

Overvåking Morsa 2015-2016

Resultater fra overvåking av innsjøer, elver og bekker i perioden
1. november 2015 – 31. oktober 2016



E. SKARBØVIK, D. STRAND, M. BECHMANN, B. SKJELBRED OG S. HAANDE

TITTEL

OVERVÅKING MORSA 2015-2016. RESULTATER FRA OVERVÅKING AV INNSJØER, ELVER OG BEKKER I PERIODEN 1. NOVEMBER 2015 – 31. OKTOBER 2016

FORFATTERE

SKARBØVIK, E., STRAND, D., BECHMANN, M., SKJELBRED, B. OG HAANDE, S.

DATO:	RAPPORT NR:	TILGJENGELIGHET:	PROSJEKT NR:	SAKSNR:
03.04.2017	38	Åpen	8965	17/00286
ISBN-NR:	ISBN DIGITAL VERSJON:	ISSN-NR:	ANTALL SIDER:	ANTALL VEDLEGG:
978-82-17-01817-9		2464-1162	60	7

OPPDRAUGSGIVER:

Vannområde Morsa

KONTAKTPERSON:

Carina R. Isdahl

STIKKORD/KEYWORDS:

Overvåking, eutrofiering, tilførsler av næringsstoff

Stikkord engelske: Monitoring, eutrophication, nutrient loads

FAGOMRÅDE/FIELD OF WORK:

Vannovervåking

Water monitoring

SAMMENDRAG:

Rapporten gir resultater fra overvåkingen av Vansjø, Bindingsvann, Langen, Våg, Mjær og Sæbyvannet, samt i elver og bekker i vannområde Morsa i perioden 1. november 2015 – 31. oktober 2016. Resultatene inkluderer oversikter over konsentrasjoner av næringsstoffer og suspendert sediment i alle stasjoner, samt tarmbakterier i elver og bekker, og klorofyll og algetellinger i innsjøer. Et infoark som er satt inn bakerst i rapporten oppsummerer resultatene (Vedlegg 7).

FYLKE:

Østfold og Akershus

LOKALITET:

Vannområde Morsa

GODKJENT

PER STÅLNACKE

PROSJEKTLEDER

EVA SKARBØVIK

**NIBIO**

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

FORORD

Rapporten gir en oversikt over resultater fra overvåking og undersøkelser i Vansjø/Morsavassdraget. Arbeidet er utført på vegne av Vannområdeutvalget Morsa og finansieres av alle kommunene, med tilskudd fra fylkesmennene og Miljødirektoratet.

Undersøkelsene i perioden november 2015 - oktober 2016 er utført av Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO), Norsk institutt for vannforskning (NIVA), Eurofins AS og Bjørn Solberg. Undersøkelsene er en videreføring av tidligere års overvåking.

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

- Overvåking av Vansjø og innsjøer oppstrøms Vansjø (NIVA)
- Overvåking av elver og bekker (NIBIO)

Prosjektet har hatt følgende medarbeidere:

Elver og bekker: Eva Skarbøvik (NIBIO) har vært prosjektleder og ansvarlig for overvåking av tilførsel elver. Marianne Bechmann og Hans Olav Eggestad (NIBIO) har hatt ansvar for tilførselsberegninger til vestre Vansjø. Bjørn Solberg (Bovim) har hatt ansvaret for prøvetaking av elver og bekker. GLB har levert vannføringsdata fra stasjonene Høgfoss i Hobølelva og Mossefossen. Vannføring i Skuterudbekken er levert av JOVA-programmet (NIBIO/LMD). Kjemiske analyser er utført ved Eurofins Moss.

Innsjøer: David Strand (NIVA) har analysert og rapportert resultatene fra innsjøene. Birger Skjelbred (NIVA) har hatt ansvaret for planteplanktonanalyse, samt beregning av indekser og beskrivelse av planteplankton-samfunnet i de aktuelle innsjøene. Sigrid Haande hadde ansvaret for datainnsamling sommeren 2016, og utarbeidet ny struktur for rapporten. Prøvetaking: Ronald Thorvaldsen har på oppdrag for MORSA tatt prøver i Vansjø og Sæbyvannet. NIVA har sammen med Ronald Thorvaldsen tatt prøver i de øvrige innsjøene. Kjemiske analyser er utført ved Eurofins Moss. Biologiske analyser (klorofyll-a, planteplankton og algetoksiner) er utført på NIVA.

Kvalitetssikring er utført av Per Stålnacke, NIBIO (tilførsler og overordnet kvalitetskontroll av rapporten) og Markus Lindholm, NIVA (innsjøer).

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

Ås mars 2017



Eva Skarbøvik

Prosjektleder

SAMMENDRAG

Rapporten gir en oversikt over overvåkingen i Morsa i perioden november 2015 – oktober 2016. Det er samlet inn vannprøver fra 14 bekker og elver, med en prøvetakingsfrekvens på (hovedsakelig) hver fjortende dag, samt flomprøver. Videre er Vansjø overvåket i fire stasjoner: Storefjorden, Vanemfjorden, Sunda og Nesparken. Av oppstrøms innsjøer har Sæbyvannet, Mjær, Våg, Langen, Bindingsvann blitt overvåket i 2016, hvorav Sæbyvannet også ble prøvetatt på dypvannet.

Nedbør- og avrenningsforhold var noe spesielle siden det meste av avrenningen kom før juni 2016. Siste del av perioden var det derfor svært tørt. Tilførslene til innsjøene ble derfor lavere enn vanlig, men hvis det justeres for vannføring kan det konkluderes med at denne periodens tilførsler ligger rundt gjennomsnittet for de siste 12 årene. Langtidstrender (siden 1985) av både fosfor- og partikkelkonsentrasjoner i Hobøelva viser en signifikant nedadgående trend; dette til tross for at gjennomsnittlig årsvannføring har økt i samme periode.

De øvre innsjøene Bindingsvann, Langen og Våg har ikke blitt prøvetatt de siste årene. Data fra 2016 viser at innsjøene er i god tilstand. Mjær og Sæbyvann er i moderat tilstand. Undersøkelser av dypvannet i Sæbyvannet tyder ikke på at det lekker betydelige mengder fosfor fra bunnsedimentet; tilførsler av næringsstoff til denne innsjøen kommer derfor fra nedbørfeltet.

Både Storefjorden og Vanemfjorden er klassifisert til moderat tilstand basert på 2016-undersøkelsen. Begge innsjøer ligger imidlertid i god tilstandsklasse for klorofyll a. Vanemfjorden ligger også nært miljømålet for totalfosfor.

Et mer utfyllende sammendrag er gitt som et faktaark bakerst i rapporten (Vedlegg 7).

INNHOOLD

1	INNLEDNING	6
1.1	Rapportens innhold	6
1.2	Vannområde Morsa og Vansjø-Hobølvasdraget	6
1.3	Hydrologi i rapporteringsperioden	7
2	OVERVÅKINGSSTASJONER OG METODIKK	8
2.1	Prøvetaking i Vansjø	8
2.2	Prøvetaking i øvrige innsjøer	9
2.3	Prøvetaking i elver og bekker	10
3	INNSJØER OPPSTRØMS VANSJØ	12
3.1	Resultater fysisk-kjemiske forhold	12
3.2	Resultater biologi	14
3.3	Økologisk tilstand og utvikling i innsjøene oppstrøms Vansjø	17
4	TILFØRSLER FRA ELVER OG BEKKER	25
4.1	Gjennomsnittlige konsentrasjoner	25
4.2	Tilførsler i rapporteringsperioden 2015-16	26
4.3	Vannføringsnormaliserte fosfortilførsler	28
4.4	Fosfortap per arealenhet	29
4.5	Tidsutvikling av fosforkonsentrasjoner og -tilførsler i Hobølelva	31
5	VANNKVALITET I VANSJØ	33
5.1	Resultater fysisk-kjemiske forhold	33
5.2	Resultater biologi	36
5.3	Økologisk tilstand og utvikling i Vansjø	39
6	KONKLUSJON OG OPPSUMMERING	45
6.1	Miljøtilstanden sett i forhold til miljømålene	45
6.2	Fosforbudsjett	48
6.3	Høye TP-konsentrasjoner i Storefjorden i 2016 – mulige årsaker	50
6.4	Utvikling av tilførsler	51
6.5	Langtidsutvikling i Vansjø	52
6.6	Utvikling i de seks andre innsjøene	53
7	REFERANSER	58
	VEDLEGG	59
	Vedlegg 1: Ordliste	60
	Vedlegg 2: Feltbeskrivelser	64
	Vedlegg 3: Metodikk– informasjon om prøvetaking, frekvens og parametere	67
	Vedlegg 4: Utfyllende informasjon om innsjøer oppstrøms Vansjø	73
	Vedlegg 5: Utfyllende informasjon om Vansjø	83
	Vedlegg 6: Næringsstoffbudsjett og arealspesifikke tilførsler	89
	Vedlegg 7: Faktaark (Utvidet sammendrag)	93

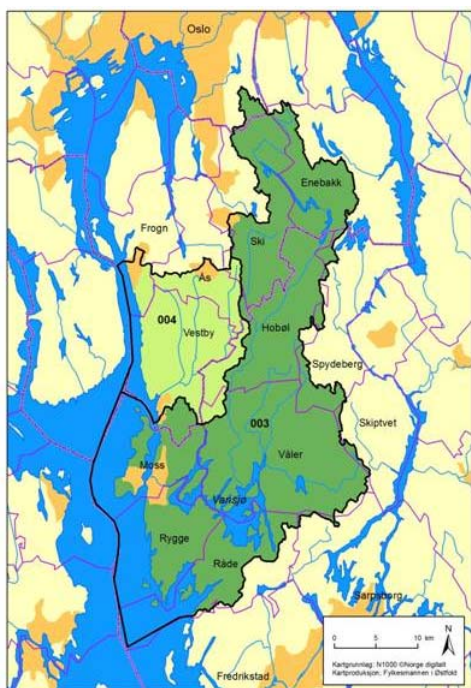
1 INNLEDNING

1.1 Rapportens innhold

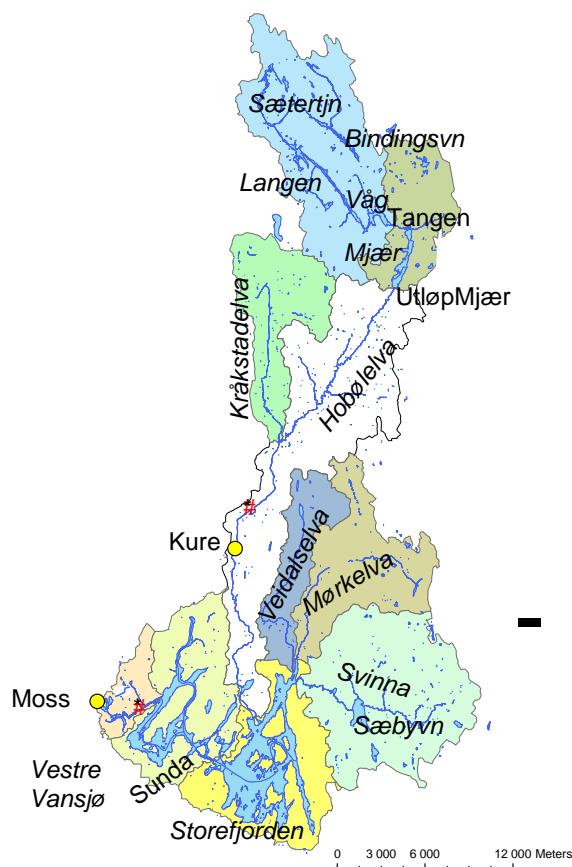
Rapporten gir en oversikt over resultater fra overvåking i Vansjø, Bindingsvann, Langen, Våg, Mjær og Sæbyvannet, samt i elver og bekker i vannområde Morsa (figur 1.1) i perioden 1. november 2015 – 31. oktober 2016. I forhold til fjorårets rapport er innholdet i henhold til ønsker fra oppdragsgiver kortet ned. Derfor er store deler av feltbeskrivelsen lagt i Vedlegg 2, metodebeskrivelsen er for det meste i Vedlegg 3, utfyllende informasjon om innsjøene i Vedlegg 4 og 5, og næringsstoffbudsjettet i Vedlegg 6. I Vedlegg 1 finnes en forklarende liste over parametere som er undersøkt. I tillegg til denne rapporten er det utarbeidet et faktaark som oppsummerer funnene, og dette er lagt ved rapporten i Vedlegg 7.

1.2 Vannområde Morsa og Vansjø-Hobølvassdraget

Vannområde Morsa (figur 1.1) består av Vansjø-Hobølvassdraget med kystområdene fra Drøbak i Frogn kommune i nord til Saltnes i Råde kommune i sør, samt Hølenvassdraget. Vannområdet ligger i Akershus og



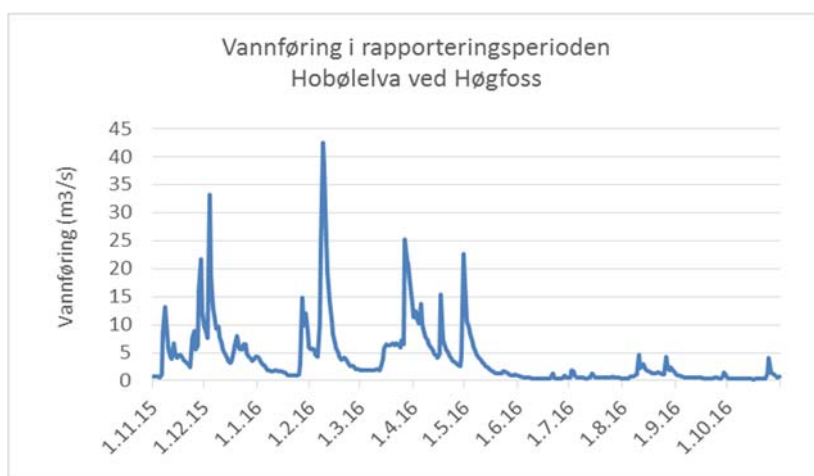
Figur 1.1. Kart over hele nedbørfeltet til Vannområde Morsa (over), inkludert Hølenvassdraget og kystbekker, samt over Vansjø-Hobølvassdraget (høyre). Mer detaljerte kart over prøvetakingsstedene er gitt i metodekapitlet.



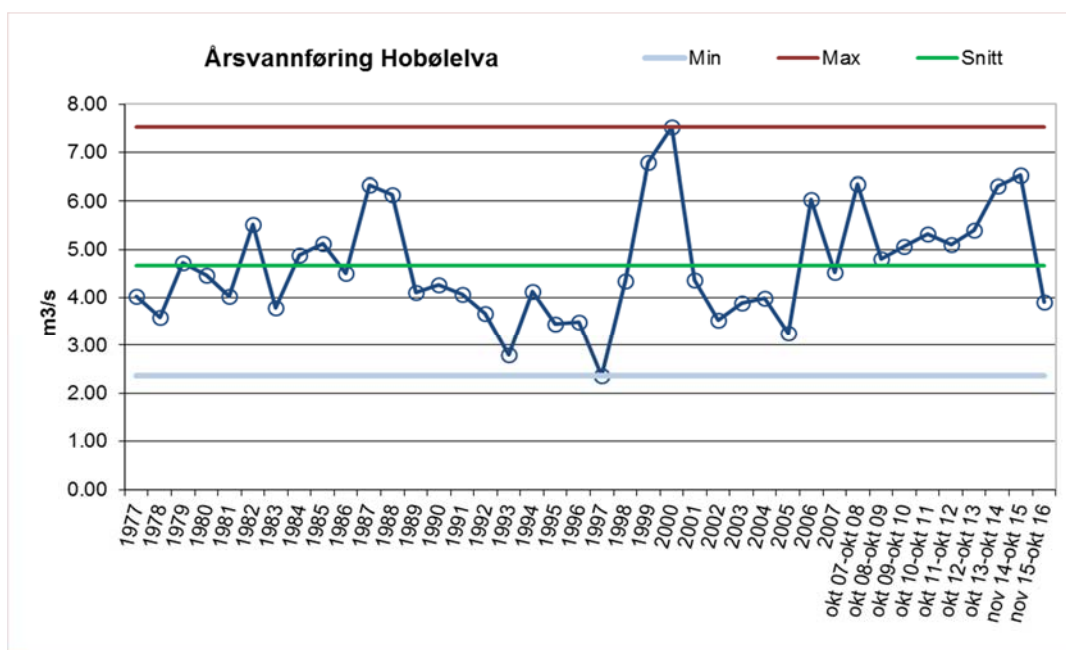
Østfold, og omfatter kommunene Oslo, Enebakk, Ski, Frogn, Ås, Vestby, Hobøl, Spydeberg, Våler, Moss, Rygge og Råde. Totalt dekker vannområdet 1.208 km² og har i overkant av 100.000 innbyggere. Mer informasjon om vannområdet finnes i Vedlegg 2.

1.3 Hydrologi i rapporteringsperioden

Figur 1.2 viser vannføringen i Hobøelva ved Høgfoss i rapporteringsperioden 1. november 2015 til 31. oktober 2016. Det var normale vannmengder frem til forsommeren, men perioden juni-oktober 2016 uvanlig tørr. Gjennomsnittlig vannføring i Hobøelva var 3,9 m³/s for hele årsperioden, noe som er 0,75 m³/s lavere enn gjennomsnittet i 40-årsperioden 1977-2016. I løpet av disse 40 årene har 10 år hatt lavere årsvannføring.



Figur 1.2. Vannføringsvariasjoner i rapporteringsperioden 1. november 2015 – 31. oktober 2016 i Hobøelva ved Høgfoss.

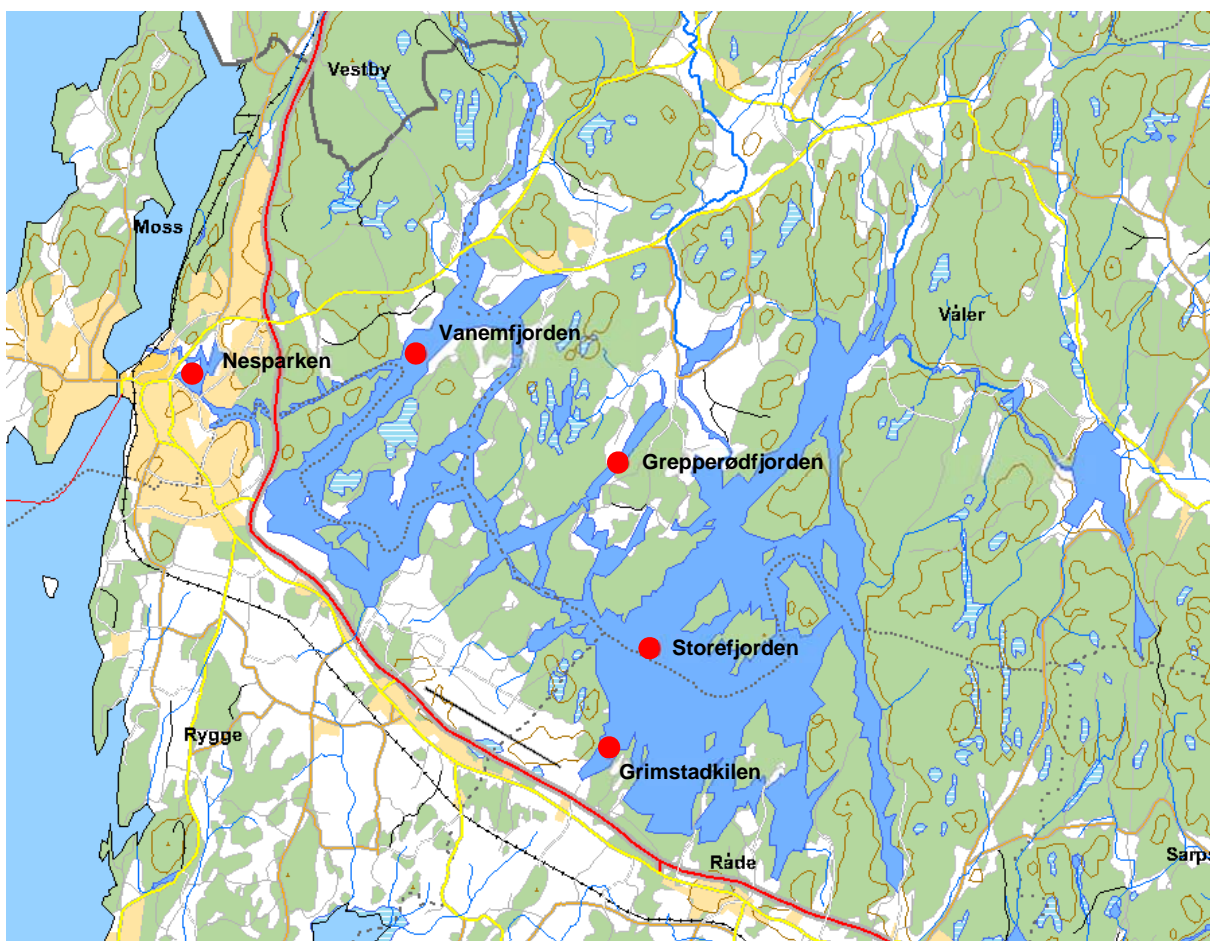


Figur 1.3. Årsvannføring i Hobøelva siden 1977, vist som gjennomsnittlig døgnvannføring i m³/s.

2 OVERVÅKINGSSTASJONER OG METODIKK

2.1 Prøvetaking i Vansjø

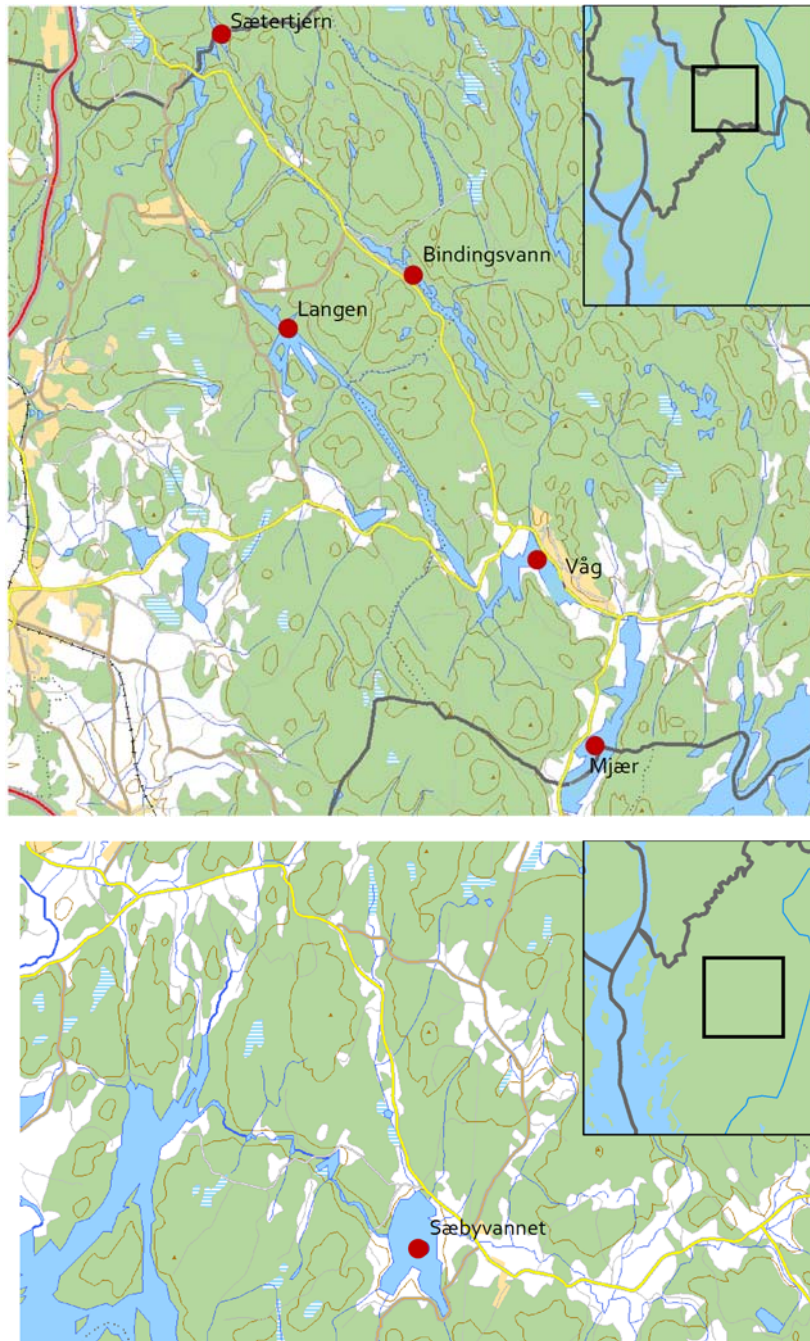
Overvåkingen av Vansjø ble i 2016 startet opp den 24. april og varte til og med den 10. oktober. Det ble tatt prøver hver 14. dag i hele perioden fra stasjonene i Vanemfjorden og Storefjorden (fig. 2.1). Ved stasjonen i Nesparken (fig. 2.1) ble det tatt prøver hver 14. dag fra juni til midten av august. Det ble ikke tatt noen prøver fra stasjonen i Grepperødfjorden og Grimstadkilen i 2016. Vedlegg 3 gir en oversikt over prøveparametere og prøvefrekvens fra hver stasjon.



Figur 2.1. Målestasjoner for overvåking av Vansjø (Det ble ikke tatt prøver i Grepperødfjorden og i Grimstadkilen i 2015) (kartgrunnlag: Aquamonitor, NIVA).

2.2 Prøvetaking i øvrige innsjøer

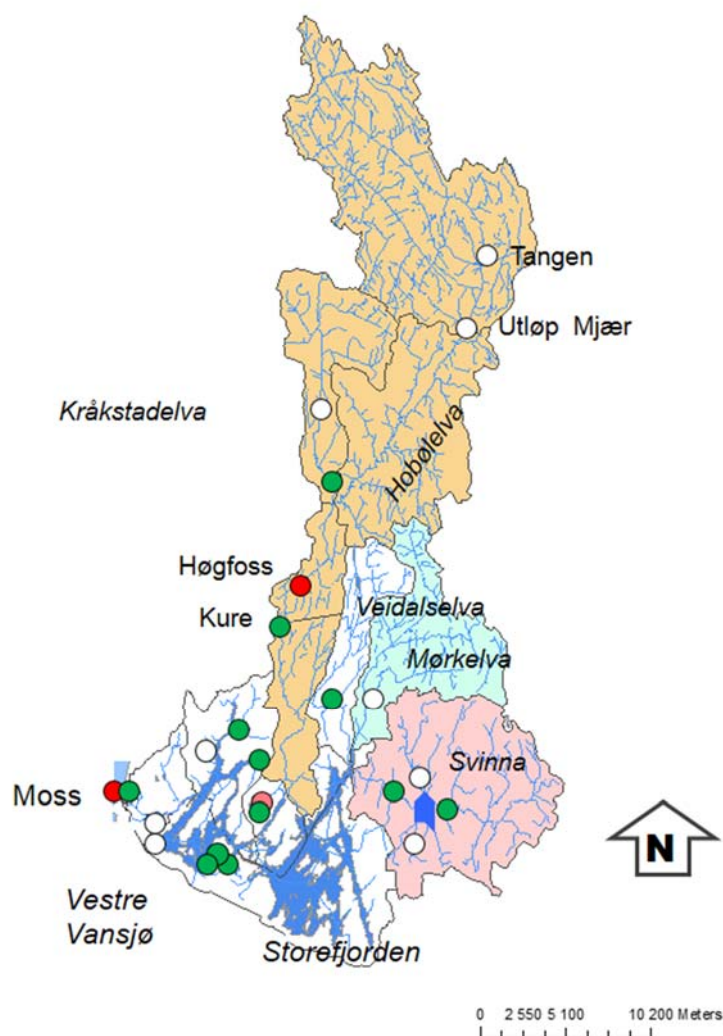
Bindingsvann, Langen, Våg, Mjær og Sæbyvannet (fig. 2.2) ble inkludert i overvåkingen av innsjøene oppstrøms Vansjø i 2016. Sættertjern (fig. 2.2) ble sist overvåket i 2012.. Overvåkingen pågikk i perioden 23. mai til 12. oktober 2016 med en prøvetakingsfrekvens hver 4. uke (Se Vedlegg 3 for målte parametere).



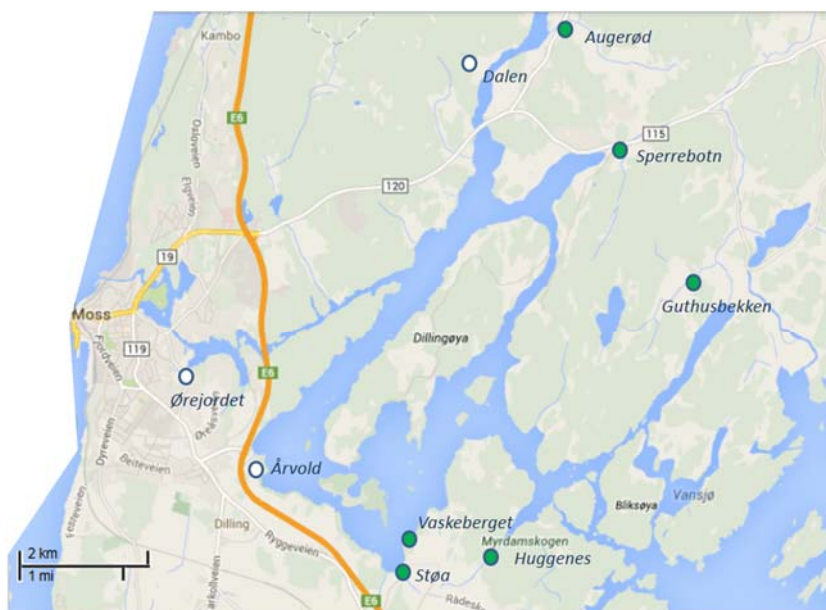
Figur 2.2. Beliggenhet av målestasjoner i innsjøene i Vansjø-Hobølvasstraget). (Det ble ikke gjennomført overvåking i Morsa-regi i Sættertjernet, i 2016) (kartgrunnlag: Aquamonitor, NIVA).

2.3 Prøvetaking i elver og bekker

Elvestasjonene (figur 2.3) har i denne perioden omfattet følgende lokaliteter; Hobøelva ved Kure, Kråkstadelva ved innløp Hobøelva, Svinna inn- og ut av Sæbyvannet, og Veidalselva. Stasjonen i Svinna oppstrøms Sæbyvannet ligger oppstrøms renseanlegget. I nedbørfeltet til vestre Vansjø og Mosseelva ble det tatt ut vannprøver i seks bekker (se detaljkart i figur 2.4). I tillegg kommer stasjonen i sundet mellom Storefjorden og Vanemfjorden, samt i Mossefossen. Det tas også prøver i en stasjon i Hølenelva, som er et nabovassdrag til Vansjø-Hobølvassdraget og som inngår i Vannområde Morsa (Figur 2.5).



Figur 2.3 Vansjø-Hobølvassdragets nedbørfelt med prøvelokaliteter i tilførselselver og -bekker. Røde sirkler er hydrologiske stasjoner, rosa sirkel er Guthus hydrologiske stasjon som ble nedlagt i 2013; grønne sirkler er vannkvalitets-stasjoner i bruk sesongen 2014/15; hvite sirkler er stasjoner som er prøvetatt tidligere. For vestre Vansjø, se mer detaljert kart i figur 2.4 og for Hølen, se kart i figur 2.5.



Figur 2.4. Prøvetaking i nedbørfeltet til vestre Vansjø og Mosseelva. Stasjonene Ørejordet, Dalen og Årvold er markert med hvite sirkler siden de ikke ble prøvetatt i denne perioden.



Figur 2.5. Kart som viser lokalisering av stasjonen i Hølen. Kartgrunnlag: Finn.no/kart

Øvrig informasjon om metodikk, inkludert metoder for tilførselsberegninger, vannføringsnormalisering, analyseparametere og prøvetakingsfrekvens, er gitt i Vedlegg 3. Metodikken er ikke endret siden forrige års rapportering.

3 INNSJØER OPPSTRØMS VANSJØ

Innsjøene Bindingsvannet, Langen, Våg, Mjær og Sæbyvannet har blitt overvåket i 2016. Setertjern ble sist overvåket i 2012 og ble da klassifisert til god økologisk tilstand.

I dette kapitlet gis det en kort presentasjon av de mest relevante fysisk-kjemiske og biologiske dataene for innsjøene, og den økologiske tilstanden blir klassifisert i henhold til. Dataene fra overvåkingen i 2016 vil også ses i sammenheng med tidligere overvåkingsdata og hovedtrekkene i utvikling i innsjøene vil vurderes. Alle basisdata vises i vedlegg 4, både i tabeller og i figurer.

3.1 Resultater fysisk-kjemiske forhold

3.1.1 Temperatur og oksygen

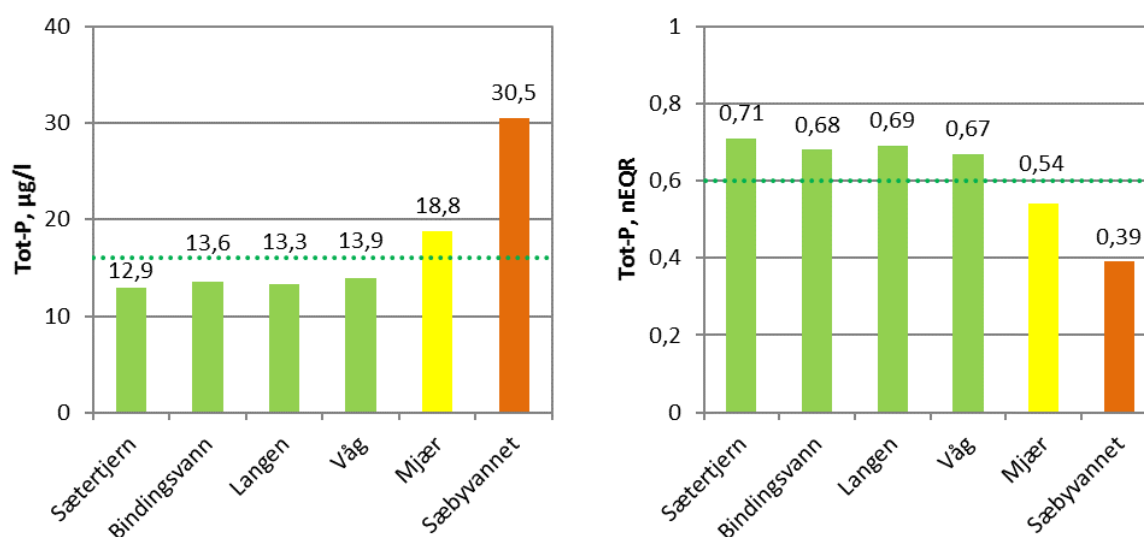
I nordiske innsjøer etableres det en temperatursjiktning om sommeren med varmt overflatevann og kaldere bunnvann, og disse vertikale lagene er ofte så stabile at de ikke blandes. Algeveksten skjer primært i overflatelaget hvor det er tilgang på lys. Algene vil etter hvert sedimentere og nedbrytningen 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 4.

3.1.2 Siktedyp og vannets farge

Vannets farge påvirkes av avrenning og data fra tidligere år viser at det er en sammenheng mellom nedbør og økning i fargeinnhold i vannet. I 2011 var det mye nedbør og flom i september, og dette medførte en spesielt stor økning i fargetallet i innsjøene. I 2014 derimot var det en veldig varm og tørr sommer og det var lavere fargetall i innsjøen denne sommeren. En økning i fargetall vil være en faktor som påvirker siktedypet. Resultatene vises i vedlegg 4.

3.1.3 Totalfosfor

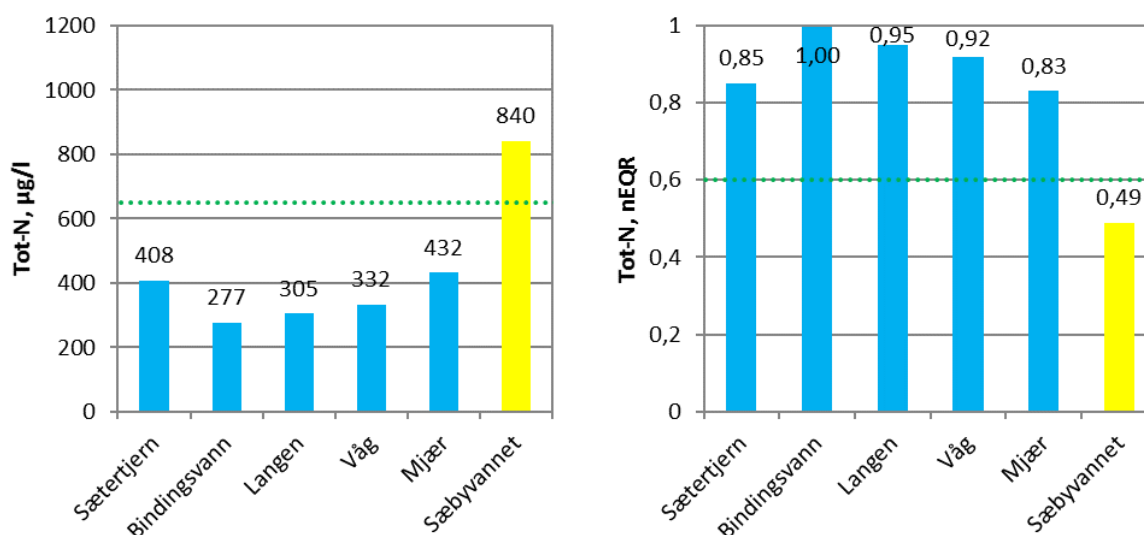
Resultatene vises i figur 3.1. Nedbørfeltet til innsjøene består av områder over og under den marine grense og fosforkonsentrasjonene i innsjøene kan være bestemt av både fosfor som er bundet til organisk materiale og fosfor bundet til tilført leirmateriale.



Figur 3.1. Tilstandsklassifisering av eutrofieringsparameteren total fosfor (Tot-P) for innsjøene oppstrøms Vansjø. Figuren til venstre viser gjennomsnittskonsentrasjon av total fosfor for sesongen, og figuren til høyre viser normalisert EQR (nEQR) for total fosfor. Fargen viser tilstandsklassen, der blått er svært god, grønn er god, gul er moderat, oransje er dårlig og rød er svært dårlig økologisk tilstand. Miljømålet (grensen mellom god og moderat økologisk tilstand) for total fosfor for innsjøtype L-N3 er 16 µg/l (0,60 nEQR) og er vist som grønn stiplet linje.

3.1.4 Total nitrogen

Resultatene vises i Figur 3.2.

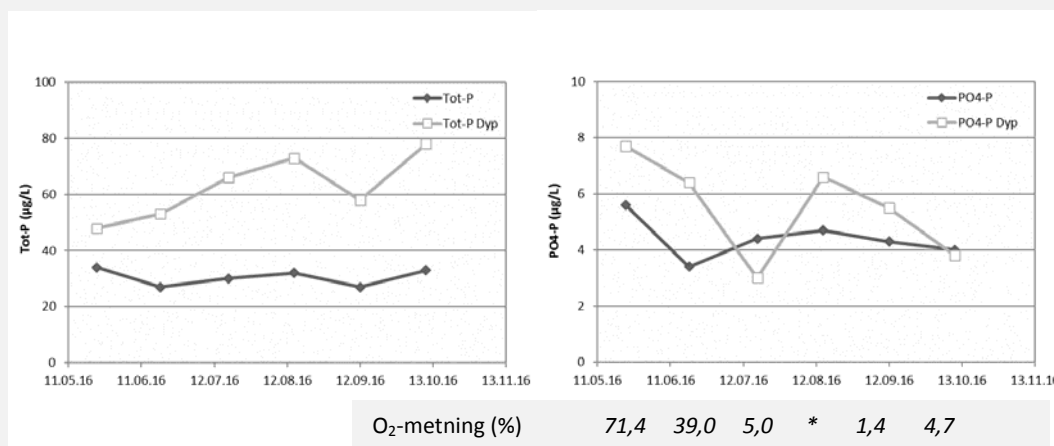


Figur 3.2. Tilstandsklassifisering av eutrofieringsparameteren total nitrogen (Tot-N) for innsjøene oppstrøms Vansjø. Figuren til venstre viser gjennomsnittskonsentrasjon av total fosfor for sesongen, og figuren til høyre viser normalisert EQR (nEQR) for total fosfor. Fargen viser tilstandsklassen, der blått er svært god, grønn er god, gul er moderat, oransje er dårlig og rød er svært dårlig økologisk tilstand. Miljømålet (grensen mellom god og moderat økologisk tilstand) for total nitrogen for innsjøtype L-N3 er 650 µg/l (0,60 nEQR) og er vist som grønn stiplet linje.

Interngjødsling i Sæbyvannet

Resultatene vises i figur 3.3. I tillegg til prøver av totalfosfor og ortofosfat ved overflaten (0-4m) ble det tatt prøver rett over bunn (18m) for å undersøke mulig interngjødsling i innsjøen. Resultatene viser at verdiene av totalfosfor og ortofosfat er noe høyere ved bunn enn ved overflaten. Så lenge det er oksygen til stede vil det ikke forekomme fosforlekkasje fra sedimentene og fosforkonsentrasjon ved bunn vil bli påvirket av sedimentering og nedbryting av dødt organisk materiale. Dersom prøven har blitt tatt for nært sedimentoverflaten, vil det også kunne være fosforrike sedimentpartikler i vannet som kan ha påvirket prøven. Nedbrytning av organisk materiale vil også gi mer fosfor i bunnvannet.

Det ble generelt målt noe høyere konsentrasjoner av totalfosfor i bunnvannet gjennom hele sesongen, mens det ble ikke målt høye verdier av fosfat i bunnvannet i 2016. Fra slutten av juli til oktober ble det målt lave oksygen konsentrasjoner ved bunn, men ikke under 0,5mg/l. Dette indikerer at det ikke har lekket fosfor fra sedimentene i 2016, mens det i 2015 var indikasjoner på fosfor lekkasje (se MORSA rapport for 2014-2015). Interngjødslingen i Sæbyvannet har sannsynligvis liten betydning for fosforkonsentrasjonen i vannet sammenlignet med eksterne tilførsler da lekkasjen fra sedimentet synes å være relativt svak.



Figur 3.3. Totalfosfor og orto-fosfat (PO₄-P) i Sæbyvannet i 2016 ved overflaten (0-4m) og ved bunnen (18m). I den nederste grå boksen vises oksygenmetning i bunnvannet (18 m) i Sæbyvannet de dagene prøvene er tatt. * Det er ikke målt oksygen denne datoen grunnet feil på sonde.

3.1.5 Øvrige vannkjemiske parametere

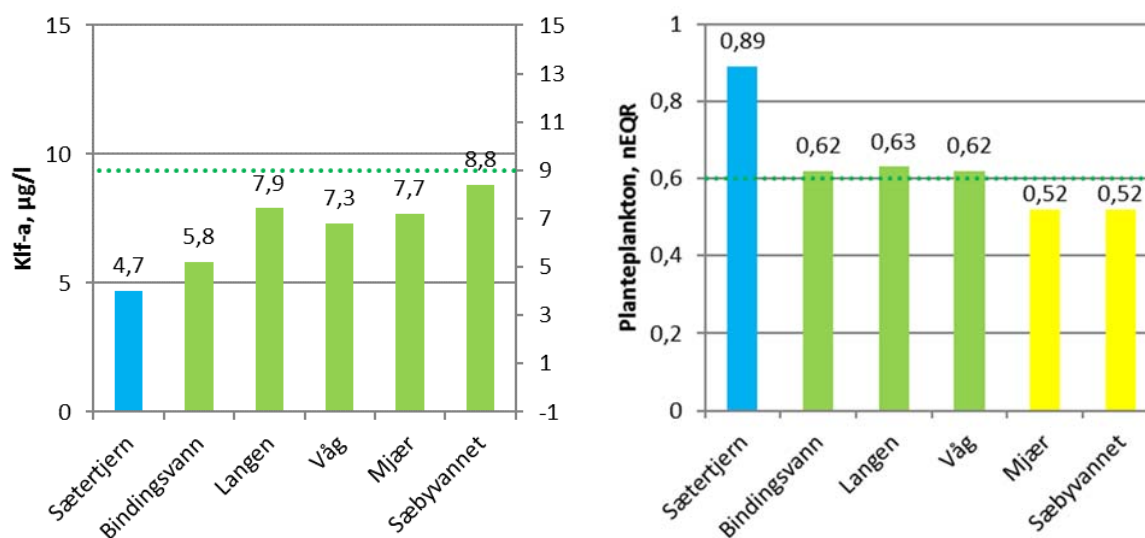
Basisdata og figurer vises i vedlegg 4.

3.2 Resultater biologi

3.2.1 Klorofyll-a og planteplankton

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 biomasseparameterne (slik det sees på figur 3.4 for Mjær og Sæbyvannet).



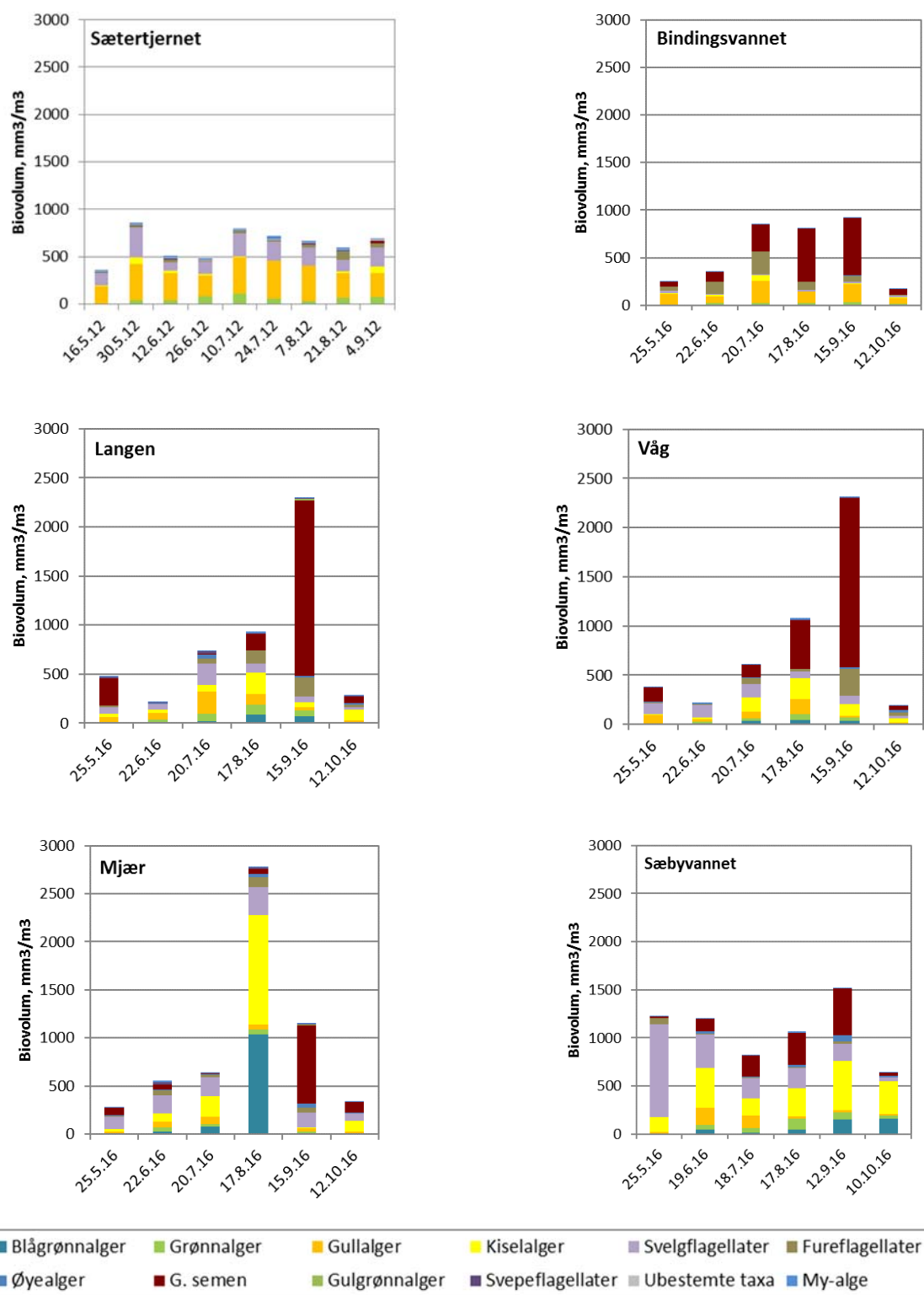
Figur 3.4. Tilstandsklassifisering av eutrofieringsparameterne klorofyll-a (til venstre) og planteplankton (til høyre) for innsjøene oppstrøms Vansjø. Figuren til venstre viser gjennomsnittskonsentrasjon av klorofyll-a for sesongen, og figuren til høyre viser normalisert EQR (nEQR) for totalvureringen av planteplankton. Fargen viser tilstandsklassen, der blått er svært god, grønn er god, gul er moderat, oransje er dårlig og rød er svært dårlig økologisk tilstand. Miljømålet (grensen mellom god og moderat økologisk tilstand) for klorofyll-a for innsjøtype L-N3 er 9 µg/l (0,60 nEQR) og er vist som grønn stiplet linje.

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

Vann med 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 generelt sett får man en mindre streng tilstandsklassifisering av innsjøer som domineres av algen *G. semen* enn ved kun å bruke klorofyll.

3.2.2 Microcystin

Cyanobakterier kan produsere cyanotoksiner, blant annet microcystin. Vannprøvene fra innsjøene oppstrøms Vansjø ble kun undersøkt for microcystin hvis det ble observert mistenkelige cyanobakterier i vannet. Det ble kun påvist svært lave konsentrasjoner av microcystin (0,2µg/l) i Sæbyvannet i august og september 2016.

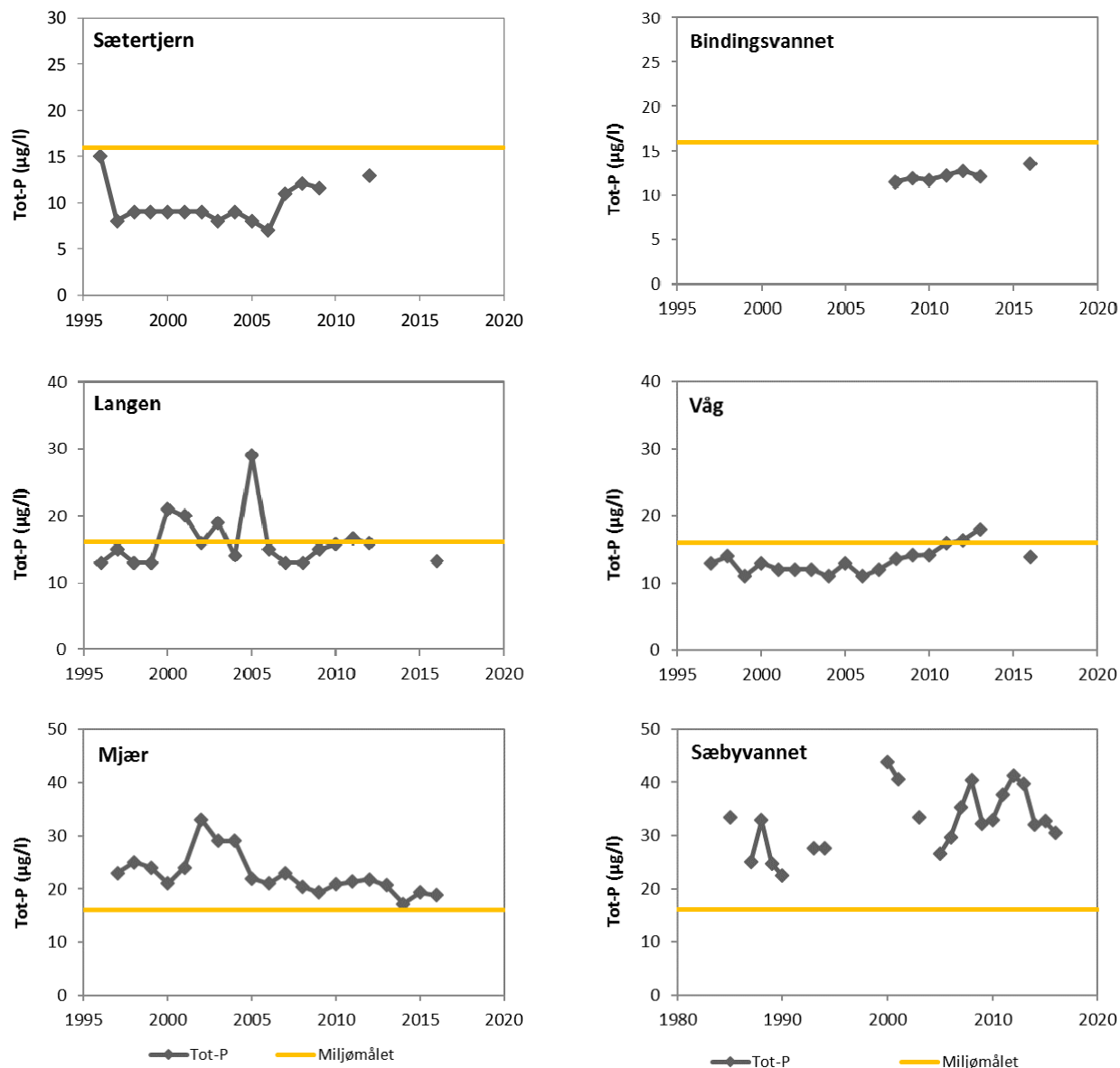


Figur 3.5. Variasjon i planteplanktonets mengde og sammensetning i innsjøene oppstrøms Vansjø.

3.3 Økologisk tilstand og utvikling i innsjøene oppstrøms Vansjø

3.3.1 Utvikling av vannkvalitet i innsjøene

Dataene fra 2016 er satt sammen med historiske data for total fosfor, og sammenlignet med oppsatt miljømål for de aktuelle innsjøene (Figur 3.6).



Figur 3.6. Langtidsserier som viser årsmiddelverdier av totalfosfor-konsentrasjonen i innsjøene oppstrøms Vansjø (Kilde: før 2008 er data fra Fylkesmannen i Oslo/Akershus, etter 2008 er data fra NIVA). Miljømålet (gul linje) er grensen mellom god og moderat økologisk tilstand.

3.3.2 Økologisk tilstand i innsjøene oppstrøms Vansjø

I henhold til vannforskriften skal økologisk tilstand i innsjøer og elver vurderes med hjelp av biologiske indikatorer, mens andre fysisk-kjemiske parametere (f.eks. næringsstoffkonsentrasjoner, siktedyp) skal brukes som støtteparametere. Miljømålet defineres som grensen mellom moderat og god økologisk tilstand. En norsk planteplanktonindeks er utviklet for klassifisering av økologisk basert på klorofyll-a, totalt biovolum, trofiindeks for artssammensetning (PTI) og oppblomstring av cyanobakterier (Cyanomaks) (Se Vedlegg 3 for en detaljert beskrivelse av planteplanktonindeksen).

Planteplankton er den eneste biologiske parameteren vi har analysert i denne undersøkelsen, og i tillegg har vi vurdert støtteparametere 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 som følge av marin leire i nedbørsfeltet. Dette påvirker siktedypet og gjør denne parameteren lite egnet som et godt mål på eutrofiering. I selve tilstandsklassifiseringen har vi derfor valgt å vektlegge totalvurderingen av planteplankton sammen med totalfosfor og totalnitrogen.

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

Sætertjernet 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. Sætertjernet 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. Sætertjernet har blitt overvåket i 2008, 2009 og 2012 i regi av vannområde Morsa.

Vurderingen av økologisk tilstand for Sætertjern iht. vannforskriften er vist i Tabell 3.1. Totalvurdering av planteplankton gir tilstandsklasse svært god og totalfosfor og totalnitrogen gir tilsammen tilstandsklasse god, og dette indikerer at Sætertjern har god økologisk tilstand. Data fra 2012.

Tabell 3.1. Tilstandsklassifisering og normalisert EQR for Sætertjern i 2012.

Kvalitetselement	Verdi	Tilstands klasse	Normalisert EQR
Biologiske kvalitetselementer			
Planteplankton: Klorofyll-a, µg/l	4,7	SG	0,83
Planteplankton: Biovolum, mg/l	0,63	G	0,79
Planteplankton: Middell av klf-a og biovolum		SG	0,81
Planteplankton: Trofisk indeks, PTI	2,11	SG	0,97
Planteplankton: Cyanomax, mg/l	0,00	SG	1,00
Totalvurdering planteplankton		SG	0,89
Fysisk-kjemiske kvalitetselementer			
Tot-P (µg/l)	12,9	G	0,71
Tot-N (µg/l)	408	SG	0,85
¹ Siktedyp (m)	1,6	D	0,30
Totalvurdering eutrofieringsparametere		G	0,78
Total klasse		G	0,78

1) Siktedyp tas ikke med i klassifiseringen da dette er et leirpåvirket vassdrag

Bindingsvannet



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


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

Vurderingen av økologisk tilstand for Bindingsvann iht. vannforskriften er vist i Tabell 3.2. Totalvurderingen av planteplanktonet tilstandsklasse god, mens totalfosfor og totalnitrogen gir tilsammen tilstandsklasse svært god. Dette indikerer at Bindingsvann har god økologisk tilstand i 2016

Tabell 3.2. Tilstandsklassifisering og normalisert EQR for Bindingsvannet i 2016.

Kvalitetselement	Verdi	Tilstands klasse	Normalisert EQR
Biologiske kvalitetselementer			
Planteplankton: Klorofyll-a, µg/l	5,8	G	0,77
Planteplankton: Biovolum, mg/l	0,56	SG	0,83
Planteplankton: Middell av klf-a og biovolum		G	0,80
Planteplankton: Trofisk indeks, PTI	2,5	M	0,52
Planteplankton: Cyanomax, mg/l	0,01	SG	0,99
Totalvurdering planteplankton		G	0,66
Fysisk-kjemiske kvalitetselementer			
Tot-P (µg/l)	13,6	G	0,68
Tot-N (µg/l)	277	SG	1,00
¹ Siktedyp (m)	2,2	D	0,39
Totalvurdering eutrofieringsparametere		SG	0,84
Total klasse		G	0,66

1) Siktedyp tas ikke med i klassifiseringen da dette er et leirpåvirket vassdrag

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


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 i tidligere rapporter.

Vurderingen av økologisk tilstand for Langen iht. vannforskriften er vist i Tabell 3.3. Totalvurderingen av planteplanktonet gir tilstandsklasse god, mens totalfosfor og totalnitrogen gir tilsammen tilstandsklasse svært god. Dette indikerer at Langen har god økologisk tilstand i 2016.

Tabell 3.3. Tilstandsklassifisering og normalisert EQR for Langen i 2016

Kvalitetselement	Verdi	Tilstands klasse	Normalisert EQR
Biologiske kvalitetselementer			
Planteplankton: Klorofyll-a, µg/l	7,9	G	0,64
Planteplankton: Biovolum, mg/l	0,83	G	0,69
Planteplankton: Middell av klf-a og biovolum		G	0,66
Planteplankton: Trofisk indeks, PTI	2,43	M	0,60
Planteplankton: Cyanomax, mg/l	0,09	SG	0,89
Totalvurdering planteplankton		G	0,63
Fysisk-kjemiske kvalitetselementer			
Tot-P (µg/l)	13,3	G	0,69
Tot-N (µg/l)	305	SG	0,95
¹ Siktedyp (m)	2	D	0,37
Totalvurdering eutrofieringsparametere		SG	0,82
Total klasse		G	0,63

1) Siktedyp tas ikke med i klassifiseringen da dette er et leirpåvirket vassdrag

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

Delnedbørfeltet ”Våg og Mjær” 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 i tidligere rapporter.

Vurderingen av økologisk tilstand for Våg iht. vannforskriften er vist i Tabell 3.4. Totalvurderingen av planteplanktonet gir tilstandsklasse god og totalfosfor og totalnitrogen gir tilsammen tilstandsklasse god. Dette indikerer at Våg har god økologisk tilstand i 2016.

Tabell 3.4. Tilstandsklassifisering og normalisert EQR for Våg i 2016.

Kvalitetsэлемент	Verdi	Tilstands klasse	Normalisert EQR
Biologiske kvalitetsэлементer			
Planteplankton: Klorofyll-a, µg/l	7,3	G	0,67
Planteplankton: Biovolum, mg/l	0,80	G	0,70
Planteplankton: Middell av klf-a og biovolum		G	0,68
Planteplankton: Trofisk indeks, PTI	2,46	M	0,56
Planteplankton: Cyanomax, mg/l	0,05	SG	0,94
Totalvurdering planteplankton		G	0,62
Fysisk-kjemiske kvalitetsэлементer			
Tot-P (µg/l)	13,9	G	0,67
Tot-N (µg/l)	332	SG	0,92
¹ Siktedyp (m)	2,1	M	0,42
Totalvurdering eutrofieringsparametere		G	0,79
Total klasse		G	0,62

1) Siktedyp tas ikke med i klassifiseringen da dette er et leirpåvirket vassdrag

Mjær



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

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 i tidligere rapporter. 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.

Vurderingen av økologisk tilstand for Mjær iht. vannforskriften er vist i Tabell 3.5. Totalvurdering av planteplanktonet gir tilstandsklasse moderat og totalfosfor og totalnitrogen gir tilsammen tilstandsklasse god. Dette indikerer at Mjær har moderat økologisk tilstand i 2016.

Tabell 3.5. Tilstandsklassifisering og normalisert EQR for Mjær i 2016.

Kvalitetselement	Verdi	Tilstands klasse	Normalisert EQR
Biologiske kvalitetselementer			
Planteplankton: Klorofyll-a, µg/l	7,7	G	0,65
Planteplankton: Biovolum, mg/l	0,96	G	0,62
Planteplankton: Middel av klf-a og biovolum		G	0,64
Planteplankton: Trofisk indeks, PTI	2,59	M	0,41
Planteplankton: Cyanomax, mg/l	1,04	M	0,59
Totalvurdering planteplankton		M	0,52
Fysisk-kjemiske kvalitetselementer			
Tot-P (µg/l)	18,8	M	0,54
Tot-N (µg/l)	432	SG	0,83
¹ Siktedyp (m)	1,5	D	0,22
Totalvurdering eutrofieringsparametere		G	0,68
Total klasse		M	0,52

1) Siktedyp tas ikke med i klassifiseringen da dette er et leirpåvirket vassdrag

Sæbyvannet



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

Delnedbørfeltet som drenerer til Sæbyvannet er dominert av skog, men det er også store områder med jordbruk, samt tettstedet Svinndal og spredt bebyggelse. Sæbyvannet ligger under marin grense, og er derfor betydelig påvirket 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 i tidligere rapporter.

Vurderingen av økologisk tilstand for Sæbyvannet iht. vannforskriften er vist i Tabell 3.6. Totalvurdering av planteplanktonet gir tilstandsklasse moderat og total fosfor og totalnitrogen gir tilsammen tilstandsklasse moderat Dette indikerer at Sæbyvannet har moderat økologisk tilstand. Den økologiske tilstanden i 2013-2016 er en klasse bedre enn perioden 2010-2012, og dette skyldes at det er lavere biomasse av alger og ingen kraftig oppblomstring av *G. semen* i Sæbyvannet i 2013-2016.

Tabell 3.6. Tilstandsklassifisering og normalisert EQR for Sæbyvannet i 2016.

Kvalitetselement	Verdi	Tilstands klasse	Normalisert EQR
Biologiske kvalitetselementer			
Planteplankton: Klorofyll-a, µg/l	8,8	G	0,61
Planteplankton: Biovolum, mg/l	1,08	M	0,58
Planteplankton: Middel av klf-a og biovolum		M	0,60
Planteplankton: Trofisk indeks, PTI	2,57	M	0,44
Planteplankton: Cyanomax, mg/l	0,16	G	0,80
Totalvurdering planteplankton		M	0,52
Fysisk-kjemiske kvalitetselementer			
Tot-P (µg/l)	30,5	D	0,39
Tot-N (µg/l)	840	M	0,49
¹ Siktedyp (m)	1,0	SD	0,15
Totalvurdering eutrofieringsparametere		M	0,44
Total klasse		M	0,52

1) Siktedyp tas ikke med i klassifiseringen da dette er et leirpåvirket vassdrag

4 TILFØRSLER FRA ELVER OG BEKKER

4.1 Gjennomsnittlige konsentrasjoner

Tabell 4.1 viser gjennomsnittlig konsentrasjon for perioden 1. november 2015 – 31. oktober 2016 av SS, TP og TN i alle målte elver og bekker, samt for Sundet mellom de to innsjøbassengene. Miljømål for TP er også vist, basert på Haande m.fl. (2011) og Direktoratgruppen (2009). I tillegg viser tabellen 90-persentilen av tarmbakterier. I beregningen av alle gjennomsnittskonsentrasjoner ble prøver tatt spesielt i flomepisoder utelatt. Snittene er basert på prøver tatt hver 14. eller 28. dag; se Vedlegg 3 for prøvetakingsfrekvens i hver stasjon.

Tabell 4.1. Gjennomsnittskonsentrasjoner (90-persentilen for TKB) i alle elve- og bekkestasjoner, samt i Sundet. SS = partikler, TP= totalfosfor, TN= total nitrogen, TKB= termotolerante koliforme bakterier.

Stasjoner	SS	TP	TP miljømål	TN	TKB (90 persentil)
Elver/bekker i østre del	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	Ant/100ml
Kråkstadelva	21	96	60	3910	1850
Hobøelva v/Kure*	27	70	40	1730	760
Veidalselva**	21	70	50	1365	313
Svinna oppstrøms Sæbyvannet	13	54	50	1313	940
Svinna v/ Klypen	13	47	29	895	47
Bekker til vestre Vansjø:					
Guthus	14	64	-	1037	148
Sperrebotn**	11	72	-	1020	1376
Augerød**	10	58	50	685	488
Støa	18	127	40	2900	71
Vaskeberget	11	85	-	5125	252
Huggenes	26	111	50	4343	598
Sundet og Mosseelva:					
Sundet	5	29	16	961	-
Mosseelva	8	42	29	1118	45
Hølenvassdraget:					
Hølen	33	125	-	3317	1650

* I denne stasjonen var i tillegg gjennomsnitt for fargetall 81 mg Pt/l, og for TOC var snittet 10 mg/l.

** I disse stasjonene er det noe usikre konsentrasjonsestimat pga. få prøver (tørrelagt om sommer/høst og islagt om vinter).

Som i tidligere år er snittkonsentrasjonene høye, og det er også høye konsentrasjoner av tarmbakterier i flere av bekkene og elvene. Det må tas høyde for at det som regel tas færre prøver i bekkene enn i de større elvene, dette fordi småbekkene fryser til lettere om vinteren og tørker oftere ut om sommeren. Det var også mange småbekker som var tørrelagt utover høsten 2016 pga. det uvanlig nedbørfattige været. Derfor er ikke de gjennomsnittlige konsentrasjonene alltid direkte sammenlignbare mellom stasjoner. Ingen av stasjonene hadde TP-verdier under miljømålet, men Svinna oppstrøms Sæbyvannet hadde en snittkonsentrasjon av TP som ligger tett opp til miljømålet. Også Augerødbekken ligger nært miljømålet, men denne bekken var mye tørrelagt, noe som ga et mangelfullt datagrunnlag.

Av enkelt-episoder som ikke fremgår av tabell 4.1 kan følgende nevnes:

- I slutten av oktober 2016 var det svært høye nitrogenkonsentrasjoner både i Hobølelva og Kråkstadelva (hhv. 8600 og 9500 µg/l). Dette falt sammen med høyt tarmbakterienivå i Kråkstadelva (5000 bakterier per 100 ml). På samme tid hadde også Hølenelva relativt høye nitrogen- og tarmbakteriekonsentrasjoner (hhv. 5500 µg/l) og 1800 bakterier/100 ml). Med den lave vannføringen i høst vil vassdragene ha vært særlig sårbare for eventuelle utslipp av f.eks. kloakk, og dette kan være noe av forklaringen på de høye konsentrasjonene. På denne tiden av året er dessuten nitrogenkonsentrasjonene fra kornarealer høy på grunn av mineralisering og manglende planteopptak.
- Huggenesbekken hadde en episode med høye konsentrasjoner av suspendert stoff (160 mg/l) og totalfosfor (400 µg/l) 21. juni 2016. På denne dato kom det 25 mm nedbør på Rygge, som var høyeste nedbørepisode den måneden, og som utgjorde om lag en tredjedel av all nedbør den måneden (<http://www.yr.no/sted/Norge/Østfold/Rygge/Rygge~508790/statistikk.html>). Nedbørepisoden har antagelig gitt økt erosjon og tap av fosfor. Det antas at nedbøren var relativ lokal (typisk sommer-regnbyge), men noe forhøyede verdier kunne også observeres i noen av nabobekkene (f.eks. Guthusbekken og Augerødbekken).

4.2 Tilførsler i rapporteringsperioden 2015-16

I dette avsnittet oppgis beregnede tilførsler som ikke er justert for verken vannføring eller areal.

4.2.1 Tilførsler fra lokale bekkfelt til vestre Vansjø 2015-16

Tabell 4.2 gir tilførslene i bekkene til vestre Vansjø, samt de oppskalerte lokale tilførslene til hele vestre Vansjø og Mosseelva fra 1. november 2015 til 31. oktober 2016. Fra de enkelte bekkfeltene varierte tilførslene av SS fra 1 til 48 tonn/år, lavest fra Vaskeberget og høyest fra Augerød. Tilsvarende varierte fosfortilførslene fra 10 til 183 kg/år med Vaskeberget og Augerød som ytterpunkter. Guthus, Augerød og Sperrebotn har de største nedbørfeltene og fra disse tre bekker kommer derfor større tilførsler av SS og fosfor enn fra de øvrige bekkene. Nitrogentilførslene er også store fra disse tre bekkene i tillegg til store nitrogentilførsler fra Huggenes. Det siste året ble det kun analysert for totalnitrogen i tre prøver fra Augerød og den beregnede transporten er derfor usikker.

Oppskaleringen av tilførslene til hele feltet (se metodekapittel for detaljer) ga som resultat at det i 2015/16 ble tilført ca 2,3 tonn totalfosfor til vestre Vansjø og ca 0,4 tonn til Mosseelva, tilsammen ca. 2,7 tonn. Det har vært store tilførsler av nitrogen de siste tre årene sammenlignet med tidligere.

Tabell 4.2. Tilførsler av partikler (SS), totalfosfor (Tot-P) og totalnitrogen (TN) fra lokale bekker til vestre Vansjø og Mosseelva i 2015/16 (alle er beregnet med lineær interpolasjon).

Stasjoner	SS	TP	TN
	tonn/år	kg/år	kg/år
Guthus	33	112	1324
Sperrebotn *	33	97	1150
Augerød*	48	153	1485
Støal	3	14	212
Vaskeberget	1	9	278
Huggenes	9	48	1520
Bekkefelt til vestre Vansjø, oppskalert	530	1972	27616
Bekkefelt til Mosseelva oppskalert	31	295	3846
Total for bekkefelt til vestre Vansjø og Mosseelva	561	2267	31461

*Tilførsler er usikre på grunn av at de er basert på få prøver.

4.2.2 Tilførsler til Storefjorden 2015-16

Tabell 4.3 oppsummerer tilførsler til Storefjorden og vestre Vansjø i overvåkingsperioden 1. november 2015-31. oktober 2016.

Tabell 4.3. Tilførsler til Storefjorden av suspendert stoff (SS), totalfosfor (TP) og total nitrogen (TN) i rapporteringsperioden.

Stasjon	SS	TP	TN
	tonn	tonn	tonn
Kråkstadelva (ved innløp Hobøelva)	751	3,0	69
Hobøelva ved Kure	4012	10,9	173
Svinna oppstr. Sæby	346	1,1	21
Svinna utløp i Storefjn.*	630	2,6	39
Veidalselva	548	1,0	13
Mørkelva (estimert)	435	0,9	18
Totalt til Storefjorden**	5625	15.4	243

* Prøver tatt ved Klypen Bru, vannføring skalert til utløp i Storefjorden.

** Summen av beregnede tilførsler fra Hobøelva, Veidalselva og Svinna basert på målte vannkvalitetsdata; og beregnede tilførsler fra Mørkelva med egen metode (se Vedlegg 3); men ikke inkludert tilførsler fra lokale bekkefelt.

4.2.3 Næringsstoffbudsjettet 2015-16

Tabell 4.4 viser næringsstoffbudsjettet for Vansjø for fosfor og nitrogen, samt for suspendert stoff. Se også kart i kapittel 6 (konklusjonen) over fosforbudsjettet.

Tabell 4.4. Næringsstoffbudsjettet for Vansjø for fosfor og nitrogen, samt for suspendert stoff.

	SS	TP	TN
	tonn	tonn	tonn
Tilførsler til Storefjorden	5625	15,4	243
Transport gjennom Sundet til vestre Vansjø*	1251	9,1	250
Tilførsler fra bekkefelt til vestre Vansjø og Mosseelva	561	2,3	31
Transport ut av nedbørfeltet (Mossefossen)	2537	13,5	380

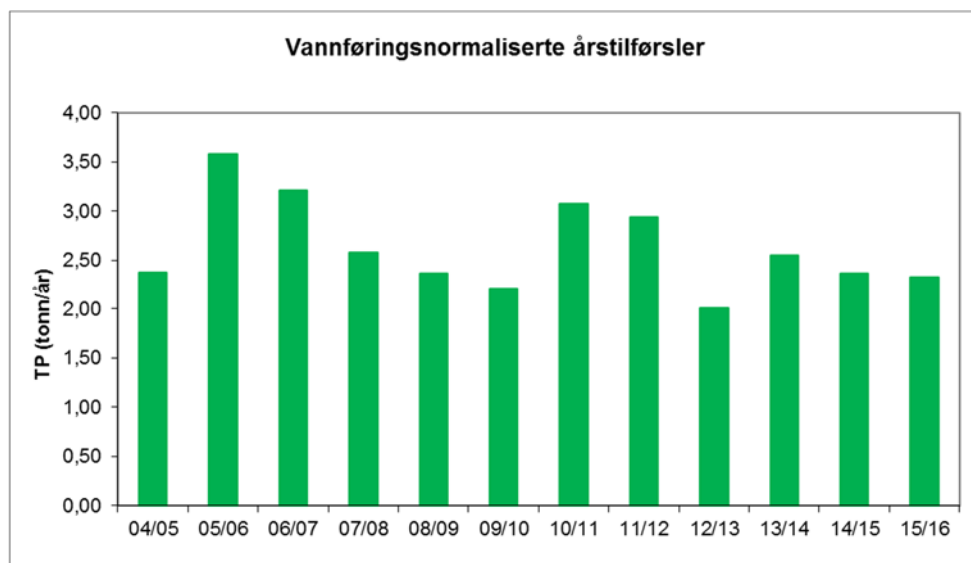
* Få prøver om vinteren pga. is

4.3 Vannføringsnormaliserte fosfortilførsler

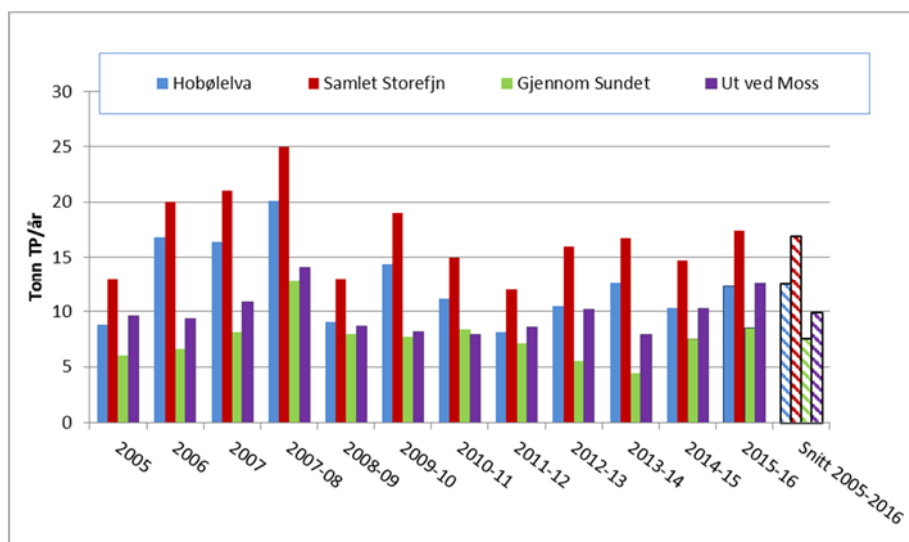
Variasjoner i vannføring er oftest den viktigste årsaken til variasjoner i tilførsler av både fosfor, nitrogen og partikler. Det er derfor av interesse å kunne sammenligne tilførsler fra år til år som om vannføringen ikke hadde endret seg, dvs. i et år med «normal vannføring». For enkelthets skyld er det antatt at transporten øker lineært, men det er viktig å huske at transporten av de ulike stoffene ikke nødvendigvis øker lineært med økende vannføring, men kan like gjerne øke eksponentielt, særlig i vassdrag med raviner og hvor kildematerialet lett eroderes ved høye vannføringer. 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 reelle verdiene, noe som dermed vil gjøre det enklere å vurdere variasjoner i tilførsler som kan skyldes andre faktorer enn vannføring.

Tidsutvikling av lokale tilførsler til vestre Vansjø og Mosseelva er vist i figur 4.2. Det første året var det uvanlig lite nedbør og avrenning. Fra 2005/06 til 2009/10 gikk de vannføringsjusterte fosfortilførslene ned, men de økte igjen i 2010/11 og 2011/12. Årene 2012-2015 var fosfortilførslene på et noe lavere nivå; det siste året var de vannføringsjusterte fosfortilførslene litt under gjennomsnittet for måleperioden.

Vannføringsnormalisert fosfortransport ved andre utvalgte stasjoner i vassdraget er vist i figur 4.3, se også Vedlegg 6 for en komplett tabell for alle stasjoner i nedbørfeltet. I årsperioden 2015/16 var vannføringsnormaliserte tilførsler nær snittet for 12-års perioden.



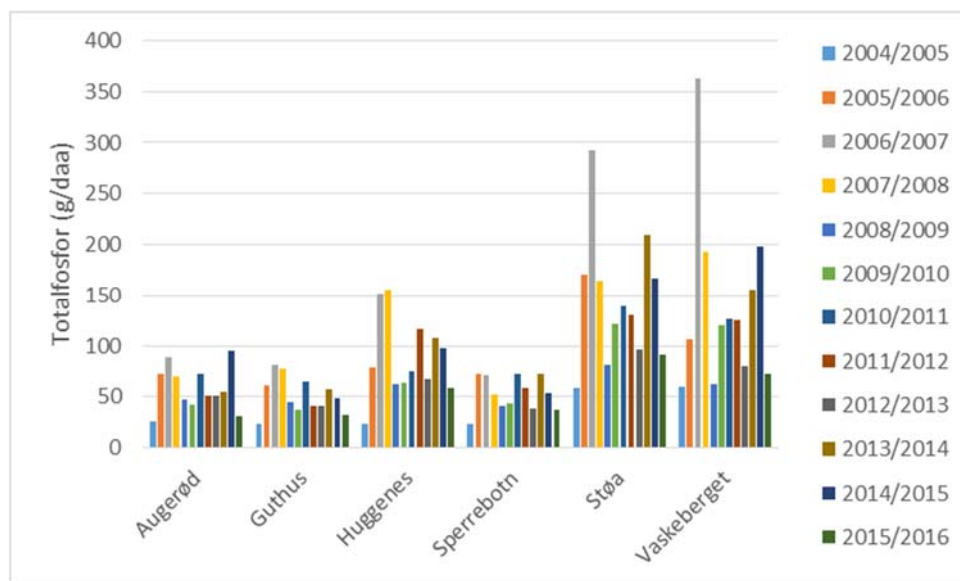
Figur 4.2. Vannføringsnormaliserte årlige tilførsler av totalfosfor i lokale bekkefelt som drenerer til vestre Vansjø og Mosseelva, siden 2004/05.



Figur 4.3. Vannføringsnormaliserte årstilførsler av totalfosfor for utvalgte stasjoner siden 2005. Helt til høyre vises gjennomsnittet for årene 2005-2016, dvs. for tilsammen 12 år med overvåking.

4.4 Fosfortap per arealenhet

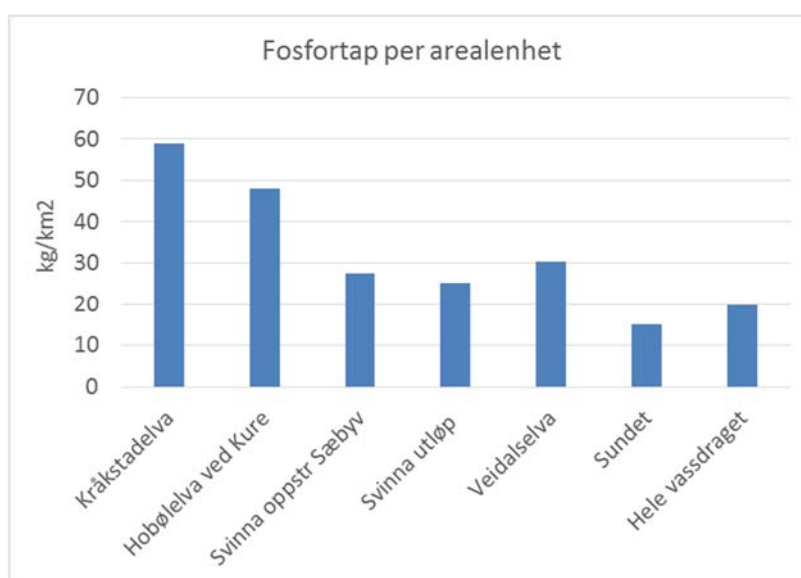
Fosfortap fra nedbørfeltene rundt vestre Vansjø var lave i 2015-2016 på grunn av lite nedbør og avrenning. De største fosfortapene per arealenhet ble i 2015-2016 registrert fra Støa og Vaskeberget, noe som kan forklares med at disse to nedbørfeltene har stor andel jordbruk. Hvis vi kun ser på tap per andel *jordbruksareal* var det Guthusbekken som hadde de største jord- og fosfortapene. I dette nedbørfeltet forklarer erosjon ca. 70 % av fosfortapet.



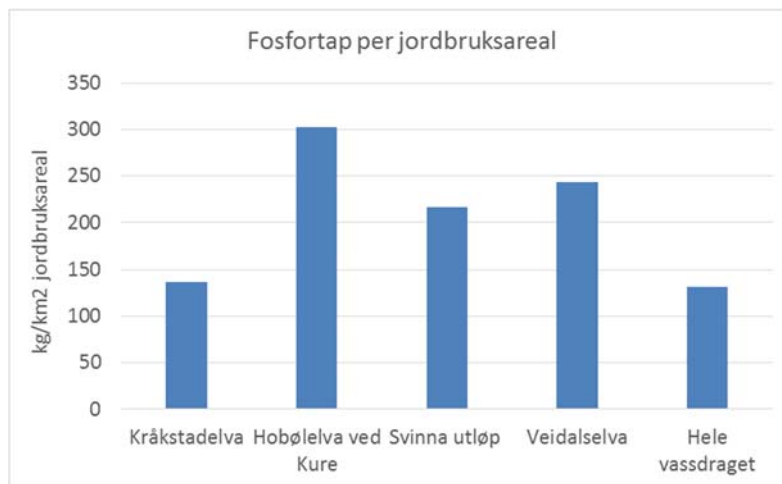
Figur 4.4. Areal spesifikk avrenning av fosfor fra lokale bekkefelt til vestre Vansjø siden 2004.

I østre del av Morsavassdraget er det samme forhold mellom elvene som forrige år, som betyr at Kråkstadelva stod for det største fosfortapet per areal nedbørfelt også dette året, fulgt av Hobøelva og Veidalselva. Mye av fosforet i Kråkstadelva kan være knyttet til tarmbakterier, siden innholdet av bakterier var høyt i denne elva.

Fordelt per areal jordbruk i hvert av delnedbørfeltene er det Hobøelva, Veidalselva og Svinna som har de høyeste tapene (figur 4.6).



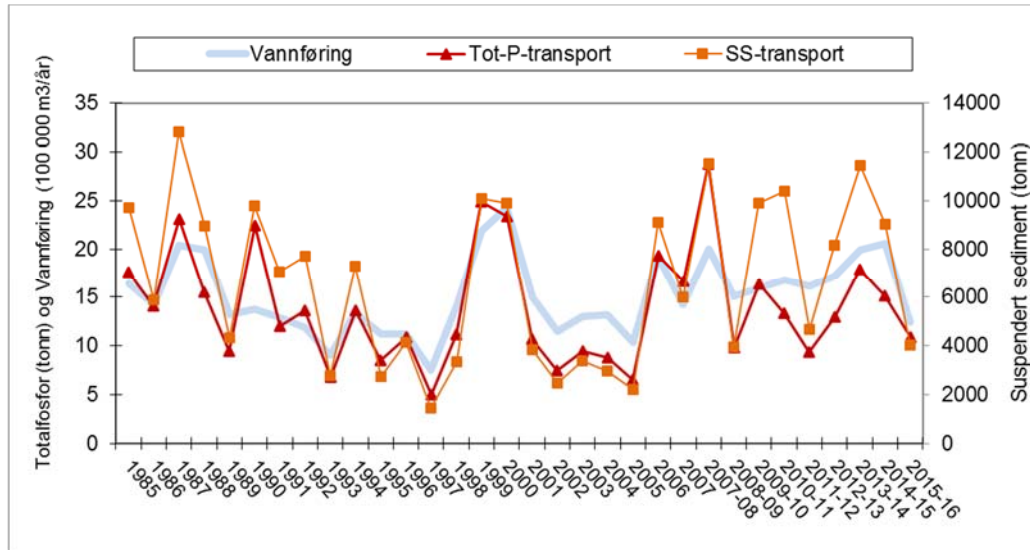
Figur 4.5. Fosfortap per areal nedbørfelt for elvene i østre del av Morsavassdraget, samt Sundet og Mosseelva.



Figur 4.6. Fosfortap per jordbruksareal for fire av elvene i østre del, samt for vassdraget som helhet (beregnet ved Mossefossen).

4.5 Tidsutvikling av fosforkonsentrasjoner og -tilførsler i Hobøelva

Figur 4.7 viser transport av totalfosfor (TP) og suspendert stoff (SS) i Hobøelva ved Kure hvert år siden 1985 (ikke vannføringsnormalisert). Siden 2008 har det vært en tendens til mindre fosfor per partikkel enn i perioden fra ca. 1993-2008. Det ser ut til at denne tendensen er tydeligst i år med relativ høye sediment-tilførsler. I år med lavere tilførsler, som inneværende rapporteringsperiode, er det ikke noen tydelig reduksjon i totalfosforinnholdet i partiklene.



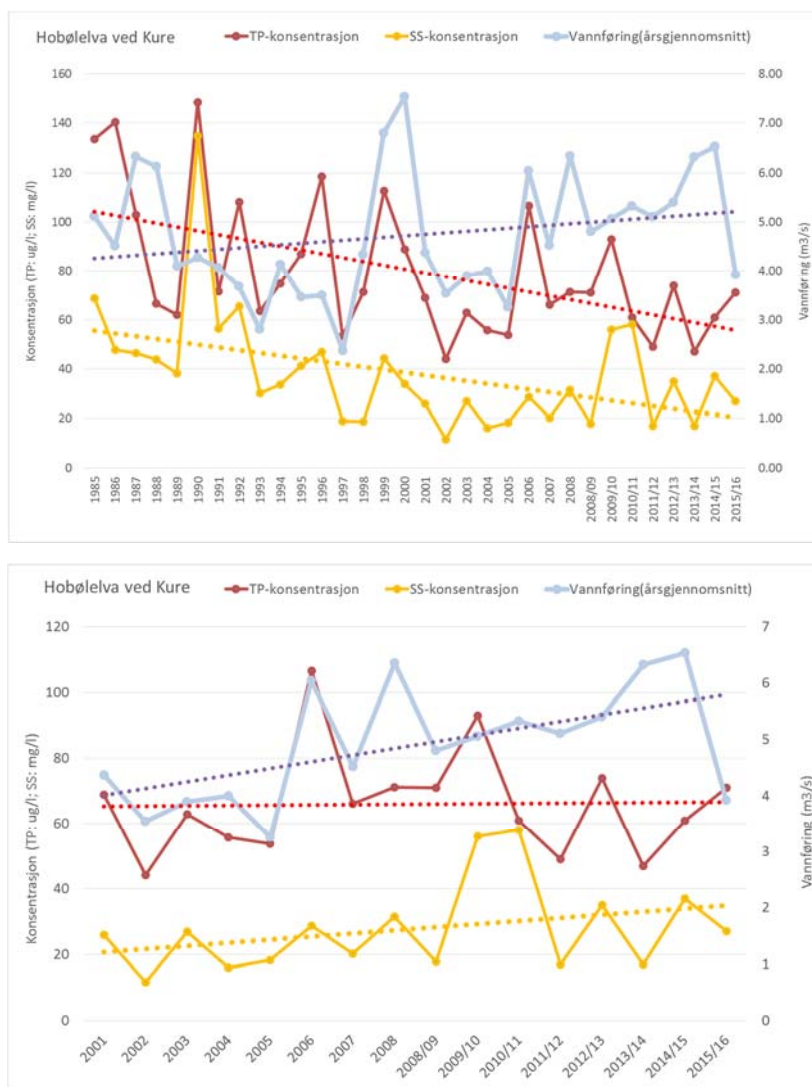
Figur 4.7. Tilførsler av totalfosfor (tonn/år; rød kurve) og suspendert stoff (tonn/år; oransje kurve) i Hobøelva ved Kure, 1985-2016. Lys blå kurve viser vannføring i 100 000 m³/år.

Som nevnt tidligere var 2016 et uvanlig hydrologisk år med en meget tørr sommer og høst. Ved vannføringsnormalisering benyttes oftest en gjennomsnittsverdi for hele året, og dette vil derfor ikke gjenspeile at det var høsten som var særlig tørr. Av den grunn har vi, i tillegg til å se på trender i tilførsler, også vurdert tidsutviklingen i Hobøelva basert på konsentrasjonsdata. Figur 4.8 viser gjennomsnittskonsentrasjoner per år for SS og TP (flomprøver fjernet) siden 1985 (øverste panel) og siden 2001 (nederste panel). Det er utført statistiske analyser av trendene som beskrevet i Skarbøvik m.fl. (2014).

Følgende konklusjoner kan trekkes (merk at P-verdier under 0,05 regnes her for signifikant trend; p-verdier mellom 0,05-0,20 % regnes som en tendens):

- I langtidsperioden 1985-2016 er det en tendens til at gjennomsnittlig vannføring har økt (p-verdi på 0,17). Trekket 2016 (lav vannføring) fra serien blir tendensen mer tydelig, med en p-verdi på 0,09. I samme periode har det vært statistisk signifikante *reduksjoner* i årlige gjennomsnittskonsentrasjoner av både TP (p-verdi på 0,007) og SS (p-verdi på 0,004).
- I perioden 2001-2016 har vannføringen økt signifikant (p-verdi på 0,01), mens SS og TP-konsentrasjonene ikke viser tendenser til verken økning eller minking.

Både SS- og TP-konsentrasjoner forventes å øke med økende vannføringer. Til tross for økte vannføringer i begge perioder har altså ikke TP-konsentrasjonen økt; i perioden 1985-2016 har de derimot blitt signifikant reduserte. Det er meget sannsynlig at det er miljøltiltakene som er gjennomførte i vassdraget som er årsaken til dette.



Figur 4.8. Gjennomsnittskonsentrasjoner per år for SS og TP (flomprøver fjernet) siden 1985 (øverste panel) og siden 2001 (nederste panel). Gjennomsnittlig vannføring vist i blå kurve. Lineære trendlinjer er lagt inn med prikket strek.

5 VANNKVALITET I VANSJØ

I Vansjø tas det prøver i Storefjorden og Vanemfjorden gjennom hele sommeren, fra slutten av april til midten av oktober. Her er målet å følge med på utvikling i vannkvalitet gjennom hele vekstsesongen og prøvene som tas blir vurdert i forhold til vannforskriftens krav til økologisk tilstand. De viktigste resultatene fra overvåkingen ved disse to stasjonene i Vansjø blir presentert og diskutert i dette kapittelet. Dataene fra overvåkingen i 2016 vil også ses i sammenheng med tidligere overvåkingsdata og hovedtrekkene i utvikling i innsjøene vil vurderes. Alle basisdata vises i vedlegg 5, både i tabeller og i figurer.

I Nesparken tas det prøver fra begynnelsen av juni til slutten av august. Målet er å følge med på badevannskvaliteten, med særlig vekt på utvikling av algesamfunn og mulige giftige algeoppblomstringer. Resultatene fra Nesparken vil presenteres kort i dette kapittelet og alle figurer er vist i Vedlegg 5.

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 ut på bunnen tar de med næringsstoffer. På denne måten tømmes overflatevann for næringsstoffer som akkumulerer i bunnvannet og sedimentet. Nedbrytningen av dødt materiale i bunnvann forbraker oksygen. Dette medfører en reduksjon i oksygenkonsentrasjonen mot bunnen da oksygenrikt overflatevann ikke blandes med vannmassene under sprangsjiktet før ved sirkulasjonen sent på høsten. 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.

5.1.2 Siktedyp og vannets farge

Siktedypet i Vansjø i 2016 er lavt; Storefjorden: 1,3 m og Vanemfjorden: 1,3m. 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 2016, medfører det at algeveksten er lysbegrenset. Under slike forhold klarer ikke algene fullt å utnytte næringsstoffene i vannet og konsentrasjonen av algebiomassen er lavere enn en kunne forvente ut fra næringssaltkonsentrasjonen. I denne sammenhengen er det interessant å sammenligne verdiene for perioden 2007-2016 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 5.6). Tilbakegangen skyldes delvis en betydelig økning i vannets farge og dette forsterket lysbegrensningen av algeveksten. Resultatene vises i Vedlegg 5.

På våren ble det målt høye fargeverdier (opp mot 70 mg Pt/l) i både Storefjorden og Vanemfjorden. Dette skyldes hovedsakelig store tilførsler av humus med tilløpselvene. Utover sommeren ble det registrert en reduksjon i fargeverdiene i begge bassengene, noe som sannsynligvis skyldes fotokjemisk bleking av fargen. Det er imidlertid mulig at leirpartiklene også kan interferere med målingene slik at de målte verdier er noe

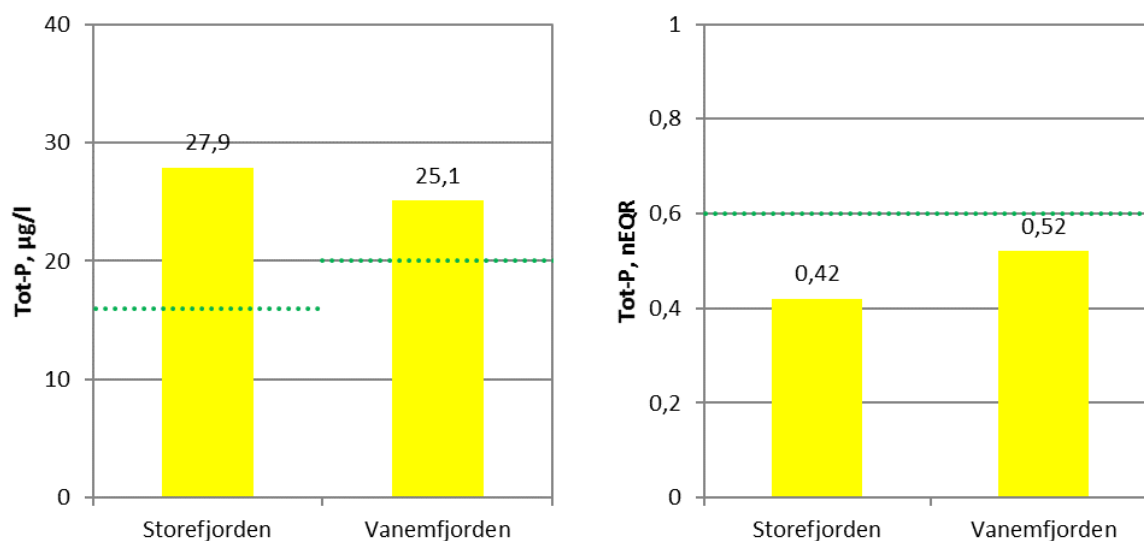
høyere enn en "ekte" fargeverdi basert på vannets innhold av løst organisk materiale. Resultatene vises i Vedlegg 5.

5.1.3 Total fosfor

Resultatene vises i figur 5.1. Fosforkonsentrasjonen 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 fosforkonsentrasjonen i deler av Vansjø.

I 2016 var konsentrasjonen av totalfosfor i Storefjorden over gjennomsnittsnivået basert på målinger de siste 30 år (fig. 5.6) og har økt de siste to årene. Sesongen begynte med en konsentrasjon på 45 $\mu\text{g P/l}$. Utover sommeren og høsten ble det observert en reduksjon i fosforkonsentrasjonen. Gjennomsnittsverdien for 2016 var 24,3 $\mu\text{g P/l}$ (juni til september).

Fosforkonsentrasjonen i Vanemfjorden har vist en trend mot lavere verdier fra 2007 til og med 2016. Gjennomsnittsverdien for 2016 var på 22,8 $\mu\text{g P/l}$ (juni til september) og ligger under gjennomsnittsnivået basert på målinger de siste 30 årene. Vanemfjorden er ikke like påvirket av økte tilførsler fra nedbørfeltet i flomsituasjoner som Storefjorden.



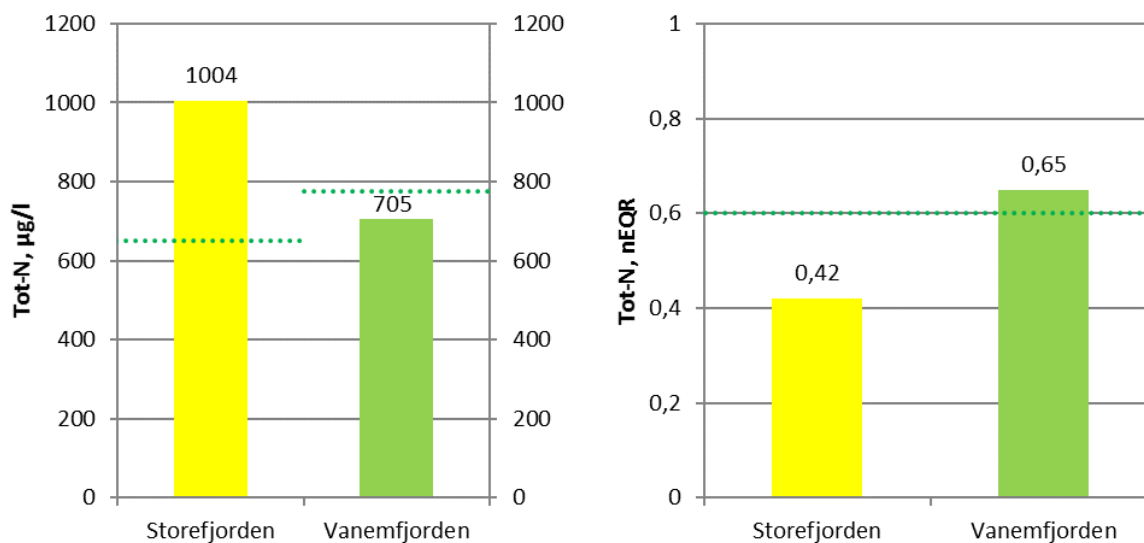
Figur 5.1. Tilstandsklassifisering av eutrofieringsparameteren total fosfor (Tot-P) for stasjonene i Vansjø. Figuren til venstre viser gjennomsnittskonsentrasjon av total fosfor for hele sesongen (april til oktober), og figuren til høyre viser normalisert EQR (nEQR) for total fosfor. Fargen viser tilstandsklassen, der blått er svært god, grønn er god, gul er moderat, oransje er dårlig og rød er svært dårlig økologisk tilstand. Miljømålet (grensen mellom god og moderat økologisk tilstand) for total fosfor for innsjøtype L-N3 (Storefjorden) er 16 $\mu\text{g/l}$ (0,60 nEQR) og innsjøtype L-N8 (Grepperødfjorden og Vanemfjorden) er 20 $\mu\text{g/l}$ (0,60 nEQR) og vises som grønn stiplet linje.

I mange norske innsjøer begrenser tilgjengeligheten av orto-fosfat veksten av alger. Alger har ulike evner til å ta opp og bruke orto-fosfat. Algeveksten er ofte fosforbegrenset dersom konsentrasjonen av orto-fosfat ligger under 1 $\mu\text{g/l}$. Veksten av enkelte arter kan også være fosforbegrenset ved konsentrasjoner mellom 1-10 $\mu\text{g/l}$. I

vann med mer enn 10 µg/l er det derimot lite sannsynlig at fosforbegrensning spiller en betydelig rolle. 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. Det kan derfor ikke utelukkes at planteplanktonet i Vansjø i 2016 var tidvis begrenset av orto-fosfat. Det er imidlertid mange faktorer som spiller inn (lys, temperatur, andre næringsstoffer).

5.1.4 Total Nitrogen

Resultatene vises i figurene 5.2. 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 en tydelig 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. Dersom nitratverdiene synker under deteksjonsgrensen vil en få en nitrogenbegrensning av algeveksten. Algeveksten i Storefjorden og Vanemfjorden var trolig ikke nitrogenbegrenset i 2016. 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 5.2. Tilstandsklassifisering av eutrofieringsparameteren total nitrogen (Tot-N) for stasjonene i Vansjø. Figuren til venstre viser gjennomsnittskonsentrasjon av total nitrogen for sesongen, og figuren til høyre viser normalisert EQR (nEQR) for total nitrogen. Fargen viser tilstandsklassen, der blått er svært god, grønn er god, gul er moderat, oransje er dårlig og rød er svært dårlig økologisk tilstand. Miljømålet (grensen mellom god og moderat økologisk tilstand) for total nitrogen for innsjøtype L-N3 (Storefjorden) er 650 µg/l (0,60 nEQR) og innsjøtype L-N8 (Grepperødfjorden og Vanemfjorden) er 775 µg/l 0,60 nEQR) og vises som grønn stiple linje.

5.1.5 Øvrige vannkjemiske parametere

Basisdata og figurer vises i vedlegg 5.

5.2 Resultater biologi

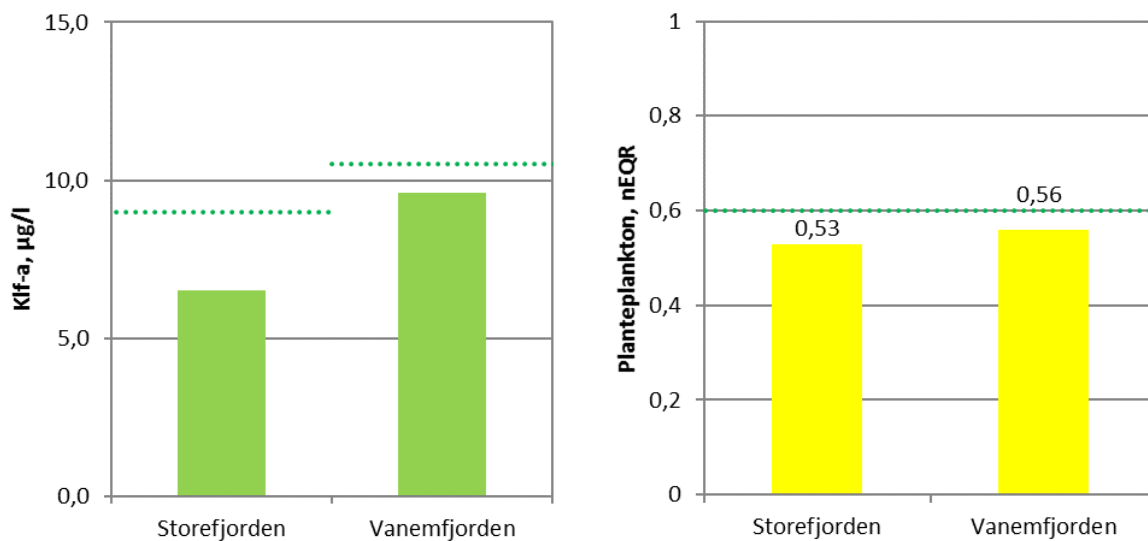
5.2.1 Klorofyll-a og planteplankton

Resultatene vises i figur 5.3. 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 biomasseparameterne.

Den gjennomsnittlige klorofyll-a-konsentrasjonen i Storefjorden var 7,4 µg/l (juni-september), og dette er omtrent på samme nivå som de siste årene, med unntak av 2013 hvor det var en oppblomstring av cyanobakterier (se tabell 6.2 for data 2010-2016). Den gjennomsnittlige konsentrasjonen i Vanemfjorden i undersøkelsesperioden var 9,1 µg/l (juni-september) og dermed sammenlignbart med nivået vi hadde mellom 1980 og på tidlig 1990-tallet. Bedringen er i samsvar med lavere fosforverdier, fravær av kraftige algeoppblomstringer og observasjoner som er gjort av lokalbefolkning.

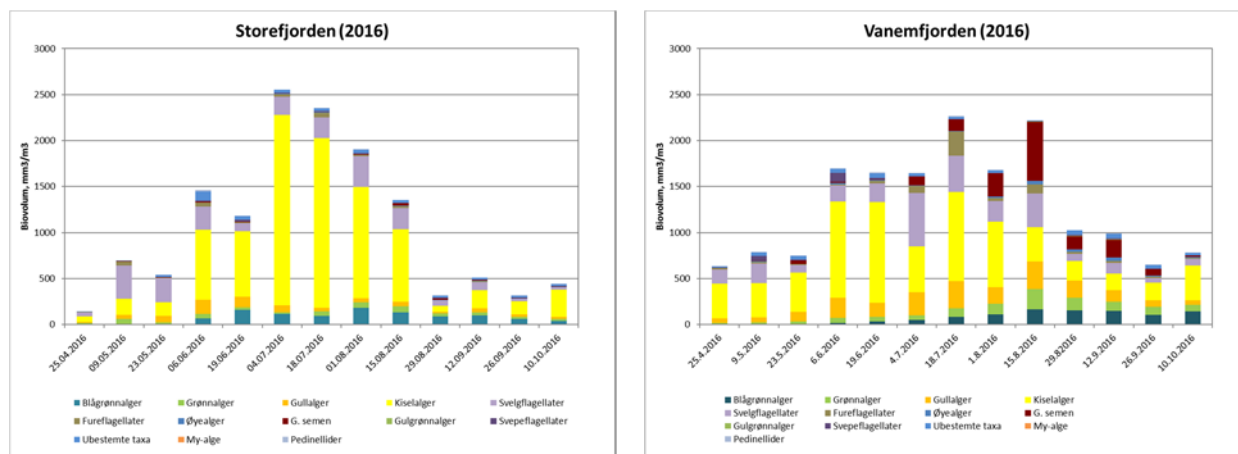
I Storefjorden var gjennomsnittsverdien for klorofyll a i vekstperioden mai – oktober på 6,50 µg l⁻¹, som tilsvarer god tilstand (nEQR 0,72). Gjennomsnittsverdien for totalt volum var 1,06 mm³ l⁻¹, som tilsvarer en moderat tilstand (nEQR 0,59) og grenser opp mot tilstandsklasse god. Indeksen for sammensettingen av planteplanktonet (PTI) var imidlertid 2,60; dette indikerer dårlig tilstand. Det var forholdsvis lave konsentrasjoner av cyanobakterier, høyeste totale volum var 0,18 mm³ l⁻¹ som indikerer god tilstand. Basert på planteplanktonet ble Storefjorden klassifisert som moderat i 2016 med nEQR på 0,53.

I Vanemfjorden var gjennomsnittsverdien for klorofyll a i vekstperioden mai – oktober på 9,59 µg l⁻¹, som tilsvarer god tilstand (nEQR 0,64). mens gjennomsnittsverdien for totalt volum var 1,29 mm³ l⁻¹, som tilsvarer moderat tilstand (nEQR 0,59) og grenser opp mot tilstandsklasse god. Indeksen for sammensettingen av planteplanktonet (PTI) var 2,64; dette indikerer også moderat tilstand (nEQR 0,51). Det var forholdsvis lave konsentrasjoner av cyanobakterier, høyeste totale volum var 0,16 mm³ l⁻¹ som indikerer god tilstand (nEQR 0,80) og grenser opp mot svært god. Basert på planteplanktonet ble Vanemfjorden klassifisert som moderat i 2016 med nEQR på 0,56.



Figur 5.3. Tilstandsklassifisering av eutrofieringsparametrene klorofyll-a (til venstre) og planteplankton (til høyre) for innsjøene oppstrøms Vansjø. Figuren til venstre viser gjennomsnittskonsentrasjon av klorofyll-a for hele sesongen, og figuren til høyre viser normalisert EQR (nEQR) for totalvureringen av planteplankton. Fargen viser tilstandsklassen, der blått er svært god, grønn er god, gul er moderat, oransje er dårlig og rød er svært dårlig økologisk tilstand. Miljømålet (grensen mellom god og moderat økologisk tilstand) for total fosfor for innsjøtype L-N3 er 16 µg/l (0,60 nEQR) og vises som grønn stiplet linje.

Resultatene vises i figurene 5.4. I tillegg finnes figurer for perioden 2005-2016 i Vedlegg 5. Generelt må det bemerkes at det i 2016 var en typisk norsk sommer uten spesielt stabilt, varmt vær. Dette kan ha påvirket utviklingen av planteplanktonsamfunnets sammensetning og mengde i 2016. I tillegg spiller andre faktorer som lysforhold, sirkulasjonsforhold og næringsstoffer en rolle i algevekst.



Figur 5.4. Variasjon i planteplanktonets mengde- og sammensetning i Storefjorden og Vanemfjorden i 2016.

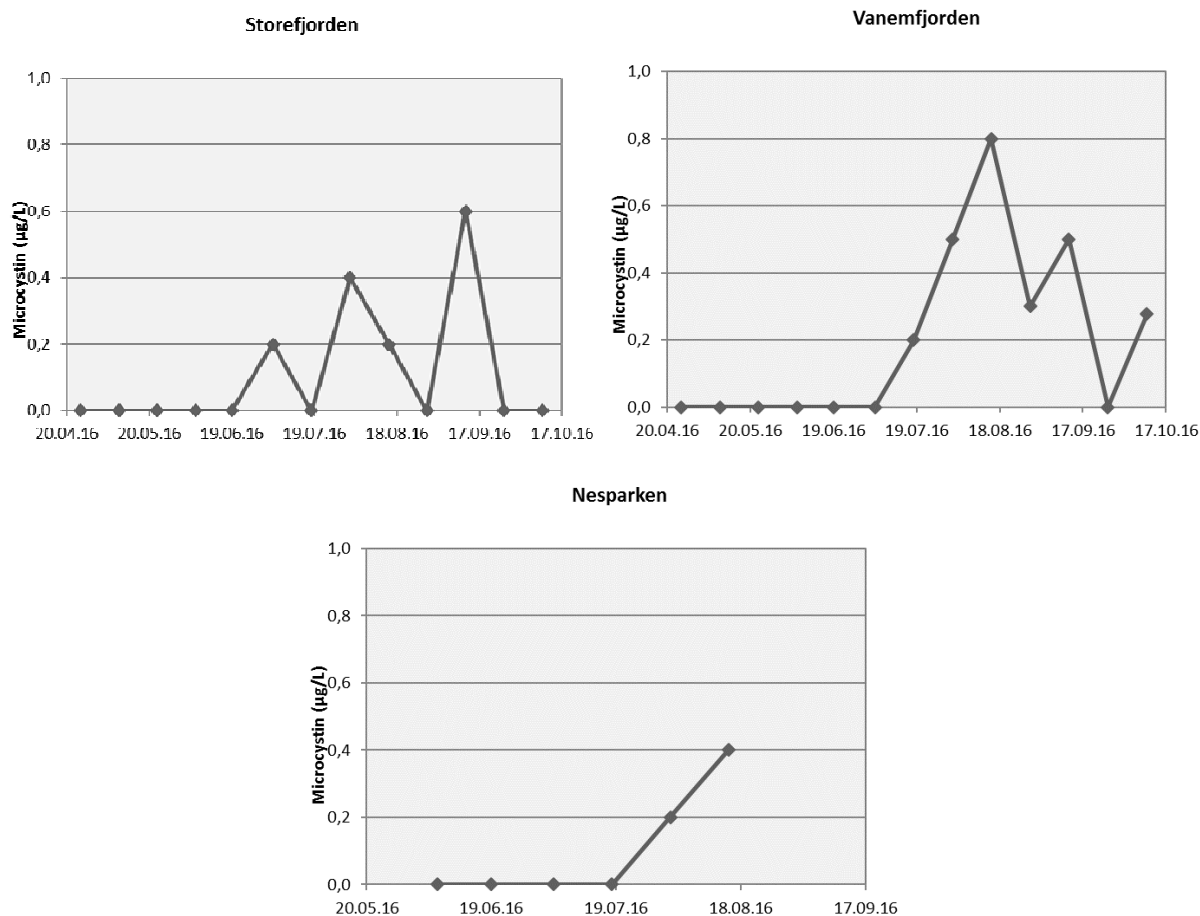
I Storefjorden var kiselalgene den dominerende gruppen gjennom hele sesongen. Det totale volumet av planteplankton økte noe i juni, høyeste verdier ble observert i juli og avtok så fra midten av august. I tillegg til kiselalger var cyanobakterier og svelgflagellater de viktigste gruppene, samt mindre andeler gullalger, grønnalger og fureflagellater. Kiselalgene som bidro mest til biomassen *Asterionella formosa*, *Tabellaria flocculosa* og arter fra slekten *Aulacoseira*. I tillegg ble det observert arter fra slektene *Stephanodiscus*, *Ulnaria*

og *Urosolenia*. Den viktigste cyanobakterien var *Aphanizomenon klebahnii*. Mindre andeler av *Woronichinia naegeliana* samt slektene *Dolichospermum* (*Anabaena*), *Microcystis* og *Planktothrix* ble observert. *Ceratium hirundinella* og *Gymnodinium* spp var de fureflagellatene som bidro mest til totalt volum. Svelgflagellatene var stort sett representert ved slektene *Cryptomonas* og *Plagioselmis*. Nåleflagellaten *Gonyostomum semen* var til stede, i forholdsvis lave konsentrasjoner, hele sesongen.

I Vanemfjorden økte det totale volumet av planteplankton i juni, høyeste verdier ble observert i juli og august, og avtok så fra slutten av august. Her dominerte flere grupper gjennom sesongen, kiselalger, gullalger, svelgflagellater, nåleflagellater og fureflagellater samt mindre andeler cyanobakterier og grønnalger. Kiselalgene som bidro mest til biomassen var arter fra slekten *Aulacoseira* samt *Tabellaria flocculosa*, *Asterionella formosa* og *Stephanodiscus hantzschii*. De viktigste gullalgene var slektene *Dinobryon*, *Mallomonas*, *Synura* og *Uroglenopsis americana*. Svelgflagellatene var stort sett representert ved slektene *Cryptomonas* og *Plagioselmis*. Fureflagellatene som bidro mest var slekten *Ceratium*. Nåleflagellaten *Gonyostomum semen* var til stede hele sesongen og bidro mest på ettersommeren og tidlig høst. Ingen cyanobakterier dominerte planteplanktonet, *Aphanizomenon klebahnii* og *Microcystis* spp var til stede hele sesongen.

5.2.2 Microcystin

Resultatene vises i figur 5.5 og i Vedlegg 5. I Storefjorden ble det påvist microcystin fra slutten av juni til slutten av august og i Vanemfjorden ble det påvist microcystin i midten av juli til begynnelsen av oktober. Det var kun lave mengder microcystin (<0,8 µg/l) som ble påvist i Vansjø i 2016, og denne situasjonen kan forklares med den tilsvarende tilbakegangen i mengden av blågrønnalgen *Microcystis* i vannet.



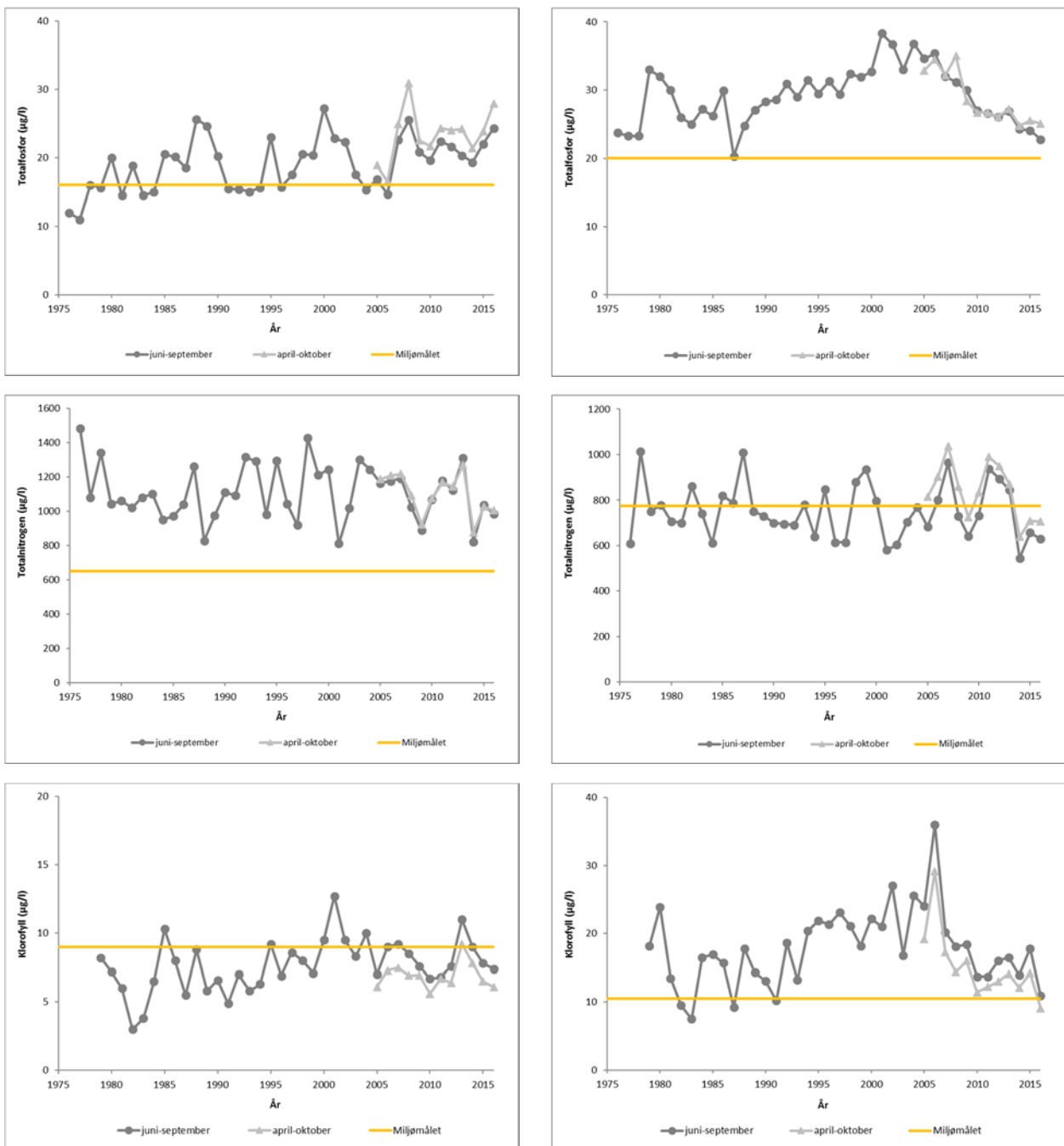
Figur 5.5. Variasjoner i microcystinkonsentrasjonen i Storefjorden, Vanemfjorden og Nesparken i 2016.

5.2.3 Undersøkelser i Nesparken

Alle figurer er vist i Vedlegg 5. Det ble kun påvist små mengder av microcystin i Nesparken (<0,4 µg/l, fig. 5.5) og NIVA anbefalte de lokale helsemyndigheter å ikke fraråde befolkningen å bade i Vansjø.

5.3 Økologisk tilstand og utvikling i Vansjø

I figur 5.6 er dataene for 2016 satt sammen med historiske data for totalfosfor, totalnitrogen og klorofyll for Storefjorden og Vanemfjorden.



Figur 5.6. Langtidsserier for konsentrasjonen av Tot-P, Tot-N, og klorofyll-a i Storefjorden (til venstre) og Vanemfjorden (til høyre). (Kilde: Fylkesmann i Østfold, etter 2005 NIVA). Miljømålet er grensen mellom god og moderat økologisk tilstand, og er vist med orange linje. Storefjorden og Vanemfjorden er klassifisert som to ulike vanntyper og miljømålene er derfor ulike for de to stasjonene i Vansjø.

5.3.1 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 selvrensingen. Oppvirvling av sediment forårsaket av vind og korte perioder med høy pH kan resirkulere fosfor over flere år. Flommen medførte også en utvikling av kraftige blågrønnalgeoppblomstringer i perioden 2001-2006. Under slike oppblomstringer transporteres det store mengder av celle-bundet fosfor fra hele vannsøylen til overflaten. Resultatet av denne oppkonsentrering er ”kunstig” høye fosforverdier i blandingsprøven 0-4 m 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 lokale 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 4.2), 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, mens det i 2014 og 2015 var igjen en liten økning av tilførslene. I denne perioden fra 2011-2016 var fosforkonsentrasjonene i Vanemfjorden noe lavere sammenlignet med 2010 (se tabell 3.2 for data fra 2010-2016). 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 de lokale bekkefeltene.

5.3.2 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 2015. 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 fortyningseffekt 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, 2009 og 2014-2016 samt de høye konsentrasjonene som ble målt i 2010-2013 er i samsvar med denne hypotesen.

5.3.3 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 2015 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*. I 2016 har kiselalger igjen dominert algesammensetningen i Storefjorden. 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. Hvilke slike tiltak som bør iverksettes er foreløpig usikkert¹. Det er viktig å understreke at oppblomstringer av cyanobakterier kan forekomme også i fremtiden.

5.3.4 Økologisk tilstand i Vansjø

I henhold til vannforskriften skal økologisk tilstand i innsjøer og elver vurderes med hjelp av biologiske indikatorer. Andre parametere (f.eks. næringsstoffkonsentrasjoner, siktedyp) kan brukes som støtteparametere. Miljømålet defineres som grensen mellom moderat og god økologisk tilstand. 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 er den eneste biologiske parameteren vi har analysert i denne undersøkelsen, og i tillegg har vi vurdert støtteparameterne 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 totalvurdering av planteplankton sammen med totalfosfor og totalnitrogen.

¹ Flomtiltak kan enten utføres oppstrøms i nedbørfeltet, eller nedstrøms (i form av tiltak som kan lede vannet raskere ut av Vansjø). Såvidt vites er det per i dag ikke klart hva som vil være mest kostnadseffektivt.

Vansjø - Storefjorden



Innsjøkode:	003-291-2-L
Beliggenhet:	Råde, Rygge, Våler
Vanntype:	7/L-N3 (Kalkfattig, humøs)
Høyde over havet (m):	25
Påvirkning:	Eutrofiering
Innsjøareal (km ²):	23,8
Middeldyp (m):	9,2

Vurderingen av økologisk tilstand for Storefjorden iht. vannforskriften er vist i Tabell 5.1. Totalvurderingen av planteplanktonet gir tilstandsklasse moderat og total fosfor og totalnitrogen gir til sammen tilstandsklasse moderat. Dette indikerer at Storefjorden har moderat økologisk tilstand.

Tabell 5.1. Tilstandsklassifisering og normalisert EQR for Storefjorden i 2016.

Kvalitetsэлемент	Verdi	Tilstands klasse	Normalisert EQR
Biologiske kvalitetsэлементer			
Planteplankton: Klorofyll-a, µg/l	6,50	G	0,72
Planteplankton: Biovolum, mg/l	1,06	M	0,59
Planteplankton: Middell av klf-a og biovolum		G	0,65
Planteplankton: Trofisk indeks, PTI	2,60	D	0,40
Planteplankton: Cyanomax, mg/l	0,18	G	0,79
Totalvurdering planteplankton		M	0,53
Fysisk-kjemiske kvalitetsэлементer			
Tot-P (µg/l)	27,9	M	0,42
Tot-N (µg/l)	1004	M	0,42
¹ Siktedyp (m)	1,3	SD	0,18
Totalvurdering eutrofieringsparametere		M	0,42
Total klasse		M	0,53

1) Siktedyp tas ikke med i klassifiseringen da dette er et leirpåvirket vassdrag

Vansjø - Vanemfjorden



Innsjøkode:	003-292-L
Beliggenhet:	Moss, Rygge, Våler
Vanntype:	9/L-N8 (Moderat kalkrik, humøs)
Høyde over havet (m):	25
Påvirkning:	Eutrofiering
Innsjøareal (km ²):	12,0
Middeldyp (m):	3,7

Vurderingen av økologisk tilstand for Vanemfjorden iht. vannforskriften er vist i Tabell 5.2. Totalvurdering av planteplanktonet gir tilstandsklasse moderat og total fosfor og totalnitrogen gir tilsammen tilstandsklasse moderat. Dette indikerer at Vanemfjorden har moderat økologisk tilstand.

Tabell 5.2. Tilstandsklassifisering og normalisert EQR for Vanemfjorden i 2016.

Kvalitetselement	Verdi	Tilstands klasse	Normalisert EQR
Biologiske kvalitetselementer			
Planteplankton: Klorofyll-a, µg/l	9,59	G	0,64
Planteplankton: Biovolum, mg/l	1,29	M	0,59
Planteplankton: Middel av klf-a og biovolum		M	0,62
Planteplankton: Trofisk indeks, PTI	2,64	M	0,51
Planteplankton: Cyanomax, mg/l	0,16	G	0,80
Totalvurdering planteplankton		M	0,56
Fysisk-kjemiske kvalitetselementer			
Tot-P (µg/l)	25,1	M	0,52
Tot-N (µg/l)	705	G	0,65
¹ Siktedyp (m)	1,3	D	0,20
Totalvurdering eutrofieringsparametere		M	0,58
Total klasse		M	0,56

1) Siktedyp tas ikke med i klassifiseringen da dette er et leirpåvirket vassdrag

6 KONKLUSJON OG OPPSUMMERING

6.1 Miljøtilstanden sett i forhold til miljømålene

6.1.1 Elver og bekker

For elver og bekker var det bare Svinna oppstrøms Sæbyvannet som hadde gjennomsnittlig konsentrasjon av TP nært miljømålet (Haande m.fl. 2011; Direktoratgruppen 2009), tabell 4.1. Det er fremdeles for høye verdier av både fosfor, nitrogen og tarmbakterier ved alle målestasjoner. Dette gjelder ikke minst for Hølenelva, som har svært høye konsentrasjoner av næringsstoffer og tarmbakterier.

6.1.2 Innsjøer

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

Planteplankton er den eneste biologiske parameteren vi har analysert i denne undersøkelsen, og i tillegg har vi vurdert støtteparameterne 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 totalvurderingen av planteplanktonet sammen med totalfosfor og totalnitrogen.

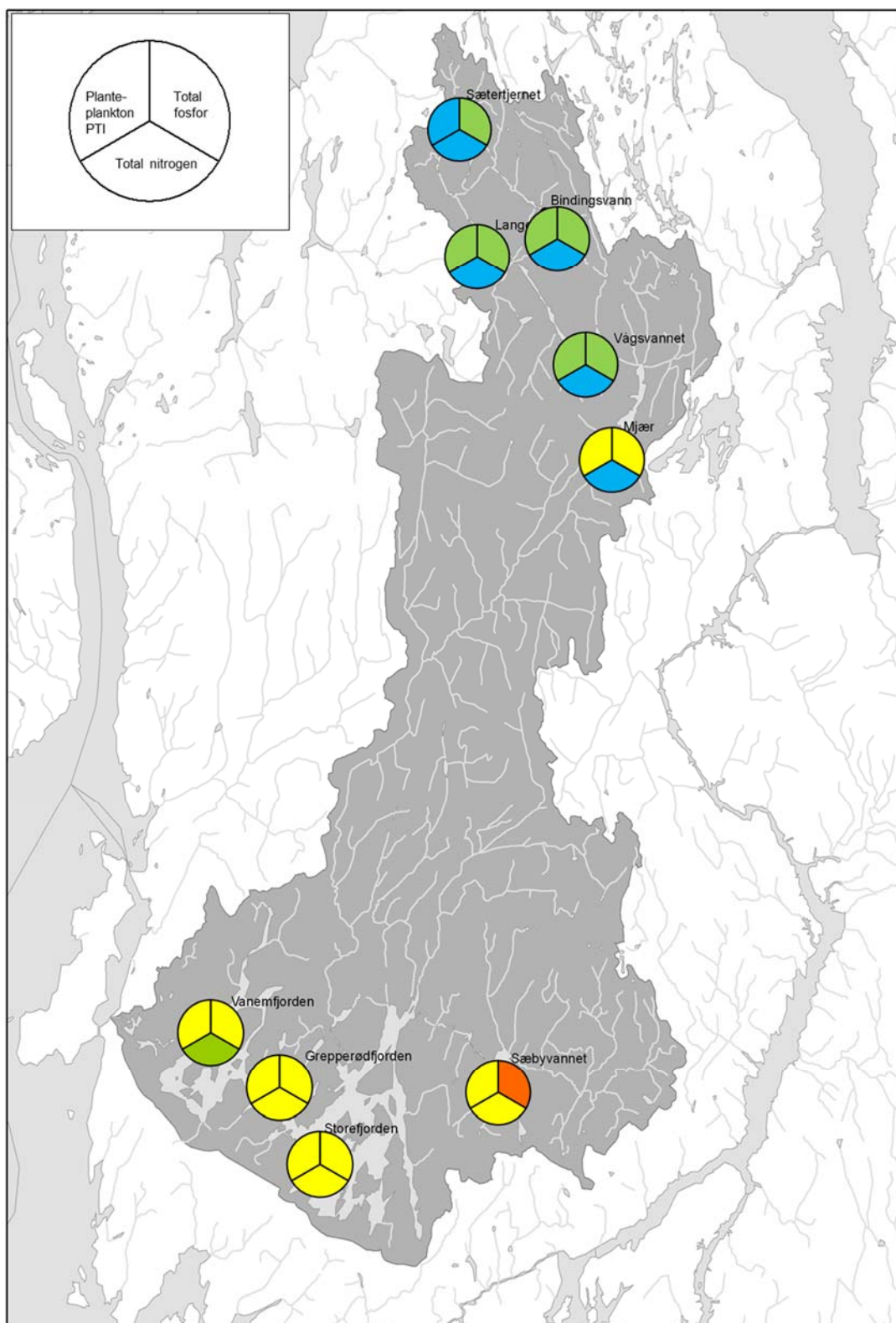
Tabell 6.1 gir en oversikt over miljøtilstanden i de undersøkte innsjøene mens figur 6.1 illustrerer dette for planteplankton, totalfosfor og total nitrogen. I tabellen og figuren er det angitt farger som tilsvarer de gjeldende tilstandsklassene (jf. Vedlegg 1 om 'Vannforskriften og klassifiseringssystemet').

Storefjorden og Vanemfjorden er klassifisert til moderat økologisk tilstand i 2016. Mjær og Sæbyvannet vurderes til å være i moderat økologisk tilstand i 2016. Bindingsvannet, Langen og Våg vurderes å være i god økologisk tilstand i 2016.

Tabell 6.1. Økologisk tilstand i innsjøer og innsjøbassenger i nedbørfeltet til Vansjø-Hobølvassdraget i 2016 i forhold til vannforskriften. Miljømålet er grensen mellom god og moderat økologisk tilstand og er angitt for innsjøtype 7 (L-N3) og 9 (L-N8). Alle tall er årsgjennomsnitt.

Innsjø	Klorofyll -a µg/l	Totalvurdering planteplankton nEQR	Total fosfor µg/l	Total nitrogen µg/l	Sikte- dyp m	Total Klasse (nEQR)
<i>Miljømål 7/L-N3</i>	9	0,6	16	650		
Sættertjern ¹	4,7	0,89	12,9	408	1,6	G (0,78)
Bindingsvann	5,8	0,66	13,6	277	2,2	G (0,66)
Langen	7,9	0,63	13,3	305	2	G (0,63)
Våg	7,3	0,62	13,9	332	2,1	G (0,62)
Mjær	7,7	0,52	18,8	432	1,5	M (0,52)
Sæbyvannet	8,8	0,52	30,5	840	1,0	M (0,52)
Storefjorden	6,5	0,53	27,9	1004	1,3	M (0,53)
<i>Miljømål9/L-N8</i>	10,5	0,6	20	775		
Grepperødfjorden ²	26,0	0,49	33,8	778	1,1	M (0,49)
Vanemfjorden	9,6	0,56	25,1	705	1,3	M (0,56)

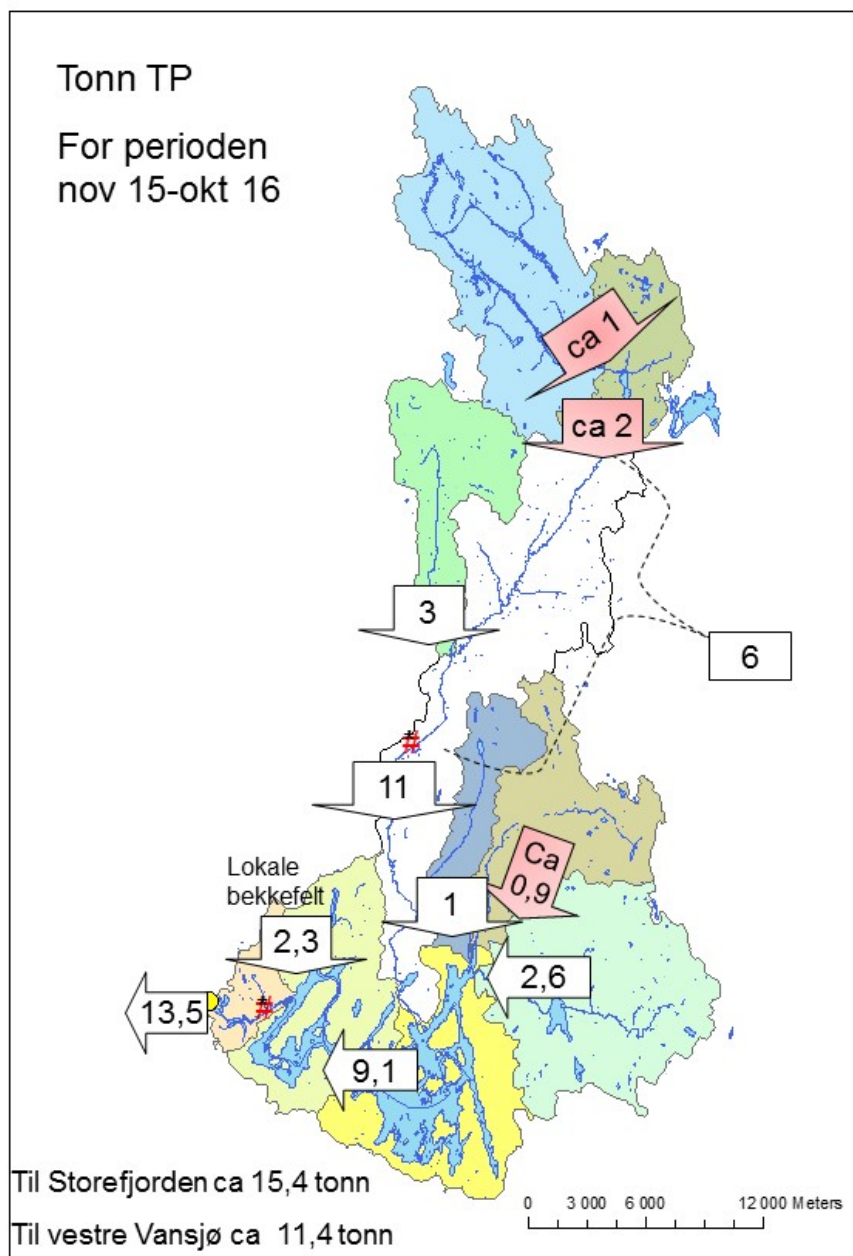
¹Resultater fra 2012; ²Resultater fra 2013.



Figur 6.1 Tilstanden i innsjøene i 2016 illustrert for totalvurdering av planteplankton, totalfosfor og total nitrogen. Tilstandsklassifiseringen av Sætertjernet er fra 2012 og tilstandsklassifiseringen av Grepperødfjorden er fra 2013.

6.2 Fosforbudsjett

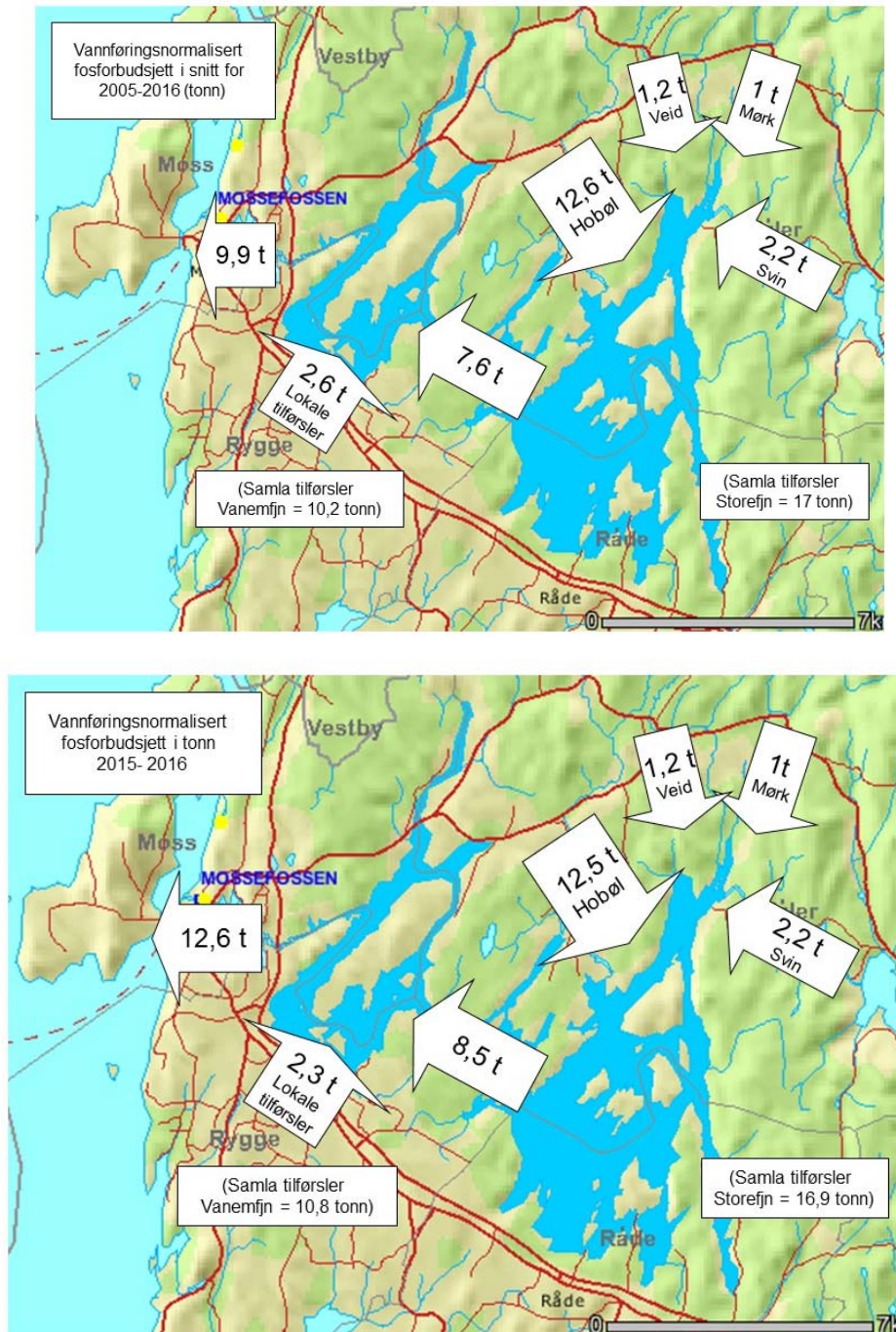
I Vedlegg 6 er det gitt tabeller med budsjett for nitrogen, suspendert stoff og fosfortilførsler (sistnevnte både med og uten vannføringsjustering) siden 2005. Figur 6.2 viser fosforbudsjettet (totalfosfor; ikke vannføringsnormalisert) for overvåkingsperioden. Tilførsler ved Tangen (innløp Mjær), utløp Mjær og Mørkelva er beregnet, basert på tidligere års overvåking.



Figur 6.2. Fosforbudsjett for vassdraget, vist som tonn totalfosfor (TP) i rapporteringsperioden. Tall i rosa piler er beregnet basert på tidligere års vannkvalitetsdata. Budsjettet er ikke justert for vannføring.

Kartene i figur 6.3 illustrerer vannføringsnormaliserte fosforbudsjett for perioden 2005-2016 som gjennomsnitt (øverst), og siste overvåkingsperiode (2015-2016). Vannføringsnormaliserte tilførsler av

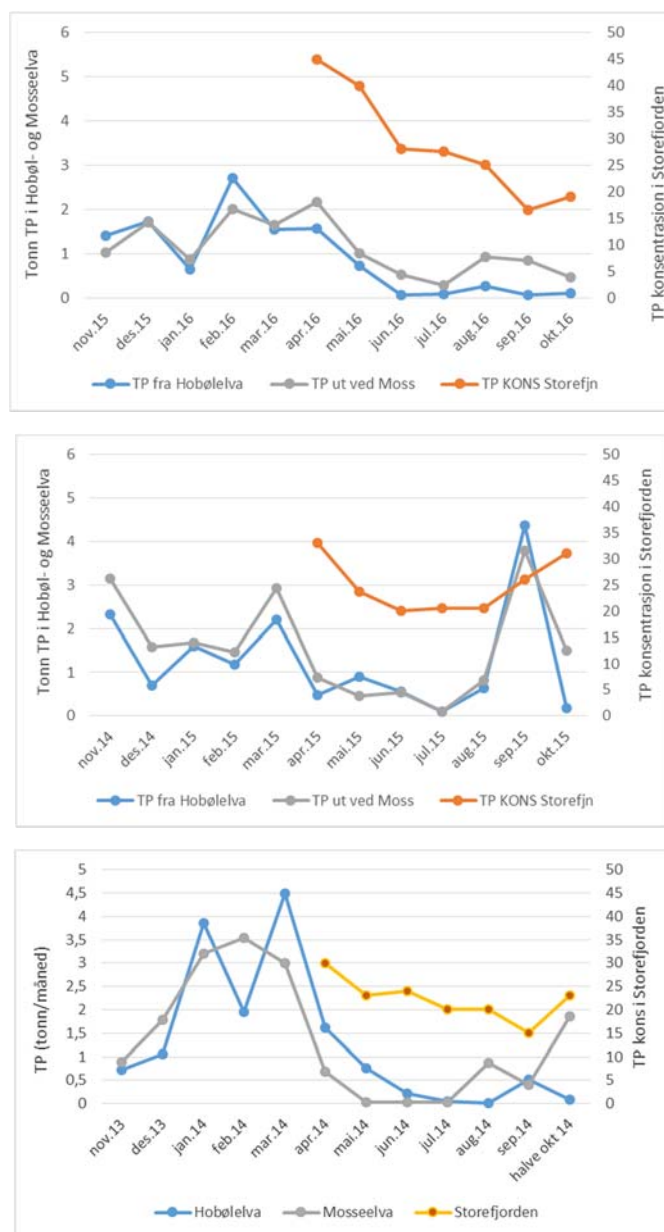
totalfosfor til Storefjorden for siste årsperiode er beregnet til ca. 17 tonn og til vestre Vansjø ca. 11 tonn; begge deler er på nivå med snittet for perioden 2005-2016. Bekkefeltene rundt dette innsjøbassenget er ikke medregnet; det antas at disse utgjør ca. 2 tonn i et normalår.



Figur 6.3. Vannføringsnormalisert fosforbudsjett (tonn) for hele Vansjø: Øvre kart er gjennomsnitt for perioden 2005-2016; nedre kart for inneværende rapporteringsperiode. (Kartgrunnlag NVE-Atlas).

6.3 Høye TP-konsentrasjoner i Storefjorden i 2016 – mulige årsaker

Storefjorden hadde relativt høye totalfosfor-konsentrasjoner i 2016, grunnet særlig høye konsentrasjoner tidlig i sesongen. De tre siste års fosforkonsentrasjoner i Storefjorden ble sammenlignet med tilførslene fra Hobøelva og fosfortransporten ved utløpet ved Moss (figur 6.4).

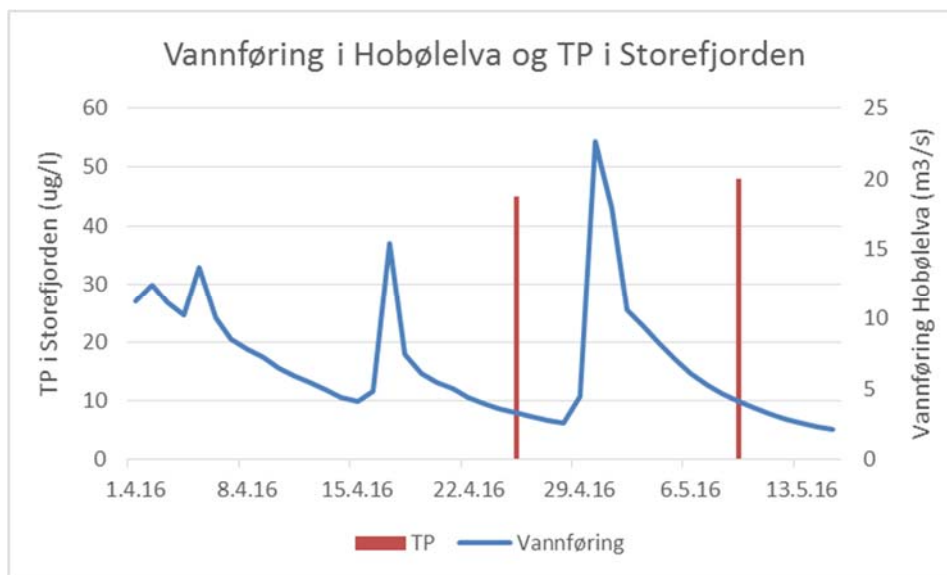


Figur 6.4. Sammenligning av fosfortilførsler i Hobøelva og Mosseelva, med TP-konsentrasjon i Storefjorden. Alle akser like store.

Disse grafene ser ikke ut til å forklare de høye TP-verdiene i Storefjorden i starten av sommeren 2016. I mars 2014 hadde f.eks. Hobøelva adskillig høyere TP-transport enn i februar 2016, uten at tilsvarende høye fosforkonsentrasjoner ble funnet i innsjøen.

Prøvene med de høye TP-konsentrasjonene i Storefjorden hadde også høye konsentrasjoner av suspendert stoff (9,0 og 8,2 mg/l; som er blant de høyeste målingene i både 2016 og 2015 i dette innsjøbassenget). Det er derfor sannsynlig at de høye TP-konsentrasjonene skyldes relativt høy andel leire. Begge prøvene ble tatt

om lag en uke etter vannføringstopper i Hobølelva, som målt ved Høgfoss (se figur 6.5). Det kan tenkes at de to flomepisodene har medført større mengder finkornet materiale med høyt innhold av totalfosfor, som har holdt seg flytende i overflatevannet, og at tidspunktet for prøvetakingen for disse to prøvene er noe av årsaken til de høye gjennomsnittskonsentrasjonene for hele året. Dette kan imidlertid ikke stadfestes, om må derfor anses som en teori.



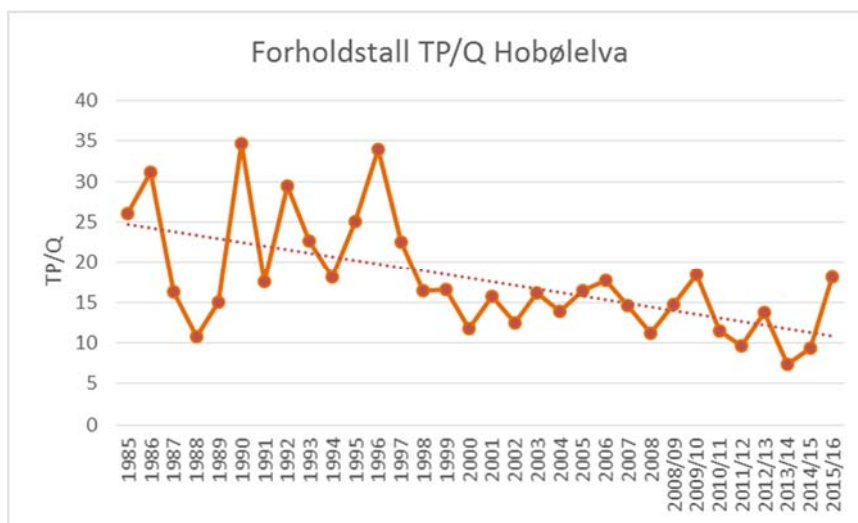
Figur 6.5. Vannføring i Hobølelva (m³/s) i april og mai 2016, sammenlignet med tidspunkt for, og konsentrasjon av, totalfosfor i de to vannprøvene som ble tatt i Storefjorden.

6.4 Utvikling av tilførsler

Rapporteringsperioden har hatt et spesielt nedbør-mønster, der mesteparten av nedbøren kom i første halvdel, mens sommeren og høsten 2016 var uvanlig tørr. Året som helhet hadde derfor lavere vannføring enn gjennomsnittet, som gjenspeiles i lavere tilførsler av næringsstoffer og partikler. Vannføringsjusterer vi tilførslene, var disse jevnt over på nivå med gjennomsnittlige tilførsler for 12-årsperioden 2005-2016.

I Hobølelva har konsentrasjoner av totalfosfor og suspenderte partikler gått ned (statistisk signifikant) siden målingene startet i 1985. Forholdstallet mellom TP-konsentrasjon og vannføring er vist i Figur 6.6, og illustrerer dette. Nedgangen kan ikke forklares med vannføring, siden den har gått opp i samme periode. Det er derfor meget sannsynlig at det er miljøtiltakene som har bidratt til reduserte fosfortap.

Tross denne nedgangen er det fremdeles høye tap av næringsstoffer både i Hobølelva og Kråkstadelva. I begge elver er også tarmbakterienivået høyt, så noe av tilførslene stammer sannsynligvis fra avløp. I elvene Svinna og Veidalselva viser tilførslene liten variasjon fra år til år, når vannføringen tas med som forklaring. For bekkefeltene rundt vestre Vansjø var de vannføringsnormaliserte tilførslene nær gjennomsnittet.



Figur 6.6. Forholdstallet mellom TP-konsentrasjon (årgjennomsnitt i $\mu\text{g/l}$) og gjennomsnittlig vannføring per år (i m^3/s). Lineær trendkurve vist med prikket linje.

6.5 Langtidsutvikling i Vansjø

Langtidsutviklingen i Vansjø viser, oppsummert, at:

- Fosforkonsentrasjonen 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 2014 sank konsentrasjonen gradvis, særlig i perioden 2007-2010, og det er mulig at tiltak i de lokale bekkefeltene 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.
- I perioden 2010-2016 har fosforkonsentrasjonene sunket noe for Vanemfjorden, mens i Storefjorden har fosforkonsentrasjonene økt de tre siste årene.
- 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. *Microcystis* antas å være hovedprodusenten av algegiften microcystin i Vansjø.
- Algen *Gonyostomum semen* har blitt mer dominerende i Vanemfjorden de siste årene
- 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.

Tabell 6.2. Økologisk tilstand i Storefjorden i 2010-2016. Miljømålet er grensen mellom god og moderat økologisk tilstand og er angitt for innsjøtype 7 (L-N3). Alle tall er årsgjennomsnitt.

Storefjorden	Klorofyll -a µg/l	Totalvurdering planteplankton nEQR	Total fosfor µg/l	Total nitrogen µg/l	Sikte- dyp m	Total klasse (nEQR)
Miljømål	9	0,6	16	650		
2016	6,5	0,53	27,9	1004	1,3	M (0,53)
2015	6,9	0,48	22,0	1037	1,5	M (0,48)
2014	9,0	0,52	19,3	822	1,5	M (0,52)
2013	11	0,47	20,3	1311	0,8	M (0,47)
2012	7,6	0,52	21,6	1124	1,4	M (0,52)
2011	6,8	0,53	22,4	1179	1,2	M (0,53)
2010	6,7	0,48	19,6	1068	1,4	M (0,48)

Tabell 6.3. Økologisk tilstand i Vanemfjorden i 2010-2016. Miljømålet er grensen mellom god og moderat økologisk tilstand og er angitt for innsjøtype 9 (L-N8). Alle tall er årsgjennomsnitt.

Vanemfjorden	Klorofyll -a µg/l	Totalvurdering planteplankton nEQR	Total fosfor µg/l	Total nitrogen µg/l	Sikte- dyp m	Total klasse (nEQR)
Miljømål	10,5	0,6	20	775		
2016	9,6	0,56	25,1	705	1,3	M (0,56)
2015	14,9	0,51	24,1	657	1,4	M (0,51)
2014	12,1	0,57	24,3	544	1,4	M (0,57)
2013	16,5	0,51	26,9	845	1,3	M (0,51)
2012	16	0,50	26,1	894	1,2	M (0,50)
2011	13,7	0,50	26,6	938	1,1	M (0,50)
2010	13,7	0,45	27	731	1,2	M (0,45)

6.6 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 2016, 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 god økologisk tilstand i 2016, men ligger på grensen mot moderat tilstand. Det har også her vært oppblomstring av algen *G. semen* de siste årene.
- **Våg** vurderes å være i god økologisk tilstand i 2016, men ligger på grensen mot moderat tilstand. Innholdet av totalfosfor var lavere i 2016 enn i 2013, men det var oppblomstring av algen *G. semen*.
- **Mjær** vurderes å være i moderat økologisk tilstand i 2016, mens i 2015 ble Mjær vurdert til dårlig økologisk tilstand. Forbedringen skyldes hovedsakelig en svakere oppblomstring av algen

Gonyostomum semen og cyanobakterier i i 2016 enn i 2015. 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 i 2015. 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. Det ble i tatt fosforanalyser av bunnvannet og resultatene indikerer at det ikke var interngjødsling i innsjøen i 2016. Hovedutfordringen er eksterne tilførsler da de største mengdene med fosfor kommer med tilførselselvene.

Tabell 6.4. Økologisk tilstand i Sætertjern i 2008-2012 i forhold til vannforskriften. Miljømålet er grensen mellom god og moderat økologisk tilstand og er angitt for innsjøtype 7 (L-N3). Alle tall er årsgjennomsnitt (2012: seks prøver pr. år, 2008-2012: ni prøver pr. år).

Sæter- tjern	Klorofyll -a µg/l	Totalvurdering planteplankton nEQR	Total fosfor µg/l	Total nitrogen µg/l	Sikte- dyp m	Total klasse (Normalisert EQR)
Miljømål	9	0,6	16	650		
2016						
2015						
2014						
2013						
2012	4,7	0,89	12,9	408	1,6	G (0,78)
2011						
2010						
2009	5,6	0,81	11,6	376	2,0	SG (0,81)
2008	5,5	0,88	12,1	372	1,9	SG (0,81)

Tabell 6.5. Økologisk tilstand i Bindingsvannet i 2008-2016 i forhold til vannforskriften. Miljømålet er grensen mellom god og moderat økologisk tilstand og er angitt for innsjøtype 7 (L-N3). Alle tall er årsgjennomsnitt (2013 og 2016: seks prøver pr. år, 2008-2012: ni prøver pr. år).

Bindingsvannet	Klorofyll -a µg/l	Totalvurdering planteplankton nEQR	Total fosfor µg/l	Total nitrogen µg/l	Sikte- dyp m	Total klasse (Normalisert EQR)
Miljømål	9	0,6	16	650		
2016	5,8	0,66	13,6	277	2,2	G (0,66)
2015						
2014						
2013	6,5	0,69	12,2	359	2,2	G (0,69)
2012	5,8	0,73	12,8	315	2,4	G (0,73)
2011	7,0	0,60	12,3	352	2,5	M (0,60)
2010	10,5	0,49	11,8	309	2,8	M (0,49)
2009	10,2	0,47	12,0	336	2,8	M (0,47)
2008	7,3	0,58	11,6	338	2,0	M (0,58)

Tabell 6.6. Økologisk tilstand i Langen i 2008-2016 i forhold til vannforskriften. Miljømålet er grensen mellom god og moderat økologisk tilstand og er angitt for innsjøtype 7 (L-N3). Alle tall er årsgjennomsnitt (2013 og 2016: seks prøver pr. år, 2008-2012: ni prøver pr. år).

Langen	Klorofyll -a µg/l	Totalvurdering planteplankton nEQR	Total fosfor µg/l	Total nitrogen µg/l	Sikte- dyp m	Total klasse (Normalisert EQR)
Miljømål	9	0,6	16	650		
2016	7,9	0,63	13,3	305	2	G (0,63)
2015						
2014						
2013	11,8	0,58	15,0	442	1,6	M (0,58)
2012	9,9	0,65	15,9	424	1,6	G (0,65)
2011	12,6	0,54	16,7	458	1,4	M (0,54)
2010	10,4	0,64	15,8	383	1,9	G (0,64)
2009	9,5	0,64	15,0	392	1,9	G (0,64)
2008	10,7	0,62	18,0	430	1,8	G (0,62)

Tabell 6.7. Økologisk tilstand i Våg i 2008-2016 i forhold til vannforskriften. Miljømålet er grensen mellom god og moderat økologisk tilstand og er angitt for innsjøtype 7 (L-N3). Alle tall er årsgjennomsnitt (2013 og 2016: seks prøver pr. år, 2008-2012: ni prøver pr. år).

Våg	Klorofyll -a µg/l	Totalvurdering planteplankton nEQR	Total fosfor µg/l	Total nitrogen µg/l	Sikte- dyp m	Total klasse (Normalisert EQR)
Miljømål	9	0,6	16	650		
2016	7,3	0,62	13,9	332	2,1	G (0,62)
2015						
2014						
2013	15,6	0,50	18,0	536	1,7	M (0,50)
2012	7,0	0,79	16,4	539	1,4	G (0,79)
2011	7,1	0,69	15,9	551	1,5	G (0,69)
2010	5,6	0,83	14,2	475	1,7	G (0,73)
2009	6,9	0,75	14,1	485	1,7	G (0,75)
2008	6,3	0,77	13,6	464	1,7	G (0,77)

Tabell 6.8. Økologisk tilstand i Mjær i 2008-2016 i forhold til vannforskriften. Miljømålet er grensen mellom god og moderat økologisk tilstand og er angitt for innsjøtype 7 (L-N3). Alle tall er årsgjennomsnitt (2013-2016: seks prøver pr. år, 2008-2012: ni prøver pr. år).

Mjær	Klorofyll -a µg/l	Totalvurdering planteplankton nEQR	Total fosfor µg/l	Total nitrogen µg/l	Sikte- dyp m	Total klasse (Normalisert EQR)
Miljømål	9	0,6	16	650		
2016	7,7	0,52	18,8	432	1,5	M (0,52)
2015	19,8	0,30	19,3	610	1,6	D (0,30)
2014	12,8	0,46	17,2	654	1,6	M (0,46)
2013	10,1	0,56	20,7	808	1,5	M (0,56)
2012	12,6	0,53	21,8	813	1,5	M (0,53)
2011	15,0	0,48	20,1	780	1,3	M (0,48)
2010	12,5	0,51	20,1	780	1,7	M (0,51)
2009	13,0	0,49	19,3	678	1,5	M (0,49)
2008	14,0	0,48	20,4	706	1,4	M (0,48)

Tabell 6.9. Økologisk tilstand i Sæbyvannet i 2008-2016 i forhold til vannforskriften. Miljømålet er grensen mellom god og moderat økologisk tilstand og er angitt for innsjøtype 7 (L-N3). Alle tall er årsgjennomsnitt (2013-2016: seks prøver pr. år, 2008-2012: ni prøver pr. år).

Sæby vannet	Klorofyll -a µg/l	Totalvurdering planteplankton nEQR	Total fosfor µg/l	Total nitrogen µg/l	Sikte- dyp m	Total klasse (Normalisert EQR)
Miljømål	9	0,6	16	650		0,6
2016	8,8	0,52	30,5	840	1,0	M (0,52)
2015	9,7	0,49	33,0	1082	1,1	M (0,49)
2014	8,6	0,51	32,0	920	0,9	M (0,51)
2013	11,7	0,55	39,7	1397	0,8	M (0,55)
2012	20,0	0,37	41,2	1539	0,9	D (0,37)
2011	25,9	0,32	37,7	1197	0,8	D (0,32)
2010	21,5	0,35	32,9	926	1,0	D (0,35)
2009	12,3	0,52	32,3	703	1,0	M (0,52)
2008	23,6	0,41	40,4	814	0,9	M (0,41)

7 REFERANSER

- Direktoratsgruppa (2009). Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Veileder 01:2009. Utgitt av Direktoratsgruppa for gjennomføring av Vanndirektivet. 127 s.
- Haande, S., Lyche Solheim, A., Moe, J., Brænden, R., 2011. Klassifisering av økologisk tilstand i elver og innsjøer Vannområde Morsa iht. Vanndirektivet. NIVA Rapp 6166-2011. 39 s.
- Skarbøvik, E., Haande, S., Bechmann, M., Skjelbred, B. og Eggestad, H.-O. 2014. Overvåking Vansjø/Morsa 2012-2013. Resultater fra overvåkingen i perioden oktober 2012 til oktober 2013. Bioforsk rapport 9(35). 121 s.

VEDLEGG

Vedlegg 1: Ordliste

Vedlegg 2: Informasjon om nedbørfeltet

Vedlegg 3: Utfyllende informasjon om metoder

Vedlegg 4: Utfyllende informasjon om innsjøer oppstrøms Vansjø

Vedlegg 5: Utfyllende informasjon om Vansjø

Vedlegg 6: Næringsstoffbudsjett og arealspesifikke tilførsler

Vedlegg 7: 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 parameteren benyttes i praksis til å si noe om vannets innhold av humusstoffer.

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. Ortofosfat (orto-P) er den fosforfraksjonen som antas umiddelbart tilgjengelig for planteplanktonet.

Karbon – totalt organisk (TOC)

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

Klorofyll-a

Klorofyll-a er et pigment som er spesifikt for fotosyntetiserende organismer og denne parameteren benyttes ofte som et mål på mengden alger i vannmassene. Variasjonene i klorofyll-a følger i stor grad variasjonene i algevolumberegningene. Begge parametere 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).

Nitrogen, nitrat og ammonium

Totalnitrogen omfatter alle nitrogenforbindelser i vannmassene. Nitrat (NO₃) er et viktig næringsstoff for alger i ferskvann. Selv om det er fosfor som oftest er vekstbegrensende på årsbasis i de fleste innsjøer, er det ikke uvanlig at nitrat er vekstbegrensende i deler av vekstsesongen, spesielt i næringsrike systemer. Ammonium (NH₄) kan imidlertid i slike perioder være kilde til nitrogen hvis konsentrasjonene er høye nok. I de tilfeller hvor nitrogen er vekstbegrensende næringsstoff kan dette medføre framvekst av nitrogenfikserende 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 oksygenvinn dersom forbruken overstiger produksjonen. Temperatur og konsentrasjonen av oksygen måles i felt med hjelp av elektroniske sonder.

pH

pH er et mål på vannets surhetsgrad. Vanlige næringsfattige til middels næringsrike innsjøer har ofte pH rundt nøytralitetspunktet 7,0 eller en svak sur reaksjon. I næringsrike innsjøer med kraftig fotosyntese i de øvre vannlagene kan pH bli svært høy om sommeren - spesielt på vindstille dager. Under slike forhold kan fosfor bundet til leirpartiklene frigis til vannmassene slik at algene lettere kan nyttiggjøre seg dette. Under vindpåvirkning, spesielt i humøse sjøer, vil ofte nedbrytingsprosessene jevne ut pH-økningen som følge av fotosyntesen. pH måles med elektroniske sonder direkte i felt.

Planteplankton

Planteplankton 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 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 (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 0,1mg 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 partikkelens form, farge og reflektivitet, derfor må turbiditet kalibreres mot suspendert stoff ved hvert prøvested.

Vannforskriften og klassifiseringssystemet

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 (figur 1.10). 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 humus-innhold, 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.



Figuren viser tilstandsklassifisering og miljømål iht. vannforskriften.

Referanser til dette vedlegget

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

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

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

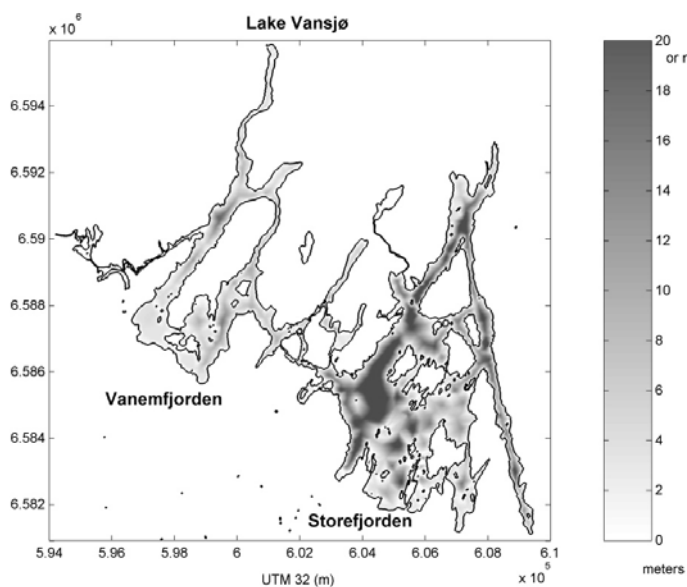
Vedlegg 2. Feltbeskrivelser

Vansjø-Hobølvasdraget er et næringsrikt lavlandsvassdrag på totalt 688 km² hvor jordbruk drives på ca. 15 % av arealene. Resten av arealene i nedbørfeltet er hovedsakelig skog. Det bor ca. 40.000 mennesker i nedbørfeltet.

Innsjøen Vansjø er 36 km² og består av flere bassenger som er skilt fra hverandre av trange sund og grunne terskler (se dybdekart, under). Vansjø deles gjerne inn i 2 hovedbasseng: en østre del (Storefjorden) med et areal på 24 km² og en vestre del (Grepperødfjorden, Vanemfjorden og Mosseelva) som er på 12 km². Både den største tilløpselva Hobøelva og de øvrige tilløpselvene munner ut i Storefjorden, mens utløpet er fra Vanemfjorden via Mosseelva og ut i Mossesundet (Oslofjorden). Storefjorden er vanntype L-N3 (kalkfattig, humøs) mens vestre Vansjø er vanntype L-N8 (moderat kalkrik, humøs). Morfometriske data for Storefjorden og vestre Vansjø er vist i tabellen under.

Tabell: Morfometriske data fra Vansjøs to hovedbasseng.

Morfometri	Storefjorden (L-N3)	vestre Vansjø (L-N8)
Overflateareal (km ²)	23,8	12
Middeldyp (m)	9,2	3,7
Største dyp (m)	41	17
Vannets teoretiske oppholdstid (år)	0,85	0,21



Dybdekart over Vansjø

Totalt areal og fordelingen av jordbruksareal i delnedbørfeltene er gitt i tabellen under:

Tabell: Arealfordelingen i nedbørfeltet til Vansjø-Hobølvassdraget*.

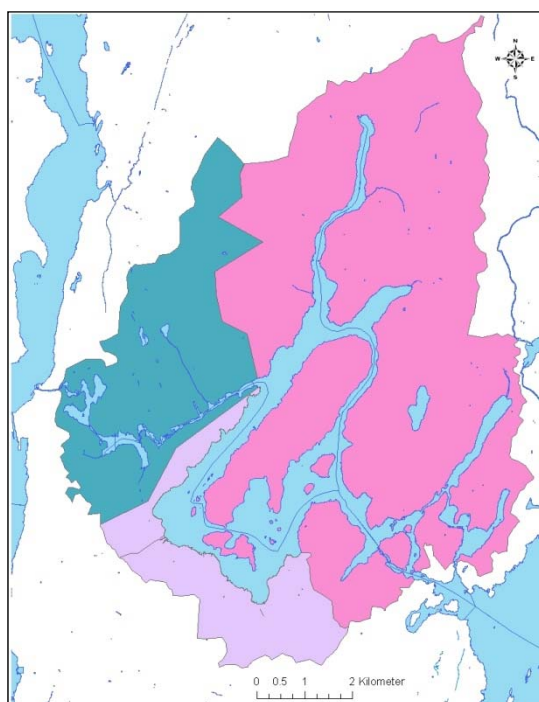
Delnedbørfelt	nedbørfelt km ²	jordbruksareal km ²
Oppstrøms Tangenelva	105,4	2,6
Strekningen Tangenelva - utløp Mjær	41,2	4,6
Kråkstadelva	51,3	22
Hele Hobølelva	333,0	36
Veidalselva	33,3	4,1
Mørkelva	61,2	5,6
Svinna	103,1	12
Storefjorden bekkefelt	73,8	
Oppstrøms Sunda	604,4	
Vestre Vansjø	67,6	11
Areal som drenerer til Mosseelva	16,3	0,5
Hele vassdraget	688,3	103

*Kilde: Blankenberg m.fl. 2008, oppdaterte tall for Vestre Vansjø og Mosseelva satt inn etter nye beregninger høsten 2009.

Nedbørfeltet til vestre Vansjø er på 68 km² og er i dette prosjektet delt inn i tre mindre enheter; søndre del, nordre del, og delfeltet som drenerer til Mosseelva. Denne inndelingen benyttes i beregningen av tilførsler. Tabellen under gir detaljer om delnedbørfeltet.

Tabell: Nedbørfeltarealer for overvåkingsfelt rundt vestre Vansjø.

Lokalitet	Nedbørfelt- areal	Jordbruk	Skog	Annet
Småfelt	dekar	%		
Guthusbekken (Gut)	3150	12	80	8
Sperrebotnbekken (Spe)	2481	19	71	10
Augerødbekken (Aug)	4778	20	77	3
Ørejordetbekken (Øre)	692	0	6	94
Årvoldbekken (Årv)	486	40	17	43
Støabekken 1 (St1)	157	89	0	11
Vaskebergetbekken(Vas)	130	91	9	0
Huggenesbekken (Hug)	810	85	9	6
Dalen (Dal)	882	0	100	0
Hele nedbørfeltet	km ²			
Øst for vestre Vansjø	47			
Mellom Raet og Vansjø	8			
Vestre Vansjø	68	11		
- hvorav vannflate	12			
Mosseelva	16	0,5		
- hvorav vannflate	1			



Kart over nedbørfeltet til vestre Vansjø (rosa og lilla areal) og Mosseelva (blågrønt areal).

Referanser til dette vedlegget

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

Vedlegg 3. Metodikk– informasjon om prøvetaking, frekvens og parametere

Prøvetaking i Vansjø

Overvåkingen i 2016 pågikk i perioden 25. april til 10. oktober. Det ble innhentet vannprøver hver 14. dag i denne perioden fra Storefjorden og Vanemfjorden. Grepperødfjorden og Grimestadkilen ble ikke tatt med i 2014 overvåkingen. Nesparken ble undersøkt hver 14. dag i perioden fra midten av juni til midten av august (måleprogram i tabellen under). I 2016 ble prøvetakingen i Vansjø gjennomført av Ronald Thorvaldsen og en medhjelper.

Prøvetaking i øvrige innsjøer

I 2008 ble det igangsatt en felles overvåking av seks utvalgte innsjøer i Vansjø-Hobølvassdraget, 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 igjen i 2012. Innsjøene Våg, Langen, Bindingsvannet har blitt overvåket årlig frem til 2013, deretter i 2016 overvåkingen. Mjær og Sæbyvannet har blitt overvåket årlig siden 2010.

Overvåkingen ble gjennomført i perioden 23. mai til 12. oktober, og det ble innhentet vannprøver en gang pr. måned, til sammen seks ganger. Se tabell over for analyserte parametere. I 2015 ble prøvetakingen i Sæbyvannet gjennomført av Ronald Thorvaldsen og en medhjelper. I Bindingsvannet, Langen, Våg og Mjær ble feltarbeidet gjennomført av NIVA og Ronald Thorvaldsen.

Analyseprogram for alle innsjøer

Alle vannkjemiske analyser for prøvene fra innsjøene ble analysert ved Eurofins, mens analyser av klorofyll-a, microcystin (algetoksin) og planteplankton ble gjort ved NIVA.

Overvåkning Vansjø - Stasjoner, parametere og frekvens Periode: 1. april – 15. oktober 2016

Parameter:	Storefjorden & Vanemfjorden	Sunda	Nesparken I algesesongen, 1. juli – 31. august 2016
	2016	2016	
Klf.a	14. dag		14. dag
Microcystin	14. dag		14. dag
Siktedyp	14. dag		
O2-profil	14. dag		
pH-profil	14. dag		
Temp-profil	14. dag		
Konduktivitetsprofil	14. dag		
Tot-P	14. dag	14. dag	14. dag
PO4-P/ortoP	14. dag	14. dag	14. dag
Part-P	14. dag		
Tot - N	14. dag	14. dag	
NH4/NO3-N	14. dag		
SS	14. dag	14. dag	
SiO2	14. dag		
Alger (biomasse og artssammensetning)	14. dag		
Farge	28. dag		
TOC	28. dag		
Gløderest	14. dag		

Overvåkning av øvrige innsjøer (5 stk); Sæbyvannet, Mjær, Våg, Langen, Bindingsvannet. Periode: mai – september 2016

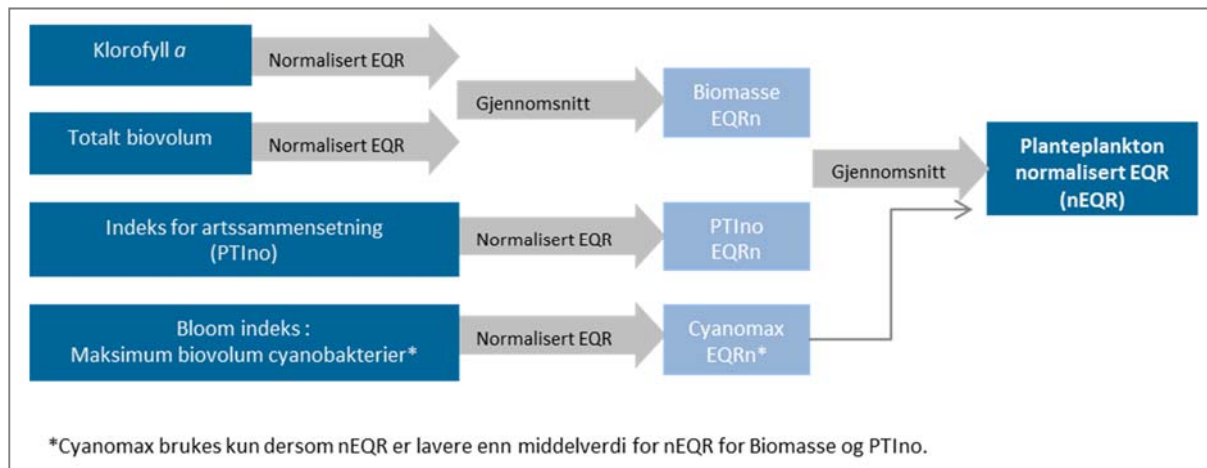
Parameter:	Sæbyvannet	Sæbyvannet dypvann	Mjær, Våg, Langen og Bindingsvannet (4 innsjøer)
	2016	2016	2016
Klf.a	6 ganger		6 ganger
Microcystin	6 ganger		6 ganger
Siktedyp	6 ganger		6 ganger
O2-profil	6 ganger		6 ganger
pH-profil	6 ganger		6 ganger
Temp-profil	6 ganger		6 ganger
Konduktivitetsprofil	6 ganger		6 ganger
Tot-P	6 ganger	6 ganger	6 ganger
PO4-P/ortoP	6 ganger	6 ganger	6 ganger
Tot - N	6 ganger		6 ganger
SS	6 ganger		6 ganger
TOC	4 ganger		4 ganger
Alger (biomasse og artssammensetning)	6 ganger		6 ganger
Gløderest	6 ganger		6 ganger
Farge	6 ganger		6 ganger

Planteplankton

Prøvetakingen av planteplankton ble foretatt i henhold til standardprosedyre (NS-9459) og består av en blandeprøve fra eufotisk sone (0-4 m). Det ble tatt ut prøver for klorofyllanalyse, vannkjemi og planteplankton fra samme blandeprøve. Kvantifiseringen av planteplanktonet ble foretatt i omvendt mikroskop iht. norsk standard (NS-EN 15204) og biomassen og artssammensetningen ble beregnet.

Artssammensetning og biovolum kan gi viktig informasjon om eutrofieringsbelastningen i den enkelte vannforekomsten. Vurdering av økologisk tilstand for planteplankton er basert på klorofyll a, totalt biovolum, trofiindeks for artssammensetning (PTI) og oppblomstring av cyanobakterier (Cyanomax). NIVA har vært en sentral aktør i utarbeidelsen av disse indeksene, samt i interkalibreringsprosessen. Indeksene er nå interkalibrert med de nordiske landene, og spesifikasjonene, som tidligere var beskrevet i teknisk interkalibreringsrapport for klassifiseringssystemer av 2011 (Lyche-Solheim *et al.* 2011), er nå i sin helhet beskrevet i den reviderte klassifiseringsveilederen (Veileder 01:2013). 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. Figuren

under viser hvordan gjennomsnittet av normalisert EQR (nEQR) for de ulike indeksene beregnes for å få en felles nEQR for planteplankton. Cyanomax benyttes kun når denne nEQR er lavere enn gjennomsnittet av de andre nEQR for planteplankton. Dette gjøres for å unngå at fravær av cyanobakterier bidrar til en høyere nEQR, 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, parametere og prøvetakingsfrekvens i tilførselselver og -bekker i rapporteringsperioden 1. november 2015- 31. oktober 2016 er vist i tabellene under.

Forkortelser og stasjoner:

Prøveidentitet	Prøvested
HOBK	Hobølelva ved Kure
KRÅB	Kråkstadelva
VEID	Veidalselva
SVIN	Svinna før Sæbyvannet
SVIU	Svinna ved Klypen bro
VAN5	Sunda mellom Vansjøbassengene
VANU	Mosseelva
HØL1	Hølenelva
GUT	Guthusbekken
SPE	Sperrebotnbekken
AUG	Augerødbekken
STØ1	Støabekken 1
VAS	Vaskebergetbekken
HUG	Huggenesbekken

Overvåkning Hobøelva ved Kure HOBK. Periode: 1. november 2015 – 31. oktober 2016:

Frekvens	Kvalitetselement	Parametere
Hver 14.dag + flom	Kjemisk	Tot-P, SS
Hver 14.dag	Kjemisk	Tot-N, TOC
Hver 14.dag	Hygiene	TKB
Hver 28.dag	Kjemisk	Farge

Oversikt over frekvens og parametere for øvrige elver og bekker. Periode: 1. november 2015 – 31. oktober 2016:

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

Tilførselsberegninger

Som for tidligere år er det benyttet nedskalerte data fra stasjonen Høgfoss ved Hobøelva for å beregne vannføringen i elvene til Storefjorden, mens vannføring fra Mossefossen benyttes til å beregne tilførsler ved denne og ved Sundet (nedskalert). Data leveres av Glommen og Laagens Brukseierforening.

Vannføringen i bekkene til vestre Vansjø ble i 2004/05-2005/06 og fra 2013 av basert på målinger i Skuterudbekken i Ås (JOVA, NIBIO), som ligger rett utenfor nedbørfeltet til Vansjø. Basert på et ønske om bedre tilførselsberegninger ble det etablert en målestasjon i Guthusbekken i 2006, men der var det tidvis problemer med oppstuvning. Den ble derfor lagt ned i 2013. I årene 2006-2013 er vannføringen basert på målinger i Guthusbekken, som i perioder med oppstuvingsproblemer ble justert ved hjelp av vannføring i Skuterudbekken og nedbør målt på Rygge. Forskjellen i årlig avrenning mellom de to målestasjonene (Skuterud og Guthus) ble dokumentert i Skarbøvik m.fl. 2015. Forskjellene var opp til 15 % i enkelte år, men forskjellen var ikke systematisk og i fire av 7 år var det liten forskjell på avrenning i de to stasjonene. Tilførslene frem til og med 2013/2014 ble beregnet for perioden 15. oktober-15. oktober, mens perioden 1. november-1. november ble brukt i 2014/2015.

Tilførsler i elver og bekker som drenerer til Storefjorden er beregnet ved slamføringskurven, med unntak av de to stasjonene som er tilknyttet Vansjø, dvs. Sundet og Mosseelva, I disse er transporten sterkt preget av den stabiliserende effekten til innsjøen og det er her benyttet lineær interpolasjon.

Mørkelva ble ikke prøvetatt denne overvåkingsperioden. Næringsstofftilførslene og tilførsler av suspendert sediment i denne elva ble derfor beregnet fra forholdet mellom tilførslene i Veidalselva og Mørkelva i perioden 2005-2014, på samme måte som beskrevet i fjorårets rapport (Skarbøvik m.fl. 2016).

Lokale tilførsler til vestre Vansjø og Mosseelva beregnes på grunnlag av konsentrasjoner målt i stikkprøver. I beregningene brukes lineær interpolasjon. I bekkfeltene til vestre Vansjø er fosfortapet fra skogs- og

utmarksområder 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. Etter at Ørejordet (som representerer boligområder) er nedlagt er fosfortap fra boligområder beregnet som 2,5 ganger tapet fra skogområder. Denne faktoren er basert på tidligere målinger.

Vannføringsnormalisering

Vannføringsnormalisering kan gjøres på ulike måter. I denne rapporten 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 (se under) (i millioner m³)

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

Ang. Q_{snitt} : Vannføringsnormalisering for alle felt er utført basert på vannføringsdata fra Hobølrelva i perioden 1977-2007, dvs med en normalavrenning på 470 mm. For hvert delnedbørfelt er denne normalvannføringen justert i henhold til delnedbørfeltets størrelse.

Referanser til dette vedlegget

- 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.
- Skarbøvik, E., Strand, D., Bechmann, M., Skjelbred, B. og Eggestad, H.-O. 2015. Overvåking Vansjø/Morsa 2013-2014. Resultater fra overvåkingen i perioden oktober 2013 til oktober 2014. Bioforsk rapport 10(28). 128 s.
- Skarbøvik, E., Haande, S., Bechmann, M., Skjelbred, B. 2016. Overvåking Morsa 2014-2015. NIBIO Rapp. 42 (2) 2016, 71 s.

Vedlegg 4: Utfyllende informasjon om innsjøer oppstrøms Vansjø

Bindingsvannet

Feltadata: Temperatur, oksygen og pH- profiler

Temperatur						
Dyp	25.05.2016	22.06.2016	20.07.2016	17.08.2016	15.09.2016	12.10.2016
0	11,8	*	17,2	15,3	15,9	7,3
1	11,4		15,3	13,7	15,1	7,2
2	10,0			12,5	14,2	7,2
3	7,3		10,3		12,1	7,1
4	6,4			10,1	9,8	7,1
5	5,8		7,7		8,2	6,8
6	5,4		7,3	7,9		
7	5,4		8,1	7,1	7,8	6,2
8	5,5		8,3	7,3	8,7	5,5
9	5,9			8,0		5,7
10						

*Feil på sonde

pH						
Dyp	25.05.2016	22.06.2016	20.07.2016	17.08.2016	15.09.2016	12.10.2016
0	6,3	*		6,6	6,7	7,0
1	6,2			6,5	6,6	6,8
2	6,0				6,6	6,8
3	6,0			6,5		6,7
4	6,0				6,6	6,9
5	6,1			6,6		7,1
6	6,1			6,6	6,7	
7	6,1			6,6	6,9	7,1
8	6,1			6,7	6,9	7,1
9	6,1				6,9	7,0
10						

*Feil på sonde

Oksygen (mg/l)						
Dyp	25.05.2016	22.06.2016	20.07.2016	17.08.2016	15.09.2016	12.10.2016
0	10,6	*	8,7	7,9	7,7	8,5
1	11,0		6,9	6,6	5,5	8,4
2	12,1			4,6	3,8	8,0
3	10,9		5,8		1,8	7,2
4	10,3			3,9	1,7	5,4
5	9,9		3,2		0,6	2,4
6	7,8		1,3	2,3		
7	5,4		1,2	0,4	0,8	1,3
8	3,7		1,4	0,5	1,4	2,5
9	3,8			1,0		4,4
10						

*Feil på sonde

Oksygen (metning %)						
Dyp	25.05.2016	22.06.2016	20.07.2016	17.08.2016	15.09.2016	12.10.2016
0	98,1	*		90,0	77,9	78,3
1	100,2			66,7	63,2	55,2
2	102,6				42,5	37,3
3	91,1			50,0		16,7
4	83,9				34,2	14,7
5	79,5			27,3		4,8
6	62,3			11,0	18,9	
7	42,8			9,9	3,7	6,9
8	29,6			12,3	4,3	12,2
9	30,7				8,4	35,3
10						

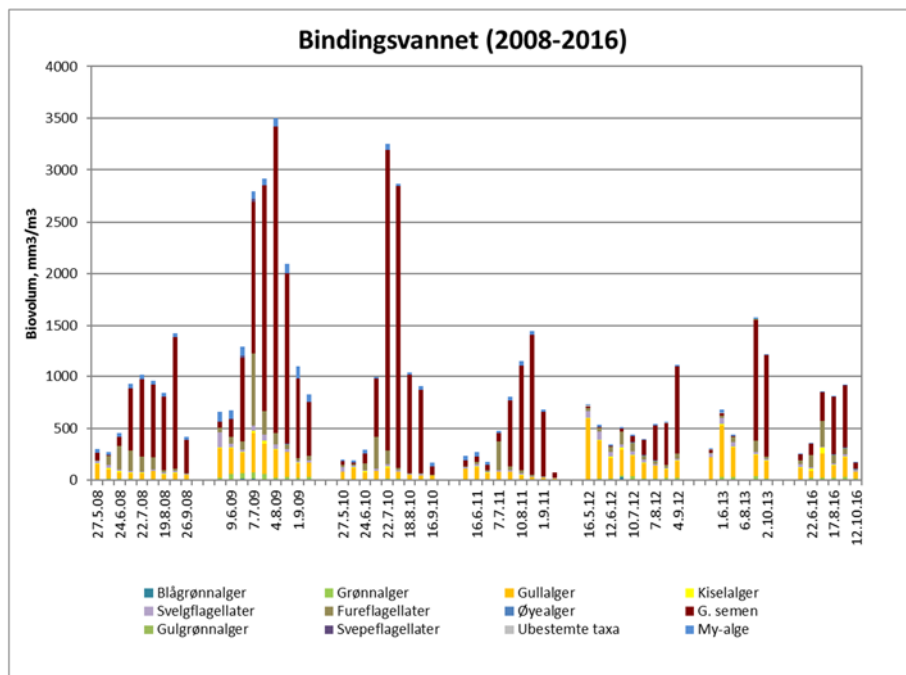
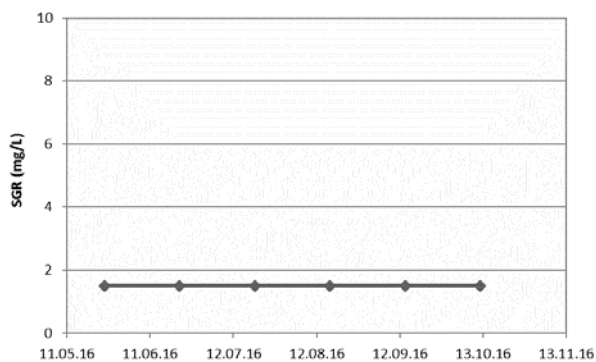
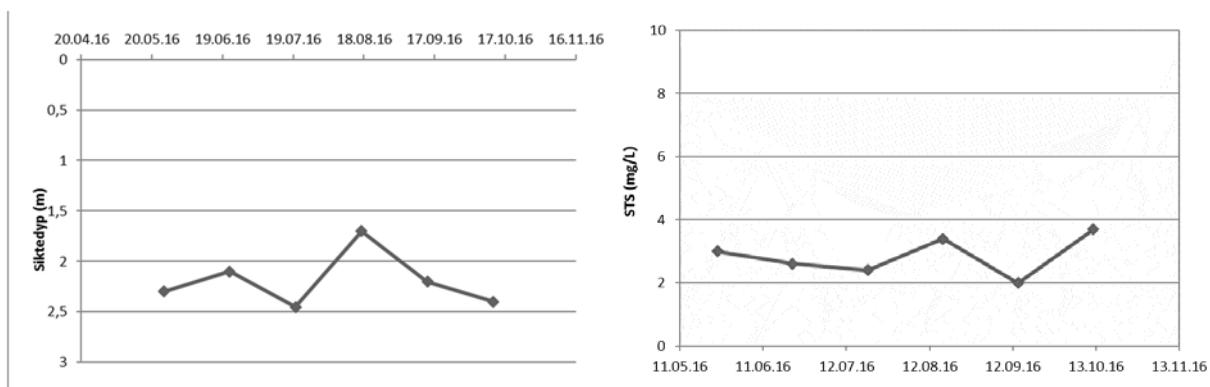
*Feil på sonde

Basisdata: Vannkjemiske data og siktedyp

Bindingsvann

	KLA	Tot-P	PO4-P	Tot-N	STS	SGR	TOC	Farge	Siktedyp	Microcystin
	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mgPt/l	m	µg/l
25.05.2016	5,2	9,3	2,4	230	3	< 1,5	7,3	48	2,3	NA
22.06.2016	4	15	<2,0	260	2,6	< 1,5	7,4		2,1	NA
20.07.2016	7,7	17	3,4	270	2,4	< 1,5	8,7		2,45	NA
17.08.2016	5,6	15	2,3	290	3,4	< 1,5	11		1,7	NA
14.09.2016	8,9	19	3,2	310	2	< 1,5	9,9		2,2	NA
12.10.2016	3,2	6,3	2,6	300	3,7	< 1,5	8,5		2,4	NA
Snitt	5,8	13,6	2,78	277	2,9	1,5	8,8	48	2,2	

Figurer: Siktedyp, suspendert stoff/gløderest, totalt organisk karbon (TOC) og langtids planteplankton



Langen

Feltadata: Temperatur, oksygen og pH- profiler

Temperatur						
Dyp	25.05.2016	22.06.2016	20.07.2016	17.08.2016	15.09.2016	12.10.2016
0	12,2	16,7	18,2	15,1	15,0	8,5
1	11,9	15,8	17,5			8,4
2	11,2		15,1	14,1	13,9	8,3
3	9,2	11,1		13,4		
4	7,7		11,1		12,4	8,2
5	7,1			10,2		8,0
6	6,8	7,9	8,2	7,7	8,9	7,7
7	6,6		7,5			
8	6,6	7,3	7,4	6,8	7,4	6,7
9	6,5		7,5	6,6	7,1	6,1
10	6,4	7,3	7,6	6,5	7,0	5,8
12	6,2	7,3	7,9	6,4	7,1	5,6
14	6,4	7,6	8,5	6,7	7,5	5,5
16						

pH						
Dyp	25.05.2016	22.06.2016	20.07.2016	17.08.2016	15.09.2016	12.10.2016
0	6,8	6,9	7,1	7,0	7,2	7,6
1	6,7	6,7	7,0			7,6
2	6,5		6,7	6,9	7,0	7,6
3	6,5	6,5		6,8		
4	6,5		6,7		6,9	7,6
5	6,5			6,8		7,5
6	6,5	6,6	6,8	6,8	7,0	7,5
7	6,5		6,9			
8	6,5	6,6	6,9	6,9	7,1	7,6
9	6,5		6,9	6,9	7,1	7,7
10	6,5	6,6	7,0	7,0	7,2	7,8
12	6,5	6,6	7,1	7,0	7,3	7,8
14	6,6	6,6	7,1	7,2	7,3	7,5
16						

Oksygen (mg/l)						
Dyp	25.05.2016	22.06.2016	20.07.2016	17.08.2016	15.09.2016	12.10.2016
0	10,4	9,4	9,5	7,2	6,6	8,5
1	10,5	8,1	7,0			8,4
2	10,2		4,3	5,9	3,4	8,0
3	9,5	7,1		3,8		
4	9,3		5,0		1,3	7,2
5	9,1			3,0		5,1
6	8,8	6,6	4,7	2,9	1,5	1,7
7	8,5		4,6			
8	8,2	5,8	4,4	2,9	1,3	0,5
9	7,8		3,8	2,7	0,9	0,2
10	7,4	5,0	2,8	2,2	0,3	0,1
12	6,1	3,7	0,3	0,2	0,2	0,1
14	5,9	2,9	0,2	0,1	0,5	0,2
16						

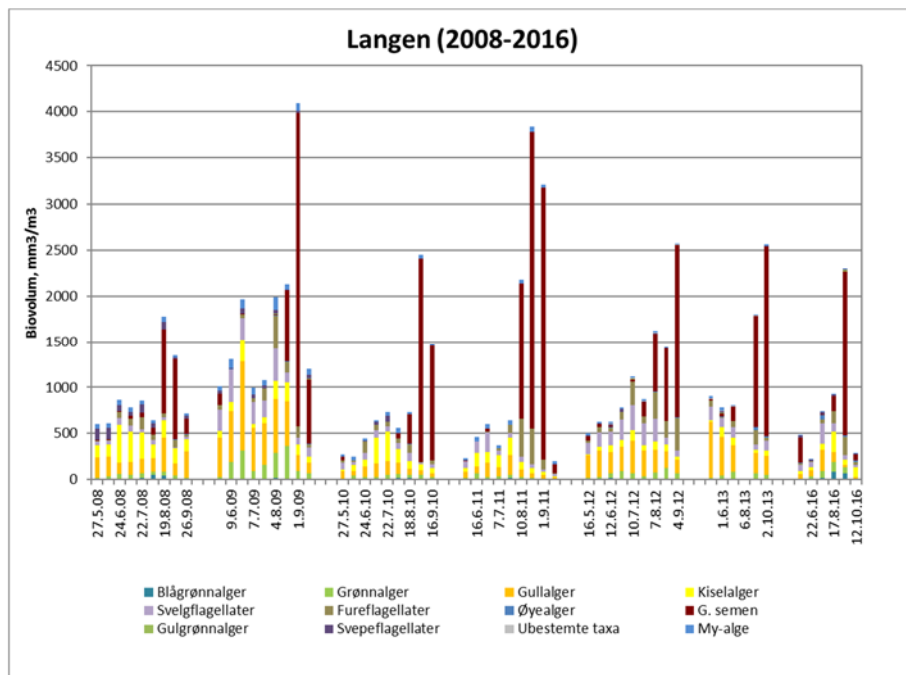
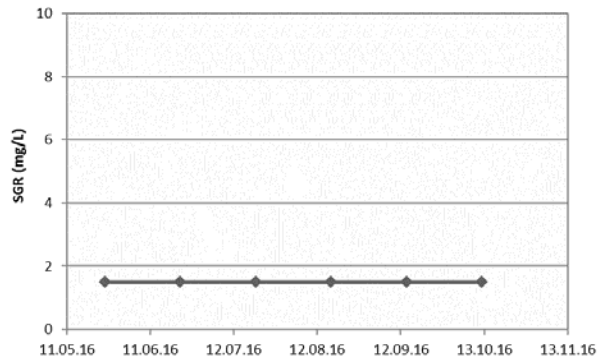
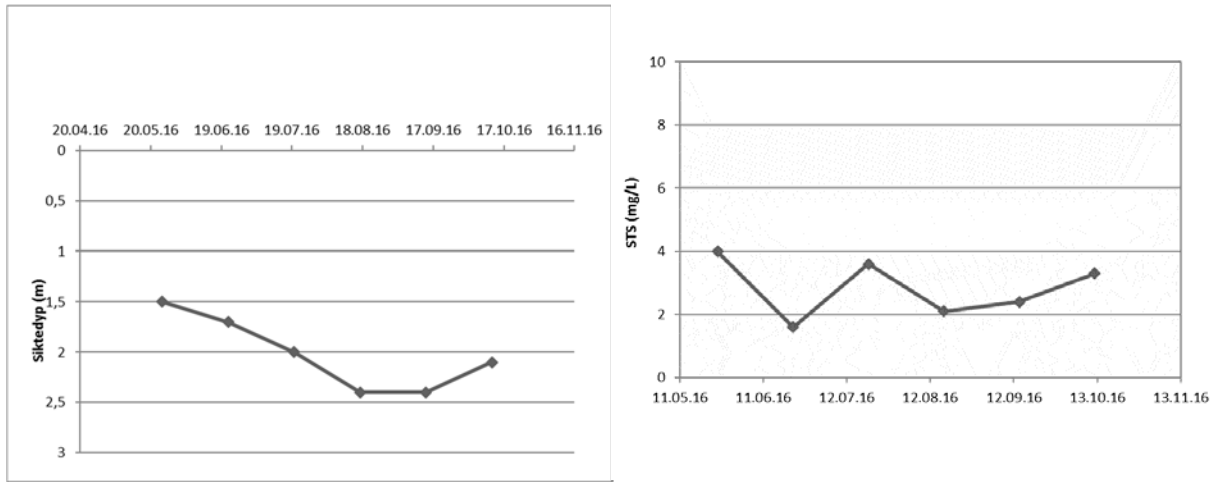
Oksygen (metning %)						
Dyp	25.05.2016	22.06.2016	20.07.2016	17.08.2016	15.09.2016	12.10.2016
0	97,5	97,2	100,5	71,7	65,1	72,0
1	96,1	79,8	72,1			70,7
2	91,4		40,8	58,1	32,0	67,6
3	80,3	60,9		35,5		
4	78,2		43,9		11,5	60,5
5	74,7			25,6		42,8
6	72,5	55,0	40,0	24,2	12,8	13,5
7	70,0		38,3			
8	67,3	48,8	36,5	23,8	10,8	4,2
9	63,7		32,1	22,3	7,7	1,7
10	59,9	41,4	23,9	17,8	2,3	0,4
12	49,7	31,0	2,4	2,0	1,4	0,7
14	48,1	24,9	1,7	1,1	4,3	1,2
16						

Basisdata: Vannkjemiske data og siktedyp

Langen

	KLA	Tot-P	PO4-P	Tot-N	STS	SGR	TOC	Farge	Siktedyp	Microcystin	
	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mgPt/l	m	µg/l	
25.05.2016	5,9	10	3,3	350	4,0	<	1,5	8,2	58	1,5	NA
22.06.2016	3,0	14	<2,0	300	1,6	<	1,5	8,0		1,7	NA
20.07.2016	7,8	18	3,3	300	3,6	<	1,5	8,3		2,0	NA
17.08.2016	6,0	10	2,7	260	2,1	<	1,5	8,1		2,4	0
14.09.2016	22,0	19	3,9	280	2,4	<	1,5	8,6		2,4	NA
12.10.2016	2,8	9	2,9	340	3,3	<	1,5	7,9		2,1	NA
Snitt	7,9	13,3	3,22	305	2,8		1,5	8,2	58	2,0	

Figurer: Siktedyp, suspendert stoff/gløderest, totalt organisk karbon (TOC) og langtid planteplankton



Våg

Feltadata: Temperatur, oksygen og pH- profiler

Temperatur						
Dyp	25.05.2016	22.06.2016	20.07.2016	17.08.2016	15.09.2016	12.10.2016
0	12,1	16,7	18,5	16,0	16,3	9,1
1	11,9		17,2	15,6		9,0
2	11,4	15,8	15,6		15,1	9,0
3	10,4			14,4	14,5	8,9
4	8,4	12,9	12,1	13,4	12,8	8,8
5	7,9		10,0		11,0	
6	7,5	9,0	9,0		9,9	8,7
7	7,3		8,1	9,5	9,3	8,6
8	7,2	8,4	7,9		9,1	8,4
9	7,1		7,9	8,8	9,1	7,7
10	7,1	8,4	7,9	9,0	9,3	7,4
12	7,1	8,4	7,9	9,2	9,7	7,4
14	7,1	9,0		9,6	10,5	
16						

pH						
Dyp	25.05.2016	22.06.2016	20.07.2016	17.08.2016	15.09.2016	12.10.2016
0	6,9	7,0	7,2	7,4	7,3	7,5
1	6,7		6,9	7,3		7,4
2	6,6	6,7	6,7		7,2	7,4
3	6,6			7,2	7,1	7,4
4	6,5	6,6	6,6	7,1	7,0	7,4
5	6,6		6,6		7,0	
6	6,6	6,7	6,7		7,0	7,3
7	6,6		6,7	7,3	7,1	7,2
8	6,6	6,7	6,7		7,1	7,2
9	6,6		6,7	7,3	7,2	7,1
10	6,6	6,6	6,7	7,4	7,2	7,2
12	6,6	6,6	6,7	7,5	7,3	7,3
14	6,6	6,7		7,8	7,5	
16						

Oksygen (mg/l)						
Dyp	25.05.2016	22.06.2016	20.07.2016	17.08.2016	15.09.2016	12.10.2016
0	10,5	9,6	9,7	8,5	8,5	8,6
1	10,5		8,3	6,9		8,6
2	10,4	8,0	5,6		6,4	8,5
3	10,5			5,1	3,7	8,3
4	9,5	7,2	4,5	3,2	2,0	7,8
5	9,4		4,9		1,2	
6	9,3	7,0	5,2		1,3	7,0
7	9,3		4,9	3,0	1,2	5,1
8	9,2	6,7	4,8		1,0	1,9
9	9,2		4,7	2,9	1,0	0,2
10	9,2	6,6	4,6	2,8	1,0	0,3
12	8,8	6,6	4,6	2,7	1,0	0,6
14	8,8	6,4		2,9	2,1	
16						

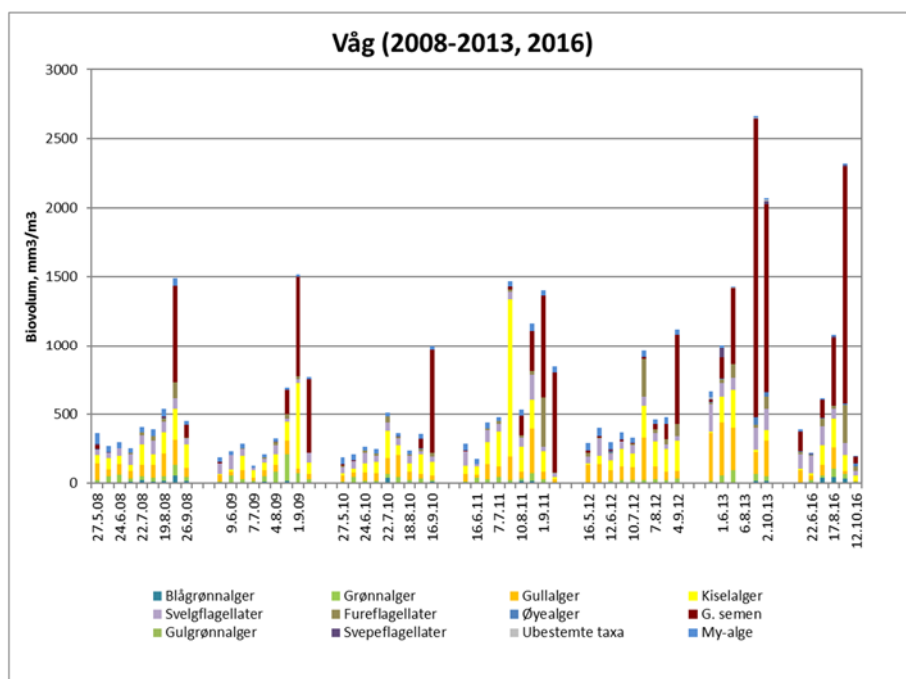
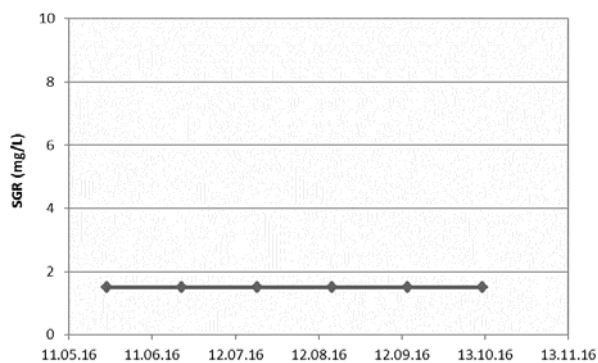
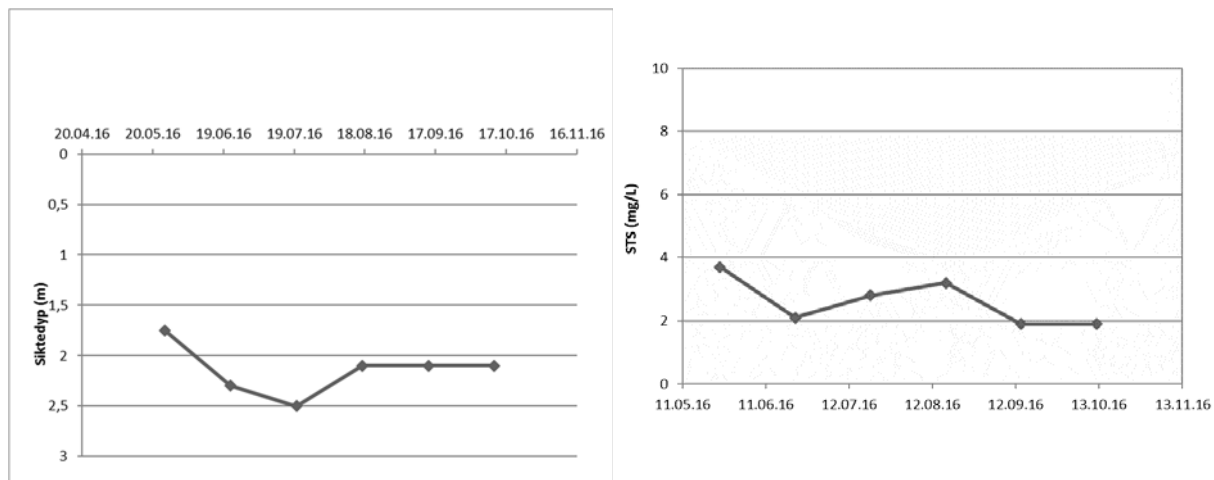
Oksygen (metning %)						
Dyp	25.05.2016	22.06.2016	20.07.2016	17.08.2016	15.09.2016	12.10.2016
0	97,5	99,0	104,3	87,0	86,6	73,6
1	97,2		85,5	68,7		73,3
2	94,8	78,7	54,2		64,0	72,7
3	90,3			49,7	36,1	70,8
4	80,5	64,4	40,6	29,7	18,9	66,9
5	79,1		43,3		11,0	
6	78,0	60,3	44,7		11,2	59,1
7	77,3		41,4	25,9	10,2	42,8
8	76,8	57,7	40,3		9,0	16,1
9	76,6		39,8	24,9	8,5	1,9
10	76,1	56,4	39,4	24,5	8,5	2,3
12	73,1	56,5	39,0	24,1	8,9	4,6
14	72,8	55,3		26,0	18,7	
16						

Basisdata: Vannkjemiske data og siktedyp

Våg

	KLA	Tot-P	PO4-P	Tot-N	STS	SGR	TOC	Farge	Siktedyp	Microcystin	
	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mgPt/l	m	µg/l	
25.05.2016	3,9	13	<2,0	430	3,7	<	1,5	8,1	62	1,75	NA
22.06.2016	2,5	14	<2,0	400	2,1	<	1,5	8,1		2,3	NA
20.07.2016	7,1	16	3,6	290	2,8	<	1,5	7,7		2,5	NA
17.08.2016	6,4	12	2,6	280	3,2	<	1,5	7,7		2,1	NA
14.09.2016	21	19	3,5	280	1,9	<	1,5	8,4		2,1	NA
12.10.2016	2,7	9,3	2,7	310	1,9	<	1,5	7,3		2,1	NA
Snitt	7,3	13,9	3,1	332	2,6		1,5	7,9	62	2,1	

Figurer: Siktedyp, suspendert stoff/gløderest, totalt organisk karbon (TOC) og langtids planteplankton



Mjør

Feltadata: Temperatur, oksygen og pH- profiler

Temperatur						
Dyp	25.05.2016	22.06.2016	20.07.2016	17.08.2016	15.09.2016	12.10.2016
0	12,1	17,2	18,4	17,1	18,0	10,4
1	12,0	17,0	18,6			10,4
2	12,0		17,9	16,8		
3	11,8	16,6			18,0	10,4
4	11,8	15,6	17,1		17,9	10,4
5	11,7	14,4		16,3		
6	11,5	13,7	16,1	16,0		10,3
7	11,4	13,0	15,0		17,9	10,3
8	11,1	12,2		15,7		10,3
9	10,6	11,5	13,9		17,9	10,2
10	9,4	11,0	12,6	15,3	17,8	10,1
12	8,5	10,4	10,3	13,3	17,7	10,0
14	8,2	9,8	9,7	10,7	17,6	9,8
16	8,3	9,4	9,7	10,8	17,5	9,5

pH						
Dyp	25.05.2016	22.06.2016	20.07.2016	17.08.2016	15.09.2016	12.10.2016
0	7,0	7,0	7,2	7,6	7,9	7,8
1	7,0	7,0	7,2			7,8
2	6,9		7,0	7,6		
3	6,9	6,8			7,9	7,8
4	6,9	6,8	6,9		7,9	7,8
5	6,8	6,7		7,5		
6	6,9	6,7	6,8	7,5		7,8
7	6,8	6,6	6,8		7,8	7,7
8	6,8	6,6		7,5		7,7
9	6,7	6,6	6,8		7,8	7,7
10	6,7	6,6	6,7	7,5	7,8	7,7
12	6,7	6,6	6,8	7,5	7,8	7,7
14	6,7	6,6	6,8	7,6	7,8	7,7
16	6,8	6,5	6,8	7,7	7,8	7,7

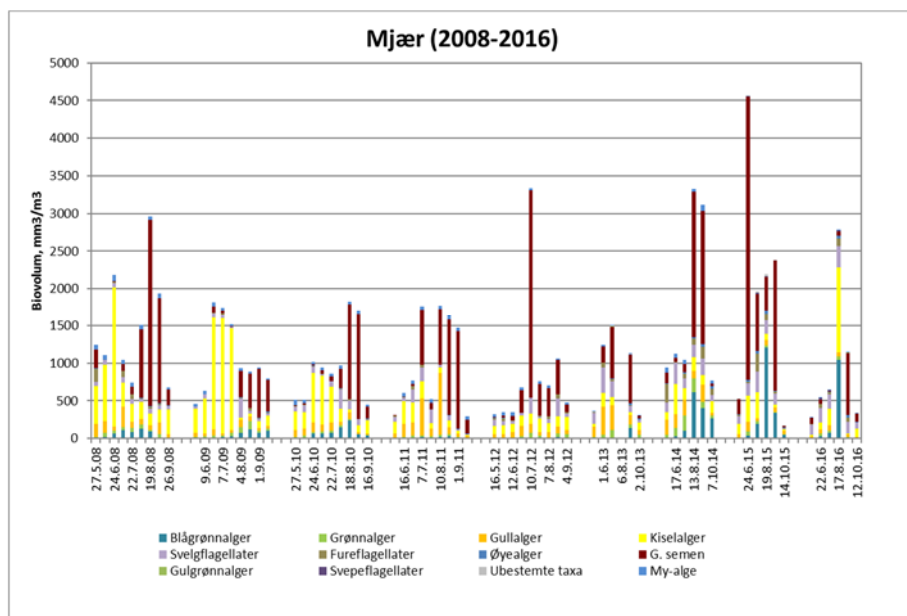
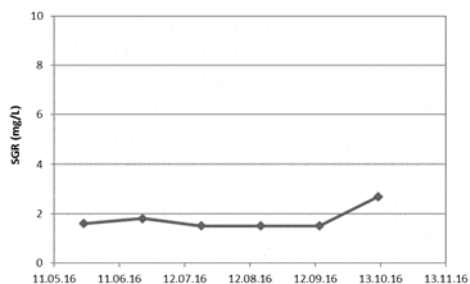
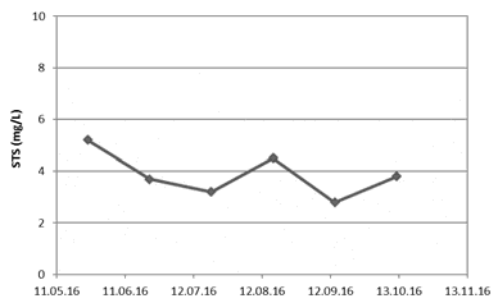
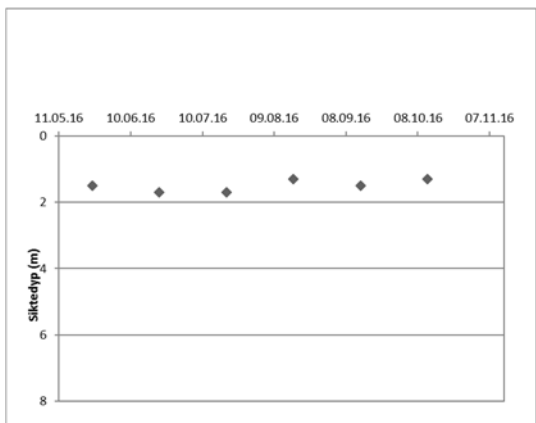
Oksygen (mg/l)						
Dyp	25.05.2016	22.06.2016	20.07.2016	17.08.2016	15.09.2016	12.10.2016
0	10,2	9,2	8,9	8,9	8,6	9,5
1	10,2	8,9	9,5			9,5
2	10,2		8,0	8,1		
3	10,2	8,2			8,5	9,5
4	10,3	7,1	6,7		8,5	9,5
5	10,2	6,9		7,3		
6	10,2	6,6	5,1	6,7		9,5
7	10,1	6,6	4,5		8,4	9,5
8	10,0	6,8		5,6		9,4
9	9,8	6,8	4,4		8,2	9,4
10	9,8	6,4	4,3	3,0	7,7	9,3
12	9,1	5,5	2,8	0,8	6,7	9,2
14	7,9	4,2	1,2	0,5	5,1	8,5
16	6,8	3,1	1,5	1,0	4,2	3,2

Oksygen (metning %)						
Dyp	25.05.2016	22.06.2016	20.07.2016	17.08.2016	15.09.2016	12.10.2016
0	94,6	95,4	95,1	92,7	90,9	84,0
1	94,6	92,5	100,1			83,9
2	94,6		84,3	84,3		
3	94,6	83,6			90,5	83,8
4	94,6	70,8	69,1		89,8	83,7
5	94,5	67,2		75,0		
6	93,8	63,9	51,9	68,3		83,5
7	92,4	62,7	43,9		88,7	83,4
8	89,8	63,4		56,3		83,0
9	88,1	62,6	41,9		87,0	82,4
10	83,6	58,0	39,7	30,0	81,1	81,7
12	77,5	49,4	24,4	7,8	70,1	80,6
14	67,1	37,4	10,5	4,2	53,0	74,1
16	57,9	27,1	13,0	9,5	43,5	27,5

Basisdata: Vannkjemiske data og siktedyp

Mjør											
Dato	KLA	Tot-P	PO4-P	Tot-N	STS	SGR	TOC	Farge	Siktedyp	Microcystin	
	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mgPt/l	m	µg/l	
25.05.2016	3,8	17	3,1	580	5,2	1,6	8	63	1,5	NA	
22.06.2016	5,5	19	2,5	500	3,7	1,8	7,9		1,7	NA	
20.07.2016	8,4	21	3,8	430	3,2	< 1,5	7,6		1,7	0	
17.08.2016	10	20	2,9	320	4,5	< 1,5	7,9		1,3	0	
14.09.2016	15	22	4,4	360	2,8	< 1,5	7,9		1,5	NA	
12.10.2016	3,5	14	3,5	400	3,8	2,7	7,3		1,3	0	
Snitt	7,7	18,8	3,4	432	3,9	1,8	7,8	63	1,5	0	

Figurer: Siktedyp, suspendert stoff/gløderest, totalt organisk karbon (TOC) og langtidd planteplankton



Sæbyvannet

Feltadata: Temperatur, oksygen og pH- profiler

Temperatur

Dyp	23.05.2016	19.06.2016	18.07.2016	15.08.2016	12.09.2016	10.10.2016
0	12,7	17,7	17,8	15,4	16,5	11,0
1	12,5	16,9	17,5			
2	12,2	16,0	17,1		16,2	10,9
3	11,9		16,3	15,4	16,0	10,9
4	11,6	14,0	15,3	14,6		
5	11,0		13,3	14,1	15,5	10,9
6	10,1	11,3		13,7		
7	9,4	9,9	10,7		14,8	10,8
8	9,1			12,4	13,8	
9	8,8	9,5	9,7		12,7	10,8
10	8,5		9,4	10,2	11,5	10,7
12	8,4	9,3	9,0	9,6	10,3	10,4
14	8,1	9,0	8,7	9,0	10,0	9,2
16	8,2	8,9	8,4	8,6	9,8	8,8
18	8,4	9,4	9,7	8,4	9,8	8,8

pH

Dyp	23.05.2016	19.06.2016	18.07.2016	15.08.2016	12.09.2016	10.10.2016
0	6,7	7,0	7,0		7,0	7,2
1	6,6	6,7	6,9			
2	6,6	6,6	6,8			7,3
3	6,5		6,6		6,8	7,0
4	6,5	6,4	6,5		6,8	
5	6,4		6,4		6,7	7,0
6	6,4	6,4			6,6	
7	6,4	6,4	6,4			6,8
8	6,4				6,5	6,7
9	6,4	6,4	6,4			6,7
10	6,4		6,4		6,5	6,7
12	6,5	6,5	6,5		6,5	6,8
14	6,5	6,5	6,5		6,6	6,9
16	6,6	6,6	6,5		6,7	6,9
18	6,7	6,6	6,6		6,8	7,0

Oksygen (mg/l)

Dyp	23.05.2016	19.06.2016	18.07.2016	15.08.2016	12.09.2016	10.10.2016
0	10,6	9,9	9,2	*	8,7	8,8
1	10,4	9,2	9,0			
2	10,3	7,7	8,6		8,4	8,8
3	10,2		7,1		8,0	8,7
4	10,0	6,9	5,1			
5	9,9		4,0		6,7	8,7
6	9,7	6,5				
7	9,3	6,4	4,1		4,1	8,4
8	9,2				1,8	
9	9,0	6,4	4,2		0,5	7,8
10	9,1		4,3		0,2	5,9
12	9,1	6,2	3,8		0,6	1,8
14	9,0	5,4	1,6		0,4	0,1
16	8,6	4,5	0,4		0,1	0,3
18	8,3	4,4	0,6		0,2	0,6

*Feil på sonde

Oksygen (metning %)

Dyp	23.05.2016	19.06.2016	18.07.2016	15.08.2016	12.09.2016	10.10.2016
0	100,1	104,2	97,2	*	89,1	78,4
1	97,8	94,5	94,4			
2	96,2	75,7	88,8		86,3	78,1
3	95,0		71,8		80,7	77,7
4	92,1	64,3	49,9			
5	88,6		37,2		67,4	77,0
6	85,9	58,2				
7	81,8	56,3	36,5		39,9	74,9
8	79,8				17,7	
9	78,2	55,8	37,1		4,6	68,8
10	78,3		37,8		1,5	51,7
12	78,5	54,0	32,9		4,9	15,7
14	76,9	46,6	13,5		3,2	1,2
16	73,9	39,1	3,2		0,8	2,2
18	71,4	39,0	5,0		1,4	4,7

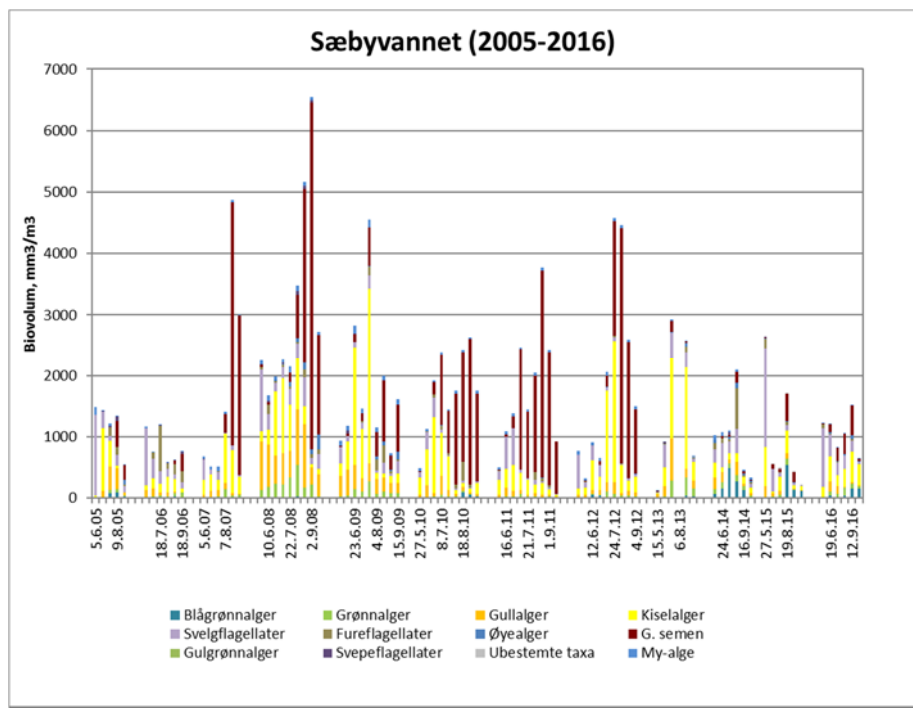
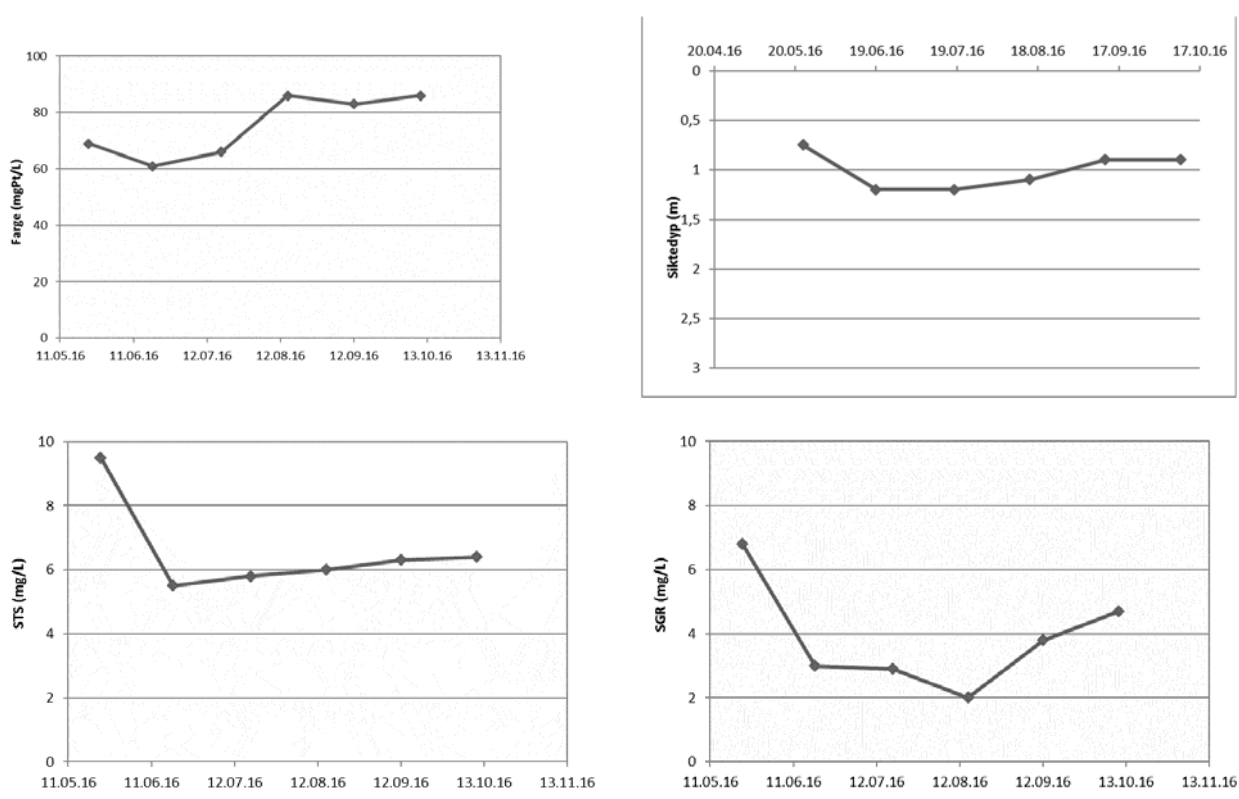
*Feil på sonde

Basisdata: Vannkjemiske data og siktedyp

Sæbyvannet

	KLA µg/l	Tot-P µg/l	PO4-P µg/l	Tot-N µg/l	STS mg/l	SGR mg/l	TOC mg/l	Farge mgPt/l	Siktedyp m	Microcystin µg/l	Tot-P µg/l	Dyp µg/l	PO4-P µg/l	Dyp µg/l
23.05.2016	8,4	34	5,6	1100	9,5	6,8		69	0,75		0	48		7,7
19.06.2016	9,8	27	3,4	820	5,5	3,0	8,8	61	1,2	NA		53		6,4
18.07.2016	6,8	30	4,4	790	5,8	2,9	9,1	66	1,2	0		66		3
15.08.2016	8,1	32	4,7	800	6,0	2,0	11	86	1,1	0,2		73		6,6
12.09.2016	14,0	27	4,3	760	6,3	3,8		83	0,9	0,2		58		5,5
10.10.2016	5,6	33	4,0	770	6,4	4,7		86	0,9	0		78		3,8
Snitt	8,8	30,5	4,4	840	6,6	3,9	9,6	75,2	1,0	0,1		62,7		5,5

Figurer: Siktedyp, farge, suspendert stoff/gløderest, totalt organisk karbon (TOC) og langtid planteplankton



Vedlegg 5. Utfyllende informasjon om Vansjø

Storefjorden

Feltadata: Temperatur, oksygen og pH– profiler

Temperatur

Dyp	25.04.2016	11.05.2016	23.05.2016	06.06.2016	19.06.2016	04.07.2016	18.07.2016	02.08.2016	15.08.2016	29.08.2016	12.09.2016	26.09.2016	10.10.2016
0	6,5	10,3	11,39	18,36	16,74	17,4	17,8	18,8	17,2	17,4	17,0	16,47	12,39
5	6,4	8,1	10,93	16,29	14,07	16,1	17,0	18,4	16,6	17,0	16,7	16,34	12,36
10	6,4	7,7	10,53	13,43	11,89	14,6	13,4	15,6	16,2	16,7	16,6	16,13	12,35
15	6,4	7,6	9,8	12,37	11,25	12,3	12,4	13,6	14,8	15,3	15,8	15,67	12,33
20	6,3	7,6	8,76	11,38	10,45	11,7	11,7	12,9	13,4	13,1	14,8	13,86	12,31
25	6,2	7,7	8,46	9,89	9,8	11,1	11,4	12,5	12,3	12,6	13,0	12,86	12,3
30	6,2	7,7	8,46	9,47	9,39	10,8	11,1	12,1	12,0	12,1	12,8	12,32	12,24
35	6,3	7,8	8,43	8,96	9,28	10,7	11,0	12,2	11,9	12,0	12,7	12,4	12,17
40	6,6	8,5	8,48	8,67	9,64		10,8	12,4	11,8	12,0	12,9	12,49	12,14
45			8,69										

Oksygen (mg/l)

Dyp	25.04.2016	11.05.2016	23.05.2016	06.06.2016	19.06.2016	04.07.2016	18.07.2016	02.08.2016	15.08.2016	29.08.2016	12.09.2016	26.09.2016	10.10.2016
0	11,9	13,0	10,89	10,03	9,9	10,1	9,8	*	*	8,4	8,8	8,3	9,6
5	11,9	11,6	10,84	9,13	9,5	9,7	9,0			8,4	8,5	8,3	9,6
10	11,8	11,5	10,8	9,31	9,09	8,6	7,4			7,7	8,2	8,1	9,5
15	11,8	11,4	10,64	9,28	9,16	8,1	7,3			5,3	5,6	5,9	9,5
20	11,7	11,3	10,58	9,33	8,94	8,0	7,1			4,2	4,1	2,6	9,5
25	11,6	11,2	10,37	9,22	8,67	7,8	6,9			4,0	2,8	1,9	9,4
30	11,5	11,1	10,37	9,19	8,28	7,4	6,6			3,1	2,3	1,0	7,0
35	11,3	10,8	10,17	9,04	7,86	4,7	6,1			2,7	1,9	0,5	3,8
40	11,1	9,9	9,94	8,9	7,56		5,4			2,5	1,5	1,5	6,4
45			9,75										

Oksygen (metning %)

Dyp	25.04.2016	11.05.2016	23.05.2016	06.06.2016	19.06.2016	04.07.2016	18.07.2016	02.08.2016	15.08.2016	29.08.2016	12.09.2016	26.09.2016	10.10.2016
0	98,0	106,5	100,4	105,7	101,6	106,3	102,4	*	*	88,0	91,1	84,9	88,2
5	97,3	97,0	98,5	95,2	90,4	98,0	91,9			87,0	87,8	84,0	87,9
10	96,9	95,0	97,4	89	83,6	82,8	70,1			79,2	84,5	81,7	87,5
15	96,5	94,3	93,8	86,2	82,7	75,0	68,0			52,6	56,0	58,4	87,3
20	95,6	93,5	91,2	85	80,1	73,8	65,6			40,2	40,3	25,1	86,8
25	94,7	92,5	89,1	81,4	76,4	71,2	63,1			37,2	26,4	17,6	86,0
30	94,2	91,6	89,1	79,9	72,3	67,4	59,8			29,4	21,9	8,9	64,3
35	92,7	89,5	87,2	77,5	68,6	42,0	55,8			25,0	18,4	4,4	34,8
40	91,2	84,3	85,3	75,8	66,6		48,7			23,5	14,2	13,5	58,4
45			84,3										

pH

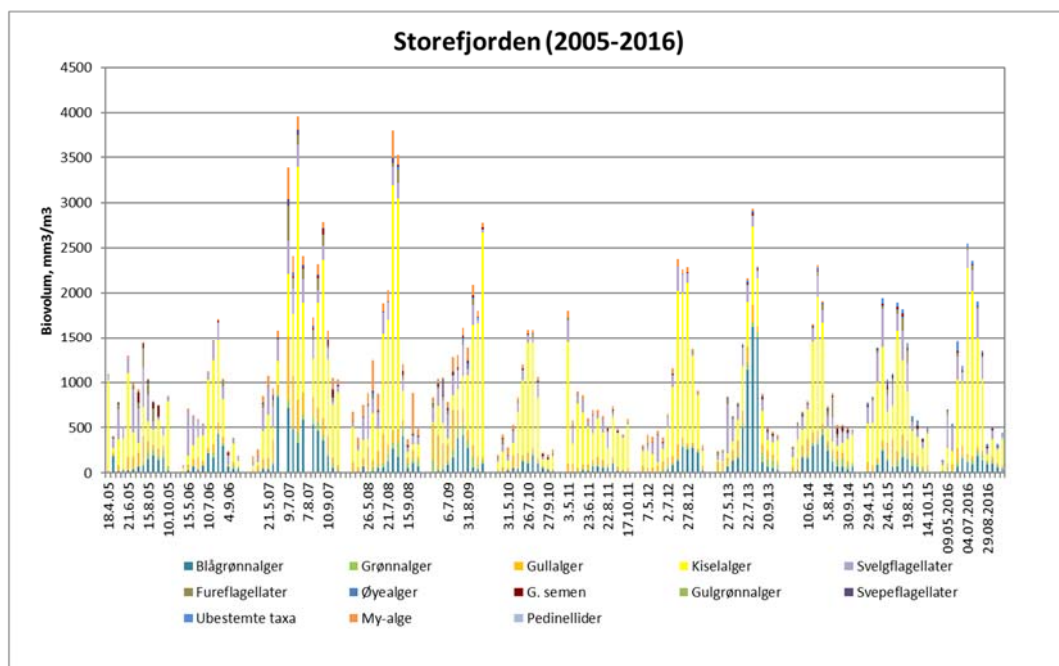
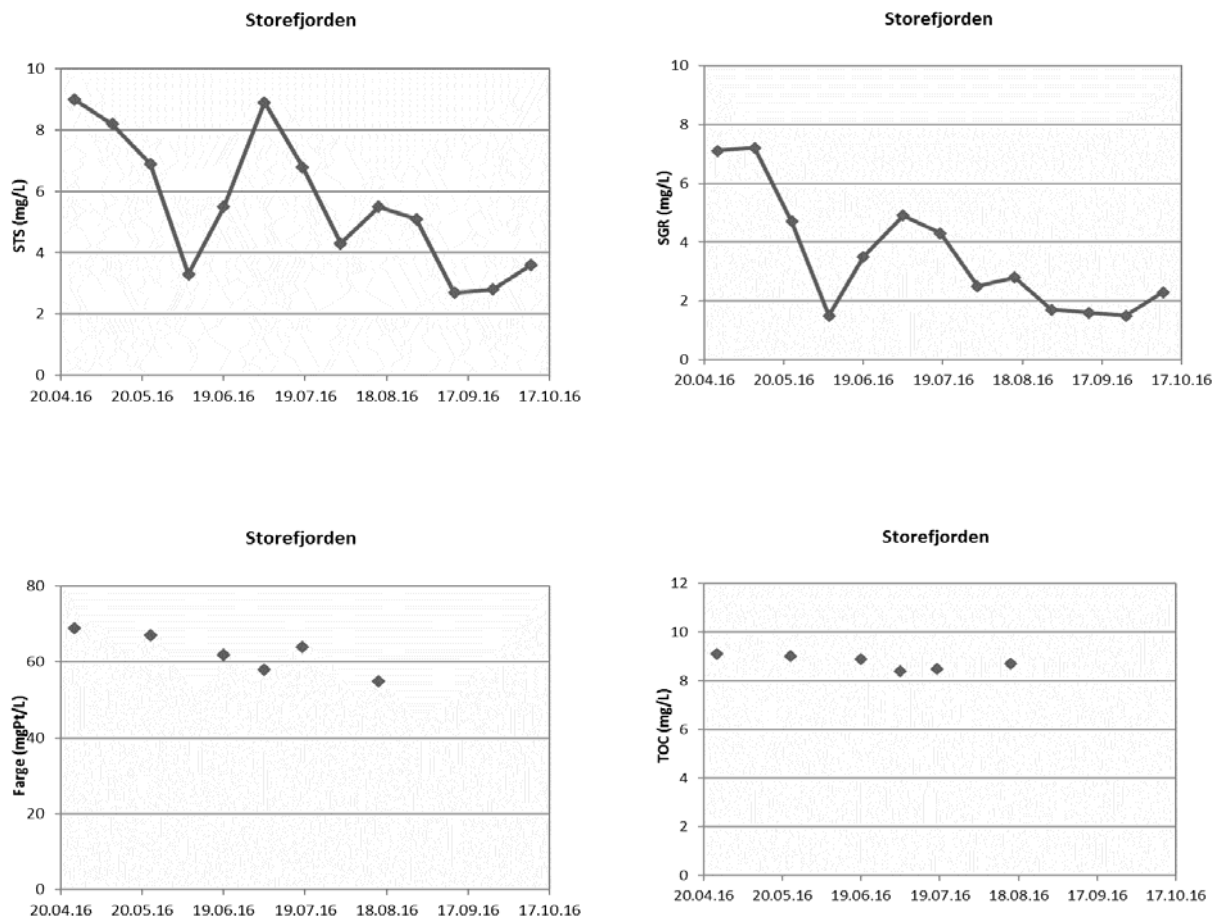
Dyp	25.04.2016	11.05.2016	23.05.2016	06.06.2016	19.06.2016	04.07.2016	18.07.2016	02.08.2016	15.08.2016	29.08.2016	12.09.2016	26.09.2016	10.10.2016
0	8,6		7,1	7,55	7,25	7,4	7,4	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6	7,9
5	8,5		7	7,45	7,02	7,2	7,2	7,4	7,5	7,5	7,5	7,6	7,9
10	8,5		6,95	7,32	6,97	7,0	7,0	7,1	7,3	7,3	7,5	7,5	7,9
15	8,5		6,89	7,23	6,93	7,0	7,0	7,1	7,1	7,1	7,3	7,3	7,9
20	8,5		6,89	7,15	6,93	7,0	7,0	7,1	7,1	7,1	7,3	7,2	7,9
25	8,5		6,92	7,05	6,92	7,0	7,0	7,1	7,1	7,1	7,3	7,2	7,9
30	8,5		6,92	7,02	6,92	7,0	6,9	7,2	7,1	7,1	7,3	7,2	7,8
35	8,5		6,93	6,96	6,94	7,1	7,0	7,2	7,1	7,2	7,4	7,3	7,8
40	8,4		6,93	6,91	7,01		7,0	7,3	7,2	7,2	7,5	7,3	7,8
45	*ikke kalibrert instrument		6,97										

*Feil med instrument

Basisdata: Vannkjemiske data og siktedyp

Dato	KLA µg/l	Tot-P µg/l	Tot-P/P µg/l	PO4-P µg/l	Tot-N µg/l	NH4-N µg/l	NO3-N µg/l	SiO2 mg/l	STS mg/l	SGR mg/l	TOC mg/l	Farge mgPt/l	Siktedyp m	Microcystin µg/l
25.04.2016	1,7	45	24	7,4	1000	5,0	890	5000	9,0	7,1	9,1	69	0,6	0
09.05.2016	5,0	48	33	4,4	1200	5,0	970	4500	8,2	7,2			0,8	0
23.05.2016	4,3	32	16	5,9	1200	7,8	960	4300	6,9	4,7	9	67	0,8	0
06.06.2016	6,6	27	8	4,8	1200	7,7	850	2700	3,3	1,5			1,3	0
19.06.2016	5,6	29	11	4,5	1000	22,0	850	2800	5,5	3,5	8,9	62	1,3	0
04.07.2016	12,0	25	9	4,4	1000	6,1	810	2200	8,9	4,9	8,4	58	1,3	0,2
18.07.2016	9,9	30	11	4,0	1100	8,1	770	1300	6,8	4,3	8,5	64	1,4	0
01.08.2016	9,6	20	8	4,2	930	7,9	700	880	4,3	2,5			1,7	0,4
15.08.2016	8,3	27	10	4,0	970	20,0	700	1100	5,5	2,8	8,7	55	1,6	0,2
29.08.2016	2,8	28	6	3,8	870	30,0	650	1000	5,1	1,7			1,7	0
12.09.2016	4,2	21	9	4,2	910	13,0	670	1300	2,7	1,6			1,5	0,6
26.09.2016		12	5,6	4,0	870	9,1	680	1200	2,8	1,5			1,7	0
10.10.2016	3,2	19	10	4,8	800	5,0	740	1400	3,6	2,3			1,5	0
Snitt	6,1	27,9	12,4	4,6	1004	11,3	788	2283	5,6	3,5	8,8	62,5	1,3	0,1
Snitt J-S	7,4	24,3	8,6	4,2	983	13,8	742	1609	5,0	2,7	8,6	59,8	1,5	0,2

Figurer: Suspendert stoff/gløderest, farge, totalt organisk karbon (TOC) og langtid plantep plankton



Vanemfjorden

Feltadata: Temperatur, oksygen og pH – profiler

Temperatur

Dyp	25.04.2016	11.05.2016	23.05.2016	06.06.2016	19.06.2016	04.07.2016	18.07.2016	02.08.2016	15.08.2016	29.08.2016	12.09.2016	26.09.2016	10.10.2016
0	8,4	13,0	13,69	18,07	18,1	18,9	19,6	21,1	18,2	18,0	17,99	16,74	10,6
3	8,3	10,3	13,22	18,17	17,9	18,0	19,0	20,9	17,7	18,0	17,95	16,7	10,56
6	8,3	9,6	12,96	16,59	16,2	17,8	18,8	20,8	17,5	17,9	17,9	16,63	10,55
9	8,3	9,7	12,71	15,44	15,4	17,4	18,3	20,6	17,5	17,7	17,86	16,62	10,51
12	8,3	9,8	12,22	15,18	14,0	16,9	16,7	20,0	17,4	17,5	17,72	16,6	
15	8,2	9,8	10,56	13,9	13,0	13,4	15,1	18,0	17,4	16,6	17,59	16,61	10,46
16-18		10,4	10,86	13,22	12,7	13,4	12,5	17,5	17,4	16,3	17,4		

Oksygen (mg/l)

Dyp	25.04.2016	11.05.2016	23.05.2016	06.06.2016	19.06.2016	04.07.2016	18.07.2016	02.08.2016	15.08.2016	29.08.2016	12.09.2016	26.09.2016	10.10.2016
0	11,3	11,7	10,03	9,82	8,8	8,9	8,5	*	*	7,7	8,58	8	10,13
3	11,2	10,8	9,77	9,73	8,3	8,6	8,3			7,6	8,54	7,97	10,11
6	11,1	10,7	9,52	8,4	5,7	8,6	7,6			7,3	8,38	7,95	10,09
9	11,1	10,5	9,32	7,86	5,3	7,6	6,0			5,8	8,22	7,93	10,04
12	11,1	10,3	7,76	7,81	3,3	5,5	2,8			3,7	6,65	7,81	
15	10,9	10,1	5,47	6,6	1,3	0,0	0,1			0,2	5,05	7,56	9,94
16-18		9,6	4,22	5,51	1,6	0,0	0,0			0,7	4,7		

Oksygen (metning %)

Dyp	25.04.2016	11.05.2016	23.05.2016	06.06.2016	19.06.2016	04.07.2016	18.07.2016	02.08.2016	15.08.2016	29.08.2016	12.09.2016	26.09.2016	10.10.2016
0	96,9	109,1	97,3	102,7	93,7	95,1	92,5	*	*	81,7	90,9	81,9	89,3
3	96,0	94,9	93,8	102,1	87,5	91,4	89,0			80,4	90,5	81,4	89
6	95,5	93,2	90,5	85,6	57,1	90,2	81,7			77,0	88,7	81,1	88,7
9	95,2	91,3	88,4	78,5	52,3	79,4	63,8			60,8	87	80,9	88,2
12	94,9	89,7	72,2	77,3	31,7	56,3	28,7			38,8	70,1	79,6	
15	93,4	88,0	49,4	63,5	12,6	0,3	1,4			2,3	53	77,2	87,3
16-18		85,0	38,4	52,4	15,2	0,3	0,2			7,2	49,3		

pH

Dyp	25.04.2016	11.05.2016	23.05.2016	06.06.2016	19.06.2016	04.07.2016	18.07.2016	02.08.2016	15.08.2016	29.08.2016	12.09.2016	26.09.2016	10.10.2016
0	8,7		7,11	7,44	7,2	7,4	7,5	7,7	7,8	7,7	7,87	7,73	7,93
3	8,6		7	7,38	7,1	7,3	7,5	7,6	7,7	7,6	7,87	7,72	7,86
6	8,6		6,92	7,26	6,9	7,2	7,4	7,5	7,7	7,6	7,84	7,72	7,83
9	8,6		6,89	7,2	6,9	7,1	7,4	7,5	7,7	7,6	7,84	7,71	7,8
12	8,6		6,81	7,15	6,8	7,1	7,4	7,4	7,7	7,5	7,78	7,7	
15	8,6		6,81	7,06	6,8	7,0	7,4	7,5	7,7	7,5	7,77	7,69	7,79
16-18			6,88	6,98	6,8	7,0	7,4	7,5	7,6	7,5	7,75		

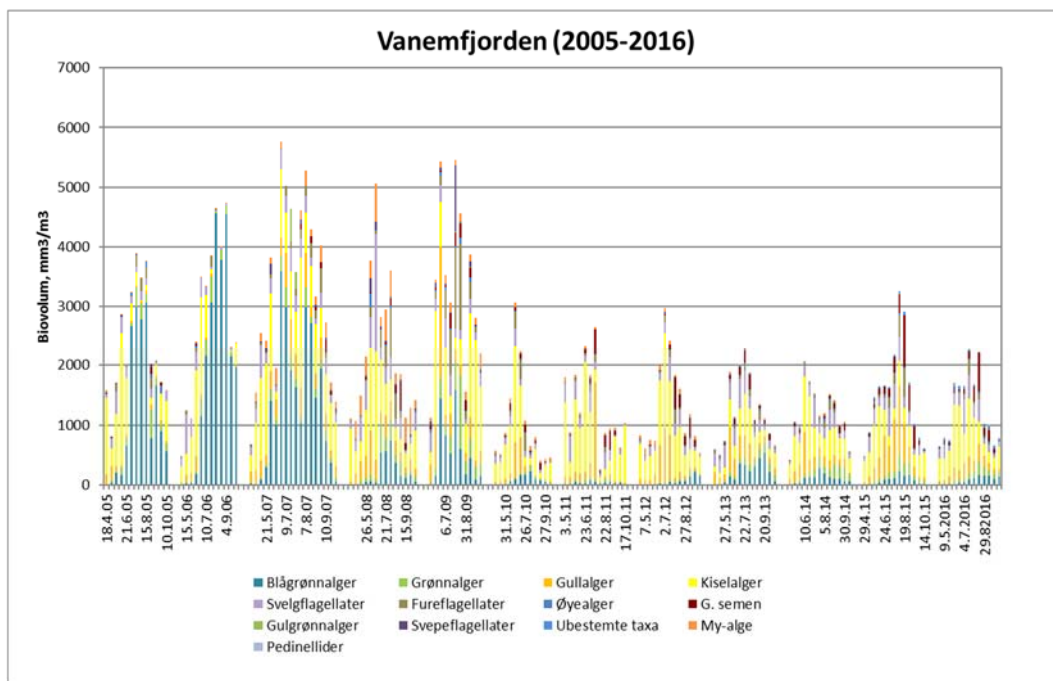
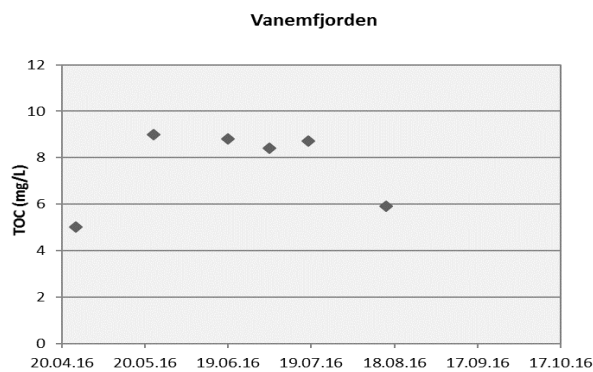
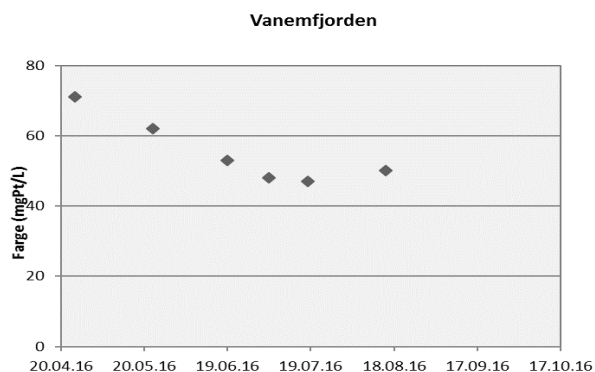
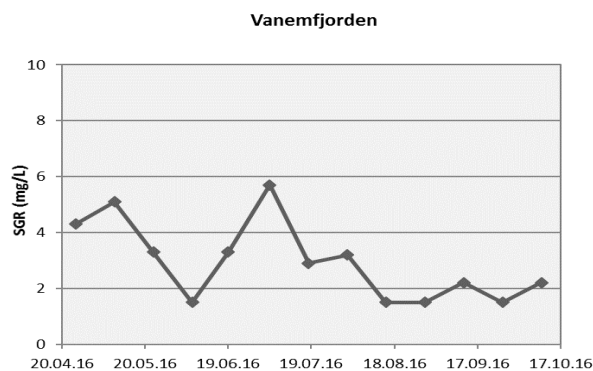
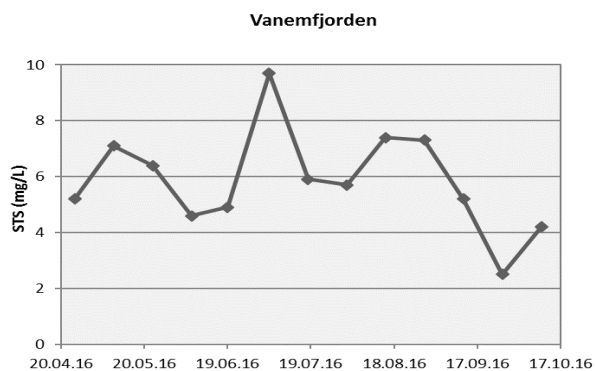
*ikke kalibrert instrumentet

*Feil med instrument

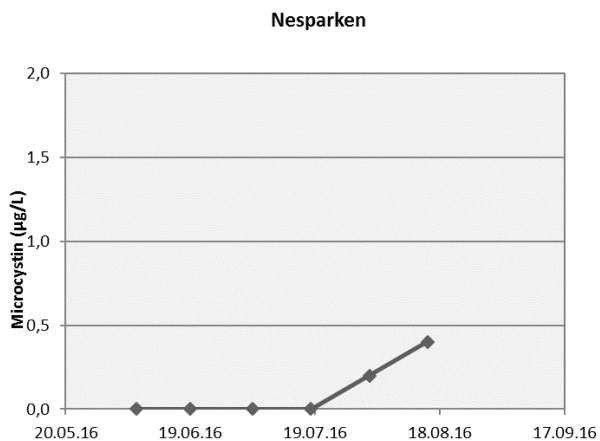
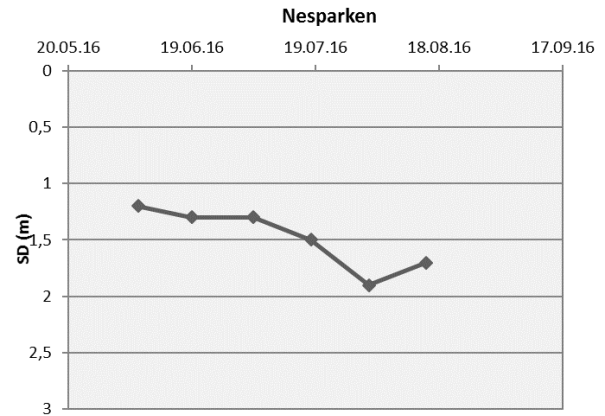
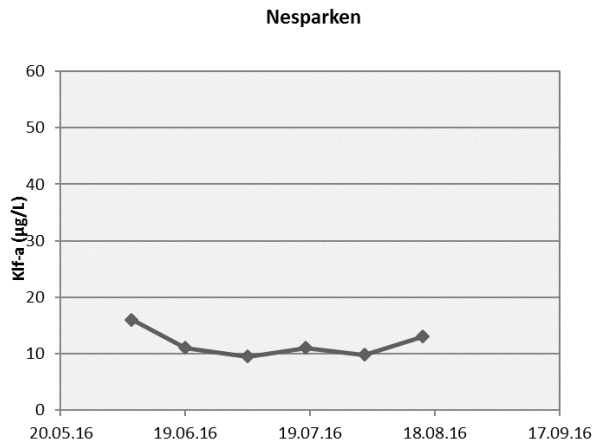
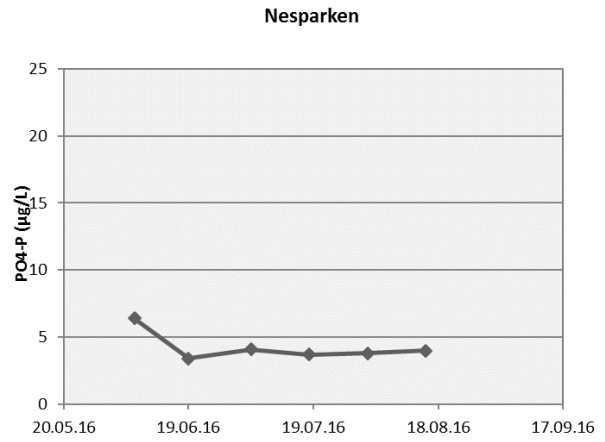
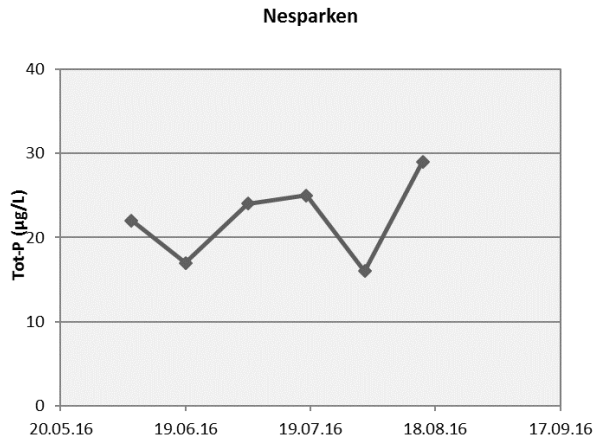
Basisdata: Vannkjemiske data og siktedyp

Dato	KLA µg/l	Tot-P µg/l	Tot-P/P µg/l	PO4-P µg/l	Tot-N µg/l	NH4-N µg/l	NO3-N µg/l	SiO2 mg/l	STS mg/l	SGR mg/l	TOC mg/l	Farge mgPt/l	Siktedyp m	Microcystin µg/l
25.04.2016	3,9	35	14	6,0	960	12	810	4100	5,2	4,3	5,0	71	0,7	0
09.05.2016	6,4	42	29	4,0	1000	8,1	810	3700	7,1	5,1			0,9	0
23.05.2016	5,6	27	12	5,6	1000	17	800	3300	6,4	3,3	9,0	62	0,9	0
06.06.2016	6,7	26	11	4,8	890	8,8	640	1700	4,6	1,5			1,3	0
19.06.2016	6,7	24	10	3,9	820	25	530	1100	4,9	3,3	8,8	53	1,4	0
04.07.2016	12	21	10	4,2	750	15	430	930	9,7	5,7	8,4	48	1,3	0
18.07.2016	12	21	9	5,7		18	270	720	5,9	2,9	8,7	47	1,4	0,2
01.08.2016	14	20	7	3,9	480	15	130	670	5,7	3,2			1,2	0,5
15.08.2016	16	25	14	3,6	520	7,8	110	740	7,4	1,5	5,9	50	1,3	0,8
29.08.2016	7,8	29	7	3,5	470	39	100	730	7,3	1,5			1,5	0,3
12.09.2016	12	24	14	3,1	550	16	260	850	5,2	2,2			1,5	0,5
26.09.2016		15	9,3	3,9	560	40	190	870	2,5	1,5			1,7	0
10.10.2016	6,3	17	9,4	3,6	460	15	230	880	4,2	2,2			1,5	0,3
Snitt	9,1	25,1	12,0	4,3	705	18,2	408	1561	5,9	2,9	7,6	55,2	1,3	0,2
Snitt J-S	10,9	22,8	10,1	4,1	630	20,5	296	923	5,9	2,6	8,0	49,5	1,4	0,3

Figurer: Suspensert stoff/gløderest, farge og totalt organisk karbon (TOC) og langtid planteplankton



Nesparken



Utvikling i totalfosfor, fosfat, klorofyll-a, microcystin og siktedyp i Nesparken i 2016

Vedlegg 6. Næringsstoffbudsjett og arealspesifikke tilførsler

Næringsstoffbudsjett – ikke vannføringsnormalisert

Metodikken er beskrevet i Skarbøvik m.fl. (2008).

Fosforbudsjettet (TP) for nedbørfeltet (ikke justert for vannføring eller areal). Alle tall i tonn.

	2005	2006	2007	2007-08	2008-09	2009-10	2010-11	2011-12	2012-13	2013-14	2014-15	2015-16
Hobøelva	6,5	23	16,7	28,8	9,8	16,4	13,4	9,3	12,9	17,9	15,1	10,9
Svinna	1,7	2,6	2,5	3,9	2,1	2,3	2,3	2,2	3,1	2,9	3,0	2,6
Mørkelva	0,7	1	1	1,4	1	1,4	1,2	1,3	1,7	1,3	1,6	0,9
Veidalselva	0,8	1,3	1,2	1,8	1,2	1,4	1,45	1,3	1,9	1,7	1,9	1,0
SUM Storefjn*	9,7	27,9	21,4	35,9	14,1	21,5	18,3	14	19,6	23,8	21,6	15,4
Retensjon **	5	19	12	21	6	14	8	6	13	11	7,9	6,3
Sundet	4,4	9,4	9,7	15,4	8,6	7,9	10,4	8,2	6,4	12,8	13,7	9,1
V.Vansjø***	1,7	4,1	5,3	3,7	2,7	2,5	4,1	3,3	2,3	4,0	3,8	2,3
Sum v Vansjø	6,1	13,5	15	19,1	11,3	10,4	14,5	11,3	8,7	16,8	17,5	11,4
Retensjon/ økning **	-1	0	2	2	1	2	5	1	-3	1	1	-2
Mossefossen	7,1	13,4	13,1	17	9,9	8,4	9,5	9,9	11,6	15,6	18,8	13,5

	Beregnet ved slamføringskurve
	Beregnet ved lineær interpolasjon
	Umålt; beregnet fra forholdet mellom TP og vannføring (2006, 2007) og vannføring i 2005.
	Umålt; beregnet fra forholdet mellom TP i Veidalselva og Mørkelva 2005-2014.
	Prøver kun fra mai-oktober; lineær interpolasjon benyttet.
	Beregnet fra de andre tilførselstallene i tabellen

*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).

** Retensjonen (eller økningen) må anses som usikker, bl.a. fordi den er basert på beregning av de andre tilførselstallene som også har en usikkerhet.

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

Nitrogenbudsjettet (TN) for nedbørfeltet (ikke justert for vannføring eller areal). Alle tall i tonn.

	2005	2006	2007	2007-08	2008-09	2009-10	2010-11	2011-12	2012-13	2013-14	2014-15	2015-16
Hobøelva			256	333	184	353	211	221	210	250	295	173
Svinna			61	49	57	56	52	62	50	59	66	39
Mørkelva			18	29	26	26	23	21	21	17	18	18
Veidalselva			15	30	20	21	22	19	16	14	13	13
SUM Storefjn			350	441	287	456	308	323	297	340	423	243
Sundet			-	-	297	306	372	359	265	424	432	250
V.Vansjø*			36	-	-	16	14	12	15	32	58	31
Mossefossen	240	569	447	505	330	298	362	361	340	455	525	380

	Annet halvår basert på forholdet mellom konsentrasjon og vannføring i 1. halvår
	Beregnet ved lineær interpolasjon
	Umålt, beregnet fra forholdet mellom TN i Veidalselva og Mørkelva 2007-2014.
	Beregnet fra de andre tilførselstallene i tabellen

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

Budsjett for suspendert tørrstoff (SS) for nedbørfeltet (ikke justert for vannføring eller areal). Alt i tonn.

	2005	2006	2007	2007-08	2008-09	2009-10	2010-11	2011-12	2012-13	2013-14	2014-15	2015-16
Høbøl- elva	2210	12000	6008	11 519	3 945	9 892	10402	4668	8151	11455	9021	4012
Svinna	-	700	469	958	502	574	679	583	915	1075	1162	630
Mørk- elva	-	540	368	592	604	855	945	772	1252	869	926	435
Veidals- elva	-	730	475	821	784	883	1144	718	1319	1064	1060	548
SUM Storefjn	-	13970	7320	13890	5835	12204	13170	6741	11627	14463	12169	5625
Sundet	-	-	-	-	1 278	1 900	1 668	1222	1470	3055	2902	1250
Vestre Vansjø*	-	454	1219	939	682	768	1 361	1218	915	1444	1124	560
Sum v Vansjø	-	-	-	-	1960	2668	3029	2440	2385	4499	4026	1810
Mosse- fossen	1271	2301	2 642	3 492	1 793	1 770	1 833	1765	2258	3360	4201	2537

	Beregnet ved slamføringskurve
	Beregnet ved lineær interpolasjon
	Umålt, beregnet fra forholdet mellom TN i Veidalselva og Mørkelva 2007-2014.
	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.

Vannføringsnormalisert fosforbudsjett for vassdraget

Vannføringsnormaliserte tilførsler av totalfosfor i vassdraget 2005-2015; alle tall i tonn.

	2005	2006	2007	2007-08	2008-09	2009-10	2010-11	2011-12	2012-13	2013-14	2014-15	2015-16
Kråkstad-elva			4	5	3,5	4	3,3	3,4	5,4	4,7	4,5	4,5
Hobøl-elva	8,8	16,8	16,4	20,1	9,1	14,4	11,2	8,1	10,5	12,6	10,3	12,5
Svinna	2,3	1,9	2,5	2,7	1,9	2	1,9	1,9	2,5	2,0	2,0	2,2
Mørkelva	0,9	0,7	1	1	0,9	1,2	1	1,1	1,4	0,9	1,3	1,0
Veidals-elva	1,1	0,9	1,2	1,3	1,1	1,2	1,3	1,1	1,5	1,2	1,1	1,2
Sum Storefjn	13	20	21	25	13	19	15	12	16	17	14,7	16,9
Sundet	6	6,6	8,1	12,8	8	7,7	8,4	7,1	5,5	4,4	7,5	8,5
V.Vansjø *	2,4	3,6	3,2	2,6	2,4	2,2	3,1	2,9	2,0	2,6	2,4	2,3
Sum v Vansjø	8,4	10,2	11,3	15,4	10,4	9,9	11,5	10,0	7,5	7,0	9,9	10,8
Mossefossen	9,6	9,4	10,9	14,1	8,7	8,2	7,9	8,6	10,2	7,9	10,3	12,6

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

Referanse til dette vedlegget:

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

Vedlegg 7. Faktaark (Utvidet sammendrag)



Tilstanden i Morsavassdraget i 2016

I 2016 ble nesten alle innsjøene i nedbørfeltet overvåket. I tillegg til Mjær og Sæbyvann som blir overvåket hvert år, foreligger det nå nye overvåkingsdata fra Bindingsvann, Langen og Våg. Det er tre år siden disse ble overvåket sist og det knyttet seg spenning til tilstanden i dem. Det var derfor gledelig å se at alle tre har god miljøtilstand. Overvåkingen i Vansjø viser at Vanemfjorden nesten nådde miljømålet for både fosfor og klorofyll i 2016. I Storefjorden har imidlertid fosfornivået gått opp, pga. høye konsentrasjoner tidlig i sesongen.

Generelt er det flere positive signal på forbedret vannkvalitet basert på tidsseriene med overvåkingsdata. I Hobølelva har f.eks. totalfosforkonsentrasjonen gått signifikant ned siden 1985, tross en økning i vannføring i samme periode. Dette er en tydelig indikasjon på at de mange tiltakene som er gjennomførte i vassdraget har hatt effekt. Samtidig er fosforkonsentrasjonene fremdeles for høye mange

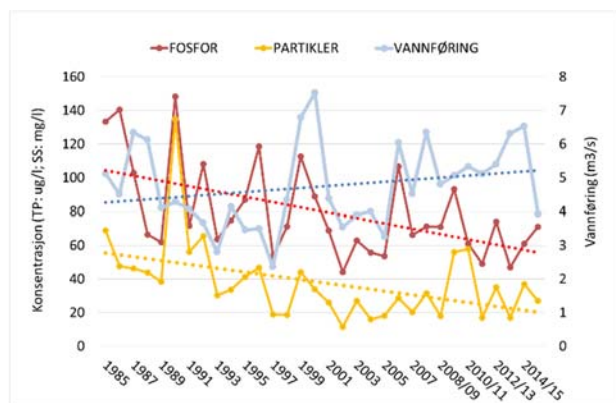
steder i vassdraget, og det anbefales derfor at det fortsatt satses sterkt på gjennomføring av miljøtiltak i alle sektorer i dette vannområdet.

Faktaarket er skrevet av Eva Skarbøvik, David Strand og Marianne Bechmann. Arbeidet er rapportert i NIBIO Rapport 2017, nr. 38 (Vol. 3). Overvåkingen er utført på oppdrag for Vannområdeutvalget Morsa, med finansiering fra alle kommunene i vannområdet, samt tilskudd fra fylkesmennene og Miljødirektoratet.

Tilførselser og -bekker

Konsentrasjoner

I Hobølelva har vannføringen variert mye siden 1985, men jevnt over for hele perioden er det en tendens til økning (blå prikkete linje i figuren under). Normalt ville vi da forventet at også konsentrasjoner av erosjonspartikler (oransje linje) og totalfosfor (rød linje) ville ha økt. Dette har ikke skjedd; tvert imot har konsentrasjoner av både partikler og fosfor gått *signifikant* ned siden 1985. Dette er en tydelig indikasjon på at tiltak både innen avløps- og jordbrukssektoren har hatt effekt. Det anbefales derfor at det fortsatt satses sterkt på miljøtiltak i årene som kommer.

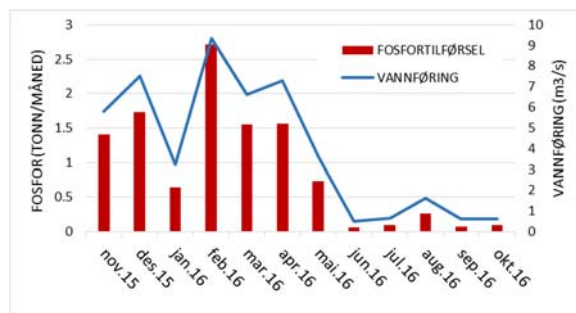


Konsentrasjoner av totalfosfor og suspendert tørrstoff i Hobølelva ved Kure har gått *signifikant* ned siden 1985. Figuren viser i tillegg hvordan vannføringen har økt i samme periode.

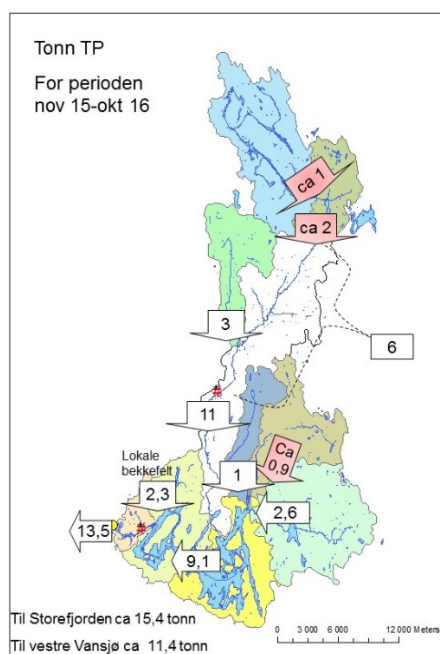
Fosforkonsentrasjoner i elver og bekker forøvrig viste ingen store endringer fra i fjor. Enkelte elver og bekker har fremdeles for høye nivå av tarmbakterier; dette gjelder særlig for Kråkstadelva og Hølen.

Tilførsler

Meteorologisk sett var 2015-2016 en spesiell periode siden det meste av vannføringen og derfor også tilførslene kom i forkant av og tidlig i vekstsesongen. Gitt den relativt lave vannføringen var også tilførslene lave i perioden. Justerer man tilførsler som om dette skulle vært et år med 'normalvannføring', var tilførslene på det jevne; dvs. omtrent som i de foregående 10 årene.



Tilførsler av totalfosfor fra Hobølelva til Storefjorden var størst i forkant av og tidlig i vekstsesongen.



Kartet viser totale tilførsler av fosfor ved ulike stasjoner i nedbørfeltet i perioden november 2015-oktober 2016.



Fangdammen ved Sperrebotn er et eksempel på de mange miljøtiltak som er gjennomført i Morsa, og som bidrar til å redusere næringsstoffnivået.

Innsjøene

Oversikt over økologisk tilstand

Alle innsjøene er blitt klassifisert i henhold til vannforskriften. I tabellen under vises årsgjennomsnitt av klorofyll, totalfosfor (TP), total nitrogen (TN), samt totalvurdering av planteplankton (Plankt). Totalvurdering av tilstandsklasse er angitt i siste kolonne (Klasse). Miljømålene er annerledes for Vanemfjorden og Grepperødfjorden (som er av innsjøtype 9/L-N8) enn de andre innsjøene (som er av typen 7/L-N3).

	Kl-a µg/L	Plankt nEQR	TP µg/l	TN µg/l	Klasse nEQR
Miljøsmål 7/L-N3	9	0,6	16	650	0,6
Sætertjern*	4,7	0,89	12,9	408	0,78
Bindingsvn	5,8	0,66	13,6	277	0,66
Langen	7,9	0,63	13,3	305	0,63
Våg	7,3	0,62	13,9	332	0,62
Mjær	7,7	0,52	18,8	432	0,52
Sæbyvannet	8,8	0,52	30,5	840	0,52
Storefjorden	6,5	0,53	27,9	1004	0,53
Miljøsmål 9/L-N8	10,5	0,6	20	775	0,6
Vanemfjorden	9,6	0,56	25,1	705	0,56
Grepperødfjn**	26,0	0,49	33,8	778	0,49

* 2012-data; ** 2013-data

	Meget god tilstand
	God tilstand
	Middels tilstand
	Dårlig tilstand
	Svært dårlig tilstand

Bindingsvann

Bindingsvann er vurdert til god økologisk tilstand i 2016, men ligger på grensen mot moderat tilstand. Hovedgrunnen til dette er fortsatt oppblomstring av algen *Gonyostomum semen*, som kan gi kløe og ubehag ved bading i innsjøen.



(Foto: E. Skarbøvik)

Åker i stubb er et viktig miljøtiltak. Her ved Mjær.

Langen

Langen er vurdert til god økologisk tilstand i 2016, som er en forbedring fra 2013. Det ble målt lavere konsentrasjoner av klorofyll, total fosfor og total nitrogen i 2016 enn i 2013. Det er fortsatt oppblomstring av algen *Gonyostomum semen* i innsjøen.

Våg

Våg er vurdert til god økologisk tilstand i 2016, som er en forbedring fra 2013. Det ble målt lavere konsentrasjoner av klorofyll, total fosfor og total nitrogen i 2016 enn i 2013. Det er fortsatt oppblomstring av algen *Gonyostomum semen* i innsjøen.

Mjær

Mjær er vurdert til moderat økologisk tilstand i 2016. Dette er en forbedring fra 2015 hvor innsjøen var vurdert til dårlig økologisk tilstand. Det er fortsatt oppblomstring av algen *Gonyostomum semen* og cyanobakterier i innsjøen, men disse var ikke like kraftige i 2016 som i 2015. Innholdet av totalfosfor har variert mellom 20-30 µg/l siden midten av 1990-tallet, men det har vært en nedgang fra 2000 og frem til i dag.

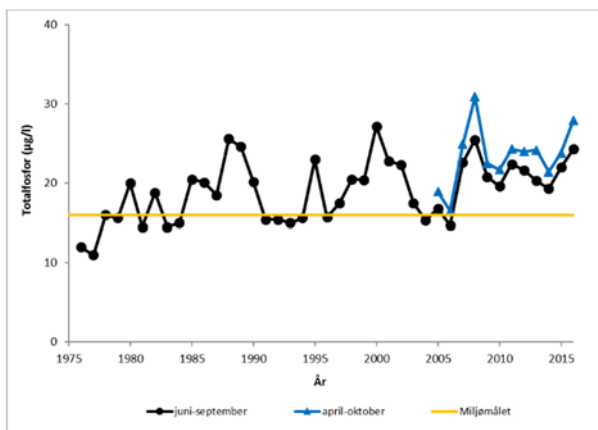
Sæbyvannet

I Sæbyvannet er fosfornivået fremdeles for høyt i forhold til miljømålet. Vannet er vurdert til moderat økologisk tilstand i 2016. Det ble også i 2016 tatt fosforprøver av bunnvannet; disse viser at det ikke er tegn på interngjødsling i innsjøen, og at de største fosformengdene derfor kommer med tilførselselvene.

Storefjorden

I Storefjorden var det dominans av kiselalger i 2016. I tillegg til kiselalger var cyanobakterier og svelgflagellater de viktigste gruppene. Den relativt høye gjennomsnittskonsentrasjonen av TP i Storefjorden i 2016 skyldes høye konsentrasjoner i to vannprøver helt i starten av sesongen. Partikkelmengden i disse prøvene var også høy. Begge prøver ble tatt om lag en uke etter høye vannføringer i Hobøelva. Figuren under

viser langtidsserier i konsentrasjonen av totalfosfor i Storefjorden.



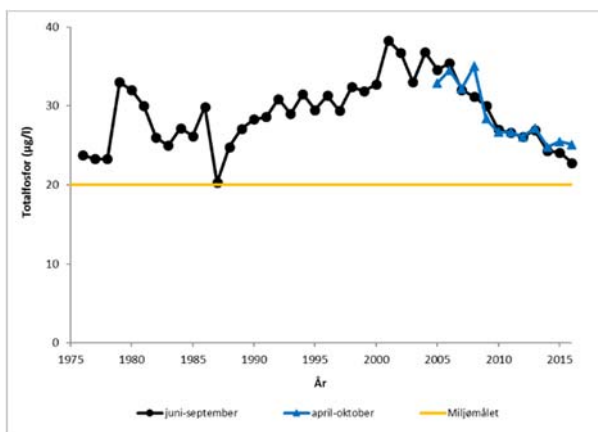
Langtidsserie for konsentrasjon av totalfosfor i Storefjorden. Gul strek er miljømålet.

Vanemfjorden

Flommen i 2000 ga en kraftig økning i fosforkonsentrasjonen i Vanemfjorden. Mellom 2002 og 2016 har konsentrasjonen sunket gradvis, særlig i perioden 2007-2016. De mange miljøtiltakene i vassdraget har bidratt til denne nedgangen.

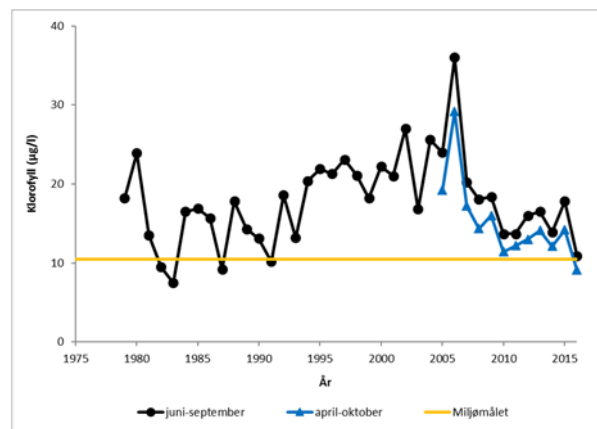
Det har blitt observert en vesentlig tilbakegang i biomassen av *Microcystis*-arter i Vanemfjorden og Nesparken etter 2006. *Microcystis* antas å være hovedprodusenten av algegiften microcystin i Vansjø.

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.



Langtidsserie for konsentrasjon av totalfosfor i Vanemfjorden. Gul strek er miljømålet.

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. Algen *Gonyostomum semen* har blitt mer dominerende i Vanemfjorden de siste årene, og denne algen er kjent for å klare seg godt i humusrikt vann.



Langtidsserie for konsentrasjon av klorofyll-a i Vanemfjorden. Gul strek er miljømålet.

Oppsummert viser overvåkingsdata fra 2015-2016-sesongen mange positive tendenser. Langtidsseriene viser at det er en signifikant nedgang i fosforkonsentrasjoner i Hobølelva, til tross for at vannføringen har økt i samme periode. Det er også blitt bedre status i flere innsjøer. Det er utført en rekke miljøtiltak i vassdraget og disse har bidratt til forbedringene. Samtidig er fosfornivåene fremdeles for høye. Fortsatt sterk satsning på miljøtiltak både i avløps- og jordbrukssektoren anbefales derfor.



Vannområdeutvalget Morsa
Herredshuset, Kjosveien 1
1592 Våler i Østfold
Telefon: 69 28 91 24
E-post: morsa@valer-of.kommune.no
www.morsa.org

Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO) ble opprettet 1. juli 2015 som en fusjon av Bioforsk, Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning (NILF) og Norsk institutt for skog og landskap.

Bioøkonomi baserer seg på utnyttelse og forvaltning av biologiske ressurser fra jord og hav, fremfor en fossil økonomi som er basert på kull, olje og gass. NIBIO skal være nasjonalt ledende for utvikling av kunnskap om bioøkonomi.

Gjennom forskning og kunnskapsproduksjon skal instituttet bidra til matsikkerhet, bærekraftig ressursforvaltning, innovasjon og verdiskaping innenfor verdikjedene for mat, skog og andre biobaserte næringer. Instituttet skal levere forskning, forvaltningsstøtte og kunnskap til anvendelse i nasjonal beredskap, forvaltning, næringsliv og samfunnet for øvrig.

NIBIO er eid av Landbruks- og matdepartementet som et forvaltningsorgan med særskilte fullmakter og eget styre. Hovedkontoret er på Ås. Instituttet har flere regionale enheter og et avdelingskontor i Oslo.