

Bioforsk Rapport

Vol. 5 Nr. 12 2010

Overvåking Vansjø/Morsa 2008-2009

Resultater fra overvåking av innsjøer, elver og
bekker i perioden oktober 2008 - oktober 2009

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

Bioforsk Jord og miljø



**Hovedkontor/Head office**

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

Bioforsk Jord og miljø

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

Tittel:

Overvåking Vansjø/Morsa 2008-2009
Resultater fra overvåkingen i perioden oktober 2008 til oktober 2009

Forfattere:

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

Dato: 1. februar 2010	Tilgjengelighet: Åpen	Prosjekt nr.: 2110-637	Saksnr.:
Rapport nr.: 5(12)	ISBN-nr.: 978-82-17-00610-7	Antall sider: 115	Antall vedlegg: 6 vedlegg + faktaark

Oppdragsgiver: Vannområdeutvalget Morsa	Kontaktperson: Helga Gunnarsdottir
---	--

Stikkord/Keywords: Overvåking, eutrofiering, tilførsler av næringsstoff Monitoring, eutrophication, nutrient loads	Fagområde/Field of work: Vannovervåking Water monitoring
---	---

Sammendrag:

Rapporten gir resultater fra overvåkingen av Vansjø, seks innsjøer oppstrøms i nedbørfeltet, tilførselselver og – bekker, samt Mossesundet i perioden 16. oktober 2008 – 15. oktober 2009. I alt ble 19 elve-/bekkestasjoner, 13 innsjøstasjoner og én kyststasjon prøvetatt og analysert for parametre knyttet til eutrofi (næringsstoffer, partikler, tarmbakterier, m.m.). Rapporten inneholder oversikter over gjennomsnittskonsentrasjoner i bekker, elver og innsjøer, tilførselsberegninger til Vansjø, samt trendanalyser for de stasjoner hvor det finnes data tilbake i tid. Et fosforbudsjett er også beregnet for vassdraget. Det er utarbeidet et temaark som oppsummerer undersøkelsen; dette er lagt inn bakerst i rapporten som et utvidet sammendrag.

Fylke:	Østfold og Akershus
Sted:	Vansjø-Hobølvassdraget

Godkjent

Per Stålnacke
Forskningsleder

Prosjektleder

Eva Skarbøvik
Seniorforsker

Forord

Med finansiering fra Klima- og forurensningsdirektoratet (tidligere SFT) har Vannområdeutvalget for Morsa siden 2005 sørget for overvåking og undersøkelser av Vansjø og tilførselselver/-bekker. Undersøkelsene i perioden oktober 2008 – oktober 2009 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 med enkelte justeringer. Disse omfatter bl.a. noen endringer av prøvetakingsstasjoner og –frekvens; samt at innsjøer oppstrøms Vansjø er inkluderte i overvåkingen.

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

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

Prosjektet har involvert følgende medarbeidere:

Elver og bekker: Eva Skarbøvik (Bioforsk) har vært prosjektleder og ansvarlig for overvåking av tilførselselver til Storefjorden; Marianne Bechmann (Bioforsk) har vært ansvarlig for overvåking og tilførselsberegninger for vestre Vansjø. Lars Gjemlestad (Bioforsk) har bidratt med beregninger knyttet til turbiditetsmåleren ved Kure. Øistein Johansen og Geir Tveiti (begge Bioforsk) har hatt det tekniske ansvaret for automatisk prøvetaking i Hobølelva (ISCO og turbiditetsmåler). Bjørn Solberg (Bovim) har hatt ansvaret for manuell prøvetaking av elver og bekker. GLB har bistått med vannføringsdata fra stasjonen Høgfoss i Hobølelva. Kjemiske analyser er utført ved Eurofins Moss.

Innsjøer/Mossesundet: Thomas Rohrlack (NIVA) har analysert og rapportert resultatene fra Vansjø og Mossesundet; mens Sigrid Haande har hatt ansvaret for de seks 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 Per Stålnacke, Bioforsk (tilførsler og overordnet kvalitetskontroll av rapporten) og Anne Lyche Solheim, NIVA (innsjøer/Mossesundet).

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 9. februar 2010

Eva Skarbøvik

Sammendrag

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

Faktaarket er utgitt i Bioforsks Tema-serie og har referanse

Skarbøvik, E., Bechmann, M., Rohrlack, T. og Haande, S. 2010. Tilstanden i Vansjø-Hobølvassdraget i 2009. Bioforsk Tema 5(2) 2010

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

Overvåkingen er utført i perioden oktober 2008 til oktober 2009 og omfatter Vansjø og dens tilførselselver/-bekker, seks andre innsjøer i nedbørfeltet, samt Mossesundet.

Resultatene viser at vannføringsnormaliserte fosfortilførsler i Hobølelva ved Kure og i bekkfeltene til vestre Vansjø var lavere enn forrige år. Andel blågrønnalger i Vanemfjorden de to siste årene er også blitt betydelig redusert i forhold til perioden 2005-2007, samtidig som det er mindre fosfor i vannmassene.

Disse endringene kan ha flere ulike årsaker, og det er derfor for tidlig å trekke endelige konklusjoner. Hvis imidlertid fosfornivået fortsetter å synke i kommende år er det sannsynlig at tiltakene som er utført i nedbørfeltet er årsaken

Innhold

1. Innledning.....	11
1.1 Hovedmål.....	11
1.2 Rapportens innhold og oppbygging.....	11
1.3 Vansjø-Hobølvassdraget.....	11
1.4 Innsjøene oppstrøms Vansjø.....	14
1.5 Innsjøen Vansjø.....	14
1.6 Meteorologi og hydrologi i rapporteringsperioden.....	15
1.7 Vannføring i perioden sett i forhold til tidligere år.....	16
2. Metodikk.....	19
2.1 Prøvetaking i Vansjø.....	19
2.2 Prøvetaking i øvrige innsjøer.....	20
2.3 Prøvetaking i elver og bekker.....	21
2.4 Hydrologi og tilførselsberegninger.....	22
3. Innsjøer oppstrøms Vansjø.....	23
3.1 Sætertjernet.....	23
3.1.1 Resultater fysisk-kjemiske forhold.....	23
3.1.2 Resultater biologiske forhold.....	25
3.1.3 Tidsserier og tilstand i 2009 i forhold til miljømålene.....	27
3.2 Bindingsvannet.....	28
3.2.1 Resultater fysisk-kjemiske forhold.....	28
3.2.2 Resultater biologiske forhold.....	30
3.2.3 Tidsserier og tilstand i 2009 i forhold til miljømålene.....	32
3.3 Langen.....	33
3.3.1 Resultater fysisk-kjemiske forhold.....	33
3.3.2 Resultater biologiske forhold.....	35
3.3.3 Tidsserier og tilstand i 2009 i forhold til miljømålene.....	36
3.4 Våg.....	38
3.4.1 Resultater fysisk-kjemiske forhold.....	38
3.4.2 Resultater biologiske forhold.....	40
3.4.3 Tidsserier og tilstand i 2009 i forhold til miljømålene.....	42
3.5 Mjær.....	43
3.5.1 Resultater fysisk-kjemiske forhold.....	43
3.5.2 Resultater biologiske forhold.....	45
3.5.3 Tidsserier og tilstand i 2009 i forhold til miljømålene.....	47
3.6 Sæbyvannet.....	48
3.6.1 Resultater fysisk-kjemiske forhold.....	48
3.6.2 Resultater biologiske forhold.....	51
3.6.3 Tidsserier og tilstand i 2009 i forhold til miljømålene.....	52
4. Tilførsler til Storefjorden.....	55
4.1 Konsentrasjonen av målte stoffer.....	55
4.1.1 Variasjoner i konsentrasjon.....	55
4.1.2 Gjennomsnittskonsentrasjoner av alle parametre.....	57
4.2 Sammenligning med tidligere års konsentrasjoner.....	60
4.3 Tilførsler til Storefjorden i rapporteringsperioden.....	65
4.3.1 Faktiske tilførsler til Storefjorden.....	65
4.3.2 Vannføringsnormaliserte tilførsler.....	66
4.3.3 Arealspesifikk transport fra nedbørfeltene.....	67
4.4 Sammenligning av arealspesifikke tilførsler siden 2006.....	70
5. Tilførsler til Vestre Vansjø.....	71
5.1 Tilførsler i bekkene.....	71
5.2 Tilførsler til vestre Vansjø og Mosseelva.....	74
5.3 Tilførsler av fosfor og suspendert tørrstoff til vestre Vansjø i 2008/09.....	76

5.4	Konklusjoner for Vestre Vansjø	78
6.	Vansjø – innsjøresultater	79
6.1	Resultater fysisk-kjemiske forhold	79
6.1.1	Temperatur og oksygen	79
6.1.2	Siktedyp	79
6.1.3	Gløderest/Suspendert stoff	80
6.1.4	pH	81
6.1.5	Fosfor	81
6.1.6	Nitrogen	85
6.1.7	Reaktivt silikat	87
6.1.8	Vannets farge	88
6.1.9	Totalt organisk karbon (TOC)	88
6.2	Resultater biologiske forhold	88
6.2.1	Planteplankton	88
6.2.2	Klorofyll-a	92
6.2.3	Microcystin	93
6.3	Undersøkelser i Grimstadkilen	93
6.4	Vurdering av Vansjø i forhold til Vanndirektivet	93
7.	Resultater for Mossesundet	95
7.1	Beskrivelse av undersøkelsesprogrammet	95
7.2	Resultater fysisk-kjemiske forhold	96
7.2.1	Temperatur, pH og oksygen	96
7.2.2	Phycocyanin og microcystin	97
7.2.3	Kjemiske parametre	98
8.	Konklusjon og syntese	99
8.1	Transport av fosfor til Vansjø i overvåkingsperioden og tidligere	99
8.2	Konsentrasjoner i elver og bekker	101
8.3	Miljøtilstanden i innsjøene sett i forhold til miljømålene	101
8.4	Vannkvaliteten i Mossesundet	102
8.5	Fosforbudsjett for vassdraget	103
8.6	Langtidsutvikling i tilførsler og i tilstanden i innsjøene	106
8.6.1	Utvikling av tilførsler i Hobøelva siden midten av 80-tallet	106
8.6.2	Utviklingen i Vansjø siden midten av 70-tallet	109
8.6.3	Utvikling i de seks andre innsjøene	113
9.	Referanser	115
	Vedlegg	117

Vedlegg:

Vedlegg 1: Utfyllende informasjon om meteorologi og hydrologi

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: Ordliste

Faktaark om prosjektet (sammendrag)

1. Innledning

1.1 Hovedmål

Dette prosjektet har hatt som hovedmål å gjennomføre overvåking og undersøkelser i Vansjø og i innsjøer, tilførselselver og -bekker i dens nedbørfelt, samt i Mossesundet i perioden 16. oktober 2008 - 15. oktober 2009.

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

Siden forholdene i innsjøene vil bære preg av hva som skjer hele vintersesongen ble det besluttet at rapporteringen fra og med oktober 2007 skulle utføres fra oktober til oktober. Årets rapportering er derfor fra oktober 2008 – oktober 2009.

1.2 Rapportens innhold og oppbygging

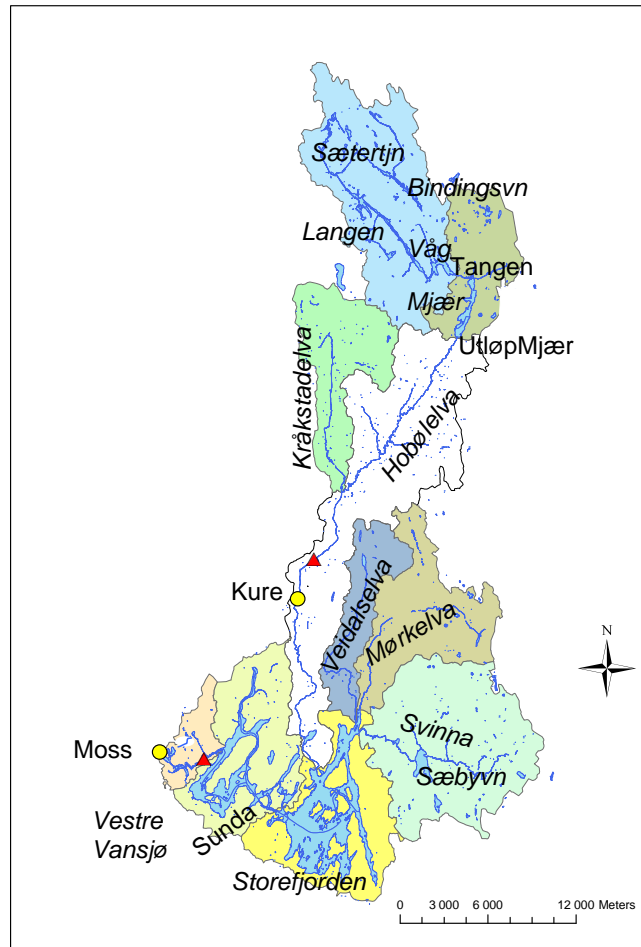
Denne rapporten presenterer de samlede resultatene fra overvåking og undersøkelser i innsjøen Vansjø og dens nedbørfelt, herunder tilførselsbekker og –elver, samt utløpselva Mosseelva. Det rapporteres også fra Sæbyvannet i Østfold fylke, samt fem innsjøer i Akershus' del nedbørfeltet; Sætertjernet, Bindingsvannet, Langen, Våg og Mjær. I tillegg rapporteres vannkvalitet i Mossesundet.

Rapporten er i år forsøkt kortet ned slik at flere avsnitt og figurer enn tidligere er lagt til vedleggene. Dette for å bedre lesevennligheten av rapporten. I vedlegget finnes også en ordliste over parametre som er undersøkt. I tillegg er det utarbeidet et faktaark som oppsummerer funnene, dette er lagt ved bakerst i rapporten og også gitt ut som egen publikasjon¹.

1.3 Vansjø-Hobølvassdraget

Vansjø-Hobølvassdraget er et næringsrikt lavlandsvassdrag hvor over 90 % av nedbørfeltet ligger under marin grense. Nedbørfeltet er på totalt ca. 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 viser hele nedbørfeltet. Nedbørfeltet til vestre Vansjø er delt inn i to enheter med bakgrunn i hvilke småfelt som brukes i oppskalering, som vist i Figur 2.

¹ Skarbøvik, E., Bechmann, M., Rohrlack, T. og Haande, S. 2010. Tilstanden i Vansjø-Hobølvassdraget i 2009. Bioforsk Tema 5(2) 2010



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



Figur 2. Nedbørfeltet til vestre Vansjø og Mosseelva.

Tabell 1 og 2 viser totalt areal samt fordelingen av jordbruksareal i de ulike delnedbørfeltene.

Tabell 1 Arealfordelingen i nedbørfeltet til Hobølvassdraget (fra Buseth-Blankenberg m.fl. 2008, oppdaterte tall for Vestre Vansjø og Mosseelva satt inn etter nye beregninger høsten 2009).

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

Tabell 2 Nedbørfeltarealer for overvåkingfelt rundt vestre Vansjø.

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

I 2008 ble det igangsatt en felles overvåking av seks utvalgte innsjøer i Morsa vassdraget, som alle står i fare for ikke å oppfylle kravene om god økologisk tilstand i iht. Vanndirektivet. I tillegg til Sæbyvannet, som de siste årene har vært en del av overvåkningsprogrammet for Morsa, gjelder dette også Mjær, Våg, Langen, Bindingsvannet og Sætertjernet. Geografiske og hydrologiske data for innsjøene er gitt i Tabell 3.

Tabell 3. Innsjøer oppstrøms Vansjø med noen geografiske og hydrologiske data

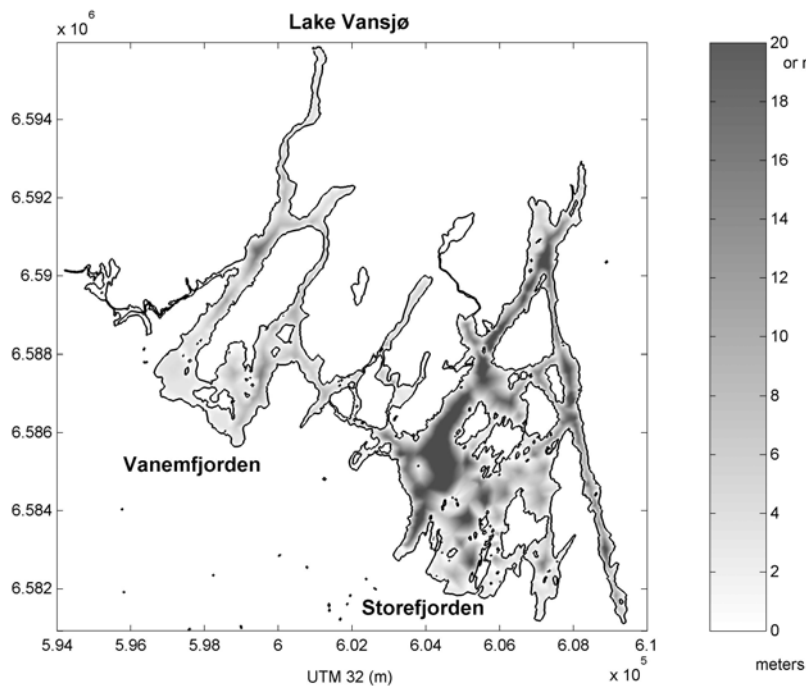
Innsjø	Overflateareal (km ²)	Middeldyp (m)	Innsjøtype (i hht. VRD)	Kommune
Sætertjernet	0,1	7,2	L-N3a (kalkfattig, humøs)	Oslo
Bindingsvannet	0,62		L-N3a (kalkfattig, humøs)	Ski/Enebakk
Langen	1,49	6	L-N3a (kalkfattig, humøs)	Ski/Enebakk
Våg	0,92		L-N3a (kalkfattig, humøs)	Enebakk
Mjær	1,67	6,5	L-N3a (kalkfattig, humøs)	Enebakk/Hobøl
Sæbyvannet	1,7	7,8	L-N3a (kalkfattig, humøs)	Våler

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 3). Vi deler ofte Vansjø inn i 2 hovedbassenger: en østre del (Storefjorden) med et areal på 24 km² og den vestre delen (med prøvestasjon i Vanemfjorden) som er på 12 km². Både den største tilløpselva Hobølelva og de øvrige tilløpselvene munner ut i Storefjorden, mens utløpet er fra Vanemfjorden via Mosseelva og ut i Mossesundet (Oslofjorden). Morfometriske data for Storefjorden og vestre Vansjø er vist i Tabell 4.

Tabell 4. Vansjø – Morfometriske data

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 3. Dybdekart over Vansjø

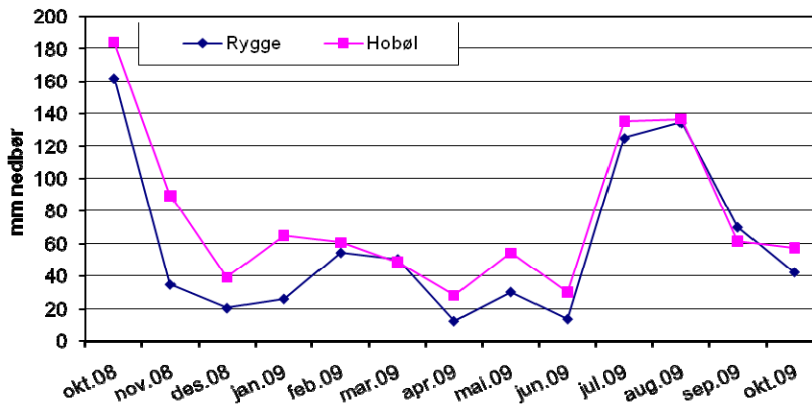
1.6 Meteorologi og hydrologi i rapporteringsperioden

Meteorologiske forhold i rapporteringsperioden fremgår bl.a. av Figur 4 samt kurver fra Rygge gjengitt i Vedlegg 1.

Høsten 2008 (etter 16. oktober) var det moderat med nedbør og relativt mildt. Desember var tørr, og i januar 2009 var det kun nedbør mellom 19 – 25 januar, mye av dette kom som snø. Februar hadde døgntemperaturer under null grader og ingen fryse-tine episoder. I mars og april steg temperaturen noe, og kombinasjonen nedbør og snøsmelting førte til mye vann i vassdragene i midten av april. Mai og juni var relativt tørre måneder, mens juli og august var fuktige; dog var jorda i området da temmelig tørr og mye av nedbøren gikk ned i grunnvannet og førte ikke til vannføringsøkninger av betydning (Figur 5). Samme figur viser at nedbøren i første del av september medførte en tydelig vannføringsøkning i Hobølelva.

Det er endel variasjoner i nedbørmengde innen området (Figur 4). Nedbøren var jevnt over noe høyere nord i feltet (Hobøl) enn i sør (Rygge). Dette gjelder særlig periodene oktober 2008 – februar 2009, samt april 2009-juli 2009.

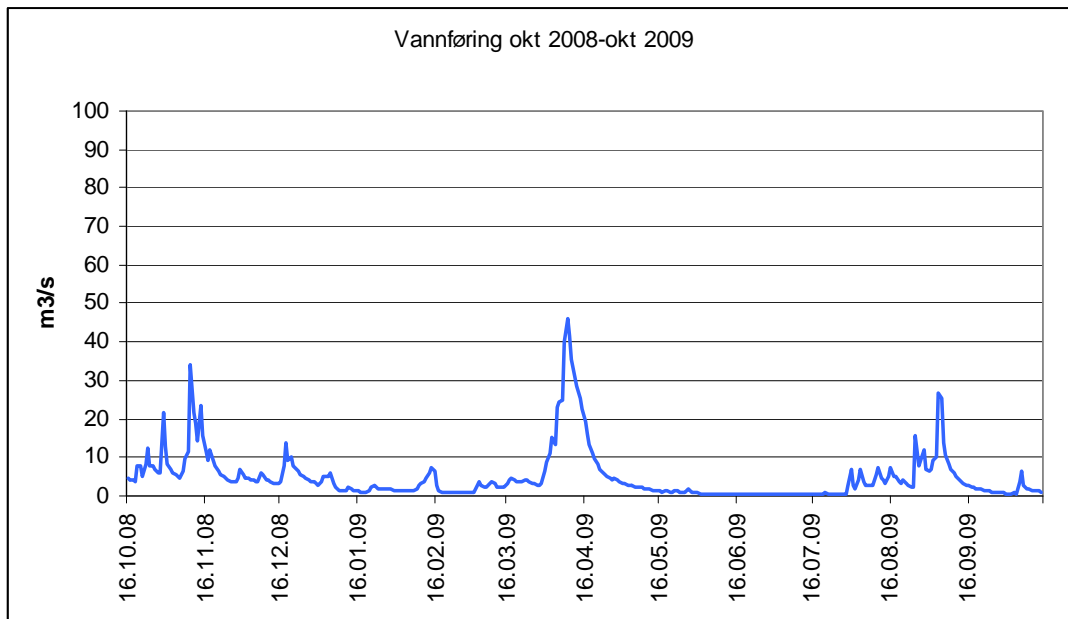
Månedsnedbør i perioden



Figur 4. Månedsnedbør ved met.no’s stasjoner 17150 Rygge og 03780 Igsi i Hobøl i rapporteringsperioden (data er fra 1. oktober 2008-16. oktober 2009).

1.7 Vannføring i perioden sett i forhold til tidligere år

Vannføringen blir målt to steder i vassdraget, ved Høgfoss i Hobølelva og i Guthusbekken. I Hobølelva (Figur 5) var det relativt høy vannføring i oktober/november 2008 og i september 2009, samt en flomepisode ved snøsmeltingen i april 2009. Imidlertid var vannføringen ved denne flommen bare omlag halvparten av den høye flommen i januar 2008 (Skarbøvik m.fl. 2009a). Rapporteringsåret oktober 2008-oktober 2009 kan på mange måter sies å ligne et normalår både i forhold til når flomtoppene kom, og i total avrenning fra feltet. Imidlertid lå gjennomsnittlig vannmengde litt over gjennomsnittet for perioden 1977-2009 (Figur 6; Tabell 5).

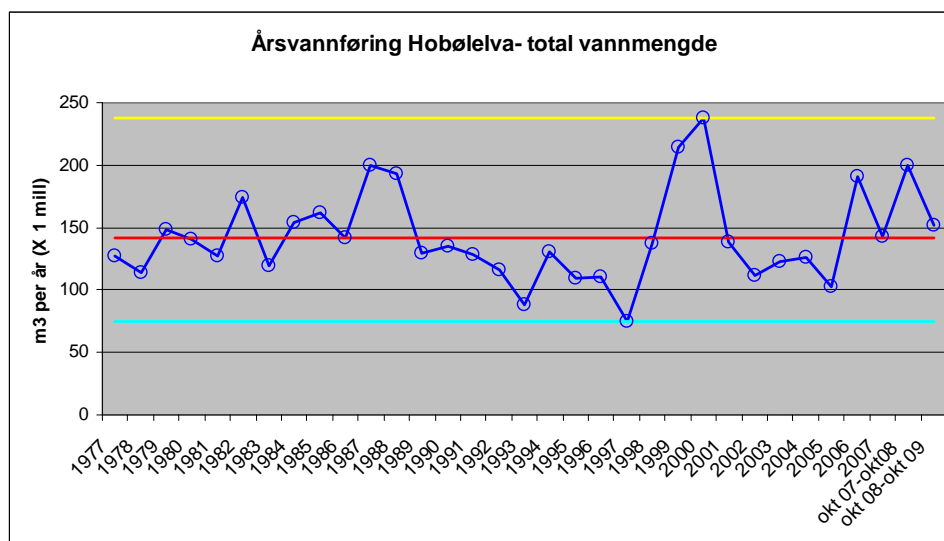


Figur 5. Vannføringsvariasjoner i rapporteringsperioden 16. oktober 2008 til 15. oktober 2009.

Tabell 5. Gjennomsnittlig døgnvannføring i ulike perioder, Hobølélva ved Høgfoss.

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

I rapporteringsperioden oktober 2008– oktober 2009 var den totale vannmengden ved Kure i Hobølélva bare noe over gjennomsnittet for perioden 1977 – 2009, jf. Figur 6.



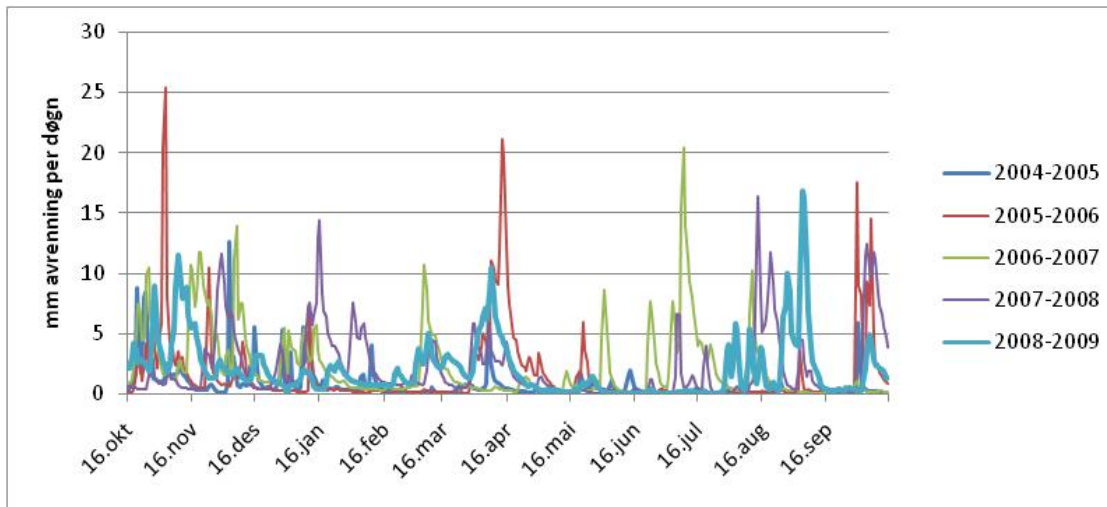
Figur 6. Variasjoner i vannføring i Hobølélva, vist som totalmengde vann. Gul linje representerer maksimumsvannføring, turkis minimum og rød snittet for perioden. *Merk at siste "årsmidler" er for rapporteringsperiodene, dvs fra oktober til oktober.*

Tabell 6 viser nedbøren i Rygge og avrenning i Guthusbekken, samt nedbør i Ås og avrenning i Skuterud. I vestre Vansjø er fosfortapene normalisert i forhold til avrenningsmengden det enkelte år, og gjennomsnittet for Skuterud over 10 år (1994-2004) benyttes som et "normalår". Avrenningen det enkelte år justeres i forhold til denne middelavrenningen, slik at årlige nedbørvariasjoners betydning for fosfortapet reduseres. I 2008/09 er det avrenningen i Guthusbekken (729 mm) som brukes i transportberegningene, og her ligger avrenningen betydelig over avrenningen for et normalår (532 mm).

Tabell 6. Nedbør i Rygge og avrenning i Guthusbekken. Normalavrenning i Skuterudbekken er brukt som referanse for normalisering av verdiene til Vestre Vansjø.

	Nedbør			Avrenning	
	Normal- perioden	1994-2004	2008-2009	1994- 2004	2008- 2009
	mm	mm	mm	mm	mm
Guthus/Rygge	829	875	664	-	729
Skuterud/Ås	785	846	877	532	551

Vannføring ved målestasjonen i Guthusbekken er vist i Figur 7, og også sammenlignet med måleserien i Skuterudbekken. Det er noe problemer med oppstuvning ved Guthusbekken når vannstanden i Vansjø er høy (se kapittel 2.4, hvor dette problemet er ytterligere diskutert).



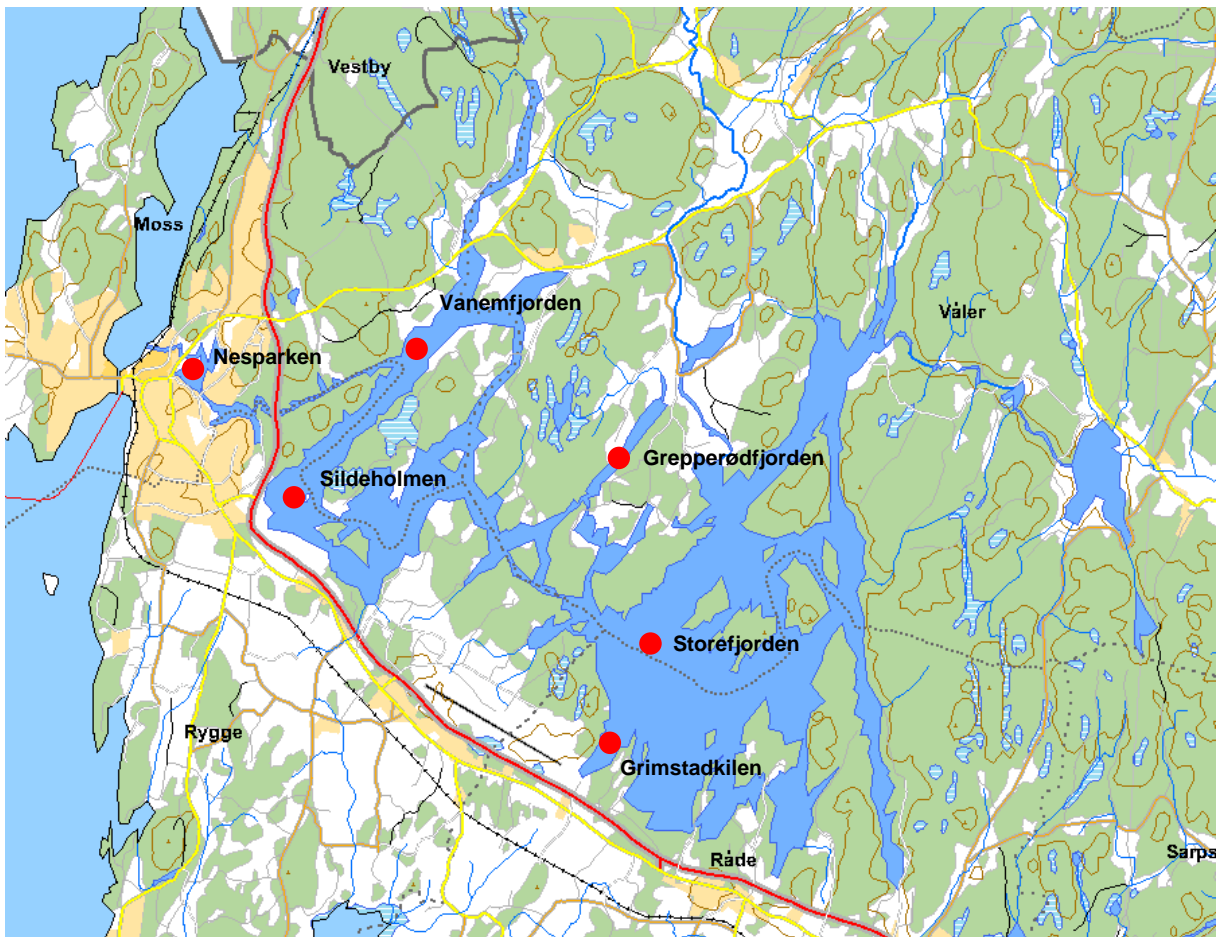
Figur 7. Avrenning fra Skuterud (2004-06) og Guthusbekken (2006-2009) (mm/døgn).

2. Metodikk

Ytterligere detaljer om metodikk er gitt i Vedlegg 2 til denne rapporten.

2.1 Prøvetaking i Vansjø

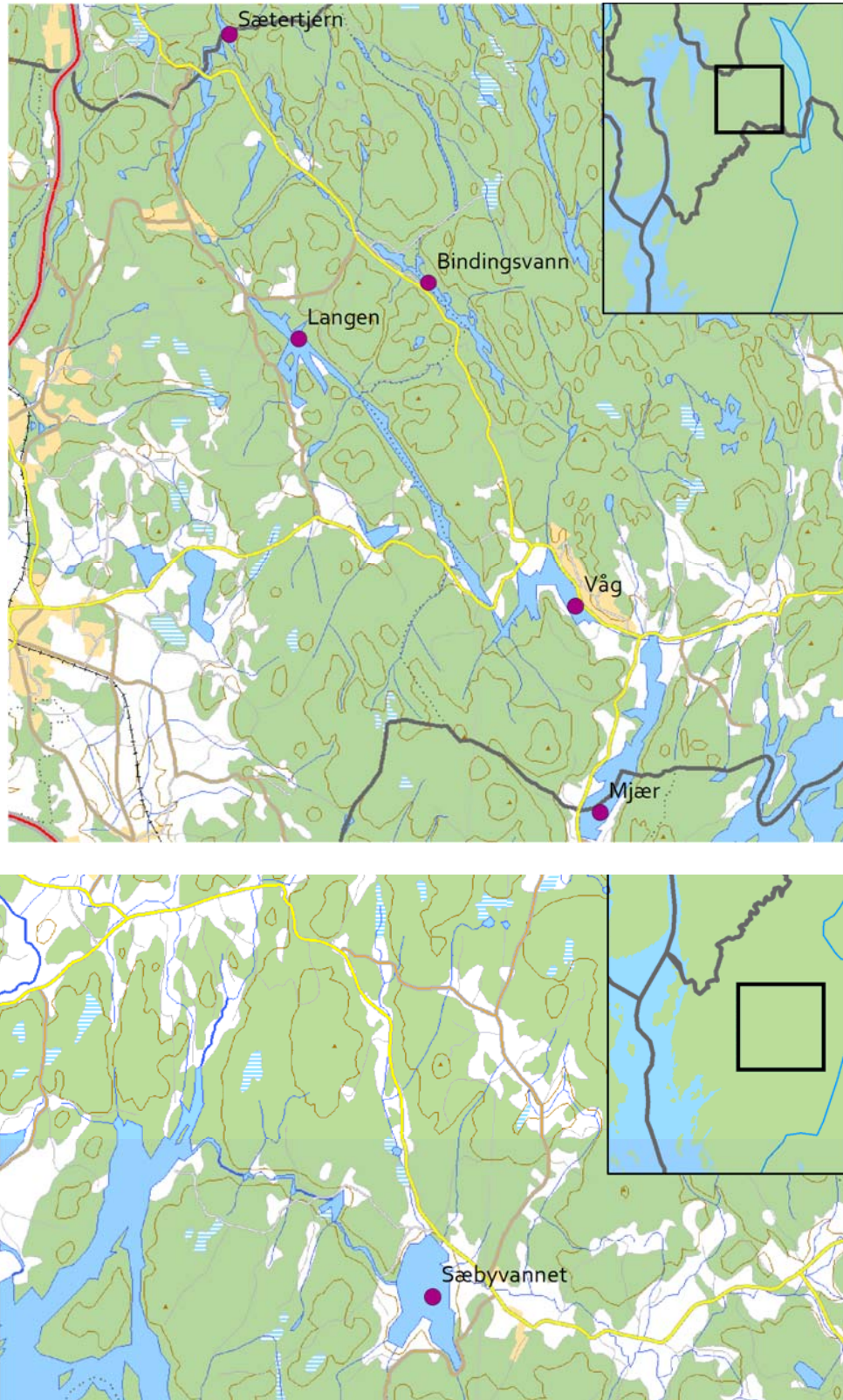
Overvåkingen pågikk i perioden 27. april til 12. oktober, prøveskjema er vist i Vedlegg 2. Alle målestasjoner vises i Figur 8. Felt- og analyseresultatene ble fortløpende lagt ut på internett og er fritt tilgjengelig for alle via NIVAs miljøovervåkingssystem AquaMonitor (www.aquamonitor.no/ostfold).



Figur 8. Målestasjoner overvåking Vansjø 2009, legg merke til at stasjonen ved Sildeholmen er ny

2.2 Prøvetaking i øvrige innsjøer

Overvåkingen pågikk i perioden 26. mai-15. september. Parametre og prøvetakingsfrekvens (i all hovedsak hver 14. dag) er gitt i Vedlegg 2. Figur 9 viser beliggenheten til de seks innsjøene og prøvetakingsstasjonene.



Figur 9. Beliggenhet og målestasjoner i de utvalgte innsjøene i Morsavassdraget

2.3 Prøvetaking i elver og bekker

Elvestasjonene i tilknytning til Storefjorden (Figur 10) omfatter ni ulike lokaliteter, i tillegg til stasjonen i sundet mellom Storefjorden og Vanemfjorden, samt utløpet av hele innsjøsystemet, Mosseelva, som prøvetas ved Mossefossen. Av de ni stasjonene er det fire som benyttes til å beregne samlet transport inn i Storefjorden (HOBK, VEID, MØRK, SVIU), mens de fem øvrige gir informasjon om interne tilførsler i vassdraget. I Hobøelva omfatter de sistnevnte stasjonen i Kråkstadelva, samt to stasjoner i hovedløpet nedstrøms innsjøene Mjær og Våg. Svinna er både i 2008 og 2009 prøvetatt også oppstrøms Sæbyvannet, dette for å kunne vurdere tilførslene i Svinna uten retensjonen i Sæbyvannet. I 2008 kom Boslangen med i overvåkingsprogrammet, den representerer avrenning fra en skogsbekk i moreneområde. Feltet oppstrøms målepunktet er på omlag 1,5 km², det består av 94,6 % skog, 0,4 % vannflate og 5 % myr.



Figur 10. Prøvelokalitetene til tilførselselvene til Storefjorden. Kure i Hobøelva er vist i Figur 1.

I nedbørfeltet til vestre Vansjø og Mosseelva blir det tatt ut vannprøver i ni bekker (Figur 11), 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 11. Prøvetaking i nedbørfeltet til vestre Vansjø og Mosseelva.

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

2.4 Hydrologi og tilførselsberegninger

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

Tilførselsberegningene for bekkene til vestre Vansjø ble i 2004/05 og 2005/06 basert på målinger av vannføring i Skuterudbekken i Ås, som ligger utenfor nedbørfeltet til Vansjø. For å få til bedre tilførselsberegninger ble det etablert en målestasjon i Guthusbekken i 2006. Målestasjonen i Guthusbekken ligger lavt og det er problemer med oppstuvning når vannstanden i Vansjø er høy. NVE korrigerer dette hvert år før data blir brukt i beregning av stofftransport. I 2006/07 ble vannføringen korrigert med data fra Skuterudbekken for en kort periode med oppstuvning i juli. Årets korrigerede vannføring er vist i Figur 7, men noe oppstuvning er fortsatt synlig. For 2008/09 er det oppstuvning i flere perioder og dette vil gi en noe forhøyet vannføring. Utover feilene på vannføring i Guthusbekken er det dessuten ønskelig å få en bedre representasjon av vannføringen i områdene mellom Vansjø og Raet, der hydrologien er betydelig forskjellig fra østsiden av innsjøen.

Detaljer rundt metodikk for tilførselsberegninger er gitt i Vedlegg 2.

3. Innsjøer oppstrøms Vansjø

Kapitlet gir resultater fra overvåkingen av innsjøene Sætertjernet, Bindingsvannet, Langen, Våg, Mjær og Sæbyvannet. Både kjemiske og biologiske forhold er undersøkt, i tillegg til toksiner. Ytterligere detaljer er gitt i Vedlegg 3.

3.1 Sætertjernet

3.1.1 Resultater fysisk-kjemiske forhold

Temperatur og oksygen

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 3-4 meter. Det var en reduksjon i oksygenkonsentrasjon mot bunnen siden oksygenrikt overflatevann ikke ble blandet med vannmassene under sprangsjiktet. Det ble påvist oksygenverdier ned mot 1 mg/l i september. Det er først når oksygenmengden reduseres til under 0,5 mg/L at det vil igangsettes prosesser som kan resultere i frigivelse av fosfor fra sedimentene.

Siktedyp

Resultatene vises i Vedlegg 3. Alle de undersøkte innsjøene i nedbørfeltet til Vansjø har høyt humusinnhold, noe som gjør at det blir et lavt siktedyp. I 2008 ble det observert en spesielt kraftig transport av erosjonsmateriale i de nedre delene av nedbørfeltet til Vansjø grunnet en varm vinter med flere ras i Hobølelva og flere flomepisoder. I 2009 var det en stabil og kald vinter, og det har ikke blitt observert ekstremhendelser. Siktedypet i de seks innsjøene ligger mellom 1-2 meter, og en kan anta at det lave siktedypet til tider kan medføre en lysbegrensning av algeveksten. Det var gjennomgående noe større siktedyp i Sætertjernet i 2009 sammenlignet med 2008.

I Sætertjernet ble siktedypet redusert fra 2-2,5 meter i mai-juli til mellom 1-2 meter i august og september. Gjennomsnittlig siktedyp var 1,9 m i 2008 og 2,0 m i 2009.

Suspendert stoff/Gløderest

Innholdet av suspendert stoff og uorganisk partikulært materiale (gløderest) hadde en topp i begynnelsen av juli i Sætertjernet (Vedlegg 3). Denne toppen kan skyldes at det var en periode med jevnt mye nedbør over flere uker i juli. De undersøkte innsjøene er relativt grunne, og i tillegg til varierende tilførsler fra nedbørfeltet vil også vinddreivet resuspensjon i innsjøbassengene påvirke innholdet av partikulært materiale. Det gjennomsnittlige innholdet av suspendert stoff og uorganisk partikulært materiale i 2009 var omtrent likt i som i 2008 i Sætertjernet. I 2008 ble det observert en spesielt kraftig transport av erosjonsmateriale i de nedre delene av nedbørfeltet til Vansjø, og det var ikke tilsvarende forhold i 2009.

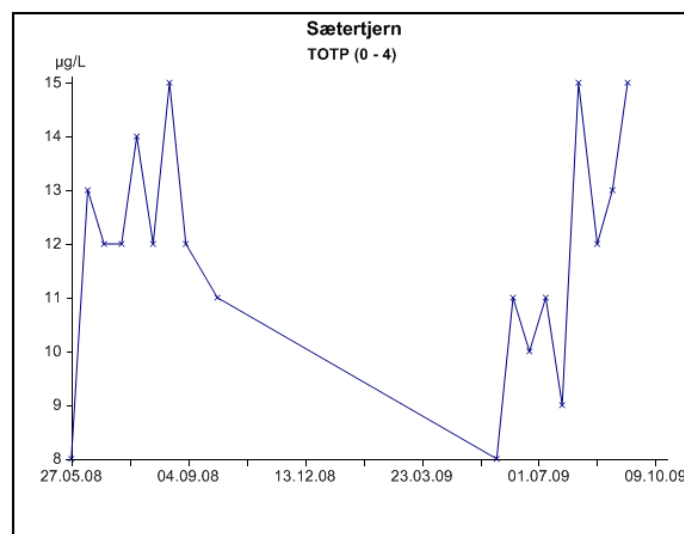
pH

Resultatene vises i Vedlegg 3. pH var i underkant av 7 i starten og slutten av sommeren, men økte til 7-7,9 i vekstperioden på sommeren.

Total fosfor

Resultatene vises i Figur 12. Fosforinnholdet i innsjøene i nedbørfeltet til Vansjø er i stor grad bestemt av fosfor som er bundet til organisk materiale og fosfor bundet til tilført leirmateriale. En generell trend for alle innsjøene var en økende Tot-P konsentrasjon frem til august. Utover sommeren skjer det en sedimentasjon av tilført materiale, og vannmassenes innhold av Tot-P ble mer avhengig av det som er bundet i alger og annet organisk materiale. Dette medførte en generell reduksjon i fosfor-innholdet i innsjøene.

I Sætertjernet var gjennomsnittsverdien i 2009 11,6 $\mu\text{g/l}$ (2008: 12,1 $\mu\text{g/l}$).

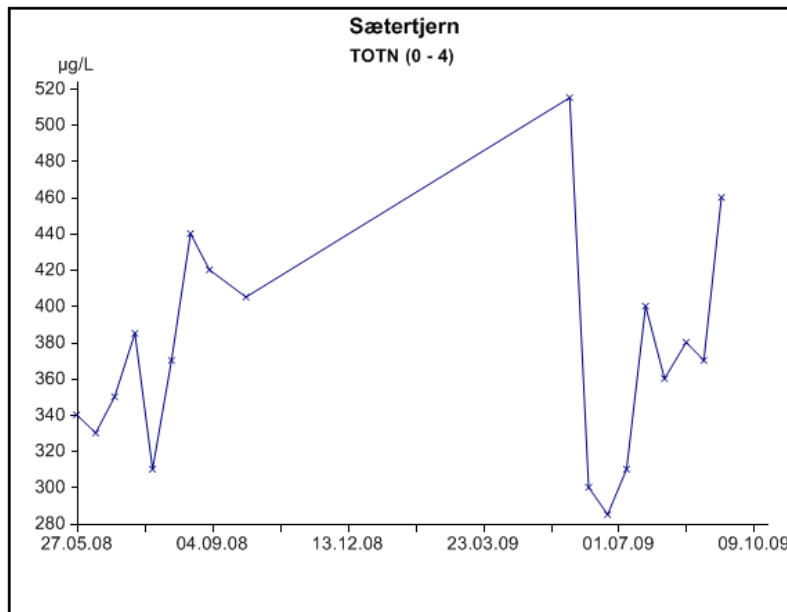


Figur 12: Tot-P i Sætertjernet i 2008-2009.

Total nitrogen

Resultatene vises i Figur 13. Sesongvariasjonen i totalt nitrogen var noe ulik i de seks innsjøene. Dette skyldes trolig ulik mengde tilførsler fra nedbørfeltet og ulik biologisk aktivitet i innsjøene. Det er en økende mengde totalt nitrogen nedover i nedbørfeltet.

I Sætertjernet var gjennomsnittsverdien i 2009 376 $\mu\text{g/l}$ (2008: 372 $\mu\text{g/l}$).



Figur 13: Tot-N i Sætertjernet i 2008-2009.

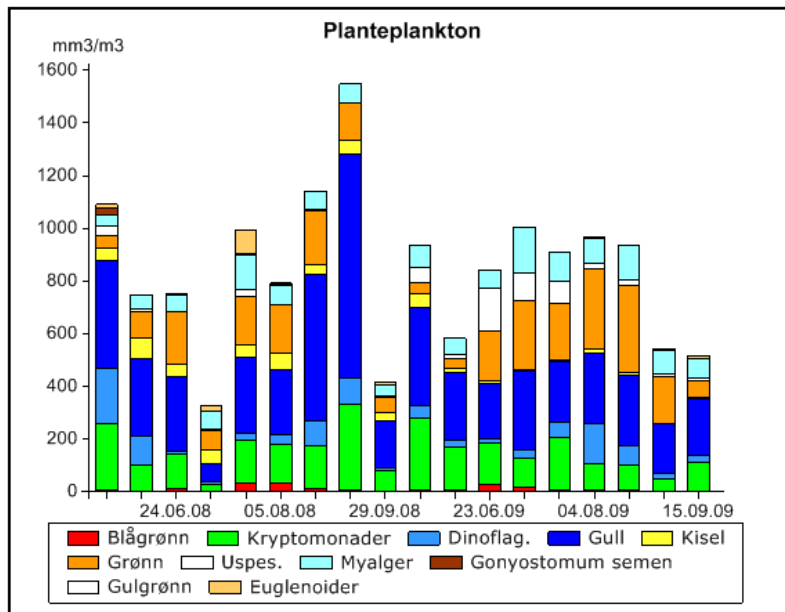
Totalt organisk karbon (TOC)

Resultatene vises i Vedlegg 3. Det ble målt relativt høye verdier av TOC i Sætertjernet, og det var en gjennomgående økning i TOC innholdet i løpet av sommeren. Resultatene fra 2008 viste at det er en tydelig sammenheng mellom farge og organisk stoff.

3.1.2 Resultater biologiske forhold

Planteplankton

Algesamfunnet i **Sætertjernet** (Figur 14) var dominert av grønnalger, gullalger og svelgflagellater. Konsentrasjonen av blågrønnalger var lav hele sesongen. Den gjennomsnittlige algebiomassen var 0,8 mg våtvekt/l i 2009 (2008: 0,9 mg våtvekt/l).

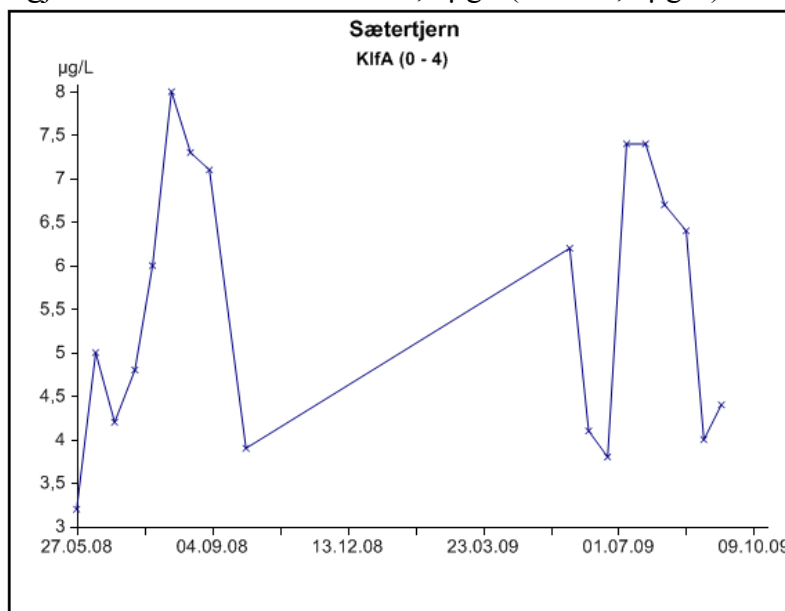


Figur 14. Variasjon i planteplanktonets mengde- og sammensetning i Sætertjernet i 2008-2009.

Klorofyll-a

Resultatene vises i Figur 15. I alle innsjøene var det et klorofyll-maksimum i august, og dette var sammenfallende med den høyest målte biomassen.

I Sætertjernet var gjennomsnittsverdien i 2009 5,6 $\mu\text{g/l}$ (2008: 5,5 $\mu\text{g/L}$)



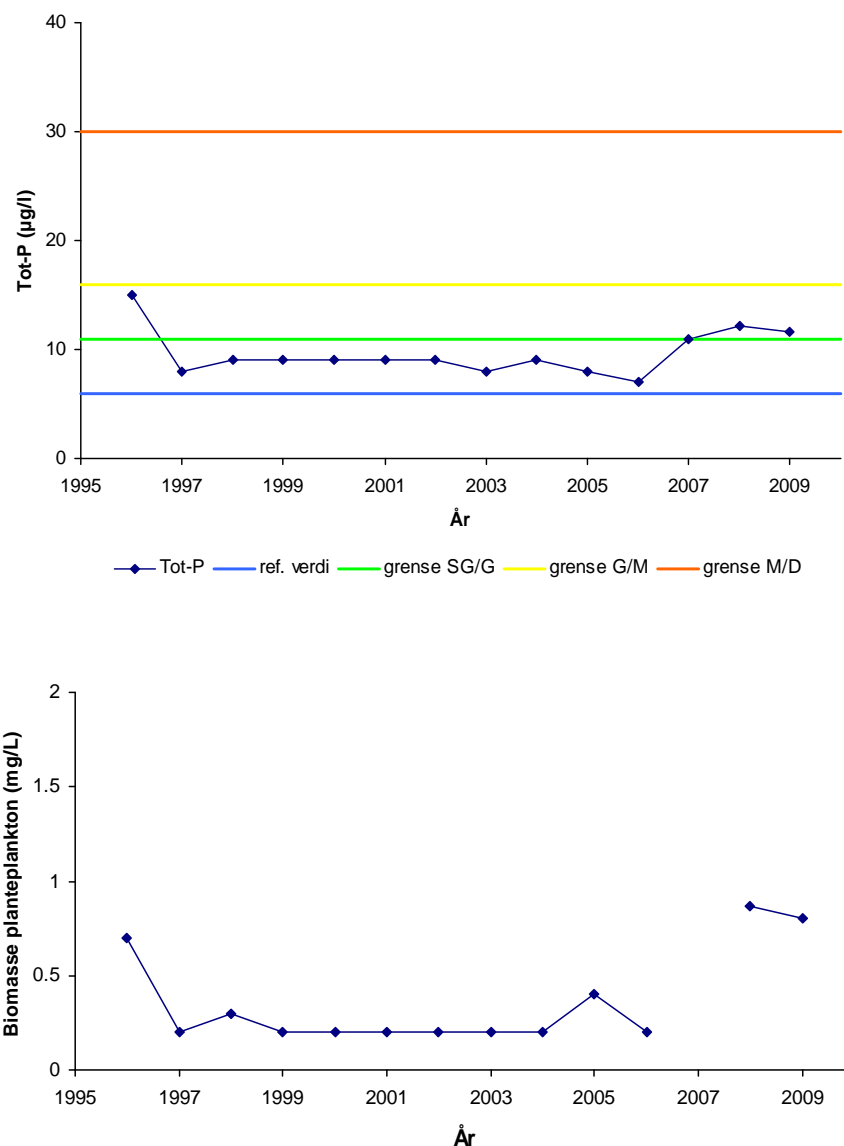
Figur 15. Klorofyll-a i Sætertjernet i 2008-2009.

Microcystin

Det var forholdsvis lave mengder blågrønnalger i Sætertjernet gjennom hele perioden. Det ble ikke påvist microcystiner i noen av de undersøkte prøvene i 2009.

3.1.3 Tidsserier og tilstand i 2009 i forhold til miljømålene

Dataene fra 2009 er satt sammen med historiske data for total fosfor og klorofyll/eller biomasse av planteplankton (Tabell 7). Det finnes slike historiske data fra Sætertjernet (Figur 16). I perioden fra slutten av 1990-tallet og frem til 2005 har innholdet av Tot-P i Sætertjernet vært stabilt (7-9 $\mu\text{g/l}$), men det har skjedd en økning til 11-12 $\mu\text{g/l}$ de siste tre årene. Det har skjedd en tilsvarende økning i biomassen av planteplankton.



Figur 16: Langtidsserier for konsentrasjonen av Tot-P og biomasse av planteplankton i Sætertjernet (Kilde: Fylkesmannen i Oslo/Akershus, etter 2008 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.

EUs rammedirektiv for vann vurderer innsjøer og elver med hjelp av biologiske indikatorer. Andre parametre (næringsstoffkonsentrasjoner, siktedybde, etc.) kan brukes som støtteparametre. Miljømålet defineres som grensen mellom moderat og god økologisk status.

Klorofyll-a er den eneste biologiske parametren vi har målt i denne undersøkelsen, hvor det er utviklet grenseverdier og definert miljømål. I tillegg har vi vurdert støtteparametren total fosfor. Siktedybdje er også en støtteparameter med utviklede grenseverdier og definerte miljømål. Det er imidlertid ikke tatt hensyn til effekten av humusstoffer på siktedybdje, og for innsjøer som er humusrike er det derfor ikke hensiktsmessig å bruke siktedybdje som en kvalitetsparameter for å bestemme økologisk status. Alle innsjøene som er undersøkt er humusrike innsjøer. I tillegg påvirkes siktedybdjen i Mjær og Sæbyvannet av en høy konsentrasjon av erosjonspartikler. Siktedybdjen er derfor heller ikke her egnet som mål for algekonsentrasjonen i vannet. 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 Sætertjernet ihht. Vanndirektivet er vist i tabell 7. Basert på en vurdering av klorofyll og total fosfor alene kan det konstateres at Sætertjernet er i god økologisk tilstand.

Tabell 7: Tilstand i Sætertjernet i forhold til Vanndirektivet i 2009. Grenser mellom god og moderat økologisk tilstand (miljømålet) er gitt i parentes.

Innsjø	Total fosfor µg/l	Klorofyll-a µg/L	Total nitrogen µg/l	STS Susp. tørrstoff mg/l	Siktedybdje m	Biomasse alger mg/m ³
Sætertjernet	11,6 (16)	5,6 (7,5)	376	2,2	2,0	804

3.2 Bindingsvannet

3.2.1 Resultater fysisk-kjemiske forhold

Temperatur og oksygen

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 fra slutten av juni var det perioder med oksygenkonsentrasjoner mellom 1-2 mg/l.

Siktedybdje

Resultatene vises i Vedlegg 3. Alle de undersøkte innsjøene i nedbørfeltet til Vansjø har høyt humusinnhold, noe som gjør at det blir et lavt siktedybdje. I 2008 ble det observert en spesielt kraftig transport av erosjonsmateriale i de nedre delene av nedbørfeltet til Vansjø grunnet en varm vinter med flere ras i Hobølelva og flere flomepisoder. I 2009 var det en stabil og kald vinter, og det har ikke blitt observert ekstremhendelser. Siktedybdjen i Bindingsvannet ligger mellom 1-2 meter, og en kan anta at det lave siktedybdjen til tider kan medføre en lysbegrensning av algeveksten. Det var gjennomgående noe større siktedybdje i 2009 sammenlignet med 2008.

I Bindingsvannet var siktedybdjen 2,5 meter i mai og juni, og ble deretter redusert til under 2 meter i resten av perioden. Gjennomsnittlig siktedybdje var 1,9 m i 2008 og 2,1 m i 2009.

Suspendert stoff/Gløderest

Innholdet av suspendert stoff og uorganisk partikulært materiale (gløderest) hadde en topp i begynnelsen av juli i Bindingsvannet (Vedlegg 3). Denne toppen kan skyldes at det var en periode med jevnt mye nedbør over flere uker i juli. De undersøkte innsjøene er relativt grunne, og i tillegg til varierende tilførsler fra nedbørfeltet vil også vinddrevet resuspensjon i innsjøbassengene påvirke innholdet av partikulært materiale. Det gjennomsnittlige innholdet av suspendert stoff og uorganisk partikulært materiale i 2009 var omtrent likt som i 2008 i Bindingsvannet. I 2008 ble det observert en spesielt kraftig transport av erosjonsmateriale i de nedre delene av nedbørfeltet til Vansjø, og det var ikke tilsvarende forhold i 2009.

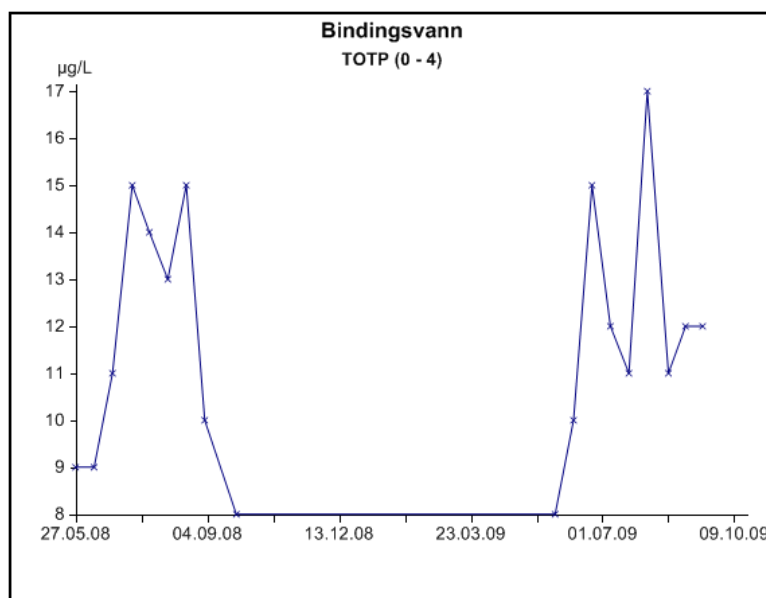
pH

Resultatene vises i Vedlegg 3. pH var i underkant av 7 i starten og slutten av sommeren, men økte til 7-7,9 i vekstperioden på sommeren.

Total fosfor

Resultatene vises i Figur 17. Fosforinnholdet i innsjøene i nedbørfeltet til Vansjø er i stor grad bestemt av fosfor som er bundet til organisk materiale og fosfor bundet til tilført leirmateriale. En generell trend for alle innsjøene var en økende Tot-P konsentrasjon frem til august. Utover sommeren skjer det en sedimentasjon av tilført materiale, og vannmassenes innhold av Tot-P ble mer avhengig av det som er bundet i alger og annet organisk materiale. Dette medførte en generell reduksjon i fosfor-innholdet i innsjøene.

I Bindingsvannet var gjennomsnittsverdien for 2009 12 µg/l (2008: 11,6 µg/l).

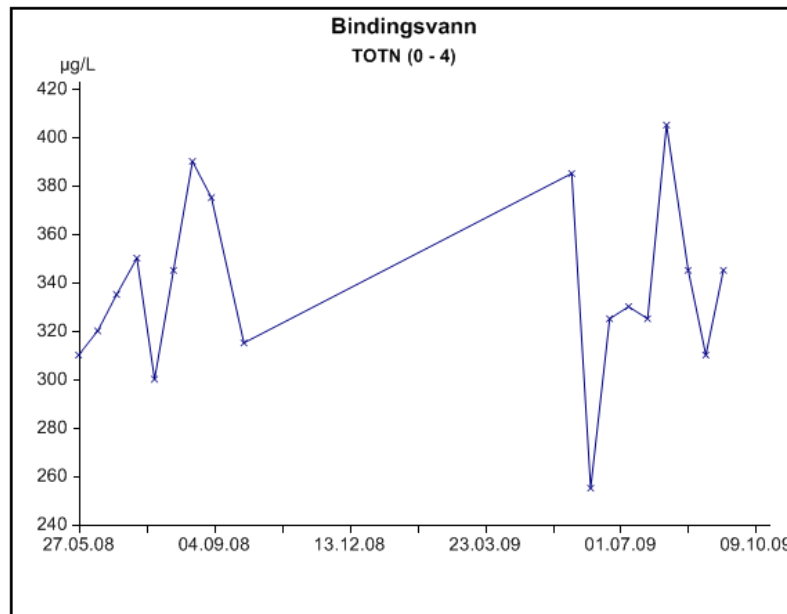


Figur 17. Tot-P i Bindingsvannet i 2008-2009.

Total nitrogen

Resultatene vises i Figur 18. Sesongvariasjonen i totalt nitrogen var noe ulik i de seks innsjøene. Dette skyldes trolig ulik mengde tilførsler fra nedbørfeltet og ulik biologisk aktivitet i innsjøene. Det er en økende mengde totalt nitrogen nedover i nedbørfeltet.

I Bindingsvannet var gjennomsnittsverdien for 2009 336 µg/l (2008: 338 µg/l).



Figur 18. Tot-N i Bindingsvannet i 2008-2009.

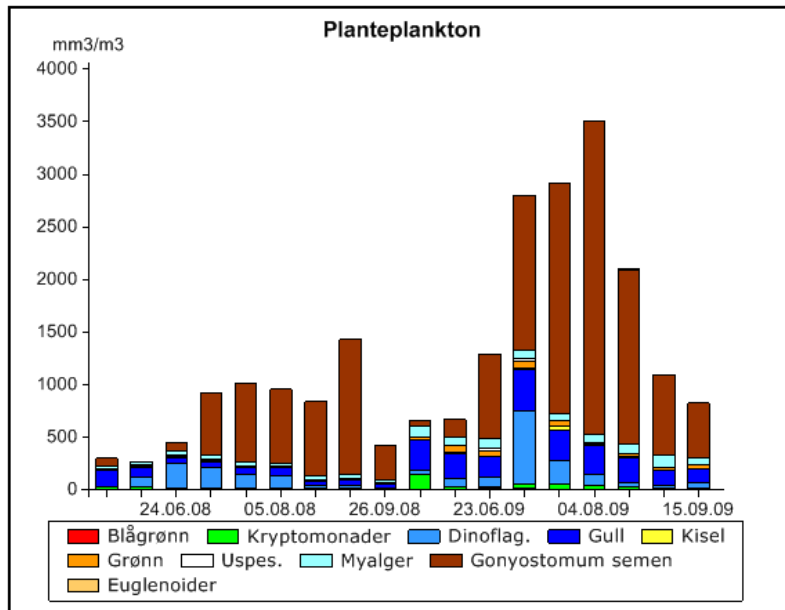
Totalt organisk karbon (TOC)

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. Resultatene fra 2008 viste at det er en tydelig sammenheng mellom farge og organisk stoff.

3.2.2 Resultater biologiske forhold

Plantep plankton

I Bindingsvannet (Figur 19) var det en dominans av gullalger og dinoflagellater i mai og juni, og så kom det en meget kraftig dominans av *Gonyostomum semen* resten av sesongen. Det var kun lave konsentrasjoner av blågrønnalger. Den gjennomsnittlige algebiomassen var 1,8 mg våtvekt/l i 2009 (2008: 0,7 mg våtvekt/l). Det var omtrent dobbelt så stor biomasse av *G. semen* i 2009 sammenlignet med 2008.

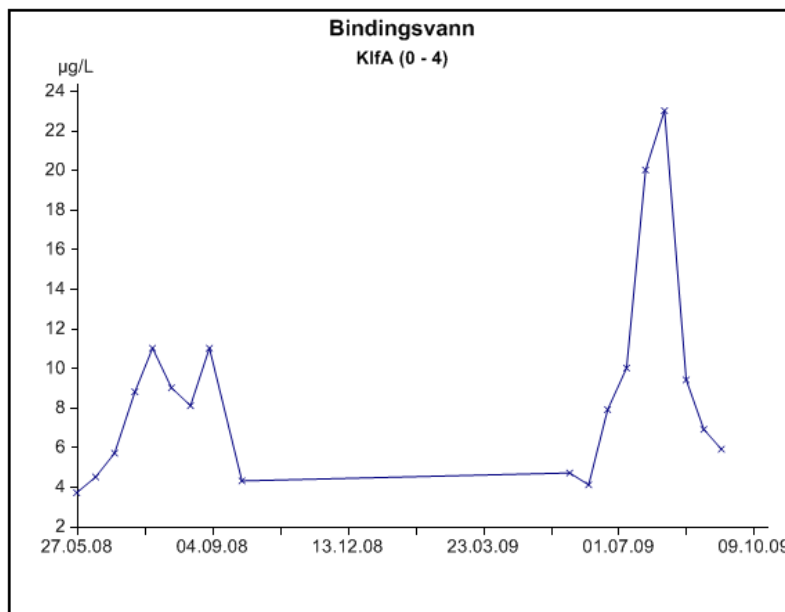


Figur 19. Variasjon i planteplanktonets mengde- og sammensetning i Bindingsvannet i 2008-2009.

Klorofyll-a

Resultatene vises i Figur 20. I alle innsjøene var det et klorofyll-maksimum i august, og dette var sammenfallende med den høyest målte biomassen.

I Bindingsvannet var gjennomsnittsverdien i 2009 10,2 $\mu\text{g/l}$ (2008: 7,3 $\mu\text{g/l}$).



Figur 20. Klorofyll-a i Bindingsvannet i 2008-2009.

Microcystin

Det var forholdsvis lave mengder blågrønnalger i Bindingsvannet gjennom hele perioden. Det ble ikke påvist microcystiner i noen av de undersøkte prøvene i 2009.

3.2.3 Tidsserier og tilstand i 2009 i forhold til miljømålene

Dataene fra 2009 er satt sammen med historiske data for total fosfor og klorofyll/eller biomasse av planteplankton. Det finnes ingen slike historiske data fra Bindingsvannet, så resultatene fra 2009 kan ikke sammenlignes med tidligere års data.

EUs rammedirektiv for vann vurderer innsjøer og elver 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 status. Klorofyll-a er den eneste biologiske parametren vi har målt i denne undersøkelsen, hvor det er utviklet grenseverdier og definert miljømål. I tillegg har vi vurdert støtteparametren total fosfor. Siktedybde er også en støtteparameter med utviklede grenseverdier og definerte miljømål. Det er imidlertid ikke tatt hensyn til effekten av humusstoffer på siktedypet, og for innsjøer som er humusrike er det derfor ikke hensiktsmessig å bruke siktedyp som en kvalitetsparameter for å bestemme økologisk status. Alle innsjøene som er undersøkt er humusrike innsjøer. I tillegg påvirkes siktedybden i Mjær og Sæbyvannet av en høy konsentrasjon av erosjonspartikler. Siktedybden er derfor heller ikke her egnet som mål for algekonsentrasjonen i vannet. Tilstandsvurderingen er derfor gjennomført med klorofyll som hovedparameter og total fosfor som støtteparameter for alle de undersøkte innsjøene i nedbørfeltet til Vansjø. Vurderingen av økologisk tilstand for Bindingsvannet iht. vanndirektivet er vist i Tabell 8. Basert på en vurdering av klorofyll og total fosfor alene kan det konstateres at Bindingsvannet har moderat økologisk tilstand.

Tabell 8: Tilstand i Bindingsvannet i forhold til Vanndirektivet i 2009. Grenser mellom god og moderat økologisk tilstand (miljømålet) er gitt i parentes.

Innsjø	Total fosfor µg/l	Klorofyll-a µg/L	Total nitrogen µg/l	STS Susp. tørrstoff mg/l	Siktedyp m	Biomasse alger mg/m ³
Bindingsvannet	12 (16)	10,2 (7,5)	336	2,8	2,1	1762

3.3 Langen

3.3.1 Resultater fysisk-kjemiske forhold

Temperatur og oksygen

Oksygen og temperaturutvikling gjennom prøvetakingsperioden vises i Vedlegg 3. Det var en klar temperatursjiktning gjennom hele perioden, med varmt overflatevann og kaldere bunnvann. Sprangsjiktet lå ved omtrent 4-5 meter. Det ble påvist oksygenverdier mellom 1-2 mg/l i september.

Siktedyp

Resultatene vises i Vedlegg 3. Alle de undersøkte innsjøene i nedbørfeltet til Vansjø har høyt humusinnhold, noe som gjør at det blir et lavt siktedyp. I tillegg er det en kraftig transport av erosjonsmateriale i de nedre delene av nedbørfeltet til Vansjø, og dette gir et høyt partikkelinnhold og bidrar også til lavt siktedyp. I 2008 ble det observert en spesielt kraftig transport av erosjonsmateriale i de nedre delene av nedbørfeltet til Vansjø grunnet en varm vinter med flere ras i Hobølelva og flere flomepisoder. I 2009 var det en stabil og kald vinter, og det har ikke blitt observert ekstremhendelser. Siktedypet i de seks innsjøene ligger mellom 1-2 meter, og en kan anta at det lave siktedypet til tider kan medføre en lysbegrensning av algeveksten. Det var gjennomgående noe større siktedyp i alle sjøene i 2009 sammenlignet med 2008.

Siktedypet i Langen lå mellom 1,5-2,5 meter gjennom hele perioden. Gjennomsnittlig siktedyp var 1,7 m i 2008 og 1,9 m i 2009.

Suspendert stoff/Gløderest

Innholdet av suspendert stoff og uorganisk partikulært materiale (gløderest) hadde en topp i begynnelsen av juli i Langen (Vedlegg 3). Denne toppen kan skyldes at det var en periode med jevnt mye nedbør over flere uker i juli. De undersøkte innsjøene er relativt grunne, og i tillegg til varierende tilførsler fra nedbørfeltet vil også vinddrevet resuspensjon i innsjøbassengene påvirke innholdet av partikulært materiale. Det gjennomsnittlige innholdet av suspendert stoff og uorganisk partikulært materiale i 2009 var omtrent likt som i 2008 i Langen.

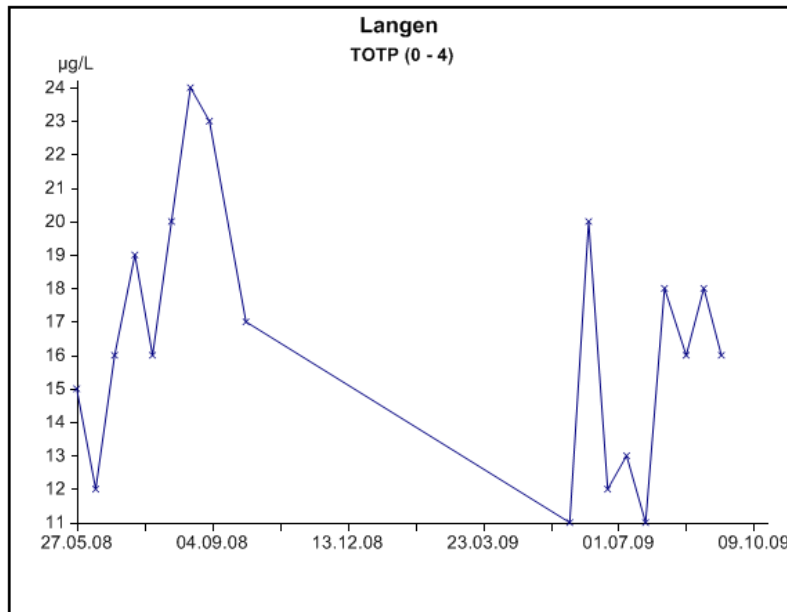
pH

Resultatene vises i Vedlegg 3. pH var i underkant av 7 i starten og slutten av sommeren, men økte til 7-7,9 i vekstperioden på sommeren.

Total fosfor

Resultatene vises i Figur 21. Fosforinnholdet i innsjøene i nedbørfeltet til Vansjø er i stor grad bestemt av fosfor som er bundet til organisk materiale og fosfor bundet til tilført leirmateriale. En generell trend for alle innsjøene var en økende Tot-P konsentrasjon frem til august. Utover sommeren skjer det en sedimentasjon av tilført materiale, og vannmassenes innhold av Tot-P ble mer avhengig av det som er bundet i alger og annet organisk materiale. Dette medførte en generell reduksjon i fosfor-innholdet i innsjøene.

I **Langen** var gjennomsnittsverdien for 2009 15 µg/l (2008: 18 µg/l).

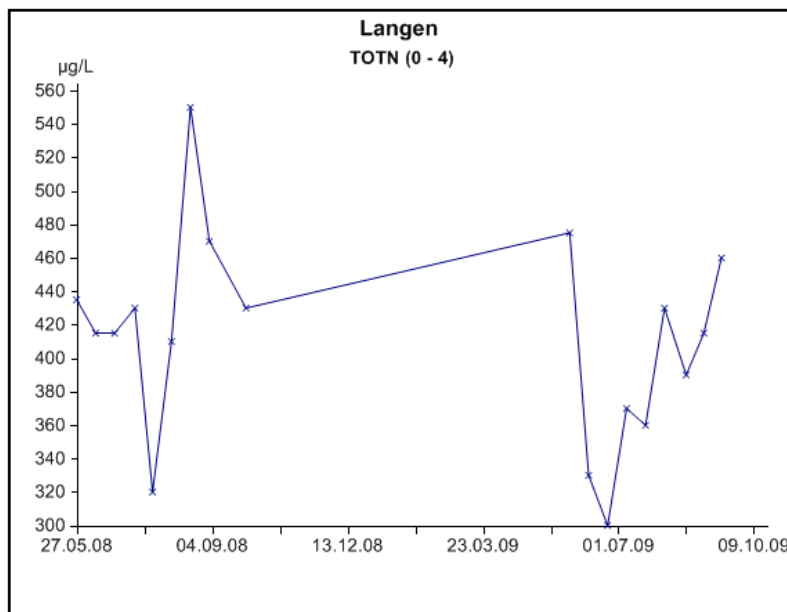


Figur 21. Tot-P i Langen i 2008-2009

Total nitrogen

Resultatene vises i Figur 22. Sesongvariasjonen i totalt nitrogen var noe ulik i de seks innsjøene. Dette skyldes trolig ulik mengde tilførsler fra nedbørfeltet og ulik biologisk aktivitet i innsjøene. Det er en økende mengde totalt nitrogen nedover i nedbørfeltet.

I **Langen** var gjennomsnittsverdien for 2009 392 µg/l (2008: 431 µg/l).



Figur 22. Tot-N i Langen i 2008-2009

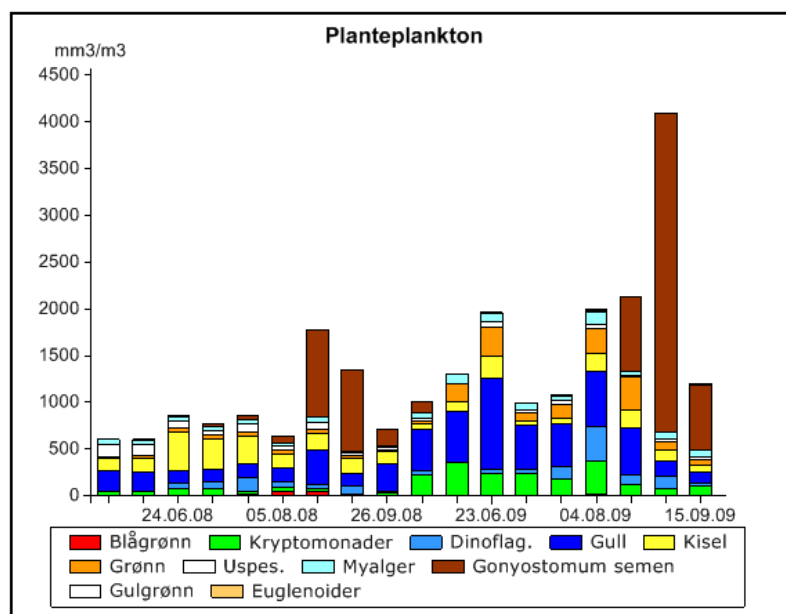
Totalt organisk karbon (TOC)

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. Resultatene fra 2008 viste at det er en tydelig sammenheng mellom farge og organisk stoff.

3.3.2 Resultater biologiske forhold

Plantep plankton

I Langen (Figur 23) var det en dominans av gullalger i begynnelsen av sommeren. Fra august var det en kraftig dominans av *G. semen*. Det var kun lave konsentrasjoner av blågrønnalger. Den gjennomsnittlige algebiomassen var 1,8 mg våtvekt/l i 2009 (2008: 0,9 mg våtvekt/l). Også her var det omtrent dobbelt så stor biomasse av *G. semen* i 2009 sammenlignet med 2008.

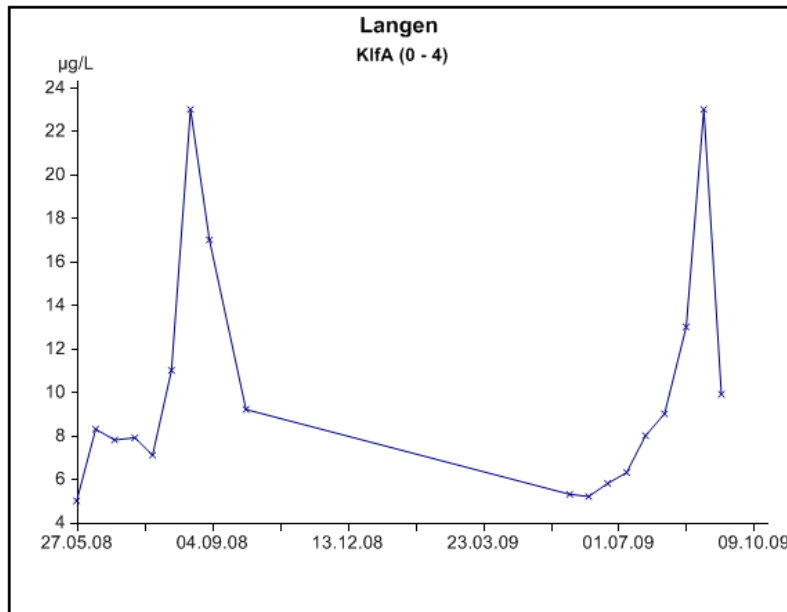


Figur 23. Variasjon i planteplanktonets mengde- og sammensetning i Langen i 2008-2009.

Klorofyll-a

Resultatene vises i Figur 24. I alle innsjøene var det et klorofyll-maksimum i august, og dette var sammenfallende med den høyest målte biomassen.

I Langen var gjennomsnittsverdien i 2009 9,5 µg/l (2008: 10,7 µg/L)



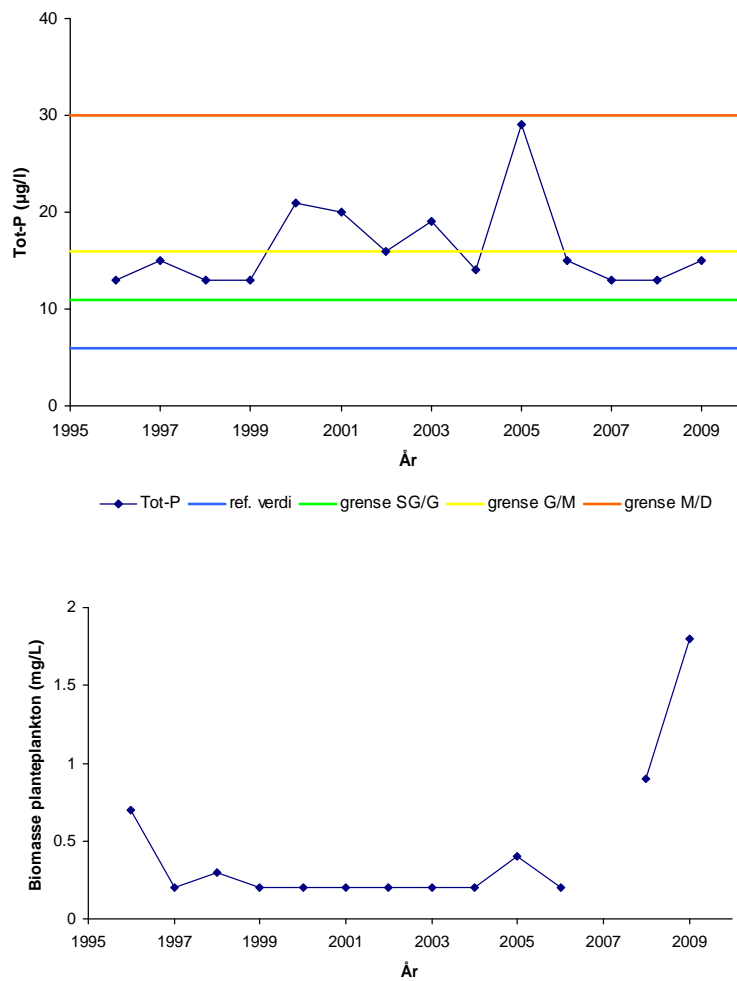
Figur 24. Klorofyll-a i Langen i 2008-2009.

Microcystin

Det var forholdsvis lave mengder blågrønnalger i Langen gjennom hele perioden. Det ble ikke påvist microcystiner i noen av de undersøkte prøvene i 2009.

3.3.3 Tidsserier og tilstand i 2009 i forhold til miljømålene

Dataene fra 2009 er satt sammen med historiske data for total fosfor og klorofyll/eller biomasse av planteplankton. Det finnes slike historiske data fra Langen (Figur 25). I Langen har innholdet av Tot-P variert mellom 12-20 µg/l siden midten av 1990-tallet, med unntak av 2005 (29 µg/l). De siste to årene har det vært en økning i biomassen av planteplankton, og dette kan skyldes en økende dominans av algen *Gonyostomum semen* de siste årene.



Figur 25: Langtidsserier for konsentrasjonen av Tot-P og biomasse av planteplankton i Langedalen (Kilde: Fylkesmannen i Oslo/Akershus, etter 2008 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.

EUs rammedirektiv for vann vurderer innsjøer og elver med hjelp av biologiske indikatorer. Andre parametre (f.eks. næringsstoffkonsentrasjoner, siktedyp) kan brukes som støtteparametre. Miljømålet defineres som grensen mellom moderat og god økologisk status. 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. 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 status. Alle innsjøene som er undersøkt er humusrike innsjøer. I tillegg påvirkes siktedyden i Mjær og Sæbyvannet av en høy konsentrasjon av erosjonspartikler. Siktedyden er derfor heller ikke her egnet som mål for algekonsentrasjonen i vannet. 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 status for Langedalen iht. Vanddirektivet er vist

i Tabell 9. Basert på en vurdering av klorofyll og total fosfor alene kan det konstateres at Langen har moderat økologisk tilstand.

Tabell 9: Tilstand i Langen i forhold til Vanndirektivet i 2009. Grenser mellom god og moderat økologisk tilstand (miljømålet) er gitt i parentes.

Innsjø	Total fosfor µg/l	Klorofyll-a µg/L	Total nitrogen µg/l	STS Susp. tørrstoff mg/l	Siktedyp m	Biomasse alger mg/m ³
Langen	15 (16)	9,5 (7,5)	392	2,8	1,9	1757

3.4 Våg

3.4.1 Resultater fysisk-kjemiske forhold

Temperatur og oksygen

Oksygen og temperaturutvikling gjennom prøvetakingsperioden vises i Vedlegg 3. Det var en klar temperatursjiktning gjennom hele perioden, og sprangsjiktet lå ved omtrent 4 meter. Det var en reduksjon i oksygenkonsentrasjon mot bunnen, og i september var det mellom 1-2 mg/L oksygen i bunnvannet.

Siktedyp

Resultatene vises i Vedlegg 3. Alle de undersøkte innsjøene i nedbørfeltet til Vansjø har høyt humusinnhold, noe som gjør at det blir et lavt siktedyp. I tillegg er det en kraftig transport av erosjonsmateriale i de nedre delene av nedbørfeltet til Vansjø, og dette gir et høyt partikkelinnhold og bidrar også til lavt siktedyp. I 2008 ble det observert en spesielt kraftig transport av erosjonsmateriale i de nedre delene av nedbørfeltet til Vansjø grunnet en varm vinter med flere ras i Hobølelva og flere flomepisoder. I 2009 var det en stabil og kald vinter, og det har ikke blitt observert ekstremhendelser. Siktedypet i de seks innsjøene ligger mellom 1-2 meter, og en kan anta at det lave siktedypet til tider kan medføre en lysbegrensning av algeveksten. Det var gjennomgående noe større siktedyp i alle sjøene i 2009 sammenlignet med 2008.

Siktedypet i Våg lå mellom 1,5-2 meter gjennom hele perioden. Gjennomsnittlig siktedyp var 1,7 m både i 2008 og 2009.

Suspendert stoff/Gløderest

Innholdet av suspendert stoff og uorganisk partikulært materiale (gløderest) hadde en topp i begynnelsen av juli i Våg (Vedlegg 3). Denne toppen kan skyldes at det var en periode med jevnt mye nedbør over flere uker i juli. De undersøkte innsjøene er relativt grunne, og i tillegg til varierende tilførsler fra nedbørfeltet vil også vinddrevet resuspensjon i innsjøbassengene

påvirke innholdet av partikulært materiale. Det gjennomsnittlige innholdet av suspendert stoff og uorganisk partikulært materiale i 2009 var omtrent likt i som i 2008 i Våg.

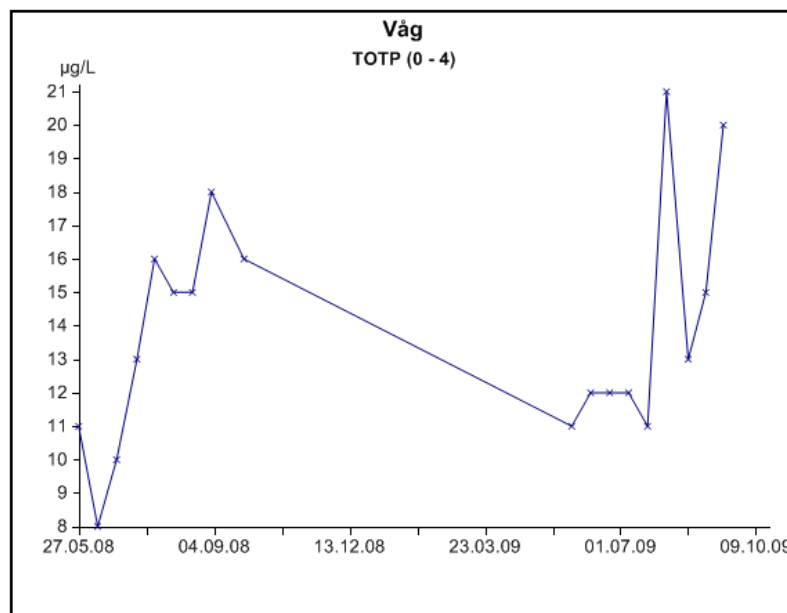
pH

Resultatene vises i Vedlegg 3. pH var i underkant av 7 i starten og slutten av sommeren, men økte til 7-7,9 i vekstperioden på sommeren.

Total fosfor

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

I Våg var gjennomsnittsverdien for 2009 14,1 µg/l (2008: 13,6 µg/l).

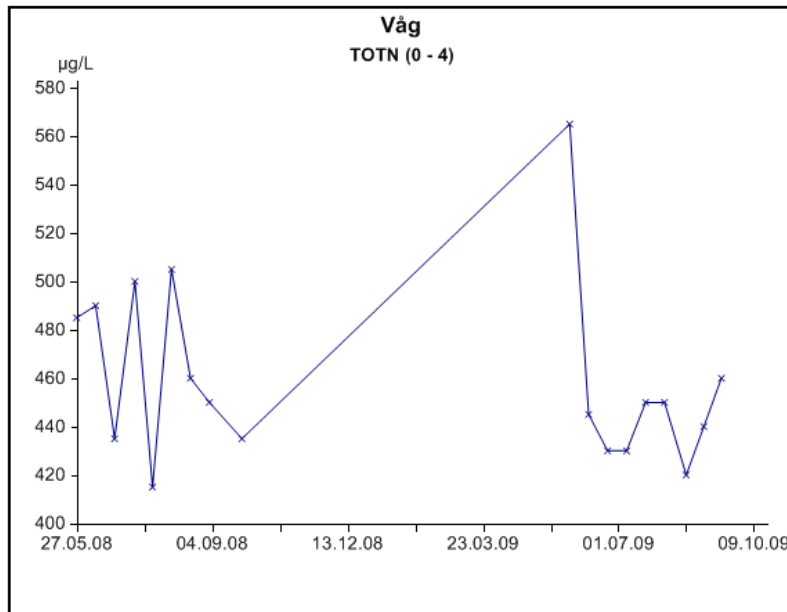


Figur 26. Tot-P i Våg i 2008-2009.

Total nitrogen

Resultatene vises i Figur 27. Sesongvariasjonen i totalt nitrogen var noe ulik i de seks innsjøene. Dette skyldes trolig ulik mengde tilførsler fra nedbørfeltet og ulik biologisk aktivitet i innsjøene. Det er en økende mengde totalt nitrogen nedover i nedbørfeltet.

I Våg var gjennomsnittsverdien i 2009 485 µg/l (2008: 464 µg/l).



Figur 27. Tot-N i Våg i 2008-2009.

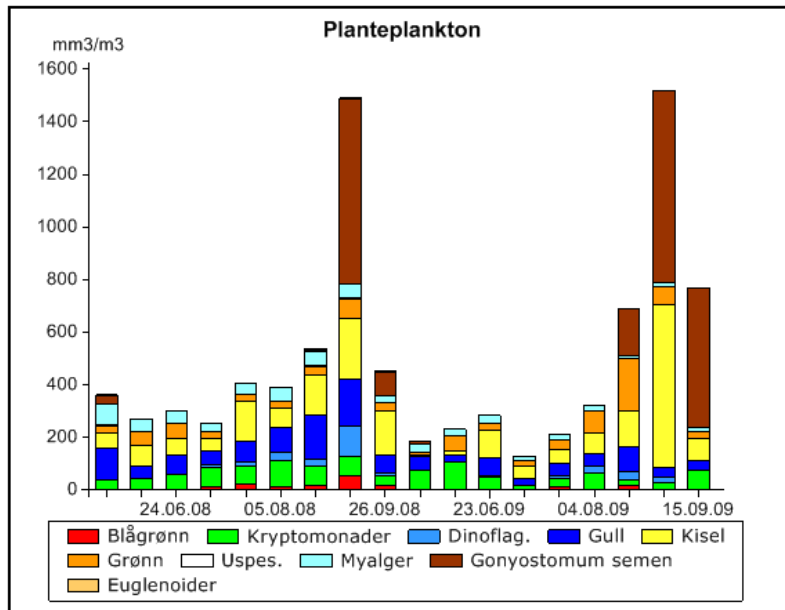
Totalt organisk karbon (TOC)

Resultatene vises i figuren under. Det ble målt relativt høye verdier av TOC i Våg, og det var en gjennomgående økning i TOC innholdet i løpet av sommeren. Resultatene fra 2008 viste at det er en tydelig sammenheng mellom farge og organisk stoff.

3.4.2 Resultater biologiske forhold

Planteplankton

Algesamfunnet i Våg (Figur 28) var dominert av kiselalger, svelgflagellater og gullalger. Kiselalger og *G. semen* dominerte i september. Konsentrasjonen av blågrønnalger var lav hele sesongen. Den gjennomsnittlige algebiomassen var 0,5 mg våtvekt/l i 2009 (2008: 0,5 mg våtvekt/l).

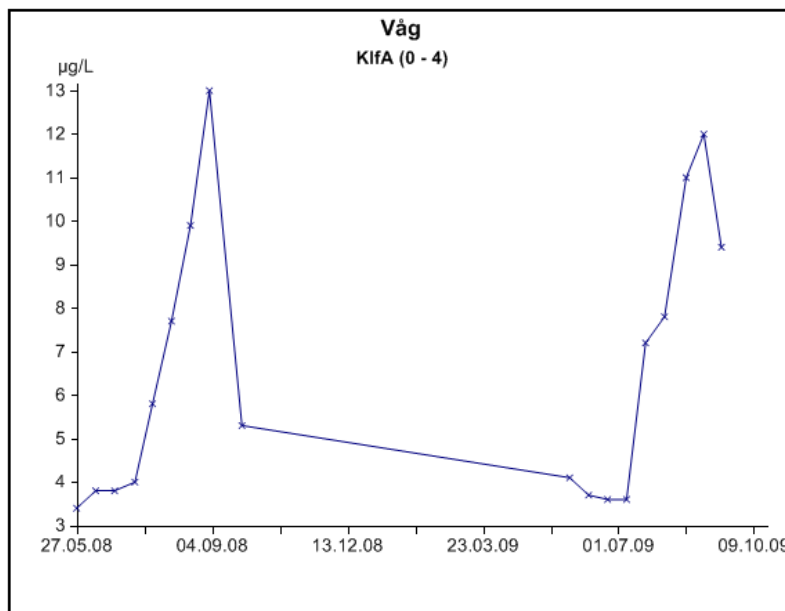


Figur 28. Variasjon i planteplanktonets mengde- og sammensetning i Våg i 2008-2009.

Klorofyll-a

Resultatene vises i Figur 29. I alle innsjøene var det et klorofyll-maksimum i august, og dette var sammenfallende med den høyest målte biomassen.

I Våg var gjennomsnittsverdien i 2009 6,9 µg/l (2008: 6,3 µg/L)



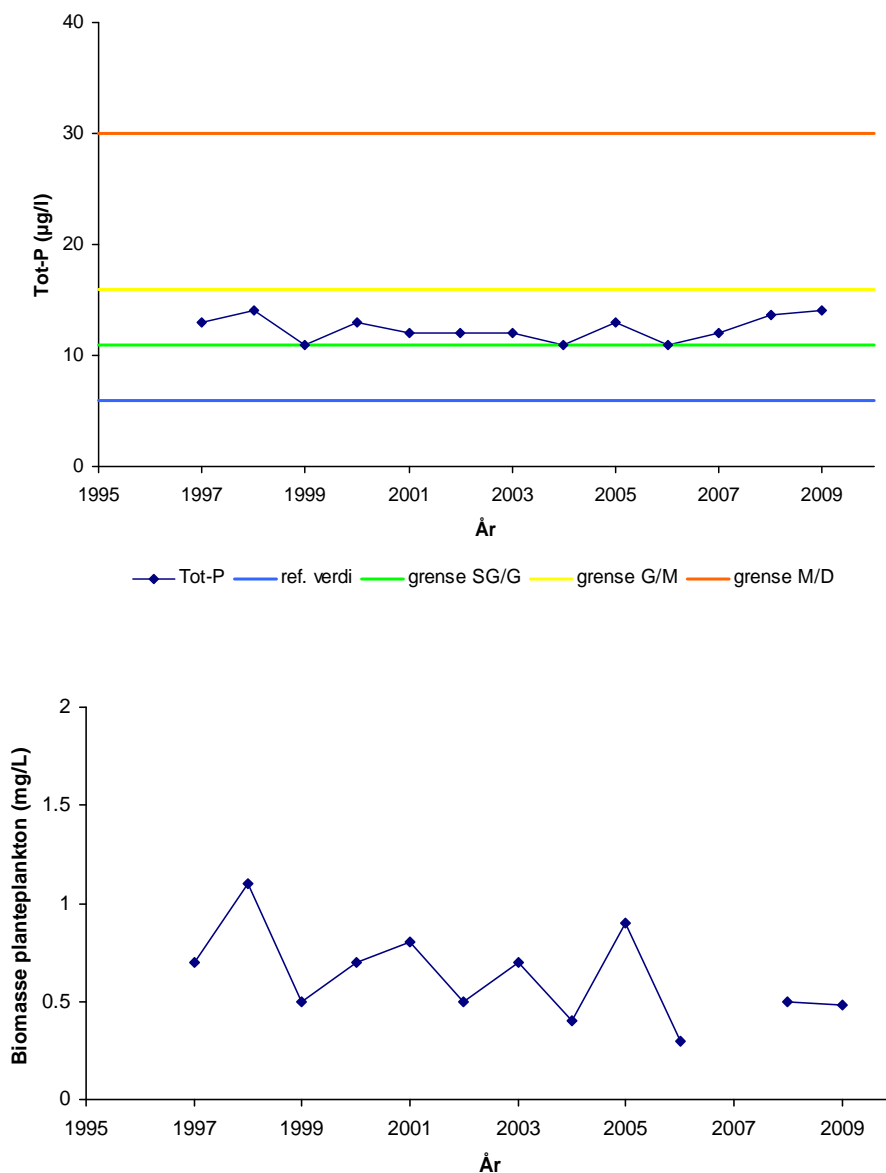
Figur 29. Klorofyll-a i Våg i 2008-2009.

Microcystin

Det var forholdsvis lave mengder blågrønnalger i Våg gjennom hele perioden. Det ble ikke påvist microcystiner i noen av de undersøkte prøvene i 2009.

3.4.3 Tidsserier og tilstand i 2009 i forhold til miljømålene

Data fra 2009 er satt sammen med historiske data for total fosfor og klorofyll/eller biomasse av planteplankton. Det finnes slike historiske data fra Våg (Figur 30). I Våg har innholdet av Tot-P vært 12-13 $\mu\text{g/l}$ de siste 13 årene, og planteplankton-biomassen har også vært stabil mellom 0,5-1 mg/l .



Figur 30: Langtidsserier for konsentrasjonen av Tot-P og biomasse av planteplankton i Våg (Kilde: Fylkesmannen i Oslo/Akershus, etter 2008 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.

EUs rammedirektiv for vann vurderer innsjøer og elver med hjelp av biologiske indikatorer. Andre parametre (f.eks. næringsstoffkonsentrasjoner, siktedyp) kan brukes som støtteparametre. Miljømålet defineres som grensen mellom moderat og god økologisk status. 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. 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 status. Alle innsjøene som er undersøkt er humusrike innsjøer. I tillegg påvirkes siktedybdnen i Mjær og Sæbyvannet av en høy konsentrasjon av erosjonspartikler. Siktedybdnen er derfor heller ikke her egnet som mål for algekonsentrasjonen i vannet. Tilstandsvurderingen er derfor gjennomført med klorofyll som hovedparameter og total fosfor som støtteparameter for alle de undersøkte innsjøene i nedbørfeltet til Vansjø. Vurderingen av økologisk tilstand for Våg iht. Vanndirektivet er vist i Tabell 10. Basert på en vurdering av klorofyll og total fosfor alene kan det konstateres at Våg er i god økologisk tilstand.

Tabell 10: Tilstand i Våg i 2009 i forhold til Vanndirektivet. Grenser mellom god og moderat økologisk tilstand (miljømålet) er gitt i parentes.

Innsjø	Total fosfor µg/l	Klorofyll-a µg/L	Total nitrogen µg/l	STS Susp. tørrstoff mg/l	Siktedyp m	Biomasse alger mg/m ³
Våg	14,1 (16)	6,9 (7,5)	485	3,1	1,7	482

3.5 Mjær

3.5.1 Resultater fysisk-kjemiske forhold

Temperatur og oksygen

Oksygen og temperaturutvikling gjennom prøvetakingsperioden vises i Vedlegg 3. Det var 5 meter dypt ved prøvetakingsstasjonen, og det utviklet seg ingen klar temperatursjiktning i løpet av sommeren. Det var derfor også gode oksygenforhold i vannmassene gjennom hele perioden. Det er imidlertid dypere områder i Mjær og her kan situasjonen ha vært annerledes.

Siktedyp

Resultatene vises i Vedlegg 3. Alle de undersøkte innsjøene i nedbørfeltet til Vansjø har høyt humusinnhold, noe som gjør at det blir et lavt siktedyp. I tillegg er det en kraftig transport av erosjonsmateriale i de nedre delene av nedbørfeltet til Vansjø, og dette gir et høyt partikkelinnhold og bidrar også til lavt siktedyp. I 2008 ble det observert en spesielt kraftig transport av erosjonsmateriale i de nedre delene av nedbørfeltet til Vansjø grunnet en varm vinter med flere ras i Hobølelva og flere flomepisoder. I 2009 var det en stabil og kald vinter, og det har ikke blitt observert ekstremhendelser. Siktedypet i de seks innsjøene ligger mellom 1-2 meter, og en kan anta at det lave siktedypet til tider kan medføre en lysbegrensning av

algeveksten. Det var gjennomgående noe større siktedyp i alle sjøene i 2009 sammenlignet med 2008.

Siktedypet i **Mjær** lå mellom 1-2 meter gjennom hele perioden. Gjennomsnittlig siktedyp var 1,4 m i 2008 og 1,5 m i 2009.

Suspendert stoff/Gløderest

Innholdet av suspendert stoff og uorganisk partikulært materiale (gløderest) hadde en topp i begynnelsen av juli i Mjær (Vedlegg 3). Denne toppen kan skyldes at det var en periode med jevnt mye nedbør over flere uker i juli. De undersøkte innsjøene er relativt grunne, og i tillegg til varierende tilførsler fra nedbørfeltet vil også vinddreivet resuspensjon i innsjøbassengene påvirke innholdet av partikulært materiale. Gjennomsnittsverdiene for suspendert stoff øker nedover i nedbørfeltet, og en finner de høyeste verdiene i Mjær og Sæbyvannet. Disse to sjøene, og spesielt Sæbyvannet, er påvirket av tilført leirmateriale. Det gjennomsnittlige innholdet av suspendert stoff og uorganisk partikulært materiale i 2009 var omtrent likt som i 2008 i Mjær.

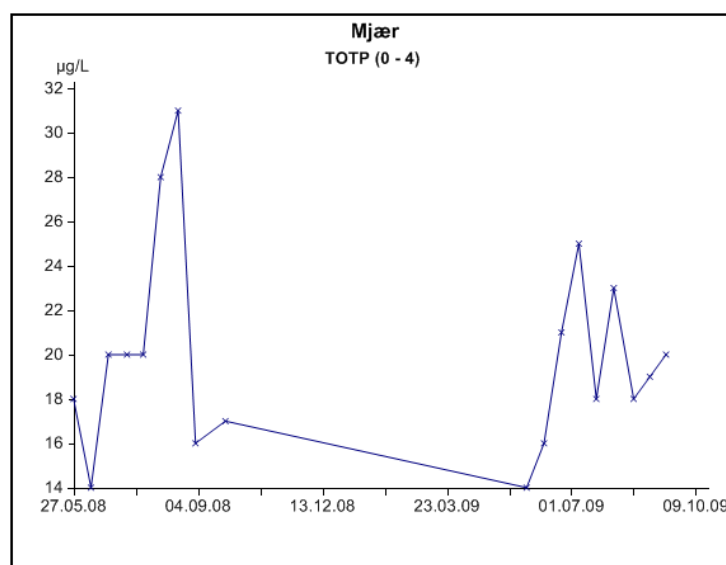
pH

Resultatene vises i Vedlegg 3. pH var i underkant av 7 i starten og slutten av sommeren, men økte til 7-7,9 i vekstperioden på sommeren.

Total fosfor

Resultatene vises i Figur 31. Fosforinnholdet i innsjøene i nedbørfeltet til Vansjø er i stor grad bestemt av fosfor som er bundet til organisk materiale og fosfor bundet til tilført leirmateriale. En generell trend for alle innsjøene var en økende Tot-P konsentrasjon frem til august. Utover sommeren skjer det en sedimentasjon av tilført materiale, og vannmassenes innhold av Tot-P ble mer avhengig av det som er bundet i alger og annet organisk materiale. Dette medførte en generell reduksjon i fosfor-innholdet i innsjøene.

I Mjær var gjennomsnittsverdien for 2009 19,3 µg/l (2008: 20,4 µg/l).

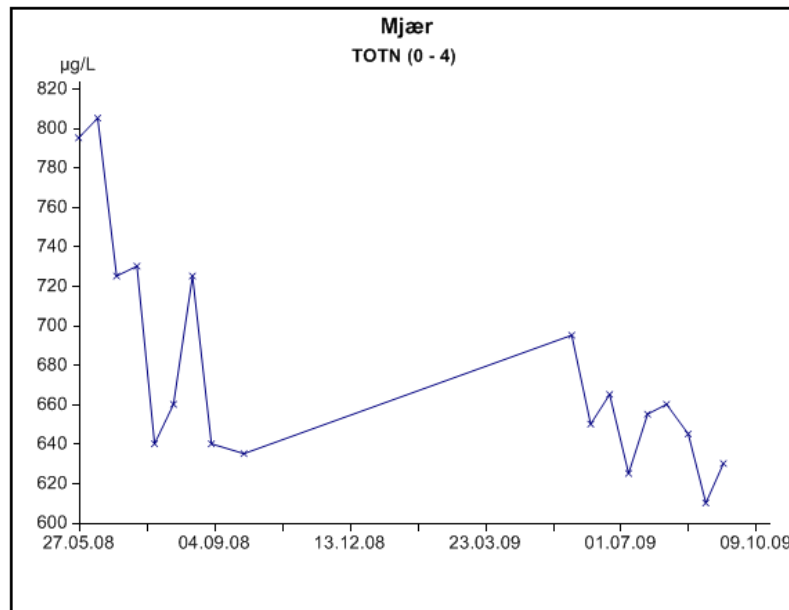


Figur 31. Tot-P i Mjær i 2008-2009.

Total nitrogen

Resultatene vises i Figur 32. Sesongvariasjonen i totalt nitrogen var noe ulik i de seks innsjøene. Dette skyldes trolig ulik mengde tilførsler fra nedbørfeltet og ulik biologisk aktivitet i innsjøene. Det er en økende mengde totalt nitrogen nedover i nedbørfeltet.

I Mjær var gjennomsnittsverdien for 2009 678 $\mu\text{g/l}$ (2008: 706 $\mu\text{g/l}$).



Figur 32. Tot-N i Mjær i 2008-2009.

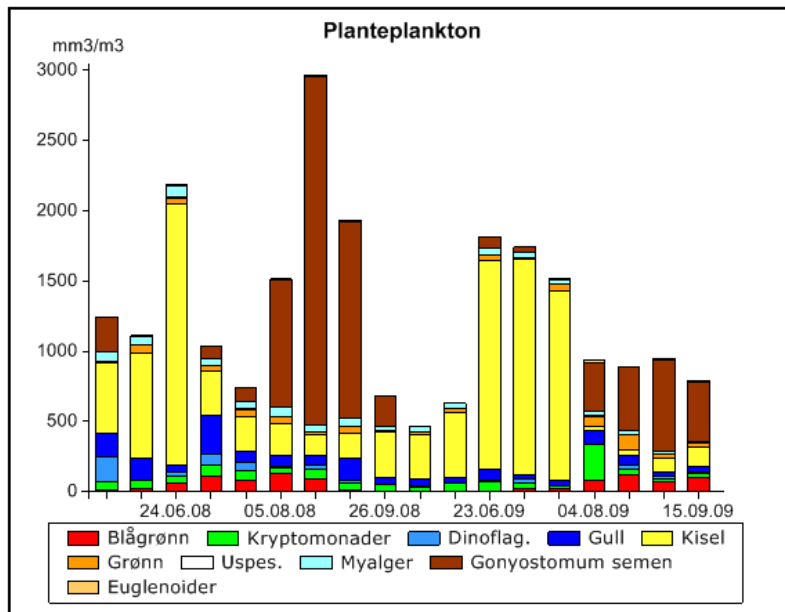
Totalt organisk karbon (TOC)

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. Resultatene fra 2008 viste at det er en tydelig sammenheng mellom farge og organisk stoff.

3.5.2 Resultater biologiske forhold

Plantep plankton

I Mjær (Figur 33) var det en sterk dominans av kiselalger i starten av perioden, etterfulgt av en sterk dominans av *G. semen* fra august. Det var noe høyere konsentrasjoner av blågrønnalger sammenlignet med innsjøene oppstrøms. Den gjennomsnittlige algebiomassen var 1,1 mg våtvekt/l i 2009 (2008: 1,4 mg våtvekt/l).

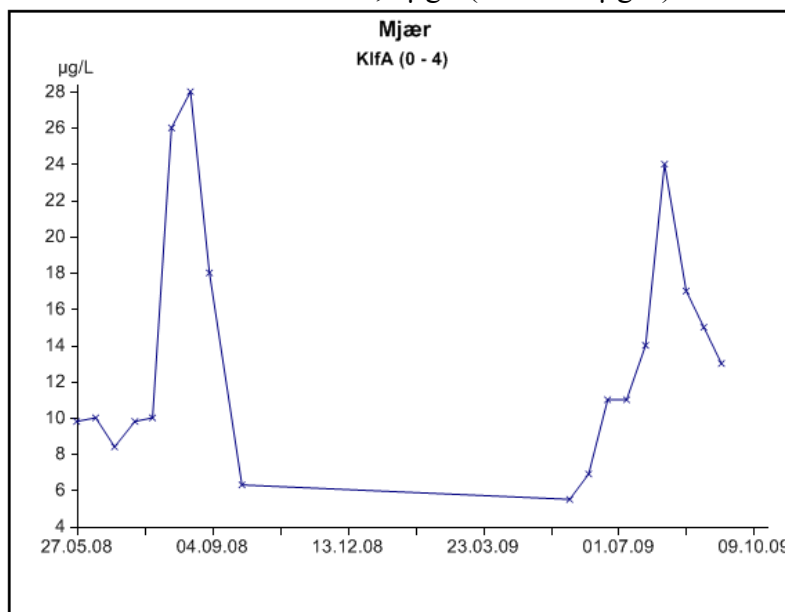


Figur 33. Variasjon i planteplanktonets mengde og sammensetning i Mjær i 2008-2009.

Klorofyll-a

Resultatene vises i Figur 34. I alle innsjøene var det et klorofyll-maksimum i august, og dette var sammenfallende med den høyest målte biomassen.

I Mjær var gjennomsnittsverdien for 2009 13,0 $\mu\text{g/l}$ (2008: 14 $\mu\text{g/L}$)



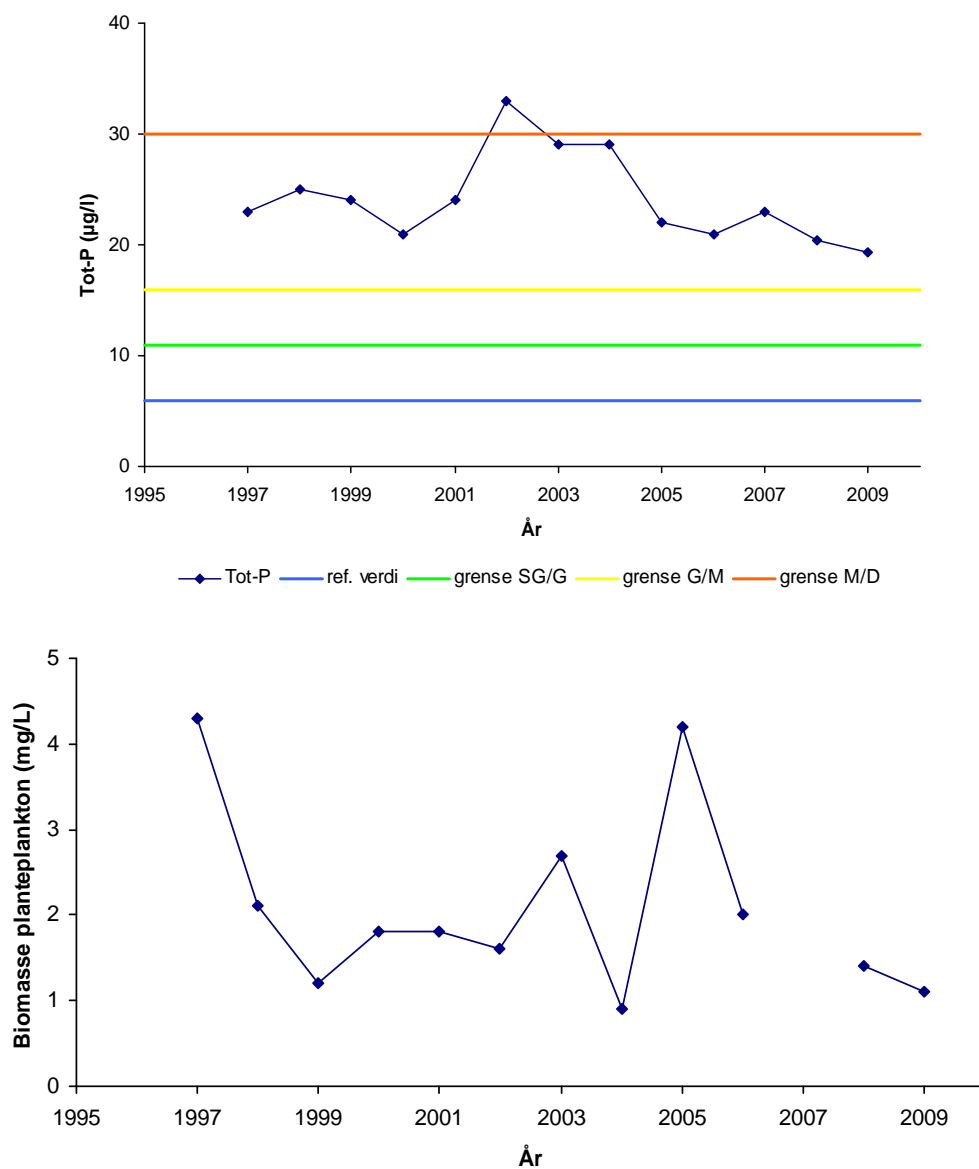
Figur 34. Klorofyll-a i Mjær i 2008-2009.

Microcystin

Det var forholdsvis lave mengder blågrønnalger i Mjær gjennom hele perioden. Det ble ikke påvist microcystiner i noen av de undersøkte prøvene i 2009.

3.5.3 Tidsserier og tilstand i 2009 i forhold til miljømålene

Dataene fra 2009 er satt sammen med historiske data for total fosfor og klorofyll/eller biomasse av planteplankton. Det finnes slike historiske data fra Mjær (Figur 35). I Mjær har innholdet av Tot-P variert mellom 20-30 $\mu\text{g/l}$ siden midten av 1990-tallet, og det har skjedd en nedgang fra 2000 og frem til i dag.



Figur 35: Langtidsserier for konsentrasjonen av Tot-P og biomasse av planteplankton i Mjær (Kilde: Fylkesmannen i Oslo/Akershus, etter 2008 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.

EUs rammedirektiv for vann vurderer innsjøer og elver med hjelp av biologiske indikatorer. Andre parametre (f.eks. næringsstoffkonsentrasjoner, siktedyp) kan brukes som støtteparametre. Miljømålet defineres som grensen mellom moderat og god økologisk status. 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 siktedyppet, og for innsjøer som er humusrike er det derfor ikke hensiktsmessig å bruke siktedyp som en kvalitetsparameter for å bestemme økologisk status. Alle innsjøene som er undersøkt er humusrike innsjøer. I tillegg påvirkes siktedybden i Mjær og Sæbyvannet av en høy konsentrasjon av erosjonspartikler. Siktedybden er derfor heller ikke her egnet som mål for algekonsentrasjonen i vannet. Tilstandsvurderingen er derfor gjennomført med klorofyll som hovedparameter og total fosfor som støtteparameter for alle de undersøkte innsjøene i nedbørfeltet til Vansjø. Vurderingen av økologisk tilstand for Mjær iht. Vanndirektivet er vist i Tabell 11. Basert på en vurdering av klorofyll og total fosfor alene kan det konstateres at Mjær har moderat økologisk tilstand.

Tabell 11: Tilstand i Mjær i 2009 i forhold til Vanndirektivet. Grenser mellom god og moderat økologisk tilstand (miljømålet) er gitt i parentes.

Innsjø	Total fosfor µg/l	Klorofyll-a µg/L	Total nitrogen µg/l	STS Susp. tørrstoff mg/l	Siktedyp m	Biomasse alger mg/m ³
Mjær	19,3 (16)	13,0 (7,5)	678	4,6	1,5	1081

3.6 Sæbyvannet

3.6.1 Resultater fysisk-kjemiske forhold

Temperatur og oksygen

Oksygen og temperaturutvikling gjennom prøvetaksperioden vises i Vedlegg 3. Det var en temperatursjiktning gjennom hele sommeren, med varmt overflatevann og kaldere bunnvann. Sprangsjiktet lå på 4-6 meter. Det var en reduksjon i oksygenkonsentrasjon mot bunnen da oksygenrikt overflatevann ikke ble blandet med vannmassene under sprangsjiktet. Det var aldri under 2 mg/l oksygen i bunnvannet.

Siktedyp

Resultatene vises i Vedlegg 3. Alle de undersøkte innsjøene i nedbørfeltet til Vansjø har høyt humusinnhold, noe som gjør at det blir et lavt siktedyp. I tillegg er det en kraftig transport av erosjonsmateriale i de nedre delene av nedbørfeltet til Vansjø, og dette gir et høyt partikkelinnhold og bidrar også til lavt siktedyp. I 2008 ble det observert en spesielt kraftig transport av erosjonsmateriale i de nedre delene av nedbørfeltet til Vansjø grunnet en varm vinter med flere ras i Hobølelva og flere flomepisoder. I 2009 var det en stabil og kald vinter,

og det har ikke blitt observert ekstremhendelser. Siktedypet i de seks innsjøene ligger mellom 1-2 meter, og en kan anta at det lave siktedypet til tider kan medføre en lysbegrensning av algeveksten. Det var gjennomgående noe større siktedyp i alle sjøene i 2009 sammenlignet med 2008.

I Sæbyvannet lå siktedypet mellom 0,5-1 meter gjennom hele perioden, bortsett fra en episode med 1,9 m siktedyp i begynnelsen av juli. Gjennomsnittlig siktedyp var 0,9 m i 2008 og 1,0 m i 2009.

Suspendert stoff/Gløderest

Innholdet av suspendert stoff og uorganisk partikulært materiale (gløderest) hadde en topp i slutten av juli i i Sæbyvannet (Vedlegg 3). Denne toppen kan skyldes at det var en periode med jevnt mye nedbør over flere uker i juli. De undersøkte innsjøene er relativt grunne, og i tillegg til varierende tilførsler fra nedbørfeltet vil også vinddrevet resuspensjon i innsjøbassengene påvirke innholdet av partikulært materiale. Gjennomsnittsverdiene for suspendert stoff øker nedover i nedbørfeltet, og en finner de høyeste verdiene i Mjær og Sæbyvannet. Disse to sjøene, og spesielt Sæbyvannet, er påvirket av tilført leirmateriale. Det gjennomsnittlige innholdet av suspendert stoff og uorganisk partikulært materiale i 2009 var omtrent likt i som i 2008 for alle innsjøene, med unntak av Sæbyvannet hvor det var lavere verdier i 2009. I 2008 ble det observert en spesielt kraftig transport av erosjonsmateriale i de nedre delene av nedbørfeltet til Vansjø, og det var ikke tilsvarende forhold i 2009.

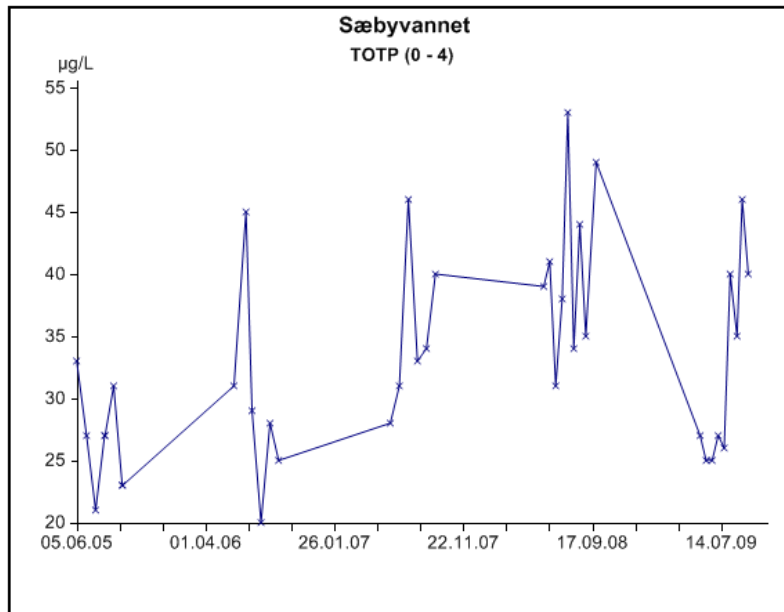
pH

Resultatene vises i Vedlegg 3. pH var i underkant av 7 i starten og slutten av sommeren, men økte til 7-7,9 i vekstperioden på sommeren.

Total fosfor

Resultatene vises i Figur 36. Fosforinnholdet i innsjøene i nedbørfeltet til Vansjø er i stor grad bestemt av fosfor som er bundet til organisk materiale og fosfor bundet til tilført leirmateriale. En generell trend for alle innsjøene var en økende Tot-P konsentrasjon frem til august. Utover sommeren skjer det en sedimentasjon av tilført materiale, og vannmassenes innhold av Tot-P ble mer avhengig av det som er bundet i alger og annet organisk materiale. Dette medførte en generell reduksjon i fosfor-innholdet i innsjøene.

I Sæbyvannet var gjennomsnittsverdien for 2009 32,3 µg/l. I 2008 var det et høyere fosforinnhold (40 µg/l), og dette kan ha en sammenheng med de spesielt høye tilførselene av leirmateriale dette året. Fosforinnholdet i 2009 er på samme nivå som i 2007 (35 µg/l) og 2006 (30 µg/l).

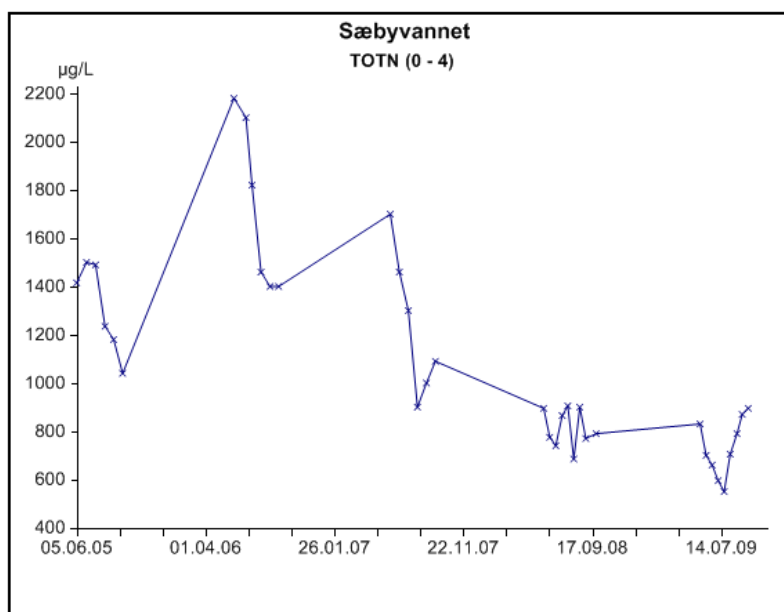


Figur 36. Tot-P i Sæbyvannet i 2005-2009.

Total nitrogen

Resultatene vises i Figur 37. Sesongvariasjonen i totalt nitrogen var noe ulik i de seks innsjøene. Dette skyldes trolig ulik mengde tilførsler fra nedbørfeltet og ulik biologisk aktivitet i innsjøene. Det er en økende mengde totalt nitrogen nedover i nedbørfeltet.

I Sæbyvannet var gjennomsnittsverdien for hele undersøkelsesperioden 703 µg/l (2008: 813 µg/l, 2007: 1242 µg/l, 2006: 1727 µg/l, 2005: 1310). Det er verdt å legge merke til at det har skjedd en betydelig reduksjon i innholdet av totalt nitrogen de siste to årene. Det er for tidlig å konkludere om denne reduksjonen skyldes tilfeldige variasjoner eller langvarige endringer i tilførsler av nitrogen fra nedbørfeltet.



Figur 37. Tot-N i Sæbyvannet i 2005-2009.

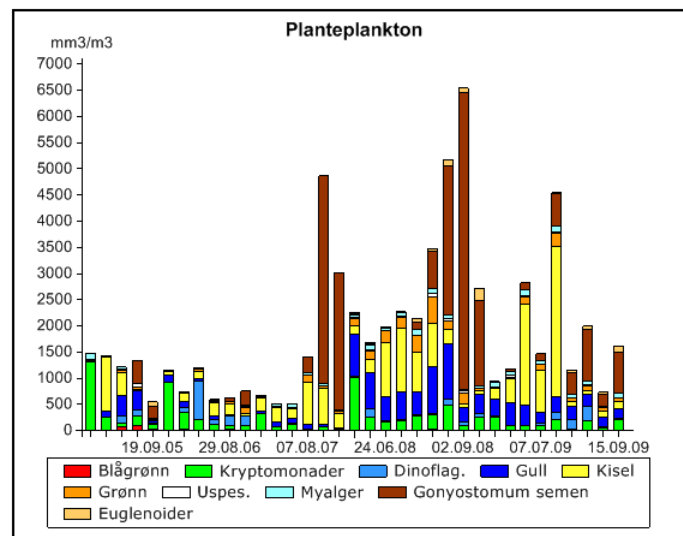
Totalt organisk karbon (TOC)

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. Resultatene fra 2008 viste at det er en tydelig sammenheng mellom farge og organisk stoff.

3.6.2 Resultater biologiske forhold

Planteplankton

I Sæbyvannet (Figur 38) var det en dominans av svelgflagellater, kiselalger og gullalger i starten av perioden. Fra august var det en dominans av *G. semen*. Det var kun lave konsentrasjoner av blågrønnalger. Den gjennomsnittlige algebiomassen var 1,8 mg våtvekt/l i 2009 (2008: 3,1 mg våtvekt/l).

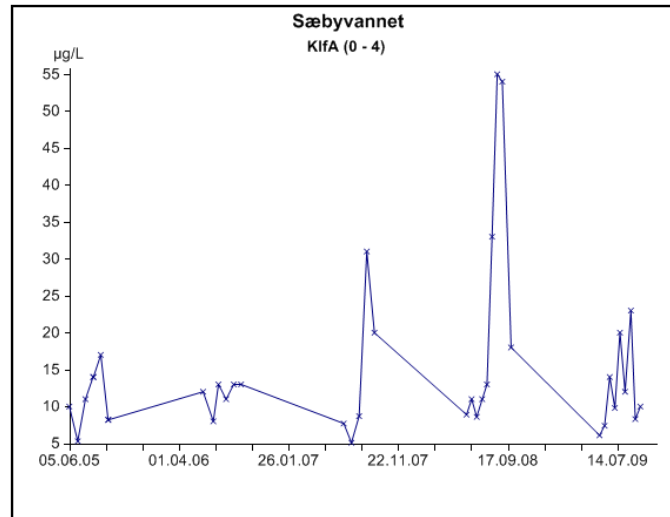


Figur 38. Variasjon i planteplanktonets mengde- og sammensetning i Sæbyvannet i 2005-2009.

Klorofyll-a

Resultatene vises i Figur 39. I alle innsjøene var det et klorofyll-maksimum i august, og dette var sammenfallende med den høyest målte biomassen.

I Sæbyvannet var gjennomsnittsverdien for 2009 12,3 µg/l (2008: 23,6 µg/L)



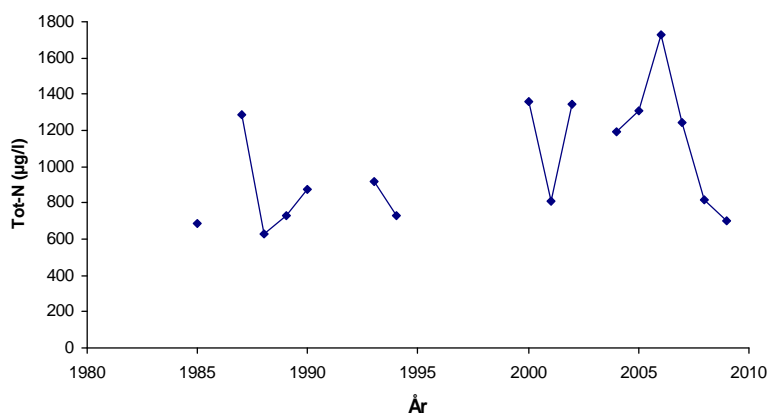
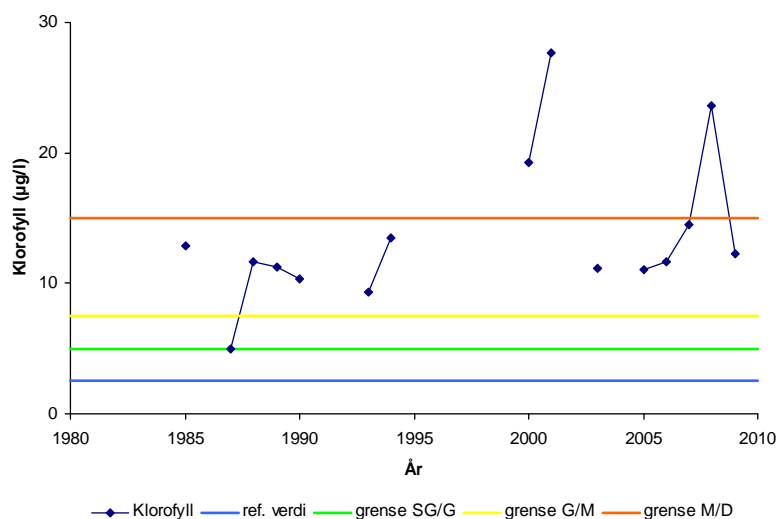
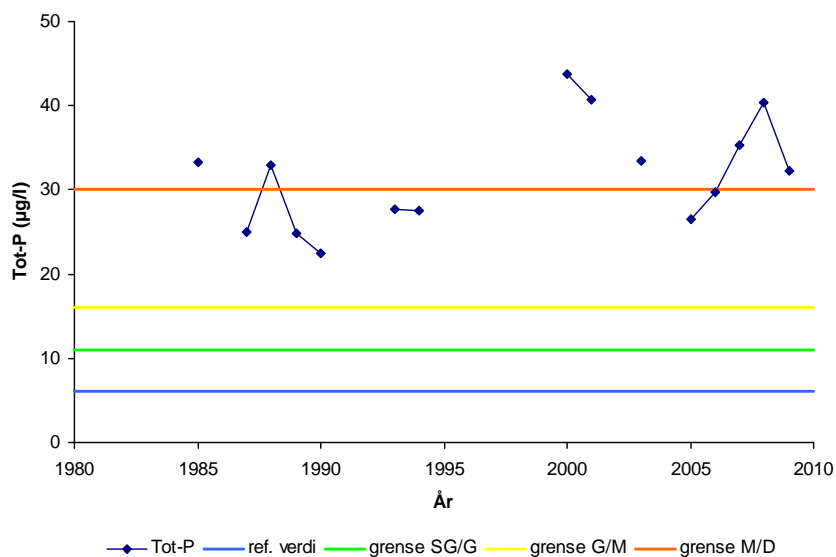
Figur 39. Klorofyll-a i Sæbyvannet i 2005-2009.

Microcystin

Det var forholdsvis lave mengder blågrønnalger i Sæbyvannet gjennom hele perioden. Det ble ikke påvist microcystiner i noen av de undersøkte prøvene i 2009.

3.6.3 Tidsserier og tilstand i 2009 i forhold til miljømålene

Data fra 2009 er satt sammen med historiske data for total fosfor og klorofyll/eller biomasse av planteplankton. Det finnes slike historiske data fra Sæbyvannet (Figur 40). 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.



Figur 40: Langtidsserier for konsentrasjonen av Tot-P, biomasse av planteplankton og Tot-N i Sæbyvannet (Kilde: Fylkesmannen i Østfold, etter 2008 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 klassifiseringsystem under utvikling.

EUs rammedirektiv for vann vurderer innsjøer og elver med hjelp av biologiske indikatorer. Andre parametre (f.eks. næringsstoffkonsentrasjoner, siktedyp) kan brukes som støtteparametre. Miljømålet defineres som grensen mellom moderat og god økologisk status. Klorofyll-a er den eneste biologiske parametren vi har målt i denne undersøkelsen, hvor det er utviklet grenseverdier og definert miljømål. I tillegg har vi vurdert støtteparametren total fosfor. Siktedybde er også en støtteparameter med utviklede grenseverdier og definerte miljømål. Det er imidlertid ikke tatt hensyn til effekten av humusstoffer på siktedypet, og for innsjøer som er humusrike er det derfor ikke hensiktsmessig å bruke siktedyp som en kvalitetsparameter for å bestemme økologisk status. Alle innsjøene som er undersøkt er humusrike innsjøer. I tillegg påvirkes siktedybden i Mjær og Sæbyvannet av en høy konsentrasjon av erosjonspartikler. Siktedybden er derfor heller ikke her egnet som mål for algekonsentrasjonen i vannet. Tilstandsvurderingen er derfor gjennomført med klorofyll som hovedparameter og total fosfor som støtteparameter for alle de undersøkte innsjøene i nedbørfeltet til Vansjø. Vurderingen av økologisk tilstand for Sæbyvannet iht. Vanndirektivet er vist i Tabell 12. Basert på en vurdering av klorofyll og total fosfor alene kan det konstateres at Sæbyvannet har en dårlig økologisk tilstand.

Tabell 12: Tilstand i Sæbyvannet i 2009 i forhold til Vanndirektivet. Grenser mellom god og moderat økologisk tilstand (miljømålet) er gitt i parentes.

Innsjø	Total fosfor µg/l	Klorofyll-a µg/L	Total nitrogen µg/l	STS Susp. tørrstoff mg/l	Siktedyp m	Biomasse alger mg/m ³
Sæbyvannet	32,3 (16)	12,3 (7,5)	703	6,9	1,0	1829

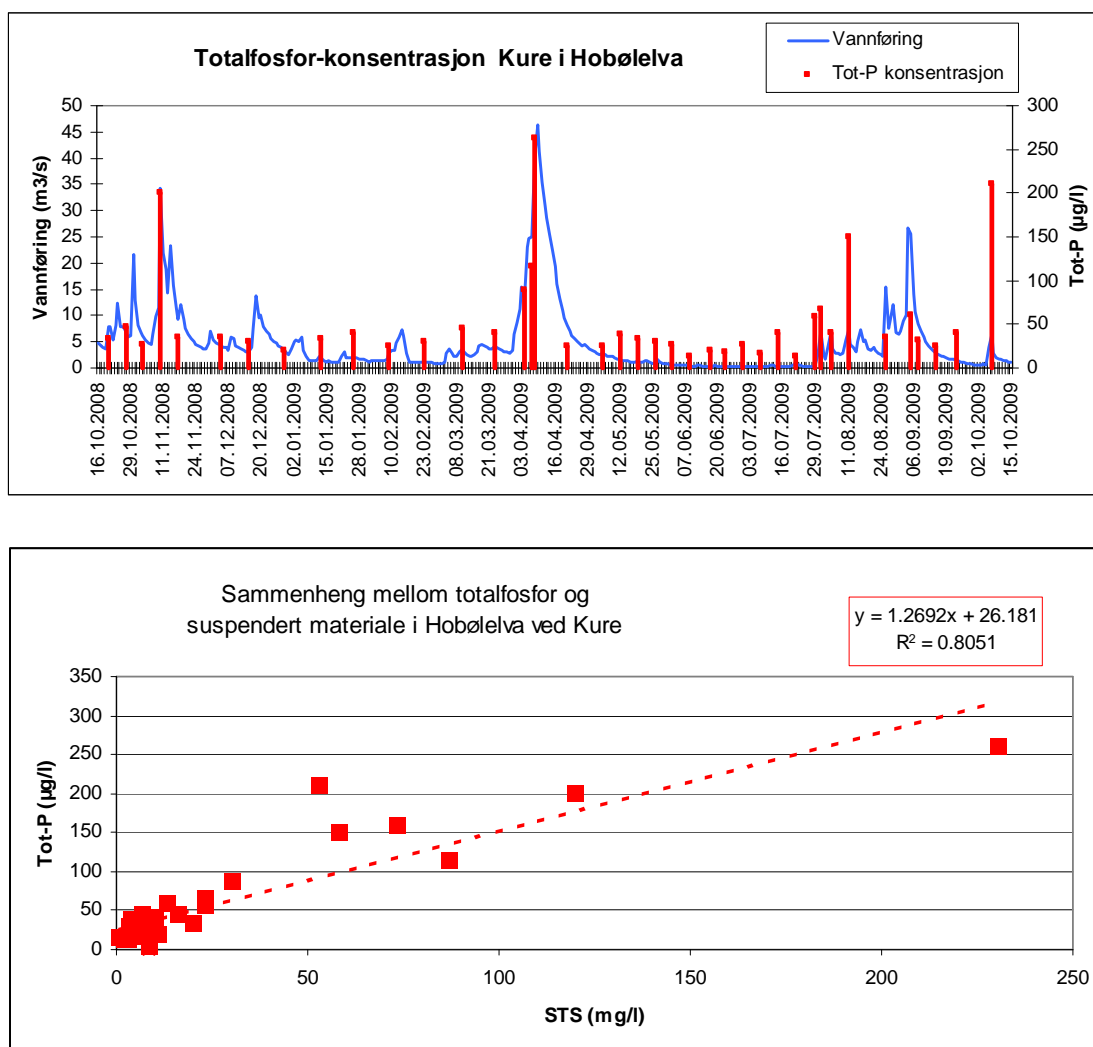
4. Tilførsler til Storefjorden

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

4.1 Konsentrasjonen av målte stoffer

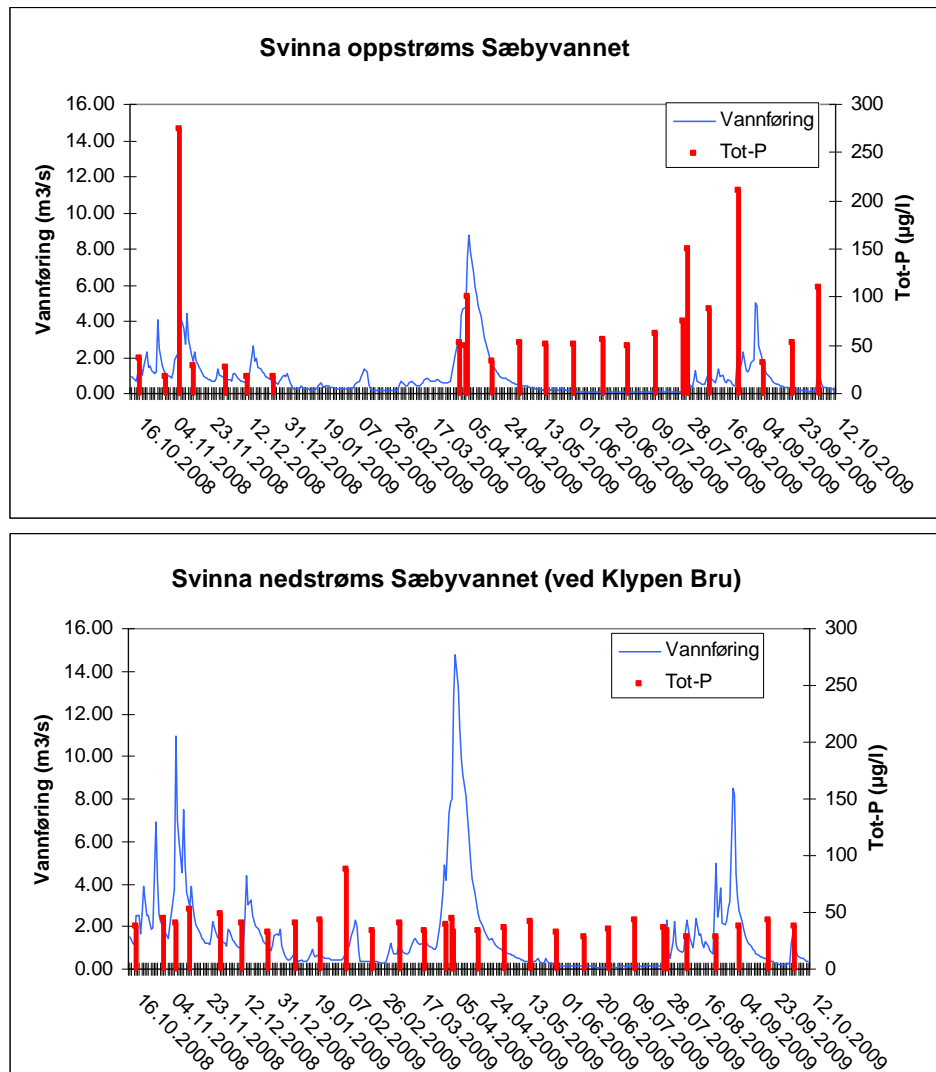
4.1.1 Variasjoner i konsentrasjon

Konsentrasjoner i vassdrag varierer ofte kraftig over tid, særlig for stoffer som er knyttet til partikler. Figur 41 viser dette for Hobøelva ved Kure for totalfosfor (øvre panel). Nedre panel viser samvariasjon mellom totalfosfor og suspendert stoff. Det var høye konsentrasjoner under høstflommene både i 2008 og 2009, samt vårfloppen i begynnelsen av april.



Figur 41. Vannføring og konsentrasjoner av totalfosfor i Hobøelva ved Kure (øverst) og sammenhengen mellom totalfosfor og suspendert stoff ved samme stasjon (nederst).

Innsjøer stabiliserer ofte konsentrasjonsverdiene, slik at nedstrøms elver får mer jevne verdier. Dette sees bl.a. i Svinna opp- og nedstrøms Sæbyvannet (Figur 42). Figuren viser bl.a. hvordan de høyeste konsentrasjonstoppene forsvinner nedstrøms vannet. Dette kan skyldes næringsstoffopptak av alger samt sedimentering av næringsrike partikler i innsjøen og er mer diskutert i avsnitt 4.2.



Figur 42. Sammenligning av totalfosforkonsentrasjoner i Svinna oppstrøms (øvre panel) og nedstrøms Sæbyvannet. Vannføring på hver stasjon er skalert i forhold til nedbørfeltets størrelse; det er tatt utgangspunkt i vannføringen ved Hobølelva og evt. utjevninger av vannføringen i utløpet av Sæbyvannet er derfor ikke med.

4.1.2 Gjennomsnittskonsentrasjoner av alle parametre

Tabell 13 viser gjennomsnittlig konsentrasjon for alle data for stasjonene rundt Storefjorden. I beregningen av disse gjennomsnittskonsentrasjonene ble prøver tatt spesielt i flomepisoder utelatt.

Tabell 13. Gjennomsnittskonsentrasjoner i stasjoner som drenerer til Storefjorden, samt i Sundet og Mosseelva. *Flomprøver er fjernet før beregning.* Antall prøver pr parameter er vist i de gule radene.

Stasjon	Q*	SS	Tot-P	Tot-N	PO ₄ -P	E-koli*** 90%
	m ³ /s	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	Ant/100ml
Tangelva	2,2	4,0	14	444	1	4
Antall	11	11	11	11	11	10
Hobøelva ved Mjær	2,8	3,6	18	763	3	52
Antall	13	13	13	13	13	12
Kråkstadelta	0,91	38,0	86	3036	14	500
Antall	24	24	24	13	13	18
Hobøelva v/Kure**	4,9	15,5	48	1325	9	700
Antall	26	26	26	17	13	24
Veidalselva	0,59	34,9	72	1127	16	230
Antall	23	23	23	12	12	17
Mørkelva	1,06	13,3	38	864	8	200
Antall	24	24	24	12	12	18
Svinna oppstrøms	1,96	20,0	56	1078	11	400
Antall	20	20	20	10	10	15
Svinna v/ Klypen	1,72	8,1	40	942	7	31
Antall	26	26	26	13	13	20
Boslangen	-	1,4	14	398	2	23
Antall	-	8	8	7	7	8
Sundet	10,12	4,5	23	974	4	5
Antall	17	6	17	6	6	3
Mosseelva	11,1	4,9	29	957	5	78
Antall	26	26	26	13	13	20

* Gjennomsnitt av døgnvannføring de dagene det er tatt ut konsentrasjonsdata.

** Prøver er plukket ut for hver 14. dag.

*** I hht SFTs veileder (SFT 1997) skal TKB-verdier enten gis som 90 percentilen eller de høyeste verdiene skal fjernes fra datasettet. Pga relativt få prøver ble ikke 90 percentilen beregnet men når antall prøver var omlag 10 prøver ble den nest høyeste verdien benyttet; når antall var omlag 20 prøver ble den tredje høyeste verdien benyttet osv. Antall prøver for TKB viser totalt antall prøver tatt og ikke antall prøver etterat toppverdiene er fjernet.

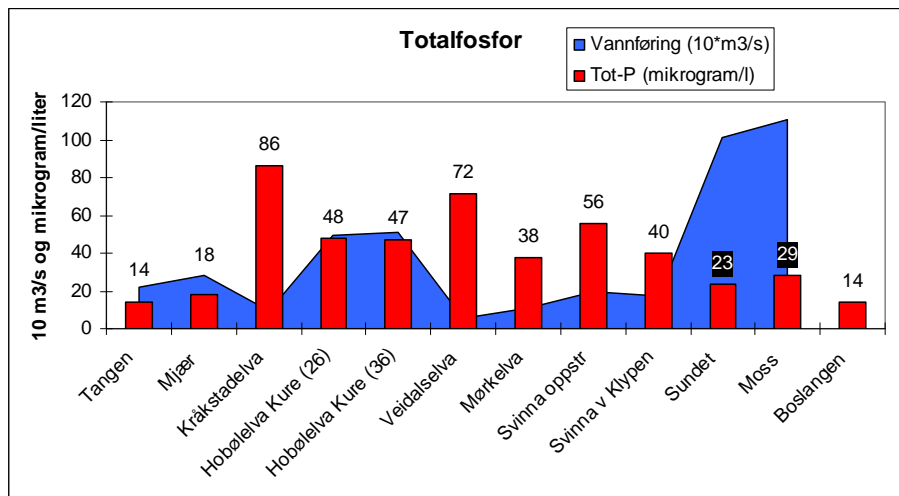
I Hobøelva ble det også målt TOC, snittkonsentrasjonen var på 8,7 mg/l.

Generelt lå ortofosfatverdiene på omlag 15-20% av totalfosforinnholdet, med unntak av Tangelva der ortofosfat bare utgjorde 7 % av totalfosforinnholdet.

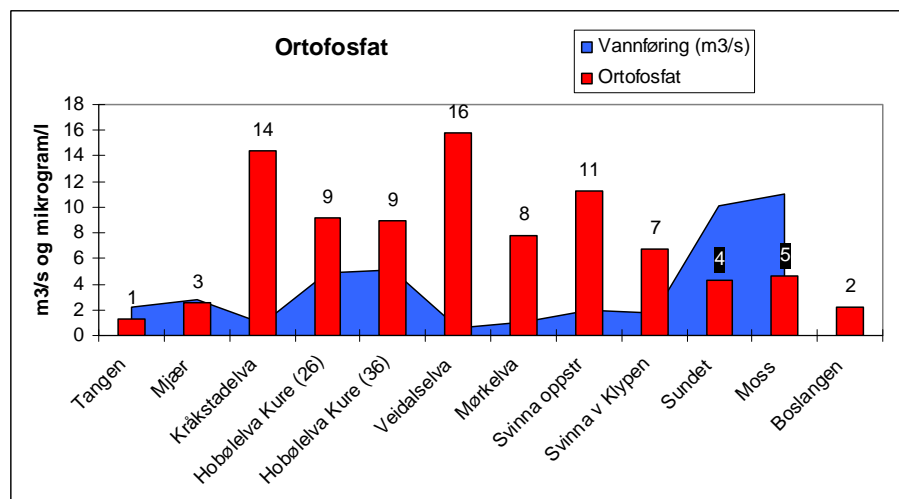
Figur 43 - Figur 47 viser gjennomsnittskonsentrasjonene grafisk, med vannføring pr stasjon tegnet inn². Generelt kan følgende konklusjoner trekkes:

² Merk at vannføringsaksen har ulik benevning fra kurve til kurve, dette for å kunne sammenligne med de ulike konsentrasjonsverdiene.

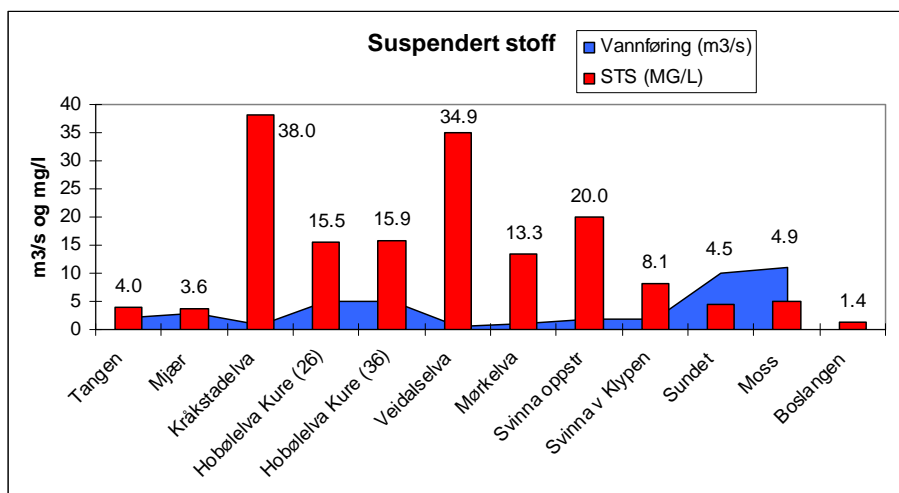
- Konsentrasjonen av totalfosfor, ortofosfat og suspendert stoff var høyest i Kråkstadelva og Veidalselva. Svinna oppstrøms Sæbyvann hadde også høye konsentrasjoner.
- Konsentrasjonen av total nitrogen var klart høyest i Kråkstadelva.
- Tarmbakteriekonsentrasjonene indikerer om næringsstoffene også kommer fra kloakk. Mens verdiene i forrige rapporteringsperiode (oktober 2007 – oktober 2008) var størst i Kråkstadelva og Veidalselva, er det Mørkelva som har de høyeste snittverdiene i inneværende periode.
- Hobøelva oppstrøms Mjør (inkludert Tangenelva), har gjennomgående god vannkvalitet basert på de målte parametrene, og kan sammenlignes med konsentrasjonsverdiene i skogsbekken Boslangen.



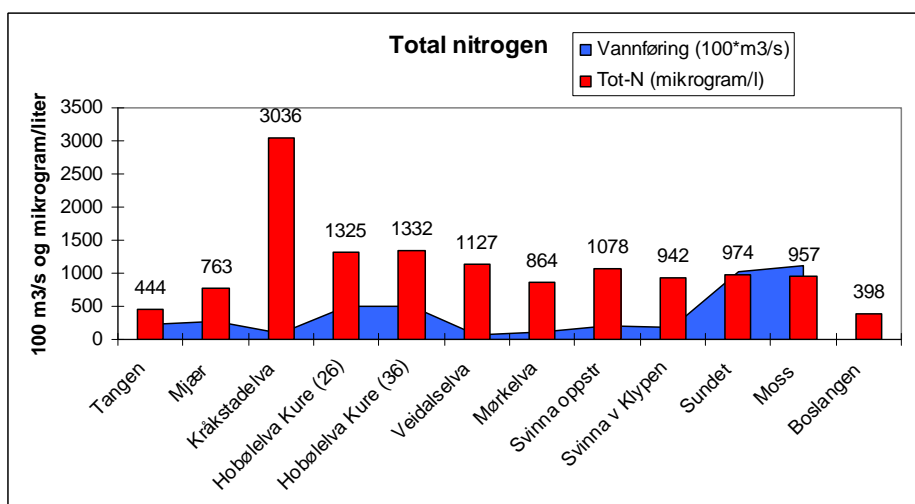
Figur 43. Gjennomsnittskonsentrasjoner av totalfosfor ved 12 stasjoner i perioden oktober 2008-oktober 2009. Blå bakgrunn viser vannføringen.



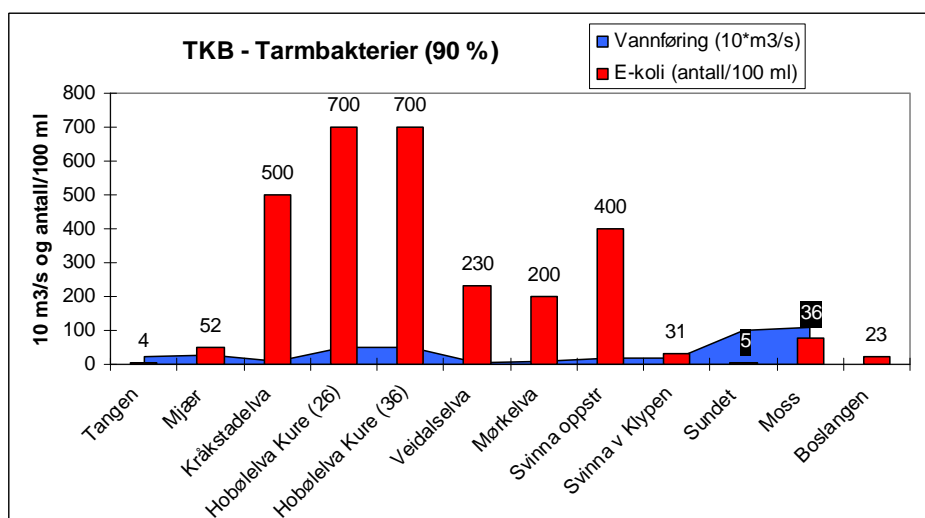
Figur 44. Gjennomsnittskonsentrasjoner av ortofosfat ved 12 stasjoner i perioden oktober 2008-oktober 2009. Blå bakgrunn viser vannføringen.



Figur 45. Gjennomsnittskonsentrasjoner av suspendert tørrstoff ved 12 stasjoner i perioden oktober 2008-oktober 2009. Blå bakgrunn viser vannføringen.



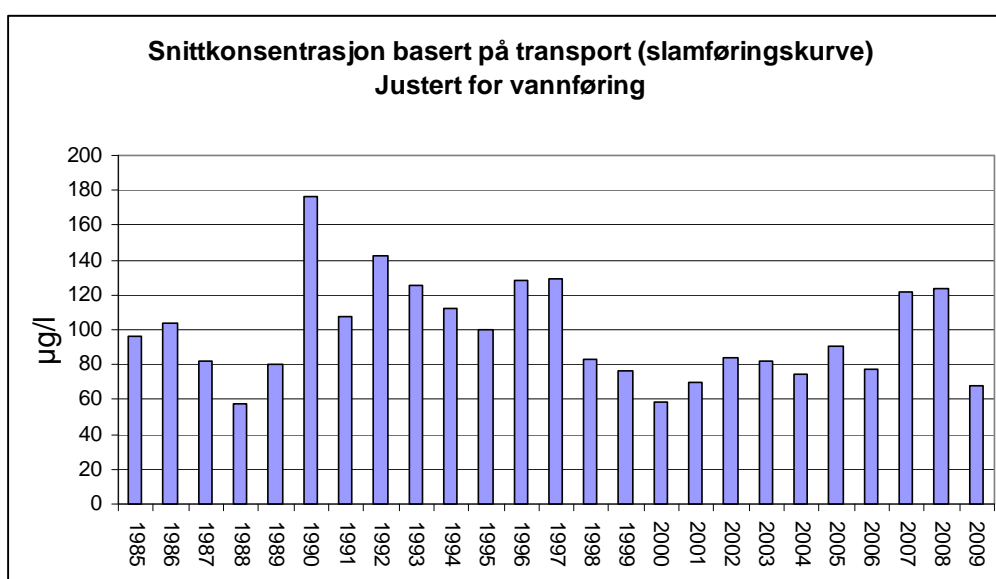
Figur 46. Gjennomsnittskonsentrasjoner av total nitrogen ved 12 stasjoner i perioden oktober 2008-oktober 2009. Blå bakgrunn viser vannføringen.



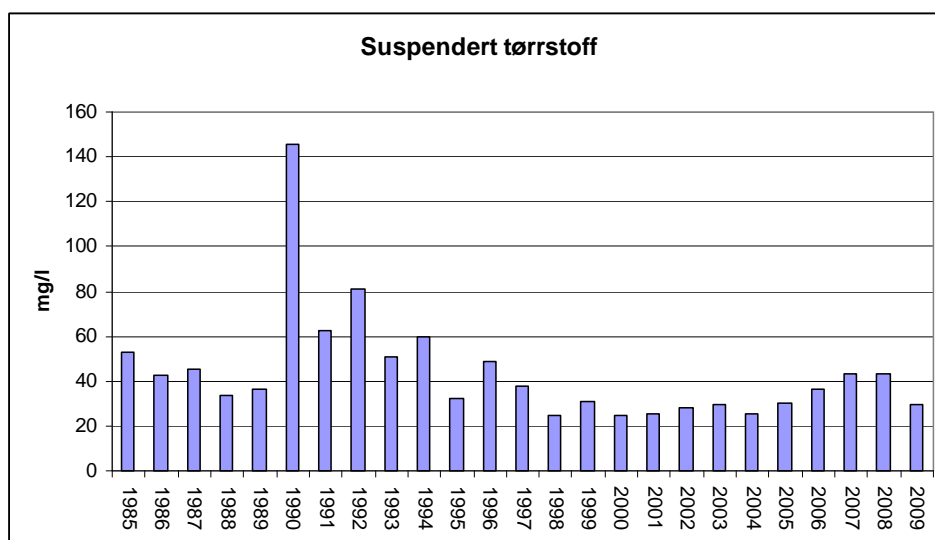
Figur 47. Konsentrasjonen (90 percentil-verdien) av tarmbakterier ved 12 stasjoner i perioden oktober 2008-oktober 2009. Blå bakgrunn viser vannføringen.

4.2 Sammenligning med tidligere års konsentrasjoner

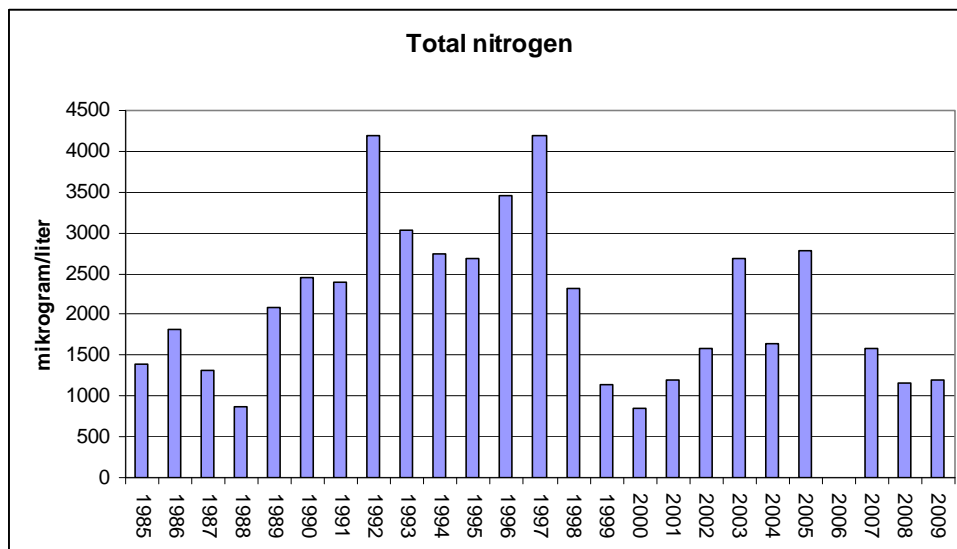
Gjennomsnittlig konsentrasjon kan beregnes på ulike måter (se også Vedlegg 4). Den vanligste er å ta gjennomsnittet av alle data, eller av et utvalg av dataene (f.eks. flomprøver fjernes). En annen metode er å beregne snittkonsentrasjonen ut fra transportberegningene (tilførslene) og dividere med totalvannføring. Vi anser dette for å gi det mest riktige konsentrasjonssnittet. Figur 48, Figur 49 og Figur 50 viser derfor gjennomsnittlig konsentrasjon for totalfosfor, suspendert tørrstoff og nitrogen i Hobølelva siden 1985, basert på transportberegninger (slamføringskurven for de to første og lineær interpolasjon for nitrogen). Konsentrasjonene er vannføringsnormaliserte, dvs. at de er justert for årets vannføring i forhold til en snittvannføring. Året 2009 er beregnet for perioden oktober 2008-oktober 2009. I Figur 51 vises også snittvannføringen pr år for de datoer hvor det er tatt prøver. Nye miljømål for konsentrasjoner (jf. Direktoratets gruppa 2009) er under utarbeiding og disse målene er derfor ikke tatt med i figurene.



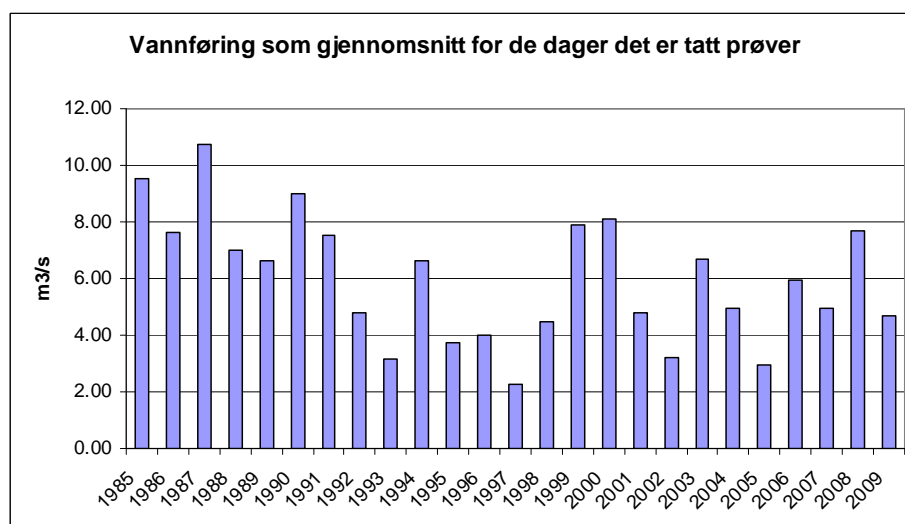
Figur 48. Vannføringsnormalisert gjennomsnittskonsentrasjon av totalfosfor i Hobølelva ved Kure, basert på tilførselstall (slamføringskurve). Gul linje markerer miljømålet for stasjonen.



Figur 49. Vannføringsnormalisert gjennomsnittskonsentrasjon av suspendert tørrstoff i Hobølelva ved Kure, basert på tilførselstall (slamføringskurve).

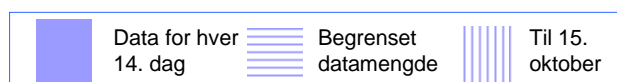


Figur 50. Vannføringsnormalisert gjennomsnittskonsentrasjon av totalnitrogen i Hobøelva ved Kure, basert på tilførselstall (lineær interpolasjon).

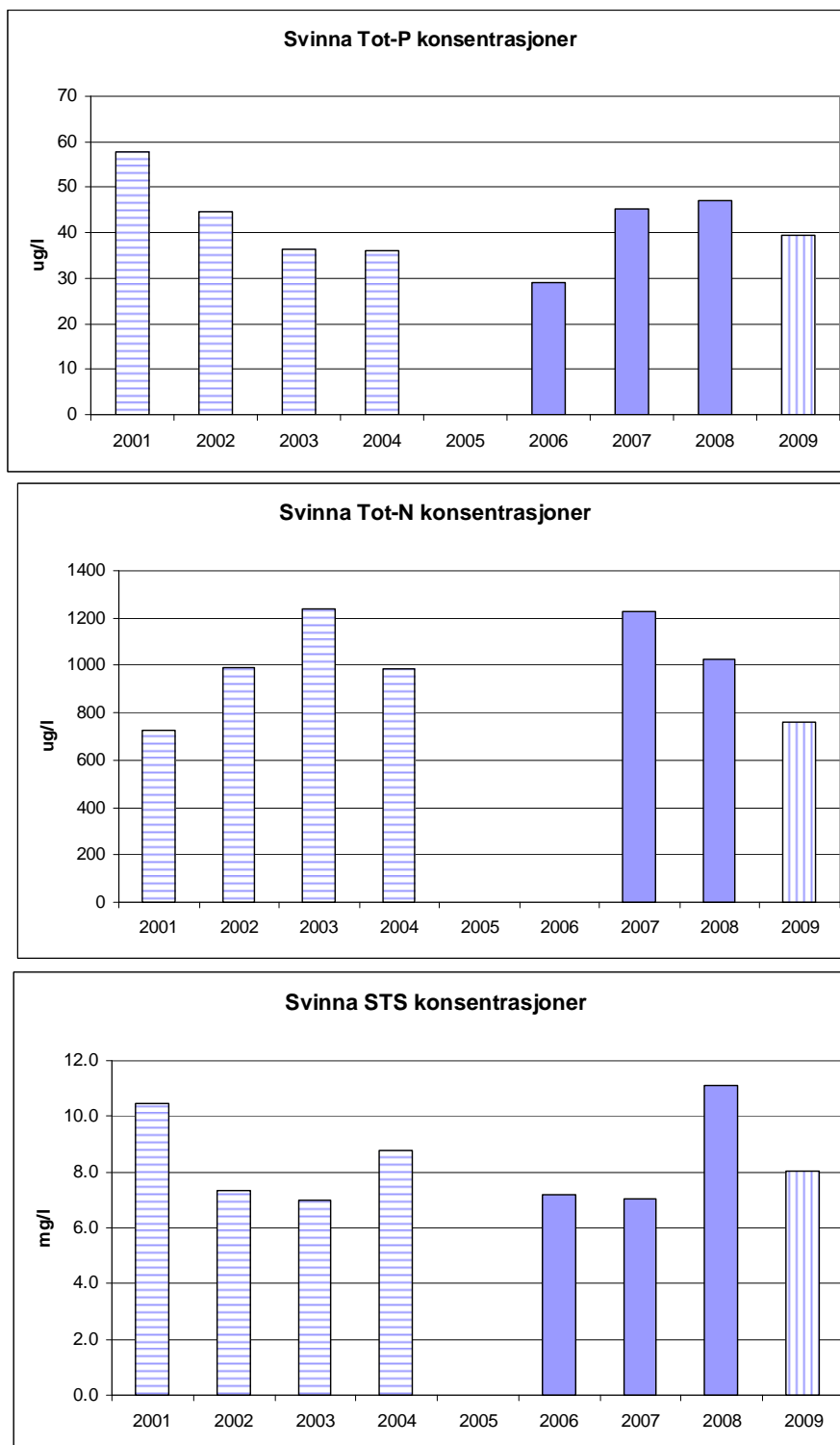


Figur 51. Vannføring i Hobøelva ved Kure, som gjennomsnitt pr år for de datoer det er tatt prøver.

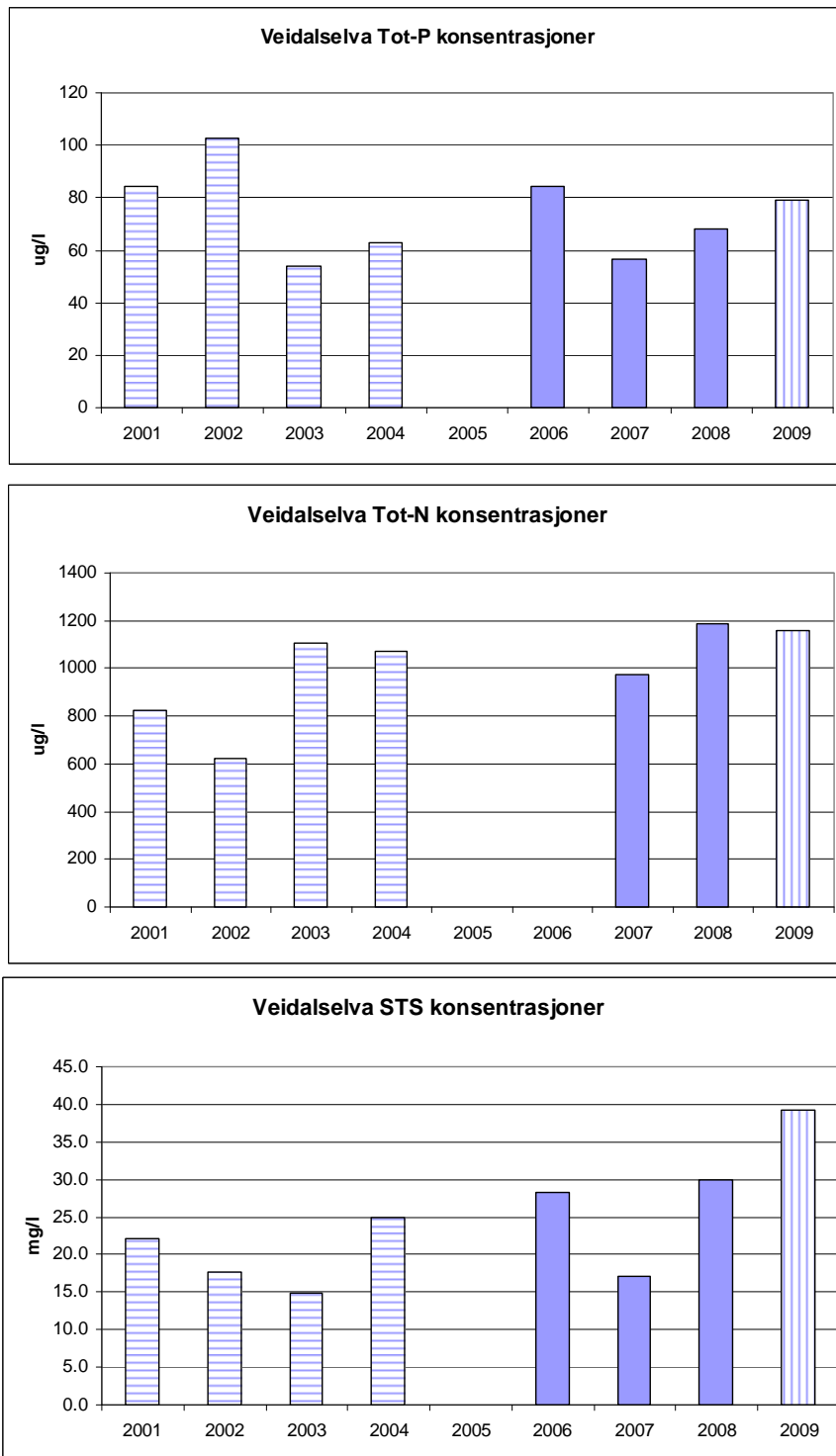
For Svinna, Mørkelva og Veidalselva er resultatene vist i Figur 53 - Figur 55. Her er gjennomsnittet beregnet direkte. Vannføringsnormalisering er ikke utført. Bildeforklaring til disse figurene gis i Figur 52.



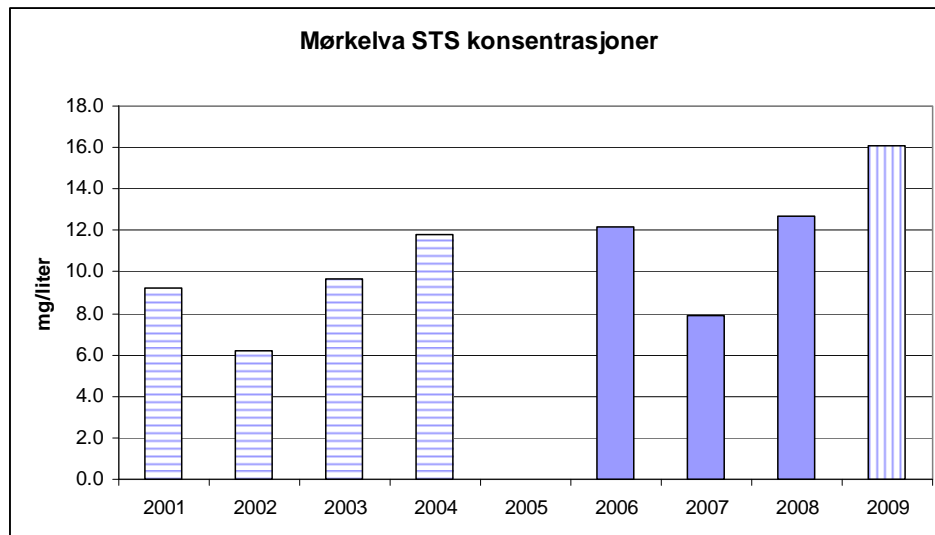
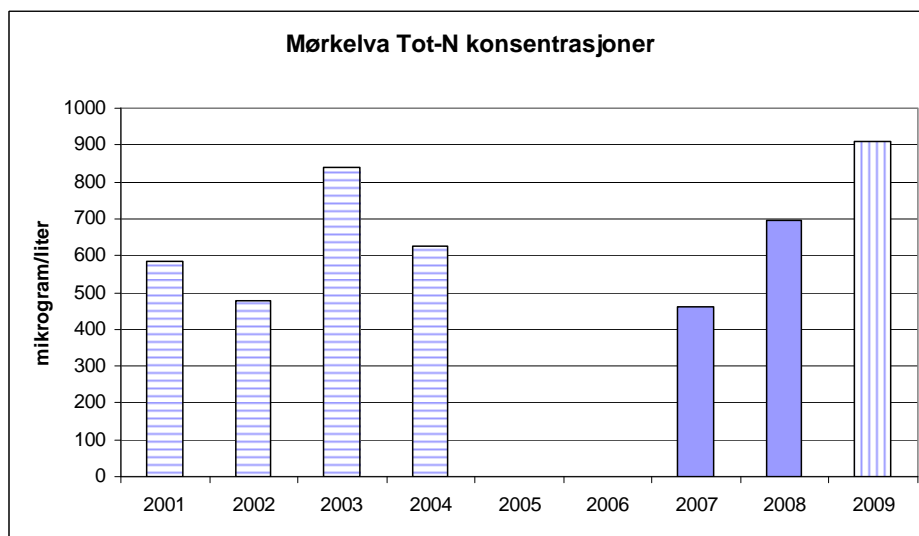
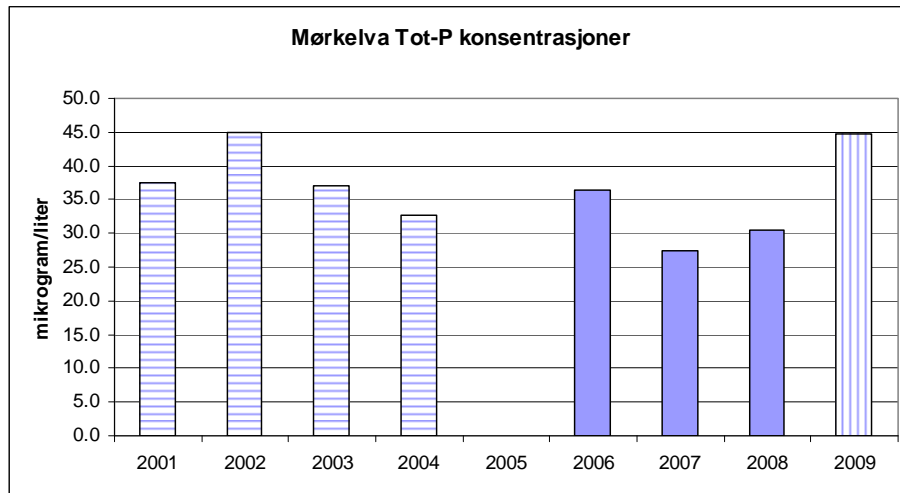
Figur 52. Bildeforklaring for de påfølgende konsentrasjonsfigurer. Hel farge er basert på data som (stort sett) er hentet inn hver 14. dag. Horisontale striper er benyttet for år hvor datamengden er begrenset; mens vertikale striper er benyttet for 2009, hvor data bare finnes frem til 15. oktober.



Figur 53. Konsentrasjon av totalfosfor, totalnitrogen og suspendert tørrstoff i Svinna (ved Klypen), som gjennomsnitt pr år. Flomprøver som ble tatt i perioden 2006-2009 er fjernet fra serien.



Figur 54. Konsentrasjon av totalfosfor, totalnitrogen og suspendert tørrstoff i Mørkelva, som gjennomsnitt pr år. Flomprøver som ble tatt i perioden 2006-2009 er fjernet fra serien.



Figur 55. Konsentrasjon av totalfosfor, totalnitrogen og suspendert tørrstoff i Mørkelva, som gjennomsnitt pr år. Flomprøver som ble tatt i perioden 2006-2009 er fjernet fra serien.

4.3 Tilførsler til Storefjorden i rapporteringsperioden

4.3.1 Faktiske tilførsler til Storefjorden

Som nevnt i Vedlegg 2 er det benyttet ulike beregningsmetoder for de ulike stasjonene og parametrene. Dette er knyttet til dynamikken i et vassdrag i motsetning til i en innsjø, og stasjoner i vassdrag er derfor beregnet ved slamføringskurver, mens stasjonene ved utløpet av innsjøene Mjær og Langen/Våg (tatt i Tangenelva), samt i Vansjø (Sundet og Mossefossen) er beregnet med lineær interpolasjon (Tabell 14).

Tabell 14. Totale tilførsler av suspendert stoff (STS), totalfosfor (Tot-P), ortofosfat (Orto-P) og total nitrogen (Tot-N) i rapporteringsperioden. Fargekodene indikerer beregningsmetodikk for transportberegningene.

Stasjon	ID	STS	Tot-P	Orto-P	Tot-N
		tonn	tonn	tonn	tonn
Tangenelva		216	0,8	0,06	28
Hobøelva Mjær	MJRU	294	1,4	0,23	60
Kråkstadelva	KRÅK	1 871	3,8	0,61	69
Hobøelva Kure	HOBK	3 945	9,8	1,86	191
Svinna oppstr. Sæby	SVIN	814	1,8	0,36	29
Svinna Klypen Bru	SVIU	455	1,9	0,33	51
Svinna totalt*		502	2,1	0,36	57
Mørkelva	MØRK	604	1,0	0,22	24
Veidalselva	VEID	784	1,2	0,26	19
Sundet	VAN5	1278	8,6	1,47	297
Mosselva		1793	9,9	1,74	330

* Kan sammenlignes med Svinna i tidligere års beregninger.

Forklaring på fargekoder i tabellen:

Slamføringskurve
Lineær interpolasjon
Beregnet fra gjennomsnittlig prosentandel

Dette innebærer at transporten til Storefjorden fra de fire største tilførselselvene i rapporteringsperioden utgjorde ca. 5 800 tonn partikler, 14 tonn totalfosfor, 2,7 tonn ortofosfat, og 290 tonn nitrogen, jf. Tabell 15.

Tabell 15. Tilførsler til Storefjorden i rapporteringsperioden 16. oktober 2008 – 15. oktober 2009.

	STS	Tot-P	Orto-P	Tot-N
	tonn	tonn	tonn	tonn
Til Storefjorden	5 834	14,1	2,7	292

4.3.2 Vannføringsnormaliserte tilførsler

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

I Tabell 16 er derfor fosfortransporten tilpasset en såkalt "normalvannføring". Samlet transport til Storefjorden fra de fire undersøkte elvene blir dermed redusert fra ca. 14 tonn til ca 13 tonn. Endringene er ikke store dette året siden vannføringen bare var litt over normalverdien. I Tabell 17 er 'normaliserte' verdier for fosfor de fem siste årene sammenlignet.

Tabell 16. Transport i overvåkingsperioden av næringsalter og partikler (STS) i de fire vassdragene inn til Storefjorden justert for en normalvannføring*.

	STS	TP	TN
Hobølelva ved Kure	3701	9,2	179
Svinna	471	2,0	53
Mørkelva	567	1,0	23
Veidalselva	735	1,1	18
Totalt til Storefjn fra de 4 elvene:	5473	13	274

* Normalvannføringen er beregnet for perioden 1977- 2008.

Tabell 17. Vannføringsnormaliserte verdier* for transport av fosfor i vassdrag til Storefjorden i den perioden Bioforsk har hatt ansvaret for overvåkingen.

	2005	2006	2007	2007/8	2008/9
	TP	TP	TP	TP	TP
	'normalisert'	'normalisert'	'normalisert'	'normalisert'	'normalisert'
Elv	(tonn)	(tonn)	(tonn)	(tonn)	(tonn)
Hobølelva	10,6	19,7	15,0	20,1	9,2
Svinna	2,3	2,0	2,5	2,7	2,0
Mørkelva	0,9	0,9	1,0	1,0	1,0
Veidalselva	1,1	1,1	1,1	1,3	1,1
Totalt	14,9	23,7	19,6	25,1	13

* Merk at i denne typen vassdrag er det lite trolig at betydningen av vannføring tilsvarer en lineær funksjon, noe som betyr at denne normaliseringen ikke gir verdier for et såkalt "normalår". Anslag nedstrøms målestasjonene er ikke tatt med i denne beregningen

4.3.3 Areal spesifikk transport fra nedbørfeltene

For å kunne vurdere hvor mye næringsstoff og partikler som genereres pr arealenhet i hvert av feltene er den arealspesifikke transporten beregnet. Denne beregnes som transport dividert på totalt areal oppstrøms prøvetakingsstedet. Resultatet er vist i Tabell 18, og illustrert i Figur 56 og Figur 57.

Tabell 18. Areal spesifikk transport av partikler (STS), totalfosfor (Tot-P) og total nitrogen (Tot-N) i hver lokalitet i rapporteringsperioden.

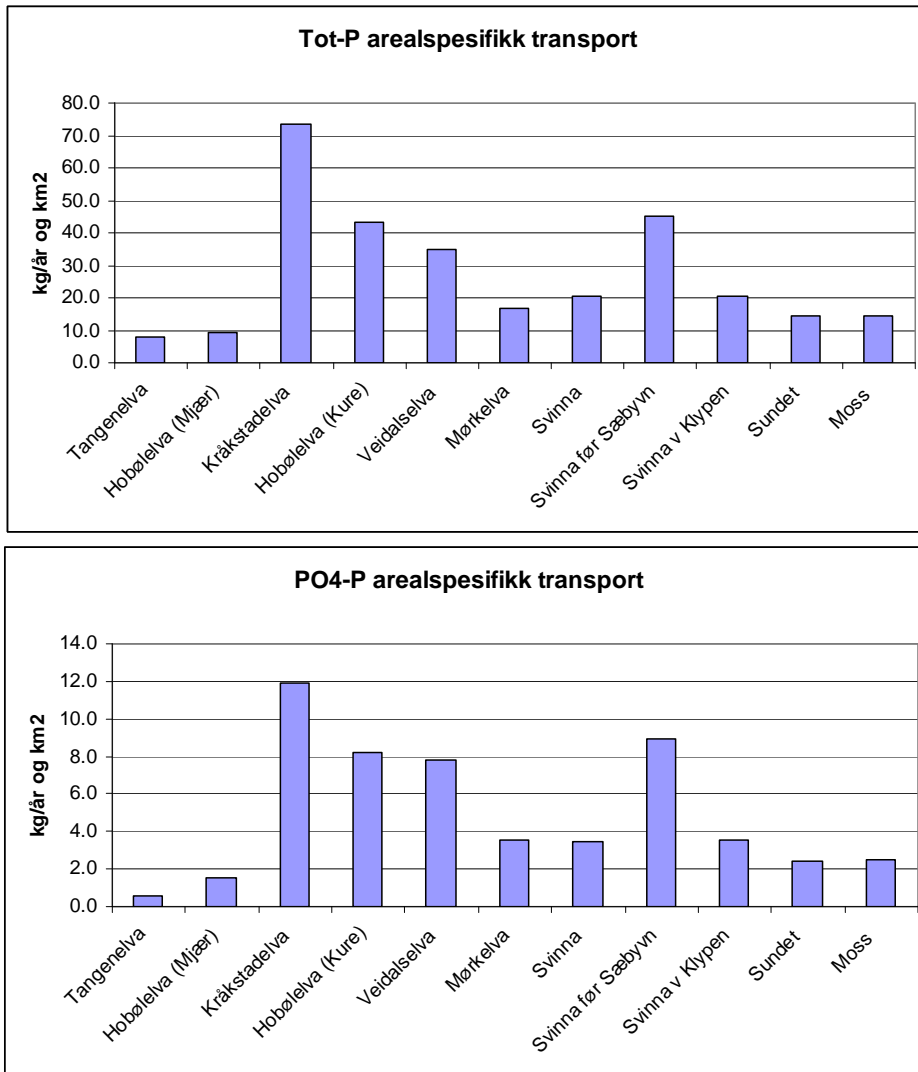
	Areal	STS	TP	TN	PO4-P
	km ²	tonn/km ²	kg/km ²	kg/km ²	kg/km ²
Tangen	105	2	7,8	265	0,6
Mjær	146	2	9,3	407	1,5
Kråkstadelva	51	36	73,6	1346	11,9
Hobøelva Mjær-Kure	132	13	34,8	470	-
Hobøelva ved Kure	227	17	43,4	843	8,2
Veidalselva	33	24	34,9	567	7,8
Mørkelva	61	10	16,8	399	3,5
Svinna før Sæbyvn	40	20	45,3	726	8,9
Svinna v Klypen	95	5	20,3	539	3,5
Svinna (hele)	103	5	20,4	553	3,5
Sundet	604	2	14,2	492	2,4
Moss	688	3	14,4	480	2,5

Utrengningen av den arealspesifikke transporten viser at:

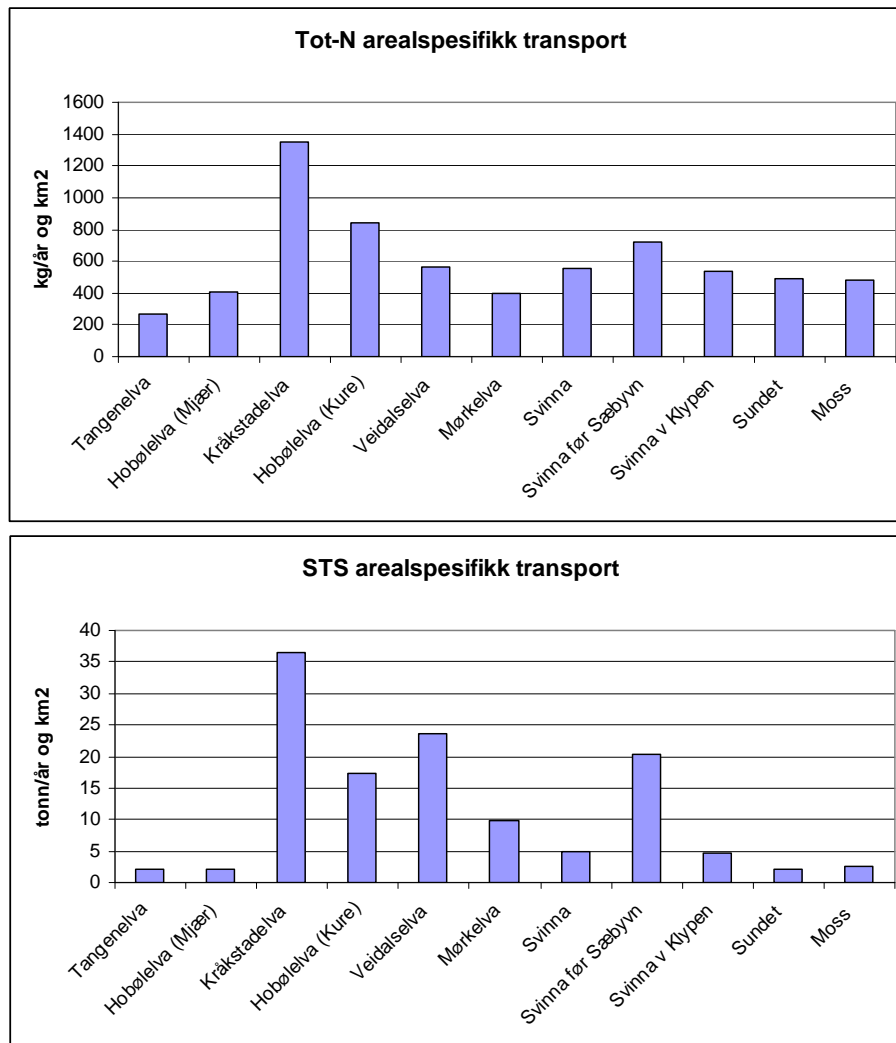
- Kråkstadelva har høyest arealspesifikk verdi for alle parametre; dette gjenspeiler fjorårets mønster (dog ble ikke arealspesifikk transport av ortofosfat beregnet i fjor).
- Hobøelva ved Kure og Veidalselva har også høye verdier.

Når det gjelder Hobøelva ved Kure gir denne stasjonen et samlet resultat av alle næringsstoffer og partikler som genereres i hovedløpet nedstrøms Mjær samt i Kråkstadelva. Kråkstadelva tilfører tydeligvis mye næringsstoffer og partikler. Dette er ikke overraskende da vassdraget er sterkt påvirket av jordbruksdrift. Området har tydelig også påvirkning fra avløp, noe som fremgår av høye verdier for tarmbakterier (Tabell 13). De faktiske verdiene for dette sidevassdraget er imidlertid ikke så høye at de forklarer de høye transport-tallene i Hobøelva ved Kure. Uten tvil genereres derfor også mye materiale mellom Mjær og Kure. Sedimentundersøkelsen av elveløpet i dette området viser høye verdier av fosfor (Aakerøy og Skarbøvik 2009).

Det kan være en idé å foreta ”kampanjemålinger” under regnværs/snøsmelteperioder langs Hobøelvas hovedløp for å vurdere hvor langs elveløpet de største kildene befinner seg. Dette kan gjøres ved å ta en serie prøver nedover vassdraget på samme dag og analysere disse på konsentrasjon av partikler, totalfosfor og tarmbakterier.



Figur 56. Areal spesifikk transport av totalfosfor (øverst) og ortofosfat (nederst) for 11 stasjoner i vassdraget i perioden 16. oktober 2008 – 15. oktober 2009.

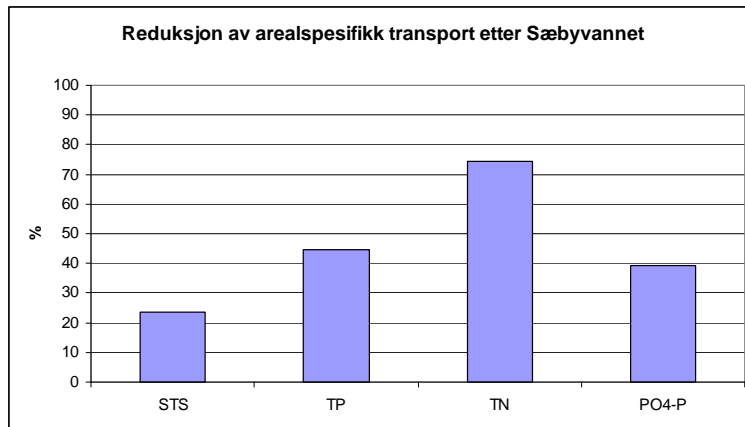


Figur 57. Areal spesifikk transport av total nitrogen (øverst) og suspendert tørrstoff (STS; nederst) for 11 lokaliteter i vassdraget i perioden 16. oktober 2008 – 15. oktober 2009.

For Svinna har det i de to siste årsperiodene blitt tatt prøver både oppstrøms og nedstrøms Sæbyvannet. Mens prøvene nedstrøms vannet gir en god indikasjon på hva som tilføres Storefjorden, viser oppstrømsprøvene hva som faktisk renner ut av feltet (før sedimentasjon og retensjon i Sæbyvannet).

De to ulike prøvetakingsstasjonene gir interessante verdier fordi Svinna nedbørfelt oppstrøms Sæbyvannet viser seg å produsere mer totalfosfor og ortofosfat per arealenhet enn Hobøelva ved Kure. Figur 58 viser prosentvis reduksjon i fire stoffer før og etter Sæbyvannet.

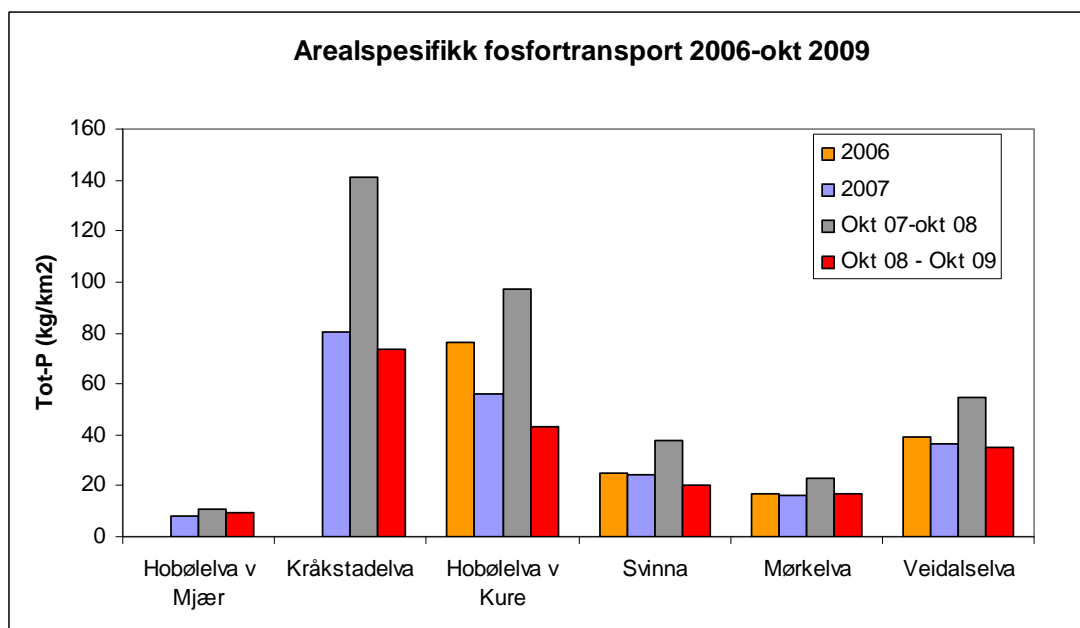
Analysene av tarmbakteriene fra Svinna oppstrøms Sæbyvannet viser et snitt på ca. 120 bakterier per 100 ml (mot 220 i fjor). For samme prøveperiode hadde nedstrømsstasjonen ca. 12 bakterier per 100 ml (mot 25 i fjor). Det er derfor ikke usannsynlig at Svinna næringsstoffinnhold stammer delvis fra tettstedet Svindal og renseanlegget der.



Figur 58. Prosentvis reduksjon av arealspesifikk transport i Svinna nedstrøms Sæbyvannet. Data fremkommet ved sammenligning av arealspesifikk transport ved stasjonene oppstrøms og nedstrøms Sæbyvannet.

4.4 Sammenligning av arealspesifikke tilførsler siden 2006

Arealspesifikk transport av partikler og totalfosfor endrer seg fra år til år. For stasjonene Hobøelva ved Kure, Svinna ved Klypen Bru, Mørkelva og Veidalselva finnes gode overvåkingsdata siden 2006. For stasjonene Hobøelva ved Mjær og Kråkstadelva finnes tilsvarende data siden 2007. Figur 59 viser hvordan arealspesifikk transport har variert i disse stasjonene. Variasjonene er klart knyttet til vannføringsvariasjonene i nedbørfeltet.



Figur 59. Sammenligning av arealspesifikk transport av totalfosfor i årsperiodene 2006, 2007, oktober 2007-oktober 2008 og oktober 2008 – oktober 2009 for seks stasjoner. Alle verdier beregnet med metoden slamføringskurve. For Hobøelva ved Mjær og Kråkstadelva foreligger ikke data fra 2006.

Både Hobøelva ved Kure og Kråkstadelva viser stor variabilitet mellom år, som diskutert i tidligere overvåkingsrapporter (f.eks. Skarbøvik m.fl. 2008; 2009a). 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.

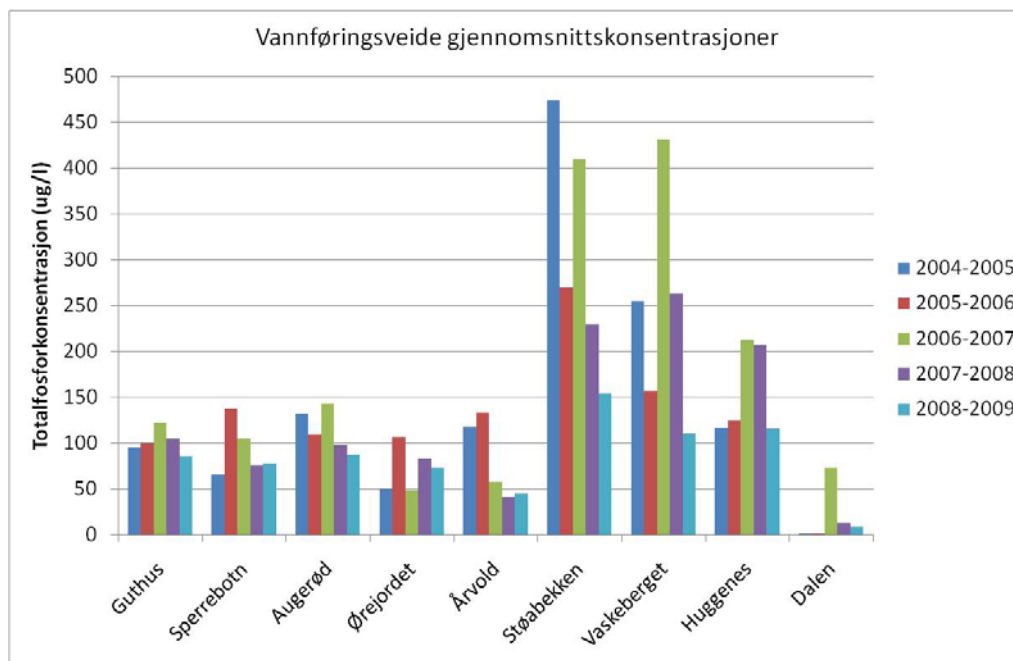
5. Tilførsler til Vestre Vansjø

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

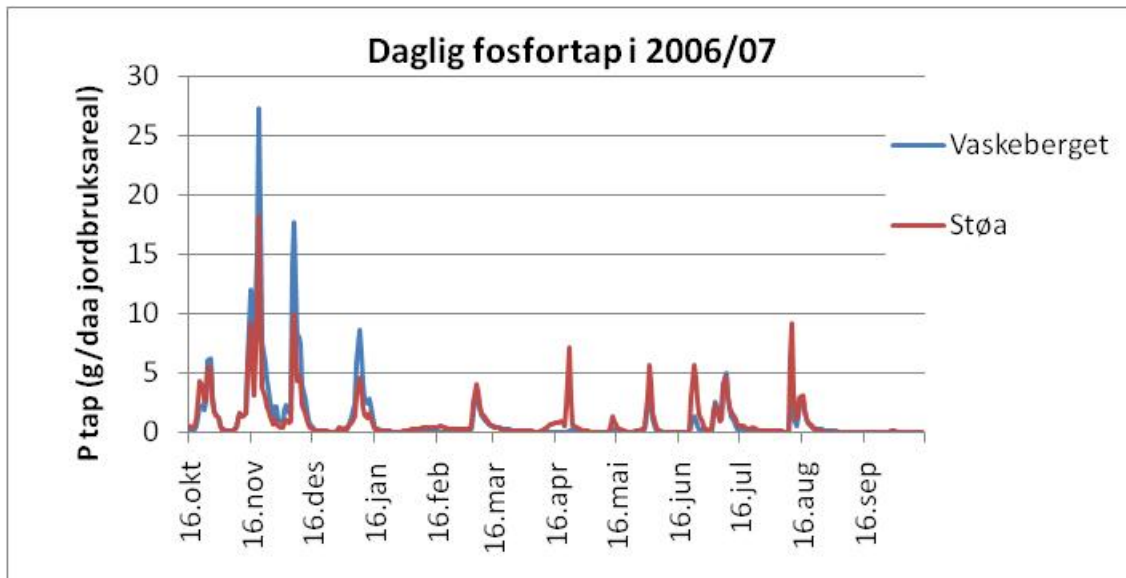
5.1 Tilførsler i bekkene

For å nå miljømålet på 50 µg TP/L i bekkene må fosforkonsentrasjonen reduseres betydelig i bekkene mellom raet og Vansjø (Støa-, Vaskeberget- og Huggenesbekken) (Figur 60). Fosforkonsentrasjonene er dog redusert betydelig i overvåkingsperioden i mange av bekkene. En del av feltene viser stor mellomårsvariasjon i fosforkonsentrasjonen og generelt var 2006/07 (16. oktober 2006 til 15. oktober 2007) et år med høye fosforkonsentrasjoner. Omfattende høstkorndyrking med forutgående jordarbeiding ser ut til å ha bidratt til de høye konsentrasjonene det året. I flere felt var høst og vinterperioden den dominerende avrenningsperioden for fosfor (Figur 61). Det første året i overvåkingen (2004/05) var det lite nedbør og færre flommer enn normalt. Siden fosforkonsentrasjonene øker under flom har dette året forholdsvis lave konsentrasjoner.

I Årvoldbekken ligger gjennomsnittkonsentrasjonen under miljømålet de siste to årene og i alle tre bekker på nordøstsiden av Vansjø (Guthus-, Sperrebotn og Augerød) har det vært en jevn nedgang i fosforkonsentrasjonene de siste tre årene slik at de nærmer seg miljømålet. I Årvold-, Støa- og Vaskeberget har det også vært en nedgang i fosforkonsentrasjonen de siste tre-fire årene. Fosforkonsentrasjonen i avrenning fra skogsarealet (Dalen) har vært mye lavere de to siste årene sammenlignet med det som ble estimert for 2006/07. Den høyeste målte konsentrasjonen siden starten på 2008 er 24 µg TP/L, mens det sommeren 2007 var tre prøver med fosforkonsentrasjoner på over 100 µg/L. Det er ikke registrert aktiviteter i nedbørfeltet som kan forklare denne forskjellen.

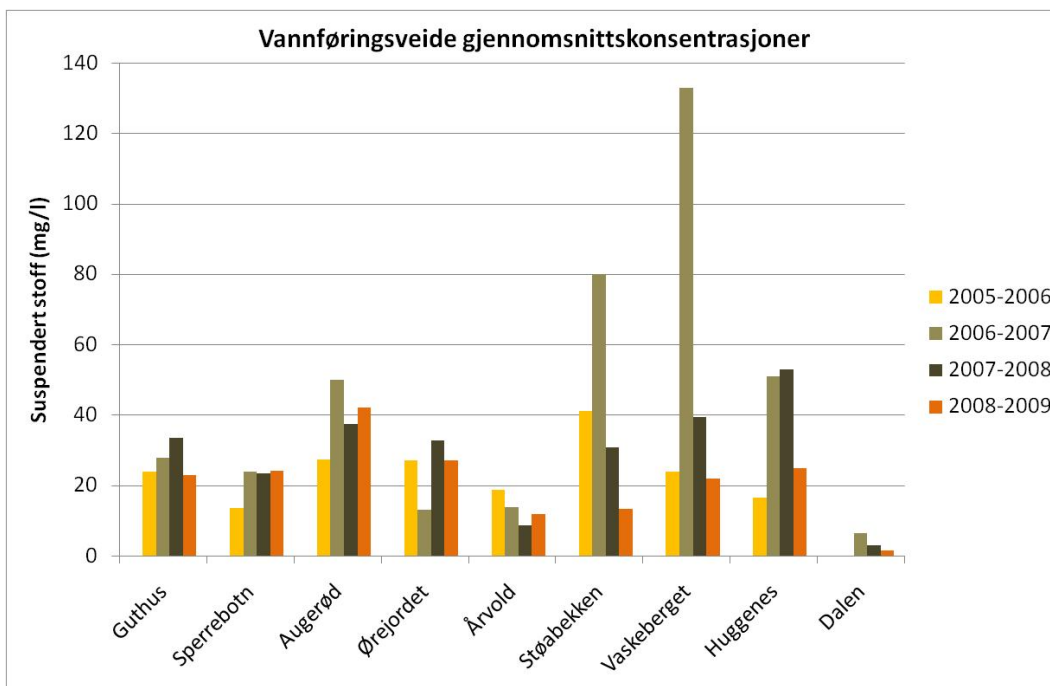


Figur 60. Årlige vannføringsveide konsentrasjoner av totalfosfor (µg/L) i 2004-09 for de ni bekkene.



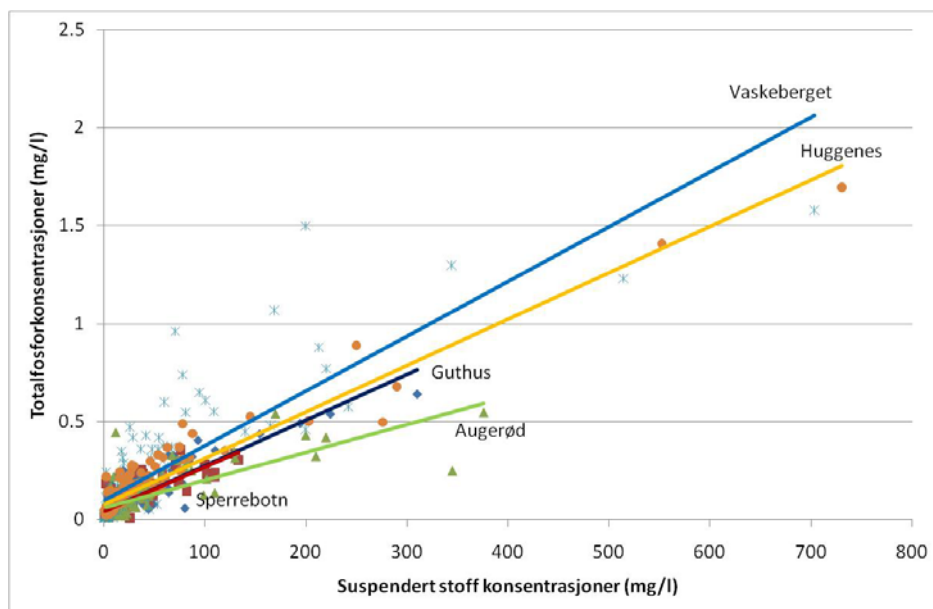
Figur 61. Mesteparten av fosfortapet 2006/07 i Vaskeberget og Støa skjer i høst-vinterperioden.

Vannføringsveide konsentrasjoner av suspendert tørrstoff i gjennomsnitt for hele året er vist i Figur 62. En del av bekkene (Årvold, Støa, Vaskeberget) viser en nedgang i STS konsentrasjonen de siste 2 årene. Året 2006/07 viser for STS, som for fosfor, forholdsvis høye konsentrasjoner. Høstpløying forut for høstvetedyrking kan forklare en del av de høye konsentrasjonene. I Støabekken har det vært en endring i jordbruksdriften fra potet til mer plen/gras-produksjon. Dette har ført til lavere erosjon og lavere STS-konsentrasjoner de tre siste årene. Dessuten er det bygget en fangdam i Støabekken som også bidrar mye til lavere STS- og fosforkonsentrasjoner.

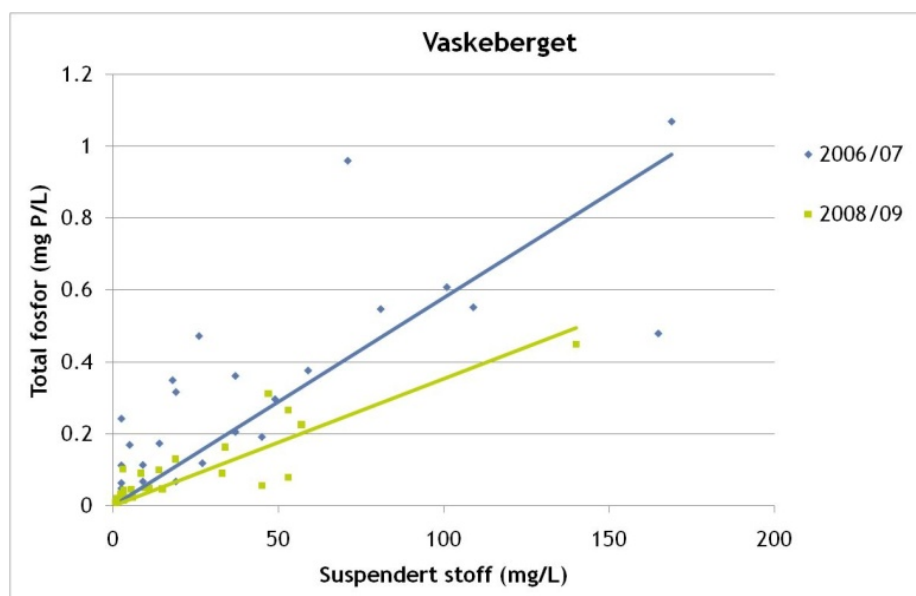


Figur 62. Årlige vannføringsveide konsentrasjoner av suspendert tørrstoff (mg/L) i 2005-09 for de ni bekkene.

Feltene som har høyest fosforstatus i jorda (Vaskeberget og Huggenes) viser også det høyeste innhold av fosfor i eroderte partikler (Figur 63). Det er forholdsvis god sammenheng mellom konsentrasjonene av STS og TP i vannprøvene, det vil si at fosfortransporten til en viss grad avhenger av STS transport eller erosjon. For de fleste bekkene ser det ut til å være redusert innhold av TP i erodert materiale i 2008/09 sammenlignet med 2006/07. I Figur 64 er sammenhengen mellom TP og SS-konsentrasjoner vist for Vaskeberget.



Figur 63. Sammenhengen mellom suspendert stoff (mg/L) og total fosfor (mg/L) for en del av bekkene rundt vestre Vansjø. Høyere fosforinnhold i jorda i Vaskeberget og Støa gir også mer fosfor i sedimentet.



Figur 64. Sammenhengen mellom suspendert stoff (mg/L) og total fosfor (mg/L) for Vaskeberget for det første året med STS-konsentrasjoner (2006/07) og det siste året (2008/09).

Gjennomsnittskonsentrasjonen av STS varierte fra 2 mg/L i skogsbekken til 29 mg/L i Augerødbekken. Gjennomsnittskonsentrasjonen av løst fosfat varierte fra om lag 0,7 til 43 µg P/L med de høyeste gjennomsnittskonsentrasjonene i Støabekken, Guthusbekken og Huggenesbekken og lavest konsentrasjon i skogsbekken (Dalen) (**Feil! Ugyldig selvreferanse for bokmerke.**). Analyser av nitrogenkonsentrasjoner viser høyeste gjennomsnittskonsentrasjoner i området mellom raet og Vansjø, det vil si Støabekken, Vaskeberget og Huggenesbekken). Gjennomsnittskonsentrasjonen av nitrogen varierer fra under 1 til 4,4 mg N/L. Konsentrasjonen av løst PO₄-P og total nitrogen er basert på om lag 13 analyser av enkeltprøver for hvert felt. Gjennomsnittet av E-koli (antall/100 ml vann) varierer fra 5 til 750. Det er analysert om lag 20 vannprøver for hver bekk. Slik som tidligere år har Ørejordet og Årvoldbekken de høyeste konsentrasjoner av E-koli. Det tyder på at vannet er påvirket av kommunalt avløp, og at det dermed kan være lekkasje på ledningsnettet.

Tabell 19. Gjennomsnittlig total P (µg P/L), suspendert stoff (mg STS/L), løst PO₄ (µg P/L), total N (mg N/L) og E-koli (antall/100 ml) i 2008/09.

Bekker	STS mg/L	Total P µg P/L	Løst fosfat µg P/L	Total N mg N/L	E-koli* Antall/100 ml
Guthus	22	85	33	2,2	1200
Sperrebotn	22	73	16	2,0	700
Augerød	29	78	14	1,1	700
Ørejordet	15	47	7	2,3	2400
Årvold	11	48	14	2,2	1300
Støa	11	125	43	3,0	74
Vaskeberget	19	87	16	4,4	62
Huggenes	20	96	23	4,3	400
Dalen	2	9	0,7	0,6	29

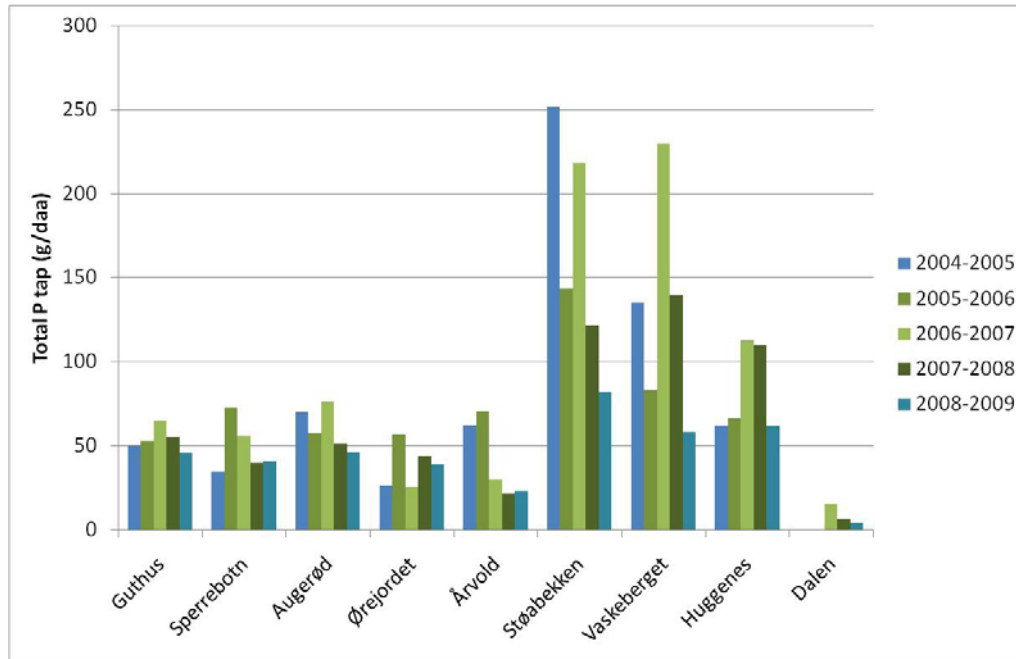
*For E-koli er den høyeste konsentrasjonen i hver dataserie utelatt (90 %).

5.2 Tilførsler til vestre Vansjø og Mosseelva

For å unngå at årlige variasjoner i nedbør og avrenning skal få avgjørende betydning for de beregnede mengder totalfosfor tilført vestre Vansjø i enkeltår, er det gjort en normalisering av de enkelte år i forhold til årets avrenningsmengde. Alle år er omregnet til normalår med 532 mm avrenning, som er målt i Skuterudfeltet i Ås over en 10 årsperiode. Avrenningsnormaliserte tap av fosfor fra nedbørfeltene i 2008/09 varierte slik som tidligere med de høyeste tapene fra de intensive jordbruksområdene mellom raet og Vansjø (Figur 65). Det er registrert en tydelig nedgang i de normaliserte fosfortapene i de fleste bekker de siste tre årene. Fosfortapene fra nedbørfeltet til Støabekken er i 2008/09 om lag en tredjedel av tapet i 2004/05 og nedgangen har vært ganske stabil fra år til år, bortsett fra 2006/07, hvor det var mye høstpløying før høstkorn i området. Dette året går igjen med høyere konsentrasjoner i alle feltene. For Støabekken kan en del av reduksjonen kan ha sammenheng med en driftsendring fra potet til plen gras på en del av arealet og dessuten kan det være fangdammen, som er bygget i utløpet av Støabekken. Fra 2008 er vannprøver fra Støabekken tatt ut nedstrøms fangdammen. Figur 65 viser dessuten en jevn reduksjon i fosfortapene fra Augerødbekken og Årvoldbekken. I Augerødbekken er det satt inn omfattende tiltak med redusert jordarbeiding, vegetasjonssoner og det er etablert en fangdam. For øvrig er det noen mindre endringer i normaliserte fosfortap fra for de enkelte feltene stort sett mot reduserte tap. Fra nedbørfeltet til Sperrebotn var det også litt lavere fosfortap. Målinger i Sperrebotn danner

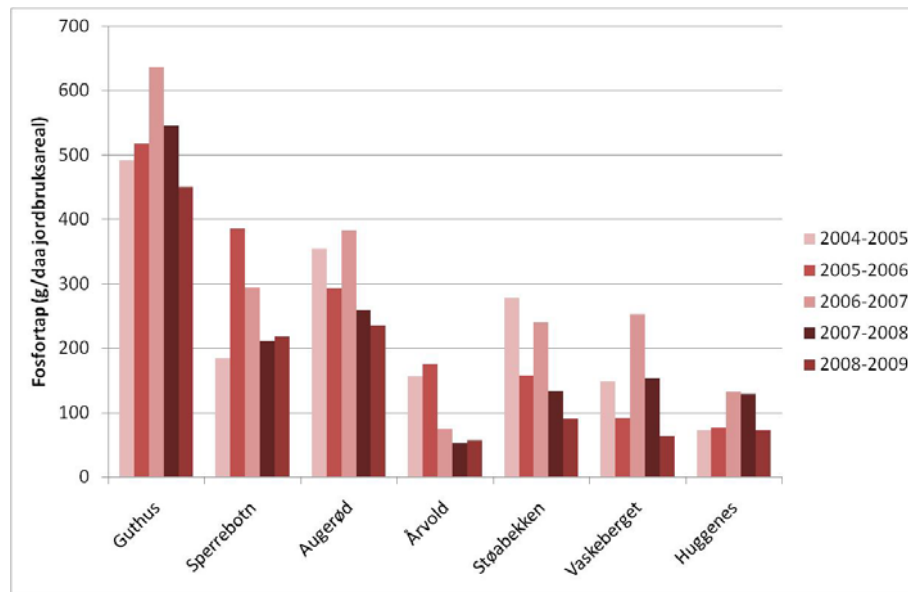
grunnlag for oppskalering av fosfortapene fra jordbruksarealer på øst- og nordsiden av vestre Vansjø.

De normaliserte fosfortapene fra skogsbekken Dalen var i 2007 høyere enn forventet og var på nivå med flere av de andre bekkene. De høyeste konsentrasjonene i Dalen ble da målt i juni, juli og september. Året 2008/09 viste, som 2007/08, mye lavere fosfortap fra skogen (ca 4 g TP/daa) og mer i tråd med forventningen.



Figur 65. Avrenningsnormaliserte fosfortap fra nedbørfeltene (g/daa nedbørfeltareal) i 2004-09 for de ni bekkene.

De normaliserte fosfortapene per dekar jordbruksareal i Figur 66 viser at jordbruksarealet i Guthusbekken hadde de høyeste tapene (ca 450 g TP/daa jordbruksareal) i 2008/09. Det er etablert en fangdam i Guthusbekken som kan ha bidratt til å redusere fosfortapene de siste årene. Her er det regnet med at skogen bidrar med samme fosformengde som i Dalen. Bedre estimater for bidraget fra skogen gir et mer nøyaktig bilde av forskjellen mellom fosfortapene fra jordbruksarealene. I Rygge, mellom raet og Vansjø, var fosforkonsentrasjonene høye, men de normaliserte fosfortapene per dekar jordbruksareal var under 100 g TP/daa jordbruksareal for alle bekkene (Årvold, Støa, Vaskeberget og Huggenes). De rene kornområdene på østsiden hadde fosfortap på omlag 200-450 g TP/daa jordbruksareal. Fra Skuterudbekken i Ås er det målt gjennomsnittlige fosfortap på omlag 220 g TP/daa jordbruksareal fra områder med kornproduksjon (Bechmann et al., 2008). Sperrebotn og Årvoldbekken har tidligere vist seg å ha høyt innhold av E.koli, slik at det sannsynligvis er noe bidrag fra kloakk som det ikke er tatt høyde for her.



Figur 66. Avrenningsnormaliserte fosfortap fra jordbruksareal i nedbørfeltene (g/daa jordbruksareal) i 2004-09 i de ni bekkene.

Generelt tyder resultatene på at de normaliserte fosfortapene fra områdene rundt vestre Vansjø er redusert i overvåkingsperioden. Dette kan henge sammen med den sterke fokus på fosfortap og tiltakene som er iverksatt i perioden. Det kan dog ingen tvil om at været det enkelte år er avgjørende for det aktuelle fosfortapet.

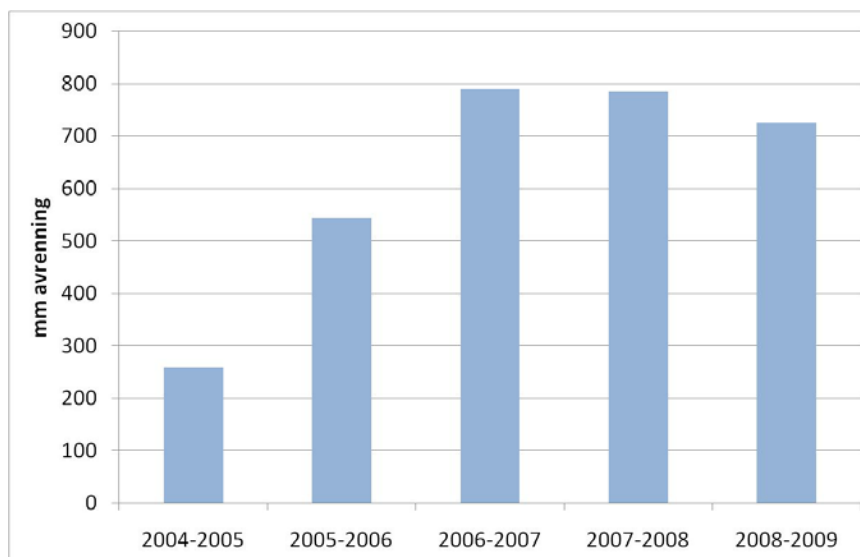
5.3 Tilførsler av fosfor og suspendert tørrstoff til vestre Vansjø i 2008/09

De reelle tilførslene av fosfor og suspendert stoff i 2008/09 målt i bekkene rundt vestre Vansjø var noe høyere sammenlignet med de avrenningsnormaliserte tilførslene fordi avrenningen var vel 700 mm sammenlignet med et normalår med 532 mm avrenning.

Tabell 20. Tilførsler av suspendert tørrstoff og totalfosfor fra lokale bekker til vestre Vansjø og Mosseelva i 2008/09.

	STS			TP	
	daa	tonn/år	kg/daa/år	kg/år	kg/daa/år
Guthus	3150	53	17	197	63
Sperrebotn	2481	44	18	140	56
Augerød	4778	110	23	304	64
Ørejordet	692	14	20	37	53
Årvold	486	4	8	15	32
Støal	157	2	10	18	112
Vaskeberget	130	2	16	10	80
Huggenes	810	15	18	68	84
Dalen	882	1	1	5	6

For suspendert stoff varierte tilførsene fra 1 til 23 kg/daa/år, lavest fra skogfeltet Dalen og høyest fra Augerødbekken (Tabell 20). Tilsvarende varierte fosfortilførslene fra 6 til 112 kg/daa/år. På grunn av størrelsen på nedbørfeltene bidrar Augerødbekken og Guthusbekken med en relativt stor andel av de lokale tilførsler av både SS og TP. Målt per km² tilføres de største mengdene TP fra de små lokale bekker mellom raet og Vansjø. Disse bekkene drenerer de mest intensive jordbruksområder i nedbørfeltet.



Figur 67. Avrenning målt i målestasjonen i overvåkingsperioden; Skuterud i 2004/05 og 2005/06 og Guthus i 2006/07, 2007/08 og 2008/09.

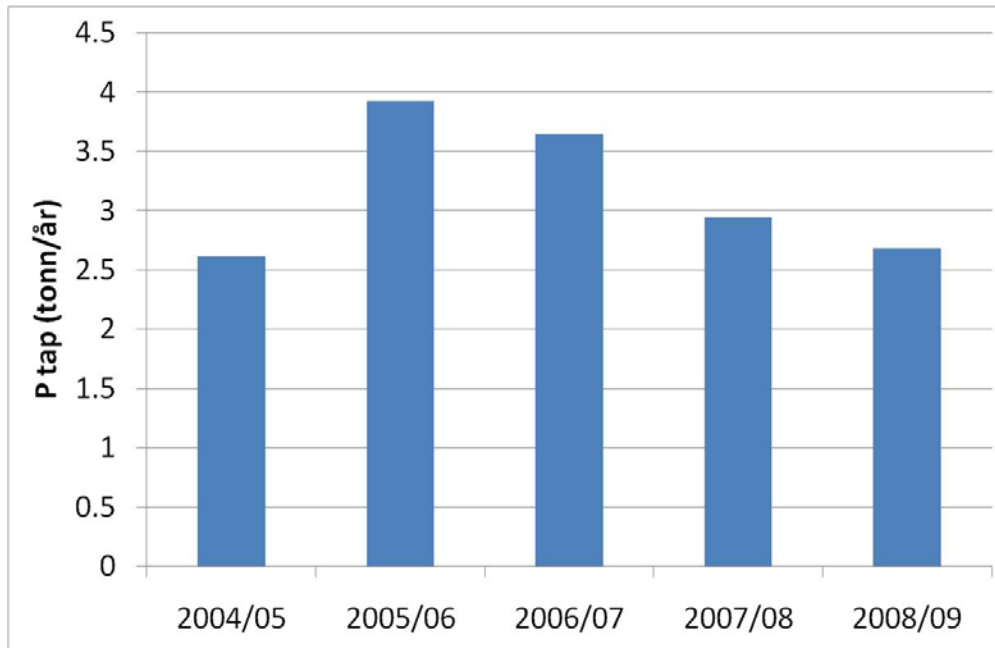
Nedbør og avrenning har hatt stor betydning for de årlige variasjoner i fosfortilførsler. Avrenningen var lavest i 2004/05 med 256 mm avrenning og høyest i 2006/07 med 790 mm (Figur 67). De største fosformengdene ble tilført Vansjø fra lokale området i 2006/07 og 2007/08, delvis på grunn av stor avrenning i 2006/07 (790 mm) og 2007/08 (786 mm). I 2004/05 var det lite avrenning (256 mm) og dermed få flommer og fosfortilførslene var av den grunn meget lave dette året. I 2005/06 var derimot avrenningsmengden mer lik et normalår (hhv. 532 mm) basert på avrenningsmålinger fra Skuterudbekken i Ås. Fra 2006/07 er avrenningen basert på målinger i Guthusbekken i nedbørfeltet til vestre Vansjø. Sammenlignet med Skuterudbekken har Guthusbekken større avrenning og dette fører til at de beregnede tilførslene av fosfor og STS de siste tre årene blir relativt store sammenlignet med beregninger basert på data fra Skuterud. Gjennomsnittlig tilførsel av suspendert stoff (SS) og totalfosfor (TP) til Vansjø er vist i Tabell 21.

Tabell 21. Avrenning og tilførsler til vestre Vansjø og Mosseelva i 2004/05, 2005/06, 2006/07, 2007/08 og 2008/09.

	2004/05		2005/06		2006/07		2007/08		2008/09	
	Total P	STS	Total P	STS	Total P	STS	Total P	STS	Total P	STS
	----- tonn -----									
Vestre Vansjø	1,3	-	4,0	-	5,4	1079	4,3	1027	3,6	850
Mosseelva	0,1	-	0,5	-	0,5	64	0,7	134	0,5	107
Totale tilførsler	1,4	-	4,5	-	5,9	1143	5,0	1161	4,1	957
Avrenning (mm)	256*		543*		790**		786**		725**	

* Basert på vannføring i Skuterudbekken

** Basert på vannføring i Guthusbekken med korreksjon for oppstuvning



Figur 68. Avrenningsnormaliserte tilførsler av fosfor til vestre Vansjø.

De beregnede fosfortilførslene til vestre Vansjø viser en reduksjon fra 2005/06 til 2008/09 (Figur 68), fra omlag 4 tonn til omlag 2,7 tonn fosfor for et normalår med hensyn til avrenning. Det første året i overvåkingen var avrenningen meget lav og det var få flomepisoder. Derfor var det meget lave fosfortap det året.

5.4 Konklusjoner for Vestre Vansjø

Resultater fra overvåkingen av bekkene rundt vestre Vansjø og Mosseelva viser at det i alle de jordbrukspåvirkede bekkene har vært reduksjon i fosforkonsentrasjonene de siste 3-4 årene. I Ørejordetbekken som kommer fra et boligfelt er det ikke registrert tilsvarende nedgang i fosforkonsentrasjonene. Det første året i overvåkingen var nedbør og avrenning meget lave og konsentrasjonene av fosfor og suspendert stoff var derfor lave.

For en del bekker er det målt forholdsvis høye fosfortap i 2006/07. Dette året var det en mindre del av jordbruksarealet som lå i stubb sammenlignet med andre år i overvåkingsperioden. De høye fosfortapene følges også av høye tap av suspendert stoff og det kan se ut til å ha sammenheng med økt andel pløyd areal dette året.

De lokale fosfortilførsler til vestre Vansjø var 3,6 tonn TP i 2008/09 og tilsvarende var tilførslene til Mosseelva fra det lokale nedbørfeltet 0,5 tonn TP. Nedbør og avrenning har hatt stor betydning for de årlige variasjoner i fosfortilførsler. Avrenningen var 725 mm for i 2008/09, det vil si noe over normalavrenningen på 532 mm.

Vannføringsveide årlige fosforkonsentrasjoner i de 9 bekkene ligger stort sett over miljømålet på 50 µg TP/l, bare i Årvoldbekken ligger konsentrasjonen kommet ned under miljømålet. I skogsbekken var den vannføringsveide gjennomsnittskonsentrasjonen av fosfor om lag 8 µg TP/l. Tilførslestimatene er basert på vannføringsmålinger i Guthusbekken i Våler utført av NVE. Målestasjonen ligger lavt og det forekommer oppstuvning når vannstanden i Vansjø er høy. Feilen blir delvis korrigert, men det er noe høyere avrenning i denne stasjonen enn hva som er forventet.

6. Vansjø - innsjøresultater

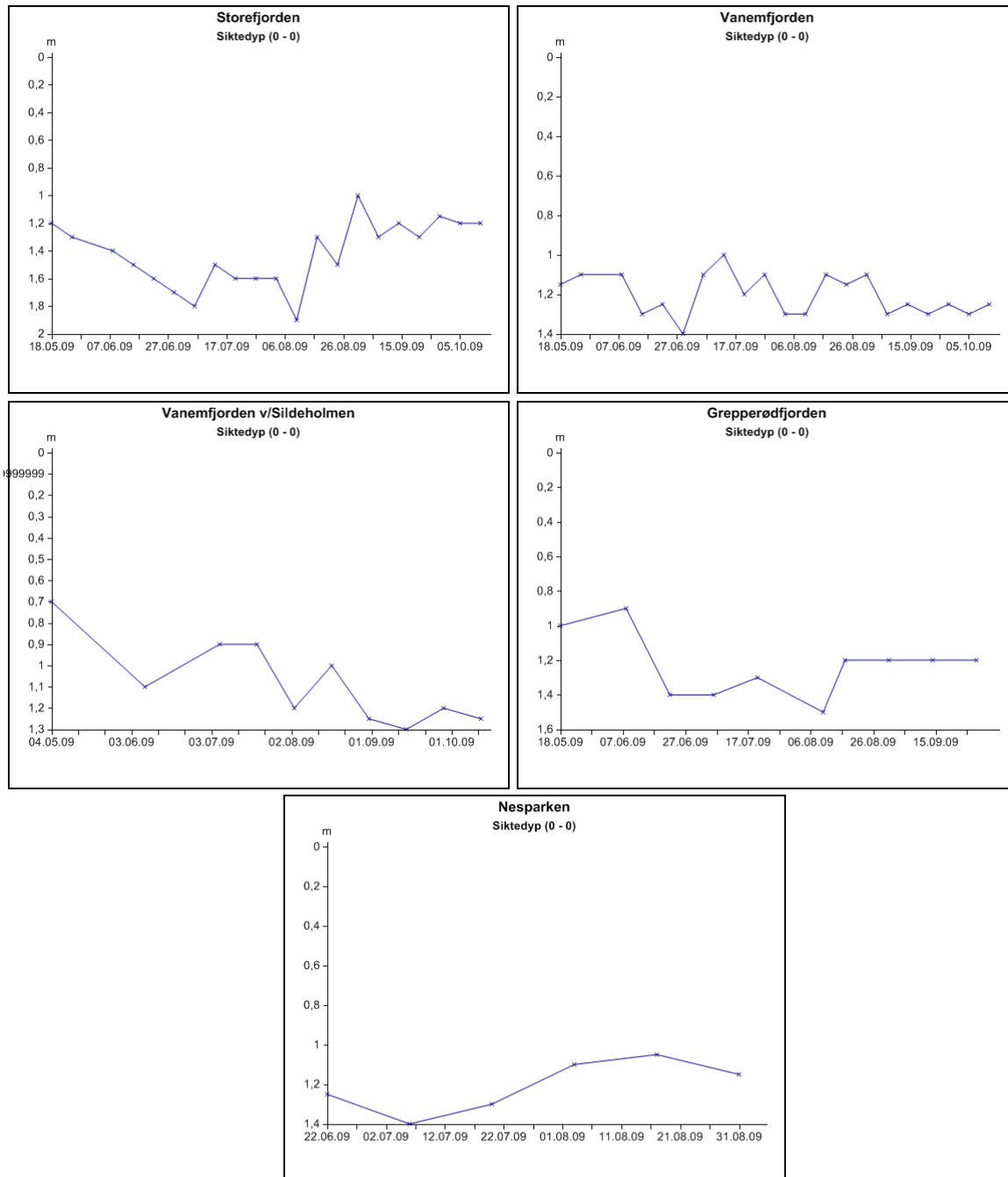
6.1 Resultater fysisk-kjemiske forhold

6.1.1 Temperatur og oksygen

Resultatene er vist i Vedlegg 5. Også i år ble det observert en temperatursjiktning med varmt overflatevann og kaldere bunnvann. I Vanemfjorden og Grepperødfjorden medførte dette en reduksjon i oksygenkonsentrasjonen mot bunnen da oksygenrikt overflatevann ikke ble blandet med vannmassene under sprangsjiktet. Det ble påvist oksygenverdier ned mot 1 mg/l. Når oksygenmengden reduseres til under 0,5 mg/l kan det igangsettes prosesser med for eksempel frigivelse av fosfat fra sedimentene som resultat. I 2009 har vi ikke funnet slikt oksygenvinn, og det er derfor lite sannsynlig at frigivelse av fosfor fra sedimentene til vannmassene var av betydningen i 2009.

6.1.2 Siktedyp

Resultatene vises i Figur 69. I tillegg finnes figurer for perioden 2005-2009 i Vedlegg 5. På grunn av en mindre kraftig transport av erosjonsmateriale fra nedbørfeltet var siktedypet større i 2009 enn i 2007/2008. Forskjellen var tydeligst i begynnelsen av sesongen. Likevel tyder mye på at algene var lysbegrenset i store deler av vekstsesongen. I Vansjø kan en anta at algeproduksjonen foregår ned til et dyp på ca. 2 ganger siktedypet (= ca. 3 m). Hvis innsjøen er omblandet ned til mer enn 3 m, noe som skjedde ofte i 2009, 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 næringsnivået. Noen alger (f. eks. blågrønnalger) unngår lysbegrensningen ved å bevege seg aktivt mot overflaten av vannet.



Figur 69. Variasjoner i siktedyp i Vansjø i 2009.

6.1.3 Gløderest/Suspendert stoff

I hele Vansjø var konsentrasjonen av suspendert stoff lavere i 2009 enn i 2008. 2008 var på mange måter et spesielt år som var påvirket av en varm vinter, flere ras i Hobølelva og flere flomperioder. Dette medførte en kraftig transport av erosjonsmateriale fra nedbørfeltet og tilsvarende høye konsentrasjoner av suspendert stoff i Vansjø. I år ble det ikke observert slike ekstremhendelser. Konsentrasjonen av suspendert stoff lå derfor på et gjennomsnittlig eller forholdsvis lavt nivå. Som før ble det påvist høyere verdier i Vanemfjorden enn i Storefjorden (Vedlegg 5). Dette skyldes større grad av vinddrevet resuspensjon som følge av at Vanem-

fjorden bassenget har en annerledes morfometri enn bassenget i Storefjorden. I Vanemfjorden er det et større forhold mellom de grunne og dypere arealene enn i Storefjorden. Dette er et forhold som sier noe om i hvor stor grad vannmassene er i kontakt med sedimentet. Dette kan medføre både en høyere algemengde, men også en større resuspensjon (oppvirvling) av uorganisk materiale.

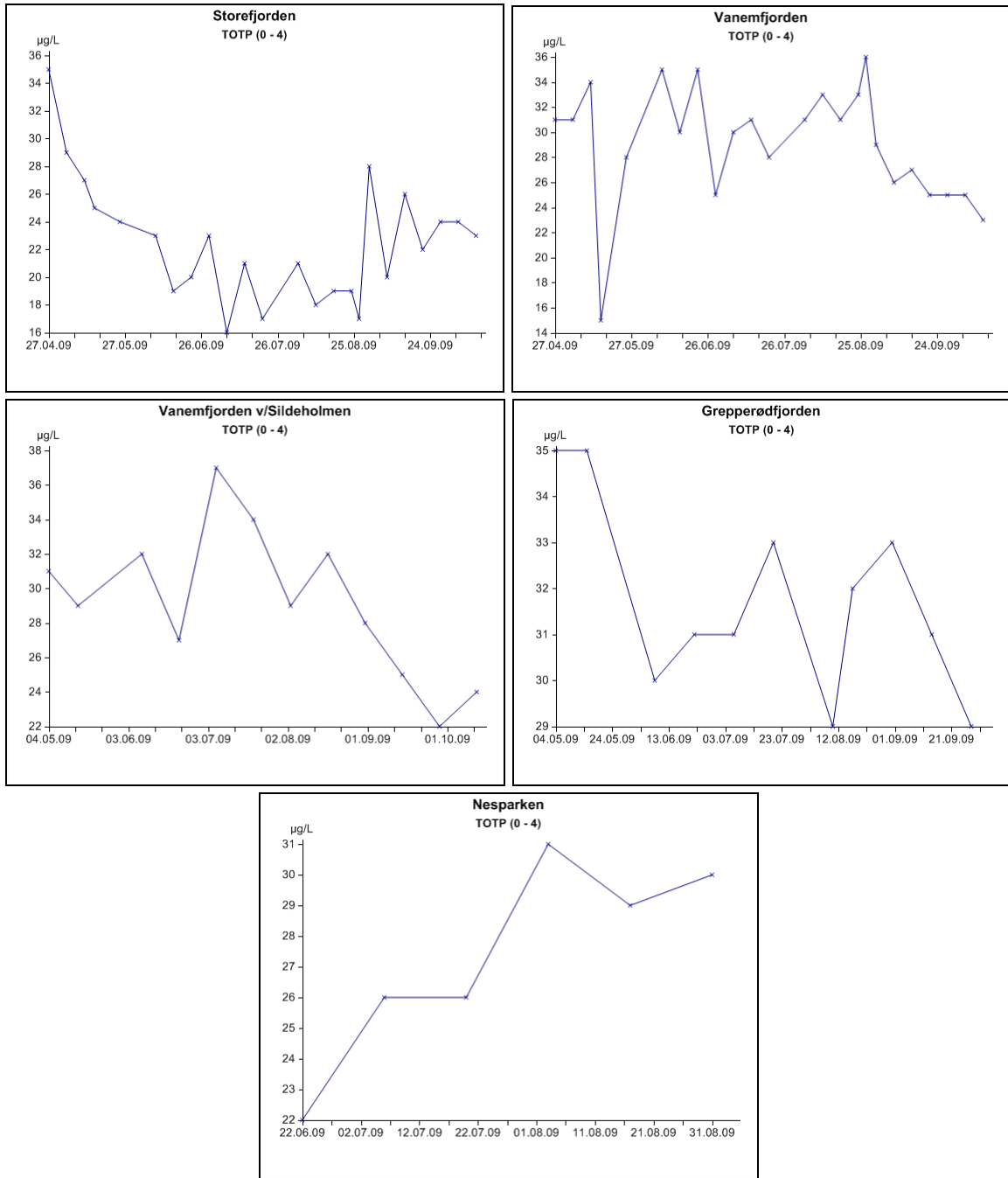
6.1.4 pH

Resultatene vises i Vedlegg 5. I perioder med lav fotosyntese er pH i Vansjø vanligvis i nærheten av nøytralitetspunktet 7,0. I vekstperioden på sommeren stiger pH ofte til over 7,0. I perioder med oppblomstring av blågrønnalger i Vanemfjorden kan pH stige opp til 10. Dette skjedde ikke i 2009 på grunn av at algene av lysbegrenset. En signifikant frigjøring av fosfat fra leirpartikler eller sediment på sommeren 2009 pga. høy pH anses derfor som lite sannsynlig. I alle deler av Vansjø ble det i undersøkelsesperioden registrert en pH-verdi i området 6,5 til 9,5. Variasjoner i pH i Vanemfjorden skjer imidlertid raskt og er avhengig av vindpåvirkning og algeoppstuing som følge av for eksempel solgangsbrisen. Sporadiske regionale pH-målinger i felt viser at det kan være langt høyere pH på vindskjermede lokaliteter enn på vindutsatte områder til samme tid.

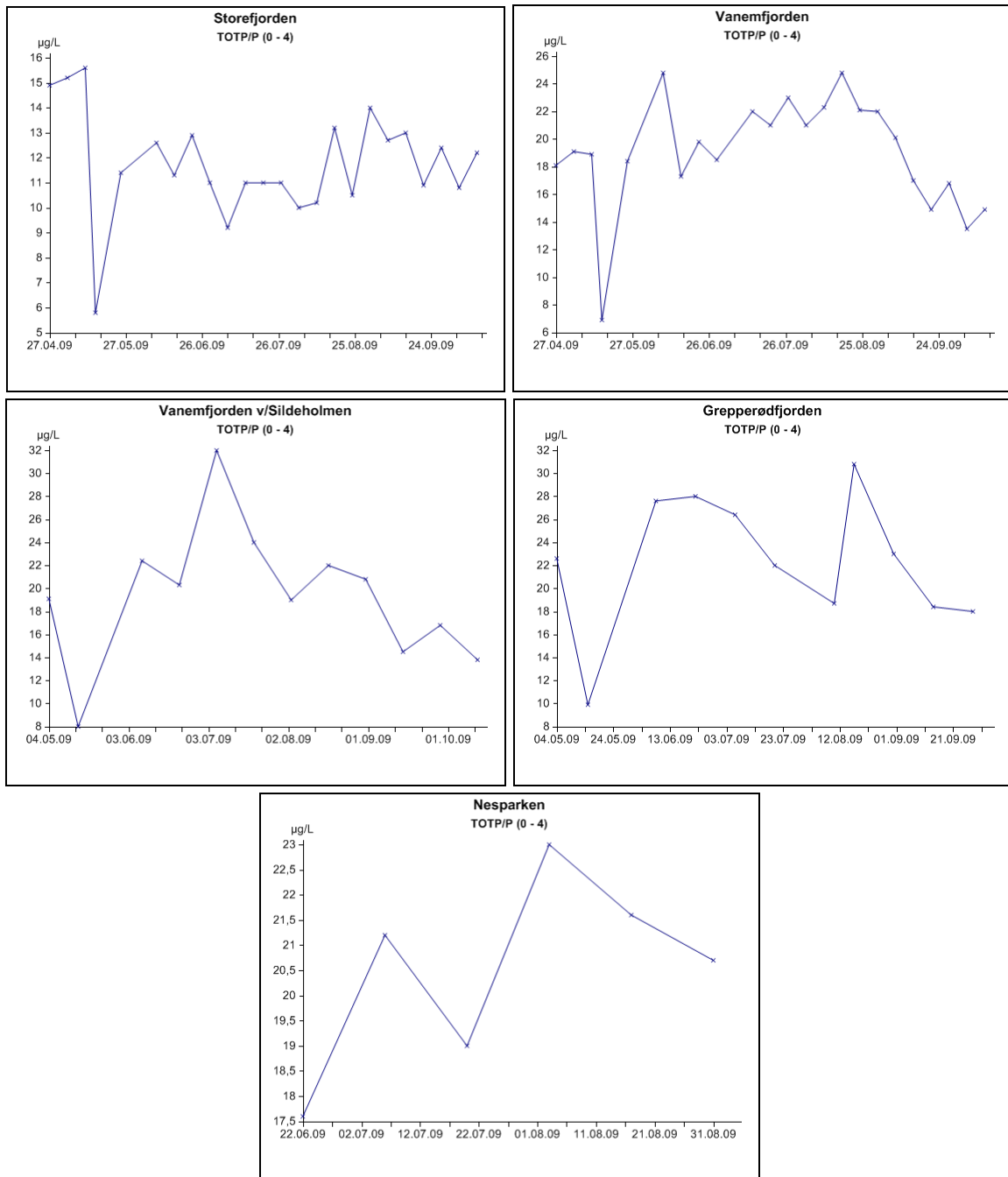
6.1.5 Fosfor

Resultatene vises i Figur 70 (totalfosfor), Figur 71 (partikkelbundet fosfor) og Figur 72 (orto-fosfat). I tillegg finnes figurer for perioden 2005-2009 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. I 2009 lå Storefjordens innhold av totalfosfor på et gjennomsnittlig nivå. Sesongen begynte med en maksimalkonsentrasjon av 35 µg/l (2008: 53 µg P/l, 2007: 34 µg P/l, 2006: 25 µg P/l). Gjennomsnittsverdien for hele perioden var 22,5 µg P/l (2008: 31 µg P/l, 2007: 25 µg P/l, 2006: 17 µg P/l). Fosforkonsentrasjonen i Vanemfjorden i 2009 var også sammenlignbart med den fra tidligere år (sesonggjennomsnitt 2009: 29 µg P/l, 2008: 35 µg P/l, 2007: 32 µg P/l, 2006: 34 µg P/l). Utgangskonsentrasjonene av totalfosfor på våren var omtrent like i Storefjorden og Vanemfjorden. I begge bassengene var fosforkonsentrasjonen på denne tiden påvirket av leirmateriale fra tilløpselvene. Utover sommeren sedimenterte en del av leirmaterialet og vannmassenes innhold av totalfosfor ble mer avhengig av det som er bundet i algene og i annet organisk materiale. Dette medførte en reduksjon i fosforinnholdet i deler av Vansjø. En periode med mye regn i august førte til at fosforkonsentrasjonen gikk opp igjen. Fosforkonsentrasjonen i Nesparken var lavere enn i 2007 og 2008, noe som ikke kan forklares med hjelp av de tilgjengelige dataene.

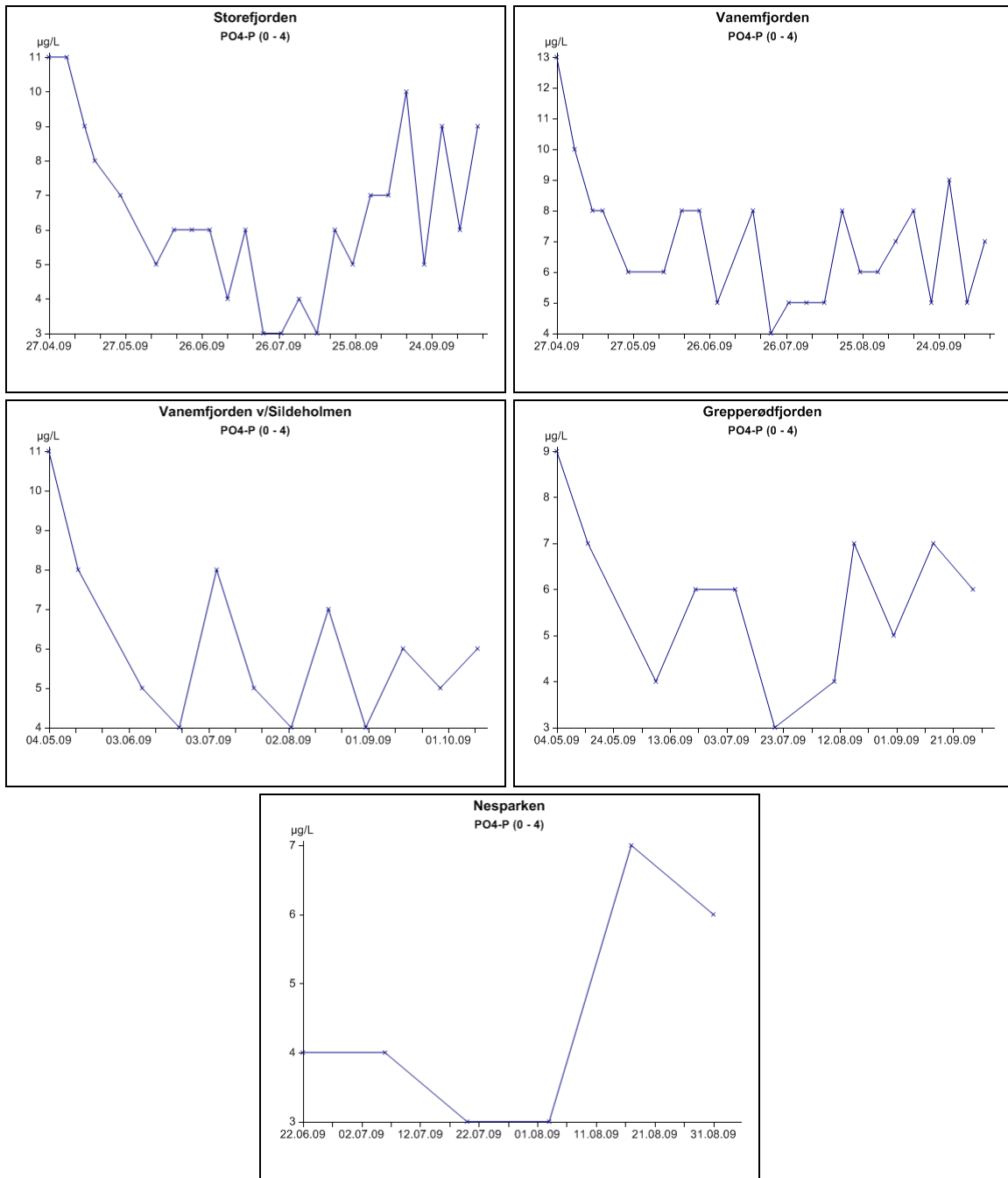
I mange norske innsjøer begrenser tilgjengeligheten av orto-fosfat veksten av alger. Alger har ulike evner til å ta opp og bruke orto-fosfat. Noen alger (særlig blågrønnalger) kan lagre fosfor i cellene. Det er derfor vanskelig å vurdere om algeveksten er fosforbegrenset på grunnlag av orto-fosfat konsentrasjonen i vannet. Mange publikasjoner foreslår 1-10 µg P/l orto-fosfat som grense. Det kan derfor ikke utelukkes at planteplanktonet i Vansjø i 2009 var tidvis begrenset av orto-fosfat. Det er imidlertid mange faktorer som spiller inn (lys, temperatur, andre næringsstoffer).



Figur 70. Variasjoner i totalfosfor i Vansjø i 2009.



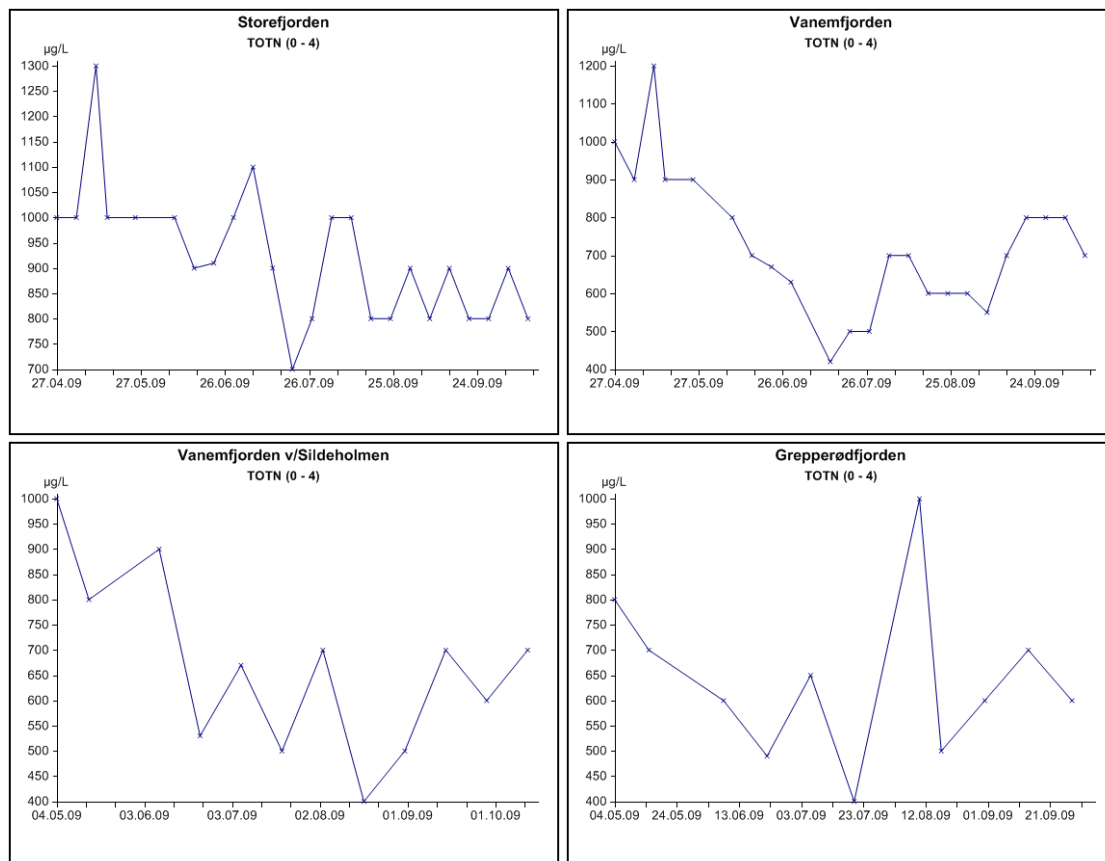
Figur 71. Variasjoner i partikkelbundet fosfor (TOTP/P) i Vansjø i 2009



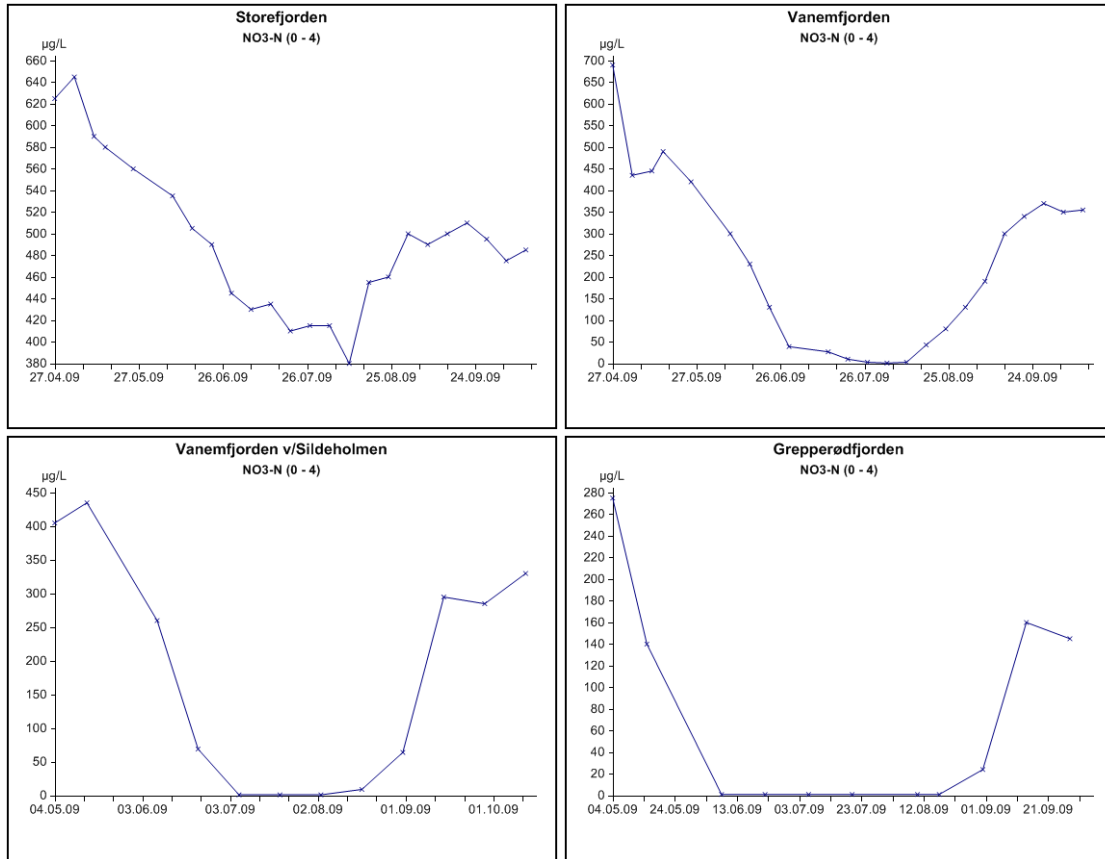
Figur 72. Variasjoner i Orto-fosfat i Vansjø i 2009

6.1.6 Nitrogen

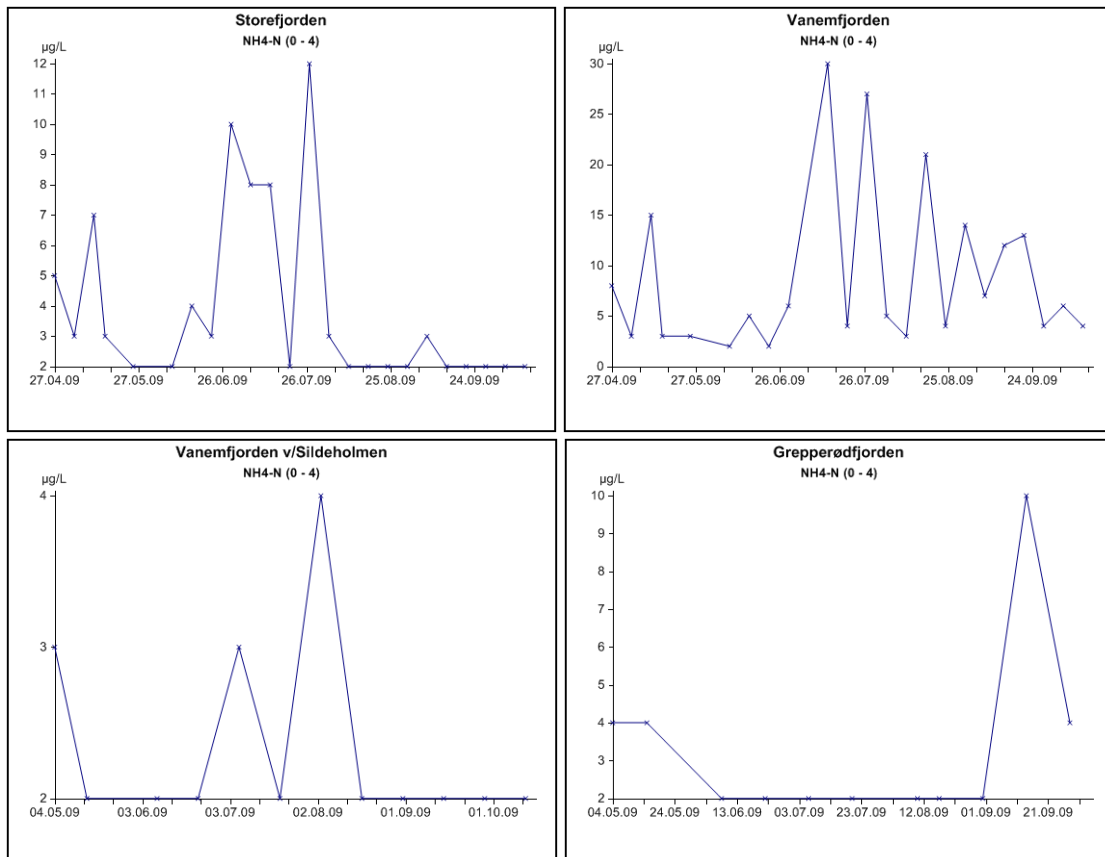
Resultatene vises i Figur 73 (totalnitrogen), Figur 74 (nitrat) og Figur 75 (ammonium). I tillegg finnes figurer for perioden 2005-2009 i Vedlegg 5. På våren ble det påvist høye nitratkonsentrasjoner i begge hovedbassengene. De høye nitratverdiene har sammenheng med høye tilførsler fra tilførselselvene før vekstsesongens begynnelse. Utover sommeren ble det påvist en reduksjon i hele Vansjø, noe som skyldes algeveksten. Som i 2005, 2006 og 2008 førte det høye biologiske forbruket til at verdien nærmet seg deteksjonsgrensen. En slik situasjon medfører en nitrogenbegrensning av algeveksten. Konsentrasjonene av ammonium varierte i området 2-30 µg/l og var betydelig lavere enn i tideligere år. Konsentrasjonen av totalnitrogen følger et mønster påvirket av reduksjonen i nitrat i Vanemfjorden. At det skjer en samtidig reduksjon i totalnitrogen skyldes hovedsakelig sedimentasjon av biologisk bundet nitrogen. Det er påfallende at konsentrasjonen av totalnitrogen i Vansjø falt for andre år på rad (sesonggjennomsnitt: 2009: 921 µg/l, 2008: 1090 µg/l, 2007: 1216 µg/l, 2006: 1208 µg/l). Dette kan forklares med en tilsvarende reduksjon i konsentrasjonen av nitrat.



Figur 73. Variasjoner i total nitrogen i Vansjø i 2009.



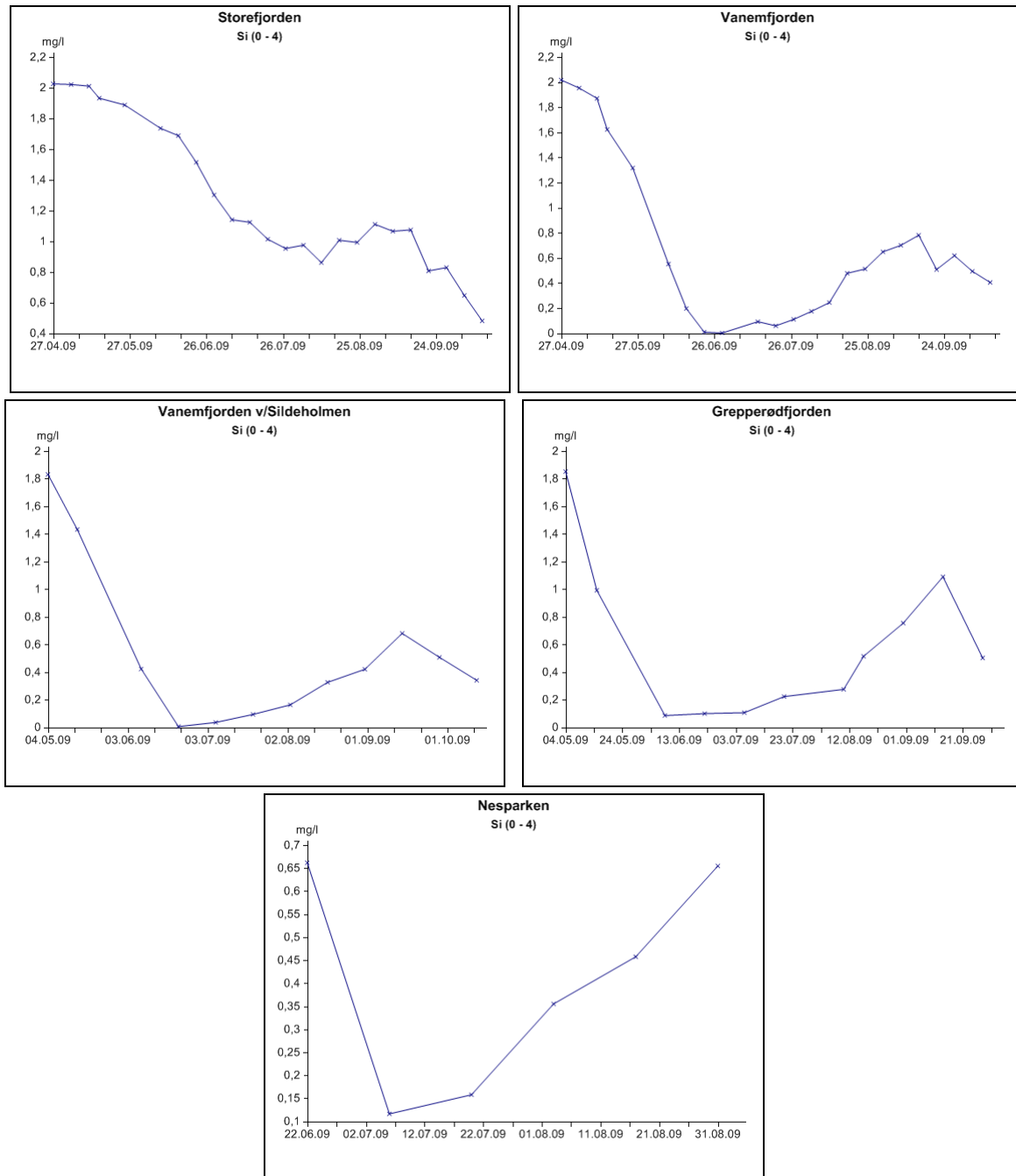
Figur 74. Variasjoner i nitrat konsentrasjon i Vansjø i 2009.



Figur 75. Variasjoner i ammonium konsentrasjon i Vansjø i 2009.

6.1.7 Reaktivt silikat

Resultatene vises i Figur 76. I tillegg finnes figurer for perioden 2005-2009 i Vedlegg 5. På våren ble det påvist høye silikatverdier i Vansjø. Utover sommeren ble det registrert en reduksjon i silikat. Den markerte nedgangen skyldes høyt forbruk som følge av relativt store mengder med kiselalger. Fra juni 2009 ble det påvist lave konsentrasjoner i deler av Vansjø, noe som kan ha medført silikatbegrensning av kiselalger.



Figur 76. Variasjoner i totalt reaktivt silikat i Vansjø i 2009

6.1.8 Vannets farge

Resultatene vises i Vedlegg 5. På våren ble det målt høye fargeverdier (opptil 70 mg Pt/l) i både Storefjorden og Vanemfjorden. Dette skyldes hovedsakelig store tilførsler av humus med tilløpselvene. Utover sommeren ble det registrert en reduksjon i fargeverdiene i begge bassengene. Dette skyldes sannsynligvis fotokjemisk bleking av fargen (ev. flokkulering med påfølgende sedimentasjon og/eller bakteriell oksidasjon). Det er imidlertid mulig at leirpartiklene også kan interferere med målingene slik at de målte verdier er noe høyere enn en "ekte" fargeverdi basert på vannets innhold av løst organisk materiale. I store delen 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 utvaskning av humus særlig fra skogsarealer. Økningen i fargetall fra 2005 til 2008 i Vansjø må derfor anses som et resultat av en normalisering av de fysisk-kjemiske prosesser i nedbørfeltet. Økningen har imidlertid medført en reduksjon i siktedypet (særlig i Storefjorden) og endringer i lyskvalitet, noe som begrenser algenes evne til å danne masseforekomster.

6.1.9 Totalt organisk karbon (TOC)

Resultatene vises i Vedlegg 5. I motsetning til vannets farge holder vannets innhold av TOC seg mer stabilt, noe som skyldes at den prosessen som virker inn på vannets farge ikke i samme grad berører de forbindelser som inngår i TOC. Det er en tydelig sammenheng mellom farge og organisk stoff når en ser på data fra mange innsjøer, men det vil også være store lokale variasjoner.

6.2 Resultater biologiske forhold

6.2.1 Planteplankton

Resultatene vises i Figur 77 - Figur 81. I tillegg finnes figurer for perioden 2005-2009 i Vedlegg 5.

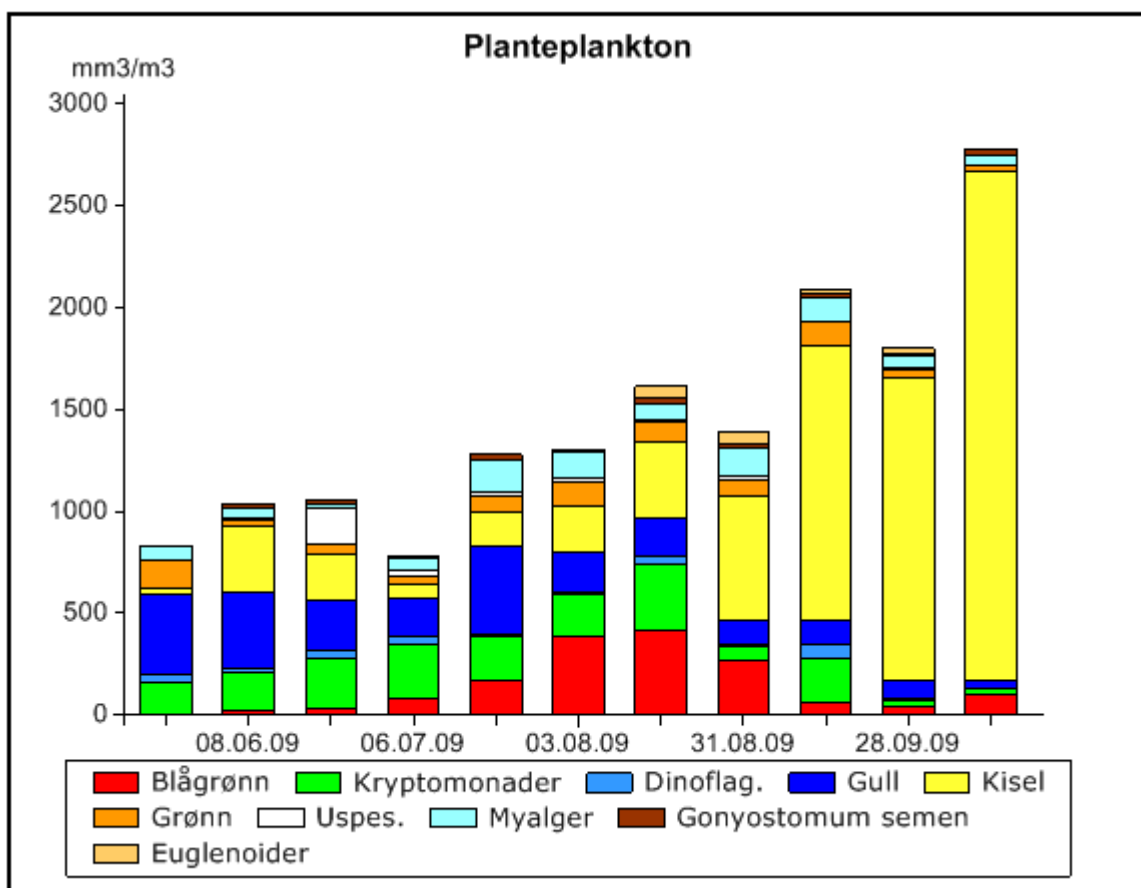
Planktonet i Storefjorden var dominert av kiselalger og gullalger. Dette er typisk for perioder med sirkulasjon og/eller dårlig tilgang til lys. Kiselalger har f. eks. ikke evnen til å bevege seg aktivt og kan derfor kun overleve når vannets sirkulasjon forhindrer deres sedimentasjon. Konsentrasjonen av blågrønnalger var lav hele sesongen, noe som trolig skyldes de dårlige lysforholdene. Den gjennomsnittlige algemengden i Storefjorden var i 2009 uendret i forhold til året før (2009: 1,4 mg våtvekt/l, 2008: 1,4 mg våtvekt/l, 2007: 1,7 mg/l, 2006: 0,7 mg våtvekt/l).

Den gjennomsnittlige algemengden i Vanemfjorden var 3,2 mg/l (2008: 2,4 mg/l, 2007: 3,2 mg/l, 2006: 2,8 mg/l). Planteplanktonet i Vanemfjorden var veldig mangfoldig gjennom hele sesongen. Biomassen av blågrønnalger var høyere enn i 2008 med en klar dominans av *Anabaena*. Det ble observert lengre perioder med større mengder av blågrønnalger på overflaten av Vanemfjorden, men situasjonen var mindre alvorlig enn i 2005-2007. 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. Værforholdene om sommeren i både 2007 og 2008 var uegnet for *Microcystis* og algen kunne ikke danne lignende oppblomstringer som

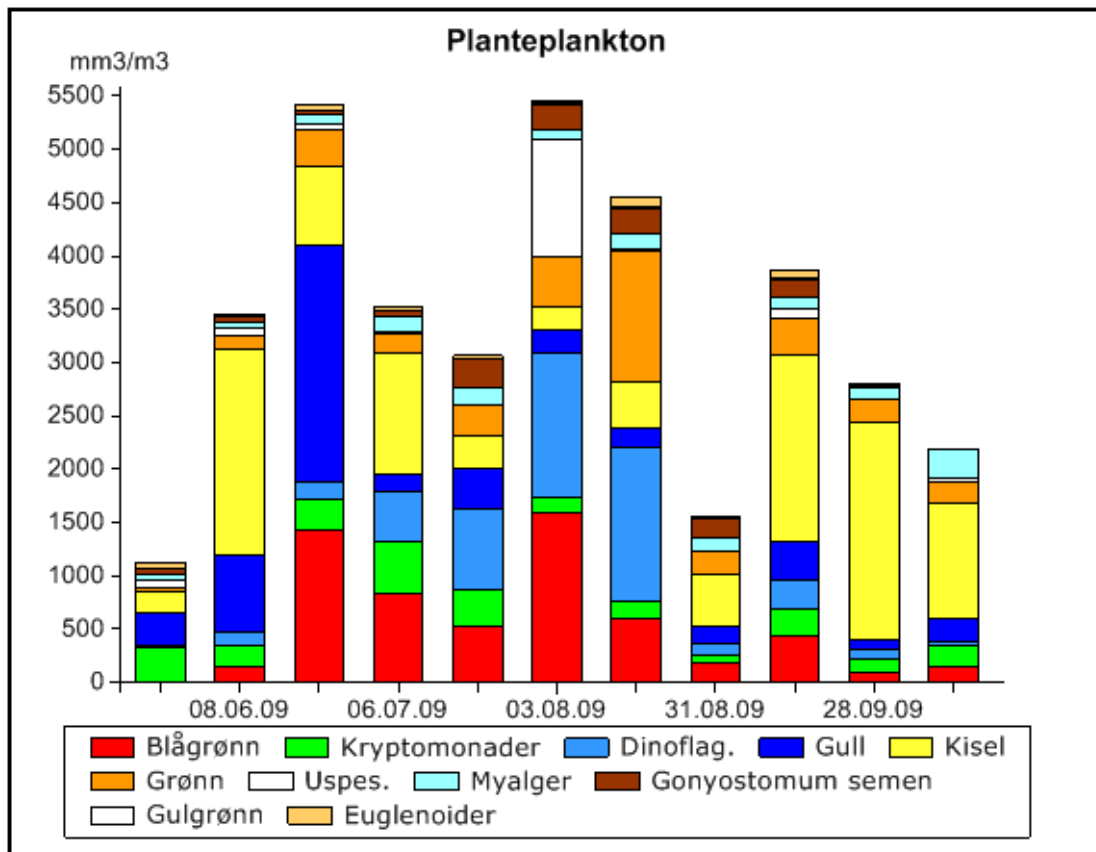
i 2005 og 2006. Økningen i vannets humusinnhold de siste årene (avsnitt 6.1.8) er heller ikke i favør av *Microcystis*, som vanligvis foretrekker klart vann.

Det er påfallende at Storefjorden og Vanemfjorden til tross for lignende utgangskonsentrasjoner av fosfor, nitrogen og silikat avviker betydelig i totalmengden av fytoplankton (gjennomsnitt 2009 Storefjorden: 1,4 mg/l, Vanemfjorden: 3,2 mg/l). Storefjorden er mye dypere enn Vanemfjorden. Under sirkulasjonen transporteres algene derfor oftere til dyp uten lys. Gjennomsnittlig sett har dermed alger i Storefjorden mindre tilgang på lys enn i Vanemfjorden, noe som tyder på at algeveksten i Storefjorden er sterkere lysbegrenset enn i Vanemfjorden.

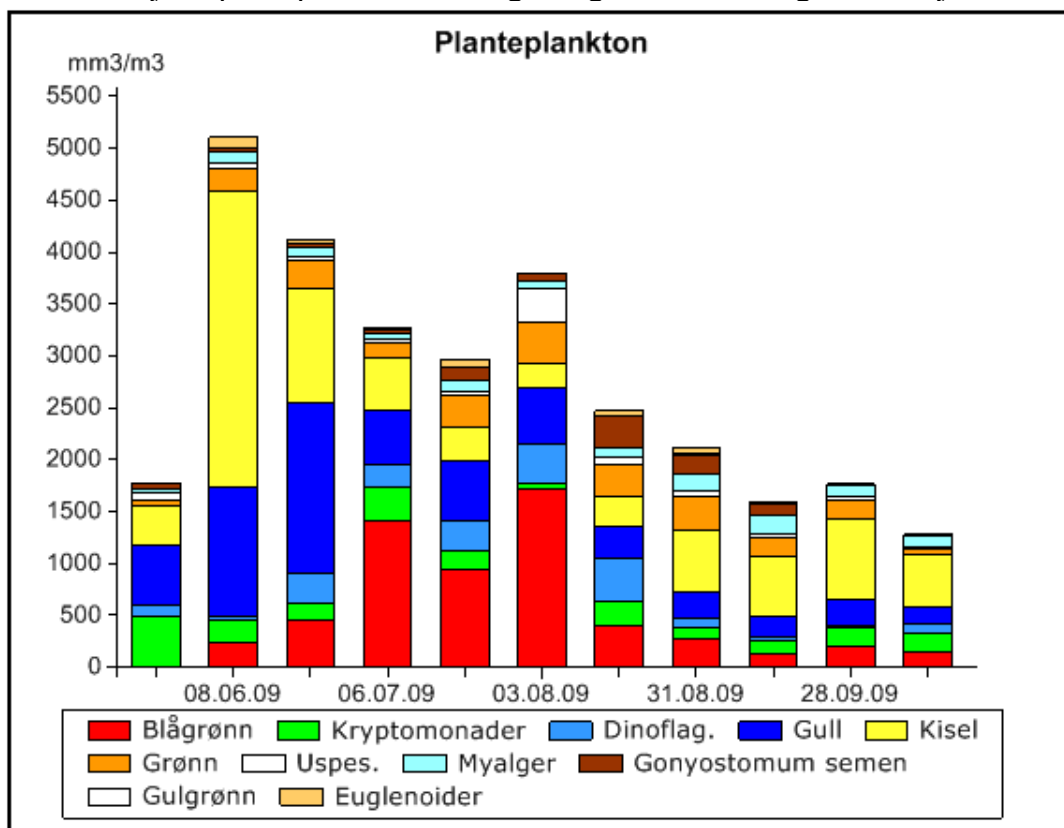
Som vanlig ble det funnet store mengder av *Gonyostomum semen* (Raphidophyceae) i Grepperødfjorden. Denne arten forekommer også i resten av Vansjø, men bare i ubetydelige konsentrasjoner. Etter kontakt med *Gonyostomum semen* utvikler noen mennesker hudutslett og det er derfor viktig å overvåke arten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



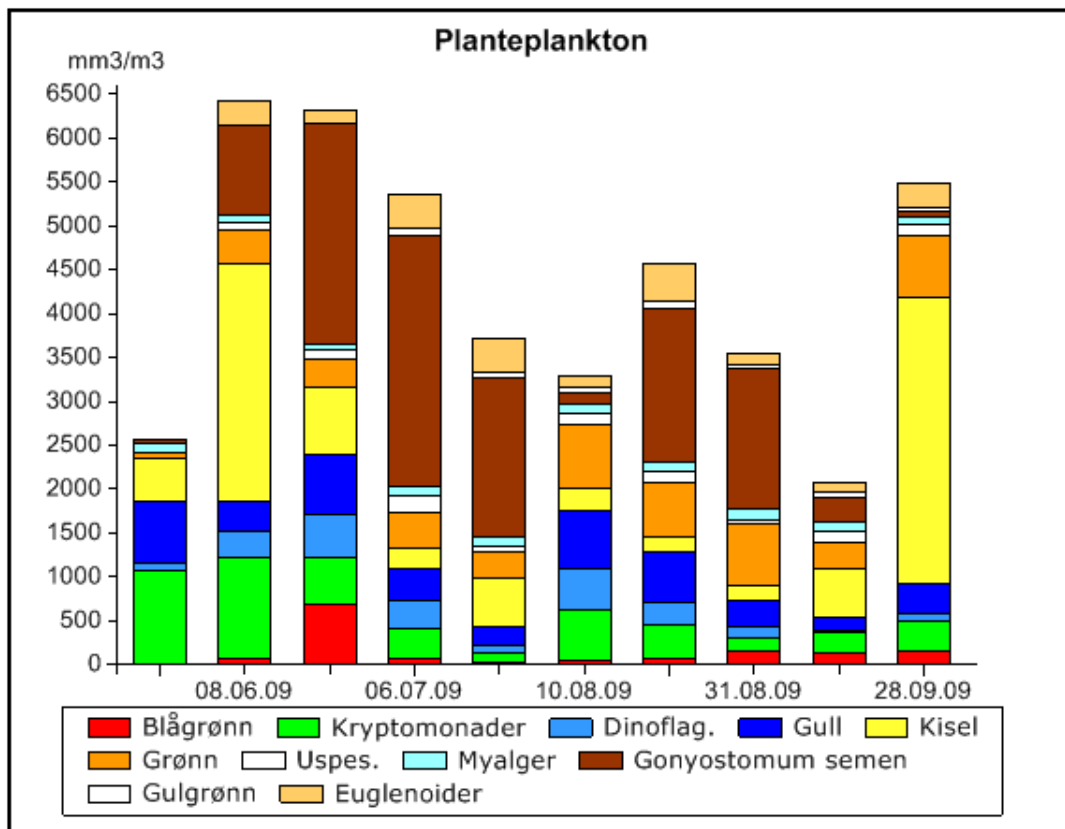
Figur 77. Variasjon i planteplanktonets mengde- og sammensetning i Storefjorden i 2009.



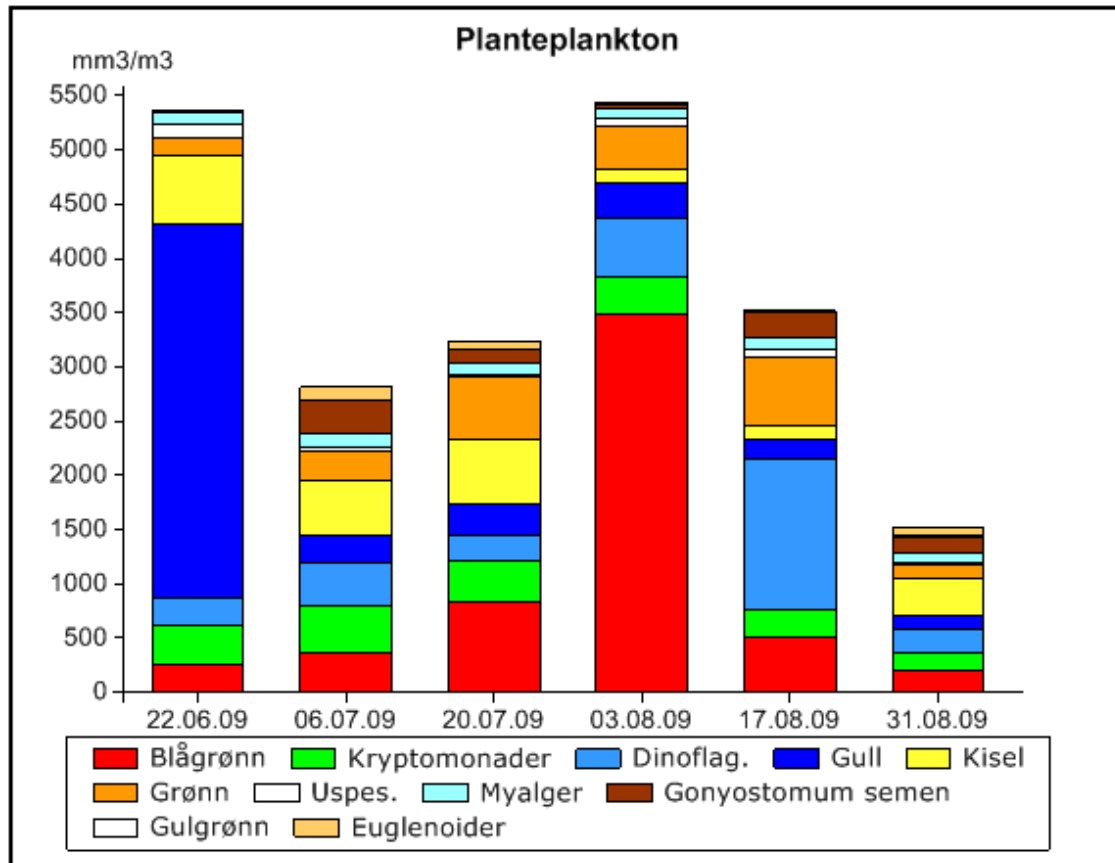
Figur 78. Variasjon i planteplanktonets mengde- og sammensetning i Vanemfjorden i 2009.



Figur 79. Variasjon i planteplanktonets mengde- og sammensetning i Vanemfj. v/Sildeholmen i 2009.



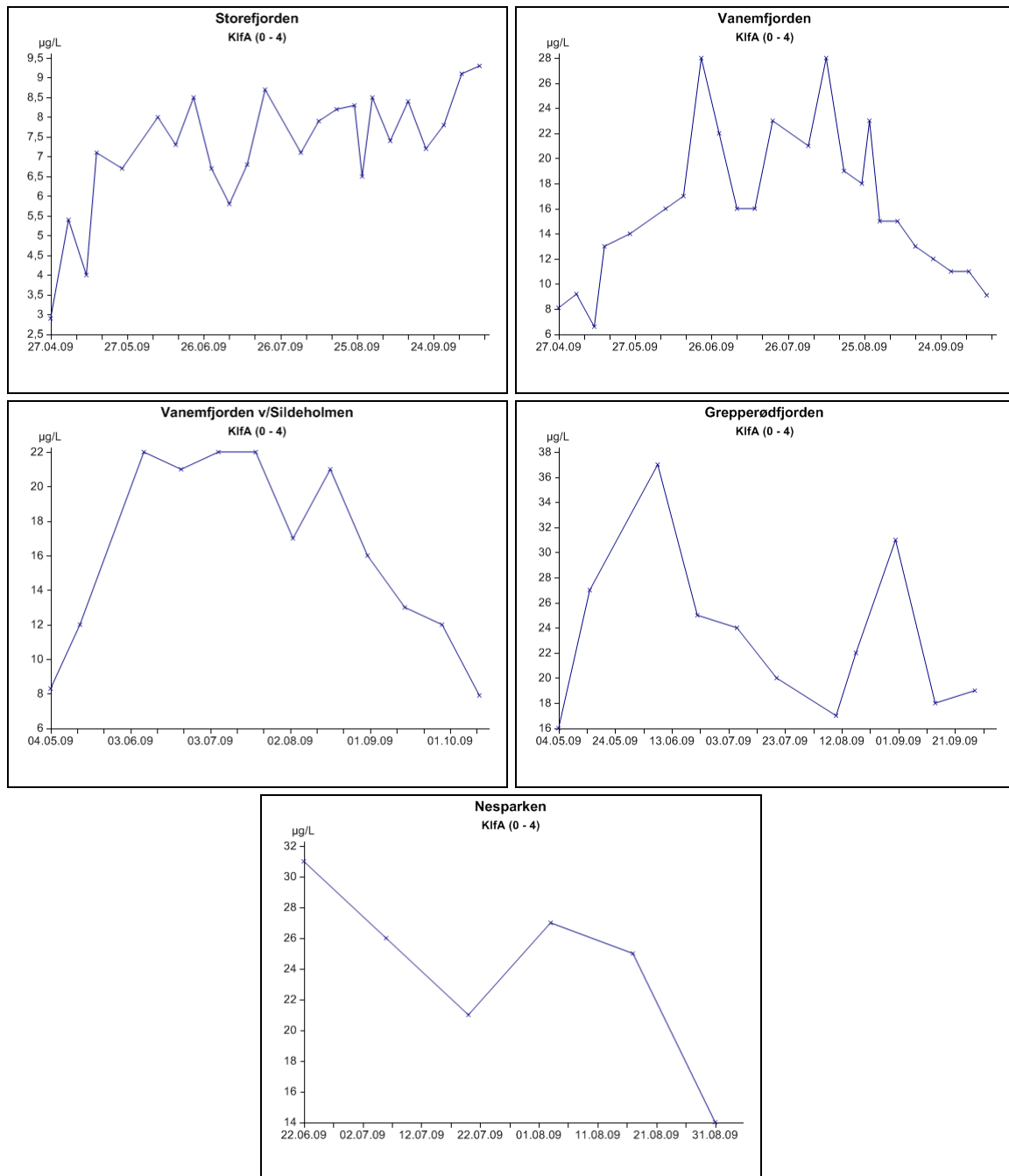
Figur 80. Variasjon i planteplanktonets mengde- og sammensetning i Grepperødfjorden i 2009.



Figur 81. Variasjon i planteplanktonets mengde- og sammensetning i Nesparken i 2009.

6.2.2 Klorofyll-a

Resultatene vises i Figur 82. I tillegg finnes figurer for perioden 2005-2009 i Vedlegg 5. Den gjennomsnittlige klorofyll-a-konsentrasjonen i Storefjorden var 7,2 µg/l. Den høyeste verdien ble målt 12. oktober og var på 9 µg/l. Den gjennomsnittlige konsentrasjonen i Vanemfjorden i undersøkelsesperioden var 16 µg/l og i Grepperødfjorden 23 µg/l. Konsentrasjonen av klorofyll-a følger i stor grad konsentrasjonen av algevolum selv om det er en viss spredning. Analyse av klorofyll-a og av algevolum er to forskjellige måter å beregne algebiomassen på. Algenes klorofyllinnhold vil variere pga. en rekke faktorer, slik at det alltid vil kunne forekomme avvik mellom disse to biomasseparametrene.



Figur 82. Variasjoner i klorofyllkonsentrasjonen i 2009.

6.2.3 *Microcystin*

Resultatene vises i Vedlegg 5. Gjennomsnittsverdiene og maksimalkonsentrasjonene var lavere enn i 2005-2007, noe som kan forklares med den tilsvarende tilbakegangen i mengden av blågrønnalgen *Microcystis* i vannet. Som i 2008 anbefalte NIVA de lokale helsemyndigheter å ikke fraråde befolkningen å bade i Vansjø. Informasjon om algesituasjonen ble sendt ukentlig til MOVAR interkommunale vannverk og til miljørettet helsevern i Moss kommune for å gi myndighetene muligheten å kunne reagere på grunnlag av måleresultatene. Det ble ikke påvist microcystin i Grepperødfjorden.

6.3 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 7,4 µg/l med maksimal konsentrasjon på 9 µg/l. Hvis en sammenligner verdiene for klorofyll-a i Storefjorden og i Grimstadkilen finner vi omtrent de samme gjennomsnittlige klorofyll-a-verdier. Også artssammensetningen av fytoplankton er omtrent den samme.

6.4 Vurdering av Vansjø i forhold til Vanddirektivet

EUs rammedirektiv for vann vurderer innsjøer og elver med hjelp av biologiske indikatorer. Andre parametre (f.eks. næringsstoffkonsentrasjoner, siktedyp) kan brukes som støtteparametre. Miljømålet defineres som grensen mellom moderat og god økologisk status. Vurderingene for de ulike delene av Vansjø er vist i Tabell 22. 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 som støtteparameter. Vurderingen for Storefjorden er usikker. Klorofyllkonsentrasjonen var nesten identisk med grensen mellom god og moderat økologisk tilstand. Matematisk sett er det derfor ikke korrekt å klassifisere Storefjorden med hjelp av denne parametren. Konsentrasjonen av fosfor tyder på at Storefjorden er i moderat økologisk tilstand. Vanemfjorden har moderat økologisk status. Grepperødfjorden er i dårlig tilstand.

Tabell 22: Tilstand av Vansjø i forhold til rammedirektivet for vann i 2009. Grenser mellom god og moderat økologisk status er gitt i parentes. I motsetning til 2008 ble det ikke beregnet andel problemalger. Grunnen til det er at definisjon for denne parametren er under revisjon.

	Storefjorden	Grepperødfjorden	Vanemfjorden
Klorofyll [µg/l]	7,6 (7,5)	23,7 (10,5)	18,4 (10,5)
Total fosfor [µg/l]	21 (16)	31 (19)	30 (19)
Total nitrogen [µg/l]	921	640	742
Nitrat [µg/l]	493	148	233
Biomasse alger [mg/m ³]	1356	3195	3609
SS [mg/l]	3,9	5,8	5,8
Siktedyp	1,3	1,2	1,2

7. Resultater for Mossesundet

7.1 Beskrivelse av undersøkelsesprogrammet

Overvåkingen pågikk i perioden juli til oktober. Det ble innhentet vannprøver en gang pr måned fra en stasjon (Figur 83). Vannprøvene ble analysert på totalfosfor, totalnitrogen, klorofyll, konsentrasjon av partikler (SS) og algegiften microcystin i vannet. I felt ble det bestemt dybdeprofil for temperatur, pH, oksygen og pigmentet phycocyanin, som er et mål for mengden av blågrønnalger i vannet. Formålet med programmet var å dokumentere transporten av blågrønnalger fra Vansjø til Mossesundet og å skaffe overvåkingsdata for selve sundet for å vurdere miljøtilstanden.

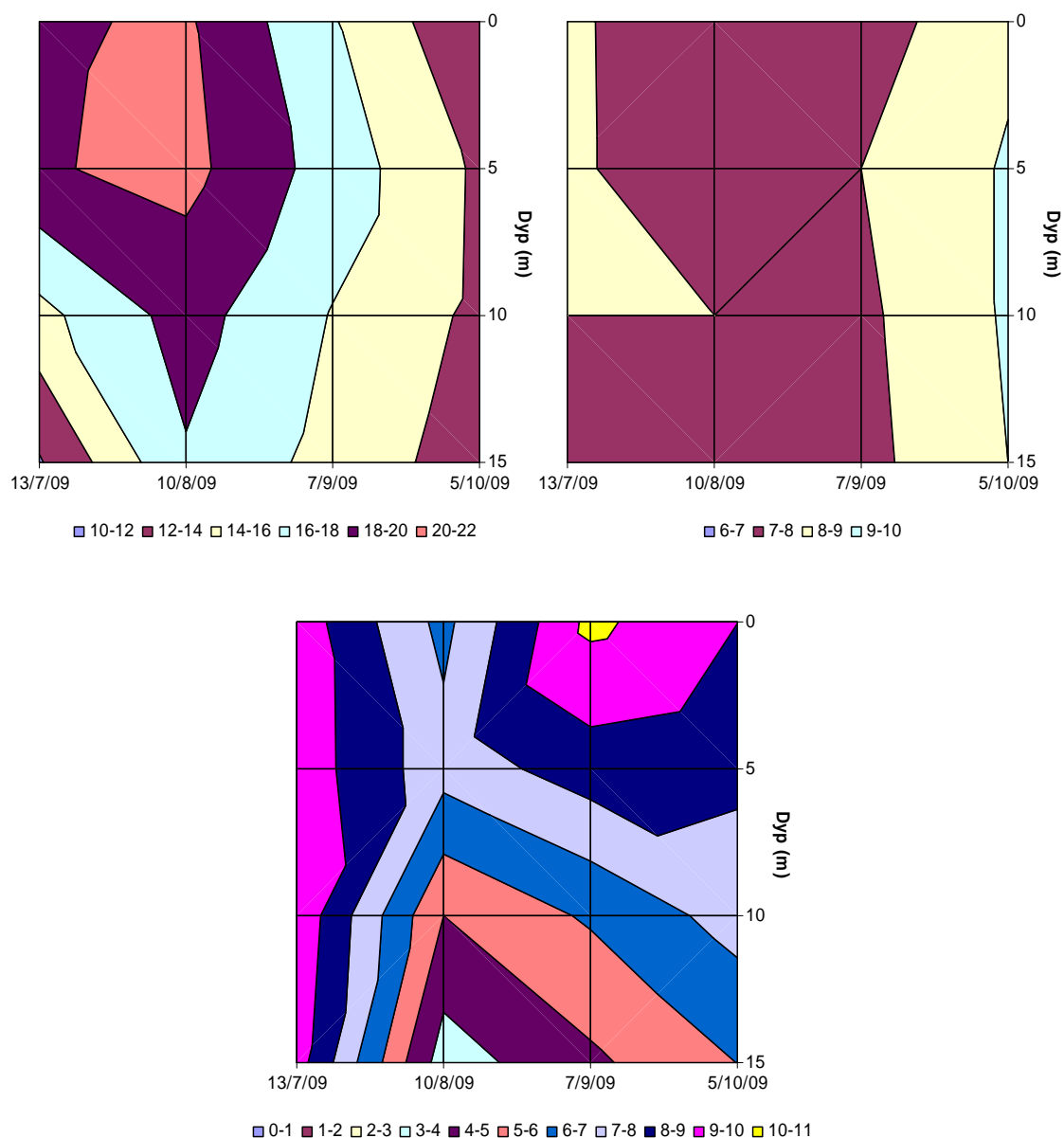


Figur 83: Målestasjonen i Mossesundet i 2009

7.2 Resultater fysisk-kjemiske forhold

7.2.1 Temperatur, pH og oksygen

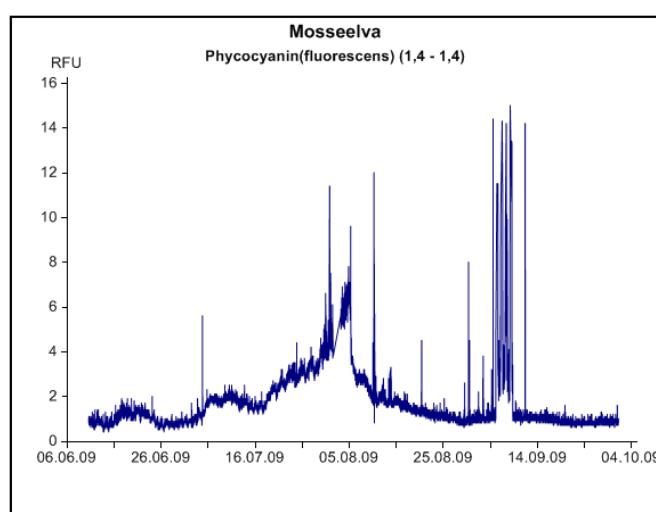
Resultatene er vist i Figur 84. Mossesundet er en saltvannslokalitet som er preget av en forholdsvis langsom utskifting av vann med Oslofjorden og varierende tilførsler av ferskvann fra Mosseelva. På grunn av ulik relativ tyngde legger ferskvannet seg på overflaten og danner et lag med lav saltinnhold. Sjiktningen kan være stabil i flere uker til måneder. I 2009 ble det observert en slik sjiktningen særlig i august under en periode med kraftig tappingen av Vansjø. Denne sjiktningen medførte en høy temperatur på overflaten og lave konsentrasjoner av oksygen i bunnvann.



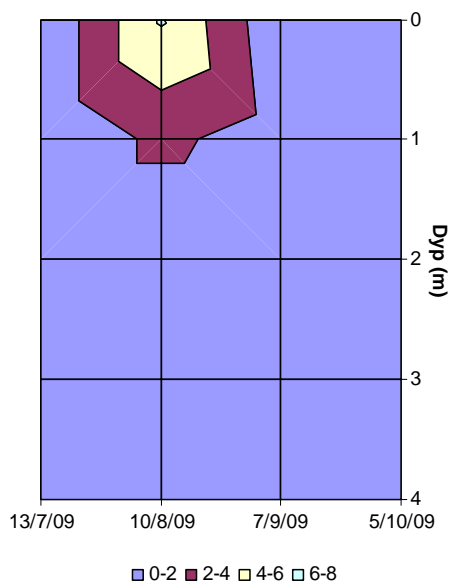
Figur 84: Variasjoner i temperatur (grad), pH og konsentrasjon av oksygen (nederst, i mg/l) i 2009.

7.2.2 Phycocyanin og microcystin

Når blågrønnalger blomster opp i Vansjø transporteres det store mengder av biomasse via Mosseelva til Mossesundet. Transporten ble overvåket med sonder som måler mengden av blågrønnalgepigmentet phycocyanin i vannet. Resultatene vises i Figur 85 (kontinuerlig måling i Mosseelva) og Figur 86 (Mossesundet). I Mosseelva ble det påvist en nevneverdig mengde av blågrønnalger i begynnelsen av august og i september. Samtidig ble det observert nokså store mengder av blågrønnalger på overflaten av Mossesundet. Dette tyder på en betydelig transport av biomasse fra Mosseelva til sundet. Når algene blandes inn i saltvann brytes disse ned innen få dager. Dette er trolig grunnen til at vi kunne påvise blågrønnalger i Mossesundet kun da transporten via Mosseelva var kraftigst. Algegiften microcystin ble kun funnet i august. Konsentrasjonen var lav (0,22 µg/l) og uten betydningen for verken menneskenes helse eller livet i Sundet.



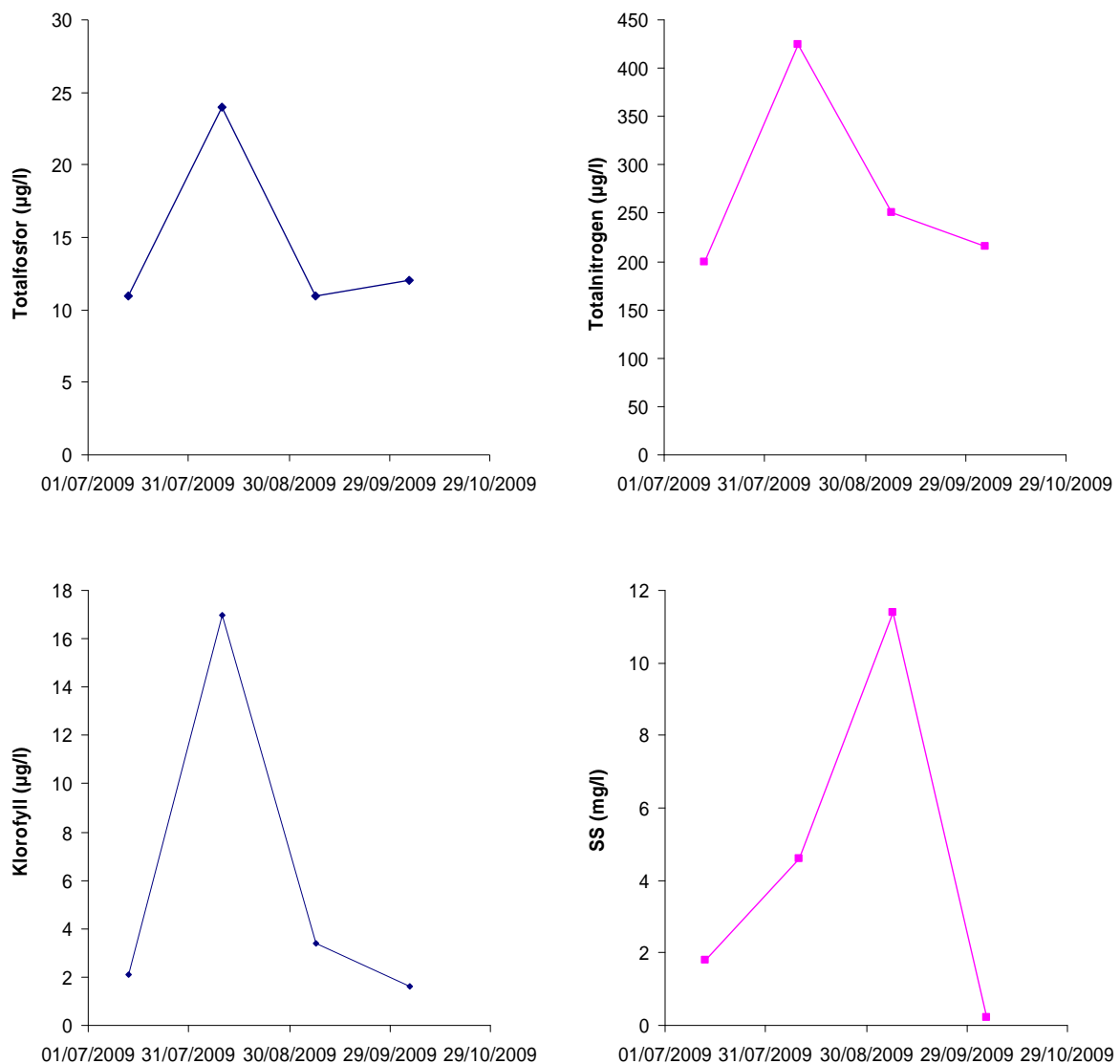
Figur 85: Variasjoner i phycocyanin-konsentrasjonen (i µg/l) i Mosseelva i 2009 (resultater fra pigmentsonden som NIVA driver på oppdrag av Moss kommune og MORSA prosjektet)



Figur 86: Variasjoner i phycocyanin-konsentrasjonen (i µg/l) i Mossesundet i 2009

7.2.3 Kjemiske parametre

Alle kjemiske parametre ble påvirket av tilførsler av ferskvann fra Mosseelva (Figur 87). Fosfor og nitrogeninnholdet og konsentrasjonen av partikler i overflatevannet gikk opp med mer enn 100 % i august da økt nedbør førte til at nedtapping av Vansjø ble satt i gang for alvor. Samtidig økte konsentrasjonen av klorofyll betydelig, noen som trolig skyldes transport av blågrønnalger fra Mosseelva til sundet. Observasjonene støtter hypotesen om at tilførslen av ferskvann medfører en forholdsvis stabil sjiktning av Mossesundet med ferskvann på overflaten. Normalisering av konsentrasjonene i september/oktober tyder på at vinden kan bryte ned sjiktningen når temperaturforskjell mellom overflatevann og dypvann avtar.



Figur 87. Variasjon i totalfosfor, totalnitrogen, klorofyll og konsentrasjon av partikler i Mossesundet (blandingsprøver 0-4m).

8. Konklusjon og syntese

8.1 Transport av fosfor til Vansjø i overvåkingsperioden og tidligere

Tabell 23 viser den faktiske transporten av fosfor og partikler til Vansjø i perioden 16. oktober 2008 – 15. oktober 2009. Totalt ble det til Storefjorden tilført 14,1 tonn fosfor i perioden³, mens det lokalt til Vestre Vansjø ble tilført 4,5 tonn (inkludert bekker som drenerer både til Vanemfjorden og Mosseelva). Merk at anslagene til Storefjorden her er basert på metoden som bruker slamføringskurven for stasjoner med typisk elvekarakter. Hvis et snitt av slamføringskurven og lineær interpolasjon benyttes for disse stasjonene, blir anslaget ca. 16,1 tonn med fosfor til Storefjorden (jf. Figur 90).

Tabell 23. Transporten av fosfor (TP), nitrogen (TN) og partikler (STS) til Vansjø i perioden 16. oktober 2008 – 15. oktober 2009. Alle tall i tonn. Data er ikke vannføringsveide og representerer derfor den faktiske mengder som gikk ut i innsjøen i perioden.

Stasjon	STS	TP	TN
	Tonn	Tonn	Tonn
Tangelva	216	0,8	28
Hobøelva Mjær	294	1,4	60
Kråkstadelva	1 871 [#]	3,8 [#]	69
Hobøelva Kure	3 945 [#]	9,8 [#]	191
Svinna oppstr. Sæby	814 [#]	1,8 [#]	29
Svinna Klypen Bru	455 [#]	1,9 [#]	51
Svinna totalt*	502 [#]	2,1 [#]	57
Mørkelva	604 [#]	1,0 [#]	24
Veidalselva	784 [#]	1,2 [#]	19
Samlet til Storefjorden**	5788	14,1	285
Sundet	1278	8,6	297
Guthusbekken	53	0,20	
Sperrebotn	44	0,14	
Augerødbekken	110	0,30	
Ørejordet	14	0,037	
Årvoldbekken	4	0,015	
Støabekken1	2	0,018	
Vaskeberget	2	0,010	
Huggenesbekken	15	0,068	
Dalen	1	0,05	
Totalt beregnet Vestre Vansjø***	957	4,5	-
Mosseelva	1793	9,9	330

* Kan sammenlignes med Svinna foregående år

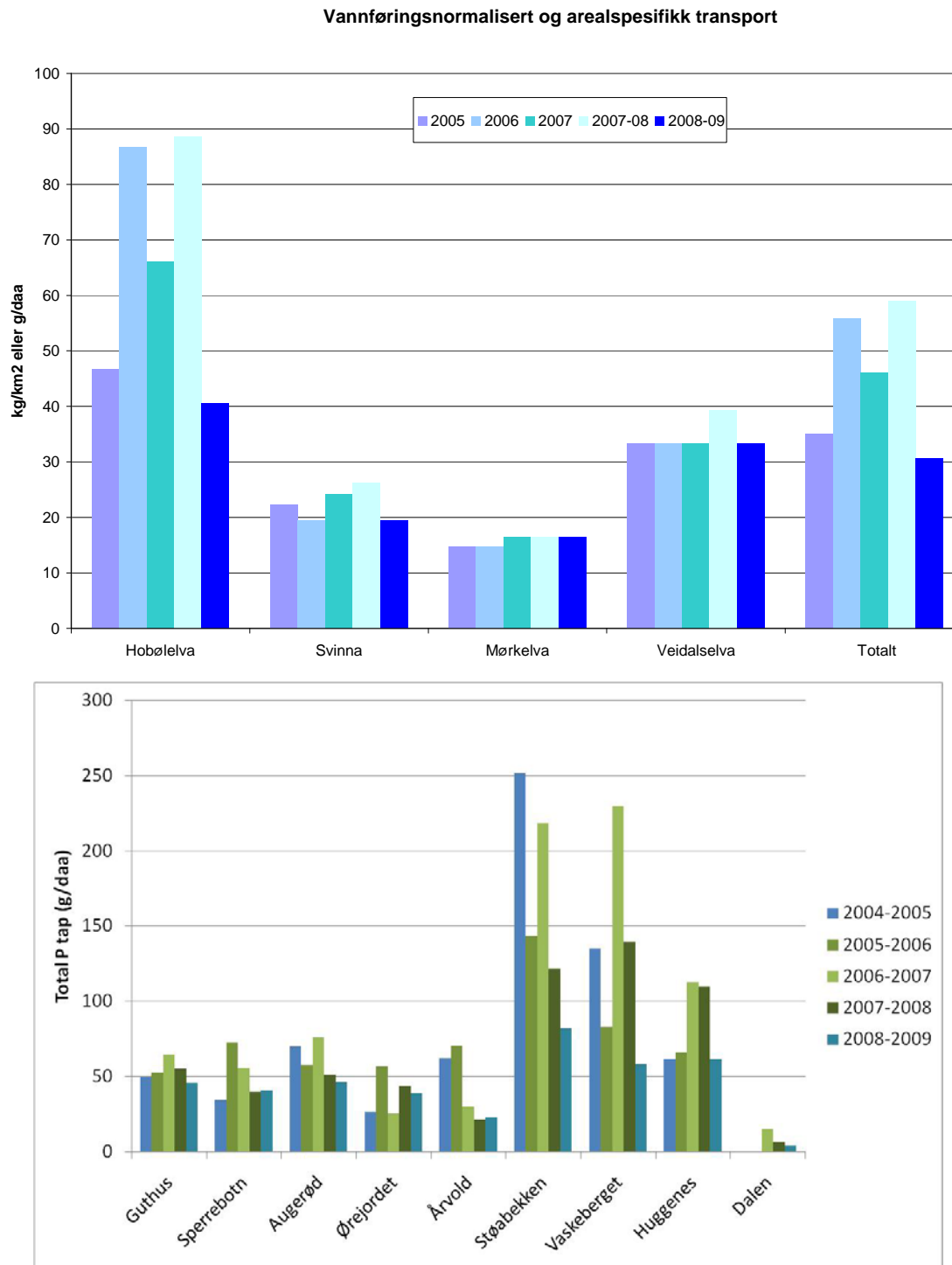
** Lokale bekkefelt til Storefjorden og evt tilførsler/ras nedstrøms målestasjonen ikke medberegnet

*** Inkludert umålte felt

[#] Kun slamføringskurven benyttet som interpoleringsmetode (øvrige er beregnet med lineær interpolasjon).

³ Omfatter ikke bekkefelt til Storefjorden.

Vannføringsnormalisering i vassdrag med mye raviner og bekkeerosjon kan være beheftet med feil ettersom erosjon og transport av næringsstoffer og partikler ikke nødvendigvis øker proporsjonalt med vannføringen, men kanskje mer eksponensielt. Figur 88 viser vannføringsnormaliserte verdier for transport pr areal av fosfor i elvene som drenerer til Storefjorden (øvre panel) og bekkene som drenerer til Vanemfjorden (nedre panel).



Figur 88. Vannføringsnormaliserte fosfortap fra nedbørfeltene (i kg/km^2 eller g/daa nedbørfeltareal) i 2004-09 for de ni bekkene.

8.2 Konsentrasjoner i elver og bekker

Gjennomsnittlige konsentrasjoner i elver og bekker er vist i Tabell 24. Det er relativt store variasjoner fra stasjon til stasjon. De høyeste konsentrasjonene av totalfosfor finnes i bekkene Støa og Huggenes. I elvene er det særlig Kråkstadelva og Veidalselva som har høye konsentrasjoner av totalfosfor. Total nitrogen følger omtrent samme mønster. Tarmbakterier er det flest av i stasjonene i Hobølelva ved Kure og i Kråkstadelva, samt for bekkene Ørejordet, Årvold og Guthus.

I Klassifiseringsveilederen (Direktoratsgruppa 2009) er det gitt nye klassegrenser for konsentrasjoner leirvassdrag. Nye klassegrenser for delfeltene i Morsavassdraget er under utarbeiding, og konsentrasjonene er derfor ikke sammenlignet med miljømål her.

Tabell 24. Konsentrasjonsnitt i alle elver og bekker i overvåkingsperioden. Merk at flomprøver er fjernet for elvene (dvs alle vassdrag i tabellen ned til bekker til Vestre Vansjø). For bekkene til Vestre Vansjø er gjennomsnittet beregnet ut fra transport dividert på vannføring, med unntak av tarmbakterier der flomprøver er fjernet på samme måte som for elvene til Storefjorden.

Stasjon	Q	STS	Tot-P	Tot-N	PO ₄ -P	E-koli 90% Ant/100ml
	m ³ /s	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	
Tangelva	2,2	4	14	444	1	4
Hobølelva ved Mjær	2,8	4	18	763	3	52
Kråkstadelva	0,91	38	86	3036	14	500
Hobølelva v/Kure	4,9	16	48	1325	9	700
Veidalselva	0,59	35	72	1127	16	230
Mørkelva	1,06	13	38	864	8	200
Svinna oppstrøms	1,96	20	56	1078	11	400
Svinna v/ Klypen	1,72	8	40	942	7	31
Boslangen	-	1,4	14	398	2	23
Sundet	10,1	5	23	974	4	5
Mosseelva	11,1	5	29	957	5	78
Bekker til VestreVansjø:						
Guthus		22	85	2200	33	1200
Sperrebotn		22	73	2000	16	700
Augerød		29	78	1100	14	700
Ørejordet		15	47	2300	7	2400
Årvold		11	48	2200	14	1300
Støa		11	125	3000	43	74
Vaskeberget		19	87	4400	16	62
Huggenes		20	96	4300	23	400
Dalen		2	9	600	0,7	29

8.3 Miljøtilstanden i innsjøene sett i forhold til miljømålene

Iht. kravene i Vanndirektivet skal økologisk tilstand i innsjøer og elver vurderes med hjelp av biologiske indikatorer. Andre parametre, som næringsstoffkonsentrasjoner og siktedybde, kan brukes som støtteparametre. Miljømålet defineres som grensen mellom moderat og god økologisk tilstand.

Klorofyll-a er den eneste biologiske parametren som er målt i denne undersøkelsen, hvor det er utviklet grenseverdier og definert miljømål. I tillegg er støtteparametren totalfosfor vurdert. 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. I tillegg påvirkes siktedybden i Mjær, Sæbyvannet og Vansjø av høye konsentrasjoner av erosjonspartikler. Siktedybden er derfor ikke egnet som mål for algekonsentrasjonen i vannet. Tilstandsvurderingen er derfor gjennomført med klorofyll som hovedparameter og total fosfor som støtteparameter. Vurderingene er vist i Tabell 25. Basert på en vurdering av klorofyll og totalfosfor kan det konstateres at innsjøene Sætertjernet og Våg er i god økologisk tilstand. Storefjorden, Vanemfjorden, Bindingsvannet, Langen og Mjær har moderat økologisk tilstand, mens Sæbyvannet og Grepperødfjorden har dårlig økologisk tilstand. Vurderingen for Storefjorden er usikker, da klorofyllkonsentrasjonen var nesten identisk med grensen mellom god og moderat økologisk tilstand; men konsentrasjonen av fosfor tyder på at Storefjorden er i moderat økologisk tilstand.

Tabell 25: Tilstanden i Vansjø i 2009 i forhold til Vanddirektivet. Grenser mellom god og moderat økologisk tilstand er gitt i parentes.

Innsjø	Total fosfor µg/l	Klorofyll-a µg/L	Total nitrogen µg/l	STS mg/l	Siktedyptet m	Biomasse alger mg/m ³
Sætertjernet	11,6 (16)	5,6 (7,5)	376	2,2	2,0	804
Bindingsvannet	12 (16)	10,2 (7,5)	336	2,8	2,1	1762
Langen	15 (16)	9,5 (7,5)	392	2,8	1,9	1757
Våg	14,1 (16)	6,9 (7,5)	485	3,1	1,7	482
Mjær	19,3 (16)	13,0 (7,5)	678	4,6	1,5	1081
Sæbyvannet	32,3 (16)	12,3 (7,5)	703	6,9	1,0	1829
Storefjorden	21 (16)	7,6 (7,5)	921	3,9	1,3	1356
Grepperødfj.	31 (19)	23,7 (10,5)	640	5,8	1,2	3195
Vanemfjorden	30 (19)	18,4 (10,5)	742	5,8	1,2	3609

8.4 Vannkvaliteten i Mossesundet

Kjemisk vannkvalitet i Mossesundet blir påvirket av tilførsler fra Vansjø. Innhold av fosfor, nitrogen og partikler økte med mer enn 100 % i overflatevannet under nedtappingen av Vansjø i august. Samtidig økte konsentrasjonen av klorofyll betydelig, noe som trolig skyldes tilførsler av blågrønnalger fra innsjøen. I begynnelsen av august og i september ble det observert relativt store mengder blågrønnalger på overflaten av Mossesundet. Dette tyder på en betydelig transport av biomasse fra innsjøen. Imidlertid brytes algene ned noen få dager etterat de kommer ut i saltvannet. Algegiften microcystin ble kun funnet i august. Konsentrasjonen var lav (0,22 µg/l) og uten betydningen for verken menneskers helse eller livet i Mossesundet.

8.5 Fosforbudsjett for vassdraget

Metodikken for å beregne fosforbudsjettet i vassdraget er basert på Skarbøvik m.fl. 2008. Tabell 26 viser faktisk budsjett for fosfor, nitrogen og suspendert tørrstoff for årene 2005-2009, basert på tilgjengelige data og beregninger.

Tabell 26. Fosfor-, nitrogen-, og partikkelbudsjettet for nedbørfeltet. Alle tall i tonn/år unntatt for Q som er i mill m³. For alle stasjoner unntatt Vestre Vansjø er tall beregnet oppstrøms stasjon og ikke for hele nedbørfeltene. Beregningsmetoder er kodet med farge; forklaring er gitt nederst i tabellen.

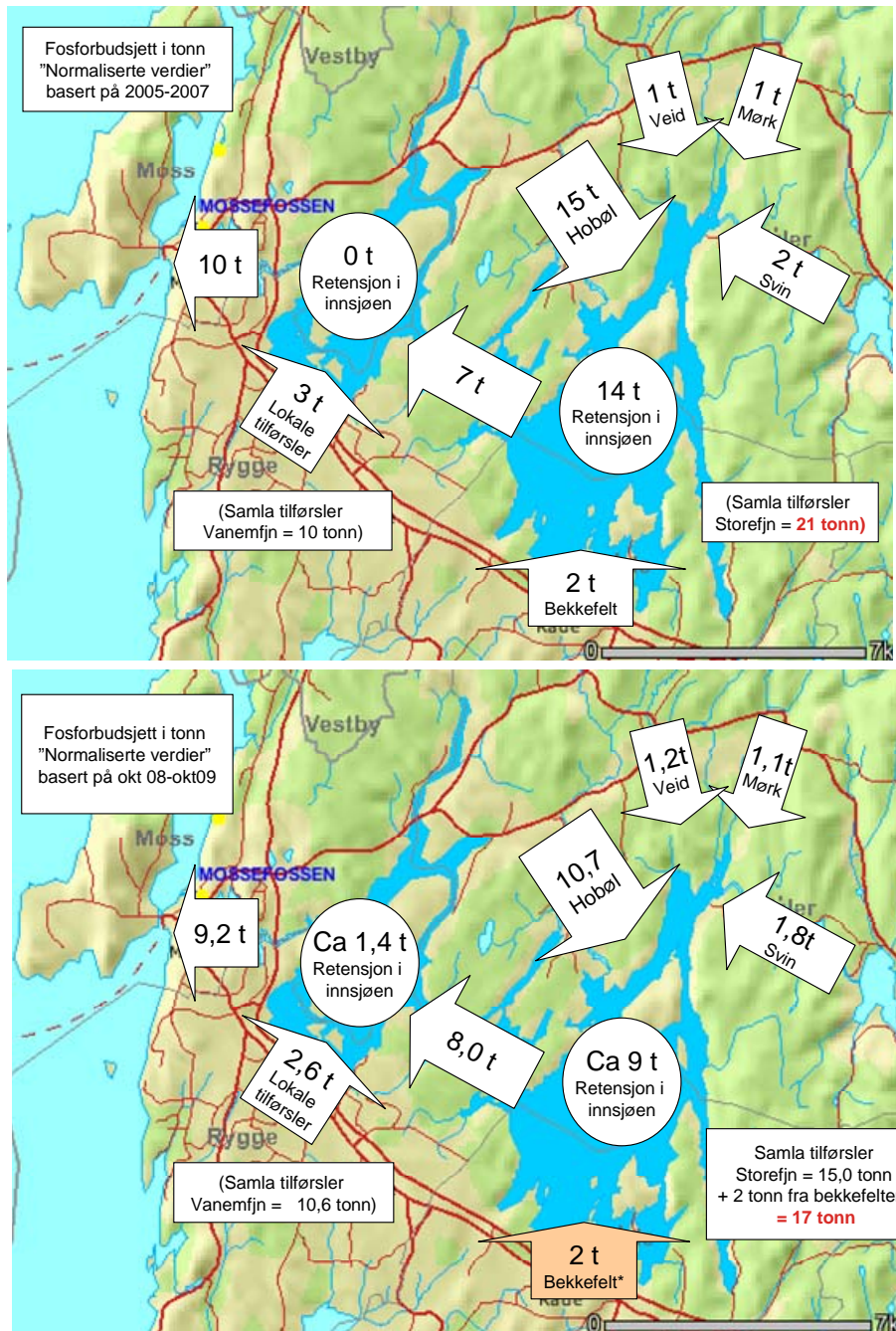
	2005				2006			
	TP	STS	TN	Q	TP	STS	TN	Q
Hobøelva	7,8	3250	-	103,4	27	15150	-	192,2
Svinna	1,7	-	-	36,2	2,8	709	-	67,3
Mørkelva	0,7	-	-	20,5	1,2	682	-	38,2
Veidalselva	0,8	-	-	11,3	1,5	890	-	21,1
SUM Storefjn	11	3250	-		32	17431	-	
Sundkjeften	4,44	-	-	198	9,41	-	-	383
V.Vansjø**	1,4	-	-	-	4,5	-	-	-
Mossefossen	7,05	1271	240	225,9	13,4	2301	569	436,92
	2007				Okt 2008 - okt 2009			
	TP	STS	TN	Q	TP	STS	TN	Q*
Hobøelva	15,3	5480	255,6	142,4	11,6	5884	184	151
Svinna	2,5	465	61,1	49,8	2,1	528	57	49
Mørkelva	1,05	375	17,9	28,3	1,1	835	26	31
Veidalselva	1,15	456	15,2	15,6	1,3	1009	20	17
SUM Storefjn	20	6776	350		16	8256	287	
Sundkjeften	9,71	1529	380	324	8,6	1278	297	306
V.Vansjø**	5,9	1143	36	-	4,1	957	-	-
Mossefossen	13,1	2642	446,9	369,5	9,9	1793	330	348

* Innbyrdes forhold mellom vannføring i nedbørfeltene er endret siden 2006-2007, pga endret størrelse på beregnet nedbørfelt.

** Omfatter data fra bekker både til Vanemfjorden og Mosseelva. Er beregnet fra oktober-oktober for alle år; f.eks. representerer "2007-data" perioden oktober 2006-oktober 2007.

	Beregnet ut fra data i 2006 og 2007, samt vannføring i 2005.
	Basert på kun 2 prøver i oktober og november 2007.
	Prøver fra mai-oktober
	Kun vinterprøver
	Beregnet for annet halvår basert på forholdet mellom konsentrasjon og vannføring
	Beregnet som snitt av slamføringskurve og lineær interpolasjon
	Beregnet ved lineær interpolasjon

Figur 89 viser fosforbudsjettet normalisert for vannføring som snitt for årene 2005, 2006 og 2007 (øvre panel); og for oktober 2008-oktober 2009 (nedre panel).



Figur 89. Vannføringsnormalisert fosforbudsjett for hele Vansjø, i tonn. Basert på et beregnet gjennomsnitt for perioden 2005-2007 (øvre panel) og perioden oktober 2008-oktober 2009 (nedre panel). (Kartgrunnlag NVE-Atlas).

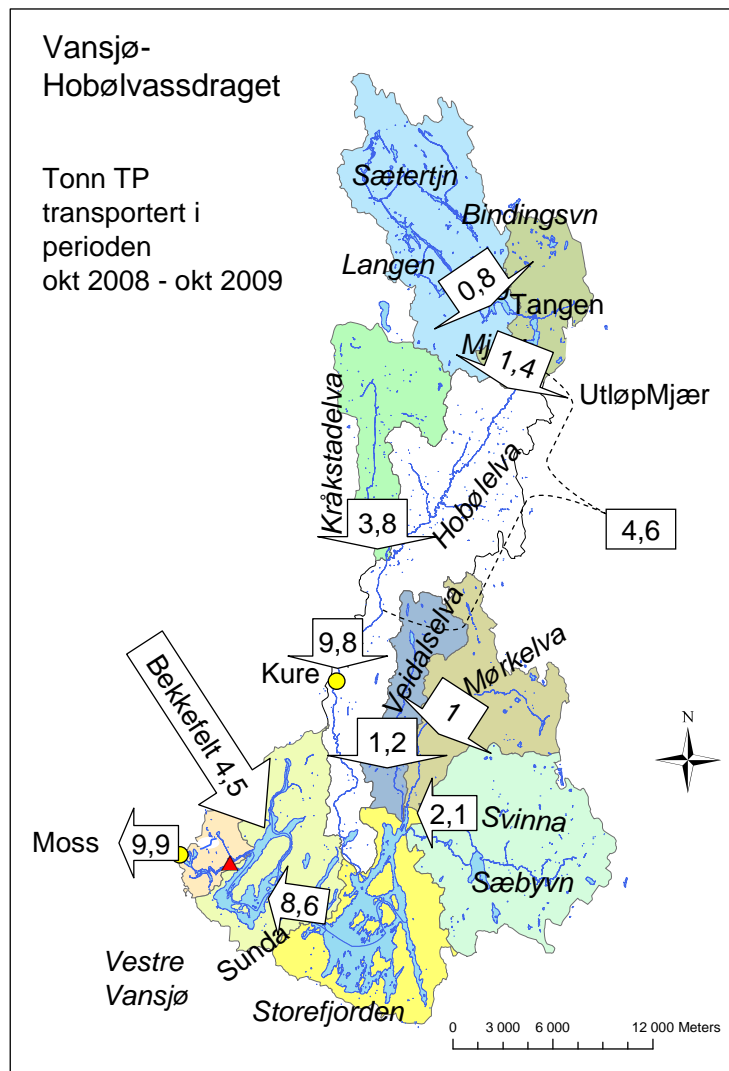
* Bekkefeltene langs Storefjorden er ikke målt og de vannføringsnormaliserte tilførslene er derfor antatt å være konstante siden estimatene i 2005-2007.

Det er tidlig å trekke konklusjoner basert på inneværende data, men budsjettet viser at mengden fosfor tilført fra Hobølelva var redusert med med enn 4 tonn i den siste perioden; dette for vannføringsnormaliserte beregninger. Dette innebærer også at samlede tilførsler til Storefjorden var ca. 4 tonn lavere enn i foregående år. I de tre andre tilførselselvne har det vært bare små variasjoner. Merk at ras nedstrøms målepunktene er ikke tatt med i disse beregningene. Fosforbudsjettet reflekterer dermed aktiviteter i nedbørfeltene oppstrøms stasjonene. Det gis et forbehold om transporten ved Sunda, dels fordi det tas relativt få prøver

ved denne stasjonen, dels fordi det er vanskelig å vurdere transporten i denne stasjonen siden den er en del av innsjøen og dels fordi det pågår aktive biologiske prosesser der.

For Vestre Vansjø demonstrerte også Kapittel 5 nedgangen i lokale tilførsler. Imidlertid kan det se ut til at dette har blitt oppveid av økt transport gjennom Sundet. Det må understrekes at beregningene gjennom Sundet er beheftet med stor usikkerhet. Dette bl.a. fordi dette ikke er en elv, vannstrømmen kan til tider stå stille. Transporten her er beregnet ved nedskalert vannføring ved Moss, og det er derfor tatt hensyn til at vannet til tider står stille, men ikke til hva som kan skje med fosforet i disse stillestående periodene. Derfor er også retensjonsanslagene i budsjettene meget usikre.

Det anbefales derfor først og fremst at disse budsjettene benyttes til å vurdere aktiviteter i nedbørfeltene oppstrøms målepunktene. I så måte kan Figur 90 være interessant, da den viser faktisk fosfortransport ved ulike stasjoner i delvassdragene. Av de om lag 10 tonn som passerte Kure kom ca 3,8 tonn fra Kråkstadelva, ca 4,6 tonn fra strekningen nedstrøms utløpet av Mjær, og ca 1,4 tonn fra nedbørfeltet oppstrøms Mjær. Ved Tangen ble det transportert ca 0,8 tonn fosfor.



Figur 90. Faktisk fosforbudsjett for vassdraget, vist som tonn totalfosfor (TP) i måleperioden oktober 2008 – oktober 2009.

8.6 Langtidsutvikling i tilførsler og i tilstanden i innsjøene

8.6.1 Utvikling av tilførsler i Hobølelva siden midten av 80-tallet

Detaljer rundt metodikken for disse beregningene, samt grunnlaget for konklusjonene i dette delkapitlet er lagt til Vedlegg 4. Det påpekes imidlertid her at metodikken som benyttes er, slik Bioforsk kjenner til, den mest avanserte metoden for å beregne trender i elver. I tillegg er den vannføringsnormaliseringen som utføres adskillig mer avansert enn å relatere til gjennomsnittlig vannføring. Metoden gir følgende informasjon (som gjenspeiles i figurene under, samt i figurene i Vedlegg 4): I tillegg til den faktiske transporten i vassdraget, er det beregnet en vannføringsnormalisert tilførsel. I tillegg er det konstruert en trendlinje med usikkerhet i form av standardavvik.

For totalfosfor (Figur 91) indikerer resultatene en nedadgående trend totalt for perioden 1985-2009. Dette resultatet er uavhengig av om transporten er beregnet med lineær interpolasjon eller slamføringskurver. Tilførselsberegninger med lineær interpolasjon gir større variasjon fra år til år, noe som antakelig er årsaken til at utslaget er større her enn i beregningene gjort med slamføringskurver. For lineær interpolasjon viser trendkurven at transporten i 1985 var litt i overkant av 20 tonn totalfosfor, mens den i 2009 var i underkant av 15 tonn (Vedlegg 4). Brukes slamføringskurven viser trendkurven en transport i 1985 på litt i overkant av 15 tonn, for så å synke til ca. 12,5 tonn på 2000-tallet.

Trendkurven for suspendert tørrstoff (Figur 92) ligner mye på forløpet til trendkurven for totalfosfor, med en nedgang fra slutten av 90-tallet og til 2000, deretter er det en utflating av kurven. Merk at usikkerheten er stor ved kurvens endepunkter, derfor er standardavviket (som er tegnet inn på kurvene) større her. Suspendert tørrstoff viser en trendkurve med en nedgang fra ca. 10.000 tonn i starten av 90-tallet til litt i overkant av 4000 tonn i 2009, hvis slamføringskurven legges til grunn. Brukes lineær interpolasjon viser kurven en litt annen form, med en nedgang fra 1985 (omlag 14000 tonn) til starten på 2000-tallet (omlag 7500 tonn), deretter retter kurven seg ut og viser en svak økning mot ca. 8000 tonn i 2009.

Disse to kurvene (TP og STS) indikerer med andre ord at det har vært en svak økning i transport fra 1985 og til starten av 90-tallet, deretter var det en nedgang på 90-tallet og på 2000-tallet har kurven flatet ut.

Som nevnt i tidligere rapporter (se f.eks. Skarbøvik m.fl. 2009a) er det grunn til å tro at det på 2000-tallet har vært klimatiske forhold som gir færre tørkehendelser. Statistiske analyser av flomdata i Hobølelva viste, selv om det ikke var statistisk signifikant, at trenden er en reduksjon av antall tørkehendelser siden midten av 70-tallet (Skarbøvik m.fl., 2009b). Dette kan gi høyere grunnvannsstand i elvebredder, som igjen kan føre til ustabilitet. De mange rasene som har gått både i Hobølelva og i andre sideelver til Storefjorden støtter denne hypotesen. Hvis dette er tilfelle så burde tilførslene av både partikler og fosfor (apatittfosfor) gå opp og ikke være stabilt slik som trendkurvene viser. Riktignok har de største rasene gått nedstrøms Kure, men disse rasene kan tyde på en ustabilitet som det er sannsynlig kan gjenspeiles i hele nedbørfeltet, med små utglidinger langs elveløpet. Det er ikke usannsynlig at de mange tiltakene som er utført i nedbørfeltet er årsaken til at vi på 2000-tallet ikke ser en økning men en mer stabil trend.

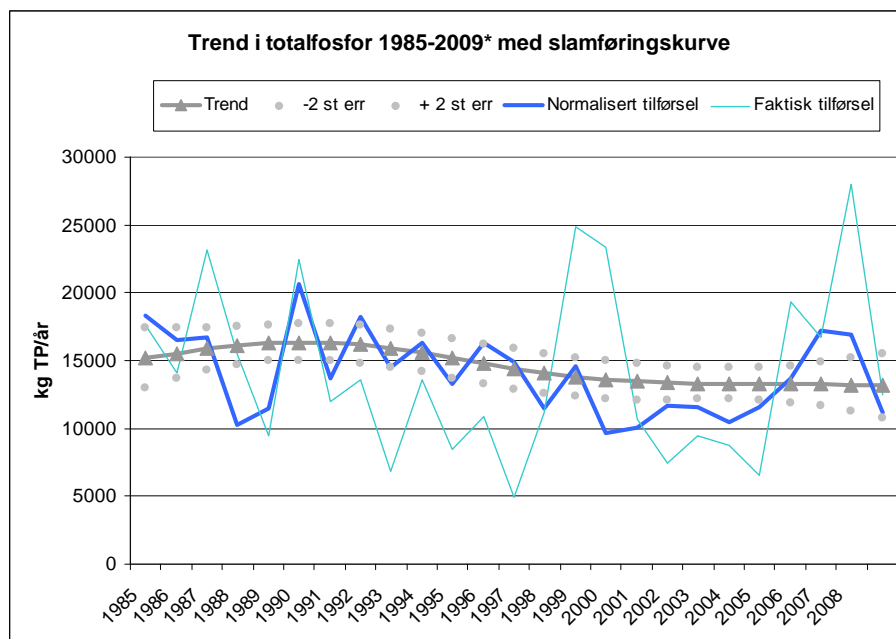
For total nitrogen (Figur 93) er det kun utført transportberegninger med lineær interpolasjon; dette fordi nitrogen varierer mindre kraftig med vannføring enn totalfosfor. Trenden er nedadgående, fra omlag 270 tonn på midten av 80-tallet, til omlag 215 tonn i 2009.

De ovenfor omtalte trendene i Hobøelva er blant de tydeligste nedadgående trendene Bioforsk har observert ved bruk av denne metoden, gitt den store variabiliteten over tid (Per Stålnacke, pers. komm.). Metoden er tidligere utført i norske vassdrag bl.a. i forbindelse med Elvetilførselsprogrammet, som er et internasjonalt program som måler tilførsler til Atlanteren i henhold til OSPAR-kommisjonens bestemmelser (se for eksempel Skarbøvik m.fl. 2009c), samt i JOVA-programmet (Bechmann m.fl. 2008).

Statistisk relevans er gitt i Tabell 27 i form av såkalte ”p-verdier”. En p-verdi på under 0,05 (5%) regnes ofte som statistisk signifikant, og det er kun suspendert tørrstoff (STS) som ligger under dette signifikansnivået. Imidlertid ligger verdiene i tabellen på et nivå som gjør at nedgangen i den vannføringsnormaliserte transporten av alle tre parametre kan regnes som relativt sikker. Det at både totalfosfor og suspendert stoff er undersøkt med to ulike interpoleringsmetoder øker utsagnskraften i denne konklusjonen.

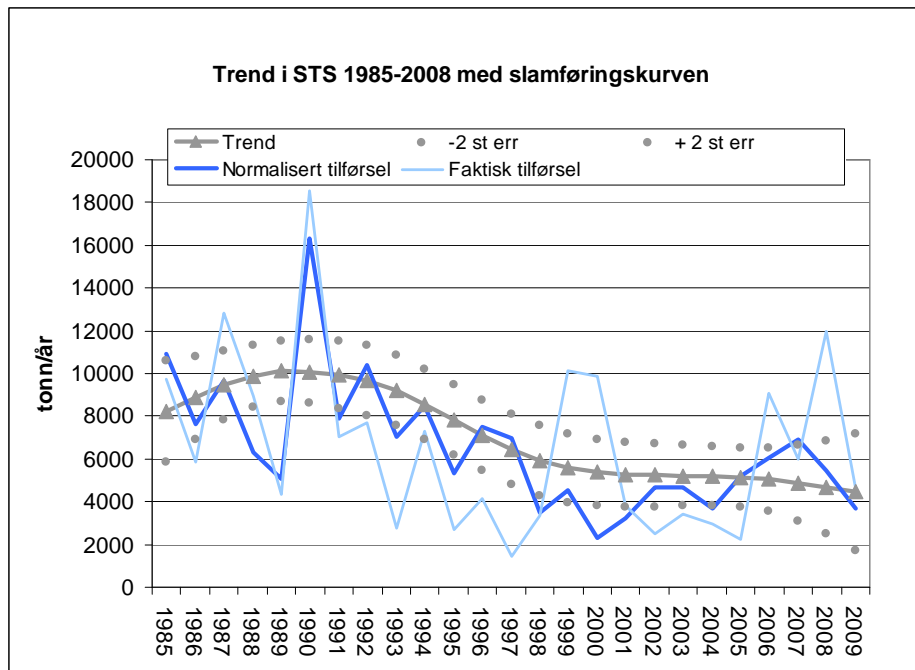
Tabell 27. Signifikans av nedadgående trender i Hobøelva ved Kure.

Parameter	Metode for beregning av transport	p-verdi
Totalfosfor	Slamføringskurve	0,09
Totalfosfor	Lineær interpolasjon	0,06
Total nitrogen	Lineær interpolasjon	0,11
STS	Slamføringskurve	0,003
STS	Lineær interpolasjon	0,009

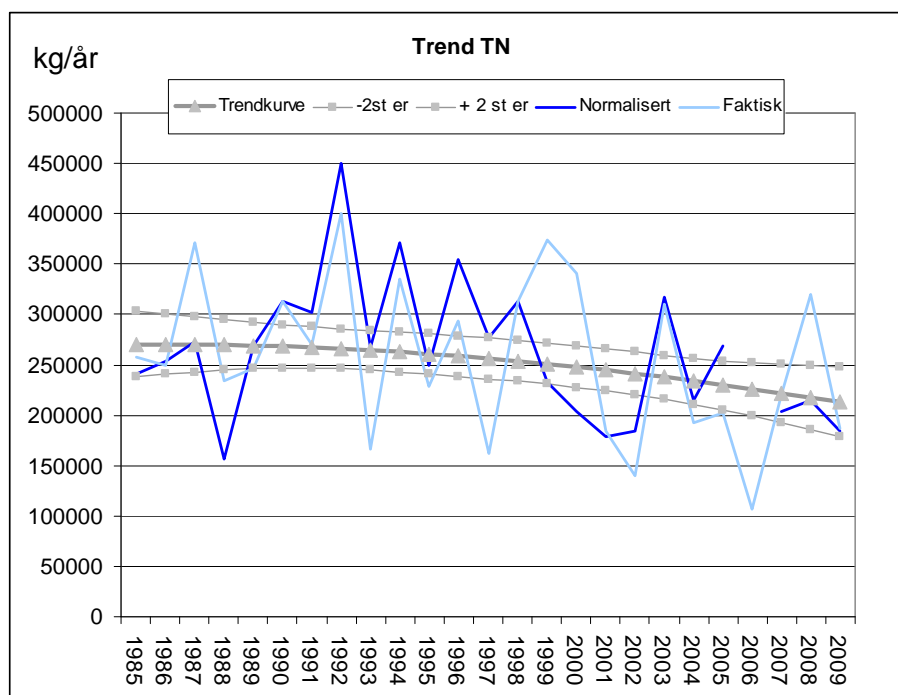


*For 2009 er beregnet okt 2008-okt 2009

Figur 91. Trend i totalfosfor i kg/år i Hobøelva ved Kure.

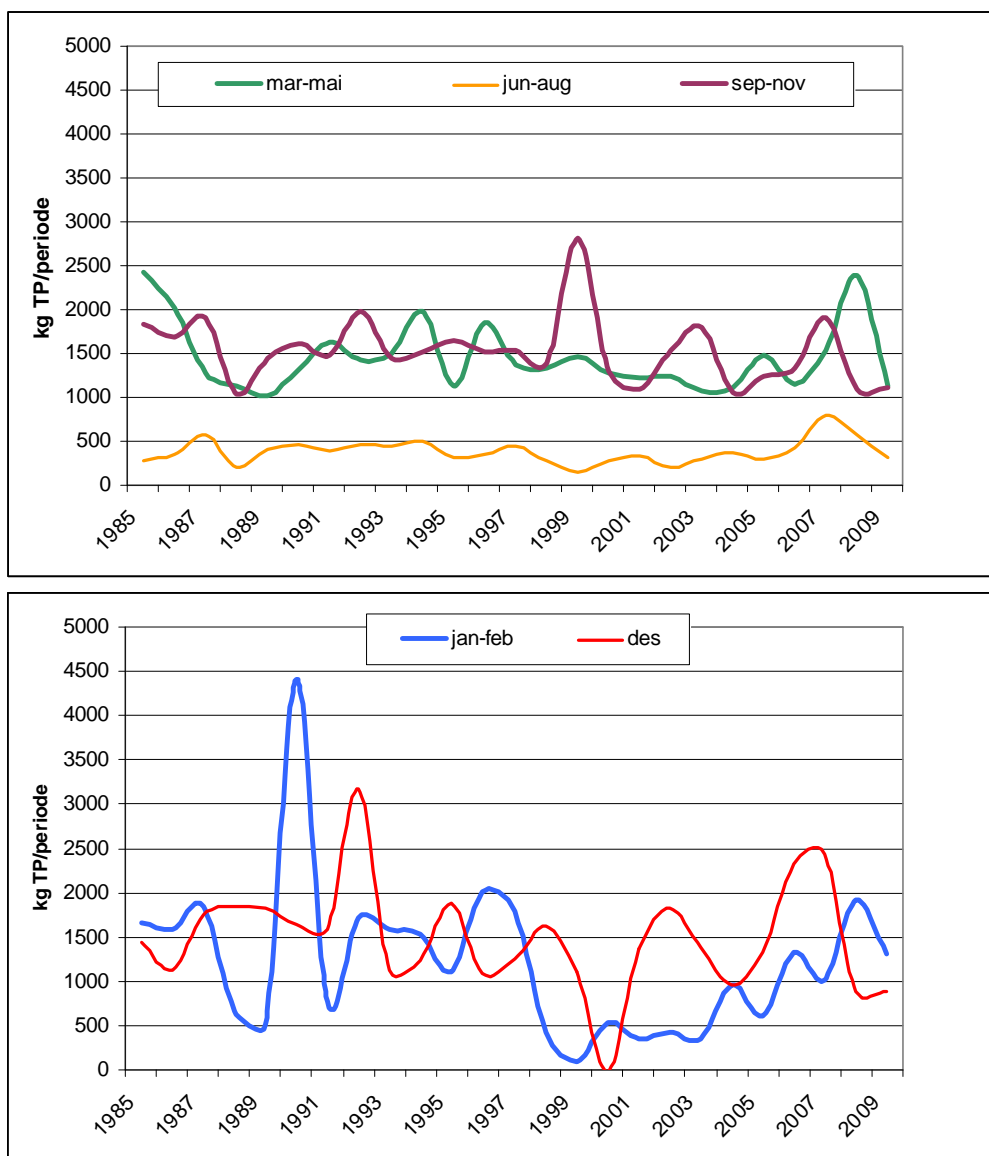


Figur 92. Trend i suspendert tørrstoff (STS) i kg/år i Hobøelva ved Kure.



Figur 93. Trend i total nitrogen i kg/år i Hobøelva ved Kure.

For fosfor er det også laget vannføringsnormaliserte verdier pr år og sesong. Verdiene er snittverdier for sesongen og derfor direkte sammenlignbare. Figur 94 viser dette for vår, sommer og høst sesongen (øvre panel) og for vintersesongene (nedre panel). I vintersesongen ser det ut til å ha vært en nedgang i vannføringsnormaliserte tilførsler i slutten av 90-tallet, dette har deretter økt noe. For sommer, vår og høst er det ikke noen tilsvarende tydelige endringer.



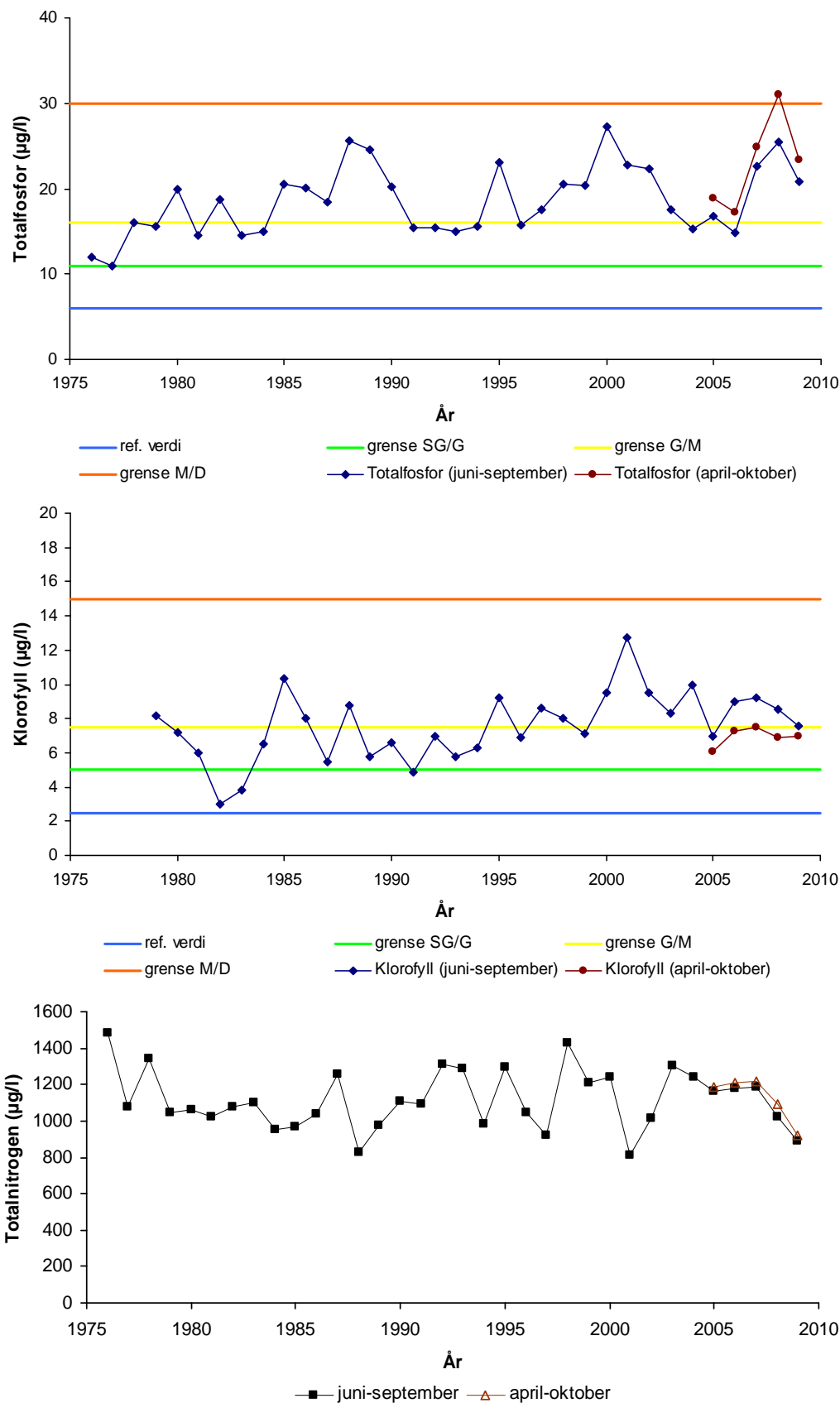
Figur 94. Vannføringsnormaliserte gjennomsnittsverdier pr sesong i kg/år i Hobølelva ved Kure.

8.6.2 Utviklingen i Vansjø siden midten av 70-tallet

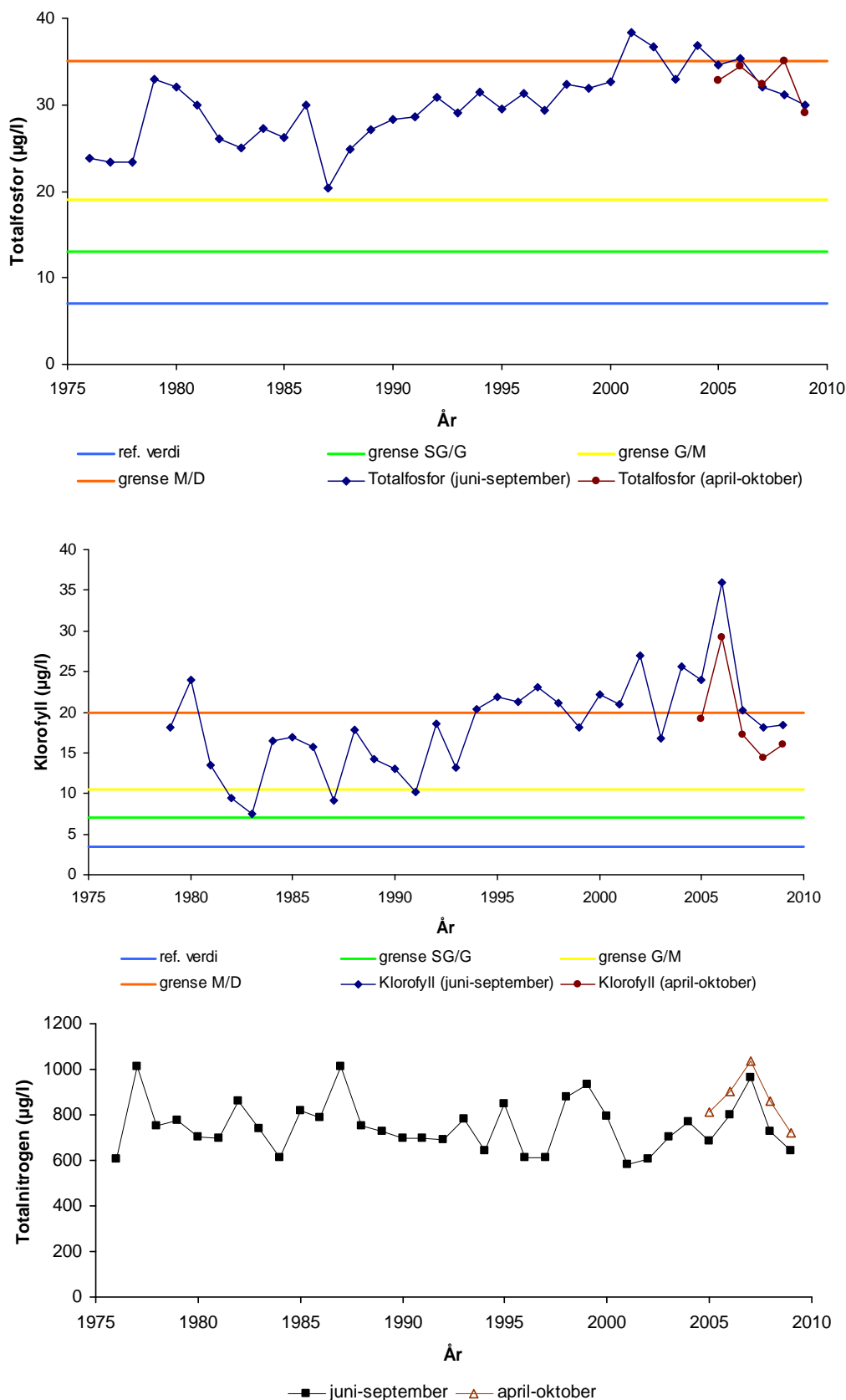
I Figur 95 og Figur 96 er data for 2009 satt sammen med historiske data for totalfosfor, totalnitrogen og klorofyll-a.

Storefjorden

Fosforinnholdet i Storefjorden er blant annen styrt av transport av erosjonspartikler fra nedbørfeltet og dermed av parametre som nedbørmengden, antall flomperioder, hyppighet og omfang av ras og antall vinterdager med frost og snø. Effekten av klimavariasjoner gjenspeiler seg i en statistisk signifikant positiv korrelasjon mellom nedbørmengden og konsentrasjonen av totalfosfor ($r^2=0,26$, $P<0,01$). Matematisk sett betyr det at 26 % av variasjonen i fosforkonsentrasjonen kan forklares med variasjoner i nedbørmengden. De høye fosforverdiene som er observert i 2007-2009 har sammenheng med sommerflom i juli 2007, omfattende ras og flommer i 2008 og i 2009 er fosfornivået sannsynligvis noe forhøyet pga at aktive raskanter fortsatt bidrar med mer leirpartikler og fosfor enn det som er normalt.



Figur 95. Langtidsserier for konsentrasjonen av TP, klorofyll og TN i Storefjorden (Kilde: Fylkesmann i Østfold, etter 2005 NIVA). Grensene mellom de ulike økologiske tilstandsklassene (referanse-tilstanden, svært god (SG), god (G), moderat (M), dårlig (D)) er også vist for TP og klorofyll.



Figur 96: Langtidsserier for konsentrasjonen av TP, klorofyll og TN i Vanemfjorden (Kilde: Fylkesmann i Østfold, etter 2005 NIVA). Grensene mellom de ulike økologiske tilstandsklassene (referanse-tilstanden, svært god (SG), god (G), moderat (M), dårlig (D)) er også vist for TP og klorofyll.

Vanemfjorden

I Vanemfjorden ble det observert svakt økende innhold av fosfor mellom 1990 og 2000. Flommen i 2000 medførte en kraftig økning. Mellom 2002 og 2009 sank fosforkonsentrasjonen gradvis. Dette og utviklingen av giftige algeoppblomstringer i perioden 2001-2006 understreker at flomhendelser kan ha en eutrofieringseffekt som påvirker vannkvalitet og motvirker kostbare tiltak i flere år. Tilbakegangen i fosforkonsentrasjon etter året 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 fortynning og utvasking av næringsstoffene etter flommen. Men noen prosesser motvirker denne selvrensningen. Sedimentoppvirvling forårsaket av vind og fisk og korte perioder med høy pH kan resirkulere fosfor over noen år. Flommen medførte også en utvikling av kraftige blågrønnalgeoppblomstringer i perioden 2001-2006. Under slike oppblomstringer transporteres det store mengder av cellebundet fosfor fra hele vannsøylen til overflaten. Resultatet av denne oppkonsentrering er ”kunstig” høye fosforverdier i blandingsprøven 0-4 m i august og september (se Vedlegg 5, årene 2005/2006).

Etter 2006 ble det observert en tydelig tilbakegang i fosforverdier i Vanemfjorden. Spørsmålet er om denne tilbakegangen skyldes bare den avtakende effekten av flommen i 2000 eller også tiltak i nedbørfeltet. Resultatene fra bekkeovervåking fra det lokale nedbørfelt indikerer avtakende fosfortilførsler til Vanemfjorden. Samtidig er TP-årgjennomsnittet for 2009 identisk med nivået før flommen (begge 30 µg/l). Vi anser det derfor som for tidlig for å trekke endelig konklusjon om positiv effekt av tiltak. Dersom den nedadgående trenden fortsetter er det sannsynlig at reduksjonen i fosforinnholdet skyldes tiltak i nedbørfeltet.

Tilbakegangen i fosformengde i vannmassene i Vanemfjorden etter 2000 og særlig etter 2006 kan ha flere årsaker, som følger:

- Tildels en naturlig selvrensning av systemet etter flommen, som dessverre kan motvirkes av resuspensjon og utlekking av fosfor fra bunnsedimentet.
- De kraftige blågrønnalgeoppblomstringene 2001-2006 kan ha gitt kunstig høye fosforverdier i blandingsprøven i overflatelaget (0-4m) i august og september (prøvene inkluderer algebundet fosfor); etter 2006 blir denne effekten mindre siden det var færre alger i vannet.
- Den økte tilbakegangen i 2006 kan skyldes tiltak i nedbørfeltet, dette understøttes av avtakende fosfortilførsler fra lokalfelt til Vanemfjorden.
- Samtidig er årgjennomsnittet av fosfor for 2009 identisk med nivået før flommen i 2000 (begge ca. 30 µg/l).
- Det er derfor for tidlig å trekke endelige konklusjoner om årsaken til nedgang, men hvis denne nedadgående trenden fortsetter er det sannsynlig at reduksjonen i fosforinnholdet skyldes tiltak i nedbørfeltet.

Reduksjonen i konsentrasjonen av klorofyll i Vanemfjorden fra 2006 til 2009 kan forklares med reduksjon i siktedyp (pga. endring i fargetall og stor tetthet av partikler) og dårlige værforhold i 2007/2008, som til sammen har gjort Vanemfjorden mindre egnet for oppblomstringer av blågrønnalgen *Microcystis*. Dette tyder på at den nedadgående trenden i microcystin-konsentrasjon trolig kommer til å fortsette i fremtiden (trend for 2005-2009 finnes i Vedlegg 5)

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 (1116 µg/l for Storefjorden, 751 µg/l for Vanemfjorden). Statistisk sett finnes det ingen trend for perioden 1976 til 2009. 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 som 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 fortyningseffekt i innsjøen. Nitrogenkonsentrasjonen vil da synke. De lave nitrogenverdiene i årene 2008 og 2009 er i samsvar med denne hypotesen. En annen forklaring kunne være at tilbakegangen i nitrogenkonsentrasjonen fra 2007 til 2009 skyldes tiltak i nedbørfeltet (generell tilbakegang i nitrogengjødsling, installasjon/oppgradering av renseanlegg). I dette tilfellet vil nitrogenkonsentrasjon stabilisere seg på et lavt nivå i de neste årene.

8.6.3 Utvikling i de seks andre innsjøene

Utviklingen i de øvrige seks innsjøene kan oppsummeres som følger:

- I perioden fra slutten av 1990-tallet og frem til 2005 har innholdet av Tot-P i **Sætertjernet** vært stabilt (7-9 µg/l), men det har skjedd en økning til 11-12 µg/l de siste tre årene. Det har skjedd en tilsvarende økning i biomassen av planteplankton.
- I **Langen** har innholdet av Tot-P variert mellom 10-20 µg/l siden midten av 1990-tallet, med unntak av 2005 (29 µg/l). De siste to årene har det vært en økning i biomassen av planteplankton, og dette kan skyldes en økende dominans av algen *Gonyostomum semen* de siste årene.
- I **Våg** har innholdet av Tot-P vært 12-13 µg/l de siste 13 årene, og planteplankton-biomassen har også vært stabil mellom 0,5-1 mg/l.
- I **Mjær** har innholdet av Tot-P variert mellom 20-30 µg/l siden midten av 1990-tallet, og det har skjedd en nedgang fra 2000 og frem til i dag.
- 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.
- Det foreligger ingen langtidsdata fra **Bindingsvannet**

9. 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

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.

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

Skarbøvik, E., Gjemlestad, L. og Aakerøy, P.A. 2010 In prep. Beregninger av sedimenttransport ved ulike metoder; Sammenligning av ulike interpoleringsmetoder, inkludert turbiditetsmålinger, i Hobølelva 2007-2009. Bioforsk-notat, 2010, under utarbeiding.

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. 2009a. Overvåking Vansjø/Morsa 2008. Resultater fra overvåkingen i perioden oktober 2007 til oktober 2008. Bioforsk Rapp. Vol 4. Nr. 13. 108 s.

Skarbøvik, E., Sivertsen, E., Staalstrøm, A., Molvær, J., Pengerud, A., Kitterød, N.-O., Aakerøy, P.A. and Engeland, K. 2009b. Methodology for assessing osmotic power potential. With recommendations for further research needs. Bioforsk Report, Vol. 4 No.14. 60 pp.

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

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

Vedlegg

Vedlegg 1: Utfyllende informasjon om meteorologi

Vedlegg 2: Utfyllende informasjon om metoder

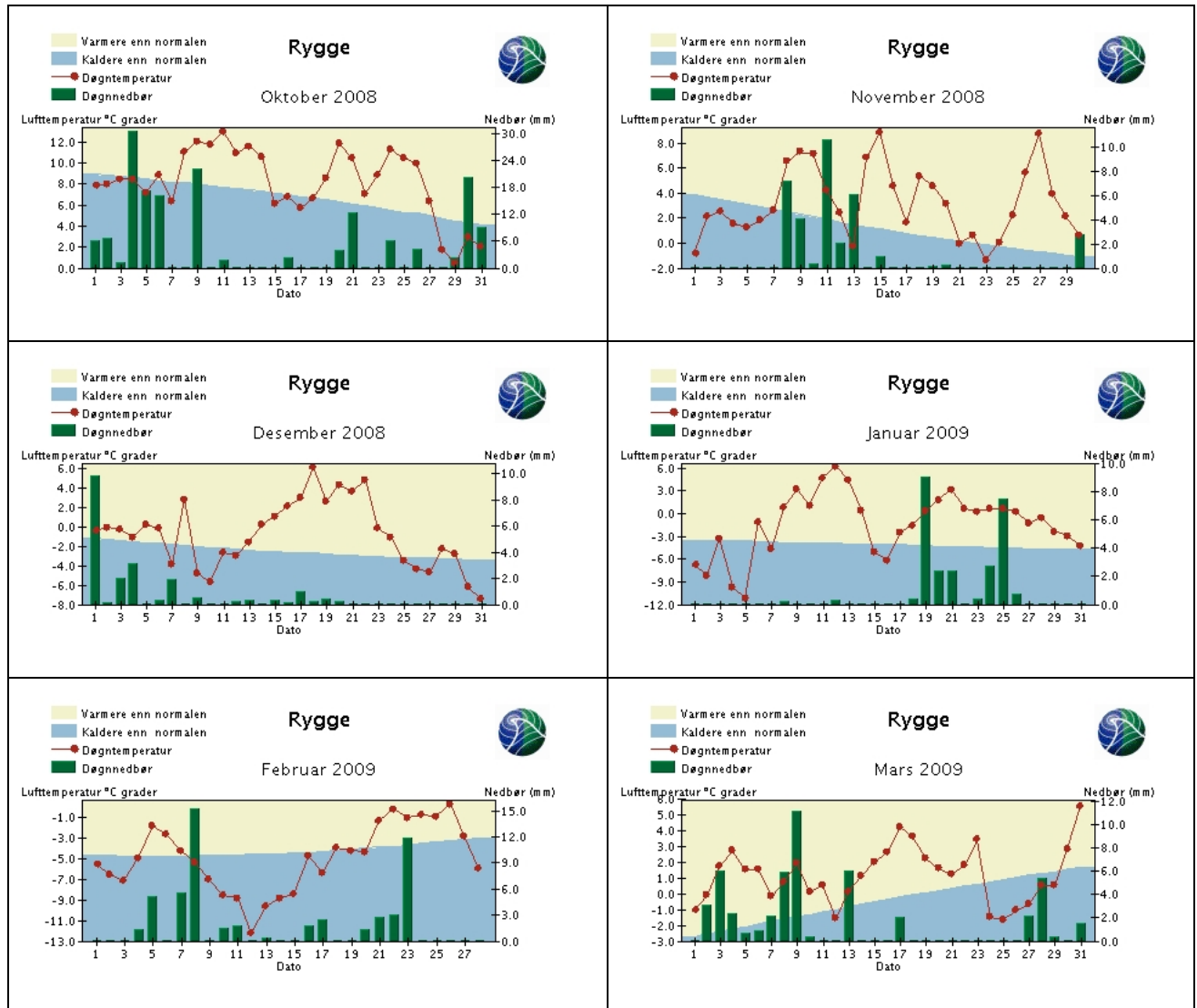
Vedlegg 3: Utfyllende informasjon om innsjøer oppstrøms Vansjø

Vedlegg 4: Utfyllende informasjon om tilførselselver til Storefjorden

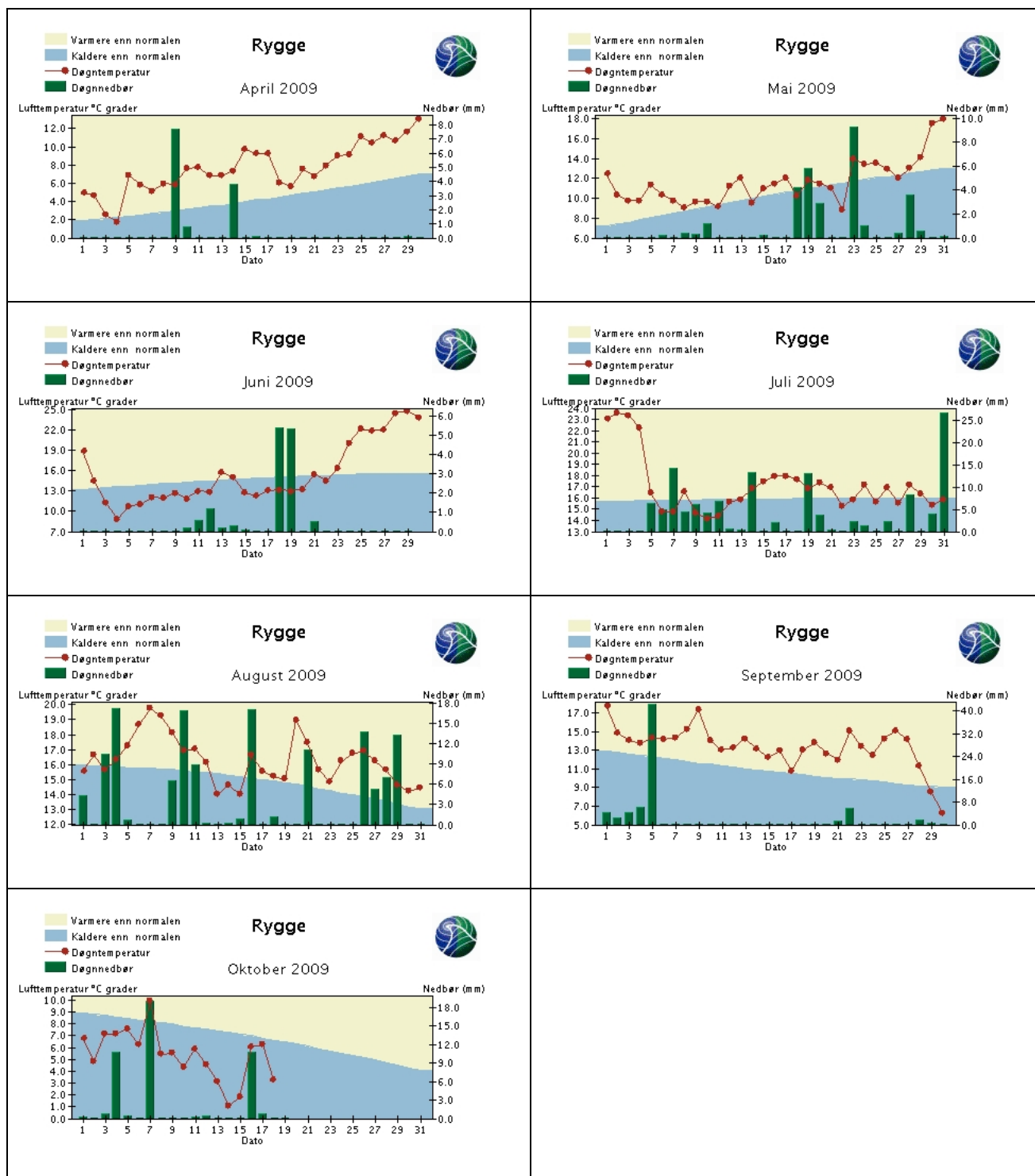
Vedlegg 5: Utfyllende informasjon om Vansjø

Vedlegg 6: Ordliste

Vedlegg 1: Meteorologi i nedbørfeltet



Meteorologiske observasjoner (nedbør og døgntemperaturer) ved met.no's stasjon ved Rygge i perioden oktober 2008-mars 2009.



Meteorologiske observasjoner (nedbør og døgntemperaturer) ved met.no's stasjon ved Rygge i perioden april-oktober 2009.

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

Prøvetaking i Vansjø

Overvåkingen pågikk i perioden 27. april til 12. oktober. Det ble innhentet vannprøver en gang pr uke i denne perioden fra Storefjorden og Vanemfjorden. Grepperødfjorden, Sildeholmen og Nesparken ble undersøkt med mindre frekvens (måleprogram i tabellen under).

Tabellen under viser måleprogram for hovedstasjoner i Vansjø 2009:

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

Prøvetaking i øvrige innsjøer

I 2008 ble det igangsatt en felles overvåking av seks utvalgte innsjøer i Morsa vassdraget, som alle står i fare for ikke å oppfylle kravene om god økologisk tilstand i iht. Vanddirektivet. 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.

Tidsrom og prøvetakingsfrekvens

Overvåkingen ble gjennomført i perioden 26. mai til 15. 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 2008, men disse parameterne skal kun analyseres hvert tredje år, og ble følgelig ikke analysert i 2009. Felt- og analyseresultatene ble fortløpende lagt ut på internett via NIVAs miljøovervåkningssystem AquaMonitor (www.aquamonitor.no/ostfold).

Prøvetaking i elver og bekker

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

Stasjoner, parametre og prøvetakingsfrekvens i tilførselver og –bekker.

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

* prøvetatt hver 4. uke

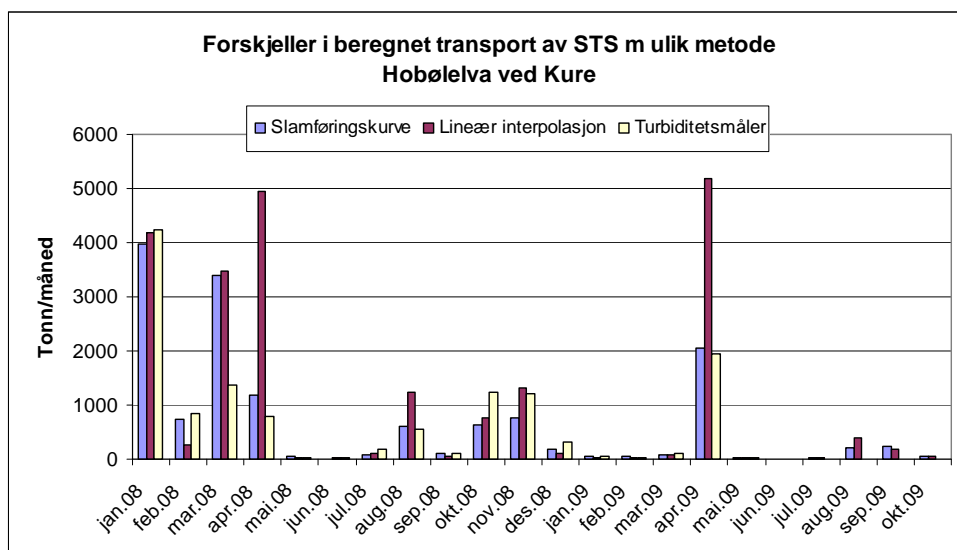
	Frekvens	Kvalitetslement	Parametre
HOBK	Ukentlig med ISCO + flom	Kjemisk	Tot-P, Tot-N, SS, TOC, Farge, ortofosfat [□]
	Kontinuerlig sensor	Kjemisk	Turbiditet, pH, ledningsevne, temperatur
	Stikkprøver, hver 14.dag	Hygiene	TKB
Alle øvrige stasjoner	Frekvens	Kvalitetslement	Parametre
	Hver 14. dag stikkprøve + 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 Hobølelva ved Kure. Resultatene av målingene i første overvåkingsperiode er gitt i Skarbøvik og Aakerøy (2009), mens oppdaterte data er gitt i Skarbøvik m.fl. (in prep.). 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 Hobølelva ved Kure beregnet ved tre ulike beregningsmetoder⁴. Det understrekes at disse resultatene er under utarbeiding og endelig kvalitetssikring er ennå ikke foretatt.



Transport pr måned av partikler vist med tre ulike beregningsmetoder.

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

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

Turbiditetsmålingene gir først og fremst en sikrere estimering av partikler og stoffer som fraktes sammen med partikler (f.eks. fosfor), mens løste stoffer, slik som nitrogen, ikke vil ha samme transportmønster.

For nedbørfeltet til vestre Vansjø og Mosseelva er tilførselsberegningen todelt. Tilførsler til vestre Vansjø og Mosseelva via de ni bekkene som overvåkes, beregnes på grunnlag av konsentrasjoner målt i stikkprøver og på basis av vannføring målt i Guthusbekken. I beregningene brukes lineær interpolasjon. Det vurderes å undersøke om slamføringskurver kan benyttes også her, men metodikken er meget tidkrevende og vil i tilfelle avhenge av ressursituasjonen.

⁴ Data i denne figuren vil bli kommenterte under resultatkapitlet om Storefjorden, her diskuteres kurven kun utfra metodikk knyttet til transportberegninger.

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

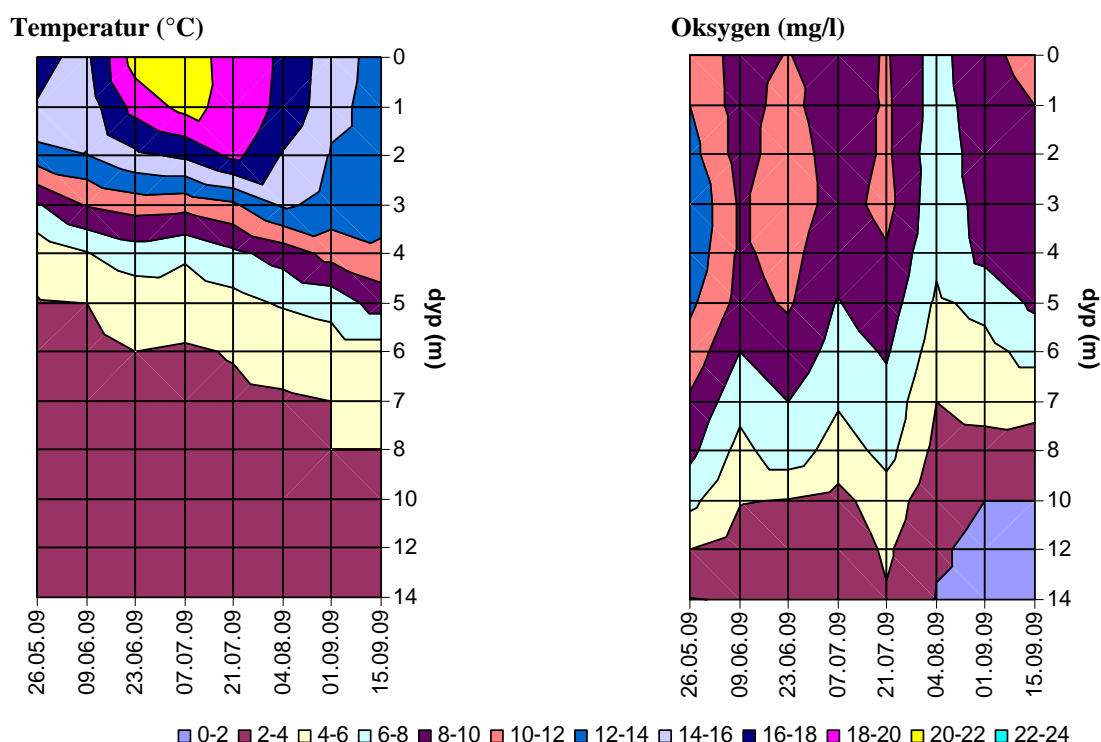
Tilførsler til vestre Vansjø og Mosseelva beregnes ved oppskalering av fosfortap fra jordbruksarealene i representative felt. Fosfortap fra Sperrebotn brukes ved oppskalering for arealene øst for vestre Vansjø. Et gjennomsnitt av fosfortapene fra Vaskeberget, Huggenes og Støabekken brukes ved oppskalering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

Vedlegg 3: Utfyllende informasjon om innsjøer oppstrøms Vansjø

Sætertjernet

Temperatur og oksygen

Oksygen og temperaturutvikling gjennom prøvetakingsperioden vises i figuren under. Det var en klar temperatursjiktning gjennom hele perioden, med varmt overflatevann og kaldere bunnvann. Sprangsjiktet lå ved omtrent 3-4 meter. Det var en reduksjon i oksygenkonsentrasjon mot bunnen siden oksygenrikt overflatevann ikke ble blandet med vannmassene under sprangsjiktet. Det ble påvist oksygenverdier ned mot 1 mg/l i september. Det er først når oksygenmengden reduseres til under 0,5 mg/L at det vil igangsettes prosesser som kan resultere i frigivelse av fosfor fra sedimentene.

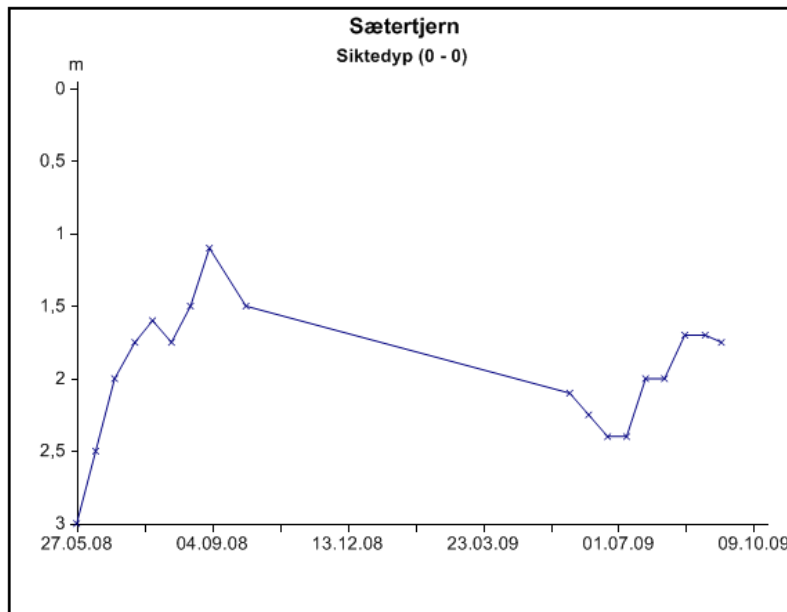


Oksygen- og temperaturforhold i Sætertjernet i 2009

Siktedyp

Resultatene vises i figuren under. Alle de undersøkte innsjøene i nedbørfeltet til Vansjø har høyt humusinnhold, noe som gjør at det blir et lavt siktedyp. I 2008 ble det observert en spesielt kraftig transport av erosjonsmateriale i de nedre delene av nedbørfeltet til Vansjø grunnet en varm vinter med flere ras i Hobølelva og flere flomepisoder. I 2009 var det en stabil og kald vinter, og det har ikke blitt observert ekstremhendelser. Siktedypet i de seks innsjøene ligger mellom 1-2 meter, og en kan anta at det lave siktedypet til tider kan medføre en lysbegrensning av algeveksten. Det var gjennomgående noe større siktedyp i Sætertjernet i 2009 sammenlignet med 2008.

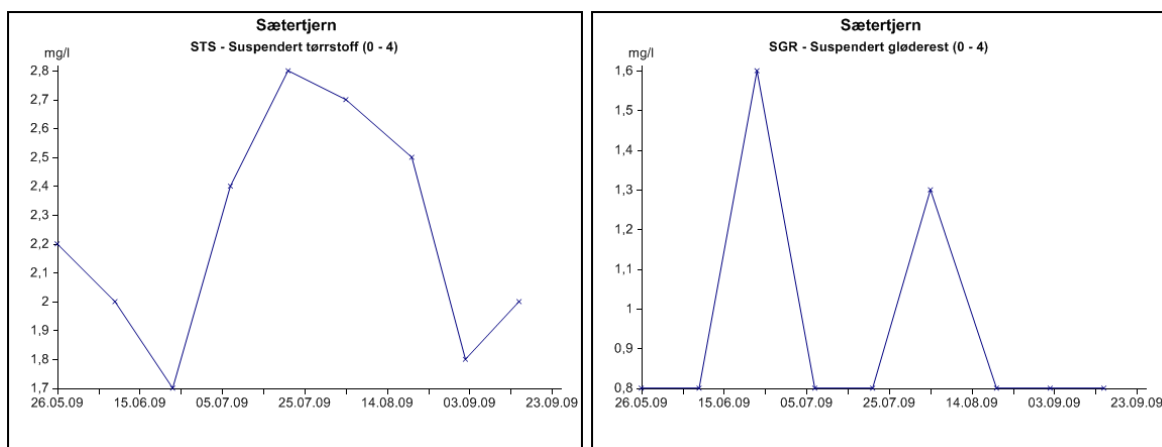
I **Sætertjernet** ble siktedypet redusert fra 2-2,5 meter i mai-juli til mellom 1-2 meter i august og september. Gjennomsnittlig siktedyp var 1,9 m i 2008 og 2,0 m i 2009.



Siktedyp i Sætertjernet i 2008-2009

Suspendert stoff/Gløderest

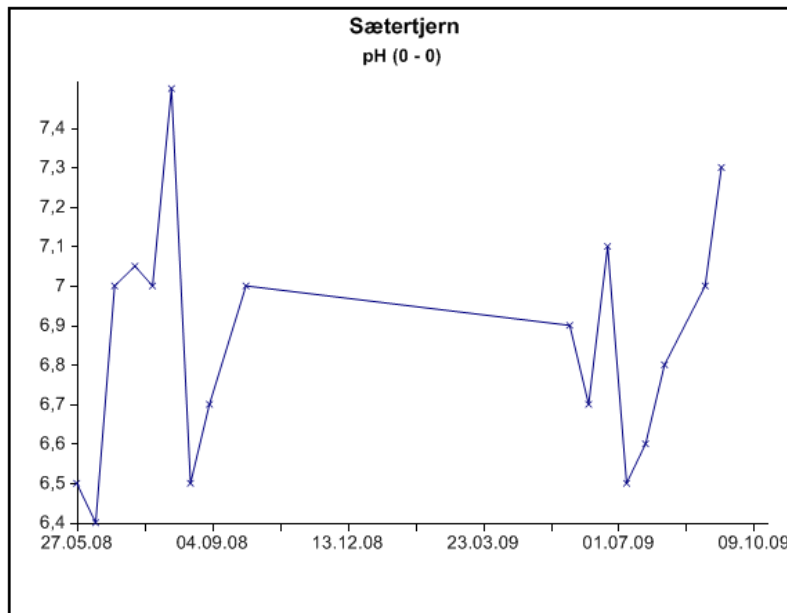
Innholdet av suspendert stoff og uorganisk partikulært materiale (gløderest) hadde en topp i begynnelsen av juli i Sætertjernet (figuren under). Denne toppen kan skyldes at det var en periode med jevnt mye nedbør over flere uker i juli. De undersøkte innsjøene er relativt grunne, og i tillegg til varierende tilførsler fra nedbørfeltet vil også vinddrevet resuspensjon i innsjøbassengene påvirke innholdet av partikulært materiale. Det gjennomsnittlige innholdet av suspendert stoff og uorganisk partikulært materiale i 2009 var omtrent likt i som i 2008 i Sætertjernet. I 2008 ble det observert en spesielt kraftig transport av erosjonsmateriale i de nedre delene av nedbørfeltet til Vansjø, og det var ikke tilsvarende forhold i 2009.



Variasjoner i suspendert tørrstoff (STS) og gløderest (SGR) i Sætertjernet i 2008-2009

pH

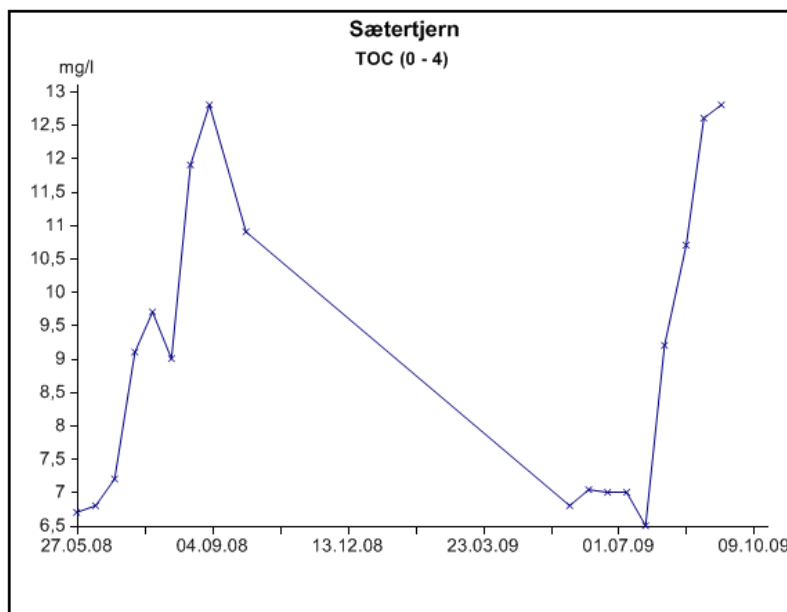
Resultatene vises i figuren under. pH var i underkant av 7 i starten og slutten av sommeren, men økte til 7-7,9 i vekstperioden på sommeren.



pH i Sætertjernet i 2008-2009.

Totalt organisk karbon (TOC)

Resultatene vises i figuren under. Det ble målt relativt høye verdier av TOC i Sætertjernet, og det var en gjennomgående økning i TOC innholdet i løpet av sommeren. Resultatene fra 2008 viste at det er en tydelig sammenheng mellom farge og organisk stoff.

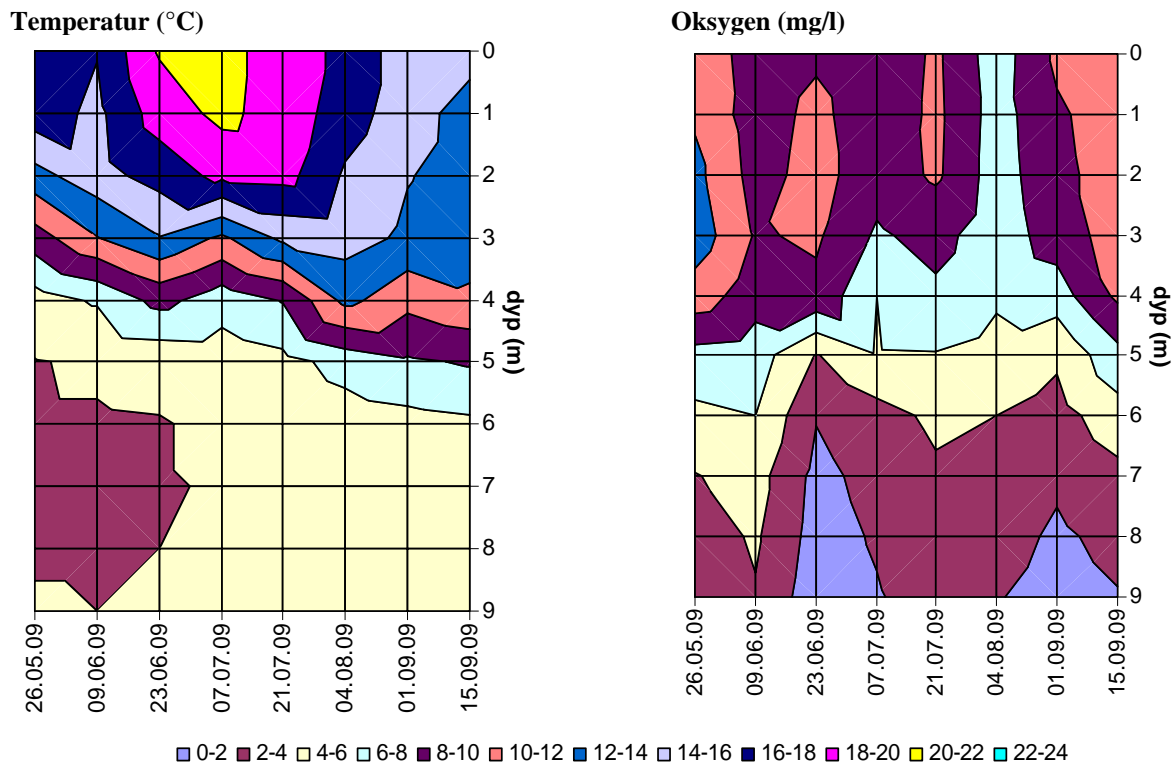


Variasjoner i totalt organisk karbon i Sætertjernet i 2008-2009.

Bindingsvannet

Temperatur og oksygen

Oksygen og temperaturutvikling gjennom prøvetakingsperioden vises i figuren under. Det var en klar temperatursjiktning i hele perioden med varmt overflatevann og kaldere bunnvann. Sprangsjiktet lå omtrent ved 3-4 meter gjennom hele sommeren. Det var en redusert oksygenkonsentrasjon i bunnvannet under sprangsjiktet, og fra slutten av juni var det perioder med oksygenkonsentrasjoner mellom 1-2 mg/l.

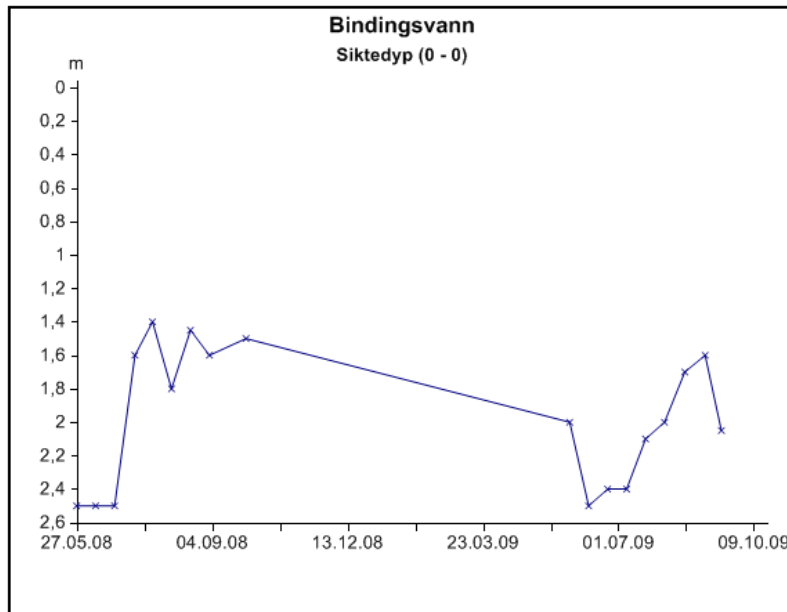


Oksygen- og temperaturforhold i Bindingsvannet i 2009.

Siktedyp

Resultatene vises i figuren under. Alle de undersøkte innsjøene i nedbørfeltet til Vansjø har høyt humusinnhold, noe som gjør at det blir et lavt siktedyp. I 2008 ble det observert en spesielt kraftig transport av erosjonsmateriale i de nedre delene av nedbørfeltet til Vansjø grunnet en varm vinter med flere ras i Hobølelva og flere flomepisoder. I 2009 var det en stabil og kald vinter, og det har ikke blitt observert ekstremhendelser. Siktedypet i Bindingsvannet ligger mellom 1-2 meter, og en kan anta at det lave siktedypet til tider kan medføre en lysbegrensning av algeveksten. Det var gjennomgående noe større siktedyp i 2009 sammenlignet med 2008.

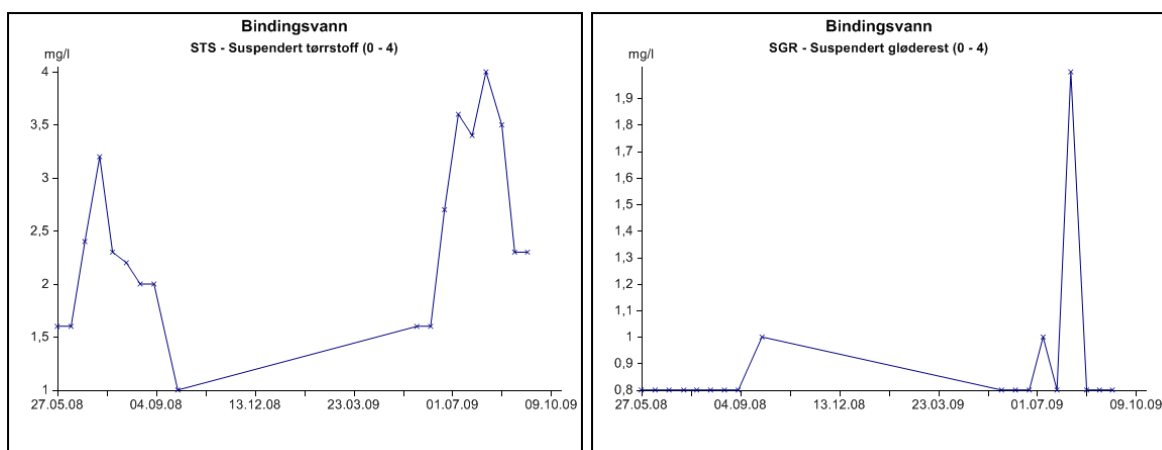
I **Bindingsvannet** var siktedypet 2,5 meter i mai og juni, og ble deretter redusert til under 2 meter i resten av perioden. Gjennomsnittlig siktedyp var 1,9 m i 2008 og 2,1 m i 2009.



Siktedyp i Bindingsvannet i 2008-2009

Suspendert stoff/Gløderest

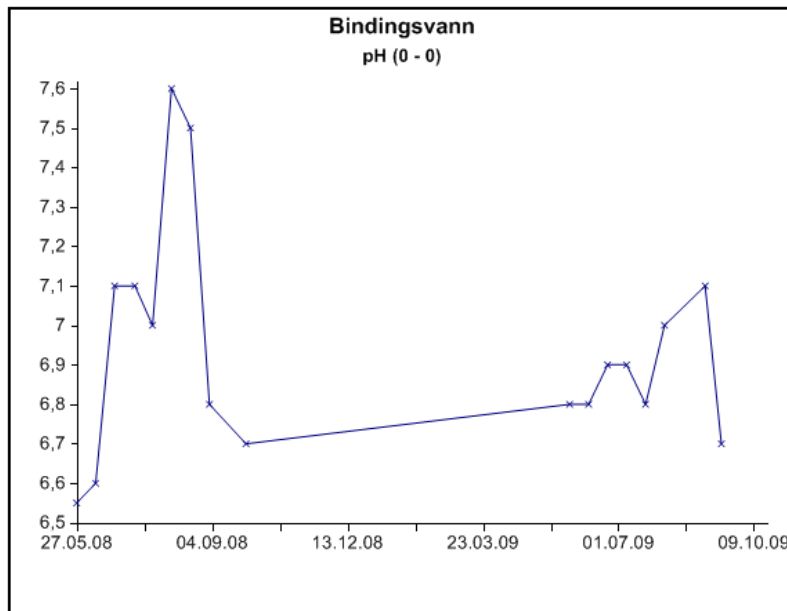
Innholdet av suspendert stoff og uorganisk partikulært materiale (gløderest) hadde en topp i begynnelsen av juli i Bindingsvannet (figuren under). Denne toppen kan skyldes at det var en periode med jevnt mye nedbør over flere uker i juli. De undersøkte innsjøene er relativt grunne, og i tillegg til varierende tilførsler fra nedbørfeltet vil også vinddrevet resuspensjon i innsjøbassengene påvirke innholdet av partikulært materiale. Det gjennomsnittlige innholdet av suspendert stoff og uorganisk partikulært materiale i 2009 var omtrent likt som i 2008 i Bindingsvannet. I 2008 ble det observert en spesielt kraftig transport av erosjonsmateriale i de nedre delene av nedbørfeltet til Vansjø, og det var ikke tilsvarende forhold i 2009.



Variasjoner i suspendert tørrstoff (STS) og gløderest (SGR) i Bindingsvannet i 2008-2009.

pH

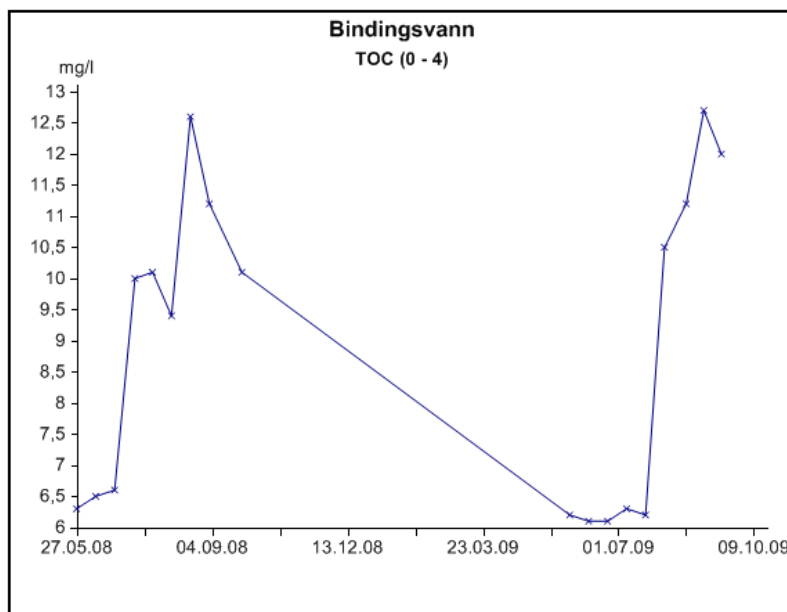
Resultatene vises i figuren under. pH var i underkant av 7 i starten og slutten av sommeren, men økte til 7-7,9 i vekstperioden på sommeren.



pH i Bindingsvannet i 2008-2009.

Totalt organisk karbon (TOC)

Resultatene vises i figuren under. Det ble målt relativt høye verdier av TOC i Bindingsvannet, og det var en gjennomgående økning i TOC innholdet i løpet av sommeren. Resultatene fra 2008 viste at det er en tydelig sammenheng mellom farge og organisk stoff.



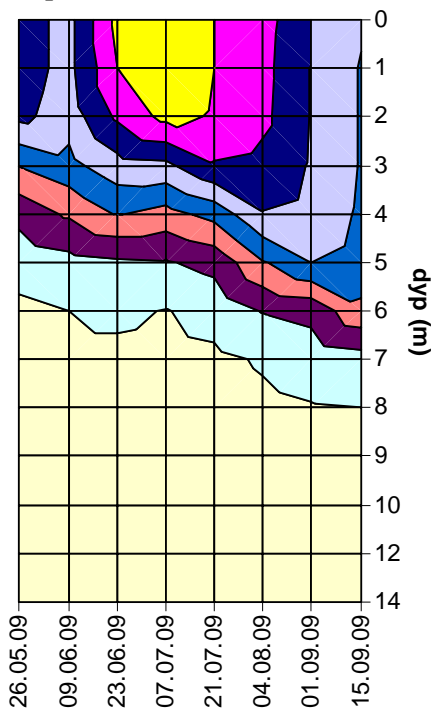
Variasjoner i totalt organisk karbon i Bindingsvannet i 2008-2009.

Langen

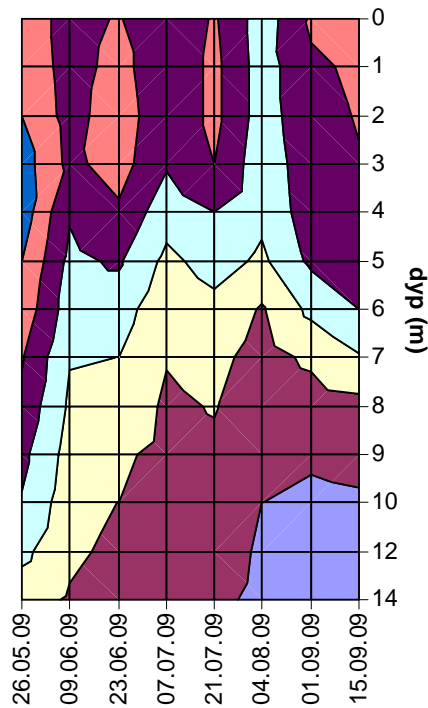
Temperatur og oksygen

Oksygen og temperaturutvikling gjennom prøvetakingsperioden vises i figuren under. Det var en klar temperatursjiktning gjennom hele perioden, med varmt overflatevann og kaldere bunnvann. Sprangsjiktet lå ved omtrent 4-5 meter. Det ble påvist oksygenverdier mellom 1-2 mg/l i september.

Temperatur (°C)



Oksygen (mg/l)



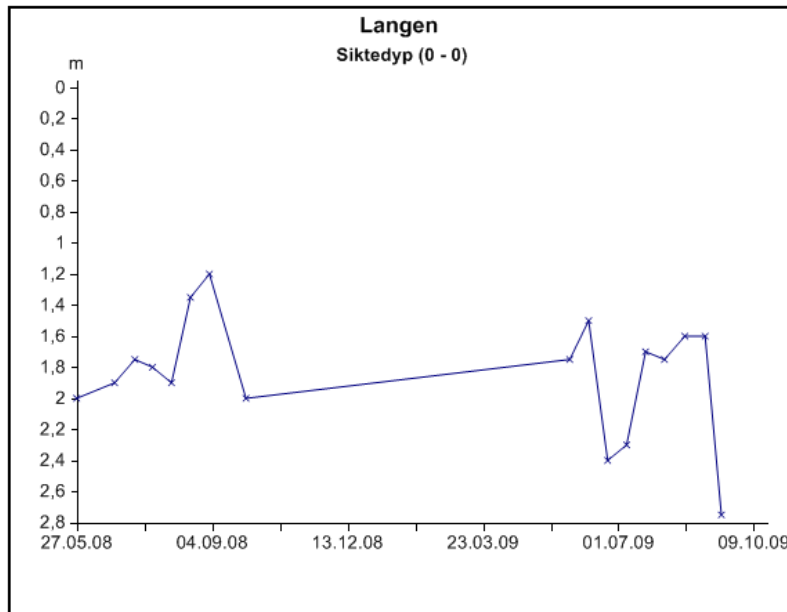
■ 0-2 ■ 2-4 □ 4-6 □ 6-8 ■ 8-10 ■ 10-12 ■ 12-14 □ 14-16 ■ 16-18 ■ 18-20 ■ 20-22 ■ 22-24

Oksygen- og temperaturforhold i Langen i 2009

Siktedyp

Resultatene vises i figuren under. Alle de undersøkte innsjøene i nedbørfeltet til Vansjø har høyt humusinnhold, noe som gjør at det blir et lavt siktedyp. I tillegg er det en kraftig transport av erosjonsmateriale i de nedre delene av nedbørsfeltet til Vansjø, og dette gir et høyt partikkelinnhold og bidrar også til lavt siktedyp. I 2008 ble det observert en spesielt kraftig transport av erosjonsmateriale i de nedre delene av nedbørfeltet til Vansjø grunnet en varm vinter med flere ras i Hobølelva og flere flomepisoder. I 2009 var det en stabil og kald vinter, og det har ikke blitt observert ekstremhendelser. Siktedypet i de seks innsjøene ligger mellom 1-2 meter, og en kan anta at det lave siktedypet til tider kan medføre en lysbegrensning av algeveksten. Det var gjennomgående noe større siktedyp i alle sjøene i 2009 sammenlignet med 2008.

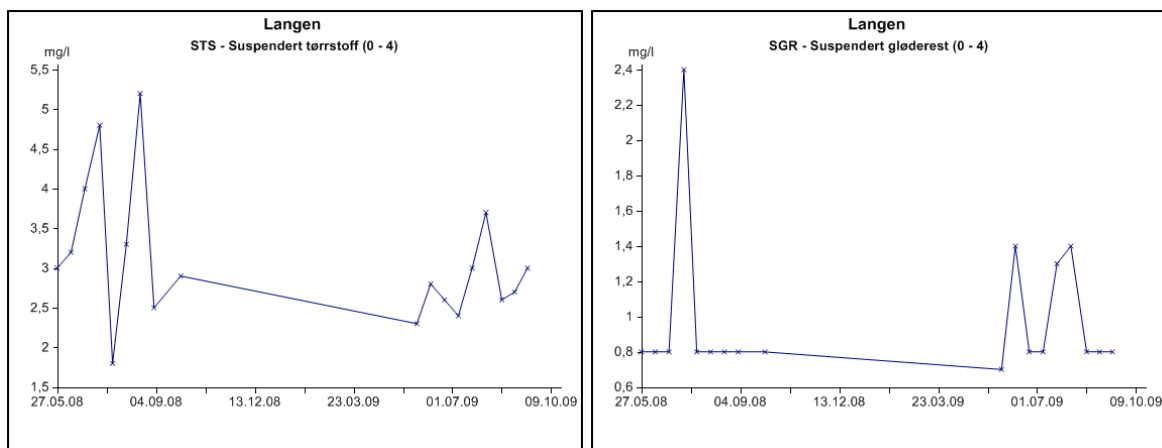
Siktedypet i **Langen** lå mellom 1,5-2,5 meter gjennom hele perioden. Gjennomsnittlig siktedyp var 1,7 m i 2008 og 1,9 m i 2009.



Siktedyp i Langen i 2008-2009

Suspendert stoff/Gløderest

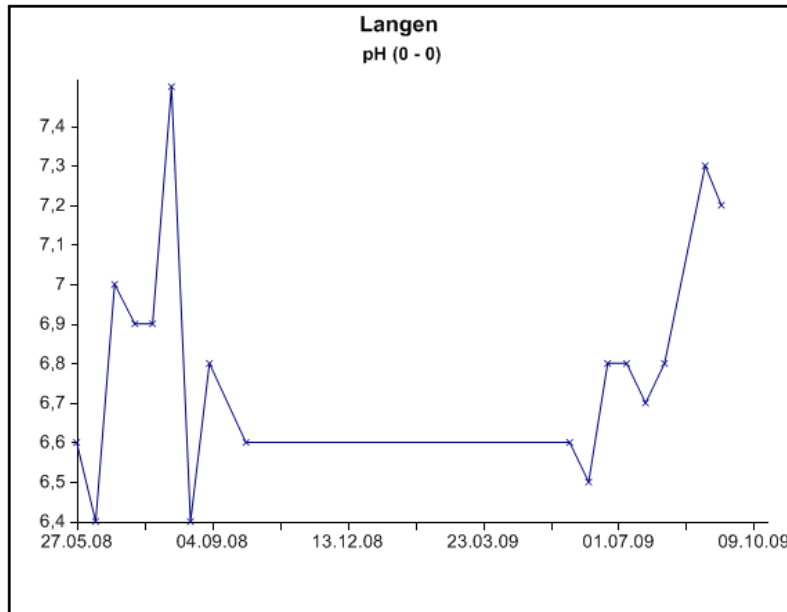
Innholdet av suspendert stoff og uorganisk partikulært materiale (gløderest) hadde en topp i begynnelsen av juli i Langen (figuren under). Denne toppen kan skyldes at det var en periode med jevnt mye nedbør over flere uker i juli. De undersøkte innsjøene er relativt grunne, og i tillegg til varierende tilførsler fra nedbørfeltet vil også vinddrevet resuspensjon i innsjøbassengene påvirke innholdet av partikulært materiale. Det gjennomsnittlige innholdet av suspendert stoff og uorganisk partikulært materiale i 2009 var omtrent likt som i 2008 i Langen.



Variasjoner i suspendert tørrstoff (STS) og gløderest (SGR) i Langen i 2008-2009

pH

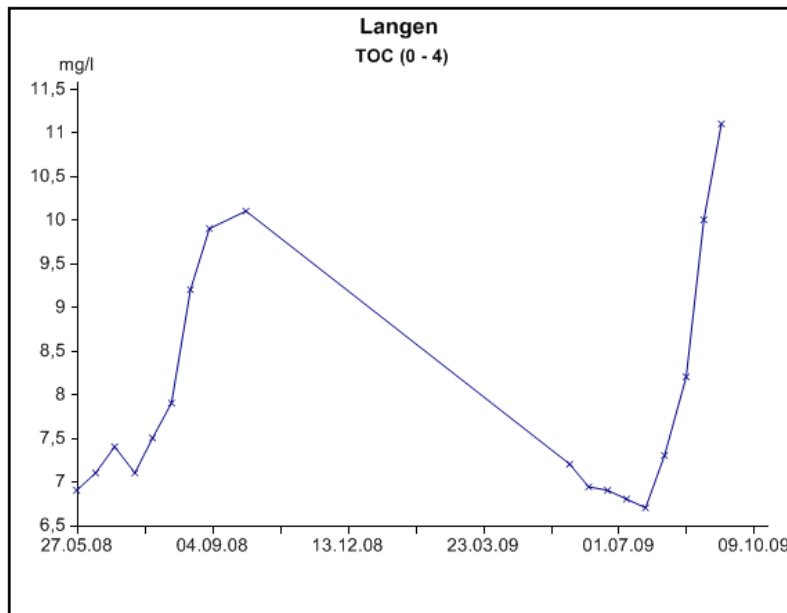
Resultatene vises i figuren under. pH var i underkant av 7 i starten og slutten av sommeren, men økte til 7-7,9 i vekstperioden på sommeren.



pH i Langen i 2008-2009.

Totalt organisk karbon (TOC)

Resultatene vises i figuren under. Det ble målt relativt høye verdier av TOC i Langen, og det var en gjennomgående økning i TOC innholdet i løpet av sommeren. Resultatene fra 2008 viste at det er en tydelig sammenheng mellom farge og organisk stoff.



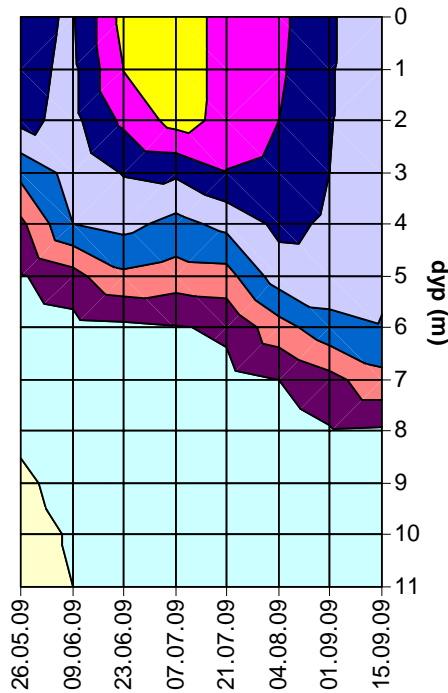
Variasjoner i totalt organisk karbon i Langen i 2008-2009.

Våg

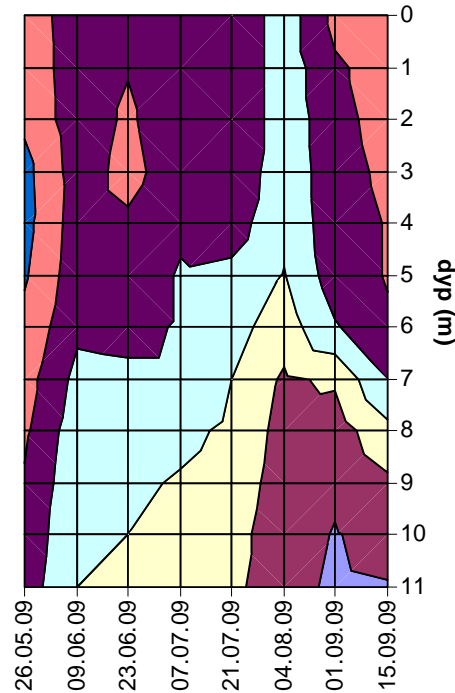
Temperatur og oksygen

Oksygen og temperaturutvikling gjennom prøvetakingsperioden vises i figuren under. Det var en klar temperatursjiktning gjennom hele perioden, og sprangsjiktet lå ved omtrent 4 meter. Det var en reduksjon i oksygenkonsentrasjon mot bunnen, og i september var det mellom 1-2 mg/L oksygen i bunnvannet.

Temperatur (°C)



Oksygen (mg/l)



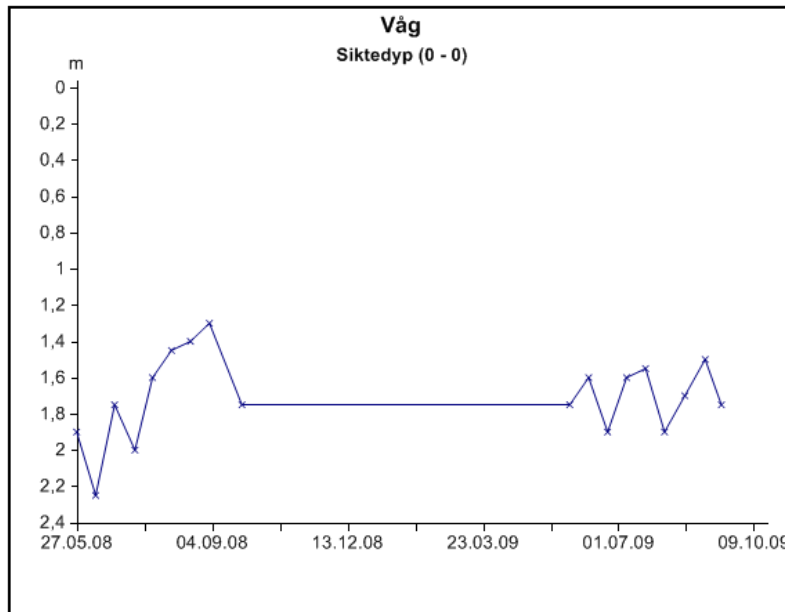
■ 0-2 ■ 2-4 □ 4-6 □ 6-8 ■ 8-10 ■ 10-12 ■ 12-14 □ 14-16 ■ 16-18 ■ 18-20 ■ 20-22 ■ 22-24

Oksygen- og temperaturforhold i Våg i 2009

Siktedyp

Resultatene vises i figuren under. Alle de undersøkte innsjøene i nedbørfeltet til Vansjø har høyt humusinnhold, noe som gjør at det blir et lavt siktedyp. I tillegg er det en kraftig transport av erosjonsmateriale i de nedre delene av nedbørfeltet til Vansjø, og dette gir et høyt partikkelinnhold og bidrar også til lavt siktedyp. I 2008 ble det observert en spesielt kraftig transport av erosjonsmateriale i de nedre delene av nedbørfeltet til Vansjø grunnet en varm vinter med flere ras i Hobølelva og flere flomepisoder. I 2009 var det en stabil og kald vinter, og det har ikke blitt observert ekstremhendelser. Siktedypet i de seks innsjøene ligger mellom 1-2 meter, og en kan anta at det lave siktedypet til tider kan medføre en lysbegrensning av algeveksten. Det var gjennomgående noe større siktedyp i alle sjøene i 2009 sammenlignet med 2008.

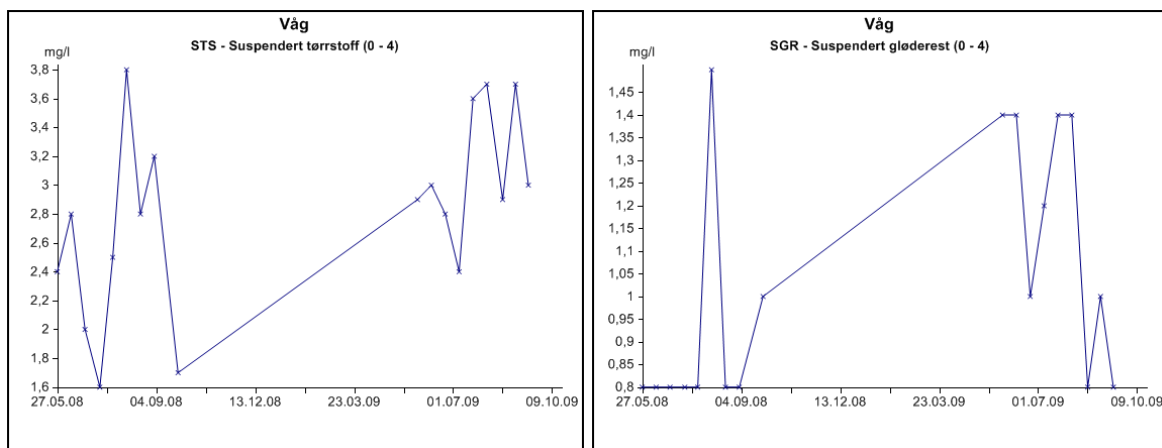
Siktedypet i **Våg** lå mellom 1,5-2 meter gjennom hele perioden. Gjennomsnittlig siktedyp var 1,7 m både i 2008 og 2009.



Siktedyp i Våg i 2008-2009

Suspendert stoff/Gløderest

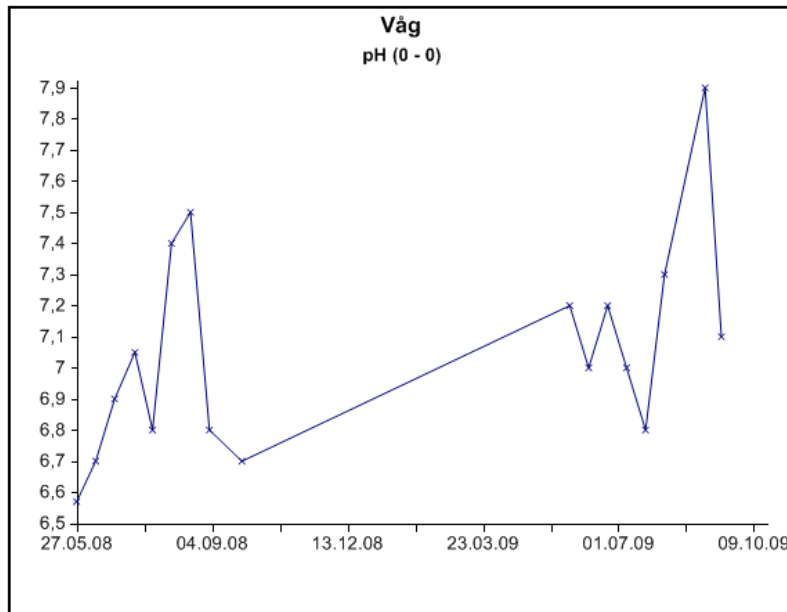
Innholdet av suspendert stoff og uorganisk partikulært materiale (gløderest) hadde en topp i begynnelsen av juli i Våg (figuren under). Denne toppen kan skyldes at det var en periode med jevnt mye nedbør over flere uker i juli. De undersøkte innsjøene er relativt grunne, og i tillegg til varierende tilførsler fra nedbørfeltet vil også vinddrevet resuspensjon i innsjøbassengene påvirke innholdet av partikulært materiale. Det gjennomsnittlige innholdet av suspendert stoff og uorganisk partikulært materiale i 2009 var omtrent likt i som i 2008 i Våg.



Variasjoner i suspendert tørrstoff (STS) og gløderest (SGR) i Våg i 2008-2009

pH

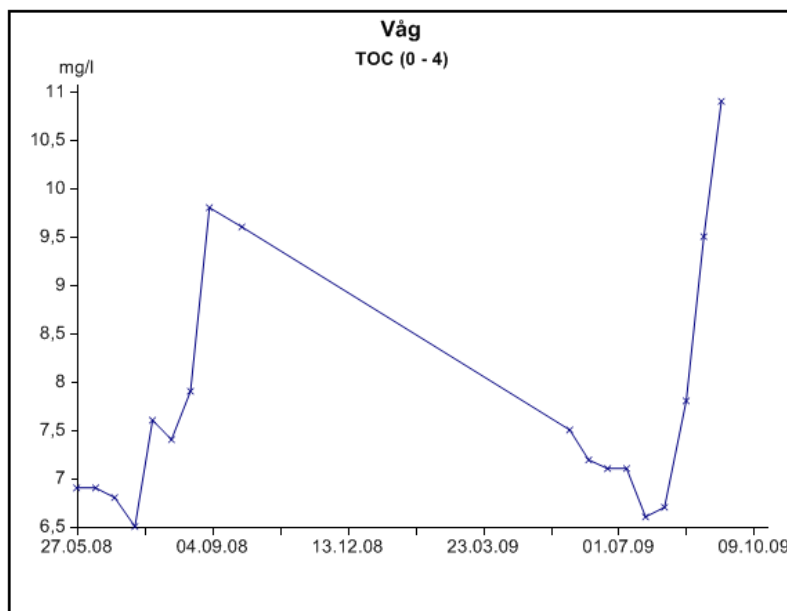
Resultatene vises i figuren under. pH var i underkant av 7 i starten og slutten av sommeren, men økte til 7-7,9 i vekstperioden på sommeren.



pH i Våg i 2008-2009.

Totalt organisk karbon (TOC)

Resultatene vises i figuren under. Det ble målt relativt høye verdier av TOC i Våg, og det var en gjennomgående økning i TOC innholdet i løpet av sommeren. Resultatene fra 2008 viste at det er en tydelig sammenheng mellom farge og organisk stoff.



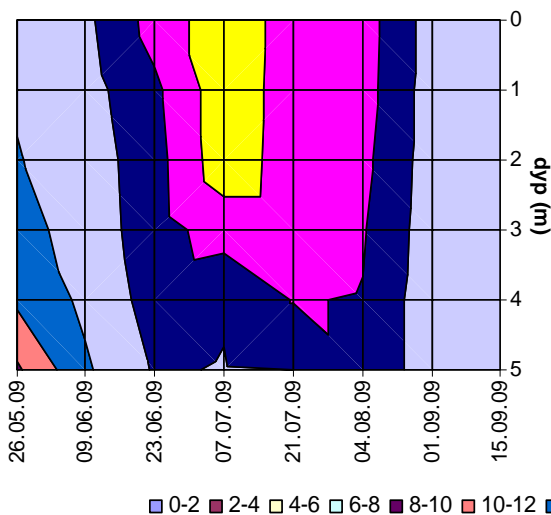
Variasjoner i totalt organisk karbon i Våg i 2008-2009.

Mjær

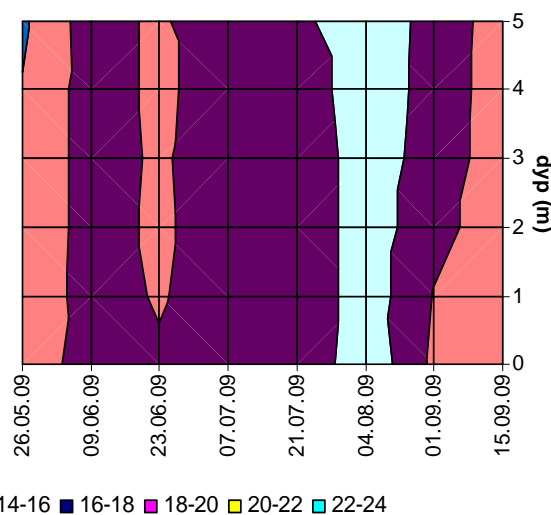
Temperatur og oksygen

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

Temperatur (°C)



Oksygen (mg/l)

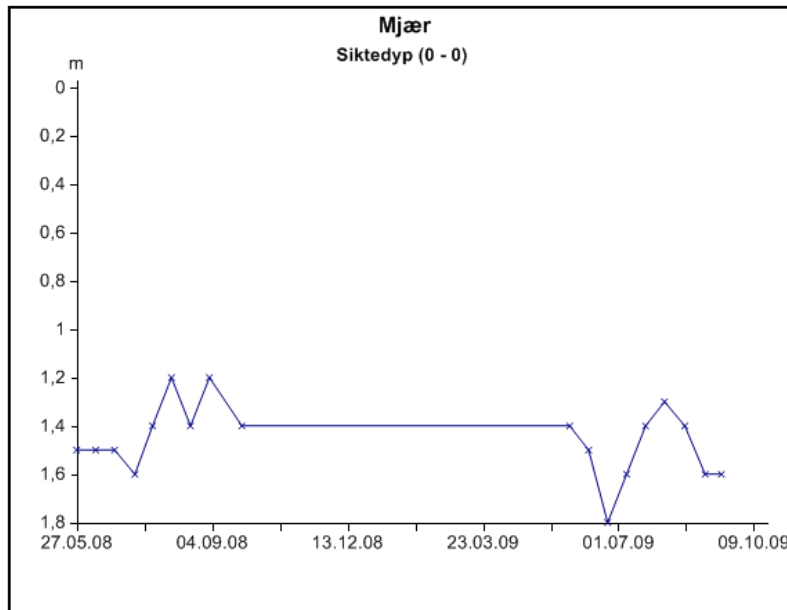


Oksygen- og temperaturforhold i Mjær i 2009

Siktedyp

Resultatene vises i figuren under. Alle de undersøkte innsjøene i nedbørfeltet til Vansjø har høyt humusinnhold, noe som gjør at det blir et lavt siktedyp. I tillegg er det en kraftig transport av erosjonsmateriale i de nedre delene av nedbørfeltet til Vansjø, og dette gir et høyt partikkelinnhold og bidrar også til lavt siktedyp. I 2008 ble det observert en spesielt kraftig transport av erosjonsmateriale i de nedre delene av nedbørfeltet til Vansjø grunnet en varm vinter med flere ras i Hobølelva og flere flomepisoder. I 2009 var det en stabil og kald vinter, og det har ikke blitt observert ekstremhendelser. Siktedypet i de seks innsjøene ligger mellom 1-2 meter, og en kan anta at det lave siktedypet til tider kan medføre en lysbegrensning av algeveksten. Det var gjennomgående noe større siktedyp i alle sjøene i 2009 sammenlignet med 2008.

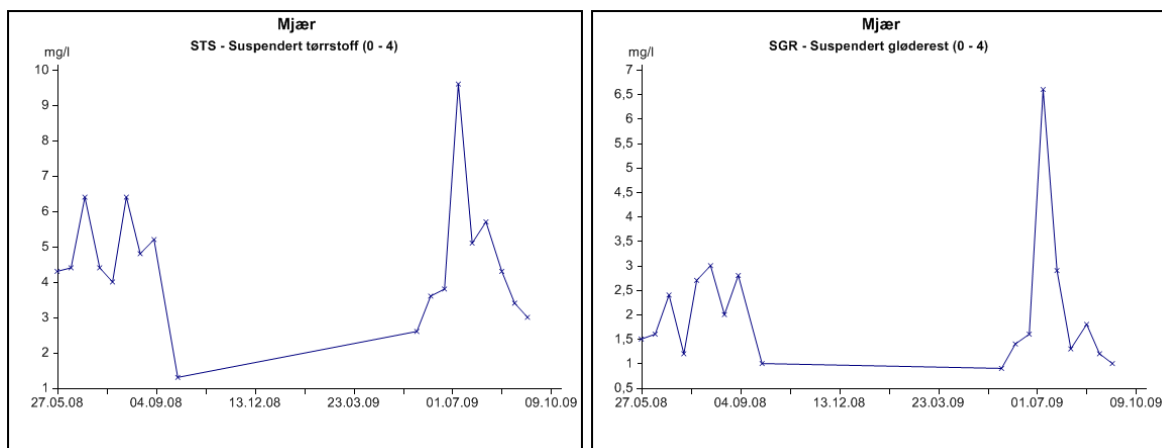
Siktedypet i **Mjær** lå mellom 1-2 meter gjennom hele perioden. Gjennomsnittlig siktedyp var 1,4 m i 2008 og 1,5 m i 2009.



Siktedyp i Mjær i 2008-2009

Suspendert stoff/Gløderest

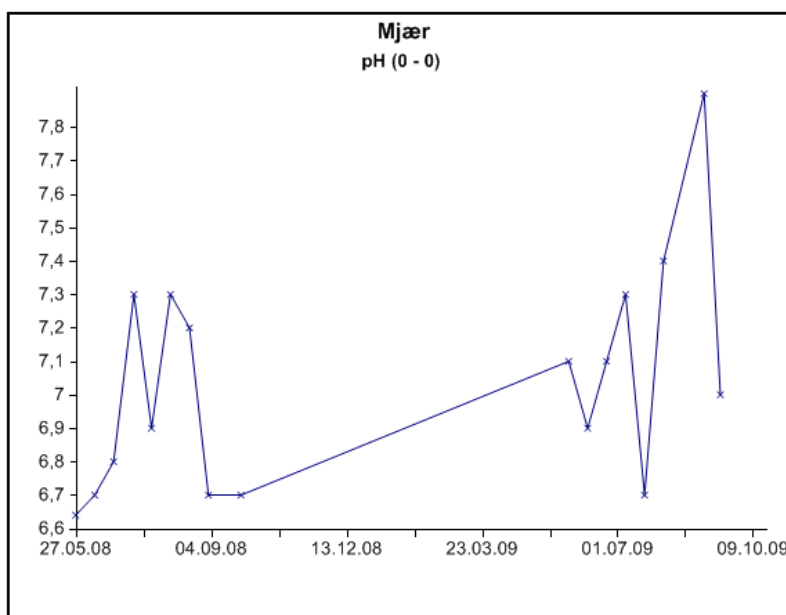
Innholdet av suspendert stoff og uorganisk partikulært materiale (gløderest) hadde en topp i begynnelsen av juli i Mjær (figuren under). Denne toppen kan skyldes at det var en periode med jevnt mye nedbør over flere uker i juli. De undersøkte innsjøene er relativt grunne, og i tillegg til varierende tilførsler fra nedbørfeltet vil også vinddrevet resuspensjon i innsjøbassengene påvirke innholdet av partikulært materiale. Gjennomsnittsverdiene for suspendert stoff øker nedover i nedbørfeltet, og en finner de høyeste verdiene i Mjær og Sæbyvannet. Disse to sjøene, og spesielt Sæbyvannet, er påvirket av tilført leirmateriale. Det gjennomsnittlige innholdet av suspendert stoff og uorganisk partikulært materiale i 2009 var omtrent likt som i 2008 i Mjær.



Variasjoner i suspendert tørrstoff (STS) og gløderest (SGR) i Mjær i 2008-2009.

pH

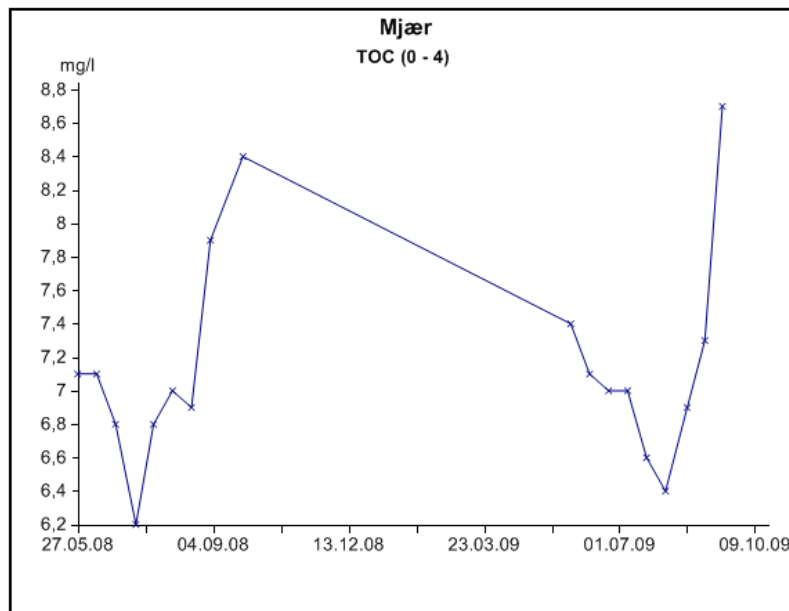
Resultatene vises i figuren under. pH var i underkant av 7 i starten og slutten av sommeren, men økte til 7-7,9 i vekstperioden på sommeren.



pH i Mjær i 2008-2009.

Totalt organisk karbon (TOC)

Resultatene vises i figuren under. Det ble målt relativt høye verdier av TOC i Mjær, og det var en gjennomgående økning i TOC innholdet i løpet av sommeren. Resultatene fra 2008 viste at det er en tydelig sammenheng mellom farge og organisk stoff.



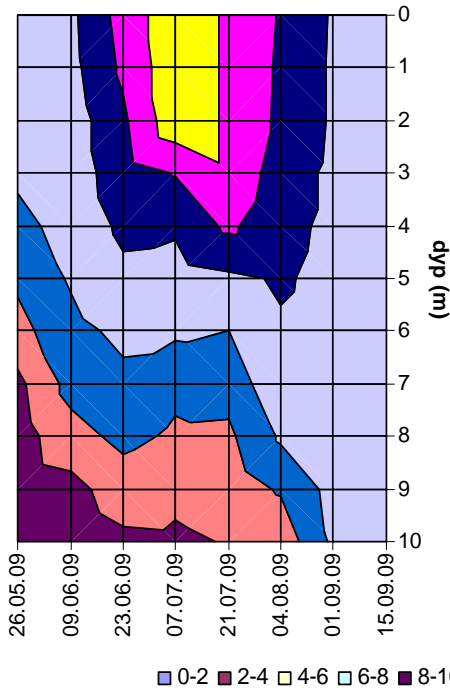
Variasjoner i totalt organisk karbon i Mjær i 2008-2009.

Sæbyvannet

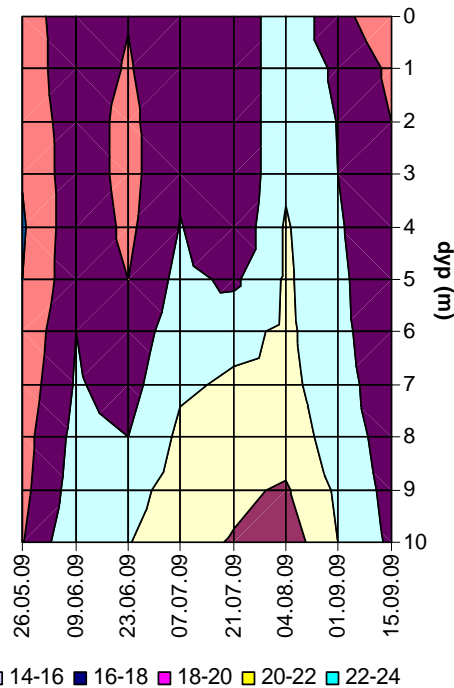
Temperatur og oksygen

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

Temperatur (°C)



Oksygen (mg/l)

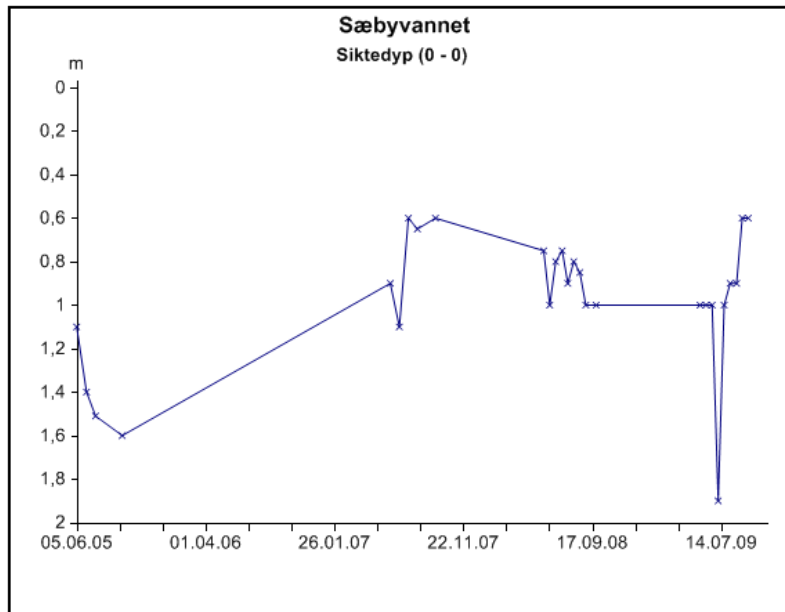


Oksygen- og temperaturforhold i Sæbyvannet i 2009

Siktedyp

Resultatene vises i figuren under. Alle de undersøkte innsjøene i nedbørfeltet til Vansjø har høyt humusinnhold, noe som gjør at det blir et lavt siktedyp. I tillegg er det en kraftig transport av erosjonsmateriale i de nedre delene av nedbørfeltet til Vansjø, og dette gir et høyt partikkelinnhold og bidrar også til lavt siktedyp. I 2008 ble det observert en spesielt kraftig transport av erosjonsmateriale i de nedre delene av nedbørfeltet til Vansjø grunnet en varm vinter med flere ras i Hobøelva og flere flomepisoder. I 2009 var det en stabil og kald vinter, og det har ikke blitt observert ekstremhendelser. Siktedypet i de seks innsjøene ligger mellom 1-2 meter, og en kan anta at det lave siktedypet til tider kan medføre en lysbegrensning av algeveksten. Det var gjennomgående noe større siktedyp i alle sjøene i 2009 sammenlignet med 2008.

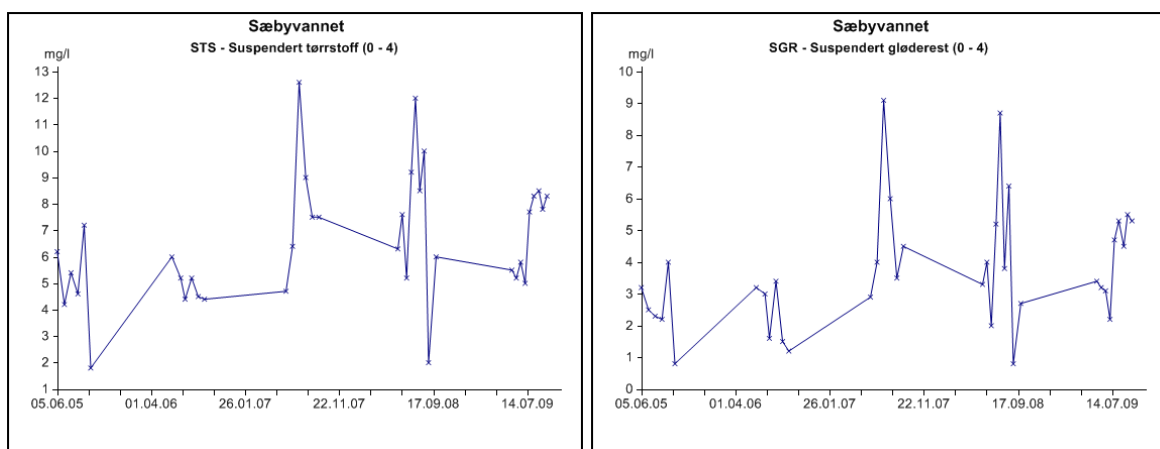
I **Sæbyvannet** lå siktedypet mellom 0,5-1 meter gjennom hele perioden, bortsett fra en episode med 1,9 m siktedyp i begynnelsen av juli. Gjennomsnittlig siktedyp var 0,9 m i 2008 og 1,0 m i 2009.



Siktedyp i Sæbyvannet i 2005-2009.

Suspendert stoff/Gløderest

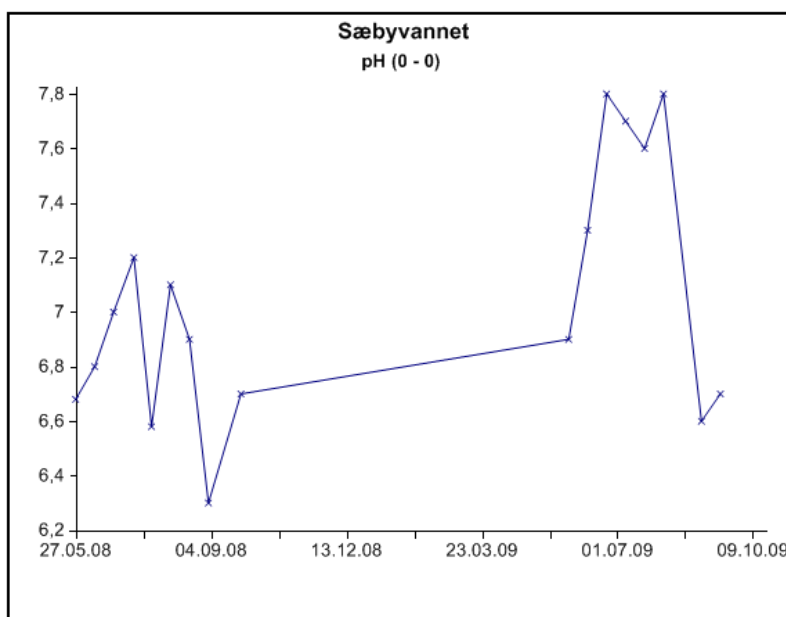
Innholdet av suspendert stoff og uorganisk partikulært materiale (gløderest) hadde en topp i slutten av juli i i Sæbyvannet (figuren under). Denne toppen kan skyldes at det var en periode med jevnt mye nedbør over flere uker i juli. De undersøkte innsjøene er relativt grunne, og i tillegg til varierende tilførsler fra nedbørfeltet vil også vinddrevet resuspensjon i innsjøbassengene påvirke innholdet av partikulært materiale. Gjennomsnittsverdiene for suspendert stoff øker nedover i nedbørfeltet, og en finner de høyeste verdiene i Mjær og Sæbyvannet. Disse to sjøene, og spesielt Sæbyvannet, er påvirket av tilført leirmateriale. Det gjennomsnittlige innholdet av suspendert stoff og uorganisk partikulært materiale i 2009 var omtrent likt i som i 2008 for alle innsjøene, med unntak av Sæbyvannet hvor det var lavere verdier i 2009. I 2008 ble det observert en spesielt kraftig transport av erosjonsmateriale i de nedre delene av nedbørfeltet til Vansjø, og det var ikke tilsvarende forhold i 2009.



Variasjoner i suspendert tørrstoff (STS) og gløderest (SGR) i Sæbyvannet i 2005-2009.

pH

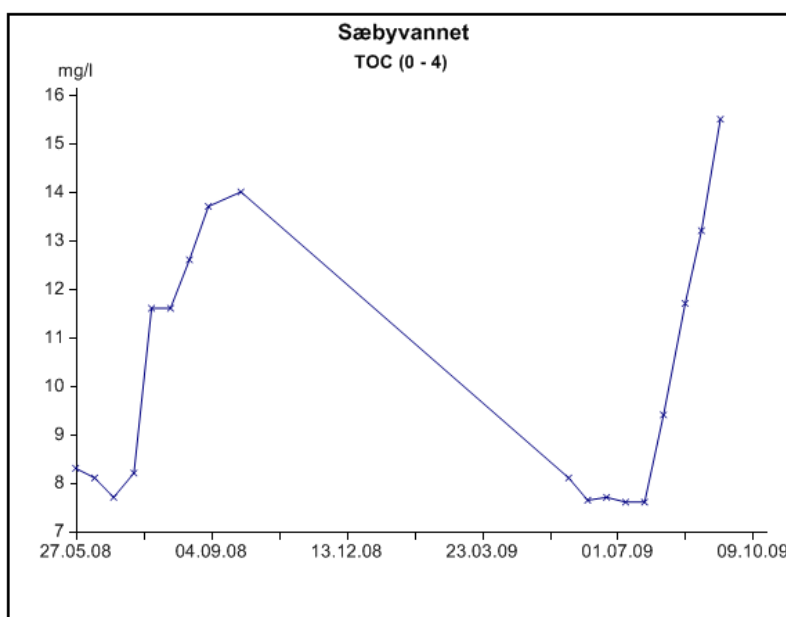
Resultatene vises i figuren under. pH var i underkant av 7 i starten og slutten av sommeren, men økte til 7-7,9 i vekstperioden på sommeren.



pH i Sæbyvannet i 2008-2009.

Totalt organisk karbon (TOC)

Resultatene vises i figuren under. Det ble målt relativt høye verdier av TOC i Sæbyvannet, og det var en gjennomgående økning i TOC innholdet i løpet av sommeren. Resultatene fra 2008 viste at det er en tydelig sammenheng mellom farge og organisk stoff.



Variasjoner i totalt organisk karbon i Sæbyvannet i 2008-2009.

Vedlegg 4. Utfyllende informasjon om tilførsler til Storfjorden

Trendanalyser - metodikk og resultater

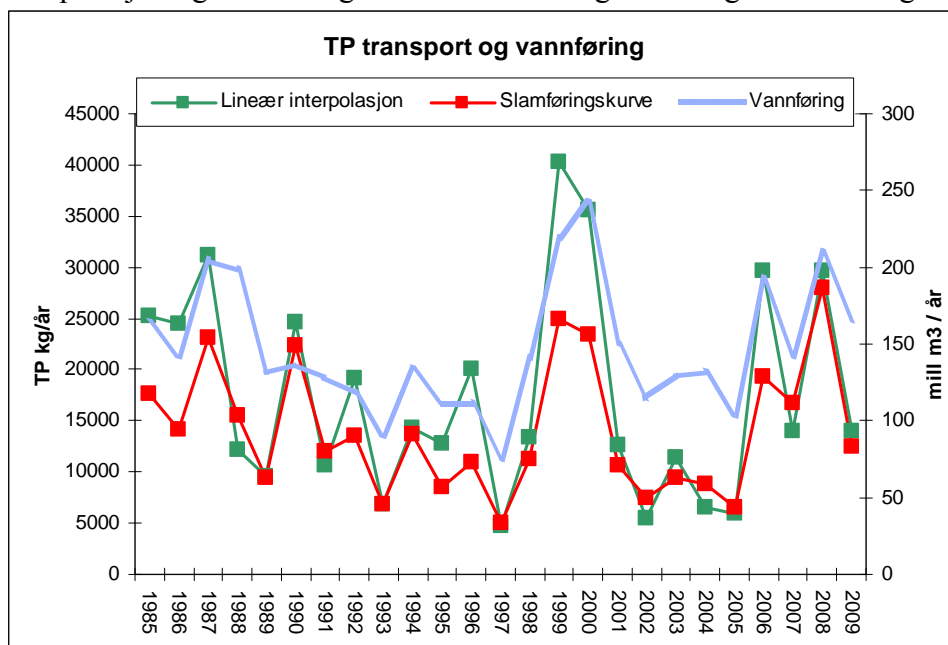
Trendanalysen er utført med vannføring som forklaringsvariabel. Metoden som benyttes er basert på en modifisert Mann-Kendall-test (Hirsch og Slack, 1984), hvor en rutine utarbeidet av Helsel og Frans (2006) er inkludert. Det testes for signifikans av monoton trend (dvs. trend som beskrevet i en rett linje), og hvert år testes separat før det summeres opp til en samlet statistikk. 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). 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. 2010⁵

Fosfor

Som beskrevet i Vedlegg 2 vil tilførslene variere avhengig av hvilken interpoleringsmetode som benyttes.

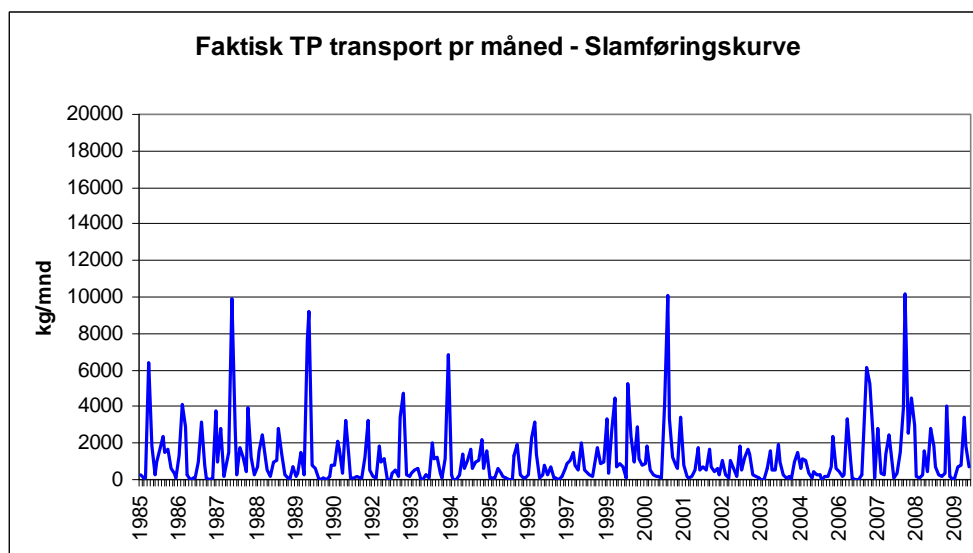
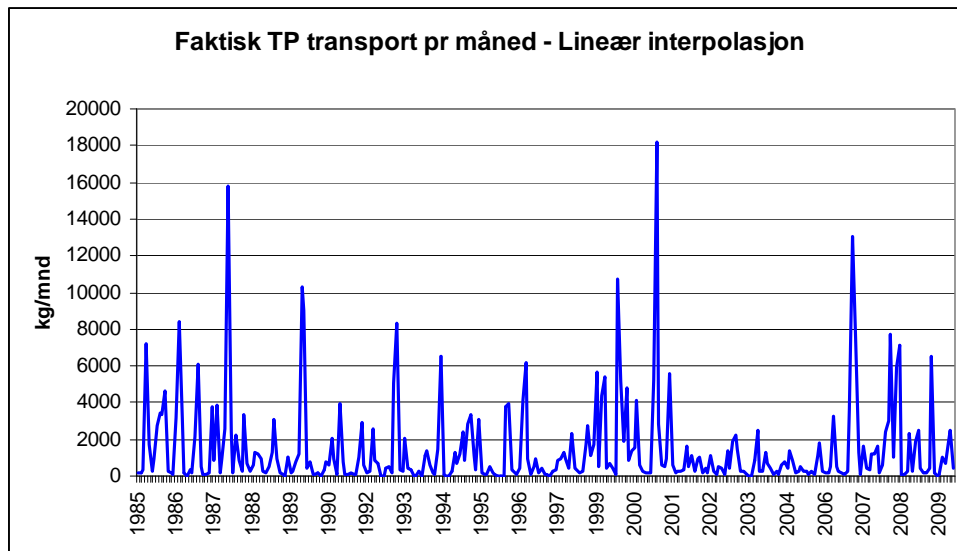
Figuren under viser faktisk transport av totalfosfor pr år som beregnet ved hhv lineær interpolasjon og slamføringskurven. I denne figuren er også vannføringen tatt med.



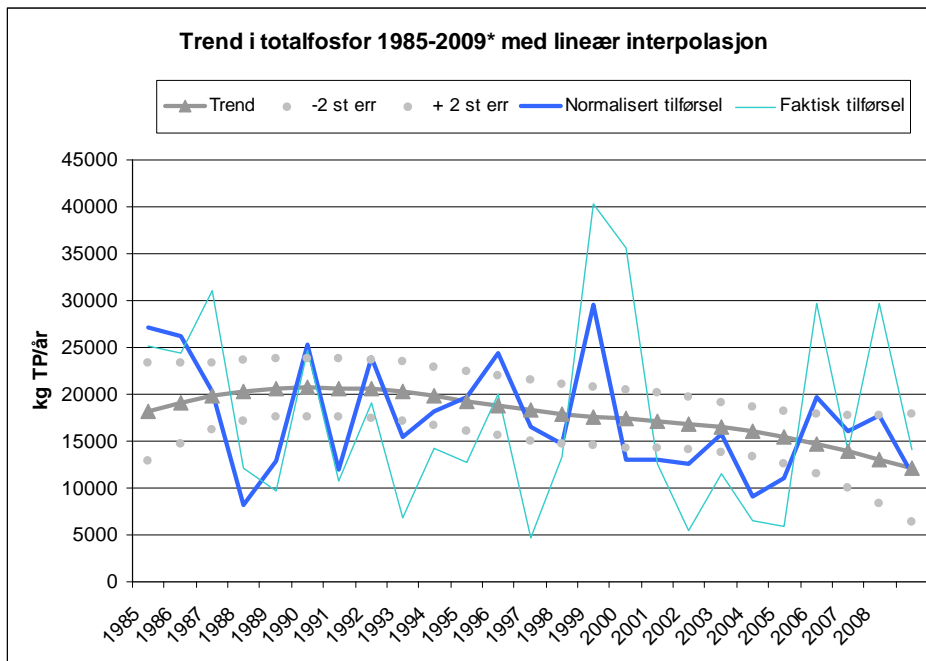
Figurene under viser faktisk transport av totalfosfor pr måned som beregnet ved hhv lineær interpolasjon (øverst) og slamføringskurven (nederst). Gjennomsnittlig transport av totalfosfor

⁵ 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.

pr år er 17,4 tonn hvis lineær interpolasjon legges til grunn, og 14,0 tonn hvis slamføringskurven legges til grunn.

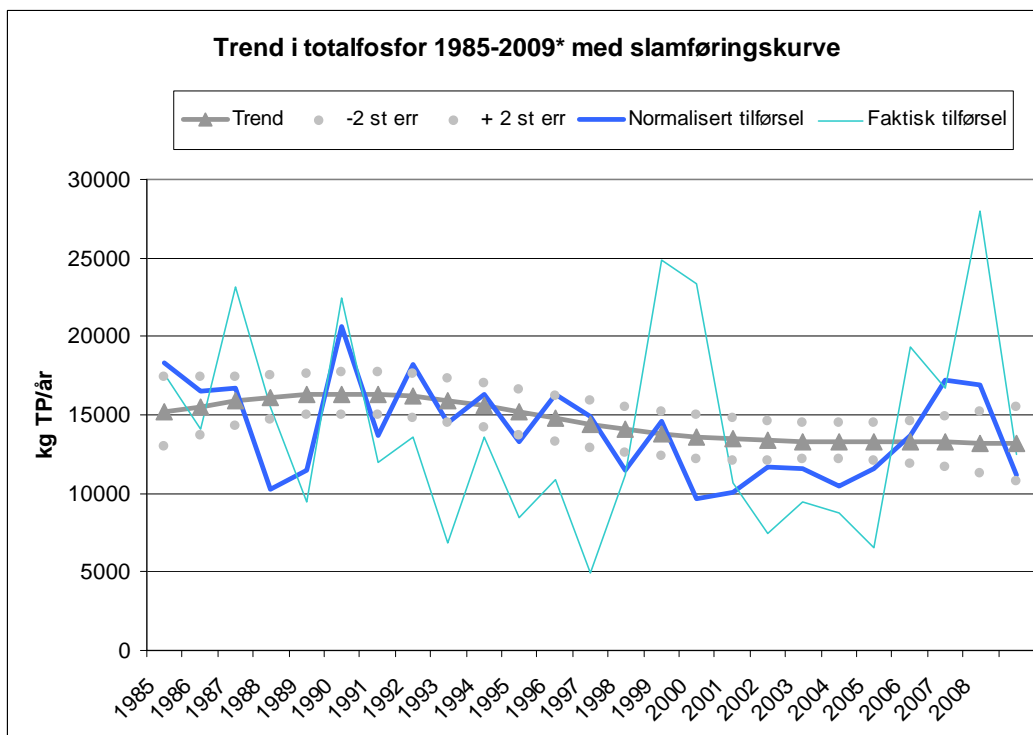


Trendanalysene viser naturlig nok også ulike resultater avhengig av om det benyttes lineær interpolasjon eller slamføringskurver. Benyttes lineær interpolasjon vises en nedgang fra omlag 20 tonn/år på midtena v 90-tallet til ca 12,5 tonn pr år, se figuren under. ($p=0,06$)



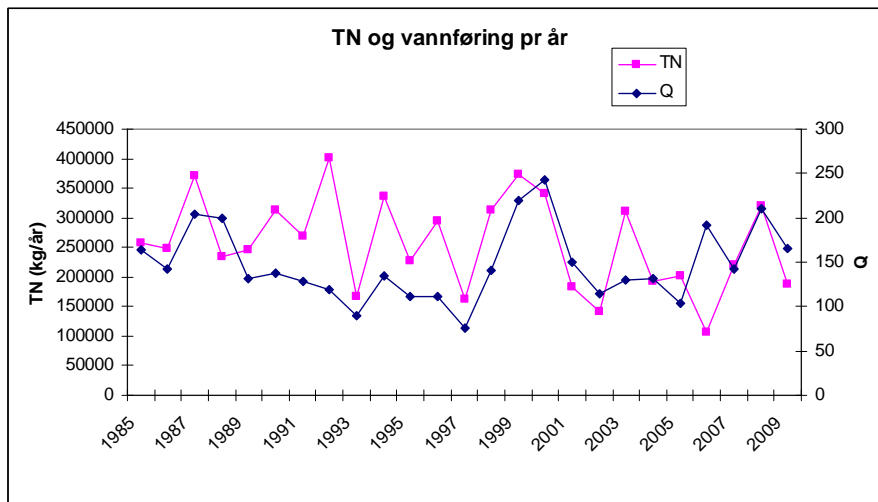
* 2009 består av perioden oktober 2008 – september 2009, da det ikke er beregnet transporttall for siste del av 2009.

Benyttes slamføringskurven i trendanalysene og år 2008 beholdes i serien, blir resultatet en nedgang fra ca. 15 tonn på starten av 90-tallet til ca. 13 tonn i 2009 (p=0,09).

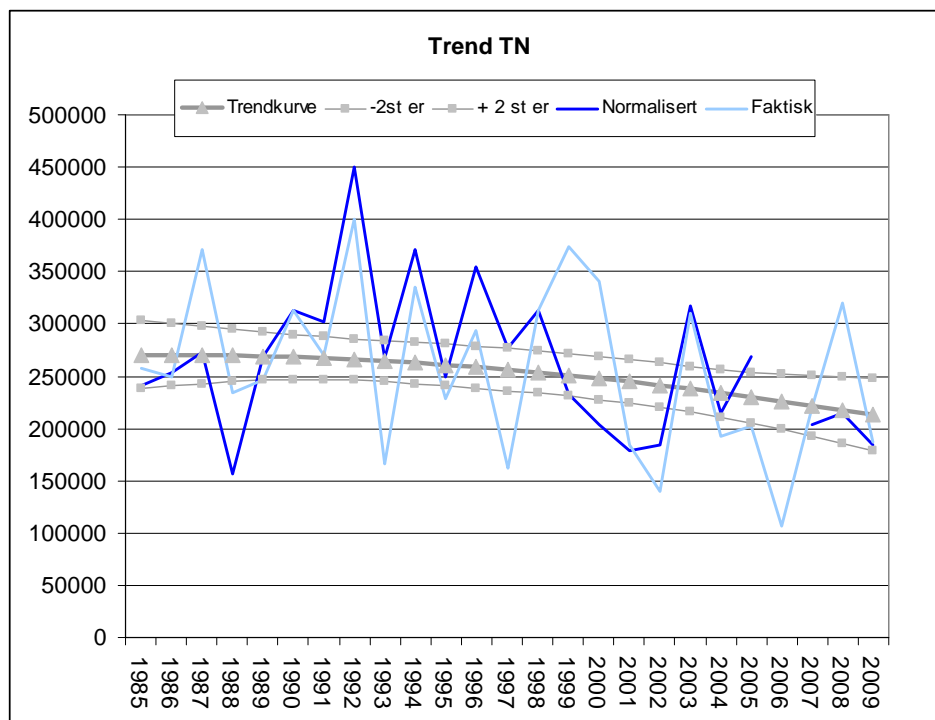


Nitrogen

Nitrogen varierer mindre kraftig med vannføring enn totalfosfor og beregningene er derfor kun utførte med lineær interpolasjon. Figuren under viser faktiske variasjoner i transporten av total nitrogen pr år siden 1985. Vannføring vises også.

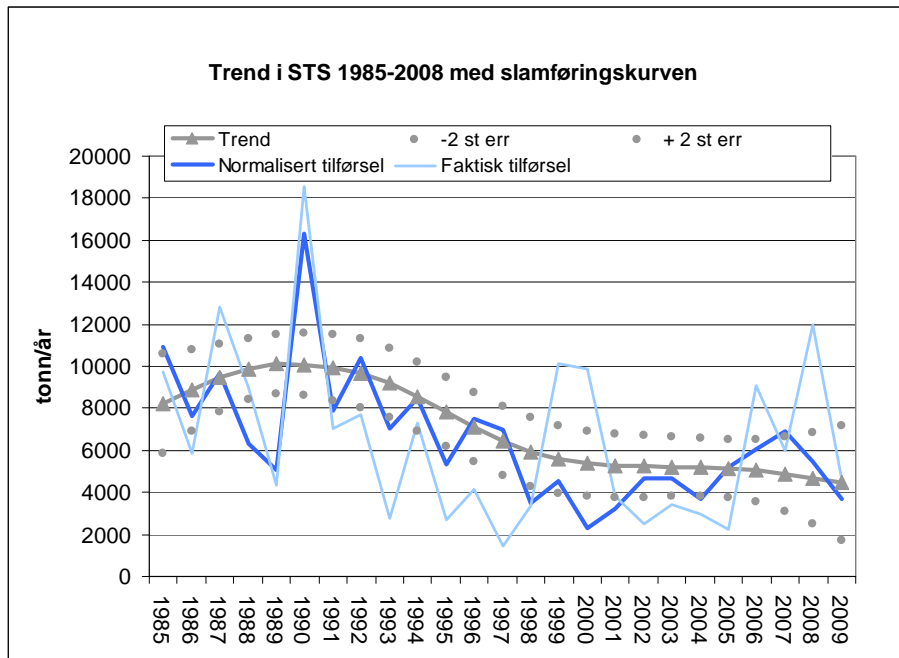


Trenden i total nitrogen (vist under, i kg/år) siden 1985 er avtagende. Trendlinjen går fra om lag 270 tonn i 1985 til om lag 220 tonn i 2009 ($p=0,11$).

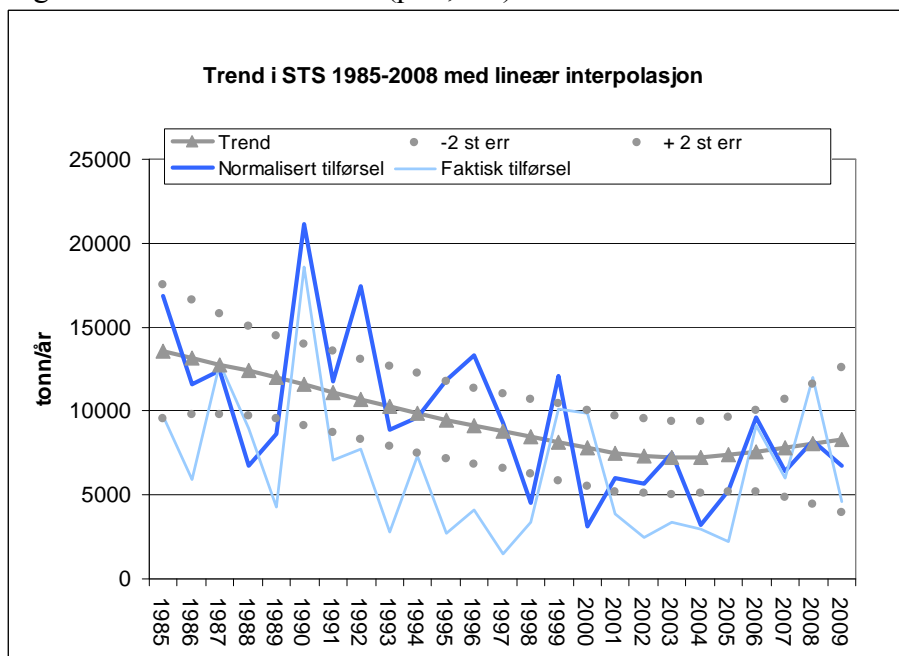


Suspendert tørrstoff

For suspendert tørrstoff viser trendkurven en nedgang fra ca 10.000 tonn i starten av 90-tallet til litt i overkant av 4000 tonn i 2009 (slamføringskurve) ($p=0,003$).

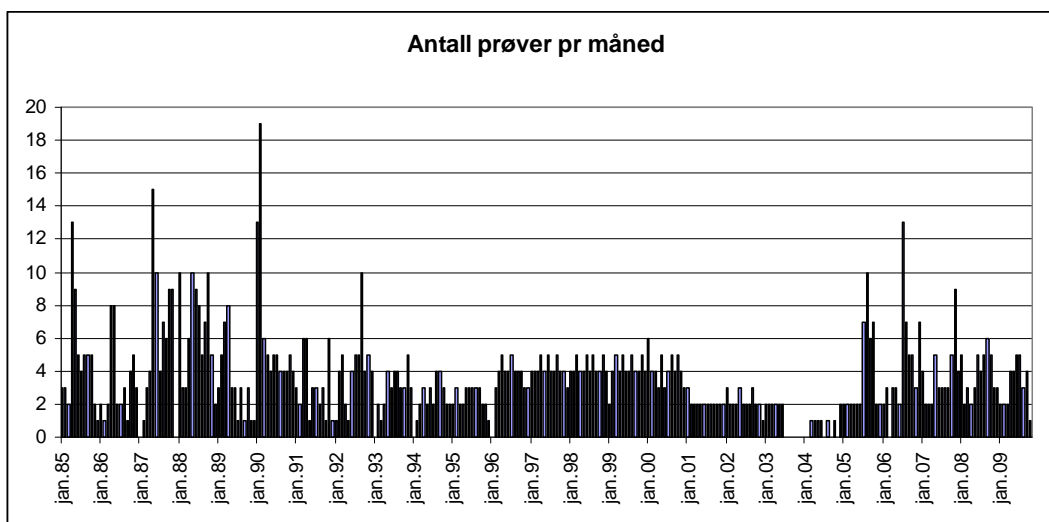
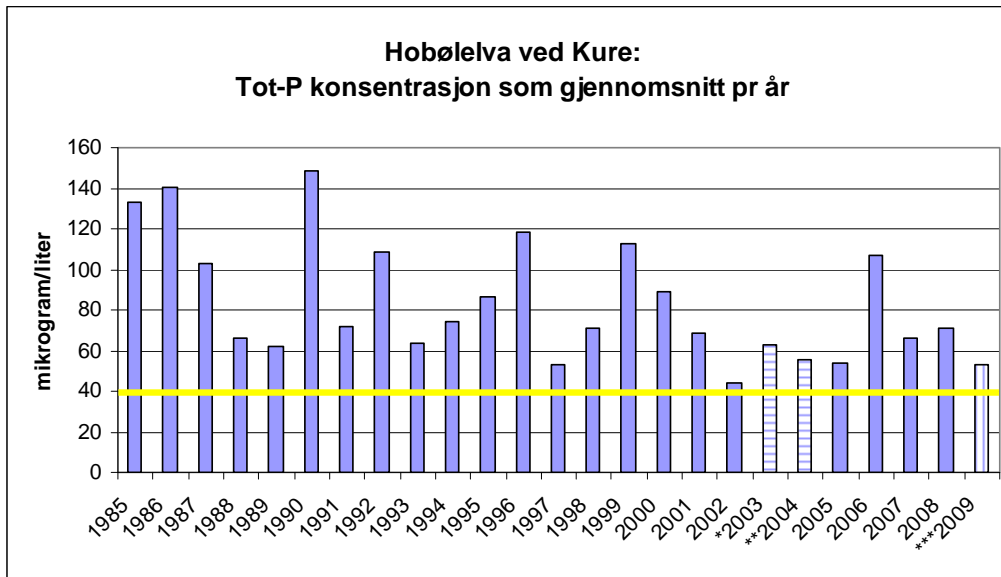


Brukes lineær interpolasjon viser kurven en litt annen form, med en nedgang fra 1985 (omlag 14000 tonn) til starten på 2000-tallet (omlag 7500 tonn), deretter retter kurven seg ut og viser en svak økning mot ca. 8000 tonn i 2009 ($p=0,009$).

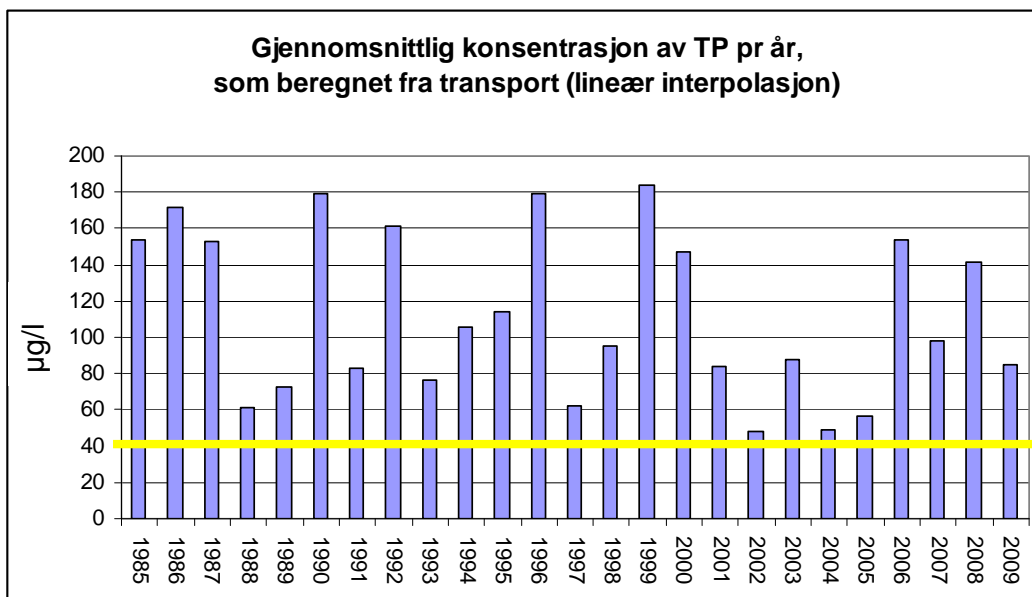
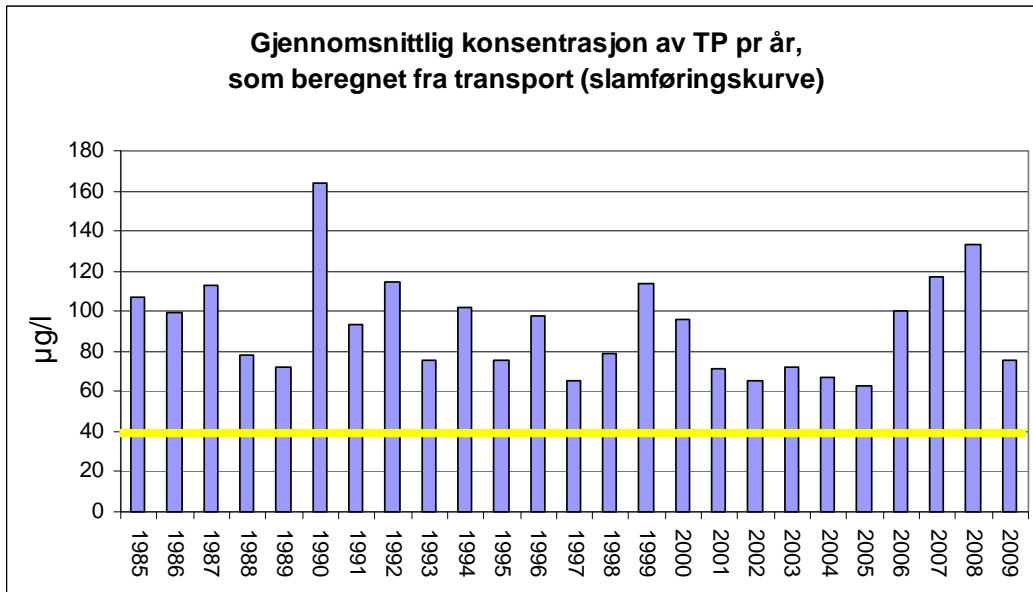


Mer informasjon om konsentrasjonsgjennomsnittet i Hobøelva

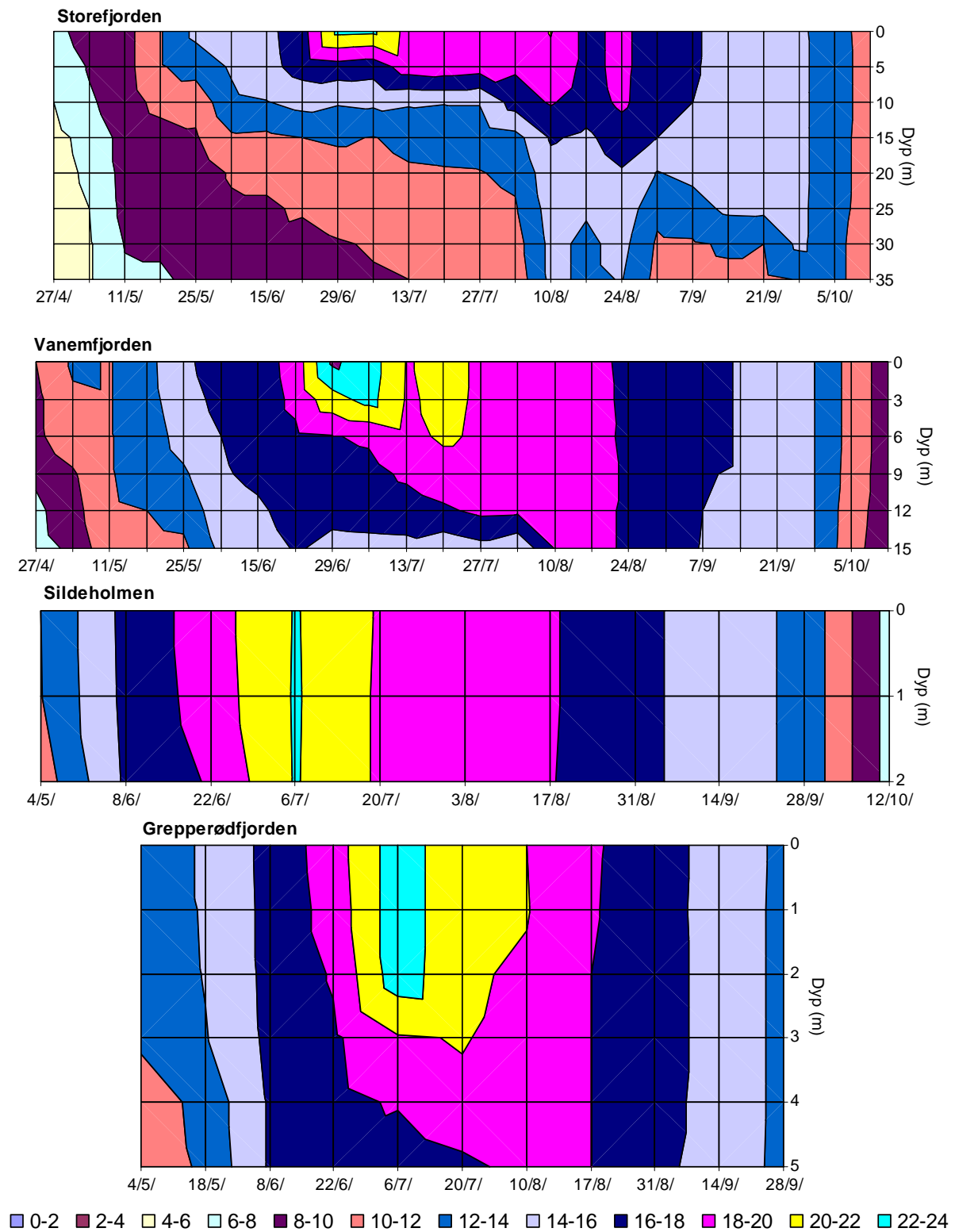
Gjennomsnittlig konsentrasjon kan beregnes på ulike måter. Den vanligste er å ta gjennomsnittet av alle data. Noen ganger fjernes flomprøvene. Figuren under viser snittet av alle data siden 1985 til 2009. Imidlertid er det ulikt antall prøver pr år (se nederste figur på denne siden). Dette kan ha betydning for resultatet.



En annen metode er å beregne snittkonsentrasjonen ut fra transportberegningene (tilførslene). Dette er vist under for lineær interpolasjon og slamføringskurven. Disse er ikke vannføringsnormaliserte.

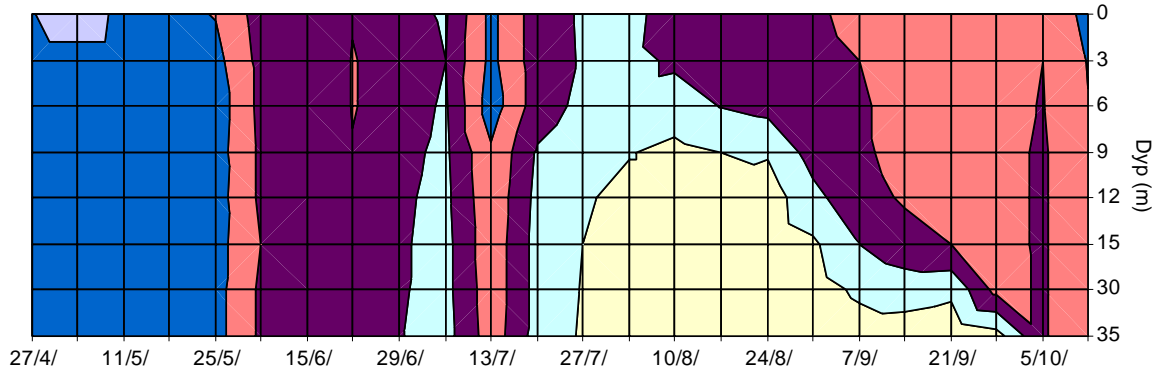


Vedlegg 5. Utfyllende informasjon om Vansjø (Figurer)

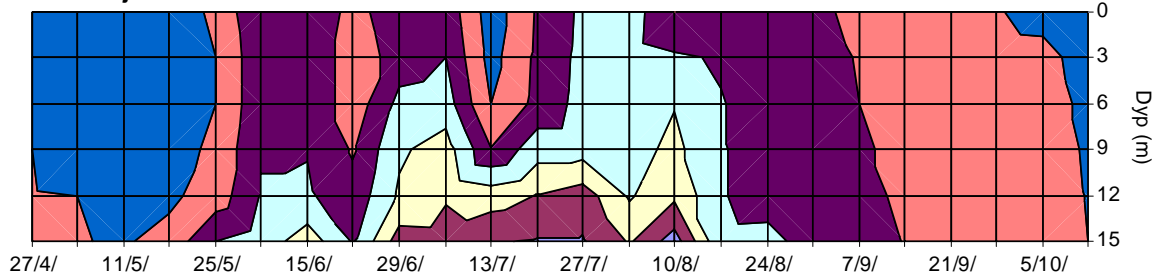


Temperaturforhold i Vansjø 2009 (temperatur i °C)

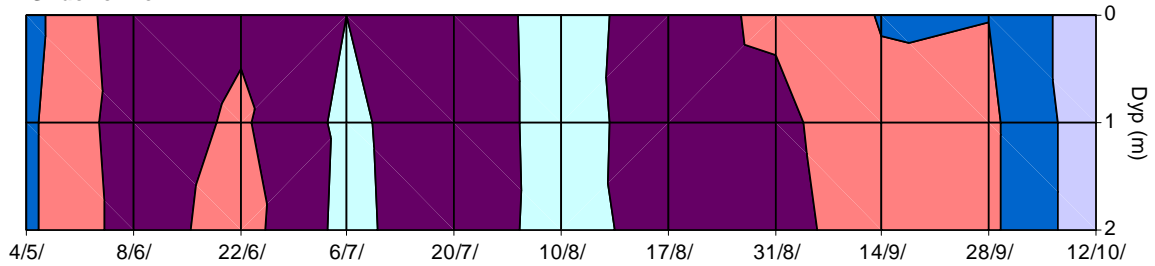
Storefjorden



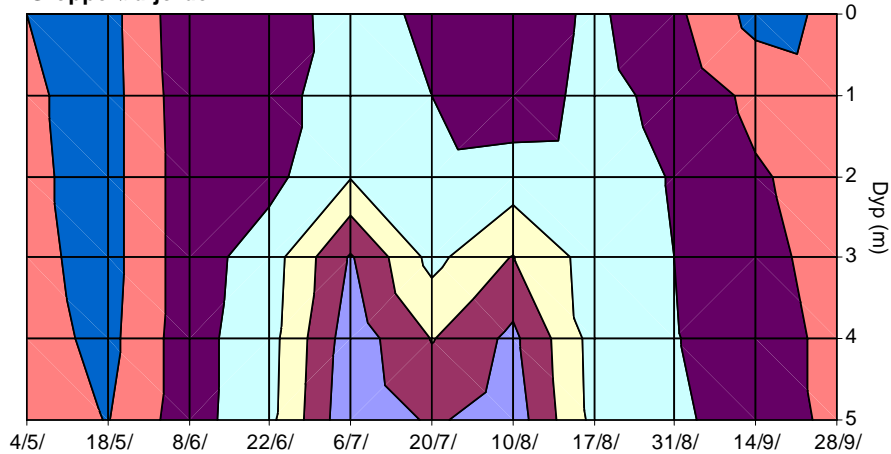
Vanemfjorden



Sildeholmen

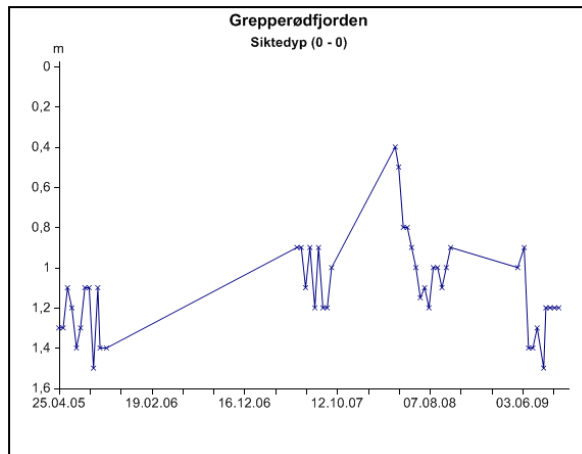
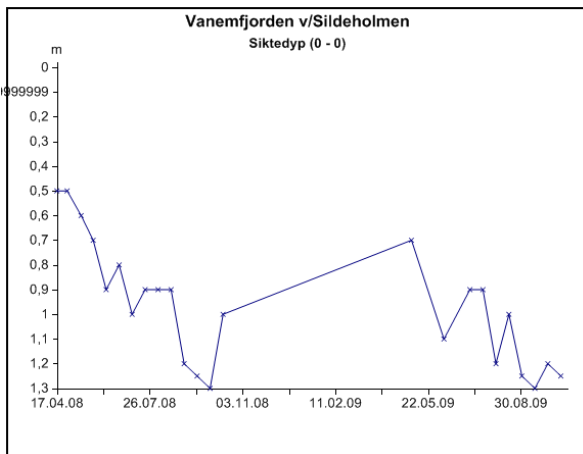
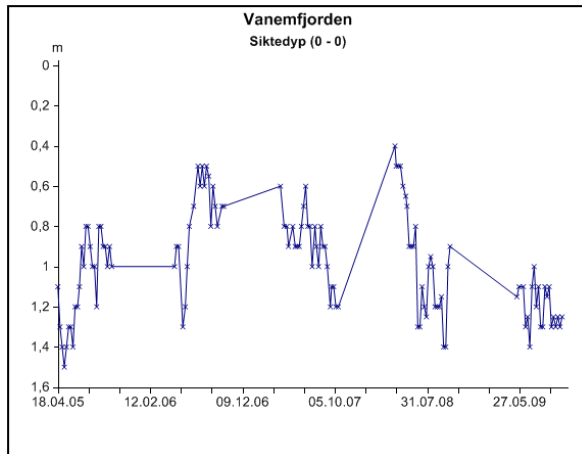
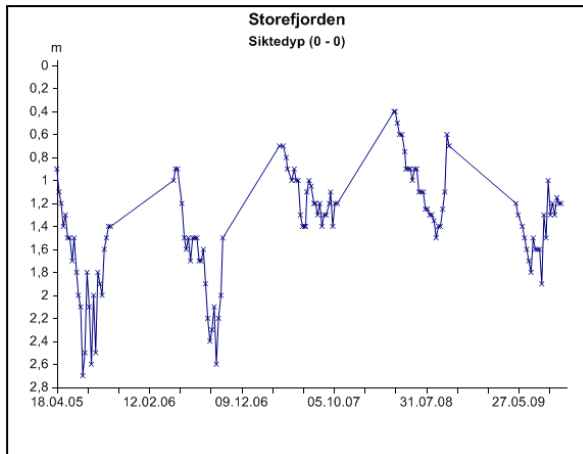


Grepperødfjorden

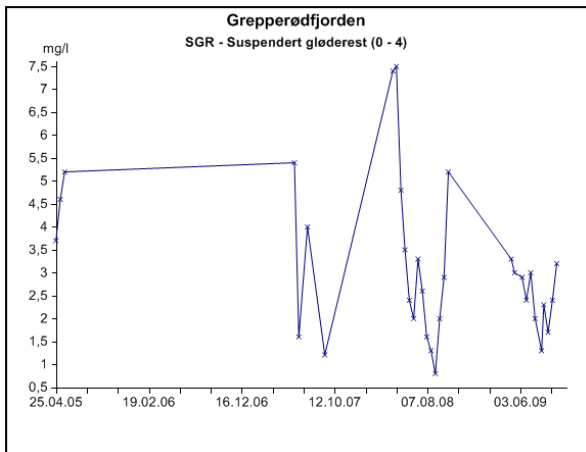
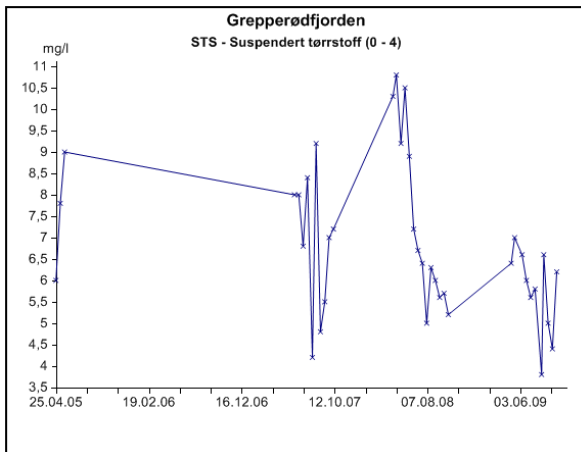
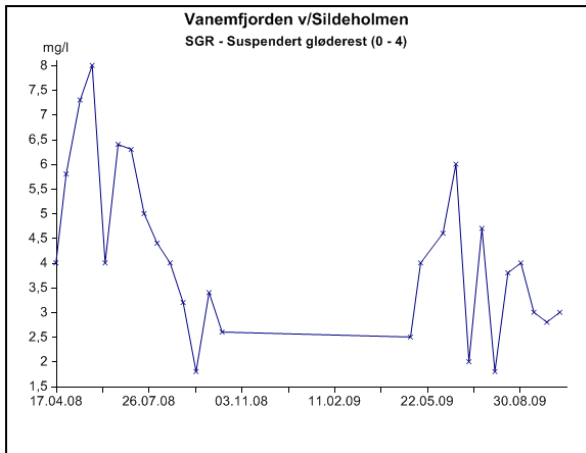
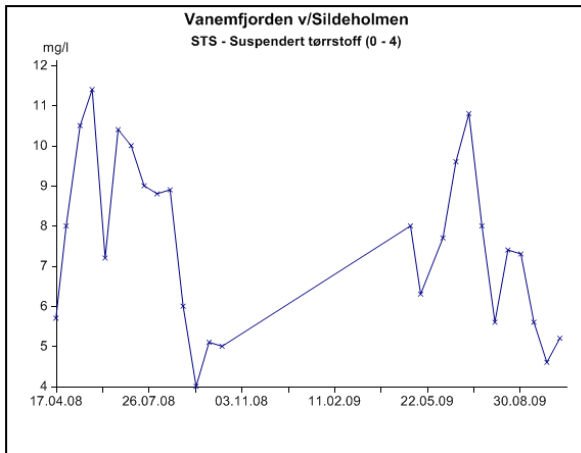
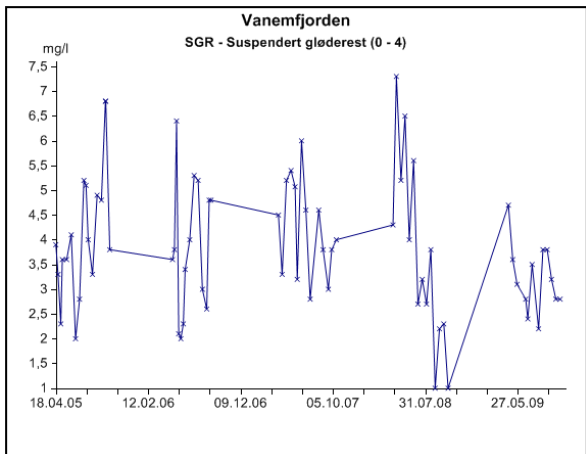
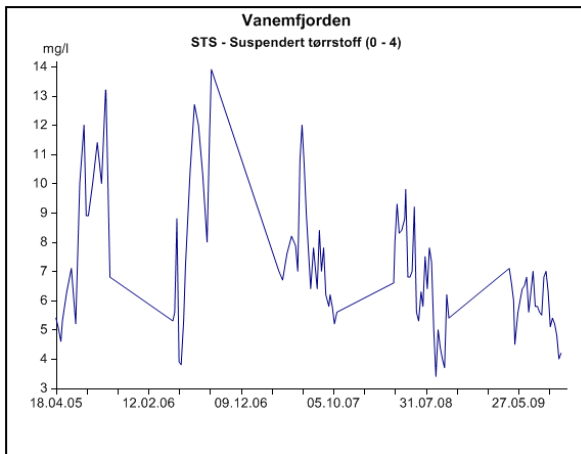
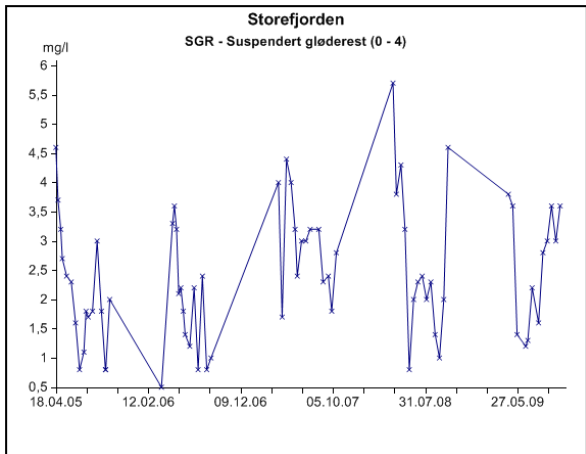
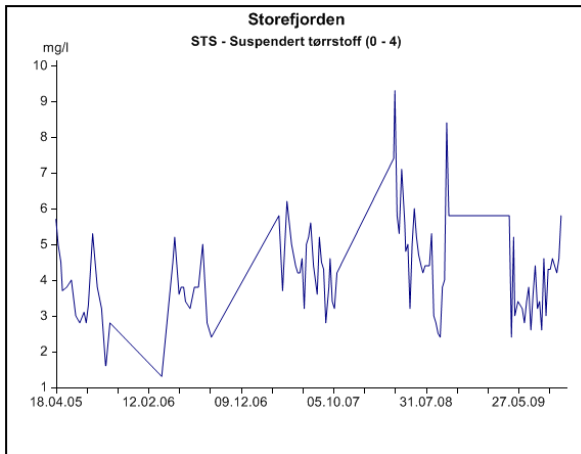


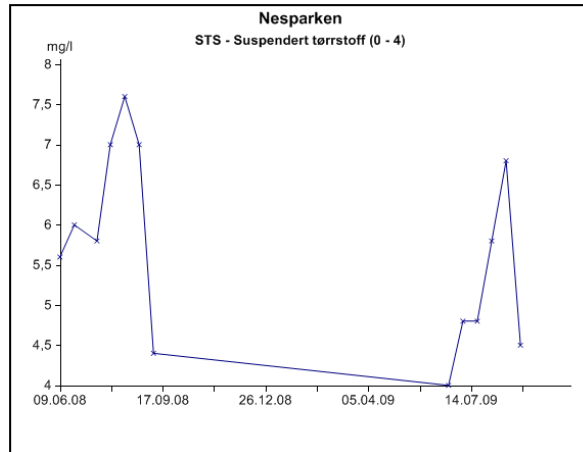
0-2
 2-4
 4-6
 6-8
 8-10
 10-12
 12-14

Oksygenforhold i Vansjø 2009 (i mg O₂ liter⁻¹)

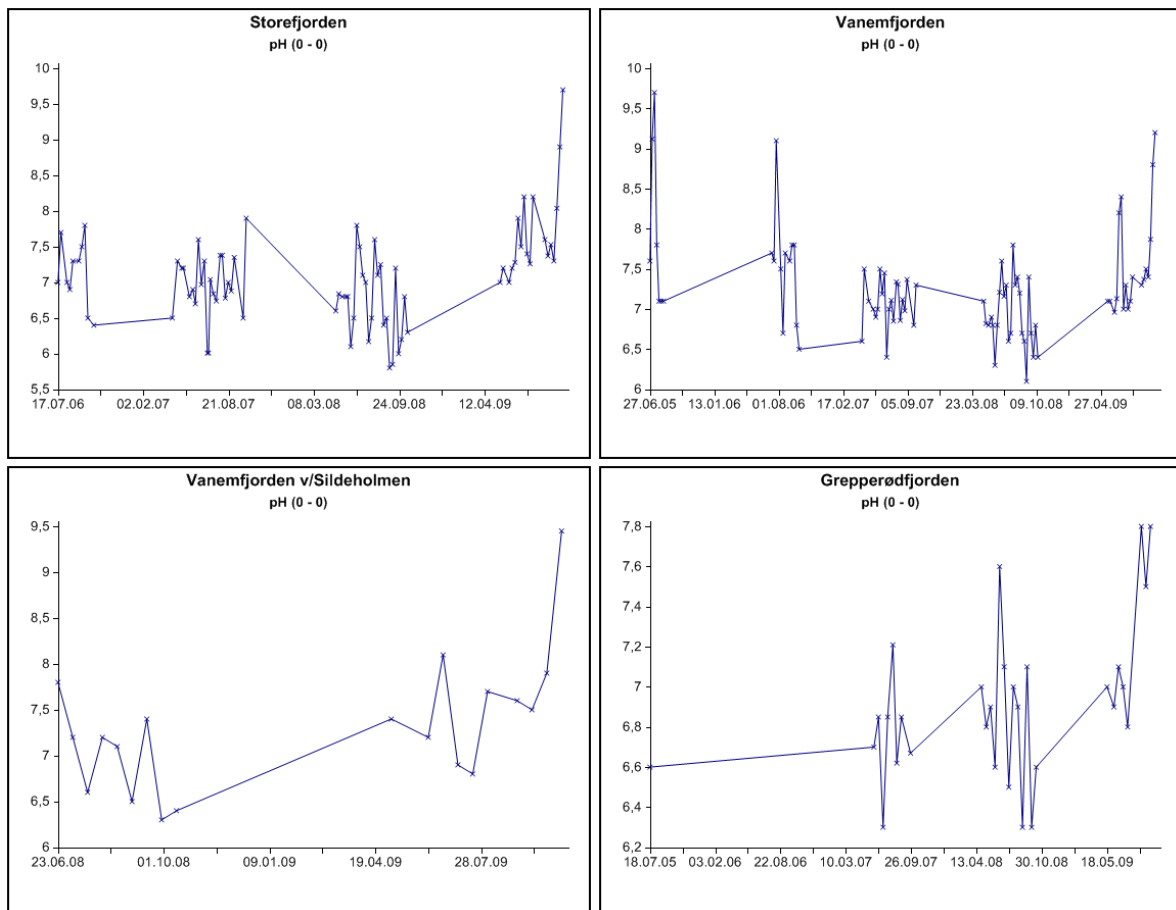


Siktedyp i Vansjø 2005-2009

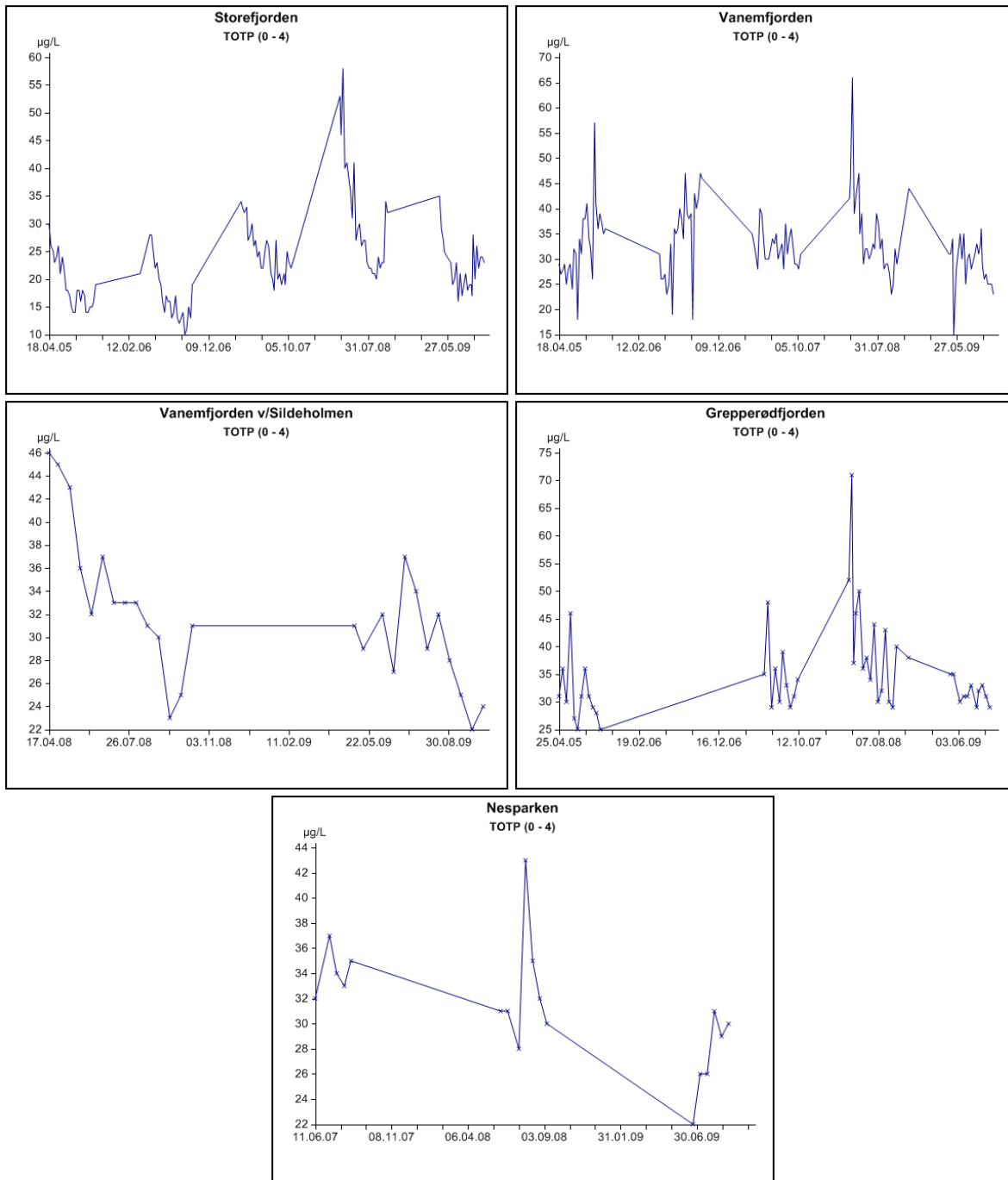




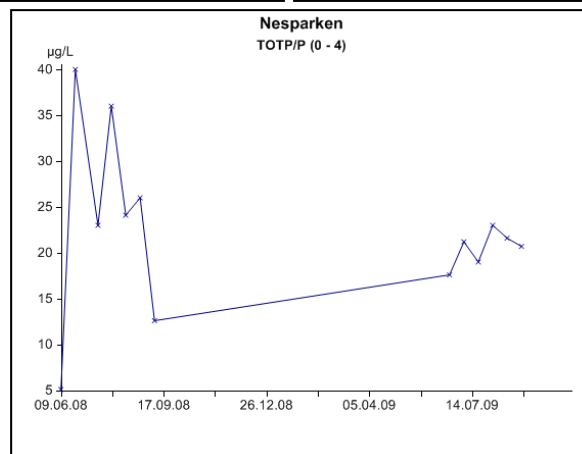
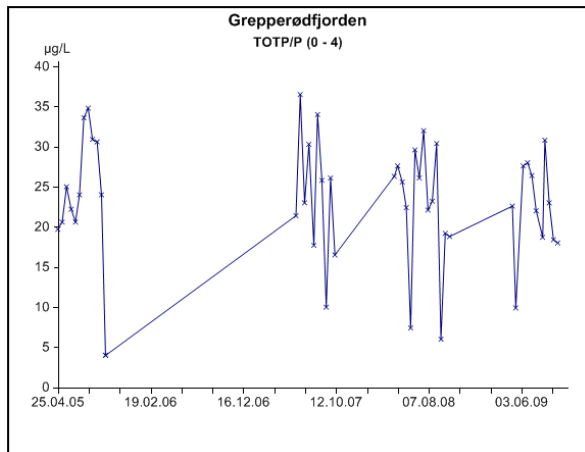
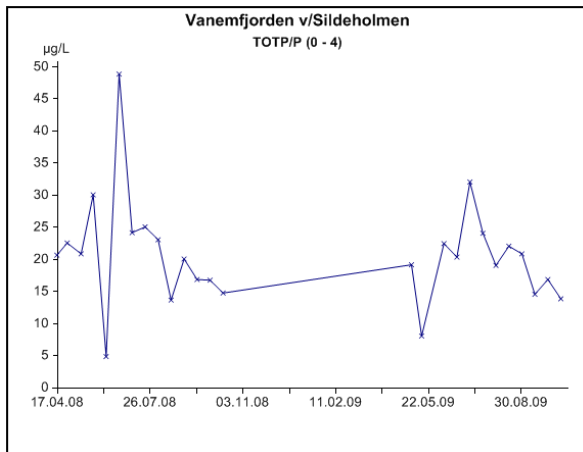
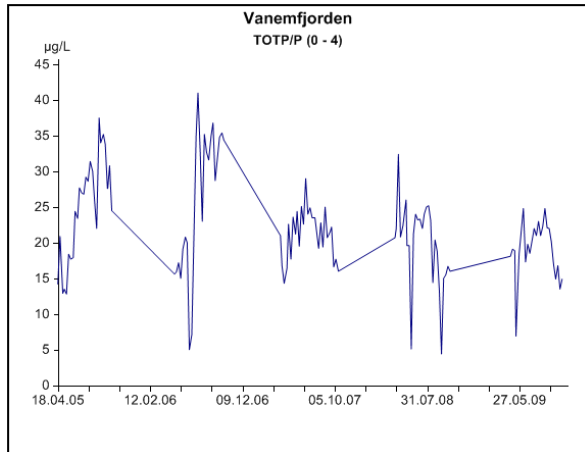
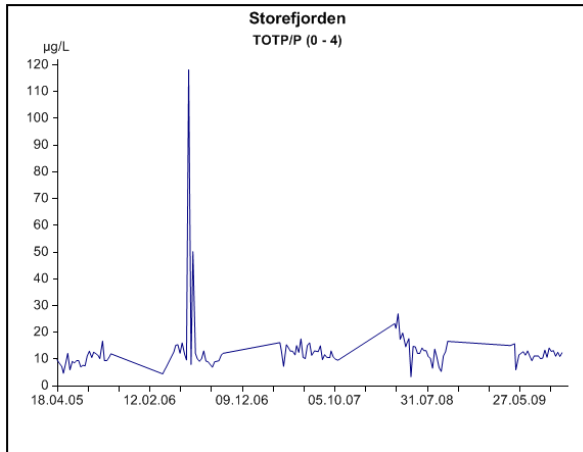
Variasjoner i suspendert tørrstoff (STS) og gløderest (SGR) i Vansjø 2005-2009



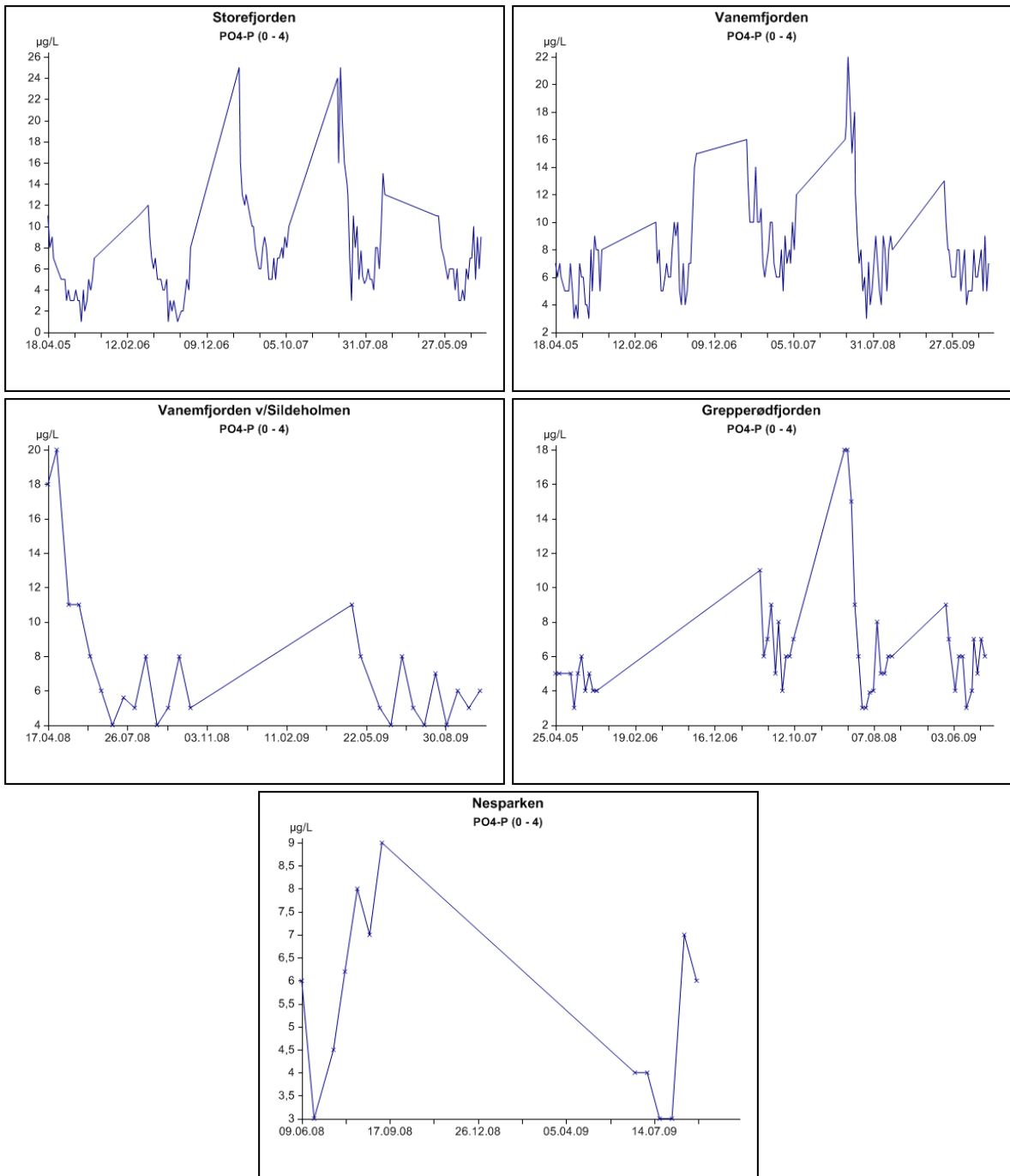
Variasjoner i pH i Vansjø 2005-2009.



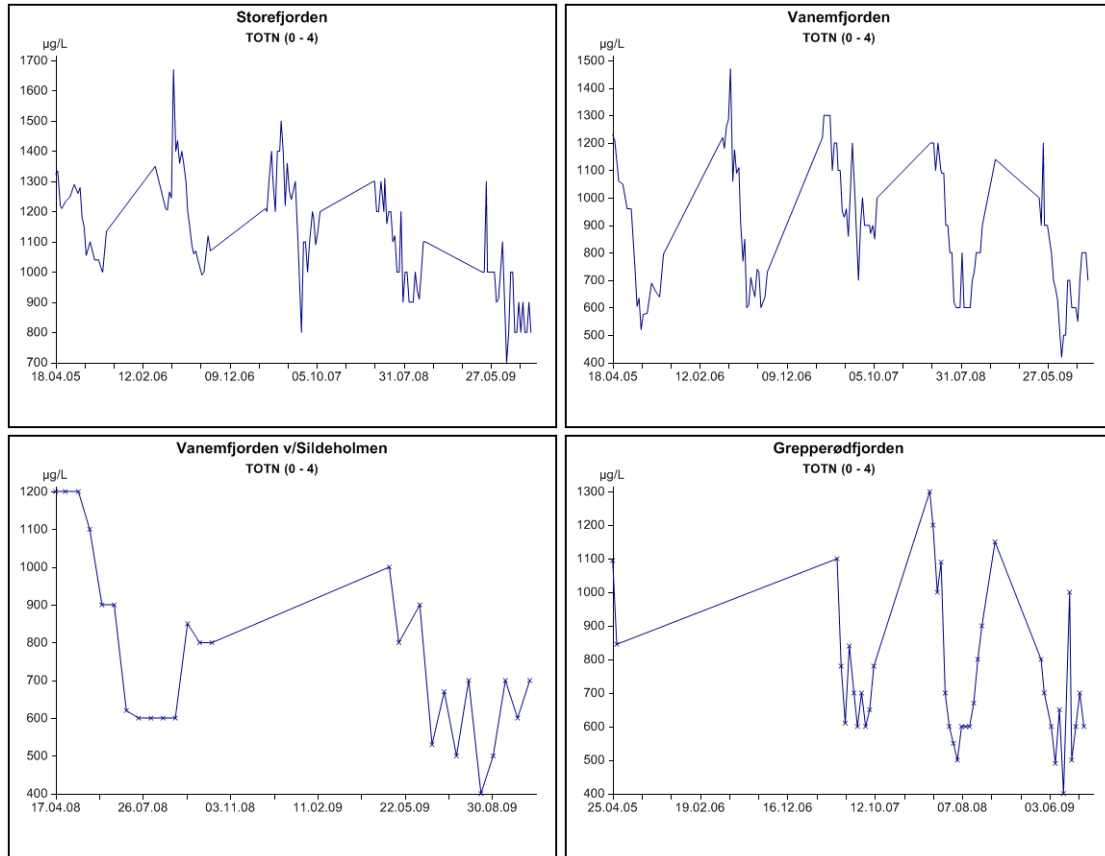
Variasjoner i totalfosfor i Vansjø 2005-2009.



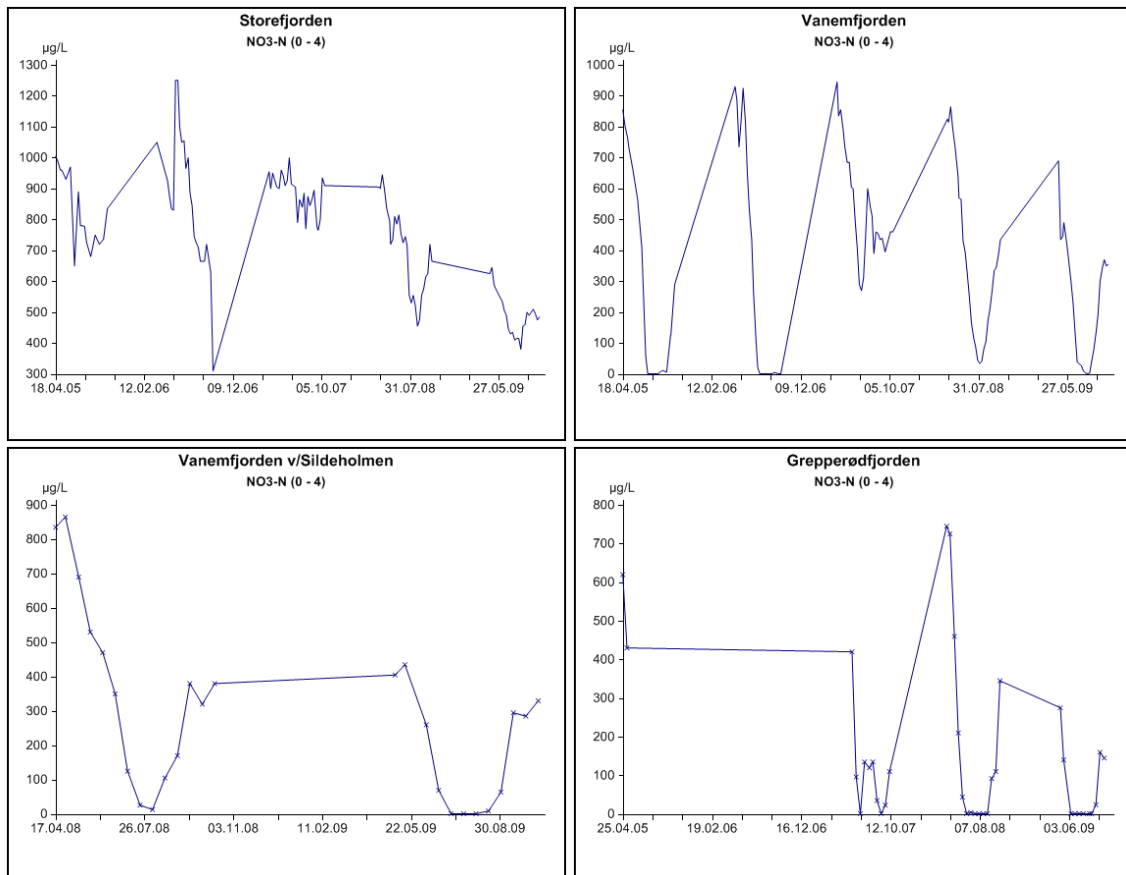
Variasjoner i partikkelbundet fosfor (TOTP/P) i Vansjø 2005-2009



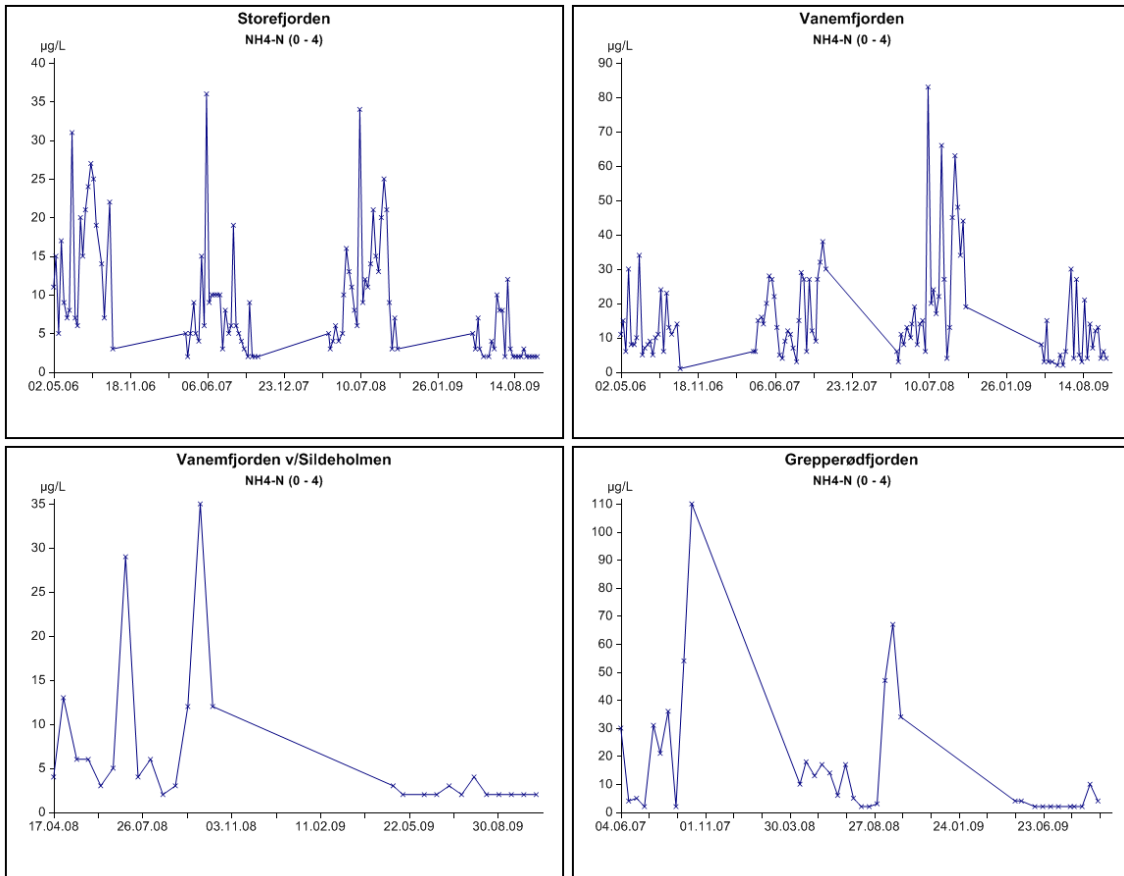
Variasjoner i Orto-fosfat i Vansjø 2005-2009



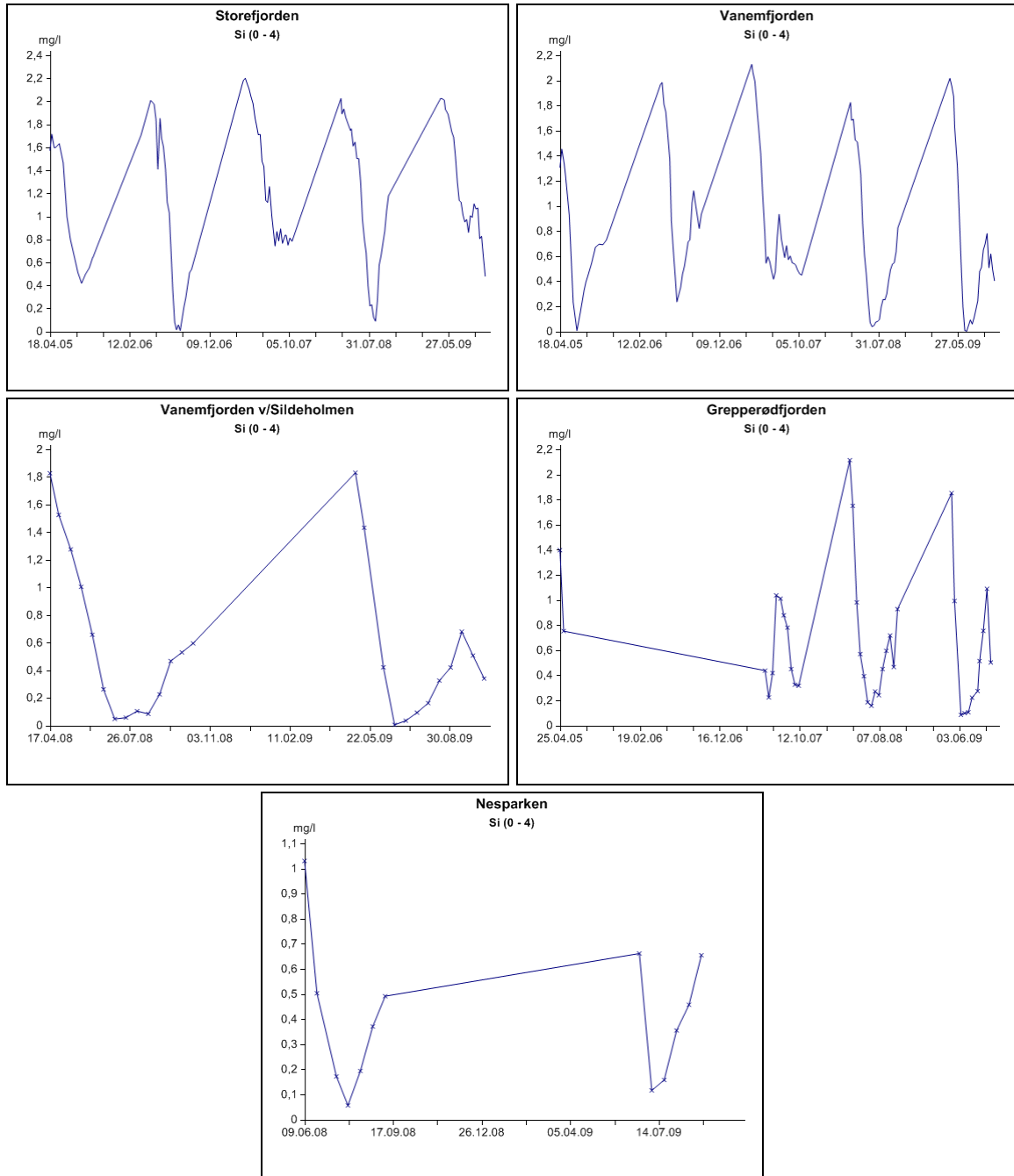
Variasjoner i total nitrogen i Vansjø 2005-2009.



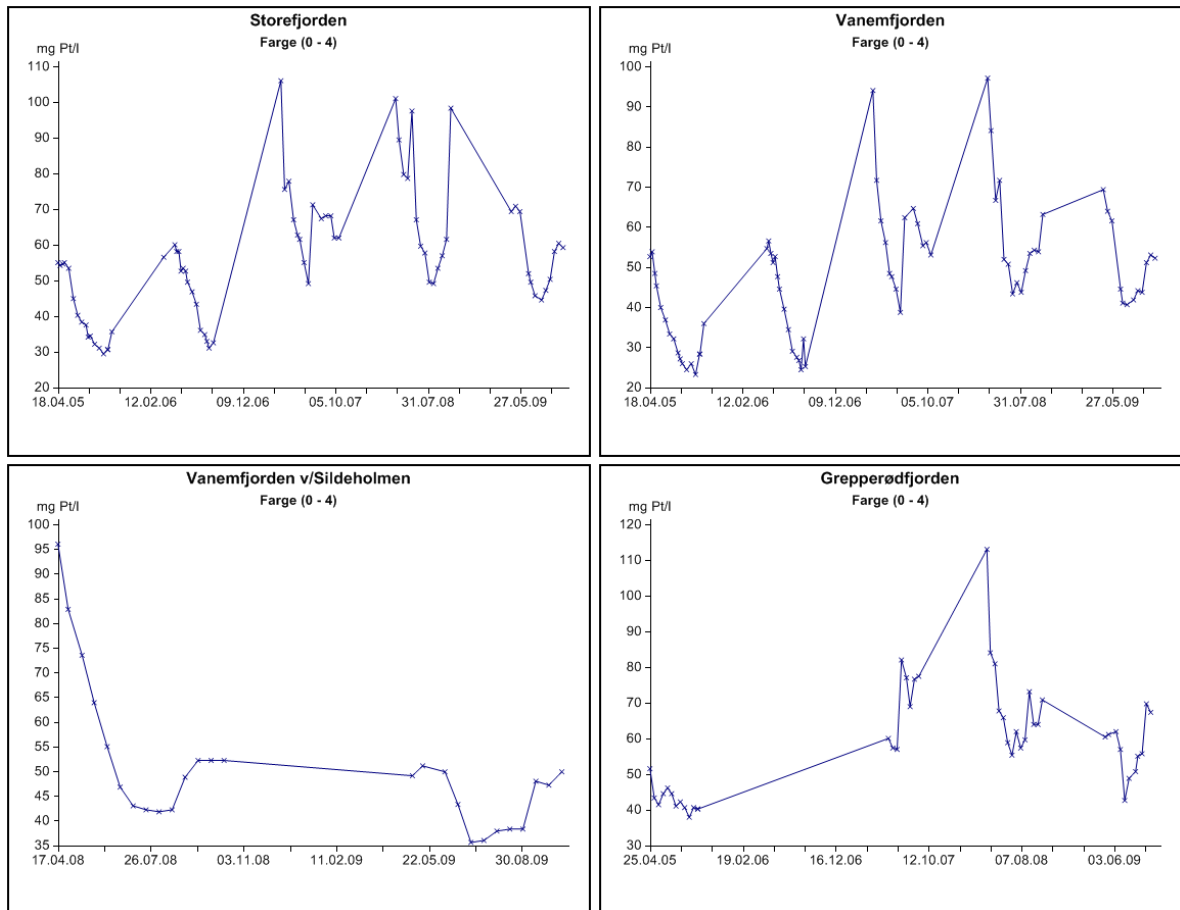
Variasjoner i nitrat konsentrasjon i Vansjø 2005-2009.



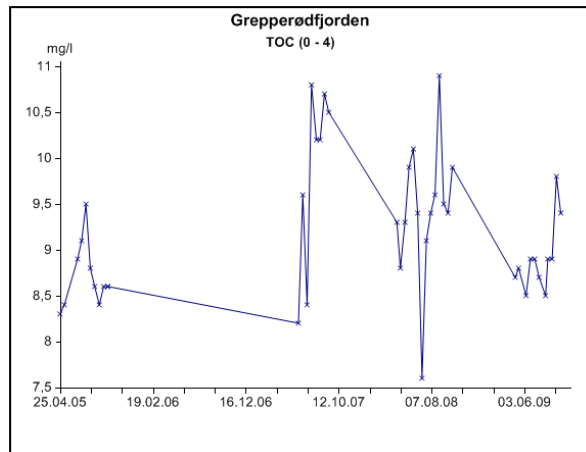
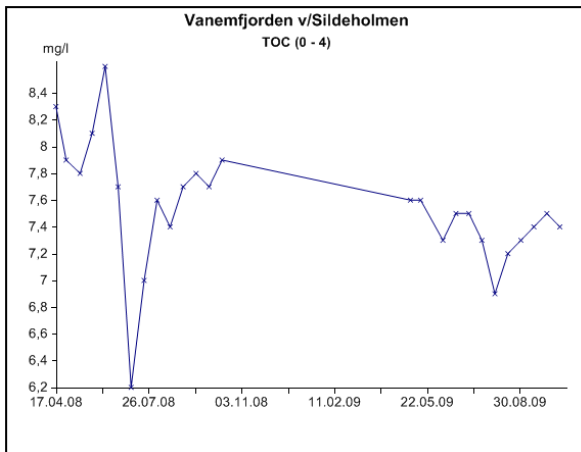
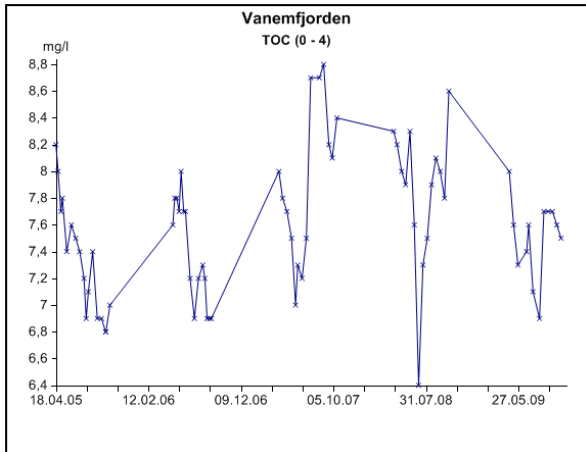
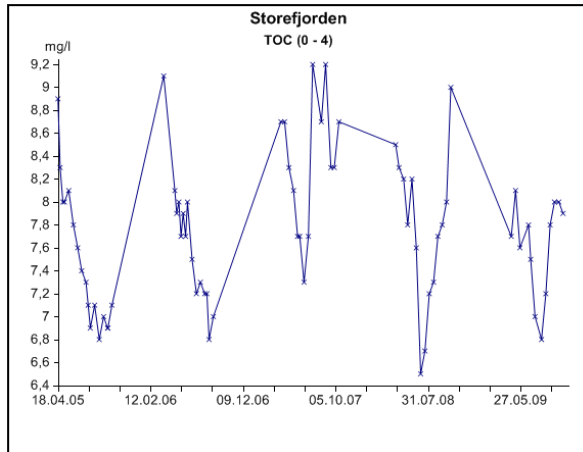
Variasjoner i ammonium konsentrasjon i Vansjø 2006-2009.



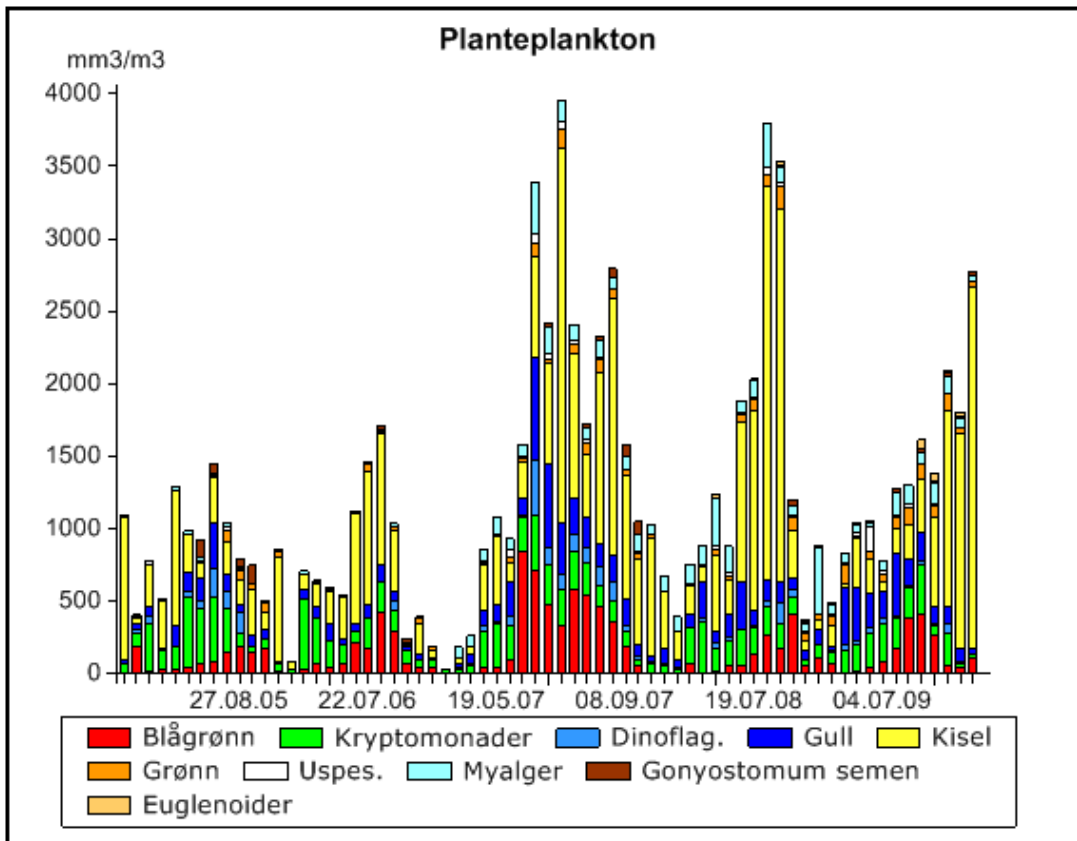
Variasjoner i totalt reaktivt silikat i Vansjø 2005-2009



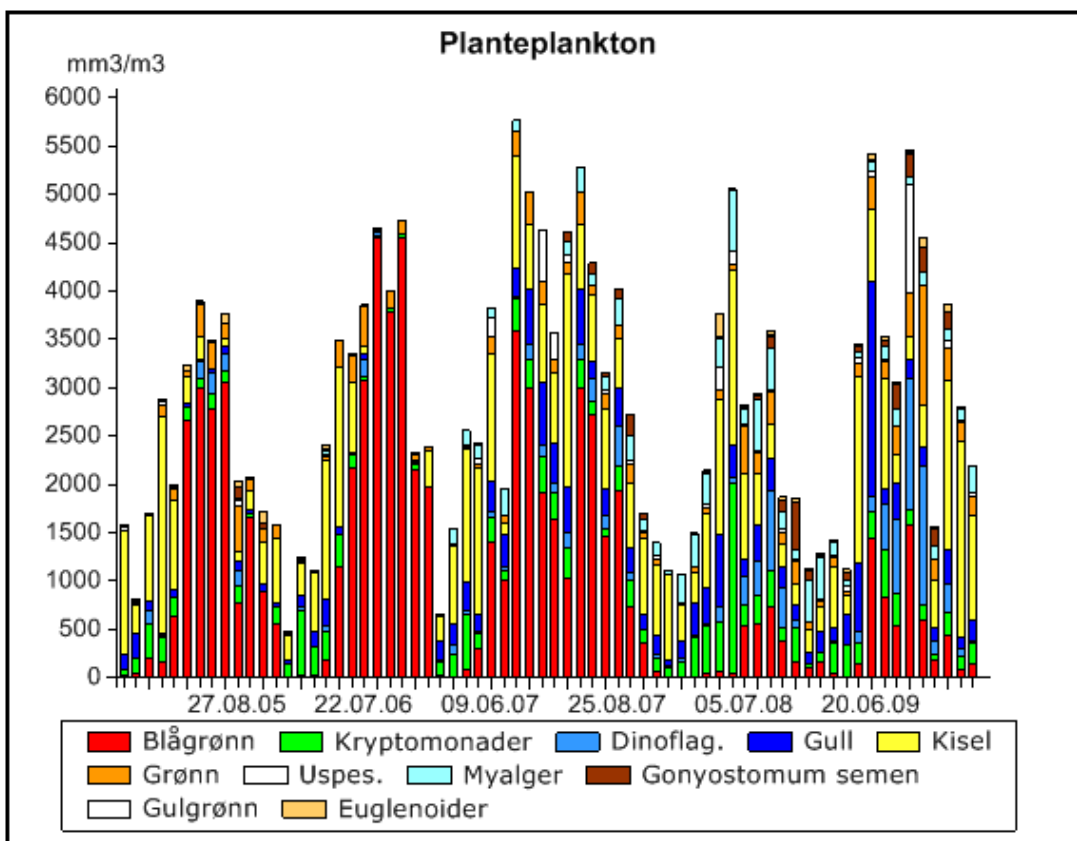
Variasjoner i farge i Vansjø 2005-2009.



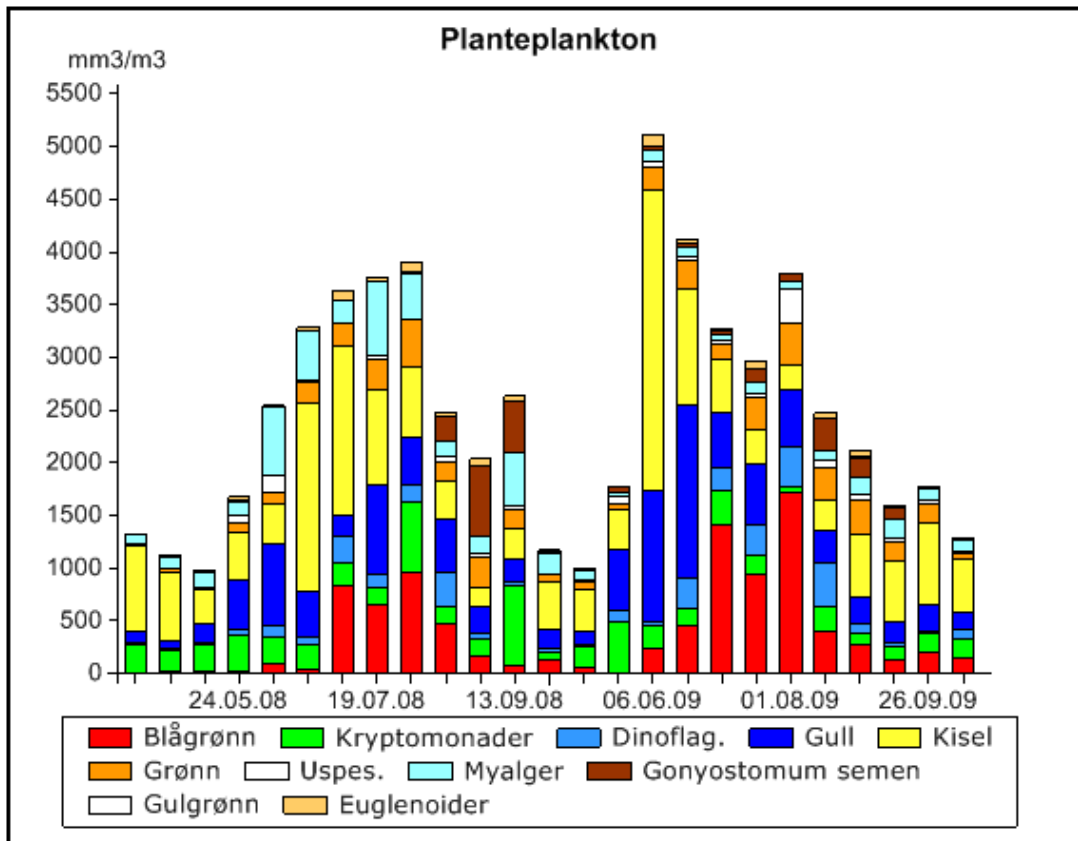
Variasjoner i totalt organisk karbon i Vansjø i 2005-2009.



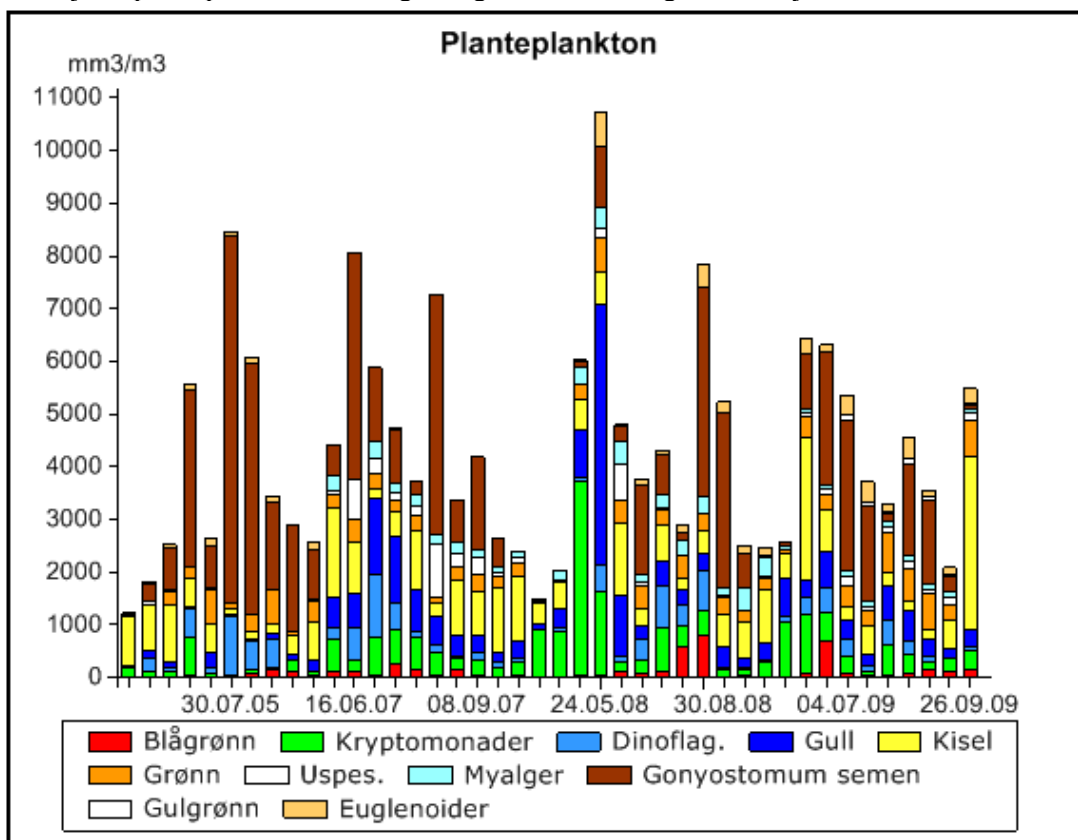
Variasjon i planteplanktonets mengde- og sammensetning i Storefjorden i 2005-2009.



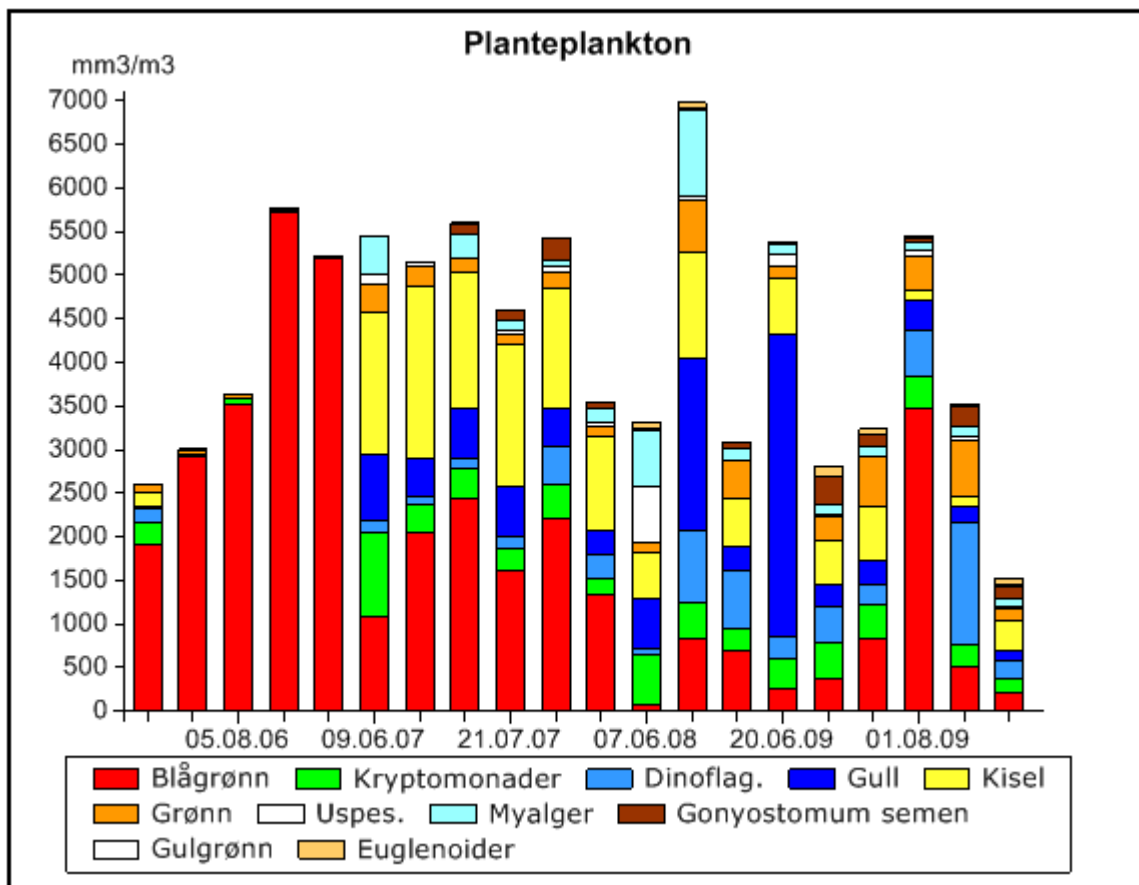
Variasjon i planteplanktonets mengde- og sammensetning i Vanemfjorden i 2005-2009.



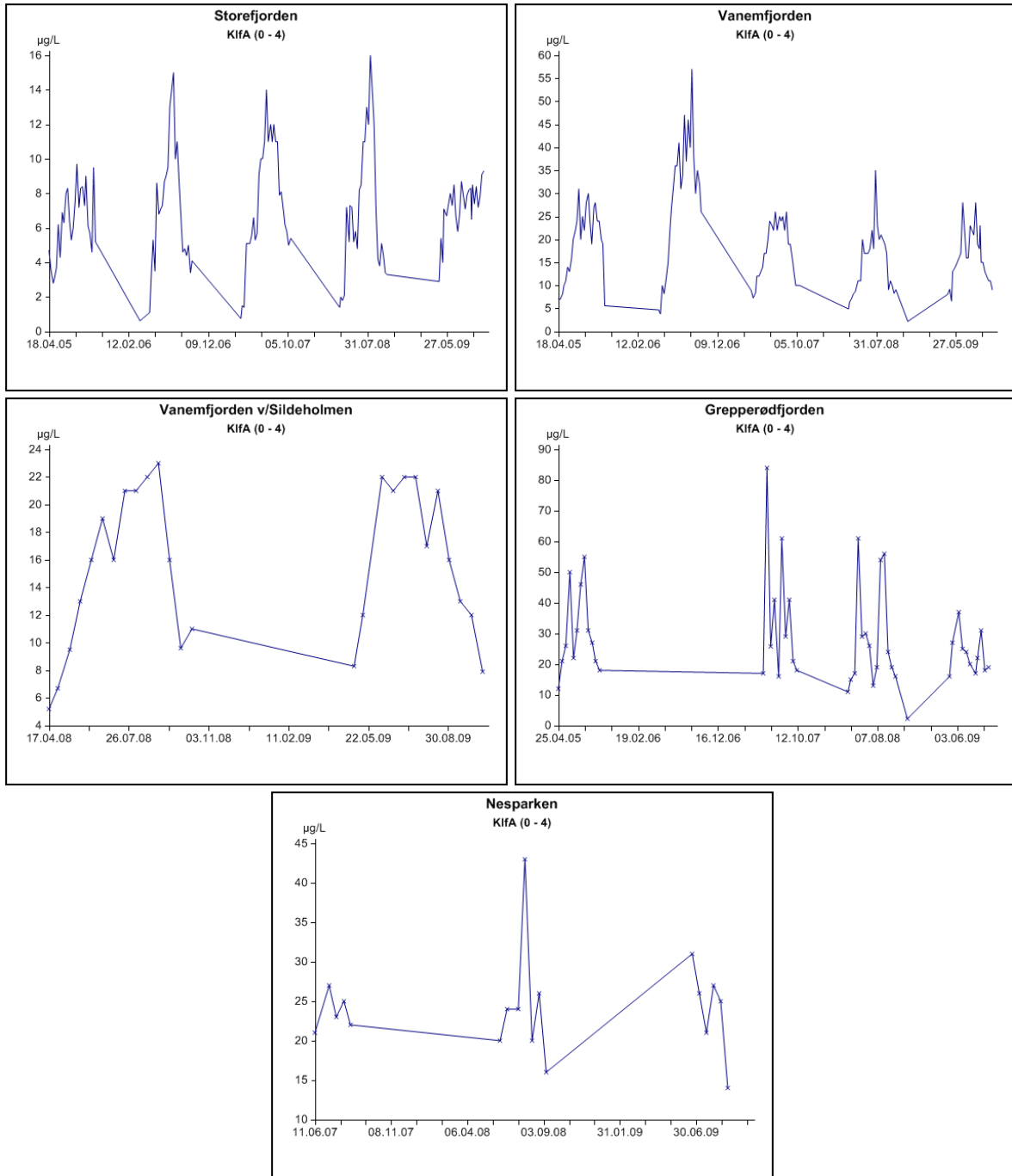
Variasjon i planteplanktonets mengde- og sammensetning i Vanemfjorden v/Sildeholmen i 2008/2009.



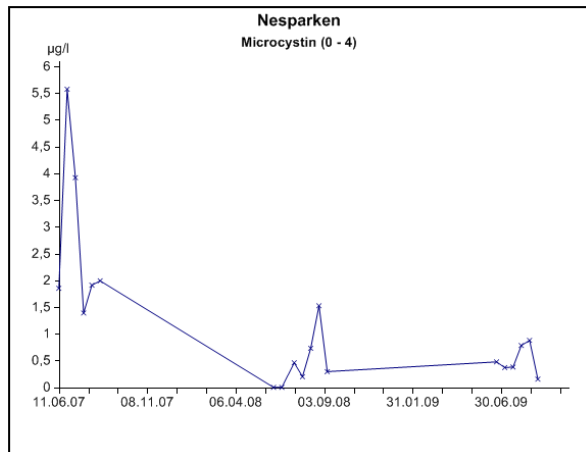
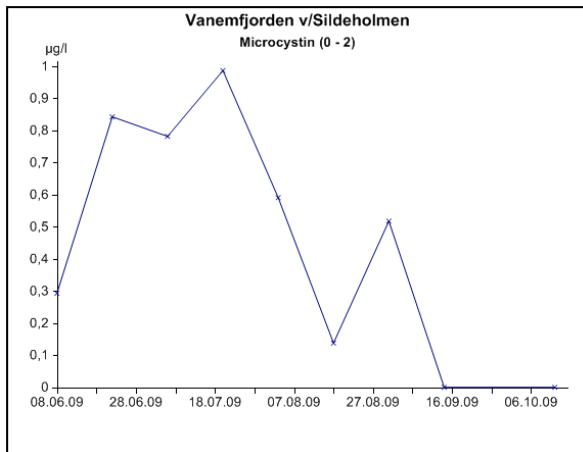
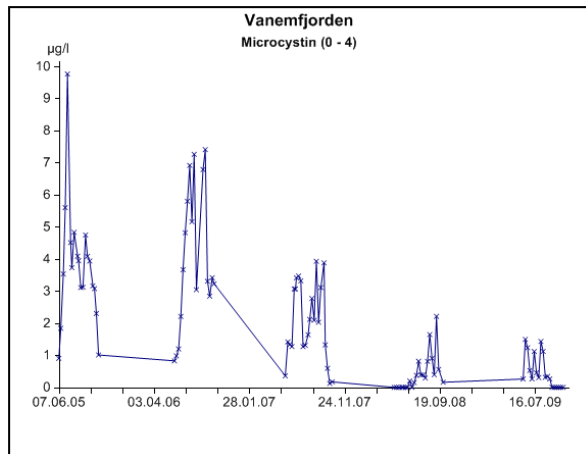
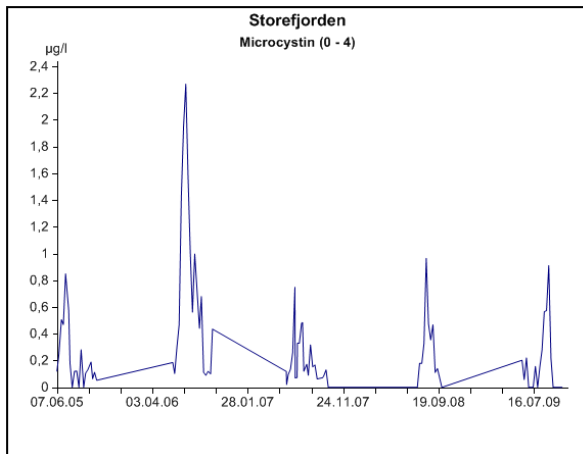
Variasjon i planteplanktonets mengde- og sammensetning i Grepperødfjorden i 2005-2009.



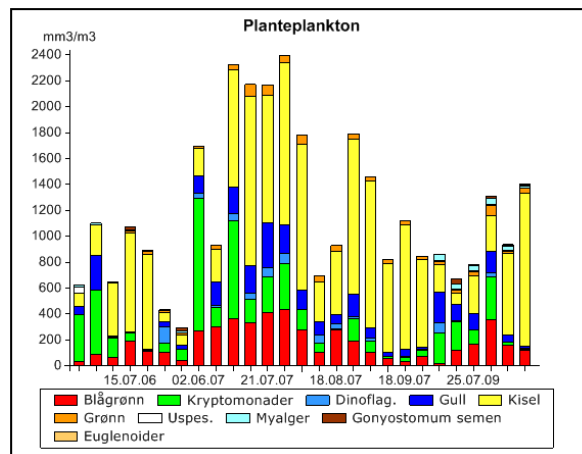
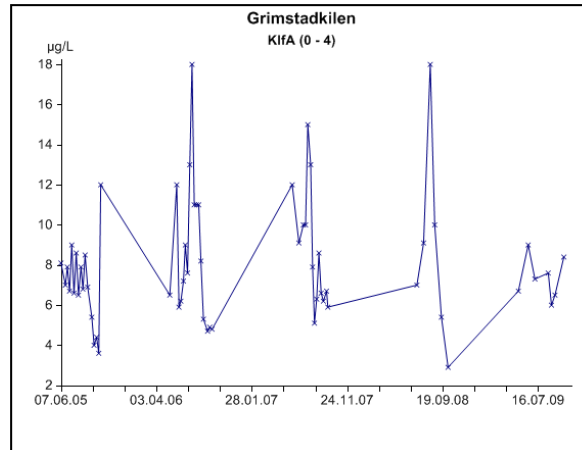
Variasjon i planteplanktonets mengde- og sammensetning i Nesparken i 2006-2009.



Variasjoner i klorofyllkonsentrasjonen i 2005-2009.



Variasjoner i microcystin i Vansjø 2005-2009. I Grepperødfjorden ble det ikke påvist microcystin i 2009.



Variasjon i klorofyll og planteplankton-mengde og -sammensetning i Grimstadkilen

Vedlegg 6. 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 konkurransevne 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

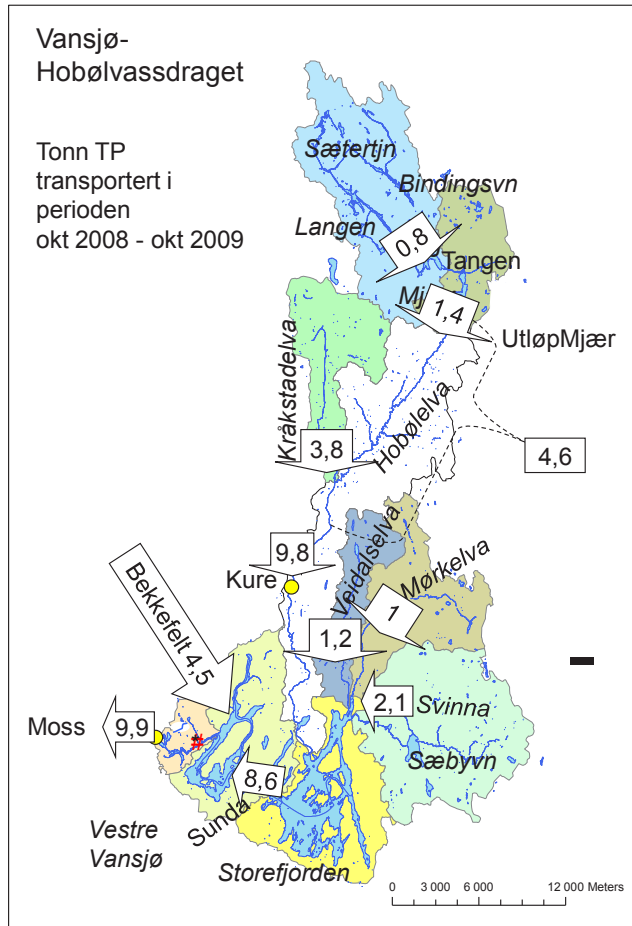
Suspendert stoff er et mål på partikulært materiale (uorganisk og organisk) i vannmassene. Suspendert materiale bestemmes ved at vannet filtreres gjennom et filter og veies. Ved bestemmelse av gløderest gløder man bort det organiske materialet. Gløderesten er et mål på det uorganiske materialet i vannmassene.

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.



Tilstanden i Vansjø- Hobølvassdraget i 2009

Eva Skarbøvik, Marianne Bechmann (Bioforsk), Thomas Rohrlack og Sigrid Haande (NIVA)
E-post: eva.skarbovik@bioforsk.no og marianne.bechmann@bioforsk.no

På oppdrag for Vannområdeutvalget for Morsa har Bioforsk og NIVA i perioden fra oktober 2008 til oktober 2009 utført overvåking av Vansjø og dens tilførselselver/-bekker, samt seks andre innsjøer i nedbørfeltet. Undersøkelsene er finansiert av Klima- og forurensingsdirektoratet (Klif).

I løpet av denne måleperioden ble i alt 19 elve-/bekke-stasjoner, 13 innsjøstasjoner og én kyststasjon prøvetatt og analysert for parametre knyttet til eutrofi (næringsstoffer, partikler, tarmbakterier, m.m.). Resultatene er i sin helhet rapporterte i Skarbøvik, E., Bechmann, M., Rohrlack, T. & Haande, S. 2010. Bioforsk Rapport Vol.5 Nr.12.

Resultatene viser at vannføringsnormaliserte fosfortilførsler i Hobøelva ved Kure og i bekkefeltene til vestre Vansjø var lavere enn forrige år. Andel blågrønnalger i Vanemfjorden de to siste årene er også blitt betydelig redusert i forhold til perioden 2005-2007, samtidig som det er mindre fosfor i vannmassene. Disse endringene kan ha flere ulike årsaker, og det er derfor for tidlig å trekke endelige konklusjoner. Hvis imidlertid fosfornivået fortsetter å synke i kommende år er det sannsynlig at tiltakene som er utført i nedbørfeltet er årsaken.

Konsentrasjoner i elver og bekker

Gjennomsnittlige konsentrasjoner i elver og bekker er vist i tabellen under. Det er relativt store variasjoner fra stasjon til stasjon. De høyeste konsentrasjonene av totalfosfor finnes i bekkene Støa og Huggenes. I elvene er det særlig Kråkstadelva og Veidalselva som har høye konsentrasjoner av totalfosfor. Total nitrogen følger omtrent samme mønster. Tarmbakterier er det flest av i stasjonene i Hobøelva ved Kure og i Kråkstadelva, samt for bekkene Ørejordet, Årvold og Guthus.

Stasjon	STS mg/l	Tot-P µg/l	Tot-N µg/l	PO ₄ -P µg/l	E-koli 90% Antall /100ml
Tangelva	4,0	14	444	1	4
Hobøelva ved Mjær	3,6	18	763	3	52
Kråkstadelva	38,0	86	3036	14	500
Hobøelva v/Kure	15,5	48	1325	9	700
Veidalselva	34,9	72	1127	16	230
Mørkelva	13,3	38	864	8	200
Svinna oppstrøms	20,0	56	1078	11	400
Svinna v/ Klypen	8,1	40	942	7	31
Boslangen	1,4	14	398	2	23
Sundet	4,5	23	974	4	5
Mosseelva	4,9	29	957	5	78
Bekker til V Vansjø:					
Guthus	22	85	2200	33	1200
Sperrebotn	22	73	2000	16	700
Augerød	29	78	1100	14	700
Ørejordet	15	47	2300	7	2400
Årvold	11	48	2200	14	1300
Støa	11	125	3000	43	74
Vaskeberget	19	87	4400	16	62
Huggenes	20	96	4300	23	400
Dalen	2	9	600	0,7	29

Konsentrasjoner i innsjøer

Resultatene av gjennomsnittskonsentrasjoner i innsjøene viser at Sætertjernet og Våg er i god tilstand, mens de fleste andre innsjøene må klassifiseres som moderat tilstand. Unntak er Sæbyvannet, hvor fosfornivået tilsier dårlig tilstand, og Grepperødfjorden, hvor klorofyll a nivået er høyt og gir dårlig tilstand (miljømålet gitt i parantes i tabellen). Vanemfjorden og Grepperødfjorden har høyest algebiomasse:

Innsjø	Total fosfor µg/l	Klorofyll- a µg/L	Total nitrogen µg/l
Sætertjernet	11,6 (16)	5,6 (7,5)	376
Bindingsvannet	12 (16)	10,2 (7,5)	336
Langen	15 (16)	9,5 (7,5)	392
Våg	14,1 (16)	6,9 (7,5)	485
Mjær	19,3 (16)	13,0 (7,5)	678
Sæbyvannet	32,3 (16)	12,3 (7,5)	703
Storefjorden	21 (16)	7,6 (7,5)	921
Grepperødfj.	31 (19)	23,7 (10,5)	640
Vanemfjorden	30 (19)	18,4 (10,5)	742

Innsjø	STS mg/l	Siktedyp m	Biomasse alger mg/ m ²
Sætertjernet	2,2	2,0	804
Bindingsvannet	2,8	2,1	1762
Langen	2,8	1,9	1757
Våg	3,1	1,7	482
Mjær	4,6	1,5	1081
Sæbyvannet	6,9	1,0	1829
Storefjorden	3,9	1,3	1356
Grepperødfj.	5,8	1,2	3195
Vanemfjorden	5,8	1,2	3609

Tilførsler til Vansjø i perioden

Totalt ble det til Storefjorden tilført 13,9 tonn fosfor i perioden fra 16. oktober 2008 til 15. oktober 2009, mens det lokalt til Vestre Vansjø ble tilført 4,5 tonn. Merk at anslagene til Storefjorden er basert på metoden som bruker slamføringskurven. Hvis et snitt av slamføringskurven og lineær interpolasjon benyttes, blir anslaget ca. 11,6 tonn med totalfosfor. Tabellen under viser samlede tilførsler i tonn:

Sted	STS	TP	TN
Tangelva	216	0,8	28
Hobøelva Mjær	294	1,4	60
Kråkstadelva	1 871	3,8	69
Hobøelva Mjær-Kure	1 780	4,6	62
Hobøelva Kure	3 945	9,8	191
Svinna oppstr. Sæby	814	1,8	29
Svinna Klypen Bru	455	1,9	51
Svinna totalt*	502	2,1	57
Mørkelva	604	1,0	24
Veidalselva	784	1,2	19
Til Storefjorden **	5788	13,9	285
Gjennom Sunda	1278	8,6	297
Til Vestre Vansjø ***	957	4,5	
Mosseelva	1793	9,9	330

* Kan sammenlignes med Svinna foregående år.

** Lokale bekkefeil til Storefjorden og evt tilførsler/ ras nedstrøms målestasjonen ikke medberegnert.

*** Lokale tilførsler fra bekker, inkludert umålte felt.

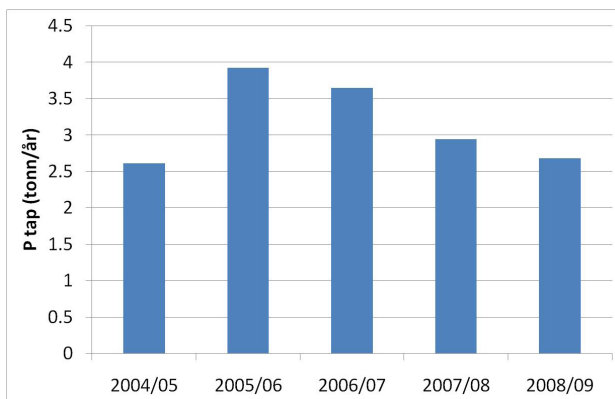
Vannføring i perioden

Nedbør- og vannføringsforhold var relativt normale i perioden, og bare noe over normalen i Hobøelva ved Høgfoss.

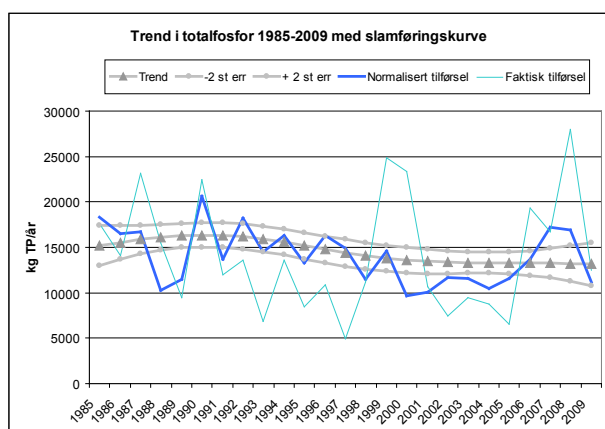
Utvikling i tilførsler

For tilførsler til Vestre Vansjø tyder resultatene på en svakt fallende trend i vannføringsnormaliserte fosfortilførsler fra 2005/06 og fremover. Det er ikke gjort statistiske analyser av denne trenden.

Utviklingen i tilførsler av totalfosfor i elver til Storefjorden i samme periode viser at det har vært få endringer i de tre mindre elvene (Svinna, Mørkelva og Veidalselva).



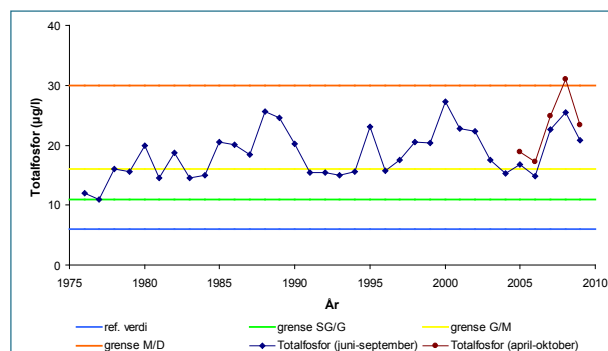
I Hobøelva ved Kure er det utført trendanalyser for perioden 1985-2009 basert på vannføringsnormaliserte tilførsler. Både for totalfosfor og partikler har det vært en økning i fra 1985 og til starten av 1990-tallet, deretter var det en nedgang på 1990-tallet, og på 2000-tallet har kurven flatet ut. Nitrogentilførslene i Hobøelva viste en nedadgående trend fra omlag 270 tonn på midten av 1980-tallet, til omlag 215 tonn i 2009. Figuren under viser trendkurven for totalfosfor:



Analyser som Bioforsk har utført gir grunn til å tro at det på 2000-tallet har vært klimatiske forhold som gir færre tørkehendelser. Dette kan gi høyere grunnvannsstand i elvebredder, som igjen kan føre til ustabilitet. De mange rasene som har gått både i Hobøelva og i andre sideelver til Storefjorden bekrefter denne hypotesen. Det er derfor ikke usannsynlig at de mange tiltakene som er utført i nedbørfeltet kan forklare årsaken til at vi på 2000-tallet ikke ser en økning, men en mer stabil partikkel- og fosfortilførsel.

Utvikling i Storefjorden

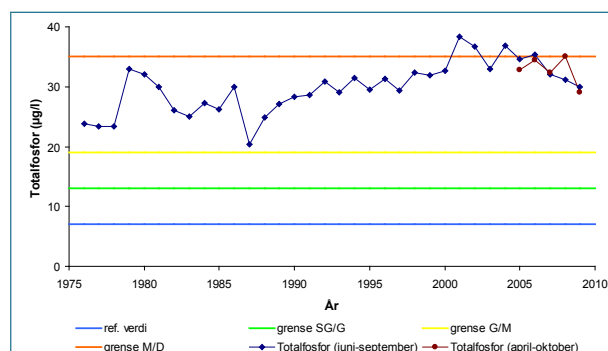
Utvikling av totalfosfor i Storefjorden er bl.a. styrt av mengden erosjonspartikler fra nedbørfeltet og dermed av nedbørmengde, vannføring og evt. ras. Ca 26 % av variasjonen i fosforkonsentrasjon i dette bassenget kan forklares med nedbørvariasjoner. De tre siste årene var preget av en uvanlig stor sommerflom i 2007 og store ras i nedbørfeltet i 2008, med antatt fortsatt virkning i 2009.



Utvikling i Vanemfjorden

De to siste årene har andel blågrønnalger blitt betydelig redusert i forhold til perioden 2005-2007.

Siden 1985 var det en svak økning i fosforinnhold fram til 2000. Flommen i 1999/2000 medførte en ytterligere økning. Etter 2000 har fosforkonsentrasjonen sunket igjen. Dette peker på at flomhendelser kan ha en eutrofieringseffekt som påvirker vannkvaliteten i flere år etterpå.



Nedgangen i fosformengde i vannmassene i Vanemfjorden etter 2000 og særlig etter 2006 kan ha flere årsaker:

- Tildels en naturlig selvrensing av systemet etter flommen, som dessverre kan motvirkes av resuspensjon.
- Tiltak i nedbørfeltet, dette understøttes av reduserte fosfortilførsler fra lokalfelt til Vanemfjorden.
- De kraftige blågrønnalgeoppblomstringene i 2001-2006 kan ha gitt kunstig høye fosforverdier i blandingsprøven i overflatelaget (0-4m) i august og september (prøvene inkluderer alge-bundet fosfor); etter 2006 blir denne effekten mindre siden det var færre alger i vannet.

Samtidig er årsgjennomsnittet av fosfor for 2009 identisk med nivået før flommen i 1999/2000 (begge ca. 30 µg/l). Det er derfor for tidlig å trekke endelige konklusjoner om årsaken til nedgang, men hvis denne nedadgående trenden fortsetter i 2010 er det sannsynlig at reduksjonen i fosforinnholdet skyldes tiltak i nedbørfeltet.

Utvikling i andre innsjøer

Utviklingen i de seks innsjøene kan oppsummeres som følger:

- I **Sætertjernet** har det skjedd en liten økning i Tot-P og planteplanktonbiomasse de siste tre årene.
- Det har skjedd en økning i biomassen av planteplankton i **Langen** de siste to årene, og dette kan skyldes en økende dominans av algen *Gonyostomum semen*.
- I **Våg** har nivået holdt seg stabilt både mht Tot-P (12-13 µg/l) og planteplankton-biomassen (0,5-1 mg/l).
- I **Mjær** har det vært en nedgang i Tot-P-konsentrasjon etter 2002 tilbake til samme nivå som før 2000. Algebiomassen er også redusert de siste to årene.
- I **Sæbyvannet** viser innholdet av Tot-P og klorofyll fortsatt høye verdier, men nivået er noe lavere enn i 2000-2001 (kun spredte analysedata foreligger).
- Det foreligger ingen langtidsdata fra **Bindingsvannet**.

Vannkvaliteten i Mossesundet

Kjemisk vannkvalitet i Mossesundet blir påvirket av tilførsler av ferskvann fra Vansjø. Innhold av fosfor, nitrogen og partikler økte med mer enn 100% i overflatevannet under nedtappingen av Vansjø i august. Samtidig økte konsentrasjonen av klorofyll betydelig, noe som trolig skyldes tilførsler av blågrønnalger fra innsjøen. I begynnelsen av august og i september ble det observert relativt store mengder blågrønnalger på overflaten av Mossesundet. Dette tyder på en betydelig transport av biomasse fra innsjøen. Imidlertid brytes algene ned noen få dager etter at de kommer ut i saltvannet. Algegiften microcystin ble kun funnet i august og konsentrasjonen var lav (0,22 µg/l) og uten betydning for verken menneskers helse eller livet i Mossesundet.

Fosforbudsjettet

Kartene til høyre viser fosforbudsjettet som årlige vannføringsnormaliserte verdier av et gjennomsnitt for hhv perioden 2005-2007, og oktober 2008 - oktober 2009. I Hobøelva er tilførslene i 2008/2009 ca. 4 tonn lavere enn i 2005-2007. (Enkelte av beregningene her er et gjennomsnitt av to interpoleringsmetoder, og dessuten vannføringsnormaliserte, og avviker derfor noe fra kartet på forsiden og tabellen over transportverdier på s.2.) Det var også lavere tilførsler til vestre Vansjø i 2009.

