

# Tiltaksrettet overvåking av miljøtilstand i Tista og Iddefjorden i 2015-2016 i forhold til utslipp fra Norske Skog Saugbrugs AS



# CORRIGENDUM

Endringer for elektronisk versjon av rapporten «Tiltaksrettet overvåking av miljøtilstand i Tista og Iddefjorden i 2015-2016 i forhold til utslipp fra Norske Skog Saugbrugs AS» (NIVA-RAPPORT 6986-2016, 29.02.2016).

## 2.3.1.2 Fysisk-kjemiske støtteparametere i Iddefjorden

Nærings saltene nitrat (NO<sub>3</sub>-N), ortofosfat (PO<sub>4</sub>-P), total fosfor, total nitrogen og ammonium (NH<sub>4</sub>-N), bestemmes alle ved autoanalytator iht. de respektive standardene NS 4746, NS 4724, NS 4725, NS 4743 og NS 4746.

*endret til*

Nærings saltene nitrat (NO<sub>3</sub>-N), ortofosfat (PO<sub>4</sub>-P), total fosfor, total nitrogen og ammonium (NH<sub>4</sub>-N), bestemmes alle ved autoanalytator iht. de respektive standardene modifisert ved automatisering NS 4746, modifisert ved automatisering NS 4724, modifisert ved automatisering NS 4725, NS 4743 og modifisert ved automatisering NS 4746.

Tabell 9:

Totalt nitrogen (Tot-N): Standardmetode 4743;2:1993 *endret til* NS 4743:1993.

Totalt fosfor (Tot-P): Standardmetode 4725-3;1984 *endret til* Modifisert 4725:1984.

Kalsium (Ca): Standardmetode ISO 14911:1999 *endret til* NS-EN ISO 14911:1999.

Totalt organisk karbon (TOC): Standardmetode 1484;1:1997 *endret til* NS-ISO 8245.

Tabell 10:

Ammonium (NH<sub>4</sub>-N): Standardmetode Intern metode basert på NS4646:1975 *endret til* Intern metode

Fosfat (PO<sub>4</sub>-P): Standardmetode NS-EN ISO 1484:1997 *endret til* Intern metode basert på NS 4724:1984.

Oslo, 08.06.2017

Mats Walday

**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 Tiltaksrettet overvåking av miljøtilstand i Tista og Iddefjorden i 2015-2016 i forhold til utslipp fra Norske Skog Saugbrugs AS	Løpenr. (for bestilling) 6986-2016	Dato 2016.02.29
	Prosjektnr. Undernr. 15102	Sider Pris 53
Forfatter(e) Walday, Mats Borgersen, Gunhild Kile, Maia Røst Eriksen, Tor Erik	Fagområde Overvåking	Distribusjon Fri
	Geografisk område Østfold	Trykket NIVA
Oppdragsgiver(e) Norske Skog Saugbrugs AS ved Elisabeth Berli		Oppdragsreferanse j.nr. 0666/15

**Sammendrag**

I 2015-2016 er det gjennomført tiltaksrettet overvåking i Tista og Iddefjorden på oppdrag fra Norske Skog Saugbrugs AS. Undersøkelsene omfattet biologiske og kjemiske kvalitetselementer, samt fysisk-kjemiske støtteparametere. Avløpsvannet fra Saugbrugs inneholder mye organisk stoff, suspendert materiale og næringssalter, som ledes ut i Tista og renner videre ut i Iddefjorden. Remmendalen avløpsanlegg har tilsvarende, men mindre utslipp til fjorden. Økologisk tilstand for bunn-dyr er moderat oppstrøms utslippet, mens den er dårlig nedstrøms og ikke tilfredsstillende vanndirektivets mål om god økologisk tilstand. Det samme gjelder for Iddefjorden: Det er en gradient i økologisk tilstand i fjorden med dårlig tilstand på den indre stasjonen ved Skysskaffern, moderat/dårlig tilstand ved Knivsøy. Den ytterste stasjonen i Ringdalsfjorden har god tilstand for bunndyr, men de fysisk-kjemiske kvalitetselementene er dårlige og gir stasjonen moderat tilstand. Dårlige oksygenforhold i bunnvannet er antagelig avgjørende for bunnsfaunaens tilstand. Vannregionspesifikke stoffer oppnår ikke god økologisk tilstand på de to stasjonene som er undersøkt for metaller i sediment (Cu, Cr, Zn, As). Kjemisk tilstand er imidlertid god på begge stasjonene, basert på målinger av metallene Cd, Hg, Ni og Pb. Undersøkelser de siste 10-15 år har vist mye av det samme mønster som ble funnet i tiltaksrettet overvåkingen for Saugbrugs i 2015. Fjorden har imidlertid bedret seg vesentlig hvis man sammenligner med undersøkelser lenger tilbake i tid. Rapporten inneholder forslag til videre overvåkingsprogram og anbefaler samarbeid med andre påvirkere.

Fire norske emneord	Fire engelske emneord
1. Iddefjorden	1. Iddefjorden, Norway
2. Tiltaksrettet overvåking industrien	2. Operational monitoring industry
3. Miljøtilstand	3. Water quality status
4. Vannforskriften	4. Water Framework Directive



Mats Walday  
Prosjektleder



Merete Grung  
Kvalitetssikrer

**Tiltaksrettet overvåking av miljøtilstand i Tista og  
Iddefjorden i 2015-2016 i forhold til 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 2015 og 2016 og har vært koordinert med overvåkingen av Ytre Oslofjord i regi av Fagrådet Ytre Oslofjord.

Prøvetaking i vannmasser i fjorden er gjort av bedriften selv, etter opplæring fra NIVA, og av Havforskningsinstituttets fartøy FF GM Dannevig under ledelse av Lars Naustvoll. Prøvetaking av vann fra Tista er gjort av bedriften etter opplæring fra NIVA. Resultater fra vannmassene er rapportert av Maia Røst Kile (Tista) og Mats Walday (Iddefjorden).

Bunndyr i Tista er prøvetatt, analysert og rapportert av Tor Erik Eriksen, 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 Marijana Brkljacic og Bjørnar Beylich, NIVA. Faunaprøvene er sortert av Tage Bratrud og Siri Moy, og faunaen er identifisert av Gunhild Borgersen og Marijana Brkljacic, NIVA. Gunhild Borgersen har beregnet indekser og forfattet kapittelet om bunnfauna i fjorden.

Mats Walday har redigert rapporten og vært NIVAs prosjektleder.

Rapporten er kvalitetssikret av Merete Grung og Anne Lyche Solheim.

Kontaktpersoner hos Saugbrugs har vært Elisabeth Berli og Hanne Narvestad. Begge takkes for godt samarbeid.

Oslo, 1. mars 2016

*Mats Walday*

---



## Sammendrag

Det er i 2015-2016 gjennomført tiltaksrettet overvåking i Tista og Iddefjorden på oppdrag fra Norske Skog Saugbrugs AS. Overvåkingsprogrammet er godkjent av Miljødirektoratet og utformet i henhold til vannforskriften. Programmet omfatter undersøkelser av biologiske og kjemiske kvalitetselementer, samt fysisk-kjemiske støtteparametere. Avløpsvannet fra Saugbrugs inneholder organisk stoff, suspendert materiale og næringssalter, som ledes ut i Tista og renner med elvevannet videre ut i Iddefjorden.

Samlet sett tyder resultatene fra overvåkingen på at Saugbrugs' utslipp ikke har stor effekt på økologisk tilstand verken for begroingsalger eller heterotrof begroing i elven Tista. Men resultatene er usikre både for begroingsalger, pga. ulike bunnforhold på de to stasjonene, og for heterotrof begroing, grunnet ugunstig tidspunkt for innsamling. Bunnnyrene er det utslagsgivende kvalitetselementet for den økologiske tilstanden i Tista, både oppstrøms og nedstrøms Saugbrugs utslippspunkter. Den økologiske tilstanden for bunndyr er moderat oppstrøms utslippet, mens den er dårlig nedstrøms og tilfredsstillende dermed ikke vanddirektivets mål om god økologisk tilstand.

I Iddefjorden er heller ikke vanddirektivets mål om god økologisk tilstand tilfredsstillende. Det er en gradient i økologisk tilstand i fjorden med dårlig tilstand på den indre stasjonen ved Skysskaffern, moderat/dårlig tilstand ved Knivsøy. Begge disse stasjonene ligger i omtrent samme avstand fra Tistas munning. Den ytterste stasjonen i Ringdalsfjorden, som ligger lengst unna Tistas munning, har god tilstand. Det er i likhet med i Tista bunndyr som er det utslagsgivende kvalitetselementet for den økologiske tilstanden. Det er antagelig oksygenforholdene i bunnvannet og/eller sedimentet, som er avgjørende for bunnfaunaens tilstand.

De fysisk-kjemiske kvalitetselementene støtter opp om resultatene fra de biologiske kvalitetselementene. På alle tre stasjoner i fjorden ble tilstanden klassifisert som dårlig. På de to innerste stasjonene er oksygentilstanden svært dårlig. Det er siktdyp og nitrogen som er bestemmende for tilstanden. De to stasjonene i Tista oppnådde henholdsvis god og moderat tilstand oppstrøms og nedstrøms utslippet til Saugbrugs. Både nitrogen og fosfor viste moderat tilstand nedstrøms.

Vannregionspesifikke stoffer oppnår ikke god økologisk tilstand på de to stasjonene som er undersøkt for metaller i sediment (Cu, Cr, Zn, As). Kjemisk tilstand er imidlertid god på begge stasjonene, basert på målinger av metallene Cd, Hg, Ni og Pb.

Tidligere undersøkelser i de siste 10-15 år har vist mye av det samme mønster som ble funnet i tiltaksovervåkingen for Saugbrugs i 2015: Dårlige oksygenforhold i bunnvannet, spesielt inne i Iddefjorden, overskridelser av grenseverdier for næringssalter, hvor særlig nitrogen gir redusert tilstand, og et dårlig eller særdeles dårlig siktdyp. Fjorden har imidlertid bedret seg vesentlig hvis man sammenligner med undersøkelser lenger tilbake i tid.

Tilførselen av TOC til fjorden via Tista og Enningdalselva er antagelig ganske stor og vi vet at det har vært en oppadgående trend i TOC-innhold i begge elvene. Vannet i elvene er blitt brunere og er antagelig sterkt medvirkende til brunfargen en fortsatt har på fjordvannet.

Det ligger mye gammel flis på fjordbunnen utenfor Tistas munning. Det er usikkert i hvilken grad fiberrestene bidrar til dårlige forhold i vannmassene.

Derfor er det antagelig flere årsaker til dagens dårlige økologiske tilstand i Iddefjorden. Det relative bidraget fra Saugbrugs i forhold til andre påvirkere (f.eks. rensanlegg for kommunalkloakk, landbruksavrenning) og de økende humustilførselene fra nedbørfeltet (som dels skyldes klimaendringer) bør utredes nærmere, som grunnlag for mer detaljert planlegging av aktuelle tiltak for å begrense

tilførselene. Aktuelle tiltak for å bedre situasjonen i fjorden vil kunne være ytterligere reduksjon av utslipp av organisk stoff, næringssalter og suspendert stoff.

Rapporten inneholder et forslag til videre overvåkingsprogram for fjorden og anbefaler samarbeid med andre påvirkere om dette.



# Innholdsfortegnelse

Sammendrag .....	5
Innholdsfortegnelse.....	7
<b>1 Innledning .....</b>	<b>8</b>
1.1 Bakgrunnsinformasjon om virksomheten.....	10
1.2 Vannforekomstene.....	11
1.3 Utslippspunkter, stasjonsvalg og andre kilder til forurensninger i vannforekomsten.....	12
1.3.1 Stasjonsvalg kystvann.....	13
1.3.2 Stasjonsvalg ellevann.....	13
1.3.3 Andre forurensningskilder .....	13
<b>2 Materiale og metoder .....</b>	<b>15</b>
2.1 Bedriftens tiltaksrettede overvåkingsprogram .....	15
2.2 Prøvetakingsmetodikk .....	16
2.2.1 Vann .....	16
2.2.2 Sediment i fjord .....	17
2.2.3 Elvebunn.....	18
2.3 Analysemetoder .....	18
2.3.1 Vann .....	18
2.3.2 Sediment i fjord .....	20
2.3.3 Elvebunn.....	22
2.4 Klassifisering av økologisk og kjemisk tilstand .....	23
2.4.1 NIVAClass .....	26
<b>3 Resultater .....</b>	<b>27</b>
3.1 Økologisk tilstand.....	27
3.1.1 Biologiske kvalitetselementer .....	27
3.1.2 Fysisk-kjemiske kvalitetselementer i Tista.....	31
3.1.3 Fysisk-kjemiske kvalitetselementer i Iddefjorden.....	32
3.1.4 Vannregionspesifikke stoffer i sediment .....	34
3.2 Kjemisk tilstand i sediment.....	34
3.3 Oversikt over økologisk og kjemisk tilstand for alle stasjoner.....	35
<b>4 Konklusjoner og videre overvåking.....</b>	<b>37</b>
4.1 Sammenligning av dagens tilstand med tidligere overvåkingsresultater .....	37
4.2 Vurdering av videre overvåking .....	38
4.3 Vurdering av mulige tiltak.....	39
4.4 Innspill fra Saugbrugs .....	39
<b>5 Referanser.....</b>	<b>41</b>
<b>Vedlegg A. Registrerte begroings-elementer .....</b>	<b>43</b>
<b>Vedlegg B. Bløtbunnsindekser per grabbprøve .....</b>	<b>44</b>
<b>Vedlegg C. Fysisk kjemiske støtteparametrene .....</b>	<b>47</b>
<b>Vedlegg D. Hydrografi.....</b>	<b>48</b>
<b>Vedlegg E. Næringssalter .....</b>	<b>52</b>
<b>Vedlegg F. HIs innsamlings- og analysemetoder.....</b>	<b>53</b>

# 1 Innledning

Ved implementeringen av vannforskriften har alle vannforekomster i Norge fått konkrete og målbare miljømål, ved at minimum «god tilstand» skal oppnås. Vannforskriften har som mål å sikre beskyttelse og bærekraftig bruk av vannmiljøet, og om nødvendig iverksette tiltak for at miljømålene nås.

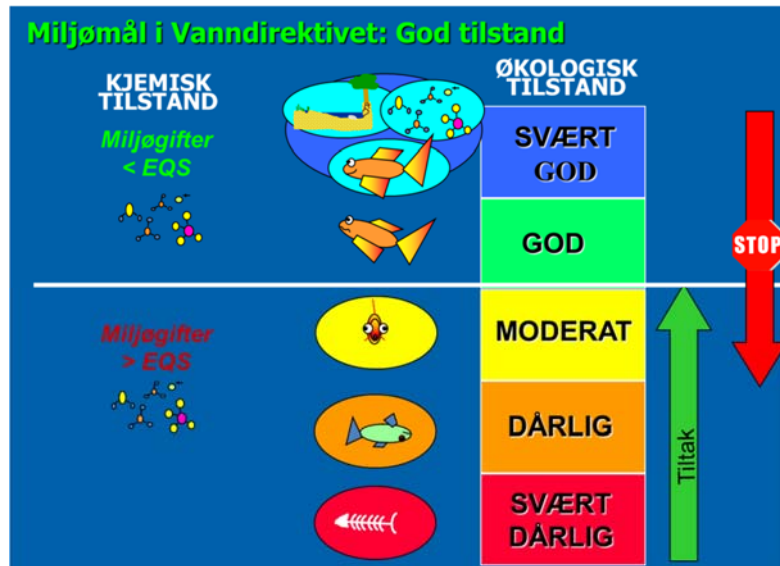
Fundamentalt i vannforskriften er at det foretas en karakterisering og klassifisering av vannforekomstene. Karakteriseringen inndeler vannforekomster i vanntyper, identifiserer belastninger og miljøvirkninger av belastningene, mens klassifiseringen definerer den faktiske tilstanden i en vannforekomst.

Kjemisk tilstand fastsettes ut fra grenseverdier for EUs liste over prioriterte miljøgifter, der tilstanden angis som ikke god dersom en eller flere av disse prioriterte miljøgiftene overskrider grenseverdier som er satt for hvert stoff (Environmental Quality Standards – EQS).

Økologisk tilstand for vannforekomsten beregnes ved kombinasjon av parametere/ indekser for de forskjellige kvalitetsenelementene det finnes data for. For beregning av økologisk tilstand inngår biologiske kvalitetselementer (f.eks. bunnfauna), generelle fysisk-kjemiske støtteparametere (f.eks. næringssalter), hydromorfologiske støtteparametere (f.eks. vannføring) og vannregionspesifikke stoffer (dvs. kjemiske forbindelser som potensielt kan skade vannmiljøet, men som ikke står på EUs liste over prioriterte miljøgifter).

Dersom kjemisk og/eller økologisk tilstand ikke er god er miljømålet ikke oppnådd og tiltak må gjennomføres.

Disse prinsippene er illustrert i **Figur 1**.



**Figur 1.** Prinsippkisse for klassifisering av økologisk og kjemisk tilstand. Se tekst for nærmere forklaring.

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 iverksettes av Miljødirektoratet eller annen forurensningsmyndighet og bekostes av forurenser, etter prinsippet om at «påvirker betaler».

Utformingen av et tiltaksorientert overvåkingsprogram er karakterisert av at man har flere overvåkingsstasjoner som plasseres for eksempel etter utslippspunktene beliggenheter, hydromorfologiske egenskaper<sup>1</sup> og eventuelle endringer i vannforekomsten som følge av tiltak.

Prøvetakningsfrekvensen skal være så hyppig at man pålitelig kan fastsette miljøtilstanden. Som retningslinje bør overvåkingen finne sted med intervaller som ikke overstiger dem som er angitt i **Tabell 1**, med mindre større intervaller er berettiget ut fra tekniske kunnskaper og ekspertvurderinger.

**Tabell 1.** Oversikt over intervaller mellom prøvetaking i vannforskriften (Vannforskriften, 2015).

Kvalitetsэлемент	Elver	Innsjøer	Brakkvann	Kystvann
<i>Biologisk</i>				
Plantep plankton	6 måneder	6 måneder	6 måneder	6 måneder
Annen akvatisk flora	3 år	3 år	3 år	3 år
Makroinvertebrater	3 år	3 år	3 år	3 år
Fisk	3 år	3 år	3 år	
<i>Hydromorfologisk</i>				
Kontinuitet	6 år			
Hydrologi	Kontinuerlig	1 måned		
Morfologi	6 år	6 år	6 år	6 år
<i>Fysisk-kjemisk</i>				
Temperaturforhold	3 måneder	3 måneder	3 måneder	3 måneder
Oksygenforhold	3 måneder	3 måneder	3 måneder	3 måneder
Saltholdighet/ledningsevne	3 måneder	3 måneder	3 måneder	
Næringsstofftilstand	3 måneder	3 måneder	3 måneder	3 måneder
Forsuringstilstand	3 måneder	3 måneder		
Vannregionspesifikke stoffer	3 måneder	3 måneder	3 måneder	3 måneder
Prioriterte stoffer, farlige stoffer og andre EU-utvalgte stoffer i vannsøylen	1 måned	1 måned	1 måned	1 måned
Miljøgifter som fremgår av vedlegg VIII i sediment*	6 år	6 år	6 år	6 år
Miljøgifter som fremgår av vedlegg VIII i organismer	1 år	1 år	1 år	1 år

\* Gjennomføres oftere i områder hvor sedimentasjonshastigheten tilsier hyppigere prøvetaking

Overvåkingsprogrammet kan endres i løpet av gyldighetstiden for en forvaltningsplan<sup>2</sup> for vannregionen. Dette gjøres på grunnlag av opplysninger innsamlet i forbindelse med kravene i vedlegg II, særlig for å muliggjøre en reduksjon i frekvensen dersom virkningen ikke er vesentlig eller den relevante belastningen er fjernet.

Som et minimumskrav skal det biologiske kvalitetsэлементet som er mest følsom for belastningen inngå i overvåkingsprogrammet. Alle EUs prioriterte<sup>3</sup> miljøgifter som slippes ut i vannforekomsten skal overvåkes, samt andre forurensende stoffer som slippes ut i betydelige mengder (Vannforskriften 2015; Direktoratets gruppa 2010).

<sup>1</sup> *Hydromorfologiske egenskaper:* Vannmengde og variasjon i vannføring og vannstand, samt bunnforhold og vannforekomstens fysiske beskaffenhet.

<sup>2</sup> *Vannforvaltningsplaner:* samlet plan for forvaltning av vannforekomster i en vannregion. Miljømålene i regionen og tiltaksplaner (plan for hvordan miljømålet skal nås eller opprettholdes) er beskrevet.

<sup>3</sup> Redusert overvåkingsfrekvens for allestedsnærværende stoffer (stoff nr. 5, 21, 28, 30, 35, 37, 43 og 44 i vedlegg VIII del A tillates, så lenge overvåkingen er representativ og overvåkingsdataene har høy oppløsning og viser stabile nivåer over tid (Vannforskriften, 2015).

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, heretter Saugbrugs. Overvåkingsprogrammet ble godkjent av Miljødirektoratet og er gjennomført i løpet av 2015 og 2016.

## 1.1 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**). Utslipet går til vannforekomst «Tista» og videre til «Halden havnebasseng» og har påvirkning utover i resipienten på vannforekomst «Iddefjorden hovedbasseng» og noen grad «Iddefjorden ytre». Spredningen av utslippene utenfor munningen av elven vil derfor i stor grad følge ferskvannets videre transport når det renner ut i fjorden. Remmendalen kommunale renseanlegg har også lignende utslipp til resipienten. 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 cellulose-fabrikken 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 bedring av tilstanden.

Saugbrugs utslippstillatelse fra Miljødirektoratet er gitt i **Tabell 2**, mens **Tabell 3** viser Saugbrugs utslippskomponenter til vann. Utslippene av total-fosfor overskred utslippsgrensen i 2014. Øvrige stoffer har vært innenfor utslippsgrensene.

**Tabell 2.** Saugbrugs regulerte utslippstillatelser fra Miljødirektoratet (endret 6. juni 2014). Data fra [www.norskeutslipp.no](http://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 3.** Saugbrugs utslippskomponenter til vann. Data fra bedriften og fra [www. norskeutslipp.no](http://www.norskeutslipp.no) (2014)

Utslippskomponent	Kg/år (2012)	Kg/år (2013)	Kg/år (2014)
KOF	1 971 000	2 226 500	2 768 000
SS	105 850	158 140	321 000
P-tot	3 980	3 796	6 170
N-tot	45 260	47 638	51 070
Arsen		38,1	47,21
Bly		30,6	34,29
Kadmium		5,5	7,14
Kobber		75,97	48,30
Krom-tot		4,65	6,44
Nikkel		34,65	47,20
Sink		1338	2618
Kvikksølv		0,021	0,00

## 1.2 Vannforekomstene

Resipienten for bedriftens utslipp omfatter fire vannforekomster. I Vann-nett ([www.vann-nett.no/saksbehandler](http://www.vann-nett.no/saksbehandler)) er vannforekomstene «Halden havnebasseng» (1,3 km<sup>2</sup>) og «Iddefjorden hovedbasseng» (9,1 km<sup>2</sup>) karakterisert som vanntype «ferskvannspåvirket beskyttet fjord» med henholdsvis «svært dårlig» og «dårlig» økologisk tilstand. «Iddefjorden ytre» (areal ikke oppgitt) er karakterisert som «strømrikt sund» med «moderat» økologisk tilstand.

Med bakgrunn i resultatene fra de salinitetsmålinger som er utført i Iddefjorden og Ringdalsfjorden («Iddefjorden hovedbasseng») så er saltholdigheten i Iddefjordens øvre 10 meter mer tilsvarende vanntypen «sterkt ferskvannspåvirket fjord» (S5), det vil si i intervallet 5-18. Gjennomsnittlig saltholdighet fra 0-10m dyp på ID-1 i Iddefjorden var 14,4 i 2015 (n=5), mens den var 14,7 på R-5 i Ringdalsfjorden (n=7). Målingene ble utført på 2, 5 og 10m dyp. Stasjonsplassering er vist i **Figur 3**. I denne rapporten er tilstandsklassifiseringen derfor gjort etter de klassegrenser som gjelder for vanntype S5.

Innerst i Iddefjorden, sør for Bakke, ligger vannforekomst «Iddefjorden indre» (1,8 km<sup>2</sup>) som er oppgitt som påvirket av diffus avrenning fra landbruk og med moderat økologisk tilstand. Denne vannforekomsten har ikke inngått i undersøkelsesprogrammet.

Vannforekomst «Tista» er oppgitt med dårlig økologisk tilstand, basert på tilstanden til anadrom fisk og kobberinnholdet i elvevannet. Begge stasjoner ligger i lavlandet, er humøse og kalkfattige (elvetype 6). Typifiseringen er tatt fra Vann-nett og samsvarer med egne analyser av kalsium og totalt organisk karbon.

Den kjemiske tilstanden i både «Iddefjorden hovedbasseng» og «Halden havnebasseng» er udefinert og sistnevnte vannforekomst oppgis som en kandidat til SMVF (sterkt modifisert vannforekomst). «Iddefjorden ytre» og «Tista» er oppgitt til å nå god kjemisk tilstand.

Berge et al. (1997) har beskrevet Iddefjordens hydrofysikk: Iddefjorden er en smal, lang (ca. 25 km) og relativt grunn (største dyp vel 40m) fjord. De dypere vannlag er avskåret fra vannmassene i Singlefjorden av 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).

De to mest betydningsfulle ferskvannskilder er; Enningdalselva innerst i fjorden og Tista ved Halden. Midlere ferskvannstilførsel er ca. 30 m<sup>3</sup>/s, hvorav midlere vannføring i Tista (ved Tistedalsfossen) er ca. 21 m<sup>3</sup>/s, med årsmiddelvariasjon mellom 12-30 m<sup>3</sup>/s og vanlig flom på ca. 80 m<sup>3</sup>/s. Midlere vannføring i Enningdalselva er ca. 50 % av vannføringen i Tista dvs. ca. 10 m<sup>3</sup>/s.

Saltholdigheten i overflatelaget bestemmes til stor del av variasjoner i den lokale ferskvannstilførselen, når ferskvannet blandes med underliggende sjøvann og danner et brakkvannslag med gradvis økende saltholdighet med økende avstand fra ferskvannskilden. Over året varierer overflatevannets midlere saltholdighet fra ca. 1 til 18 innenfor Svinesund (basert på observasjoner fra 1990-91 og 1993-95). Tidspunkt for laveste og høyeste saltholdighet styres av ferskvannstilførselen. Overflatesaltholdigheten er sjelden over 18 og var i mer enn halvparten av tilfellene under 8. Under overflatevannet blir saltholdigheten avhengig av tilført vann fra Singlefjorden og kystvannet. Saltholdigheten i mellomlaget varierer i hovedsak mellom 18 og 28, men kan til tider bli over 29. I dypvannet er saltholdighetsvariasjonen betydelig redusert med normale årsvariasjoner mellom 28 og 30.

Lengre inn i Iddefjorden (stasjon ID-2) er årstidsvariasjonene omtrent de samme som i Ringdalsfjorden, med gjennomgående noe lavere saltholdighet i de ulike lagene.

De sterkeste strømmene i fjordsystemet finner en ved tersklene. Strømmene er drevet av horisontale trykkforskjeller, som varierer med dypet, mellom Iddefjorden og Singlefjorden. Horisontal trykkforskjell oppstår dels gjennom forskjell i vannstand mellom Iddefjorden og Singlefjorden (barotrop trykkforskjell) og dels gjennom forskjellig vertikal tetthetsfordeling i de to vannområdene (baroklin trykkforskjell). I Iddefjorden og Svinesund vil midlere overflatestrøm være rettet ut av fjordsystemet på grunn av såkalt estuarin sirkulasjon, drevet av lokal ferskvannstilførsel og forsterket av vinddrevet opp-pumping (medrivning) av sjøvann til brakkvannslaget.

### 1.3 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 3**. Til sammenligning er utslippene fra Remmendalen RA gitt i **Tabell 4**.



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

### 1.3.1 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 og informasjon fra bedriften indikerer at vannet ut fra Tista kan passere både nord og sør for Brattøya.

#### Fysisk-kjemiske kvalitetselementer & biologisk kvalitetselement planteplankton

Stasjon ID-1 ved Skysskafferen er undersøkt for fysisk-kjemiske kvalitetselementer og det biologiske kvalitetselementet planteplankton. Stasjonene ID-2 ved Kjellvik og R-5 i Ringdalsfjorden blir jevnlig undersøkt for de samme parametere gjennom Fagrådets overvåking. Sammen gir resultatene fra disse tre stasjonene et godt grunnlag til å vurdere tilstand og utvikling i vannforekomsten. Stasjonene ligger i vannforekomst «Iddefjorden hovedbasseng» og i ulik retning og avstand fra Tistas munning, se **Figur 3**. Stasjon ID-1 ligger tett opp mot «Iddefjorden havnebasseng» og vil derfor også kunne representere tilstanden i den vannforekomsten.

ID-2 ved Kjellvik og R-5 i Ringdalsfjorden er tidligere undersøkt jevnlig, og ID-1 er også tidligere undersøkt. Det foreligger derfor et sammenligningsgrunnlag som kan indikere en eventuell utvikling i miljøtilstanden.

#### Biologisk kvalitetselement bunnfauna

De dypeste områdene i Iddefjorden er meget dårlige grunnet lave oksygennivåer og vi vet at områdene utenfor Tistas utløp er sterkt påvirket av flis. I denne undersøkelsen ble stasjonene plassert i områder hvor det er mindre mengder flis og det kan forventes fauna 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**). Disse ligger i ulik retning og avstand fra Saugbrugs utslipp og er tidligere undersøkt. Det foreligger derfor et sammenligningsgrunnlag som kan indikere en eventuell utvikling i miljøtilstanden.

### 1.3.2 Stasjonsvalg ellevann

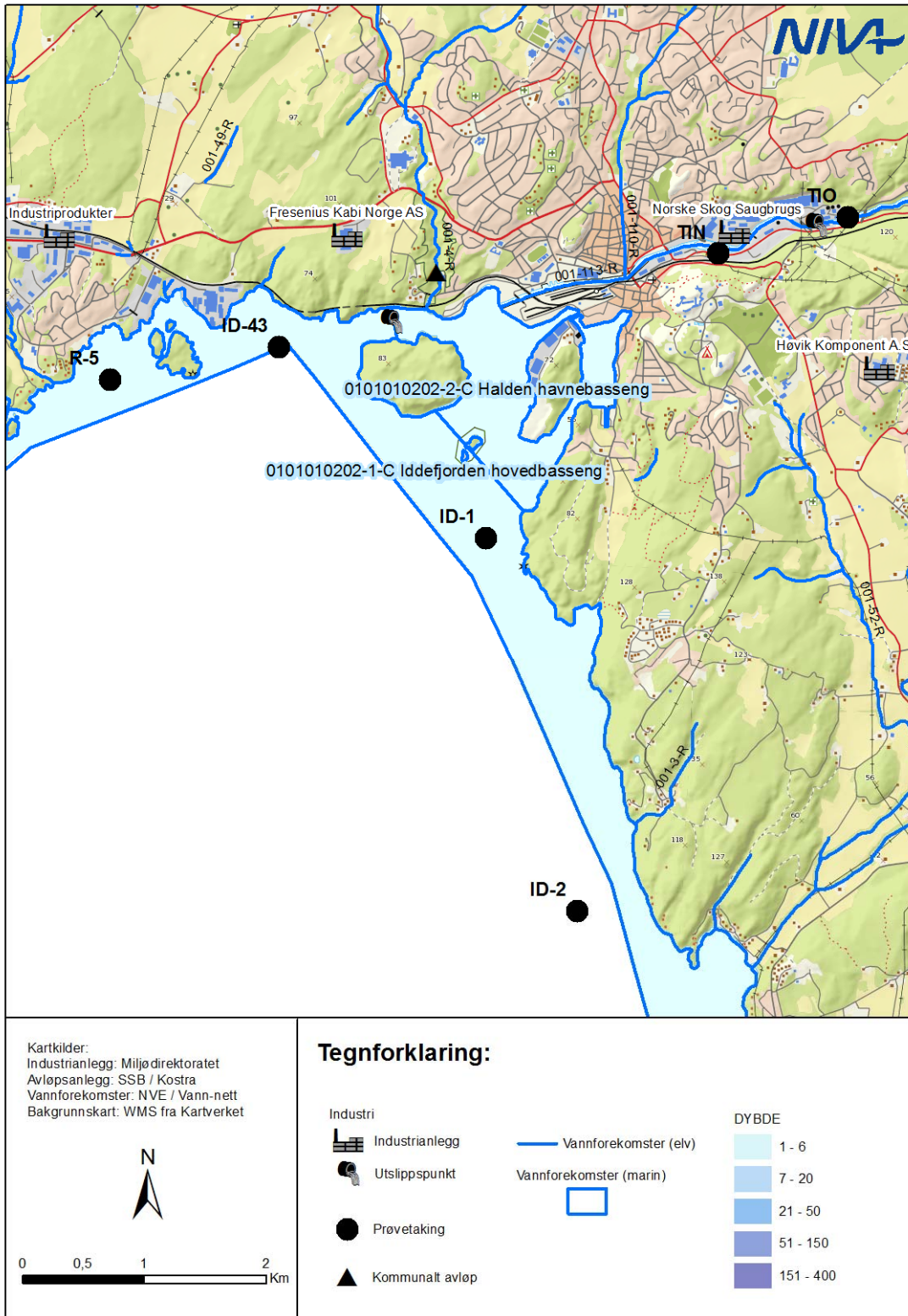
Det er undersøkt to stasjoner for vannkjemi, bunnfauna og begroingsalger i Tista (**Figur 3**), én referansestasjon oppstrøms bedriften og én nedstrøms før utløp til kystvann.

### 1.3.3 Andre forurensningskilder

I henhold til Miljødirektoratets database «Norske utslipp» er det utslipp fra Remmendalen kommunale renseanlegg til vannforekomst «Iddefjorden hovedbasseng». Utslippene fra Remmendalen er gjennomgående mye lavere enn Saugbrugs, unntatt for nikkel og kvikksølv, i hht. de data vi har tilgang til. 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 god bunnkvalitet (Gitmark m.fl. 2013).

**Tabell 4.** Remmendalen renseanleggs utslipp til Iddefjorden. Tall fra bedriften og fra norskeutslipp.no.

Komponent	enhet	2010	2011	2012	2013
KOF	kg/år	436 900	428 800	349 900	467 200
P-tot	kg/år	1 750	2 520	1 610	1 930
Arsen	kg/år		3,1		
Bly	kg/år		2,6		
Kadmium	kg/år		0,26		
Kobber	kg/år		47,8		
Nikkel	kg/år		51,5		
Sink	kg/år		105,6		
Kvikksølv	kg/år		0,11		



**Figur 3.** Kart med prøvetaksstasjoner i Tista og Iddefjorden. Det ble tatt prøver av bunndyr, heterotrof begroing og begroingsalger samt vannprøver analysert for tot P, tot N og KOF på stasjonene TIO og TIN. Det ble tatt prøver av bunndyr på stasjonene R-5, ID-43 og ID-1 og samtidig sedimentprøver for kjemiske analyser på ID-43 og ID-1. Prøver av sjøvann ble i hovedsak tatt på stasjon ID-1, men også på R-5 og ID-2 gjennom Fagrådets overvåkingsprogram for Ytre Oslofjord. Saugbrugs utslipp til Tista og det kommunale utslippet (Remmendalen RA) til fjorden er avmerket på kartet.



## 2 Materiale og metoder

### 2.1 Bedriftens tiltaksrettede overvåkingsprogram

En kort oppsummering av bedriftens tiltaksrettede overvåkingsprogram er vist i **Tabell 5** og **Tabell 6**. Feltarbeid og behandling av innsamlet data er utført i henhold til overvåkingsprogrammet som ble godkjent av Miljødirektoratet. For kjemisk oksygenforbruk (KOF) ble det ved en feiltagelse hos laboratoriet til Eurofins benyttet to ulike metoder for bestemmelse av KOF, henholdsvis Cr- og Mn-metoden. Under hver prøvetakningsrunde ble imidlertid samme KOF-metode benyttet oppstrøms og nedstrøms. I tidligere klassifiseringsveileder fra 1997 (Andersen m.fl. 1997) er grenseverdier oppgitt kun for Mn-metoden. På grunn av is i Iddefjorden måtte den ene prøvetakingen av støtteparametere i sjøvann på stasjon ID-1 i januar utgå. For øvrig er det ingen avvik å rapportere i forhold til programbeskrivelsen.

**Tabell 5.** Oppsummering av utført overvåkingsprogram i Iddefjorden for Saugbrugs.

	Regulerte utslipps-komp.	Kvalitets- element	Indeks/parameter	Medium/ matriks	Antall stasjoner	Frekvens (pr. år)	Tidspkt.
Økologisk tilstand	Næringssalter	Plantep plankton	Klorofyll a	Kystvann	3	8 <sup>1)</sup>	Hele året, ikke nov-jan
	Næringssalter, organisk stoff, suspendert stoff	Bløtbunnsfauna med støtteparametere	NQI1, H', ES <sub>100</sub> , ISI <sub>2012</sub> , NSI, TOC, kornstørrelse	Bløtbunn og sediment	3 <sup>2)</sup>	1	mai – sep.
	Næringssalter Organisk stoff	Fysisk-kjemiske støtte-parametere	NæringssalterTOC, oksygen, temp, salt, siktdyp	Kystvann	3 <sup>3)</sup>	14 <sup>4)</sup> på ID-1, 7 på R-5 og ID-2.	Hele året. Oksygen kun sept og nov. på st ID-1
	Metaller	Vannregionspesifikke stoffer: Cu, Cr, Zn, As	Cu, Cr, Zn, As	Sediment	2	1	mai – sep.
Kjemisk tilstand	Metaller	EUs prioriterte miljøgifter: Cd, Hg, Ni, Pb	Cd, Hg, Ni, Pb	Sediment	2	1	mai – sep.

- 1) 4 ganger på ID-2 og R-5
- 2) Stasjon R-5 prøvetas av Fagrådet
- 3) Stasjon R-5 og ID-2 prøvetas av Fagrådet
- 4) Tilleggstoktene (7 stk) på ID-1 omfatter siktdyp og prøvetaking for analyser av næringssalter og TOC, samt i enkelte måneder klorofyll

**Tabell 6.** Oppsummering av utført overvåkingsprogram i elven 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 elv	ASPT PIT HBI	Elvebunn	2	2	april og okt august august
		Begroingsalger elv			2	1	
Heterotrof begroing		2			1		
	Næringssalter Organisk stoff	Fysisk-kjemiske Støtte-parametere	Tot-P, Tot-N, KOF	Ellevann	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.

### 2.2.1 Vann

Det har blitt samlet inn en vannprøve for bestemmelse av fysisk-kjemiske støtteparametere og klorofyll a som en proxy for det biologiske kvalitetselementet planteplankton.

#### 2.2.1.1 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. Foruten parametere som svarer direkte på bedriftens utslippskomponenter (KOF, Tot P og Tot N) er det gjort tilleggsundersøkelser for klassifisering av økologisk tilstand: Ca og TOC. Ca og TOC vil også benyttes for å fastsette vanntype. Prøver er tatt iht. NS-ISO 5667-6A og ble konserverert og oppbevart forskriftsmessig.

#### 2.2.1.2 Fysisk-kjemiske støtteparametere i Iddefjorden

En profilerende CTD sonde (SAIV) ble senket i vannet og holdt så vidt under overflaten i minimum 1/2 min. Den ble deretter senket sakte ned til bunnen mens den målte temperatur og saltholdighet (konduktivitet) kontinuerlig, én gang i sekundet. Målingen ble utført i forbindelse med HIs prøvetakninger på stasjonene.

Vi har utfra saltholdighetsmålingene definert Iddefjorden som en sterkt ferskvannspåvirket fjord. Det eksisterer ikke klassegrensener for bestemmelse av økologisk tilstand for planteplankton i denne vanntypen. Gjennomsnittlig saltholdighet fra 0-10m dyp på ID-1 i Iddefjorden var 14,4 i 2015 (n=5), mens den var 14,7 på R-5 i Ringdalsfjorden (n=7). Målingene ble utført på 2, 5 og 10m dyp (se kap. 1.2).

Prøvene for analyser av næringssalter ble hentet fra 2, 5 og 10 m dyp med en vannhenter av type Ruttner (1,7 L). Vannhenteren ble utløst med et slipplodd. Ved HIs innsamlinger benyttes en CTD-krans med 2,4 L Niskin vannhenter.

Prøvene for analyser av oksygen ble hentet med vannhenter fra bunnvannet. Målingene er foretatt innenfor den tidsperioden man forventer lavest konsentrasjoner, dvs. sensommer/høst. På stasjon R-5 er det hentet prøver til oksygenanalyse fra flere dyp.

Siktdyp ble målt ved å senke en hvit Secchi-skive ned i vannet på skyggesiden av båten. Det ble gjort ved hjelp av et tau som på forhånd var oppmerket per meter slik at dybden kunne noteres. Secchiskiven ble senket sakte rett ned, mens den ble observert nøye. Da den ikke lenger kunne sees ble dyp notert (Secchiusynlig). Deretter ble den trukket opp til den var synlig igjen og dyp ble notert (Secchisyntlig). Siktdypet ble rapportert som gjennomsnittet av Secchiusynlig og Secchisyntlig. Fargen på vannet mot Secchi-skiven ble så notert ved 1/2 siktdyp.

#### 2.2.1.3 Planteplankton

Klorofyll a ble i dette programmet prøvetatt på stasjon ID-1. Det er også samlet inn prøver på stasjonene ID-2 og R-5 under den ordinære overvåkingen av Ytre Oslofjord (se vedlegg for beskrivelse av metodikk i YO-programmet). Veileder 02:2013 anbefaler at innsamlingen starter i februar og avsluttes i utgangen av oktober, og at det i de to første månedene gjøres innsamlinger hver 14. dag og månedlige prøvetakninger resten av perioden. På ID-1 er det samlet vannprøver fra 2m dyp for analyser av klorofyll a ved 6 anledninger i perioden juni – august. Innsamlingen er således ikke i tråd med veilederen.

Prøvene ble hentet fra 2 m dyp med en vannhenter. Vannhenteren ble utløst med et slipplodd. En vannprøve på 1 liter ble tatt ut og oppbevart i en lystett prøveflaske. Prøvene ble tatt av personell fra

Saugbrugs og HI (cf. **Tabell 16**), som deretter filtrerte prøvene. Filtrene fra Saugbrugs ble sendte til NIVAs laboratorium for analyse, mens HI selv analyserte sine filter.

## 2.2.2 Sediment i fjord

Det har blitt samlet inn sedimentprøver i sjøvann for analyse av miljøgifter og vannregionspesifikke stoffer, i tillegg til prøver for bestemmelse av det biologiske kvalitetselementet bunnfauna.

### 2.2.2.1 EUs prioriterte miljøgifter og vannregionspesifikke stoffer i sediment

Prøver til analyse av metaller i sediment ble tatt med Gemini-corer. Det ble tatt én prøve på hver av stasjonene ID-1 og ID-43. Prøvene ble tatt fra sjiktet 0-2 cm, og oppbevart i fryser frem til analyse.

Prøvetaking ble utført iht. NS-EN ISO 5667-19.

### 2.2.2.2 Bunnfauna i sjø

Prøvetaking av bløtbunnsfauna ble gjennomført 20.mai 2015 med fartøyet F/F Trygve Braarud.

Stasjonenes dyp og posisjon er gitt i **Tabell 7**. Faunaprøvene ble tatt med en van Veen-grabb med prøvetakingsareal på 0,1 m<sup>2</sup>. Det ble tatt tre parallelle prøver på hver av stasjonene. Hver prøve ble inpsisert gjennom grabbens topp Luke, 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 8**).

Prøvene ble siktet gjennom 5 mm og 1 mm sifter plassert i vannbad. Sikteresten ble så konservert i en 10-20 % formalin-sjøvanns-løsning, nøytralisert med boraks og tilsatt fargestoffet bengalrosa.

Prøver til analyse av sedimentets kornfordeling og innhold av total organisk karbon (TOC) ble tatt med corer. Prøver for TOC ble tatt fra sjiktet 0-1 cm og for korn fra sjiktet 0-5 cm.

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

**Tabell 7** Posisjoner (WGS84) og dyp for bløtbunnsprøvetakingen i Iddefjorden 2015.

Dato for prøvetaking	Stasjons-navn	Posisjon nord	Posisjon øst	Dyp (m)
20.05.2015	ID-1	59°06,093	11°22,151	28
20.05.2015	ID-43	59°06,852	11°20,500	38
20.05.2015	R-5	59°06,705	11°10,819	35

**Tabell 8** Sedimentbeskrivelse for bløtbunnsprøvene i Iddefjorden 2015.

Stasjon	Beskrivelse av sediment
ID-1	Sort sediment med blekoransje flekker. H <sub>2</sub> S lukt. Volum >21 L. Ingen synlig fauna. Sikterest bestående av sand og organisk materiale (flis). Samtlige replikater var overfylte. Sedimentprøver til TOC og kornfordeling ble tatt med corer.
ID-43	Sediment med brunlig overflatelag på ca. 3cm etterfulgt av et gråsort underlag. H <sub>2</sub> S lukt. Spor av olje. Munsell 10YR 3/6. Volum >21 L. Fauna bestående av bl.a. frittlevende børstemark (Glyceridae) og muslinger (Thyasiridae). Samtlige replikater var overfylte. Sedimentprøver til TOC og kornfordeling ble tatt med corer.
R-5	Sediment med lysebrunt overflatelag på ca. 2-3cm, deretter gråbrun leire. H <sub>2</sub> S lukt. Munsell 10YR 3/4. Volum >21 L. Fauna bestående av bl.a. frittlevende- (Scalibregmatidae) og rørbyggende børstemark samt slangestjerner. To replikater var overfylte. Sedimentprøver til TOC og kornfordeling ble tatt med corer.

## 2.2.3 Elvebunn

### 2.2.3.1 Begroingsalger og heterotrof begroing i ferskvann

Begroingsalger og heterotrof begroing i ferskvann ble samlet inn på 2 stasjoner i elven Tista i forbindelse med Norske Skog Saugbrugs utslippspunkter den 17.08.2015.

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, inkludert heterotrof begroing (sopp og bakterier, f.eks. «dammehaler»), 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 (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 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).

### 2.2.3.2 Bunnfauna i ferskvann

Prøver av bunnfauna ble tatt fra to utvalgte stasjoner den 16.4.2015 og 3.11.2015. Innsamlingsmetoden for bunnfauna i ferskvann er i henhold til retningslinjer gitt i klassifiseringsveileder for vannforskriften (Direktoratsgruppa 2013) og den europeiske normen for prøvetaking av bunndyr (NS-EN ISO 10870:2012-1). Metoden består av flere enkeltprøver og er bundet opp til et bestemt areal og tidsbruk. Dette gjør metoden stringent og lett etterprøvable. 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 minuttprøver, som var et vanlig tidsforbruk i mange bunnfaunaundersøkelser tidligere, og representerer bunndyrsamfunnet på omlag 2,25 m<sup>2</sup> 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.

## 2.3 Analysemetoder

Under følger informasjon om analysemetoder som er benyttet for analyse av biota, sediment og vannprøver. Analysemetoder under Fagrådets overvåkingsprogram er nærmere beskrevet i vedlegg.

### 2.3.1 Vann

Det har analysert vannprøver fra Tista og fra 2, 5 og 10 meters dyp i Iddefjorden for bestemmelse av fysisk-kjemiske støtteparametere. Prøver fra 2 m dyp i Iddefjorden ble også analysert for klorofyll a, som proxy for det biologiske kvalitetselementet planteplankton, samt totalt organisk karbon (TOC) og total tørrstoff (TSM). I tillegg ble det analysert oksygen i bunnvann fra Iddefjorden.

#### 2.3.1.1 Fysisk-kjemiske støtteparametere i Tista

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 spesifikasjoner for kjemiske analyser ved overvåking av tilstanden i vann. En oversikt over metoder som ble benyttet er vist i **Tabell 9**.

**Tabell 9.** 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	NS 4743:1993	NIVA	SKALAR autoanalysator
Totalt fosfor (Tot-P)	Ja	<1	µg/l	Modifisert 4725:1984	NIVA	SKALAR autoanalysator
Kjemisk oksygen-forbruk (KOF <sub>Mn</sub> )	Ja		Mg O/l	Egen metode	Eurofins	Spektrofotometer
Kjemisk oksygen-forbruk (KOF <sub>Cr</sub> )	Ja		Mg O/l	Egen metode	Eurofins	Spektrofotometer
Kalsium (Ca)	Ja	<0,002	mg/l	NS-EN ISO 14911:1999	NIVA	Dionex ICS 2000 ionekromatograf
Totalt organisk karbon (TOC)	Ja	<0,1	mg/l	NS-ISO 8245	NIVA	Phoenix 8000

### 2.3.1.2 Fysisk-kjemiske støtteparametere i Iddefjorden

Alle analysene av fysisk-kjemiske støtteparametere som ble hentet inn i denne undersøkelsen ble utført enten av NIVA- eller Eurofins akkrediterte analyselaboratorium. Prøver samlet inn av HI er analysert på deres eget laboratorium. Laboratoriene tilfredsstiller de krav som er gitt i EU Direktiv 2009/90/EC. Dette direktivet beskriver tekniske spesifiseringer for kjemiske analyser ved overvåking av tilstanden i vann.

Nærings saltene nitrat (NO<sub>3</sub>-N), ortofosfat (PO<sub>4</sub>-P), total fosfor, total nitrogen og ammonium (NH<sub>4</sub>-N), bestemmes alle ved autoanalysator iht. de respektive standardene modifisert ved automatisering NS 4746, modifisert ved automatisering NS 4724, modifisert ved automatisering NS 4725, NS 4743 og modifisert ved automatisering NS 4746.

Oksygen bestemmes i laboratoriet ved en modifisert utgave av Winkler titrering iht. NS-ISO 5813. Metoden utføres av NIVA og HI. LOQ= Kvantifiserings-grense.

**Tabell 10.** Oversikt over analyser av fysisk-kjemiske støtteparametere i sjøvann som er benyttet i

Parameter	Akkred. metode	LOQ	Enhet	Standardmetode	Utførende lab	Instrument/ analyseteknikk
Totalt nitrogen (Tot-N)	Ja	10	µg/l	NS 4743:1993	NIVA	SKALAR autoanalysator
Nitrat (NO <sub>3</sub> -N)	Ja	1	µg/l	Intern metode basert på NS 4745:1991	NIVA	SKALAR autoanalysator
Ammonium (NH <sub>4</sub> -N)	Ja	5	µg/l	Intern metode	NIVA	SKALAR autoanalysator
Totalt fosfor (Tot-P)	Ja	1	µg/l	Intern metode basert på NS 4725:1984	NIVA	SKALAR autoanalysator
Fosfat (PO <sub>4</sub> -P)	Ja	1	µg/l	Intern metode basert på NS 4724:1984	NIVA	SKALAR autoanalysator
Fritt oksygen (O <sub>2</sub> )	Ja	0,1	ml/l	NS-ISO 5813:1983	NIVA	Winklertitrering
Totalt organisk karbon (TOC)	Ja	0,20	mg/l	NS-ISO 8245:1987	NIVA	Apollo 9000/ Katalytisk forbrenning
Suspendert stoff (SPM)	Ja	0,1	mg/l	Intern metode basert på NS 4733:1983	NIVA	Manuell/Gravimetrisk

### 2.3.1.3 Planteplankton

Vann fra seks prøvetakinger på stasjon ID-1 i perioden juni-august er analysert for klorofyll a som proxy for det biologiske kvalitetselementet planteplankton. På ID-2 og R-5 er det analysert tre ganger i samme periode (Fagrådets overvåkingsprogram). Klorofyll a bestemmes ved filtrering av vannprøve på glassfiberfilter. Prøven ekstraheres i 100 % metanol og bestemmes spektrofotometrisk ved bølgelengde  $665 \pm 1$  nm. Metoden tilsvare NS4767, bortsett fra at filteret ikke tørkes i tørkeskap etter filtrering. Metoden korrigerer ikke for Klorofyll b, Klorofyll c og nedbrytningsprodukter (pheopigmenter). Metoden utføres av NIVA. Kvantifiseringsgrensen er  $0,25 \mu\text{g/L}$ .

Klassifiseringen ved bruk av klorofyll a skal gjøres etter beregning av 90-persentil for klorofyll a for en hel innsamlingsperiode, dvs. februar-oktober (Direktoratsgruppa 2013), helst fra flere påfølgende år. Vi har utfra saltholdighetsmålingene definert Iddefjorden som en sterkt ferskvannspåvirket fjord. Det eksisterer ikke klassegrenser for bestemmelse av økologisk tilstand for planteplankton i denne vanntype (**Tabell 11**). Frekvensen for innsamling av prøver er heller ikke i henhold til Vannforskriften. Resultatene fra klorofyllmålingene må derfor kun ses på som indikerende på tilstand og kan ikke brukes til klassifisering etter vannforskriften.

**Tabell 11.** Referanseverdi og klassegrenser for klorofyll a ( $\mu\text{g/l}$ ) i økoregion Skagerrak, vanntype beskyttet kyst/fjord (Direktoratsgruppa 2013). Det finnes ikke klassegrenser for den vanntypen vi har i Iddefjorden.

Region	Vanntype	Salinitet	Referanse-tilstand	Økologiske tilstandsklasser basert på observert verdi av indeks				
				Svært God (I)	God (II)	Moderat (III)	Dårlig (IV)	Svært Dårlig (V)
Skagerrak	Beskyttet	>25	2,0	<3	3 - <6	6 - <9	9 - < 18	>18

### 2.3.2 Sediment i fjord

Det har blitt analysert en sedimentprøve for EUs prioriterte miljøgifter og vannregionspesifikke stoffer fra hver av stasjonene ID-1 og ID-43. I tillegg er det biologiske kvalitetselementet bunnfauna analysert i tre prøver fra hver av stasjonene R-5, ID-1 og ID-43.

#### 2.3.2.1 EUs prioriterte miljøgifter og vannregionspesifikke stoffer i sediment

Alle kjemiske analyser ble utført av Eurofins akkrediterte analyselaboratorium, som tilfredsstiller de krav gitt i EU Direktiv 2009/90/EC, som beskriver tekniske spesifikasjoner for kjemiske analyser og overvåking av tilstand i sedimenter. En oversikt over metoder er vist i **Tabell 12**.

**Tabell 12.** Oversikt over kjemiske analyser av sediment som er benyttet i overvåkingsprogrammet.

Parameter	Akkred. metode	LOQ	Enhet	Standard-metode	Utførende lab	Instrument/analyseteknikk
Kvikksølv (Hg)	Ja	0,001	mg/kg TS	EN ISO 12846	Eurofins Environment Testing Sweden	CV-AAS
Arsen (As)		0,5		NS EN ISO 17294-2		ICP MS
Bly (Pb)		0,5				
Kadmium (Cd)		0,01		NS EN ISO 11885		ICP AES
Kobber (Cu)		0,5				
Krom (Cr)		0,3				
Nikkel (Ni)		0,5		EN 12880		Gravimetri
Sink (Zn)		2				
Tørrstoff		0,1	%			
Totalt organisk karbon (TOC)		1,0	$\mu\text{g/mg TS}$	Intern (G6-2)	NIVA	Thermoflash
Kornfordeling <63 $\mu\text{m}$	Nei	<1	% TS	Intern	NIVA	Filtrering/sikting av fraksjoner, gravimetri

ed beregning av gjennomsnitt er halve kvantifikasjonsgrensen benyttet som konsentrasjonsverdi dersom en eller flere av måleverdiene for vannregionspesifikke stoffer og EUs miljøgifter er under kvantifikasjonsgrensen.

### 2.3.2.2 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.

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. Basert på kumulerte grabbdata ble det også beregnet stasjonsvise verdier («samfengt»). De absolutte indeksverdiene (både gjennomsnitt og samfengte stasjonsverdier) ble regnet om til normaliserte EQR-verdier (nEQR) etter formelen:

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

Det ble så beregnet gjennomsnittet av indeksenenes nEQR-verdier på stasjonen. Tilstandsklassen ble bestemt etter vannforskriftens system og klassegrenser gitt i Veileder 02:2013 (Direktoratsgruppa 2013), se **Tabell 13**.

**Tabell 13.** Klassegrenser for bløtbunnsindekser, inkl. normalisert EQR (nEQR) fra Veileder 02:2013 (Direktoratsgruppa 2013).

Indeks	Type	Økologiske tilstandsklasser basert på observert verdi av indeks				
		Svært God (I)	God (II)	Moderat (III)	Dårlig (IV)	Svært Dårlig (V)
$NQI1$	Sammensatt	0,9-0,82	0,82-0,63	0,63-0,49	0,49-0,31	0,31-0
$H'$	Artsmangfold	5,7-4,8	4,8-3	3-1,9	1,9-0,9	0,9-0
$ES_{100}$	Artsmangfold	50-34	34-17	17-10	10-5	5-0
$ISI_{2012}$	Ømfintlighet	13-9,6	9,6-7,5	7,5-6,2	6,1-4,5	4,5-0
$NSI$	Ømfintlighet	31-25	25-20	20-15	15-10	10-0
nEQR		0,8-1	0,6-0,8	0,4-0,6	0,2-0,4	0-0,2

### Støtteparametere til det biologiske kvalitetselementet bunnfauna

TOC er en støtteparameter som gir informasjon om graden av organisk belastning på stasjonen, men inngår ikke i den endelige klassifiseringen. 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  $\mu\text{m}$  ble bestemt ved våtsikting og brukes ved beregning av normalisert TOC. Totalt organisk karbon (TOC) ble analysert med en elementanalytator etter at uorganiske karbonater er fjernet i syredamp (se **Tabell 12**).

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 14**.

**Tabell 14.** Klassegrenser for normalisert organisk karbon (TOC) fra veileder SFT97:03 (Molvær et al 2007). Inngår ikke i klassifiseringen 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

### 2.3.3 Elvebunn

#### 2.3.3.1 Begroingsalger og heterotrof begroing

Metodene som er benyttet er beskrevet i Veileder 01:2009 (Direktoratsgruppa 2009) og siste versjon av klassifiseringsveilederen (Direktoratsgruppa 2013).

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

PIT beregnes basert på forekomsten av begroingsalger (ekskludert kiselalger). For 153 taksa av alger 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). PIT indeksen har vanntype-spesifikke klassegrenser for hhv. svært kalkfattige elver og andre elver. Beregning av tilstandsklasse basert på PIT krever derfor Kalsium-data for den gitte vannforekomsten (Direktoratsgruppa 2013).

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 HBI (Heterotrof begroingsindeks). I elver som er lite påvirket av organisk stoff finnes det minimale mengder av slike organismer. God eller svært god økologisk tilstand oppnås dersom heterotrof begroing kun observeres mikroskopisk eller ikke i det hele tatt. Grenseverdien god/moderat er derfor satt ved 1 % dekningsgrad. Ved 1-10 % dekningsgrad vil lokaliteten havne i moderat økologisk tilstand, og høyere dekningsgrad vil gi dårligere tilstand.

Beregnete PIT- og HBI-indeksverdier kan sammenlignes med nasjonale referanseverdier fra upåvirkede vannforekomster, og forholdet mellom beregnet indekssverdi og referanseverdi kalles EQR (Ecological Quality Ratio). EQR kan videre regnes om til normaliserte EQR-verdier (nEQR) for enklere sammenligning med andre indekser. 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 er det foreløpig ikke gjennomført en tilsvarende prosess, så klassegrensene for denne indeksen kan endres ved en eventuell interkalibrering. Resultatene for PIT og HBI slås sammen etter «det verste-styrer-prinsippet». Det vil si at den indeksen som viser dårligst økologisk tilstand blir gjeldende for den samlede økologiske tilstanden for begroingsalger/heterotrof begroing.



### 2.3.3.2 Bunndyr elv

Økologisk tilstand for bunndyr i elver vurderes i henhold til klassifiseringssystemet gitt i klassifiseringsveilederen (Direktoratsgruppa 2013). 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).

## 2.4 Klassifisering av økologisk og kjemisk tilstand

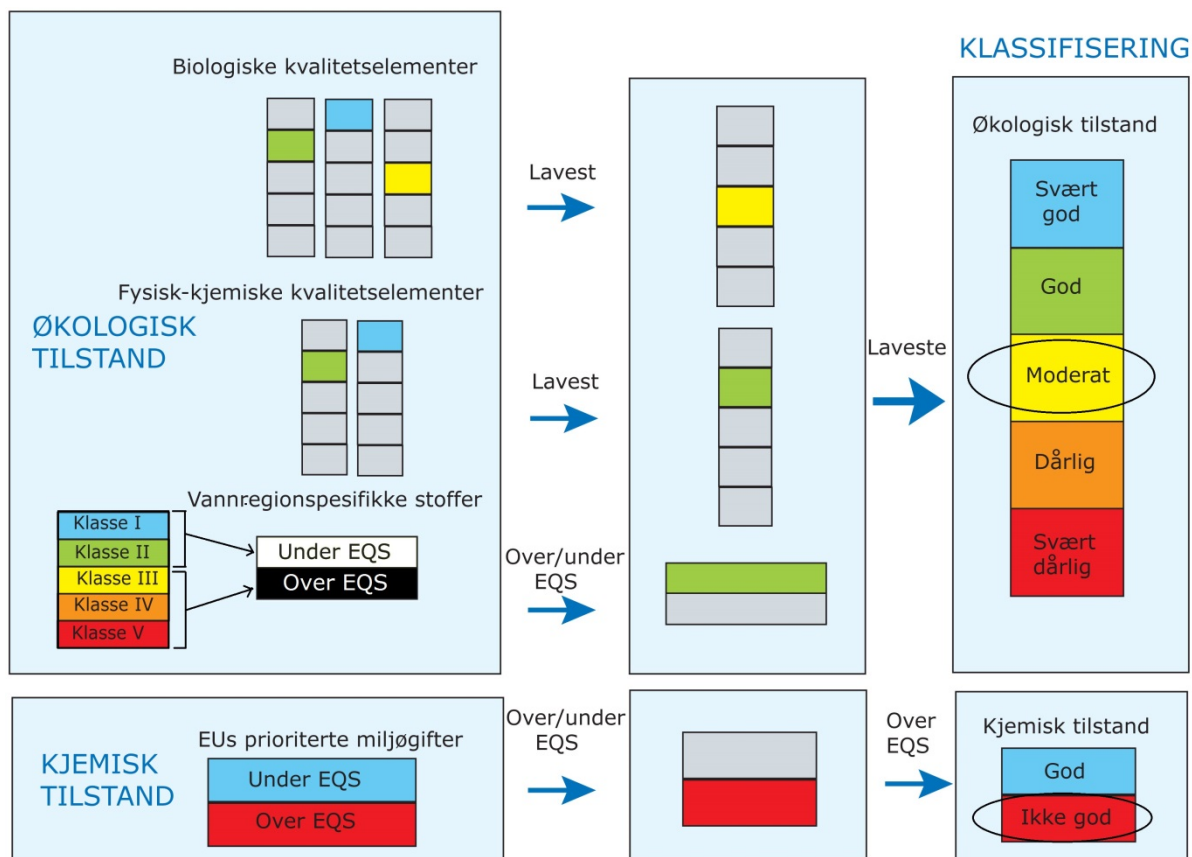
Den generelle metodikken for å klassifisere økologisk tilstand er angitt i kapittel 3.5 i klassifiseringsveilederen (Direktoratsgruppa, 2013), og er oppsummert i **Figur 4**. Klassifiseringen begynner med å kartlegge tilstanden til de såkalte biologiske kvalitetselementene (for eksempel bunnfauna, begroingsalger, vannplanter, se øvre venstre boks), 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, 2013). 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 middelvei 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 fysiske-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.

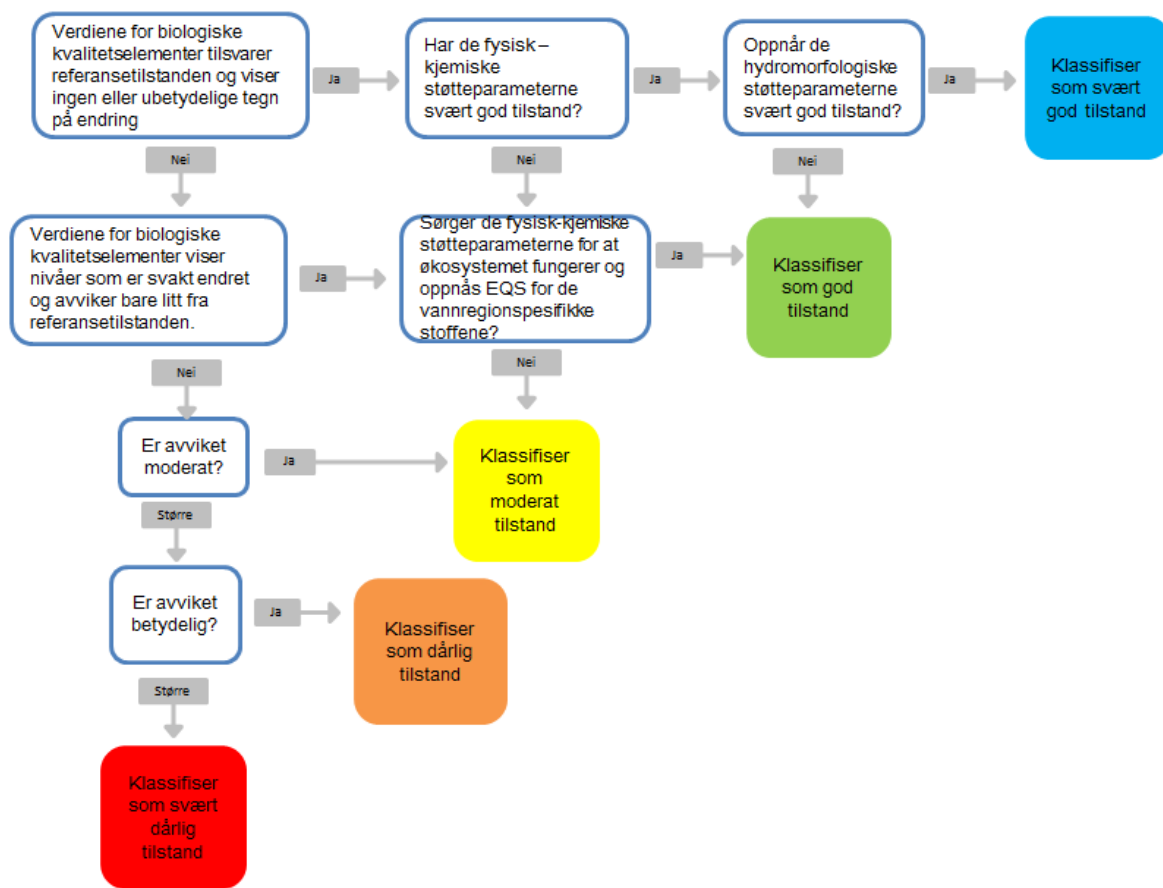
Den kjemiske tilstanden for en vannforekomst er bestemt av om den målte konsentrasjonen av ett eller flere av EUs prioriterte miljøgifter er under eller over EQS-verdien. Kjemisk tilstand kan derfor kun være god eller ikke god.

**Figur 4** viser disse prinsippene for klassifisering av økologisk og kjemisk tilstand i en vannforekomst.



**Figur 4.** Prinsippeskisse som viser klassifisering av miljøtilstand i en vannforekomst. Kvalitetselementer som inngår i vurdering av økologisk tilstand og EUs prioriterte miljøgifter som inngår i kjemisk tilstandsvurdering er indikert. For både vannregionspesifikke stoffer og for EUs prioriterte miljøgifter er det satt grenseverdier i form av EQS-verdier (Environmental Quality Standards). For enkelte vannregionspesifikke stoffer er EQS verdiene satt som grenseverdien mellom klasse II og III i det gamle klassifiseringssystemet (Arp m.fl. 2014). Piler påtegnet «Laveste», betyr at det kvalitetselementet som får dårligste tilstand styrer. Prinsippet omtales ofte som «Det verste styrer». Dette er eksemplifisert i figuren ved at det kvalitetselementet som gir lavest tilstand, her Moderat (farget gult), er avgjørende for den økologiske tilstanden. Den kjemiske tilstanden er bestemt av om den målte konsentrasjonen av EUs prioriterte miljøgifter er under eller over EQS-verdien. I figuren er dette eksemplifisert ved at målt konsentrasjon av en eller flere miljøgifter overskrider EQS-verdien, blir resultatet da at man får «Ikke god kjemisk tilstand» (farget rødt).

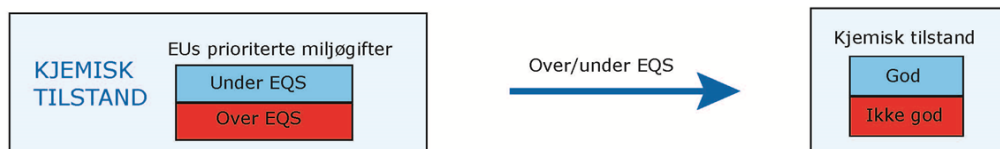
For økologisk tilstand er det de biologiske kvalitetselementene som er avgjørende for tilstandsklassifiseringen. Dersom biologien indikerer «svært god» eller «god» tilstand kan fysisk-kjemiske og hydromorfologiske støtteparametere nedgradere tilstanden til «god» eller «moderat» tilstand. Dersom de biologiske 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 5**).



**Figur 5.** 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 4** og **Figur 5**.

Kjemisk tilstand klassifiseres etter prinsipp som vist i **Figur 6**, 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 6.** Prinsippskisse for bestemmelse av kjemisk tilstand.

### 2.4.1 NIVAClass

For så sikre oss at klassifiseringen utføres korrekt har NIVA utviklet sitt eget klassifiseringsverktøy, NivaClass. Her plotter man inn beregnede indekser og målte konsentrasjoner av fysisk kjemiske støtteparameter, vannregionspesifikke stoffer og EUs prioriterte miljøgifter, slik at tilstandsklassene for økologisk og kjemisk tilstand bestemmes automatisk.

De trinnvise prinsippene bak NivaClass er som følgende:

1. For EUS prioriterte miljøgifter benyttes de grenseverdier og føringer som er gitt i Lovdata (Vannforskriften 2015) for vann, sediment og biota (fisk i hovedsak).
2. For vannregionspesifikke stoffer benyttes grenseverdier gitt i M-241 (Arp m. fl. 2014) for vann, sediment og biota (fisk i hovedsak). Klasse I og II tilsvarer god til stand for disse stoffene.

Dersom grenseverdier ikke eksisterer etter at 1. og 2. har vært benyttet for vannregionspesifikke stoffer og EUs prioriterte miljøgifter, har NIVA benyttet andre veiledere:

3. TA-2229/2007 (Bakke m. fl. 2007) for marint og TA-1468/1997 (Andersen m. fl. 1997) for elver og innsjøer. Klasse I og II tilsvarer god tilstand for disse stoffene og miljøgiftene.
4. For blåskjell, strandsnegl og blæretang benyttes de føringer som er gitt i vannforskriften, dvs at Molvær 1997 + Lovdata (Vannforskriften 2015) for BaP og fluoranten i blåskjell og strandsnegl benyttes. Klasse I og II tilsvarer god tilstand for disse stoffene.

## 3 Resultater

### 3.1 Økologisk tilstand

Nedenfor presenteres tilstandsklasse og nEQR verdier for hvert kvalitetselement som er undersøkt i overvåkingen i 2015. En tabellarisk oversikt over økologisk tilstand på de ulike stasjonene er gitt i kapittel 3.3. Rådata for hver indeks/parameter finnes i vedlegg.

#### 3.1.1 Biologiske kvalitetselementer

##### Begroingsalger – Eutrofiering i Tista

Eutrofieringsindeksen PIT resulterte i moderat tilstand på begge undersøkte stasjoner, TIO (Tista oppstrøms) og TIN (Tista nedstrøms) (**Tabell 15**). Stasjonen oppstrøms fabrikkens utslippspunkt har nEQR=0,55, mens stasjonen nedstrøms utslippspunktet har nEQR=0,53. Dette er en ubetydelig forskjell. Disse resultatene indikerer at elven allerede oppstrøms fabrikk er påvirket av eutrofiering og at tilleggsbelastningen som Saugbrugs medfører er liten.

Det ble registrert høyere dekningsgrad og flere arter på stasjonen nedstrøms utslippene sammenlignet med stasjonen oppstrøms, der det hovedsakelig ble registrert mikroskopiske funn. 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 eventuelle flommer. Likevel var algesamfunnene på de to undersøkte stasjonene relativt like. De var på begge stasjoner karakterisert av en blanding av eutrofe og oligotrofe arter. Forekomster av eutrofe arter som rødalgen *Audouinella chalybaea* og cyanobakterien *Chamasiphon incrustans*, og oligotrofe arter innen slektene *Oedogonium*, *Lemanea* og *Heteroleibleinia*, ble blant annet observert på begge stasjoner (Vedlegg B). Resultatene anses som usikre pga. forskjellen i substrat på stasjonene. Sammenligningsgrunnlaget er dermed ikke ideelt da ulikt substrat, i tillegg til Saugbrugs utslipp, til en viss grad kan være årsaken til likhetene/forskjellene mellom de to stasjonene.

##### Heterotrof begroing - Organisk belastning i Tista

Resultatene fra årets undersøkelse viser at det var svært god tilstand oppstrøms og god tilstand nedstrøms utslippene til Norske Skog Saugbrugs, med utgangspunkt i HBI, indeksen for organisk belastning (Tabell 15). Dette tyder på at Saugbrugs utslipp kun har liten effekt på elvens tilstand med tanke på organisk belastning. Men det er viktig å være klar over at det bare ble tatt prøver for heterotrof begroing én gang i løpet av året. Prøvetakingen foregikk i august da vi forventer at forekomstene av heterotrof begroing, som for eksempel bakterien *Sphaerotilus natans*, er på sitt laveste. 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 at vi hadde funnet større forekomster om vi i tillegg hadde samlet inn prøver i løpet av vår/høst. Dog har det seg slik at Saugbrugs utslipp av KOF i all hovedsak består av biologisk tungt nedbrytbart materiale. Fargen på avløpsvannet antyder at hovedmengden av ikke-nedbrutt KOF er ligninrester, som er tungt nedbrytbart, og vi forventer derfor ikke at bakterier og sopp effektivt klarer å utnytte dette.

##### Bunndyr – Organisk belastning i Tista

I følge kriteriene for eutrofi/organisk belastning basert på indeksen ASPT og tilhørende EQR-verdier (ASPT-verdi registrert/ASPT-verdi referanse), ble det målt henholdsvis moderat og dårlig tilstand på undersøkte stasjoner oppstrøms og nedstrøms Saugbrugs (**Tabell 15**). Resultatene viser med dette at begge stasjoner står i fare for ikke å oppnå miljømålet om god økologisk tilstand innen år 2021. Den økologiske tilstanden var dårligere nedstrøms Saugbrugs enn oppstrøms, hvilket tyder på at den organiske belastningen var høyere her. Resultatene på oppstrøms-stasjonen anses som usikre pga. uegnede fysiske forhold på stasjonen. Tilstanden for bunnfauna på oppstrøms-stasjonen kunne muligens ha vært bedre

enn disse resultatene viser, dersom vannet ikke hadde vært stillestående og substratet ikke hadde vært dominert av leire.

ASPT responderer primært på tilførsler av organisk stoff som er lett nedbrytbart, og kildene til dette er som regel antropogene. Når organismer i vannmiljøet nyttiggjør seg slikt stoff, skjer dette så hurtig at det vannløselige oksygenet avtar som følge av den høye respirasjonen. Er utslippet tilstrekkelig stort, vil oksygenivået bli så lavt at oksygenkrevende organismer fortrenses. Bunnfaunasamfunnet har mange slike oksygenkrevende arter, og disse er spesielt utsatt når fortynningen av utslippet er lav (lav vannføring) og/eller vanntemperaturen er høy (høyere respirasjon). Bunnfaunaen kan slås ut for lang tid og vil indikere slike utslipp lenge etter at det har skjedd.

**Tabell 15.** Økologisk tilstand for hver stasjon for de undersøkte biologiske kvalitetselementene i elven 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
<i>Begroingsalger, nEQR</i>		
<b>PIT indeks</b>	<b>0,55</b>	<b>0,53</b>
<i>Heterotrof begroing, nEQR</i>		
<b>HBI indeks</b>	<b>1</b>	<b>0,778</b>
<i>Bunndyr, nEQR</i>		
<b>ASPT indeks</b>	<b>0,49</b>	<b>0,24</b>

### Planteplankton Iddefjorden

Vi har utfra saltholdighetsmålingene definert Iddefjorden som en sterkt ferskvannspåvirket fjord. Det eksisterer ikke klassegrenser for bestemmelse av økologisk tilstand for planteplankton i denne vanntype og nEQR kan derfor ikke beregnes. Frekvensen for innsamling av prøver er heller ikke i henhold til Vannforskriften så disse resultatene må vektlegges i tråd med dette og kun brukes som en indikasjon på tilstand. Resultatene fra målinger av klorofyll a på de tre stasjonene i vannforekomsten er vist i **Tabell 16**. Vi ser at det er store variasjoner i konsentrasjonene mellom stasjonene og på hver av stasjonene gjennom perioden.

**Tabell 16.** Klorofyll a ( $\mu\text{g/l}$ ) på 2 m dyp på tre stasjoner i vannforekomst «Iddefjorden hovedbasseng» i perioden juni-september i 2015.

Dato	Prøvetaker	Dyp	KlFA $\mu\text{g/l}$		
			Skysskaffern/ID-1	Kjellvik/ID-2	Ringdalsfj/R-5
1 Juni 2015	Saugbrugs	2	4,9	-	-
16 Juni 2015	HI	2	6,6	2,9	6,8
5 Juli 2015	HI	2	1,7	4,2	2,5
15 Juli 2015	Saugbrugs	2	12	-	-
15 Aug 2015	HI	2	0,1	0,2	0,7
26 Aug 2015	Saugbrugs	2	3,6	-	-
28 Sep 2015	HI	2	-	6,9	3,8

### Bløtbunnsfauna Iddefjorden

Fullstendige artslistene fra stasjonene og indeksverdier for hver grabbprøve i vedlegg B. Gjennomsnittlige grabbverdier og samfengte stasjonsverdier og normaliserte EQR-verdier er gitt **Tabell 17**.

ID-1 Skysskaffern

Bløtunnfauna på stasjon ID-1 viste «Dårlig» tilstand (klasse IV) for den gjennomsnittlige grabbverdien og «Moderat» tilstand (klasse III) for stasjonsverdien. Det ble funnet kun 3-4 og 16-17 individer i hver grabb, og totalt 6 arter på stasjonen. Det var altså en svært fattig fauna på denne stasjonen. Sensitivitetsindeksen ISI<sub>2012</sub> skiller seg vesentlig fra de øvrige indeksene og gir «God» tilstand (klasse II). Dette skyldes bl.a. at to arter (flerbørstemarken *Dipolydora coeca* og pilormen *Chaetognatha*) har høye ISI<sub>2012</sub>-verdier og dermed anses som sensitive. Artene har også høye NSI-verdier. Den dominerende arten på stasjonen *Capitella capitata* (flerbørstemark) er derimot svært opportunistisk og tolerant, og er ansett som en universell indikator på stor grad av organisk belastning. Fordi ISI<sub>2012</sub> er en kvalitativ indeks som ikke tar hensyn til antall individer for de forskjellige artene, vil eksempelvis *Dipolydora coeca* og pilormen vektlegges like mye som *Capitella capitata*, til tross for at sistnevnte var vesentlig mer individrik. NSI-indeksen er derimot kvantitativ og tar hensyn til hvor mange individer det er av hver art, og gir muligens et mer korrekt bilde av tilstanden i dette tilfellet. Sensitivitetsindeksen AMBI, som inngår i NQI1-indeksen, klassifiserer *Dipolydora coeca* og *Prionospio* sp. som opportunistisk, og fører til NQI1 gir klasse V («Svært dårlig» tilstand) for denne stasjonen.

ID-43 Knivsvøy

Bløtunnfauna på stasjon ID-43 viste «Dårlig» tilstand (klasse IV) for den gjennomsnittlige grabbverdien og «Moderat» tilstand (klasse III) for stasjonsverdien. nEQR-verdiene ligger midlertid svært nær klassegrensen mellom klasse III og IV. De to diversitetsindeksene H' og ES100 gir klasse III, mens de øvrige tre indeksene, som er sensitivitetsindeksene ISI<sub>2012</sub> og NSI og NQI1 (sammensatt indeks hvor sensitivitet inngår) gir klasse IV. Det ble funnet 10-14 arter og 65-150 individer i hver grabbprøve, og totalt 18 arter på stasjonen. Det var altså en relativt artsfattig fauna også på denne stasjonen. Fauna var dominert av flerbørstemark og muslinger, og det ble funnet kun ett krepsdyr og ingen pigghuder eller dyr fra andre dyregrupper. De mest dominerende artene var flerbørstemarkene *Capitella capitata* (forurensningsindikator), *Polydora vilata* og *Glycera alba*, som iht. AMBI er opportunistiske arter.

R-5 Ringdalsfjorden

Bløtunnfauna på stasjon R-5 viste «God» tilstand (klasse II). Det ble funnet 37-46 arter og 578-704 individer i hver grabbprøve, og totalt 61 arter på stasjonen. Fauna var dominert av flerbørstemark, muslinger og pigghuder (slangestjerner og sjøpølsen *Labidoplax buskii*). Det ble funnet lite krepsdyr på denne stasjonen.

**Tabell 17** Bløtunnindekser for Iddefjorden 2015, både gjennomsnitt av grabbene og samfengt stasjonsverdi for alle indekser, og normalisert EQR (nEQR). S=total antall arter, N=total antall individer, NQI1=Norwegian Quality Index, H'=Shannons diversitetsindeks, ES<sub>100</sub>=Hurlberts diversitetsindeks, ISI<sub>2012</sub>=Indicator Species Index versjon 2012 og NSI=Norwegian Sensitivity Index versjon 2012. Klassegrenser og fargekode for tilstandsklasser er gitt i **Tabell 13**. For stasjon ID-1 var det for få individer (<100) for å beregne ES<sub>100</sub>.

Stasjon: ID-1	S	N	NQI1	H'	ES100	ISI2012	NSI	Gj.snitt nEQR
Gjennomsnittlig grabbverdi			0,287	1,208		9,018	13,948	
nEQR for gj.sn. grabbverdi			0,185	0,262		0,745	0,358	0,387
Stasjonsverdi	6	50	0,331	1,349		9,028	13,978	
nEQR for stasjonsverdi			0,224	0,290		0,746	0,359	0,405
<b>Stasjon: ID-43</b>								
Gjennomsnittlig grabbverdi			0,484	2,494	10,892	5,557	13,257	
nEQR for gj.sn. grabbverdi			0,393	0,508	0,425	0,343	0,330	0,400
Stasjonsverdi	18	379	0,507	2,670	12,074	5,789	13,008	
nEQR for stasjonsverdi			0,424	0,540	0,459	0,367	0,320	0,422
<b>Stasjon: R-5</b>								
Gjennomsnittlig grabbverdi			0,685	3,913	23,483	7,033	21,919	
nEQR for gj.sn. grabbverdi			0,658	0,701	0,676	0,533	0,677	0,649
Stasjonsverdi	61	1878	0,691	4,057	24,011	7,130	21,880	
nEQR for stasjonsverdi			0,664	0,717	0,682	0,547	0,675	0,657

### Støtteparametere til bunnfauna

En oversikt over finstoff ( $\% < 63 \mu\text{m}$ ), innhold av organisk karbon (TOC) og normalisert organisk karbon (med tilstandsklasse) er gitt i **Tabell 18**. R-5 hadde finpartikulært sediment med høy andel silt/leire (85 %), mens ID-1 og ID-43 hadde grovere sediment med innslag av sand og lavere andel silt/leire (henholdsvis 54 og 51 %). Innhold av organisk karbon i sedimentet var høy på alle stasjoner, fra 50,8 mg/g på ID-1 til 63,2 på ID-43, noe som tilsvarer «Svært dårlig» tilstand (klasse V).

**Tabell 18.** Finstoff ( $\% < 63 \mu\text{m}$ ), innhold av organisk karbon (TOC) og normalisert TOC på bløtbunnsstasjonene i Iddefjorden 2015. Klassegrenser og fargekode for tilstandsklasser er gitt i **Tabell 14**.

Stasjon	Kornfordeling ( $\% < 63 \mu\text{m}$ )	Totalt organisk karbon (TOC) mg/g	Totalt organisk karbon (TOC) normalisert
ID-1	54	50,8	59
ID-43	51	63,2	72
R-5	85	52,3	55

### Sammenfattende vurderinger av tilstanden for bløtbunnsfauna på stasjonene i Iddefjorden:

I følge veileder 02:2013 skal faglig skjønn avgjøre om gjennomsnittsverdien eller stasjonsverdien skal gjelde dersom disse gir ulike tilstandsklasser, noe som er tilfellet for to av stasjonene i Iddefjorden. Dette skyldes at indeksverdiene ligger svært nær klassegrensen slik at stasjonsverdien, som alltid vil være noe høyere enn gjennomsnittsverdien, gir en bedre tilstandsklasse enn gjennomsnittsverdien. Indeksverdier som ligger svært nær klassegrensene må midlertid alltid tolkes med varsomhet.

For ID-1 tilsier vårt faglige skjønn at tilstanden for bløtbunnsfauna er «dårlig» (klasse IV). Dette begrunnes med at faunaen er svært fattig med lav artsrikdom, og dominert av flerbørstemarken *Capitella capitata*, som er svært opportunistisk og tolerant, og ansett som en universell indikator på stor grad av organisk belastning.

På stasjon ID-43 gir også ulik tilstandsklasse for gjennomsnittsverdien og stasjonsverdien, og alle indeksverdiene er svært nær grensen mellom «dårlig» (klasse IV) og «moderat» (klasse III) tilstand. Diversitetsindeksene gir «Moderat» tilstand, mens sensitivitetsindeksene og NQI1 gir «dårlig» tilstand. I dette tilfellet vektlegges sensitivitetsindeksene og NQI1, og faglig skjønn tilsier «dårlig» tilstand (klasse IV) på denne stasjonen. I tillegg er fauna relativt artsfattig, og de mest tallrike artene er opportunistiske eller forurensningsindikerende, som *Capitella capitata* og *Polydora vilata*.

Alle stasjonene i Iddefjorden hadde i tillegg svært høye TOC-verdier («svært dårlig» tilstand, klasse V), og sedimentet luktet av  $\text{H}_2\text{S}$ . Dette tyder på høy grad av høy organisk belastning og oksygenmangel i sedimentet, og understøtter vurderingen av tilstanden på ID-1 og ID-43 som «dårlig» (klasse IV).

Stasjon R-5 hadde «God» tilstand for bløtbunnsfauna. Også denne stasjonen hadde imidlertid høyt innhold av TOC og lukt av  $\text{H}_2\text{S}$  i sedimentet, og er tydelig organisk belastet.

**Tabell 19.** Økologisk tilstand for hver stasjon for bunnfauna i Iddefjorden. Totalresultatet for hver stasjon og biologiske kvalitetselement angir middelverdien dersom det er benyttet flere indekser.

Blå=svært god, grønn=god, gul=moderat og oransje=dårlig tilstand.

Kvalitetselement/Indeks	Stasjonsnavn/kode		
	Skysskafferen/ID-1	Knivsøy/ID-43	Ringdalsfj/R-5
<i>Bunnfauna, nEQR</i>			
NQI1	0,185	0,393	0,658
H'	0,262	0,508	0,701
ES <sub>100</sub>		0,425	0,676
ISI <sub>2012</sub>	0,745	0,343	0,533
NSI	0,358	0,330	0,677
<b>Totalresultat</b>	<b>0,387</b>	<b>0,400</b>	<b>0,649</b>



### 3.1.2 Fysisk-kjemiske kvalitetselementer i Tista

I ferskvann er de fysisk-kjemiske støtteparameterne kjemisk oksygenforbruk, total fosfor og total nitrogen blitt undersøkt. Total nitrogen havnet i moderat tilstand på begge stasjoner, men nEQR verdien var noe lavere på stasjonen nedstrøms Saugbrugs utslippspunkter (**Tabell 20**). Total fosfor havnet i god tilstand oppstrøms utslippspunktene og i moderat tilstand nedstrøms utslippspunktene.

For kjemisk oksygenforbruk (KOF) ble det ved en feiltagelse hos laboratoriet til Eurofins benyttet to ulike metoder for bestemmelse av KOF, henholdsvis Cr- og Mn-metoden. Under hver prøvetakningsrunde ble samme KOF-metode benyttet oppstrøms og nedstrøms. I tidligere klassifiseringsveileder fra 1997 (Andersen m.fl. 1997) er grenseverdier oppgitt kun for Mn-metoden. Det foreligger altså grenseverdier for KOF i veileder 97:04. KOF er imidlertid sterkt knyttet til innholdet av organisk stoff i vannet. Gjeldende klassegrenser tar ikke hensyn til vanntype, og vil derfor være lite egnet til klassifisering av humøse vassdrag.

De to prøverundene som ble analysert med Mn-metoden ga dårlig (Klasse IV) eller svært dårlig (Klasse V) tilstand. Den ene prøverunden ga tilstanden svært dårlig nedstrøms utslippene, og dårlig oppstrøms, mens den andre prøverunden ga dårlig tilstand både oppstrøms og nedstrøms utslippene. Gjennomsnittet for de to prøverundene ble beregnet og med dette som utgangspunkt ble begge stasjonene klassifisert til dårlig tilstand (**Tabell 20**). Det ble altså kun tatt to prøverunder med Mn-metoden, mens det i veilederen blir anbefalt å ta månedlige prøver. Resultatene må derfor anses som usikre. Årsaken til de høye KOF-verdiene målt oppstrøms Saugbrugs utslipp er uklar, men høyt innhold av TOC og humus-forbindelser kan gi høye KOF-verdier.

For de resterende prøvene som ble analysert med Cr-metoden ble gjennomsnittverdier oppstrøms og nedstrøms beregnet (**Tabell 20**). Resultatene viste at det ikke var noen nevneverdig forskjell i KOF-verdier oppstrøms og nedstrøms Saugbrugs utslipp i Tista. Årsaken kan være at utslippene fra Saugbrugs fortynnes tilstrekkelig i elven, slik at forskjeller mellom oppstrøms og nedstrøms ikke påvises med denne metoden. KOF målt med Cr-metoden ga høyere verdier enn med Mn-metoden. Dette skyldes at Cr-metoden oksyderer flere forbindelser enn Mn-metoden i vannprøven.

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

**Tabell 20.** Økologisk tilstand for hver stasjon for de fysisk-kjemiske kvalitetselementene i elven Tista, som tilhører vanntype 6 (humøs, kalkfattig). Tilstanden er basert på beregnede middelveidier (totalresultat) for hver parameter på hver stasjon. KOF-Cr er ikke omregnet til nEQR da det ikke finnes klassegrenser for denne metoden. Grønn=god, gul=moderat og oransje=dårlig tilstand.

Parameter	Stasjonsnavn/kode			
	Tista oppstrøms utslipp		Tista nedstrøms utslipp	
Næringssalter	$\mu\text{g/l}$	nEQR	$\mu\text{g/l}$	nEQR
Tot N (n=12)	822,08	0,49	992,08	0,43
Tot P (n=12)	17,92	0,76	28,36	0,53
<b>Totalresultat</b>		<b>0,63</b>		<b>0,48</b>
Organisk belastning	$\text{mg O}_2/\text{l}$	nEQR	$\text{mg O}_2/\text{l}$	nEQR
KOF-Cr (n=8)	24,5		27	
<b>KOF-Mn (n=2)</b>	<b>9,4</b>	<b>0,33</b>	<b>13,45</b>	<b>0,24</b>

### 3.1.3 Fysisk-kjemiske kvalitetselementer i Iddefjorden

Gjennomsnittlig saltholdighet fra 0-10m dyp på ID-1 i Iddefjorden var 14,4 i 2015 (n=5), mens den var 14,7 på R-5 i Ringdalsfjorden (n=7). Målingene ble utført på 2, 5 og 10m dyp. Vi har derfor klassifisert resultatene av de fysisk-kjemiske kvalitetselementer etter en saltholdighet på 18.

Oksygenmålingene i Ringdalsfjorden (R-5) viser variasjon fra «svært god» til «dårlig» tilstand gjennom året. Litt lenger inn, i Iddefjorden, er det gjennomgående «svært dårlig» oksygentilstand i bunnvannet på begge stasjoner. Oksygenforholdene på R-5 er antagelig den viktigste årsaken til at bunnfaunaen er i bedre tilstand der enn den er lenger inn i fjorden.

**Tabell 21.** Oksygen (ml/l) i bunnvannet i 2015 i Ringdalsfjorden og på stasjon ID-2 og ID-1 i Iddefjorden. Blå=svært god, grønn=god, gul=moderat, oransje=dårlig tilstand og rød er svært dårlig tilstand.

Stasjon	Navn	Dato	Løst oksygen (O <sub>2</sub> )
R-5	Ringdalsfjorden	15.01.2015	5,9
R-5	Ringdalsfjorden	06.02.2015	6,0
R-5	Ringdalsfjorden	16.06.2015	2,6
R-5	Ringdalsfjorden	05.07.2015	2,2
R-5	Ringdalsfjorden	15.08.2015	1,5
R-5	Ringdalsfjorden	28.09.2015	4,1
R-5	Ringdalsfjorden	11.11.2015	2,9
ID-2	Kjellvik	15.01.2015	0,1
ID-2	Kjellvik	16.06.2015	0,5
ID-2	Kjellvik	05.07.2015	0,2
ID-2	Kjellvik	15.08.2015	0,2
ID-2	Kjellvik	28.09.2015	0,2
ID-2	Kjellvik	11.11.2015	0,2
ID-1	Skysskaffern	28.09.2015	0,3
ID-1	Skysskaffern	11.11.2015	0,2
ID-1	Skysskaffern	03.02.2016	0,2

Målinger av næringssalter i vinterperioden vil fange opp overkonsentrasjoner av næringsstoffer i en vannforekomst før oppblomstringen av planteplankton setter i gang. Sommerperioden fanger i bedre grad opp effekter og tilførsler som er knyttet til avrenning (eks jordbruk) og vil i større grad gi informasjon om biologiske responser på disse. Sommerstid kommer alle tre stasjoner ut i tilstandsklasse «dårlig». Det er høye nitrogenverdier som trekker tilstanden ned. Alle data for næringssalter er presentert i 0 og Vedlegg E.

Siktdypet i hele fjordområdet ligger sommerstid på ca. 2 m i gjennomsnitt. For denne parameteren havner stasjonene i tilstandsklassen «svært dårlig».

**Tabell 22.** Økologisk tilstand for hver stasjon for fysisk-kjemiske kvalitetselementer i Iddefjorden. Vanntype 5, Skagerrak, saltholdighet 18. Overflatevann (0-10m). Beregnede middelveier (totalresultat) for hver stasjon styrer tilstanden. Blå=svært god, grønn=god, gul=moderat, oransje=dårlig tilstand og rød er svært dårlig tilstand. For planteplankton er manglende klassegrenser for den aktuelle vanntypen (sterkt ferskvannspåvirket fjord) og for tynt datagrunnlag grunnen til at nEQR ikke kan beregnes.

Parameter	Enhet	Stasjonsnavn		
		ID-1	ID-2	R-5
<i>Næringssalter sommer (juni-august)</i>				
Total fosfor	µg P/l	17	13	19
Fosfat-fosfor	µg P/l	9,6	11	13
Total nitrogen	µg N/l	475	508	452
Nitrat-nitrogen	µg N/l	175	232	149
Ammonium-nitrogen	µg N/l	101	-	-
Siktdyp	m	2,0	2,3	2,3
<b>nEQR næringssalter sommer</b>		<b>0,35</b>	<b>0,3</b>	<b>0,35</b>
<i>Næringssalter vinter (desember – februar)</i>				
Total fosfor	µg P/l	26		
Fosfat-fosfor	µg P/l	16,7		
Total nitrogen	µg N/l	567		
Nitrat-nitrogen	µg N/l	284		
Ammonium-nitrogen	µg N/l	80		
<b>nEQR næringssalter vinter</b>		<b>0,45</b>		
<i>Planteplankton (juni-sept)</i>				
Klorofyll a	µg C/l	4,8	3,5	3,4

Innholdet av TOC (totalt organisk karbon) i sjøvann fra Iddefjordområdet er høyt gjennom hele året (**Tabell 23**). Målinger fra 2014 er inkludert i tabellen og disse viser en gradient i TOC-innhold med avtagende verdier fra Iddefjorden og utover mot de sentrale deler av Ytre Oslofjord.

**Tabell 23.** Totalt organisk karbon (TOC, mg/l) i sjøvann fra 2m dyp. Resultater fra Iddefjordområdet (ID-2, ID-1, R-5), Hvalerområdet (S-9, I-1) og Torbjørnshjær (OF-1) er vist i tabellen.

Prøvetaksdato	TOC mg/l					
	ID-2	ID-1	R-5	S-9	I-1	OF-1
sep.14	6,2		6,5	2,1	2,7	2,6
nov.14	10,8		10,3	2	3,7	2,9
jun.15		7,8				
jun.15	7,4	9,2	9,3			
jul.15		7,9				
aug.15		5,4				
des.15		9,2				
des.15		9,5				
jan.16		8,4				
feb.16		8,4				
<b>Gjennomsnitt</b>	<b>8,1</b>	<b>8,2</b>	<b>8,7</b>	<b>2,1</b>	<b>3,2</b>	<b>2,8</b>

Innholdet av SPM (suspendert stoff) i sjøvann fra Iddefjordområdet er også relativt høyt og varierende gjennom året. Her har vi kun resultater fra én stasjon, men vi vet for eksempel at verdiene i overflatelaget i Frierfjorden ligger på 1-2 mg/l (A. Staalstrøm pers. medd.).

**Tabell 24.** Innhold av suspendert stoff (SPM) i sjøvann fra 2m dyp ved stasjon ID-1 Skyskaffern

Prøvetakingsdato	SPM mg/l
	ID-1 Skyskaffern
01.06.2015	1,7
15.07.2015	3,3
26.08.2015	1,8
01.12.2015	2,8
17.12.2015	1,2
08.01.2016	1,1
11.02.2016	4,3
<b>Gjennomsnitt</b>	<b>2,3</b>

### 3.1.4 Vannregionspesifikke stoffer i sediment

Nivåene av de vannregionspesifikke stoffer som bedriften har utslipp av, var både over og under grenseverdiene. Gjennomgående var nivåene noe høyere på stasjon ID-43 enn på ID-1. På ID-1 og ID-43 er det sink som overskrider EQS verdien, mens det på ID-43 i tillegg er overskridelse av grenseverdiene for både arsen og sink. Av denne grunn kommer begge stasjoner ut med «ikke god» økologisk tilstand med hensyn til vannregionspesifikke stoffer. Dette er basert på analyser av én prøve fra hver av stasjonene og omfattes derfor av noe usikkerhet siden fordelingen av miljøgifter i sediment kan være ujevn.

**Tabell 25.** Økologisk tilstand for hver stasjon for Vannregionspesifikke stoffer i sediment i Iddefjorden. «Det verste styrer»-prinsippet ligger til grunn for tilstandsvurderingen.

Parameter	Enhet	Stasjonsnavn/kode	Stasjonsnavn/kode	EQS
		Skyskaffern/ID-1	Knivsøy/ID-43	
<i>Vannregionspesifikke stoffer i sediment, tilstandsklasse</i>				
Cu	mg/kg TS	33	61	84
Cr	mg/kg TS	26	37	660
As	mg/kg TS	17	45	18
Zn	mg/kg TS	160	210	139
<b>Totalresultat</b>		<b>Ikke god</b>	<b>Ikke god</b>	

### 3.2 Kjemisk tilstand i sediment

Nivåene av de av EUs prioriterte stoffer som bedriften har utslipp av var lave og godt under EUs grenseverdier (EQS). Den kjemiske tilstanden kan derfor klassifiseres som «god». Dette er basert på analyser av én prøve fra hver av stasjonene og omfattes derfor av noe usikkerhet siden fordelingen av miljøgifter i sediment kan være ujevn.

**Tabell 26.** Kjemisk tilstand for EUs prioriterte stoffer i sediment i Iddefjorden. «Det verste styrer»-prinsippet ligger til grunn for tilstandsvurderingen.

Parameter	Enhet	Stasjonsnavn/kode	Stasjonsnavn/kode	EQS
		Skyskaffern/ID-1	Knivsøy/ID-43	
<i>EUs prioriterte miljøgifter i sediment, tilstandsklasse</i>				
Hg	mg/kg TS	0,119	0,257	0,52
Ni	mg/kg TS	15	20	42
Pb	mg/kg TS	56	92	150
Cd	mg/kg TS	0,60	0,47	2,5
<b>Totalresultat</b>		<b>God</b>	<b>God</b>	

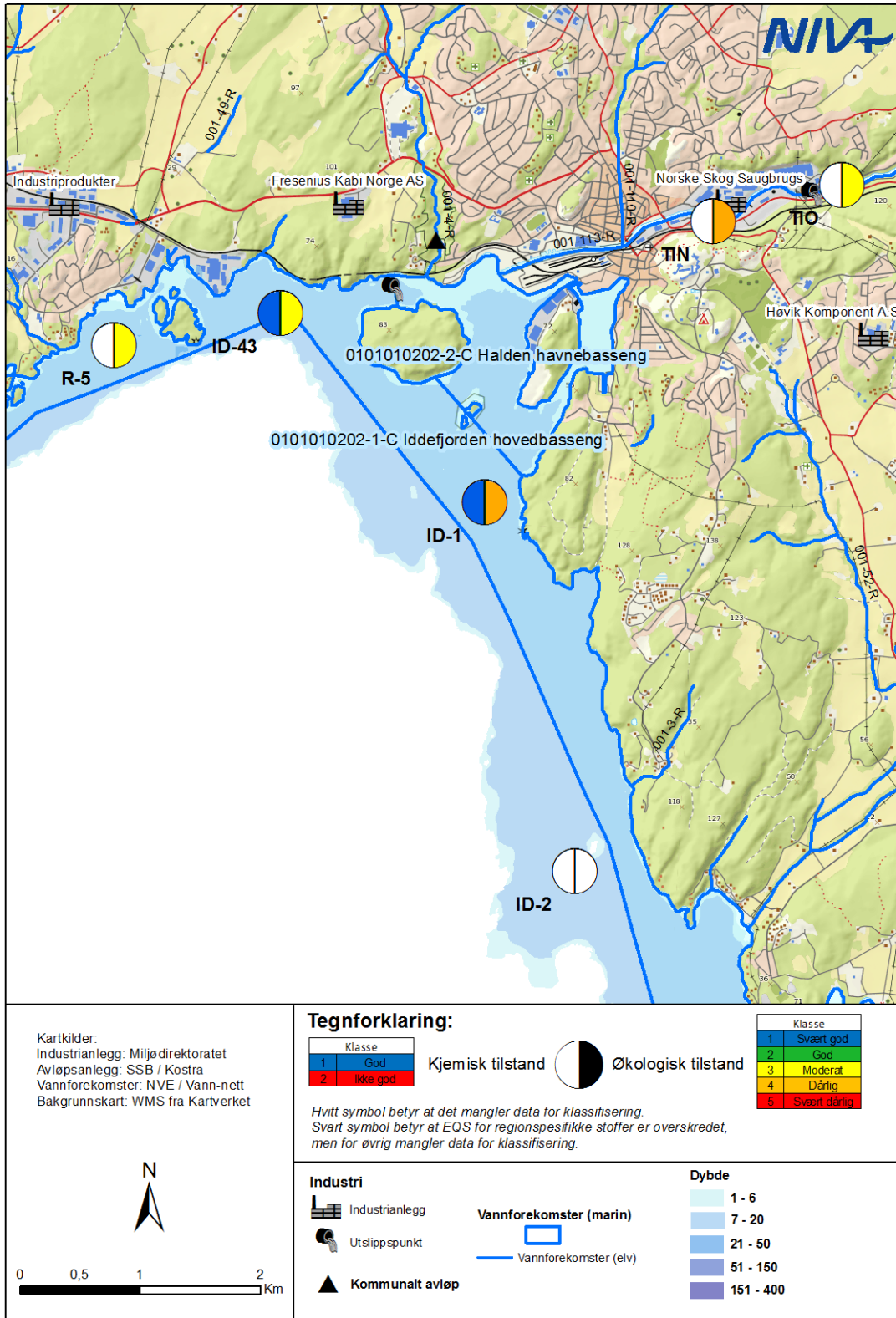
### 3.3 Oversikt over økologisk og kjemisk tilstand for alle stasjoner

I elven Tista er det bunndyr som er det utslagsgivende kvalitetselementet både oppstrøms og nedstrøms Saugbrugs utslippspunkter med moderat tilstand oppstrøms og dårlig tilstand nedstrøms (**Tabell 27**).

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). Det er i likhet med i Tista, bunndyr som er det utslagsgivende kvalitetselementet for den økologiske tilstand. De fysiske-kjemiske kvalitetselementene støtter opp om resultatene fra de biologiske kvalitetselementene, men fordi de kjemisk-fysiske støtteparametere kommer ut med dårlig tilstand på R-5 så skal den økologiske tilstanden settes til moderat på denne stasjonen. Kjemisk tilstand er god på de to stasjonene som er undersøkt for metaller i sediment.

**Tabell 27.** Oversikt over økologisk og kjemisk tilstand per stasjon i elven Tista og i Iddefjorden. Fargekode angir henholdsvis økologisk og kjemisk tilstand. For økologisk tilstand er i tillegg det verste kvalitetselementet angitt, og for kjemisk tilstand er eventuelle miljøgifter som overskrider EQS angitt. VRS=vannregionspesifikke stoffer. Klassifisering av 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. Klassifisering av kjemisk tilstand: grønn=God tilstand, rødt=Ikke god tilstand, blank=ikke data for å klassifisere økologisk/kjemisk tilstand. På stasjon ID-2 er kun fysiske-kjemiske kvalitetselementer analysert og tilstand er satt på bakgrunn av næringssaltnivåene.

Stasjonskode	Stasjonsnavn	Økologisk tilstand	Kjemisk tilstand
TO	Tista oppstrøms utslipp	Bunnfauna	
TN	Tista nedstrøms utslipp	Bunnfauna	
ID-2	Kjellvik	Næringssalter	
ID-1	Skysskafferen Iddefjorden	Bunnfauna	
ID-43	Knivsøy Iddefjorden	Bunnfauna/VRS (As, Zn)	
R-5	Ringdalsfjorden	Fysisk-kjemiske støtteparametere	



**Figur 7.** Oversikt over økologisk (høyre halvsirkel) og kjemisk tilstand (venstre halvsirkel) i 2015 for alle stasjoner i Iddefjorden og Tista.

## 4 Konklusjoner og videre overvåking

### 4.1 Sammenligning av dagens tilstand med tidligere overvåkingsresultater

For eutrofiering resulterte PIT-indeksen for begroingsalger i moderat økologisk tilstand på begge undersøkte stasjoner i elven Tista i 2015, mens bunndyr-indeksen ASPT ga henholdsvis moderat og dårlig økologisk tilstand på undersøkte stasjoner oppstrøms og nedstrøms Saugbrugs. Det var imidlertid svært god tilstand oppstrøms og god tilstand nedstrøms utslippene med utgangspunkt i HBI, indeksen for heterotrof begroing som er følsom for lett nedbrytbart organisk stoff. Til sammen viser resultatene at begge stasjoner i Tista står i fare for ikke å oppnå miljømålet om god økologisk tilstand innen år 2021. Det eksisterer ingen tidligere undersøkelser av disse indeksene i Tista, og det er derfor vanskelig å si noe om utviklingen av dem i elven.

De fysiske-kjemiske kvalitetselementene i Tista viste en noe bedre tilstand oppstrøms utslippene til Saugbrugs, særlig for total-fosfor, som ga klart dårligere økologisk tilstand nedstrøms enn oppstrøms utslippene. Nedstrøms utslippene var tilstanden moderat og står således i fare for ikke å oppnå miljømålet om god økologisk tilstand. Kjemisk tilstand er ikke undersøkt i Tista.

I Iddefjorden er to av de tre bunnfaunastasjonene blitt klassifisert med dårlig økologisk tilstand. Stasjonen som ligger i Ringdalsfjorden (R-5), ytterst i fjordsystemet, hadde god økologisk tilstand. Også på denne stasjonen var det imidlertid høyt innhold av TOC og lukt av sulfid ( $H_2S$ ) i sedimentet, og den fremstår derfor som tydelig organisk belastet. Oksygeninnholdet i bunnvannet på R-5 varierte mellom meget god om vinteren til dårlig om sommeren, mens oksygentilstanden var svært dårlig på de to øvrige stasjoner. Oksygenforholdene i fjordområdet har imidlertid vært langt verre. På 1960-tallet var det ganske vanlig med anoksiske forhold ( $H_2S$ ) høyt opp i vannsøylen. Høyt innhold av organisk karbon (TOC) i vannmassene og fiberrester i bunnsedimentene forbruker oksygenet og er årsaken til den dårlige tilstanden. Iddefjorden er ekstra sårbar for organisk belastning fordi de grunne tersklene begrenser utskiftningen av bunnvannet.

Totalt organisk karbon (TOC) er ofte brukt som mål på vannets innhold av humus. En gjennomgang av eksisterende data på TOC fra Tista og Enningdalselva indikerte en oppadgående trend i begge elvene. I Enningdalselva har 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 Walday et al. 2014a).

Siktdypet i fjorden er svært lavt og vannet har ofte en brunlig farge. Siktdypet og saltholdigheten i de øvre vannlag (ned mot 5m) ser ut til å ha sammenheng med vannføringen i Tista. Undersøkelser av plankton i 2011 (GS Larsen Consulting 2011) viste at vannet var dominert av fersk- og brakkvannsalger og hadde store mengder 'små organiske partikler/humus' (1-5 $\mu$ m). Det var særlig mye partikler i 0-2 m dyp. På 5 m var partikelmengden mindre, men økte med vannføringen i Tista. Det ble antatt at det ikke er algene, men partiklene som er bestemmende for siktdypet. Foreliggende undersøkelser har vist relativt høye partikkelnivåer (SPM) på 2 m dyp i fjorden. Humus påvirker også siktdypet i oppløst form, da brunfargen i seg selv absorberer mye lys og gir dårlige forhold for både planteplankton og makroalger.

Saugbrugs påvirkning på vannets farge i Tista gjennom bedriftens utslipp, er tidligere undersøkt ved å utføre statistikk på resultater av fargeanalyser på vann oppstrøms og nedstrøms utslippene (Walday et al. 2014a). Det ble funnet mer vannfarge i Tista nedstrøms bedriften enn oppstrøms bedriften hvis vannføringen i elva var under 10 m<sup>3</sup>/s eller 10-20 m<sup>3</sup>/s, mens det ikke var forskjell i vannfarge før eller etter bedriften hvis vannføringen var 20-35 m<sup>3</sup>/s eller over 35 m<sup>3</sup>/s. Forklaringen ligger antagelig i at bidraget fra Saugbrugs er relativt konstant - og ikke så stort, slik at man bare klarer å registrere det når det er lite vann i elva. Totalt sett tydet analysene på at Saugbrugs bidrar til å øke brunfargen på vannet.

Overvåkingen av Ytre Oslofjord i 2014 viste for Iddefjordområdet det samme mønsteret som ble funnet i tiltaksovervåkingen for Saugbrugs i 2015: Dårlige oksygenforhold i bunnvannet, spesielt inne i

Iddefjorden, overskridelser av grenseverdier for næringssalter, hvor særlig nitrogen gir dårlig tilstand. Siktdypet var også dårlig eller svært dårlig begge årene. Tidligere års overvåking av området viste også mye av det samme (**Tabell 28**).

Fra Saugbrugs er det informert om at bedriften hadde problemer med sitt renseanlegg i to omganger i 2015. For å få anlegget til å virke som det skal måtte det tilsettes næringssalter. Dette ble gjort i ca. en måneds tid i mars/april og en periode i slutten oktober og kan ha påvirket resultatene i overvåkingen.

**Tabell 28.** Tilstand for to stasjoner i Iddefjordområdet for de fysiske-kjemiske kvalitetsselementer samt klorofyll i perioden 2001-2011. Utsnitt av tabell fra Walday et al. (2012). Blått=Svært god tilstand, grønn=God tilstand, gul=Moderat tilstand, oransje=Dårlig tilstand og rød=Svært dårlig tilstand

Stasjon	År	Klassifisering sommerverdier (jun-aug)						Høst (sept-nov)	Vinterverdier (des-feb)			
		Fosfat	Tot P	Nitrat	Tot N	Chl a	Sikt	O <sub>2</sub>	Fosfat	Tot P	Nitrat	Tot N
ID-2 Iddefj	2001-2005											
	2007	Blått	Gul	Gul	Gul	Gul	Oransje	Rød				
	2008	Gul	Gul	Gul	Gul	Gul	Oransje	Rød	Gul	Gul	Gul	Blått
	2009	Gul	Gul	Gul	Gul	Gul	Oransje	Rød	Blått	Gul	Gul	Oransje
	2010	Gul	Gul	Gul	Gul	Gul	Oransje	Rød				
	2011	Gul	Gul	Gul	Gul	Gul	Oransje	Rød				
RA-5 Ringdalsfj	2001-2005	Blått		Oransje			Oransje	Rød	Blått	Blått	Rød	Blått
	2007	Blått	Gul	Oransje	Oransje	Gul	Oransje	Gul				
	2008	Gul	Gul	Gul	Gul	Gul	Oransje	Oransje			Rød	Rød
	2009	Gul	Gul	Gul	Gul	Gul	Oransje	Oransje	Blått	Gul	Gul	Oransje
	2010	Gul	Gul	Gul	Gul	Gul	Oransje	Rød	Gul	Gul	Gul	Gul
	2011	Gul	Gul	Oransje	Oransje	Gul	Oransje	Oransje				

Vi vet fra tidligere undersøkelser at det ligger mye flis på bunnen utenfor Tistas munning. I 2013 ble bløtbunnsfauna undersøkt på en stasjon i dette området (Walday et al. 2014b) og den økologiske tilstanden på stasjonen var «svært dårlig». Iddefjorden og stasjon ID-1 har også blitt undersøkt med SPI-kamera gjennom perioden 2007-2013 og forholdene i Iddefjorden har vært «svært dårlige» i 2007-2009, men det har vært en bedring og tilstanden hadde endret seg til «dårlig» i 2010 og «moderat» i 2011, men var tilbake i «dårlig» status i 2013. Tilstanden kan kanskje skyldes opplagringen av treflis, som ved mineralisering forbraker oksygen i sedimentenes porevann og leder til at kun lite følsomme arter klarer at leve nede i sedimentene.

Bunnfauna på stasjon ID-43 Knivsøy er tidligere undersøkt på midten av 1990-tallet (Berge et al. 1997) og den gang var det færre arter og individer, og en lavere diversitet enn det var i 2015. Stasjonen har en dårlig tilstand i dag, men den er altså blitt klart bedre siden 1990-årene.

## 4.2 Vurdering av videre overvåking

Vårt forslag er basert på at utslippene fra bedriften ikke øker, men holder seg på samme nivå som i dag, eller går ned.

Vi anser nåværende stasjonsplassering i Iddefjorden som egnet for å belyse påvirkning fra bedriften. Oppstrømsstasjonen i Tista bør vurderes endret for å finne mer sammenlignbare fysiske forhold med stasjonen nedstrøms. Bidraget fra Saugbrugs utslipp og fra Remmendalen renseanlegg må beregnes, siden mange av utslippskomponentene er felles og utslippene ligger ganske nær hverandre. Eventuelle tilførsler fra landbruksavrenning, samt naturlig bakgrunnstilførsel må også med i beregningene.

Det vil være kostnadseffektivt og gi faglig merutbytte å samarbeide om videre overvåking med Fagrådet for Ytre Oslofjord. Fagrådet har jevnlig tokt inn i Iddefjorden med prøvetaking i vannmassene. Renseanlegg og eventuelle andre som har en lignende påvirkning på fjorden bør også involveres og bidra til overvåkingen.



Vi mener også at det er viktig å følge med på vannkvaliteten både oppstrøms og nedstrøms Saugbrugs utslipp til Tista for å få en bedre forståelse av årsakssammenhengene for miljøtilstand og utvikling i fjorden. Det anbefales årlig undersøkelse av vannkjemi (TOC, farge, næringssalter, metaller) og årlig undersøkelse av begroingsalger (PIT-indeksen) og heterotrof begroing (HBI-indeksen), mens bunndyr (ASPT-indeksen) kan undersøkes hvert 3. år.

Oksygenivåene i bunnvannet er en av de viktigste faktorene som påvirker biologien i fjorden. Det bør opprettholdes jevnlig målinger på stasjon ID-2 og R-5. Det hadde også vært en fordel med profilerende målinger på stasjonene, gjerne med en oksygensonde, som vil gi et mål på hvor stor del av fjorden som har dårlige oksygenforhold.

Alle tre bunnfaunastasjonene i fjorden er i ulik grad negativt påvirket av tilstanden i fjordområdet. Det er imidlertid registrert bedring av tilstanden både på stasjon R-5 og ID-43. Vi foreslår en oppfølging av undersøkelsene på disse to stasjoner hvert 3. år. Hvis oksygenforholdene bedrer seg lenger inn i fjorden vil det også være aktuelt med oppstart av bunnfaunaundersøkelser i de områdene.

Nivåene av metaller var relativt lave i bunnsedimentene og vi mener at det kun trengs å gjenta undersøkelser av sink og arsen samtidig med at bunnfauna skal undersøkes neste gang.

### **4.3 Vurdering av mulige tiltak**

Det er antagelig flere fysisk-kjemiske forhold som påvirker dagens økologiske tilstand i Iddefjorden: Det dårlige siktdypet begrenser utbredelsen av både planteplankton i de frie vannmassene og makroalger i strandsonen. En annen er det ferske overflatelaget som også er begrensende på utbredelsen av alger, både planteplankton og makroalger. Det kanskje viktigste forholdet er de dårlige oksygenforholdene i bunnvannet som sterkt begrenser det biologiske mangfoldet og utbredelsen av dyr på de litt større dypene i fjorden.

I tillegg til at de grunne tersklene naturlig begrenser utskiftningen av bunnvannet så vil også høyt TOC-innhold i vannmassene og fiberrester i bunnsedimentene kunne bidra til oksygenforbruket. Vi ser en generell økning i innholdet av humus i elvevann og vassdrag. Dette er mest sannsynlig klimarelatert og derfor vanskelig å gjøre tiltak mot.

Nivåene av næringssalter i fjorden er forhøyede, særlig for nitrogen. Det bør jobbes for en generell reduksjon av utslippene av næringssalter til fjorden. Dette vil sannsynligvis også være positivt for fjordområdene utenfor Iddefjordens hovedbasseng. Reduksjoner i utslipp av suspendert materiale vil kunne bidra til en reduksjon av oksygenforbruket i sedimentene.

Det er bekymringsfullt at utslippene fra bedriften har vist en økning fra 2012 til 2014. Saugbrugs utslipp er mye større enn utslippene fra det kommunale renseanlegget. I lys av den dårlige økologiske tilstanden i Tista nedstrøms utslippet og i Iddefjorden er det høyst sannsynlig at bedriftens utslipp må reduseres for å oppnå bedre tilstand. Det relative bidraget fra bedriften til de totale tilførselene av organisk stoff, suspendert stoff og næringssalter må likevel utredes nærmere for å få et godt beslutningsgrunnlag for aktuelle tiltak. Dette gjelder både for Tista og for Iddefjorden. Samarbeid med det kommunale kloakkrenseanlegget anbefales.

### **4.4 Innspill fra Saugbrugs**

Teksten i dette kapitlet er et innspill fra Saugbrugs og formulert av bedriften selv.

#### 4.4.1 Historie

Det har foregått trebasert industrivirksomhet langs Tista i over 200 år og allerede i 1859 slo 13 bedrifter seg sammen og etablerte Sagbrugsforeningen.

Sagene langs Fossen og Tista produserte på 1700 og 1800 tallet mye grov sagflis, som ble sluppet rett ut i elva. Sammen med synketømmer dannet den banker og grunner. Det ble satt opp bolverk i elveutløpet og det ble mudret. Sagflisa ble etterhvert transportert på slipprenner direkte til utfyllingsområdene. På denne måten ble blant annet områdene Mølen, Langbrygga og deler av Høvleri-området dannet, det vil si områdene omkring Tistas munning. Det er all grunn til å anta at ikke all flis ble mudret og at flis og fiber både fra virksomheten i området (Tyska og Hollenderen) samt Saugbrugs cellulose-, tremasse og papirfabrikasjon på Kaken senere har sedimentert omkring Tistas utløp. Etter at dagens renseanlegg på Porsnes/Ankers kom i drift (1993) er fiber og flis til resipient eliminert. Altså stammer flisbankene nevnt i NIVA-rapporten fra tiden før 1993.

#### 4.4.2 Dagens forhold

Mens Saugbrugs i årene fram til nedleggelsen av cellulosefabrikken og igangkjøringen av dagens renseanlegg var en dominerende bidragsyter til forurensing av så vel Tista som Idde- og Ringdalsfjorden er nå Saugbrugs betydning for resipient betydelig redusert. Andre viktige bidragsytere til vannkvaliteten i fjordsystemet utenfor Halden:

1. Landbruksvirksomhet langs Haldenvassdraget, Enningdalselva, bekker og små vassdrag med utløp i Idde- og Ringdalsfjorden
2. Halden og andre kommuners renseanlegg
3. Diffuse utslipp fra boliger og fritidsbebyggelse
4. Økt jorderosjon grunnet endrede klimatiske forhold

#### 4.4.3 Vedrørende overvåkningsprogram

Som nevnt av NIVA i rapporten, bør den økonomiske belastningen ved slike undersøkelser fordeles mellom bidragsyterne. Det vil således være naturlig at landbruket og kommunene omkring Haldenvassdraget inkluderes i en eventuell ny runde i programmet.

En ny målerunde bør først skje etter at diverse annonserte og igangsatte tiltak er gjennomført, fått tid til å virke slik at ny likevektstilstand har inntruffet. Tre argumenter for dette:

1. Saugbrugs gjør for tiden store investeringer i sitt renseanlegg. Et nytt biogassanlegg forventes ferdig Q1 2017. Haldens kommunale renseanlegg (Remmen) investerer i et biologisk rensetrinn som anslagsvis er ferdig i løpet av 2017.
2. De siste 10 årenes oksygenmålinger viser en gradvis og forutsigbar forbedring i tråd med lavere utslipp fra Saugbrugs. Denne forbedringen fortsetter.
3. Saugbrugs forholder seg til utslippskonsesjoner som gis av Miljødirektoratet med bakgrunn i EUs BAT-BREF konklusjoner (iverksettes fra høsten 2018). Strengere utslippskonsesjoner enn dette vil medføre urimelig konkurransesituasjon.

Konklusjon: Det har derfor liten hensikt å gjøre en ny undersøkelse allerede i 2018. Det bør gå noen år slik at likevektssituasjon vil være oppnådd i Iddefjorden.

#### 4.4.4 Allerede igangsatt overvåking og tiltak

1. Saugbrugs har et ukentlig program som måler diverse vannkvalitetsparametere i Tista (både oppstrøms og nedstrøms utslippspunkt)
2. Investeringer i utbygging/forbedring av renseanlegget ved Saugbrugs. Ferdig: Q1 2017
3. Påbegynt arbeid for å imøtekomme EUs BAT-BREF konklusjoner for treforedlingsindustri, som er gjeldende fra høsten 2018.

## 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.
- Arp, H.P, Ruus, A., Machen, A., Lillicrap, A. 2014. Kvalitetssikring av miljøkvalitetsstandarder. Miljødirektoratets rapportserie M-241/2014
- Bakke, T., Breedveld, G., Källqvist, T., Oen, A., Eek, E., Ruus, A., Kibsgaard, A., Helland, A., Hylland, K. 2007. Veileder for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann– Revidering av klassifisering av metaller og organiske miljøgifter i vann og sedimenter. Miljødirektoratets rapportserie TA-2229/2007
- Berge JA, Bjerkeng 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.
- Direktiv 2009/90 EC, Technical specifications for chemical analysis and monitoring of water status, pursuant to Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council, 3 sider.
- Direktoratsgruppa (2009). Veileder 01:2009. Klassifisering av miljøtilstand i vann: Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, innsjøer og elver i henhold til vannforskriften, Direktoratets gruppa for gjennomføringen av vanndirektivet: 184.
- Direktoratsgruppa (2010). Veileder 02:2009. Overvåking av miljøtilstand i vann. Veileder for vannovervåking ikt. kravene i Vannforskriften.
- Direktoratsgruppa (2011). Veileder 01:2011. Karakterisering og analyse. Metodikk for karakterisering og risikovurdering av vannforekomster etter vannforskriftens §15.
- Direktoratsgruppa (2013). Veileder 02:2013: Klassifisering av miljøtilstand i vann: Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver.
- Direktoratsgruppa (2014). Veileder 01:2014. Sterkt modifiserte vannforekomster: Utpeking, fastsetting av miljømål og bruk av unntak.
- Grung, M., Ranneklev, S., Green, M., Eriksen, T. E., Pedersen, A., Lyche Solheim, A., 2013. Eksempelsamling: tiltaksorientert overvåking for industribedrifter. Miljødirektoratets rapportserie 74/2013
- 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 16665:2013. Vannundersøkelse. Retningslinjer for kvantitativ prøvetaking og prøvebehandling av marin bløtbunnsfauna (ISO 16665:2014)

NS-EN ISO 5667-19. Vannundersøkelse. Prøvetaking. Del 19: Veiledning i sedimentprøvetaking i marine områder (ISO 5667-19:2004).

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

OSPAR 2012. JAMP [Joint Assessment and Monitoring Programme] Guidelines for Monitoring Contaminants in Biota. OSPAR Commission, ref.no. 99-02e.

Schneider, S.C. & 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.

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

Vannforskriften 2015. FOR-2006-12-15-1446, Forskrift om rammer for vannforvaltningen, [www.lovdata.no](http://www.lovdata.no)

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

Walday M, Gitmark J, Naustvoll LJ, Norling K. 2014b. Overvåking av Ytre Oslofjord 2013. Årsrapport. NIVA-rapport 6680-2014. 42s.

Walday M, Gitmark J, Naustvoll LJ, Norling K, Selvik JR, Sørensen K. 2012. Overvåking av Ytre Oslofjord i 2007-2011. 5-årsrapport. NIVA-rapport 6352-2012. 100s.

## Vedlegg A. Registrerte begroingsselementer

Liste over registrerte begroingsselementer fra 2 lokaliteter i Tista ved Norske Skog Saugbrugs, 2015. Mengden er angitt som prosent dekning for begroingsselementer 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
Cyanobakterier	<i>Chamaesiphon amethystinum</i>	xx	
	<i>Chamaesiphon incrustans</i>	xx	xxx
	<i>Geitlerinema splendidum</i>	<1	
	<i>Heteroleibleinia</i> spp.	xx	xxx
	<i>Hydrococcus rivularis</i>		xx
	<i>Phormidium favosum</i>		5
	<i>Phormidium</i> spp.	x	
	Uidentifiserte coccale blågrønnalger	x	
Grønnalger	<i>Closterium</i> spp.		x
	<i>Microspora amoena</i>		10
	<i>Oedogonium</i> c (23-28u)	x	1
	<i>Oedogonium</i> e (35-43u)	x	<1
	<i>Oedogonium</i> f (48-60µ)		14
	<i>Teilingia granulata</i>	x	
Kiselalger	<i>Tabellaria flocculosa</i> (agg.)	x	xx
	Uidentifiserte pennate	xxx	xxx
Rødalger	<i>Audouinella chalybaea</i>	xx	<1
	<i>Lemanea fluviatilis</i>	<1	<1
Gulgrønnalger	<i>Vaucheria</i> spp.		1
Nedbrytere	<i>Sphaerotilus natans</i>		xxx

## Vedlegg B. Bløtbunnsindekser per grabbprøve

Bløtbunnsindekser per grabbprøve for Iddefjorden 2015. S=antall arter, N=antall individer, NQI1=Norwegian Quality Index, H'=Shannons diversitetsindeks, ES<sub>100</sub>=Hurlberts diversitetsindeks, ISI<sub>2012</sub>=Indicator Species Index versjon 2012 og NSI=Norwegian Sensitivity Index versjon 2012, DI=density index. For stasjon ID-1 og ID-43 (grabb I) var det for få individer (<100) for å beregne ES100.

Stasjon	Grabb	S	N	NQI1	H	ES100	ISI2012	NSI2012	DI
ID-1	G1	3	16	0,238	0,868		8,951	11,430	0,846
ID-1	G2	4	17	0,309	1,378		8,951	14,948	0,820
ID-1	G3	4	17	0,315	1,378		9,151	15,464	0,820
ID-43	G1	10	65	0,464	2,578		5,163	14,289	0,237
ID-43	G2	11	164	0,481	2,357	9,706	5,777	12,829	0,165
ID-43	G3	14	150	0,507	2,547	12,078	5,730	12,653	0,126
R-5	G1	44	704	0,661	3,719	23,057	7,103	21,110	0,798
R-5	G2	46	596	0,715	4,137	25,152	6,965	22,613	0,725
R-5	G3	37	578	0,681	3,884	22,241	7,031	22,034	0,712

Artslister for bløtbunnsfauna fra Iddefjorden 2015. Antall individer av hver art angitt for hver av de tre grabbprøvene på de tre stasjonene.

Stasjon	Gruppe	Familie	Art	G1	G2	G3
ID-1	POLYCHAETA	Pholoidae	Pholoe baltica			1
ID-1	POLYCHAETA	Spionidae	Dipolydora cf. coeca	2	4	4
ID-1	POLYCHAETA	Spionidae	Prionospio sp.	1	1	
ID-1	POLYCHAETA	Capitellidae	Capitella capitata	13	11	11
ID-1	OPHIUROIDEA		Ophiuroidea juvenil		1	
ID-1	CHAETOGNATHA		Chaetognatha			1
ID-43	POLYCHAETA	Polynoidae	Polynoidae indet		1	1
ID-43	POLYCHAETA	Phyllodocidae	Eteone sp.		3	
ID-43	POLYCHAETA	Hesionidae	Oxydromus flexuosus	1		1
ID-43	POLYCHAETA	Glyceridae	Glycera alba	16	21	13
ID-43	POLYCHAETA	Spionidae	Dipolydora caulleryi	2		1
ID-43	POLYCHAETA	Spionidae	Polydora ciliata	12	81	72
ID-43	POLYCHAETA	Spionidae	Pseudopolydora paucibranchiata		3	16
ID-43	POLYCHAETA	Spionidae	Spionidae indet			2
ID-43	POLYCHAETA	Cirratulidae	Cirratulidae indet		1	3
ID-43	POLYCHAETA	Scalibregmidae	Scalibregma inflatum	2		
ID-43	POLYCHAETA	Capitellidae	Capitella capitata	22	18	13
ID-43	POLYCHAETA	Capitellidae	Mediomastus fragilis		1	
ID-43	POLYCHAETA	Ampharetidae	Ampharete octocirrata	2		
ID-43	POLYCHAETA	Ampharetidae	Ampharete sp.	4	12	7
ID-43	BIVALVIA	Thyasiridae	Thyasira sp.	3	18	17
ID-43	BIVALVIA	Scrobiculariidae	Abra sp.	1		1
ID-43	BIVALVIA	Corbulidae	Corbula gibba		5	2

Stasjon	Gruppe	Familie	Art	G1	G2	G3
ID-43	CUMACEA	Diastylidae	Diastylis rugosa			1
R-5	ANTHOZOA	Cerianthidae	Cerianthus lloydii		2	
R-5	NEMERTEA		Nemertea indet	2	2	
R-5	POLYCHAETA	Polynoidae	Gattyana cirrhosa			1
R-5	POLYCHAETA	Phyllodoceidae	Phyllodoce groenlandica		1	
R-5	POLYCHAETA	Phyllodoceidae	Phyllodoce maculata		1	
R-5	POLYCHAETA	Phyllodoceidae	Phyllodoce rosea	10	4	1
R-5	POLYCHAETA	Phyllodoceidae	Sige fusigera	1	2	
R-5	POLYCHAETA	Pholoidae	Pholoe baltica	3	1	
R-5	POLYCHAETA	Hesionidae	Hesionidae	1		
R-5	POLYCHAETA	Hesionidae	Nereimyra punctata		1	
R-5	POLYCHAETA	Hesionidae	Oxydromus flexuosus	2	2	2
R-5	POLYCHAETA	Nephtyidae	Nephtys hombergii	1		
R-5	POLYCHAETA	Sphaerodoridae	Sphaerodorum gracilis		1	
R-5	POLYCHAETA	Glyceridae	Glycera alba	4	3	2
R-5	POLYCHAETA	Goniadidae	Goniada maculata	4	4	4
R-5	POLYCHAETA	Spionidae	Polydora ciliata	1		
R-5	POLYCHAETA	Spionidae	Prionospio cirrifera	10	19	8
R-5	POLYCHAETA	Spionidae	Prionospio fallax	9	11	4
R-5	POLYCHAETA	Spionidae	Prionospio sp.	7		
R-5	POLYCHAETA	Spionidae	Pseudopolydora paucibranchiata	247	42	98
R-5	POLYCHAETA	Cirratulidae	Chaetozone sp.	23	32	41
R-5	POLYCHAETA	Cossuridae	Cossura longocirrata	2	2	2
R-5	POLYCHAETA	Flabelligeridae	Diplocirrus glaucus			1
R-5	POLYCHAETA	Scalibregmidae	Polyphysia crassa	3	15	7
R-5	POLYCHAETA	Scalibregmidae	Scalibregma inflatum		4	5
R-5	POLYCHAETA	Opheliidae	Ophelina modesta	2	1	1
R-5	POLYCHAETA	Capitellidae	Mediomastus fragilis	1	4	1
R-5	POLYCHAETA	Maldanidae	Maldanidae indet	1		
R-5	POLYCHAETA	Maldanidae	Praxillella praetermissa	15	18	11
R-5	POLYCHAETA	Oweniidae	Galathowenia oculata	9	1	9
R-5	POLYCHAETA	Ampharetidae	Ampharete finmarchica	12		
R-5	POLYCHAETA	Ampharetidae	Ampharete finmarchica		6	2
R-5	POLYCHAETA	Ampharetidae	Ampharete octocirrata	1		4
R-5	POLYCHAETA	Ampharetidae	Anobothrus gracilis	97	128	109
R-5	POLYCHAETA	Ampharetidae	Melinna cristata	2		
R-5	POLYCHAETA	Ampharetidae	Sosane wahrbergi	4	4	5
R-5	POLYCHAETA	Terebellidae	Pista lornensis	20	14	12
R-5	POLYCHAETA	Terebellidae	Polycirrus plumosus			1
R-5	POLYCHAETA	Terebellidae	Terebellides sp.	9	4	8
R-5	POLYCHAETA	Sabellidae	Chone duneri	1		
R-5	POLYCHAETA	Sabellidae	Chone sp.		1	
R-5	POLYCHAETA	Sabellidae	Euchone papillosa	7	2	6
R-5	POLYCHAETA	Sabellidae	Euchone sp.		1	

Stasjon	Gruppe	Familie	Art	G1	G2	G3
R-5	PROSOBRANCHIA	Rissoidae	<i>Hyala vitrea</i>		3	
R-5	CAUDOFOVEATA		<i>Caudofoveata indet</i>	1	4	5
R-5	BIVALVIA	Nuculidae	<i>Ennucula tenuis</i>		2	1
R-5	BIVALVIA	Nuculidae	<i>Nucula sp.</i>	2	3	4
R-5	BIVALVIA	Thyasiridae	<i>Thyasira sp.</i>	31	29	32
R-5	BIVALVIA	Lasaeidae	<i>Kurtiella bidentata</i>	1	2	6
R-5	BIVALVIA	Scrobiculariidae	<i>Abra nitida</i>	8	12	6
R-5	BIVALVIA	Corbulidae	<i>Corbula gibba</i>	12	10	7
R-5	CUMACEA	Diastylidae	<i>Diastylis rugosa</i>			1
R-5	AMPHIPODA	Amphilochidae	<i>Amphilochoides sp.</i>		2	
R-5	AMPHIPODA	Ischyroceridae		1		
R-5	SIPUNCULIDA		<i>Golfingiida</i>	1		
R-5	SIPUNCULIDA		<i>Phascolion (Phascolion) strombus strombus</i>	2		
R-5	OPHIUROIDEA		<i>Ophiuroidea juvenil</i>	36	15	16
R-5	OPHIUROIDEA	Amphiuridae	<i>Amphiura chiajei</i>	16	18	19
R-5	OPHIUROIDEA	Amphiuridae	<i>Amphiura filiformis</i>	34	72	59
R-5	OPHIUROIDEA	Amphiuridae	<i>Amphiura sp.</i>		9	
R-5	OPHIUROIDEA	Ophiuridae	<i>Ophiocten affinis</i>		1	
R-5	OPHIUROIDEA	Ophiuridae	<i>Ophiura sp.</i>	2		
R-5	HOLOTHUROIDEA	Synaptidae	<i>Labidoplax buskii</i>	47	81	77



## Vedlegg C. Fysisk kjemiske støtteparameterne

Analyseresultater for de fysisk kjemiske støtteparameterne total nitrogen, total fosfor og kjemisk oksygenforbruk, samt for kalsium og total organisk karbon på 2 stasjoner i Tista (oppstrøms og nedstrøms Saugbrugs utslipp) i 2015-16.

Analysevariabel	Benevning	Prøvetakingsmåned	Tista, nedstrøms utslipp	Tista, oppstrøms utslipp
Kjemisk oksygenforbruk cr	mg O <sub>2</sub> /l	Februar	23	36
Kjemisk oksygenforbruk cr	mg O <sub>2</sub> /l	Mars	22	22
Kjemisk oksygenforbruk cr	mg O <sub>2</sub> /l	April	25	23
Kjemisk oksygenforbruk cr	mg O <sub>2</sub> /l	Juni	40	22
Kjemisk oksygenforbruk cr	mg O <sub>2</sub> /l	Juli	40	25
Kjemisk oksygenforbruk mn	mg O <sub>2</sub> /l	August	17	8,8
Kjemisk oksygenforbruk mn	mg O <sub>2</sub> /l	September	9,9	10
Kjemisk oksygenforbruk cr	mg O <sub>2</sub> /l	November	17	19
Kjemisk oksygenforbruk cr	mg O <sub>2</sub> /l	Desember	23	27
Kjemisk oksygenforbruk cr	mg O <sub>2</sub> /l	Januar	26	22
<b>Kjemisk oksygenforbruk mn</b>	mg O <sub>2</sub> /l	<b>Gjennomsnitt</b>	<b>13,45</b>	<b>9,40</b>
<b>Kjemisk oksygenforbruk cr</b>	mg O <sub>2</sub> /l	<b>Gjennomsnitt</b>	<b>27,00</b>	<b>24,50</b>
Total nitrogen	(µg/l)	Februar	855	805
Total nitrogen	(µg/l)	Mars	900	800
Total nitrogen	(µg/l)	April	845	795
Total nitrogen	(µg/l)	Mai	895	860
Total nitrogen	(µg/l)	Juni	950	810
Total nitrogen	(µg/l)	Juli	1500	825
Total nitrogen	(µg/l)	August	1560	845
Total nitrogen	(µg/l)	September	890	855
Total nitrogen	(µg/l)	Oktober	805	780
Total nitrogen	(µg/l)	November	930	865
Total nitrogen	(µg/l)	Desember	845	785
Total nitrogen	(µg/l)	Januar	930	840
<b>Total nitrogen</b>	<b>(µg/l)</b>	<b>Gjennomsnitt</b>	<b>992,08</b>	<b>822,08</b>
Total fosfor	(µg/l)	Februar	17	19
Total fosfor	(µg/l)	Mars	26	21
Total fosfor	(µg/l)	April	29	14
Total fosfor	(µg/l)	Mai	18	15
Total fosfor	(µg/l)	Juni	20	15
Total fosfor	(µg/l)	Juli	83	25
Total fosfor	(µg/l)	August	40	14
Total fosfor	(µg/l)	September	14	11
Total fosfor	(µg/l)	Oktober	19	14
Total fosfor	(µg/l)	November	23	33
Total fosfor	(µg/l)	Desember	23	15
Total fosfor	(µg/l)	Januar		19
<b>Total fosfor</b>	<b>(µg/l)</b>	<b>Gjennomsnitt</b>	<b>28,36</b>	<b>17,92</b>
Kalsium	(mg/l)	Juni	3,43	3,35
Kalsium	(mg/l)	September	3,61	3,52
Kalsium	(mg/l)	November	3,76	3,7
Kalsium	(mg/l)	Desember	3,52	3,36
<b>Kalsium</b>	<b>(mg/l)</b>	<b>Gjennomsnitt</b>	<b>3,58</b>	<b>3,4825</b>
Total organisk karbon	(mg/l)	Juni	9,4	8,6
Total organisk karbon	(mg/l)	September	8,8	8,3
Total organisk karbon	(mg/l)	November	8,9	8,8
Total organisk karbon	(mg/l)	Desember	9	8,6
<b>Total organisk karbon</b>	<b>(mg/l)</b>	<b>Gjennomsnitt</b>	<b>9,025</b>	<b>8,575</b>

## Vedlegg D. Hydrografi

Hydrografi/-kjemi på tre stasjoner i Iddefjordområdet som er samlet inn gjennom Fagrådets overvåking i Ytre Oslofjord i 2015.

ID-2 Kjellvik (midtre Iddefjorden)													
Dato	Dyp	Temperatur	Salt	O2	O2 metning	PO4	NO2	NO3	NO2+NO3	SiO4	Klorofyll	Tot P	Tot N
15 jan 15	2	1,695	1,909			0,49	0,13	13,81	13,94	22,69	0,05	0,58	30,94
15 jan 15	5	7,655	17,819			0,53	0,11	11,47	11,57	19,17			
15 jan 15	10	12,622	26,157			0,81	0,08	9,90	9,98	20,44			
15 jan 15	30	8,538	29,807	0,06	0,90								
16 jun 15	0	18,272	2,937										
16 jun 15	2	17,118	3,171			0,14	0,32	18,06	18,38	33,51	2,92	0,44	41,10
16 jun 15	5	12,727	9,752			0,13	0,31	16,46	16,77	22,28			
16 jun 15	10	7,732	21,642			0,24	0,11	18,54	18,64	20,11			
16 jun 15	20	9,132	28,031										
16 jun 15	30	8,132	29,676	0,51	7,54								
05 jul 15	0	23,288	3,242										
05 jul 15	2	20,580	5,163			0,17	0,39	17,00	17,40	24,28	4,16	0,45	39,47
05 jul 15	5	12,755	14,464			0,08	0,38	15,33	15,72	20,32			
05 jul 15	10	8,135	22,341			1,07	0,09	14,84	14,93	23,17			
05 jul 15	20	9,404	27,379										
05 jul 15	30	8,143	29,666	0,22	3,16								
15 aug 15	0	20,134	8,172										
15 aug 15	2	16,501	13,628			0,15	0,45	17,50	17,95	16,88	0,16	0,37	28,10
15 aug 15	5	12,835	17,942			0,10	0,35	14,84	15,19	19,74			
15 aug 15	10	11,075	23,052			1,23	0,19	14,16	14,35	21,97			
15 aug 15	20	9,118	26,878										
15 aug 15	30	8,191	29,631	0,20	2,97								
28 sep 15	0	13,837	1,580										
28 sep 15	2	13,670	1,777			0,20	0,25	20,31	20,56	54,58	6,89	0,55	49,02
28 sep 15	5	14,454	5,160			0,20	0,65	15,96	16,61	18,34			
28 sep 15	10	11,884	22,573			0,80	0,06	14,39	14,44	23,78			
28 sep 15	20	11,582	28,001										
28 sep 15	30	8,240	29,594	0,20	2,92								
11 nov 15	2	8,575	8,463			0,21	0,57	21,03	21,60	38,25	1,34	0,67	44,64

ID-2 Kjellvik (midtre Iddefjorden)													
Dato	Dyp	Temperatur	Salt	O2	O2 metning	PO4	NO2	NO3	NO2+NO3	SiO4	Klorofyll	Tot P	Tot N
11 nov 15	5	12,458	21,923			0,23	0,46	13,75	14,21	16,00			
11 nov 15	10	12,405	23,933			0,88	0,06	13,01	13,08	20,60			
11 nov 15	20	11,286	26,731										
11 nov 15	30	8,387	29,553	0,19	2,79								

ID-1 Skysskaffern (ytre Iddefjord)														
Dato	Dyp	Temperatur	Salt	O2	O2 metning	PO4	NO2	NO3	NO2+NO3	NH4	SiO4	Klorofyll	Tot P	Tot N
16 jun 15	2	17,766	2,425			0,18	0,34	19,57	19,90	1,8	42,61	6,58	0,56	44,38
16 jun 15	5	13,408	9,545			0,12	0,45	15,02	15,46	1,8	22,25		0,41	46,55
16 jun 15	10	8,145	21,160			0,22	0,37	15,05	15,42	12,1	18,09		0,42	34,00
16 jun 15	30	8,128	29,672	0,36	5,32									
05 jul 15	2	21,594	4,599			0,23	0,53	13,37	13,90	10,0	21,78	1,69	0,45	40,69
05 jul 15	5	13,596	15,604			0,42	0,19	13,27	13,46	3,9	23,19		0,54	38,50
05 jul 15	10	10,179	23,011			1,45	0,33	12,86	13,19	2,1	16,49		1,50	20,20
05 jul 15	30	8,141	29,669	0,16	2,32									
15 aug 15	2	18,764	11,563			0,27	0,41	13,43	13,84	3,1	13,58	0,13	0,45	25,70
15 aug 15	5	14,725	18,343			0,15	0,35	12,63	12,98	5,3	15,62		0,35	24,80
15 aug 15	10	13,784	23,188			1,27	0,53	11,44	11,97	2,3	19,16		1,68	17,33
15 aug 15	30	8,177	29,627	0,16	2,40									
28 sep 15	2	13,994	1,849			0,19	0,29	19,76	20,05	3,0	46,31	4,03	0,53	46,71
28 sep 15	5	14,698	7,331			0,21	0,94	13,73	14,67	3,0	16,37		0,40	28,87
28 sep 15	10	12,779	22,567			0,91	0,10	13,08	13,17	0,8	21,98		1,01	22,55
28 sep 15	30	8,220	29,594	0,25	3,63									
11 nov 15	2	10,196	10,925			0,25	0,44	17,50	17,94	7,39	36,56	0,98	0,76	43,25
11 nov 15	5	12,148	19,853			0,46	0,17	7,68	7,84	1,21	15,61		1,01	23,63
11 nov 15	10	12,462	24,003			0,69	0,10	8,83	8,93	0,42	17,87		1,09	23,51
11 nov 15	30	8,408	29,562	0,20	2,92									

R-5 Ringdalsfjorden													
Dato	Dyp	Temperatur	Salt	O2	O2 metning	PO4	NO2	NO3	NO2+NO3	SiO4	Klorofyll	Tot P	Tot N
15 jan 15	2	2,180	1,573	6,40	67,21	0,53	0,23	14,39	14,62	26,47	0,15	0,67	36,57
15 jan 15	5	3,726	10,833	5,76	67,02	0,57	0,25	11,66	11,91	17,73			
15 jan 15	10	7,484	24,498	5,44	76,01	0,58	0,26	11,05	11,31	16,35			
15 jan 15	20	7,875	27,373	5,92	85,10								
15 jan 15	30	7,508	28,293	5,93	84,99								
06 feb 15	2	0,497	0,938	8,34	83,33	0,42	0,25	24,16	24,41	62,68	0,18	0,72	47,62
06 feb 15	5	8,168	20,486	6,20	85,80	0,60	0,24	11,62	11,86	16,56			
06 feb 15	10	8,540	26,547	6,05	87,86	0,63	0,18	10,44	10,62	14,06			
06 feb 15	20	6,773	29,466	6,02	85,37								
06 feb 15	30	7,157	30,455	6,03	86,84								
16 jun 15	0	16,788	2,713	6,94	103,95								
16 jun 15	2	15,882	3,709	6,85	101,33	0,21	0,35	23,30	23,66	46,89	6,79	0,74	49,20
16 jun 15	5	14,476	10,397	5,69	85,16	0,19	0,31	15,23	15,55	25,60			
16 jun 15	10	10,391	22,177	3,87	56,90	0,72	0,26	11,86	12,12	18,81			
16 jun 15	20	8,392	27,095	2,55	36,95								
16 jun 15	30	7,948	28,030	2,62	37,85								
05 jul 15	0	22,987	3,682	6,32	107,77								
05 jul 15	2	21,018	6,028	4,91	81,80	0,20	0,29	7,14	7,43	14,46	2,47	0,57	23,46
05 jul 15	5	17,339	15,099	4,86	79,39	0,25	0,25	6,14	6,38	12,19			
05 jul 15	10	13,769	23,871	3,66	58,62	0,73	0,30	9,92	10,21	17,63			
05 jul 15	20	9,395	26,762	2,30	34,10								
05 jul 15	30	8,319	27,816	2,17	31,61								
15 aug 15	0	20,127	8,538	6,12	101,53								
15 aug 15	2	19,010	11,720	4,56	75,53	0,28	0,28	5,48	5,77	10,52	0,66	0,52	24,13
15 aug 15	5	16,469	19,477	3,70	60,89	0,60	0,35	6,43	6,78	12,17			
15 aug 15	10	15,409	23,931	3,87	64,19	0,45	0,39	7,14	7,53	13,44			
15 aug 15	20	10,990	26,209	1,93	29,58								
15 aug 15	30	9,877	27,134	1,45	21,79								
28 sep 15	0	14,190	1,948	6,91	97,52								
28 sep 15	2	14,224	2,581	6,78	96,16	0,18	0,28	23,76	24,04	54,02	3,83	0,58	49,13
28 sep 15	5	14,421	5,960	3,81	55,45	0,33	0,83	11,32	12,15	15,43			
28 sep 15	10	13,768	22,849	3,49	55,49	0,50	0,66	11,45	12,10	16,13			
28 sep 15	20	13,116	28,097	3,98	64,55								
28 sep 15	30	14,007	29,661	4,05	67,58								
11 nov 15	2	9,577	11,964	5,40	73,05	0,40	0,32	10,11	10,43	17,27	0,81	0,73	25,44

---

R-5 Ringdalsfjorden													
Dato	Dyp	Temperatur	Salt	O2	O2 metning	PO4	NO2	NO3	NO2+NO3	SiO4	Klorofyll	Tot P	Tot N
11 nov 15	5	10,891	20,730	5,03	74,12	0,45	0,31	9,01	9,32	15,23			
11 nov 15	10	11,195	23,434	3,82	57,68	0,65	0,34	9,70	10,05	16,37			
11 nov 15	20	12,125	26,319	3,57	56,00								
11 nov 15	30	12,653	27,736	2,90	46,39								

## Vedlegg E. Næringsalter

Næringsalter ( $\mu\text{g/l}$ ) på stasjon ID-1 Skysskaffern i Iddefjorden i 2015-16.

dyp:	2m	5m	10m	snitt	2m	5m	10m	snitt	2m	5m	10m	snitt	2m	5m	10m	snitt	2m	5m	10m	snitt
<b>ID-1</b>	<b>tot-N</b>				<b>tot-P</b>				<b>PO4</b>				<b>NO3</b>				<b>NH4</b>			
01.06.2015	710	595	480	595	15	14	12	14	5,00	4,00	8,00	5,67	375	250	200	275	17	93	140	83
16.06.2015	622	652	476	583	17	13	13	14	5,71	3,58	6,67	5,32	279	217	216	237	25	25	169	73
05.07.2015	570	539	283	464	14	17	46	26	7,15	12,93	45,05	21,71	195	189	185	189	141	55	29	75
15.07.2015	425	560	490	492	14	11	10	12	3,00	4,00	3,00	3,33	53	108	160	107	16	143	110	90
15.08.2015	360	347	243	317	14	11	52	26	8,49	4,65	39,49	17,54	194	182	168	181	44	74	32	50
26.08.2015	465	440	290	398	10	14	13	12	2,00	3,00	7,00	4,00	77	61	51	63	490	144	64	233
<b>snitt sommer:</b>	<b>475</b>				<b>17</b>				<b>9,60</b>				<b>175</b>				<b>101</b>			
28.09.2015	654	404	316	458	16	12	31	20	5,74	6,54	28,10	13,46	281	205	184	224	42	42	12	32
11.11.2015	606	331	329	422	24	31	34	30	7,71	14,36	21,33	14,47	257	112	127	165	104	17	6	42
01.12.2015	715	590	355	553	18	78	19	38	10,00	34,00	16,00	20,00	435	360	220	338	60	74	10	48
17.12.2015	1010	645	365	673	18	20	30	23	6,00	17,00	17,00	13,33	300	340	220	287	57	108	320	162
08.01.2016	640	550	375	522	14	28	34	25	8,00	19,00	27,00	18,00	314	260	173	249	66	130	53	83
januar	<i>ikke prøvetatt grunnet is på stasjonen</i>																			
03.02.2016	458	583	375	472	22	22	23	22	16,07	16,56	18,24	16,96	243	242	167	218	82	88	26	65
11.02.2016	735	745	360	613	18	20	29	22	10,00	10,00	24,00	14,67	400	410	175	328	49	46	32	42
<b>snitt vinter:</b>	<b>567</b>				<b>26</b>				<b>16,6</b>				<b>284</b>				<b>80</b>			

## Vedlegg F. HIs innsamlings- og analysemetoder

I forbindelse med prøvetakningen følges de retningslinjer som er gitt i ”JAMP Guidelines”, ICES tekniske manualer og NS-ISO 5667-9:1992, samt interne kvalitetssikringsrutiner og sikkerhetsbestemmelser. Alle kjemiske og biologiske (klorofyll) analyser fra hovedprogrammet gjennomføres ved kjemilaboratoriet ved HI. Planteplanktonanalysene gjennomføres ved HIs algelaboratorium.

### Fysiske parametere

Temperatur, saltholdighet og fluorescensdata vil innhentes ved bruk av sonder (SAIV, sensordata). Sondene vil gi kontinuerlige profiler fra overflaten til dypeste dyp. Secchi-skive benyttes i felt for siktdyp-målinger.

### Kjemiske parametere

Kjemiske prøver samles inn ved å benytte CTD-krans med 2,4 L Niskin vannhentere. Innsamlingen av disse prøvene vil skje i de dyp angitt i konkurransegrunnlaget. Der flere dyp inngår i programmet vil ICES standarddyp følges. Havforskingsinstituttets kjemilaboratorium deltar jevnlig i QUASIMEME (se vedlegg) for de aktuelle parametrene.

*Total nitrogen og total fosfat (Tot N og Tot P).*

Total Nitrogen analyseres i henhold til NS 4743 og for Total P i henhold til NS-EN 1189. Målingene blir utført på en autoanalyser (ALPKEM O.I analytical autoanalyser) som beskrevet i Koroleff (1983d).

*Fosfat (PO<sub>4</sub>-).*

Målingene blir utført på en autoanalyser (ALPKEM O.I analytical autoanalyser). Analysene gjennomføres i henhold til beskrivelser gitt i Grasshoff (1965) og er i samsvar med beskrivelser gitt i ISO 6878:2004.

*Nitrat (NO<sub>3</sub>-) og Nitritt (NO<sub>2</sub>-).*

Målingene blir utført på en autoanalyser (ALPKEM O.I analytical autoanalyser). Analyse av NO<sub>2</sub> + NO<sub>3</sub> - blir utført som beskrevet av Bendschneider and Robinson (1952), som er i samsvar med NS-EN ISO 11905-1.

*Oksygen.*

Oksygen analyseres i henhold til Winkler-metoden i henhold til beskrivelse gitt i NS-ISO 5813. Prøvene fikses i felt og vil analyseres i laboratoriet.

*Silikat (SiO<sub>3</sub>).*

Målinger blir utført på en autoanalyser (ALPKEM O.I analytical autoanalyser) og som beskrevet i Grasshoff (1965) og er i overensstemmelse med Jamp Guidance for nærings salt analyser.

Måleområde og nedre deteksjonsgrense for næringsalter:

Nitritt: 0,02 – 7,0 µmol/L

Nitrat: 0,20 – 100,0 µmol/L

Fosfat: 0,02 – 7,0 µmol/L

Silikat: 0,20 – 65,0 µmol/L

Tot-N: 1.0 til 100.0 µmol/L

Tot-P: 0,1 til 7.0 µmol/L

O<sub>2</sub>: 0,1 ml/l (deteksjonsgrense) mengde H<sub>2</sub>S måles dersom under denne grensen.

### Biologiske parametere

Måling av klorofyll utføres på et fluorometer av typen Turner Design mod.10. Fluorometeret ble kalibrert med sigma klorofyll a ved hjelp av et Shimadzu UV-1201 spektrofotometer, og beregning av klorofyll ved den spektrofotometrisk målingen er basert på absorpsjonskoeffisienten i 90 % aceton (Jeffrey and Humphrey 1975). Måling av klorofyll med fluorometrisk metode er utført som beskrevet i Holm-Hansen et al. (1965). Metodikken er gitt i ICES tekniske manualer.

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](http://www.niva.no) • [post@niva.no](mailto:post@niva.no)