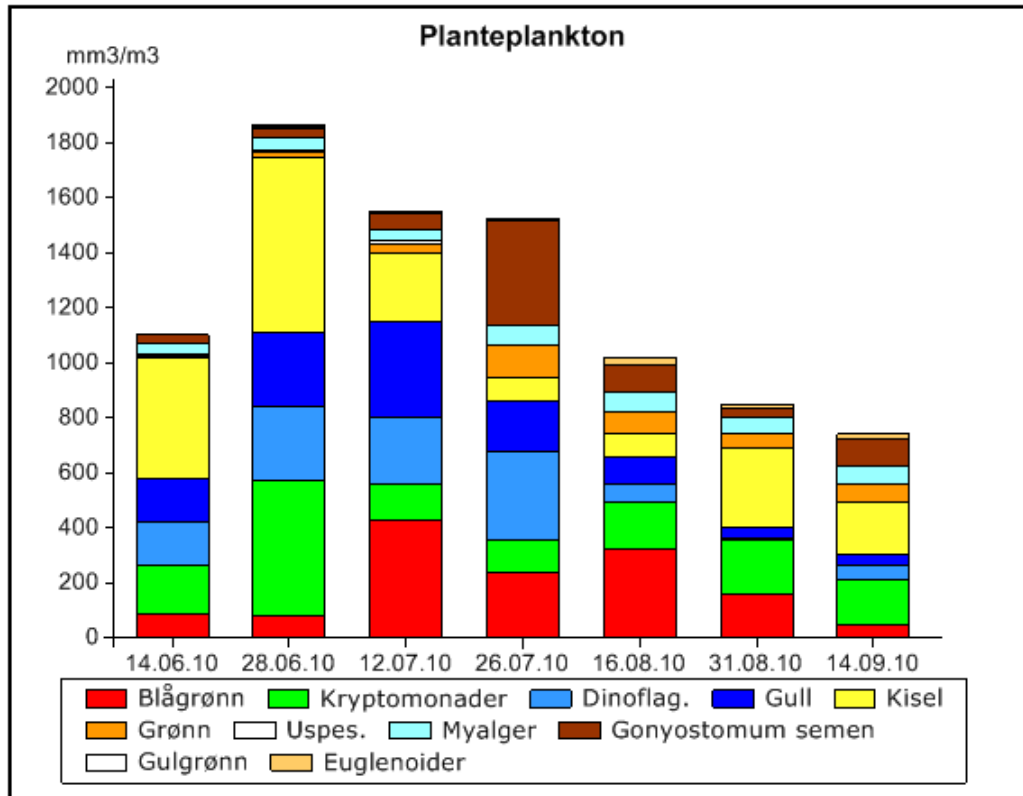
**Figur 6.9:** Variasjon i planteplanktonets mengde- og sammensetning i Vanemfjorden i 2010.



**Figur 6.10:** Variasjon i planteplanktonets mengde- og sammensetning i Vanemfj. v/Sildeholmen i 2010.



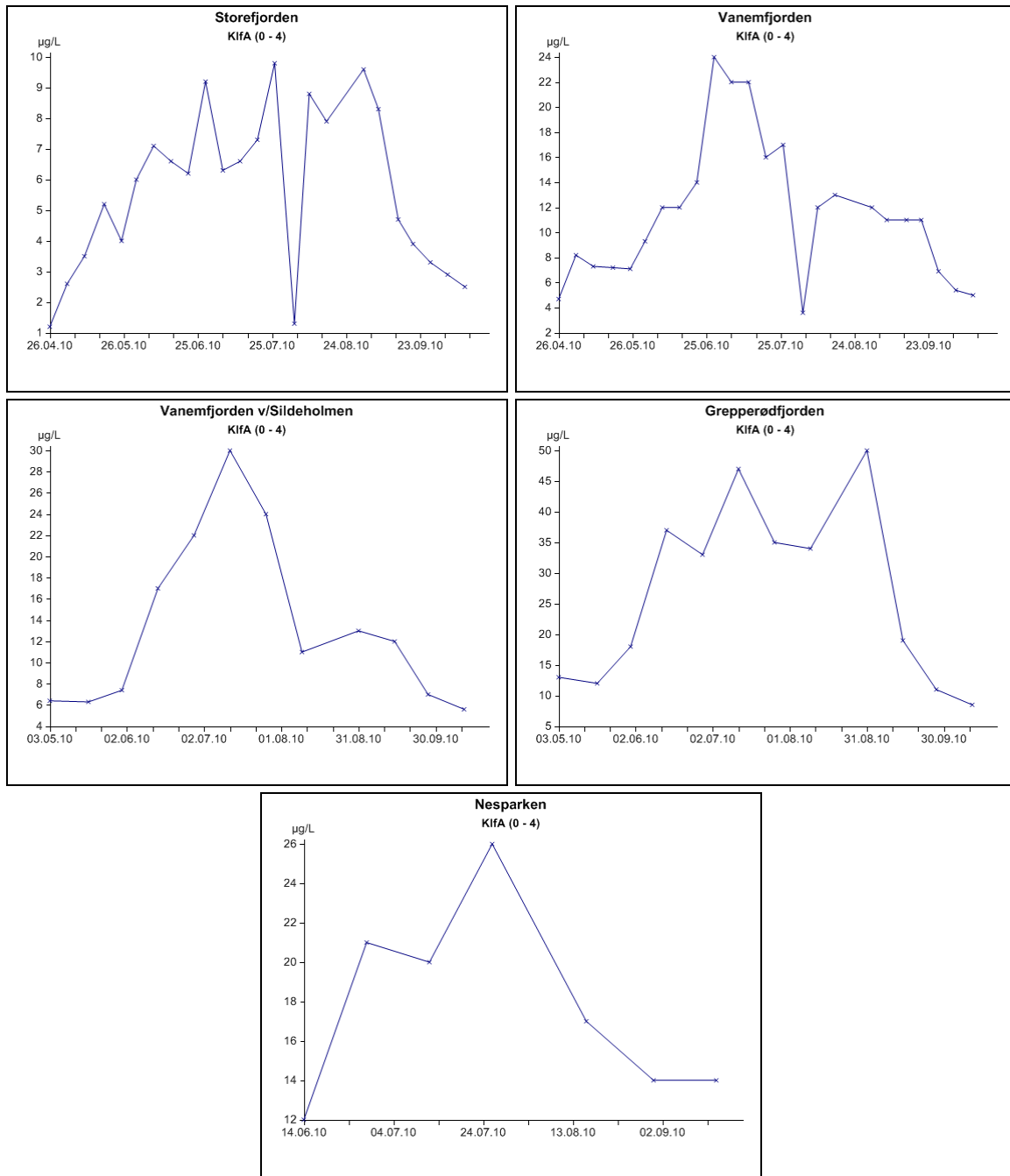
**Figur 6.11:** Variasjon i planteplanktonets mengde- og sammensetning i Grepperødfjorden i 2010.



Figur 6.12: Variasjon i planteplanktonets mengde- og sammensetning i Nesparken i 2010.

### 6.2.2 Klorofyll-a

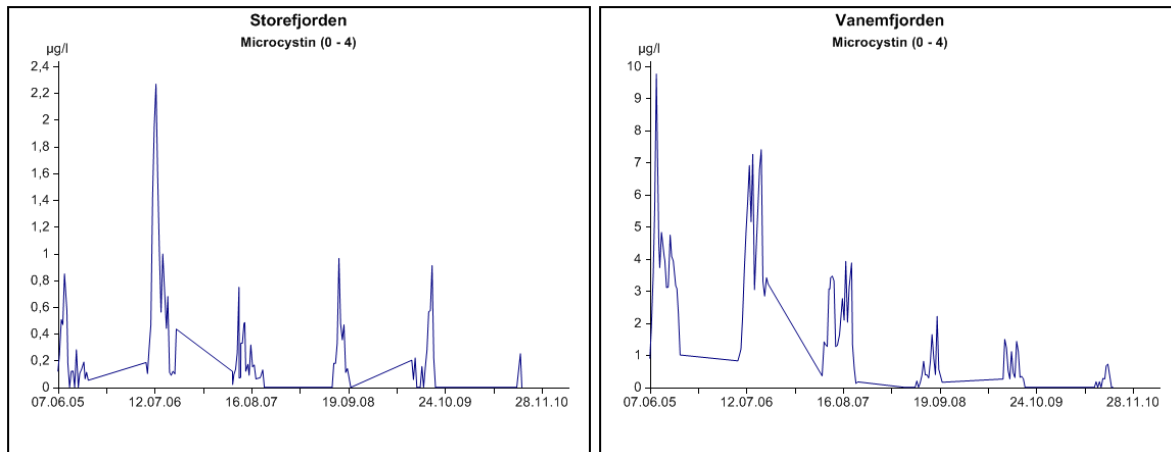
Resultatene vises i figur 6.13. I tillegg finnes figurer for perioden 2005-2010 i vedlegg. Konsentrasjonen av klorofyll-a følger i stor grad konsentrasjonen av algevolum selv om det er en viss spredning. Analyse av klorofyll-a og av algevolum er to forskjellige måter å beregne algebiomassen på. Algenes klorofyllinnhold vil variere pga. en rekke faktorer, slik at det alltid vil kunne forekomme avvik mellom disse to biomasseparametrene. Den gjennomsnittlige klorofyll-a-konsentrasjonen i Storefjorden var 6,7 µg/l. De høyeste verdiene ble målt i juli/august. Den gjennomsnittlige konsentrasjonen i Vanemfjorden i undersøkelsesperioden var 13,7 µg/l og dermed sammenlignbart med nivået vi hadde mellom 1980 og 1990. Bedringen er i samsvar med lavere fosforverdier, fravær av kraftige algeoppblomstringer og observasjoner av lokalbefolkning.



**Figur 6.13:** Variasjoner i klorofyllkonsentrasjonen i 2010.

### 6.2.3 *Microcystin*

Resultatene vises i figur 6.14 og i vedlegg 5. Gjennomsnittsverdiene og maksimalkonsentrasjonene var lavere enn i tidligere år, noe som kan forklares med den tilsvarende tilbakegangen i mengden av blågrønnalgen *Microcystis* i vannet. Som i 2008 og 2009 anbefalte NIVA de lokale helsemyndigheter å ikke fraråde befolkningen å bade i Vansjø. Det ble ikke påvist microcystin i Grepperødfjorden.



**Figur 6.14:** Variasjoner i microcystinkonsentrasjonen i Storefjorden og Vanemfjorden i 2005-2010.

### 6.3 Undersøkelser i Grimstadkilen

Resultatene vises i vedlegg. Grimstadkilen ble undersøkt på oppdrag av Movar IKS som har råvannsinntak i området. Grimstadkilen hadde en gjennomsnittlig klorofyll-a konsentrasjon på 6,5 µg/l med maksimal konsentrasjon på nesten 10 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.

### 6.4 Situasjonen i 2010 sammenlignet med tidligere år og vurdering av Vansjø i forhold til EUs rammedirektiv for vann

I figurene 6.15 til 6.17 er dataene for 2010 satt sammen med historiske data for totalfosfor, klorofyll, fosfat, totalnitrogen, nitrat, silikat, siktedyp, farge og SS (partikler).

#### 6.4.1 Utvikling av fosfor i Vansjø

Fosforinnholdet i Storefjorden er blant annen styrt av transport av erosjonspartikler fra nedbørfeltet og dermed av parametere som nedbørmengden, antall flomperioder, hyppighet og omfang av ras og antall vinterdager med frost og snø. Klimavariasjoner kan medføre svingninger i fjordens fosforinnhold i størrelsesorden  $\pm 25\%$ . Dette gjenspeiler seg i en statistisk signifikant positiv korrelasjon mellom nedbørmengden og konsentrasjonen av totalfosfor. De klimarelaterte svingninger i fjordens fosforinnhold gjør det vanskelig å oppdage effekter av tiltak uten tilgang til lange tidsserier.

I Vanemfjorden ble det observert et forholdsvis stabilt innhold av fosfor mellom 1990 og 2000. Flommen høsten 2000 medførte en kraftig økning. Mellom 2000 og 2009 sank fosforkonsentrasjonen gradvis, særlig i perioden 2007-2010. Dette og utviklingen av giftige algeoppblomstringer i perioden 2001-2006 understreker at flomhendelser kan ha en eutrofieringseffekt som påvirker vannkvalitet og motvirker kostbare tiltak i flere år. Tilbakegangen i fosforkonsentrasjon etter året 2000 skyldes i hvert fall delvis en regenerasjon av systemet etter flommen. I Vanemfjorden fornyes vannet flere ganger hvert år og en burde derfor forvente rask nedgang av fosforkonsentrasjon på grunn av fortykning og utvasking av

næringsstoffet etter flommen. Men noen prosesser motvirker denne selvrensningen. Oppvirvling av sediment forårsaket av vind og korte perioder med høy pH kan resirkulere fosfor over flere år. Flommen medførte også en utvikling av kraftige blågrønnalgeoppblomstringer i perioden 2001-2006. Under slike oppblomstringer transporteres det store mengder av celle-bundet fosfor fra hele vannsøylen til overflaten. Resultatet av denne oppkonsentrering er ”kunstig” høye fosforverdier i blandingsprøven 0-4m i august og september. Etter 2006 og fram til 2010 ble det observert en tydelig tilbakegang i fosforverdier i Vanemfjorden. I 2007 tangert konsentrasjonen nivået før storflommen i 2000. Resultatene fra bekkeovervåking også indikerer avtakende fosfortilførsler til Vanemfjorden. Det er derfor tydelig at nedgang i fosforkonsentrasjonen skyldes ikke bare den avtakende effekten av flommen høsten 2000, men også en positiv effekt av tiltak. Resultatene fra bekkeovervåking viser at tilførsler til Vanemfjorden fra det lokale bekkefeltet har kontinuerlig gått tilbake siden 2007. Det samme gjelder for fosforkonsentrasjonen i Vanemfjorden. Tilførslene fra Storefjorden til Vanemfjorden derimot viser et mønster som ikke passer til observasjonene i Vanemfjorden. Det er derfor sannsynlig at de siste års reduksjon i Vanemfjordens fosforinnhold skyldes tiltak i det lokale bekkefeltet.

#### *6.4.2 Utvikling av nitrogen i Vansjø*

Langtidsutviklingen av nitrogenkonsentrasjonen i Storefjorden og resten av Vansjø er preget av kraftige variasjoner fra år til år og et stabilt langtidsgjennomsnitt. Statistisk sett finnes det ingen trend for perioden 1976 til 2010. Det er påfallende at kraftige flomhendelser (f. eks. 1988, 1999, 2000, 2008) ofte etterfølges av år med lave konsentrasjoner av nitrogen i Vansjø. Leirpartikler er fattige på mineralisk nitrogen. I motsetning til fosfor vil derfor flom og erosjon ikke føre til signifikant økning i nitrogentilførsel. I perioder med mye nedbør kan det vaskes ut mer mineralisk nitrogen fra jorden i nedbørfeltet enn det samtidig frigjøres gjennom mineralisering. Under slike forhold avtar nitrogenkonsentrasjonen i jordvæsken og i avrenningen gradvis over tid. Det kan derfor tenkes at langvarige og/eller kraftig flom tilfører Vansjø nitrogenfattig vann som medfører en fortykningseffekt i innsjøen. Vintertemperaturer spiller også en viktig rolle. Kraftig frost nedsetter eller stopper bakteriell nedbryting av nitrat i jorden. Dette holder nitratinnholdet av jordvesken og i avrenning neste våren på et høyt nivå. Varme vinter derimot tillater nedbryting av nitrat i jorden. Nitratkonsentrasjonen i avrenningen neste våren er derfor lav og nitrogeninnholdet i Vansjø vil da synke. De lave nitrogenverdiene i 2008 og 2009 og de høye konsentrasjonene som ble målt i 2010 er i samsvar med denne hypotesen.

#### *6.4.3 Utvikling av humus (farge)*

I store deler av Nord-Europa har det blitt observert en økning i innsjøenes humusinnhold siden 90 tallene. Effekten forklares med reduksjon i sur nedbør, noe som har økt utvaskning av humus særlig fra skogsarealer. Økningen i fargetall i Vansjø var imidlertid mye større enn i andre vann. I tillegg ble det observert den vanlige samtidige økningen i vannets innhold av organisk substans. Økningen i fargetall fra 2006 til 2007 i Vansjø må derfor anses som et hittil uforklart fenomen, som likevel har medført en kraftig reduksjon i siktedyp og algenes tilgang til lys.

#### *6.4.4 Utvikling av silisium og partikler*

Silisium- og partikkelkonsentrasjonen i Storefjorden og til en mindre grad i Vanemfjorden er preget av kraftige svingninger, som kan forklares med klimarelaterte variasjoner i transport fra nedbørfeltet. Begge parametere påvirker biologiske prosesser i Vansjø – silisium styrer veksten av kiselalger og partikkelkonsentrasjonen påvirker algenes tilgang til lys. Det er ikke mulig å sette i gang tiltak for å nedsette konsentrasjon av silisium i vannet.

Partikkelkonsentrasjonen kan påvirkes med erosjonsbegrensende tiltak i nedbørfeltet.

#### *6.4.5 Utvikling av algemengde*

Mye tyder på at algemengden i Vansjø er hovedsakelig begrenset av lys. Silikat-, fosfor- og nitrogenbegrensningen kan også spille en rolle, særlig i den siste delen av sommeren.

Reduksjonen i Vanemfjordens fosforinnhold har økt sannsynligheten for langvarig fosforbegrensning av algeveksten. Reduksjonen i konsentrasjonen av klorofyll i Vanemfjorden fra 2007 til 2010 kan forklares med reduksjon i tilgang til lys (pga. endring i fargetall og stor tetthet av partikler), nedgang i fosforkonsentrasjonen (pga. tiltak og utvasking etter storflommen i 2000) og dårlige værforhold i 2007 og 2008, som til sammen har gjort Vanemfjorden mindre egnet for oppblomstringer av blågrønnalger.

Det er viktig å understreke at oppblomstringer av blågrønnalger også kan forekomme i fremtiden. Men sannsynligheten for slike oppblomstringer har avtatt siden 2007 og denne trenden vil fortsette dersom tiltakene mot fosfortilførsle fra nedbørfeltet gjennomføres som planlagt. Situasjonen etter flommen i 2000 viser at alvorlige flomhendelser kan ha en eutrofieringseffekt som påvirker vannkvalitet og motvirker kostbare tiltak i flere år. For å oppnå en varig reduksjon i sannsynligheten av algeoppblomstringer er det derfor avgjørende å sette i gang flomforebyggende tiltak.

#### *6.4.6 Tilstand i forhold til mål*

EUs rammedirektiv for vann (vanndirektivet) vurderer innsjøer og elver med hjelp av biologiske indikatorer. Andre parametere (som f.eks. næringsstoffkonsentrasjoner og siktedyp) kan brukes som støtteparametere. Miljømålet defineres som grensen mellom moderat og god økologisk status. Vurderingene for de ulike delene av Vansjø er vist i tabell 6.1. I Vansjø påvirkes siktedypet av den høye konsentrasjonen av erosjonspartikler.

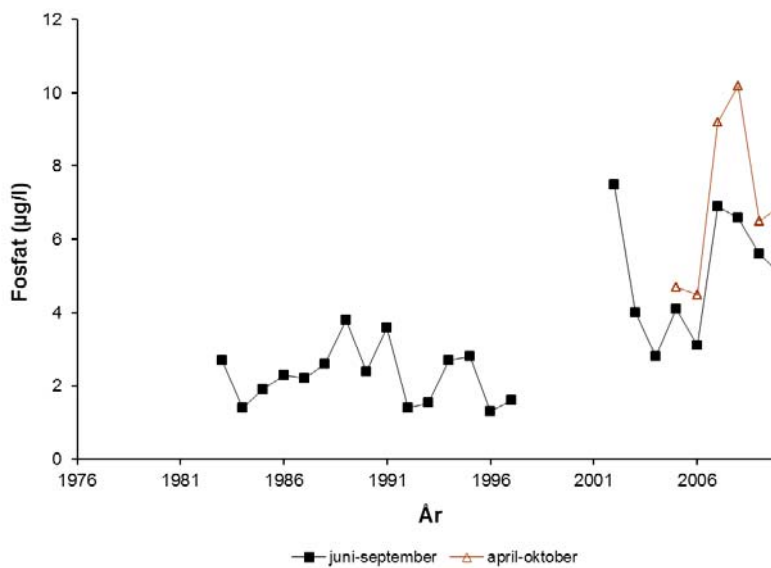
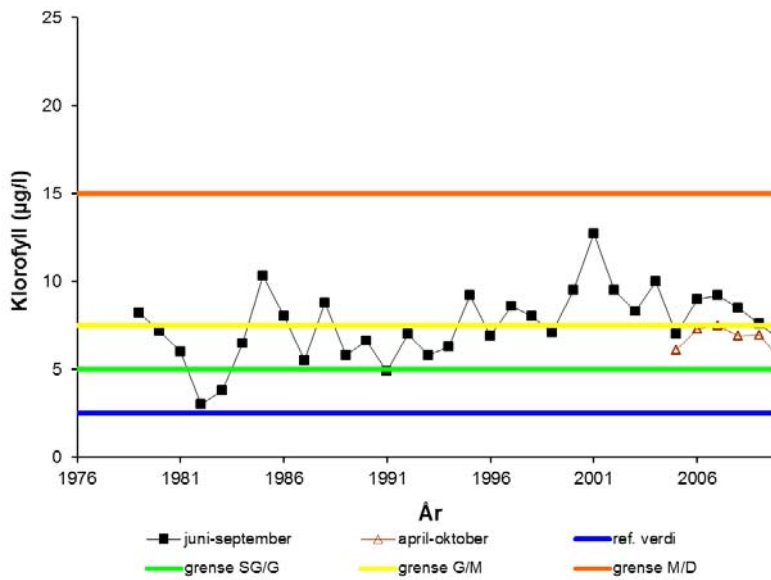
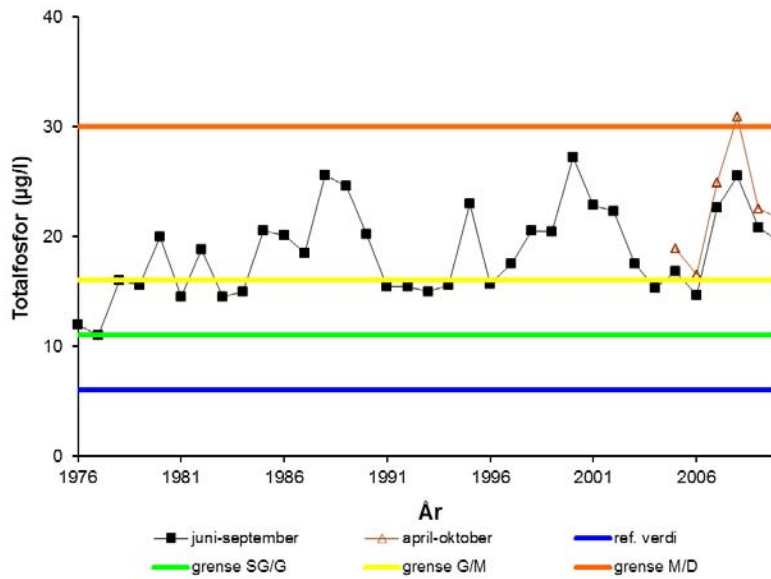
Siktedypet kan derfor ikke brukes som mål for algekonsentrasjonen i vannet.

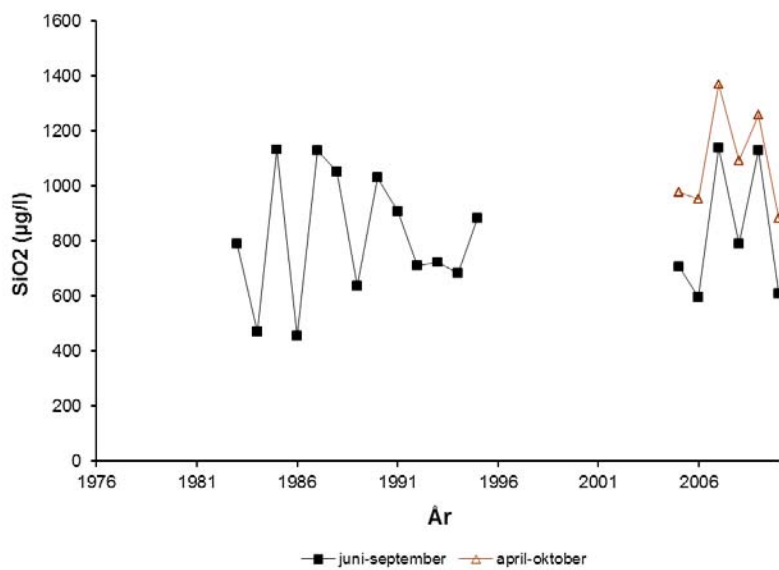
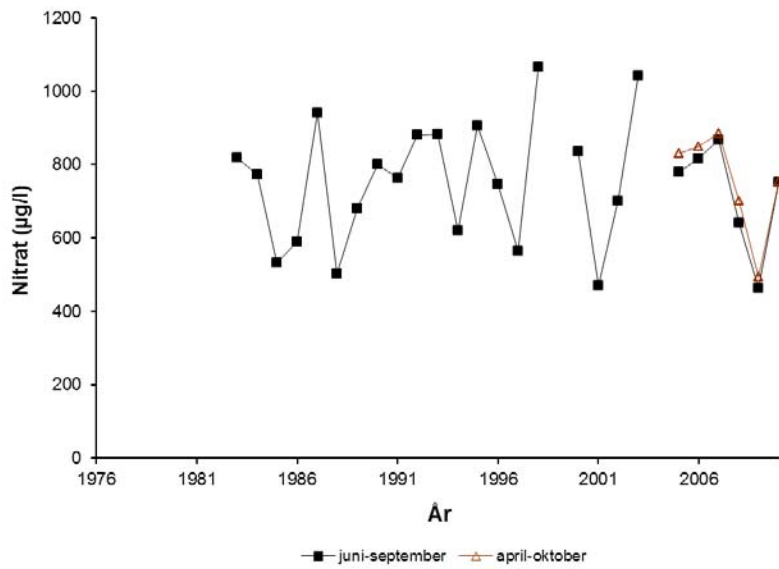
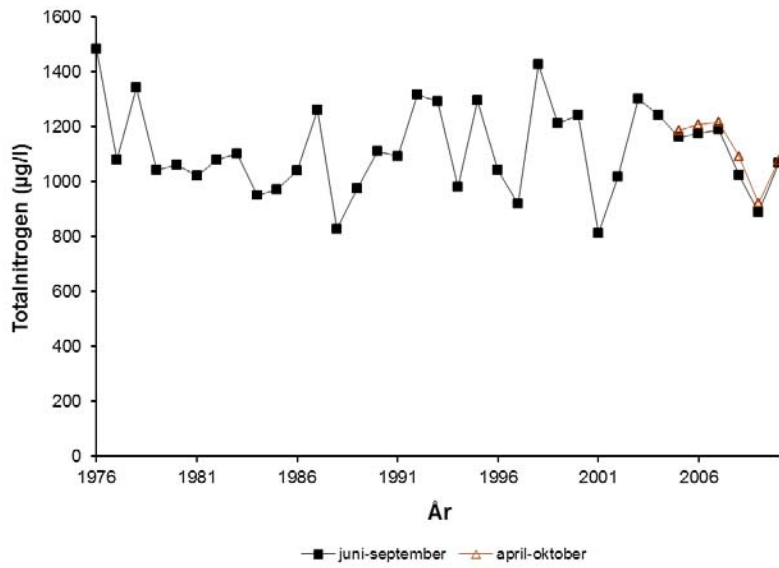
Tilstandsvurderingen bør derfor gjennomføres med klorofyll som hovedparameter og total fosfor og total nitrogen som støtteparametere. Vurderingen for Storefjorden er usikker. I 2010 lå klorofyllkonsentrasjon under og TP konsentrasjonen over grensen mellom god og moderat økologisk tilstand. I følge TN er Storefjorden i dårlig tilstand. Vanemfjorden har moderat økologisk status. Grepperødfjorden er i moderat til dårlig tilstand.

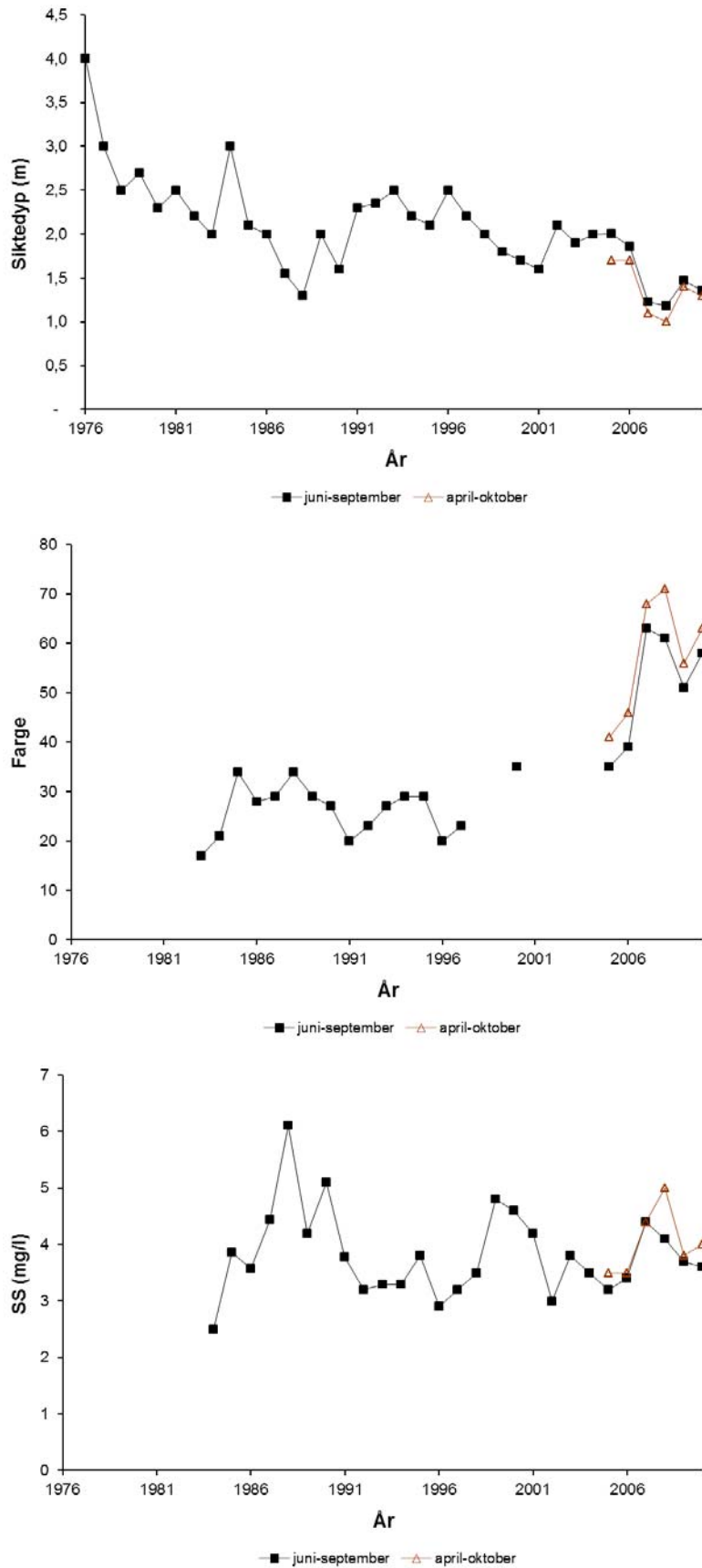


**Tabell 6.1:** Tilstand i Vansjø i forhold til målene i vanndirektivet. Grenser mellom god og moderat økologisk status er gitt i parentes.

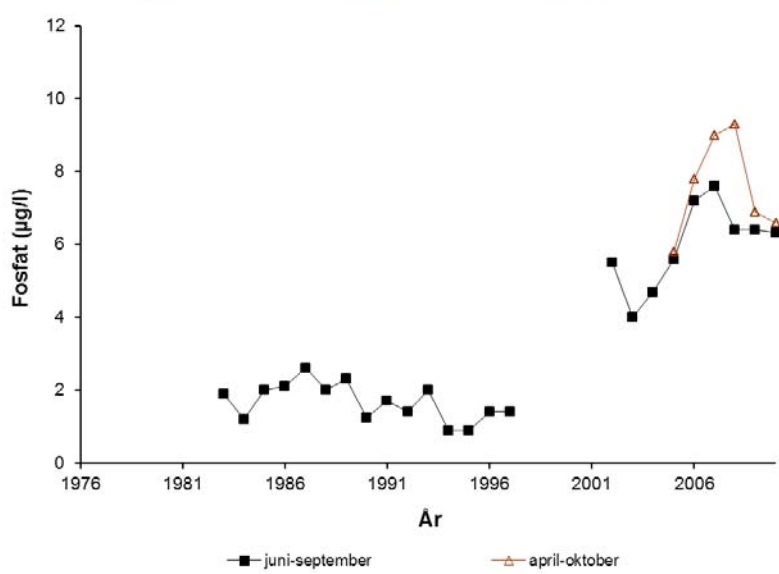
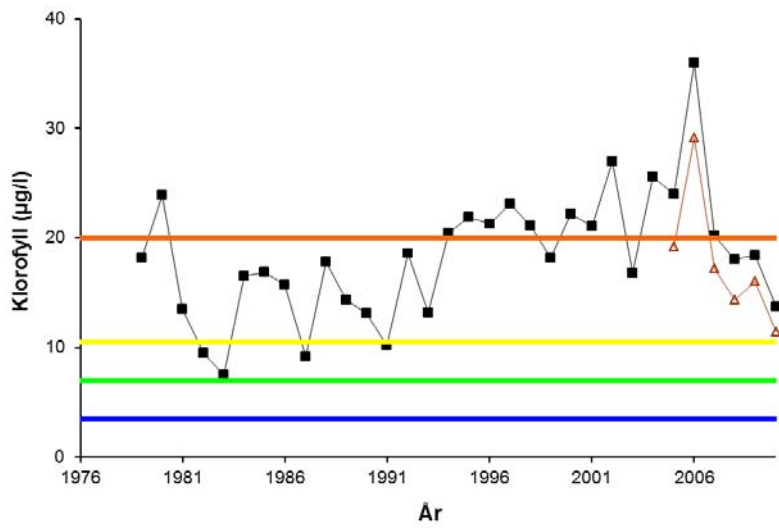
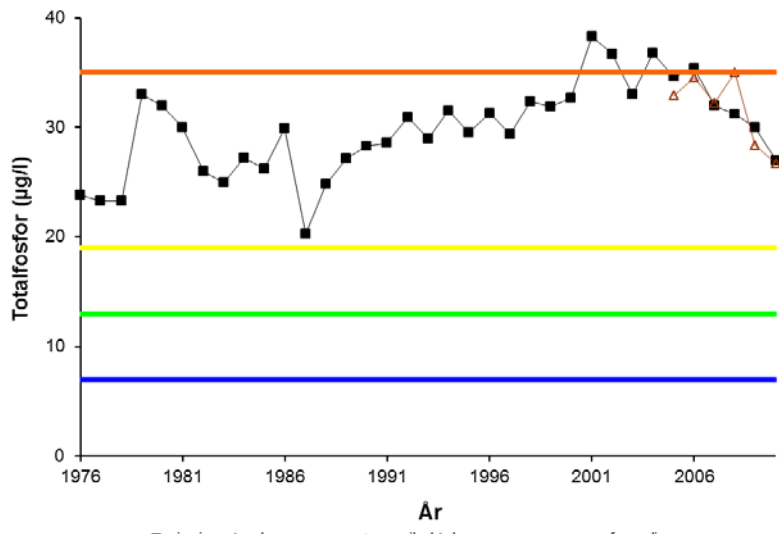
	Storefjorden	Vanemfjorden	Grepperødfjorden
Klorofyll [ $\mu\text{g/l}$ ]	6,7 (7,5)	13,7 (10,5)	33,2 (10,5)
Biomasse alger [ $\text{mg/m}^3$ ]	902	1263	3006
Total fosfor [ $\mu\text{g/l}$ ]	19,6 (16)	27 (19)	33 (19)
Total nitrogen [ $\mu\text{g/l}$ ]	1068 (500)	731 (500)	662 (500)
Nitrat [ $\mu\text{g/l}$ ]	752	296	76
SS [ $\text{mg/l}$ ]	3,6	5,2	6,0
Siktedyp [m]	1,4	1,2	1,1

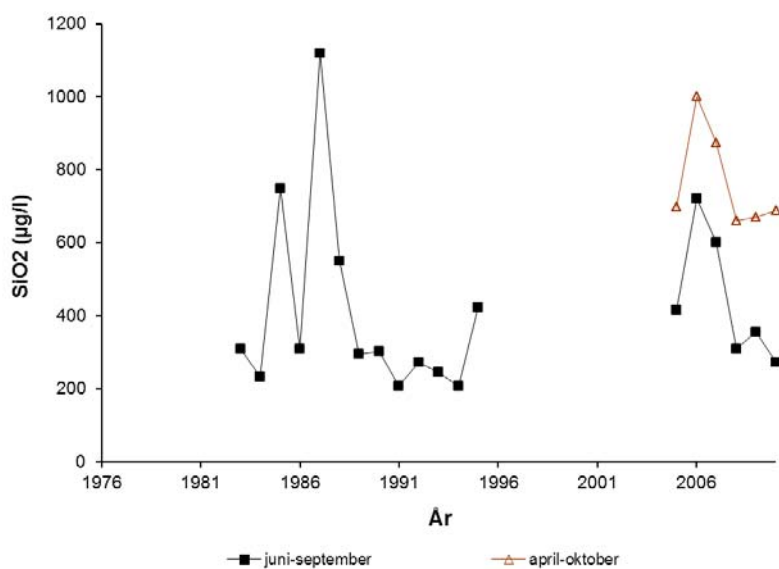
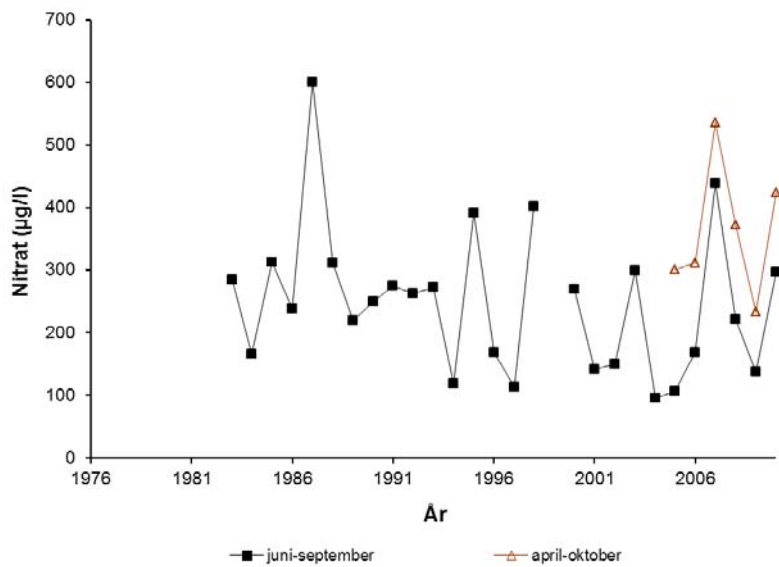
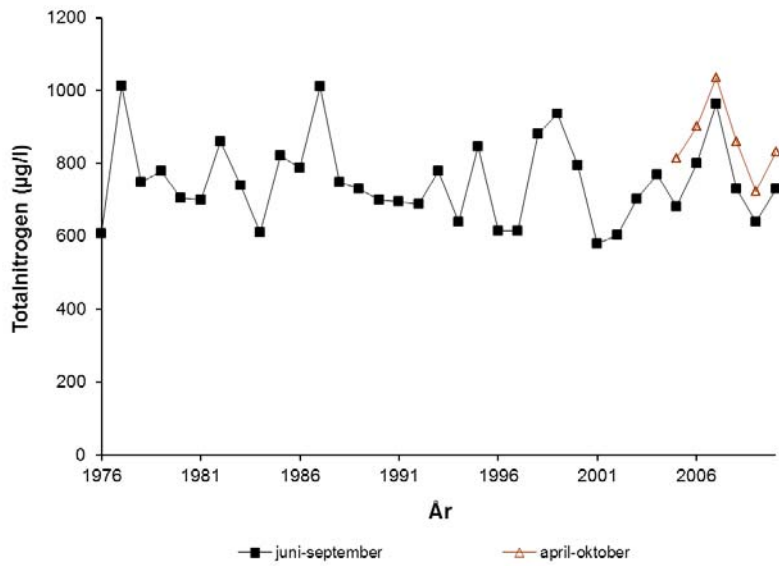


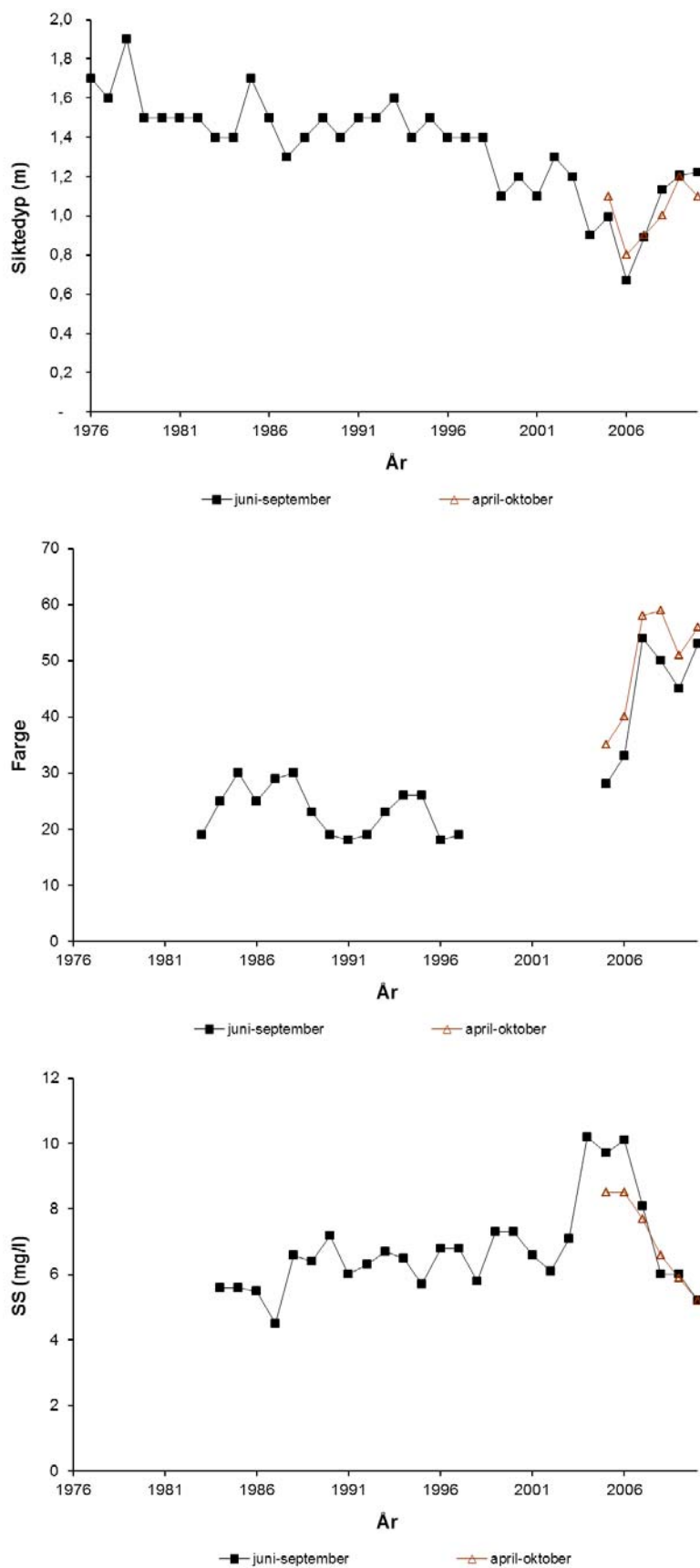




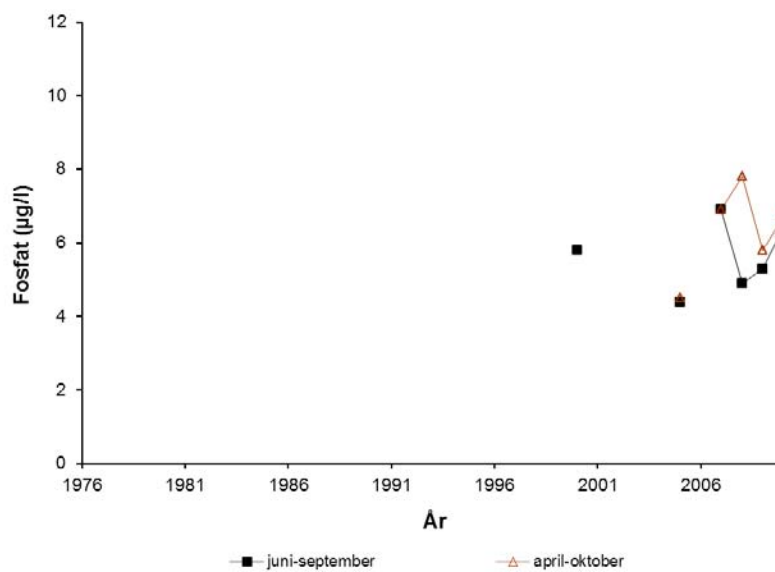
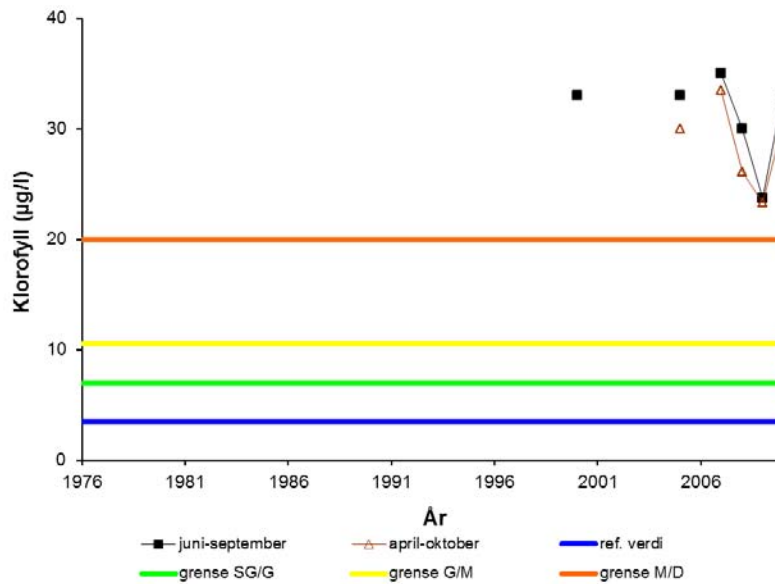
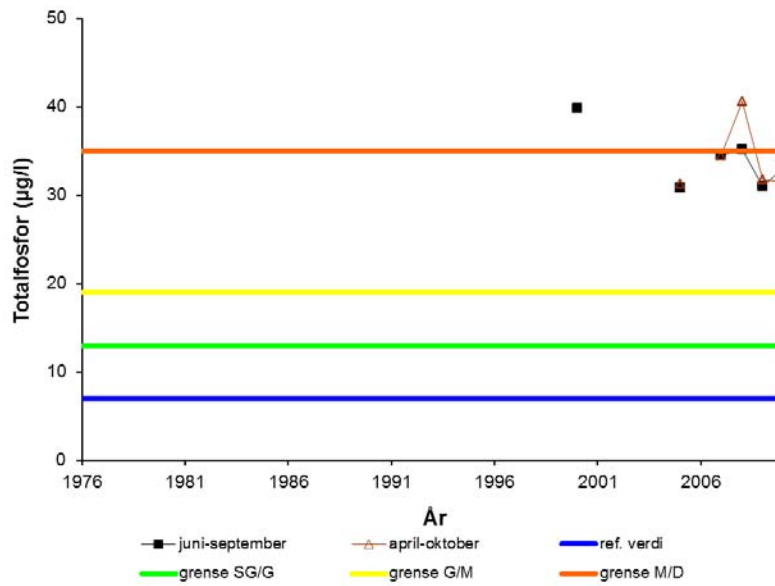
**Figur 6.15:** Langtidsserier for konsentrasjonen av TP, klorofyll, fosfat, TN, nitrat, silikat, siktedyp, farge og SS i Storefjorden (Kilde: Fylkesmann i Østfold, etter 2005 NIVA). Grensene mellom de ulike økologiske tilstandsklassene er også vist for TP og klorofyll.



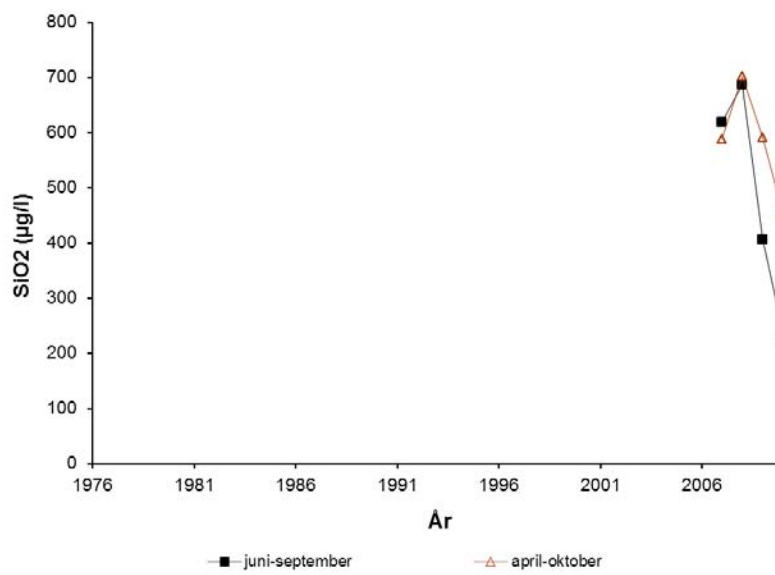
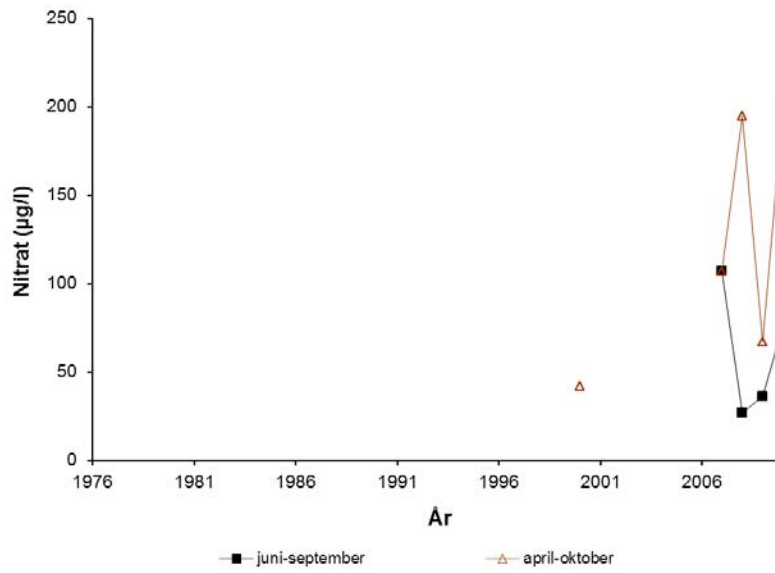
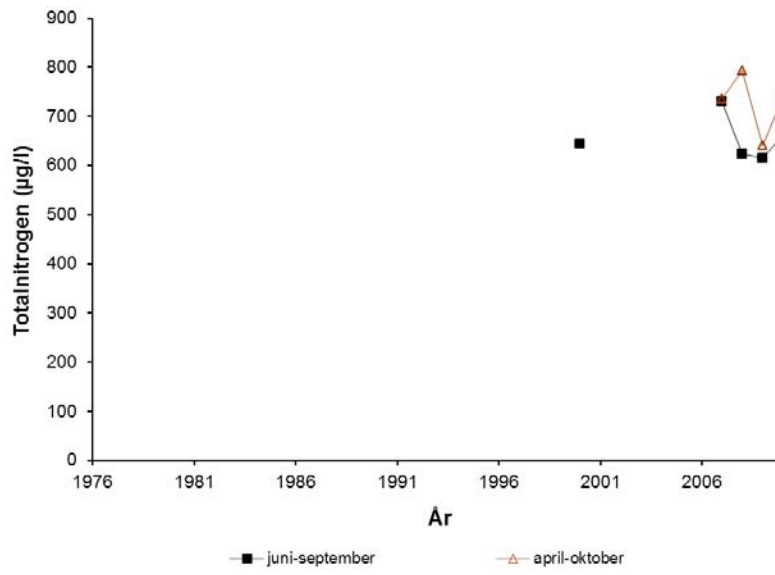


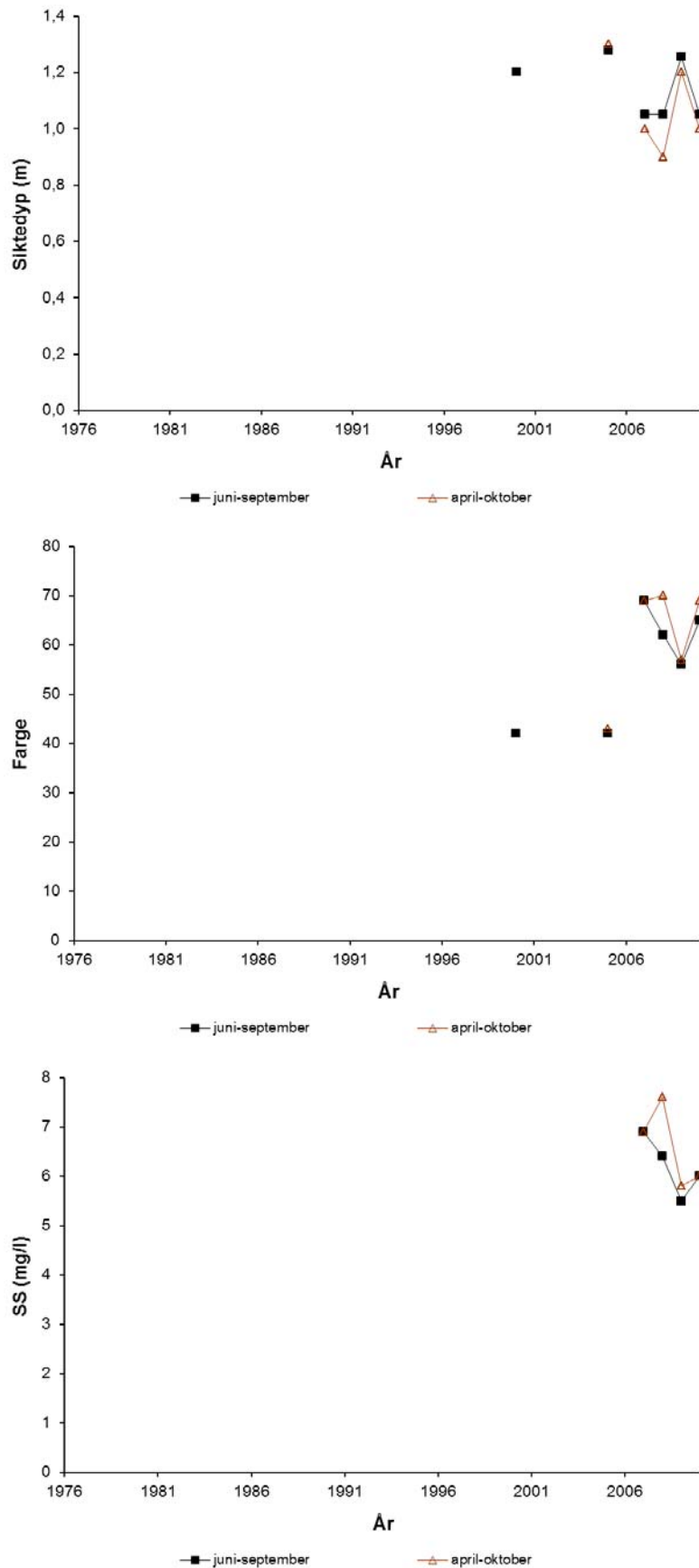


**Figur 6.16:** Langtidsserier for konsentrasjonen av TP, klorofyll, fosfat, TN, nitrat, silikat, siktedyp, farge og SS i Vanemfjorden (Kilde: Fylkesmann i Østfold, etter 2005 NIVA). Grensene mellom de ulike økologiske tilstandsklassene er også vist for TP og klorofyll.









**Figur 6.17:** Langtidsserier for konsentrasjonen av TP, klorofyll, fosfat, TN, nitrat, silikat, siktedyp, farge og SS i Grepperødfjorden (Kilde: Fylkesmann i Østfold, etter 2005 NIVA). Grensene mellom de ulike økologiske tilstandsklassene er også vist for TP og klorofyll.

# 7. Konklusjon

## 7.1 Konsentrasjoner i elver og bekker

Gjennomsnittlige konsentrasjoner i alle elver og bekker er vist i tabell 7.1. Det er relativt store variasjoner fra stasjon til stasjon. De høyeste konsentrasjonene av totalfosfor ble funnet i Støabekken, Kråkstadelva, Vaskeberget-bekken, Sperrebotn-bekken og i Hobøelva ved Kure. Total nitrogen følger omtrent samme mønster, bortsett fra at Huggenesbekken har svært høye nitrogenkonsentrasjoner. Tarmbakterier er det flest av i bekkene Årvold og Sperrebotn, samt i Ørejordet, sistnevnte drenerer et boligfelt. I stasjonene rundt Storefjorden er det i Kråkstadelva og Hobøelva ved Kure vi finner de høyeste tarmbakterieverdiene.

Tabell 7.1. Konsentrasjonsnitt\* i alle elver og bekker i overvåkingsperioden.

Stasjon	SS	Tot-P	Tot-N	PO <sub>4</sub> -P	E-koli** 90%
	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	Ant/100ml
Tangenelva	3	15	482	3	33
Hobøelva ved Mjær	5	19	805	5	90
Kråkstadelva	58	123	4070	22	4300
Hobøelva v/Kure	56	93***	1967	16	3000
Veidalselva	34	74	1232	13	1400
Mørkelva	21	40	755	6	1100
Svinna oppstrøms	24	61	1431	13	2400
Svinna v/ Klypen	8	39	914	10	400
Boslangen	4	24	577	6	60
Sundet	6	25	1986	9	1
Mosseelva	5	25	923	6	110
Bekker til vestreVansjø:					
Guthus	21	75	1300	21	1300
Sperrebotn	25	95	1030	22	8500
Augerød	34	80	1100	16	500
Ørejordet	7	33	2000	9	4200
Årvold	13	38	2300	8	9000
Støa	16	157	2500	71	900
Vaskeberget	18	112	5200	22	400
Huggenes	16	83	5800	26	300
Dalen	2	13	580	3	28

\* Snitt er basert på prøver tatt hver 14. dag bortsett fra i stasjoner hvor det kun er månedsprøver. Prøver tatt spesielt under flomforhold er fjernet.

\*\*Tarmbakterier (E-koli) er basert på 90 percentilen.

\*\*\* Hvis alle ukensprøver tas med (istedetfor utvalg hver 14. dag) blir gjennomsnittet 73 µg/l.

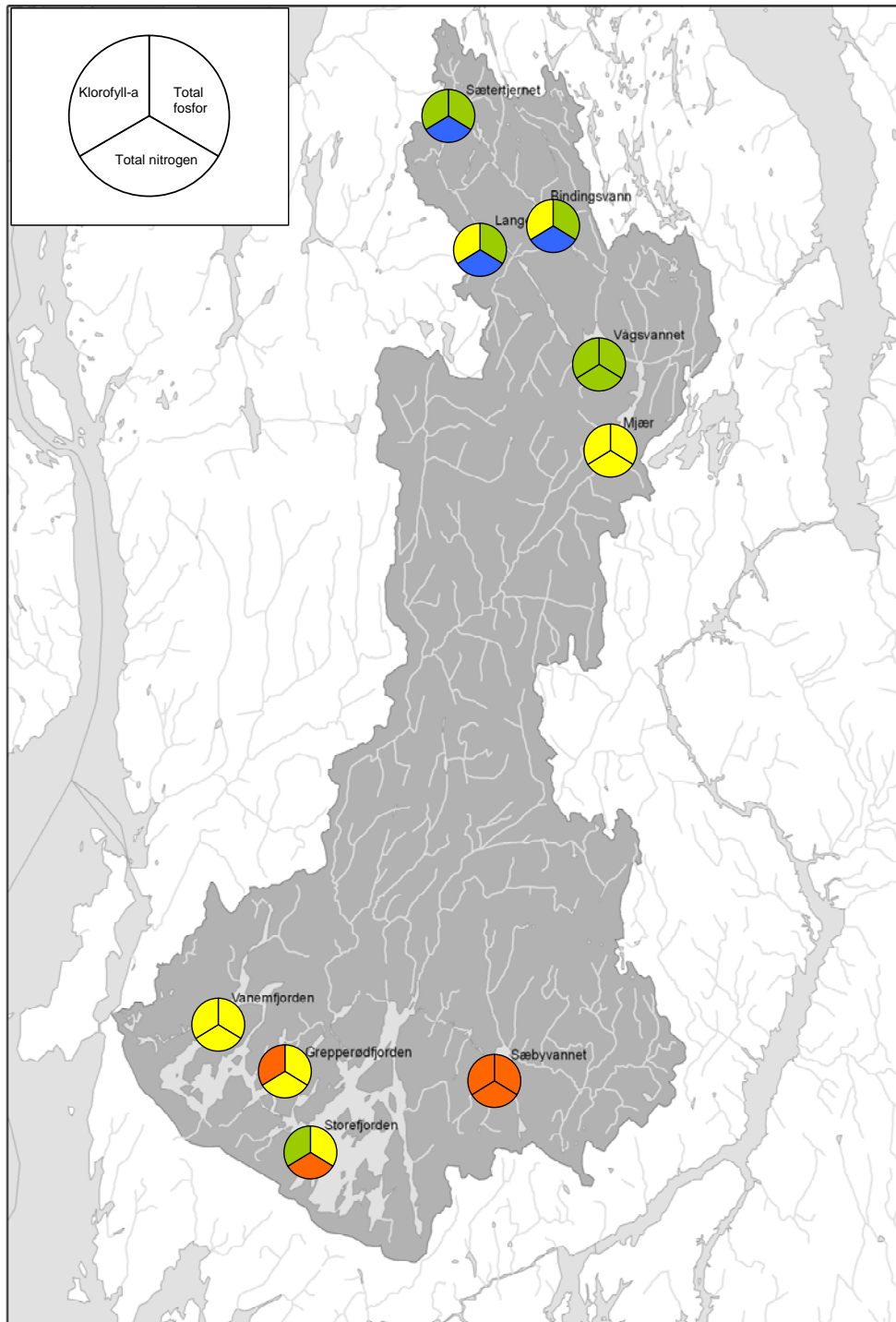
## 7.2 Miljøtilstanden i innsjøene sett i forhold til miljømålene

Iht. EUs rammedirektiv for vann skal økologisk tilstand i innsjøer og elver vurderes med hjelp av biologiske indikatorer. Andre parametre (f.eks. næringsstoffkonsentrasjoner, siktedyp) kan brukes som støtteparametre. Miljømålet defineres som grensen mellom moderat og god økologisk tilstand. Klorofyll-a er den eneste biologiske parametren vi har målt i denne undersøkelsen, hvor det er utviklet grenseverdier og definert miljømål. I tillegg har vi vurdert støtteparametren total fosfor. Siktedybde er også en støtteparameter med utviklede grenseverdier og definerte miljømål. 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 tilstand. Alle innsjøene som er undersøkt er humusrike innsjøer. I tillegg påvirkes siktedybden i Mjær, Sæbyvannet og Vansjø av høye konsentrasjoner av erosjonspartikler. Tilstandsvurderingen er derfor gjennomført med klorofyll som hovedparameter og total fosfor som støtteparameter for alle de undersøkte innsjøene i nedbørfeltet til Vansjø. Tabell 7.2 gir en oversikt over miljøtilstanden i de undersøkte innsjøene mens figur 7.1 illustrerer dette for klorofyll a, totalfosfor og total nitrogen. I tabellen og figuren er også gjeldende klassegrenser for totalnitrogen gitt farge etter tilstandsklasse.

Tabell 7.2. Økologisk tilstand i innsjøer og innsjøbassenger i nedbørfeltet i forhold til rammedirektivet for vann i 2010 (Sætertjernet har data fra 2009). Grenser mellom god og moderat økologisk tilstand er gitt i parentes, fargekoder forklart nederst i tabellen.

Innsjø	Klorofyll-a µg/L	Total fosfor µg/l	Total nitrogen µg/l	Nitrat µg/l	STS mg/l	Siktedyp m	Biomasse alger mg/m <sup>3</sup>
Sætertjernet*	5,6 (7,5)	11,6 (16)	376		2,2	2,0	804
Bindingsvannet	10,5 (7,5)	11,8 (16)	309		2,8	1,8	1102
Langen	10,4 (7,5)	15,8 (16)	383		3,0	1,9	839
Våg	5,6 (7,5)	14,2 (16)	475		2,7	1,7	374
Mjær	12,5 (7,5)	20,1 (16)	780		3,7	1,7	978
Sæbyvannet	21,5 (7,5)	32,9 (16)	926		7,2	1,0	1171
Storefjorden	6,7 (7,5)	19,6 (16)	1068	752	3,6	1,4	902
Grepperødfj.	33,2 (10,5)	33 (19)	662	76	6,0	1,1	3006
Vanemfjorden	13,7 (10,5)	27 (19)	731	296	5,2	1,2	1263
	Meget god tilstand						
	God tilstand						
	Moderat tilstand						
	Dårlig tilstand						

\* 2009-verdier.



Figur 7.1 Tilstanden i innsjøene illustrert for klorofyll a, totalfosfor og total nitrogen.

### 7.3 Transport av fosfor til Vansjø i overvåkingsperioden

Tabell 7.3 viser den faktiske transporten av fosfor og partikler til Vansjø i perioden 16. oktober 2009 – 15. oktober 2010. Totalt ble det til Storefjorden tilført 21 tonn fosfor fra de fire største tilførselselvene i perioden, mens det lokalt til vestre Vansjø ble tilført 2,5 tonn (inkludert areal som drenerer både til Vanemfjorden og Mosseelva).

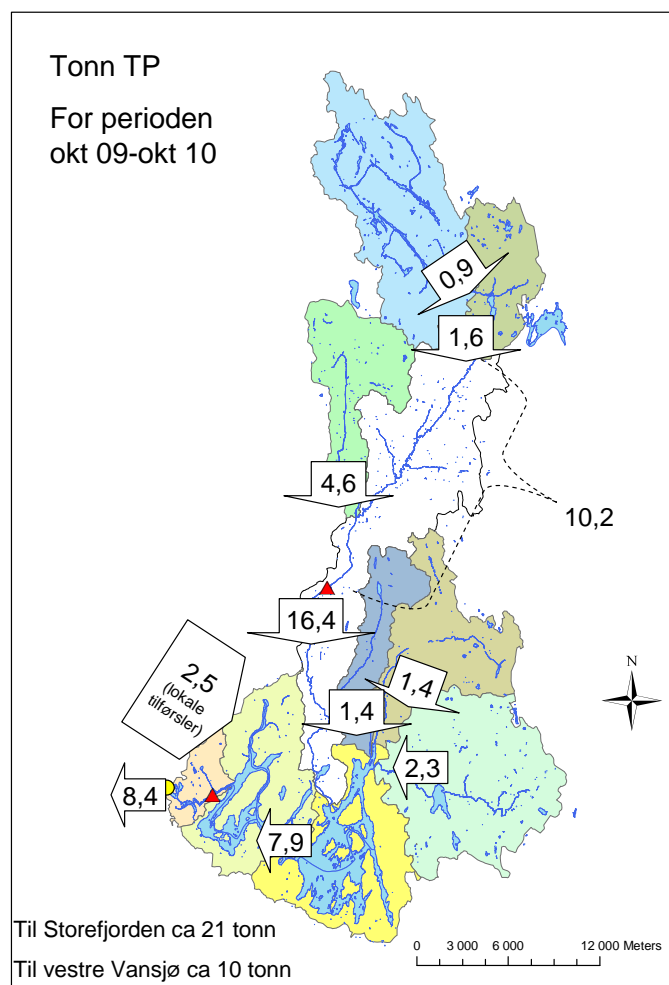
Tabell 7.3. Transport utvalgte steder i vassdraget av fosfor (TP), nitrogen (TN) og partikler (STS) i perioden 16. oktober 2009 – 15. oktober 2010. Verdier ikke vannføringsnormaliserte.

Stasjon	STS	TP	TN
	tonn	tonn	tonn
Samlet til Storefjorden*	12 204	21	456
Transport gjennom Sundet	1900	7,9	306
Totalt beregnet vestre Vansjø**	768	2,5	-
Mosseelva (ut til fjorden)	1770	8,4	298

\*Lokale bekkfelt til Storefjorden og evt tilførsler/ras nedstrøms målestasjonen ikke medregnet

\*\* Inkludert umålte felt og bekker som drenerer både til vestre Vansjø og Mosseelva

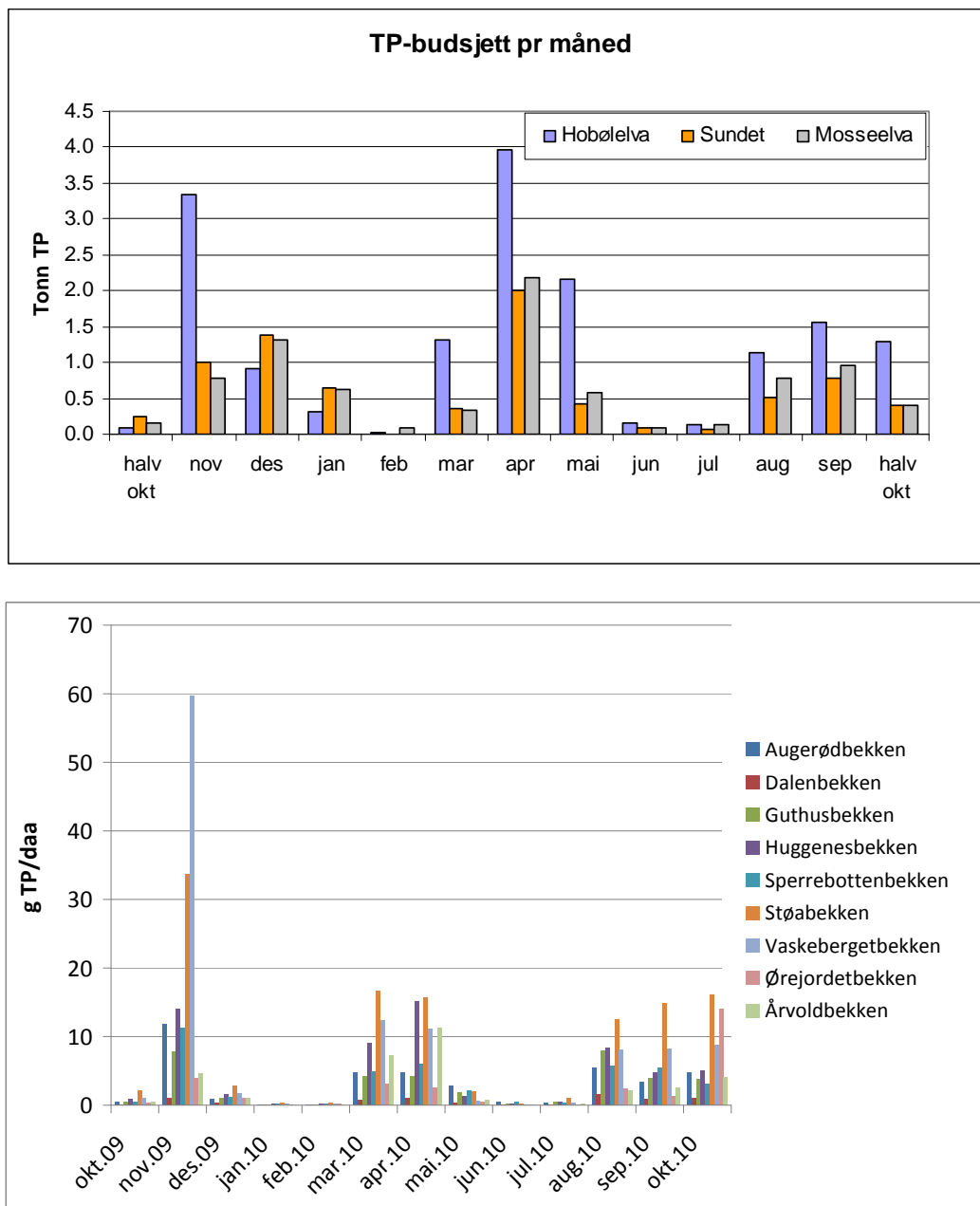
Figur 7.2 viser fosforbudsjettet (ikke vannføringsnormalisert) for perioden 16. oktober 2009-15. oktober 2010. Perioden er preget av relativt høye tilførsler særlig fra Hobølelva, noe som er ytterligere kommentert i kapittel 7.8. Tilførslene til vestre Vansjø er de laveste som er målt siden 2005, som var en meget tørr årsperiode.



Figur 7.2. Faktisk fosforbudsjett for vassdraget, vist som tonn totalfosfor (TP) i måleperioden oktober 2009 – oktober 2010.

Som vist i figur 7.3 var det størst tilførsler fra Hobølelva i november og april/mai, mens det ble tilført lite i juni og juli. Disse sommermånedene gikk det også lite næringsstoff til vestre Vansjø fra bekkfeltene. Hovedmengden av fosforet fra bekkene rundt vestre Vansjø ble

tilført i november, mens månedene mars og april hadde omtrent like store tilførsler som høstmånedene august-oktober.



Figur 7.3. Fosforbudsjettet fordelt per måned for stasjonene med størst transport i Vansjø-Hobølvassdraget (Hobøelva, Sundet og Mosseelva) øverste graf, og for bekkene til vestre Vansjø (nederste graf).

#### 7.4 Næringsstoffbudsjett for vassdraget (faktisk) 2005-2010

Metodikken for å beregne næringsstoffbudsjettet i vassdraget er beskrevet i Skarbøvik m.fl. 2008. Tabellene 7.4 - 7.6 viser faktisk (ikke vannføringsveide) budsjetter for hhv fosfor, nitrogen og suspendert tørrstoff for årene 2005-2010, basert på tilgjengelige data og beregninger.

Tabell 7.4. Fosforbudsjettet for nedbørfeltet (faktisk).

	2005	2006	2007	2007-08	2008-09	2009-10
	tonn	tonn	tonn	tonn	tonn	tonn
Hobøelva	6,5	23	16,7	28,8	9,8	16,4
Svinna	1,7	2,6	2,5	3,9	2,1	2,3
Mørkelva	0,7	1,0	1,0	1,4	1,0	1,4
Veidalselva	0,8	1,3	1,2	1,8	1,2	1,4
SUM Storefjn	9,7	27,9	21,4	35,9	14,1	21,5
Sundkjeften	4,4	9,4	9,7	15,4	8,6	7,9
V.Vansjø*	1,7	4,1	5,3	3,7	2,7	2,5
Mossefossen	7,1	13,4	13,1	17,0	9,9	8,4
	Beregnet ved slamføringskurve					
	Beregnet ved lineær interpolasjon					
	Umålt; beregnet fra forholdet mellom TP og vannføring (2006, 2007) og vannf. i 2005.					
	Prøver kun fra mai-oktober; lineær interpolasjon.					
	Sum av de fire hoved-tilførselselvene til Storefjn.					

\* Omfatter tilførsler både til Vanemfjorden og Mosseelva. Er beregnet fra oktober-oktober for alle år.

Tabell 7.5. Nitrogenbudsjettet for nedbørfeltet (faktisk).

	2005	2006	2007	2007-08	2008-09	2009-10
	tonn	tonn	tonn	tonn	tonn	tonn
Hobøelva			256	333	184	353
Svinna			61	49	57	56
Mørkelva			18	29	26	26
Veidalselva			15	30	20	21
SUM Storefjn			350	441	287	456
Sundkjeften			-	-	297	306
V.Vansjø*			36	-	-	-
Mossefossen	240	569	447	505	330	298
	Annet halvår basert på forholdet mellom konsentrasjon og vannføring i 1. halvår					
	Beregnet ved lineær interpolasjon					
	Sum av de fire hoved-tilførselselvene til Storefjn.					

\* Omfatter tilførsler både til Vanemfjorden og Mosseelva. Er beregnet fra oktober-oktober for alle år.

Tabell 7.6. Budsjett for suspendert tørrstoff (STS) for nedbørfeltet (faktisk).

	2005	2006	2007	2007-08	2008-09	2009-10
	tonn	tonn	tonn	tonn	tonn	tonn
Hobøelva	2 210	12 000	6 008	11 519	3 945	9 892
Svinna	-	700	469	958	502	574
Mørkelva	-	540	368	592	604	855
Veidalselva	-	730	475	821	784	883
SUM Storefjn	-	13970	7320	13890	5835	12204
Sundkjeften	-	-	-	-	1 278	1 900
V.Vansjø*	-	454	1219	939	682	768
Mossefossen	1271	2301	2 642	3 492	1 793	1 770
	Beregnet ved slamføringskurve					
	Beregnet ved lineær interpolasjon					
	Annet halvår umålt og ble beregnet basert på vannføring annet halvår og forholdet mellom konsentrasjon og vannføring i 1. halvår.					
	Sum av de fire hoved-tilførselselvene til Storefjn.					

\* Omfatter tilførsler både til Vanemfjorden og Mosseelva. Er beregnet fra oktober-oktober for alle år.



## 7.5 Vannføringsnormaliserte fosforbudsjetter

Tabell 7.7 viser vannføringsnormalisert fosfortransport ved ulike stasjoner i vassdraget siden 2005 mens figur 7.4 viser utvalgte vannføringsnormaliserte tilførsler skjematisk.

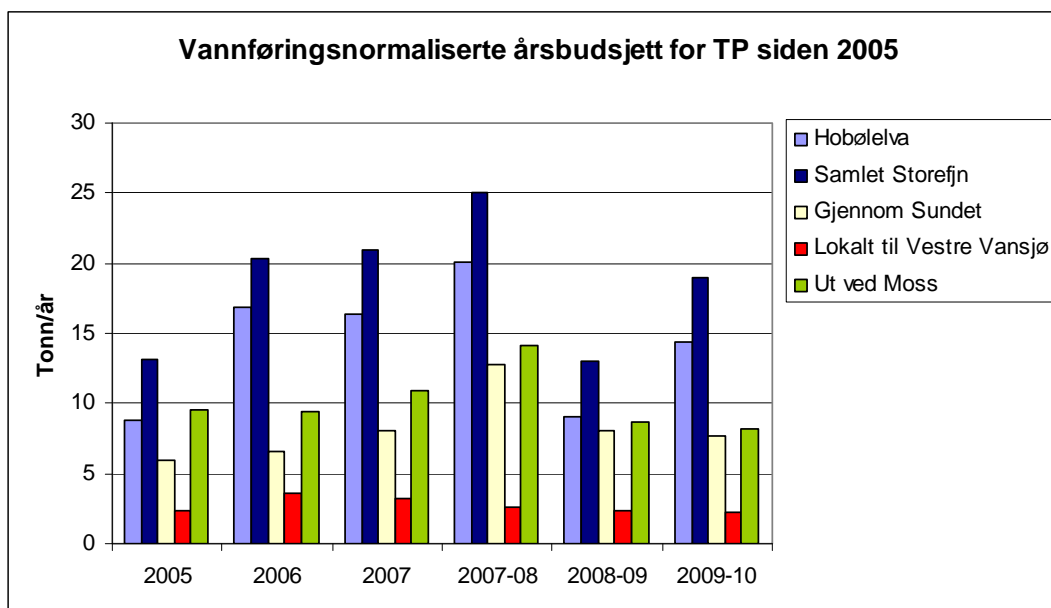
Vannføringsnormalisering for alle felt er utført basert på vannføringsdata fra Hobøelva i perioden 1977-2007, dvs med en normalavrenning på 470 mm.

Tabell 7.7. Vannføringsnormaliserte tilførsler av totalfosfor i vassdraget siden 2005.

	2005	2006	2007	2007-08	2008-09	2009-10
	TP	TP	TP	TP	TP	TP
	tonn	tonn	tonn	tonn	tonn	tonn
Hobøelva	8,8	16,8	16,4	20,1	9,1	14,4
Svinna	2,3	1,9	2,5	2,7	1,9	2,0
Mørkelva	0,9	0,7	1,0	1,0	0,9	1,2
Veidalselva	1,1	0,9	1,2	1,3	1,1	1,2
Sum						
Storefjn*	13	20	21	25	13	19
Sundkjeften	6,0	6,6	8,1	12,8	8,0	7,7
V.Vansjø**	2,4	3,6	3,2	2,6	2,4	2,2
Mossefossen	9,6	9,4	10,9	14,1	8,7	8,2

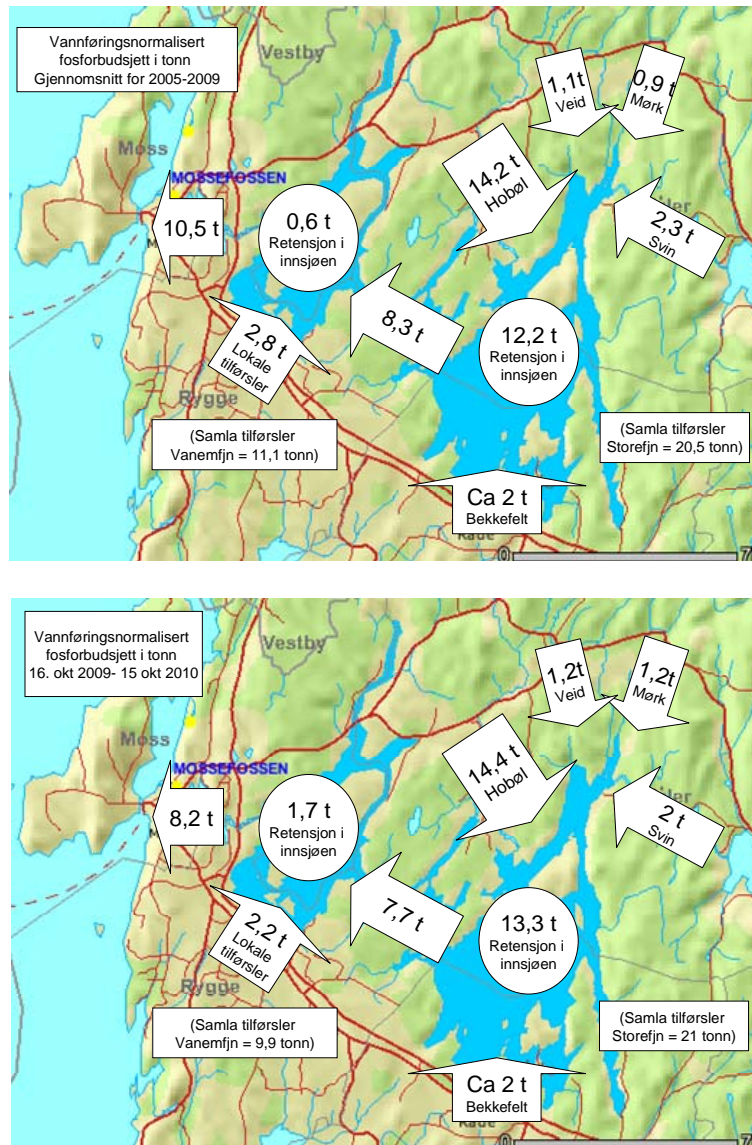
\* Lokale bekkefelt ikke medregnet her.

\*\* Omfatter tilførsler både til Vanemfjorden og Mosseelva. Er beregnet fra oktober-oktober for alle år. Tilførslene ble beregnet pånytt for alle år i 2010 og er derfor noe endret siden foregående år.



Figur 7.4. Vannføringsnormaliserte årsbudsjetter for totalfosfor for utvalgte stasjoner siden 2005. De tre siste årsperiodene varer fra 16. oktober – 15. oktober året etter.

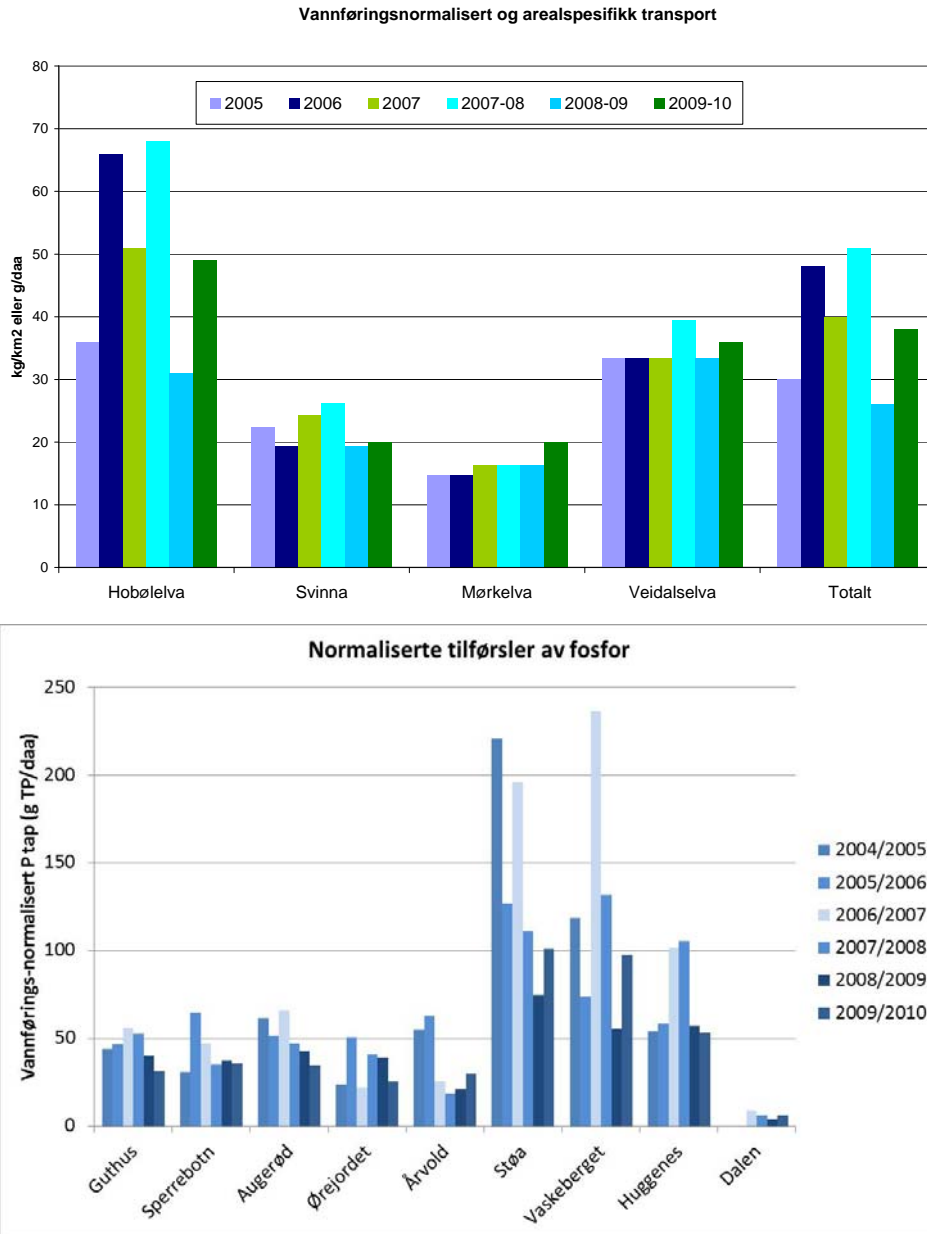
Figur 7.5 viser fosforbudsjettet normalisert for vannføring som snitt for årene 2005-oktober 2009 (øvre panel); og for oktober 2009-oktober 2010 (nedre panel).



Figur 7.5. Vannføringsnormalisert fosforbudsjett for hele Vansjø, i tonn. Basert på et beregnet gjennomsnitt for årene 2005- 2009 (øvre panel); og for oktober 2009-oktober 2010 (nedre panel). (Kartgrunnlag NVE-Atlas). Merk at bekkefeltene langs Storefjorden ikke er målt, tilførslene er antatt å være konstant 2 tonn.

## 7.6 Vannføringsnormaliserte og arealspesifikke tilførsler siden 2005

Beregning av arealspesifikk transport gjør det mulig å sammenligne hvilke elver/bekker som har størst produksjon av næringsstoffer. Figur 7.6 viser vannføringsnormaliserte verdier for transport pr areal av fosfor i elvene som drenerer til Storefjorden (øvre panel) og bekkene som drenerer til Vanemfjorden (nedre panel).



Figur 7.6. Vannføringsnormaliserte fosfortap fra nedbørfeltene (i  $\text{kg}/\text{km}^2$  eller  $\text{g}/\text{daa}$  nedbørfeltareal) i 2004-10 for de fire tilførselselvene til Storefjorden og ni bekker til vestre Vansjø. (Data for Storefjorden er oppdaterte siden i fjor og omfatter nå kun transport beregnet med slamføringskurven). All normalisering basert på en normalavrenning på 470 mm.

For elvene er det Hobølelva som har størst transport per arealenhet. Som nevnt tidligere, er det slik at vannføringsnormalisering i denne elva ikke nødvendigvis blir riktig ettersom det her er aktive erosjonsprosesser i elveleiet som vil gi forholdsvis høyere transport i våte år. Stasjonen viser store variasjoner fra år til år i forhold til de tre andre elvene til Storefjorden.

De fleste bekkene har en arealspesifikk og vannføringsnormalisert transport i samme størrelsesorden som Hobølelva, men Støabekken, Vaskeberget og Huggenes har adskillig høyere transportverdier. Dalenbekken har svært lave verdier – dette er en referansestasjon hvor det ikke er jordbruk i nedbørfeltet.

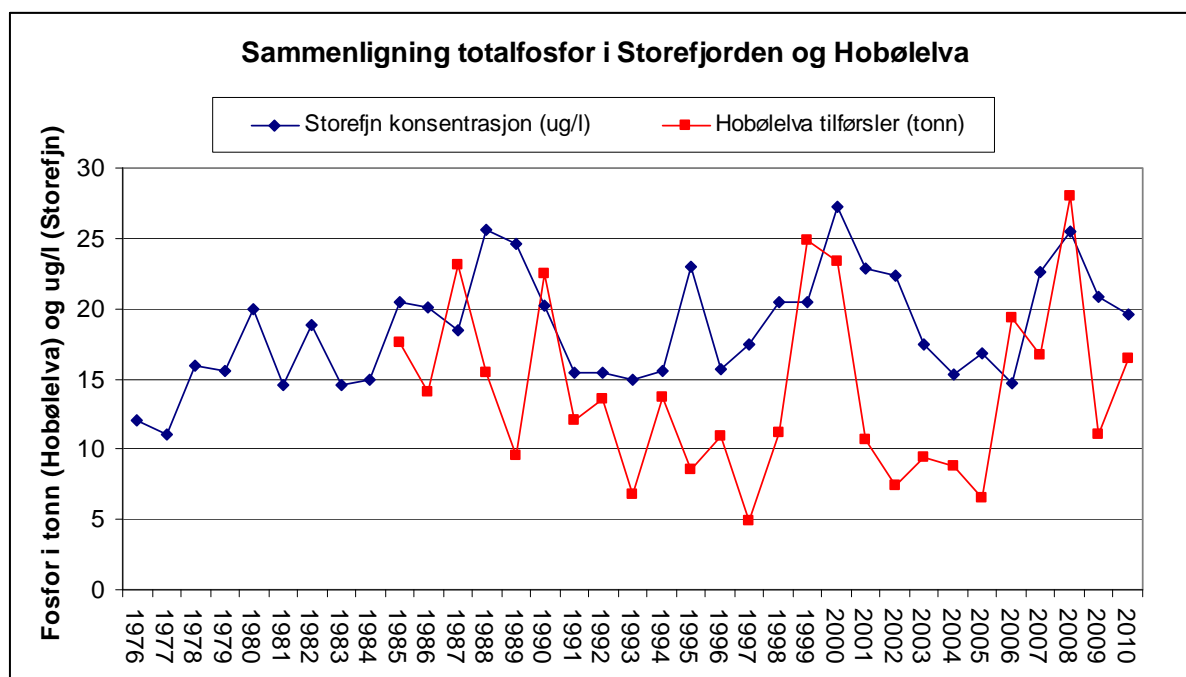
## 7.7 Langtidsutviklingen av næringsstoffer i vassdraget

### 7.7.1 Fosfor i Hobølelva og Storefjorden

Figur 7.7 viser utviklingen av gjennomsnittskonsentrasjoner for totalfosfor i Storefjorden sammen med tilførsler fra den viktigste tilførselselva, Hobølelva. Mens de andre tre tilførselselvene til Storefjorden har relativt stabile tilførsler fra år til år, varierer Hobølelvas tilførsler kraftig avhengig av nedbør og avrenning (se kapittel 4).

Figuren viser at fosforinnholdet i Storefjorden tildels er styrt av tilførsler av erosjonspartikler fra nedbørfeltet og dermed av nedbørmengde, antall flomepisoder, omfang av ras og antall vinterdager med frost og snø. Klimavariasjoner kan medføre svingninger i Storefjordens fosforinnhold i størrelsesorden  $\pm 25\%$ . De klimarelaterte svingningene i fjordens fosforinnhold kan gjøre det vanskelig å oppdage effekter av tiltak.

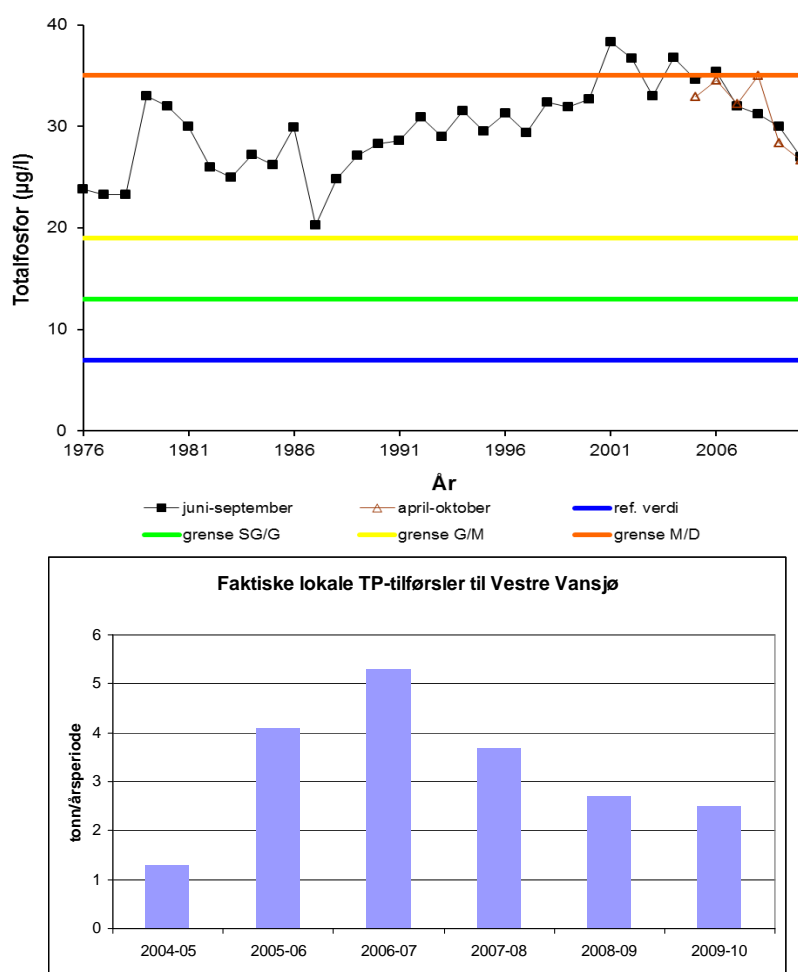
Figuren viser også at det ikke alltid er en sammenheng mellom høye tilførsler fra Hobølelva og høye konsentrasjoner i Storefjorden. Dette kan bl.a. være knyttet til når på året tilførslene kommer, samt ulike prosesser i innsjøen. Datakvaliteten i tidlige år bør også tas med i betraktningen.



Figur 7.7. Grafen gir langtidsserier for konsentrasjonen av totalfosfor ( $\mu\text{g/l}$ ) i Storefjorden (blå kurve) og faktiske totalfosfor-tilførsler (tonn) til Storefjorden fra Hobølelva (rød kurve).

### 7.7.2 Fosfor fra lokale bekkefelt og i Vanemfjorden

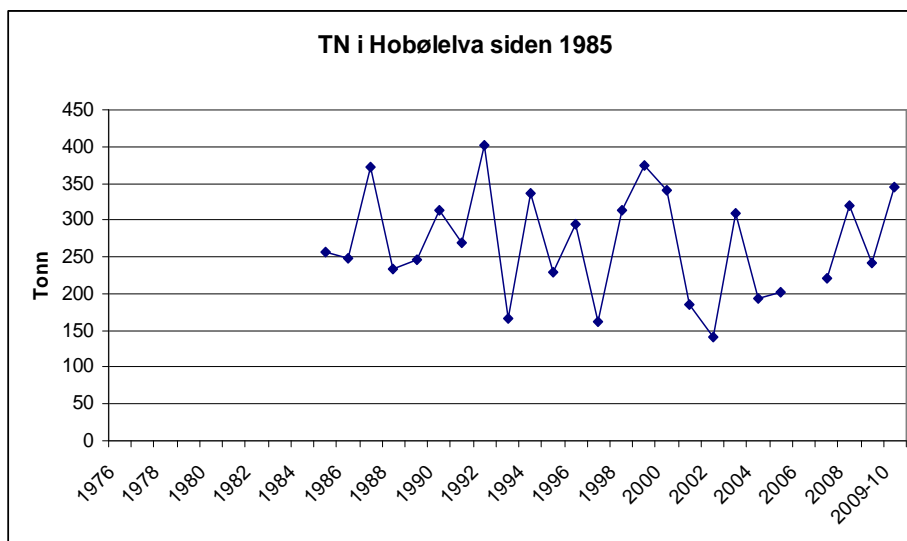
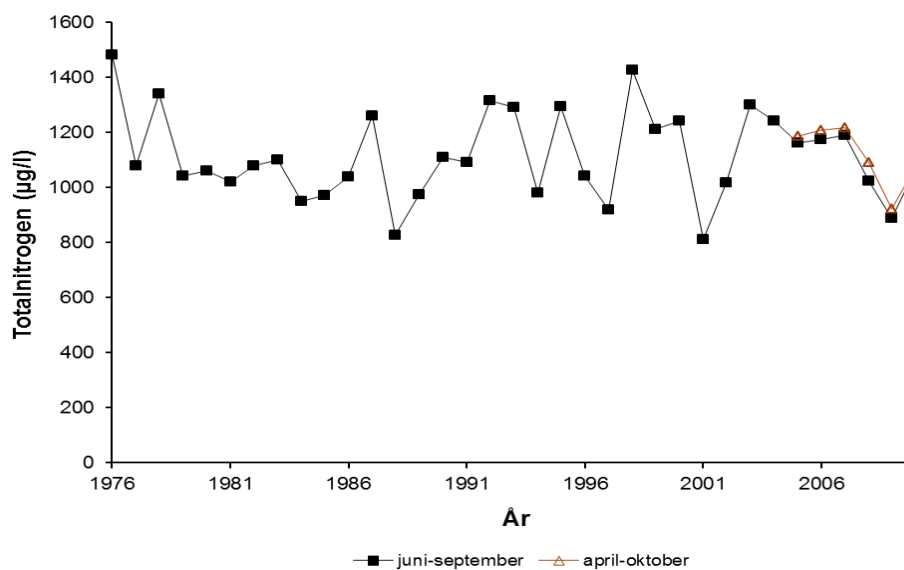
I Vanemfjorden medførte flommen i 2000 en kraftig økning av fosforkonsentrasjonen. Mellom 2002 og 2009 sank konsentrasjonen gradvis, særlig i perioden 2007-2010. Dette og utviklingen av giftige algeoppblomstringer i perioden 2001-2006 understreker at flomhendelser kan ha en eutrofieringseffekt som påvirker vannkvaliteten og som kan motvirke effekten av kostbare tiltak i flere år etter flomhendelsen. Tilbakegangen i fosforkonsentrasjon etter 2001 antas å dels skyldes en regenerering av systemet etter flommen, dels tiltak i lokale areal rundt vestre Vansjø. Resultatene fra overvåking av bekker til vestre Vansjø viser at tilførsler fra det lokale bekkefeltet har gått kontinuerlig tilbake siden 2007. Dette samsvarer med utviklingen av fosforkonsentrasjonen i Vanemfjorden (figur 7.8). I 2010 ble det målt konsentrasjoner i Vanemfjorden som lå på nivå med målinger fra 1989.



Figur 7.8 Langtidsserier for konsentrasjonen av totalfosfor i Vanemfjorden (øverst) og tilførsler av totalfosfor til vestre Vansjø siden 2004 (nederst).

### 7.7.3 Nitrogen i Hobølelva og Storefjorden

Langtidsutviklingen av nitrogenkonsentrasjonen i både Storefjorden og Vanemfjorden er preget av kraftige variasjoner fra år til år og et stabilt langtidsgjennomsnitt (jf. figur 7.9 for Storefjorden). Statistisk sett finnes det ingen trend i verken Storefjorden eller Vanemfjorden for perioden 1976 til 2010. Kraftige flomhendelser etterfølges ofte av år med lave konsentrasjoner av nitrogen, noe som kan skyldes at det i nedbørrike perioder vaskes ut mineralsk nitrogen fra jorda. Vintertemperaturer spiller også en viktig rolle siden kraftig frost reduserer bakteriell nedbryting av nitrat i jorden. Dermed holdes nitratinnholdet i jorda seg høyt og kan gi høy avrenning om våren. Det motsatte skjer i varme vintre med flere fryse-og-tine episoder. De lave nitrogenverdiene i 2008/2009 og de høye konsentrasjonene som ble målt i 2010 er i samsvar med denne teorien.

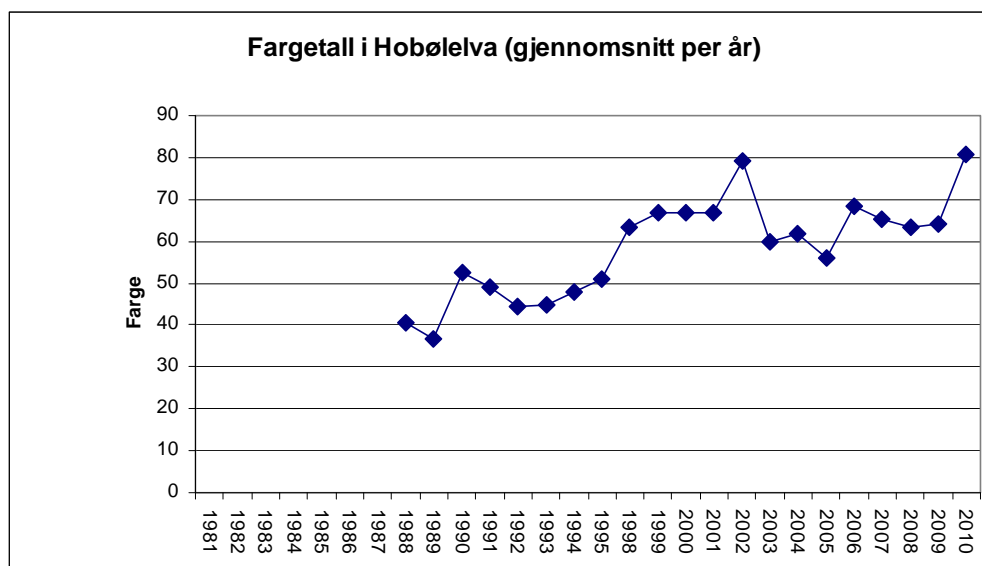
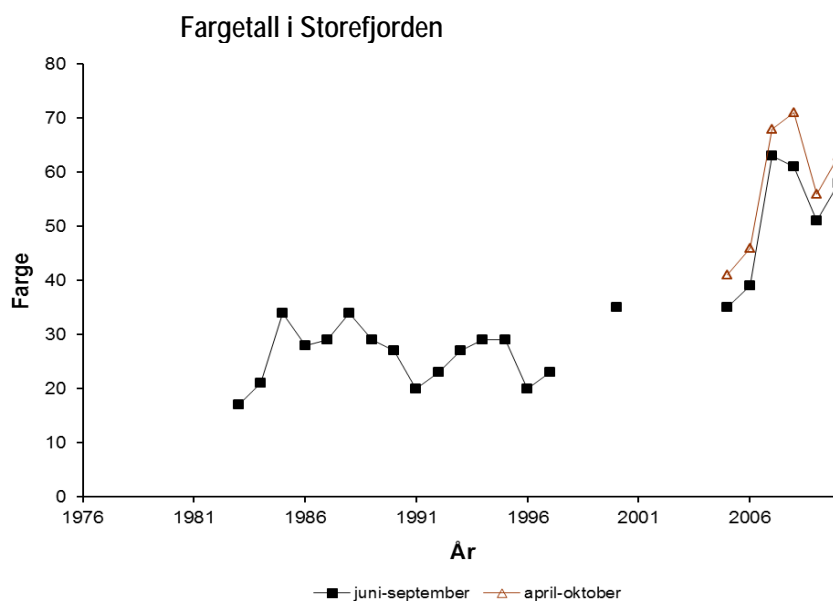


Figur 7.9. Langtidsserier for konsentrasjonen av TN i Storefjorden (øverst) og tilførsler i Hobølelva (nederst).

### 7.7.4 Algebegrensing i Vansjø

Mye tyder på at algemengden i Vansjø i stor grad begrenses av lys, men fosfor-, nitrogen- og silikatbegrensning kan også spille en rolle, særlig i den siste delen av sommeren. Som vist i figur 7.10 har fargetallet økt uvanlig mye i innsjøen fra 2006-2007. Årsaken er uklar men dette har medført en kraftig reduksjon i siktedyp og algenes tilgang til lys.

I Hobøelva har også fargetallet økt fra rundt 40-50 på 80- og 90-tallet til rundt 60-80 på 2000-tallet. Selv om Hobøelvas fargetall ikke viser en tilsvarende økning som i Storefjorden i årene 2006-07 så er det altså en tydelig økning på 2000-tallet i forhold til tidligere.



Figur 7.10. Fargetall i Storefjorden (øverst) og i Hobøelva ved Kure (nederst, gitt som snitt per år).

Reduksjonen i Vanemfjordens fosforinnhold har økt sannsynligheten for langvarig fosforbegrensning av algeveksten. Reduksjonen i konsentrasjonen av klorofyll i Vanemfjorden fra 2007 til 2010 kan forklares med reduksjon i siktedyp (pga. endring i

fargetall og stor tetthet av partikler), nedgang i fosforkonsentrasjonen (pga. tiltak og utvasking etter storflommen 2000) og dårlige værforhold i 2007/2008, som til sammen har gjort Vanemfjorden mindre egnet for oppblomstringer av blågrønnalger. Det er viktig å understreke at oppblomstringer av blågrønnalger også kan forekomme i fremtiden. Dog har sannsynligheten for slike oppblomstringer avtatt siden 2007, og denne trenden antas å fortsette dersom tiltakene mot fosfortilførselene fra nedbørfeltet gjennomføres som planlagt.

Situasjonen etter flommen i 2000 viser at alvorlige flomhendelser kan ha en eutrofieringseffekt som påvirker vannkvalitet og motvirker kostbare tiltak i flere år. For å redusere faren for fremtidige algeoppblomstringer er det derfor ansett som avgjørende å sette i gang flomforebyggende tiltak.

## 7.8 Utvikling i de seks andre innsjøene

Utviklingen i de øvrige innsjøene i feltet kan oppsummeres som følger:

- **Sætertjernet** vurderes å være i god økologisk tilstand basert på data fra 2008-2009 og er ikke overvåket i 2010.
- **Bindingsvannet** vurderes å ikke ha en tilfredsstillende økologisk tilstand og det har vært oppblomstring av algen *Gonyostomum semen* i hele overvåkingsperioden (2008-2010). Det foreligger ingen langtidsdata fra denne innsjøen.
- **Langen** vurderes å ikke ha en tilfredsstillende økologisk tilstand og det har også her vært oppblomstring av algen *Gonyostomum semen* de siste årene. Innholdet av total fosfor 10-20 µg/l siden midten av 1990-tallet, med unntak av 2005 (29 µg/l). De siste tre årene har det vært en økning i biomassen av planteplankton, og dette kan skyldes en økende dominans av *G. semen* de siste årene.
- **Våg** vurderes å være i god økologisk tilstand. Innholdet av Tot-P vært 12-13 µg/l de siste 13 årene, og algemengden har også vært stabil mellom 0,5-1 mg/l.
- **Mjær** vurderes å ikke ha en tilfredsstillende økologisk tilstand og det er moderate mengder blågrønnalger tilstede i deler av vekstsengen. Innholdet av totalfosfor har variert mellom 20-30 µg/l siden midten av 1990-tallet, og det har skjedd en nedgang fra 2000 og frem til i dag.
- **Sæbyvannet** vurderes å ikke ha en tilfredsstillende økologisk tilstand. Det foreligger spredte historiske overvåkingsdata tilbake til 1982 og frem til i dag, og både innholdet av totalfosfor og klorofyll viser en svakt økende tendens i løpet av hele denne perioden, med en topp rundt 2000.



## 8. Referanser

---

- Bechmann, M., Pengerud, A., Eggestad, H.O., Deelstra, J. & Øygarden, L. 2008. Erosjon og næringsstofftap fra jordbruksdominerte nedbørfelt. Årsrapport for 2006/07 fra Program for jord- og vannovervåking i landbruket (JOVA). Bioforsk RAPPORT 3(20). 45 s
- Blankenberg, A.-G.B, Turtumøygard, S., Pengerud, A., Borch, H., Skarbøvik, E., Øygarden, L., Bechmann, M., Syversen, N.M. & Vagstad, N. 2008. Tiltaksanalyse for Morsa: "Effekter av fosforreduserende tiltak i Morsa 2000-2006". Bioforsk Rapport 3(86). 54 s
- Direktoratsgruppa (2009). Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Veileder 01:2009. Utgitt av Direktoratets gruppa for gjennomføring av Vanddirektivet. 127 s.
- 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.
- Skarbøvik, E., Bechmann, M., Rohrlack, T. og Haande, S. 2010. Overvåking Vansjø/Morsa 2008-2009. Resultater fra overvåking av innsjøer, elver og bekker i perioden oktober 2008 til oktober 2009. Bioforsk Rapp. Vol 5. Nr. 12. 115 s.
- Skarbøvik, E., Sivertsen, E., Staalstrøm, A., Molvær, J., Pengerud, A., Kitterød, N.-O., Aakerøy, P.A. and Engeland, K. 2009. Methodology for assessing osmotic power potential. With recommendations for further research needs. Bioforsk Report, Vol. 4 No.14. 60 pp.
- SFT 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. Statens forurensingstilsyn – SFT Veiledning 97:04.
- Aakerøy, P.A., Skarbøvik, E. og Øgaard, A.F. 2008. Fosforinnhold i sediment i Hobøelva Resultat fra undersøkelser høsten 2008. Bioforsk notat 2008.



# Vedlegg

---

Vedlegg 1: Ordliste

Vedlegg 2: Utfyllende informasjon om metoder

Vedlegg 3: Utfyllende informasjon om innsjøer oppstrøms Vansjø

Vedlegg 4: Utfyllende informasjon om tilførselselver til Storefjorden

Vedlegg 5: Utfyllende informasjon om Vansjø

Vedlegg 6: Faktaark

## Vedlegg 1: Ordliste

### Farge

Vannets farge gjenspeiler vannets innhold av løste organiske forbindelser. I overflatevannet er det stort sett vannets humusinnhold som er avgjørende for vannets farge og parametren benyttes i praksis til å si noe om vannets innhold av humus-stoffer.

### Fosfor og fosfat (ortofosfat)

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.

### Karbon – totalt organisk (TOC)

Parametren 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).

### Klorofyll-a

Klorofyll-a er et pigment som er spesifikt for fotosyntetiserende organismer og denne parametren 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.

### Microcystin

Levertoksinet microcystin har fått navn etter cyanobakterien *Microcystis* fordi det først ble isolert fra denne algen. Det er siden vist at microcystin produseres av flere vanlige blågrønnalger som *Anabaena* og *Planktothrix*. Det finnes ikke nasjonale grenseverdier for microcystin i vann, men Verdens Helseorganisasjon fraråder å drikke vann som inneholder mer enn 1 µg microcystin/l. Organisasjonen fraråder også å bade i vann der konsentrasjonen overskrider 10 µg microcystin/l (se også [www.niva.no/alger](http://www.niva.no/alger)).

### Nitrogen, nitrat og ammonium

Totalnitrogen omfatter alle nitrogenforbindelser i vannmassene. Nitrat (NO<sub>3</sub>) 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 (NH<sub>4</sub>) kan imidlertid i slike perioder være kilde til nitrogen hvis konsentrasjonene er høye nok. I de tilfeller hvor nitrogen er vekstbegrensende næringsstoff kan dette medføre framvekst av nitrogenfikserende blågrønnalger, dvs. alger som kan utnytte atmosfærisk nitrogen.

### Oksygenforhold i innsjøer

Oksygenet står sentralt i nesten alle biologiske og mange kjemiske prosesser i vannet. Det produseres av alger og høyere planter når disse har tilgang til lys og kan drive fotosyntese. Oksygen fra atmosfæren kan løse og fordele seg i vannet når innsjøen er i sirkulasjon. Den biologiske nedbrytningen av organisk stoff er den viktigste av prosessene som forbruker oksygen og den kan medføre oksygenvinn dersom forbruken overstiger produksjonen. Temperatur og konsentrasjonen av oksygen måles i felt med hjelp av elektroniske sonder.

### 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. pH måles med elektroniske sonder direkte i felt.

### Planteplankton

Planteplankton, eller zooplankton, er fotoautotrofe prokaryoter eller eukaryotiske alger som lever i vann der det er nok lys til å gjennomføre fotosyntese. Ordet «plankton» kommer fra gresk 'planktos' og betyr 'vandrer' eller 'en som driver rundt'. Eksempler på på viktige planteplanktongrupper er diatoméer, cyanobakterier (eller blågrønnalger) og dinoflagellater.

### Phycocyanin

Phycocyanin er et pigment som finnes i blågrønnalger. Mengden phycocyanin gir derfor informasjon om mengden blågrønnalger i vannet. NIVA har i flere år undersøkt variasjoner i mengde phycocyanin i Mossefossen ved bruk av en sonde.

### Siktedyp i innsjøer

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.

### Silikat

Silikat er et næringsstoff som kun brukes av kiselalgene for å bygge opp et ytre skall av kisel ( $\text{SiO}_2$ ). Hvis kiselalgene bruker opp næringsstoffet silikat vil disse algene ha redusert konkurranseevne slik at mer problematiske alger, som for eksempel blågrønnalger, blir mer dominerende i vannmassene. Silikat kan bli vekstbegrensende for kiselalgene ved konsentrasjoner under 0,1 mg  $\text{SiO}_2/\text{l}$ . Dette næringsstoffet har bare naturlige kilder og skiller seg derfor fra fosfor og nitrogen som også har menneskeskapte kilder. Dog vil økt erosjon av bekkeskrenter kunne tilføre mer silikat.

### Suspendert stoff - STS

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.

#### Temperaturforhold i innsjøer

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.

#### Turbiditet

Turbiditet er et mål på uklarhet eller partikkelinnhold i vannet. Høy turbiditet kan forårsakes av leire eller andre svevepartikler som gjør vannet uklart, blakket og lite gjennomiktig. I Morsaprojektet måles turbiditet ved å registrere brytningen eller svekkingen av en lysstråle i vannet, enheten kalles for NTU (Nephelometric Turbidity Unit). Hvordan lysstrålen brytes vil bl.a. avhenge av partiklenes form, farge og reflektivitet, derfor må turbiditet kalibreres mot suspendert stoff ved hvert prøvested.

## Vedlegg 2. Metodikk - informasjon om prøvetaking, frekvens og parametre

### Prøvetaking i Vansjø

Overvåkingen pågikk i perioden 28. april til 11. oktober. Det ble innhentet vannprøver en gang pr uke i denne perioden fra Storefjorden og Vanemfjorden. Grepperødfjorden, Sildeholmen og Nesparken ble undersøkt med mindre frekvens (måleprogram i tabellen under).

Tabellen under viser måleprogram for hovedstasjoner i Vansjø 2010:

Parameter:	Storefjorden & Vanemfjorden	Grepperødfjorden	Sildeholmen	Nesparken
				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	

### *Prøvetaking i øvrige innsjøer*

I 2008 ble det igangsatt 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 iht. Vanndirektivet. I tillegg til Sæbyvannet, som de siste årene har vært en del av overvåkningsprogrammet for Morsa, gjelder dette også Mjær, Våg, Langen, Bindingsvannet og Sætertjernet. Denne overvåkingen ble videreført i 2009. I 2010 ble alle innsjøene med unntak av Sætertjernet overvåket. De to første årene med overvåking viste at Sætertjernet anses å være i god økologisk status og den vil derfor kun overvåkes hvert tredje år heretter.

#### Tidsrom og prøvetakingsfrekvens

Overvåkingen ble gjennomført i perioden 27. mai til 16. september, og det ble innhentet vannprøver annenhver uke, til sammen 9 ganger. Det var avsatt en dag til feltarbeid for hver prøvetakingsrunde. Det ble derfor valgt å bruke en gummiått med liten påhengsmotor til prøvetakingen (se foto), og vi måtte bruke lett tilgjengelige prøvetakingsstasjoner i innsjøene.



#### **Foto viser feltarbeid sommeren 2009**

Følgende parametre ble analysert: Klorofyll (Klf-a), Total Fosfor (Tot-P), Total Nitrogen (Tot-N), Totalt organisk karbon (TOC), Suspendert stoff (STS) og Gløderest (SGR). Farge, alkalitet og kalsium ble analysert tre ganger i 2008, men disse parameterne skal kun analyseres hvert tredje år, og ble følgelig ikke analysert i 2009. Felt- og analyseresultatene ble fortløpende lagt ut på internett via NIVAs miljøovervåkningssystem AquaMonitor ([www.aquamonitor.no/ostfold](http://www.aquamonitor.no/ostfold)).



## Prøvetaking i elver og bekker

Stasjoner, parametre og prøvetakingsfrekvens i tilførselver og –bekker er vist i tabellen under.

Stasjoner, parametre og prøvetakingsfrekvens i tilførselver og –bekker.

Prøveidentitet	Prøvested	Kommune
HOBK	Hobølelva Kure	Hobøl
VAVU	Tangenelva*	Enebakk
MJRU	Utløp Mjær*	Hobøl
KRÅB	Kråkstadelva	Ski/Hobøl
VEID	Veidalselva	Våler
MØRK	Mørkelva	Våler
SVIN	Svinna før Sæbyvannet	Våler
ENGS	Engsbekken (inn i Sæbyvn) **	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

\* prøvetas hver 4. uke

\*\* Ny stasjon fra og med juli 2010.

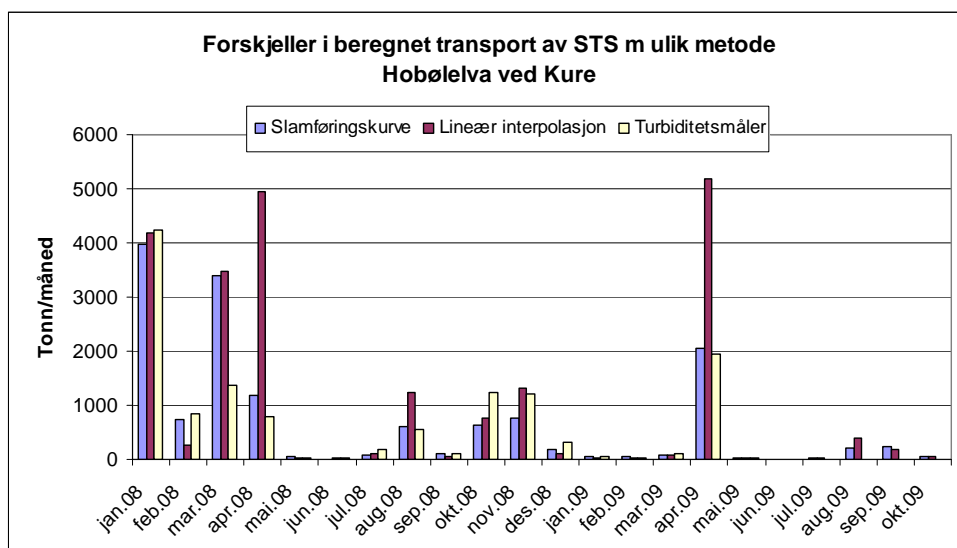
	Frekvens	Kvalitetselement	Parametre
HOBK	Ukentlig med ISCO + flom	Kjemisk	Tot-P, Tot-N, SS, TOC, Farge, ortofosfat $\square$
	Kontinuerlig sensor	Kjemisk	Turbiditet, pH, ledningsevne, temperatur
	Stikkprøver, hver 14.dag	Hygiene	TKB
Alle øvrige elve/ bekke-stasjoner	Frekvens	Kvalitetselement	Parametre
	Hver 14. dag stikkprøve + flomprøver	Kjemisk	Tot-P, Tot-N $\square$ , SS, ortofosfat $\square$
	Hver 14.dag, stikkprøver	Hygiene	TKB

$\square$  nitrogen og ortofosfat i utvalgte elver og bekker hver 28. dag.

## Tilførselsberegninger

Det ble i august 2007 satt opp en turbiditetsmåler i Hobøelva ved Kure. Resultatene av målingene i første overvåkingsperiode er gitt i et Bioforsk-notat av Skarbøvik og Aakerøy i 2009. Ett viktig resultat av denne nye målemetoden har vært 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 både for første og annen periode har vist at lineær interpolasjon antakelig overestimerer transporten kraftig i måneder med høye konsentrasjoner, avhengig av prøvetakingsfrekvens og -tidspunkt. Mens transporten i den første 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. For annen periode er resultatene vist i figuren under. Figuren viser resultater av sedimenttilførsler i Hobøelva ved Kure beregnet ved tre ulike beregningsmetoder.



Transport pr måned av partikler vist med tre ulike beregningsmetoder.

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.

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. Det vurderes å undersøke om slamføringskurver kan benyttes også her, men metodikken er meget tidkrevende og vil i tilfelle avhenge av ressursituasjonen.

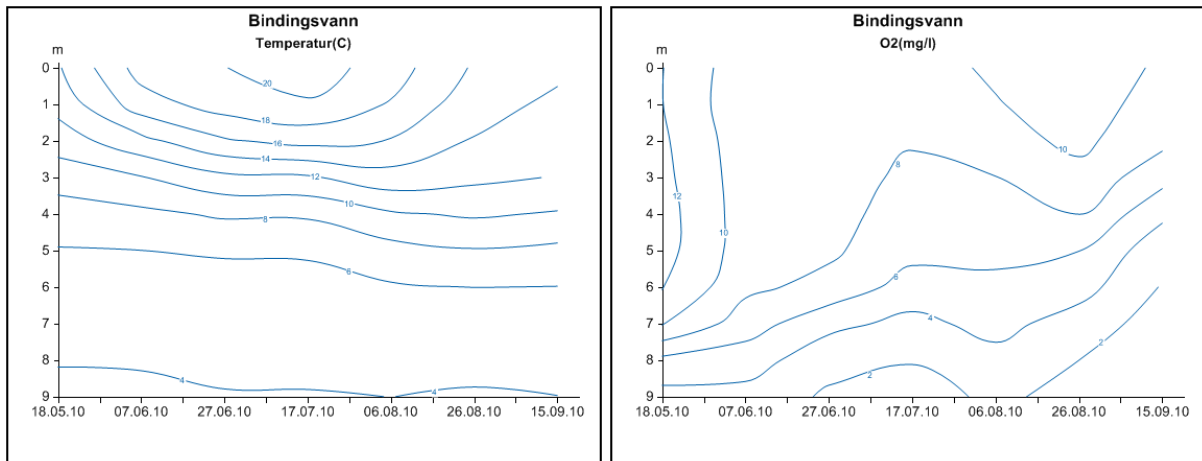
Fosfortapet i skogfeltet, Dalen, brukes som standardtap av fosfor fra arealer med skog og annet areal innenfor nedbørfeltene og dermed kan fosfortapet fra jordbruksareal i hvert nedbørfelt beregnes.

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.

## Vedlegg 3: Utfyllende informasjon om innsjøer oppstrøms Vansjø

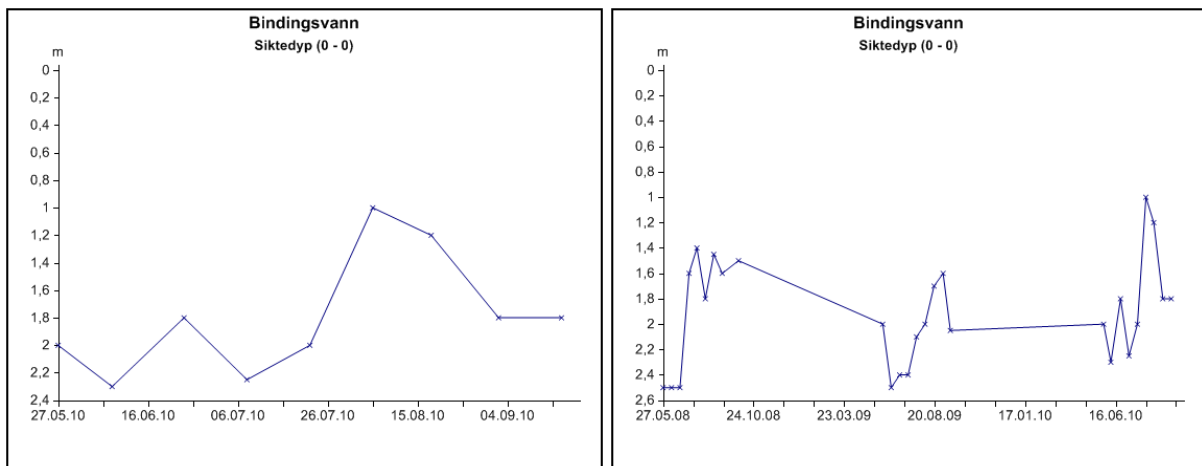
### Bindingsvannet

#### Temperatur og oksygen



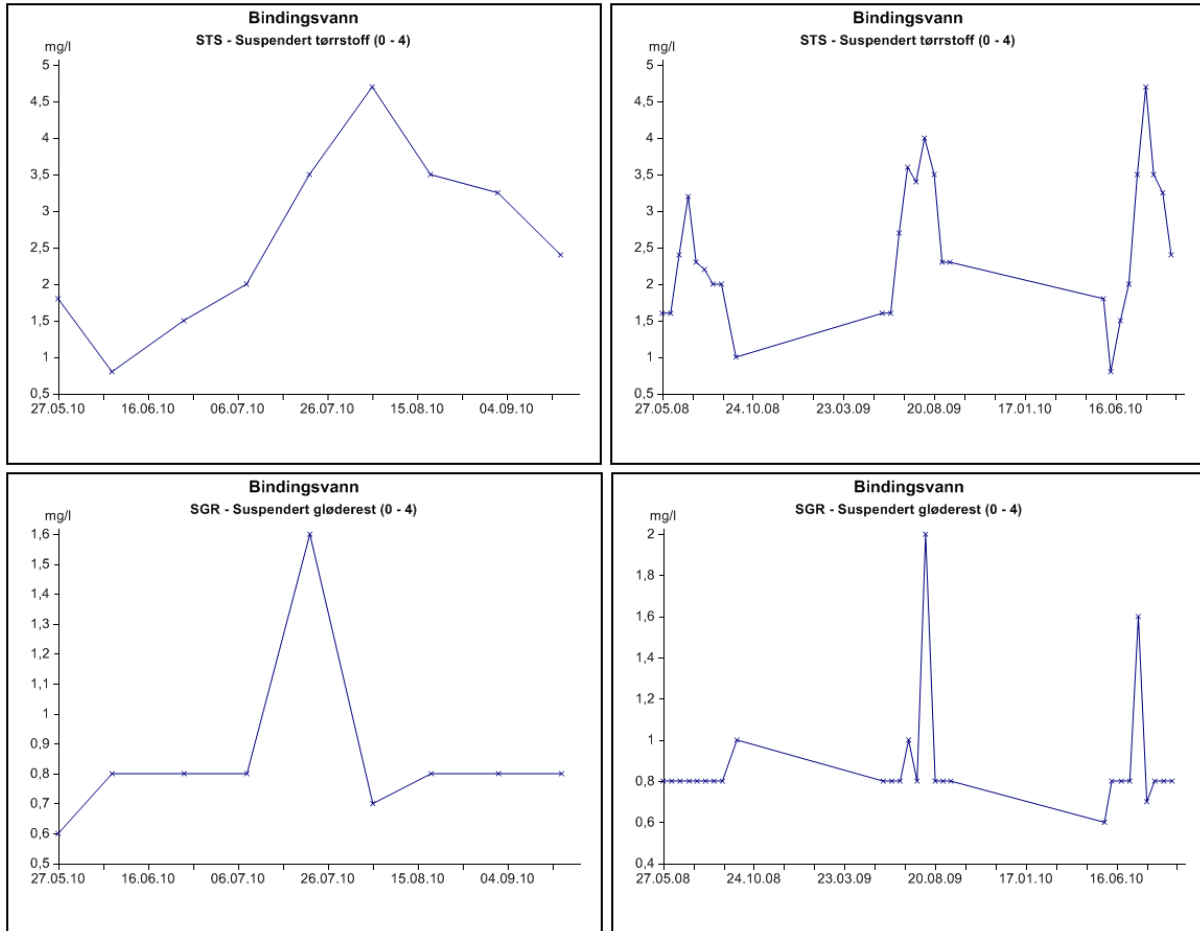
#### Oksygen- og temperaturforhold i Bindingsvannet i 2010.

#### Siktedyp



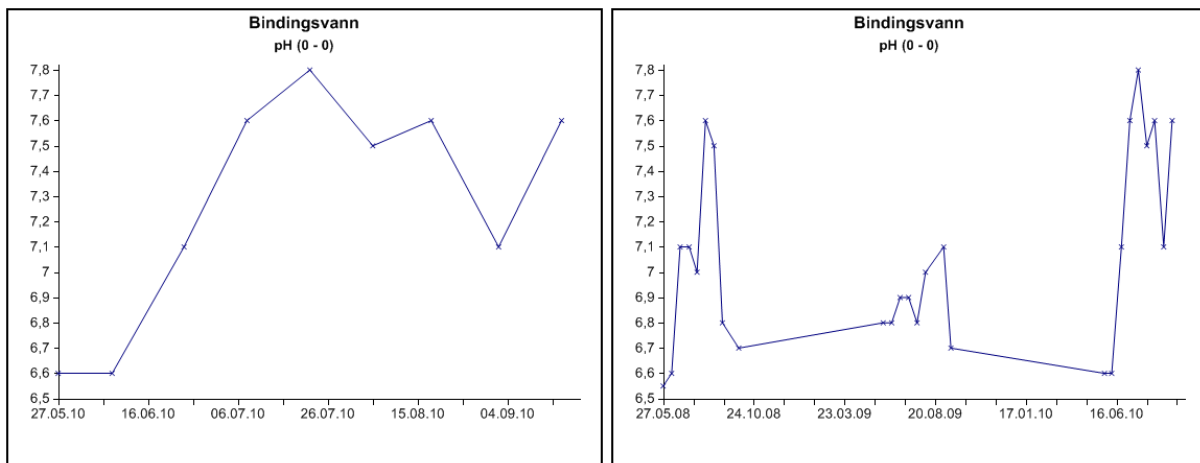
#### Siktedyp i Bindingsvannet i 2010/2008-2010

## Suspendert stoff/Gløderest



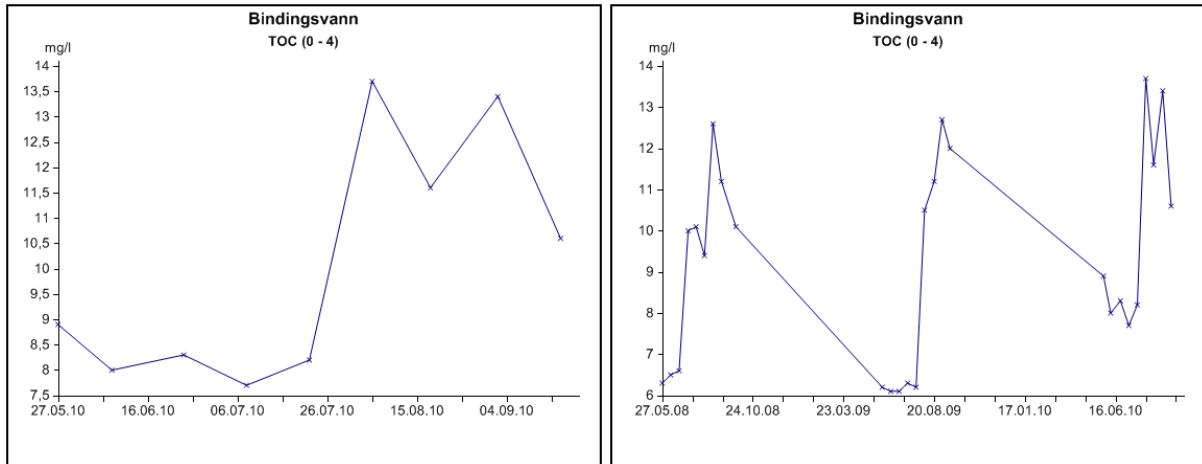
Variasjoner i suspendert tørrstoff (STS) og gløderest (SGR) i Bindingsvannet i 2010/2008-2010.

## pH



**pH i Bindingsvannet i 2010/2008-2010.**

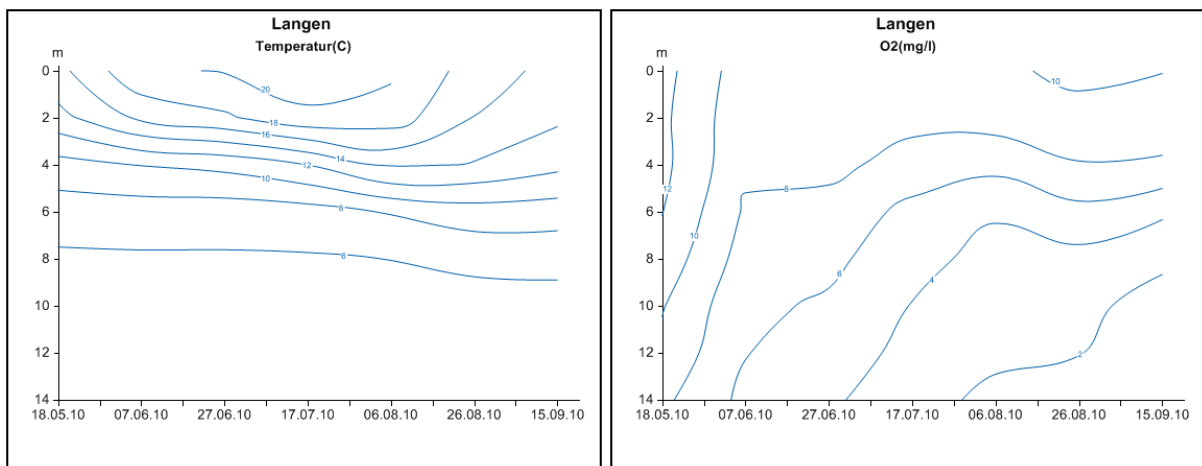
**Totalt organisk karbon (TOC)**



**Variasjoner i totalt organisk karbon i Bindingsvannet i 2010/2008-2010.**

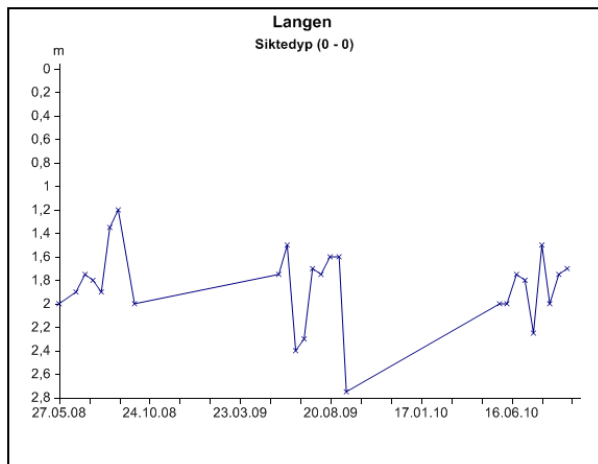
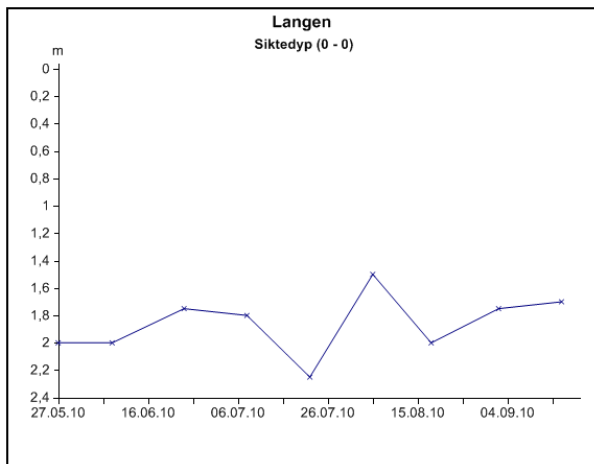
*Langen*

**Temperatur og oksygen**



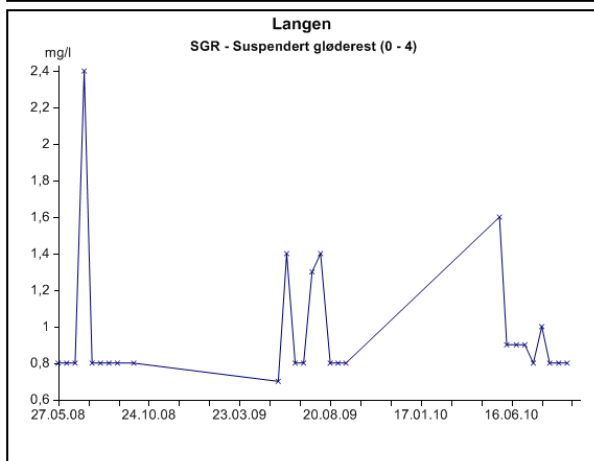
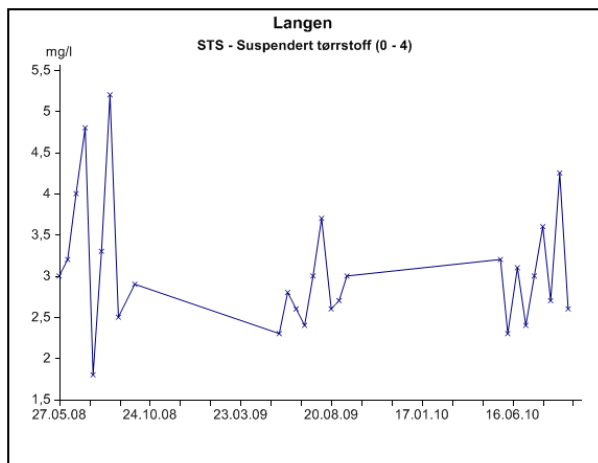
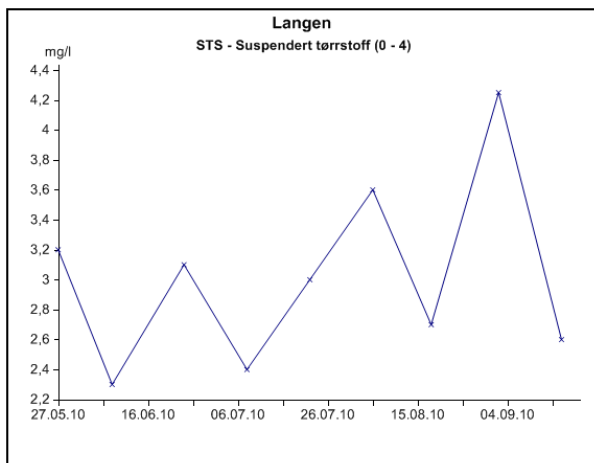
**Oksygen- og temperaturforhold i Langen i 2010.**

## Siktedyp



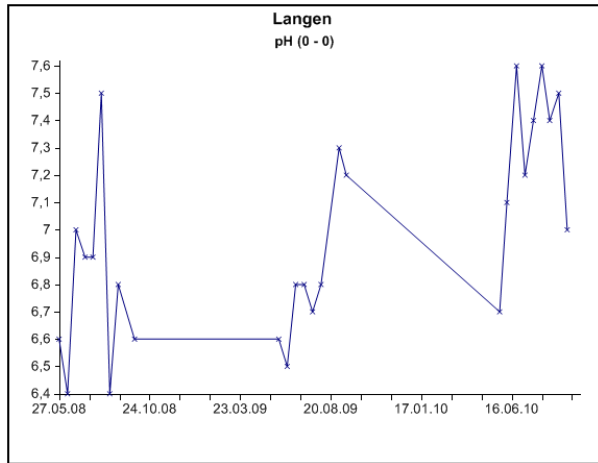
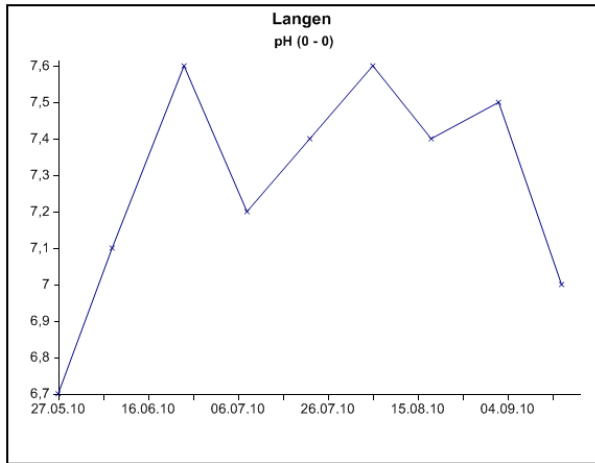
**Siktedyp i Langen i 2010/2008-2010.**

## Suspendert stoff/Gløderest



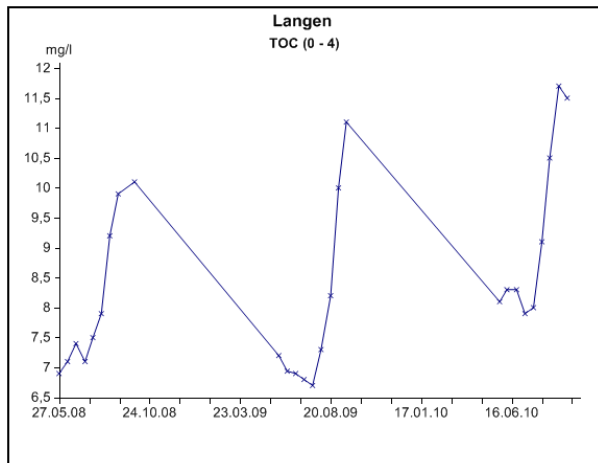
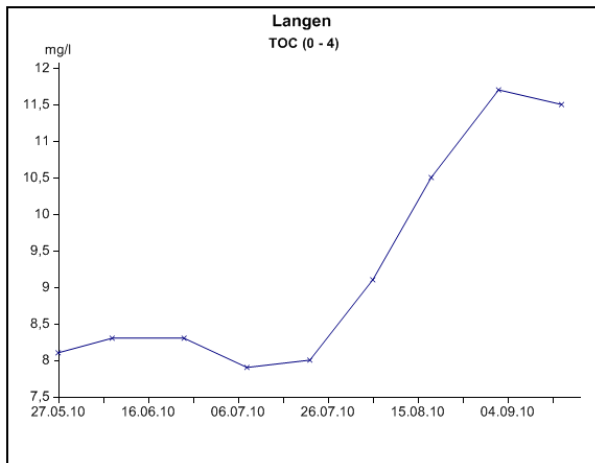
**Variasjoner i suspendert tørrstoff (STS) og gløderest (SGR) i Langen i 2010/2008-2010.**

## pH



**pH i Langen i 2010/2008-2010.**

**Totalt organisk karbon (TOC)**

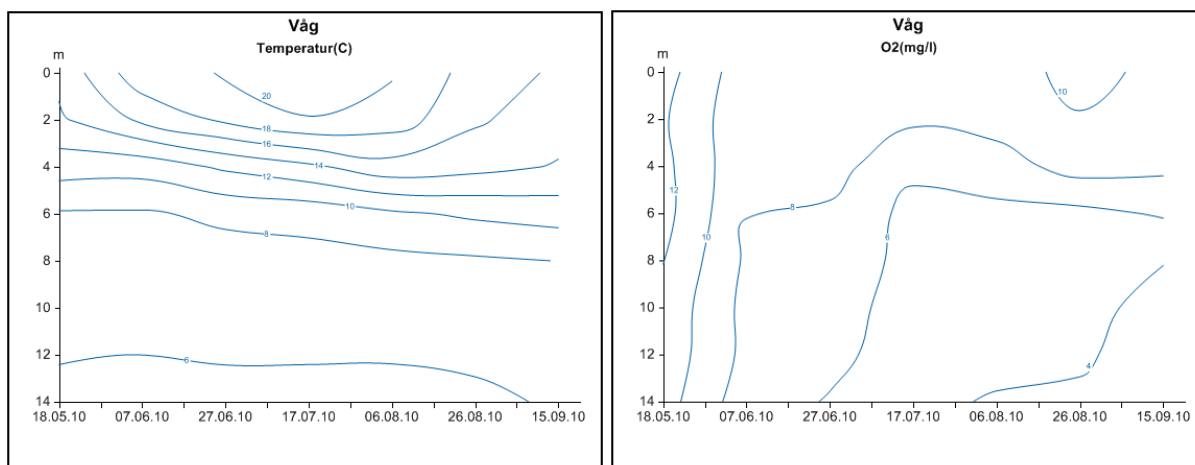


**Variasjoner i totalt organisk karbon i Langen i 2010/2008-2010.**



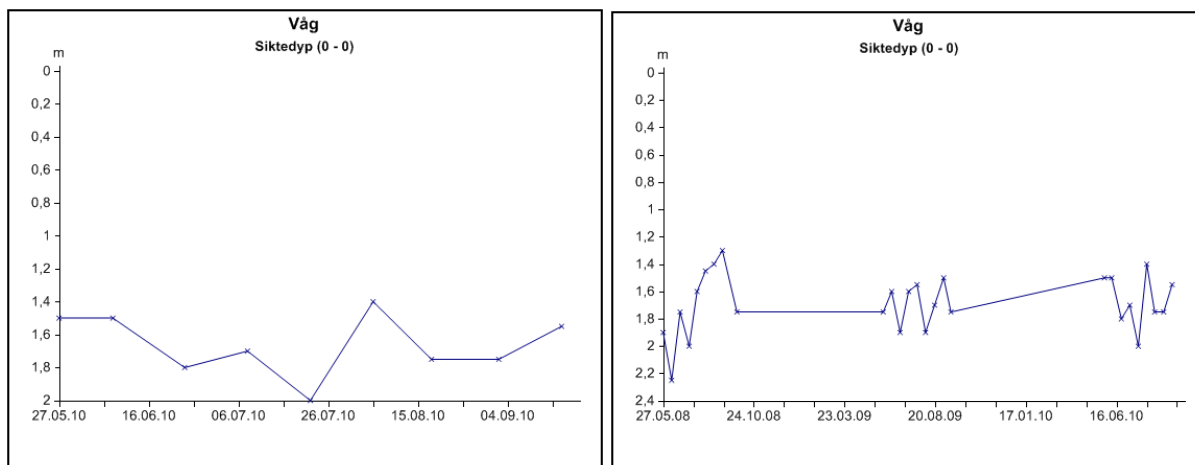
# Våg

## Temperatur og oksygen



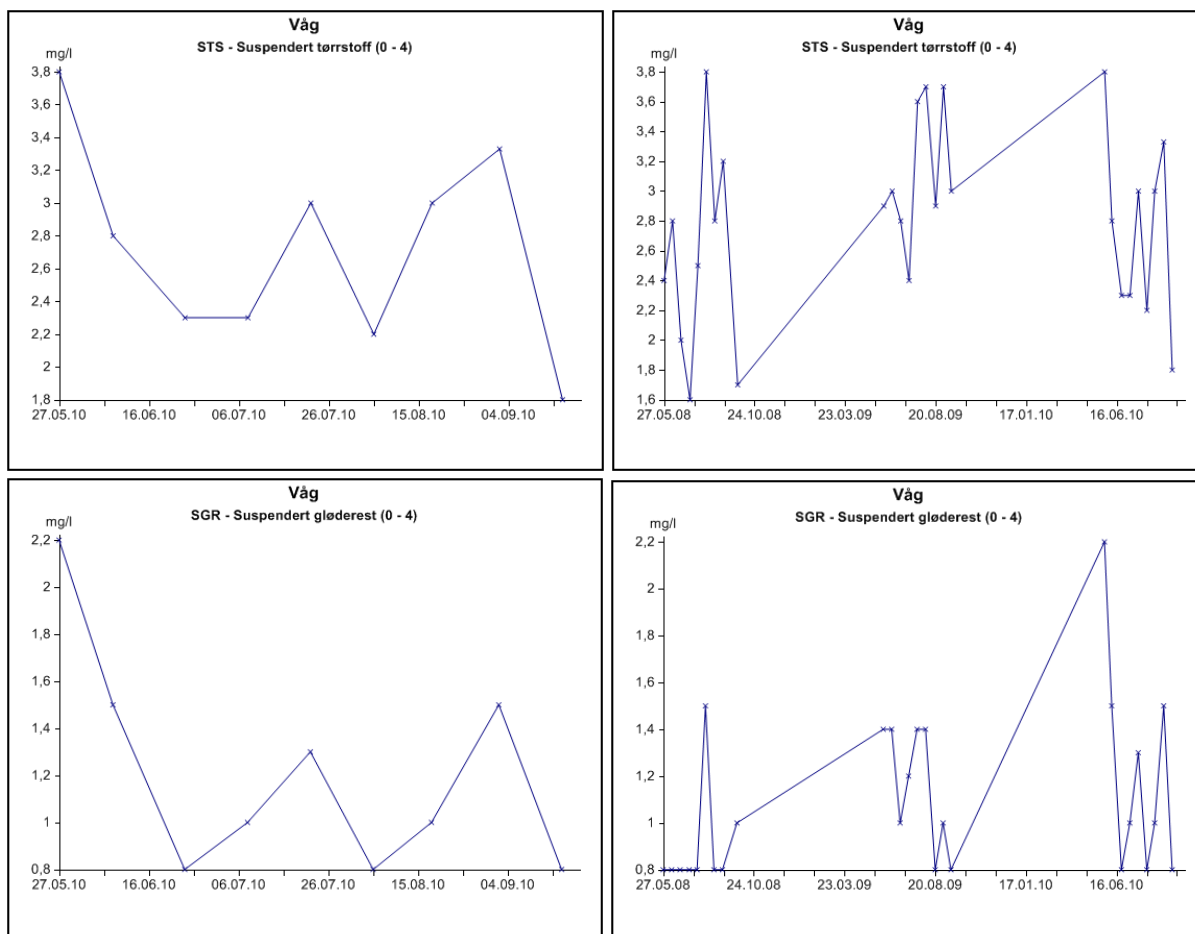
## Oksygen- og temperaturforhold i Våg i 2010

## Siktedyp



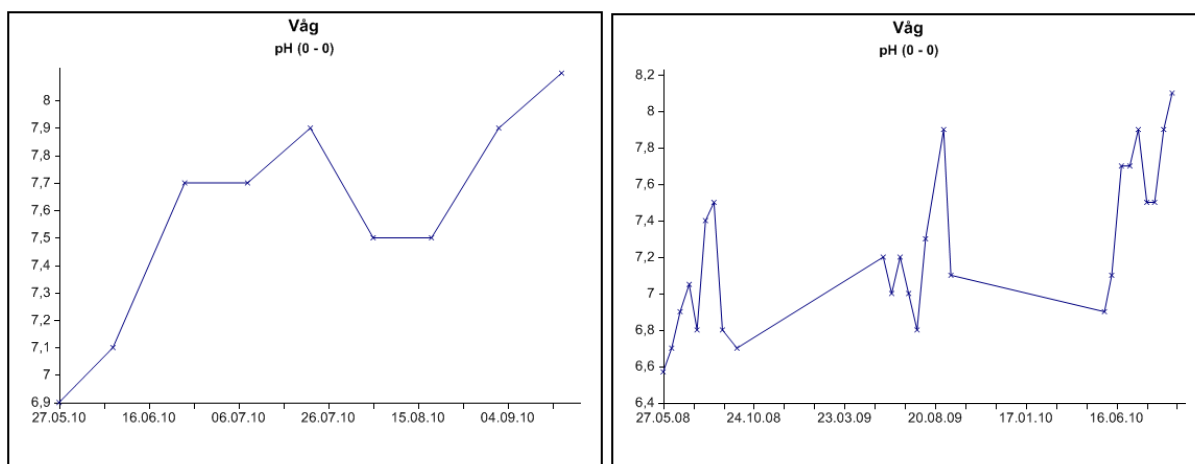
## Siktedyp i Våg i 2010/2008-2010.

## Suspendert stoff/Gløderest



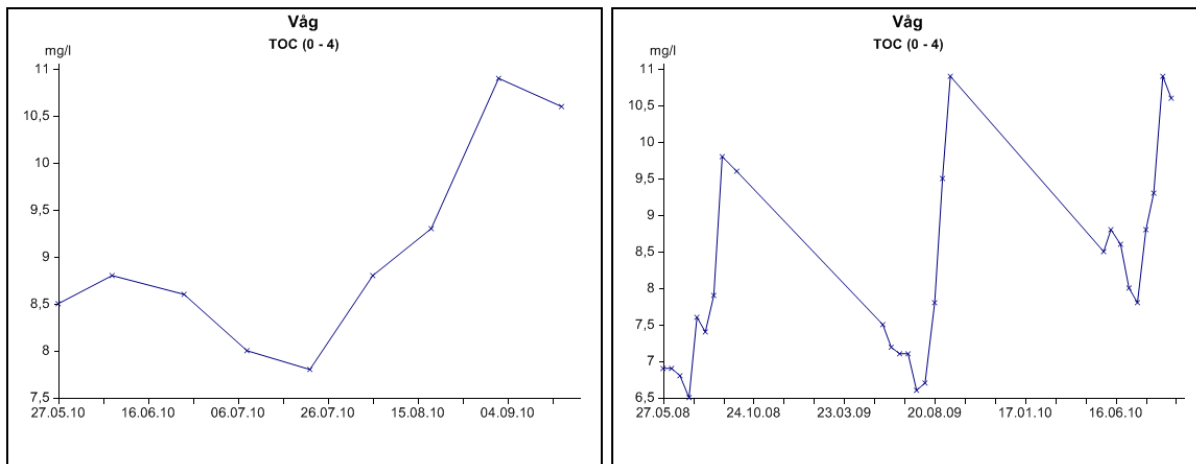
**Variasjoner i suspendert tørrstoff (STS) og gløderest (SGR) i Våg i 2010/2008-2010.**

## pH



**pH i Våg i 2010/2008-2010.**

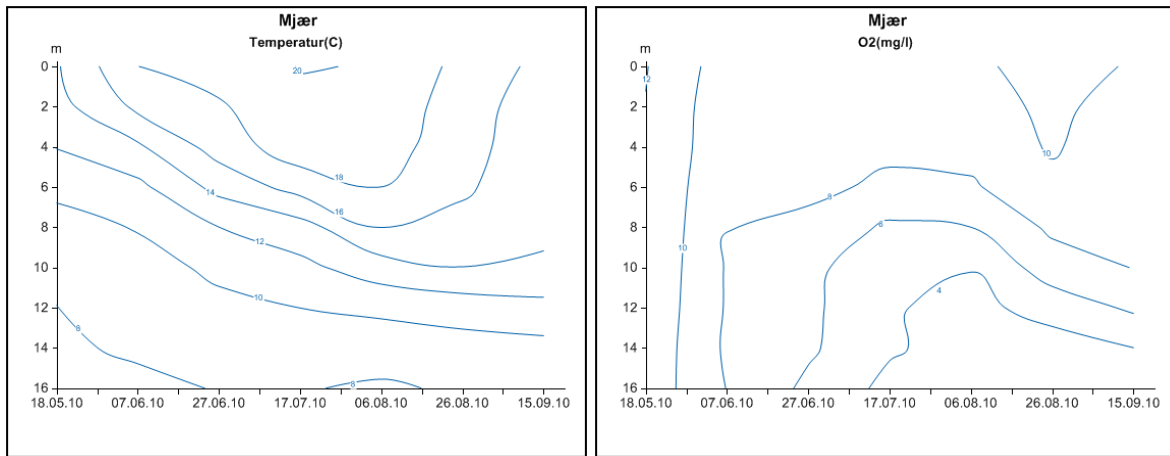
## Totalt organisk karbon (TOC)



### Variasjoner i totalt organisk karbon i Våg i 2010/2008-2010.

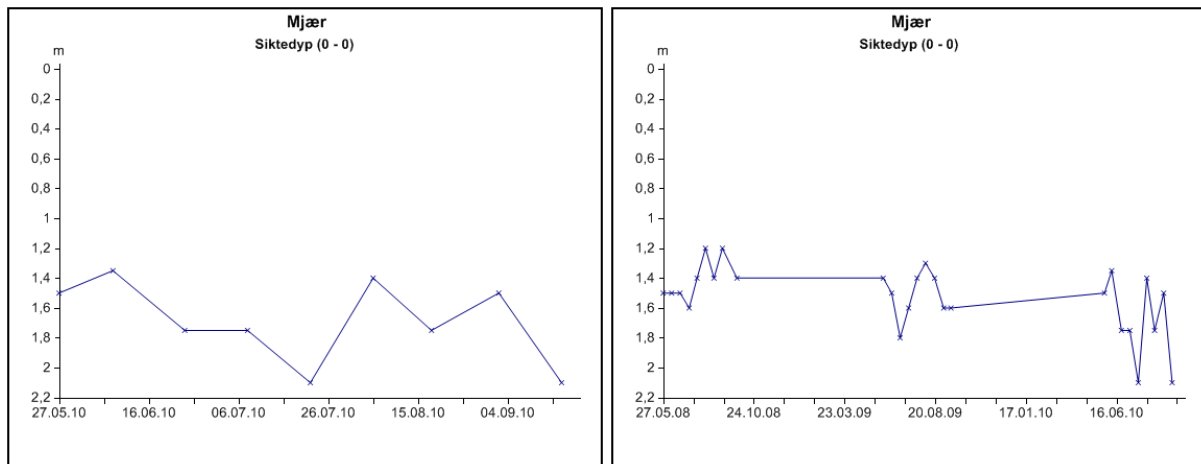
## Mjær

### Temperatur og oksygen



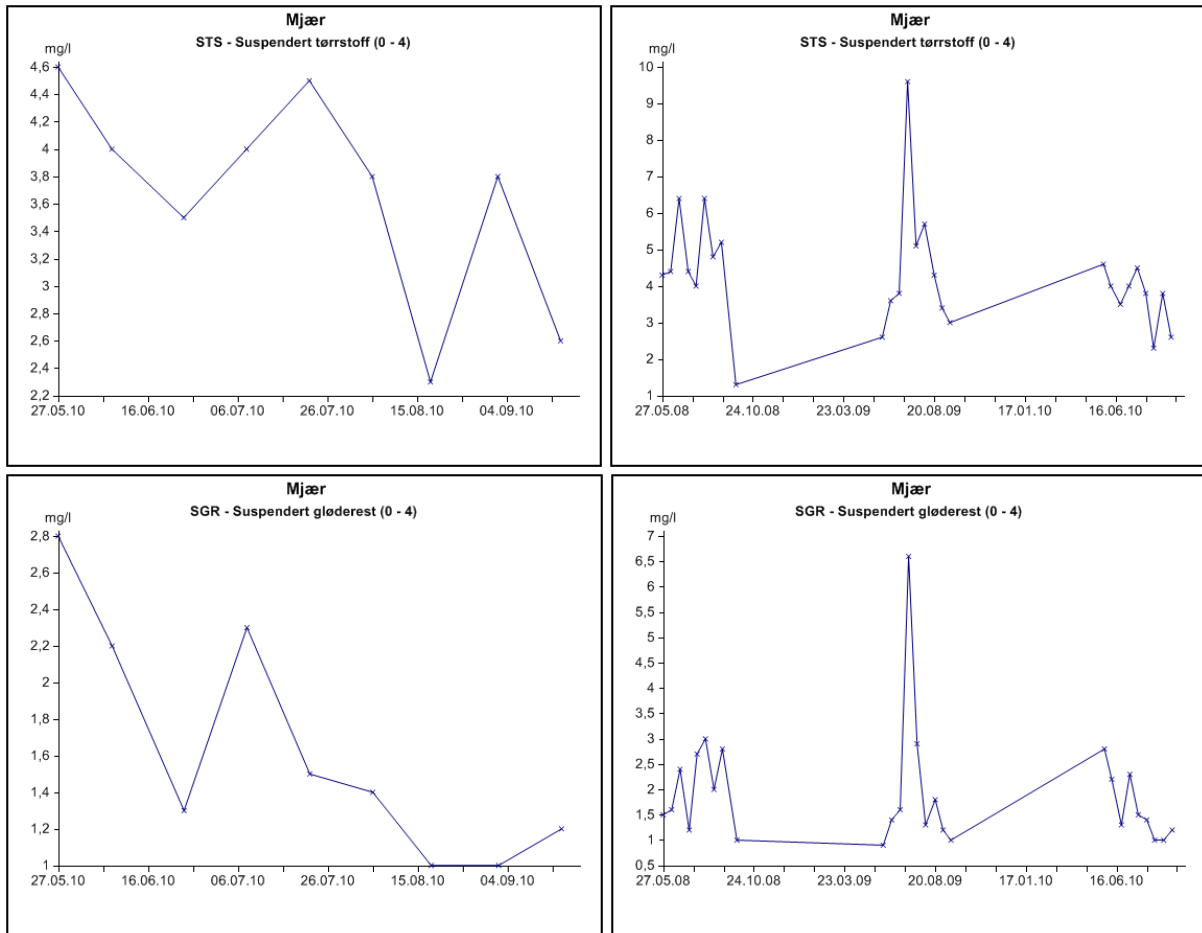
### Oksygen- og temperaturforhold i Mjær i 2010

### Siktedyp



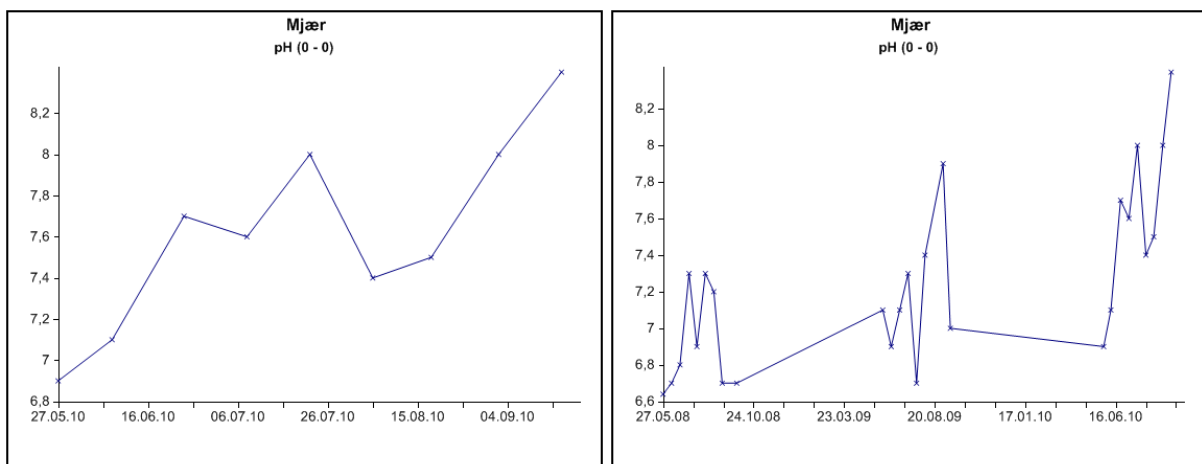
### Siktedyp i Mjær i 2010/2008-2010.

## Suspendert stoff/Gløderest



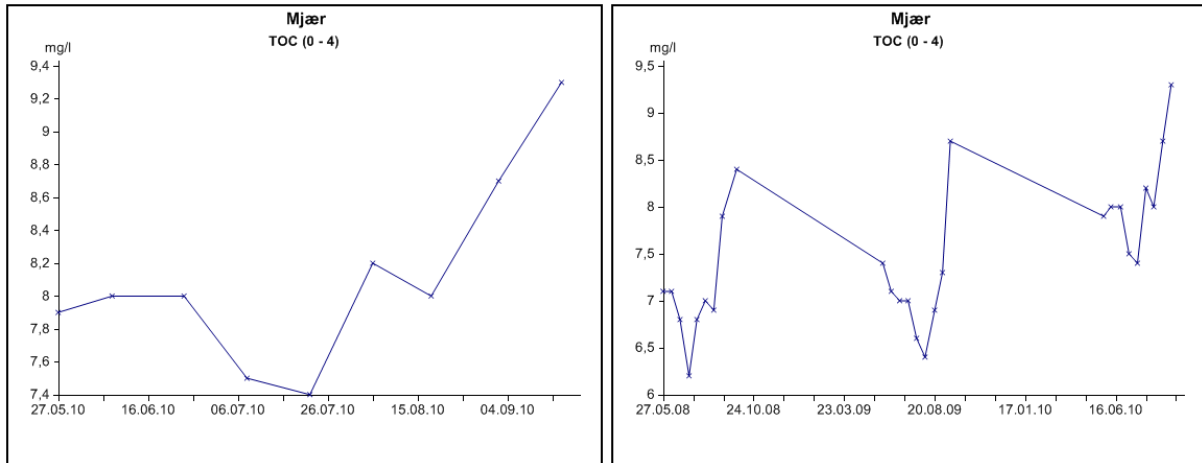
**Variasjoner i suspendert tørrstoff (STS) og gløderest (SGR) i Mjær i 2010/2008-2010.**

## pH



**pH i Mjær i 2010/2008-2010.**

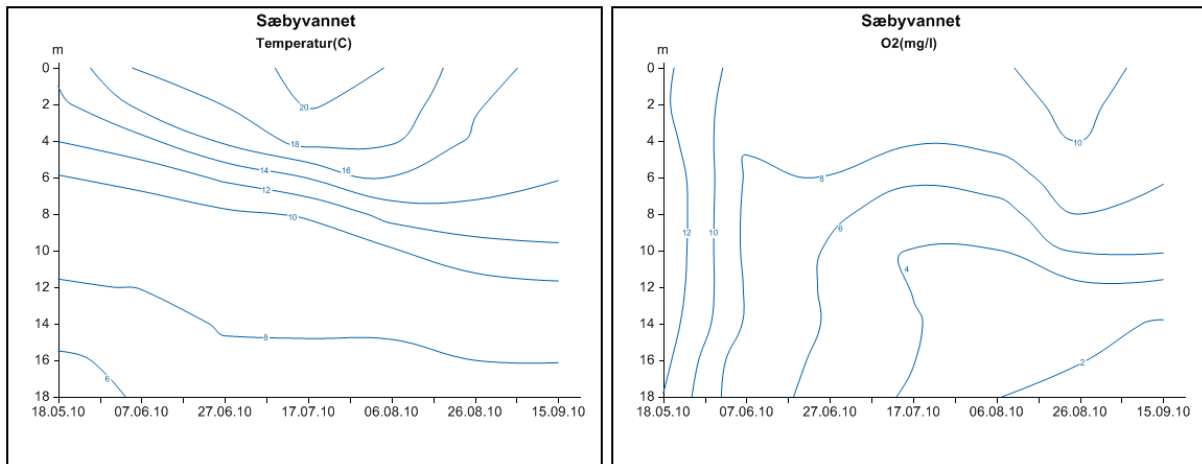
## Totalt organisk karbon (TOC)



Variasjoner i totalt organisk karbon i Mjær i 2010/2008-2010.

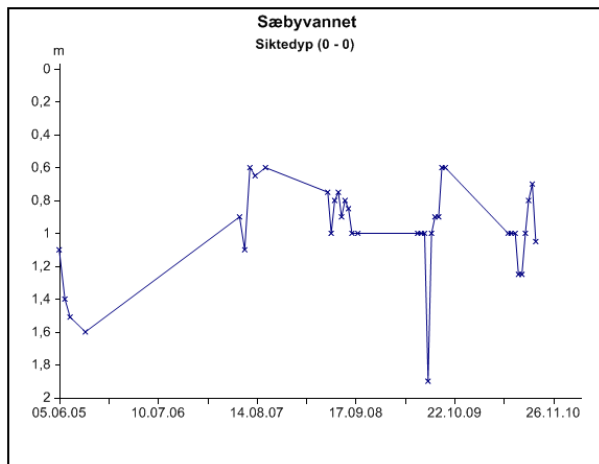
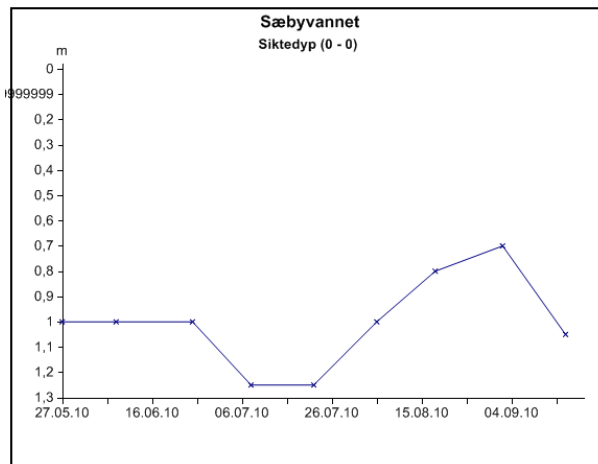
## Sæbyvannet

### Temperatur og oksygen



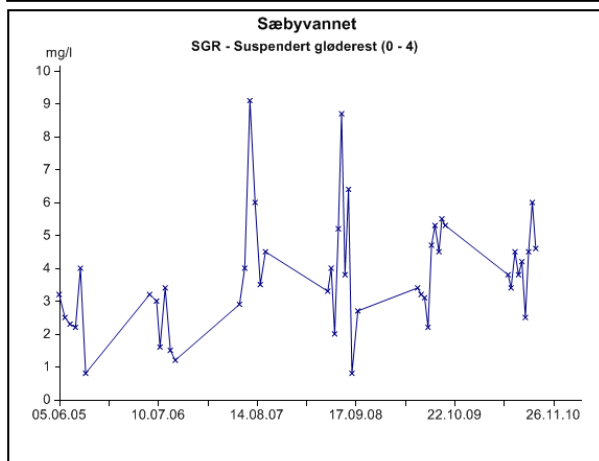
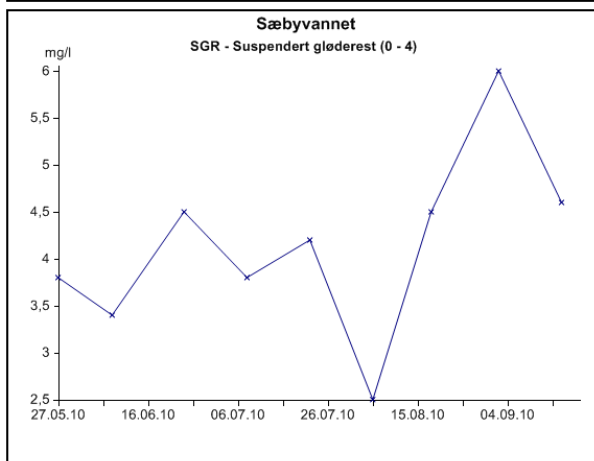
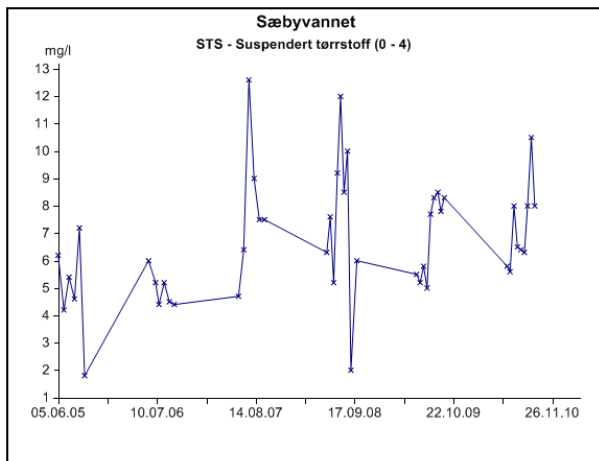
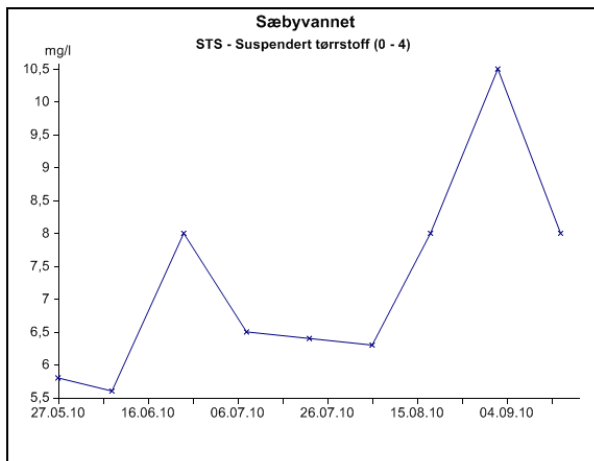
Oksygen- og temperaturforhold i Sæbyvannet i 2010.

## Siktedyp



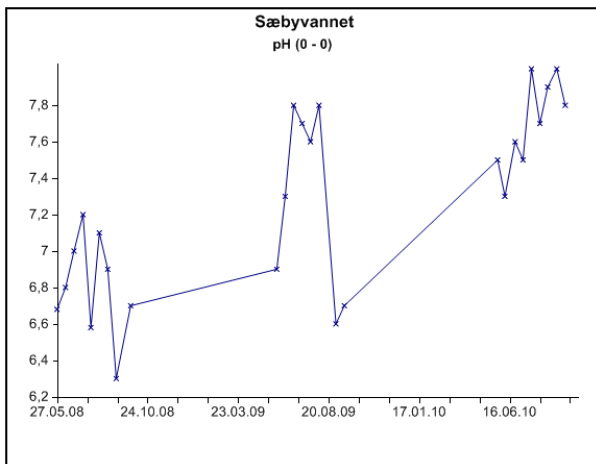
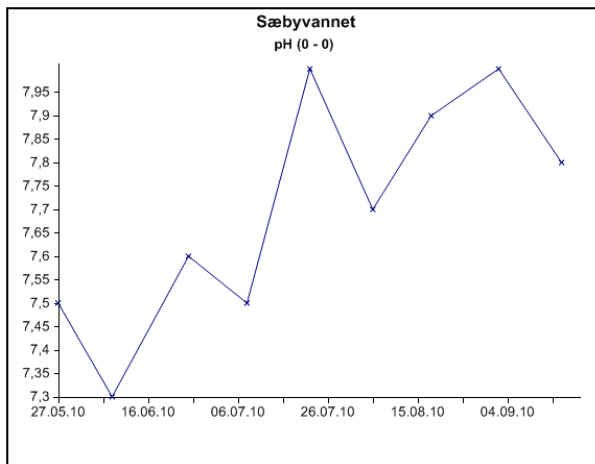
Siktedyp i Sæbyvannet i 2010/2005-2010.

## Suspendert stoff/Gløderest



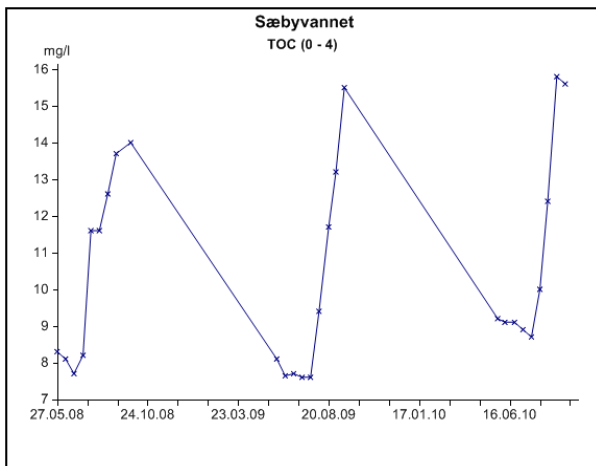
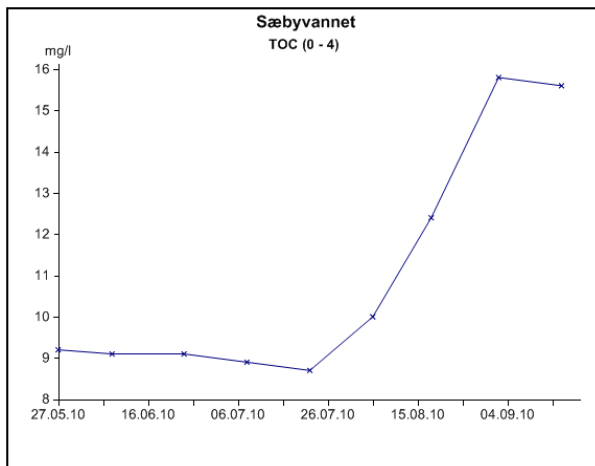
Variasjoner i suspendert tørrstoff (STS) og gløderest (SGR) i Sæbyvannet i 2010/2005-2010.

**pH**



**pH i Sæbyvannet i 2010/2008-2010.**

**Totalt organisk karbon (TOC)**



**Variasjoner i totalt organisk karbon i Sæbyvannet i 2010/2008-2010.**



## Vedlegg 4. Utfyllende informasjon om elver til Storefjorden

### Trendanalyser i Hobølelva

Trendanalysen er utført med vannføring som forklaringsvariabel. Metoden som benyttes er basert på en modifisert Mann-Kendall-test (Hirsch og Slack, 1984). Det testes for signifikans av monoton trend (dvs. trend som beskrevet i en rett linje), og hvert år testes separat før det summeres opp til en samlet statistikk. Monotone trender ble ansett for å være signifikante hvis p-verdien var under 5%. P-verdier mellom 5-20% tolkes også positivt, men med mer forbehold, altså som en indikasjon på at det finnes en sannsynlig monoton trend.

I tillegg til den monotone trenden er det konstruert en utjevnet kurve (trendlinje), basert på metodikk utviklet av Grimvall m.fl. (2008). Denne ble utarbeidet ved statistisk kryssvalidering som minimaliserer residualene ved statistisk modellering. Denne utjevnete trendlinjen bør tolkes med forsiktighet, men gir det mest sannsynlige visuelle bildet av langtidstrenden av den vannføringsnormaliserte transporten. Metodikken er mer fullstendig beskrevet i f.eks. Skarbøvik m.fl. 2009.

### Referanser:

Grimvall, A., Wahlin, K., Hussian, M. and Libiseller, C. 2008. Semiparametric smoothers for trend assessment of multiple time series of environmental quality data. Submitted to *Environmetrics*.

Hirsch, R.M. and Slack, J.R. 1984. A nonparametric trend test for seasonal data with serial dependence: *Water Resources Research* v. 20, p. 727–732.

Skarbøvik, E., Stålnacke, P.G., Kaste, Ø., Selvik, J.R., Tjomsland, T., Høgåsen, T., Aakerøy, P.A., Haaland, S. and Beldring, S. 2009. Riverine inputs and direct discharges to Norwegian coastal waters – 2008. Norwegian Pollution Control Authority TA-2569/2009; 75 pp.

### **Gjennomsnittskonsentrasjoner**

I rapporten er gjennomsnittskonsentrasjoner utført på den måten som foreslås i veilederen til Direktoratets gruppa, dvs. å fjerne verdier fra prøver tatt i egne flomrunder. En annen metode er å beregne snittkonsentrasjonen ut fra transportberegningene (tilførslene) og dividere med totalvannføring. Siden vi har ansett det siste som det mest riktige konsentrasjonssnittet har vi også utført konsentrasjonssnittene for Hobølelva ved Kure på denne måten<sup>3</sup>. Dette for bedre å reflektere endringer mellom årene.

Tabellen under viser derfor snittkonsentrasjoner av totalfosfor (TP), total nitrogen og suspendert stoff (STS) for Hobølelva ved Kure siden 1985. Total vannmengde er også oppgitt.

---

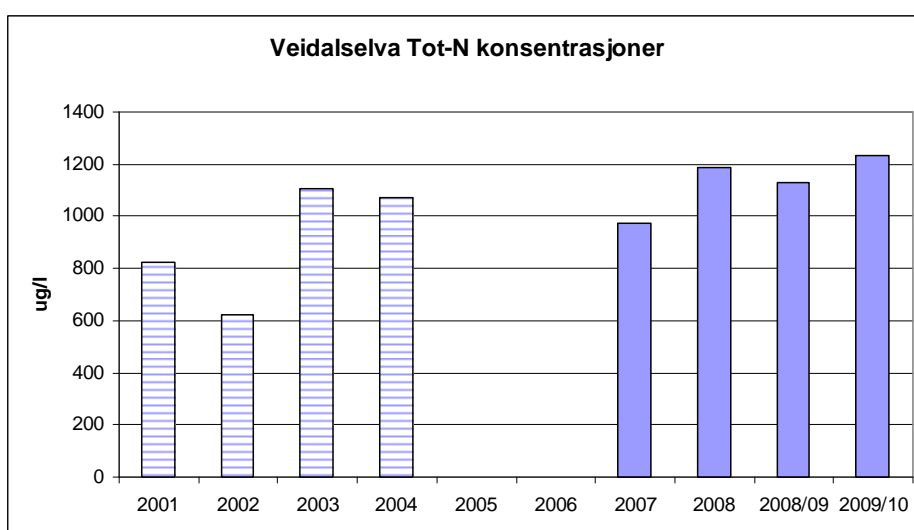
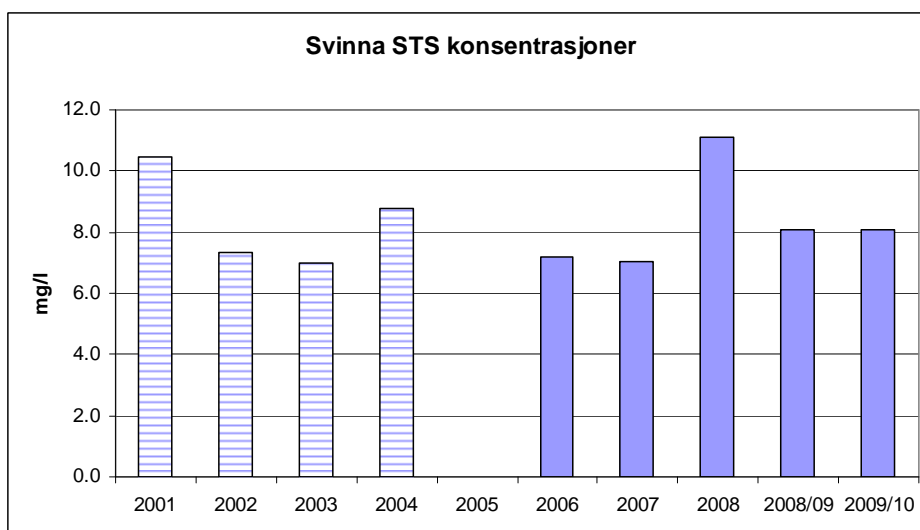
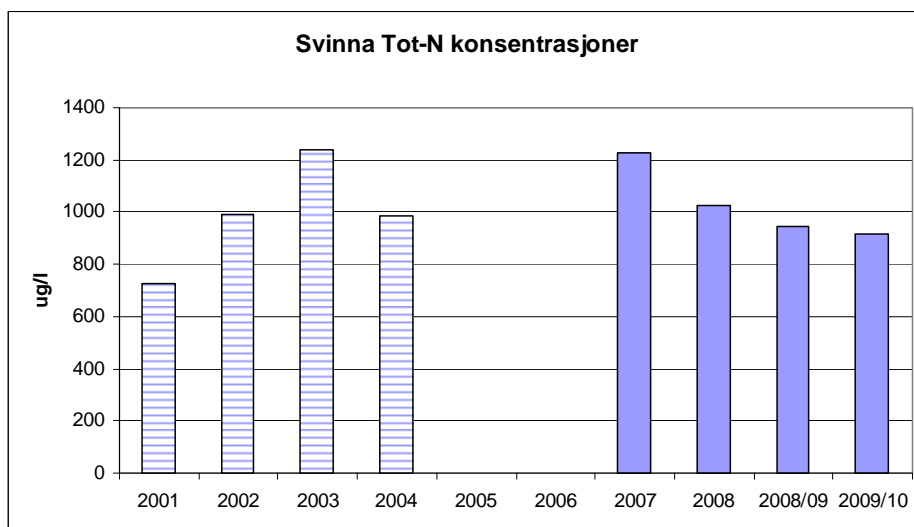
<sup>3</sup> Det samme er gjort for bekkene som drenerer til Vestra Vansjø, jf kapittel 5.

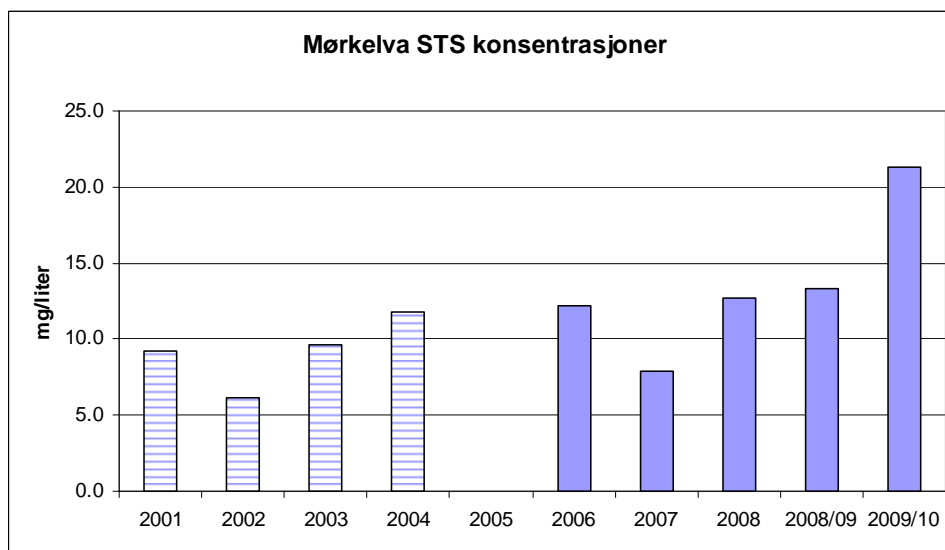
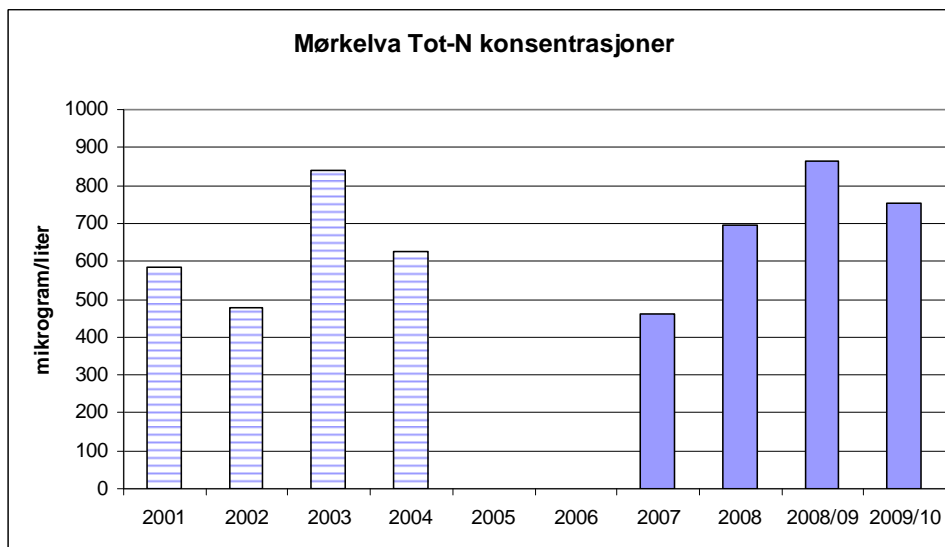
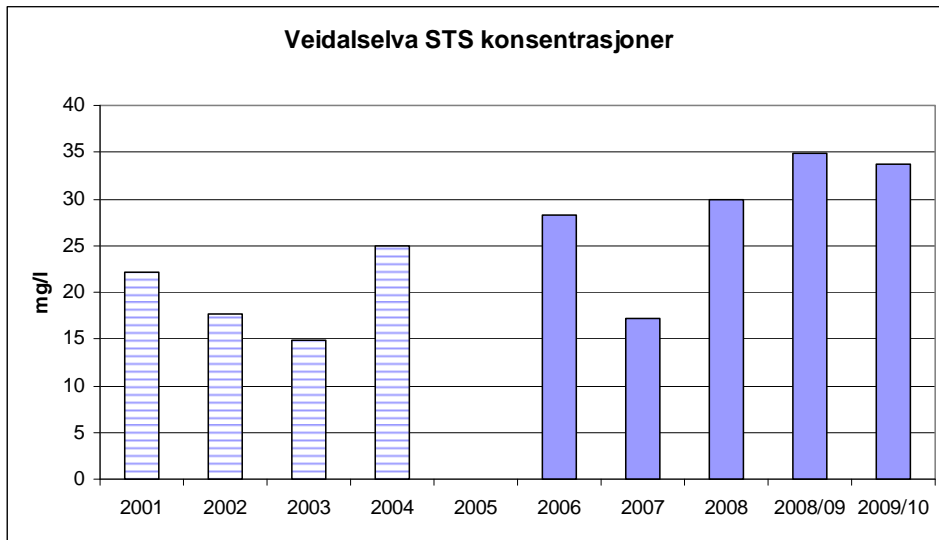
Gjennomsnittskonsentrasjoner i Hobølelva ved Kure siden 1985. Snittverdiene er basert på omregninger fra transporttall, se tekst:

	Vannf.	TP	TN	STS
År	Mill m <sup>3</sup>	µg/l	µg/l	mg/l
1985	164	107	1564	59
1986	142	99	1753	41
1987	204	113	1819	63
1988	199	78	1177	45
1989	132	72	1869	33
1990	137	163	2284	135
1991	129	93	2095	55
1992	119	114	3382	65
1993	90	76	1847	31
1994	134	101	2500	54
1995	112	76	2043	24
1996	112	97	2630	37
1997	75	66	2146	19
1998	141	79	2221	24
1999	219	114	1708	46
2000	242	96	1404	41
2001	150	71	1228	26
2002	115	65	1227	22
2003	130	72	2379	26
2004	132	67	1464	23
2005	103	63	1954	21
2006	192	100		47
2007	143	117	1542	42
2007/08	201	143	1657	57
2008/09	151	65	1265	26
2009/10*	160	102	2206	62

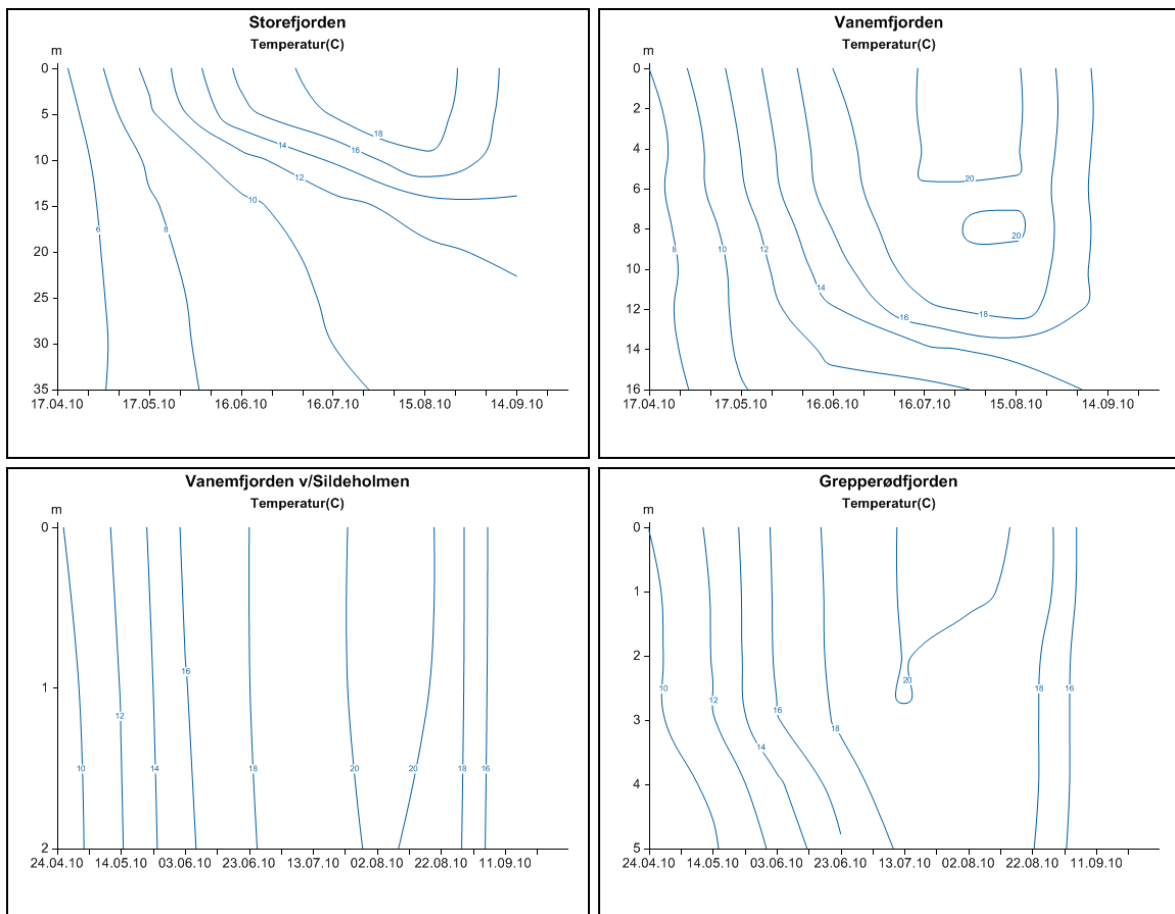
\* verdiene avviker fra Tabell 4.1 pga ulik beregningsmåte, se tekst.

Gjennomsnittsverdier for total nitrogen (Tot-N) og partikler (STS) for de andre elvestasjonene er gjengitt i figurene under.

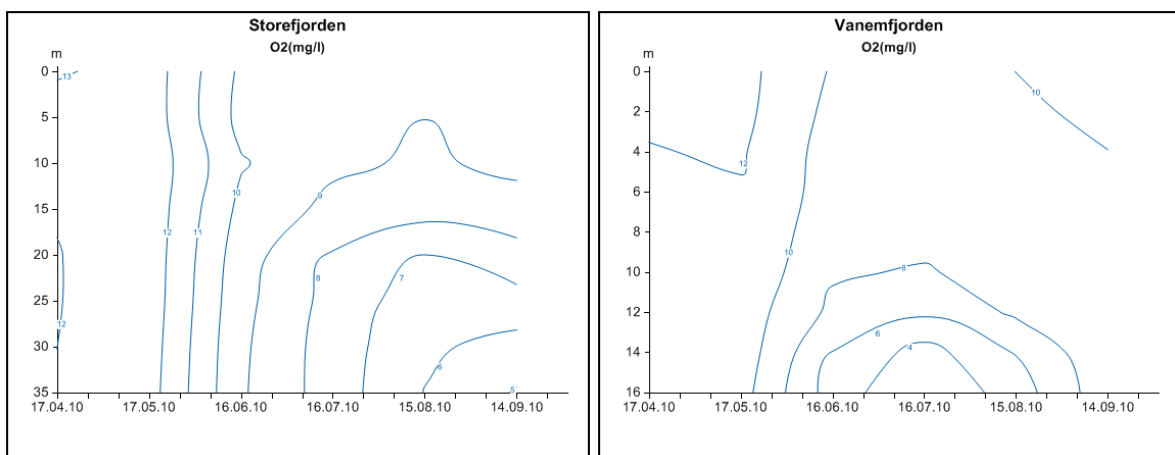


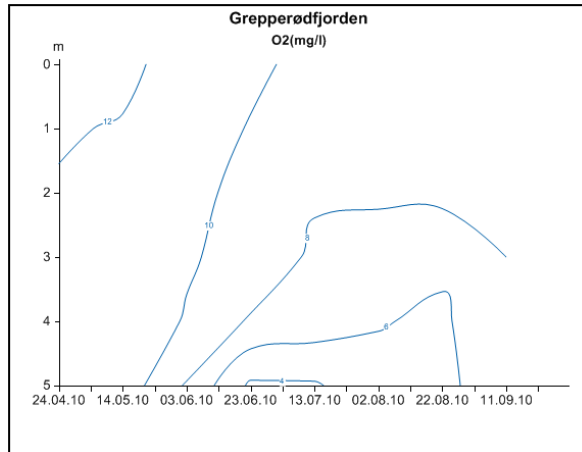
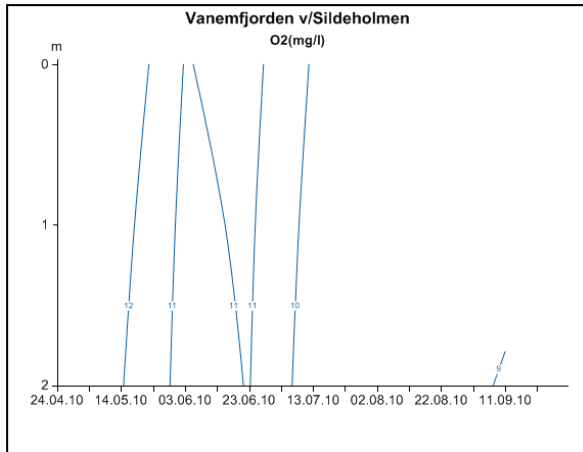


## Vedlegg 5. Utfyllende informasjon om Vansjø (Figurer)

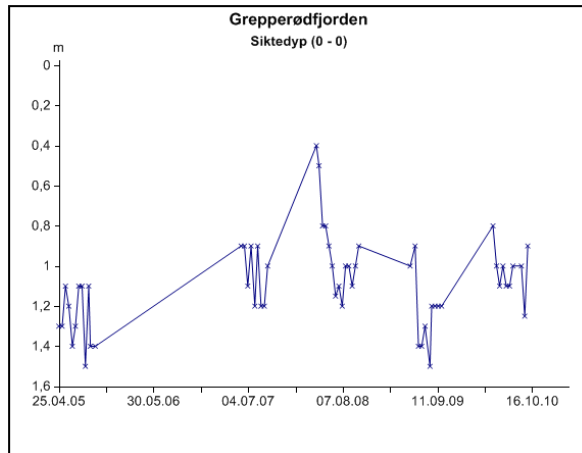
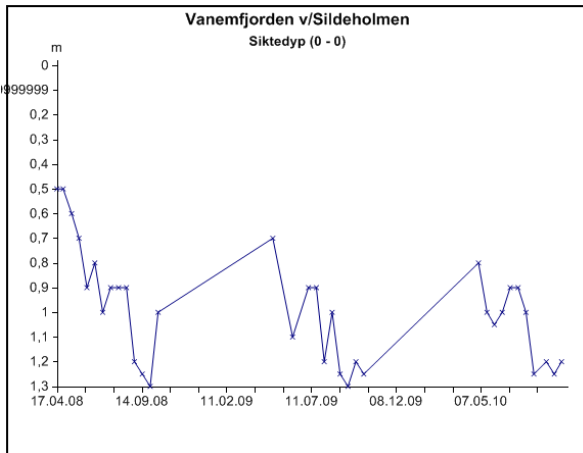
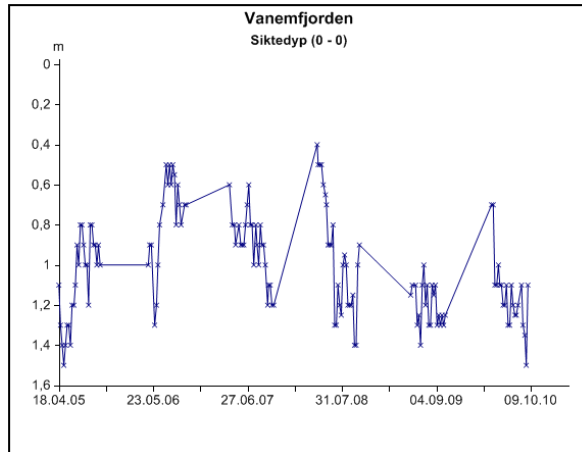
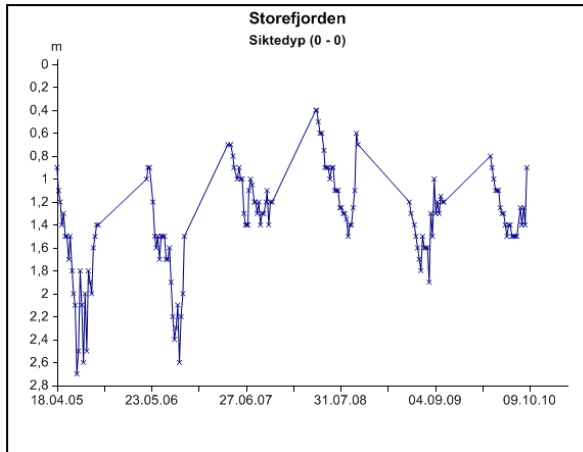


### Temperaturforhold i Vansjø 2010

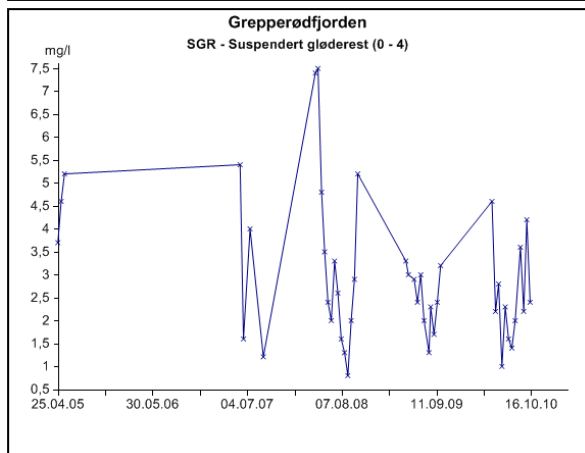
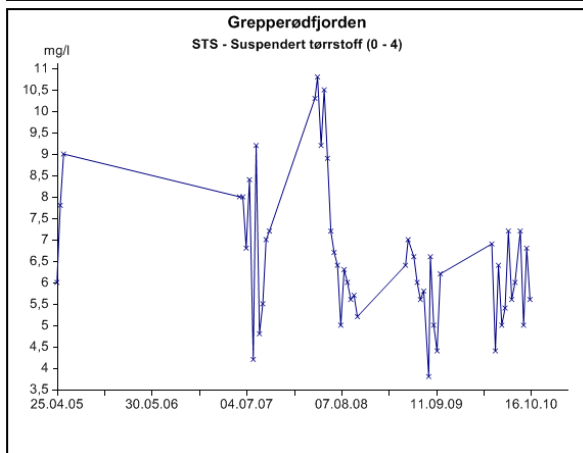
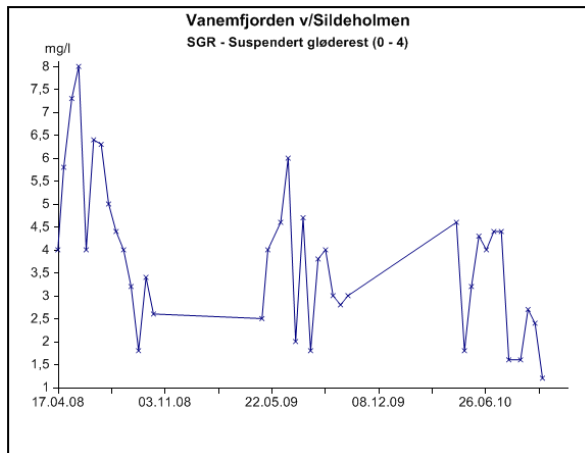
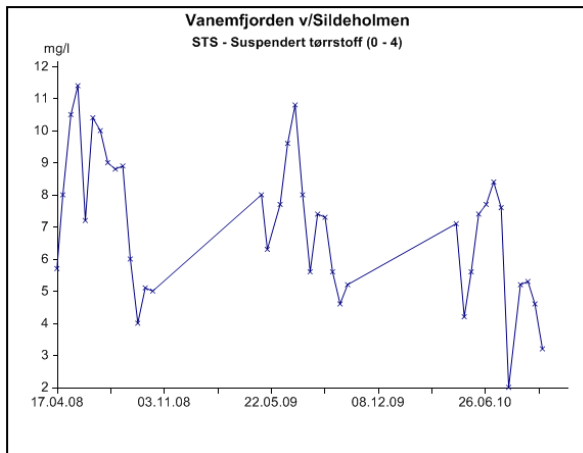
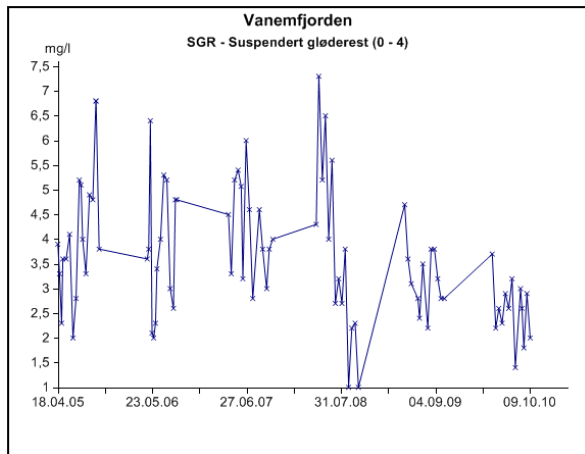
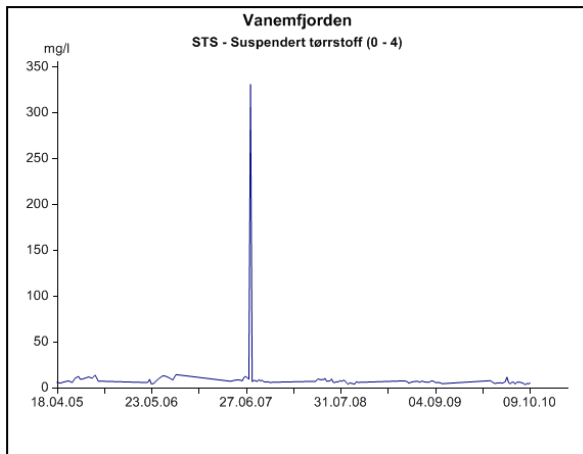
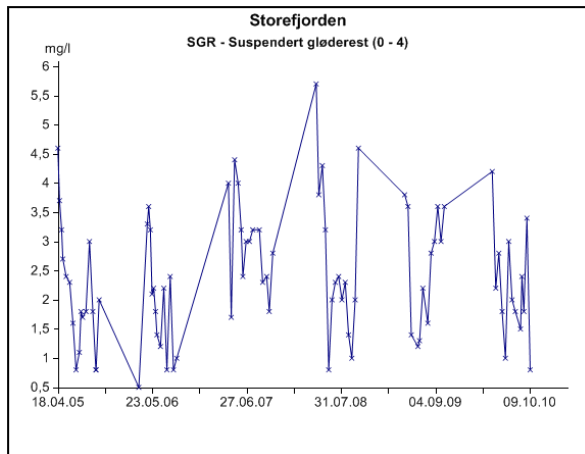
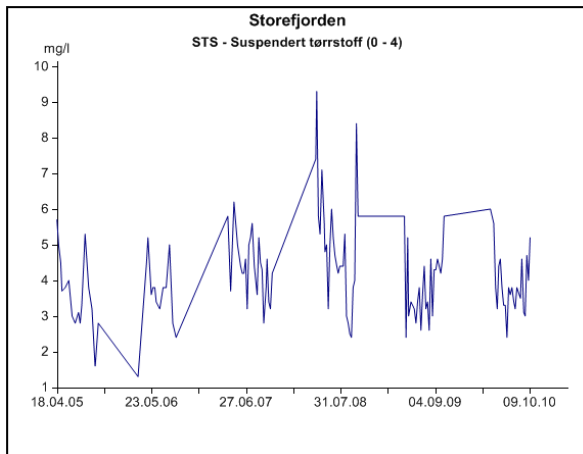


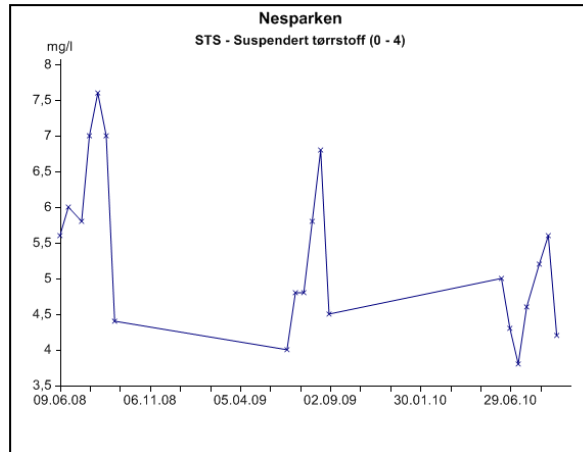


### Oksygenforhold i Vansjø 2010

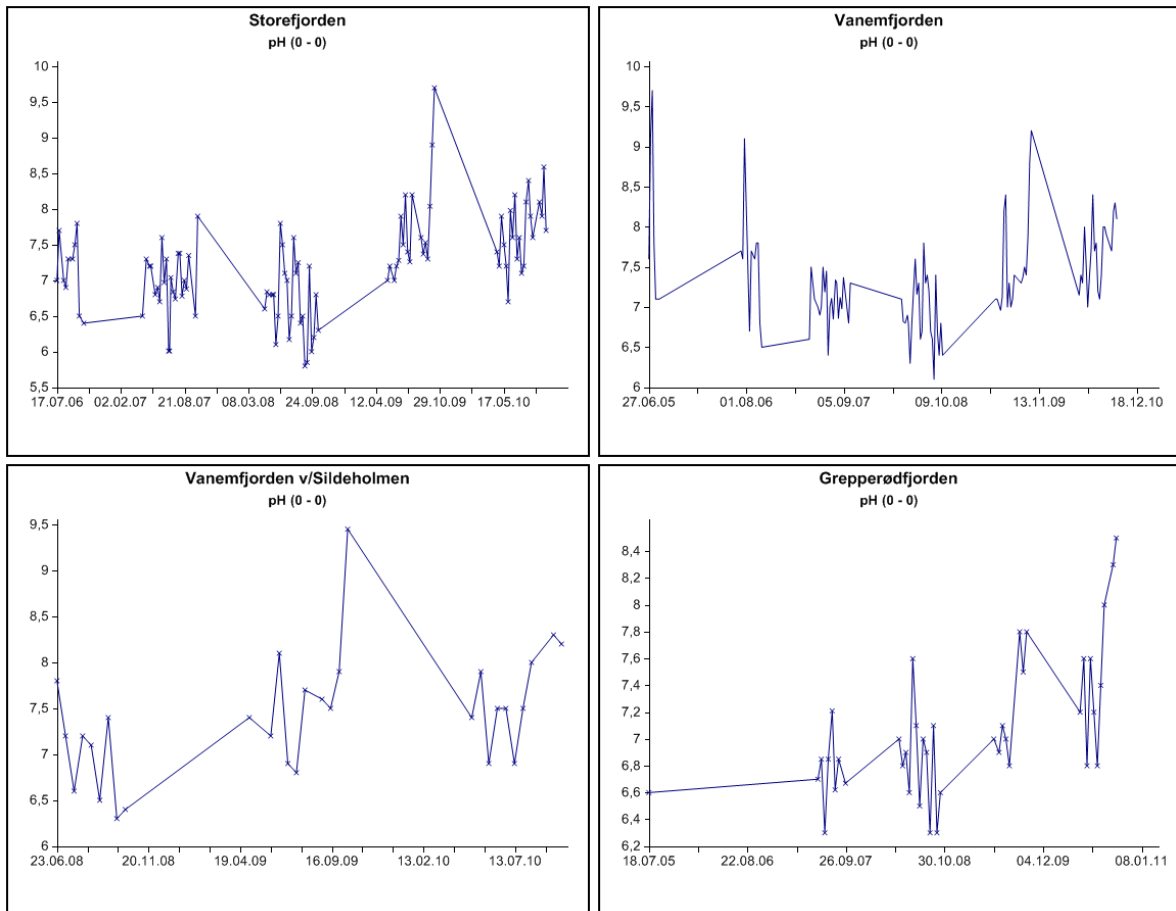


### Siktedyb i Vansjø 2005-2010



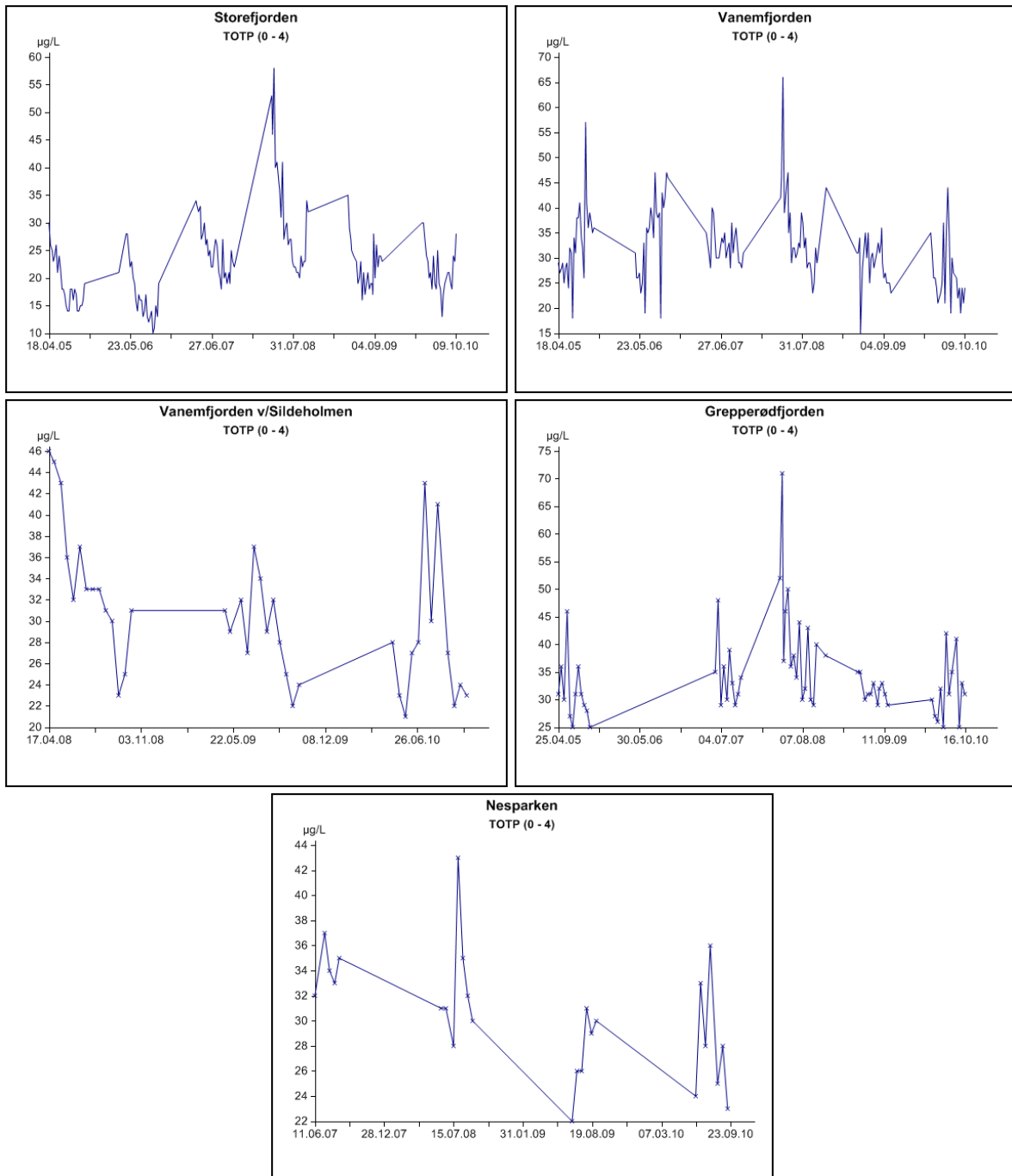


Variasjoner i suspendert tørrstoff (STS) og gløderest (SGR) i Vansjø 2005-2010

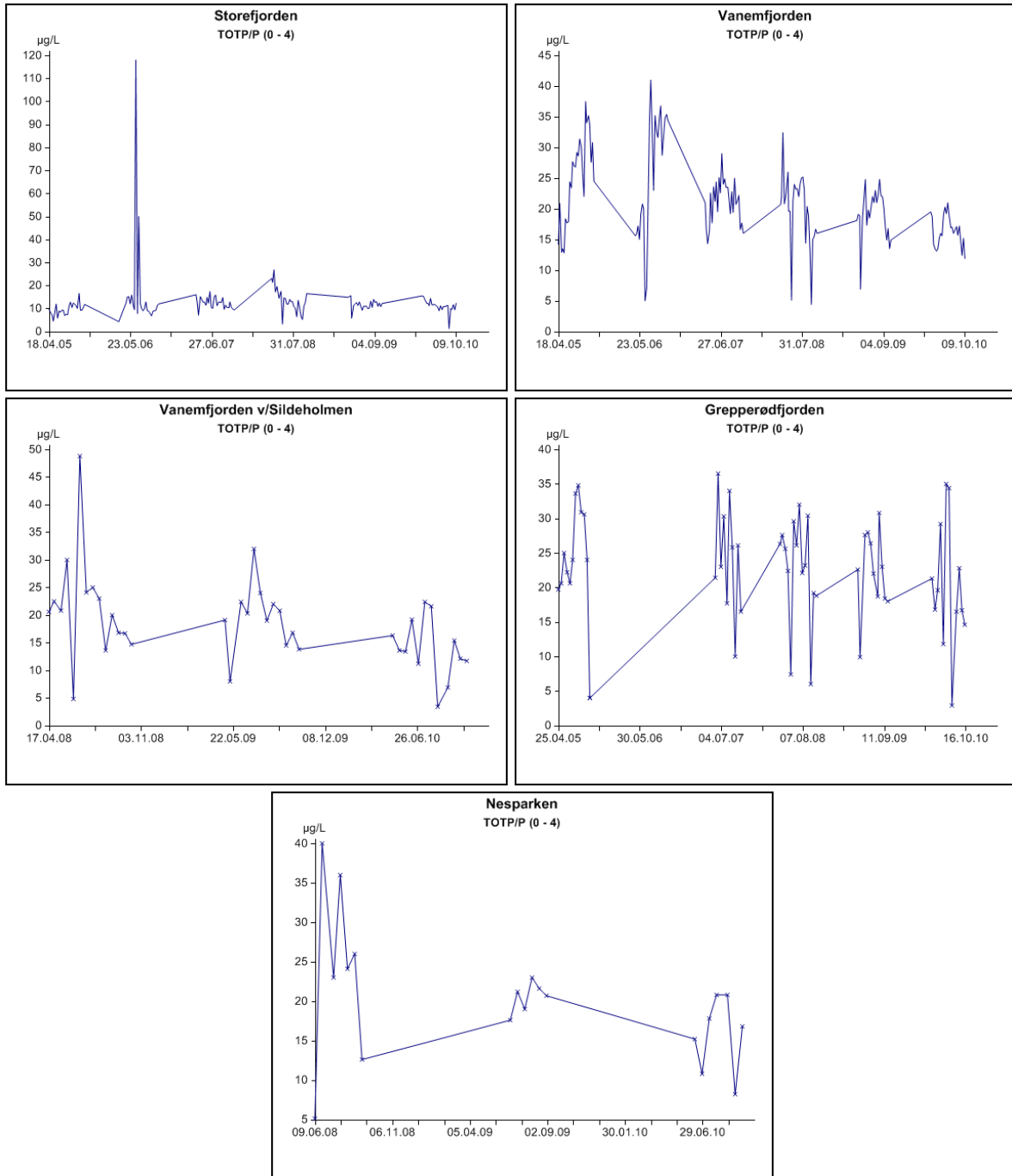


Variasjoner i pH i Vansjø 2005-2010.

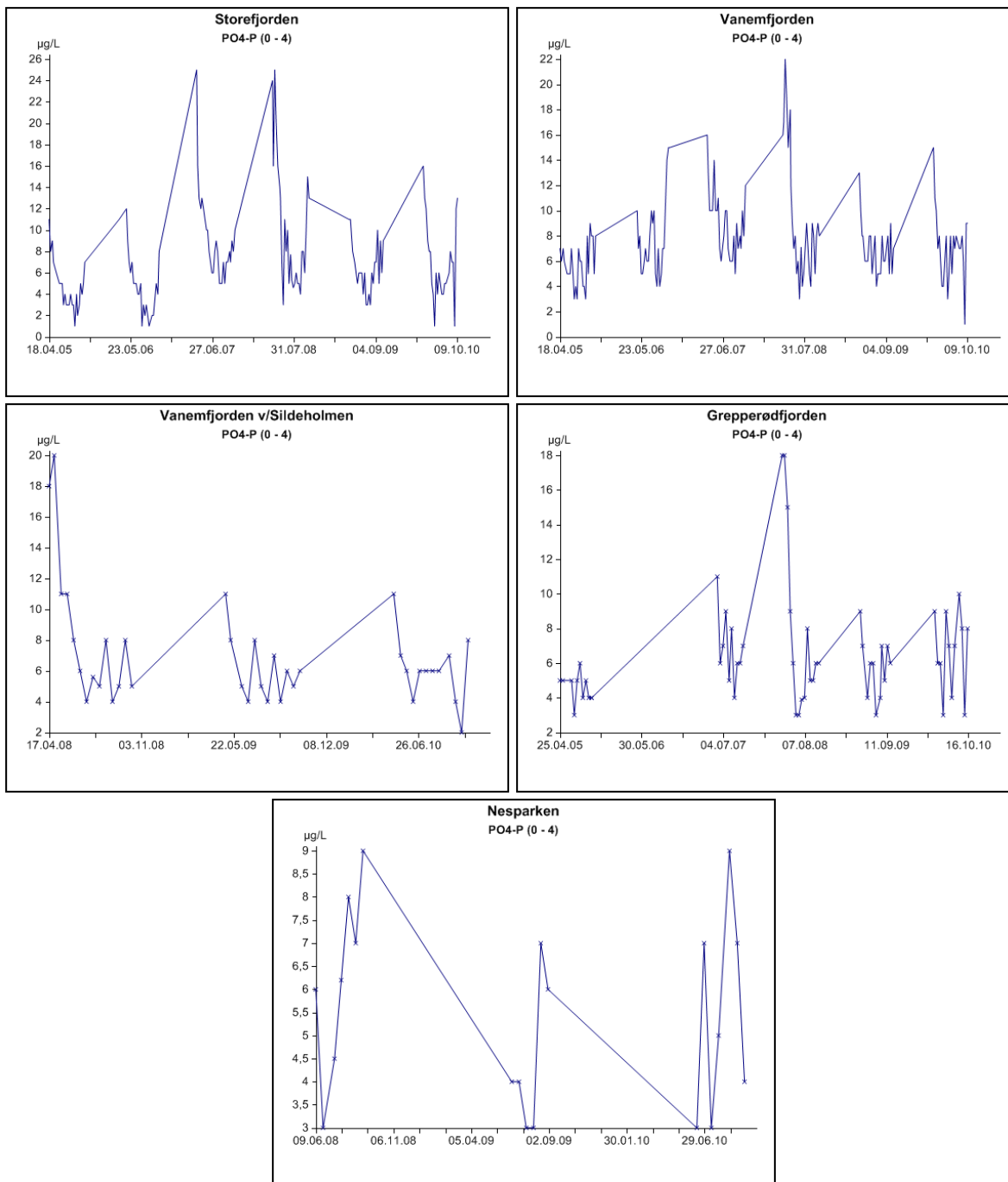




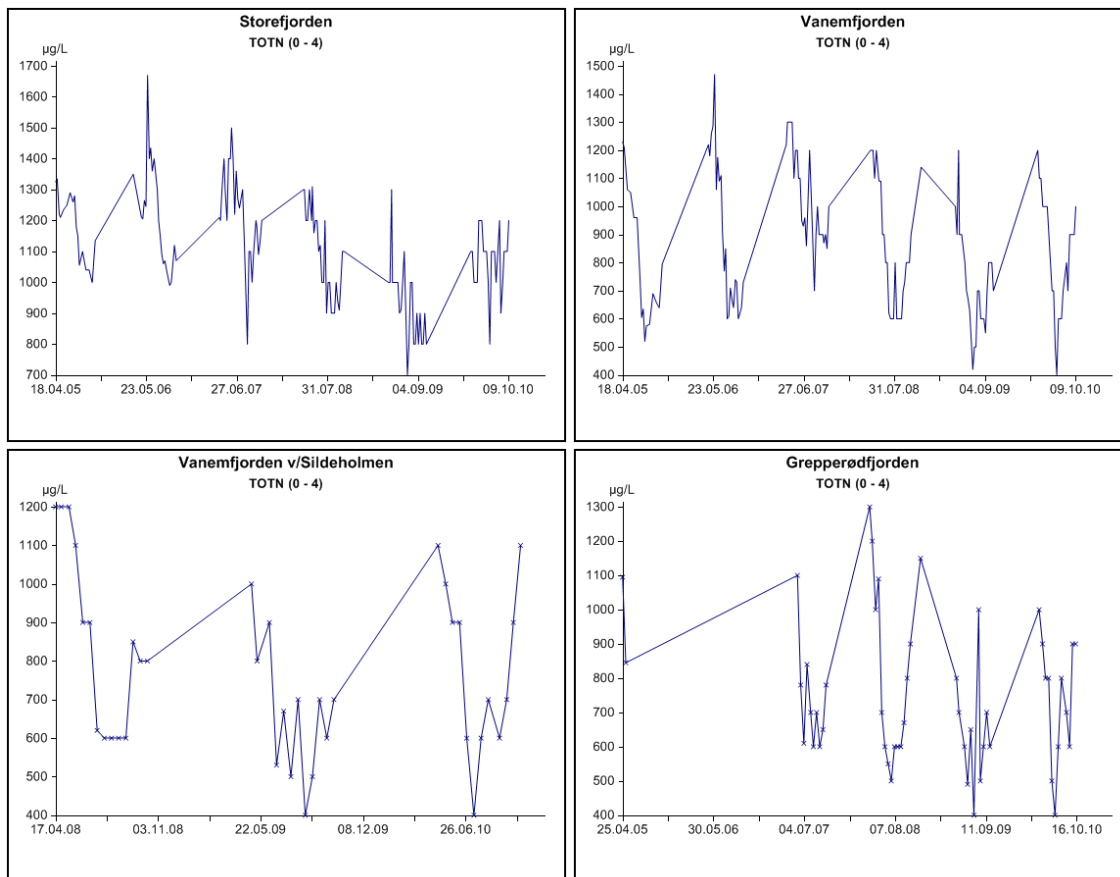
Variasjoner i totalfosfor i Vansjø 2005-2010.



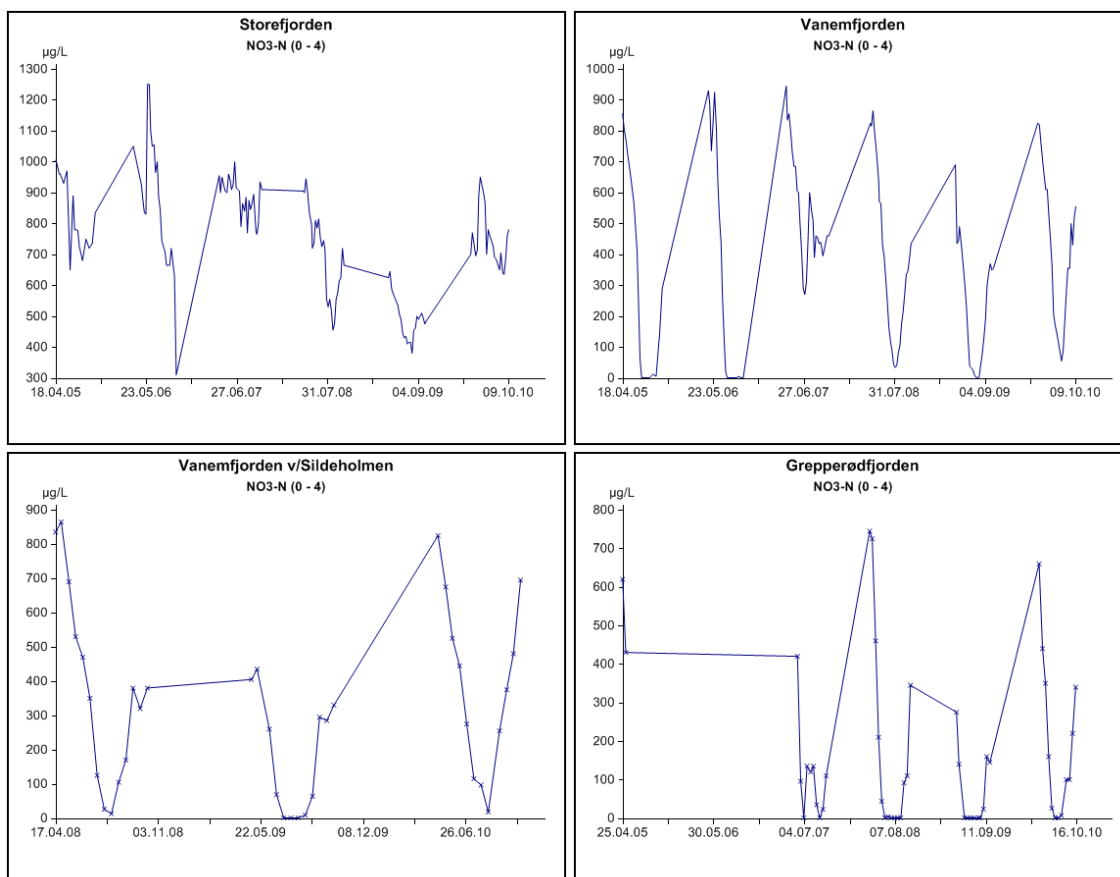
Variasjoner i partikkelbundet fosfor (TOTP/P) i Vansjø 2005-2010



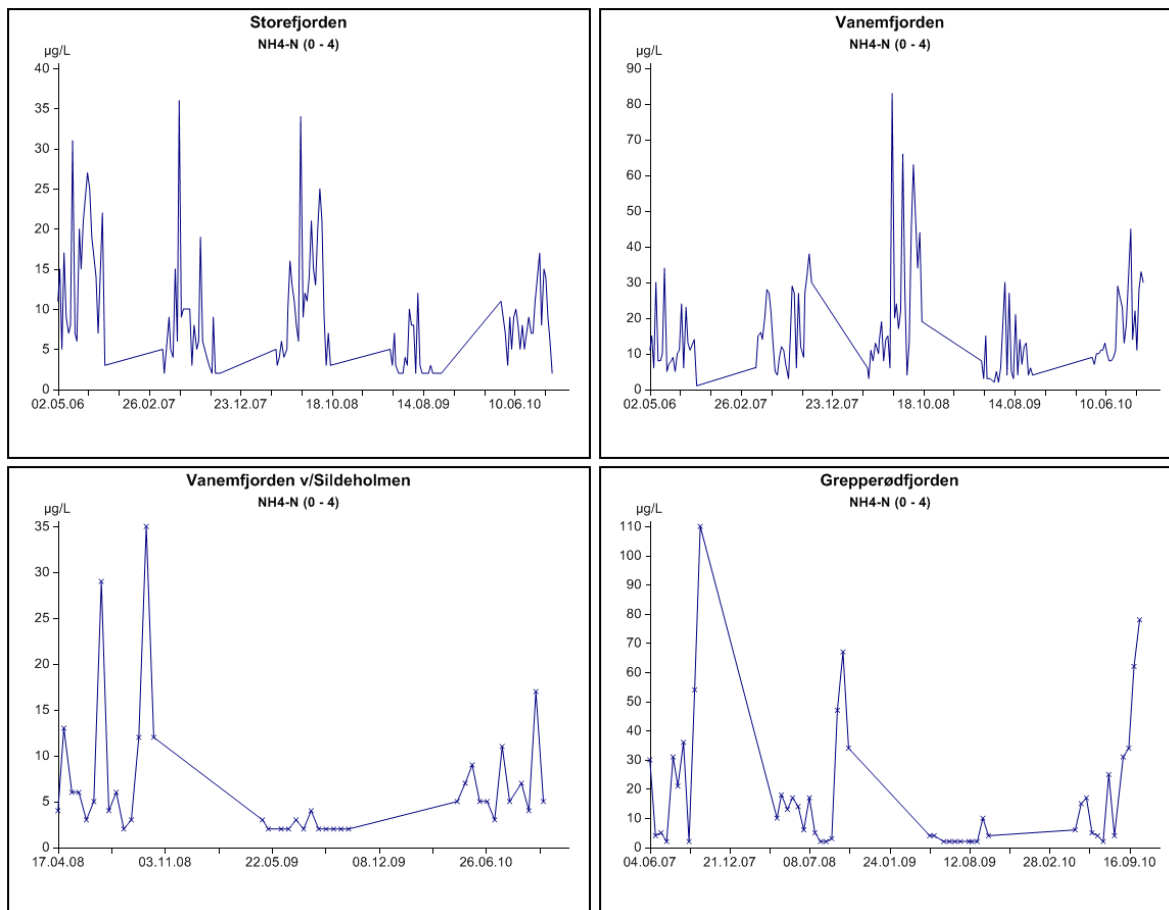
Variasjoner i Orto-fosfat i Vansjø 2005-2010



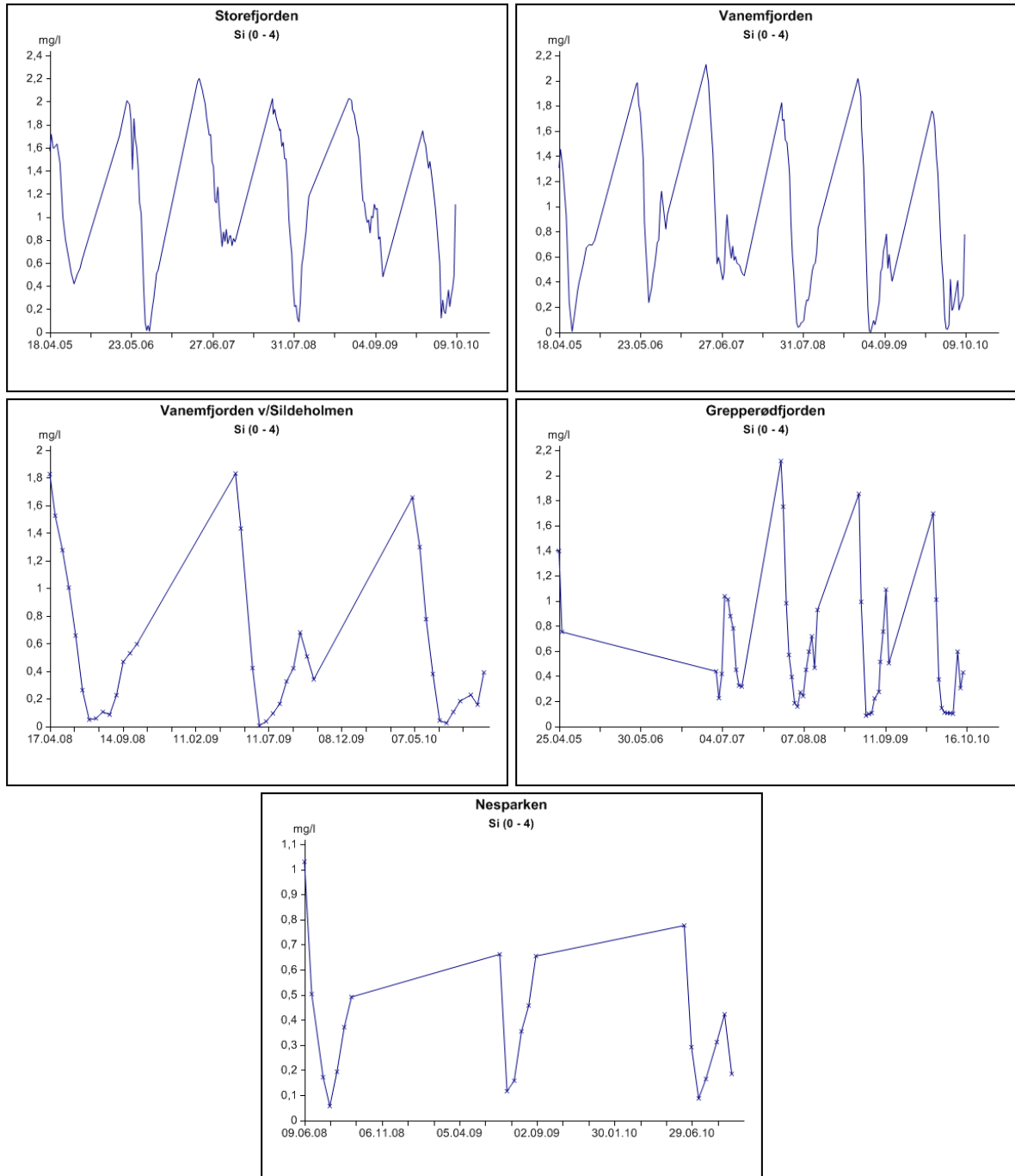
Variasjoner i total nitrogen i Vansjø 2005-2010.



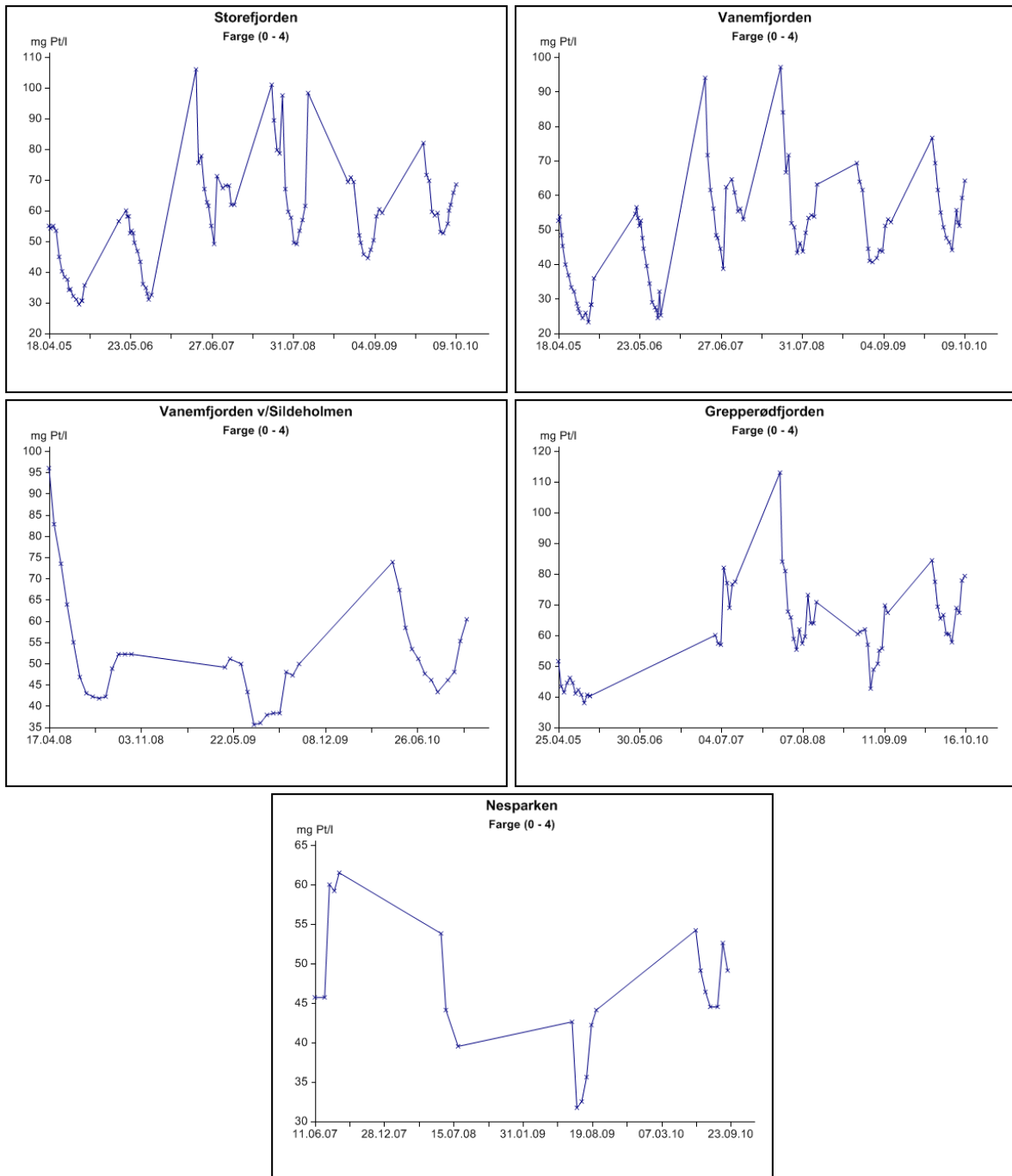
Variasjoner i nitrat konsentrasjon i Vansjø 2005-2010.



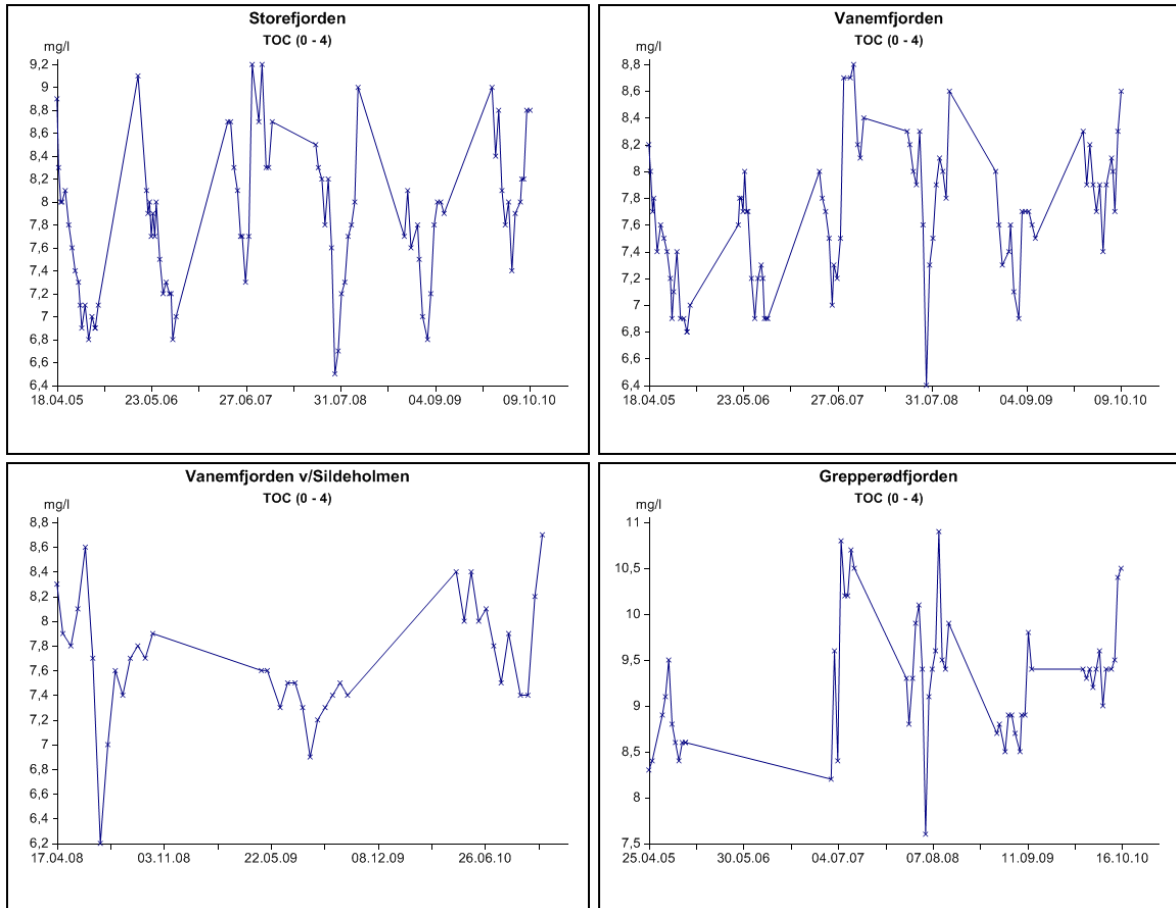
Variasjoner i ammonium konsentrasjon i Vansjø 2006-2010.



Variasjoner i totalt reaktivt silikat i Vansjø 2005-2010

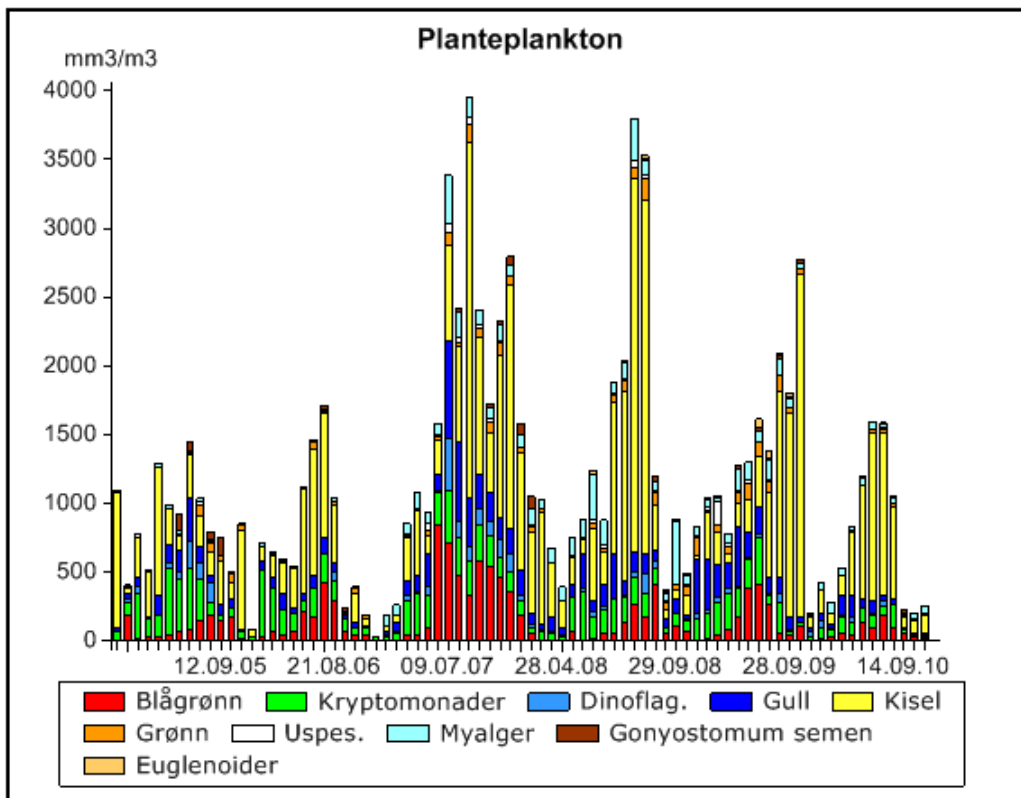


Variasjoner i farge i Vansjø 2005-2010.

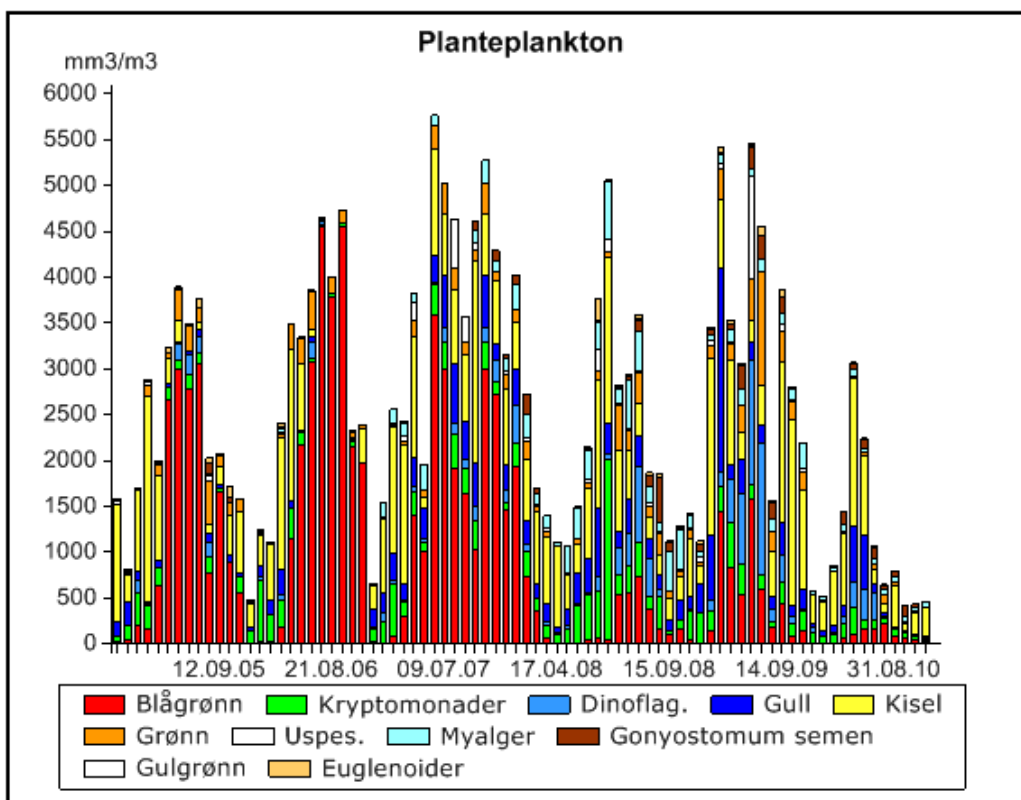


Variasjoner i totalt organisk karbon i Vansjø i 2005-2010.

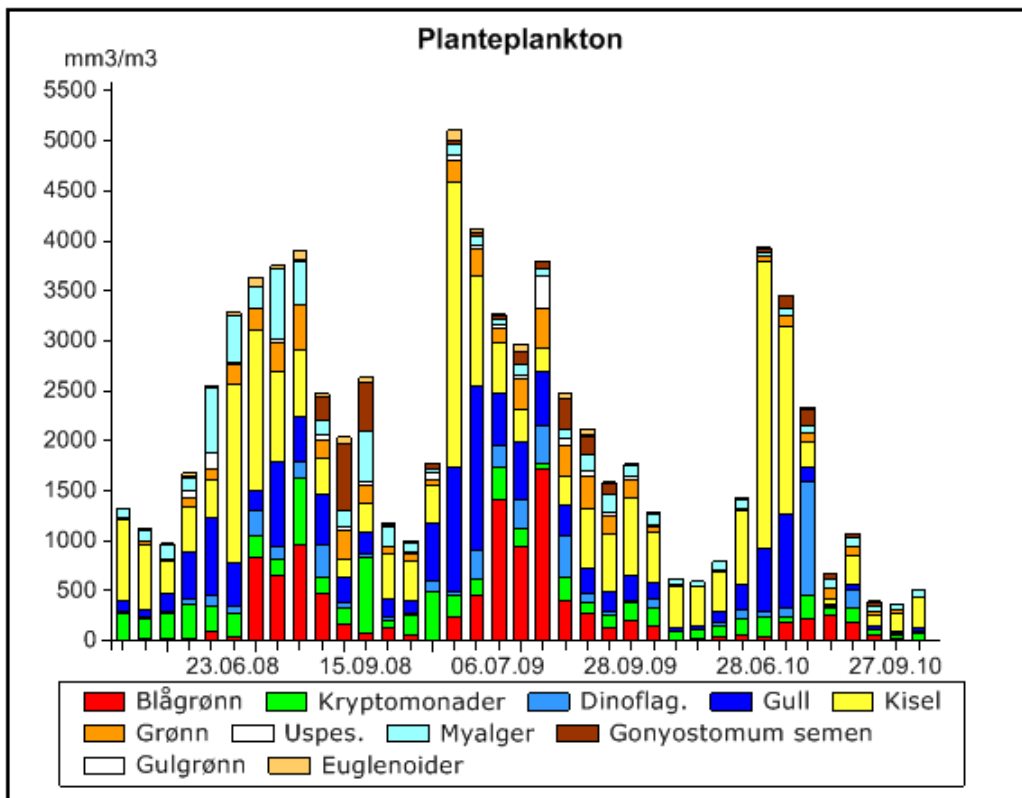




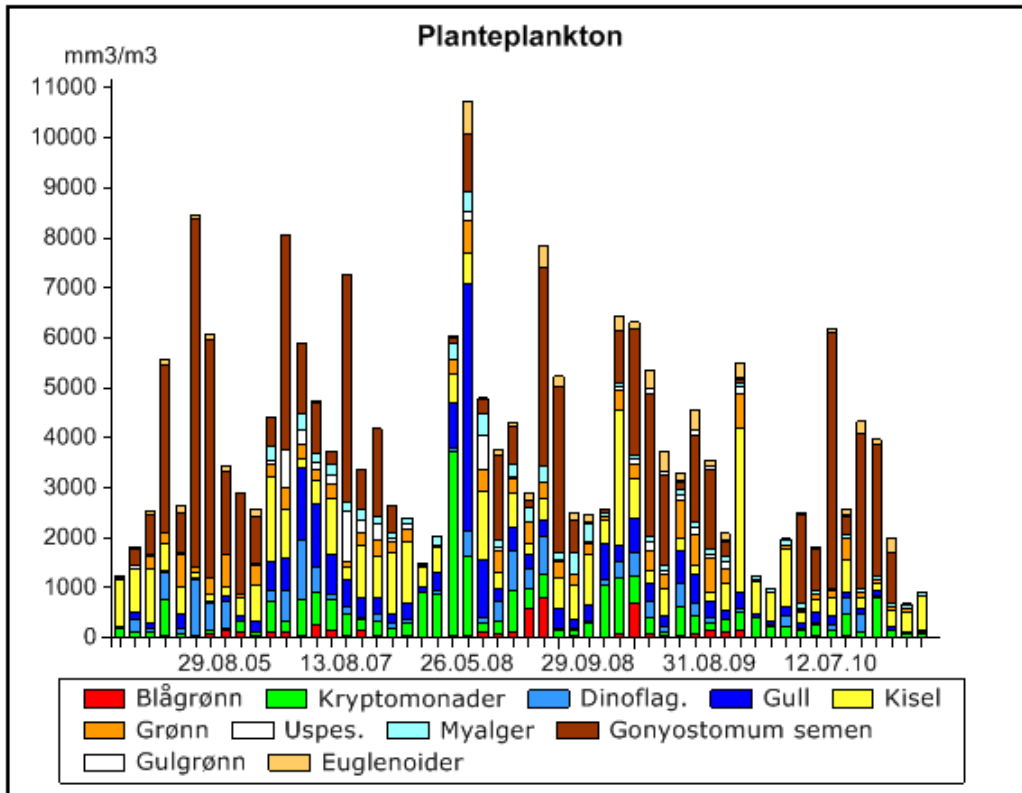
Variasjon i planteplanktonets mengde- og sammensetning i Storefjorden i 2005-2010.



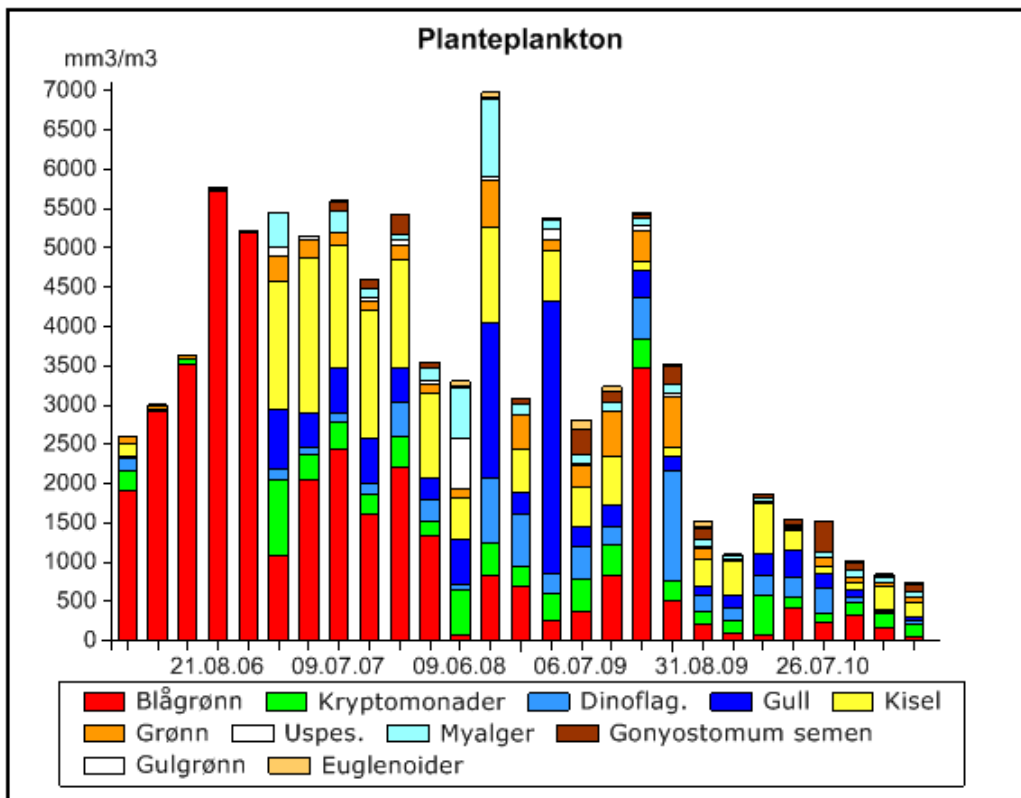
Variasjon i planteplanktonets mengde- og sammensetning i Vanemfjorden i 2005-2010.



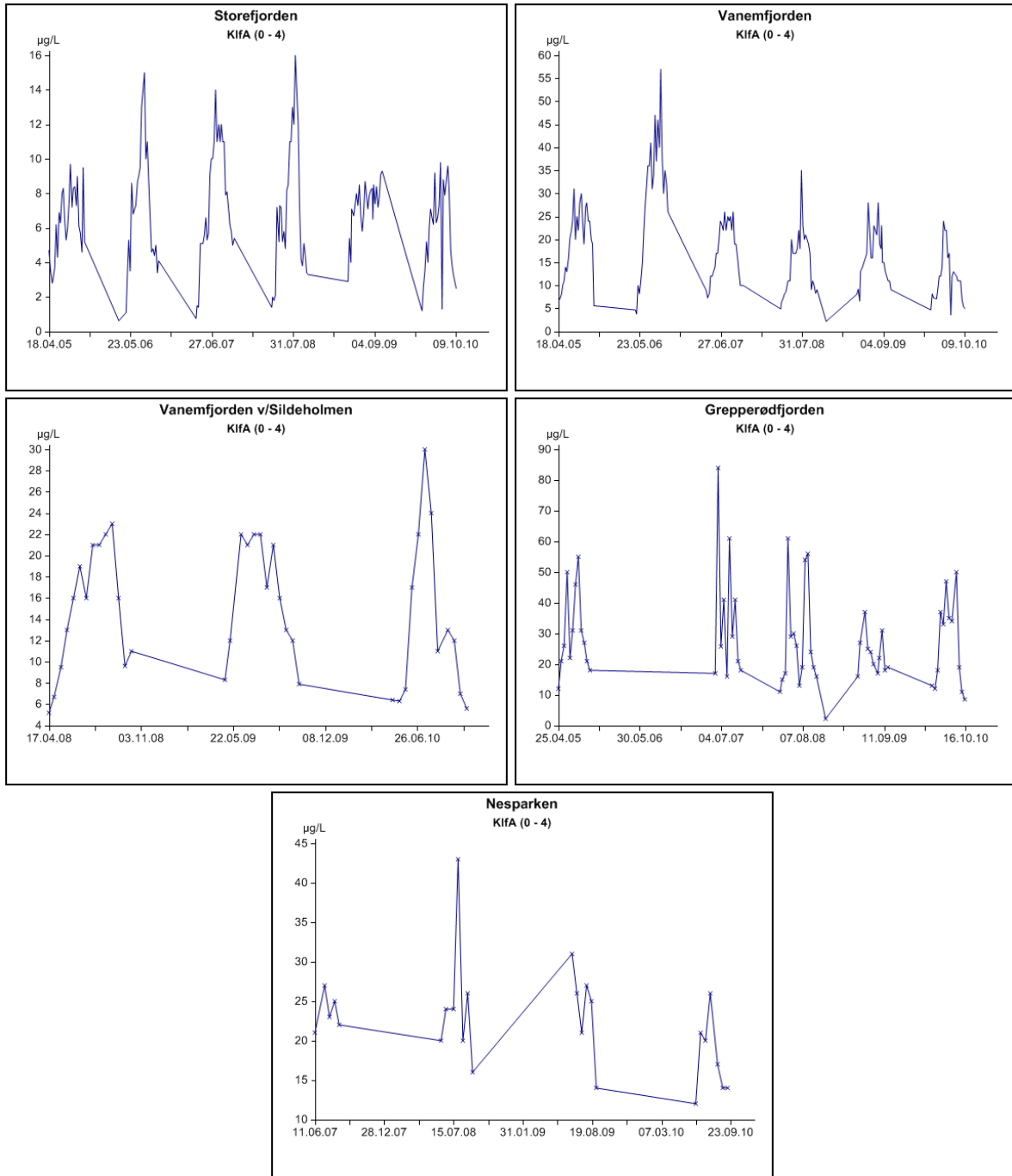
Variasjon i planteplanktonets mengde- og sammensetning i Vanemfjorden v/Sildeholmen i 2008-2010.



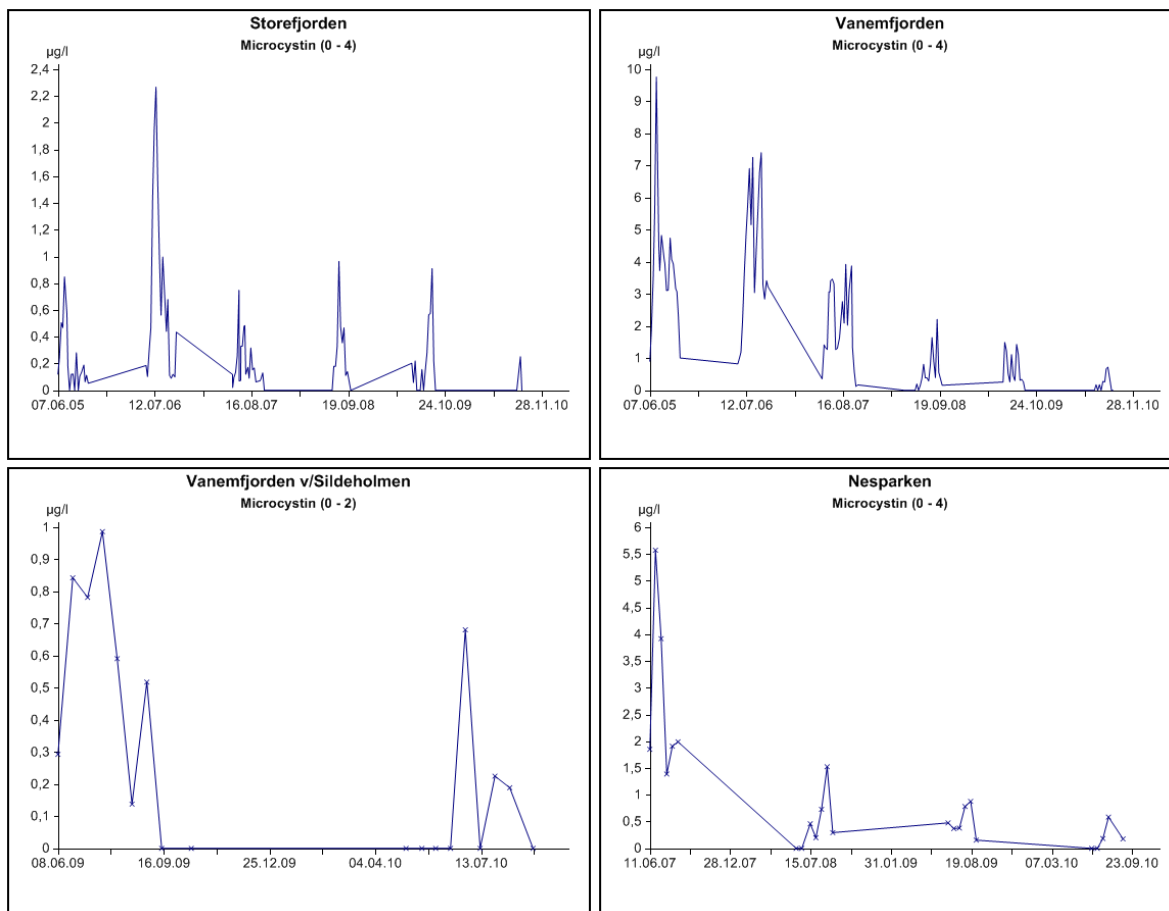
Variasjon i planteplanktonets mengde- og sammensetning i Grepperødfjorden i 2005-2010.



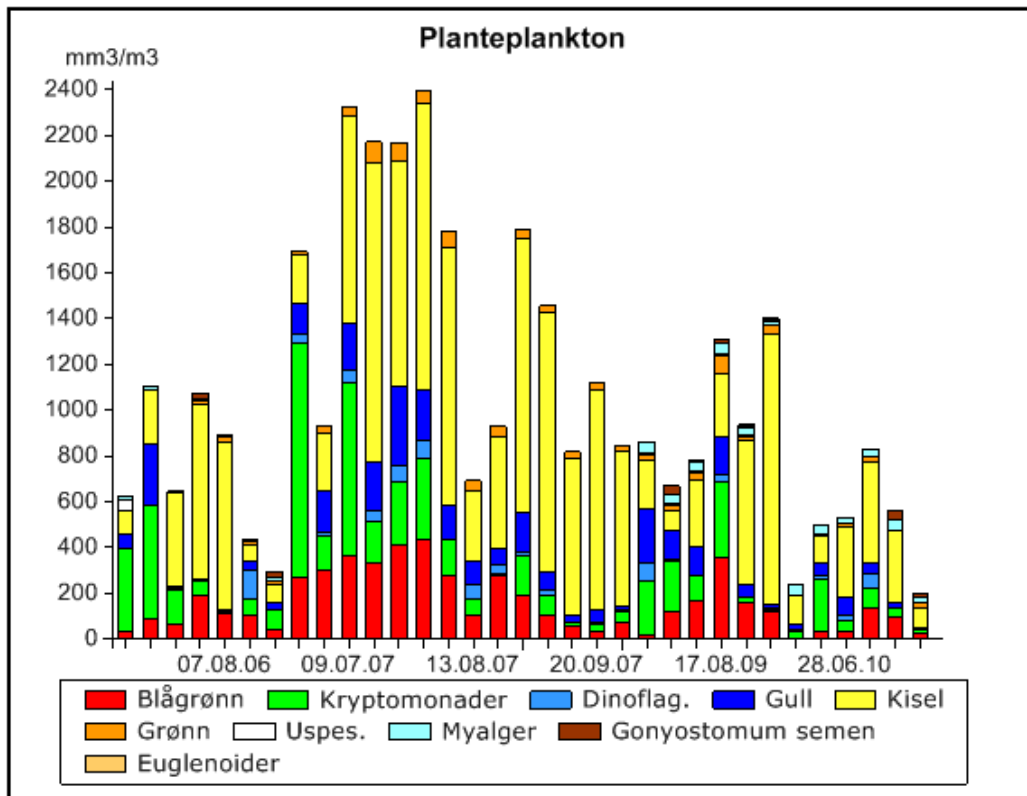
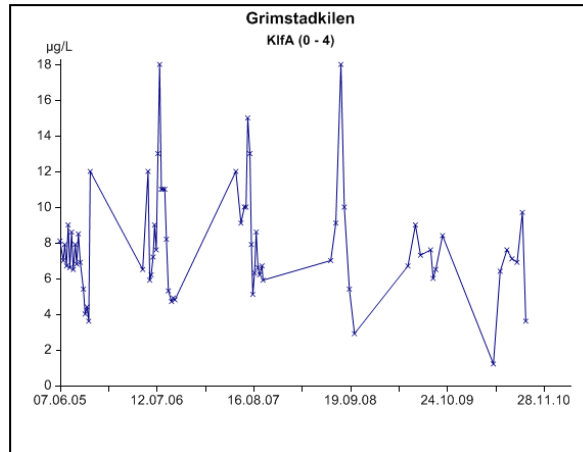
Variasjon i planteplanktonets mengde- og sammensetning i Nesparken i 2006-2010.



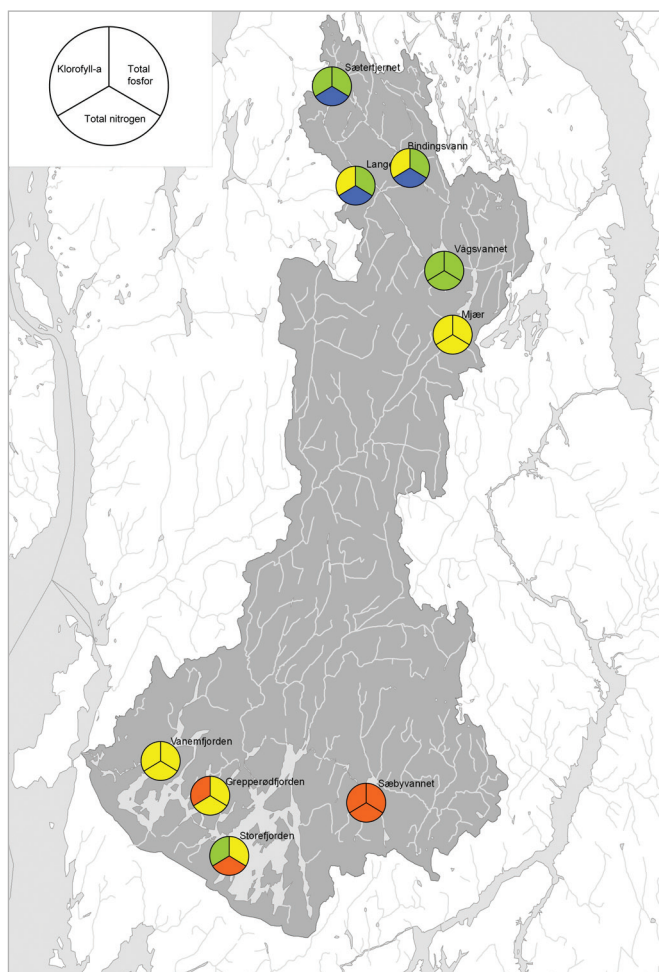
Variasjoner i klorofyllkonsentrasjonen i 2005-2010.



Variasjoner i microcystin i Vansjø 2005-2010. I Grepperødfjorden ble det ikke påvist microcystin i 2010.



Variasjon i klorofyll og plantep planktonetmengde og -sammensetning i Grimstadkilen 2005-2010.



Hobøelva øverst, foto: Eva Skarbøvik/Bioforsk. Vågvannet nederst, foto: Sigrid Haande/NIVA

← Figuren viser økologisk tilstandsklasse for klorofyll-a (gir et mål på algevekst), total fosfor og total nitrogen i innsjøer i Morsa, her vist med kakediagram. Klassifiseringssystemet iht. Vannforskriften har fem tilstandsklasser: Svært god (blå), god (grønn), moderat (gul), dårlig (oransje) og svært dårlig (rød; ikke representert blant innsjøene).

## Tilstanden i Vansjø-Hobølvassdraget 2010

En viktig del av arbeidet til Vannområdeutvalget Morsa er å overvåke innsjøer og elver i Vansjø-Hobølvassdraget. Her får du resultatene av denne overvåkingen i kortversjon.

Forbedringen av vannkvaliteten i vestre Vansjø fortsatte i 2010. Både fosforinnvået og mengden alger er redusert, og de siste ni årene har fosforinnholdet i vestre Vansjø vist en nedadgående trend. Fosfortallene har ikke vært lavere siden 1989. Denne forbedringen kan knyttes til at fosfortilførslene fra bekkene rundt det vestre bassenget også er redusert de siste årene. Tiltakene som er igangsatt ser derfor ut til å gi en positiv utvikling i innsjøen.

I østre del av innsjøen er det Hobøelva som har de største tilførslene av fosfor, og denne elva reagerer relativt kraftig på variasjoner i værforholdene: Økt vannføring i elva gir økt erosjon blant annet i elvebredden, noe som fører til

at fosforrike partikler transporteres ned til Storefjorden. I 2010 ble dette forverret av flere anleggsarbeider i og langs vassdraget. Vi ser derfor at tilførslene av fosfor i denne delen av vassdraget ikke gikk ned.

Vannkvaliteten i innsjøene i nedbørfeltet varierer, med god tilstand i Sætertjernet og Vågvannet, moderat tilstand i Bindingsvannet, Langen, Mjær, Storefjorden og Vanemfjorden, og dårlig tilstand i Sæbyvannet og Grepperødfjorden.

Overvåkingen av vassdraget utføres av Bioforsk (elver, bekker) og NIVA (innsjøer) i oppdrag for Vannområdeutvalget Morsa. Undersøkelsene er finansiert av Klima og forurensningsdirektoratet (Klif). Resultatene er i sin helhet rapportert i Skarbøvik, E., Bechmann, M., Rohrlack, T. & Haande, S. 2011. Bioforsk Rapport Vol. 6. Nr. 31.

## ELVER OG BEKKER

## Konsentrasjon av næringsstoffer

Stasjon	SS	Tot-P	Tot-N	PO <sub>4</sub> -P	E-koli 90%
	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	Ant/100ml
Tangelva	3	15	482	3	33
Hobøelva ved Mjær	5	19	805	5	90
Kråkstadelva	58	123	4070	22	4300
Hobøelva v/Kure	56	93	1967	16	3000
Veidalselva	34	74	1232	13	1400
Mørkelva	21	40	755	6	1100
Svinna oppstrøms	24	61	1431	13	2400
Svinna v/ Klypen	8	39	914	10	400
Boslangen	4	24	577	6	60
Sundet	6	25	1986	9	1
Mosseelva	5	25	923	6	110
<b>Bekker til vestre Vansjø:</b>					
Guthus	21	75	1300	21	1300
Sperrebotn	25	95	1030	22	8500
Augerød	34	80	1100	16	500
Ørejordet	7	33	2000	9	4200
Årvold	13	38	2300	8	9000
Støa	16	157	2500	71	900
Vaskeberget	18	112	5200	22	400
Huggenes	16	83	5800	26	300
Dalen	2	13	580	3	28

Til sammen er det 20 elve- og bekkestasjoner som overvåkes i Vansjø-Hobøelvasdraget (se tabell til venstre). På de fleste stasjonene tas det prøver hver 14. dag og ekstraprøver under flomepisoder. I Hobøelva ved Kure tas det prøver hver uke og ekstraprøver ved flom.

Når vannkvaliteten i elver og bekker vurderes brukes ofte gjennomsnittlige konsentrasjoner av for eksempel totalfosfor. Vi gjør dette med varsomhet da konsentrasjoner kan variere kraftig over tid, ofte knyttet til variasjoner i vannføring.

De høyeste konsentrasjonene av totalfosfor (Tot-P) ble funnet i bekkene Støa og Vaskeberget. I elvene er det særlig Kråkstadelva, Hobøelva ved Kure og Veidalselva som har de høyeste konsentrasjonene av totalfosfor og partikler (SS). Total nitrogen (Tot-N) og ortofosfat (PO<sub>4</sub>-P) følger omtrent samme mønster.

Tarmbakterier (e-koli) var det flest av i bekkene Årvold, Sperrebotn og Ørejordet. I stasjonene rundt Storefjorden er det i Kråkstadelva, Hobøelva ved Kure og Svinna vi finner de høyeste verdiene av tarmbakterier.

Bekkene Boslangen og Dalen representerer upåvirkede nedbørfelt og har derfor relativt lave verdier av alle målte stoffer.

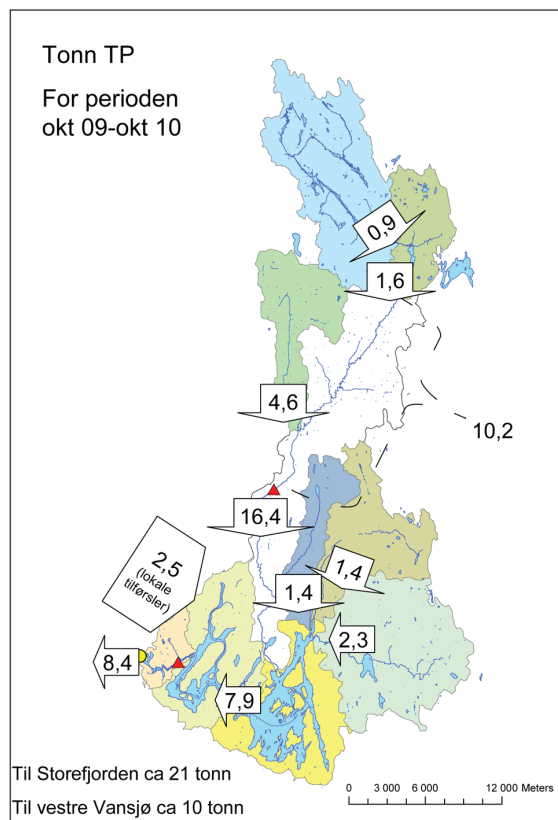
Tabellen til venstre viser snittkonsentrasjoner i elver og bekker i overvåkingsperioden.

## Tilførsler til Vansjø

Som kartet til høyre illustrerer ble det totalt tilført 21 tonn fosfor til Storefjorden fra de fire største elvene. Hobøelva tilførte ca 16,4 tonn hvorav 4,6 tonn kom fra Kråkstadelva, 1,6 tonn fra Mjær og 10,2 tonn fra nedbørfeltet til Hobøelva mellom Mjær og Kure. Til vestre Vansjø ble det tilført 2,5 tonn fra det lokale bekkfeltet, og 7,9 tonn fra Storefjorden. Mosseelva førte 8,4 tonn fosfor til Mossesundet.



Hobøelva ved Kure. Foto: Eva Skarbøvik/Bioforsk





## INNSJØENE

### Økologisk tilstand i innsjøene

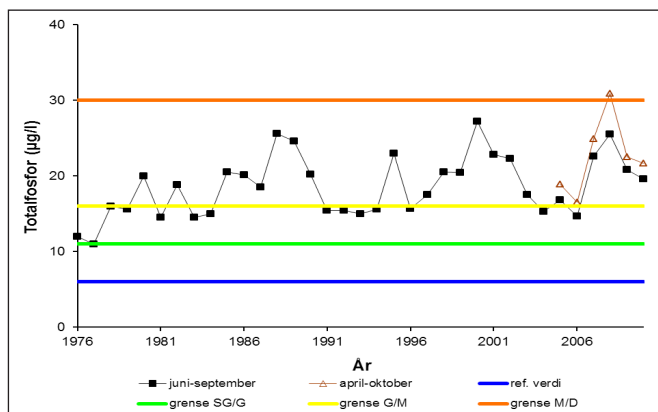
I tillegg til Vansjø er det seks innsjøer som inngår i overvåkningsprogrammet til Morsa. Kartoversikten på side 1 viser innsjøene og målestasjonene. Alle vannforekomstene har blitt klassifisert iht. Vannforskriften og for hver målestasjon er tilstanden for klorofyll-a (mål for algevekst), total fosfor og total nitrogen vist i et kakediagram (se side 1). Figuren til høyre viser økologisk tilstand for klorofyll-a sommeren 2010.

En totalvurdering av resultatene fra innsjøene gir følgende økologiske tilstand:

- Sætertjernet: God økologisk tilstand ●
- Bindingsvannet: Moderat økologisk tilstand ●
- Langen: Moderat økologisk tilstand ●
- Våg: God økologisk tilstand ●
- Mjær: Moderat økologisk tilstand ●
- Sæbyvannet: Dårlig økologisk tilstand ●
- Grepperødfjorden: Dårlig økologisk tilstand ●

I Sæbyvannet er det dårlig økologisk tilstand basert på klorofyll-a, total fosfor og total nitrogen. Innholdet av total fosfor og klorofyll viser en svakt økende tendens siden 1982

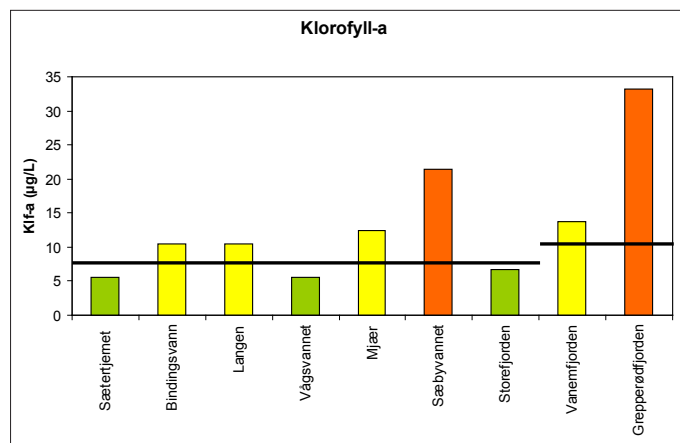
### Utvikling og tilstand i Storefjorden



Figuren viser innholdet av totalfosfor i Storefjorden siden 1976 i perioden juni - september, sort kurve. Siden 2005 har innsjøen blitt overvåket fra april-oktober, brun kurve. Linjene viser grensene mellom tilstandsklassene: Blå er svært god tilstand, grønn er god, gul moderat og oransje er dårlig. Gul linje angir miljømålet.

Figuren øverst til høyre viser at Storefjorden oppnådde god økologisk tilstand for klorofyll-a (algevekst) sommeren 2010. Den økologiske tilstanden for totalfosfor var imidlertid moderat. I henhold til Vanddirektivets regler for klassifisering har Storefjorden derfor moderat økologisk tilstand.

Figuren ovenfor viser utviklingen av totalfosfor i Storefjorden 1976-2010. Utviklingen er blant annet styrt av mengden erosjonspartikler fra nedbørfeltet. Dermed har nedbør og vannføring i Hobøelva stor betydning. Det har vært relativt høye konsentrasjoner i Storefjorden de siste fire årene. En uvanlig stor



Økologisk tilstand basert på klorofyll-a ( $\mu\text{g/L}$ ) i innsjøer oppstrøms Vansjø og innsjøbassenger i Vansjø i 2010 (Sætertjernet har data fra 2009). Den svarte linjen viser grensen mellom god og moderat økologisk tilstand (miljømålet). Innsjøene har ulike vanntype og derfor ulike miljømål.

med en topp rundt 2000. Innsjøen har dårlig tilstand for alle disse tre parametrene til tross for at det har vært utført en rekke tiltak i nedbørfeltet, og det har derfor vært nødvendig å intensivere overvåkingen av tilførslene.



Ras i Hobøelva. Det er gått flere ras her, blant annet høsten 2007 og vinteren 2008. Sårene etter disse rasene avgir fortsatt mye materiale og påvirker tilstanden til elv og innsjø. Foto: Morsa

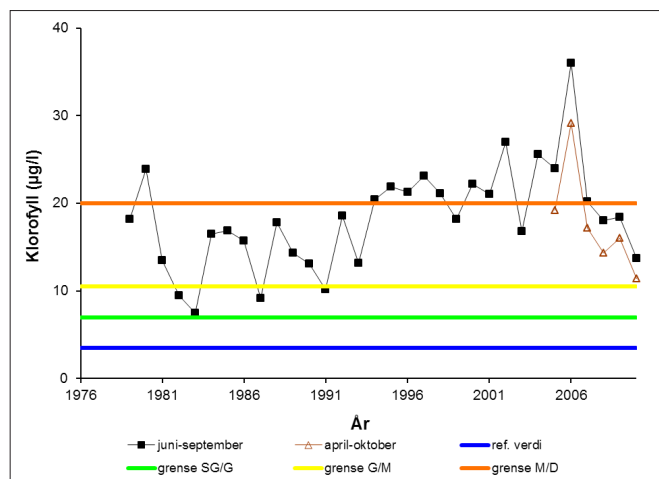
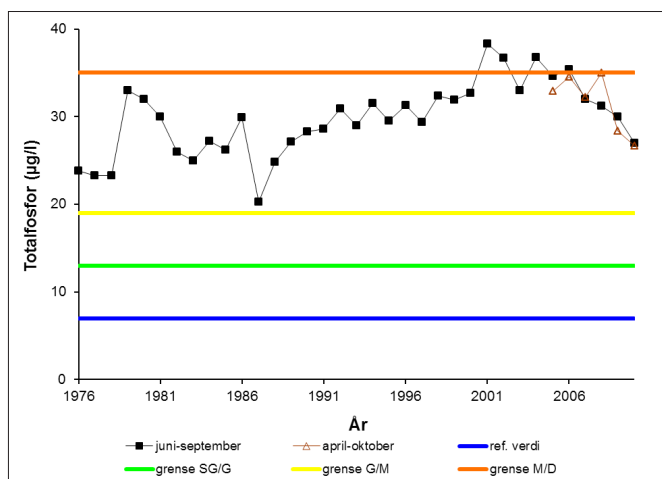
sommerflom i 2007 ga store tilførsler av totalfosfor til innsjøen. Det har også gått en rekke ras i nedbørfeltet til Hobøelva de siste årene, blant annet høsten 2007 og vinteren 2008 – og sårene etter disse rasene fortsetter å avgi mye materiale til elv og innsjø. I 2010 foregikk det dessuten mye anleggsarbeid i Storefjordens nedbørfelt.

Summen av alle disse hendelsene har ført til at mengden erosjonspartikler har økt, noe som igjen har hatt innvirkning på mengden totalfosfor i Storefjorden.

VESTRE VANSJØ

Utvikling og tilstand i vestre Vansjø

Vestre Vansjø overvåkes i Vanemfjorden og vannkvaliteten her har blitt bedre de siste årene. Innsjøen hadde sommeren 2010 moderat økologisk tilstand for klorofyll-a (algevekst), fosfor og nitrogen (se kart side 1). Det er gjennomført en rekke tiltak i denne delen av nedbørfeltet og mye tyder på at disse har hatt en god effekt for innsjøen.



Figurene viser utvikling av totalfosfor og klorofyll (mål for algemengde) i Vanemfjorden. Målingene er tatt i perioden juni til september hvert år (sort kurve). Siden 2005 har det blitt tatt prøver fra april-oktober, brun kurve. De fargede linjene viser grensen mellom tilstandsklassene hvor blå er svært god tilstand, grønn er god, gul moderat og oransje er dårlig tilstand. Gul linje angir miljømålet.

Flommen i 2000 førte til en kraftig forverring av vannkvaliteten. De siste ni årene har imidlertid fosforinnholdet i innsjøen vist en nedadgående trend.

Resultatene fra overvåking av bekker til vestre Vansjø tyder på at tilførsler av fosfor til innsjøen fra det lokale bekkefeltet har blitt redusert. I 2010 ble det målt konsentrasjoner i Vanemfjorden på samme nivå som målinger fra 1989. Mye tilsier at tilbakegangen i fosforkonsentrasjon etter flommen, og dels tiltak i området rundt vestre Vansjø.

Utviklingen i vestre Vansjø har vist oss at flomhendelser kan føre til meget næringsrike forhold med oppblomstring

av giftige alger i innsjøen. Flommer som dette kan motvirke effekten av kostbare tiltak i flere år etter flomhendelsen.

Algeverdiene i vestre Vansjø viser også en nedadgående trend, og vi må tilbake til 1993 for å finne like lave verdier som sommeren 2010. Dette er positivt, men det er allikevel et stykke igjen til målet er nådd. Det er fortsatt for mye fosfor i vannet og det kan derfor forekomme algeoppblomstringer også i fremtiden. Den positive trenden i vannkvaliteten med lavere fosforverdier gjør at sannsynligheten for algeoppblomstring er mindre nå enn før flommen i 2000.



Vannområdeutvalget Morsa  
Herredshuset  
1592 Våler i Østfold  
Telefon: 69 24 75 24  
E-post: hgu@fmos.no