

7962-2024

# Kollsnes prosessanlegg. Oppfølgende miljøundersøkelser 2023.

Ferskvann

# Rapport

## Norsk institutt for vannforskning

Løpenummer: 7962-2024

ISBN 978-82-577-7699-2  
NIVA-rapport  
ISSN 1894-7948

Denne rapporten er kvalitetssikret iht. NIVAs kvalitetssystem og godkjent av:

Birger Skjelbred  
Prosjektleder/  
Hovedforfatter

Jan-Erik Thrane  
Kvalitetssikrer

Laurence Carvalho  
Forskningsleder

© Norsk institutt for vannforskning.  
Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse.

[www.niva.no](http://www.niva.no)

<b>Tittel norsk/engelsk</b> Kollsnes prosessanlegg. Oppfølgende miljøundersøkelser 2023. Ferskvann	<b>Sider</b> 38	<b>Dato</b> 14.03.2024
-------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------	---------------------------

<b>Forfatter(e)</b> Birger Skjelbred, Anders Hobæk, Kirstine Thiemer, Petra Thea Mutinova	<b>Fagområde</b> Overvåking	<b>Distribusjon</b> Åpen
----------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------	-----------------------------

<b>Oppdragsgiver(e)</b> Equinor Energy AS, Kollsnes prosessanlegg, 5337 Rong	<b>Kontaktpersoner hos oppdragsgiver</b> Ive Helen Skaga, Equinor og Mari Jokerud, NINA
---------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------

**Utgitt av NIVA**  
Prosjektnummer 230098

### Sammendrag

Det er gjennomført oppfølgende miljøundersøkelser i ferskvann i nærområdet til Kollsnes prosessanlegg i 2023. Overvåkingsprogrammet gjentas hvert 5. år, og omfatter vannkjemiske og biologiske undersøkelser i to innsjøer. Steinsvatn var næringsfattig og hadde god økologisk tilstand med hensyn til eutrofiering. Stølevatn hadde moderat økologisk tilstand, forårsaket av noe forhøyet konsentrasjon av total fosfor. Med hensyn til forsuring vurderes begge innsjøer å være i god tilstand, men vannvegetasjonen indikerer at innsjøene fortsatt er noe påvirket av forsuring. Innholdet av nitrogenforbindelser i innsjøene har variert en del tidligere år, men var lavt i 2023. Endringer fra tidligere undersøkelser var ubetydelige. I begge innsjøer viste målingene en svak bedring i pH og en flatere trend enn tidligere for innhold av organisk karbon (brunere farge).

**Emneord:** Miljøovervåking, Ferskvann, Eutrofiering, Forsuring

**Keywords:** Environmental monitoring, Freshwater, Eutrophication, Acidification

# Innholdsfortegnelse

Forord	4
Sammendrag	5
Summary	6
1 Introduksjon	7
2 Materialer og metode	8
2.1 Områdebeskrivelse	8
2.2 Innsjøene	9
2.3 Hydrografi og vannkjemi	13
2.4 Planteplankton	13
2.5 Dyreplankton	13
2.6 Vannvegetasjon	14
3 Resultater	15
3.1 Hydrografi og vannkjemi	15
3.2 Planteplankton	25
3.3 Dyreplankton	29
3.4 Vannvegetasjon	32
3.5 Samlet vurdering av økologisk tilstand	35
3.6 Anbefalinger for fremtidige undersøkelser	37
4 Konklusjon	37
5 Referanser	38

# Forord

Rapporten redegjør for resultater av oppfølgende undersøkelser (miljøovervåking) i nærområdet til Kollsnes prosessanlegg på Kollsnes i Øygarden i 2023. Prosjektet inngår i en regelmessig syklus med prøvetaking hvert 5. år. NINA har vært ansvarlig oppdragstaker for prosjektet som omfatter ferskvann og terrestrisk botanikk. NINA har stått for de terrestriske undersøkelsene (Jokerud m.fl. 2023) og NIVA for ferskvannsundersøkelsene.

Feltarbeidet er utført av Kirstine Thiemer, Marthe Torunn Solhaug Jenssen, Caroline Mengeot, Camille Deciron, Chris Lindermann og Zhitao Huang. Registrering, bearbeiding og omtale av vannvegetasjon er utført av Kirstine Thiemer (NIVA Oslo). Birger Skjelbred (NIVA Oslo) har hatt prosjektledelse, stått for vurdering av vannkjemiske data og vurdert resultatene av planteplanktonanalysene. Petra Thea Mutinova har analysert prøvene av planteplankton. Vannkjemiske analyser er utført ved Eurofins Environment Testing AS. Anders Hobæk (NIVA Bergen) har utført bearbeiding av dyreplankton, samt utarbeidelse av rapporten. Forsker Jan-Erik Thrane har stått for kvalitetskontroll.

Takk til NINA ved Mari Jokerud for godt samarbeid under gjennomføring av prosjektet.

Oslo, 14. mars 2024

## Sammendrag

Rapporten redegjør for oppfølgende miljøovervåking ved prosessanlegget på Kollsnes i Øygarden i 2023. Hensikten med overvåkingsprogrammet er å vurdere mulige påvirkninger på terrestrisk vegetasjon og på ferskvann fra utslipp av nitrogenoksider (NO<sub>x</sub>) til luft. Undersøkelsene inngår i en lengre tidsserie og gjentas hvert 5. år, og resultatene er sammenlignet med tidligere registreringer. Resultater fra overvåking av vegetasjon og jordsmonn er rapportert separat (Jokerud m. fl. 2024). Programmet for ferskvann omfattet kjemiske og biologiske undersøkelser i to innsjøer i nærområdet til prosessanlegget.

Vurderinger av økologisk tilstand i innsjøene er gjort med basis i de biologiske kvalitetselementene dyreplankton, vannvegetasjon og planteplankton. Vannkjemiske data er benyttet som støtteparametere. Totalvurderingene med hensyn til eutrofiering var *god* tilstand for Steinsvatn, og *moderat* tilstand for Stølevatn. De vannkjemiske støtteparametere total fosfor og siktedyp utgjorde forskjellen i tilstandsklassene mellom innsjøene. Med hensyn til forsuring ble begge innsjøer vurdert å ha *god* tilstand. Vannvegetasjonen indikerte imidlertid en viss forsuringspåvirkning i Stølevatn. Dyreplanktonet var artsfattig med litt uvanlig artssammensetning, og var trolig utarmet av intens beiting fra fisk, særlig i Stølevatn. Flere forsuringfølsomme arter ble påvist i begge innsjøer, og krepsdyrfaunaen fra pelagisk og litoral sone til sammen indikerte *god* tilstand i begge med hensyn til forsuring.

Vannkjemiske målinger viste at Stølevatn hadde høyere verdier for total fosfor enn tidligere, mens Steinsvatn hadde lave verdier, som ved tidligere undersøkelser. Begge innsjøene hadde lave konsentrasjoner av totalt nitrogen. Resultatene viste ingen tegn til vannkjemiske endringer fra tidligere som kan tilskrives utslipp fra prosessanlegget. De vannkjemiske parameterne for forsuring indikerte *god* til *svært god* tilstand for begge innsjøene. Samtidig fant vi også at den svake økningen i innhold av organisk karbon, sannsynligvis i form av humus fra nedbørfeltene, hadde flatet ut i forhold til tidligere undersøkelser.

I begge innsjøer viste målingene også en svak bedring i pH.

## Summary

This report presents results of environmental surveillance in freshwaters in the vicinity of the gas terminal at Kollsnes, Øygarden municipality in Vestland county, Norway. The surveillance program consisted of monitoring chemical and biological conditions in two lakes and is aimed at detecting potential effects of nitrogen oxides (NO<sub>x</sub>) released to air from the gas terminal. The program is part of a time series that repeats every 5th year, and results are compared with previous data. Within this project, additional monitoring focusing on terrestrial vegetation has been reported separately (Jokerud et al. 2024).

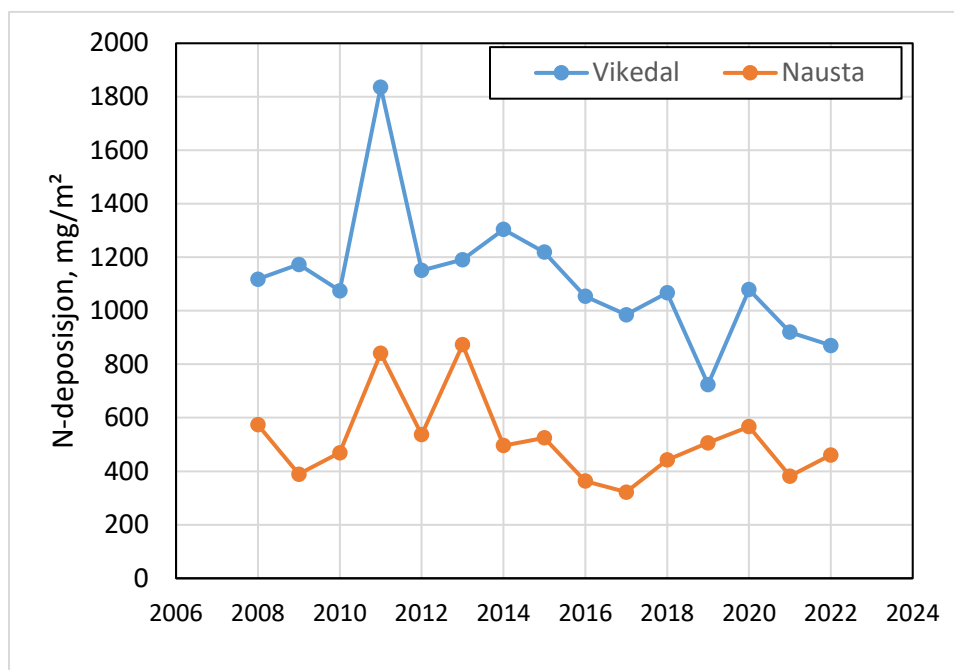
The ecological conditions in lakes Steinsvatn and Stølevatn were evaluated based on zooplankton composition, phytoplankton biomass and composition, aquatic vegetation as well as chemistry parameters, following quality criteria developed under the Water Framework Directive as implemented in Norway. For the influence of eutrophication, we evaluated Lake Steinsvatn to be in *good* ecological state, while Lake Stølevatn was in *moderate* ecological state. The difference between evaluations was caused by differences in values of total phosphorus. Both lakes were evaluated to be in *good* ecological state relative to acidification. Nonetheless, the water vegetation did indicate slight effects of acidification in both, and most pronounced in Lake Stølevatn. The zooplankton of both lakes appeared to be strongly suppressed through fish predation, with low species richness and somewhat unusual species composition. Several species known as sensitive to acidification were recorded, and the combined pelagic and littoral microcrustacean fauna indicated a *good* ecological state relative to acidification in both lakes.

Water chemistry data confirmed that Steinsvatn is oligotrophic, Stølevatn slightly mesotrophic, with low concentrations of nitrogen in both lakes. We detected no signs of chemical changes relative to previous records that could be attributed to nitrogen fallout from the gas terminal. The slight improvement in pH conditions relative to previous years was recorded in both lakes also this year. In addition, the slight increase in total organic carbon detected in earlier monitoring were not observed in 2023 for the lakes.

# 1 Introduksjon

På Kollsnes, sørvest på øya One i Øygarden, ble et større prosessanlegg satt i drift i 1996. Etter utbyggingen har det vært gjennomført overvåkingsundersøkelser i nærområdene for en rekke naturfaglige tema, inkludert terrestrisk biologi, marinbiologi, grunnvann, ferskvann og marine sedimenter. Gjennom prosessering og faking av gass har anlegget en del utslipp av nitrogenoksider (NOx) til luft. Miljøovervåkingen på landsiden har derfor vært innrettet primært for å detektere eventuelle effekter av nitrogenoksider fra luftutslipp. Overvåkingen har vært utført periodisk hvert 5. år, sist i 2018.

Nærheten til havet medfører at innsjøer og vassdrag vannkjemisk sett er preget av ioner av marin opprinnelse. I tillegg har langtransportert svovel ført til forsurening av vassdrag langs Vestlandskysten. Deposisjon av svovel har avtatt etter at internasjonale reguleringer av utslipp har fått effekt, og vi ser regionalt en langsom bedring i vannkvaliteten i ferskvann. Nitrogenoksider kan ha en forsurende effekt i vann tilsvarende den fra svovel, men siden nitrogen er et begrensende næringsstoff for landplanter, vil dette først og fremst fanges opp i jordsmonn og vegetasjon. Deposisjon av nitrogen har vist en avtagende trend siden det nasjonale måleprogrammet begynte på slutten av 1970-tallet, men ikke så markert som for svovel. I de senere årene hadde nedfall av nitrogen langs Vestlandskysten en topp i 2011 (**Figur 1**), men senere har trenden vært stabil eller svakt avtagende (Aas m. fl 2023 og tidligere årsrapporter i Miljødirektoratets overvåking).



**Figur 1.** Våtdeposisjon av nitrogen (både redusert og oksidert N) for 2 stasjoner på Vestlandet. Data fra Miljødirektoratets overvåking av langtransportert forurensning.

Nitrogen er et viktig næringsstoff for primærprodusenter, og kan være begrensende for produksjon både på land og i vann. I ferskvann er fosfor regnet for å begrense algevekst i de fleste næringsfattige innsjøer og elver, men det er økende oppmerksomhet på betydningen av nitrogen og kombinerte effekter av fosfor- og nitrogenbegrensning (de Wit & Lindholm 2010). Økte tilførsler av uorganisk nitrogen kan derfor ha en gjødslande effekt i ferskvann, men hvor stor denne effekten kan være avhenger også av fosformengden som er tilgjengelig. Overvåkingsprogrammet for ferskvann omfatter derfor også parametere som er sensitive for eutrofiering (gjødsling) ved at både planteplankton og vannvegetasjon undersøkes.

Dette prosjektet omfatter overvåking av ferskvann og terrestrisk botanikk. Denne rapporten omhandler ferskvann, mens terrestrisk botanikk er rapportert separat av NINA (Jokerud m. fl. 2024). Overvåkingsprogrammet for ferskvann ved Kollsnes omfatter biologiske og vannkjemiske parametere for om mulig å fange opp endringer i økologisk tilstand i forhold til Klassifiseringsveilederen (Veileder 02:2018).

1. Påvise eventuelle effekter av nitrogenoksider fra luftutslipp ved prosessanlegget på Kollsnes.
2. Fange opp endringer i ulike nitrogenforbindelser og pH.
3. Vurdere økologisk tilstand med hensyn til effekter av overgjødsling.
4. Vurdere økologisk tilstand med hensyn til effekter av forsuring.

Siste undersøkelse i ferskvann ble gjort i 2018 (Hobæk m.fl. 2019). Overvåkingen i 2023 er en gjentakelse av opplegget fra 2008, 2013 og 2018, men undersøkelsen er utvidet slik at den følger Klassifiseringsveilederen (Veileder 02:2018). Hensikten med overvåkingen er å vurdere mulige påvirkninger fra utslipp av NO<sub>x</sub>. Oppdragsgiver for overvåkingen er Equinor Energy AS, Kollsnes prosessanlegg (tidligere Statoil Petroleum AS).

## 2 Materialer og metode

### 2.1 Områdebeskrivelse

Kollsnes ligger i kystlyngheisonen (Moen 1998), sentralt på Vestlandet i Øygarden kommune, Hordaland. Området er lavt og kupert og preget av forblåste fjellknauser og lyngheier. Mellom knausene og heiene finnes små dalsøkk av mer frodig karakter, med grasmark, myrer og små innsjøer, dammer og tjern. Berggrunnen består vesentlig av gneis. Lyngheilandskapet er betinget av århundrers bruk og pleie, først og fremst gjennom beiting og brenning for å holde beiteområdene i hevd. Jordsmonn og avrenning blir også påvirket av beite og brenning. Direkte avrenning til innsjøene fra gjødslet mark synes å være svært begrenset i området. Noe innmark finnes langs østsiden av Stølevatnet og ved sør-enden av Steinsvatnet, men ellers er nedbørfeltene utmark dominert av lyngheier (**Figur 2**). Begge innsjøene inngår i kommunens drikkevannsforsyning, men Stølevatnet er bare reservekilde og har knapt vært benyttet de siste årene (COWI 2017).





*Figur 2. Flyfoto av Kollsnes prosessanlegg og området rundt på One og nordlige del av Blomøy.*

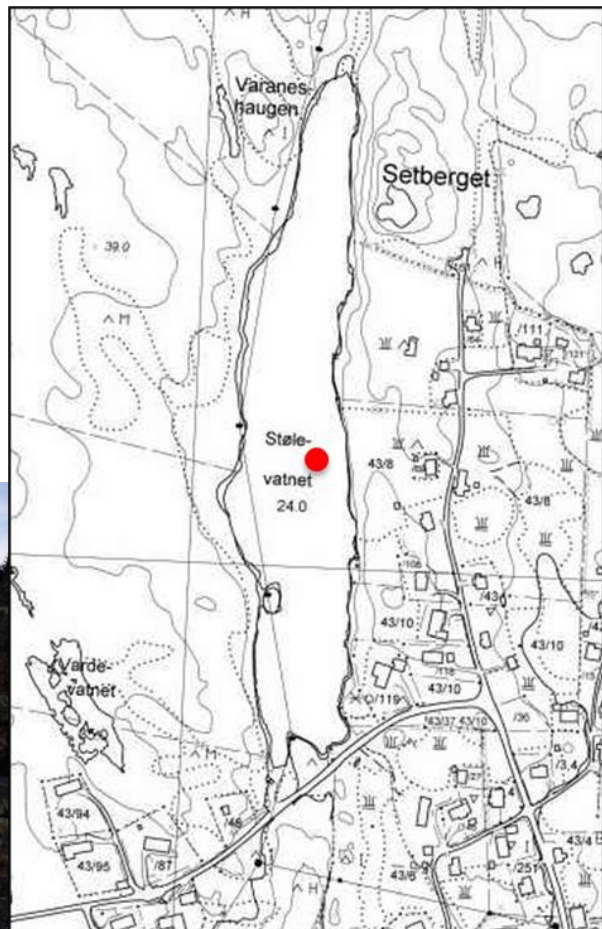
*Kilde: Norgeskart.*

## 2.2 Innsjøene

Noen karakteristika for innsjøene er vist i **Tabell 1**. Etter innsjøtypologien som benyttes i Vannforskriften er begge innsjøene små og grunne (middeldyp < 15 m) lavlandssjøer. Basert på målinger av kalsium og totalt organisk karbon (**Tabell 2** og **Tabell 3**) er begge innsjøene av typen kalkfattige og klare. I siste versjon av det norske systemet blir dette innsjøtype 105a, og interkalibrert som type L-N2a/L-N-M101. Middeldypet for Steinsvatn er riktignok ikke kjent siden det ikke finnes dybdekart, men ut fra registreringene i felt er middeldypet ganske sikkert mindre enn 15 m.

*Tabell 1. Geografiske og morfologiske data for de undersøkte innsjøene. UTM-kordinater refererer til prøvetakingspunkt for vertikale profiler, og er angitt i UTM sone 32. Dybdeforholdene i Steinsvatn er ikke kjent i detalj, og her er ført opp største dyp hvor det var mulig med prøvetaking i 2023.*

Innsjø	NVE innsjønr	UTM øst	UTM nord	Hoh, m	Areal, km <sup>2</sup>	Max dyp, m
Stølevatn	26418	273127	6722325	24	0,033	10,5
Steinsvatn	26463	273483	6718864	26,5	0,1257	28



**Figur 3.** Stølevatnet. Bildet (fra november 2008) viser utsikt nordover fra demningen ved utløpet i sør. Kartet viser nærområdet med flere gardsbruk på østsiden. Rødt punkt viser stasjon for måling av hydrografiske profiler og vannprøvetaking. Kilde: Norgeskart.

Stølevatn ligger 24 m o.h., har et areal på 0,033 km<sup>2</sup> og et maksimaldyp på 10 m. Middeldyp er anslått til 4,6 m (Kambestad m.fl. 1992). Denne lille innsjøen er demmet opp ved utløpet for bruk som drikkevannskilde (**Figur 3**). Ifølge kommunen brukes Stølevatn bare som reservevannkilde, slik at det sjelden tappes vann herfra og vannstanden varierer lite. Kommunens vanninntak skal ligge på ca. 8 m dyp. I tillegg til kommunal vannforsyning har flere gardsbruk langs østbredden egne vannuttak fra innsjøen. Som forventes for en drikkevannskilde, er det meste av nedbørfeltet relativt uberørt. Fra naturens side har det nok vært mer skog i nærområdet, og dette ville trolig ha gitt en vannkvalitet mer preget av humus fra jordsmonnet. Innsjøen er ganske liten og med større grunnområder i nord og vest. Bunnsubstratet i innsjøen er stein og løst finmateriale. På østsiden grenser vannet mot brattere berg (**Figur 4**).

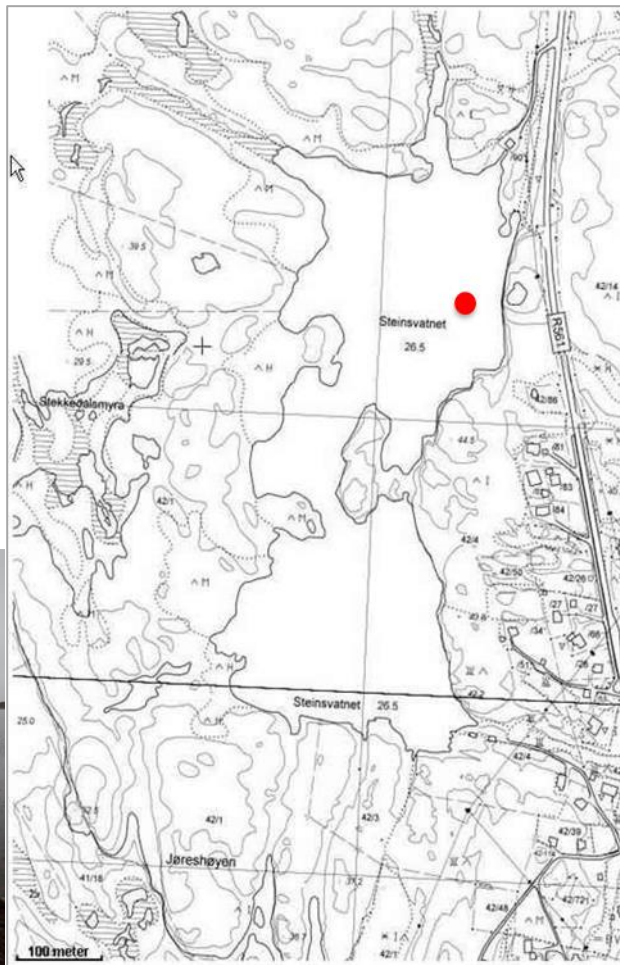
Stølevatnet var med i forundersøkelsene i 1992 (Kambestad m. fl. 1992). Da ble både hydrografiske, vannkjemiske og biologiske parametere undersøkt. I 1995, 1997 og 2003 ble kun hydrografiske og vannkjemiske parametere undersøkt (Multiconsult 2004), mens det i 2008, 2013 og 2018 i tillegg ble undersøkt biologiske parametere (Hobæk m.fl. 2009; 2014, 2019).



*Figur 4. Fra Stølevatnet sett mot nord, 9.11.2018. Foto AH.*

Steinsvatn på Blomøy er, med et areal på 0,1257 km<sup>2</sup>, større enn Stølevatnet. Det er også dypere, men det foreligger ikke dybdekart. Største dyp registrert med ekkolodd var 28 m. I praksis viste 25 m seg å være det største dypet vi klarte å ta prøver fra. Dette området lå nær land på østsiden av det nordre bassenget, under en bratt fjellvegg. Kommunen bekreftet at dette er det dypeste området i innsjøen. I det søndre bassenget var 23 m det største dypet vi registrerte med ekkolodd. Innsjøen er drikkevannsmagasin, og består av to bassenger adskilt av et grunt sund (se **Figur 5**). Langs vestsiden er innsjøen omgitt av lave lyngheier (**Figur 6**), mens østsiden er berglendt med bratte bergsider mot vannet.

Bunnssubstratet besto av mest stein og berg, men også noe grus og finere sand med løst finmateriale over. Finmateriale fantes især i de to sørligste bassengene hvor det gjennomgående er grunnere med flere bukter og sund og relativt store grunnområder.



**Figur 5.** Steinsvatnet. Bildet viser utsikt mot sør fra pumpestasjonen i nordenden av vannet, 27.09.2018 (Foto AH). Kartet viser nærområdet med RV 561 og noe bebyggelse langs østsiden. Rødt punkt viser stasjon for måling av hydrografiske profiler og vannprøvetaking. Kilde: Norgeskart.



**Figur 6.** Steinsvatnet sett mot S-SV, 9. november 2018. Foto AH.

Fra Steinsvatnet kjenner vi fra tidligere bare en enkel vannkjemisk vurdering (Johnsen og Bjørklund 1993), mens hydrografiske, vannkjemiske og biologiske parametere først kom med i undersøkelsene i 2008, 2013 og 2018 (Hobæk m. fl. 2009; 2014; 2019). Øygarden kommune har også vannkjemiske data fra regelmessig drikkevannskontroll (<https://www.øyvar.no/vann/vassanalyser/>).

## 2.3 Hydrografi og vannkjemie

Oppstart av feltarbeidet var 28. juni 2023. Det ble gjennomført 6 prøvetakingsrunder fra juni til oktober 2023.

Dybdeforholdene ble registrert med et lite håndholdt ekkolodd (Plastimo Echotest). Ved innsjøenes dypeste punkt ble vertikale profiler av temperatur og oksygen registrert med en SAIV SD208 sonde. Sonden målte en gang hvert andre sekund, og data ble logget i internminne for senere avlesning.

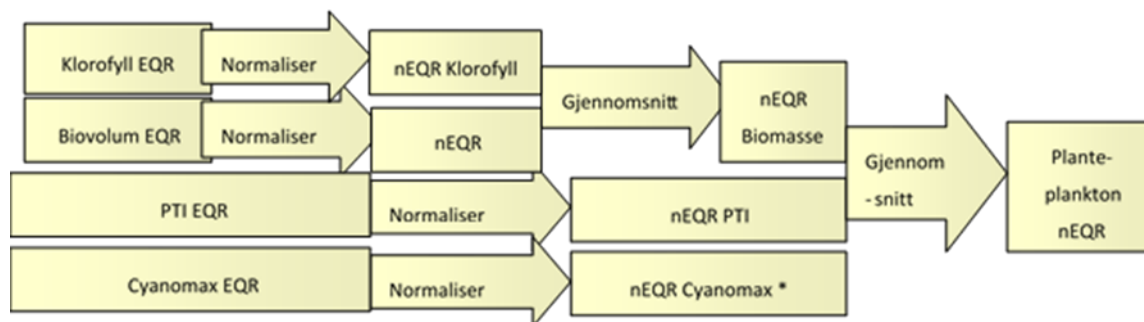
Siktedyp og visuell vannfarge ble målt med en hvit Secchi-skive. Vannprøver for vannkjemie og planteplankton ble tatt med Ramberghenter, som blandprøve fra 0-8 m i Steinsvatn og 0-6 m i Stølevatn (NS-EN 16698:2016). En Limnos vannhenter ble benyttet til å ta prøver fra dypvannet, på henholdsvis 25 m i Steinsvatn og 9 m i Stølevatn. Prøver for kjemisk analyse ble tappet direkte på prøveflasker. Vannkjemiske analyser ble utført ved akkrediterte laboratorier av Eurofins Environment Testing AS.

## 2.4 Planteplankton

Planteplanktonprøvene ble tatt fra samme blandprøve som vannkjemien (NS-EN 16698:2016).

Analyse av planteplanktonet ble foretatt i omvendt mikroskop iht. norsk standard (NS-EN 15204:2006), og artssammensetningen, biovolumet av hver art og totalt biovolum ble beregnet (NS-EN 16695:2016).

Vurdering av økologisk tilstand for planteplankton er basert på totalt biovolum, klorofyll  $a$ , trofisk indeks for artssammensetning (PTI, Phytoplankton Trophic Index) og maksimum biovolum av cyanobakterier (Cyano<sub>max</sub>). Klassifiseringsmetoden er interkalibrert med de nordiske landene (Lyche-Solheim m.fl. 2014) og presentert i kap. 4.1 i Klassifiseringsveilederen (Veileder 02:2018) (**Figur 7**).



**Figur 7.** Klassifiseringsmetodikk for planteplankton basert på kombinasjon av klorofyll  $a$ , totalt biovolum, PTI-indeks for artssammensetning og maksimum biovolum av cyanobakterier. Se kap. 4.1 i Klassifiseringsveilederen (Veileder 02:2018) for videre detaljer.

## 2.5 Dyreplankton

Dyreplankton ble samlet inn med vertikale trekk (0-8 m i Stølevatn, 0-25 m i Steinsvatn) med en planktonhåv (diameter 30 cm, maskevidde 90  $\mu$ m). Organismer og partikler som ble holdt igjen i

håven ble samlet opp i en filterkopp nederst i håven, og herfra spylt over i prøveglass vha. en spruteflaske og en trakt. Prøvene ble konserverert i 90 % etanol. Det ble tatt tre prøver i løpet sesongen (i juli, august og september).

Litorale småkreps ble samlet med en litt mindre håv (diameter 20 cm, maskevidde 90  $\mu\text{m}$ ) som ble kastet fra strandkanten ut vannet. Etter å ha latt håven synke ble den trukket langs bunnen mot land. Flere trekk (til sammen ca. 20 m trekk lengde) ble kombinert til en prøve. Dyr og andre partikler som ble virvlet opp ble samlet i en filterkopp i enden av håven, og konserverert på samme måte som dyreplankton. Disse prøvene ble tatt i juli og september.

Begge prøvetyper ble gjennomgått i sin helhet under stereolupe. Enkelte arter ble identifisert i mikroskop etter disseksjon. Mengdeangivelser av dyreplankton er for disse prøvene angitt langs en 5-delt relativ skala (fra enkeltindivider til dominerende). Fordi prøvetakingen ikke er kvantitativ i utgangspunktet, anses arts sammensetning og dominansforhold som mer informative indikatorer enn absolutte antall i prøvene.

Basert på lister over påviste krepsdyrarter er forsuringindeksen LACI-2 beregnet (Veileder 02:2018). Denne indeksen er utviklet for den aktuelle innsjøtypen (klar, kalkfattig), og er basert på empiriske data om artenes forekomst ved ulike pH-forhold. En rekke arter er klassifisert som enten 1: svært forsuringfølsomme, 2: moderat forsuringfølsomme, 3: moderat forsuringstolerante, eller 4: svært forsuringstolerante. Det må tilføyes at mange forsuringstolerante arter forekommer vanlig også i innsjøer som ikke er sure. Balansen mellom forekomst av følsomme og tolerante arter utgjør grunnlaget for indeksen.

## 2.6 Vannvegetasjon

Makrovegetasjon (høyere planter) er planter som har sitt normale habitat i vann. De deles ofte inn i helofytter («sivevegetasjon» eller «sumplanter») og «ekte» vannplanter. Helofyttene er semi-akvatiske planter med hoveddelen av fotosyntetiserende organer over vannflata det meste av tida og et velutviklet rotsystem. Vannplantene er planter som vokser helt neddykket eller har blader flytende på vannoverflaten. Disse kan deles inn i 4 livsformgrupper: isoetider (kortsukksplanter), elodeider (langsukksplanter), nymphaeider (flytebladplanter) og lemnider (frittflytende planter). I tillegg inkluderes de største algene, kransalgene, blant vannplantene.

Vannvegetasjonen i Stølevatnet og Steinsvatnet ble registrert 17. august 2023. Registreringene ble foretatt i henhold til Klassifiseringsveilederen (Veileder 02:2018), som inkluderer registrering av vannvegetasjon fra båt med vannkikkert og kasterive. Forekomst og mengde av hver art ble notert. Mengde av hver art ble kvantifisert i henhold til en 5-delt semi-kvantitativ skala, hvor 1=sjelden (<5 individer av arten), 2=spredt, 3=vanlig, 4=lokalt dominerende, 5=dominerer lokaliteten. Nedre voksegrense for vannvegetasjon ble registrert. Det ble gjort registreringer fra vannkanten ned til maksdypet for vannvegetasjon, hvor alle dybdeangivelser er gitt i forhold til vannstand på observasjonstidspunktet. Navnsettingen for karplantene følger Lid og Lid (2005).

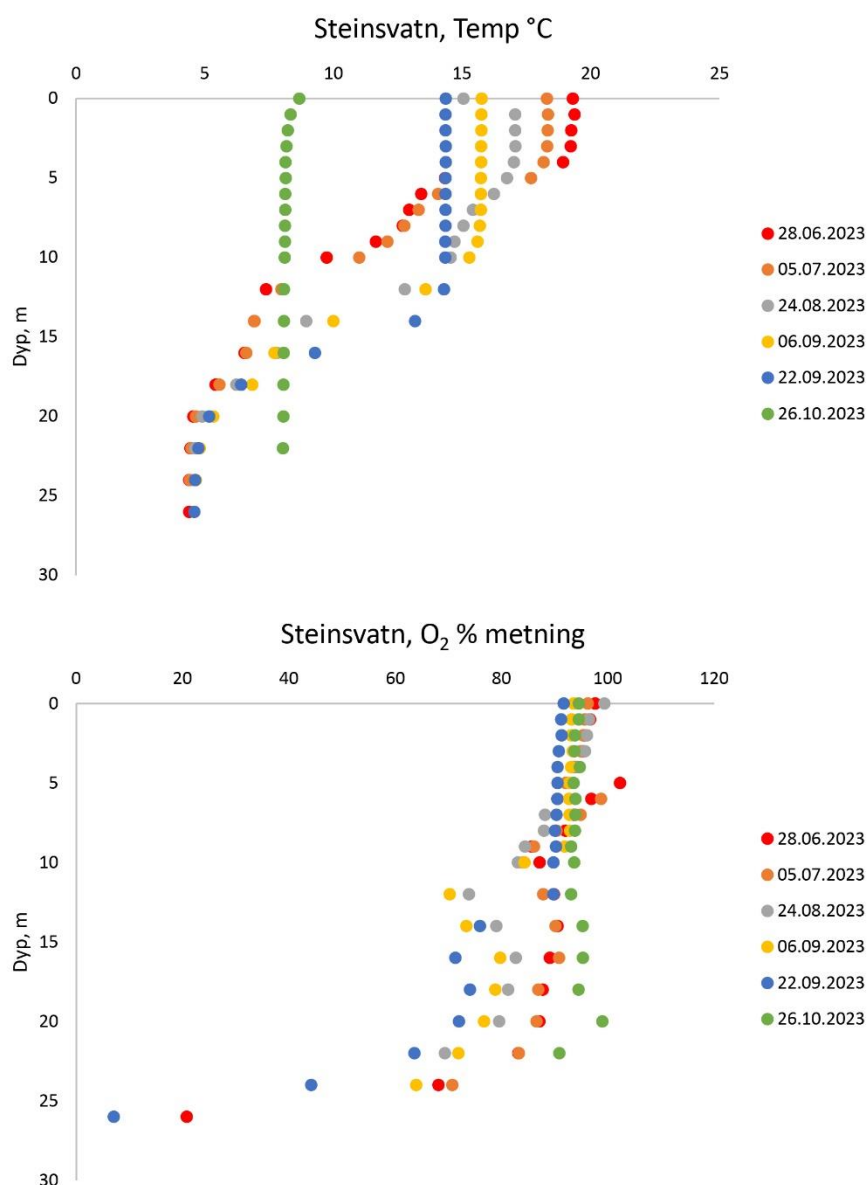
Vurdering av økologisk tilstand med hensyn til eutrofiering er basert på trofiindeksen Tlc, mens økologisk tilstand med hensyn til forsuring er basert på forsuringindeksen Slc, jfr. Klassifiseringsveilederen (Veileder 02:2018). I begge indeksene inkluderes arter innenfor alle livsformene av vannplanter (isoetider, elodeider, nymphaeider, lemnider og kransalger). Moser, begroingsalger og helofytter inkluderes ikke. Indeksene er basert på forholdet mellom antall arter som er sensitive overfor eutrofiering eller forsuring og antall arter som er tolerante overfor slik påvirkning. Det beregnes én verdi for eutrofiering og én for forsuring for hver av innsjøene. Verdien kan variere mellom +100, dersom alle tilstedeværende arter er sensitive, og -100, hvor alle er tolerante. Indeksen bør bare brukes for vannforekomster med 3 arter eller mer.

# 3 Resultater

## 3.1 Hydrografi og vannkjemi

### 3.1.1. Steinsvatn

Innsjøens sirkulasjonsdyp, epilimnion, var ned til 6 m dyp på sommeren, med et sprangsjikt mellom 6 og 10 m (**Figur 8**). Sirkulasjonsdypet henger sammen med temperatur og vindeksponering. Utover høsten var sprangsjiktet dypere og i oktober sirkulerte vannmassene helt. I slutten av september falt oksygenmetningen dypere enn 20 m, mens hele volumet over sprangsjiktet holdt over 90 % metning.



Figur 8. Temperatur og oksygenmetning i Steinsvatn 2023.

Oksygenmetningen i bunnvannet var omtrent like lav i september 2023 som 2013 og 2018, mens den var høyere høsten 2008. Det er sannsynlig at dette forholdet varierer fra år til år, siden lengden av stagnasjonsperioden vil variere med værforholdene. Det er imidlertid tydelig at innsjøen tilføres tilstrekkelig mengde organisk materiale (både innsjøens egen produksjon og fra nedbørfeltet) til at dette forårsaker et betydelig oksygenforbruk i bunnvannet. Mengden humus i vannet har også økt i perioden 2008 til 2018, men var omtrent uendret i 2023. Økt humusinnhold kan også bidra til økt oksygenforbruk.

I oktober var vannmassene fullstendig blandet, og temperatur (8.1 °C) og oksygenmetning (93-95 %) var så godt som lik gjennom hele dybdeprofilen (**Figur 8**).

Vannkjemiske resultater er vist i **Tabell 2**. Den dypeste prøven (25 m) hadde noe lavere pH og høyere konsentrasjon av nitrat. I øvre vannmasser var forholdene ganske like, som forventet ut fra den hydrografiske profilen. Her var pH høyere og nitrogen-konsentrasjonene lavere. Fosforkonsentrasjonene var forholdsvis lave. Fosfor er normalt det begrensende næringsstoff for produksjonen av planteplankton, og det lave nivået indikerer generelt næringsfattige forhold.

**Tabell 2. Vannkjemiske analyseresultater fra Steinsvatn 2023. Øverste tabell viser data fra blandprøven (0-8 m) og nederste tabell viser data fra bunnprøven (25 m).**

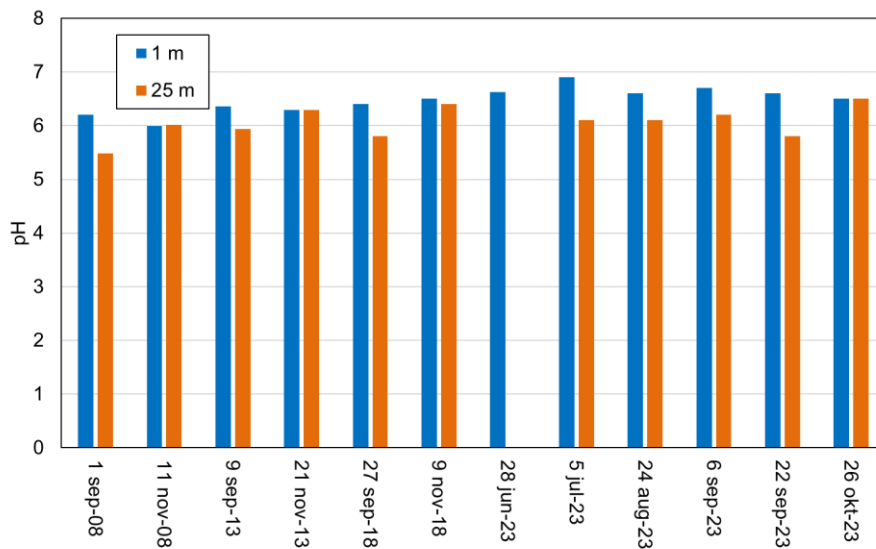
Steinsvatn	pH	Tot-P/L	Tot-N/L	NH4-N	NO3-N	TOC	Cl	SO4	Al/R	Al/II	Al/L	Ca	K	Mg	Na	ANC	KLA/S	Siktdyp	
Dato	pH	µg P/l	µg N/l	µg N/l	µg N/l	mg C/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	µEkv/L	µg/l	m	
28.06.2023	6.6		240			3.5												2.5	4.5
05.07.2023	6.9	7	100	16	<5	3.8	21.1	4.15					0.67	1.4	13.0			3.3	3.2
24.08.2023	6.6	6	170	47	7	4.1	21.4	4.14	9	5	3	2.5	0.65	1.4	14.0	170.0		3.0	3.1
06.09.2023	6.7	8	220	34	12	4.3	20.4	3.64					0.57	1.4	12.0			3.0	3.5
22.09.2023	6.6	10	240	37	25	4.0	19.9	3.86					0.57	1.3	12.0			2.8	3.1
26.10.2023	6.5	9	250	17	31	4.1	20.4	3.77	8	8	0	2.0	0.60	1.3	12.0	83.1		<=2	3.0
Min	6.5	6	100	16	<5	3.5	19.9	3.64	8	5	0	2.0	0.57	1.3	12.0	83.1		<=2	3.0
Middel	6.7	8	203	30	16	4.0	20.6	3.91	8	7	2	2.3	0.61	1.4	12.6	126.6		2.8	3.4
Maks	6.9	10	250	47	31	4.3	21.4	4.15	9	8	3	2.5	0.67	1.4	14.0	170.0		3.3	4.5

25 m	pH	Tot-P/L	Tot-N/L	NH4-N	NO3-N	TOC	Cl	SO4	Al/R	Al/II	Al/L	Ca	K	Mg	Na
Dato	pH	µg P/l	µg N/l	µg N/l	µg N/l	mg C/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
05.07.2023	6.1	9	200	<5	110	3.1	21.5	3.90					0.64	1.3	12.0
24.08.2023	6.1	4	170	6	150	3.3	21.9	4.13	19	10	9	2.1	0.62	1.3	12.0
06.09.2023	6.2	6	160	8	88	3.4	21.0	3.63					0.59	1.3	12.0
22.09.2023	5.8	8	200	6	150	3.7	20.8	3.85					0.58	1.2	12.0
26.10.2023	6.5	6	240	11	37	3.9	20.2	3.73	13	11	2	2.0	0.57	1.3	12.0
Min	5.8	4	160	<5	37	3.1	20.2	3.63	13	10	2	2.0	0.57	1.2	12.0
Middel	6.1	7	194	7	107	3.5	21.1	3.85	16	11	6	2.1	0.60	1.3	12.0
Maks	6.5	9	240	11	150	3.9	21.9	4.13	19	11	9	2.1	0.64	1.3	12.0

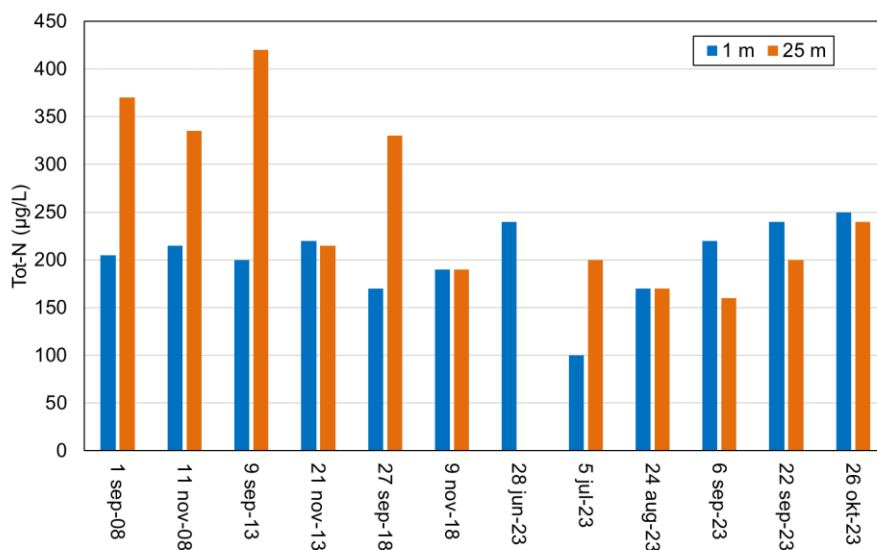
I prøvene fra oktober var vannkjemien ganske lik på alle dyp. pH var noe lavere i bunnvannet, grunnet nedbryting av organisk materiale. Gjennom sesongen var konsentrasjonen av nitrat høyest i bunnvannet, mens konsentrasjonen av ammonium var høyest i epilimnion.

pH har hatt en økende trend over tid, som ser ut til å flate ut i 2023 (**Figur 9**). Tidligere undersøkelser indikerer høyere konsentrasjoner av totalt nitrogen (**Figur 10**) i bunnvannet, men dette ble ikke observert i 2023.



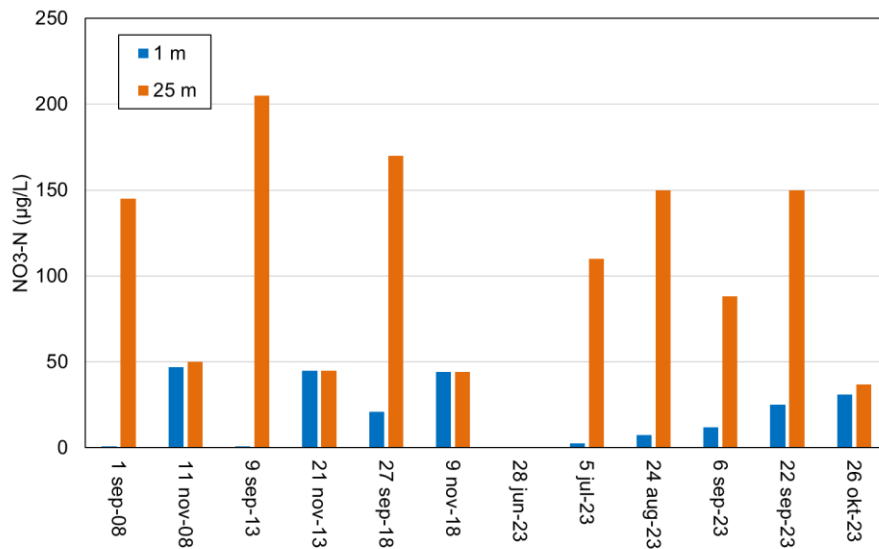


**Figur 9.** pH i Steinsvatn i 2008, 2013, 2018 og 2023. Data er vist for 1 m (0-8 m i 2023) og 25 m dyp. Merk at x-aksene ikke er lineære, og bare viser sekvensen av målinger.

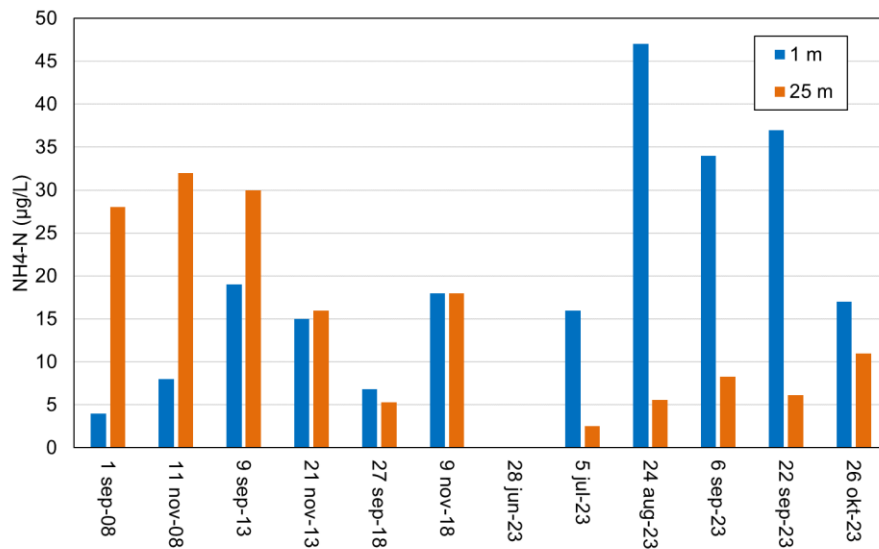


**Figur 10.** Totalt nitrogen (Tot-N) i Steinsvatn i 2008, 2013, 2018 og 2023. Data er vist for 1 m (0-8 m i 2023) og 25 m dyp. Merk at x-aksene ikke er lineære, og bare viser sekvensen av målinger.

For nitrat er mønsteret med høyest konsentrasjon i bunnvannet om sommeren og tidlig høst enda tydeligere enn for totalt nitrogen (**Figur 11**). Dette gjelder også for ammonium i 2008 og 2013, men 2018 skilte seg ut med relativt lik (og lav) konsentrasjon i begge dyp og i 2023 var konsentrasjonene høyest i epilimnion (**Figur 12**). For ammonium skyldes trolig mye av variasjonen ulik grad av sirkulasjon i vannmassene, som fører til raskere oksidasjon av redusert nitrogen.



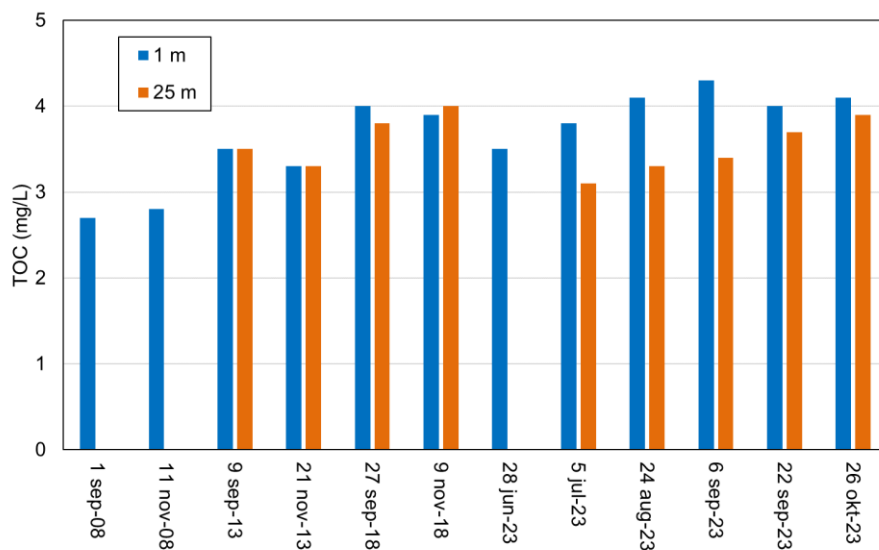
**Figur 11.** Nitrat-nitrogen i Steinsvatn i 2008, 2013, 2018 og 2023. Data er vist for 1 m (0-8 m i 2023) og 25 m dyp. Merk at x-aksene ikke er lineære, og bare viser sekvensen av målinger.



**Figur 12.** Ammonium-nitrogen i Steinsvatn i 2008, 2013, 2018 og 2023. Data er vist for 1 m (0-8 m i 2023) og 25 m dyp. Merk at x-aksene ikke er lineære, og bare viser sekvensen av målinger.

Innholdet av organisk karbon (TOC) var ganske likt i prøver fra overflate- og bunnvann med noe høyere konsentrasjoner i epilimnion i 2023 (**Tabell 2**). Sammenlignet med målingene fra tidligere år gir resultatene en indikasjon på økende innhold av TOC, men ser ut til å flate ut i 2023 (**Figur 13**). Det er imidlertid økende konsentrasjoner gjennom sesongen. Dette er primært i form av økende innhold av humus som vaskes ut av jordsmonn i nedbørfeltet. Denne tendensen er også vist i målinger som gjøres i kommunens vannverk, hvor humus måles som fargetall. Dette har vist en økende tendens i perioden 2007 til 2016 (COWI 2017). Disse målingene viser også en tydelig sesongvariasjon i fargetall, med lavere verdier i sommerhalvåret (mai-september) enn om høsten og våren. Økende avrenning av humus-stoffer er observert over store deler av Sør-Norge etter 1990, og er satt i sammenheng med en generell reduksjon i

sur nedbør, mer nedbør og stigende temperatur (Monteith m. fl 2007). Imidlertid viser målingene av råvann til Blomvåg vassverk (vann fra Steinsvatnet) ganske stabile fargetall de siste årene.

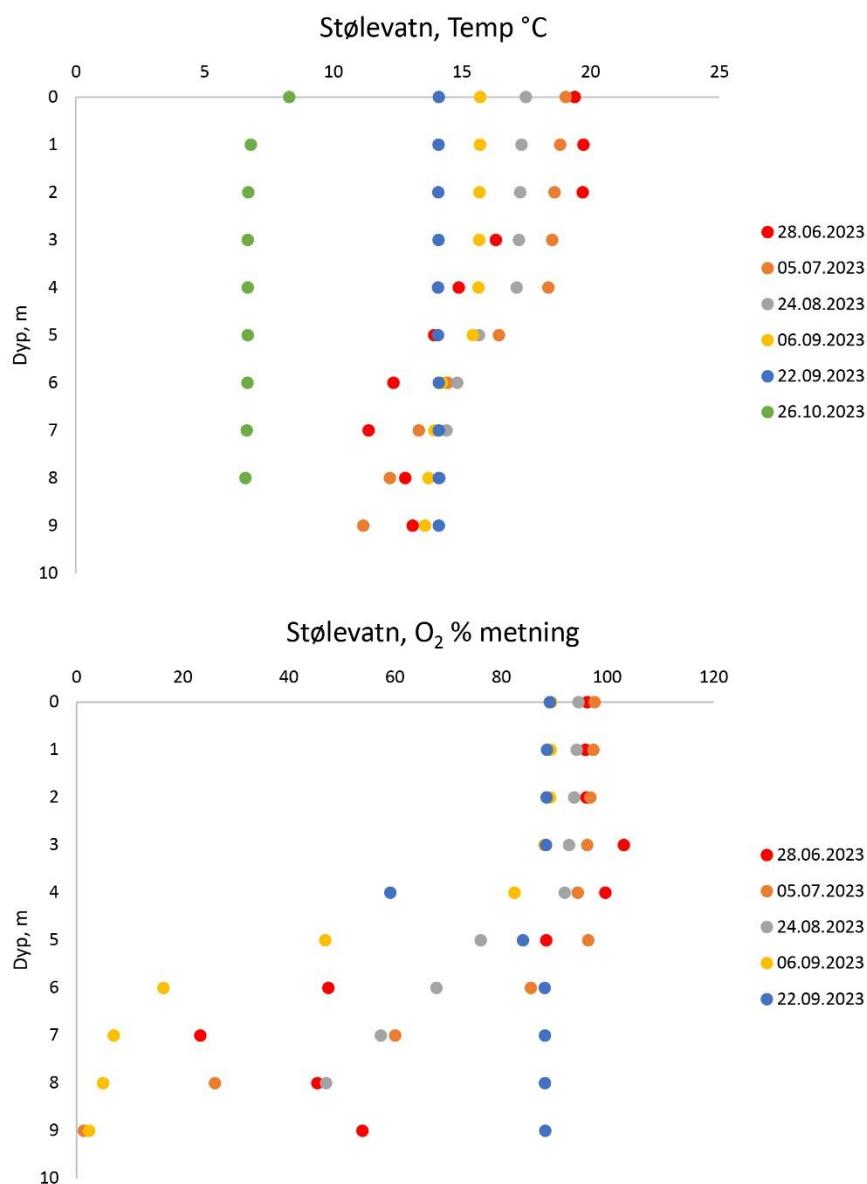


**Figur 13.** Totalt organisk karbon (TOC) i Steinsvatn i 2008, 2013, 2018 og 2023. Data er fra 1 m (0-8 m i 2023) og 25 m dyp. Merk at x-aksene ikke er lineære, og bare viser sekvensen av målinger.

Med unntak av tendensene til noe høyere konsentrasjoner av ammonium viser resultatene ingen tegn til vannkjemiske endringer i Steinsvatn i perioden 2008 – 2023.

### 3.1.2. Stølevatn

Stølevatn er liten og grunn, men innsjøen var termisk sjiktet i 2023 med sirkulasjonsdyp, epilimnion, ned til 3 m og sprangsjikt fra 3 til 6 m (**Figur 14**). Oksygenmetningen ble lavere under sprangsjiktet utover sommeren, men økte igjen på høsten. Tidligere har oksygenmetningen vært nær 100 % helt til bunns.



**Figur 14.** Temperatur og oksygenmetning i Stølevatn 2023.

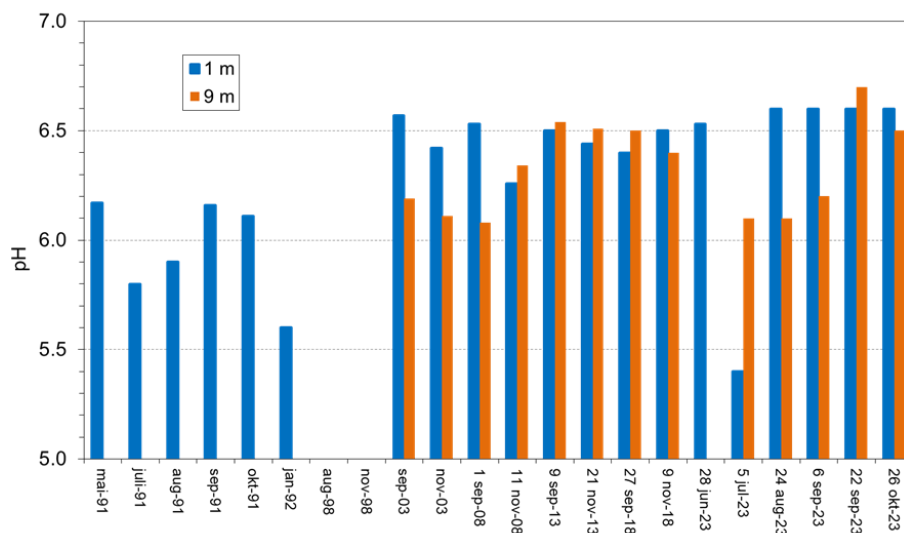
Vannkjemiske resultater er vist i **Tabell 3**. Vannmassene var sjiktet gjennom sommeren, men sirkulerte ved de 2 siste prøverundene. Det var dermed noe forskjeller mellom prøvene fra ulike dyp. pH-verdiene indikerte god tilstand, med unntak for overflatemålingen fra juli, der pH var 5,4. Tidligere har det vært merkbart høyere turbiditet (partikkelmengde) i Stølevatn enn Steinsvatn. I 2023 var det små forskjeller mellom innsjøene. Av næringsstoffer lå både total fosfor og totalt nitrogen litt høyere enn i Steinsvatn.

**Tabell 3.** Vannkjemiske analyseresultater fra Stølevatnet 2023. Øverste tabell viser data fra blandprøven (0-6 m) og nederste tabell viser data fra bunnprøven (9 m).

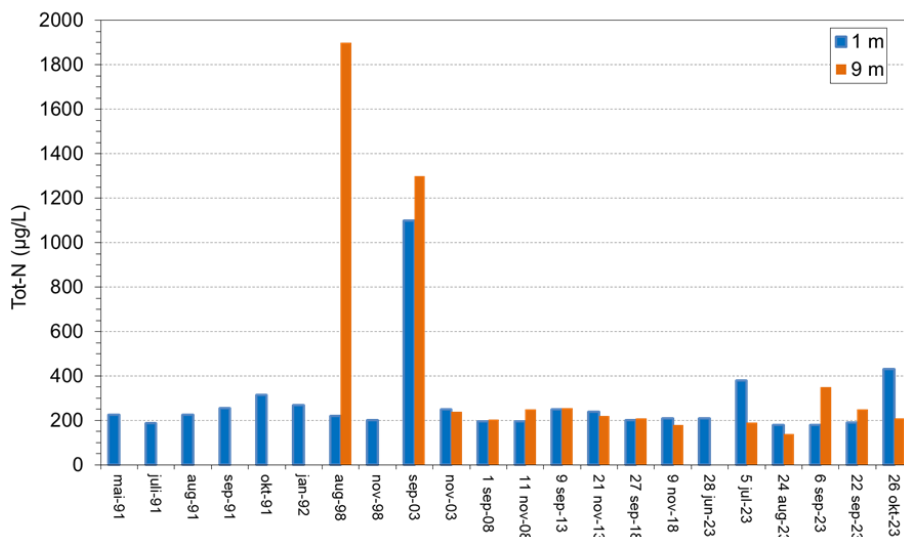
Stølevatn	pH	Tot-P/L	Tot-N/L	NH4-N	NO3-N	TOC	Cl	SO4	Al/R	Al/II	Al/L	Ca	K	Mg	Na	ANC	KLA/S	Siktdyp
Dato	pH	µg P/l	µg N/l	µg N/l	µg N/l	mg C/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	µEqv/L	µg/l	m
28.06.2023	6.5	12	210	<2	<2	4.1	17.9	2.43					0.56	1.3	10.4		3.3	3.0
05.07.2023	5.4		380	25	14	6.6	18.1	9.56					4.00	1.3	12.0		2.7	2.5
24.08.2023	6.6	14	180	20	6	4.6	17.9	2.57	10	7	3	1.8	0.70	1.4	12.0	181.8	4.3	2.5
06.09.2023	6.6	14	180	20	10	4.8	16.5	2.19					0.55	1.2	10.0		3.6	2.5
22.09.2023	6.6	14	190	7.6	6	4.9	16.3	2.37					0.53	1.2	10.0		5.5	2.3
26.10.2023	6.6	8	430	10	5	5.0	16.6	2.22	21	16	5	1.3	0.56	1.2	10.0	94.1	3.2	3.0
Min	5.4	8	180	<2	<2	4.1	16.3	2.19	10	7	3	1.3	0.53	1.2	10.0	94.1	2.7	2.3
Middel	6.4	12	262	14	7	5.0	17.2	3.56	15	11	4	1.6	1.15	1.3	10.7	137.9	3.8	2.6
Maks	6.6	14	430	25	14	6.6	18.1	9.56	21	16	5	1.8	4.00	1.4	12.0	181.8	5.5	3.0

9 m	pH	Tot-P/L	Tot-N/L	NH4-N	NO3-N	TOC	Cl	SO4	Al/R	Al/II	Al/L	Ca	K	Mg	Na	
Dato	pH	µg P/l	µg N/l	µg N/l	µg N/l	mg C/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	
28.06.2023																
05.07.2023	6.1	15	190	23	44	3.9	18.2	2.19					0.67	1.3	11.0	
24.08.2023	6.1	6	140	33	24	4.1	18.3	2.42	14	9	6	1.6	0.58	1.2	9.8	
06.09.2023	6.2	12	350	55	9	4.9	17.4	2.29					0.57	1.3	11.0	
22.09.2023	6.7	7	250	<5	<5	4.5	16.4	2.25					0.54	1.2	10.0	
26.10.2023	6.5	5	210	<5	<5	4.8	16.7	2.18	20	17	3	1.3	0.55	1.2	10.0	
Min	6.1	5	140	<5	<5	3.9	16.4	2.18	14	9	3	1.3	0.54	1.2	9.8	
Middel	6.3	9	228	23	16	4.4	17.4	2.27	17	13	4	1.5	0.58	1.2	10.4	
Maks	6.7	15	350	55	44	4.9	18.3	2.42	20	17	5.5	1.6	0.67	1.3	11.0	

Fra Stølevatn foreligger data tilbake til 1991. I **Figur 15** er vist data for pH, som viser en klar økning fra tidlig 90-tall og har ligget ganske stabilt høyere, men med en del variasjon, i perioden 2003 til 2023. I 2003, 2008 og 2023 var det noe mer variasjon, og også forskjeller mellom overfalte- og bunnvann i innsjøen. Målingene fra tidlig 1990-tall kunne bare sammenlignes for overflatevann, og pH-verdiene lå tydelig lavere i denne perioden.

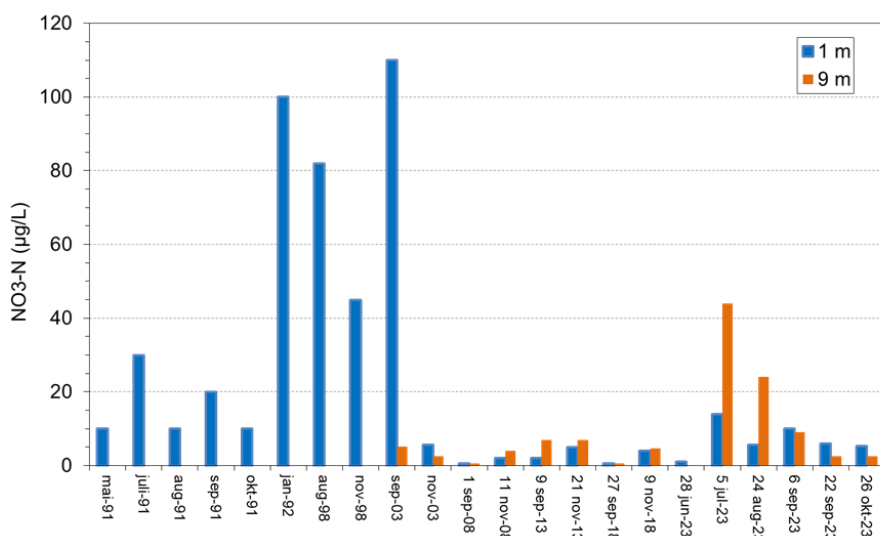


**Figur 15.** pH i Stølevatn fra 1991 til 2023. Data er vist for 1 m (0-6 m i 2023) og 9 m dyp. Merk at x-aksene ikke er lineære, og bare viser sekvensen av målinger.

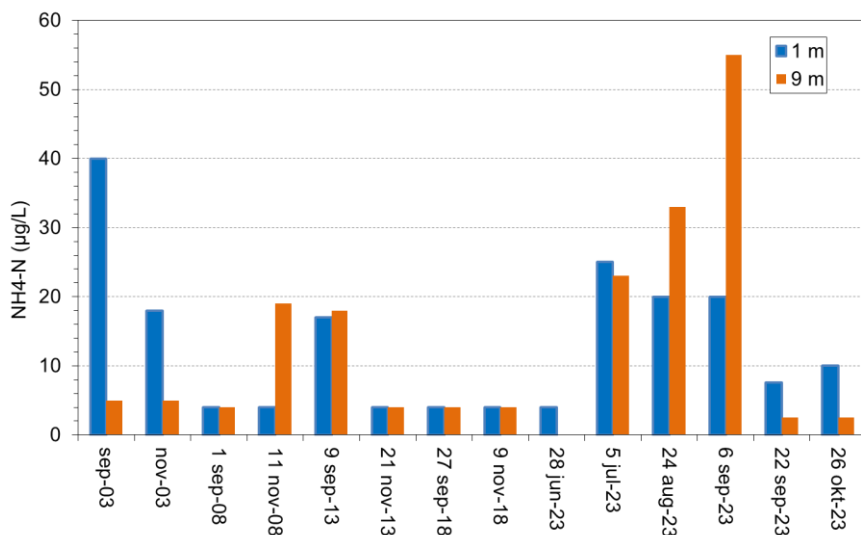


**Figur 16.** Totalt nitrogen i Stølevatn fra 1991 til 2023. Data er vist for 1 m (0-6 m i 2023) og 9 m dyp. Merk at x-aksene ikke er lineære, og bare viser sekvensen av målinger.

For totalt nitrogen har de fleste målinger helt fra 1991 ligget rundt 200 µg/l (**Figur 16**), med unntak for noen usedvanlig høye målinger i 1998 og 2003. Mønsteret finnes delvis igjen i resultatene for nitrat-nitrogen og ammonium-nitrogen (**Figur 17** og **Figur 18**). For nitrat var det høye målinger i 1992-2003), men i 2008-2023 var det lavere verdier. Verdiene for ammonium lå noe høyere også i bunnvann i november 2008, i alle dyp i september 2013 samt sommeren 2023. Årsaken til variasjonen i nitrat er ukjent, men vi kan ikke utelukke en sammenheng med luftutslipp fra Kollsnes. For ammonium skyldes trolig mye av variasjonen ulik grad av sirkulasjon i vannmassene, som fører til raskere oksidasjon av redusert nitrogen. Imidlertid har selv de høyeste konsentrasjonene av nitrat og ammonium ligget lavere enn i Steinsvatnet i alle undersøkelser fra 2008 til 2018. I 2023 var konsentrasjonen noe høyere i Stølevatn enn i Steinsvatn. Summen av ammonium og nitrat er generelt mye lavere enn totalt nitrogen, dette indikerer at mesteparten av nitrogenet er bundet i organisk form.

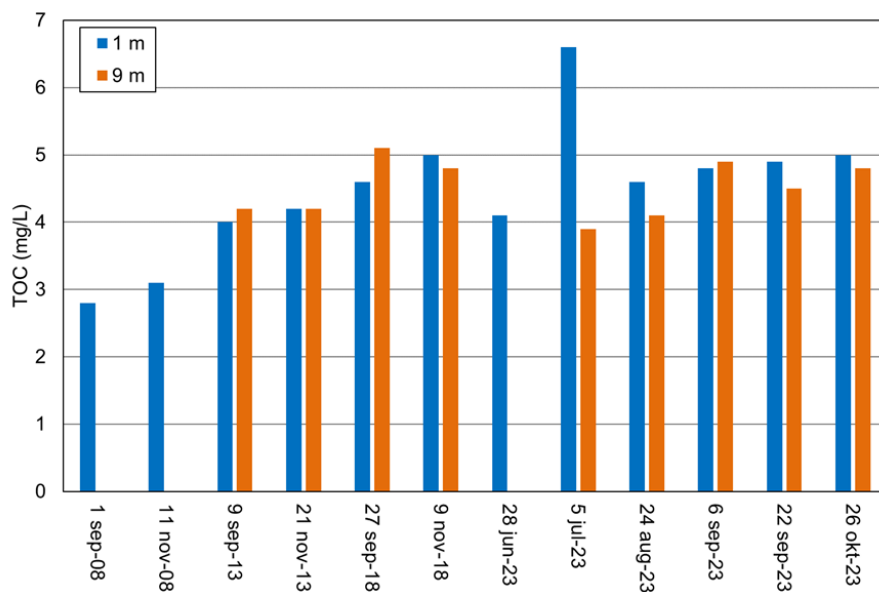


**Figur 17.** Nitrat-nitrogen (NO<sub>3</sub>-N) fra 1991 til 2023. Data er vist for 1 m (0-6 m i 2023) og 9 m dyp. Merk at x-aksene ikke er lineære, og bare viser sekvensen av målinger.



**Figur 18.** Ammonium-nitrogen (NH<sub>4</sub>-N) fra 2003 til 2023 i Stølevatn. Data er vist for 1 m (0-6 m i 2023) og 9 m dyp. Kvantifiseringsgrensen for ammonium ligger på 5 µg/l. Analyseresultater gitt som <5 µg/l er plottet som 4 µg/l, inklusive alle målinger i 2023. Merk at x-aksene ikke er lineære, og bare viser sekvensen av målinger.

Også i Stølevatnet viser resultatene en økning i totalt organisk karbon (TOC) fra 2008 til 2018, men konsentrasjonene ser ut til å flate ut for 2023 (**Figur 19**). Fargetall målt i råvann til vannverket har vist samme tendens (COWI 2017). Mengden TOC ligger i 2023 under 5 mg/l, som er grensen mellom vanntypene 'klar' og 'humøs' (Direktoratsgruppen vanddirektivet 2018). Denne grensen er viktig for klassifisering av tilstand, siden referansetilstanden som resultatene sammenlignes med er ulik i disse typene. Dette gjelder både biologiske kvalitetsparametere som planteplankton og vannvegetasjon, og kjemiske støtteparametere som pH og næringsstoffer. Ifølge COWI (2017) er imidlertid fargetallet lavere i sommersesongen enn om høsten.



**Figur 19.** Totalt organisk karbon (TOC) i Stølevatn i 2008 til 2023. Data er vist for 1 m (0-6 m i 2023) og 9 m dyp. Merk at x-aksene ikke er lineære, og bare viser sekvensen av målinger.

I Stølevatnet synes det å ha vært større variasjon i konsentrasjon av nitrogenforbindelser enn i Steinsvatnet, men dette henger også sammen med at måleserien er lenger. Stølevatnet er mye mindre og grunnere, noe som også bidrar til større variasjon. Den tidligere tendensen til svakt økende pH og økende innhold av TOC i Stølevatnet har flatet ut for 2023. Ellers viser resultatene ingen tegn til vannkjemiske endringer 2008 – 2023.

### 3.1.3. Økologisk tilstand

Fysisk/kjemiske støtteparametere indikerte samlet sett *god* økologisk tilstand med hensyn til eutrofiering i Steinsvatn. I Stølevatnet indikerte de samme parametere *moderat* økologisk tilstand (**Tabell 4**). I begge innsjøene var det siktedyp som kom dårligst ut. Innsjøene er grunne og utsatt for vind, dette kan innvirke på siktedypet. Tot N er ikke med i samlet vurdering da det vektbaserte N/P > 20 for begge innsjøene. For Stølevatn var N/P 21, kun litt høyere enn grenseverdien.

Begge innsjøene fikk *svært god* økologisk tilstand med hensyn på forsurening. pH i Stølevatn indikerte riktignok *god* tilstand (**Tabell 4**).



**Tabell 4.** Økologisk tilstand for fysisk/kjemiske parametere i Steinsvatnet og Stølevatnet i 2023 gitt som normaliserte EQR-verdier (nEQR). Fargene indikerer økologisk tilstand og følger Klassifiseringsveilederen (Veileder 02:2018).

Eutrofi	Tot P	Tot N	Siktedyp	Samlet vurdering
Steinsvatn	0.74	0.99	0.51	0.63
Stølevatn	0.55	0.88	0.35	0.45

Forsuring	pH	ANC	LaI	Samlet vurdering
Steinsvatn	0.83	1.00	0.89	0.91
Stølevatn	0.74	1.00	0.80	0.85

### 3.1.4. Nitrogen i innsjøer i forhold til jordsmonn

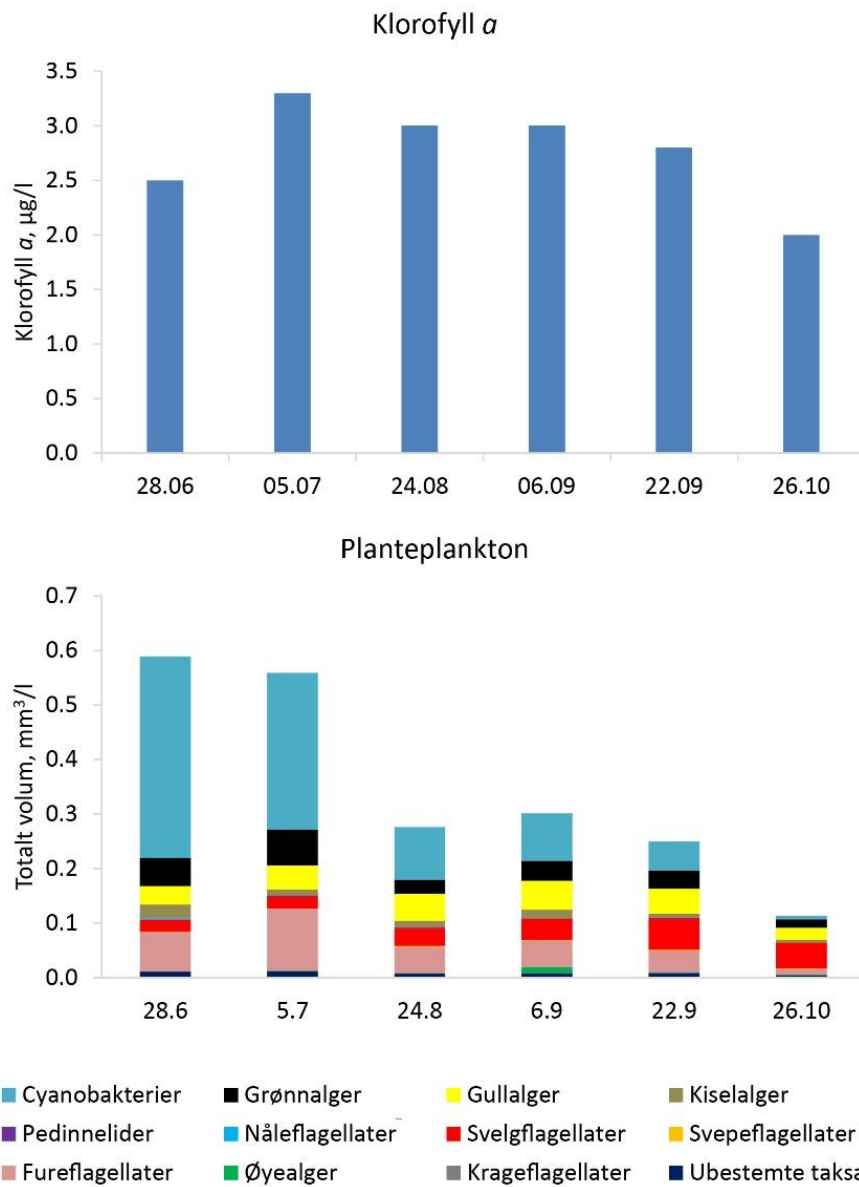
Undersøkelsene av terrestrisk vegetasjon viste en fortsatt økning av nitrogeninnholdet i jordsmonn og i toppskudd av røsslyng for de undersøkte feltene rundt Kollsnes prosessanlegg (Jokerud m. fl. 2024). Årsaken til denne økningen er ikke avklart, men det er vanskelig å tenke seg at andre kilder enn luftbåren deponisjon kan ha påvirket hele området. Det er likevel påfallende at denne økningen ikke reflekteres i de vannkjemiske målingene i innsjøene. Målingene i jord ble utført i august, mens vannprøvene ble tatt fra juni til oktober. Siden jordsmonnet i store deler av nedbørfeltene er ganske tynt kunne man forvente å finne forhøyete nitrogenkonsentrasjoner også i vann, men her var nivået like lavt som før. Det ser derfor ut som nitrogenavsetningene er holdt tilbake i jordsmonn og vegetasjon uten å lekke ut i vassdragene. At det også ble målt økende konsentrasjoner i røsslyng indikerer at vegetasjonen tar opp nitrogenet før det kommer ut i innsjøene. Sjøeng m. fl. (2007) fant en markert sesongvariasjon i nitrogenavrenning i små felt på Sørvest-landet, der nitrogen ble frigitt i avrenning om vinteren, trolig som følge av lav mikrobiell aktivitet og plantevekst i denne perioden. Disse feltene mottok vesentlig større nitrogen-deponisjon enn estimert for kystområdene i Hordaland. Det kunne vært interessant å se om en lignende sesongdynamikk er å finne i Kollsnes-området, spesielt etter de høye nitrogen-konsentrasjoner som er påvist i jordsmonn i 2023.

## 3.2 Planteplankton

### 3.2.1. Steinsvatn

Det var lave konsentrasjoner av klorofyll og totalt biovolum av planteplankton i prøvene (**Figur 20, Tabell 5**), som indikerte *svært god* tilstand. Cyanobakterier og fureflagellater utgjorde de største andelene, med mindre andeler grønnalger, gullalger og svelgflagellater (**Figur 20**). Det ble observert tynne, trådformede cyanobakterier. Fureflagellatene besto av arter fra slektene *Gymnodinium* og *Peridinium*. Sammensettingen av planteplanktonet (PTI) viste et samfunn som indikerte *god* tilstand med hensyn til eutrofiering. Det ble observert forholdsvis lave konsentrasjoner av cyanobakterier og indeksen  $Cyano_{max}$  indikerte *god* tilstand. Totalvurderingen av planteplanktonet i prøvene fikk nEQR på 0,79 som ga Steinsvatn tilstandsklassen *god*, på grensen til *svært god* (**Tabell 6**).

Steinsvatn har hatt *god* til *svært god* økologisk tilstand for planteplankton de årene det er data fra (**Tabell 6**).



*Figur 20. Klorofyll *a*, totalt biovolum og sammensetting av planteplankton i Steinsvatn 2023.*

**Tabell 5.** Indeksverdiene for planteplanktonet i Steinsvatn i 2013, 2018 og 2023 basert på gjennomsnittsverdier.  $Cyano_{max}$  viser maksimalt observert verdi. Fargene indikerer økologisk tilstand og følger Klassifiseringsveilederen (Veileder 02:2018).

	Klf a	Volum	PTI	$Cyano_{max}$
	$\mu\text{g/l}$	$\text{mm}^3/\text{l}$		$\text{mm}^3/\text{l}$
2013	3.30	0.66	2.38	0.03
2018	2.85	0.23	2.26	0.05
2023	2.77	0.35	2.19	0.37

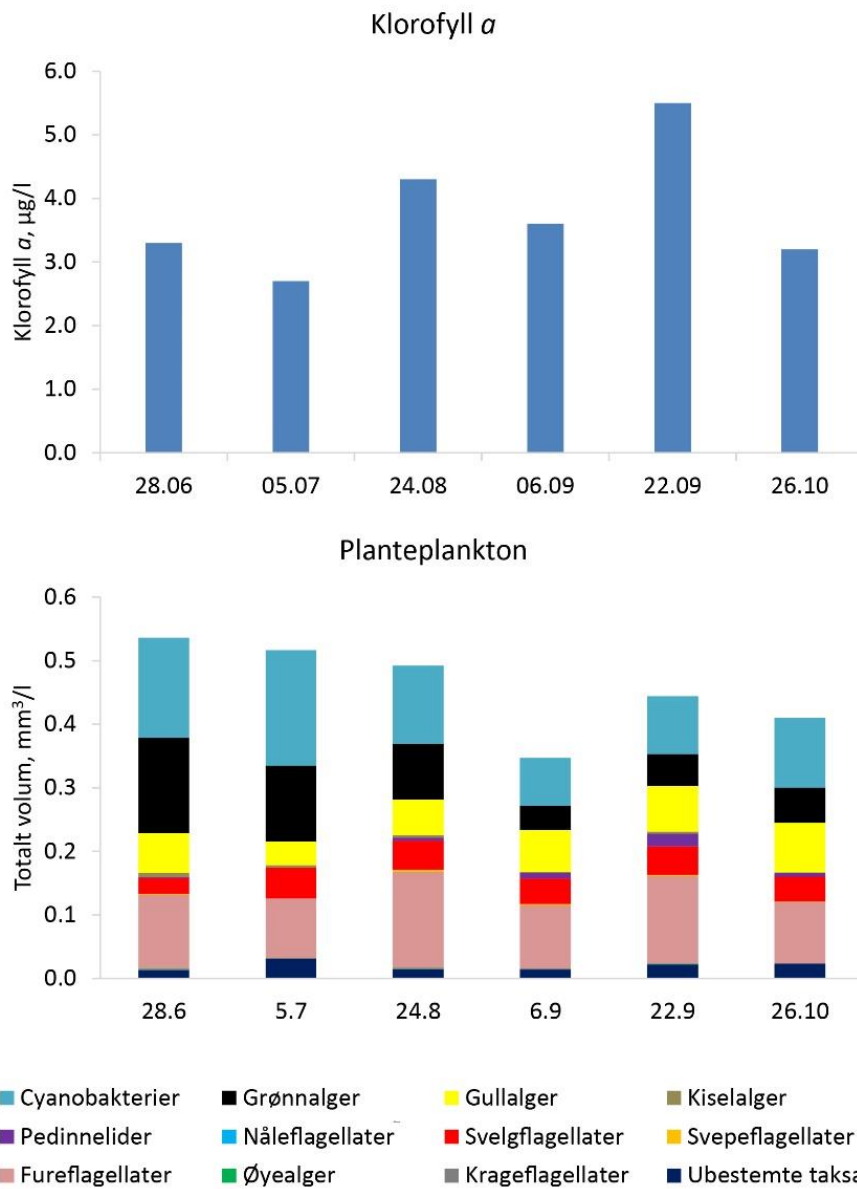
**Tabell 6.** Normaliserte EQR-verdier (nEQR) for planteplanktonet i Steinsvatn i 2013, 2018 og 2023 basert på gjennomsnittsverdier.  $Cyano_{max}$  viser maksimalt observert verdi. Fargene indikerer økologisk tilstand og følger Klassifiseringsveilederen (Veileder 02:2018).

nEQR	Klf a	Volum	PTI	$Cyano_{max}$	Totalvurdering PP
2013	0.84	0.60	0.56	0.96	0.64
2018	0.88	0.95	0.71	0.94	0.81
2023	0.89	0.85	0.76	0.75	0.79

### 3.2.2. Stølevatn

Det var forholdsvis lave konsentrasjoner av klorofyll og totalt biovolum av planteplankton i Stølevatnet (**Figur 21, Tabell 7**), og de to parameterne indikerte henholdsvis *svært god* og *god* tilstand. Grønnalger, cyanobakterier og fureflagellater utgjorde de største andelene, med mindre andeler gullalger og svelgflagellater (**Figur 21**). Det ble også her observert tynne, trådformede cyanobakterier. Grønnalgene besto av blant annet arter fra slektene *Cosmarium* og *Staurodesmus* i tillegg til *Koliella longiseta*. Fureflagellatene kom fra slektene *Gymnodinium*, *Parvodinium* og *Peridinium*. Sammensettingen av planteplanktonet (PTI) indikerte *god* tilstand med hensyn til eutrofiering. Det ble observert forholdsvis lave konsentrasjoner av cyanobakterier og indeksen  $Cyano_{max}$  indikerte *god* tilstand. Totalvurderingen av planteplanktonet i prøvene fikk nEQR på 0,70 som indikerer tilstandsklasse *god* (**Tabell 8**).

Stølevatn har hatt *god* til *dårlig* økologisk tilstand for planteplankton de årene det er data fra (**Tabell 8**).



**Figur 21.** Klorofyll *a*, totalt biovolum og sammensetting av planteplankton i Stølevatn 2023.

**Tabell 7.** Indeksverdiene for planteplanktonet i Stølevatn i 2013, 2018 og 2023 basert på gjennomsnittsverdier.  $Cyano_{max}$  viser maksimalt observert verdi. Fargene indikerer økologisk tilstand og følger Klassifiseringsveilederen (Veileder 02:2018).

	Klf a	Volum	PTI	$Cyano_{max}$
	$\mu\text{g/l}$	$\text{mm}^3/\text{l}$		$\text{mm}^3/\text{l}$
2013	6.05	1.18	2.76	0.01
2018	8.00	0.81	2.24	0.04
2023	3.77	0.46	2.32	0.18

**Tabell 8.** Normaliserte EQR-verdier (nEQR) for planteplanktonet i Stølevatn i 2013, 2018 og 2023 basert på gjennomsnittsverdier.  $Cyano_{max}$  viser maksimalt observert verdi. Fargene indikerer økologisk tilstand og følger Klassifiseringsveilederen (Veileder 02:2018).

nEQR	Klf a	Volum	PTI	$Cyano_{max}$	Totalvurdering PP
2013	0.60	0.49	0.19	0.99	0.37
2018	0.51	0.57	0.72	0.95	0.63
2023	0.81	0.75	0.63	0.79	0.70

## 3.3 Dyreplankton

### 3.3.1. Steinsvatn

Det var forholdsvis få dyr i prøvene fra Steinsvatnet. Som tidligere år dominerte små vannlopper av slekten *Bosmina*, sammen med hoppekrepsen *Eudiaptomus gracilis* (Tabell 9). Hoppekrepsen *Cyclops scutifer* forekom også i noe større antall enn tidligere år. Artene er de samme som forekom i 2008 - 2018, bortsett fra *C. scutifer* som ikke ble påvist i 2008. Blant hjuldyr dominerte *Kellicottia longispina* og *Asplanchna priodonta* i alle prøver, mens *Synchaeta* sp. hadde en markert oppblomstring september. *Keratella cochlearis* var også til stede i alle prøver, men i lavere antall.

I tillegg til de typisk pelagiske artene nevnt over forekom en rekke arter som primært er tilknyttet bunnsstrat i strandsonen eller dypere. I tillegg forekom identifiserbare skall av døde dyr. Det var primært en rekke vannlopper som dukket slik opp i prøvene. Flere av disse har forekommet nokså regelmessig i prøver fra Steinsvatnet også tidligere år, noe som trolig henger sammen med at innsjøen er eksponert for vind og at disse artene virvles opp fra bunnsstratet med vannets bevegelser som følge av vinden.

I litorale håvtrekk registrerte vi mange av de samme artene som i åpne vannmasser, men i tillegg forekom en rekke andre vannlopper og hoppekreps (Tabell 10). Totalt registrerte vi 19 arter av småkreps. Blant disse forekom ett individ av den svært forsuringfølsomme *Coronatella rectangula*, i tillegg til de moderat forsuringfølsomme *Bosmina longirostris*, *Alona intermedia*, *Paralona pigra*, *Ophryoxus gracilis* og *Megacyclops gigas*. Totalt ble det altså påvist seks forsuringfølsomme arter i Steinsvatnet. Samtidig ble det også påvist fire forsuringstolerante arter (*Eudiaptomus gracilis*, *Alonella excisa*, *Alona rustica*, *Acantholeberis curvirostris*), hvorav de to sistnevnte er svært forsuringstolerante. Basert på artsforekomstene får LACI-2-indeksen verdien 1,84, som tilsvarer tilstandsklasse *god* for småkreps med hensyn til forsuring. Forekomsten av *Coronatella rectangula* var uventet, da dette er en svært sjelden art på Vestlandet.

Som tidligere år viser dyreplanktonsamfunnet i Steinsvatnet først og fremst klare tegn på sterkt beitetrykk fra fisk. Dette resulterer i et fattig krepsdyrplankton som domineres av små arter og individer. Trolig er det trepigget stingsild som står for det største beitetrykket. Denne er observert i strandkanten tidligere år. Aure synes å ha dårlige rekrutteringsmuligheter i Steinsvatn, og med få større fisk i innsjøen kan stingsilda også beite pelagisk. Nærmere undersøkelser av fiskebestandene er nødvendig for å avklare om forholdet er slik.

**Tabell 9. Dyreplankton i Steinsvatn og Stølevatn 2023. Dominans er angitt etter følgende skala: enkeltindivider (+), få (\*), vanlig (\*\*), mange (\*\*\*), masseforekomst (\*\*\*\*). Arter som regnes som strand- eller bunnlevende er merket med x.**

Gruppe/art	Steinsvatn			Stølevatn		
	05.07.2023	24.08.2023	06.09.2023	05.07.2023	24.08.2023	06.09.2023
<b>Vannlopper (Cladocera)</b>						
<i>Latona setifera</i>						+
<i>Bosmina longirostris</i>	*	*	+	+		*
<i>Bosmina longispina</i>	***	***	**	+	+	**
x <i>Alona intermedia</i>	+					
x <i>Alona guttata</i>			+			
x <i>Alona affinis</i>				+	+	
x <i>Alonella nana</i>	+	+	+	*	+	+
x <i>Paralona pigra</i>		+				
x <i>Ilyocryptus cf. spinosus</i>				+		
x <i>Drepanothrix dentata</i>				+		
<b>Hoppekreps (Copepoda)</b>						
<i>Eudiaptomus gracilis</i>	****	****	***	***	***	****
Calanoide naupliuslarver	**	*	*	*		**
<i>Cyclops scutifer</i>	*	***	**		+	+
x <i>Macrocyclops</i> sp.				+		
x <i>Megacyclops gigas</i>		+				
Cyclopoide copepoditter				+	*	
Cyclopoide naupliuslarver	*			*		+
<b>Hjuldyr (Rotatoria)</b>						
<i>Kelicottia longispina</i>	***	**	**	**	*	*
<i>Keratella cochlearis</i>	+	+	*	*	*	+
<i>Asplanchna cf. priodonta</i>	*	*	**	***	**	**
<i>Synchaeta</i> sp.		*	****			
<i>Ploesoma hudsoni</i>		+	+		+	+
<i>Ploesoma</i> sp.	+				+	
<i>Conochilus unicornis/hippocrepis</i>		+			*	*

### 3.3.2. Stølevatn

Dyreplanktonet i Stølevatn var også sterkt preget av intens beiting fra fisk, med få og små krepsdyr i prøvene (Tabell 9). Aure fantes i Stølevatnet på 1990-tallet (Kambestad m. fl. 1992), og stammet fra utsatt fisk. Auren har imidlertid ingen gytemuligheter her, og det usikkert om den fortsatt finnes. Derimot forekommer stingsild ganske rikelig, noe som forklarer et tynt og artsfattig dyreplankton. Av pelagiske arter i dyreplanktonet fantes de to *Bosmina*-artene, hoppekrepsene *Eudiaptomus gracilis* og *Cyclops scutifer* og fem hjuldyr-arter (Tabell 9). I all hovedsak er sammensetningen den samme som tidligere år, men *C. scutifer* er ikke funnet tidligere. I tillegg til de nevnte artene forekom også her en del strand- og bunnlevende arter. Som i Steinsvatn kan dette forklares med at innsjøen er

vindeksponert, men også ved at Stølevatnet er lite og grunt og dermed har forholdsvis lite volum av åpent vann i forhold til bunnarealet.

I litorale håvtrekk forekom flere arter i tillegg til artene i åpne vannmasser (**Tabell 10**). Mange av disse var de samme som i Steinsvatnet, men *Monospilus dispar*, *Macrocylops albidus*, *Eucyclops serrulatus* og *Diacyclops nanus* ble bare funnet i Stølevatn. De tre første artene er moderat forsuringfølsomme, mens den siste er svært forsuringstolerant (**Tabell 10**).

Totalt ble det påvist 25 arter småkreps i Stølevatn. Av disse var 7 arter forsuringfølsomme mens 6 arter var forsuringstolerante. Dette gir en LACI-2 indeks på 1,62 som tilsier *god* tilstand for småkreps med hensyn til forsuring.

**Tabell 10.** Arter av småkreps registrert i litorale håvtrekk i Steinsvatn og Stølevatn 2023. Tall foran enkelte arter viser følsomhet i forhold til forsuring fra 1: svært forsuringfølsom til 4: svært forsuringstolerant.

Gruppe/art	Steinsvatn		Stølevatn	
	05.07.2023	22.09.2023	05.07.2023	22.09.2023
<b>Vannlopper (Cladocera)</b>				
	+		+	
2 <i>Bosmina longirostris</i>	+	+		+
		+		+
	+	+	+	+
			+	
2 <i>Alona intermedia</i>	+	+	+	+
	+	+	+	
	+	+	+	+
4 <i>Alona rustica</i>		+	+	+
1 <i>Coronatella rectangula</i>		+		
			+	
	+		+	+
3 <i>Alonella excisa</i>	+	+	+	+
				+
2 <i>Paralona pigra</i>		+		+
2 <i>Monospilus dispar</i>				+
2 <i>Ophryoxus gracilis</i>	+		+	+
4 <i>Acantholeberis curvirostris</i>			+	
			+	+
3 <i>Streblocerus serricaudatus</i>	+	+	+	+
		+		
<b>Hoppekreps (Copepoda)</b>				
3 <i>Eudiaptomus gracilis</i>	+	+	+	+
	+		+	+
2 <i>Macrocylops albidus</i>			+	
2 <i>Eucyclops serrulatus</i>			+	
2 <i>Megacyclops gigas</i>	+			
			+	
4 <i>Diacyclops nanus</i>			+	
	+	+	+	+
	+	+	+	+

## 3.4 Vannvegetasjon

### 3.4.1. Artsantall og artssammensetning

Registrerte vannplanter i Stølevatnet og Steinsvatnet i 2023 er vist i **Tabell 11**. Det ble ikke påvist noen rødlistede arter i vannvegetasjonen.

**Tabell 11.** Vannvegetasjon i Stølevatnet og Steinsvatnet registrert 17. august 2023. Forekomst: 1=sjelden, 2=spredt, 3=vanlig, 4=lokalt dominerende og 5=dominerende. E og F: arter sensitive (S) og tolerante (T) i forhold til eutrofiering (E) og forsuring (F).

Latinske navn	Norske navn	E	F	Stølevatnet	Steinsvatnet
ISOETIDER					
<i>Isoetes echinospora</i>	Mjukt brasmegras	S	T		3
<i>Isotes lacustris</i>	Stivt brasmegras	S	T		2
<i>Littorella uniflora</i>	Tjønngras	S	T	4-5	4-5
<i>Lobelia dortmanna</i>	Botngras	S	T	4	3
ELEODEIDER					
<i>Juncus bulbosus</i>	Krypsiv	S	T	5	4
<i>Myriophyllum alterniflorum</i>	Tusenblad	S	S	3	
<i>Potamogeton alpinus</i>	Rusttjønnaks		S		2
<i>Potamogeton obtusifolius</i>	Butt-tjønnaks	T	S		2
<i>Utricularia minor</i>	Småblærerot	S	T	3	2-3
NYMPHAEIDER					
<i>Nuphar lutea</i>	Gul nøkkerose		T	2	
<i>Nymphaea alba</i>	Hvit nøkkerose		T		2
<i>Potamogeton natans</i>	Vanlig tjønnaks		S	4	3-4
<i>Potamogeton polygonifolius</i>	Kysttjønnaks	S	S	3	4
<i>Sparganium angustifolium</i>	Flotgras	S	T	2	
<i>Sparganium sp.</i>		S	T		2-3
<b>Totalt antall arter</b>				<b>9</b>	<b>12</b>



## Steinsvatnet

Hele Steinsvatnet ble undersøkt. Ved registreringstidspunktet i august var vannstanden lavere enn normalt og sikten i vannet var 2-3 m. Substratet besto av større stein langs bredden, særlig på den østlige siden, men med grus lengre ute. Kortskuddsvegetasjonen var generelt algebevokst i hele innsjøen, men mer kraftig bevokst i den sørlige delen, nær områder med sauebeite som grenser til innsjøen.

Undervannvegetasjonen var dominert av kortskuddsvegetasjon på de grunne områdene, hvor tjønngras (*Littorella uniflora*) var dominerende. Artene mjukt og stivt brasmegras (*Isoetes echinospora* og *Isoetes lacustris*) og botnegras (*Lobelia uniflora*) ble også registrert, men stod mer spredt. Stivt brasmegras ble registrert ut til 2,8 m dyp. En del langskuddsarter ble registrert, deriblant krypsiv (*Juncus bulbosus*) som dominerte, rusttjønnaks (*Potamogeton alpinus*) og butt-tjønnaks (*Potamogeton obtusifolius*), samt småblærerot (*Utricularia minor*). De sistnevnte artene ble funnet i bukter i den sørlige enden av innsjøen. De vanligst artene i flytebladvegetasjonen var vanlig tjønnaks (*Potamogeton natans*) og kysttjønnaks (*Potamogeton polygonifolius*), hvor sistnevnte vokste ut til ca. 2,7 m dyp. Hvit nøkkerose (*Nymphaea alba*) ble registret i en bukt i den nordvestlige del av innsjøen. Kantvegetasjonen var sparsom i nordlig del, men flere strandsumper med dominans av helofytten flaskestarr (*Carex rostrata*), elvesnelle (*Equisetum fluviatile*), soleie (*Ranunculus sp.*) og skjoldblad (*Hydrocotyle vulgaris*) ble funnet i bukten i den sørlige delen av halvøyen, samt bukter i innsjøens sørlige del.

## Stølevatnet

Ved registreringstidspunktet var det høy vannstand, sannsynligvis 20-30 cm høyere enn normalvannstanden (overløp ved demningen på sørsiden). Det vanligste substratet i innsjøen var større stein og løst finmateriale. Innsjøen er forholdsvis grunn. I grunnområdene dominerte kortskuddsartene tjønngras (*Littorella uniflora*) og botnegras (*Lobelia dortmanna*) og i den sørlige delen av innsjøen var disse delvis algebevokst. I motsetning til ved tidligere undersøkelser ble hverken mjukt eller stivt brasmegras funnet (*Isoetes echinospora* og *Isoetes lacustris*). Langskuddsvegetasjonen var dominert av krypsiv (*Juncus bulbosus*), som fantes i store mengder rundt hele innsjøen. Tusenblad (*Myriophyllum alterniflorum*), som også ble funnet i hele innsjøen, stod mer spredt. Småblærerot (*Utricularia minor*) ble funnet mellom undervannsvegetasjonen i den vestlige delen. Flytebladvegetasjonene (Nymphaeiderne) bestod av vanlig tjønnaks (*Potamogeton natans*), som vokste ut til 3,6 m dyp, og kysttjønnaks (*Potamogeton polygonifolius*). Gul nøkkerose (*Nuphar lutea*) dannet en liten bestand i bukt i nordøst. I nord var en langgrunn strandsump med dominans av helofytten flaskestarr (*Carex rostrata*), soleie (*Ranunculus sp.*) og skjoldblad (*Hydrocotyle vulgaris*) ellers var det sparsomt med helofytter rundt vannet.

### 3.4.2. Økologisk tilstand

Økologisk tilstand med hensyn til eutrofiering og forsurening er vist i **Tabell 12**. Arter sensitive for eutrofiering dominerte i Stølevatnet. I Steinsvatnet var litt over halvparten av artene sensitive arter. En tolerant art, butt-tjønnaks (*Potamogeton obtusifolius*), ble registrert. Flere arter som regnes som indifferente, dvs. arter som kan forekomme i både oligotrofe og eutrofe innsjøer, og dermed ikke har klare preferanser med hensyn til næringsinnhold, ble registrert. Disse inkluderer gul og hvit nøkkerose (*Nuphar lutea* og *Nymphaea alba*), samt rusttjønnaks (*Potamogeton alpinus*) og vanlig tjønnaks (*Potamogeton natans*). Den økologiske tilstanden basert på Tlc indeksen var *svært god* for Stølevatnet og *god* for Steinsvatnet.

For forsuringsindeksen (Slc) var tre arter i Stølevatnet sensitive overfor forsurening, mens Steinsvatnet hadde fire arter som regnes som sensitive. Øvrige arter er tolerante overfor forsurening. Basert på Slc indeksen kan den økologiske tilstand for vannvegetasjonen karakteriseres som *god* i Stølevatnet og *svært god* i Steinsvatnet.

**Tabell 12.** Økologisk tilstand for vannvegetasjon in Stølevatnet og Steinsvatnet 2023. Fargene indikerer økologisk tilstand og følger Klassifiseringsveilederen (Veileder 02:2018).

Lokalitet	Eutrofiering				Forsuring			
	Tlc	EQR	nEQR	Tilstand	Slc	EQR	nEQR	Tilstand
Stølevatnet	77,8	0,99	0,94	SG	-33,33	0,55	0,8	G
Steinsvatnet	58,33	0,88	0,63	G	-16,67	0,68	0,86	SG

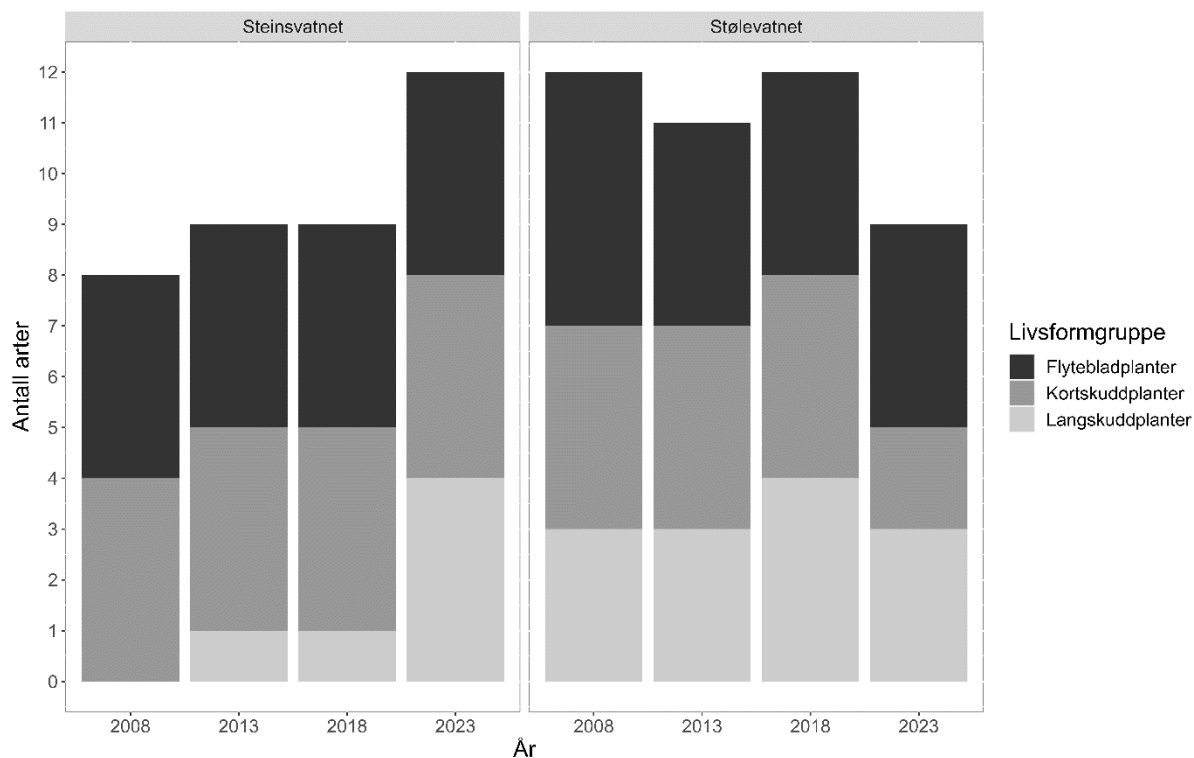
### 3.4.3. Endringer i forhold til tidligere

Artssammensetningen og artsantallet er endret i noen grad fra tidligere (**Figur 22**). I 2008 ble det registrert små forekomster av *Sparganium natans* i begge innsjøer, men denne arten er ikke registrert senere. Kysttjønnaks (*Potamogeton polygonifolius*) ble ikke registrert i Steinsvatnet i 2008, men er i de senere årene registrert i begge innsjøene. I Stølevatnet ble kortskuddsartene mjukt brasmegras (*Isoetes echinospora*) og stivt brasmegras (*Isoetes lacustris*) ikke gjenfunnet, men større mengder av krypsiv (*Juncus bulbosus*) ble funnet sammenlignet med tidligere. I Steinsvatnet ble det registrert et høyere antall arter end tidligere; 12 arter i 2023 mot 9 arter i 2018 (**Figur 22**). Langskuddsplantene rusttjønnaks (*Potamogeton alpinus*) og butt-tjønnaks (*Potamogeton obtusifolius*) ble for første gang registrert, hvor sistnevnte er tolerant for eutrofiering. Det høyere antallet arter kan skyldes at det tidligere kun har vært den nordlige delen av innsjøen som har vært undersøkt og at vannvegetasjonsundersøkelsen i 2023 omfattet hele innsjøen. Det anbefales derfor at hele innsjøen undersøkes, da flere nye arter ble registrert i den sørlige delen.

Økologisk tilstand i Stølevatnet er uendret både for trofiindeksen (Tlc) og forsuringsindeksen (Slc) (**Tabell 13**). I Steinsvatnet er økologisk tilstand basert på eutrofiering indeksen Tlc endret fra *svært god* til *god*, hvilket skyldes funn av arter tolerante for eutrofiering. Disse artene følsomme overfor forsuring, noe som gjenspeiles i en forbedring i den økologiske tilstanden basert på forsuringsindeksen Slc. Det har vært store forskjeller i vannstanden i perioden, men det foreligger ingen jevnlig registrering av vannstanden. Det er derfor ikke mulig å vurdere eventuelle endringer i artenes dybdegrensener.

**Tabell 13.** Økologisk tilstand for vannvegetasjonen i Steinsvatnet og Stølevatnet i perioden 2008-2023 for trofiindeksen (Tlc) og forsuringsindeksen (Slc). Fargene indikerer økologisk tilstand og følger Klassifiseringsveilederen (Veileder 02:2018).

Lokalitet	Tlc				Slc			
	2008	2013	2018	2023	2008	2013	2018	2023
Stølevatnet	83,3	81,8	81,8	77,8	-33,3	-45,5	-45,5	-33,3
Steinsvatnet	75	77,8	77,8	58,3	-50	-55,6	-55,6	-16,7



**Figur 22.** Antall arter i de tre livsformgruppene flytebladplanter, kortskuddplanter og langskuddplanter i Steinsvatnet og Stølevatnet i perioden 2008-2023.

### 3.5 Samlet vurdering av økologisk tilstand

Økologisk tilstand skal etter vannforskriften vurderes primært basert på biologiske kvalitetselementer, og systemet er utviklet for påvirkning fra eutrofiering (næringsstoffer) og forsuring. For eutrofiering er de viktigste kvalitetselementer planteplankton og vannvegetasjon. Den parameteren som gir dårligst tilstand bestemmer innsjøens samlede tilstand, i henhold til prinsippet om at «det verste styrer». Fysisk/kjemiske parametere fungerer som støtteparametere, og kan nedgradere tilstanden dersom biologien viser *god* eller *svært god* tilstand. For hver av disse kvalitetselementene og støtteparametere er det utarbeidet en forventet referansetilstand for ulike innsjøtyper. Både Steinsvatn og Stølevatn hører til innsjøtype L105a (grunne, kalkfattige og klare innsjøer i lavlandet).

Steinsvatn har hatt *god* eller *svært god* økologisk tilstand med hensyn til eutrofiering de årene undersøkelsene har vært gjennomført (**Tabell 14**). I 2023 var samlet økologisk tilstand *god*. Stølevatn har variert mer, fra *svært god* til *dårlig* økologisk tilstand. I 2023 var samlet økologisk tilstand *moderat* (**Tabell 15**).

Dyreplankton er ikke brukt som kvalitetselement i vurderingen av eutrofiering, fordi kriterier for dyreplankton ikke er ferdig utviklet enda.

**Tabell 14.** Økologisk tilstandsvurdering med hensyn til eutrofiering i Steinsvatn 2008-2023. Biologiske kvalitetselementer er planteplankton og vannvegetasjon mens Tot-P, Tot-N og siktedyp samlet utgjør fysisk/kjemiske støtteparametere (i tabellen beskrevet som «vannkjemi»). Fargene indikerer økologisk tilstand og følger Klassifiseringsveilederen (Veileder 02:2018).

Eutrofi	Planteplankton	Vannvegetasjon	Vannkjemi	Samlet vurdering
2008		SG (0,80)	SG (0,82)	SG
2013	G (0,64)	SG (0,94)	SG (0,84)	G
2018	SG (0,81)	SG (0,94)	SG (0,91)	SG
2023	G (0,79)	G (0,63)	G (0,63)	G

**Tabell 15.** Økologisk tilstandsvurdering med hensyn til eutrofiering i Stølevatn 2008-2023. Biologiske kvalitetselementer er planteplankton og vannvegetasjon mens Tot P, Tot N og siktedyp samlet utgjør fysisk/kjemiske støtteparametere (i tabellen beskrevet som «vannkjemi»). Fargene indikerer økologisk tilstand og følger Klassifiseringsveilederen (Veileder 02:2018).

Eutrofi	Planteplankton	Vannvegetasjon	Vannkjemi	Samlet vurdering
2008		SG (1,00)	SG (0,87)	SG
2013	D (0,37)	SG (1,00)	SG (0,91)	D
2018	G (0,63)	SG (1,00)	SG (0,84)	G
2023	G (0,70)	SG (0,94)	M (0,45)	M

Steinsvatn har hatt *god* økologisk tilstand med hensyn til forsuring de årene undersøkelsene har vært gjennomført (**Tabell 16**). Stølevatn har også hatt *god* økologisk tilstand (**Tabell 17**).

For planteplankton er det foreløpig ikke utviklet indekser for vurdering av forsuringspåvirkning, og vurderingen baseres derfor på vannvegetasjon, dyreplankton og vannkjemiske støtteparametere.

**Tabell 16.** Økologisk tilstandsvurdering med hensyn til forsuring i Steinsvatn 2008-2023. Biologiske kvalitetselementer er vannvegetasjon og dyreplankton, mens pH er fysisk/kjemisk støtteparameter (for 2023 ble pH, ANC og LAL benyttet). Fargene indikerer økologisk tilstand og følger Klassifiseringsveilederen (Veileder 02:2018).

Forsuring	Vannvegetasjon	Dyreplankton	Vannkjemi	Samlet vurdering
2008	G (0,68)		G (0,66)	G
2013	G (0,64)		G (0,72)	G
2018	G (0,64)		G (0,76)	G
2023	SG (0,86)	G (0,80)	SG (0,91)	G

**Tabell 17.** Økologisk tilstandsvurdering med hensyn til forsuring i Stølevatn 2008-2023. Biologiske kvalitetselementer er vannvegetasjon og dyreplankton mens pH er fysisk/kjemisk støtteparameter (for 2023 ble pH, ANC og LAL benyttet). Fargene indikerer økologisk tilstand og følger Klassifiseringsveilederen (Veileder 02:2018).

Forsuring	Vannvegetasjon	Dyreplankton	Vannkjemi	Samlet vurdering
2008	SG (0,80)		G (0,74)	G
2013	G (0,71)		G (0,76)	G
2018	G (0,71)		G (0,76)	G
2023	G (0,80)	G (0,70)	SG (0,85)	G

## 3.6 Anbefalinger for fremtidige undersøkelser

Prosjektet ble avtalt i juni 2023 med frist for gjennomføring til desember samme år. Prosjektet kom dermed litt sent i gang, men ble gjennomført med 6 prøverunder der dyreplankton ble undersøkt på 3 av rundene. Vannvegetasjon ble undersøkt i august.

Det anbefales at undersøkelsene gjennomføres med tilsvarende innsats som i 2023 og følger Klassifiseringsveilederen (Direktoratsgruppen vanndirektivet 2018), men at prosjektet startes opp allerede i mai. Det anbefales at hele Steinsvatn undersøkes med hensyn til vannvegetasjon, da flere nye arter ble registrert i den sørlige delen.

Det anbefales at det gjøres vannkjemiske målinger også på vinteren, utenom vekstsesongen, for å undersøke hvor mye nitrogen som kommer ut i innsjøene når vegetasjonen ikke tar opp nitrogenforbindelser.

I tillegg kan det være aktuelt med prøvefiske for å vite mer om fiskebestandene, inkludert analyse av aluminium på fiskens gjeller som også kan fortelle mer om forsuring utgjør et problem. Disse aspektene er beskrevet i Klassifiseringsveilederen (Direktoratsgruppen vanndirektivet 2018).

## 4 Konklusjon

Nedfall av nitrogenoksider (NO<sub>x</sub>) kan tenkes å forårsake både eutrofiering og forsuring i ferskvann. Resultatene av årets undersøkelser i nærområdet til Kollsnes prosessanlegg viste *moderat* (Stølevatn) eller *god* tilstand (Steinsvatn) i innsjøene i forhold til eutrofiering. I Stølevatn var det fosfor som indikerte *moderat* økologisk tilstand i 2023, innsjøen har tidligere hatt lave verdier for totalt fosfor. Dette kan indikere endrede lokale påvirkninger knyttet til bebyggelse, landbruk eller beitedyr. Begge innsjøer er drikkevannsmagasin, og nedbørfeltene dermed forholdsvis beskyttet mot lokal forurensning.

Tette bestander av stingsild preger sannsynligvis samfunnet av dyreplankton i begge innsjøer, men spesielt i Stølevatn. Dette, sammen med ustabil sjiktning i Stølevatn, bidrar trolig til at biomassen av planteplankton var markert høyere i Stølevatnet enn i Steinsvatnet. Vannstandsfluktuasjoner i Steinsvatn medfører redusert mangfold og tetthet av vannplanter i grunnområdene.

Begge innsjøene har preg av tidligere forsuringsskader, men tilstanden i 2023 vurderes som *god* i forhold til forsuring. De vannkjemiske målingene viste ingen tegn til økning av nitrogenforbindelser i innsjøene sammenlignet med tidligere år, på tross av at en økning i totalt nitrogen i jordsmonn i nedbørfeltene mellom 2013, 2018 og 2023. Enkelte tidligere målinger av høye nitrat-verdier har kunnet tyde på lokal og episodisk påvirkning, men dette har ikke blitt påvist verken i 2013, 2018 eller 2023. Nivået av nitrogenforbindelser i ferskvann var generelt lavt, og tilstanden basert på totalt nitrogen alene var *svært god* i begge innsjøer. Undersøkelsene i 2023 viste altså ingen tegn til vannkjemiske endringer som kan tilskrives utslipp fra prosessanlegget.

## 5 Referanser

- COWI AS. 2017. Vannforsyning i Øygarden. Årsrapport vannkvalitet 2016. Fagrapport, dokumentnr. A016807-2017-01. 23 s.
- Direktoratsgruppen for gjennomføringen av vannforskriften. 2018. Veileder 2:2018 Klassifisering. [www.vannportalen.no](http://www.vannportalen.no).
- de Wit, H.A. & M. Lindholm. 2010. Nutrient enrichment effects of atmospheric N deposition on biology in oligotrophic surface waters – a review. NIVA-rapport Lnr. 6007-2010/ ICP Waters report 101/2010. 39 s.
- Hobæk, A., Mjelde, M., Håland, A., Stellberg, J. & Hult, B. 2009. Kollsnes prosessanlegg. Oppfølgende miljøundersøkelser 2008. Ferskvann og terrestrisk botanikk. NIVA-rapport Lnr. 5868-2009. 43 s.
- Hobæk, A. H. Edvardsen & V. Hostyeva. 2014. Kollsnes prosessanlegg. Oppfølgende miljøundersøkelser 2013. ferskvann. NIVA-rapport Lnr. 6645-2014. 26 s.
- Hobæk, A., Mjelde, M. & Skjelbred, B. 2019. Kollsnes prosessanlegg. Oppfølgende miljøundersøkelser 2018. Ferskvann. NIVA-rapport Lnr. 7329-19. 34 s.
- Håland, A. 2018. Kollsnes prosessanlegg. Oppfølgende miljøundersøkelser 2018. Terrestrisk botanikk. NNI-rapport 521. 31 s.
- Johnsen, G. og Bjørklund, A. 1993. Naturressurskartlegging i kommunene Sund, Fjell og Øygarden: Miljøkvalitet i vassdrag. Rådgivende Biologer Rapport nr. 93. 75 s.
- Jokerud, M., Myklebost, H., Lewis, R. & Silvennoinen, H. 2023. Miljøovervåkingsprogram for Kollsnes landanlegg, Øygarden. Overvåking av vegetasjon og jord – endringer fra 1995 til 2023. NINA Rapport 2397. 42 s.
- Kambestad, A., Bjørklund, A og Åtland, Å. 1992. Grunnlagsundersøkelse av ferskvannsressursene på One i Øygarden. Rådgivende Biologer Rapport nr. 63. 77 s.
- Lid, J. & Lid, D.T. 2005. Norsk Flora. 7. utg. ved R. Elven. Det Norske Samlaget. 1230 s.
- Moen, A. 1998. Nasjonalatlas for Norge: Vegetasjon. Statens Kartverk, Hønefoss. 199 s.
- Monteith, D.T., Stoddard, J.L., Evans, C.D., de Wit, H.A., Forsius, M., Høgåsen, T., Wilander, A., Skjelkvåle, B.L., Jeffries, D.S., Vuorenmaa, J., Keller, B. Kopacek, J & Vesely, J. 2007. Dissolved organic carbon trends resulting from changes in atmospheric chemistry. Nature 450: 537-541.
- Multiconsult. 2004. Kollsnes Gassanlegg. Oppfølgende miljøundersøkelser 2003. Grunnvann og ferskvann. Multiconsult rapport nr. 610168-2.
- NS-EN 15204:2006. Vannundersøkelse – Veiledning for kvantifisering av planteplankton ved bruk av omvendt mikroskop (Utermöhls metode).
- NS-EN 16695:2015. Vannundersøkelse – Veiledning for estimering av biovolumer for mikroalger.
- NS-EN 16698:2015. Vannundersøkelse – Veiledning for kvantitativ og kvalitativ prøvetaking av planktonalger i ferskvann.
- Sjøeng, A.M.S., Kaste, Ø., Torseth, K & Mulder, J. 2007. N leaching from small upland headwater catchments in Southwestern Norway. Water Air Soil Pollut. 179: 323-340.
- Aas, W., Eckhardt, S., Solberg, S. & Yttri, K.E. 2023. Monitoring of long-range transported air pollutants in Norway. Annual Report 2022. NILU report 11/2023, Miljødirektoratet M-2554 2023. 42 s



### **Norges ledende kompetansesenter på vannmiljø**

Norsk institutt for vannforskning (NIVA) er Norges viktigste miljøforskningsinstitutt for vannfaglige spørsmål, og vi arbeider innenfor et bredt spekter av miljø, klima- og ressurs spørsmål. Vår forskerkompetanse kjennetegnes av en solid faglig bredde, og spisskompetanse innen mange viktige områder. Vi kombinerer forskning, overvåkning, utredning, problemløsning og rådgivning, og arbeider på tvers av fagområder.