

Bioforsk Rapport

Vol. 7 Nr. 44 2012

Overvåking Vansjø/Morsa 2010-2011

Resultater fra overvåking av innsjøer, elver og
bekker i perioden oktober 2010 - oktober 2011

Eva Skarbøvik (Bioforsk) og Sigrid Haande (NIVA)



Forsidefoto: 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 2010-2011
Resultater fra overvåkingen i perioden oktober 2010 til oktober 2011

Forfattere:
Eva Skarbøvik (Bioforsk) og Sigrid Haande (NIVA)

<i>Dato:</i> 28. februar 2012	<i>Tilgjengelighet:</i> Åpen	<i>Prosjekt nr.:</i> 8102	<i>Saknr.:</i> -
<i>Rapport nr.:</i> 7 (44) 2012	<i>ISBN-nr.:</i> 978-82-17-00913-9	<i>Antall sider:</i> 121	<i>Antall vedlegg:</i> 5

<i>Oppdragsgiver:</i> Vannområdeutvalget Morsa	<i>Kontaktperson:</i> Helga Gunnarsdottir
---	--

<i>Stikkord/Keywords:</i> Overvåking, eutrofiering, tilførsler av næringsstoff Monitoring, eutrophication, nutrient loads	<i>Fagområde/Field of work:</i> 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 2010 – oktober 2011. Rapporten inneholder oversikter over gjennomsnittskonsentrasjoner i bekker, elver og innsjøer, tilførselsberegninger til Vansjø, Sæbyvannet og Mjær, samt trendanalyser for 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.

<i>Fylke:</i>	Østfold og Akershus
<i>Sted:</i>	Vansjø-Hobølvassdraget

Godkjent

Prosjektleder

Marainne Bechmann
Seniorforsker

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 2010 – oktober 2011 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)

Prosjektet har hatt følgende medarbeidere:

Elver og bekker: Eva Skarbøvik (Bioforsk) har vært prosjektleder og ansvarlig for overvåking av tilførselselver. Hans Olav Eggestad (Bioforsk) har bidratt til tilførselsberegninger til vestre Vansjø. Øistein Johansen (Bioforsk) har hatt det tekniske ansvaret for automatisk prøvetaking i Hobølelva (turbiditetsmåler). Bjørn Solberg (Bovim) har hatt ansvaret for manuell prøvetaking av elver og bekker. GLB har bistått med vannføringsdata fra stasjonen Høgfoss i Hobølelva. NVE har bistått med vannføringsdata fra stasjonen i Guthusbekken. Kjemiske analyser er utført ved Eurofins Moss.

Innsjøer: Sigrid Haande (NIVA) har analysert og rapportert resultatene fra Vansjø og de fem andre innsjøene 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 Marianne Bechmann, Bioforsk (tilførsler og overordnet kvalitetskontroll av rapporten) og Thomas Rohrlack, NIVA/UMB (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 2012



Eva Skarbøvik

Sammendrag

Det er utarbeidet et eget faktaark som også er lagt ved bak i denne rapporten, og som oppsummerer årets resultater.

Fosforinnholdet i Vanemfjorden lå på omtrent samme nivå som i fjor, mens tilførslene fra enkelte av de lokale bekkene økte. Denne økningen skyldtes hovedsakelig store vannmengder under flommen i september. Det har dessuten vært rapportert om anleggsarbeid i nedbørfeltet til tre av bekkene, noe som også kan ha hatt innvirkning. Siden flommen kom på slutten av algesesongen hadde den ikke betydning for algemengden i Vanemfjorden. Det har de siste årene vært betydelig lavere mengde av giftproduserende blågrønnalger i vestre Vansjø sammenlignet med perioden 2002-2006. Innholdet av algegift har hatt en tilsvarende tilbakegang.

Det var en nedgang i fosfortilførslene til Storefjorden siden i fjor, til tross for noe høyere vannføring. Fosforinnholdet i Storefjorden økte noe siden i fjor, dette kan knyttes til store nedbørmengder i september 2011.

De øvrige innsjøene i nedbørfeltet har varierende vannkvalitet, med god tilstand i Sætertjern og Bindingsvann, moderat i Langen og Vågsvannet og dårlig tilstand i Mjær, Sæbyvannet og Grepperødfjorden.

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
2. Metodikk	19
2.1 Prøvetaking i Vansjø.....	19
2.2 Prøvetaking i øvrige innsjøer	19
2.3 Prøvetaking i elver og bekker	21
2.4 Hydrologi og tilførselsberegninger	22
3. Innsjøer oppstrøms Vansjø	23
3.1 Bindingsvannet	23
3.2 Langen	29
3.3 Våg.....	36
3.4 Mjær.....	43
3.5 Sæbyvannet.....	50
4. Tilførsler fra elver og bekker	57
4.1 Gjennomsnittlige konsentrasjoner av målte stoffer	57
4.2 Sammenligning med tidligere års konsentrasjoner	61
4.3 Tilførsler i rapporteringsperioden 2010-11	64
4.4 Vannføringsnormaliserte fosfortilførsler.....	70
4.5 Areal spesifikk transport fra nedbørfeltene	72
4.6 Tidsutvikling av tilførsler.....	76
5. Vansjø – innsjøresultater	83
5.1 Resultater fysisk-kjemiske forhold	83
5.2 Resultater biologiske forhold	92
5.3 Undersøkelser i Grimstadkilen.....	97
5.4 Situasjonen i 2011 sammenlignet med tidligere år og vurdering av Vansjø i forhold til miljømålene.....	98
6. Konklusjon	111
6.1 Konsentrasjoner i elver og bekker i forhold til miljømålene.....	111
6.2 Miljøtilstanden i innsjøene sett i forhold til miljømålene	112
6.3 Transport av fosfor i overvåkingsperioden	114
6.4 Næringsstoffbudsjett for vassdraget 2005-2011	115
6.5 Utvikling av tilførsler.....	117
6.6 Langtidsutvikling i Vansjø.....	118
6.7 Utvikling i de seks andre innsjøene	119
7. Referanser.....	121
Vedlegg	123
Vedlegg 1: Ordliste	125
Vedlegg 2. Metodikk – informasjon om prøvetaking, frekvens og parametre	128
Vedlegg 3: Utfyllende informasjon om innsjøer oppstrøms Vansjø	133
Vedlegg 4. Utfyllende informasjon om trendanalyser.....	146
Vedlegg 5. Utfyllende informasjon om Vansjø (Figurer)	147
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 oktober 2010 - oktober 2011.

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

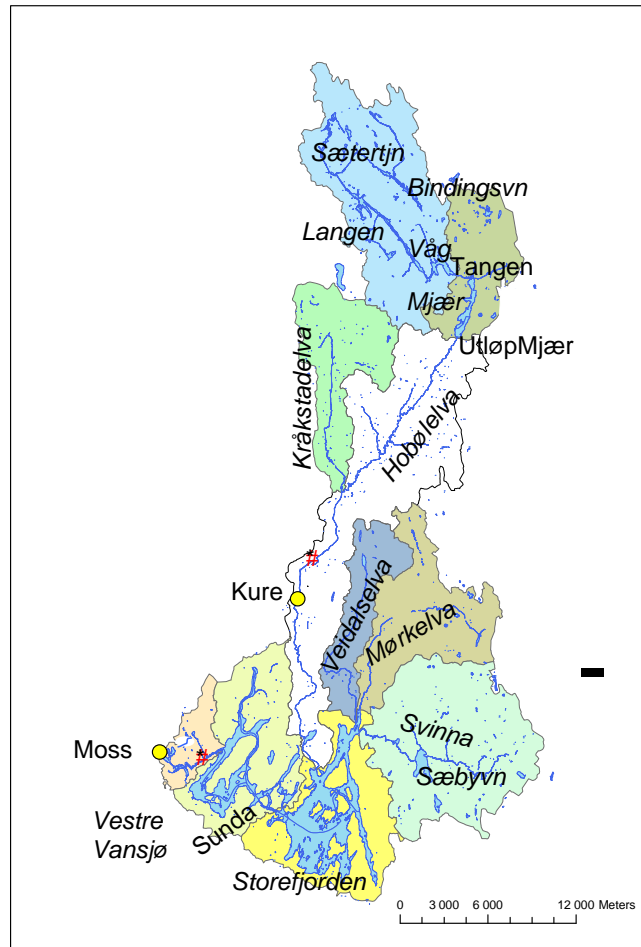
1.2 Rapportens innhold og oppbygging

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.

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 år er også alle tilførselsberegninger behandlet i ett kapittel, kapittel 4. I vedlegget finnes en ordliste over parametere 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 km² og jordbruk drives på ca. 15 % av arealene. Resten av arealene i nedbørfeltet er hovedsakelig skog. Det bor ca. 40.000 mennesker i nedbørfeltet. Figur 1.1 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 Blankenberg m.fl. 2008, oppdaterte tall for Vestre Vansjø og Mosseelva satt inn etter nye beregninger høsten 2009).

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

Tabell 1.2 Nedbørfeltarealer for overvåkingsfelt 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 ²			
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

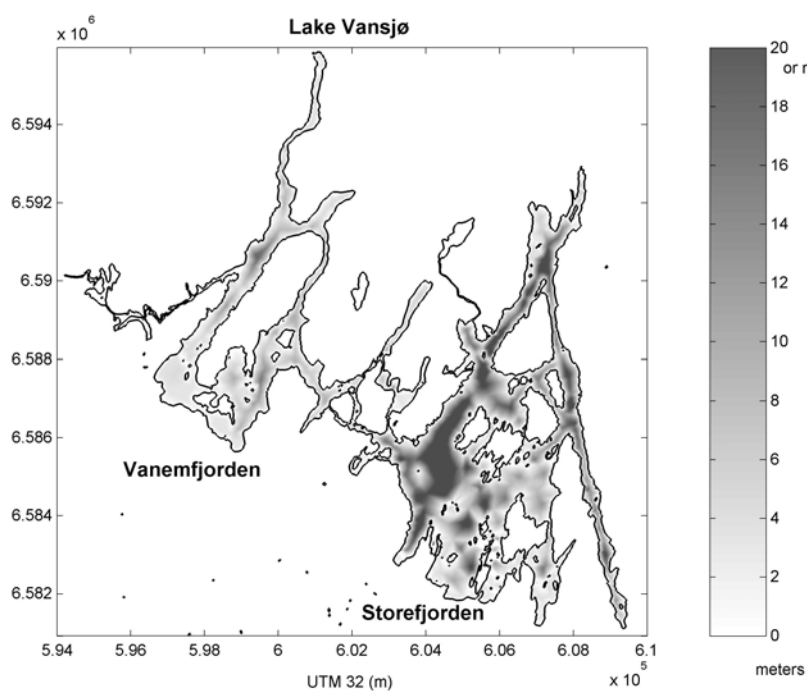
Flere innsjøer i Morsavassdraget står i fare for ikke å oppfylle kravene om god økologisk tilstand i henhold til Vannforskriften. I 2008 ble det derfor igangsatt en felles overvåking av seks utvalgte innsjøer i vannområdet: Sætertjernet, Bindingsvannet, Langen, Vågvannet, Mjær og Sæbyvannet (overvåket 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 og 2011. Geografiske og hydrologiske data for innsjøene er gitt i hvert delkapittel for disse.

1.5 Innsjøen Vansjø

Selve innsjøen er 36 km² og består av flere bassenger som er skilt fra hverandre av trange sund og grunne terskler (se Figur 1.3). Vi deler ofte Vansjø inn i 2 hovedbasseng: en østre del (Storefjorden) med et areal på 24 km² og en vestre del (med prøvestasjon i Vanemfjorden) som er på 12 km². Både den største tilløpselva Høbølelva 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. Morfometriske data fra Vansjøs to hovedbasseng.

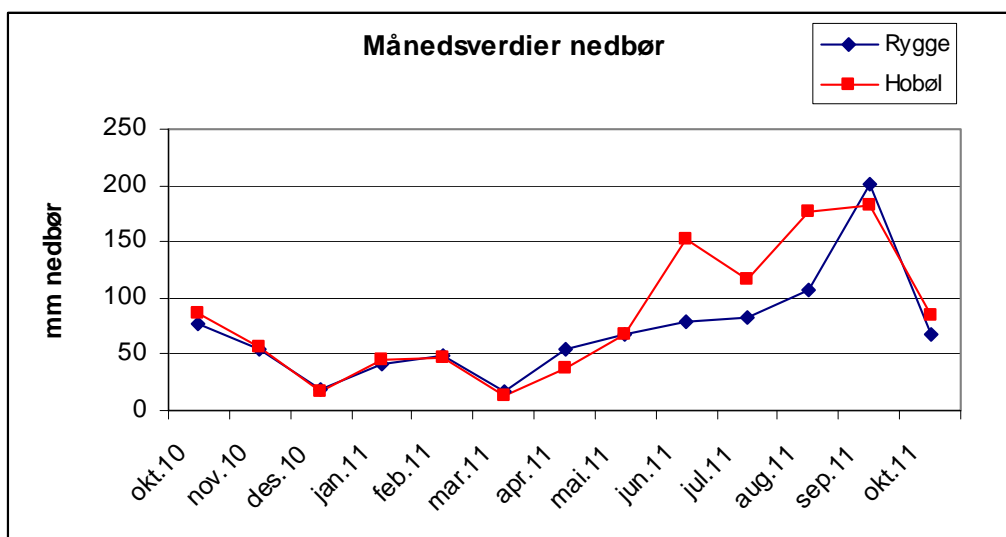
Morfometri	Storefjorden	vestre Vansjø
Overflateareal (km ²)	23,8	12
Middeldyp (m)	9,2	3,7
Største dyp (m)	41	17
Vannets teoretiske oppholdstid (år)	0,85	0,21



Figur 1.3. Dybdekart over Vansjø

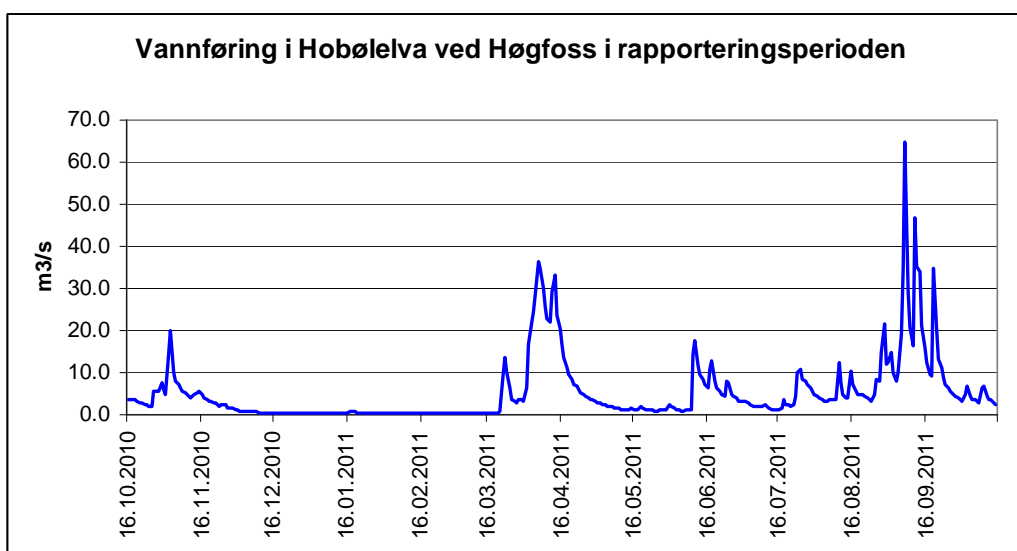
1.6 Meteorologi og hydrologi i rapporteringsperioden

Rapporteringsperioden var preget av at de høyeste nedbørmengdene kom mot slutten av perioden, med et maksimum i september (figur 1.4). Stasjonen i Hobøl hadde noe høyere nedbørmengder enn Rygge i perioden fra juni-august 2011.

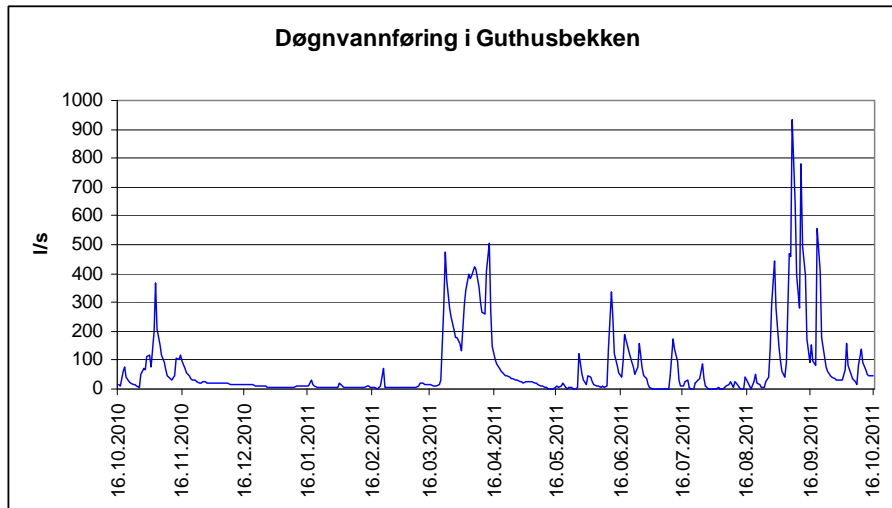


Figur 1.4. Månedsnedbør ved met.no stasjoner 17150 Rygge og 03780 Igsi i Hobøl i rapporteringsperioden.

Vannføringen blir målt to steder i vassdraget, ved Høgfoss i Hobølelva og i Guthusbekken (figurene 1.5 og 1.6). Vannføringsvariasjonene i rapporteringsperioden for disse to stasjonene var ganske like, med en liten høstflom i overgangen oktober-november, og en snøsmelteflom som startet i slutten av mars men hvor hovedparten av snøsmeltevannet kom i løpet av april. I juni førte nedbør til en økning i vannføringen i begge stasjonene, før svært store nedbørmengder medførte høye vannføringer og flom i september 2011.



Figur 1.5. Vannføringsvariasjoner i rapporteringsperioden 16. oktober 2010 til 15. oktober 2011.

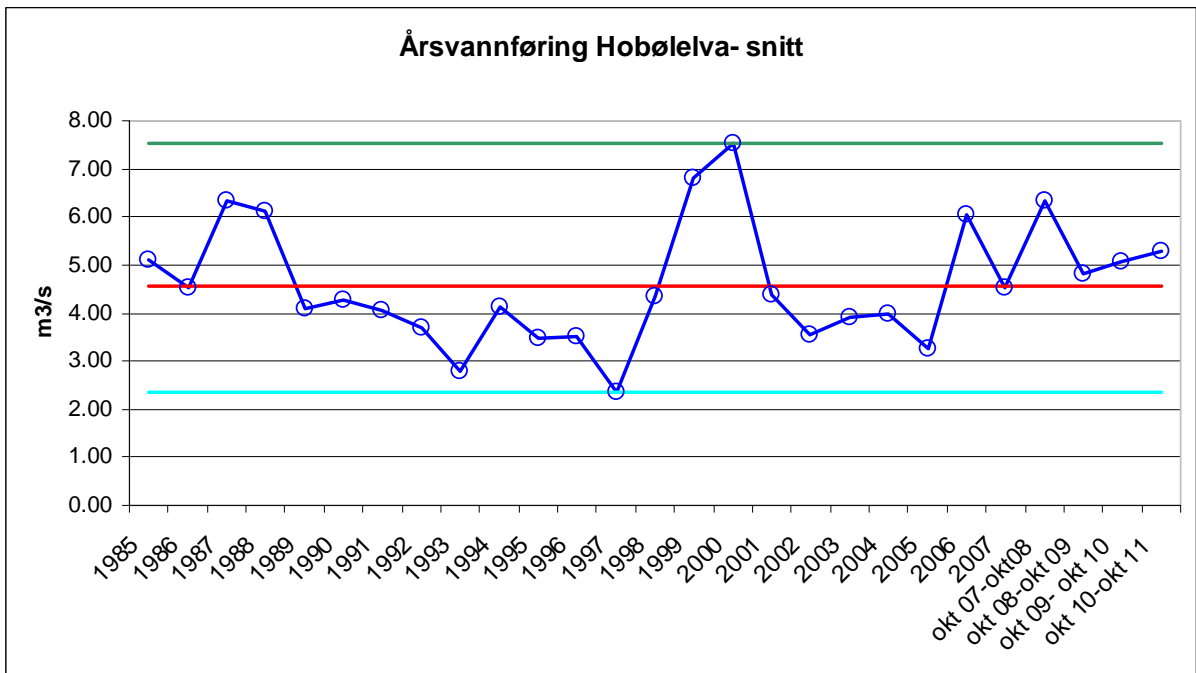


Figur 1.6. Vannføring for perioden oktober 2010 til oktober 2011 i Guthusbekken (oppretting av oppstuvning er utført).

Gjennomsnittlig døgnvannføring i Hobøelva ved Høgfoss er vist for ulike perioder i Tabell 1.4. Gjennomsnittet for 30-årsperioden 1977-2007 var 140 millioner m³/år, eller en døgnvannføring på ca. 4,6 m³/år. Dette er klart lavere enn for rapporteringsperioden (oktober 2010– oktober 2011) da den totale vannmengden ved Kure i Hobøelva var på 168 millioner m³/år, jf. Figur 1.6. Perioden 1977-2007 er benyttet som referanseperiode helt siden 2007-rapporteringen. Dette tilsvarer 477 mm/år. Figur 1.7 viser gjennomsnittlig døgnvannføring i Hobøelva siden 1985.

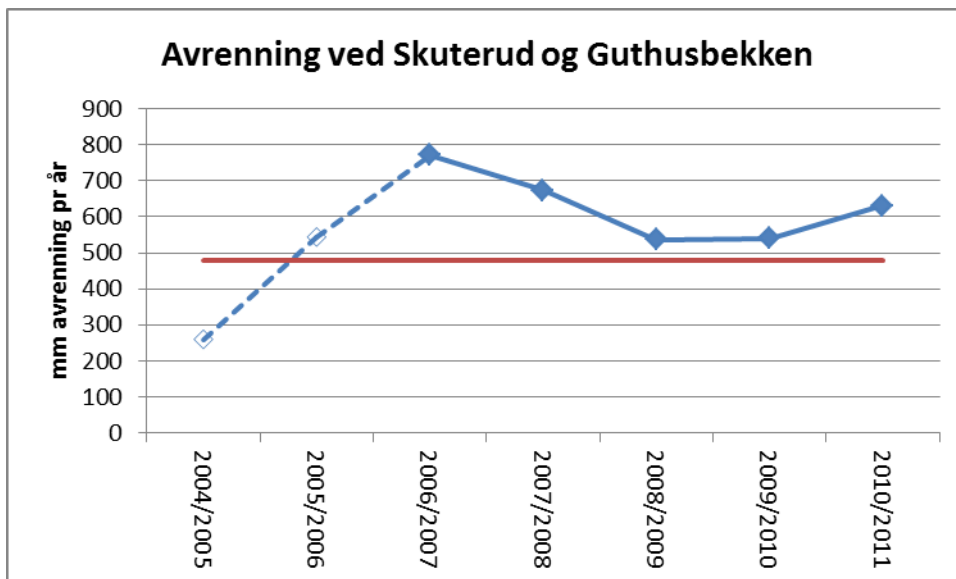
Tabell 1.4. Gjennomsnittlig døgnvannføring i ulike perioder, Hobøelva ved Høgfoss.

Periode	1977-07	2005	2006	2007	Okt 07- okt 08	Okt 08- okt 09	Okt 09- okt 10	Okt 10- okt 11
Snittvannføring (m ³ /s)	4,62	3,32	6,33	4,59	6,40	4,80	5,06	5,33
Totalvannføring (mill m ³ /år)	140	103	190	143	200	151	160	168



Figur 1.7. Variasjoner i vannføring i Hobølelva, vist som gjennomsnittlig døgnvannføring i m³/s. Grønn linje representerer maksimumsvannføring, turkis minimum og rød snittet for perioden. Merk at de siste "årsvannføringer" er for rapporteringsperioden, dvs fra oktober til oktober.

Figur 1.8 og Tabell 1.5 viser avrenning i Skuterudbekken (2004/05-2005/06) og Guthusbekken (fra 2006). Disse data er benyttet til bekkene ved vestre Vansjø. Til sammenligning er normalavrenning i Hobølelva i 30-års perioden 1977-2007 lik 477 mm/år. Det siste tallet benyttes til vannføringsnormaliseringer av tilførselsberegninger.



Figur 1.8. Avrenning per år i mm for Skuterud/Guthusbekken (stiplet linje og åpne datapunkt viser Skuterud-data), sammenlignet med 30-års perioden 1977-2007 (rød linje; basert på data fra Hobølelva ved Høgfoss).

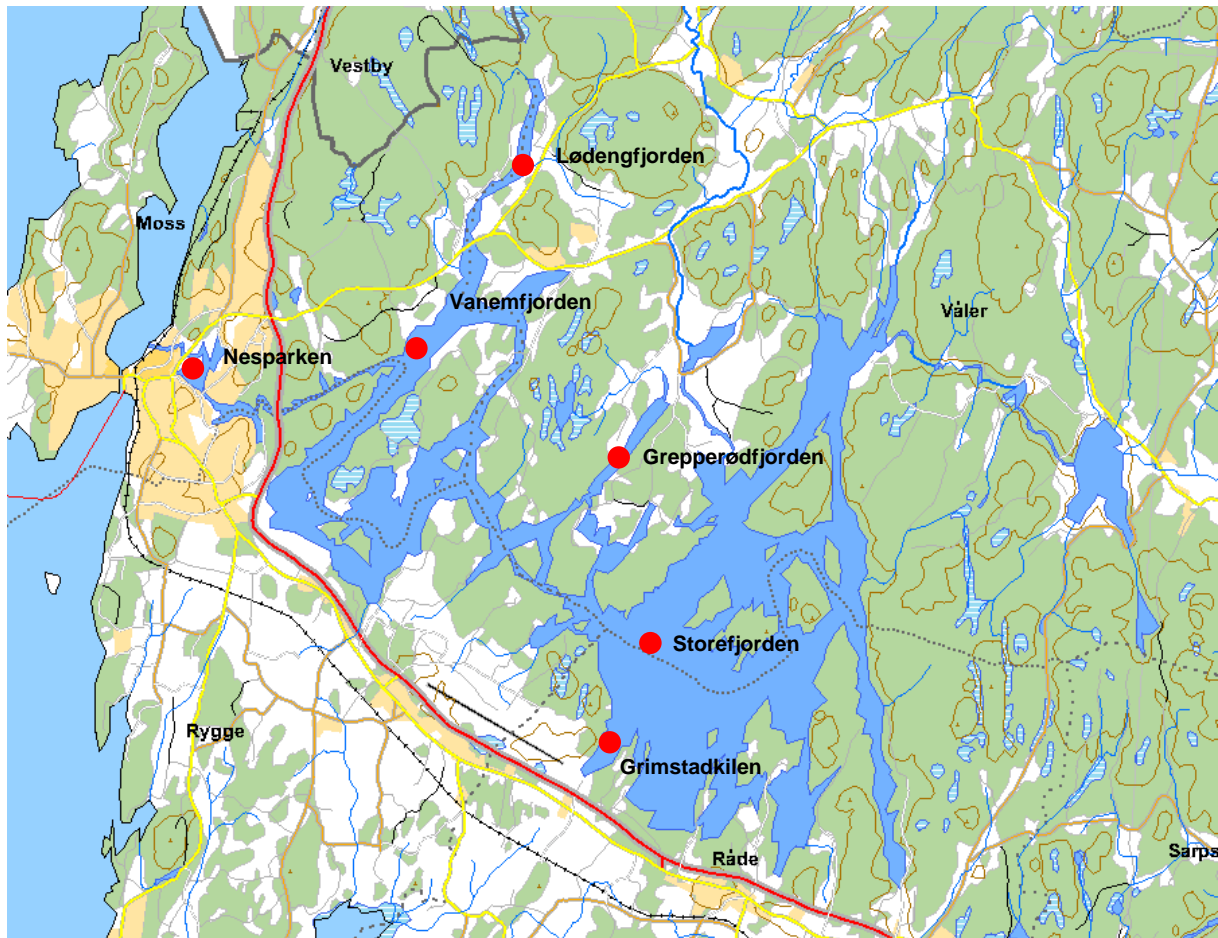
Tabell 1.5. Avrenning i Skuterudbekken (2004/05 og 2005/06) og Guthusbekken (fra 2006/2007).

År	mm avrenning
2004/2005	260
2005/2006	544
2006/2007	771
2007/2008	674
2008/2009	536
2009/2010	540
2010/2011	631

2. Metodikk

2.1 Prøvetaking i Vansjø

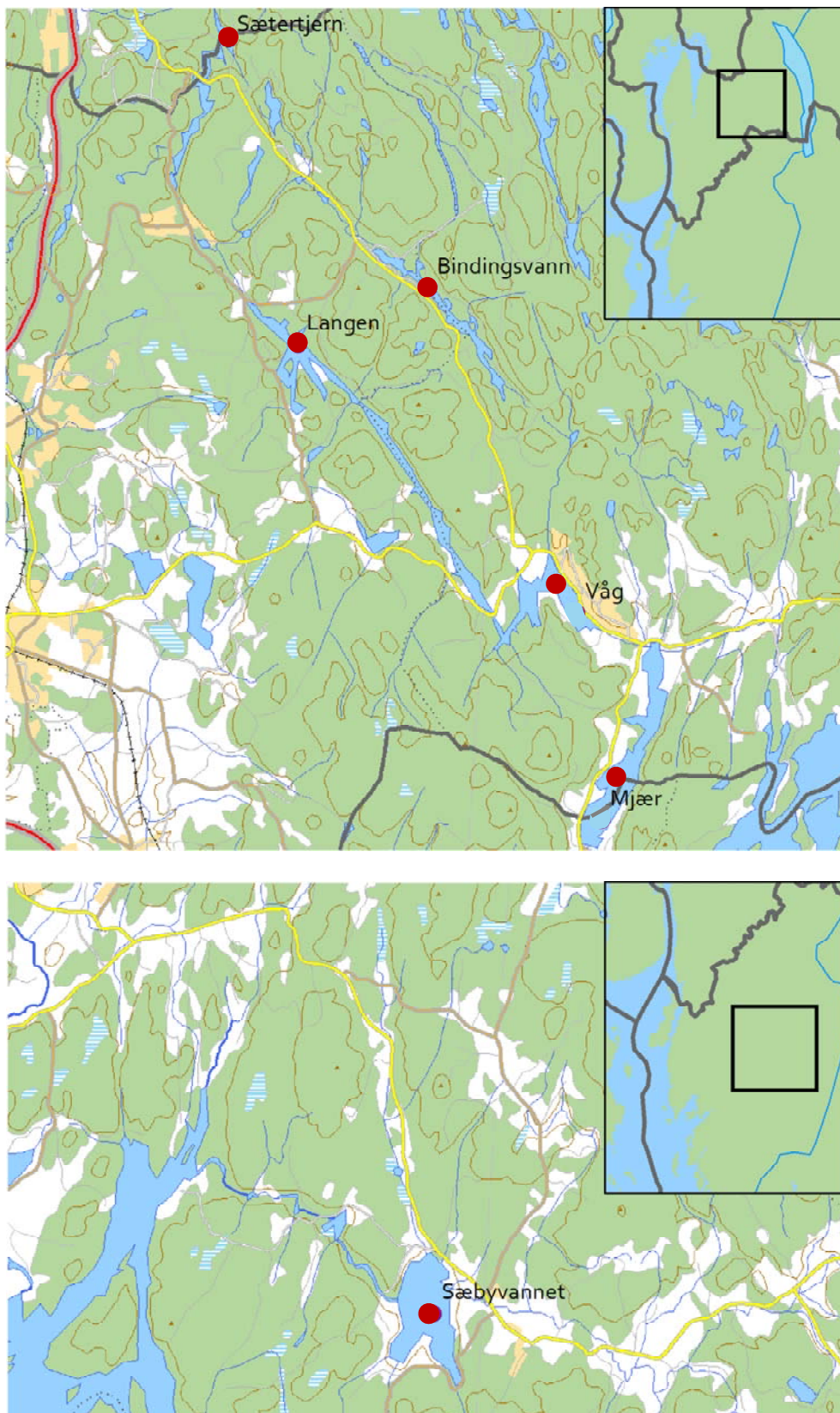
Overvåkingen pågikk i perioden 26. april til 17. oktober, prøveskjema er vist i Vedlegg 2. Alle målestasjoner vises i Figur 2.1. Felt- og analyseresultatene ble fortløpende lagt ut på internett og er fritt tilgjengelig for alle via NIVAs miljøovervåkingssystem AquaMonitor (www.aquamonitor.no/ostfold).



Figur 2.1. Målestasjoner overvåking Vansjø 2011.

2.2 Prøvetaking i øvrige innsjøer

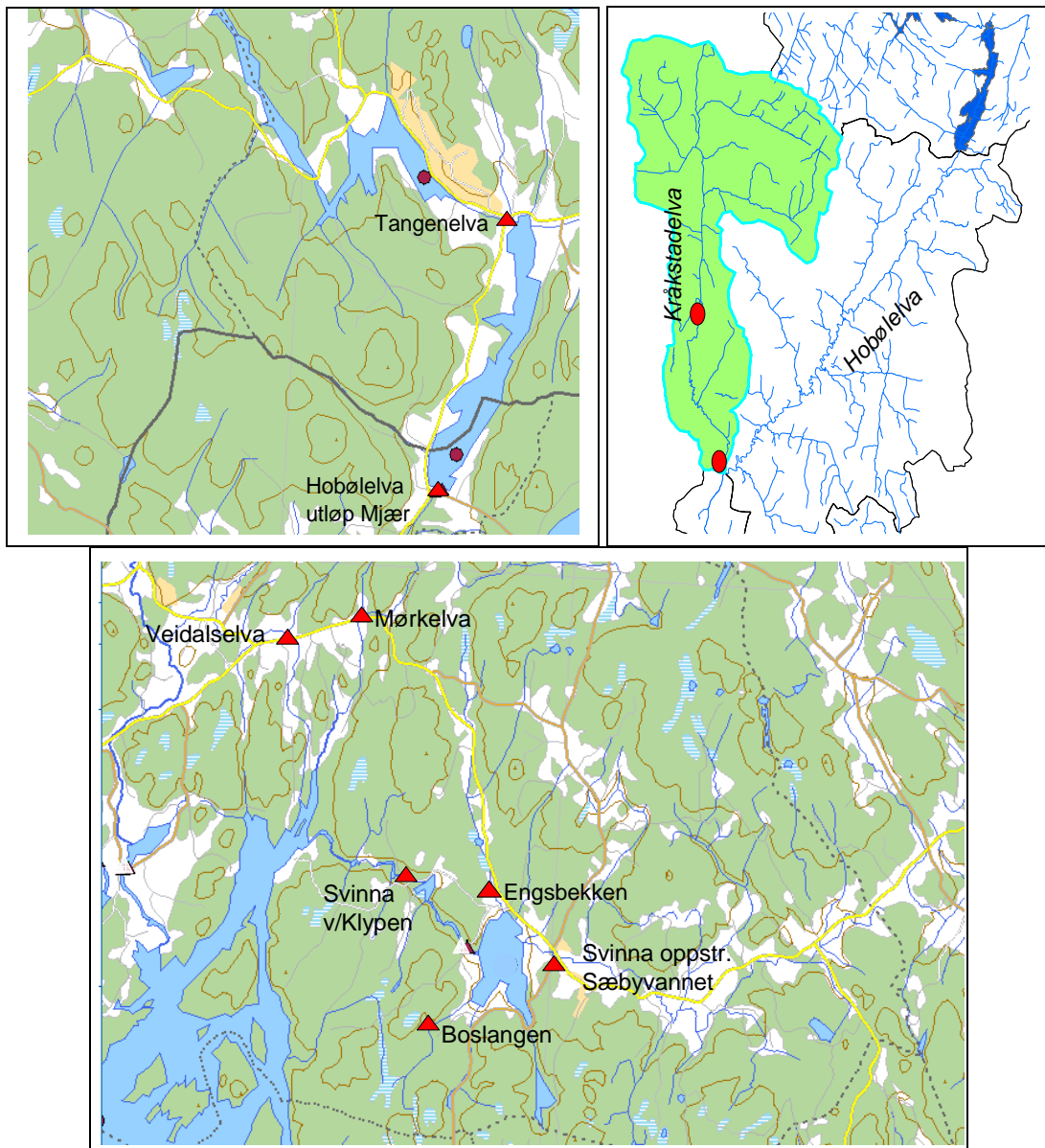
Overvåkingen pågikk i perioden 26. mai-22. september. Parametere og prøvetakingsfrekvens (i all hovedsak hver 14. dag) er gitt i Vedlegg 2. Figur 2.2 viser beliggenheten til de aktuelle innsjøene og prøvetakingsstasjonene.



Figur 2.2. Beliggenhet og målestasjoner i innsjøene i Vansjø-Hobølvassdraget. Det ble ikke tatt prøver i Sætertjernet i 2010 og 2011.

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 innsjøsystemet, 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). Bekken Boslangen ble prøvetatt tidligere for å dokumentere tilførsler fra skog men er ikke med i programmet nå lenger.



Figur 2.3 Prøvelokalitetene til tilførselselvene til Storefjorden (trekantet symbol for elvestasjoner). Kure i Hobøelva er vist i Figur 1.1. Plassering av ny stasjon i Kråkstadelva er vist i kartutsnitt oppe til høyre.

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 Skuterubekken 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 tidvise problemer med oppstuvning. Vannføringen er justert basert på vannføring i Skuterubekken (JOVA, Bioforsk) og nedbør målt på Rygge kontra nedbør målt i Skuterubekken. Etter oppretting blir disse data brukt i beregning av stofftransport. Årets korrigerede vannføring er vist i figur 1.7, men noe oppstuvning kan fortsatt prege dataene i noen perioder på tross av at total vannbalanse er vurdert til å være rimelig.

Detaljer rundt metodikk for tilførselsberegninger er gitt i Vedlegg 2.

3. Innsjøer oppstrøms Vansjø

3.1 Bindingsvannet

Bindingsvannet															
	<table><tr><td>Innsjøkode:</td><td>003-5572-L</td></tr><tr><td>Beliggenhet:</td><td>Ski, Enebakk</td></tr><tr><td>Vanntype:</td><td>L-N3 (Kalkfattig, humøs)</td></tr><tr><td>Høyde over havet (m):</td><td>172</td></tr><tr><td>Påvirkning:</td><td>Eutrofiering</td></tr><tr><td>Innsjøareal (km²):</td><td>0,62</td></tr><tr><td>Middeldyp (m):</td><td></td></tr></table>	Innsjøkode:	003-5572-L	Beliggenhet:	Ski, Enebakk	Vanntype:	L-N3 (Kalkfattig, humøs)	Høyde over havet (m):	172	Påvirkning:	Eutrofiering	Innsjøareal (km ²):	0,62	Middeldyp (m):	
Innsjøkode:	003-5572-L														
Beliggenhet:	Ski, Enebakk														
Vanntype:	L-N3 (Kalkfattig, humøs)														
Høyde over havet (m):	172														
Påvirkning:	Eutrofiering														
Innsjøareal (km ²):	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 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 i regi av vannområde Morsa.

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 prøvetakingsperioden 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 det var oksygenfritt bunnvann i perioden fra mai til midten av september. Oksygenfrie forhold i bunnvannet kan medføre en frigivelse av fosfat fra sedimentene til vannmassene. De foregående tre årene (2008-2010) har det også blitt målt lave konsentrasjoner av oksygen i bunnvannet (1-2 µg/L), men det ble ikke påvist oksygenfrie forhold i Bindingsvannet. Det er ikke uvanlig at det utvikles oksygenfritt

bunnvann i stabilt sjiktede innsjøer i løpet av vekstsesongen. Det er imidlertid uvanlig at det var oksygenfritt bunnvann i Bindingsvannet allerede i starten av vekstsesongen i 2011.

Siktedyp og vannets farge

Resultatene vises i Vedlegg 3. Bindingsvannet har et høyt humusinnhold og dette påvirker siktedypet. Siktedypet i Bindingsvannet ligger mellom 1-2,5 meter, og det er sannsynlig at algeveksten til tider er lysbegrenset. Det var noe lavere siktedyp i 2011, sammenlignet med de tre foregående årene. Gjennomsnittlig siktedyp var 1,6 m i 2011 (1,8 m i 2010, 2,1 m i 2009 og 1,9 m i 2008). I 2008 var det gjennomsnittlige fargeinnholdet 69 mg Pt/L, mens det i 2011 var på 107 mg Pt/L. En økning i fargetall vil være en faktor som påvirker siktedypet. (Fargetall ble ikke målt i 2009-2010).

Suspendert stoff/Gløderest

Resultatene vises i Vedlegg 3. Bindingsvannet 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 2011 var omtrent likt som i de tre foregående årene og ligger på et forventet nivå i forhold til innsjøens nedbørfelt samt værforhold og hydrologiske forhold i 2011.

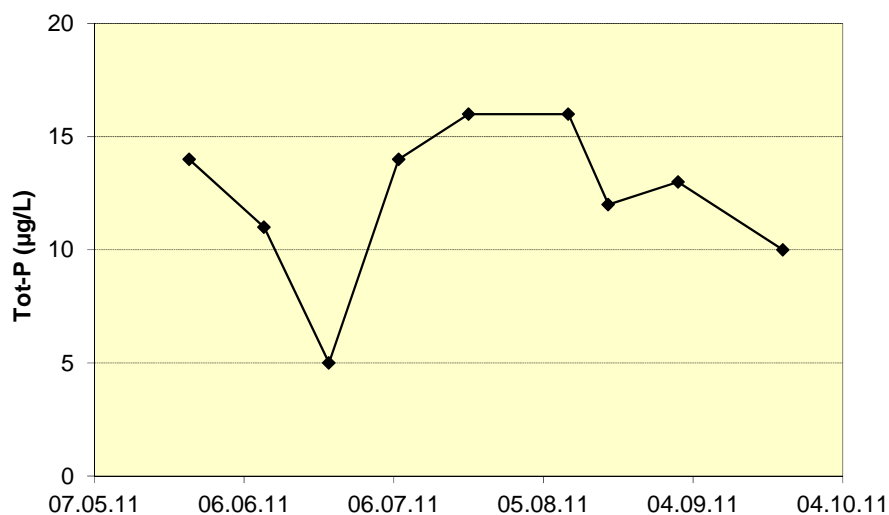
pH

Resultatene vises i Vedlegg 3. pH var i underkant av 7 i starten av sommeren, men økte til 7-7,4 i vekstperioden på sommeren. Denne økningen i pH skyldtes trolig 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 sørøver 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. Konsentrasjonen av totalfosfor økte utover i vekstsesongen og hadde maksimalverdi i slutten av juli (16 µg P/l). Det var store nedbørmengder i september, men det ser ikke ut til å ha medført høye verdier av totalfosfor i innsjøen. Det er ingen store tilførselselver inn i Bindingsvannet og dermed påvirkes trolig ikke denne innsjøen så sterkt av flomsituasjon.

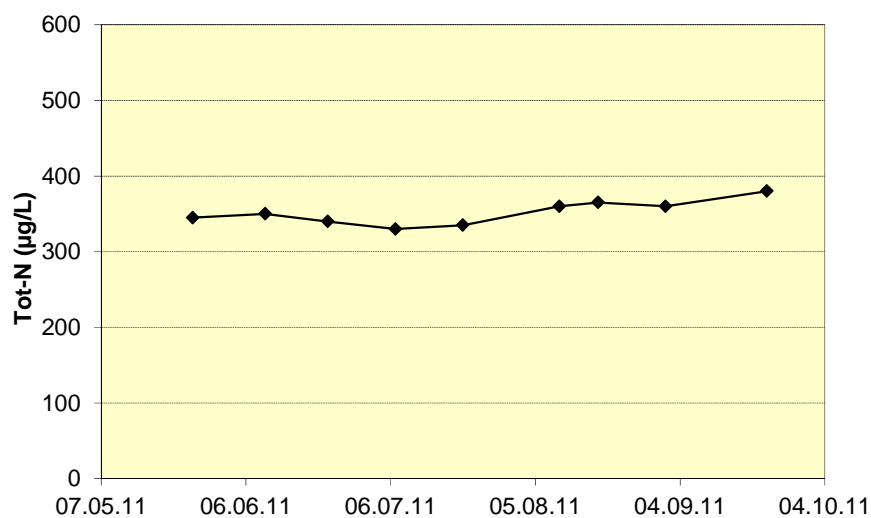
Utviklingen i totalfosfor-innhold i løpet av vekstsesongen var sammenfallende med utviklingen i algebiomasse i Bindingsvannet, og det er sannsynlig at de høyeste verdiene i juli-august til dels skyldes fosfor som er bundet i algebiomasse. I Bindingsvannet var gjennomsnittsverdien for totalfosfor 12,3 µg/L i 2011, og dette er på samme nivå som for de tre foregående årene (2010: 11,8 µg p/l/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 fosforbegrensning av algeveksten i Bindingsvannet.



Figur 3.1 Totalfosfor i Bindingsvannet i 2011.

Total nitrogen

Resultatene vises i Figur 3.2. Konsentrasjonen av totalnitrogen i Bindingsvannet økte utover i vekstsesongen og den høyeste verdien ble målt i slutten av september (380 µg N/L). Det er relativt lave mengder totalnitrogen i denne innsjøen, og gjennomsnittsverdien for 2011 var på omtrent samme nivå som de tre foregående årene (2011: 309 µg N/l, 2010:309 µg N/l, 2009: 336 µg N/l og 2008: 338 µg N/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 Bindingsvannet.



Figur 3.2. Totalnitrogen i Bindingsvannet i 2011.

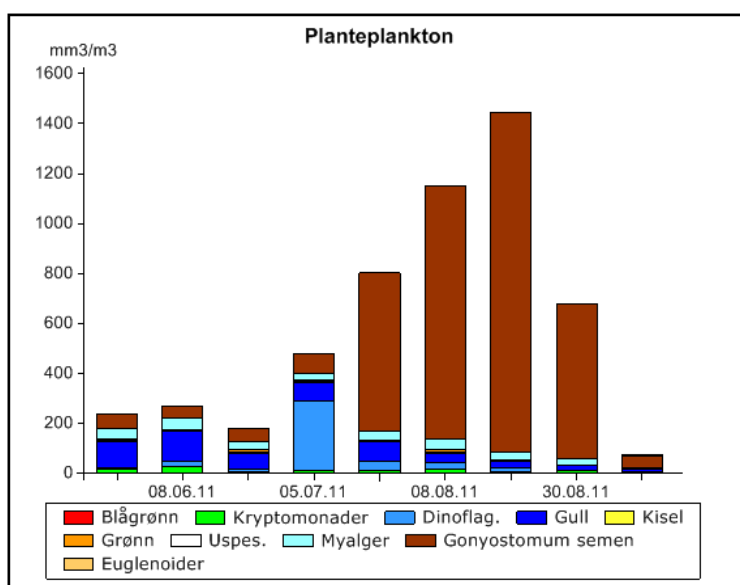
Totalt organisk karbon (TOC)

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 noe høyere i 2011 sammenlignet med de tre tidligere årene (2011: 11,6 mg C/l, 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

Planteplankton

I Bindingsvannet (Figur 3.3) var det en liten dominans av gullalger og dinoflagellater fra mai til begynnelsen av juli, og så kom det en kraftig dominans av nåleflagellaten *Gonyostomum semen* resten av sesongen. Det var kun ubetydelige mengder av blågrønnalger gjennom hele vekstsesongen. Den gjennomsnittlige algemengden var 0,6 mg våtvekt/l i 2011 og dette var lavere enn de siste to årene, og på nivå med 2008 (2010: 1,1 mg våtvekt/l, 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.

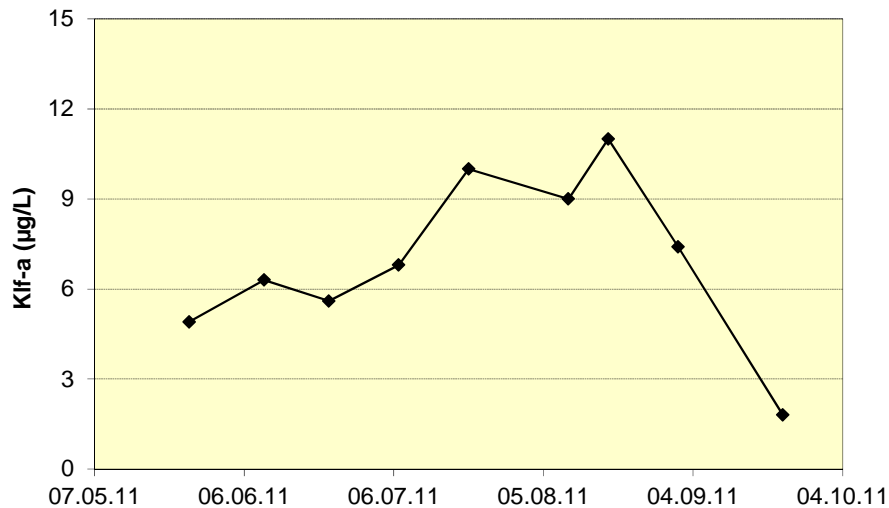


Figur 3.3. Variasjon i planteplanktonets mengde- og sammensetning i Bindingsvannet i 2011.

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 august og dette var sammenfallende med den høyest målte biomassen. I Bindingsvannet var gjennomsnittsverdien av klorofyll-a i 2010 7,0 µg/l og dette er lavere enn de siste to årene, og på nivå med 2008 (2010: 10,5 µg/l, 2009 10,2 µg/l og 2008: 7,3 µg/L).



Figur 3.4. Klorofyll-a i Bindingsvannet i 2011.

Microcystin

Det var ubetydelige mengder blågrønnalger i Bindingsvannet gjennom hele perioden. Det ble ikke påvist microcystiner i noen av de undersøkte prøvene i 2011.

3.1.3 Tidsserier og tilstand i 2011 i forhold til miljømålene

Det finnes ingen overvåkingsdata fra før 2008 fra Bindingsvannet, så resultatene fra 2011 kan bare sammenlignes med data fra de tre foregående årene. For de andre overvåkede innsjøene oppstrøms Vansjø finnes tidligere overvåkingsdata.

I henhold til Vannforskriften 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 parameteren vi har målt i denne undersøkelsen hvor det er utviklet grenseverdier og definert miljømål. I tillegg har vi vurdert støtteparameteren 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. Vannforskriften er vist i Tabell 3.1. Gjennomsnittsverdier for klorofyll-a og totalfosfor gir begge tilstandsklasse god, og det kan fastslås at Bindingsvannet har god økologisk tilstand.

Tabell 3.1: Økologisk tilstand i Bindingsvannet i forhold til Vannforskriften i 2008-2011. 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 ³
2011	7,0 (7,5)	12,3 (16)	352 (500)	2,5	1,6	591
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)
	Høyde over havet (m):	126
	Påvirkning:	Eutrofiering
	Innsjøareal (km ²):	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 jordbruksområder, 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 vannområde Morsa, men det foreligger eldre overvåkningsdata 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 var oksygenfritt bunnvann under 10-14 meter i Langen hele undersøkelsesperioden i 2011. Oksygenfrie forhold i bunnvannet kan medføre en frigivelse av fosfat fra sedimentene til vannmassene. De foregående tre årene (2008-2010) har det også blitt målt lave konsentrasjoner av oksygen i bunnvannet (1-2 µg/L), men det ble ikke påvist oksygenfrie forhold i Langen. Det er ikke uvanlig at det utvikles oksygenfritt bunnvann i stabilt sjiktede innsjøer i løpet av vekstsesongen. Det er imidlertid uvanlig at det var oksygenfritt bunnvann i Langen allerede i starten av vekstsesongen i 2011.

Siktedyp og vannets farge

Resultatene vises i Vedlegg 3. Langen har et høyt humusinnhold og dette påvirker siktedypet som lå mellom 1-2 meter i 2011. Det er sannsynlig at algeveksten til tider er lysbegrenset i denne innsjøen. Gjennomsnittlig siktedyp var 1,4 m i 2011 og dette var lavere enn de tre foregående årene (1,8 m i 2010, 1,9 m i 2009 og 1,8 m i 2008). I 2008 var det gjennomsnittlige fargeinnholdet 56 mg Pt/L, mens det i 2011 var på 93 mg Pt/L. En økning i fargetall vil være en faktor som påvirker siktedypet. (Fargetall ble ikke målt i 2009-2010).

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 2011 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 2011.

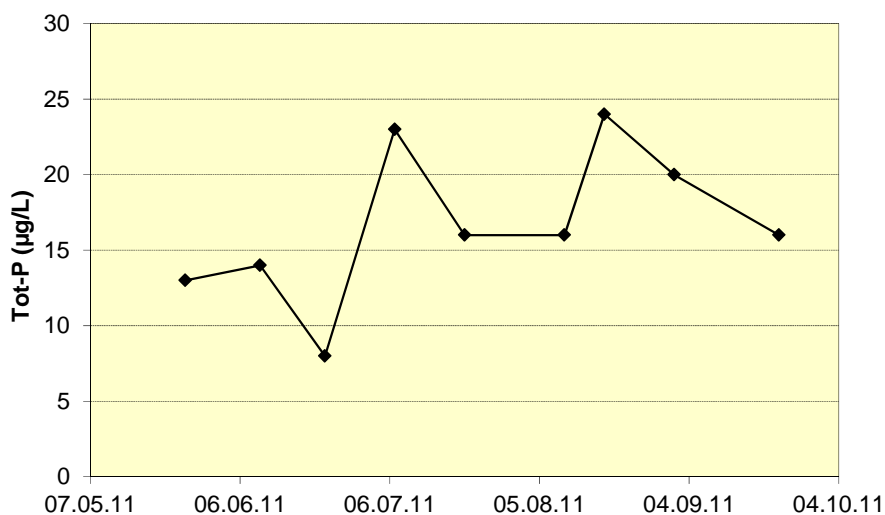
pH

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 trolig oppblomstringen av *Gonyostomum semen* og økt fotosyntetisk aktivitet.

Totalfosfor

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. Konsentrasjonen av totalfosfor 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.

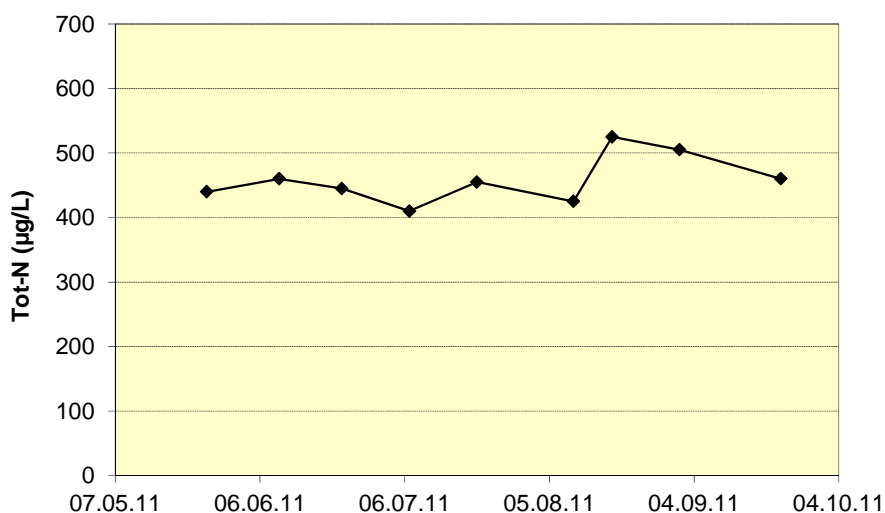
I Langen var gjennomsnittsverdien for totalfosfor 16,7 µg/L i 2011, og dette er på omtrent samme nivå som for de tre foregående årene (2010: 15,8 µg P/L, 2009: 15 µg P/l, 2008: 18 µg P/l). Da det ikke ble foretatt noen målinger av orto-fosfat, er det vanskelig å si noe om en eventuell fosforbegrensning av algeveksten i Langen. Det var store nedbørmengder i september, men det ser ikke ut til å ha medført høye verdier av totalfosfor i innsjøen.



Figur 3.5. Totalfosfor i Langen i 2011.

Totalnitrogen

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/l 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 2011 var omtrent på samme nivå som for de tre foregående årene (2011: 458 µg N/l, 2010: 383 µg N/l, 2009: 392 µg N/l og 2008: 431 µg N/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. Totalnitrogen i Langen i 2011.

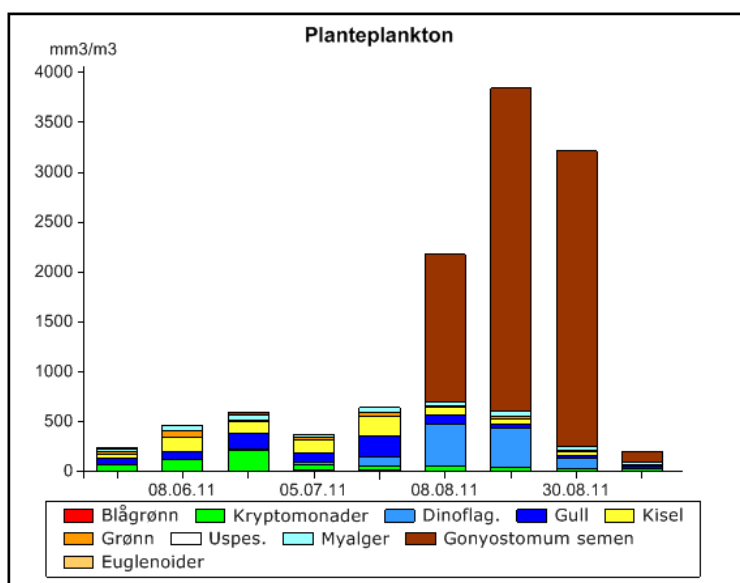
Totalt organisk karbon (TOC)

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 noe høyere i 2011 sammenlignet med de tre foregående årene (2011: 10,8 mg C/l, 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 liten dominans av gullalger, kiselalger og svelgflagellater i starten av vekstsesongen. 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 2009, og høyere enn i 2010 (2011: 1,3 mg våtvekt/l, 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.

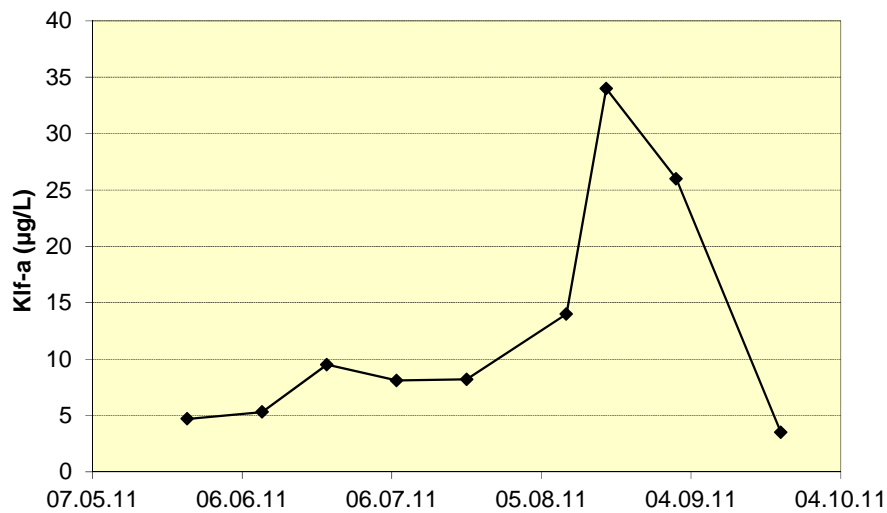


Figur 3.7. Variasjon i planteplanktonets mengde- og sammensetning i Langen i 2011.

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 mengden av klorofyll 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 2011 12,6 µg/l (2010: 10,4 µg/l, 2009: 9,5 µg/l og 2008: 10,7 µg/L).



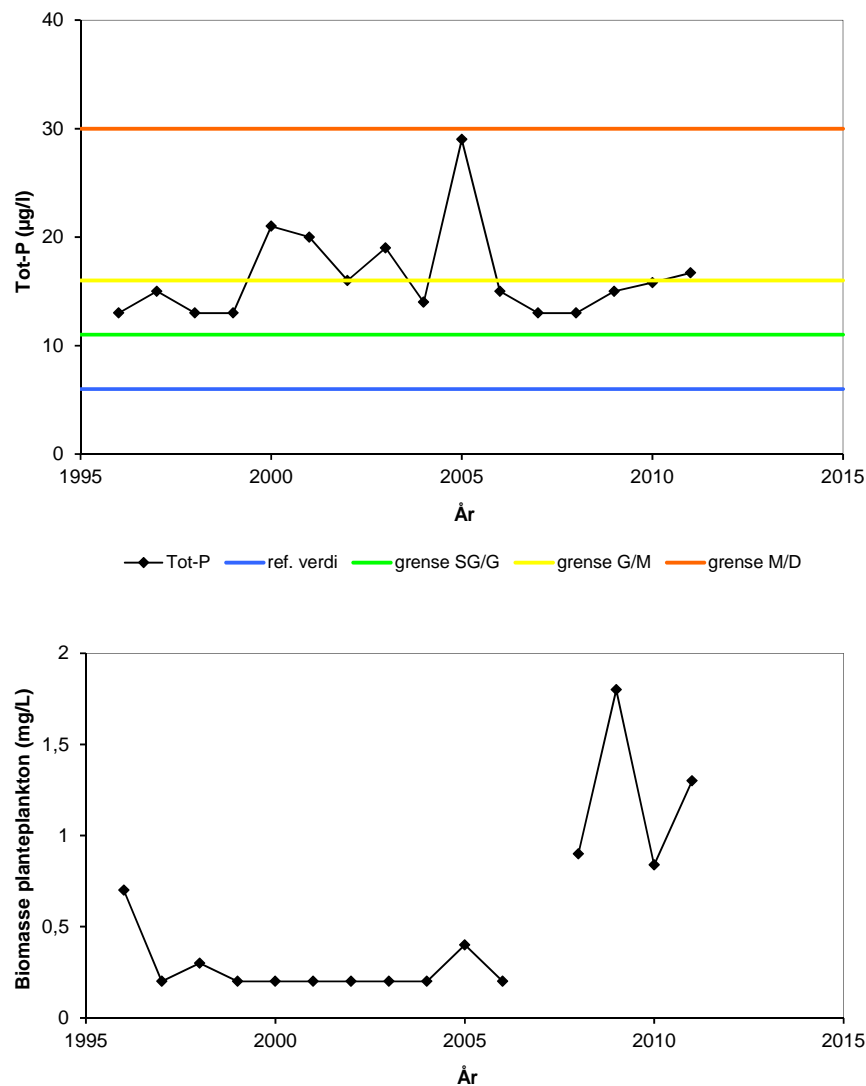
Figur 3.8. Klorofyll-a i Langen i 2011.

Microcystin

Det var ubetydelige mengder blågrønnalger i Langen gjennom hele perioden. Det ble ikke påvist microcystiner i noen av de undersøkte prøvene i 2011.

3.2.3 Tidsserier og tilstand i 2011 i forhold til miljømålene

Dataene fra 2011 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 $\mu\text{g/l}$). Det har skjedd en liten økning i totalfosfor nivået de siste fire årene. De siste fire årene har det også 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.

I henhold til Vannforskriften 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 parameteren vi har målt i denne undersøkelsen, hvor det er utviklet grenseverdier og definert miljømål. I tillegg har vi vurdert støtteparameteren 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. 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. Vannforskriften er vist i Tabell 3.2. Gjennomsnittsverdiene for klorofyll-a og total fosfor gir tilstandsklasse moderat, og det kan fastslås at Langen har moderat økologisk tilstand.

Tabell 3.2: Økologisk tilstand i Langen i forhold til Vannforskriften i 2008-2011. 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	Siktedyp m	Biomasse alger mg/m ³
2011	12,6 (7,5)	16,7 (16)	458 (500)	3,1	1,4	1304
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

Våg		
	Innsjøkode:	003-293-L
	Beliggenhet:	Enebakk
	Vanntype:	L-N3 (Kalkfattig, humøs)
	Høyde over havet (m):	126
	Påvirkning:	Eutrofiering
	Innsjøareal (km ²):	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 jbruk, 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 vannområde 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. Fra slutten av august og i september ble det påvist oksygenfritt bunnvann under 12 meter. Oksygenfrie forhold i bunnvannet kan medføre en frigivelse av fosfat fra sedimentene til vannmassene. De foregående tre årene (2008-2010) har det også blitt målt lavere konsentrasjoner av oksygen i bunnvannet (under 2 µg/L), men det ble ikke påvist oksygenfrie forhold i Våg. Det er ikke uvanlig at det utvikles oksygenfritt bunnvann i stabilt sjiktede innsjøer i løpet av vekstsesongen.

Siktedyp og vannets farge

Resultatene vises i Vedlegg 3. Våg har et høyt humusinnhold og dette påvirker siktedypet som ligger mellom 1,1-2,1 meter i 2011. Det er sannsynlig at algeveksten til tider er lysbegrenset i denne innsjøen. Gjennomsnittlig siktedyp var 1,5 m i 2010 (1,7 m i 2010, 1,7 m i 2009 og 1,7

m i 2008). I 2008 var det gjennomsnittlige fargeinnholdet 59 mg Pt/L, mens det i 2011 var på 93 mg Pt/L. En økning i fargetall vil være en faktor som påvirker siktedypet. (Fargetall ble ikke målt i 2009-2010).

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 2011 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 2011.

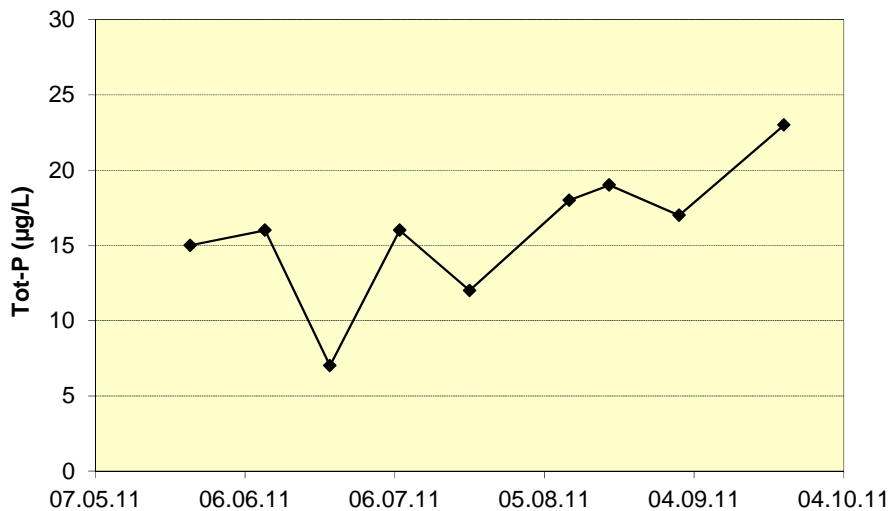
pH

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

Totalfosfor

Resultatene vises i Figur 3.10. Nedbørfeltet til Våg 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 er noe avrenning fra tettstedet Ytre Enebakk, samt spredt bebyggelse rundt innsjøen. Konsentrasjonen av totalfosfor økte utover i vekstsesongen og var på 19 µg p/l i slutten av august. I slutten av september steg nivået til 22 µg p/L. Utviklingen i totalfosfor-innholdet i løpet 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. Videre så er det sannsynlig at den høye verdien i september var et resultat av flom og økte tilførsler til innsjøen.

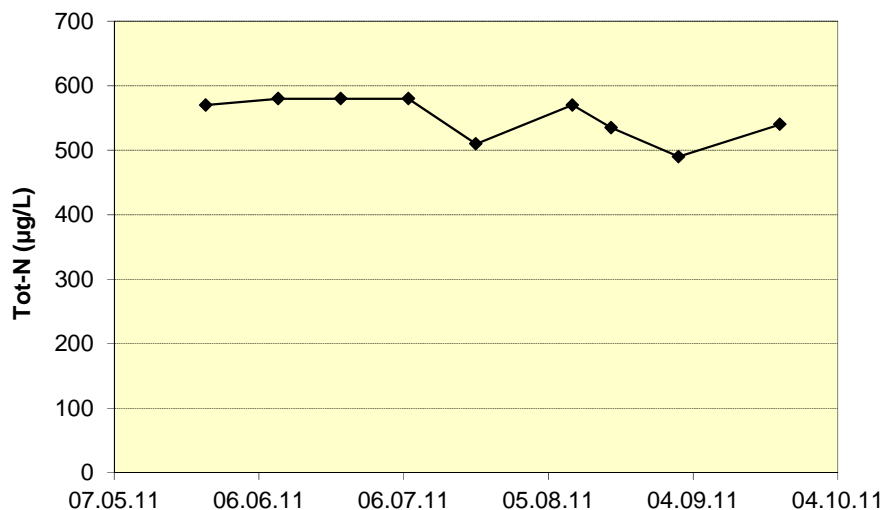
I Våg var gjennomsnittsverdien for totalfosfor 15,2 µg/L i 2010, og dette er noe høyere enn i de tre foregående årene (2010: 14,2 µg P/l, 2009: 14,1 µg P/l, 2008: 13,6 µg P/l). Da det ikke ble foretatt noen målinger av orto-fosfat, er det vanskelig å si noe om en eventuell fosforbegrensning av algeveksten i Våg.



Figur 3.10. Totalfosfor i Våg i 2011.

Totalnitrogen

Resultatene vises i Figur 3.11. Konsentrasjonen av totalnitrogen i Våg var relativt høy i starten av vekstsesongen (570 µg N/l) og avtok utover i vekstsesongen. Denne reduksjonen har sammenheng med algevekst og sedimentering av organisk bundet nitrogen. Gjennomsnittsverdien av totalnitrogen i 2011 var noe høyere enn i de tre foregående årene (2011: 551 µg N/l, 2010: 475 µg N/l, 2009: 485 µg N/l og 2008: 464 µg N/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 Våg.



Figur 3.11. Totalnitrogen i Våg i 2011.

Totalt organisk karbon (TOC)

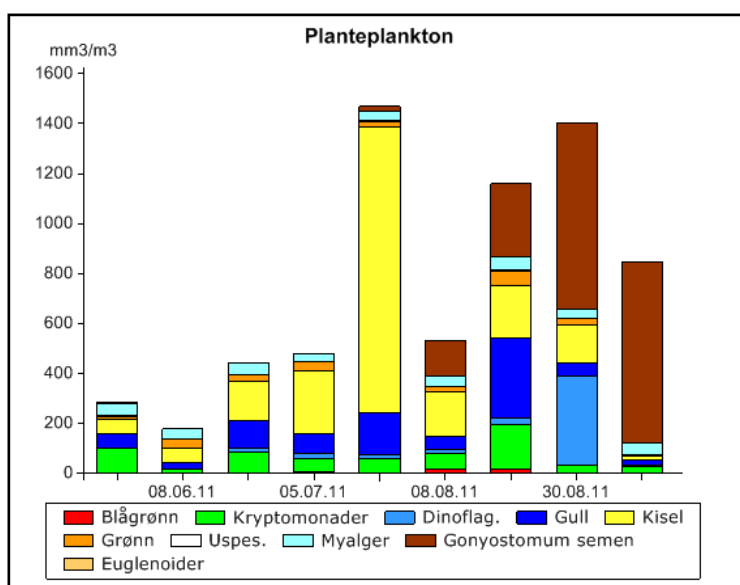
Resultatene vises i Vedlegg 3. Det ble målt relativt høye verdier av TOC i Våg, og det var en gjennomgående økning i TOC innholdet i løpet av sommeren. Dette var sammenfallende med algeveksten i innsjøen. Gjennomsnittlig konsentrasjon av TOC var noe høyere i 2011 enn de to foregående årene (2011: 10,8, 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 dominerte sterkt i slutten av juli og fra august og ut sesongen var det en dominans av *G. semen*. Konsentrasjonen av blågrønnalger var lav hele sesongen. Den gjennomsnittlige algebiomassen var 0,75 mg våtvekt/l i 2010 og dette er høyere enn de tre foregående årene (2010: 0,34 mg våtvekt/l, 2009: 0,5 mg våtvekt/l og 2008: 0,5 mg våtvekt/l).

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.

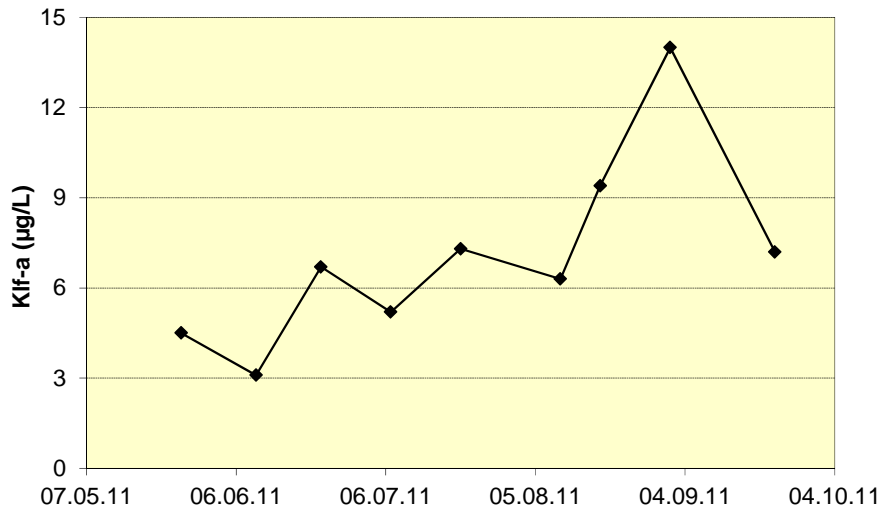


Figur 3.12. Variasjon i planteplanktonets mengde- og sammensetning i Våg i 2011.

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 2011 7,1 $\mu\text{g/l}$ og dette var noe høyere enn de tre foregående årene (2010: 5,6 $\mu\text{g/l}$, 2009: 6,9 $\mu\text{g/l}$ og 2008: 6,3 $\mu\text{g/L}$).



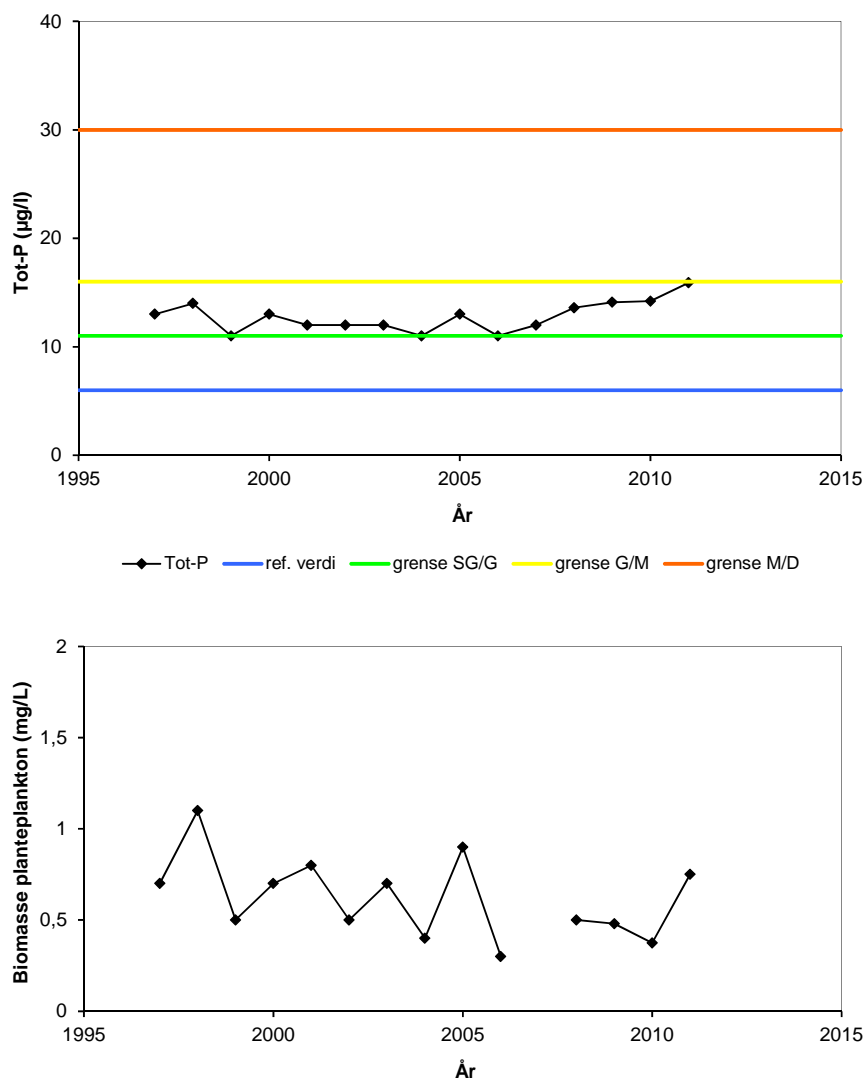
Figur 3.13. Klorofyll-a i Våg i 2011.

Microcystin

Det var ubetydelige mengder blågrønnalger i Våg gjennom hele perioden. Det ble ikke påvist microcystiner i noen av de undersøkte prøvene i 2011.

3.3.3 Tidsserier og tilstand i 2011 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 10-15 $\mu\text{g/l}$ de siste 13 årene, men de siste seks årene har det vært en liten økning i total fosfor innholdet. Planteplankton-biomassen har vært stabil mellom 0,5-1 mg/l gjennom hele den undersøkte tidsperioden.



Figur 3.14: Langtidsserier som viser årsmiddelverdier av totalfosfor-konsentrasjonen og biomasse av planteplankton i Våg (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.

I henhold til Vannforskriften 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 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 Våg iht. Vannforskriften er vist i Tabell 3.3. Gjennomsnittsverdiene 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 2008-2011 i forhold til Vannforskriften. 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 ³
2011	7,1 (7,5)	15,9 (16)	551 (500)	2,9	1,5	754
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

Mjær		
	Innsjøkode:	003-292-L
	Beliggenhet:	Hobøl, Enebakk
	Vanntype:	L-N3 (Kalkfattig, humøs)
	Høyde over havet (m):	110
	Påvirkning:	Eutrofiering
	Innsjøareal (km ²):	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 jordbruk, 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 vannområde 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 prøvetaksperioden vises i Vedlegg 3. Det var en moderat temperatursjiktning gjennom hele perioden, med varmt overflatevann og kaldere bunnvann. Sprangsjiktet lå ved omtrent 5-6 meter. I perioden fra midten av juli til begynnelsen av september ble det målt under 2 µg/L oksygen i bunnvannet, men det var ikke oksygenfritt. Det var trolig ingen fare for frigivelse av fosfat fra sedimentene til vannmassene.

Siktedyp og vannets farge

Resultatene vises i Vedlegg 3. Mjær har et høyt humusinnhold, og i tillegg påvirkes innsjøen av tilførsel av leirpartikler. Siktedypet lå mellom 0,9-1,8 meter i 2011, og det er sannsynlig at algeveksten til tider er lysbegrenset. Gjennomsnittlig siktedyp var 1,3 m i 2011 og dette var

noe lavere enn de to foregående årene (1,7 m i 2010, 1,4 m i 2009 og 1,5 m i 2008). I 2008 var det gjennomsnittlige fargeinnholdet 54 mg Pt/L, mens det i 2011 var på 83 mg Pt/L. En økning i fargetall vil være en faktor som påvirker siktedypet. (Fargetall ble ikke målt i 2009-2010).

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 2011 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 2011.

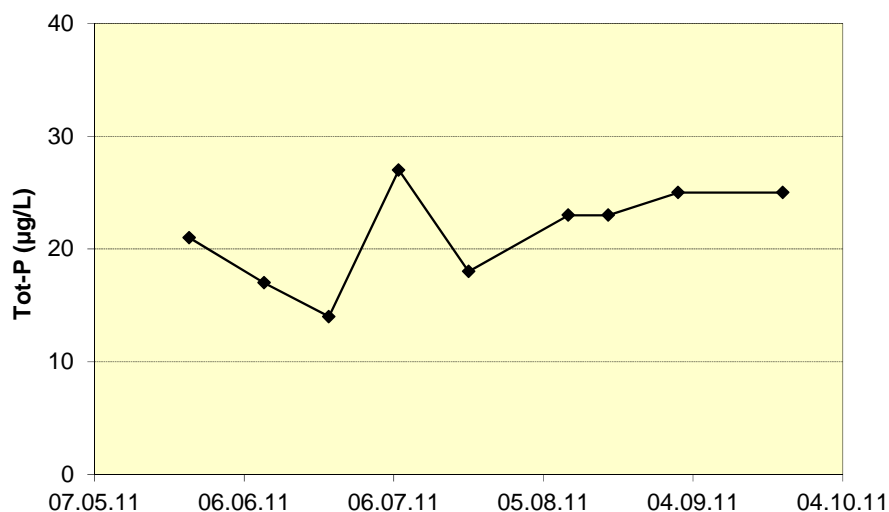
pH

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

Totalfosfor

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 jordbruk rundt innsjøen. Konsentrasjonen av totalfosfor økte utover i vekstsesongen og hadde maksimalverdi i begynnelsen av juli (27 µg P/l) og høye verdier også i august og september. Utviklingen i totalfosfor-innholdet i løpet av vekstsesongen var sammenfallende med utviklingen i algebiomasse i Mjær, og det er sannsynlig at de høye verdiene i til dels skyldes fosfor som er bundet i algebiomasse. Videre så er det sannsynlig at den høye verdien i slutten av september var et resultat av flom og økte tilførsler til innsjøen.

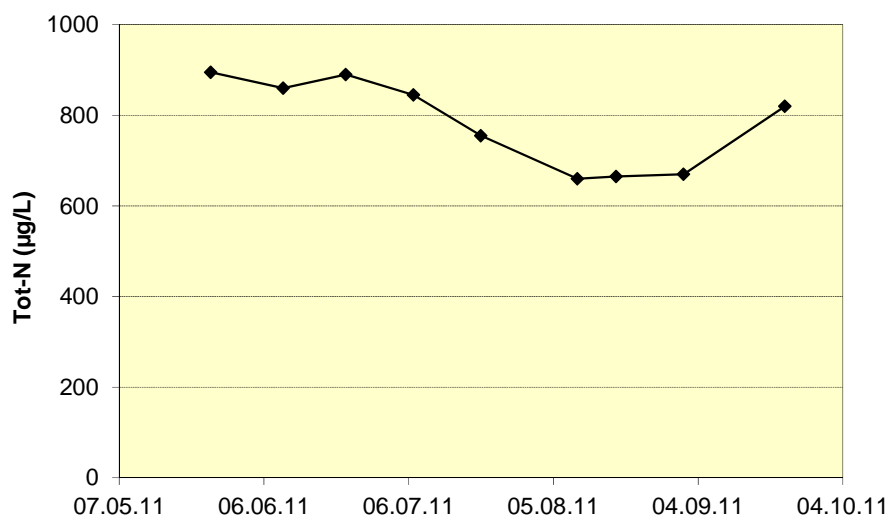
I Mjær var gjennomsnittsverdien for totalfosfor 21,4 µg P/l i 2011, og dette omtrent på samme nivå som de tre foregående årene (2010: 20,9 µg P/l 2009: 19,3 µg P/l, 2008: 20,4 µg P/l). Da det ikke ble foretatt noen målinger av orto-fosfat, er det vanskelig å si noe om en eventuell fosforbegrensning av algeveksten i Mjær.



Figur 3.15. Totalfosfor i Mjær i 2011.

Totalnitrogen

Resultatene vises i Figur 3.16. Konsentrasjonen av totalnitrogen i Mjær var høy i starten av vekstsesongen (895 µg N/l) og avtok utover i vekstsesongen. Denne reduksjonen har sammenheng med algevekst og sedimentering av organisk bundet nitrogen. Gjennomsnittsverdien av totalnitrogen i 2011 var omtrent på samme nivå som for de to foregående årene (2011: 784 µg N/l, 2010: 779 µg N/l, 2009: 678 µg N/l og 2008: 706 µg N/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. Totalnitrogen i Mjær i 2011.

Totalt organisk karbon (TOC)

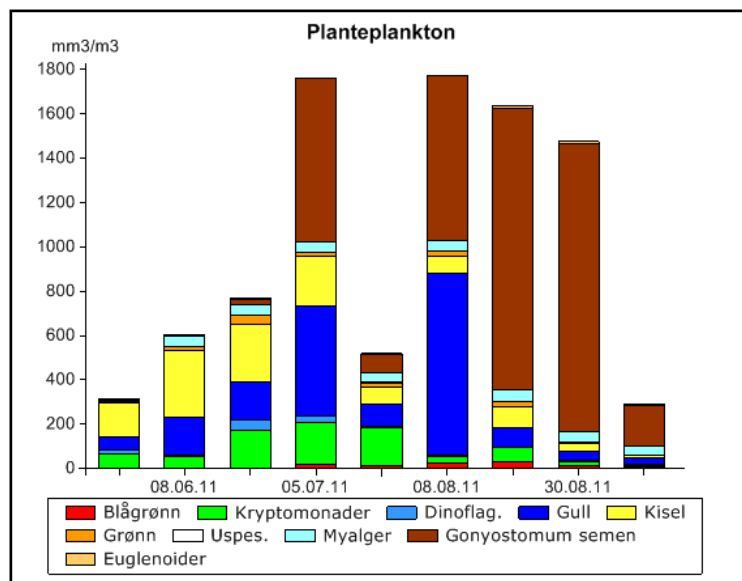
Resultatene vises i Vedlegg 3. Det ble målt relativt høye verdier av TOC i Mjær, og det var en gjennomgående økning i TOC innholdet i løpet av sommeren. Dette var sammenfallende med algeveksten i innsjøen. Gjennomsnittlig konsentrasjon av TOC i 2011 var noe høyere enn i de tre foregående årene (2011: 10,5 mg C/l, 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 dominans av kiselalger, gullalger og svelgflagellater i første del av vekstsesongen. I juli og ut vekstsesongen var det *G. semen* som dominerte kraftig. Konsentrasjonen av blågrønnalger var relativt lav hele sesongen. Den gjennomsnittlige algebiomassen var 1,0 mg våtvekt/l i 2011 (2010: 1,0 mg våtvekt/l, 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.

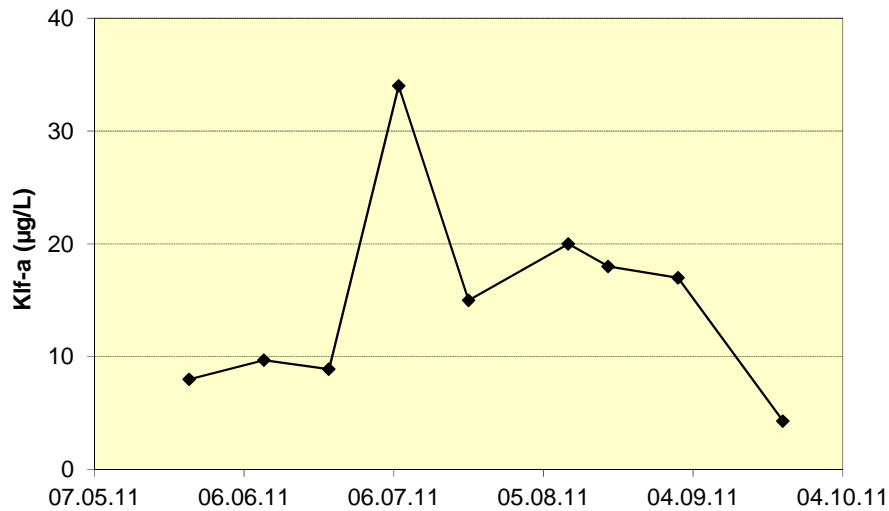


Figur 3.17. Variasjon i planteplanktonets mengde og sammensetning i Mjær i 2011.

Klorofyll-a

Resultatene vises i Figur 3.18. 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 Mjær økte klorofyllmengden utover i vekstsesongen og den høyeste verdien ble målt i begynnelsen av juli og dette var sammenfallende med den høyest målte biomassen. I Mjær var gjennomsnittsverdien av klorofyll-a i 2010 15 µg/l og dette var noe høyere enn i de tre foregående årene (2010: 12,5 µg/l, 2009: 13,0 µg/l og 2008: 14,0 µg/L).



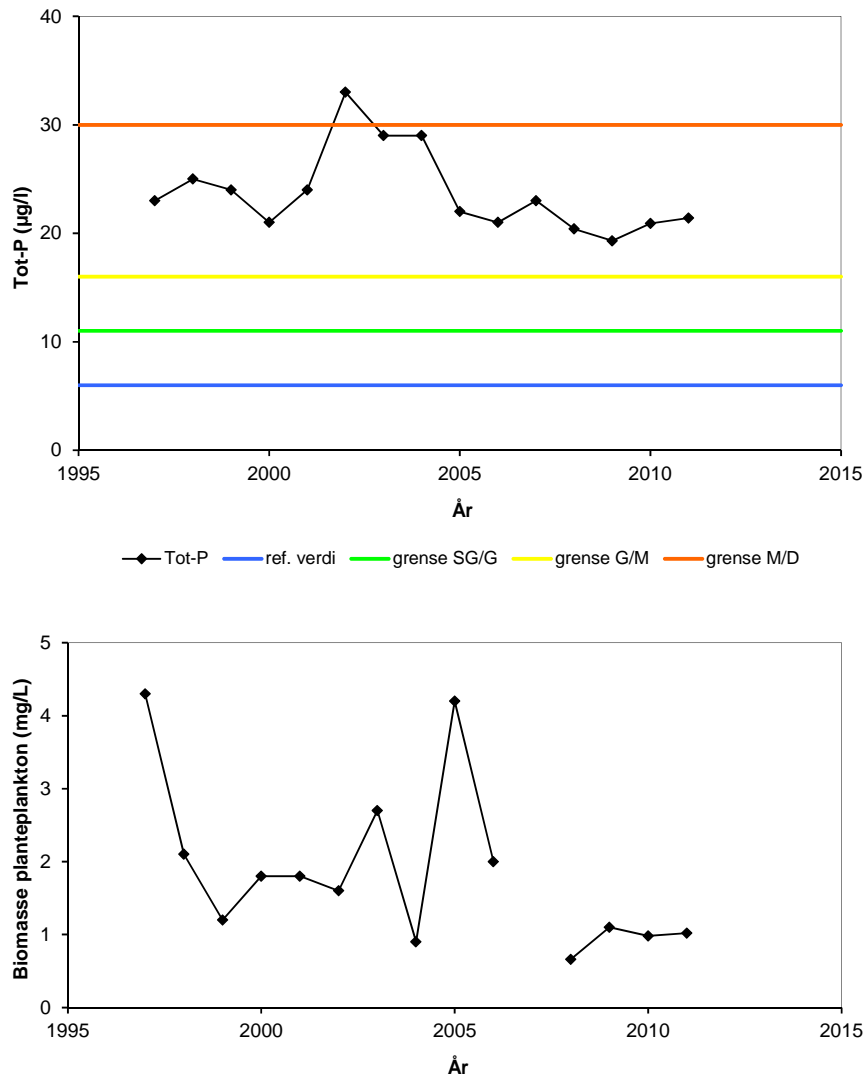
Figur 3.18. Klorofyll-a i Mjær i 2011.

Microcystin

Det var relativt lite blågrønnalger i Mjær gjennom hele perioden, og det ble ikke påvist microcystiner i noen av de undersøkte prøvene i 2011.

3.4.3 Tidsserier og tilstand i 2011 i forhold til miljømålene

Dataene fra 2011 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 2002 og frem til i dag. Det er en tilsvarende nedgang i planteplanktonbiomasse de siste årene.



Figur 3.19. Langtidsserier som viser årsmiddelverdier av totalfosfor-konsentrasjonen og biomasse av planteplankton i Mjør (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.

I henhold til Vannforskriften 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 parameteren vi har målt i denne undersøkelsen, hvor det er utviklet grenseverdier og definert miljømål. I tillegg har vi vurdert støtteparameteren 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. 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. Vannforskriften er vist i Tabell 3.4. Gjennomsnittsverdien for både klorofyll-a ligger akkurat på grensen mellom tilstandsklasse moderat og dårlig, og totalt fosfor gir tilstandsklasse moderat, og en kan fastslå at Mjær ikke er i tilfredsstillende økologisk tilstand (på grensen mellom tilstandsklasse moderat/dårlig).

Tabell 3.4: Økologisk tilstand i Mjær i 2008-2011 i forhold til Vannforskriften. 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	Siktedyp m	Biomasse alger mg/m ³
2011	15 (7,5)	20,1 (16)	780 (500)	3,5	1,3	1015
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)
Høyde over havet (m):	47
Påvirkning:	Eutrofiering
Innsjøareal (km ²):	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 jordbruk, 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 vannområde 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 oksygenfritt bunnvann under 16 meter fra midten av juli og ut sesongen. Oksygenfrie forhold i bunnvannet kan medføre en frigivelse av fosfat fra sedimentene til vannmassene. De foregående tre årene (2008-2010) har det også blitt målt lave konsentrasjoner av oksygen i bunnvannet (1-2 µg/L), men det ble ikke påvist oksygenfrie forhold i Sæbyvannet. Det er ikke uvanlig at det utvikles oksygenfritt bunnvann i stabilt sjiktede innsjøer iløpet av vekstsesongen.

Siktedyp og vannets farge

Resultatene vises i Vedlegg 3. Sæbyvannet har et høyt humusinnhold, og i tillegg påvirkes innsjøen av tilførsel og resuspensjon av leirpartikler. Siktedypet lå mellom 0,4-1,3 meter i 2011, og det er sannsynlig at algeveksten er lysbegrenset. Gjennomsnittlig siktedyp var 0,8 m i 2011 (1,0 m i 2010, 0,9 m i 2009 og 1,0 m i 2008). I 2008 var det gjennomsnittlige

fargeinnholdet 89 mg Pt/L, mens det i 2011 var på 122 mg Pt/L. En økning i fargetall vil være en faktor som påvirker siktedypet. (Fargetall ble ikke målt i 2009-2010).

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. I 2011 medførte store nedbørmengder i midten av september til flom og betydelig vannføring særlig i nedre deler av Vansjø-Hobølvassdraget. Det var en kraftig økning i innholdet av partikulært materiale i Sæbyvannet i siste halvdel av september, og dette er trolig et resultat av økte tilførsler til innsjøen. I 2008 ble det også 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.

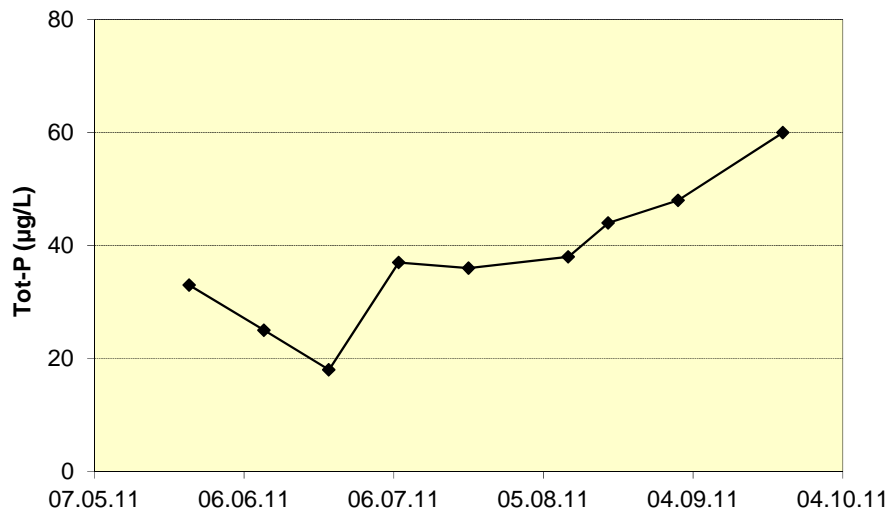
pH

Resultatene vises i Vedlegg 3. pH var litt under 7 i starten av sommeren, men økte til 8,2 i vekstperioden på sommeren. Denne økningen i pH skyldtes blant annet økt fotosyntetisk aktivitet.

Totalfosfor

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 kan en anta at det er noe avrenning fra tettstedet Svinndal, samt spredt bebyggelse og jordbruk rundt innsjøen. Konsentrasjonen av totalfosfor økte utover i vekstsesongen og hadde maksimalverdi i slutten av september (60 µg P/l). Utviklingen i totalfosfor-innholdet i løpet 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. Videre så er det sannsynlig at den høye verdien i slutten av september var et resultat av flom og økte tilførsler til innsjøen.

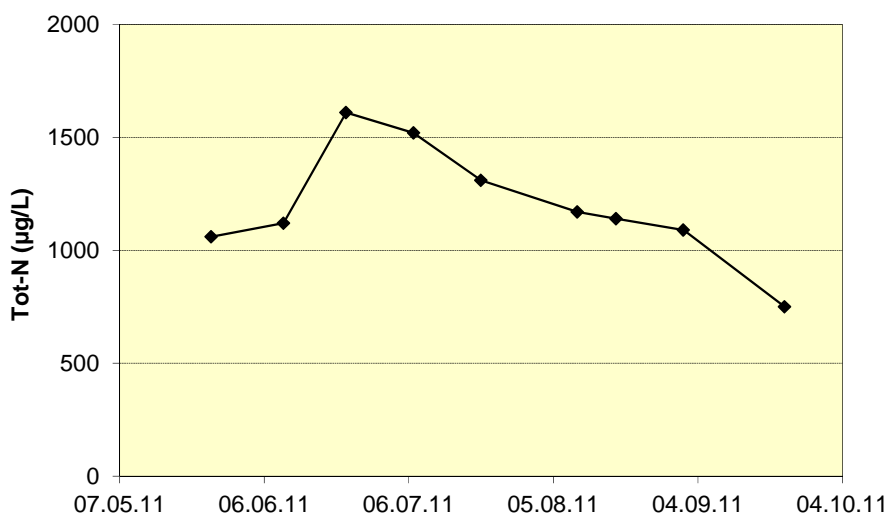
I Sæbyvannet var gjennomsnittsverdien for totalfosfor 37,7 µg/l i 2011, og dette er omtrent på samme nivå som i 2008 og noe høyere enn de andre foregående årene (2010: 32,9 µg/l, 2009: 32,3 µg P/l, 2008: 40 µg P/l, 2007: 35 µg P/l 2006: 30 µg P/l). Da det ikke ble foretatt noen målinger av orto-fosfat, er det vanskelig å si noe om en eventuell fosforbegrensning av algeveksten i Sæbyvannet.



Figur 3.20. Totalfosfor i Sæbyvannet i 2011.

Totalnitrogen

Resultatene vises i Figur 3.21. Konsentrasjonen av totalnitrogen i Sæbyvannet var høy i starten av vekstsesongen (1060-1600 µg N/l) og avtok utover i vekstsesongen. Denne reduksjonen har sammenheng med algevekst og sedimentering av organisk bundet nitrogen. Gjennomsnittsverdien av totalnitrogen i 2011 var høyere enn i 2008-2010, og på samme nivå som i 2006 (2011: 1197 µg n/l, 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 skjedde en betydelig reduksjon i innholdet av totalt nitrogen i perioden 2008-2010. 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. Totalnitrogen i Sæbyvannet i 2011.

Totalt organisk karbon (TOC)

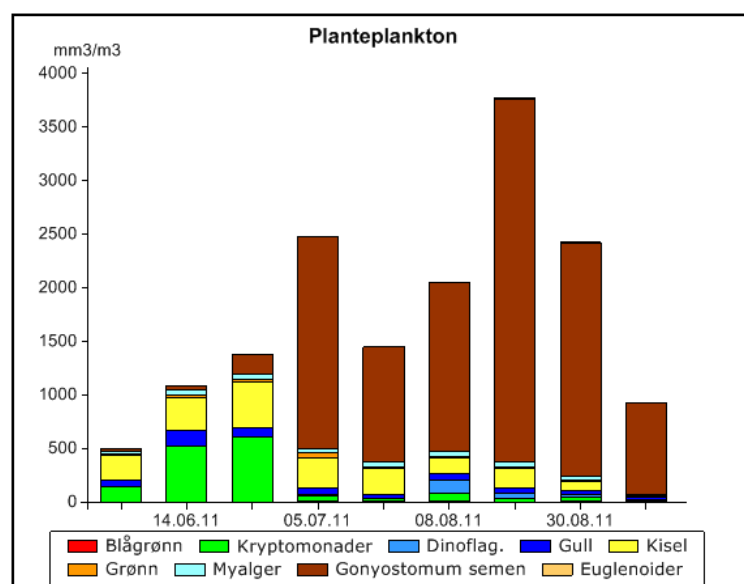
Resultatene vises i Vedlegg 3. Det ble målt relativt høye verdier av TOC i Sæbyvannet, og det var en gjennomgående økning i TOC innholdet i løpet av sommeren. Dette var sammenfallende med algeveksten i innsjøen. Gjennomsnittlig konsentrasjon av TOC i 2011 var noe høyere enn de tre foregående årene (2011: 12,7 mg C/l, 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

Planteplankton

I Sæbyvannet (Figur 3.22) var det en sterk dominans av svelgflagellater 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 1,8 mg våtvekt/l i 2011 (2010: 1,2 mg våtvekt/l, 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.

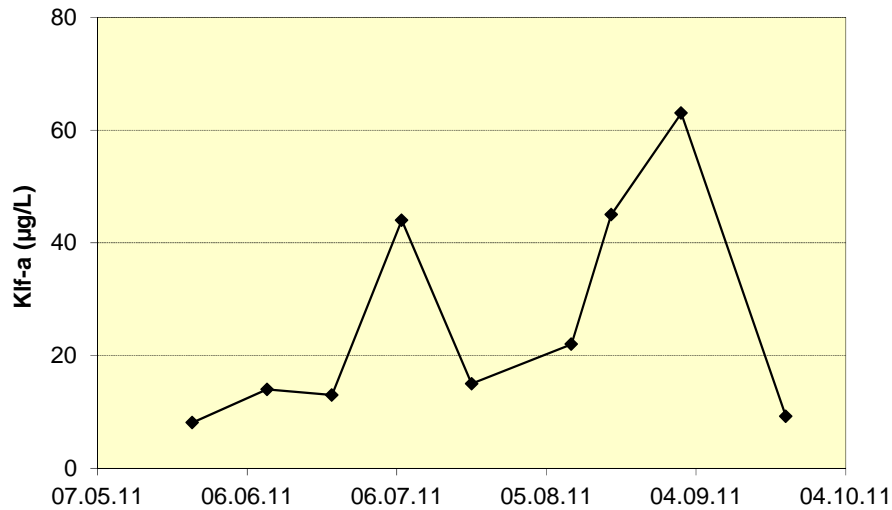


Figur 3.22. Variasjon i planteplanktonets mengde- og sammensetning i Sæbyvannet i 2011.

Klorofyll-a

Resultatene vises i Figur 3.23. 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 Sæbyvannet økte klorofyllmengden utover i vekstsesongen og de høyeste verdiene ble målt begynnelsen av september og dette var sammenfallende med den høyest målte biomassen. I Sæbyvannet var gjennomsnittsverdien av klorofyll-a i 2011 25,9 µg/l (2010: 21,5 µg/l, 2009: 12,3 µg/l og 2008: 23,6 µg/L).



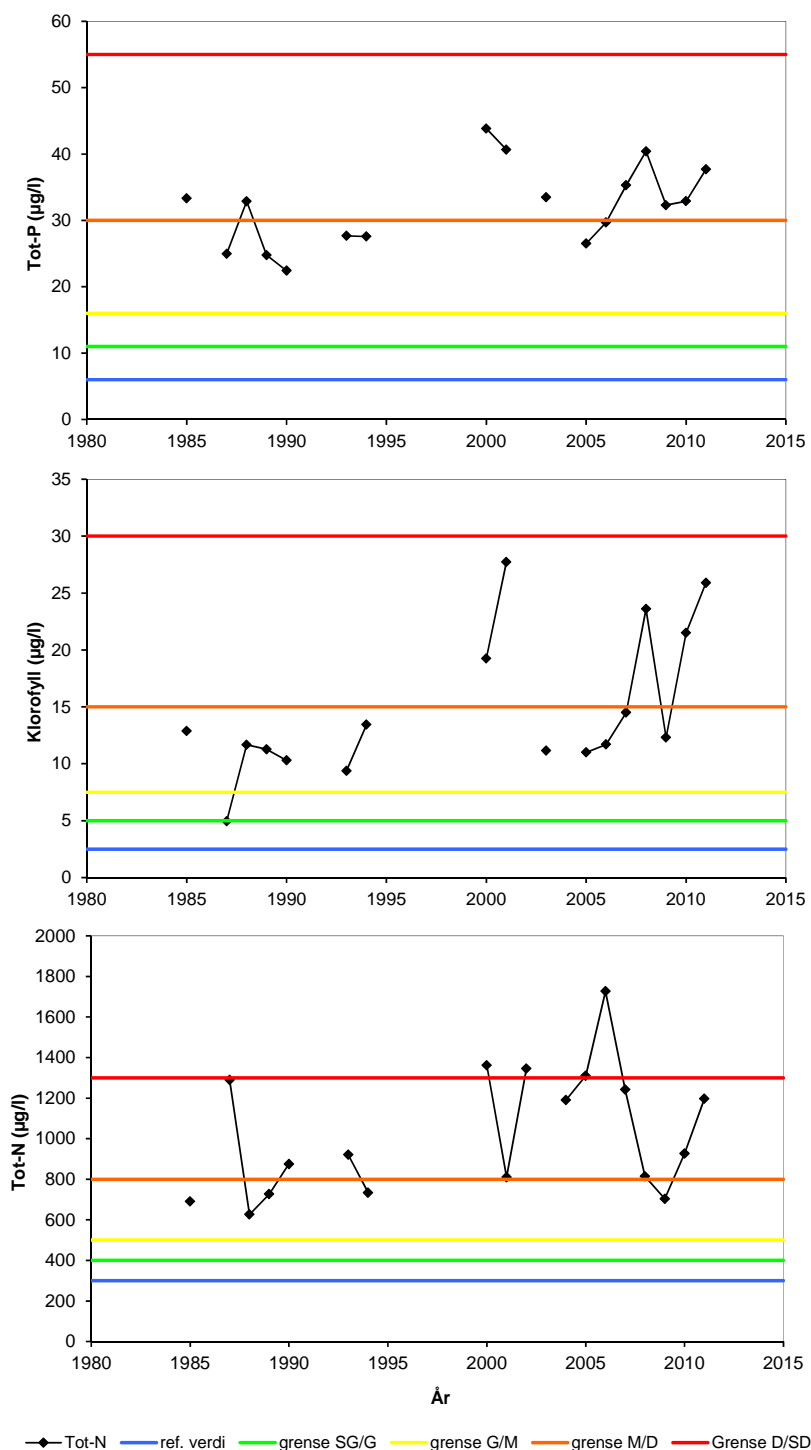
Figur 3.23. Klorofyll-a i Sæbyvannet i 2011.

Microcystin

Det var ubetydelige mengder blågrønnalger i Sæbyvannet gjennom hele perioden. Det ble ikke påvist microcystiner i noen av de undersøkte prøvene i 2011.

3.5.3 Tidsserier og tilstand i 2011 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, klorofyll-a konsentrasjonen og totalnitrogen-konsentrasjonen i Sæbyvannet (Kilde: før 2005 er data fra Fylkesmannen i Østfold, etter 2005 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. I 2011 var det igjen en økning i totalnitrogen-konsentrasjonen.

I henhold til Vannforskriften 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 parameteren vi har målt i denne undersøkelsen, hvor det er utviklet grenseverdier og definert miljømål. I tillegg har vi vurdert støtteparameteren 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. Vannforskriften er vist i Tabell 3.5. Gjennomsnittsverdien for både klorofyll-a og totalt fosfor gir tilstandsklasse dårlig, og en kan fastslå at Sæbyvannet ikke er i tilfredsstillende økologisk tilstand.

Tabell 3.5: Økologisk tilstand i Sæbyvannet i 2008-2011 i forhold til Vannforskriften. 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	Siktedypt m	Biomasse alger mg/m ³
2011	25,9 (7,5)	37,7 (16)	1197 (500)	8,1	0,8	1785
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 fra elver og bekker

4.1 Gjennomsnittlige konsentrasjoner av målte stoffer

4.1.1 Konsentrasjoner i elver/bekker til Storefjorden, i Sundet og Mosseelva

Tabell 4.1 viser gjennomsnittlig konsentrasjon av fem parametre for stasjonene i elver og bekker som drenerer til Storefjorden samt Sundet og Mosseelva. I beregningen av alle 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.

Tabell 4.1. Gjennomsnittskonsentrasjoner i elvestasjoner som drenerer til Storefjorden, samt i Sundet og Mosseelva. Der analyseresultatet var under deteksjonsgrensen ble verdien satt lik deteksjons-grensen. STS = partikler, TP= totalfosfor, TN= total nitrogen, PO₄-P = ortofosfat, E-koli= termotolerante koliforme bakterier.

Elver/bekker som drenerer til Storefjorden	STS	TP	TN	PO ₄ -P	E-koli 90%
	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	Ant/100ml
Tangelva	3,5	14	581	1	20
Hobøelva ved Mjær	3,5	19	805	1	12
Kråkstadelva øvre st (kun målt 1/2 år!)	33	102	3100	8	2800
Kråkstadelva	56	116	2844	7	2200
Hobøelva v/Kure	62	64	1287	4	1200
Veidalselva	44	72	840	2	500
Mørkelva	21	33	731	1	400
Engsbkn	20	46	1986	5	700
Svinna oppstrøms	36	59	1313	2	800
Svinna v/ Klypen	9	38	980	2	62
Sundet og Mosseelva					
Sundet	4	27	1150	7	10**
Mosseelva	4	26	1087	1	50

* Prøvefrekvens er månedlig (de andre er hver 14. dag, inkl Hobøelva selv om her også foreligger ukesprøver).

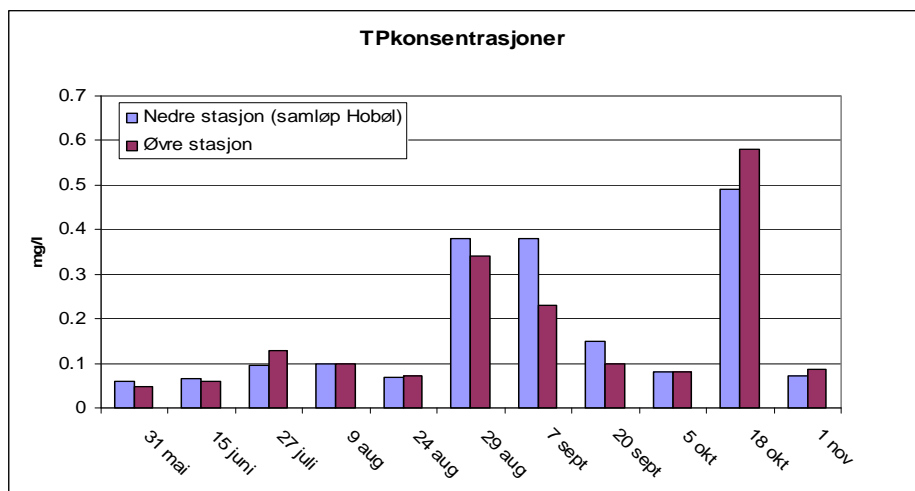
** Få prøver, usikkert tall.

Generelt kan følgende konklusjoner trekkes for tilførselselvene og bekkene til Storefjorden:

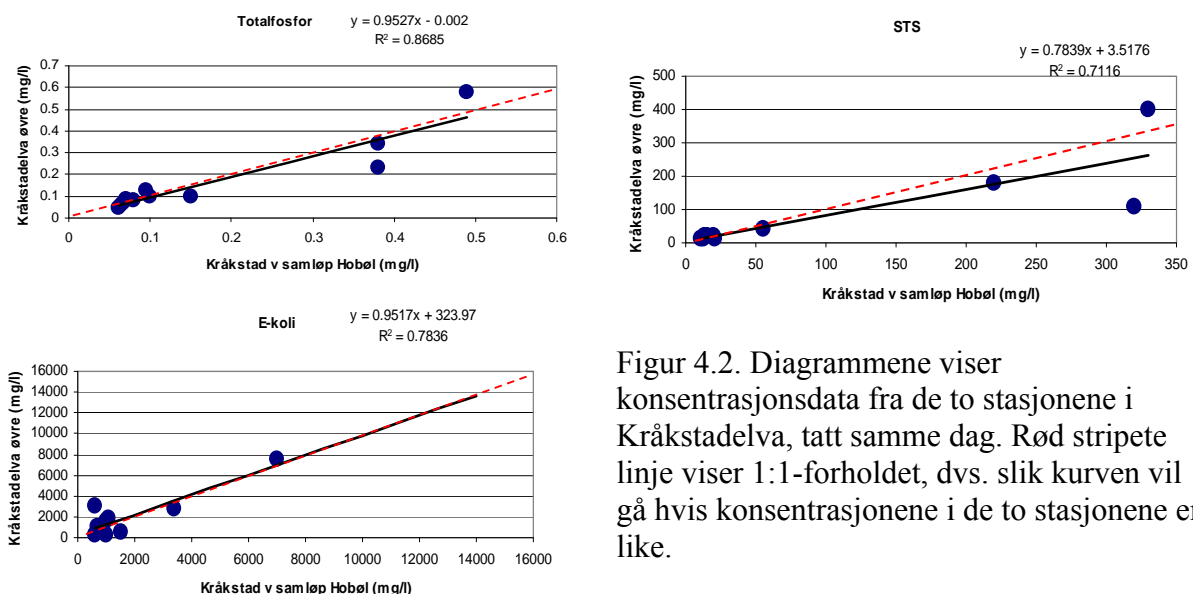
- Konsentrasjonen av *totalfosfor* var høyest i Kråkstadelva, men også Hobøelva ved Kure, Veidalselva og Svinna oppstrøms Sæbyvannet hadde høye totalfosforverdier.
- Konsentrasjonen av *ortofosfat* var også høyest i Kråkstadelva, etterfulgt av Hobøelva ved Kure. Ortofosfat-konsentrasjonene var uansett svært lave, noe som kan gjenspeile relativt høye STS-tall i vassdragene.
- Konsentrasjonen av *total nitrogen* var klart høyest i Kråkstadelva. Deretter fulgte Hobøelva ved Kure, Svinna oppstrøms Sæbyvannet og Veidalselva.

- Tarmbakteriekonsentrasjonene indikerer i hvilken grad næringsstoffene også kommer fra kloakk. Kråkstadelva hadde høyest 90-percentil av bakterier, fulgt av Hobølelva ved Kure.
- Konsentrasjonen av *partikler* var høyest i Hobølelva ved Kure, etterfulgt av Kråkstadelva og Veidalselva.
- De to øverste stasjonene i Hobølvassdraget viser, som tidligere år, relativt lave konsentrasjonsverdier (dvs. Tangenelva og Hobølelva ved utløpet av Mjør).

Den nye stasjonen i Kråkstadelva ligger nedenfor E18 men ovenfor stasjonen ved utløpet av Kråkstadelva i Hobølelva. Siden det i tabell 4.1 er færre prøver i de to stasjonene av Kråkstadelva (ettersom førstnevnte først kom i gang i mai 2011), er det også gjort en sammenligning av prøver tatt på samme dag, se figur 4.1 og 4.2. Denne sammenligningen viser at partikkelkonsentrasjonene økte noe nedstrøms, men det gjorde ikke konsentrasjoner av fosfor eller tarmbakterier. Basert på kun 11 prøver er det for tidlig å trekke noen konklusjoner om disse to stasjonene før flere data foreligger.



Figur 4.1. Sammenligning av TP-konsentrasjoner tatt samme dag i det to Kråkstad-stasjonene.



Figur 4.2. Diagrammene viser konsentrasjonsdata fra de to stasjonene i Kråkstadelva, tatt samme dag. Rød stripete linje viser 1:1-forholdet, dvs. slik kurven vil gå hvis konsentrasjonene i de to stasjonene er like.

4.1.2 Konsentrasjoner i bekker til vestre Vansjø

Tabell 4.2 viser gjennomsnittlig konsentrasjon for stasjonene i bekkene som drenerer til vestre Vansjø. I beregningen av disse gjennomsnittskonsentrasjonene ble prøver tatt spesielt i flomepisoder utelatt. Snittene er basert på prøver tatt hver 14. dag, med unntak av stasjonen i Dalen hvor det kun er månedsprøver.

Tabell 4.2. Gjennomsnittskonsentrasjoner i bekkestasjoner som drenerer til vestre Vansjø. STS = partikler, TP= totalfosfor, TN= total nitrogen, PO₄-P = ortofosfat, E-koli= termotolerante koliforme bakterier. Flomprøver er fjernet fra datasettet.

Bekker som drenerer til vestre Vansjø	STS	TP	TN	PO ₄ -P	E-koli 90%
	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	Ant/100ml
Guthus	27	88	2430	3	1000
Sperrebotn	43	114	3270	12	1900
Augerød	65	95	1470	4	80
Ørejordet	17	51	2300	6	1700
Årvold	37	153	2700	5	1500
Støabekken	20	146	3467	22	2100
Vaskeberget	33	154	5586	19	700
Huggenes	22	102	5550	9	300
Dalen	9	14	690	1	28

- *Totalfosfor-konsentrasjonene* var høyest i Vaskeberget, Støabekken og Årvoldbekken. Årvoldbekken hadde en kraftig økning fra i fjor.
- *Ortofosfat-konsentrasjonene* var høyest i Støabekken og Vaskeberget.
- Konsentrasjoner av *total nitrogen* var høyest i Vaskeberget og Huggenesbekken, tilsvarende som i året i forveien.
- Konsentrasjoner av *suspenderte partikler* var høyest i Augerødbekken, med Sperrebotn som nr 2. Dette er tilsvarende som året før, men verdiene var høyere i denne rapporteringsperioden.
- *E-koli-verdiene* (90% percentilen) var høyest i Støabekken og Vaskeberget. Dette skiller seg fra i fjor da Årvold og Sperrebotn hadde de høyeste verdiene.

Det er kommet opplysninger¹ om at det har pågått gravearbeid ved Augerød-, Sperrebotn og Årvoldbekken. Oppstrøms målestasjon i Årvoldbekken pågår det anleggsarbeid i forbindelse med bygging av boligfelt. Nord for fangdammen i Augerødbekken er det etablert et næringsområde (Våler næringspark) hvor det har vært graving og sprengning, og det opplyses at masser har sivet ut i bekken. I tillegg er det opplyst at det var mer jordarbeiding og gjødsling i Augerødbekken enn tidligere år. Ved Sperrebotn har det vært utført en del tiltak i det kommunale avløpsnett med omfattende graving på jorder langs bekken, og omkoblinger av kloakken. Sperrebotn benyttes som basis til å beregne tilførsler for et stort område av nedbørfeltet til vestre Vansjø, og gravearbeidene bør derfor tas med i betraktningen av årets tilførselstall for vestre Vansjø totalt.

¹ Våler og Rygge kommuner.

4.1.3 Konsentrasjoner i Hølenelva

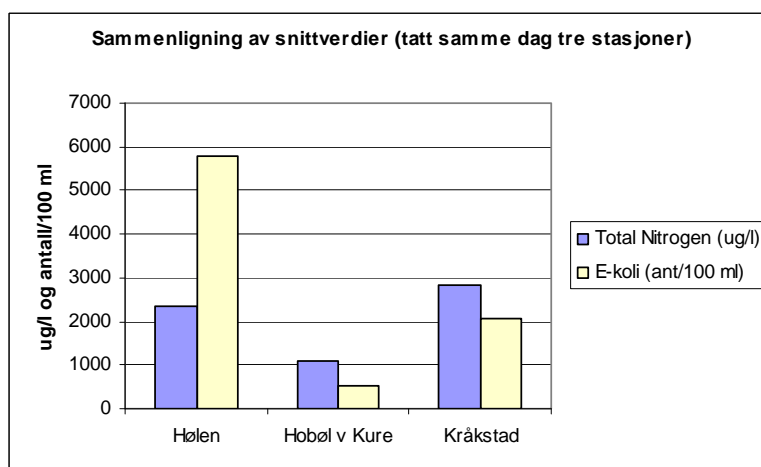
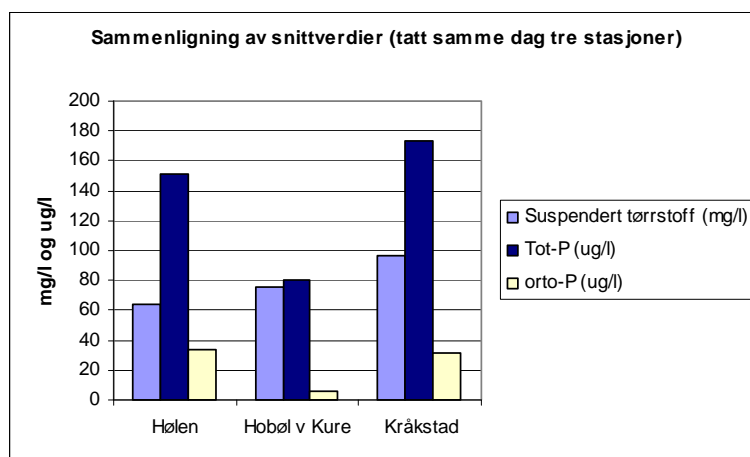
Hølenelva har ikke vært prøvetatt i dette programmet tidligere. Generelt har elva svært høye gjennomsnittsverdier av alle prøvetatte konsentrasjoner (tabell 4.3).

Tabell 4.3. Gjennomsnittskonsentrasjoner i stasjonen i Hølenelva.

Hølenvassdraget	SS	Tot-P	Tot-N	PO ₄ -P	E-koli* 90%
	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	Ant/100ml
Hølenelva ved Hølen	72	159	2367	30	10 000

Prøvene er imidlertid fra en kortere periode enn de andre stasjonene, og flomforholdene i september 2011 kan derfor ha bidratt til de relativt høye verdiene. Av den grunn er det gjort en sammenligning mellom Hølen, Hobøelva ved Kure og Kråkstadelva basert på prøver tatt samme dag. Snittkonsentrasjonene fra disse dagene er vist i Figur 4.3 og indikerer at Hølenelva har høyere konsentrasjoner enn Hobøelva for fosfor (både totalfosfor og ortofosfat), nitrogen, partikler (STS) og tarmbakterier. Kråkstadelva ligger imidlertid høyere enn Hølen nå det gjelder totalfosfor, partikler (STS) og total nitrogen. Det må bemerkes at Kråkstadelva er ei mindre elv med mindre vannføring enn både Hølen og Hobøelva, og det er ikke unaturlig at manglende fortykning vil medføre høyere konsentrasjoner i små elver.

For Hølenelva er det foreløpig kun en kort dataserie, og derfor ikke tilrådelig å beregne tilførsler. Det er såvidt vites heller ikke noen hydrologisk stasjon i elva og ved tilførselsberegninger må det derfor søkes etter representative stasjoner i nabovassdrag. Det er mulig at Hobøelva ved Høgfoss er et mulig alternativ, men dette bør utredes. Nedbørfeltarealet til prøvetakingsstasjonen må også måles opp.

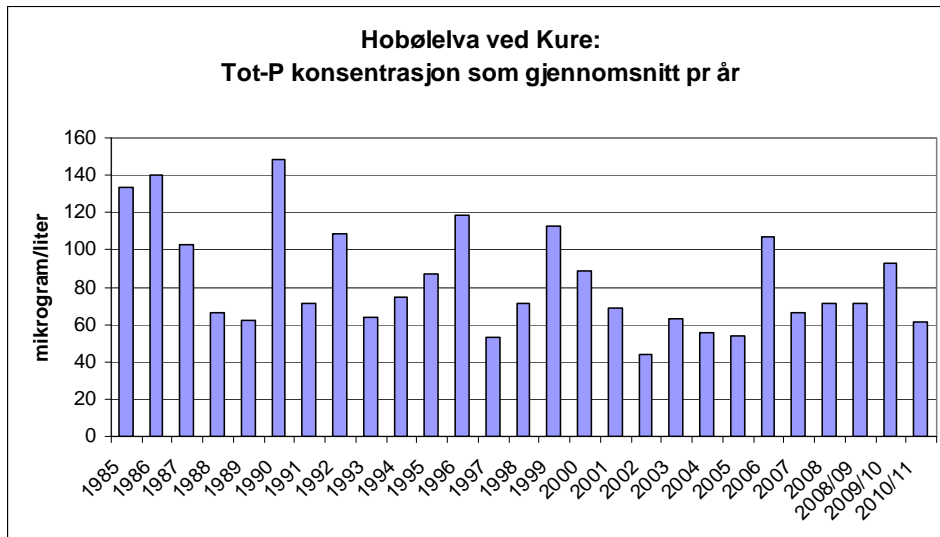


Figur 4.3. Gjennomsnittskonsentrasjon av prøver tatt på samme dag i Hølenelva, Hobølelva ved Kure og Kråkstadelva. Totalfosfor ($\mu\text{g/l}$), ortofosfat ($\mu\text{g/l}$) og suspenderte partikler (mg/l) i øverste diagram, total nitrogen ($\mu\text{g/l}$) og E-koli (antall/100 ml) i nederste. For e-koli er benyttet 90% percentilen.

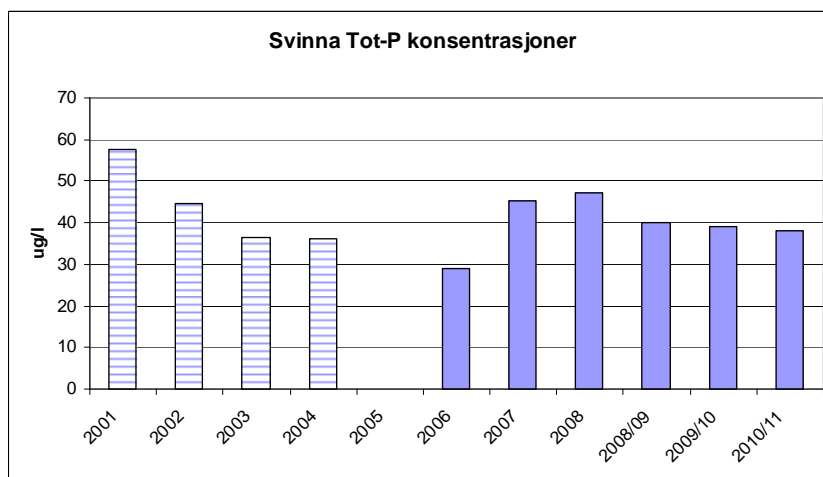
4.2 Sammenligning med tidligere års konsentrasjoner

4.2.1 Elver og bekker til Storefjorden

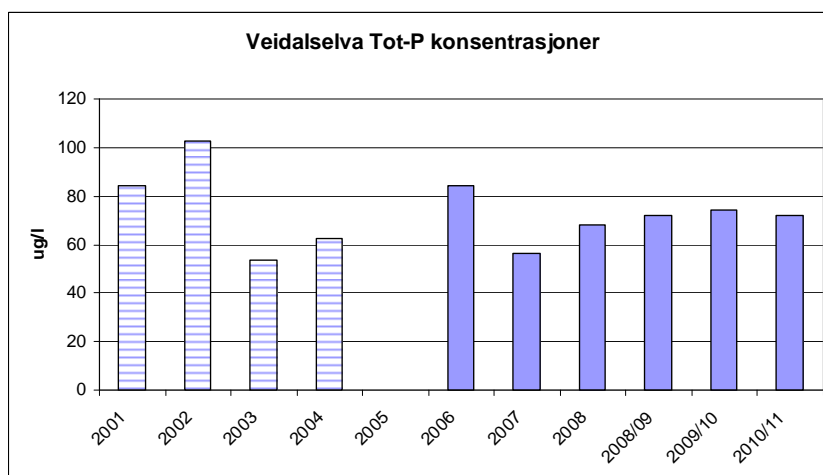
Figur 4.4 viser gjennomsnittlige konsentrasjoner av totalfosfor (TP) for Hobølelva ved Kure siden 1985. For Svinna, Mørkelva, Veidalselva og Kråkstadelva (nedre stasjon) er de gjennomsnittlige konsentrasjonene for totalfosfor de siste årene vist i figurene 4.5-4.8. For de fleste av disse vassdragene gjelder at gjennomsnittskonsentrasjonene gikk noe ned siden forrige årsperiode. Den største forskjellen kan sees i Hobølelva med en nedgang på omlag $30 \mu\text{g/l}$.



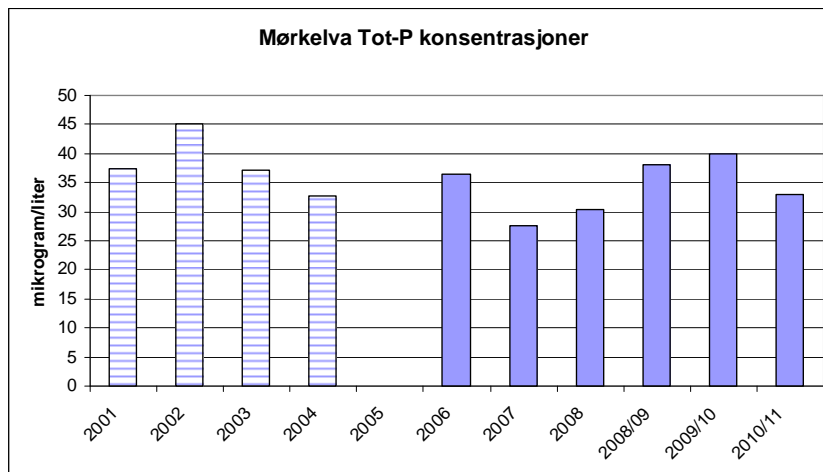
Figur 4.4. Konsentrasjon av totalfosfor i Hobølva ved Kure, som gjennomsnitt pr år.



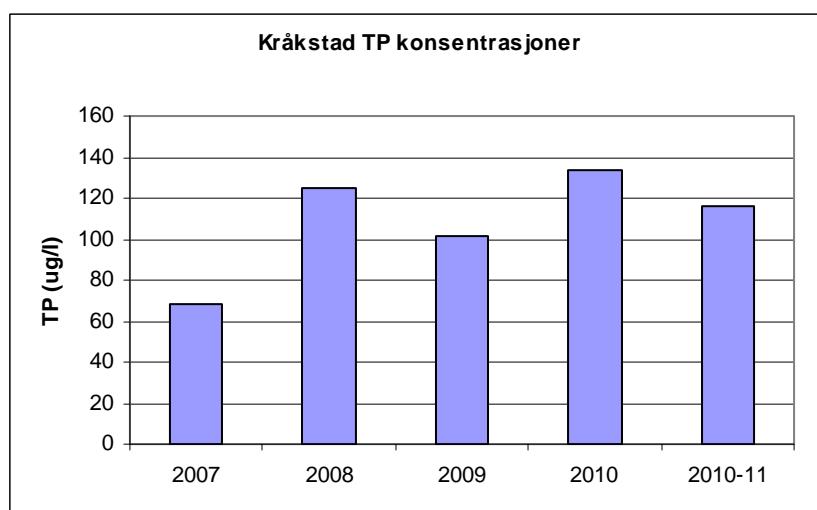
Figur 4.5. Konsentrasjon av totalfosfor i Svinna (ved Klypen, dvs. nedenfor utløpet av Sæbyvannet), som gjennomsnitt pr år. Blå søyler: Prøver hver 14. dag. Stripet søyle: Bare få prøver ble tatt i disse årene.



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



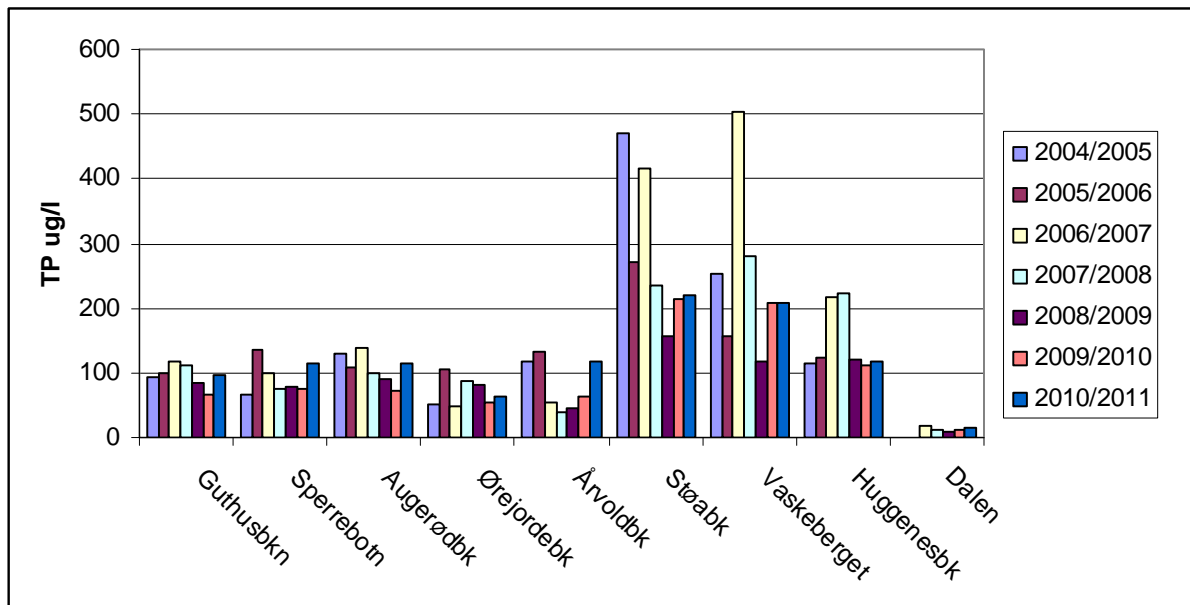
Figur 4.7. Konsentrasjon av totalfosfor i Mørkelva, som gjennomsnitt pr år. Blå søyler: Prøver hver 14. dag. Stripet søyle: Bare få prøver ble tatt i disse årene.



Figur 4.8. Konsentrasjoner av totalfosfor i Kråkstadelva, som gjennomsnitt pr år.

4.2.2 Bekker til vestre Vansjø

Gjennomsnittskonsentrasjoner for bekkene til vestre Vansjø (vannføringsveide) siden 2005 er vist i figur 4.9. Snittkonsentrasjonene i enkelte av bekkene har økt siden i fjor. Mye av årsaken ligger i flommen i vassdraget i september, men også i juni var det høye verdier i enkelte av bekkene.



Figur 4.9. Gjennomsnittskonsentrasjoner av totalfosfor siden 2005 i bekkene til vestre Vansjø.

Det ser altså ut til at mens konsentrasjonene i elver/bekker til Storefjorden gikk litt ned siden i fjor har de økt i enkelte av bekkene som drenerer til vestre Vansjø. Imidlertid må det tas høyde for at bekkene til vestre Vansjø ikke alltid prøvetas like ofte som bekkene/elvene til Storefjorden. Dette fordi de små bekkene oftere fryser på vinteren (vinteren 2010/2011 var en meget kald vinter) og om sommeren kan de tørke de ut. Ved flom blir endel av bekkene så oppstuvet av Vansjø at det ikke renner vann i dem. Derfor kan man ikke uten videre sammenligne snittkonsentrasjoner i de ulike elvene/bekkerne rundt Vansjø. Tilførselstall, og ikke minst tilførselstall som er justerte for vannføring, gir et bedre sammenligningsgrunnlag, jf. de neste avsnittene.

4.3 Tilførsler i rapporteringsperioden 2010-11

I dette avsnittet oppgis faktiske tilførsler, dvs. tilførsler som ikke er justert for verken vannføring eller areal.

4.3.1 Tilførsler til Storefjorden 2010-11

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 med lengre elvestrekninger oppstrøms er derfor beregnet ved slamføringskurver, mens stasjonene ved utløpet av innsjøene Mjær og Langen/Våg (sistnevnte stasjon er i Tangenelva), samt i Vansjø (Sundet og Mossefossen) er beregnet med lineær interpolasjon (Tabell 4.4).

Tabell 4.4. Totale tilførsler av suspendert stoff (STS), totalfosfor (TP), ortofosfat (PO₄-P) og total nitrogen (TN) i rapporteringsperioden. Fargekodene indikerer beregningsmetodikk for transportberegningene: Gul=slamføringskurve; Hvit=lineær interpolasjon; Lys blå= beregnet fra prosentandel ortofosfat av totalfosfor.

Stasjon	ID	STS	TP	PO ₄ -P	TN
		tonn	tonn	tonn	tonn
Tangelva	VAVU	208	0,8	0,08	35
Hobøelva Mjær	MJRU	404	1,9	0,09	60
Kråkstadelva ved RV 27 *	KROV	1332	3,17	-	-
Kråkstadelva	KRÅK	2510	4,04	0,4	97
Hobøelva Kure	HOBK	10402	13,37	0,8	211
Svinna oppstr. Sæby	SVIN	1415	1,97	0,1	33
Engsbekken (inn i Sæbyvannet)	ENGS	113	0,34	0,03	9
Svinna utløp i Storefjn.**	SVIU	679	2,31	0,1	52
Mørkelva	MØRK	945	1,20	0,05	23
Veidalselva	VEID	1144	1,45	0,03	22
Sundet***	VAN5	1668	10,4	2,7	372
Mosseelva	VANU	1833	9,5	0,8	362

* Usikkert estimat for TP og STS; TN og ortofosfat ikke beregnet pga. for lite data.

** Her er brukt vannkvalitetsdata fra Svinna ved Klypen bru, mens vannføringen er skalert for hele Svinna nedbørfelt, dvs 103 km². Tilførselen representerer derfor det som renner ut i Storefjorden og ikke det som renner ut av Sæbyvannet.

*** Sundet er ikke en elv men et sund mellom de to innsjøene. Beregningene her er noe usikre.

Tilførsler til Storefjorden er naturlig nok størst fra Hobøelva, siden dette er den største tilførselselva. Området nedstrøms innsjøen Mjær, inkludert Kråkstadelva, bidrar til mesteparten av tilførselene av både næringsstoffer og partikler (STS). Ut av feltet, til Oslofjorden, ble det transportert 9,5 tonn fosfor og 362 tonn nitrogen.

Oppsummert blir transporten inn til Storefjorden fra de fire største tilførselselvene på 13 170 tonn partikler, 18 tonn totalfosfor, 1 tonn ortofosfat, og 308 tonn total nitrogen, jf. tabell 4.5. I forhold til i fjor er dette en svak økning av partikkeltilførsler men en nedgang i tilførsler av næringsstoffer.

Tabell 4.5. Tilførsler til Storefjorden i rapporteringsperioden 16. oktober 2010 – 15. oktober 2011.

	STS	Tot-P	Orto-P	Tot-N
	tonn	tonn	tonn	tonn
Til Storefjorden	13170	18	1	308

4.3.2 Tilførsler til vestre Vansjø 2010-11

Tabell 4.6 gir tilførslene i bekkene til vestre Vansjø, samt de oppskalerte tilførslene til hele vestre Vansjø og Mosseelva fra oktober 2010-oktober 2011.

Fra de enkelte bekkfeltene varierte tilførslene av STS fra 4 til 172 tonn/år, lavest fra skogfeltet Dalen og høyest fra Augerødbekken (Tabell 4.6). Tilsvarende varierte fosfortilførslene fra 6 til 399 kg/år i de samme to bekkene. De tre største bekkene er Guthus, Augerød og Sperrebotn, og det er også årsaken til at de har relativt mye større tilførsler enn de øvrige bekkene. I Augerød er det rapportert om anleggsarbeid i 2011, se avsnitt 4.1.2.

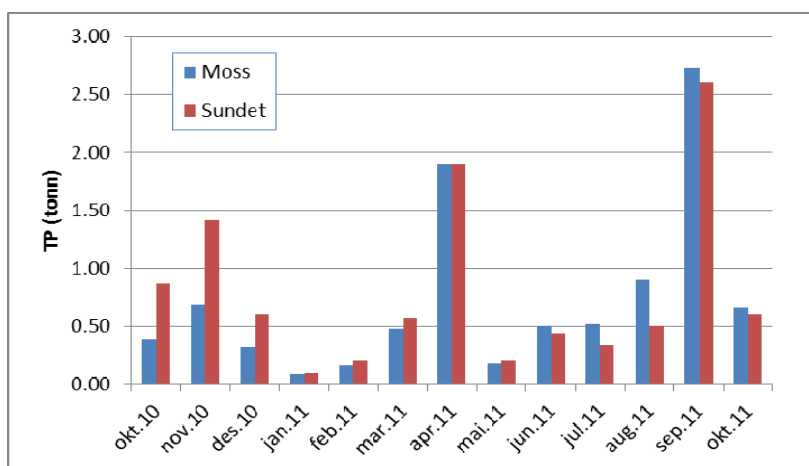
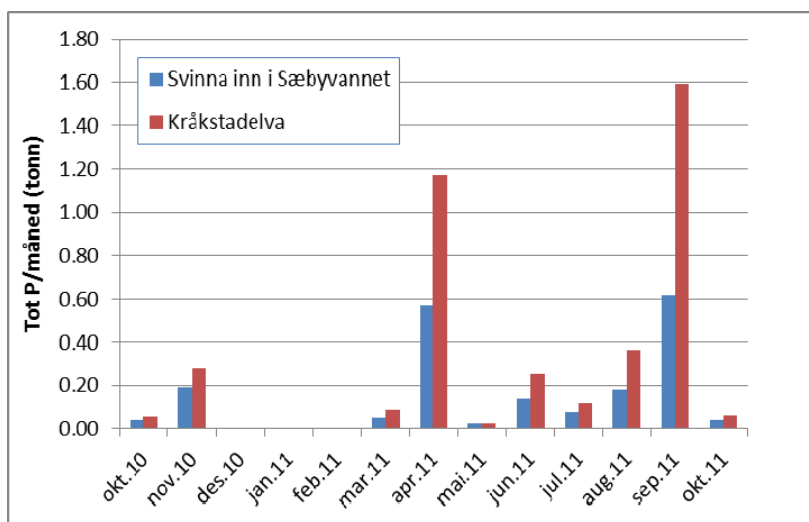
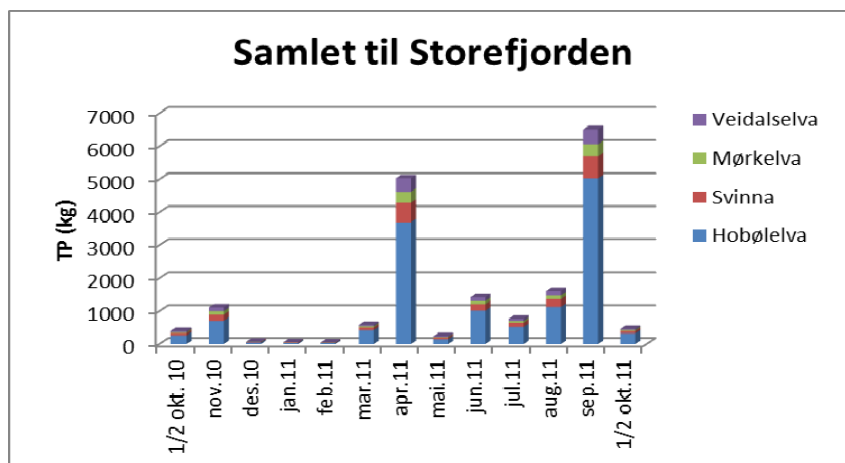
Oppskaleringen av datasettet til hele feltet (se metodekapittel for detaljer) ga som resultat at det i 2010-11 ble tilført 3,7 tonn totalfosfor til vestre Vansjø og 0,5 tonn til Mosseelva, tilsammen ca. 4.1 tonn. Dette er en økning fra i fjor, og som vist i neste avsnitt kom mye av tilførslene i september, altså på slutten av vekstsesongen for algene i Vansjø. Økningen i fosfortilførsler gjenspeiles av en økning av suspendert tørrstoff, som i fjor var på 770 tonn og i år på 1361 tonn for vestre Vansjø og Mosseelva. Det ble i perioden også tilført ca. 14 tonn total nitrogen til vestre Vansjø og Mosseelva.

Tabell 4.6. Faktiske tilførsler av partikler (STS) og totalfosfor (Tot-P) fra lokale bekker til vestre Vansjø og Mosseelva i 2010/11 (alle er beregnet med lineær interpolasjon).

	STS	TP	TN
	tonn/år	kg/år	kg/år
Guthus	50	192	806
Sperrebotn	69	179	238
Augerød	172	339	693
Ørejordet	7	28	401
Årvold	12	36	178
Støal	3	22	131
Vaskeberget	4	17	118
Huggenes	11	61	1192
Dalen	4	6	286
Vestre Vansjø oppskalert	1285	3660	11300
Mosseelva oppskalert	76	468	2603
Total vestre Vansjø og Mosseelva	1361	4128	13903

4.3.3 Tilførsler per måned i rapporteringsperioden

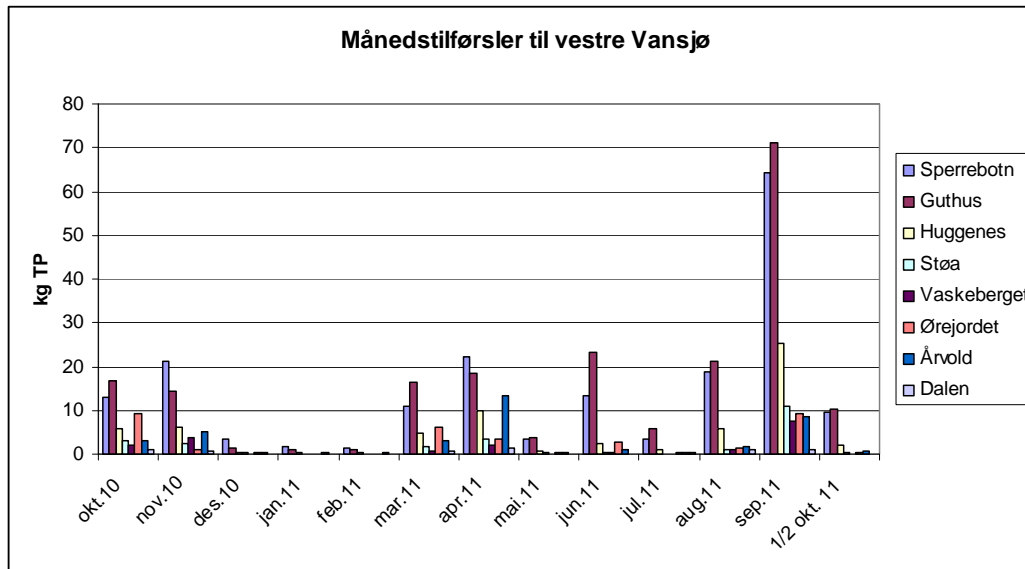
Figur 4.10 viser månedlige tilførsler av totalfosfor i elver som drenerer til Storefjorden, samt for Moss og Sundet. Det meste av fosforet ble tilført i september, helt på slutten av algenes vekstsesong, men også april hadde høye tilførsler.



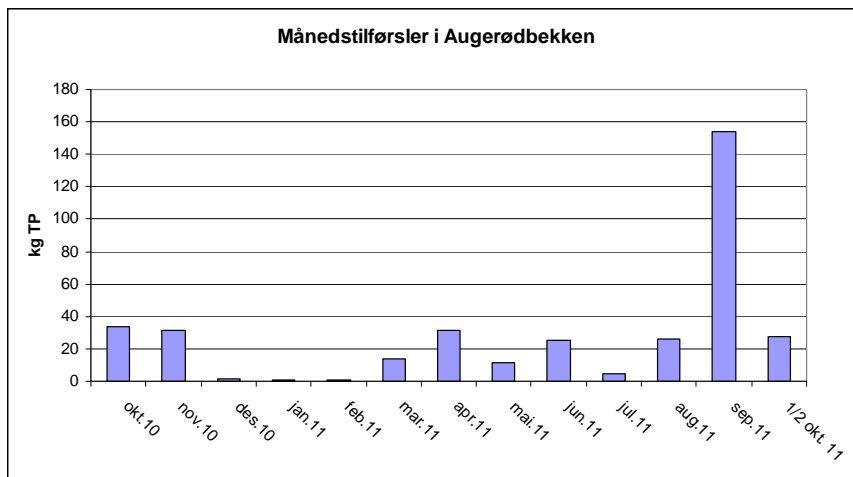
Figur 4.10. Øvre graf viser månedlige tilførsler av totalfosfor (TP) som sum for fire vassdrag (Hobøelva, Svinna, Mørkelva og Veidalselva). Midtre graf viser det samme for Kråkstadelva og Svinna innløp i Sæbyvannet, mens nedre graf viser det samme for Sundet og Mosseelva.

Månedstilførslene gjennom Sundet og Mosseelva følger hverandre bra, men det er større transport gjennom Sundet enn i Moss i vintermånedene i 2010. Dette er imidlertid svært usikre beregninger siden det ble tatt få prøver i denne perioden.

For bekkene til vestre Vansjø og Mosseelva er det klart at det meste av tilførslene kom i september (figur 4.11). Augerødbekken er vist i egen figur pga de høye tilførslene der (figur 4.12). I Sperrebotn, som er en viktig bekk siden den benyttes til oppskaleringen av store deler av dette delfeltet, kom 34% av tilførslene i september. Det betyr igjen at den økningen som sees i årlige totale tilførsler til vestre Vansjø i rapporteringsperioden for det meste skyldes tilførslene i september.



Figur 4.11. Månedlige tilførsler av totalfosfor (TP) i åtte av de ni bekkene som drenerer til vestre Vansjø.



Figur 4.12. Månedlige tilførsler av totalfosfor (TP) i Augerødbekken.

4.3.4 Sammenligning av andel fosfor og sediment i tilførsler

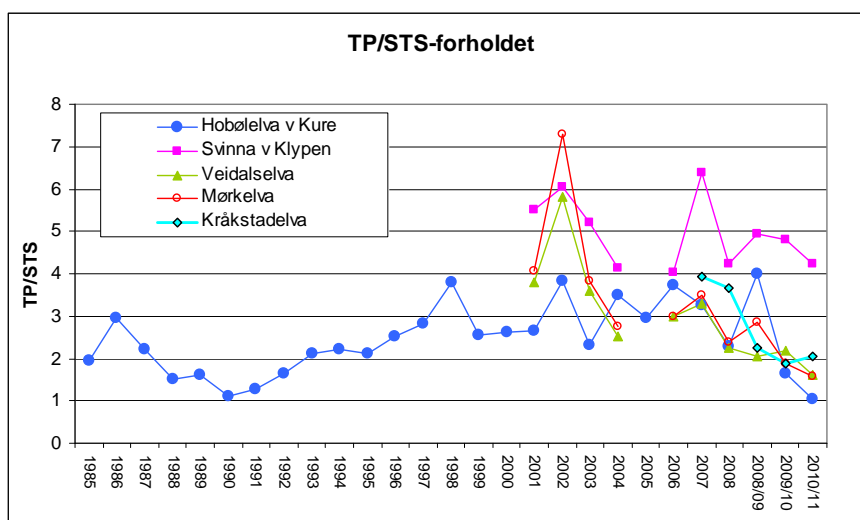
For flere av vassdragene gjelder at fosforkonsentrasjonene (TP) har minket i forhold til partikkelkonsentrasjonene (STS) de siste årene. Figur 4.13 viser TP/STS-forholdet for fem av stasjonene i østre del av feltet, mens figur 4.14 viser forholdet for bekkene til vestre Vansjø. Begge grafer er basert på årlige gjennomsnitt av konsentrasjonene av hver av disse to parametrene. Den siste figuren viser ikke et så klart bilde som for de større vassdragene i figur 4.13. Plotter vi isteden tilførselsberegningene for STS og TP oppskalert for vestre Vansjø, blir

bildet som på figur 4.15, noe som kan tyde på at også i denne delen av vassdraget har forholdet endret seg.

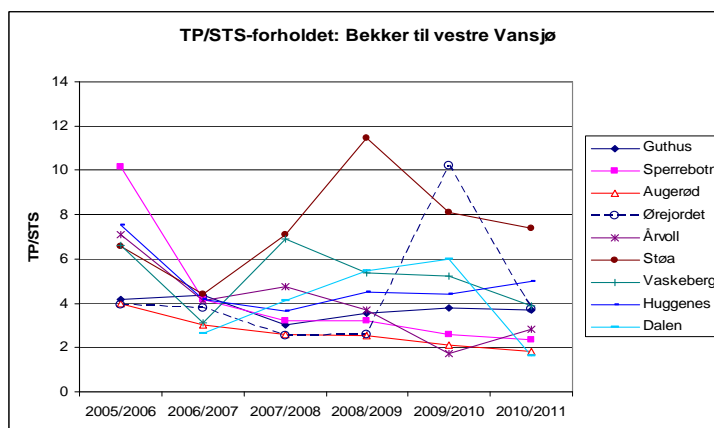
Denne endringen kan ha ulike forklaringer, men det er tatt kontakt med laboratoriet og det er ingenting som tyder på at endringer i analytiske metoder er årsaken. Selv om TP-analyser kan ha en viss usikkerhet er det benyttet samme laboratorie i den perioden det har vært nedgang. Hvis endringen i forholdet mellom konsentrasjonen (årgjennomsnitt) av TP og STS er reell, kan dette f.eks. skyldes

- Økt erosjon av jord som ikke er rik på TP
- Tiltak som er iverksatt begynner å virke, inkl. redusert fosforinnhold i gjødsel
- Variasjoner som er innenfor naturlige langtidsvariasjoner (se eks kurven for TP/STS i Hobølrelva i figur 4.13).

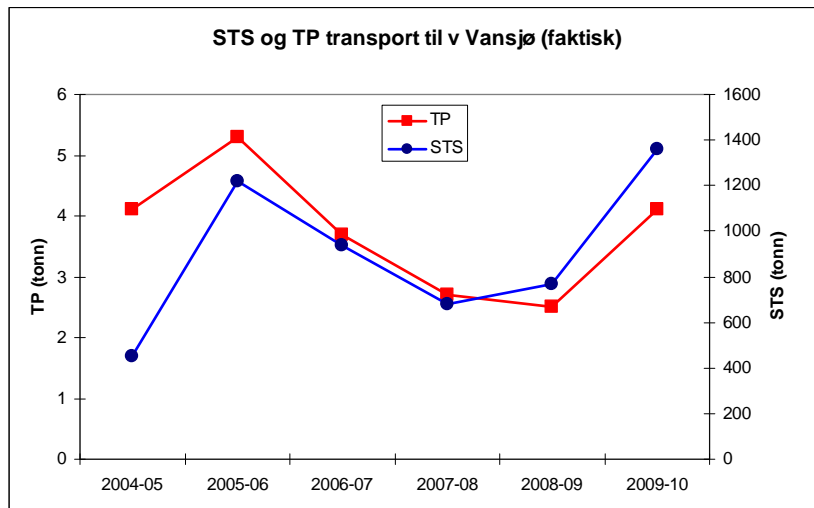
Ut fra datamaterialet kan det ikke konkluderes om det er totalfosfor som har minket eller suspendert tørrstoff som har økt, men dette er diskutert videre i avsnittet om trendanalyser, dvs. kapittel 4.6.



Figur 4.13. Forholdet mellom TP ($\mu\text{g/l}$) og STS (mg/l) i vassdrag som drenerer til Storefjorden.



Figur 4.14. Forholdet mellom TP ($\mu\text{g/l}$) og STS (mg/l) i bekker som drenerer til vestre Vansjø.



Figur 4.15. Tilførsler av STS (tonn) og TP (tonn) til vestre Vansjø. Grafen viser at forholdet mellom de to parameterne har endret seg noe.

4.4 Vannføringsnormaliserte fosfortilførsler

Vannføringsnormaliserte transporttall kan beregnes, men det er viktig å forstå hva disse tallene viser. Transporten av enkelte stoffer øker ikke nødvendigvis proporsjonalt med økende vannføring, men kan like gjerne øke eksponentielt, 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. Dette vil allikevel 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 1977-2007² (i millioner m³)

$Q_{faktisk}$ er årets vannføring (i millioner m³)

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

Tabell 4.7 viser vannføringsnormalisert fosfortransport ved ulike stasjoner i vassdraget siden 2005.

² 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 m³ eller ca. 470 mm.

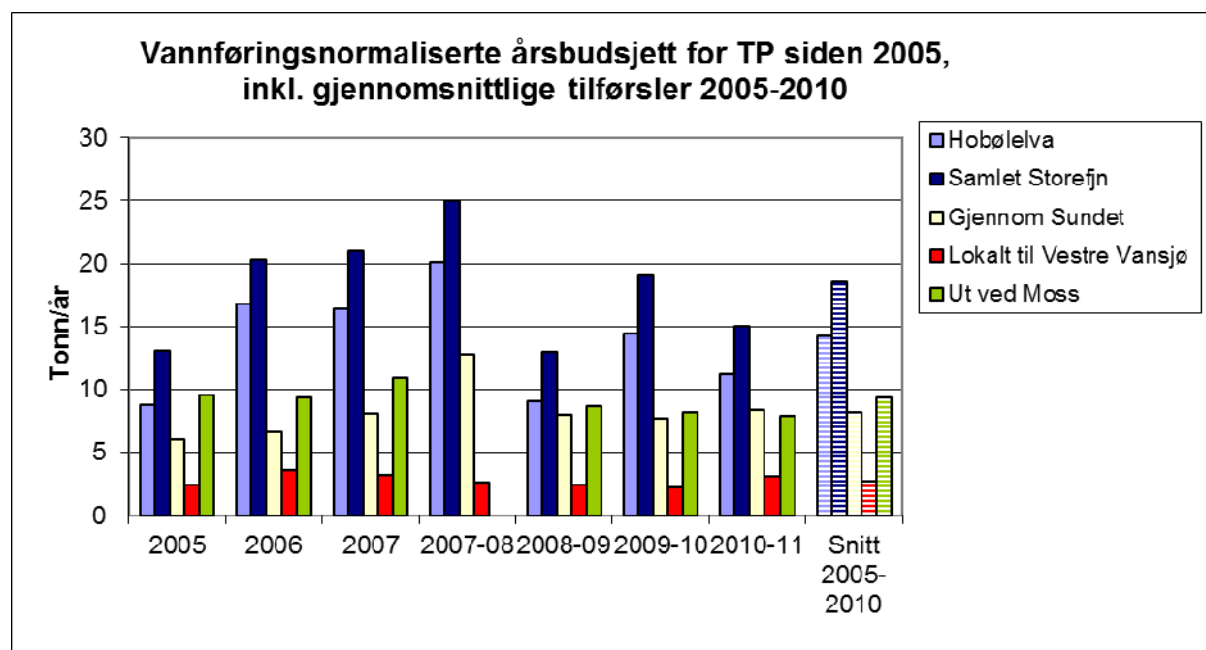
Tabell 4.7. Vannføringsnormaliserte tilførsler av totalfosfor i vassdraget 2005-2011. Se også tabell 6.6. Kråkstadelva er den største sideelva til Hobølelva.

	2005	2006	2007	2007-08	2008-09	2009-10	2010-11
	TP	TP	TP	TP	TP	TP	TP
	tonn	tonn	tonn	tonn	tonn	tonn	tonn
Kråkstadelva			4,0	5,0	3,5	4,0	3,3
Hobølelva	8,8	16,8	16,4	20,1	9,1	14,4	11,2
Svinna	2,3	1,9	2,5	2,7	1,9	2,0	1,9
Mørkelva	0,9	0,7	1,0	1,0	0,9	1,2	1,0
Veidalselva	1,1	0,9	1,2	1,3	1,1	1,2	1,3
Sum Storefjn*	13	20	21	25	13	19	15
Sundet	6,0	6,6	8,1	12,8	8,0	7,7	8,4
V.Vansjø**	2,4	3,6	3,2	2,6	2,4	2,2	3,1
Mossefossen	9,6	9,4	10,9	14,1	8,7	8,2	7,9

* Lokale bekkefelt ikke medregnet her, og er derfor en sum av tilførslene fra Hobølelva, Svinna, Mørkelva og Veidalselva.

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

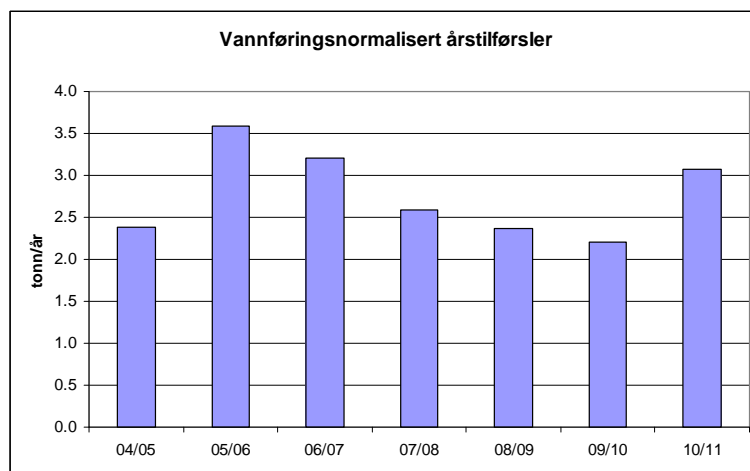
Figur 4.16 viser vannføringsnormaliserte fosfortilførsler ved ulike stasjoner i vassdraget for hvert år siden 2005, samt for et gjennomsnitt av perioden 2005-2010. For alle stasjoner er tilførslene i siste periode lik eller lavere enn for gjennomsnittet.



Figur 4.16. Vannføringsnormaliserte årsbudsjetter for totalfosfor for utvalgte stasjoner siden 2005. Helt til høyre vises gjennomsnittet for årene 2005-2010, dvs. de seks årene før siste rapporteringsperiode.

Tilførslene for vestre Vansjø og Mosseelva er i tillegg vist i en egen figur, figur 4.17. Siden 2005-06 gikk de vannføringsjusterte tilførslene ned frem til 2009-10, men i perioden 2010-11 økte de igjen. Hovedårsaken til denne økningen er tilførslene som kom pga. store vannmengder under flommen i september. Som nevnt i avsnitt 4.1.2 var det også en del

anleggsarbeid og graving ved bekkene Årvold, Augerød og Sperrebotn; sistnevnte benyttes til oppskalering av et større areal og økt menneskelig aktivitet i dette nedbørfeltet vil derfor få stor betydning for de beregnede totale tilførslene til vestre Vansjø.



Figur 4.17. Vannføringsnormaliserte årlige tilførsler av totalfosfor, totalt for vestre Vansjø og Mosseelva, siden 2005.

4.5 Arealspesifikk transport fra nedbørfeltene

4.5.1 Arealspesifikk transport til Storefjorden, i Sundet og Mosseelva

Arealspesifikk 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 for stasjonene i elver og bekker i østre del av feltet, samt i Sundet og i Mosseelva, er vist i tabell 4.8, og illustrert for totalfosfor (TP) i figur 4.18.

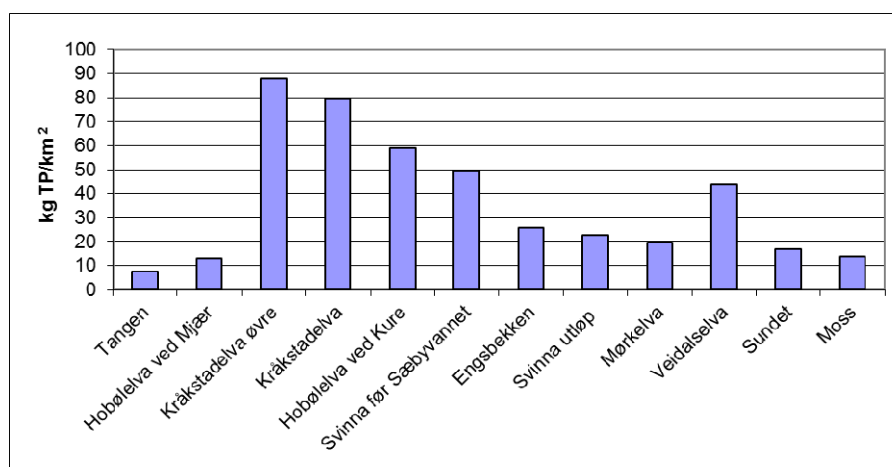
Tabell 4.8. Arealspesifikk transport av partikler (STS), totalfosfor (TP) og total nitrogen (TN) i hver lokalitet i rapporteringsperioden.

	Areal	STS	TP	PO ₄ -P	TN
	km ²	tonn/km ²	kg/km ²	kg/km ²	kg/km ²
Tangen	105	2	8	0.8	333
Hobøelva ved Mjær	146	3	13	0.6	411
Kråkstadelva øvre	36	37	88		
Kråkstadelva	51	49	79	7.8	1902
Hobøelva ved Kure	227	46	59	3.5	930
Svinna før Sæbyvannet	40	35	49	2.5	825
Engsbekken	13	9	26	2.3	692
Svinna utløp	103	7	22	1.0	505
Mørkelva	61	15	20	0.8	377
Veidalselva	33	35	44	0.9	667
Sundet	604	3	17	4.5	616
Moss	688	3	14	1.2	526

Utregningen av den arealspesifikke transporten viser at:

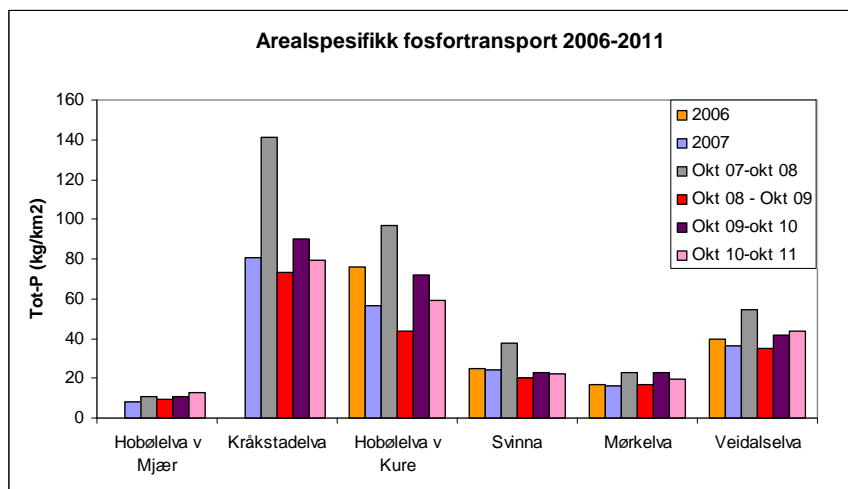
- Begge stasjonene i Kråkstadelva har høy arealspesifikk transport for alle parametre.
- Hobølelva ved Kure, Veidalselva og Svinna oppstrøms Sæbyvannet har også forholdsvis høye arealspesifikke transportverdier.

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. Undersøkelser av sediment og jord langs med elveløpet i dette området viser høye verdier av både totalfosfor og reaktivt (plantetilgjengelig) fosfor (Aakerøy m.fl. 2008).



Figur 4.18. Areal spesifikk transport av totalfosfor for 12 stasjoner i vassdraget i perioden 16. oktober 2010 – 15. oktober 2011. Kråkstadelva øvre har begrenset med måledata. Data er ikke vannføringsnormalisert.

Areal spesifikk transport av partikler og totalfosfor endrer seg fra år til år. For stasjonene Hobølelva ved Kure, Svinna ved Klypen Bru, Mørkelva og Veidalselva finnes overvåkingsdata siden 2006. For stasjonene Hobølelva 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 slike faktorer som vannføringsvariasjonene i nedbørfeltet, erosjonsprosesser, ulike fosforkilder, herunder ras, erosjon, anleggsvirksomhet, osv.



Figur 4.19. Sammenligning av arealsspesifikk transport av totalfosfor i årsperiodene siden 2006 for seks stasjoner. Alle verdier beregnet med metoden slamføringskurve. Tallene for Svinna er beregnet som det som går ut i Storefjorden. Data er ikke vannføringsnormalisert.

Både Hobøelva 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.

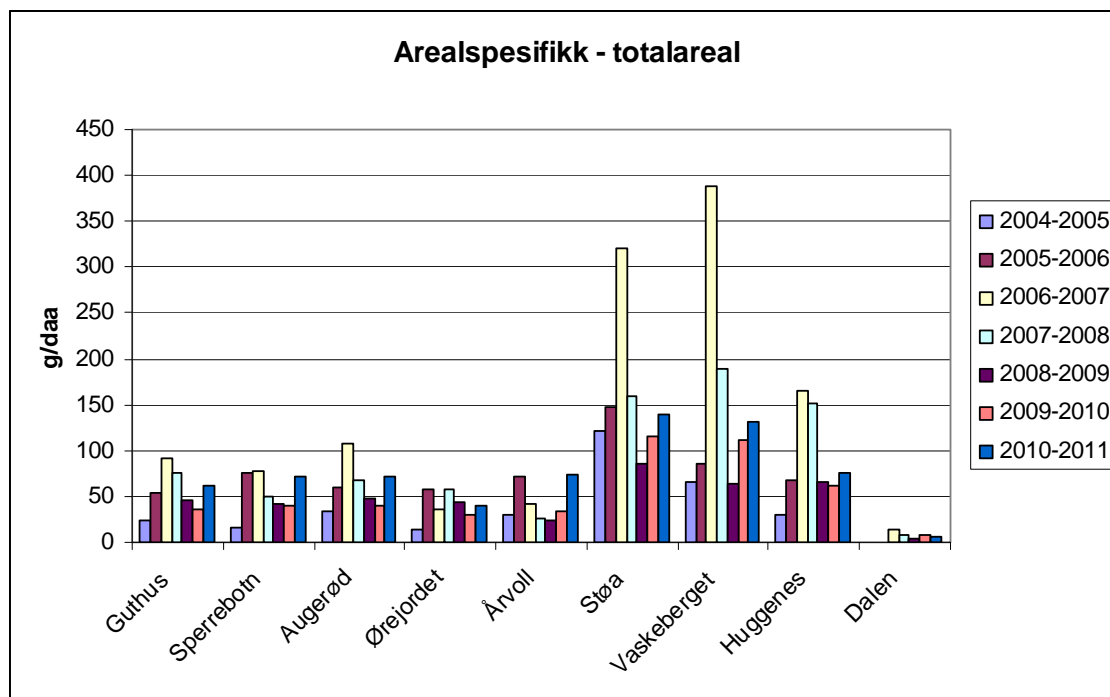
4.5.2 Arealsspesifikk transport i bekkene til vestre Vansjø

Den arealsspesifikke transporten i bekkene til vestre Vansjø i rapporteringsperioden er vist i tabell 4.9. I figur 4.20 er den arealsspesifikke transporten vist siden 2005.

Tabell 4.9. Arealsspesifikk transport av partikler (STS), totalfosfor (TP) og total nitrogen (TN) i bekkene til vestre Vansjø i rapporteringsperioden.

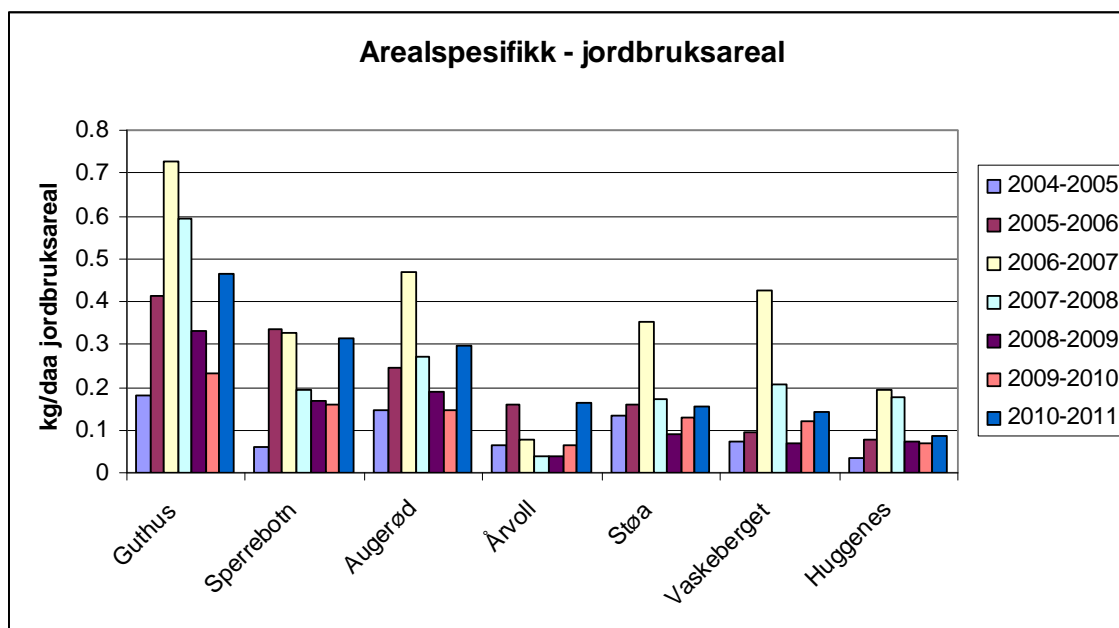
	daa	STS kg/daa eller tonn/km ²	TP g/daa eller kg/km ²	TN g/daa eller kg/km ²
Guthus	3150	16	61	256
Sperrebotn	2481	28	72	96
Augerød	4778	36	71	145
Ørejordet	692	10	41	580
Årvold	486	24	74	367
Støal	157	19	140	832
Vaskeberget	130	30	131	911
Huggenes	810	14	75	1471
Dalen	882	4	7	324
Vestre Vansjø oppskalert	55000	23	67	205
Mosseelva oppskalert	15000	5	31	174
Total vestre Vansjø og Mosseelva	70000	19	59	199

Generelt var de høyeste arealspesifikke tilførslene i årene 2006/2007 – 2007/2008. I siste år har de arealspesifikke tilførslene økt noe siden forrige årsperiode, dette gjelder for alle bekker, men i varierende grad. Som vist tidligere er det særlig septembertilførslene som er årsaken til dette, samtidig som det i enkelte bekker (Årvold, Augerød og Sperrebotn) er rapportert om grave- og anleggsarbeid (se avsnitt 4.1.2).



Figur 4.20. Arealsspesifikke fosfortap fra nedbørfeltene (g TP/daa nedbørfeltareal, tilsvarende kg TP/km²) i 2004-11 for de ni bekkene.

For bekkene til vestre Vansjø er det ikke bare beregnet tilførsler for arealet totalt, men også spesifikt for jordbruksarealene. Resultatet for perioden 2005-2011 er vist i figur 4.21.



Figur 4.21. Fosfortap fra jordbruksareal i nedbørfeltene (kg/daa jordbruksareal) i 2005-11 i de syv bekkene med jordbruksareal (Ørejordet og Dalen utelatt da det ikke er jordbruk i disse).

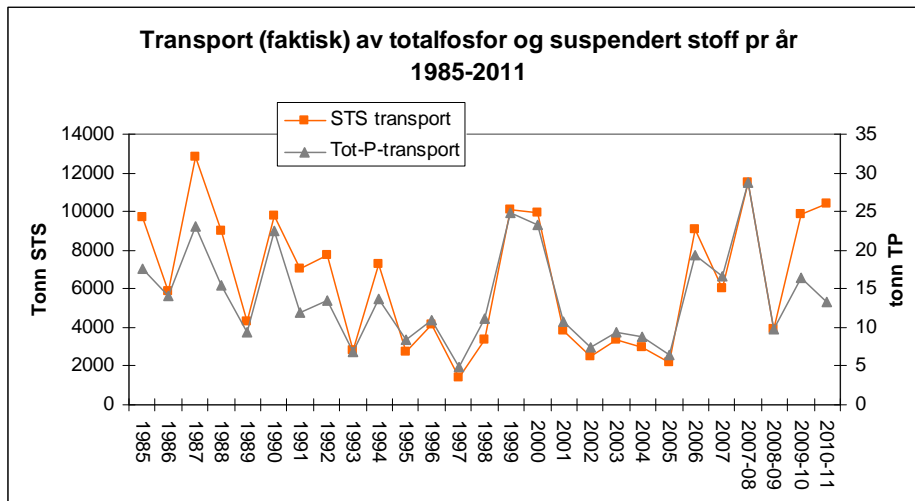
Også i forhold til spesifikk avrenning fra jordbruksarealer var årene 2006/07 – 2007/08 de med størst fosfortilførsler. Imidlertid er det også beregnet høye fosfortilførsler siste år i disse bekkene. Igjen er det septemberflommen som er årsaken til denne økningen. De høyeste arealspesifikke tilførslene fra jordbruksareal er beregnet til Guthusbekken, og lå i rapporteringsperioden på 463 g/daa jordbruksareal. Kornområdene på østsiden hadde fosfortap på omlag 86-153 g/daa jordbruksareal, som er en nedgang siden i fjor (da var tapene på 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 m.fl., 2008).

4.6 Tidsutvikling av tilførsler

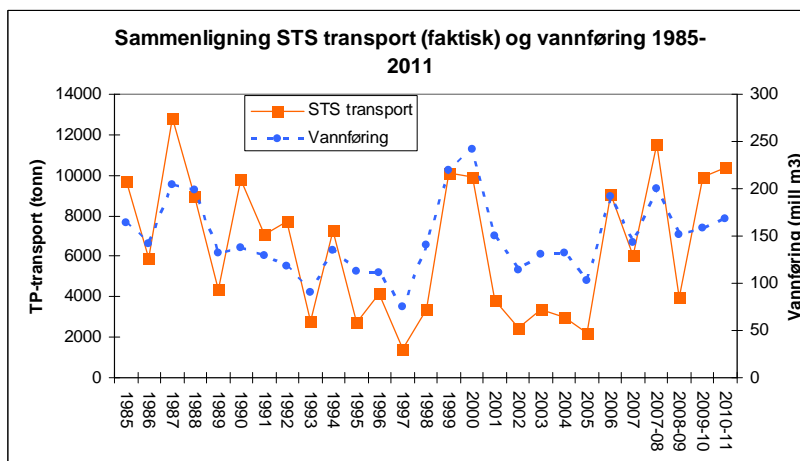
4.6.1 Trendanalyser av transport i Hobølelva

Figur 4.22 viser faktisk transport av totalfosfor (TP) og suspendert stoff (STS) i Hobølelva ved Kure hvert år siden 1985, mens figur 4.23 og 4.24 viser vannføringen i perioden sammen med totalfosfortransporten av hhv STS og TP. Figurene illustrerer bl.a. følgende:

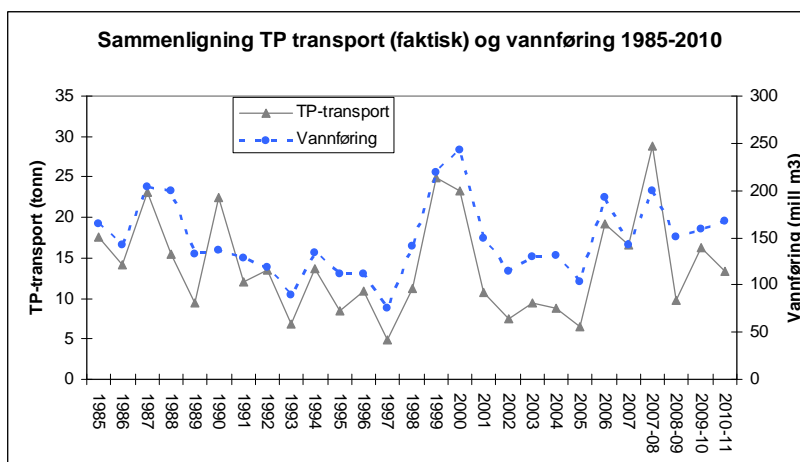
- transport av totalfosfor og suspendert stoff har stort sett fulgt hverandre godt, med andre ord ser det ut til at mye av totalfosforet kan være knyttet til partikler og derfor til erosjon i nedbørfeltet;
- som nevnt i avsnitt 4.3.4 har imidlertid dette forholdet endret seg noe de senere årene, noe som kommer tydelig fram til høyre i grafen i figur 4.22, med andre ord er TP/STS-forholdet blitt redusert;
- Sammenligningen av henholdsvis STS og TP med vannføring i figurene 4.23 og 4.24, indikerer at TP har blitt redusert til tross for økning i vannføring fra i fjor. For STS er det omvent, STS gikk opp samtidig med at vannføringen gikk opp. Trendanalysene som er gjort, under, kan kaste mer lys på dette.



Figur 4.22. Faktisk transport av totalfosfor og suspendert stoff (begge i tonn) i Hobøelva ved Kure hvert år siden 1985 (siste år er for perioden oktober 2009-oktober 2010)



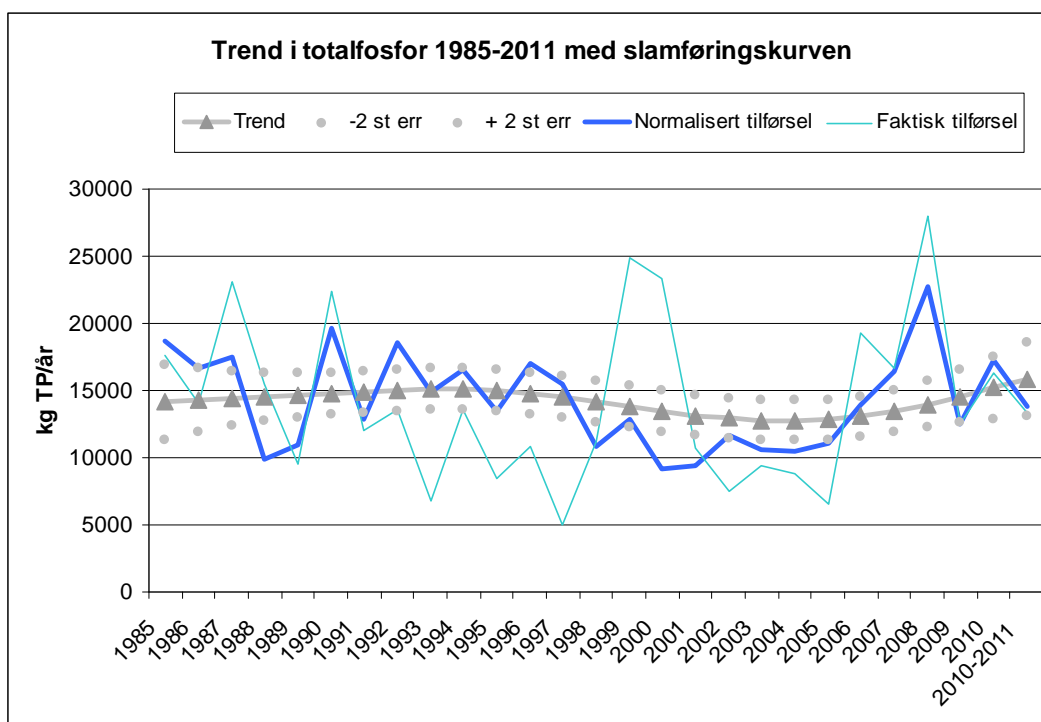
Figur 4.23. Transport av suspendert tørrstoff (STS) sett i forhold til vannføringen i Hobøelva, 1985-2011.



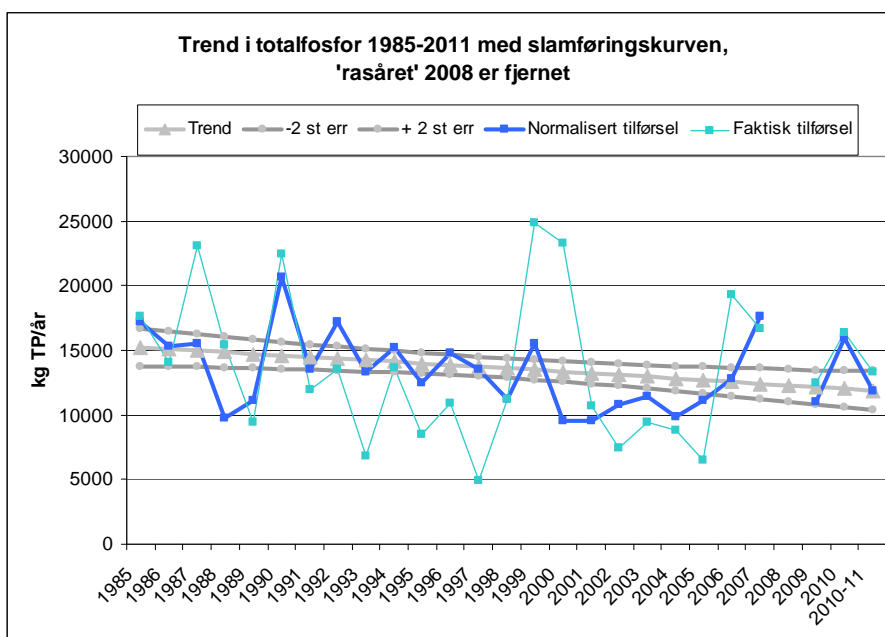
Figur 4.24. Transport av totalfosfor (TP) sett i forhold til vannføringen i Hobøelva, 1985-2011.

Detaljer rundt metodikken for trendanalysene er lagt til Vedlegg 4. Analysene gir følgende informasjon (som gjenspeiles i figurene under): I tillegg til de faktiske tilførslene i vassdraget, er det beregnet en vannføringsnormalisert tilførsel, som altså ikke er beregnet på samme måte som de vannføringsnormaliserte tilførslene i rapporten forøvrig (se kap. 4.4). Det er også konstruert en ”avrundet trendlinje” (indikert som ’Trend’ i diagrammene) 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 monoton trend.

Mens en analyse av data fra 1985 til og med oktober 2009 viste en nedadgående trend både for totalfosfor, suspendert stoff og nitrogen (Skarbøvik m.fl. 2010), snur trenden for disse stoffene når data til og med oktober 2011 tas med. For totalfosfor viser derfor den utjevnete trendlinjen at det er en svak oppadgående trend i tilførsler de siste årene (figur 4.25). Hvis imidlertid rasåret 2008 fjernes fra serien, blir trendlinjen svakt nedadgående (figur 4.26). Hvis vi ser på monotone trender (altså vurderer en rettlinjert trend siden 1985), så vil den dataserien som inkluderer alle år (figur 4.25) vise en nedadgående trend som ikke er signifikant ($p=30\%$; tabell 4.10), mens den andre (hvor rasåret 2008 er fjernet fra serien) viser en rettlinjert nedadgående trend med en p-verdi 13 % (fremdeles ikke signifikant, men sannsynlig).

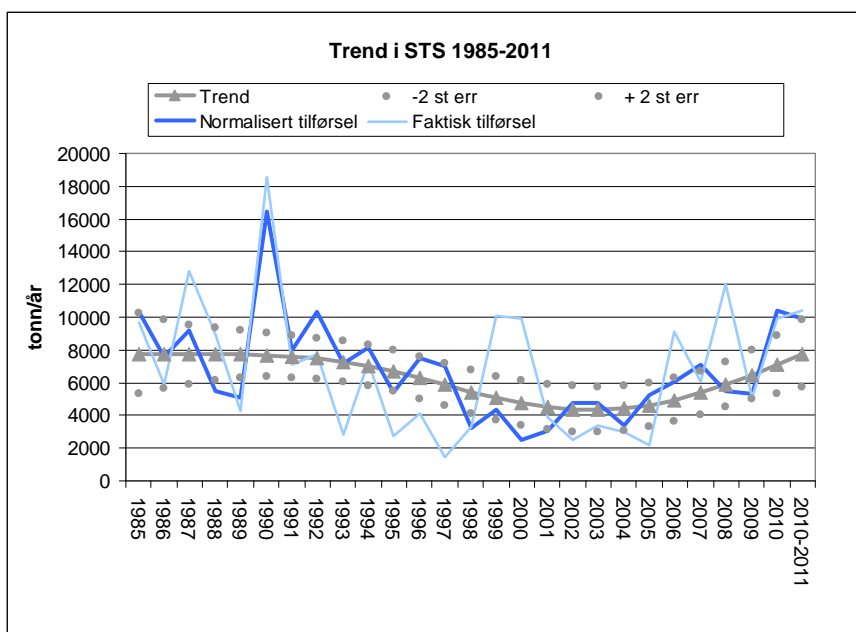


Figur 4.25. Trend i totalfosfor i kg/år. Se tekst for forklaring av de ulike kurvene.



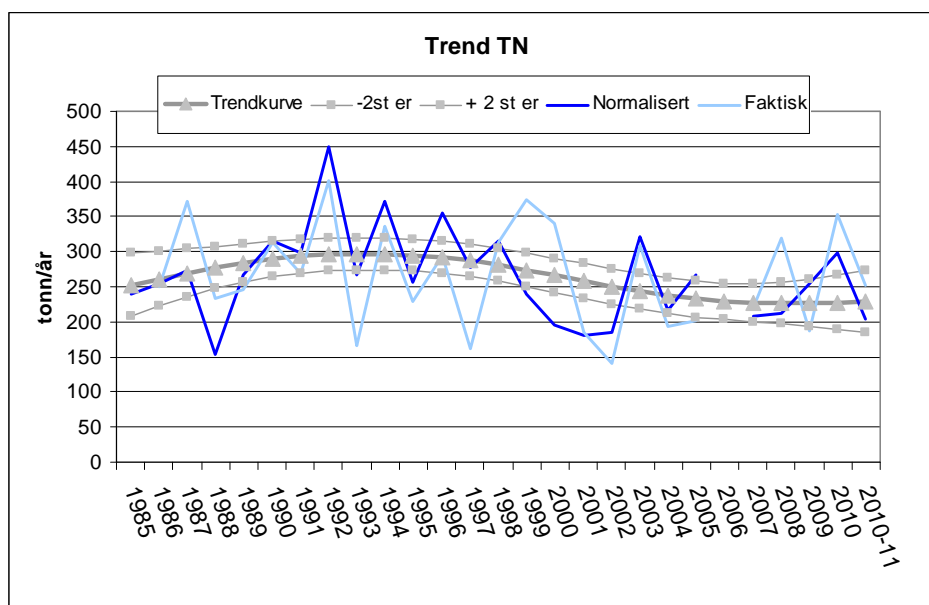
Figur 4.26. Trend i totalfosfor i kg/år. Rasåret 2008 ble fjernet før beregning. Se tekst for forklaring av de ulike kurvene.

Også for suspendert stoff snudde den nedadgående trenden som ble observert fram til ca. 2009 (Skarbøvik m.fl. 2010), og siste del av den utjevnete trendkurven viser nå en oppadgående trend (figur 4.27). Fjerning av rasåret 2008 fra dataserien endret *ikke* på trendlinjen når det gjaldt partikler, den forble oppadgående selv om dette rasåret ble fjernet fra dataserien. Totalt sett er allikevel trenden at det har vært en sannsynlig nedadgående trend i suspendert tørrstoff (partikler) siden 1985, som vist av en p-verdi på 15%, nedadgående, se tabell 4.8.



Figur 4.27. Trend i suspendert stoff (STS) i tonn/år. Se tekst for forklaring av de ulike kurvene.

Også for total nitrogen (Figur 4.28) viste den utjevne trendlinjen en tendens til økning på slutten av serien. Det kan ikke påvises noen rettlinjet trend siden 1985, med en p-verdi på 28%.



Figur 4.28. Trend i total nitrogen (TN) i kg/år. Se tekst for forklaring av de ulike kurvene.

Oversikt over såkalte monotone (eller rettlinjede) trender med p-verdier er gitt i Tabell 4.10. Dette er altså trender som beskrives av en rett linje fra 1985 og til i dag. En p-verdi under 5% regnes som signifikant, mens p-verdi mellom 5-20% regnes som sannsynlig trend.

Tabell 4.10. Signifikans av monotont nedadgående trender i Hobølelva ved Kure, beregnet fra 1985-2011.

Parameter	Metode for beregning av transport	p-verdi	Trend (i form av rett linje fra 1985-2011)
Totalfosfor	Slamføringskurve	30%	Ikke-signifikant nedadgående
Totalfosfor (rasåret 2008 fjernet)	Slamføringskurve	13%	Sannsynlig nedadgående
Total nitrogen	Lineær interpolasjon	28%	Ikke-signifikant nedadgående
STS	Slamføringskurve	15%	Sannsynlig nedadgående

Oppsummert viser trender for alle de tre parameterne, totalfosfor, totalnitrogen og suspendert tørrstoff, nedadgående tendenser, men dette er svake nedganger siden 1985.

4.6.2 Analyser av trender i andre stasjoner i østre del av feltet

For mange av tilførselselvene og bekkene har det de siste årene vært en endring i forholdet mellom totalfosfor (TP) og suspendert tørrstoff (STS). Denne nedgangen i TP/STS-forholdet er interessant, spesielt hvis den fortsetter. Kommende års overvåking vil i tilfelle kaste mer lys på dette.

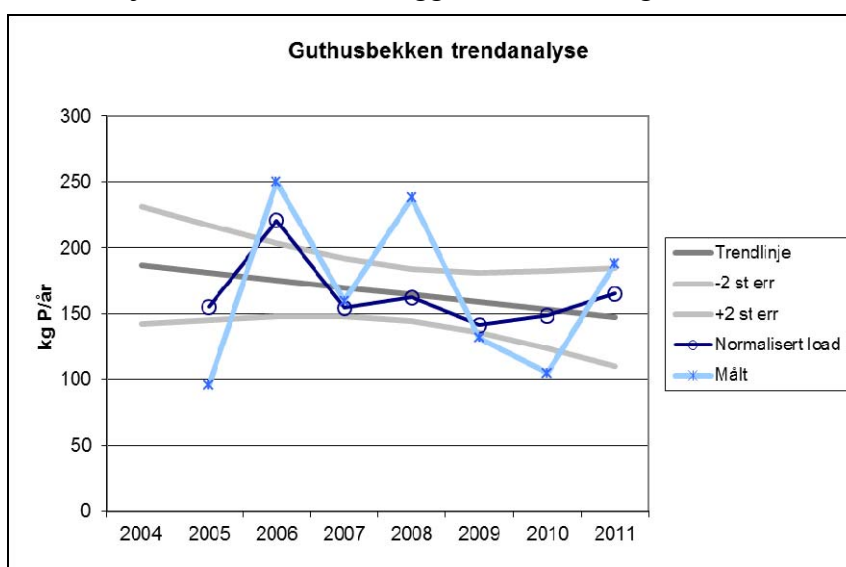
Tidstrender bør gjøres med utgangspunkt i tilførsler som er vannføringsjusterte også for de andre stasjonene i vassdraget. Tabell 4.7 er et godt utgangspunkt for dette. En vurdering av tabellen viser at det er få tydelige trender i tilførslene i de tre andre hovedelvene/bekkene til Storefjorden. Verken Svinna, Veidalselva eller Mørkelva viser store variasjoner fra år til år. Generelt ligger de vannføringsnormaliserte verdiene i Svinna på omlag 2 tonn fosfor per år, mens de i Veidalselva og Mørkelva ligger på omlag 1 tonn/år.

Kråkstadelva, som er den mest fosforrike tilførselselva til Hobøelva, viser heller ingen trend, med vannføringsnormaliserte tilførsler på 3.5-5 tonn/år. Den høyeste tilførselen var i 2007/08 da det var generelt høye tilførsler til Storefjorden. Kråkstadelva og Hobøelva ved Kure er de vassdragene som viser størst variasjoner fra år til år, noe som tyder på at de reagerer raskt på endringer i vannføringsforhold (se f.eks. figur 4.19 der den arealspesifikke transporten over tid er vist). Dette kan tyde på at deler av tilførslene skyldes bekkeerosjon.

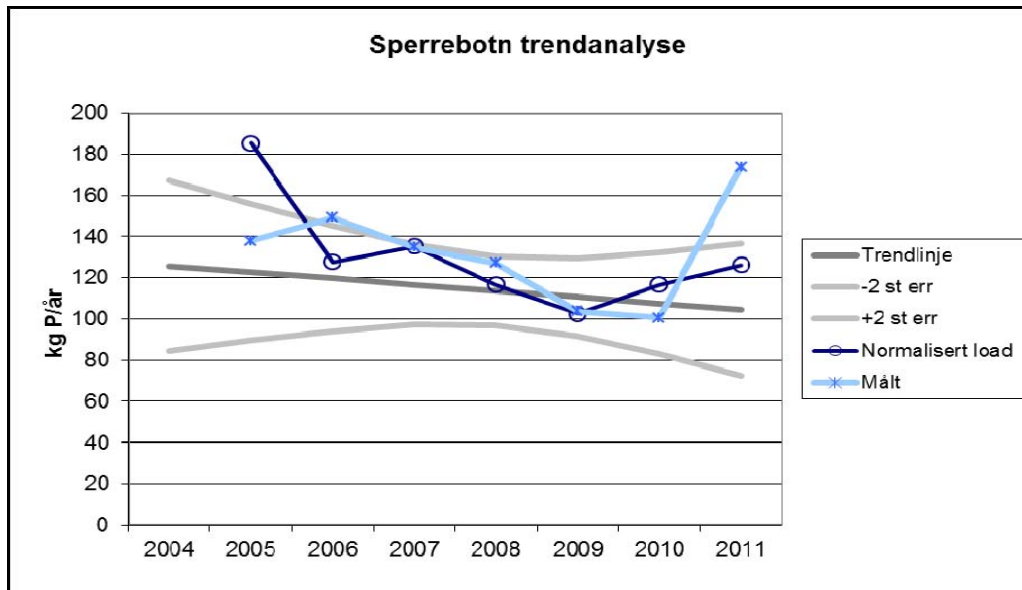
4.6.3 Analyser av fosfortrender i bekkene til vestre Vansjø

Syv år med overvåking av bekker til vestre Vansjø har vist en nedgang i perioden 2005/06-2009/10, og med en økning siste år, det siste er knyttet til de høye tilførslene i september 2011.

I 2011 er det blitt gjennomført mer avanserte trendanalyser for to av bekkene, Guthus og Sperrebotn. Se vedlegg 2 for metodebeskrivelse. Det er en relativt kort periode med data som ligger bak disse analysene, og resultatene må derfor tolkes med forsiktighet. Som figurene 4.29 og 4.30 viser, er utjevnet trendkurve i begge bekker nedadgående totalt for perioden.

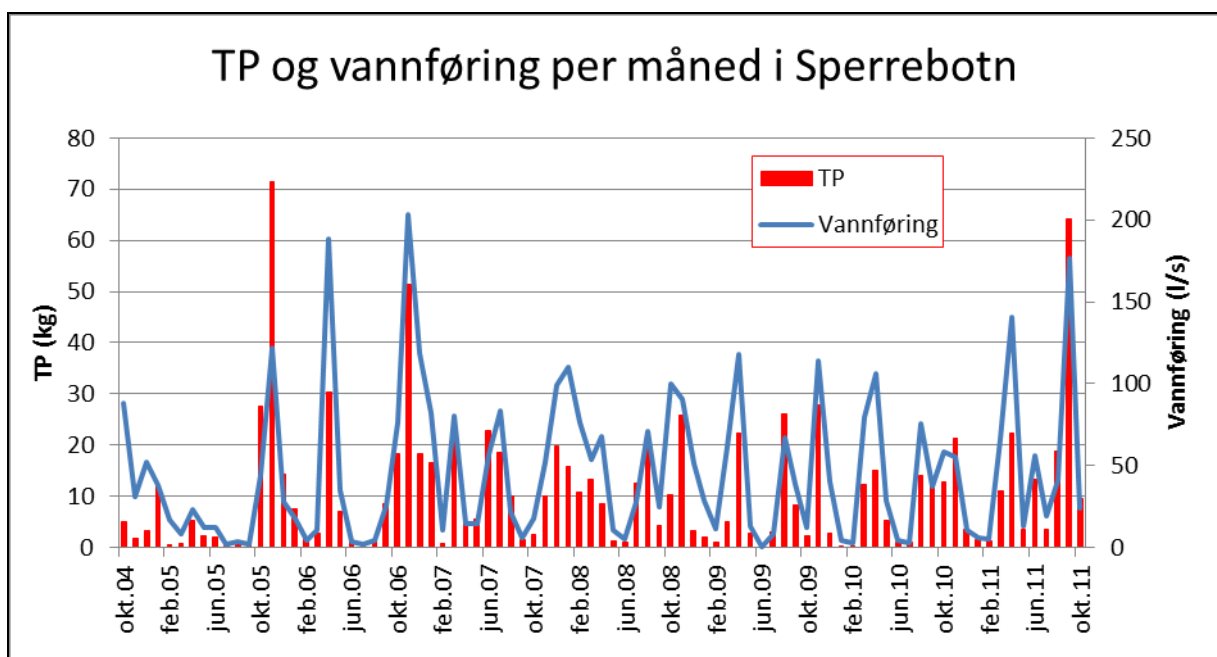


Figur 4.29. Trendanalyse for totalfosfor i Guthusbekken.



Figur 4.30. Trendanalyse for totalfosfor i Sperrebotn. Siste år er det rapportert om graving i forbindelse med kloakkrør i nedbørfeltet.

Figur 4.31 gir en fremstilling av transport av totalfosfor per måned i Sperrebotn. Vannføringen er først basert på data fra Skuterud (frem til 2006) og deretter på data fra Guthusbekken. Figuren viser bl.a. at det var to måneder med relativt høye vannføringer i siste rapporteringsperiode. Hvis kun vannføringsdata fra Guthusbekken tas med i betraktningen, har siste rapporteringsperiode hatt de høyeste observerte månedsverdiene siden stasjonen i Guthusbekken ble etablert.



Figur 4.31. Tilførsler av totalfosfor i Sperrebotn per måned siden oktober 2004. Vannføringsdata fra oktober 2004-oktober 2006 er fra Skuterud, deretter fra Guthusbekken.

5. Vansjø - innsjøresultater

5.1 Resultater fysisk-kjemiske forhold

5.1.1 *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 forbruker 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 Vansjø, særlig i Storefjorden. I de mindre dype områdene av Vansjø var perioden med stabil sjiktning relativt kort, og dette har trolig sammenheng med de relativt ustabile værforholdene med mye nedbør og vind i løpet av sommeren. I Storefjorden var det oksygenrikt bunnvann gjennom hele sommeren. I Vanemfjorden ble det påvist oksygenverdier ned mot 2 mg/l, og det er derfor lite sannsynlig at frigivelse av fosfor fra sedimentene til vannmassene var av betydning. I Grepperødfjorden ble det påvist oksygenfritt bunnvann under 6 meter i perioden fra midten av juli til midten av august. Oksygenfrie forhold i bunnvannet kan medføre en frigivelse av fosfat fra sedimentene til vannmassene. Det er ikke uvanlig at det utvikles oksygenfritt bunnvann i denne delen av Vansjø. I Lødengfjorden er det kun tre-fire meter dypt og det er ingen stabil sjiktning av vannmassene. Det var derfor gode oksygenforhold gjennom hele vekstsesongen.

5.1.2 *Siktedyp*

Resultatene vises i vedlegg 5. I 2011 medførte store nedbørmengder tidlig i september til flom og betydelig vannføring og transport av erosjonsmateriale fra nedbørfeltet særlig i nedre deler av Vansjø-Hobølvassdraget. Siktedypet ved de ulike stasjonene i Vansjø var lavere enn de siste to årene, og på samme nivå som i 2007-2008. Med lavt siktedyp er det sannsynlig at algeveksten 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 blandet ned til mer enn 3 m, noe som skjedde ofte i 2011, 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 2007-2011 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 (Se vedlegg 5). Tilbakegangen skyldes delvis en

fortsatt uforklarlig økningen i vannets farge og har forsterket lysbegrensningen av algeveksten.

5.1.3 *Gløderest/Suspendert stoff*

Resultatene vises i vedlegg 5. I Storefjorden var konsentrasjonen av suspendert stoff høyere i 2011 enn i 2009-2010, og på nivå med situasjonen i 2007-2008. I Vanemfjorden var det noe høyere konsentrasjon av suspendert stoff i 2011 sammenlignet med året før, mens det i Grepperødfjorden ikke var noen økning i innholdet av suspendert stoff i 2011 sammenlignet med tidligere år. Særlig Storefjorden påvirkes kraftig av økt nedbør og vannføring, og i 2011 medførte flommen i september en kraftig økning i innholdet av suspendert stoff. 2008 var på mange måter også et spesielt år som var påvirket av en varm vinter, flere ras i Hobøl elva og flere flomperioder. Dette medførte en kraftig transport av erosjonsmateriale fra nedbørfeltet og tilsvarende høye konsentrasjoner av suspendert stoff i Vansjø.

5.1.4 *pH*

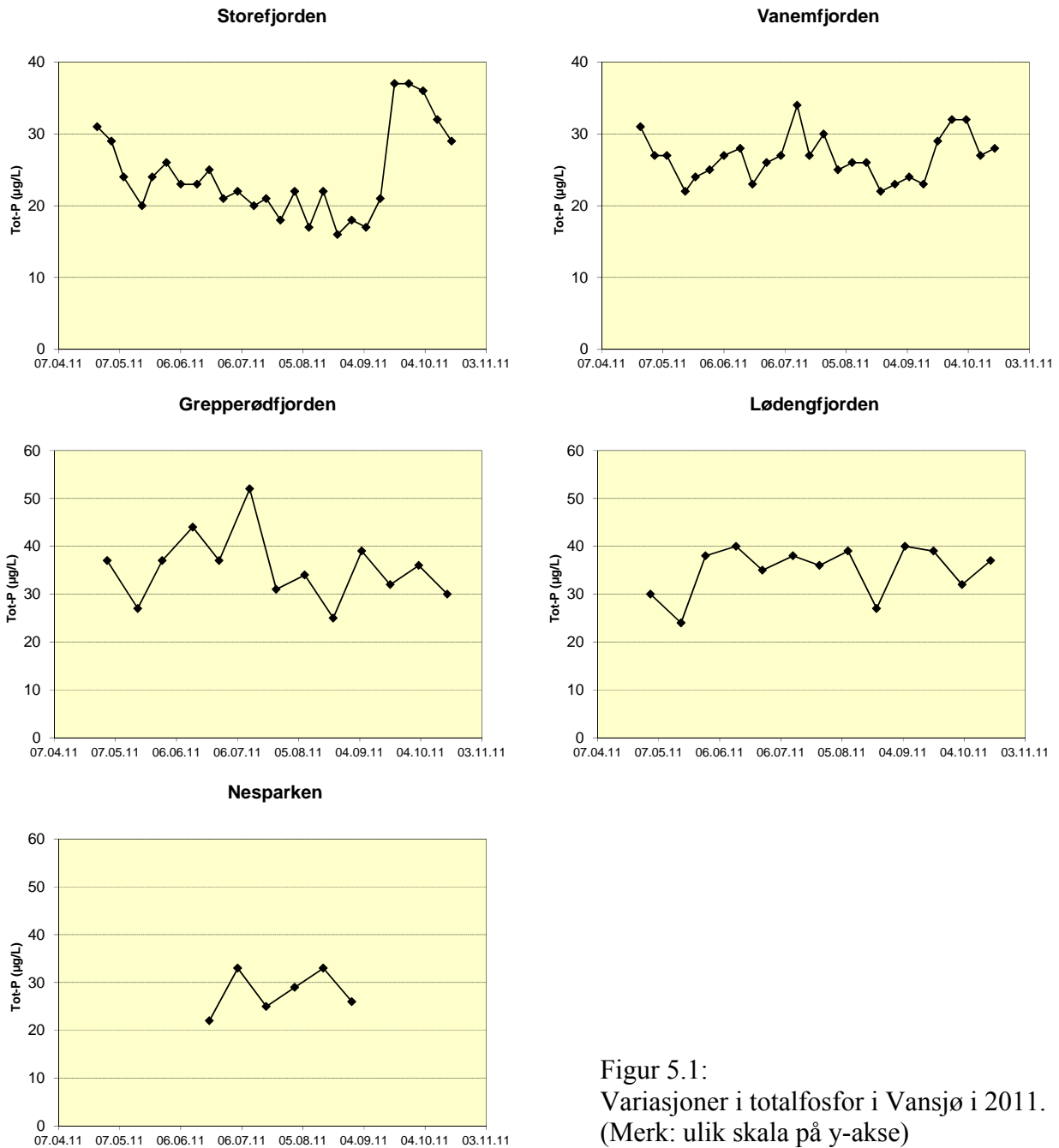
Resultatene vises i vedlegg 5. I perioder med lav fotosyntese er pH i Vansjø vanligvis i nærheten av nøytralitetspunktet 7,0. I vekstperioden på sommeren stiger pH ofte til over 7,0. I perioder med oppblomstring av blågrønnalger i Vanemfjorden kan pH stige opp til 10. En slik situasjon er ikke observert i de siste årene og heller ikke i 2011. En signifikant frigjøring av fosfat fra leirpartikler eller sediment sommeren 2011 pga. høy pH anses derfor som lite sannsynlig.

5.1.5 *Fosfor*

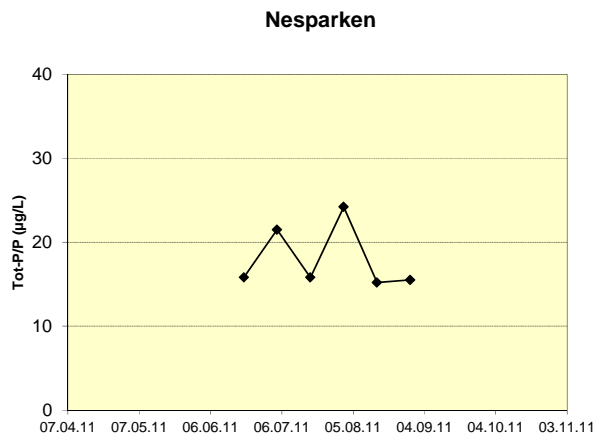
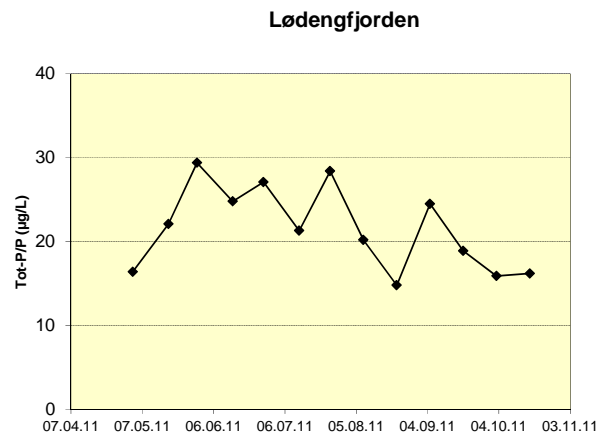
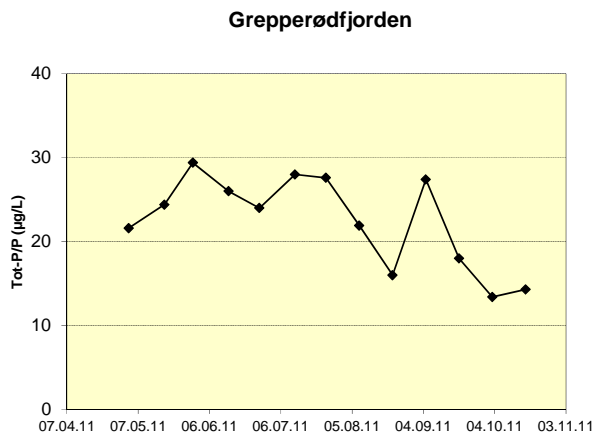
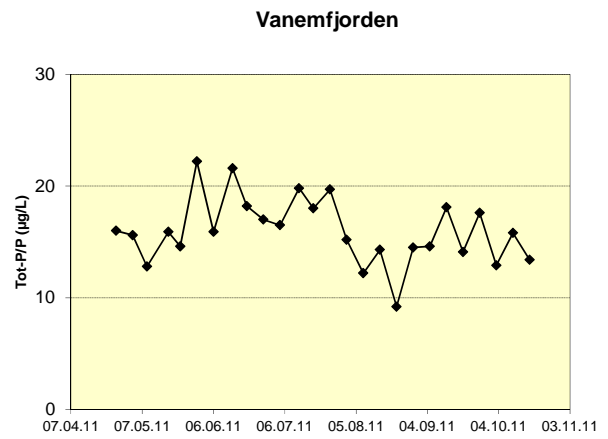
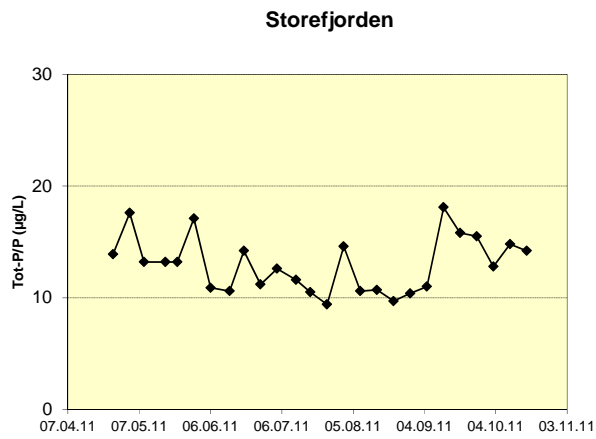
Resultatene vises i figur 5.1 (totalfosfor), figur 5.2 (partikkelbundet fosfor) og figur 5.3 (orto-fosfat). I tillegg finnes figurer for perioden 2005-2010 i vedlegg 5. Fosforinnholdet i Vansjø er i stor grad bestemt av fosfor bundet til tilført leirmateriale og fosfor som er bundet til organismer og organiske stoffer. Konsentrasjonene 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. Sedimentasjon av leirpartikler kan medføre en reduksjon i fosforinnholdet i deler av Vansjø.

I 2011 var innholdet av totalfosfor i Storefjorden noe over gjennomsnittsnivået (basert på målinger de siste 30 år). Sesongen begynte med en konsentrasjon på 31 µg P/l (2010: 30 µg P/l, 2009: 35 µg P/l, 2008: 53 µg P/l, 2007: 34 µg P/l). Utover sommeren ble det observert en reduksjon i fosforkonsentrasjonen, men etter at flommen kom begynnelsen av september ble det målt totalfosforkonsentrasjoner opp mot 37 µg P/l i Storefjorden. Gjennomsnittsverdien for hele 2011 var 22,4 µg P/l (2010: 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 2011. Gjennomsnittsverdien for 2011 (26,6 µg P/l) var sammenlignbar med fosfornivået sommeren 1989. Vanemfjorden er ikke like påvirket av økte tilførsler fra nedbørfeltet i flomsituasjoner som Storefjorden, men det sannsynlig at også Vanemfjorden fikk noe høyere tilførsler i september 2011. I Grepperødfjorden og i Lødengfjorden var gjennomsnittskonsentrasjonen hhv. 36,8 µg P/l og 35,1 µg P/l.

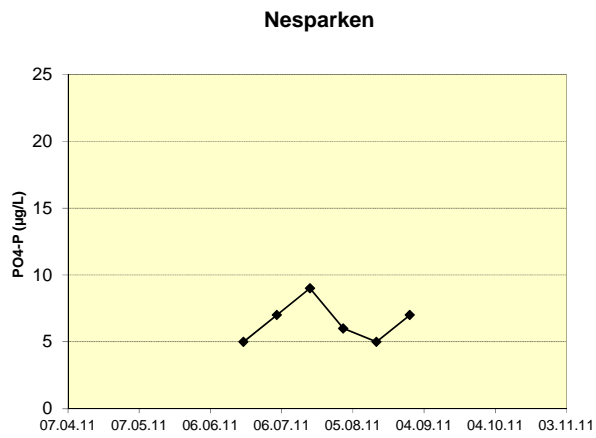
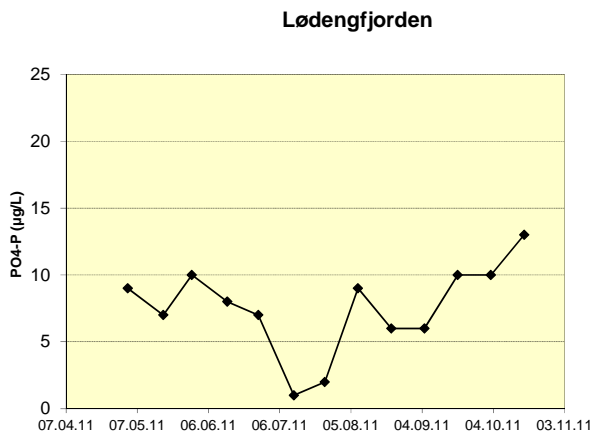
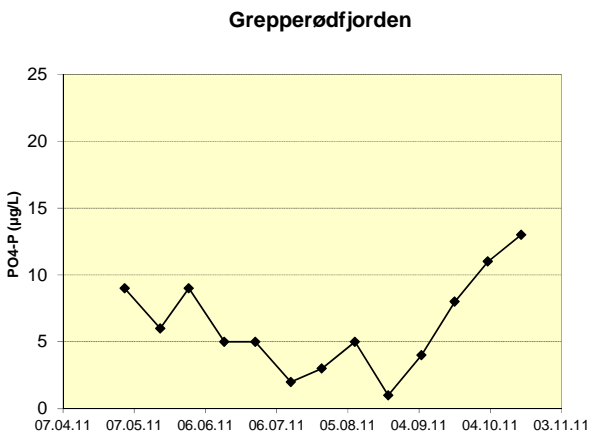
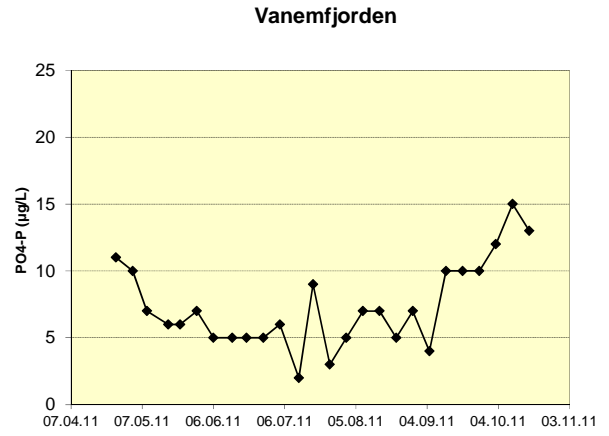
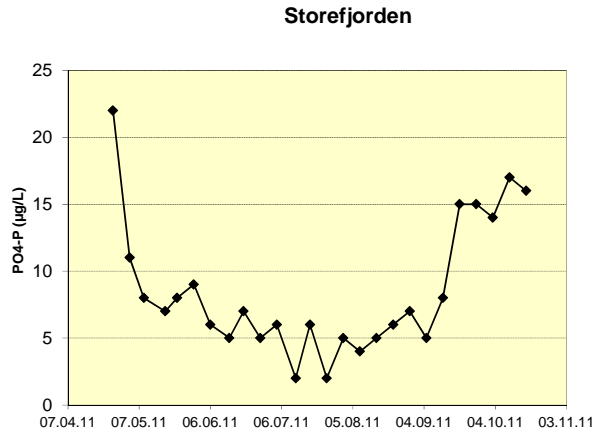
I mange norske innsjøer begrenser tilgjengeligheten av orto-fosfat veksten av alger. Alger har ulike evner til å ta opp og bruke orto-fosfat. Noen alger (særlig blågrønnalger) kan lagre fosfor i cellene. Det er derfor vanskelig å vurdere om algeveksten er fosforbegrenset på grunnlag av orto-fosfat konsentrasjonen i vannet. Mange publikasjoner foreslår 1-10 µg P/l orto-fosfat som grense. Det kan derfor ikke utelukkes at planteplanktonet i Vansjø i 2011 var tidvis begrenset av orto-fosfat. Det er imidlertid mange faktorer som spiller inn (lys, temperatur, andre næringsstoffer).



Figur 5.1:
 Variasjoner i totalfosfor i Vansjø i 2011.
 (Merk: ulik skala på y-akse)



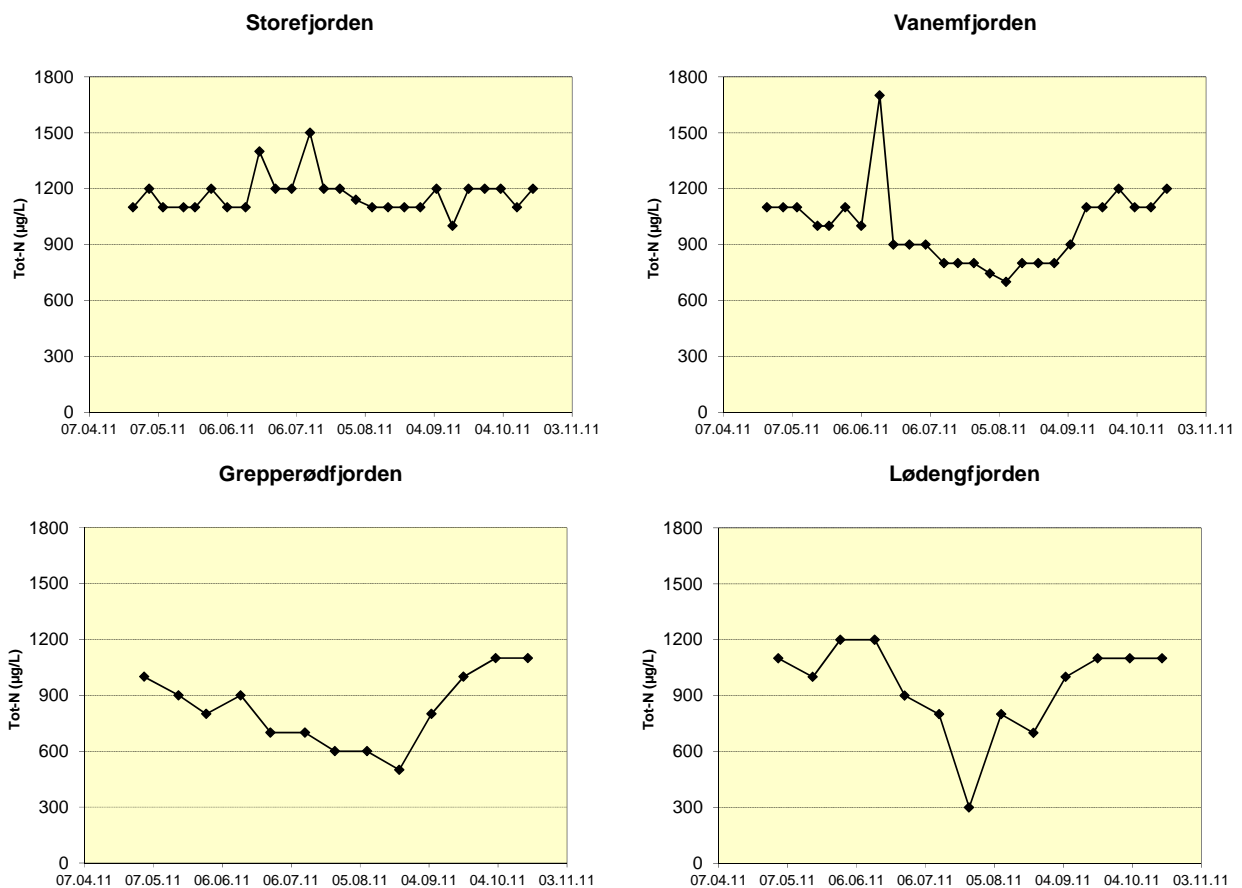
Figur 5.2: Variasjoner i partikkelbundet fosfor (TOTP/P) i Vansjø i 2011 (Merk: ulik skala på y-akse)



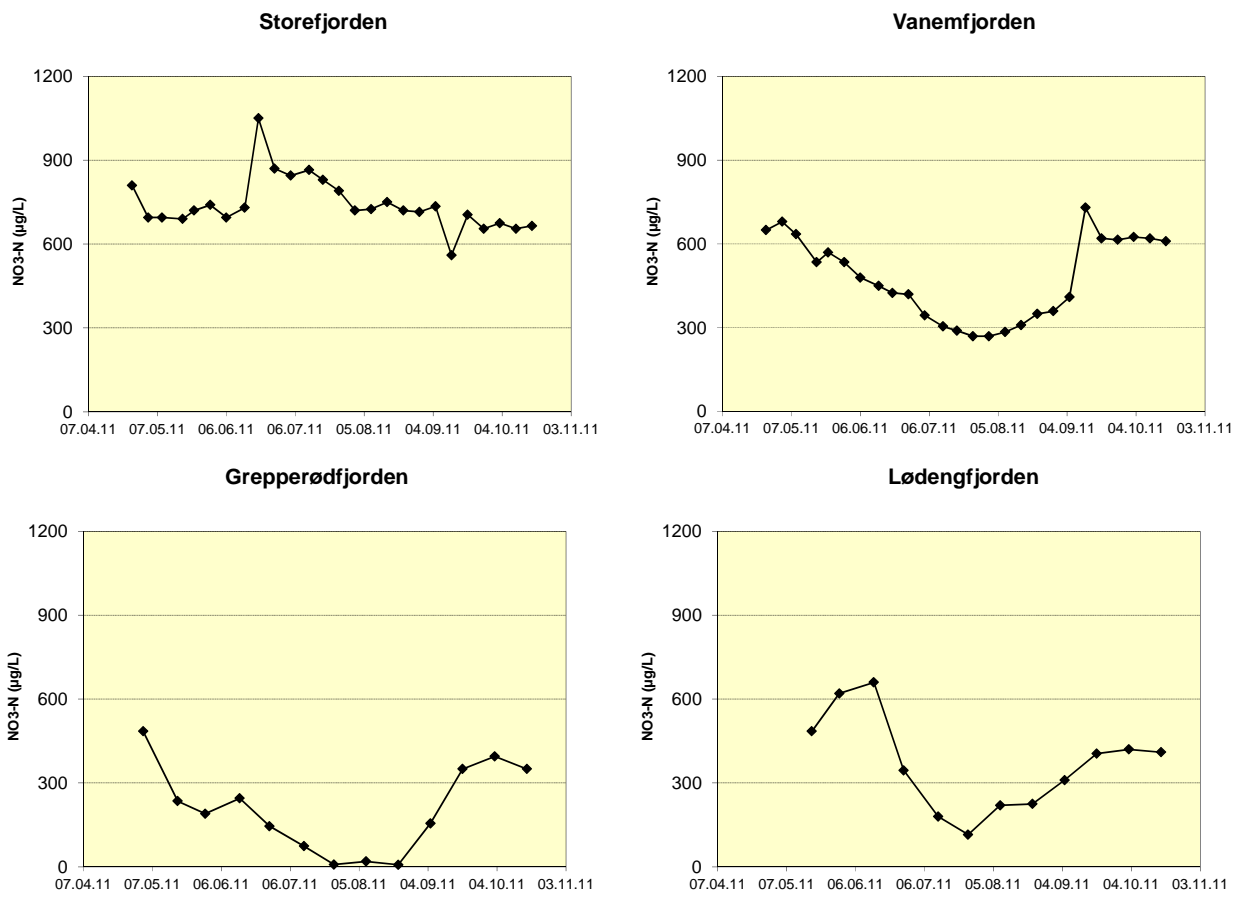
Figur 5.3: Variasjoner i orto-fosfat i Vansjø i 2011

5.1.6 Nitrogen

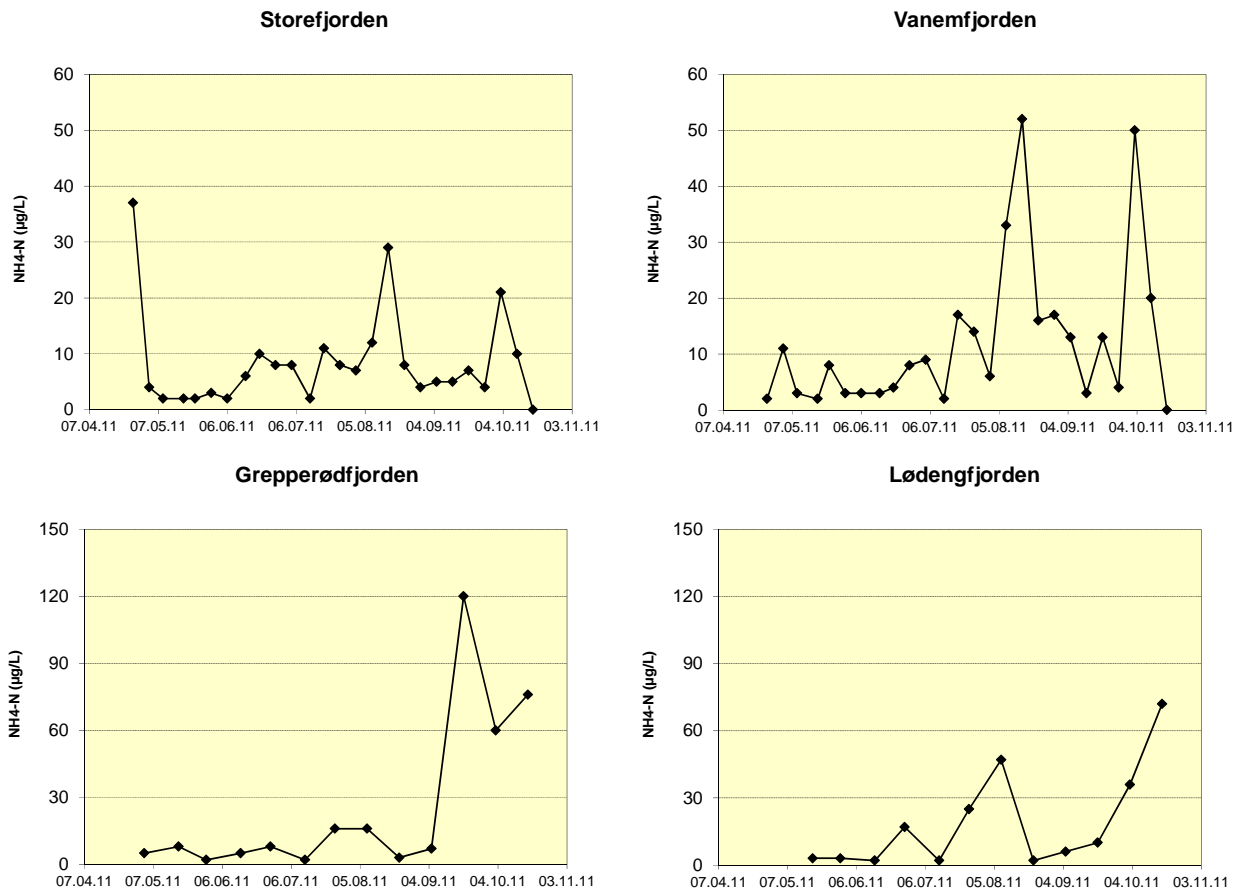
Resultatene vises i figurene 5.4 (totalnitrogen), 5.5 (nitrat) og 5.6 (ammonium). I tillegg finnes figurer for perioden 2005-2011 i vedlegg 5. På våren ble det påvist høye nitratkonsentrasjoner i begge hovedbassengene. De høye nitratverdiene har sammenheng med høye tilførsler fra tilførselselvene før og i vekstsesongens begynnelse. Utover sommeren ble det påvist en reduksjon i hele Vansjø, noe som skyldes algeveksten. Det ble imidlertid ikke målt verdier ned mot deteksjonsgrensen i Vanemfjorden og Grepperødfjorden i 2011, noe som både kan skyldes lavere algevekst og en vekstsesong som var preget av en del nedbør som kan ha medført stadige tilførsler av nitrogenforbindelser fra nedbørfeltet. Dersom nitratverdiene synker under deteksjonsgrensen vil en få en nitrogenbegrensning av algeveksten. Algeveksten i Vansjø var trolig ikke nitrogenbegrenset i 2011. 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 5.4: Variasjoner i total nitrogen i Vansjø i 2011.



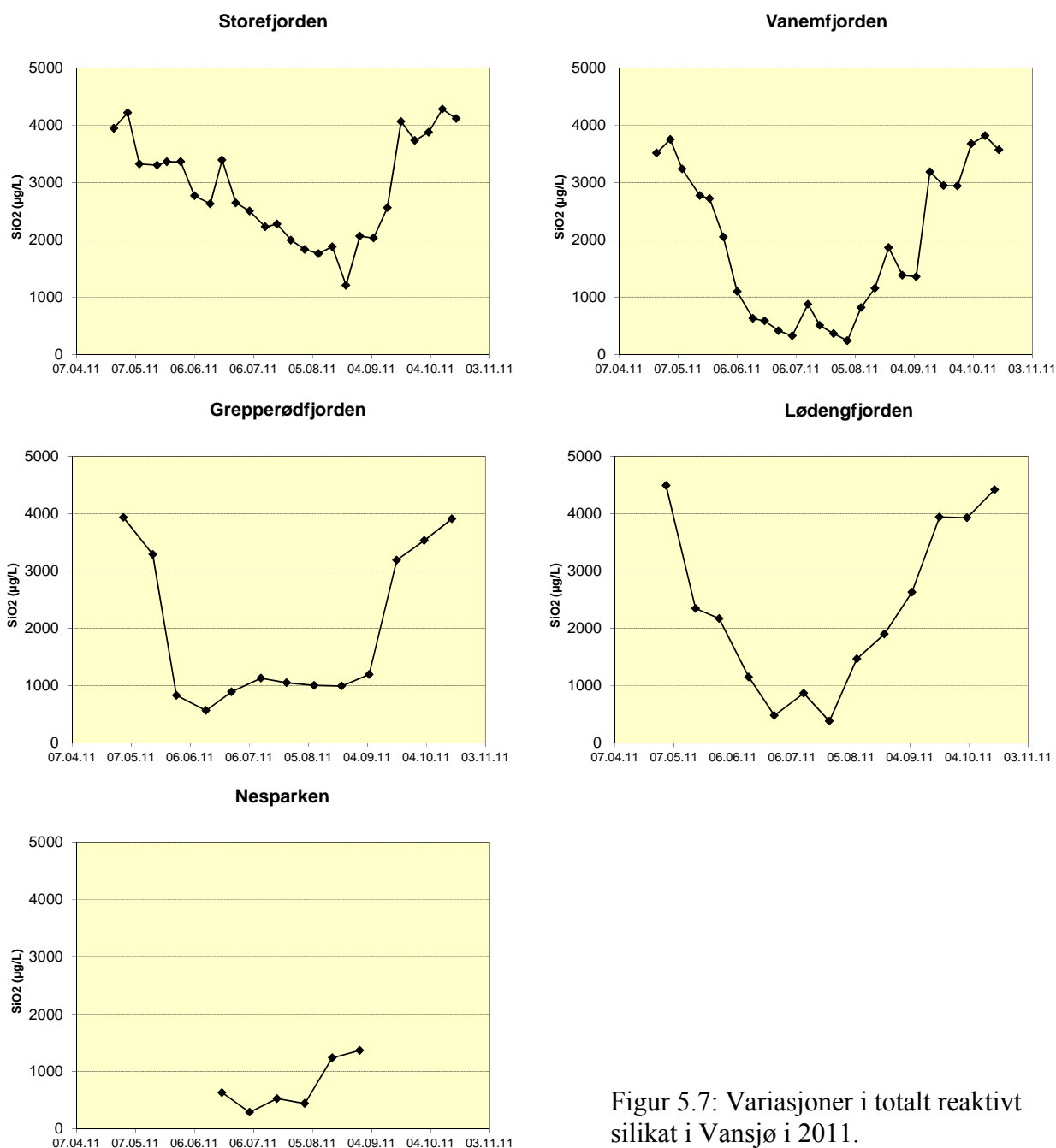
Figur 5.5: Variasjoner i nitrat konsentrasjon i Vansjø i 2011.



Figur 5.6: Variasjoner i ammonium konsentrasjon i Vansjø i 2011. (Merk: ulik skala på y-akse)

5.1.7 Reaktivt silikat

Resultatene vises i figur 5.7. I tillegg finnes figurer for perioden 2005-2011 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. Det ble, i motsetning til tidligere år, ikke påvist så lave konsentrasjoner av silikat at det kan ha medført en begrensning av veksten til kiselalgene. Dette kan ha en sammenheng med at det i 2011 var del nedbør som kan ha medført stadige tilførsler av silikatforbindelser fra nedbørfeltet.



Figur 5.7: Variasjoner i totalt reaktivt silikat i Vansjø i 2011.

5.1.8 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. Det ble i 2011 også målt høye fargetall fra midten av september og ut året. Dette er trolig et resultat av økte tilførsler fra nedbørfeltet i forbindelse med flommen.

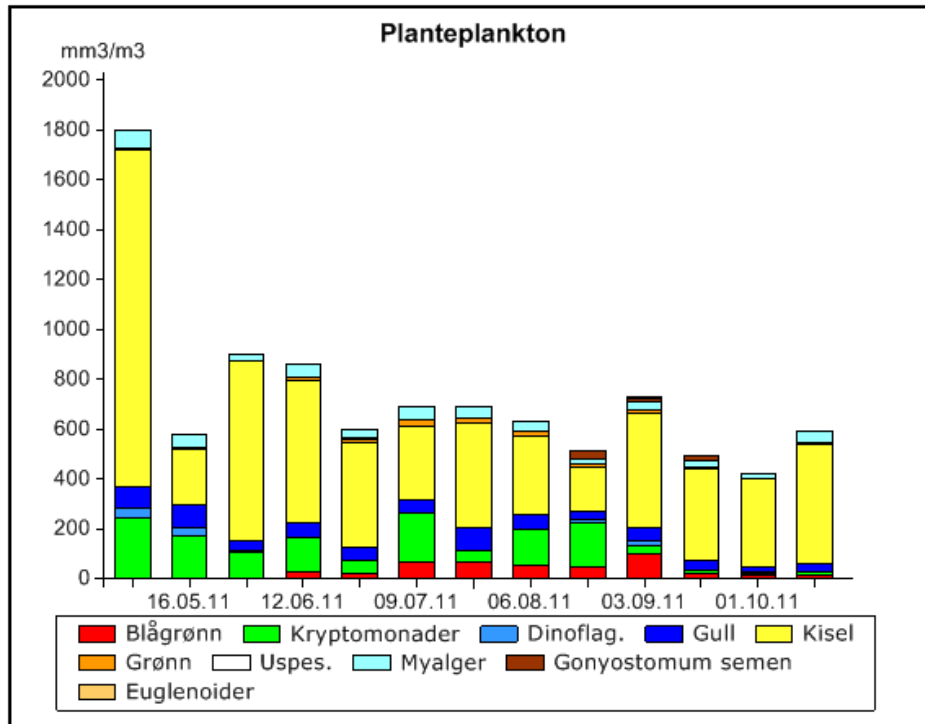
5.1.9 Totalt organisk karbon (TOC)

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. Det var en betydelig økning i TOC fra midten av september, og dette er skyldes mest sannsynlig økte tilførsler fra nedbørfeltet i forbindelse med flommen.

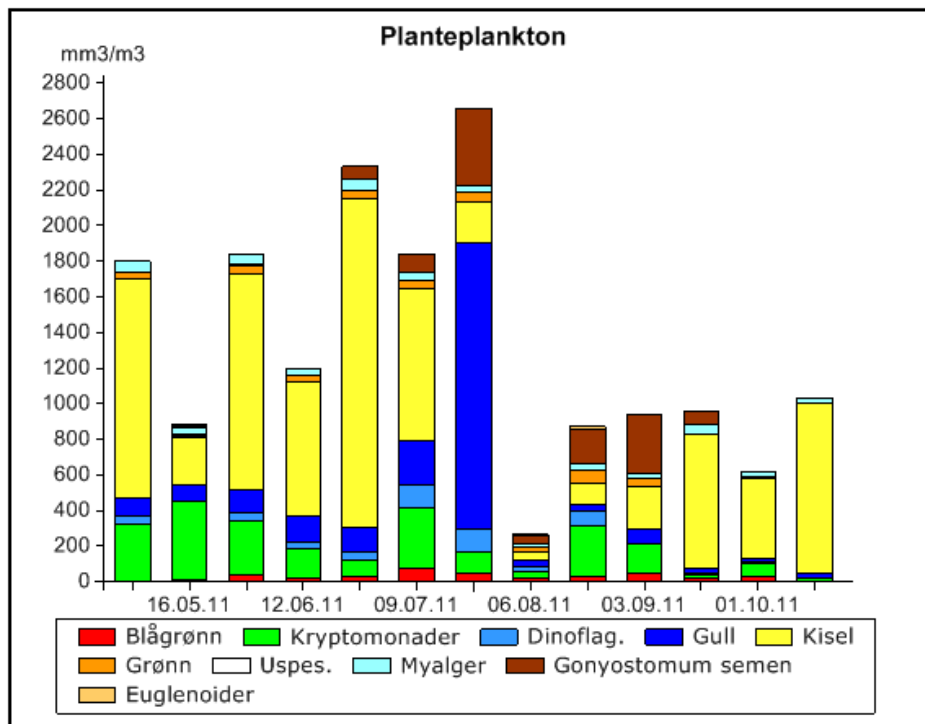
5.2 Resultater biologiske forhold

5.2.1 Planteplankton

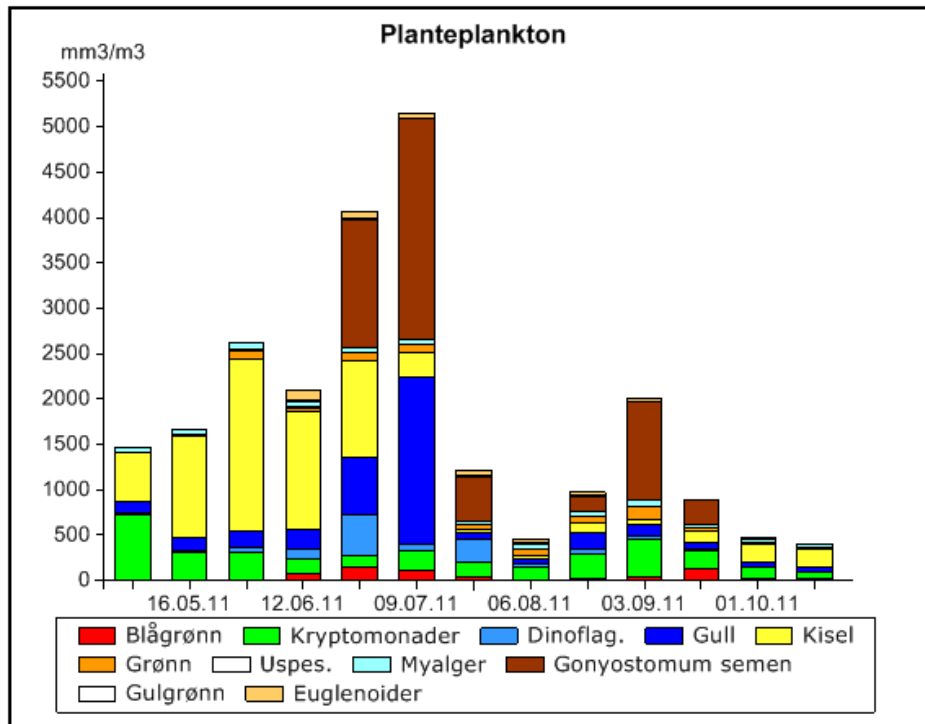
Resultatene vises i figurene 5.8-5.12. I tillegg finnes figurer for perioden 2005-2011 i vedlegg 5. Planktonet i Storefjorden var dominert av kiselalger. Dette er typisk for perioder med sirkulasjon og/eller dårlig tilgang til lys. Kiselalger har f. eks. ikke evnen til å bevege seg aktivt og kan derfor 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 de tre foregående årene (2011: 0,7 mg våtvekt/l, 2010: 0,9 mg våtvekt/l, 2009: 1,4 mg våtvekt/l, 2008: 1,4 mg våtvekt/l). Den gjennomsnittlige algemengden i Vanemfjorden var 1,3 mg våtvekt/l. Dette var på samme nivå som i 2010 og på et betydelig lavere nivå enn i tidligere år (2010: 1,2 mg våtvekt/l, 2009: 3,2 mg våtvekt/l, 2008: 2,4 mg våtvekt/l, 2007: 3,2 mg våtvekt/l, 2006: 2,8 mg våtvekt/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 har det de siste årene vært lavere fosforverdier i Vanemfjorden og i Nesparken. Planteplanktonsamfunnet i Lødengfjorden var forholdsvis likt som i Vanemfjorden. Det var imidlertid en del *Gonyostomum semen* i Lødengfjorden. Som vanlig ble det funnet store mengder av *G. semen* i Grepperødfjorden. Etter kontakt med *G. semen* utvikler noen mennesker hudutslett og det er derfor viktig å overvåke arten nøye.



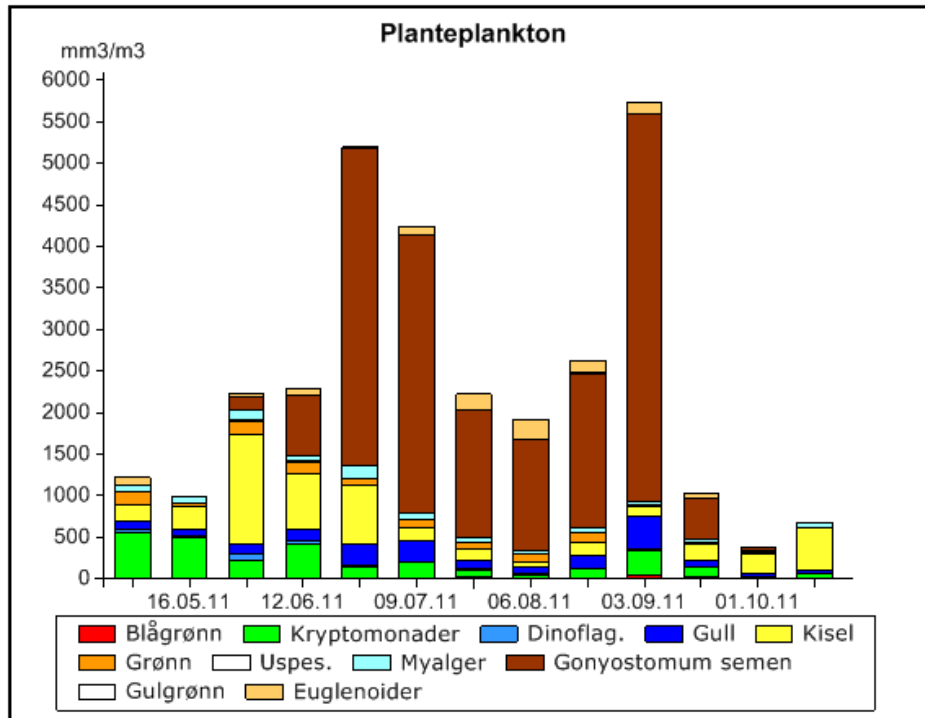
Figur 5.8: Variasjon i planteplanktonets mengde- og sammensetning i Storefjorden i 2011.



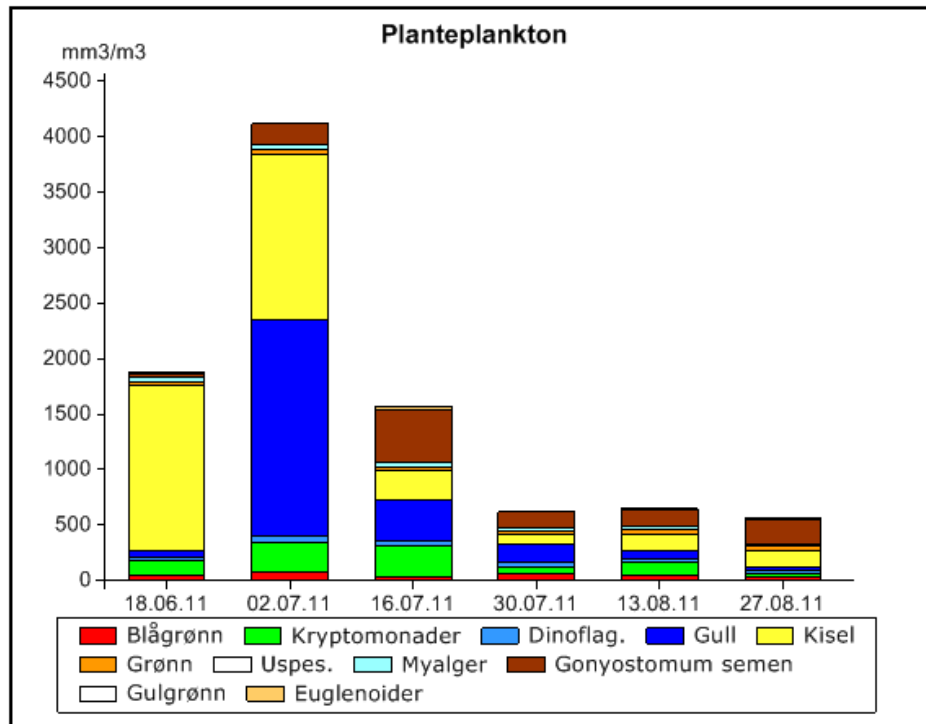
Figur 5.9: Variasjon i planteplanktonets mengde- og sammensetning i Vanemfjorden i 2011.



Figur 5.10: Variasjon i planteplanktonets mengde- og sammensetning i Lødingfjorden i 2011.



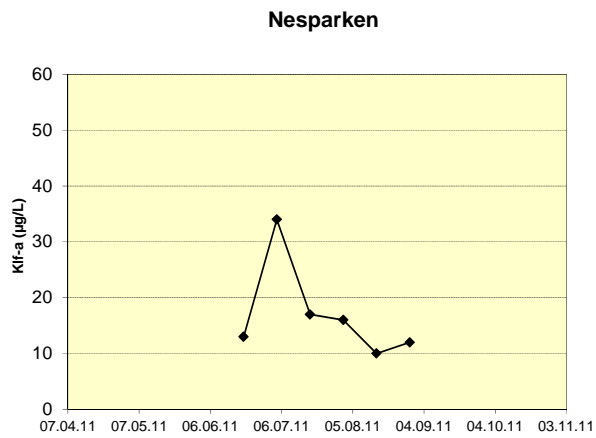
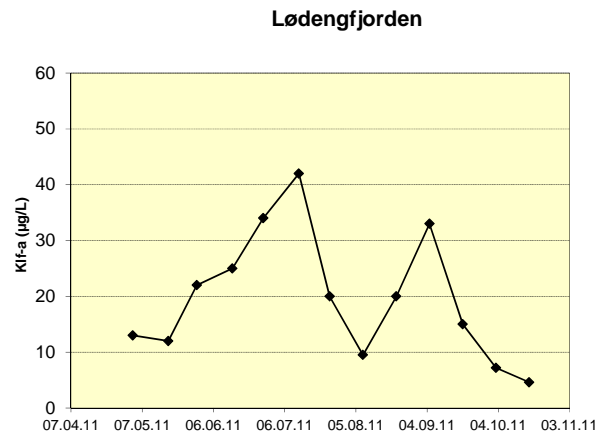
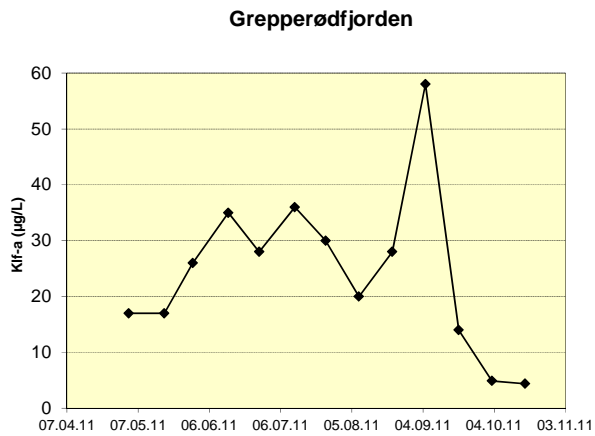
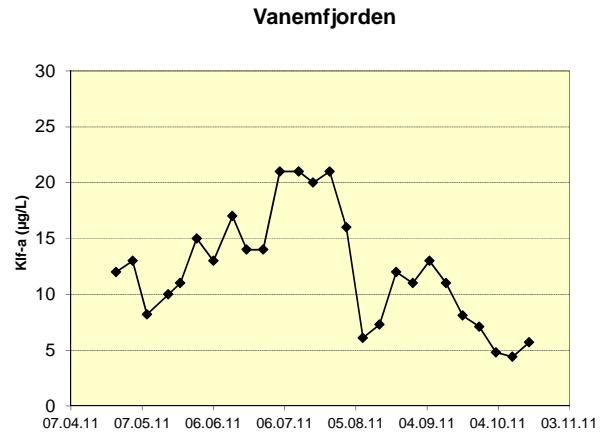
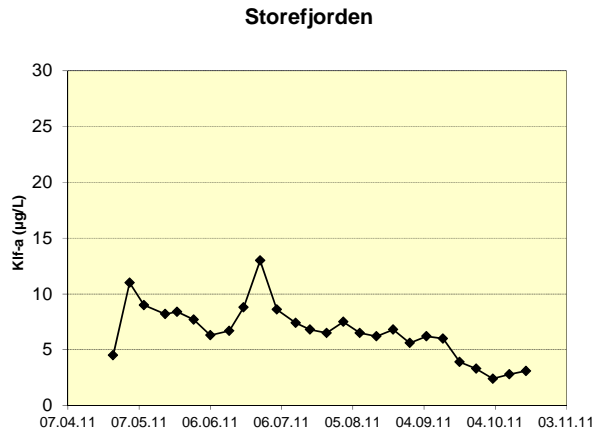
Figur 5.11: Variasjon i planteplanktonets mengde- og sammensetning i Grepperødfjorden i 2011.



Figur 5.12: Variasjon i planteplanktonets mengde- og sammensetning i Nesparken i 2011.

5.2.2 Klorofyll-a

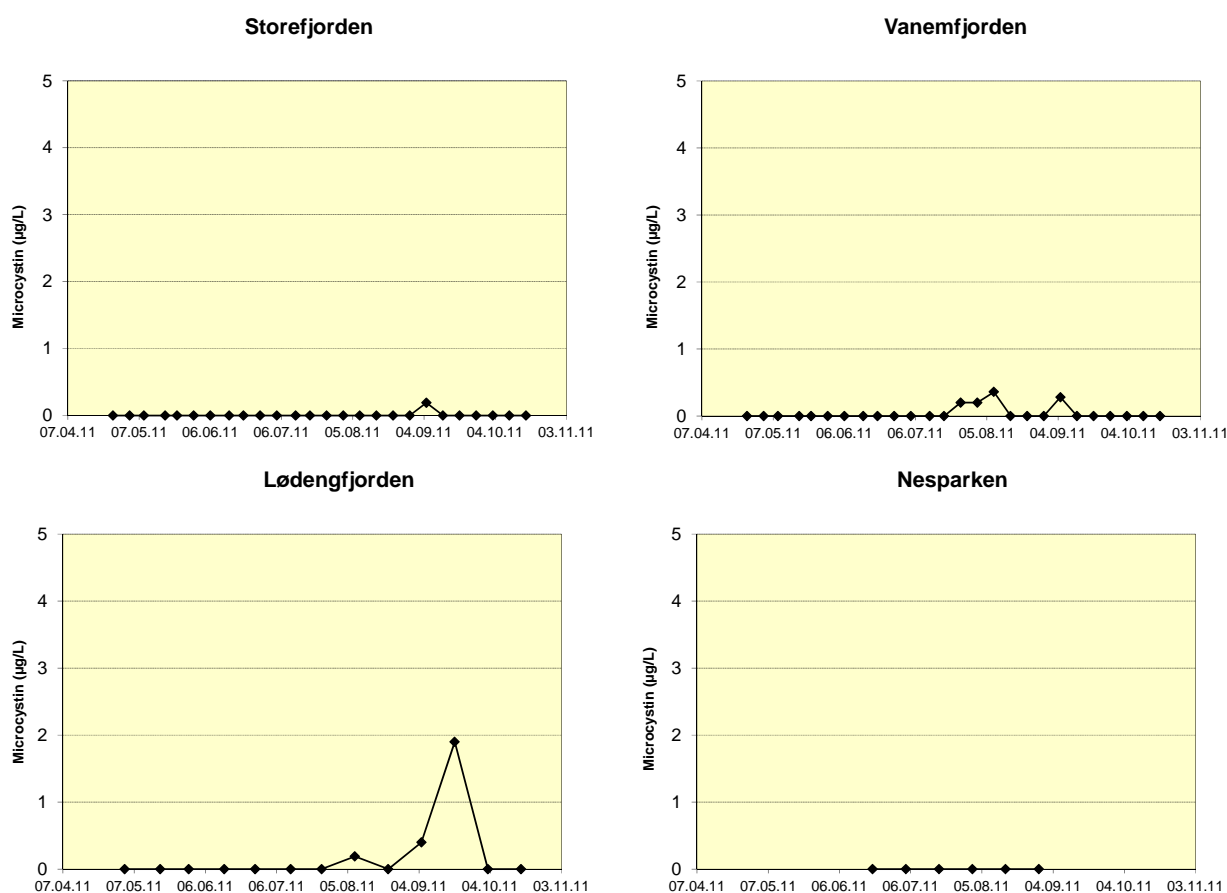
Resultatene vises i figur 5.13. I tillegg finnes figurer for perioden 2005-2011 i vedlegg 5. Konsentrasjonen av klorofyll-a følger i stor grad konsentrasjonen av algeevolum selv om det er en viss spredning. Analyse av klorofyll-a og av algeevolum er to forskjellige måter å beregne algebiomassen på. Algenes 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 6,8 µg/l. De høyeste verdiene ble målt i april og i juli. 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. I Grepperødfjorden var den gjennomsnittlige konsentrasjonen av klorofyll-a på 31,1 µg/L og denne høye verdien skyldes de store mengdene av *G. semen*. I Lødengfjorden var den gjennomsnittlige konsentrasjonen av klorofyll-a på 19,8 µg/L.



Figur 5.13: Variasjoner i klorofyll-a konsentrasjonen i 2011 (Merk: ulik skala på y-akse)

5.2.3 *Microcystin*

Resultatene vises i figur 5.14 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 2008-2010 anbefalte NIVA de lokale helsemyndigheter å ikke fraråde befolkningen å bade i Vansjø. Det ble ikke påvist Microcystin i Grepperødfjorden. Det ble kun påvist lave konsentrasjoner av microcystin i Lødemfjorden.



Figur 5.14: Variasjoner i microcystinkonsentrasjonen i Storefjorden, Vanemfjorden, Lødemfjorden og Nesparken i 2011.

5.3 Undersøkelser i Grimstadkilen

Resultatene vises i vedlegg 5. Grimstadkilen ble undersøkt på oppdrag av Movar IKS som har råvannsinntak i området. Grimstadkilen hadde en gjennomsnittlig klorofyll-a konsentrasjon på 6,8 µg/l med maksimal konsentrasjon på 10 µg/l i begynnelsen av juli. 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. Det ble ikke påvist microcystin i prøver fra Grimestadkilen i 2011.

5.4 Situasjonen i 2011 sammenlignet med tidligere år og vurdering av Vansjø i forhold til miljømålene

I figurene 5.15 til 5.17 er dataene for 2011 satt sammen med historiske data for totalfosfor, klorofyll, fosfat, totalnitrogen, nitrat, silikat, siktedyp, farge og SS (partikler) for Storefjorden, Vanemfjorden og Grepperødfjorden.

5.4.1 Utvikling av fosfor i Vansjø

Fosforinnholdet i Storefjorden er blant annet 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. Variasjoner i nedbør og vannføring 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. Flommen som kom i begynnelsen av september i 2011 illustrerer godt denne sammenhengen mellom nedbørmengde og totalfosfor. Det at fosforinnholdet i Storefjorden er så relatert til variasjoner i nedbør og vannføring 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 av totalfosfor-innholdet i Vanemfjorden i 2001. Mellom 2002 og 2009 sank fosforkonsentrasjonen gradvis, særlig i perioden 2007-2011. Dette og utviklingen av giftige algeoppblomstringer i perioden 2001-2006 understreker at flomhendelser kan ha en eutrofieringseffekt som påvirker vannkvalitet og motvirker kostbare tiltak over flere år. Tilbakegangen i fosforkonsentrasjon etter året 2001 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 selvrensingen. 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 fosforverdiene i Vanemfjorden. I 2007 tangerte konsentrasjonen nivået før storflommen i 2000. Resultatene fra bekkeovervåking indikerer også avtakende fosfortilførsler til Vanemfjorden. Det er derfor sannsynlig tydelig at nedgang i fosforkonsentrasjonen ikke bare skyldes den avtakende effekten av flommen høsten 2000, men også en positiv effekt av tiltak. Resultatene fra bekkeovervåking har vist at tilførsler til Vanemfjorden fra det lokale bekkefeltet har kontinuerlig gått tilbake siden 2007-2010. Det samme gjelder for fosforkonsentrasjonen i Vanemfjorden i den samme perioden, og også i 2011. I 2011 var det imidlertid en økning i tilførslene til Vanemfjorden (se figurene 4.11, 4.12 og 4.17), men det er viktig å understreke at det meste av tilførslene var i september og sammenfaller med flommen som kom i begynnelsen av september. Tilførslene fra Storefjorden til Vanemfjorden viser derimot 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.

5.4.2 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 2011. 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 fortynningseffekt i innsjøen. Vintertemperaturer spiller også en viktig rolle. Kraftig frost nedsetter eller stopper bakteriell nedbryting av nitrat i jorden. Dette kan medføre et høyt innhold av nitrat både i jordvæsken og i avrenning neste vår. Varme vintre vil derimot tillate nedbryting av nitrat i jorden. Nitratkonsentrasjonen i avrenningen neste vår 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 og 2011 er i samsvar med denne hypotesen.

5.4.3 Utvikling av humus (farge)

I store deler av Nord-Europa har det blitt observert en økning i innsjøenes humusinnhold siden 90 tallet. Effekten forklares med reduksjon i sur nedbør, noe som har økt utvasking av humus særlig fra skogsarealer og mindre utfelling i innsjøene. Også nedbørmengden er en viktig faktor og stor avrenningsintensitet gir økt utvasking fra skogbunn og humuslaget (Hongve m.fl. 2011). Økningen i fargetall i Vansjø var imidlertid mye større enn i andre vann. I tillegg ble det ikke 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.

5.4.4 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 at transporten fra nedbørfeltet er påvirket av nedbør- og vannføring. 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.

5.4.5 Utvikling av algemengde

Mye tyder på at algemengden i Vansjø hovedsakelig er 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 2011 kan forklares med reduksjon i tilgang til lys (pga. endring i

fargetall og stor tetthet av partikler, og dermed lavere siktedyp), nedgang i fosforkonsentrasjonen (pga. tiltak og utvaskning etter storflommen i 2000) og dårlige værforhold i 2007, 2008 og 2011, 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.

Situasjonen etter flommen i 2000 viser at alvorlige flomhendelser kan ha en eutrofieringseffekt som påvirker vannkvalitet og motvirker kostbare tiltak i flere påfølgende år. For å oppnå en varig reduksjon i sannsynligheten av algeoppblomstringer er det derfor viktig avgjørende å sette i gang flomforebyggende tiltak. Det vil bli spennende å følge utviklingen i Vansjø i 2012, med tanke på flommen på høsten 2011.

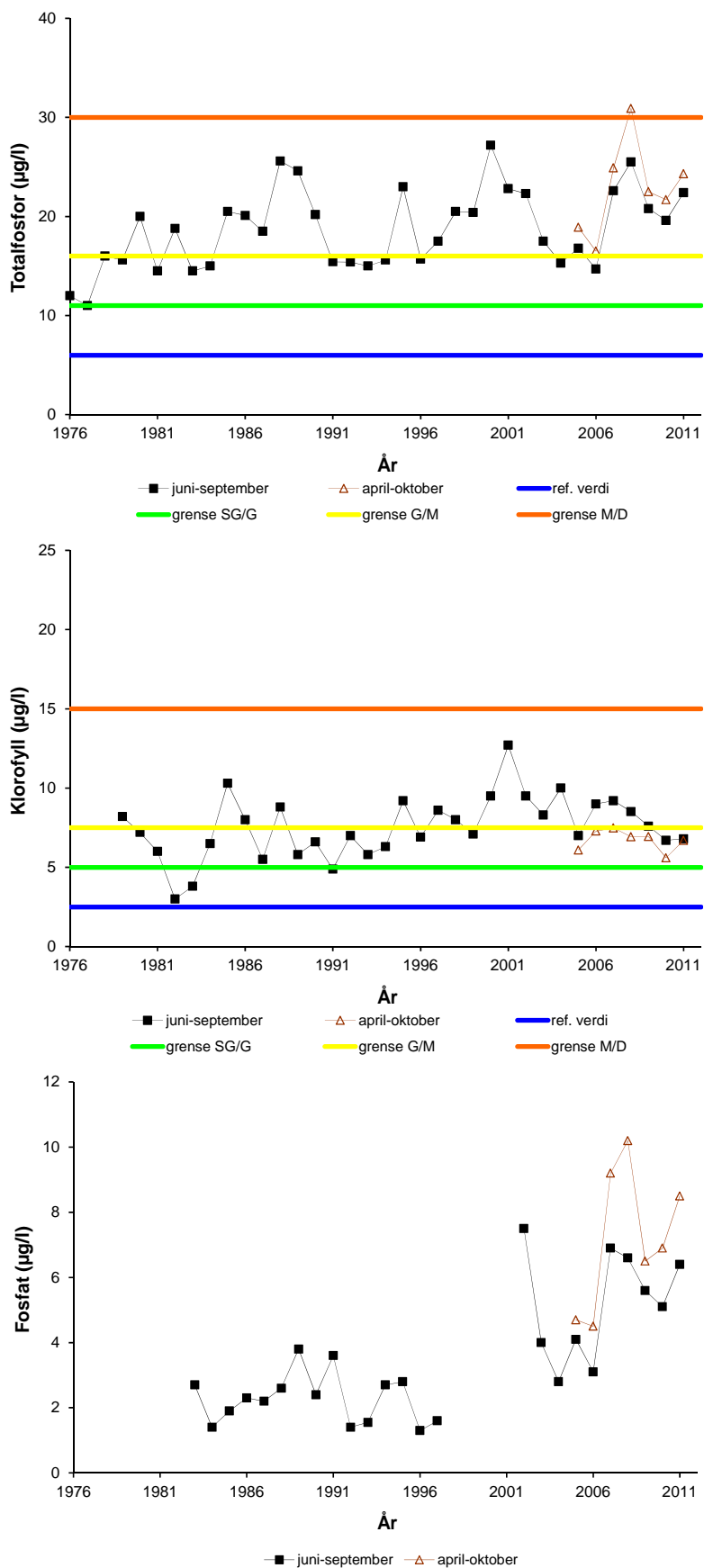
5.4.6 Tilstand i forhold til miljømålene

Vannforskriften 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 5.1. 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 2011 lå klorofyllkonsentrasjonen under og TP-konsentrasjonen over grensen mellom god og moderat økologisk tilstand. Basert på TN-konsentrasjonen er Storefjorden i dårlig tilstand. Vanemfjorden har moderat økologisk status basert på konsentrasjonene av klorofyll-a og totalfosfor. Totalnitrogen gir tilstandsklasse dårlig. Grepperødfjorden er i moderat til dårlig tilstand. Oppsummert kan en fastslå at Storefjorden er helt på grensen for god økologisk tilstand, mens Vanemfjorden, Grepperødfjorden og Lødengfjorden ikke er i tilfredsstillende økologisk tilstand.

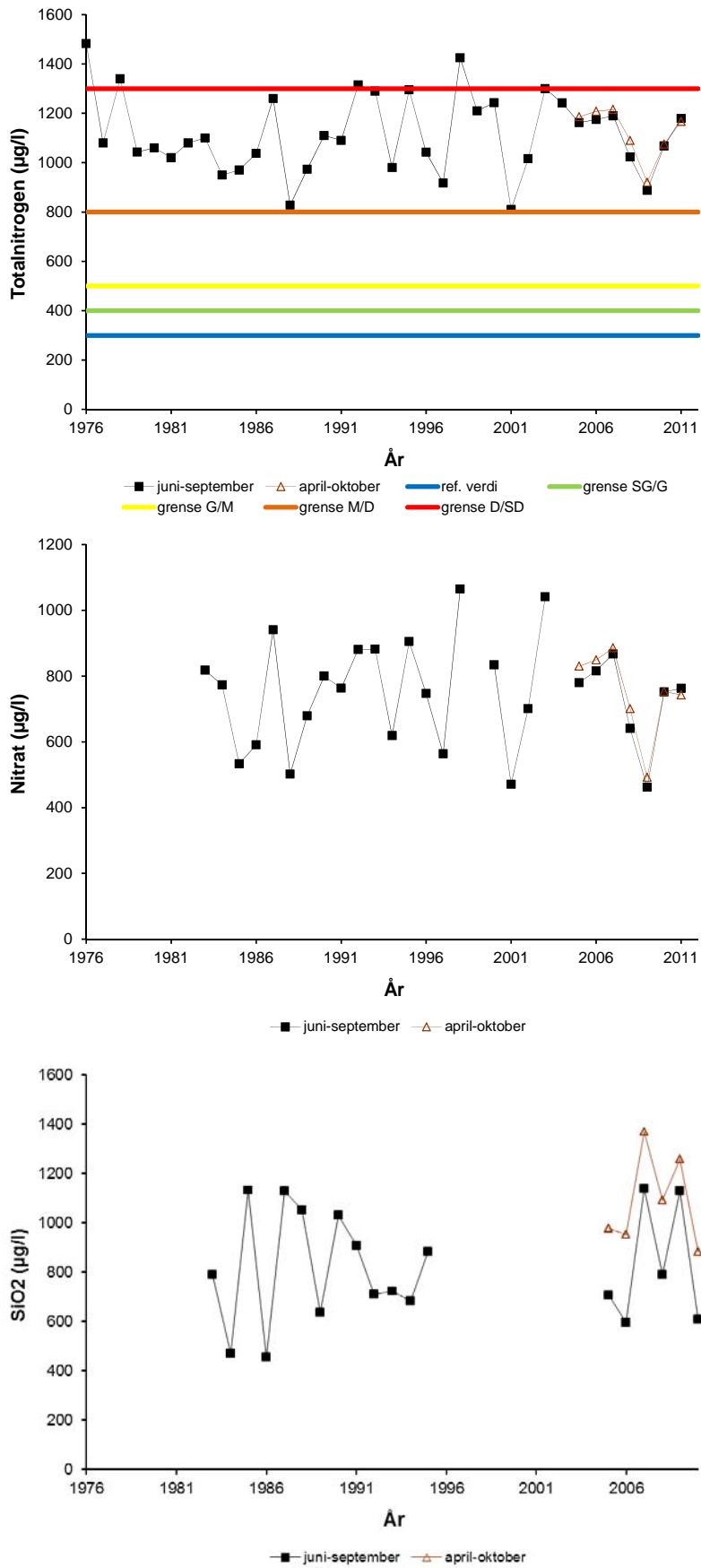
Tabell 5.1: Tilstand i Vansjø i forhold til målene i Vannforskriften. Grenser mellom god og moderat økologisk status er gitt i parentes.

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 ³
Storefjorden	6,8 (7,5)	22,4 (16)	1179 (500)	762	4,1	1,2	731
Vanemfjorden	13,7 (10,5)	26,6 (19)	938 (550)	408	5,6	1,1	1326
Grepperødfjorden	31,1 (10,5)	36,8 (19)	725 (550)	125	5,1	1,1	2185
Lødengfjorden	19,8 (10,5)	35,0 (19)	946 (550)	366	6,8	0,9	1807

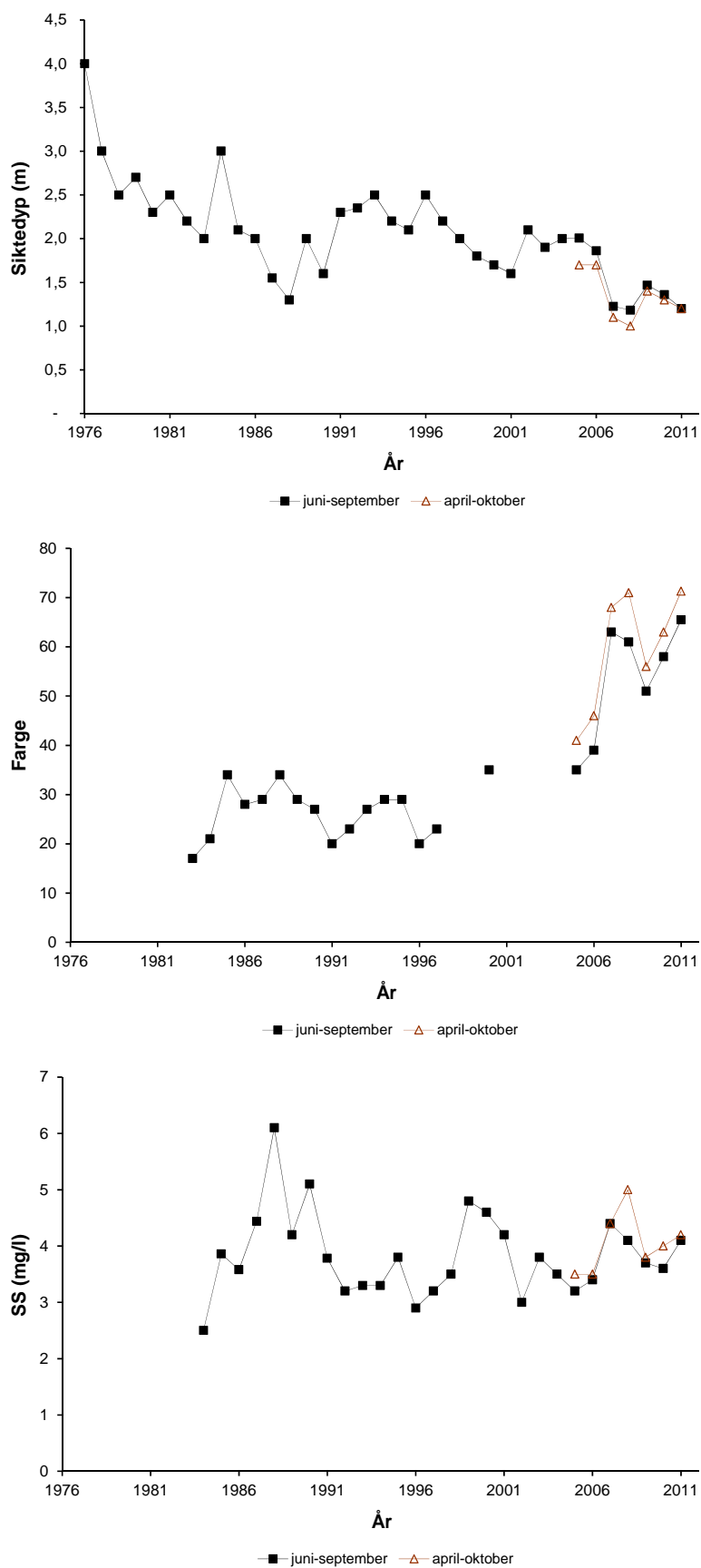
	Meget god tilstand
	God tilstand
	Moderat tilstand
	Dårlig tilstand



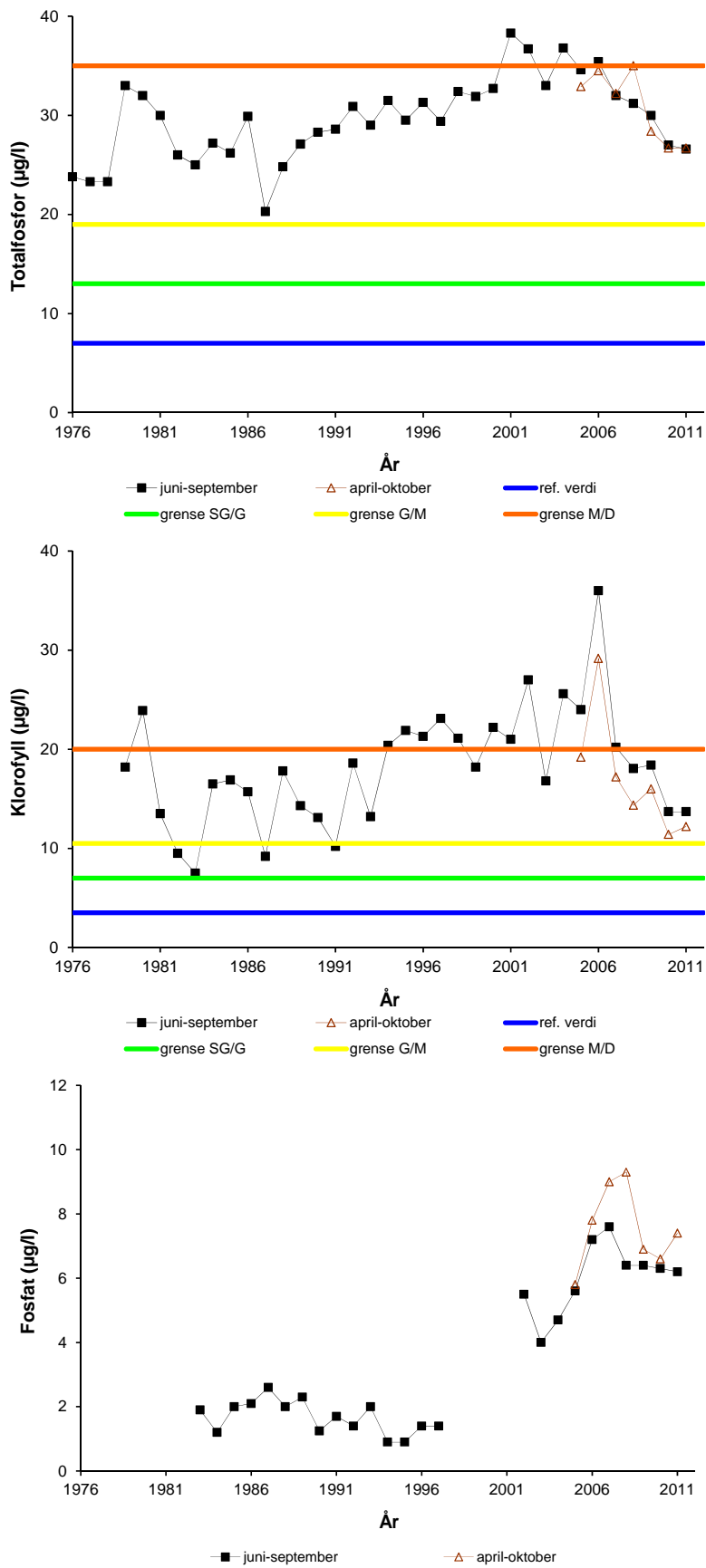
(Figur 5.15, forts. Storefjorden)



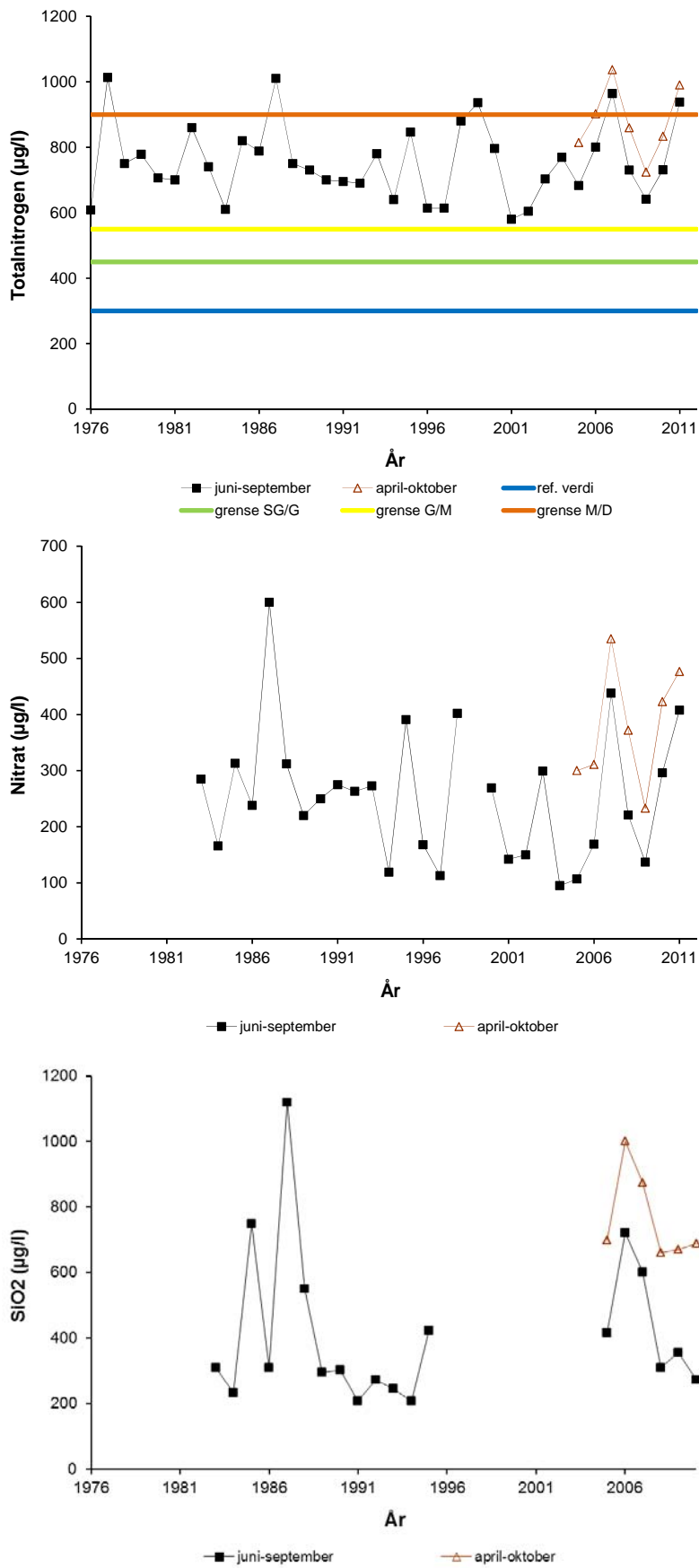
(Figur 5.15, forts. Storefjorden)



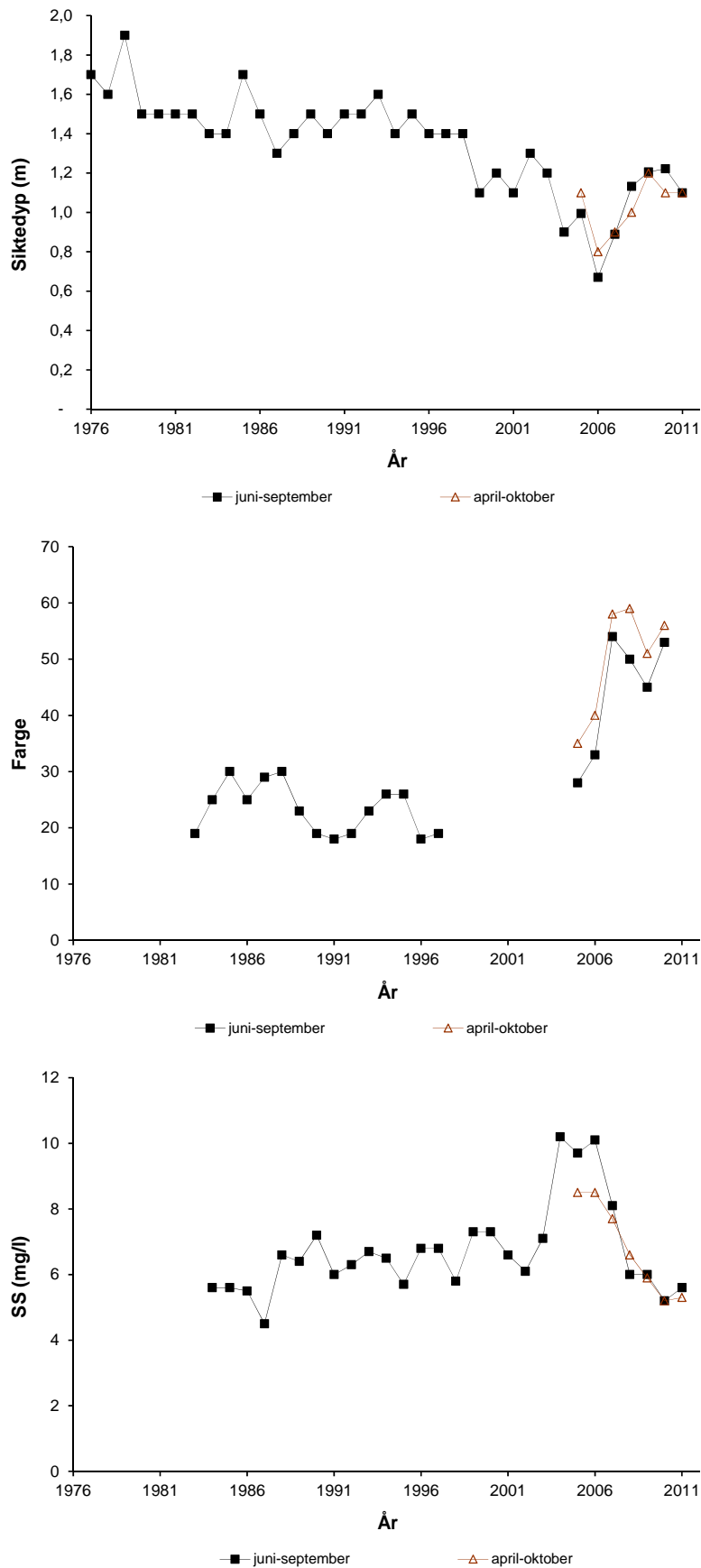
Figur 5.15: Langtidsserier for konsentrasjonen av TP, klorofyll, fosfat, TN, nitrat, silikat, siktedyp, farge og SS i Storefjorden (Kilde: Fylkesmann i Østfold, etter 2005 NIVA). Grensene mellom de ulike økologiske tilstandsklassene er også vist for TP, klorofyll og TN.



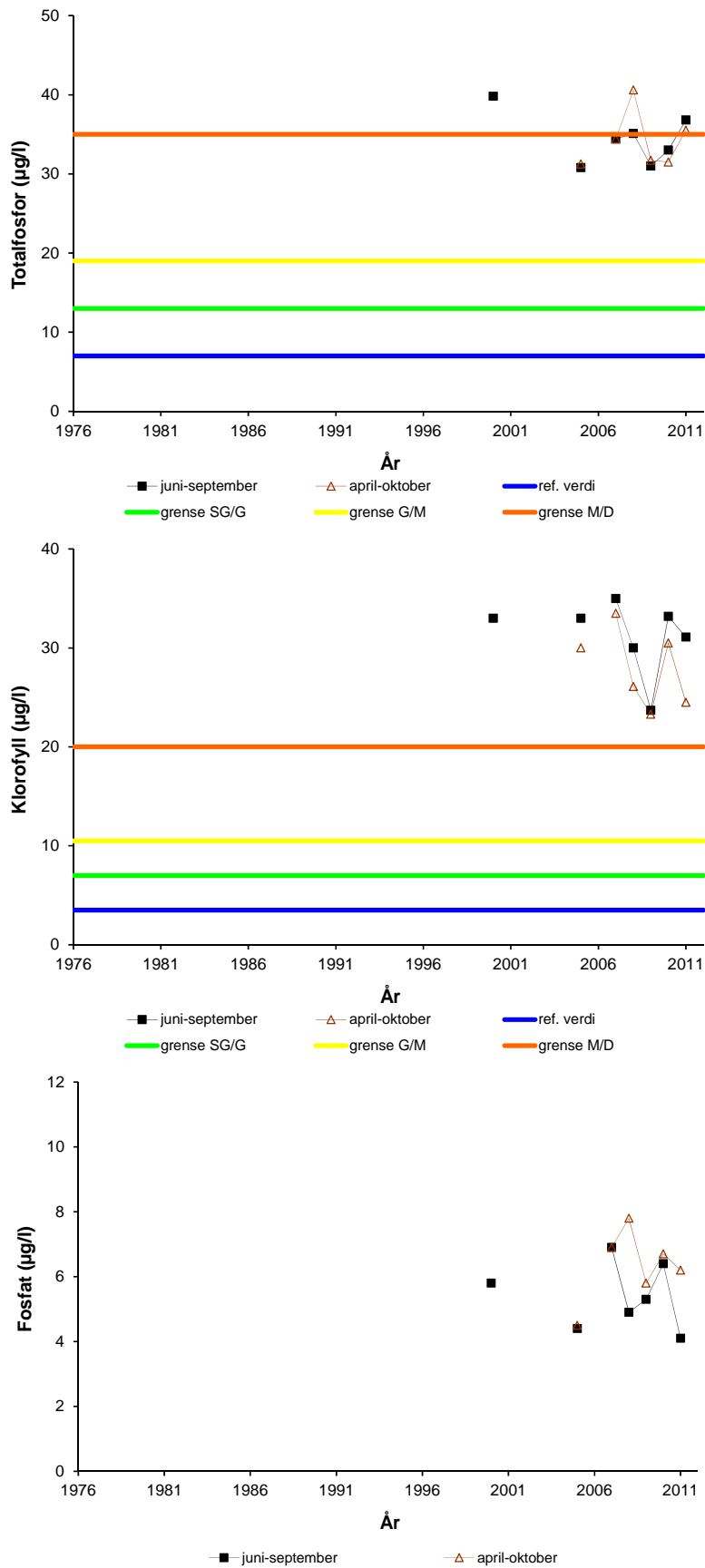
(Fig 5.16, forts. Vanemfjorden)



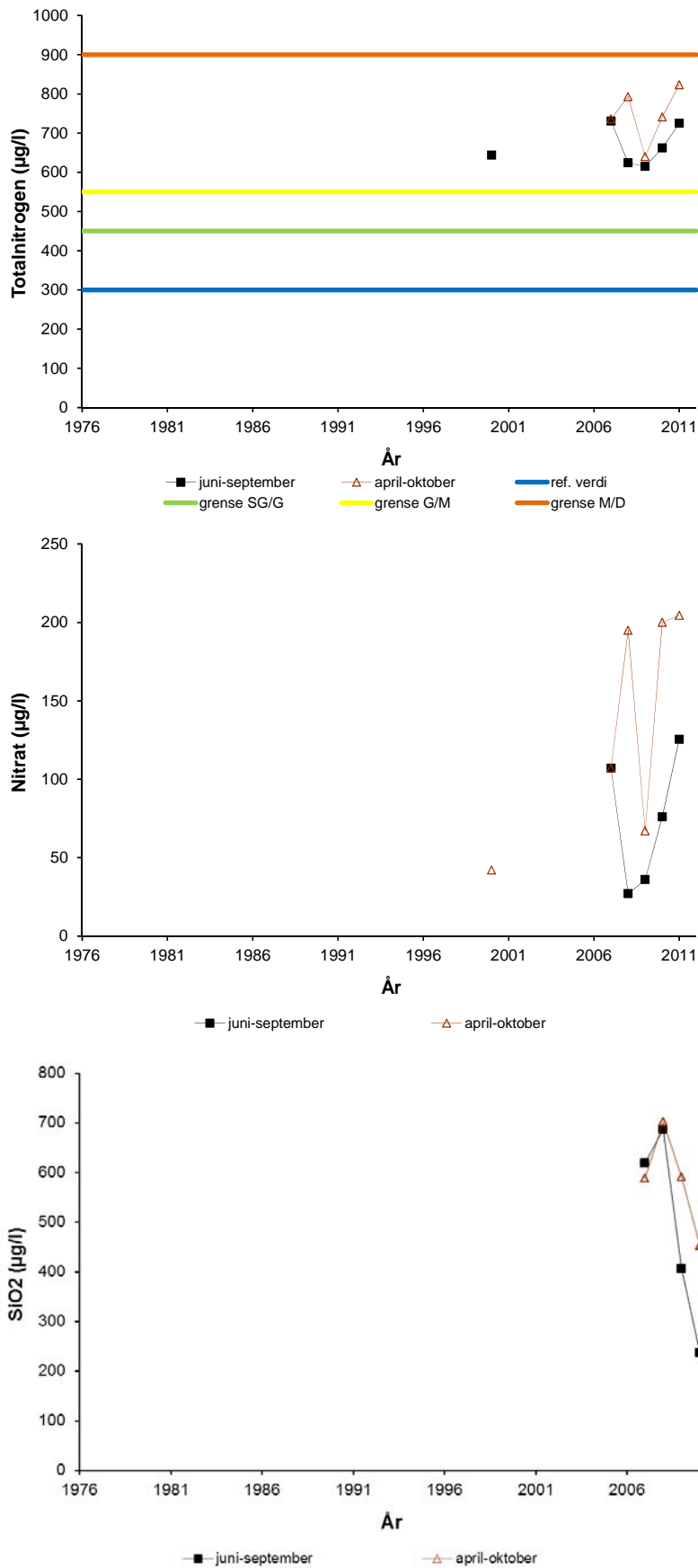
(Fig 5.16, forts. Vanemfjorden)



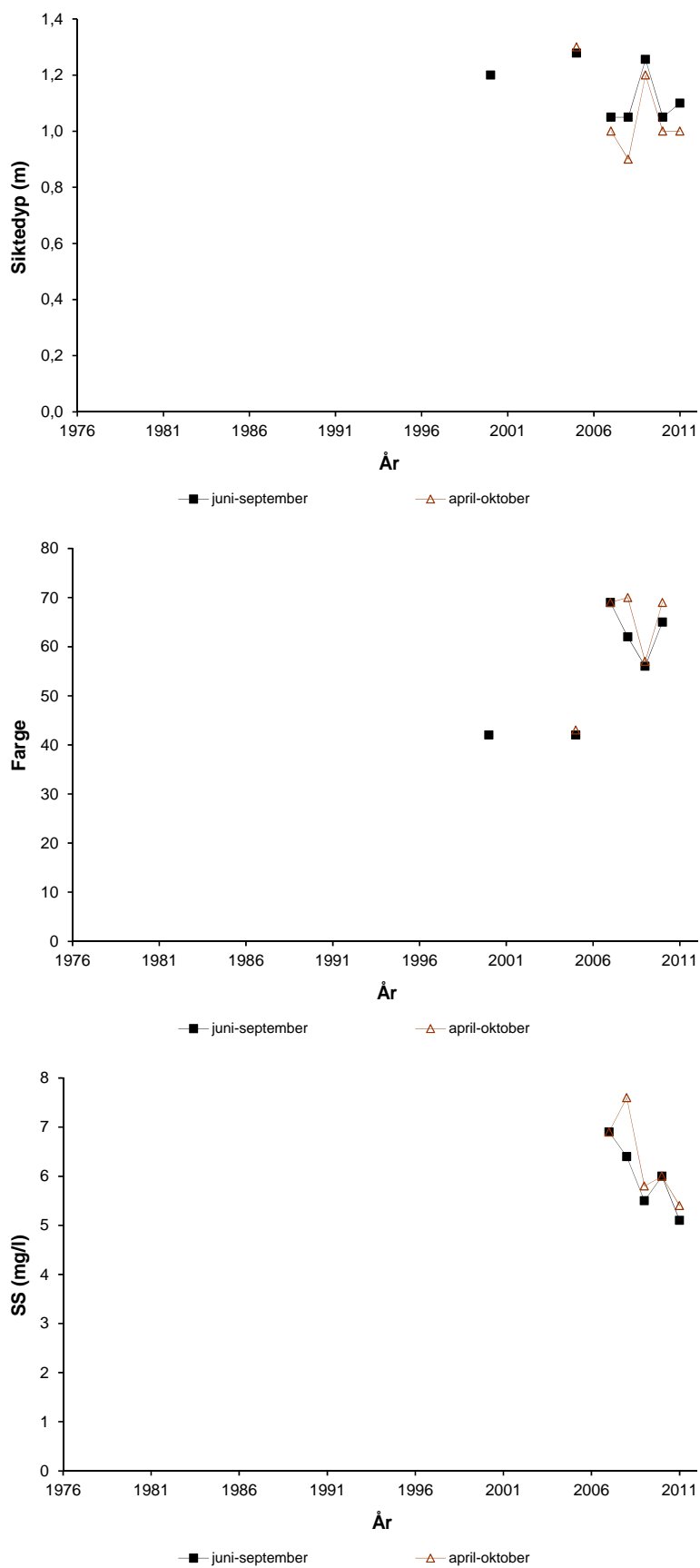
Figur 5.16: Langtidsserier for konsentrasjonen av TP, klorofyll, fosfat, TN, nitrat, silikat, siktedyp, farge og SS i Vanemfjorden (Kilde: Fylkesmann i Østfold, etter 2005 NIVA). Grensene mellom de ulike økologiske tilstandsklassene er også vist for TP og klorofyll.



(Figur 5.17 forts. Grepperødfjorden)



(Figur 5.17 forts. Grepperødfjorden)



Figur 5.17: 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.

6. Konklusjon

6.1 Konsentrasjoner i elver og bekker i forhold til miljømålene

Gjennomsnittlige konsentrasjoner av målte stoffer i alle elver og bekker er vist i tabellene 4.1 - 4.3, i kapittel 4. Det er relativt store variasjoner fra stasjon til stasjon. I tabell 6.1 er snittkonsentrasjoner for totalfosfor vist sammen med miljømålet i de stasjonene hvor det er identifisert et slikt mål (Haande m.fl. 2011; Direktoratgruppen 2009). Det er ikke unaturlig at de minste bekkene har de høyeste konsentrasjonssnittene, da det blir mindre vann til fortykning i slike bekker, særlig i perioder med lav vannføring. Dessuten må det tas høyde for at det ofte tas færre prøver i bekkene enn i de større elvene, dette fordi småbekkene fryser lettere om vinteren og tørker oftere ut om sommeren. Derfor er ikke disse gjennomsnittlige konsentrasjonene direkte sammenlignbare.

Tabell 6.1 Gjennomsnittskonsentrasjoner av totalfosfor sett i forhold til miljømålet. Grønn farge er gitt til de bekkene/elvene som har en gjennomsnittskonsentrasjon under grensen for god/moderat.

Elver/bekker som drenerer til Storefjorden	TP	Miljømål god-moderat
	µg/l	µg/l
Tangelva	14	29
Hobøelva ved Mjær	19	29
Kråkstadelva	116	60
Hobøelva v/Kure	64	40
Veidalselva	72	50
Mørkelva	33	40
Engsbkn	46	50
Svinna oppstrøms	59	50
Svinna v/ Klypen	38	29
Sundet og Mosseelva		
Sundet	27	16
Mosseelva	26	29
Bekker som drenerer til vestre Vansjø	TP	Miljømål
	µg/l	µg/l
Augerød	95	50
Guthus	88	29
Huggenes	102	50
Sperrebotn	114	-
Støabekken	146	40
Vaskeberget	154	-
Ørejordet	51	40
Årvoll	153	-
Dalen	14	50
Hølenvassdraget	TP	Miljømål
Hølenelva	159	-

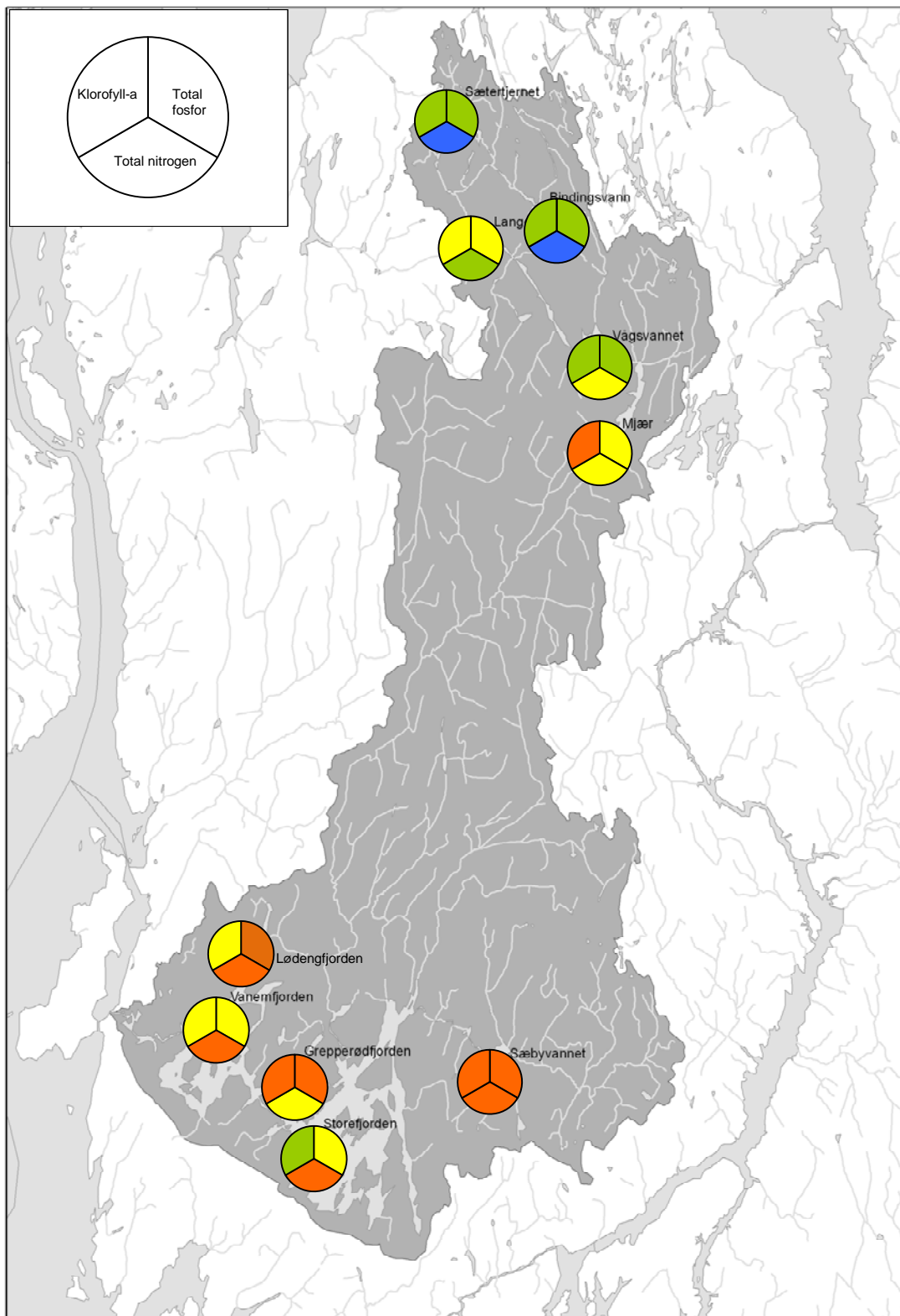
6.2 Miljøtilstanden i innsjøene sett i forhold til miljømålene

I henhold til Vannforskriften skal økologisk tilstand i innsjøer og elver vurderes med hjelp av biologiske indikatorer. Andre parametere (f.eks. næringsstoffkonsentrasjoner, siktedyp) kan brukes som støtteparametere. Miljømålet defineres som grensen mellom moderat og god økologisk tilstand. Klorofyll-a er den eneste biologiske parameteren vi har målt i denne undersøkelsen, hvor det er utviklet grenseverdier og definert miljømål. I tillegg har vi vurdert støtteparameteren total fosfor. Siktedyde 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. I tillegg påvirkes siktedyden 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 6.2 gir en oversikt over miljøtilstanden i de undersøkte innsjøene mens figur 6.1 illustrerer dette for klorofyll a, totalfosfor og total nitrogen. I tabellen og figuren er også gjeldende klassegrenser for totalnitrogen gitt farge etter tilstandsklasse.

Tabell 6.2. Økologisk tilstand i innsjøer og innsjøbassenger i nedbørfeltet til Vansjø-Hobølvassdraget (Sætertjernet har data fra 2009). Miljømålet (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	Siktedyde m	Biomasse alger mg/m ³
Sætertjernet	5,6 (7,5)	11,6 (16)	376 (500)		2,2	2,0	804
Bindingsvannet	7,0 (7,5)	12,3 (16)	352 (500)		2,5	1,6	591
Langen	12,6 (7,5)	16,7 (16)	458 (500)		3,1	1,4	1304
Våg	7,1 (7,5)	15,9 (16)	551 (500)		2,9	1,5	754
Mjær	15 (7,5)	20,1 (16)	780 (500)		3,5	1,3	1015
Sæbyvannet	25,9 (7,5)	37,7 (16)	1197 (500)		8,1	0,8	1785
Storefjorden	6,8 (7,5)	22,4 (16)	1179 (500)	762	4,1	1,2	731
Vanemfjorden	13,7 (10,5)	26,6 (19)	938 (550)	408	5,6	1,1	1326
Grepperødfjorden	31,1(10,5)	36,8 (19)	725 (550)	125	5,1	1,1	2185
Lødengfjorden	19,8(10,5)	35,0 (19)	946 (550)	366	6,8	0,9	1807

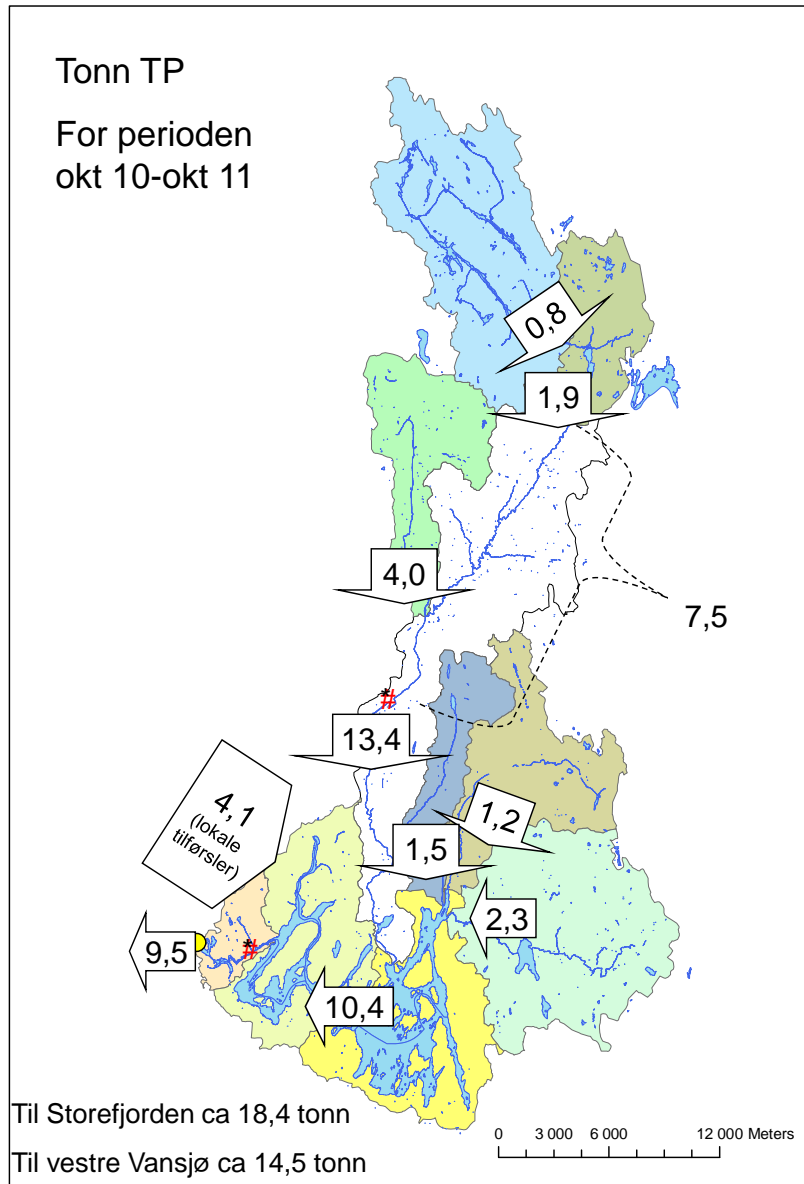
	Meget god tilstand
	God tilstand
	Moderat tilstand
	Dårlig tilstand



Figur 6.1 Tilstanden i innsjøene illustrert for klorofyll a, totalfosfor og total nitrogen.

6.3 Transport av fosfor i overvåkingsperioden

Figur 6.2 illustrerer fosforbudsjettet (totalfosfor, ikke vannføringsnormalisert) for perioden 16. oktober 2010 - 15. oktober 2011. Perioden er preget av relativt lave tilførsler til Storefjorden og relativt høye til vestre Vansjø, men for sistnevnte kom heldigvis store deler av tilførslene i september og utgjorde derfor ingen reell trussel mht algesituasjonen i denne delen av innsjøen.



Figur 6.2. Faktisk fosforbudsjett for vassdraget, vist som tonn totalfosfor (TP) i måleperioden oktober 2010 – oktober 2011.

6.4 Næringsstoffbudsjett for vassdraget 2005-2011

6.4.1 Faktisk budsjett (ikke justert for vannføring)

Metodikken for å beregne næringsstoffbudsjettet i vassdraget er beskrevet i Skarbøvik m.fl. 2008. Tabellene 6.3 - 6.5 viser faktisk (ikke vannføringsveide) budsjetter for hhv. fosfor, nitrogen og suspendert tørrstoff for årene 2005-2011, basert på tilgjengelige data og beregninger. For de faktiske tilførslene er *ikke* bekkefeltene rundt Storefjorden beregnet.

Tabell 6.3. Fosforbudsjettet (TP) for nedbørfeltet (ikke justert for vannføring eller areal).

	2005	2006	2007	2007-08	2008-09	2009-10	2010-11
TP:	tonn	tonn	tonn	tonn	tonn	tonn	tonn
Hobøelva	6,5	23	16,7	28,8	9,8	16,4	13,4
Svinna	1,7	2,6	2,5	3,9	2,1	2,3	2,3
Mørkelva	0,7	1	1	1,4	1	1,4	1,2
Veidalselva	0,8	1,3	1,2	1,8	1,2	1,4	1,45
SUM Storefjn	9,7	27,9	21,4	35,9	14,1	21,5	18,3
Retensjon St fjn*	5,3	18,5	11,7	20,5	5,5	13,6	7,9
Sundkjeften	4,4	9,4	9,7	15,4	8,6	7,9	10,4
V.Vansjø**	1,7	4,1	5,3	3,7	2,7	2,5	4,1
Sum v Vansjø	6,1	13,5	15	19,1	11,3	10,4	14,5
Retensjon *	-1,0	0,1	1,9	2,1	1,4	2,0	5,0
Mossefossen	7,1	13,4	13,1	17	9,9	8,4	9,5

	Beregnet ved slamføringskurve
	Beregnet ved lineær interpolasjon
	Umålt; beregnet fra forholdet mellom TP og vannføring (2006, 2007) og vannføring i 2005.
	Prøver kun fra mai-oktober; lineær interpolasjon benyttet.
	Beregnet fra de andre tilførselstallene i tabellen

* Retensjonen er usikker, bl.a. fordi den er basert på beregning av de andre tilførselstallene som også har en usikkerhet, samt at transporten gjennom Sundet er usikker.

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

Tabell 6.4. Nitrogenbudsjettet (TN) for nedbørfeltet (ikke justert for vannføring eller areal).

	2005	2006	2007	2007-08	2008-09	2009-10	2010-11
TN:	tonn	tonn	tonn	tonn	tonn	tonn	tonn
Hobøelva			256	333	184	353	211
Svinna			61	49	57	56	52
Mørkelva			18	29	26	26	23
Veidalselva			15	30	20	21	22
SUM Storefjn			350	441	287	456	308
Sundkjeften			-	-	297	306	372
V.Vansjø*			36	-	-	16	14
Mossefossen	240	569	447	505	330	298	362

	Annet halvår basert på forholdet mellom konsentrasjon og vannføring i 1. halvår
	Beregnet ved lineær interpolasjon
	Beregnet fra de andre tilførselstallene i tabellen

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

Tabell 6.5. Budsjett for suspendert tørrstoff (STS) for nedbørfeltet (ikke justert for vannføring eller areal).

	2005	2006	2007	2007-08	2008-09	2009-10	2010-11
STS:	tonn	tonn	tonn	tonn	tonn	tonn	tonn
Hobøelva	2 210	12 000	6 008	11 519	3 945	9 892	10402
Svinna	-	700	469	958	502	574	679
Mørkelva	-	540	368	592	604	855	945
Veidalselva	-	730	475	821	784	883	1144
SUM Storefjn	-	13970	7320	13890	5835	12204	13170
Sundkjeften	-	-	-	-	1 278	1 900	1 668
V. Vansjø*	-	454	1219	939	682	768	1 361
Sum v Vansjø	-	-	-	-	1960	2668	3029
Mossefossen	1271	2301	2 642	3 492	1 793	1 770	1 833

	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.
	Beregnet fra de andre tilførselstallene i tabellen

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

6.4.2 Vannføringsnormalisert fosforbudsjett for vassdraget

Det vannføringsnormaliserte fosforbudsjettet er vist i tabell 6.6 (tabellen er basert på data i tabell 4.7, men i tabell 6.6 er også antatte tilførsler fra bekkefeltene rundt Storefjorden tatt med, samt retensjon i Storefjorden og Vanemfjorden).

Tabell 6.6. Vannføringsnormaliserte tilførsler av totalfosfor i vassdraget 2005-2011.

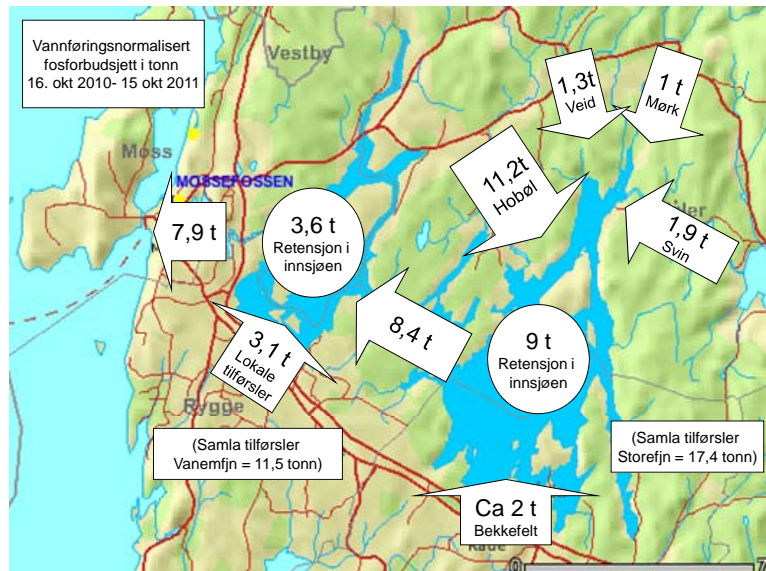
	2005	2006	2007	2007-08	2008-09	2009-10	2010-11
	TP	TP	TP	TP	TP	TP	TP
	tonn	tonn	tonn	tonn	tonn	tonn	tonn
Kråkstadelva			4	5	3,5	4	3,3
Hobøelva	8,8	16,8	16,4	20,1	9,1	14,4	11,2
Svinna	2,3	1,9	2,5	2,7	1,9	2	1,9
Mørkelva	0,9	0,7	1	1	0,9	1,2	1
Veidalselva	1,1	0,9	1,2	1,3	1,1	1,2	1,3
Bekkefelt Stfj*	2	2	2	2	2	2	2
Sum Storefjn	15	22	23	27	15	21	17
Retensjon** Stfj	9	15,4	14,9	14,2	7	13,3	8,6
Sundet	6	6,6	8,1	12,8	8	7,7	8,4
V. Vansjø***	2,4	3,6	3,2	2,6	2,4	2,2	3,1
Sum v Vansjø	8,4	10,2	11,3	15,4	10,4	9,9	11,5
Retensjon** Vanemfj	-1,2	0,8	0,4	1,3	1,7	1,7	3,6
Mossefossen	9,6	9,4	10,9	14,1	8,7	8,2	7,9

* Ikke målt men basert på beregninger, se Skarbøvik m.fl. 2008.

** Det må tas høyde for usikkerhet i disse estimatene av retensjon. Dette skyldes bl.a. at retensjonen beregnes utfra flere ulike transportberegninger som i seg selv har innebygget en del usikkerhet. I tillegg kommer at beregninger av transporten gjennom Sundet har vært og er fremdeles noe usikker.

*** Omfatter lokale tilførsler fra bekkefeltene både til vestre Vansjø og Mosseelva. Er beregnet fra oktober-oktober for alle år.

Kartet i figur 6.5 illustrerer siste periodes vannføringsnormaliserte fosforbudsjett. Samlet til Storefjorden er det for siste årsperiode beregnet ca. 17,4 tonn totalfosfor. Samlete tilførsler til vestre Vansjø var som gjennomsnitt 11,5 tonn i siste rapporteringsperiode. Det var en økning i tilførslene til vestre Vansjø i forhold til gjennomsnittet for 2005-10, årsaken er som tidligere nevnt høye tilførsler i september 2011.



Figur 6.5. Vannføringsnormalisert fosforbudsjett (tonn) for hele Vansjø for oktober 2010-oktober 2011. (Kartgrunnlag NVE-Atlas). Bekkefeltene langs Storefjorden ikke er målt, vannføringsnormaliserte tilførsler her er antatt å være konstant lik 2 tonn (basert på tidligere beregninger, se Skarbøvik m.fl. 2008).

6.5 Utvikling av tilførsler

Analyser av utviklingen av tilførsler viser, oppsummert, at

- Beregninger av en rettlinjert (monoton) trend viser at det har vært en statistisk sannsynlig nedgang i tilførsler av fosfor og partikler (STS) i Hobølelva siden 1985.
- Det har ikke vært en tilsvarende nedgang i total nitrogen (vurdert utfra monoton trend). Dette skyldes bl.a. at tilførslene i begynnelsen av perioden var relativt lave. Trendkurven viser en økning siden 1985 fulgt av en nedgang ved begynnelsen av nittitallet. De siste årene er det en svak tendens til en oppgang men dette er usikkert.
- Statistisk trendanalyse viser videre at nedgangen i Hobølelva av fosfor og partikler var størst i begynnelsen av 2000-tallet og at det har vært en økning de senere år. Rasene som har gått i vassdraget i de siste årene kan ha vært en betydningsfull faktor for denne utviklingen.
- For de tre andre tilførselselvene/-bakkene til Storefjorden, dvs. Svinna, Veidalselva og Mørkelva, er det liten variasjon fra år til år. Generelt ligger de vannføringsnormaliserte verdiene i Svinna på omlag 2 tonn fosfor per år, mens de i Veidalselva og Mørkelva ligger på omlag 1 tonn/år.

- Kråkstadelva, et sidevassdrag til Hobøelva, viser heller ingen trend over tid. Her varierer de vannføringsnormaliserte tilførslene mellom 3,5-5 tonn/år.
- Syv år med overvåking av bekker til vestre Vansjø har vist en nedgang i perioden 2005/06-2009/10, men en økning siste år som er knyttet til høye tilførsler i september. Dette er imidlertid mot slutten av vekstsesongen for algene. Det var ikke spesielt høye konsentrasjoner i prøvene verken fra årsperioden generelt eller i september spesielt, så de høye tilførslene skyldes hovedsakelig høy vannføring. September måned hadde den høyeste månedsavrenning som er målt hittil i den hydrologiske stasjonen i Guthusbekken. I tillegg kommer at anleggsarbeid i nedbørfeltene til bekkene Årvold, Augerød og Sperrebotn kan ha bidratt til at konsentrasjonene, og derfor tilførslene, ble høyere enn i fjor. Særlig kan arbeid med utbedring av kloakkledning i Sperrebotn ha hatt betydning, siden denne bekken brukes til å beregne tilførsler fra et større felt rundt innsjøen. Trendanalyser er forsøksvis utført for to av bekkene og antyder at det totalt sett har vært en nedadgående trend siden 2004.
- For mange av tilførselselvene og bekkene har de de siste årene vært en endring i forholdet mellom konsentrasjonen av totalfosfor (TP) og konsentrasjonen av partikler eller suspendert tørrstoff (STS). Denne nedgangen i TP/STS-forholdet er interessant, og bør undersøkes i kommende år.

6.6 Langtidsutvikling i Vansjø

Langtidsutviklingen i Vansjø viser, oppsummert, at:

- Fosforinnholdet i Storefjorden er til dels styrt av tilførsler av erosjonspartikler fra nedbørfeltet og dermed nedbørmengde, antall flomepisoder, omfang av ras og antall vinterdager med frost og snø. Flommen som kom i begynnelsen av september i 2011 illustrerer godt denne sammenheng mellom nedbørmengde og totalfosfor.
- Flommen i 2000 medførte en kraftig økning av fosforkonsentrasjonen i Vanemfjorden. Mellom 2002 og 2011 sank konsentrasjonen gradvis, særlig i perioden 2007-2010. Dette, sammen med 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.
- Utviklingen av nitrogenkonsentrasjonen i både Storefjorden og Vanemfjorden er preget av kraftige variasjoner fra år til år, men med et stabilt langtidsgjennomsnitt.
- Det har blitt observert en vesentlig tilbakegang i biomassen av *Microcystis*-arter i Vanemfjorden og Nesparken etter 2006. Dette er av betydning siden *Microcystis* antas å være hovedprodusenten av algegiften microcystin i Vansjø.
- Det er 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.
- Algemengden i Vansjø er trolig i størst grad begrenset av lys, men fosfor-, nitrogen- og silikatbegrensning kan også spille en rolle, særlig i den siste delen av sommeren.

- Fargetallet har 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.

6.7 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 2010-2011.
- **Bindingsvannet** vurderes å være i god økologisk tilstand i 2011, men ligger på grensen mot moderat tilstand. Det har vært oppblomstring av algen *Gonyostomum semen* i hele overvåkingsperioden (2008-2011). 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 har ligget på 10-20 µg/l siden midten av 1990-tallet, med unntak av 2005 (29 µg/l). De siste fire 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 totalfosfor har vært på 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 vekstsesongen. 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 fra 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.

7. 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.
- Haande, S., Lyche Solheim, A., Moe, J. Brænden, R. 2011. Klassifisering av økologisk tilstand i elver og innsjøer Vannområde Morsa iht. Vanddirektivet. NIVA Rapp 6166-2011. 39 s.
- Hongve, D., Haaland, S., Riise, G., Fauskrud, S. 2011. Årsaker til økende farge på vann i overflatekilder. Vann 04-2011, 453-462.
- 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.
- 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 Hobølelva 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).

Nitrogen, nitrat og ammonium

Totalnitrogen omfatter alle nitrogenforbindelser i vannmassene. Nitrat (NO₃) 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 (NH₄) 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 oksygensvinn 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 (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 SiO_2 /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 26. april til 17. oktober. Det ble innhentet vannprøver en gang pr uke i denne perioden fra Storefjorden og Vanemfjorden. Grepperødfjorden, Lødengfjorden og Nesparken ble undersøkt med mindre frekvens (måleprogram i tabellen under).

Tabellen under viser måleprogram for hovedstasjoner i Vansjø 2011:

Parameter:	Storefjorden & Vanemfjorden	Grepperødfjorden	Lødengfjorden	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. Vannforskriften. 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 og 2011 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 26. mai til 22. 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 gummibåt 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 2011, og disse parametrene analyseres kun hvert tredje år. Felt- og analyseresultatene ble fortløpende lagt ut på internett via NIVAs miljøovervåkningssystem AquaMonitor (www.aquamonitor.no/ostfold).

Prøvetaking i elver og bekker

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

Stasjoner, parametre og prøvetakingsfrekvens i tilførsel elver og –bekker.

Prøveidentitet	Prøvested	Kommune
HOBK	Hobølelva Kure	Hobøl
VAVU	Tangenelva*	Enebakk
MJRU	Utløp Mjær*	Hobøl
KROV	Kråkstadelva øvre **	Ski/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
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 mai 2011

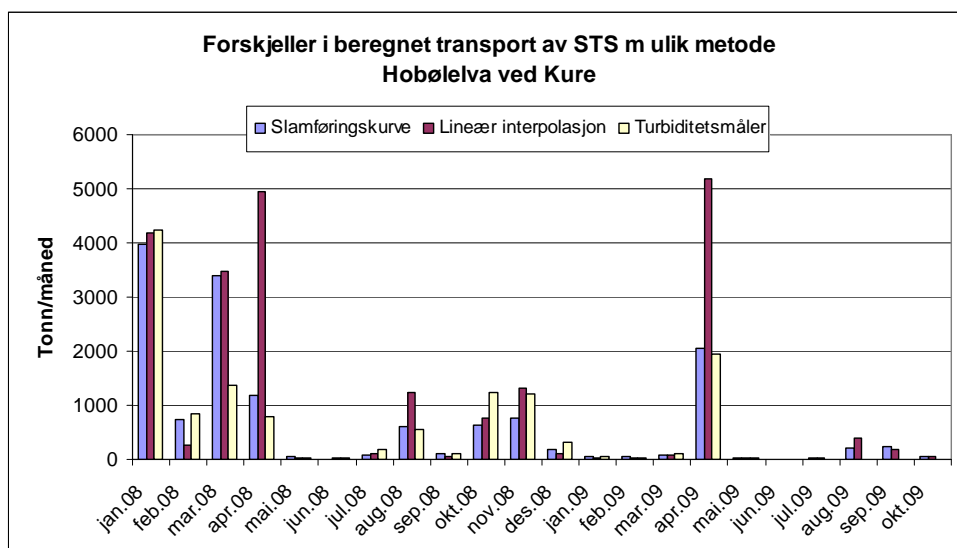
	Frekvens	Kvalitetsselement	Parametre
HOBK	Ukentlig + flom	Kjemisk	Tot-P, Tot-N, SS, TOC, Farge, ortofosfat [□]
	Kontinuerlig sensor	Kjemisk	Turbiditet, pH, ledningsevne, temperatur
	Stikkprøver, hver 14.dag	Hygiene	TKB
Alle øvrige elve/ bekke-stasjoner	Frekvens	Kvalitetsselement	Parametre
	Hver 14. dag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

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

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 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. Dette gjøres ved å trekke en rett linje mellom de målte observasjonene, og deretter finne konsentrasjonen hver dag klokken 12 ut fra dette. Denne konsentrasjonen ganges så opp med total vannføring for hver dag. Det vurderes å undersøke om slamføringskurver kan benyttes også her, men metodikken er meget tidkrevende og vil i tilfelle avhenge av ressurssituasjonen.

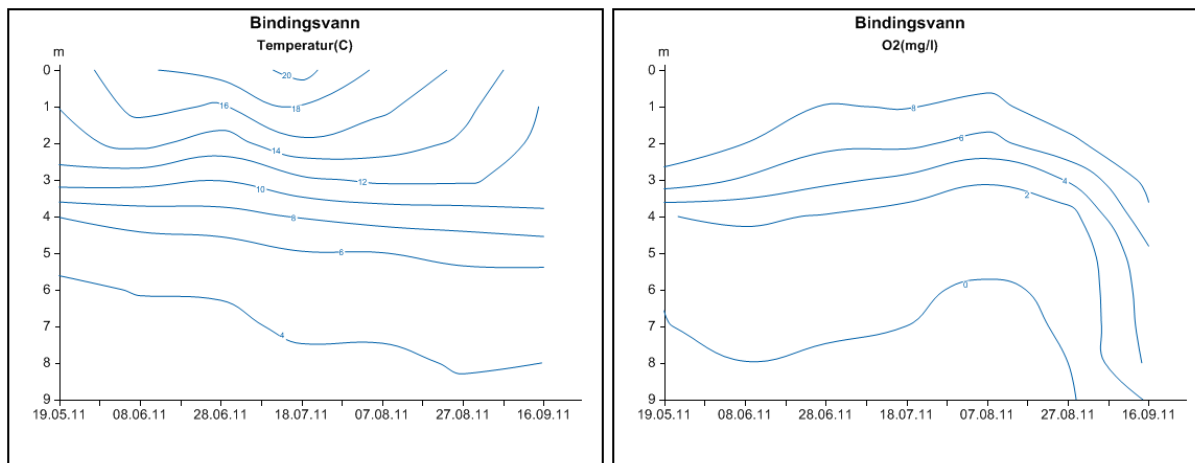
Fosfortapet i skogsfeltet, Dalen, brukes som standardtap av fosfor fra arealer med skog og annet areal innenfor nedbørfeltene og dermed kan fosfortapet fra jordbruksareal i hvert nedbørfelt beregnes.

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

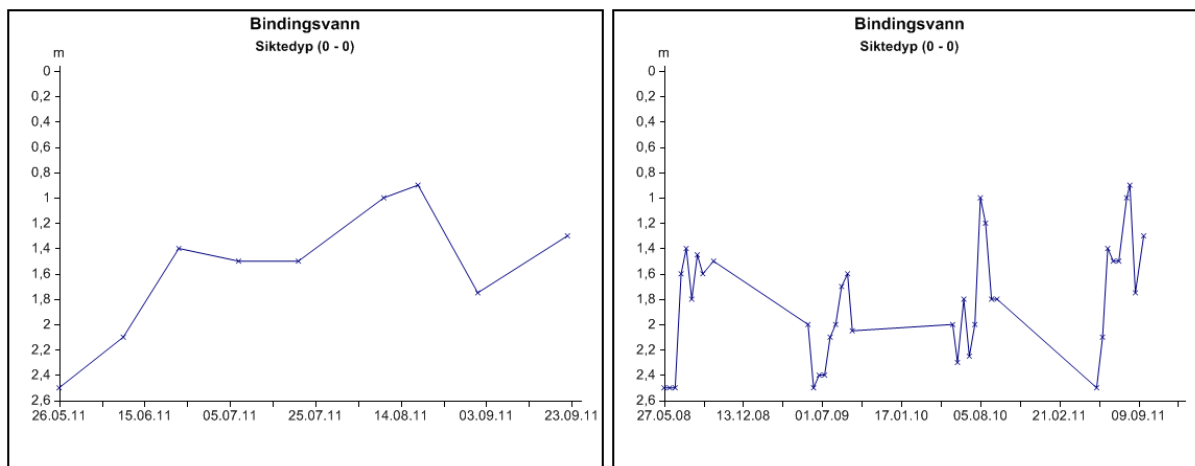
Bindingsvannet

Temperatur og oksygen



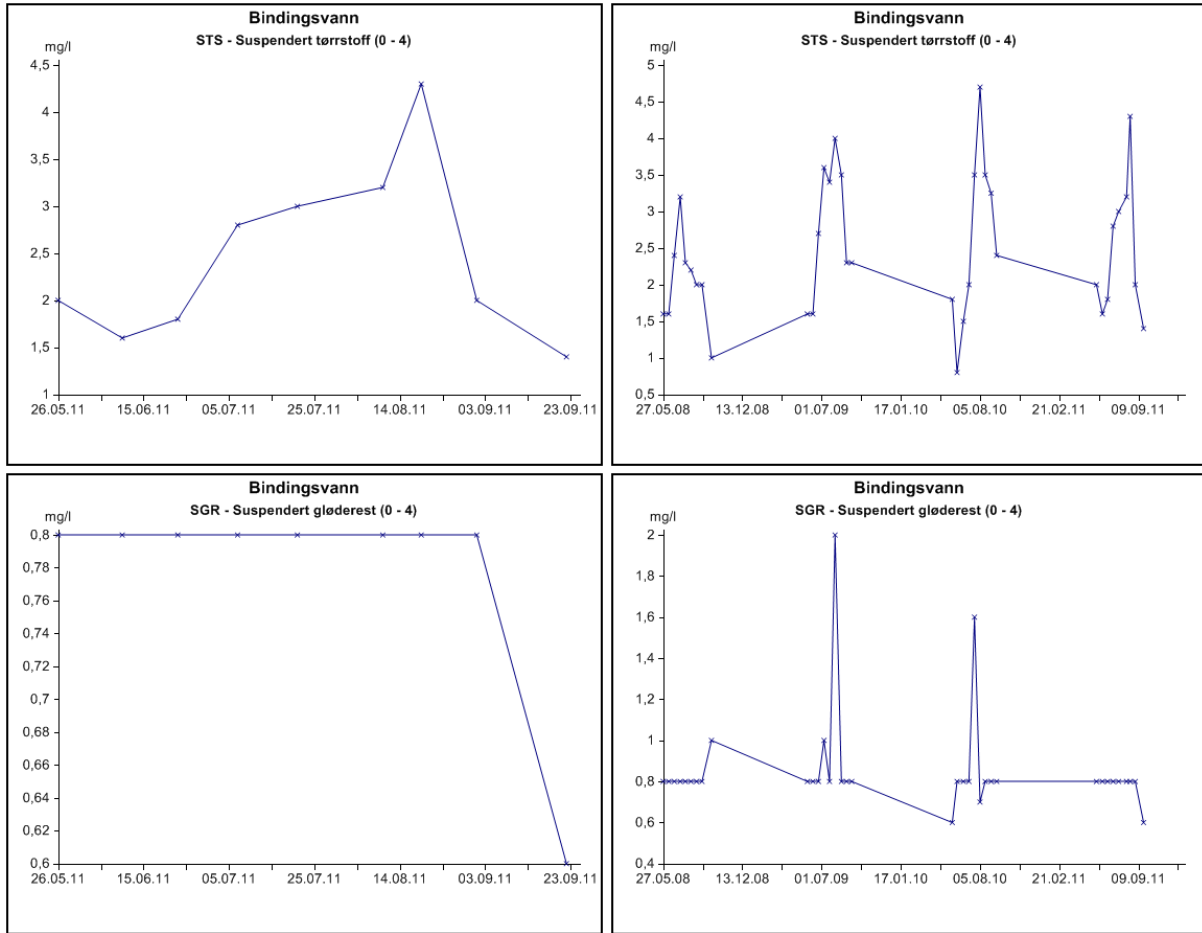
Oksygen- og temperaturforhold i Bindingsvannet i 2011.

Siktedyp



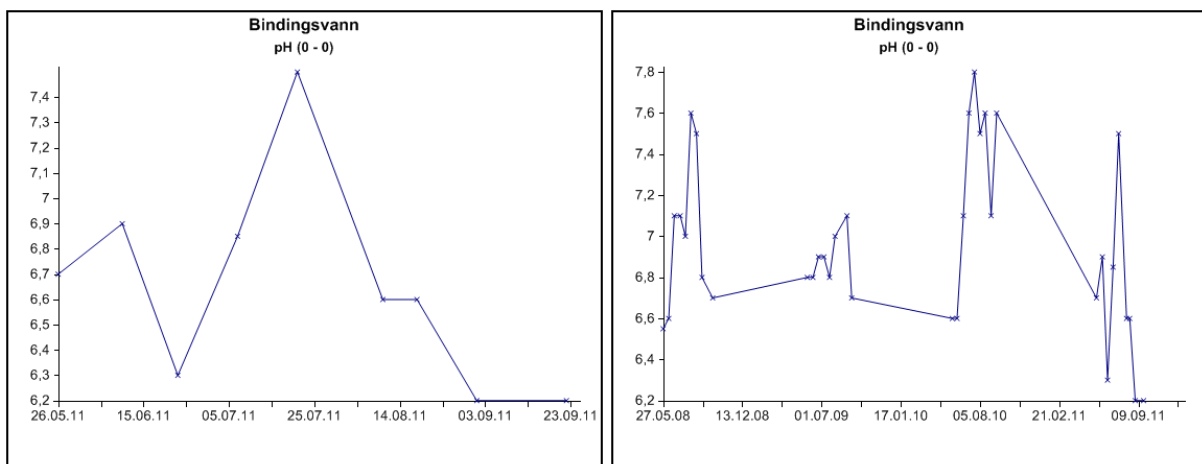
Siktedyp i Bindingsvannet i 2011/2008-2011

Suspendert stoff/Gløderest



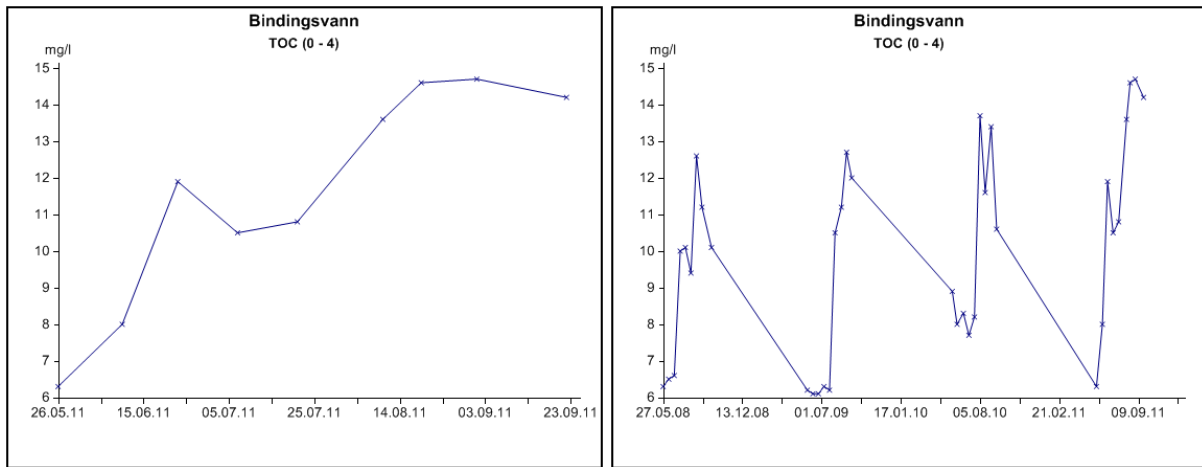
Variasjoner i suspendert tørrstoff (STS) og gløderest (SGR) i Bindingsvannet i 2011/2008-2011.

pH



pH i Bindingsvannet i 2011/2008-2011.

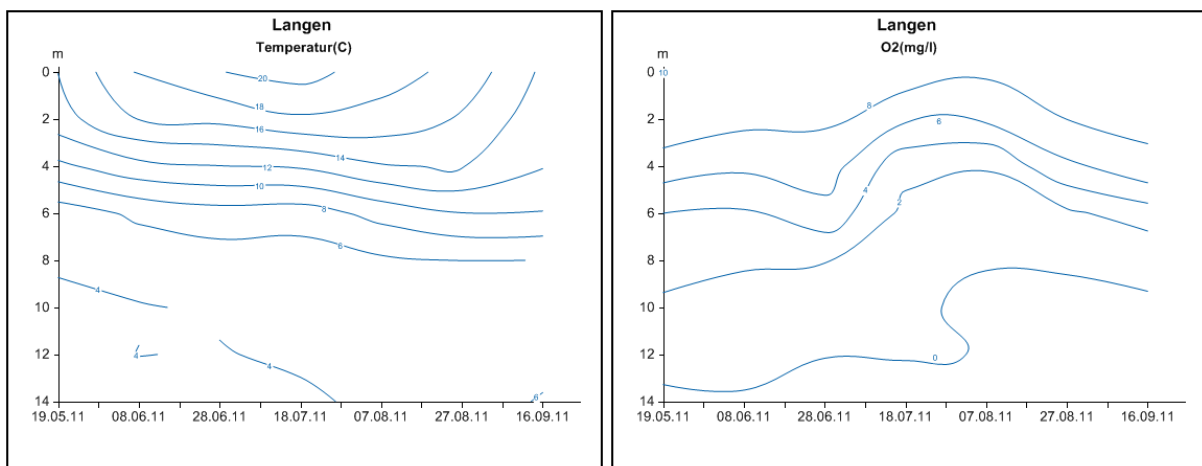
Totalt organisk karbon (TOC)



Variasjoner i totalt organisk karbon i Bindingsvannet i 2011/2008-2011.

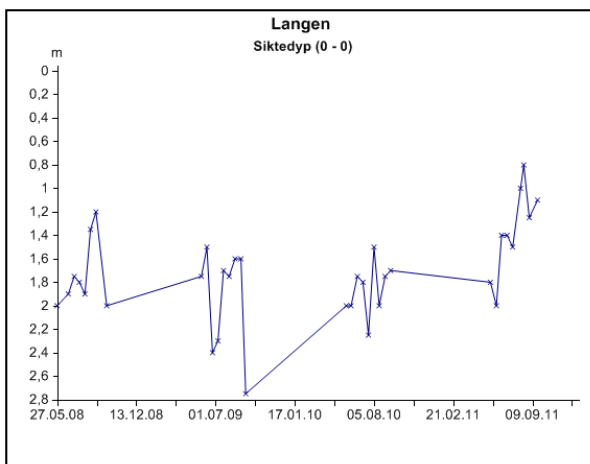
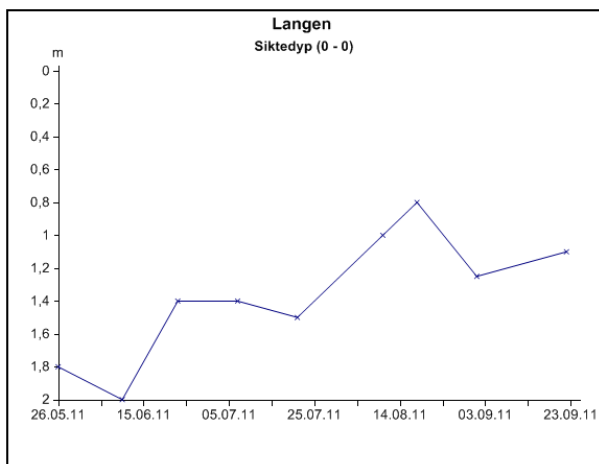
Langen

Temperatur og oksygen



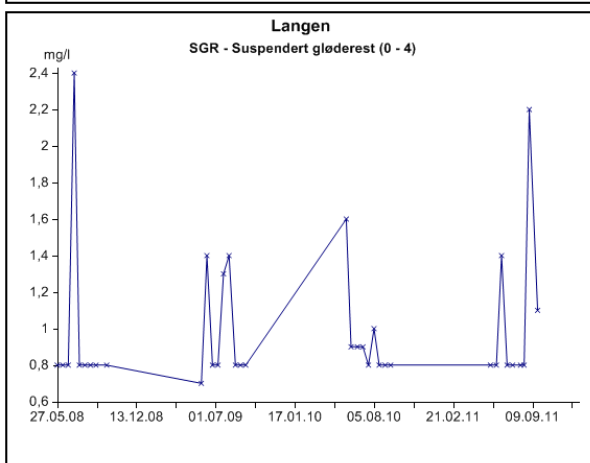
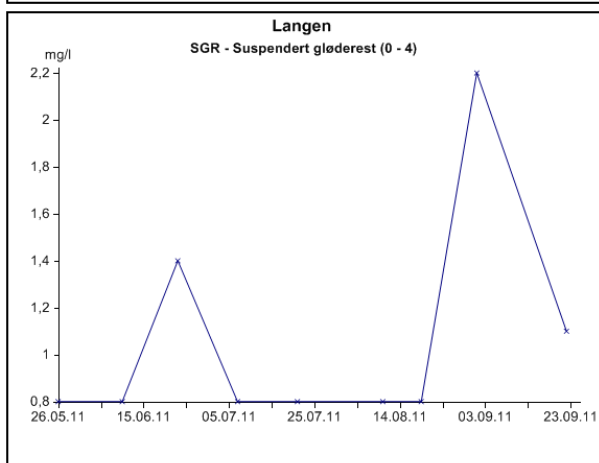
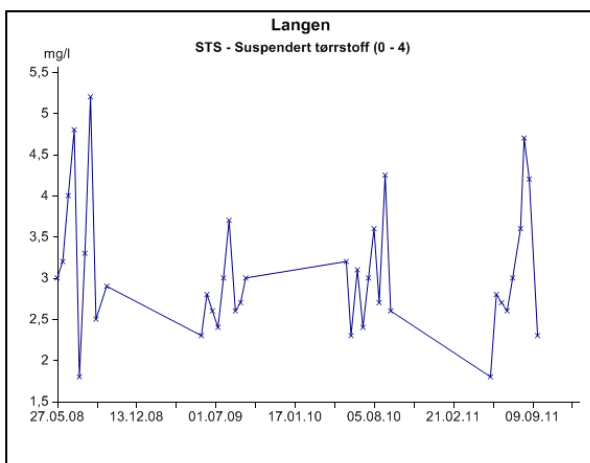
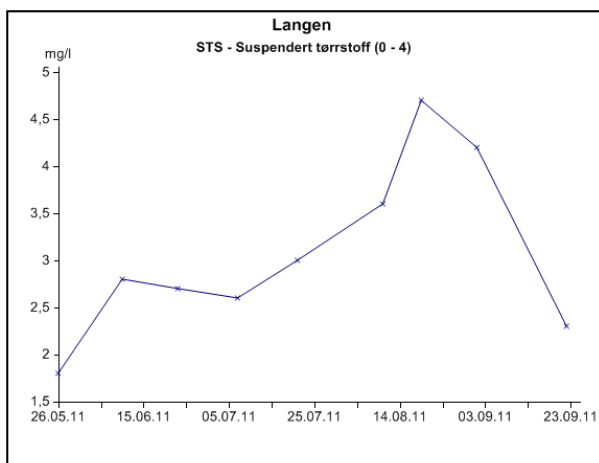
Oksygen- og temperaturforhold i Langen i 2011.

Siktedyp



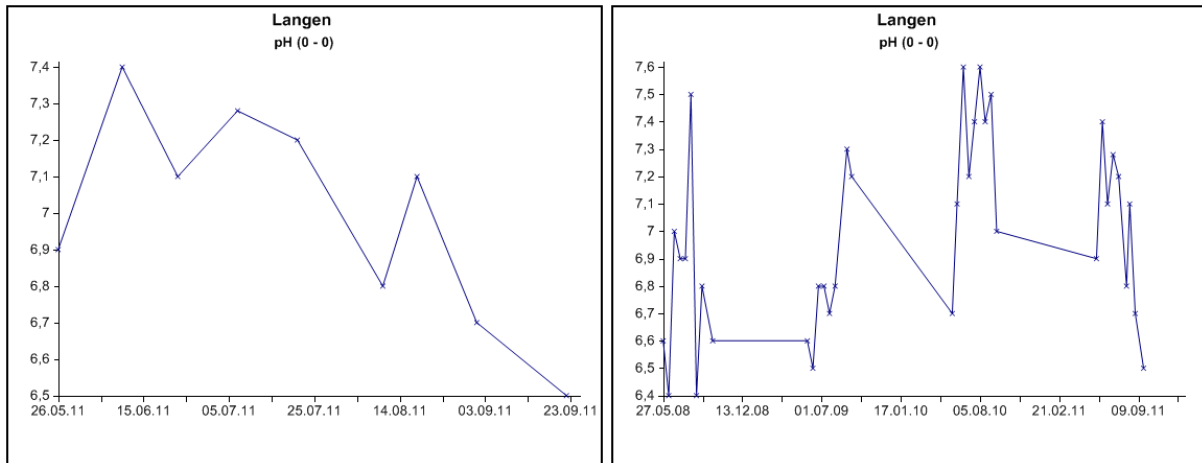
Siktedyp i Langen i 2011/2008-2011.

Suspendert stoff/Gløderest



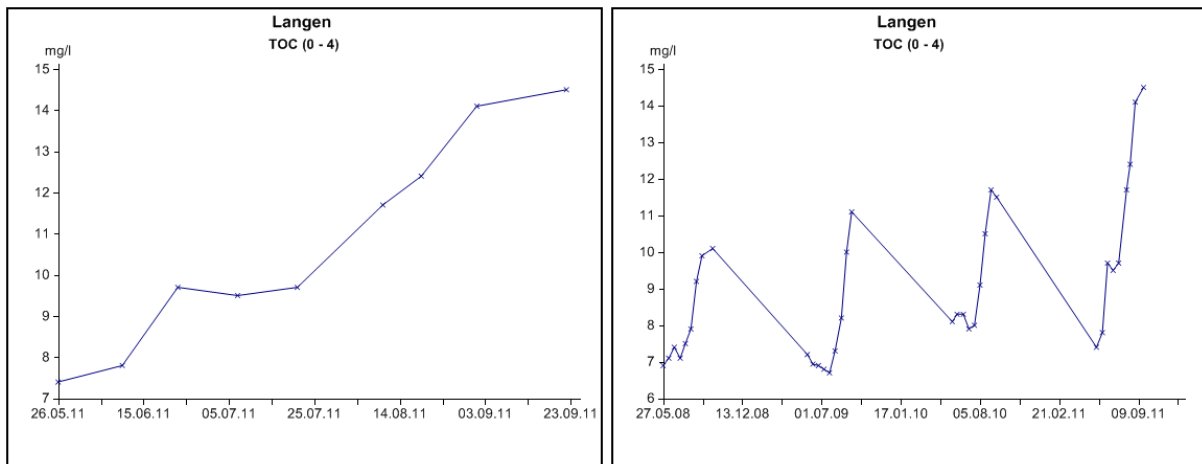
Variasjoner i suspendert tørrstoff (STS) og gløderest (SGR) i Langen i 2011/2008-2011.

pH



pH i Langen i 2011/2008-2011.

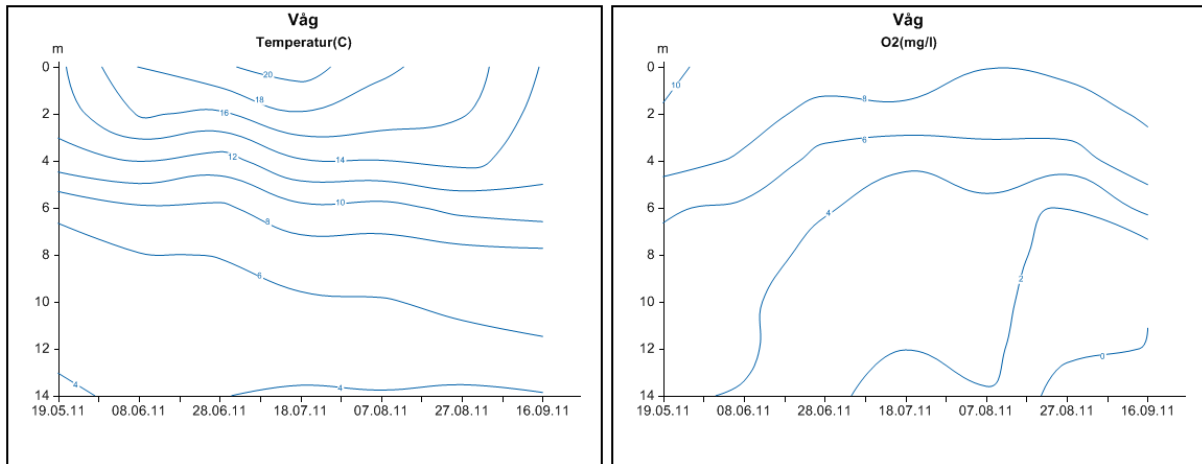
Totalt organisk karbon (TOC)



Variasjoner i totalt organisk karbon i Langen i 2011/2008-2011.

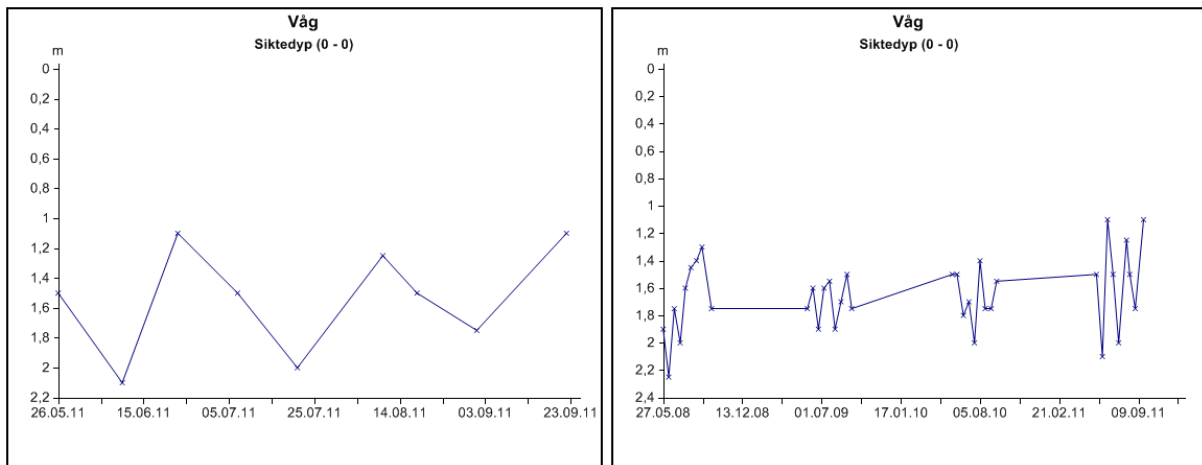
Våg

Temperatur og oksygen



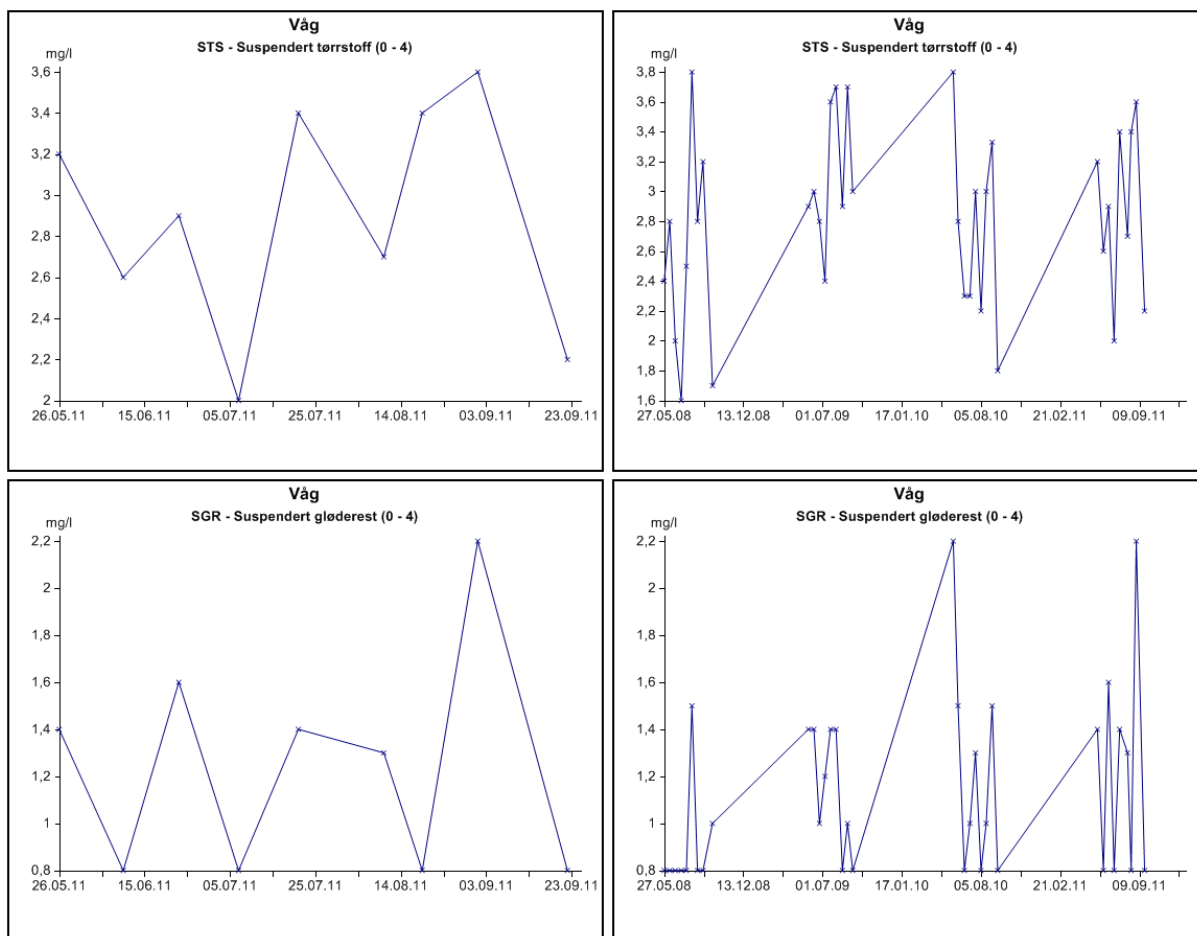
Oksygen- og temperaturforhold i Våg i 2011.

Siktedyp



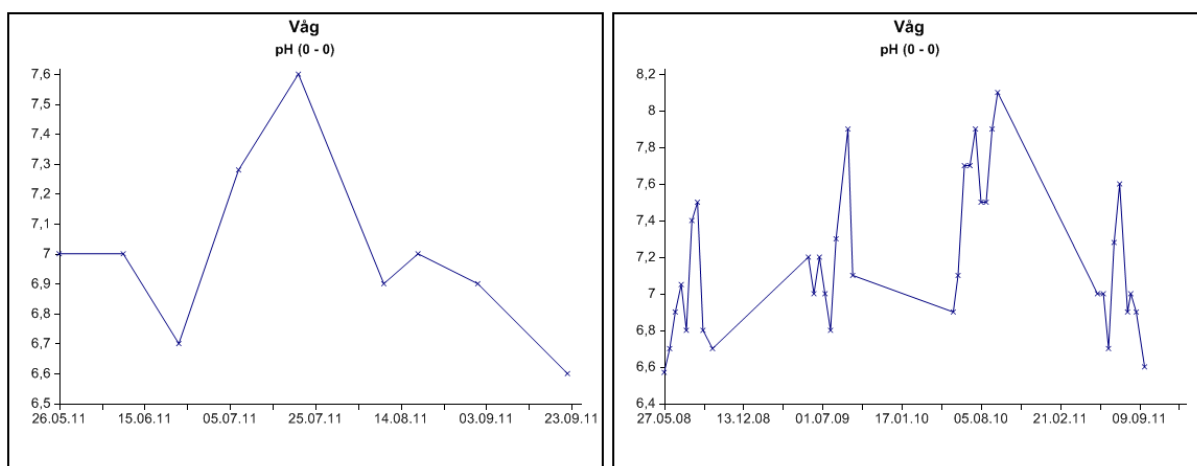
Siktedyp i Våg i 2011/2008-2011.

Suspendert stoff/Gløderest



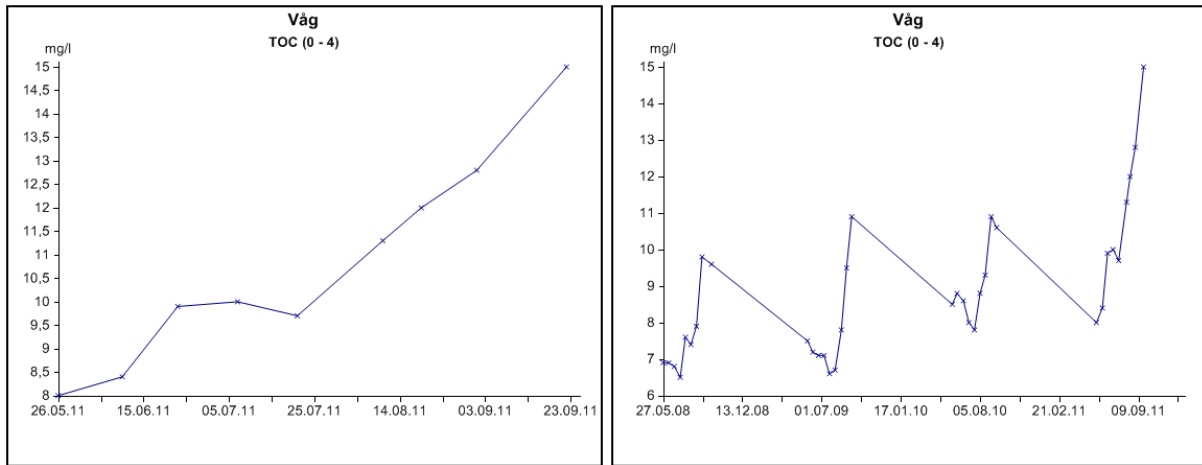
Variasjoner i suspendert tørrstoff (STS) og gløderest (SGR) i Våg i 2011/2008-2011.

pH



pH i Våg i 2011/2008-2011.

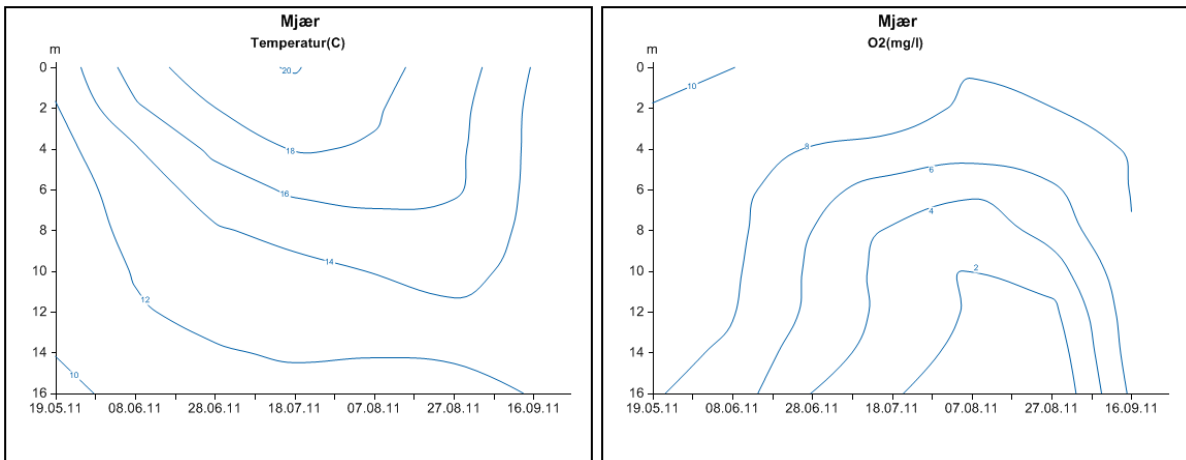
Totalt organisk karbon (TOC)



Variasjoner i totalt organisk karbon i Våg i 2011/2008-2011.

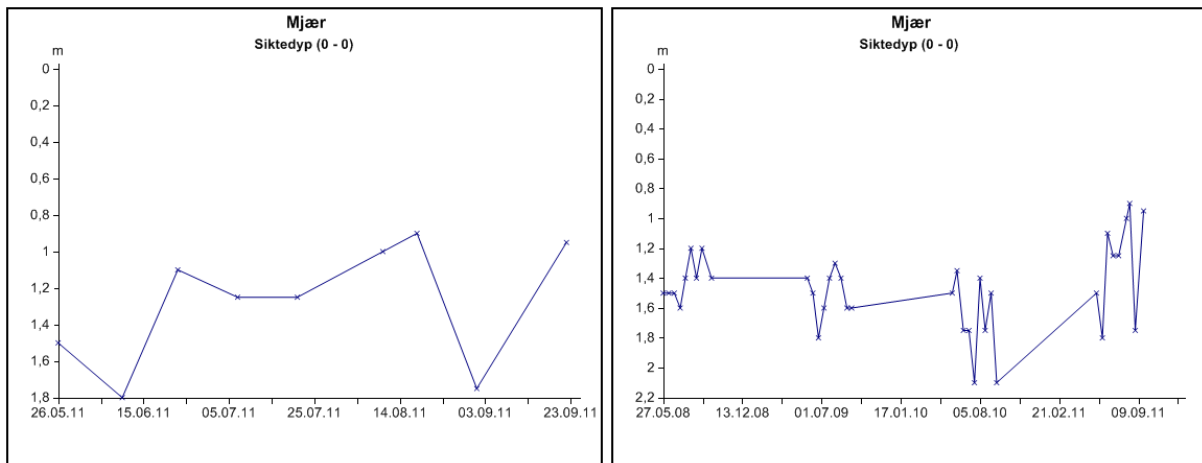
Mjær

Temperatur og oxygen



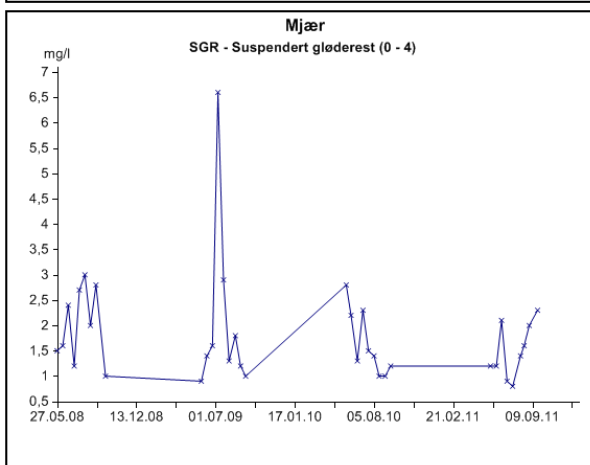
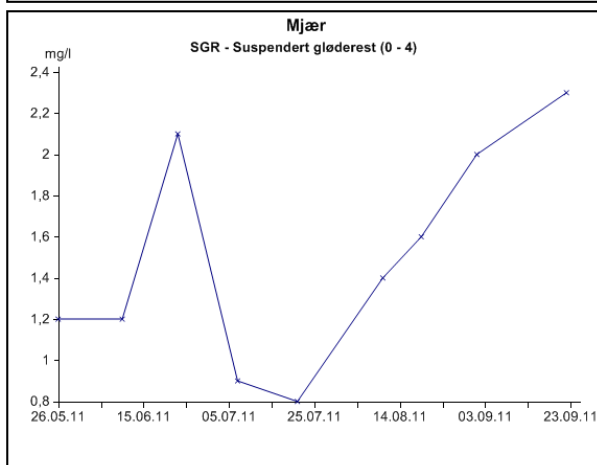
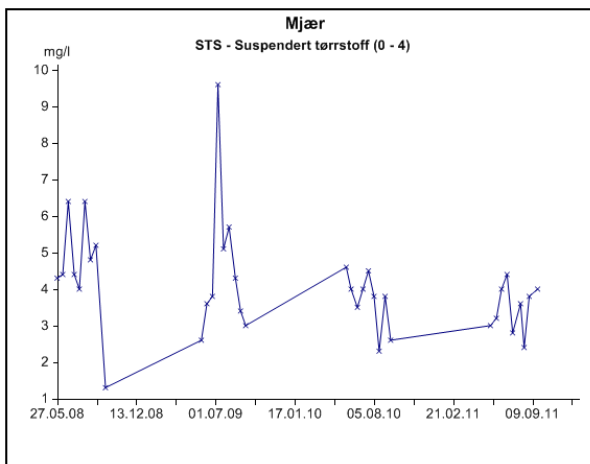
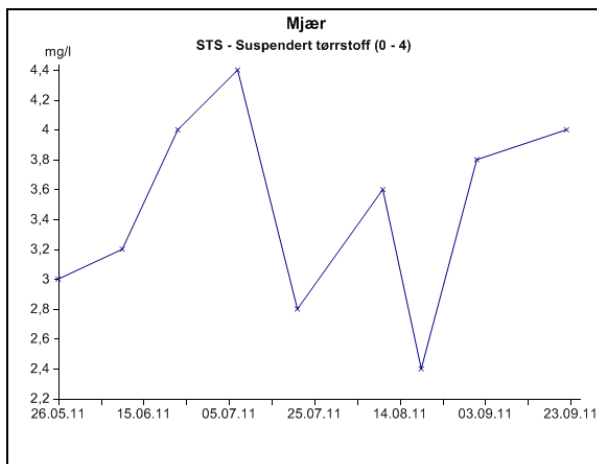
Oksygen- og temperaturforhold i Mjær i 2011

Siktedyp



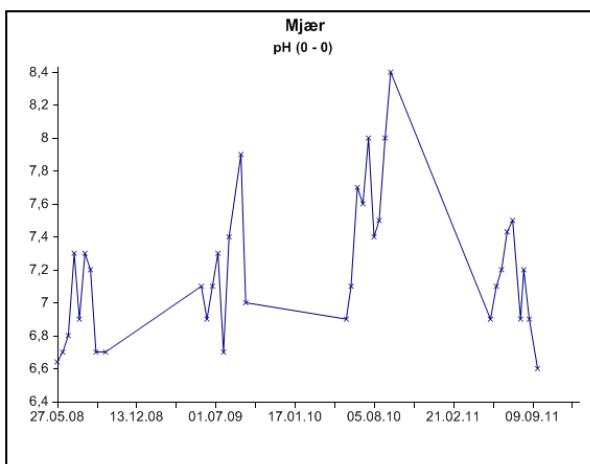
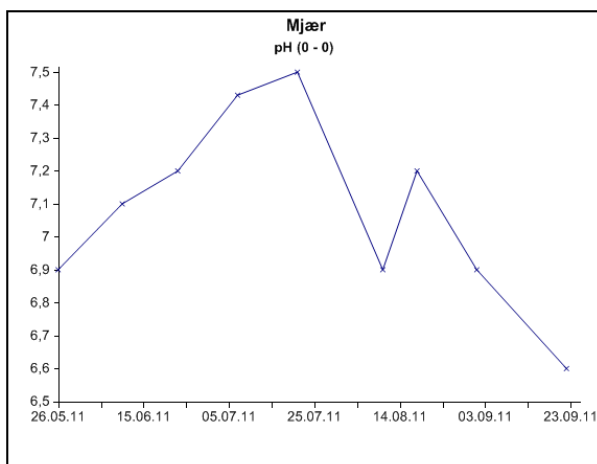
Siktedyp i Mjær i 2011/2008-2011.

Suspendert stoff/Gløderest



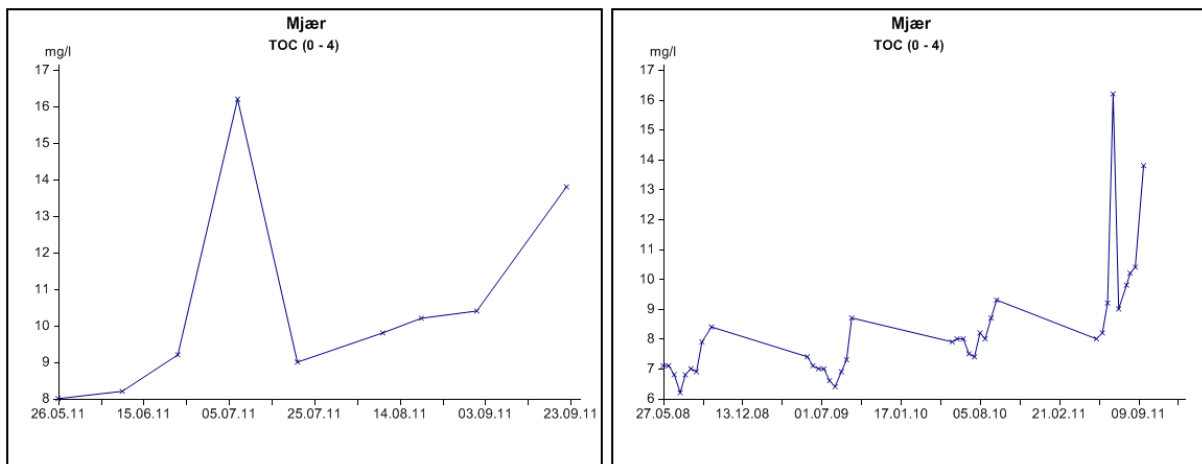
Variasjoner i suspendert tørrstoff (STS) og gløderest (SGR) i Mjær i 2011/2008-2011.

pH



pH i Mjær i 2011/2008-2011.

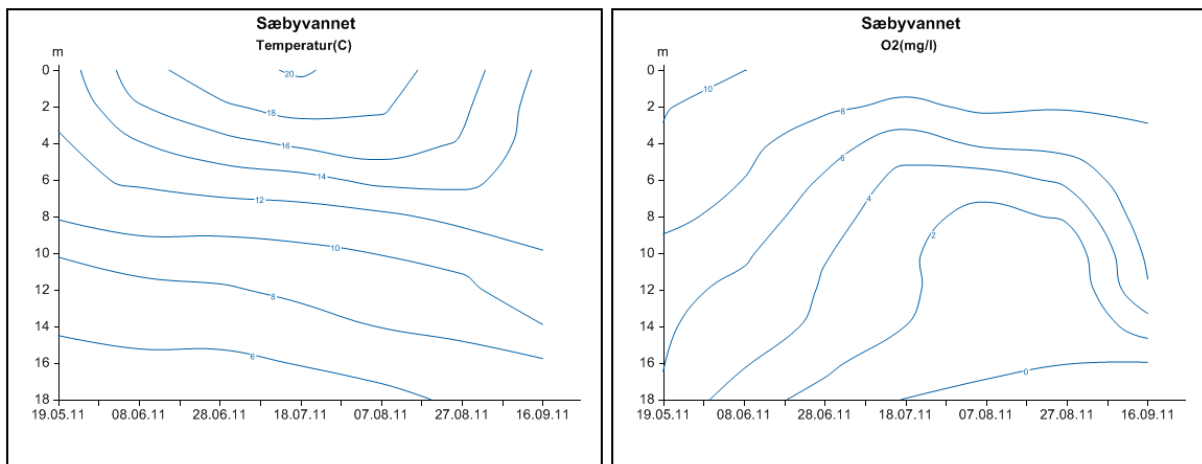
Totalt organisk karbon (TOC)



Variasjoner i totalt organisk karbon i Mjær i 2011/2008-2011.

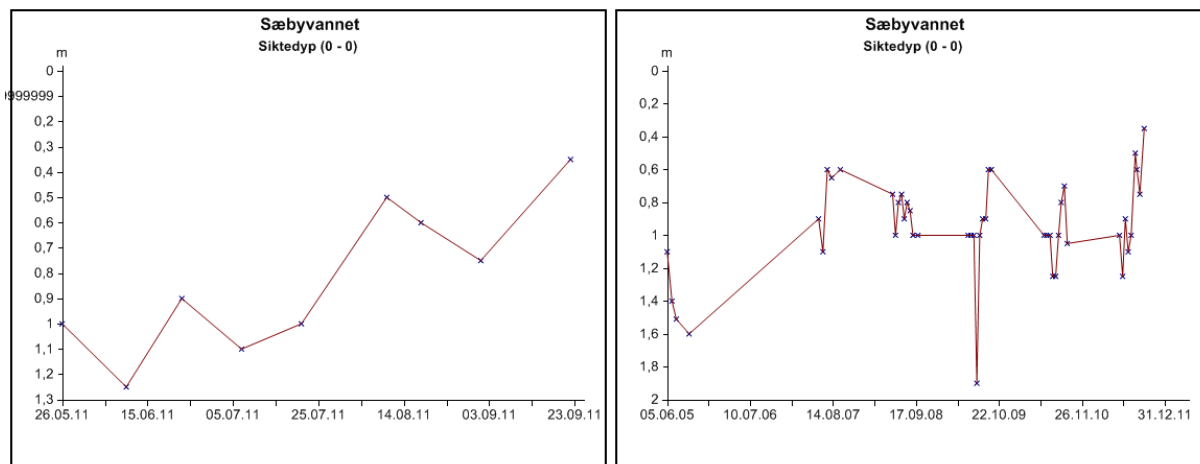
Sæbyvannet

Temperatur og oksygen



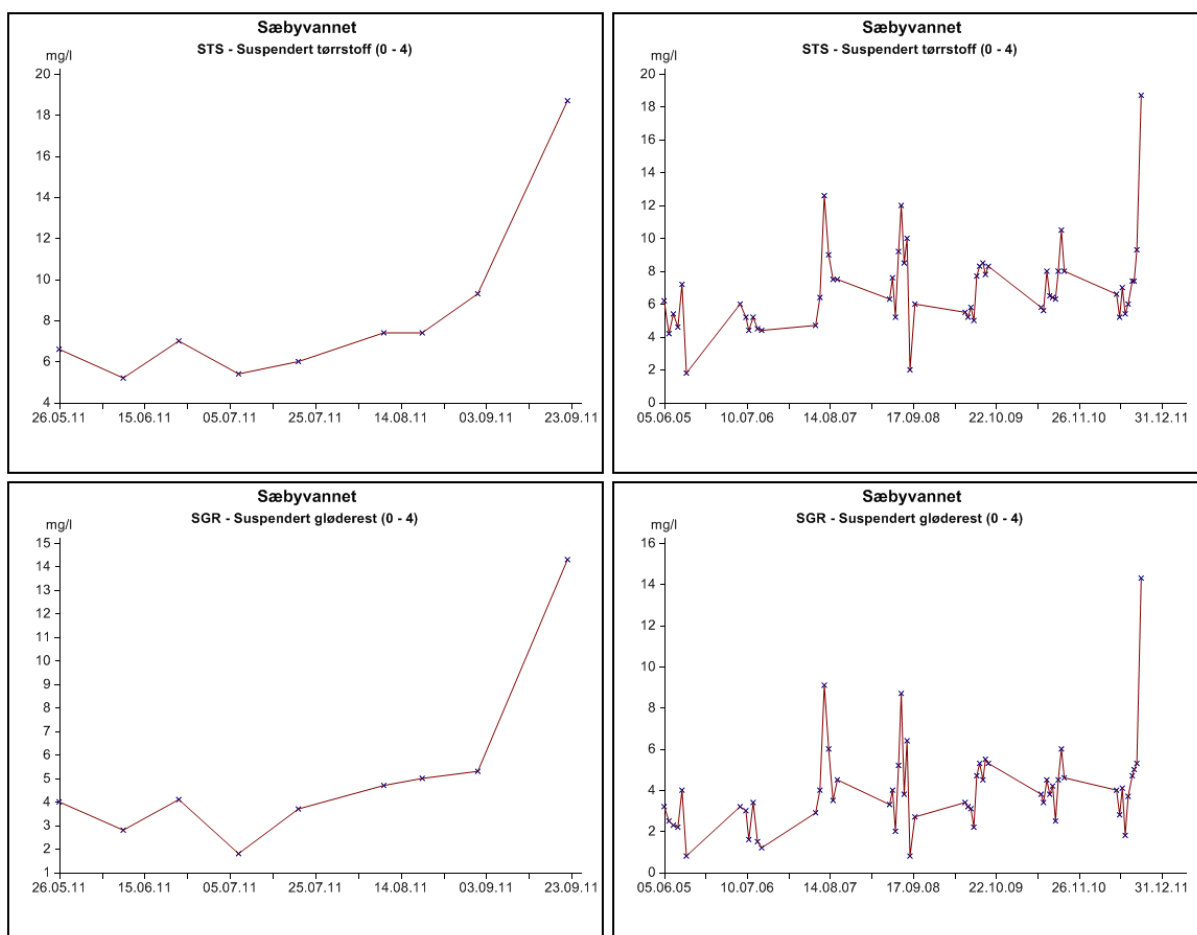
Oksygen- og temperaturforhold i Sæbyvannet i 2011.

Siktedyp



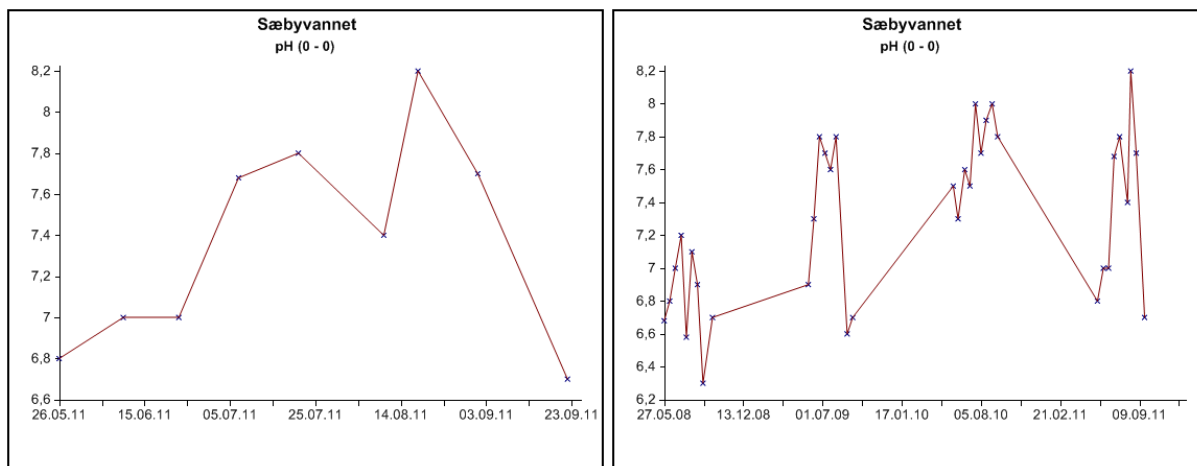
Siktedyp i Sæbyvannet i 2011/2005-2011.

Suspendert stoff/Gløderest



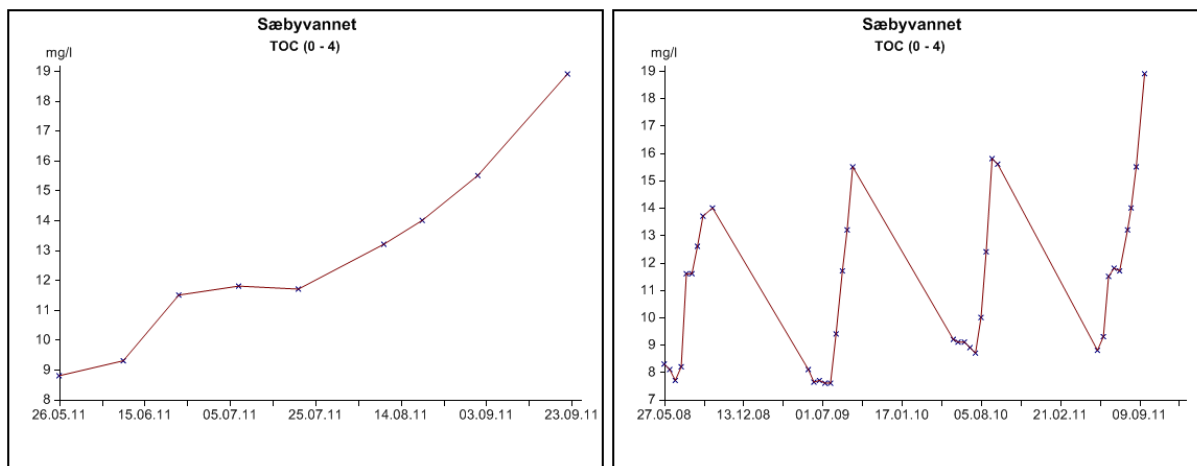
Variasjoner i suspendert tørrstoff (STS) og gløderest (SGR) i Sæbyvannet i 2011/2005-2011.

pH



pH i Sæbyvannet i 2011/2008-2011.

Totalt organisk karbon (TOC)



Variasjoner i totalt organisk karbon i Sæbyvannet i 2011/2008-2011.

Vedlegg 4. Utfyllende informasjon om trendanalyser

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.

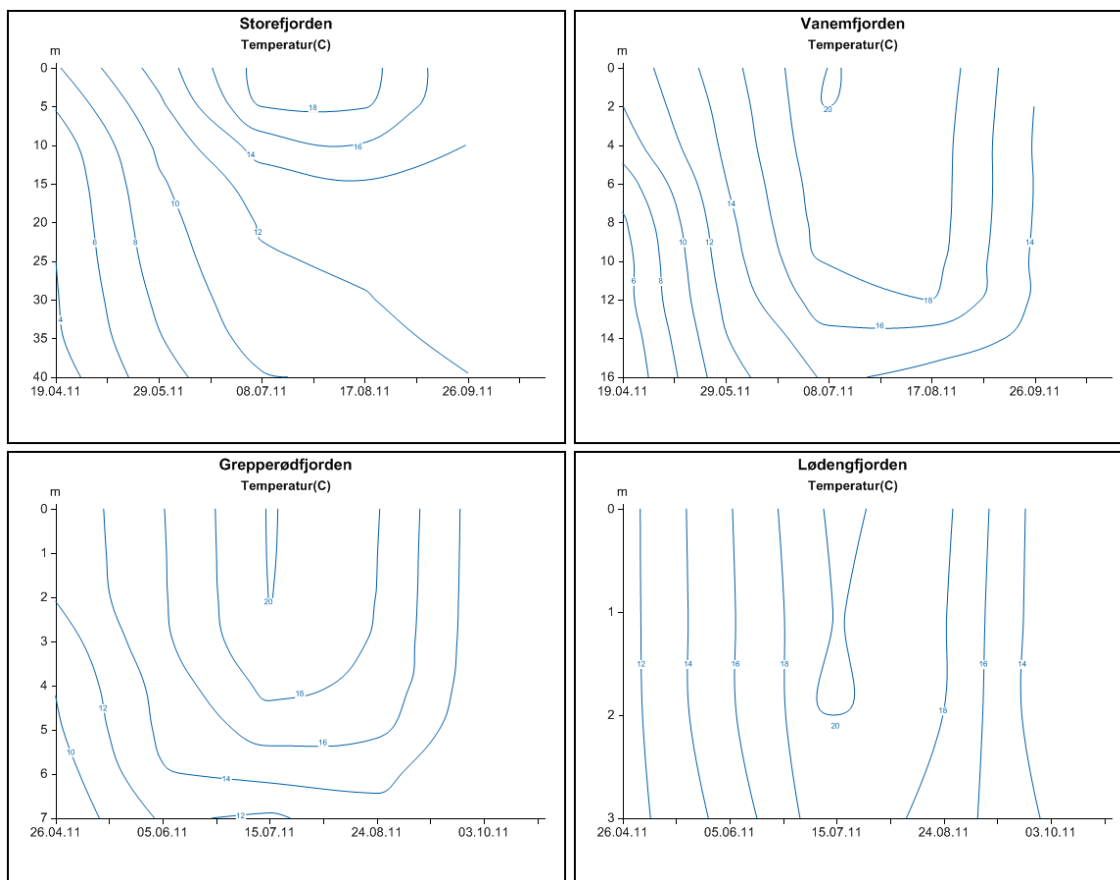
Referanser:

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*.

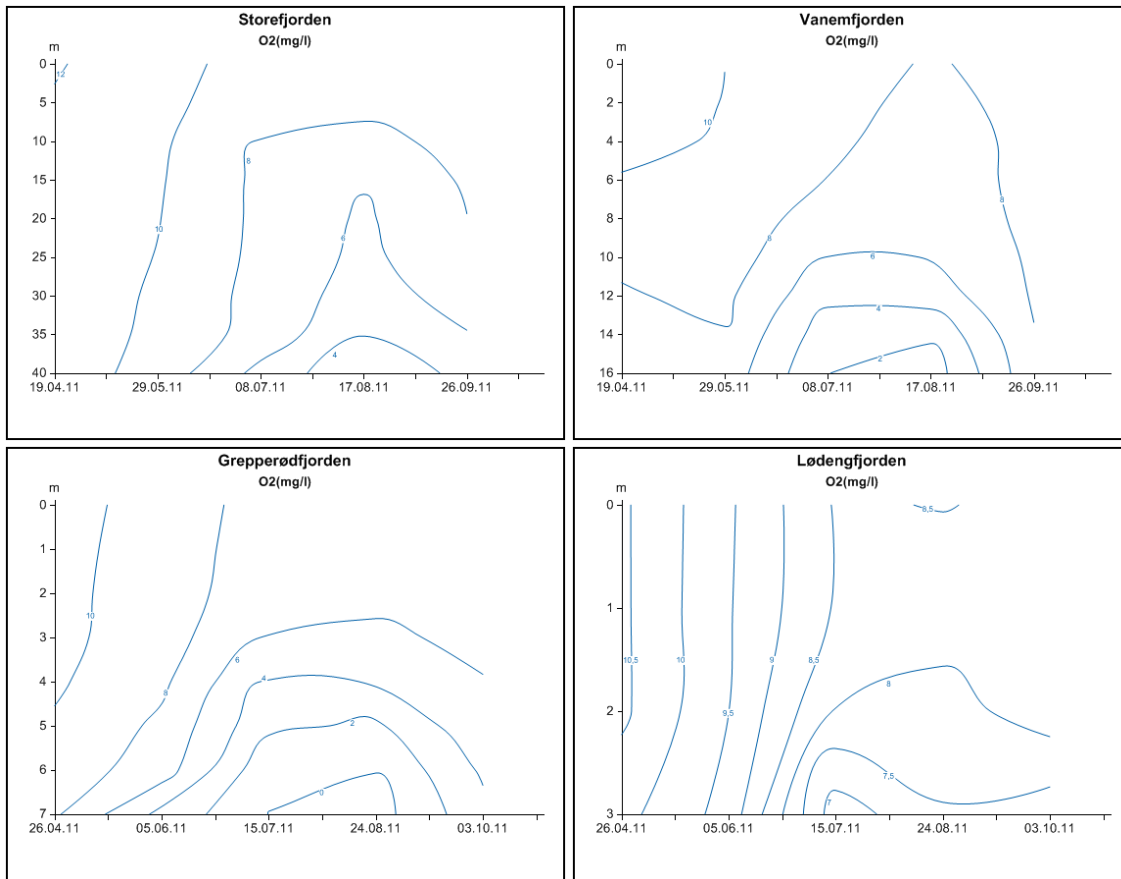
Hirsch, R.M. and Slack, J.R. 1984. A nonparametric trend test for seasonal data with serial dependence: *Water Resources Research* v. 20, p. 727–732.

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.

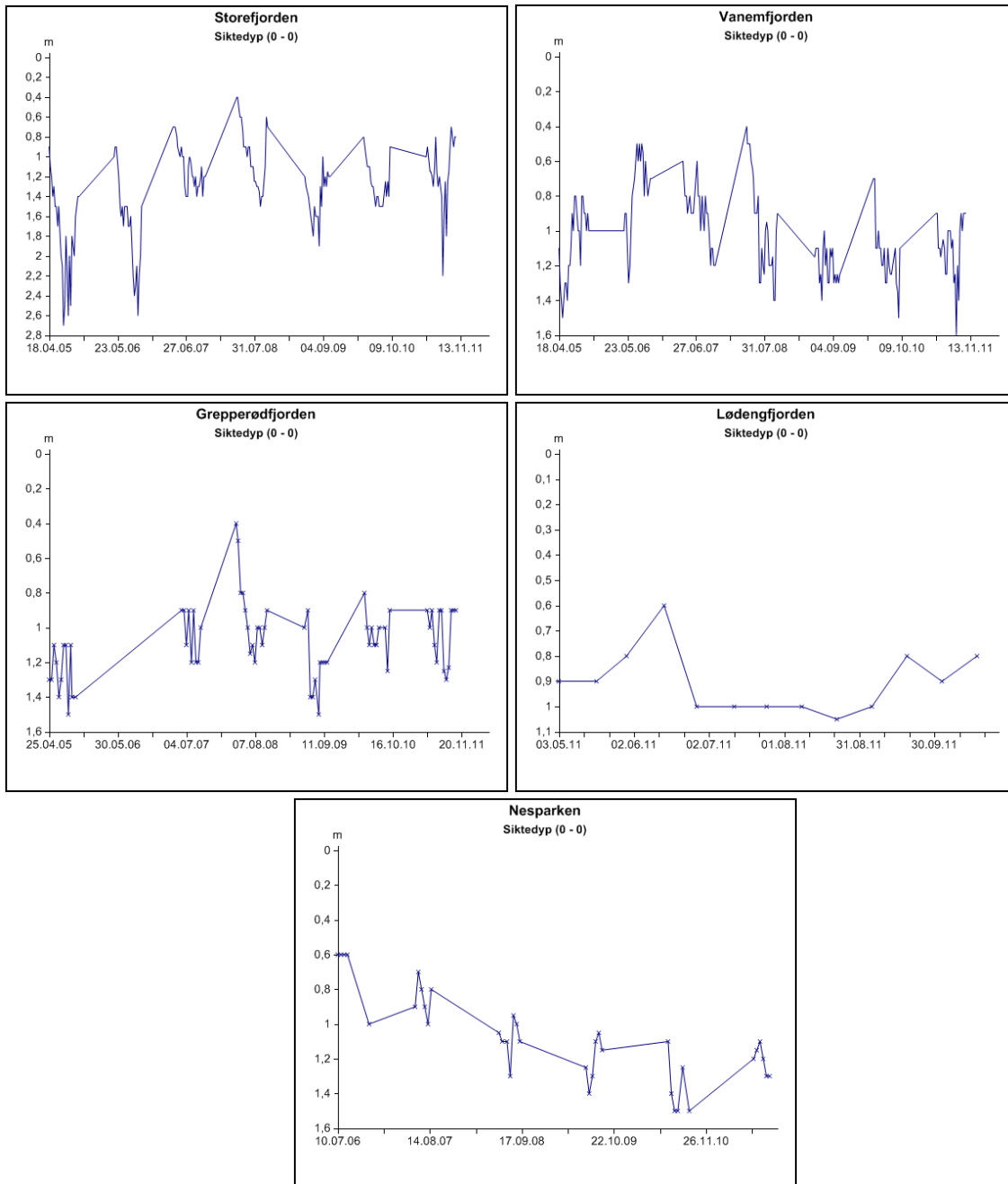
Vedlegg 5. Utfyllende informasjon om Vansjø (Figurer)



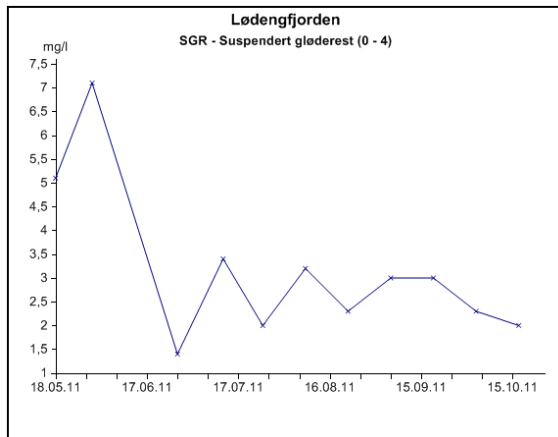
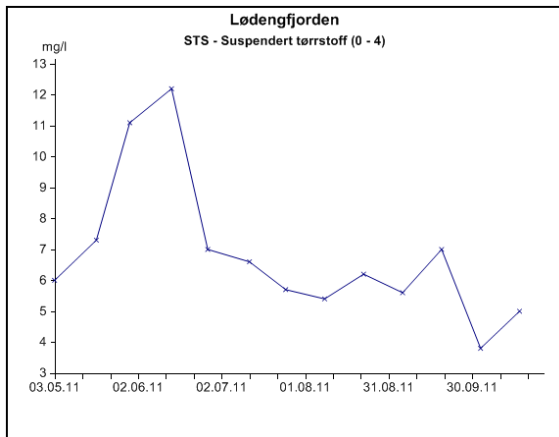
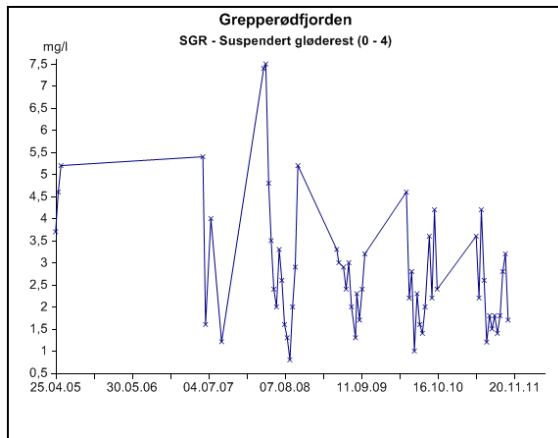
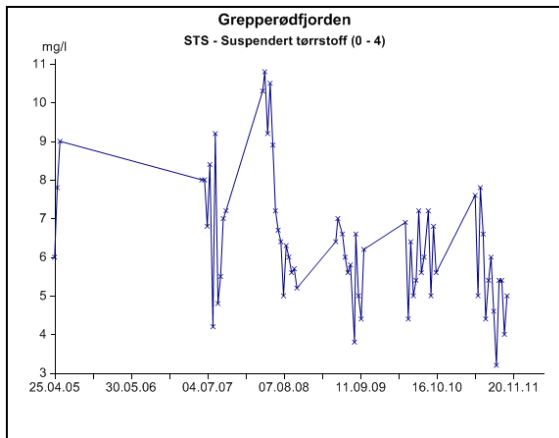
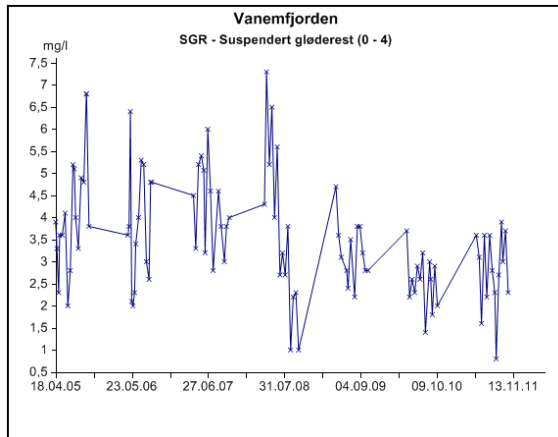
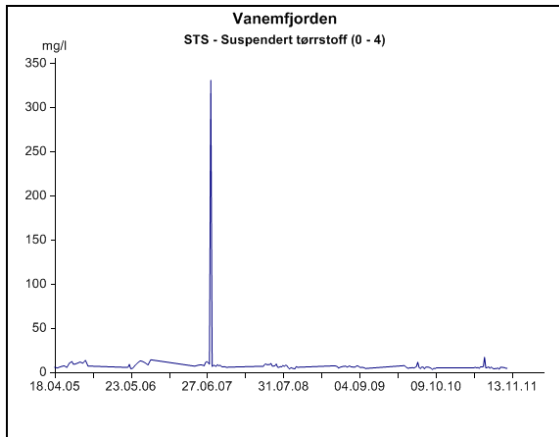
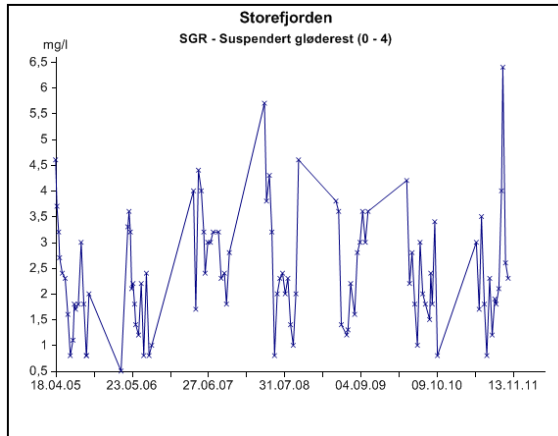
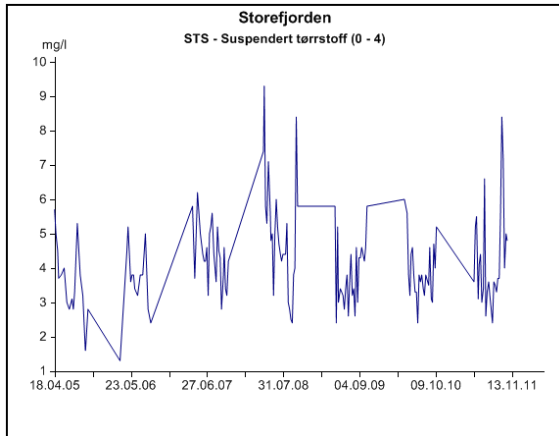
Temperaturforhold i Vansjø 2011.

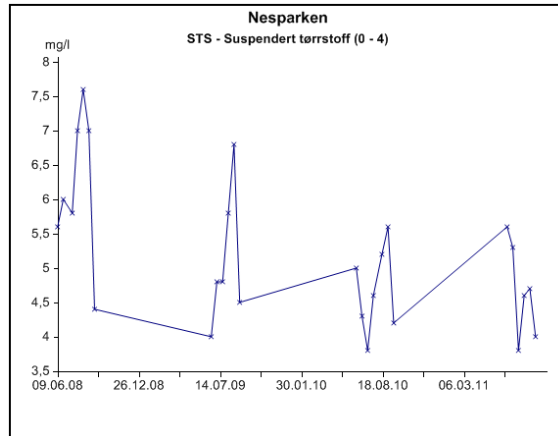


Oksygenforhold i Vansjø 2011.

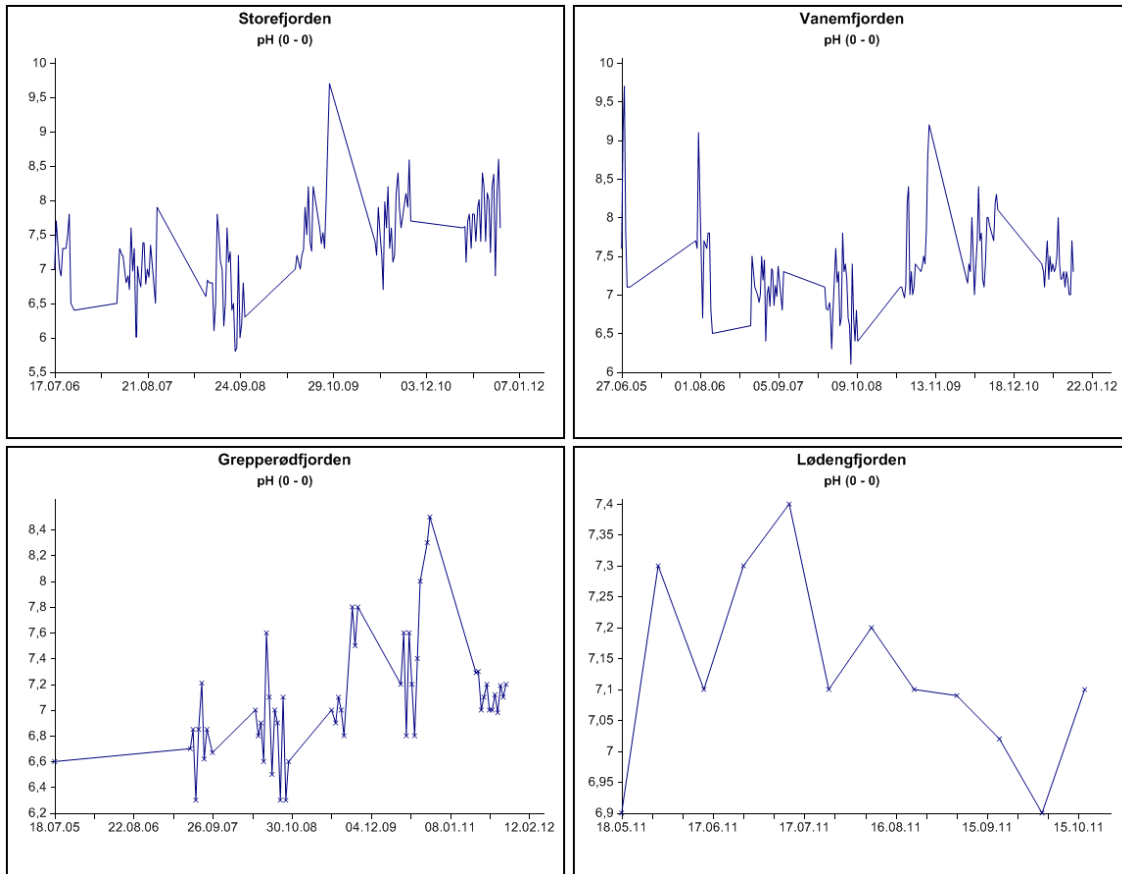


Siktedyp i Vansjø 2005-2011.

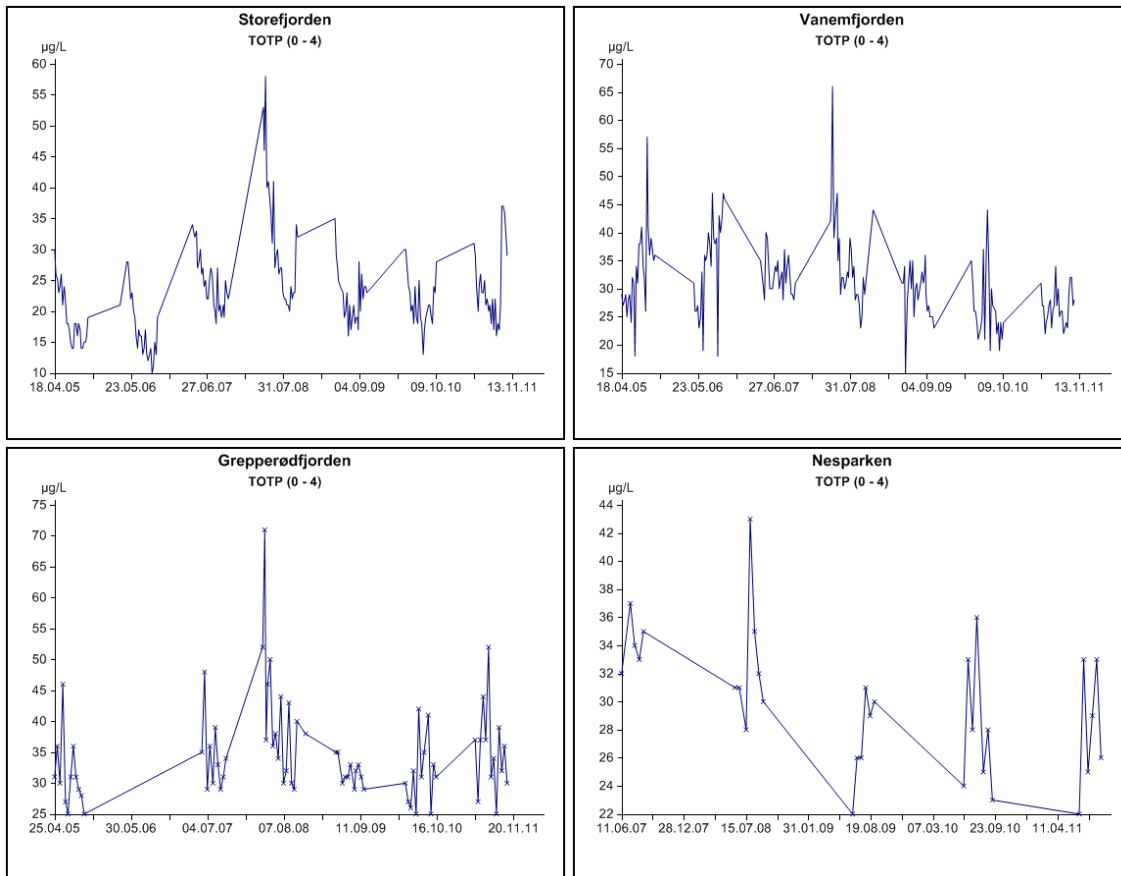




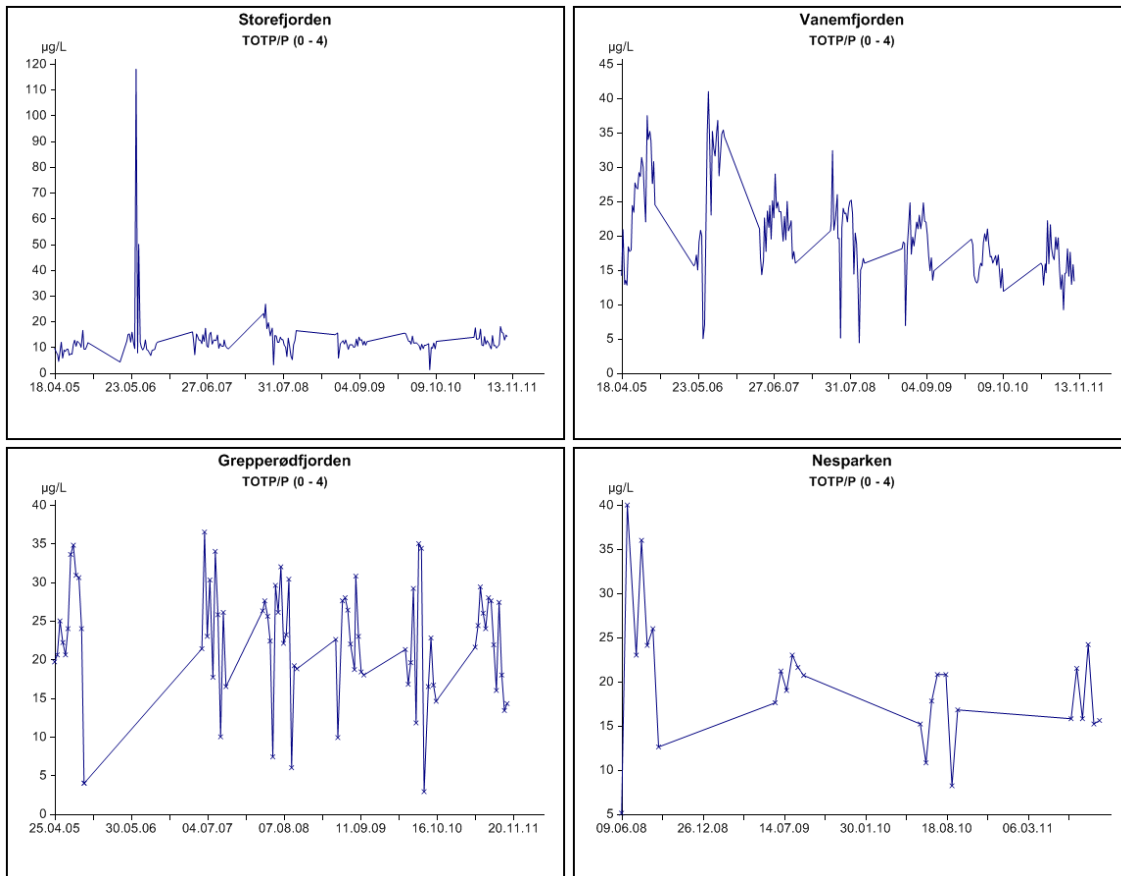
Variasjoner i suspendert tørrstoff (STS) og gløderest (SGR) i Vansjø 2005-2011.



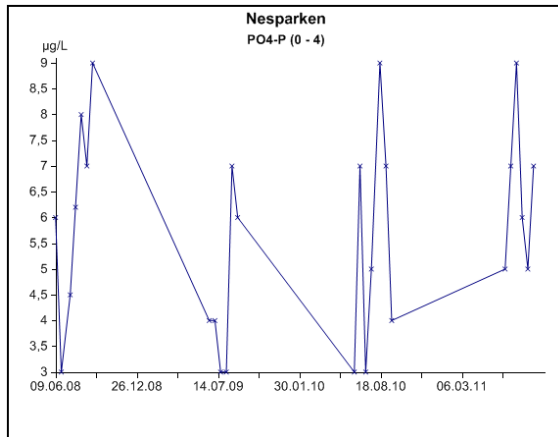
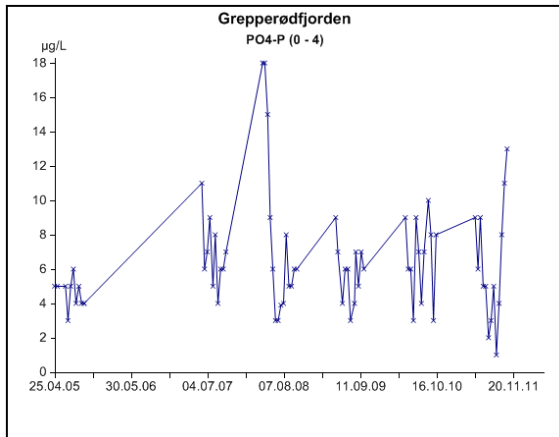
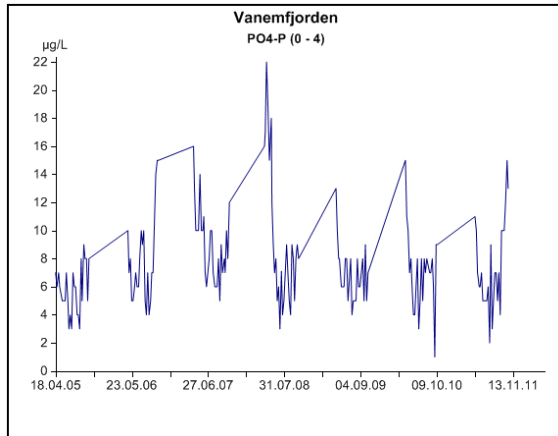
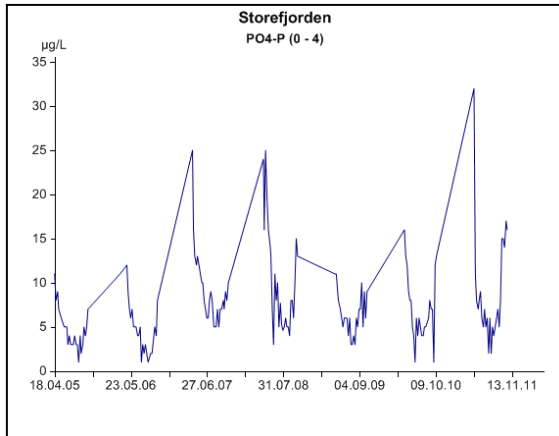
Variasjoner i pH i Vansjø 2005-2011.



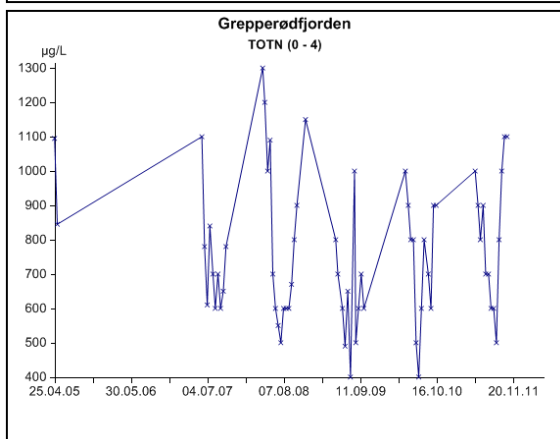
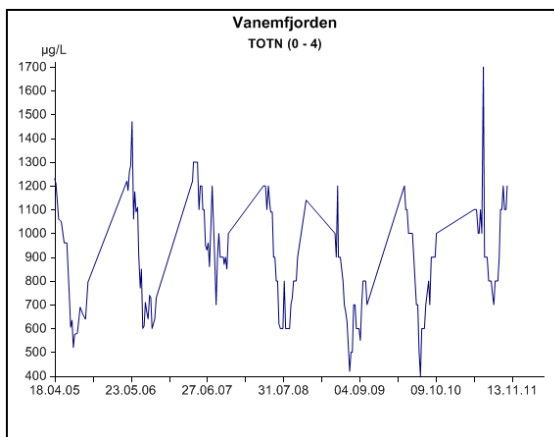
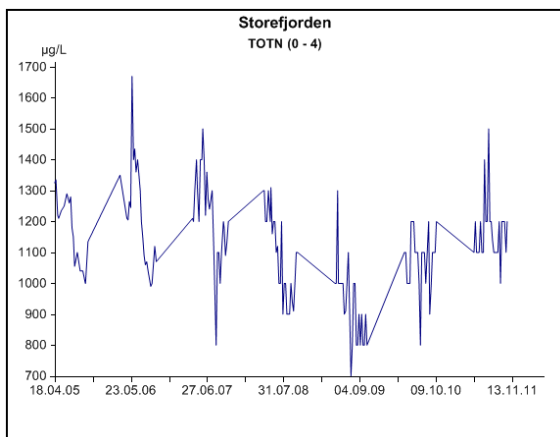
Variasjoner i totalfosfor i Vansjø 2005-2011.



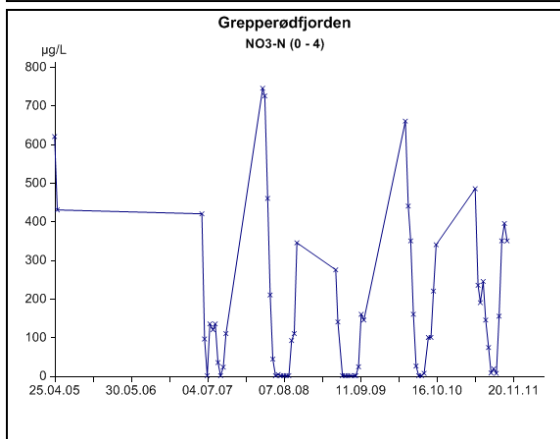
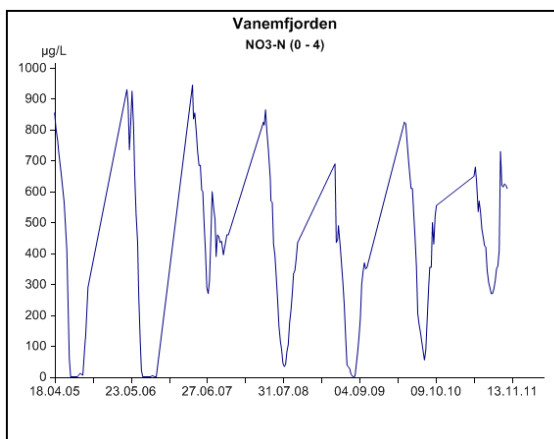
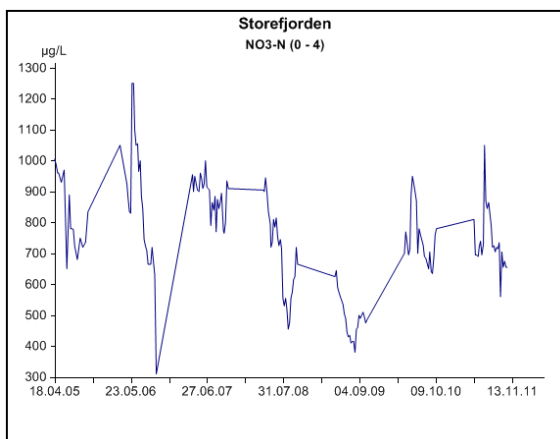
Variasjoner i partikkelbundet fosfor (TOTP/P) i Vansjø 2005-2011.



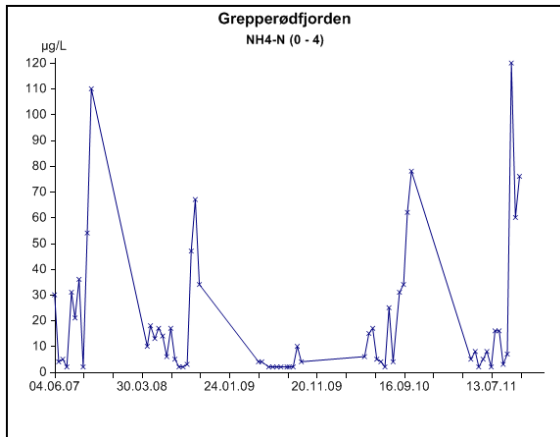
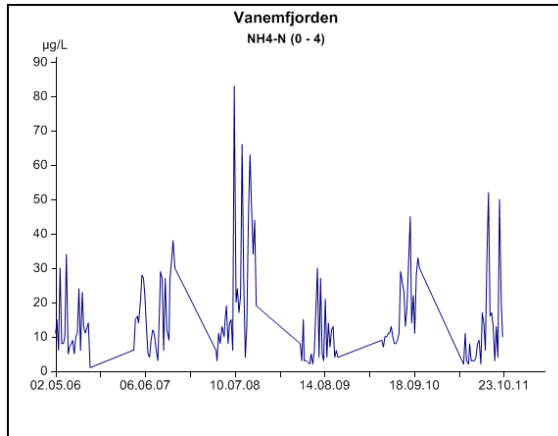
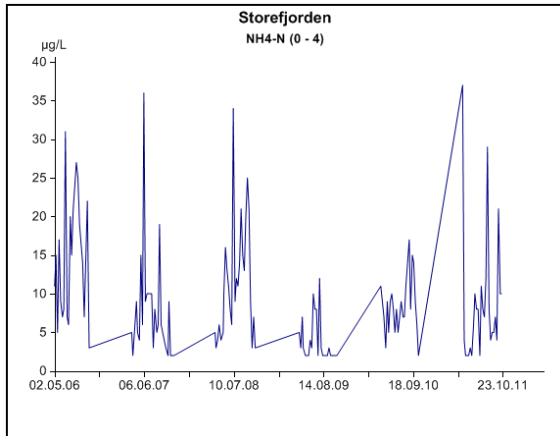
Variasjoner i Orto-fosfat i Vansjø 2005-2011.



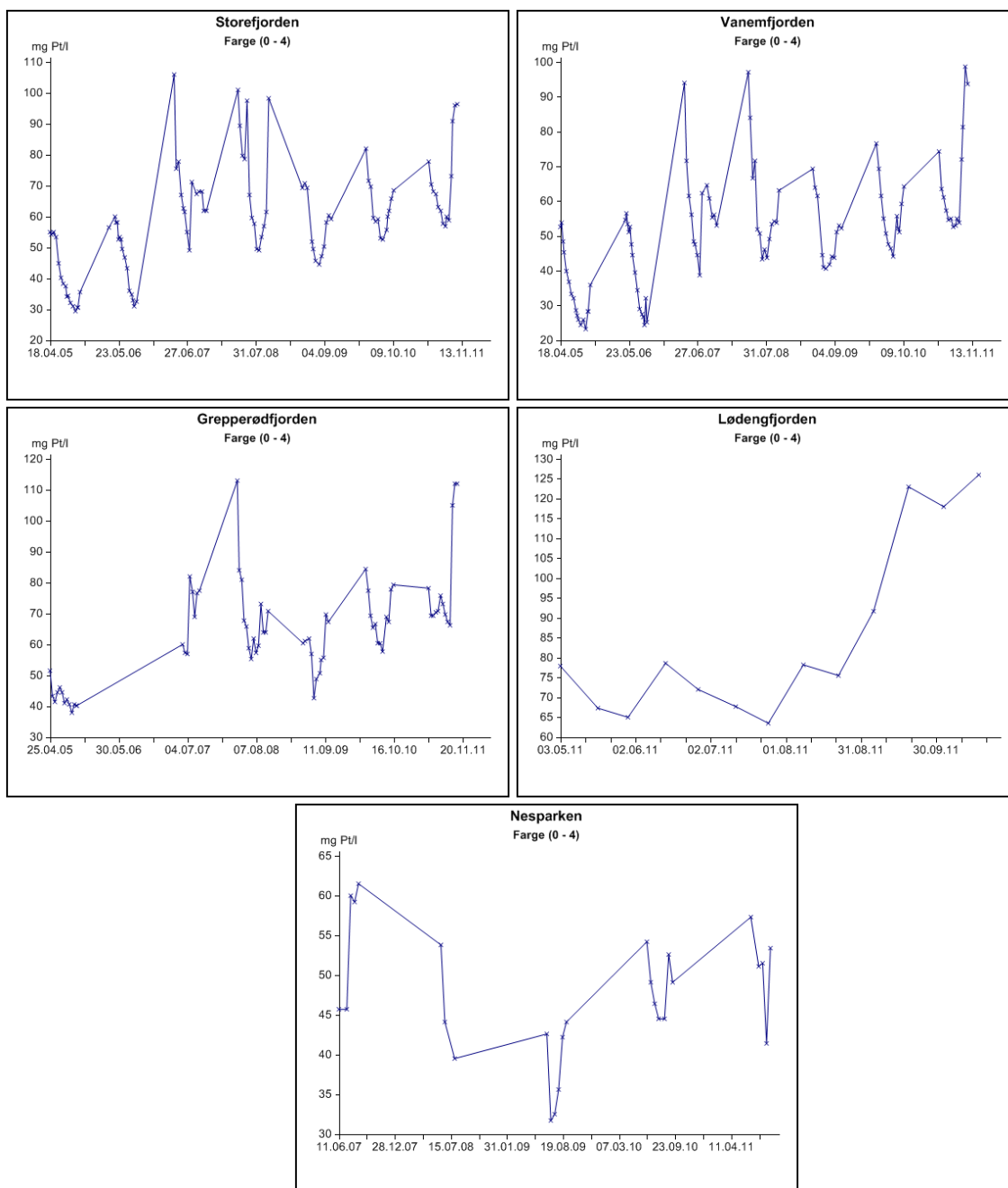
Variasjoner i total nitrogen i Vansjø
2005-2011.



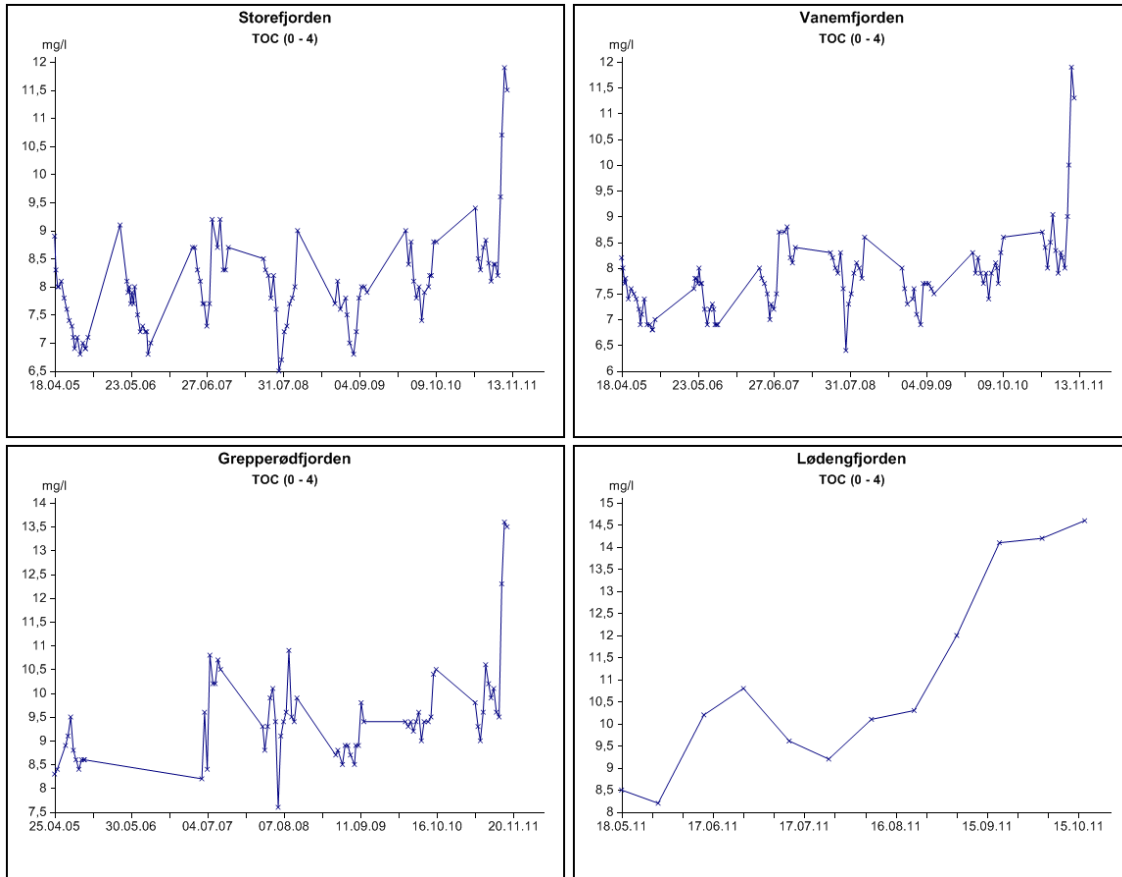
Variasjoner i nitrat konsentrasjon i
Vansjø 2005-2011.



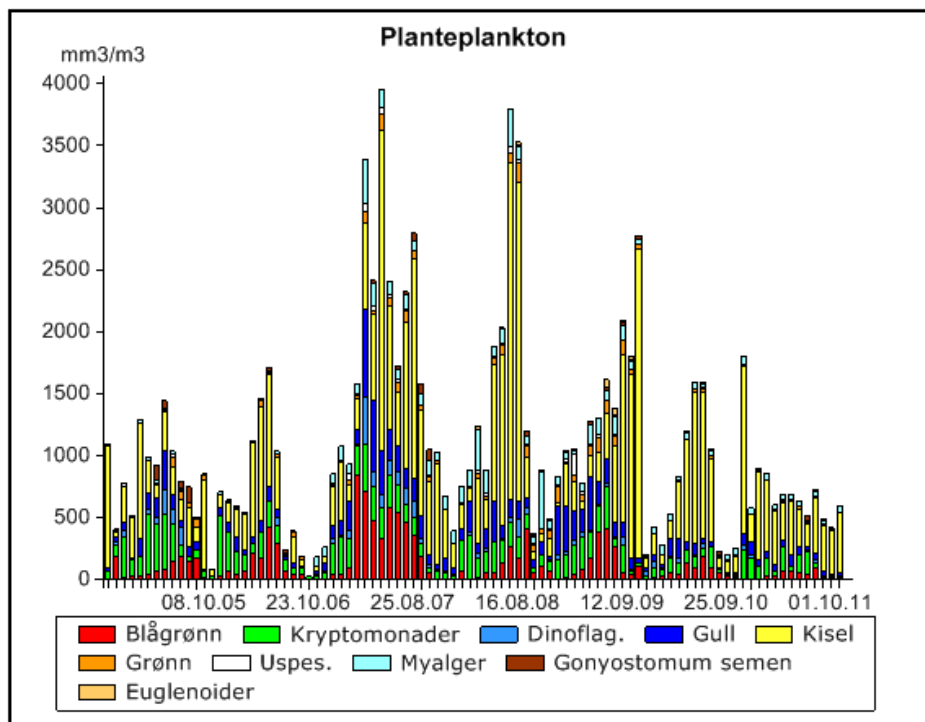
Variasjoner i ammonium
konsentrasjon i Vansjø 2006-2011.



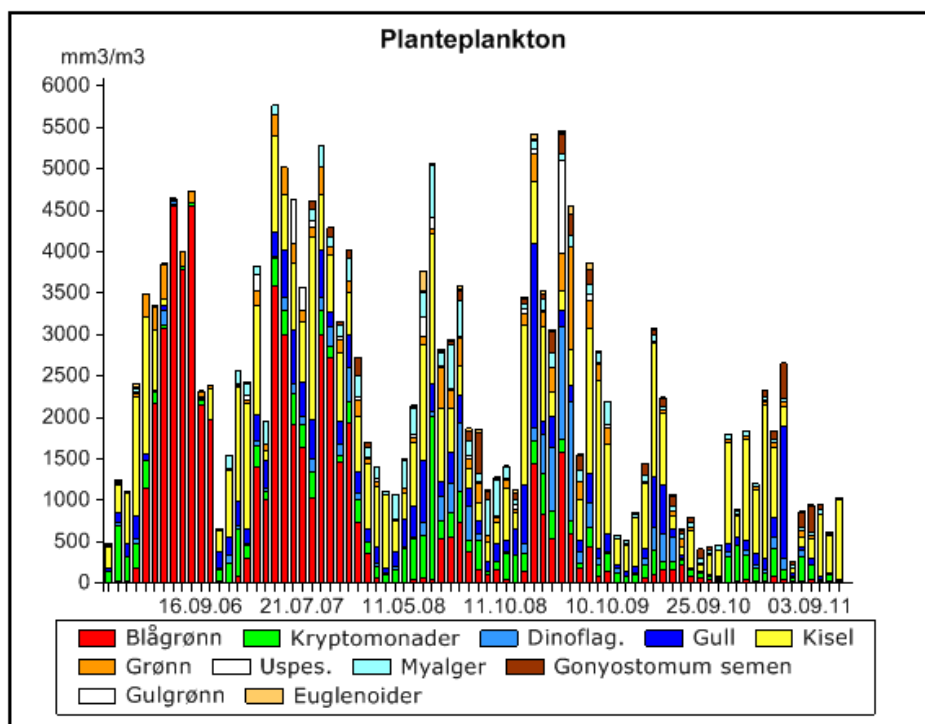
Variasjoner i farge i Vansjø 2005-2011.



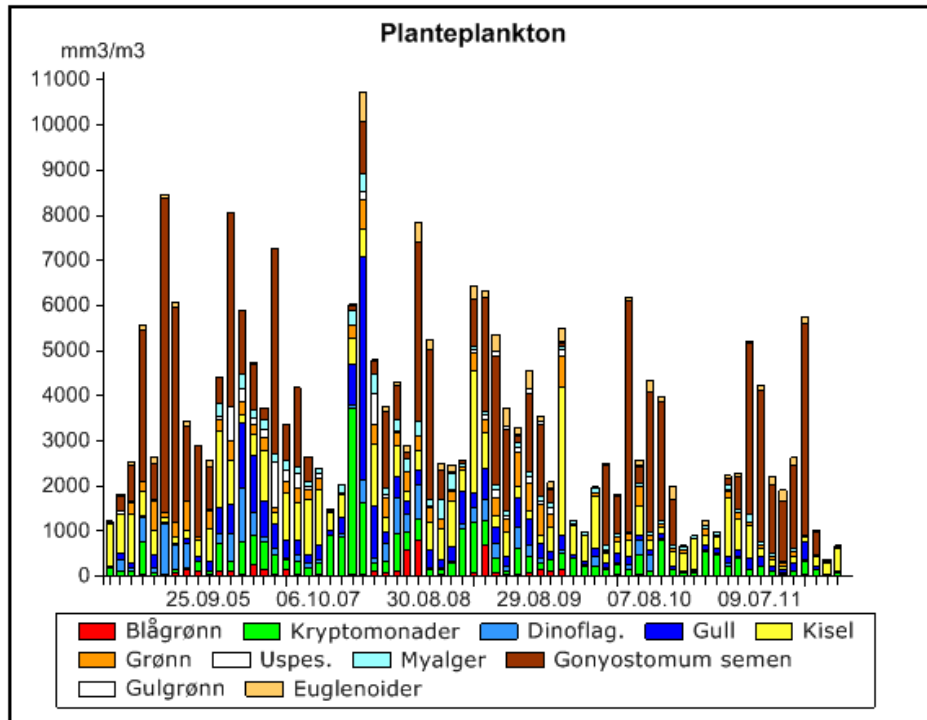
Variasjoner i totalt organisk karbon i Vansjø i 2005-2011.



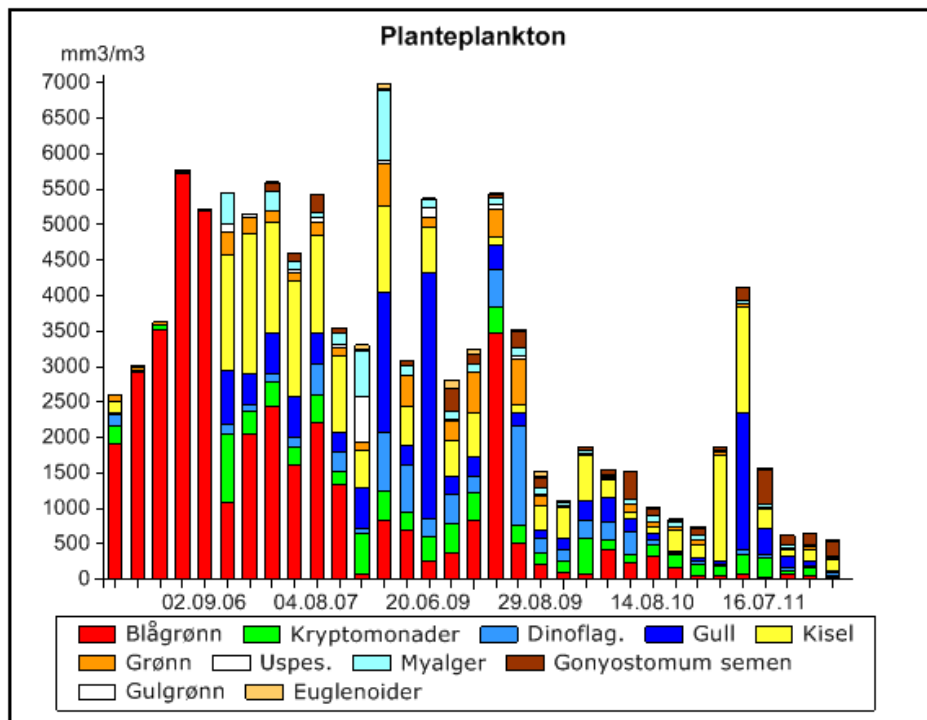
Variasjon i planteplanktonets mengde- og sammensetning i Storefjorden i 2005-2011.



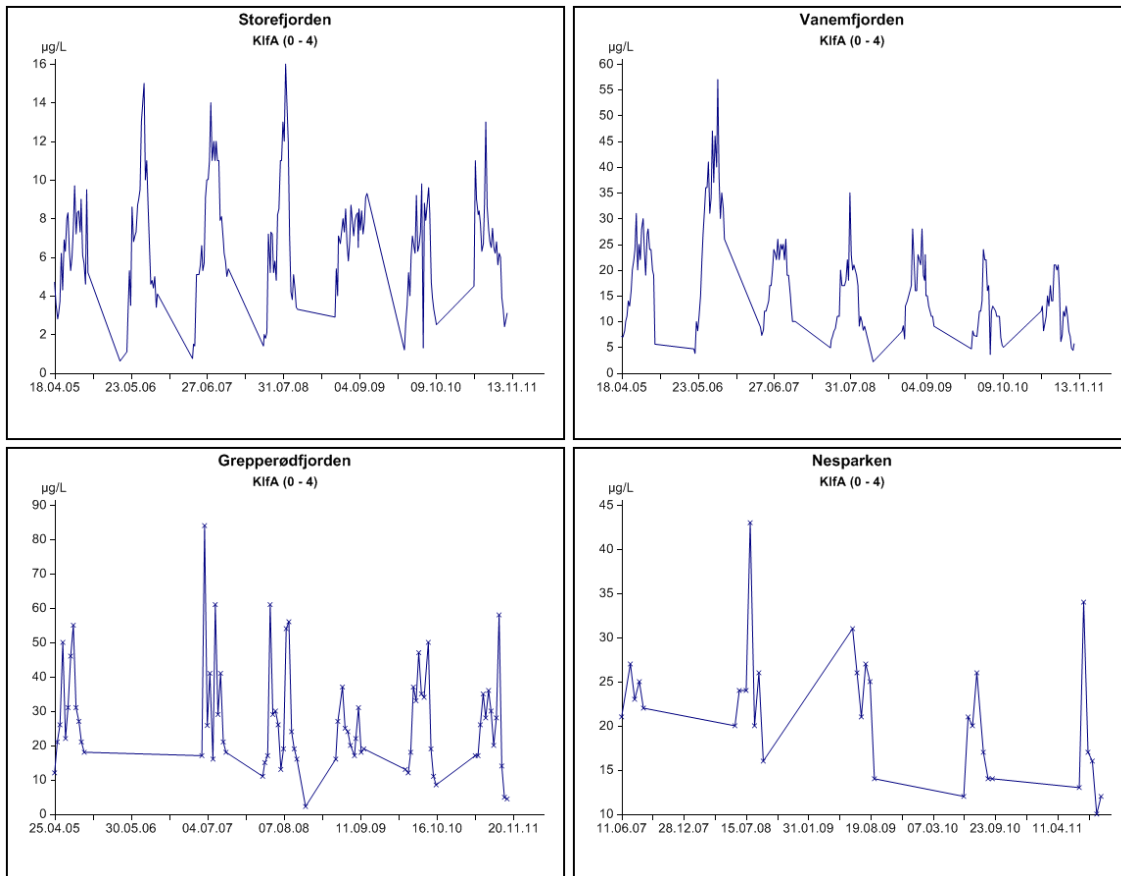
Variasjon i planteplanktonets mengde- og sammensetning i Vanemfjorden i 2006-2011.



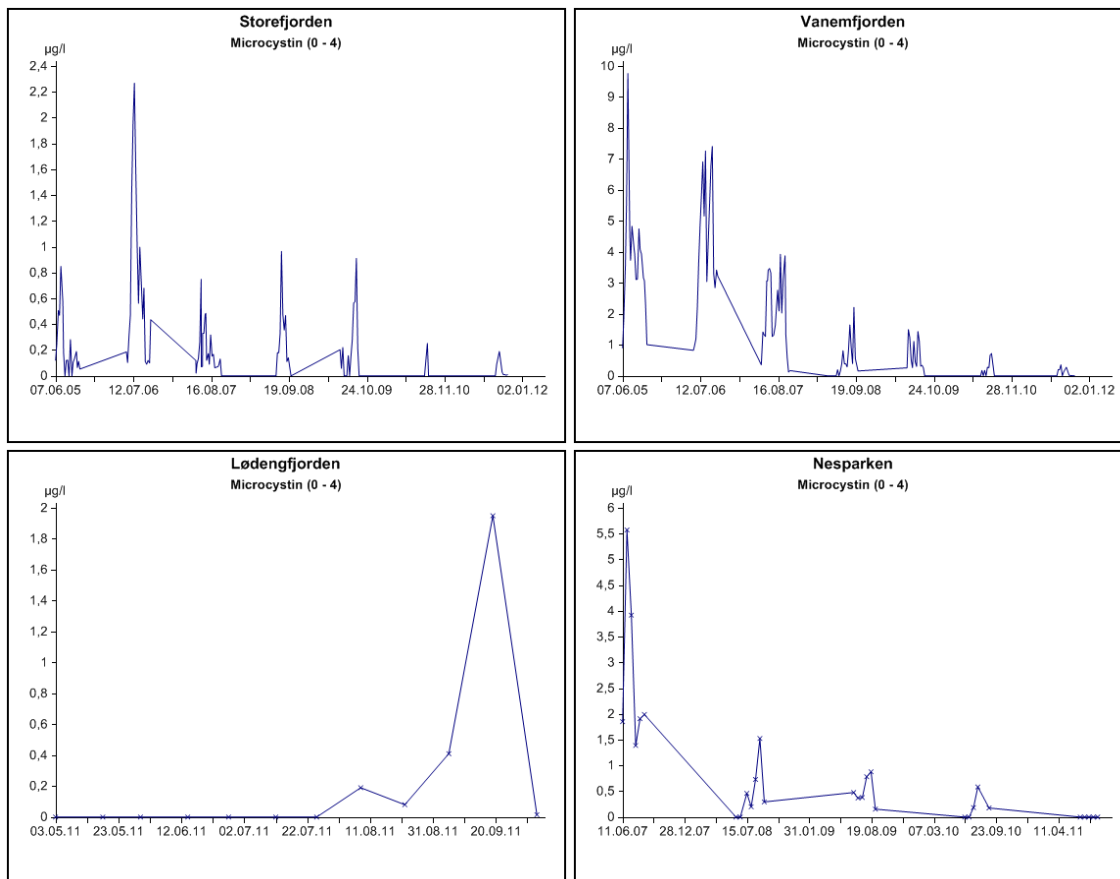
Variasjon i planteplanktonets mengde- og sammensetning i Grepperødfjorden i 2005-2011.



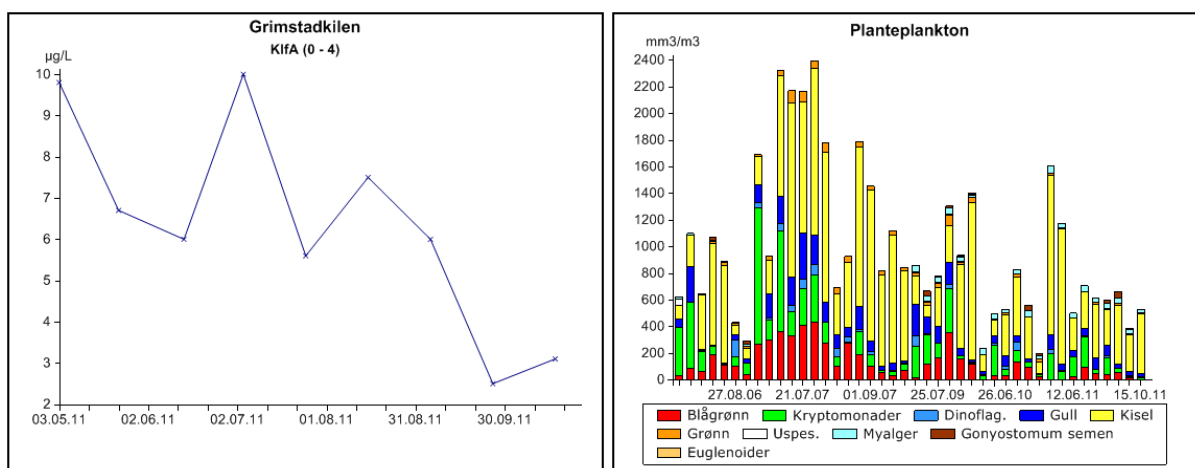
Variasjon i planteplanktonets mengde- og sammensetning i Nesparken i 2006-2011.



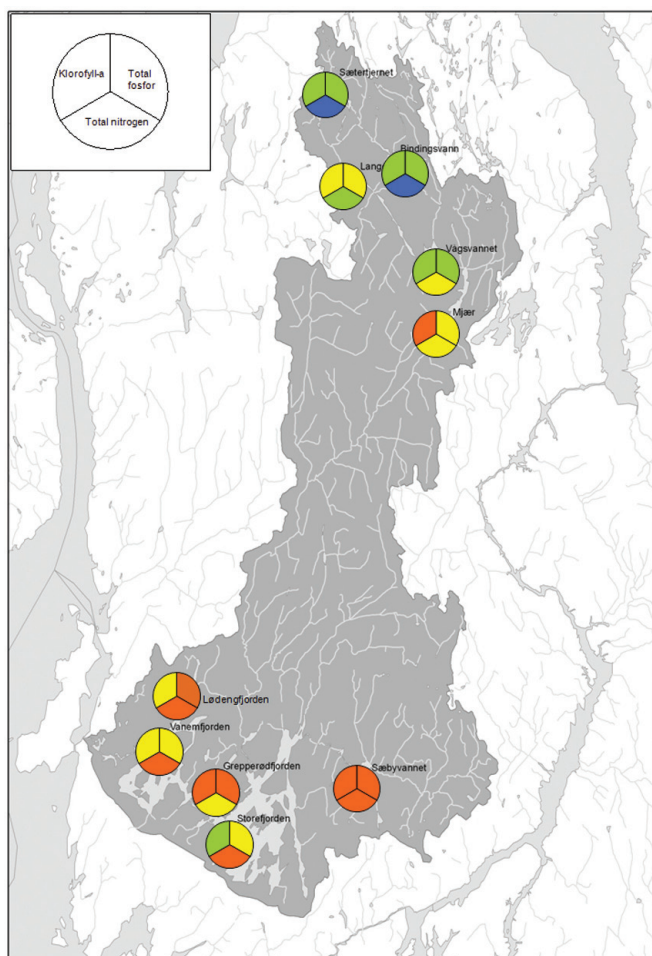
Variasjoner i klorofyllkonsentrasjonen i 2005-2011.



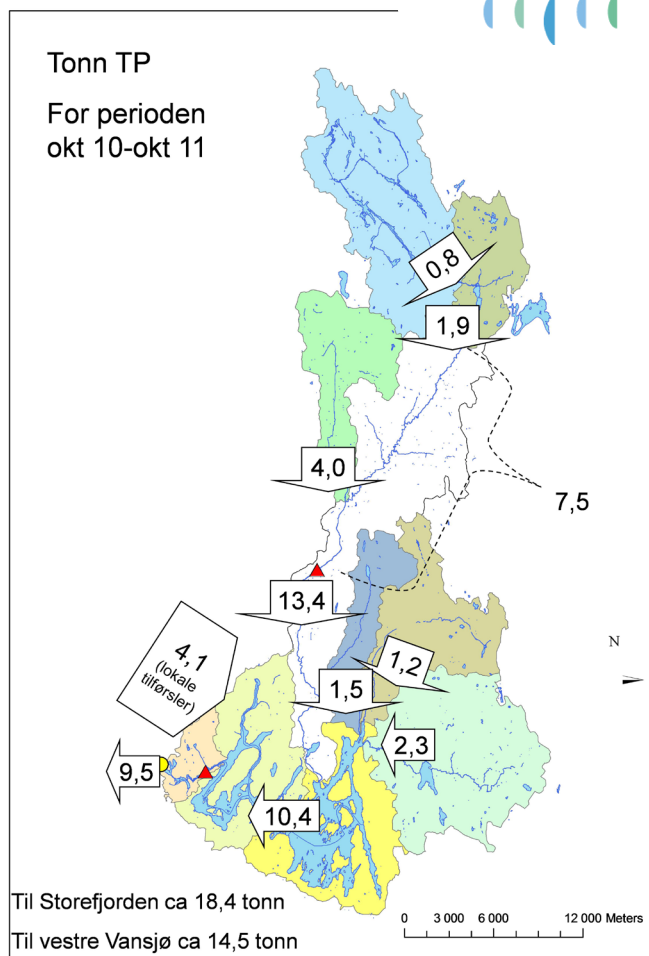
Variasjoner i microcystin i Vansjø 2005-2011. I Grepperødfjorden ble det ikke påvist microcystin i 2011.



Variasjon i klorofyll og planteplanktonetmengde og -sammensetning i Grimstadkilen 2005-2011.



Figuren over viser økologisk tilstandsklasse for klorofyll-a (gir et mål på algevekst), total fosfor og total nitrogen i innsjøer i Morsa, her vist med kakediagram. Det er fem tilstandsklasser: Svært god (blå), god (grønn), moderat (gul), dårlig (oransje) og svært dårlig (rød).



Figuren over viser tilførsler av totalfosfor i tonn per år fra elver og bekker til Vansjø og ut av Mosseelva.

Tilstanden i Vansjø-Hobølvassdraget 2011

Overvåking av innsjøer, elver og bekker i Vansjø-Hobølvassdraget fortsatte i 2011. I dette faktaarket gir resultatene i kortform.

Fosforinnholdet i Vanemfjorden lå på omtrent samme nivå som i fjor, mens tilførslene fra enkelte av de lokale bekkene økte noe. Denne økningen skyldtes hovedsakelig store vannmengder under flommen i september, men siden denne kom på slutten av algesesongen hadde den ikke betydning for mengden i Vanemfjorden. Det har de siste årene vært betydelig lavere mengde av giftproduserende blågrønnalger i vestre Vansjø sammenlignet med perioden 2002-2006. Innholdet av alggift har hatt en tilsvarende tilbakegang.

Det var en nedgang i fosfortilførslene til Storefjorden siden i fjor, til tross for noe høyere vannføring. Fosforinnholdet i Storefjorden økte noe siden i fjor, noe som kan knyttes til store nedbørmengder i september 2011.

De øvrige innsjøene i nedbørfeltet har varierende vannkvalitet, med god tilstand i Sætertjern, Bindingsvann og Vågsvannet, moderat i Langen og dårlig tilstand i Mjær, 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 rapportert i Skarbøvik, E. og Haande, S. 2012. Bioforsk rapport Vol. 7; Nr. 44 2012.

ELVER OG BEKKER

Konsentrasjon av næringsstoffer

Stasjon	STS	Tot-P	Tot-N	PO ₄ -P	E-koli 90%
	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	Ant/100ml
Tangenelva	3,5	14	581	1	20
Hobøelva ved Mjær	3,5	19	805	5	12
Kråkstadelva	56	116	2844	7	2200
Hobøelva v/Kure	62	64	1287	4	1200
Veidalselva	44	72	840	2	500
Mørkelva	21	33	731	6	1100
Engsbkn	20	46	1986	5	700
Svinna oppstrøms	36	59	1313	2	800
Svinna v/ Klypen	9	38	980	2	62
Boslangen	4	24	577	6	60
Mosseelva	4	26	1087	1	50
Bekker til vestre Vansjø:					
Augerød	65	95	1470	4	80
Guthus	27	88	2430	3	1000
Huggenes	22	102	5550	9	300
Sperrebotn	43	114	3270	12	1900
Støabekken	20	146	3467	22	2100
Vaskeberget	33	154	5586	19	700
Ørejordet	17	51	2300	6	1700
Årvoll	37	153	2700	5	1500
Dalen	9	14	690	1	28

Gjennomsnittskonsentrasjonene i tabellen over gir et bilde på tilstanden i elvene/bekkene men kan samtidig ha en stor usikkerhet og bør derfor tolkes med forsiktighet. I de østlige elvene har særlig Kråkstadelva, Veidalselva og Hobøelva ved Kure høyt innhold av fosfor. Innholdet av nitrogen og tarmbakterier er særlig høyt i Kråkstadelva, noe som kan tyde på kloakkforurensing. I de små bekkene som drenerer til vestre Vansjø er det relativt høyt innhold av både fosfor og nitrogen, med unntak av Dalenbekken som drenerer skog.

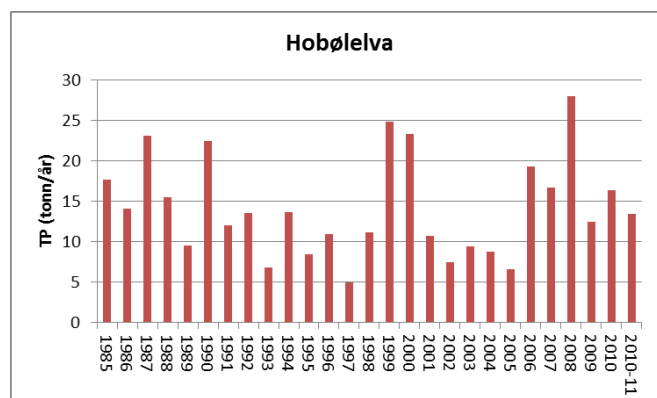
Tilførsler til Vansjø

I perioden oktober 2010-oktober 2011 ble det tilført ca. 18 tonn med fosfor til Storefjorden og ca. 14 tonn til vestre Vansjø (inkludert det som kommer gjennom Sunda). Se kartet til høyre på side én. Dette var en minkning til Storefjorden siden i fjor, men en økning til vestre Vansjø. Økningen skyldes høye tilførsler under flommen i september. I enkelte av bekkene kom en tredjedel av årets tilførsler i september. Årsaken var ikke først og fremst høye konsentrasjoner av næringsstoff, men store vannmengder.

Analysen av trender over tid viser en nedgang av

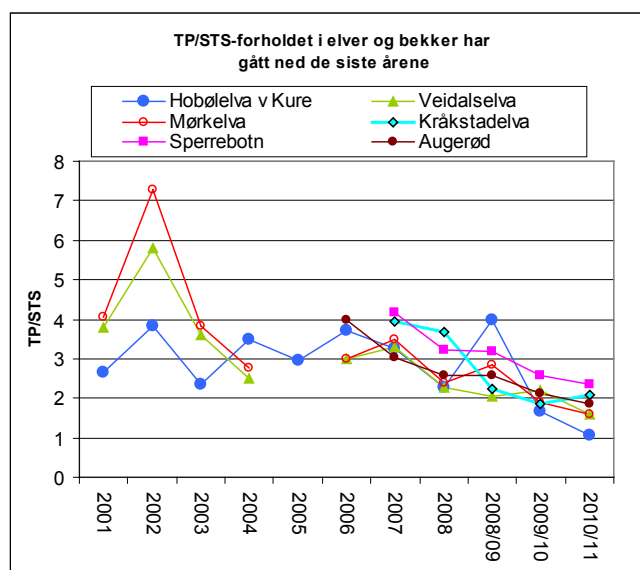
tilførsler i fosfor i bekkene til vestre Vansjø, til tross for relativt høye tilførsler under flomeepisoden i september 2011.

I Hobøelva er trenden i fosfortilførsler siden 1985 undersøkt. Året 2008 hadde svært høye verdier siden det gikk flere ras i elva det året. Hvis vi ser bort fra dette året så finner vi en sannsynlig nedadgående trend i tilførslene av fosfor også her. Figuren under viser tilførsler av totalfosfor fra Hobøelva. Siden 1985 har tilførslene variert mellom ca. 5 og 28 tonn/år. Variasjonene skyldes dels vannføring, dels aktiviteter i nedbørfeltet.



Tilførsler av totalfosfor fra Hobøelva siden 1985.

I de siste årene har det blitt observert en nedgang i fosforinnholdet i forhold til partikkelinnholdet i elve- og bekkvannet, som vist under. Dette kan bety at mengden fosfor per partikkel har gått ned.



Forholdet mellom totalfosfor (TP) og partikler (STS) i elver og bekker har gått ned de siste årene.

INNSJØENE

Økologisk tilstand i innsjøene

I tillegg til Vansjø inngår seks andre innsjøer i overvåkingen. Kartet på side én viser disse. Alle innsjøene er blitt klassifisert i henhold til Vannforskriften og i tabellen på denne siden vises innholdet av klorofyll, totalfosfor, totalnitrogen, siktedyp og biomasse. En totalvurdering av innsjøene gir følgende økologiske tilstand:

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

Innsjø	Klorofyll-a µg/L	Total fosfor µg/l	Total nitrogen µg/l	Sikte dyp m	Biomasse alger mg/m ³
Sæter-Tjernet*	5,6 (7,5)	11,6 (16)	376 (500)	2,0	804
Bindingsvannet	7,0 (7,5)	12,3 (16)	352 (500)	1,6	591
Langen	12,6 (7,5)	16,7 (16)	458 (500)	1,4	1304
Våg	7,1 (7,5)	15,9 (16)	551 (500)	1,5	754
Mjær	15 (7,5)	20,1 (16)	780 (500)	1,3	1015
Sæbyvannet	25,9 (7,5)	37,7 (16)	1197 (500)	0,8	1785
Storefjorden	6,8 (7,5)	22,4 (16)	1179 (500)	1,2	731
Vanemfjorden	13,7 (10,5)	26,6 (19)	938 (550)	1,1	1326
Grepperødfjorden	31,1 (10,5)	36,8 (19)	725 (550)	1,1	2185
Lødengfjorden	19,8 (10,5)	35,0 (19)	946 (550)	0,9	1807

Økologisk tilstand i innsjøer og innsjøbassenger i nedbørfeltet til Vansjø-Hobølvassdraget (Sætertjernet har data fra 2009). Verdiene i parentes viser miljømålet (grensen mellom god og moderat økologisk tilstand).

Hudirriterende alge

I flere av sjøene er det årlige oppblomstringer av algen *Gonyostomum semen*. Denne algen har de siste tiårene blitt dominerende i humøse innsjøer på sørøstlandet.

Denne algen kan forårsake hudirritasjoner ved bading, og det er derfor viktig å overvåke innsjøer som har høy forekomst av *Gonyostomum semen*.

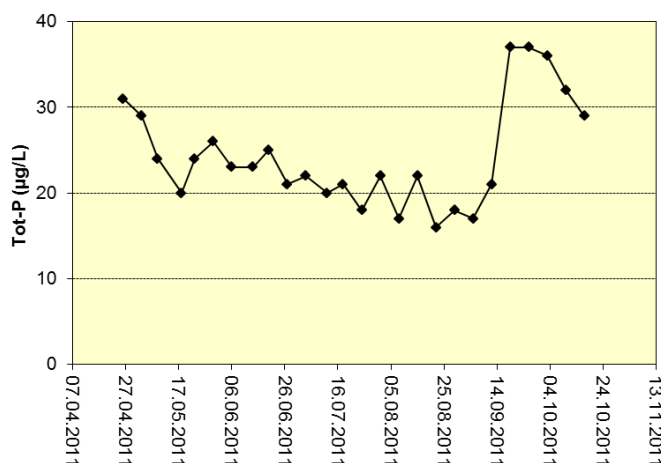


Algen *Gonyostomum semen* kan dominere i innsjøene Langen, Bindingsvannet, Mjær, Sæbyvannet og Grepperødfjorden.
Foto: Kultur NIVA-7/05, isolert fra Vansjø, NIVA

Totalfosfor i Storefjorden

Figuren til høyre viser konsentrasjonen av totalfosfor i Storefjorden i 2011, og illustrerer tydelig hvordan flommen i september påvirket vannkvaliteten. Fosforinnholdet i Storefjorden er til dels styrt av tilførsler av erosjonspartikler fra nedbørfeltet og dermed nedbørmengde, antall flomepisoder, omfang av ras og antall vinterdager med frost og snø.

Totalfosfor i Storefjorden i 2011.



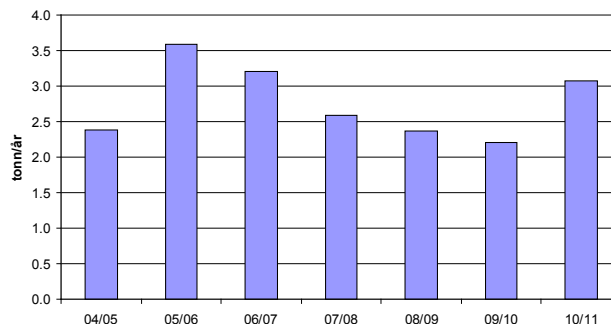
VESTRE VANSJØ

Økte fosfortilførsler fra bekkene

Tilførslene til vestre Vansjø har gått ned de siste fire årene, men totale tilførsler økte igjen i siste overvåkingsperiode. Dette skyldes flommen i september, som stod for omlag 1/3 av tilførslene dette året. September 2011 hadde den høyeste månedsvannføring som er målt siden den hydrologiske stasjonen i Guthusbekken ble opprettet i 2006.

Det var ikke spesielt høye konsentrasjoner i 2011 sett i forhold til tidligere år, og økningen skyldes derfor store vannmasser. I tillegg rapporteres det om en del anleggsaktiviteter i enkelte bekker som kan ha bidratt til økte tilførsler.

Vannføringsnormalisert årstilførsler

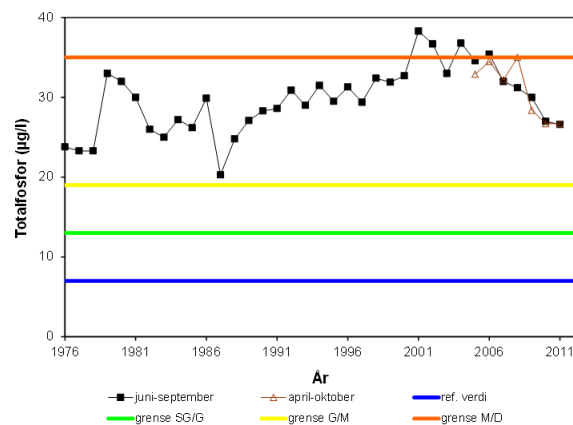


Årlige (vannføringsnormaliserte) tilførsler fra lokalfeltene rundt vestre Vansjø. I siste årsperiode kom ca. 1/3 av bekketilførslene i september måned og skyldtes store vannmasser.

Fosfor redusert i Vanemfjorden

Figuren til høyre viser innholdet av totalfosfor i Vanemfjorden siden 1976. Flommen i 2000 medførte en kraftig økning i fosforkonsentrasjonen i Vanemfjorden. Det siste tiåret har fosforkonsentrasjonen sunket gradvis og er nå på et lavere nivå enn før flommen i 2000.

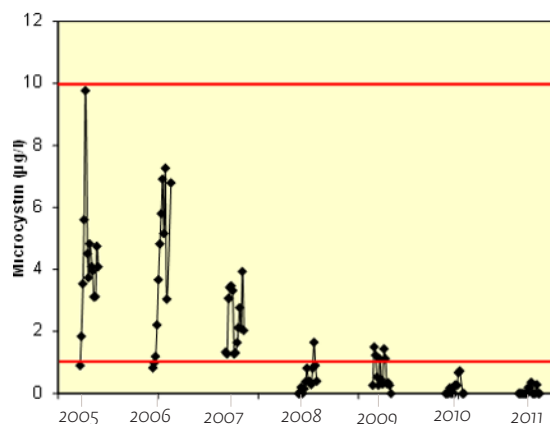
Til tross for flomsituasjonen i september i 2011 så var gjennomsnittlig fosforkonsentrasjon i Vanemfjorden på samme nivå som i 2010.



Langtidsserie for konsentrasjonen av totalfosfor i Vanemfjorden med grensene mellom de ulike økologiske tilstandsklassene. Gul strek er miljømålet.

Algegifter kraftig redusert

Innholdet av algegiften microcystin i Vanemfjorden har også gått ned, se figur til høyre. Systematiske målinger av algegiften microcystin startet sommeren 2005. På grunn av at mengden giftige blågrønnalger er redusert, viser også mengden algegift en kraftig nedgang, særlig i perioden 2008-2011. Det gjør at det har vært mulig å bade i vestre Vansjø og Nesparken siden 2008.



Innholdet av algegiften Microcystin i Vanemfjorden har gått ned siden 2005.