

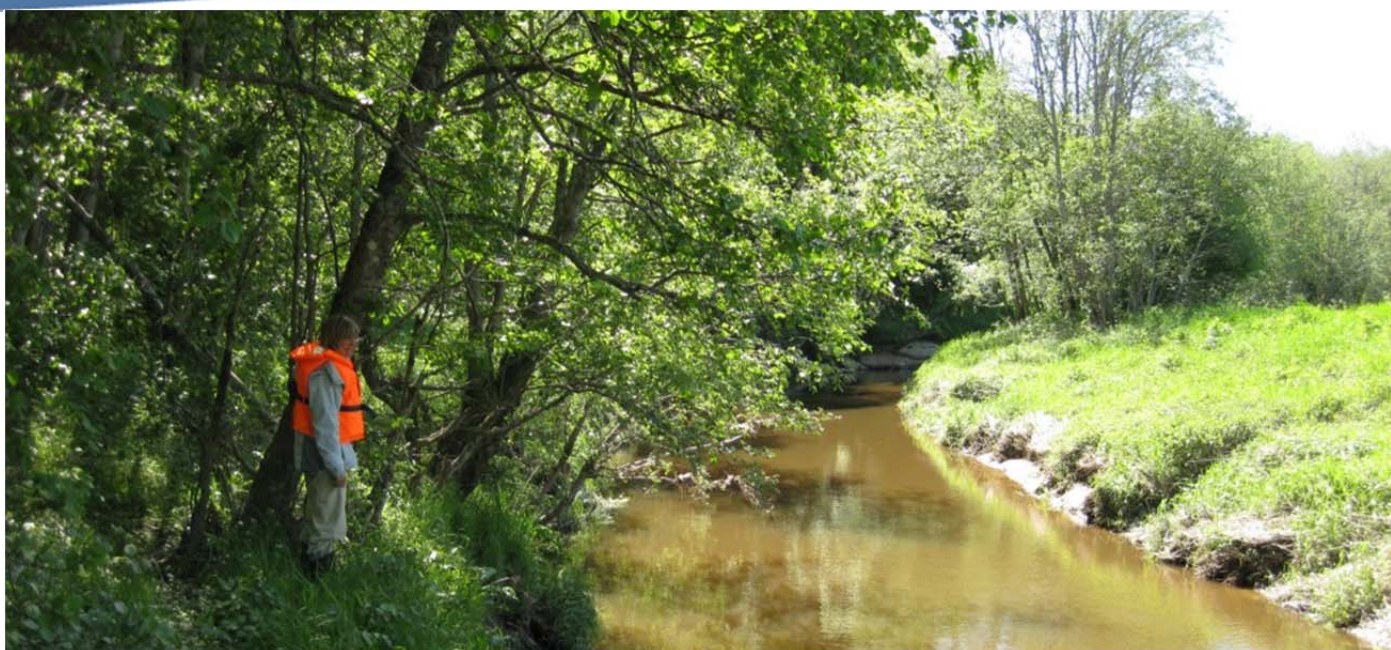
# Bioforsk Rapport

Vol. 9 Nr. 35 2014

## Overvåking Vansjø/Morsa 2012-2013

Resultater fra overvåking av innsjøer, elver og  
bekker i perioden oktober 2012 - oktober 2013

Eva Skarbøvik, Sigrid Haande, Marianne Bechmann, Birger Skjelbred og Hans-Olav  
Eggestad



*Forsidefoto: Hobøelva. Foto: E. Skarbøvik*

<p><i>Tittel:</i>          Overvåking Vansjø/Morsa 2012-2013          Resultater fra overvåkingen i perioden oktober 2012 til oktober 2013</p>
<p><i>Forfattere:</i>          Eva Skarbøvik (Bioforsk), Sigrid Haande (NIVA), Marianne Bechmann (Bioforsk), Birger Skjelbred (NIVA), Hans-Olav Eggestad (Bioforsk)</p>

<i>Dato:</i> 28 februar 2014	<i>Tilgjengelighet:</i> Åpen	<i>Prosjekt nr.:</i> 8618	<i>Saksnr.:</i> -
<i>Rapport nr.:</i> 35 (Vol. 9)	<i>ISBN-nr.:</i> 978-82-17-01239-9	<i>Antall sider:</i> 121 + vedlegg	<i>Antall vedlegg:</i> 6

<i>Oppdragsgiver:</i> Vannområdeutvalget Morsa	<i>Kontaktperson:</i> Carina Rossebø Isdahl
---	--

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

<p><i>Sammendrag:</i>          Rapporten gir resultater fra overvåkingen av Vansjø, fire innsjøer oppstrøms i nedbørfeltet, tilførselselver til Storefjorden og tilførselsbekker til vestre Vansjø i perioden oktober 2012 – oktober 2013. Rapporten inneholder oversikter over gjennomsnittskonsentrasjoner i bekker, elver og innsjøer, tilførselsberegninger til Vansjø og Sæbyvannet, samt trendanalyser for stasjoner hvor det finnes data tilbake i tid. Et fosforbudsjett er også beregnet for vassdraget. Det er utarbeidet et faktaark som oppsummerer undersøkelsene; dette er lagt inn bakerst i rapporten som et utvidet sammendrag.</p>
--

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

Godkjent

Prosjektleder




Per Stålnacke  
 Forskningsjef

Eva Skarbøvik  
 Seniorforsker



## Forord

---

Med finansiering fra Miljødirektoratet (tidligere Klif) har Vannområdeutvalget for Morsa siden 2005 sørget for overvåking og undersøkelser i Vansjø/Morsavassdraget. Undersøkelsene i perioden oktober 2012 – oktober 2013 er utført av et konsortium bestående av Bioforsk Jord og miljø og Norsk institutt for vannforskning (NIVA). Undersøkelsene er en videreføring av tidligere års overvåking.

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

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

Prosjektet har hatt følgende medarbeidere:

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

Innsjøer: Sigrid Haande (NIVA) har analysert og rapportert resultatene fra Vansjø og de fem andre innsjøene i nedbørfeltet. Birger Skjelbred (NIVA) har hatt ansvaret for planteplanktonanalyse, samt beregning av indekser og beskrivelse av planteplankton-samfunnet i de aktuelle innsjøene. 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 Annelene Pengerud og Per Stålnacke, Bioforsk (tilførsler og overordnet kvalitetskontroll av rapporten) og Karl Jan Aanes, NIVA (innsjøer).

Oppdragsgivers kontaktperson har vært daglig leder ved Vannområdeutvalget Morsa, Carina Rossebø Isdahl, som takkes for konstruktivt samarbeid underveis.

Ås februar 2014



*Eva Skarbøvik*



# Sammendrag

---

Sammendrag er gitt som et faktaark bakerst i rapporten (Vedlegg 6).





# Innhold

---

1.	Innledning.....	11
1.1	Målsetning .....	11
1.2	Rapportens innhold og oppbygging .....	11
1.3	Vannområde Morsa og Vansjø-Hobølvassdraget .....	11
1.4	Innsjøene oppstrøms Vansjø .....	14
1.5	Innsjøen Vansjø .....	14
1.6	Meteorologi og hydrologi i rapporteringsperioden .....	15
1.7	Vannforskriften .....	18
2.	Metodikk .....	20
2.1	Prøvetaking i Vansjø .....	20
2.2	Prøvetaking i øvrige innsjøer .....	20
2.3	Prøvetaking i elver og bekker .....	22
2.4	Hydrologi og tilførselsberegninger.....	23
3.	Innsjøer oppstrøms Vansjø.....	24
3.1	Sætertjernet .....	24
3.2	Bindingsvannet.....	26
3.3	Langen .....	33
3.4	Våg.....	40
3.5	Mjær.....	47
3.6	Sæbyvannet .....	54
4.	Tilførsler fra elver og bekker .....	61
4.1	Gjennomsnittlige konsentrasjoner av målte stoffer .....	61
4.2	Sammenligning med tidligere års konsentrasjoner .....	63
4.3	Tilførsler i rapporteringsperioden 2012-13.....	67
4.4	Vannføringsnormaliserte fosfortilførsler.....	70
4.5	Arealspesifikk transport fra nedbørfeltene .....	72
4.6	Tidsutvikling av tilførsler .....	76
5.	Vansjø – innsjøresultater.....	83
5.1	Resultater fysisk-kjemiske forhold .....	83
5.2	Resultater biologiske forhold .....	92
5.3	Undersøkelser i Grimstadkilen .....	96
5.4	Situasjonen i 2013 sammenlignet med tidligere år og vurdering av Vansjø i forhold til miljømålene.....	97
6.	Konklusjon og oppsummering .....	110
6.1	Konsentrasjoner i elver og bekker i forhold til miljømålene .....	110
6.2	Miljøtilstanden i innsjøene sett i forhold til miljømålene .....	111
6.3	Transport av fosfor i overvåkingsperioden .....	113
6.4	Næringsstoffbudsjett for vassdraget 2005-2013.....	114
6.5	Utvikling av tilførsler .....	118
6.6	Langtidsutvikling i Vansjø.....	118
6.7	Utvikling i de seks andre innsjøene .....	119
7.	Referanser.....	120
	Vedlegg .....	123
	Vedlegg 1: Ordliste .....	124
	Vedlegg 2. Metodikk - informasjon om prøvetaking, frekvens og parametre.....	127
	Vedlegg 3: Utfyllende informasjon om innsjøer oppstrøms Vansjø .....	134
	Vedlegg 4. Utfyllende informasjon om trendanalyser .....	145
	Vedlegg 5. Utfyllende informasjon om Vansjø (Figurer) .....	146
	Vedlegg 6. Faktaark (Utvidet sammendrag) .....	163



# 1. Innledning

---

## 1.1 Målsetning

Dette prosjektet har hatt som mål å gjennomføre overvåking og undersøkelser i Vansjø, fem andre innsjøer, samt i elver og bekker i vannområde Morsa i perioden oktober 2012 - oktober 2013. Sætertjern overvåkes hvert 3. år, og inngår ikke i overvåkingen i 2012/2013.

Prosjektets oppdragsgiver er Vannområdeutvalget Morsa, og arbeidet er finansiert av midler fra Klima- og miljødepartementet, tildelt gjennom Miljødirektoratet.

## 1.2 Rapportens innhold og oppbygging

Denne rapporten presenterer de samlede resultatene fra overvåking og undersøkelser i innsjøen Vansjø og dens nedbørfelt, herunder tilførselsbekker og -elver, samt utløpselva Mosseelva. Det rapporteres også fra Sæbyvannet i Østfold fylke, samt fire innsjøer i Akershus' del av nedbørfeltet; Bindingsvannet, Langen, Våg og Mjær.

Rapporten er i år som i fjor forsøkt kortet ned slik at flere avsnitt og figurer er lagt til vedleggene. Dette for å bedre leservennligheten av rapporten. I vedlegg finnes dessuten en forklarende liste over parametere som er undersøkt. I tillegg er det utarbeidet et faktaark som oppsummerer funnene, og dette er lagt ved rapporten.

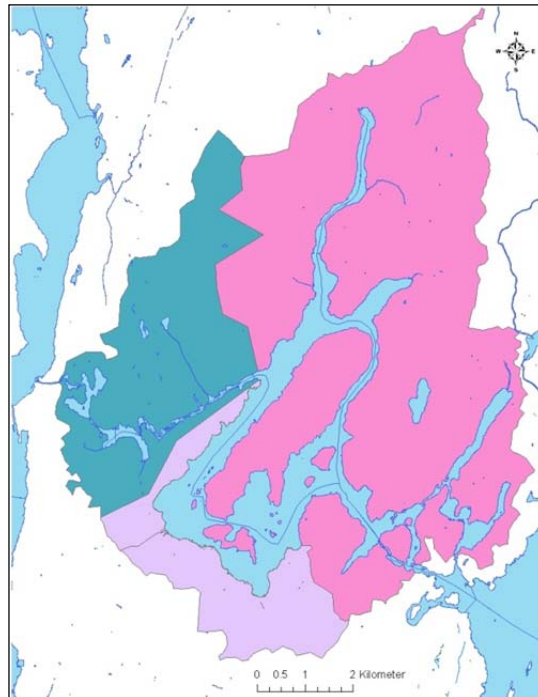
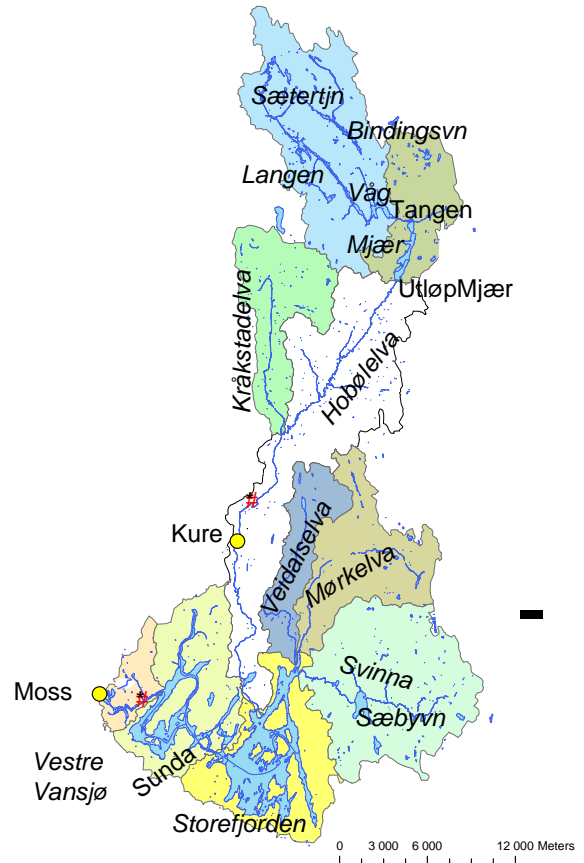
## 1.3 Vannområde Morsa og Vansjø-Hobølvassdraget

Vannområde Morsa består av Vansjø-Hobølvassdraget med kystområdene fra Drøbak i Frogn kommune i nord til Saltnes i Råde kommune i sør. Vannområdet ligger i fylkene Akershus og Østfold, og omfatter kommunene Oslo, Enebakk, Ski, Frogn, Ås, Vestby, Hobøl, Spydeberg, Våler, Moss, Rygge og Råde. Totalt dekker vannområdet 1.208 km<sup>2</sup> og har i overkant av 100.000 innbyggere. Figur 1.1. viser kart over vannområde Morsa.

Vansjø-Hobølvassdraget er et næringsrikt lavlandsvassdrag hvor over 90 % av nedbørfeltet ligger under marin grense. Nedbørfeltet er på totalt 688 km<sup>2</sup> og jordbruk drives på ca. 15 % av arealene. Resten av arealene i nedbørfeltet er hovedsakelig skog. Det bor ca. 40.000 mennesker i nedbørfeltet. Figur 1.1 viser hele nedbørfeltet. Nedbørfeltet til vestre Vansjø er delt inn i tre mindre enheter med bakgrunn i hvilke delfelt som brukes i oppskalering, som vist i Figur 1.2.



Figur 1.1. Kart over hele nedbørfeltet til Vannområde Morsa (over) og over Vansjø-Hobølvassdraget (høyre). Mer detaljerte kart over prøvetakingsstedene er gitt i metodekapitlet.



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

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

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

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

Tabell 1.2 Nedbørfeltarealer for overvåkingsfelt rundt vestre Vansjø.

Lokalitet	Nedbørfelt-areal	Jordbruk	Skog	Annet
Småfelt	dekar	%		
Guthusbekken (Gut)	3150	12	80	8
Sperrebotnbekken (Spe)	2481	19	71	10
Augerødbekken (Aug)	4778	20	77	3
Ørejordetbekken (Øre)	692	0	6	94
Årvoldbekken (Årv)	486	40	17	43
Støabekken 1 (St1)	157	89	0	11
Vaskebergetbekken (Vas)	130	91	9	0
Huggenesbekken (Hug)	810	85	9	6
Dalen (Dal)	882	0	100	0
Hele nedbørfeltet	km <sup>2</sup>			
Øst for vestre Vansjø	47			
Mellom Raet og Vansjø	8			
Vestre Vansjø	68			
- hvorav vannflate	12			
Mosseelva	16			
- hvorav vannflate	1			

## 1.4 Innsjøene oppstrøms Vansjø

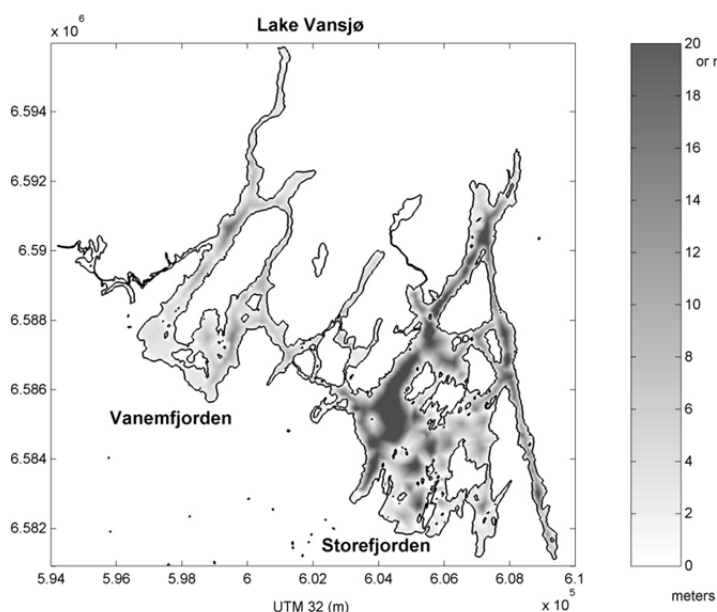
Flere innsjøer i Morsavassdraget står i fare for ikke å oppfylle kravene om god økologisk tilstand i henhold til vannforskriften. I 2008 ble det derfor igangsatt en felles overvåking av seks utvalgte innsjøer i vannområdet: Sætertjernet, Bindingsvannet, Langen, Vågvannet, Mjær og Sæbyvannet (overvåket siden 2005, som en del av overvåkingsprogrammet for Morsa). Data fra 2008-2009 viste at Sætertjernet kunne anses å være i god økologisk tilstand, og denne innsjøen blir nå overvåket hvert tredje år. Dette betyr at Sætertjern ble overvåket igjen i 2012, og at det ikke foreligger overvåkingsdata fra denne innsjøen i 2010-11 og 2013. Geografiske og hydrologiske data for innsjøene er gitt i hvert delkapittel for disse.

## 1.5 Innsjøen Vansjø

Selve innsjøen er 36 km<sup>2</sup> og består av flere bassenger som er skilt fra hverandre av trange sund og grunne terskler (se Figur 1.3). Vi deler ofte Vansjø inn i 2 hovedbasseng: en østre del (Storefjorden) med et areal på 24 km<sup>2</sup> og en vestre del (med prøvestasjon i Vanemfjorden) som er på 12 km<sup>2</sup>. Både den største tilløpselva Hobølelva og de øvrige tilløpselvene munner ut i Storefjorden, mens utløpet er fra Vanemfjorden via Mosseelva og ut i Mossesundet (Oslofjorden). Morfometriske data for Storefjorden og vestre Vansjø er vist i Tabell 1.3. Grepperudfjorden regnes til den vestre delen av Vansjø.

Tabell 1.3. Morfometriske data fra Vansjøs to hovedbasseng.

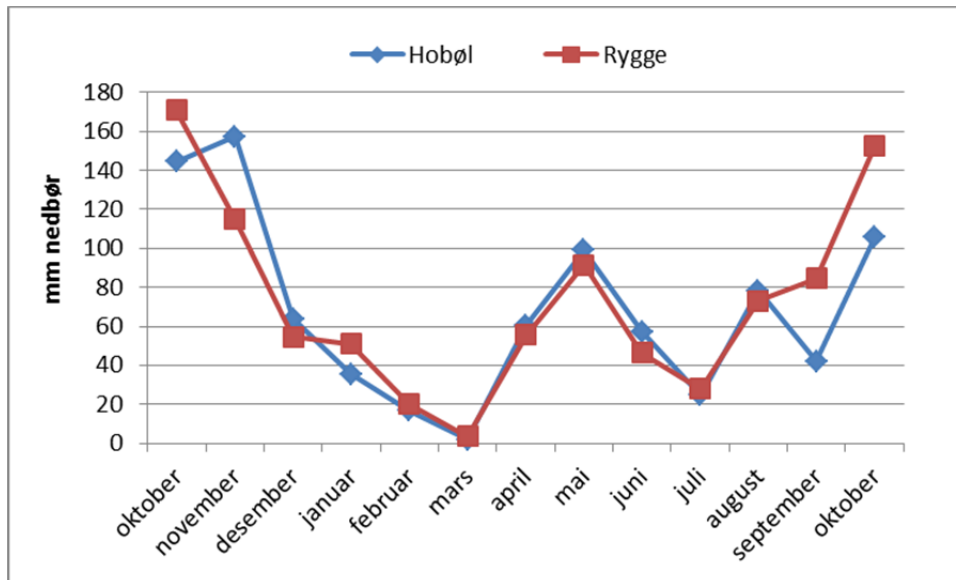
Morfometri	Storefjorden	vestre Vansjø
Overflateareal (km <sup>2</sup> )	23,8	12
Middeldyp (m)	9,2	3,7
Største dyp (m)	41	17
Vannets teoretiske oppholdstid (år)	0,85	0,21



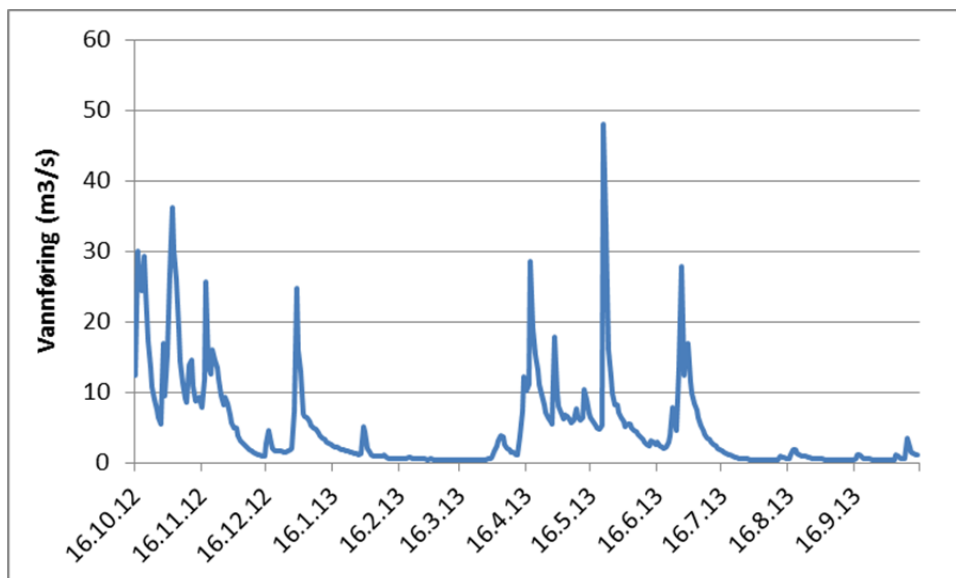
Figur 1.3. Dybdekart over Vansjø

## 1.6 Meteorologi og hydrologi i rapporteringsperioden

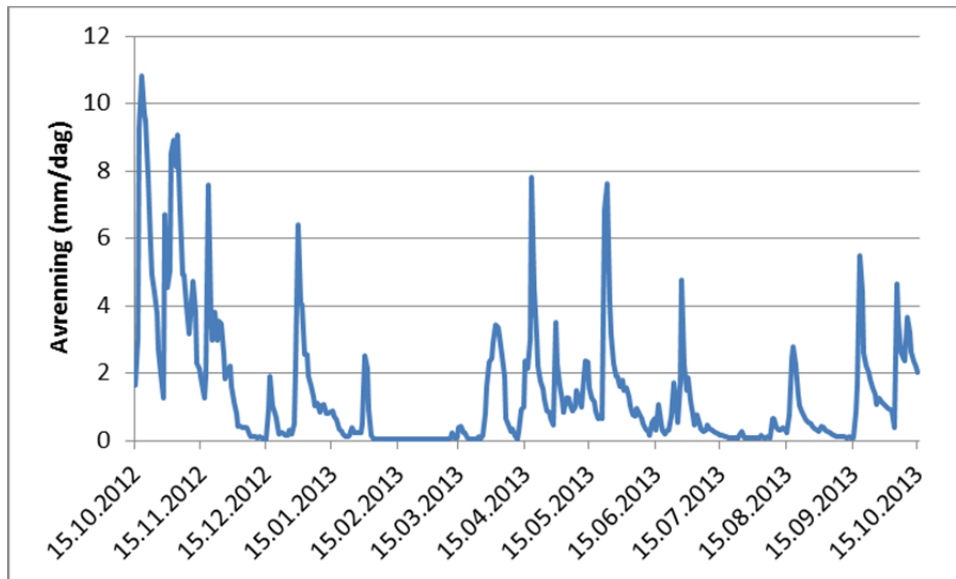
Rapporteringsperioden var preget av at den høyeste nedbørmengden kom i oktober både i 2012 og 2013, med 180-170 mm nedbør (Figur 1.4). I 2013 kom imidlertid nedbøren i slutten av måneden, og er derfor utenom overvåkings sesongen. Dette gjenspeiles i vannføringene ved Høgfoss i Hobølelva (figur 1.5) og Guthusbekken (figur 1.6) som vises fra midten av oktober 2012 til midten av oktober 2013.



Figur 1.4. Månedsnedbør ved Meteorologisk institutts (met.no) klimastasjoner 17150 Rygge og 03780 Igsi i Hobøl i perioden oktober 2012 til oktober 2013.



Figur 1.5. Vannføringsvariasjoner i rapporteringsperioden 16. oktober 2012 til 15. oktober 2013 i Hobølelva ved Høgfoss.



Figur 1.6. Avrenning i perioden 15. oktober 2012 til 15. oktober 2013 i Guthusbekken (oppretting av oppstuvning er utført).

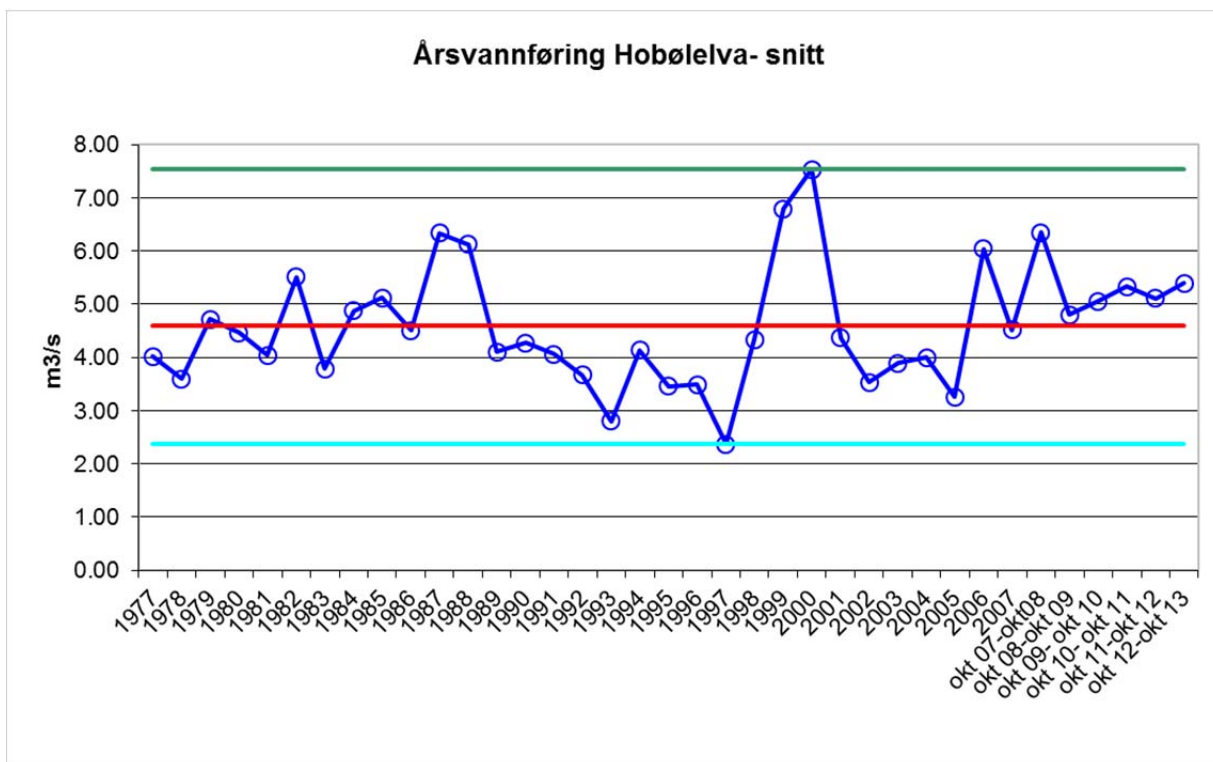
Gjennomsnittlig døgnvannføring i Hobølelva ved Høgfoss er vist for ulike perioder i tabell 1.4. Gjennomsnittet for 30-årsperioden 1977-2007 var 140 millioner m<sup>3</sup>/år, eller en døgnvannføring på ca. 4,6 m<sup>3</sup>/år. I rapporteringsperioden (oktober 2012– oktober 2013) var den totale vannmengden ved Kure i Hobølelva på 172 millioner m<sup>3</sup>/år, noe som altså er høyere enn normalen, og også en økning siden forrige rapporteringsperiode.

Perioden 1977-2007 er siden 2007-rapporteringen benyttet som referanseperiode, med 470 mm/år. Figur 1.7 viser gjennomsnittlig døgnvannføring i Hobølelva siden 1985.

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

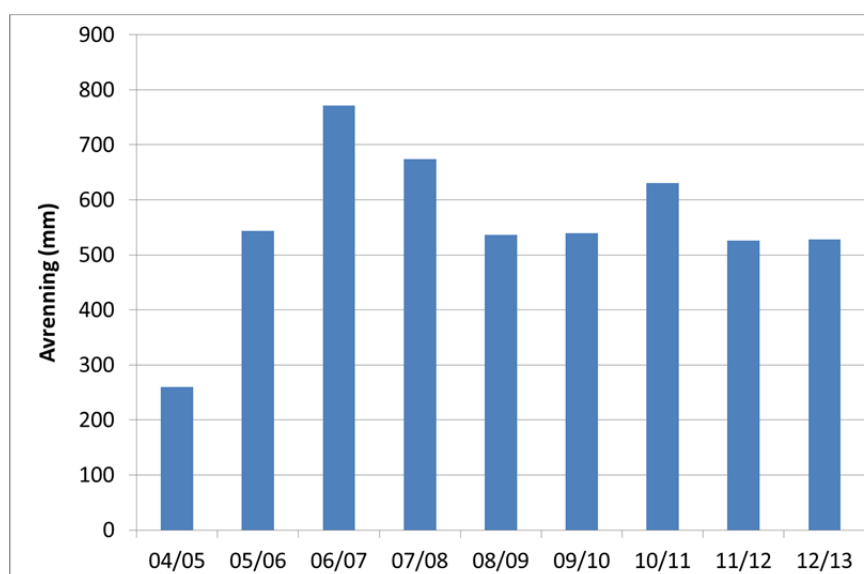
Periode	1977-07	2005	2006	2007	okt 07-okt 08	okt 08-okt 09	okt 09-okt 10	okt 10-okt 11	okt 11-okt 12	okt 12-okt 13
Snittvannføring (m <sup>3</sup> /s)	4,62	3,32	6,33	4,59	6,40	4,80	5,06	5,33	5,11	5,40
Totalvannføring (mill m <sup>3</sup> /år)	140	103	190	143	200	151	160	168	161	172





Figur 1.7. Variasjoner i vannføring i Hobølelva, vist som gjennomsnittlig døgnvannføring i  $m^3/s$ . Grønn linje representerer maksimumsvannføring, turkis minimum og rød snittet for perioden. Merk at de siste "årsvannføringer" er for rapporteringsperioden, dvs fra oktober til oktober.

Figur 1.8 og Tabell 1.5 viser avrenning i Skuterudbekken (2004/05-2005/06) og Guthusbekken (fra 2006). Disse data er benyttet til beregning av tilførsler fra bekkene som drenerer til vestre Vansjø. Årsaken til at Skuterud ble benyttet de to første periodene var at stasjonen i Guthusbekken ikke ble opprettet før i 2006/07. Skuterud ligger i et tilgrensende nedbørfelt (Østensjø/Årungen).



Figur 1.8. Avrenning i Skuterudbekken (2004/05 og 2005/06) og Guthusbekken (fra 2006/2007).

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

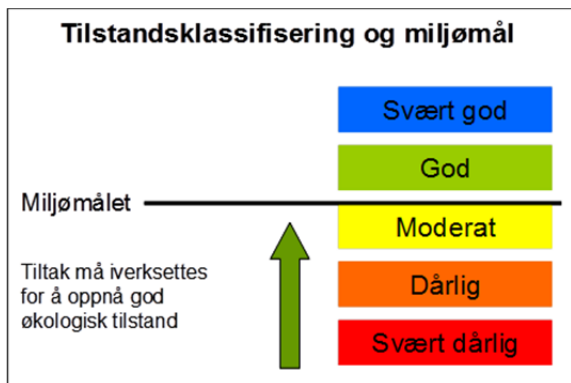
År	mm avrenning
2004/2005	260
2005/2006	544
2006/2007	771
2007/2008	674
2008/2009	536
2009/2010	540
2010/2011	631
2011/2012	526
2012/2013	528

Til sammenligning er normalavrenning i Hobølelva i 30-års perioden 1977-2007 lik 470 mm/år. Det siste tallet benyttes til vannføringsnormaliseringer av tilførselsberegninger for alle bekker og elver i nedbørfeltet.

## 1.7 Vannforskriften

I forbindelse med implementeringen av EUs Vanddirektiv i norsk lovverk (vannforskriften) er det utarbeidet nye kriterier for å klassifisere miljøtilstand i elver og innsjøer. Hovedvekten i klassifiseringssystemet er lagt på biologiske parametere, mens vannkjemiske parametere og siktedyp tjener som støtte for vurdering basert på biologiske kriterier. Klassifiseringssystemet er inndelt i tilstandsklassene svært god, god, moderat, dårlig og svært dårlig, og det er oppgitt en naturtilstand for hver parameter. Miljømålet er definert som grensen mellom moderat og god økologisk tilstand, og i vannforekomster som er i tilstandsklasser moderat eller dårligere skal det iverksettes tiltak for å bringe vannkvaliteten til klasse god eller bedre. Et klassifiseringssystem ble utarbeidet og beskrevet i Veileder 01:2009 (Direktoratsgruppa 2009), og en revidert utgave av klassifiseringssystemet er nå publisert i Veileder 02:2013 (Direktoratsgruppa 2013). De reviderte klassegrensene og miljømålene er brukt i denne rapporten.

Det er utarbeidet en inndeling i ulike vanntyper basert på parameterne kalsium og humusinnhold, samt størrelse og høyderegion (høyde over havet). Grunnen til denne vanntypeinndelingen er at ulike vanntyper har ulik naturtilstand, og at dagens tilstand uttrykkes som avvik fra denne. For hver innsjøtype er det utarbeidet en forventet referanseverdi for den aktuelle parameteren, og tilstandsklassene er basert på avvik fra referanseverdi. Sammenlignet med SFTs klassifiseringssystem (SFT 1997), hvor det ikke var tatt hensyn til vanntyper, vil klassifiseringssystemet iht. vannforskriften ha strengere, eller mindre strenge grenser mellom de tilsvarende tilstandsklassene avhengig av vanntypen. For innsjøene i Morsa har vanntypene blitt angitt ved å vurdere tilgjengelige måledata for kalsium og farge (humusinnhold). I denne rapporten er innsjøene vurdert iht. vannforskriftens klassifiseringssystem.



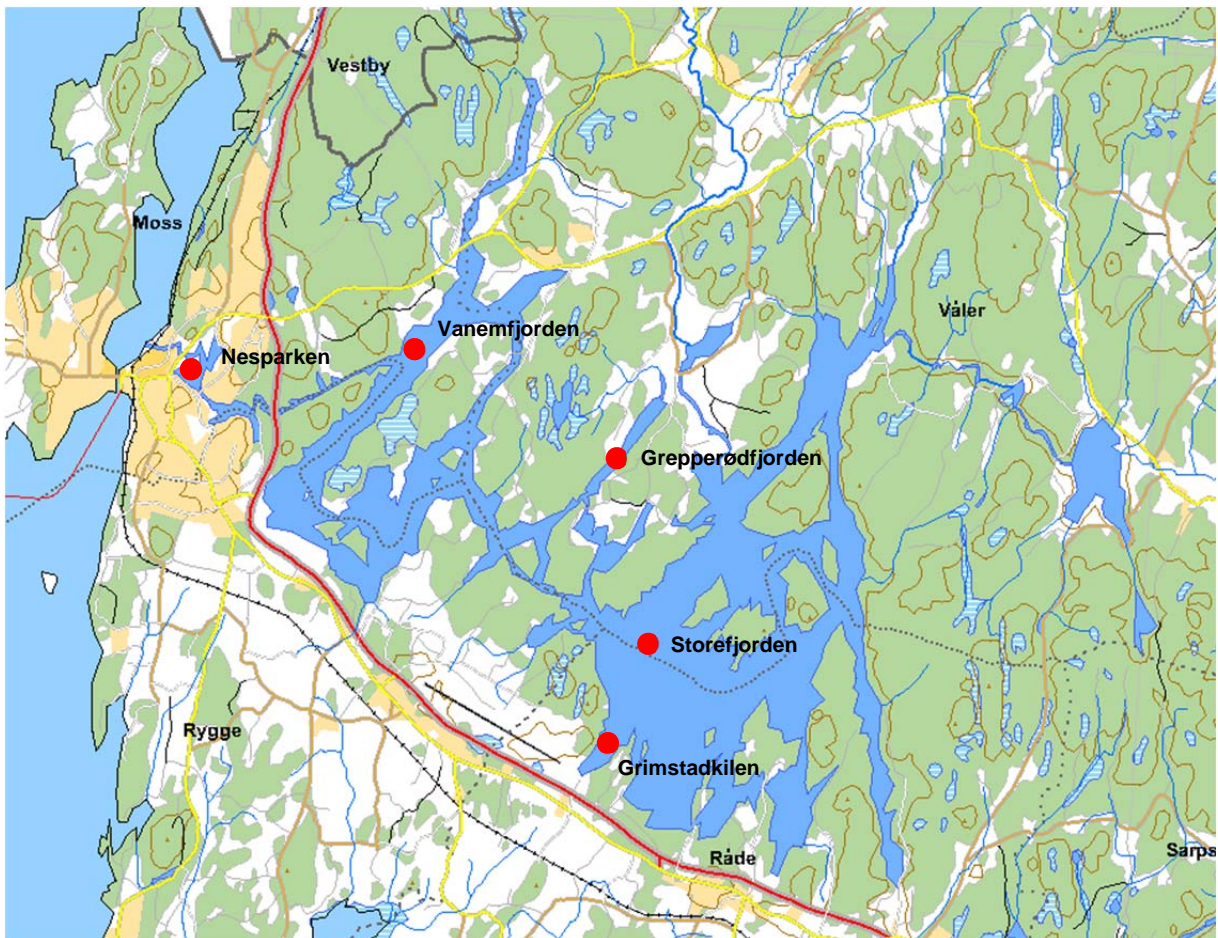
Figur 1.9. Tilstandsklassifisering og miljømål iht. vannforskriften.

## 2. Metodikk

---

### 2.1 Prøvetaking i Vansjø

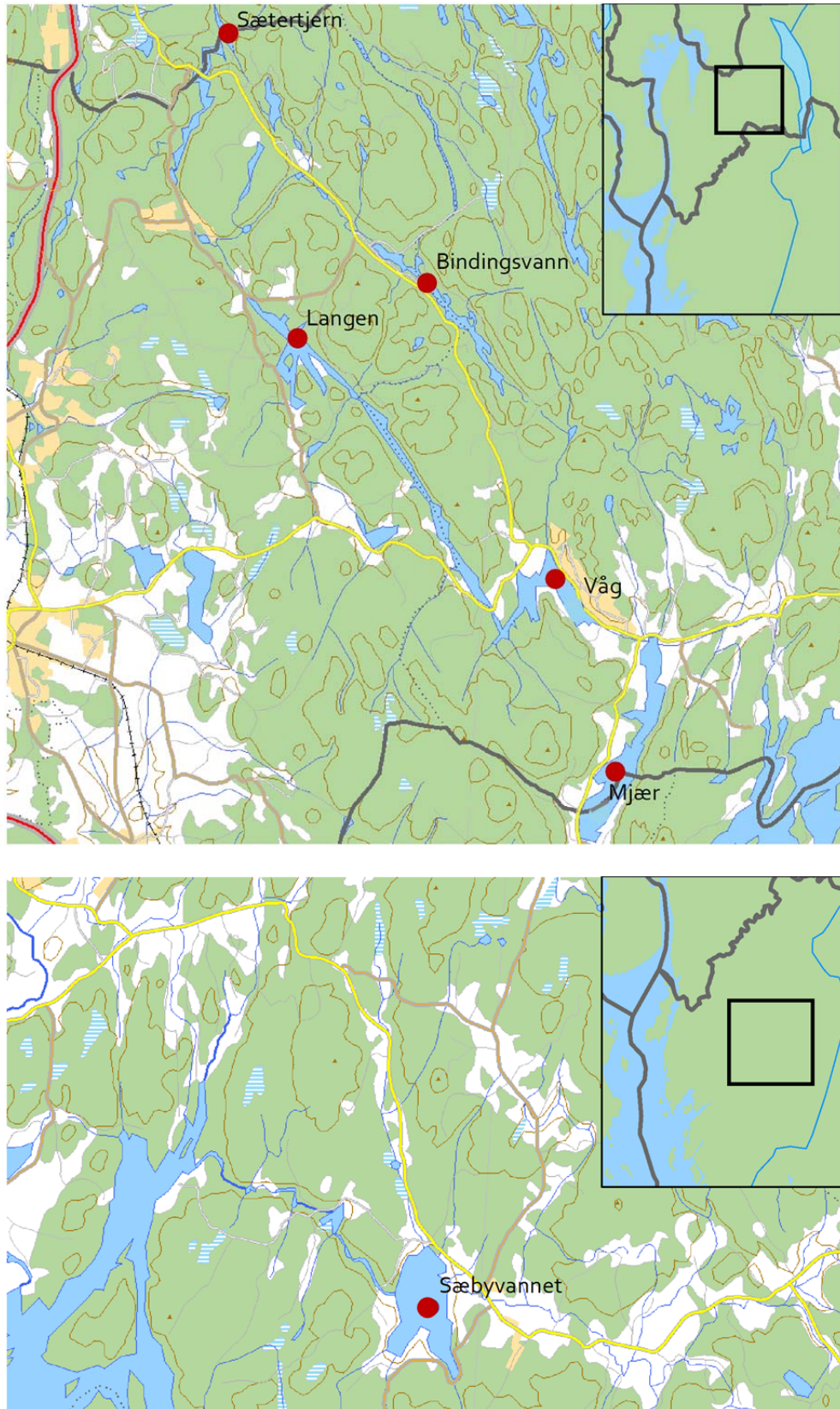
Overvåkingen startet først opp den 7. mai etter svært sein isgang på Vansjø i 2013. Det ble gjennomført feltarbeid til og med 14. oktober 2013, prøveskjema er vist i Vedlegg 2. Alle målestasjoner vises i Figur 2.1. Felt- og analyseresultatene ble fortløpende lagt ut på internett og er fritt tilgjengelig for alle via NIVAs miljøovervåkingssystem AquaMonitor ([www.aquamonitor.no/ostfold](http://www.aquamonitor.no/ostfold)).



Figur 2.1. Målestasjoner overvåking Vansjø 2013 (Aquamonitor, NIVA).

### 2.2 Prøvetaking i øvrige innsjøer

Overvåkingen pågikk i perioden 15. mai- 2. oktober 2013. Parametere og prøvetakingsfrekvens (hver 14. dag) er gitt i Vedlegg 2. Figur 2.2 viser beliggenheten til de aktuelle innsjøene og prøvetakingsstasjonene.



Figur 2.2. Beliggenhet og målestasjoner i innsjøene i Vansjø-Hobølvassdraget (Aquamonitor, NIVA). (Det ble ikke gjennomført overvåking i Sætertjernet i 2013).

## 2.3 Prøvetaking i elver og bekker

Elvestasjonene i tilknytning til Storefjorden (figur 2.3) omfatter ti ulike lokaliteter, i tillegg til stasjonen i sundet mellom Storefjorden og Vanemfjorden, samt utløpet av hele innsjø-systemet, Mosseelva, som prøvetas ved Mossefossen. Av de ti stasjonene er det fire som benyttes til å beregne samlede tilførsler til Storefjorden (Hobøelva ved Kure, Veidalselva, Mørkelva, Svinna ved Klypen; se vedlegg 2). Bekken Boslangen ble prøvetatt tidligere for å dokumentere tilførsler av næringsstoffer fra skog, men er ikke lenger med i overvåkingsprogrammet.



Figur 2.3 Prøvelokalitetene i tilførselselver og -bekker. Røde sirkler er hydrologiske stasjoner; grå sirkler er vannkvalitetsstasjoner i sesongen 2012/13; hvite sirkler er stasjoner prøvetatt før april 2012.

\* Vestre Vansjø: For bekkene, se kartutsnitt i figur 2.4.

I nedbørfeltet til vestre Vansjø og Mosseelva blir det tatt ut vannprøver i åtte bekker (figur 2.4), som omfatter syv bekker fra nedbørfelt dominert av skog og jordbruk; og én bekk der nedbørfeltet ligger i skog (Dalen). Bekken fra et boligområde i Moss (Ørejordet) ble faset ut i løpet av våren 2013; her har overvåkingen avdekket at mye av fosforet kommer fra kloakk, og det anbefales at det settes i gang tiltak. Når tiltak iverksettes, kan overvåkingen i bekken gjenopptas for å vurdere effekten av tiltakene.



Figur 2.4. Prøvetaking i nedbørfeltet til vestre Vansjø og Mosseelva. Stasjonen i Ørejordet ble faset ut våren 2013.

Analyseparametre og prøvetakingsfrekvens i tilførselselver og -bekker er vist i Vedlegg 2.

## 2.4 Hydrologi og tilførselsberegninger

Som i tidligere år er det benyttet nedskalerte data fra stasjonen Høgfoss ved Hobøelva for å beregne vannføringen i elvene til Storefjorden.

Tilførselsberegningene for bekkene til vestre Vansjø ble i 2004/05 og 2005/06 basert på målinger av vannføring i Skuterudbekken i Ås, som ligger rett utenfor nedbørfeltet til Vansjø. For å få til bedre tilførselsberegninger ble det etablert en målestasjon i Guthusbekken i 2006. Målestasjonen i Guthusbekken ligger lavt og det er tidvise problemer med oppstuvning. Vannføringen er justert basert på vannføring i Skuterudbekken (JOVA, Bioforsk) og nedbør målt på Rygge kontra nedbør målt i Skuterudbekken. Etter oppretting blir disse data brukt i beregning av stofftransport. Årets korrigerede avrenning er vist i figur 1.6, men noe oppstuvning kan fortsatt prege dataene i noen perioder på tross av at total vannbalanse er vurdert til å være rimelig.

Detaljer rundt metodikk for tilførselsberegninger er gitt i Vedlegg 2.

## 3. Innsjøer oppstrøms Vansjø

### 3.1 Sættertjernet

Sættertjernet	
	
Innsjøkode:	003-5488-L
Beliggenhet:	Oslo
Vanntype:	L-N3 (Kalkfattig, humøs)
Høyde over havet (m):	136
Påvirkning:	Eutrofiering
Innsjøareal (km <sup>2</sup> ):	0,10
Middeldyp (m):	7,2

Vansjø-Hobøl vassdraget er et lavlandsvassdrag, og tilnærmet hele nedbørfeltet ligger under den marine grense. Sættertjernet ligger helt sør i Østmarka, i et område under den marine grense, og det kan være noe påvirkning av marin leire. Store deler av dette nordligste delnedbørfeltet er dekket av skog, men det er også noe påvirkning fra spredt bebyggelse og hytter rundt innsjøen som antas å være påvirket av eutrofiering. Sættertjernet er en kalkfattig, humøs innsjø. Kalsiumverdien ligger rett over grensen mellom kalkfattig og moderat kalkrik som er på 4 mg/l, men det antas at naturtilstanden er kalkfattig. Sættertjernet har blitt overvåket i 2008, 2009 og 2012 i regi av vannområde Morsa. Det ble ikke tatt prøver i Sættertjernet i 2013.

#### 3.1.1 Tilstand i 2012 i forhold til miljømålene

I henhold til vannforskriften skal økologisk tilstand i innsjøer og elver vurderes med hjelp av biologiske indikatorer. Andre parametre (f.eks. næringsstoffkonsentrasjoner, siktedyp) kan brukes som støtteparametre. Miljømålet defineres som grensen mellom moderat og god økologisk tilstand. En ny norsk planteplanktonindeks er nå utviklet for klassifisering av økologisk tilstand iht. vannforskriften. Vurderingen av økologisk tilstand er basert på klorofyll-a, totalt biovolum, trofiindeks for artssammensetning (PTI) og oppblomstring av cyanobakterier (Cyanomaks) (Se vedlegg 2 for en detaljert beskrivelse av planteplanktonindeksen).

Planteplankton (PTI) er den eneste biologiske parameteren vi har analysert i denne undersøkelsen, og i tillegg har vi vurdert støtteparametrene total fosfor, total nitrogen og siktedyp. Alle innsjøene i Vansjø-Hobølvassdraget er humusrike og i tillegg er flere av innsjøene i nedre delen av vassdraget også sterkt påvirket av erosjonspartikler. Dette påvirker siktedypet og gjør denne parameteren lite egnet som et godt mål på eutrofiering. I selve tilstandsklassifiseringen har vi derfor valgt å vektlegge PTI sammen med totalfosfor og totalnitrogen.

Vurderingen av økologisk tilstand for Sættertjernet iht. vannforskriften er vist i Tabell 3.1. PTI gir tilstandsklasse svært god og total fosfor gir tilstandsklasse god, og dette indikerer at Sættertjernet har god økologisk tilstand.



Tabell 3.1. Økologisk tilstand i Sætertjernet i forhold til Vannforskriften i 2008-2009 og 2012. Grenser mellom god og moderat økologisk tilstand (miljømålet) er gitt i parentes. Alle tall er årsgjennomsnitt (ni prøver pr. år). \*Det ble ikke tatt prøver i 2010-2011 og 2013.

Innsjø Sætertjernet	Klorofyll -a µg/L	PTI nEQR	Total fosfor µg/l	Total nitrogen µg/l	STS Susp. tørrestoff mg/l	Sikte- dyp m	Biomasse alger mg/m <sup>3</sup>
2013*							
2012	4,7 (9)	0,89 (0,6)	12,9 (16)	408 (650)	1,9	1,6 (2,2)	633
2010*							
2011*							
2009	5,6 (9)	0,81 (0,6)	11,6 (16)	376 (650)	2,2	2,0 (2,2)	804
2008	5,5 (9)	0,88 (0,6)	12,1 (16)	372 (650)	2,1	1,9 (2,2)	868

## 3.2 Bindingsvannet

### Bindingsvannet



Innsjøkode:	003-5572-L
Beliggenhet:	Ski, Enebakk
Vannstype:	L-N3 (Kalkfattig, humøs)
Høyde over havet (m):	172
Påvirkning:	Eutrofiering
Innsjøareal (km <sup>2</sup> ):	0,62
Middeldyp (m):	

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

### 3.2.1 Resultater fysisk-kjemiske forhold

#### Temperatur og oksygen

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

Oksygen og temperaturutvikling gjennom prøvetaksperioden vises i Vedlegg 3. Det var en klar temperatursjiktning i hele perioden med varmt overflatevann og kaldere bunnvann. Sprangsjiktet lå omtrent ved 3-4 meter gjennom hele sommeren. Det var en redusert oksygenkonsentrasjon i bunnvannet under sprangsjiktet, og ved 8-10 meters dyp var det oksygenfrie forhold gjennom hele vekstsesongen. Oksygenfrie forhold i bunnvannet kan medføre en frigivelse av fosfat fra sedimentene til vannmassene. Tidligere feltmålinger fra den årlige overvåkingen i Bindingsvannet viser at det har vært lave konsentrasjoner av oksygen i bunnvannet (1-2 mg/L) gjennom hele vekstsesongen, og tidvis også oksygenfrie forhold i hele eller deler av vekstsesongen. Det er ikke uvanlig at det utvikles oksygenfritt bunnvann i stabilt sjiktede næringsrike innsjøer i løpet av vekstsesongen.

## Siktedyp og vannets farge

Resultatene vises i Vedlegg 3. Bindingsvannet har et høyt humusinnhold og dette påvirker siktedypet. Siktedypet i Bindingsvannet ligger mellom 1,4-1,8 meter, og det er sannsynlig at algeveksten til tider er lysbegrenset. Gjennomsnittlig siktedyp var 1,6 m i 2013 (1,8 m i 2012, 1,6 m i 2011, 1,8 m i 2010, 2,1 m i 2009 og 1,9 m i 2008).

I 2013 var det gjennomsnittlige fargeinnholdet 75 mg Pt/l, (2012: 73 mg Pt/l, 2011: 107 mg Pt/l, 2008: 69 mg Pt/l, fargetall ble ikke målt i 2009-2010). I 2011 var det mye nedbør og flom i september og dette medførte en spesielt stor økning i fargeinnholdet i innsjøen. En økning i fargetall vil være en faktor som påvirker siktedypet.

## Suspendert stoff/Gløderest

Resultatene vises i Vedlegg 3. Bindingsvannet er en relativt grunn innsjø, og i tillegg til varierende tilførsler fra nedbørfeltet vil også vinddrevet resuspensjon i innsjøbassenget påvirke innholdet av partikulært materiale. Det gjennomsnittlige innholdet av suspendert stoff og uorganisk partikulært materiale i 2013 var omtrent som i de tre foregående årene og ligger på et forventet nivå i forhold til innsjøens nedbørfelt samt værforhold og hydrologiske forhold i 2013.

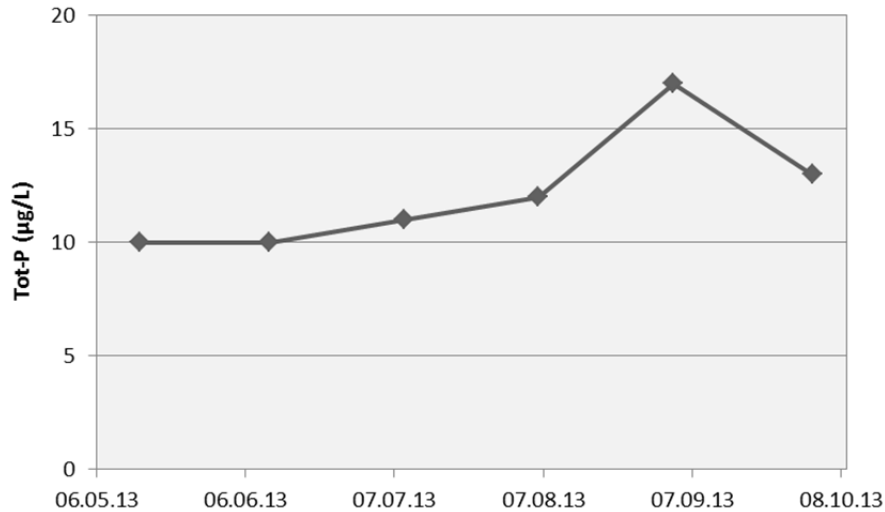
## pH

Resultatene vises i Vedlegg 3. pH var omtrent på 6,4 i mai og var deretter stabil rundt 7,0 i resten av undersøkelsesperioden.

## Total fosfor

Resultatene vises i Figur 3.1. Bindingsvannets nedbørfelt ligger for det meste over marin grense og fosforinnholdet i denne innsjøen er derfor ikke så påvirket av partikkelbundet fosfor som innsjøene lengre sørover i vassdraget. I stedet er det fosfor bundet til organisk materiale som påvirker fosforinnholdet i denne innsjøen. I tillegg så kan en anta at det er noe avrenning fra spredt bebyggelse rundt innsjøen. Konsentrasjonen av totalfosfor økte utover i vekstsesongen og hadde maksimalverdi i begynnelsen av september (17 µg P/l). Utviklingen i totalfosfor-innholdet i løpet av vekstsesongen var sammenfallende med utviklingen i algebiomassen i Bindingsvannet, og det er sannsynlig at de høye verdiene i september til dels skyldes fosfor som er bundet i algebiomassen.

I Bindingsvannet var gjennomsnittsverdien for totalfosfor 12,2 µg/l i 2013 og dette er på samme nivå som for de fem foregående årene (2012: 12,8 µg/l, 2011: 12,3 µg/l, 2010: 11,8 µg p/l, 2009: 12 µg P/l, 2008: 11,6 µg P/l). Da det ikke ble foretatt noen målinger av orto-fosfat, er det vanskelig å si noe om en eventuell fosforbegrensing av algeveksten i Bindingsvannet.

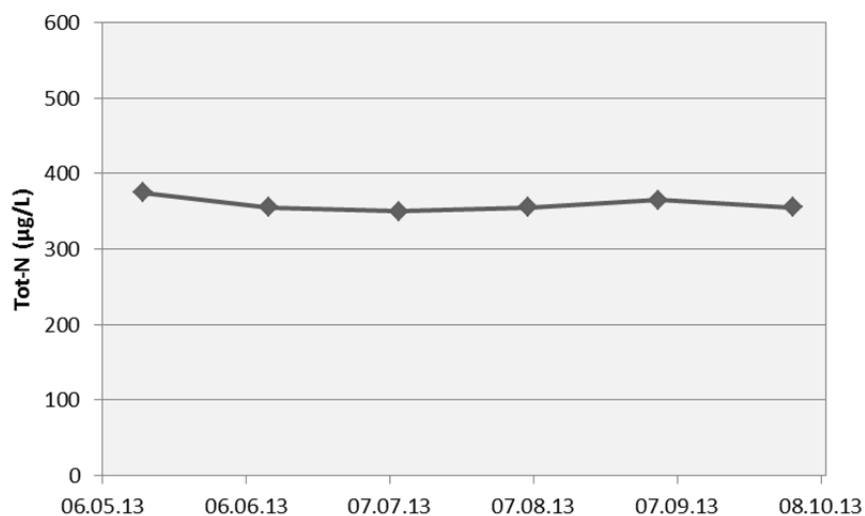


Figur 3.1. Totalfosfor i Bindingsvannet i 2013.

### Total nitrogen

Resultatene vises i Figur 3.2. Konsentrasjonen av totalnitrogen i Bindingsvannet var omtrent på samme nivå gjennom hele vekstsesongen (mellom 350-375 µg N/l).

Det er relativt lave konsentrasjoner av totalnitrogen i denne innsjøen, og gjennomsnittsverdien for 2013 var på omtrent samme nivå som de fem foregående årene (2013: 359 µg N/l, 2012: 315 µg N/l, 2011: 309 µg N/l, 2010: 309 µg N/l, 2009: 336 µg N/l og 2008: 338 µg N/l). Da det ikke ble foretatt noen målinger av nitrat eller ammonium, er det vanskelig å si noe om en eventuell nitrogenbegrensning av algeveksten i Bindingsvannet.



Figur 3.2. Totalnitrogen i Bindingsvannet i 2013.

## Totalt organisk karbon (TOC)

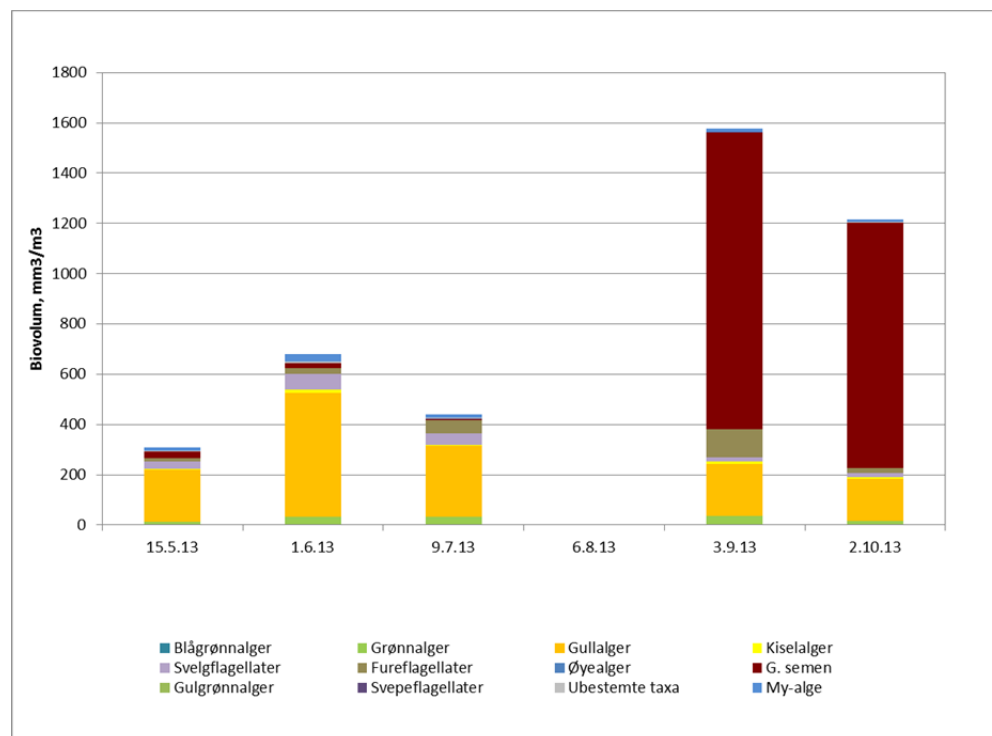
Resultatene vises i Vedlegg 3. Det ble målt relativt høye verdier av TOC i Bindingsvannet, og den høyeste verdien ble målt i juli. Gjennomsnittlig konsentrasjon av TOC var omtrent på samme nivå som de fem foregående årene (2013: 9,5 mg C/l, 2012: 10,0 mg C/l, 2011: 11,6 mg C/l, 2010: 10,0 mg C/l, 2009: 8,6 mg C/l og 2008: 9,2 mg C/l).

### 3.2.2 Resultater biologiske forhold

#### Plantep plankton

I Bindingsvannet (Figur 3.3) var det en dominans av gullalger fra mai til slutten av juli, og så kom det en dominans av nåleflagellaten *Gonyostomum semen* resten av sesongen. Det var kun ubetydelige mengder av cyanobakterier gjennom hele vekstsesongen. Prøven fra august ble dessverre ødelagt og kunne ikke telles.

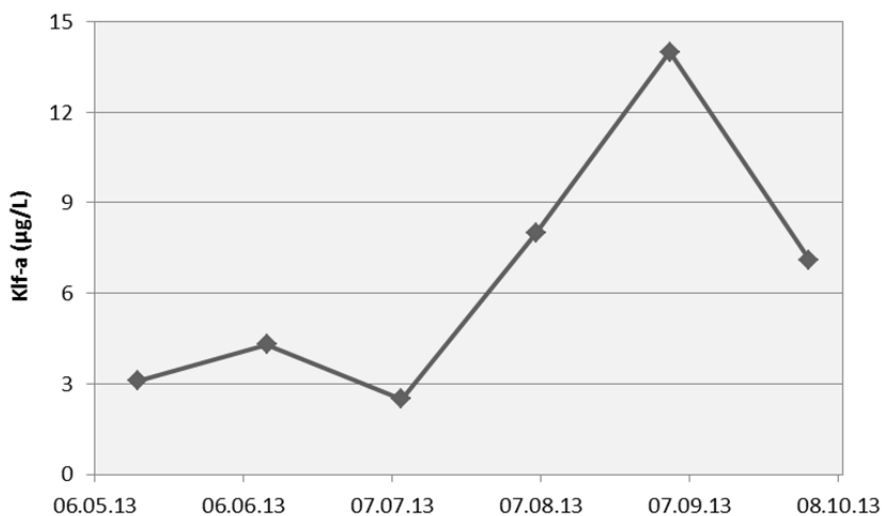
Den gjennomsnittlige algemengden var 0,8 mg våtvekt/l i 2013, og dette var omtrent på samme nivå som i 2011-2012 og 2008 (2012: 0,6 mg våtvekt/l, 2011: 0,6 mg våtvekt/l, 2010: 1,1 mg våtvekt/l, 2009: 1,8 mg våtvekt/l og i 2008: 0,7 mg våtvekt/l). Det har vært årlige oppblomstringer av *G. semen* i Bindingsvannet de årene overvåkingen har pågått. Denne algen har de siste tiårene blitt dominerende i humøse vann på sørøstlandet, og det er flere aspekter ved forekomst og oppblomstring som fortsatt er ukjent. *G. semen* vil kunne forårsake hudirritasjoner ved bading, og det er derfor viktig å overvåke forekomsten nøye.



Figur 3.3. Variasjon i plantep planktonets mengde og sammensetning i Bindingsvannet i 2013. Prøven fra august ble dessverre ødelagt og kunne ikke telles.

## Klorofyll-a

Resultatene vises i Figur 3.4. Analyse av klorofyll-a og algevolum er to forskjellige måter å beregne algebiomassen på. Konsentrasjonen av klorofyll-a følger i stor grad utviklingen i algebiomassen, selv om det kan være en viss forskjell. Algenes klorofyll-innhold vil påvirkes av en rekke faktorer, slik at det alltid vil kunne forekomme avvik mellom disse to biomasseparameterene. I Bindingsvannet økte klorofyllmengden utover i vekstsesongen og den høyeste verdien ble målt i september og dette var sammenfallende med den høyest målte biomassen. I Bindingsvannet var gjennomsnittsverdien av klorofyll-a i 2013 6,5 µg/l, og dette er omtrent på samme nivå som i 2011-2012 (2012: 5,8 µg/l, 2011: 7,0 µg/l, 2010: 10,5 µg/l, 2009 10,2 µg/l og 2008: 7,3 µg/L).



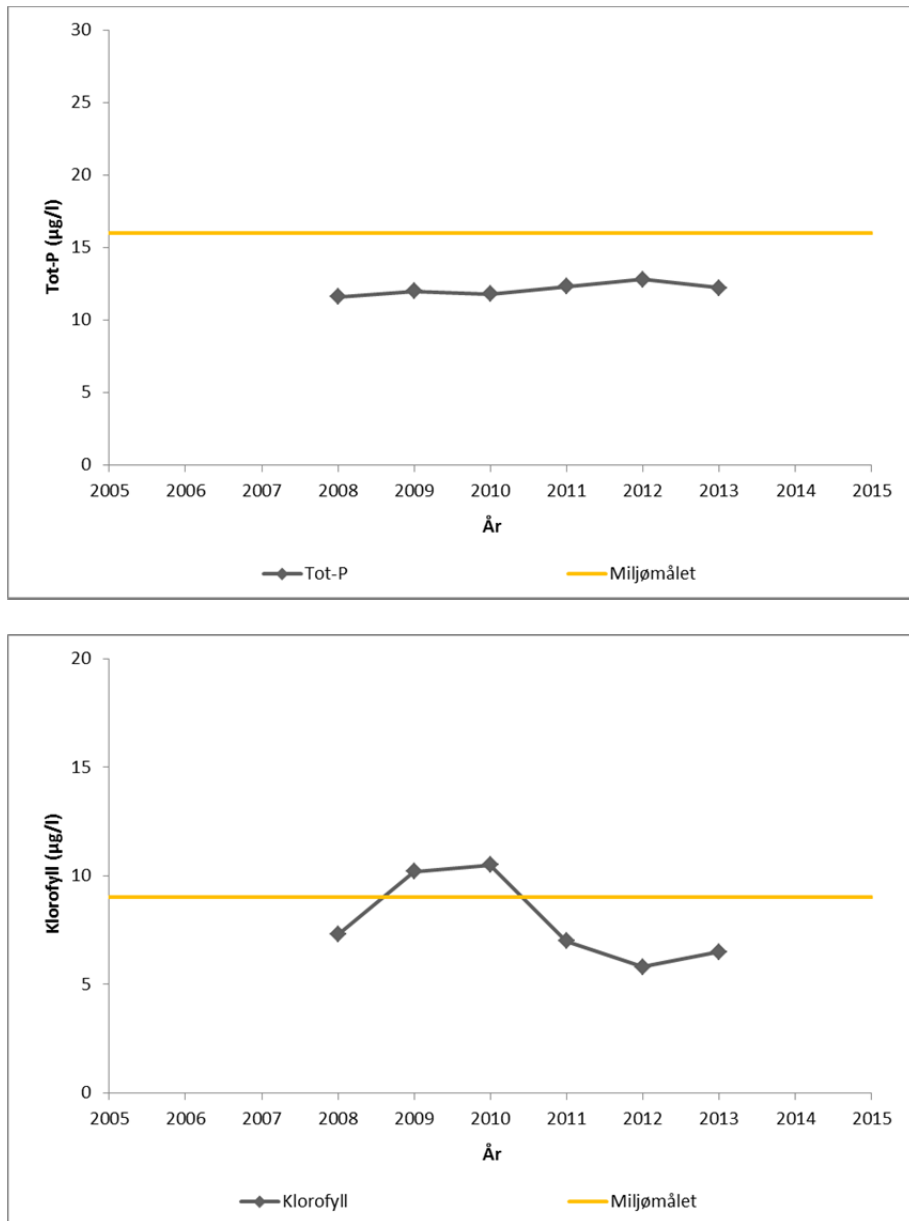
Figur 3.4. Klorofyll-a i Bindingsvannet i 2013.

## Microcystin

Det var ubetydelige mengder cyanobakterier i Bindingsvannet gjennom hele perioden. Det ble ikke påvist microcystiner i noen av de undersøkte prøvene i 2013.

### 3.2.3 Tidsserier og tilstand i 2013 i forhold til miljømålene

Det finnes ingen overvåkingsdata fra før 2008 fra Bindingsvannet, så resultatene fra 2013 kan bare sammenlignes med data fra de fem foregående årene (Figur 3.5). For de andre innsjøene oppstrøms Vansjø finnes det overvåkingsdata fra før 2008. I denne perioden har det vært relativt like forhold i nivåene for totalfosfor, mens det er litt større år til år variasjoner i mengden av planteplankton. Dette skyldes at oppblomstringene av *G. semen* har vært større i noen år enn andre.



Figur 3.5. Langtidsserier som viser årsmiddelverdier av totalfosfor-konsentrasjonen og klorofyll-a i Bindingsvannet. Miljømålet er grensen mellom god og moderat økologisk tilstand.

I henhold til vannforskriften skal økologisk tilstand i innsjøer og elver vurderes med hjelp av biologiske indikatorer. Andre parametre (f.eks. næringsstoffkonsentrasjoner, siktedyp) kan brukes som støtteparametre. Miljømålet defineres som grensen mellom moderat og god økologisk tilstand. En ny norsk planteplanktonindeks er nå utviklet for klassifisering av økologisk tilstand iht. vannforskriften. Vurderingen av økologisk tilstand er basert på klorofyll-a, totalt biovolum, trofiindeks for artssammensetning (PTI) og oppblomstring av cyanobakterier (Cyanomaks) (Se vedlegg 2 for en detaljert beskrivelse av planteplanktonindeksen).

Planteplankton (PTI) er den eneste biologiske parameteren vi har analysert i denne undersøkelsen, og i tillegg har vi vurdert støtteparametrene total fosfor, total nitrogen og siktedyp. Alle innsjøene i Vansjø-Hobølvassdraget er humusrike og i tillegg er flere av innsjøene i nedre delen av vassdraget også sterkt påvirket av erosjonspartikler. Dette påvirker

siktedypet og gjør denne parameteren lite egnet som et godt mål på eutrofiering. I selve tilstandsklassifiseringen har vi derfor valgt å vektlegge PTI sammen med totalfosfor og totalnitrogen.

Vurderingen av økologisk tilstand for Bindingsvannet iht. vannforskriften er vist i Tabell 3.2. PTI og totalfosfor gir begge tilstandsklasse god, og dette indikerer at Bindingsvannet har god økologisk tilstand.

Tabell 3.2. Økologisk tilstand i Bindingsvannet i forhold til vannforskriften i 2008-2013. Grenser mellom god og moderat økologisk tilstand (miljømålet) er gitt i parentes. Alle tall er årsgjennomsnitt (2013: seks prøver pr. år, 2008-2012: ni prøver pr. år).

Innsjø Bindingsvannet	Klorofyll -a µg/L	PTI* nEQR	Total fosfor µg/l	Total nitrogen µg/l	STS Susp. tørrestoff mg/l	Sikte- dyp m	Biomasse alger mg/m <sup>3</sup>
2013	6,5 (9)	0,69 (0,6)	12,2 (16)	359 (650)	2,2	1,6 (2,2)	844
2012	5,8 (9)	0,73 (0,6)	12,8 (16)	315 (650)	2,4	1,8 (2,2)	575
2011	7,0 (9)	0,60 (0,6)	12,3 (16)	352 (650)	2,5	1,6 (2,2)	591
2010	10,5 (9)	0,49 (0,6)	11,8 (16)	309 (650)	2,8	1,8 (2,2)	1102
2009	10,2 (9)	0,47 (0,6)	12,0 (16)	336 (650)	2,8	2,1 (2,2)	1762
2008	7,3 (9)	0,58 (0,6)	11,6 (16)	338 (650)	2,0	1,9 (2,2)	733

*Gonyostomum semen* er en nåleflagellat og har de siste tiårene blitt dominerende i humøse vann på sørøstlandet, og det er flere aspekter ved forekomst og oppblomstring som fortsatt er ukjent. Typiske habitat hvor *G. semen* har evnene til å danne masseforekomst, er mindre innsjøer med mesotrofe forhold, ofte med mye humus og fosfor. *G. semen* betegnes gjerne som problematisk, da den i flere vann danner masseoppblomstringer hvor den dominerer store deler av planteplanktonsamfunnet og reduserer biodiversiteten betraktelig. Algen gir kløe og ubehag ved bading når den er til stede, og kan være et problem f.eks. for drikkevannsinntak da den tetter filtre.

Vann med slike store mengder *G. semen* kan være vanskelige å karakterisere, da den gir unaturlig høyt biomasseinnhold og klorofyll nivå uten at innsjøen nødvendigvis inneholder mye næringsstoffer. Det har blitt utviklet et nytt sett med indekser for planteplankton (biomasse (klorofyll og planteplanktonbiomasse), artssammensetning og bloom-indeks (cyanobakterier)), og erfaringene så langt er at en får en mindre streng tilstandsklassifisering av innsjøer som domineres av algen *G. semen* enn ved kun å bruke klorofyll.



### 3.3 Langen

#### Langen



Innsjøkode:	003-294-L
Beliggenhet:	Ski, Enebakk
Vanntype:	L-N3 (Kalkfattig, humøs)
Høyde over havet (m):	126
Påvirkning:	Eutrofiering
Innsjøareal (km <sup>2</sup> ):	1,49
Middeldyp (m):	6

Vansjø-Hobøl vassdraget er et lavlandsvassdrag, og tilnærmet hele nedbørfeltet ligger under den marine grense. Det øverste delnedbørfeltet "Langen" er i hovedsak dominert av skog, men det er også jordbruksområder, mindre tettsteder, spredt bebyggelse og hytter. Langen ligger i et område under den marine grense og det kan være noe påvirkning av marin leire. Innsjøen antas å være påvirket av eutrofiering. Langen er en kalkfattig, humøs innsjø. Kalsiumverdien ligger rett over grensen mellom kalkfattig og moderat kalkrik som er på 4 mg/l, men det antas at naturtilstanden er kalkfattig. Langen har blitt overvåket siden 2008 i regi av vannområde Morsa, men det foreligger eldre overvåkningsdata som er vist i kap. 3.3.3.

#### 3.3.1 Resultater fysisk-kjemiske forhold

##### Temperatur og oksygen

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

Oksygen og temperaturutvikling gjennom prøvetakingsperioden vises i Vedlegg 3. Det var en klar temperatursjiktning gjennom hele perioden, med varmt overflatevann og kaldere bunnvann. Sprangsjiktet lå ved omtrent 4-5 meter. Det var en redusert oksygenkonsentrasjon i bunnvannet under sprangsjiktet, og i august og september var det oksygenfritt bunnvann under 14 meters dyp. Oksygenfrie forhold i bunnvannet kan medføre en frigivelse av fosfat fra sedimentene til vannmassene. Tidligere feltmålinger fra den årlige overvåkingen i Langen viser at det har vært lave konsentrasjoner av oksygen i bunnvannet (1-2 mg/L) gjennom hele vekstsesongen, og tidvis også oksygenfrie forhold i hele eller deler av vekstsesongen. Det er ikke uvanlig at det utvikles oksygenfritt bunnvann i stabilt sjiktede næringsrike innsjøer i løpet av vekstsesongen.

## Siktedyp og vannets farge

Resultatene vises i Vedlegg 3. Langen har et høyt humusinnhold og dette påvirker siktedypet som lå mellom 1,2-1,8 meter i 2013. Det er sannsynlig at algeveksten til tider er lysbegrenset i denne innsjøen. Gjennomsnittlig siktedyp var 1,6 m i 2013 og dette var omtrent på samme nivå som i 2011 og 2012, men lavere enn årene fra 2008-2010 (1,6 m i 2012, 1,4 m i 2011, 1,8 m i 2010, 1,9 m i 2009 og 1,8 m i 2008).

I 2013 var det gjennomsnittlige fargeinnholdet 70 mg Pt/l, (2012: 65 mg Pt/l, 2011: 93 mg Pt/l, 2008: 56 mg Pt/l, fargetall ble ikke målt i 2009-2010). I 2011 var det mye nedbør og flom i september og dette medførte en spesielt stor økning i fargeinnholdet i innsjøen. En økning i fargetall vil være en faktor som påvirker siktedypet.

## Suspendert stoff/Gløderest

Resultatene vises i Vedlegg 3. Langen er en relativt grunn innsjø, og i tillegg til varierende tilførsler fra nedbørfeltet vil også vinddrevet resuspensjon i innsjøbassenget påvirke innholdet av partikulært materiale. Det gjennomsnittlige innholdet av suspendert stoff og uorganisk partikulært materiale i 2013 var omtrent som i de to foregående årene og ligger på et forventet nivå i forhold til innsjøens nedbørfelt samt værforhold og hydrologiske forhold i 2013.

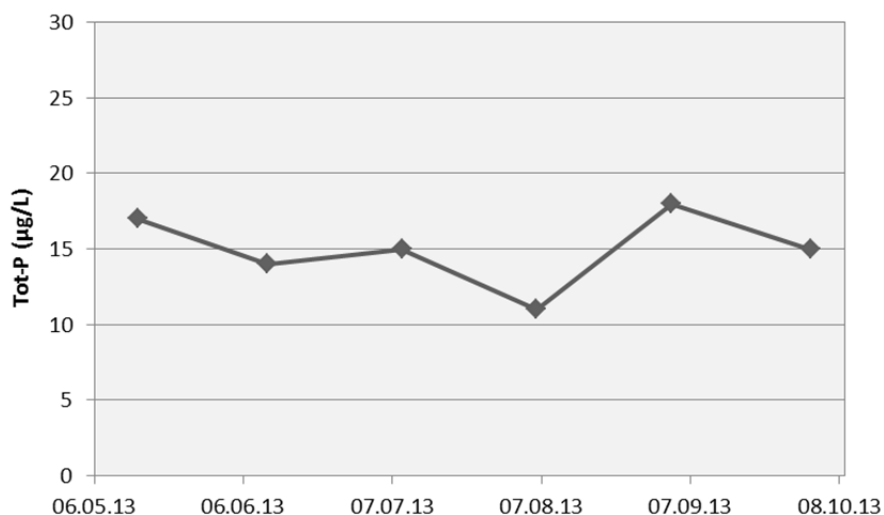
## pH

Resultatene vises i Vedlegg 3. pH var mellom 6,5 og 7 i undersøkelsesperioden.

## Totalfosfor

Resultatene vises i Figur 3.6. Nedbørfeltet til Langen består av områder over og under den marine grense og fosforinnholdet i denne innsjøen kan være bestemt av både fosfor som er bundet til organisk materiale og fosfor bundet til tilført leirmateriale. I tillegg kan en anta at det fortsatt er noe avrenning fra spredt bebyggelse og hytter rundt innsjøen. Konsentrasjonen av totalfosfor økte utover i vekstsesongen og hadde maksimalverdi i begynnelsen av september (18 µg P/l). Utviklingen i totalfosfor-innholdet i løpet av vekstsesongen var relativt sammenfallende med utviklingen i algebiomassen i Langen, og det er sannsynlig at de høye verdiene i til dels skyldes fosfor som er bundet i algebiomassen.

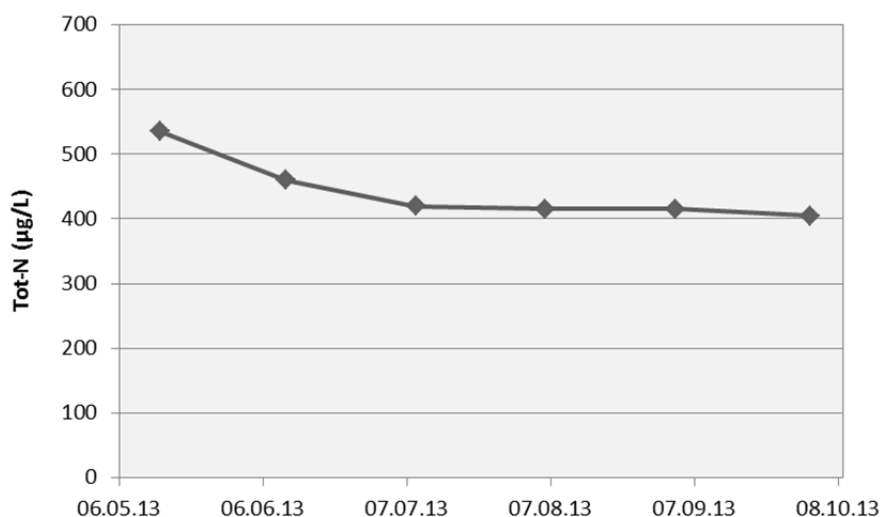
I Langen var gjennomsnittsverdien for totalfosfor 15,0 µg P/L i 2013, og dette er på omtrent samme nivå som for de fem foregående årene (2012: 15,9 µg P/l, 2011: 16,7 µg P/l, 2010: 15,8 µg P/l, 2009: 15 µg P/l, 2008: 18 µg P/l). Da det ikke ble foretatt noen målinger av orto-fosfat, er det vanskelig å si noe om en eventuell fosforbegrensing av algeveksten i Langen.



Figur 3.6. Totalfosfor i Langen i 2013.

### Totalnitrogen

Resultatene vises i Figur 3.7. Konsentrasjonen av totalnitrogen i Langen var 535 µg N/l i starten av vekstsesongen, og minket til 405 µg N/l i oktober. Reduksjonen i totalnitrogen i starten av vekstsesongen har sammenheng med algevekst. Det er relativt lave konsentrasjoner totalnitrogen i denne innsjøen, og gjennomsnittsverdien for 2013 var omtrent på samme nivå som for de fem foregående årene (2013: 442 µg N/l, 2012: 424 µg N/l, 2011: 458 µg N/l, 2010: 383 µg N/l, 2009: 392 µg N/l og 2008: 431 µg N/l). Da det ikke ble foretatt noen målinger av nitrat eller ammonium, er det vanskelig å si noe om en eventuell nitrogenbegrensning av algeveksten i Langen.



Figur 3.7. Totalnitrogen i Langen i 2013.

## Totalt organisk karbon (TOC)

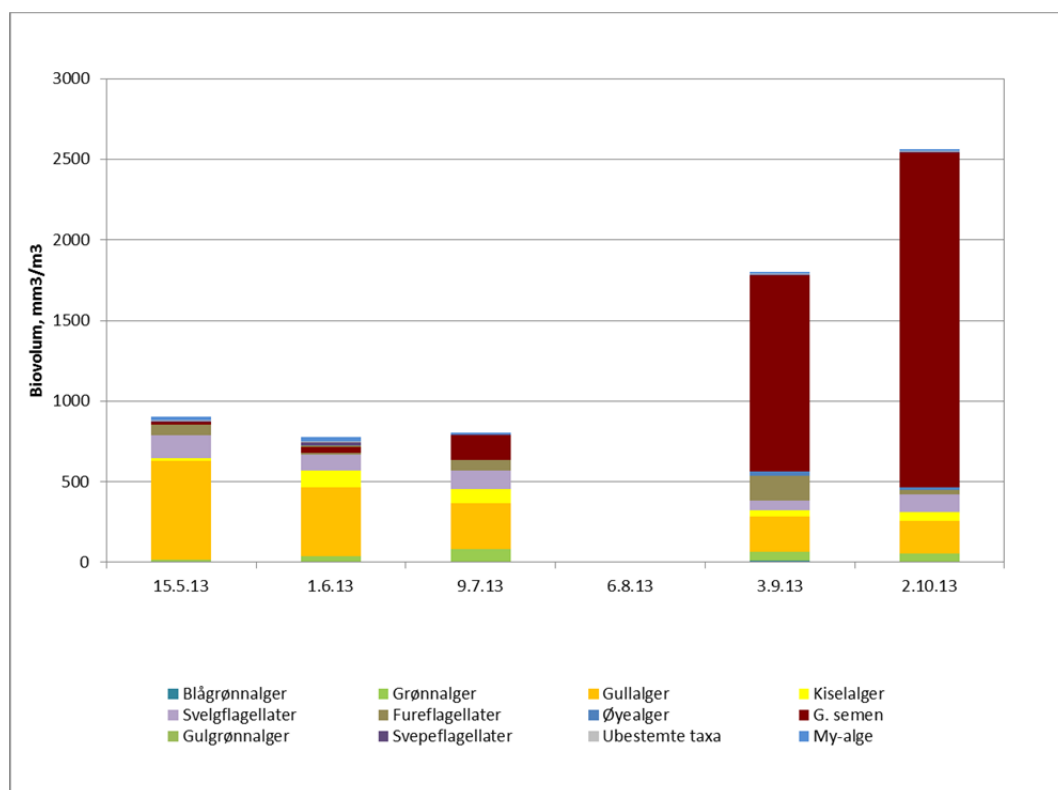
Resultatene vises i Vedlegg 3. Det ble målt relativt høye verdier av TOC i Langen, og den høyeste verdien ble målt i juli. Gjennomsnittlig konsentrasjon av TOC var relativt likt som i 2012, og det er noen år til år variasjoner siden 2008 (2013: 9,2 mg C/l, 2012: 8,9 mg C/l, 2011: 10,8 mg C/l, 2010: 9,3 mg C/l, 2009: 7,9 mg C/l og 2008: 8,1 mg C/l).

### 3.3.2 Resultater biologiske forhold

#### Planteplankton

I Langen (Figur 3.8) var det en liten dominans av gullalger og svelgflagellater i starten av vekstsesongen. Fra september var det en kraftig dominans av *G. semen*. Det var kun lave konsentrasjoner av cyanobakterier. Prøven fra august ble dessverre ødelagt og kunne ikke telles.

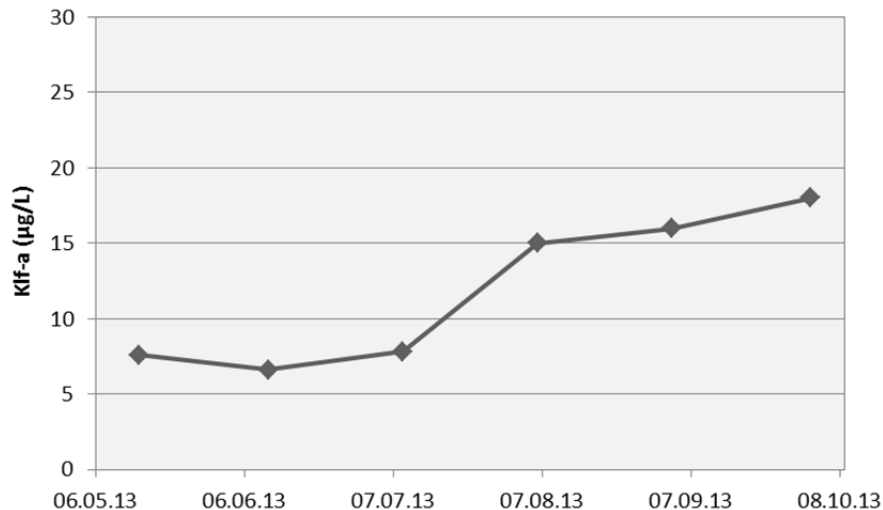
Den gjennomsnittlige algebiomassen varierer litt fra år til år og avhenger i stor grad av menden *G. semen* (2013: 1,4 mg våtvekt/l, 2012: 1,1 mg våtvekt/l, 2011: 1,3 mg våtvekt/l, 2010: 0,8 mg våtvekt/l, 2009: 1,8 mg våtvekt/l og i 2008: 0,9 mg våtvekt/l). Det har vært årlige oppblomstringer av *G. semen* i Langen de årene overvåkingen har pågått. Denne algen har de siste tiårene blitt dominerende i humøse vann på sørøstlandet, og det er flere aspekter ved forekomst og oppblomstring som fortsatt er ukjente. *G. semen* vil kunne forårsake hudirritasjoner ved bading, og det er derfor viktig å overvåke forekomsten nøye.



Figur 3.8. Variasjon i planteplanktonets mengde- og sammensetning i Langen i 2013. Prøven fra august ble dessverre ødelagt og kunne ikke telles.

## Klorofyll-a

Resultatene vises i Figur 3.13. Analyse av klorofyll-a og algevolum er to forskjellige måter å beregne algebiomassen på. Konsentrasjonen av klorofyll-a følger i stor grad utviklingen i algebiomassen, selv om det kan være en viss forskjell. Algenes klorofyll-innhold vil påvirkes av en rekke faktorer, slik at det alltid vil kunne forekomme avvik mellom disse to biomasseparametrene. I Langen økte mengden av klorofyll utover i vekstsesongen og de høyeste verdiene ble målt i september og oktober og dette var sammenfallende med den høyest målte biomassen. I Langen var gjennomsnittsverdien av klorofyll-a i 2013 11,8 µg/l (2012: 9,9 µg/l, 2011: 12,6 µg/l, 2010: 10,4 µg/l, 2009: 9,5 µg/l og 2008: 10,7 µg/L).



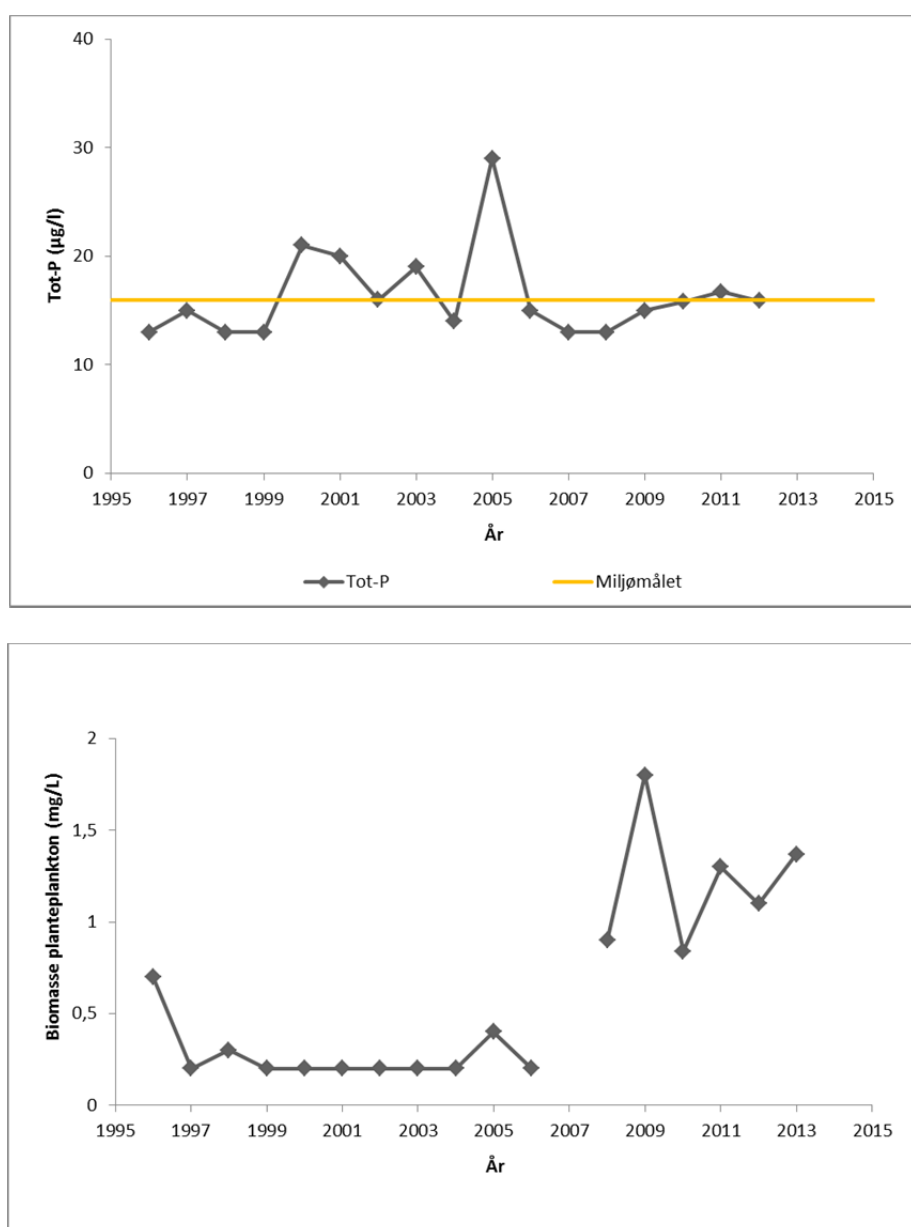
Figur 3.9. Klorofyll-a i Langen i 2013.

## Microcystin

Det var ubetydelige mengder cyanobakterier i Langen gjennom hele perioden. Det ble ikke påvist microcystiner i noen av de undersøkte prøvene i 2013.

### 3.3.3 Tidsserier og tilstand i 2013 i forhold til miljømålene

Dataene fra 2013 er satt sammen med historiske data for total fosfor og biomasse av planteplankton (Figur 3.10). I Langen har innholdet av Tot-P variert mellom 12-20  $\mu\text{g/l}$  siden midten av 1990-tallet, med unntak av 2005 (29  $\mu\text{g/l}$ ). Det har skjedd en liten økning i totalfosfor nivået de siste fire årene. De siste fire årene har det også vært en økning i biomassen av planteplankton, og dette kan skyldes en økende dominans av algen *Gonyostomum semen* i planteplanktonsamfunnet de siste årene.



Figur 3.10. Langtidsserier som viser årsmiddelverdier av totalfosfor-konsentrasjonen og biomasse av planteplankton i Langen (Kilde: før 2008 er data fra Fylkesmannen i Oslo/Akershus, etter 2008 er data fra NIVA). Miljømålet er grensen mellom god og moderat økologisk tilstand.

I henhold til vannforskriften skal økologisk tilstand i innsjøer og elver vurderes med hjelp av biologiske indikatorer. Andre parametre (f.eks. næringsstoffkonsentrasjoner, siktedyp) kan brukes som støtteparametre. Miljømålet defineres som grensen mellom moderat og god økologisk tilstand. En ny norsk planteplanktonindeks er nå utviklet for klassifisering av økologisk tilstand iht. vannforskriften. Vurderingen av økologisk tilstand er basert på klorofyll-a, totalt biovolum, trofiindeks for artssammensetning (PTI) og oppblomstring av cyanobakterier (Cyanomaks) (Se vedlegg 2 for en detaljert beskrivelse av planteplanktonindeksen).

Planteplankton (PTI) er den eneste biologiske parameteren vi har analysert i denne undersøkelsen, og i tillegg har vi vurdert støtteparametrene total fosfor, total nitrogen og siktedyp. Alle innsjøene i Vansjø-Hobølvassdraget er humusrike og i tillegg er flere av innsjøene i nedre delen av vassdraget også sterkt påvirket av erosjonspartikler. Dette påvirker siktedypet og gjør denne parameteren lite egnet som et godt mål på eutrofiering. I selve tilstandsklassifiseringen har vi derfor valgt å vektlegge PTI sammen med totalfosfor og totalnitrogen.

Vurderingen av økologisk tilstand for Langen iht. vannforskriften er vist i Tabell 3.3. PTI gir tilstandsklasse moderat og totalfosfor gir tilstandsklasse god, og dette indikerer at Langen har moderat økologisk tilstand. Det må presiseres at Langen ligger nær grensen til god økologisk status, og at det varierer fra år til år om miljømålet er nådd.

Tabell 3.3. Økologisk tilstand i Langen i forhold til vannforskriften i 2008-2013. Grenser mellom god og moderat økologisk tilstand (miljømålet) er gitt i parentes. Alle tall er årsgjennomsnitt (2013: seks prøver pr. år, 2008-2012: ni prøver pr. år).

Innsjø Langen	Klorofyll -a µg/L	PTI* nEQR	Total fosfor µg/l	Total nitrogen µg/l	STS Susp. tørrestoff mg/l	Sikte- dyp m	Biomasse alger mg/m <sup>3</sup>
2013	11,8 (9)	0,58 (0,6)	15,0 (16)	442 (650)	2,9	1,6 (2,2)	1371
2012	9,9 (9)	0,65 (0,6)	15,9 (16)	424 (650)	2,7	1,6 (2,2)	1128
2011	12,6 (9)	0,54 (0,6)	16,7 (16)	458 (650)	3,1	1,4 (2,2)	1304
2010	10,4 (9)	0,64 (0,6)	15,8 (16)	383 (650)	3,0	1,9 (2,2)	839
2009	9,5 (9)	0,64 (0,6)	15 (16)	392 (650)	2,8	1,9 (2,2)	1757
2008	10,7 (9)	0,62 (0,6)	18 (16)	430 (650)	3,4	1,8 (2,2)	911

## 3.4 Våg

### Våg



Innsjøkode:	003-293-L
Beliggenhet:	Enebakk
Vanntype:	L-N3 (Kalkfattig, humøs)
Høyde over havet (m):	126
Påvirkning:	Eutrofiering
Innsjøareal (km <sup>2</sup> ):	0,93
Middeldyp (m):	6

Vansjø-Hobøl vassdraget er et lavlandsvassdrag, og tilnærmet hele nedbørfeltet ligger under den marine grense. Delnedbørfeltet "Våg og Mjør" er dominert av skog, men det er også store områder med jordbruk, samt tettsteder og spredt bebyggelse. Våg ligger i et område under den marine grense og det kan være noe påvirkning av marin leire. Innsjøen antas å være påvirket av eutrofiering. Våg er en kalkfattig, humøs innsjø. Kalsiumverdien ligger rett over grensen mellom kalkfattig og moderat kalkrik som er på 4 mg/l, men det antas at naturtilstanden er kalkfattig. Våg har blitt overvåket siden 2008 i regi av vannområde Morsa, men det foreligger eldre overvåkingsdata som er vist i kap. 3.4.3.

### 3.4.1 Resultater fysisk-kjemiske forhold

#### Temperatur og oksygen

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

Oksygen og temperaturutvikling gjennom prøvetakingsperioden vises i Vedlegg 3. Det var en klar temperatursjiktning gjennom hele perioden, med varmt overflatevann og kaldere bunnvann. Sprangsjiktet lå ved omtrent 4 meter. Det ble målt oksygenfritt bunnvann under 11 meter mot slutten av vekstsesongen (september-oktober). Oksygenfrie forhold i bunnvannet kan medføre en frigivelse av fosfat fra sedimentene til vannmassene. Tidligere feltmålinger fra den årlige overvåkingen i Våg viser at det har vært lave konsentrasjoner av oksygen i bunnvannet (1-2 mg/L) gjennom hele vekstsesongen, og tidvis også oksygenfrie forhold i deler av vekstsesongen. Det er ikke uvanlig at det utvikles oksygenfritt bunnvann i stabilt sjiktede næringsrike innsjøer i løpet av vekstsesongen.



## Siktedyp og vannets farge

Resultatene vises i Vedlegg 3. Våg har et høyt humusinnhold og dette påvirker siktedypet som ligger mellom 1,2-2,8 meter i 2013. Det er sannsynlig at algeveksten til tider er lysbegrenset i denne innsjøen. Gjennomsnittlig siktedyp var 1,7 m i 2013 (2012: 1,4 m, 1,5 i 2011, 1,7 m i 2010, 1,7 m i 2009 og 1,7 m i 2008).

I 2013 var det gjennomsnittlige fargeinnholdet 72 mg Pt/l, (2012: 70 mg Pt/l, 2011: 93 mg Pt/l, 2008: 59 mg Pt/l, fargetall ble ikke målt i 2009-2010). I 2011 var det mye nedbør og flom i september og dette medførte en spesielt stor økning i fargeinnholdet i innsjøen. En økning i fargetall vil være en faktor som påvirker siktedypet.

## Suspendert stoff/Gløderest

Resultatene vises i Vedlegg 3. Våg er en relativt grunn innsjø, og i tillegg til varierende tilførsler fra nedbørfeltet vil også vinddrevet resuspensjon i innsjøbassenget påvirke innholdet av partikulært materiale. Det gjennomsnittlige innholdet av suspendert stoff og uorganisk partikulært materiale i 2013 var omtrent som i de to foregående årene og ligger på et forventet nivå i forhold til innsjøens nedbørfelt samt værforhold og hydrologiske forhold i 2013.

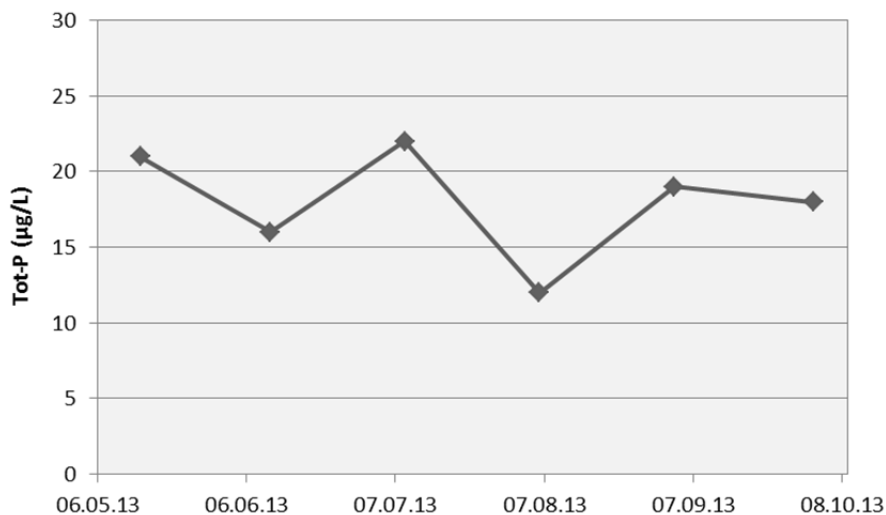
## pH

Resultatene vises i Vedlegg 3. pH var i underkant av 7,0 i mai og var deretter stabil rundt 7,0 resten av undersøkelsesperioden.

## Totalfosfor

Resultatene vises i Figur 3.11. Nedbørfeltet til Våg består av områder over og under den marine grense og fosforinnholdet i denne innsjøen kan være bestemt av både fosfor som er bundet til organisk materiale og fosfor bundet til tilført leirmateriale. I tillegg kan en anta at det er noe avrenning fra tettstedet Ytre Enebakk, samt spredt bebyggelse rundt innsjøen. Konsentrasjonen av totalfosfor økte utover i vekstsesongen og var på 22 µg P/l i juli. Det var ingen klar sammenheng mellom utviklingen av totalfosfor-innholdet og utvikling av algebiomassen i Våg i 2013. Det var flere nedbørsepisoder og høy avrenning i april og mai i 2013 og dette kan ha medført en transport av erosjonsmateriale og partikkelbundet fosfor til innsjøen. Innsjøene nedover i vassdraget påvirkes mer enn innsjøene helt nord i vassdraget.

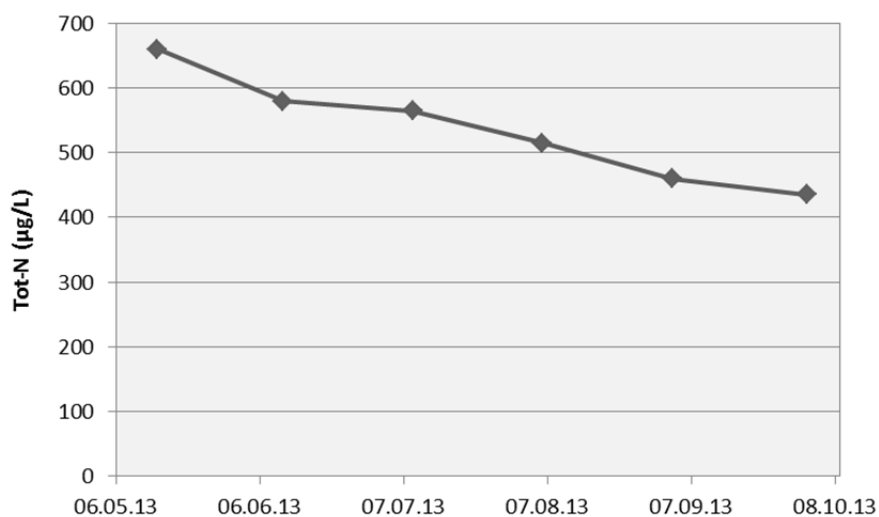
I Våg var gjennomsnittsverdien for totalfosfor 18,0 µg P/L i 2013, og dette er høyere enn i de fire foregående årene (2012: 16,4 µg P/l, 2011: 15,2 µg P/l, 2010: 14,2 µg P/l, 2009: 14,1 µg P/l, 2008: 13,6 µg P/l). Det har vært en økning i totalfosfor-innholdet i Våg de siste fem årene. Da det ikke ble foretatt noen målinger av orto-fosfat, er det vanskelig å si noe om en eventuell fosforbegrensning av algeveksten i Våg.



Figur 3.11. Totalfosfor i Våg i 2013.

### Totalnitrogen

Resultatene vises i Figur 3.12. Konsentrasjonen av totalnitrogen i Våg var relativt høy i starten av vekstsesongen (660 µg N/l) og avtok utover i vekstsesongen. Denne reduksjonen har sammenheng med algevekst og sedimentering av organisk bundet nitrogen. Gjennomsnittsverdien av totalnitrogen i 2013 var lik som i 2011 og 2012, og noe høyere enn i de tre foregående årene (2013: 536 µg N/l, 2012: 539 µg N/l, 2011: 551 µg N/l, 2010: 475 µg N/l, 2009: 485 µg N/l og 2008: 464 µg N/l). Da det ikke ble foretatt noen målinger av nitrat eller ammonium, er det vanskelig å si noe om en eventuell nitrogenbegrensing av algeveksten i Våg.



Figur 3.12. Totalnitrogen i Våg i 2013.

## Totalt organisk karbon (TOC)

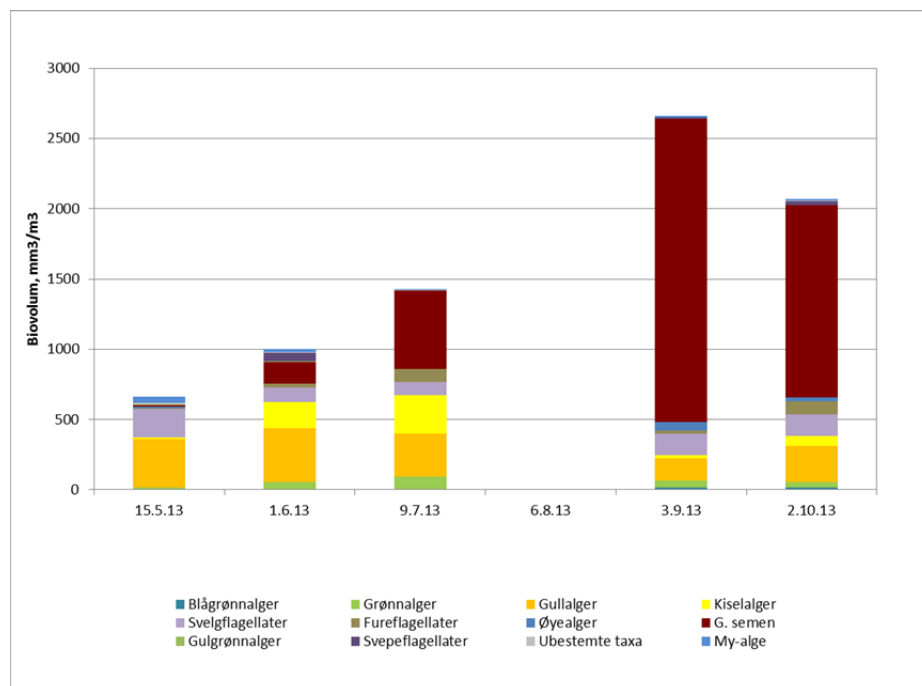
Resultatene vises i Vedlegg 3. Det ble målt relativt høye verdier av TOC i Våg, og den høyeste verdien ble målt i juli. Gjennomsnittlig konsentrasjon av TOC var omtrent på samme nivå som de tre foregående årene, men høyere enn i 2008-2009 (2013: 9,2 mg C/l, 2012: 9,0 mg C/l, 2011: 10,8 mg C/l, 2010: 9,0 mg C/l, 2009: 7,8 mg C/l og 2008: 7,7 mg C/l).

### 3.4.2 Resultater biologiske forhold

#### Plantep plankton

I Våg (Figur 3.13) var det en dominans av gullalger, svelgflagellater og kiselalger i første del av vekstsesongen. Fra juli og resten av vekstsesongen var det en oppblomstring av *G. semen*. Konsentrasjonen av cyanobakterier var lav hele sesongen. Prøven fra august ble dessverre ødelagt og kunne ikke telles.

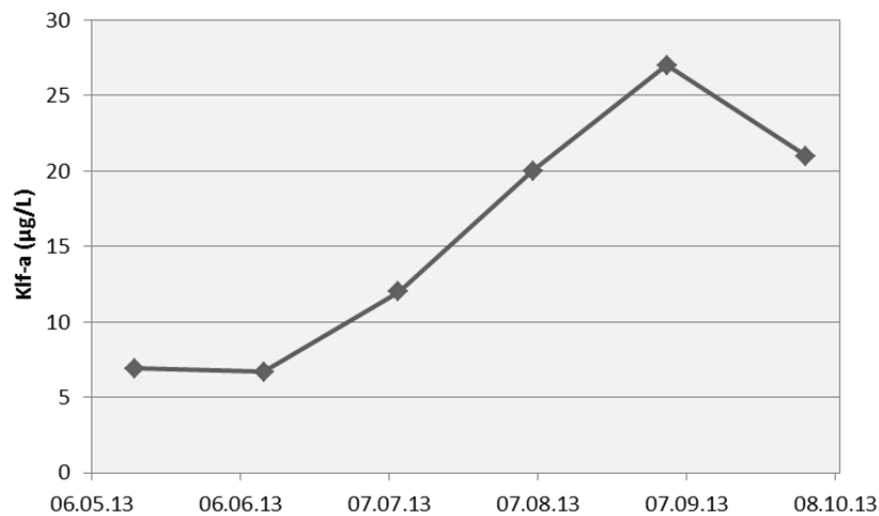
Den gjennomsnittlige algebiomassen var 1,6 mg våtvekt/l i 2013, og dette var betydelig høyere enn de foregående årene (2012: 0,5 mg våtvekt/l, 2011: 0,75 mg våtvekt/l, 2010: 0,34 mg våtvekt/l, 2009: 0,5 mg våtvekt/l og i 2008: 0,5 mg våtvekt/l). Tidligere har det kun vært moderate oppblomstringer av *G. semen* i denne innsjøen. Denne algen har de siste tiårene blitt dominerende i humøse vann på sørøstlandet, og det er flere aspekter ved forekomst og oppblomstring som fortsatt er ukjente. *G. semen* vil kunne forårsake hudirritasjoner ved bading, og det er derfor viktig å overvåke forekomsten nøye.



Figur 3.13. Variasjon i plantep planktonets mengde- og sammensetning i Våg i 2013. Prøven fra august ble dessverre ødelagt og kunne ikke telles.

## Klorofyll-a

Resultatene vises i Figur 3.14. Analyse av klorofyll-a og algevolum er to forskjellige måter å beregne algebiomassen på. Konsentrasjonen av klorofyll-a følger i stor grad utviklingen i algebiomassen, selv om det kan være en viss forskjell. Algenes klorofyll-innhold vil påvirkes av en rekke faktorer, slik at det alltid vil kunne forekomme avvik mellom disse to biomasseparametrene. I Våg økte klorofyllmengden utover i vekstsesongen og den høyeste verdien ble målt i september og dette var sammenfallende med den høyest målte biomassen. I Våg var gjennomsnittsverdien av klorofyll-a i 2013 15,6 µg/l og dette er betydelig høyere enn de fem foregående årene (2012: 7,0 µg/l, 2011: 7,1 µg/l, 2010: 5,6 µg/l, 2009: 6,9 µg/l og 2008: 6,3 µg/L).



Figur 3.14. Klorofyll-a i Våg i 2013.

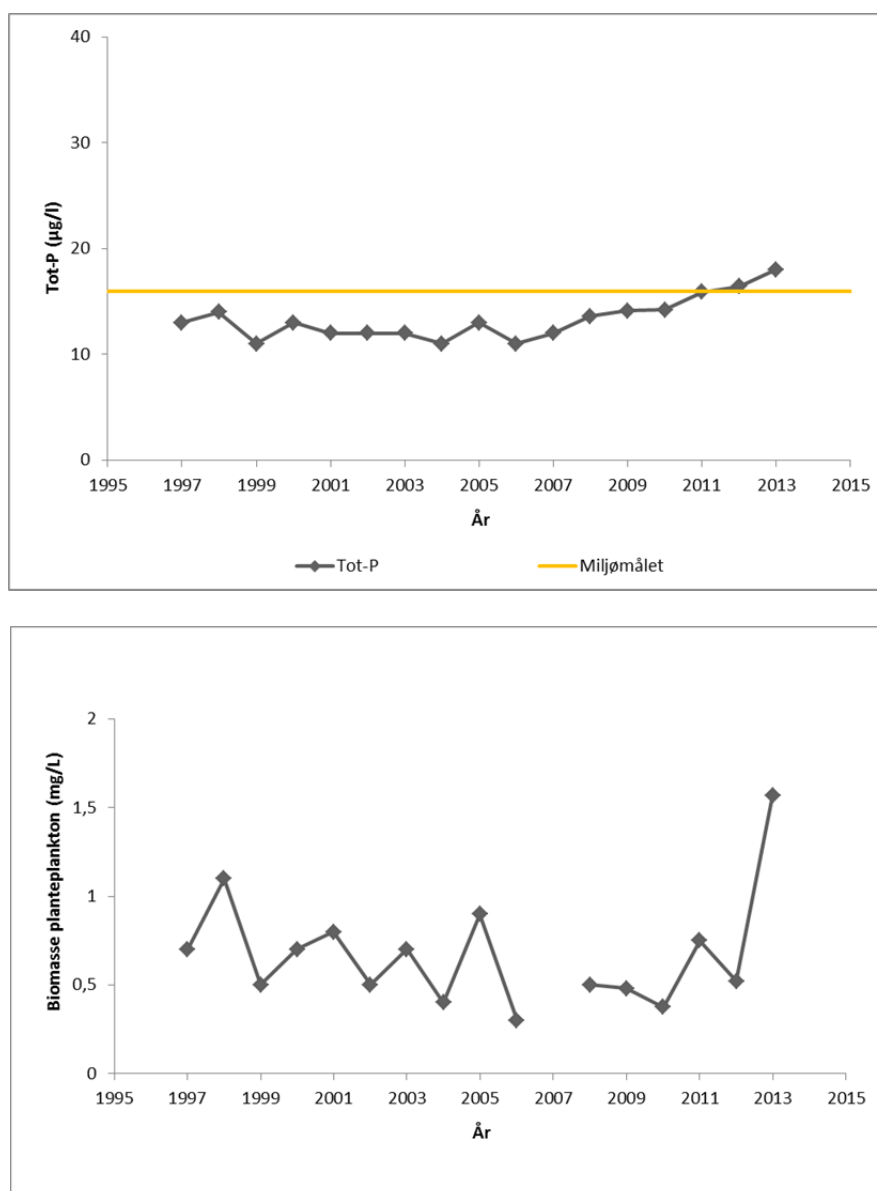
## Microcystin

Det var ubetydelige mengder cyanobakterier i Våg gjennom hele perioden. Det ble ikke påvist microcystiner i noen av de undersøkte prøvene i 2013.

### 3.4.3 Tidsserier og tilstand i 2013 i forhold til miljømålene

Dataene fra 2013 er satt sammen med historiske data for total fosfor og biomasse av planteplankton (Figur 3.14). I Våg har innholdet av Tot-P vært 10-15  $\mu\text{g P/l}$  fra midten av 1990-tallet og frem til 2010. De siste årene har det vært en økning i totalfosfor-innholdet i innsjøen og i 2013 var totalfosforinnholdet på det høyeste nivået som er målt i Våg.

Planteplankton-biomassen har vært stabil mellom 0,5-1 mg/l gjennom hele den undersøkte tidsperioden frem til og med 2012, mens det i 2013 var en kraftig økning som skyldes en oppblomstring av *G. semen*.



Figur 3.19. Langtidsserier som viser årsmiddelverdier av totalfosfor-konsentrasjonen og biomasse av planteplankton i Våg (Kilde: før 2008 er data fra Fylkesmannen i Oslo/Akershus, etter 2008 er data fra NIVA). Miljømålet er grensen mellom god og moderat økologisk tilstand.

I henhold til vannforskriften skal økologisk tilstand i innsjøer og elver vurderes med hjelp av biologiske indikatorer. Andre parametre (f.eks. næringsstoffkonsentrasjoner, siktedyp) kan brukes som støtteparametre. Miljømålet defineres som grensen mellom moderat og god økologisk tilstand. En ny norsk planteplanktonindeks er nå utviklet for klassifisering av økologisk tilstand iht. vannforskriften. Vurderingen av økologisk tilstand er basert på klorofyll-a, totalt biovolum, trofiindeks for artssammensetning (PTI) og oppblomstring av cyanobakterier (Cyanomaks) (Se vedlegg 2 for en detaljert beskrivelse av planteplanktonindeksen).

Planteplankton (PTI) er den eneste biologiske parameteren vi har analysert i denne undersøkelsen, og i tillegg har vi vurdert støtteparametrene total fosfor, total nitrogen og siktedyp. Alle innsjøene i Vansjø-Hobølvassdraget er humusrike og i tillegg er flere av innsjøene i nedre delen av vassdraget også sterkt påvirket av erosjonspartikler. Dette påvirker siktedypet og gjør denne parameteren lite egnet som et godt mål på eutrofiering. I selve tilstandsklassifiseringen har vi derfor valgt å vektlegge PTI sammen med totalfosfor og totalnitrogen.

Vurderingen av økologisk tilstand for Våg iht. vannforskriften er vist i Tabell 3.4. PTI og total fosfor gir begge tilstandsklasse moderat, og dette indikerer at Våg har moderat økologisk tilstand. Det må presiseres at Våg ligger nær grensen til god økologisk status, men de siste to årene har ikke miljømålet vært nådd.

Tabell 3.4. Økologisk tilstand i Våg i 2008-2013 i forhold til vannforskriften. Grenser mellom god og moderat økologisk tilstand (miljømålet) er gitt i parentes. Alle tall er årsgjennomsnitt (2013: seks prøver pr. år, 2008-2012: ni prøver pr. år).

Innsjø Våg	Klorofyll -a µg/L	PTI* nEQR	Total fosfor µg/l	Total nitrogen µg/l	STS Susp. tørrestoff mg/l	Sikte- dyp m	Biomasse alger mg/m <sup>3</sup>
2013	15,6 (9)	0,50 (0,6)	18,0 (16)	536 (650)	2,9	1,7	1570
2012	7,0 (9)	0,79 (0,6)	16,4 (16)	539 (650)	2,8	1,4	523
2011	7,1 (9)	0,69 (0,6)	15,9 (16)	551 (650)	2,9	1,5	754
2010	5,6 (9)	0,83 (0,6)	14,2 (16)	475 (650)	2,7	1,7	374
2009	6,9 (9)	0,75 (0,6)	14,1 (16)	485 (650)	3,1	1,7	482
2008	6,3 (9)	0,77 (0,6)	13,6 (16)	464 (650)	2,5	1,7	495

## 3.5 Mjær

### Mjær



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

Vansjø-Hobøl vassdraget er et lavlandsvassdrag, og tilnærmet hele nedbørfeltet ligger under den marine grense. Delnedbørfeltet "Våg og Mjær" er dominert av skog, men det er også store områder med jordbruk, samt tettsteder og spredt bebyggelse. Mjær ligger i et område under den marine grense og det er derfor en del påvirkning av marin leire og innsjøen er påvirket av eutrofiering. Mjær er en kalkfattig, humøs innsjø. Kalsiumverdien ligger rett over grensen mellom kalkfattig og moderat kalkrik som er på 4 mg/l, men det antas at naturtilstanden er kalkfattig. Mjær har blitt overvåket siden 2008 i regi av vannområde Morsa, men det foreligger eldre overvåkingsdata som er vist i kap. 3.5.3. Prøvetakingsstasjonen er fra og med 2010 flyttet til innsjøens dypeste punkt (ca. 17 meters dyp). I 2008-2009 ble prøvene tatt i den sørlige delen av innsjøen, i et område hvor det bare var 5 meters dybde.

### 3.5.1 Resultater fysisk-kjemiske forhold

#### Temperatur og oksygen

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

Oksygen og temperaturutvikling gjennom prøvetakingsperioden vises i Vedlegg 3. Det var en moderat temperatursjiktning gjennom hele perioden, med varmt overflatevann og kaldere bunnvann. Sprangsjiktet lå ved omtrent 5-6 meter. I perioden fra midten av juli til midten av august ble det målt under 2 mg/L oksygen i bunnvannet, begynnelsen av september var det oksygenfritt bunnvann under 15 meter. Oksygenfrie forhold i bunnvannet kan medføre en frigivelse av fosfat fra sedimentene til vannmassene. Tidligere feltnmålinger fra den årlige overvåkingen i Mjær viser at det har vært lave konsentrasjoner av oksygen i bunnvannet (1-2 mg/L) gjennom hele vekstsesongen, og tidvis også oksygenfrie forhold i deler av vekstsesongen. Det er ikke uvanlig at det utvikles oksygenfritt bunnvann i stabilt sjiktede næringsrike innsjøer i løpet av vekstsesongen.

## Siktedyp og vannets farge

Resultatene vises i Vedlegg 3. Mjær har et høyt humusinnhold, og i tillegg påvirkes innsjøen av tilførsel av leirpartikler. Siktedypet lå mellom 1,2-1,8 meter i 2013, og det er sannsynlig at algeveksten til tider er lysbegrenset. Gjennomsnittlig siktedyp var 1,5 m i 2013 (1,5 m i 2012, 1,3 m i 2011, 1,7 m i 2010, 1,4 m i 2009 og 1,5 m i 2008).

I 2013 var det gjennomsnittlige fargeinnholdet 67 mg Pt/l, (2012: 68 mg Pt/l, 2011: 83 mg Pt/l, 2008: 54 mg Pt/l, fargetall ble ikke målt i 2009-2010). I 2011 var det mye nedbør og flom i september og dette medførte en spesielt stor økning i fargeinnholdet i innsjøen. En økning i fargetall vil være en faktor som påvirker siktedypet.

## Suspendert stoff/Gløderest

Resultatene vises i Vedlegg 3. Mjær er en relativt grunn innsjø, og i tillegg til varierende tilførsler fra nedbørfeltet vil også vinddrevet resuspensjon i innsjøbassenget påvirke innholdet av partikulært materiale. Det gjennomsnittlige innholdet av suspendert stoff og uorganisk partikulært materiale i 2013 var omtrent som i de to foregående årene og ligger på et forventet nivå i forhold til innsjøens nedbørfelt samt værforhold og hydrologiske forhold i 2013.

## pH

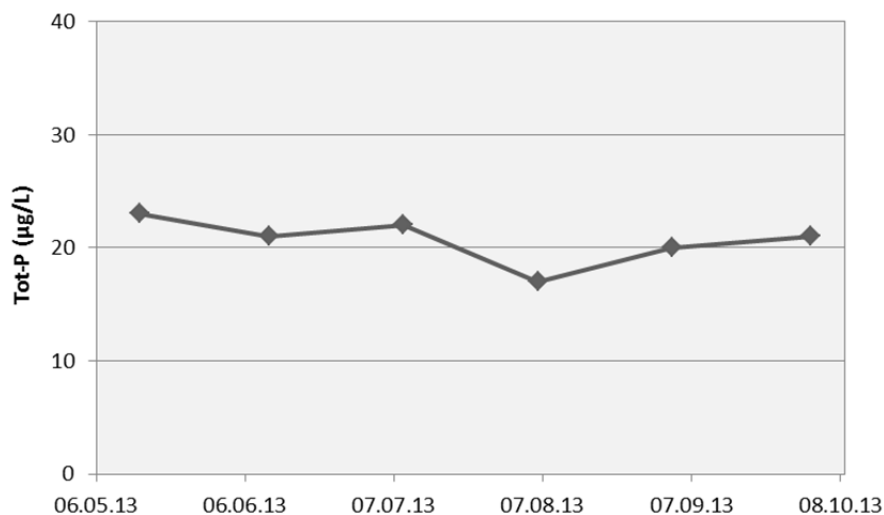
Resultatene vises i Vedlegg 3. pH var i omtrent på 6,5 i mai og var deretter stabil rundt 7,0 i resten av undersøkelsesperioden.

## Totalfosfor

Resultatene vises i Figur 3.16. Nedbørfeltet til Mjær består av områder over og under den marine grense og fosforinnholdet i denne innsjøen kan være bestemt av både fosfor som er bundet til organisk materiale og fosfor bundet til tilført leirmateriale. I tillegg så kan en anta at det er noe avrenning fra tettstedet Ytre Enebakk, samt spredt bebyggelse og jordbruk rundt innsjøen. Mjær er også utslippspunkt for Ytre Enebakk renseanlegg. Konsentrasjonen av totalfosfor var høyest i mai (23 µg P/l) og avtok litt utover i vekstsesongen. Det var ingen klar sammenheng mellom utviklingen av totalfosfor-innholdet og utvikling av algebiomassen i Mjær i 2013. Det var flere nedbørsepisoder og høy avrenning i april og mai i 2013 og dette kan ha medført en transport av erosjonsmateriale og partikkelbundet fosfor til innsjøen. Innsjøene nedover i vassdraget påvirkes mer enn innsjøene helt nord i vassdraget.

I Mjær var gjennomsnittsverdien for totalfosfor 20,7 µg P/l i 2013, og dette omtrent på samme nivå som de fem foregående årene (2012: 21,8 µg P/l, 2011: 21,4 µg P/l, 2010: 20,9 µg P/l, 2009: 19,3 µg P/l, 2008: 20,4 µg P/l). Da det ikke ble foretatt noen målinger av orto-fosfat, er det vanskelig å si noe om en eventuell fosforbegrensning av algeveksten i Mjær.

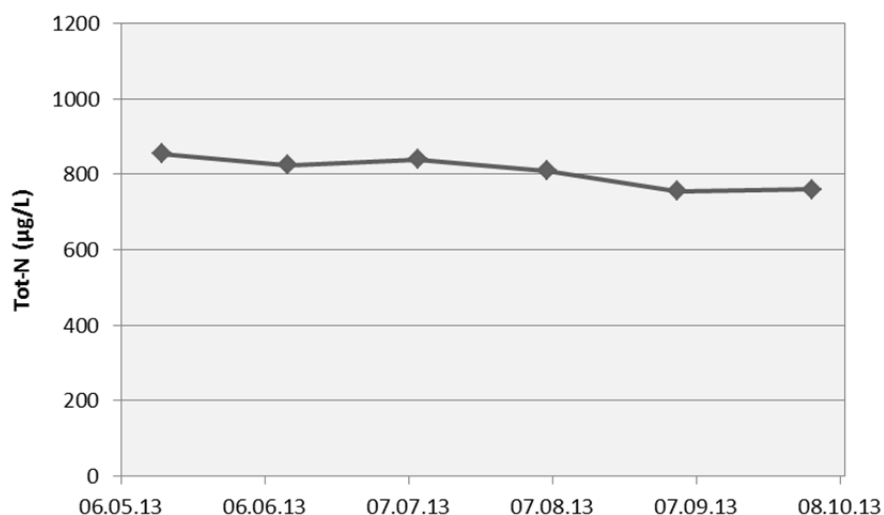




Figur 3.16. Totalfosfor i Mjær i 2013.

### Totalnitrogen

Resultatene vises i Figur 3.17. Konsentrasjonen av totalnitrogen i Mjær var høy i starten av vekstsesongen (855 µg N/l) og avtok deretter utover i vekstsesongen. Denne reduksjonen har sammenheng med algevekst og sedimentering av organisk bundet nitrogen. Gjennomsnittsverdien av totalnitrogen i 2013 var på samme nivå som i 2012 og noe høyere enn årene før dette (2013: 808 µg N/l 2012: 813 µg N/l 2011: 784 µg N/l, 2010: 779 µg N/l, 2009: 678 µg N/l og 2008: 706 µg N/l). Da det ikke ble foretatt noen målinger av nitrat eller ammonium, er det vanskelig å si noe om en eventuell nitrogenbegrensning av algeveksten i Mjær.



Figur 3.17. Totalnitrogen i Mjær i 2013.

## Totalt organisk karbon (TOC)

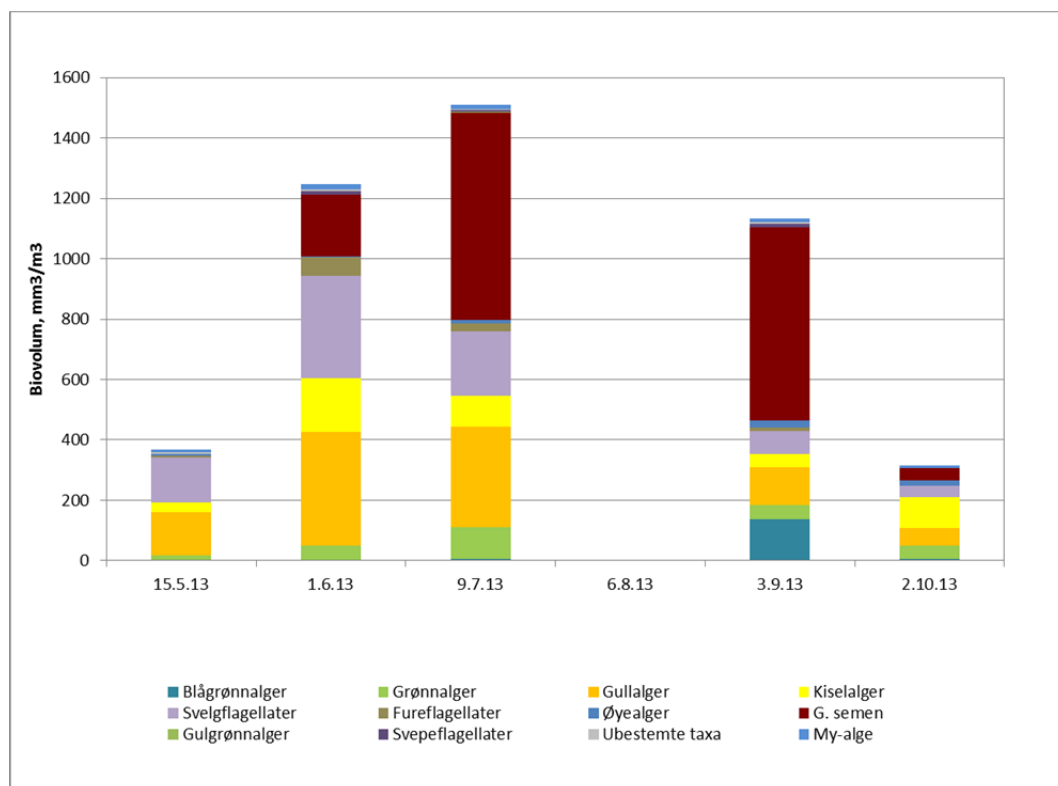
Resultatene vises i Vedlegg 3. Det ble målt relativt høye verdier av TOC i Mjær, og den høyeste verdien ble målt i oktober. Gjennomsnittlig konsentrasjon av TOC i 2013 var på samme nivå som i 2012 (2013: 8,6 mg C/l, 2012: 8,2 mg C/l, 2011: 10,5 mg C/l, 2010: 8,1 mg C/l, 2009: 7,9 mg C/l og 2008: 7,1 mg C/l).

### 3.5.2 Resultater biologiske forhold

#### Planteplankton

I Mjær (Figur 3.18) var det en dominans av kiselalger, gullalger og svelgflagellater i begynnelsen av vekstsesongen. I juli kom det en liten oppblomstring av *G. semen* og denne arten dominerte til september. Konsentrasjonen av cyanobakterier var relativt lav hele sesongen. Prøven fra august ble dessverre ødelagt og kunne ikke telles.

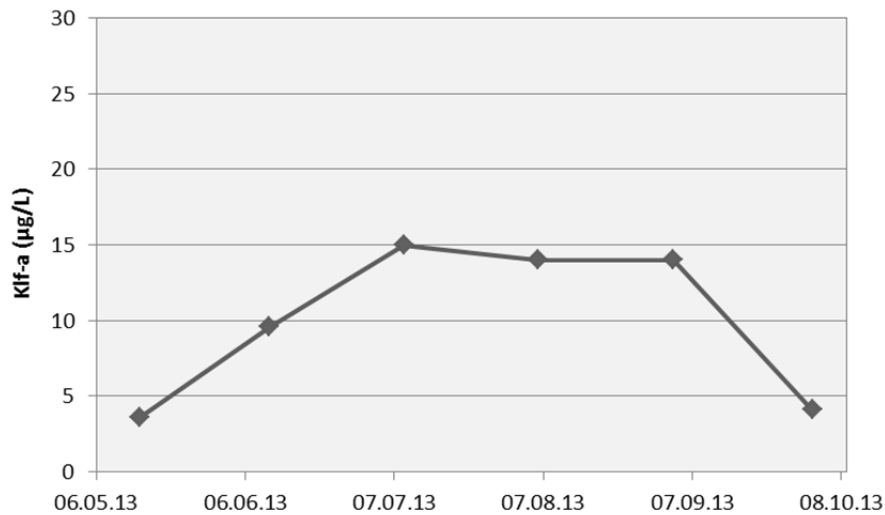
Den gjennomsnittlige algebiomassen var 0,9 mg våtvekt/l i 2013 (2012: 0,9 mg våtvekt/l 2011: 1,0 mg våtvekt/l, 2010: 1,0 mg våtvekt/l, 2009: 1,1 mg våtvekt/l og 2008: 0,7 mg våtvekt/l). Det har vært årlige moderate oppblomstringer av *G. semen* i Mjær de årene overvåkingen har pågått. Denne algen har de siste tiårene blitt dominerende i humøse vann på sørøstlandet, og det er flere aspekter ved forekomst og oppblomstring som fortsatt er ukjente. *G. semen* vil kunne forårsake hudirritasjoner ved bading, og det er derfor viktig å overvåke forekomsten nøye.



Figur 3.18. Variasjon i planteplanktonets mengde og sammensetning i Mjær i 2013. Prøven fra august ble dessverre ødelagt og kunne ikke telles.

## Klorofyll-a

Resultatene vises i Figur 3.19. Analyse av klorofyll-a og algevolum er to forskjellige måter å beregne algebiomassen på. Konsentrasjonen av klorofyll-a følger i stor grad utviklingen i algebiomassen, selv om det kan være en viss forskjell. Algenes klorofyll-innhold vil påvirkes av en rekke faktorer, slik at det alltid vil kunne forekomme avvik mellom disse to biomasseparametrene. I Mjær økte klorofyllmengden utover i vekstsesongen og den høyeste verdien ble målt i begynnelsen av juli og dette var sammenfallende med den høyest målte biomassen. I Mjær var gjennomsnittsverdien av klorofyll-a i 2013 10,1 µg/l (2012: 12,6 µg/l, 2011: 15 µg/l, 2010: 12,5 µg/l, 2009: 13,0 µg/l og 2008: 14,0 µg/L).



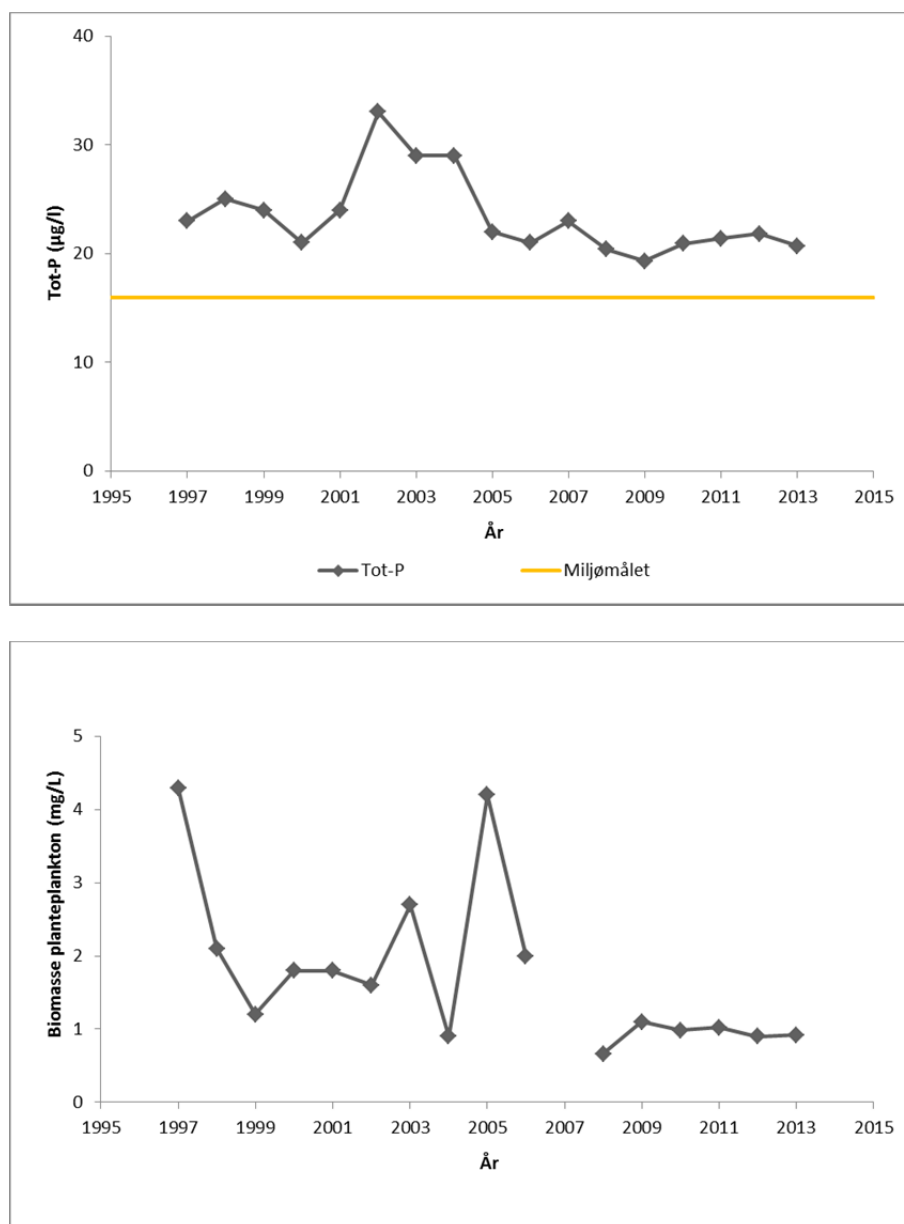
Figur 3.19. Klorofyll-a i Mjær i 2013.

## Microcystin

Det var relativt lite cyanobakterier i Mjær gjennom hele perioden, og det ble ikke påvist microcystiner i noen av de undersøkte prøvene i 2013.

### 3.5.3 Tidsserier og tilstand i 2013 i forhold til miljømålene

Dataene fra 2013 er satt sammen med historiske data for total fosfor og biomasse av planteplankton (Figur 3.20). I Mjær har innholdet av Tot-P variert mellom 20-30  $\mu\text{g P/l}$  siden midten av 1990-tallet, og det har skjedd en nedgang fra 2002 og frem til i dag. Det er en tilsvarende nedgang i planteplanktonbiomassen de siste årene.



Figur 3.20. Langtidsserier som viser årsmiddelverdier av totalfosfor-konsentrasjonen og biomasse av planteplankton i Mjær (Kilde: før 2008 er data fra Fylkesmannen i Oslo/Akershus, etter 2008 er data fra NIVA). Miljømålet er grensen mellom god og moderat økologisk tilstand.

I henhold til vannforskriften skal økologisk tilstand i innsjøer og elver vurderes med hjelp av biologiske indikatorer. Andre parametre (f.eks. næringsstoffkonsentrasjoner, siktedyp) kan brukes som støtteparametre. Miljømålet defineres som grensen mellom moderat og god økologisk tilstand. En ny norsk planteplanktonindeks er nå utviklet for klassifisering av økologisk tilstand iht. vannforskriften. Vurderingen av økologisk tilstand er basert på klorofyll-a, totalt biovolum, trofiindeks for artssammensetning (PTI) og oppblomstring av cyanobakterier (Cyanomaks) (Se vedlegg 2 for en detaljert beskrivelse av planteplanktonindeksen).

Planteplankton (PTI) er den eneste biologiske parameteren vi har analysert i denne undersøkelsen, og i tillegg har vi vurdert støtteparametrene total fosfor, total nitrogen og siktedyp. Alle innsjøene i Vansjø-Hobølvassdraget er humusrike og i tillegg er flere av innsjøene i nedre delen av vassdraget også sterkt påvirket av erosjonspartikler. Dette påvirker siktedypet og gjør denne parameteren lite egnet som et godt mål på eutrofiering. I selve tilstandsklassifiseringen har vi derfor valgt å vektlegge PTI sammen med totalfosfor og totalnitrogen.

Vurderingen av økologisk tilstand for Mjær iht. vannforskriften er vist i Tabell 3.5. PTI og totalfosfor gir begge tilstandsklasse moderat, og dette indikerer at Mjær har moderat økologisk tilstand.

Tabell 3.5. Økologisk tilstand i Mjær i 2008-2013 i forhold til vannforskriften. Grenser mellom god og moderat økologisk tilstand (miljømålet) er gitt i parentes. Alle tall er årsgjennomsnitt (2013: seks prøver pr. år, 2008-2012: ni prøver pr. år).

Innsjø Mjær	Klorofyll -a µg/L	PTI* nEQR	Total fosfor µg/l	Total nitrogen µg/l	STS Susp. tørrestoff mg/l	Sikte- dyp m	Biomasse alger mg/m <sup>3</sup>
2013	10,1 (9)	0,56 (0,6)	20,7 (16)	808 (650)	3,3	1,5 (2,2)	915
2012	12,6 (9)	0,53 (0,6)	21,8 (16)	813 (650)	3,4	1,5 (2,2)	892
2011	15 (9)	0,48 (0,6)	20,1 (16)	780 (650)	3,5	1,3 (2,2)	1015
2010	12,5 (9)	0,51 (0,6)	20,1 (16)	780 (650)	3,7	1,7 (2,2)	978
2009	13,0 (9)	0,49 (0,6)	19,3 (16)	678 (650)	4,6	1,5 (2,2)	1081
2008	14,0 (9)	0,48 (0,6)	20,4 (16)	706 (650)	4,6	1,4 (2,2)	664

## 3.6 Sæbyvannet

### Sæbyvannet



Innsjøkode:	003-295-L
Beliggenhet:	Våler
Vanntype:	L-N3 (Kalkfattig, humøs)
Høyde over havet (m):	47
Påvirkning:	Eutrofiering
Innsjøareal (km <sup>2</sup> ):	1,54
Middeldyp (m):	7,8

Vansjø-Hobøl vassdraget er et lavlandsvassdrag, og tilnærmet hele nedbørfeltet ligger under den marine grense. Delnedbørfeltet "Svinna og Sæbyvannet" er dominert av skog, men det er også store områder med jordbruk, samt tettstedet Svinndal og spredt bebyggelse. Sæbyvannet ligger i et område under den marine grense og det er en betydelig påvirkning av marin leire. Innsjøen er sterkt påvirket av eutrofiering. Sæbyvannet er en kalkfattig, humøs innsjø. Sæbyvannet har blitt overvåket siden 2005 i regi av vannområde Morsa, men det foreligger også eldre overvåkingsdata som er vist i kap. 3.6.3.

### 3.6.1 Resultater fysisk-kjemiske forhold

#### Temperatur og oksygen

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

Oksygen og temperaturutvikling gjennom prøvetakingsperioden vises i Vedlegg 3. Det var en klar temperatursjiktning gjennom hele perioden, med varmt overflatevann og kaldere bunnvann. Sprangsjiktet lå ved omtrent 4-5 meter. Det var en redusert oksygenkonsentrasjon i bunnvannet under sprangsjiktet, og i september var det oksygenfritt bunnvann ved 16 meters dyp. Oksygenfrie forhold i bunnvannet kan medføre en frigivelse av fosfat fra sedimentene til vannmassene. Tidligere feltmålinger fra den årlige overvåkingen i Sæbyvannet viser at det har vært lave konsentrasjoner av oksygen i bunnvannet (1-2 mg/L) gjennom hele vekstsesonen, og tidvis også oksygenfrie forhold i deler av vekstsesonen. Det er ikke uvanlig at det utvikles oksygenfritt bunnvann i stabilt sjiktede næringsrike innsjøer i løpet av vekstsesonen. Sæbyvannet er et svært næringsrik innsjø, og vil være uheldig om det også forekommer interngjødsling av fosfor fra sedimentene. Undersøkelser har vist at bunnsedimentene inneholder en høy grad av labilt fosfor (Ruikai mfl. 2012), og dette kan frigis til vannmassene under oksygenfrie forhold. Det planlegges å undersøke mulig interngjødsling nærmere i 2014.

## Siktedyp og vannets farge

Resultatene vises i Vedlegg 3. Sæbyvannet har et høyt humusinnhold, og i tillegg påvirkes innsjøen av tilførsel og resuspensjon av leirpartikler. Siktedypet lå mellom 0,5-1,0 meter i 2013, og det er sannsynlig at algeveksten er lysbegrenset. Gjennomsnittlig siktedyp var 0,8 m i 2013 (0,9 m i 2012, 0,8 m i 2011, 1,0 m i 2010, 0,9 m i 2009 og 1,0 m i 2008).

I 2013 var det gjennomsnittlige fargeinnholdet 92 mg Pt/l, (2012: 93 mg Pt/l, 2011: 122 mg Pt/l, 2008: 89 mg Pt/l, fargetall ble ikke målt i 2009-2010). I 2011 var det mye nedbør og flom i september og dette medførte en spesielt stor økning i fargeinnholdet i innsjøen. En økning i fargetall vil være en faktor som påvirker siktedypet.

## Suspendert stoff/Gløderest

Resultatene vises i Vedlegg 3. Sæbyvannet er en relativt grunn innsjø, og i tillegg til varierende tilførsler fra nedbørfeltet vil også vinddrevet resuspensjon i innsjøbassenget påvirke innholdet av partikulært materiale. Sæbyvannet er i tillegg påvirket av tilført leirmateriale. Tidligere resultater har vist at det ved store nedbørmengder og flom har vært en kraftig økning i innholdet av partikulært materiale i Sæbyvannet. Dette skjedde i 2008 og i 2011. Det gjennomsnittlige innholdet av suspendert stoff og uorganisk partikulært materiale i 2013 ligger på et forventet nivå i forhold til innsjøens nedbørfelt samt værforhold og hydrologiske forhold i 2013.

## pH

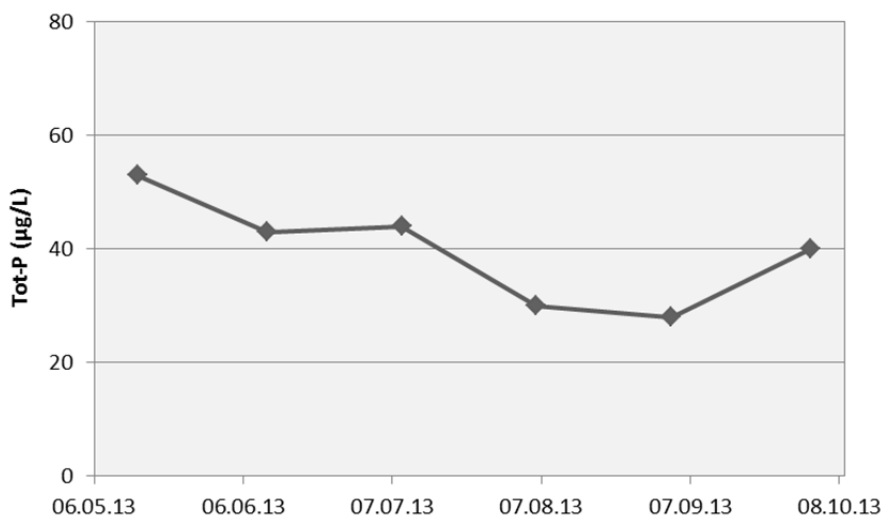
Resultatene vises i Vedlegg 3. pH var rundt 7,0 i starten av sommeren, men økte til over 8 i vekstperioden på sommeren. Denne økningen i pH skyldtes blant annet økt fotosyntetisk aktivitet.

## Totalfosfor

Resultatene vises i Figur 3.21. Nedbørfeltet til Sæbyvannet består av områder over og under den marine grense og fosforinnholdet i denne innsjøen kan være bestemt av både fosfor som er bundet til organisk materiale og fosfor bundet til tilført leirmateriale. I tillegg kan en anta at det er noe avrenning fra tettstedet Svinndal, samt spredt bebyggelse og jordbruk rundt innsjøen. Svinndal renseanlegg ligger ved Svinna oppstrøms Sæbyvannet. Undersøkelser har vist at det er overløp av kommunalt avløpsvann pga innlekking av regnvann i avløpssystemet og avløpsvann i overvannsnett (Lyche-Solheim mfl. 2013).

Det var gjennomgående høye konsentrasjoner av totalfosfor i Sæbyvannet i 2013. Konsentrasjonen av totalfosfor var høyest i mai (53 µg P/l) og avtok litt utover i vekstsesongen. Det var ingen klar sammenheng mellom utviklingen av totalfosfor-innholdet og utvikling av algebiomassen i Sæbyvannet i 2013. Det var flere nedbørsepisoder og høy avrenning i april og mai i 2013 og dette kan ha medført en transport av erosjonsmateriale og partikkelbundet fosfor til innsjøen. Innsjøene nedover i vassdraget, som Sæbyvannet, påvirkes mer enn innsjøene helt nord i vassdraget. I Sæbyvannet var gjennomsnittsverdien for totalfosfor 39,7 µg P/l i 2013 og dette er omtrent på samme nivå som de siste to årene (2012: 41,2 µg P/l, 2011: 37,7 µg/l, 2010: 32,9 µg/l, 2009: 32,3 µg P/l, 2008: 40 µg P/l, 2007: 35 µg P/l 2006: 30 µg P/l, 2005: 26,5 µg P/l). Fosforinnholdet i Sæbyvannet er blant annet styrt av transport av erosjonspartikler fra nedbørfeltet og dermed av parametere som nedbørmengden, antall flomperioder, hyppighet og omfang av ras og antall vinterdager med frost og snø. Variasjoner i nedbør og vannføring kan medføre svingninger i fosforinnhold i Sæbyvannet, og dette forklarer år til år variasjonene i

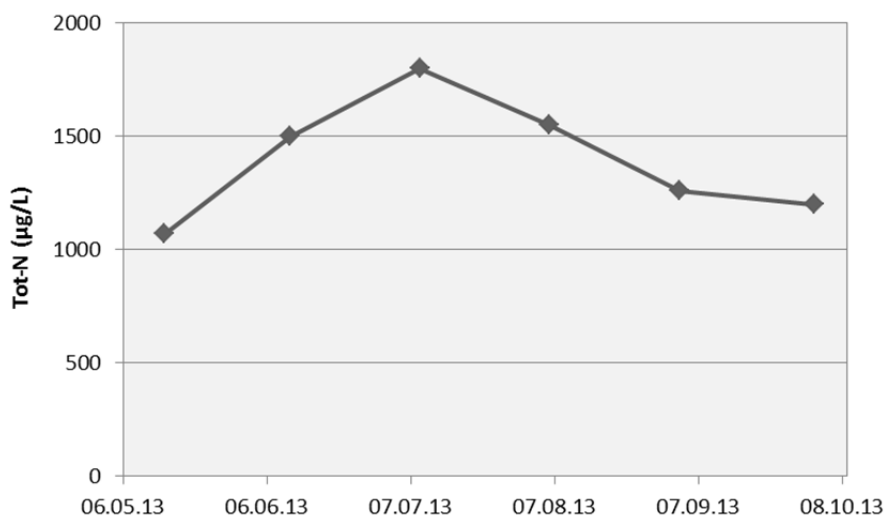
totalfosforinnhold i innsjøen. Da det ikke ble foretatt noen målinger av orto-fosfat, er det vanskelig å si noe om en eventuell fosforbegrensning av algeveksten i Sæbyvannet.



Figur 3.21. Totalfosfor i Sæbyvannet i 2013.

### Totalnitrogen

Resultatene vises i Figur 3.22. Konsentrasjonen av totalnitrogen i Sæbyvannet var høy i starten av vekstsesongen (1000-1800 µg N/l) og avtok deretter utover i vekstsesongen. Denne reduksjonen har sammenheng med algevekst og sedimentering av organisk bundet nitrogen. Gjennomsnittsverdien av totalnitrogen i 2013 var høyere enn i 2008-2010 (2013: 1397 µg N/l, 2012: 1539 µg N/l, 2011: 1197 µg N/l, 2010: 926 µg N/l, 2009: 703 µg N/l og 2008: 813 µg N/l, 2007: 1242 µg N/l 2006: 1727 µg N/l). Det er verdt å legge merke til at det skjedde en betydelig reduksjon i innholdet av totalt nitrogen i perioden 2008-2010. Det er for tidlig å konkludere om denne reduksjonen skyldes tilfeldige variasjoner eller langvarige endringer i tilførsler av nitrogen fra nedbørfeltet. Da det ikke ble foretatt noen målinger av nitrat eller ammonium, er det vanskelig å si noe om en eventuell nitrogenbegrensning av algeveksten i Sæbyvannet.



Figur 3.22. Totalnitrogen i Sæbyvannet i 2013.



## Totalt organisk karbon (TOC)

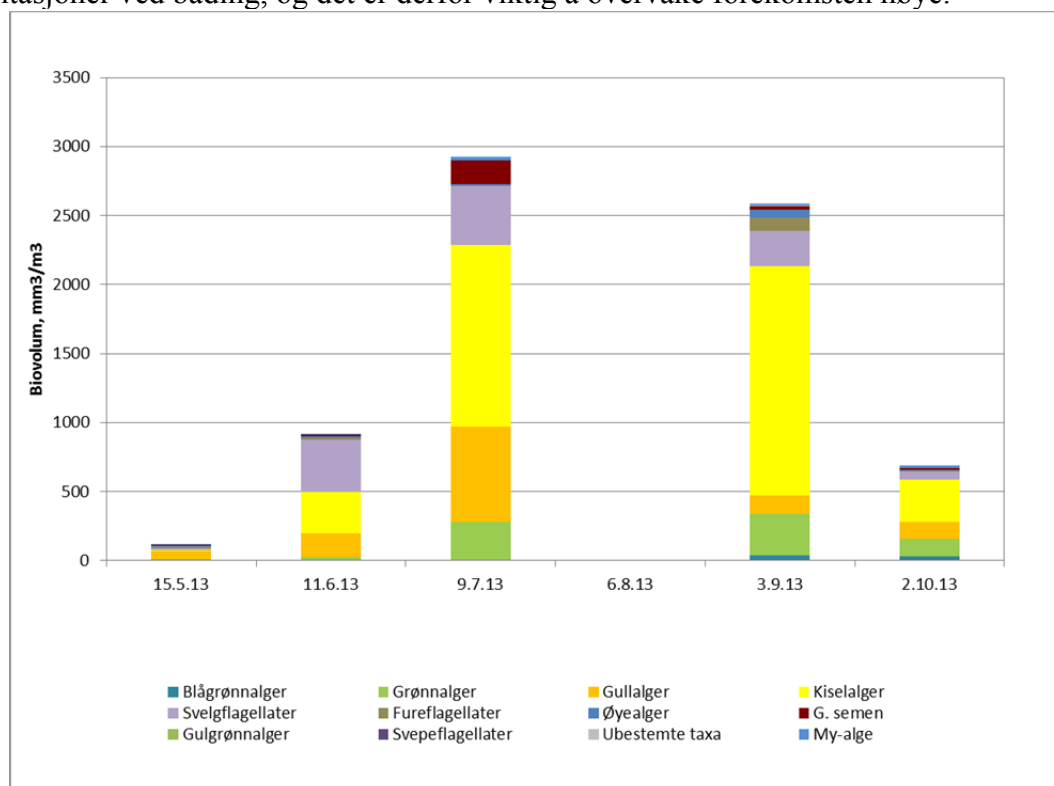
Resultatene vises i Vedlegg 3. Det ble målt relativt høye verdier av TOC i Sæbyvannet, og den høyeste verdien ble målt i juli. Gjennomsnittlig konsentrasjon av TOC i Sæbyvannet varierer noe fra år til år, men ligger mellom 9-13 mg C/l (2013: 11,0 mg C/l, 2012: 10,3 mg C/l, 2011: 12,7 mg C/l, 2010: 11,0 mg C/l, 2009: 9,1 mg C/l og 2008: 10,4 mg C/l).

### 3.6.2 Resultater biologiske forhold

#### Planteplankton

I Sæbyvannet (Figur 3.23) var det relativt lav biomasse i mai-juni, og de dominerende algegruppene var kiselalger og svelgflagellater. I begynnelsen av juli skjedde det en økning i biomasse og det var dominans av kiselalger. Prøven fra august ble dessverre ødelagt og kunne ikke telles. Dette var trolig den prøven med høyest biomasse (jf. klorofyll-a verdiene, se figur 3. 24). Det var ingen stor oppblomstring av *G. semen*. Konsentrasjonen av cyanobakterier var ubetydelig gjennom hele vekstsesongen.

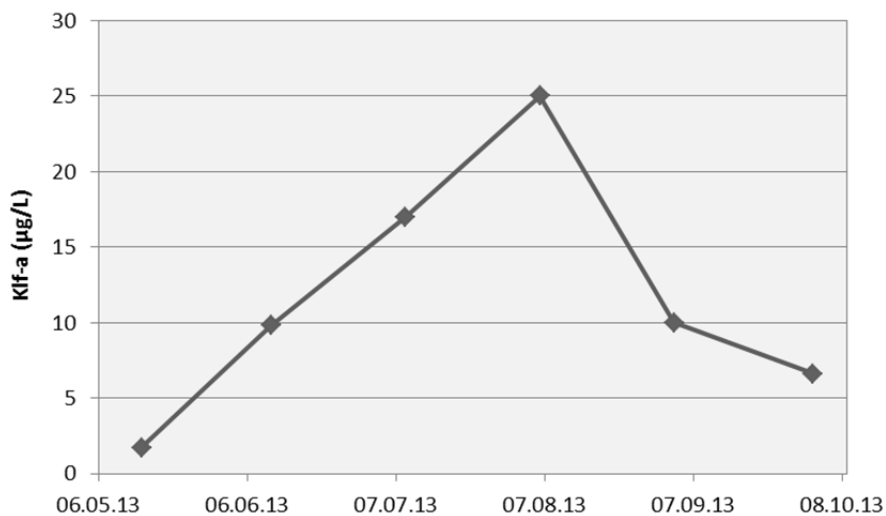
Den gjennomsnittlige algebiomassen var 1,5 mg våtvekt/l i 2013 (2012: 2,0 mg våtvekt/l, 2011: 1,8 mg våtvekt/l, 2010: 1,2 mg våtvekt/l, 2009: 1,8 mg våtvekt/l og 2008: 3,1 mg våtvekt/l). Det har vært årlige oppblomstringer av *G. semen* i Sæbyvannet de tre foregående årene. Denne algen har de siste tiårene blitt dominerende i humøse vann på sørøstlandet, og det er flere aspekter ved forekomst og oppblomstring som fortsatt er ukjente. *G. semen* vil kunne forårsake hudirritasjoner ved bading, og det er derfor viktig å overvåke forekomsten nøye.



Figur 3.23. Variasjon i planteplanktonets mengde- og sammensetning i Sæbyvannet i 2013. Prøven fra august ble dessverre ødelagt og kunne ikke telles.

## Klorofyll-a

Resultatene vises i Figur 3.24. Analyse av klorofyll-a og algevolum er to forskjellige måter å beregne algebiomassen på. Konsentrasjonen av klorofyll-a følger i stor grad utviklingen i algebiomassen, selv om det kan være en viss forskjell. Algenes klorofyll-innhold vil påvirkes av en rekke faktorer, slik at det alltid vil kunne forekomme avvik mellom disse to biomasseparametrene. I Sæbyvannet økte klorofyllmengden utover i vekstsesongen og de høyeste verdiene ble målt begynnelsen av august. I Sæbyvannet var gjennomsnittsverdien av klorofyll-a i 2013 11,7 µg/l og dette er lavere enn de siste par årene (2012: 20,0 µg/l, 2011: 25,9 µg/l, 2010: 21,5 µg/l, 2009: 12,3 µg/l og 2008: 23,6 µg/L).



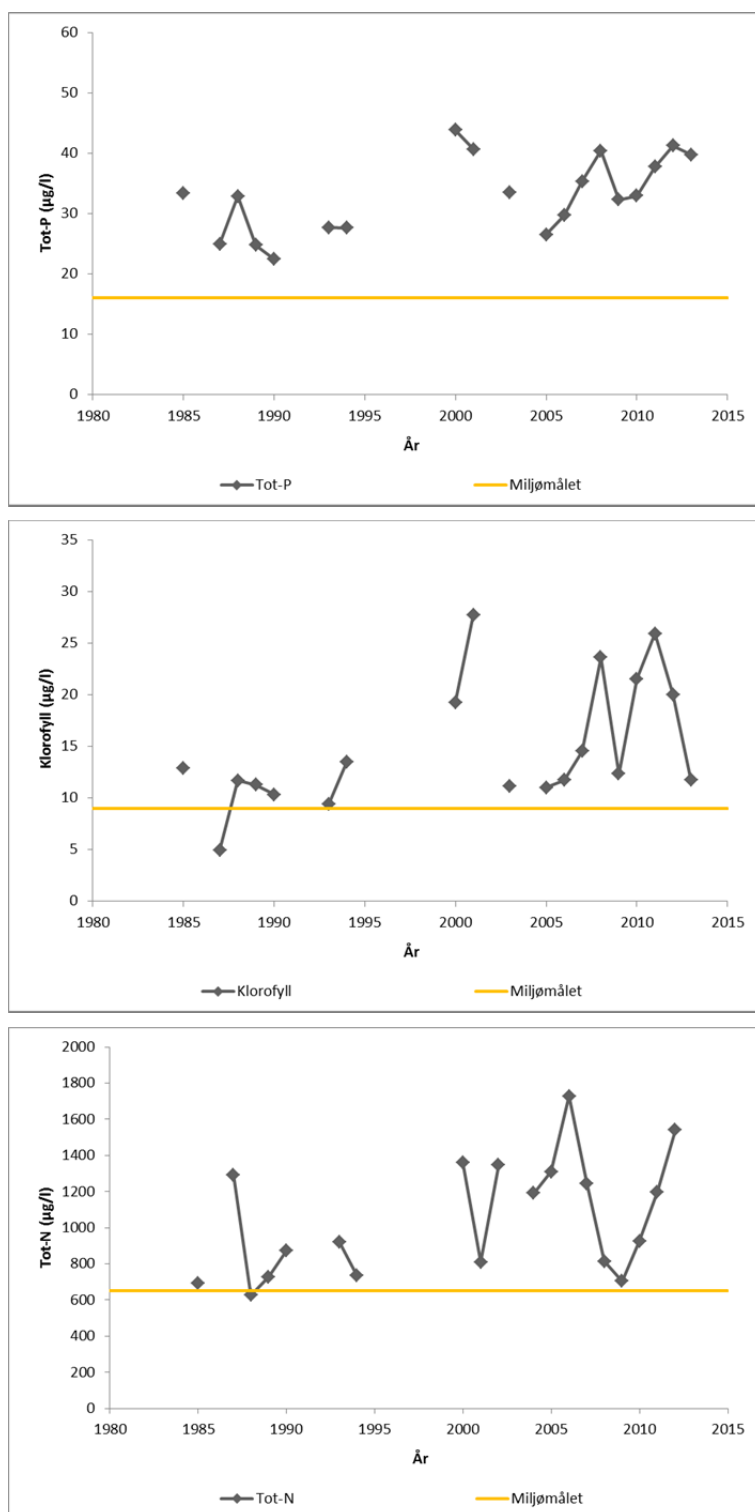
Figur 3.24. Klorofyll-a i Sæbyvannet i 2013.

## Microcystin

Det var ubetydelige mengder cyanobakterier i Sæbyvannet gjennom hele perioden. Det ble ikke påvist microcystiner i noen av de undersøkte prøvene i 2013.

### 3.6.3 Tidsserier og tilstand i 2013 i forhold til miljømålene

Dataene fra 2013 er satt sammen med historiske data for total fosfor, klorofyll-a og total nitrogen (Figur 3.25).



Figur 3.25. Langtidsserier som viser årsmiddelverdier for konsentrasjoner av totalfosfor, klorofyll-a og totalnitrogen i Sæbyvannet (Kilde: før 2005 er data fra Fylkesmannen i Østfold, etter 2005 er data fra NIVA). Miljømålet er grensen mellom god og moderat økologisk tilstand.

Fra Sæbyvannet foreligger det spredte analysedata fra 1982 og frem til i dag. Innholdet av Tot-P og klorofyll viser en svakt økende tendens i løpet av hele denne perioden, med en topp rundt 2000. De siste årene har det vært oppblomstringer av *G. semen* i Sæbyvannet. For Tot-N har det også vært økende verdier frem til 2006, og deretter har det vært en relativt betydelig tilbakegang de siste årene. I 2011-2013 var det igjen en økning i totalnitrogen-konsentrasjonen.

I henhold til vannforskriften skal økologisk tilstand i innsjøer og elver vurderes med hjelp av biologiske indikatorer. Andre parametre (f.eks. næringsstoffkonsentrasjoner, siktedyp) kan brukes som støtteparametre. Miljømålet defineres som grensen mellom moderat og god økologisk tilstand. En ny norsk planteplanktonindeks er nå utviklet for klassifisering av økologisk tilstand iht. vannforskriften. Vurderingen av økologisk tilstand er basert på klorofyll-a, totalt biovolum, trofiindeks for artssammensetning (PTI) og oppblomstring av cyanobakterier (Cyanomaks) (Se vedlegg 2 for en detaljert beskrivelse av planteplanktonindeksen).

Planteplankton (PTI) er den eneste biologiske parameteren vi har analysert i denne undersøkelsen, og i tillegg har vi vurdert støtteparametrene total fosfor, total nitrogen og siktedyp. Alle innsjøene i Vansjø-Hobølvassdraget er humusrike og i tillegg er flere av innsjøene i nedre delen av vassdraget også sterkt påvirket av erosjonspartikler. Dette påvirker siktedypet og gjør denne parameteren lite egnet som et godt mål på eutrofiering. I selve tilstandsklassifiseringen har vi derfor valgt å vektlegge PTI sammen med totalfosfor og totalnitrogen.

Vurderingen av økologisk tilstand for Sæbyvannet iht. vannforskriften er vist i Tabell 3.6. PTI gir tilstandsklasse moderat og total fosfor gir tilstandsklasse dårlig, og dette indikerer at Sæbyvannet har moderat økologisk tilstand. Den økologiske tilstanden i 2013 er en klasse bedre enn de siste tre årene, og dette skyldes at det er lavere biomasse av alger og ingen kraftig oppblomstring av *G. semen* i Sæbyvannet i 2013.

Tabell 3.6. Økologisk tilstand i Sæbyvannet i 2008-2013 i forhold til vannforskriften. Grenser mellom god og moderat økologisk tilstand (miljømålet) er gitt i parentes. Alle tall er årsgjennomsnitt (2013: seks prøver pr. år, 2008-2012: ni prøver pr. år).

Innsjø Sæbyvannet	Klorofyll -a µg/L	PTI* nEQR	Total fosfor µg/l	Total nitrogen µg/l	STS Susp. tørrestoff mg/l	Sikte- dyp m	Biomasse alger mg/m <sup>3</sup>
2013	11,7 (9)	0,55 (0,6)	39,7 (16)	1397 (650)	8,9	0,8 (2,2)	1448
2012	20,0 (9)	0,37 (0,6)	41,2 (16)	1539 (650)	8,3	0,9 (2,2)	1982
2011	25,9 (9)	0,32 (0,6)	37,7 (16)	1197 (650)	8,1	0,8 (2,2)	1785
2010	21,5 (9)	0,35 (0,6)	32,9 (16)	926 (650)	7,2	1,0 (2,2)	1171
2009	12,3 (9)	0,52 (0,6)	32,3 (16)	703 (650)	6,9	1,0 (2,2)	1829
2008	23,6 (9)	0,41 (0,6)	40,4 (16)	814 (650)	7,4	0,9 (2,2)	3134

## 4. Tilførsler fra elver og bekker

### 4.1 Gjennomsnittlige konsentrasjoner av målte stoffer

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

Tabell 4.1 viser gjennomsnittlig konsentrasjon for perioden oktober 2012 – oktober 2013 av fem parametre for stasjonene i elver og bekker som drenerer til Storefjorden samt Sundet og Mosseelva. I beregningen av alle disse gjennomsnittskonsentrasjonene ble prøver tatt spesielt i flomepisoder utelatt. Snittene er basert på prøver tatt hver 14. dag, med unntak av stasjoner hvor det kun er månedsprøver.

Tabell 4.1. Gjennomsnittskonsentrasjoner (2012-2013) i elvestasjoner som drenerer til Storefjorden, samt i Sundet og Mosseelva. Der analyseresultatet var under deteksjonsgrensen ble verdien satt lik deteksjons-grensen. SS = partikler, TP= totalfosfor, TN= total nitrogen, PO<sub>4</sub>-P = ortofosfat, TKB= termotolerante koliforme bakterier.

Elver/bekker i østre del	SS	TP	TN	PO <sub>4</sub> -P*	TKB
	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	Ant/100ml
Kråkstadelva	126	143	3164	15	2050
Hobøelva v/Kure	35	74	1252	9	740
Veidalselva	44	78	965	9	510
Mørkelva	31	34	633	4	300
Engsbekken	53	84	864	7	260
Svinna oppstrøms Sæbyvannet**	24	55	795	8	820
Svinna v/ Klypen	22	58	949	12	84
Sundet og Mosseelva					
Sundet	5	24	1231	10	-
Mosseelva	6	31	911	8	50

\* Ortofosfat (PO<sub>4</sub>-P) ble kun analysert frem til våren 2013.

\*\* Stasjonen ligger ved veien, oppstrøms renseanlegget.

Generelt er fosforkonsentrasjonene relativt høye, men Kråkstadelva har de høyeste verdiene av både næringsstoffer, partikler og tarmbakterier. Engsbekken hadde adskillig høyere konsentrasjonsverdier i år enn i fjor, antakelig pga. anleggsarbeidet i bekken.

#### 4.1.2 Konsentrasjoner i bekker til vestre Vansjø

Tabell 4.2 viser gjennomsnittlig konsentrasjon for stasjonene i bekkene som drenerer til vestre Vansjø. I beregningen av disse gjennomsnittskonsentrasjonene ble prøver tatt spesielt i flomepisoder utelatt. Snittene er basert på prøver tatt hver 14. dag.

Tabell 4.2. Gjennomsnittskonsentrasjoner i 2012/2013 i bekker som drenerer til vestre Vansjø. SS = partikler, TP= totalfosfor, TN= total nitrogen, PO<sub>4</sub>-P = ortofosfat, TKB= termotolerante koliforme bakterier.

Bekker som drenerer til vestre Vansjø	SS	TP	TN	PO <sub>4</sub> -P*	TKB 90%
	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	Ant/100ml
Guthus	27	65	890	6	1980
Sperrebotn	21	60	942	13	164
Augerød	28	71	782	9	260
Ørejordet**	9	51	2071	10	8280
Årvold	12	39	2450	8	5650
Støa	33	174	3529	26	1020
Vaskeberget	22	90	4614	16	310
Huggenes	44	162	4580	30	2064
Dalen	3	15	638	4	20

\* Ortofosfat (PO<sub>4</sub>-P) ble kun analysert frem til våren 2013.

\*\* Kun et halvt år med data.

Oppsummert viser tabell 4.2 at

- Konsentrasjoner av både total mengde og løste næringsstoffer er høyest i de tre bekkene Støa, Huggenes og Vaskeberget.
- Ørejordet ble kun prøvetatt frem til våren 2013. Som tidligere år er det her store mengder tarmbakterier. Det er anbefalt at det gjøres tiltak for å få ned tilførslene av kloakk til bekken før det tas nye prøver her.
- Også Årvoldbekken har høye bakterieverdier
- Det ble funnet lave verdier av TKB i Sperrebotn i motsetning til tidligere

#### 4.1.3 Konsentrasjoner i Hølenelva

Hølenelva er blitt prøvetatt fra og med august 2011. Generelt har elva svært høye gjennomsnittskonsentrasjoner av alle undersøkte parametere (tabell 4.3). Sammenligner vi med Hobølelva er konsentrasjonene i Hølenelva om lag dobbelt så høye for totalfosfor og total nitrogen, og innholdet av tarmbakterier er nesten 3 ganger høyere.

Tabell 4.3. Gjennomsnittskonsentrasjoner i stasjonen i Hølenelva.

Hølenvassdraget	SS	TP	TN	PO <sub>4</sub> -P*	TKB
	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	Ant/100ml
Hølenelva ved Hølen	107	155	2200	23	1930

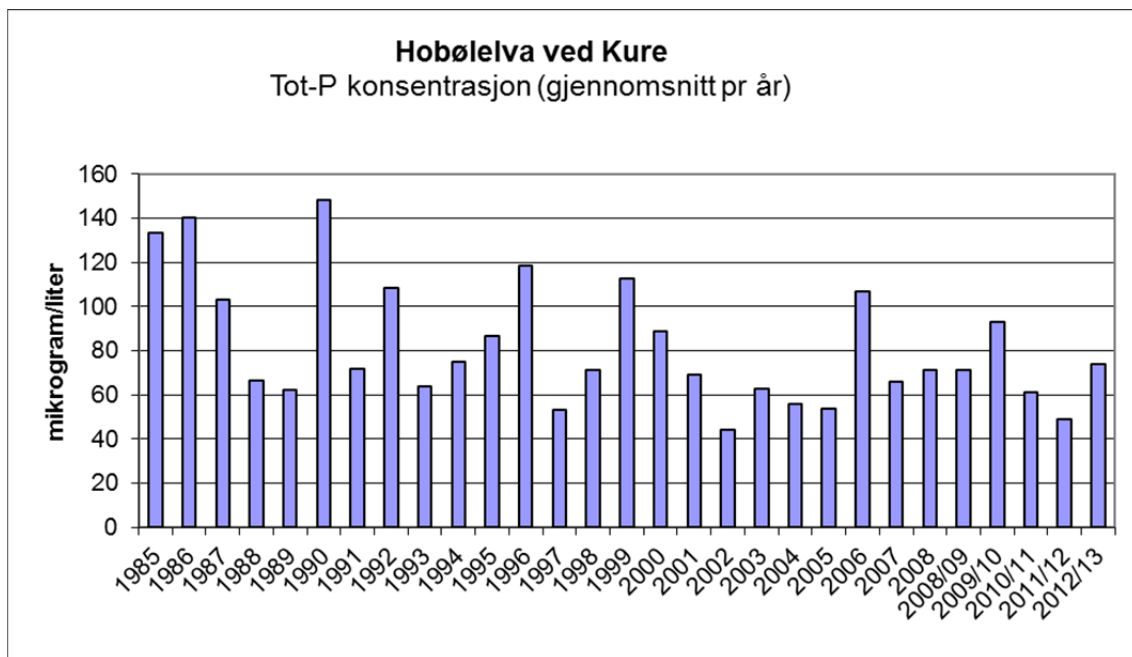
\* Ortofosfat (PO<sub>4</sub>-P) ble kun analysert frem til våren 2013.

Det er ikke noen hydrologisk stasjon i elva og ved tilførselsberegninger må det derfor søkes etter representative stasjoner i nabovassdrag. Det er mulig at Hobølelva ved Høgfoss er et alternativ, men dette bør utredes.

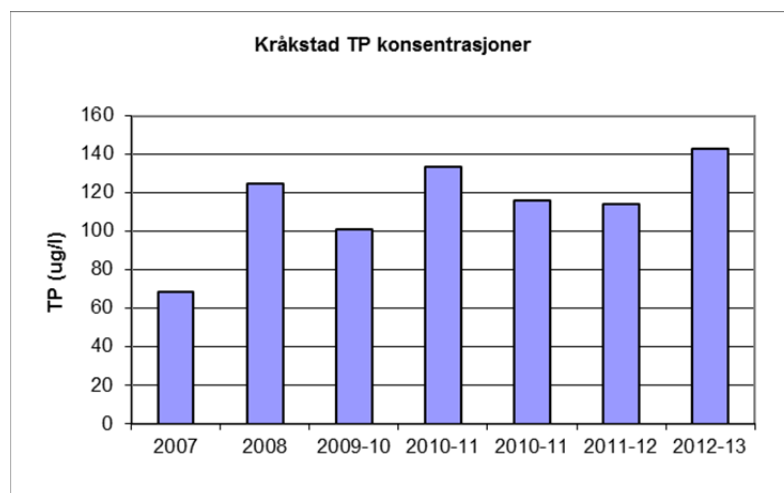
## 4.2 Sammenligning med tidligere års konsentrasjoner

### 4.2.1 Elver og bekker til Storefjorden

Figur 4.1 viser gjennomsnittlige konsentrasjoner av totalfosfor (TP) for Hobølvelva ved Kure siden 1985. Det var en økning siden forrige rapporteringsperiode i Hobølvelva ved Kure. Dette faller sammen med at det også var en økning i Kråkstadelva (fig. 4.2), og kan ha sammenheng med at næringsstoff- og partikkeltransporten i disse elvene erfaringsmessig reagerer raskt på økninger i vannføring.



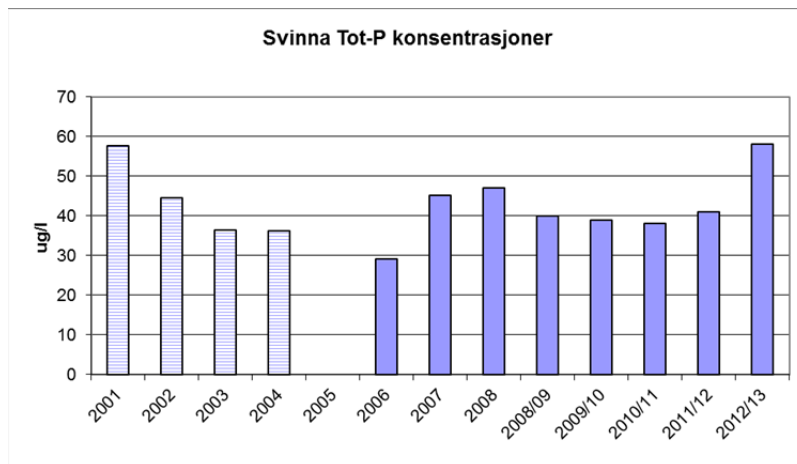
Figur 4.1. Konsentrasjon av totalfosfor i Hobølvelva ved Kure, som gjennomsnitt pr år.



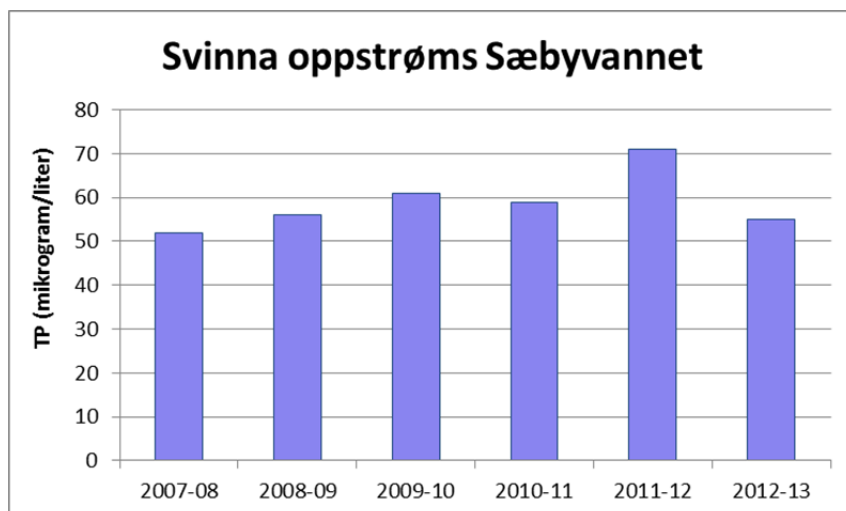
Figur 4.2. Konsentrasjoner av totalfosfor i Kråkstadelva, som gjennomsnitt pr år.

Også i Svinna ved Klypen Bro (nedenfor utløpet av Sæbyvannet) har konsentrasjonene økt siden forrige rapporteringsperiode (figur 4.3). Dette kan ha sammenheng med anleggsarbeidene som utføres i Engsbekken. Figurene 4.4 og 4.5 viser konsentrasjoner for hhv. Svinna ved innløp Sæbyvann, og Engsbekken, for alle år med målinger. Disse data bidrar til å styrke

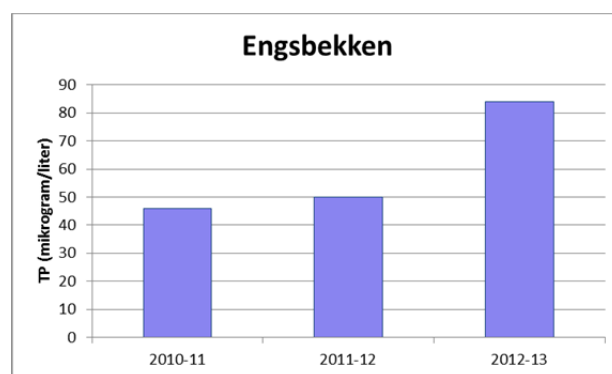
argumentasjonen om at anleggsarbeidene i Engsbekken kan forklare mye av årsaken til økningene av totalfosfor i Svinna ut av Sæbyvann. Dette fordi fosfornivået i Svinna ved innløpet var lavere enn tidligere år, mens Engsbekkens konsentrasjoner var nesten det dobbelte av de to tidligere år med data.



Figur 4.3. Konsentrasjon av totalfosfor i Svinna (ved Klypen, dvs. nedenfor utløpet av Sæbyvannet), som gjennomsnitt pr år. Blå søyler: Prøver hver 14. dag. Stripet søyle: Bare få prøver ble tatt i disse årene.



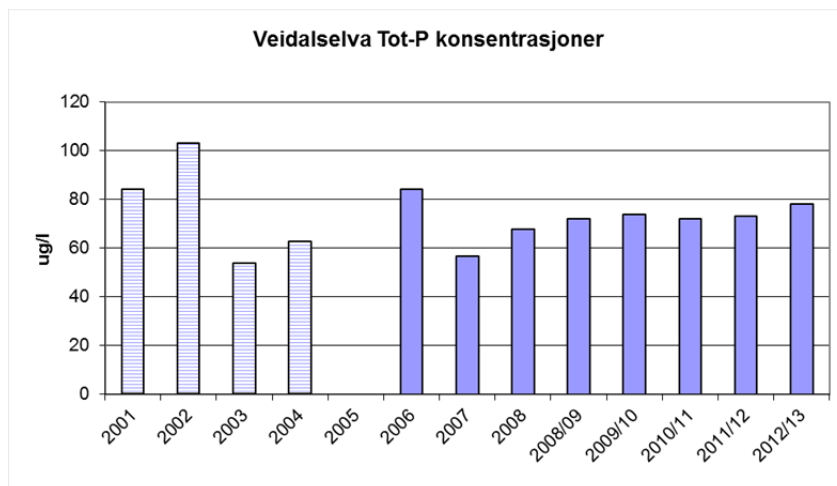
Figur 4.4. Konsentrasjon av totalfosfor i Svinna (ved innløpet til Sæbyvannet), som gjennomsnitt pr år.



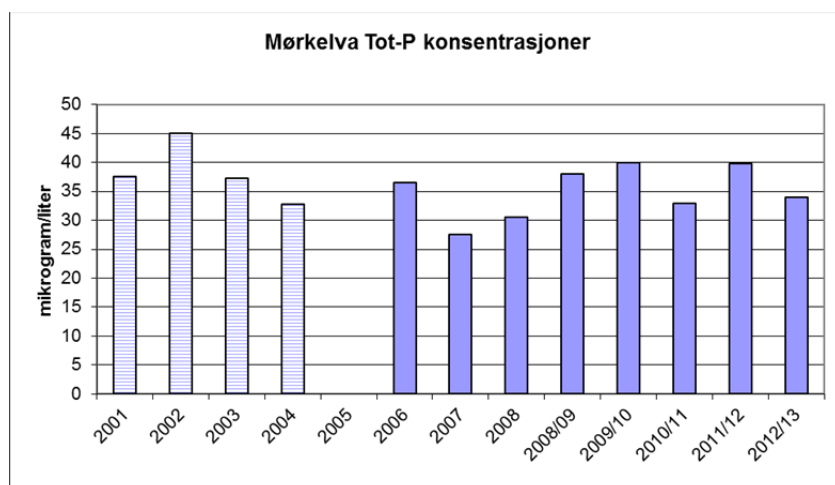
Figur 4.5. Konsentrasjon av totalfosfor i Engsbekken (ved innløpet til Sæbyvannet), som gjennomsnitt pr år.



I Veidalselva (figur 4.6) og Mørkelva (figur 4.7) var det ingen store endringer i gjennomsnittlige konsentrasjoner sammenlignet med tidligere år. De små endringer som vises i figurene bør ikke tillegges vekt da snittkonsentrasjoner erfaringsmessig kan variere kraftig avhengig av vannføringen når prøvene blir tatt.



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

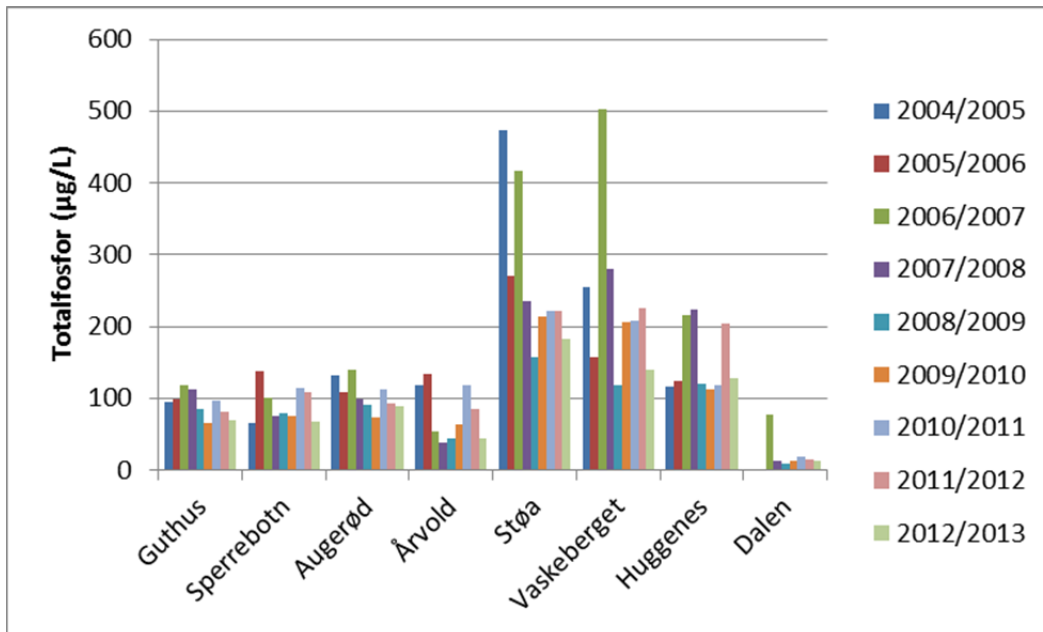


Figur 4.7. Konsentrasjon av totalfosfor i Mørkelva, som gjennomsnitt pr år. Blå søyler: Prøver hver 14. dag. Stripet søyle: Bare få prøver ble tatt i disse årene.

#### 4.2.2 Bekker til vestre Vansjø

Gjennomsnittskonsentrasjoner for bekkene til vestre Vansjø (vannføringsveide) siden 2004/05 er vist i figur 4.8. I alle bekker var konsentrasjonene det siste året betydelig lavere enn gjennomsnitt for alle tidligere år. Det er ikke uvanlig med årlige variasjoner av slike snittkonsentrasjoner, og det er derfor viktig å fortsette målingene slik at resultater kan vurderes over lenger tidsperioder.

Prøvene fra Dalen dekker kun perioden fra oktober-november og april-mai det siste året. Også tidligere år har det vært lange perioder uten prøvetaking på grunn av lav vannføring og/eller nedfrysing i bekken. Den høye gjennomsnittskonsentrasjonen i 2006/07 i Dalen skyldes tre prøver med høye konsentrasjoner.



Figur 4.8. Årlige gjennomsnittskonsentrasjoner av totalfosfor siden 2004/05 i bekkene som drenerer til vestre Vansjø.

### 4.3 Tilførsler i rapporteringsperioden 2012-13

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

#### 4.3.1 Tilførsler til Storefjorden 2012-13

Som nevnt i Vedlegg 2 er det benyttet ulike beregningsmetoder for de ulike stasjonene og parametrene. Dette er knyttet til dynamikken i et vassdrag i motsetning til i en innsjø, og stasjoner med lengre elvestrekninger oppstrøms er derfor beregnet ved slamføringskurver, mens stasjonene i Vansjø (Sundet og Mossefossen) er beregnet med lineær interpolasjon (tabell 4.4).

Tabell 4.4. Totale tilførsler av suspendert stoff (SS), totalfosfor (TP), ortofosfat (PO<sub>4</sub>-P) og total nitrogen (TN) i rapporteringsperioden. Fargekodene indikerer beregningsmetodikk for transportberegningene: Gul=slamføringskurve; Hvit=lineær interpolasjon.

Stasjon	ID	SS	TP	TN
		tonn	tonn	tonn
Kråkstadelva	KRÅK	5584	6,7	66
Hobølelva Kure	HOBK	8151	12,9	210
Svinna oppstr. Sæby	SVIN	1998	2,9	24
Engsbekken (inn i Sæbyvannet)	ENGS	759	0,9	5,7
Svinna utløp i Storefjn.*	SVIU	915	3,1	50
Mørkelva	MØRK	1252	1,7	20,6
Veidalselva	VEID	1319	1,9	16,4
Sundet**	VAN5	1470	6,4	265
Mosseelva	VANU	2258	11,6	340

\* Her er brukt vannkvalitetsdata fra Svinna ved Klypen bru, mens vannføringen er skalert for hele Svinnas nedbørfelt, dvs 103 km<sup>2</sup>. Tilførselen representerer derfor det som renner ut i Storefjorden og ikke det som renner ut av Sæbyvannet.

\*\* Nesten ingen data fra vinteren pga. is.

Tilførsler til Storefjorden av suspenderte partikler var på 11637 tonn (tabell 4.5), som nesten er en dobling siden i fjor, men på lik linje med tilførslene to år tidligere. TP-tilførslene var på 19,6 tonn (også en økning), mens TN-tilførslene på 297 tonn (reduksjon siden i fjor). Ut av feltet, til Oslofjorden, ble det transportert 11,6 tonn fosfor og 340 tonn nitrogen (se Mosseelva i tabell 4.4).

Tabell 4.5. Tilførsler til Storefjorden i rapporteringsperioden 16. oktober 2012 – 15. oktober 2013.

	SS	Tot-P	Tot-N
	tonn	tonn	tonn
Til Storefjorden	11637	19,6	297

### 4.3.2 Tilførsler til vestre Vansjø 2012-13

Tabell 4.6 gir tilførslene i bekkene til vestre Vansjø, samt de oppskalerte tilførslene til hele vestre Vansjø og Mosseelva fra oktober 2012-oktober 2013. Fra de enkelte bekkefeltene varierte tilførslene av SS fra 1 til 118 tonn/år, lavest fra skogfeltet Dalen og høyest fra Augerødbekken. Tilsvarende varierte fosfortilførslene fra 6 til 226 kg/år i de samme to bekkene. De tre største bekkene er Guthus, Augerød og Sperrebotn, og det er også årsaken til at de har relativt mye større tilførsler enn de øvrige bekkene.

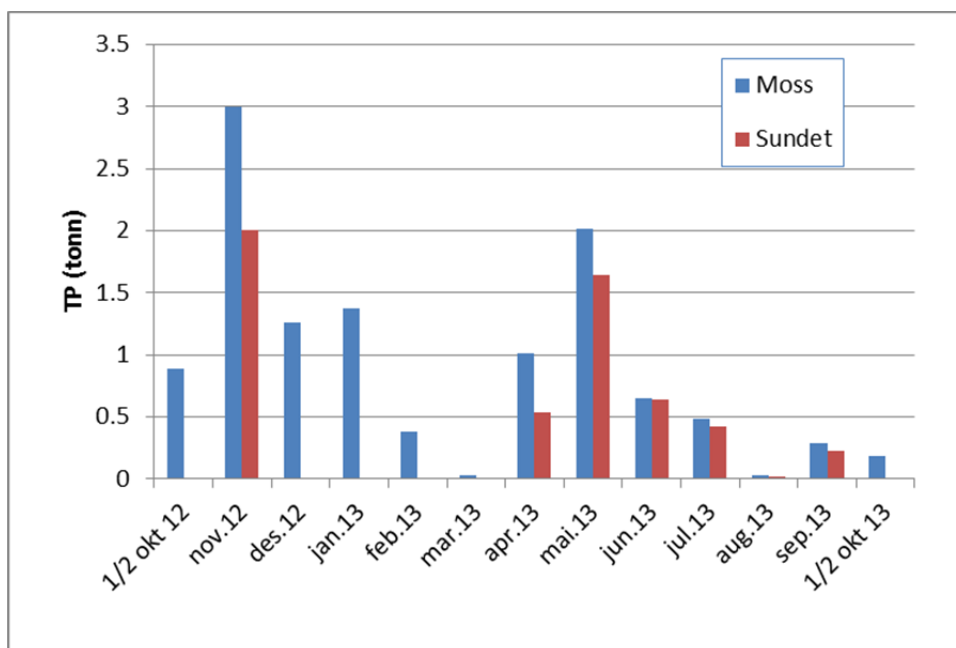
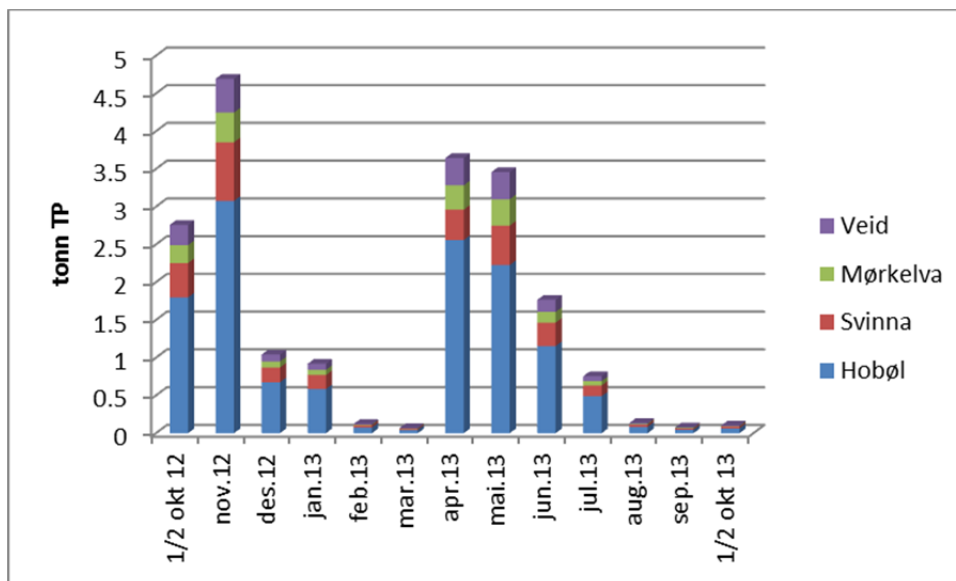
Oppskaleringen av datasettet til hele feltet (se metodekapittel for detaljer) ga som resultat at det i 2012-13 ble tilført 2,0 tonn totalfosfor til vestre Vansjø og ca 0,3 tonn til Mosseelva, tilsammen ca. 2,3 tonn. Dette er en nedgang sammenlignet med forrige rapporteringsperiode.

Tabell 4.6. Tilførsler av partikler (SS) og totalfosfor (Tot-P) fra lokale bekker til vestre Vansjø og Mosseelva i 2012/13 (alle er beregnet med lineær interpolasjon).

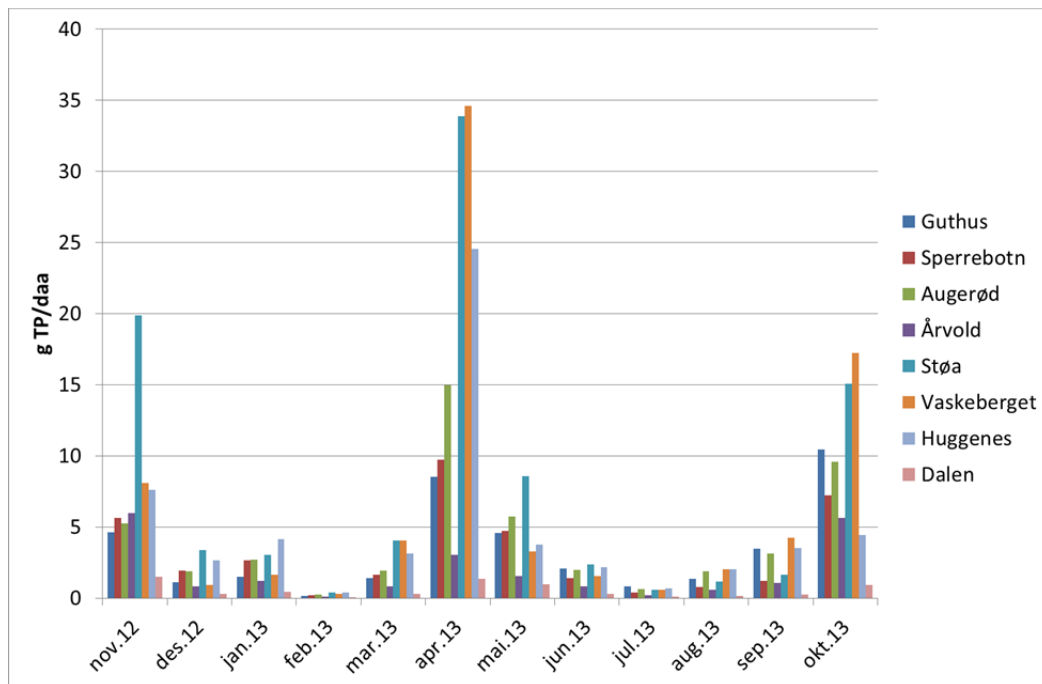
	SS	TP	TN
	tonn/år	kg/år	kg/år
Guthus	52	115	416
Sperrebotn	42	89	583
Augerød	118	226	268
Årvold	4	11	122
Støal	5	15	64
Vaskeberget	4	10	70
Huggenes	17	55	771
Dalen	1	6	108
Bekkefelt til vestre Vansjø, oppskalert	870	2004	12740
Bekkefelt til Mosseelva oppskalert	45	257	2547
Total for bekkefelt til vestre Vansjø og Mosseelva	915	2261	15287

### 4.3.3 Tilførsler per måned i rapporteringsperioden

Figur 4.9 viser månedlige tilførsler av totalfosfor i elver som drenerer til Storefjorden, samt for Moss og Sundet. De største tilførslene i elvene til Storefjorden kom i november 2012, men det var også høye tilførsler under snøsmeltingen i april og mai 2013. I bekkene som drenerer til vestre Vansjø var de største tapene i april 2013. pga. erosjon og avrenning på frossen jord (figur 4.10). Det var også relativt store fosfortap i november 2012 og oktober 2013.



Figur 4.9. Øvre graf viser månedlige tilførsler av totalfosfor (TP) som sum for fire vassdrag (Hobølelva, Svinna, Mørkelva og Veidalselva). Nedre graf viser det samme for Sundet og Mosseelva. Merk at det ikke var mulig å ta prøver fra Sundet i vinterhalvåret pga. is.



Figur 4.10. Månedlige tilførsler av totalfosfor (TP) i de åtte bekkene som drenerer til vestre Vansjø.

#### 4.4 Vannføringsnormaliserte fosfortilførsler

Variasjoner i vannføring er oftest den viktigste årsaken til variasjoner i tilførsler av både fosfor, nitrogen og partikler. Det er derfor av interesse å kunne sammenligne tilførsler fra år til år som om vannføringen ikke hadde endret seg, dvs. i et år med «normal vannføring». Slike vannføringsnormaliserte transportverdier kan beregnes, men det er viktig å huske at de neppe gjenspeiler et normalår. Transporten av de ulike stoffene øker ikke nødvendigvis lineært med økende vannføring, men kan like gjerne øke eksponentielt, særlig i vassdrag med ravinering og hvor kildematerialet lett eroderes fra elveløpet/-bredden 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. Dette vil allikevel gi en mer «utjevnet» verdi enn de faktiske verdiene, noe som dermed vil gjøre det enklere å vurdere variasjoner i tilførsler som kan skyldes andre faktorer enn vannføring.

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

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

Hvor

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

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

$Q_{snitt}$  er gjennomsnittlig vannføring for perioden 1977-2007<sup>1</sup> (i millioner m<sup>3</sup>)

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

<sup>1</sup> Denne perioden ble benyttet første gangen vi utarbeidet fosforbudsjetter og har blitt videreført siden. Snittvannføring i Hobølelva ved Høgfoss i denne perioden var 140 mill m<sup>3</sup> eller ca. 470 mm.

Vannføringsnormalisering for alle felt er utført basert på vannføringsdata fra Hobøelva i perioden 1977-2007, dvs med en normalavrenning på 470 mm. Tabell 4.7 viser vannføringsnormalisert fosfortransport ved ulike stasjoner i vassdraget siden 2005.

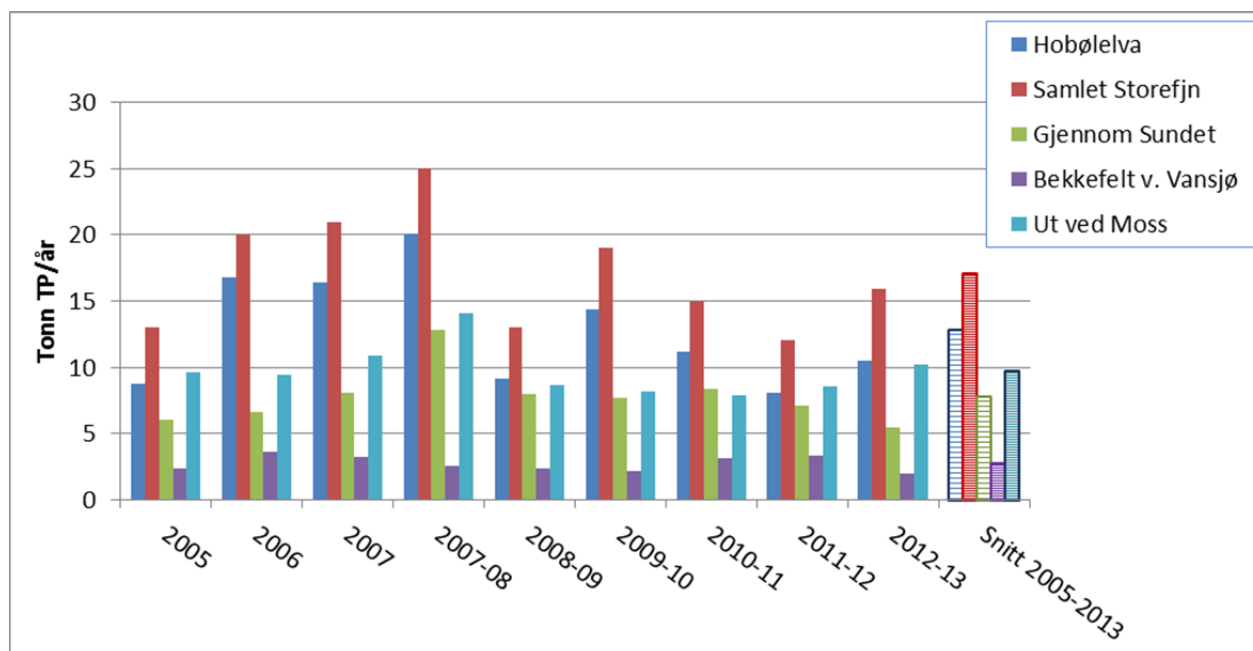
Tabell 4.7. Vannføringsnormaliserte tilførsler av totalfosfor i vassdraget 2005-2012. Se også tabell 6.6. Kråkstadelva er tatt med siden den er den største sideelva til Hobøelva.

	2005	2006	2007	2007-08	2008-09	2009-10	2010-11	2011-12	2012-13
	TP	TP	TP	TP	TP	TP	TP	TP	TP
	tonn	tonn	tonn	tonn	tonn	tonn	tonn	tonn	tonn
Kråkstadelva			4,0	5,0	3,5	4,0	3,3	3,4	5,4
Hobøelva	8,8	16,8	16,4	20,1	9,1	14,4	11,2	8,1	10,5
Svinna	2,3	1,9	2,5	2,7	1,9	2,0	1,9	1,9	2,5
Mørkelva	0,9	0,7	1,0	1,0	0,9	1,2	1,0	1,1	1,4
Veidalselva	1,1	0,9	1,2	1,3	1,1	1,2	1,3	1,1	1,5
Sum Storefjn*	13	20	21	25	13	19	15	12	16
Sundet	6,0	6,6	8,1	12,8	8,0	7,7	8,4	7,1	5,5
V.Vansjø**	2,4	3,6	3,2	2,6	2,4	2,2	3,1	2,9	2,0
Mossefossen	9,6	9,4	10,9	14,1	8,7	8,2	7,9	8,6	10,2

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

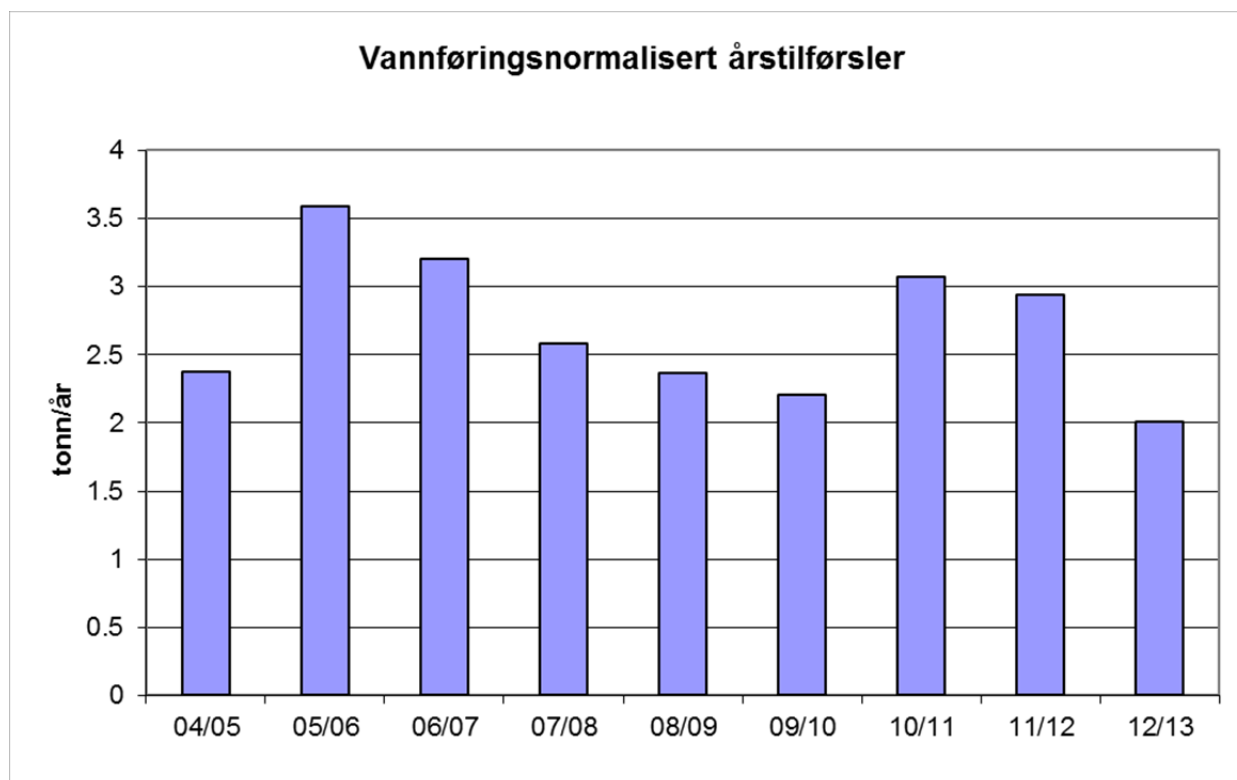
\*\* Omfatter lokale tilførsler både til vestre Vansjø og Mosseelva. Er beregnet fra oktober-oktober for alle år siden 2004/05.

Figur 4.11 viser vannføringsnormaliserte fosfortilførsler utvalgte steder i vassdraget for hvert år siden 2005, samt for et gjennomsnitt av den foregående 9-årsperioden (2005-2013; vises helt til høyre i diagrammet). For alle stasjoner er tilførslene i siste periode tilnærmet lik eller lavere enn gjennomsnittet.



Figur 4.11. Vannføringsnormaliserte årsbudsjetter for totalfosfor for utvalgte stasjoner siden 2005. Helt til høyre vises gjennomsnittet for årene 2005-2013, dvs. for tilsammen ni år med overvåking.

Tilførslene for vestre Vansjø og Mosseelva er i tillegg vist i figur 4.12. Fra 2005-06 til 2009-10 gikk de vannføringsjusterte fosfortilførslene ned, men de økte igjen i perioden 2010-11. I to-års perioden 2011-13 ble TP-tilførslene redusert igjen, og i inneværende rapporteringsår ligger de vannføringsnormaliserte tilførslene på det hittil laveste målte nivå.



Figur 4.12. Vannføringsnormaliserte årlige tilførsler av totalfosfor, totalt for vestre Vansjø og Mosseelva, siden 2005.

## 4.5 Arealspesifikk transport fra nedbørfeltene

### 4.5.1 Arealspesifikk transport til Storefjorden, i Sundet og Mosseelva

Arealspesifikk transport viser hvor mye næringsstoff og partikler som genereres pr arealenhet i hvert av feltene. Denne beregnes som transport dividert på totalt areal oppstrøms prøvetakingsstedet, og gjør det lettere å sammenligne delfeltene i forhold til tilførsler av næringsstoff. Resultatet for stasjonene i elver og bekker i østre del av feltet, samt i Sundet og i Mosseelva, er vist i tabell 4.8, og illustrert for totalfosfor (TP) i figur 4.13.



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

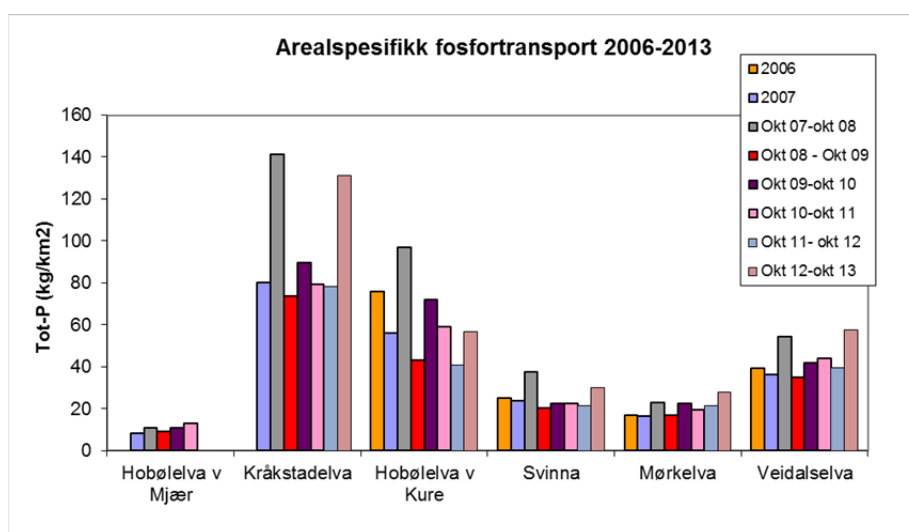
	Areal	SS	TP	TN
	km <sup>2</sup>	tonn/km <sup>2</sup>	kg/km <sup>2</sup>	kg/km <sup>2</sup>
Kråkstadelva	51	109	131	1294
Hobøelva ved Kure	227	36	57	925
Svinna før Sæbyvannet	40	50	73	600
Engsbekken	13	58	69	438
Svinna utløp	103	9	30	485
Mørkelva	61	21	28	338
Veidalselva	33	40	58	497
Sundet	604	2	11	439
Moss	688	3	17	494

Utregningen av den arealspesifikke transporten viser at:

- Kråkstadelva har, som i tidligere år, den høyeste arealspesifikke transporten for alle parametre.
- Svinna oppstrøms Sæbyvannet, Engsbekken, Hobøelva ved Kure, og Veidalselva har også forholdsvis høye arealspesifikke transportverdier.

De høye verdiene i Engsbekken skyldes meget sannsynlig de gravearbeidene som ble utført der i overvåkingsperioden.

Arealspesifikk transport av partikler og totalfosfor endrer seg fra år til år (figur 4.13). I rapporteringsåret var de arealspesifikke transportverdiene høye i Kråkstadelva, Svinna og Veidalselva i forhold til tidligere år. I 2007-08, da det gikk flere ras i nedbørfeltene, var også verdiene høye. I tillegg til vannføring kan årlige variasjoner ved hver stasjon kan være knyttet til tiltaksgjennomføring i del-nedbørfeltet, samt ras og anleggsvirksomhet som vil gi økt erosjonsmateriale ut i vannforekomstene.



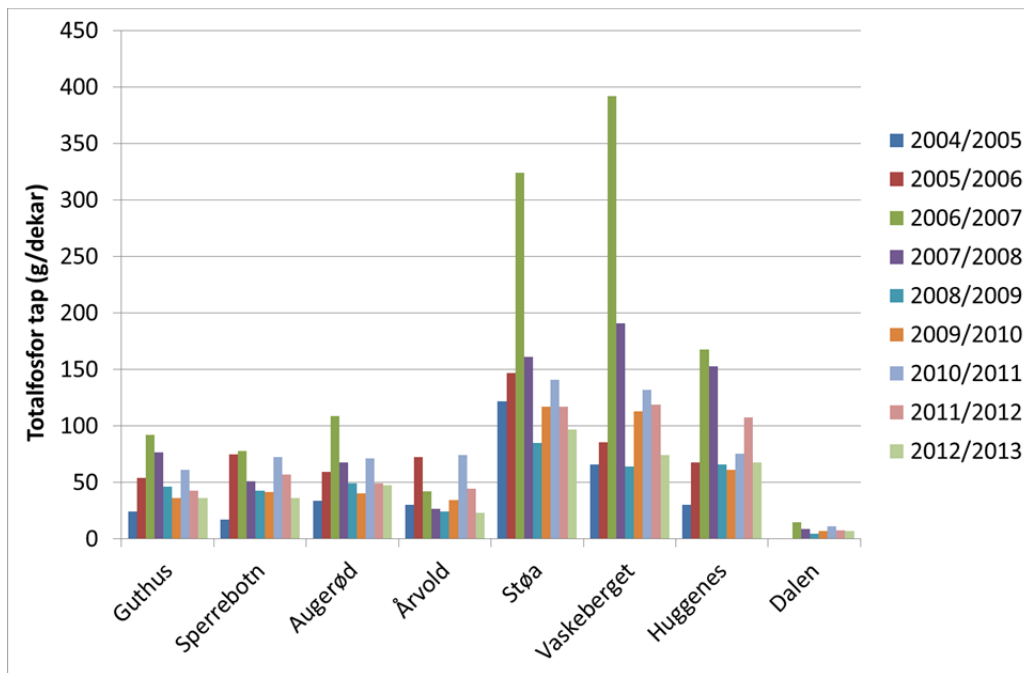
Figur 4.13. Sammenligning av arealspesifikk transport av totalfosfor for seks stasjoner i 2006-2013 (med følgende unntak: Hobøelva ved Mjær er for perioden 2007-2011, og Kråkstadelva for perioden 2007-2013). Disse tilførselsverdiene er *ikke* vannføringsnormaliserte.

#### 4.5.2 Areal spesifikk transport i bekkene til vestre Vansjø

Den areal spesifikke transporten i bekkene til vestre Vansjø i rapporteringsperioden er vist i tabell 4.9. De areal spesifikke fosfortilførslene gikk ned for alle bekkene sammenlignet med forrige rapporteringsperiode (tabell 4.9). For SS gikk de areal spesifikke tilførslene ned i Sperrebotn, men opp i flere av de andre bekkene. I figur 4.14 er den areal spesifikke transporten av totalfosfor vist siden sesongen 2004/05.

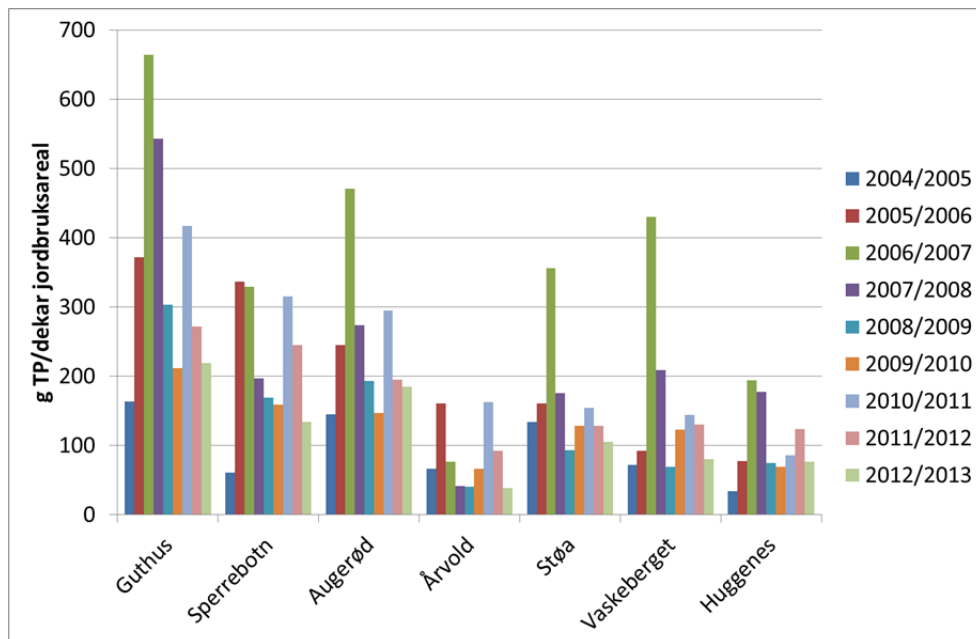
Tabell 4.9. Areal spesifikk transport av partikler (SS), totalfosfor (TP) og total nitrogen (TN) i bekkene til vestre Vansjø i rapporteringsperioden.

	daa	SS kg/daa eller tonn/km <sup>2</sup>	TP g/daa eller kg/km <sup>2</sup>	TN g/daa eller kg/km <sup>2</sup>
Guthus	3150	18	38	137
Sperrebotn	2481	18	36	236
Augerød	4778	26	48	57
Ørejordet	692	-		-
Årvold	486	13	24	252
Støal	157	34	95	404
Vaskeberget	130	34	74	539
Huggenes	810	21	68	952
Dalen	882	1	7	123
Bekkefelt til vestre Vansjø, oppskalert	55000	16	36	232
Bekkefelt til Mosseelva, oppskalert	15000	3	17	170
Total for bekkefeldene til vestre Vansjø og Mosseelva	70000	13	32	218



Figur 4.14. Arealsspesifikke fosfortap fra nedbørfeltene (g TP/daa nedbørfeltareal, tilsvarende kg TP/km<sup>2</sup>) i 2004-13 for de åtte bekkene.

For bekkene til vestre Vansjø er det også beregnet tilførsler spesifikt for jordbruksarealene. Resultatet for perioden 2004-2013 er vist i figur 4.15.

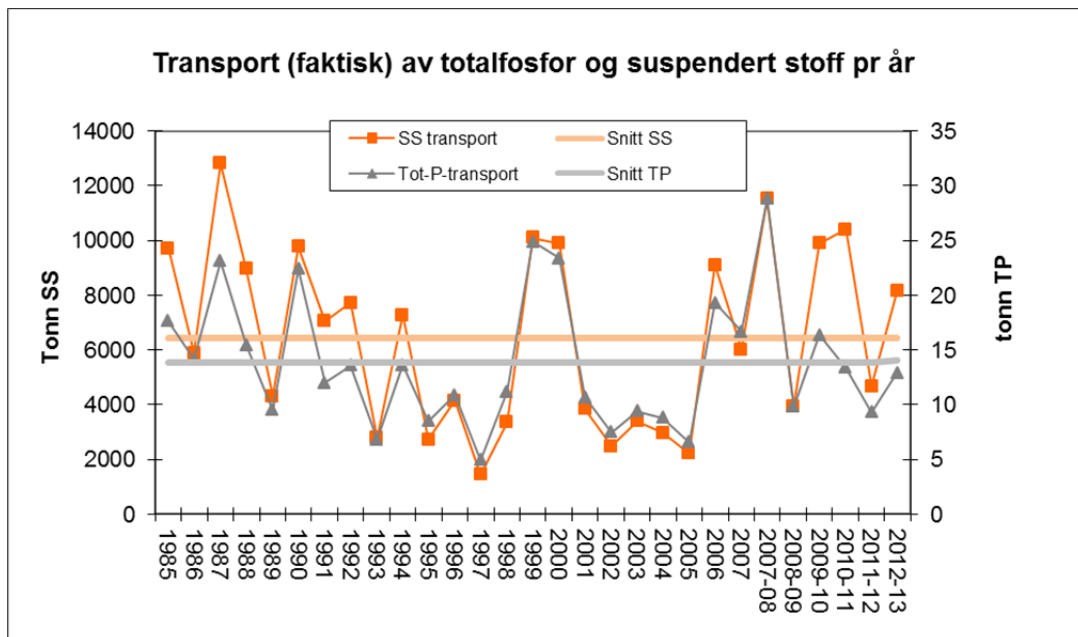


Figur 4.15. Fosfortap fra jordbruksareal i nedbørfeltene (g/daa jordbruksareal) i 2005-13 i de syv bekkene med jordbruksareal (Dalen utelatt da det ikke er jordbruk i dette nedbørfeltet).

## 4.6 Tidsutvikling av tilførsler

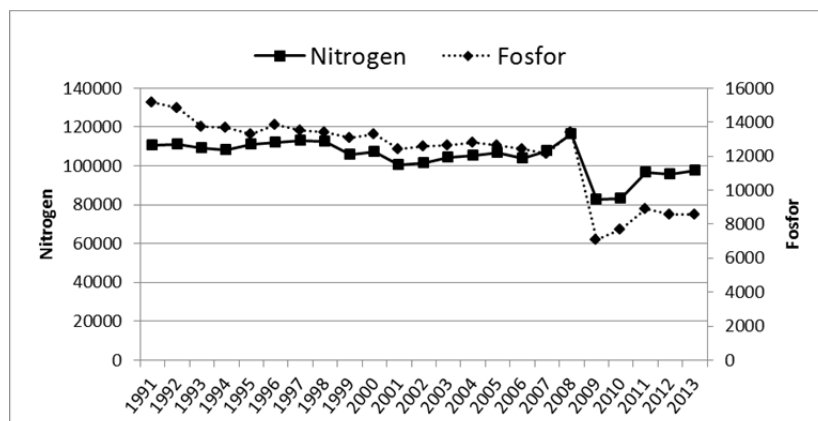
### 4.6.1 Trendanalyser av transport i Hobølelva

Figur 4.16 viser beregnet (faktisk) transport av totalfosfor (TP) og suspendert stoff (SS) i Hobølelva ved Kure hvert år siden 1985. Figuren illustrerer at transporten av disse to stoffene stort sett har fulgt hverandre godt, med andre ord ser det ut til at mye av totalfosforet kan være knyttet til partikler og derfor til erosjon i nedbørfeltet. Siden omlag 2009 har imidlertid SS-innholdet vært relativt høyt i forhold til TP med et unntak for 2011-12.



Figur 4.16. Tilførsler av totalfosfor og suspendert stoff i Hobølelva ved Kure, 1985-2013.

Det vil være interessant å undersøke nærmere hva som kan være årsaken til en slik endring. En gjennomgang av mineralgjødselstatistikken for de siste 25 årene (figur 4.17) viser at det var en markert nedgang i mengden innkjøpt fosfor og nitrogen i mineralgjødsel rundt 2008.



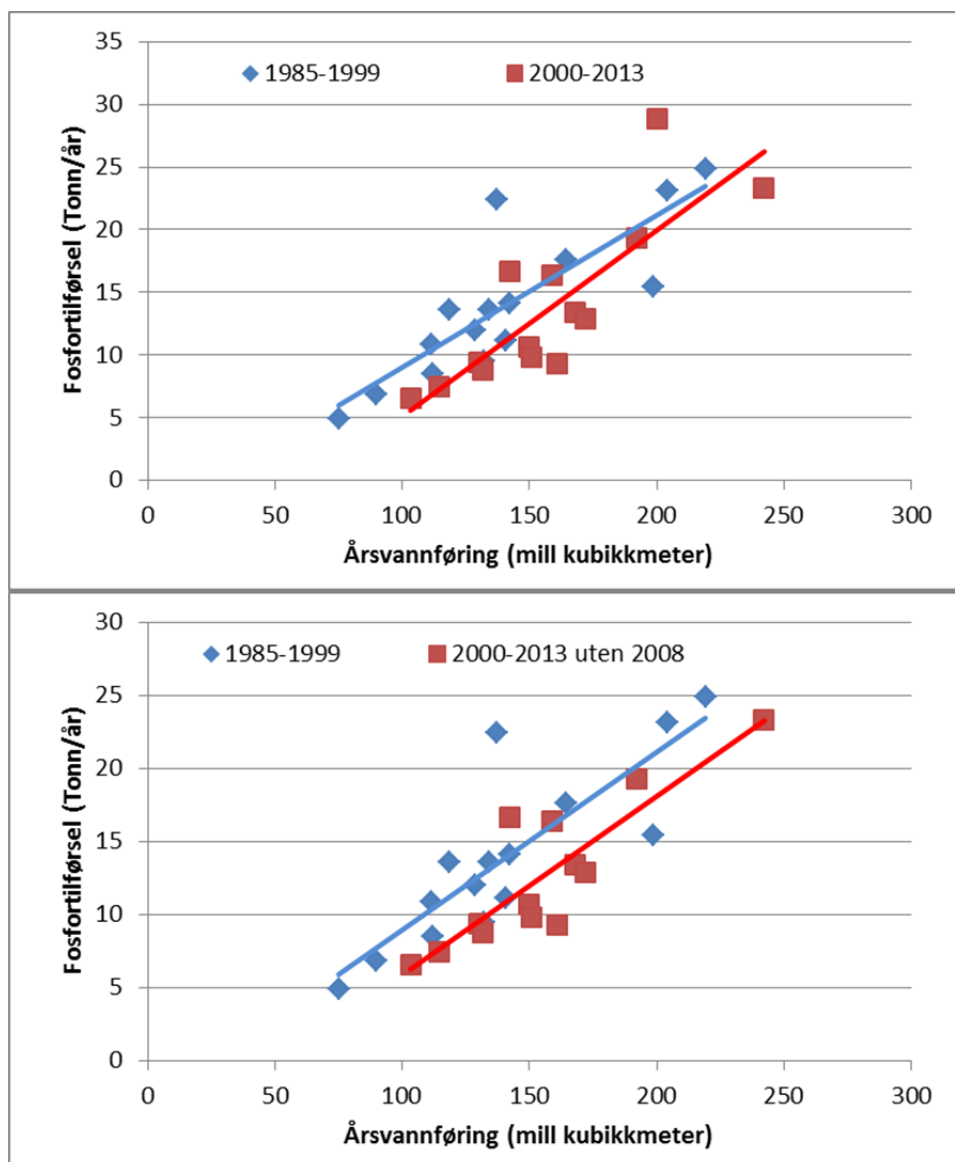
Figur 4.17. Omsetning i hele Norge av nitrogen og fosfor i mineralgjødsel 1991-2013. Datakilde: Mattilsynet<sup>2</sup>

<sup>2</sup>

[http://www.mattilsynet.no/planter\\_og\\_dyrking/gjodsel\\_jord\\_og\\_dyrkingsmedier/mineralgjodselstatistikk\\_2012\\_\\_2013.12262/BINARY/Mineralgj%C3%B8dselstatistikk%202012%20-%202013](http://www.mattilsynet.no/planter_og_dyrking/gjodsel_jord_og_dyrkingsmedier/mineralgjodselstatistikk_2012__2013.12262/BINARY/Mineralgj%C3%B8dselstatistikk%202012%20-%202013)

Det finnes ikke tilgjengelig statistikk for mengden gjødsel benyttet i nedbørfeltet, men de to grafene er likevel interessante, og forløpet i kommende år av fosfor- og partikkeltransport (figur 4.16) bør fortsatt følges opp.

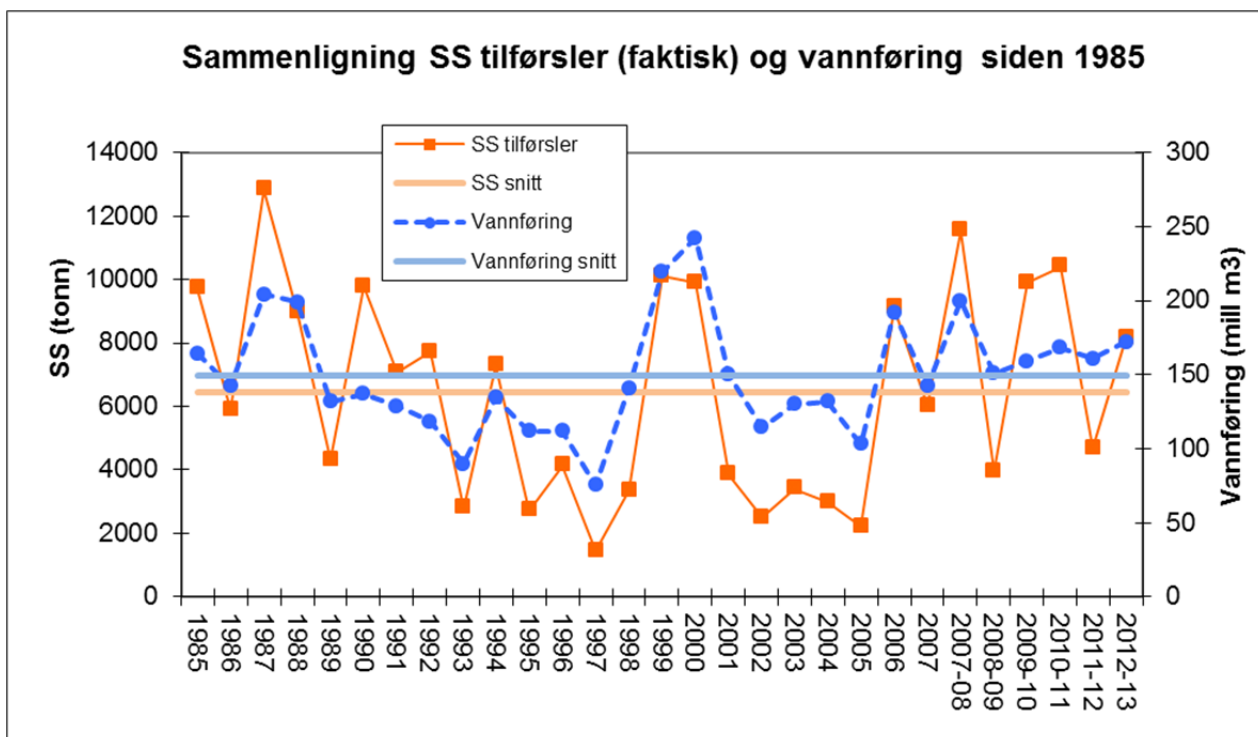
I figur 4.18 er fosfortilførsler er plottet mot vannføring for to perioder (1985-1999 og 2000-2013). Det er tydelig at ved samme vannføring i perioden 2000-2013 så var det i snitt lavere fosfortilførsler enn i årene før 2000.



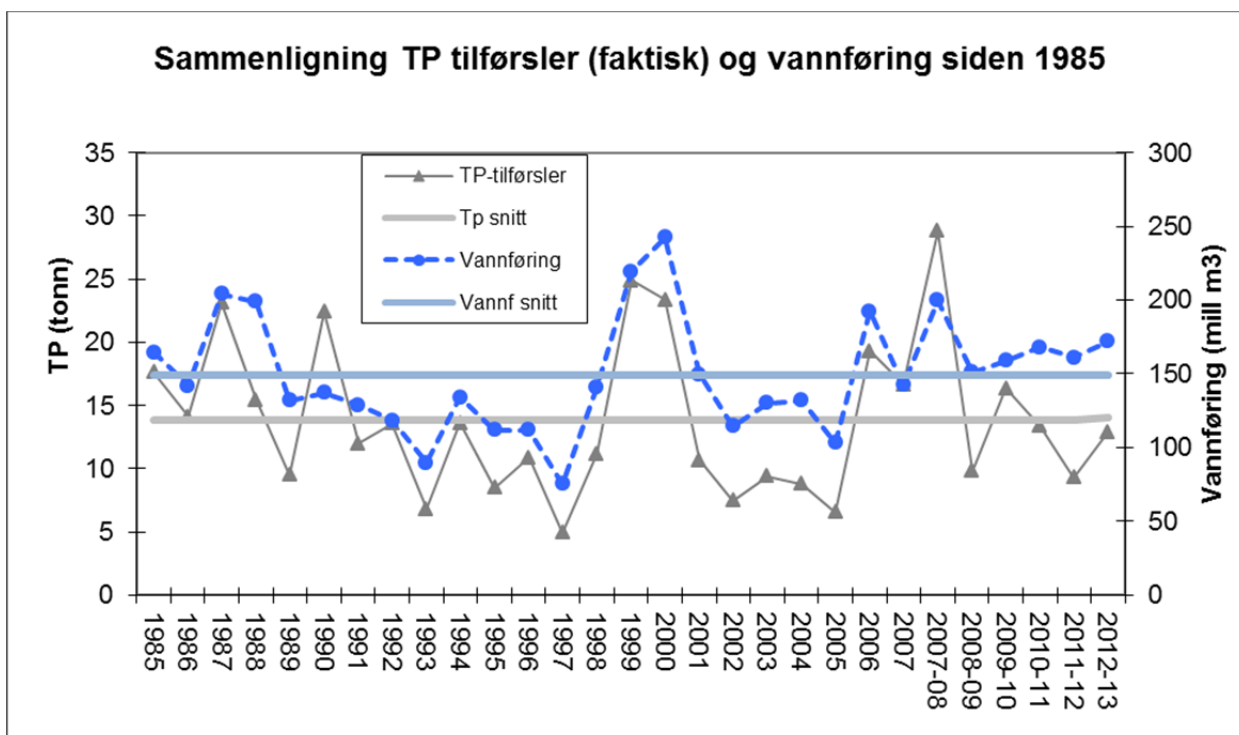
Figur 4.18. Fosfortilførsler plottet mot årsvannføring for periodene 1985-1999, og 2000-2013. I den nederste grafen er 2008 fjernet (i dette året var det flere ras i vassdraget).

Alle disse figurene gir grunn til å tro at fosfortilførslene i vassdraget har gått ned de senere årene, og dette skyldes ikke reduksjon i vannføring.

Figurene 4.19 og 4.20 viser tilførsler av hhv. suspendert stoff og totalfosfor sammen med årsvannføring. Figurene er tatt med for å illustrere forholdet mellom vannføring og tilførsler av partikler og fosfor i ulike år.



Figur 4.19. Transport av suspendert stoff (SS) sett i forhold til vannføringen i Hobøelva 1985-2013.



Figur 4.20. Transport av totalfosfor (TP) sett i forhold til vannføringen i Hobøelva 1985-2013.

Det er videre utført statistiske trendanalyser av TP, TN, SS og vannføring i Hobøelva ved Kure, basert på data siden 1985. Detaljer rundt metodikken for disse trendanalysene er lagt til vedlegg 4. Analysene er utført på vannføringsnormaliserte tilførsler, og disse er beregnet på en noe mer avansert måte enn de vannføringsnormaliserte tilførslene i rapporten forøvrig (se

Vedlegg 4). Det kreves et visst antall år med data for å utføre normaliseringen på denne måten, og dette er derfor kun gjort for Hobølelva.

Statistisk signifikante trender er beregnet som såkalt monoton trend. En slik trend sies vanligvis å være enten statistisk signifikant opp- eller nedadgående hvis p-verdien er under 5%. P-verdier mellom 5-20% er her tolket som en indikasjon på at det finnes en sannsynlig monoton trend.

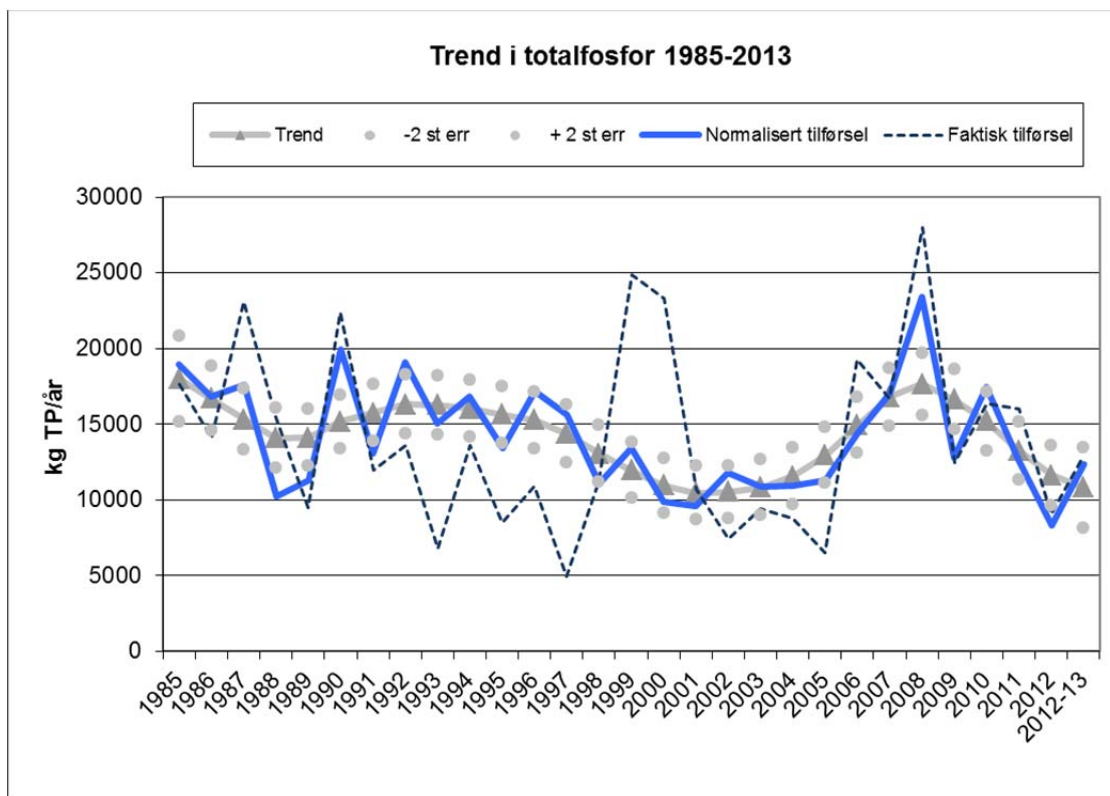
Metodikken fungerer best hvis det er en god korrelasjon mellom vannføring og transporten av stoffet (TP, TN eller SS). Som vist i Skarbøvik (2013) er det som regel en god sammenheng mellom TP og vannføring i denne elva. Tabell 4.10 viser resultatet av de statistiske trendanalysene (rettlinjet trend), vist som p-verdier. Testene er utført på vannføringsnormaliserte tilførselsverdier. For både TP og TN er det en sannsynlig nedadgående trend siden 1985. For SS og vannføring er det imidlertid ingen trend å spore i det hele tatt.

For totalfosfor er den ene testen utført uten å regne med verdier fra 2008. Dette året gikk det ras i elva og det var relativt høye verdier av sediment og fosfor i forhold til vannføringen. Når 2008 fjernes fra tidsrekken for TP blir nedgangen siden 1985 statistisk signifikant.

Tabell 4.10. Signifikans av monotone (rettlinjede) trender i Hobølelva ved Kure i perioden 1985-2013, beregnet fra vannføringsnormaliserte tilførselsverdier for TP, TN, SS; samt for vannføring.

Parameter	Metode for beregning av transport	p-verdi	Trend
Totalfosfor	Slamføringskurve	13%	Sannsynlig nedadgående
Totalfosfor (når 2008 er fjernet fra tidsrekken)	Slamføringskurve	5%	Statistisk signifikant nedadgående
Total nitrogen	Lineær interpolasjon	4%	Statistisk signifikant nedadgående
Suspendert stoff	Slamføringskurve	28%	Ingen signifikant endring
Vannføring		33%	Ingen signifikant endring.

Figurene 4.21-4.23 illustrerer trender for hhv. TP, SS og TN i dette vassdraget. Som nevnt over er det, i tillegg til de faktiske tilførselene i vassdraget (smal mørkeblå stiplet linje), beregnet en vannføringsnormalisert tilførsel (kraftig blå linje, denne er basis for trendberegningene i tabell 4.10). Det er også konstruert en "avrundet trendlinje" (indikert som 'Trend' i diagrammene) med usikkerhet i form av standardfeil (st.err.).

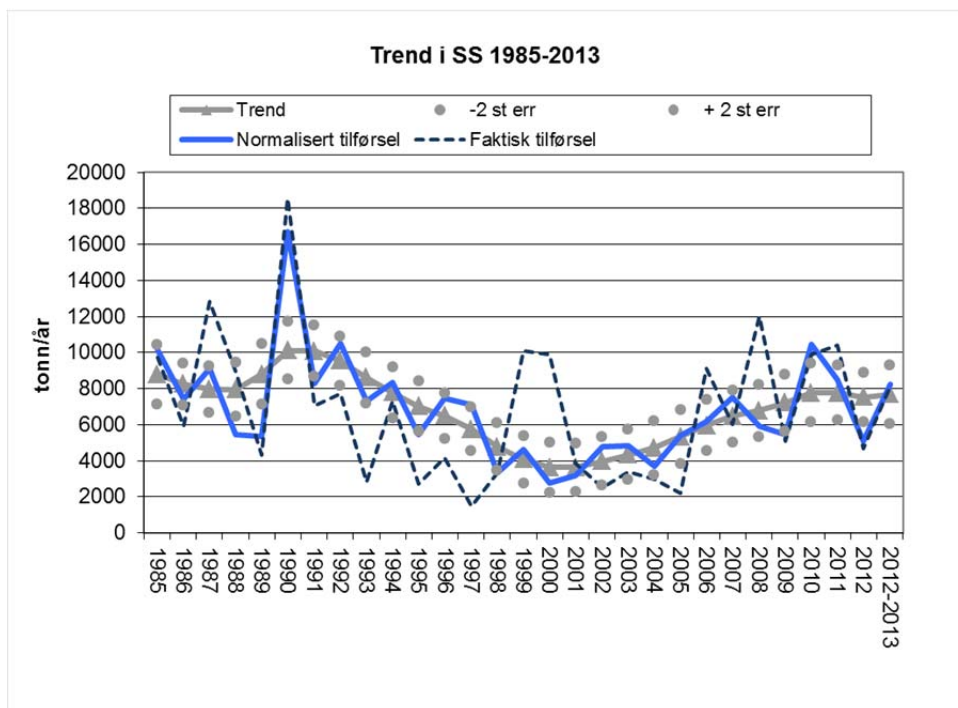


Figur 4.21. Trend i totalfosfor i kg/år. Se tekst for forklaring av kurvene.

For totalfosfor var det en nedgang i tilførselsverdiene frem til ca. 2003, deretter var det en stigning frem til ca. 2008, før en ny reduksjon. Som vist i figuren er vannføringsnormalisert tilførselsverdi i 2008 ikke vesentlig lavere enn den faktiske (sammenlign f.eks. med årene 1999-2000), noe som tilsier at det var relativt høye tilførsler dette året uten at vannføringen var tilsvarende høy. Det er sannsynlig at dette skyldes ras i nedbørfeltet. Dette er en årsak til at trendanalyse også ble utført uten at året 2008 ble inkludert, og i det tilfellet ble det en statistisk signifikant reduksjon i TP siden 1985 (tabell 4.10).

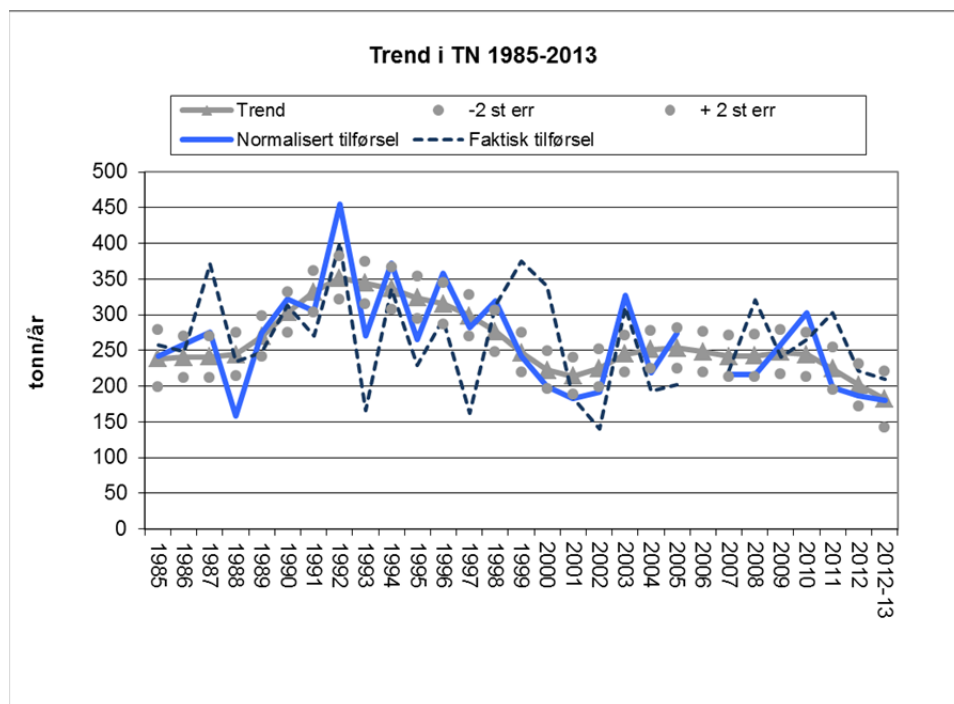
For suspendert stoff snudde den nedadgående trenden som ble observert fram til midten av 2000-tallet, og siste del av den utjevnete trendkurven viser nå en oppadgående trend (figur 4.21). Totalt sett har det allikevel vært en sannsynlig nedadgående trend i suspendert tørrstoff (partikler) siden 1985 (p-verdi 13%, se tabell 4.10).





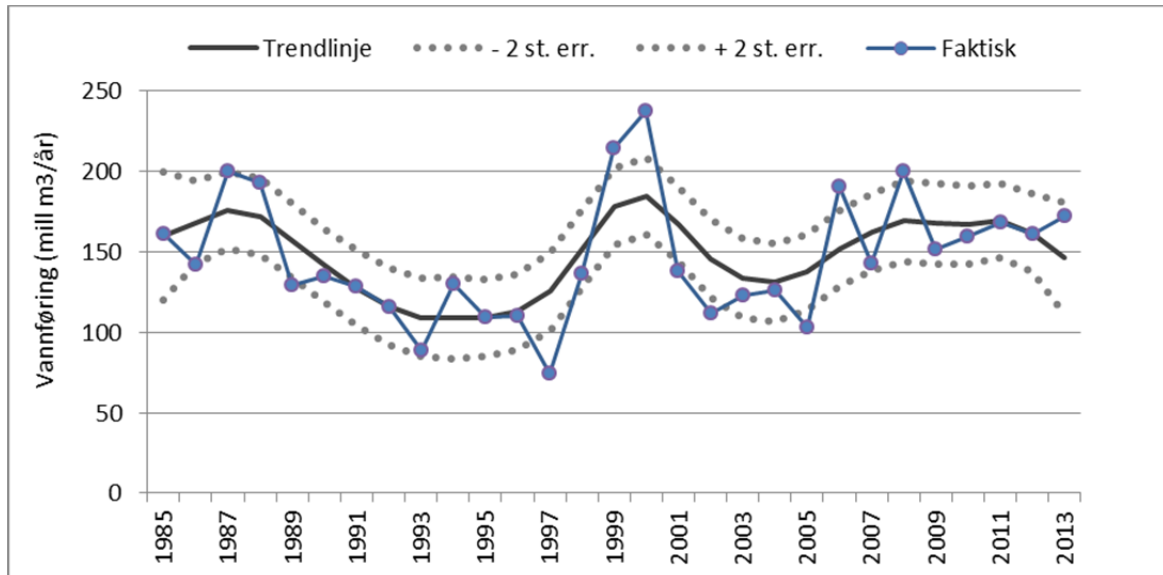
Figur 4.22. Trend i suspendert stoff (SS) i tonn/år. Se tekst for forklaring til kurvene.

For total nitrogen (Figur 4.22) viser den utjevnete trendlinjen en tendens til nedgang siden midten av 90-tallet, men med størst nedgang fram til ca. 2003. Deretter flater kurven noe ut. Totalt sett er det en tendens til rettlinjert nedadgående trend siden 1985, med en p-verdi på 18% (tabell 4.10). I 2006 ble det ikke analysert for nitrogen.



Figur 4.23. Trend i total nitrogen (TN) i kg/år. Se tekst for forklaring til kurvene.

Trendanalyse av årsvannføring er vist i figur 4.24. Trendkurven viser at vannføringen generelt var lavest på midten av 90-tallet, og med høye verdier i slutten av 80-tallet, ved årtusenskiftet og i slutten av 2000-tallet. Trendtesten viste imidlertid at det ikke kan påvises noen monoton (rettlinjet) trend for hele perioden samlet.



Figur 4.24. Trendkurve for vannføring i Hobølelva 1985-2013.

## 5. Vansjø - innsjøresultater

---

### 5.1 Resultater fysisk-kjemiske forhold

#### 5.1.1 Temperatur og oksygen

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

Det var en kjølig vår og forsommer og den siste isen på Vansjø gikk først helt i slutten av april. I juli og august ble det ordentlig sommer med mange varme dager. I Storefjorden etablerte det seg en temperatursjiktning på sommeren. I de mindre dype områdene av Vansjø var perioden med stabil sjiktning relativt kort.

I Storefjorden var det oksygenrikt bunnvann gjennom hele sommeren, og mot slutten av vekstsesongen ble det målt mindre enn 4 mg/l oksygen under 35 meter. I Vanemfjorden ble det påvist oksygenverdier under 4 mg/l, og det er derfor lite sannsynlig at frigivelse av fosfor fra sedimentene til vannmassene var av betydning. I Grepperødfjorden ble det påvist oksygenverdier under 2 mg/l under 6 meter i perioden fra slutten av mai til begynnelsen av august. Oksygenfrie forhold i bunnvannet kan medføre en frigivelse av fosfat fra sedimentene til vannmassene. Figurer for temperatur og oksygen er vist i Vedlegg 5.

#### 5.1.2 Siktedyp

Resultatene vises i vedlegg 5. Siktedypet i Vansjø i 2013 er lavt; Storefjorden: 1,4 m, Vanemfjorden: 1,3 m, Grepperødfjorden: 1,1 m, Nesparken: 1,3 m. Med lavt siktedyp er det sannsynlig at algeveksten var lysbegrenset i store deler av vekstsesongen. I Vansjø kan en anta at algeproduksjonen foregår ned til et dyp på ca. 2 ganger siktedypet (= ca. 3 m). Hvis innsjøen er blandet ned til mer enn 3 m, noe som skjedde ofte i 2013, medfører det at algeveksten er lysbegrenset. Under slike forhold klarer ikke algene å fullt utnytte næringsstoffene i vannet og konsentrasjonen av algebiomassen er lavere enn en kunne forvente ut fra næringsinnholdet. I denne sammenhengen er det interessant å sammenligne verdiene for perioden 2007-2013 med de som ble målt i tidligere år. I Storefjorden ble det observert en kraftig tilbakegang (mer enn 30 %) i siktedyp mellom 2006 og 2007 (Se figur 5.14 og vedlegg 5). Tilbakegangen skyldes delvis en fortsatt uforklarlig økning i vannets farge og dette har forsterket lysbegrensningen av algeveksten.

### 5.1.3 *Gløderest/Suspendert stoff*

Resultatene vises i vedlegg 5. I Storefjorden var konsentrasjonen av suspendert stoff noe høyere i 2013 enn i 2012, og på samme nivå som i 2007-2008. I Vanemfjorden og Grepperudfjorden var konsentrasjonen av suspendert stoff i 2013 på samme nivå som i 2012.

Resultatene av overvåkingen av Vansjø har vist at særlig Storefjorden påvirkes kraftig av økt nedbør og vannføring. 2008 var på mange måter et spesielt år som var påvirket av en varm vinter, flere ras i Hobøelva og flere flomperioder. Dette medførte en kraftig transport av erosjonsmateriale fra nedbørfeltet og tilsvarende høye konsentrasjoner av suspendert stoff i Vansjø. I 2011 medførte flommen i september en kraftig økning i innholdet av suspendert stoff.

### 5.1.4 *pH*

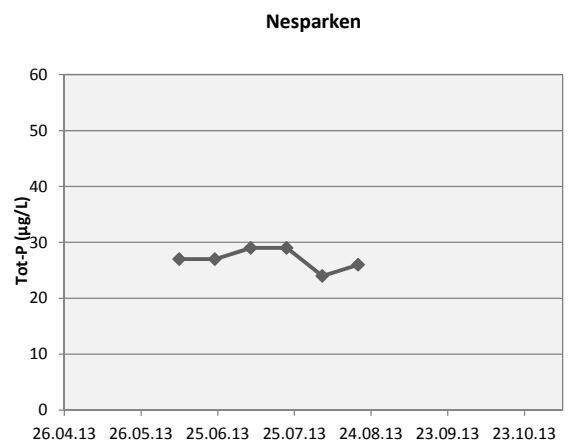
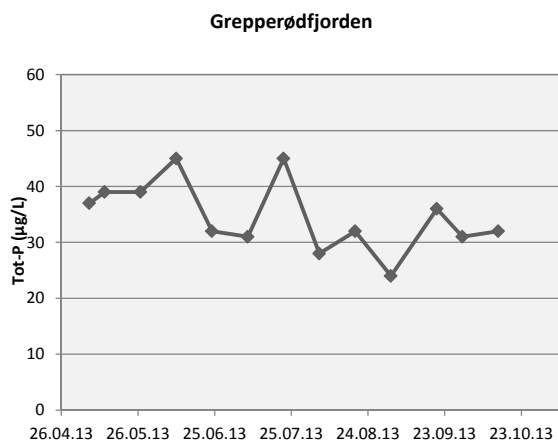
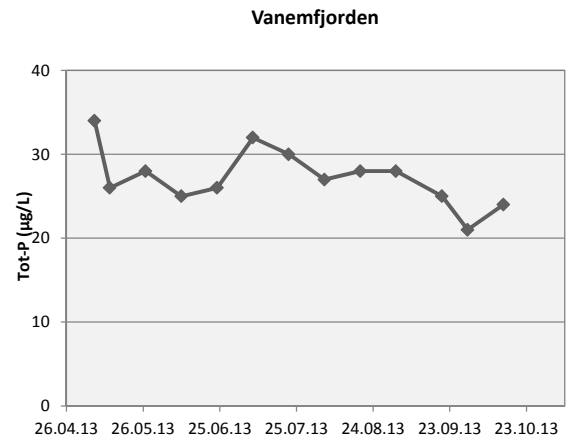
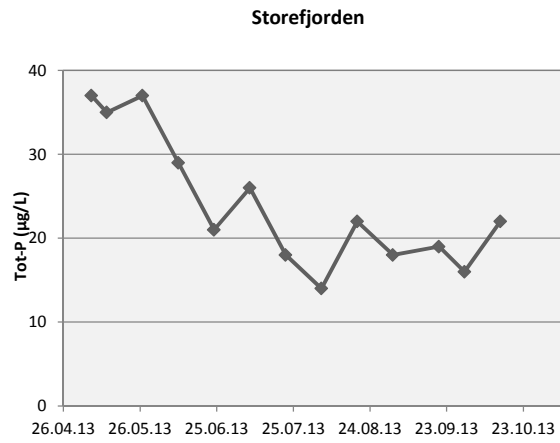
Resultatene vises i vedlegg 5. I perioder med lav fotosyntese er pH i Vansjø vanligvis i nærheten av nøytralitetspunktet 7,0. I vekstperioden på sommeren stiger pH ofte til over 7,0. I perioder med oppblomstring av cyanobakterier i Vanemfjorden kan pH stige opp til 10. En slik situasjon er ikke observert i de siste årene og heller ikke i 2013. En signifikant frigjøring av fosfat fra leirpartikler eller sediment sommeren 2013 pga. høy pH anses derfor som lite sannsynlig.

### 5.1.5 *Fosfor*

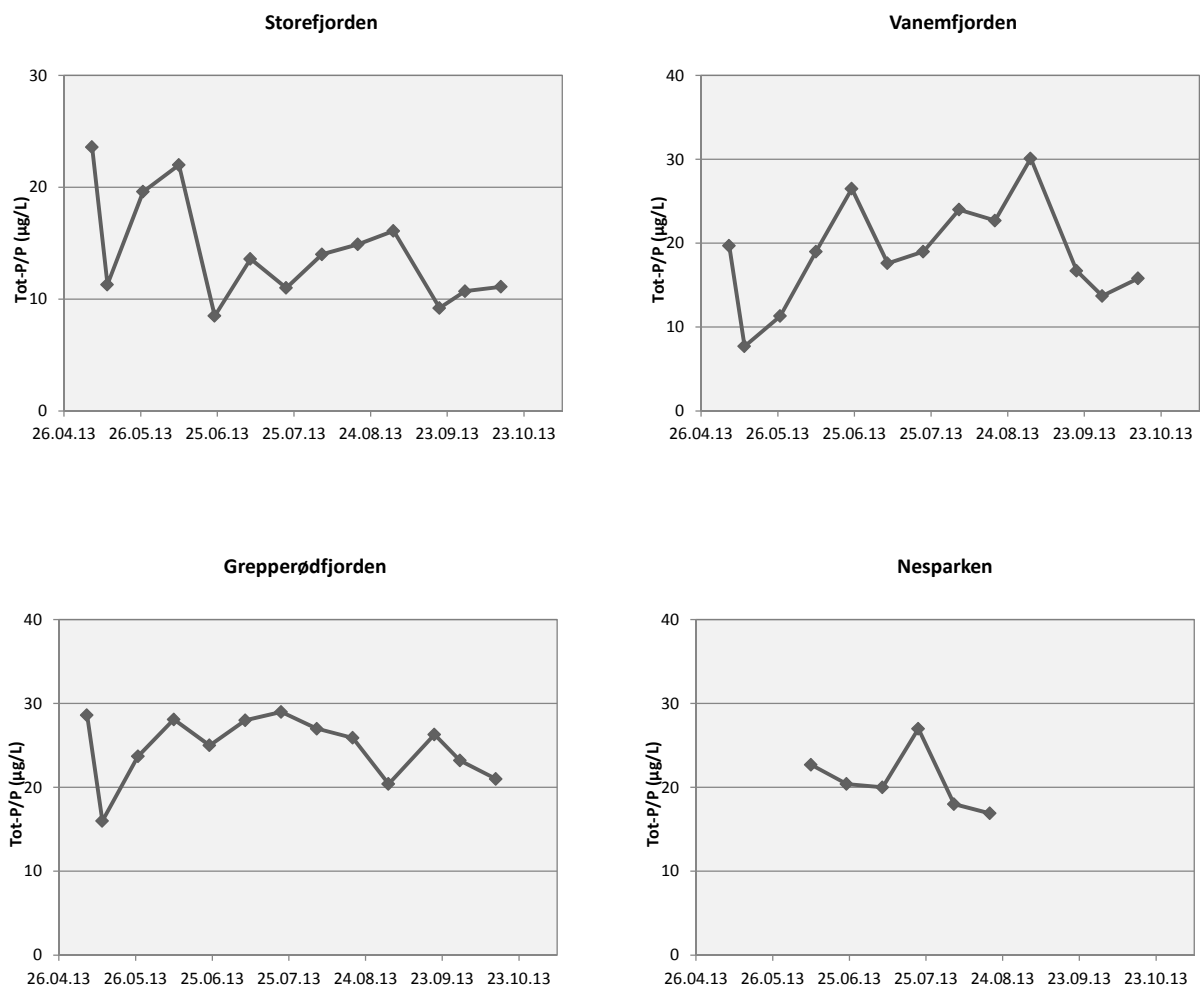
Resultatene vises i figur 5.1 (totalfosfor), figur 5.2 (partikkelbundet fosfor) og figur 5.3 (ortofosfat). I tillegg finnes figurer for perioden 2005-2013 i vedlegg 5. Fosforinnholdet i Vansjø er i stor grad bestemt av fosfor bundet til tilført leirmateriale og fosfor som er bundet til organismer og organiske stoffer. Konsentrasjonene av totalfosfor på våren er ofte omtrent like i hele Vansjø. Fosforkonsentrasjonen på denne tiden er påvirket av leirmateriale fra tilløpselvene. Når leirmaterialet sedimenterer, blir vannmassenes innhold av totalfosfor mer avhengig av det som er bundet i algene og i annet organisk materiale. Sedimentasjon av leirpartikler kan medføre en reduksjon i fosforinnholdet i deler av Vansjø.

I 2013 var innholdet av totalfosfor i Storefjorden noe over gjennomsnittsnivået (basert på målinger de siste 30 år). Sesongen begynte med en konsentrasjon på 37 µg P/l (2012: 30 µg P/l, 2011: 31 µg P/l, 2010: 30 µg P/l, 2009: 35 µg P/l, 2008: 53 µg P/l, 2007: 34 µg P/l). Det var flere nedbørsepisoder og høy avrenning i april og mai i 2013 og dette kan ha medført en transport av erosjonsmateriale og partikkelbundet fosfor til Storefjorden. Utover sommeren ble det observert en reduksjon i fosforkonsentrasjonen. Gjennomsnittsverdien for hele 2013 var 20,3 µg P/l (2012: 21,6 µg P/l, 2011: 22,4 µg P/l, 2010: 19,6 µg P/l, 2009: 22,5 µg P/l, 2008: 31 µg P/l, 2007: 25 µg P/l).

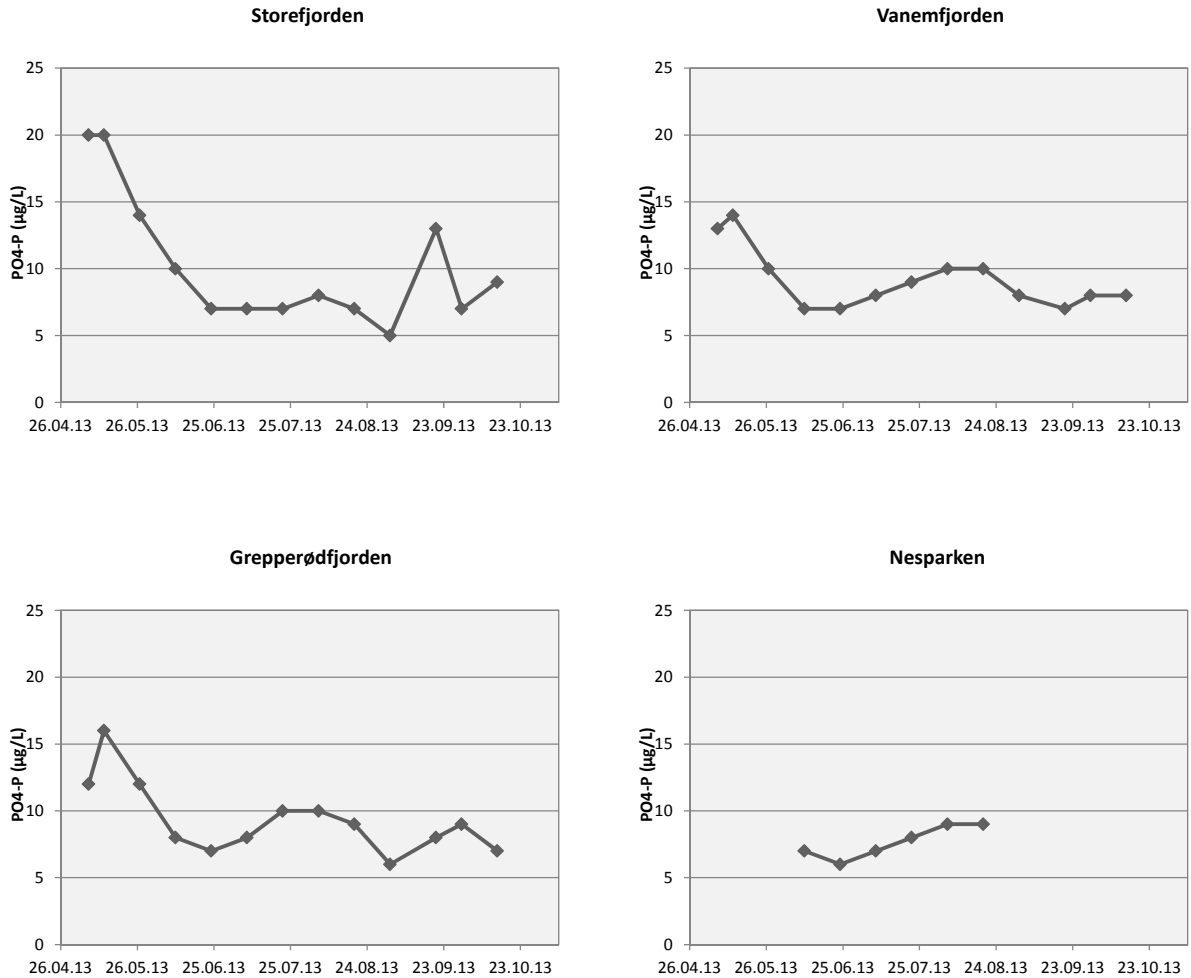
Fosforkonsentrasjonen i Vanemfjorden har vist en trend mot lavere verdier fra 2007 til og med 2013. Gjennomsnittsverdien for 2013 (26,9 µg P/l) var sammenlignbar med fosfornivået sommeren 1989 (2012: 26,1 µg P/l, 2011: 26,6 µg P/l, 2010: 26,6 µg P/l, 2009: 30,0 µg P/l, 2008: 31,2 µg P/l, 2007: 32,0 µg P/l). Vanemfjorden er ikke like påvirket av økte tilførsler fra nedbørfeltet i flomsituasjoner som Storefjorden. I Grepperudfjorden var gjennomsnittskonsentrasjonen av totalfosfor i 2013 på 33,8 µg P/l.



Figur 5.1. Variasjoner i totalfosfor i Vansjø i 2013. (Merk: ulik skala på y-aksen)



Figur 5.2. Variasjoner i partikkelbundet fosfor (TOTP/P µg/l) i Vansjø i 2013. (Merk: ulik skala på y-aksen)

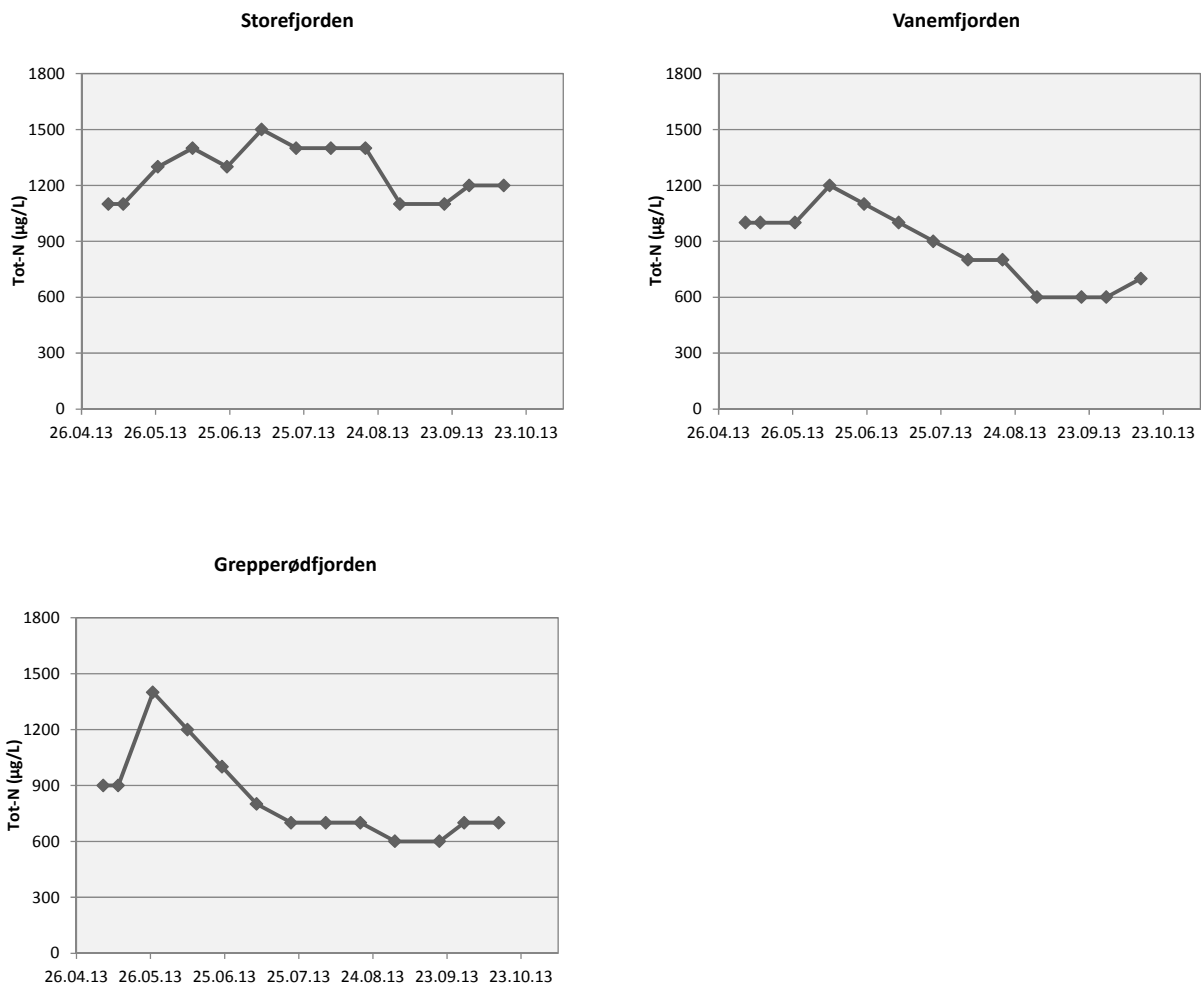


Figur 5.3. Variasjoner i orto-fosfat i Vansjø i 2013.

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 cyanobakterier) 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 2013 var tidvis begrenset av orto-fosfat. Det er imidlertid mange faktorer som spiller inn (lys, temperatur, andre næringsstoffer).

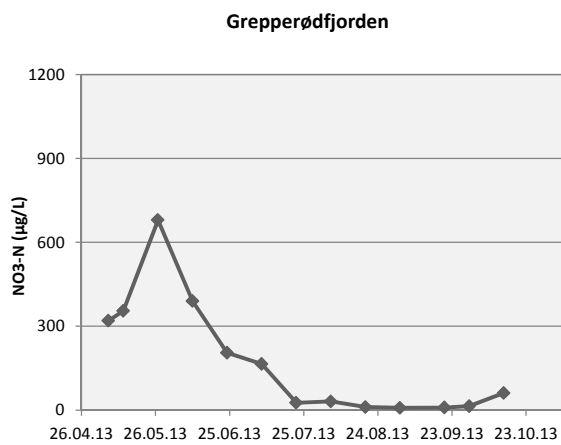
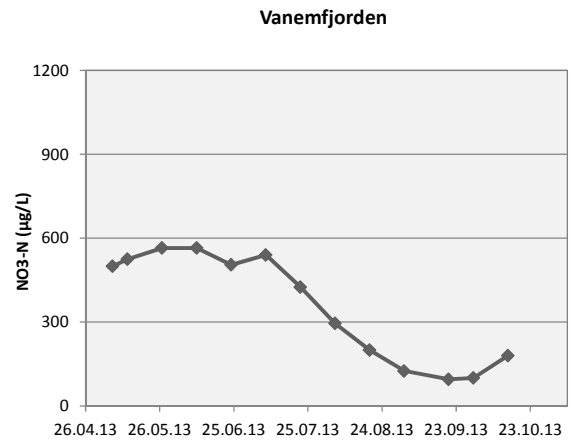
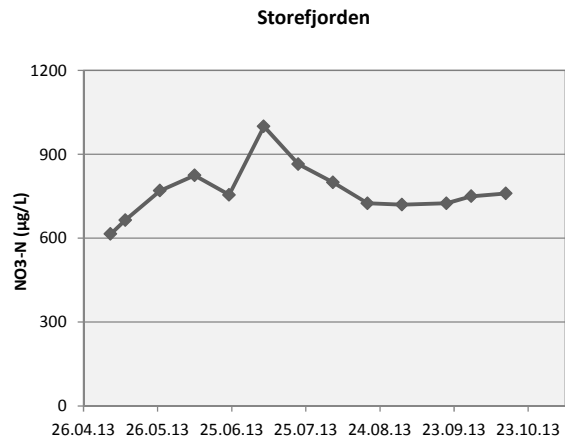
### 5.1.6 Nitrogen

Resultatene vises i figurene 5.4 (totalnitrogen), 5.5 (nitrat) og 5.6 (ammonium). I tillegg finnes figurer for perioden 2005-2013 i vedlegg 5. På våren ble det påvist høye nitratkonsentrasjoner i begge hovedbassengene. De høye nitratverdiene har sammenheng med høye tilførsler fra tilførselselvene før og i vekstsesongens begynnelse. Utover sommeren ble det påvist en reduksjon i hele Vansjø, noe som skyldes algeveksten. I Storefjorden var det imidlertid liten nedgang i nitratkonsentrasjonen gjennom hele vekstsesongen. I Vanemfjorden var det en klar reduksjon i nitratkonsentrasjonen utover i vekstsesongen, men det ble ikke målt verdier ned mot deteksjonsgrensen som det har blitt gjort enkelte år med kraftige oppblomstringer av cyanobakterier. I Grepperødfjorden var det relativt lite nitrat i perioden fra juli til september. Dersom nitratverdiene synker under deteksjonsgrensen vil en få en nitrogenbegrensning av algeveksten. Algeveksten i Storefjorden og Vanemfjorden var trolig ikke nitrogenbegrenset i 2013, men det kan ikke utelukkes at algeveksten i Grepperødfjorden var nitrogenbegrenset i deler av vekstsesongen. Konsentrasjonene av ammonium var lav i hele Vansjø og av liten betydning for algeveksten. Konsentrasjonen av totalnitrogen fulgte et mønster påvirket av reduksjonen i nitrat. At det skjedde en samtidig reduksjon i totalnitrogen skyldes hovedsakelig sedimentasjon av biologisk bundet nitrogen.

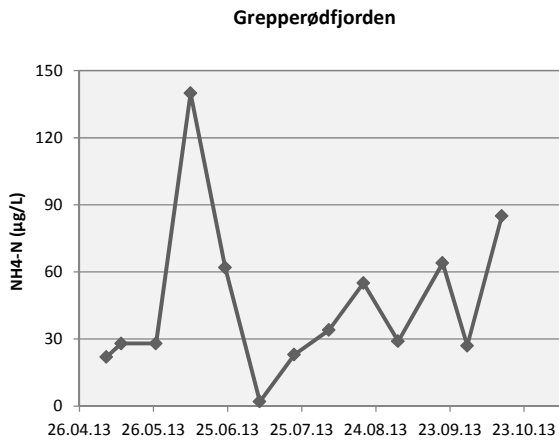
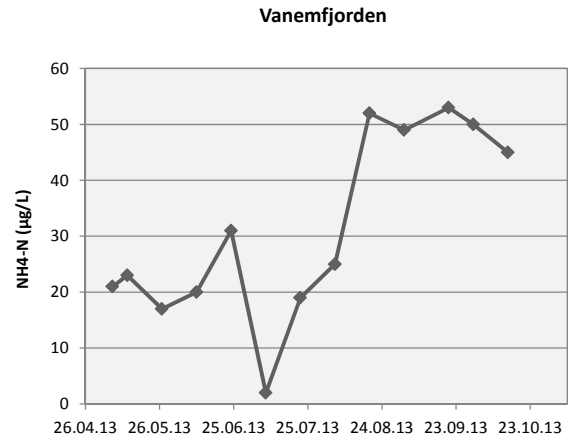
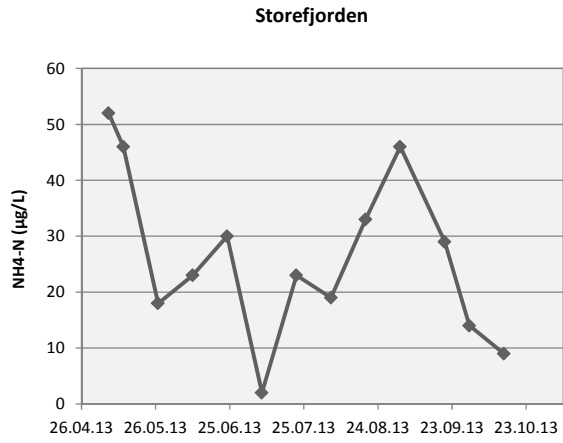


Figur 5.4. Variasjoner i total nitrogen i Vansjø i 2013.





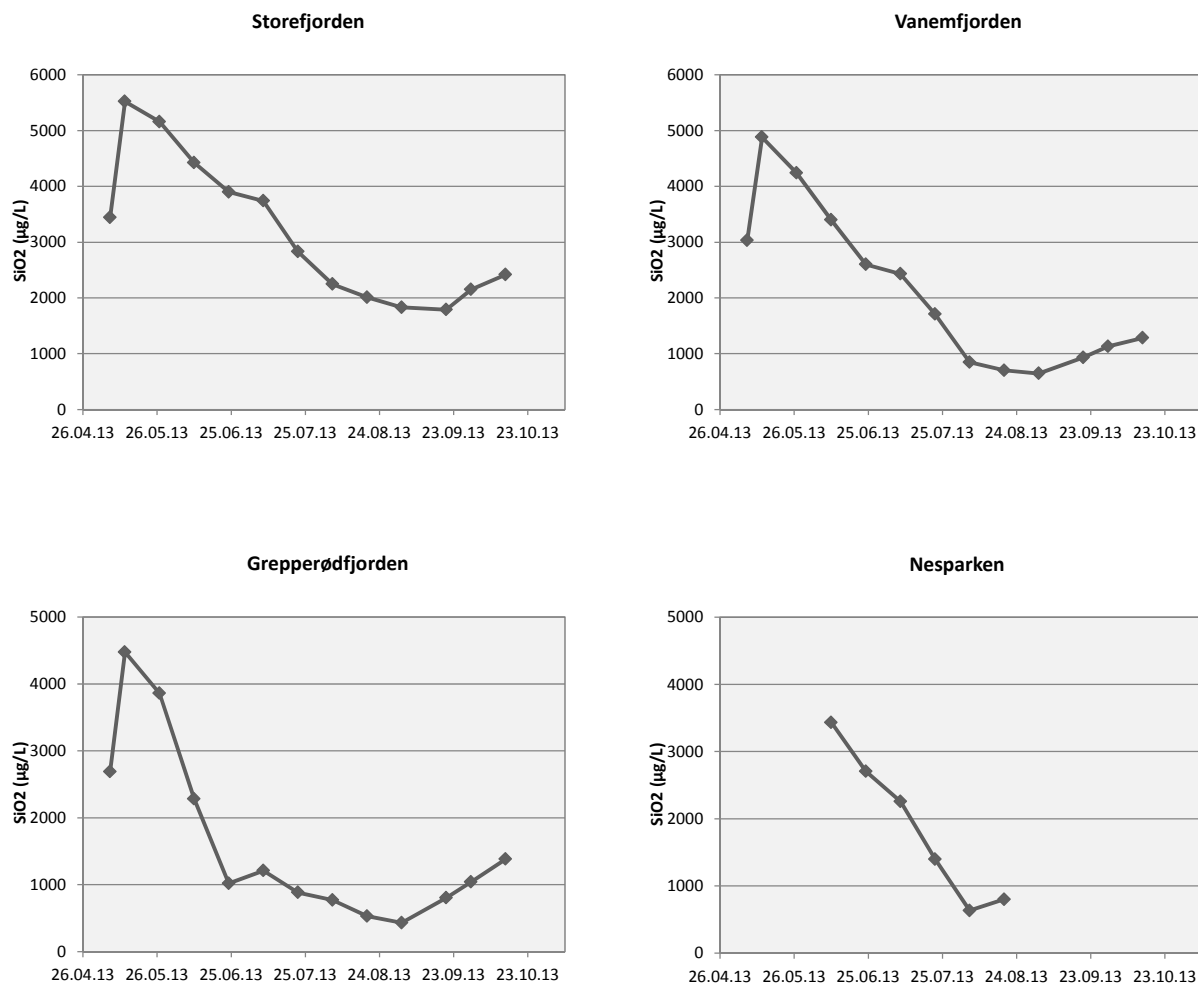
Figur 5.5. Variasjoner i nitrat konsentrasjon i Vansjø i 2013.



Figur 5.6. Variasjoner i ammonium konsentrasjon i Vansjø i 2013. (Merk: ulik skala på y-akse)

### 5.1.7 Reaktivt silikat

Resultatene vises i figur 5.7. I tillegg finnes figurer for perioden 2005-2013 i vedlegg 5. På våren ble det påvist høye silikatverdier i Vansjø. Utover sommeren ble det registrert en reduksjon i silikat i hele Vansjø. Den markerte nedgangen skyldes høyt forbruk som følge av relativt store mengder med kiselalger. Det ble, i motsetning til noen tidligere år, ikke påvist så lave konsentrasjoner av silikat at det kan ha medført en begrensning av veksten til kiselalgene.



Figur 5.7. Variasjoner i totalt reaktivt silikat i Vansjø i 2013.

### 5.1.8 Vannets farge

Resultatene vises i vedlegg 5. På våren ble det målt høye fargeverdier (over 80 mg Pt/l) i både Storefjorden og Vanemfjorden. Dette skyldes hovedsakelig store tilførsler av humus med tilløpselvene. Utover sommeren ble det registrert en reduksjon i fargeverdiene i begge bassengene, noe som skyldes sannsynligvis fotokjemisk bleking av fargen. Det er imidlertid mulig at leirpartiklene også kan interferere med målingene slik at de målte verdier er noe høyere enn en "ekte" fargeverdi basert på vannets innhold av løst organisk materiale.

### 5.1.9 Totalt organisk karbon (TOC)

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

## 5.2 Resultater biologiske forhold

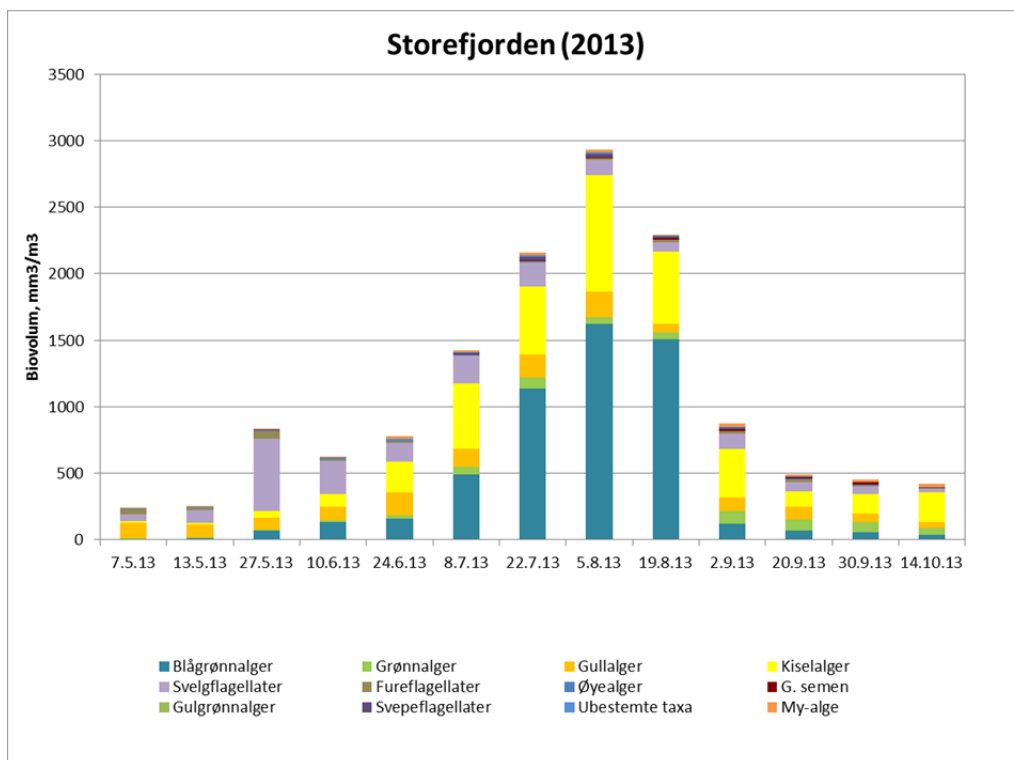
### 5.2.1 Planteplankton

Resultatene vises i figurene 5.8-5.12. I tillegg finnes figurer for perioden 2005-2013 i vedlegg 5. Generelt må det bemerkes at det i 2013 var en kjølig vår og forsommer og den siste isen på Vansjø gikk først helt i slutten av april. I juli og august ble det ordentlig sommer med mange varme dager. Disse forholdene kan ha påvirket utviklingen av planteplanktonsamfunnets sammensetning og mengde i 2013. I tillegg spiller andre faktorer som lysforhold, sirkulasjonsforhold og næringsstoffer en rolle i algevekst.

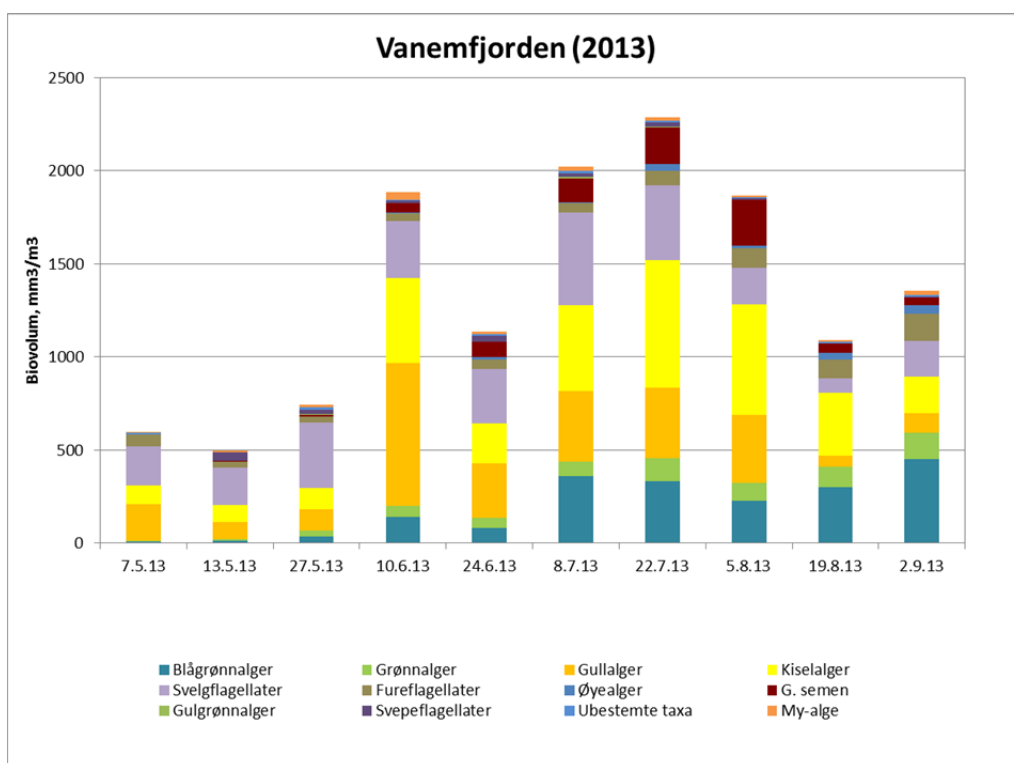
I Storefjorden var det lave konsentrasjoner av planteplankton i mai og juni og det var svelgflagellater og gullalger og fureflagellater som var de dominerende gruppene. Utover i juni økte andelen kiselalger og cyanobakterier, og i juli og august var det en dominans av cyanobakterien *Aphanizomenon flos-aquae*. Denne cyanobakterien produserer ikke algegiften microcystin. Denne oppblomstringen varte ut august og etter dette skjedde det en reduksjon i totalmengden av planteplankton og flere grupper dominerte planteplanktonsamfunnet. Den gjennomsnittlige algemengden i Storefjorden var høyere enn de tre foregående årene og dette skyldes i hovedsak oppblomstring av *Aphanizomenon flos-aquae* i juli og august (2013: 1,3 mg våtvekt/l, 2012: 1,0 mg våtvekt/l, 2011: 0,7 mg våtvekt/l, 2010: 0,9 mg våtvekt/l, 2009: 1,4 mg våtvekt/l, 2008: 1,4 mg våtvekt/l).

Den gjennomsnittlige algemengden i Vanemfjorden var 1,5 mg våtvekt/l i 2013. Dette var på samme nivå som i 2010-2012 og på et betydelig lavere nivå enn i tidligere år (2012: 1,3 mg våtvekt/l, 2011: 1,3 mg våtvekt/l, 2010: 1,2 mg våtvekt/l, 2009: 3,2 mg våtvekt/l, 2008: 2,4 mg våtvekt/l, 2007: 3,2 mg våtvekt/l, 2006: 2,8 mg våtvekt/l). Nedgangen skyldes både en kraftig tilbakegang i mengden av cyanobakterier og en generell tendens til lavere algekonsentrasjoner. Planteplanktonet i Vanemfjorden var veldig mangfoldig gjennom hele sesongen. Lignende situasjon ble observert i Nesparken. Siden 2006 har vi observert en vesentlig tilbakegang i biomassen av *Microcystis*-arter i Vanemfjorden og Nesparken. Dette er av betydning siden *Microcystis* antas å være hovedprodusenten av algegiften microcystin i Vansjø. Tilbakegangen av *Microcystis* kan ha flere årsaker. Uegnete værforhold i 2007 og 2008 hadde trolig en negativ effekt på populasjonen. Økningen i vannets humusinnhold de siste årene er heller ikke i favør av *Microcystis*, som vanligvis foretrekker klart vann. I tillegg har det de siste årene vært lavere fosforverdier i Vanemfjorden og i Nesparken.

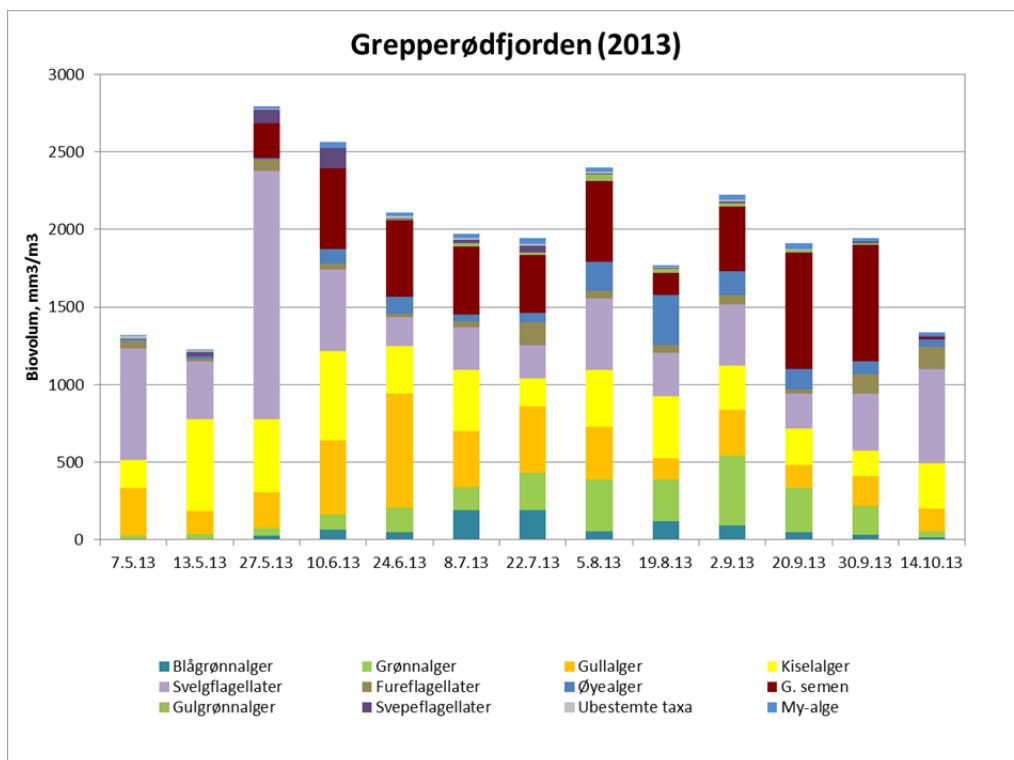
Som vanlig var det *G. semen* som dominerte i Grepperødfjorden, men det var ikke så kraftig oppblomstring av denne algen i 2013 sammenlignet med de foregående årene (se Vedlegg 5). Denne algen har de siste tiårene blitt dominerende i humøse vann på sørøstlandet og det er flere aspekter ved forekomst og oppblomstring som fortsatt er ukjente. *G. semen* vil kunne forårsake hudirritasjoner ved bading, og det er derfor viktig å overvåke forekomsten nøye.



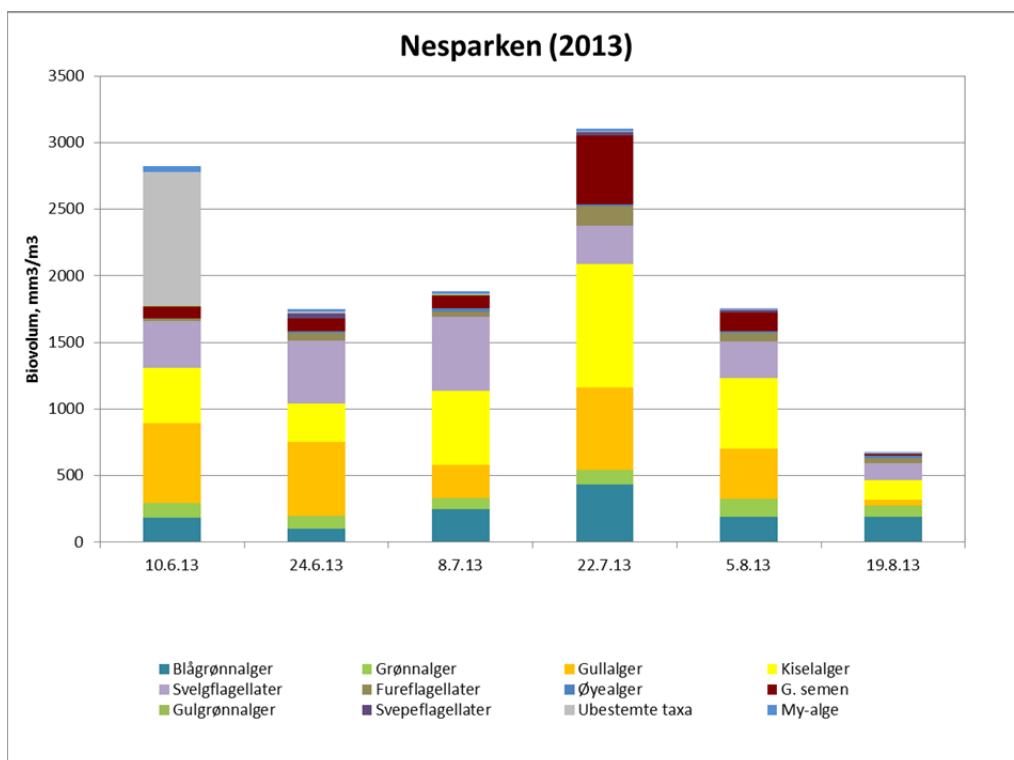
Figur 5.8. Variasjon i planteplanktonets mengde- og sammensetning i Storefjorden i 2013.



Figur 5.9: Variasjon i planteplanktonets mengde- og sammensetning i Vanemfjorden i 2013.



Figur 5.10: Variasjon i planteplanktonets mengde- og sammensetning i Grepperødfjorden i 2013.

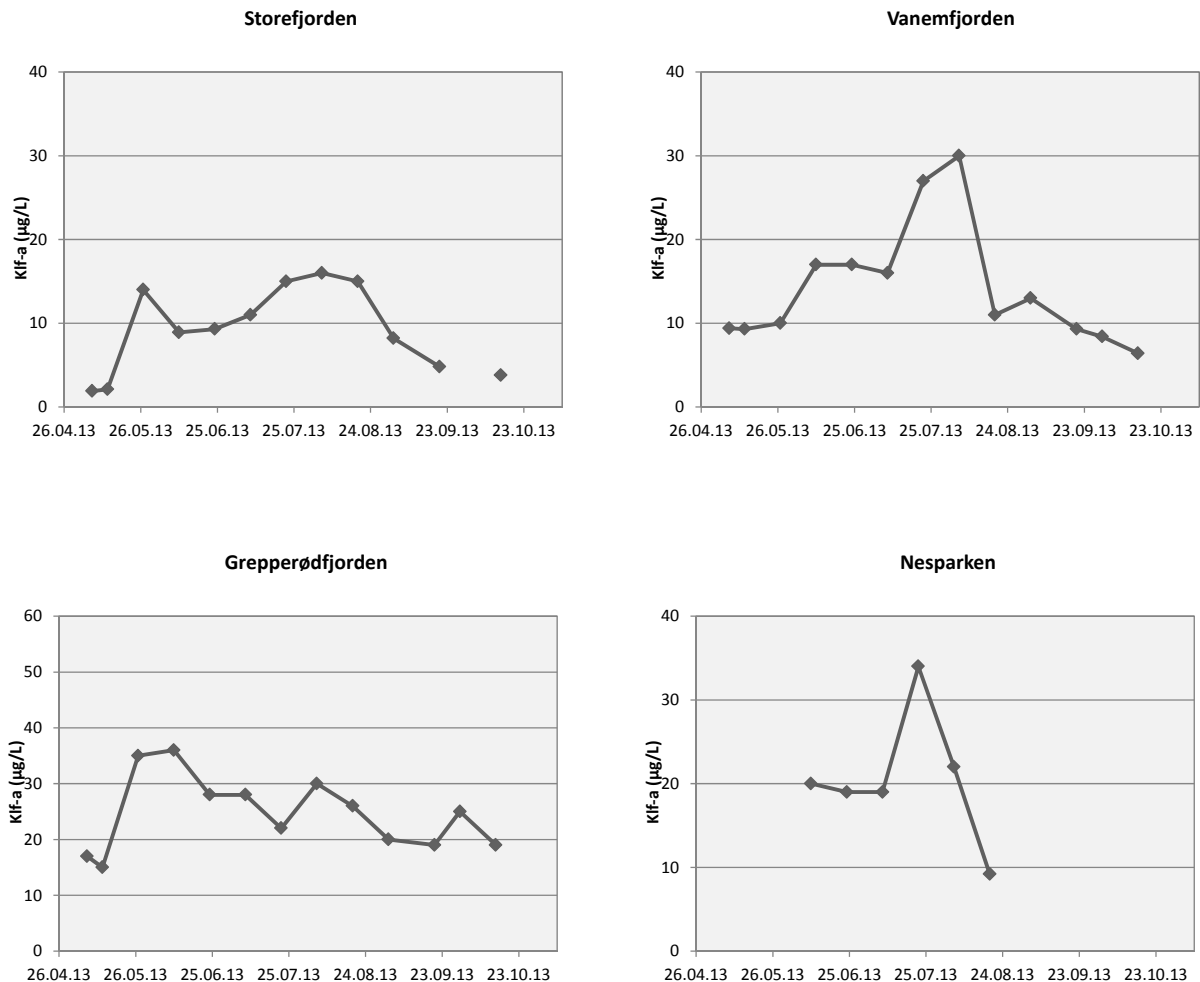


Figur 5.11. Variasjon i planteplanktonets mengde- og sammensetning i Nesparken i 2013.

## 5.2.2 Klorofyll-a

Resultatene vises i figur 5.13. I tillegg finnes figurer for perioden 2005-2013 i vedlegg 5. Konsentrasjonen av klorofyll-a følger i stor grad konsentrasjonen av algevolum selv om det er en viss spredning. Analyse av klorofyll-a og av algevolum er to forskjellige måter å beregne algebiomassen på. Algenes klorofyllinnhold vil variere pga. en rekke faktorer, slik at det alltid vil kunne forekomme avvik mellom disse to biomasseparametrene.

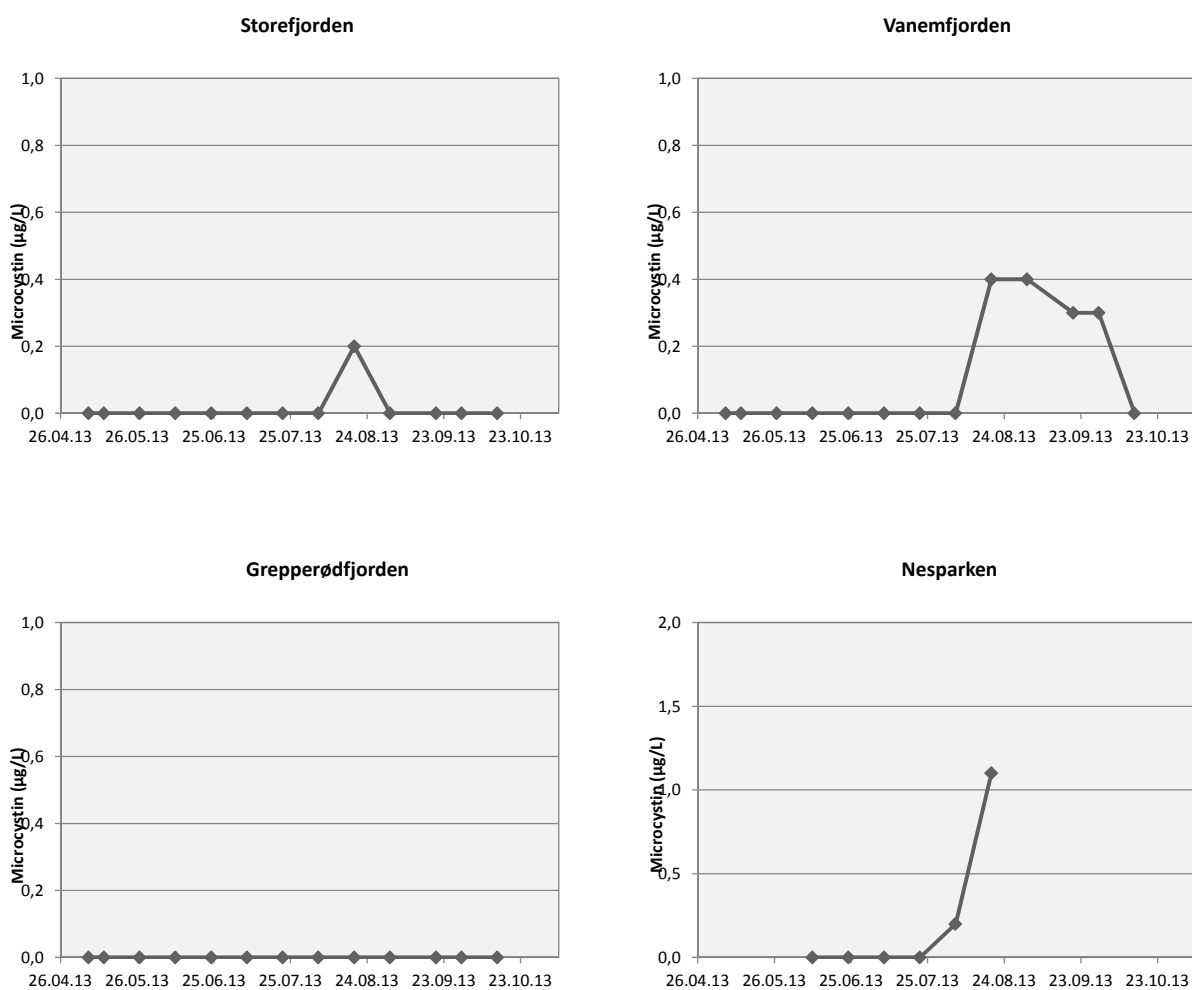
Den gjennomsnittlige klorofyll-a-konsentrasjonen i Storefjorden var 11,0  $\mu\text{g/l}$ , og dette er høyere enn de siste årene. De høyeste verdiene ble målt i juli og august da det var dominans av *Aphanizomenon flos-aquae*. Den gjennomsnittlige konsentrasjonen i Vanemfjorden i undersøkelsesperioden var 16,5  $\mu\text{g/l}$  og dermed sammenlignbart med nivået vi hadde mellom 1980 og 1990. Bedringen er i samsvar med lavere fosforverdier, fravær av kraftige algeoppblomstringer og observasjoner som er gjort av lokalbefolkning. I Grepperødfjorden var den gjennomsnittlige konsentrasjonen av klorofyll-a på 26,0  $\mu\text{g/L}$  og denne høye verdien skyldes i hovedsak *G. semen*.



Figur 5.12. Variasjoner i klorofyll-a konsentrasjonen i 2013

### 5.2.3 Microcystin

Resultatene vises i figur 5.14 og i vedlegg 5. I Storefjorden ble det påvist microcystin i en prøve i august i 2013, og i Vanemfjorden ble det påvist microcystin august og september. Nesparken ble det påvist microcystin i slutten av juli og begynnelsen av august. Det var kun lave mengder microcystin som ble påvist i Vansjø i 2013, og denne situasjonen kan forklares med den tilsvarende tilbakegangen i mengden av blågrønnalgen *Microcystis* i vannet. Som i 2008-2011 anbefalte NIVA de lokale helsemyndigheter å ikke fraråde befolkningen å bade i Vansjø. Det ble ikke påvist microcystin i Grepperødfjorden.



Figur 5.13. Variasjoner i microcystinkonsentrasjonen i Storefjorden, Vanemfjorden, Grepperødfjorden og Nesparken i 2013.

### 5.3 Undersøkelser i Grimstadkilen

Resultatene vises i vedlegg 5. Grimstadkilen ble undersøkt på oppdrag av Movar IKS som har råvannsinntak i området. Grimstadkilen hadde en gjennomsnittlig klorofyll-a konsentrasjon på 9,8 µg/l med maksimal konsentrasjon på 17 µg/l i midten av juli. Hvis en sammenligner verdiene for klorofyll-a i Storefjorden og i Grimstadkilen finner vi omtrent de samme gjennomsnittlige klorofyll-a-verdier. Også artssammensetningen av fytoplankton er omtrent den samme. Det ble kun påvist lave mengder av microcystin i en prøve fra Grimstadkilen i 2013.



## 5.4 Situasjonen i 2013 sammenlignet med tidligere år og vurdering av Vansjø i forhold til miljømålene

I figurene 5.15 til 5.17 er dataene for 2013 satt sammen med historiske data for totalfosfor, klorofyll, fosfat, totalnitrogen, nitrat, siktedyp, farge og SS (partikler) fra Storefjorden, Vanemfjorden og Grepperødfjorden.

### 5.4.1 Utvikling av fosfor i Vansjø

Fosforinnholdet i Storefjorden er blant annet styrt av transport av erosjonspartikler fra nedbørfeltet og dermed av parametere som nedbørmengden, antall flomperioder, hyppighet og omfang av ras og antall vinterdager med frost og snø. Variasjoner i nedbør og vannføring kan medføre svingninger i fjordens fosforinnhold i størrelsesorden  $\pm 25\%$ . Dette gjenspeiler seg i en statistisk signifikant positiv korrelasjon mellom nedbørmengden og konsentrasjonen av totalfosfor. Flommen som kom i begynnelsen av september i 2011 illustrerer godt denne sammenhengen mellom nedbørmengde og totalfosfor. Det at fosforinnholdet i Storefjorden er så tydelig relatert til variasjoner i nedbør og vannføring gjør det vanskelig å oppdage effekter av tiltak uten tilgang til lange tidsserier.

I Vanemfjorden ble det observert et forholdsvis stabilt innhold av fosfor mellom 1990 og 2000. Flommen høsten 2000 medførte en kraftig økning av totalfosfor-innholdet i Vanemfjorden i 2001. Mellom 2002 og 2009 sank fosforkonsentrasjonen gradvis, særlig i perioden 2007-2011. Dette og utviklingen av giftige algeoppblomstringer i perioden 2001-2006 understreker at flomhendelser kan ha en eutrofieringseffekt som påvirker vannkvalitet og motvirker kostbare tiltak over flere år. Tilbakegangen i fosforkonsentrasjon etter året 2001 skyldes i hvert fall delvis en regenerasjon av systemet etter flommen. I Vanemfjorden fornyes vannet flere ganger hvert år og en burde derfor forvente rask nedgang av fosforkonsentrasjon på grunn av fortykning og utvasking av næringsstoffet etter flommen. Men noen prosesser motvirker denne selvrengingen. Oppvirvling av sediment forårsaket av vind og korte perioder med høy pH kan resirkulere fosfor over flere år. Flommen medførte også en utvikling av kraftige blågrønnalgeoppblomstringer i perioden 2001-2006. Under slike oppblomstringer transporteres det store mengder av celle-bundet fosfor fra hele vannsøylen til overflaten. Resultatet av denne oppkonsentrering er "kunstig" høye fosforverdier i blandingsprøven 0-4m i august og september. Etter 2006 og fram til 2010 ble det observert en tydelig tilbakegang i fosforverdiene i Vanemfjorden. I 2007 tangerte konsentrasjonen nivået før storflommen i 2000. Resultatene fra bekkeovervåkingen indikerer også avtakende fosfortilførsler til Vanemfjorden i perioden fra 2001 til 2010. Det er derfor sannsynlig at nedgang i fosforkonsentrasjonen ikke bare skyldes den avtakende effekten av flommen høsten 2000, men også en positiv effekt av tiltak. I 2011 og 2012 var det imidlertid en økning i tilførslene til Vanemfjorden (se figur 4.12), men det er viktig å understreke at det meste av tilførslene var i september i 2011 og sammenfalt med flommen som kom i begynnelsen av september samme år. I 2013 var tilførslene til Vanemfjorden lavere enn tidligere målte nivå. I denne perioden fra 2011-2013 var fosforkonsentrasjonene i Vanemfjorden noe lavere sammenlignet med 2010 (2010: 27,0  $\mu\text{g P/l}$ , 2011: 26,6  $\mu\text{g P/l}$ , 2012: 26,1  $\mu\text{g P/l}$ , 2013: 26,9  $\mu\text{g P/l}$ ). Tilførslene fra Storefjorden til Vanemfjorden viser derimot et mønster som ikke passer til observasjonene i Vanemfjorden. Det er derfor sannsynlig at de siste års reduksjon i Vanemfjordens fosforinnhold skyldes tiltak i det lokale bekkefeltet.

### *5.4.2 Utvikling av nitrogen i Vansjø*

Langtidsutviklingen av nitrogenkonsentrasjonen i Storefjorden og resten av Vansjø er preget av kraftige variasjoner fra år til år og et stabilt langtidsgjennomsnitt. Statistisk sett finnes det ingen trend for perioden 1976 til 2013. 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 mineralsk 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 mineralsk nitrogen fra jorden i nedbørfeltet enn det samtidig frigjøres gjennom mineralisering. Under slike forhold avtar nitrogenkonsentrasjonen i jordvæsken og i avrenningen gradvis over tid. Det kan derfor tenkes at langvarige og/eller kraftig flom tilfører Vansjø nitrogenfattig vann som medfører en fortykningseffekt i innsjøen. Vintertemperaturer spiller også en viktig rolle. Kraftig frost nedsetter eller stopper bakteriell nedbryting av nitrat i jorden. Dette kan medføre et høyt innhold av nitrat både i jordvæsken og i avrenning neste vår. Varme vintre vil derimot tillate nedbryting av nitrat i jorden. Nitratkonsentrasjonen i avrenningen neste vår er derfor lav og nitrogeninnholdet i Vansjø vil da synke. De lave nitrogenverdiene i 2008 og 2009 og de høye konsentrasjonene som ble målt i 2010-2013 er i samsvar med denne hypotesen.

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

I store deler av Nord-Europa har det blitt observert en økning i innsjøenes humusinnhold siden 90-tallet. Effekten forklares med reduksjon i sur nedbør, noe som har økt utvasking av humus særlig fra skogsarealer og mindre utfelling i innsjøene. Også nedbørmengden er en viktig faktor og stor avrenningsintensitet gir økt utvasking fra skogbunn og humuslaget (Hongve m.fl. 2011). Økningen i fargetall i Vansjø var imidlertid mye større enn i andre vann. I tillegg ble det ikke observert den vanlige samtidige økningen i vannets innhold av organisk substans. Økningen i fargetall fra 2006 til 2007 i Vansjø må derfor anses som et hittil uforklart fenomen, som likevel har medført en kraftig reduksjon i siktedyp og algenes tilgang til lys. Movar IKS måler blant annet fargetall i prøver som tas av råvannet fra Grimestadkilen, og det finnes månedlige data fra perioden 1999 og frem til i dag. Vi har fått anledning til å sammenligne data fra overvåkingen og fra råvannsovervåkingen til Movar IKS, og de to datasettene viser svært lik utvikling i humusinnhold i Storefjorden og Grimestadkilen (som er en del av Storefjorden) i perioden fra 2005-2013. Den samme økningen i fargetall fra 2006 til 2007 finner vi også i prøvene fra Grimestadkilen.

### *5.4.4 Utvikling av silisium og partikler*

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

### 5.4.5 Utvikling av algemengde

Mye tyder på at algemengden i Vansjø hovedsakelig er begrenset av lys. Silikat-, fosfor- og nitrogenbegrensningen kan også spille en rolle, særlig i den siste delen av sommeren. Reduksjonen i konsentrasjonen av klorofyll-a i Vanemfjorden fra 2007 til 2013 kan forklares med reduksjon i tilgang til lys (pga. endring i fargetall og stor tetthet av partikler, og dermed lavere siktedyp), nedgang i fosforkonsentrasjonen (pga. tiltak og utvaskning etter storflommen i 2000) og i tillegg enkelte år med dårlige værforhold med nye nedbør og lavere sommertemperaturer. Til sammen kan dette ha gjort Vanemfjorden mindre egnet for oppblomstringer av cyanobakterier. I Storefjorden har det de siste årene vært dominans av kiselalger, men i 2013 var det en oppblomstring av cyanobakterien *Aphanizomenon flos-aquae*.

Situasjonen etter flommen i 2000 viser at alvorlige flomhendelser kan ha en eutrofieringseffekt som påvirker vannkvalitet og motvirker kostbare tiltak i flere påfølgende år. For å oppnå en varig reduksjon i sannsynligheten av algeoppblomstringer er det derfor viktig å sette i gang flomforebyggende tiltak. Det er viktig å understreke at oppblomstringer av cyanobakterier kan forekomme også i fremtiden.

### 5.4.6 Tilstand i forhold til miljømålene

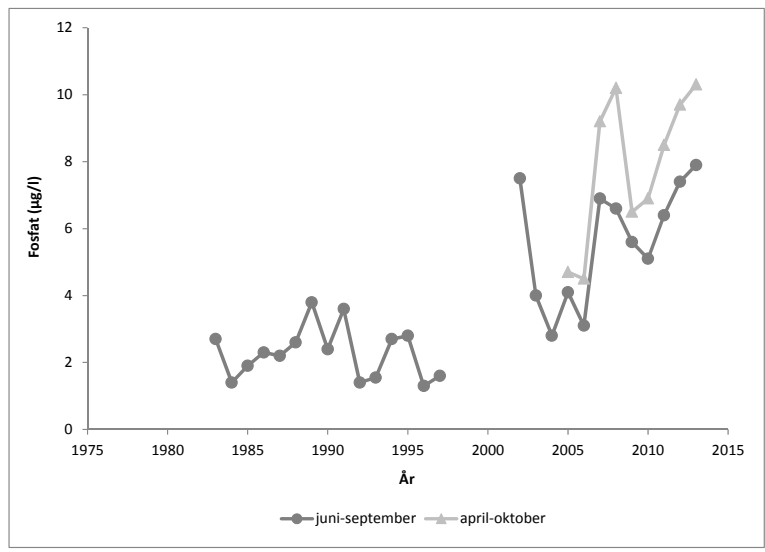
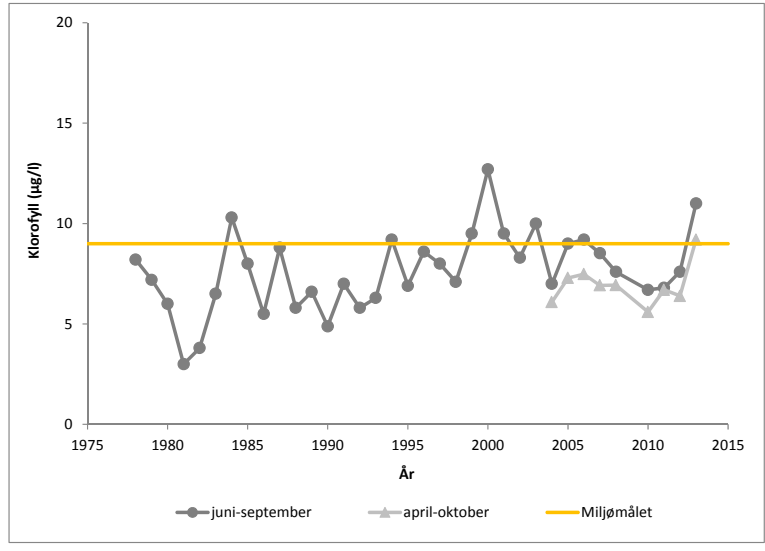
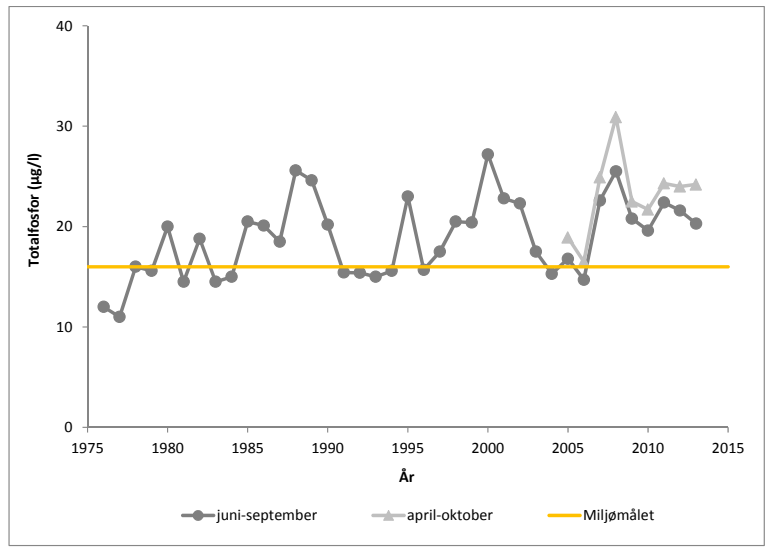
I henhold til vannforskriften skal økologisk tilstand i innsjøer og elver vurderes med hjelp av biologiske indikatorer. Andre parametre (f.eks. næringsstoffkonsentrasjoner, siktedyp) kan brukes som støtteparametre. Miljømålet defineres som grensen mellom moderat og god økologisk tilstand. Vurderingene for de ulike delene av Vansjø er vist i tabell 5.1. En ny norsk planteplanktonindeks er nå utviklet for klassifisering av økologisk tilstand iht. vannforskriften. Vurderingen av økologisk tilstand er basert på klorofyll-a, totalt biovolum, trofiindeks for artssammensetning (PTI) og oppblomstring av cyanobakterier (Cyanomaks) (Se vedlegg 2 for en detaljert beskrivelse av planteplanktonindeksen).

Planteplankton (PTI) er den eneste biologiske parameteren vi har analysert i denne undersøkelsen, og i tillegg har vi vurdert støtteparametrene total fosfor, total nitrogen og siktedyp. Vansjø er humusrik og i tillegg også sterkt påvirket av erosjonspartikler. Dette påvirker siktedypet og gjør denne parameteren lite egnet som et godt mål på eutrofiering. I selve tilstandsklassifiseringen har vi derfor valgt å vektlegge PTI sammen med totalfosfor og totalnitrogen.

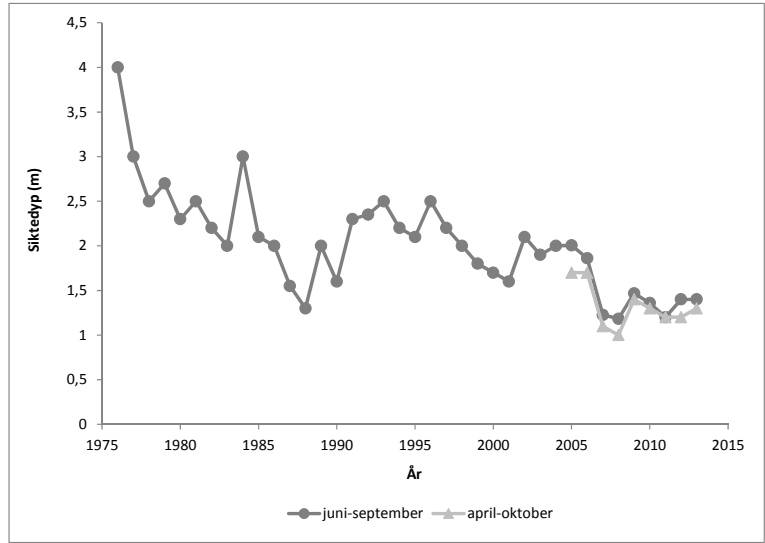
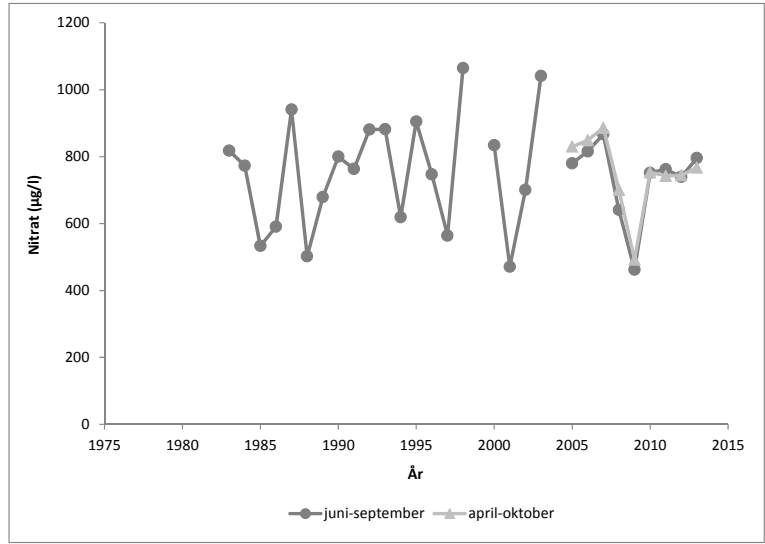
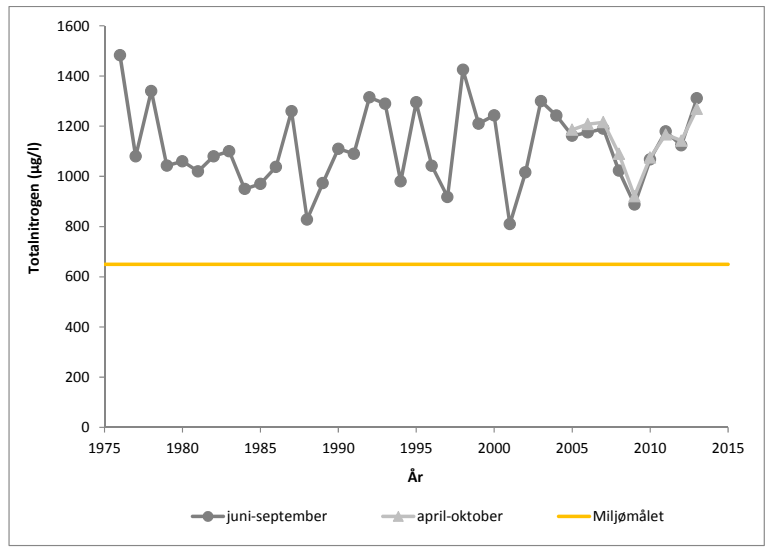
I Storefjorden i 2013 gav både PTI-indeksen og totalfosfor tilstandsklasse moderat. Basert på Tot-N-konsentrasjonen er Storefjorden i dårlig tilstand. Vanemfjorden har moderat økologisk status basert på PTI-indeksen, totalfosfor og totalnitrogen. Grepperødfjorden har også moderat økologiske tilstand basert på PTI-indeksen, totalfosfor og totalnitrogen.

Tabell 5.1. Tilstand i Vansjø i forhold til målene i vannforskriften i 2013. Grenser mellom god og moderat økologisk status er gitt i parentes.

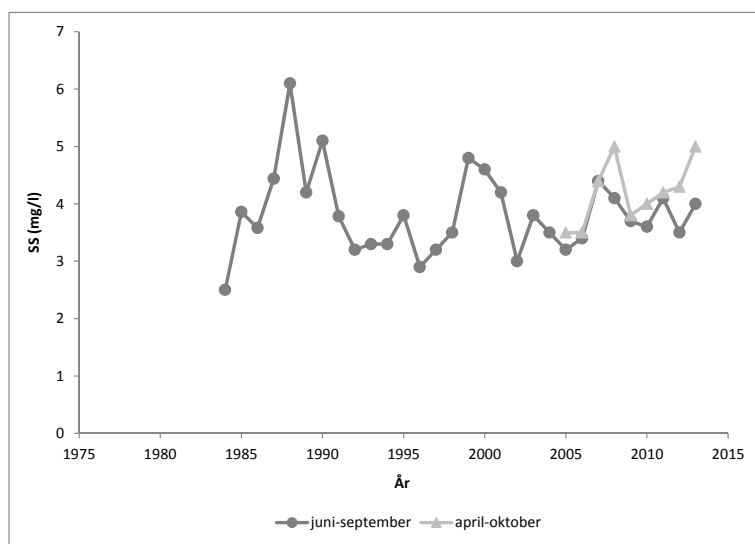
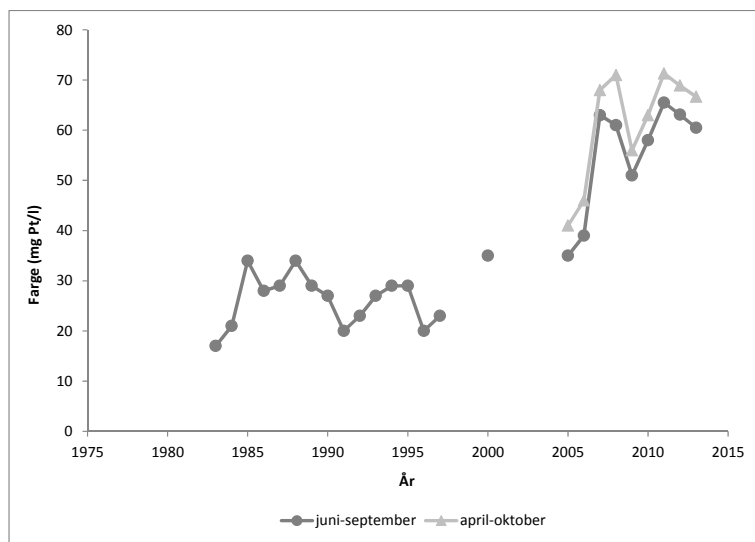
Vansjø	Klorofyll -a µg/L	PTI* nEQR	Total fosfor µg/l	Total nitrogen µg/l	Nitrat µg/l	SS Susp. tørrestoff mg/l	Sikte- dyp m	Bio- masse alger mg/m <sup>3</sup>
Store fjorden	11,0 (9)	0,47 (0,6)	20,3 (16)	1311 (650)	796	4,0	1,4 (2,2)	1338
Vanem fjorden	16,5 (10,5)	0,51 (0,6)	26,9 (20)	845 (775)	317	5,3	1,3 (2,4)	1513
Grepperød fjorden	26,0 (10,5)	0,49 (0,6)	33,8 (20)	778 (775)	95,4	5,9	1,1 (2,4)	2092



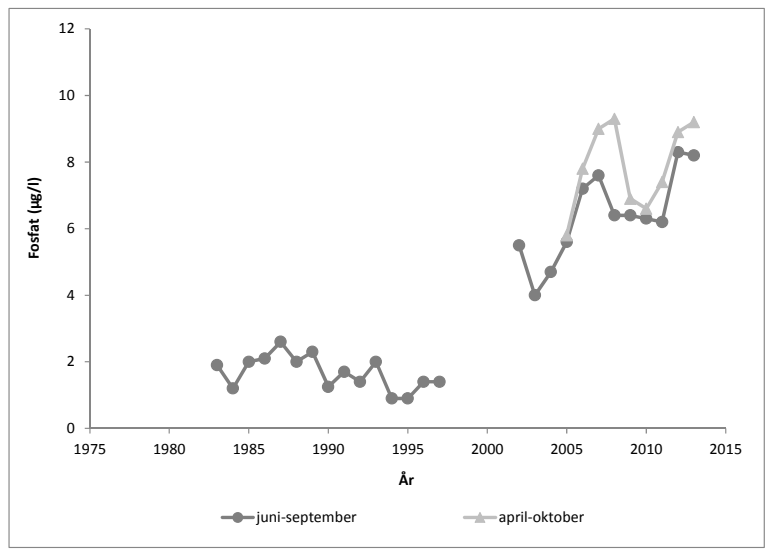
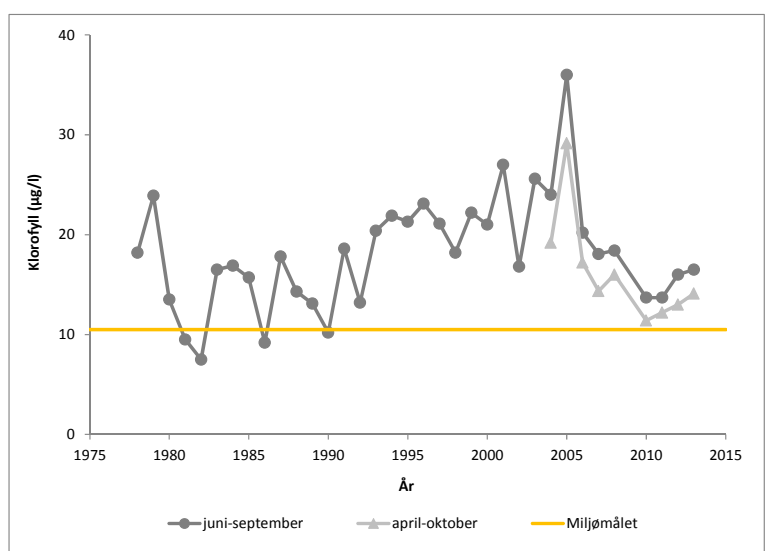
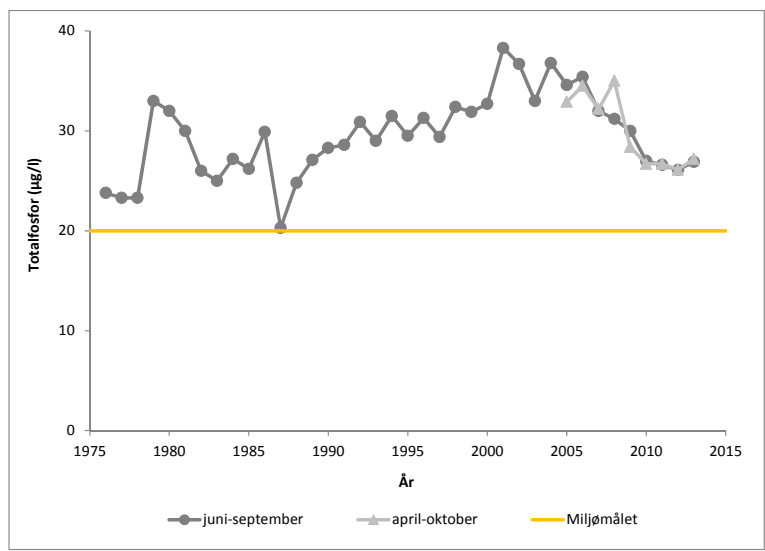
(Figur 5.14, forts. Storefjorden)



(Figur 5.14, forts. Storefjorden)

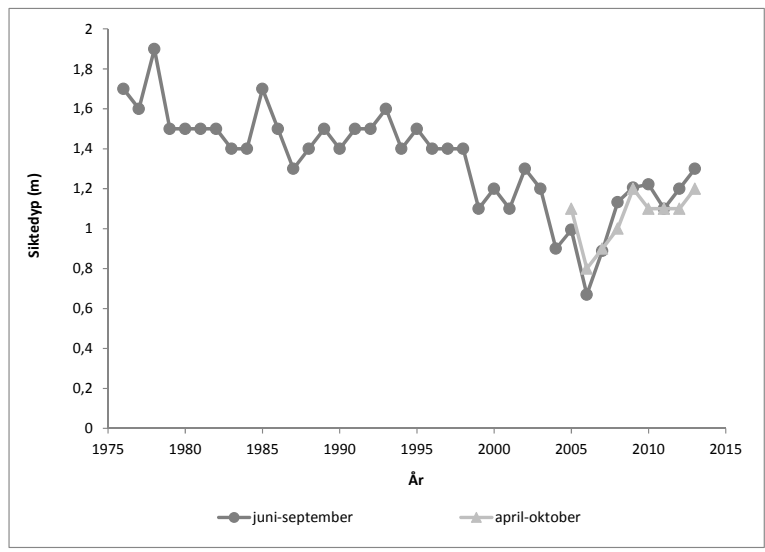
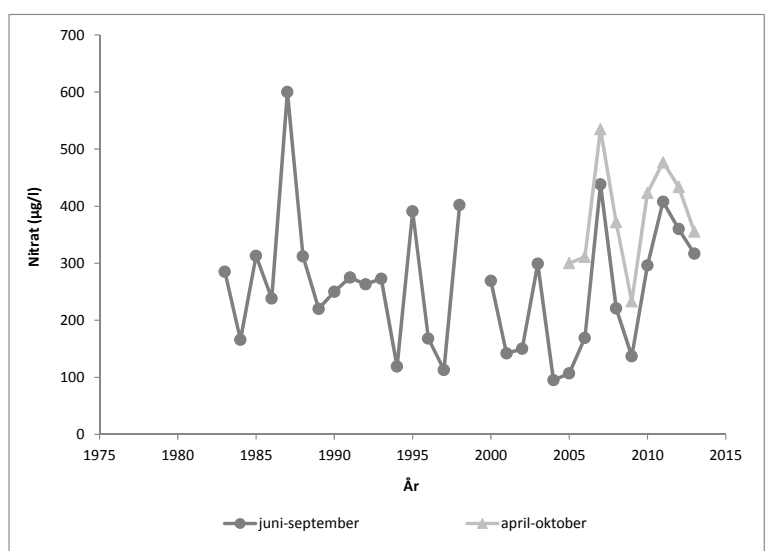
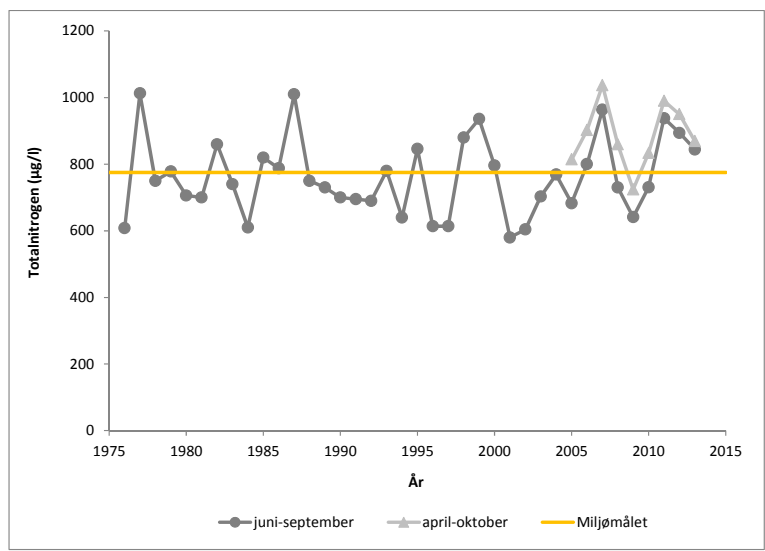


**Figur 5.14:** Langtidsserier for konsentrasjonen av Tot-P, klorofyll, fosfat, Tot-N, nitrat, siktedyp, farge og SS i Storefjorden (Kilde: Fylkesmann i Østfold, etter 2005 NIVA). Miljømålet er grensen mellom god og moderat økologisk tilstand, og er vist for Tot-P, klorofyll og Tot-N.

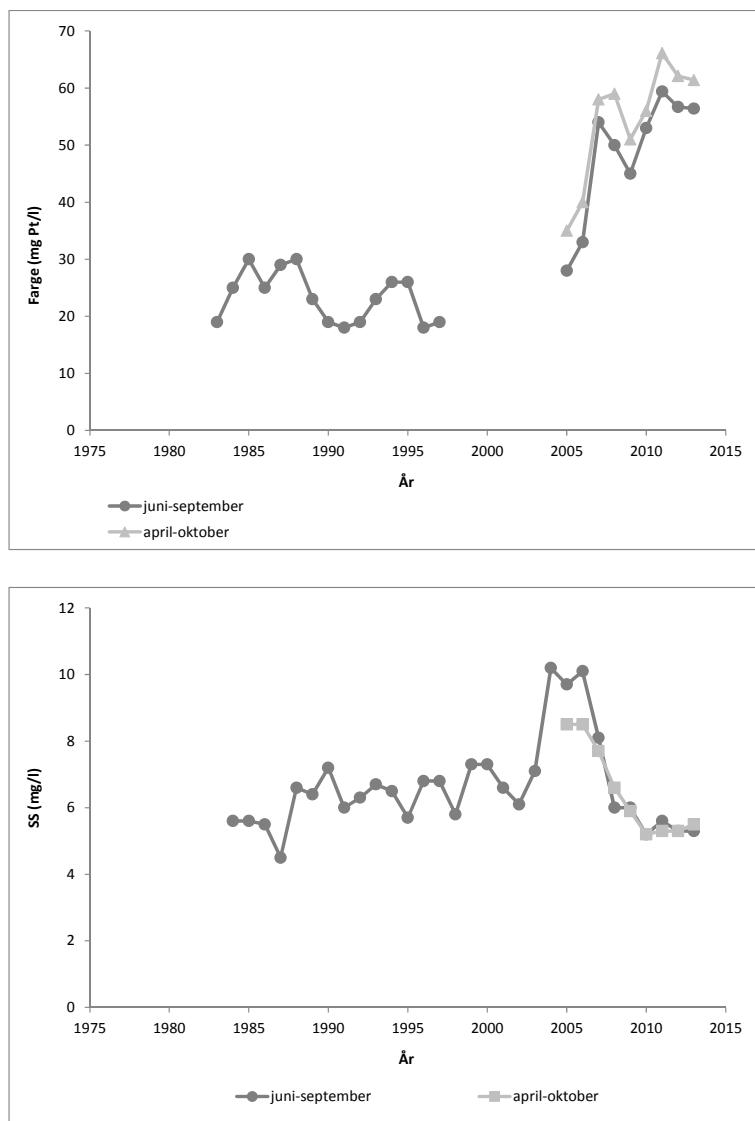


(Fig 5.15, forts. Vanemfjorden)

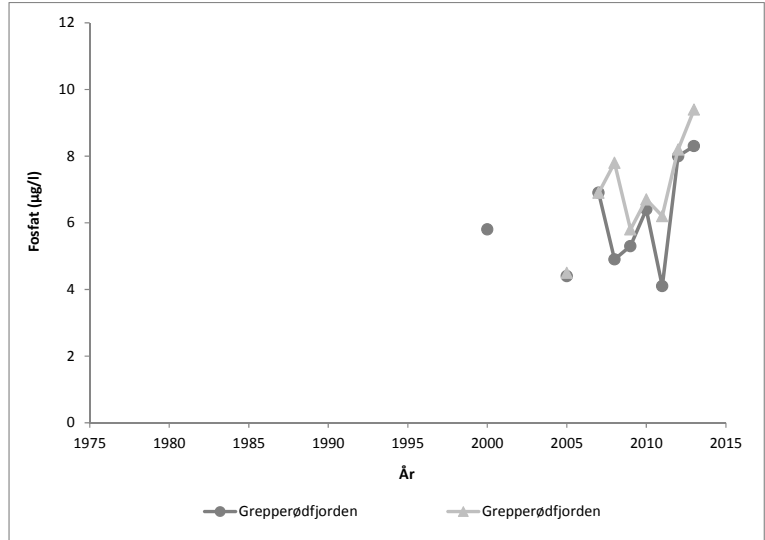
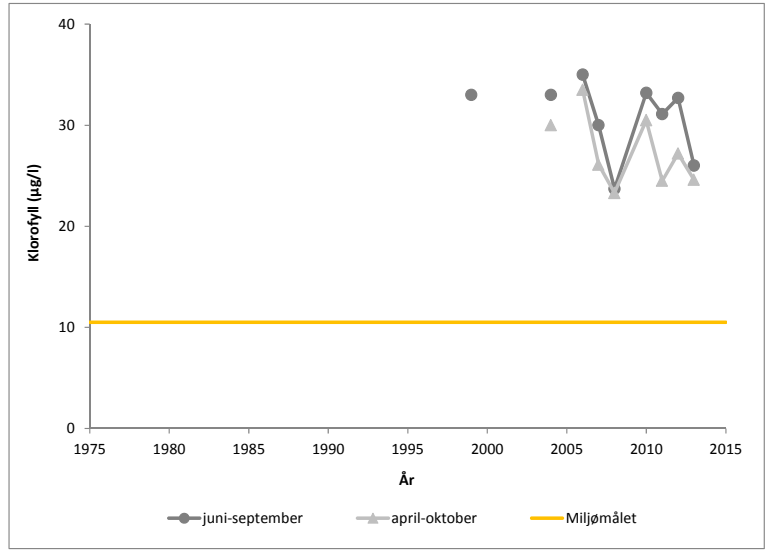
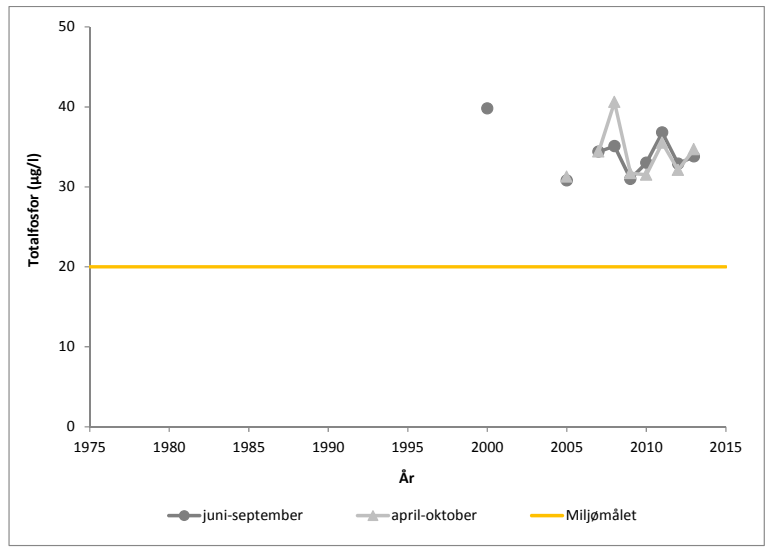




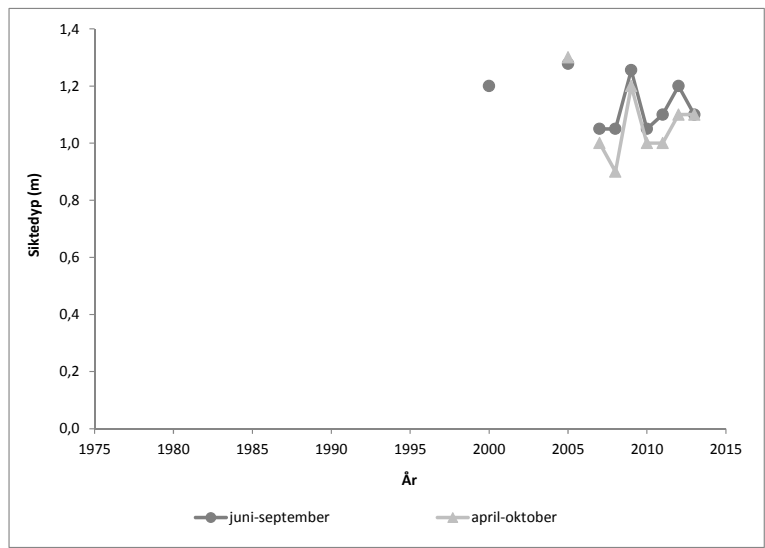
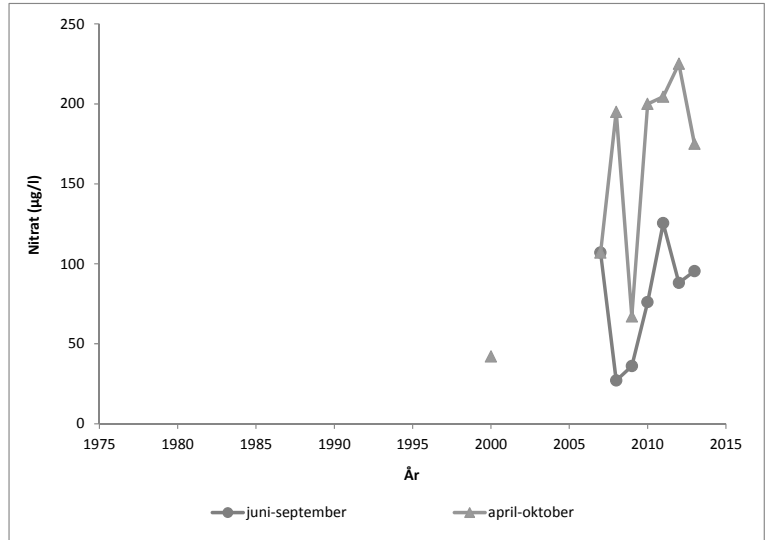
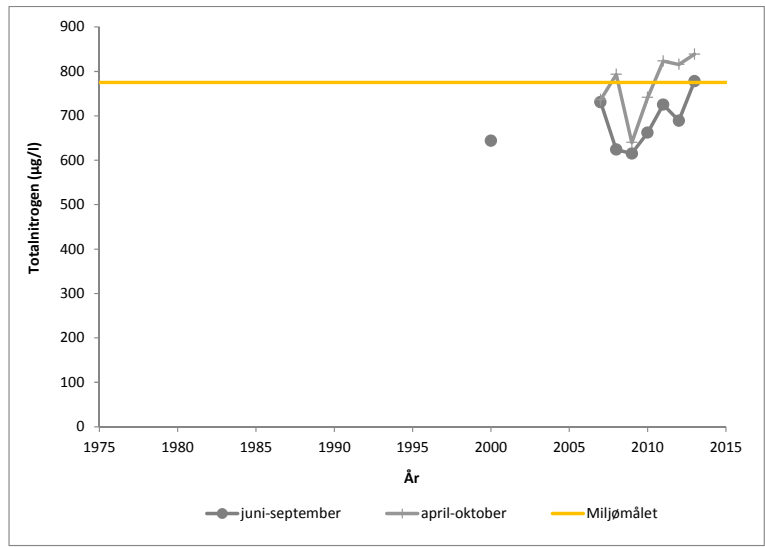
(Fig 5.15, forts. Vanemfjorden)



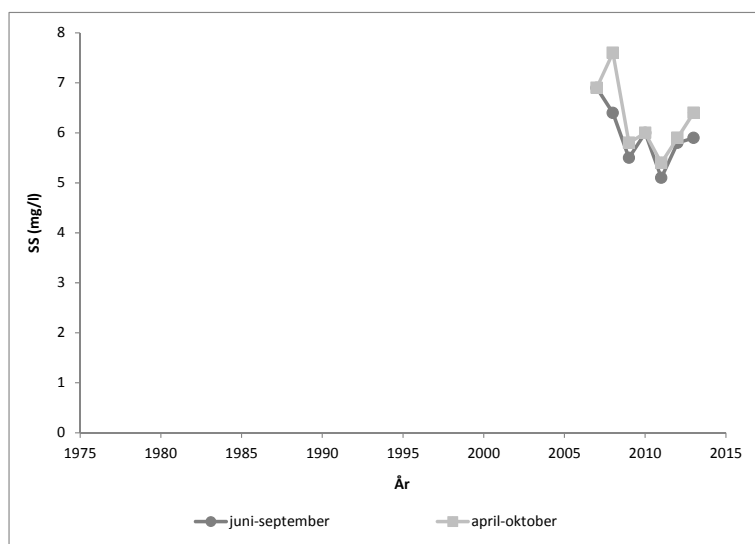
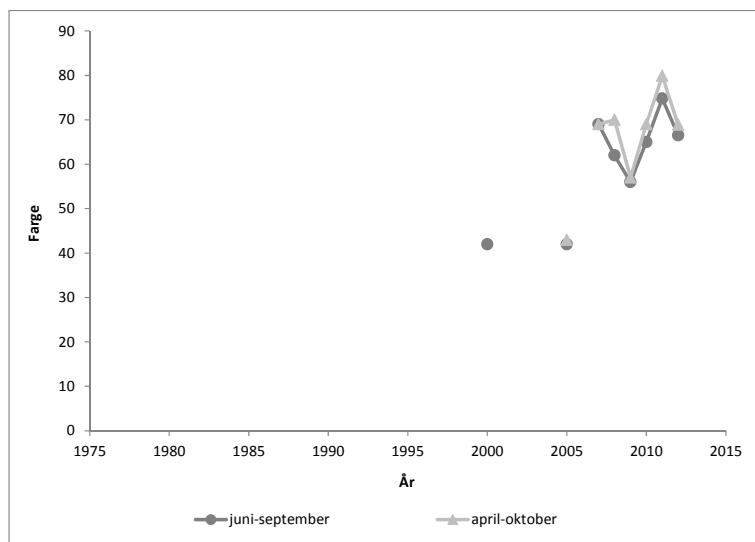
**Figur 5.15:** Langtidsserier for konsentrasjonen av Tot-P, klorofyll, fosfat, Tot-N, nitrat, siktedyp, farge og SS i Vanemfjorden (Kilde: Fylkesmann i Østfold, etter 2005 NIVA). Miljømålet er grensen mellom god og moderat økologisk tilstand, og er vist for Tot-P, klorofyll og Tot-N.



(Figur 5.16 forts. Grepperødfjorden)



(Figur 5.16 forts. Grepperødfjorden)



**Figur 5.16:** Langtidsserier for konsentrasjonen av Tot-P, klorofyll, fosfat, Tot-N, nitrat, siktedyp, farge og SS i Grepperødfjorden (Kilde: Fylkesmann i Østfold, etter 2005 NIVA). Miljømålet er grensen mellom god og moderat økologisk tilstand, og er vist for Tot-P, klorofyll og Tot-N.

## 6. Konklusjon og oppsummering

### 6.1 Konsentrasjoner i elver og bekker i forhold til miljømålene

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

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

Elver/bekker som drenerer til Storefjorden	TP	Miljømål*
	µg/l	µg/l
Kråkstadelva	143	60
Hobølelva v/Kure	74	40
Veidalselva	78	50
Mørkelva	34	40
Engsbkn	84	50
Svinna oppstrøms	55	50
Svinna v/ Klypen	58	29
Sundet og Mosseelva		
Sundet	24	16
Mosseelva	31	29
Hølevassdraget		
Hølenelva	155	-
Bekker som drenerer til vestre Vansjø**		
Augerød	71	50
Guthus	65	29
Huggenes	162	50
Sperrebotn	60	-
Støabekken	174	40
Vaskeberget	90	-
Årvoll	39	-
Dalen	15	50

\* Miljømål angitt som grensen mellom god og moderat tilstand.

\*\* Det må påpekes at det ikke er enkelt å sette miljømål for bekker, og at Klassifiseringsveilederen (Direktoratsgruppen 2009) ikke er tilpasset så små vannforekomster.

## 6.2 Miljøtilstanden i innsjøene sett i forhold til miljømålene

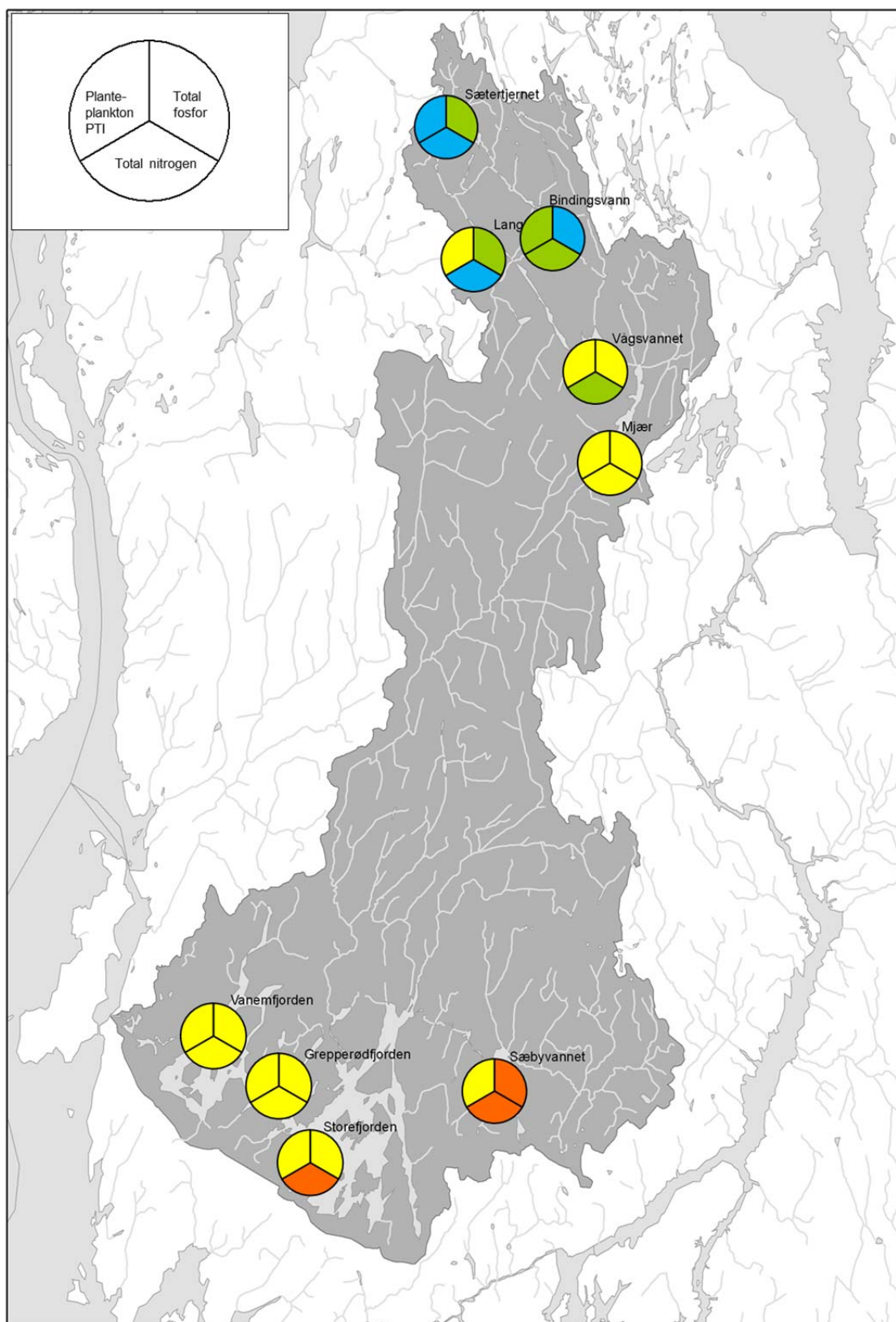
I henhold til vannforskriften skal økologisk tilstand i innsjøer og elver vurderes med hjelp av biologiske indikatorer. Andre parametre (f.eks. næringsstoffkonsentrasjoner, siktedyp) kan brukes som støtteparametre. Miljømålet defineres som grensen mellom moderat og god økologisk tilstand.

Planteplankton (PTI) er den eneste biologiske parameteren vi har analysert i denne undersøkelsen, og i tillegg har vi vurdert støtteparametrene total fosfor, total nitrogen og siktedyp. Alle innsjøene i Vansjø-Hobølvassdraget er humusrike og i tillegg er flere av innsjøene i nedre delen av vassdraget også sterkt påvirket av erosjonspartikler. Dette påvirker siktedypet og gjør denne parameteren lite egnet som et godt mål på eutrofiering. I selve tilstandsklassifiseringen har vi derfor valgt å vektlegge PTI sammen med totalfosfor og totalnitrogen.

Tabell 6.2 gir en oversikt over miljøtilstanden i de undersøkte innsjøene mens figur 6.1 illustrerer dette for planteplankton-indeks (PTI), totalfosfor og total nitrogen. I tabellen og figuren er det angitt farger som tilsvarer de gjeldende tilstandsklassene (jf. fig 1.9).

Tabell 6.2. Økologisk tilstand i innsjøer og innsjøbassenger i nedbørfeltet til Vansjø-Hobølvassdraget i 2013. Miljømålet (grenser mellom god og moderat økologisk tilstand) er gitt i parentes.

	Klorofyll -a	PTI	Total fosfor	Total nitrogen	Nitrat	SS Susp. tørrestoff	Sikte- dyp	Bio- masse alger
	µg/L	nEQR	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l	m	mg/m <sup>3</sup>
Sætertjernet	4,7 (9)	0,89 (0,6)	12,9 (16)	408 (650)		1,9	1,6 (2,2)	633
Bindings vannet	6,5 (9)	0,69 (0,6)	12,2 (16)	359 (650)		2,2	1,6 (2,2)	844
Langen	11,8 (9)	0,58 (0,6)	15,0 (16)	442 (650)		2,7	1,6 (2,2)	1128
Våg	15,6 (9)	0,50 (0,6)	18,0 (16)	536 (650)		2,9	1,7 (2,2)	1570
Mjær	10,1 (9)	0,56 (0,6)	20,7 (16)	808 (650)		3,3	1, (2,2)	915
Sæbyvannet	11,7 (9)	0,55 (0,6)	39,7 (16)	1397 (650)		8,9	0,8 (2,2)	1448
Store fjorden	11,0 (9)	0,47 (0,6)	20,3 (16)	1311 (650)	796	4,0	1,4 (2,5)	1338
Vanem fjorden	16,5 (10,5)	0,51 (0,6)	26,9 (20)	845 (775)	317	5,3	1,3 (2,4)	1513
Grepperød fjorden	26,0 (10,5)	0,49 (0,6)	33,8 (20)	778 (775)	95,4	5,9	1,1 (2,4)	2092

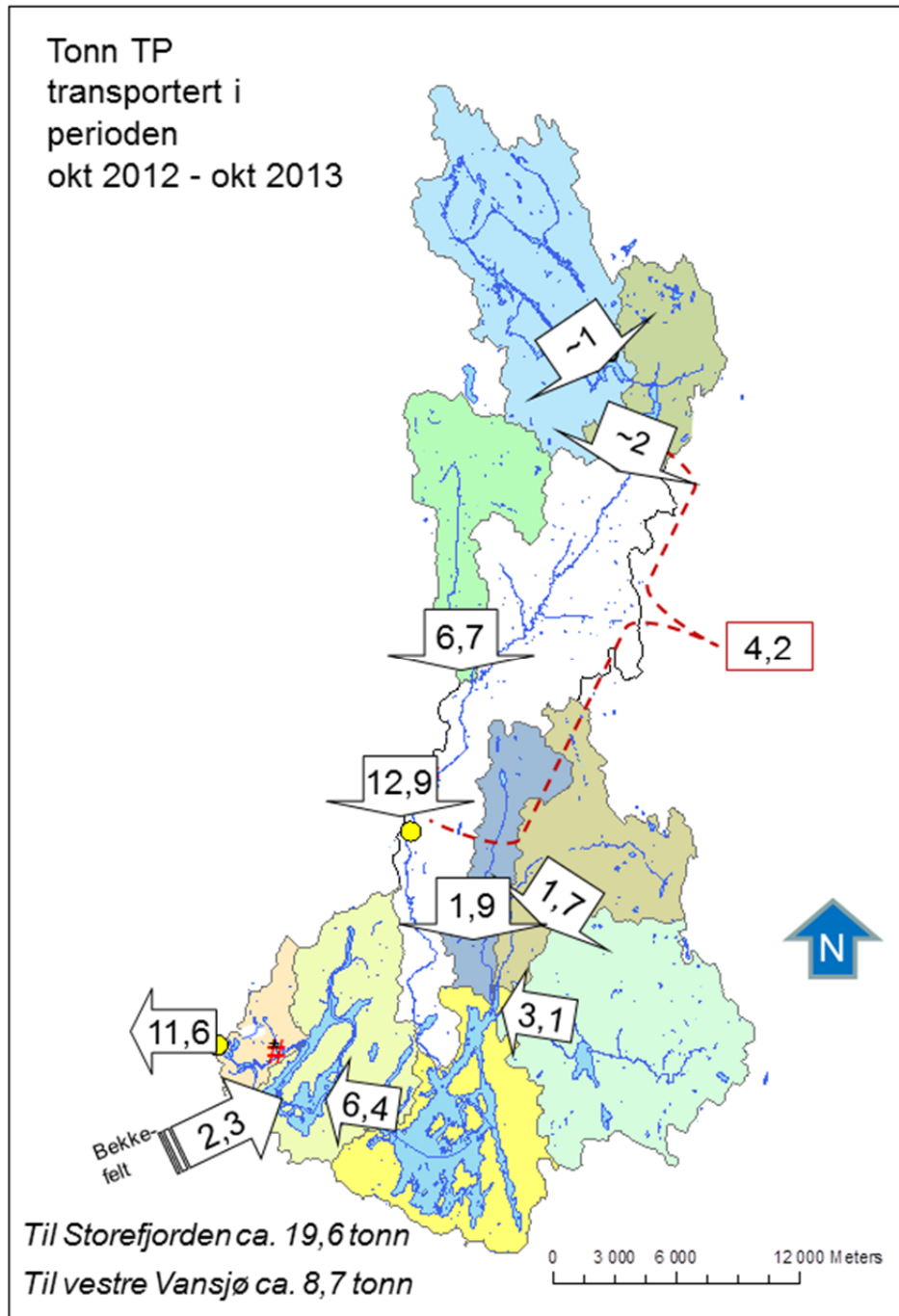


Figur 6.1 Tilstanden i innsjøene i 2013 illustrert for planteplanktonindeks (PTI), totalfosfor og total nitrogen.



### 6.3 Transport av fosfor i overvåkingsperioden

Figur 6.2 illustrerer fosforbudsjettet (totalfosfor, ikke vannføringsnormalisert) for perioden 16. oktober 2012 - 15. oktober 2013. Når det gjelder tilførsler ved Tangen (innløp Mjær) og utløp Mjær er verdiene basert på tidligere års overvåking.



Figur 6.2. Fosforbudsjett for vassdraget, vist som tonn totalfosfor (TP) i måleperioden oktober 2012 – oktober 2013. Ikke justert for vannføring.

## 6.4 Næringsstoffbudsjett for vassdraget 2005-2013

### 6.4.1 Beregnet budsjett (ikke justert for vannføring)

Metodikken for å beregne næringsstoffbudsjettet i vassdraget er beskrevet i Skarbøvik m.fl. 2008. Tabellene 6.3 - 6.5 viser budsjetter for hhv. fosfor, nitrogen og suspendert tørrstoff for årene 2005-2013, basert på tilgjengelige data og beregninger. Bekkefeltene rundt Storefjorden er ikke beregnet og derfor ikke satt inn i tabellene, men en tidligere beregning antok at disse bidro med ca. 2 tonn per år (ved normal vannføring) (Skarbøvik m.fl. 2008).

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

	2005	2006	2007	2007-08	2008-09	2009-10	2010-11	2011-12	2012-13
TP:	tonn	tonn	tonn	tonn	tonn	tonn	tonn	tonn	tonn
Høbølelva	6,5	23	16,7	28,8	9,8	16,4	13,4	9,3	12,9
Svinna	1,7	2,6	2,5	3,9	2,1	2,3	2,3	2,2	3,1
Mørkelva	0,7	1	1	1,4	1	1,4	1,2	1,3	1,7
Veidalselva	0,8	1,3	1,2	1,8	1,2	1,4	1,45	1,3	1,9
SUM Storefjn	9,7	27,9	21,4	35,9	14,1	21,5	18,3	14	19,6
Retensjon St fjn*	5,3	18,5	11,7	20,5	5,5	13,6	7,9	5,8	13,2
Sundet	4,4	9,4	9,7	15,4	8,6	7,9	10,4	8,2	6,4
V.Vansjø**	1,7	4,1	5,3	3,7	2,7	2,5	4,1	3,3	2,3
Sum v Vansjø	6,1	13,5	15	19,1	11,3	10,4	14,5	11,3	8,7
Retensjon *	-1,0	0,1	1,9	2,1	1,4	2,0	5,0	1,4	2,9
Mossefossen	7,1	13,4	13,1	17	9,9	8,4	9,5	9,9	11,6

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

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

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

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

	2005	2006	2007	2007-08	2008-09	2009-10	2010-11	2011-12	2012-13
TN:	tonn	tonn	tonn	tonn	tonn	tonn	tonn	tonn	
Hobøelva			256	333	184	353	211	221	210
Svinna			61	49	57	56	52	62	50
Mørkelva			18	29	26	26	23	21	21
Veidalselva			15	30	20	21	22	19	16
SUM Storefjn			350	441	287	456	308	323	297
Sundet			-	-	297	306	372	359	265
V.Vansjø*			36	-	-	16	14	12	15
Mossefossen	240	569	447	505	330	298	362	361	340

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

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

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

	2005	2006	2007	2007-08	2008-09	2009-10	2010-11	2011-12	2012-13
SS:	tonn	tonn	tonn	tonn	tonn	tonn	tonn	tonn	tonn
Hobøelva	2 210	12 000	6 008	11 519	3 945	9 892	10402	4668	8151
Svinna	-	700	469	958	502	574	679	583	915
Mørkelva	-	540	368	592	604	855	945	772	1252
Veidalselva	-	730	475	821	784	883	1144	718	1319
SUM Storefjn	-	13970	7320	13890	5835	12204	13170	6741	11627
Sundet	-	-	-	-	1 278	1 900	1 668	1222	1470
V.Vansjø*	-	454	1219	939	682	768	1 361	1218	915
Sum v Vansjø	-	-	-	-	1960	2668	3029	2440	2385
Mossefossen	1271	2301	2 642	3 492	1 793	1 770	1 833	1765	2258

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

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

### 6.4.2 Vannføringsnormalisert fosforbudsjett for vassdraget

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

Tabell 6.6. Vannføringsnormaliserte tilførsler av totalfosfor i vassdraget 2005-2013.

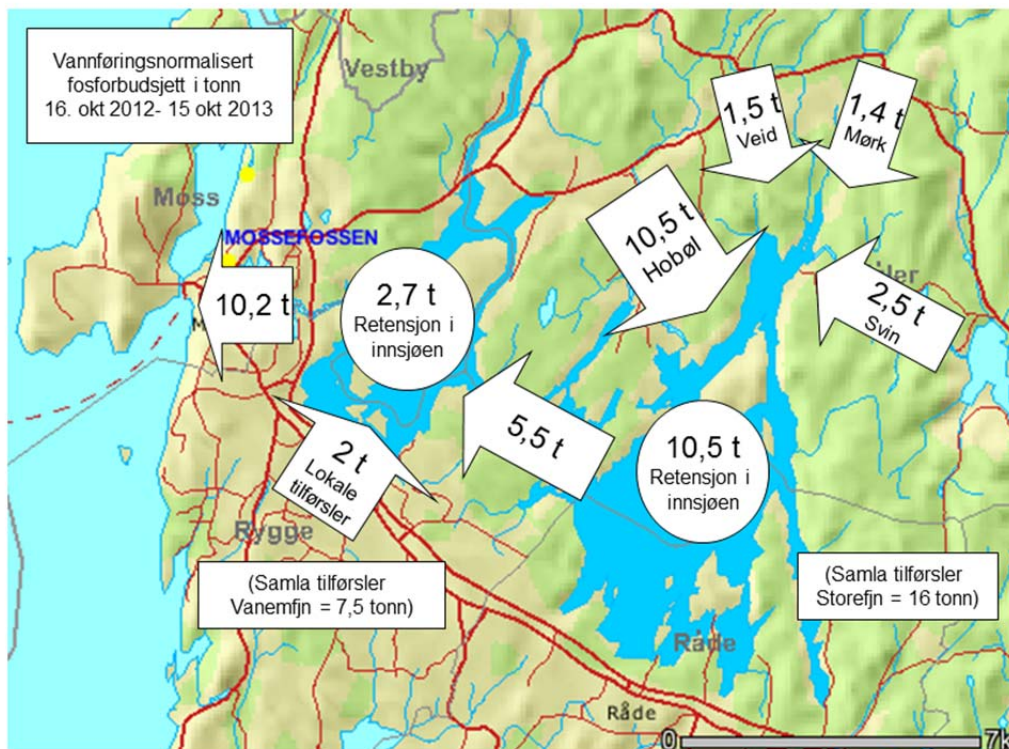
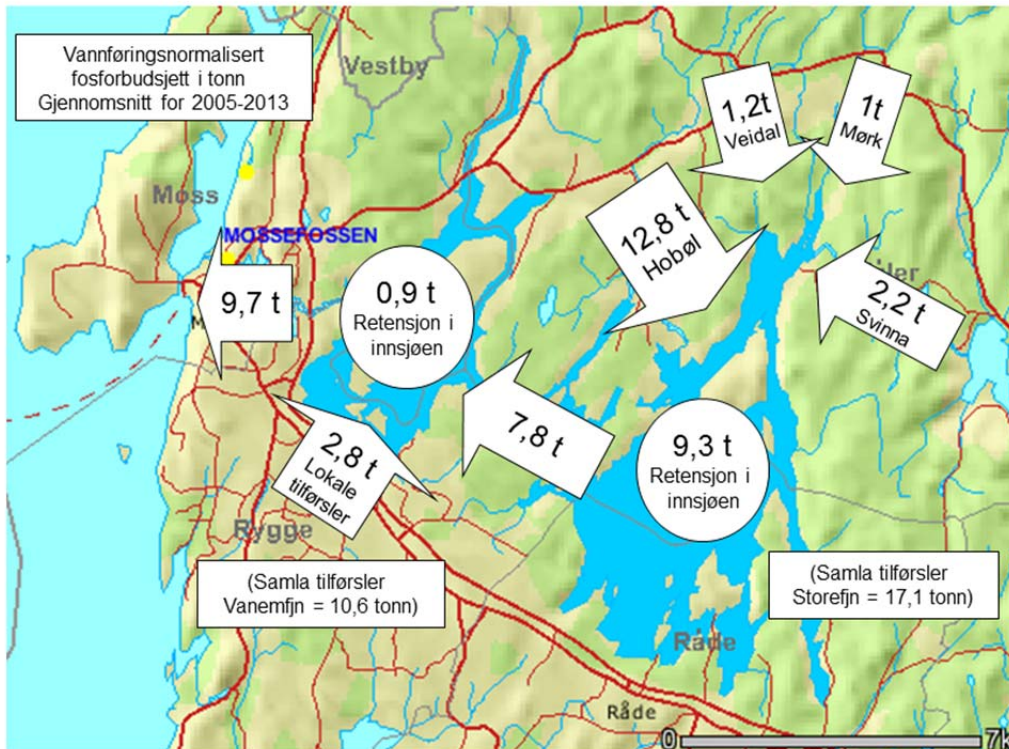
	2005	2006	2007	2007-08	2008-09	2009-10	2010-11	2011-12	2012-13
	TP	TP	TP	TP	TP	TP	TP	TP	TP
	tonn	tonn	tonn	tonn	tonn	tonn	tonn	tonn	tonn
Kråkstadelva			4	5	3,5	4	3,3	3,4	5,4
Hobøelva	8,8	16,8	16,4	20,1	9,1	14,4	11,2	8,1	10,5
Svinna	2,3	1,9	2,5	2,7	1,9	2	1,9	1,9	2,5
Mørkelva	0,9	0,7	1	1	0,9	1,2	1	1,1	1,4
Veidalselva	1,1	0,9	1,2	1,3	1,1	1,2	1,3	1,1	1,5
Sum Storefjn	13	20	21	25	13	19	15	12	16
Retensjon* Stfj	7	13,4	12,9	12,2	5	11,3	6,6	4,9	10,5
Sundet	6	6,6	8,1	12,8	8	7,7	8,4	7,1	5,5
V. Vansjø**	2,4	3,6	3,2	2,6	2,4	2,2	3,1	2,9	2,0
Sum v Vansjø	8,4	10,2	11,3	15,4	10,4	9,9	11,5	10,0	7,5
Retensjon* Vanemfj	-1,2	0,8	0,4	1,3	1,7	1,7	3,6	1,4	2,7
Mossefossen	9,6	9,4	10,9	14,1	8,7	8,2	7,9	8,6	10,2

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

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

Kartene i figur 6.5 illustrerer vannføringsnormaliserte fosforbudsjett for perioden 2005-2013 som gjennomsnitt (øverst), og siste overvåkingsperiode (2012-2013).

Vannføringsnormaliserte tilførsler av totalfosfor til Storefjorden for siste årsperiode er beregnet til ca. 16 tonn. Bekkefeltene rundt dette innsjøbassenget er ikke medregnet. Det antas at disse utgjør ca. 2 tonn. Vannføringsnormaliserte tilførsler til vestre Vansjø i samme periode var på ca. 7,5 tonn. For begge basseng var derfor de vannføringsnormaliserte tilførslene lavere enn for gjennomsnittet de siste ni år.



Figur 6.5. Vannføringsnormalisert fosforbudsjett (tonn) for hele Vansjø: Øvre kart er gjennomsnitt for perioden 2005-2013; nedre kart for overvåkingsperioden oktober 2012 – oktober 2013. (Kartgrunnlag NVE-Atlas).

## 6.5 Utvikling av tilførsler

En oppsummering av utviklingen av tilførsler er gitt under:

For Hobølelva:

- Beregninger av en rettlinjet (monoton) trend viser at det har vært en sannsynlig nedgang i tilførsler av fosfor i Hobølelva siden 1985. Fjernes året 2008 fra serien (et år med relativt høye tilførsler pga. flere ras) så blir det en statistisk signifikant nedgang i totalfosfor.
- Det har vært en statistisk signifikant nedgang i total nitrogen i samme vassdrag og samme periode (vurdert utfra monoton trend).
- For suspendert stoff og vannføring er det ingen signifikant endring.
- Transport av totalfosfor og suspendert stoff har stort sett fulgt hverandre godt frem til ca. 2009, deretter er transporten av suspendert stoff tydelig høyere enn transporten av fosfor. En sammenligning av forholdet mellom fosfortransport og årsvannføring viste at det jevnt over har vært lavere fosfortransport i perioden 2000-2013 enn i perioden 1985-1999.
- Samlet viser dette at det har vært en nedgang i tilførsler av næringsstoffer fra Hobølelva til Storefjorden.
- Imidlertid er tilførselene fra Kråkstadelva jevnt over høye, og i overvåkingsperioden utgjorde fosfortilførselene fra Kråkstadelva omlag halvparten av tilførselene i Hobølelva ved Kurefoss.

For øvrige delfelt til Storefjorden:

- For de tre andre tilførselselvene/-bekkene til Storefjorden, dvs. Svinna, Veidalselva og Mørkelva, er det liten variasjon fra år til år. Generelt ligger de vannføringsnormaliserte verdiene i Svinna på omlag 2 tonn fosfor per år, mens de i Veidalselva og Mørkelva ligger på omlag 1 tonn/år.

For vestre Vansjø:

- Årets vannføringsveide tilførsler fra lokalfeltene til vestre Vansjø er de laveste som er målt siden overvåkingen startet i 2004.

## 6.6 Langtidsutvikling i Vansjø

Langtidsutviklingen i Vansjø viser, oppsummert, at:

- Fosforinnholdet i Storefjorden er til dels styrt av tilførsler av erosjonspartikler fra nedbørfeltet og dermed nedbørmengde, antall flomepisoder, omfang av ras og antall vinterdager med frost og snø. Flommen som kom i begynnelsen av september i 2011 illustrerer godt denne sammenhengen mellom nedbørmengde og totalfosfor.
- Flommen i 2000 medførte en kraftig økning av fosforkonsentrasjonen i Vanemfjorden. Mellom 2002 og 2013 sank konsentrasjonen gradvis, særlig i perioden 2007-2010, og det er sannsynlig at også tiltak i det lokale bekkfeltet har bidratt til denne nedgangen.

Dette, sammen med utviklingen av giftige algeoppblomstringer i perioden 2001-2006, understreker at flomhendelser kan ha en eutrofieringseffekt som påvirker vannkvaliteten og som kan motvirke effekten av kostbare tiltak i flere år etter flomhendelsen.

- Utviklingen av nitrogenkonsentrasjonen i både Storefjorden og Vanemfjorden er preget av kraftige variasjoner fra år til år, men med et stabilt langtidsgjennomsnitt.
- Det har blitt observert en vesentlig tilbakegang i biomassen av *Microcystis*-arter i Vanemfjorden og Nesparken etter 2006. Dette er av betydning siden *Microcystis* antas å være hovedprodusenten av algegiften microcystin i Vansjø.
- Det er store mengder av *Gonyostomum semen* i Grepperødfjorden. Denne arten forekommer også i resten av Vansjø, men bare i ubetydelige konsentrasjoner. Etter kontakt med *Gonyostomum semen* utvikler noen mennesker hudutslett og det er derfor viktig å overvåke arten nøye.
- Algemengden i Vansjø er trolig i størst grad begrenset av lys, men fosfor-, nitrogen- og silikatbegrensning kan også spille en rolle, særlig i den siste delen av sommeren.
- Fargetallet har økt uvanlig mye i innsjøen fra 2006-2007. Årsaken er uklar men dette har medført en kraftig reduksjon i siktedyp og algenes tilgang til lys.
- Storefjorden, Vanemfjorden og Grepperødfjorden er alle i moderat økologisk tilstand i 2013.

## 6.7 Utvikling i de seks andre innsjøene

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

- **Sætertjernet** vurderes å være i god økologisk tilstand basert på data fra 2008-2009 og 2012.
- **Bindingsvannet** vurderes å være i god økologisk tilstand i 2013, men ligger på grensen mot moderat tilstand. Det har vært oppblomstring av algen *Gonyostomum semen* i hele overvåkingsperioden (2008-2013). Det foreligger ingen langtidsdata fra denne innsjøen.
- **Langen** vurderes å være i moderat økologisk tilstand i 2013, men ligger på grensen mot god tilstand. Det har også her vært oppblomstring av algen *G. semen* de siste årene. De siste fem årene har det vært en økning i biomassen av planteplankton, og dette kan skyldes en økende dominans av *G. semen*.
- **Våg** vurderes å være i moderat økologisk tilstand. Innholdet av totalfosfor har økt de siste tre årene, og algemengden har også økt i 2011-2013 sammenlignet med årene før (2008-2010).
- **Mjær** vurderes å være i moderat økologisk tilstand og det er moderate mengder cyanobakterier i deler av vekstsesongen. Innholdet av totalfosfor har variert mellom 20-30 µg P/l siden midten av 1990-tallet, og det har skjedd en nedgang fra 2000 og frem til i dag.
- **Sæbyvannet** vurderes å være i moderat økologisk tilstand. Det foreligger spredte historiske overvåkingsdata fra 1982 og frem til i dag, og både innholdet av totalfosfor og klorofyll viser en svakt økende tendens i løpet av hele denne perioden, med en topp rundt 2000.

## 7. Referanser

---

Bechmann, M., Pengerud, A., Eggestad, H.O., Deelstra, J. & Øygarden, L. 2008. Erosjon og næringsstofftap fra jordbruksdominerte nedbørfelt. Årsrapport for 2006/07 fra Program for jord- og vannovervåking i landbruket (JOVA). Bioforsk RAPPORT 3(20). 45 s

Blankenberg, A.-G.B, Turtumøygard, S., Pengerud, A., Borch, H., Skarbøvik, E., Øygarden, L., Bechmann, M., Syversen, N.M. & Vagstad, N. 2008. Tiltaksanalyse for Morsa: "Effekter av fosforreduserende tiltak i Morsa 2000-2006". Bioforsk Rapport 3(86). 54 s

Direktoratsgruppa (2009). Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Veileder 01:2009. Utgitt av Direktoratets gruppa for gjennomføring av Vanddirektivet. 127 s.

Direktoratsgruppa (2013). Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Veileder 02:2013. Utgitt av Direktoratets gruppa for gjennomføring av Vanddirektivet. 263 s.

Haande, S., Lyche Solheim, A., Moe, J. Brænden, R. 2011. Klassifisering av økologisk tilstand i elver og innsjøer Vannområde Morsa iht. Vanddirektivet. NIVA Rapp 6166-2011. 39 s.

Hongve, D., Haaland, S., Riise, G., Fauskrud, S. 2011. Årsaker til økende farge på vann i overflatekilder. Vann 04-2011, 453-462.

Lyche-Solheim, A., Phillips, G., Skjelbred, B., Drakare, S., Järvinen, M., Free, G. 2011. WFD intercalibration phase 2, milestone 6 report on Northern GIG Lakes Phytoplankton. [http://circa.europa.eu/Public/irc/jrc/jrc\\_eewai/library?l=/intercalibration\\_6/lakes/final\\_results/northern\\_phytoplankton/nor\\_30122011doc/EN\\_1.0\\_&a=i](http://circa.europa.eu/Public/irc/jrc/jrc_eewai/library?l=/intercalibration_6/lakes/final_results/northern_phytoplankton/nor_30122011doc/EN_1.0_&a=i)

Lyche-Solheim, A., Gunnarsdottir, H., Haande, S., Skarbøvik, E., Bechmann, M., Brabrand, Å., Jantsch, T.G., Hammer, L.O. 2013. Restaurering av Sæbyvannet. Rapport fra workshop om tilstand, belastninger og mulige tiltak. NIVA-rapport 6536-2013. 21 s.

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

Skarbøvik, E., Bechmann, M., Rohrlack, T. og Haande, S. 2010. Overvåking Vansjø/Morsa 2008-2009. Resultater fra overvåking av innsjøer, elver og bekker i perioden oktober 2008 til oktober 2009. Bioforsk Rapp. Vol 5. Nr. 12. 115 s.

Skarbøvik, E., Haande, S. og Bechmann, M. 2013. Overvåking Vansjø/Morsa 2011-2012. Resultater fra overvåkingen i perioden oktober 2011 til oktober 2012. Bioforsk rapport 8(71). 212 s.

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



Ruikai, X., Vogt, R.D., Lukawska-Matuszewska, K., 2012. Survey on phosphorus in sediments at Sæbyvannet. Department of Chemistry, University of Oslo: 15 s.

Aakerøy, P.A., Skarbøvik, E. og Øgaard, A.F. 2008. Fosforinnhold i sediment i Hobølelva Resultat fra undersøkelser høsten 2008. Bioforsk notat 2008.



# Vedlegg

---

Vedlegg 1: Ordliste

Vedlegg 2: Utfyllende informasjon om metoder

Vedlegg 3: Utfyllende informasjon om innsjøer oppstrøms Vansjø

Vedlegg 4: Utfyllende informasjon om tilførselselver til Storefjorden

Vedlegg 5: Utfyllende informasjon om Vansjø

Vedlegg 6: Faktaark

## Vedlegg 1: Ordliste

### Farge

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

### Fosfor og fosfat (ortofosfat)

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

### Karbon – totalt organisk (TOC)

Parametren totalt organisk karbon er et uttrykk for vannets totale innhold av partikulære og løste organiske forbindelser. I overflatevannet er det stort sett vannets humusinnhold og vannets innhold av alger og dødt organisk materiale som bestemmer konsentrasjonen av TOC. Sammen med vannets farge vil TOC være nyttig for å vurdere den mengden av organisk materiale som skyldes humusstoffer og den mengden som skyldes annet organisk materiale (alger og lignende).

### Klorofyll-a

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

### Microcystin

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

### Nitrogen, nitrat og ammonium

Totalnitrogen omfatter alle nitrogenforbindelser i vannmassene. Nitrat (NO<sub>3</sub>) er et viktig næringsstoff for alger i ferskvann. Selv om det er fosfor som oftest er vekstbegrensende på årsbasis i de fleste innsjøer, er det ikke uvanlig at nitrat er vekstbegrensende i deler av vekstsesongen, spesielt i næringsrike systemer. Ammonium (NH<sub>4</sub>) kan imidlertid i slike perioder være kilde til nitrogen hvis konsentrasjonene er høye nok. I de tilfeller hvor nitrogen er vekstbegrensende næringsstoff kan dette medføre framvekst av nitrogenfikserende cyanobakterier, 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 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 cyanobakterier. Mengden phycocyanin gir derfor informasjon om mengden cyanobakterier i vannet. NIVA har i flere år undersøkt variasjoner i mengde phycocyanin i Mossefossen ved bruk av en sonde.

### Siktedyp i innsjøer

Siktedypet måles ved at en senker ned en hvit skive (Secchiskive) i vannet. Siktedypet er det dyp der en ikke lenger ser skiva eller der hvor skiva kommer til syne når den trekkes opp igjen. Siktedypet er avhengig av partikkelinnholdet i vannet (leirpartikler og alger) og humusinnhold (vannets farge). I Vansjø bestemmes siktedypet under flomperioden (vår og høst) stort sett av leirpartiklene i vannet, mens det på sommeren hovedsakelig bestemmes av algemengden.

### Silikat

Silikat er et næringsstoff som kun brukes av kiselalgene for å bygge opp et ytre skall av kisel ( $\text{SiO}_2$ ). Hvis kiselalgene bruker opp næringsstoffet silikat vil disse algene ha redusert konkurransevne slik at mer problematiske alger, som for eksempel cyanobakterier, blir mer dominerende i vannmassene. Silikat kan bli vekstbegrensende for kiselalgene ved konsentrasjoner under 0,1 mg  $\text{SiO}_2$ /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 eller SS

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 gjennomsiktig. 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 refleksivitet, derfor må turbiditet kalibreres mot suspendert stoff ved hvert prøvested.

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

### *Prøvetaking i Vansjø*

Overvåkingen i 2013 pågikk i perioden 7. mai til 14. oktober. Det ble innhentet vannprøver hver 14. dag i denne perioden fra Storefjorden, Vanemfjorden og Grepperødfjorden. Nesparken ble undersøkt hver 14. dag i perioden fra midten av juni til midten av august (måleprogram i tabellen under).

Tabellen under viser måleprogram for hovedstasjoner i Vansjø 2013.

<b>Parameter:</b>	<b>Storefjorden &amp; Vanemfjorden</b>	<b>Grepperødfjorden</b>	<b>Nesparken (Juni-August)</b>
Klf.a	14. dag	14. dag	14. dag
Microcystin	14. dag	14. dag	14. dag
Siktedyp	14. dag	14. dag	
Fluorosens-profil	14. dag	14. dag	
O2-profil	14. dag	14. dag	
pH-profil	14. dag	14. dag	
Temp-profil	14. dag	14. dag	
Tot-P	14. dag	14. dag	14. dag
PO4-P/ortoP	14. dag	14. dag	14. dag
Part-P	14. dag	14. dag	14. dag
Tot-løst-P	14. dag	14. dag	14. dag
Tot - N	14. dag	14. dag	
NH4-N	14. dag	14. dag	
NO3-N	14. dag	14. dag	
SS	14. dag	14. dag	14. dag
SiO2	14. dag	14. dag	14. dag
Alger	14. dag	14. dag	14. dag
Farge	14. dag	14. dag	14. dag
TOC	14. dag	14. dag	
Gløderest	14. dag	14. dag	

## *Prøvetaking i øvrige innsjøer*

I 2008 ble det igangsatt en felles overvåking av seks utvalgte innsjøer i Morsa vassdraget, som alle står i fare for ikke å oppfylle kravene om god økologisk tilstand i iht. vannforskriften. I tillegg til Sæbyvannet, som har blitt overvåket siden 2005, som en del av overvåkingsprogrammet for Morsa, så gjelder dette også Mjær, Våg, Langen, Bindingsvannet og Sætertjernet. Overvåkingen ble videreført i 2009. Sætertjernet ble vurdert å være i god økologisk tilstand begge disse to årene (2008-2009) og har heretter blitt overvåket hvert tredje år. Innsjøen ble overvåket igjen i 2012. De andre innsjøene har blitt overvåket årlig.

### Tidsrom og prøvetakingsfrekvens

Overvåkingen ble gjennomført i perioden 15. mai til 2. oktober, og det ble innhentet vannprøver en gang pr. måned, til sammen seks 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), Suspensert stoff (SS) og Gløderest (SGR). Farge, alkalitet og kalsium ble også analysert i 2013, og disse parameterne analyseres kun hvert tredje år. Felt- og analyseresultatene ble fortløpende lagt ut på internett via NIVAs miljøovervåkningssystem AquaMonitor ([www.aquamonitor.no/ostfold](http://www.aquamonitor.no/ostfold)).

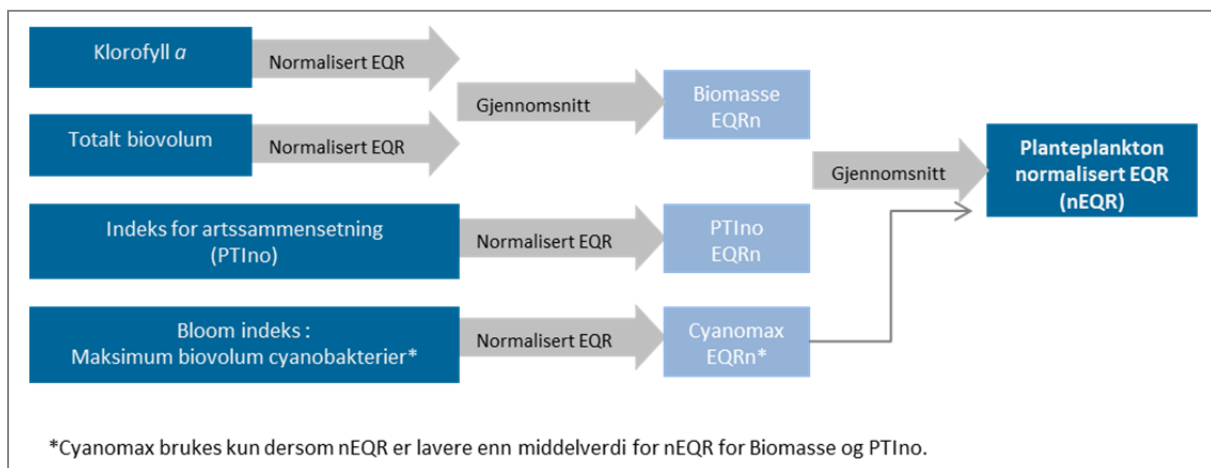
## *Plantep plankton*

Prøvetakingen av plantep plankton ble foretatt i henhold til standardprosedyre (NS-9459) og består av en blandprøve fra eufotisk sone (0-4 m). Det ble tatt ut prøver for klorofyllanalyse, vannkjemi og plantep plankton fra samme blandprøve. Kvantifiseringen av plantep planktonet ble foretatt i omvendt mikroskop iht. norsk standard (NS-EN 15204) og biomassen og artssammensetningen ble beregnet. Vurdering av økologisk tilstand for plantep plankton er basert på klorofyll a, totalt biovolum, trofiindeks for artssammensetning (PTI) og oppblomstring av cyanobakterier (Cyanomax), som nå er interkalibrert med de nordiske landene

([http://circa.europa.eu/Public/irc/jrc/jrc\\_eewai/library?l=/intercalibration\\_6/lakes/final\\_results/northern\\_phytoplankton&vm=detailed&sb=Title](http://circa.europa.eu/Public/irc/jrc/jrc_eewai/library?l=/intercalibration_6/lakes/final_results/northern_phytoplankton&vm=detailed&sb=Title); Den norske metoden er beskrevet i Annex 1, mens klassegrensene er i Annex 2). De endelige resultatene av interkalibreringen av plantep plankton innebærer justeringer av klassegrensene for Klorofyll-a for enkelte vanntyper sammenlignet med de klassegrensene som er presentert i Klassifiseringsveilederen



(Direktoratsgruppa Vanddirektivet 2009). Klorofyll a og biovolum er to uavhengige mål på planteplanktonets biomasse. PTI er en indeks basert på artssammensetning, der hver art vektet i henhold til sin indikatorverdi langs trofigradienten og sin relative biomasse. PTI er interkalibrert med nordiske data fra juli-september og regresjonsanalyse er gjort for å kunne benytte norske data fra hele vekstsesongen. Cyanomax er det maksimale biovolumet av cyanobakterier observert i vekstsesongen. Metodene vil bli beskrevet i revidert utgave av Klassifiseringsveilederen. Figur 2 viser hvordan gjennomsnittet av normalisert EQR (EQRn) for de ulike indeksene beregnes for å få en felles EQRn for planteplankton. Cyanomax benyttes kun når denne EQRn er lavere enn gjennomsnittet av de andre EQRn for planteplankton. Dette gjøres for å unngå at fravær av cyanobakterier bidrar til en høyere EQRn, dvs bedre økologisk tilstand.



Figuren viser hvordan planteplanktonindeksen beregnes: klorofyll a, totalt volum og PTI normaliseres og gjennomsnittet benyttes for å beregne en EQRn for planteplankton. EQRn beregnes først for biomassen (klorofyll a og totalt volum) før det beregnes en gjennomsnittlig EQRn for planteplankton. Indeksen for Cyanomax benyttes kun hvis denne EQRn er lavere enn gjennomsnittet av de andre indeksene. (fra Annex 1 i Lyche-Solheim et al. 2011).

## Prøvetaking i elver og bekker

Stasjoner, parametre og prøvetakingsfrekvens i tilførselselver og -bekker er vist i tabellene under.

### **Før perioden oktober 2012 – april 2013:**

Stasjoner, parametre og prøvetakingsfrekvens i tilførselselver og -bekker.

Prøveidentitet	Prøvested	Kommune
HOBK	Hobøelva Kure	Hobøl
KRÅB	Kråkstadelva	Ski/Hobøl
VEID	Veidalselva	Våler
MØRK	Mørkelva	Våler
SVIN	Svinna før Sæbyvannet (ved veien, oppstrøms renseanlegget)	Våler
ENGS	Engsbekken (inn i Sæbyvn)	Våler
SVIU	Svinna ved Klypen bro	Våler
VAN5	Sunda mellom Vansjøbassengene	Rygge
VANU	Mosseelva	Moss
HOLN	Hølen (se stasjonskart neste side)	Vestby
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

Frekvens frem til april 2013:

	Frekvens	Kvalitetselement	Parametre
HOBK	Ukentlig + flom frem til april 2013	Kjemisk	Tot-P, Tot-N, SS, TOC, Farge, ortofosfat <sup>□</sup>
	Kontinuerlig sensor	Kjemisk	Turbiditet, pH, ledningsevne, temperatur
	Stikkprøver, hver 14.dag	Hygiene	TKB
Alle øvrige elve/bekke-stasjoner	Frekvens	Kvalitetselement	Parametre
	Hver 14. dag stikkprøve + flomprøver	Kjemisk	Tot-P, Tot-N <sup>□</sup> , SS, ortofosfat <sup>□</sup>
	Hver 14.dag, stikkprøver	Hygiene	TKB

<sup>□</sup> nitrogen og ortofosfat i utvalgte elver og bekker hver 28. dag.

### For perioden april 2013-oktober 2013:

#### Overvåkning Hobølelva ved Kure HOBK

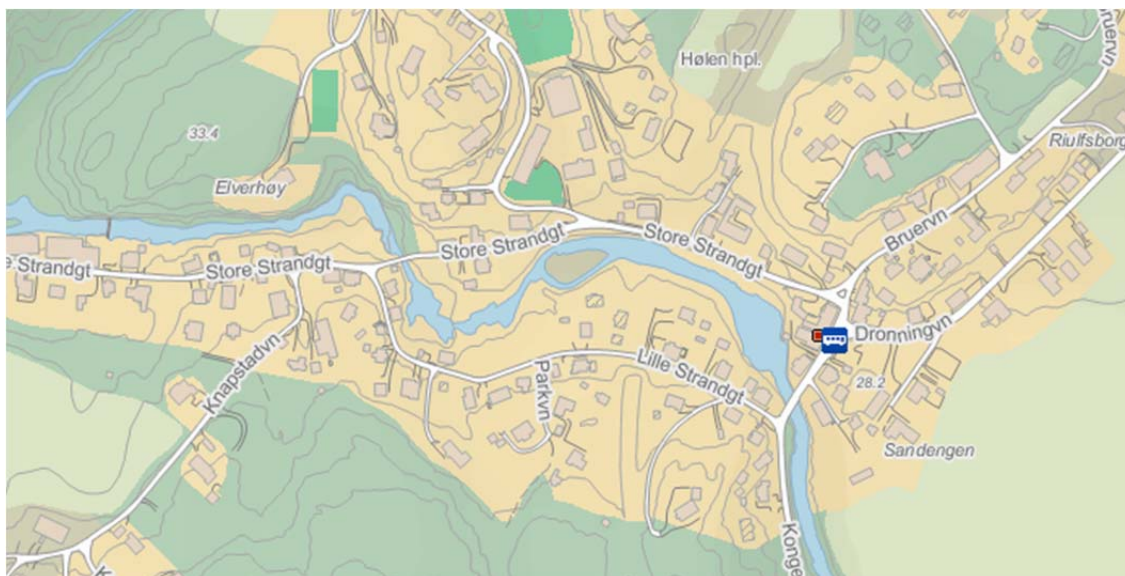
Frekvens	Kvalitetselement	Parametere
Stikkprøver, hver 14.dag + flomprøver	Kjemisk	Tot-P, SS
Stikkprøver, hver 14. dag	Kjemisk	Tot-N, TOC
Stikkprøver, hver 14.dag	Hygiene	TKB
Stikkprøver, hver 28.dag	Kjemisk	Farge

#### Overvåkning av andre elvestasjoner samt *bekker vestre Vansjø*

Prøveidentitet	Prøvested	Kommune
KRÅB	Kråkstadelva	Ski/Hobøl
VEID	Veidalselva	Våler
MØRK	Mørkelva	Våler
SVIN	Svinna før Sæbyvannet	Våler
SVIU	Svinna ved Klypen bro	Våler
VAN5	Sunda mellom Vansjøbassengene	Rygge
VANU	Mosseelva	Moss
HØLI	Hølenelva	Vestby
ENGS	Engsbekken	Våler
GUT	Guthusbekken	Våler
SPE	Sperrebotnbekken	Våler
AUG	Augerødbekken	Våler
ÅRV	Årvoldbekken	Rygge
STØ1	Støabekken 1	Rygge
VAS	Vaskebergetbekken	Rygge
HUG	Huggenesbekken	Rygge
DAL	Dalenbekken	Moss

#### Frekvens:

Lokalitet	Frekvens	Kvalitetselement	Parametre
Alle i tabell 2 unntatt VAN5	Hver 14. dag stikkprøve + flomprøver	Kjemisk	Tot-P, SS
KRÅB, SVIN	Hver 14.dag, stikkprøver	Hygiene	TKB
Alle i tabell 2 unntatt KRÅB, SVIN, VAN5	Hver 28.dag, stikkprøver	Hygiene	TKB
Alle i tabell 2 unntatt VAN5	Hver 28.dag, stikkprøver	Kjemisk	Tot-N
VAN5	Hver 28. dag i vinterhalvåret, stikkprøve	Kjemisk	Tot-P, SS, Tot-N

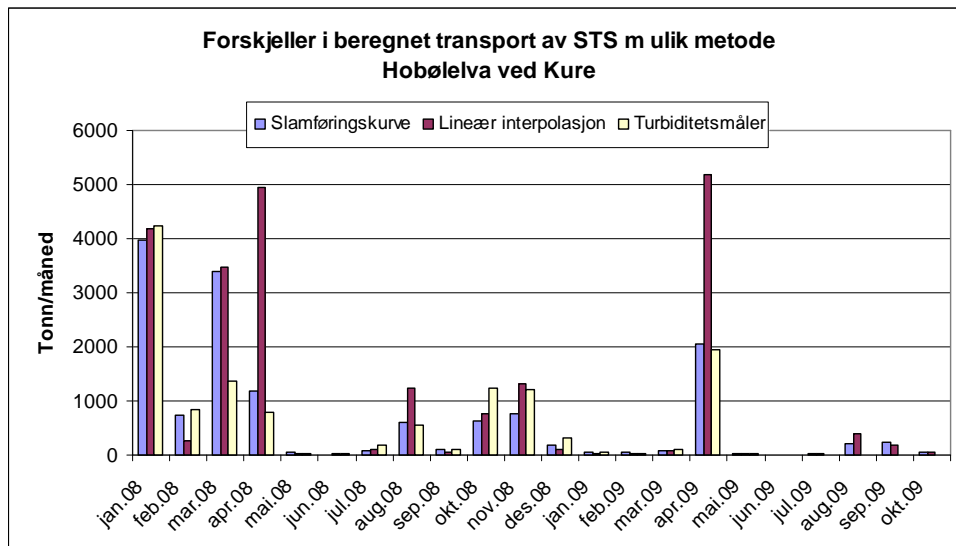


Kartet viser stasjonen ved Hølen – prøven tas ved broa ved buss-stasjonen (jf. buss-skilt i kartet).

### *Tilførselsberegninger*

Det ble i august 2007 satt opp en turbiditetsmåler i Hobøl elva ved Kure. Resultatene av målingene i første overvåkingsperiode er gitt i et Bioforsk-notat av Skarbøvik og Aakerøy i 2009. Ett viktig resultat av denne nye målemetoden har vært at beregningsmetodene lineær interpolasjon og slamføringskurven nå kunne testes ut for sedimenttransporten ved stasjonen, forutsatt at metoden for å beregne sedimenttransporten ut fra turbiditetsmålingene gir relativt korrekte transporttall.

Resultatet både for første og annen periode har vist at lineær interpolasjon antakelig overestimerer transporten kraftig i måneder med høye konsentrasjoner, avhengig av prøvetakingsfrekvens og -tidspunkt. Mens transporten i den første rapporteringsperioden ble beregnet til ca. 11000 tonn ved hjelp av turbiditetsmålingene, ble den beregnet til ca. 11500 tonn med slamføringskurven og ca. 16400 tonn med lineær interpolasjon. For annen periode er resultatene vist i figuren under. Figuren viser resultater av sedimenttilførsler i Hobøl elva ved Kure beregnet ved tre ulike beregningsmetoder.



Transport pr måned av partikler vist med tre ulike beregningsmetoder.

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

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

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

For nedbørfeltet til vestre Vansjø og Mosseelva er tilførselsberegningen todelt. Tilførsler til vestre Vansjø og Mosseelva via de ni bekkene som overvåkes, beregnes på grunnlag av konsentrasjoner målt i stikkprøver og på basis av vannføring målt i Guthusbekken. I beregningene brukes lineær interpolasjon. Dette gjøres ved å trekke en rett linje mellom de målte observasjonene, og deretter finne konsentrasjonen hver dag klokken 12 ut fra dette. Denne konsentrasjonen ganges så opp med total vannføring for hver dag. Det vurderes å undersøke om slamføringskurver kan benyttes også her, men metodikken er meget tidkrevende og vil i tilfelle avhenge av ressursituasjonen.

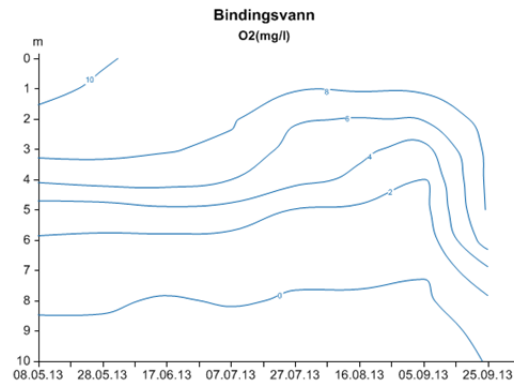
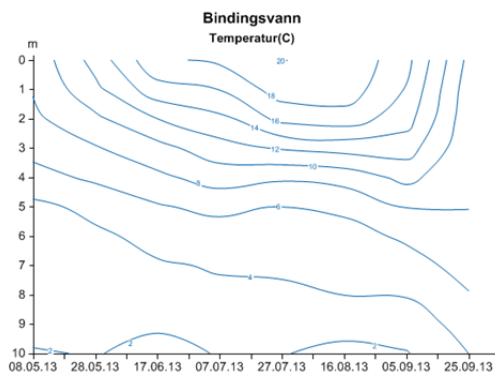
Fosfortapet i skogsområder er beregnet ut fra standardtap av fosfor fra arealer med skog og utmark (0,025 g TP/daa/mm avrenning) innenfor nedbørfeltene, og dermed kan fosfortapet fra jordbruksareal i hvert nedbørfelt beregnes.

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

## Vedlegg 3: Utfyllende informasjon om innsjøer oppstrøms Vansjø

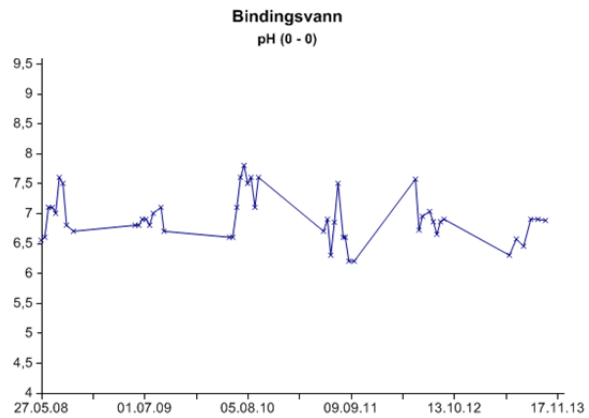
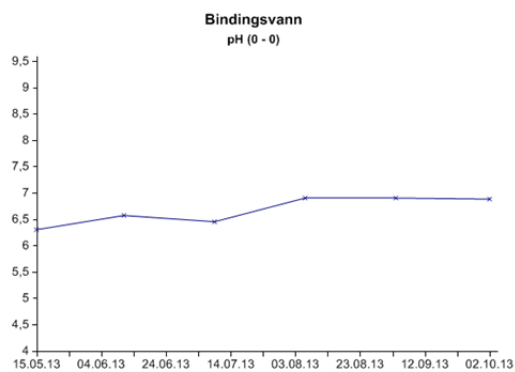
### Bindingsvannet

#### Temperatur og oksygen



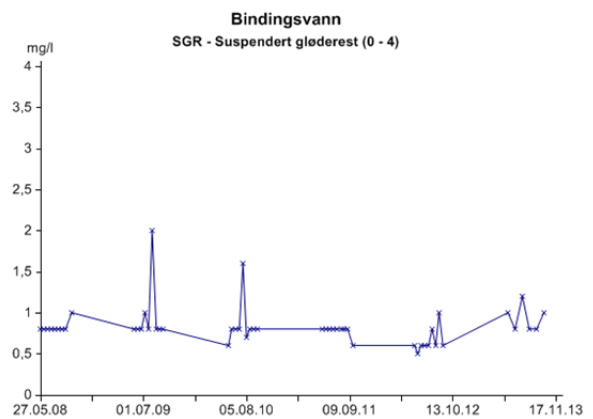
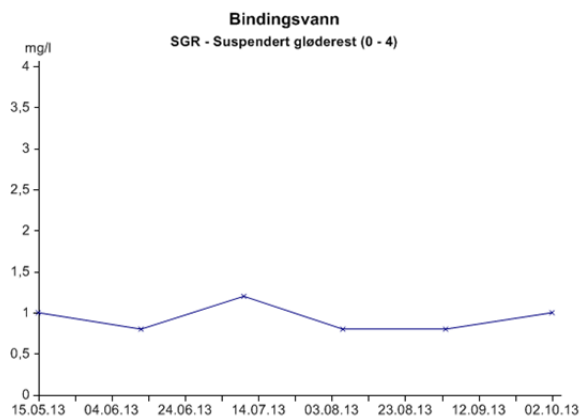
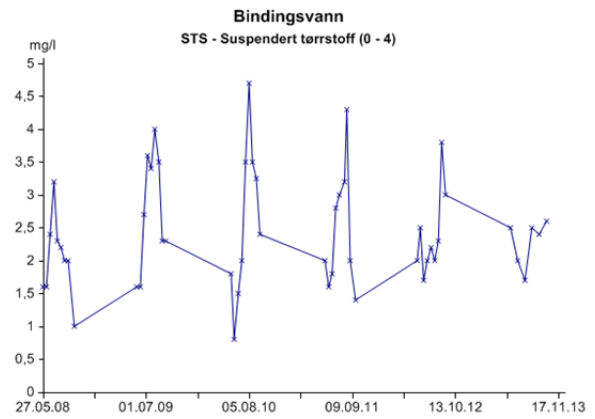
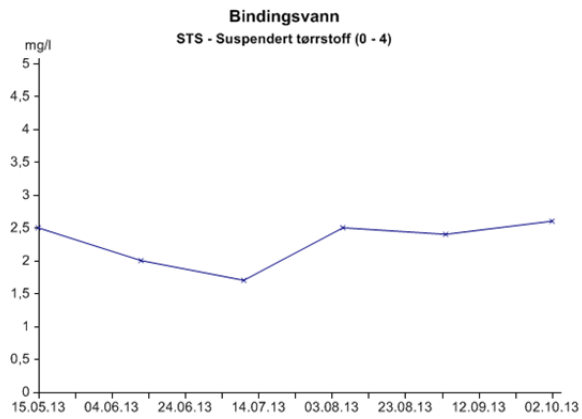
Oksygen- og temperaturforhold i Bindingsvannet i 2013.

#### pH



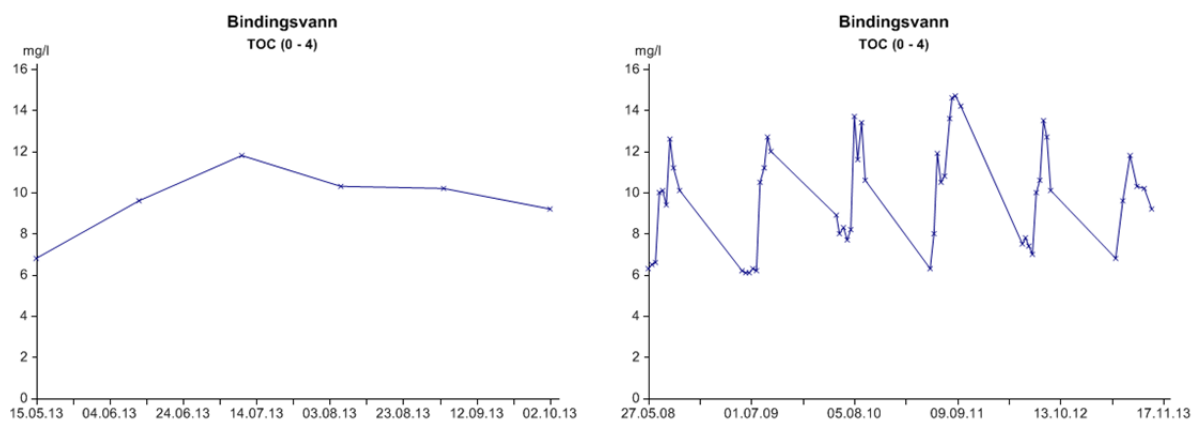
pH i Bindingsvannet i 2013 (venstre) og 2008-2013 (høyre).

## Suspendert stoff/Gløderest



Variasjoner i suspendert tørrstoff (STS) og gløderest (SGR) i Bindingsvannet i 2013 (venstre) og 2008-2013 (høyre).

## Totalt organisk karbon (TOC)

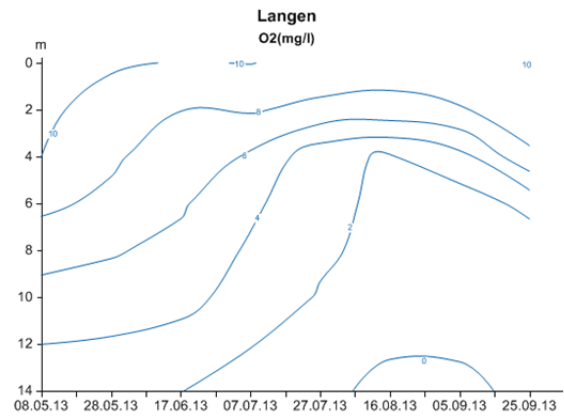
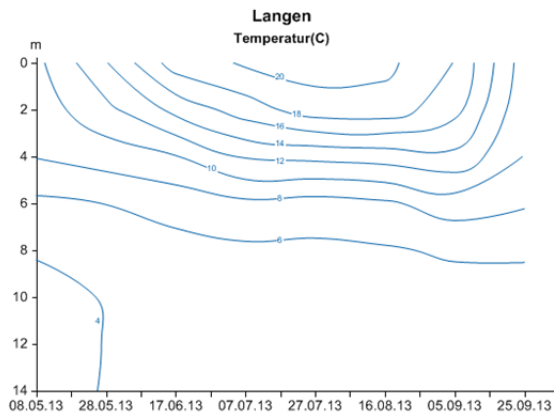


Variasjoner i totalt organisk karbon i Bindingsvannet i 2013 (venstre) og 2008-2013 (høyre).



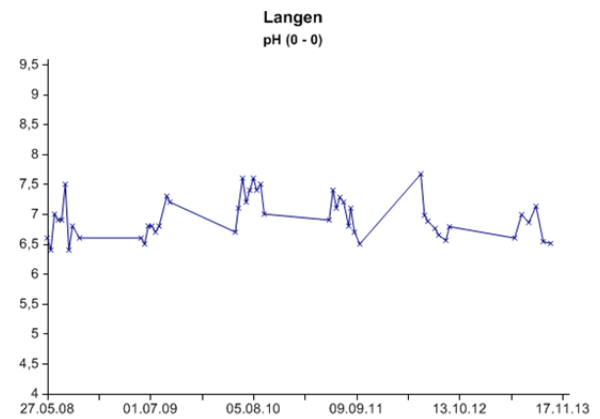
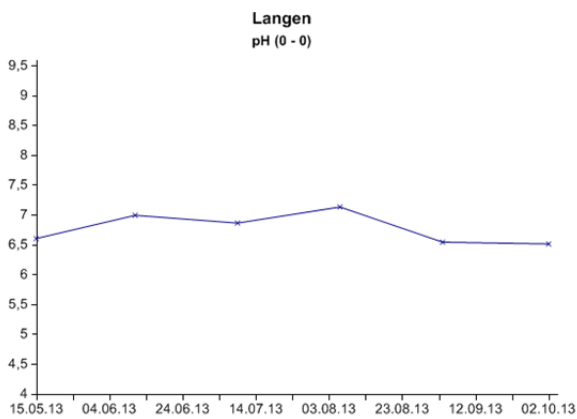
# Langen

## Temperatur og oksygen



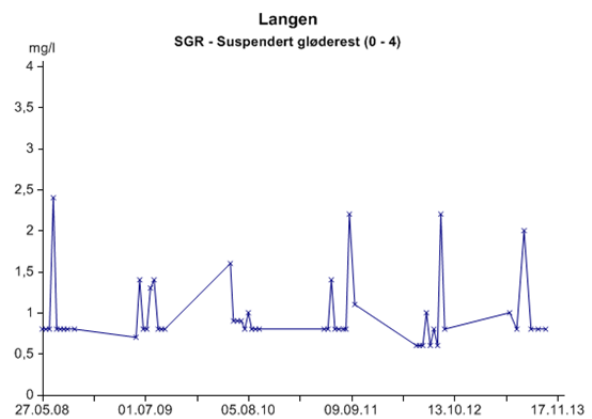
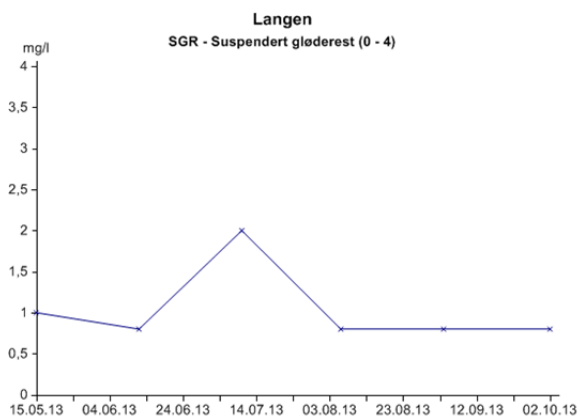
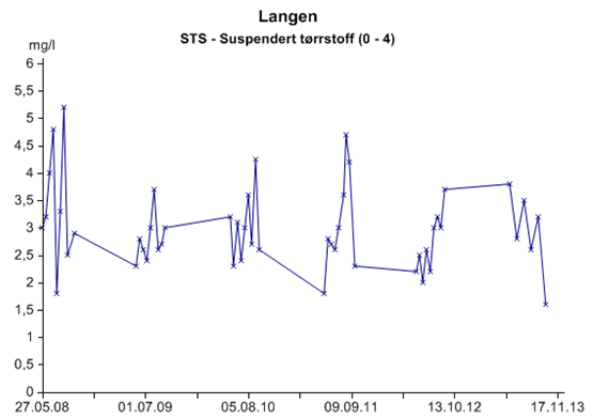
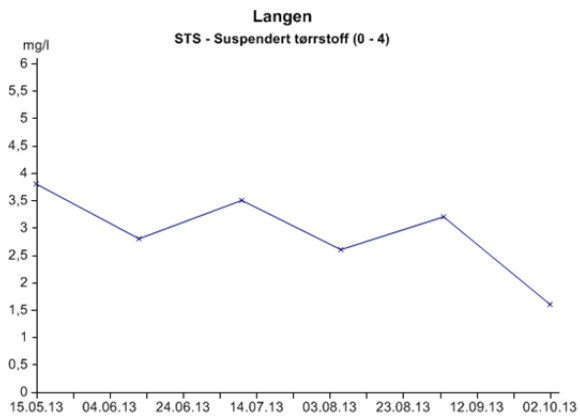
Oksygen- og temperaturforhold i Langen i 2013.

## pH



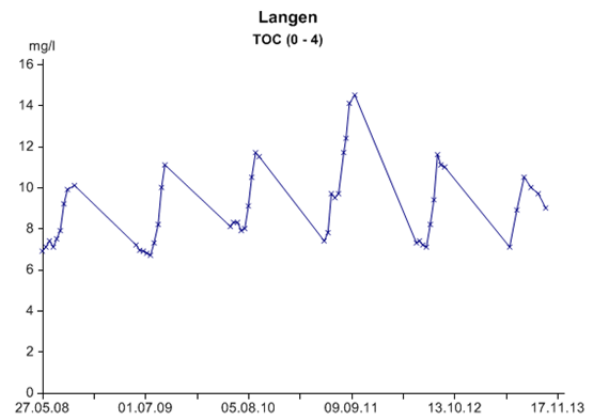
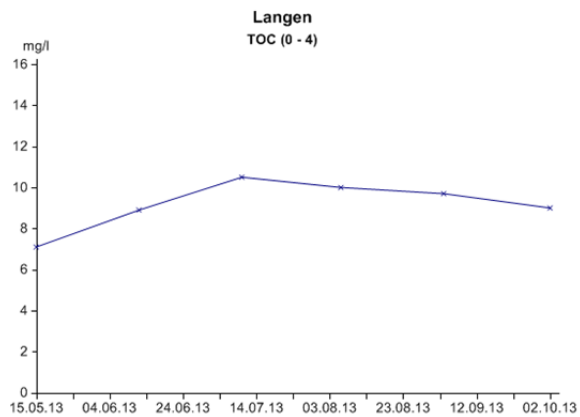
pH i Langen i 2013 (venstre) og 2008-2013 (høyre).

## Suspendert stoff/Gløderest



Variasjoner i suspendert tørrstoff (STS) og gløderest (SGR) i Langen i 2013 (venstre) og 2008-2013 (høyre).

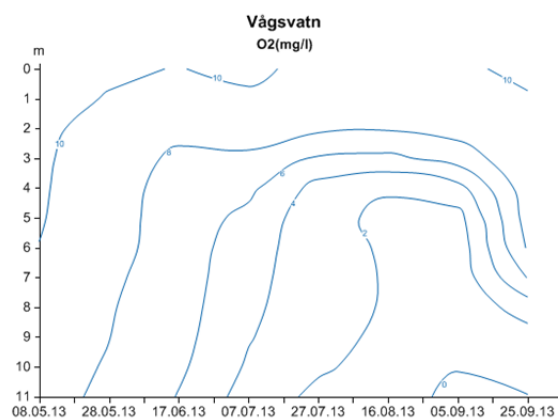
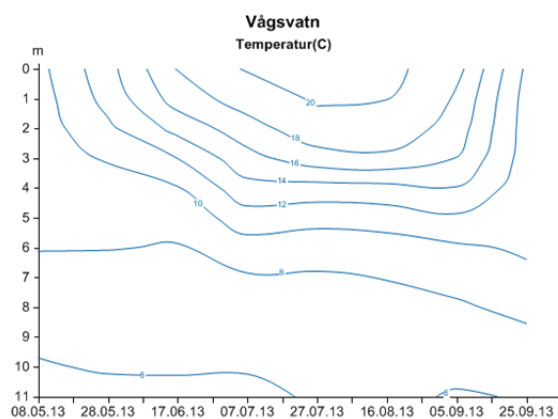
## Totalt organisk karbon (TOC)



Variasjoner i totalt organisk karbon i Langen i 2013 (venstre) og 2008-2013 (høyre).

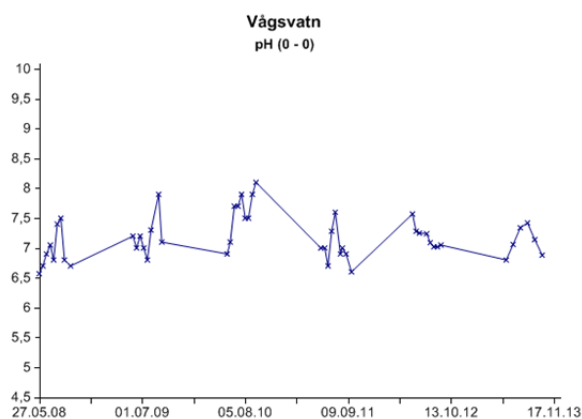
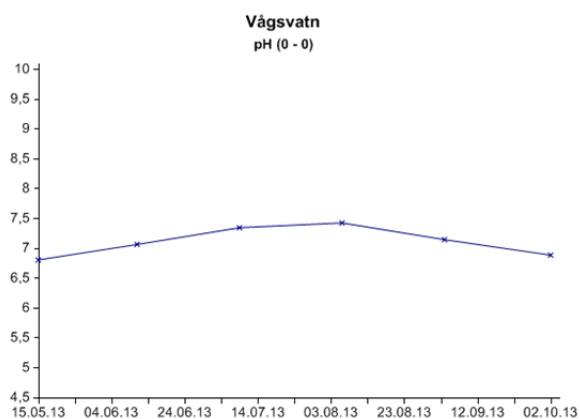
# Våg

## Temperatur og oksygen



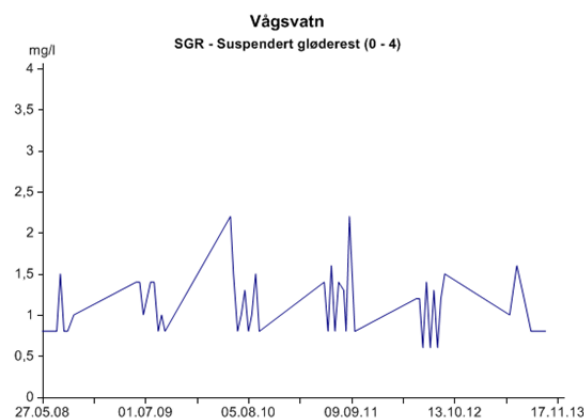
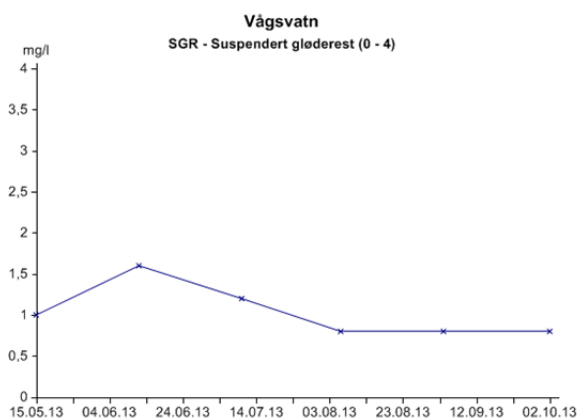
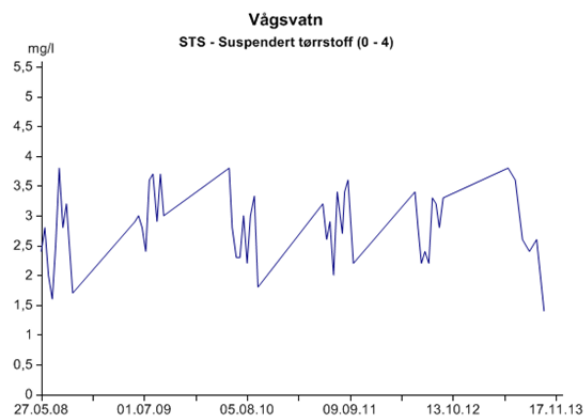
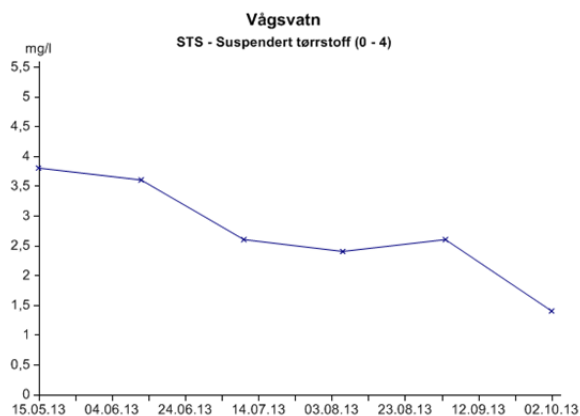
Oksygen- og temperaturforhold i Våg i 2013.

## pH



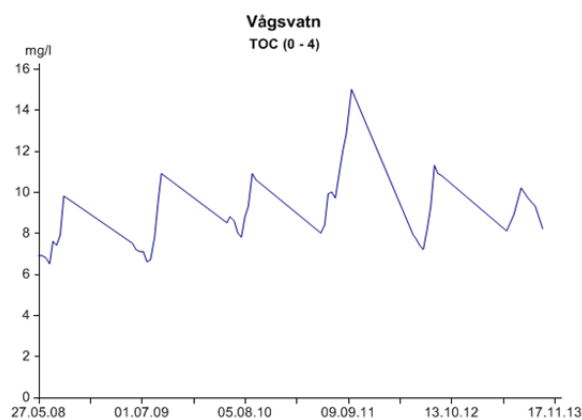
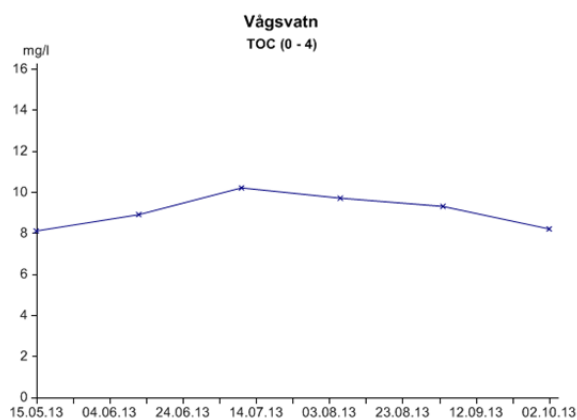
pH i Våg i 2013 (venstre) og 2008-2013 (høyre).

## Suspendert stoff/Gløderest



Variasjoner i suspendert tørrstoff (STS) og gløderest (SGR) i Våg i 2013 (venstre) og 2008-2013 (høyre).

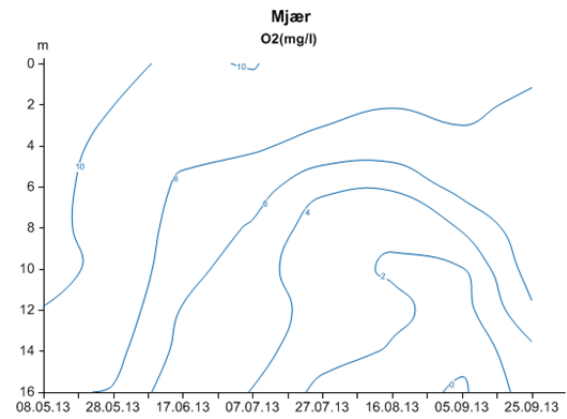
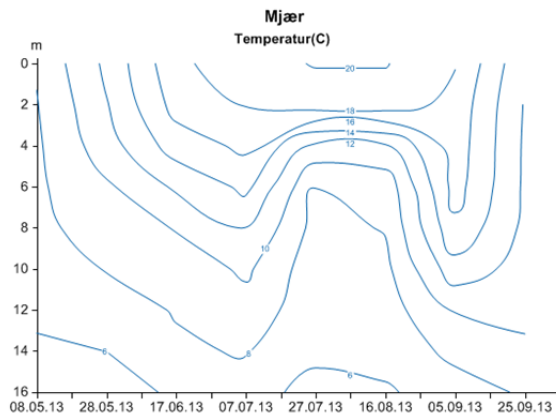
## Totalt organisk karbon (TOC)



Variasjoner i totalt organisk karbon i Våg i 2013 (venstre) og 2008-2013 (høyre).

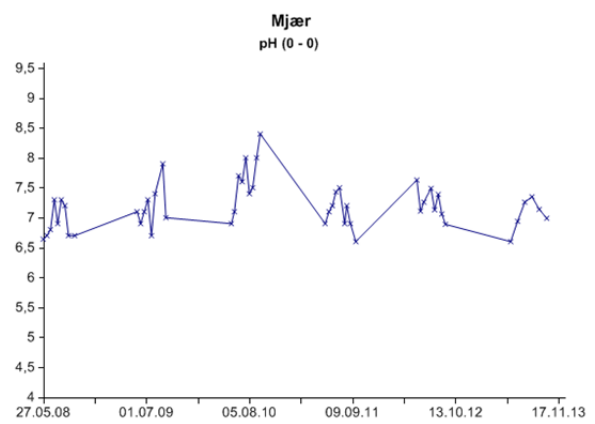
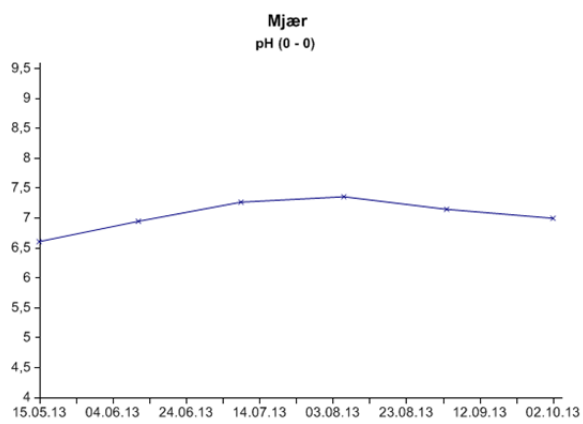
# Mjær

## Temperatur og oksygen



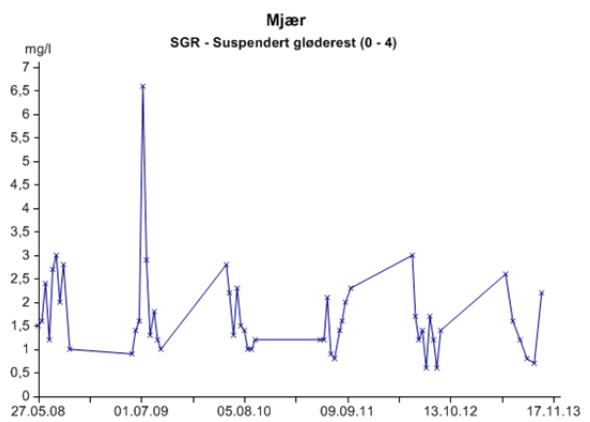
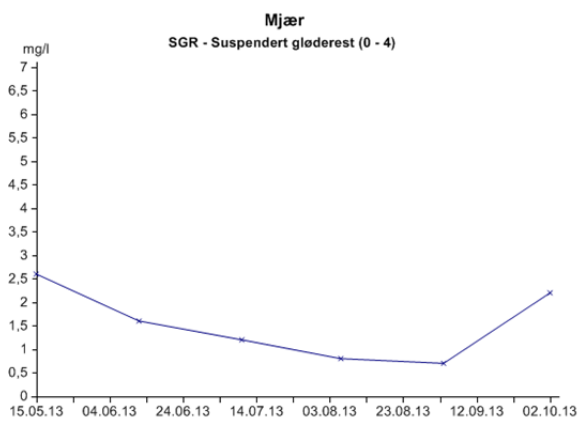
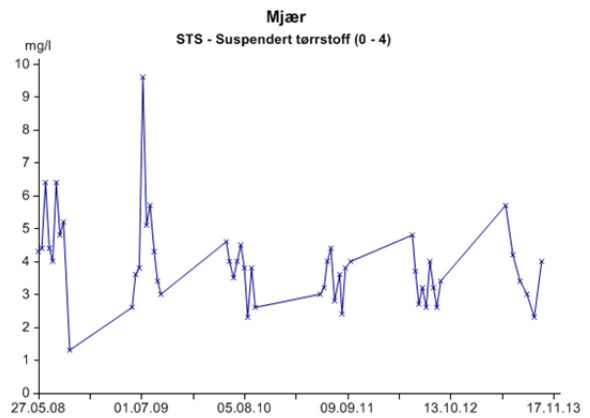
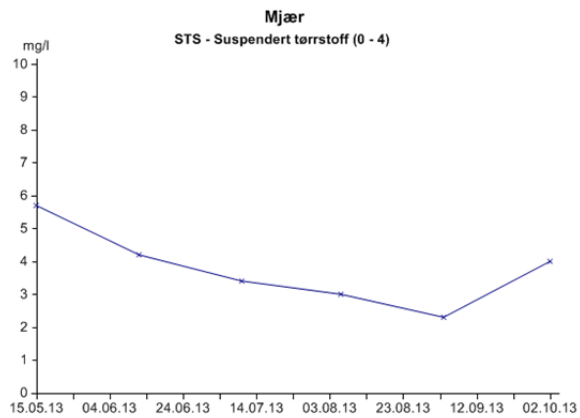
Oksygen- og temperaturforhold i Mjær i 2013.

## pH



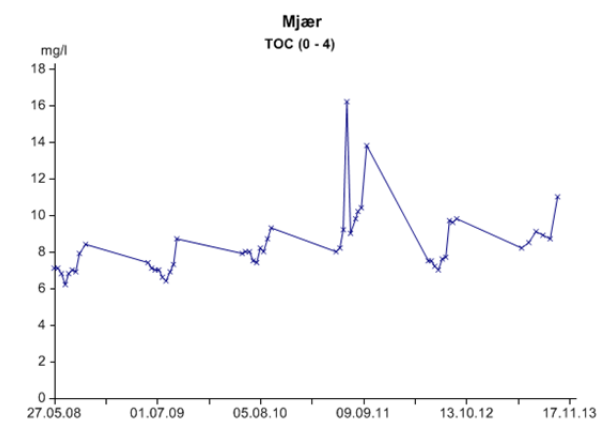
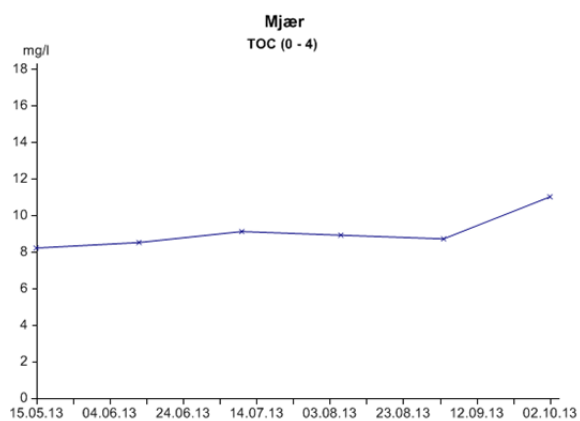
pH i Mjær i 2013 (venstre) og 2008-2013 (høyre).

## Suspendert stoff/Gløderest



Variasjoner i suspendert tørrstoff (STS) og gløderest (SGR) i Mjær i 2013 (venstre) og 2008-2013 (høyre).

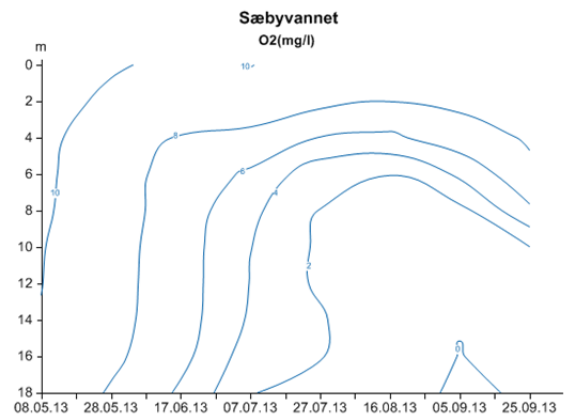
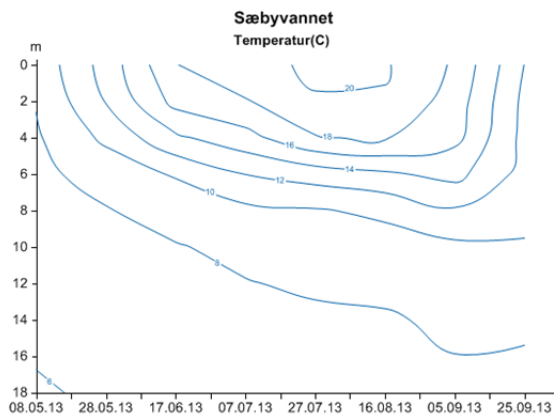
## Totalt organisk karbon (TOC)



Variasjoner i totalt organisk karbon i Mjær i 2013 (venstre) og 2008-2013 (høyre).

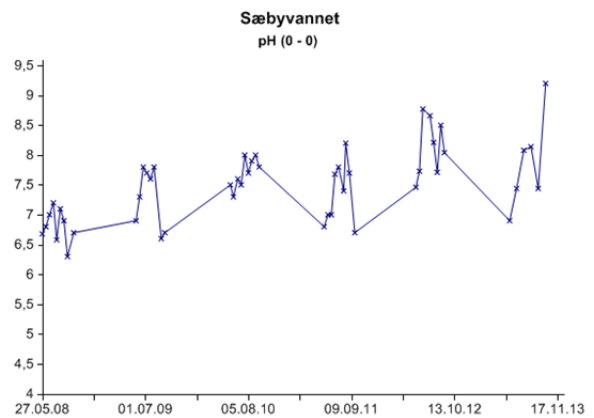
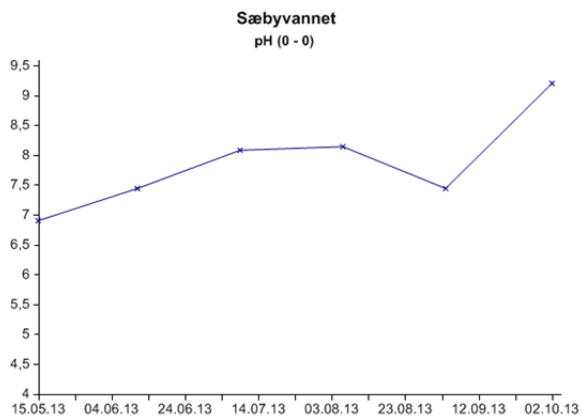
# Sæbyvannet

## Temperatur og oksygen



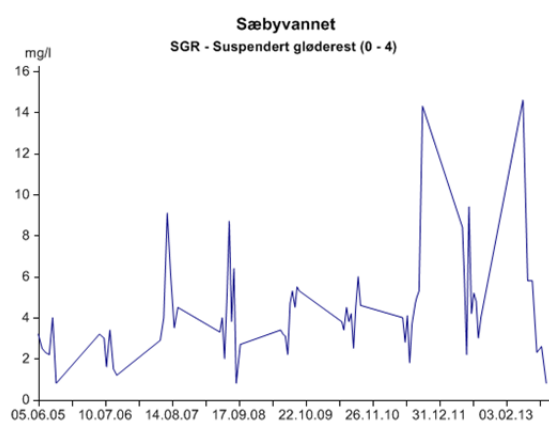
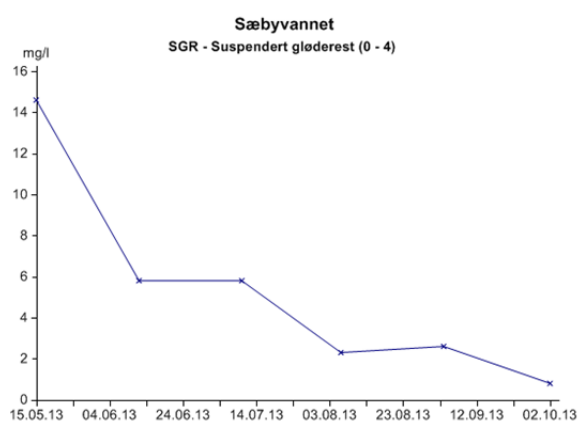
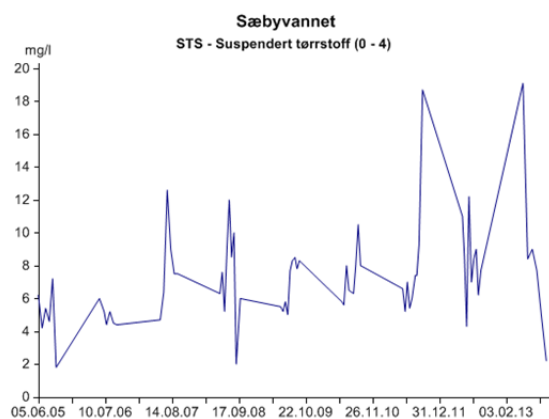
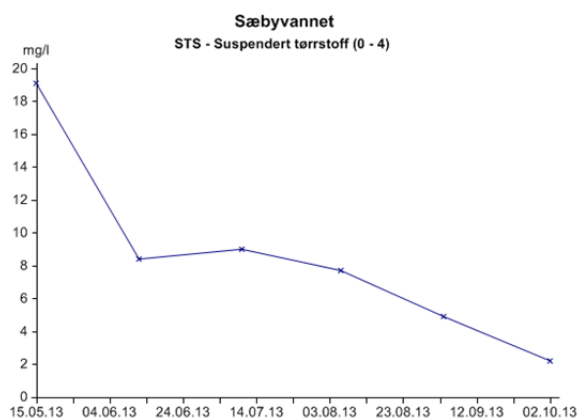
Oksygen- og temperaturforhold i Sæbyvannet i 2013.

## pH



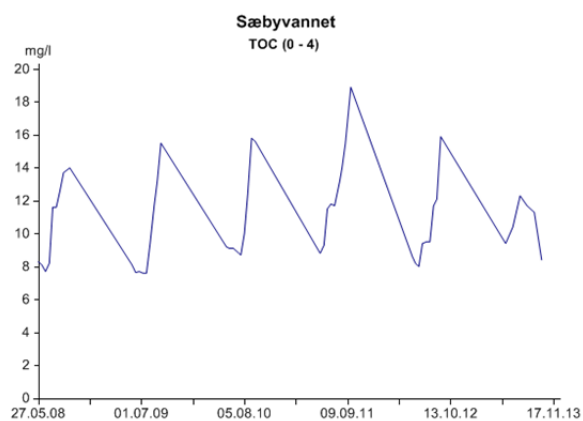
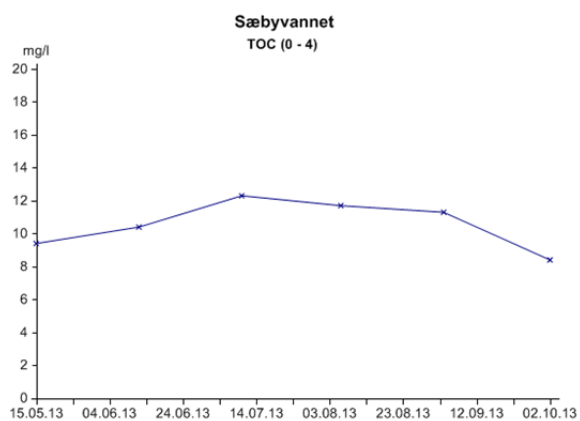
pH i Sæbyvannet i 2013 (venstre) og 2008-2013 (høyre).

## Suspendert stoff/Gløderest



Variasjoner i suspendert tørrstoff (STS) og gløderest (SGR) i Sæbyvannet i 2013 (venstre) og 2008-2013 (høyre).

## Totalt organisk karbon (TOC)



Variasjoner i totalt organisk karbon i Sæbyvannet i 2013 (venstre) og 2008-2013 (høyre).



## Vedlegg 4. Utfyllende informasjon om trendanalyser

### **Trendanalyser i Hobølelva**

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

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

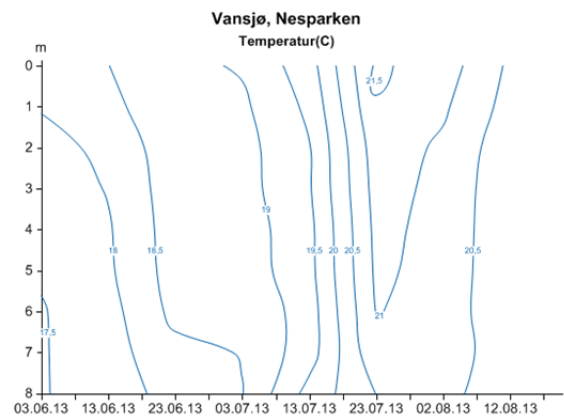
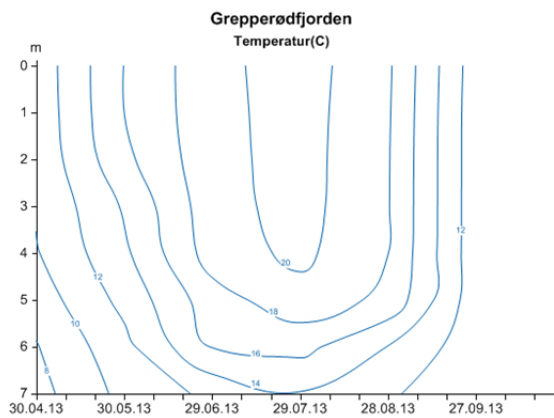
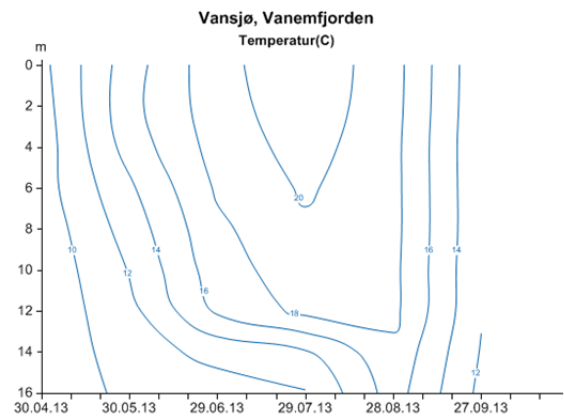
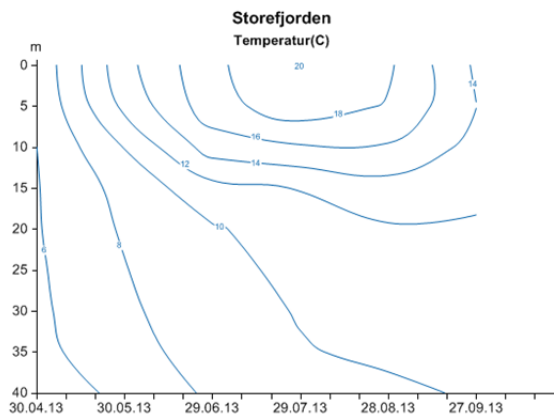
### Referanser:

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

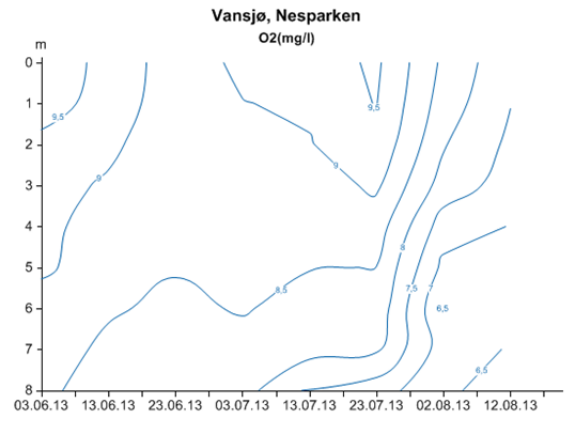
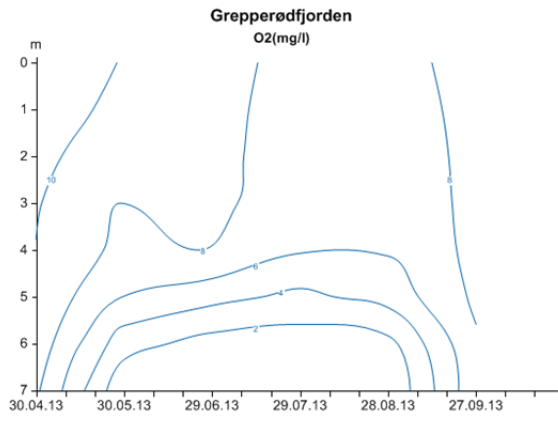
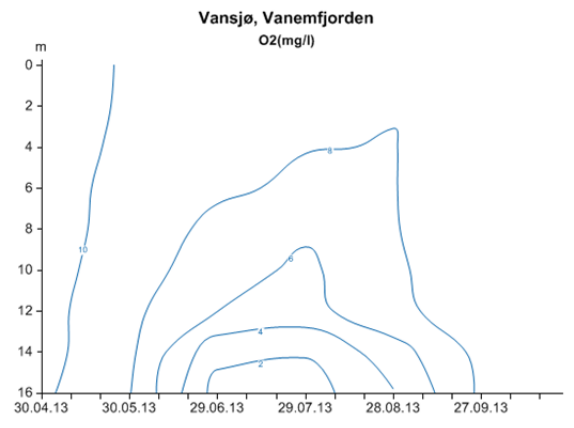
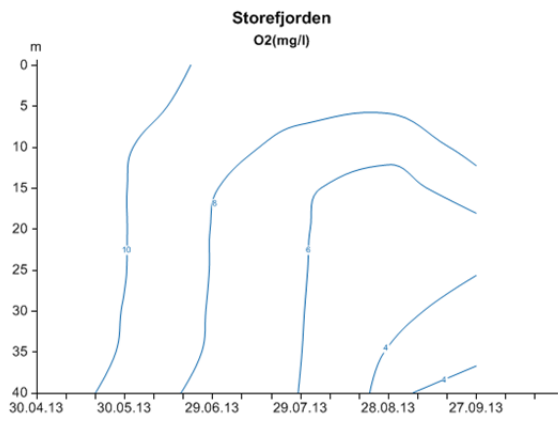
Hirsch, R.M. and Slack, J.R. 1984. A nonparametric trend test for seasonal data with serial dependence: *Water Resources Research* v. 20, p. 727–732.

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

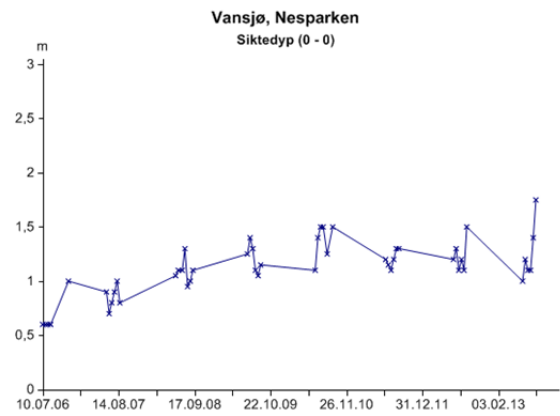
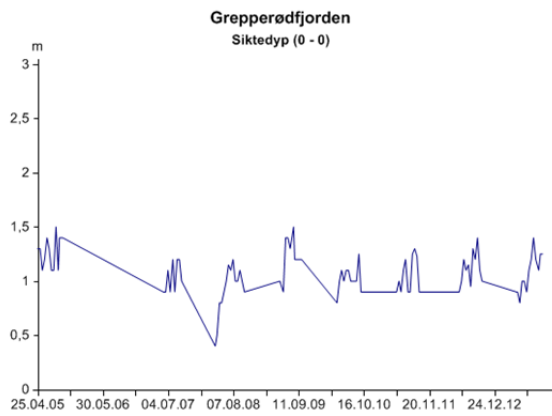
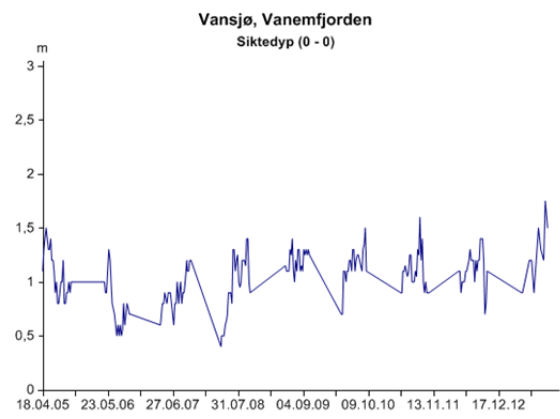
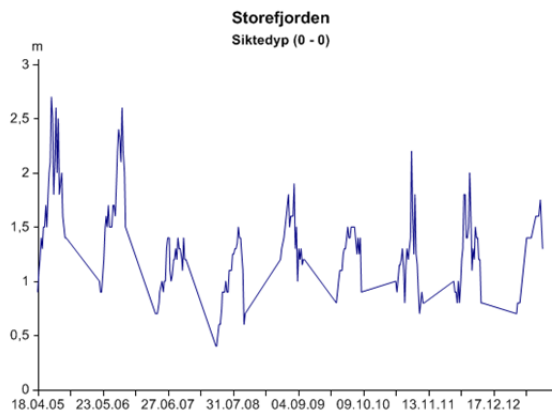
## Vedlegg 5. Utfyllende informasjon om Vansjø (Figurer)



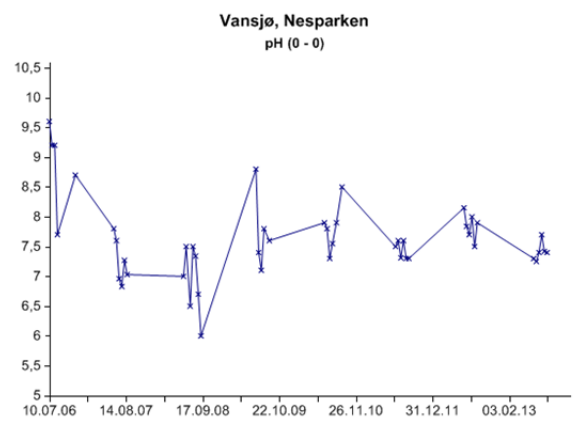
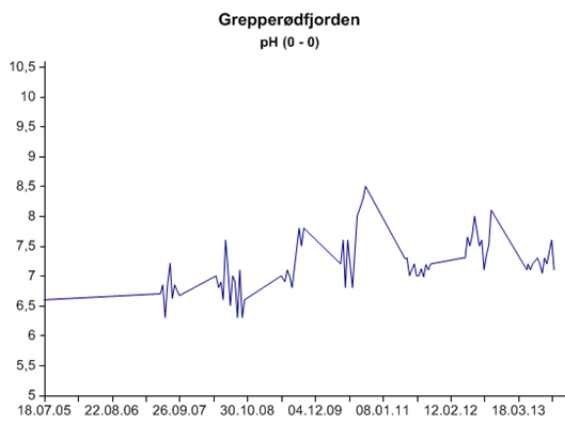
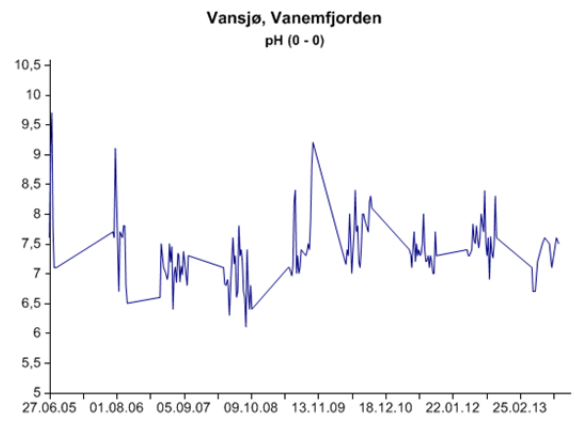
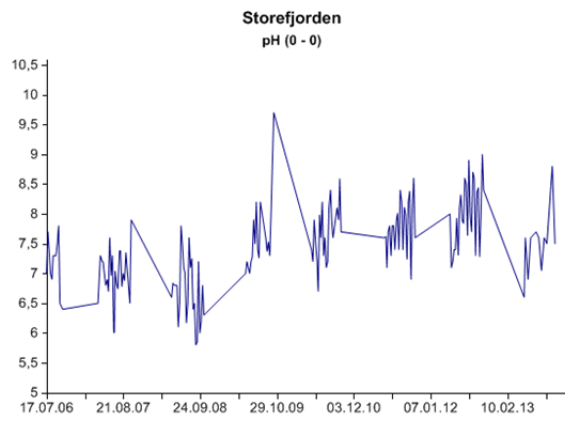
Temperaturforhold i Vansjø 2013.



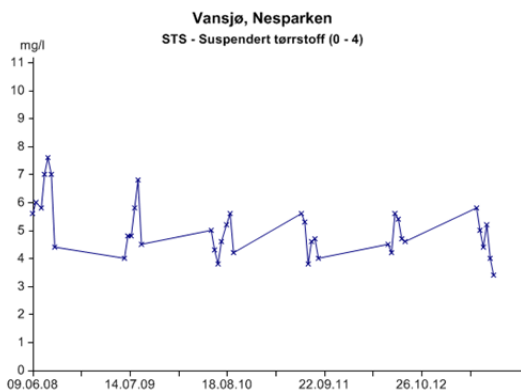
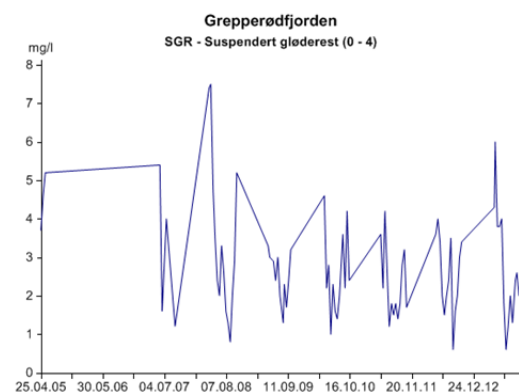
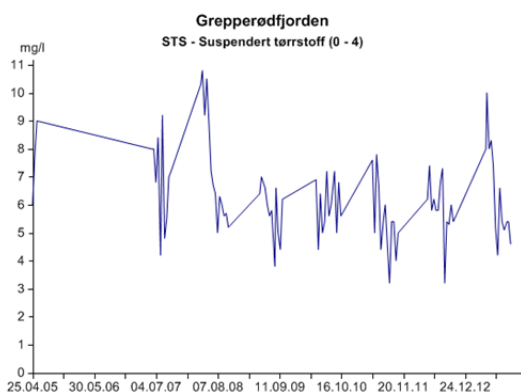
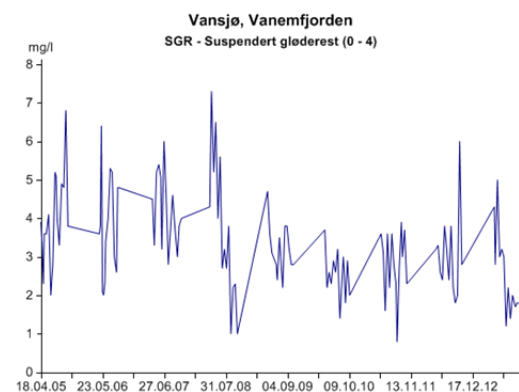
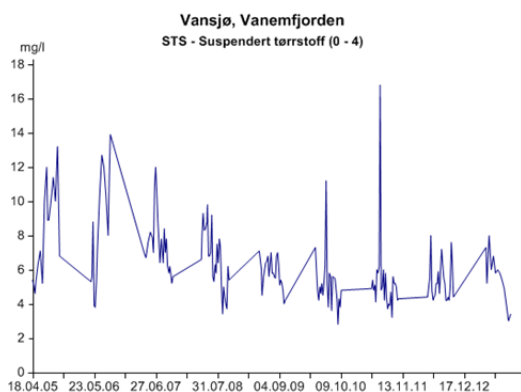
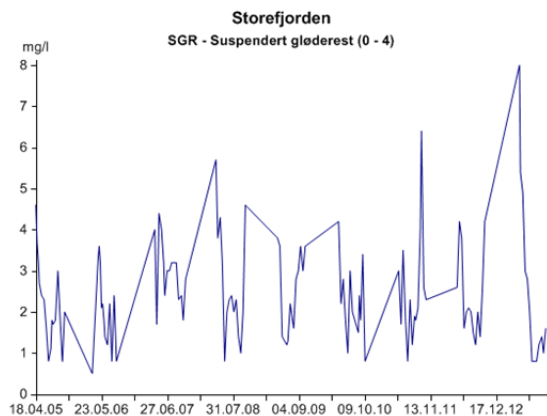
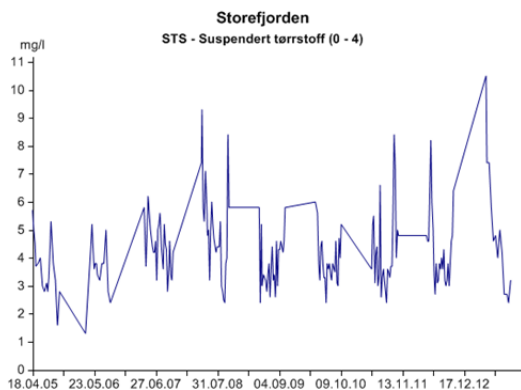
Oksygenforhold i Vansjø 2013.



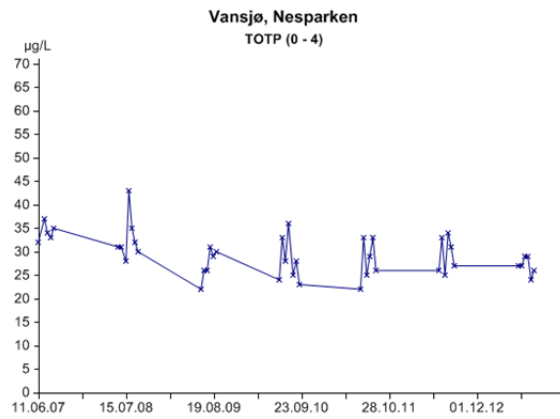
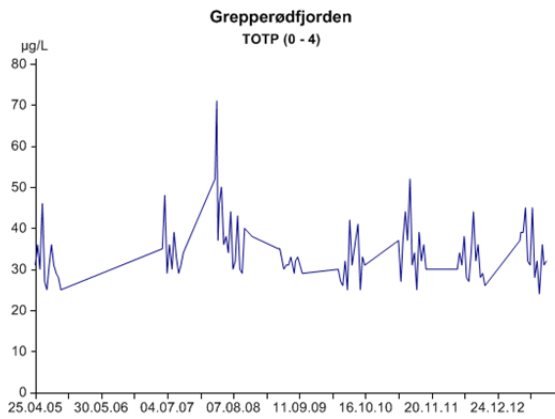
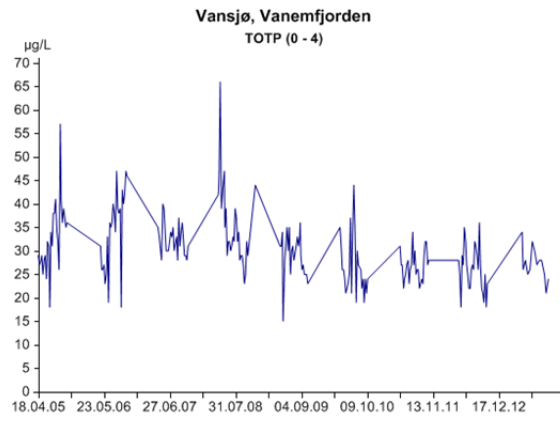
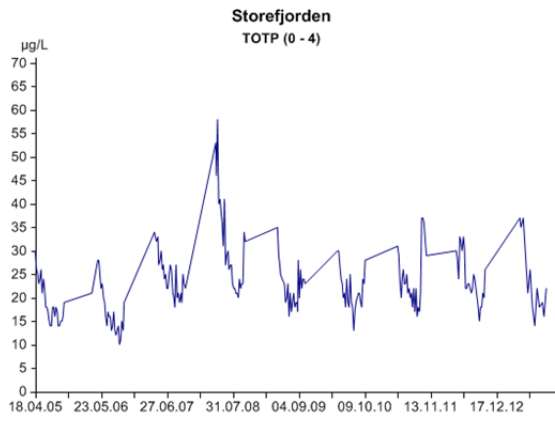
Variasjoner i siktedyp i Vansjø 2005-2013.



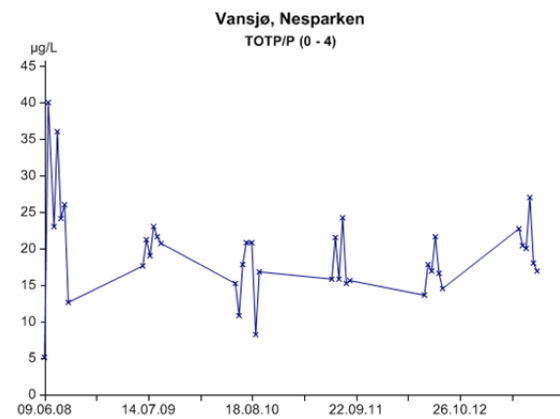
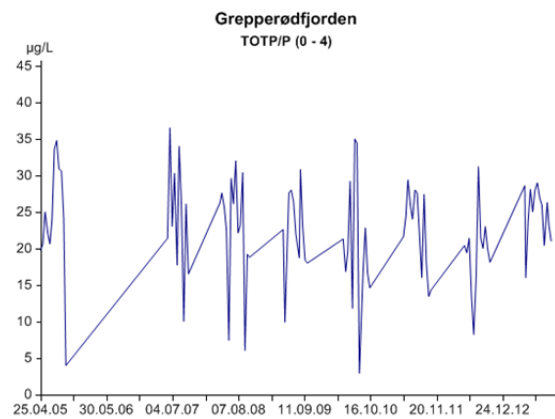
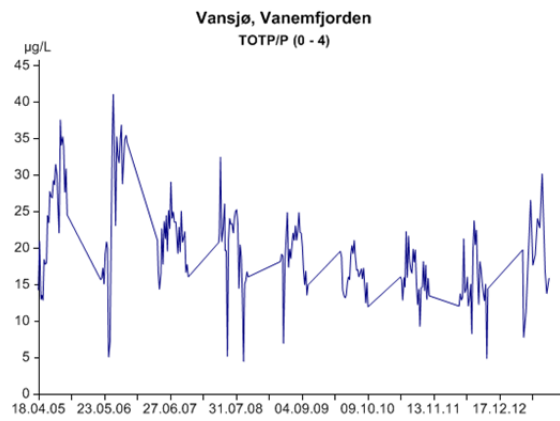
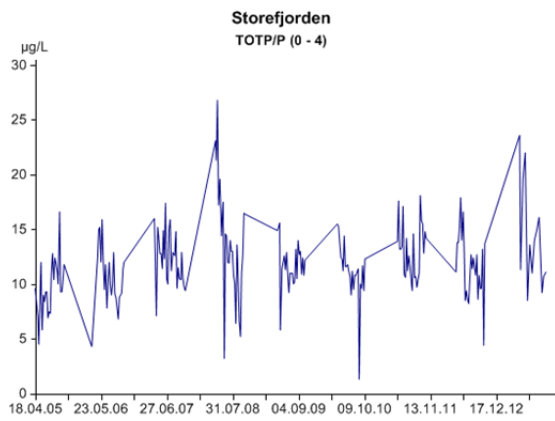
Variasjoner i pH i Vansjø 2005-2013.



Variasjoner i suspendert tørrstoff (STS) og gløderest (SGR) i Vansjø 2005-2013.

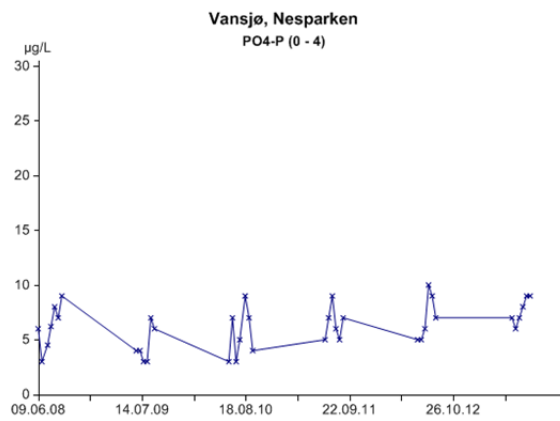
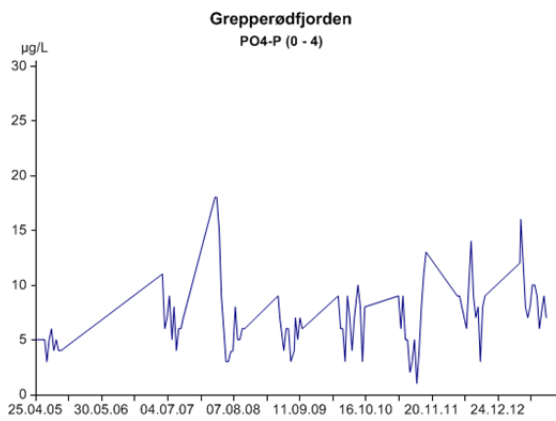
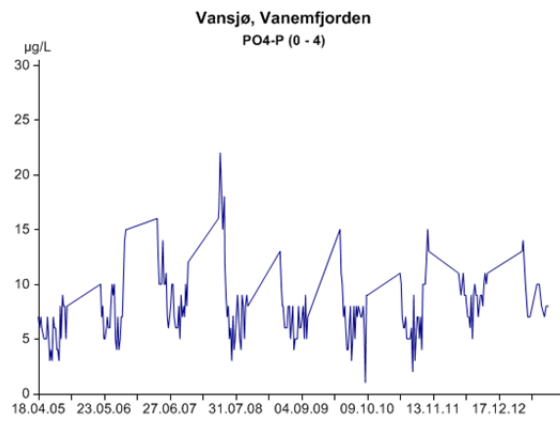


Variasjoner i totalfosfor i Vansjø 2005-2013.

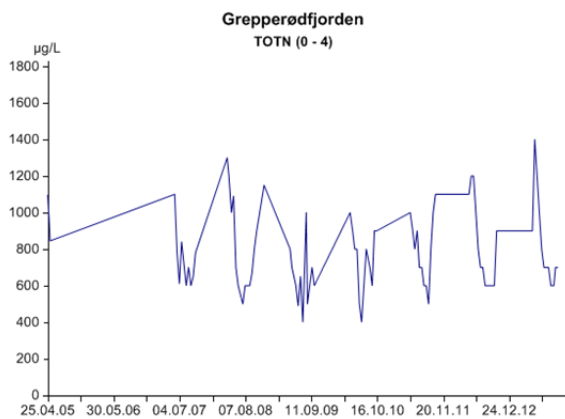
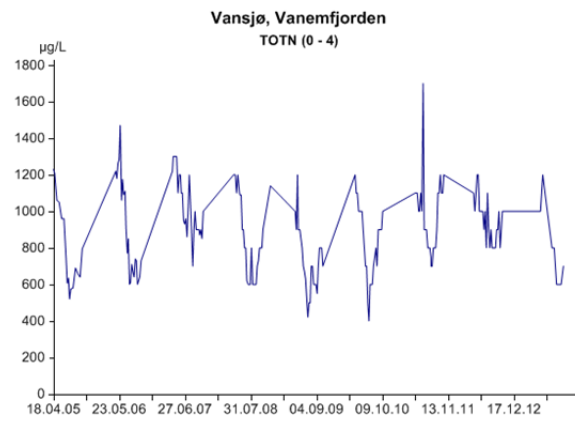
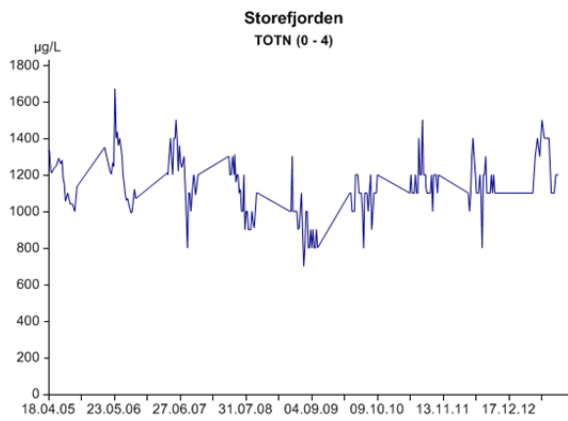


Variasjoner i partikkelbundet fosfor (TOTP/P) i Vansjø 2005-2013.

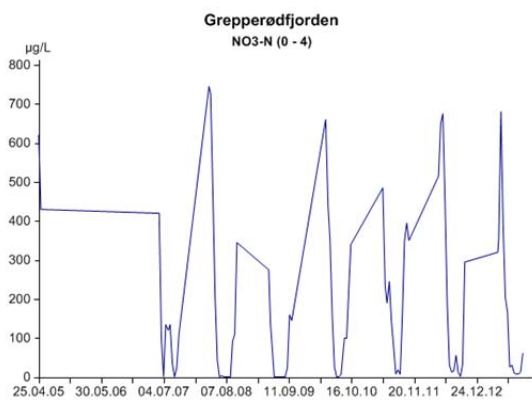
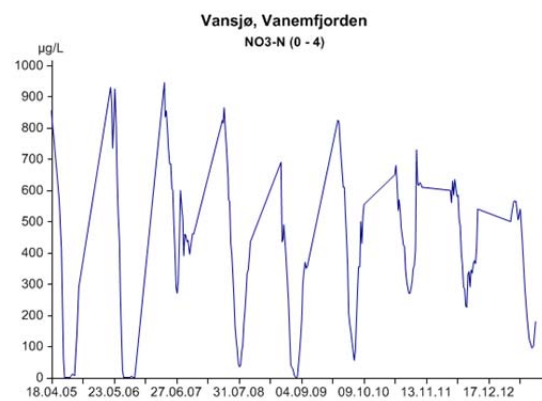
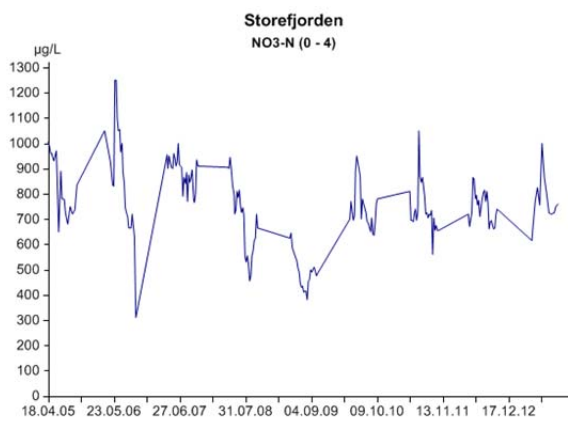




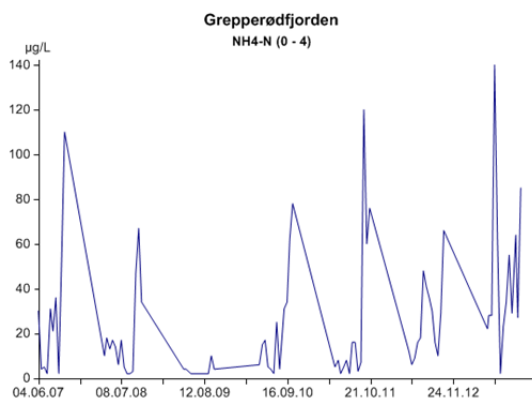
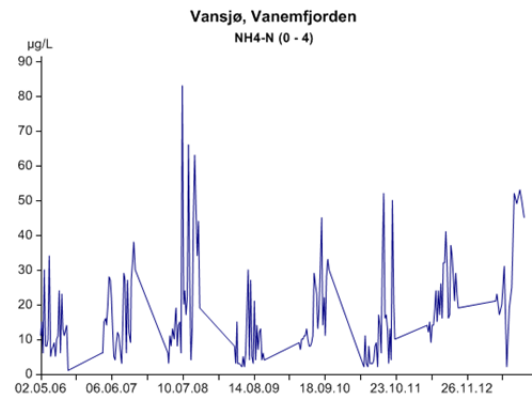
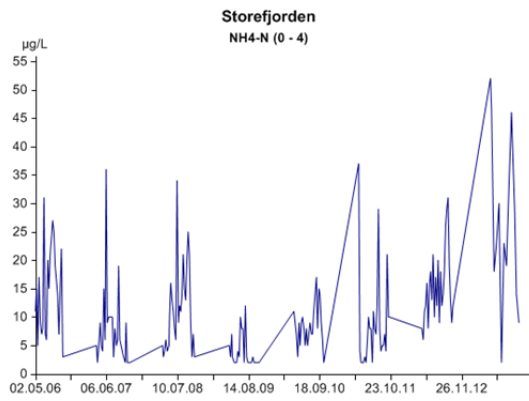
Variasjoner i Orto-fosfat i Vansjø 2005-2013.



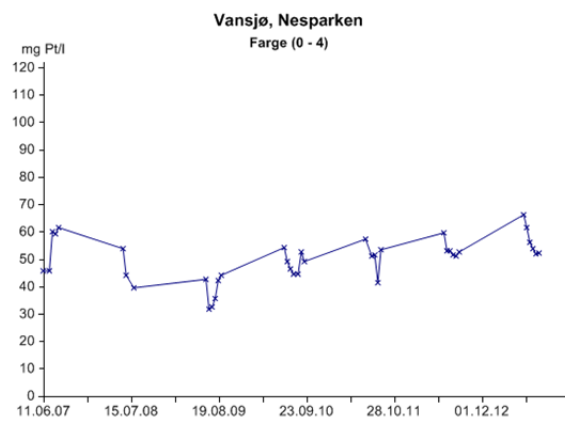
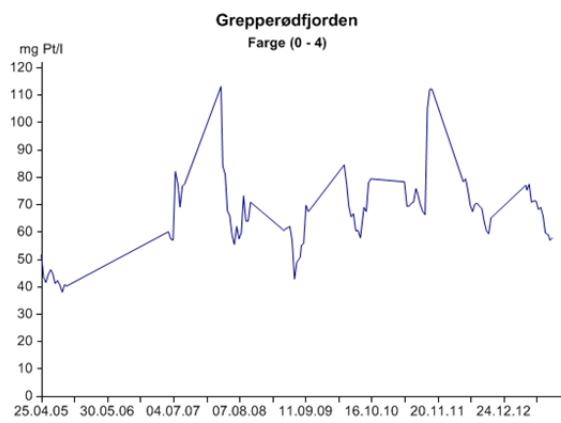
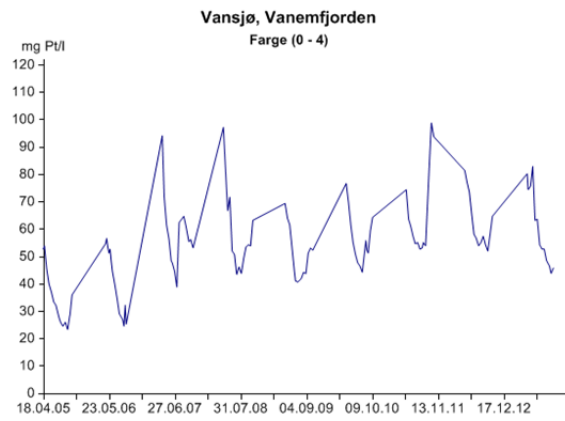
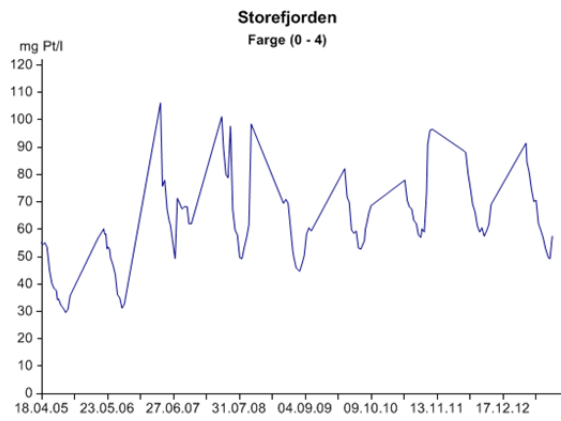
Variasjoner i total nitrogen i Vansjø 2005-2013.



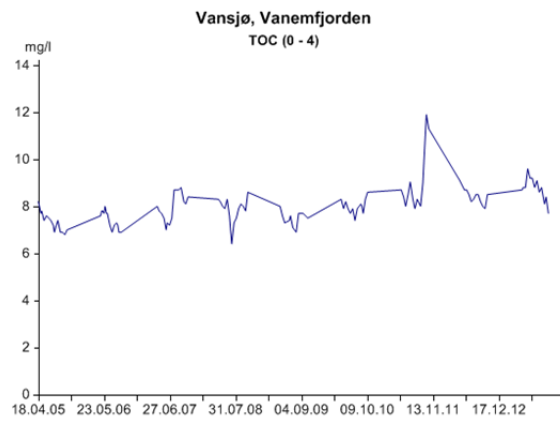
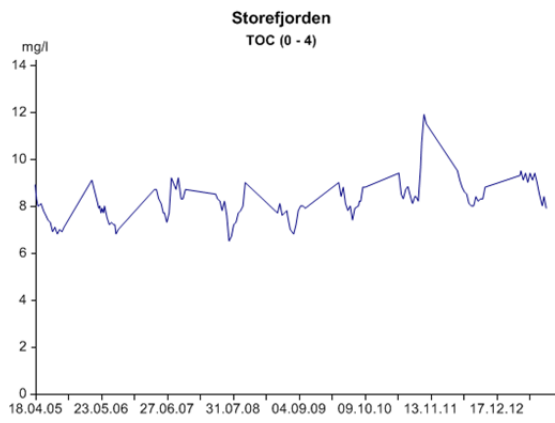
Variasjoner i nitrat konsentrasjon i Vansjø 2005-2013.



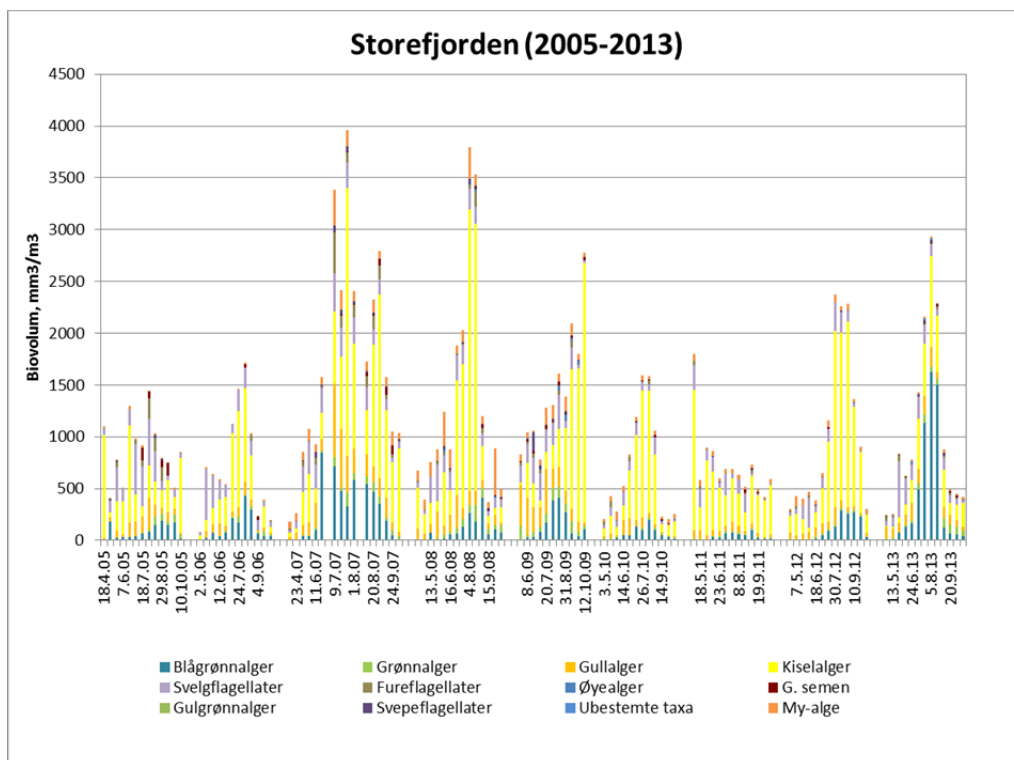
Variasjoner i ammonium-  
konsentrasjon i Vansjø 2006-2013.



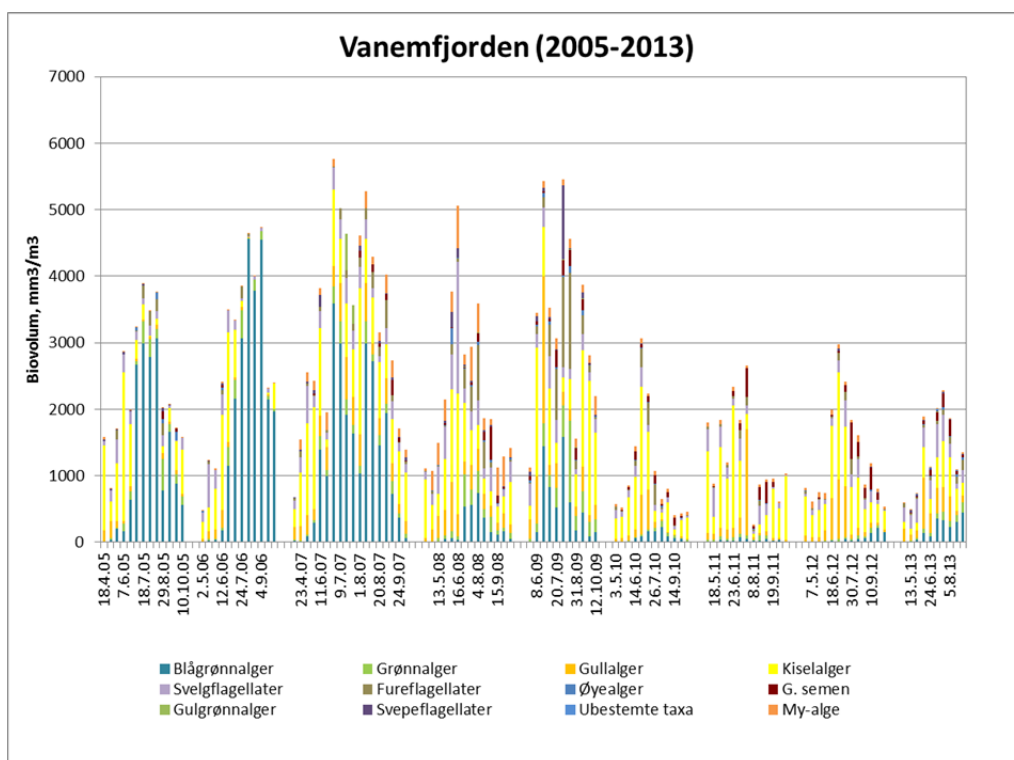
Variasjoner i farge i Vansjø 2005-2013.



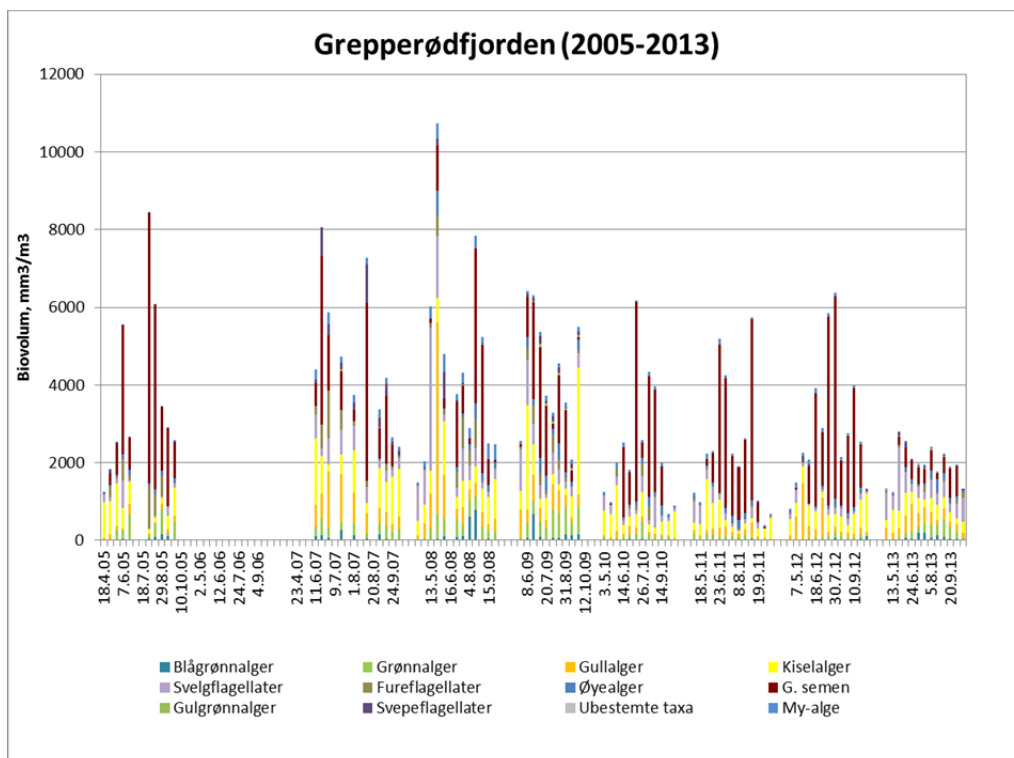
Variasjoner i totalt organisk karbon i Vansjø i 2005-2013.



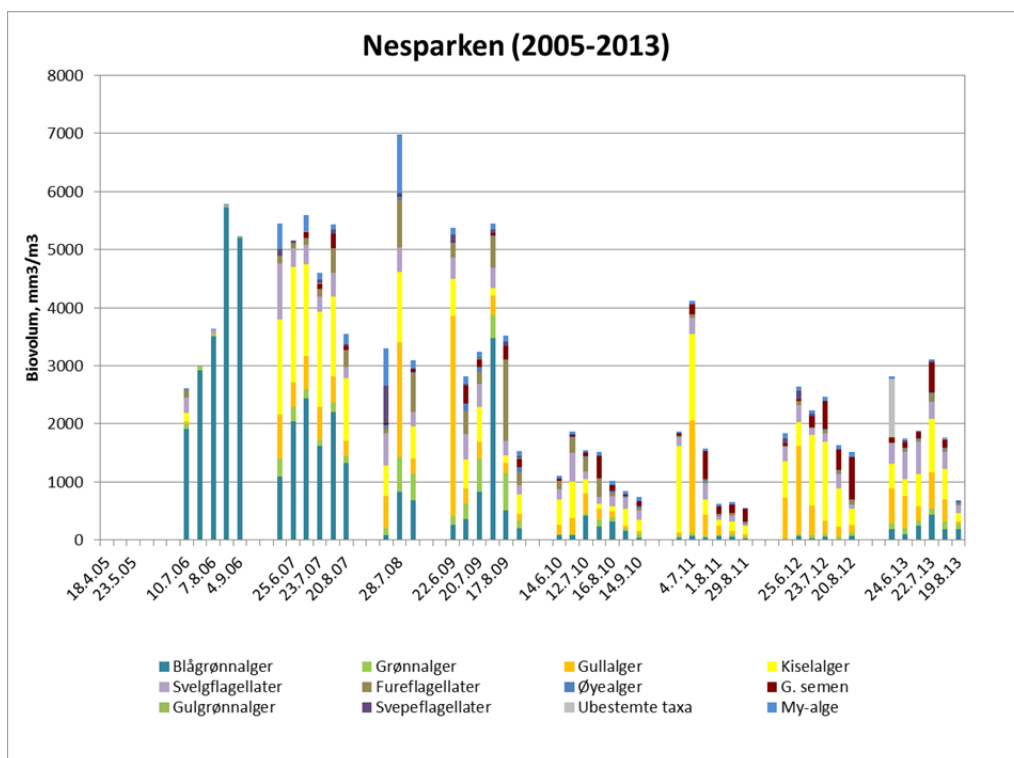
Variasjon i planteplanktonets mengde- og sammensetning i Storefjorden i 2005-2013.



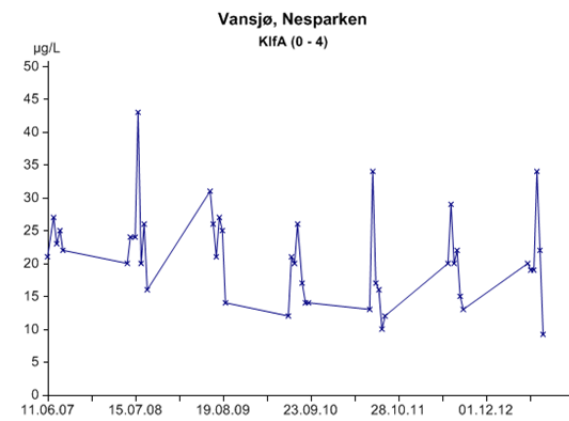
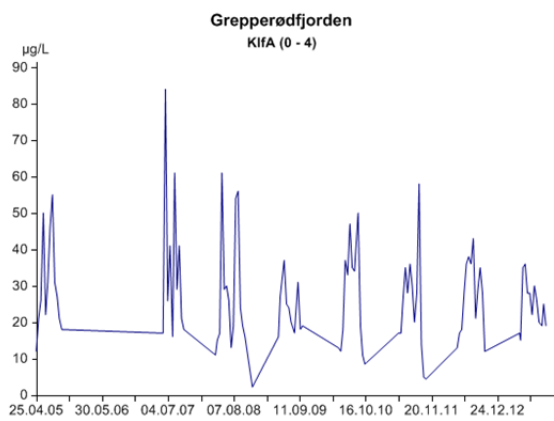
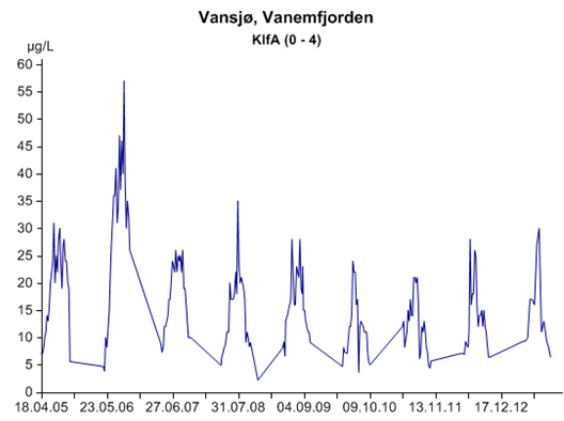
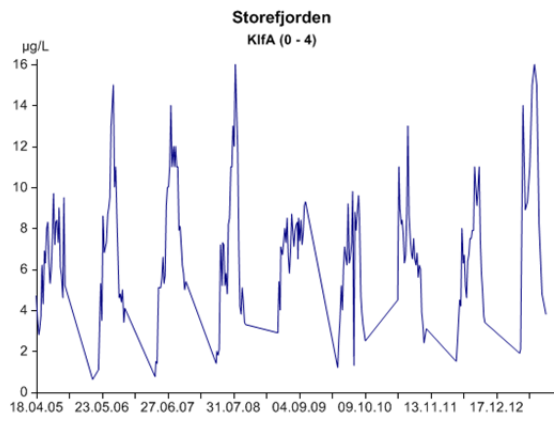
Variasjon i planteplanktonets mengde- og sammensetning i Vanemfjorden i 2006-2013.



Variasjon i planteplanktonets mengde- og sammensetning i Grepperødfjorden i 2005-2013.

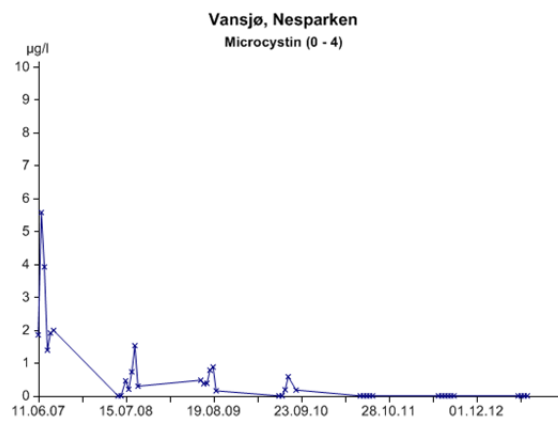
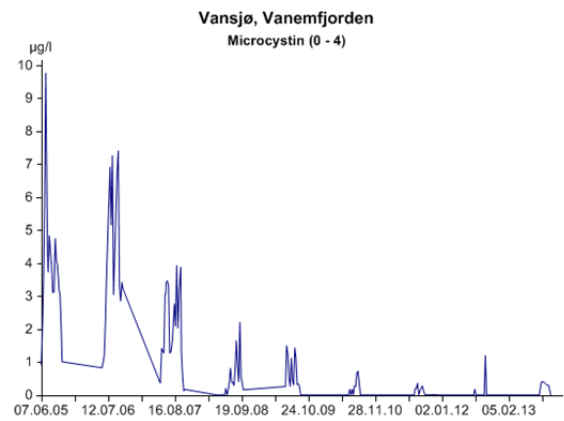
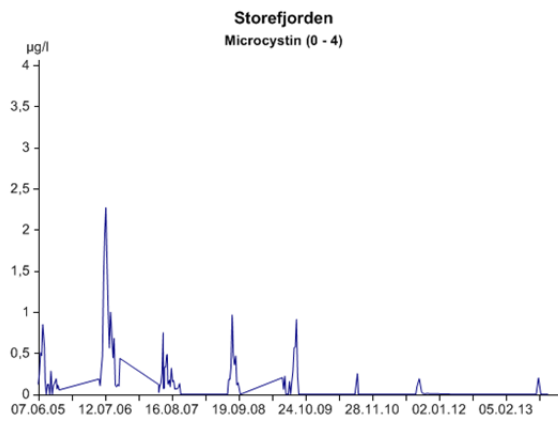


Variasjon i planteplanktonets mengde- og sammensetning i Nesparken i 2006-2013.

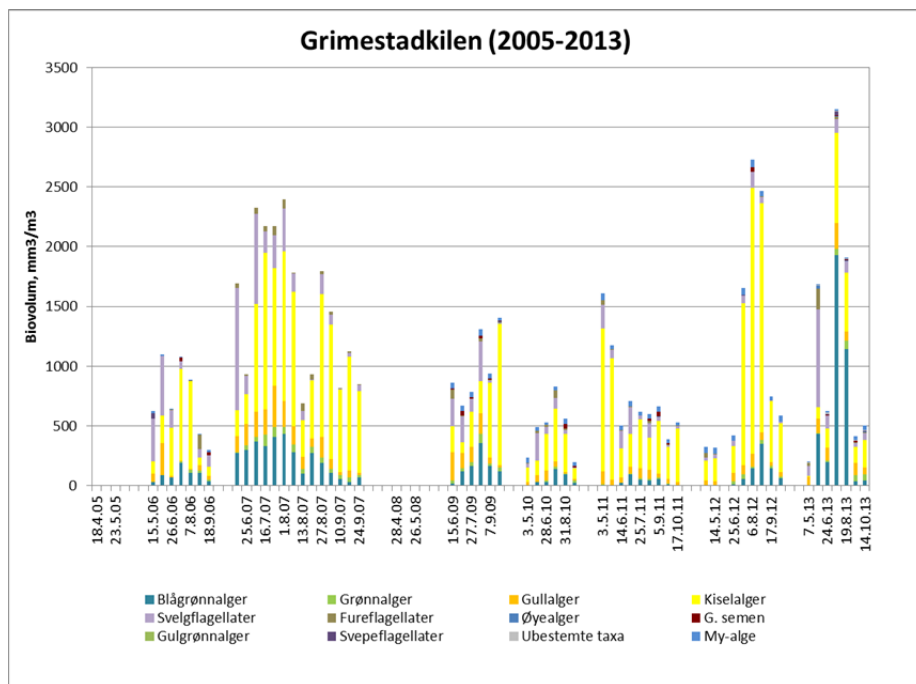
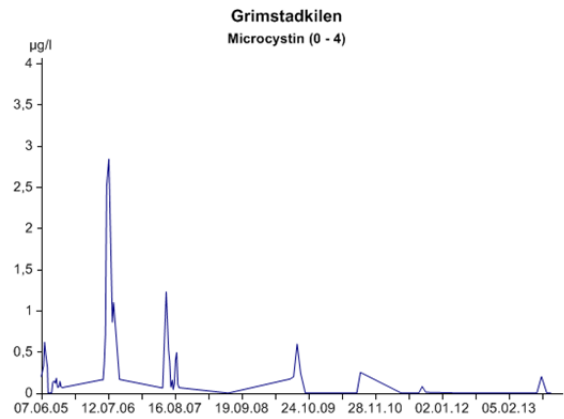
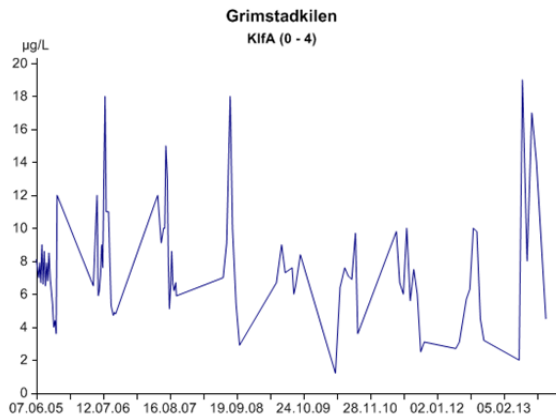


Variasjoner i klorofyllkonsentrasjonen i 2005-2013.





Variasjoner i microcystin i Vansjø 2005-2013.



Variasjon i klorofyll, microcystin og planteplanktonetmengde og -sammensetning i Grimstadkilen 2005-2013.

## Vedlegg 6. Faktaark (Utvidet sammendrag)

