

Tiltaksrettet overvåking av miljøtilstand i Tista og Iddefjorden i 2018 i forbindelse med utslipp fra Norske Skog Saugbrugs AS



Hovedkontor

Gaustadalléen 21
0349 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00

NIVA Region Sør

Jon Lilletuns vei 3
4879 Grimstad
Telefon (47) 22 18 51 00

NIVA Region Innlandet

Sandvikaveien 59
2312 Ottestad
Telefon (47) 22 18 51 00

NIVA Region Vest

Thormøhlensgate 53 D
5006 Bergen
Telefon (47) 22 18 51 00

NIVA Danmark

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

Internett: www.niva.no

Tittel Tiltaksrettet overvåking av miljøtilstand i Tista og Iddefjorden i 2018 i forbindelse med utslipp fra Norske Skog Saugbrugs AS	Løpenummer 7355-2019	Dato 27.02.2019
Forfatter(e) Borgersen, Gunhild Brkljajic, Marijana Stenrud Kile, Maia Røst Walday, Mats	Fagområde Overvåking	Distribusjon Åpen
	Geografisk område Østfold	Sider 41

Oppdragsgiver(e) Norske Skog Saugbrugs AS, Halden	Oppdragsreferanse Trond Mageli/ Elisabeth Berli
	Utgitt av NIVA Prosjektnummer 180054

<p>Sammendrag</p> <p>Det er i 2018 gjennomført tiltaksrettet overvåking i Tista og Iddefjorden på oppdrag fra Norske Skog Saugbrugs AS. Programmet omfatter undersøkelser av biologiske kvalitets-elementer, samt fysisk-kjemiske støtteparametere. Avløpsvannet fra Saugbrugs inneholder organisk stoff, suspendert materiale og næringssalter, som ledes ut i Tista og renner videre ut i Iddefjorden. Samlet sett tyder resultatene på at Saugbrugs utslipp har en betydelig effekt på økologisk tilstand for samtlige biologiske kvalitets-elementer undersøkt i elven Tista, tydeligere i 2018 enn i 2015. Begge stasjonene i Tista står i fare for ikke å oppnå miljømålet om god økologisk tilstand innen år 2021. For næringssalter i Tista har det skjedd en forverring av tilstand nedstrøms utslippene siden 2015. Resultatene for marin bløtbunnsfauna tyder på at fjorden er organisk belastet. De to stasjonene i Iddefjorden står i fare for ikke å oppnå miljømålet om god økologisk tilstand innen år 2021. Stasjonen i Ringdalsfjorden hadde god tilstand, men høyt innhold av organisk karbon og nitrogen i sedimentet.</p>
--

<p>Fire emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Iddefjorden 2. Tiltaksrettet overvåking industrien 3. Miljøtilstand 4. Vannforskriften 	<p>Four keywords</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Iddefjorden, Norway 2. Operational monitoring industry 3. Water quality status 4. Water Framework Directive
--	--

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

Mats Walday
Prosjektleder

Markus Lindholm
Forskningsleder

ISBN 978-82-577-7090-7
NIVA-rapport ISSN 1894-7948

**Tiltaksrettet overvåking av miljøtilstand i Tista og
Iddefjorden i 2018 i forbindelse med utslipp fra
Norske Skog Saugbrugs AS**

Forord

NIVA har på oppdrag fra Norsk Skog Saugbrugs AS gjennomført tiltaksrettet overvåking av miljøtilstanden i vannforekomstene Tista og Iddefjorden som mottar utslipp fra bedriften. Undersøkelsene er gjennomført i 2018 og har vært koordinert med overvåkingen av Ytre Oslofjord i regi av Fagrådet Ytre Oslofjord.

Prøvetaking av vann fra Tista er gjort av bedriften selv etter opplæring fra NIVA. Prøvetaking av bløtbunnsfauna i fjorden er gjort av NIVA, koordinert med overvåkingen av Ytre Oslofjord. Resultater er rapportert av Maia Røst Kile (Tista) og Gunhild Borgersen (Iddefjorden).

Bunndyr i Tista er prøvetatt, analysert og rapportert av Joanna Lynn Kemp, NIVA og Eivind Ekholt Andersen, NIVA. Begroingsalger i Tista er prøvetatt, analysert og rapportert av Maia Røst Kile, NIVA.

Bunndyr og sedimenter i fjorden er prøvetatt fra UiOs fartøy *FF Trygve Braarud* av Siri Moy, Bjørnar Beylich og Jarle Håvardstun, NIVA. Faunaprøvene er grovsortert av John Kjekken og Siri Moy og artsidentifisert av Gunhild Borgersen og Marijana Brkljacic, NIVA, og Jesper Hansen fra Akvaplan-niva. Gunhild Borgersen har beregnet indekser og sammen med Marijana Brkljacic forfattet kapittelet om bunnfauna i fjorden.

Mats Walday har redigert rapporten og vært NIVAs prosjektleder.

Rapporten er kvalitetssikret av Markus Lindholm.

Kontaktpersoner hos Saugbrugs har vært Elisabeth Berli og Trond Mageli. Begge takkes for godt samarbeid.

Oslo, 27.02.2019

Mats Walday

Innholdsfortegnelse

1	Innledning	7
1.1	Tiltaksorientert overvåking.....	7
1.2	Bakgrunnsinformasjon om virksomheten	9
1.3	Vannforekomstene	11
1.4	Utslippspunkter, stasjonsvalg og andre kilder til forurensninger i vannforekomsten.....	11
1.4.1	Stasjonsvalg kystvann.....	12
1.4.2	Stasjonsvalg elvevann.....	12
1.4.3	Andre forurensningskilder.....	12
2	Metode	14
2.1	Bedriftens tiltaksrettede overvåkingsprogram.....	14
2.2	Prøvetakingsmetodikk	14
2.2.1	Fysisk-kjemiske støtteparametere i Tista	14
2.2.2	Elvebunn	14
2.2.3	Marin bunnfauna.....	15
2.3	Analysemetoder.....	16
2.3.1	Vann.....	16
2.3.2	Elvebunn.....	17
2.3.3	Sediment i fjord	18
2.4	Klassifisering av økologisk og kjemisk tilstand.....	20
3	Resultater	22
3.1	Økologisk tilstand.....	22
3.1.1	Biologiske kvalitetselementer	22
3.1.2	Fysisk-kjemiske kvalitetselementer i Tista	25
3.2	Oversikt over økologisk tilstand for alle stasjoner.....	27
4	Diskusjon	29
5	Referanser	31

Sammendrag

Det er i 2018 gjennomført tiltaksrettet overvåking i Tista og Iddefjorden på oppdrag fra Norske Skog Saugbrugs AS, heretter Saugbrugs. Overvåkingsprogrammet er godkjent av Miljødirektoratet og utformet i henhold til vannforskriften. Programmet omfatter undersøkelser av biologiske kvalitets-elementer, samt fysisk-kjemiske støtteparametere. Avløpsvannet fra Saugbrugs inneholder organisk stoff, suspendert materiale og næringssalter, som ledes ut i Tista og renner med ellevannet videre ut i Iddefjorden.

Samlet sett tyder resultatene fra overvåkingen i 2018 på at Saugbrugs utslipp har en betydelig effekt på økologisk tilstand for samtlige biologiske kvalitetselementer undersøkt i elven Tista, og at denne trenden er tydeligere i 2018 sammenlignet med 2015. Eutrofieringsindeksen PIT for begroingsalger var i *god* tilstand oppstrøms og *moderat* tilstand nedstrøms, heterotrof begroingsindeks HBI2 var i *svært god* tilstand oppstrøms og *moderat* tilstand nedstrøms og bunndyrindeksen ASPT ga henholdsvis *moderat* og *dårlig* økologisk tilstand oppstrøms og nedstrøms Saugbrugs utslipp. Bunndyrene er det utslagsgivende kvalitetselementet for den økologiske tilstanden i Tista, både oppstrøms og nedstrøms Saugbrugs utslippspunkter. Begge stasjonene i Tista står dermed i fare for ikke å oppnå miljømålet om god økologisk tilstand innen år 2021.

For næringssalter var den samlede tilstanden *god* oppstrøms i begge år og henholdsvis *moderat* og *dårlig* nedstrøms i 2015 og 2018. Det har altså skjedd en forverring av tilstand nedstrøms utslippene. For kjemisk oksygenforbruk (KOF) var tilstanden *dårlig* både oppstrøms og nedstrøms utslippene begge undersøkte år, men med noe lavere nEQR-verdier nedstrøms utslippene. Det er dermed ingen god konsistens mellom utslippene av organisk stoff og biologiske kvalitetselementer. Kjemisk tilstand er ikke undersøkt i Tista.

Resultatene for bløtbunnsfauna i Iddefjorden 2018 tyder på at fjorden er organisk belastet. Det er høyt innhold av organisk karbon og nitrogen i sedimentene, og på ID-1 og ID-43 luktet sedimentet av H₂S. På ID-1 var det nesten ikke noe fauna og *svært dårlig* tilstand. På ID-43 ble det registrert totalt 23 arter, men fauna ble klassifisert til *dårlig* tilstand pga. lav artsdiversitet og høy dominans av tolerante arter. Disse to stasjonene i Iddefjorden står dermed i fare for ikke å oppnå miljømålet om god økologisk tilstand innen år 2021. Stasjon R-5 hadde *god* tilstand for bløtbunnsfauna, men også denne stasjonen hadde høyt innhold av organisk karbon og nitrogen i sedimentet.

Summary

Title: Action-oriented monitoring of environmental status in Tista and Iddefjorden in 2018 in relation to emissions from Norske Skog Saugbrugs AS.

Year: 2019

Author(s): Borgersen, Gunhild; Brkljacic, Marijana Stenrud; Kile, Maia Røst; Walday, Mats

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN 978-82-577--7090-7

In 2018, action-oriented monitoring was carried out in Tista and the Iddefjord on behalf of Norske Skog Saugbrugs AS, hereafter Saugbrugs. The monitoring program is approved by the Norwegian Environment Agency and designed in accordance with the Water Frame Directive. The program includes studies of biological quality elements and physical-chemical supporting parameters. The waste water from Saugbrugs contains organic matter, suspended material and nutrients, which are discharged into Tista and flows with the river water further out into the Iddefjord.

Overall, the results of the monitoring in 2018 indicate that Saugbrugs emissions have a significant effect on the ecological state of the biological quality elements examined in the river Tista, and that this trend is clearer in 2018 compared with 2015. The eutrophication index PIT for fouling algae was in 'good condition' upstream and 'moderate' downstream, heterotrophic fouling index HBI2 was in 'very good' condition upstream and 'moderate' downstream and the bottom animal index ASPT gave 'moderate' and 'poor' ecological status, respectively upstream and downstream Saugbrugs emissions. The bottom animals are the decisive quality element for the ecological state of Tista, both upstream and downstream of the disposal point. Both stations in Tista are thus in danger of not achieving the environmental goal of 'good ecological status' by the year 2021.

For nutrients, the overall condition was 'good' upstream in both years and 'moderate' and 'poor' downstream respectively in 2015 and 2018. There has thus been a deterioration of the condition downstream the discharges. For chemical oxygen consumption (COD), the condition was poor both upstream and downstream the discharges both years, but with somewhat lower nEQR values downstream the discharges.

The results for soft bottom fauna in the Iddefjord 2018 indicate that the fjord is organically loaded. There is a high content of organic carbon and nitrogen in the sediments, and the sediments from ID-1 and ID-43 smelled of H₂S. On ID-1 there was almost no fauna and 'very poor' conditions. On ID-43, a total of 23 species were registered, but the fauna was classified as 'poor' due to low species diversity and high dominance of tolerant species. These two stations in the Iddefjord are thus in danger of not achieving the environmental goal of 'good ecological status' by the year 2021. Station R-5 had a 'good' condition for soft bottom fauna, but this station also had high organic carbon and nitrogen content in the sediment.

1 Innledning

NIVA har med bakgrunn i brev datert 28.5.2014 fra Miljødirektoratet utformet et tiltaksorientert overvåkingsprogram i henhold til vannforskriftens krav for Norske Skog Saugbrugs AS (i det følgende Saugbrugs). Overvåkingsprogrammet ble godkjent av Miljødirektoratet og er i tillegg til de her rapporterte undersøkelser også gjennomført i løpet av 2015 og 2016 (Waldy et al. 2016). Avløpsvannet fra Saugbrugs inneholder organisk stoff, suspendert materiale og næringssalter, som ledes ut i Tista og renner med ellevannet videre ut i Iddefjorden.

1.1 Tiltaksorientert overvåking

Det er i 2018 gjennomført tiltaksrettet overvåking i Tista og Iddefjorden på oppdrag fra Saugbrugs. Overvåkingsprogrammet er godkjent av Miljødirektoratet og utformet i henhold til vannforskriften. Programmet omfatter undersøkelser av biologiske kvalitets-elementer, samt fysisk-kjemiske støtteparametere.

Ved implementeringen av vannforskriften er det fastsatt konkrete og målbare miljømål som i hovedsak gjelder for alle vannforekomster, ved at «god kjemisk tilstand» og minimum «god økologisk tilstand» skal oppnås. Vannforskriften har som mål å sikre beskyttelse og bærekraftig bruk av vannmiljøet, og om nødvendig skal det iverksettes tiltak for at miljømålene nås.

Vannforskriften gis nå med hjemmel i både forurensningsloven, plan- og bygningsloven, vannressursloven og naturmangfoldsloven. Hjemmel i naturmangfoldsloven gjør det klarere at vannforskriften også gjelder for kystvannforekomster som utsettes for annen påvirkning enn det som klart kan anses som forurensning, for eksempel fysiske tiltak i kystvann som påvirker strømforhold og vannmengde, samt påvirkning fra levende dyr og planter som for eksempel fremmede organismer. De siste rettelsene i Vannforskriften ble gjort 14.01.2019 (<https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2006-12-15-1446?q=vannforskriften>).

Fundamentalt i vannforskriften er karakteriseringen og klassifiseringen av vannforekomster. Karakteriseringen inndeler vannforekomster i vanntyper, identifiserer belastninger og miljøvirkninger av disse belastningene, mens klassifiseringen definerer den faktiske tilstanden i en vannforekomst basert på systematisk overvåking.

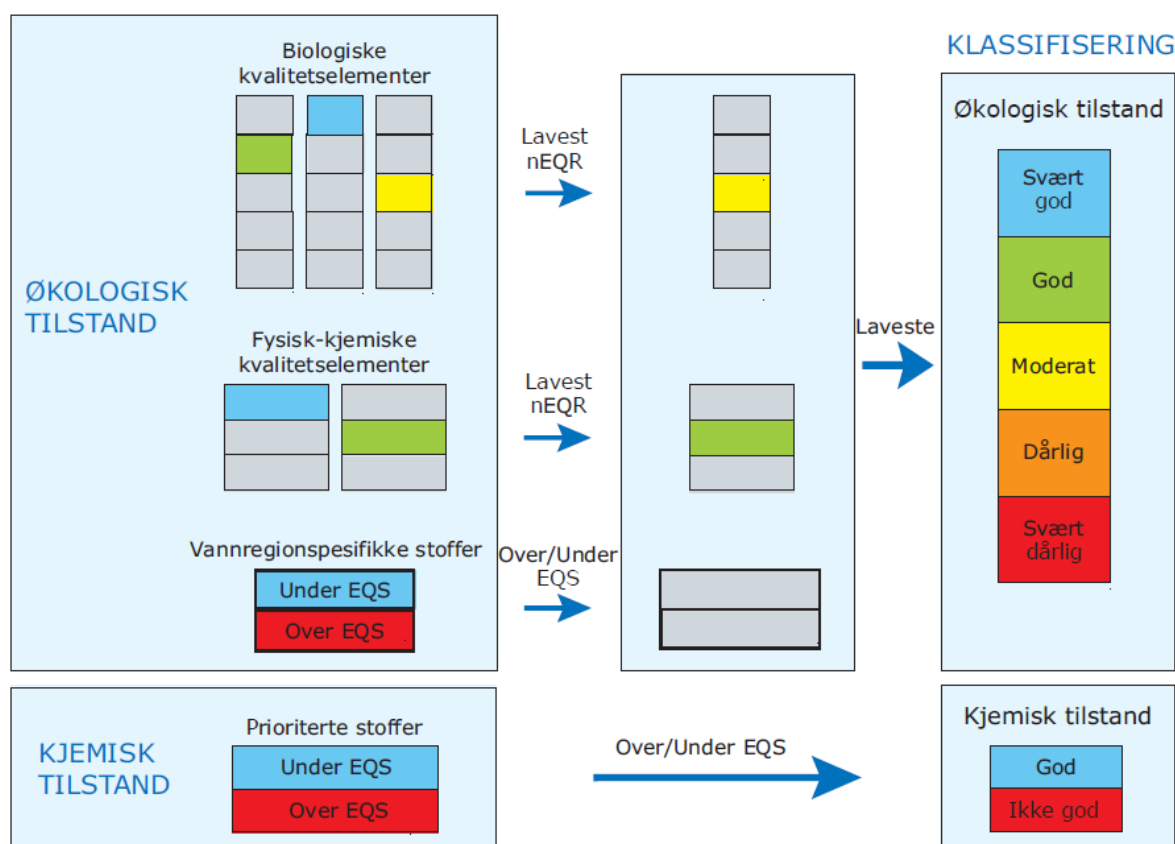
Økologisk tilstand for overflatevann viser dagens miljøtilstand i vannforekomsten, både når det gjelder artssammensetning, struktur og virkemåte for økosystemet. Økologisk tilstand i en vannforekomst skal klassifiseres på grunnlag av biologiske kvalitets-elementer, med fysiske og kjemiske forhold som støtteparametere. Det skal anvendes spesifiserte parametere og indekser for hvert kvalitetselement. Som grunnlag for klassifisering av økologisk tilstand skal det for disse parametere og indeksene angis spesifikke grenseverdier for ulike vanntyper som gjør det mulig å angi avvik fra naturtilstand (Direktoratsgruppens veileder 02:2018).

Kjemisk tilstand for overflatevann bestemmes på bakgrunn av konsentrasjoner av prioriterte stoffer målt i vann, sediment eller biota. I vannforskriften er det nå 45 stoffer og stoffgrupper som er definert som prioriterte stoffer. Dette er stoffer som utgjør vesentlig risiko for eller via vannmiljøet. For disse stoffene er det utviklet grenseverdier eller miljøkvalitetsstandarder (EQS: environmental quality standard), som er en grense mellom god og dårlig kjemisk tilstand. Er de målte konsentrasjonene av prioriterte stoffer under grenseverdien settes tilstand til «oppnår god», og er

den over settes tilstand til «oppnår ikke god». Det er nå grenseverdier for 45 prioriterte stoffer i vann, 23 stoffer i biota og 28 stoffer i sediment.

Dersom det er utslipp eller forekomst av andre stoffer utover listen over prioriterte stoffer er det viktig å vurdere disse for å gi et helhetlig bilde av miljøtilstanden. I henhold til vannforskriftens vedlegg V, tabell 1.1, skal forurensning fra andre stoffer enn de prioriterte, som er påvist tilført vannforekomsten i betydelige mengder inngå som kvalitetselement i klassifisering av økologisk tilstand. Disse stoffene omtales som vannregionspesifikke stoffer. Disse stoffene klassifiseres ved bruk av grenseverdier på samme måte som for prioriterte stoffer, men inngår i klassifisering av vannforekomster som et økologisk støtte-element.

I **Figur 1** vises en prinsippskisse for klassifisering av økologisk og kjemisk tilstand i en vannforekomst.



Figur 1. Prinsippskisse som viser klassifisering av miljøtilstand i en vannforekomst. Flere kvalitets-elementer inngår i vurdering av økologisk tilstand, inkludert konsentrasjoner av vannregionspesifikke stoffer, mens prioriterte stoffer legges til grunn for kjemisk tilstandsvurdering. Konsentrasjonene måles mot fastsatte miljøkvalitetsstandarder, såkalte EQS-verdier (Environmental Quality Standards), også kalt grenseverdier. Det kvalitetselementet som har dårligst tilstand styrer utfallet av den økologiske tilstandsklassifiseringen. Dersom biologiske kvalitetselementer er bestemt til «god» eller «svært god» kan den økologiske tilstanden nedgraderes til «moderat» dersom det er overskridelse av grenseverdi for vannregionspesifikke stoffer.

For å fastslå tilstanden til en vannforekomst er det i vannforskriften lagt føringer for forvaltningen i forhold til overvåkingen, og det opereres med tre ulike overvåkingsstrategier: basisovervåking, tiltaksorientert overvåking og problemkartlegging. Tiltaksorientert overvåking iverksettes i

vannforekomster som anses å stå i fare for ikke å nå miljømålene, eventuelt for å vurdere endringer i tilstanden som følge av iverksatte tiltak. Overvåkingen pålegges av Miljødirektoratet eller annen forurensningsmyndighet med hjemmel i forurensningsloven og bekostes av forurenser, etter prinsippet om at «påvirker betaler».

Tiltaksorientert overvåking skal utføres med sikte på å:

- fastslå tilstanden til vannforekomster som anses å stå i fare for ikke å nå miljømålene, og
- vurdere eventuelle endringer i tilstanden til slike vannforekomster som følge av tiltaksprogrammer

Programmet kan endres i løpet av gyldighetstiden for en vannforvaltningsplan for vannregionen på grunnlag av opplysninger innsamlet i henhold til kravene i vedlegg II og vedlegg V i Vannforskriften, særlig for å muliggjøre en reduksjon i frekvensen dersom virkningen ikke er vesentlig eller den relevante belastningen er fjernet. Tiltaksorientert overvåking skal utføres på alle vannforekomster som på grunnlag av virkningsvurderingen i henhold til vedlegg II i Vannforskriften eller basisovervåkingen anses å stå i fare for ikke å nå miljømålene, og for vannforekomster som det slippes ut prioriterte stoffer i. Overvåkingslokalitetene velges som følger:

- For vannforekomster som er i fare som følge av betydelige punktkildebelastninger, skal det være tilstrekkelig mange overvåkingspunkter innen hver vannforekomst til at omfang og konsekvenser av punktkildebelastningene kan vurderes. Dersom en vannforekomst er utsatt for en rekke punktkildebelastninger, kan overvåkingspunktene velges slik at omfang og konsekvenser av belastningene kan vurderes i sin helhet.
- For vannforekomster som er i fare som følge av betydelige diffuse kildebelastninger, skal det være tilstrekkelig mange overvåkingspunkter innen et utvalg av vannforekomstene til at omfang og konsekvenser av de diffuse kildebelastningene kan vurderes.
- For vannforekomster som er i fare som følge av betydelige hydromorfologiske belastninger, skal det være tilstrekkelig mange overvåkingspunkter innen et utvalg av vannforekomstene til at omfang og konsekvenser av de hydromorfologiske kildebelastningene kan vurderes. Valget av vannforekomster skal være slik at de er karakteristiske for den samlede virkningen av hydromorfologiske belastninger som alle vannforekomstene er utsatt for.

For å vurdere omfanget av belastningen som vannforekomstene er utsatt for, skal man etter relevans overvåke:

- Parametere som er karakteristiske for det eller de biologiske kvalitetselementene som er mest følsomme for de belastningene som vannforekomstene er utsatt for.
- Alle prioriterte stoffer som slippes ut, og alle andre forurensende stoffer som slippes ut i betydelige mengder
- Parametere som er karakteristiske for det hydromorfologiske kvalitetselement som er mest følsomt for den identifiserte belastningen.

1.2 Bakgrunnsinformasjon om virksomheten

Saugbrugs tilhører sektoren landbasert industri og bransjen "Produksjon av papir og papp". Anlegget holder til i Halden kommune i Østfold og den marine resipienten er Iddefjorden, men utslippene er til Tistas munningsområde. Fjorden er påvirket av eutrofiering og organisk belastning som følge av utslipp fra befolkning og industri, samt avrenning fra landbruk. Sagbruk og treforedlingsvirksomhet har påvirket forholdene i Iddefjorden i flere hundre år.

Avløpsvannet fra Saugbrugs består i hovedsak av ferskvann, med forhøyet innhold av suspendert materiale og næringssalter. Saugbrugs ligger like ovenfor Tistas utløp til Iddefjorden (**Figur 3**). Utslippet går til vannforekomst «Tista» (001-113-R) og videre til «Halden havnebasseng» (0101010202-2-C) og påvirker også vannforekomst «Iddefjorden hovedbasseng» (0101010202-1-C) og noen grad «Iddefjorden ytre» (0101010203-C). Spredningen av utslippene utenfor munningen av elva vil derfor i stor grad følge ferskvannets videre transport når det renner ut i fjorden. Remmendalen kommunale renseanlegg har også lignende utslipp til fjorden. Således er det flere aktiviteter enn Saugbrugs som påvirker vannforekomstene på samme måte. Fjorden mottok mellom 1960-1992 store mengder flis og forurensinger fra industrien i Halden langs elva Tista. Dette førte til betydelig forurensning av vann og sediment i denne perioden. Etter nedleggelse av cellulosefabrikken i 1991 opphørte utslipp av klororganiske forbindelser fra Saugbrugs. Dette medførte en rask forbedring av bunnforholdene i Haldens nærområde. Rensing av avløpsvannet fra Saugbrugs nye anlegg i Halden startet vinteren 1993 og bidro til ytterligere bedring av tilstanden i vannmiljøet.

Saugbrugs utslippstillatelse fra Miljødirektoratet er gitt i **Tabell 1**, mens **Tabell 2** viser Saugbrugs utslippskomponenter til vann 2013-2017. Tallene er hentet fra norskeutslipp.no. Utslippene av totalfosfor overskred utslippsgrensen i 2014, 2015 og 2017. Total-nitrogen og suspendert stoff oversteg utslippsgrensen i 2017. Øvrige stoffer har vært innenfor utslippsgrensene, men flere viser økende tall siste årene.

Tabell 1. Saugbrugs regulerte utslippstillatelser fra Miljødirektoratet (endret 17. april 2018). Data fra www.norskeutslipp.no

Utslippskomponent	Utslippskilde	Utslippsgrenser			Gjelder fra
		Årsmiddel kg/per tonn produsert papir	Månedsmiddel, flytende, tonn/døgn	Årsmiddel, flytende, tonn/døgn	
KOF	Produksjon	5	21	16	01.01.2008
SS	Produksjon		1,7	1,1	03.07.2003
KOF	Tømmerlager	Grense ikke fastsatt, rapporteres årlig			03.07.2003
SS	Tømmerlager	Grense ikke fastsatt, rapporteres årlig			03.07.2003
P-tot	Produksjon		20 kg/døgn	15 kg/døgn	03.07.2003
N-tot	Produksjon		210 kg/døgn	180 kg/døgn	03.07.2003
Metaller	Produksjon	Grense ikke fastsatt, rapporteres årlig			06.06.2014
Olje	Oljeavskiller	20 mg/l			07.01.2011

Tabell 2. Saugbrugs utslippskomponenter til vann. Data fra bedriften og fra www.norskeutslipp.no (18.feb.2019)

Utslippskomponent	Kg/år (2013)	Kg/år (2014)	Kg/år (2015)	Kg/år (2016)	Kg/år (2017)
KOF	2 226 500	2 768 000	2 718 000	2 055 000	4 388 000
SS	158 140	321 000	328 100	131 700	720 000
P-tot	3 796	6 170	6 430	4 970	10 680
N-tot	47 638	51 070	53 120	56 700	91 090
Arsen	38,1	47,21	59,74	48,95	60,18
Bly	30,6	34,29	30,69	39,36	34,30
Kadmium	5,5	7,14	5,24	13,79	7,08
Kobber	75,97	48,30	47,00	113,09	51,71
Krom-tot	4,65	6,44	10,48	7,21	10,60
Nikkel	34,65	47,20	49,40	52,55	72,70
Sink	1338	2618	2051	2657	2585
Kvikksølv	0,021	0,00	0,00	0,02	0,00

1.3 Vannforekomstene

Vannmiljøet nedstrøms bedriftens utslipp omfatter Tista og to vannforekomster i Iddefjorden:

- Tista hører til vannforekomst «Tista» (001-113-R, 5,8 km) er oppgitt med dårlig økologisk tilstand (www.vann-nett.no), basert på tilstanden til anadrom fisk og kobberkonsentrasjoner i ellevannet. «Tista» ligger i lavlandet, og er en humøs og kalkfattig elv (elvetype R106). Typifiseringen i Vann-nett samsvarer med egne analyser av kalsium og totalt organisk karbon.
- Vannforekomstene «Halden havnebasseng» (0101010202-2-C, 1 km²) og «Iddefjorden hovedbasseng» (0101010202-1-C, 9 km²) er karakterisert som vanntype «sterkt ferskvannspåvirket fjord» med henholdsvis *moderat* og *dårlig* økologisk tilstand. Kjemisk tilstand i «Halden havnebasseng» er udefinert mens tilstanden i «Iddefjorden hovedbasseng» er oppgitt som *dårlig*.

I tillegg har vi, innerst i Iddefjorden, sør for Bakke, vannforekomst «Iddefjorden indre» (2 km²) og fra Svinesund og et stykke vestover «Iddefjorden ytre» (areal ikke oppgitt), som begge er oppgitt med *moderat* økologisk tilstand. Disse vannforekomstene har ikke inngått i undersøkelsesprogrammet i 2018. Stasjonsplasseringen i 2018 er vist i **Figur 3**.

Berge et al. (1997) har beskrevet Iddefjordens hydrofysikk: Iddefjorden er en smal, lang (ca. 25 km) og relativt grunn (største dyp vel 40 m) fjord. Dypere vannlag er avskåret fra vannmassene i Singlefjorden ved to hovedterskler på ca. 9 m (Bjällvarp og Svinesund). Innenfor Svinesund finnes ytterligere terskler på ca. 20 m dyp, som skiller den sydgående delen fra den vestgående delen (Ringdalsfjorden).

1.4 Utslippspunkter, stasjonsvalg og andre kilder til forurensninger i vannforekomsten

Utslippene fra Saugbrugs går neddykket ut i Tista og videre med ellevannet ut til Iddefjorden. Plasseringen av Saugbrugs ulike utslipp til Tista er vist i **Figur 2**. Tall for de faktiske utslipp er gitt i **Tabell 2**. Til sammenligning er utslippene fra Remmendalen RA gitt i **Tabell 3**.



Figur 2. Plasseringen av de ulike utslipp til Tista fra Norske Skog Saugbrugs AS. Hovedutslipp markert med rød sirkel.

1.4.1 Stasjonsvalg kystvann

I Iddefjorden vil midlere overflatestrøm være rettet ut av fjordsystemet på grunn av såkalt estuarin sirkulasjon, hovedsakelig drevet av lokal ferskvannstilførsel. Utbredelsen av flis på bunnen utenfor Tista (ifølge informasjon fra bedriften) indikerer at vannet ut fra Tista kan passere både nord og sør for Brattøya.

De dypeste områdene i Iddefjorden er svært belastet grunnet lave oksygennivåer og vi vet at også områdene utenfor Tistas utløp er sterkt påvirket av store flismengder i bunnsedimentene. I denne undersøkelsen ble stasjonene plassert i områder hvor det er mindre mengder flis og det kan forventes dyr tilstede, slik at indekser kan beregnes og utviklingen av disse følges videre.

Det er undersøkt tre stasjoner for bunnfauna i kystvann (se kart i **Figur 3**, stasjonskoordinater og -dyp i Tabell 6). Disse ligger i vannforekomst «Iddefjorden hovedbasseng» og i ulik retning og avstand fra Saugbrugs utslipp. Stasjon ID-1 ligger på 27 m dyp, ca. 2 km sør for Halden, og vil antagelig påvirkes av det vannet som går ut sør for Brattøya. Stasjon ID-43 ligger på 37 m dyp vest for Halden, Stasjonen ligger ca. 1 km vest for utslippet til Remmendalen RA og det kan ikke utelukkes at stasjonen også påvirkes at utslippet derfra. Stasjon R-5 på 33 m dyp er den vestligste av stasjonene, den ligger drøye 3 km fra Tistas utløp, i den delen av «Iddefjorden hovedbasseng» som kalles Ringdalsfjorden. Stasjonen inngår i Fagrådet Ytre Oslofjord sitt overvåkingsprogram. De tre stasjonene er tidligere undersøkt og det foreligger derfor et kunnskapsgrunnlag som kan indikere en eventuell utvikling i miljøtilstanden.

1.4.2 Stasjonsvalg elvevann

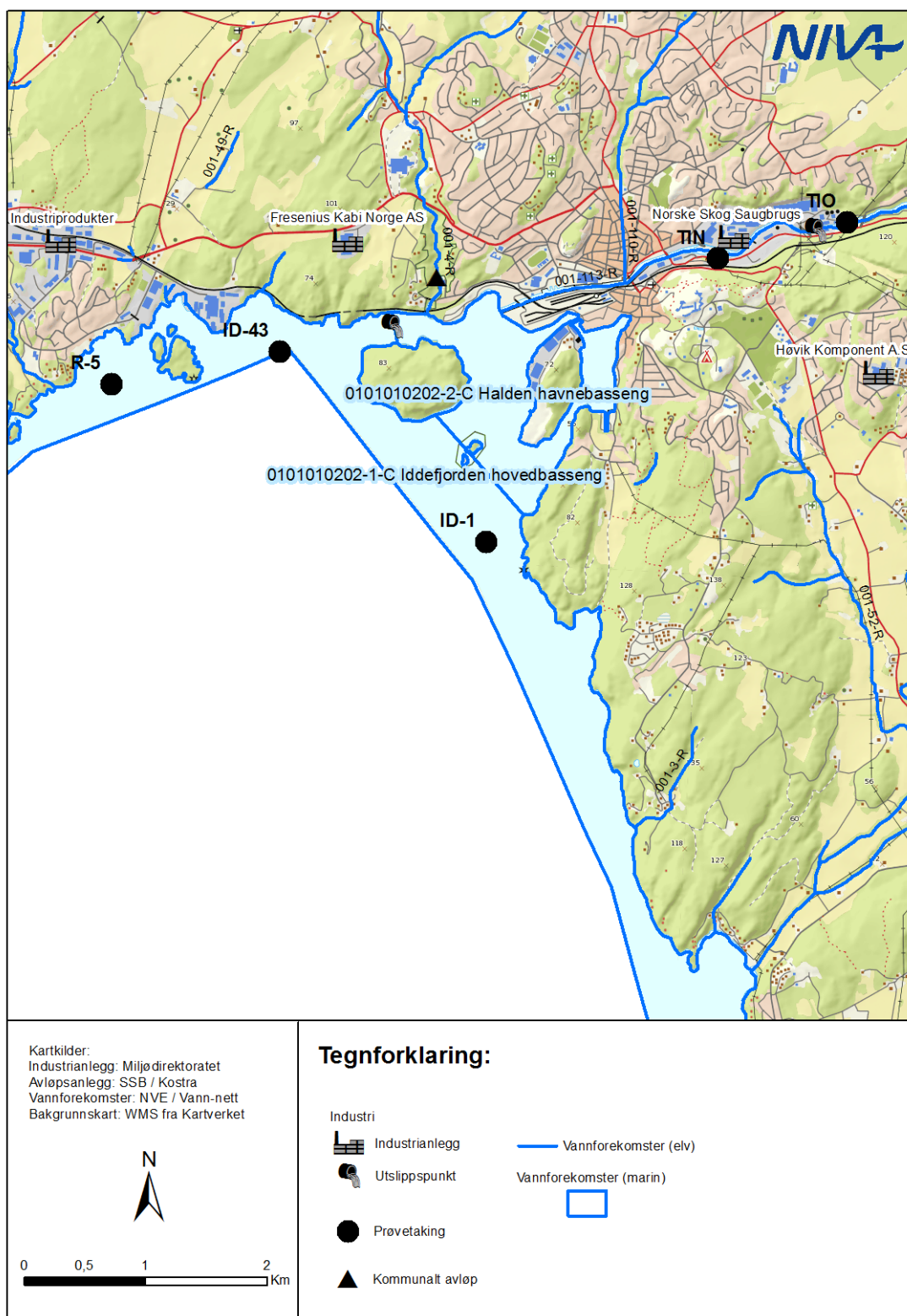
Det er undersøkt to stasjoner for vannkjemi, bunnfauna, begroingsalger og heterotrof begroing i Tista (**Figur 3; Vedlegg F**), én referansestasjon oppstrøms bedriften og én nedstrøms før utløp til kystvann. Referansestasjonen oppstrøms bedriftens utslipp var karakterisert av stilleflytende vann, noe stein og leirsubstrat, som er uegnet for prøvetaking av både bunndyr og begroingsalger, mens stasjonen nedstrøms Saugbrugs utslipp var godt egnet med passe strykparti og grov stein.

1.4.3 Andre forurensningskilder

I henhold til Miljødirektoratets database «Norske utslipp» er det utslipp fra Remmendalen kommunale renseanlegg til vannforekomst «Iddefjorden hovedbasseng». Utslippspunktet ligger på nesten 20 meters dyp nord for Brattøya, det vil si tett opp til grensen mot vannforekomst «Halden havnebasseng». Det er oppgitt utslipp av fosfor, BOF, KOF og 7 metaller fra renseanlegget. Undersøkelser av bunnområdet rundt utslippet ble foretatt i 2012 med SPI-kamera og resultatene viste da gode forhold på bunnen (Gitmark m.fl. 2013).

Tabell 3. Remmendalen renseanleggs utslipp til Iddefjorden. Tall fra norskeutslipp.no.

Komponent	enhet	2013	2014	2015	2016	2017
KOF	kg/år	551 545	631 046	539 519	1 043 303	240 200
P-tot	kg/år	1 927	2 580	5 120	14 960	1 609
Arsen	kg/år	i.t.	2,800	3,960	i.t.	5,157
Bly	kg/år	i.t.	1,458	4,940	i.t.	3,088
Kadmium	kg/år	i.t.	0,175	0,180	i.t.	0,217
Kobber	kg/år	i.t.	30,219	50,470	i.t.	99,653
Nikkel	kg/år	i.t.	26,836	28,070	i.t.	21,178
Sink	kg/år	i.t.	103,434	145,050	i.t.	159,466
Kvikksølv	kg/år	i.t.	0,058	0,048	i.t.	0,055



Figur 3. Kart med prøvetakingsstasjoner i Tista og Iddefjorden. I Tista ble det tatt prøver av bunndyr, heterotrof begroing og begroingsalger samt vannprøver, analysert for tot P, tot N og KOF, på stasjonene TIO og TIN. I Iddefjorden ble det tatt prøver av bunnfauna på stasjonene R-5, ID-43 og ID-1. Stasjon R-5 inngår i Fagrådets overvåkingsprogram. Saugbrugs utslipp til Tista og det kommunale utslippet (Remmendalen RA) til fjorden er avmerket på kartet.

2 Metode

2.1 Bedriftens tiltaksrettede overvåkingsprogram

En kort oppsummering av bedriftens tiltaksrettede overvåkingsprogram er vist i **Tabell 4** og **Tabell 5**. Feltarbeid og behandling av innsamlet data er utført i henhold til overvåkingsprogrammet som ble godkjent av Miljødirektoratet. Det er ingen avvik å rapportere i forhold til programbeskrivelsen.

Tabell 4. Oppsummering av utført overvåkingsprogram i Iddefjorden for Saugbrugs.

Regulerte utslipps-komp.	Kvalitetselement	Indeks/parameter	Medium/matriks	Antall stasjoner	Frekvens (pr. år)	Tidspkt.
Næringssalter, organisk stoff, suspendert stoff	Bløtbunnsfauna med støtteparametere	NQI1, H', ES ₁₀₀ , ISI ₂₀₁₂ , NSI, TOC, kornstørrelse	Bløtbunn og sediment	3	1	25.april

Tabell 5. Oppsummering av utført overvåkingsprogram i elva Tista for Saugbrugs.

	Regulerte utslipps-komp.	Kvalitets-element	Indeks	Medium/matriks	Antall stasjoner	Frekvens (pr. år)	Tidspkt.
Økologisk tilstand elv	Næringssalter og organisk stoff	Bunnfauna	ASPT	Elvebunn	2	2	mars og okt august mars og okt
		Begroingsalger	PIT		2	1	
		Heterotrof begroing	HBI		2	2	
	Næringssalter Organisk stoff	Fysisk-kjemiske Støtteparametere	Tot-P, Tot-N, KOF, fosfat	Elvevann	2	Månedlig i elv	Hele året

2.2 Prøvetakingsmetodikk

Under følger en beskrivelse av prøvetakingen som ble gjennomført i forbindelse med det tiltaksorienterte overvåkingsprogrammet i Tista og Iddefjorden i 2018.

2.2.1 Fysisk-kjemiske støtteparametere i Tista

Det har blitt samlet inn vannprøver fra hver av de to stasjonene ved å senke en ren plastflaske under vann og fylle helt opp. Parameterne KOF, Tot P, fosfat, og Tot N, som svarer direkte på bedriftens utslippskomponenter, ble analysert ved NIVAs laboratorium. Prøver er tatt iht. NS-ISO 5667-6A og ble konservert og oppbevart forskriftsmessig.

2.2.2 Elvebunn

2.2.2.1 Begroingsalger i elv

Begroingsalger i ferskvann ble samlet inn 20. august 2018 på to stasjoner i elva Tista (**Figur 3**).

På hver stasjon er det undersøkt en strekning på ca. 10 meter ved bruk av vannkikkert. På denne strekningen er det samlet inn prøver av alle makroskopisk synlige alger, og utbredelsen 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 (à 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 er estimert som hyppig, vanlig eller sjelden. Metodikken er i henhold til overvåkingsveilederen (Direktoratsgruppa 2010), siste versjon av klassifiseringsveilederen (Direktoratsgruppa 2018) og den europeiske normen for prøvetaking og analyse av begroingsalger (NS-EN ISO 15708:2009).

2.2.2.2 Heterotrof begroing i elv

Heterotrof begroing ble samlet inn på to stasjoner i elven Tista 5. mars 2018 og 31. oktober 2018 (**Figur 3**).

På hver lokalitet undersøktes en ca. 10 meter lang elvestrekning ved bruk av vannkikkert. Det ble tatt prøver av synlig heterotrof begroing (soppen *Leptomitius lacteus* og bakterien *Sphaerotilus natans* (lammehaler)). Materialet ble lagret på små glass og konservert for senere bearbeiding i laboratoriet. I felt ble dekningsgraden estimert som «prosent dekning» (< 1-100 %) og tykkelsen ble målt i cm. Innsamlede prøver av heterotrof begroing ble senere undersøkt i mikroskop, for å verifisere at det var de heterotrofe begroingsorganismene *Leptomitius lacteus* og/eller *Sphaerotilus natans*. Metodikken er i henhold til den siste versjonen av klassifiseringsveilederen (Direktoratsgruppa, 2018).

2.2.2.3 Bunnfauna i elv

Prøver av bunnfauna ble tatt fra to utvalgte stasjoner 5. mars 2018 og 31. oktober 2018 (**Figur 3**). Innsamlingsmetoden for bunnfauna i ferskvann er i henhold til retningslinjer gitt i klassifiseringsveileder for vannforskriften (Direktoratsgruppa 2018) og den europeiske normen for prøvetaking av bunndyr (NS-EN ISO 10870:2012). Metoden består av flere enkeltprøver og er bundet opp til et bestemt areal og tidsbruk. Dette gjør metoden stringent og lett etterprøvbart. Hver prøve tas over en strekning på 1 meter. Det anvendes 20 sekund pr. 1 m prøve. I alt tas det 3 slike pr. minutt. Dette gjentas 3 ganger og i alt representerer materialet 9 én-meters prøver. Dette tilsvarer 3x1 minuttss prøver, som var et vanlig tidsforbruk i mange bunnfaunaundersøkelser tidligere, og representerer bunndyrsamfunnet på omlag 2,25 m² av elvebunnen. Det benyttes håv med 250 µm maskevidde under prøvetakingen. For å unngå tetting av håven og tilbakespyling, tømmes håven etter 3 enkeltprøver (1 minutt), eller oftere hvis substratet er svært finpartikulært. Alle de 9 delprøvene på stasjonen samles til en blandprøve. Materialet fikseres med etanol i felt for senere å bli talt opp og bestemt til lavest mulige taksonomiske nivå ved hjelp av stereolupe og mikroskop.

2.2.3 Marin bunnfauna

Prøvetaking av bløtbunnsfauna ble gjennomført 25. april 2018 med *forskningsfartøyet F/F Trygve Braarud*. Stasjonenes dyp og posisjon er gitt i **Tabell 6**. Faunaprøvene ble tatt med en van Veen-grabb med prøvetakingsareal på 0,1 m². Det ble tatt tre parallelle prøver på hver av stasjonene. Hver prøve ble innsisert gjennom grabbens toppluke, sedimentvolum i grabben ble målt med en målepinne og fargen på sedimentet ble klassifisert iht. Munsells fargekart for jord og sedimenter. Hver prøve ble beskrevet visuelt mht. sedimentets karakter, for eksempel konsistens, lukt og tilstedeværelse av synlige dyr (**Tabell 7**). Prøvene ble siktet gjennom 5 mm og 1 mm sikter plassert i vannbad. Sikterestene ble så konservert i en 10-20 % formalin-sjøvannsløsning, nøytralisert med boraks og tilsatt fargestoffet bengalrosa.

Prøver til analyse av sedimentets kornfordeling (< 63 µm) og innhold av nitrogen (TN) og total organisk karbon (TOC) ble tatt med corer eller grabbprøve med uforstyrret sedimentoverflate. Prøver for TOC og TN ble tatt fra sjiktet 0-1 cm og for kornfordeling fra sjiktet 0-5 cm.

Prøvetaking ble utført iht. NS-EN ISO 16665:2013 og NS-EN ISO 5667-19.

Tabell 6 Posisjoner (WGS84) og dyp for bløtbunnsprøvetakingen i Iddefjorden 2018.

Dato for prøvetaking	Stasjons-navn	Posisjon nord	Posisjon øst	Dyp (m)
25.04.2018	ID-1	59°06,097	11°22,142	27
25.04.2018	ID-43	59°06,855	11°20,503	37
25.04.2018	R-5	59°06,719	11°18,809	33

Tabell 7 Sedimentbeskrivelse for bløtbunnsprøvene i Iddefjorden 2018.

Stasjon	Beskrivelse av sediment
ID-1	Bløtt finkornet sediment med gråsort farge. H2S lukt. Munsell 7,5YR 7/6. Volum 21 L. Sikterest hovedsakelig bestående av organisk materiale (flis). Ingen synlig fauna. Samtlige replikater var overfylte. Sedimentprøver til TOC og kornfordeling ble tatt med corer.
ID-43	Bløtt sediment med brunlig overflatelag på ca. 3cm etterfulgt av et gråsort underlag. H2S lukt. Munsell 2,5Y 6/6. Volum >21 L. Fauna bestående av bl.a. frittlevende- og rørbyggende børstemark og muslinger. Samtlige replikater var overfylte. Sedimentprøver til TOC og kornfordeling ble tatt med corer.
R-5	Sediment med brunt overflatelag og nesten svart sediment i det nederste sjiktet. Munsell 2,5Y 3/3. Volum >21 L. Fauna bestående av bl.a. frittlevende børstemark samt slangestjerner. Samtlige replikater var overfylte. Sedimentprøver til TOC og kornfordeling ble tatt fra grabb med uforstyrret sedimentoverflate.

2.3 Analysemetoder

Under følger informasjon om analysemetoder som er benyttet for analyse av biota, sediment og vannprøver.

2.3.1 Vann

Det har analysert vannprøver fra Tista for bestemmelse av fysisk-kjemiske støtteparametere.

2.3.1.1 Fysisk-kjemiske støtteparametere i elv

Alle analysene av fysisk-kjemiske støtteparametere som ble hentet inn i denne undersøkelsen ble utført enten av NIVA- eller Eurofins akkrediterte analyselaboratorium. Begge tilfredsstillende krav som er gitt i EU Direktiv 2009/90/EC. Dette direktivet beskriver tekniske spesifiseringer for kjemiske analyser ved overvåking av tilstanden i vann. En oversikt over metoder som ble benyttet er vist i

Tabell 8.

Tabell 8. Oversikt over kjemiske analyser av vann fra Tista som er benyttet i overvåkingsprogrammet.

Parameter	Akkred. metode	LOQ	Enhet	Standardmetode (NS-EN ISO)	Utførende lab	Instrument/ analyseteknikk
Totalt nitrogen (Tot-N)	Ja	<10	µg/l	4743;2:1993	NIVA	SKALAR autoanalysator
Totalt fosfor (Tot-P)	Ja	<1	µg/l	4725-3;1984	NIVA	SKALAR autoanalysator
Kjemisk oksygen-forbruk (KOF _{Mn})	Ja		Mg O/l	Egen metode	Eurofins	Spektrofotometer

2.3.2 Elvebunn

Metodene som er benyttet er beskrevet i Veileder 01:2009 (Direktoratsgruppa 2009) og siste versjon av klassifiseringsveilederen (Direktoratsgruppa 2018).

2.3.2.1 Begroingsalger i elv

Begroingsalger er alger som vokser på elvebunnen. Artssammensetningen av begroingsalger responderer på næringsalter ved at andel følsomme arter reduseres og andel tolerante arter øker med økende næringsalkonsentrasjoner. Denne responsen måles ved hjelp av PIT indeksen (Periphyton Index of Trophic Status).

PIT indeksen er 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 på lokaliteten for en 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; Schneider og Lindstrøm 2011). Både referanseverdien for tilnærmet upåvirkede vannforekomster og klassegrensene er forskjellige for svært kalkfattige elver (kalsium < 1 mg/l) og andre elver (kalsium > 1 mg/l). Vannforekomstene i denne undersøkelsen har begge kalsium over 1 mg/l. Referanseverdien for PIT er satt ved 6,71 og klassegrensene ved 9,5=svært god/god, 16=god/moderat, 31=moderate/dårlig og 46 =dårlig/svært dårlig i henhold til retningslinjer gitt i klassifiseringsveilederen (Direktoratsgruppa 2018). EQR verdien beregnes ved følgende formel: $PIT-EQR = (PIT\ obs - 60,84) / (PIT\ ref - 60,84)$. Deretter normaliseres EQR verdien som angitt i avsnitt 3.3.2, slik at tilstanden for begroingsalger kan sammenlignes og kombineres med tilstanden for andre kvalitetslementer.

2.3.2.2 Heterotrof begroing i elv

Heterotrof begroing er sopp og bakterier som vokser på elvebunnen. Mengden (dekningsgraden) av slike organismer responderer på organisk stoff (primært på lett nedbrytbart organisk stoff). Denne responsen måles ved hjelp av heterotrof begroingsindeks, HBI2.

HBI2 beregnes med utgangspunkt i en kombinasjon av et årlig gjennomsnitt av dekningsgrad (prosent dekning) og tykkelse (cm) av heterotrof begroing. Dette er et skjønsmessig system som baserer seg på at tilstanden er dårligere ved økt dekning og økt tykkelse av soppen *Leptomitius lacteus* og bakterien *Sphaerotilus natans* (lammehaler). Utregnede indeksverdier strekker seg fra 0 til 400 der lave verdier indikerer lite heterotrof begroing, dvs. lite organisk belastning, mens høye verdier indikerer mye heterotrof begroing og stor grad av organisk belastning. Referanseverdien ved tilnærmet upåvirkede forhold er null og klassegrensene ved >0=svært god/god, 1=god/moderat, 10=moderate/dårlig og 100 =dårlig/svært dårlig i henhold til retningslinjer gitt i klassifiseringsveilederen (Direktoratsgruppa 2018). EQR verdien beregnes ved følgende formel: $HBI2-EQR = (HBI2\ obs - maks) / (HBI2\ ref - maks)$. Deretter normaliseres EQR verdien som angitt i avsnitt 3.3.2, slik at tilstanden for heterotrof begroing kan sammenlignes og kombineres med tilstanden for andre kvalitetslementer.

2.3.2.3 Bunndyr i elv

Økologisk tilstand for bunndyr i elver vurderes i henhold til klassifiseringsystemet gitt i klassifiseringsveilederen (Direktoratsgruppa 2018). Effekter av organisk belastning på bunndyr måles ved hjelp av en indeks som fanger opp reduksjon av følsomme arter og økning av tolerante arter med økende tilførsler av organisk stoff. De følsomme artene krever mye oksygen og blir derfor lett redusert når elva tilføres organisk stoff, mens tolerante arter klarer seg med mindre oksygen og tåler

derfor større tilførsler av organisk stoff. Denne responsen kan måles ved hjelp av bunndyrindeksen Average Score Per Taxon (ASPT) (Armitage et al. 1983,), der de norske klassegrensene er interkalibrert mot tilsvarende indekser i andre nordiske land (Van De Bund 2009).

For bunndyr i ferskvann beregnes ASPT som en gjennomsnittlig poengverdi av Biological Monitoring Working Party scoring system (BMWP) (Hawkes 1998). Indeksen opererer på de taksonomiske nivåene klasse, familie eller underfamilie. Referanseverdien for ASPT er satt ved 6.9, og klassegrensene ved 6.8=svært god/god, 6.0=god/moderat (= miljømålet), 5.2=moderate/dårlig og 4.4=dårlig/svært dårlig (Direktoratsgruppa 2013). Klassegrensene gjelder foreløpig for alle elvetyper unntatt isbrepåvirkede elver, hvor det ikke finnes noe vurderingssystem. Påvirkningsgraden måles ved å sammenligne målte indeksverdier mot verdier for et ideelt referansesamfunn, det vil si et som ikke er utsatt for menneskelig påvirkning. Dette forholdet kalles for EQR (Ecological Quality Ratio). For å kunne sammenligne og kombinere resultatene med andre kvalitetselementer beregnes normalisert EQR (nEQR), som har like klassegrenser for alle kvalitetselementer og parametere (se kapittel 2.4).

2.3.3 Sediment i fjord

Det biologiske kvalitetselementet bunnfauna er analysert i tre prøver fra hver av stasjonene R-5, ID-1 og ID-43.

2.3.3.1 Marin bunnfauna

Sikteresten fra grabbprøvene ble grovsortert i hovedgrupper ved NIVAs biologilaboratorium, og overført til 80 % sprit. All sortert fauna ble artsbestemt til lavest mulig taksonomiske nivå, og alle individer av hver art talt. Sortering og artsidentifisering ble utført i henhold til NS-EN ISO 16665:2013 og NS-EN ISO/IEC 17025.

På grunnlag av artslister og individtall ble følgende indekser for bunnfauna beregnet:

- artsmangfold ved indeksene H' (Shannons diversitetsindeks) og ES_{100} (Hurlberts diversitetsindeks)
- ømfintlighet ved indeksene ISI_{2012} (Indicator Species Index, versjon 2012) og NSI (Norwegian Sensitivity Index)
- den sammensatte indeksen $NQI1$ (Norwegian Quality Index, versjon 1), som kombinerer både artsmangfold og ømfintlighet

Indeksene ble beregnet for hver grabbprøve, og ut fra dette er det beregnet gjennomsnittsverdier for hver stasjon. De absolutte indeksverdiene ble regnet om til normaliserte EQR-verdier (nEQR) etter formelen:

$$\text{Normalisert EQR} = (\text{Indeksverdi} - \text{Klassens nedre indeksverdi}) / (\text{Klassens øvre indeksverdi} - \text{Klassens nedre indeksverdi}) * 0.2 + \text{nedre klassegrense for normEQR}$$

I Veileder 02:2018 er det nå differensierte grenseverdier for flere ulike «regiongrupper» (ulike kombinasjoner av økoregioner og vanntyper). I dette tilfellet er stasjonene plassert i vanntypen «ferskvannspåvirket beskyttet fjord». Grenseverdier for denne vanntypen er gitt **Tabell 9**. Faunatilstanden klassifiseres ut fra indeksene etter vannforskriftens system med fem tilstandsklasser fra svært god (klasse I) til svært dårlig tilstand (klasse V), basert på Veileder 02:2018. Samlet tilstand for en stasjon bestemmes på grunnlag av gjennomsnittet av alle indeksenes nEQR-verdi.

Tabell 9. Klassegrenser for bløtbunnsindekser for vanntypen S5 «sterkt ferskvannspåvirket fjord», inkl. normalisert EQR (nEQR). NQI1=Norwegian Quality Index; H'=Shannons diversitetsindeks; ES₁₀₀=Hurlberts diversitetsindeks; ISI₂₀₁₂=Indicator Species Index; NSI=Norwegian Sensitivity Index. Tabell fra Veileder: 02:2018 (Direktoratsgruppa 2018).

Indeks	Vanntype S5				
	Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
NQI1	0,86 - 0,69	0,69 - 0,6	0,6 - 0,47	0,47 - 0,3	0,3 - 0
H'	6 - 4	4 - 3,1	3,1 - 2	2 - 0,9	0,9 - 0
ES ₁₀₀	56 - 28	28 - 19	19 - 11	11 - 6	6 - 0
ISI ₂₀₁₂	11,8 - 7,6	7,6 - 6,8	6,8 - 5,6	5,6 - 4,1	4,1 - 0
NSI	30 - 25	25 - 20	20 - 15	15 - 10	10 - 0
nEQR	0,86 - 0,69	0,69 - 0,6	0,6 - 0,47	0,47 - 0,3	0,3 - 0

Støtteparametere til det biologiske kvalitetselementet bunnfauna

TOC er en støtteparameter som gir informasjon om graden av organisk belastning på stasjonen. Sedimentfraksjonen gir informasjon om hvor grov- eller finkornet sedimentet er, noe som har betydning for faunaens sammensetning og som kan brukes ved tolkning av resultatene. Sedimentfraksjonen < 63 µm ble bestemt ved våtsikting og brukes ved beregning av normalisert TOC. Totalt organisk karbon (TOC) ble analysert med en elementanalyser etter at uorganiske karbonater er fjernet i syredamp (se **Tabell 10**).

Tabell 10. Oversikt over kjemiske analyser av sediment som er benyttet i overvåkingsprogrammet.

Parameter	Akkred. metode	LOQ	Enhet	Standard-metode	Utførende lab	Instrument/analyseteknikk
Totalt organisk karbon (TOC)		1,0	µg/mg TS	Intern (G6-2)	NIVA	Thermoflash
Kornfordeling <63µm	Nei	<1	% TS	Intern	NIVA	Filtrering/sikting av fraksjoner, gravimetri

Innhold av TOC i sedimentet kan gis en tilstandsklasse etter Molvær et al 1997 (veileder SFT97:03), men inngår ikke i den endelige tilstandsklassifiseringen av bløtbunnsfauna. Klassifiseringen av TOC er basert på finkornet sediment, og prøven standardiseres derfor for teoretisk 100 % finstoff etter formelen:

$$\text{Normalisert TOC} = \text{målt TOC} + 18(1-F),$$

hvor F er andelen finstoff (partikkelstørrelse < 63 µm).

Klassegrensene for normalisert TOC er gitt i **Tabell 11**.

Tabell 11. Klassegrenser for normalisert organisk karbon (TOC) fra veileder SFT97:03 (Molvær et al 1997). TOC er en støtteparameter og inngår ikke i endelig klassifisering av økologisk tilstand.

Parameter	Tilstandsklasser				
	Svært God (I)	God (II)	Moderat (III)	Dårlig (IV)	Svært Dårlig (V)
TOC Organisk karbon (mg/g)	0-20	20-27	27-34	34-41	41-200

2.4 Klassifisering av økologisk og kjemisk tilstand

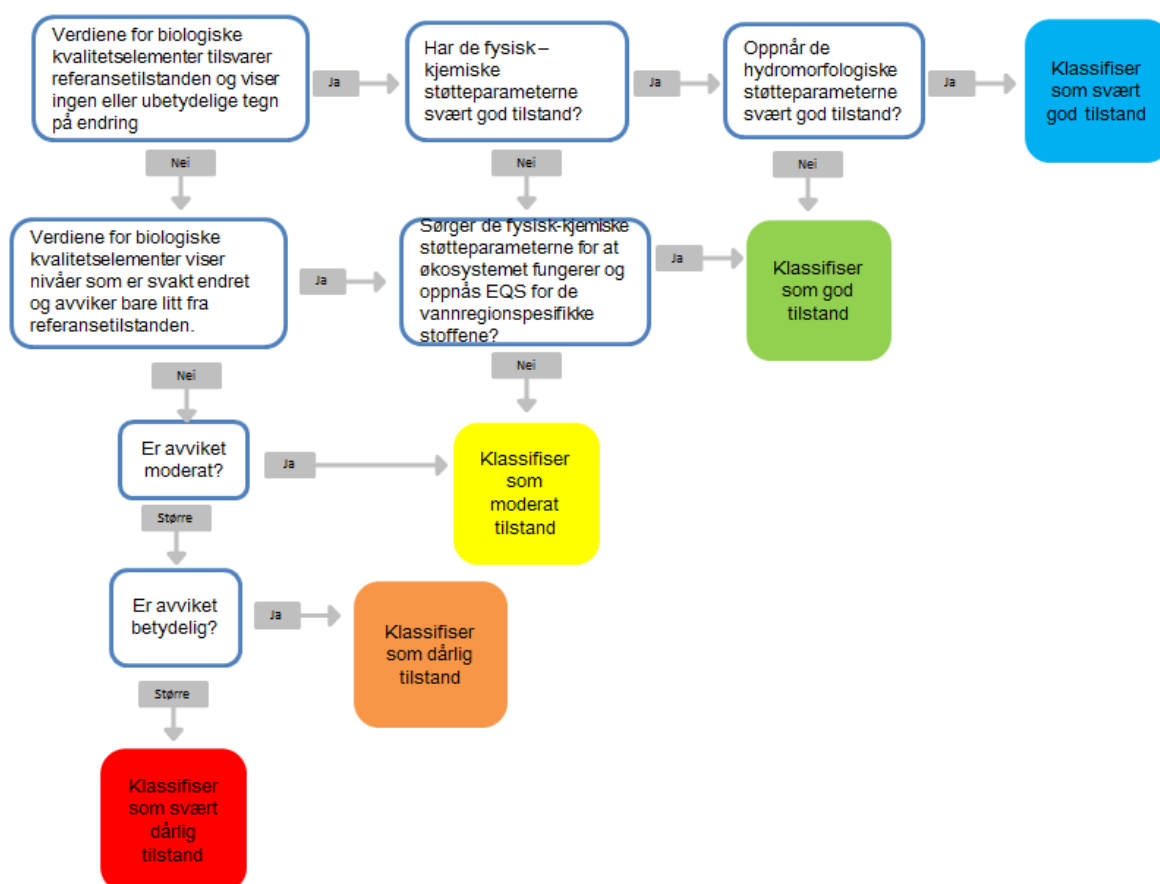
Den generelle metodikken for å klassifisere økologisk tilstand er angitt i kapittel 3.5 i klassifiseringsveilederen (Direktoratsgruppa, 2018), og er oppsummert i **Figur 1**. Klassifiseringen begynner med å kartlegge tilstanden til de såkalte biologiske kvalitetselementene (for eksempel bunnsfauna, begroingsalger, vannplanter), der sammensetningen av arter og evt. biomassen sammenlignes med hva man ville forventet dersom vannforekomsten var upåvirket av menneskelige aktiviteter (også kalt "naturtilstand" eller "referansetilstand"). Artssammensetningen uttrykkes gjerne i form av indekser som angir andel arter som er følsomme og andel arter som er tolerante for en bestemt påvirkning. Det er definert tallverdier for «naturtilstand» og grenseverdier som angir graden av menneskelig påvirkning for hver parameter eller indeks for hvert kvalitetselement, der svært god tilstand angis med blått fargesymbol, god tilstand med grønt, moderat tilstand med gult, dårlig tilstand med oransje og svært dårlig tilstand med rødt.

Avstanden fra naturtilstanden uttrykkes som EQR- verdier (Ecological Quality ratio) for hver parameter eller indeks for hvert enkelt kvalitetselement i henhold til formler gitt i klassifiseringsveilederen (Direktoratsgruppa, 2018). Neste skritt er å normalisere EQR-verdiene for hver parameter eller indeks, slik at de kan sammenlignes og kombineres. Grenseverdiene for de normaliserte EQR verdiene (nEQR) er like for alle parametere og indekser), der grenseverdiene mellom tilstandsklassene er 0,8 for svært god/god, 0,6 for god/moderat, 0,4 for moderat/dårlig og 0,2 for dårlig/svært dårlig. Dersom man har flere parametere eller indekser innen ett kvalitetselement, beregnes som regel en middelværdi av nEQR for hver parameter eller indeks til et endelig resultat for det aktuelle kvalitetselementet. Deretter gjøres tilsvarende beregninger for hver parameter for de generelle fysisk-kjemiske støtteparametere, der nEQR verdiene midles for parametere som angir effekter av samme påvirkning, f.eks. eutrofiering: total fosfor, fosfat, total nitrogen, nitrat.

Hvert av de vannregionspesifikke stoffene klassifiseres som god eller ikke god ut fra egne grenseverdier kalt miljøkvalitetsstandarder (Environmental Quality Standards - EQS). Dersom noen av de vannregionspesifikke stoffene overskrider EQS i en vannforekomst er miljømålet om god økologisk tilstand ikke nådd.

Den kjemiske tilstanden for en vannforekomst er bestemt av om den målte konsentrasjonen av ett eller flere av EUs prioriterte miljøgifter er under eller over EQS-verdien. Kjemisk tilstand kan derfor kun være god eller ikke god.

For økologisk tilstand er det de biologiske kvalitetselementene som er avgjørende for tilstandsklassifiseringen. Dersom biologien indikerer «svært god» eller «god» tilstand kan fysisk-kjemiske og hydromorfologiske støtteparametere nedgradere tilstanden til «god» eller «moderat» tilstand. Dersom de biologiske kvalitetselementene indikerer «moderat», «dårlig» eller «svært dårlig» tilstand vil disse alene være styrende for klassifiseringen. Det dårligste biologiske kvalitetselementet avgjør den økologiske tilstanden («det verste styrer»-prinsippet) (**Figur 4**).



Figur 4. Prinsippskisse som viser prinsippet for klassifisering av økologisk tilstand i henhold til klassifiseringsveilederen (Direktoratsgruppa 2013).

Den økologiske tilstanden på hver stasjon ble bestemt i henhold til prinsippene som er vist i **Figur 1** og **Figur 4**.

Kjemisk tilstand klassifiseres etter prinsipp som vist i **Figur 5**, dvs. «Ikke god kjemisk tilstand» oppnås dersom målte konsentrasjoner av EUs prioriterte miljøgifter er høyere enn EQS-verdier gitt for disse stoffene i vannforskriften (Lovdata, 2015).



Figur 5. Prinsippskisse for bestemmelse av kjemisk tilstand.

3 Resultater

3.1 Økologisk tilstand

Nedenfor presenteres økologisk tilstandsklasse og nEQR verdier for hvert kvalitetselement som er undersøkt i overvåkingen i 2018. En oversikt over økologisk tilstand på de ulike stasjonene er gitt i tabell 17. Rådata for hver indeks/parameter finnes i vedlegg.

3.1.1 Biologiske kvalitetselementer

Begroingsalger – Eutrofiering i elv

Eutrofieringsindeksen PIT resulterte i *god* tilstand oppstrøms og *moderat* tilstand nedstrøms Saugbrugs utslippspunkt i 2018, mens begge stasjoner ble klassifisert til *moderat* tilstand i 2015 (

Tabell 12). Fra 2015 til 2017 har det skjedd en økning i Saugbrugs utslipp av total fosfor og total nitrogen, fra 6,43 til 10,68 tonn fosfor per år og 53,12 til 91,09 tonn nitrogen per år (norskeutslipp.no). Denne økningen kan forklare forskjellen mellom stasjonene, siden det er forventet dårligere eutrofieringstilstand ved økt belastning av næringsstoffer. Samtidig tyder resultatene på at det har skjedd en forbedring oppstrøms Saugbrugs utslippspunkt. Ifølge Lars Kristian Selbekk ved vannområde Haldenvassdraget er det nylig gjennomført opprydding i spredt avløp og kommunalt ledningsnett, samt noe forbedrete kantsoner oppstrøms fabrikken (pers. komm., januar 2019). Dette har trolig ført til bedre tilstand iht. eutrofieringsindeksen PIT.

Det ble registrert høyere dekningsgrad av begroingsalger på stasjonen nedstrøms utslippene sammenlignet med stasjonen oppstrøms, der det hovedsakelig ble registrert mikroskopiske funn, med unntak av en dominerende grønnalge som i 2018 vokste som et tynt belegg over store deler av stasjonen (for komplett artsliste se Vedlegg A). Dette skyldes substrat og strømforhold, der stasjonen nedstrøms utslippene var godt egnet for begroingsalger med et passe strykparti og gode bunnforhold, mens stasjonen oppstrøms var karakterisert av stilleflytende vann, noe stein og leirsubstrat. På denne type bunnforhold forventer man ikke å registrere høy dekningsgrad av alger siden algene hovedsakelig fester seg til hardbunn. Samtidig skylles artene som klarer å vokse på bløtbunn raskt bort ved flom. Sammenligningsgrunnet er derfor ikke ideelt grunnet forskjell i substrat på stasjonene.

Til tross for at bunnforholdene nok bidrar til at vi observerer forskjeller i algesamfunnene mellom de to stasjonene, reflekterer begroingsalgesamfunnet likevel næringssaltforholdene på de to stasjonene ettersom både sensitive og tolerante arter klarer seg på både hard og bløt bunn.

Heterotrof begroing - Organisk belastning i elv

I 2015 var det tilsvarende *svært god* tilstand oppstrøms, men derimot *god* tilstand nedstrøms utslippene. Resultatene fra årets undersøkelse viser at det var *svært god* tilstand oppstrøms og *moderat* tilstand nedstrøms utslippene til Norske Skog Saugbrugs, med utgangspunkt i HBI2, indeksen for organisk belastning (

Tabell 12). Saugbrugs utslipp har dermed en betydelig effekt på elvas tilstand med hensyn til organisk belastning.

Den observerte endringen kan henge sammen med at bedriften har økt sine utslipp av KOF fra 2718 tonn per år i 2015 til 4388 tonn per år i 2017. Det er også viktig å være klar over at det i 2015 bare ble

tatt prøver for heterotrof begroing én gang i løpet av året. Prøvetakingen foregikk da i august, og vi forventer at forekomstene av heterotrof begroing, som for eksempel bakterien *Sphaerotilus natans*, er på sitt laveste på denne tiden av året ettersom bakterien blir hemmet i veksten på sommeren (særlig fra mai til august) grunnet UV-lys fra sola (Mechsner, 1985). Av den grunn er det mulig vi hadde funnet større forekomster, også i 2015, om vi hadde samlet inn prøver i løpet av våren og høsten. Det er derfor ikke sikkert forskjellen mellom 2015 og 2018 er så stor som analyseresultatene antyder, men resultatene viser uansett at det er en klar organisk belastning nedstrøms Saugbrugs.

Saugbrugs utslipp av KOF består i stor grad av biologisk tungt nedbrytbart materiale. Vi forventer derfor at kun en liten del effektivt kan utnyttes av bakterier og sopp. Resultatene for HBI2 viser altså kun den biologiske effekten av den lett nedbrytbare andelen av utslippene fra Saugbrugs.

Bunndyr – Organisk belastning i elv

Ifølge kriteriene for eutrofi/organisk belastning basert på indeksen ASPT, ble det målt henholdsvis *moderat og dårlig* tilstand på de undersøkte stasjoner oppstrøms og nedstrøms Saugbrugs i 2018 (**Tabell 12**). Dette samsvarer med resultatene fra 2015. Resultatene viser at begge stasjoner står i fare for ikke å oppnå miljømålet om god økologisk tilstand innen år 2021. Den økologiske tilstanden var imidlertid forverret nedstrøms Saugbrugs, og tyder på at den organiske belastningen var høyere her.

Resultatene på oppstrøms-stasjonen anses som noe usikre pga. uegnede fysiske forhold på stasjonen. ASPT indeksen er nemlig i utgangspunktet utviklet for bruk i rasktflytende elver med stryk/rislepartier og grovt bunnssubstrat bestående av stein/grus. Habitatet nedstrøms Saugbrugs var godt egnet i så henseende, mens stasjonen oppstrøms hadde mer innsjø-preg, uten merkbar strøm i vannet og dominans av fint bunnssubstrat. Slike forhold gir generelt noe lavere oksygeninnhold i vannet enn strykpartier, og den beregnede tilstanden er trolig påvirket noe av dette.

Siden stasjonen oppstrøms ble klassifisert til én bedre tilstandsklasse enn stasjonen nedstrøms utslippspunktene, til tross for uegnet habitat, understreker dette den betydelige påvirkningen Saugbrugs har på elva.

Tabell 12. Økologisk tilstand for hver stasjon for de undersøkte biologiske kvalitetselementene i elva Tista. Fargekodene angir økologisk tilstand: Blå=svært god, grønn=god, gul=moderat og oransje=dårlig tilstand.

Kvalitetselement/Indeks	Stasjonsnavn/kode			
	Tista oppstrøms utslipp/TIO		Tista nedstrøms utslipp/TIN	
	2015	2018	2015	2018
<i>Begroingsalger, nEQR</i>				
PIT indeks	0,55	0,75	0,53	0,48
<i>Heterotrof begroing, nEQR</i>				
HBI2 indeks	1*	1	0,78*	0,46
<i>Bunndyr, nEQR</i>				
ASPT indeks	0,49	0,52	0,24	0,22
Samlet økologisk tilstand, biologi				
	0,49	0,52	0,24	0,22

*Beregning er basert på kun én prøvetaking av heterotrof begroing (i august 2015).

Bløtbunnsfauna Iddefjorden

Indeksverdier for hver grabbprøve er gitt i Vedlegg B og fullstendige artslistene fra stasjonene i Vedlegg C. Gjennomsnittlige grabbverdier og normaliserte EQR-verdier er gitt i **Tabell 13**.

ID-1 Skysskaffern

Bløtbunnsfauna på stasjon ID-1 ble klassifisert til *svært dårlig* tilstand (klasse V), og stasjonen var nesten uten bløtbunnsfauna. Det ble kun registrert to individer av den lille rørbyggende flerbørstemarken *Polydora ciliata*, og ett individ av amfipoden *Corophium volutator*.

ID-43 Knivsøy

Bløtbunnsfauna på stasjon ID-43 ble klassifisert til *dårlig* tilstand (klasse IV). Det ble registrert totalt 23 arter og fauna anses dermed som artsfattig. Fauna var midlertid individrik, med svært høye tettheter av flerbørstemarken *Polydora ciliata*. Denne arten er regnet som opportunistisk eller forurensningsindikerende. Blant de øvrige artene som ble registrert i prøven finner flere tolerante og opportunistiske arter som muslingene *Corbula gibba* og *Thyasira sarsi*, flerbørste-markene *Glycera alba*, *Oxydromus flexuosus* og *Ophryotrocha* sp., samt den forurensnings-indikerende flerbørstemarken *Capitella capitata*.

R-5 Ringdalsfjorden

Bløtbunnsfauna på stasjon R-5 ble klassifisert til *god* tilstand (klasse II). Det ble registrert totalt 51 arter på stasjonen. Fauna var dominert av flerbørstemark, muslinger og pigghuder (slangestjerner og sjøpølsen *Labidoplax buskii*). Det ble funnet lite krepser på denne stasjonen. Også denne stasjonen var individrik, noe som skyldes flere arter med høye tettheter som flerbørstemarken *Anobothrus gracilis*, slangestjernene *Amphiura chiajei* og *Amphiura filiformis*, samt juvenile slangestjerner (ikke artsbestemt) og sjøpølsen *Labidoplax buskii*.

Tabell 13 Bløtbunnsindekser for Iddefjorden 2018, både gjennomsnitt av grabbene indeksverdier og normalisert EQR (nEQR). S=total antall arter, N=total antall individer, NQI1=Norwegian Quality Index, H'=Shannons diversitetsindeks, ES₁₀₀=Hurlberts diversitetsindeks, ISI₂₀₁₂=Indicator Species Index versjon 2012 og NSI=Norwegian Sensitivity Index versjon 2012. Klassegrenser og fargekode for tilstandsklasser er gitt i **Tabell 9**. Flere av bløtbunnsindeksene kunne ikke beregnes for stasjon ID-1 da det var for få individer i prøvene.

	S	N	NQI1	H'	ES ₁₀₀	ISI ₂₀₁₂	NSI	Gj.snitt nEQR
Stasjon: ID-1								
Gjennomsnittlig grabbverdi	2	3				2,86	6,9	
nEQR for gj.sn. grabbverdi						0,139	0,139	0,139
Stasjon: ID-43								
Gjennomsnittlig grabbverdi	23	1300	0,434	0,57	5,6	5,92	7,8	
nEQR for gj.sn. grabbverdi			0,357	0,127	0,186	0,454	0,156	0,256
Stasjon: R-5								
Gjennomsnittlig grabbverdi	51	1234	0,717	3,35	20,1	7,75	23,2	
nEQR for gj.sn. grabbverdi			0,832	0,656	0,624	0,807	0,730	0,730

Støtteparametere til bunnfauna

En oversikt over sedimentparametrene er gitt i **Tabell 14**. Både ID-1 og ID-43 hadde noe grovt sediment med en finfraksjon på henholdsvis 31 og 52 %. R-5 hadde noe mer finkornet sediment med en finfraksjon på 64 %. Det var et høyt innhold av både organisk karbon og nitrogen i sedimentet, og alle tre stasjoner hadde svært dårlig tilstand for organisk innhold. Tilstandsklassifiseringen av organisk innhold i sedimentet inngår ikke i den økologiske tilstandsklassifiseringen av bløtbunnsfauna, men kan benyttes for å tolke resultatene for bløtbunnsfauna.

Tabell 14. Finstoff (%<63 µm), innhold av organisk karbon (TOC) og normalisert TOC (TOC63) på bløtbunn-stasjonene i Iddefjorden 2018. Fargen gir en indikasjon på tilstanden for organisk innhold i sedimentet og er satt på grunnlag av klassegrensene i **Tabell 11**.

Stasjon	Kornfordeling (%<63 µm)	Totalt organisk karbon (TOC) mg/g	TOC63	Total nitrogen mg/g	C/N forholdstall
			normalisert		
ID-1	31	60,2	72,6	4,8	12,5
ID-43	52	63,5	72,1	5,1	12,5
R-5	64	52,9	59,4	3,4	15,6

Sammenfattende vurderinger av tilstanden for bløtbunnsfauna på stasjonene i Iddefjorden

Resultatene for bløtbunnsfauna i Iddefjorden tyder på at fjorden er organisk belastet. Det er høyt innhold av organisk karbon og nitrogen i sedimentene og svært dårlig tilstand for organisk innhold på alle tre stasjoner. På ID-1 og ID-43 luktet sedimentet av H₂S. På ID-1 var det nesten ikke noe fauna og *svært dårlig* tilstand. På ID-43 ble det registrert 23 arter, men fauna ble klassifisert til *dårlig* tilstand pga. lav artsdiversitet og høy dominans av tolerante arter. Stasjon R-5 hadde *god* tilstand for bløtbunnsfauna, men også denne stasjonen hadde høyt innhold av organisk karbon og nitrogen i sedimentet.

Tabell 15. Økologisk tilstand for hver stasjon for bunnfauna i Iddefjorden i 2018. Totalresultatet for hver stasjon og biologiske kvalitetselement angir middelverdien dersom det er benyttet flere indekser. Blå=svært god, grønn=god, gul=moderat, oransje=dårlig tilstand, rød=svært dårlig tilstand.

Kvalitetselement/Indeks	Stasjonsnavn/kode		
	Skysskafferen/ID-1	Knivsøy/ID-43	Ringdalsfj/R-5
<i>Bunnfauna, nEQR</i>			
NQI1		0,357	0,832
H'		0,127	0,656
ES ₁₀₀		0,186	0,624
ISI ₂₀₁₂	0,139	0,454	0,807
NSI	0,139	0,156	0,730
Totalresultat	0,139	0,256	0,730

3.1.2 Fysisk-kjemiske kvalitetselementer i Tista

I ferskvann er de fysisk-kjemiske støtteparameterne kjemisk oksygenforbruk (KOF), total fosfor, fosfat og total nitrogen blitt undersøkt. I den samlede klassifiseringen av næringsalter blir kun total fosfor benyttet siden fosfat ikke har klassegrenser og total nitrogen kun benyttes dersom man forventer nitrogenbegrensning på lokalitetene. Total nitrogen gir likevel nyttig informasjon og klassifisering av kvalitetselementet er derfor likevel gjennomført: stasjonene ble klassifisert til

moderat tilstand oppstrøms og *dårlig* tilstand nedstrøms Saugbrugs' utslippspunkter i 2018 (**Tabell 16**). Sammenlignet med 2015 har det skjedd en negativ utvikling nedstrøms utslippene. Samme utvikling er registrert for total fosfor. Total fosfor var i *god* tilstand oppstrøms begge år, og i *moderat* tilstand nedstrøms utslippspunktene i 2015, og i *dårlig* tilstand i 2018. Trenden gjenspeiles også i eutrofieringsindeksen PIT (

Tabell 12), og årsaken er sannsynligvis at Saugbrugs utslipp av total fosfor har økt betydelig siden 2015 (norskeutslipp.no). Også i 2018 har Saugbrugs slitt med stabiliteten i renseanlegget (T. Mageli, pers.komm.). Fosfat kan ikke klassifiseres i henhold til vannforskriften, men gir likevel nyttig informasjon da dette er den fraksjonen av total fosfor som er biotilgjengelig. I likhet med total fosfor er det mer enn tre ganger så høye konsentrasjoner av fosfat nedstrøms sammenlignet med oppstrøms utslippene. Det viser at en stor andel av total fosfor er biotilgjengelig og at det derfor er å forvente at biologiske kvalitetselementer følsomme for økte konsentrasjoner av næringsalter reagerer på dette.

For klassifisering av kjemisk oksygenforbruk (KOF_{mn}) ble tidligere klassifiseringsveileder fra 1997 (Andersen m.fl. 1997) benyttet. Siden KOF er sterkt knyttet til innholdet av organisk stoff i vannet og gjeldende klassegrenser ikke tar hensyn til elvetype, som for begge stasjoner i denne undersøkelsen er elvetype R106 (humøs og kalkfattig), vil klassifisering av humøse vassdrag være lite egnet. Basert på gjennomsnitt av månedlige prøver i 2018 og to prøverunder i 2015 ble begge stasjoner klassifisert til *dårlig* (Klasse IV) tilstand (**Tabell 16**). I 2015 ble det altså kun tatt to prøver av KOF_{mn} , mens det i veilederen blir anbefalt å ta månedlige prøver. Resultatene fra 2015 må derfor anses som usikre. Årsaken til de høye KOF-verdiene målt oppstrøms Saugbrugs utslipp både i 2015 og 2018 er uklar, men høyt innhold av TOC og humusforbindelser kan gi høye KOF-verdier.

Totalresultatet, som baserer seg på et gjennomsnitt av de undersøkte parameterne, endte dermed i *god* tilstand oppstrøms begge år og i *moderat og dårlig* tilstand nedstrøms utslippene i henholdsvis 2015 og 2018 for næringsalter, og i *dårlig* tilstand på begge lokaliteter med utgangspunkt i organisk belastning. For en total oversikt over prøveresultatene, se Vedlegg D.

Tabell 16. Økologisk tilstand for hver stasjon for de fysisk-kjemiske kvalitetselementene i elva Tista, som tilhører elvetype R106 (humøs, kalkfattig). Tilstanden er basert på beregnede middelveier for hver parameter på hver stasjon. Totalresultat for næringsalter er kun basert på tot-P siden tot-N ikke inkluderes da lokalitetene ikke er ansett å være nitrogenbegrenset. Fosfat er ikke omregnet til nEQR da det ikke finnes klassegrenser for denne metoden. Grønn=god, gul=moderat og oransje=dårlig tilstand.

Parameter	Tista oppstrøms utslipp				Tista nedstrøms utslipp			
	2015	2015	2018	2018	2015	2015	2018	2018
<i>Næringsalter</i>	<i>µg/l</i>	<i>nEQR</i>	<i>µg/l</i>	<i>nEQR</i>	<i>µg/l</i>	<i>nEQR</i>	<i>µg/l</i>	<i>nEQR</i>
Tot N (n=12)	822,08	0,49	904,17	0,46	992,08	0,43	1195,83	0,35
Tot P (n=12)	17,92	0,76	21,58	0,65	28,36	0,53	71,17	0,24
Fosfat	n.a.	n.a.	6,75		n.a.	n.a.	25,92	
Totalresultat		0,76		0,65		0,53		0,24
<i>Organisk belastning</i>	<i>mg O2/l</i>	<i>nEQR</i>			<i>mg O2/l</i>	<i>nEQR</i>		
KOF-Mn (n=2 i 2015, n=12 i 2018)	9,4	0,29	8,23	0,33	13,45	0,24	14,92	0,203

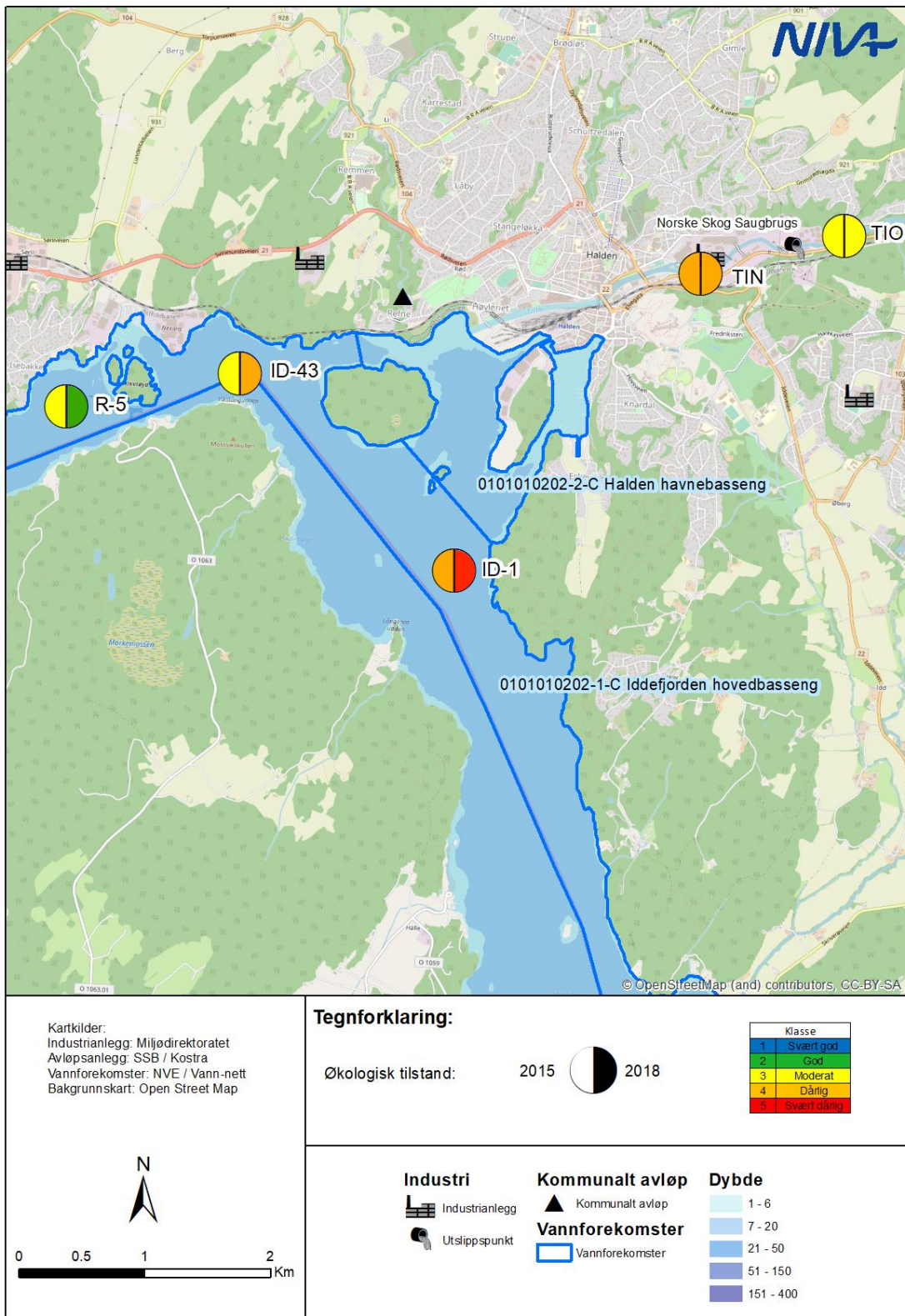
3.2 Oversikt over økologisk tilstand for alle stasjoner

I Tista er det bunndyr som er det utslagsgivende kvalitetselementet både oppstrøms og nedstrøms Saugbrugs utslippspunkter med *moderat* tilstand oppstrøms og *dårlig* tilstand nedstrøms begge undersøkte år (**Tabell 17**). Fysisk-kjemiske kvalitetselementer kan kun trekke ned den samlede tilstanden til *moderat* og er derfor ikke avgjørende klassifiseringen i denne undersøkelsen.

I Iddefjorden er det en gradient i økologisk tilstand med *dårlig* tilstand på den indre stasjonen ved Skysskaffern (ID-1), *moderat* tilstand ved Knivsøy ID-43) og *god* tilstand på stasjonen i Ringdalsfjorden (R-5).

Tabell 17. Økologisk tilstand per stasjon i Tista og i Iddefjorden i 2015 og 2018. Kjemisk tilstand kun undersøkt i 2015. Kvalitetselement bestemmende for tilstanden er angitt. Økologisk tilstand: blått=Svært god tilstand, grønn=God tilstand, gul=Moderat tilstand, oransje=Dårlig tilstand og rød=Svært dårlig tilstand, blank=ikke data for å klassifisere økologisk tilstand. På stasjon ID-2 ble kun fysisk-kjemiske kvalitetselementer analysert og tilstand i 2015 er satt på bakgrunn av næringssaltnivåene.

Stasjons kode	Stasjonsnavn	Økologisk tilstand		Kjemisk tilstand
		2015	2018	2015
TIO	Tista oppstrøms utslipp	Bunnfauna	Bunnfauna	
TIN	Tista nedstrøms utslipp	Bunnfauna	Bunnfauna	
ID-2	Kjellvik	Næringssalter		
ID-1	Skysskafferen Iddefjorden	Bunnfauna	Bunnfauna	
ID-43	Knivsøy Iddefjorden	Bunnfauna/VRS (As, Zn)	Bunnfauna	
R-5	Ringdalsfjorden	Fysisk-kjemiske støtteparametere	Bunnfauna	



Figur 6. Oversikt over økologisk tilstand i 2015 (venstre halvsirkel) og i 2018 (høyre halvsirkel) for stasjoner i Iddefjorden og Tista som ble undersøkt i 2018.

4 Diskusjon

Med eutrofiering som påvirkningsfaktor viste PIT-indeksen for begroingsalger *god* tilstand oppstrøms og *moderat* tilstand nedstrøms utslippene til Tista i 2018. Til sammenligning var begge undersøkte stasjoner i 2015 i *moderat* økologisk tilstand. Bunndyr-indeksen ASPT ga henholdsvis *moderat* og *dårlig* økologisk tilstand på undersøkte stasjoner oppstrøms og nedstrøms Saugbrugs, for både 2015 og 2018. Det var videre *svært god* tilstand oppstrøms og *moderat* tilstand nedstrøms utslippene med utgangspunkt i HBI2 i 2018, indeksen for heterotrof begroing som er følsom for lett nedbrytbart organisk stoff. Her har det skjedd en negativ utvikling siden 2015, da stasjonen nedstrøms Saugbrugs utslippspunkter var i *god* tilstand. Til sammen viser resultatene at bedriftens utslipp har en betydelig effekt på samtlige undersøkte biologiske kvalitetsselementer, og at denne trenden er tydeligere i 2018 sammenlignet med 2015. I tillegg viser resultatene at begge stasjoner i Tista står i fare for ikke å oppnå miljømålet om *god* økologisk tilstand innen år 2021.

For næringssalter var den samlede tilstanden *god* oppstrøms i begge år og henholdsvis *moderat* og *dårlig* nedstrøms i 2015 og 2018. Det har altså skjedd en forverring av tilstand nedstrøms utslippene, og stasjonen nedstrøms står så ledes i fare for ikke å oppnå miljømålet om *god* økologisk tilstand innen 2021. Det var en økning i utslippene av næringssalter, KOF og suspendert stoff fra Saugbrugs i 2017, og det er også meldt om utfordringer med renseanlegget i 2018.

For kjemisk oksygenforbruk (KOF) var tilstanden *dårlig* både oppstrøms og nedstrøms utslippene begge undersøkte år, men med noe lavere nEQR-verdier nedstrøms utslippene. Årsaken til de høye KOF-verdiene målt oppstrøms Saugbrugs utslipp både i 2015 og 2018 er uklar, men mye tyder på at det er høyt innhold av naturlig organisk materiale på denne stasjonen. KOF_{mn}-metoden måler alt som kan oksideres, som humus-forbindelser, TOC og metaller, og høyt innhold av TOC og humus-forbindelser kan derfor gi høye KOF-verdier. Det er tidligere gjort en gjennomgang av eksisterende data på TOC fra Tista og Enningdalselva som indikerte en oppadgående trend i begge elvene. I Enningdalselva hadde gjennomsnittlig TOC-nivå økt fra 7,8 mg/l i 1998 til 9 mg/l i 2014, og fra 7,4 mg/l til 8,5 mg/l i perioden 2004-2014 i Tista (oppsummert i Waldy et al. 2014). At vi ikke detekterer en nevneverdig forskjell i KOF oppstrøms sammenlignet med nedstrøms Saugbrugs utslipp skyldes trolig stor grad av fortykning i vannmassene i kombinasjon med at metoden har visse svakheter. Kjemisk tilstand er ikke undersøkt i Tista.

Resultatene for bløtbunnsfauna i Iddefjorden tyder på at fjorden er organisk belastet. Det er høyt innhold av organisk karbon og nitrogen i sedimentene på alle tre stasjonene. På ID-1 og ID-43 lukket sedimentet av H₂S. På ID-1 var det nesten ikke noe fauna og *svært dårlig* tilstand. På ID-43 ble det registrert totalt 23 arter, men fauna ble klassifisert til *dårlig* tilstand pga. lav artsdiversitet og høy dominans av tolerante arter. Stasjon R-5 hadde *god* tilstand for bløtbunnsfauna, men også denne stasjonen hadde høyt innhold av organisk karbon og nitrogen i sedimentet.

En oversikt over resultatene fra alle årene som de tre stasjonene i Iddefjorden har blitt undersøkt for bløtbunnsfauna er gitt i **Tabell 18**. nEQR for alle årene er beregnet etter Veileder 02:2018 (Direktoratsgruppa 2018) med de nye grenseverdiene, så nEQR og tilstandsklasse kan avvike noe fra hva som er presentert i de tidligere rapportene. Stasjonene ID-1 og ID-43 har blitt undersøkt kun en gang tidligere, i 2015. Tilstanden har blitt forverret i 2018 sammenlignet med 2015 for begge stasjonene. På ID-1 ble det registrert noen flere arter og individer i 2015 enn i 2018, men fauna var i hovedsak dominert av den forurensings-indikerende flerbørstemarken *Capitella capitata*. Tilstanden har gått ned fra *moderat* i 2015 til *svært dårlig* i 2018. På ID-43 har antall arter gått noe opp, men det

har også vært en kraftig økning i antall individer som skyldes høy tetthet av flerbørstemarken *Polydora ciliata*. Arten er opportunistisk og/eller forurensningsindikerende og altså svært dominerende slik at både diversitetsindeksene og sensitivitetsindeksene blir redusert. Tilstandsklassifiseringen går fra *moderat* i 2015 til *dårlig* i 2018.

Stasjon R-5 har blitt undersøkt en rekke ganger fra 2001 og frem til 2018. Det har over tid vært en positiv utvikling for bløtbunnsfauna på stasjonen. Antall arter har gått opp, nEQR har økt og den økologiske tilstanden har gått fra «moderat» til «god». Antall arter og individer har gått noe ned fra 2015 til 2018, men nEQR er ganske lik og den økologiske tilstanden blir klassifisert til «god» begge årene.

Tabell 18 Oversikt over totalt antall arter (s) og individer (N) for hver stasjon (0,3 m²), og gjennomsnittlig nEQR-verdi med tilstandsklassifisering for alle årene de tre stasjonene er undersøkt for bløtbunnsfauna. nEQR for alle årene er beregnet etter Veileder 02:2018 (Direktoratsgruppa 2018) med de nye grenseverdiene, så nEQR og tilstandsklasse kan avvike noe fra tidligere rapporter.

Stasjon	År	s	N	nEQR
ID-1	2015	6	50	0,418
	2018	2	3	0,139
ID-43	2015	18	379	0,406
	2018	23	1300	0,256
R-5	2001	37	907	0,538
	2002	31	657	0,538
	2003	24	147	0,612
	2004	42	814	0,595
	2008	55	1527	0,641
	2011	46	706	0,735
	2015	61	1878	0,721
	2018	51	1234	0,730

Anbefaling

Med bakgrunn i diskusjonen ovenfor foreslår vi at målinger av KOF ikke videreføres i overvåkingen i Tista. Man kan vurdere å måle på BOF (biokjemisk oksygenforbruk) i stedet, BOF er et mål på mengden organisk materiale som er tilgjengelig for biologisk nedbrytning og bestemmes ved å måle reduksjonen i oksygen i en vannprøve som settes i mørke over en bestemt tid ved en bestemt temperatur.

5 Referanser

Andersen, J.R., Bratli, J.L., Fjeld, E., Faafeng, B., Grande, M., Hem, L., Holtan, H., Krogh, T., Lund, V., Rosland, D., Rosseland, B.O., Aanes, K.J. 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. Veiledning 97:04. Miljødirektoratets rapportserie TA-1468/1997

Armitage PD, Moss D, Wright JF, Furse MT. 1983. The performance of a new biological water-quality score system based on macroinvertebrates over a wide-range of unpolluted running-water site. *Water Res.*17:333-347.

Berge JA, Bjerkgeng B, Magnusson J, Rygg B, Stigebrandt A, Walday M. 1997. Miljøundersøkelser i forbindelse med en mulig utdyping av tersklene i Iddefjorden/Ringdalsfjorden. NIVA-rapport 3695-97. 134s.

Direktoratsgruppa, 2018. Klassifisering av miljøtilstand i vann - Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Veileder 02:2018.

Hawkes HA. 1998. Origin and development of the Biological Monitoring Working Party score system. *Water Res. Mar;* 32:964-968.

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

Molvær, J. Knutzen, J., Magnusson, J., Rygg, B., Skei, J., Sørensen, J. 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystvann. Veiledning 97:03. Miljødirektoratets rapportserie TA 1467/1997

NS-EN ISO 15708:2009. Vannundersøkelse - Veiledning i overvåking, innsamling og laboratorieanalyse av bentiske alger i grunne elver. Standard Norge.

NS-EN ISO 10870:2012. Vannundersøkelse - Veiledning i valg av prøvetakingsmetoder og utstyr til bentiske makroinvertebrater i ferskvann. Standard Norge.

Schneider SC, Lindstrøm EA. 2011. The periphyton index of trophic status PIT: a new eutrophication metric based on non-diatomaceous benthic algae in Nordic rivers. *Hydrobiologia* (2011) 665: 143. <https://doi.org/10.1007/s10750-011-0614-7>

Van De Bund W. 2009. Water Framework Directive intercalibration technical report. Part 1: Rivers. JRC Scientific and Technical Reports EUR 23838 EN/1 136.

Walday M, Hjermann DØ, Austnes K. 2014. Brunfarge i Iddefjorden. NIVA-notat til Prosjekt Nedre Glomma 26. november 2014.

Walday M, Borgersen G, Kile MR, Eriksen TE. 2016. Tiltaksrettet overvåking av miljøtilstand i Tista og Iddefjorden i 2015-2016 i forhold til utslipp fra Norske Skog Saugbrugs AS. NIVA-rapport 6986-2016. 53s.

Vedlegg A. Taksaliste – begroingsalger i elv

Liste over registrerte begroingselementer fra 2 stasjoner i Tista ved Norske Skog Saugbrugs, fra 2015 og 2018. Mengden er angitt som prosent dekning for begroingselementer observert med det blotte øye i felt. Organismer som vokser på/blant disse og kun er observert i mikroskop er angitt ved: x=observert, xx=vanlig, xxx=hyppig.

		Tista oppstrøms utslipp		Tista nedstrøms utslipp	
		2015	2018	2015	2018
Cyanobakterier	Calothrix spp.		xxx		
	Chamaesiphon amethystinus	xx			
	Chamaesiphon incrustans	xx		xxx	
	Geitlerinema splendidum	<1	<1		15
	Heteroleibleinia spp.	xx	xxx	xxx	
	Homoeothrix janthina		xxx		
	Homoeothrix spp.		xxx		
	Homoeothrix subtilis		<1		
	Hydrococcus rivularis			xx	
	Merismopedia punctata		x		
	Phormidium autumnale		x		<1
	Phormidium favosum			5	
	Phormidium retzii				<1
	Phormidium spp.	x	x		
Grønnalger	Uidentifiserte coccale blågrønnalger	x			3
	Cladophora rivularis				40
	Closterium spp.		x	x	x
	Cosmarium spp.		x		xxx
	Hyalotheca dissiliens		65		
	Microspora abbreviata				x
	Microspora amoena			10	
	Oedogonium a (5-11u)		x		
	Oedogonium b (13-18u)		x		xx
	Oedogonium c (23-28u)	x		1	
	Oedogonium e (35-43u)	x	xx	<1	1
	Oedogonium f (48-60μ)			14	x
	Spirogyra a (20-42u,1K,L)				x
	Staurastrum spp.		x		
Stigeoclonium tenue				1	
Teilingia granulata	x				
Ulothrix tenerrima				x	
Kiselalger	Tabellaria flocculosa (agg.)	x		xx	
	Uidentifiserte pennate	xxx	xxx	xxx	
Rødalger	Audouinella chalybaea	xx		<1	
	Audouinella pygmaea				xx

		Tista oppstrøms utslipp		Tista nedstrøms utslipp	
		2015	2018	2015	2018
	Lemanea fluviatilis	<1		<1	
	Rhodophyceae		x		
Gulgrønnalger	Vaucheria spp.			1	
Nedbrytere	Sphaerotilus natans			xxx	xxx

Vedlegg B. Indeksverdier for bløtbunnsfauna

Bløtbunnsindekser per grabbprøve for Iddefjorden 2018. S=antall arter, N=antall individer, NQI1=Norwegian Quality Index, H'=Shannons diversitetsindeks, ES₁₀₀=Hurlberts diversitetsindeks, ISI₂₀₁₂=Indicator Species Index versjon 2012 og NSI=Norwegian Sensitivity Index versjon 2012, DI=density index. Ettersom det ble registrert svært få dyr på stasjon ID-1 har det ikke vært mulig å beregne flere av bløtbunnsindeksene for denne stasjonen.

Stasjon	Grabb	S	N	NQI1	H	ES100	ISI2012	NSI2012
ID-1	G1	0	0					
ID-1	G2	1	1				2,86	6,9
ID-1	G3	2	2				2,86	6,9
ID-43	G1	16	509	0,460	0,71	6,8	5,52	7,9
ID-43	G2	13	516	0,440	0,53	5,3	6,67	7,8
ID-43	G3	8	275	0,400	0,47	4,7	5,58	7,7
R-5	G1	39	433	0,717	3,67	22,0	7,74	23,1
R-5	G2	32	401	0,716	3,22	19,0	7,71	23,2
R-5	G3	34	400	0,717	3,17	19,1	7,79	23,4

Vedlegg C. Artslister bløtbunnsfauna

Artslister for bløtbunnsfauna fra Iddefjorden 2018. Antall individer av hver art angitt for hver av de tre grabbprøvene på de tre stasjonene.

STASJON	GRUPPENAVN	FAMILIENAVN	ARTSNAVN	G1	G2	G3
ID-1	ABIOTISK		ABIOTISK	1		
ID-1	POLYCHAETA	Spionidae	Polydora ciliata		1	1
ID-1	AMPHIPODA	Corophiidae	Corophium volutator			1
ID-43	NEMERTEA		Nemertea indet	2		
ID-43	POLYCHAETA	Phyllodocidae	Sige fusigera	1	1	
ID-43	POLYCHAETA	Hesionidae	Oxydromus flexuosus	5	2	1
ID-43	POLYCHAETA	Glyceridae	Glycera alba	15	12	6
ID-43	POLYCHAETA	Dorvilleidae	Dorvilleidae indet	1		
ID-43	POLYCHAETA	Dorvilleidae	Ophryotrocha sp.	4		
ID-43	POLYCHAETA	Spionidae	Polydora ciliata	465	483	258
ID-43	POLYCHAETA	Cirratulidae	Chaetozone setosa			1
ID-43	POLYCHAETA	Cirratulidae	Chaetozone zetlandica	2	1	
ID-43	POLYCHAETA	Capitellidae	Capitella capitata kompleks	2		
ID-43	POLYCHAETA	Capitellidae	Capitellidae indet	1		
ID-43	POLYCHAETA	Pectinariidae	Pectinariidae indet	1		
ID-43	POLYCHAETA	Ampharetidae	Ampharete sp.		1	
ID-43	POLYCHAETA	Trichobranchidae	Terebellides stroemii		1	
ID-43	PROSOBRANCHIA	Rissoidae	Hyala vitrea		1	
ID-43	BIVALVIA	Thyasiridae	Thyasira flexuosa	2		
ID-43	BIVALVIA	Thyasiridae	Thyasira sarsii	3	5	1
ID-43	BIVALVIA	Thyasiridae	Thyasiridae indet			1
ID-43	BIVALVIA	Corbulidae	Corbula gibba	3	5	6
ID-43	AMPHIPODA	Amphilochoidae	Amphilochoides sp.	1	2	
ID-43	AMPHIPODA	Melitidae	Cheirocratus cf. sundewalli			1
ID-43	AMPHIPODA	Oedicerotidae	Westwoodilla caecula		1	
ID-43	OPHIUROIDEA		Ophiuroidea juvenil	1	1	
R-5	ANTHOZOA	Cerianthidae	Cerianthus lloydii	1		
R-5	NEMERTEA		Nemertea indet	1		
R-5	POLYCHAETA	Polynoidae	Gattyana cirrhosa	2	1	
R-5	POLYCHAETA	Polynoidae	Harmothoe cf. mariannae			2
R-5	POLYCHAETA	Phyllodocidae	Phyllodoce maculata			1
R-5	POLYCHAETA	Phyllodocidae	Phyllodoce rosea	1		1
R-5	POLYCHAETA	Phyllodocidae	Sige fusigera			1
R-5	POLYCHAETA	Pholoidae	Pholoe baltica	5	7	6
R-5	POLYCHAETA	Hesionidae	Oxydromus flexuosus	2	3	3
R-5	POLYCHAETA	Nephtyidae	Nephtys hombergii	1		
R-5	POLYCHAETA	Goniadidae	Goniada maculata	2	1	3

STASJON	GRUPPENAVN	FAMILIENAVN	ARTSNAVN	G1	G2	G3
R-5	POLYCHAETA	Spionidae	<i>Polydora ciliata</i>	2		1
R-5	POLYCHAETA	Spionidae	<i>Prionospio cirrifera</i>	2		1
R-5	POLYCHAETA	Spionidae	<i>Pseudopolydora aff. paucibranchiata</i>	33	8	4
R-5	POLYCHAETA	Cirratulidae	<i>Chaetozone sp.</i>	14	2	6
R-5	POLYCHAETA	Flabelligeridae	<i>Diplocirrus glaucus</i>		1	
R-5	POLYCHAETA	Scalibregmidae	<i>Polyphysia crassa</i>	2	8	2
R-5	POLYCHAETA	Scalibregmidae	<i>Scalibregma inflatum</i>	2		
R-5	POLYCHAETA	Capitellidae	<i>Mediomastus fragilis</i>	2		
R-5	POLYCHAETA	Maldanidae	<i>Praxillella praetermissa</i>	7	5	6
R-5	POLYCHAETA	Oweniidae	<i>Galathowenia oculata</i>	12	8	9
R-5	POLYCHAETA	Ampharetidae	<i>Ampharete lindstroemi</i>	5	1	
R-5	POLYCHAETA	Ampharetidae	<i>Ampharete octocirrata</i>	2	3	1
R-5	POLYCHAETA	Ampharetidae	<i>Anobothrus gracilis</i>	102	93	119
R-5	POLYCHAETA	Ampharetidae	<i>Melinna elisabethae</i>	6	1	2
R-5	POLYCHAETA	Terebellidae	<i>Pista lornensis</i>	14	8	16
R-5	POLYCHAETA	Terebellidae	<i>Terebellides sp.</i>	3	2	
R-5	POLYCHAETA	Sabellidae	<i>Euchone sp.</i>	3	4	8
R-5	POLYCHAETA	Sabellidae	Sabellidae indet		1	
R-5	PROSOBRANCHIA	Rissoidae	<i>Hyalia vitrea</i>	3	1	4
R-5	CAUDOFOVEATA		Caudofoveata indet	3		1
R-5	BIVALVIA	Nuculidae	<i>Ennucula tenuis</i>		2	2
R-5	BIVALVIA	Nuculidae	<i>Nucula sulcata</i>	1	3	2
R-5	BIVALVIA	Nuculidae	<i>Nucula tumidula</i>		1	
R-5	BIVALVIA	Thyasiridae	<i>Mendicula ferruginosa</i>		1	
R-5	BIVALVIA	Thyasiridae	<i>Thyasira equalis</i>	2	3	
R-5	BIVALVIA	Thyasiridae	<i>Thyasira flexuosa</i>	3	2	1
R-5	BIVALVIA	Thyasiridae	<i>Thyasira sarsii</i>	5	17	9
R-5	BIVALVIA	Scrobiculariidae	<i>Abra nitida</i>	1	1	
R-5	AMPHIPODA	Ampeliscidae	<i>Ampelisca tenuicornis</i>			1
R-5	DECAPODA	Processidae	<i>Processa canaliculata</i>	2		
R-5	SIPUNCULIDA		<i>Phascolion (Phascolion) strombus strombus</i>			1
R-5	OPHIUROIDEA		Ophiuroidea juvenil	19	21	19
R-5	OPHIUROIDEA	Amphiuridae	<i>Amphiura chiajei</i>	31	23	27
R-5	OPHIUROIDEA	Amphiuridae	<i>Amphiura filiformis</i>	110	146	129
R-5	OPHIUROIDEA	Amphiuridae	<i>Amphiura sp. juvenil</i>	1		
R-5	OPHIUROIDEA	Ophiuridae	<i>Ophiura albida</i>	1		1
R-5	OPHIUROIDEA	Ophiuridae	<i>Ophiura cf. robusta</i>	1	3	
R-5	OPHIUROIDEA	Ophiuridae	<i>Ophiura sp. juvenil</i>			1
R-5	HOLOTHUROIDEA	Synaptidae	<i>Labidoplax buskii</i>	24	20	9
R-5	HEMICHORDATA		Hemichordata			1

Vedlegg D. Analyseresultater for fysisk - kjemiske kvalitetselementer i Tista

Analysevariabel	Benevnning	Prøvetakingsmåned	Tista, oppstrøms utslipp	Tista, nedstrøms utslipp
Kjemisk oksygenforbruk mn	mg O ₂ /l	Januar	11	9,8
Kjemisk oksygenforbruk mn	mg O ₂ /l	Februar	8,5	9,6
Kjemisk oksygenforbruk mn	mg O ₂ /l	Mars	7,4	8,5
Kjemisk oksygenforbruk mn	mg O ₂ /l	April	8,6	8,8
Kjemisk oksygenforbruk mn	mg O ₂ /l	Mai	8,3	9,1
Kjemisk oksygenforbruk mn	mg O ₂ /l	Juni	7,9	27
Kjemisk oksygenforbruk mn	mg O ₂ /l	Juli	7,4	20
Kjemisk oksygenforbruk mn	mg O ₂ /l	August	7,5	21
Kjemisk oksygenforbruk mn	mg O ₂ /l	September	8,5	21
Kjemisk oksygenforbruk mn	mg O ₂ /l	Oktober	7,3	18
Kjemisk oksygenforbruk mn	mg O ₂ /l	November	8,8	18
Kjemisk oksygenforbruk mn	mg O ₂ /l	Desember	7,6	8,2
Kjemisk oksygenforbruk mn	mg O₂/l	Gjennomsnitt	8,23	14,92
Total nitrogen	(µg/l)	Januar	1000	1080
Total nitrogen	(µg/l)	Februar	855	1000
Total nitrogen	(µg/l)	Mars	850	1010
Total nitrogen	(µg/l)	April	900	990
Total nitrogen	(µg/l)	Mai	915	880
Total nitrogen	(µg/l)	Juni	1000	1300
Total nitrogen	(µg/l)	Juli	830	1600
Total nitrogen	(µg/l)	August	780	1300
Total nitrogen	(µg/l)	September	940	1500
Total nitrogen	(µg/l)	Oktober	840	1600
Total nitrogen	(µg/l)	November	990	1200
Total nitrogen	(µg/l)	Desember	950	890
Total nitrogen	(µg/l)	Gjennomsnitt	904,17	1195,83
Total fosfor	(µg/l)	Januar	30	34
Total fosfor	(µg/l)	Februar	13	17
Total fosfor	(µg/l)	Mars	14	22
Total fosfor	(µg/l)	April	20	33
Total fosfor	(µg/l)	Mai	5	20
Total fosfor	(µg/l)	Juni	45	100
Total fosfor	(µg/l)	Juli	26	210
Total fosfor	(µg/l)	August	20	62
Total fosfor	(µg/l)	September	34	90
Total fosfor	(µg/l)	Oktober	19	190
Total fosfor	(µg/l)	November	16	61

Analysevariabel	Benevning	Prøvetakingsmåned	Tista, oppstrøms utslipp	Tista, nedstrøms utslipp
Total fosfor	(µg/l)	Desember	17	15
Total fosfor	(µg/l)	Gjennomsnitt	21,58	71,17
Fosfat	(mg/l)	Januar	10	18
Fosfat	(mg/l)	Februar	6	7
Fosfat	(mg/l)	Mars	5	11
Fosfat	(mg/l)	April	7	7
Fosfat	(mg/l)	Mai	7	7
Fosfat	(mg/l)	Juni	8	9
Fosfat	(mg/l)	Juli	6	140
Fosfat	(mg/l)	August	4	4
Fosfat	(mg/l)	September	8	26
Fosfat	(mg/l)	Oktober	6	54
Fosfat	(mg/l)	November	7	22
Fosfat	(mg/l)	Desember	7	6
Fosfat	(mg/l)	Gjennomsnitt	6,75	25,92

Vedlegg E. Taksaliste – bunndyr i elv

	Nedstrøms Saugbrugs		Oppstrøms Saugbrugs	
	05.03.2018	31.10.2018	05.03.2018	31.10.2018
Bivalvia				
Sphaeriidae	7	112	62	80
Coleoptera				
Dytiscidae Ad.				3
Dytiscidae Lv.				3
Elodes sp. lv.				1
Gyrinus sp. Ad.				1
Oulimnius sp. lv.		2	34	58
Oulimnius tuberculatus Ad.				6
Crustacea				
Asellus aquaticus	46	12	224	400
Diptera				
Ceratopogonidae	1	10	22	15
Chironomidae	976	2368	1120	1920
Empididae	1		6	
Limnophora sp.		2		
Simuliidae	14	1	1	
Tabanidae			1	1
Tipulidae		2		
Ephemeroptera				
Baetidae				2
Baetis rhodani	38		1	
Baetis sp.	1			
Caenis horaria	8		1	54
Caenis luctuosa	1			22
Caenis sp.	1			
Centroptilum luteolum			7	134
Heptagenia fuscogrisea				1
Kageronia fuscogrisea			6	
Leptophlebia marginata			3	
Leptophlebia vespertina	1		1	
Leptophlebiidae			2	20
Gastropoda				
Acroloxus lacustris	10	4		
Bathyomphalus contortus		16		
Gyraulus acronicus	10	88	1	
Hippeutis complanatus	9	4		
Physa fontinalis				2
Planorbidae				2
Radix labiata/balthica	3	1		
Hirudinea				

	Nedstrøms Saugbrugs		Oppstrøms Saugbrugs	
	05.03.2018	31.10.2018	05.03.2018	31.10.2018
Erpobdella octoculata	2	2		
Erpobdellidae			1	
Glossiphonia complanata				2
Glossiphoniidae			1	1
Helobdella stagnalis			1	
Hydrachnidia				
Hydrachnidia	1	1	1	3
Megaloptera				
Sialis sp. Lv.			8	4
Odonata				
Coenagrionidae				1
Ischnura elegans			1	
Zygoptera				1
Oligochaeta				
Oligochaeta	496	9280	144	800
Plecoptera				
Leuctra sp.	8			
Leuctridae			88	
Trichoptera				
Athripsodes aterrimus			1	4
Athripsodes cinereus			1	
Athripsodes sp.			1	
Cheumatopsyche lepida		1		
Cyrnus trimaculatus	26			
Glyphotaelius pellucidus				6
Hydropsyche siltalai	8	80	3	
Lepidostoma hirtum			1	
Limnephilidae			1	8
Limnephilus externus				3
Limnephilus sp.				2
Molannodes tinctus			1	1
Mystacides azurea				22
Neureclipsis bimaculata		3	1	
Polycentropodidae	1			
Psychomyia pusilla	1			
Psychomyiidae	1			
Rhyacophilidae		1		
Tinodes waeneri			3	18
Turbellaria				
Dugesia sp.			10	
Turbellaria	4		4	1
	Nedstrøms Saugbrugs		Oppstrøms Saugbrugs	
	05.03.2018	31.10.2018	05.03.2018	31.10.2018

Vedlegg F. Koordinater - elv

Kortnavn	Stasjonsnavn	UTM sone	X koordinater	Y koordinater
TIN	Tista nedstrøms Saugbrugs utslipp	32	637378	6556261
TIO	Tista oppstrøms Saugbrugs utslipp	32	638413	6556654

NIVA: Norges ledende kompetansesenter på vannmiljø

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



Norsk institutt for vannforskning

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