

Kartlegging av begroingsalger E18 Arendal-Tvedestrand



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 Kartlegging av begroingsalger E18 Arendal-Tvedestrand	Løpenr. (for bestilling) 6918-2015	Dato 03.12.2015
	Prosjektnr. Undernr. 15315	Sider 22
Forfatter(e) Therese Fosholt Moe Susanne C. Schneider Nikolai Friberg Jens Vedal	Fagområde Ferskvannøkologi	Distribusjon Fri
	Geografisk område Arendal-Tvedestrand	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Norconsult AS	Oppdragsreferanse Marianne Simonsen Bjørkenes
-----------------------------------	---

Sammendrag

I forbindelse med utbygging av E18 mellom Arendal og Tvedestrand var det behov for kartlegging av før-tilstanden i resipientene. I begynnelsen av august 2015, før byggestart, ble derfor 14 lokaliteter fordelt på 5 vassdrag undersøkt for begroingsalger og heterotrof begroing. Det ble observert varierende mengder begroingsalger på de ulike stasjonene, både i dekningsgrad og artssammensetning. Tilstandsklassifisering basert på PIT (eutrofiering), AIP (forsuring) og HBI (organisk belastning) viser at stasjonene 3.10 i Langgangselva og 6.20 i Songebekken havnet i moderat tilstand og dermed ikke nådde miljømålet om god eller svært god økologisk tilstand jamfør vannforskriften. De resterende stasjonene viste god eller svært god økologisk tilstand. Tilstandsklassifiseringen, sammen med artslistene, danner et godt grunnlag for sammenlikning med tilsvarende undersøkelser etter utbyggingen.

Fire norske emneord	Fire engelske emneord
1. Begroingsalger	1. Benthic algae
2. Næringsalter	2. Nutrients
3. Infrastruktur	3. Infrastructure
4. Overvåking	4. Monitoring



Therese Fosholt Moe

Prosjektleder



Nikolai Friberg

Forskningsleder

Kartlegging av begroingsalger

E18 Arendal-Tvedestrand

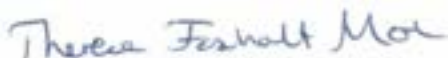
Forord

I forbindelse med bygging av ny E18 på strekningen Arendal-Tvedestrand var det ønskelig med før-undersøkelser i de berørte resipienter før anleggsarbeidene skulle begynne i 2015. NIVA har derfor, på oppdrag fra Norconsult, samlet inn og analysert begroingsalger og heterotrof begroing fra totalt 14 lokaliteter fordelt på 5 resipientvassdrag i 2015.

Begroingsalger og heterotrof begroing er samlet inn, analysert og rapportert av Therese Fosholt Moe, med innspill fra Susanne Schneider og Maia Røst Kile. Kvalitetssikring av rapport er foretatt av Susanne Schneider og Nikolai Friberg. Jens Vedal har sørget for intern lagring i NIVAs databaser samt innsending av data til Vannmiljø.

Oppdragsgivers representant har vært Marianne Simonsen Bjørkenes, og feltassistenter har vært Hilde Aasheim og Marte Eik Isaksen fra henholdsvis Multiconsult og Norconsult. Alle tre takkes for godt samarbeid, hyggelig selskap og god assistanse under feltarbeidet!

Oslo, 3. desember 2015



Therese Fosholt Moe

Innhold

Sammendrag	5
Summary	6
1. Innledning	7
2. Materialer og metode	8
2.1 Lokalitetsbeskrivelse	8
2.2 Prøvetaking og analyser av begroingsalger og heterotrof begroing	9
2.3 Tilstandsklassifisering i henhold til vannforskriften	10
3. Resultater	12
3.1 Artsdiversitet	12
3.2 Eutrofiering (PTI)	13
3.3 Forsuring (AIP)	14
3.4 Heterotrof begroing (HBI)	15
4. Samlet vurdering av økologisk tilstand	16
4.1 Samlet økologisk tilstand – en oversikt	16
4.2 En oppsummering for hvert vassdrag	16
4.2.1 Storelva (stasjoner 1.10, 1.20 og 1.30)	16
4.2.2 Langgangselva (stasjoner 3.10, 3.20 og 3.30)	16
4.2.3 Sagenbekken (stasjoner 4.10, 4.20 og 4.40)	17
4.2.4 Mørfjærbekken (stasjoner 5.10 og 5.52)	17
4.2.5 Songebekken (stasjoner 6.10, 6.20 og 6.43)	17
5. Litteratur	18
Vedlegg 1	19
Vedlegg 2	22

Sammendrag

I forbindelse med utbygging av E18 mellom Arendal og Tvedestrand var det behov for kartlegging av førtilstanden i resipientene. I begynnelsen av august 2015, før byggestart, ble derfor 14 lokaliteter fordelt på 5 vassdrag undersøkt for begroingsalger og heterotrof begroing. Det ble observert varierende mengder begroingsalger på de ulike stasjonene, både i dekningsgrad og artssammensetning. Tilstandsklassifisering basert på PIT (eutrofiering), AIP (forsuring) og HBI (organisk belastning) viser at stasjonene 3.10 i Langgangelva og 6.20 i Songebekken havnet i moderat tilstand og dermed ikke nådde miljømålet om god eller svært god økologisk tilstand jamfør vannforskriften. De resterende stasjonene viste god eller svært god økologisk tilstand. Tilstandsklassifiseringen, sammen med artslistene, danner et godt grunnlag for sammenlikning med tilsvarende undersøkelser etter utbyggingen.

Summary

Title: Investigative monitoring of benthic algae E18 Arendal-Tvedestrand

Year: 2015

Author: Therese Fosholt Moe, Susanne C. Schneider, Nikolai Friberg and Jens Vedal

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: 978-82-577-6653-5

Construction of a new main road (E18) between Arendal and Tvedestrand, Norway, was initiated in mid-August 2015. To assess the impact of the construction work, preliminary surveys of the benthic algae and heterotrophic growth (bacteria and fungi) were undertaken at 14 locations in 5 water courses in early August. The results showed varying amounts of benthic algae, both in relation to % cover and species diversity. Classification of ecological status based on PIT (eutrophication), AIP (acidification) and HBI (organic load) showed moderate status of the two locations 3.10 in Langgangsølv and 6.20 in Songebekken. These locations thus do not reach the environmental objective of good or very good ecological status according to the Water Framework Directive. The remaining locations showed good or very good ecological status. These classifications, along with the species lists, will make a good basis for comparison for future surveys after the road construction intervention.

1. Innledning

Det skal bygges ny E18 på strekningen Arendal-Tvedestrand, og i den forbindelse har det blitt gjennomført kartlegging av før-tilstand i resipientene før oppstart av anleggsarbeidene sommer 2015. Resipientovervåkingen er planlagt og gjennomført av Norconsult og Multiconsult, som har ansvar for hver sin delstrekning av ny E18, etter innspill fra Fylkesmannen i Aust-Agder. Overvåkingen har vært gjennomført i 2015 og har inkludert bonitering, bunndyr, el-fiske og vannkvalitet i totalt syv hovedvassdrag som berøres av den prosjekterte veien. I tillegg til dette var det ønskelig å kartlegge begroingsalger og heterotrof begroing ved utvalgte stasjoner i disse vassdragene, og NIVA har hatt ansvar for denne delen av overvåkingen.

Begroingsalger er en gruppe bentiske primærprodusenter, det vil si fastsittende organismer som driver fotosyntese, som er svært sensitive for eutrofiering og forsuring. At de er fastsittende innebærer at de ikke kan forflytte seg for å unnsnippe eventuelle (periodiske) 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 vannforskriften (Direktoratsgruppa, 2013).

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 vannplanter. 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 lett nedbrytbart organisk materiale. At de er stasjonære og reagerer raskt på miljøendringer gjør at heterotrof begroing er en god indikator for å dokumentere organisk belastning (Direktoratsgruppa, 2013).

Resultatene fra undersøkelsene av begroingsalger og heterotrof begroing er beskrevet i denne rapporten og de danner et godt grunnlag for sammenlikning med tilsvarende undersøkelser etter utbyggingen.

2. Materialer og metode

2.1 Lokalitetsbeskrivelse

I henhold til planen skulle tre stasjoner undersøkes i hver av de fem vassdragene Storelva, Langgangselva, Sagenbekken, Mørfjærbekken og Songebekken. På prøvetakingsdagen valgte vi å ikke prøveta stasjon 5.20 i Mørfjærbekken da denne var meget lik stasjon 5.10, lå like oppstrøms sistnevnte og det ikke var noen endringer i nedbørfeltet som var forventet å gi utslag i indeksene. Det ble altså prøvetatt totalt 14 elve- og bekkestasjoner, som vist i figur 1, med nærmere beskrivelser i tabell 1. Prøvetakingen foregikk 3. og 4. august 2015.



Figur 1. Kart over lokalitetene som ble prøvetatt på strekningen Arendal-Tvedestrand i 2015. Fullt navn på prøvelokalitetene finnes i tabell 1. Fargene på sirklene indikerer samlet økologisk tilstand vurdert med hensyn til begroingsalger og heterotrof begroing: Blå = svært god, grønn = god, gul = moderat, oransje = dårlig og rød = svært dårlig. (Kilde: Kartverket)

Tabell 1. Oversikt over bekke- og elvestasjonene som ble undersøkt langs strekningen Arendal-Tvedestrand i 2015. Koordinater er oppgitt i desimalgrader (WGS84).

Stasjon	Kortnavn	Dato prøvetatt	Koordinater	
			N	Ø
Storelva 1.10	Stor 1.10	03.08.2015	58.64264	8.91466
Storelva 1.20	Stor 1.20	03.08.2015	58.63506	8.88942
Storelva 1.30	Stor 1.30	03.08.2015	58.63400	8.88289
Langgangselva 3.10	Lang 3.10	04.08.2015	58.56036	8.90239
Langgangselva 3.20	Lang 3.20	04.08.2015	58.56373	8.89754
Langgangselva 3.30	Lang 3.30	04.08.2015	58.56864	8.89252
Sagenbekken 4.10	Sag 4.10	04.08.2015	58.53736	8.86351
Sagenbekken 4.20	Sag 4.20	04.08.2015	58.53566	8.85597
Sagenbekken 4.40	Sag 4.40	04.08.2015	58.55473	8.83461
Mørfjærbekken 5.10	Mør 5.10	03.08.2015	58.49797	8.84060
Mørfjærbekken 5.52	Mør 5.52	03.08.2015	58.51427	8.81920
Songebekken 6.10	Song 6.10	04.08.2015	58.47515	8.79690
Songebekken 6.20	Song 6.20	04.08.2015	58.48701	8.80098
Songebekken 6.43	Song 6.43	04.08.2015	58.49237	8.78475

2.2 Prøvetaking og analyser av begroingsalger og heterotrof begroing

Prøvetakingen er utført ved at det på hver stasjon er undersøkt en strekning på ca. 10 meter ved bruk av vannkikkert. På denne strekningen er det samlet inn prøver av alle makroskopisk synlige alger, inkludert heterotrof begroing (sopp og bakterier, f.eks. «lammehaler»), og deknningen av disse er estimert som prosent dekning (<1-100 %). Videre er mikroskopiske alger samlet inn ved å børste et område på 8 x 8 cm på overflaten av hver av 10 steiner (å 10-20 cm i diameter) i en beholder med 1 L vann. Det avbørstede materialet er så blandet godt i vannet og en delprøve på 20 mL er konservert med formaldehyd. De mikroskopiske algene er senere undersøkt i mikroskop, og tettheten av disse er estimert som hyppig, vanlig eller sjelden. Metodikken er i henhold til overvåkingsveilederen (Direktoratsgruppa 2010), siste versjon av klassifiseringsveilederen (Direktoratsgruppa 2013) og den europeiske normen for prøvetaking og analyse av begroingsalger (NS-EN ISO 15708:2009).

Basert på funnene over rapporteres økologisk tilstand for hver lokalitet. Dette rapporteres som avvik fra referansesituasjonen («naturlig tilstand») 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; Direktoratsgruppa 2013). PIT, AIP og HBI benyttes i dag som gjeldende standard for tilstandsklassifisering basert på begroingsalger og heterotrof begroing, jamfør overvåkingsveilederen (Direktoratsgruppa 2010) og siste versjon av klassifiseringsveilederen (Direktoratsgruppa 2013).

PIT beregnes basert 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 (Direktoratsgruppa 2013), disse finnes i Vedlegg 2.

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; Direktoratgruppen 2013), disse finnes i Vedlegg 2.

HBI beregnes med utgangspunkt i et årlig gjennomsnitt av dekningsgrad (prosent dekning) av heterotrof begroing. Dette er et skjønsmessig system som baserer seg på at tilstanden blir dårligere ved økt dekning av sopp og heterotrofe bakterier. Ved 1-10 % dekningsgrad vil lokaliteten havne i moderat økologisk tilstand, og høyere dekning vil gi dårligere tilstand. God eller svært god økologisk tilstand oppnås dersom heterotrof begroing kun observeres mikroskopisk eller ikke i det hele tatt.

Beregnet PIT-, AIP- og HBI-indeksverdier kan sammenliknes 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 sammenlikning med andre indekser og andre europeiske land. 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 og AIP og HBI er det foreløpig ikke gjennomført en tilsvarende prosess, så klassegrensene for disse indeksene er pr i dag ikke bindende og kan endres ved en senere interkalibrering. PIT, AIP og HBI slås sammen ved «det verste-styrer-prinsippet». Det vil si at det kvalitetselementet som viser dårligst økologisk tilstand blir gjeldende for den samlede økologiske tilstanden.

2.3 Tilstandsklassifisering i henhold til vannforskriften

EUs rammedirektiv for vann (vanndirektivet) skal sørge for en helhetlig og samordnet vannforvaltning som sikrer bærekraftig bruk og beskyttelse av vannmiljøet. Vanddirektivet ble integrert i norsk lovverk i 2006 gjennom den såkalte vannforskriften. I vannforskriften finner vi kriterier for klassifisering av miljøtilstand i elver og innsjøer, med vekt på biologiske kvalitetselementer, spesifikke grenseverdier for ulike vann typer og avvik fra naturtilstand. Fullstendig prosedyre for tilstandsklassifisering er beskrevet i Veileder 02:2013 (Direktoratsgruppen 2013).

Klassifiseringssystemet er inndelt i tilstandsklassene: Svært god, God, Moderat, Dårlig og Svært dårlig (Tabell 2). Tilstandsklassifisering av en vannforekomst viser dagens tilstand vurdert opp mot en tenkt referansetilstand («naturtilstand») for den gitte vannforekomsten. Referansetilstanden er den tilstanden en vannforekomst har hatt før menneskelig påvirkning, og det kan pragmatisk sies å være tilstanden før intensivering av jordbruk og industri. Miljømålet for naturlige vannforekomster i Norge er «naturlig økologisk tilstand», definert som «en tilstand der dyr og planter lever i et miljø som er i harmoni med menneskelig aktivitet». Miljømålet anses som akseptabelt avvik fra referansetilstanden, og grensen er satt mellom god og moderat tilstand (Tabell 2). Dersom tilstanden i en vannforekomst ikke når dette målet må tiltak iverksettes.

Tabell 2. Økologisk tilstand i henhold til vannforskriften, med fem definerte tilstandsklasser og tilhørende normalisert EQR (nEQR) for den enkelte tilstandsklasse. Tiltak skal iverksettes der tilstanden klassifiseres under miljømålet, det vil si moderat eller dårligere.

Tilstandsklasse	Miljømål	nEQR
Svært god	Miljømål tilfredsstillt	0.8 - 1.0
God		0.6 - 0.8
Moderat	Tiltak nødvendig	0.4 - 0.6
Dårlig		0.2 - 0.4
Svært dårlig		0.0 - 0.2

For å bestemme tilstandsklasse vil man for hvert kvalitetselement (og hver indikator/parameter) beregne en EQR-verdi (Ecological Quality Ratio). Men hvert kvalitetselement (og indikator/parameter) har egne EQR-verdier for de ulike tilstandsklassene, så for å kunne sammenlikne de ulike EQR-skalaene så konverteres EQR-verdiene til en normalisert skala med like klassegrenser, en såkalt nEQR. Slik ender alle

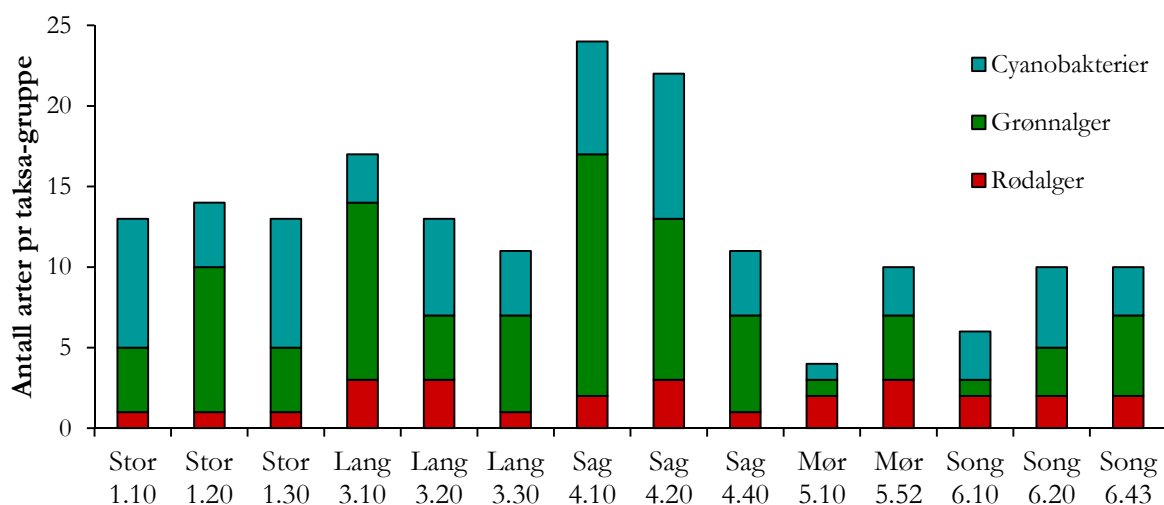
kvalitetslementer opp med de samme klassegrensene: 0.8 for svært god/god, 0.6 for god/moderat, 0.4 for moderat/dårlig og 0.2 for dårlig/svært dårlig (Tabell 2).

For å få et samlet resultat for en vannforekomst kombineres nEQR-verdiene for hvert kvalitetslement til et sluttresultat. Dette gjøres i henhold til “det verste styrer” prinsippet, det vil si at det kvalitetslementet som viser dårligst tilstandsklasse blir styrende for sluttresultatet. Dette er i tråd med føre-var prinsippet.

3. Resultater

3.1 Artsdiversitet

Det biologiske mangfoldet, målt som antall taksa av cyanobakterier, grønnalger og rødalger, varierte mellom de ulike lokalitetene, men alle grupper var representert på alle lokaliteter (Figur 2). Det ble observert totalt 4 taksa på stasjon 5.10 i Mørfjærbekken, mot 24 taksa på stasjon 4.10 i Sagenbekken. De vanligste cyanobakterieslektene var *Phormidium*, *Geitlerinema* og *Scytonema*, mens det var *Oedogonium*, *Microspora* og *Mougeotia* som dominerte blant grønnalgene. Rødalgerne *Batrachospermum*, *Lemanea* og *Audoninella* ble også observert på flere av lokalitetene. Fullstendig artsliste finnes i vedlegg 1.



Figur 2. Antall taksa av begroingsalger observert for hver av lokalitetene i august 2015, fordelt på ulike taksa-grupper.

Total dekningsgrad av begroingsalger (inkludert heterotrof begroing) varierte fra <1 % på stasjonene 1.10 og 1.30 i Storelva samt 6.20 i Songebekken, til 25 % på stasjon 3.10 i Langgangeselva (Tabell 3). Det er generelt større biomasse av begroingsalger på lokaliteter med fast substrat (stein/berggrunn), mens det er mer vanskelig for begroingsalgene å få feste på leirgrunn. Men også andre forhold, som lystilgang og strømhastighet, vil påvirke begroingsalgene. Dekningsgraden av begroingsalger har altså ingen direkte sammenheng med verken artsdiversitet eller økologisk tilstand.

Tabell 3. Samlet dekningsgrad (i %) av begroingsalger og heterotrof begroing, samt elvemoser på hver av de undersøkte stasjonene i august 2015.

Dekke	Stor 1.10	Stor 1.20	Stor 1.30	Lang 3.10	Lang 3.20	Lang 3.30	Sag 4.10	Sag 4.20	Sag 4.40	Mør 5.10	Mør 5.52	Song 6.10	Song 6.20	Song 6.43
Begroingsalger & heterotrof begroing	<1	2	<1	25	24	10	24	5	2	3	20	20	<1	5
Elvemoser	<1	<1	<1	70	30	20	<1	70	<1	2	50	70	90	5
Totalt dekke	<1	2	<1	95	54	30	24	75	2	5	70	90	90	10

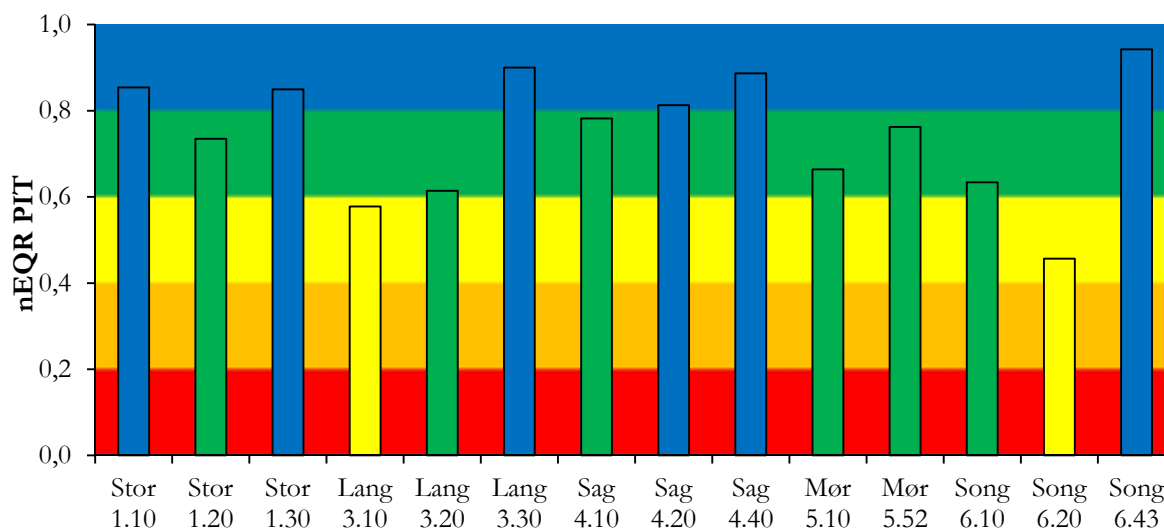
I tillegg til begroingsalger og heterotrof begroing var det på flere stasjoner høy dekningsgrad av elvemoser, opp til 90 % dekning på stasjon 6.20 i Songebekken (Tabell 3). Sammen med begroingsalgene ble samlet dekningsgrad over 50 % for seks av lokalitetene, og på alle disse var det elvemose som dominerte.

3.2 Eutrofiering (PIT)

Alle stasjoner hadde nok indikatorarter for beregning av eutrofiindeksen PIT (Tabell 4). Av de 14 undersøkte lokalitetene var det kun to som ikke nådde miljømålet om god eller svært god økologisk tilstand: Stasjonene 3.10 i Langgangselva og 6.20 i Songebekken havnet begge i moderat økologisk tilstand (Figur 3). For Langgangselva, Sagenbekken og Mørfjærbekken var tilstanden dårligst lengst ned i vassdraget, mens det for Storelva og Songebekken var den midterste stasjonen som viste dårligst økologisk tilstand.

Tabell 4. Tilstandsklassifisering basert på eutrofieringsindeksen PIT, inkludert Ca-klasse i henhold til vannforskriften (Direktoratgruppen, 2013). Absolutte konsentrasjoner av Ca finnes i vedlegg 2.

Stasjon	Ca-klasse	Totalt antall taksa	PIT				Tilstandsklasse
			Antall indikatorarter	Indeksverdi	EQR	nEQR	
Storelva 1.10	2	15	11	8,08	0,98	0,85	Svært god
Storelva 1.20	2	15	11	11,60	0,91	0,73	God
Storelva 1.30	2	14	9	8,19	0,98	0,85	Svært god
Langgangselva 3.10	2	19	11	17,66	0,80	0,58	Moderat
Langgangselva 3.20	2	14	8	15,53	0,84	0,61	God
Langgangselva 3.30	2	12	8	6,89	1,00	0,90	Svært god
Sagenbekken 4.10	2	25	18	10,06	0,94	0,78	God
Sagenbekken 4.20	2	22	19	9,15	0,96	0,81	Svært god
Sagenbekken 4.40	2	11	9	7,23	1,00	0,89	Svært god
Mørfjærbekken 5.10	3	4	3	13,90	0,87	0,66	God
Mørfjærbekken 5.52	2	11	7	10,70	0,93	0,76	God
Songebekken 6.10	2	7	3	14,89	0,85	0,63	God
Songebekken 6.20	2	11	6	26,75	0,63	0,46	Moderat
Songebekken 6.43	2	11	6	5,80	1,02	0,94	Svært god



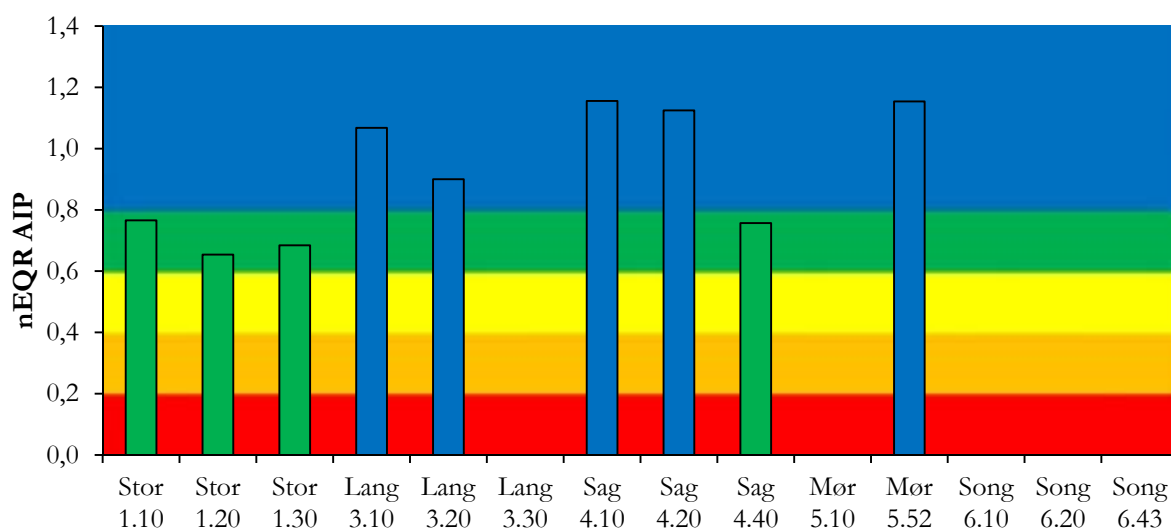
Figur 3. Normalisert EQR (nEQR) for eutrofiindeksen PIT basert på begrensninger for hver av lokalitetene undersøkt august 2015. Verdiene/fargene angir økologisk tilstand i henhold til vannforskriften: Blå = svært god; grønn = god; gul = moderat; oransje = dårlig; rød = svært dårlig.

3.3 Forsuring (AIP)

For alle tre lokaliteter i Songebekken, samt stasjon 5.10 i Mørfjærbekken og 3.30 i Langgangselva var det for få indikatorarter for sikker bestemmelse av AIP (Tabell 5). Alle de resterende lokalitetene havnet i god eller svært god økologisk tilstand og når dermed miljømålet med tanke på forsuring (Figur 4).

Tabell 5. Tilstandsklassifisering basert på forsuringindeksen AIP, inkludert Ca-klasse og TOC-gruppe i henhold til vannforskriften (Direktoratsgruppa, 2013). Absolutte konsentrasjoner av Ca og TOC finnes i vedlegg 2. Manglende indekssverdier skyldes for få indikatorarter for sikker klassifisering.

Stasjon	Ca-klasse	TOC-gruppe	Totalt antall taksa	AIP				
				Antall indikatorarter	Indeksverdi	EQR	nEQR	Tilstandsklasse
Storelva 1.10	2	>2	15	5	6,74	0,93	0,77	God
Storelva 1.20	2	>2	15	5	6,64	0,87	0,65	God
Storelva 1.30	2	>2	14	6	6,67	0,88	0,68	God
Langgangselva 3.10	2	>2	19	5	7,00	1,09	1,07	Svært god
Langgangselva 3.20	2	>2	14	3	6,86	1,00	0,90	Svært god
Langgangselva 3.30	2	>2	12	2	Klassifisering ikke mulig			
Sagenbekken 4.10	2	>2	25	10	7,08	1,13	1,16	Svært god
Sagenbekken 4.20	2	>2	22	10	7,05	1,11	1,12	Svært god
Sagenbekken 4.40	2	>2	11	3	6,73	0,92	0,76	God
Mørfjærbekken 5.10	3	>2	4	2	Klassifisering ikke mulig			
Mørfjærbekken 5.52	2	>2	11	4	7,08	1,13	1,15	Svært god
Songebekken 6.10	2	>2	7	1	Klassifisering ikke mulig			
Songebekken 6.20	2	>2	11	1	Klassifisering ikke mulig			
Songebekken 6.43	2	>2	11	1	Klassifisering ikke mulig			



Figur 4. Normalisert EQR (nEQR) for forsuringindeksen AIP basert på begroingsalger for hver av lokalitetene undersøkt august 2015. Verdiene/fargene angir økologisk tilstand jamfør vannforskriften: Blå = svært god; grønn = god; gul = moderat; orange = dårlig; rød = svært dårlig. Manglende søyler indikerer stasjoner der det ble observert for få indikatorarter til utregning av AIP. Klassegrensene for AIP er foreløpig ikke interkalibrert med andre land og er derfor pr i dag ikke bindende i forhold til vannforskriften, men forteller om den mulige påvirkning av forsuring på de undersøkte lokaliteter.

3.4 Heterotrof begroing (HBI)

Heterotrof begroing ble kun observert på én stasjon, Mørfjærbekken 5.52. Her ble det observert noe bakterievekst i form av mikroskopiske mengder lammehaler (*Sphaerotilus natans*). Dette indikerer noe organisk belastning og plasserer denne stasjonen i god økologisk tilstand med utgangspunkt i HBI. De resterende lokalitetene i denne undersøkelsen havner i svært god økologisk tilstand med utgangspunkt i HBI.

4. Samlet vurdering av økologisk tilstand

4.1 Samlet økologisk tilstand – en oversikt

Slår vi sammen resultatene for PIT (eutrofiering), AIP (forsuring) og HBI (organisk belastning) ser vi at det kun var to lokaliteter som ikke nådde målet om god eller svært god økologisk tilstand: stasjon 3.10 i Langgangeselva og stasjon 6.20 i Songebekken (Tabell 6). Resten av stasjonene havner i god eller svært god økologisk tilstand. For stasjon 4.40 i Sagenbekken samt de tre stasjonene i Storelva var det forsuring indeksen som ble utslagsgivende for samlet tilstandsklasse, mens det for de resterende stasjonene var eutrofieringsindeksen som ble utslagsgivende.

Foruten eutrofiering, forsuring, organisk belastning og andre miljøpåvirkninger påvirkes begroingsalger også av blant annet substrat, lystilgang og strømhastighet. Antall arter og hvilke arter som blir observert på en enkeltlokalitet vil derfor naturlig variere noe både gjennom året og fra år til år. Men samlet sett danner artslistene (Vedlegg 1) og tilstandsklassifiseringene et godt sammenlikningsgrunnlag for undersøkelser av disse vassdragene etter ferdigstillelse av ny E18.

Tabell 6. Samlet økologisk tilstand for kvalitetselementene begroingsalger og heterotrof begroing i henhold til «verste-styrer»-prinsippet (Direktorsgruppen, 2013). Manglende indeksverdier skyldes for få indikatorarter for sikker klassifisering. HBI er ikke inkludert i tabellen da det kun ble observert heterotrof begroing på Mørfjærbekken 5.52, og resultatet påvirker ikke samlet tilstandsklasse.

Stasjon	PIT	AIP	Samlet tilstandsklasse
Storelva 1.10	Svært god	God	God
Storelva 1.20	God	God	God
Storelva 1.30	Svært god	God	God
Langgangeselva 3.10	Moderat	Svært god	Moderat
Langgangeselva 3.20	God	Svært god	God
Langgangeselva 3.30	Svært god	-	Svært god
Sagenbekken 4.10	God	Svært god	God
Sagenbekken 4.20	Svært god	Svært god	Svært god
Sagenbekken 4.40	Svært god	God	God
Mørfjærbekken 5.10	God	-	God
Mørfjærbekken 5.52	God	Svært god	God
Songebekken 6.10	God	-	God
Songebekken 6.20	Moderat	-	Moderat
Songebekken 6.43	Svært god	-	Svært god

4.2 En oppsummering for hvert vassdrag

En oppsummering av resultatene for hver stasjon er gitt nedenfor:

4.2.1 Storelva (stasjoner 1.10, 1.20 og 1.30)

Storelva var den største av elvene og bekkene som ble prøvetatt i denne undersøkelsen, og det var relativt liten dekning av både begroingsalger og annen vegetasjon på alle lokaliteter (maks 2 %, på stasjon 1.20). Substratet varierte fra steinbunn på stasjon 1.30 og 1.20 til sand og leire med noe stein på stasjon 1.10. Alle tre stasjoner nådde miljømålet om god eller svært god økologisk tilstand for både eutrofiering og forsuring, og samlet havnet alle tre i klassen god økologisk tilstand (Tabell 6).

4.2.2 Langgangeselva (stasjoner 3.10, 3.20 og 3.30)

Langgangeselva var det vassdraget som samlet sett hadde høyest dekningsgrad av begroingsalger, fra 10 – 25 % på hver stasjon. Stasjonene 3.30 og 3.20 i Langgangeselva var utseendemessig relativt like, med mye stor stein, men det var stor forskjell i artssammensetningen. Dette var også tydelig i

tilstandsklassifiseringen med tanke på eutrofiering, som viste svært god tilstand for stasjon 3.30, men god ned mot grensen til moderat tilstand for stasjon 3.20. Stasjon 3.10 bestod også av stor stein, men var smalere enn de to andre stasjonene og lå i et jordbruksområde. Her var det 70 % dekning av elvemoser og 25 % dekning av hovedsakelig trådformede grønnalger, og samlet sett var dette stasjonen med høyest total dekningsgrad. Stasjonen havnet i moderat økologisk tilstand med tanke på eutrofiering, på grensen mot god. Det var ikke nok indikatorarter for å beregne forsuringindeks for stasjon 3.30, men både stasjon 3.20 og stasjon 3.10 havnet i svært god tilstand med tanke på forsuring. Ved sammenslåing av indeksene havnet stasjon 3.10 i moderat tilstand, 3.20 i god tilstand og 3.30 i svært god økologisk tilstand.

4.2.3 Sagenbekken (stasjoner 4.10, 4.20 og 4.40)

De tre stasjonene i Sagenbekken var relativt ulike i substrat, vannmengde og vannhastighet. Stasjon 4.40 var i et rolig parti med lite vann og substrat preget av sand, stein og noe leire. Her var det lav dekningsgrad av begroingsalger (2 %). Stasjon 4.20 var i et strykparti med berggrunn og store blokker, og her var det 70 % dekning av elvemoser og 5 % dekning av begroingsalger. Stasjon 4.10 lå nedstrøms et strykparti, i et område med rolig vann, mye kantvegetasjon og steinsubstrat. Her var det markert mer begroingsalger enn på de to andre stasjonene, med 24 % dekningsgrad. Alle stasjoner i Sagenbekken nådde miljømålet om god eller svært god økologisk tilstand med tanke på både eutrofiering og forsuring, og samlet havnet stasjonene 4.10 og 4.40 i god tilstand, mens stasjon 4.20 havnet i svært god økologisk tilstand.

4.2.4 Mørfjærbekken (stasjoner 5.10 og 5.52)

I Mørfjærbekken ble det kun undersøkt to stasjoner, da det på prøvetakingsdagen viste seg at stasjon 5.20 var svært lik stasjon 5.10, og lå såpass nær sistnevnte at det var forventet identisk resultat med denne. Stasjon 5.52 lå i et skogsparti med en del stor stein og blokker, og med varierende strykpartier og kulper. Stasjon 5.10 lå nedstrøms en trang passasje og hadde relativt mye vegetasjon som begrenset lystilgangen noe. Begge stasjoner hadde relativt mye mose, og begge havnet i god tilstand med tanke på eutrofiering. Det var for få indikatorarter for sikker klassifisering av forsuringindeksen på stasjon 5.10, men stasjon 5.52 havnet i svært god tilstand for forsuring. Samlet sett ble begge stasjoner kategorisert til god økologisk tilstand.

4.2.5 Songebekken (stasjoner 6.10, 6.20 og 6.43)

Det var stor forskjell mellom stasjonene som ble undersøkt i Songebekken. Stasjon 6.43 var en liten bekk med stein i varierende størrelser. Her var det liten dekningsgrad totalt sett, med ca. 5 % dekning av hver av begroingsalger og elvemoser. Stasjon 6.20 lå langs et hestebeite og bestod av stor stein og blokker. Denne stasjonen hadde 90 % dekningsgrad av elvemoser, den høyeste mosedekningen registrert i denne undersøkelsen. Stasjon 6.10 bestod av stor stein og blokker og hadde en samlet dekningsgrad på 90 % (hvorav 70 % elvemoser og 20 % begroingsalger). Den store variasjonen mellom stasjonene i Songebekken reflekteres også i eutrofieringsindeksen, som viser god tilstand for stasjon 6.10, moderat for stasjon 6.20 og svært god for stasjon 6.43. Det var for få indikatorarter på alle tre stasjoner til utregning av forsuringindeksen, så samlet tilstandsklassifisering tilsvarende tilstandsklassene for eutrofiering.

5. Litteratur

- Direktoratsgruppa (2010) Veileder 02:2009 Overvåking av miljøtilstand i vann. Veileder for vannovervåking iht. kravene i Vannforskriften. <http://www.vannportalen.no>.
- Direktoratsgruppen (2013) Veileder 02:2013 Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. <http://www.vannportalen.no>.
- NS-EN ISO 15708:2009. Vannundersøkelse - Veiledning i overvåking, innsamling og laboratorieanalyse av bentiske alger i grunne. Standard Norge.
- 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.
- Schneider SC & Lindstrøm EA (2009) Bioindication in Norwegian rivers using non-diatomaceous benthic algae: The acidification index of periphyton (AIP). *Ecological Indicators*, 9, 1206-1211.
- Schneider, S.C. og 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, 143-155.

Vedlegg 1

Liste over registrerte begroingsselementer fra 14 stasjoner på strekningen Arendal-Tvedestrand august 2015. Hyppighet er angitt som prosent dekning for makroskopiske elementer og som x = observert, xx = vanlig, xxx = hyppig for mikroskopiske elementer. PIT og AIP viser indeksverdier for hvert taksa. Fullt navn på lokalitetene er beskrevet i tabell 1.

Taksa	PIT	AIP	Stor 1.10	Stor 1.20	Stor 1.30	Lang 3.10	Lang 3.20	Lang 3.30	Sag 4.10	Sag 4.20	Sag 4.40	Mør 5.10	Mør 5.52	Song 6.10	Song 6.20	Song 6.43
Cyanobakterier																
<i>Calothrix spp.</i>	5,21		x													
<i>Capsosira brebisonii</i>	3,98	5,19			<1											
<i>Chamaesiphon confervicola</i>	6,61	7,05							x	xxx	x					
<i>Chroococales, uidentifisert</i>							x									
<i>Clastidium setigerum</i>	4,76	7,09			x				xxx	x						
<i>Dichothrix spp.</i>	4,55				x											
<i>Geitlerinema acutissimum</i>	24,22		<1	2	<1									x		
<i>Geitlerinema splendidum</i>	43,42						<1		<1	<1					<1	
<i>Geitlerinema spp.</i>								x								
<i>Heteroleibleinia spp.</i>	7,98								x	x	x					
<i>Homoeothrix janthina</i>	12,53	7,12	x													
<i>Homoeothrix varians</i>	6,14	6,94								x						
<i>Leptolyngbya batrachosperma</i>	7,83		xx				x								xx	
<i>Leptolyngbya spp.</i>	7,83							x								
<i>Phormidium autumnale</i>		7,17											xx		<1	
<i>Phormidium betropolare</i>	3,40	6,80	xx													
<i>Phormidium spp.</i>				x	x		x	x	x	x	x		x	x	x	x
<i>Schizothrix spp.</i>	4,71									x						
<i>Scytonema spp.</i>			x	x	x		2			xx						
<i>Stigonema mamillosum</i>	3,88	6,25	x	x												
<i>Stigonema spp.</i>	3,87				x		x		x							
<i>Tolythrix distorta</i>	7,71	7,17							x							
<i>Tolythrix spp.</i>	5,72					x				xx						x
<i>Uidentifiserte coccale blågrønnalger</i>			x			xx										
<i>Uidentifiserte trichale blågrønnalger</i>					x	x		x			x	x	x	x	x	x

Taksa	PIT	AIP	Stor 1.10	Stor 1.20	Stor 1.30	Lang 3.10	Lang 3.20	Lang 3.30	Sag 4.10	Sag 4.20	Sag 4.40	Mør 5.10	Mør 5.52	Song 6.10	Song 6.20	Song 6.43
Grønnalger																
<i>Bulbochaete</i> spp.	4,65	6,43	x	x	x											
<i>Cladophora</i> spp.	47,00														x	
<i>Closterium</i> spp.						x			x						x	x
<i>Cosmarium</i> spp.	5,14		x	x					x	x	x				x	x
<i>Euastrum</i> spp.	5,47			x					x	x						x
<i>Hormidium rivulare</i>	4,00	6,02									x					
<i>Klebsormidium flaccidum</i>	4,87					x		x								
<i>Micrasterias</i> spp.						x	x		x	x						
<i>Microspora abbreviata</i>	37,63	6,50		x		<1	x									
<i>Microspora amoena</i>	11,58	7,18				25			x	<1		x		x		
<i>Microspora pachyderma</i>	6,50									x			<1			
<i>Mougeotia a</i> (6 -12u)	5,24		x	x				x			x					
<i>Mougeotia c</i> (21-24 µ)	10,71					x			x							
<i>Mougeotia d</i> (25-30u)	5,87	6,98				x	x		x				x			
<i>Oedogonium a</i> (5-11u)	5,84							x		1	x					
<i>Oedogonium a/b</i> (19-21µ)	7,57							x	2							
<i>Oedogonium b</i> (13-18u)	7,73	6,92		x	x			x	17	x						x
<i>Oedogonium c</i> (23-28u)	9,09	7,09	<1	x	<1	x	x		x	x						
<i>Oedogonium d</i> (29-32u)	10,87	7,27			x	xx			xx							
<i>Scenedemus</i> spp.									x							
<i>Spirogyra a</i> (20-42u,1K,L)	8,38	7,01						x	x							
<i>Spirogyra</i> spp.									x							
<i>Staurastrum</i> spp.	3,05								x	x	x		x			x
<i>Tribonema regulare</i>	68,91					x										
<i>Uidentifiserte coccale grønnalger</i>													x			
<i>Ulothrix tenerrima</i>	20,14			x		x					x					
<i>Zygnema a</i> (16-20u)	4,45			x												
<i>Zygnema b</i> (22-25u)	4,76	6,99								x						

Taksa	PIT	AIP	Stor 1.10	Stor 1.20	Stor 1.30	Lang 3.10	Lang 3.20	Lang 3.30	Sag 4.10	Sag 4.20	Sag 4.40	Mør 5.10	Mør 5.52	Song 6.10	Song 6.20	Song 6.43
Rødalger																
<i>Audouinella chalybaea</i>	49,42														<1	
<i>Audouinella bermannii</i>	21,25	7,05							5	2		1	20			
<i>Batrachospermum gelatinosum</i>	7,06	7,12							<1	2		<1				
<i>Batrachospermum spp.</i>	7,68		<1				22	10							<1	5
<i>Compsopogon spp.</i>						x										
<i>Lemanea borealis</i>	8,88											2				
<i>Lemanea fluviatilis</i>	6,98	7,11								2						
<i>Lemanea spp.</i>	8,88					<1	<1						x	20		
Uidentifiserte <i>Rhodophyceer</i>				x	x	xx	x		x					x		x
Kiselalger (kun et utvalg)																
<i>Tabellaria flocculosa</i>			x	x	x	x	x	x	x					x	x	xx
Uidentifiserte kiselalger				xxx	xx	x	<1	xx	xx	<1	x	x	<1	x	x	xx
Nedbrytere																
<i>Sphaerotilus natans</i>	22,28												x			

Vedlegg 2

Kalsium (Ca) og total organisk karbon (TOC) for hver stasjon, regnet som gjennomsnittlig konsentrasjon basert på ca. 7-8 vannprøver tatt av oppdragsgiver mellom april og oktober 2015.

Stasjon	Ca mg/L	TOC mg/L
Storelva 1.10	1,59	5,30
Storelva 1.20	1,57	5,13
Storelva 1.30	1,52	5,33
Langgangelva 3.10	2,95	5,88
Langgangelva 3.20	2,71	5,57
Langgangelva 3.30	2,59	6,00
Sagenbekken 4.10	2,85	5,31
Sagenbekken 4.20	2,84	5,17
Sagenbekken 4.40	2,86	5,33
Mørfjærbekken 5.10	4,36	8,98
Mørfjærbekken 5.52	1,95	15,21
Songebekken 6.10	3,53	7,68
Songebekken 6.20	3,25	8,01
Songebekken 6.43	2,41	8,19

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