

Økologisk tilstandsklassifisering i Sjoa og Vinstra 2012 og 2014



RAPPORT

Hovedkontor

Gaustadalléen 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 Økologisk tilstandsklassifisering i Sjøa og Vinstra 2012 og 2014 | Løpenr. (for bestilling) 6802-2015 | Dato 24.02.2015 |
| | Prosjektnr. Undernr. O-14224 | Sider Pris 25 |
| Forfatter(e) Maia Røst Kile Tor Erik Eriksen | Fagområde Ferskvannøkologi | Distribusjon Åpen |
| | Geografisk område Oppland | Trykket NIVA |

| | |
|---|--|
| Oppdragsgiver(e) Vassdragsforbundet for Mjøsa med tilløpselver | Oppdragsreferanse Odd Henning Stuen |
|---|--|

Sammendrag

Denne rapporten inneholder tilstandsklassifisering og vurdering av 6 elvelokaliteter i Sjøa og Vinstra. Klassifiseringen er gjort i henhold til vannforskriften, og baserer seg på prøver tatt i 2012 og 2014. Det ble gjennomført prøvetaking av de biologiske kvalitetselementene bunnfauna, begroingsalger og heterotrof begroing, og av utvalgte vannkjemiske støtteparametere. De utvalgte kvalitetselementene er følsomme for følgende påvirkninger: Organisk belastning, eutrofi og forsuring. Tilstandsklassifiseringen er gjort ut fra 'det verste styrer' prinsippet, slik at det kvalitetselementet som havner i dårligst tilstand er utslagsgivende for den samlede vurderingen av lokaliteten. Rapporten gir en grundig metodebeskrivelse samt en oversikt over resultatene for hvert kvalitetselement. Basert på en samlet vurdering av økologisk tilstand for de 6 utvalgte lokalitetene, havnet én lokalitet i moderat tilstand (Vinsteråne), mens de fem resterende lokalitetene havnet i god eller svært god tilstand. Indeksen for organisk belastning (ASPT) var utslagsgivende for at Vinsteråne havnet i moderat tilstand.

| | |
|---------------------|-----------------------|
| Fire norske emneord | Fire engelske emneord |
| 1. Ferskvannøkologi | 1. Freshwater ecology |
| 2. Overvåking | 2. Monitoring |
| 3. Bunnedyr | 3. Macroinvertebrates |
| 4. Begroingsalger | 4. Phytobenthos |



Maia Røst Kile
Prosjektleder



Nikolai Friberg
Forskningsleder

**Økologisk tilstandsklassifisering i Sjoa og Vinstra
2012 og 2014**

Forord

Denne rapporten beskriver økologisk tilstand med utgangspunkt i eutrofi og forsurening i Sjøa og Vinstra i henhold til vannforskriften. Resultatene baseres på undersøkelser av bunnfauna, begroingsalger, heterotrof begroing og et utvalg vannkjemiske støtteparametere fra 2012 og 2014.

Arbeidet er finansiert av Vassdragsforbundet for Mjøsa med tilløpselver og gjort i henhold til kontrakt. Feltarbeidet for innsamling av biologiske kvalitetselementer ble gjennomført av NIVA i 2014 og i samarbeid med Vassdragsforbundet i 2012. Vannprøver ble samlet inn av Fron fjellstyre ved Harald Bolstad, og analysert av NIVA-lab i 2012 og LabNett i 2014.

Vi takker alle for et godt samarbeid.

Fra NIVA har følgende personell deltatt og hatt tilhørende ansvarsområder:

Tor Erik Eriksen: Bunnfauna

Maia Røst Kile: Begroingsalger, heterotrof begroing, vannkjemi og sammenstilling av rapport

Oslo, 24.02.2015

Maia Røst Kile

Innhold

| | |
|--|-----------|
| | 1 |
| Sammendrag | 5 |
| Summary | 6 |
| 1. Innledning | 7 |
| 2. Materiale og metoder | 8 |
| 2.1 Feltarbeid og lokalitetsbeskrivelse | 8 |
| 2.2 Begroingsalger og heterotrof begroing | 9 |
| 2.3 Bunndyr | 9 |
| 2.4 Fysisk-kjemiske støtteparametere | 10 |
| 2.5 Vannforskriften | 10 |
| 3. Resultater og vurderinger | 11 |
| 3.1 Begroingsalger og heterotrof begroing | 11 |
| 3.1.1 Biologisk mangfold | 11 |
| 3.1.2 Økologisk tilstand | 14 |
| 3.2 Bunndyr | 15 |
| 3.3 Fysisk-kjemiske støtteparametere | 16 |
| 3.4 Økologisk tilstand – diskusjon | 17 |
| 3.5 Samlet vurdering av økologisk tilstand | 18 |
| 4. Litteratur | 18 |
| 5. Vedlegg | 20 |

Sammendrag

Denne rapporten inneholder tilstandsklassifisering og vurdering av 6 elvelokaliteter i Sjoa og Vinstra. Klassifiseringen er gjort i henhold til vannforskriften, og baserer seg på prøver tatt i 2012 og 2014. Det ble gjennomført prøvetaking av de biologiske kvalitetselementene bunnfauna, begroingsalger og heterotrof begroing, og av utvalgte vannkjemiske støtteparametere. De utvalgte kvalitetselementene er følsomme for følgende påvirkninger: Organisk belastning, eutrofi og forsurening. Tilstandsklassifiseringen er gjort ut fra 'det verste styrer' prinsippet, slik at det kvalitetselementet som havner i dårligst tilstand er utslagsgivende for den samlede vurderingen av lokaliteten.

Rapporten gir en grundig metodebeskrivelse samt en oversikt over resultatene for hvert kvalitetselement. Basert på begroingsalger, heterotrof begroing og de fysiske-kjemiske støtteparametere total fosfor, total nitrogen og pH, ble alle lokalitetene klassifisert til god eller svært god tilstand med hensyn til både forsurening og eutrofiering. Basert på undersøkelsene av bunnfauna havnet én lokalitet (Vinsterråne) i moderat tilstand med utgangspunkt i organisk belastning (ASPT-indeksen), mens de resterende fem havnet i god eller svært god økologisk tilstand. Etersom bunndyr (ASPT-indeksen) var det mest følsomme kvalitetselementet, var det disse resultatene som ble utslagsgivende for en samlet vurdering av lokalitetene.

Summary

Title: Ecological status in river Sjoa and Vinstra 2014

Year: 2015

Author: Maia Røst Kile, Tor Erik Eriksen

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 978-82-577-6537-8

Ecological state of 6 locations in the rivers Sjoa and Vinstra, in county Oppland, Norway, has been classified in accordance to the Water Framework Directive. The results are based on samples collected in 2012 and 2014. The biological quality elements investigated were benthic macroinvertebrates, benthic algae and heterotrophic growth, in addition to selected chemical parameters. The selected quality elements are sensitive to the following pressures: Organic material, eutrophication and acidification. The classification is in accordance with the 'one out – all out' principle, which means that the biological quality element with the poorest state determines the total classification of a location.

The report provides a thorough description of the methodology and an overview of the results for each quality element. According to the benthic algae, heterotrophic growth and the chemical parameters total phosphorus, total nitrogen and pH, all locations were classified to good or high ecological status based on both acidification and eutrophication. Regarding benthic fauna, one location was classified to moderate status based on the metric for organic material (ASPT), whereas the remaining five locations were classified to good or high ecological status. Benthic fauna (ASPT) was decisive in an overall assessment of ecological status because this quality element was the most sensitive one.

1. Innledning

Vannforskriften setter som mål at det i alle vannforekomster skal være oppnådd minst god økologisk og kjemisk tilstand innen 2021 (Direktoratsgruppa, 2014). Med dette som utgangspunkt ønsket Vassdragsforbundet å styrke sitt kunnskapsgrunnlag ved å gjennomføre biologiske og kjemiske undersøkelser i elvene Sjoa og Vinstra 2014.

I denne undersøkelsen har målet vært å tilstandsklassifisere 6 lokaliteter i Sjoa og Vinstra på bakgrunn av de biologiske parameterne begroingsalger, heterotrof begroing og bentiske makroinvertebrater, samt støtteparameterne total fosfor, total nitrogen og pH. Støtteparameterne kan variere mye gjennom året og hver prøve gir kun et øyeblikksbilde av situasjonen. Av den grunn vektet de biologiske kvalitetselementene tyngre i den endelige klassifiseringen.

Begroingsalger blir ofte brukt i overvåkingsprosjekter i forbindelse med tilstandsklassifisering fordi de er svært sensitive overfor eutrofiering og forsurening. De er bentiske primærprodusenter, som vil si at de driver fotosyntese fastsittende på elvebunnen. Siden bentiske alger (begroingsalger) er stasjonære, kan de ikke forflytte seg for å unnsnippe periodiske forurensinger. Begroingsalger reagerer derfor også på kortsiktige forurensingsepisoder som er lett å overse med kjemiske målinger. NIVA har utviklet en sensitiv og effektiv metode for å overvåke eutrofiering og forsurening ved hjelp av begroingsalger: Indeksene PITT (periphyton index of trophic status; Schneider & Lindstrøm, 2011) og AIP (acidification index periphyton; Schneider & Lindstrøm, 2009) brukes for å indikere grad av henholdsvis eutrofi og forsurening.

Heterotrof begroing inkluderer sopp og bakterier, som bruker lett nedbrytbart organisk materiale som energikilde. Heterotrof begroing vokser på elvebunnen eller som epifytter på alger og makrofytter. Ved gunstige næringssituasjoner, som ved utslipp av organisk materiale fra industri, avrenning fra gjødselkjellere eller ved kloakklekkasjer, kan de vokse raskt og oppnå høy dekningsgrad på kort tid. Bakterier og sopp er altså svært sensitive overfor organisk belastning. Siden de er stasjonære, samt at de reagerer raskt på miljøendringer, er det gunstig å bruke heterotrof begroing som indikatorer for organisk belastning (Direktoratsgruppa, 2014).

Bentiske makroinvertebrater (bunnfauna) er små dyr som lever på eller nede i bunnsubstratet, som kan bestå av stein, sand, grus, vannplanter, trevirke, detritus eller lignende. Bunnfauna spiller en viktig rolle for energiflukser i økosystemene. De kan nyttiggjøre seg energi ved konsum av primærprodusenter og ved nedbrytning av annet organisk materiale, og slik omfordeler energi fra lave til høyere trofisk nivå (Solimini m.fl., 2006). Bruken av bunnfauna i vassdragsovervåkning har en rekke fordeler. Det er en økologisk divers gruppe som viser stor variasjon i følsomhet overfor ulike miljøpåvirkninger, slik som kronisk og episodisk forsurening (Schartau m.fl., 2008; Pye m.fl., 2012), høyt oksygenforbruk som følge av hurtig nedbrytning av organisk materiale (Armitage m.fl., 1983), hydromorfologiske inngrep som endret vannføringsmønster og sedimentasjon (Extence m.fl., 1999; Sand-Jensen m.fl., 2006; Extence m.fl., 2013), avrenning av plantevernmidler og andre stoffer som følge av intensivt landbruk (Beasley & Kneale, 2002; Schafer m.fl., 2007; von der Ohe & Goedkoop, 2013), gruveforurensing (Clements m.fl., 2000) og akuttutslipp av ulike typer kjemikalier (Bækken m.fl., 2011; Kjaerstad & Arnekleiv, 2011). Med andre ord vil enhver betydelig forstyrrelse i vassdraget påvirke bunnfaunaen, og av den grunn har bunnfauna blitt brukt i vassdragsovervåkning i mer enn 100 år (Aanes & Bækken, 1989; Cairns & Pratt, 1993; Karr & Chu, 1999).

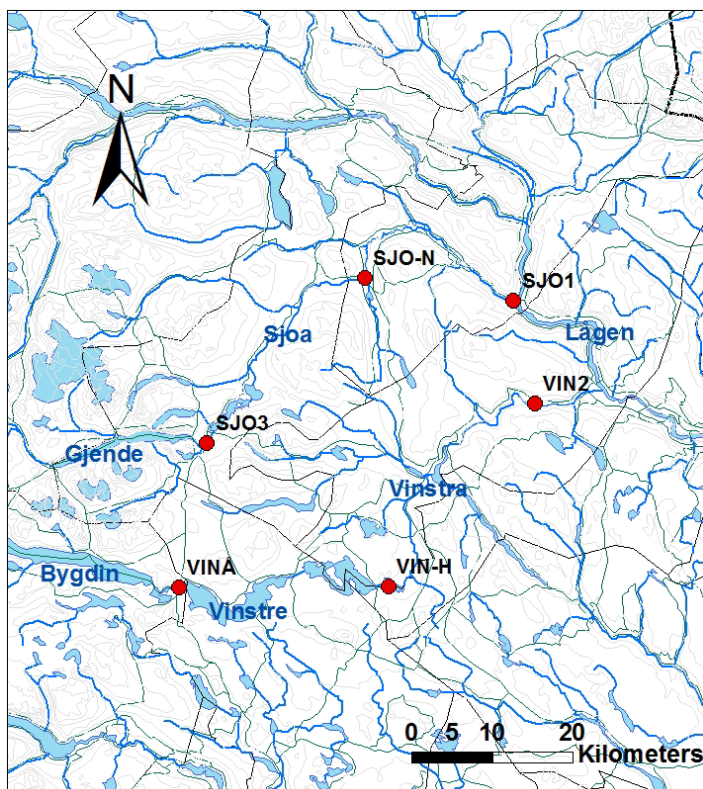
2. Materiale og metoder

2.1 Feltarbeid og lokalitetsbeskrivelse

Prøvetaking av bunnfauna, heterotrof begroing og bentiske alger ble gjennomført i september 2014 på 3 stasjoner i Sjoa og 3 stasjoner i Vinstra (Tabell 1; Figur 1). For å få et sammenligningsgrunnlag er data fra undersøkelser gjort i samme vassdrag i 2012 tatt med i rapporten (Bongard, 2012; Kile, 2012). I 2014 samlet Fron fjellstyre inn fem runder med vannprøver på de samme seks lokalitetene og disse ble analysert av LabNett. I 2012 ble det kun samlet inn én runde med vannprøver (av Fron fjellstyre), og disse ble analysert av NIVA-lab. Komplette liste over parametere med analyseresultater finnes i Vedlegg 3.

Tabell 1 Undersøkte lokaliteter i Sjoa og Vinstra 2012 og 2014

| Lokaliteter | Kortnavn lokaliteter | UTM Sone | LAT | LONG |
|------------------------------------|----------------------|----------|---------|--------|
| Vinstra 2 | VIN2 | 32N | 6826203 | 531766 |
| Vinstra elv oppstrøms Ø. Herssjøen | VINH | 32N | 6801943 | 515703 |
| Vinsteråne | VINÅ | 32N | 6799323 | 489845 |
| Sjoa 1 | SJO1 | 32N | 6838690 | 527967 |
| Sjoa 3 | SJO3 | 32N | 6817603 | 491672 |
| Sjoa nedstrøms nybrua | SJON | 32N | 6839773 | 509328 |



Figur 1 Prøvetakingstasjonene i Sjoa og Vinstra 2012 og 2014

Tilstandsklassifisering viser dagens tilstand sammenliknet med naturtilstanden til den gitte vannforekomsten. Etersom ulike elvetyper har ulik naturtilstand trenger vi informasjon om elvetype for hver lokalitet for å kunne gi korrekt tilstandsklassifisering av disse. Elvetyperne er fastsatt ut fra definerte

kriterier som klimaregion (høyde over havet), kalsiuminnhold (Ca), humusinnhold og totalt organisk karbon (TOC; Direktoratgruppen, 2014). Elvetyperne i Sjoa og Vinstra er vist i Tabell 2.

Tabell 2 Elvetyperne til de undersøkte lokalitetene i Sjoa og Vinstra 2012 og 2014

| | SJO3 | SJON | SJO1 | VINÅ | VINH | VIN2 |
|------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Klimaregion | Fjell | Skog | Skog | Fjell | Fjell | Skog |
| Ca (mg/l) | 1 - 4 | 1 - 4 | 1 - 4 | 1 - 4 | 1 - 4 | 4 - 20 |
| Humus (farge: mg Pt/l) | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | 10 - 30 |
| TOC (mg/l) | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Elvetype nr | 23 | 15 | 15 | 23 | 23 | 18 |

2.2 Begroingsalger og heterotrof begroing

På hver stasjon ble en elvestrekning på ca. 10 meter undersøkt ved bruk av vannkikkert. Det ble tatt prøver av alle makroskopisk synlige bentiske alger, og de ble lagret i separate beholdere (dramsglass). Forekomst av alle makroskopisk synlige elementer ble estimert som 'prosent dekning'. For prøvetaking av mikroskopiske alger ble 10 steiner med diameter 10-20 cm innsamlet fra hver stasjon. Et areal på ca. 8 ganger 8 cm, på oversiden av hver stein, ble børstet med en tannbørste. Det avbørstede materialet ble så blandet med ca. 1 liter vann. Fra blandingen ble det tatt en delprøve som ble konserverert med formaldehyd. Innsamlede prøver ble senere undersøkt i mikroskop, og tettheten av de mikroskopiske algene som ble funnet sammen med de makroskopiske elementene ble estimert som hyppig, vanlig eller sjelden. Metodikken er i tråd med den europeiske normen for prøvetaking og analyse av begroingsalger (EN 15708:2009).

For hver stasjon ble eutrofieringsindeksen PIT (Periphyton Index of Trophic status) beregnet (Schneider & Lindstrøm, 2011). PIT er basert på indikatorverdier for 153 taksa av bentiske alger (ekskludert kiselalger). Utregnede indeksverdier strekker seg over en skala fra 1,87 til 68,91, hvor lave PIT-verdier tilsvarer lave fosforverdier (oligotrofe forhold), mens høye PIT-verdier indikerer høye fosforkonsentrasjoner (eutrofe forhold). For å kunne beregne en sikker indeksverdi, kreves minimum 2 indikatorarter per stasjon.

Forsuringsindeksen AIP (Acidification Index Periphyton) ble videre beregnet for hver stasjon (Schneider & Lindstrøm, 2009). AIP er basert på indikatorverdier for tilsammen 108 arter av bentiske alger (kiselalger ekskludert) og blir brukt til å beregne den årlige gjennomsnittsverdien for pH på en gitt lokalitet. Indikatorverdiene strekker seg fra 5,13 – 7,50, hvor lave verdier indikerer sure betingelser, mens høye verdier indikerer nøytrale til lett basiske betingelser. For å kunne beregne en sikker AIP-indeks, må det være minst 3 indikatorarter til stede på hver stasjon.

I tillegg ble hver stasjon klassifisert for organisk belastning ved bruk av HBI, som tar utgangspunkt i et årlig gjennomsnitt av dekningsgrad (prosent dekning) av heterotrof begroing (Direktoratsgruppen, 2014). Dette er et skjønsmessig system som baserer seg på at tilstanden blir dårligere ved økt dekning av sopp og heterotrofe bakterier. Ved registreringer av f.eks 1-10 % dekningsgrad av heterotrof begroing vil lokaliteten havne i moderat økologisk tilstand, og høyere dekning vil gi dårligere tilstand. Systemet overstyrer klassifisering som blir gjort med utgangspunkt i PIT-indeksen for begroingsalger i de tilfeller hvor HBI fører til dårligere tilstandsklasse enn PIT.

2.3 Bunndyr

Prøvene ble tatt ved å benytte en standardisert sparkemetode (NS 4718 og NS-ISO 7828). Innsamlingsmetoden er i henhold til retningslinjer gitt i klassifiseringsveileder for vannforskriften

(Direktoratsgruppa, 2014). Metoden består av flere enkeltprøver og er nå i sterkere grad bundet opp til et bestemt areal enn tidligere. Det gjør metoden mer stringent og lettere etterprøvbar. Hver prøve tas over en strekning på én meter. Det anvendes 20 sekund pr. 1 m prøve. I alt tas det 3 slike pr. minutt. Dette gjentas 3 ganger og i alt representerer materialet 9 én meters prøver. Dette tilsvarer 3x1 minutt prøver, som var et vanlig tidsforbruk i mange bunnfaunaundersøkelser tidligere, og representerer bunndyrsamfunnet på omlag 2,25 m² av elvebunnen. Det ble benyttet elve/sparkehåv med 250 µm maskevidde under prøvetakingen. For å unngå tetting av håven og tilbakespyling, tømmes håven etter 3 enkeltprøver (1 minutt), eller oftere hvis substratet er svært finpartikulært. Alle delprøvene på stasjonen samles til en blandprøve. Materialet ble i felt fiksert med etanol og tatt med til NIVAs laboratorier, for senere å bli sortert og dyrene i prøven identifisert til lavest mulige taksonomiske nivå.

Økologisk tilstand på elvestasjoner er vurdert etter foreløpige kriterier gitt i vannforskriften og i henhold til status i utviklingen av norske vurderingssystemer for elver (Direktoratsgruppa, 2014). For eutrofiering/organisk belastning ble bunndyrindeksen Average Score Per Taxon (ASPT) anvendt (Direktoratsgruppa, 2014), som også ble brukt som ”norsk vurderingssystem” ved interkalibreringen av bunndyrsystemer i EU. Til å måle effekter av forsurening har vi benyttet indeksen Forsuringsindeks 2 (tidligere kalt Raddum 2; Direktoratsgruppa, 2009; Direktoratsgruppa, 2014). Indeksen er egnet for å måle effekter av forsurening i elver med klart vann og lite naturlig kalsium og har blitt brukt i forsuringsovervåking av denne elvetyper i over 20 år.

2.4 Fysisk-kjemiske støtteparametere

Vassdragsforbundet har i 2014 benyttet seg av Fron fjellstyre for uttak av vannprøver fra de undersøkte lokalitetene og av LabNett til analysene. For total fosfor og total nitrogen er det gjennomført fem prøverunder, mens det kun er gjennomført to prøverunder for pH. I 2012 ble det tatt ut vannprøver én gang (av Fron fjellstyre) og disse ble analysert av NIVA-lab. For hver stasjon ble det i 2012 og 2014 til sammen tatt ut seks vannprøver som ble analysert for kalsium og to vannprøver som ble analysert for total organisk karbon (TOC). Gjennomsnittet av disse analyseresultatene ble brukt for å bestemme elvetype.

2.5 Vannforskriften

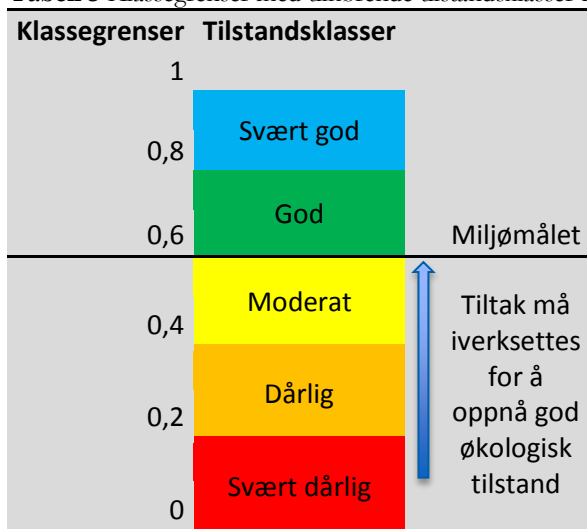
Miljømålet gitt i vannforskriften sier at alle naturlige vannforekomster av overflatevann skal ha minst god økologisk og kjemisk tilstand innen 2021 (Direktoratsgruppa, 2014). Av den grunn er grensen mellom moderat og god tilstand den mest avgjørende siden det er dette skillet som avgjør om miljømålet er oppnådd.

I forbindelse med vannforskriften er det fastsatt klassegrenser for alle indeksene benyttet i denne undersøkelsen (PIT-, AIP- og HBI-indeksen for begroing, og ASPT og Forsuringsindeks 2 for bunnfauna). For PIT og AIP avhenger klassegrensene til en viss grad av elvetype, mens HBI, ASPT og Forsuringsindeks 2 er lik uansett elvetype. For PIT-indeksen er Ca-konsentrasjonen avgjørende, mens både Ca- og TOC-konsentrasjonen er avgjørende for AIP-indeksen (Direktoratsgruppa, 2014).

PIT, ASPT og Forsuringsindeks 2 har vært gjennom en interkalibrerings-prosess, som vil si at klassegrensene er på samme nivå som i andre nord-europeiske land (England, Irland, Sverige og Finland). For bioindikasjon av forsurening ved hjelp av begroingsalger og for organisk belastning basert på heterotrof begroing er det fortsatt ikke gjennomført en tilsvarende prosess, slik at klassegrensene for HBI- og AIP-indeksen per i dag ikke er bindende. Av den grunn er resultatene for forsurening og organisk belastning hovedsakelig fremstilt ved bruk av de absolutte indeksverdiene og ikke normaliserte EQR-verdier.

For lettere å sammenligne økologisk tilstand på tvers av indekser og kvalitetslementer, omregnes de absolutte indeksverdiene til normalisert EQR (Ecological Quality Ratio). Normalisert EQR ligger på en skala fra 0-1, og her er klassegrensene like uansett elvetype og kvalitetslement (Tabell 3).

Tabell 3 Klassegrenser med tilhørende tilstandsklasser for normalisert EQR og miljømål.



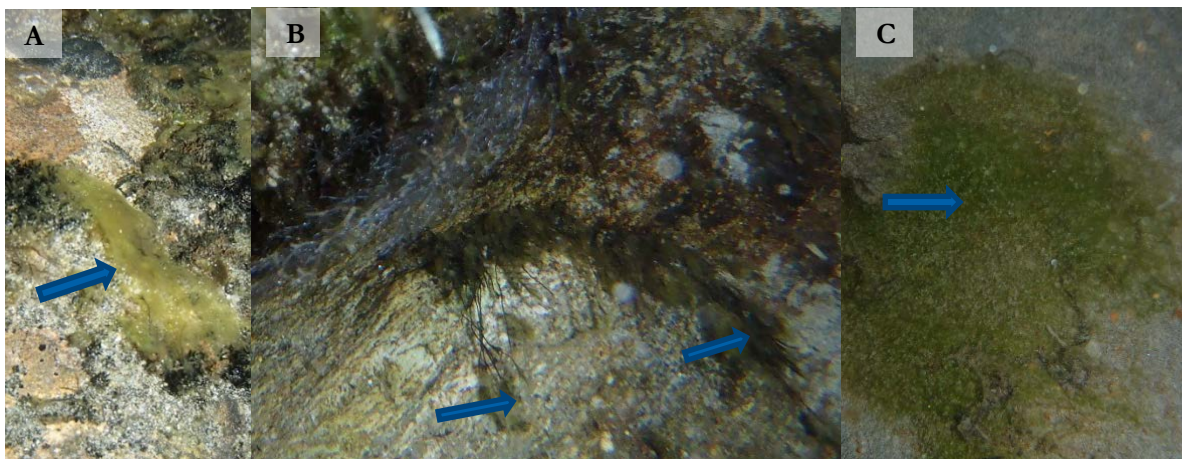
3. Resultater og vurderinger

3.1 Begroingsalger og heterotrof begroing

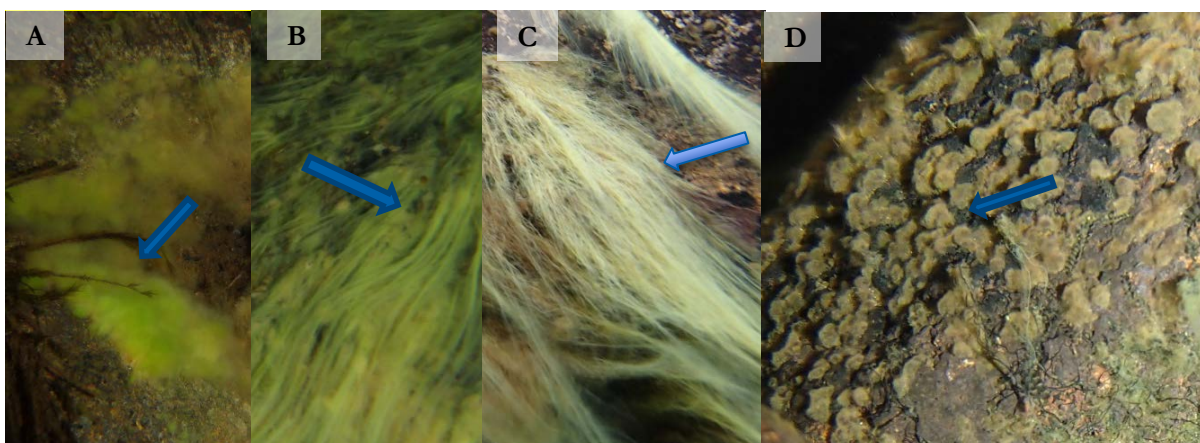
3.1.1 Biologisk mangfold

Det ble registrert fra 8 til 24 ulike taksa av alger på de undersøkte stasjonene. Artsrikdommen var høyest innen gruppen grønnalger på samtlige stasjoner, tett etterfulgt av cyanobakterier (Vedlegg 1). Figur 2-7 viser bilder av vanlige taksa som ble registrert på de ulike stasjonene i både 2012 og 2014.

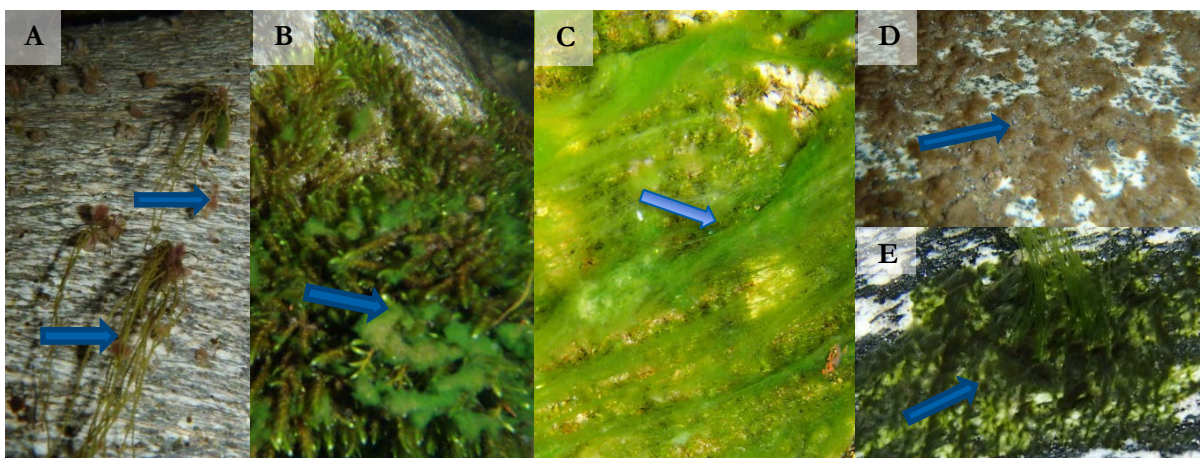
I Vinstra er det tydelige trender fra øverste til nederste stasjon, spesielt med tanke på forsurening. Lokaliteten Vinsteråne (VINÅ; Figur 2) var karakterisert av en del arter som trives i noe forsurede vassdrag. Dette gjelder bl.a. grønnalgen *Klebsormidium rivulare* og cyanobakterien *Stigonema mamillosum*. De samme to artene, samt grønnalgen *Zygnema B*, indikerer alle sammen oligotrofe forhold. Lenger ned i vassdraget, ved Vinstra elv oppstrøms Ø. Herssjøen (VINH; Figur 3), ble grønnalgen *Bulbochaete* sp. og cyanobakterien *Stigonema mamillosum* registrert, som også trives i litt sure vassdrag. I tillegg ble grønnalgene *Mougotia*, *Oedogonium* og *Zygnema* samt cyanobakterien *Rivularia biasoletiana* registrert, som alle trives i næringsfattige vann. På nederste stasjon, Vinstra 2 (VIN2; Figur 4), var det ingen tegn til forsurening. Det var derimot innslag av rødalgen *Andoninella bermannii*, som trives i mer næringsrike vassdrag.



Figur 2 VINÅ A. Grønne trådformede alger (*Zygnema*, *Spirogyra*, *Klebsormidium*). B. Cyanobakterie (C.f. *Stigonema*). C. Grønne trådformede alger (*Zygnema*, *Spirogyra*, *Klebsormidium*). Foto: Maia Røst Kile, NIVA.



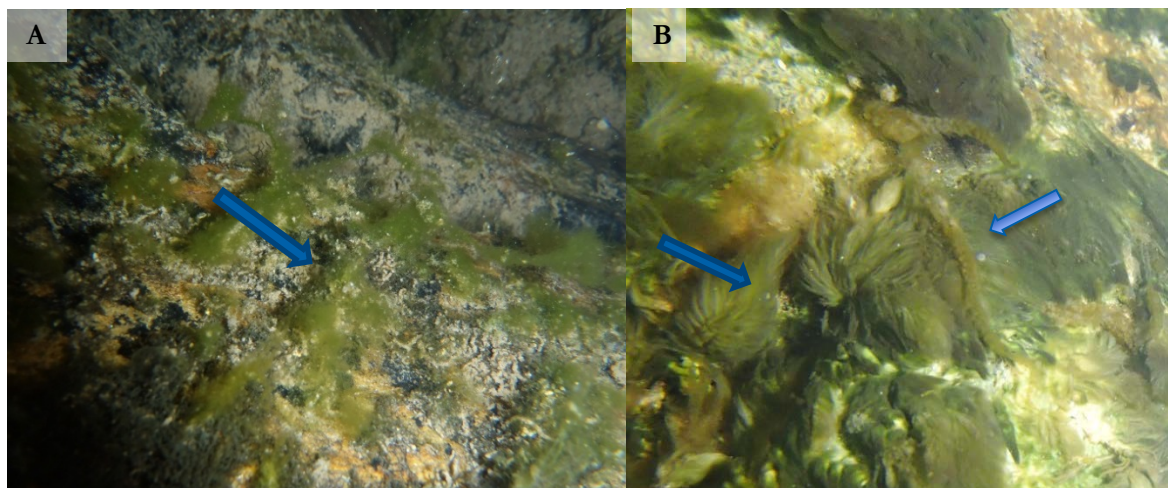
Figur 3 VINH A. Grønnalgen *Bulbocheate*. B. Grønne trådformede alger (*Zygnema*, *Mougoutia*, *Oedogonium*). C. Grønne trådformede alger (*Zygnema*, *Mougoutia*, *Oedogonium*). D. Cyanobakterier (C.f. *Rivularia*). Foto: Maia Røst Kile, NIVA.



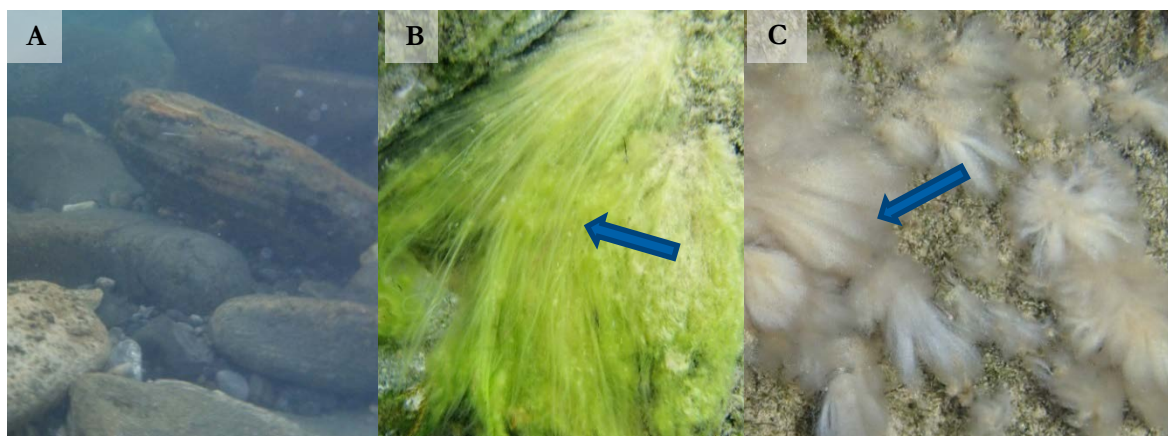
Figur 4 VIN2 A. Rodalgene *Lemanea* (nederste pil) og *Andoninella* (øverste pil). B. Grønne trådformede alger blant mose (*Zygnema*, *Microspora*). C. Grønnalgen *Ulothrix*. D. Kiselalgen *Didymosphenia geminata*. E. Cyanobakterien *Phormidium autumnale*. Foto: Maia Røst Kile, NIVA.

I Sjoa var det generelt gode forhold med tanke på eutrofi. På den øverste stasjonen, Sjoa 3 (SJO3; Figur 5), ble bl.a grønnalgene *Zygnema* og *Oedogonium* samt gullalgen *Hydrurus foetidus* registrert, som alle trives i næringsfattige vassdrag. I tillegg ble flere arter innen cyanobakterieslekten *Phormidium* registrert, som i flere tilfeller kan indikere næringsbelastning. På lokaliteten Sjoa nedstrøms nybrua (SJON; Figur 6) var det

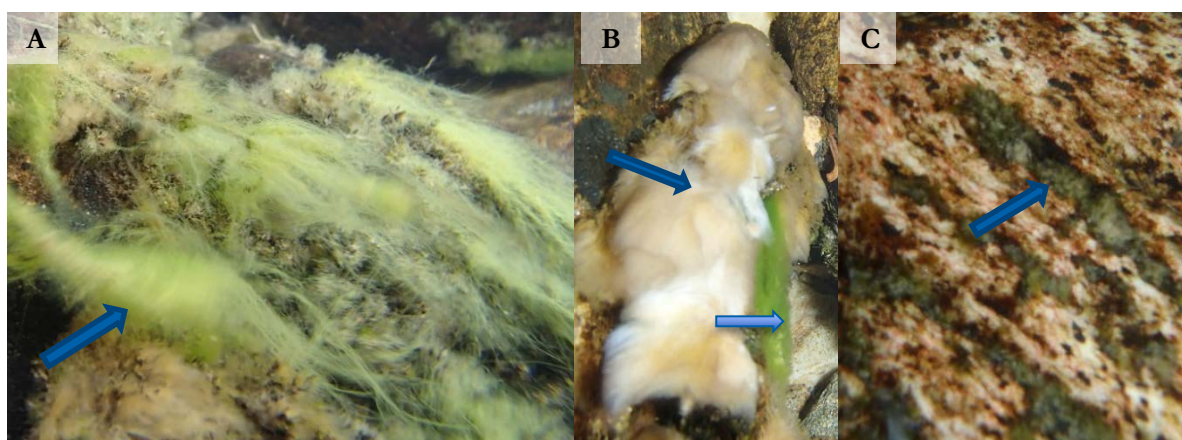
generelt lite dekke av begroingsalger i 2012, mens det i 2014 var rikelig med alger. Det ble bl.a. registrert store forekomster av grønnalgene *Oedogonium* og *Zygnema* i 2014, arter som trives i oligotrofe vann. Den nederste stasjonen i vassdraget, Sjoa 1 (SJO1; Figur 7), var også karakterisert av oligotrofe arter, som grønnalgene *Oedogonium*, *Zygnema* og *Spirogyra*.



Figur 5 SJO3 **A.** Grønne trådformede alger (*Zygnema*, *Oedogonium*). **B.** Cyanobakterien *Phormidium* (venstre pil) og gullalgen *Hydrurus foetidus* (høyre pil). Foto: Maia Røst Kile, NIVA.



Figur 6 SJO1 **A.** Lite begroingsalger (2012). **B.** Trådformede grønnalger (*Zygnema*, *Oedogonium*; 2014). **C.** Kiselalgen *Didymosphenia geminata*, 2014. Foto: Maia Røst Kile, NIVA.

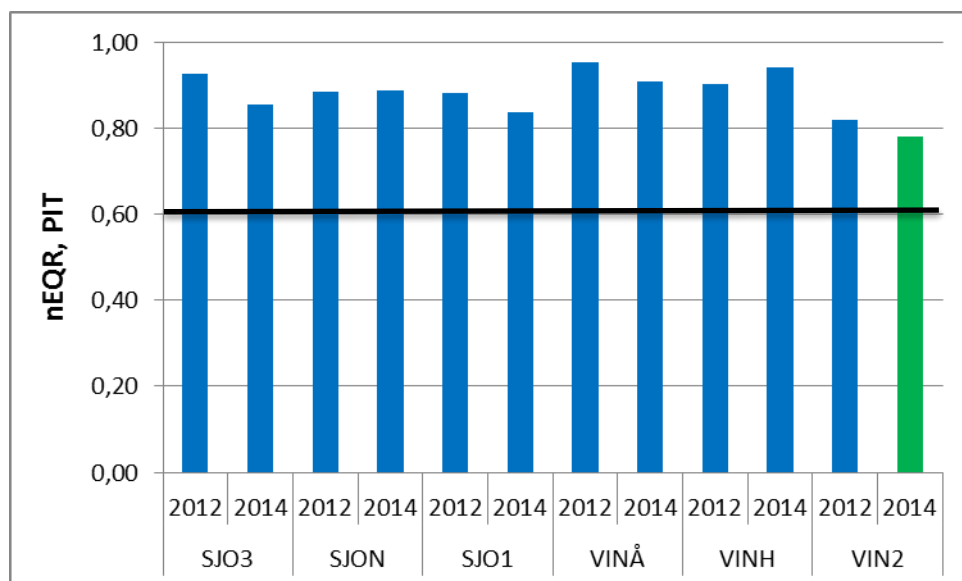


Figur 7 SJO1 **A.** Grønne trådformede alger (*Oedogonium*, *Zygnema*, *Spirogyra*). **B.** Kiselalgen *Didymosphenia geminata* (øverste pil) og trådformede grønnalger (*Spirogyra*, *Zygnema*; nederste pil). **C.** Cyanobakterien *Phormidium autumnale*. Foto: Maia Røst Kile, NIVA.

3.1.2 Økologisk tilstand

Eutrofiering

Alle de undersøkte lokalitetene i Sjoa og Vinstra 2012 og 2014 har med hensyn til eutrofiering oppnådd miljømålet i henhold til vannforskriften. Det er ikke registrert noen tydelige forskjeller fra 2012 til 2014. Samtlige lokaliteter havnet i svært god tilstand med unntak av VIN2, som havnet i god tilstand i 2014 (Figur 8). I Vinstra kan vi se en svak trend, der tilstanden er best øverst i vassdraget på stasjonen VINÅ, mens den er dårligst på den nederste stasjonen VIN2. Dette er som forventet da det generelt er mer oligotroft i øvre del av et vassdrag. I Sjoa kan vi ikke se en tilsvarende trend. Det kan ha ulike årsaker, som f.eks. at den øverste stasjonen (SJO3) er plassert ved siden av en campingplass samt like nedstrøms Gjendesheim, som er en DNT hytte ved foten av Besseggen. I 2014 hadde vi en rekordvarm sommer, som kan ha ført til større pågang på campingplasser og hytter, og dermed mer menneskelig påvirkning.



Figur 8 Normalisert EQR for eutrofieringsindeksen PIT (Periphyton Index of Trophic status) beregnet for 6 stasjoner i Sjoa og Vinstra i 2012 og 2014, der verdiene angir økologisk tilstand. Blå = svært god og grønn = god tilstand. Den svarte horisontale linjen markerer grensen mellom god og moderat tilstand.

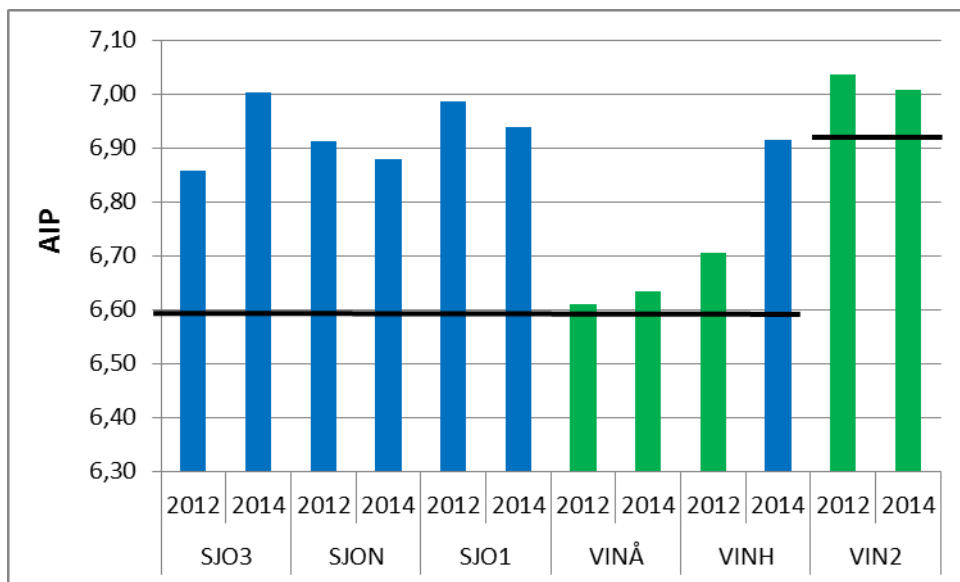
Det ble ikke registrert noe heterotrof begroing på de undersøkte lokalitetene, verken i 2012 eller 2014. Dette tilsvarer svært god økologisk tilstand med utgangspunkt i HBI, og vil si at det ikke er målt effekter av organisk belastning på begroingssamfunnet.

Forsuring

AIP indeksen er ikke interkalibrert med andre nordiske land, og klassegrensene er derfor ikke bindende. Her bruker vi de foreløpige klassegrensene da de likevel gir et bilde av forsuringssituasjonen i elver og vassdrag.

Grensene mellom de ulike tilstandsklassene for forsuring er avhengige av Ca (og TOC) innholdet i vannet. Når Ca konsentrasjonen er høyere enn 4 mg/l (Ca klasse 3), er god-moderat grensen på AIP = 6,92, mens grensen mellom god og svært god tilstand er på AIP = 7,04. Dette gjelder lokaliteten VIN2 og forklarer hvorfor grensen mellom moderat og god tilstand ligger høyere på denne stasjonen sammenlignet med de andre stasjonene. Når Ca konsentrasjonen er fra 1-4 mg/l (Ca klasse 2), ligger grensen mellom god og moderat på AIP = 6,59, mens grensen mellom god og svært god ligger på AIP = 6,77. De fem resterende lokalitetene er alle i Ca klasse 2.

Av de 6 undersøkte lokalitetene er alle i god eller svært god tilstand med hensyn til forsuring, og oppnår dermed målet gitt i vannforskriften. Det er ikke registrert noen tydelige forskjeller fra 2012 til 2014 med unntak av at VINH har endret tilstandsklasse fra god til svært god. De 3 undersøkte lokalitetene i Sjoa er alle i svært god økologisk tilstand, mens lokalitetene i Vinstra er i god økologisk tilstand med unntak av VINH i 2014 som havnet i svært god tilstand (Figur 9). Den øverste lokaliteten i Vinstra, VINÅ, havnet i god, nær grensen til moderat tilstand og viste dermed svakt tegn til forsuring.

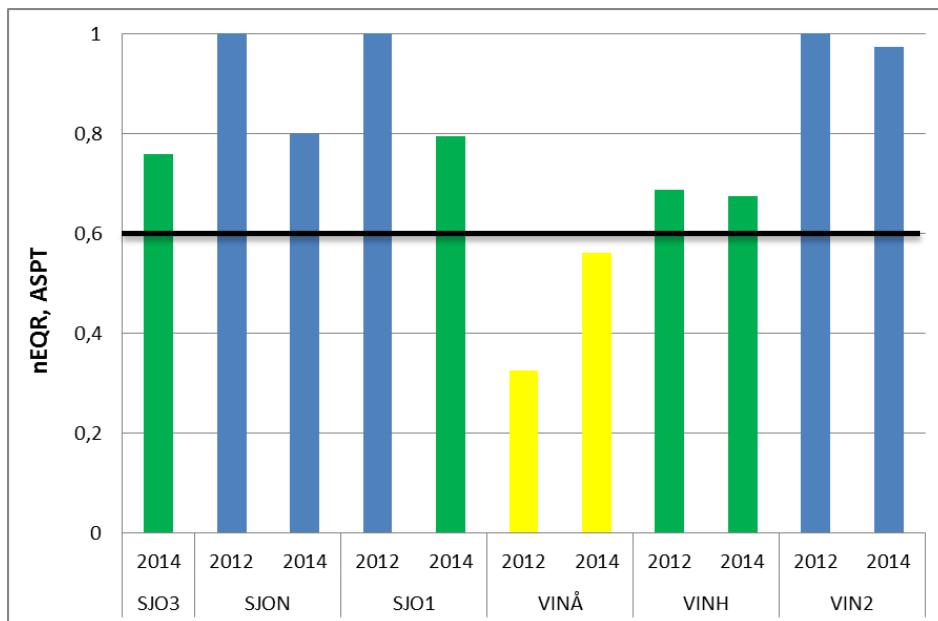


Figur 9 Forsuringsindeksen AIP (Acidification Index for Periphyton) beregnet for 6 stasjoner i Sjoa og Vinstra, der verdiene angir økologisk tilstand. Blå = svært god og grønn = god tilstand. Den svarte horisontale linjen markerer grensen mellom god og moderat tilstand for de ulike vanntypene.

Med utgangspunkt i forsuring kan vi se en tydelig trend i Vinstra-vassdraget. Indeksverdiene er relativt lave øverst i vassdraget og øker gradvis til den nederste stasjonen. I Vinstra er AIP=6,61 i 2012 og 6,63 i 2014 på den øverste stasjonen og øker til AIP=7,039 i 2012 og 7,01 i 2014 på den nederste stasjonen. Dette er som forventet siden bufferkapasiteten er dårligere i fjellområdene øverst i vassdraget sammenlignet med skogområdene lenger ned.

3.2 Bunndyr

Målte indeksverdier for organisk belastning og forsuring er vist i Tabell 4 og taksaliste er gitt i Vedlegg 2. I følge kriteriene for eutrofi/organisk belastning basert på indeksen ASPT og tilhørende EQR-verdier, ble den økologiske tilstanden i bunndyrsamfunnene målt til god eller svært god tilstand med unntak av stasjon VINÅ, hvor det ble målt moderat tilstand (Figur 10). Det ble ikke funnet effekter av forsuring i 2014, målt med forsuringsindeks 2 (nEQR = 1, svært god tilstand; Tabell 4).



Figur 10 Normalisert EQR for bunndyr ved bruk av indeksen for organisk belastning (ASPT) beregnet for 6 stasjoner i Sjoa og Vinstra i 2012 og 2014, der verdiene angir økologisk tilstand. Blå = svært god, grønn = god og gul = moderat tilstand. Den svarte horisontale linjen markerer grensen mellom god og moderat tilstand.

Tabell 4. Målte indeksverdier for organisk belastning (ASPT), forsurening (Forsuringsindeks 2) og antall av døgnfluer, steinfluer og vårfluer. Prøver er fra 6 stasjoner i Sjoa og Vinstra, september 2014

| Metrikk | SJO3 | SJON | SJO1 | VINÅ | VINH | VIN2 |
|---------------------------|--------|-------|-------|------|-------|------|
| Døgnfluer (Ephemeroptera) | 3 | 7 | 8 | 3 | 9 | 8 |
| Steinfluer (Plecoptera) | 5 | 7 | 5 | 6 | 5 | 9 |
| Vårfluer (Trichoptera) | 1 | 5 | 1 | 5 | 6 | 1 |
| ASPT | 6,60 | 6,77 | 6,75 | 5,82 | 6,27 | 6,86 |
| ASPT nEQR | 0,76 | 0,80 | 0,80 | 0,56 | 0,67 | 0,97 |
| Forsuringsindeks 2 | 169,83 | 15,97 | 35,38 | 2,37 | 11,55 | 6,25 |
| Forsuringsindeks 2 nEQR | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

3.3 Fysisk-kjemiske støtteparametere

For å gjennomføre en sikker klassifisering av fysisk-kjemiske støtteparametere i elver er det, i følge veileder 02:2009, et minimumskrav at det blir samlet inn vannprøver hver 3. måned (og anbefalt månedlige vannprøver gjennom året; Direktoratgruppen, 2010). I denne undersøkelsen er det tatt fem vannprøver i 2014 for å analysere total fosfor og total nitrogen, som altså tilfredsstiller minimumskravet. Det er derimot kun tatt to vannprøver for å analysere pH, og av den grunn må disse resultatene betraktes som usikre.

Resultatene for de tre undersøkte parametrene ga god eller svært god tilstand på samtlige lokaliteter i 2014 (Tabell 5). For total oversikt over prøveresultater, se Vedlegg 3.

Av de eutrofieringsrelaterte støtteparametrene var det bare den øverste stasjonen i Sjoa, SJO3, som havnet i god tilstand, basert på total fosfor. Resten er klassifisert til svært god tilstand. Dette stemmer godt overens med resultatene basert på eutrofieringsindeksen for begroingsalger. Når det gjelder pH (støtteparameter for forsurening), havnet Vinsteråne (VINÅ) i god tilstand, noe som samsvarer godt med forsureningsindeksen AIP for begroingsalger.

Tabell 5 Økologisk tilstand for tot-P, tot-N og pH, basert på et gjennomsnitt av 5 vannprøver for tot-P og tot-N, og 2 vannprøver for pH i 2014.

| | SJO3 | SJON | SJO1 | VINÅ | VINH | VIN2 |
|-----------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Tot-P (µg P/l) | 5,8 | 4,28 | 4,4 | 2,54 | 4,2 | 3,84 |
| Tilstand, Tot-P | God | Svært god | Svært god | Svært god | Svært god | Svært god |
| Tot-N (µg/l) | 96,4 | 87,6 | 99,4 | 97,2 | 128,2 | 282,4 |
| Tilstand, Tot-N | Svært god | Svært god | Svært god | Svært god | Svært god | Svært god |
| pH | 6,85 | 7,05 | 7,2 | 6,65 | 6,8 | 7,7 |
| Tilstand, pH | Svært god | Svært god | Svært god | God | Svært god | Svært god |

3.4 Økologisk tilstand – diskusjon

Når man vurderer økologisk tilstand på bakgrunn av kvalitetselementene bunnfauna (ASPT-indeksen), begroingsalger (PIT-indeksen) og heterotrof begroing (HBI-indeksen), og disse indikerer ulik miljøtilstand, er det viktig å være klar over hvilke påvirkningstyper indeksene faktisk måler. ASPT/HBI og PIT anses å være sensitive for henholdsvis organisk belastning og eutrofiering. Dette er to påvirkningstyper som kan sammenfalle, men det er ikke alltid slik. ASPT responderer primært på nedbrytningen av organisk stoff (Paisley m.fl., 2014), som kan være en indirekte effekt av eutrofiering eller utslipp av kloakk. Grunnen til dette er at bunnfauna har lav tålegrense for episodiske utslipp med høye innhold av organisk stoff, fordi slike episoder lett medfører oksygenvinn, der deler av bunndyrfaunaen slås ut for sesongen. Bunnfauna ventes også å respondere på andre påvirkningstyper, som hydromorfologiske inngrep (vassdragsreguleringer), økt partikkeltransport eller nedslamming av substratet (Aanes & Bækken, 1989; Extence m.fl., 1999; Glendell m.fl., 2014). HBI responderer raskt på miljøendringer i tilknytning til lett nedbrytbart organisk materiale, som f.eks. ved avrenning fra gjødselkjellere eller ved kloakklekkasjer. HBI er derimot ikke sensitiv overfor andre påvirkninger (som hydromorfologiske inngrep og nedslamming av substrat) slik som ASPT. PIT, på den annen side, responderer på økte fosforkonsentrasjoner over tid (Schneider & Lindstrom, 2011). PIT er dermed ikke like følsom ovenfor forbigående pulser av organisk stoff som bunnfauna. Når de tre kvalitetselementene viser ulikt resultat – noe de ofte gjør – skyldes altså ikke dette at det ene resultatet er mer riktig enn det andre, men at biologien responderer ulikt på forskjellige påvirkningstyper. PIT, HBI og ASPT gir dermed utfyllende informasjon som kan brukes i forvaltningen.

Et eksempel på dette er stasjon VINÅ, hvor det både i 2012 og 2014 ble målt moderat tilstand for bunnfauna mens begroingsalger og heterotrof begroing indikerte svært god tilstand begge år. Stasjon VINÅ er regulert og vannstanden var under prøvetakingen høyere enn forventet. Det ble målt uventet lave tettheter av bunnfauna, og tilstanden både i 2012 og 2014 var moderat på bakgrunn av ASPT-indeksen. Dette kan skyldes at bunnfaunaen reagerer negativt på endret vannføringsmønster. Vi kan heller ikke utelukke effekter av forsuring. AIP-indeksen indikerte god gjennomsnittlig pH på stasjonen, men lokaliteten havnet nær grensen til moderat tilstand begge år, og kan derfor ha vært utsatt for episodisk forsuring. Studier viser at mye nedbør eller perioder med snøsmelting i områder med basefattig jordsmonn kan medføre episodiske pulser med forsuring (Henriksen m.fl., 1988), og at dette kan påvirke bunnfaunaen i lange tider (Lepori m.fl., 2003). Det ble ikke målt slike effekter med den anvendte forsuringindeksen (Forsuringsindeks 2), men igjen kan vi ikke utelukke at reguleringen har påvirket naturlig gruppesammensetning og dermed indeksen i urimelig grad. Forskjellene mellom målt tilstand for begroingsalger/heterotrof begroing og bunnfauna skyldes sannsynligvis at bunnfauna også er sensitiv for andre typer påvirkning.

3.5 Samlet vurdering av økologisk tilstand

De undersøkte lokalitetene i Sjoa og Vinstra i 2012 og 2014 har alle, med unntak av VINÅ, oppnådd miljømålet gitt i Vannforskriften basert på en totalvurdering av alle undersøkte kvalitetselementer og parametere (Tabell 6). Den samlede vurderingen baserer seg på 'det verste styrer' prinsippet, som vil si at den samlede økologiske tilstanden bestemmes av kvalitetselementet med dårligst tilstand (Direktoratsgruppa, 2014). Dette prinsippet beskytter det mest sårbare kvalitetselementet og vi unngår at noen påvirkninger blir oversett. I denne undersøkelsen har VINÅ, som den eneste lokaliteten, havnet i moderat økologisk tilstand.

Tabell 6 Økologisk tilstand angitt for hvert kvalitetselement og parametere, og samlet for hver lokalitet på 6 stasjoner i Sjoa og Vinstra. Den samlede vurderingen er basert på prinsippet 'det verste styrer'. SG = Svært god (blå), G = God (grønn), M = Moderat (gul). Blanke felter vil si manglende data. Klassegrensene for AIP og HBI og er ikke interkalibrert og dermed ikke bindende.

| | SJO3 | | SJON | | SJO1 | | VINÅ | | VINH | | VIN2 | |
|--|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | 2012 | 2014 | 2012 | 2014 | 2012 | 2014 | 2012 | 2014 | 2012 | 2014 | 2012 | 2014 |
| PIT (nEQR) | 0,92 | 0,85 | 0,89 | 0,89 | 0,88 | 0,84 | 0,95 | 0,91 | 0,90 | 0,94 | 0,82 | 0,78 |
| HBI (nEQR) | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| AIP (nEQR) | 0,90 | 1,00 | 0,96 | 0,93 | 1,00 | 0,99 | 0,62 | 0,65 | 0,73 | 0,97 | 0,798 | 0,75 |
| ASPT (nEQR) | | 0,757 | 1,00 | 0,80 | 1,00 | 0,795 | 0,33 | 0,56 | 0,69 | 0,67 | 1,00 | 0,97 |
| Forsurings indeks 2 (nEQR) | | 1,00 | | 1,00 | | 1,00 | | 1,00 | | 1,00 | | 1,00 |
| Økologisk tilstand, biologiske kvalitetselementer | SG | G | SG | SG | SG | G | M | M | G | G | G | G |
| Tot-P (µg P/l) | | 5,8 | | 4,28 | | 4,4 | | 2,54 | | 4,2 | | 3,84 |
| Tot-N (µg/l) | | 96,4 | | 87,6 | | 99,4 | | 97,2 | | 128 | | 282 |
| pH | | 6,85 | | 7,05 | | 7,2 | | 6,65 | | 6,8 | | 7,7 |
| Økologisk tilstand, fysisk-kjemiske kvalitetselementer | | G | | SG | | SG | | G | | SG | | SG |
| Totalvurdering for lokaliteten | SG | G | SG | SG | SG | G | M | M | G | G | G | G |

4. Litteratur

Aanes K.J. & Bækken T. (1989) Bruk av vassdragets bunnfauna i vannkvalitetsklassifisering. Nr 1. Generell del. *NIVA rapport*, 62.

Armitage P.D., Moss D., Wright J.F. & Furse M.T. (1983) The performance of a new biological water-quality score system based on macroinvertebrates over a wide-range of unpolluted running-water site. *Water Research*, **17**, 333-347.

Beasley G. & Kneale P. (2002) Reviewing the impact of metals and PAHs on macro invertebrates in urban watercourses. *Progress in Physical Geography*, **26**, 236-270.

Bongard T. (2012) Bunndyrundersøkelser i Sjoa og Vinstra høsten 2012. *NINA Minirapport*, **398**, 11.

Bækken T., Rustadbakken A., Schneider S., Edvardsen H., Eriksen T.E., Sandaa K. & Billing H. (2011) Virkninger av utslippet av natriumhypokloritt på økosystemet i Akerselva. *NIVA rapport 6240-2011*, 69.

Cairns J.J. & Pratt J.R. (1993) A history og biological monitoring using benthic macroinvertebrates. *Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrates* (eds D.M. Rosenberg and V.H.Resh), **Chapman & Hall, New York**, 10-27.

- Clements W.H., Carlisle D.M., Lazorchak J.M. & Johnson P.C. (2000) Heavy metals structure benthic communities in Colorado mountain streams. *Ecological Applications*, **10**, 626-638.
- Direktoratsgruppa, 2009. Veileder 01:2009. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. *Direktoratsgruppen for gjennomføring av vanddirektivet*, 181.
- Direktoratsgruppa, 2010. Veileder 02:2009. Overvåking av miljøtilstand i vann. Veileder for vannovervåking iht. kravene i Vannforskriften. *Direktoratsgruppa for gjennomføring av vanddirektivet*. 120 s.
- Direktoratsgruppa, 2014. Veileder 02:2013 Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. *Direktoratsgruppa for gjennomføring av vanddirektivet*. 263 s.
- EN, European Committee for Standardization, 2009. Water quality - Guidance standard for the surveying, sampling and laboratory analysis of phytobenthos in shallow running water. EN 15708:2009.
- Extence C.A., Balbi D.M. & Chadd R.P. (1999) River flow indexing using British benthic macroinvertebrates: A framework for setting hydroecological objectives. *Regulated Rivers-Research & Management*, **15**, 543-574.
- Extence C.A., Chadd R.P., England J., Dunbar M.J., Wood P.J. & Taylor E.D. (2013) THE ASSESSMENT OF FINE SEDIMENT ACCUMULATION IN RIVERS USING MACRO-INVERTEBRATE COMMUNITY RESPONSE. *River Research and Applications*, **29**, 17-55.
- Glendell M., Extence C., Chadd R. & Brazier R.E. (2014) Testing the pressure-specific invertebrate index (PSI) as a tool for determining ecologically relevant targets for reducing sedimentation in streams. *Freshwater Biology*, **59**, 353-367.
- Karr J.R. & Chu E.W. (1999) Restoring life in running waters: better biological monitoring. *Island Press, 1718 Connecticut Avenue, N. W. , Suite 300, Washington, DC 20009*, 206pp.
- Kile, M.R., 2012: Begroingsundersøkelser på 6 lokaliteter i Vassdragene Sjøa og Vinstra, 2012. NIVA-Notat nr. N-38/12.
- Kjaerstad G. & Arnekleiv J.V. (2011) Effects of Rotenone Treatment on Lotic Invertebrates. *International Review of Hydrobiology*, **96**, 58-71.
- Paisley M.F., Trigg D.J. & Walley W.J. (2014) REVISION OF THE BIOLOGICAL MONITORING WORKING PARTY (BMWP) SCORE SYSTEM: DERIVATION OF PRESENT-ONLY AND ABUNDANCE-RELATED SCORES FROM FIELD DATA. *River Research and Applications*, **30**, 887-904.
- Pye M.C., Vaughan I.P. & Ormerod S.J. (2012) Episodic acidification affects the breakdown and invertebrate colonisation of oak litter. *Freshwater Biology*, **57**, 2318-2329.
- Sand-Jensen K., Friberg N. & Murphy J. (2006) Running Waters - Historical development and restoration of lowland Danish streams. *National Environmental Research Institute, Denmark*, ISBN 978-87-7772-924-4, 159.
- Schafer R.B., Caquet T., Siimes K., Mueller R., Lagadic L. & Liess M. (2007) Effects of pesticides on community structure and ecosystem functions in agricultural streams of three biogeographical regions in Europe. *Science of the Total Environment*, **382**, 272-285.
- Schartau A.K., Moe S.J., Sandin L., Mcfarland B. & Raddum G.G. (2008) Macroinvertebrate indicators of lake acidification: analysis of monitoring data from UK, Norway and Sweden. *Aquatic Ecology*, **42**, 293-305.
- Schneider, S. & Lindstrøm, E.-A., 2009: Bioindication in Norwegian rivers using non-diatomaceous benthic algae: The acidification index periphyton (AIP). *Ecological Indicators* 9: 1206-1211.
- Schneider S.C. & Lindstrom E.A. (2011) The periphyton index of trophic status PIT: a new eutrophication metric based on non-diatomaceous benthic algae in Nordic rivers. *Hydrobiologia*, **665**, 143-155.

Solimini A.G., Free G., Donohue I., Irvine K., Pusch M., Rossaro B., Sandin L. & Cardoso A.C. (2006) Using benthic macroinvertebrates to assess ecological status of lakes. Current knowledge and a way forward to support WFD implementation. *Report EUR 22347 EN for the European Commission, Directorate-General Joint Research Centre, Institute for Environment and Sustainability. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg*, 44pp.

Von Der Ohe P.C. & Goedkoop W. (2013) Distinguishing the effects of habitat degradation and pesticide stress on benthic invertebrates using stressor-specific metrics. *Science of the Total Environment*, **444**, 480-490.

5. Vedlegg

Vedlegg 1 Liste over registrerte begroings-elementer fra 6 lokaliteter i Sjoa og Vinstra 2012 og 2014. Hyppigheten er angitt som prosent dekning. Organismer som vokser på/blant disse er angitt ved: x=observert, xx=vanlig, xxx=hyppig.

| | SJO3 | | SJON | | SJO1 | | VINÅ | | VINH | | VIN2 | |
|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 2012 | 2014 | 2012 | 2014 | 2012 | 2014 | 2012 | 2014 | 2012 | 2014 | 2012 | 2014 |
| Cyanobakterier | | | | | | | | | | | | |
| Calothrix spp. | | | x | | | | | x | x | x | | |
| Chamaesiphon confervicola | x | | | | x | | | | | | xx | xxx |
| Chamaesiphon rostafinskii (c.v.elongata) | x | xx | xxx | xxx | xx | xx | xx | xxx | xx | xxx | | x |
| Clastidium setigerum | | | | xxx | x | | | | xx | xxx | | |
| Cyanophanon mirabile | | | | xxx | xxx | x | | <1 | | xxx | xx | xxx |
| Dichothrix gypsophila | | | | | | | | | | 1 | | |
| Dichothrix orsiniana | | | | | | | | | 5 | | | |
| Heteroleibleinia spp. | xx | | | | | xx | | | | xxx | | |
| Homoeothrix spp. | | | | | | | | x | | | | |
| Homoeothrix subtilis | | | | | | | | | | | | xxx |
| Leptolyngbya spp. | 15 | | | | xxx | | | | | | | |
| Phormidium autumnale | <1 | 40 | | <1 | <1 | <1 | | | <1 | xxx | <1 | <1 |
| Phormidium inundatum | | 20 | | | | | | | | | | |
| Phormidium spp. | | | x | | | | | | | | | x |

| | SJO3 | | SJON | | SJO1 | | VINÅ | | VINH | | VIN2 | |
|--------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 2012 | 2014 | 2012 | 2014 | 2012 | 2014 | 2012 | 2014 | 2012 | 2014 | 2012 | 2014 |
| Rivularia biasolettiana | | | | | | | | | <1 | 1 | | |
| Schizothrix spp. | | xxx | | <1 | | | | | | | | xxx |
| Stigonema mamillosum | 1 | | | xx | | | <1 | <1 | 1 | 3 | | |
| Tolypothrix distorta | | | | | | | | | | | | <1 |
| Tolypothrix penicillata | | | | <1 | <1 | | <1 | | | | | |
| Grønnalger | | | | | | | | | | | | |
| Binuclearia tectorum | | | | | | | | xxx | xx | | | |
| Bulbochaete spp. | | | x | | | | | | 20 | 10 | | |
| Closterium spp. | x | x | | x | | x | | | | x | | x |
| Cosmarium spp. | | x | x | x | | x | | x | | x | x | |
| Desmidium spp. | x | | | | | | | | | | | |
| Draparnaldia glomerata | <1 | | | x | | | | | | | | |
| Euastrum spp. | | | | x | | | | | | | | |
| Klebsormidium rivulare | xx | | | x | | | <1 | <1 | | | | |
| Hyalotheca dissiliens | | x | | | | | | | | | | |
| Klebsormidium flaccidum | | x | | | | | | | | | | |
| Microspora amoena | | | x | | xx | | | xx | x | | 1 | |
| Microspora floccosa | 5 | | | | | | | | | | | |
| Microspora palustris var minor | | | | | | | xxx | | | | | |
| Mougeotia a (6 - 12u) | | x | | xx | x | | | x | | x | | |
| Mougeotia a/b (10-18u) | | | | | | | | | <1 | | | |
| Mougeotia c (21-?) | | | | | | | | xxx | | | | |
| Mougeotia d (25-30u) | | x | | | | | xxx | <1 | | | | x |

| | SJO3 | | SJON | | SJO1 | | VINÅ | | VINH | | VIN2 | |
|-----------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 2012 | 2014 | 2012 | 2014 | 2012 | 2014 | 2012 | 2014 | 2012 | 2014 | 2012 | 2014 |
| Mougeotia d/e (27-36u) | | | | | | | | | 5 | | | |
| Mougeotia e (30-40u) | x | | | <1 | | | xxx | xxx | | 10 | | x |
| Mougotia a2 (3-7u) | | | | | | x | | | | | | |
| Oedogonium a (5-11u) | | | | | | | x | x | 1 | x | | |
| Oedogonium a/b (19-21μ) | | | | | | | | | 1 | | | |
| Oedogonium b (13-18u) | xx | 5 | <1 | 10 | <1 | xx | | xx | 2 | xx | | xx |
| Oedogonium c (23-28u) | x | xx | | | | | | x | xx | xxx | | x |
| Oedogonium d (29-32u) | | | | | | | | | x | 1 | | |
| Oedogonium e (35-43u) | | | xxx | 10 | xxx | | | x | | | | |
| Penium | | | | | | | | x | | | | |
| Spirogyra a (20-42u,1K,L) | x | x | | | <1 | 10 | <1 | | | | | 1 |
| Spirogyra d (30-50u,2-3K,L) | | | | x | | x | | | x | | | |
| Spirogyra majuscula | | <1 | | | | | | | | | | |
| Spirogyra sp1 (11-20u,1K,R) | | x | | | | | | | | | | |
| Spirogyra spp. | | | | | | | | | | x | | x |
| Staurastrum spp. | x | x | | x | | | | | x | x | | x |
| Stigeochlonium spp. | | | | | | | | | <1 | | | |
| Teilingia granulata | | x | x | x | x | | | | | xx | | |
| Uidentifiserte coccale grønnalger | | xxx | | | | | | | | | | |
| Ulothrix tenuissima | | | x | | | | | | | | | |
| Ulothrix zonata | | | | | | | | | | | | 15 |
| Zygnema b (22-25u) | 5 | 5 | <1 | 25 | x | x | <1 | 5 | 5 | 5 | <1 | x |

| | SJO3 | | SJON | | SJO1 | | VINÅ | | VINH | | VIN2 | |
|------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 2012 | 2014 | 2012 | 2014 | 2012 | 2014 | 2012 | 2014 | 2012 | 2014 | 2012 | 2014 |
| Zygnema c (30-40u) | 5 | | <1 | xxx | | 5 | | | | x | | |
| Gullalger | | | | | | | | | | | | |
| Hydrurus foetidus | <1 | 15 | | | | | | | | 2 | | |
| Kiselalger | | | | | | | | | | | | |
| Didymosphenia geminata | | 1 | <1 | 15 | 2 | 10 | | | | | 30 | <1 |
| Tabellaria flocculosa (agg.) | x | xxx | x | xxx | x | xx | xxx | <1 | xx | xxx | | |
| Uidentifiserte pennate | xxx | xxx | xxx | xxx | xxx | xxx | | xx | xx | xxx | xxx | xxx |
| Rødalger | | | | | | | | | | | | |
| Audouinella chalybaea | | | | | | | | | | | | <1 |
| Audouinella hermannii | | | | <1 | | <1 | | | | | <1 | <1 |
| Lemanea fluviatilis | | <1 | | | | <1 | | | | | 5 | <1 |
| Nedbrytere | | | | | | | | | | | | |
| Ophrydium versatile | | | | <1 | | | <1 | | | <1 | | |

Vedlegg 2 Taksaliste for bunndyr. Prøver er fra 6 lokaliteter i Sjøa og Vinstra, september 2014.

| Døgnfluer | SJO3 | SJON | SJO1 | VINÅ | VINH | VIN2 |
|------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Baetidae indet | | | | 6 | 5 | 624 |
| Baetis sp | 48 | 56 | 160 | 80 | 184 | 3960 |
| Baetis muticus | | | 48 | | 72 | 840 |
| Baetis niger | | | | | 12 | |
| Baetis rhodani | 392 | 944 | 1728 | 104 | 1384 | 2368 |
| Heptageniidae indet | | 24 | 160 | | 2 | |
| Heptagenia sp | | 96 | 136 | | 60 | 24 |
| Heptagenia dalecarlica | | 16 | 36 | | 4 | 10 |
| Ephemerella aroni | 24 | | 16 | | 36 | 4 |
| Ephemerella mucronata | | 10 | | | | |
| Ameletus inopinatus | | 128 | 192 | | | 96 |
| Steinfluer | | | | | | |
| Capnia sp | | 40 | 1168 | 20 | | 1008 |
| Capnia atra | | | | 1 | | |
| Capnia pygmaea | | 284 | 24 | | | 40 |
| Leuctra hippopus | | | | | 96 | 4 |
| Leuctra fusca | 2 | | 1 | | | |
| Leuctra sp | | 1 | | 10 | 120 | 8 |
| Leuctra nigra | | | | 2 | | |
| Nemouridae indet | | | | 8 | | |
| Amphinemura sp | | 6 | 56 | | 688 | 632 |
| Protonemura meyeri | 26 | | | 12 | | 2 |
| Perlodidae indet | | 6 | | | | |
| Diura nanseni | 32 | 40 | 96 | | 8 | 16 |
| Isoperla sp | 48 | 20 | | | 2 | 8 |
| Brachyptera risi | | | | | | 4 |
| Taeniopteryx nebulosa | 2 | | | | | |
| Vårfluer | | | | | | |
| Hydroptila sp | | | | | 104 | |
| Oxyethira sp | | | | 2 | 2 | |
| Limnephilidae indet | | 2 | | | 2 | |
| Apatania hispida | | 5 | | | | |
| Apatania sp | | 56 | | | | |
| Potamophylax sp | | 2 | | | | |
| Polycentropodidae indet | | | | 2 | 24 | |
| Plectrocnemia conspersa | | | | 2 | | |
| Polycentropus flavomaculatus | | | | 4 | 32 | |
| Rhyacophila nubila | 216 | 18 | 8 | 1 | 36 | 48 |
| Andre | | | | | | |
| Nematomorpha indet | | 2 | | | | 1 |
| Oligochaeta indet | 32 | 4 | 1 | 112 | 8 | 4 |
| Hydrachnidia | | 2 | | 4 | 4 | 8 |
| Sphaeriidae | | | | | 8 | |
| Elmis aenea lv | | | 4 | | | 4 |
| Diptera indet | | 2 | 1 | 32 | | |
| Ceratopogonidae indet | | | | | | 8 |
| Chironomidae indet | 384 | 440 | 208 | 448 | 1744 | 296 |
| Psychodidae indet | | | | | | 12 |
| Tipulidae indet | | | | | | 2 |
| Limoniidae/Pediciidae indet | 1 | 1 | 2 | 24 | 10 | |
| Simuliidae indet | | 8 | | 4 | 6 | 4 |

Vedlegg 3 Analyseresultater for vannkjemi; total fosfor, total nitrogen, fargetall, kalsium, totalt organisk karbon, pH, turbiditet og ammonium. Tallene 1-6 peker på tidspunktet prøven er tatt (1 = 17.06.14, 2 = 21.07.14, 3 = 18.08.14, 4 = 15.09.14, 5 = 13.10.14, 6 = 02.10.12). Deteksjonsgrensen for tot-P og farge er 2, mens den er 0,1 for turbiditet. Ved de tilfeller der det er registrert mindre enn deteksjonsgrensen har vi brukt 1 og 0,05, altså deteksjonsgrensen/2.

| Parameter | SJO3 | SJON | SJO1 | VINÅ | VINH | VIN2 |
|--|-------------|-------------|-------------|-----------------|--------------|--------------|
| Total fosfor ($\mu\text{g P/l}$) 1 | 2,9 | 3,7 | 3,8 | 5,8 | 4 | 2,5 |
| Total fosfor ($\mu\text{g P/l}$) 2 | 6 | 4,3 | 4 | 2,7 | 5 | 2,7 |
| Total fosfor ($\mu\text{g P/l}$) 3 | 9,3 | 6,7 | 6,5 | 2,2 | 4,3 | 6,4 |
| Total fosfor ($\mu\text{g P/l}$) 4 | 5,2 | 3,3 | 3,4 | 1 | 3,4 | 1 |
| Total fosfor ($\mu\text{g P/l}$) 5 | 5,6 | 3,4 | 4,3 | 1 | 4,3 | 6,6 |
| Gjennomsnitt, Tot-P | 5,8 | 4,28 | 4,4 | 2,54 | 4,2 | 3,84 |
| Total nitrogen ($\mu\text{g/l}$) 1 | 109 | 122 | 123 | 116 | 116 | 260 |
| Total nitrogen ($\mu\text{g/l}$) 2 | 104 | 87 | 83 | 86 | 85 | 276 |
| Total nitrogen ($\mu\text{g/l}$) 3 | 98 | 93 | 103 | 105 | 122 | 290 |
| Total nitrogen ($\mu\text{g/l}$) 4 | 81 | 60 | 70 | 82 | 87 | 271 |
| Total nitrogen ($\mu\text{g/l}$) 5 | 90 | 76 | 118 | 97 | 231 | 315 |
| Gjennomsnitt, Tot-N | 96,4 | 87,6 | 99,4 | 97,2 | 128,2 | 282,4 |
| Fargetall (etter filtrering; mg Pt/l) 1 | 2 | 3 | 4 | 4 | 6 | 9 |
| Fargetall (etter filtrering; mg Pt/l) 2 | 3 | 4 | 8 | 3 | 8 | 10 |
| Fargetall (etter filtrering; mg Pt/l) 3 | 3 | 5 | 6 | 1 | 10 | 26 |
| Fargetall (etter filtrering; mg Pt/l) 4 | 2 | 2 | 3 | 1 | 6 | 6 |
| Fargetall (etter filtrering; mg Pt/l) 5 | 3 | 4 | 8 | 1 | 17 | 24 |
| Gjennomsnitt, Farge | 2,6 | 3,6 | 5,8 | 2 | 9,4 | 15 |
| Kalsium (mg/l) 1 | 1,18 | 1,35 | 1,73 | 0,85 | 1,13 | 6,95 |
| Kalsium (mg/l) 2 | 1,14 | 1,39 | 1,91 | 1,02 | 1,13 | 9,5 |
| Kalsium (mg/l) 3 | 1,11 | 1,56 | 2,15 | 0,87 | 1,09 | 6,46 |
| Kalsium (mg/l) 4 | 1,08 | 1,47 | 2,08 | 0,91 | 1,1 | 9,25 |
| Kalsium (mg/l) 5 | 1,11 | 1,73 | 2,88 | 0,88 | 1,09 | 6,24 |
| Kalsium (mg/l) 6 | 2,57 | 3,56 | 4,78 | 2,59 | 2,78 | 12,8 |
| Gjennomsnitt, Ca | 1,37 | 1,84 | 2,59 | 1,19 | 1,39 | 8,53 |
| Total organisk karbon (mg C/l) 4 | 0,4 | 0,7 | 0,8 | 0,4 | 1,4 | 1,8 |
| Total organisk karbon (mg C/l) 6 | 0,17 | 0,32 | 0,63 | 0,2 | 1,4 | 1,3 |
| Gjennomsnitt, TOC | 0,29 | 0,51 | 0,72 | 0,30 | 1,40 | 1,55 |
| pH 4 | 6,9 | 7 | 7,1 | 6,6 | 6,8 | 7,8 |
| pH 5 | 6,8 | 7,1 | 7,3 | 6,7 | 6,8 | 7,6 |
| Gjennomsnitt, pH | 6,85 | 7,05 | 7,2 | 6,65 | 6,8 | 7,7 |
| Turbiditet (FNU) 4 | 2,4 | 1,1 | 0,81 | <0,10 | 0,14 | 0,05 |
| Turbiditet (FNU) 5 | 1,7 | 0,45 | 0,4 | <0,10 | 0,19 | 0,38 |
| Gjennomsnitt, Turbiditet | 2,05 | 0,78 | 0,61 | <0,10 | 0,17 | 0,22 |
| Ammonium ($\mu\text{g N/l}$) 4 | 5,9 | 3,3 | 4,7 | 3,9 | 11 | 4,9 |

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 samfunnsliv.



Norsk institutt for vannforskning

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