



Rapport fra overvåking av miljøtilstand i 8 innsjøer i Vestre Toten, 2015

Trond Stabell

Forord

Utover 2000 – tallet var det flere tegn som tydet på at vannkvaliteten i Sillongen hadde blitt dårligere, bl.a. dårligere sikt i vannet, økt begroing og massedød av dammusling. Dette medførte at en gruppe av grunneiere kom sammen med representanter for Vestre Toten kommune for å diskutere om noe kunne gjøres for å forbedre situasjonen.

I den sammenheng kom det fram at det fantes lite bakgrunnsdata for innsjøen. For å få en oversikt over tilstanden ble det besluttet å gjennomføre en del kjemiske, bakteriologiske og biologiske undersøkelser gjennom vekstsesongen i 2009. Ihlebekken og innsjøene Kauserudtjern og Slomma ble også inkludert i den undersøkelsen. Denne undersøkelsen ble siden blitt fulgt opp hvert år unntatt i 2013. Eriksrudtjern og Helsettjern har vært inkludert siden 2010. I 2011 og 2014 ble også Steffensrudtjernet, Holetjernet og Store Bergsjø inkludert i overvåkingsprogrammet

Som i 2014 ble det i 2015 gjennomført fullt program med undersøkelser i alle innsjøene samt i utløpet av Ihlebekken og Hørsrubbekken. Dette er de største tilførselsbekkene til henholdsvis Sillongen og Kauserudtjern. Det er resultatene fra disse undersøkelsene i 2015 som presenteres i denne rapporten.

Faun naturforvaltning AS har vært ansvarlig for alt feltarbeid, analyser av planteplankton og rapportering, mens Mjøslab AS har gjennomført analysene av total fosfor.

Takk til alle som har vært involvert for et godt samarbeid.

Gjøvik, 29. november 2015

Trond Stabell

Faun rapport 030-2015:

Tittel:	Rapport fra overvåking av miljøtilstand i 8 innsjøer i Vestre Toten, 2015
Forfatter:	Trond Stabell
ISBN nr	978-82-93373-45-2
Tilgjengelighet:	Fri tilgang
Oppdragsgiver:	Vestre Toten kommune
Prosjektleder:	Trond Stabell
Prosjektstart:	0107 - 2015
Prosjektslutt:	0112 - 2015
Emneord:	Vannkvalitet. Klassifisering. Eutrofiering. Overvåking. Fosfor. Algebiomasse.
Sammendrag:	Norsk
Dato:	29. november 2015
Antall sider:	36 + vedlegg

Kontaktopplysninger Faun Naturforvaltning AS:

Post:	Fyresdal Næringsshage 3870 FYRES DAL
Internett:	www.fnat.no
E-post:	post@fnat.no
Telefon:	35 06 77 00
Telefaks:	35 06 77 09

Kontaktopplysninger forfatter:

Navn:	Trond Stabell
E-post:	ts@fnat.no
Telefon:	48093379

Sammendrag

Det ble tatt vannprøver fra åtte innsjøer i Vestre Toten kommune i perioden 1. juli – 29. august 2015. I vannprøvene ble konsentrasjonen av total fosfor målt og biomassen av planteplankton ble bestemt.

Innsjøene inngår i et overvåkingsprogram som startet opp i 2009. Det ble i 2015 registrert gjennomgående lavere fosforkonsentrasjoner og totalbiomasse av planktonalger enn tidligere, og sett under var miljøtilstanden bedre i 2015 enn i noen av de foregående årene.

Ved klassifisering havnet innsjøene Holetjern og Store Bergsjø i klasse 1 (meget god), Helsettjern, Eriksrudtjern, Slomma og Steffensrudtjern i klasse 2 (god), og Sillongen og Kauserudtjern i klasse 3 (moderat).

Innholdsfortegnelse

	Side
1 Innledning	4
2 Metoder	7
3 Innsjøer	10
3.1 Sillongen	10
3.2 Kauserudtjern	13
3.3 Slomma	16
3.4 Eriksrudtjern	19
3.5 Helsettjern	22
3.6 Steffensrudtjern	25
3.7 Store Bergsjø	28
3.8 Holetjern	31
4 Sammenfattende vurdering	34
Vedlegg 1 Beregning av algeutbytte	38
Vedlegg 2 Konsentrasjon av total fosfor	40
Vedlegg 3 Biomasse av planteplankton	41
Vedlegg 4 Referanser	49

1 Innledning

Det er betydelig landbruksvirksomhet i nedslagsfeltet til flere av innsjøene i denne undersøkelsen. Dermed er det ikke realistisk å forvente en tilstand helt ned mot det som kunne forventes uten menneskelig aktivitet i det hele tatt. Det er imidlertid ønskelig at denne virksomheten ikke skal forringe systemene i en slik grad at det negativt påvirker biologisk mangfold eller reduserer innsjøenes bruks- og rekreasjonsverdi.

Valg av parametere

Næringssalter er kjemiske forbindelser som er viktige for vekst hos planter, men som bare behøves i små mengder. I vann er det først og fremst salter av nitrogen og fosfor vi er opptatt av. Unntatt i ekstreme tilfeller er det ikke knyttet noen fare til disse saltene i seg selv. Problemet ligger i at høye konsentrasjoner av dem kan gi kraftig algevekst. Store mengder alger vil kunne redusere bruksverdien til vannet for oss, og det kan ha negative konsekvenser for plante- og dyrelivet i vannet for øvrig.

I ferskvann er det vanligvis elementet fosfor som er begrensende for algenes vekst. Forventet problem knyttet til algeforekomst kan dermed måles indirekte ved å måle konsentrasjonen av fosfor i vannet. Fosfor finnes imidlertid i mange former, og hvor tilgjengelige disse er for algenes vekst varierer sterkt. I tillegg styres ikke algemengden bare nedenfra, men også ovenfra siden de i sin tur blir spist av små dyr, kalt dyreplankton.

Algemengden vil kunne påvirkes av flere ting, men altså særlig av mengden av *tilgjengelig* fosfor og av forekomsten av dyreplankton. I tillegg til kjemiske analyser av næringssalter, er det derfor veldig nyttig også å undersøke algesamfunnet direkte.

I en innsjø vil mengde og sammensetning av planteplankton, som altså er mikroskopiske alger som lever fritt i vannmassene, gi svært mye nyttig informasjon. Disse planktonalgene vokser hurtig, og responderer raskt på endringer i miljøet.

Tilstandsvurdering

I den nyeste veilederen for klassifisering av økologisk tilstand i innsjøer er forekomsten av planteplankton sentralt for å måle effekten av eutrofieringspåvirkning (Direktoratsgruppa, Vanndirektivet 2013). For å avgjøre den endelige tilstanden krever denne veilederen måling av klorofyll *a* i tillegg til beregning av planteplanktonets totale biovolum. I tillegg skal planteplanktonets sammensetning vurderes ut fra en indeks kalt PTI, og den maksimale forekomsten av blågrønn-bakterier skal registreres. Benyttes kjemiske parametere, f.eks. total fosfor i tillegg, kan resultatene fra disse benyttes for å justere resultatet framkommet av de biologiske parameterne. Prøveinnsamling skal skje månedlig i perioden april – oktober. Beregningen av økologisk tilstand skal altså gjøres på bakgrunn av seks prøver gjennom vekstsesongen.

I denne undersøkelsen har et enklere program blitt gjennomført med fire prøvetakinger, og kun i sommerperioden juli – august. Sommeren er en periode som er fysisk stabil, og hvor

nesten alle tilførsler til en innsjø kommer fra eksterne kilder. Planktonalger vokser raskt og responderer hurtig på miljøforandringer. Øker f.eks. tilførselen av næringssalter fra nedbørfeltet, vil dette derfor gjenspeile seg i at den totale mengden av planktonalger (kalt *algebiomassen*) øker. Ved å sammenlikne forholdene på sommeren fra år til år, kan man dermed få et godt inntrykk av hvordan tilstanden i innsjøen utvikler seg selv med relativt få prøver.

Med et slikt forenklet prøvetakingsprogram kan imidlertid ikke den endelige økologiske tilstanden til hver enkelt innsjø regnes ut matematisk etter formler angitt i klassifiseringsveilederen. I stedet fastsettes denne ut fra resultatene for fosfor og algebiomasse. Ved tvil om plassering i klasse benyttes faglig skjønn for å avgjøre dette.

Risiko for algeoppblomstringer

Ved en gitt konsentrasjon av fosfor kan det være en stor variasjon i mengde av planktonalger. Dette forholdet avgjøres av mange ulike faktorer, men selv ved fosforkonsentrasjoner helt ned mot 10 µg/l er det under gitte betingelser mulig å få store, uønskede algeoppblomstringer (The Great Lakes Water Quality Agreement, 2015).

Selv om mange faktorer påvirker dette vil en stor oppblomstring nesten alltid forutsette at dynamikken i omsetningen av næringssalter i innsjøen har brutt sammen. Dette skjer først og fremst dersom det vokser fram arter av planktonalger som dyreplankton i liten grad klarer å spise. Eksempler på dette er trådformete blågrønn-bakterier, store algekolonier eller andre store arter, gjerne med skall, pigger e.l. (f.eks. enkelte fureflagellater).

I en innsjø forutsetter altså en god økologisk tilstand at algeproduksjon blir omsatt i systemet. Dersom algesamfunnet er variert, og består av relativt små arter, tyder det på god omsetning. Dette fordi slike alger lett kan spises av dyreplankton, som er neste ledd i næringskjeden.

Ved gjennomgangen av hver innsjø i denne undersøkelsen vurderes faren for store algeoppblomstringer. Disse er uforutsigbare fordi de i stor grad vil avhenge av meteorologiske faktorer. Dersom forekomsten av arter som er i stand til å lage slike oppblomstringer er ubetydelig, vil faren være lav uavhengig av lys- og nedbørforhold.

Meteorologiske forhold

Prøvetakingsperioden i undersøkelsen i 2015 gikk fra 1. juli til 29. august. Ved Kise målestasjon ved Gjøvik var temperaturen i juli og august i 2015 henholdsvis 0,3°C lavere og 1,0°C høyere enn middeltemperaturen i perioden 1961 – 1990.

I juli utgjorde nedbøren i 2015 133 % av middelnedbøren for juli i perioden 1961 – 1990, mens den i august utgjorde 114 % av middelnedbøren for den måneden. Nedbøren har økt betydelig de siste årene, og i juli var den omtrent på gjennomsnittet av det vi har sett de siste

10 årene, mens nedbøren i august var den laveste som er observert i denne måneden siden 2007 (Været som var (klima)Gjøvik (Oppland) (yr.no)).

I motsetning til det vi så sommeren 2014, hvor mye av nedbøren var konsentrert til noen få dager, kom nedbøren i år mye mer jevnt gjennom sommeren. Dette illustreres i tabell 1, som viser dagene i juli og august i 2015 med mer en 10 mm regn per døgn.

Tabell 1. Dager i juli og august i 2015 med nedbør pr døgn på over 10mm, Kise målestasjon.

Dato	Nedbør (mm)
8. jul	10,5
27. jul	14,8
5. aug	18,2
25. aug	10,0
26. aug	11,5

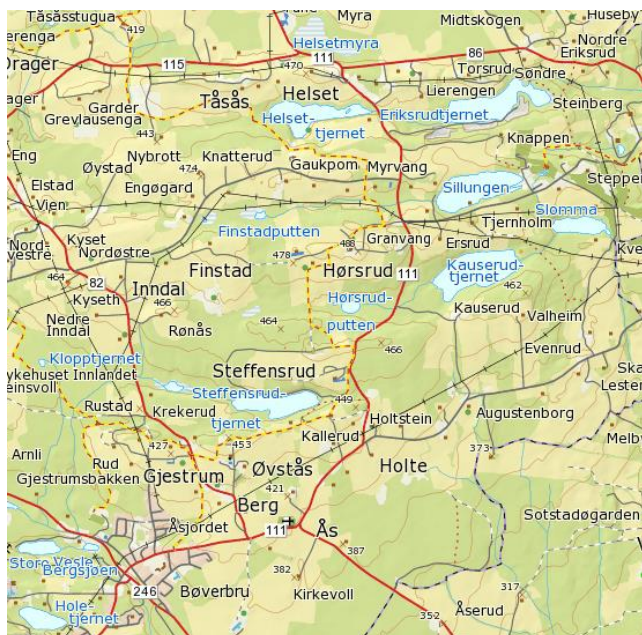
Målsetting for innsjøene

Menneskelig aktivitet i innsjøene eller deres nedbørfelt skal ikke forringe systemene i en slik grad at det negativt påvirker biologisk mangfold eller reduserer innsjøenes bruks- og rekreasjonsverdi.

For å sikre dette er målsettingen at gjennomsnittlig konsentrasjon av total fosfor gjennom sommerperioden ikke overskrider 8 µg/l og at gjennomsnittlig mengde av planktonalger i samme periode ikke overskrider 0,5 mg/l.

Område

Alle innsjøene i denne undersøkelsen ligger i Vestre Toten kommune i Oppland fylke. Beliggenheten til innsjøene i forhold til tettstedet Bøverbru er vist på kartet under.



2 Metoder

Prøvetaking

Prøvetakingsperiode: 1. juli – 29. august.

I innsjøene ble et beger på $\frac{1}{2}$ l benyttet til å ta en integrert vannsøyle fra 0 - ca 1 meter i epilimnion. Alle prøver for kjemiske og biologiske analyser ble tatt fra denne blandprøven. Prøver fra Ihlebekken og Hørsrudebekken ble tatt ved å føre begeret forsiktig ned i vannet slik at bunnslam ikke kom med.

Planteplankton: 100 ml av blandprøven ble overført til brune glassflasker og tilsatt ca. 1 ml Lugols løsning for konservering.

Fosfor: Ca. 200 ml av prøvene ble overført til en prøveflaske av plast. Disse ble så fryst ned og oppbevart ved ca. -18 grader fram til analyse.

Analyser

Vannprøvene ble analysert på totalfosfor etter Norsk Standard, NS ISO 6878.

Det ble utført kvantitative analyser av planteplankton. Disse ble telt ved bruk av et omvendt mikroskop etter standard metode (Tikkanen & Willén, 1992). Av kostnadmessige hensyn ble en forenklet variant benyttet. Det innebar at 2,3 – 10 ml prøve ble satt til sedimentering. Ved undersøkelsen i omvendt mikroskop ble det ikke gjort forsøk på å identifisere små gullalger. Disse ble alle samlet under betegnelsen *Chrysophyceae*. Det ble heller ikke benyttet mye tid på å kvantifisere taxa som i svært liten grad påvirket totalbiomassen. Biomassevurderingen av disse er altså usikker, men dette vil bare i liten grad ha påvirket estimatet for totalbiomasse.

Tettheten til planktonalgene settes til $1,0 \text{ g/cm}^3$ som betyr at algenes biovolum i mm^3 blir identisk med deres biomasse i mg.

Klassifisering

I 2013 ble nyeste versjon av en klassifiseringsveileder som gir informasjon om aktuelle analyser for å vurdere tilstanden i bl.a. ferskvannsforekomster utgitt. I denne finnes også grenseverdier for inndeling i ulike kvalitetsklasser (Direktoratsgruppa, Vanndirektivet 2013).

En viktig forandring mellom denne veilederen og tidligere norske klassifiseringssystemer er at det her tas hensyn til vassdragstype ved klasseinndelingen. Områder med ulik geologi vil for eksempel naturlig ha ulik bakgrunns tilførsel av næringssalter, og selv uten noen menneskelig påvirkning ville vannforekomstene framstå forskjellig både med hensyn til kjemiske- og biologiske parametere. I stedet for å benytte målte verdier som utgangspunkt for klassifiseringen, benyttes derfor heller *avviket* fra referansetilstanden. Dette forholdstallet mellom målt verdi og referanseverdi kalles økologisk kvalitetskvotient (ecological quality ratio, EQR), og varierer fra 0 til 1, der 1 er best.

Det ble i to tilfeller i 2009 gjennomført analyse av pH, fargetall, kalsiuminnhold og kjemisk oksygenforbruk i Sillongen, Slomma og Kauserudtjern. I både Sillongen og Slomma var kalsiumkonsentrasjonen ca. 55 mg/l, pH ca. 8,5, fargetall ca. 20 mgPt/l og kjemisk oksygenforbruk på mindre enn 30 mgO/l. Forholdene i Kauserudtjern var nesten identiske, bortsett fra at kalsiumkonsentrasjonen her lå på ca. 35 mg/l, men selv dette er svært høyt i norsk sammenheng.

Ingen vanntyper i klassifiseringsveilederen passer perfekt for innsjøene i denne undersøkelsen. Innsjøene i Ihle/Bøverbru - området ligger vesentlig over 200 moh., men samtidig har de kalsiumkonsentrasjoner langt over 20 mg/l. Vanntype 18 med kode L-N-M201 (skog, > 200 moh., moderat kalkrik, klar, grunn) ble vurdert som den som passet best. Ved klassifisering skal da såkalt NGIG-type L-N2a benyttes. For bekkene benyttes R-N2a.

De relevante klassegrensene for disse vanntypene er vist i tabell 2.

Tabell 2. Klassifisering av vannkvalitet etter klassifiseringsveileder fra 2013.

KLASSE	Natur-tilstand (ref.)	I (Svært God)	II (God)	III (Moderat)	IV (Dårlig)	V (Svært dårlig)
Vanntype: L-N2a						
Total fosfor (µg/l)	4	< 7	7 – 11	11 – 20	20 – 40	> 40
Algebiomasse (mg/l)	0.18	< 0.40	0.40 – 0.64	0.64 – 1.60	1.60 – 3.79	> 3.79
Vanntype: R-N2a						
Total fosfor (µg/l)	6	< 11	11 – 17	17 – 30	30 – 60	> 60

Klassifiseringssystemet beregner forholdstallet mellom observert verdi og den tilstøtende referanseverdien, såkalt EQR - verdi. For innsjøtype L-N2a er referanseverdi for fosfor 4 µg/l. Hvis den observerte konsentrasjonen er 10 µg/l, gir det en EQR verdi på $4/10 = 0,4$. For algebiomasse er referanseverdi for innsjøtype L-N2a satt til 0,18 mg/l, mens maksimalverdi er satt til 4 mg/l. EQR – verdier regnes ut etter formelen:

$$EQR = \frac{\text{Observert verdi} - \text{maksimalverdi}}{\text{Referanseverdi} - \text{maksimalverdi}}$$

Dersom det undersøkes flere parametere gjelder prinsippet om at verste resultat styrer. Det skal imidlertid alltid vurderes om klassifiseringen anses som rimelig ut fra de lokale forholdene.

EQR-grensene for de relevante vanntypene for denne er angitt i tabellen under (tab. 3).

Tabell 3. Klassifisering av vannkvalitet ved bruk av EQR-verdier

KLASSE	Natur- tilstand (ref.)	I (Svært God)	II (God)	III (Moderat)	IV (Dårlig)	V (Svært dårlig)
Vanntype: L-N2a						
Total fosfor (µg/l)	4	> 0.57	0.57 - 0.36	0.36 - 0.20	0.20 - 0.10	< 0.10
Algebiomasse (mg/l)	0,18	> 0.94	0.94 - 0.88	0.88 - 0.63	0.63-0.05	< 0.05
Vanntype: R-N2a						
Total fosfor (µg/l)	6	> 0.55	0.55-0.35	0.35-0.20	0.20-0.10	< 0.10

3 Innsjøer

3.1 Sillongen

Beliggenhet: 60.698221N, 10.730996Ø

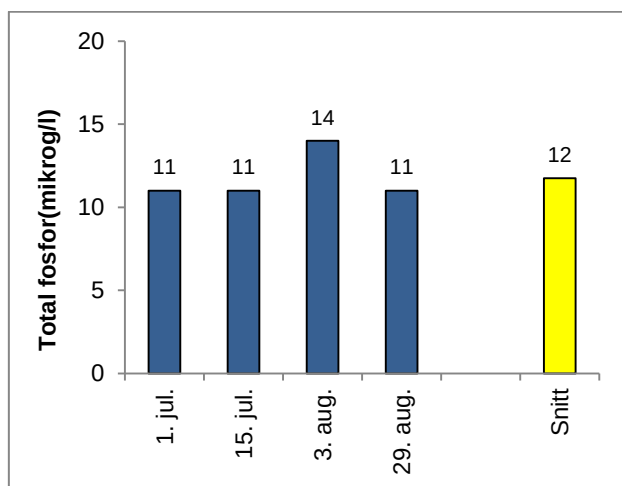
Vanntype: L-N2a

Påvirkning: Eutrofiering



Fosfor

Konsentrasjonen av total fosfor lå jevnt i overkant av 10 µg/l gjennom sommeren, med en liten økning i begynnelsen av august (fig. 1). Som gjennomsnitt for perioden tilsier det at innsjøen havner helt i nedre del av klasse 3 for dette kvalitetselementet. Det er klart bedre enn tidligere, og det laveste gjennomsnittet som er registrert for sommerperioden siden oppstarten av overvåkingsprogrammet i 2009.

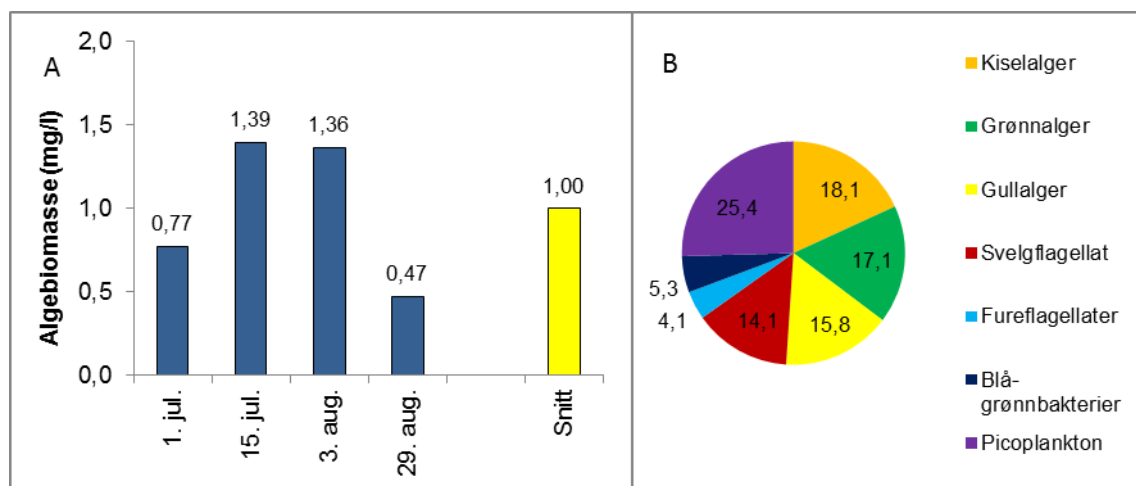


Figur 1. Konsentrasjon av total fosfor i Sillongen i 2015. Farge på søyle for gjennomsnitt angir klasse etter fargekoder som vist i tabell 2.

Planteplankton

I gjennomsnitt var biomassen av planktonalger på samme nivå som tidligere år. Det var god balanse mellom ulike algeklasser, og ingen arter eller slekter dominerte stort på noe tidspunkt. Den høyeste forekomsten ble registrert midt på sommeren, men mesteparten av biomassen ble også da utgjort av små arter (picoplankton og kiselalgen *Cyclotella*) (fig. 2)

Algenes beitbarhet: *Høy*. Det tilsier effektiv omsetning av næringssalter. Kombinert med fosforkonsentrasjonen var faren for en stor algeoppblomstring i 2015 lav.



Figur 2. Biomasse (A) og sammensetning (i prosent) (B) av planteplankton i Sillongen i 2015.

Økologisk tilstand i 2015

Ved vurdering av økologisk tilstand ga både forekomsten av planteplankton og konsentrasjonen av total fosfor klasse 3. Naturlig nok plasseres da innsjøen i den klassen for 2015 (tab. 4)

Tabell 4. Klassifisering av økologisk tilstand i Sillongen, 2015

Kvalitetselement	Verdi	Tilstandsklasse	EQR
Planteplankton (biovolum, mg/l, gjennomsnitt)	1,00	3, middels	0,79
Total fosfor (Tot-P, µg/l)	11,8	3, middels	0,34
Klasse, totalvurdering		3, middels	

Utvikling

Utvikling i Sillongen siden 2009 viser ingen tydelig trend (fig. 3). Det er positivt at gjennomsnittlig konsentrasjon av total fosfor var lavere i år enn noen gang tidligere i denne perioden, men fortsatt ligger mengden av både fosfor og planktonalger klart over målsettingen for innsjøen.

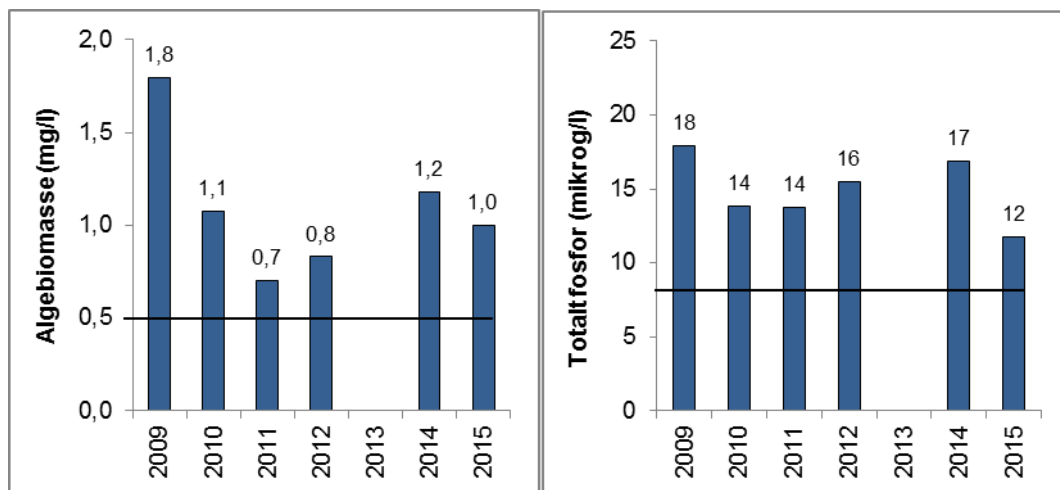


Fig 3. Gjennomsnittlig algebiomasse og fosforkonsentrasjon i Sillongen i perioden 2009 – 2015.

Ihlebekken er den største tilførselsbekken til Sillongen. Vannføring i denne er ikke målt, og den totale tilførselen av næringssalter fra bekken til innsjøen vil avhenge både av konsentrasjon og vannvolum.

Til tross for mange usikkerheter knyttet til vannkjemiske målinger i bekker må det betraktes som positivt at målingene som er gjort i Ihlebekken nær utløpet til innsjøen viser en svakt synkende tendens. Den gjennomsnittlige fosforkonsentrasjonen i 2015 var 35 $\mu\text{g/l}$, som er den laveste gjennomsnittsverdien som er registrert i perioden 2009 - 2015 (fig. 4).

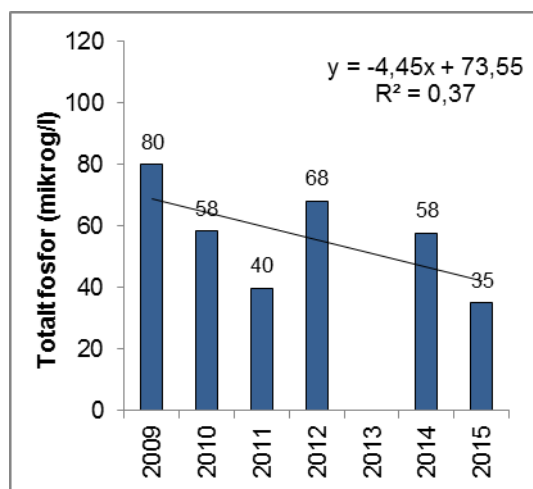


Fig 4. Gjennomsnittlig konsentrasjon i perioden 2009 – 2015 av total fosfor i Ihlebekken nær utløpet til Sillongen.

3.2 Kauserudtjern

Beliggenhet: 60.690433N, 10.722745Ø

Vanntype: L-N2a

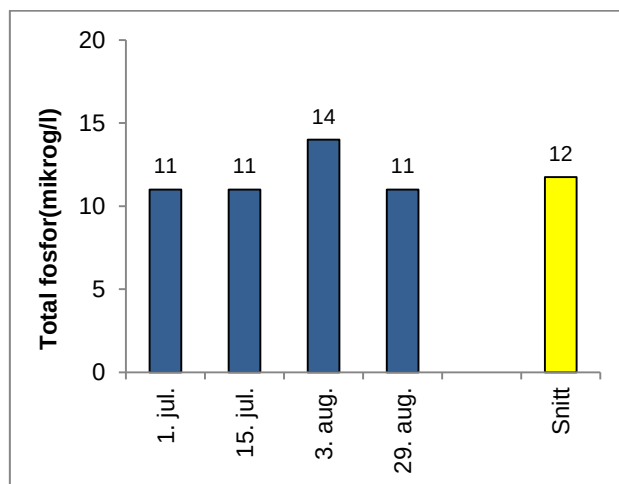
Påvirkning: Eutrofiering



Fosfor

Konsentrasjonen av total fosfor lå stabilt mellom 10 og 15 $\mu\text{g/l}$ gjennom undersøkelsesperioden, med et gjennomsnitt på 13 $\mu\text{g/l}$ (fig. 5). Det er det klart laveste gjennomsnittet som er registrert for sommerperioden siden oppstarten av overvåkingsprogrammet i 2009.

Innsjøen havner i klasse 3 for dette kvalitetselementet.

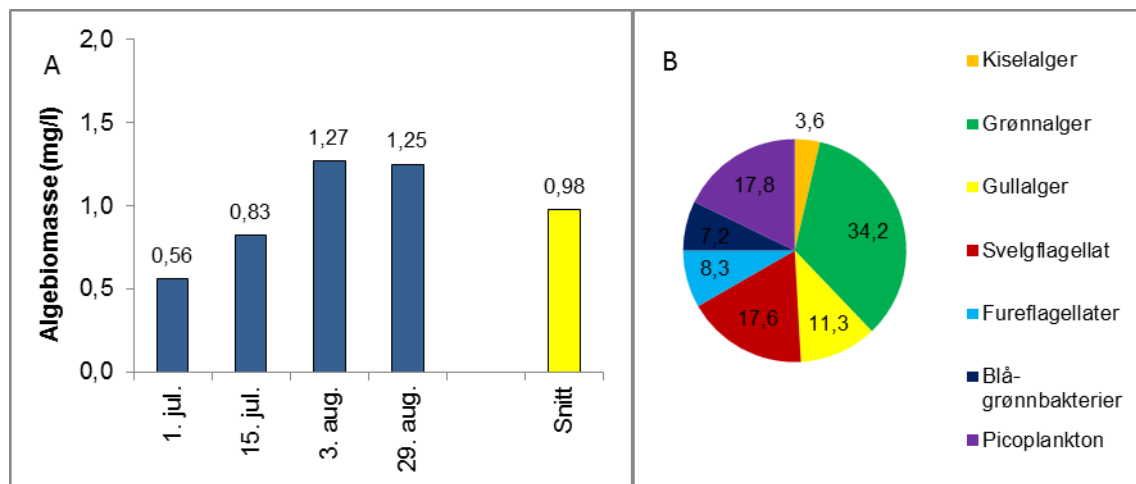


Figur 5. Konsentrasjon av total fosfor i Kauserudtjern i 2015. Farge på søyle for gjennomsnitt angir klasse etter fargekoder som vist i tabell 2.

Planteplankton

Det var ingen algeoppblomstringer i Kauserudtjern i 2015. Grønnalger utgjorde den største andelen av algesamfunnet, men det må sies å ha vært en god balanse mellom de ulike algeklassene gjennom sommerperioden (fig. 6). Potensielle problemarter som blågrønnbakteriene *Anabaena flos-aquae*, *Microcystis wesenbergii* og *Woronichinia naegeliana* ble observert, men i begrensede mengder.

Algenes beitbarhet: *Høy/middels*. Det tilsier god omsetning av næringssalter. Kombinert med den registrerte fosforkonsentrasjonen var faren for en stor algeoppblomstring i 2015 lav.



Figur 6. Biomasse (A) og sammensetning (i prosent) (B) av planteplankton i Kauserudtjern i 2015.

Økologisk tilstand i 2015

Innsjøen havnet i tilstandsklasse 3 både for kvalitetselementet planteplankton og for total fosfor (tab. 5).

Tabell 5. Klassifisering av økologisk tilstand i Kauserudtjern, 2015

Kvalitetselement	Verdi	Tilstandsklasse	EQR
Planteplankton (biovolum, mg/l, gjennomsnitt)	0,98	3, middels	0,79
Total fosfor (Tot-P, µg/l)	12,8	3, middels	0,31
Klasse, totalvurdering		3, middels	

Utvikling

Utvikling i Kauserudtjern siden 2009 må sies å ha vært klart positiv. Det ble registrert temmelig kraftige algeoppblomstringer både i 2009 og 2010, men siden den gang har disse vært fraværende. I 2014 var det gunstige forhold for algevekst med gode lysforhold og kraftige regnskyll. I 2015 var fosforkonsentrasjonen vesentlig lavere enn tidligere og algebiomassen holdt seg også på et akseptabelt nivå. Likevel ligger mengden av både fosfor og planktonalger fortsatt klart over målsettingen for innsjøen (fig. 7)

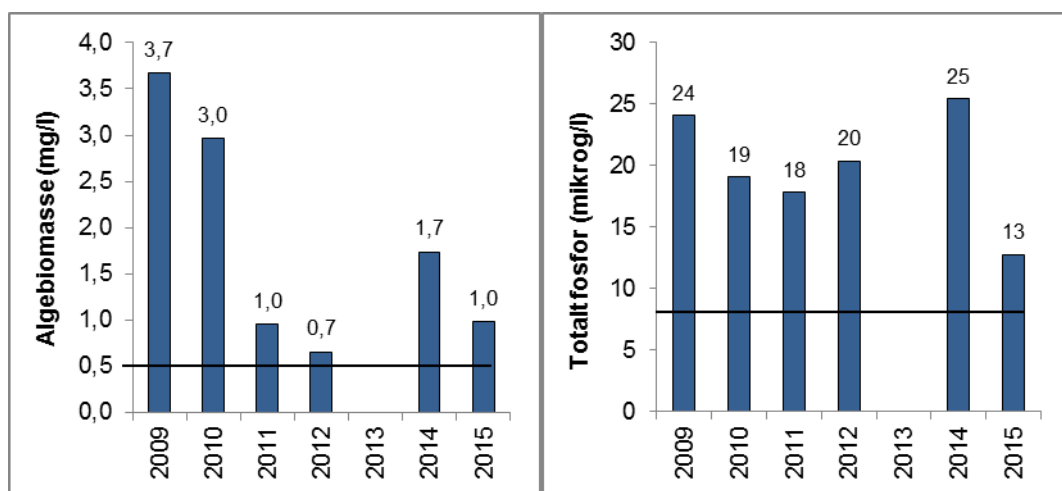


Fig 7. Gjennomsnittlig algebiomasse og fosforkonsentrasjon i Kauserudtjern i perioden 2009 – 2015.

Hørsrubbekken er den største tilførselsbekken til Kauserudtjern. Vannføring i denne er ikke målt, og fosforkonsentrasjon i bekken vil normalt være lavere når vannføringen er høy. I en bekk er det derfor mange usikkerheter knyttet til en gjennomsnittsverdi av fosforkonsentrasjon basert på et fåtall målinger.

Fosforkonsentrasjonen i Hørsrubbekken er gjennomgående høy, og det er ikke mulig å se noen klar utviklingstrend i perioden 2009 – 2015 (fig. 8)

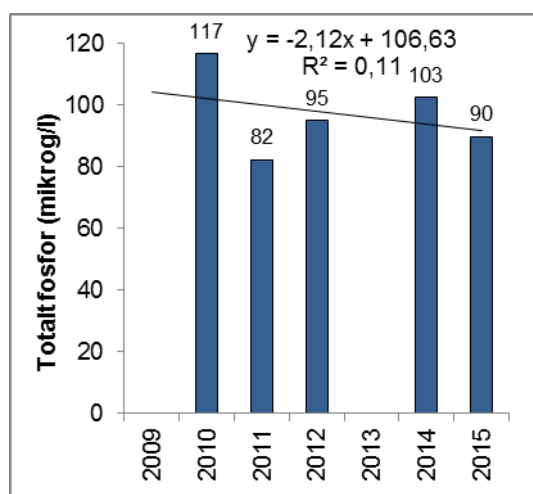


Fig 8. Gjennomsnittlig konsentrasjon i perioden 2009 – 2015 av total fosfor i Hørsrubbekken nær utløpet til Kauserudtjern.

3.3 Helsettjern

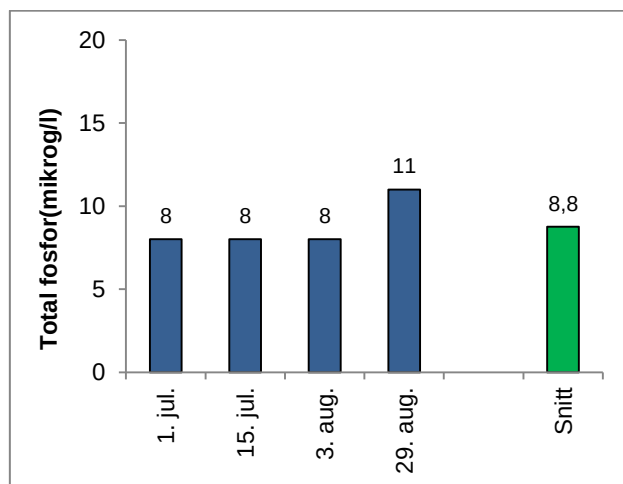
Beliggenhet: 60.703162N, 10.700901Ø
Vanntype: L-N2a
Påvirkning: Eutrofiering



Fosfor

Konsentrasjonen av total fosfor lå i underkant av 10 µg/l gjennom mesteparten av sommeren, som ga et gjennomsnitt på 8,8 µg/l (fig. 9). Sammen med målingene i 2010 er dette det laveste gjennomsnittet av fosforkonsentrasjon som er registrert for sommerperioden.

Innsjøen havner i klasse 2 for dette kvalitetselementet.

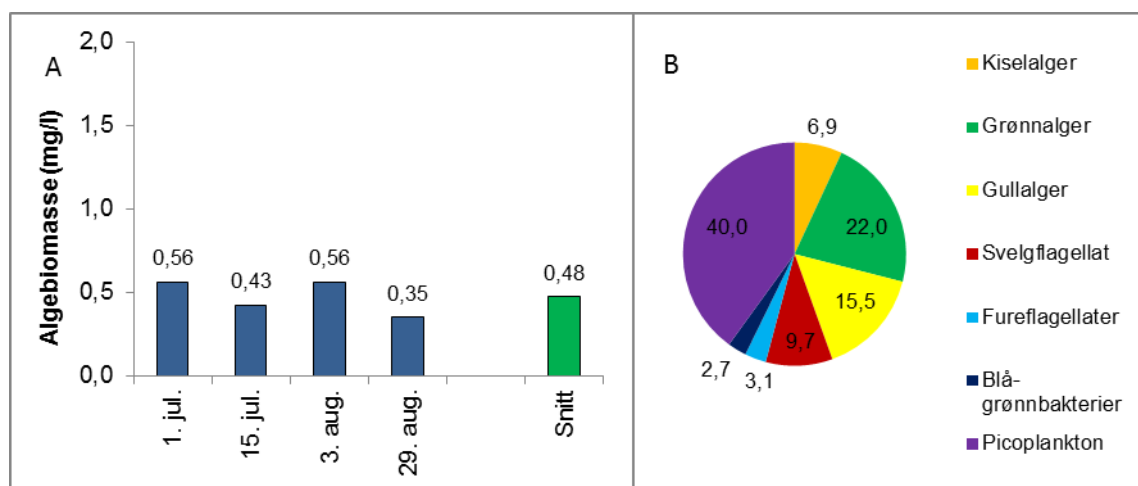


Figur 9. Konsentrasjon av total fosfor i Helsettjern i 2015. Farge på søyle for gjennomsnitt angir klasse etter fargekoder som vist i tabell 2.

Planteplankton

Biomassen i Helset tjern lå gjennom hele sommeren i nærheten av målsettingen på 0,5 mg/l. Det var en god balanse mellom de ulike algeklassene, med en overvekt av de aller minste artene som med en fellesbetegnelse kalles picoplankton (alger < 4 µm) (fig. 10).

Algenes beitbarhet: *Høy*. Det tilsier effektiv omsetning av næringssalter. Kombinert med fosforkonsentrasjonen var faren for en stor algeoppblomstring i 2015 lav.



Figur 10. Biomasse (A) og sammensetning (i prosent) (B) av planteplankton i Helset tjern i 2015.

Økologisk tilstand i 2015

Innsjøen havnet i tilstandsklasse 2 både for kvalitetselementet planteplankton og for total fosfor (tab. 6).

Tabell 6. Klassifisering av økologisk tilstand i Helset tjern, 2015

Kvalitetselement	Verdi	Tilstandsklasse	EQR
Planteplankton (biovolum, mg/l, gjennomsnitt)	0,48	2, god	0,92
Total fosfor (Tot-P, µg/l)	8,8	2, god	0,46
Klasse, totalvurdering		2, god	

Utvikling

Vurdert ut fra fosforkonsentrasjon hadde Helsettjern en negativ utvikling i perioden 2010 – 2014. Algebiomassen holdt seg imidlertid lav i denne perioden, unntatt i 2014 hvor forholdene tydeligvis lå til rette for kraftig algevekst. I 2015 var innsjøen tilbake til samme fosforkonsentrasjonen som ble registrert i 2010, og biomassen av planktonalger var også på nivå med det som ble funnet i årene før 2014 (fig. 11).

Innsjøen ligger i 2015 nesten eksakt på den uttalte målsettingen med gjennomsnittlig fosforkonsentrasjon på under 8 µg/l og algebiomasse på under 0,5 mg/l.

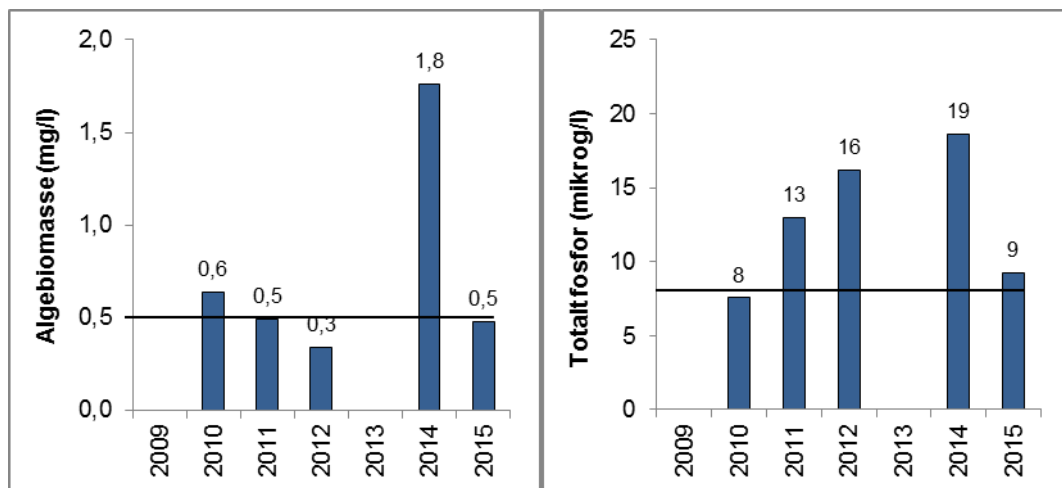


Fig 11. Gjennomsnittlig algebiomasse og fosforkonsentrasjon i Helsettjern i perioden 2010 – 2015.

3.4 Eriksrudtjern

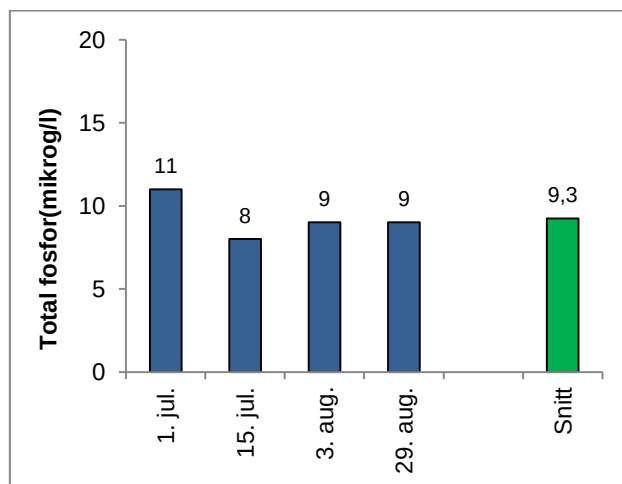
Beliggenhet: 60.704527N, 10.726264Ø
Vanntype: L-N2a
Påvirkning: Eutrofiering



Fosfor

Konsentrasjonen av total fosfor lå nær 10 µg/l gjennom hele undersøkelsesperioden, med et gjennomsnitt på 9,3 µg/l (fig. 12). Sammen med målingene i 2011 er dette det laveste gjennomsnittet av fosforkonsentrasjon som er registrert for sommerperioden.

Innsjøen havner i klasse 2 for dette kvalitetselementet.

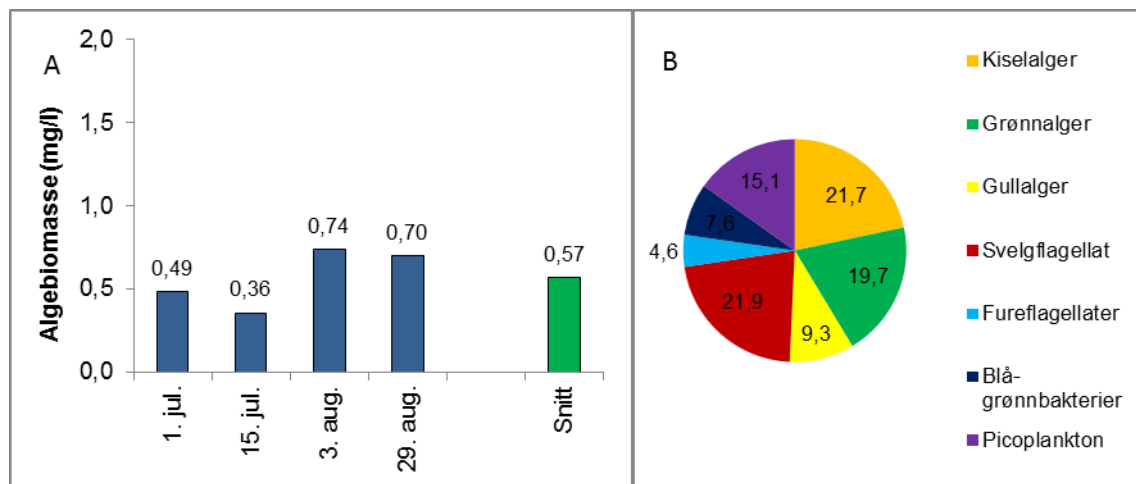


Figur 12. Konsentrasjon av total fosfor i Eriksrudtjern i 2015. Farge på søyle for gjennomsnitt angir klasse etter fargekoder som vist i tabell 2.

Planteplankton

Biomassen av planteplankton i Eriksrudtjern lå gjennom hele sommeren nær målsettingen på 0,5 mg/l. Ved første prøvetaking utgjorde kiselalgen *Cyclotella* over halvparten av totalbiomassen og i slutten av august utgjorde svelgflagellater nær en tredjedel av den totale biomassen. Når hele sommersesongen vurderes under ett var det likevel en meget god balanse mellom de ulike algeklassene (fig. 13).

Algenes beitbarhet: *Høy*. Det tilsier effektiv omsetning av næringssalter. Kombinert med fosforkonsentrasjonen var faren for en stor algeoppblomstring i 2015 lav.



Figur 13. Biomasse (A) og sammensetning (i prosent) (B) av planteplankton i Eriksrudtjern i 2015.

Økologisk tilstand i 2015

Innsjøen havnet i tilstandsklasse 2 både for kvalitetselementet planteplankton og for total fosfor (tab. 7).

Tabell 7. Klassifisering av økologisk tilstand i Eriksrudtjern, 2015

Kvalitetselement	Verdi	Tilstandsklasse	EQR
Planteplankton (biovolum, mg/l, gjennomsnitt)	0,48	2, god	0,90
Total fosfor (Tot-P, µg/l)	8,8	2, god	0,43
Klasse, totalvurdering		2, god	

Utvikling

Eriksrudtjern er den innsjøen i dette overvåkingsprogrammet som har framvist størst variasjon fra år til år. I 2012 var forholdene for algevekst dårlige, men mye nedbør ga høye fosforkonsentrasjoner. I 2014 var værforholdene svært gunstige for algevekst, noe som resulterte i høy algebiomasse selv om konsentrasjonen av fosfor ikke var unormal høy.

Innsjøen ligger i 2015 rett i overkant av den uttalte målsettingen, med gjennomsnittlig fosforkonsentrasjon på under 8 µg/l og algebiomasse på under 0,5 mg/l (fig. 14)

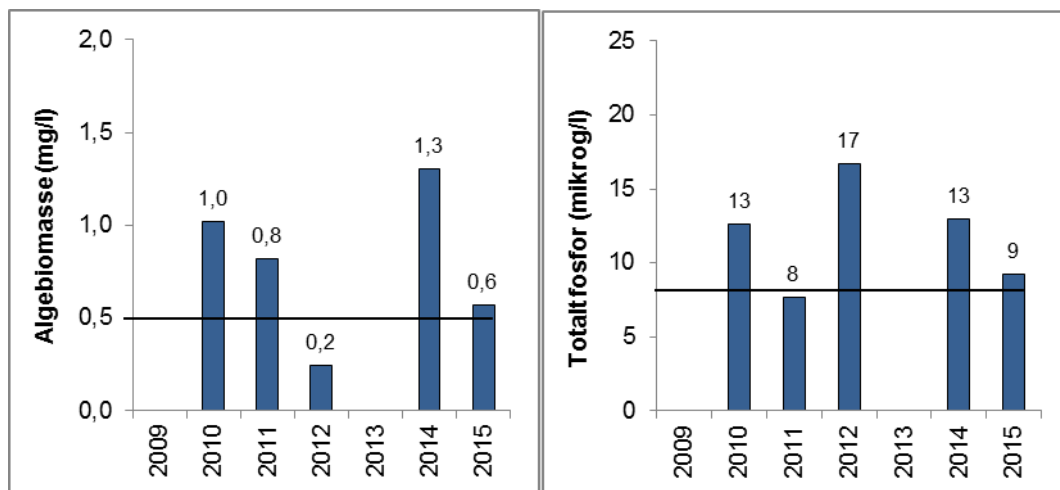


Fig 14. Gjennomsnittlig algebiomasse og fosforkonsentrasjon i Eriksrudtjern i perioden 2010 – 2015.

3.5 Slomma

Beliggenhet: 60.695496N, 10.745662Ø

Vanntype: L-N2a

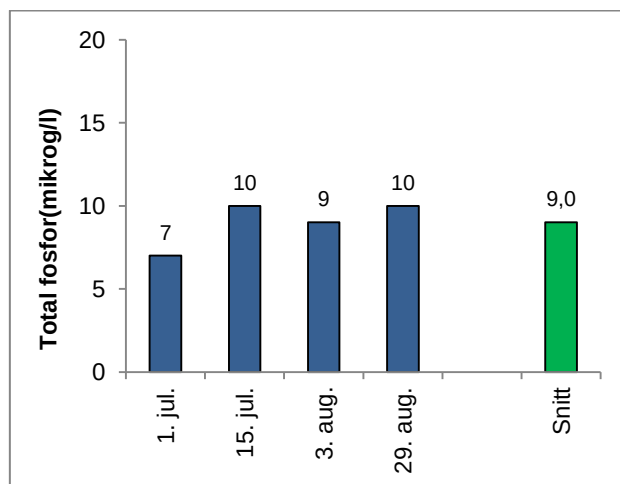
Påvirkning: Eutrofiering



Fosfor

Konsentrasjonen av total fosfor lå nær 10 µg/l gjennom hele undersøkelsesperioden, med et gjennomsnitt på 9,0 µg/l (fig. 15). Dette er det laveste gjennomsnittet av fosforkonsentrasjon som er registrert for sommerperioden.

Innsjøen havner i klasse 2 for dette kvalitetselementet.



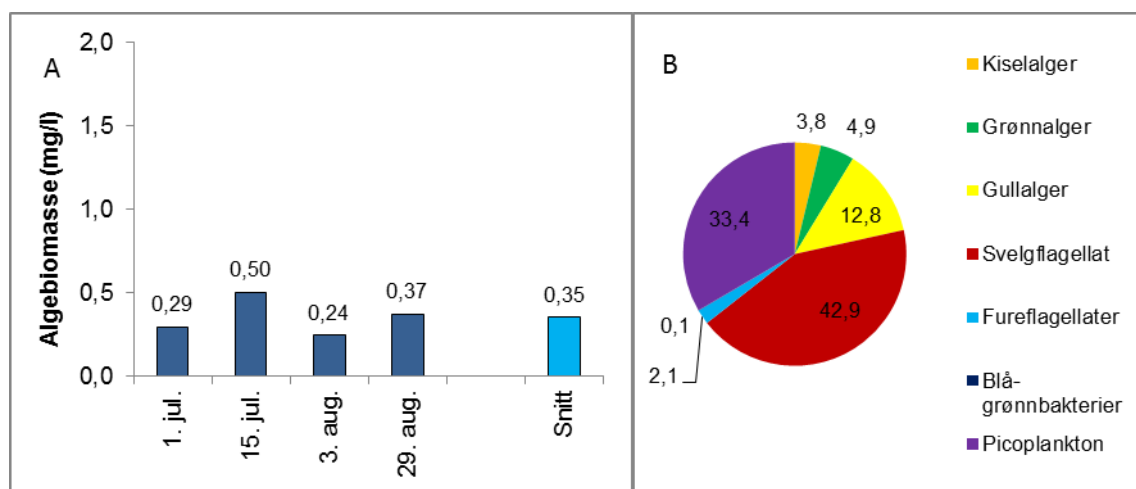
Figur 15. Konsentrasjon av total fosfor i Slomma i 2015. Farge på søyle for gjennomsnitt angir klasse etter fargekoder som vist i tabell 2.

Planteplankton

I dette overvåkingsprogrammet har forekomsten av planteplankton alltid vært lav i Slomma, og klart lavere enn forventet ut fra registrert fosforkonsentrasjon. Dette skyldes trolig innsjøens beskaffenhet, mest sannsynlig høy vanngjennomstrømming.

Algebiomassen lå også i 2015 gjennomgående lavere enn 0,5 mg/l. Planktonsamfunnet ble dominert av picoplankton og sveltflagellaten *Cryptomonas* (fig. 16). Begge disse gruppene av alger er god føde for dyreplankton.

Algenes beitbarhet: Høy. Det tilsier effektiv omsetning av næringssalter. Kombinert med fosforkonsentrasjonen var faren for en stor algeoppblomstring i 2015 lav.



Figur 16. Biomasse (A) og sammensetning (i prosent) (B) av planteplankton i Slomma i 2015. Arten *Chrysochromulina parva* tilhører algeklassen Prymnesiophyceae. Dette er en svært liten art og er i denne figuren inkludert i gruppen picoplankton.

Økologisk tilstand i 2015

Innsjøen havnet i tilstandsklasse 1 for kvalitetselementet planteplankton og klasse 2 for total fosfor. I en totalvurdering av økologisk tilstand vil innsjøen være nær klasse 1 (tab. 8). Tatt i betraktning at algebiomassen hvert år har vært lavere enn forventet ut fra konsentrasjonen av fosfor, vurderes det likevel som mest korrekt å plassere innsjøen i klasse 2. Dette er også i overensstemmelse med prinsippet at verste faktor styrer endelig klassifisering.

Tabell 8. Klassifisering av økologisk tilstand i Slomma, 2015

Kvalitetselement	Verdi	Tilstandsklasse	EQR
Planteplankton (biovolum, mg/l, gjennomsnitt)	0,35	1, meget god	0,96
Total fosfor (Tot-P, µg/l)	9,0	2, god	0,44
Klasse, totalvurdering		2, god	

Utvikling

Biomassen i Slomma har variert lite fra år til år. Bortsett fra en betydelig økning i 2014 har det samme vært tilfellet for konsentrasjonen av fosfor (fig. 17). Det er ikke mulig å se noen klar utviklingstrend siden 2009, men det må uansett betraktes som positivt at gjennomsnittlig fosforkonsentrasjon i 2015 er den laveste som er observert.

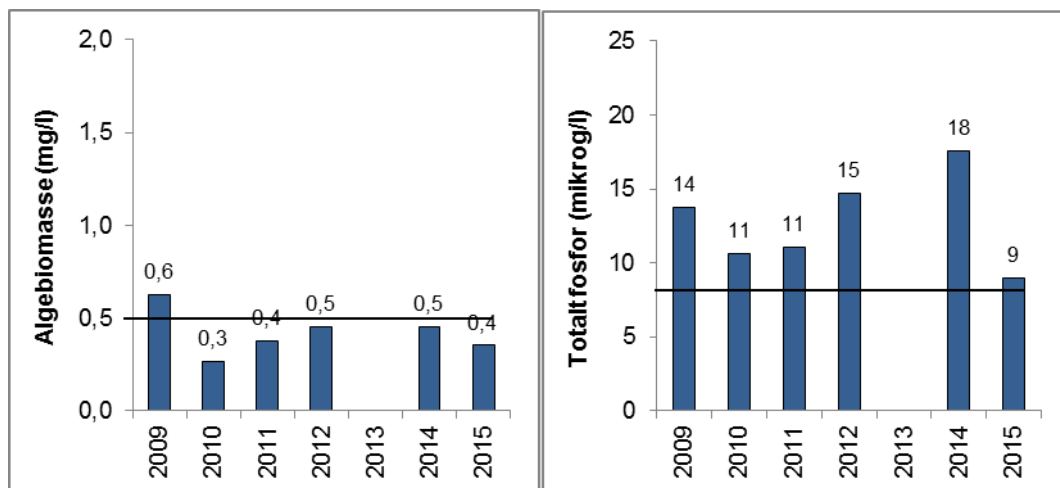


Fig 17. Gjennomsnittlig algebiomasse og fosforkonsentrasjon i Slomma i perioden 2009 – 2015.

3.6 Steffensrudtjern

Beliggenhet: 60.679407N, 10.698626Ø

Vanntype: L-N2a

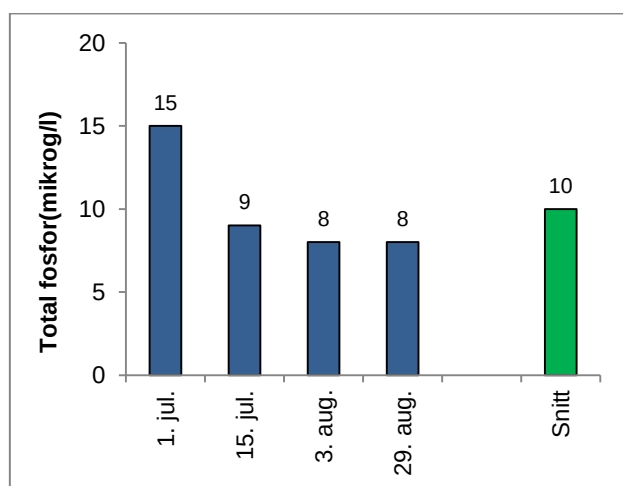
Påvirkning: Eutrofiering



Fosfor

Konsentrasjonen av total fosfor var klart høyest ved første prøvetaking 1. juli med 15 $\mu\text{g/l}$. Resten av sommeren ble det registrert verdier i underkant av 10 $\mu\text{g/l}$, noe som ga et gjennomsnitt på nøyaktig 10,0 $\mu\text{g/l}$ (fig. 18). Dette er på samme nivå som de to andre årene denne innsjøen har inngått i overvåkingsprogrammet.

Innsjøen havner i klasse 2 for dette kvalitetselementet.

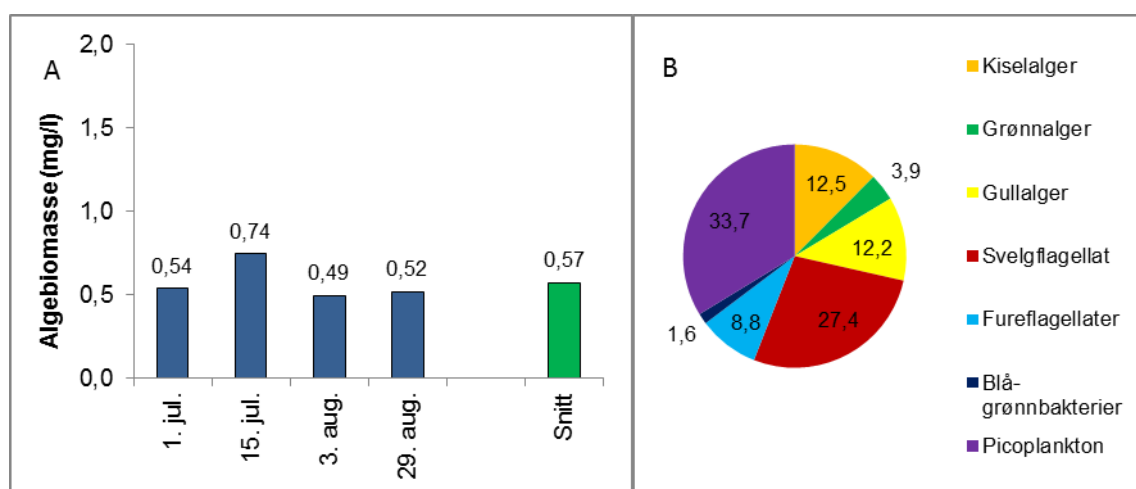


Figur 18. Konsentrasjon av total fosfor i Steffensrudtjern i 2015. Farge på søyle for gjennomsnitt angir klasse etter fargekoder som vist i tabell 2.

Planteplankton

Det var en liten økning i algebiomassen i midten av juli, muligens som et resultat av den relativt høye fosforkonsentrasjonen som ble registrert et par uker tidligere. Algesamfunnet var da imidlertid dominert av svært små, lett beitebare arter (picoplankton). For øvrig lå biomassen gjennom sommersesongen på ca 0,5 mg/l, som også er målsettingen for innsjøen (fig. 19). Den største klassen av alger utenom picoplankton var sveltflagellater, og da særlig arter innenfor slekten *Cryptomonas*. Dette er også «myke» alger som er bra føde for dyreplankton. Blågrønn-bakterien *Anabaena flos-aquae* ble registrert, men kun i små mengder

Algenes beitebarhet: *Høy*. Det tilsier effektiv omsetning av næringssalter. Kombinert med fosforkonsentrasjonen var faren for en stor algeoppblomstring i 2015 lav.



Figur 19. Biomasse (A) og sammensetning (i prosent) (B) av planteplankton i Steffensrudtjern i 2015.

Økologisk tilstand i 2015

Innsjøen havnet i tilstandsklasse 2 både for kvalitetselementet planteplankton og for total fosfor (tab. 8)

Tabell 8. Klassifisering av økologisk tilstand i Steffensrudtjern, 2015

Kvalitetselement	Verdi	Tilstandsklasse	EQR
Planteplankton (biovolum, mg/l, gjennomsnitt)	0,57	2, god	0,90
Total fosfor (Tot-P, µg/l)	10,0	2, god	0,40
Klasse, totalvurdering		2, god	

Utvikling

Steffensrudtjern har kun blitt undersøkt tre ganger i perioden 2009 – 2015. Det gir for lite data til å kunne observere noen trend. 2014 var et år med svært gode vekstvilkår for planktonalger. Det kan derfor se ut til at den typiske situasjonen for Steffensrudtjern er en fosforkonsentrasjon på ca. 10 µg/l og en algebiomasse på ca 0,5 mg/l (fig. 20). Med dagens tilførsler til innsjøen ligger den mest sannsynlig litt i overkant, men svært nær den uttalte målsettingen for vannkvalitet.

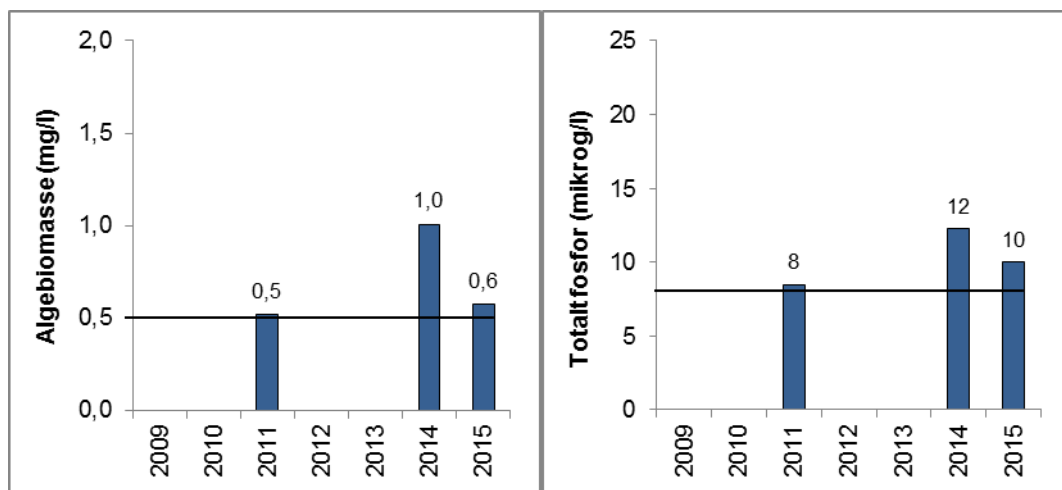


Fig 20. Gjennomsnittlig algebiomasse og fosforkonsentrasjon i Steffensrudtjern i perioden 2011 – 2015.

3.7 Store Bergsjø

Beliggenhet: 60.666564N, 10.658586Ø

Vanntype: L-N2a

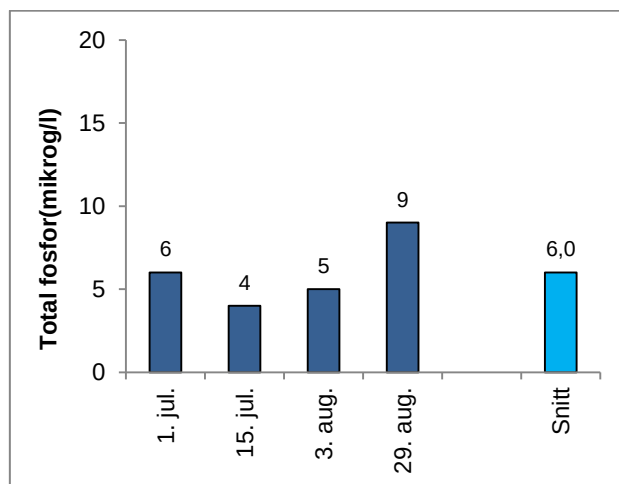
Påvirkning: Eutrofiering



Fosfor

Konsentrasjonen av total fosfor var høyest ved siste prøvetaking i slutten av august med 9 $\mu\text{g/l}$. Resten av sommeren ble det registrert verdier på ca. 5 $\mu\text{g/l}$, noe som ga et gjennomsnitt på 6,0 $\mu\text{g/l}$ (fig. 21). Dette er betydelig lavere enn de to andre årene denne innsjøen har inngått i overvåkingsprogrammet.

Innsjøen havner i klasse 1 for dette kvalitetselementet.

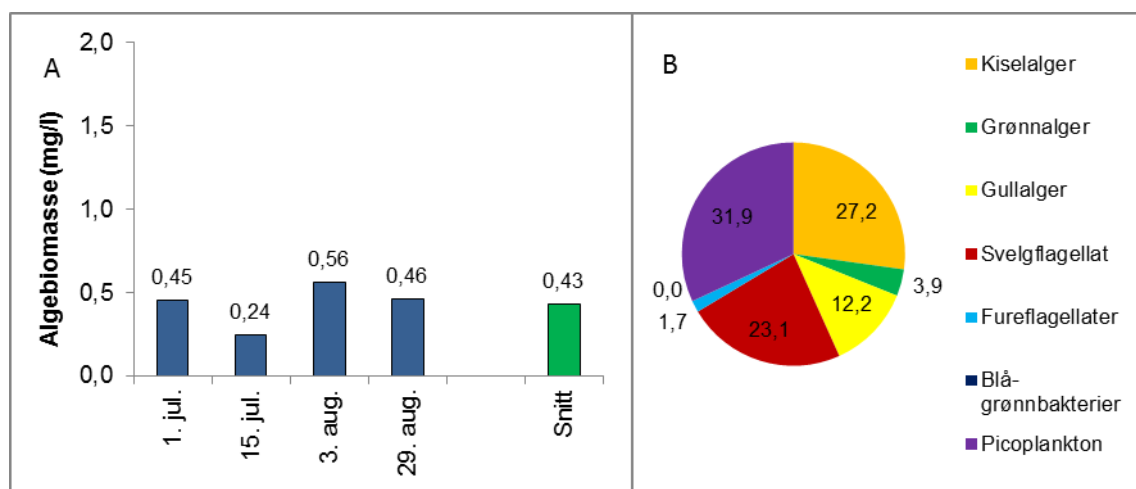


Figur 21. Konsentrasjon av total fosfor i Store Bergsjø i 2015. Farge på søyle for gjennomsnitt angir klasse etter fargekoder som vist i tabell 2.

Planteplankton

Algebiomassen var lav gjennom hele sommeren. I gjennomsnitt var det ingen algeklasser som dominerte (fig. 22). Imidlertid hadde de tre største gruppene hver sin topp. Ved første prøvetaking 1. juli var det stor dominans av svært små arter (picoplankton). De utgjorde på det tidspunkt ca. $\frac{3}{4}$ av totalbiomassen. I begynnelsen av august var kiselalgen *Cyclotella* den dominerende slekten, mens det i slutten av måneden var sveltflagellaten *Cryptomonas* som hadde høyeste relativ biomasse. Begge disse utgjorde i nærheten av halvparten av totalbiomassen på disse tidspunktene.

Algenes beitbarhet: Høy. Det tilsier effektiv omsetning av næringssalter. Kombinert med den lave fosforkonsentrasjonen var det ingen fare for en stor algeoppblomstring i 2015.



Figur 22. Biomasse (A) og sammensetning (i prosent) (B) av planteplankton i Store Bergsjø i 2015. Arten *Chrysochromulina parva* tilhører algeklassen Prymnesiophyceae. Dette er en svært liten art og er i denne figuren inkludert i gruppen picoplankton.

Økologisk tilstand i 2015

Innsjøen havnet i tilstandsklasse 2 for kvalitetselementet planteplankton, men var helt på grensen til klasse 1. Den var helt klart i klasse 1 for fosfor. Selv om innsjøen da ligger i grenseland mellom klasse 1 og 2, vurderes det som mest korrekt å plassere den i klasse 1 (tab. 9)

Tabell 9. Klassifisering av økologisk tilstand i Store Bergsjø, 2015

Kvalitetselement	Verdi	Tilstandsklasse	EQR
Planteplankton (biovolum, mg/l, gjennomsnitt)	0,43	2, god	0,93
Total fosfor (Tot-P, µg/l)	6,0	1, meget god	0,67
Klasse, totalvurdering		1, meget god	

Utvikling

Store Bergsjø har kun blitt undersøkt tre ganger i perioden 2009 – 2015. Fosforkonsentrasjonene lå i 2011 og 2014 vesentlig høyere enn i år. Algebiomassen var da svært lav i forhold til mengden av fosfor (fig. 23). Dette har blitt tolket som at mye av fosforet har vært bundet i partikulær form og vært lite tilgjengelig for algevekst. Dette kan stemme med visuelle observasjoner i år. Ved alle prøvetakingene framsto vannet som krystallklart.

Sammen med Holetjernet er denne innsjøen ikke påvirket av landbruksaktivitet slik de øvrige innsjøene i overvåkingsprogrammet er. En målsetting om gjennomsnittlig fosforkonsentrasjon lavere enn 8 µg/l og algemengde under 0,5 mg/l vil derfor bli for lite ambisiøst. Disse to innsjøene bør ligge i klasse 1. I og med at de befinner seg i tilnærmet samme geologiske område som de øvrige innsjøene vil de også fungere som en referanse for hva slags verdier det er realistisk å oppnå i dem.

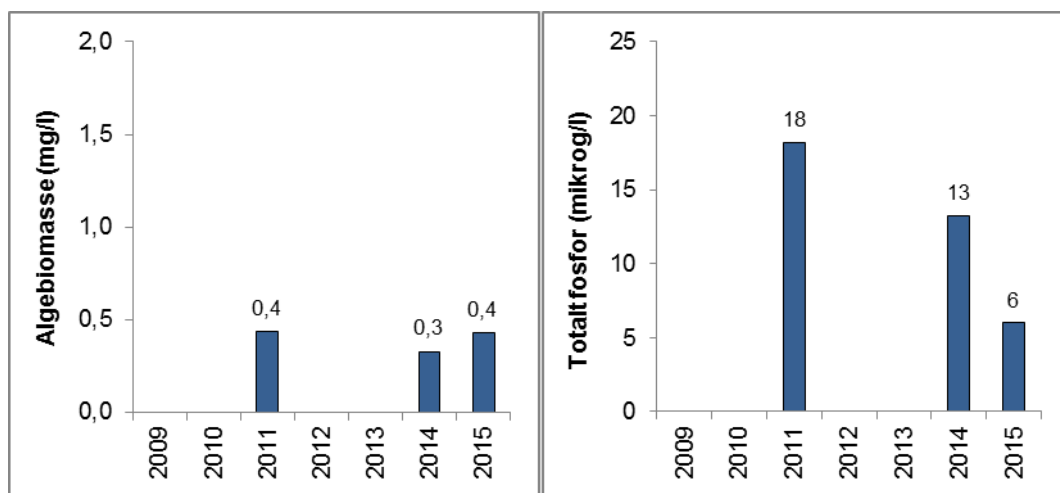


Fig 23. Gjennomsnittlig algebiomasse og fosforkonsentrasjon i Store Bergsjø i perioden 2011 – 2015.

3.8 Holetjern

Beliggenhet: 60.660383N, 10.660217Ø

Vanntype: L-N2a

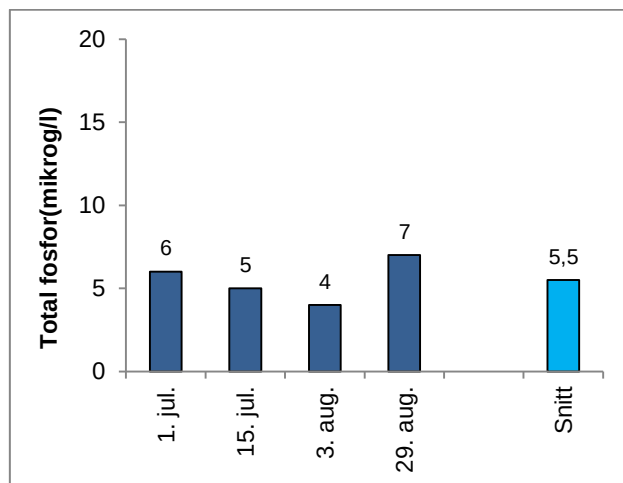
Påvirkning: Eutrofiering



Fosfor

Konsentrasjonen av total fosfor i Holetjernet lå lavt gjennom hele sommeren med en maksimalverdi i slutten av august på 7 $\mu\text{g/l}$ og med et gjennomsnitt 5,5 $\mu\text{g/l}$ (fig. 24). Dette er klart lavere enn i 2014, og på samme nivå som i 2011.

Innsjøen havner i klasse 1 for dette kvalitetselementet.

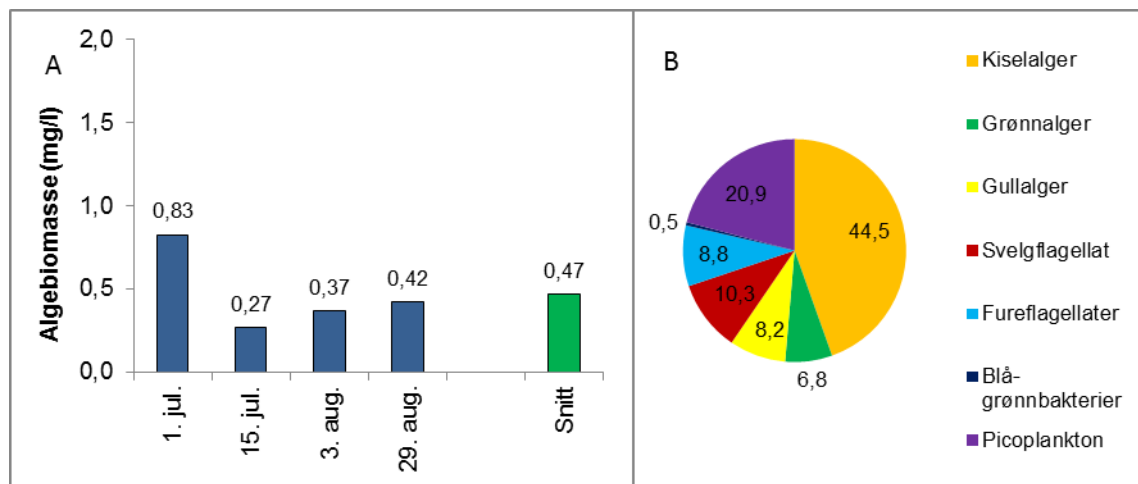


Figur 24. Konsentrasjon av total fosfor i Holetjern i 2015. Farge på søyle for gjennomsnitt angir klasse etter fargekoder som vist i tabell 2.

Planteplankton

Kiselalgen *Cyclotella* var den dominerende slekten i samfunnet av planktonalger gjennom hele sommeren, og utgjorde ved alle prøvetakingene et sted mellom mellom en tredjedel og halvparten av den totale algebiomassen. Algebiomassen var høyest ved første prøvetaking 1. juli, hvor *Cyclotella* må sies å ha hatt en liten oppblomstring. For øvrig besto dette samfunnet av alger fra ulike klasser, som i all hovedsak var små og lett beitebare (fig. 25).

Algenes beitebarhet: *Høy*. Det tilsier effektiv omsetning av næringssalter. Kombinert med den lave fosforkonsentrasjonen var det ingen fare for en stor algeoppblomstring i 2015.



Figur 25. Biomasse (A) og sammensetning (i prosent) (B) av planteplankton i Holetjern i 2015. Arten *Chrysochromulina parva* tilhører algeklassen Prymneciophyceae. Dette er en svært liten art og er i denne figuren inkludert i gruppen picoplankton.

Økologisk tilstand i 2015

Innsjøen havnet i tilstandsklasse 2 for kvalitetselementet planteplankton, men var helt på grensen til klasse 1. Den var helt klart i klasse 1 for fosfor. Selv om innsjøen da ligger i grenseland mellom klasse 1 og 2, vurderes det som mest korrekt å plassere den i klasse 1 (tab. 10).

Tabell 10. Klassifisering av økologisk tilstand i Holetjernet, 2015

Kvalitetselement	Verdi	Tilstandsklasse	EQR
Planteplankton (biovolum, mg/l, gjennomsnitt)	0,47	2, god	0,92
Total fosfor (Tot-P, µg/l)	5,5	1, meget god	0,73
Klasse, totalvurdering		1, meget god	

Utvikling

Holetjernet har kun blitt undersøkt tre ganger i perioden 2009 – 2015. Fosforkonsentrasjonen lå i 2014 klart høyere enn i år, mens algebiomassen var tilnærmet den samme (fig. 26). På samme fosfornivå var det lavere algebiomasse i 2011 enn i år. Det skyldes trolig at det i år må ha vært relativt gunstige forhold for kiselalgen *Cyclotella* siden den klarte å holde en betydelig biomasse gjennom hele sommeren.

Sammen med Store Bergsjø er denne innsjøen ikke påvirket av landbruksaktivitet slik de øvrige innsjøene i overvåkingsprogrammet er. En målsetting om gjennomsnittlig fosforkonsentrasjon lavere enn 8 µg/l og algemengde under 0,5 mg/l vil derfor bli for lite ambisiøst. Disse to innsjøene bør ligge i klasse 1. I og med at de befinner seg i tilnærmet samme geologiske område som de øvrige innsjøene vil de også fungere som en referanse for hva slags verdier det er realistisk å oppnå i dem.

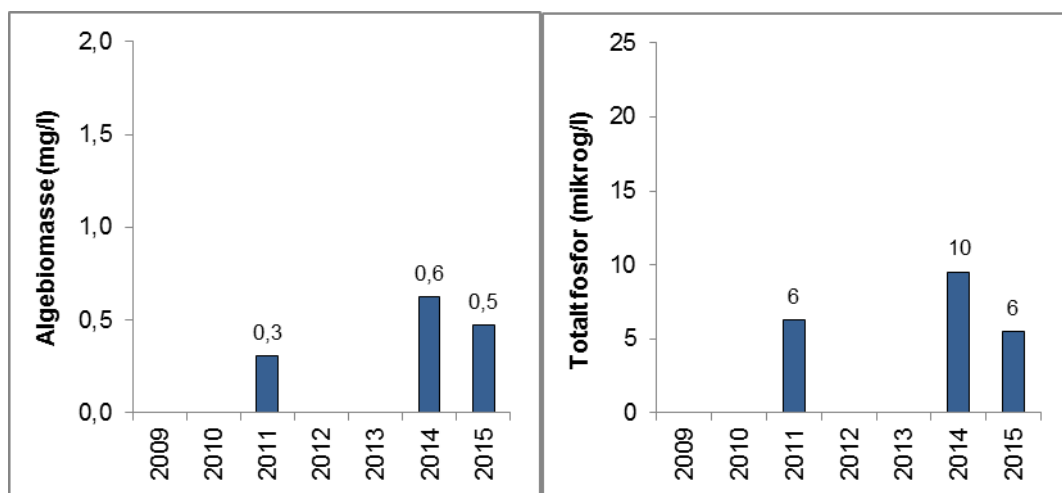


Fig 26. Gjennomsnittlig algebiomasse og fosforkonsentrasjon i Holetjern i perioden 2011 – 2015.

4 Sammenfattende vurdering

Siden dette overvåkingsprogrammet startet i 2009 har den økologiske tilstanden i innsjøene aldri vært så bra som i 2015.

Det er særlig konsentrasjonen av total fosfor som viser lavere verdier i 2015 enn tidligere. Dette betyr at tilførselen av fosfor fra nedbørfeltet til innsjøene har vært mindre enn de foregående årene. Det kan skyldes reduserte tilførsler til nedbørfeltet, tiltak i nedbørfeltet som har hindret fosfor å nå innsjøene, eller meteorologiske forhold som har medført mindre grad av utlekking fra nedbørfeltet.

Den meteorologiske faktoren har sannsynligvis vært viktig. Gjennom sommeren 2015 kom det ikke mye mer nedbør enn normalt, men viktigere var det at den kom jevnt og at det var fravær av dager eller perioder med store nedbørmengder. Dagene med mest nedbør i juli og august 2015 lå også langt fra hverandre i tid (tabell 1). Trolig klarte jorda i all hovedsak å absorbere den nedbøren som kom. Dette samsvarer også med observasjoner under prøvetakingene. Vannet både i innsjøer og bekker framsto klart og med lite partikler. Vannføringen i bekkene var ved alle prøvetakingene også relativt lav.

Likevel skal det ikke utelukkes at andre faktorer kan ha hatt betydning for disse resultatene. Det har blitt gjennomført tiltak i nedbørfeltet til flere av innsjøene. Dersom det i tillegg blir tilført mindre fosfor i nedbørfeltene fra gjødsel enn tidligere, vil det også gi positivt utslag på konsentrasjonen av næringssalter i innsjøene.

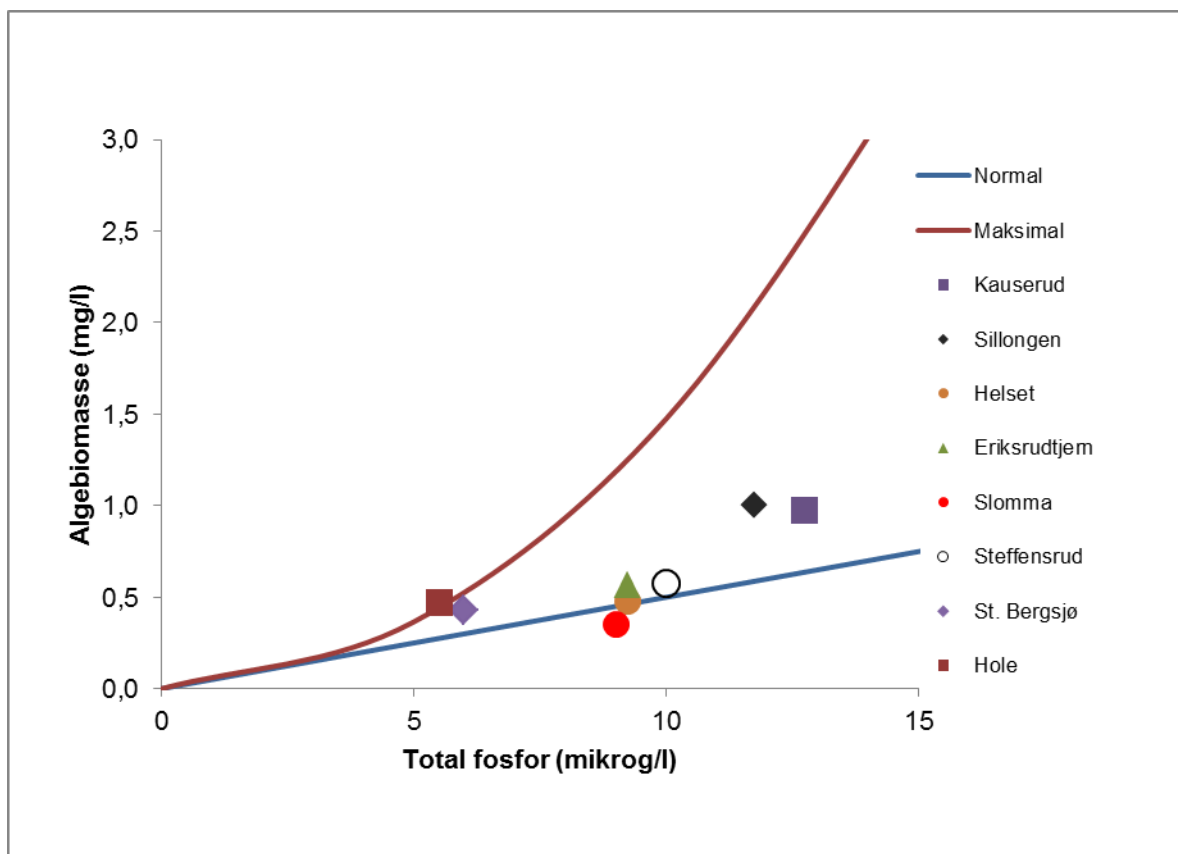
Sammensetningen av algesamfunnene var også gunstige i 2015. Små og lett beitbare alger utgjorde en stor andel av totalbiomassen av planktonalger i alle innsjøene.

Av planteplankton som kan gi store oppblomstringer og skape en dårlig økologisk tilstand, står blågrønn-bakterier i en særstilling. Det er ofte arter innenfor denne gruppen som dominerer planktonsamfunnet ved oppblomstringer, og enkelte av dem kan også produsere toksiske stammer.

Av arter vi ikke ønsker stor forekomst av ble *Microcystis aeruginosa* observert i Helsettjern og i Sillongen. *Microcystis wesenbergii* og *Woronichinia naegeliana* ble funnet i Kauserudtjern, mens *Anabaena flos-aquae* ble registrert i Kauserudtjern, Eiksrudtjern og Steffensrudtjern. Alle ble imidlertid funnet i beskjedne mengder.

Dersom næringstilgangen er tilstrekkelig god og lys- og temperaturforhold gjennom sommeren er spesielt gunstig, er det likevel fullt mulig å få en stor oppblomstring av noen av disse artene. Dette er en viktig grunn til at det er så viktig å holde konsentrasjonen av fosfor på et lavt nivå. Da vil næringstilgangen sette et tak på hvor stor biomasse de kan oppnå, og dermed også på hvor dårlig den økologiske tilstanden potensielt kan bli.

Vi kan estimere hva den maksimale algebiomassen kan bli ved en gitt fosforkonsentrasjon (vedlegg 1). Figur 27 viser dette, og hvordan innsjøene i år plasserte seg i diagrammet.



Figur 27. Forventet spenn av algebiomasse ved gitt fosforkonsentrasjon, og observert gjennomsnittlig fosforkonsentrasjon og algebiomasse i 2015.

Som vi ser av figur 27 ligger de mest næringsfattige innsjøene, Holetjern og Store Bergsjø, høyt i diagrammet. Det spiller imidlertid liten rolle så lenge fosforkonsentrasjonen er så lav at vi aldri vil forvente store oppblomstringer. For de øvrige innsjøene ser vi at en langt høyere algebiomasse enn den som ble observert i 2015 er mulig dersom en lite beitbar art skulle få gode vekstvilkår og blomstre opp.

Ved målsettingen om en gjennomsnittlig fosforkonsentrasjon på under 8 $\mu\text{g/l}$ vil vi aldri forvente en algebiomasse på over 1,5 mg/l. Under slike forhold vil vannkvaliteten fortsatt være akseptabel, og vi vil ikke få store eller varige negative konsekvenser for det biologiske mangfoldet eller for bruksverdi av innsjøen.

Tabell 11 viser en oversikt over klassifiseringen av alle innsjøene i dette overvåkingsprogrammet siden 2009. Den illustrerer tydelig hvor gode forhold det var i 2015 sammenliknet med tidligere år.

Tabell 11. Oversikt over tilstand i de undersøkte innsjøene i perioden 2009 – 2015.

Innsjø	2009	2010	2011	2012	2014	2015
Sillongen	Klasse 4 (dårlig)	Klasse 3 (moderat)	Klasse 3 (moderat)	Klasse 3 (moderat)	Klasse 3 (moderat)	Klasse 3 (moderat)
Kauserudtjern	Klasse 4 (dårlig)	Klasse 4 (dårlig)	Klasse 3 (moderat)	Klasse 3 (moderat)	Klasse 4 (dårlig)	Klasse 3 (moderat)
Helsettjern		Klasse 2 (god)	Klasse 2 (god)	Klasse 2 (god)	Klasse 4 (dårlig)	Klasse 2 (god)
Eiksrudtjern		Klasse 3 (moderat)	Klasse 2 (god)	Klasse 2 (god)	Klasse 3 (moderat)	Klasse 2 (god)
Slomma	Klasse 2 (god)	Klasse 2 (god)	Klasse 2 (god)	Klasse 2 (god)	Klasse 2 (god)	Klasse 2 (god)
Steffensrudtjern			Klasse 2 (god)		Klasse 3 (moderat)	Klasse 2 (god)
Store Bergsjø			Klasse 2 (god)		Klasse 2 (god)	Klasse 1 (meget god)
Holetjern			Klasse 1 (meget god)		Klasse 2 (god)	Klasse 1 (meget god)

Vedlegg 1 Beregning av algeutbytte

Forholdet mellom mengden klorofyll a og total fosfor har blitt fulgt i lang tid i Mjøsa. Dersom vi antar at klorofyll a utgjør 1 % av totalbiomassen av alger, tilsvarer resultatene fra undersøkelsene i Mjøsa et algeutbytte på 20 - 80 μg alger pr μg fosfor (Løvik et al., 2015) Mjøsa er en stor, næringsfattig innsjø, hvor vi ikke vil forvente store algeoppblomstringer. Det maksimale algeutbyttet er i overensstemmelse med det som også har blitt funnet i næringsfattige innsjøer i Canada (Nova Scotia lakes-OECD chlorophyll/inlake phosphorus regressions).

Pollen i Akershus fylke var en næringrik innsjø tidlig på 90-tallet. Der ble både algebiomasse og total fosfor målt 1-2 ganger gjennom en hele vekstsesongen. Her lå fosforkonsentrasjonen mellom 25 og 40 $\mu\text{g/l}$, altså klart høyere enn i noen av de undersøkte innsjøene i Vestre Toten, og i gjennomsnitt ble det funnet et algeutbytte på 220 μg alger pr μg fosfor, med et standardavvik på 88 μg alger/ μg fosfor (Stabell, 1992)

Hvorfor får et høyere algeutbytte i næringsrike innsjøer? Det kan være flere grunner til dette, men følgende scenario kan kanskje illustrere hvordan dette kan skje:

I en næringsfattig innsjø er det relativt lite alger. I tillegg finnes et samfunn av dyreplankton som spiser disse algene. Mengden av dyreplankton vil også være lav siden forekomsten av føde er svært begrenset. Dersom næringssalter tilføres dette systemet, vil alger få tilført det som begrenser deres veksthastighet og algebiomassen øker. Dyreplanktonet får nå tilgang på mer mat, men generasjonstiden til dyrene er vesentlig lengre enn hos algene. I en periode vokser altså algene fortere uten at dette medfører økt tap pga. beiting. I stedet for at næringssalter som fosfor regenereres i systemet, bindes det nå opp i algebiomasse. Når vi måler både algebiomasse og total fosforkonsentrasjon vil vi da se at algeutbyttet har økt, vi har mer alger pr enhet av fosfor enn vi hadde tidligere.

På bakgrunn av disse dataene fra Mjøsa og Pollen kan det estimeres hvor mye alger vi maksimalt kan forvente å få ut ved en gitt fosforkonsentrasjon.

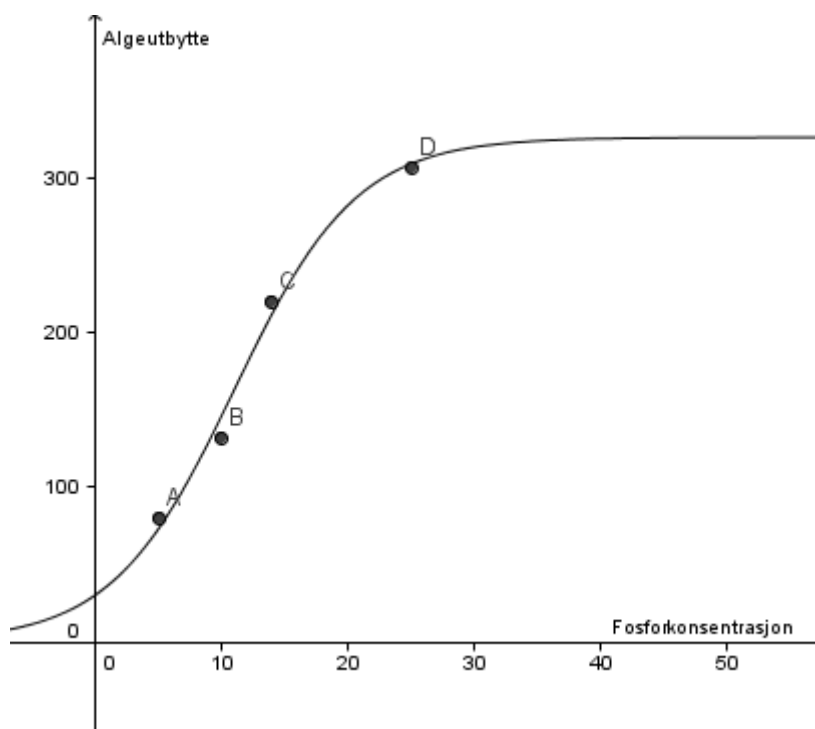
Tabell V1. Oversikt over data for utarbeidelse av forhold mellom fosforkonsentrasjon og algeutbytte

Konsentrasjon (µg fosfor)	Maksimalt algeutbytte (µg alger/µg fosfor)	Begrunnelse for vurdering
5	80	Det maksimale som ble funnet i Mjøsa og næringsfattige innsjøer i Canada.
10	132	Antatt mellomform mellom næringsrikt og næringsfattig system. Gjennomsnittlig algeutbytte i Pollen minus ett standardavvik er benyttet.
14	220	Ikke på langt nær så næringsrikt som innsjøen Pollen. Gjennomsnittlig algeutbytte i den innsjøen vurderes derfor til det maksimalt oppnåelige ved denne fosforkonsentrasjonen.
25	308	25 µg fosfor/l tilsvarer et næringsrikt system. Maksimalt algeutbytte er derfor satt til det som ble observert i Pollen + 1 standardavvik.

Det er en begrensning for hvor høyt algeutbytte vi kan få, og det maksimale som ble observert i Pollen er trolig nær denne grensen. Et algeutbytte som stiger bratt ved lave fosforkonsentrasjoner og som så flater av vil følge kurveforløpet til såkalt logistisk vekst (fig V1).

Dersom det benyttes logistisk regresjon på dataene over kommer vi fram til at følgende formel kan benyttes for å estimere maksimal algebiomasse (A , µg/l) vi kan få i en innsjø ved en gitt konsentrasjon av total fosfor (P):

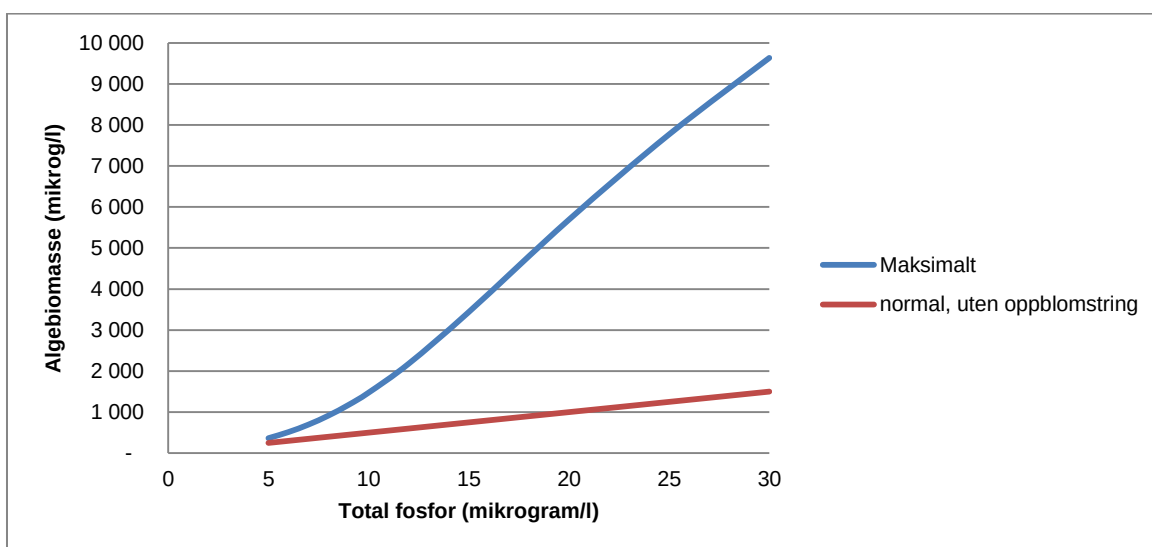
$$A = P * Algeutbytte = P * \frac{327}{1+9.94e^{-0.21P}}$$



Figur V1. Forholdet mellom konsentrasjon av total fosfor og maksimalt algeutbytte

Til tross for usikkerhetene som ligger i bruk av denne formelen vil den kunne gi oss en brukbar informasjon den maksimale algemengden vi kan få ved en gitt fosforkonsentrasjon.

Dersom vi i tillegg benytter et algeutbytte på $50 \mu\text{g}$ alger/ μg fosfor, midt mellom minimum og maksimum av det som er funnet i Mjøsa, som det vi normalt kan forvente dersom vi ikke har noen form for oppblomstringer, har vi nå et verktøy som kan fortelle oss hvilket spenn av algemengder vi kan regne med å finne ved en gitt fosforkonsentrasjon (fig. V2).



Figur V2. Forventet spenn av algebiomasse ved gitt fosforkonsentrasjon

Vedlegg 2 Konsentrasjon av total fosfor ($\mu\text{g/l}$)

Innsjø	1. jul	15. jul	3. aug	29. aug	Gj.snitt
Sillongen	11	11	14	11	11,8
Kauserudtjern	10	12	15	14	12,8
Helsetjern	8	8	8	11	8,8
Eiksrudtjern	11	8	9	9	9,3
Slomma	7	10	9	10	9,0
Steffensrudtjern	15	9	8	8	10,0
Store Bergsjø	6	4	5	9	6,0
Høletjern	6	5	4	7	5,5
Ihlebekken	30	38	30	42	35,0
Hørsrubbekken	73	85	122	79	89,8



Tot P 2015.pdf

Vedlegg 3 Biomasse av planteplankton (µg/l)

	01.07.15	15.07.15	03.08.15	29.08.15
Sillongen	770,0	1 393,4	1 362,8	470,1
Bacillariophyceae	132,1	64,5	525,0	1,0
Cyclotella (Slekt), ca 16	72,2	58,5	474,2	1,0
Cyclotella (Slekt), ca 8	10,6		43,3	
Fragilaria (Slekt)	49,3	6,0	7,5	
Chlorophyceae	106,9	188,3	211,2	174,9
Coelastrum reticulatum		4,9	34,3	31,0
Crucigenia tetrapedia	3,5			
Elakatothrix (Slekt)	2,5			
Koliella (Slekt)		52,4	39,9	
Monoraphidium arcuatum	1,2			
Monoraphidium contortum	4,5			
Monoraphidium dybowskii	7,5	1,9	9,4	9,4
Monoraphidium minutum	4,3	0,4	1,3	0,9
Oocystis lacustris			5,6	
Oocystis submarina		21,8	23,4	6,7
Pediastrum boryanum		1,3	2,4	12,4
Scenedesmus ecoris (2)	11,7		4,7	10,8
Scenedesmus ecoris (4)	57,8	94,6	49,4	93,9
Sphaerocystis Schroeteri	14,0	10,8	25,5	2,3
Tetraedron minimum		0,2	15,2	7,6
Chrysophyceae	163,7	249,2	151,2	64,4
Bitrichia chodatii		1,8	5,5	
Chrysophyceae	29,6	217,1	145,7	64,4
Dinobryon cylindricum	22,7	30,2		
Mallomonas tonsurata	111,5			
Cryptophyceae	125,4	159,5	127,7	150,0
Cryptomonas erosa		14,3	30,6	28,5
Cryptomonas marssonii	84,7	74,9	12,8	39,3
Plagioselmis (Slekt)	40,7	70,3	84,2	82,1
Cyanophyceae		2,7	206,3	
Merismopedia tenuissima		1,0		
Microcystis aeruginosa			31,3	
Snowella lacustris		1,7	175,0	
Dinophyceae	2,6	146,8	6,2	8,8
Gymnodinium (Slekt)		132,9	6,2	8,8
Gymnodinium lacustre	2,6	13,0		
Peridinium (Slekt)		0,9		
Picoplankton	224,0	582,5	135,2	71,2
Picoplankton < 2	24,7	37,6	9,9	18,0
Picoplankton 2-4	199,4	544,9	125,3	53,2
Zooflagellata	15,3			
Gyromitus cordiformis	15,3			

	01.07.15	15.07.15	03.08.15	29.08.15
Kauserudtjern	558,5	826,4	1 272,7	1 251,2
Bacillariophyceae	66,9		40,9	34,9
Aulacoseira alpigena	20,0			
Cyclotella (Slekt), ca 16			28,6	30,7
Cyclotella (Slekt), ca 8	37,0		12,3	4,1
Fragilaria (Slekt)	9,9			
Chlorophyceae	72,1	130,0	327,9	807,3
Carteria (Slekt)				483,0
Coelastrum reticulatum	4,9	57,2	25,6	16,3
Cosmarium (Slekt)			6,9	6,9
Elakatothrix (Slekt)			6,1	11,8
Monoraphidium contortum			1,5	
Monoraphidium dybowskii	21,0	33,7	25,0	8,4
Monoraphidium minutum	7,4	4,5	2,1	2,6
Oocystis lacustris			9,4	9,4
Oocystis submarina		10,0	8,4	33,5
Pediastrum boryanum		1,5	2,0	
Scenedesmus ecornis (2)	2,3		4,7	43,7
Scenedesmus ecornis (4)	5,4	8,8	68,3	16,4
Sphaerocystis schroeteri	21,7	13,1	162,6	162,6
Staurastrum paradoxum			4,7	4,7
Tetraedron minimum	9,5	1,2	0,7	7,9
Chrysophyceae	62,9	123,9	188,5	65,0
Chrysophyceae	62,9	123,9	170,8	65,0
Dinobryon (Slekt)			17,7	
Cryptophyceae	121,3	160,0	319,6	85,5
Cryptomonas erosa	5,4	61,2	61,2	8,9
Cryptomonas marssonii	7,8	12,8	42,3	38,5
Cryptomonas parapyrenoidifera	3,5			
Plagioselmis (Slekt)	104,6	86,0	216,0	38,1
Cyanophyceae	33,2	27,4	197,0	24,2
Anabaena flos-aquae		16,8	39,0	1,8
Anabaena spiroides	0,2			
Microcystis wessenbergii	16,0			
Pseudanabaena limnetica	2,1			
Snowella lacustris	14,8	10,6	134,6	5,4
Woronichinia naegeliana			23,4	17,0
Dinophyceae	33,4	192,5	49,7	49,0
Ceratium hirundinella				38,3
Gymnodinium (Slekt)	28,2	192,5	49,7	10,7
Gymnodinium lacustre	5,2			
Picoplankton	168,7	192,6	149,3	185,4
Picoplankton < 2	48,4	20,5	14,8	11,4
Picoplankton 2-4	120,2	172,1	134,5	174,0

Helsetjtjern	562,8	426,1	563,3	350,3
Bacillariophyceae	26,7	86,3	15,9	3,1
Cyclotella (Slekt), ca 16		84,1	6,7	0,6
Cyclotella (Slekt), ca 8	26,4	2,2	9,2	2,5
Fragilaria (Slekt)	0,3			
Chlorophyceae	131,7	76,9	131,3	79,5
Coelastrum microporum	2,5			
Coelastrum reticulatum		12,2	2,8	20,7
Elakatothrix (Slekt)			8,9	
Monoraphidium contortum				3,0
Monoraphidium dybowskii	63,6	13,1	54,1	1,9
Monoraphidium minutum	48,5	0,4	6,2	0,9
Oocystis lacustris		2,7	5,6	3,7
Oocystis submarina		8,7	34,2	31,8
Scenedesmus ecoris (2)	4,7			
Scenedesmus ecoris (4)	7,2	23,1	8,8	17,5
Sphaerocystis schroeteri	5,2	6,6	10,8	
Tetraedron minimum		10,2		
Chrysophyceae	82,8	78,0	93,0	41,4
Chrysophyceae	82,8	78,0	93,0	41,4
Cryptophyceae	39,1	19,5	60,0	65,6
Cryptomonas erosa		3,6	5,4	8,9
Cryptomonas marssonii	1,1	13,5	38,5	34,5
Plagioselmis (Slekt)	38,0	2,5	16,2	22,2
Cyanophyceae		0,3	0,7	50,9
Microcystis aeruginosa				50,9
Snowella lacustris		0,3	0,7	
Dinophyceae	38,6		2,6	17,6
Ceratium hirundinella				9,1
Gymnodinium (Slekt)	22,3			8,4
Gymnodinium lacustre	16,3		2,6	
Picoplankton	244,0	165,2	259,8	92,3
Picoplankton < 2	163,3	46,8	34,2	27,9
Picoplankton 2-4	80,7	118,3	225,6	64,4

	01.07.15	15.07.15	03.08.15	29.08.15
Eriksrudtjern	487,6	356,9	739,9	699,9
Bacillariophyceae	287,3	35,7	59,4	108,9
Cyclotella (Slekt), ca 16	77,0	18,9	1,9	12,8
Cyclotella (Slekt), ca 8	209,0	16,7	57,5	96,1
Fragilaria (Slekt)	1,3			
Chlorophyceae	11,8	45,2	245,1	144,6
Cosmarium (Slekt)			13,0	
Elakatothrix (Slekt)				2,5
Monoraphidium arcuatum	1,2			
Monoraphidium contortum		6,0	10,6	
Monoraphidium dybowskii		3,7	26,2	7,5
Monoraphidium minutum	2,1	18,1		
Oocystis lacustris			7,5	
Oocystis marssonii		2,5		
Oocystis submarina	6,7	6,7	6,7	26,8
Quadrigula pfitzeri			110,3	62,0
Scenedesmus ecornis (2)			4,7	
Scenedesmus ecornis (4)		1,5		
Sphaerocystis schroeteri	1,7	6,6	65,7	43,3
Tetraedron minimum			0,4	2,5
Chrysophyceae	14,9	32,0	70,4	94,4
Bitrichia chodatii			3,7	1,8
Chrysophyceae	14,9	26,7	54,3	47,3
Dinobryon sociale		5,3	11,0	28,2
Mallomonas (Slekt)			1,5	17,0
Cryptophyceae	68,9	132,7	89,1	206,3
Cryptomonas erosa	23,2	10,2	7,1	70,0
Cryptomonas marssonii	7,8	76,9	25,6	108,0
Plagioselmis (Slekt)	37,8	45,5	56,4	28,3
Cyanophyceae	3,6	41,0	68,6	58,3
Anabaena flos-aquae		41,0	50,5	4,4
Planktothrix agardhii	3,6			
Snowella lacustris			13,9	53,9
Woronichinia compacta			4,3	
Dinophyceae	5,2	23,5	55,0	21,5
Ceratium hirundinella		19,1		8,9
Gymnodinium (Slekt)		4,4	55,0	
Gymnodinium lacustre	5,2			2,6
Peridinium (Slekt)				10,0
Picoplankton	78,2	47,0	152,3	66,0
Picoplankton < 2	13,3	11,5	19,4	9,1
Picoplankton 2-4	64,9	35,4	132,9	57,0
Prymnesiophyceae	17,7			
Chrysochromulina parva	17,7			

	01.07.15	15.07.15	03.08.15	29.08.15
Slomma	293,7	498,9	242,9	366,9
Bacillariophyceae	29,0	21,9	0,7	1,4
Cyclotella (Slekt), ca 16	12,4	21,9	0,7	1,4
Cyclotella (Slekt), ca 8	16,6			
Chlorophyceae	17,7	21,3	3,9	26,4
Coelastrum reticulatum				0,4
Elakatothrix (Slekt)		4,9	0,3	2,8
Monoraphidium dybowskii	3,7	1,5		1,9
Monoraphidium minutum	1,3			0,4
Oocystis submarina		3,3		8,4
Pediastrum boryanum				3,7
Scenedesmus ecoris (4)	2,3	1,5	0,8	2,3
Sphaerocystis schroeteri	2,3	6,3	0,9	6,6
Tetraedron minimum	8,0	3,7	2,0	
Chrysophyceae	42,7	83,8	24,4	28,9
Bitrichia chodatii		1,8		3,7
Chrysophyceae	39,4	82,0	24,4	25,2
Dinobryon (Slekt)	3,3			
Cryptophyceae	99,2	171,3	129,9	201,0
Cryptomonas erosa	8,9	71,3	17,8	102,0
Cryptomonas marssonii	25,0	93,0	102,6	76,9
Cryptomonas parapyrenoidifera	14,1			
Plagioselmis (Slekt)	51,2	6,9	9,5	22,0
Cyanophyceae				0,7
Snowella lacustris				0,7
Dinophyceae	4,9	3,7	11,3	9,9
Gymnodinium (Slekt)	2,3	1,1	11,3	9,9
Gymnodinium lacustre	2,6	2,6		
Picoplankton	62,7	160,2	51,9	68,7
Picoplankton < 2	4,4	14,0	3,8	27,5
Picoplankton 2-4	58,2	146,2	48,1	41,1
Prymnesiophyceae	37,7	36,8	20,7	29,9
Chrysochromulina parva	37,7	36,8	20,7	29,9

	01.07.15	15.07.15	03.08.15	29.08.15
Steffensrudtjern	537,4	744,4	492,9	517,4
Bacillariophyceae	251,1	9,9	17,8	6,8
Cyclotella (Slekt), ca 16	108,4	1,9	12,2	2,0
Cyclotella (Slekt), ca 8	142,7	7,9	5,6	4,7
Chlorophyceae	10,7	16,1	26,1	37,2
Coelastrum reticulatum				1,5
Elakatothrix (Slekt)			5,3	
Monoraphidium contortum			3,3	
Monoraphidium dybowskii	1,9	7,5	17,3	
Monoraphidium minutum	0,9			
Oocystis submarina	3,3	8,4		21,8
Scenedesmus ecornis (2)	4,7			
Sphaerocystis schroeteri			0,3	
Tetraedron minimum		0,3		13,9
Chrysophyceae	11,4	113,5	72,3	81,3
Bitrichia chodatii			1,8	
Chrysophyceae	11,4	113,5	70,4	78,0
Dinobryon (Slekt)				3,3
Cryptophyceae	182,8	80,9	111,4	253,2
Cryptomonas (Slekt)		47,9		
Cryptomonas erosa	14,3	8,9	19,6	61,2
Cryptomonas marssonii	127,0	5,6	83,4	165,4
Plagioselmis (Slekt)	41,5	18,4	8,4	26,6
Cyanophyceae		2,9	32,6	
Anabaena flos-aquae		2,9	26,8	
Merismopedia tenuissima			5,8	
Dinophyceae	33,9	2,6	110,9	54,2
Ceratium hirundinella	28,7			47,8
Gymnodinium (Slekt)			103,1	
Gymnodinium helveticum				3,8
Gymnodinium lacustre	5,2	2,6	7,8	2,6
Picoplankton	47,5	518,6	121,8	84,7
Picoplankton < 2	15,2	45,2	10,4	25,5
Picoplankton 2-4	32,3	473,4	111,4	59,2

	01.07.15	15.07.15	03.08.15	29.08.15
Store Bergsjø	450,5	244,0	558,0	464,4
Bacillariophyceae	4,7	65,7	358,7	38,0
Cyclotella (Slekt), ca 16	2,9	65,7	309,2	32,8
Cyclotella (Slekt), ca 8			30,3	5,1
Cyclotella radiosa			19,2	
Fragilaria (Slekt)	1,8			
Chlorophyceae	1,9	16,3	16,8	31,5
Monoraphidium dybowskii	1,9	11,2	9,2	15,0
Oocystis submarina		5,0	6,7	6,7
Sphaerocystis Schroeteri			0,9	9,9
Chrysophyceae	23,3	80,4	45,4	60,1
Chrysophyceae	22,9	78,2	42,9	40,8
Dinobryon divergens	0,3			
Dinobryon sociale	0,1	2,2	2,6	2,4
Mallomonas (Slekt)				16,9
Cryptophyceae	71,9	42,2	43,5	239,6
Cryptomonas curvata			5,2	
Cryptomonas erosa	17,8		5,4	102,0
Cryptomonas marssonii	4,5	2,2	10,8	115,4
Katablepharis ovalis	8,0			
Plagioselmis (Slekt)	41,5	39,9	22,2	22,2
Cyanophyceae		0,3		
Planktolyngbya contorta		0,3		
Dinophyceae	16,8	6,9	1,3	3,8
Gymnodinium (Slekt)	1,1	6,9	1,3	
Gymnodinium helveticum				3,8
Gymnodinium lacustre	5,2			
Peridinium inconspicuum	10,5			
Picoplankton	102,5	32,3	92,3	91,4
Picoplankton < 2	12,3	3,8	12,5	10,7
Picoplankton 2-4	90,2	28,5	79,7	80,7
Prymnesiophyceae	229,4			
Chrysochromulina parva	229,4			

	01.07.15	15.07.15	03.08.15	29.08.15
Holetjern	826,8	267,5	370,7	420,8
Bacillariophyceae	414,1	130,9	138,4	156,8
Cyclotella (Slekt), ca 16	212,8	4,8	4,8	4,8
Cyclotella (Slekt), ca 8	187,8	126,1	133,3	151,7
Fragilaria (Slekt)	10,8		0,3	0,3
Fragilaria crotonensis	2,6			
Chlorophyceae	22,5	21,6	44,0	40,2
Elakatothrix (Slekt)		7,4	14,4	14,4
Koliella (Slekt)	3,7			
Monoraphidium dybowskii		1,9	7,8	6,3
Oocystis submarina	16,7	11,7	10,0	10,0
Scenedesmus ecoris (4)			11,7	9,4
Sphaerocystis schroeteri	2,0	0,3		
Tetraedron minimum		0,3		
Chrysophyceae	46,9	43,7	30,0	34,0
Bitrichia chodatii			1,8	1,8
Chrysophyceae	44,3	38,4	25,2	29,2
Dinobryon (Slekt)	2,6	5,3	3,0	3,0
Cryptophyceae	88,3	20,4	47,1	38,1
Cryptomonas erosa	5,4	3,6	3,6	3,6
Cryptomonas marssonii	11,2	4,5	38,5	29,5
Plagioselmis (Slekt)	71,8	12,3	5,1	5,1
Cyanophyceae			5,4	3,3
Chroococcus minutus			5,4	3,3
Dinophyceae	28,2	18,7	37,1	82,2
Ceratium hirundinella	9,6			
Gymnodinium (Slekt)	13,4	14,9	22,3	67,4
Gymnodinium helveticum		3,8		
Gymnodinium lacustre	5,2			
Peridinium willei			14,8	14,8
Picoplankton	170,1	26,9	68,7	66,3
Picoplankton < 2	37,2	14,2	9,5	8,9
Picoplankton 2-4	132,9	12,7	59,2	57,4
Prymnesiophyceae	56,7	5,4		
Chrysochromulina parva	56,7	5,4		

Vedlegg 4 Referanser

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

http://www.vannportalen.no/globalassets/nasjonalt/dokumenter/veiledere-direktoratsgruppa/revidert_klassifiseringsveileder140123_vzis-.pdf

Løvik JE, Bækken T, Røst Kile M & Skjelbred B (2015)

http://vassdragsforbundet.no/mikpublish/media/NIVA_Mjosa_2014.pdf

Nova Scotia lakes-OECD chlorophyll/inlake phosphorus regressions.

<http://www.chebucto.ns.ca/ccn/info/Science/SWCS/TPMODELS/OECD/ns01.html>

The Great Lakes Water Quality Agreement (2015)

<http://www2.epa.gov/sites/production/files/2015-06/documents/recommended-binational-phosphorus-targets-20150625-8pp.pdf>

Tikkanen, T & Willén, T (1992). Växtp planktonflora. Statens Naturvårdsverk, Solna. 280 s.

Stabell, T (1992). *Fytoplanktonets sesonsuksesjon og sedimentasjon i en eutrof, ektogent meromiktisk innsjø*. Cand. scient oppgave i Limnologi, Univ. i Oslo

Været som var (klima)Gjøvik (Oppland)

<http://www.yr.no/sted/Norge/Oppland/Gjøvik/Gjøvik/klima.måned07.html>