

Undersøkelse av kalksjøer:
**Tilstandsundersøkelser i kalksjøer og
undersøkelse, problemkartlegging og
tiltaksutredning i Nyborgtjern**

Smalaggkrans (C. rudis). Foto: Marit Mjelde, NIVA.



Hovedkontor

Gaustadalleen 21
0349 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 22 18 52 00
Internett: www.niva.no

NIVA Region Sør

Jon Lilletuns vei 3
4879 Grimstad
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 37 04 45 13

NIVA Region Innlandet

Sandvikaveien 59
2312 Ottestad
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 62 57 66 53

NIVA Region Vest

Thormøhlensgate 53 D
5006 Bergen
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 55 31 22 14

Tittel Undersøkelse av kalksjøer: Tilstandsundersøkelser i kalksjøer og Undersøkelse, problemkartlegging og tiltaksutredning i Nyborgtjern	Løpenr. (for bestilling) 7101-2016	Dato 24.11.2016
	Prosjektnr. Undernr. 29169	Sider Pris 77
Forfatter(e) Marit Mjelde	Fagområde Ferskvann	Distribusjon Åpen
	Geografisk område Østlandet	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Fylkesmannen i Oppland	Oppdragsreferanse Ola Hegge
--	--------------------------------

Sammendrag

Formålet med prosjektet har vært å foreta tilstandsundersøkelse i 14 kalksjøer, samt problemkartlegging og tiltaksutredning i Nyborgtjern. Spiketjern var i svært god økologisk tilstand, mens de øvrige innsjøene samlet sett var moderat - svært dårlig tilstand, og dermed har behov for tiltak. Nyborgtjern viste en kraftig nedgang i kransalgebestanden og i økologisk tilstand for vannvegetasjon fra 2007-2013, men en forbedring igjen fram til 2016. Dersom vi benytter de foreløpige grenselinjene for ammonium vil tilstandsklassen for Nyborgtjern bli redusert. Årsaken til nedgangen i kransalgebestandene er muligens tilsig av ammonium fra talle deponert i nedbørfeltet vinteren 2012-2013. Om det fortsatt er tilsig av ammonium utenfra er ikke mulig å vurdere ut fra foreliggende data. Rapporten diskuterer mulige tiltak og forslag til overvåkingsprogram for Nyborgtjern.

Fire norske emneord	Fire engelske emneord
1. Svært kalkrike innsjøer	1. High-alkalinity lakes
2. Utvalgt naturtype	2. Nature reserve
3. Vannvegetasjon	3. Aquatic macrophytes
4. Vannkjemi	4. Water chemistry



Marit Mjelde
Prosjektleder



Markus Lindholm
Forskningsleder

Undersøkelse av kalksjøer

Tilstandsundersøkelser i kalksjøer

og

undersøkelse, problemkartlegging og tiltaksutredning
i Nyborgtjern

Forord

Norsk institutt for vannforskning har på oppdrag fra Fylkesmannen i Oppland foretatt tilstandsundersøkelser av utvalgte innsjøer på Hadeland (Oppland) og et par innsjøer i Hedmark og Buskerud, samt undersøkelse, problemkartlegging og tiltaksutredning i Nyborgtjern på Hadeland.

Vannprøvene på Hadeland er samlet inn av Stein Roger Andersen og Benedikte Broderstad (Fylkesmannen i Oppland), mens Atle Rustabakken (Fylkesmannen i Hedmark) har tatt vannprøver i Stavsjøen. Det botaniske feltarbeidet er utført av Marit Mjelde, mens CTD-målingene og sedimentprøvetakingen er foretatt av Torleif Bækken, Jens Thaulow og Marit Mjelde. Anders Langangen har kontrollbestemt kransalgene. Forurensningstilførsler til Nyborgtjern har vært diskutert med Kari Anne Steffensen Gorset, Lunner kommune, og Gudbrand Johansen (Landbrukskontoret Hadeland) har gitt opplysninger om landbruksaktivitet i nedbørfeltet.

De vannkjemiske analysene er stort sett foretatt ved ALcontrol Hamar, mens enkelte fosforanalyser er foretatt av NIVAs kjemilaboratorium. Sedimentprøvene er analysert av Eurofins AS.

Rapporten er skrevet av Marit Mjelde, som også har vært NIVAs prosjektleder. Therese Fosholt Moe har kvalitetssikret rapporten.

Ola Hegge og Gaute Thomassen har vært oppdragsgivers kontaktpersoner.

Takk til alle for godt samarbeid.

Oslo, 24. november 2016

Marit Mjelde

Innhold

Sammendrag	8
Summary	9
1. Innledning	10
1.1 Bakgrunn	10
1.2 Formål	10
2. Materiale og metoder	11
2.1 Generell beskrivelse av lokalitetene	11
2.2 Innsamlings- og bearbeidingsmetodikk	14
2.2.1 Vannprøver og fysiske målinger i vann	14
2.2.2 Sedimentkjemi	15
2.2.3 Vannvegetasjon	15
2.2.4 Forurensningskilder Nyborgtjern	16
3. Kjemiske og fysiske forhold	17
3.1 Temperatur, oksygen, konduktivitet og turbiditet	17
3.2 Vannkjemi, siktedyp og klorofyll	18
3.3 Sedimentkjemi	27
4. Vannvegetasjon	29
4.1 Generell beskrivelse	29
4.2 Antall arter og rødlistearter	33
4.3 Store og små kransalger - antall og mengde	33
4.4 Økologisk tilstand i forhold til eutrofiering	34
4.5 Tidsendringer	35
4.5.1 Artsantall	35
4.5.2 Økologisk tilstand	37
5. Samlet økologisk tilstand og tiltaksbehov	38
5.1 Samlet vurdering av økologisk tilstand	38
5.2 Mulige årsaker til for dårlig tilstand	39
5.3 Usikkerhetsvurdering	39
6. Naturtyper og verdivurdering	40
6.1 Verdisetting	40
6.2 Utvalgte naturtyper	42
6.3 Samlet verdivurdering	42
7. Nyborgtjern	43
7.1 Innledning	43
7.2 Aktiviteter i nedbørfeltet	43
7.3 Endring i kransalgevegetasjonen	44
7.4 Endringer i vannkjemi og sedimentkjemi	44
7.4.1 Vannmasser	44
7.4.2 Sedimenter	47
7.5 Mulige årsaker til bortfall av kransalger og forslag til tiltak	47

8. Litteratur	48
Vedlegg A. Oppdaterte faktaark	50
Vedlegg B. Rådata	74

Sammendrag

Truede arter av kransalger gått sterkt tilbake, og stedvis også forsvunnet, i flere verdifulle kalksjøer. I arbeidet med forvaltnings- og tiltaksplaner for kalksjøer er det behov for å stille miljømål som vil kunne opprettholde, eventuelt gi grunnlag for reetablering av livskraftige bestander av arter av naturlig forekommende kransalger. Nyborgtjern i Lunner var tidligere en av landets mest velutviklede og verneverdige kransalgesjøer, men tilstanden for kransalgesamfunnet i vannet har de siste årene blitt dramatisk forringet. Formålet med prosjektet har vært å foreta tilstandsundersøkelse i kalksjøer, samt problemkartlegging og tiltaksutredning i Nyborgtjern.

Vannvegetasjonen (karplanter og kransalger) ble undersøkt i totalt 14 kalksjøer. Vannkjemiske forhold ble analysert ved flere tidspunkt gjennom sesongen. I et utvalg innsjøer ble det også foretatt målinger av fysiske forhold i vannmassene, samt samlet inn sedimentprøver.

Tilstand i kalksjøer

Totalt ble det registrert 21 arter i vannvegetasjonen, hvorav 7 rødlistearter; piggkrans (*Chara aculeolata*), bustkrans (*C. aspera*), gråkrans (*C. contraria*), smal taggkrans (*C. rudis*), stivkrans (*C. strigosa*), rødkrans (*C. tomentosa*), blanktjønnaks (*Potamogeton lucens*) og korsandemat (*Lemna trisulca*). Høyest antall rødlistearter ble registrert i Velotjern, Sverigetjern og Nyborgtjern. Alle innsjøene, unntatt Nedre Falangtjern og Marktjern, hadde én eller flere rødlistearter.

De fleste innsjøene er mesotrofe-eutrofe innsjøer, og hadde forhøyet planteplanktonbiomasse og redusert siktedyp. Nitrat- og/eller ammoniumkonsentrasjonene var svært høye i flere innsjøer. Dette tyder på avrenning fra jordbruksområder eller tilsig fra gjødsel/kloakk.

Vannvegetasjonen i Spiketjern var i svært god økologisk tilstand. De øvrige innsjøene viste moderat til svært dårlig tilstand. T1c-indeksen gjenspeiler ikke fullt ut den store nedgangen og bortfall av kransalger som er observert i enkelte innsjøer. I vurdering av tilstanden for kransalgesjøene bør også endringer i forhold til tidligere undersøkelser inngå.

Det bør gjennomføres tiltak i alle de undersøkte innsjøene, unntatt Spiketjern. Storetjern får redusert tilstand pga. bestander med vasspest. Det er sannsynligvis ikke mulig å fjerne arten fra innsjøen, men en reduksjon av næringsnivået vil muligens kunne redusere bestanden over tid.

Alle innsjøene er verdisatt etter gjeldende kriterier. Basert på undersøkelsene i 2016 kombinert med tidligere registreringer har 10 av innsjøene høy verdi (A), 2 innsjøer har middels verdi (B) og 2 har lav verdi (C). Alle er imidlertid utvalgt naturtype, iht. Naturmangfoldloven, og rødlistet naturtype. Rapporten inkluderer en oppdatering av faktaarkene for de aktuelle innsjøene.

Nyborgtjern

En gang i løpet av perioden 2008-2010 forsvant kransalgebestandene i Nyborgtjern. I 2016 ble det registrert en viss forbedring, og mindre kransalgebestander ble funnet. Vannplanteindeksen T1c viste en forverring fra 2007-2013, men en forbedring i 2016. Dersom vi benytter de foreløpige grenselinjene for ammonium vil tilstandsklassen for Nyborgtjern bli redusert. De lave oksygenkonsentrasjonene i dypvannet støtter denne vurderingen.

På grunn av noe varierende bakgrunnsdata og en del usikkerheter, er det ikke mulig å angi årsaken til bortfall av kransalgebestandene med sikkerhet. Svært redusert kransalgebestand i 2010 tyder på en ukjent påvirkning i 2008-2009, fulgt av nedgang og bortfall av kransalger og dermed økt utlekking av næring fra disse. Hvorvidt det har vært tilsig av ammonium fra talle vinteren 2012-2013, og om dette har hatt betydning for kransalgevegetasjonen, er ikke mulig å vurdere ut fra foreliggende data.

For en så liten og grunn innsjø som Nyborgtjern, skal det ikke store forurensningstilførsler til før det får store konsekvenser for økosystemet. Det er derfor nødvendig at man er svært streng med hva som foregår i nærområdet. Deponering av husdyrgjødsel/talle bør ikke foregå i nedbørfeltet. Det bør ikke foretas drenering i myr- eller skogsområder og man bør vurdere hvilke effekter skogsdriften har på en så liten innsjø. Det bør også vurderes om vegetasjonssona i nord er god nok for å hindre avrenning fra jordet til Nyborgtjern.

Det bør settes i gang et overvåkingsprogram i Nyborgtjern. Programmet bør inneholde vannbotaniske undersøkelser, samt vannkjemiske undersøkelser, med prøvetaking 3-4 ganger i sesongen hvert år framover.

Summary

Title: Status of vascular plants and charophytes in selected high alkalinity lakes, and investigative monitoring in Nyborgtjern.

Year: 2016

Author: Marit Mjelde

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 978-82-577-6836-2

The report includes investigations of aquatic macrophytes (vascular plants and charophytes) and water chemistry in 14 high alkalinity lakes, and with special focus on the changes in the *Chara*-lake Nyborgtjern.

1. Innledning

1.1 Bakgrunn

Kalksjøer er kalkrike innsjøer og tjern med kalsiuminnhold større eller lik 20 mg Ca/l (DN 2011). Disse er delt inn i undertyper ut fra vannvegetasjonen (kransalger og karplanter). Totalt 13 arter av kransalgene og 11 karplanter har kalksjøene som sitt hovedhabitat (DN 2011). De aller fleste av kransalgene er rødlistearter, og også de karplanter som er sterkest knyttet til kalksjøene er rødlistede.

Kalksjøer med forekomst av visse kransalger og karplanter er en utvalgt naturtype, jfr. Naturmangfoldloven (MD 2009). Denne utvalgte naturtypen er definert som: innsjøer med kalsiuminnhold større enn eller lik 20 mg Ca/l og med forekomst av minst én av følgende arter; rødkrans (*Chara tomentosa*), smaltaggkrans (*C. rudis*), hårpiggkrans (*C. polyacantha*), stinkkrans (*C. vulgaris*), knippebustkrans (*C. curta*), gråkrans (*C. contraria*), blanktjønnaks (*Potamogeton lucens*), sliretjønnaks (*Stuckenia vaginata*), vasskrans (*Zannichellia palustris*), eller andre truede kalkkrevende plante- eller dyrearter. I tillegg har vi inkludert artskomplekset *Chara hispida/rudis* og *P. lucens*-hybriden *P. x zizii* (se forklaringer i Mjelde 2016).

I Rødlista for 2015 (Henriksen & Hilmo 2015) ble statusen for *Chara contraria* redusert fra VU til NT. Dessuten er *C. curta* regnet som underart til *C. aspera* og ble derfor ikke rødlistet. Artene inkluderes imidlertid fortsatt i definisjonen.

1.2 Formål

I flere verdifulle kalksjøer er det betydelige miljøproblemer som følge av næringssaltforurensning. Dette har flere steder resultert i at truede arter av kransalger har gått sterkt tilbake, og stedvis også forsvunnet. Noen steder er det også mistanke om at økt brunfarge på innsjøer har gitt tilsvarende tilbakegang for kransalger. I arbeidet med forvaltnings- og tiltaksplaner for kalksjøer er det behov for å stille miljømål som vil kunne opprettholde, eventuelt gi grunnlag for reetablering av livskraftige bestander av arter av naturlig forekommende kransalger. Nyborgtjern i Lunner var tidligere en av landets mest velutviklede og verneverdige kransalgessjøer. Imidlertid har tilstanden til kransalgessamfunnet blitt dramatisk forringet de siste årene.

Med utgangspunkt i faktaarkene for kalksjøer som er definert som utvalgt naturtype (Mjelde 2016) ønsker nå Fylkesmannen i Oppland å undersøke lokaliteter som enten er forurenset eller hvor data for vegetasjon og/eller vannkjemi er mangelfulle.

Prosjektet er to-delt. Del 1 omfatter undersøkelse og tilstandsvurdering av vannvegetasjonen (kransalger og karplanter) i 14 kalksjøer, inkludert Nyborgtjern. Del 2 omfatter en grundigere undersøkelse av tilstanden for vannvegetasjonen i Nyborgtjern, inkludert vurdering av årsaken til tilbakegangen i kransalgebestandene, mulige kilder til forurensning og konkrete forslag til mulige avbøtende tiltak. De to delene presenteres samlet i rapporten, med et tilleggskapittel om kilder til forurensning av Nyborgtjern og forslag til tiltak.

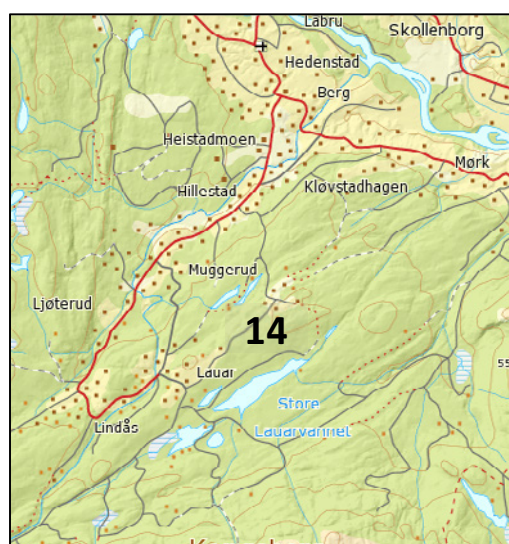
2. Materiale og metoder

2.1 Generell beskrivelse av lokalitetene

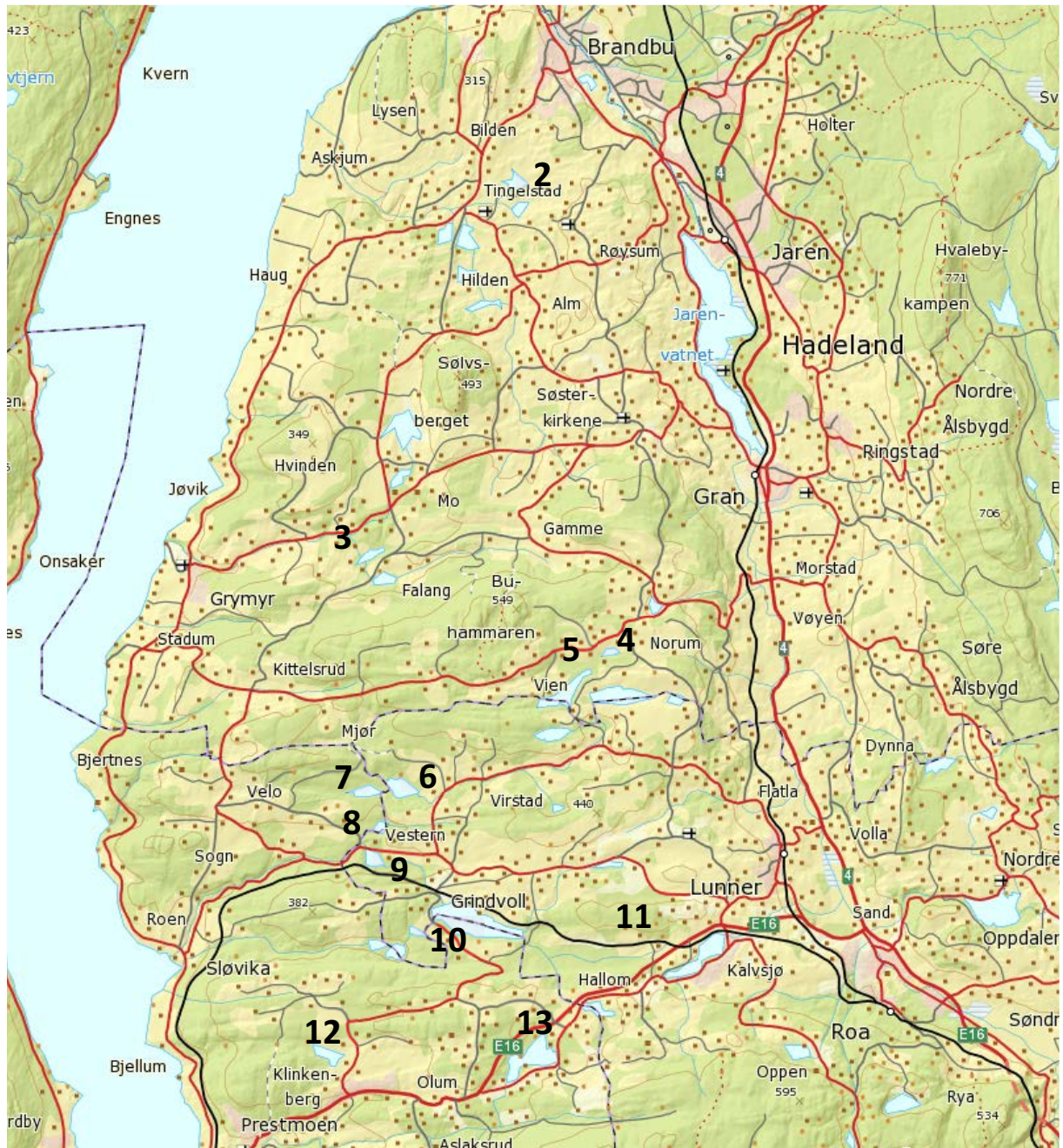
Totalt 14 kalksjøer, inkludert Nyborgtjern, ble besøkt i 2016. De undersøkte innsjøene ligger på Hadeland (Gran, Lunner og Jevnaker kommuner) i Oppland, i Ringsaker kommune i Hedmark og Kongsberg kommune i Buskerud (tabell 1, figur 1-2).

Tabell 1. Undersøkte kalksjøer 2016. Maks. dyp: dyp observert i felt eller hentet fra tidligere undersøkelser (data mangler for flere innsjøer). x: angir parametere tatt i de ulike innsjøene. CTD omfatter fysiske målinger. I Spiketjern er det bare tatt vannprøver én gang, i september.

Nr.	fylke	kommune	innsjø	NVE	Hoh	innsjø-areal (km ²)	maks. dyp (m)	Vannveg.	Vannprøver	CTD og sediment
1	HE	Ringsaker	Stavsjøen	4478	264	0,2467	15	x	x	
2	OP	Gran	Stortjern	4762	242	0,0915	15,1	x	x	x
3	OP	Gran	N Falangtjern	4828	253	0,065	-	x	x	
4	OP	Gran	Vientjern	4837	408	0,034	13,5	x	x	x
5	OP	Gran	Vienbråtåtjern	196447	407	0,038	10,2	x	x	x
6	OP	Lunner	Orentjern	4861	303	0,1415	-	x	x	
7	OP	Lunner	Velotjern	4865	303	0,0733	-	x	x	
8	OP	Lunner	Bråtåtjern	4875	287	0,044	-	x	x	
9	OP	Lunner	Sverigetjern	4881	278	0,0662	-	x	x	
10	OP	Lunner	Marktjern	4892	313	0,0386	-	x	x	
12	OP	Jevnaker	Kårstادتjern	4917	329	0,0828	-	x	x	
13	OP	Jevnaker	Storetjern	4910	384	0,2702	-	x	x	
14	BU	Kongsberg	Spiketjern	206990	380	0,0033	0,8	x	(x)	x
11	OP	Lunner	Nyborgtjern	196502	384	0,0135	6,1	x	x	x

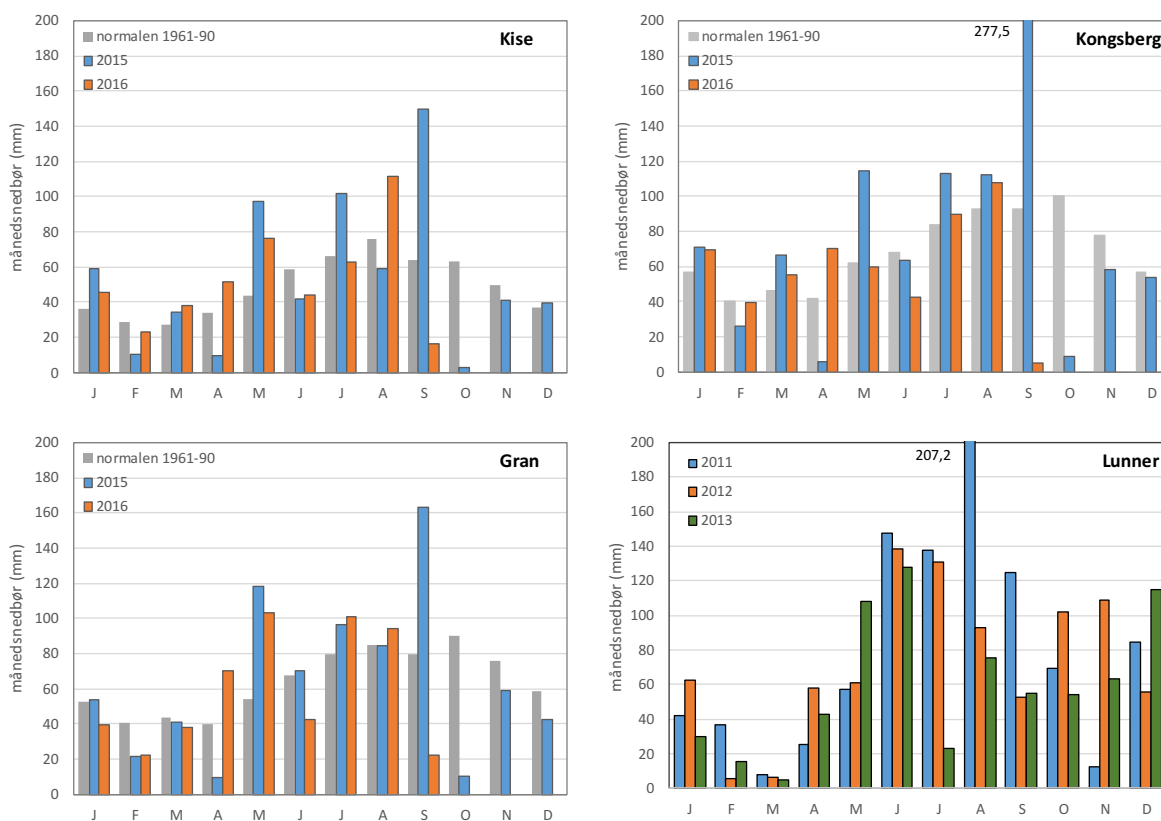


Figur 1. Beliggenhet for Stavsjø i Ringsaker (venstre) og Spiketjern i Kongsberg (høyre). Innsjønavn og nummer er vist i tabell 1. Kartgrunnlag: Norgeskart.no.



Figur 2. Beliggenhet for innsjøene i Gran, Lunner og Jevnaker kommuner. Innsjønavn og nummer er vist i tabell 1. Kartgrunnlag: Norgeskart.no.

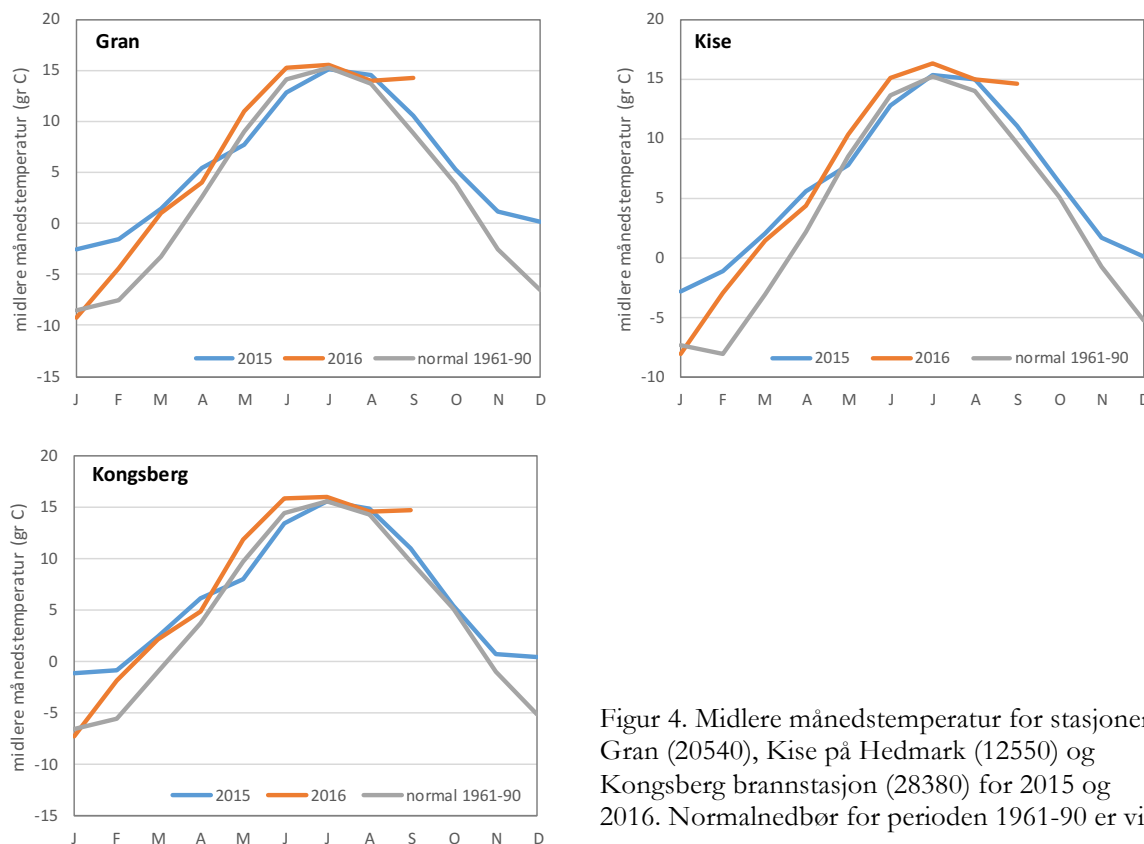
Data for nedbør og lufttemperatur for perioden 2015-2016 og for normalperioden 1961-90 (figur 3 og 4) er hentet fra Meteorologiske institutt. Stasjon Gran (stasjon nr. 20540) representerer forholdene for innsjøene på Hadeland, mens Kise på Hedmark (stasjon nr. 12550) representerer forholdene for Stavsjø. Kongsberg brannstasjon (stasjon nr. 28380) antas å representere forholdene for Spiketjern. I tillegg er nedbørsforhold i perioden 2011-2013 fra Lunner (stasjon nr. 20520) inkludert. Dette for å kunne vurdere effekter av nedbør på vannkvalitet i Nyborgtjern (tilsvarende data foreligger ikke for Gran. Det er imidlertid svært liten forskjell i nedbørsforhold mellom Gran og Lunner).



Figur 3. Månedsnedbør for stasjonene Gran (20540), Kise på Hedmark (12550) og Kongsberg brannstasjon (28380) for 2015 og 2016. Normalnedbør for perioden 1961-90 er vist. Nedbør for 2016 bare for januar-september. I tillegg er månedsnedbør for Lunner (201520) for 2011-2013 vist.

Sommeren 2015 og 2016 hadde jevnt over større nedbørmengder enn normalen på alle 3 stasjoner, mens høsten var tørr, bortsett fra en topp i september 2015 (figur 3). Ved Lunner var høsten 2012 forholdsvis våt i forhold til 2011 og 2013, men ikke særlig over normalen.

Midlere lufttemperatur for året lå rundt 2 grader høyere enn normalen for alle stasjonene, med størst avvik på vinteren (desember-februar/mars) (figur 4).



Figur 4. Midlere månedstemperatur for stasjonene Gran (20540), Kise på Hedmark (12550) og Kongsberg brannstasjon (28380) for 2015 og 2016. Normalnedbør for perioden 1961-90 er vist.

2.2 Innsamlings- og bearbeidingsmetodikk

2.2.1 Vannprøver og fysiske målinger i vann

For Stavsjøen og innsjøene på Hadeland ble det i 2016 samlet inn vannprøver 3-4 ganger i perioden juli-oktober. Vannprøvene ble tatt som blandprøver fra 2 x siktedyp, dvs. der siktedypet er 4 m ble det tatt en blandprøve fra 0-8 m dyp. Prøvene ble tatt ved et sentralt punkt i hver av innsjøene. Prøvene er analysert på kalsium, farge, total-fosfor, total-nitrogen, klorofyll og klorid. Prøvene fra oktober ble i tillegg analysert på fosfat, nitrat og ammonium. I Spiketjern ble det bare samlet inn vannprøver én gang; i begynnelsen av september, og tilstandsvurderingen basert på fysisk-kjemiske parametere blir usikker. Vannprøvene er samlet inn av Fylkesmannen i Oppland og Hedmark. Prøvene er analysert ved ALcontrol Hamar, unntatt enkelte fosforanalyser, som er foretatt av NIVAs kjemilaboratorium.

I utvalgte innsjøer (se tabell 1) ble temperatur, oksygeninnhold, konduktivitet (øste salter) og turbiditet (partikler) målt ved bruk av CTD (YSI-sonde). Målingene ble foretatt på flere dyp, unntatt i Spiketjern, som er mindre enn 1 m dypt. Der oksygenivået var lavt ble det samlet inn én vannprøve (analyse av tot-P og fosfat) fra like over bunnen, for å vurdere evt. interngjødsling. Målingene ble foretatt 2-4. august, unntatt Spiketjern som ble besøkt 5. september 2016.

Det er foretatt en klassifisering av tilstand for fysisk-kjemiske støtteparametere, og for klorofyll iht. vannforskriften (Direktoratsgruppa 2015). For disse parameterene er det ikke utarbeidet grenselinjer for kalkrike innsjøer. Inntil slike foreligger har vi valgt å benytte grenselinjer og referanseverdier for moderat kalkrike innsjøer (4-20 mg/l).

Total-fosfor, total-nitrogen og siktedyp indikerer alle eutrofieringspåvirkning. Som regel benyttes bare total-fosfor og siktedyp i vurdering av fysisk-kjemisk tilstand, total-nitrogen inngår bare dersom innsjøene er nitrogenbegrenset, dvs. dersom summen av NH_4 og NO_3 er $<10 \mu\text{g/l}$, eller Tot-N/Tot-P er <20 (Direktoratsgruppa 2015). Ingen av innsjøene i denne rapporten er nitrogenbegrenset ut fra disse kriteriene, derfor benyttes bare total-fosfor og siktedyp for å vurdere tilstanden i forhold til eutrofiering (tabell 3). Tilstand basert på total-nitrogen er imidlertid inkludert i tabellen, men er ikke en del av beregningsgrunnlaget for samlet økologiske tilstand.

Det er til dels svært høye ammoniumkonsentrasjoner i flere av innsjøene. Både nitrat og ammonium er viktige næringsstoffer for karplanter og kransalger i vann, men høye verdier både av nitrat og ammonium, og særlig forekomst av fri ammoniakk, kan virke negativt (se Mjelde 2014a, med referanser). Hvilke effekter ulike nivåer av disse elementene har på kransalger og karplanter i vann er imidlertid lite undersøkt og er ikke vurdert for norske vannforekomster. De er derfor ikke inkludert i vurdering av økologisk tilstand for vannplanter i Norge. De eneste grenseverdiene som foreligger er foreløpige verdier for total ammonium og fri ammoniakk basert på tålegrenser for fisk (Direktoratsgruppa 2015). Siden vi ikke har andre grenseverdier har vi valgt å foreta en vurdering av de foreliggende innsjøene i henhold til disse foreløpige grenseverdiene. Ammoniumverdiene representerer bare én måling, oktober 2016, og vil bare være veiledende.

2.2.2 Sedimentkjemi

I Nyborgtjern og i et utvalg av de øvrige innsjøene (se tabell 1) ble det, ved hjelp av en Limnos sedimenthenter, hentet inn sedimentprøver fra dypeste punkt og fra strandsona. «Bunnsedimentene» (profundalsediment, tatt ved dypeste punkt i innsjøen) og «strandsedimentene» (tatt i littoralsona, på ca. 1 m dyp) er representert med én blandprøve hver; 3 parallelle prøver fra én lokalitet i hver innsjø. Strandsedimenter er mer variable enn dypereliggende sedimenter («bunnsedimentene»). Fra begge områdene ble det tatt 3 prøver fra overflatesedimentet (0-2 cm).

Lokale tilførsler blir større på grunt vann, og forskjellig eksponering for vind og bølger gir forskjeller i kornstørrelsesfordeling og andre sedimentkvaliteter som bidrar til variabiliteten (Andersen og Færøvik 2007). Prøvene av bunnsedimentene er tatt ved største registrerte dyp i hver innsjø og vil være noe mer homogene enn strandsedimentet. Siden næringsinnholdet i sedimentet kan variere mye gjennom året og fra sted til sted i innsjøen, vil resultatene bare gi en indikasjon på næringsforholdene i sedimentet.

Innsamlingene ble foretatt 2-4. august, unntatt Spiketjern som ble besøkt 5. september 2016. Alle sedimentprøvene er analysert Eurofins AS på totalt fosfor, total nitrogen, tørrstoff og gløderest.

2.2.3 Vannvegetasjon

Vannvegetasjon i innsjøene ble undersøkt i periodene 2-4. og 29-30. august, samt 5. september 2016. Registreringene ble foretatt i henhold til standard prosedyre; ved hjelp av vannkikkert og kasterive fra båt (jfr. Mjelde m.fl. 2010). Kartleggingen omfattet hele dybdesonen fra vannkanten ned til vegetasjonens nedre grense. Kvantifisering av vannvegetasjonen er gjort etter en semi-kvantitativ skala, hvor 1=sjelden, 2=spredt, 3=vanlig, 4=lokalt dominerende og 5=dominerende. Nedre voksegrense for karplantene og for kransalger ble registrert. Alle dybdeangivelser er gitt i forhold til vannstand ved registreringstidspunktet. Navnsettingen for karplantene følger Lid og Lid (2005), mens kransalgene er navngitt etter Langangen (2007).

Vurdering av økologisk tilstand for vannvegetasjonen er foretatt ved hjelp av T1c-indeksen (trofiindeks basert på forekomst-fravær-data) (Direktoratsgruppa 2015). I tillegg er tilstanden vurdert etter T1a-indeksen (trofiindeks basert på semi-kvantitative data). Indeksene er basert på forholdet mellom antall sensitive og tolerante arter for hver innsjø. *Sensitive arter* er arter som foretrekker, og har størst dekning, i mer eller mindre upåvirkede innsjøer (referanseinnsjøer), mens de får redusert forekomst og dekning (etterhvert bortfall) ved eutrofiering. *Tolerante arter* er arter med økt forekomst og dekning ved økende

næringsinnhold, og ofte sjeldne eller med lav dekning i upåvirkede innsjøer. Trofiindeksen beregner én verdi for hver innsjø. Verdien kan variere mellom +100, dersom alle tilstedeværende arter er sensitive, og -100, hvor alle er tolerante. I T1c (trofiindeks basert på forekomst-fravær-data) teller alle artene likt uansett hvilken dekning de har. I T1a (trofiindeks basert på semi-kvantitative data) tas det hensyn til den kvantitative forekomsten av hver art. Grenselinjer for økologisk tilstand er bare utarbeidet for T1c; hvor følgende grenser gjelder: svært god/god=63, god/moderat=30, moderat/dårlig=5 og dårlig/svært dårlig=-35. Ved vurdering av økologisk tilstand i forhold til eutrofiering bør man i tillegg til indeksene vurdere forekomsten av fremmede arter, for eksempel vasspest (*Elodea canadensis*). Dersom slike arter danner massebestander, bør ikke tilstanden for vannvegetasjon vurderes som god.

Alle *Chara*-artene regnes som sensitive i forhold til eutrofiering. Få *Chara*-arter betyr ikke nødvendigvis dårlig tilstand, imidlertid vil bortfall av *Chara*-arter som tidligere er registrert i en innsjø kunne indikere dårligere forhold. Det er ikke utviklet noen egen indeks for økologisk tilstand for kransalgevegetasjon, de inkluderes i indeksen for vannvegetasjon. I kalksjøene er det spesielt fokus på kransalger. Det ser også ut til at endringer i kransalgebestandene ikke alltid gjenspeiles i T1c-indeksen. Vi har derfor foretatt en særlig vurdering av denne gruppen, basert på endringer i antall kransalger i forhold til totalt antall arter av kransalger som er registrert tidligere. Endringer i bestander av hhv. store og små arter av kransalger hadde sannsynligvis vært en bedre indikasjon, men i flere av de tidligere undersøkelsene er mengdevurderinger ikke opplyst.

2.2.4 Forurensningskilder Nyborgtjern

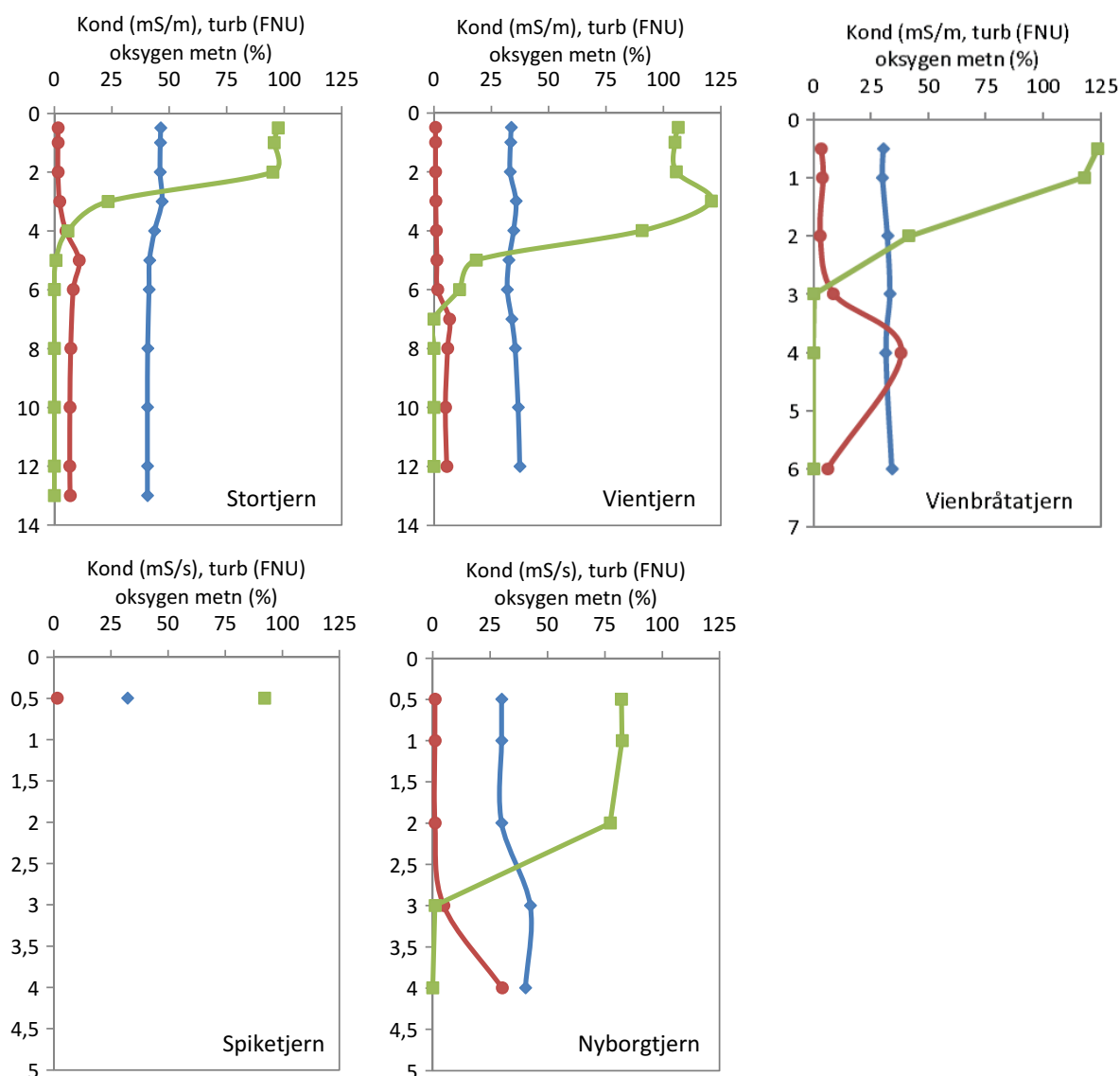
Vurdering av mulige kilder til forurensning av Nyborgtjern er det foretatt i samarbeid med Lunner kommune, samt tilgjengelig litteratur. Sammenstillingen har dannet grunnlag for forslag til mulige avbøtende tiltak.

3. Kjemiske og fysiske forhold

3.1 Temperatur, oksygen, konduktivitet og turbiditet

I august ble det i Stortjern, Vientjern, Vienbråtjern, Spiketjern og Nyborgtjern målt temperatur, konduktivitet, oksygen og turbiditet gjennom hele vannsøylen. De fleste innsjøene hadde tydelig sprangsjikt ved prøvetakingstidspunktet i august (se vedlegg B2). Spiketjern og til dels Nyborgtjern er for grunne, maksimalt observert dyp hhv. 0,8 m og 6,1 m, til at det blir dannet et markert sprangsjikt.

Oksygenmetningen fulgte samme tydelige sjiktning som temperaturen i alle innsjøene (figur 5), med markert reduksjon av oksygen i hypolimnion, under sprangsjiktet. Alle innsjøene (unntatt Spiketjern) hadde oksygenfritt dypvann, men det ble ikke registrert H₂S-lukt i Nyborgtjern og Vienbråtjern. Konduktiviteten var høy i alle innsjøene, noe som i første rekke skyldes det høye kalsiuminnholdet. Det var lite endring med dypet, unntatt i Nyborgtjern. Forhøyet turbiditeten under sprangsjiktet i Vienbråtjern og i bunnvatnet i Nyborgtjern kan muligens skyldes anaerobe bakterier.



Figur 5. Dybdeprofiler av oksygen (grønn), konduktivitet (blå) og turbiditet (rød) i innsjøene på Hadeland (2-4. august 2016) og Spiketjern (5. september 2016).

3.2 Vannkjemi, siktedyp og klorofyll

Alle innsjøene er svært kalkrike, med kalsiumverdier på 38-85 mg Ca/l. Nedre Falangtjern, Vienbråttatjern og Nyborgtjern er humøse innsjøer, med fargeverdier >30 mg Pt/l, mens resten er klare innsjøer (tabell 2).

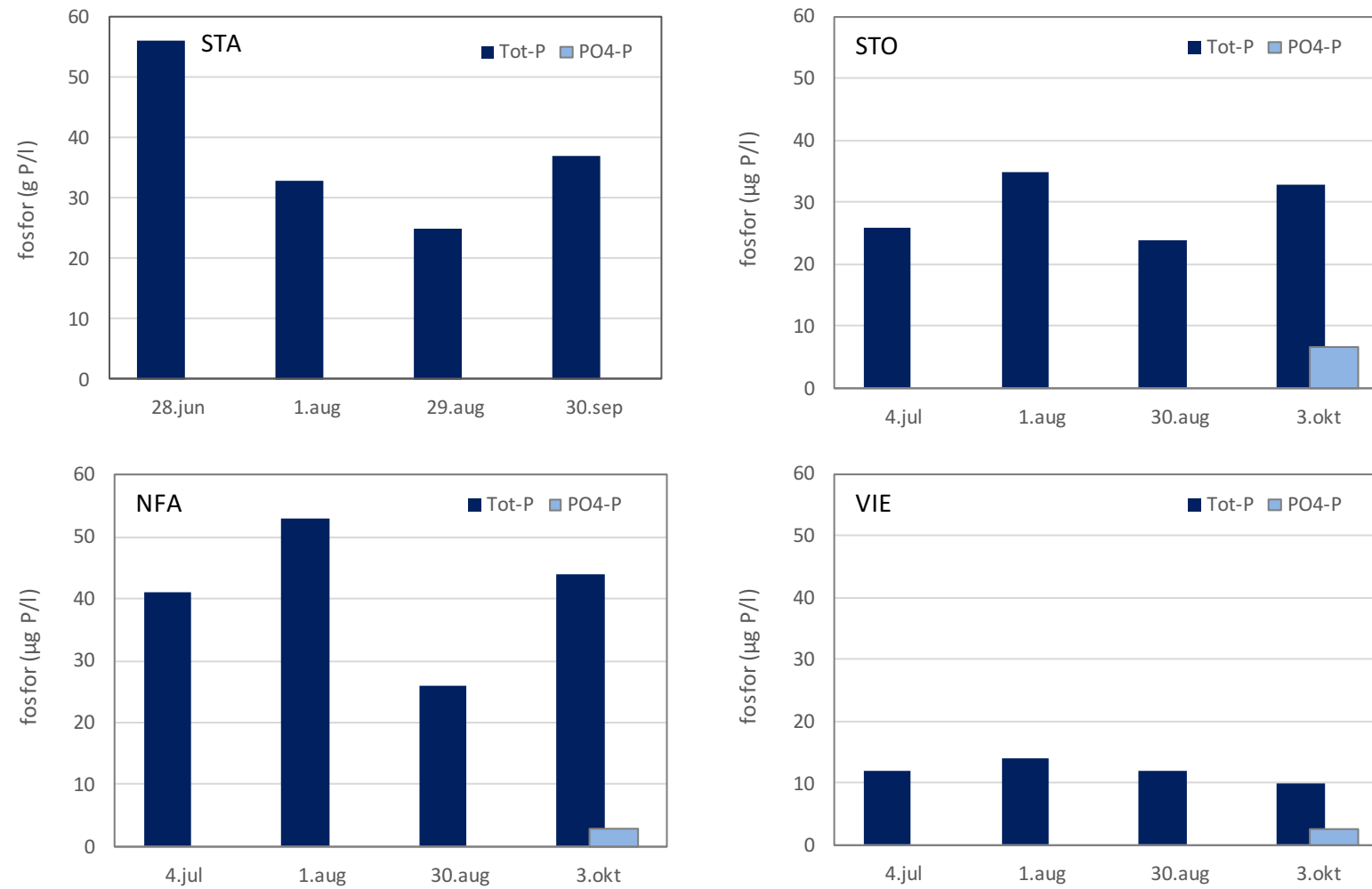
Næringsinnholdet viste klare forskjeller mellom innsjøene. Resultatene for Spiketjern indikerer en oligotrof innsjø (kun én måling), mens de øvrige er mesotrofe-eutrofe innsjøer. Særlig høyt var fosfor-innholdet i Stavsjøen, Nedre Falangtjern og Vienbråttatjern, og til dels i Stortjern. Dette gir opphav til forhøyet planteplanktonbiomasse og redusert siktedyp (tabell 2, figur 6-9). Fosfor som tilføres innsjøen bindes til organisk og uorganisk materiale, og sedimenterer og havner etter hvert i bunnsedimentet. I kalksjøene vil en stor del av fosforet bindes til kalkpartiklene. De målte fosforverdiene i vannmassene kan derfor være noe lavere enn reell fosforbelastning. Under oksygenfrie forhold i bunnvannet løses fosfor ut igjen til vannmassene (intern gjødsling). Det ble påvist utlekking av fosfor fra sedimentet i Stortjern, Vientjern, Vienbråttatjern. Ingen utlekking ble registrert i Nyborgtjern (se vedlegg B1).

Konsentrasjonene av nitrogen var høye i de fleste innsjøene, og nitrat- og/eller ammoniumkonsentrasjonene var svært høye i alle innsjøene, unntatt Marktjern og Storetjern (tabell 2, figur 10-13). Dette tyder på kraftig forurensning fra landbruket, enten avrenning fra jordbruksområder eller tilsig fra gjødsel/kloakk.

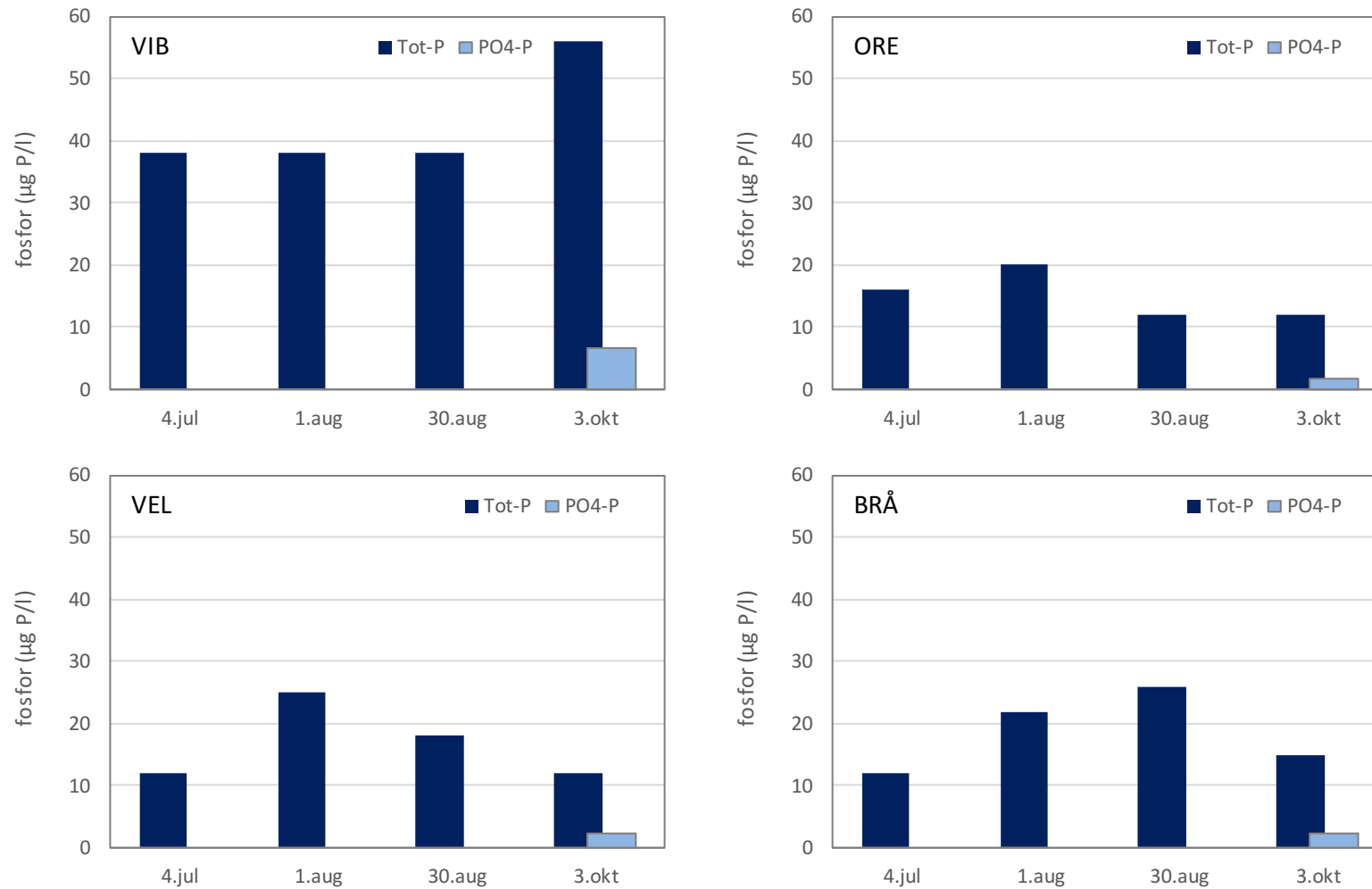
Tabell 2. Vannkjemiske data og klorofyll for innsjøene 2016. Data for kalsium, farge, total nitrogen og total fosfor representerer middelveidier for sesongen, mens nitrat, ammonium og fosfat bare er analysert én gang (begynnelsen av oktober). I Spiketjern er det bare tatt vannprøver én gang, i september 2016. Primærdataba i vedlegg B1.

		Ca	farge	Tot-N	NO ₃ -N	NH ₄ -N	Tot-P	PO ₄ -P	klorofyll	Siktedyp
		mg/l	mg Pt/l	µg N/l	µg N/l	µg N/l	µg P/l	µg P/l	µg /l	m
1	Stavsjøen	34,0	16,0	1020	51	220	37,8	-	13,5	2,3
2	Stortjern	76,3	24,8	1061	44	230	29,5	6,5	9,7	1,8
3	N Falangtjern	51,2	31,3	1755	284	440	41,0	3,0	20,0	1,5
4	Vientjern	65,8	14,3	1788	837	130	12,0	2,6	4,0	3,5
5	Vienbråttatjern	66,3	30,5	1074	61	360	42,5	6,5	20,6	1,6
6	Orentjern	66,9	20,3	1583	868	50	15,0	1,7	3,1	3,3
7	Velotjern	61,8	22,3	1353	465	85	16,8	2,3	4,4	3,6
8	Bråttatjern	60,8	22,3	1378	463	98	18,8	2,3	3,6	2,2
9	Sverigetjern	55,2	18,0	1194	409	52	20,0	2,0	6,8	2,8
10	Marktjern	59,2	29,0	774	56	31	13,8	2,7	4,7	3,5
12	Kårstادتjern	65,0	28,3	1005	204	57	17,3	2,5	4,0	3,0
13	Storetjern	50,5	18,5	1027	40	16	18,3	1,8	2,2	4,3
14	Spiketjern	85,0	12,0	934	-	-	5,5	-	0,7	>0,8
11	Nyborgtjern	68,1	35,5	1468	57	1000	13,3	2,2	2,7	3,3

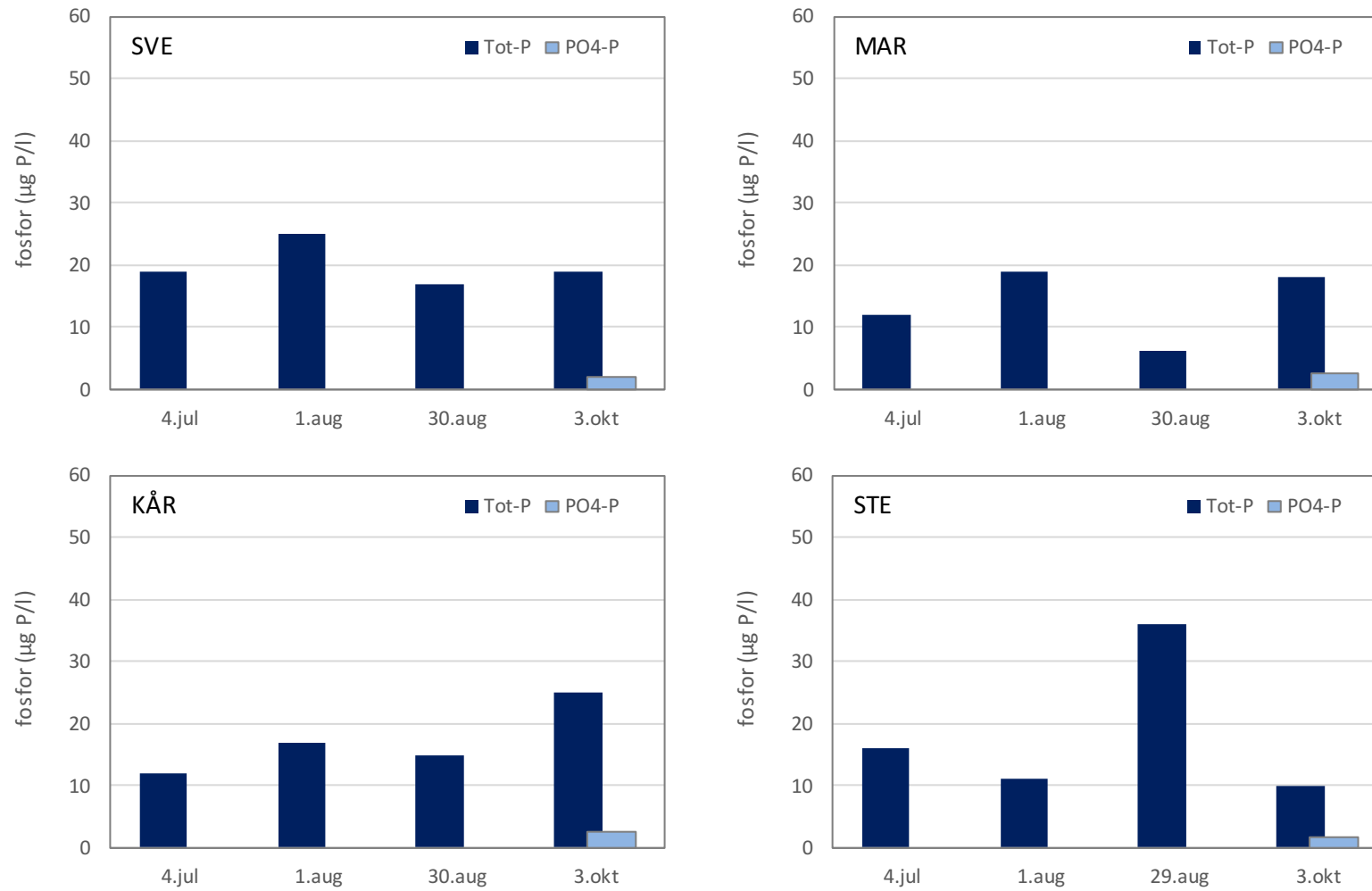
Det er forholdsvis store variasjoner i fosfor og nitrogen gjennom sesongen (figur 6-13), særlig for de mest eutrofe innsjøene; Stavsjøen, Nedre Falangtjern og Vienbråttatjern. Særlig i små innsjøer vil konsentrasjonene i de øvre vannlag kunne påvirkes betydelig av variasjoner i tilførselene fra nedbørfeltet. Nitrat- og fosfatkonsentrasjonene er ofte lave i sommersesongen pga. forbruk i algeproduksjonen. Vannprøver tidlig og sent i sesongen gir derfor et mer reelt bilde på belastningene.



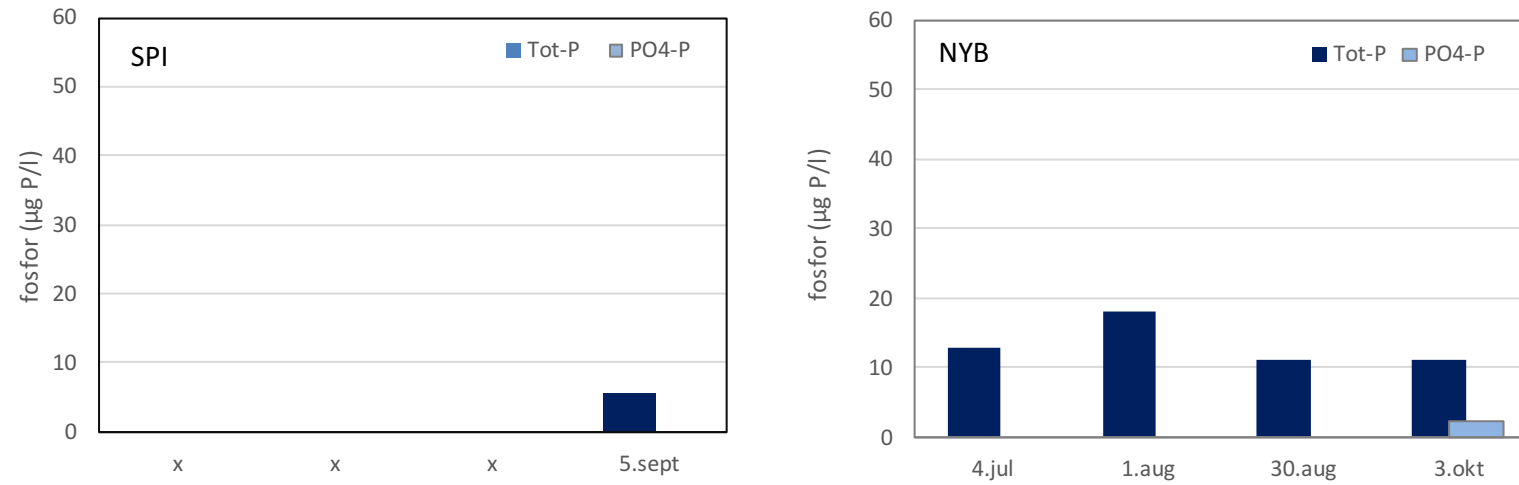
Figur 6. Fosfor i innsjøene 2016. Øverst fra venstre: Stavsjøen og Stortjern. Nederst fra venstre: Nedre Falangtjern og Vientjern. Fosfat (PO₄) er ikke analysert for Stavsjøen, og bare i oktober for de øvrige innsjøene.



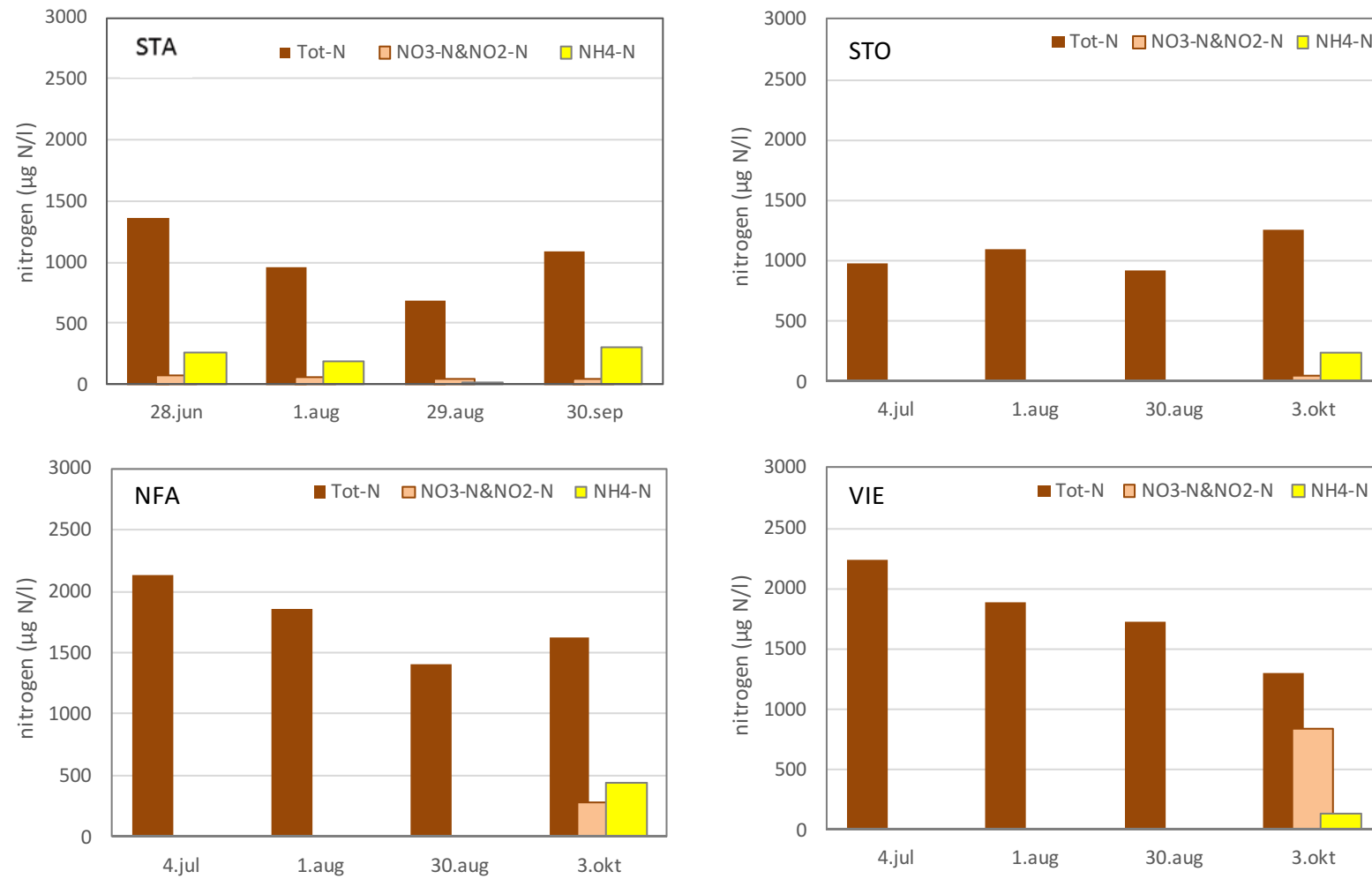
Figur 7. Fosfor i innsjøene 2016. Øverst fra venstre: Vienbråtåjern og Orentjern. Nederst fra venstre: Velotjern og Bråtåjern. Fosfat (PO_4) er bare analysert i oktober.



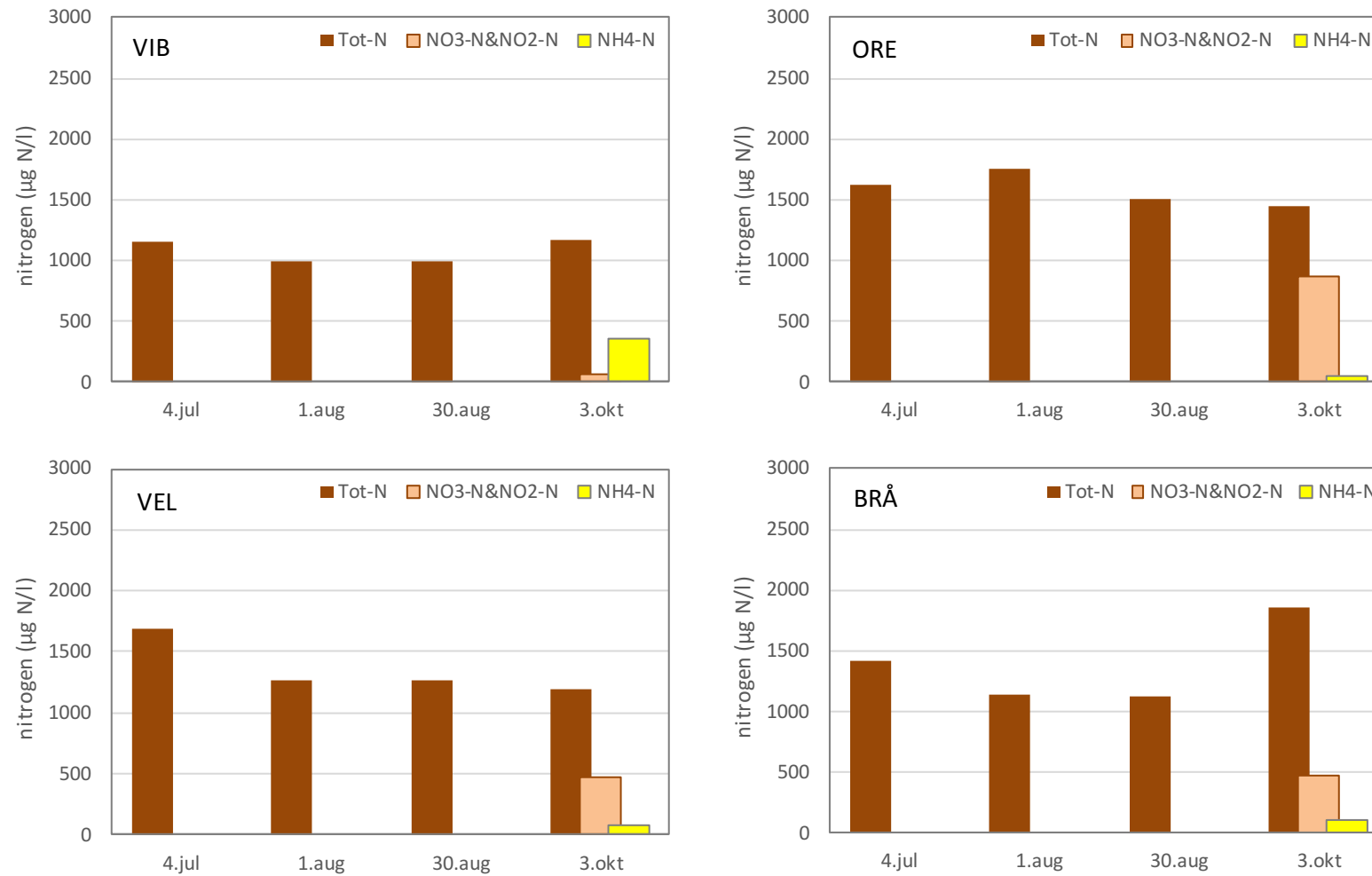
Figur 8. Fosfor i innsjøene 2016. Øverst fra venstre: Sverigetjern og Marktjern. Nederst fra venstre: Kårstادتjern og Storetjern. Fosfat (PO₄) er bare analysert i oktober.



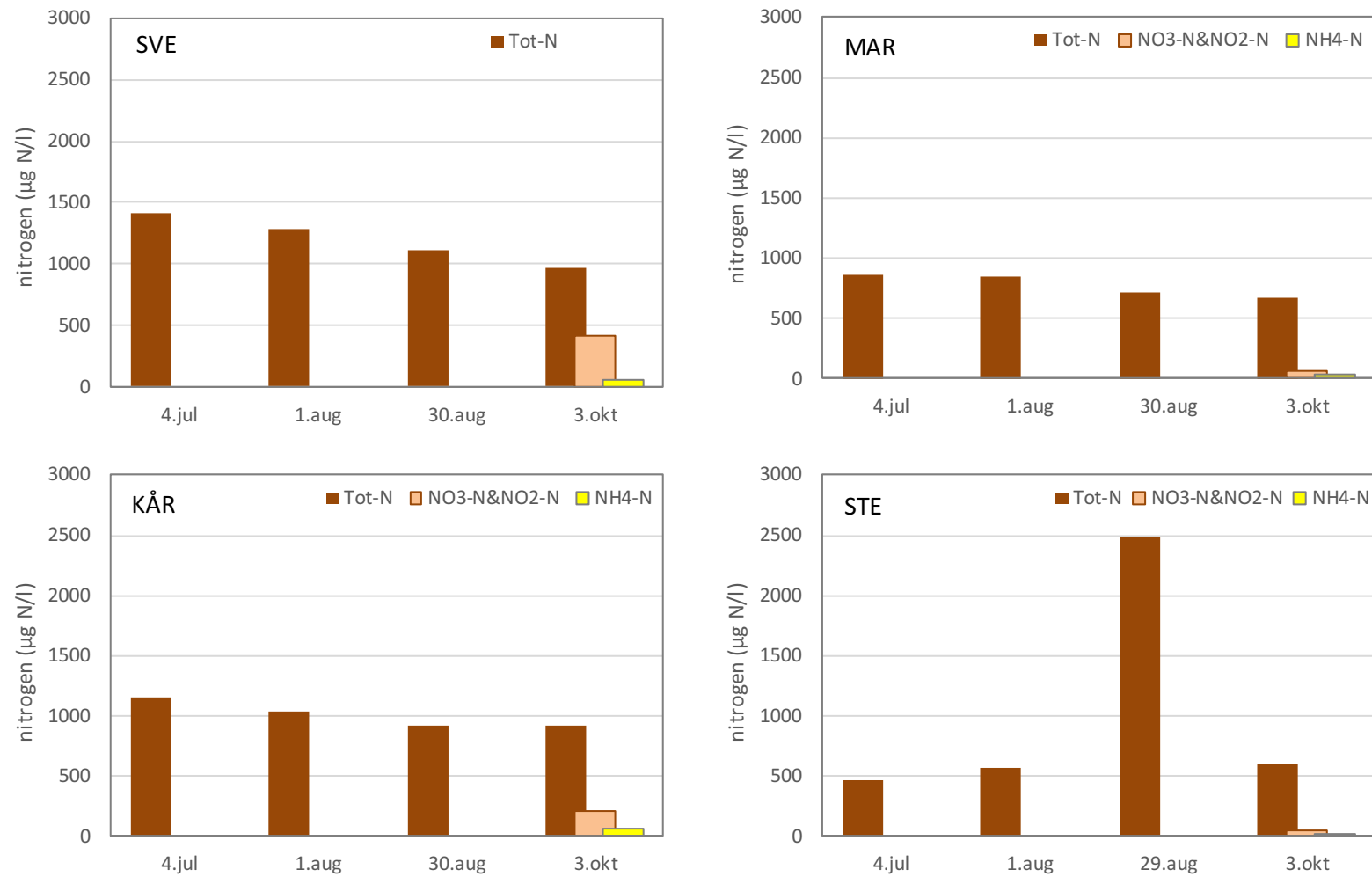
Figur 9. Fosfor i innsjøene 2016. Spiketjern og Nyborgtjern. I Spiketjern er det bare tatt vannprøver i september. Fosfat (PO_4) ble bare analysert i oktober i Nyborgtjern, og ikke analysert i Spiketjern.



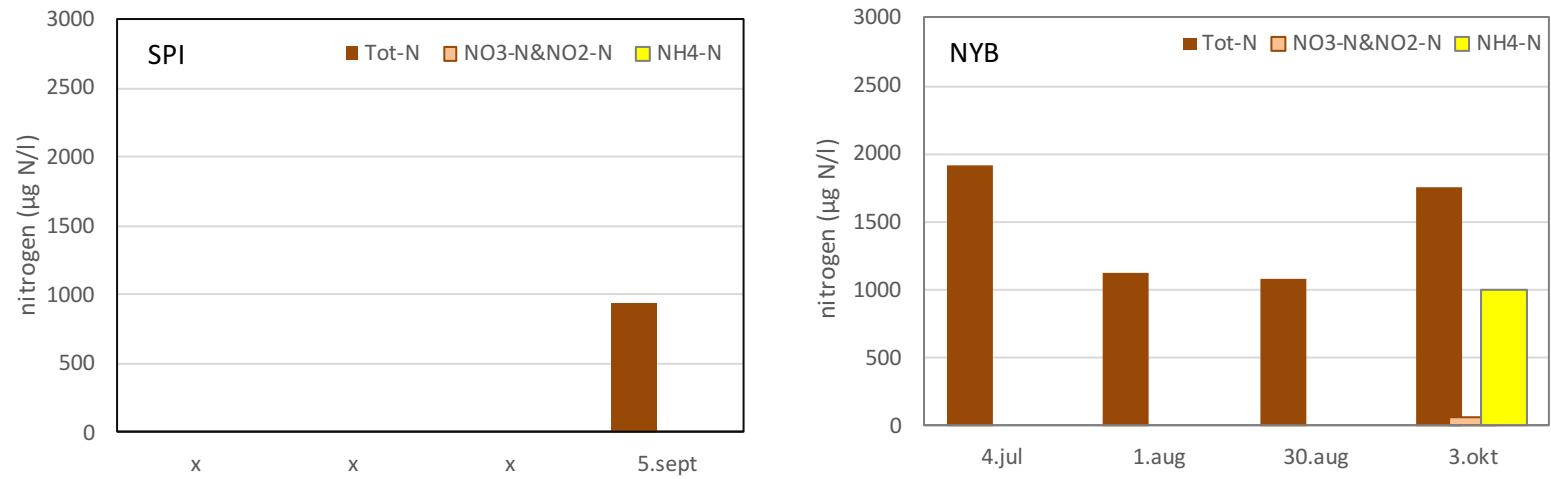
Figur 10. Nitrogen i innsjøene 2016. Øverst fra venstre: Stavsjøen og Stortjern. Nederst fra venstre: Nedre Falangtjern og Vientjern. For Stortjern, Nedre Falangtjern og Vientjern er nitrat+nitritt (NO_3+NO_2) og ammonium (NH_4) bare analysert i oktober.



Figur 11. Nitrogen i innsjøene 2016. Øverst fra venstre: Vienbråtåtjern og Orentjern. Nederst fra venstre: Velotjern og Bråtåtjern. Nitrat+nitritt (NO_3+NO_2) og ammonium (NH_4) er bare analysert i oktober.



Figur 12. Nitrogen i innsjøene 2016. Øverst fra venstre: Sverigetjern og Marktjern. Nederst fra venstre: Kårstادتjern og Storetjern. Nitrat+nitritt (NO_3+NO_2) og ammonium (NH_4) er bare analysert i oktober.



Figur 13. Nitrogen i innsjøene 2016. Spiketjern og Nyborgtjern. I Spiketjern er det bare tatt vannprøver i september. Nitrat+nitritt (NO_3+NO_2) og ammonium (NH_4) er bare analysert i oktober Nyborgtjern, og ikke analysert i Spiketjern.

Klassifisering av tilstand (iht. Direktoratgruppen 2015) for de fysisk-kjemiske støtteparametre og klorofyll i de aktuelle innsjøene er vist i tabell 3 (se for øvrig metodekapitlet, kap. 2.2.1).

Tabell 3. Samlet vurdering av tilstand fysisk-kjemiske støtteparametre og klorofyll i innsjøene 2016. Vannkjemi er gitt som midlere nEQR for fosfor og siktedyp, total nitrogen (middelverdier, tabell 2), total ammonium (verdier bare fra oktober 2016), Tilstand: SG = svært god, G = god, M = moderat, D = dårlig, SD=svært dårlig.

innsjø	innsjø-type	Fosfor og siktedyp	Total nitrogen	Total ammonium	Klorofyll
Stavsjøen	301	D	D	SD	M
Stortjern	301	D	D	SD	M
N Falangtjern	302	D	D	SD	D
Vientjern	301	G	SD	D	SG
Vienbrååtjern	302	D	M	SD	D
Orentjern	301	G	SD	G	SG
Velotjern	301	G	D	M	SG
Brååtjern	301	M	D	M	SG
Sverigetjern	301	M	D	G	G
Marktjern	301	G	M	G	SG
Kårstadtjern	301	G	D	G	SG
Storetjern	301	G	D	SG	SG
Spiketjern	301	SG	M	-	SG
Nyborgtjern	302	SG	D	SD	SG

3.3 Sedimentkjemi

Alle innsjøene hadde et bunnsediment med løs konsistens, og med tørrstoffandel mellom 2,6 og 5,5 % (tabell 4). Organisk innhold varierte mellom 29 og 79 %, med laveste andeler i Stortjern og høyest i Nyborgtjern. Tørrstoffmengden var generelt noen høyere i strandsedimentene, mens organisk innhold jevnt over var noe lavere (tabell 5).

Tabell 4. Innhold av totalt tørrstoff (TTS), gløderest (TGR), andelen organisk materiale, nitrogen og fosfor i «bunnsedimentet» september 2016.

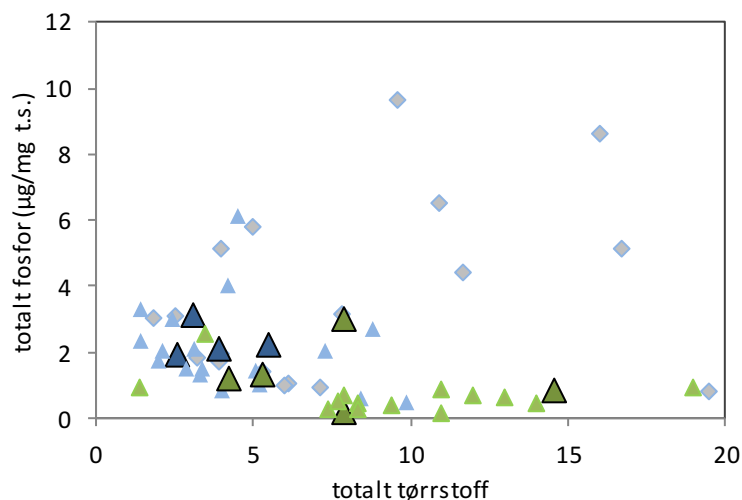
	Tørrstoff %	Gløderest % TS	Organisk % TS	Tot-N µg/mg t.v.	Tot-P µg/mg t.v.
Stortjern	5,5	71	29	20	2,2
Nyborgtjern	2,6	21	79	37,7	1,9
Vienbrååtjern	3,1	59	41	33,4	3,1
Vientjern	3,9	68	32	24,6	2,1
Spiketjern	For grunt – prøve ikke tatt				

Tabell 5. Innhold av totalt tørrstoff (TTS), gløderest (TGR), andelen organisk materiale, nitrogen og fosfor i «strandsedimentet» september 2016.

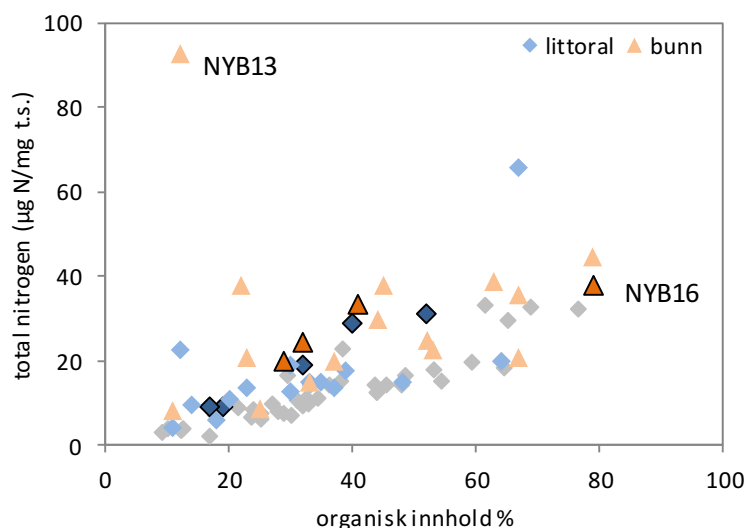
	Tørrstoff %	Gløderest % TS	Organisk % TS	Tot-N µg/mg t.v.	Tot-P µg/mg t.v.
Stortjern	14,6	81	19	9,2	0,87
Nyborgtjern	4,2	48	52	31,2	1,2
Vienbrååtjern	7,9	60	40	29,1	3
Vientjern	5,3	68	32	18,9	1,3
Spiketjern	7,9	83	17	8,9	0,16

I den foreliggende undersøkelsen var næringsinnholdet i strandsedimentene generelt lavere enn i bunn-sedimentene. Innholdet av fosfor i bunn-sedimentet varierte mellom 1,9 og 3,1 $\mu\text{g P}/\text{mg}$ tørrstoff. Ingen innsjøer skilte seg ut med høye fosforverdier (figur 14).

Innholdet av nitrogen i bunn-sedimentet varierte mellom 20 og 37,7 $\mu\text{g}/\text{mg}$ tørrvekt. For de fleste innsjøene var nivået omtrent tilsvarende det som er funnet i andre kalksjøer (jfr. Mjelde m.fl. 2012, Mjelde 2014a). Det var også en klar sammenheng mellom nitrogen og organisk innhold, dvs. innsjøer med høyt organisk innhold i sedimentet har også høyere nitrogeninnhold. Også i Nyborgtjern var nitrogeninnholdet forholdsvis lavt, og mye lavere enn det som ble målt i 2013 (figur 15). Forholdene i Nyborgtjern blir videre diskutert i kapittel 7.



Figur 14. Forholdet mellom totalt tørrstoff og fosfor i bunn-sediment (blått) og littoralsediment (grønt) i kalksjøer fra Mjelde (2014a). Mørkere blått og grønt: bunn- og littoralsediment for 2016-innsjøene. Grått: øvrige data fra NIVAs databaser (inkluderer både kalkrike og kalkfattige innsjøer).



Figur 15. Forholdet mellom organisk innhold og nitrogen i bunn-sediment (oransje) og littoralsediment (blått) i kalksjøer fra Mjelde (2014a). Mørk oransje og mørk blå: bunn- og littoralsediment for 2016-innsjøene. NYB13 = Nyborgtjern 2013, NYB16 = Nyborgtjern 2016. Grått: øvrige data fra NIVAs databaser (inkluderer både kalkrike og kalkfattige innsjøer).

4. Vannvegetasjon

4.1 Generell beskrivelse

Stavsjø

Stavsjø ligger i jordbrukslandskapet på Nes i Ringsaker kommune. Innsjøen er omkranset av ei smal helofyttzone, dominert av takrør (*Phragmites australis*), elvesnelle (*Equisetum fluviatile*) og sjøsivaks (*Schoenoplectus lacustris*) ut til 0,8-0,9 m dyp. Vannvegetasjonen var forholdsvis artsfattig, og dominert av langskuddsarten blanktjønnaks (*Potamogeton lucens*), som dannet kraftige bestander rundt hele innsjøen, ut til ca. 3 m dyp. Flytebladsplanten gul nøkkerose (*Nuphar lutea*) fantes som regel innenfor blanktjønnaks og dannet bestander ut til 2-2,5 m dyp. Buttjønnaks (*Potamogeton obtusifolius*) fantes mer spredt, og sto enten innenfor eller i ytterkant av blanktjønnaks-bestandene.

Stortjern

Stortjern ligger på Tingelstad i Gran kommune, omkranset av dyrka mark. Helofyttvegetasjon av takrør og smal dunkjevle (*Typha angustifolia*) dannet bestander rundt hele tjernet ut til ca. 1 m dyp. Vannvegetasjonen var dominert av gul nøkkerose, som dannet bestander utenfor helofyttvegetasjonen og ut til 2,5-2,8 m dyp. En liten bestand av vasslirekne (*Persicaria amphibia*) fantes innerst i vestre basseng. Midtfjords på ca. 1,7 m dyp i overgangen mot det lille vestre bassenget fantes en forholdsvis stor forekomst av kransalgen gråkrans (*Chara contraria*).

Nedre Falangtjern

Innsjøen ligger sør for Skirstadtjern i Gran kommune. Den er omkranset av skog, men med dyrka mark like innenfor i nord. Den har innløp fra Øvre Falangtjern i sørvest, mens utløpet er i nordvest. Helofyttvegetasjonen var dominert av sjøsivaks, som dannet smale belter rundt det meste av innsjøen. Takrør og elvesnelle var stedvis vanlige, mens kjempepiggnopp (*Sparganium erectum*) dannet en liten bestand i vest. Vannvegetasjonen var preget av flytebladsvegetasjon og av langskuddsarten vasspest (*Elodea canadensis*). Gul nøkkerose dominerte flytebladsvegetasjonen og dannet et belte ut til 2,5-2,7 m dyp, mens hvit nøkkerose (*Nymphaea alba*) og vanlig tjønnaks (*Potamogeton natans*) sto noe grunnere. Store forekomster av vasspest fantes i kanten eller innenfor flytebladsbeltet. Arten dannet overflatebestander flere steder, men de friskeste bestandene fantes i overgangen mellom østre og vestre basseng. Noen få eksemplarer av stor andemat (*Spirodela polyrrhiza*) og andemat (*Lemna minor*) ble registrert ved utløpsområdet i nordvest.

Vientjern (Østtjern)

Vientjern ligger nordøst for Rokotjernet i Gran kommune. Tjernet er omkranset av dyrka mark i nord og skog i sør. Helofyttvegetasjonen var dominert av tette bestander med takrør rundt hele tjernet. Vannvegetasjonen var dominert av flytebladsvegetasjon av gul nøkkerose, som gikk ut til 3,2 m dyp. I tillegg var vanlig tjønnaks og hvit nøkkerose vanlige. Kransalgen gråkrans ble registrert på grunt vann i nordøst.

Vienbråtåtjern

Vienbråtåtjern ligger like nord for Rokotjernet i Gran kommune, og er omkranset av dyrka mark. Helofyttvegetasjonen var dominert av takrør. Flytebladsvegetasjon av gul og hvit nøkkerose dannet forholdsvis store bestander ut til hhv. 2,4 m og 1,9 m dyp rundt det meste av tjernet, mens vanlig tjønnaks dannet en stor bestand i vest. Noen få eksemplarer av stor andemat og andemat ble registrert.

Orentjern

Orentjern ligger i Lunner kommune, like øst for Velotjern og er omkranset av skog. Tjernet har innløp i øst og utløp mot vest til Velotjern. Takrør og sjøsivaks dominerte helofyttvegetasjonen. Vannvegetasjonen var dominert av blanktjønnaks, som dannet store bestander ut til 3,5-3,8 m dyp. En frodig bestand av langvokst rusttjønnaks ble registrert på 2,3 m dyp ved innløpet i øst. Flytebladsvegetasjonen gikk ut til 3 m dyp og var dominert av gul nøkkerose, og noe mindre forekomster av vanlig tjønnaks og hvit nøkkerose. Kransalgene smal taggkrans (*Chara rudis*) og gråkrans fantes på grunt vann (<1,5 m), først og fremst ved brygga i nord og i nordøst.

Velotjern

Velotjern ligger i Jevnaker kommune, like vest for Orentjern. Tjernet er omkranset av skog, men med dyrka mark rett innenfor helt i vest. Tjernet har tilløp fra Orentjern i øst, og utløp mot Bråtåjern like ved. Helofyttvegetasjonen var dominert av takrør på nordsida, mens sjøsivaks dannet bestander i sørvest og sørøst. Elvesnelle og starr (*Carex* spp.) fantes spredt. Vestre basseng var tydelig forurenset med bl.a. matter av trådformete alger i overflata og algebelegg på bunnen. Flytebladsvegetasjon med gul og hvit nøkkerose dannet et belte rundt det meste av tjernet, ut til ca. 2,3 m dyp. Store deler av vestre del var dekket med nøkkeroser mens bestandene var mer spredt på sørsida. Utenfor flytebladsbeltene dannet langskuddsarten blantjønnaks kraftige bestander ut til 3,5-3,8 m dyp, rundt det meste av innsjøen. Kransalgen gråkrans dannet store bestander ut til mer enn 2 m dyp i ytre del av vestre basseng og i nordøst. Smal taggkrans fantes på grunnere vann enn 1,5 m dyp i samme områder. Rødkrans (*Chara tomentosa*) ble registrert ut til ca. 1 m dyp i øst. Trådtjønnaks (*Stuckenia filiformis*) dannet en flott bestand i vest. Den fritt-flytende korsandemat (*Lemna trisulca*) var vanlig på bunnen og i begroingsalgemattene.

Bråtåjern

Bråtåjern ligger i et skogsområde, med innløp fra Velotjern i nordøst. Helofyttvegetasjonen besto først og fremst av takrør, sjøsivaks og kjemepiggknopp. Vannvegetasjonen var dominert av et flytebladsbelte med gul nøkkerose ut til 2,5-3 m dyp, og hvit nøkkerose noe grunnere. En bestand av vanlig tjønnaks ble registrert i nordøst, ellers forekom arten svært spredt. På helt grunt vann i nordøst, litt øst for brygga, fantes ei lita såte med gråkrans. Et par eksemplarer av den fritt-flytende planten andemat ble registrert i flytebladsbeltet i nord.

Sverigetjern

Sverigetjern ligger i et skogsområde, like sør for Bråtåjern. Utløpet i nordvest går sammen med utløp fra Bråtåjern og etter hvert ut i Randsfjorden ved Sløvika. Helofyttvegetasjonen var dominert av store bestander med sjøsivaks, først og fremst i øst, sør og nordvest, mens takrør var vanligst i nordøst. Andre registrerte helofytter var elvesnelle og kjemepiggknopp, sistnevnte i ei bukt i sørøst. Flytebladsvegetasjonen var dominert av gul nøkkerose, som dannet bestander rundt hele innsjøen ut til 2,3-2,8 m dyp. De største bestandene fantes i øst og i nordvest. Langskuddsarten vasspest dominerte undervannsvegetasjonen og dannet store bestander utenfor flytebladsbestandene ned til 3,1-3,2 m dyp, men fantes også spredt lenger inn. Særlig stor var forekomstene i grunne bukter i sørøst og nordvest. Blanktjønnaks ble bare registrert inne i en noe glissen rundbestand av sjøsivaks i sørøst. Kransalgene smal taggkrans, bustkrans (*C. aspera*) og gråkrans ble registrert på grunt vann, 0,1-0,4 m dyp, i nordøst, ved og innenfor takrør-belter.

Marktjern

Marktjern ligger rett sørvest for Vassjøtjern i Lunner kommune. Tjernet er omkranset av skog, men med dyrka mark rett innenfor langs nordsida. Helofyttvegetasjonen besto av bl.a. elvesnelle og takrør. Matter med begroingsalger fantes både på overflata og på bunnen flere steder, likeså algebelegg rundt stenglene på flytebladsplantene. Vannvegetasjonen besto av et flytebladsbelte med gul nøkkerose og vanlig tjønnaks ut til hhv. 2 og 4 m dyp, men med enkeltplanter noe dypere. Hvit nøkkerose var vanlig, men i noe grunnere områder. Ingen undervannsvegetasjon ble registrert.

Kårstadjern

Kårstadjernet ligger like nord for Klinkenberg i Jevnaker kommune. Innsjøen er omkranset av åker og engmark i nord og øst, og skog i sør og vest. Den viktigste arten i helofyttvegetasjonen var sjøsivaks, som dannet størst bestand i sørøst, men var ellers vanlig i mindre bestander i vest og sør. Takrør og elvesnelle dannet mindre bestander. Flytebladsvegetasjonen var dominert av gul nøkkerose, som dannet smale belter rundt det mest av tjernet, ut til 2,0-2,9 m dyp. Hvit nøkkerose var vanligst i nordvest og sørvest, mens de største bestandene av vanlig tjønnaks fantes i vest og sørøst. Undervannsvegetasjonen var dominert av vasspest, som dannet bestander i østre bukt og i vestre del av tjernet, ut til ca. 2,3 m dyp. Den var lite utbredt langs nordre og søndre strand. I nordvest fantes store og kraftige planter av hesterumpe (*Hippuris vulgaris*). Noen mindre forekomster av gråkrans og smal taggkrans ble observert på grunt vann i nord.

Storetjern

Storetjern ligger i Jevnaker kommune, med utløp sør og vestover via Vesletjern. Tjernet har lett adkomst like ved vei 242, og deler av søndre strand er derfor preget av veifylling. Badeplass er anlagt ved østre strand. For øvrig er tjernet omkranset av skog. Helofyttvegetasjonen var dominert av starr, elvesnelle, sjøsvaks og takrør. Flytebladsvegetasjonen var dominert av gul nøkkerose, som dannet bestander rundt det meste av tjernet, ut til ca. 1,5 m dyp. Vanlig tjønnaks hadde en stor forekomst i nordøst. For øvrig var vannvegetasjonen preget av store bestander med langskuddsarten vasspest og kransalgen smal taggkrans, ut til ca. 3 m dyp. Som regel dannet de to artene reinbestander, men fantes også i blanding. Smal taggkrans hadde særlig store bestander ved nordre strand, mens vasspest dominerte i sørøst. Langskuddsarten nøkktjønnaks sto ofte i ytre del av disse bestandene, på 1,5-3,3 m dyp. En stor bestand av trådtjønnaks ble registrert på grunt vann i sørøst, mens rusttjønnaks fantes spredt på sørsida, samt sammen med en frodig bestand med hesterumpe i nordøst. Stivkrans (*Chara strigosa*) ble observert på ca. 1 m dyp i nord-vest. Bustkrans, gråkrans og vanlig kransalge fantes spredt.

Spiketjern

Spiketjern ligger i et skogsområde på Skrim ved Kongsberg. Tjernet er lite og svært grunt, <1 m dypt. Helofyttvegetasjonen besto av glisne bestander av takrør og starr. Bunnen var stedvis dekket med begroingsalger, dominert av grønnalgeslektene *Spirogyra*, *Zygnema* og *Mougeotia*. En kombinasjon av grunt vann og høy temperatur, i tillegg til tilførte blader o.l., antas å være årsaken til den forholdsvis store forekomsten av begroingsalgene. Vannvegetasjonen var dominert av kransalgene smal taggkrans og rødkrans, med noe mindre forekomster av piggkrans, gråkrans og bustkrans. Kransalgene fantes fra 0,3 m dyp og utover, men hadde størst forekomst dypere enn 0,6 m. Karplantene hadde liten utbredelse, bare spredte forekomster av flytebladsplanten hvit nøkkerose ble registrert.

Nyborgtjern

Nyborgtjern er en liten og klar kalksjø, med største dyp på ca. 6 m. Tjernet er omkranset av skog og kratt, men med dyrka mark like innenfor i nord og vest. Helofyttvegetasjon var dominert av flaskestarr (*Carex rostrata*), mens elvesnelle og takrør forekom forholdsvis spredt. Vannvegetasjonen var dominert av kransalgene gråkrans, piggkrans (*C. aculeolata*) og rødkrans. Kransalgebestandene gikk ut til 1,4 m dyp, mens enkeltplanter ble registrert ned til 1,6-1,7 m. Flytebladsplanten hvit nøkkerose dannet mindre bestander ut til ca. 0,6 m dyp, mens trådtjønnaks bare fantes på helt grunt vann.

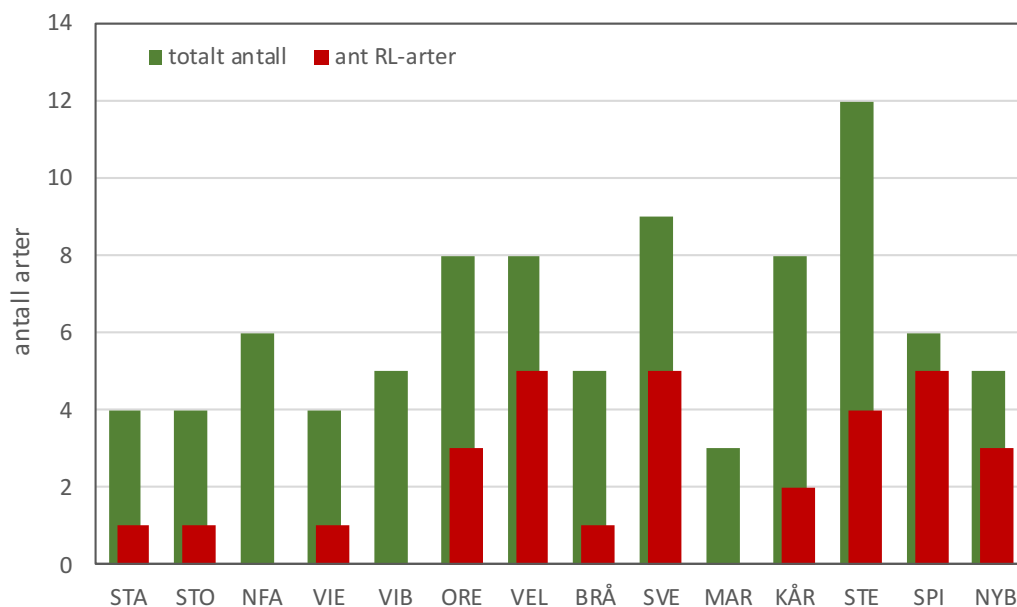
Tabell 6. Vannvegetasjon i innsjøene 2016. STA=Stavsjøen, STO=Stortjern, NFA=Nedre Falangtjern, VIE=Vientjern, VIB=Vienbråtåjern, ORE=Orentjern, VEL=Velotjern, BRÅ=Bråtåjern, SVE=Sverigetjern, MAR=Marktjern, NYB=Nyborgtjern, KÅR=Kårstadtjern, STE=Storetjern og SPI=Spiketjern. Forekomst: 1=sjelden, 2=spredt, 3=vanlig, 4=lokalt dominerende og 5=dominerer lokaliteten. Røddlistestatus iht. Henriksen & Hilmo (2015), (CR=kritisk truet, VU=sårbar, NT=nær truet). Arter i utvalgt naturtype er understreket.

Arter grupper og latinske navn	norske navn	innsjøer													
		STA	STO	NFA	VIE	VIB	ORE	VEL	BRÅ	SVE	MAR	KÅR	STE	SPI	NYB
KRANSALGER															
<i>Chara aculeolata</i> ^{NT}	Piggkrans													2	3
<i>Chara aspera</i> ^{NT}	Bustkrans									2		2	3		
<i>Chara contraria</i> ^{NT}	Gråkrans		3		2		3	4	1	1-2		2	2	2	4
<i>Chara globularis</i>	Vanlig kransalge												2		
<i>Chara rudis</i> ^{VU}	Smal taggkrans						2	3		1		2	5	4	
<i>Chara strigosa</i> ^{NT}	Stivkrans												3		
<i>Chara tomentosa</i> ^{CR}	Rødkrans							2-3						4	2-3
ELODEIDER															
<i>Elodea canadensis</i>	Vasspest			4						5		4	5		
<i>Hippuris vulgaris</i>	Hesterumpe											2	2		
<i>Potamogeton alpinus</i>	Rusttjønnaks						2						2		
<i>Potamogeton lucens</i> ^{VU}	Blanktjønnaks	5					5	5		2					
<i>Potamogeton obtusifolius</i>	Buttjønnaks	3													
<i>Potamogeton praelongus</i>	Nøkketjønnaks												4		
<i>Stuckenia filiformis</i>	Trådtjønnaks						1	2					2-3		2-3
<i>Utricularia vulgaris</i>	Storblærerot		2												
NYMPHAEIDER															
<i>Nuphar lutea</i>	Gul nøkkerose	4	4	5	4	3-4	5	5	5	5	5	4	4		
<i>Nymphaea alba</i>	Hvit nøkkerose		2	3	2	4	3	4	4	3	3	3		2	3
<i>Potamogeton natans</i>	Vanlig tjønnaks	3		3	3	3	3	3	3	2	4	3-4	3		
LEMNIDER															
<i>Lemna minor</i>	Andemat			1		1			1			1			
<i>Lemna trisulca</i> ^{NT}	Korsandemat							3		2					
<i>Spirodela polyrhiza</i>	Stor andemat			1		1									
Totalt antall arter		4	4	6	4	5	8	8	5	9	3	8	12	6	5

4.2 Antall arter og rødlistearter

Totalt artsantall varierte mellom 3 og 12 arter (tabell 6 og figur 16). Flest arter ble registrert i Storetjern, mens Marktjern, Stavsjøen, Stortjern og Vientjern hadde færrest arter.

Det ble registrert totalt 7 rødlistearter i de undersøkte innsjøene; piggkrans (*Chara aculeolata*), bustkrans (*C. aspera*), gråkrans (*C. contraria*), smal taggkrans (*C. rudis*), stivkrans (*C. strigosa*), rødkrans (*C. tomentosa*), blanktjønnaks (*Potamogeton lucens*) og korsandemat (*Lemna trisulca*). Høyest antall rødlistearter ble registrert i Velotjern, Sverigetjern og Spiketjern (figur 16).



Figur 16. Totalt antall arter og antall rødlistearter i vannvegetasjonen 2016.

4.3 Store og små kransalger - antall og mengde

De store kransalgene piggkrans (*Chara aculeolata*), bredtaggkrans (*C. hispida*), smal taggkrans (*C. rudis*) og rødkrans (*C. tomentosa*) ser ut til å danne bestander først og fremst på dypere vann og er muligens sensitive overfor dårlige lysforhold (jfr. Mjelde m.fl. 2012). De små kransalgene finnes ofte i mer eutrofe innsjøer og ser ut til å være mindre sensitive.

Store kransalger ble registrert i Orentjern, Velotjern, Sverigetjern, Kårstادتjern, Storetjern, Spiketjern og Nyborgtjern (tabell 7), men de dannet bestander bare i Storetjern og Spiketjern.

Tabell 7. Antall arter og mengde av store og små kransalge-artene. Mengde: 3=bestander (semi-kvantitativ skala 4 og 5), 2=vanlig (skalaverdi 3) og 1=spredt-sjelden (skalaverdi 1 og 2).

innsjø	år	Små <i>Chara</i> -arter		Store <i>Chara</i> -arter	
		antall arter	mengde	antall arter	mengde
Stavsjøen	2016	0	-	0	-
Stortjern	2016	1	2	0	-
N Falangtjern	2016	0	-	0	-
Vientjern	2016	1	1	0	-
Vienbråtåjern	2016	0	-	0	-
Orentjern	2016	1	2	1	1
Velotjern	2016	1	3	2	2
Bråtåjern	2016	1	1	0	-
Sverigetjern	2016	2	1	1	1
Marktjern	2016	0	-	0	-
Kårstادتjern	2016	1	1	1	1
Storetjern	2016	4	2	1	3
Spiketjern	2016	2	2	3	3
Nyborgtjern	2016	1	3	2	2

4.4 Økologisk tilstand i forhold til eutrofiering

Økologisk tilstand for vannvegetasjonen (T1c og T1a) og vurdering separat for kransalgevegetasjonen for alle innsjøene er vist i tabell 8.

Basert på trofi-indeksen T1c kan tilstand for vannvegetasjonen karakteriseres som svært god i Spiketjern og Nyborgtjern, mens den er moderat i Stortjern, Vientjern, Orentjern, Velotjern og Kårstادتjern. På grunn av store forekomster av vasspest blir tilstanden i Storetjern vurdert som moderat tilstand selv om T1c-indeksen tilsier god. Vannvegetasjonen i Stavsjøen, Nedre Falangtjern og Vienbråtåjern har svært dårlig tilstand, mens Bråtåjern og Sverigetjern har dårlig tilstand.

Hvis man inkluderer artenes mengdemessige forhold (T1a) reduseres tilstandsklassen for Orentjern (D), Velotjern (D), Sverigetjern (SD) og Kårstادتjern (D), mens den blir bedre i Nedre Falangtjern (D) og Vienbråtåjern (D). Øvrige innsjøer får uendret tilstand. I innsjøene som får redusert tilstand etter T1a har de tolerante artene en større dekning enn de sensitive, mens dekningen til de sensitive artene er størst i de innsjøene som får forbedret tilstand. Blanktjønnaks (*Potamogeton lucens*), en av artene som er med på å definere utvalgt naturtype, er vurdert som tolerant overfor eutrofiering (Direktoratsgruppa 2015). Det er et paradoks at stor forekomst av denne rødliste-arten er med på å trekke økologisk tilstand ned, se f.eks. T1a-indeksen for Orentjern. Dette skyldes bl.a. at Norge, som de øvrige nordiske land, er dominert av oligotrofe vannforekomster. Flere av rødlisteartene i ferskvann er arter som foretrekker næringsrike forhold (Ecke et al. 2010). T1c-indeksen er imidlertid mindre berørt av dette.

Sammenholdt med tidligere registreringer (jfr. kapittel 4.5), er det dårlig utvikling av kransalger i flere av innsjøene (tabell 8). Dette sammenfaller som regel med dårlig økologisk tilstand iht. T1c-indeksen, unntatt for Nyborgtjern der nedgangen i kransalgene ikke gjenspeiles i T1c-indeksen. I enkelte innsjøer har det vært en økning i antall kransalge-arter. Dette skyldes nok at tidligere undersøkelser har vært noe mangelfulle i disse innsjøene (jfr. Mjelde 2016).

Tabell 8. Økologisk tilstand for vannvegetasjonen i innsjøene 2016. Økologisk tilstand: SG=meget god, G=god, M=moderat, D dårlig, SD=meget dårlig. *: for få arter i Marktjern til å vurdere tilstandsklasse, **: tilstanden i Storetjern er redusert pga. masseforekomst av fremmed art. For de innsjøer med lavere art-santall enn 4 foretas ikke vurdering av økologisk tilstand, TIIc-indeksen blir bare veiledende. Kransalger oppgitt som nedgang (--), økning (+) og ingen endring (0) i forhold til tidligere registreringer.

innsjø	innsjø- type	år	TIIc	økologisk tilstand		TIIa	kransalger	
							små	store
Stavsjøen	301	2016	-50	SD	-62,6	SD	0	0
Stortjern	301	2016	25	M	25,2	M	0	--
N Falangtjern	302	2016	-50	SD	-26,9	D	--	0
Vientjern	301	2016	25	M	7,5	M	--	--
Vienbråttjern	302	2016	-40	SD	-1,5	D	--	--
Orentjern	301	2016	25	M	-25,6	D	0	0
Velotjern	301	2016	25	M	-8,2	D	--	0
Bråttjern	301	2016	0	D	0	D	0	--
Sverigetjern	301	2016	0	D	-41	SD	0	+
Marktjern	301	2016	0	*	0	*	--	0
Kårstadtjern	301	2016	12,5	M	-18,4	D	--	--
Storetjern	301	2016	58,3	M**	28,4	M	+	0
Spiketjern	301	2016	83,3	SG	95,9	SG	0	+
Nyborgtjern	302	2016	80	SG	81,9	SG	--	--

4.5 Tidsendringer

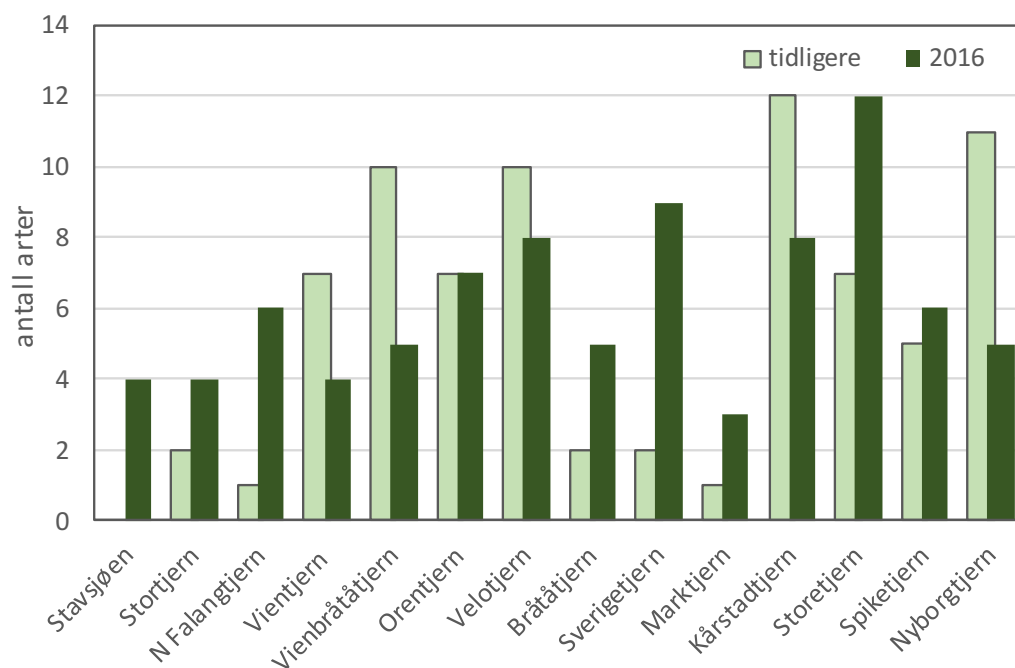
4.5.1 Artsantall

Vi har sammenliknet registreringene i 2016 med tidligere artsregistreringer (se referanser for hver innsjø i Mjelde 2016), men det er litt variabelt hva som foreligger av data. For noen lokaliteter har vi data fra flere år tilbake, både artsantall og mengde, mens for andre lokaliteter er tidligere data svært sparsomme. I enkelte innsjøer omfatter tidligere undersøkelser bare kransalger. Dette er den viktigste årsaken til at noen av innsjøene viser en økning i artsantall i 2016.

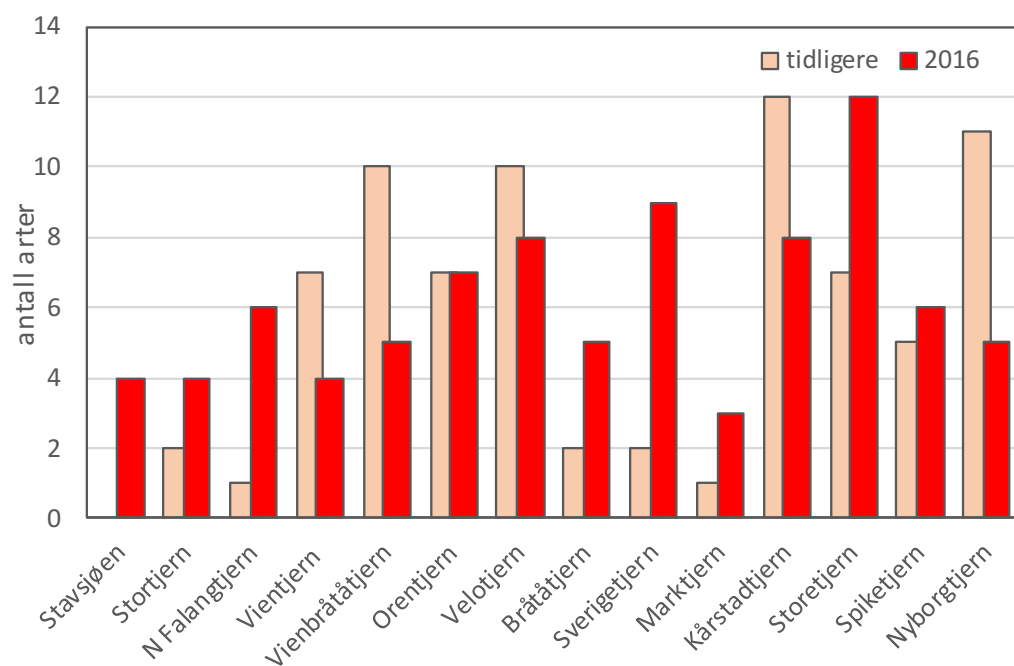
De tidligere artsregistreringene representerer et samlet artsantall for karplanter og kransalger for alle år før 2016, samlet artsantall. Sammenstillingen av tidligere data kan ikke direkte sammenliknes med årets undersøkelse, men kan antyde innsjøens potensiale for forekomst av arter.

Nyborgtjern, Vienbråttjern, Kårstadtjern viser største endringer i totalt antall arter sammenliknet med tidligere funn (figur 17). For de fleste innsjøene skyldes nok lavere artsantall eutrofiering og dårlige lysforhold. Bestandene av vasspest kan ha hatt innvirkning på artssammensetningen i Kårstadtjern. Årsaksforholdene blir diskutert mer inngående i kapittel 5 (Samlet økologisk tilstand og tiltaksbehov) og kapittel 7 (Nyborgtjern).

Det er en sammenheng mellom nedgang i totalt antall arter og antall rødlistearter (figur 18). Dette skyldes at nedgangen i artsantall først og fremst omfatter de rødlistede kransalgene.



Figur 17. Totalt antall arter i vannvegetasjonen (kranstalger + karplanter). Våre registreringer i 2016 (mørke grønne søyler) er sammenliknet med samlet artsantall fra alle tidligere registreringer (lysegrønne søyler) (se vedlegg A).

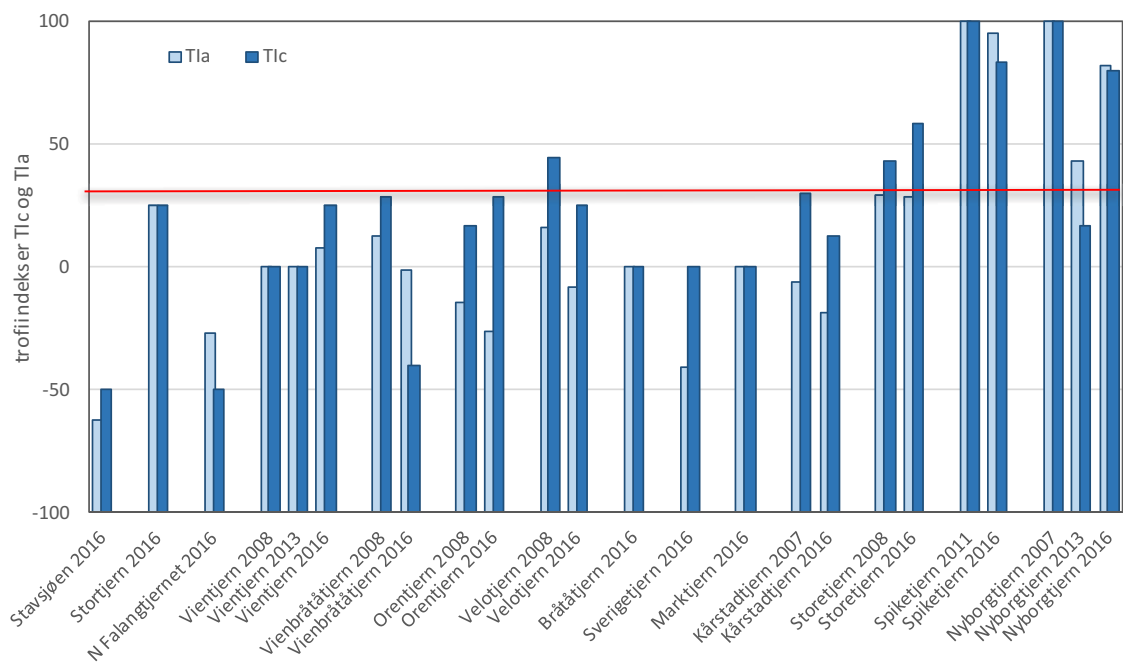


Figur 18. Antall rødlistearter i vannvegetasjonen (kranstalger + karplanter). Våre registreringer i 2016 (mørke røde søyler) er sammenliknet med samlet artsantall fra alle tidligere registreringer (lyserøde søyler) (se referanser i faktaarkene, vedlegg A).

4.5.2 Økologisk tilstand

For å kunne beregne økologisk tilstand (T1c eller T1a) må det foreligge «fullstendige» artslister for både kransalger og karplanter (se metodekapitlet). I tillegg krever beregning av T1a at det foreligger semi-kvantitative data. Figur 19 representerer derfor bare de lokalitetene og årene der slike artslister foreligger.

Trofiindeksene varierer noe fra år til år, men nedgang i tilstandsklasse (basert på T1c) er bare registrert for Vienbråtå tjern, Velotjern og Kårstادتjern, som alle viser nedgang siden 2007/2008. Nyborgtjern hadde en klar nedgang fra 2007 til 2013, men en økning igjen fra 2013 til 2016. Orentjern, Stortjern og Spiketjern viser ingen endring i tilstandsklasse for perioden 2008-2016. For de øvrige innsjøene har vi ikke indeksdata fra tidligere år.



Figur 19. Økologisk tilstand i forhold til eutrofiering. T1c-indeksen vist ved mørk blå søyler og T1a vist med lys blå søyler. God/moderat-grensa = 30 er markert med rødt, dvs. alle verdier under denne grensa viser moderat eller dårligere tilstand. Figuren inkluderer bare de innsjøer og år der både kransalger og karplanter er undersøkt (se referanser i faktaarkene, vedlegg A). Bare innsjøer hvor totalt antall arter er større enn 3 er inkludert. Unntak: Marktjern.

5. Samlet økologisk tilstand og tiltaksbehov

5.1 Samlet vurdering av økologisk tilstand

Økologisk tilstand for vannvegetasjon er sammenstilt med klorofyll (planteplankton) og fysisk-kjemiske støtteparametere i tabell 9. Økologisk tilstand for en innsjø bestemmes i utgangspunktet av de biologiske kvalitetselementene, her vannplanter og planteplankton (klorofyll), og regelen om at «det verste styrer». Dersom de fysisk-kjemiske støtteparametere viser dårligere tilstand enn de biologiske elementene, skal disse inkluderes i samlet tilstand. Dette gjelder bare dersom biologisk tilstand er god eller svært god, og kan bare trekke tilstanden ned til moderat (Direktoratsgruppa 2015). Se for øvrig kapittel 3.2 for diskusjon om hvilke parametere som er inkludert og hvorfor.

Tabell 9. Samlet vurdering av økologisk tilstand fosfor innsjøene 2016. Vannplanter (Tlc), planteplankton (klorofyll), vannkjemisk tilstand i forhold til eutrofiering (midlere nEQR for fosfor og siktedyp), total nitrogen (middelverdier), total ammonium (verdier bare fra oktober 2016), samt tilstandsvurdering av kransalger (sm=små arter, st=store arter, se kap 4.4. Tilstand: SG= vært god, G=god, M=moderat, D=dårlig, SD=svært dårlig.

innsjø	innsjø-type	vannplanter Tlc	kransalger		Fosfor og siktedyp	Total nitrogen	total ammonium	kloro- fyll	Samlet tilstand
			sm	st					
Stavsjøen	301	SD	0	0	D	D	SD	M	SD
Stortjern	301	M	0	--	D	D	SD	M	M
N Falangtjern	302	SD	--	0	D	D	SD	D	SD
Vientjern	301	M	--	--	G	SD	D	SG	M
Vienbråtåjern	302	SD	--	--	D	M	SD	D	SD
Orentjern	301	M	0	0	G	SD	G	SG	M
Velotjern	301	M	--	0	G	D	M	SG	M
Bråtåjern	301	D	0	--	M	D	M	SG	D
Sverigetjern	301	D	0	+	M	D	G	G	D
Marktjern	301	(D) ¹	--	0	G	M	G	SG	(D) ¹
Kårstadtjern	301	M	--	--	G	D	G	SG	M
Storetjern	301	G	+	0	G	D	SG	SG	M ²
Spiketjern	301	SG	0	+	SG	M	-	SG	SG
Nyborgtjern	302	SG	--	--	SG	D	SD	SG	M ³

1: for få arter i Marktjern til å vurdere tilstandsklasse, 2: redusert pga. bestander med vasspest, 3: redusert pga. svært dårlig tilstand ift. total ammonium

Spiketjern har svært god økologisk tilstand. Samlet tilstand for alle øvrige innsjøer er moderat-svært dårlig.

Tilstanden i Storetjern blir redusert til moderat på grunn av bestander med *Elodea canadensis* (vasspest), men det er sannsynligvis ikke mulig å fjerne vasspest fra innsjøen. En reduksjon av næringsnivået i innsjøen vil muligens kunne redusere bestanden over tid (Mjelde m.fl. 2012). Nyborgtjern viste en kraftig nedgang i Tlc-indeksen fra 2007-2013 (fra SG til M, se figur 19), men har forbedret tilstandsklassen, basert på Tlc, i 2016. Dersom vi benytter de foreløpige grenselinjene for ammonium (se kapittel 3.2) vil tilstandsklassen for Nyborgtjern bli redusert. De lave oksygenkonsentrasjonene i dypvannet støtter denne vurderingen.

Selv om Tlc-indeksen viser for dårlig tilstand i alle innsjøene, unntatt Spiketjern, gjenspeiler den ikke fullt ut den store nedgangen og bortfall av kransalger som er observert i enkelte innsjøer. For vurdering av tilstanden for kransalgesjøene er det derfor også viktig å se på endringer i forhold til tidligere undersøkelser.

Det bør gjennomføres tiltak i alle innsjøene, unntatt Spiketjern.

5.2 Mulige årsaker til for dårlig tilstand

Høye verdier av fosfor og nitrogen tyder på kraftig forurensning fra landbruket og/eller spredt avløp. Høyt fosforinnhold som f.eks. i Nedre Falangtjern og Vienbråtåttjern, fører til store planteplankton-biomasser og dårlige lysforhold for vannvegetasjonen.

I tillegg har flere av innsjøene høye ammonium-konsentrasjoner (NH_4). Såpass høye verdier i (slutten av) vekstsesongen kan tyde på direkte avrenning fra kloakk eller husdyrgjødsel. NH_4 fra nedbrytning av organisk materiale (plankton etc.) under anoksiske forhold i dypvannet kan også ha bidratt til de høye verdiene. Selv om både NO_3 og NH_4 er viktige plantenæringsstoffer for karplanter og kransalger i vann, vil ulike former eller for høye nivåer kunne virke negativt (se referanser i Mjelde 2014a). Ammonium i vann består av to deler; NH_4^+ og NH_3 , og fordelingen mellom disse er avhengig av pH og temperatur (og i mindre grad salinitet) (Körner et al. 2001). Flere av innsjøene har sannsynligvis $\text{pH} > 8$ og sommerstid kan det derfor være et visst innhold også av NH_3 i innsjøene. Ammoniakk er giftig for de fleste vannlevende organismer. Alle innsjøene som har svært dårlig tilstand i forhold til total ammonium mangler kransalger eller har vist en nedgang i antall kransalger siden 2007/2008 (jfr. kapittel 4.3).

5.3 Usikkerhetsvurdering

Prøvetakingsmetodikk. For kalksjøene som er prøvetatt i 2016 er det benyttet samme innsamlingsmetodikk som i basisovervåking og tiltaksovervåking, dvs. det er tatt blandprøver for 2 x siktedypet. De fleste av kalksjøene er forholdsvis grunne og har oksygenfritt bunnvann. For flere av disse består vannprøvene av en blanding av oksygenrikt overflatevann og oksygenfritt bunnvann. Dette vanskeliggjør tolkningen av resultatene.

Analysemetodikk. Enkelte parametere er analysert ved intern metode. Dessuten rapporteres måleusikkerheten som stor for næringsstoffene: total-fosfor: 20%, fosfat: 30%, total-nitrogen: 15%, ammonium: 20%, og nitrat og nitritt: 15%.

Grenselinjer og referanseverdier for kjemiske støtteparametre i kalkrike innsjøer ($> 20 \text{ mg Ca/l}$) mangler. Bruk av grenselinjer og referanseverdier for moderat kalkrike innsjøer ($4\text{-}20 \text{ mg Ca/l}$) kan gi for dårlig tilstand.

Ammonium. Tilstand i forhold til ammonium er basert på tålegrenser for fisk og basert på én måling pr. innsjø. Det er ikke foretatt vurderinger av hvilke effekter høye verdier av ammonium har på kransalger og karplanter i Norge.

Total nitrogen. For kalksjøene har vi benyttet samme vurderinger som for basisovervåking: total nitrogen er bare inkludert i samlet vurdering av tilstand for vannkjemiske støtteparametre for innsjøer som er nitrogenbegrenset. Ingen av kalksjøene var nitrogenbegrenset, men har til dels svært høye nitrogenverdier, som kanskje burde vært inkludert i en samlet vurdering. Særlig fordi det ser ut til at høyt innhold av løst nitrogen har negativ effekt på kransalgene; se diskusjoner i foreliggende rapport og i Mjelde (2014a).

6. Naturtyper og verdivurdering

6.1 Verdisetting

Kriteriene for verdisetting av naturtyper er under revisjon. Her har vi benyttet kriteriene som er foreslått i foreløpig faktaark for «Kalksjøer» (Mjelde 2014b). Verdisetting er basert på sjeldenhet, dvs. truede vegetasjonstyper (iht. Fremstad og Moen 2001) og rødlistearter (iht. Henriksen og Hilmo 2015). I tillegg inngår de sjeldne delnaturtypene E0705 og E0704 som verdikriterium (se tabell 10). Vurderingen baseres på rødlistearter og mengde av truede vegetasjonstyper som er registrert i innsjøen en eller annen gang, selv om de nødvendigvis ikke finnes i dag.

Aktuelle **truede vegetasjonstyper** i kalksjøer er:

P1b) Kalkkrik tjønnaks-utfoming, med følgende viktige arter *Potamogeton lucens*, *P. obtusifolius*, *P. praelongus*, *Stuckenia filiformis*).

P5a) Taggkrans-utfoming (*Chara rudis*). Her inkluderes også den nærstående *C. aculeolata*.

P5b) Bustkrans-piggkrans-utfoming (*C. aspera*, *C. contraria*, *C. strigosa*, *C. tomentosa*).

P5c) Vanlig kransalge-utfoming (*Chara globularis*). Her inkluderes også den nærstående *C. virgata*.

For å vurdere om bestandene er store eller små, eller om det bare er spredte forekomster av vegetasjonstypene, har vi benyttet den semi-kvantitative skalaen som brukes ved standard undersøkelser av vannvegetasjon i kalksjøer (jfr. Mjelde m.fl. 2010). Store bestander av en rødlistet vegetasjonstype brukes når én eller flere arter i typen har skalaverdi 4 eller 5. Små bestander brukes når én eller flere arter har skalaverdi 3 og ingen har 4 eller 5. Spredte forekomster brukes når ingen arter har skalaverdi mer enn 1 eller 2.

Når det gjelder **rødlistearter**, er alle arter vurdert som NT, VU, EN eller CR iht. Henriksen og Hilmo (2015) tatt med.

Vi får da følgende grunnlag for verdisettingen:

Tabell 10. Gjeldende verdsettungskriterier.

Parameter	Lav vekt	Middels vekt	Høy vekt
Truede vegetasjonstyper og rødlistearter	1) <u>spredte</u> forekomster av en eller flere truede vegetasjonstyper og forekomst av NT/DD-arter <u>ELLER</u> 2) <u>små</u> bestander av truede vegetasjonstyper uten rødlistearter	1) <u>små</u> bestander av en eller flere truede vegetasjonstyper og NT/DD-arter <u>ELLER</u> 2) <u>store</u> bestander av en eller flere truede vegetasjonstyper uten rødlistearter <u>ELLER</u> 3) ingen truede vegetasjonstyper, men VU-arter.	1) <u>store</u> bestander av en eller flere truede vegetasjonstyper og NT/DD-arter <u>ELLER</u> 2) forekomst av EN/CR-arter
Sjeldne delnaturtyper			Kalksjø i karstområder (E0705). Vegetasjonsfri kalksjø (E0704) dersom upåvirket av forurensning.

Basert på verdsettungskriteriene i tabell 10 har vi foretatt en verdisetting av alle innsjøene undersøkt i 2016 (tabell 11).

Tabell 11. Naturtyper og verdisetting for kalksjøene basert på 2016-data.

Lokalitet	år	Innsjø- type	Natur- type (E)	Grunnlag for verdisetting			RL- natur	fremm art	tilstand Tlc	Verdi	Kommentarer
				RL- arter	RL-veg	utform					
Stavsjøen	2016	301	702	1VU	P1b	1	EN		SD	A	store best. av P1b: <i>P. lucens</i> (VU)
Stortjern	2016	301	701	1NT	P5b	2	EN		M	B	små best. av P5b: <i>C. contraria</i> (NT)
N Falangtjern	2016	302	702	-	-	1	EN	x	SD	-	
Vientjern	2016	301	701	1NT	P5b	3	EN		M	B	spredt med P5b: <i>C. contraria</i>
Vienbråtåjern	2016	302	701	1NT	-	-	EN		SD	-	
Orentjern	2016	301	702	2VU, 1NT	P1b, P5a, P5b	1	EN		M	A	store best. av P1b: <i>P. lucens</i> (VU), spredt med P5a: <i>C. rudis</i> (VU), små best av P5b: <i>C. contraria</i> (NT)
Velotjern	2016	301	702	1CR, 2VU, 2NT	P1b, P5a, P5b	1	EN		M	A	store best. av P1b: <i>P. lucens</i> (VU), små best. av P5a: <i>C. rudis</i> (VU), store best. av P5b: <i>C. tomentosa</i> (CR) og <i>C. contraria</i> (NT)
Bråtåjern	2016	301	701	1NT	P5b	3	EN		D	C	spredt med P5b: <i>C. aspera</i> (NT)
Sverigetjern	2016	301	702	2VU, 3NT	P1b, P5a, P5b	3	EN	x	D	B	spredt med P1b: <i>P. lucens</i> (VU), P5a: <i>C. rudis</i> (VU) og P5b: <i>C. aspera</i> (NT) og <i>C. contraria</i> (NT)
Marktjern	2016	302	701	-	-	-	EN		(D)	-	
Kårstادتjern	2016	301	702	1VU, 1NT	P5a, P5b	3	EN	x	M	B	spredt med P5a: <i>C. rudis</i> (VU) og P5b: <i>C. aspera</i> (NT)
Storetjern	2016	301	702	1VU, 3NT	P1b, P5a, P5b, P5c	1	EN	x	M	A	store best med P1a: <i>P. praelongus</i> , store best. av P5a: <i>C. rudis</i> (VU), små best av P5b: <i>C. strigosa</i> (NT), <i>C. aspera</i> (NT) og <i>C. contraria</i> (NT), spredt med P5c: <i>C. globularis</i>
Spiketjern	2016	301	701	1CR, 1VU, 3NT	P5a, P5b	1	EN		SG	A	store best. av P5a: <i>C. rudis</i> (VU) og <i>C. aculeolata</i> (NT), og av P5b: <i>C. tomentosa</i> (CR), <i>C. aspera</i> (NT) og <i>C. contraria</i> (NT)
Nyborgtjern	2016	302	701	1CR, 2NT	P5a, P5b	1	EN		SG	A	Små best. av P5a: <i>C. aculeolata</i> (NT), store best. av P5b: <i>C. contraria</i> (NT) og <i>C. tomentosa</i> (CR)

Forklaringer til tabell:

Lokalitet: navn på lokalitet som er undersøkt

År: Årstall for dataene som danner grunnlag for vurderingene

Innsjøtype: 301=klar, svært kalkrik innsjø (>20 mg Ca/l, <30 mg Pt/l), 302= humøs, svært kalkrik innsjø (>20 mg Ca/l, >30 mg Pt/l)

Naturtyper: (iht Mjelde 2014): E0701 = kransalgessjø, E0702 = kalkrik tjønnaks-sjø, E0703 = humøs kalksjø, E0704 = vegetasjonsfri kalksjø, E0705 = kalksjø i karstområder

RL-arter: antall rødlistede arter innenfor hver kategori, NT=nær truet, VU=sårbar, EN= sterkt truet, CR=kritisk truet, iht. Henriksen og Hilmo (2015)

RL-veg: rødlistede vegetasjonstyper iht. til Fremstad & Moen (2001). Bare RL-vegetasjonstyper som er aktuelle for kalksjøer nevnes, dvs. P1b (Kalkrik tjønnaks-utforming) (EN), P5a (taggkrans-utforming) (EN), P5b (bustkrans-piggrans-utforming) (EN), P5c (vanlig kransalge-utforming) (EN)

utform: 1 = store bestander av en eller flere rødlistede vegetasjonstyper, 2 = små bestander, 3 = spredte forekomster (semi-kvant 1 eller 2)

RL-natur: rødlistede naturtyper iht. Mjelde (2011)

Tilstand, Tlc-indeks: her er brukt trofiindeksen Tlc med grenselinjer, utviklet for bruk i Vanddirektivet (se Direktoratgruppen 2015)

Verdi: høy (A), middels (B) eller lav (C) (se kap. 6.1)

6.2 Utvalgte naturtyper

I forskrift av 13.05.11 om utvalgte naturtyper (<http://lovdata.no/for/sf/md/td-20110513-0512-0.html>), paragraf 3, er den utvalgte naturtypen av kalksjøer er i definert som innsjøer med kalsiuminnhold større eller lik 20 mg Ca/l og med forekomst av minst en av følgende arter; rødkrans (*Chara tomentosa*), smaltaggkrans (*C. rudis*), hårpiggkrans (*C. polyacantha*), stinkkrans (*C. vulgaris*), knippebustkrans (*C. curta*), gråkrans (*C. contraria*), blanktjønnaks (*Potamogeton lucens*), sliretjønnaks (*Stuckenia vaginata*), vasskrans (*Zannichellia palustris*), eller andre truede kalkkrevende plante- eller dyrearter. Alle de nevnte artene hadde rødlistestatus VU eller mer iht. Kålås (2010). I Rødlista for 2015 (Henriksen & Hilmo 2015) ble statusen for *Chara contraria* redusert fra VU til NT. Den inkluderes derfor ikke lenger blant artene som definerer utvalgt naturtype.

Lokalitetene som kan karakteriseres som utvalgte naturtyper er vist i tabell 12.

6.3 Samlet verdivurdering

En samlet verdivurdering for alle innsjøene er gitt i tabell 12. Vurderingene er basert på Rødliste for naturtyper (Lindgaard & Henriksen 2011), utvalgt naturtyper i henhold til Naturmangfoldloven (MD 2009), samt verdikriteriene i tabell 10. Verdivurderingene er vist både for 2016 og kombinert med tidligere registreringer.

Tabell 12. Samlet verdisetting. RL-naturtype (rødlistet naturtype): EN=kritisk truet. Utvalgt naturtype (UN). Verdisetting: A= høy, B=middels og C=lav verdi. ¹: basert på registreringer foretatt 2016, ²: basert på 2016 kombinert med tidligere registreringer (se faktaarkene, vedlegg A).

innsjø	RL-	Utvalgt naturtype		Verdivurdering	
	naturtype	2016	totalt	2016 ¹	totalt ²
Stavsjøen	EN	UN	UN	A	A
Stortjern	EN	UN	UN	B	A
Nedre Falangtjern	EN	-	UN	-	C
Vientjern	EN	UN	UN	B	A
Vienbråttjern	EN	-	UN	-	A
Orentjern	EN	UN	UN	A	A
Velotjern	EN	UN	UN	A	A
Bråttjern	EN	UN	UN	C	B
Sverigetjern	EN	UN	UN	B	B
Marktjern	EN	-	UN	-	C
Kårstadtjern	EN	UN	UN	B	A
Storetjern	EN	UN	UN	A	A
Spiketjern	EN	UN	UN	A	A
Nyborgtjern	EN	UN	UN	A	A

7. Nyborgtjern

7.1 Innledning

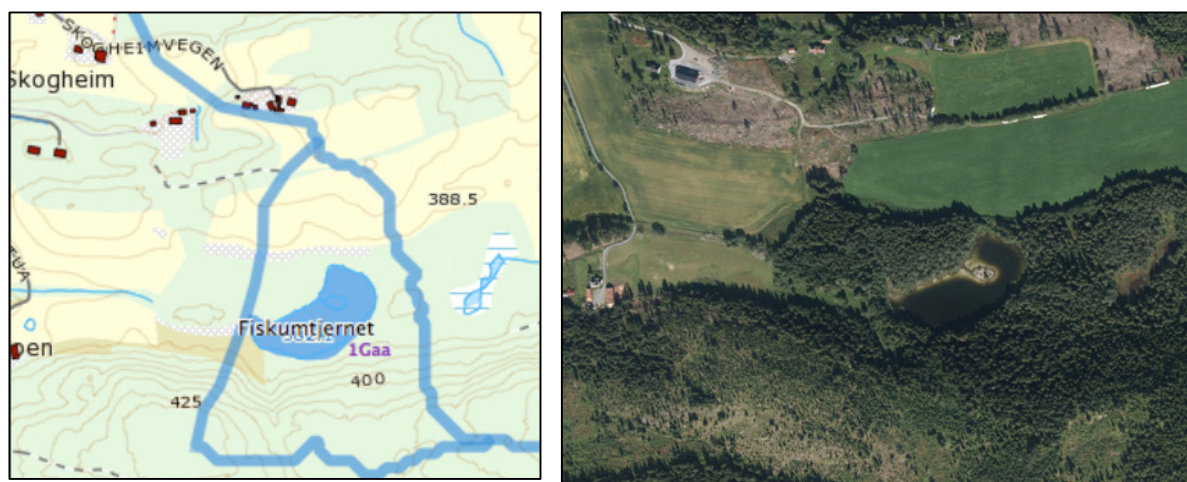
Nyborgtjern var tidligere regnet som en av de flotteste kransalgesejøene på Hadeland. Kransalgene i tjernet ble første gang registrert i 1991, og tjernet ble da beskrevet som en svært vakker innsjø med store bestander av flere kransalgearter (Langangen 1991). I 2008 var kransalgevegetasjonen fortsatt frodig, men vannmassene var noe brunfarget og det ble registrert stor forekomst av trådformede grønnalger (Langangen 2008). I 2013 ble det registrert svært lite kransalger i tjernet, og høyt innhold av ammonium i vannet gjennom hele sesongen ble antatt å være årsaken til bortfallet av kransalger (Mjelde 2014).

I dette kapittelet blir mulige årsaker til tilbakegangen av kransalgevegetasjonen diskutert. Mulige avbøtende tiltak og videre undersøkelser blir vurdert.

7.2 Aktiviteter i nedbørfeltet

Nyborgtjern har utløp mot vest, og er sannsynligvis grunnvannspåvirket, uten registrerte innløpsbekker. Ifølge Brandrud & Bendiksen (2005, unpubl.), er utløpsbekken tidligere senket ca. 0,5 m, og det er stedvis på nordsiden tydelig å se den gamle innsjøkanten.

Inndeling og arealberegning av nedbørfelt for flere av innsjøene på Hadeland, deriblant Nyborgtjern, ble foretatt av Borch m.fl. (2011) (se figur 20). Nedbørfeltet til Nyborgtjern er bare 0,105 km², og består for det meste av skog. Sumpskogen i øst har vært kraftig grøftet (Brandrud & Bendiksen (2005, unpubl.).



Figur 20. Venstre: nedbørfeltet til Nyborgtjern (=Fiskumtjernet), klippet fra Borch m.fl. (2011). Høyre: Nyborgtjern med nedbørfelt, fra norgebilder.no.

Et jordbruksområde i nord utgjør 18 % av nedbørfeltet (Borch m.fl. 2011). Dette jordet har vært brukt til konvensjonell korndyrking, med bruk av normale mengder kunstgjødsel, dvs. ca. 10 kg N pr. daa. I 2012 ble jordet bortforpaktet, og våren 2013 ble jordet gjødslet med talle (avføring og urin fra husdyr som er tråkket sammen med halm, sagflis e.l.). Tallen lå i en haug på jordet sannsynligvis i ett år før den ble spredt utover. Den ble pløyd ned umiddelbart etter spredning. Deretter ble det sådd med gras, og man regner med at det ble sådd korn samme år. Etter dette har det vært grasproduksjon på dette jordet, med relativt liten bruk av husdyrgjødsel (G. Johansen, pers.medd.).

Gården vest for Nyborgtjern har hester, men dette området er sannsynligvis utenfor nedbørfeltet (iht. grensene hos Borch m.fl. 2011). Hvorvidt det kan ha vært deponert hestegjødsel i nærområdet til Nyborgtjern er ikke klarlagt.

Langangen (1991) og Brandrud & Bendiksen (2005, unpubl.) nevner et slamdeponi i nordøst, men dette ligger sannsynligvis utenfor nedbørfeltet.

7.3 Endring i kransalgevegetasjonen

I 1991 var det store bestander av kransalgene piggkrans (*Chara aculeolata*), rødkrans (*C. tomentosa*) og gråkrans (*C. contraria*) i tjernet (Langangen 1991). Gråkrans var vanligst på grunt vann, mens rødkrans og piggkrans dannet tette bestander på dypere vann, på hhv. nord- og sørsida. Brandrud og Bendiksen (2005, unpubl.) registrerte samme forekomster i 1992, og anslo en nedre grense for kransalgebestandene på 2-3 m dyp.

I 2007 dannet smaltaggkrans (*Chara rudis*) og piggkrans bestander rundt det meste av tjernet fra 0,5 m dyp og ut til mer enn 3,5 m dyp. Gråkrans og rødkrans fantes mer spredt, først og fremst på grunnere vann (Mjelde 2008). I 2008 var kransalgevegetasjonen fortsatt frodig, men vannmassene var noe brunfarget og det ble registrert stor forekomst av trådformede grønnalger (*Mougeotia*, *Zygnema* og *Spirogyra*) (Langangen 2008). I 2010 fantes bare spredte forekomster av døende kransalger (Hegge, pers.medd).

I 2013 ble bare gråkrans registrert, men med svært liten forekomst. Det ble ikke registrert kransalger på dypere vann enn 0,2 m (Mjelde 2014a).

I 2016 var gråkrans og piggkrans vanlige, mens rødkrans fantes mer spredt. Kransalgebestandene gikk ut til 1,4 m dyp, mens enkeltplanter ble registrert ned til 1,6-1,7 m.

7.4 Endringer i vannkjemi og sedimentkjemi

Det foreligger vannkemiske data for Nyborgtjern fra 2000-2001, 2007, 2013 og 2016 (Walseng m.fl. 2002, Mjelde 2008, Mjelde 2014a og foreliggende undersøkelse). Vi regner med at alle prøvene er tatt omtrent ved dypeste punkt (omtrent midtfjords i søndre basseng). I 2008 ble det tatt blandprøver fra sjiktet 0-2 m. Det er usikkert hvilket prøvedyp som ble benyttet i 2013, men siden det ikke var oksygenfritt bunnvann har blandprøvedypet sannsynligvis ikke så mye å si for de kjemiske analysene i 2013. I 2016 ble det tatt blandprøver fra 0-5 m, dvs. vannprøvene inkluderer både overflatelaget og oksygenfrie vannmasser (se kap. 3.1). Prøvene av bunnsedimentene ble tatt på samme sted som vannprøvene mens alle prøvene i strandsedimentene er tatt på grunt vann i nord.

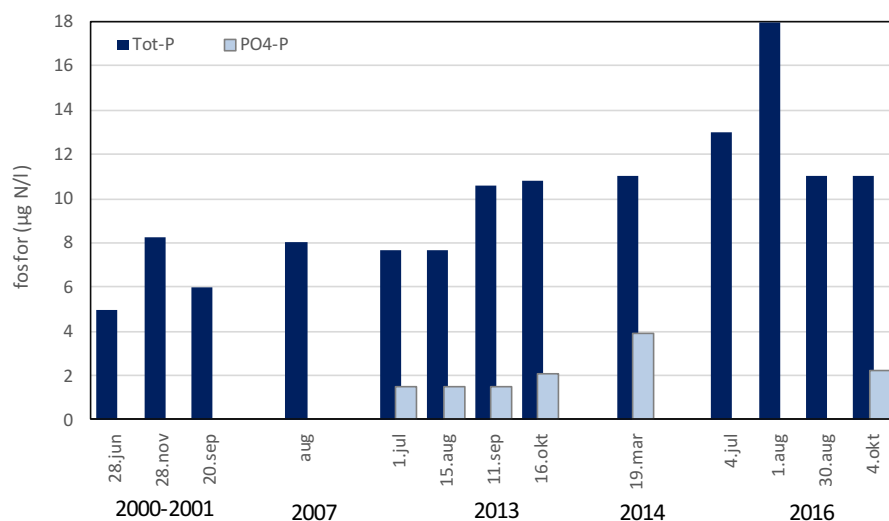
7.4.1 Vannmasser

Tilgjengelige data for næringsinnholdet i vannmassene i Nyborgtjern i perioden 2000-2016 er vist i figur 21 og 22, og i tabell 13. Data for total fosfor foreligger for juni og august 2000, september 2001, august 2007, juli-oktober 2013, mars 2014 og juli-oktober 2016, mens data for total nitrogen foreligger for de samme datoene unntatt 2000 og 2001. Data for ammonium (NH_4), nitrat (NO_3) og fosfat (PO_4) er bare tilgjengelig for 2013-2014 og oktober 2016. I tillegg finnes NO_3 -data for 2000-2001.

Det er en viss forskjell på oksygenforholdene i bunnvannet i Nyborgtjern i 2013 (Mjelde 2014a) og i 2016 (kap. 3.1). Forholdene ser ut til å være noe bedre i 2013, men dette skyldes sannsynligvis en begynnende sirkulasjon i 11. september 2013 (Mjelde 2014a), i forhold til målingene 4. august 2016 (vedlegg B).

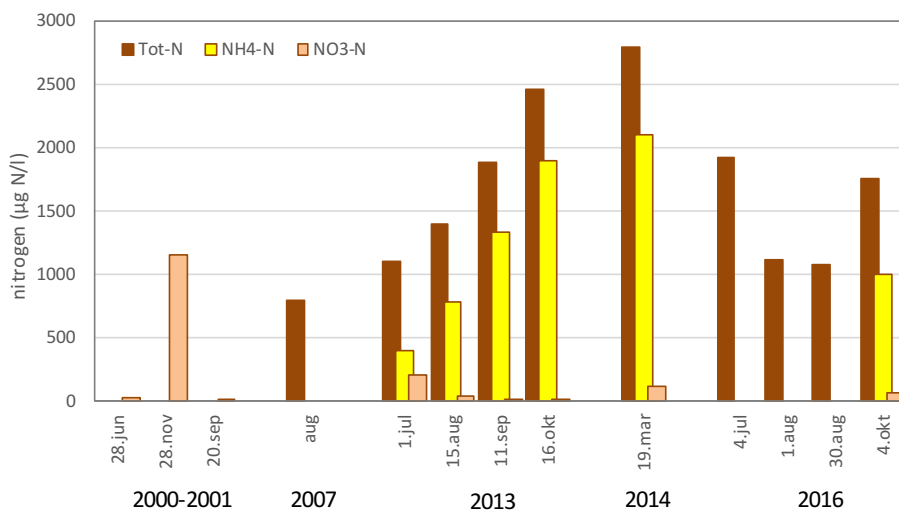
Til tross for svært variable analysedata, er det tydelig at det har vært store variasjoner i fosfor- og nitrogenkonsentrasjonene i vannmassene (figur 21 og 22).

Total fosfor viser en jevn økning fra 2000-2001 og fram til 2016, og Nyborgtjern går fra en oligotrof tilstand til en mesotrof tilstand (figur 21). I kalksjøene vil en stor del av fosforet bindes til kalkpartikler og havne i sedimentet. Under oksygenfrie forhold i bunnvannet løses fosfor ut igjen til vannmassene. I august 2016 ble det målt noe forhøyet fosfor i vannprøve fra 4 m i forhold til det som ble målt i blandprøven (0-5 m).



Figur 21. Endringer i fosfor i vannmassene Nyborgtjern i perioden 2000-2016. Fosfat foreligger bare for 2013 og oktober 2016. Fosfat-verdiene for juli-september 2013 er oppgitt som <1,5 µg P/l.

Høyt innhold av nitrat i 2000-2001 (kombinert med høyt TOC-innhold i samme periode) ble antatt å ha sammenheng med forholdsvis store nedbørmengder i november 2000 (Walseng m.fl. 2002), eventuelt kombinert med grøfting av sumpskogen i øst (jfr. kap. 8.2). Årsakene til de unormalt høye ammoniumverdiene i 2013 og delvis i 2016 kan være flere. Vi har ikke data på ammonium fra tidligere år, men total nitrogen i 2007 var lavt. Ved normale oksygenrike forhold vil ammonium oksyderes til nitrat i vannmassene. Vedvarende høyt innhold av ammonium gjennom hele sesongen, som i 2013, tyder på en stadig tilførsel. Mjelde (2014a) antydte at de høye ammoniumverdiene kunne skyldes tilsig fra f.eks. husdyrgjødsel. Tilsiget kan skyldes haugen med talle som lå på jordet rett nord for innsjøen i 2012-2013.



Figur 22. Endringer i nitrogen i vannmassene Nyborgtjern i perioden 2000-2016. Nitrat og ammonium foreligger fra 2000-2001, juli-oktober 2013, mars 2014 og oktober 2016. I tillegg finnes nitratdata fra 2000-2001.

Chara-artene tar mesteparten av næringen fra vannmassene (Vermeer et al 2003), brytes ned sent og kan opprettholde en god del av biomassen gjennom vinteren (f.eks. Blindow 1992, Kufel & Kufel 2002). Dette gjør at friske kranalgebestander er effektive som «næringsluk», dvs. fosfor og nitrogen holdes tilbake i bestandene og slippes ikke ut i vannmassene (Kufel & Kufel 2002, Rodrigo et al 2007). Vi antar derfor at kranalgebestandene i Nyborgtjern normalt opprettholder en viss biomasse gjennom vinteren og at den

kraftige nedgangen av kransalgebestander som observert i Nyborgtjern ikke er noe som skjer hver høst. I 2008 ble det antydnet en mulig forverring for kransalgene i innsjøen. Vi vet ikke hva årsaken til dette var, men hvis dette førte til en total nedbrytning av de store kransalgebestandene i løpet av kort tid, kan man ikke se bort fra at økt nitrogen i vannmassene kan skyldes utlekking fra døde kransalger.

Dersom oksygenfritt bunnvann ikke er inkludert i vannprøvene fra 2013, tyder resultatene på et sig av ammonium fra nedbørfeltet. Derimot, hvis blandprøvene i 2013 inkluderte bunnvannet, kan NH_4 ha kommet herfra. I 2016 ble vannprøvene tatt som blandprøver 0-5 m, dvs. en blanding av oksygenrikt og oksygenfritt vann. Så lenge det er oksygenfritt bunnvann, vil nitrogenet der foreligge som NH_4 . Ut fra dette er det altså litt usikkert om en fortsatt høy ammoniumkonsentrasjon skyldes et høyt ammonium-nivå i bunnvannet eller sig utenfra. Analyser av nitrat og ammonium foreligger bare fra oktober 2016, men det forholdsvis lave nivået av total nitrogen i august 2016 tyder ikke på noe høyere ammonium enn det som ble målt i oktober. Hvorvidt det var høyt ammonium-nivå i juli vet vi ikke. Dersom det var full sirkulasjon i vannet i oktober kan man anta at ammonium skulle vært oksydert til nitrat. Imidlertid er dette avhengig av grad og tidspunkt for sirkulasjonen og hvor mye nitrogen som er i sediment og bunnvann.

I Nyborgtjern ble det i oktober 2016 målt total ammonium på 1000 $\mu\text{g/l}$. Sannsynligvis ligger pH i tjernet på i overkant av 8. Det betyr at det kan være en viss andel ammoniakk i vannmassene. For fisk i oppdrettsanlegg er det satt maksimumskrav til ammoniakkinnhold i vann, hvor bl.a. 70 $\mu\text{g/l}$ er vurdert som ikke akseptabelt. Vi har ingen tilsvarende tall for vannplanter, men flere forsøk viser at både NH_4 og NH_3 kan ha negativ innvirkning på vannplanter (f.eks. Körner et al. 2001, Cao et al. 2007).

Tabell 13. Tilgjengelige vannkjemiske data for Nyborgtjern.

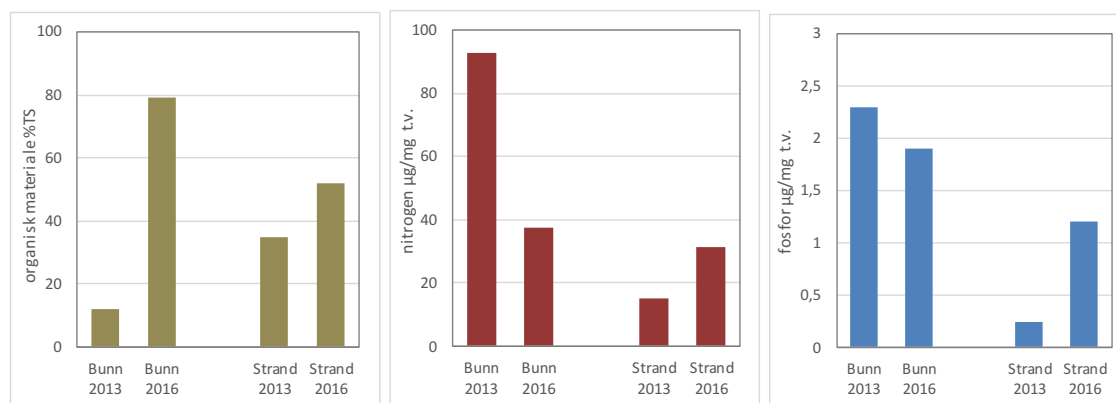
Data hentet fra Walseng m.fl. 2002, Mjelde 2008, Mjelde 2014a og foreliggende rapport.

År	dyp	Ca mg/l	Farge mg Pt/l	TOC mg C/l	Tot-P $\mu\text{g P/l}$	PO_4 $\mu\text{g P/l}$	Tot-N $\mu\text{g N/l}$	NO_3 $\mu\text{g N/l}$	NH_4 $\mu\text{g N/l}$	klorofyll $\mu\text{g/l}$	Turb. NTU	siktedyp m
28.06.2000	?	59,2	-	10,06	4,98	-	-	19	-	-	-	-
28.11.2000	?	56,8	-		8,27	-	-	1148	-	-	-	-
20.09.2001	?	54,8	-	8,95	6	-	-	4	-	-	-	-
04.09.2007	0-2	64,0	41,0	-	8,0		800	-	-	-	-	2,7
01.07.2013	?	63,9	36	-	7,7	<1,5	1100	210	402	-	0,86	4,3
15.08.2013	?	69	29	-	7,7	<1,5	1400	33	784	-	0,81	3,4
11.09.2013	?	67,8	26	-	10,6	<1,5	1890	<15	1330	-	1,1	-
16.10.2013	?	68,7	26	-	10,8	2,1	2460	<15	1900	-	0,91	-
19.03.2014	?	77	40	-	11	3,9	2800	120	2100	-	0,3	-
06.07.2016	0-5	81,6	64	-	13	-	1920	-	-	2,83	-	4
01.08.2016	0-5	62,5	29	-	18	-	1120	-	-	4,13	-	3
04.08.2016	4	-	-	-	20	3	-	-	-	-	-	-
30.08.2016	0-5	64,3	24	-	11	-	1080	-	-	1,83	-	3
03.10.2016	0-5	63,8	25	-	11	2,2	1750	57	1000	2,18	-	3

7.4.2 Sedimenter

Vi har ingen data for sedimentasjonshastighet i de undersøkte innsjøene, men generelt sett regner man med en sedimentasjonshastighet på 0,14-0,15 mm/år i innsjøer (Bækken & Færøvik 2004). I løpet av 3 år (2013-2016) er det derfor lite nytt materiale i de øvre 2 cm av sedimentet (som brukt i denne undersøkelsen). På denne bakgrunn er de fleste observerte forskjellene mellom de to årene for små til å legge vekt på.

Imidlertid er forskjellen i nitrogeninnhold i bunnsedimentet mellom de to årene såpass stort (figur 23), at det er grunn til å se nærmere på det. Nitrogeninnholdet i bunnsedimentet ser ut til å være kraftig redusert i løpet av de 3 årene, samtidig med en økning i organisk materiale. Det er mulig at økningen i organisk innhold enten skyldes rester fra de store kransalgebestandene eller tilført talle fra nedbørfeltet, mens det tilførte nitrogenet kan være lekket ut til vannmassene.



Figur 23. Organisk innhold, nitrogen og fosfor i bunn- og strandsediment i Nyborgtjern 2013 og 2016.

7.5 Mulige årsaker til bortfall av kransalger og forslag til tiltak

På grunn av noe varierende bakgrunnsdata og forskjellig prøvetakingsmetodikk, samt for lite kunnskap om kransalgens tålegrenser i forhold til nitrogen, er det ikke mulig å angi årsaken til bortfall av kransalger med sikkerhet. Svært redusert kransalgebestand i 2010 tyder på en ukjent påvirkning i 2008-2009, fulgt av nedgang og bortfall av kransalger og dermed økt utlekking av næring fra disse. Hvorvidt det har vært tilslag av ammonium fra talle vinteren 2012-2013, og om dette har hatt betydning for kransalgevegetasjonen, er ikke mulig å vurdere ut fra foreliggende data.

For en så liten og grunn innsjø som Nyborgtjern, skal det ikke store forurensningstilførsler til før det får store konsekvenser for økosystemet. Det er derfor nødvendig at man er svært streng med hva som foregår i nærområdet. Konkret foreslår vi at deponering av husdyrgjødsel/talle ikke bør foregå i nedbørfeltet. Den bør spres og pløyes ned straks den tas inn i feltet. Det bør heller ikke foretas drenering i myr- eller skogsområder i nedbørfeltet. Vanlig skogsdrift kan føre til økte tilførsler av organisk materiale og nitrat. Man bør vurdere hvilke effekter skogsdriften har på en så liten innsjø. Det bør vurderes om vegetasjonssona i nord er god nok for å hindre avrenning fra jordet til Nyborgtjern.

Det bør settes i gang et overvåkingsprogram i Nyborgtjern. Dette bør inneholde både vannkjemiske og vannbotaniske undersøkelser. Vi foreslår vannprøvetaking 3-4 ganger i sesongen hvert år framover til man har nok kunnskap om hvordan forholdene utvikler seg. Prøvene bør tas som blandprøve 0-2 m, samt en prøve fra bunnvannet, f.eks. 4 m dyp. Alle prøvene bør analyseres på minimum total fosfor, PO₄, total nitrogen, NO₃, NH₄, pH, kalsium, farge, TOC og turbiditet. På høsten hvert år foretas undersøkelse av oksygenforholdene, samt vurdering av utbredelse av kransalgebestandene. Man kan vurdere å innhente prøver av fekale indikatorbakterier (*E. coli*), eventuelt kildeopsporing vha. molekylærbiologiske metoder (jfr. Paruch 2014). Hvert 8. år tas sedimentprøver av de øverste 0-1 cm.

8. Litteratur

Andersen, T. & Færøvik, P.J. 2007. Utredninger Vansjø 2006. Undersøkelse av mulig interngjødsling 2006. NIVA-rapport lnr. 5353-2007.

Brandrud, T.E., Bendiksen, E. 2005. Naturtypekartlegging i Lunner kommune. Rapport del II: Faktaark med lokalitetsbeskrivelser og verdivurdering. NINA, unpubl. notat. Versjon II juni 2005.

Borch, H., Turtumøygard, S., Eggestad, H.O. 2011. Modellering av næringsstofftilførsler i et vassdrags-avsnitt på Hadeland. Bioforsk, Jord og miljø. Rapport vol. 6 nr. 132 2011.

Bækken, T., Færøvik, P.J. 2004. Effekter av vegforurensning på vannkvalitet og biologi i Padderudvann. Statens vegvesen, Teknologiavdelingen. Publikasjon nr. 106. 92 s.

Cao T., Xie P., Ni L.Y., Wu A.P., Zhang M., Wu S.K. et al. 2007. The role of NH₄ toxicity in the decline of the submersed macrophyte *Vallisneria spiralis* in lakes of the Yangtze River basin, China. Marine and Freshwater Research, 58, 581–587.

Direktoratsgruppen 2015. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiserings-system for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Veileder 02:2013, revidert 2015.

DN 2011. Handlingsplan for kalksjøer. Direktoratet for naturforvaltning, rapport 6-2011.

Ecke, F., Hellsten, S., Mjelde, M., Kuoppala, M., Schlacke, S. 2010. Potential conflicts between environmental legislation and conservation exemplified by aquatic macrophytes. Hydrobiologia 656: 107-115

Fremstad, E. & Moen, A. (red.) 2001. Truete vegetasjonstyper i Norge. – NTNU Vitenskapsmuseet Rapp. bot. Ser. 2001-4: 1-231.

Henriksen S. og Hilmo O. (red.) 2015. Norsk rødliste for arter 2015. Artsdatabanken, Norge ISBN: 978-82-92838-41-9.

Körner, S., Das, S.K., Veenstra, S., Vermaat, J.E. 2001. Short communication. The effect of pH variation at the ammonium/ammonia equilibrium in wastewater and its toxicity to *Lemna gibba*. Aquatic Botany 71: 71–78.

Kålås, J.A., Viken, A., Henriksen, S. og Skjelseth, S. (red.) 2010. Norsk rødliste for arter 2010 – Norwegian Red List. Artsdatabanken, Norge.

Lid, J. & Lid, D.T. 2005. Norsk flora. Det Norske Samlaget. 6. utg. ved Reidar Elven.

Langangen, A. 1991, Nyborgtjern på Hadeland, en kransalgesjø som bør vernes. Blyttia 49:11-15.

Langangen, A. 2007. Kransalger og deres forekomst i Norge. Saeculum Forlag, Oslo.

Langangen, A. 2008. Innsjøene på Hadeland. En vurdering av deres nåværende tilstand med spesiell vekt på forekomsten av kransalger. Del 1. Innledning og innsjøene i Gran kommune. Blyttia 66: 104-120.

Lindgaard, A. og Henriksen, S. (red.) 2011. Norsk rødliste for naturtyper 2011. Artsdatabanken, Trondheim.

- MD 2009. Lov om forvaltning av naturens mangfold (naturmangfoldloven). LOV 2009-06-19 nr. 100.
- Mjelde, M. 2008. Kransalgesjøer på Hadeland 2007. Vurdering av økologisk status for 11 innsjøer og tjern. NIVA Rapport 5603-2008.
- Mjelde, M. 2014a. Handlingsplan for kalksjøer. Utredning av miljøkrav for kransalger og arter av tjønnaks i kalksjøer - videreføring. NIVA-rapport 6685.
- Mjelde, M. 2014b. Kalksjø. Veileder for kartlegging, verdisetting og forvaltning av naturtyper på land og i ferskvann (revidert håndbok 13). Utkast til faktaark av 30.11.2014
- Mjelde, M. 2016. Oppsummering av kunnskap om kalksjølokaliteter som er «utvalgt naturtype». Faktaark. NIVA-rapport 6998-2016.
- Mjelde, M., Langangen, A. Bækken, T., Pedersen, T. Gausemel, S. 2010. Handlingsplan for kalksjøer – Veileder for inventering i kalksjøer. Fylkesmannen i Oppland, miljøvernavdelingen, Rapp. nr. 4/10, 19 s.
- Mjelde, M. Langangen, A., Edvardsen H. 2012. Handlingsplan for kalksjøer. Utredning av miljøkrav for kransalger og tjønnaks i kalksjøer. NIVA-rapport lnr 6450-2012.
- Paruch, A.M, Paruch, L., Mæhlum, T. 2014. Implementering av molekylærbiologiske metoder for kildeproving av fekal vannforurensning og vurdering av helsefare. Bioforsk. TEMA nr. 19. April 2014.
- Walseng, B., Brandrud, T. E., Gausemel, G., Lierhagen, S. & Tufto, A. 2002. Krepssdyr i 12 kransalgesjøer på Hadeland (Lunner og Gran kommuner, Oppland fylke) langs en trofigradient. NINA fagrapport 057: 1-46.

Vedlegg A. Oppdaterte faktaark

STAVSJØEN (innsjø-nr. 4478)

Ringsaker kommune

Naturtype: Kalksjø

Utforming: E0702 (kalksjøer med kransalger og langskuddsvegetasjon)

Verdi: A

Verdibegrunnelse: Én rødlisteart (1VU) og store bestander av truet vegetasjonstype (jfr. verdsettingskriterier i Mjelde, 2014a). Verdien er basert på rødlistearter og mengde av truede vegetasjonstyper som er registrert i innsjøen en eller annen gang, selv om de nødvendigvis ikke finnes i dag. Verdivurderingen vil derfor kunne avvike noe fra tidligere vurderinger.

Registreringer: Stavsjø-området ble kartlagt i 2010 i forbindelse med naturtypekartlegging i Ringsaker kommune. Det ble notert enkelte karplanter i innsjøen, samt opplyst om tidligere registreringer (Høitomt & Lie Olsen 2011). Kransalgene ble ettersøkt i 2010. Vannvegetasjonen (kransalger og karplanter) ble undersøkt i 2016 (Mjelde 2016). Det ble brukt båt i 2016.

Beliggenhet: Stavsjøen ligger på Nes i Ringsaker kommune, Hedmark (NVE-nr. 4478). Innsjøen ligger 264 moh. og har et areal på 0,2467 km². Innsjøen er en VD-type 301 (iht. Direktoratgruppen 2013).

Artsmangfold: Vannvegetasjonen er artsfattig, og dominert av bestander med langskuddsarten *Potamogeton lucens* (blanktjønnaks) og flytebladsplanten *Nuphar lutea* (gul nøkkerose). Totalt er det registrert 6 arter i vannvegetasjonen, hvorav én rødlisteart; *Potamogeton lucens* (VU).

Fremmede arter: Ingen fremmede arter av vannplanter er registrert.

Tilstand: Trofiindeksen viste i 2016 svært dårlig tilstand for vannvegetasjonen (TIC = -50). Vannkjemisk tilstand samme år var dårlig. I 2011 ble det registrert intern gjødsling på sensommeren (Løvik og Skjelbred 2012).

Årsaker og tiltaksbehov: Stavsjøen ligger i kulturlandskapet og er påvirket av avrenning fra bebyggelse og dyrket mark. Innsjøen inngår i overvåking av vassdrag i Ringsaker, og vi antar at undersøkelser følges opp med tiltak. Forurensningstilførsler bør identifiseres og reduseres. De foreslåtte grenseverdier for total fosfor (20 µg P/l), nitrat (500 µg NO₃/l) og ammonium (300 µg NH₄/l) (Mjelde 2014b) bør ikke overskrides.

Tidspunkt for siste undersøkelse og behov for videre oppfølging: Vannvegetasjonen (karplanter og kransalger) ble undersøkt i 2016. Undersøkelse av vannkjemisk ble gjort samme år. Sedimentundersøkelse er ikke foretatt. På grunn av verdi A bør innsjøen inngå i videre overvåking. Overvåkingen må inkludere både botaniske og vannkjemiske undersøkelser.

Referanser

Direktoratsgruppen (2013) Veileder 02:2013 Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. <http://www.vannportalen.no>.

Høitomt, T. & Lie Olsen, S. 2011. Naturtypekartlegging i Ringsaker kommune 2011. Biofokus-rapport 2011-6 Langangen, A. 2013. Handlingsplan for kalksjøer. Inventering av kalksjøer i Hamar, Løten, Ringsaker og Stange, Hedmark fylke. 2. utgave. Fylkesmannen i Oppland, Miljøvernavdelingen. Rapport 04/11.

Løvik, J.E., Skjelbred, B. 2012. Overvåking av vassdrag i Ringsaker. Undersøkelser av innsjøer i 2011. NIVA-rapport 6383-2012.

Mjelde, M. 2014a. Kalksjø. Veileder for kartlegging, verdsettning og forvaltning av naturtyper på land og i ferskvann (revidert håndbok 13). Utkast til faktaark av 30.11.2014

Mjelde, M. 2014b. Handlingsplan for kalksjøer. Utredning av miljøkrav for kransalger og arter av tjønnaks i kalksjøer - videreføring. NIVA-rapport 6685.

Mjelde, M. 2016. Undersøkelse av kalksjøer. Tilstandsundersøkelser i kalksjøer og Undersøkelse, problemkartlegging og tiltaksutredning i Nyborgtjern. NIVA-rapport (under utarbeidelse).

SPIKETJERN (innsjø-nr. 206990)

Kongsberg kommune

Naturtype: Kalksjø

Utforming: E0701 (kransalgesjøer)

Verdi: A

Verdibegrunnelse: Fem rødlistearter (3NT, 1VU, 1CR) og store bestander av truet vegetasjonstype (jfr. verdisettingskriterier i Mjelde, 2014a). Verdien er basert på rødlistearter og mengde av truede vegetasjonstyper som er registrert i innsjøen en eller annen gang, selv om de nødvendigvis ikke finnes i dag. Verdier vurderingen vil derfor kunne avvike noe fra tidligere vurderinger.

Registreringer: Kransalgevegetasjonen ble undersøkt 1968-69, 1991-92, 2011, 2013, 2014 (Langangen 2004, 2012, 2015). I 2014 ble karplanter ettersøkt. Vannvegetasjon (kransalger og karplanter) ble undersøkt i 2016 (Mjelde 2016). Det ble brukt båt i 2014 og 2016.

Beliggenhet: Spiketjern ligger i Kongsberg kommune, Buskerud (NVE-nr. 206990). Tjernet ligger i et skogsområde 380 moh., og har et areal på 0,0033 km². Tjernet er en VD-type 301, på grensa til type 302 (iht. Direktorsgruppa 2013). Tjernet er svært grunt, <1m dypt.

Artsmangfold: Spiketjern har store bestander av *Chara aculeolata* (piggkrans), *C. aspera* (bustkrans), *C. contraria* (gråkrans), *C. curta* (knippebustkrans), *C. rudis* (smaltaggkrans) og *C. tomentosa* (rødkrans). Karplanter har liten forekomst og bare sporadisk forekomst av *Nymphaea alba* (hvit nøkkerose) er registrert. Totalt er det registrert 6 arter i vannvegetasjonen, hvorav 5 er rødlistearter; *Chara aculeolata* (NT), *C. aspera* (NT), *C. contraria* (NT), *C. rudis* (VU) og *C. tomentosa* (CR). I rødlista for 2015 (Henriksen og Hilmo 2015) ble *C. curta* regnet som underart til *C. aspera* og er derfor ikke rødlistet.

Fremmede arter: Ingen fremmede arter av vannplanter er registrert.

Tilstand: På forsommeren 2013 ble det observert matter med trådformede grønnalger, dominert av *Spirogyra* spp., som dekket store deler av vannoverflaten i Spiketjern. Utover sommeren sank disse ned på bunnen og dekket kransalgebestandene. Kransalgebestandene tok seg imidlertid opp igjen på høsten og i 2014 var veksten bortimot normal og vegetasjonen i god tilstand. I 2016 var det fortsatt vekst av grønnalger, men kransalgene var i god tilstand. Trofiiindeksen (TIC = 83) viste svært god økologisk tilstand for vannvegetasjonen. Også vannkjemisk tilstand var svært god.

Årsaker og tiltaksbehov: Det er sannsynligvis ingen forurensningsaktiviteter i nedbørfeltet. Tjernet er svært grunt, og godt og varmt vær vil i perioder kunne gi gode vekstvilkår for trådformete grønnalger (se for øvrig Mjelde 2014b, Langangen 2015). De foreslåtte grenseverdier for total fosfor (20 µg P/l), nitrat (500 µg NO₃/l) og ammonium (300 µg NH₄/l) (Mjelde 2014b) bør imidlertid ikke overskrides.

Tidspunkt for siste undersøkelse og behov for videre oppfølging: Siste undersøkelse av vannvegetasjonen (kransalger og karplanter) ble foretatt i 2016. Vannkjemisk undersøkelse og sedimentprøver ble tatt samtidig. På grunn av verdi A bør innsjøen inngå i videre overvåking. Overvåkingen må inkludere både botaniske og vannkjemiske undersøkelser.

Referanser

Direktorsgruppen (2013) Veileder 02:2013 Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. <http://www.vannportalen.no>.
Henriksen S. og Hilmo O. (red.) 2015. Norsk rødliste for arter 2015. Artsdatabanken, Norge
ISBN: 978-82-92838-41-9

- Langangen, A. 2004. Kalksjøer med kransalgevegetasjon i Norge. II Beskrivelse av sjøer i Buskerud, Vestfold, Telemark, Agder, Vestlandet og Trøndelag. *Blyttia* 62(1): 51-57.
- Langangen, A. 2012. Handlingsplan for kalksjøer. Inventering av kalksjøer i Ringerike og Kongsberg kommuner i Buskerud fylke. Fylkesmannen i Oppland, Miljøvernavdelingen. Rapport 03/12.
- Langangen, A. 2015. Handlingsplan for kalksjøer. Spiketjern – en Chara-sjø på Lauarplåtået, Kongsberg. Fylkesmannen i Oppland, Miljøvernavdelingen. Rapport 5/15.
- Mjelde, M. 2014a. Kalksjø. Veileder for kartlegging, verdisetting og forvaltning av naturtyper på land og i ferskvann (revidert håndbok 13). Utkast til faktaark av 30.11.2014
- Mjelde, M. 2014b. Handlingsplan for kalksjøer. Utredning av miljøkrav for kransalger og arter av tjønnaks i kalksjøer - videreføring. NIVA-rapport 6685.
- Mjelde, M. 2016. Undersøkelse av kalksjøer. Tilstandsundersøkelser i kalksjøer og Undersøkelse, problemkartlegging og tiltaksutredning i Nyborgtjern. NIVA-rapport (under utarbeidelse).

BRÅTÅTJERN (innsjø-nr. 4875)

Jevnaker kommune

Naturtype: Kalksjø

Utforming: E0701 (kransalgesjø)

Verdi: B

Verdibegrunnelse: to rødlistearter (1NT, 1VU) og spredte forekomster av truet vegetasjonstype (jfr. verdsettingskriterier i Mjelde, 2014a). Verdien er basert på rødlistearter og mengde av truede vegetasjonstyper som er registrert i innsjøen en eller annen gang, selv om de nødvendigvis ikke finnes i dag. Verdier vurderingen vil derfor kunne avvike noe fra tidligere vurderinger.

Registreringer: Kransalgevegetasjonen ble undersøkt i 2009 (Langangen 2010). Vannvegetasjon (kransalger og karplanter) ble undersøkt i 2016 (Mjelde 2016). Det ble brukt båt i 2016.

Beliggenhet: Bråtåtjern ligger i Jevnaker kommune, Oppland (NVE-nr. 4875). Innsjøen ligger 288 moh. og har et areal på 0,0469 km². Bråtåtjern er en VD-type 301 (iht. Direktoratgruppa 2013).

Artsmangfold: Det er registrert lite kransalger i tjernet, bare spredte eksemplarer av *Chara contraria* (gråkrans) på grunt vann og *C. rudis* (smaltaggkrans) noe dypere. I 2016 ble bare noen få eksemplarer av *C. contraria* registrert. For øvrig består vannvegetasjonen av flytebladsvegetasjon. Totalt er det registrert 6 arter i vannvegetasjonen, hvorav to rødlistearter; *Chara contraria* (NT) og *C. rudis* (VU).

Tilstand: Vannvegetasjonen i Bråtåtjern er (pr. 2016) i dårlig økologisk tilstand (ITc=0), mens vannkjemisk tilstand er moderat.

Årsaker og tiltaksbehov: Bråtåtjern er sannsynligvis påvirket av tilførsler fra jordbruksområder. Forurensningstilførsler bør identifiseres og reduseres. Generelt sett bør de foreslåtte grenseverdier for total fosfor (20 µg P/l), nitrat (500 µg NO₃/l) og ammonium (300 µg NH₄/l) (Mjelde 2014b) ikke overskrides.

Tidspunkt for siste undersøkelse og behov for videre oppfølging: Siste undersøkelse av vannvegetasjon (kransalger og karplanter) ble foretatt i 2016. Vannkjemiske undersøkelser ble gjort samtidig. Sedimentundersøkelse er ikke foretatt. Ifølge vannett.no utføres det tiltak.

Referanser

- Direktoratsgruppen (2013) Veileder 02:2013 Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. <http://www.vannportalen.no>.
- Langangen, A. 2010. Innsjøene på Hadeland. En vurdering av deres nåværende tilstand med spesiell vekt på forekomsten av kransalger. Del 2. Innsjøene i Lunner og Jevnaker kommuner. Blyttia 68(1): 17-46.
- Mjelde, M. 2014a. Kalksjø. Veileder for kartlegging, verdsettning og forvaltning av naturtyper på land og i ferskvann (revidert håndbok 13). Utkast til faktaark av 30.11.2014.
- Mjelde, M. 2014b. Handlingsplan for kalksjøer. Utredning av miljøkrav for kransalger og arter av tjønnaks i kalksjøer - videreføring. NIVA-rapport 6685.
- Mjelde, M. 2016. Undersøkelse av kalksjøer. Tilstandsundersøkelser i kalksjøer og Undersøkelse, problemkartlegging og tiltaksutredning i Nyborgtjern. NIVA-rapport (under utarbeidelse).
- Mjelde, M., Bækken, T., Edvardsen, H. 2012. Undersøkelse av 10 kalksjøer i Vannområde Hadeland. NIVA-rapport Inr. 6290-2012.

KÅRSTADTJERN (innsjø-nr. 4917)

Jevnaker kommune

Naturtype: Kalksjø

Utforming: E0701 (kransalgesjøer) (opprinnelig)

Verdi: A

Verdibegrunnelse: Fire rødlistearter (2NT, 1VU, 1CR) og store bestander av truet vegetasjonstype (jfr. verdisettingskriterier i Mjelde, 2014a). Verdien er basert på rødlistearter og mengde av truede vegetasjonstyper som er registrert i innsjøen en eller annen gang, selv om de nødvendigvis ikke finnes i dag. Verdier vurderingen vil derfor kunne avvike noe fra tidligere vurderinger.

Registreringer: Kransalgevegetasjonen ble undersøkt i 1969 og 2008 (Langangen 1970, 2010), mens vannvegetasjonen (kransalger og karplanter) ble undersøkt i 2007 og 2016 (Mjelde 2008, 2016). Det ble brukt båt i 2007 og 2016.

Beliggenhet: Kårstادتjern ligger i Jevnaker kommune, Oppland (NVE-nr. 4917). Innsjøen ligger 328 moh. og har et areal på 0,09 km². Den er en VD-type 301 (iht. Direktoratgruppen 2013).

Artsmangfold: I 1969 fantes det store bestander av kransalger i sørvestre bukt og i nord. Følgende arter ble registrert: *Chara aspera* (bustkrans), *C. contraria* (gråkrans), *C. globularis* (vanlig kransalge), *C. rudis* (smal-taggetkrans) og *C. tomentosa* (rødkrans). I 2007-2008 og 2016 var vannvegetasjonen dominert av *Elodea canadensis* (vasspest) og *Hippuris vulgaris* (hesterumpe). *Elodea* dannet store bestander særlig i østre bukt og vestre del av tjernet. Arten har dannet bestander i tjernet siden 1980-tallet, men bestanden ble sannsynligvis redusert fra 1992 til 2002 (Brandrud og Bendiksen 2005). I 2008 ble spredte forekomster av *C. aspera*, *C. contraria* og *C. rudis*, samt *C. virgata* (skjørkrans), observert i nordvest; i 2016 ble bare *C. contraria* og *C. rudis* registrert. Totalt er det registrert 12 arter i vannvegetasjonen, hvorav 4 rødlistearter; *Chara aspera* (NT), *C. contraria* (NT), *C. rudis* (VU) og *C. tomentosa* (CR).

Fremmede arter: Innsjøen har store bestander med *Elodea canadensis*.

Tilstand: Trofindexen T_{TC}=12,5 (pr. 2016) viser moderat økologiske tilstand. Kransalgevegetasjonen er imidlertid kraftig redusert siden 1969, noe som ikke gjenspeiles i trofindexen. Vannkjemisk tilstand er imidlertid god.

Årsaker og tiltaksbehov: Kårstادتjern er sannsynligvis påvirket av tilførsler fra jordbruksområder. Forurensningstilførsler, særlig nitrogentilførslene, bør identifiseres og reduseres. Generelt sett bør de foreslåtte grenseverdier for total fosfor (20 µg P/l), nitrat (500 µg NO₃/l) og ammonium (300 µg NH₄/l) (Mjelde 2014b) ikke overskrides. De store vasspestbestandene har også innvirkning på øvrig vannvegetasjon, men det er sannsynligvis ikke mulig å fjerne vasspest fra innsjøen. En reduksjon av næringsnivået i innsjøen vil muligens kunne redusere bestanden over tid (Mjelde m.fl. 2012).

Tidspunkt for siste undersøkelse og behov for videre oppfølging: Siste undersøkelse av vannvegetasjon (kransalger og karplanter) ble foretatt i 2016. Vannkjemiske undersøkelser ble gjort samtidig. Sedimentundersøkelse er ikke foretatt. På grunn av verdi A bør innsjøen inngå i videre overvåking. Overvåkingen må inkludere både botaniske og vannkjemiske undersøkelser.

Referanser

Direktoratsgruppen (2013) Veileder 02:2013 Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. <http://www.vannportalen.no>.
Langangen, A. 1970. Characeer i Sør-Norge. Hovedfagsoppgave i botanikk. Universitetet i Oslo.

- Langangen, A. 2010. Innsjøene på Hadeland. En vurdering av deres nåværende tilstand med spesiell vekt på forekomsten av kransalger. Del 2. Innsjøene i Lunner og Jevnaker kommuner. Blyttia 68(1): 17-46.
- Mjelde, M. 2008. Kransalgessjøer på Hadeland 2007. Vurdering av økologisk status for 11 innsjøer og tjern. NIVA Rapport 5603-2008.
- Mjelde, M. 2014a. Kalksjø. Veileder for kartlegging, verdisetting og forvaltning av naturtyper på land og i ferskvann (revidert håndbok 13). Utkast til faktaark av 30.11.2014
- Mjelde, M. 2014b. Handlingsplan for kalksjøer. Utredning av miljøkrav for kransalger og arter av tjønnaks i kalksjøer - videreføring. NIVA-rapport 6685.
- Mjelde, M. 2016. Undersøkelse av kalksjøer. Tilstandsundersøkelser i kalksjøer og Undersøkelse, problemkartlegging og tiltaksutredning i Nyborgtjern. NIVA-rapport (under utarbeidelse).
- Mjelde, M., Berge, D., Edvardsen, H. 2012. Kunnskapsgrunnlag for handlingsplan mot vasspest (*Elodea canadensis*) og smal vasspest (*Elodea nuttallii*) i Norge. NIVA-rapport 6416-2012.

MARKTJERN (innsjø-nr. 4892)

Lunner kommune

Naturtype: Kalksjø

Utforming: E0701 (kransalgesjøer)(?)

Verdi: C

Verdibegrunnelse: Én rødlisteart (1NT) og spredte forekomster av truet vegetasjonstype (jfr. verdsettingskriterier i Mjelde, 2014a). Verdien er basert på rødlistearter og mengde av truede vegetasjonstyper som er registrert i innsjøen en eller annen gang, selv om de nødvendigvis ikke finnes i dag. Verdivurderingen vil derfor kunne avvike noe fra tidligere vurderinger.

Registreringer: Kransalgevegetasjonen ble undersøkt i 2008 (Langangen 2010). Vannvegetasjonen (kransalger og karplanter) ble undersøkt i 2016 (Mjelde 2016). Det ble brukt båt i 2016.

Beliggenhet: Marktjern ligger i Lunner kommune, Oppland (NVE-nr. 4892). Innsjøen ligger 313 moh. og har et areal på 0,0376 km². Innsjøen er en VD-type 301 (iht. Direktoratgruppen 2013).

Artsmangfold: I 2008 ble kransalgen *Chara contraria* (gråkrans) funnet på grunt vann. Denne ble ikke gjenfunnet i 2016. For øvrig besto vannvegetasjonen bare av flytebladsarter. Totalt er det registrert 4 arter i vannvegetasjonen, hvorav én rødlisteart; *Chara contraria* (NT).

Fremmede arter: Ingen fremmede arter av vannplanter er registrert.

Tilstand: I 2016 ble det bare registrert 3 arter i vannvegetasjonen. Dette er for få arter til å regne trofiindeks, men forekomst av bare flytebladsvegetasjon kan tyde på dårligere forhold for undervannsplanter. Vannkjemisk tilstand var god i 2016.

Årsaker og tiltaksbehov: Marktjern har sannsynligvis vært påvirket av tilførsler fra jordbruksområder. De foreslåtte grenseverdier for total fosfor (20 µg P/l), nitrat (500 µg NO₃/l) og ammonium (300 µg NH₄/l) (Mjelde 2014b) bør generelt ikke overskrides.

Tidspunkt for siste undersøkelse og behov for videre oppfølging: Siste undersøkelse av vannvegetasjon (kransalger og karplanter) ble foretatt i 2016. Vannkjemiske undersøkelser ble gjort samtidig. Sedimentundersøkelse er ikke foretatt.

Referanser

- Direktoratsgruppen (2013) Veileder 02:2013 Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. <http://www.vannportalen.no>.
- Langangen, A. 2010. Innsjøene på Hadeland. En vurdering av deres nåværende tilstand med spesiell vekt på forekomsten av kransalger. Del 2. Innsjøene i Lunner og Jevnaker kommuner. Blyttia 68(1): 17-46.
- Mjelde, M. 2014a. Kalksjø. Veileder for kartlegging, verdisetting og forvaltning av naturtyper på land og i ferskvann (revidert håndbok 13). Utkast til faktaark av 30.11.2014
- Mjelde, M. 2014b. Handlingsplan for kalksjøer. Utredning av miljøkrav for kransalger og arter av tjønnaks i kalksjøer - videreføring. NIVA-rapport 6685.
- Mjelde, M. 2016. Undersøkelse av kalksjøer. Tilstandsundersøkelser i kalksjøer og Undersøkelse, problemkartlegging og tiltaksutredning i Nyborgtjern. NIVA-rapport (under utarbeidelse).

NEDRE FALANGTJERN (innsjø-nr. 4828)

Gran kommune

Naturtype: Kalksjø

Utforming: E0701 (kransalgesjøer)(?)

Verdi: C

Verdibegrunnelse: Én rødlisteart (1NT) og spredte forekomster av truet vegetasjonstype (jfr. verdi-settingskriterier i Mjelde, 2014a). Verdien er basert på rødlistearter og mengde av truede vegetasjonstyper som er registrert i innsjøen en eller annen gang, selv om de nødvendigvis ikke finnes i dag. Verdivurderingen vil derfor kunne avvike noe fra tidligere vurderinger.

Registreringer: Kransalgevegetasjonen ble undersøkt i 1968 og 2007 (Langangen 1970, 2008). Vannvegetasjonen (kransalger og karplanter) ble undersøkt i 2016 (Mjelde 2016). Det ble brukt båt i 2016.

Beliggenhet: Nedre Falangtjern ligger i Gran kommune, Oppland (NVE-nr. 4828). Innsjøen ligger 253 moh. og har et areal på 0,0644 km². Innsjøen er en VD-type 302 (iht. Direktoratgruppen 2013).

Artsmangfold: I 1968 ble noen få eksemplarer av kransalgen *Chara contraria* (gråkrans) registrert. Denne arten er ikke gjenfunnet senere. Derimot er det nå store forekomster av *Elodea canadensis* (vasspest) i innsjøen. Totalt er det registrert 7 arter i vannvegetasjonen, hvorav é rødlisteart; *Chara contraria* (NT).

Fremmede arter: Innsjøen har store bestander med *Elodea canadensis*.

Tilstand: Trofiindeksen (TIC = -50) viser svært dårlig økologisk tilstand for vannvegetasjonen. Det ble også registrert flytende matter av trådformete grønnalger (*Cladophora* sp.) både i 2008 og i 2016. Vannkjemisk tilstand er dårlig.

Årsaker og tiltaksbehov: Nedre Falangtjern er sannsynligvis påvirket av tilførsler fra jordbruksområder. Forurensningstilførsler bør identifiseres og reduseres. De foreslåtte grenseverdier for total fosfor (20 µg P/l), nitrat (500 µg NO₃/l) og ammonium (300 µg NH₄/l) (Mjelde 2014b) bør generelt ikke overskrides. De store vasspestbestandene har også innvirkning på øvrig vannvegetasjon, men det er sannsynligvis ikke mulig å fjerne vasspest fra innsjøen. En reduksjon av næringsnivået i innsjøen vil muligens kunne redusere bestanden over tid (Mjelde m.fl. 2012).

Tidspunkt for siste undersøkelse og behov for videre oppfølging: Siste undersøkelse av vannvegetasjonen (kransalger og karplanter) og vannkjemiske forhold ble foretatt i 2016. Sedimentundersøkelse er ikke foretatt.

Referanser

- Direktoratsgruppen (2013) Veileder 02:2013 Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. <http://www.vannportalen.no>.
- Langangen, A. 1970. Characeer i Sør-Norge. Hovedfagsoppgave i botanikk. Universitetet i Oslo.
- Langangen, A. 2008. Innsjøene på Hadeland. En vurdering av deres nåværende tilstand med spesiell vekt på forekomsten av kransalger. Del 1. Innledning og innsjøene i Gran kommune. Blyttia 66(2): 104-120.
- Mjelde, M. 2014a. Kalksjø. Veileder for kartlegging, verdisetting og forvaltning av naturtyper på land og i ferskvann (revidert håndbok 13). Utkast til faktaark av 30.11.2014
- Mjelde, M. 2014b. Handlingsplan for kalksjøer. Utredning av miljøkrav for kransalger og arter av tjønnaks i kalksjøer - videreføring. NIVA-rapport 6685.
- Mjelde, M. 2016. Undersøkelse av kalksjøer. Tilstandsundersøkelser i kalksjøer og Undersøkelse, problemkartlegging og tiltaksutredning i Nyborgtjern. NIVA-rapport (under utarbeidelse).
- Mjelde, M., Berge, D., Edvardsen, H. 2012. Kunnskapsgrunnlag for handlingsplan mot vasspest (*Elodea canadensis*) og smal vasspest (*Elodea nuttallii*) i Norge. NIVA-rapport 6416-2012.

NYBORG TJERN (innsjø-nr. 196502)

Lunner kommune

Naturtype: Kalksjø

Utforming: E0701 (kransalgesjø)

Verdi: A

Verdibegrunnelse: Seks rødlistearter (4NT, 1VU, 1CR) og store bestander av truet vegetasjonstype (jfr. verdisettingskriterier i Mjelde, 2014a). Verdien er basert på rødlistearter og mengde av truede vegetasjonstyper som er registrert i innsjøen en eller annen gang, selv om de nødvendigvis ikke finnes i dag. Verdier vurderingen vil derfor kunne avvike noe fra tidligere vurderinger.

Registreringer: Kransalgevegetasjonen ble undersøkt i 1968, 1990 og 2008 (Langangen 1970, 1991, 2010), og 2010 (Hegge, obs.), mens vannvegetasjonen (kransalger og karplanter) ble undersøkt i 2007, 2013 og 2016 (Mjelde 2008, 2014b, 2016). Det ble brukt båt i 2007, 2008, 2013 og 2016.

Beliggenhet: Nyborgtjern (Fiskumtjern) ligger i Lunner kommune, Oppland (NVE-nr. 196502). Innsjøen ligger 384 moh. og har et areal på 0,0135 km². Største dyp er målt til 6,1 m. Innsjøen er en VD-type 302 (iht. Direktoratgruppen 2013).

Artsmangfold: I 1968 og 1990 var det store kransalgebestander i Nyborgtjern. Langangen (1991) omtalte tjernet som en «svært vakker og godt bevart kransalgesjø» og mente at den burde vernes. Også i 2007 dominerte kransalgene, først og fremst *Chara rudis* (smaltaggkrans) og *C. aculeolata* (piggkrans), som dannet bestander rundt det meste av tjernet ut til mer enn 3,5 m dyp. *Chara contraria* (gråkrans) og *C. tomentosa* (rødkrans) fantes mer spredt, først og fremst på grunnere vann. I 2008 var vannmassene brunfarget og det var mye påvekst på kransalgene. I 2010 var kransalgene nesten borte, og i 2013 ble bare én *Chara*-art, *C. contraria*, registrert, med svært liten forekomst. Det ble ikke registrert kransalger på dypere vann enn 0,2 m i 2013. I 2016 var *Chara contraria* og *C. aculeolata* vanlige, mens *C. tomentosa* fantes mer spredt. Kransalgebestandene gikk ut til 1,4 m dyp, mens enkeltplanter ble registrert ned til 1,6-1,7 m. Karplantene har svært liten forekomst i tjernet og viser liten endring over tid. Totalt er det registrert 11 arter i vannvegetasjonen, hvorav 6 rødlistearter; *Chara aculeolata* (NT), *C. aspera* (NT), *C. contraria* (NT), *C. rudis* (VU), *C. tomentosa* (CR) og *Lemna trisulca* (korsandemat) (NT).

Fremmede arter: Ingen fremmede arter av vannplanter er registrert.

Tilstand: Kransalgebestandene i Nyborgtjern viser en bedring siden 2013, og trofiindeksen har økt; TIc=80 (svært god tilstand) i forhold til i TIc=16,7 (moderat) i 2013. Trofiindeksen gjenspeiler imidlertid ikke den drastiske reduksjonen i kransalgene som er observert, og at kransalgene fortsatt i 2016 er redusert i forhold til 2007. Konsentrasjonen av ammonium var svært høy i hele sommersesongen 2013 og er fortsatt i 2016 for høyt, men vannkjemisk tilstand for øvrig er god. I 2013 var det også svært høyt nitrogeninnhold i sedimentet.

Årsaker og tiltaksbehov: Ammonium i så høye konsentrasjoner som observert er sannsynligvis giftig for kransalgene, og antas å være årsaken til den drastiske reduksjonen av kransalger (Mjelde 2014b). Kilden til ammoniumtilførselene antas å være utlekking fra talle som var deponert i nedbørfeltet i 1 år (2012-2013) før det ble spredd utover og pløyd ned. Deponering av husdyrgjødsel/talle bør ikke foregå i nedbørfeltet. Den bør spres og pløyes ned straks den tas inn i feltet. Heller ikke bør det foretas drenering i myr- eller skogsområder. Foreslåtte grenseverdier for total fosfor (20 µg P/l), nitrat (500 µg NO₃/l) og ammonium (300 µg NH₄/l) (se Mjelde 2014) bør ikke overskrides.

Tidspunkt for siste undersøkelse og behov for videre oppfølging: Siste undersøkelse av vannvegetasjon (kransalger og karplanter) ble foretatt i 2016, og siste vannkjemiske undersøkelse ble også gjort

da. Sedimentundersøkelse ble foretatt i 2013 og 2016. Det bør settes i gang et overvåkingsprogram i Nyborgtjern. Dette bør inneholde detaljerte vannkjemiske og vannbotaniske undersøkelser (se Mjelde 2016). På grunn av verdi A bør innsjøen inngå i videre overvåking. Overvåkingen må inkludere både botaniske og vannkjemiske undersøkelser.

Referanser

- Direktoratsgruppen (2013) Veileder 02:2013 Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. <http://www.vannportalen.no>.
- Langangen, A. 1970. Characeer i Sør-Norge. Hovedfagsoppgave i botanikk. Universitetet i Oslo.
- Langangen, A. 1991. Nyborgtjern på Hadeland, en kransalgesjø som bør vernes. Blyttia 49:11-15.
- Langangen, A. 2010. Innsjøene på Hadeland. En vurdering av deres nåværende tilstand med spesiell vekt på forekomsten av kransalger. Del 2. Innsjøene i Lunner og Jevnaker kommuner. Blyttia 68(1): 17-46.
- Mjelde, M. 2008. Kransalgesjøer på Hadeland 2007. Vurdering av økologisk status for 11 innsjøer og tjern. NIVA-rapport 5603-2008.
- Mjelde, M. 2014a. Kalksjø. Veileder for kartlegging, verdisetting og forvaltning av naturtyper på land og i ferskvann (revidert håndbok 13). Utkast til faktaark av 30.11.2014
- Mjelde, M. 2014b. Handlingsplan for kalksjøer. Utredning av miljøkrav for kransalger og arter av tjønnaks i kalksjøer - videreføring. NIVA-rapport 6685.
- Mjelde, M. 2016. Undersøkelse av kalksjøer. Tilstandsundersøkelser i kalksjøer og Undersøkelse, problemkartlegging og tiltaksutredning i Nyborgtjern. NIVA-rapport (under utarbeidelse).

ORENTJERN (innsjø-nr. 4861)

Lunner kommune

Naturtype: Kalksjø

Utforming: E0702 (kalksjøer med kransalger og langskuddsvegetasjon)

Verdi: A

Verdibegrunnelse: Tre rødlistearter (1NT, 2VU) og store bestander av truet vegetasjonstype (jfr. verdissettingskriterier i Mjelde, 2014a). Verdien er basert på rødlistearter og mengde av truede vegetasjonstyper som er registrert i innsjøen en eller annen gang, selv om de nødvendigvis ikke finnes i dag. Verdivurderingen vil derfor kunne avvike noe fra tidligere vurderinger.

Registreringer: Kransalgevegetasjonen ble undersøkt i 1968 og 2008 (Langangen 1970, 2010), mens vannvegetasjonen (kransalger og karplanter) ble undersøkt i 2008 (Mjelde og Bækken 2009) og 2016 (Mjelde 2016). Det ble brukt båt i 2008 og 2016.

Beliggenhet: Orentjern ligger i Lunner kommune, Oppland (NVE-nr. 4861). Innsjøen ligger 303 moh. og har et areal på 0,15 km². Innsjøen er en VD-type 301 (iht. Direktoratgruppen 2013).

Artsmangfold: I 2008 og 2016 fantes kransalgene *C. contraria* (gråkrans) og *Chara rudis* (smaltaggkrans) i små bestander, vanligst i nord. Det var ingen særlig endring i denne vegetasjonen siden 1968. For øvrig er vannvegetasjonen dominert av *Potamogeton lucens* (blanktjønnaks). Totalt er det registrert 8 arter i vannvegetasjonen, hvorav 3 rødlistearter; *C. rudis* (VU), *C. contraria* (NT) og *Potamogeton lucens* (VU).

Fremmede arter: Ingen fremmede arter av vannplanter er registrert.

Tilstand: Trofiindeksen T_{IC}=25 (2016) viser moderat økologisk tilstand. Vannkjemisk tilstand er god, men nitrogenverdiene er høye.

Årsaker og tiltaksbehov: Orentjern er sannsynligvis påvirket av tilførsler fra jordbruksområder. Forurensningstilførslene bør identifiseres og reduseres. De foreslåtte grenseverdier for total fosfor (20 µg P/l), nitrat (500 µg NO₃/l) og ammonium (300 µg NH₄/l) (Mjelde 2014b) bør ikke overskrides.

Tidspunkt for siste undersøkelse og behov for videre oppfølging: Siste undersøkelse av vannvegetasjon ble foretatt i 2016 og vannkjemisk undersøkelse samme år. Sedimentundersøkelse er ikke foretatt. På grunn av verdi A bør innsjøen inngå i videre overvåking. Overvåkingen må inkludere både botaniske og vannkjemiske undersøkelser.

Referanser

- Direktoratsgruppen (2013) Veileder 02:2013 Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. <http://www.vannportalen.no>.
- Langangen, A. 1970. Characeer i Sør-Norge. Hovedfagsoppgave i botanikk. Universitetet i Oslo.
- Langangen, A. 2010. Innsjøene på Hadeland. En vurdering av deres nåværende tilstand med spesiell vekt på forekomsten av kransalger. Del 2. Innsjøene i Lunner og Jevnaker kommuner. Blyttia 68(1): 17-46.
- Mjelde, M. 2014a. Kalksjø. Veileder for kartlegging, verdissetting og forvaltning av naturtyper på land og i ferskvann (revidert håndbok 13). Utkast til faktaark av 30.11.2014
- Mjelde, M. 2014b. Handlingsplan for kalksjøer. Utredning av miljøkrav for kransalger og arter av tjønnaks i kalksjøer - videreføring. NIVA-rapport 6685.
- Mjelde, M. 2016. Undersøkelse av kalksjøer. Tilstandsundersøkelser i kalksjøer og Undersøkelse, problemkartlegging og tiltaksutredning i Nyborgtjern. NIVA-rapport (under utarbeidelse).
- Mjelde, M., Bækken, T. 2009. Problemkartlegging og overvåking av kransalgesjøer i vannområde Hadeland. NIVA-rapport lnr. OR-5727.

STORETJERN (innsjø-nr. 4910)

Jevnaker kommune

Naturtype: Kalksjø

Utforming: E0702 (kalksjøer med kransalger og langskuddsvegetasjon)

Verdi: A

Verdibegrunnelse: Fire rødlistearter (3NT, 1VU) og store bestander av truet vegetasjonstype (jfr. verdsettingskriterier i Mjelde, 2014a). Verdien er basert på rødlistearter og mengde av truede vegetasjonstyper som er registrert i innsjøen en eller annen gang, selv om de nødvendigvis ikke finnes i dag. Verdivurderingen vil derfor kunne avvike noe fra tidligere vurderinger.

Registreringer: Kransalgene ble undersøkt i 1969 og 2008 (Langangen 1970, 2010), mens både kransalger og karplanter ble undersøkt i 2005(?) (Brandrud og Bendiksen, upubl.), i 2008 (Mjelde og Bækken 2009) og i 2016 (Mjelde 2016). Det ble brukt båt i 2008 og 2016.

Beliggenhet: Storetjern ligger i Jevnaker kommune, Oppland (NVE-nr. 4910). Innsjøen ligger 386 moh. og har et areal på 0,2 km². Innsjøen er VD-type 301 (iht. Direktoratgruppen 2013).

Artsmangfold: Kransalgen *Chara rudis* (smaltaggkrans) dannet store bestander alle år. I 2008 og 2016 dannet også langskuddsarten *Potamogeton praelongus* (nøkketjønnaks) bestander. Vegetasjonen var for øvrig preget av store bestander med *Elodea canadensis* (vasspest). Totalt er det registrert 12 arter i vannvegetasjonen, hvorav 4 rødlistearter; *Chara aspera* (bustkrans) (NT), *C. contraria* (gråkrans) (NT), *C. rudis* (VU) og *C. strigosa* (stivkrans) (NT).

Fremmede arter: Innsjøen har store bestander med *Elodea canadensis* (vasspest).

Tilstand: Vannvegetasjonen er dominert av *Chara rudis* og *Elodea canadensis*. Det ser ikke ut til å være noen endring i forholdet mellom de to artene siden 2008. Trofindeksen TIC=58,6 (2016), viser god økologiske tilstand, men reduseres til moderat pga. de store forekomstene av *Elodea*. Vannkjemisk tilstand er god.

Årsaker og tiltaksbehov: Storetjern ser ut til å være forholdsvis lite påvirket av forurensningstilførsler. De store bestandene av *Elodea* har nok innvirkning på øvrig vannvegetasjon, men det er sannsynligvis ikke mulig å fjerne vasspest fra innsjøen (Mjelde m.fl. 2012). Forutsatt samme tilstand som i 2016 er det ikke behov for tiltak i forhold til eutrofi. Generelt sett bør de foreslåtte grenseverdier for total fosfor (20 µg P/l), nitrat (500 µg NO₃/l) og ammonium (300 µg NH₄/l) (Mjelde 2014b) ikke overskrides.

Tidspunkt for siste undersøkelse og behov for videre oppfølging: Siste undersøkelse av vannvegetasjon (kransalger og karplanter) ble foretatt i 2016, samtidig med vannkjemisk undersøkelse. Sedi-mentundersøkelse er ikke foretatt. På grunn av verdi A bør innsjøen inngå i videre overvåking. Overvåkingen må inkludere både botaniske og vannkjemiske undersøkelser.

Referanser

Brandrud, T.E. og Bendiksen, E. upubl. Naturtypekartlegging i Jevnaker kommune. Rapportdel II Faktaark med lokalitetsbeskrivelser og verdivurdering.

Direktoratsgruppen (2013) Veileder 02:2013 Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. <http://www.vannportalen.no>.

Langangen, A. 1970. Characeer i Sør-Norge. Hovedfagsoppgave i botanikk. Universitetet i Oslo.

Langangen, A. 2010. Innsjøene på Hadeland. En vurdering av deres nåværende tilstand med spesiell vekt på forekomsten av kransalger. Del 2. Innsjøene i Lunner og Jevnaker kommuner. Blyttia 68(1): 17-46.

- Mjelde, M. 2014a. Kalksjø. Veileder for kartlegging, verdisetting og forvaltning av naturtyper på land og i ferskvann (revidert håndbok 13). Utkast til faktaark av 30.11.2014
- Mjelde, M. 2014b. Handlingsplan for kalksjøer. Utredning av miljøkrav for kransalger og arter av tjønnaks i kalksjøer - videreføring. NIVA-rapport 6685.
- Mjelde, M. 2016. Undersøkelse av kalksjøer. Tilstandsundersøkelser i kalksjøer og Undersøkelse, problemkartlegging og tiltaksutredning i Nyborgtjern. NIVA-rapport (under utarbeidelse).
- Mjelde, M., Berge, D., Edvardsen, H. 2012. Kunnskapsgrunnlag for handlingsplan mot vasspest (*Elodea canadensis*) og smal vasspest (*Elodea nuttallii*) i Norge. NIVA-rapport 6416-2012.
- Mjelde, M., Bækken, T. 2009. Problemkartlegging og overvåking av kransalgesjøer i vannområde Hadeland. NIVA-rapport lnr. OR-5727.

STORTJERN (innsjø-nr. 4762)

Gran kommune

Naturtype: Kalksjø

Utforming: E0701 (kransalgesjøer)

Verdi: A

Verdibegrunnelse: To rødlistearter (1VU, 1CR) og store bestander av truet vegetasjonstype (jfr. verdsettingskriterier i Mjelde, 2014a). Verdien er basert på rødlistearter og mengde av truede vegetasjonstyper som er registrert i innsjøen en eller annen gang, selv om de nødvendigvis ikke finnes i dag. Verdivurderingen vil derfor kunne avvike noe fra tidligere vurderinger.

Registreringer: Kransalgene ble undersøkt i 2007 (Langangen 2008), samt inkludert i krepsdyrundersøkelser i 2001 (Walseng et al. 2002). Enkelte karplanter er notert i de siste undersøkelsene. Vannvegetasjonen (karplanter og kransalger) ble undersøkt i 2016 (Mjelde 2016). Det ble bruktbåt i 2016.

Beliggenhet: Stortjern ligger i Gran kommune, Oppland (NVE-nr. 4762). Innsjøen ligger 240 moh. og har et areal på 0,0897 km². Innsjøen er VD-type 301 (iht. Direktoratgruppen 2013).

Artsmangfold: I 2001 fantes det rikelig med kransalger i nord og vest, mens det i 2007 bare ble registrert spredte forekomster av *Chara contraria* (gråkrans) og *C. tomentosa* (rødkrans). I 2016 ble det registrert én bestand med *C. contraria*. Ifølge Langangen (2008) tyder forekomsten av *C. tomentosa* på at Stortjernet tidligere har vært en kransalgesjø, med rik kransalgevegetasjon. Totalt er det registrert 5 arter i vannvegetasjonen, hvorav 2 rødlistearter; *Chara contraria* (NT) og *C. tomentosa* (CR).

Fremmede arter: Ingen fremmede arter av vannplanter er registrert.

Tilstand: Vannvegetasjonen i Stortjern var (pr. 2016) i moderat tilstand (trofindeks TIc=25). Indeksen gjenspeiler imidlertid ikke den kraftige reduksjonen i kransalgebestanden siden 2001. Vannkjemiske data fra Walseng m.fl. (2002) viste til tider svært høye nitratverdier (103-3774 µg NO₃/l), mer eller mindre årvisse algeoppblomstringer og lavt siktedyp. I 2016 var vannkjemisk tilstand dårlig, og med noe forhøyet ammonium.

Årsaker og tiltaksbehov: Innsjøen ligger i et intensivt drevet kulturlandskap og var i 2002-2007 betydelig påvirket av forurensning fra jordbruksområder. Bestander av de store *Chara*-artene (f.eks. *Chara rudis*) er bare registrert i innsjøer hvor samlet konsentrasjon av ammonium og nitrat er lavere enn 600 µg N/l (Mjelde 2014b). Forurensningsbelastningen bør identifiseres og reduseres. Generelt sett bør de foreslåtte grenseverdier for total fosfor (20 µg P/l), nitrat (500 µg NO₃/l) og ammonium (300 µg NH₄/l) (Mjelde 2014b) ikke overskrides.

Tidspunkt for siste undersøkelse og behov for videre oppfølging: Siste undersøkelse av vannvegetasjon (kransalger og karplanter) ble foretatt i 2016. Samtidig ble det foretatt vannkjemisk undersøkelse og sedimentundersøkelse. På grunn av verdi A bør innsjøen inngå i videre overvåking. Overvåkingen må inkludere både botaniske og vannkjemiske undersøkelser.

Referanser

Direktoratgruppen (2013) Veileder 02:2013 Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. <http://www.vannportalen.no>.

Langangen, A. 2008. Innsjøene på Hadeland. En vurdering av deres nåværende tilstand med spesiell vekt på forekomsten av kransalger. Del 1. Innledning og innsjøene i Gran kommune. Blyttia 66(2): 104-120.

Mjelde, M. 2014a. Kalksjø. Veileder for kartlegging, verdisetting og forvaltning av naturtyper på land og i ferskvann (revidert håndbok 13). Utkast til faktaark av 30.11.2014

- Mjelde, M. 2014b. Handlingsplan for kalksjøer. Utredning av miljøkrav for kransalger og arter av tjønnaks i kalksjøer - videreføring. NIVA-rapport 6685.
- Mjelde, M. 2016. Undersøkelse av kalksjøer. Tilstandsundersøkelser i kalksjøer og Undersøkelse, problemkartlegging og tiltaksutredning i Nyborgtjern. NIVA-rapport (under utarbeidelse).
- Mjelde, M. Langangen, A., Edvardsen H. 2012b. Handlingsplan for kalksjøer. Utredning av miljøkrav for kransalger og tjønnaks i kalksjøer. NIVA-rapport lnr 6450-2012.
- Walseng, B., Brandrud, T. E., Gausemel, G., Lierhagen, S. & Tufto, A. 2002. Krepsdyr i 12 kransalgesjøer på Hadeland (Lunner og Gran kommuner, Oppland fylke) langs en trofigradient. NINA fagrapport 057: 1-46.

SVERIGETJERN (innsjø-nr. 4881)

Lunner kommune

Naturtype: Kalksjø

Utforming: E0701 (kransalgesjøer)

Verdi: B

Verdibegrunnelse: Fem rødlistearter (3NT, 2VU) og spredte forekomster av truet vegetasjonstype (jfr. verdsettingskriterier i Mjelde, 2014a). Verdien er basert på rødlistearter og mengde av truede vegetasjonstyper som er registrert i innsjøen en eller annen gang, selv om de nødvendigvis ikke finnes i dag. Verdier vurderingen vil derfor kunne avvike noe fra tidligere vurderinger.

Registreringer: Kransalgene ble undersøkt i 2008 (Langangen 2010). Enkelte karplanter ble notert samtidig. Vannvegetasjonen (karplanter og kransalger) ble undersøkt i 2016 (Mjelde 2016). Det ble brukt båt i 2016.

Beliggenhet: Sverigetjern ligger i Lunner kommune, Oppland (NVE-nr. 14881). Innsjøen ligger 280 moh. og har et areal på 0,0669 km². Innsjøen er VD-type 301 (iht. Direktoratgruppen 2013).

Artsmangfold: I 2008 fantes spredte eksemplarer av kransalgene *Chara contraria* (gråkrans) og *C. rudis* (smal taggkrans). I 2016 ble spredte forekomster av de samme artene, samt *C. aspera* (bustkrans), registrert. Dessuten fantes spredte forekomster av *Potamogeton lucens* (blanktjønnaks) og *Lemna trisulca* (korsandemat). Totalt er det registrert 9 arter i vannvegetasjonen, hvorav 5 rødlistearter; *Chara aspera* (NT), *C. contraria* (NT), *C. rudis* (VU), *Potamogeton lucens* (VU) og *Lemna trisulca* (NT).

Fremmede arter: Ingen fremmede arter av vannplanter er registrert.

Tilstand: Trofindeksen $TIC = 0$ viser dårlig økologisk tilstand i 2016, mens vannkjemisk tilstand var moderat.

Årsaker og tiltaksbehov: Sverigetjern er sannsynligvis påvirket av tilførsler fra jordbruksområder. Forurensningstilførsler bør identifiseres og reduseres. Generelt sett bør de foreslåtte grenseverdier for total fosfor (20 µg P/l), nitrat (500 µg NO₃/l) og ammonium (300 µg NH₄/l) (Mjelde 2014b) ikke overskrides.

Tidspunkt for siste undersøkelse og behov for videre oppfølging: Siste undersøkelse av vannvegetasjon (kransalger og karplanter) ble foretatt i 2016, samtidig med vannkjemisk undersøkelse. Sedi-mentundersøkelse er ikke foretatt.

Referanser

Direktoratsgruppen (2013) Veileder 02:2013 Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. <http://www.vannportalen.no>.

Langangen, A. 2010. Innsjøene på Hadeland. En vurdering av deres nåværende tilstand med spesiell vekt på forekomsten av kransalger. Del 2. Innsjøene i Lunner og Jevnaker kommuner. Blyttia 68(1): 17-46.

Mjelde, M. 2014a. Kalksjø. Veileder for kartlegging, verdsettning og forvaltning av naturtyper på land og i ferskvann (revidert håndbok 13). Utkast til faktaark av 30.11.2014

Mjelde, M. 2014b. Handlingsplan for kalksjøer. Utredning av miljøkrav for kransalger og arter av tjønnaks i kalksjøer - videreføring. NIVA-rapport 6685.

Mjelde, M. 2016. Undersøkelse av kalksjøer. Tilstandsundersøkelser i kalksjøer og Undersøkelse, problemkartlegging og tiltaksutredning i Nyborgtjern. NIVA-rapport (under utarbeidelse).

VELOTJERN (innsjø-nr. 4865)

Jevnaker kommune

Naturtype: Kalksjø

Utforming: E0701 (kransalgesjøer)

Verdi: A

Verdibegrunnelse: Seks rødlistearter (3NT, 2VU, 1CR) og store bestander med truede vegetasjonstyper (jfr. verdissetingskriterier i Mjelde, 2014a). Verdien er basert på rødlistearter og mengde av truede vegetasjonstyper som er registrert i innsjøen en eller annen gang, selv om de nødvendigvis ikke finnes i dag. Verdivurderingen vil derfor kunne avvike noe fra tidligere vurderinger.

Registreringer: Kransalgevegetasjonen ble undersøkt i 1968 og 2008 (Langangen 1970, 2010), mens vannvegetasjonen (kransalger og karplanter) ble undersøkt i 2008 (Mjelde og Bækken 2009) og 2016 (Mjelde 2016). Det ble brukt båt i 2008 og 2016.

Beliggenhet: Velotjern ligger i Jevnaker kommune, Oppland (NVE-nr. 4865). Innsjøen ligger 303 moh. og har et areal på 0,08 km². Innsjøen er VD-type 301 (iht. Direktoratgruppa 2013).

Artsmangfold: Forekomsten av kransalger var vesentlig større i 2008 enn i 1968. Spesielt store bestander av *Chara rudis* (smaltaggkrans) og *C. tomentosa* (rødkrans) fantes i nord, mens *Chara contraria* (gråkrans) og *C. aspera* (bustkrans) hadde store forekomster på grunt vann i nordøst og sørvest. *C. tomentosa* ble først registrert i 2008. Kransalgevegetasjonen var lite endret i 2016, men *C. aspera* ble ikke gjenfunnet. Øvrig vannvegetasjon er preget store bestander med *Potamogeton lucens* (blanktjønnaks). Den frittflytende arten *Lemna trisulca* (korsandemat) var vanlig i 2016. Totalt er det registrert 11 arter i vannvegetasjonen, hvorav 6 rødlistearter; *Chara aspera* (NT), *C. contraria* (NT), *C. rudis* (VU), *C. tomentosa* (CR), *Potamogeton lucens* (VU) og *Lemna trisulca* (NT).

Fremmede arter: Ingen fremmede arter av vannplanter er registrert.

Tilstand: Vannvegetasjonen i Velotjern var i 2016 i moderat tilstand (TIC=25), en nedgang siden 2008. Vannkjemisk tilstand i 2016 var god, men med høye nitrogenverdier.

Årsaker og tiltaksbehov: Velotjern er sannsynligvis noe påvirket av tilførsler fra jordbruksområder. Forurensningstilførsler bør identifiseres og reduseres. Generelt bør de foreslåtte grenseverdier for total fosfor (20 µg P/l), nitrat (500 µg NO₃/l) og ammonium (300 µg NH₄/l) (Mjelde 2014b) ikke overskrides.

Tidspunkt for siste undersøkelse og behov for videre oppfølging: Siste undersøkelse av vannvegetasjon ble foretatt i 2016, samtidig med vannkjemisk undersøkelse. Sedimentundersøkelse er ikke foretatt. På grunn av verdi A bør innsjøen inngå i videre overvåking. Overvåkingen må inkludere både botaniske og vannkjemiske undersøkelser.

Referanser

- Direktoratsgruppen (2013) Veileder 02:2013 Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. <http://www.vannportalen.no>.
- Langangen, A. 1970. Characeer i Sør-Norge. Hovedfagsoppgave i botanikk. Universitetet i Oslo.
- Langangen, A. 2010. Innsjøene på Hadeland. En vurdering av deres nåværende tilstand med spesiell vekt på forekomsten av kransalger. Del 2. Innsjøene i Lunner og Jevnaker kommuner. Blyttia 68(1): 17-46.
- Mjelde, M. 2014a. Kalksjø. Veileder for kartlegging, verdisseting og forvaltning av naturtyper på land og i ferskvann (revidert håndbok 13). Utkast til faktaark av 30.11.2014
- Mjelde, M. 2014b. Handlingsplan for kalksjøer. Utredning av miljøkrav for kransalger og arter av tjønnaks i kalksjøer - videreføring. NIVA-rapport 6685.

Mjelde, M. 2016. Undersøkelse av kalksjøer. Tilstandsundersøkelser i kalksjøer og Undersøkelse, problemkartlegging og tiltaksutredning i Nyborgtjern. NIVA-rapport (under utarbeidelse).

Mjelde, M., Bækken, T. 2009. Problemkartlegging og overvåking av kransalgesjøer i vannområde Hadeland. NIVA-rapport lnr. OR-5727.

VIENBRÅTÅTJERN (innsjø-nr. 196447)

Gran kommune

Naturtype: Kalksjø

Utforming: E0701 (kransalgesejø)

Verdi: A

Verdibegrunnelse: Fem rødlistearter (3NT, 1VU, 1CR) og store bestander av truet vegetasjonstype (jfr. verdissettingskriterier i Mjelde, 2014a). Verdien er basert på rødlistearter og mengde av truete vegetasjonstyper som er registrert i innsjøen en eller annen gang, selv om de nødvendigvis ikke finnes i dag. Verdivurderingen vil derfor kunne avvike noe fra tidligere vurderinger.

Registreringer: Kransalgevegetasjonen ble undersøkt i 1969 og 2007 (Langangen 1970, 2008). Vannvegetasjonen (kransalger og karplanter) ble undersøkt i 2008 (Mjelde & Bækken 2009) og i 2016 (Mjelde 2016). Det ble brukt båt i 2008 og 2016.

Beliggenhet: Vienbråtåtjern ligger i Gran kommune, Oppland (NVE-nr. 196447). Innsjøen ligger 408 moh. og har et areal på 0,04 km². Vienbråtåtjern er VD-type 302 (iht. Direktoratgruppen 2013).

Artsmangfold: I 1969 hadde innsjøen en meget rik vegetasjon av kransalger, med *Chara aculeolata* (piggkrans), *C. aspera* (bustkrans), *C. contraria* (gråkrans), *C. curta* (knippebustkrans), *C. rudis* (smaltaggkrans) og *C. tomentosa* (rødkrans). I 2007 ble det ikke funnet kransalger. I 2008 ble spredte forekomster av *Chara contraria*, *C. rudis* og *C. tomentosa* registrert. Vannvegetasjonen i 2016 besto av flytebladsplanter og fritt-flytende planter, og ingen kransalger ble registrert. Totalt er det registrert 10 arter i vannvegetasjonen, hvorav 5 rødlistearter; *Chara aculeolata* (NT), *C. aspera* (NT), *C. contraria* (NT), *C. rudis* (VU) og *C. tomentosa* (CR).

I rødlista for 2015 (Henriksen og Hilmo 2015) ble *C. curta* regnet som underart til *C. aspera* og er derfor ikke rødlistet.

Fremmede arter: Ingen fremmede arter av vannplanter er registrert.

Tilstand: Kransalgebestandene i Vienbråtåtjern er så og si forsvunnet. Trofiindeksen TIc = -40 viser svært dårlig tilstand, som er en nedgang fra 2008. Vannkjemisk tilstand i 2016 var dårlig, og ammoniumnivået høyt.

Årsaker og tiltaksbehov: Vienbråtåtjern er sannsynligvis påvirket av tilførsler fra jordbruksområder. Forurensningstilførsler bør identifiseres og reduseres. Generelt sett bør de foreslåtte grenseverdier for total fosfor (20 µg P/l), nitrat (500 µg NO₃/l) og ammonium (300 µg NH₄/l) (Mjelde 2014b) ikke overskrides.

Tidspunkt for siste undersøkelse og behov for videre oppfølging: Siste undersøkelse av vannvegetasjon (kransalger og karplanter) ble foretatt i 2016. Samtidig ble det foretatt vannkjemisk undersøkelse og sedimentundersøkelse. På grunn av verdi A bør innsjøen inngå i videre overvåking. Overvåkingen må inkludere både botaniske og vannkjemiske undersøkelser.

Referanser

Direktoratgruppen (2013) Veileder 02:2013 Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. <http://www.vannportalen.no>.
Langangen, A. 1970. Characeer i Sør-Norge. Hovedfagsoppgave i botanikk. Universitetet i Oslo.
Langangen, A. 2008. Innsjøene på Hadeland. En vurdering av deres nåværende tilstand med spesiell vekt på forekomsten av kransalger. Del 1. Innledning og innsjøene i Gran kommune. Blyttia 66(2): 104-120.

- Mjelde, M. 2014a. Kalksjø. Veileder for kartlegging, verdisetting og forvaltning av naturtyper på land og i ferskvann (revidert håndbok 13). Utkast til faktaark av 30.11.2014
- Mjelde, M. 2014b. Handlingsplan for kalksjøer. Utredning av miljøkrav for kransalger og arter av tjønnaks i kalksjøer - videreføring. NIVA-rapport 6685.
- Mjelde, M. 2016. Undersøkelse av kalksjøer. Tilstandsundersøkelser i kalksjøer og Undersøkelse, problemkartlegging og tiltaksutredning i Nyborgtjern. NIVA-rapport (under utarbeidelse).
- Mjelde, M., Bækken, T. 2009. Problemkartlegging og overvåking av kransalgesjøer i vannområde Hadeland. NIVA-rapport lnr. OR-5727.

VIENTJERN (innsjø-nr. 4837)

Gran kommune

Naturtype: Kalksjø

Utforming: E0701 (kransalgesjøer)

Verdi: A

Verdibegrunnelse: Fire rødlistearter (2NT, 1VU, 1CR) og store forekomster av truet vegetasjonstype (jfr. verdissettingskriterier i Mjelde, 2014a). Verdien er basert på rødlistearter og mengde av truede vegetasjonstyper som er registrert i innsjøen en eller annen gang, selv om de nødvendigvis ikke finnes i dag. Verdivurderingen vil derfor kunne avvike noe fra tidligere vurderinger.

Registreringer: Kransalgevegetasjonen ble undersøkt i 1969 og 2007 (Langangen 1970, 2008). Vannvegetasjonen (kransalger og karplanter) ble undersøkt i 2008 (Mjelde og Bækken 2009) og 2016 (Mjelde 2016). Det ble brukt båt i 2008 og 2016.

Beliggenhet: Vientjern (Østtjern) ligger i Gran kommune, Oppland (NVE-nr. 4837). Innsjøen ligger 408 moh. og har et areal på 0,03 km². Innsjøen er en VD-type 301 (iht. Direktoratgruppen 2013).

Artsmangfold: I 1969 hadde Vientjern en svært rik kransalgevegetasjon, med *Chara tomentosa* (rødkrans), *C. contraria* (gråkrans), *C. rudis* (smaltaggkrans) og *C. aspera* (bustkrans). I 2007-2008 ble det ikke registrert kransalger i innsjøen. Den var da omkranset av helofyttelster, samt bestander av flytebladsvegetasjon ut til mer enn 2,5 m dyp. Begroingsalger dannet massive forekomster både i overflata og rundt plantene. I 2016 ble spredte forekomster av *C. contraria* registrert, men vegetasjonen var fortsatt preget av flytebladsplanter. Totalt er det registrert 7 arter i vannvegetasjonen, hvorav 4 rødlistearter; *Chara aspera* (NT), *C. contraria* (NT), *C. rudis* (VU) og *C. tomentosa* (CR).

Fremmede arter: Ingen fremmede arter av vannplanter er registrert.

Tilstand: Kransalgebestandene i Vientjern er forsvunnet. Trofiindeksen, TIIc=25, viser moderat tilstand, og noe forbedret siden 2008. Trofiindeksen gjenspeiler imidlertid ikke den drastiske nedgangen i kransalgebestandene. Vannkjemisk tilstand er god, men nitrogenverdiene er høye.

Årsaker og tiltaksbehov: Vientjern er sannsynligvis påvirket av tilførsler fra jordbruksområder. Forurensningstilførsler bør identifiseres og reduseres. Generelt sett bør de foreslåtte grenseverdier for total fosfor (20 µg P/l), nitrat (500 µg NO₃/l) og ammonium (300 µg NH₄/l) (Mjelde 2014b) ikke overskrides.

Tidspunkt for siste undersøkelse og behov for videre oppfølging: Siste undersøkelse av vannvegetasjon (kransalger og karplanter) ble foretatt i 2016. Samtidig ble det foretatt vannkjemisk undersøkelse og sedimentundersøkelse. På grunn av verdi A bør innsjøen inngå i videre overvåking. Overvåkingen må inkludere både botaniske og vannkjemiske undersøkelser.

Referanser

- Direktoratsgruppen (2013) Veileder 02:2013 Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. <http://www.vannportalen.no>.
- Langangen, A. 1970. Characeer i Sør-Norge. Hovedfagsoppgave i botanikk. Universitetet i Oslo.
- Langangen, A. 2008. Innsjøene på Hadeland. En vurdering av deres nåværende tilstand med spesiell vekt på forekomsten av kransalger. Del 1. Innledning og innsjøene i Gran kommune. Blyttia 66(2): 104-120.
- Mjelde, M. 2014a. Kalksjø. Veileder for kartlegging, verdisseting og forvaltning av naturtyper på land og i ferskvann (revidert håndbok 13). Utkast til faktaark av 30.11.2014
- Mjelde, M. 2014b. Handlingsplan for kalksjøer. Utredning av miljøkrav for kransalger og arter av tjønnaks i kalksjøer - videreføring. NIVA-rapport 6685.

Mjelde, M. 2016. Undersøkelse av kalksjøer. Tilstandsundersøkelser i kalksjøer og Undersøkelse, problemkartlegging og tiltaksutredning i Nyborgtjern. NIVA-rapport (under utarbeidelse).

Mjelde, M., Bækken, T. 2009. Problemkartlegging og overvåking av kransalgesjøer i vannområde Hadeland. NIVA-rapport lnr. OR-5727.

Vedlegg B. Rådata

Vedleggstabell B1. Vannkjemiske data for innsjøene

Innsjø	dato	prøvedyp m	Ca mg/l	Fargetall mg Pt/l	Tot-N µg N/l	NO3-N µg N/l	NH4-N µg N/l	Tot-P µg P/l	PO4-P µg P/l	klorofyll µg/l	klorid mg Cl/l	siktedyp m
Stavsjøen	28.06.2016	0-6	35,5	19	1360	68	260	56	-	12,6	35,5	3
Stavsjøen	01.08.2016	0-7	32,9	16	952	56	190	33	-	20	32,9	3,5
Stavsjøen	29.08.2016	0-6	31,5	13	689	39	18	25	-	4,57	31,5	3
Stavsjøen	30.09.2016	0-8	35,1	16	1090	39	310	37	-	26,9	35,1	4
Stavsjøen	28.10.2016	0-6	34,8	16	1010	52	320	38	-	3,3	34,8	3
Stortjernet	04.07.2016	0-4	78,8	27	975	-	-	26	-	9,1	10	2
Stortjernet	01.08.2016	0-4	74,6	26	1090	-	-	35	-	11,3	10	2
Stortjernet	03.08.2016	13	-	-	-	-	-	150	76	-	-	-
Stortjernet	30.08.2016	0-4	73,4	23	920	-	-	24	-	10,9	9,9	1,8
Stortjernet	03.10.2016	0-3	78,5	23	1260	44	230	33	6,5	7,6	9,9	1,5
Nedre Falangtjern	04.07.2016	0-4	56	35	2130	-	-	41	-	2,71	8,3	2
Nedre Falangtjern	02.08.2016	0-1	38,3	28	1860	-	-	53	-	59,4	8,8	0,5
Nedre Falangtjern	30.08.2016	0-2	51,3	32	1410	-	-	26	-	11,1	8,9	1
Nedre Falangtjern	04.10.2016	0-5	59	30	1620	284	440	44	3	6,89	9,5	2,5
Vientjern (Østtjern)	05.07.2016	0-6	64,8	16	2240	-	-	12	-	2,83	8,8	3
Vientjern (Østtjern)	02.08.2016	0-8	64,9	15	1890	-	-	14	-	4,42	9,2	4
Vientjern (Østtjern)	02.08.2016	13	-	-	-	-	-	660	620	-	-	-
Vientjern (Østtjern)	30.08.2016	0-7	67,1	12	1720	-	-	12	-	4,75	9,6	3,5
Vientjern (Østtjern)	03.10.2016	0-7	66,2	14	1300	837	130	10	2,6	3,9	10	3,5
Vienbråtatjern	05.07.2016	0-4	65,2	35	1150	-	-	38	-	30,8	5,5	2
Vienbråtatjern	02.08.2016	0-3	62,8	29	989	-	-	38	-	15,6	5,5	1,5
Vienbråtatjern	03.08.2016	8	-	-	-	-	-	990	910	-	-	-
Vienbråtatjern	30.08.2016	0-2	68	28	996	-	-	38	-	18,7	5,7	1,2
Vienbråtatjern	03.10.2016	0-3	69,2	30	1160	61	360	56	6,5	17,4	6,1	1,5
Orentjern	05.07.2016	0-6	72,1	24	1620	-	-	16	-	2,98	5,1	3
Orentjern	02.08.2016	0-6	62,6	20	1760	-	-	20	-	4,11	4,8	2,8
Orentjern	30.08.2016	0-8	67,9	19	1500	-	-	12	-	2,09	4,6	4
Orentjern	03.10.2016	0-7	64,9	18	1450	868	50	12	1,7	3,41	5,2	3,5

Vedleggstabell B1. forts.

Innsjø	dato	dyp m	Ca mg/l	Fargetall mg Pt/l	Tot-N µg N/l	NO3-N µg N/l	NH4-N µg N/l	Tot-P µg P/l	PO4-P µg P/l	klorofyll µg/l	klorid mg Cl/l	siktedyp m
Velotjern	05.07.2016	0-6	61,5	26	1690	-	-	12	-	1,72	4,9	3
Velotjern	02.08.2016	0-8	61,4	23	1260	-	-	25	-	7,74	5,3	4
Velotjern	30.08.2016	0-8	61,8	20	1260	-	-	18	-	4,28	5	4
Velotjern	03.10.2016	0-7	62,3	20	1200	465	85	12	2,3	3,89	5,1	3,5
Bråtåjern	05.07.2016	0-1	63,5	29	1410	-	-	12	-	3,17	4,7	0,5
Bråtåjern	02.08.2016	0-4	55,2	20	1130	-	-	22	-	6,34	4,7	1,9
Bråtåjern	30.08.2016	0-7	61,5	20	1120	-	-	26	-	0,89	4,6	3,5
Bråtåjern	03.10.2016	0-6	62,9	20	1850	463	98	15	2,3	3,81	5,1	3
Sverigetjern	05.07.2016	0-8	63,5	23	1420	-	-	19	-	10,9	8,6	4
Sverigetjern	02.08.2016	0-4	50	17	1280	-	-	25	-	6,31	9,2	2,1
Sverigetjern	30.08.2016	0-5	53,3	16	1110	-	-	17	-	4,3	8,9	2,5
Sverigetjern	03.10.2016	0-5	53,8	16	966	409	52	19	2	5,75	9,9	2,75
Markatjern	05.07.2016	0-10	57,8	34	862	-	-	12	-	1,38	5,3	5
Markatjern	01.08.2016	0-8	60,8	30	842	-	-	19	-	3,93	4,9	3,9
Markatjern	30.08.2016	0-6	58,9	26	719	-	-	6,1	-	6,96	4,6	3
Markatjern	03.10.2016	0-4	59,1	26	673	56	31	18	2,7	6,45	5,4	2
Kårstadtjern	06.07.2016	0-6	63,1	31	1150	-	-	12	-	1,9	6	3
Kårstadtjern	02.08.2016	0-6	68,3	30	1030	-	-	17	-	7,49	6,1	3
Kårstadtjern	30.08.2016	0-6	63,4	26	923	-	-	15	-	2,56	6	3
Kårstadtjern	03.10.2016	0-6	65,1	26	915	204	57	25	2,5	3,86	6,6	3
Storetjern	06.07.2016	0-8	45,6	18	457	-	-	16	-	3,23	10	4
Storetjern	02.08.2016	0-9	47,1	16	572	-	-	11	-	1,31	10	4,5
Storetjern	30.08.2016	0-10	42,9	13	512	-	-	12	-	0,59	9,9	5
Storetjern	03.08.2016	0-7	43	13	590	40	16	10	1,8	2,1	10	3,5
Spiketjern	05.09.2016	0,5	85	12	934	-	-	5,5	-	0,74	3,5	>0,8
Nyborgtjern	06.07.2016	0-5	81,6	64	1920	-	-	13	-	2,83	3,6	4
Nyborgtjern	01.08.2016	0-5	62,5	29	1120	-	-	18	-	4,13	2,4	3
Nyborgtjern	04.08.2016	4	-	-	-	-	-	20	3	-	-	-
Nyborgtjern	30.08.2016	0-5	64,3	24	1080	-	-	11	-	1,83	2,6	3
Nyborgtjern	03.10.2016	0-5	63,8	25	1750	57	1000	11	2,2	2,18	2,7	3

Vedleggstabell B2. CTD-målinger aug-sept 2016.

Vientjern 2.8.2016 Maks. reg. dyp: 14m. H2S-lukt i bunn

dyp m	temp gr C	kond mS/m	turb FNU	O2 %	O2 mg/l
0,5	20,1	33,69	0,7	106,4	9,64
1	20	33,4	0,7	105	9,7
2	19,6	33,21	0,7	105,6	9,67
3	18,4	35,79	0,8	120,8	11,54
4	14,4	34,7	1,0	90,6	9,29
5	9,2	32,66	1,3	18,4	2,08
6	7,6	31,98	1,7	11,1	1,31
7	5,7	33,9	6,8	0	0
8	5,3	35,4	6	0	0
10	5,1	36,7	5	0	0
12	5,1	37,4	5,61	0	0

Stortjern 3.8.2016 Maks. reg. dyp: 15,1m. H2S-lukt i bunn

dyp m	temp gr C	kond mS/m	turb FNU	O2 %	O2 mg/l
0,5	20,2	46,3	1,7	97,3	8,81
1	19,9	46,1	1,6	95,6	8,69
2	19,8	46	1,6	95	8,66
3	18,7	46,8	2,3	23,3	2
4	13	43,6	5,0	5,8	0,57
5	8,6	41,4	10,8	0,7	0,07
6	6,8	41,2	8,3	0	0
8	5,8	40,6	7,14	0	0
10	5,6	40,5	6,78	0	0
12	5,4	40,5	6,73	0	0
13	5,4	40,5	6,89	0	0

Vienbråtatjern 3.8.2016 Maks. reg. dyp: 10,2 m

dyp m	temp gr C	kond mS/m	turb FNU	O2 %	O2 mg/l
0,5	19,8	30,5	3,4	124	11,34
1	19	30,2	4,2	117,9	10,9
2	16,9	32,3	2,9	41,7	41,7
3	13,9	33,4	8,8	0,2	0,2
4	8,1	31,7	38,3	0	0
6	5,5	34,2	6,1	0	0
8	5,3	37	143,0	0	0

Nyborgtjern 4.8.2016 Maks. reg. dyp: 5,8 m. Ingen H2S-lukt.

dyp m	temp gr C	kond mS/m	turb FNU	O2 %	O2 mg/l
0,5	19	30	1,0	82,2	7,62
1	19	30	1,0	82,5	7,66
2	18,8	30	1,0	77,3	7,17
3	15,3	42,5	4,8	1	0,1
4	11,6	40,4	30,3	0	0

Spiketjern 5.9.2016

dyp m	temp gr C	kond mS/m	turb FNU	O2 %	O2 mg/l
0,5	13	32,26	1,5	92,2	9,67

NIVA: Norges ledende kompetansesenter på vannmiljø

NIVA gir offentlig vannforvaltning, næringsliv og allmennheten grunnlag for god vannforvaltning gjennom oppdragsbasert forsknings-, utrednings- og utviklingsarbeid. NIVA kjennetegnes ved stor faglig bredde og godt kontaktnett til fagmiljøer i inn- og utland. Faglig tyngde, tverrfaglig arbeidsform og en helhetlig tilnæringsmåte er vårt grunnlag for å være en god rådgiver for forvaltning og samfunnsniv.



Norsk institutt for vannforskning

Gaustadalléen 21 • 0349 Oslo
Telefon: 02348 • Faks: 22 18 52 00
www.niva.no • post@niva.no