

Økologisk tilstandsklassifisering basert på begroingsalger og heterotrof begroing i Haldenvassdraget 2009-2017



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

NIVA Danmark

Njalsgade 76, 4. sal
2300 København S, Danmark
Telefon (45) 39 17 97 33

Tittel Økologisk tilstandsklassifisering basert på begroingsalger og heterotrof begroing i Haldenvassdraget 2009-2017	Løpenummer 7262-2018	Dato 04.04.2018
Forfatter(e) Maia Røst Kile	Fagområde Ferskvannsbiologi	Distribusjon Åpen
	Geografisk område Akershus og Østfold	Sider 48

Oppdragsgiver(e) Haldenvassdraget vannområde	Oppdragsreferanse Finn Grimsrud, Lars Kristian Selbekk
	Utgitt av NIVA Prosjektnummer 17185

Sammendrag

Denne rapporten inneholder økologisk tilstandsklassifisering og vurderinger av 41 bekke- og elvelokaliteter i Haldenvassdraget. Klassifiseringen er gjort i henhold til vannforskriften, og baserer seg på prøver tatt i 2009, 2010, 2012, 2014 og 2017. Det ble gjennomført prøvetaking av de biologiske kvalitetselementene heterotrof begroing og begroingsalger, som 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 metodebeskrivelse samt en oversikt over resultatene for hvert kvalitetselement. Basert på en samlet vurdering av økologisk tilstand for de 41 utvalgte lokalitetene i 2017, havnet fire i god tilstand, mens resten havnet i moderat, dårlig eller svært dårlig økologisk tilstand. Eutrofieringsindeksen PIT var utslagsgivende for de fleste stasjonene, men indeksen for organisk belastning, HBI/HBI2, og forsuringsindeksen AIP, var begge utslagsgivende for en lokalitet hver seg, for alle undersøkte år. I tillegg var AIP bestemmende for to stasjoner i 2009 og to stasjoner i 2014.

Fire emneord	Four keywords
1. Ferskvannøkologi	1. Freshwater ecology
2. Overvåking	2. Monitoring
3. Eutrofiering	3. Eutrophication
4. Begroingsalger	4. Periphyton

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

Maia Røst Kile
Prosjektleder

Markus Lindholm
Forskningsleder

Økologisk tilstandsklassifisering basert på
begroingsalger og heterotrof begroing i
Haldenvassdraget 2009-2017

Forord

Denne rapporten beskriver økologisk tilstand i henhold til vannforskriften i Haldenvassdraget, med utgangspunkt i eutrofi, organisk belastning og forsurening. Resultatene baseres på undersøkelser av heterotrof begroing og begroingsalger fra 2009, 2010, 2012, 2014 og 2017.

Arbeidet er finansiert av Haldenvassdraget vannområde og er gjort i henhold til kontrakt. Feltarbeidet for innsamling av biologiske kvalitetsselementer ble gjennomført av NIVA i samarbeid med Finn Grimsrud i 2014 og 2017. Feltarbeidet ble gjennomført av NIVA i samarbeid med Halden kommune i 2012 og i samarbeid med Haldenvassdraget vannområde 2009/10.

Vi takker alle for et godt samarbeid.

Fra NIVA har følgende personell deltatt og hatt tilhørende ansvarsområder:

Maia Røst Kile: Begroingsalger og sammenstilling av rapport
Jens Vedal: Innlegging av data i Vannmiljø
Markus Lindholm: Kvalitetssikring av rapport

Oslo, 04.04.2018

Maia Røst Kile

Innholdsfortegnelse

1	Innledning	7
2	Materialer og metode.....	7
2.1	Begroingsalger	7
2.2	Heterotrof begroing.....	9
2.3	Tilstandsklassifisering	9
3	Resultater	10
3.1	Biologisk mangfold.....	10
3.2	Eutrofiering	12
3.3	Organisk belastning	14
3.4	Forsuring	16
3.5	Samlet vurdering av økologisk tilstand.....	18
4	Diskusjon og konklusjon	24
4.1	Eutrofiering	24
4.2	Organisk belastning	24
4.3	Forsuring	25
4.4	Samlet økologisk tilstand	25
4.5	Konklusjon.....	25
5	Litteratur.....	27

Sammendrag

Denne rapporten inneholder økologisk tilstandsklassifisering og vurdering av 41 bekke- og elvelokaliteter i Haldenvassdraget. Klassifiseringen er gjort i henhold til vannforskriften, og baserer seg på prøver tatt i 2009, 2010, 2012, 2014 og 2017. Det ble gjennomført prøvetaking av de biologiske kvalitetselementene heterotrof begroing og begroingsalger, som 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.

Basert på eutrofieringsindeksen PIT (begroingsalger) oppnådde kun to lokaliteter miljømålet gitt i vannforskriften for alle undersøkte år, mens fire stasjoner oppnådde miljømålet med utgangspunkt i 2017-resultatene. I Haldenvassdraget er forsuring et mindre problem. Av de klassifiserte lokalitetene er det kun to som havnet i moderat tilstand samtlige år, og disse to var de eneste som ikke oppnådde miljømålet i 2017-undersøkelsen. Basert på undersøkelsene av heterotrof begroing havnet én lokalitet i Halden kommune i dårlig tilstand begge undersøkte år med utgangspunkt i organisk belastning, to stasjoner havnet i moderat tilstand i 2012, men oppnådde miljømålet i 2017, og de resterende lokalitetene havnet i god eller svært god økologisk tilstand. Ettersom begroingsalger (PIT-indeksen) i all hovedsak var det mest følsomme kvalitetselementet, var det disse resultatene som stort sett ble utslagsgivende for en samlet vurdering av lokalitetene.

Summary

Title: Ecological classification based on heterotrophic growth and periphyton in Haldenvassdraget 2009-2017

Year: 2018

Author(s): Maia Røst Kile

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN 978-82-577-6997-0

Ecological state of 41 locations in Haldenvassdraget, in county Østfold and Akershus, Norway, has been classified in accordance to the Water Framework Directive. The results are based on samples collected in 2009, 2010, 2012, 2014 and 2017. The biological quality elements investigated were heterotrophic growth and periphyton. 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 description of the methodology and an overview of the results for each quality element. According to the periphyton index of trophic status, PIT, only two sites were classified to good ecological status based on results from several years, while four sites were classified to good ecological status based on the 2017-results. Regarding acidification most sites were classified to good or high ecological status. Only two sites were classified to moderate ecological state based on results from all years investigated. According to heterotrophic growth, one site was in poor ecological state, in both 2012 and 2017, while the ecological state increased on two other sites, from moderate in 2012 to good or high in 2017. The remaining sites were classified to good or high ecological state. Periphyton (PIT) was largely 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 (DG, 2015). Med dette som utgangspunkt ønsket vannområde Haldenvassdraget å styrke sitt kunnskapsgrunnlag ved å gjennomføre biologiske undersøkelser i området i 2017. Målet har vært å tilstandsklassifisere 41 lokaliteter i henhold til vannforskriften, ved bruk av begroingsalger og heterotrof begroing. For å få et sammenligningsgrunnlag er data fra undersøkelser gjort på henholdsvis 11, 9, 7 og 32 av de samme lokalitetene i 2009, 2010, 2012 og 2014 tatt med i rapporten (Kile, 2013; Kile, 2015). Tilstandsklassifiseringen fra de ulike årene blir presentert hver for seg i resultatdelen.

Begroingsalger er en gruppe bentiske primærprodusenter, det vil si fastsittende organismer som driver fotosyntese, som er svært sensitive for eutrofiering og forurensing. At de er fastsittende innebærer at de ikke kan forflytte seg for å unnsnippe eventuelle (episodiske) forurensinger. Dermed reagerer de på selv korte forurensingsepisoder som ellers lett ville blitt oversett ved kjemiske målinger. Av den grunn blir de ofte brukt i overvåkingsprosjekter og i forbindelse med tilstandsklassifisering i henhold til Veileder 02:2013/revidert 2015 (DG, 2015).

Heterotrof begroing inkluderer sopp og bakterier, som bruker lett nedbrytbart organisk materiale som energikilde. Heterotrof begroing vokser på elvebunnen eller på alger og vannplanter. Ved gunstige næringssituasjoner, som ved utslipp av organisk materiale fra industri, avrenning fra gjødselkjellere eller ved kloakklekkasjer, kan denne type begroing vokse raskt og oppnå høy dekningsgrad på kort tid. Bakterier og sopp reagerer altså raskt ved organisk belastning, og det er i Norge utviklet en heterotrof begroingsindeks (HBI) som brukes for å indikere grad av organisk belastning (DG, 2015). I tillegg jobbes det for tiden med en revidert versjon av denne (HBI2), som forventes ferdigstilt i løpet av 2018.

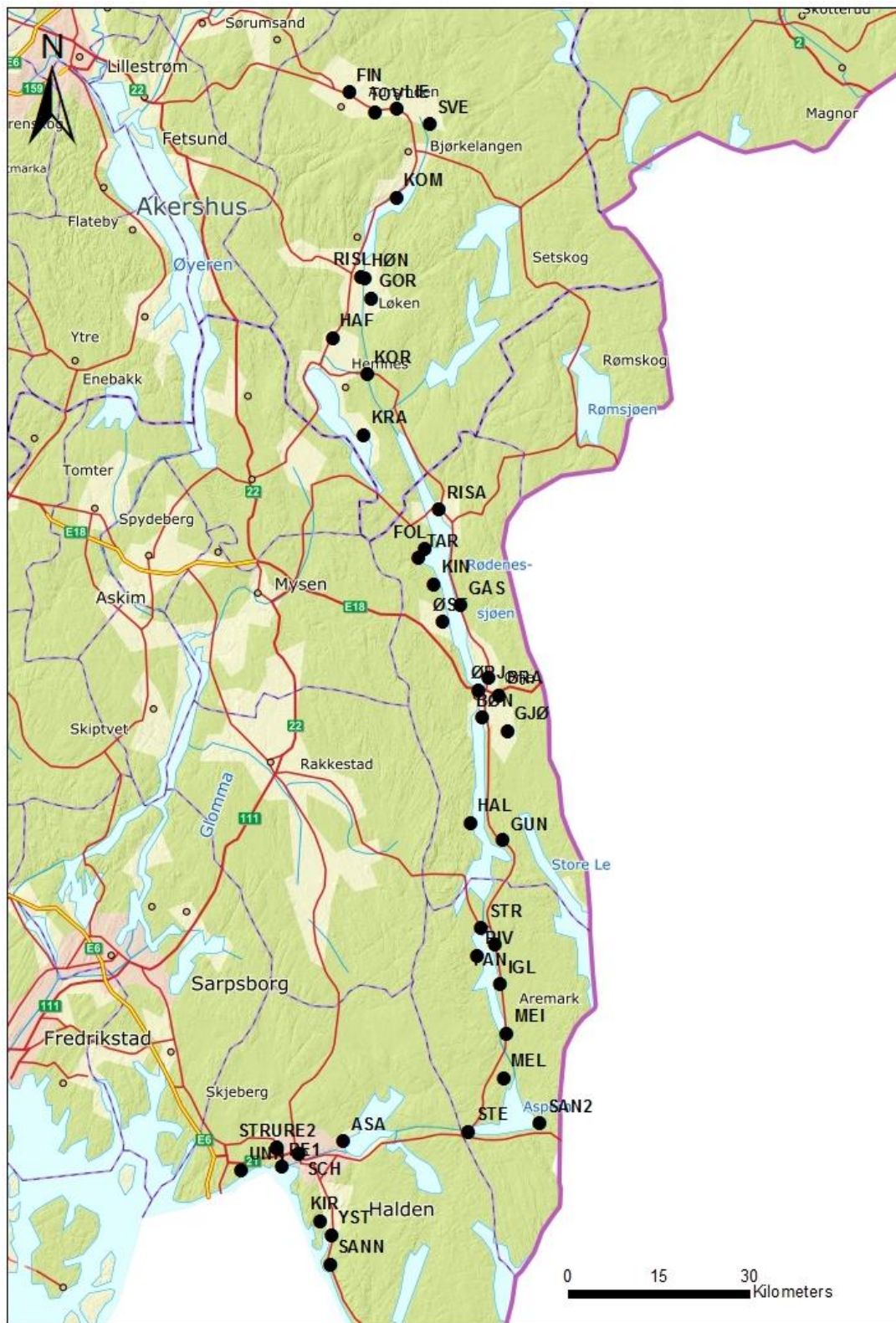
2 Materialer og metode

Prøvetaking av bentiske alger og heterotrof begroing ble gjennomført 31. juli - 4. august 2017 på 41 stasjoner i vannområde Haldenvassdraget (Figur 1; for stasjonsoversikt, se Vedlegg 1 for stasjonsoversikt med fullstendige stasjonsnavn).

2.1 Begroingsalger

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 henhold til overvåkingsveilederen, Veileder 02:2009 (DG, 2010), siste versjon av klassifiseringsveilederen, Veileder 02:2013/revidert

2015 (DG, 2015) og den europeiske normen for prøvetaking og analyse av begroingsalger (NS-EN ISO 15708:2009).



Figur 1 Prøvetakingsstasjoner undersøkt i Haldenvassdraget 2017 (for stasjonsoversikt med fullstendige artsnavn se Vedlegg 1; bakgrunnskart: WMS fra kartverket).

2.2 Heterotrof begroing

For heterotrof begroing ble samme strekning på 10 meter undersøkt ved bruk av vannkikkert. Ved registreringer av heterotrof begroing ble tykkelsen estimert basert på 4 kategorier:

- Mikroskopisk (ikke mulig å oppdage i felt, men observert i mikroskop i etterkant blant andre prøver)
- Tynt (tydelig tilstede, men kun som tynn film som ikke skjuler substratet, >0 - 0,5 cm tykt)
- Middels (tilstrekkelig tykt til å skjule substratet, 0,5 - 5 cm tykt)
- Tykt (mer enn 5 cm tykke matter)

Her ble dekningsgraden estimert som prosent av grunnen som var dekket av hver av de fire tykkelseskategoriene. Denne inndelingen i tykkelser kombinert med dekningsgrad danner basis for beregning av den reviderte versjonen av den heterotrofe begroingsindeksen, HBI2, men den kan også benyttes for å beregne den nåværende HBI, som kun tar utgangspunkt i dekningsgrad. I denne rapporten har vi presentert resultatene for begge versjoner av HBI-indeksen.

De innsamlede prøvene ble senere undersøkt i mikroskop, der det ble bekreftet/avkreftet om det var heterotrof begroing, nærmere bestemt om det var soppen *Leptomitius lacteus* eller bakterien *Sphaerotilus natans* (med det norske navnet lammehaler). Tettheten av mikroskopiske registreringer ble estimert som sjelden (tilsvarer omtrent 0,001 % dekning i felt), vanlig (0,01 %) eller hyppig (0,1 %) basert på mengden observert i mikroskopet.

For å beregne en sikker HBI2-indeks prøvetas heterotrof begroing minimum 2 ganger i året; vår (januar-april) og høst (oktober-desember). Sommermånedene unngås ettersom veksten av bakterien *S. natans* hemmes av UV-stråler, spesielt fra mai til august (Mechsner, 1985). Dette betyr at kun et lite funn av *S. natans* i sommermånedene kan skyldes UV-stråler og ikke et tilsvarende lite utslipp av organisk materiale. Av den grunn er det ikke gunstig å ta prøver på denne tiden. Man kan likevel bruke HBI2, noe vi har valgt å gjøre i denne undersøkelsen, men da er det viktig å være klar over at de beregnede nEQR-verdiene sannsynligvis er høyere (altså gir bedre tilstand) enn de ville vært dersom prøvene hadde blitt samlet inn i de anbefalte periodene.

2.3 Tilstandsklassifisering

Basert på funnene over, rapporteres økologisk tilstand for hver lokalitet og hvert undersøkt år. Dette rapporteres som avvik fra referansesituasjonen («naturtilstand») mht. effekter av eutrofiering, forsurening og organisk belastning. NIVA har utviklet sensitive og effektive metoder for å overvåke dette ved hjelp av begroingsalger og heterotrof begroing: Indeksene PIT for eutrofiering (Periphyton Index of Trophic Status; Schneider & Lindstrøm 2011), AIP for forsurening (Acidification Index Periphyton; Schneider & Lindstrøm 2009) og HBI for organisk belastning (Heterotrof begroingsindeks; DG 2015). PIT, AIP og HBI benyttes i dag som gjeldende standard for tilstandsklassifisering basert på begroingsalger og heterotrof begroing, jamfør overvåkingsveilederen, Veileder 02:2009 (DG, 2010) og siste versjon av klassifiseringsveilederen, Veileder 02:2013/revidert 2015 (DG, 2015). I denne undersøkelsen brukes en revidert versjon av HBI – kalt HBI2, som forventes publisert i løpet av 2018 i forbindelse med en revidert versjon av klassifiseringsveilederen.

PIT baseres på forekomsten av 153 taksa av begroingsalger (ekskludert kiselalger). For hvert takson er det beregnet en indikatorverdi, og disse indikatorverdiene danner grunnlag for beregningen av PIT (krever minst to indikatorarter for sikker klassifisering). Indikatorverdiene spenner fra 1.87 – 68.91, hvor lave verdier indikerer lav fosforkonsentrasjon (oligotrofe forhold) mens høye verdier indikerer høy fosforkonsentrasjon (eutrofe forhold). Beregning av tilstandsklasse basert på PIT krever Ca-verdier for den gitte vannforekomsten (DG, 2015).

AIP beregnes basert på forekomst av 108 taksa av begroingsalger (ekskludert kiselalger). For hvert takson er det beregnet en indikatorverdi, og disse indikatorverdiene danner grunnlag for beregningen av AIP (krever minst tre indikatorarter for sikker klassifisering). Indikatorverdiene spenner fra 5.13-7.50, hvor lave verdier indikerer sure vannforekomster mens høye verdier indikerer nøytrale til lett basiske vannforekomster. Beregning av tilstandsklasse basert på AIP krever Ca- og TOC-verdier for den gitte vannforekomsten (Schneider, 2011; DG, 2015).

HBI beregnes med utgangspunkt i et årlig gjennomsnitt av dekningsgrad (prosent dekning), mens HBI2 kombinerer dekningsgrad med tykkelse (cm) av heterotrof begroing. Dette er et skjønnsmessig system som baserer seg på at tilstanden blir dårligere ved økt dekning og biomasse av sopp og heterotrofe bakterier. Ved registreringer av f.eks. 1-10 % tynt dekke av heterotrof begroing vil lokaliteten havne i moderat økologisk tilstand, mens både tykkere forekomster og høyere dekning vil gi dårligere tilstand. God eller svært god økologisk tilstand med hensyn til organisk belastning oppnås dersom det observeres < 1 % heterotrof begroing. HBI/HBI2 benyttes i utgangspunktet i kombinasjon med PIT-indeksen for begroingsalger, men ved tilfeller der det registreres makroskopiske forekomster av heterotrof begroing (med minimum 1 % dekning) kan indeksene benyttes alene. Detaljer vedrørende beregning av HBI2 er gitt i Vedlegg 2.

Beregnet PIT-, AIP- og HBI/HBI2-indeksverdier kan sammenlignes med nasjonale referanseverdier, og forholdet mellom beregnet indeksverdi og referanseverdi kalles EQR (Ecological Quality Ratio). EQR kan videre regnes om til normaliserte EQR-verdier (nEQR) for enklere sammenligning med andre indekser og andre europeiske land. I figurene i denne rapporten er derfor alle indekser omregnet til nEQR. PIT-indeksen har vært gjennom en interkalibreringsprosess; det vil si at grensene mellom de økologiske tilstandsklassene tilsvarer grensene hos andre nord-europeiske land. For HBI/HBI2 og AIP er det foreløpig ikke gjennomført en tilsvarende prosess, så klassegrensene for disse indeksene er pr i dag ikke bindende og kan bli endret ved en senere interkalibrering. PIT, AIP og HBI/HBI2 slås sammen etter «det verste-styrer-prinsippet». Det vil si at det kvalitetselementet som viser dårligst økologisk tilstand blir gjeldende for den samlede økologiske tilstanden.

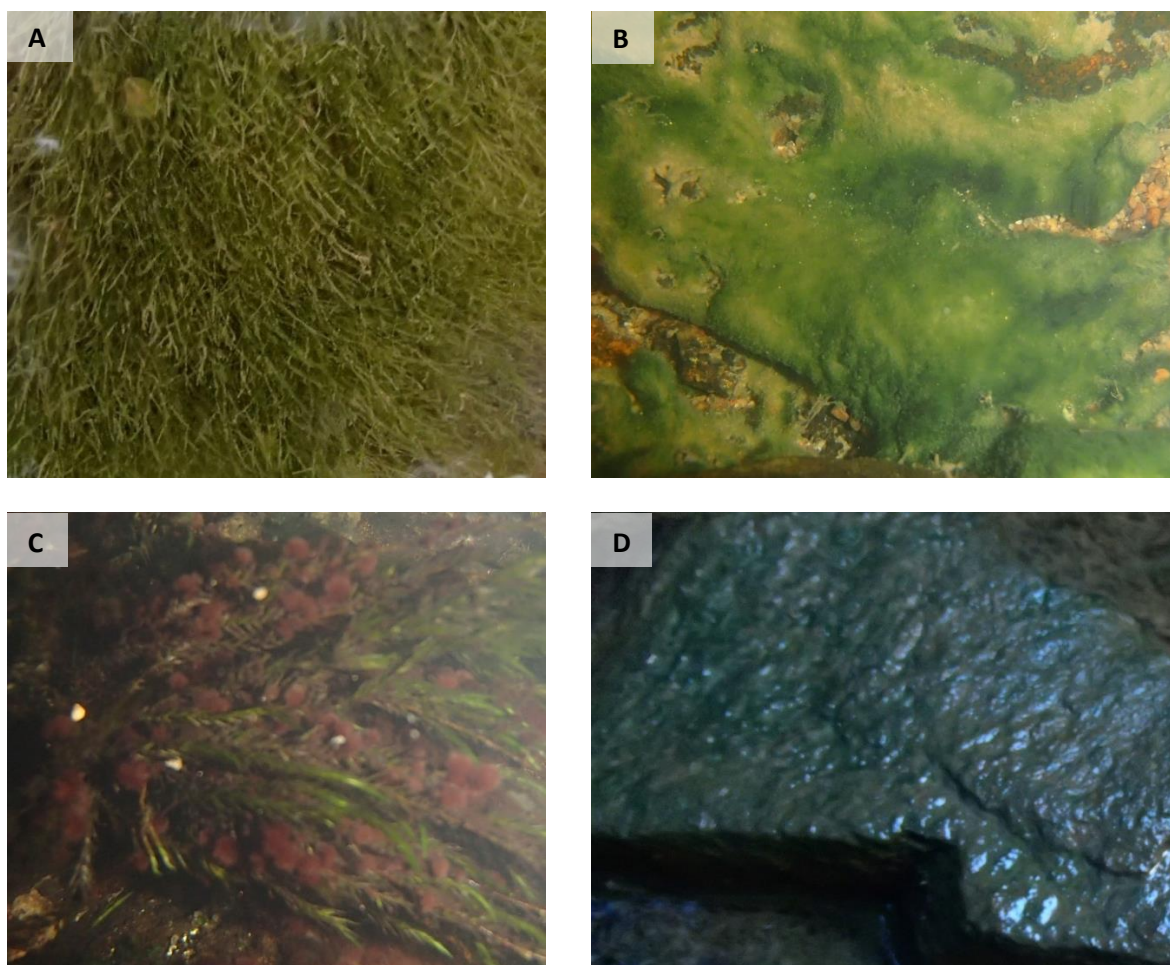
3 Resultater

3.1 Biologisk mangfold

Det ble registrert fra 1 til 25 ulike taksa av alger (eksklusive kiselalger) på de 41 undersøkte lokalitetene i Haldenvassdraget. Artsrikdommen var generelt høyest innen gruppene cyanobakterier og/eller grønnalger, men ved noen tilfeller dominerte også rødalger eller gulgrønnalger (se Vedlegg 3 for fullstendig artsliste).

Nedenfor vises et utvalg bilder av taksa som ble registrert på de undersøkte lokalitetene i Haldenvassdraget i 2017 (Figur 2-3).

I figur 2 er det avbildet arter som trives i eutroft vann. Gulgrønnalgen *Vaucheria* sp. (Figur 2A) ble registrert makroskopisk på 27 av de 41 undersøkte lokalitetene; cyanobakteriene *Phormidium retzii* og *Oscillatoria limosa* (Figur 2B) på henholdsvis lokalitetene FIN, TOV, LIE, KOR, GÅS, ØST, BRA, MEI og MEL, og på lokaliteten KOR; Rødalgen *Audouinella hermannii* (Figur 2C) på lokalitetene HAF og KOR; og cyanobakterien *Phormidium inundatum* (Figur 2D) på lokalitetene LIE, KRA, RIS, FOL, ØRJ, BRA, HAL, MEI, SCH, RE1, RE2 og UNN. Samtlige taksa indikerer eutrofe forhold og blir sjelden registrert på lokaliteter som er i bedre tilstand enn moderat. Rødalgen *Audouinella hermannii* er det eneste unntaket. Selv om den indikerer eutrofe forhold registreres den relativt ofte i blandingssamfunn med en større andel oligotrofe arter.



Figur 2 Bilder av typiske eutrofe taksa **A.** Gulgrønnalgen *Vaucheria* sp. **B.** Cyanobakterien *Phormidium retzii* og/eller *Oscillatoria limosa*, **C.** Rødalgen *Audouinella hermannii* **D.** Cyanobakterien *Phormidium inundatum* (Foto fra lokalitetene GÅS, KOR, SCH og KOR: M.R. Kile, NIVA).

Figur 3 viser bilde av bakterien *Sphaerotilus natans* (Lammehaler), som indikerer organisk belastning. Bakterien ble registrert makroskopisk på lokaliteten RE1 i 2017, der det ble registrert 9 % dekning og relativt høy biomasse av bakterien, noe som tilsvarer dårlig tilstand med tanke på organisk belastning.

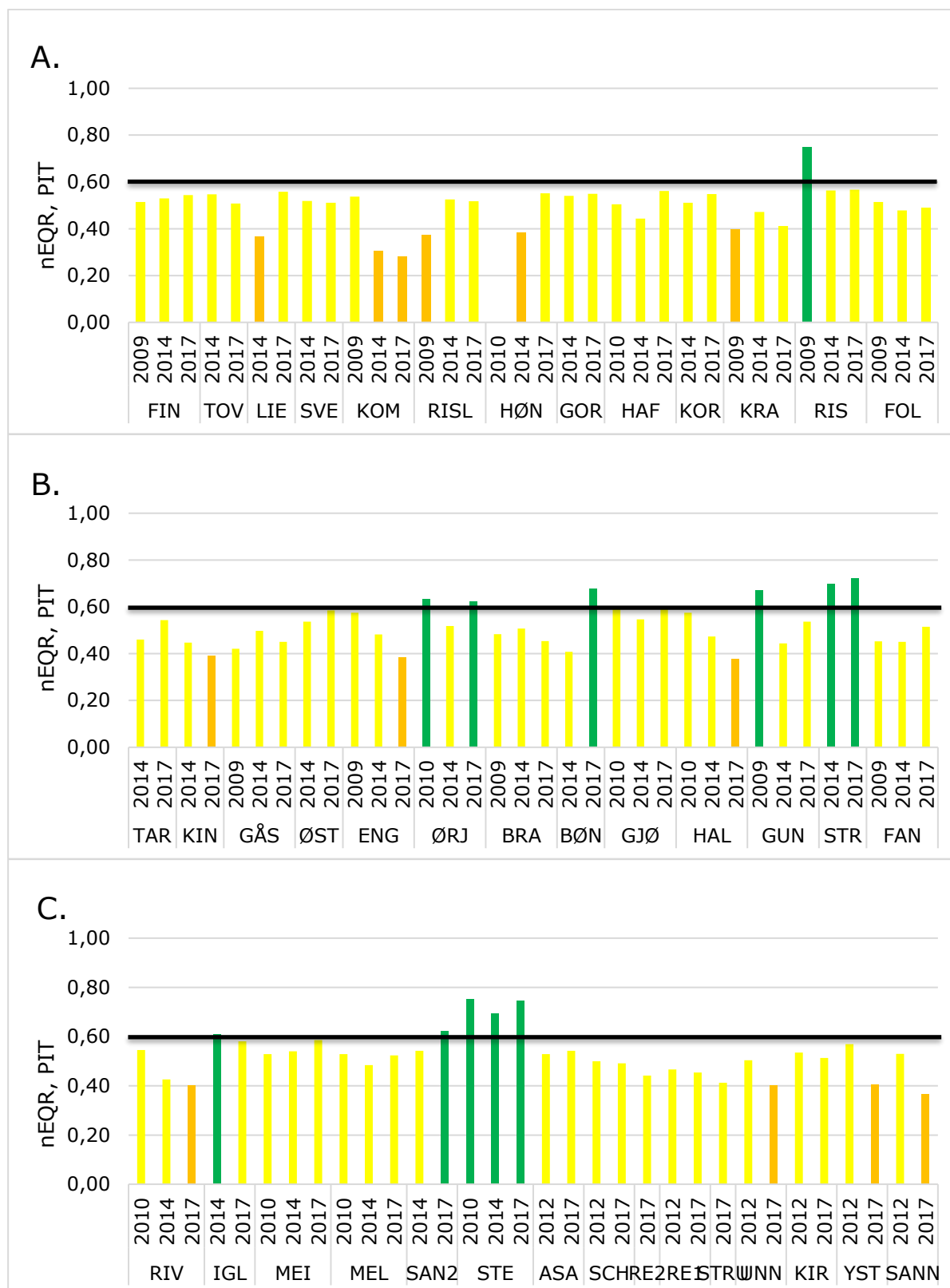


Figur 3 Bilde av den kolonidannende bakterien Lammehaler (*Sphaerotilus natans*), som er et tydelig tegn på organisk belastning, fra lokaliteten RE1 (Foto: M.R. Kile, NIVA).

3.2 Eutrofiering

På de 41 undersøkte lokalitetene i Haldenvassdraget varierte resultatene av tilstandsklassifiseringen for 2017 fra god til dårlig basert på eutrofieringsindeksen PIT (Figur 4). 5 lokaliteter havnet i god tilstand, 28 i moderat, og 8 havnet i dårlig økologisk tilstand. Det vil si at det kun var 5 stasjoner, ØRJ, BØN, STR, SAN2 og STE, som oppnådde miljømålet gitt i vannforskriften.

Tidligere undersøkelser ga lignende resultater. Flesteparten av lokalitetene ble klassifisert til samme tilstandsklasse alle undersøkte år, mens 10 av stasjonene ble forverret med én tilstandsklasse og 6 av stasjonene ble forbedret med én tilstandsklasse (Figur 4). Bare STR og STE havnet i god tilstand begge/alle undersøkte år.



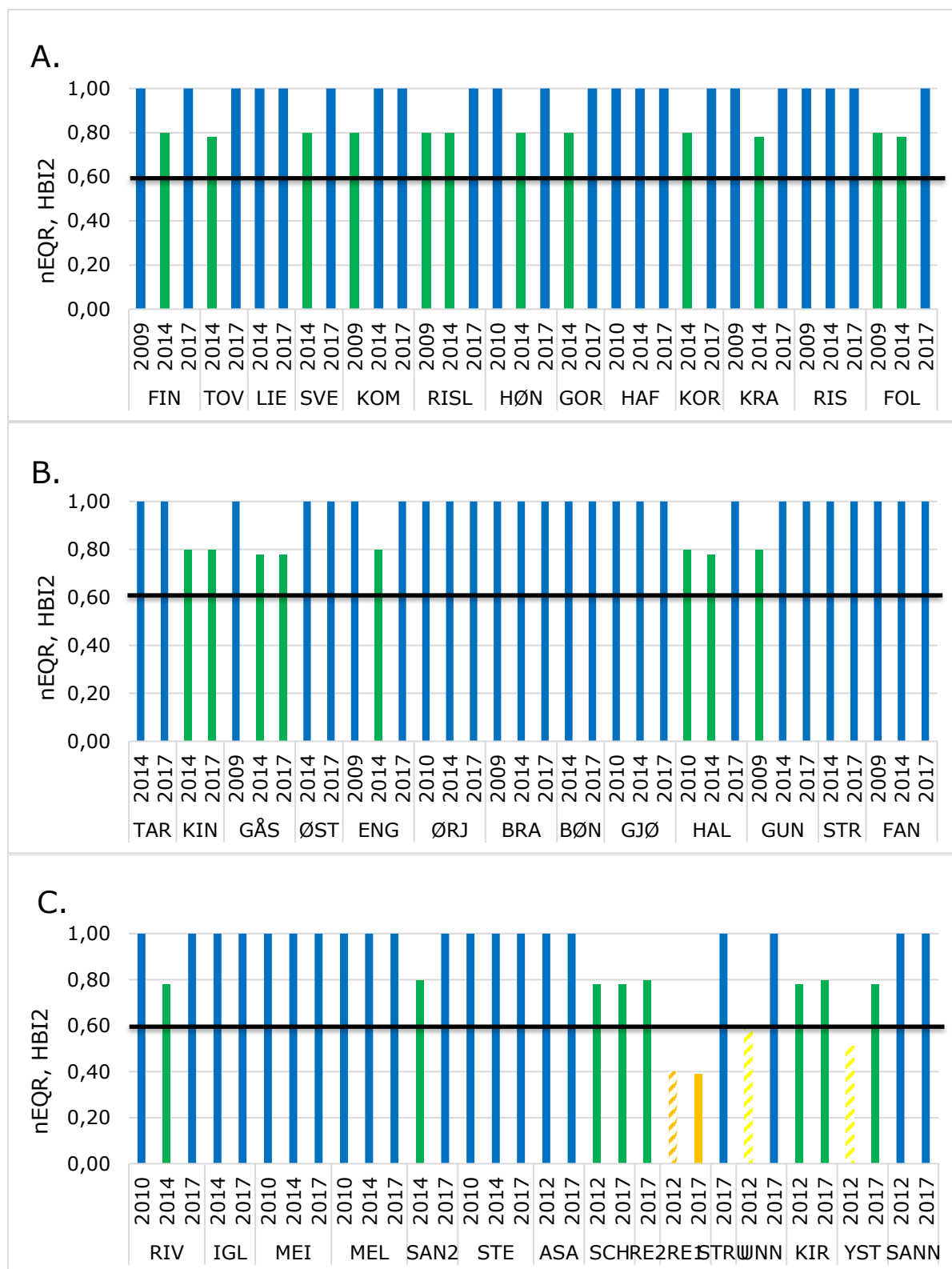
Figur 4 Normalisert EQR for eutrofieringsindeksen PIT (Periphyton Index of Trophic status) beregnet for henholdsvis **A.** 13, **B.** 13 og **C.** 15 lokaliteter i Haldenvassdraget. Dataene er fra 2009, 2010, 2012, 2014 og 2017. Verdiene angir økologisk tilstand i henhold til vannforskriften. Grønn = god, gul = moderat og oransje = dårlig tilstand. Den svarte horisontale linjen markerer grensen mellom god og moderat tilstand.

3.3 Organisk belastning

Det ble registrert lite (<1 %) eller ingen heterotrof begroing på 40 av de undersøkte lokalitetene i 2017. Dette tilsvarer god og svært god økologisk tilstand med utgangspunkt i HBI2 (Figur 5), og vil si at det er målt minimale effekter av organisk belastning på begroingssamfunnet. På den siste stasjonen, RE1 (Remmenbekken i Halden), ble det registrert 9 % dekning av bakterien lammehaler, som fremstod som tynne og middels tykke matter. Lokaliteten havnet dermed i dårlig tilstand basert på HBI2.

Den gjeldende indeksen HBI gir i stor grad tilsvarende resultater for 2017. Alle lokalitetene der det ble observert mikroskopiske funn av *Sphaerotilus natans*/*Leptomitus lacteus*, har nøyaktig samme nEQR-verdier for HBI som for HBI2. Lokaliteten RE1 havnet i moderat tilstand ved bruk av HBI, mens den havnet i dårlig tilstand basert på HBI2. Det vil si at ved bruk av HBI er tilstandsklassifiseringen av RE1 en anelse bedre enn med HBI2.

Fra tidligere undersøkelser havnet lokalitetene UNN og YST i moderat tilstand, mens RE1 også da var i dårlig tilstand. Dette med utgangspunkt i HBI. Resten av lokalitetene havnet i svært god eller god økologisk tilstand (Figur 5). Vi har valgt å beregne HBI siden HBI2 inkluderer tykkelsen av heterotrof begroing, og denne ble ikke målt i 2012. Det er likevel mulig til en viss grad å estimere tykkelsen på bakgrunn av informasjon funnet i feltjournalen for Haldenvassdraget i 2012. For lokaliteten UNN er trolig nEQR nøyaktig den samme for HBI og HBI2 siden registreringen er notert ned som et tynt belegg. For YST er resultatet mer usikkert. Her er tykkelsen trolig mellom tynn og middels, noe som gir samme tilstandsklasse for begge indeksene, men som sannsynligvis gir en dårligere nEQR-verdi. Når det gjelder RE1 ble det registrert middels til tykke matter av bakterien *Sphaerotilus natans* i 2012. Dette fører til en dårligere nEQR-verdi for HBI2 enn for HBI, selv om tilstandsklassifiseringen fortsatt er dårlig. Dette illustrerer at det har skjedd en forbedring på lokalitet RE1 siden 2012.

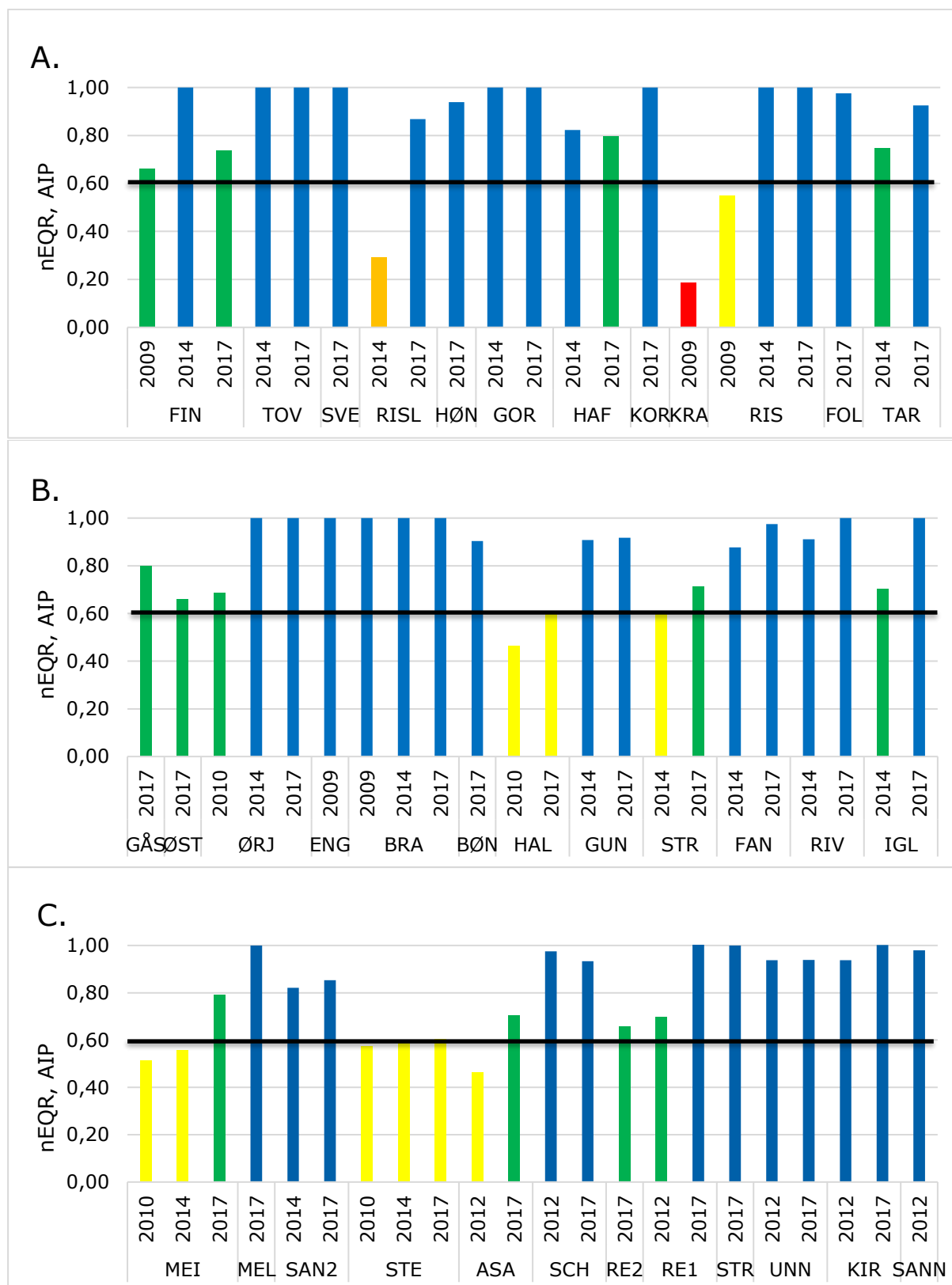


Figur 5 Normalisert EQR for indeksen for organisk belastning, HBI2 (Heterotrof begroingsindeks) beregnet for henholdsvis **A.** 13, **B.** 13 og **C.** 15 lokaliteter i Haldenvassdraget. Dataene er fra 2009, 2010, 2012, 2014 og 2017. Verdiene angir økologisk tilstand i henhold til vannforskriften. Blå = svært god, grønn = god, gul = moderat og oransje = dårlig tilstand. Skraverte søyler er beregninger av HBI istedenfor HBI2 grunnet manglende data på tykkelsen av den heterotrofe begroingen. Den svarte horisontale linjen markerer grensen mellom god og moderat tilstand.

3.4 Forsuring

Av de 41 undersøkte lokalitetene i 2017 ble 33 klassifisert på et sikkert grunnlag (dvs at det var minimum 3 indikatorarter pr lokalitet) basert på AIP-indeksen. Klassifiseringen varierte fra moderat til svært god tilstand, der 24 lokaliteter havnet i svært god tilstand, 7 i god, og 2 i moderat tilstand (Figur 6). Det vil si at 31 av de undersøkte stasjonene oppnådde miljømålet gitt i vannforskriften. HAL og STE, som ble klassifisert til moderat tilstand, var begge på grensen til god tilstand med nEQR = 0,60.

Tidligere undersøkelser viser i stor grad de samme resultatene. Ved en sammenligning fra tidligere undersøkelser ser vi at 13 av lokalitetene ikke har endret tilstand siden de tidligere undersøkelsene fant sted (2009, 2010, 2012 og/eller 2014). Videre ser vi en forbedring på lokalitetene RISL, RIS, TAR, ØRJ, STR, IGL, MEI, ASA og RE1, mens vi ser en forverring på lokaliteten HAF (Figur 6). Til tross for en forverring er det verdt å merke seg at HAF vipper mellom svært god og god tilstand med nEQR = 0,82 i 2014 og nEQR = 0,80 i 2017. Resten av lokalitetene kan ikke sammenlignes grunnet usikre resultater.



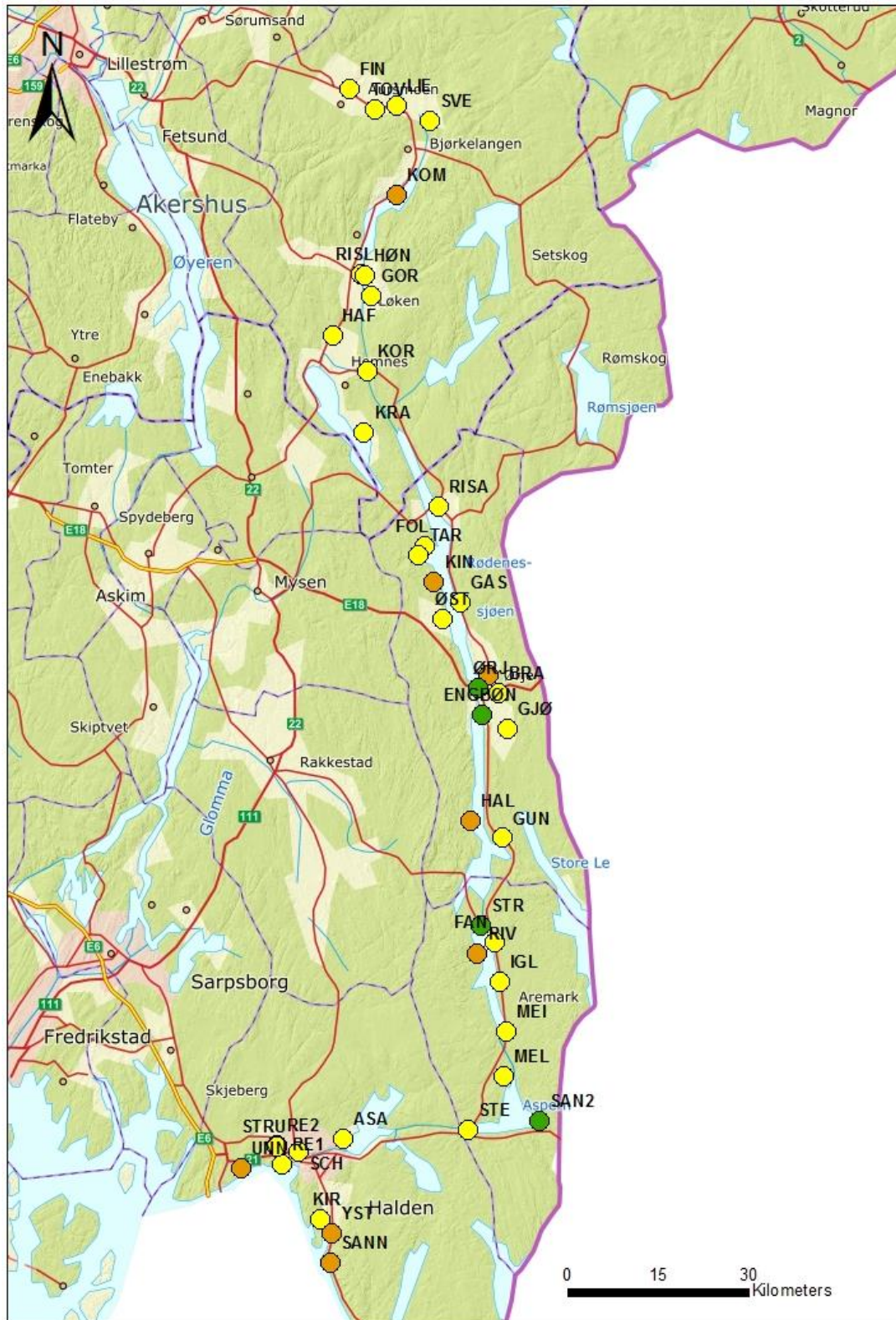
Figur 6 Normalisert EQR for forsursingsindeksen AIP (Acidification Index for Periphyton) beregnet for henholdsvis **A.** 12, **B.** 12 og **C.** 12 lokaliteter i Haldenvassdraget. Dataene er fra 2009, 2010, 2012, 2014 og 2017. Verdiene angir økologisk tilstand i henhold til vannforskriften. Blå = svært god, grønn = god, gul = moderat, oransje = dårlig og rød = svært dårlig tilstand. Usikre indeksverdier er ikke inkl. her. Den svarte horisontale linjen markerer grensen mellom god og moderat tilstand.

3.5 Samlet vurdering av økologisk tilstand

Av de 41 undersøkte lokalitetene i Haldenvassdraget oppnådde kun fire av lokalitetene, BØN, STR, SAN2 og ØRJ, miljømålet gitt i vannforskriften i 2017, basert på en totalvurdering av undersøkte kvalitetselementer og parametere (Tabell 1; Figur 7). De resterende stasjonene undersøkt i 2017 ble klassifisert til moderat eller dårlig økologisk tilstand.

Tidligere har imidlertid lokalitetene GUN i 2009, IGL i 2014 og ØRJ i 2010 blitt klassifisert til god økologisk tilstand basert på en samlet vurdering av undersøkte parametere. Kun lokaliteten ØRJ har dermed oppnådd miljømålet to av tre undersøkte år (lokaliteten havnet i moderat tilstand i 2014).

På de fleste av lokalitetene var det eutrofieringsindeksen PIT som var utslagsgivende for den samlede klassifiseringen (Tabell 1). I RE1 var derimot HBI/HBI2 utslagsgivende begge undersøkte år og AIP var utslagsgivende samtlige år for lokaliteten STE. I tillegg var AIP bestemmende for KRA og RIS i 2009, samt RISL og STR i 2014.



Figur 7 Samlet økologisk tilstand for 41 stasjoner i Haldenvassdraget i 2017, basert på biologiske undersøkelser av begroingsalger og heterotrof begroing (bakgrunnskart: WMS fra kartverket). Grønn = god, gul = moderat og oransje = dårlig økologisk tilstand.

Tabell 1 Oversikt over Ca-klasse (Ca-klasse 2 = 1-4 mg/L, ca-klasse 3 = >4 mg/L), PIT, AIP og HBI2 med tilhørende verdier av EQR, nEQR og økologisk tilstand, samt totalvurdering av tilstand, for 41 lokaliteter i Haldenvassdraget. Dataene er fra 2009, 2010, 2012, 2014 og 2017. Den samlede vurderingen er basert på prinsippet «det verste styrer», og den definerende indeksen er oppført. SG= Svært god (blå), G = God (grønn), M = Moderat (gul), D = Dårlig (oransje), SD = svært dårlig (rød). Lysegrå felter vil si usikre data som ikke kan brukes i klassifiseringen. Klassegrensene for AIP og HBI2 er ikke interkalibrert og er dermed ikke bindende.

St. kode	År	Ca-klasse	PIT					AIP					HBI2				Samlet økologisk tilstand
			Antall indikatorer	PIT	EQR	nEQR	Tilstand	Antall indikatorer	AIP	EQR	nEQR	Tilstand	HBI2	EQR	nEQR	Tilstand	
FIN	2009	3	9	22,40	0,71	0,51	M	4	6,96	0,92	0,66	G	0	1,00	1,00	SG	M
	2014	3	9	21,24	0,73	0,53	M	3	7,21	1,06	1,00	SG	0,01	1,00	0,80	G	M
	2017	3	12	20,21	0,75	0,54	M	6	7,00	0,95	0,74	G	0	1,00	1,00	SG	M
TOV	2014	2	11	19,99	0,75	0,55	M	7	7,11	1,15	1,00	SG	0,1	1,00	0,78	G	M
	2017	2	13	22,91	0,70	0,51	M	8	7,03	1,10	1,00	SG	0	1,00	1,00	SG	M
LIE	2014	3	5	33,48	0,51	0,37	D	1					0	1,00	1,00	SG	D
	2017	3	8	19,14	0,77	0,56	M	2					0	1,00	1,00	SG	M
SVE	2014	2	7	22,06	0,72	0,52	M	1					0,001	1,00	0,80	G	M
	2017	2	10	22,64	0,71	0,51	M	4	7,15	1,17	1,00	SG	0	1,00	1,00	SG	M
KOM	2009	2	3	20,68	0,74	0,54	M	1					0,01	1,00	0,80	G	M
	2014	2	4	38,18	0,42	0,30	D	0					0	1,00	1,00	SG	D
	2017	2	2	39,89	0,39	0,28	D	1					0	1,00	1,00	SG	D
RISL	2009	3	4	33,07	0,51	0,37	D	0					0,001	1,00	0,80	G	D
	2014	3	11	21,56	0,73	0,53	M	4	6,74	0,81	0,29	D	0,001	1,00	0,80	G	D
	2017	3	17	22,16	0,71	0,52	M	9	7,09	1,00	0,87	SG	0	1,00	1,00	SG	M
HØN	2010	3	1	5,47				0					0	1,00	1,00	SG	
	2014	3	2	32,22	0,53	0,38	D	0					0,001	1,00	0,80	G	D
	2017	3	14	19,62	0,76	0,55	M	6	7,15	1,03	0,94	SG	0	1,00	1,00	SG	M
GOR	2014	2	10	20,44	0,75	0,54	M	5	7,11	1,15	1,00	SG	0,001	1,00	0,80	G	M
	2017	2	10	19,79	0,76	0,55	M	8	7,14	1,17	1,00	SG	0	1,00	1,00	SG	M
HAF	2010	3	6	23,15	0,70	0,50	M	2					0	1,00	1,00	SG	M
	2014	3	8	27,77	0,61	0,44	M	3	7,06	0,98	0,82	SG	0	1,00	1,00	SG	M
	2017	3	14	18,89	0,78	0,56	M	10	7,04	0,97	0,80	G	0	1,00	1,00	SG	M

St. kode	År	Ca-klasse	PIT					AIP					HBI2				Samlet økologisk tilstand
			Antall indikatorer	PIT	EQR	nEQR	Tilstand	Antall indikatorer	AIP	EQR	nEQR	Tilstand	HBI2	EQR	nEQR	Tilstand	
KOR	2014	2	7	22,68	0,71	0,51	M	2					0,01	1,00	0,80	G	M
	2017	2	13	19,90	0,76	0,55	M	6	7,07	1,13	1,00	SG	0	1,00	1,00	SG	M
KRA	2009	3	7	31,28	0,55	0,40	D	3	6,57	0,72	0,19	SD	0	1,00	1,00	SG	SD
	2014	3	9	25,59	0,65	0,47	M	1					0,1	1,00	0,78	G	M
	2017	3	4	30,15	0,57	0,41	M	1					0	1,00	1,00	SG	M
RIS	2009	2	10	11,21	0,92	0,75	G	6	6,55	0,81	0,55	M	0	1,00	1,00	SG	M
	2014	2	15	18,70	0,78	0,56	M	7	6,98	1,07	1,00	SG	0	1,00	1,00	SG	M
	2017	2	11	18,49	0,78	0,57	M	5	6,98	1,07	1,00	SG	0	1,00	1,00	SG	M
FOL	2009	3	7	22,38	0,71	0,51	M	2					0,001	1,00	0,80	G	M
	2014	3	6	25,12	0,66	0,48	M	2					0,1	1,00	0,78	G	M
	2017	3	9	24,21	0,68	0,49	M	4	7,18	1,04	0,98	SG	0	1,00	1,00	SG	M
TAR	2014	3	7	26,52	0,63	0,46	M	3	7,01	0,95	0,75	G	0	1,00	1,00	SG	M
	2017	3	7	20,24	0,75	0,54	M	4	7,14	1,02	0,93	SG	0	1,00	1,00	SG	M
KIN	2014	3	5	27,44	0,62	0,45	M	1					0,01	1,00	0,80	G	M
	2017	3	6	31,61	0,54	0,39	D	2					0,01	1,00	0,80	G	D
GÅS	2009	3	4	29,42	0,58	0,42	M	2					0	1,00	1,00	SG	M
	2014	3	6	23,70	0,69	0,50	M	2					0,1	1,00	0,78	G	M
	2017	3	14	27,22	0,62	0,45	M	6	7,04	0,97	0,80	G	0,1	1,00	0,78	G	M
ØST	2014	3	7	20,70	0,74	0,54	M	1					0	1,00	1,00	SG	M
	2017	3	14	17,08	0,81	0,59	M	6	6,96	0,92	0,66	G	0	1,00	1,00	SG	M
ENG	2009	2	4	17,87	0,79	0,57	M	3	7,15	1,17	1,00	SG	0	1,00	1,00	SG	M
	2014	2	10	24,80	0,67	0,48	M	1					0,001	1,00	0,80	G	M
	2017	2	5	32,35	0,53	0,38	D	2					0	1,00	1,00	SG	D
ØRJ	2010	2	13	14,90	0,85	0,63	G	5	6,67	0,89	0,69	G	0	1,00	1,00	SG	G
	2014	2	11	22,16	0,71	0,52	M	6	6,98	1,07	1,00	SG	0	1,00	1,00	SG	M
	2017	2	17	15,28	0,84	0,62	G	11	7,04	1,11	1,00	SG	0	1,00	1,00	SG	G

St. kode	År	Ca-klasse	PIT					AIP					HBI2				Samlet økologisk tilstand
			Antall indikatorer	PIT	EQR	nEQR	Tilstand	Antall indikatorer	AIP	EQR	nEQR	Tilstand	HBI2	EQR	nEQR	Tilstand	
BRA	2009	2	8	24,78	0,67	0,48	M	4	6,96	1,06	1,00	SG	0	1,00	1,00	SG	M
	2014	2	6	22,97	0,70	0,51	M	3	7,13	1,16	1,00	SG	0	1,00	1,00	SG	M
	2017	2	10	26,99	0,63	0,45	M	4	6,99	1,07	1,00	SG	0	1,00	1,00	SG	M
BØN	2014	3	5	30,41	0,56	0,41	M	1					0	1,00	1,00	SG	M
	2017	3	13	13,47	0,88	0,68	G	8	7,12	1,01	0,90	SG	0	1,00	1,00	SG	G
GJØ	2010	2	2	16,03	0,83	0,60	M	0					0	1,00	1,00	SG	M
	2014	2	7	19,96	0,76	0,55	M	2					0	1,00	1,00	SG	M
	2017	2	7	16,65	0,82	0,59	M	2					0	1,00	1,00	SG	M
HAL	2010	3	8	17,87	0,79	0,57	M	3	6,84	0,86	0,46	M	0,01	1,00	0,80	G	M
	2014	3	6	25,46	0,65	0,47	M	2					0,1	1,00	0,78	G	M
	2017	3	8	32,75	0,52	0,38	D	3	6,92	0,91	0,60	M	0	1,00	1,00	SG	D
GUN	2009	3	2	13,72	0,87	0,67	G	1					0,001	1,00	0,80	G	G
	2014	3	5	27,75	0,61	0,44	M	3	7,12	1,01	0,91	SG	0	1,00	1,00	SG	M
	2017	3	12	20,73	0,74	0,54	M	7	7,13	1,02	0,92	SG	0	1,00	1,00	SG	M
STR	2014	3	15	12,78	0,89	0,70	G	8	6,92	0,91	0,60	M	0	1,00	1,00	SG	M
	2017	3	18	12,09	0,90	0,72	G	14	6,99	0,94	0,71	G	0	1,00	1,00	SG	G
FAN	2009	2	3	27,08	0,62	0,45	M	2					0	1,00	1,00	SG	M
	2014	2	5	27,18	0,62	0,45	M	3	6,84	0,99	0,88	SG	0	1,00	1,00	SG	M
	2017	2	7	22,39	0,71	0,51	M	4	6,92	1,04	0,97	SG	0	1,00	1,00	SG	M
RIV	2010	2	4	20,09	0,75	0,55	M	1					0	1,00	1,00	SG	M
	2014	2	10	29,08	0,59	0,43	M	3	6,87	1,00	0,91	SG	0,1	1,00	0,78	G	M
	2017	2	8	30,95	0,55	0,40	D	4	7,07	1,12	1,00	SG	0	1,00	1,00	SG	D
IGL	2014	2	10	15,68	0,83	0,61	G	7	6,68	0,89	0,70	G	0	1,00	1,00	SG	G
	2017	2	14	17,45	0,80	0,58	M	7	6,98	1,07	1,00	SG	0	1,00	1,00	SG	M
MEI	2010	3	5	21,31	0,73	0,53	M	3	6,87	0,88	0,51	M	0	1,00	1,00	SG	M
	2014	3	9	20,49	0,75	0,54	M	4	6,89	0,89	0,56	M	0	1,00	1,00	SG	M

St. kode	År	Ca-klasse	PIT					AIP					HBI2				Samlet økologisk tilstand
			Antall indikatorer	PIT	EQR	nEQR	Tilstand	Antall indikatorer	AIP	EQR	nEQR	Tilstand	HBI2	EQR	nEQR	Tilstand	
	2017	3	19	17,06	0,81	0,59	M	9	7,03	0,96	0,79	G	0	1,00	1,00	SG	M
MEL	2010	2	6	21,30	0,73	0,53	M	0					0	1,00	1,00	SG	M
	2014	2	6	24,68	0,67	0,48	M	2					0	1,00	1,00	SG	M
	2017	2	11	21,74	0,72	0,52	M	6	6,97	1,07	1,00	SG	0	1,00	1,00	SG	M
SAN2	2014	3	17	20,35	0,75	0,54	M	4	7,06	0,98	0,82	SG	0,01	1,00	0,80	G	M
	2017	3	8	15,30	0,84	0,62	G	3	7,08	0,99	0,85	SG	0	1,00	1,00	SG	G
STE	2010	3	13	11,08	0,92	0,75	G	5	6,90	0,90	0,57	M	0	1,00	1,00	SG	M
	2014	3	12	12,94	0,88	0,69	G	5	6,91	0,90	0,59	M	0	1,00	1,00	SG	M
	2017	3	17	11,24	0,92	0,75	G	10	6,92	0,91	0,60	M	0	1,00	1,00	SG	M
ASA	2012	3	7	21,37	0,73	0,53	M	3	6,84	0,86	0,46	M	0	1,00	1,00	SG	M
	2017	3	13	20,29	0,75	0,54	M	6	6,98	0,94	0,70	G	0	1,00	1,00	SG	M
SCH	2012	3	7	23,51	0,69	0,50	M	3	7,18	1,04	0,97	SG	0,1	1,00	0,78	G	M
	2017	3	8	24,18	0,68	0,49	M	5	7,14	1,02	0,93	SG	0,1	1,00	0,78	G	M
RE1	2012	3	10	26,05	0,64	0,47	M	4	6,98	0,94	0,70	G	10*	0,98	0,40*	D	D
	2017	3	9	26,96	0,63	0,45	M	4	7,20	1,05	1,00	SG	14	0,97	0,39	D	D
RE2	2017	3	12	27,86	0,61	0,44	M	3	6,95	0,92	0,66	G	0,01	1,00	0,80	G	M
STRU	2017	3	9	30,05	0,57	0,41	M	4	7,22	1,06	1,00	SG	0	1,00	1,00	SG	M
UNN	2012	3	8	23,17	0,70	0,50	M	4	7,15	1,02	0,94	SG	1*	1,00	0,60*	M	M
	2017	3	7	31,03	0,55	0,40	D	5	7,15	1,02	0,94	SG	0	1,00	1,00	SG	D
KIR	2012	3	8	20,86	0,74	0,53	M	4	7,15	1,02	0,94	SG	0,1	1,00	0,78	G	M
	2017	3	11	22,51	0,71	0,51	M	6	7,20	1,05	1,00	SG	0,01	1,00	0,80	G	M
YST	2012	3	9	18,28	0,79	0,57	M	2					5*	0,99	0,51*	M	M
	2017	3	6	30,72	0,56	0,40	D	0					0,1	1,00	0,78	G	D
SANN	2012	2	6	21,28	0,73	0,53	M	3	6,93	1,04	0,98	SG	0	1,00	1,00	SG	M
	2017	2	4	33,73	0,50	0,36	D	2					0	1,00	1,00	SG	D

*Indeksen HBI er beregnet istedenfor HBI2 da det ikke ble målt tykkelse av den heterotrofe begroingen i tidligere undersøkelser.

4 Diskusjon og konklusjon

4.1 Eutrofiering

Haldenvassdraget er et flatt område dekket av store skog- og jordbruksområder. Det er også et av få vassdrag i Norge som er i dårligst tilstand lengst oppe, mens tilstanden bedres lenger nedover i vassdraget (Haande m.fl. 2014). Dette skyldes hovedsakelig at innsjøen Bjørkelangen, som ligger nord i vassdraget, mottar avrenning fra jordbruk samt store mengder erosjonspartikler som er rike på fosfor. Dette stemmer godt overens med årets resultater da samtlige lokaliteter i øvre halvdel av vassdraget ble klassifisert til moderat eller dårlig tilstand, mens kun fire lokaliteter ble klassifisert til god tilstand, der samtlige var i nedre halvdel av vassdraget (Figur 4 og Figur 7).

Fra tidligere undersøkelser vises den samme trenden. Det er generelt dårligere tilstand i øvre del sammenlignet med nedre del av vassdraget. Dette med unntak av Halden kommune som mest sannsynlig blir påvirket av høye konsentrasjoner næringssalter i tillegg til spredte avløp.

Til tross for en tydelig felles trend som også sammenfaller med tidligere undersøkelser, har det skjedd en del endringer gjennom årenes løp. Det har skjedd en forbedring fra dårlig til moderat tilstand på de fire lokalitetene LIE, RISL, HØN og KRA, og fra moderat til god tilstand på de to lokalitetene BØN og SAN2. I løpet av de siste ti årene har Haldenvassdraget vannområde fokusert på å bedre tilstanden i elvene, bekkene og innsjøene i det aktuelle området. De har ryddet opp i spredt avløp og forsøkt å redusere avrenning fra jordbruk, og det ser altså ut til at dette har ført til forbedret tilstand i bekkene. Men det har samtidig skjedd en forverring fra moderat til dårlig tilstand på åtte lokaliteter (KOM, KIN, ENG, HAL, RIV, UNN, YST og SANN), og fra god til moderat tilstand på to lokaliteter (RIS og GUN). Disse resultatene tyder på at avrenning fra jordbruk har større effekt på økologisk tilstand enn spredt avløp i dette området, og at det er en utfordring å redusere diffus avrenning fra jordbruk. For å bedre den økologiske tilstanden med utgangspunkt i eutrofiering må tiltak for å redusere avrenning fra jordbruk få økt fokus i fremtiden.

4.2 Organisk belastning

På bakgrunn av HBI/HBI2 ser det ikke ut til at Haldenvassdraget vannområde (her unntatt Halden kommune) har nevneverdige problemer med organisk belastning. I 2017 ble det kun registrert heterotrof begroing i form av bakterien lammehaler (*Sphaerotilus natans*) og/eller sopp på 2 lokaliteter, men dekningsgraden var mindre enn 1 %, og basert på HBI/HBI2 havnet lokalitetene i god økologisk tilstand. På de resterende stasjonene ble det ikke registrert noe heterotrof begroing, og disse havnet derfor i svært god tilstand. Dette er en klar forbedring fra tidligere undersøkelser. Av de undersøkte lokalitetene i Haldenvassdraget (ekskludert Halden kommune) er ti lokaliteter forbedret fra god til svært god tilstand, mens kun en har gått ned en tilstandsklasse, fra svært god til god tilstand (Figur 5). Siden NIVAs første undersøkelse i 2009 har det foregått opprydding i spredt avløp i området, og dette kan vi altså tydelig se effekter av nå.

I Halden kommune er det flere bekker som er/har vært påvirket av organisk belastning. Men bare RE1 (Remmenbekken) har havnet i dårlig tilstand i begge undersøkte år. UNN og YST havnet i moderat tilstand i 2012, men har gjennomgått en forbedring til henholdsvis svært god og god tilstand i årets undersøkelse. Dette er sannsynligvis et resultat av opprydding i spredte avløp. Det vil altså si

at samtlige lokaliteter, med unntak av RE1, har oppnådd miljømålet basert på HBI/HBI2 i Halden kommune 2017.

4.3 Forsuring

Nedre del av Haldenvassdraget er karakterisert av sure bergarter som metamorfe gneiser. Disse bergartene har lav tålegrense for sur nedbør siden bufferkapasiteten er dårlig. Det faktum at det er noe sur nedbør i område (Larssen *et al.*, 2008) i kombinasjon med bergarter med dårlig bufferkapasitet kan være årsaken til at noen av lokalitetene i området til en viss grad er forsuringspåvirket. Lokalitetene ASA STE, MEI, STR og HAL ligger i det aktuelle området, og har alle havnet i moderat tilstand. STR, MEI og ASA har derimot forbedret tilstand fra moderat i 2012 til god i 2017.

Lokaliteten RISL havnet i dårlig økologisk tilstand i 2014. Avgjørende for klassifiseringen var at det ble registrert mikroskopiske forekomster av grønnalgen *Mougotia a/b*. Dette er en alge som ifølge Direktoratets gruppe (DG, 2015) indikerer sure betingelser. Men ut fra vår erfaring og faglige bakgrunn tror vi at indeksverdien satt på denne arten kan være misvisende. Hvis dette ene taksonet blir fjernet fra beregningen av AIP-indeksen vil lokalitetens tilstandsklasse endres fra dårlig til svært god tilstand. Av den grunn, samt at lokaliteten i 2017-undersøkelsen ble klassifisert til svært god tilstand, anser vi resultatene fra nevnte lokalitet i 2014 som usikre.

Sammenlignet med tidligere undersøkelser har det i tillegg skjedd en forbedring på lokalitetene RE1, IGL, ØRJ, RIS og TAR. I det store og hele kan vi konkludere med at forsurings situasjonen i Haldenvassdraget ikke har endret seg nevneverdig i løpet av de siste årene.

4.4 Samlet økologisk tilstand

Den samlede tilstandsklassifiseringen viser at det var PIT-indeksen, som måler næringssaltbelastning, som var den største påvirkningsfaktoren i Haldenvassdraget. HBI-indeksen, som måler organisk belastning var kun utslagsgivende på én stasjon (RE1) i 2012 og 2017, som trolig skyldes spredt avløp, og forsure (AIP) var kun utslagsgivende på én stasjon (STE) for samtlige undersøkte år. Til tross for at PIT-indeksen stort sett var utslagsgivende i undersøkelsen kan fortsatt organisk belastning være den underliggende årsaken. Dette fordi HBI-indeksene får utslag hvis prøvepunktet ligger rett nedstrøms et utslippspunkt av kloakk/organisk belastning. Men det organiske materiale brytes ned mens det driver nedstrøms, slik at næringssalter frigjøres, noe som fører til utslag på PIT-indeksen, selv om årsaken er organisk belastning lenger opp i vassdraget.

4.5 Konklusjon

Undersøkelsene i Haldenvassdraget viser:

- 4 av 41 undersøkte stasjoner oppnådde miljømålet gitt i vannforskriften i 2017.
- 1 av 32 undersøkte stasjoner oppnådde miljømålet gitt i vannforskriften i 2014.
- 1 av 9 undersøkte stasjoner oppnådde miljømålet gitt i vannforskriften i 2010.
- 1 av 11 undersøkte stasjoner oppnådde miljømålet gitt i vannforskriften i 2009.
- Ingen av de 7 undersøkte stasjonene i Halden kommune oppnådde miljømålet gitt i vannforskriften i 2012.

Selv om en svært lav andel av de undersøkte lokalitetene i Haldenvassdraget har oppnådd miljømålet gitt i vannforskriften i en samlet tilstandsvurdering, later det til at tiltakene gjennomført den siste ti års perioden har hatt effekt. Dette kommer tydeligst frem i vurderingen av organisk belastning med utgangspunkt i HBI/HBI2, som tidligere sannsynligvis har reagert på spredte avløp, men som nå i stor grad er fjernet. Vi kan også trolig se effekter av oppryddingen på eutrofieringsindeksen PIT, men da området er intensivt landbrukspreget og hovedkilden til næringssaltbelastningen trolig skyldes diffus avrenning herfra, er det fortsatt en stor jobb som gjenstår. Det er altså høyst nødvendig med en videreføring av planlagte og igangsatte miljøtiltak for å redusere avrenning fra landbruk.

5 Litteratur

DG. Direktoratgruppen for vanndirektivet. 2010. Veileder 02:2009 Overvåking av miljøtilstand i vann. Veileder for vannovervåking iht. kravene i Vannforskriften. <http://www.vannportalen.no>.

DG. Direktoratgruppen for vanndirektivet. 2015. Veileder 02:2013 – revidert 2015. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Direktoratgruppen for gjennomføring av vanndirektivet. 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.

Haande, S., Rohrlack, T. & Kyle, M. 2014. Utvikling av vannkvalitet i Haldenvassdraget. Sammenstilling av lange tidsserier (1968-2013). Paleolimnologiske undersøkelser i Bjørkelangen og Hemnessjøen. NIVA-rapport 6652-2014. 45 s.

Kile, M.R. 2013. Undersøkelse av begroingsalger på 10 elvelokaliteter i Haldenvassdraget, 2012. NIVA-notat nr. N13/13.

Kile, M.R. 2015. Begroingsalger og heterotrof begroing i Haldenvassdraget i 2009/2010 og 2014. NIVA-notat. J.nr. 0157/15.

Larssen, T., Lund, E. & Høgåsen, T. (2008) Overskridelser av tålegrenser for forsurening og nitrogen for Norge – oppdatering med perioden 2002–2006 NIVA-rapport. L.Nr. 5697-2008.

Mechsner, K. (1985) The influence of seasonal light variations on the growth of *Sphaerotilus natans*. *Hydrobiologia*, **120**, 193-197.

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. & Lindstrøm, 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(1): 143-155.

Schneider, S. C. (2011). "Impact of calcium and TOC on biological acidification assessment in Norwegian rivers." *Science of the Total Environment* 409(6): 1164-1171.

Vedlegg 1: Prøvetakingstasjoner undersøkt i Haldenvassdraget i 2017

Navn Vannforekomst	Id-Vann-nett	Stasjonskode	Stasjonsnavn	UTM-sone	Øst	Nord
Bekkefelt Rødnessjøen	001-211-R	FOL	Folkenborgbekken	32	645318	6608405
Bekkefelt Rødnessjøen	001-211-R	ØST	Østenbyelva	32	647132	6602346
Bekkefelt Rødnessjøen	001-211-R	ENG	Engerelva	32	651116	6597818
Bekkefelt Ara	001-218-R	FAN	Fangebekken	32	652579	6575272
Bekkefelt Ara	001-218-R	IGL	Iglerødbekken	32	653195	6571888
Bekkefelt Ara	001-218-R	RIV	Tenebekken v/Rivegård	32	651169	6574237
Bekkefelt Aurskog	001-224-R	TOV	Toverudbekken	32	639782	6644834
Bekkefelt Aurskog	001-224-R	FIN	Finstadbekken	32	637596	6646378
Bekkefelt Aurskog	001-224-R	RISA	Risenelva	32	646424	6611759
Bekkefelt Bjørkelangen	001-217-R	KOM	Komnesbekken	32	641881	6637764
Bekkefelt Hemnessjøen	001-9-R	KRA	Kragtorpbekken	32	639858	6617791
Bekkefelt nedstrøms Bjørkelangen	001-215-R	RISL	Riserelva v/Løken	32	639163	6631024
Bekkefelt nedstrøms Bjørkelangen	001-215-R	GOR	Gorobekken	32	640022	6629246
Bøenselva	001-41-R	BØN	Bøenselva	32	650769	6594402
Gunnengbekken	001-102-R	GUN	Gunnengbekken	32	652934	6584189
Gåsebybekkene	001-98-R	GÅS	Gåsebybekken	32	658486	6603819
Hafsteinelva	001-196-R	KOR	Korsa	32	639964	6622916
Halvorsrødbekken	001-104-R	HAL	Halvorsrødbekken	32	650105	6585502
Hølandselva nedstrøms Bjørkelangen	001-216-R	HØN	Hølandselva	32	639401	6630936
Kinnbekken	001-96-R	KIN	Kinnbekken	32	646231	6605510
Korsa	001-197-R	HAF	Hafsteinselva	32	636907	6625812
Lierelva utløp Bjørkelangensjøen	001-184-R	LIE	Lierelva	32	641556	6645169
Meieribekken	001-48-R	MEI	Meieribekken	32	653925	6567760
Melbyelva	001-43-R	MEL	Melbyelva	32	653798	6563949
Svenskebekken med flere	001-222-R	SVE	Svenskebekken	32	644343	6643972
Ørjeelva	001-153-R	ØRJ	Ørjeelva	32	650288	6596718
Braneselva m/Brutjernene	001-13-R	BRA	Braneselva	32	652070	6596330
Bekker til Gjølssjøen	001-12-R	GJØ	Bekk til Gjølssjøen	32	652918	6593375
Små bekker til Aspern	001-145-R	SAN2	Innløp til Aspern	32	657042	6560209
Melbyelva	001-43-R	STE	Stenselva	32	650953	6559267
Strømsfoss - elvestrekning mellom Øymarksjøen og Aremarksjøen	001-152-R	STR	Strømsfoss	32	651362	6576592
Bekkefelt Rødenessjøen	001-211-R	TAR	Taraldrødbekken	32	644885	6607630
Iddebekkene	001-52-R	KIR	Kirkebekken	32	638645	6551145
Ystehedebekken og bekkefelt til Iddefjorden	001-3-R	YST	Ystehedebekken	32	639620	6549997
Bekkefelt Sannerød (Skottene)	001-58-R	SANN	Sannerødbekken	32	639577	6547497
Osbecken/Schultzebekken	001-110-R	SCH	Schultzebekken	32	636536	6556835
Remmenbekken	001-4-R	RE1	Remmenbekken st 1	32	635109	6555754
Unnebergbekken og nærliggende småvassdrag	001-49-R	UNN	Unnebergbekken	32	631652	6555222
Asakbekken	001-18-R	ASA	Asakbekken	32	640313	6558058
Remmenbekken	001-4-R	RE2	Remmenbekken st 2	32	634646	6557287
Remmenbekken	001-4-R	STRU	Strupebekken	32	634719	6557262

Vedlegg 2: Beregning av HBI2

Klassegrenser og referanseverdi (Tabell 1a) er bestemt ut fra ekspertvurderinger gjort med bakgrunn i observasjoner i norske elver, og baserer seg på 4 tykkelseskategorier samt dekningsgraden av hver av disse. Klassegrensene kan benyttes i alle vanntyper. Utreknede indeksverdier strekker seg fra 0 til 400, hvor lave verdier indikerer liten grad av organisk belastning, mens høye verdier indikerer stor grad av organisk belastning. I utregningen av indeksen vektet tykkelseskategoriene forskjellig, slik at høyere biomasse gir større utslag på sluttsummen:

- Tykke lag vektet 4
- Middels lag vektet 2
- Tynne lag vektet 1
- Mikroskopiske lag vektet 1

Årsaken til denne vektingen er at et tynt dekke heterotrof begroing ikke har like stor negativ effekt, for eksempel i form av nedgang av tilgjengelig oksygen, som et middels eller tykt dekke av heterotrof begroing.

HBI2 beregnes ved å multiplisere tykkelseskategori (vektet 1, 2 og 4) med dekningsgrad, og deretter dividere på antall prøverunder, for å få et årsgjennomsnitt. Følgende formel benyttes:

$$HBI2 = \frac{(\sum (d \times 1) + \sum (d \times 2) + \sum (d \times 4))}{n}$$

d = dekningsgrad i %, n = antall prøverunder/år

1, 2, 4 = vekting av forskjellige tykkelseskategorier:

1 = mikroskopiske og tynne forekomster

2 = middels tykke forekomster

4 = tykke forekomster

HBI2 benyttes i utgangspunktet i kombinasjon med PIT-indeksen for begroingsalger, hvor prinsippet 'det verste styrer' er gjeldende. Ved tilfeller der det registreres makroskopiske forekomster av heterotrof begroing (med minimum 1 % dekning) kan HBI2 benyttes alene.

Tabell 1a Klassegrenser og referanseverdi for HBI2-indeksen. Absoluttverdier.						
Elvetype	HBI2 absoluttverdier					
	Referanseverdi	Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
Alle	0	0	>0-0,99	1-9,99	10-99,99	100-400

For å kunne beregne EQR trenger man referanseverdien samt den maksimale verdien for indeksen. Referanseverdien er 0, mens den maksimale indeksverdien er 400.

$$EQR = \frac{(\text{Observert} - \text{maks})}{(\text{Referanse} - \text{maks})}$$

$$EQR = \frac{(\text{Observert} - 400)}{(0 - 400)}$$

Tilstandsklasser og referanseverdi for HBI2 omregnet til EQR er angitt i tabell 1b.

Tabell 1b Referanseverdi og klassegrenser for HBI2-indeksen. EQR-verdier.						
Elvetype	HBI2 EQR					
	Referanseverdi	Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
Alle	1	1	0,999-0,997	0,997-0,975	0,975-0,75	0,75-0

Vedlegg 3 A.-C: Liste over registrerte begroingslementer fra 41 lokaliteter i Haldenvassdraget 2009-2017. Hyppigheten er angitt som prosent dekning. Organismer som vokser på/blant disse er angitt ved: x=observert, xx=vanlig, xxx=hyppig.

A.	FIN			TOV		LIE		SVE		KOM			RISL			HØN			GOR			HAF			KOR		KRA			RIS		
Taksa	2009	2014	2017	2014	2017	2014	2017	2014	2017	2009	2014	2017	2009	2014	2017	2010	2014	2017	2014	2017	2010	2014	2017	2014	2017	2009	2014	2017	2009	2014	2017	
Cyanobakterier																																
Aphanothece spp.																																
Calothrix fusca																																
Calothrix parietina																																
Calothrix spp.																																
Chamaesiphon confervicola	xx																						xxx		xxx							
Chamaesiphon incrustans							xx		xx					xxx		x		x		x												
Chamaesiphon spp.		xxx				x													x													
Cylindrospermum spp.									<1			45																				
Dichothrix orsiniana																																
Geitlerinema acutissimum																																
Geitlerinema splendidum																							<1	xx		x			<1			
Gloeotheca membranacea																																
Hapalosiphon pumilus																																
Heteroleibleinia spp.		xxx	xxx			xx	xxx	x						x	xx				xxx					xxx		xxx						
Homoeothrix batrachospermorum																								xx								
Homoeothrix janthina					<1														<1													
Homoeothrix subtilis																								xxx		xxx						
Hydrococcus rivularis																										xxx						
Leptolyngbya batrachosperma																														xxx	xx	
Leptolyngbya gloeophila																																

A.	FIN			TOV		LIE		SVE		KOM			RISL			HØN			GOR		HAF			KOR		KRA			RIS		
Taksa	2009	2014	2017	2014	2017	2014	2017	2014	2017	2009	2014	2017	2009	2014	2017	2010	2014	2017	2014	2017	2010	2014	2017	2014	2017	2009	2014	2017	2009	2014	2017
Leptolyngbya spp.																					xx										
Merismopedia punctata																															
Merismopedia spp.																															
Microcoleus spp.																															
Nostoc spp.								x																							
Oscillatoria limosa					x									xx			x								10						
Oscillatoria proboscidea																															
Oscillatoria spp.				x									x																	x	
Phormidium autumnale				1	xx														xx			x					x				
Phormidium bekesiense																															
Phormidium favosum								xx																		x	xxx				
Phormidium inundatum		xxx		x		<1	1	<1	xx		xx		<1	xx					<1								1	<1			<1
Phormidium retzii	<1	1	<1	5	<1	<1	<1			<1			1	<1							2		xx		60	<1					
Phormidium spp.								xx			xxx			xx		x	x	x	x			xx		5			x		xxx		
Phormidium subfuscum													1																		
Phormidium tinctorium														xxx								<1	70	30							
Plectonema tomasinianum																															
Plectonema tomasinianum var. cincinnatum																														<1	
Pseudanabaena starmachii																															
Schizothrix spp.																						xx									
Stigonema mamillosum								x																							
Tolypothrix distorta														<1																	

A.	FIN			TOV		LIE		SVE		KOM			RISL			HØN			GOR		HAF			KOR		KRA			RIS		
Taksa	2009	2014	2017	2014	2017	2014	2017	2014	2017	2009	2014	2017	2009	2014	2017	2010	2014	2017	2014	2017	2010	2014	2017	2014	2017	2009	2014	2017	2009	2014	2017
Uidentifiserte coccale blågrønnalger																															
Uidentifiserte trichale blågrønnalger													xx								xx										
Grønnalger																															
Aphanochaete repens																															
Bulbochaete spp.																															
Chaetophora elegans																															
Chaetophora spp.																															
Chaetophorales ubestemt																											x				
Cladophora rivularis																															
Closterium spp.	x	x	x	x	x	x	x				x		x	xx			x	x	x		x	xx	x	x					x	x	
Cosmarium spp.			x					x						x			x									x			x		
Euastrum spp.							x								x										x					x	
Hormidium flaccidum																															
Hormidium rivulare																										<1			<1		
Hyalotheca dissiliens																							x								
Klebshormidium flaccidum																											<1		x		
Micrasterias spp.							x								x							x									
Microspora abbreviata	<1		x		<1						x			20							x		1			<1			x	xxx	xxx
Microspora amoena	x		xxx	<1	5			<1					x	xxx			xxx		30		<1		xxx	x	1	xxx			<1	1	25
Microspora amoena var. gracilis																		x													
Microspora palustris var minor																													xx		
Mougeotia a (6 - 12u)																													xx	x	x
Mougeotia a/b (10-18u)													x																		

A.	FIN			TOV		LIE		SVE		KOM			RISL			HØN			GOR		HAF			KOR		KRA			RIS		
Taksa	2009	2014	2017	2014	2017	2014	2017	2014	2017	2009	2014	2017	2009	2014	2017	2010	2014	2017	2014	2017	2010	2014	2017	2014	2017	2009	2014	2017	2009	2014	2017
Mougeotia c (21-24)																												xx			
Mougeotia d (25-30u)																							x	x							
Mougeotia e (30-40u)																															
Netrium spp.															x																
Oedogonium a (5-11u)											xx							x										x			
Oedogonium a/b (19-21μ)														x																	
Oedogonium a1 (3-4u)																															
Oedogonium b (13-18u)			x	x	x					xx				x	xxx			xxx	x	xx			x	xx	x				x	x	
Oedogonium c (23-28u)	x	xxx	x	x	xx			x							2			x	xx	<1					x					<1	x
Oedogonium d (29-32u)		1	x	<1	xxx										xxx				<1												
Oedogonium e (35-43u)		xxx												x	3			x	xx	15			x								
Oedogonium f (48-60μ)																															
Penium spp.																															
Pleurotaenium spp.			x															x													
Spirogyra a (20-42u,1K,L)				<1	xxx			x											x								<1				
Spirogyra d (30-50u,2-3K,L)															<1			10							<1	5					
Spirogyra majuscula						<1																									
Spirogyra sp1 (11-20u,1K,R)																													x		
Spirogyra sp2 (30-38u,2K,R)																															
Spirogyra sp6 (70-75u,2K,L)	x																														
Spirogyra spp.																											x				

A.	FIN			TOV		LIE		SVE		KOM			RISL			HØN			GOR			HAF			KOR		KRA			RIS		
Taksa	2009	2014	2017	2014	2017	2014	2017	2014	2017	2009	2014	2017	2009	2014	2017	2010	2014	2017	2014	2017	2010	2014	2017	2014	2017	2009	2014	2017	2009	2014	2017	
Spirotaenia						x											x															
Staurostrum spp.												x													x							
Stigeoclonium spp.												<1																				
Stigeoclonium tenue																																
Teilingia granulata																																
Tetraspora gelatinosa																																
Tetraspora spp.					<1																											
Uidentifisert, Chaetophoraceae																									x							
Uidentifiserte coccale grønnalger																	x								x		1					
Uidentifiserte trådformede grønnalger																																
Ulothrix tenerrima				xxx																							xxx					
Ulothrix tenuissima					x							x													x			x				
Ulothrix zonata																																
Zygnema a (16-20u)																																
Zygnema b (22-25u)																													xx	x	x	
Kiselalger																																
Tabellaria flocculosa (agg.)																												x		xxx		
Uidentifiserte pennate		xx	xxx		xx			xxx		xxx	xxx		xxx			xxx		xxx		xxx			xxx		xxx		xxx		xxx	xxx		
Rødalger																																
Audouinella chalybaea		<1	<1	<1	xx	5		<1	xx				<1	5				xx	xxx	xxx		xxx			xx				xx			
Audouinella hermannii			xxx																xxx				10		5							
Audouinella pygmaea	<1				xxx	10		xxx				xxx					xxx	<1								x	xx	xx		10	xxx	
Audouinella spp.																																
Batrachospermum confusum		5			5			1																								
Batrachospermum gelatinosum																														10	10	

A.	FIN			TOV		LIE		SVE		KOM			RISL			HØN			GOR		HAF			KOR		KRA			RIS		
Taksa	2009	2014	2017	2014	2017	2014	2017	2014	2017	2009	2014	2017	2009	2014	2017	2010	2014	2017	2014	2017	2010	2014	2017	2014	2017	2009	2014	2017	2009	2014	2017
Batrachospermum helminthosum							<1										<1		1												
Batrachospermum spp.	<1		x																		<1		<1						<1		
Lemanea borealis																															
Lemanea fluviatilis							5																10								
Rhodophyceae																	x						xx								
Uidentifiserte Rhodophyceer										xx			x								<1								x		
Gulgrønnalger																															
Tribonema regulare											xx																xxx				
Tribonema spp.																										<1					
Tribonema viride																															
Tribonema vulgare																															
Vaucheria spp.	xx		30		<1	<1			1		<1	<1	x	<1	20		<1	<1		10	<1	<1		<1			x		<1	<1	
Nedbrytere																															
Bakterier, aggregater																															
Leptomitius lacteus																															
Sopp, hyfer uidentifiserte											xxx						<1		xx										<1		<1
Sphaerotilus natans		xx		xxx				x		xx			x	x			x		x						xx			xxx			
Svamp																		5		<1											
Vorticella spp																															

B.	FOL			TAR		KIN		GÅS			ØST		ENG			ØRJ			BRA			BØN			GJØ			HAL			GUN		
Taksa	2009	2014	2017	2014	2017	2014	2017	2009	2014	2017	2014	2017	2009	2014	2017	2010	2014	2017	2009	2014	2017	2014	2017	2010	2014	2017	2010	2014	2017	2009	2014	2017	
Cyanobakterier																																	
Aphanothece spp.																								xx									
Calothrix fusca																																	
Calothrix parietina																																	
Calothrix spp.											x																						
Chamaesiphon confervicola																																	
Chamaesiphon incrustans																															xx		
Chamaesiphon spp.																																	
Cylindrospermum spp.																						<1				<1							
Dichothrix orsiniana																																	
Geitlerinema acutissimum																<1										<1		<1					
Geitlerinema splendidum			xx				1					xxx		5			<1				x							x			<1		
Gloeotheca membranacea																								xx									
Hapalosiphon pumilus																																	
Heteroleibleinia spp.			xx			x					x			xx			xxx				x	xx		x	xx						x		
Homoeothrix batrachospermorum																																	
Homoeothrix janthina																												xxx					
Homoeothrix subtilis																																	
Hydrococcus rivularis																																	
Leptolyngbya batrachosperma																										xxx							
Leptolyngbya gloeophila																	xxx																
Leptolyngbya spp.																x																	
Merismopedia punctata																																	

B.	FOL			TAR		KIN		GÅS			ØST		ENG			ØRJ			BRA			BØN		GJØ			HAL			GUN			
Taksa	2009	2014	2017	2014	2017	2014	2017	2009	2014	2017	2014	2017	2009	2014	2017	2010	2014	2017	2009	2014	2017	2014	2017	2010	2014	2017	2010	2014	2017	2009	2014	2017	
Merismopedia spp.																								x									
Microcoleus spp.																						xxx										xx	
Nostoc spp.																x																	
Oscillatoria limosa						xxx								xx		xx	xx													xx			
Oscillatoria proboscidea																																x	
Oscillatoria spp.			x				x																						xx			x	
Phormidium autumnale			<1		xx					1								x							xxx				xxx				5
Phormidium bekesiense												<1																					
Phormidium favosum			<1												90		<1																
Phormidium inundatum			xxx							x	xx						10	1		xx	8								<1	<1			
Phormidium retzii	10			<1	xx	1		<1		10	20	20		20		<1	2		<1	<1	7						xx						
Phormidium spp.			x		x		x		xx		<1						x					xx		x		xxx	x		xx		<1	x	
Phormidium subfuscum																																	
Phormidium tinctorium										5							xx						<1									10	
Plectonema tomasinianum																																	
Plectonema tomasinianum var. cincinnatum																																	
Pseudanabaena starmachii																			xxx														
Schizothrix spp.																																	
Stigonema mamillosum																																	
Tolypothrix distorta																					<1												
Uidentifiserte coccale blågrønnalger																		<1										<1	<1				

B.	FOL			TAR		KIN		GÅS			ØST		ENG			ØRJ			BRA			BØN		GJØ			HAL			GUN		
Taksa	2009	2014	2017	2014	2017	2014	2017	2009	2014	2017	2014	2017	2009	2014	2017	2010	2014	2017	2009	2014	2017	2014	2017	2010	2014	2017	2010	2014	2017	2009	2014	2017
Uidentifiserte trichale blågrønnalger																		xx														
Grønnalger																																
Aphanochaete repens																		xx														
Bulbochaete spp.																x	x															
Chaetophora elegans																						<1										
Chaetophora spp.										xxx																						
Chaetophorales ubestemt																																
Cladophora rivularis																																
Closterium spp.			x	x	x				x	x	x	x		x		x	x	x	x		x					x	x		x		x	
Cosmarium spp.				x						x	x			x				xx								x	x					
Euastrum spp.											x			x				x														
Hormidium flaccidum																x												<1				
Hormidium rivulare																																
Hyalotheca dissiliens																																
Klebshormidium flaccidum																										<1						
Micrasterias spp.																																
Microspora abbreviata	x			xx			x			x		xx				x			5		x					x	xx	x	xx			
Microspora amoena		<1	<1	xxx	x		1	<1	<1	xxx		80	<1	<1					xx	x	xxx										xx	x
Microspora amoena var. gracilis																																
Microspora palustris var minor								x																						<1		
Mougeotia a (6 - 12u)											x											x					x					
Mougeotia a/b (10- 18u)																x																
Mougeotia c (21- 24)											x					x												1				

B.	FOL			TAR		KIN		GÅS			ØST		ENG			ØRJ			BRA			BØN		GJØ			HAL			GUN		
Taksa	2009	2014	2017	2014	2017	2014	2017	2009	2014	2017	2014	2017	2009	2014	2017	2010	2014	2017	2009	2014	2017	2014	2017	2010	2014	2017	2010	2014	2017	2009	2014	2017
Mougeotia d (25-30u)																						<1									xx	
Mougeotia e (30-40u)																															5	
Netrium spp.																																
Oedogonium a (5-11u)	xx					x					xxx					xx		xx				xx									x	
Oedogonium a/b (19-21μ)																																
Oedogonium a1 (3-4u)																																
Oedogonium b (13-18u)											1					<1	x	xxx				xxx			x	x						
Oedogonium c (23-28u)	xxx		x		xx			x	xx	x	xxx	xx		x		xx	x	xxx	x	x	xx	x	xxx				<1		xx		x	xxx
Oedogonium d (29-32u)		x	<1							xx												xxx										
Oedogonium e (35-43u)																		x														
Oedogonium f (48-60μ)																		xx				x										
Penium spp.																																
Pleurotaenium spp.											x																					
Spirogyra a (20-42u,1K,L)										x	1						1	1					<1								xx	
Spirogyra d (30-50u,2-3K,L)																2	40	<1					90									
Spirogyra majuscula				x													xx	15					<1									
Spirogyra sp1 (11-20u,1K,R)											x							x														
Spirogyra sp2 (30-38u,2K,R)																																
Spirogyra sp6 (70-75u,2K,L)																																
Spirogyra spp.						x					x							xxx														
Spirotaenia																																
Staurastrum spp.				x										x																		

B.	FOL			TAR		KIN		GÅS			ØST		ENG			ØRJ			BRA			BØN		GJØ			HAL			GUN		
Taksa	2009	2014	2017	2014	2017	2014	2017	2009	2014	2017	2014	2017	2009	2014	2017	2010	2014	2017	2009	2014	2017	2014	2017	2010	2014	2017	2010	2014	2017	2009	2014	2017
Stigeoclonium spp.																																
Stigeoclonium tenue																xx																
Teilingia granulata																																
Tetraspora gelatinosa													<1																			
Tetraspora spp.																																
Uidentifisert, Chaetophoraceae																																
Uidentifiserte coccale grønnalger																<1								<1								
Uidentifiserte trådformede grønnalger																								x								
Ulothrix tenerrima			x																													
Ulothrix tenuissima																																
Ulothrix zonata																x																
Zygnema a (16-20u)																																
Zygnema b (22-25u)																	x						xx									
Kiselalger																																
Tabellaria flocculosa (agg.)																	xxx															
Uidentifiserte pennate		xx		xxx	xxx	xx	xxx	xx	xxx	xx			xxx		xxx	xxx	xxx	xxx		xxx	xx	xxx		xx						xx	xxx	
Rødalger																																
Audouinella chalybaea				x				<1		5	xxx		<1							<1	xx							xxx				
Audouinella hermannii																			xx													
Audouinella pygmaea			<1		<1				xxx										<1	xx	<1			xxx			<1	<1		xxx	<1	
Audouinella spp.													<1																			
Batrachospermum confusum																																
Batrachospermum gelatinosum																								<1								
Batrachospermum helminthosum				1				<1	1											<1									<1			

B.	FOL			TAR		KIN		GÅS			ØST		ENG			ØRJ			BRA			BØN		GJØ			HAL			GUN		
Taksa	2009	2014	2017	2014	2017	2014	2017	2009	2014	2017	2014	2017	2009	2014	2017	2010	2014	2017	2009	2014	2017	2014	2017	2010	2014	2017	2010	2014	2017	2009	2014	2017
Batrachospermum spp.	<1																		<1									xx				
Lemanea borealis																																
Lemanea fluviatilis					<1																											
Rhodophyceae		x				xx	x							x		x																
Uidentifiserte Rhodophyceer	x							x																x			xx					
Gulgrønnalger																																
Tribonema regulare																																
Tribonema spp.																																
Tribonema viride								xx		xxx																						
Tribonema vulgare							x							xx											xx							
Vaucheria spp.	2	<1	<1	1	1				<1	30			10	x	<1				<1		<1	<1				xx			<1		<1	10
Nedbrytere																																
Bakterier, aggregater																															<1	
Leptomitius lacteus																																
Sopp, hyfer uidentifiserte									<1							xxx			xxx		xx				xxx			<1				
Sphaerotilus natans	x	xxx				xx	xx		xxx	xxx				x													xx	xxx		x		
Svamp																	1															
Vorticella spp																																

C.	STR		FAN			RIV			IGL		MEI			MEL			SAN2		STE			ASA		SCH		REM		REM2	STRU	UNN		KIR		YST		SANN	
Taksa	2014	2017	2009	2014	2017	2010	2014	2017	2014	2017	2010	2014	2017	2010	2014	2017	2014	2017	2010	2014	2017	2012	2017	2012	2017	2012	2017	2017	2017	2012	2017	2012	2017	2012	2017		
Cyanobakterier																																					
Aphanothece spp.																																					
Calothrix fusca																			xx																		
Calothrix parietina																				<1																	
Calothrix spp.																																					
Chamaesiphon confervicola																																					
Chamaesiphon incrustans		xxx																										xxx		xxx		xx					
Chamaesiphon spp.																																					
Cylindrospermum spp.																		1																			
Dichothrix orsiniana																				<1																	
Geitlerinema acutissimum																				<1																	
Geitlerinema splendidum					10			40							xxx	5	<1	xxx																		xx	
Gloeotheca membranacea																																					
Hapalosiphon pumilus																																					
Heteroleibleinia spp.	5	xxx													x		xx			xx	xx						xxx	xxx					xxx	xx			
Homoeothrix batrachospermorum																																	xxx				
Homoeothrix janthina																														xxx							x
Homoeothrix subtilis													x																					xxx			
Hydrococcus rivularis													xxx																								
Leptolyngbya batrachosperma																		xxx																			
Leptolyngbya gloeophila																																					
Leptolyngbya spp.													x	<1			x		<1	<1	xx																

C.	STR		FAN			RIV			IGL		MEI			MEL			SAN2		STE			ASA		SCH		REM		REM2	STRU	UNN		KIR		YST		SANN	
Taksa	2014	2017	2009	2014	2017	2010	2014	2017	2014	2017	2010	2014	2017	2010	2014	2017	2014	2017	2010	2014	2017	2012	2017	2012	2017	2012	2017	2017	2017	2012	2017	2012	2017	2012	2017		
Merismopedia punctata		x																																			
Merismopedia spp.	x																																				
Microcoleus spp.																																					
Nostoc spp.																																					
Oscillatoria limosa		xx						xx		xx											xxx	xx									xx						
Oscillatoria proboscidea																																					
Oscillatoria spp.																					x						x									x	
Phormidium autumnale		xxx						xx							5		xxx				xx			xxx	x		<1		xxx		10				x	xx	
Phormidium bekesiense																																					
Phormidium favosum	x																																				
Phormidium inundatum	<1	xx					1					5	<1	<1						<1	xxx	xxx			10	1		1	1	xx		10			5	xxx	
Phormidium retzii			<1	1		1		xxx			25		<1	xx		5						<1									10				xxx		
Phormidium spp.					x			x	xx			xxx	x		xx		xx				xxx			x			xx	x	x		xxx					xx	
Phormidium subfuscum																					xx																
Phormidium tinctorium							5		<1	1													xx					xxx									
Plectonema tomasinianum											xx																										
Plectonema tomasinianum var. cincinnatum																																					
Pseudanabaena starmachii																																					
Schizothrix spp.																																					
Stigonema mamillosum																																					

C.	STR		FAN			RIV			IGL		MEI			MEL			SAN2		STE			ASA		SCH		REM		REM2	STRU	UNN		KIR		YST		SANN	
Taksa	2014	2017	2009	2014	2017	2010	2014	2017	2014	2017	2010	2014	2017	2010	2014	2017	2014	2017	2010	2014	2017	2012	2017	2012	2017	2012	2017	2017	2017	2012	2017	2012	2017	2012	2017		
Tolypothrix distorta												<1									<1																
Uidentifiserte coccale blågrønnalger					<1																<1	<1															
Uidentifiserte trichale blågrønnalger																																					
Grønnalger																																					
Aphanochaete repens																																					
Bulbochaete spp.	x	xx							x												x	x	xx														
Chaetophora elegans													<1																								
Chaetophora spp.																																					
Chaetophorales ubestemt	x																																				
Cladophora rivularis																									xx												
Closterium spp.	x	x		x	x		x	x	x	xx	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			x	xx				x				xx		x		x	
Cosmarium spp.	x	x			x			x	x	x			x	x		x		xx				x		x				x									
Euastrum spp.																																					
Hormidium flaccidum						x										<1					xx																
Hormidium rivulare																																					
Hyalotheca dissiliens									x	xxx			x																								
Klebshormidium flaccidum																			<1																		
Micrasterias spp.													x				x																				

C.	STR		FAN			RIV			IGL		MEI			MEL			SAN2			STE			ASA		SCH		REM		REM2	STRU	UNN		KIR		YST		SANN	
Taksa	2014	2017	2009	2014	2017	2010	2014	2017	2014	2017	2010	2014	2017	2010	2014	2017	2014	2017	2010	2014	2017	2012	2017	2012	2017	2012	2017	2017	2017	2012	2017	2012	2017	2012	2017			
Microspora abbreviata	x		xx	xx	xxx	x	xxx		xx	<1	xxx	x	xxx		x	xx						<1	xxx			xxx		xx								<1		
Microspora amoena			<1		<1						<1		5			<1	x														1	5						
Microspora amoena var. gracilis																																						
Microspora palustris var minor																																						
Mougeotia a (6 - 12u)		x								xxx							x		2		xx		x			x												
Mougeotia a/b (10-18u)																																						
Mougeotia c (21-24)							x			xxx							x		10				x															
Mougeotia d (25-30u)		xxx							xx	xxx		x	x			x		xxx			x		xxx															
Mougeotia e (30-40u)																																						
Netrium spp.										x																												
Oedogonium a (5-11u)	xxx	xxx				x				xxx			xx					xxx	2	xxx	xxx	x													x			
Oedogonium a/b (19-21μ)																								xx														
Oedogonium a1 (3-4u)																																						
Oedogonium b (13-18u)	xx	xxx		x	x			xx	x	<1	x	x	xxx			x	xx		xx	x	xx	x	<1		xxx													
Oedogonium c (23-28u)	x	xxx		xx	xx		x	xxx		60					x	x	<1	x		xx	xx	x	<1	<1	10	xxx	30	xxx	xx	xx	xx	xx	xxx					
Oedogonium d (29-32u)		x								<1													x	50	30		40			xx			xx					
Oedogonium e (35-43u)		xxx								x															40	xx	xxx	<1	x				xx	xx				

C.	STR		FAN			RIV			IGL		MEI			MEL			SAN2		STE			ASA		SCH		REM		REM2	STRU	UNN		KIR		YST		SANN	
Taksa	2014	2017	2009	2014	2017	2010	2014	2017	2014	2017	2010	2014	2017	2010	2014	2017	2014	2017	2010	2014	2017	2012	2017	2012	2017	2012	2017	2017	2017	2012	2017	2012	2017	2012	2017		
Oedogonium f (48-60μ)																																					
Penium spp.									x																												
Pleurotaenium spp.		x			x					x																											
Spirogyra a (20-42u,1K,L)	xxx	xxx					x		x				70						5	x	xxx																
Spirogyra d (30-50u,2-3K,L)	<1	90															x		50	<1	10																
Spirogyra majuscula	<1	x																																			
Spirogyra sp1 (11-20u,1K,R)	x	x								x							x																				
Spirogyra sp2 (30-38u,2K,R)																																					
Spirogyra sp6 (70-75u,2K,L)																																					
Spirogyra spp.									x	x							<1	<1																			
Spirotaenia																																					
Staurostrum spp.	x						x					x	x					x										x									
Stigeoclonium spp.																					<1																
Stigeoclonium tenue																																					
Teilingia granulata	x																																				
Tetraspora gelatinosa																																					
Tetraspora spp.													10																								
Uidentifisert, Chaetphoraceae		x																																			
Uidentifiserte coccale grønnalger										xxx																											

C.	STR		FAN			RIV			IGL		MEI			MEL			SAN2		STE			ASA		SCH		REM		REM2	STRU	UNN		KIR		YST		SANN	
Taksa	2014	2017	2009	2014	2017	2010	2014	2017	2014	2017	2010	2014	2017	2010	2014	2017	2014	2017	2010	2014	2017	2012	2017	2012	2017	2012	2017	2017	2017	2012	2017	2012	2017	2012	2017		
Uidentifiserte trådformede grønnalger																									xx		x								x		
Ulothrix tenerrima								x									xx							<1			xx						x		5		
Ulothrix tenuissima		x			x																		x												x		
Ulothrix zonata													x																								
Zygnema a (16-20u)																						2															
Zygnema b (22-25u)		x																																			
Kiselalger																																					
Tabellaria flocculosa (agg.)																		xxx	10	xx												x		xx			
Uidentifiserte pennate	<1	xxx			xx			xxx	xxx	xxx		xxx	xxx			xxx	xxx	xxx	xxx			xxx	1			xxx	xx	xx		xxx		xxx		xxx	xxx		
Rødalger																																					
Audouinella chalybaea				xxx									xx				xxx					xxx	2		xx		xx	<1	<1	<1	<1		<1		xxx	1	
Audouinella hermannii																									xx					xxx	xx	xxx	xx				
Audouinella pygmaea									xxx			<1	xxx			xxx							x		1	x	xxx	xx			xx	<1	xxx	<1		xxx	
Audouinella spp.																																					
Batrachospermum confusum												10	<1				2																				
Batrachospermum gelatinosum																								<1													
Batrachospermum helminthosum																20																	1				

C.	STR		FAN			RIV			IGL		MEI			MEL			SAN2		STE			ASA		SCH		REM		REM2	STRU	UNN		KIR		YST		SANN	
Taksa	2014	2017	2009	2014	2017	2010	2014	2017	2014	2017	2010	2014	2017	2010	2014	2017	2014	2017	2010	2014	2017	2012	2017	2012	2017	2017	2017	2012	2017	2012	2017	2012	2017	2012	2017		
Batrachospermum spp.																															<1		<1		xx		
Lemanea borealis																																<1					
Lemanea fluviatilis													1															1							10		
Rhodophyceae					xx		x	xxx							x			x							x			x					x		x		
Uidentifiserte Rhodophyceer					xx								xx			xx																					
Gulgrønnalger																																					
Tribonema regulare							x											xxx																			
Tribonema spp.																																					
Tribonema viride																																					
Tribonema vulgare								x																			x										
Vaucheria spp.					<1		<1	1				<1	1	<1	<1	5	<1	<1					<1	40	10	15	10	10	<1	<1	<1	10	20				xx
Nedbrytere																																					
Bakterier, aggregater																																					
Leptomitius lacteus																											xxx										
Sopp, hyfer uidentifiserte					xxx			xxx		xxx						xxx																					
Sphaerotilus natans								xxx									xx							xxx	xxx	10	9	xx		1		xxx	xx	5	xxx		
Svamp																																					
Vorticella spp																											xxx	xx									

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 tilnærmingssmåte 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