

Tiltaksrettet overvåking i Tista og Iddefjorden for Norske Skog Saugbrugs AS i 2020/2021



RAPPORT

Hovedkontor

Økernveien 94
0579 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00

NIVA Region Sør

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

NIVA Region Innlandet

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

NIVA Region Vest

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

NIVA Danmark

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

Internett: www.niva.no

| | | |
|--|--|-----------------------|
| Tittel Tiltaksrettet overvåking i Tista og Iddefjorden for Norske Skog Saugbrugs AS i 2020/2021 | Løpenummer 7804-2022 | Dato 23.12.2022 |
| Forfatter(e) Marijana Stenrud Brkljadic, Louise Valestrand, Maia Røst Kile & Eivind Ekholt Andersen | Fagområde Overvåking | Distribusjon Åpen |
| | Geografisk område Østfold i Viken fylke | Sider 58 + vedlegg |

| | |
|--|---|
| Oppdragsgiver(e) Norske Skog Saugbrugs AS | Kontaktperson hos oppdragsgiver Trond Mageli |
| | Utgitt av NIVA Prosjektnummer 200279 |

| |
|--|
| <p>Sammendrag</p> <p>I 2020/2021 har det blitt gjennomført tiltaksorientert overvåking i Tista og Iddefjorden på oppdrag for Norske Skog Saugbrugs AS. Avløpsvannet fra Saugbrugs inneholder forhøyede nivåer av organisk stoff, suspendert materiale og næringsalter som ledes ut i elven Tista og renner videre ut i Iddefjorden. Det har blitt utført undersøkelser av biologiske- og fysisk-kjemiske kvalitetselementer samt metaller i sediment i resipientene. Økologisk tilstand i elven ble klassifisert til «moderat» tilstand oppstrøms og «dårlig» tilstand nedstrøms bedriftens utslippspunkter, med bunndyr som det utslagsgivende kvalitetselementet. Vannforekomsten Tista tilfredsstiller dermed ikke vanndirektivets mål om god økologisk tilstand. Det samme er tilfelle for undersøkte stasjoner i Iddefjorden. To av stasjonene som ligger utenfor Tistas munningsområde, ble klassifisert til hhv. «svært dårlig» og «moderat» økologisk tilstand, med bløtbunnsfauna som det utslagsgivende kvalitetselement. Den ytterste stasjonen i Ringdalsfjorden har «god» tilstand for bløtbunnsfauna, men de fysisk-kjemiske kvalitetselementene i vannmassene (næringsalter og siktdyp) får «dårlig» tilstand og trekker ned den økologisk tilstanden til «moderat». På den innerste stasjonen i Iddefjorden ble det kun utført undersøkelser i vannmassene, og den økologiske tilstanden blir klassifisert til «dårlig». Det var lavt innhold av metaller i sedimentene ved de to undersøkte stasjonene i Iddefjorden: Det var ingen overskridelser for de vannregionspesifikke stoffene sink, kobber, krom og arsen, og kjemisk tilstand ble klassifisert til «god» på bakgrunn av de prioriterte stoffene kadmium, bly, nikkel og kvikksølv.</p> |
|--|

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

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

Marijana Stenrud Brkljadic
Prosjektleder

Paul Ragnar Berg
Forskningsleder

ISBN 978-82-577-7540-7
NIVA-rapport ISSN 1894-7948

© Norsk institutt for vannforskning. Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse.

**Tiltaksrettet overvåking i
Tista & Iddefjorden for
Norske Skog Saugbrugs AS
i 2020/2021**

Forord

Denne rapporten presenterer resultatene fra tiltaksorientert overvåking i Tista og Iddefjorden i 2020/2021. Overvåkingen er utført av Norsk institutt for vannforskning (NIVA) på oppdrag for Norske Skog Saugbrugs AS. Alle data fra overvåkingen tilgjengeliggjøres i Miljødirektoratets database Vannmiljø.

Norske Skog Saugbrugs ved kontaktperson Geir Andersen har stått for månedlig vannprøvetaking i Tista. Bedriften har også bidratt med prøvetaking i vannmasser i Iddefjorden. Begroing i Tista er prøvetatt, analysert og rapportert av Maia Røst Kile (NIVA). Bunndyr er prøvetatt av Joanna Lynn Kemp (NIVA), mens analyser og rapportering er utført av Eivind Ekholt Andersen (NIVA).

Prøvetaking av vannmasser i Iddefjorden har blitt utført av NIVA fra UiOs forskningsfartøy Trygve Braarud. Undersøkelsene har vært koordinert med overvåkingen av Ytre Oslofjord i regi av Fagrådet for Ytre Oslofjord. Louise Valestrand har hatt ansvaret for rapportering av hydrografi, klorofyll og næringssalter i vannmassene (NIVA).

Bløtbunnsfauna og sedimenter i fjorden er prøvetatt av Gunhild Borgersen og Marijana S. Brkljacic (NIVA). Faunaprøvene er grovsortert av Eli Johansen, og artsidentifisering er utført av Gunhild Borgersen, Rita Næss (NIVA) og Marijana S. Brkljacic. Marijana S. Brkljacic har beregnet indekser og forfattet kapittelet om bløtbunnsfauna i fjorden.

Kartene ble laget av Jan Karud og Benno Dillinger har hatt ansvaret for overføring av data til Miljødirektoratets database Vannmiljø.

Faglig kvalitetssikring av rapporten er utført av forskningsleder Paul Ragnar Berg.

Marijana S. Brkljacic har vært ansvarlig for sammenstilling av rapporten og er prosjektleder hos NIVA.

Kontaktpersoner hos Saugbrugs har vært Trond Mageli.
Alle takkes for sitt bidrag i prosjektet og for godt samarbeid!

Oslo, 20. desember 2022

Marijana Stenrud Brkljacic
Prosjektleder

Innholdsfortegnelse

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | Introduksjon..... | 10 |
| 1.1 | Tiltaksorientert overvåking, vannforskriften og klassifisering av miljøtilstand | 10 |
| 1.2 | Bakgrunnsinformasjon om Norske Skog Saugbrugs AS..... | 14 |
| 1.3 | Vannforekomstene & undersøkelsesstasjonene..... | 15 |
| 1.4 | Andre kilder til forurensning i vannforekomstene | 18 |
| 1.5 | Resultater fra tidligere overvåking | 18 |
| 2 | Bedriftens tiltaksrettede overvåkingsprogram..... | 19 |
| 3 | Overvåkingen i elva Tista | 20 |
| 3.1 | Beskrivelse av kvalitetselementene | 20 |
| 3.2 | Metodikk- Prøveinnsamling og analyser | 21 |
| 3.2.1 | Begroingsalger..... | 21 |
| 3.2.2 | Heterotrof begroing | 22 |
| 3.2.3 | Bunndyr | 22 |
| 3.2.4 | Fysisk-kjemiske støtteparametere | 23 |
| 3.3 | Resultater og sammenlikning med tidligere undersøkelser..... | 24 |
| 3.3.1 | Begroingsalger – eutrofiering | 24 |
| 3.3.2 | Heterotrof begroing - organisk belastning..... | 24 |
| 3.3.3 | Bunndyr – organisk belastning..... | 25 |
| 3.3.4 | Fysisk-kjemiske støtteparametere | 25 |
| 3.4 | Konklusjon og anbefalinger for Tista | 27 |
| 4 | Overvåkingen i Iddefjorden..... | 29 |
| 4.1 | Beskrivelse av kvalitetselementene | 29 |
| 4.2 | Metodikk - Prøveinnsamling og analyser | 31 |
| 4.2.1 | Bløtbunnsfauna og støtteparametere i sedimentene | 31 |
| 4.2.2 | Planteplankton og Fysisk-kjemiske støtteparametere i vannmassene | 33 |
| 4.2.3 | Metaller/Miljøgifter i sedimentene | 35 |
| 4.3 | Resultater | 37 |
| 4.3.1 | Bløtbunnsfauna og støtteparametere i sedimentene | 37 |
| 4.3.2 | Planteplankton og Fysisk-kjemiske støtteparametere i vannmassene | 39 |
| 4.3.3 | Metaller/Miljøgifter i sedimentene | 43 |
| 4.3.4 | Økologisk og kjemisk tilstand i Iddefjorden | 45 |
| 4.4 | Sammenligning med tidligere overvåkingsresultater i Iddefjorden..... | 46 |
| 4.4.1 | Bløtbunnsfauna | 46 |
| 4.4.2 | Utvikling av næringsalter, klorofyll a og DOC over tid | 47 |
| 4.4.3 | Metaller/Miljøgifter i sedimentene | 51 |

| | | |
|----------|--|-----------|
| 5 | Oppsummering og konklusjoner | 53 |
| 5.1 | Oversikt over økologisk og kjemisk tilstand i Tista og Iddefjorden | 53 |
| 5.2 | Diskusjon og forslag til videre overvåking | 55 |
| 6 | Referanser..... | 57 |

Sammendrag

Norsk institutt for vannforskning (NIVA) har på oppdrag for Norske Skog Saugbrugs AS gjennomført tiltaksorientert overvåking i Tista og Iddefjorden i 2020/21. Overvåkingsprogrammet er utformet i henhold til vannforskriften og er en oppfølging av tidligere overvåking for bedriften. Avløpsvannet fra Saugbrugs inneholder forhøyede nivåer av organisk stoff, suspendert materiale og næringssalter som går ut i elven Tista og ledes videre med elvevannet ut i Iddefjorden. For å fange opp eventuell påvirkning bedriftens utslipp har på miljøtilstand i vannforekomstene, har det blitt utført undersøkelser av biologiske- og fysisk-kjemiske kvalitetselementer samt metaller i sediment.

I Tista ble det foretatt undersøkelser på to stasjoner, en oppstrøms og en nedstrøms Saugbrugs utslippspunkter. Undersøkelsene omfattet de biologiske kvalitetselementene bunnfauna, heterotrof begroing og begroingsalger. I tillegg ble det tatt vannprøver for undersøkelser av fysisk-kjemiske støtteparametere: næringssalter og organisk stoff (BOF). Økologisk tilstand i elva ble klassifisert til «moderat» tilstand oppstrøms og «dårlig» tilstand nedstrøms, med bunndyr som det utslagsgivende kvalitetselementet. Samtlige av de biologiske kvalitetselementene viste bedre tilstand oppstrøms sammenliknet med nedstrøms bedriften. Begge stasjonene ble klassifisert som «moderat» for de fysisk-kjemiske støtteparametere. Til sammen viser resultatene at bedriftens utslipp har en betydelig effekt på økologisk tilstand for samtlige biologiske kvalitetselementer undersøkt i elven Tista.

I Iddefjorden ble det foretatt undersøkelser på til sammen fire stasjoner for bestemmelse av økologisk- og kjemisk tilstand. Undersøkelsene omfattet de biologiske kvalitetselementene bløtbunnsfauna og planteplankton (klorofyll a) samt fysisk-kjemiske kvalitetselementer i vannmassene; næringssaltene fosfor og nitrogen, oksygen og siktdyp. Det ble også foretatt undersøkelser av metaller i sedimenter for bestemmelse av kjemisk tilstand og som kvalitetselement for bestemmelse av økologisk tilstand. Ingen av de undersøkte stasjonene oppnår målet om god økologisk tilstand. Stasjonene ID-1 og ID-43, som ligger omtrent med samme avstand fra Tistas munning og nærmest bedriften, ble klassifisert til hhv. «svært dårlig» og «moderat» økologisk tilstand. Begge stasjonene ble undersøkt for bunnfauna og organisk innhold i sedimentene (TOC). Det var høye TOC-verdier i bunnsedimentene (tilsvarende «svært dårlig» tilstand), og de luktet hydrogensulfid (H₂S). Dette tyder på høy grad av organisk belastning og oksygenmangel i sedimentene. Stasjon ID-1 var bortimot livløs og det ble kun funnet ett dyr i prøvene. Stasjon R-5, som ligger lengst ut i fjorden, ble også undersøkt for bløtbunnsfauna. Her ble bløtbunnsfauna klassifisert til «god» tilstand, men ettersom de fysisk-kjemiske kvalitetselementene i vannmassene (fosfat, totalt-nitrogen og siktdyp) ble klassifisert til «dårlig» tilstand, ble den økologiske tilstanden satt ned til «moderat». Stasjonen lengst inn i Iddefjorden, ID-2, ble klassifisert til «dårlig» økologisk tilstand. Her ble det kun gjort undersøkelser i vannmassene. Tilstandsvurderingen er dermed basert på fysisk-kjemiske kvalitetselementer alene, der totalt nitrogen, nitrat og siktdyp var de utslagsgivende parametrene.

Kjemisk tilstand ble klassifisert til «god» på begge sedimentstasjonene i Iddefjorden (ID-1 og ID-43) på bakgrunn av de prioriterte stoffene kadmium, bly, nikkel og kvikksølv. Ingen av disse stasjonene hadde konsentrasjoner av metaller som overskred grenseverdiene for de vannregionspesifikke stoffene sink, kobber, krom og arsen.

Iddefjorden er en terskelfjord hvor det regelmessig oppstår anoksiske forhold (fravær av oksygen), noe som gjør den svært sårbar, og enhver økning av tilførsler av både organisk stoff og næringsalter forverrer forholdene. Iddefjordens naturlige utforming gjør den samtidig mer følsom for påvirkning enn andre områder. I en studie av tilførsler til Ytre Oslofjord fra 1990-tallet og fram til 2020, ble det konkludert med at negative miljøeffekter i en rekke områder av fjorden er tilknyttet svært høy tilførsel av nitrogen, herunder Iddefjorden. Modellbaserte beregninger av de gjennomsnittlige årlige tilførslene av nitrogen til Iddefjorden for perioden 2016-2018, viste at Saugbrugs utslipp tilsvarte 7,5 % av den totale nitrogentilførselen. Ser man kun på den biotilgjengelige delen av TN, dvs. andelen som kan tas opp i en organisme, blir bildet annerledes. Tilførsel av biotilgjengelig nitrogen til Iddefjorden ble estimert å være 595 tonn per år, hvorav Saugbrugs bidrag tilsvarte omtrent 1 %. Saugbrugs har etter 2018 gradvis redusert nitrogenutslippene og viser en positiv avtagende utslippstrend.

Summary

Title: Operational monitoring in Tista and Iddefjorden, for Norske Skog Saugbrugs AS, in 2020/21
Year: 2022

Author(s): Marijana Stenrud Brkljacic, Louise Valestrand, Maia Røst Kile & Eivind Ekholt Andersen
Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN 978-82-577-7540-7.

The Norwegian Institute for Water Research (NIVA) has, on behalf of Norske Skog Saugbrugs AS, carried out operational monitoring in Tista and Iddefjorden in 2020/21. The wastewater from Saugbrugs contains elevated levels of organic matter, suspended material and nutrients that flow into the river Tista and are transported out into Iddefjorden. The monitoring program is designed in accordance with the Norwegian Water Regulation, which is the national implementation of the Water Framework Directive (WFD), and is a follow-up of previous monitoring for the company. Surveys of biological quality elements (BQE) and supporting physico-chemical elements as well as metals in the sediment, were conducted in the recipients.

In the river Tista, surveys were carried out at two stations, one upstream and one downstream of Saugbrug's discharge points. The investigations included the biological quality elements benthic invertebrates, heterotrophic bacteria and fungi and phytobenthos. In addition, water samples were collected for analysis of nutrients and organic matter (BOD, biological oxygen demand). The ecological status in the river was classified as "moderate" upstream and "poor" downstream, with benthic invertebrates as the determining quality element. All biological quality elements showed better condition upstream compared to downstream of the discharge points. Both stations were classified as "moderate" for the physico-chemical supporting elements. The results show that the company's discharge have a significant effect on the ecological status of all biological quality elements in the river Tista.

In Iddefjorden, surveys were carried out at four stations to determine ecological and chemical status in the fjord. The biological quality elements soft-bottom fauna and phytoplankton (chlorophyll a) were examined as well as physico-chemical quality elements in the water masses; the nutrients phosphorus and nitrogen, oxygen and secchi depth. Metals in the sediment were also sampled for determining chemical status and applied as a quality element for assessing ecological status. None of the stations achieve the goal of good ecological status. The stations ID-1 and ID-43, which are approximately at the same distance from the outlet of the river Tista and closest to the company, were classified as "very poor" and "moderate" ecological status. Both stations were examined for soft-bottom fauna and organic content in the sediments. There were high TOC-values (total organic carbon) in the bottom sediments (corresponding to "very poor" condition), and they smelled of hydrogen sulphide (H₂S). This indicates a high degree of organic load and lack of oxygen in the sediment. Station ID-1 was almost lifeless and only one animal was found at the station. Station R-5, which is furthest out in the fjord, was also examined for soft-bottom fauna. Here the fauna was classified as "good", but since the physico-chemical quality elements of the water masses (phosphate, total nitrogen and secchi depth) were classified as "poor", the ecological status was reduced to "moderate". The station furthest into Iddefjorden, ID-2, was classified with "poor" ecological status. Here however, only quality elements in the water masses were examined, with total nitrogen, nitrate and secchi depth as determining parameters.

Chemical status was classified as "good" at both sediment stations in the Iddefjord (ID-1 and ID-43) based on the metals cadmium, lead, nickel and mercury. None of these stations had concentrations of metals that exceeded the limit values for the substances zinc, copper, chromium and arsenic.

The Iddefjord is a sill fjord where anoxic conditions regularly occur, which makes it very vulnerable, and any increase in organic matter and nutrient supplies will aggravate the situation. The natural design of the Iddefjord basin also makes it more sensitive to pollution compared to other areas. In a study of the supply of nitrogen to the Outer Oslofjord from the 1990s until 2020, it was concluded that negative environmental effects in a number of areas of the fjord are associated with very high supplies of nitrogen, including the Iddefjord. Model-based calculations of the average annual supply of nitrogen to the Iddefjord for the period 2016-2018 showed that Saugbrug's discharges corresponded to 7.5% of the total supply of nitrogen. In regard to the bioavailable part of TN, i.e. the part that is readily available for uptake in an organism, the picture becomes different. Supply of bioavailable nitrogen to the Iddefjord was estimated to be 595 tonnes per year, of which Saugbrug's contribution corresponded to approximately 1%. Saugbrugs has since 2018 reduced its nitrogen emissions and show a positive decreasing emission trend.

1 Introduksjon

1.1 Tiltaksorientert overvåking, vannforskriften og klassifisering av miljøtilstand

Det ble i 2020/2021 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. Vannforskriften, forskrift om rammer for vannforvaltningen, har som hovedformål å sikre beskyttelse og bærekraftig bruk av vannmiljøet. Miljømålet er at alle vannforekomster skal oppnå minst «god» tilstand.

| Tilstands-klasser | |
|-------------------|--|
| I. Svært god | <p>Sentralt i vannforskriften er karakteriseringen og klassifiseringen av vannforekomster. Karakteriseringen inndeler vannforekomster i vanntyper og identifiserer belastninger og miljøvirkninger av belastningene, mens klassifiseringen ved hjelp av systematisk overvåking definerer den faktiske tilstanden i en vannforekomst. Klassifiseringssystemet gir klassegrenser for en rekke kjemiske, fysiske og biologiske kvalitetselementer som sammen med overvåkingsdata og ekspertvurderinger, danner et kunnskapsbasert grunnlag for å avklare miljøtilstanden i en vannforekomst.</p> <p>Økologisk tilstand viser dagens miljøtilstand i vannforekomsten, både når det gjelder artssammensetning, struktur og virkemåte for økosystemet. Den beregnes ved en kombinasjon av parametere og indekser for ulike kvalitetselementer, herunder <i>biologiske kvalitetselementer</i> (eksempelvis bunnfauna og planteplankton), generelle <i>fysisk-kjemiske støtteparametere</i> (f.eks. næringssalter og oksygen), <i>hydromorfologiske støtteparametere</i> (f.eks. vannføring) og <i>vannregionspesifikke stoffer</i> (dvs. kjemiske forbindelser som potensielt kan skade vannmiljøet, men som ikke står på EUs liste over prioriterte miljøgifter).</p> |
| II. God | |
| III. Moderat | |
| IV. Dårlig | |
| V. Svært dårlig | |

Klassifiseringssystemet for økologisk tilstand omfatter fem tilstandsklasser: svært god, god, moderat, dårlig og svært dårlig tilstand, der svært god tilstand også kalles referansetilstand (naturtilstand). For hvert kvalitetselement er det utviklet metoder som angir i hvor stor grad den økologiske tilstanden avviker fra referansetilstanden.

Avviket fra referansetilstanden uttrykkes som EQR-verdier (Ecological Quality Ratio). EQR-verdiene normaliseres for hver parameter eller indeks slik at de kan sammenliknes og kombineres. Grenseverdiene for de normaliserte EQR-verdiene (nEQR) er like for alle parametere og indekser, og gir en tallverdi på en skala fra 0 til 1 der 1 tilsvarer referansetilstand. **Tabell 1** viser grenseverdiene mellom de ulike tilstandsklassene.

Tabell 1. Tilstandsklasser med verdier for normalisert EQR (nEQR) for økologisk tilstand.

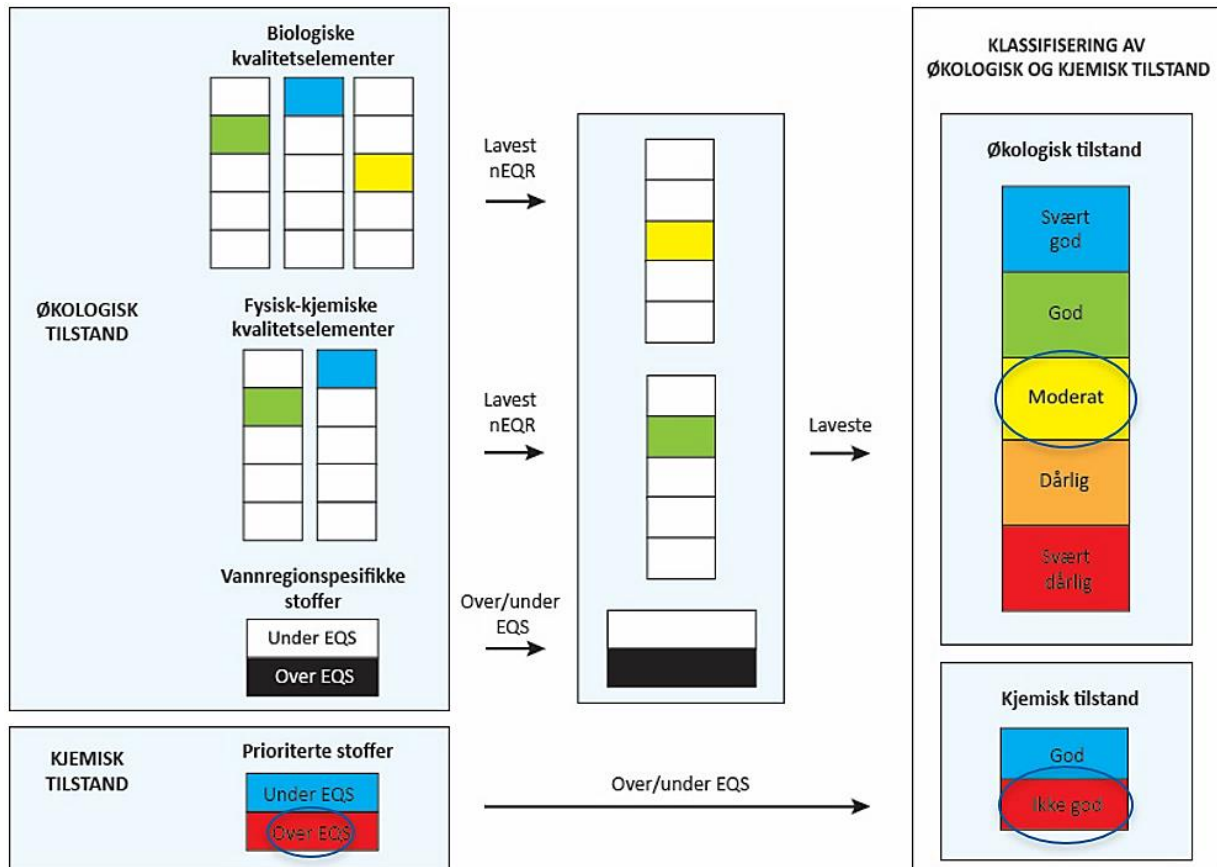
| Svært god | God | Moderat | Dårlig | Svært dårlig |
|-----------|---------|---------|---------|--------------|
| 0,8-1,0 | 0,6-0,8 | 0,4-0,6 | 0,2-0,4 | 0-0,2 |

Dersom man har flere parametere eller indekser innen ett kvalitetselement, beregnes som regel en middelvei for hver parameter eller indeks til et endelig resultat for det aktuelle kvalitetselementet. Deretter gjøres tilsvarende beregninger for hver parameter for de generelle fysisk-kjemiske kvalitetselementene, der verdiene midles for parametere som angir effekter av samme påvirkning, f.eks. eutrofiering: total fosfor (TP), fosfat (PO₄), totalt nitrogen (TN) og summen av nitrat og nitritt (NO₃+ NO₂).

Det biologiske kvalitetselementet som har dårligst tilstand styrer utfallet av den økologiske tilstandsklassifiseringen. Dersom flere biologiske kvalitetselementer overvåkes og det verste av disse gir «moderat», «dårlig» eller «svært dårlig» tilstand vil ikke de fysisk-kjemiske kvalitetselementene (støtteparametere) påvirke klassifiseringen i negativ retning. Ved «svært god» eller «god» tilstand for de biologiske kvalitetselementene, må også de fysisk-kjemiske kvalitetselementene vurderes og disse vil da kunne trekke ned tilstanden til «moderat».

| | |
|---------------------------------|--|
| Kjemisk tilstand | Kjemisk tilstand bestemmes på bakgrunn av konsentrasjoner av prioriterte stoffer målt i vann, sediment eller biota. I vannforskriften er det 45 stoffer og stoffgrupper som er definert som prioriterte stoffer (23 stoffer i biota og 28 stoffer i sediment). Dette er stoffer som utgjør vesentlig risiko for vannmiljøet. For disse stoffene er det utviklet grenseverdier eller miljøkvalitetsstandarder (environmental quality standard, EQS), som er en grense mellom «god» og «ikke god» kjemisk tilstand. Er de målte konsentrasjonene av prioriterte stoffer under grenseverdien settes tilstand til «god», og er den over settes tilstand til «ikke god». |
| God - under EQS - | |
| Ikke god - over EQS - | |

Dersom det er utslipp eller forekomst av andre stoffer utover listen over prioriterte stoffer, er det viktig å vurdere disse for å gi et helhetlig bilde av miljøtilstanden. I henhold til vannforskriften skal forurensning fra andre stoffer enn de prioriterte, som er påvist tilført vannforekomsten i betydelige mengder, inngå som kvalitetselement i klassifisering av økologisk tilstand. Disse stoffene omtales som **vannregionspesifikke stoffer**. Disse stoffene klassifiseres ved bruk av grenseverdier på samme måte som for prioriterte stoffer, men inngår i klassifisering av vannforekomster som et økologisk støtteelement. I vannforskriften inngår således miljøgifter i klassifiseringen av både kjemisk og økologisk tilstand. En oversikt over klassifisering av økologisk og kjemisk tilstand i en vannforekomst er vist i **Figur 1**.



Figur 1. Prinsippskisse som viser klassifisering av miljøtilstand i en vannforekomst. Biologiske og fysisk-kjemiske kvalitetselementer samt vannregionspesifikke stoffer inngår i vurdering av økologisk tilstand. Den normaliserte kvalitetskvotienten (nEQR) gir tilstanden til de biologiske og fysisk-kjemiske kvalitetselementene. Det biologiske kvalitetselementet som har dårligst tilstand styrer utfallet av den økologiske tilstandsklassifiseringen. Dersom biologiske kvalitetselementer er bestemt til «god» eller «svært god» kan den økologiske tilstanden nedgraderes til «moderat» dersom de fysisk-kjemiske kvalitetselementene får «moderat» eller dårligere tilstand, eller dersom det er overskridelse av vannregionspesifikke stoffer. Kjemisk tilstand bestemmes på grunnlag av prioriterte stoffer. Figur laget av NIVA.

Tiltaksorientert overvåking

Ved implementeringen av vannforskriften i Norge har alle vannforekomster fått konkrete og målbare miljømål, ved at minimum «god» tilstand skal oppnås. Vannforskriften har mål om å sikre beskyttelse og bærekraftig bruk av vannmiljøet, og om nødvendig skal tiltak iverksettes for at miljømålene nås. 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. Overvåkingen som utføres for Norske Skog Saugbrugs AS er i kategorien tiltaksorientert overvåking. Tiltaksorientert overvåking skal utføres med sikte på å:

- fastslå tilstand til vannforekomster som anses å stå i fare for ikke å nå miljømålene, og
- vurdere eventuelle endringer i tilstanden som følge av iverksatte tiltak.

Programmet kan endres i løpet av gyldighetstiden for en vannforvaltningsplan for vannregionen på grunnlag av opplysninger innsamlet i henhold til kravene i vedlegg II og vedlegg V i Vannforskriften, særlig for å muliggjøre en reduksjon i frekvensen dersom virkningen ikke er vesentlig eller den relevante belastningen er fjernet. Tiltaksorientert overvåking skal utføres på alle vannforekomster som på grunnlag av virkningsvurderingen i henhold til vedlegg II i Vannforskriften eller basisovervåkingen anses å stå i fare for ikke å nå miljømålene, og for vannforekomster som det slippes ut prioriterte stoffer i. Det skal velges overvåkingslokaliteter som angitt i regelverket som fastsetter den relevante miljøkvalitetsnormen. I alle andre tilfeller, herunder i forbindelse med prioriterte stoffer når det ikke er gitt spesifikk veiledning i regelverket, skal overvåkingslokalitetene velges som følger:

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

For å vurdere omfanget av belastningen som vannforekomstene er utsatt for, skal man overvåke kvalitetselementer som er karakteristiske for belastningene som vannforekomst(e) er utsatt for. For å vurdere virkningene skal man etter relevans overvåke:

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

1.2 Bakgrunnsinformasjon om Norske Skog Saugbrugs AS

Norske Skog Saugbrugs AS tilhører sektoren landbasert industri og bransjen "Produksjon av papirmasse og papir". Bedriften holder til i Halden kommune i Østfold, ved elva Tista og Iddefjorden. Historisk har området vært forbundet med sagbruk og treforedlingsvirksomhet, noe som naturlig nok har satt sitt preg på miljøforholdene i fjorden. I nyere tid har store mengder flis og forurensinger blitt tilført fjorden fra industrien i Halden som har holdt til langs elva Tista. Dette førte til betydelig forurensning av vann og sediment fra 1960-årene og frem til tidlig 90-tallet. Bunnforholdene i Haldens nærområde ble imidlertid raskt forbedret etter at cellulosefabrikken ble nedlagt i 1991 og utslipp av klororganiske forbindelser fra Saugbrugs opphørte. Tilstanden i vannmiljøet ble ytterligere forbedret da rensing av avløpsvannet fra Saugbrugs nye anlegg i Halden startet i 1993. I dag er vannområdene påvirket av eutrofiering og organisk belastning som følge av utslipp fra befolkning og industri, samt avrenning fra landbruk.

Utslippene fra Saugbrugs går ut i munningsområdet til elven Tista og ledes videre med elvevannet ut i Iddefjorden. Avløpsvannet fra produksjonen består i hovedsak av ferskvann med forhøyet innhold av organisk stoff, suspendert materiale og næringssalter. Det er også utslipp av noen tungmetaller. Saugbrugs utslippstillatelse fra Miljødirektoratet, som viser grenseverdier for bedriftens utslipp av komponenter med krav om målinger, er gitt i **Tabell 2**.

Tabell 2. Grenseverdier for bedriftens utslipp av komponenter med krav om målinger hentet fra «Tillatelse til virksomhet etter forurensningsloven» for Norske Skog Saugbrugs AS. (www.norskeutslipp.no). Tillatelsen ble sist endret 17. april 2018.

| Utslipps-Komponent | Utslipps-Kilde | Utslippsgrenser | | | Gjelder fra |
|--------------------|----------------|---|---|--------------------------------------|-------------|
| | | Årsmiddel kg/tonn produsert papir | Månedsmiddel, flytende, tonn/døgn | Årsmiddel, flytende, tonn/døgn | |
| KOF ^I | Produksjon | 5 | 21 | 16 | 01.01.2008 |
| SS ^I | Produksjon | | 1,7 | 1,1 | 03.07.2003 |
| KOF ^I | Tømmer-lager | Grense ikke fastsatt, rapporteres årlig inntil videre | | | 03.07.2003 |
| SS ^I | Tømmer-lager | Grense ikke fastsatt, rapporteres årlig inntil videre | | | 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 inntil videre | | | 06.06.2014 |
| Olje ^{II} | Oljeavskiller | 20 mg/l | | | 07.01.2011 |

I) Suspendert materiale bestemmes etter NS 4733 (GF/A-filter) Bestemmelse av KOF skal gjøres på ufiltrert prøve.

II) Gjelder uforynnet avløpsvann. Grenseverdi beregnet som døgnmiddel.

Norske Skog Saugbrugs utslippskomponenter til vann i perioden 2016-2021 er vist i **Tabell 3**. Tallene er hentet fra Miljødirektoratets database «Norske utslipp». Bedriftens utslipp av suspendert stoff (SS) og kjemisk oksygenforbruk (KOF: mål på organisk materiale) hadde en kraftig topp i 2017, men har siden blitt redusert og holdt seg relativt stabilt. Tilsvarende topp sees det samme året for nærings saltene fosfor (P-tot) og nitrogen (N-tot), som overskred utslippsgrensene, men begge viser en jevn nedgang etter dette. Utslippene av tungmetaller har vært varierende, og flere har blitt redusert de siste årene, deriblant arsen og krom. Det har ikke vært noen utslipp av kvikksølv de siste fem årene. I sum ser det ikke ut til å være økende trend for de ulike utslippskomponentene, og for flere av stoffene ser det ut til å være en avtagende trend.

Tabell 3. Norske Skog Saugbrugs utslippskomponenter til vann i perioden 2016-2021. Data er hentet fra norske.utslipp.no.

| Utslippskomponent | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 |
|-------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | Kg/år | Kg/år | Kg/år | Kg/år | Kg/år | Kg/år |
| KOF | 2 055 000 | 4 388 000 | 2 769 000 | 1 913 000 | 1 976 000 | 1 711 000 |
| SS | 131 700 | 720 000 | 236 000 | 147 000 | 180 000 | 103 000 |
| P-tot | 4974 | 10680 | 7030 | 6500 | 3300 | 2300 |
| N-tot | 56 695 | 91 088 | 71 130 | 66 600 | 51 800 | 41 800 |
| Arsen | 48,95 | 60,18 | 42,07 | 24,89 | 13,88 | 19,29 |
| Bly | 39,36 | 34,3 | 54,93 | 37,39 | 28,43 | 39,92 |
| Kadmium | 13,79 | 7,08 | 9,33 | 12,56 | 8,44 | 13,62 |
| Kobber | 113,09 | 51,71 | 51,45 | 91,12 | 66,96 | 81,4 |
| Krom | 7,21 | 10,6 | 9,35 | 19,99 | 6,1 | 7,67 |
| Nikkel | 52,55 | 72,7 | 62,56 | 69,37 | 44,64 | 43,21 |
| Sink | 2657 | 2585 | 3117 | 2861 | 1898 | 3131 |
| Kvikksølv | 0,02 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

1.3 Vannforekomstene & undersøkelsesstasjonene

Avløpsvannet fra Saugbrugs ledes neddykket ut i Tista og renner med ellevannet videre ut i Iddefjorden. Plasseringen av Saugbrugs ulike utslipp til Tista er vist i **Figur 2**.



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

Vannmiljøet som er resipienten til bedriftens utslipp, omfatter elven Tista samt de to vannforekomster «Halden havnebasseng» og «Iddefjorden hovedbasseng». Det finnes ytterligere to tilstøtende vannforekomster, «Iddefjorden indre» og «Iddefjorden ytre». Disse vannforekomstene har imidlertid ikke inngått i overvåkingsprogrammet for Saugbrugs. Et oversiktskart med de aktuelle vannforekomstene og undersøkte stasjoner er vist i **Figur 3**.

Tista

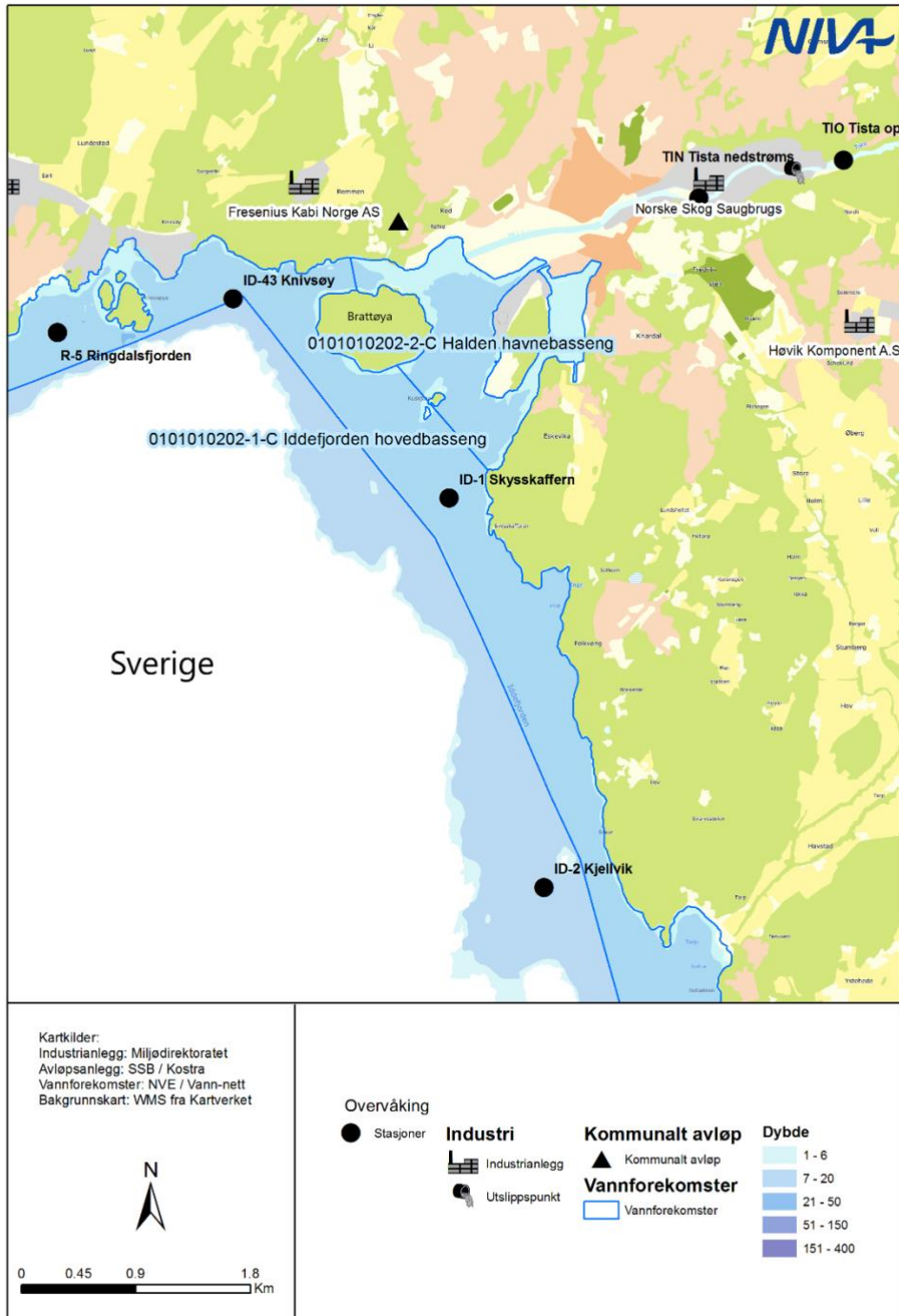
Vannforekomsten «Tista» (001-113-R) er 5,8 km lang og karakteriseres som en humøs og kalkfattig elv (elvetype R106). I vann-nett.no er vannforekomsten registrert med «dårlig» økologisk tilstand (basert på bunnfauna samt forhøyede krom- og sinknivåer) og «god» kjemisk tilstand. I foreliggende overvåking er det undersøkt to stasjoner i Tista for hhv. vannkjemi, bunnfauna, begroingsalger og heterotrof begroing: én referansestasjon oppstrøms bedriften (TIO) og én nedstrøms før utløp til kystvann (TIN). Referansestasjonen oppstrøms bedriftens utslipp er karakterisert av stilleflytende vann, noe stein og leirsubstrat, noe som strengt tatt er uegnet mht. prøvetaking av både bunndyr og begroingsalger. Stasjonen har imidlertid blitt beholdt grunnet mangel på bedre egnet lokalitet samt at den gir et sammenlikningsgrunnlag med tidligere overvåkingsresultater. Stasjonen nedstrøms Saugbrugs utslipp derimot, er velegnet med passe strykparti og grov stein.

Iddefjorden

Stasjonene som ble undersøkt i Iddefjorden befinner seg i vannforekomstene «Halden havnebasseng» (0101010202-2-C, 1 km²) og «Iddefjorden hovedbasseng» (0101010202-1-C, 9 km²). Begge vannforekomstene er karakterisert som vanntype «sterkt ferskvannspåvirket fjord» og er i vann-nett oppgitt med «moderat» økologisk tilstand (basert på bunnfauna og forhøyede arsen-, kobber- og sinknivåer i sedimentene). De er videre registret med «dårlig» kjemisk tilstand. For «Halden havnebasseng» er kjemisk tilstand basert på forhøyede verdier av organiske miljøgifter og tungmetaller målt i sedimenter (2009), mens for «Iddefjorden hovedbasseng» er tilstanden basert på forhøyede nivåer av kadmium (2015).

Iddefjorden er en terskelfjord med grunneste terskel på omkring 10 m og bassengdyp innenfor på opptil 48 m (Magnusson, 1982). Fjorden er preget av ferskvann fra Tista og Enningsdalelva. Overflatestrømmen er for det meste rettet ut av fjordsystemet på grunn av såkalt estuarin sirkulasjon, hovedsakelig drevet av lokal ferskvannstilførsel. Områdene utenfor Tistas utløp er sterkt påvirket av store flismengder i bunnsedimentene. Ifølge tidligere opplysninger fra bedriften indikerer utbredelsen av flis på bunnen utenfor elveutløpet at vannet ut fra Tista kan passere både nord og sør for Brattøya. De dypeste områdene i Iddefjorden er svært belastet på grunn av lave oksygennivåer. De grunne tersklene hindrer effektiv vannutskifting og oksygentilførsel. Dette i kombinasjon med lokale tilførsler og utslipp av organisk materiale og næringsalter, fører til dårlige oksygenforhold i bunnvannet.

I alt fire stasjoner ble undersøkt i Iddefjorden. Undersøkelsene omfattet bløtbunnsfauna, metaller i sedimentene, og/eller klorofyll a, næringsalter samt hydrografiske målinger i vannmassene. Stasjonene ligger i ulik retning og avstand fra Saugbrugs utslipp. Stasjon ID-1 ved Skysskafferen ligger ca. 2 km sør for Halden og påvirkes antageligvis av vannet som går ut sør for Brattøya utenfor Tistas munningsområde. Stasjonen ligger tett opp mot «Halden havnebasseng» og vil dermed kunne representere tilstanden i den vannforekomsten. Stasjon ID-2 ved Kjellvik ligger sør-øst og er den stasjonen som befinner seg innerst i fjorden. Stasjon ID-43 ved Knivsøy befinner seg vest for Halden og omtrent med samme avstand fra Tistas munning som ID-1. Etersom stasjonen er lokalisert ca. 1 km vest for utslippet til Remmendalen kommunale renseanlegg, kan det ikke utelukkes at den også påvirkes av utslippet derfra. Lengst vest og ca. 3 km fra Tistas utløp ligger stasjon R-5 i den delen av «Iddefjorden hovedbasseng» som kalles Ringdalsfjorden.



Figur 3. Kart med prøvetakingsstasjoner i Tista og Iddefjorden i 2020/21. Prøver av bunndyr, heterotrof begroing og begroingsalger samt vannprøver analysert for Tot P, fosfat, og Tot N og BOF er tatt fra st. TIO og TIN. Prøver av bunnfauna er tatt på st. ID-1, ID-43 og R-5 samt sedimentprøver for metallanalyser på ID-1 og ID-43. Fysisk-kjemiske kvalitetselementer i vannmassene ble i hovedsak tatt på st. ID-1, men også på R-5 og ID-2 gjennom Fagrådet for Ytre Oslofjords overvåkingsprogram. Saugbrugs utslipp til Tista og det kommunale utslippet (Remmendalen RA) til fjorden er avmerket på kartet. Det svenske fastlandet er markert med hvit farge i kartet.

1.4 Andre kilder til forurensning i vannforekomstene

I henhold til Miljødirektoratets database «Norske utslipp» har Remmendalen kommunale renseanlegg utslipp til vannforekomst «Iddefjorden hovedbasseng». Utslippspunktet ligger på omtrent 20 meters dyp nord for Brattøya, og tett opp mot grensen til vannforekomst «Halden havnebasseng». En liste med avløpsanleggets utslippskomponenter tilsvarende Saugbrugs er gitt i **Tabell 4**. Utslipp av KOF og samtlige metaller er betydelig lavere sammenliknet med Saugbrugs. Renseanlegget har imidlertid høyere utslipp av nitrogen (N-tot), og utslippet har de to siste årene vært 2-3 ganger høyere sammenliknet med Saugbrugs.

Tabell 4. Remmendalen avløpsanleggs utslipp til Iddefjorden. Tall er hentet fra norske.utslipp.no

| Utslippskomponent | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 |
|-------------------|-----------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | Kg/år | Kg/år | Kg/år | Kg/år | Kg/år | Kg/år |
| KOF | 1 042 914 | 238 156 | 207 681 | 207 605 | 205 910 | 183 184 |
| SS | 660 454 | 115 445 | 72 841 | 107 864 | 108 413 | 76 822 |
| P-tot | 14 960 | 1576 | 970 | 1324 | 1302 | 1 206 |
| N-tot | 139 520 | 85 980 | 114 130 | 106 718 | 113 389 | 123 848 |
| Arsen | I.T. | 5,16 | 2,11 | 3,03 | 3,4 | 2,4 |
| Bly | I.T. | 3,09 | 1,14 | 1,8 | 1,51 | 0,80 |
| Kadmium | I.T. | 0,22 | 0,1 | 0,16 | 0,14 | 0,05 |
| Kobber | I.T. | 99,65 | 11,8 | 23,21 | 19,22 | 11,27 |
| Krom | I.T. | 2,55 | 1,85 | 8,6 | 14,41 | 8,53 |
| Nikkel | I.T. | 21,18 | 11,15 | 15,44 | 16,85 | 12,18 |
| Sink | I.T. | 159,47 | 74,04 | 111,27 | 84,43 | 57,16 |
| Kvikksølv | I.T. | 0,06 | 0,04 | 0,07 | 0,06 | 0,01 |

I.T. = Ikke tilgjengelig

1.5 Resultater fra tidligere overvåking

I 2015-2016 gjennomførte NIVA en tiltaksorientert overvåking av miljøtilstand i Tista og Iddefjorden for Norske Skog Saugbrugs (Walday m.fl. 2016). Overvåkingsprogrammet var utformet i henhold til vannforskriftens krav og godkjent av Miljødirektoratet. Undersøkelser av begroingsalger, heterotrof begroing og bunnfauna samt innhold av næringsstoffer og KOF i vannprøver, ble utført for bestemmelse av den økologiske tilstanden i Tista. Undersøkelsene i Iddefjorden omfattet bløtbunnsfauna, vannregionspesifikke- og prioriterte metaller i sediment, planteplankton (klorofyll a) samt næringsalter, siktdyp og oksygen i vannmassene. Resultatene viste at den økologiske tilstanden i Tista ikke oppnådde vandirektivets mål om god økologisk tilstand. Bunndyr var det utslagsgivende kvalitetselementet, og den økologiske tilstanden ble klassifisert som «moderat» oppstrøms Saugbrugs utslippspunkter og «dårlig» nedstrøms. I Iddefjorden ble heller ikke målet om god økologisk tilstand tilfredsstillt. Det var en gradient i økologisk tilstand i fjorden basert på det biologiske kvalitetselementet bløtbunnsfauna, med «dårlig» tilstand på den indre stasjonen Skysskaffern (ID-1), «moderat» tilstand ved Knivssøya (ID-43) og «god» tilstand på den ytterste stasjonen i Ringdalsfjorden (R-5). De målte fysiske-kjemiske parameterne i vannmassene støttet opp om resultatene med unntak av stasjon R-5, som kom ut med «dårlig» tilstand. Dermed ble den økologiske tilstanden satt til «moderat» på denne stasjonen.

På de to stasjonene som ble undersøkt for metaller i sediment i Iddefjorden, var det overskridelse av grenseverdiene for de vannregionspesifikke stoffene arsen og sink. Kjemisk tilstand ble imidlertid satt til «god» på begge stasjonene basert på målinger av prioriterte metaller (Cd, Hg, Ni og Pb).

NIVA utførte i 2018 en ny tiltaksorientert overvåking for bedriften (Borgersen m.fl. 2019). Lik undersøkelsene i 2015 ble økologisk tilstand i elven Tista klassifisert med «moderat» tilstand oppstrøms og «dårlig» tilstand nedstrøms bedriften. Til forskjell så det ut til at resultatene fra overvåkingen i 2018 tydeligere viste at Saugbrugs utslipp hadde en vesentlig effekt på økologisk tilstand for samtlige biologiske kvalitetselementer undersøkt i elven. Overvåkingen i Iddefjorden omfattet undersøkelser av bløtbunnsfauna på de samme tre stasjonene som i 2015. Tilstanden hadde blitt forverret i 2018 for de to nærmeste stasjonene, fra «moderat» i 2015 til «svært dårlig» på ID-1 og fra «moderat» til «dårlig» på ID-43. For den ytterste stasjonen R-5 var den økologiske tilstanden for bløtbunnsfauna klassifisert til «god» i 2018, tilsvarende resultatet i 2015. I begge overvåkingsår har undersøkelsene for bløtbunnsfauna indikert organisk belastning i fjorden, med høyt innhold av organisk karbon og nitrogen i sedimentene samt dårlige oksygenforhold i bunnsedimentene på alle stasjonene.

Undersøkelser som har blitt utført i Iddefjorden før den tiltaksrettede overvåkingen startet i 2015, har vist mye av de samme miljøforholdene, med dårlige oksygenforhold i bunnvannet, spesielt indre deler, forhøyede næringssaltnivåer og dårlig siktdyp. Fjorden har imidlertid bedret seg vesentlig hvis man sammenligner med undersøkelser lenger tilbake i tid.

2 Bedriftens tiltaksrettede overvåkingsprogram

De foreliggende undersøkelsene av miljøtilstand i vannforekomstene Tista og Iddefjorden er en oppfølging av tidligere overvåking for Norske Skog Saugbrugs. De baserer seg på NIVAs programforslag for tiltaksrettet overvåking for bedriften som ble godkjent av Miljødirektoratet. Programmet er utformet iht. vannforskriften og omfatter undersøkelser av biologiske kvalitetselementer, samt fysisk-kjemiske støtteparametere. En oversikt for overvåkingsprogrammet i 2020-2021 er vist i **Tabell 5** og **Tabell 6**.

I **elven Tista** ble det foretatt undersøkelser på to stasjoner, en oppstrøms og en nedstrøms Saugbrugs utslippspunkter (**Figur 3**). Undersøkelsene omfattet de biologiske kvalitetselementene bunnfauna, heterotrof begroing samt begroingsalger. I tillegg ble det tatt vannprøver for undersøkelser av fysisk-kjemiske støtteparametere; næringssaltene totalt-nitrogen, totalt-fosfor og fosfat og organisk stoff (BOF).

Tabell 5. Delaktivitet elv. Tiltaksrettet overvåking for Saugbrugs i 2020/2021 i elven Tista.

| | Regulerte utslipps-komp. | Kvalitetselement | Indeks | Medium/matriks | Antall stasjoner | Frekvens (pr. år) | Tidspunkt |
|------------------------|---------------------------------|---------------------|--------------------|----------------|------------------|-------------------|--------------|
| Økologisk tilstand elv | | Bunnfauna elv | ASPT | Elvebunn | 2 | 2 | Vår & høst |
| | Næringssalter og organisk stoff | Heterotrof begroing | HBI2 ¹⁾ | Elvebunn | 2 | 2 | Vår & høst |
| | | Begroingsalger | PIT | Elvebunn | 2 | 1 | August/Sept. |
| | Næringssalter Organisk stoff | Støtteparametere | Næringssalter, BOF | Elvevann | 2 | Månedlig i elv | Hele året |

¹⁾ Avvikler fra opprinnelig programforslag som også inkluderer HBI. HBI-indeksen er erstattet med HBI2 iht. gjeldene Veileder 02:2018

I **Iddefjorden** ble det foretatt undersøkelser på totalt fire stasjoner for bestemmelse av økologisk- og kjemisk tilstand (**Figur 3**). To av stasjonene inngår i Fagrådet for Ytre Oslofjords egne overvåkingsprogram, og dermed har deler av programmet blitt samkjørt med Fagrådet. Undersøkelsene i Iddefjorden omfattet de biologiske kvalitetselementene bløtbunnsfauna og planteplankton (klorofyll a) samt fysisk-kjemiske kvalitetselementer i vannmassene; nærings saltene fosfor og nitrogen, oksygen og siktdyp. Det ble også foretatt undersøkelser av metaller i sedimenter for bestemmelse av kjemisk tilstand og som kvalitetselement for bestemmelse av økologisk tilstand.

Tabell 6. Delaktivitet fjord. Tiltaksrettet overvåking for Saugbrugs i 2020/2021 i Iddefjorden.

| | Regulerte utslipps-komp. | Kvalitetselement | Indeks | Medium/matriks | Antall stasjoner | Frekvens pr. år | Tidspunkt |
|--------------------------|--------------------------------|--------------------|--|----------------|------------------|--|-------------------------------------|
| Økologisk tilstand fjord | Næringsalter | Planteplankton | Klorofyll a | Vann | 3 | 8 (ID-1), 4 på R-5 og ID-2 ^{*)} | Hele året, ikke nov-jan |
| | Næringsalter og organisk stoff | Bløtbunnsfauna | NQI1, ES ₁₀₀ , H', NSI, ISI ₂₀₁₂ | Bløtbunn | 3 ^{**)} | 1 | des. |
| | Næringsalter Organisk stoff | Støtte-parametere | Næringsalter, DOC, oksygen, temp, salt, siktdyp | Kystvann | 3 | 12 (ID-1), 7 på R-5 og ID-2 ^{*)} | Hele året. Oksygen kun sep. på ID-1 |
| | Metaller | Cu, Cr, Zn, As | Vannregion-spesifikke | Sediment | 2 | 1 | mai – sep. |
| | | TOC, kornstørrelse | Støtteparametere for sediment | Sediment | 3 | 1 | mai – sep. |
| Kjemisk tilstand | Metaller | Cd, Hg, Ni, Pb | Prioriterte/EU-EQS | Sediment | 2 | 1 | mai – sep. |

*) frekvens på R-5 og ID-2 lik Fagrådets program

***) én stasjon (R-5) allerede prøvetatt i 2020 ifm. Fagrådets eget overvåkingsprogram

3 Overvåkingen i elva Tista

3.1 Beskrivelse av kvalitetselementene

Overvåkingen i Tista i 2020/21 bestod av de biologiske kvalitetselementene begroingsalger og heterotrof begroing samt bunndyr. De fysisk-kjemiske kvalitetselementene omfattet nærings saltene totalt-nitrogen, totalt-fosfor og fosfat og organisk stoff (BOF). En oversikt over de ulike parameterne er vist i **Tabell 5**.

Begroingsalger

Begroingsalger er fastsittende alger som vokser på elvebunnen. Ettersom de er bundet til et voksested, avspeiler de miljøfaktorene på voksestedet og kan benyttes til å indikere miljøtilstand. Begroingsalger er følsomme for eutrofiering og fungerer dermed som en indikator for denne påvirkningstypen.

Heterotrof begroing

Heterotrof begroing er bakterier og sopp som vokser på elvebunn eller som epifytter. Den benyttes som indikator for organisk belastning. Bakterier og sopp bruker lett tilgjengelig organisk materiale som energikilde og kan oppnå stor biomasse på kort tid. Dette oppstår gjerne ved gunstige næringsssituasjoner, som f.eks. ved lokaliteter hvor det er kloakkutslipp, avrenning fra jordbruk eller utslipp fra industri. Heterotrof begroing er dermed egnet til å måle effekten av utslipp av lett nedbrytbart organisk stoff og økologisk tilstand i elver.

Bunndyr

I elver finnes forskjellige virvelløse smådyr (invertebrater) som lever på bunnen eller i det øverste sedimentlaget. Bunndyrene er først og fremst insekter, men omfatter også mark, igler, snegler, muslinger og små krepser. Blant disse finnes både ekstreme rentvannsarter og arter som er svært tolerante overfor ulike typer forurensninger. Dette er en forutsetning for å kunne bruke dem i effektvurderinger av forurensninger og en viktig grunn til at de er mye brukt som indikatorer på vannkvalitet og økologisk tilstand. Bunndyr benyttes som indikator for eutrofiering/organisk belastning.

3.2 Metodikk- Prøveinnsamling og analyser

3.2.1 Begroingsalger

Begroingsalger i ferskvann ble samlet inn 12. august 2021 på to stasjoner i elva Tista (**Figur 3**). På hver stasjon er det undersøkt en strekning på ca. 10 meter ved bruk av vannkikkert. På denne strekningen er det samlet inn prøver av alle makroskopisk synlige alger, og utbredelsen av disse er estimert som prosent dekning (<1-100 %). Videre er mikroskopiske alger samlet inn ved å børste et område på 8 x 8 cm på overflaten av hver av 10 steiner (à 10-20 cm i diameter) i en beholder med 1 L vann. Det avbørstede materialet er så blandet godt i vannet og en delprøve på 20 mL er konserveret med formaldehyd. De mikroskopiske algene er senere undersøkt i mikroskop, og tettheten er estimert som hyppig, vanlig eller sjelden. Metodikken er i henhold til overvåkingsveilederen (Direktoratsgruppa 2010), siste versjon av klassifiseringsveilederen (Direktoratsgruppa 2018) og den europeiske normen for prøvetaking og analyse av begroingsalger (NS-EN ISO 15708:2009).

Analyser og beregninger

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

PIT indeksen er basert på forekomsten av 153 taksa av begroingsalger (ekskludert kiselalger). For hvert takson er det beregnet en indikatorverdi, og disse indikatorverdiene danner grunnlag for beregningen av PIT (krever minst to indikatorarter på lokaliteten for en sikker klassifisering). Indikatorverdiene spenner fra 1,87 – 68,91, hvor lave verdier indikerer lav fosforkonsentrasjon (oligotrofe forhold) mens høye verdier indikerer høy fosforkonsentrasjon (eutrofe forhold; Schneider og Lindstrøm 2011). Både referanseverdien for tilnærmet upåvirkede vannforekomster og klassegrensene er forskjellige for svært kalkfattige elver (kalsium < 1 mg/l) og andre elver (kalsium > 1 mg/l). EQR verdien beregnes ved følgende formel: $PIT-EQR = (PIT\ obs. - 60,84) / (PIT\ ref. - 60,84)$. Deretter normaliseres EQR verdien, slik at tilstanden for begroingsalger kan sammenlignes og kombineres med tilstanden for andre kvalitetselementer.

3.2.2 Heterotrof begroing

Heterotrof begroing ble samlet inn på to stasjoner i elven Tista 9. mars 2021 og 19. november 2021 (**Figur 3**). På hver lokalitet undersøktes en ca. 10 meter lang elvestrekning ved bruk av vannkikkert. Det ble tatt prøver av synlig heterotrof begroing (soppen *Leptomitus lacteus* og bakterien *Sphaerotilus natans* (lammehaler)). Materialet ble lagret på små glass og konservert for senere bearbeiding i laboratoriet. I felt ble dekningsgraden estimert som «prosent dekning» (< 1-100 %) og tykkelsen ble målt i cm. Innsamlede prøver av heterotrof begroing ble senere undersøkt i mikroskop, for å verifisere at det var de heterotrofe begroingsorganismene *L. lacteus* og/eller *S. natans*. Metodikken er i henhold til den siste versjonen av klassifiseringsveilederen (Direktoratsgruppa, 2018).

Analyser og beregninger

Mengden (dekningsgrad og tykkelse) av heterotrof begroing responderer på organisk stoff (primært på lett nedbrytbart organisk stoff). Denne responsen måles ved hjelp av heterotrof begroingsindeks, HBI2.

HBI2 beregnes med utgangspunkt i en kombinasjon av et årlig gjennomsnitt av dekningsgrad (prosent dekning) og tykkelse (cm) av heterotrof begroing. Dette er et skjønnsmessig system som baserer seg på at tilstanden er dårligere ved økt dekning og økt tykkelse av soppen *L. lacteus* og bakterien *S. natans* (lammehaler). Utregnede indeksverdier strekker seg fra 0 til 400 der lave verdier indikerer lite heterotrof begroing, dvs. lite organisk belastning, mens høye verdier indikerer mye heterotrof begroing og stor grad av organisk belastning. EQR verdien beregnes ved følgende formel: $HBI2-EQR = (HBI2\ obs. - maks) / (HBI2\ ref. - maks)$. Deretter normaliseres EQR verdien slik at tilstanden for heterotrof begroing kan sammenlignes og kombineres med tilstanden for andre kvalitetselementer.

3.2.3 Bunndyr

Prøver av bunnfauna ble tatt fra to utvalgte stasjoner 9. mars 2021 og 19. november 2021 (**Figur 3**). Innsamlingsmetoden for bunnfauna i ferskvann er i henhold til retningslinjer gitt i klassifiseringsveileder for vannforskriften (Direktoratsgruppa 2018) og den europeiske normen for prøvetaking av bunndyr (NS-EN ISO 10870:2012). Metoden består av flere enkeltprøver og er bundet opp til et bestemt areal og tidsbruk. Dette gjør metoden stringent og lett etterprøvbart. Hver prøve tas over en strekning på 1 meter. Det anvendes 20 sekund pr. 1 m prøve. I alt tas det 3 slike innsamlinger pr. minutt. Dette gjentas 3 ganger og i alt representerer materialet 9 én-meters prøver. Dette tilsvarer 3x1 minutters prøver, som var et vanlig tidsforbruk i mange bunnfaunaundersøkelser tidligere, og representerer bunndyrsamfunnet på om lag 2,25 m² av elvebunnen. Det benyttes håv med 250 µm maskevidde under prøvetakingen. For å unngå tetting av håven og tilbakespyling, tømmer 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 artsbestemt til lavest mulige taksonomiske nivå ved hjelp av stereolupe og mikroskop.

Analyser og beregninger

Økologisk tilstand for bunndyr i elver vurderes i henhold til klassifiseringssystemet gitt i klassifiseringsveilederen (Direktoratsgruppa 2018). Effekter av organisk belastning på bunndyr måles ved hjelp av en indeks som fanger opp reduksjon av følsomme arter og økning av tolerante arter med økende tilførsel 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 tilførsel av organisk stoff. Denne responsen kan måles ved hjelp av bunndyrindeksen Average Score Per Taxon (ASPT; Armitage et al. 1983).

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 underklasse (fåbørstemark) og familie. Referanseverdien for ASPT er satt ved 6.9, og klassegrensene ved 6.8 = svært god/god, 6.0 = god/moderat (= miljømålet), 5.2 = moderat/dårlig og 4.4 = dårlig/svært dårlig (Direktoratsgruppa 2018). Klassegrensene gjelder foreløpig for alle elvetyper unntatt isbrepåvirkede elver, hvor det ikke finnes noe vurderingssystem. Påvirkingsgraden 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.

3.2.4 Fysisk-kjemiske støtteparametere

Det har blitt samlet inn månedlige vannprøver av Saugbrugs fra hver av de to stasjonene i perioden desember 2020 t.o.m. november 2021. Prøvetakingen har blitt utført iht. NS-ISO 5667-6A. Vannprøvene har blitt analysert for parametere BOF, Tot P, fosfat, og Tot N, som i stor grad svarer på bedriftens utslippskomponenter. Analysene har blitt utført av NIVA- og Eurofins akkrediterte analyselaboratorier. Begge tilfredsstillende krav som er gitt i EU Direktiv 2009/90/EC. Direktivet beskriver tekniske spesifikasjoner for kjemiske analyser ved overvåking av tilstanden i vann. En oversikt over metoder som ble benyttet er vist i **Tabell 7**.

Tabell 7. Oversikt over kjemiske analyser av vann fra Tista som er benyttet i overvåkingsprogrammet.

| Parameter | Akkred. metode | Deteksjonsgrense (LOQ) | Enhet | Standard metode (NS-EN ISO) | Utførende lab | Instrument/ Analyseteknikk |
|--------------------------------|----------------|------------------------|--------|-----------------------------|---------------|----------------------------|
| Totalt nitrogen (Tot-N) | Ja | 10 | µg/l | intern met.4743 | Eurofins | SKALAR autoanalysator |
| Totalt fosfor (Tot-P) | Ja | 1 | µg P/l | 4724:1984 | NIVA | SKALAR autoanalysator |
| Fosfat (PO ₄) | Ja | 1 | µg P/l | 4725:1984 | NIVA | SKALAR autoanalysator |
| Biologisk oksygenforbruk (BOF) | Ja | | mg/l | 1899-1 | Eurofins | Spektrofotometer |

3.3 Resultater og sammenlikning med tidligere undersøkelser

Nedenfor presenteres økologisk tilstandsklasse og nEQR verdier for hvert kvalitetselement som er undersøkt i overvåkingen i 2021. For å få et sammenligningsgrunnlag er data fra tidligere undersøkelser inkludert i rapporten. En oversikt over økologisk tilstand på de ulike stasjonene er gitt i **(Tabell 8)**. Rådata for hver indeks/parameter finnes i **Vedlegg A-C**.

3.3.1 Begroingsalger – eutrofiering

Eutrofieringsindeksen PIT resulterte i «god» tilstand oppstrøms og «moderat» tilstand nedstrøms for Saugbrugs utslippspunkt i 2018 og 2021, mens begge stasjoner ble klassifisert til «moderat» tilstand i 2015 **(Tabell 8)**. Fra 2015 til 2017 var det en økning i Saugbrugs utslipp av total fosfor og total nitrogen, mens det var en gradvis reduksjon fra 2017 til 2021. Endringen i utslipp av total fosfor og total nitrogen har ikke hatt noen effekt på PIT indeksen i elven. Stasjonen nedstrøms for utslippet har blitt klassifisert til moderat tilstand alle år. Resultatene tyder derimot på at det har skjedd en forbedring oppstrøms for Saugbrugs utslippspunkt. Ifølge Lars Kristian Selbekk ved vannområde Haldenvassdraget er det gjennomført opprydding i spredt avløp og kommunalt ledningsnett, samt noe forbedrede kantsoner oppstrøms fabrikken (pers. komm., januar 2019). Dette har trolig ført til bedre tilstand iht. eutrofieringsindeksen PIT fra «moderat» i 2015 til «god» i 2018 og 2021.

Substrat og strømforhold på de to undersøkte stasjonene er svært forskjellig. Stasjonen nedstrøms utslippene er godt egnet for begroingsalger med et passe strykparti og gode bunnforhold, mens stasjonen oppstrøms er karakterisert av stilleflytende vann, noe stein og leirsubstrat. Siden begroingsalger hovedsakelig vokser på hardt substrat er sammenligningsgrunnlaget derfor ikke ideelt. Til tross for at bunnforholdene nok bidrar til at vi observerer forskjeller i algesamfunnene mellom de to stasjonene, reflekterer begroingsalgesamfunnet likevel næringsstoffforholdene på de to stasjonene ettersom både sensitive og tolerante arter klarer seg på både hard og bløt bunn.

3.3.2 Heterotrof begroing - organisk belastning

Oppstrøms Norske Skog Saugbrugs utslippspunkter har det ikke blitt registrert noe heterotrof begroing i løpet av de tre undersøkte årene 2015, 2018 og 2021. Basert på HBI2 tyder dette på at det er liten eller ingen organisk belastning ved stasjonen oppstrøms. Nedstrøms utslippspunktene har det derimot skjedd en endring i tilstand fra «god» i 2015 til «moderat» tilstand i 2018 og 2021, med utgangspunkt i HBI2, indeksen for organisk belastning **(Tabell 8)**. Saugbrugs utslipp har dermed en betydelig effekt på elvas tilstand med hensyn til organisk belastning.

Den observerte endringen henger trolig sammen med at det i 2015 bare ble tatt prøver for heterotrof begroing én gang i løpet av året. Prøvetakingen foregikk da i august, og vi forventer at forekomstene av heterotrof begroing, som for eksempel bakterien *S. natans*, er på sitt laveste på denne tiden av året ettersom den blir hemmet i veksten på sommeren (særlig fra mai til august) grunnet UV-lys fra sola (Mechsner, 1985). Av den grunn er det mulig vi hadde funnet større forekomster, også i 2015, om vi hadde samlet inn prøver i løpet av våren og høsten. Det er derfor ikke sikkert forskjellen mellom 2015 og 2018/2021 er så stor som analyseresultatene antyder, men resultatene viser uansett at det er en klar organisk belastning nedstrøms Saugbrugs utslippspunkter.

3.3.3 Bunndyr – organisk belastning

Ifølge kriteriene for organisk belastning basert på indeksen ASPT, ble det målt henholdsvis «moderat» og «dårlig» tilstand på de undersøkte stasjoner oppstrøms (TIO) og nedstrøms (TIN) Saugbrugs i 2021 (**Tabell 8**). Dette samsvarer med resultatene fra både 2015 og 2018. Resultatene viser med dette at ingen av stasjonene oppnådde miljømålet om god økologisk tilstand. Den økologiske tilstanden var imidlertid dårligere nedstrøms Saugbrugs, noe som indikerer at den organiske belastningen var høyere her og at dette skyldes Saugbrugs utslipp.

Resultatene på stasjonen oppstrøms anses som noe usikre pga. uegnede fysiske forhold på stasjonen. ASPT indeksen er i utgangspunktet utviklet for bruk i hurtigstrømmende elver med stryk/rislepartier og grovt bunnsstrat bestående av stein/grus, mens stasjonen oppstrøms Saugbrugs utslippspunkter hadde mer innsjø-preg, uten merkbar strøm i vannet og dominans av fint bunnsstrat. Slike forhold kan medføre noe lavere oksygeninnhold i vannet enn strykpartier og kan føre til lavere artsmangfold enn på en mer egnet lokalitet. Dette kan videre påvirke tilstandsklassifiseringen av stasjonen i negativ retning. Det vil altså si at det er en viss sannsynlighet for at stasjonen oppstrøms hadde blitt klassifisert til bedre tilstand om stasjonen hadde hatt mer egnet habitat.

Habitatet på stasjonen nedstrøms Saugbrugs var godt egnet, men det er verdt å merke seg at det er store vannstandsforskjeller på denne stasjonen, og at vannstandsendingene skjer fort, noe som kan påvirke bunndyrene og dermed ASPT-indeksen. Vi har likevel vurdert det slik at vi kan stole på beregningene av ASPT-indeksen. Dette fordi prøvetakingen ble gjennomført i områder som stort sett var under vann (altså at vi kom langt nok ut i elva).

3.3.4 Fysisk-kjemiske støtteparametere

I Tista er de fysisk-kjemiske støtteparameterne biologisk oksygenforbruk (BOF), total fosfor, fosfat og total nitrogen blitt undersøkt. I den samlede klassifiseringen av næringssalter blir kun total fosfor benyttet siden BOF og fosfat ikke har klassegrenser og total nitrogen kun benyttes dersom man forventer nitrogenbegrensning på lokalitetene.

For **total fosfor** har det skjedd en negativ utvikling oppstrøms av Saugbrugs utslippspunkter, fra «god» tilstand i 2015 og 2018 til «moderat» tilstand i 2021 (**Tabell 8**). Nedstrøms utslippet til Saugbrugs har tilstanden variert fra «moderat» tilstand i 2015 til «dårlig» tilstand i 2018 og tilbake til «moderat» tilstand i 2021. For total fosfor-konsentrasjonene ser man en liten økning på stasjonen oppstrøms utslippet fra 2015 til 2021, mens konsentrasjonen av total fosfor var høyest i 2018 ved stasjonen nedstrøms utslippet. Dette forklares av at utslippene fra bedriften var på sitt høyeste i 2017/2018. Ukentlige målinger (1 måling per uke) og analyser av total fosfor er også utført av Saugbrugs, både i råvann (Femsjøen) samt på faste prøvepunkter både oppstrøms og nedstrøms bedriften. Utslippstrender fra disse målingene i perioden 2010-2021 er fremskaffet av bedriften, og er vist i **Vedlegg J**. På bakgrunn av bedriftens ukentlige målinger har det blitt beregnet et årsgjennomsnitt for konsentrasjoner av total fosfor på stasjonen oppstrøms og nedstrøms. Differansen av årsgjennomsnittene for de to stasjonene er vist i **Figur G6 i Vedlegg J**, og var i 2021 på 15 µg/L, og kan tolkes som Saugbrugs bidrag til økning i konsentrasjonen av total fosfor i Tista. Variasjonen i differanseverdiene i perioden 2015-2021 ser ut til å stemme godt overens med variasjonen i tilstand nedstrøms utslippet som har blitt observert i dette overvåkingsprogrammet.

Total nitrogen gir nyttig informasjon selv om lokalitetene ikke er nitrogenbegrenset, og klassifisering av kvalitetselementet er derfor likevel gjennomført: stasjonene ble klassifisert til «moderat» tilstand oppstrøms og «dårlig» tilstand nedstrøms Saugbrugs' utslippspunkter i 2021 (**Tabell 8**). Sammenlignet med tidligere år har det skjedd en negativ utvikling fra «moderat» tilstand i 2015 til «dårlig» tilstand i 2018 og 2021 nedstrøms utslippene. Videre kan man se en generell trend med økte total nitrogen-konsentrasjoner fra 2015 via 2018 til 2021 på begge stasjoner, men økningen er høyest nedstrøms utslippet. Dette tyder på at det er en økning av tilsig/utslipp oppstrøms Saugbrugs i tillegg til økte utslipp fra fabrikk. Dette stemmer imidlertid ikke overens med at fabrikk faktisk har redusert nitrogenutslippene sine betraktelig siden 2017 (og tilbake til nivåene fra 2015) (se **Figur F3 Vedlegg I**). En forklaring kan være at to av målingene for nitrogen var svært høye (**Vedlegg B**). De ligger i et sjikt hvor man kunne vurdert å ta de ut av datasettet, men siden det ikke er ekstremverdier og siden de samme månedene var karakterisert av lav vannføring, vurderer vi det dit hen at analyseresultatene bør inkluderes. Det at det ikke var tilsvarende høye verdier oppstrøms utslippet underbygger i tillegg at de høye verdiene nedstrøms er påslaget fra saugbrugs utslipp. Beregnet gjennomsnittverdi for Tot-N uten de to høye verdiene = 1136 µg/L, som fortsatt gir dårlig økologisk tilstand. Utslippstrender fra bedriftens egne nitrogmålinger i perioden 2010-2021 er gitt i **Vedlegg J**. Målingene av årsgjennomsnittet for total nitrogen i råvannet (**Figur G7 i Vedlegg J**), bekrefter at det har vært en tydelig økning i total nitrogen-konsentrasjoner oppstrøms Saugbrugs 2019-2021 sammenlignet med tidligere år.

At både total fosfor og total nitrogen økte oppstrøms utslippet fra 2015 til 2021, til tross for gjennomførte tiltak, er interessante observasjoner.

Fosfat kan ikke klassifiseres i henhold til vannforskriften, men gir likevel nyttig informasjon da dette er den fraksjonen av total fosfor som er biotilgjengelig. I likhet med total fosfor var det mer enn tre ganger så høye konsentrasjoner av fosfat nedstrøms sammenlignet med oppstrøms utslippene i 2018, mens de samme målingene i 2021 i større grad er utjevnet. Det viser at en relativt stor andel av total fosfor er biotilgjengelig i begge undersøkte år og at det derfor er å forvente at biologiske kvalitetselementer som er følsomme for økte konsentrasjoner av næringsalter responderer på dette.

BOF (biokjemisk oksygenforbruk) er et mål på mengden organisk materiale som er tilgjengelig for biologisk nedbrytning. Dette bestemmes ved å måle reduksjonen i oksygen i en vannprøve som settes i mørke over en bestemt tid ved en bestemt temperatur. Analysene av BOF ble ikke ved noe tilfelle målt over rapporteringsgrensen, noe som tyder på at konsentrasjonene av BOF er så lave at de ikke registreres etter utslippet og fortynningen i ellevannet.

Totalresultatet, som baserer seg på et gjennomsnitt av de undersøkte parameterne, endte dermed i «moderat» tilstand på begge stasjoner i 2021. Mens det i 2015 og 2018 var «god «tilstand oppstrøms og henholdsvis «moderat» og «dårlig» tilstand nedstrøms utslippene for næringsalter. For en total oversikt over prøveresultatene, se **Vedlegg B**.

Tabell 8. Oversikt over økologisk tilstand og nEQR-verdier for hver stasjon for de undersøkte kvalitetselementene, samt samlet økologisk tilstand basert på biologiske-, fysisk-kjemiske kvalitetselementer og samlet per vannforekomst, i elva Tista. For de fysisk-kjemiske kvalitetselementene er tilstanden basert på beregnede middelerverdier for hver parameter på hver stasjon. Totalresultat for næringssalter er kun basert på tot-P siden tot-N ikke inkluderes da lokalitetene ikke er ansett å være nitrogenbegrenset. Fosfat og BOF er ikke omregnet til nEQR da det ikke finnes klassegrenser for disse parameterne. Fargekodene angir økologisk tilstand: Blå = svært god, grønn = god, gul = moderat og oransje = dårlig tilstand.

| Kvalitetselement/ Indeks/ parameter | Tista oppstrøms utslipp/TIO | | | Tista nedstrøms utslipp/TIN | | |
|--|-----------------------------|---------------|----------------|-----------------------------|----------------|----------------|
| | 2015 | 2018 | 2021 | 2015 | 2018 | 2021 |
| <i>Begroingsalger, nEQR</i> | | | | | | |
| PIT indeks | 0,55 | 0,75 | 0,69 | 0,53 | 0,48 | 0,53 |
| <i>Heterotrof begroing, nEQR</i> | | | | | | |
| HBI indeks | 1* | 1 | 1 | 0,778* | 0,46 | 0,57 |
| <i>Bunndyr, nEQR</i> | | | | | | |
| ASPT indeks | 0,49 | 0,52 | 0,54 | 0,24 | 0,22 | 0,25 |
| Samlet økologisk tilstand, biologi | | | | | | |
| | 0,49 | 0,52 | 0,54 | 0,24 | 0,22 | 0,25 |
| <i>Næringssalter, nEQR (µg/l)</i> | | | | | | |
| Tot N (n=12) | 0,49 (822,08) | 0,46 (904,17) | 0,42 (1020,83) | 0,43 (992,08) | 0,35 (1195,83) | 0,28 (1413,33) |
| Tot P (n=12) | 0,76 (17,92) | 0,65 (21,58) | 0,55 (27,42) | 0,53 (28,36) | 0,24 (71,17) | 0,44 (39) |
| Fosfat (n=12) | n.a. | (6,75) | (11,58) | n.a. | (25,92) | (16,83) |
| <i>Organisk belastning, µg/l</i> | | | | | | |
| BOF (n=12) | n.a. | n.a. | (<3) | n.a. | n.a. | (<3) |
| Samlet økologisk tilstand, fysisk-kjemiske kvalitetselementer | | | | | | |
| | 0,76 | 0,65 | 0,55 | 0,53 | 0,24 | 0,44 |
| Samlet økologisk tilstand | | | | | | |
| | 0,49 | 0,52 | 0,54 | 0,24 | 0,22 | 0,25 |

*basert på kun én prøvetaking av heterotrof begroing

3.4 Konklusjon og anbefalinger for Tista

Med eutrofiering som påvirkningsfaktor viste PIT-indeksen for begroingsalger «god» tilstand oppstrøms og «moderat» tilstand nedstrøms av utslippene til Tista i 2018 og 2021. Til sammenligning var begge undersøkte stasjoner i 2015 i «moderat» økologisk tilstand. Bunndyr-indeksen ASPT ga henholdsvis «moderat» og «dårlig» økologisk tilstand på undersøkte stasjoner oppstrøms og nedstrøms av Saugbrugs, for samtlige år (2015, 2018 og 2021). Det var videre «svært god» tilstand oppstrøms og «moderat» tilstand nedstrøms utslippene med utgangspunkt i HBI2 i 2018 og 2021. Her har det skjedd en negativ utvikling siden 2015, da stasjonen nedstrøms Saugbrugs utslippspunkter var i «god» tilstand. Denne utviklingen skyldes med stor sannsynlighet at det kun ble tatt prøver av heterotrof begroing en gang i 2015, på et ugunstig tidspunkt, og ikke i henhold til veilederen (Direktoratsgruppa 2018). Til sammen viser resultatene at bedriftens utslipp har en betydelig effekt på samtlige undersøkte biologiske kvalitetselementer.

For næringssalter var den samlede tilstanden «god» oppstrøms utslippene i 2015 og 2018, mens tilstanden var forverret til «moderat» i 2021. Nedstrøms Saugbrugs utslipp har tilstanden variert fra «moderat» i 2015 til «dårlig» i 2018 og tilbake til «moderat» i 2021. Det ble registrert en økning i utslipp av næringssalter fra Saugbrugs i 2017, og også relativt høye utslippstall i 2018, mens utslippstallene var redusert i 2021 (**Tabell 3**). Utslippene av total fosfor har blitt betraktelig redusert og er 67 % lavere i 2021 sammenliknet med 2018, mens tilsvarende reduksjon for total nitrogen er 41 %. Resultatene viser, som forventet, at økt utslipp av næringssalter gir dårligere tilstand og at utslippene påvirker elvevannet.

Biologisk oksygenforbruk (BOF) ble ikke ved noe tilfelle målt over rapporteringsgrensen, noe som tyder på lite tilgjengelig organisk materiale for biologisk nedbrytning og at fortynningen i elvevannet er så høy at målingene av BOF ikke får noe utslag. Årsaken er trolig at BOF-metoden er utviklet for bruk i avløpsvann og at den derfor er lite følsom i elvevann.

Anbefaling

Av ulike årsaker er begge stasjonene i Tista mer eller mindre uegnet for biologisk prøvetaking. Stasjonen oppstrøms Saugbrugs utslipp er stilleflytende og dominert av fint sediment, noe som kan føre til usikre klassifiseringer, spesielt for bunndyrindeksen ASPT. Vi foreslår derfor å flytte denne stasjonen høyere opp i vassdraget til en mer egnet lokalitet. Det har kommet innspill fra bedriften om at målinger av støtteparametere oppstrøms fabrikken bør analyseres så nær Saugbrugs som mulig, ettersom deres egne målinger har vist at vannet er mer urent på oversiden av fossen Ankers enn i Femsjøen (råvannet) (se **Vedlegg J**). Dette tas til etterretning og en mulig løsning ved å ha to prøvetakingspunkter for støtteparametere oppstrøms skal vurderes ifm. neste overvåkingsrunde. Stasjonen nedstrøms Saugbrugs utslipp er karakterisert av store og hurtige vannstandsendringer, som kan påvirke biologien. Men hvis prøvetakingen foregår i områder som stort sett er vanddekt anser vi likevel klassifiseringen som sikker. Etter dialog med oppdragsgiver anbefaler vi å flytte stasjonen til den andre siden av elva.

Det ser ut til at BOF utgjør en såpass liten andel i vannmassene at målingene ikke kommer over rapporteringsgrensen. I tidligere undersøkelser (Walday m.fl. 2016; Borgersen m.fl. 2019) ble KOF målt, men grunnet svakheter i metoden ble KOF byttet ut med BOF i 2021. Siden nevnte metoder gir lite ekstra informasjon i dette prosjektet, foreslår vi at verken KOF eller BOF videreføres i overvåkingen av Tista. Metodene for både BOF og KOF er utviklet for bruk i avløpsvann, og begge parametere måles av Saugbrugs hvorav BOF analyseres i avløpsvannet fra fabrikkens renseanlegg (tertiær avløp). Utslippstrend for BOF i perioden 2010-2021 er fremskaffet av bedriften og er vist i **Vedlegg I**. Det har ikke blitt undersøkt om det er en sammenheng mellom resultatene for bunndyrindeksene nedstrøms og BOF-målinger i bedriftens utslippsvann, men dette er noe som bør vurderes ifm. neste overvåkingsrunde.

I dette overvåkingsprogrammet er ikke prioriterte og vannregionspesifikke stoffer analysert i elven Tista, til tross for at bedriften har utslipp av flere av disse stoffene (www.norskeutslipp.no). På [norskeutslipp.no](http://www.norskeutslipp.no) er det ikke oppført noen begrensning for utslipp av metaller, kun at utslippene rapporteres årlig inntil videre. Dette kan tyde på at Miljødirektoratet vurderer bedriftens utslipp som relativt lave, men vi anbefaler likevel at det gjøres en ny vurdering av dette før neste overvåkingsrunde.

4 Overvåkingen i Iddefjorden

4.1 Beskrivelse av kvalitetselementene

Overvåkingen i Iddefjorden i 2020/21 bestod av de biologiske kvalitetselementene bløtbunnsfauna og planteplankton (klorofyll *a*). De fysiske-kjemiske kvalitetselementene omfatter næringsalter, siktdyp og oksygen i vannmassene samt prioriterte- og vannregionspesifikke metaller i sedimentene. En oversikt over de ulike parameterne er vist i **Tabell 6**.

Bløtbunnsfauna

Bløtbunnsfauna inngår som et av de biologiske kvalitetselementene i vannforskriften og benyttes som indikator for påvirkningstypene eutrofiering (næringsaltutslipp), organisk belastning og sedimentering. Bløtbunnsfauna omfatter små dyr som lever på overflaten av leire-, mudder- og sandbunn eller graver i bunnen. Ettersom de fleste artene er relativt stasjonære og er tilpasset stedet hvor de lever, vil artssammensetningen i stor grad reflektere miljøforholdene. Økologisk tilstand for bunnfauna fastsettes ved å beregne indekser basert på artssammensetningen, etter Veileder 02:2018 (revidert 15.10.2020). Tilstandsindeksene beskriver endringer i artsmangfold og endringer i forekomsten av ømfintlige og tolerante arter. Ved stor påvirkning vil artsantallet bli sterkt redusert. Ved høy organisk belastning kan individtettheten bli ekstremt høy, og noen få, tolerante arter dominerer. Indeksene klassifiseres ut fra grenseverdier for den aktuelle vanntypen. Klassifiseringssystemet bruker samme indekser og grenseverdier for de ulike påvirkningstypene. Som støtteparametere for faunaen benyttes sedimentets kornstørrelse samt innhold av organisk karbon og nitrogen.

Planteplankton (klorofyll *a*)

Planteplankton er frittlevende mikroskopiske alger, og er primærprodusenter i havet. De har en hurtig vekst og reagerer fort på endring i tilførsel av næringsalter hvis andre nødvendige vekstbetingelser som blant annet lys er til stede. Ved økt tilførsel av næringsalter utover naturlige konsentrasjoner kan det oppstå masseoppblomstring av planteplankton (eutrofiering). Dette kan ha konsekvenser for økosystemet og bunnforholdene. Blant annet kan det svekke lyset på havbunnen og dermed hindre vekst av fastsittende alger, og evt. forårsake at bunnsedimentene og tilhørende liv kveles når algene faller ned som et teppe på bunn etter endt livssyklus.

I dette programmet har det blitt samlet inn vann fra 2 m dyp for klorofyll *a* analyser. Klorofyll *a* er et indirekte mål for mengden planteplankton, og kan bli påvirket av miljøfaktorer som blant annet lysmengden og tilgangen på næringsalter (f.eks. Sakshaug 1977). Iddefjorden er en sterkt ferskvannspåvirket fjord, og det er ikke tilgjengelig referanseverdier for å klassifisere tilstandsklassen for klorofyll *a*. Likevel vil klorofyll *a* analysene gi viktig informasjon om fjorden tilstand.

I Veileder 02:2018 kreves det at det skal måles klorofyll *a* gjennom hele vekstsesongen fra februar til oktober, og at det skal måles hver fjortende dag de to første månedene, og deretter månedlig. Frekvensen i prøvetakningen som beskrives i denne rapporten tilfredsstiller ikke disse kravene. I 2021 ble det samlet inn åtte prøver på stasjon ID-1 i mars, mai (2 ganger), juni, juli, august (2 ganger) og i september. Tidligere målinger av klorofyll *a* tyder på at Iddefjorden ofte har de kraftigste planteplankton oppblomstringene i sommermånedene, og dette programmet gir derfor et godt grunnlag for å vurdere kvalitetselementet planteplankton, til tross for at prøvetakningsfrekvensen streng tatt ikke tilfredsstiller Veileder 02:2018.

For å styrke datagrunnlaget har kvalitetselementet planteplankton både blitt vurdert basert på data fra 2021 alene og for perioden 2015-2021. Det må likevel tas høyde for at det kan ha vært en våroppblomstring som ikke har blitt fanget opp av overvåkingen, og at det ikke finnes klorofyll a målinger fra april i Iddefjorden i perioden 2015-2021.

Næringsalter, siktdyp og oksygen

I henhold til vannforskriften brukes næringsalter, siktdyp og oksygen som støtteparametere. Disse inngår som viktige forklaringsvariabler for tilstand og eventuelle påviste endringer i de biologiske kvalitetselementene. Næringsaltene fosfat og nitrogen brukes for å si noe om eutrofitilstanden i området. For en tilstandsvurdering brukes sommerkonsentrasjoner og vinterkonsentrasjoner i klassifiseringen. Under vinterperioder vil det være mulig å fange opp høye næringsaltkonsentrasjoner før primærproduksjonen starter mot våren. Videre vil sommerkonsentrasjonene til en viss grad fange opp effekter og tilførsel knyttet til avrenning eller utslipp.

Siktdyp er en parameter som gir informasjon om vannets klarhet. Dette påvirkes av mengden planteplankton og andre partikler i vannet. En endring i klarhet kan ha påvirkning på blant annet fotosyntetiserende organismer. Oksygenkonsentrasjonen er en støtteparameter som gir informasjon om organisk belastning og oksygenforbruk i bunnvannet. Klassifiseringen baseres på den laveste målte oksygenkonsentrasjonen i dypvannet.

Metaller/Miljøgifter i sediment

I vannforskriften inngår miljøgifter i klassifisering av både kjemisk tilstand og økologisk tilstand. Miljøgifter er stoffer som har egenskaper som gjør at de utgjør en helse- og miljørisiko, deriblant at de kan være lite nedbrytbare, hoper seg opp i organismer og er giftige. Metallene som inngikk i sedimentundersøkelsene er basert på bedriftens nåværende og tidligere utslippskomponenter til vann, og alle er ansett som miljøgifter. Disse er de **prioriterte stoffene** kadmium, bly, nikkel og kvikksølv (Cd, Pb, Ni og Hg) og de **vannregionspesifikke stoffene** sink, kobber, krom og arsen (Zn, Cu, Cr, og As). Resultatene for prioriterte stoffer bestemmer kjemisk tilstand, mens resultatene for vannregionspesifikke stoffer inngår i vurderingen av økologisk tilstand.

4.2 Metodikk - Prøveinnsamling og analyser

4.2.1 Bløtbunnsfauna og støtteparametere i sedimentene



Figur 4. Grabbprøve fra stasjon ID-1. Foto: NIVA

Det ble samlet inn sedimenter for undersøkelser av bløtbunnsfauna i Iddefjorden fra stasjonene ID-1 og ID-43 30. november 2020. Stasjonenes dyp og posisjon er gitt i **Tabell 9**.

Faunaprøvene ble tatt med en van Veen-grabb med prøvetakingsareal på 0,1 m², med fire parallelle prøver på hver stasjon (**Figur 4**). Hver prøve ble inspisert gjennom grabbens toppluke, sedimentvolum i grabben ble målt med en målepinne og fargen på sedimentet ble klassifisert iht. Munsells fargekart for jord og sedimenter. Det ble foretatt en visuell karakterisering av sedimentet deriblant sammensetning, konsistens, lukt samt tilstedeværelse av synlige dyr og terrestrisk materiale (se Toktrapport i **Vedlegg D**). Prøvene ble siktet gjennom 5 mm og 1 mm sifter plassert i vannbad. Sikteresten ble deretter konserverert i en 10-20 % formalin-sjøvanns-løsning, nøytralisert med boraks og tilsatt fargestoffet bengalrosa. Prøver til analyse av sedimentets kornfordeling og organisk innhold (nitrogen (TN) og totalt

organisk karbon (TOC)) ble tatt fra en separat grabbprøve med uforstyrret sedimentoverflate. Prøver for TOC og TN ble tatt fra sjiktet 0-1 cm og for kornfordeling fra sjiktet 0-5 cm. Temperatur, salinitet og oksygenkonsentrasjon i vannmassene ble målt fra overflaten og ned til bunnen med en CTD-sonde (SAIV) med en påmontert oksygensonde samtidig med prøvetaking av bunnfauna.

Prøvetaking og behandling ble utført i henhold til NS-EN ISO 16665:2013 og NS-EN ISO 5667-19:2004.

Tabell 9. Oversikt over stasjoner og dyp for undersøkelse av bløtbunnsfauna i Iddefjorden i 2020. Posisjonene er oppgitt i WGS84.

| Stasjon | Prøvetakingsdato | Posisjon nord | Posisjon øst | Dyp (m) |
|---------|------------------|---------------|--------------|---------|
| ID-1 | 30.11.2020 | 59,10158 | 11,369170 | 27,5 |
| ID-43 | 30.11.2020 | 59,11425 | 11,341717 | 37,0 |

Analyser av bløtbunnsfauna

Prøvematerialet ble grovsortert i taksonomiske hovedgrupper og utplukket materiale ble overført på 80 % etanol. Etter sortering ble all fauna identifisert til lavest mulig taksonomiske nivå, hovedsakelig til artsnivå, og alle individer av hver art ble talt. Sortering og artsidentifisering ble utført i henhold til NS-EN ISO 16665:2013 og NS-EN ISO/IEC 17025.

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

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

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

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

I Veileder 02:2018 er det differensierte grenseverdier for flere ulike «regiongrupper» (ulike kombinasjoner av økoregioner og vanntyper). I dette tilfellet er stasjonene plassert i vanntype S5 (sterkt ferskvannspåvirket fjord), og grenseverdier for denne vanntypen er gitt i **Tabell 10**. Tilstanden til faunaen klassifiseres ut fra indeksene etter vannforskriftens system med fem tilstandsklasser fra «svært god» (klasse I) til «svært dårlig» tilstand (klasse V), basert på Veileder 02:2018. Samlet tilstand for en stasjon bestemmes på grunnlag av gjennomsnittet av alle indeksenenes nEQR-verdi.

Tabell 10. Klassegrenser for bløtbunnsindekser for vanntypen S5 («sterkt ferskvannspåvirket fjord»). $NQI1$ =Norwegian Quality Index; H' =Shannons diversitetsindeks; ES_{100} =Hurlberts diversitetsindeks; ISI_{2012} =Indicator Species Index; NSI =Norwegian Sensitivity Index, nEQR=normalized Ecological Quality Ratio. Tabell er hentet fra Veileder 02:2018.

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

Støtteparametere i sedimentet

Totalt organisk karbon (TOC) er en støtteparameter som gir informasjon om graden av organisk belastning på stasjonen. Sedimentets kornfordeling gir informasjon om hvor grov- eller finkornet sedimentet er, noe som har betydning for faunaens sammensetning og som kan brukes ved tolkning av resultatene. Innhold av totalt nitrogen (TN) kan gi en indikasjon på mengden næring i sedimentet. Mengdeforholdet mellom TOC og TN kan videre brukes til å få informasjon om opphavet til det organiske materialet, dvs. om det har marint opphav eller stammer fra tilførsler fra land.

TOC og totalt nitrogen (TN) ble analysert ved fullstendig forbrenning av tørrprøve (etter frysetørring) ved hjelp av en elementanalysator etter at uorganiske karbonater var fjernet i syredamp. Metoden ble utført akkreditert av NIVA.

Sedimentets kornfordeling ble bestemt ved våtsikting av følgende fraksjoner (% tørrvekt), i mm: < 0,063 mm; 0,063-0,125 mm; 0,125-0,25 mm; 0,25-0,5 mm; 0,5-1 mm; 1-2 mm; > 2 mm. Analysen av kornfordeling ble utført akkreditert av Akvaplan-niva. Sedimentfraksjonen < 63 µm brukes ved beregning av normalisert TOC.

Innhold av TOC i sedimentet kan gis en tilstandsklasse etter SFT-veileder 97:03 (Molvær m.fl. (1997), men inngår ikke i den endelige tilstandsklassifiseringen av kvalitetselementet bløtbunnsfauna. Klassifiseringen av TOC er basert på finkornet sediment, og prøven standardiseres derfor for teoretisk 100 % finstoff etter formelen:

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

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

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

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

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

4.2.2 Planteplankton og Fysisk-kjemiske støtteparametere i vannmassene

I 2020-2021 ble det gjennomført hydrografisk og vannkjemiske målinger. Vannprøvene ble analysert for næringssaltene totalt nitrogen (tot-N), summen av nitrat og nitritt (NO₂+NO₃), ammonium (NH₄), total fosfor (tot-P) og fosfat (PO₄), oppløst organisk karbon (DOC) og for klorofyll a.

Det ble utført 13 prøvetakningsrunder på stasjon ID-1 Skysskaffern. Syv av disse toktene ble gjennomført av NIVA i samkjøring med Fagrådet for Ytre Oslofjord sitt overvåkningsprogram av ytre Oslofjord. Dette ble utført i samarbeid med UiO sitt forskningsfartøy Trygve Braarud. Det ble også prøvetatt seks ganger av Norske Skog Saugbrugs. I overvåkningsprogrammet Ytre Oslofjord blir stasjonene R-5 Ringdalsfjorden og ID-2 Kjellvik prøvetatt.

Grunnet is ble det ikke mulig å gjennomføre tokt med FF Trygve Braarud i januar og februar. Det ble derimot prøvetatt i januar av Norske Skog Saugbrugs. For å få mer vinterdata ble det derfor samlet inn næringssaltprøver i november 2021. **Tabell 12** viser en oversikt over alle prøvetakningsdatoer. I tillegg har det vært en endring i overvåkningsprogrammet til Fagrådet for Ytre Oslofjord, hvor juli ikke lenger inngår i prøvetakningsperioden. Derfor blir mai 2021 brukt for utregning av tilstandsklassen for støtteparameterne for sommerperioden.

Tabell 12. Oversikt over prøvetakningsdatoer og hvem som utførte prøvetakningen av vannprøver fra stasjonen ID-1 Skysskaffern i perioden november 2020 til november 2021. Det ble ikke foretatt noen målinger av klorofyll a i prøvene fra januar og november.

| Prøvetakningsdato | Gjennomført av |
|-------------------|-----------------------|
| 16.11.2020 | NIVA |
| 30.11.2020 | NIVA |
| 12.01.2021 | Norske Skog Saugbrugs |
| 10.03.2021 | NIVA |
| 25.03.2021 | Norske Skog Saugbrugs |
| 04.05.2021 | Norske Skog Saugbrugs |
| 27.05.2021 | NIVA |
| 22.06.2021 | NIVA |
| 06.07.2021 | Norske Skog Saugbrugs |
| 11.08.2021 | NIVA |
| 19.08.2021 | Norske Skog Saugbrugs |
| 21.09.2021 | NIVA |
| 23.11.2021 | NIVA |

Under prøvetakningene gjennomført av NIVA ble det brukt en profilerende CTD sonde. Sonden senkes ned i vannsøylen, og måler temperatur, saltholdighet og oksygen. Det ble også brukt en Secchi-skive for å måle siktdyp på alle prøvetakningene. Dette er en hvit skive som senkes sakte ned i vannsøylen på båtenes skyggeside ned til dypet hvor den ikke lenger er synlig. Dette noteres ned som siktdypet. Fargen på vannet mot Secchi-skiven ble så notert ved ½ siktdyp. Siktdypet og fargen på vannet påvirkes av mengden partikler i vannet, som planteplankton og humus.

Prøvene for å analysere næringssalter ble hentet fra 2, 5 og 10 m. Klorofyll a analyser ble gjennomført på vann fra 2 m dyp og ble prøvetatt i vekstperioden, jamført anbefalinger fra Veileder 02:2018. Vannet ble samlet inn ved bruk av en Ruttner vannhenter på prøvetakningene gjennomført av Saugbrugs, og niskinflasker montert på en rosett på prøvetakninger gjennomført av NIVA. I 2016 ble det målt TOC (Total organisk karbon). Total organisk karbon består av oppløst organisk karbon og partikulært karbon, hvor ofte sistnevnte utgjør en liten del. I denne prøvetakningsperioden (2020/2021) ble det i stedet målt DOC (oppløst organisk karbon), som er samme måleparameter som blir brukt i overvåkningsprogrammet i regi av Fagrådet for Ytre Oslofjord. I tillegg er dette en interessant måleparameter i Iddefjorden da elvetilførsel kan bidra betraktelig med DOC.

Analysene av klorofyll a og fysisk-kjemiske støtteparametere i vannmassene ble utført akkreditert av NIVA eller Eurofins analyselaboratorium (**Tabell 13**). Laboratoriene tilfredsstiller de krav som er gitt i EU Direktiv 2009/90/EC. Dette direktivet beskriver tekniske spesifikasjoner for kjemiske analyser ved overvåking av tilstanden i vann. Alle analyseresultater for klorofyll a og næringsalter er gitt i **Vedlegg E**.

Tabell 13. Oversikt over analyser av klorofyll a og fysisk-kjemiske støtteparametere i Iddefjorden som er benyttet i overvåkingsprogrammet for Norske Skog Saugbrugs, 2021.

| Parameter | Akkred. metode | Deteksjonsgrense (LOQ) | Enhet | Standard metode | Utførende lab | Instrument/ Analyseteknikk |
|-------------------------------|----------------|------------------------|--------|-----------------------|---------------|----------------------------|
| Klorofyll a | Ja | 0,31 | µg/l | NS4767:1982 | NIVA | UV/VIS spektrofotometer |
| Totalt nitrogen (Tot-N) | Ja | 10 | µg/l | intern metode NS 4743 | Eurofins | SKALAR autoanalysator |
| Nitrat (NO ₃ -N) | Ja | 1 | µg N/l | NS 4745:1991 | NIVA | SKALAR autoanalysator |
| Ammonium (NH ₄ -N) | Ja | 5 | µg N/l | intern metode (D5-4) | NIVA | SKALAR autoanalysator |
| Total fosfor (Tot-P) | Ja | 1 | µg P/l | NS 4724:1984 | NIVA | SKALAR autoanalysator |
| Fosfat (PO ₄) | Ja | 1 | µg P/l | NS 4725:1984 | NIVA | SKALAR autoanalysator |
| Løst organisk karbon (DOC) | Ja | 0,5 | mg C/L | NS-EN 1484-1997 | NIVA | Vario TOC cube, Elementar |

Tilstandsvurderingen er utført etter klassifiseringssystemet beskrevet i «Klassifisering av miljøtilstand i vann» (Veileder 02:2018). Iddefjorden er beskrevet som vanntypen S5: «Sterkt ferskvannspåvirket fjor», hvor tilstandsklassen blir beregnet uten støtteparametere ammonium og det biologiske kvalitetselementet klorofyll a. Gjennomsnittlig saltholdighet de øvre 10 meterne var mellom 15 og 17 PSU på de tre overvåkningsstasjonene. Derav har vi klassifisert resultatene av de fysisk-kjemiske kvalitetselementer etter en saltholdighet på 18 PSU.

Grunnet en del mangler i datasettet har tilstandsklassen blitt regnet ut fra tilgjengelig data fra 2015 til 2021, og i tillegg med data kun fra 2021. For ID-1 Skysskaffern manglet det data fra 2016, 2019 og 2020, for ID-2 manglet det data fra 2017 og 2018, mens for R-5 Ringdalsfjorden var det fullstendig datasett fra 2016 til 2021.

4.2.3 Metaller/Miljøgifter i sedimentene

Sedimentprøver til analyse av metaller ble samlet inn samtidig og på de samme to stasjonene som bløtbunnsfauna, dvs. ID-1 og ID-43 (**Tabell 9**). Sedimentene ble prøvetatt med kjerneprøvetaker (Gemini-corer) der de øverste 0-2 cm ble samlet inn fra en uforstyrret sedimentoverflate for å få med det nyeste sedimenterte materialet fra sjøbunnen. På hver stasjon ble sedimentprøver hentet fra fire kjerner (tilsvarende 2 skudd med Gemini-coreren) som så ble slått sammen til én blandprøve.

På denne måten får man et gjennomsnitt av flere prøver, og dermed en mer representativ prøve for stasjonen ettersom fordelingen av miljøgifter i sediment kan være ujevn.

Kjemiske analyser av metaller i sediment ble utført av Eurofins akkrediterte analyselaboratorium, og tilfredsstillende krav gitt i EU Direktiv 2009/90/EC for kjemiske analyser og overvåking av tilstand i sedimenter. En oversikt over metoder og kvantifiseringsgrenser er gitt i analyserapporten i **Vedlegg F** og en liste over stoffene er vist i **Tabell 14**.

Tabell 14. Oversikt over stoffene som ble analysert i sedimentene i Iddefjorden i overvåkingsprogrammet for Norske Skog Saugbrugs AS. Kjemisk tilstand bestemmes på bakgrunn av konsentrasjoner av de prioriterte stoffene. Vannregionspesifikke stoffer inngår i klassifisering av økologisk tilstand.

| Parameter | Type stoff | Vurdering |
|----------------|-----------------------------|--------------------------------------|
| Kvikksølv (Hg) | Prioritert stoff | Kjemisk tilstand |
| Bly (Pb) | | |
| Kadmium (Cd) | | |
| Nikkel (Ni) | | |
| Arsen (As) | Vannregion- spesifikt stoff | Støtteelement for økologisk tilstand |
| Kobber (Cu) | | |
| Krom (Cr) | | |
| Sink (Zn) | | |

Resultatene er vurdert mot Miljødirektoratets fastsatte tilstandsklasser og EQS-verdier gitt i vannforskriften (Veileder 02:2018, revidert 15.10.2020). Kjemisk tilstand blir bestemt til «god» eller «ikke god» avhengig av om konsentrasjon av prioriterte stoffer i sedimentet overstiger EQS-verdi (dvs. grenseverdi) eller ikke. Likeledes klassifiseres vannregionspesifikke stoffer ved bruk av grenseverdier, men de legges imidlertid ikke til grunn for vurdering av kjemisk tilstand i vannforekomsten, men heller som støtteelement for vurdering av økologisk tilstand. Ved overskridelse av grenseverdier for de vannregionspesifikke stoffene kan ikke økologisk tilstand bli bedre enn moderat, selv om biologiske kvalitetselementer gir en bedre tilstand isolert sett.

Resultatene vurderes i tillegg mot Miljødirektoratets klassifiseringssystemet som gjelder for konsentrasjoner av miljøgifter i sediment (M-608/2016), der klassene representerer en forventet økende grad av skade på organismesamfunnet i sedimentene. Klassegrensene er basert på tilgjengelig informasjon fra laboratorietester, risikovurderinger og dossierer om akutt og kronisk toksisitet på organismer. Utdrag av klassifiseringssystemet er vist i **Tabell 15**.

Tabell 15. Klassifiseringssystem for sediment. Tabellen er hentet fra veileder M-608/2016.

| Klasse I Bakgrunn | Klasse II God | Klasse III Moderat | Klasse IV Dårlig | Klasse V Svært dårlig |
|--------------------------|------------------------------|--|---|------------------------------|
| Bakgrunnsnivå | Ingen toksiske effekter | Kroniske effekter ved langtidseksponering | Akutt toksiske effekter ved korttidseksponering | Omfattende toksiske effekter |
| Øvre grense: bakgrunn | Øvre grense: AA-EQS, PNEC | Øvre grense: MAC-EQS, PNEC _{akutt} | Øvre grense: PNEC _{akutt} *AF ¹⁾ | |

1) AF: sikkerhetsfaktor

PNEC: predikert konsentrasjon for ingen effekt

Øvre grense for klasse I representerer bakgrunnsverdier, og naturtilstanden der slike data foreligger. For de fleste av de menneskeskapte miljøgiftene, og der miljøgiften ikke har en naturlig kilde, er øvre grense for klasse I satt til null. Kriteriene for øvre grense for klasse II og III i klassifiseringssystemet er i samsvar med vannforskriftens miljøkvalitetsstandarder for henholdsvis AA-EQS (kroniske effekter ved langtidseksponering) og MAC-EQS (grenseverdi for akutt toksiske effekter ved korttidseksponering). Øvre grense for klasse IV er basert på akutt toksisitet uten sikkerhetsfaktorer, og er grensen for mer omfattende toksiske effekter. Alle klassegrensene utenom øvre grense for klasse I er beregnet ut fra risiko/effekt.

4.3 Resultater

4.3.1 Bløtbunnsfauna og støtteparametere i sedimentene

Gjennomsnittlige grabbverdier, normaliserte EQR-verdier (nEQR) og økologisk tilstand for bløtbunnsfauna på de to undersøkte stasjonene i Iddefjorden i 2020 er vist i **Tabell 16**. Indeksverdier for hver grabbprøve og fullstendige artslistene fra stasjonene er gitt i **Vedlegg G**. Stasjon R-5 ble prøvetatt samme år ifm. Fagrådets overvåking i Ytre Oslofjord og resultatene er herunder gjengitt. For artsliste og detaljert oversikt over indeksverdier for denne stasjonen, henvises det til Fagrapport for bunnundersøkelser i 2020 (Beylich m.fl. 2021).

Tabell 16. Bløtbunnsindekser for stasjonene som ble undersøkt i Iddefjorden i 2020, både gjennomsnitt av grabbenes indeksverdier og normalisert EQR (nEQR). Tabellen viser gjennomsnitt av grabbverdiene for alle indeksene, og normalisert EQR (nEQR). S = gjennomsnittlig antall arter per grabbprøve, S_{tot} = totalt antall arter på stasjonen, N = gjennomsnittlig antall individer per grabbprøve, NQI1 = Norwegian Quality Index, H' = Shannons diversitetsindeks, ES_{100} = Hurlberts diversitetsindeks, ISI_{2012} = Indicator Species Index versjon 2012 og NSI = Norwegian Sensitivity Index versjon 2012. Klassegrenser og fargekode for tilstandsklasser er gitt i **Tabell 10**.

| Iddefjorden 2020 | S/S_{tot} | N/N_{tot} | NQI1 | H' | ES_{100} | ISI_{2012} | NSI | Gj.snitt. nEQR |
|----------------------------|-------------|-------------|------|------|------------|--------------|-------|----------------|
| Stasjon: ID-1 | | | | | | | | |
| Gjennomsnittlig grabbverdi | 0,25/1 | 0,25/1 | - | - | - | - | - | |
| nEQR for gj.sn. grabbverdi | | | - | - | - | - | - | 0,00 |
| Stasjon: ID-43 | | | | | | | | |
| Gjennomsnittlig grabbverdi | 12/21 | 138/552 | 0,56 | 2,18 | 10,16 | 5,87 | 17,45 | |
| nEQR for gj.sn. grabbverdi | | | 0,54 | 0,43 | 0,37 | 0,44 | 0,50 | 0,46 |
| Stasjon: R-5 | | | | | | | | |
| Gjennomsnittlig grabbverdi | 31/47 | 376/1129 | 0,65 | 3,48 | 20,83 | 7,09 | 20,45 | |
| nEQR for gj.sn. grabbverdi | | | 0,71 | 0,69 | 0,64 | 0,67 | 0,62 | 0,66 |

Stasjon ID-1, på ca. 27,5 m dyp, hadde kun ett krepsdyr (amfipode) og har følgelig blitt klassifisert til «svært dårlig» tilstand for bløtbunnsfauna. Samtlige indekser fikk null-verdi. Tre av de totalt fire grabbprøvene var abiotiske og under prøvetakingen ble sedimentet beskrevet som nærmest svart med sterk lukt av hydrogensulfid (H₂S). Dette indikerer oksygenfattige sedimenter, noe som gir dårlige levekår for bunnsfauna. Mengdene med treflis som ble observert i sedimentene er også ugunstig for miljøforholdene på bunnen.

Stasjon ID-43 ligger på 37 m dyp og ble klassifisert til «moderat» tilstand for bløtbunnsfauna. Stasjonen er relativt artsfattig med gjennomsnittlig 12 arter per grabbprøve (totalt 21 på stasjonen). Arten med høyest individtetthet på stasjonen er muslingen *Thyasira sarsii*, som stod for 38 % av det totale individantallet. Arten anses å være både tolerant og opportunistisk iht. sensitivitetsindeksene AMBI og NSI (som inngår i NQI1). En annen musling som også utgjorde en relativt stor andel av artene på stasjonen, var kurvskjell *Varicorbula gibba* (17 %). Kurvskjell er en vanlig art i terskelfjorder, slik som Iddefjorden, og er ansett som opportunistisk. Begge arter er indikatorarter som ofte finnes i organisk anrikede sedimenter (Pearson & Rosenberg, 1978). Børstemarken *Pista lornensis* var også tallrik på stasjonen (28 %), og denne arten er kategorisert som nøytral iht. NSI. For øvrig ble det ikke registrert andre dyregrupper slik som pigghuder eller krepsdyr på stasjonen, noe som normalt finnes i bunnsfaunaen under gode miljøforhold. I liket med stasjon ID-1 var det også her en sterk lukt av hydrogensulfid (H₂S) i sedimentet.

Stasjon R-5 ligger på 33 m dyp og her ble bløtbunnsfauna klassifisert til «god» tilstand. Stasjonen er normalt artsrik med gjennomsnittlig 31 arter per grabbprøve (totalt 47 på stasjonen), og er den med størst artsmangfold av de tre stasjonene. Fauna var dominert av flerbørstemark, men også muslinger og pigghuder (slangestjerner) var godt representert. Det ble ikke funnet noen krepsdyr på denne stasjonen. Stasjonen var individrik, noe som skyldes flere arter med høye tettheter som den lille rørbyggende flerbørstemarken *Pseudopolydora nordica* (tidligere *P. paucibranchiata*), flerbørstemarken *Cossura longocirrata* og muslingen *Thyasira sarsii*. De nevnte artene anses å være opportunistisk iht. sensitivitetsindeksene.

Sedimentets kornfordeling og innhold av organisk karbon og nitrogen

En oversikt over sedimentparametrene er vist i **Tabell 17**. Analyseresultater for støtteparameterne totalt organisk karbon (TOC) og totalt nitrogen (TN) i sediment er gitt i **Vedlegg F**, mens kornfordeling er gitt i **Vedlegg H**.

Bunnsedimentene på alle stasjonene var finkornet og ble karakterisert som pelitt (silt). Andelen finstoff (% < 63 µm) var mellom 60-75,5 %. Innhold av organisk karbon i sedimentet var høyt på alle stasjoner, fra 52,6 mg/g på stasjon R-5 til 72,2 på stasjon ID-43. Ved normalisering av TOC-verdiene til 100 % finmateriale ble samtlige stasjoner klassifisert til «svært dårlig» tilstand.

Tabell 17. Finstoff (%<63 µm), innhold av organisk karbon (TOC) og normalisert TOC på bløtbunnsstasjonene i Iddefjorden i 2020. Klassegrenser og fargekode for tilstandsklasser er gitt i **Tabell 11**. Analyseresultater for TOC og TN er gitt i **Vedlegg F** og for kornfordeling i **Vedlegg H**.

| Stasjons- kode | Dato | Korn-fordeling (%<63 µm) | TOC mg/g | TOC63 normalisert | Totalt nitrogen mg/g | C/N forholdstall |
|-------------------|------------|-----------------------------|-------------|----------------------|----------------------------|---------------------|
| ID-1 | 30.11.2020 | 69,7 | 61,7 | 67,1 | 4,04 | 15,27 |
| ID-43 | 30.11.2020 | 60,0 | 65,0 | 72,2 | 4,36 | 14,91 |
| R-5 | 12.06.2020 | 75,5 | 52,6 | 57,0 | 3,73 | 14,10 |

De høye verdiene indikerer organisk belastning, noe som også gjenspeiles i faunasammensetningen med en relativt stor andel opportunistiske eller tolerante arter på de undersøkte stasjonene. Som tidligere nevnt benyttes tilstandsklassifiseringen av organisk innhold i sedimentet kun for å tolke resultatene for bløtbunnsfauna, og inngår *ikke* i den økologiske tilstandsklassifiseringen.

Forholdstallet mellom karbon og nitrogen (C/N-forholdet) kan gi en indikasjon på opprinnelsen til det organiske materialet i sedimentet. Generelt har marint materiale et høyere innhold av nitrogen enn materiale som stammer fra land og følgelig lavere C/N- forhold. Bunnsedimenter i upåvirkede miljøer, hvor detritusmaterialet hovedsakelig har sin opprinnelse i planteplankton, har normalt et forholdstall på 6-8. Bunnsedimenter som tilføres organisk materiale fra land derimot, har verdier som overstiger 10-12. Makroalger (tang og tare) gir et C/N-forhold på 10-60 og terrestrisk plantemateriale >100. C/N-forholdet på de undersøkte stasjonene var mellom 14-15, som indikerer at en høy andel av sedimentert organisk materiale er av terrestrisk opprinnelse. Dette samsvarer godt med feltobservasjonene der materialet i sikteresten bl.a. bestod av flis på stasjon ID-1 (fra tidligere treforedlingsvirksomhet) og annet organisk materiale som løv og kvist (alle stasjoner).

CTD-måling av oksygen i bunnvann

CTD-målingene som ble utført på stasjon ID-1 og ID-43 ifm. prøvetakingen av bløtbunnsfauna, viste svært lave oksygenkonsentrasjoner i det bunn-nære vannet (**Tabell 18**). Oksygenkonsentrasjonene lå under 1,5 ml O₂/l, noe som ville ha tilsvart «svært dårlig» tilstand dersom tilstandsklassifiseringen også var gyldig for vanntypen sterkt ferskvannspåvirket fjord.

Tabell 18. Oksygen i bunnvann i november 2020. Tilstanden for oksygen er «svært dårlig» iht. grenseverdiene fra tabell 9.26 i Veileder 02:2018.

| Stasjon | Dyp (m) | Prøvetakingsdato | Oksygen | |
|---------|---------|------------------|---------|-----|
| | | | ml/l | % |
| ID-1 | 25,6 | 30.11.2020 | 0,09 | 1,4 |
| ID-43 | 35,1 | 30.11.2020 | 0,39 | 6,3 |

4.3.2 Planteplankton og Fysisk-kjemiske støtteparametere i vannmassene

4.3.2.1 Klassifiserte resultater for Iddefjorden

Den samlede tilstandsvurderingen basert på støtteparametere fra 2021 for alle tre stasjoner gir en tilstandsklasse «dårlig» (**Tabell 19**), hvis oksygenforhold ikke tas med i betraktningen. Den samme tilstandsklassen ble oppnådd basert på støtteparameter fra 2015-2021, men med noe lavere EQR-verdi enn tilstandsklassen fra kun 2021 data med unntak av stasjon R-5 Ringdalsfjorden. Tilstanden for ammonium for sommeren 2021 var «moderat» (96 µg N/L) basert på grenseverdiene i tabell 9.26 i Veileder 02:2018, som ikke formelt vil trekke ned tilstanden, men som er svært høye verdier som bør tas i betraktning. Det fins ikke grenseverdier for parametere ammonium i tabell 9.27 i Veileder 02:2018, som er brukt i vurderingen i denne rapporten.

Tabell 19. Totale tilstandsvurdering basert på støtteparameterne fra lenger tidsserie og kun 2021 data for stasjonen ID-1 Skysskaffern, ID-2 Kjellvik og R-5 Ringdalsfjorden

| Stasjonsnummer og navn | År | Tilstands klasse | Utslagsgivende parameter |
|------------------------|-----------|------------------|--------------------------|
| ID-1 | 2015-2021 | 0.35 | Tot-N, nitrat og siktdyp |
| ID-2 | 2015-2021 | 0.35 | Tot-N, nitrat og siktdyp |
| R-5 | 2016-2021 | 0.4 | Tot-N og siktdyp |
| ID-1 | 2021 | 0.4 | Tot-N, nitrat og siktdyp |
| ID-2 | 2021 | 0.4 | Tot-N, nitrat og siktdyp |
| R-5 | 2021 | 0.4 | Fosfat, tot-N og siktdyp |

| Tilstands- klasser |
|-----------------------|
| I. Svært god |
| II. God |
| III. Moderat |
| IV. Dårlig |
| V. Svært dårlig |

4.3.2.2 Fysisk-kjemiske kvalitetselementer i Iddefjorden

Klassifisering av støtteparameterne næringsalter er basert på veilederen 02:2018, og resultatene for hhv. vinterperiode (nov – feb) og sommerperiode (juni – aug) er vist i **Tabell 20** og **21**. Under vinteren er det liten primærproduksjon (planktonvekst), slik at vinterklassifiseringen vil fange opp eventuelle overkonsentrasjoner. Sommerklassifisering vil fange opp effekter og tilførsler som er knyttet til avrenning eller utslipp. Referanseverdiene for vinterklassifisering i forhold til sommerklassifisering er derav noe forskjellige. I denne rapporten har klassifisering av næringsalter blitt basert på data fra kun 2021 og fra 2016 til 2021. Det er noe forskjell på klassifiseringen av kun 2021 data sammenliknet med lenger tidsserie (2015/16-2021).

For næringsaltdata fra 2015-2021 i vinterperioden ender de tre stasjonene med å få varierte tilstandsklasser, men med generelt bedre tilstandsklasse for fosfat og total fosfor sammenliknet med nitrat og total nitrogen. Stasjon ID-1 Skysskaffern fikk tilstandsklasse «god» for total fosfor, og «moderat» for fosfat, nitrat og total nitrogen. Stasjon ID-2 Kjellvik fikk tilstandsklasse «svært god» for total fosfor, «god» for fosfat, «moderat» for nitrat og «dårlig» for total nitrogen. Stasjon R-5 Ringdalsfjorden fikk tilstandsklasse «god» for total fosfor, «moderat» for fosfat og nitrat, og «dårlig» for total nitrogen.

For data fra vinterperioden i 2021 fikk alle tre stasjonene tilstandsklasse «svært god» for støtteparameterne fosfat og total fosfor. Videre oppnådde stasjon ID-1 tilstandsklasse «svært dårlig» for støtteparameterne nitrat og «dårlig» for total nitrogen. Stasjonen ID-2 Kjellvik fikk tilstandsklassen «moderat» for nitrat og mangler vinterdata fra 2021 for å klassifisere total nitrogen. Stasjonen R-5 Ringdalsfjorden fikk tilstandsklassen «moderat» for både nitrat og total nitrogen.

For næringsaltdata fra 2015-2021 i sommerperioden fikk stasjon ID-1 Skysskaffern tilstandsklasse «moderat» for fosfat, total fosfor og nitrat, og «dårlig» for nitrat. Stasjon ID-2 Kjellvik fikk tilstandsklasse «god» for total fosfor, «moderat» for fosfat og total nitrogen, og «dårlig» for nitrat. Stasjon R-5 Ringdalsfjorden fikk tilstandsklasse «moderat» på alle næringsaltparameterne.

For 2021 sommerdata fikk stasjonene ID-1 Skysskaffern og ID-2 Kjellvik en bedre tilstandsklasse for næringsaltene fosfat og total fosfor. Stasjonen ID-1 Skysskaffern fikk tilstandsklasse «god» for både fosfat og total fosfor, og ID-2 Kjellvik fikk «svært god» for fosfat og «god» for total fosfor. Tilstandsklassen for nitrat og nitrogen for ID-1 Skysskaffern og ID-2 Kjellvik er lik tilstandsklassene gitt

fra lenger tidsseriedata. Stasjon R-5 Ringdalsfjorden fikk samme tilstandsklasse for total fosfor og fosfat for 2021 data som for data fra 2016-2021, men fikk tilstandsklasse «dårlig» for total nitrogen og nitrat sammenliknet med «moderat» fra lenger tidsseriedata.

Støtteparametere ammonium har ikke referanseverdier for vanntype med saltholdighet under 18 PSU. Ved å endre vanntypen til saltholdighet over 18 PSU ville stasjonene fått «god» til «svært god» tilstand for vinterverdiene av ammonium, og «moderat» for sommerverdiene. Her må det påpekes at grenseverdiene for klassifisering av ammonium i Veileder 02:2018 er svært høye. For sommeren 2021 var middelverdien for ammonium 96 µg N/L og for nitrat+nitritt 101 µg/L. Dette betyr at halvparten av det uorganiske nitrogenet forekommer som ammonium i vannmassen, og ammonium er en viktig nitrogenkilde for planteplankton.

Ved å se på resultatene fra lenger tidsserier mot kun 2021 data, ser det ut til at tilstandsklassen for fosfat og total fosfor har bedret seg med årene, mens tilstandsklassen for nitrat og total nitrogen holder likt nivå eller noe dårligere.

Tabell 20. Klassifisering av støtteparametere næringssalt for vinterperioden for stasjon ID-1 Skyskaffern, ID-2 Kjellvik og R-5 Ringdalsfjorden, baser på lenger tidsserier og kun 2021 data.

| Stasjonsnummer | År | Klassifisering vinterverdier (nov - feb) konsentrasjoner i µg/l | | | | |
|----------------|-----------|---|-------|--------|-------|----------|
| | | Fosfat | Tot P | Nitrat | Tot N | Ammonium |
| ID-1 | 2015-2021 | 19.5 | 23.6 | 285.7 | 584.6 | 61.2 |
| ID-2 | 2015-2021 | 15.8 | 18.1 | 228.6 | 580.7 | NA |
| R-5 | 2016-2021 | 20.3 | 21.7 | 234.5 | 629.8 | NA |
| ID-1 | 2021 | 9.8 | 16.2 | 391.7 | 670.9 | 42.3 |
| ID-2 | 2021 | 11 | 7.1 | 186.7 | NA | 16.1 |
| R-5 | 2021 | 13.4 | 17 | 189.1 | 550 | 70.7 |

| Tilstands-klasser |
|-------------------|
| I. Svært god |
| II. God |
| III. Moderat |
| IV. Dårlig |
| V. Svært dårlig |

Tabell 21. Klassifisering av støtteparametere næringssalt for sommerperioden for stasjon ID-1 Skyskaffern, ID-2 Kjellvik og R-5 Ringdalsfjorden, basert på lenger tidsserier samt kun 2021 data.

| Stasjonsnummer | År | Klassifisering sommerverdier (juni-august) konsentrasjoner i µg/l | | | | |
|----------------|-----------|---|-------|--------|-------|----------|
| | | Fosfat | Tot P | Nitrat | Tot N | Ammonium |
| ID-1 | 2015-2021 | 9 | 15.7 | 161 | 448.5 | 94.3 |
| ID-2 | 2015-2021 | 7.10 | 12.7 | 143.3 | 412.3 | NA |
| R-5 | 2015-2021 | 6.7 | 16.7 | 83.5 | 393.1 | NA |
| ID-1 | 2021 | 3.8 | 14.3 | 101.3 | 445.0 | 85.1 |
| ID-2 | 2021 | 10.8 | 4.4 | 117.7 | 425.5 | 110.3 |
| R-5 | 2021 | 8.3 | 17 | 112.9 | 543.3 | 67.0 |

| Tilstands-klasser |
|-------------------|
| I. Svært god |
| II. God |
| III. Moderat |
| IV. Dårlig |
| V. Svært dårlig |

Siktdyp

Alle stasjonene oppnådde tilstandsklasse «svært dårlig» for støtteparameteren siktdyp basert på tilgjengelig data (**Tabell 22**), likt det som ble observert i 2016. Fargen var også hovedsakelig «brun» til «rødbrun» som i 2016.

Tabell 22. Tilstandsvurdering basert på tilgjengelig siktdyp fra sommerdata. For ID-1 Skyskaffern er det basert på data fra 2021, for ID-2Kjellvik og R-5 Ringdalsfjorden er det basert på data fra 2019-2021.

| Stasjonsnummer | År | Sikt (m) | Tilstands-klasser |
|----------------|-----------|----------|-------------------|
| ID-1 | 2021 | 2.1 | I. Svært god |
| ID-2 | 2019-2021 | 2.2 | II. God |
| R-5 | 2019-2021 | 2.1 | III. Moderat |
| | | | IV. Dårlig |
| | | | V. Svært dårlig |

Oksygen

Oksygen blir ikke brukt som en støtteparameter for å regne ut tilstandsklassen for vanntype S5 som er sterkt ferskvannspåvirket med saltholdighet lavere enn 18. Hadde saltholdigheten blitt satt til større enn 18 PSU, ville alle de tre stasjonene fått en tilstandsklasse «svært dårlig» for støtteparameteren oksygen (derav markert med rød skravur i **Tabell 23**). Både stasjonene ID-2 Kjellvik og R-5 Ringdalsfjorden målte lavere oksygenverdier i 2021 enn tidligere år. Stasjon ID-1 Skyskaffern og ID-2 Kjellvik hadde lavest målt verdi i november 2021, hvor det også ble tatt en vannprøver for oksygenanalyse ved hjelp av Winkler-metoden fra ID-1 Skyskaffern. Stasjon R-5 Ringdalsfjorden målte lavest oksygenverdi i august 2021, men var høyere enn de to andre stasjonene som ligger lenger inn i fjorden. Sammenliknet med rapporten fra 2016 har oksygenivået på alle tre stasjoner gått ned.

Tabell 23. Laveste oksygenverdier målt for 2021 på ID-1 Skyskaffern, og for perioden 2019-2021 for ID-2 Kjellvik og R-5 Ringdalsfjorden Tilstanden for oksygen er «svært dårlig» i tråd med grenseverdiene i tabell 9.26 i Veileder 02:2018.

| Stasjonsnummer | År | Oksygen (ml O ₂ /l) | %-metning O ₂ | Winkler %-metning | Tilstands-klasser |
|----------------|------|--------------------------------|--------------------------|-------------------|-------------------|
| ID-1 | 2021 | 0,08 | 1,2 | 1,5 | I. Svært god |
| ID-2 | 2021 | 0,07 | 1,09 | | II. God |
| R-5 | 2021 | 1,2 | 17,7 | | III. Moderat |
| | | | | | IV. Dårlig |
| | | | | | V. Svært dårlig |

Klorofyll a

Iddefjorden blir definert som «sterkt ferskvannspåvirket fjord» og det er foreløpig ikke utviklet klassegrenser for bestemmelse av økologisk planteplankton for denne vanntypen. Data som her er samlet inn for klorofyll a i denne vanntypen, er derfor svært viktig for at klassegrenser skal kunne utvikles. På grunn det overnevnte blir altså ikke klorofyll a tatt med i beregningen av den samlede tilstandsvurderingen. Dersom området derimot hadde blitt satt til «beskyttet kyst/fjord» ville alle de tre stasjonene fått tilstandsklasse «dårlig» for det biologiske kvalitetselementet klorofyll a (**Tabell 24**). Når planteplankton dør faller det til bunnen. I store mengder, sånn som har blitt observert i Iddefjorden, kan dette føre til dårligere oksygennivåer i bunnvannet. I slike oksygenfattige vannmasser vil næringssaltene hope seg opp da det ikke forbrukes av levende organismer. Dette igjen kan bidra til økte næringssaltnivåer i overflatelaget, når dette næringsrike vannet løftes opp i forbindelse med dypvannsfornyelser.

Dersom målinger av klorofyll a sammenliknes mellom årene 2015 og 2021, så ble det målt høyere konsentrasjoner i løpet av 2021, spesielt i mai for stasjon ID-1 og juni for stasjon R-5 (**Figur 5**), enn i 2015 (Walday m.fl. 2016).

Tabell 24. Tilstandsvurdering av støtteparameteren klorofyll a hvis tilstandsvurderingen var basert på vanntypen «beskyttet kyst/fjord» for stasjon ID-1 Skyskaffern, ID-2 Kjellvik og R-5 Ringdalsfjorden.

| Stasjonsnummer | År | nEQR KlFA | Tilstands-klasser |
|----------------|------|-----------|-------------------|
| ID-1 | 2021 | 0.29 | I. Svært god |
| ID-2 | 2021 | 0.26 | II. God |
| R-5 | 2021 | 0.3 | III. Moderat |
| | | | IV. Dårlig |
| | | | V. Svært dårlig |

4.3.3 Metaller/Miljøgifter i sedimentene

Konsentrasjoner av metaller, kornfordeling (<63 µm) og innhold av totalt organisk karbon (TOC) i sedimentprøvene fra stasjonene ID-1 og ID-43 er vist i **Tabell 25**. Metallene er klassifisert i henhold til klassifiseringssystem i veileder M-608/2016, revidert 30.10.2020. Resultatene viser at det er lavt innhold av metaller i sedimentene ved begge stasjonene, og tilhører tilstandsklasse I eller II. Bly er akkurat på grenseverdien mellom klasse I og II på stasjon ID-43.

Tabell 25. Konsentrasjoner av metaller i sedimentprøver (0-2 cm) fra Iddefjorden klassifisert iht. veileder M-608/2016 (revidert 30.10.2020), samt kornfordeling (<63 µm) og totalt organisk karbon (0-1 cm). Analyseresultater for metaller er gitt i **Vedlegg F**.

| | Klasse I Bakgrunn | Klasse II God tilstand | Klasse III Moderat tilstand | Klasse IV Dårlig tilstand | Klasse V Svært dårlig tilstand | | |
|------------------------------|-----------------------------|---------------------------|--------------------------------|------------------------------|-----------------------------------|-----------|------|
| Parameter | | | | | St. ID-1 | St. ID-43 | |
| Kvikksølv (Hg) | Prioritert stoff | | | | 0,048 | 0,075 | |
| Bly (Pb) | | | | | 19 | 25 | |
| Kadmium (Cd) | | | | | 0,25 | 0,14 | |
| Nikkel (Ni) | | | | | 5,7 | 5,1 | |
| Arsen (As) | Vannregion- spesifikt stoff | | | | 6,5 | 7,8 | |
| Kobber (Cu) | | | | | 12 | 17 | |
| Krom (Cr) | | | | | 9,6 | 9,1 | |
| Sink (Zn) | | | | | 54 | 52 | |
| Kornstørrelse < 63 µm | Støtteparameter | | | | % TS | 69,7 | 60,0 |
| Totalt organisk karbon (TOC) | | | | | mg/g | 61,7 | 65 |

4.3.3.1 Kjemisk tilstand

Sedimentet klassifisert for kjemisk tilstand i henhold til gjeldende grenseverdier (EQS) i vannforskriften er vist i **Tabell 26**. Det er ingen overskridelser av grenseverdiene for de analyserte metallene og kjemisk tilstand blir derfor klassifisert til å være «god» for begge sedimentstasjonene.

Tabell 26. Kjemisk tilstand for sedimenter i Iddefjorden i 2021. Kjemisk tilstand er klassifisert basert på konsentrasjonene av prioriterte stoffer iht. grenseverdier (EQS), gitt i Veileder 02:2018. Tilstanden er angitt som «god» (blått) dersom EQS-verdiene ikke overskrides, eller «ikke god» (rødt) dersom det er en overskridelse av EQS-verdiene.

| Parameter | Enhet | Grenseverdi (EQS) | St. ID-1 | St. ID-43 |
|-------------------------|-------|-------------------|------------|------------|
| Kvikksølv (Hg) | mg/kg | 0,52 | 0,048 | 0,075 |
| Bly (Pb) | | 150 | 19 | 25 |
| Kadmium (Cd) | | 2,5 | 0,25 | 0,14 |
| Nikkel (Ni) | | 42 | 5,7 | 5,1 |
| Kjemisk tilstand | | | God | God |

4.3.3.2 Vurdering av vannregionspesifikke stoffer i sedimenter

Sedimentene på stasjonene ID-1 og ID-43 hadde ingen konsentrasjoner som oversteg grenseverdier for stoffer som er listet blant de vannregionspesifikke stoffene (**Tabell 27**). Dette medfører at klassifisering av økologisk tilstand ikke påvirkes negativt av de vannregionspesifikke stoffene i sedimentene. Dersom det hadde vært overskridelser kunne ikke økologisk tilstand vært klassifisert til bedre enn «moderat» tilstand.

Tabell 27. Vurdering av vannregionspesifikke stoffer i sedimenter fra Iddefjorden i 2021 mot grenseverdier (EQS) gitt i Veileder 02:2018. Det var ikke overskridelse av EQS-verdiene for de undersøkte metallene.

| Parameter | Enhet | Grenseverdi (EQS) | St. ID-1 | St. ID-43 |
|-------------|-------|-------------------|----------|-----------|
| Arsen (As) | mg/kg | 18 | 6,5 | 7,8 |
| Kobber (Cu) | | 84 | 12 | 17 |
| Krom (Cr) | | 620 | 9,6 | 9,1 |
| Sink (Zn) | | 139 | 54 | 52 |

4.3.4 Økologisk og kjemisk tilstand i Iddefjorden

En oversikt over økologisk og kjemisk tilstand per stasjon i Iddefjorden 2020/21 er gitt i **Tabell 28**.

ID-1 Skysskaffern

Basert på samlet tilstandsvurdering blir den økologiske tilstanden på stasjonen klassifisert som «svært dårlig», med bløtbunnsfauna som det utslagsgivende kvalitetselementet. Kjemisk tilstand blir klassifisert til «god» på bakgrunn av de prioriterte stoffene i sedimentet (kvikksølv, bly, kadmium og nikkel). Stasjon ID-1 ligger tett opp mot vannforekomsten «Halden havnebasseng» og vurderes dermed å kunne representere tilstanden i den vannforekomsten.

ID-2 Kjellvik

Økologisk tilstand på stasjonen blir klassifisert til «dårlig» iht. samlet tilstandsvurdering. Vurderingen er riktignok kun basert på de fysiske-kjemiske kvalitetselementene i vannmassene, med totalt nitrogen, nitrat og siktdyp som utslagsgivende støtteparametere.

ID-43 Knivsøy

Samlet økologisk tilstand på stasjonen klassifiseres som «moderat», og det er det biologiske kvalitetselementet bløtbunnsfauna som ligger til grunn for vurderingen. Tilstanden i sedimentene ble klassifisert som «god» mht. de vannregionspesifikke stoffene (As, Cu, Cr og Zn), noe som medfører at klassifisering av økologisk tilstand til stasjonen ikke påvirkes negativt. Den kjemiske tilstanden på stasjonen er klassifisert til «god».

R-5 Ringdalsfjorden

I henhold til den samlede tilstandsvurderingen blir stasjonens økologiske tilstand klassifisert som «moderat», med fysiske-kjemiske kvalitetselementer i vannmassene som den utslagsgivende parameteren. Bløtbunnsfauna ble klassifisert til «god» tilstand, men ettersom de fysiske-kjemiske kvalitetselementene kommer ut med «dårlig» økologisk tilstand på R-5 blir tilstanden satt ned til «moderat».

Tabell 28. Økologisk og kjemisk tilstandsklassifisering for de undersøkte stasjonene i Iddefjorden for Norske Skog Saugbrugs, 2021. Farge indikerer tilstandsklasse basert på nEQR-verdi for de ulike kvalitetselementene. Samlet vurdering er basert på dårligste kvalitetselement. Skraverte felt betyr at det ikke er utført undersøkelser for det aktuelle kvalitetselementet. Iddefjorden er klassifisert som «sterkt ferskvannspåvirket fjord».

| Stasjon | Vanntype | Tilstandsklassifisering per kvalitetselement | | Samlet økologisk tilstand | Kjemisk tilstand |
|-------------------------------|----------|--|---|---------------------------|---|
| | | Bløtbunnsfauna | Fysisk-kjemiske kvalitetselementer i vannmassene* | | |
| | | nEQR | Næringssalter & siktdyp | | Sedimenter Prioriterte metaller (Hg, Pb, Cd, Ni) |
| ID-1 Skyskaffern | S5 | Svært dårlig | Dårlig | Svært dårlig | God |
| ID-2 Kjellvik | S5 | | Dårlig | Dårlig | |
| ID-43 Knivsøy | S5 | Moderat | | Moderat | God |
| R-5 Ringdalsfjorden | S5 | God | Dårlig | Moderat | |

* Det biologiske kvalitetselementet klorofyll a og støtteparameteret oksygen inngår ikke i vurderingen ettersom det ikke er utviklet klassegrenser for vanntypen «sterkt ferskvannspåvirket fjord».

4.4 Sammenligning med tidligere overvåkingsresultater i Iddefjorden

4.4.1 Bløtbunnsfauna

En sammenstilling av resultatene for bløtbunnsfauna med tidligere overvåking i Iddefjorden er gitt i **Tabell 29**. Stasjon ID-1 og ID-43 har vært overvåket fra 2015, mens stasjon R-5 har blitt undersøkt en rekke ganger siden 2001.

Tilstanden på stasjon ID-1 ble klassifisert til «moderat» i 2015. Etter dette har tilstanden for bunnfauna blitt forverret, og stasjonen har blitt klassifisert til «svært dårlig» de to siste overvåkingsårene med prøver nærmest uten liv. På stasjon ID-43 har den økologiske tilstanden vekslet mellom «moderat» og «dårlig», og undersøkelsene i 2020 viser at tilstanden har blitt bedre sammenliknet med 2018. På stasjon R-5 har det over tid vært en positiv utvikling for bløtbunnsfauna der tilstanden har gått fra «moderat» til «god». Antall arter og individer har gått noe ned fra 2015 og fram til 2020, men den økologiske tilstanden blir klassifisert til «god» de tre årene som er prøvetatt. Innhold av organisk karbon i sedimentet har holdt seg stabilt på alle stasjoner og tilsvarende «svært dårlig» tilstand alle år.

Tabell 29. Oversikt over gjennomsnittlig nEQR-verdi med tilstandsklassifisering, samt gjennomsnittlig antall arter (S) og individer (N) (dvs. per grabb = 0,1 m²) for stasjonene undersøkt for bløtbunnsfauna i Iddefjorden i perioden 2001-2020. For stasjon R-5 viser S = totalt antall arter (0,3 m²). Alle stasjoner er klassifisert etter Veileder 02:2018, og tilstandsklassifisering og nEQR kan derfor avvike noe fra det som er rapportert tidligere siden grenseverdiene ble noe endret i 2018. TOC63 = total organisk karbon normalisert for innhold av finstoff, er klassifisert etter grenseverdiene angitt i **Tabell 11**. Blått = Svært god tilstand, grønn = god tilstand, gul = moderat tilstand, oransje = dårlig tilstand og rød = svært dårlig tilstand.

| Stasjon | År | nEQR | S (0,1 m ²) | N (0,1 m ²) | TOC63kva |
|---------|------|------|-------------------------|-------------------------|----------|
| ID-1 | 2015 | 0,42 | 4 | 17 | 59,08 |
| | 2018 | 0,14 | 1 | 1 | 72,60 |
| | 2020 | 0,00 | 0,25 | 0,25 | 67,15 |
| ID-43 | 2015 | 0,41 | 12 | 126 | 72,02 |
| | 2018 | 0,26 | 12 | 433 | 72,10 |
| | 2020 | 0,46 | 12 | 138 | 72,21 |
| R-5 | År | nEQR | S (0,3 m ²) | N (0,1 m ²) | TOC63kva |
| | 2001 | 0,54 | 37 | 302 | I.T. |
| | 2002 | 0,54 | 31 | 219 | I.T. |
| | 2003 | 0,61 | 24 | 49 | I.T. |
| | 2004 | 0,60 | 42 | 271 | I.T. |
| | 2008 | 0,64 | 55 | 509 | 59,86 |
| | 2011 | 0,74 | 46 | 235 | I.T. |
| | 2015 | 0,72 | 61 | 626 | 55,00 |
| | 2018 | 0,73 | 51 | 411 | 59,40 |
| 2020 | 0,66 | 47 | 376 | 57,01 | |

I.T. = Ikke tilgjengelig

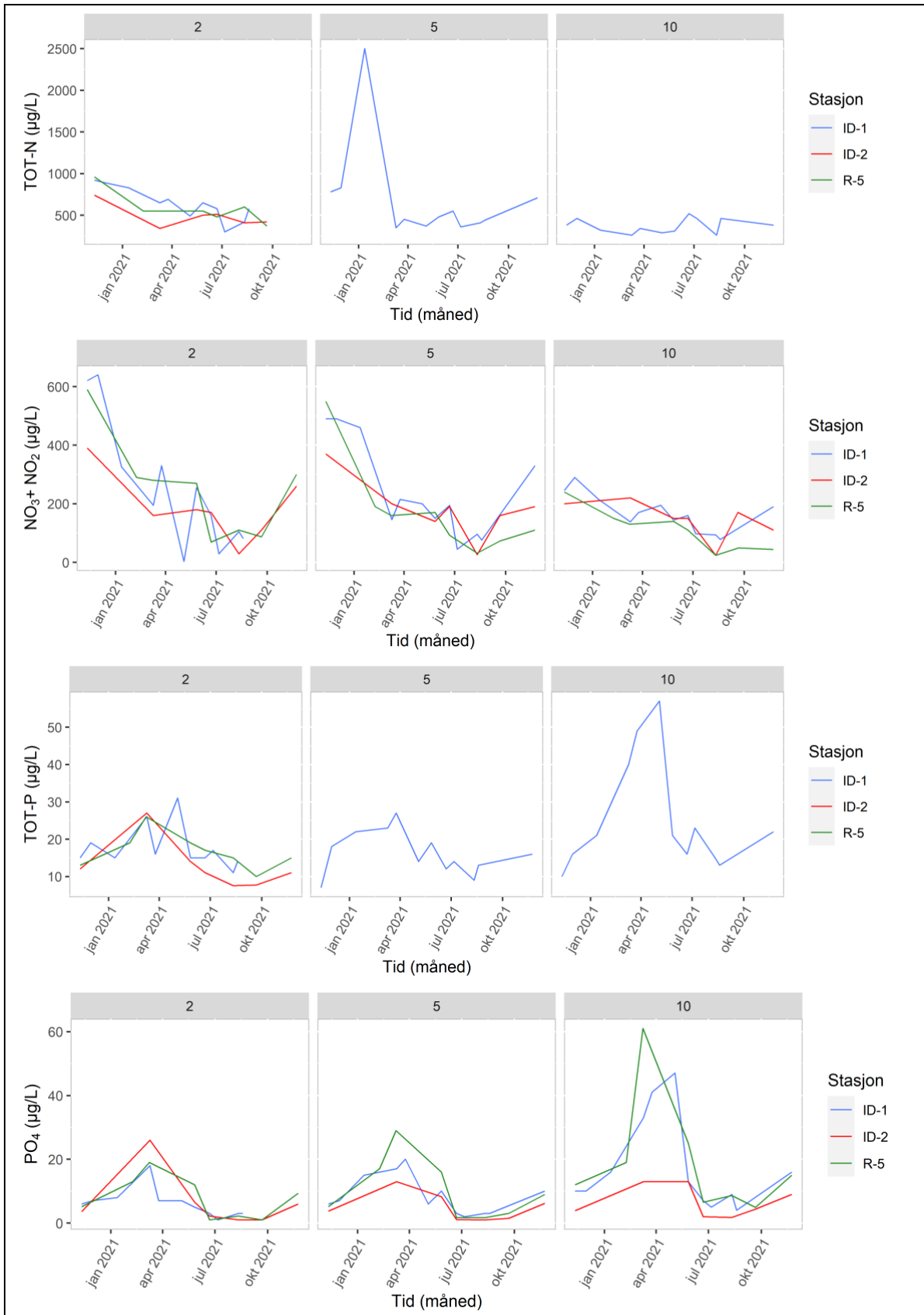
4.4.2 Utvikling av næringsalter, klorofyll a og DOC over tid

I **Figur 5** vises utviklingen av næringsalterne over tid for de tre stasjonene. Det starter med høye næringsalterverdier på vinteren, hvor det er høy miksing av næringsalter fra bunnvannet opp mot overflaten. Det er spesielt høy verdi for total nitrogen på fem meters dyp i januar for stasjon ID-1 Skysskaffern. Den høyeste verdien har vært rundt 1000 µg/L tidligere, det vil si at verdien målt i 2021 på 2500 µg/L er vesentlig høyere. Denne verdien er ikke tatt med i utregning av tilstandsklassen i tilfelle det er en feil i analysen. Derimot er den tatt med i denne figuren, da det har vært en tendens til økt nitrogen i Ytre Oslofjord (Staalstrøm m.fl., 2021) og er derfor interessant å nevne. Til samme tid var det også høy vannføring i Tistedalsfossen (**Figur 8**), som kan ha bidratt til de høye næringsaltnivåene.

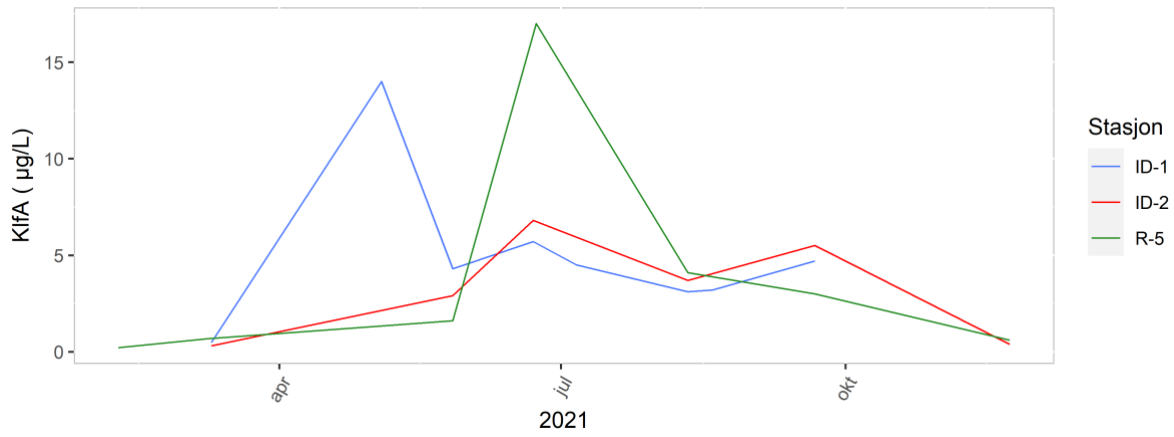
Næringsalterne avtar mot våren, samtidig som klorofyll a mengden (**Figur 6**) øker. Klorofyll a er en proxy på mengden planteplankton. Planteplankton vil bruke opp de tilgjengelige næringsalterne når det er tilstrekkelig med sollys for å drive fotosyntese. Spesielt i starten av mai var det høye klorofyll a nivå på 14 µg/L ved ID-1 Skysskaffern, noe som tilsvarer store mengder planteplankton. Til samme tid ser det ut til at det har vært en økning av næringsalter, som kan forklare den store forhøyningen i klorofyll a. Det var også høyere konsentrasjoner av DOC på dette tidspunktet (**Figur 7**). DOC er en blanding av materiale som stammer fra land, og som dannes marint (Hansell & Carlson, 2015).

Den observerte forhøyning av DOC i mai kan derav vise til ferskvannstilførsel, med en økt andel DOC som stammer fra terrestrisk materiale. Generelt så er nivået for DOC høyt i Iddefjorden sammenlignet med andre stasjoner i Ytre Oslofjord (Engesmo m.fl. 2019).

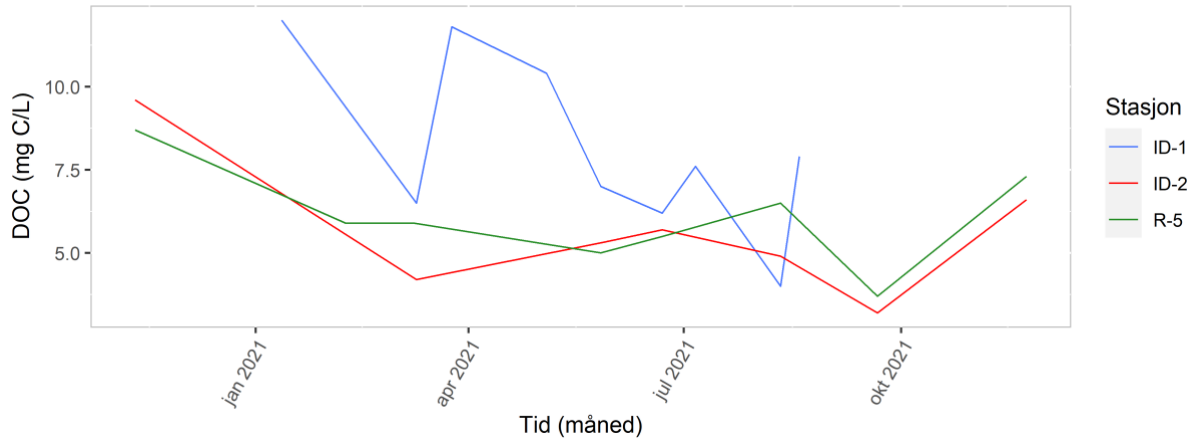
I juni var det en ytterligere økning i næringssaltnivåene, som på nytt kan ha bidratt til økningen i mengden klorofyll a. Det var spesielt Ringdalsfjorden som hadde veldig høye klorofyll a verdier denne perioden. Utover høsten avtar både mengden næringssalter og klorofyll -a for alle tre stasjoner, før man på nytt kan observere en økning av næringssalter mot slutten av høsten.



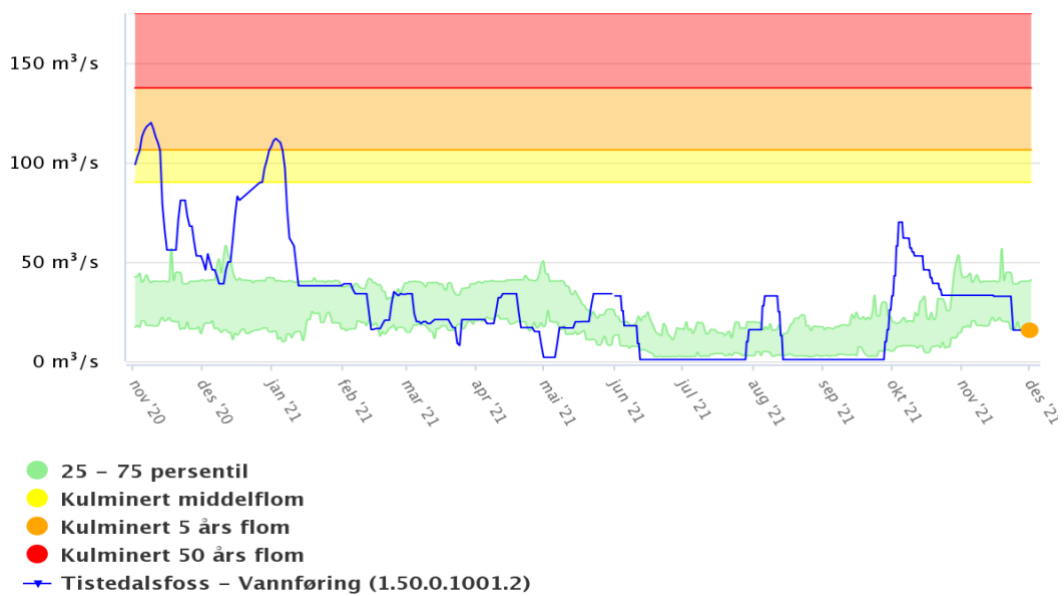
Figur 5. utvikling av nærings saltene på 2, 5, og 10m dyp for stasjon ID-1 Skyskaffern (blå linje), ID-2 Kjellvik (rød linje) og R-5 Ringdalsfjorden (grønn linje) i 2021.



Figur 6. Utvikling av klorofyll a på 2m dyp for stasjon ID-1 Skyskaffern (blå linje), ID-2 Kjellvik (rød linje) og R-5 Ringdalsfjorden (grønn linje) i 2021.



Figur 7. Utvikling av DOC på 2m dyp for stasjon ID-1 Skyskaffern (blå linje), ID-2 Kjellvik (rød linje) og R-5 Ringdalsfjorden (grønn linje) i 2021.



Figur 8. Vannføring fra Tistedalselva i 2021 fra Sildre.no

De høyeste målingene av organisk karbon i vannmassene, målt som oppløst organisk karbon (DOC), var på stasjon ID-1 Skysskaffern i 2021 (**Figur 7, Tabell 30**). Det samme ble observert ifm. overvåkingen i 2015, der total organisk karbon (TOC) ble benyttet som måleparameter. I gjennomsnitt var målte verdier av organisk karbon på stasjon ID-1 lavere i 2021 sammenliknet med 2015, men konsentrasjonene var høyere både i januar, mars og mai 2021. Det ble også observert vesentlig lavere gjennomsnittlig verdi av DOC for stasjonene R-5 Ringdalsfjorden og ID-2 Kjellvik i 2021, imidlertid er det også flere målinger fra denne perioden som gir bedre oversikt enn hva som ble rapportert for 2015.

Tabell 30. Oppløst organisk karbon (DOC mg C/L) i sjøvann fra 2m dyp fra stasjonene ID-1 Skysskaffern, ID-2 Kjellvik og R-5 Ringdalsfjorden fra prøvetakningsperioden november 2020 til november 2021

| Prøvetakningsdato | DOC mg C/L | | |
|---------------------|------------|------------|------------|
| | ID-1 | ID-2 | R-5 |
| 11.11.2020 | 9.5 | 9.6 | 8.7 |
| 12.01.2021 | 12 | | |
| 08.02.2021 | | | 5.9 |
| 10.03.2021 | 6.5 | 4.2 | 5.9 |
| 25.03.2021 | 11.8 | | |
| 04.05.2021 | 10.4 | | |
| 27.05.2021 | 7 | 5.3 | 5 |
| 22.06.2021 | 6.2 | 5.7 | 5.5 |
| 06.07.2021 | 7.6 | | |
| 11.08.2021 | 4 | 4.9 | 6.5 |
| 19.08.2021 | 7.9 | | |
| 21.09.2021 | 3.2 | 3.2 | 3.7 |
| 23.11.2021 | | 6.6 | 7.3 |
| Gjennomsnitt | 7.8 | 5.6 | 6.1 |

4.4.3 Metaller/Miljøgifter i sedimentene

Undersøkelser av metaller i bunnsedimentene på stasjon ID-1 og ID-43 ble sist utført i 2015. Det var den gang overskridelse av grenseverdiene for det vannregionspesifikke stoffet sink på begge stasjoner, og på stasjon ID-43 gjaldt det også arsen (**Tabell 31**). I foreliggende undersøkelse, er innholdet av sink og arsen svært lavt og har endret klasse fra III (moderat) til I (bakgrunn). Sammenliknet med 2015 er konsentrasjonene for samtlige metaller redusert på begge stasjoner, og nærmest alle er oppjustert til klasse I.

Dersom man ser på Saugbrugs utslipp av sink og arsen i årene mellom 2015 og 2020, kan det se ut til at bedriftens reduksjonen i utslipp av arsen (fra ca. 60 kg i 2015 til 14 kg i 2020) kan forklare den observerte forbedringen i tilstand. Det samme mønsteret kan derimot ikke forklare de lave sinkverdiene ettersom bedriftens utslipp har vært noenlunde stabil. Sedimentprøvene i 2015 var basert på analyser av én prøve fra hver av stasjonene, og det er derfor knyttet noe usikkerhet til analyseresultatene da fordelingen av miljøgifter i sediment kan være flekkvis fordelt.

Tabell 31. Konsentrasjoner av metaller i sedimentprøver fra Iddefjorden i 2015 og 2020 klassifisert iht. veileder M-608/2016 (revidert 30.10.2020).

| Parameter | | Enhet | St. ID-1 | | St. ID-43 | |
|----------------|--------------------------------|-------|----------|-------|-----------|-------|
| | | | 2015 | 2020 | 2015 | 2020 |
| Kvikksølv (Hg) | Prioritert stoff | mg/kg | 0,119 | 0,048 | 0,257 | 0,075 |
| Bly (Pb) | | | 56 | 19 | 92 | 25 |
| Kadmium (Cd) | | | 0,6 | 0,25 | 0,47 | 0,14 |
| Nikkel (Ni) | | | 15 | 5,7 | 20 | 5,1 |
| Arsen (As) | Vannregion- spesifikt stoff | | 17 | 6,5 | 45 | 7,8 |
| Kobber (Cu) | | | 33 | 12 | 61 | 17 |
| Krom (Cr) | | | 26 | 9,6 | 37 | 9,1 |
| Sink (Zn) | | | 160 | 54 | 210 | 52 |

5 Oppsummering og konklusjoner

5.1 Oversikt over økologisk og kjemisk tilstand i Tista og Iddefjorden

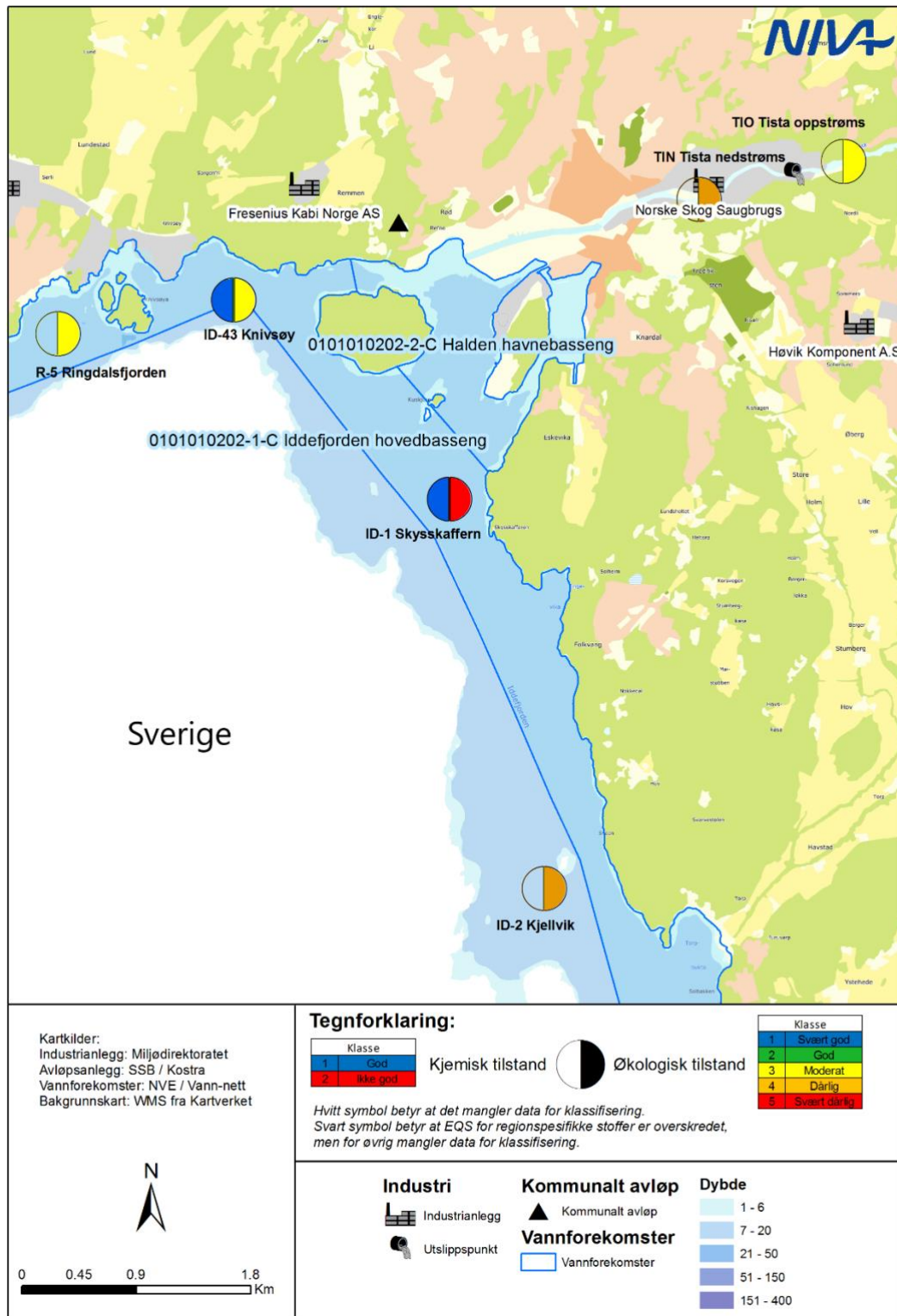
Oversikt over økologisk og kjemisk tilstand i Tista og Iddefjorden for 2020/2021 er vist i **Tabell 32**. Den kjemiske tilstanden var «god» for undersøkte stasjoner, imidlertid oppnår ingen av stasjonene «god» økologisk tilstand.

Siden forrige rapportering har fristen for å nå vannforskriftens miljømål om god tilstand blitt utsatt for samtlige vannforekomster som inngår i denne overvåkingen. Fristen var den gang satt til 2021. For Tista er miljømålet om god økologisk og kjemisk tilstand satt til 2022-2027. For Iddefjorden, med vannforekomstene «Halden havnebasseng» og «Iddefjorden hovedbasseng», er miljømålet ytterligere utsatt og er nå 2027-2033.

Tabell 32. Klassifisering av økologisk og kjemisk tilstand for alle stasjonene i overvåkingsprogrammet for Norske Skog Saugbrugs i 2020/2021.

| Stasjon | Område | Samlet økologisk tilstand | Kjemisk tilstand (metaller i sediment) |
|-------------------------------|-------------|---------------------------|---|
| TiO Tista oppstrøms | Tista | Moderat | |
| TiN Tista nedstrøms | | Dårlig | |
| ID-1 Skysskaffern | Iddefjorden | Svært dårlig | God |
| ID-2* Kjellvik | | Dårlig | |
| ID-43 Knivsøy | | Moderat | God |
| R-5 Ringdalsfjorden | | Moderat | |

* For stasjon ID-2 er klassifiseringen kun basert på støtteparametere i vannmassene.



Figur 9. Samlet oversikt over økologisk tilstand (illustrert som høyre halvsirkel) og kjemisk tilstand (illustrert som venstre halvsirkel) i overvåkingen for Norske Skog Saugbrugs i 2020/2021.

5.2 Diskusjon og forslag til videre overvåking

For overvåkingen i Tista ser det ut til at BOF utgjør en så liten andel i vannmassene, at målingene ikke kommer over rapporteringsgrensen. Siden nevnte metoder gir lite ekstra informasjon i dette prosjektet, foreslår vi at verken KOF eller BOF videreføres i overvåkingen av Tista. Av ulike årsaker er begge stasjonene i elven mer eller mindre uegnet for biologisk prøvetaking, og stasjonene vil derfor flyttes til mer egnede lokaliteter ifm. neste overvåkingsrunde. Vurdering om å inkludere analyser av prioriterte og vannregionspesifikke stoffer bør også gjøres.

I Iddefjorden har det i 2021 vært en forbedring mht. tilstandsvurderingen av total fosfor sammenliknet med undersøkelsene i forrige overvåkingsprogram i 2015-2016 (Walday m.fl. 2016). Det anbefales derfor å opprettholde den positive utslippstrenden for total fosfor. Med hensyn til total nitrogen, ble det målt høyere verdier på stasjon ID-1 Skysskaffern i 2021 sammenliknet med forrige overvåking. Dette vises også i resultatene fra klassifiseringen som tar utgangspunkt i lengre tidsserier opp mot data fra 2021 alene. Ettersom nitrogen i det hele også er et utslagsgivende parameter i den totale tilstandsvurderingen for de fysiske-kjemiske kvalitetselementene, oppfordres det til fortsatt utslippsreduksjon av nitrogen.

Siktdypet i fjorden er klassifisert som «svært dårlig» med en brunlig farge, noe som også er rapportert tidligere. Det ble også observert noen høye verdier av oppløst organisk karbon (DOC), som er med på å påvirke siktdypet. Det har blitt vist at partikler, deriblant uorganisk materiale, har en sterk effekt på siktdypet i Iddefjorden (Engesmo m.fl. 2021). Lavere siktdyp kan ha påvirkning på planteplanktonsamfunnet som er avhengig av lys for å drive fotosyntese. Studier fra Østersjøen har vist at en økning i organisk materiale fra land, som DOC, har en negativ effekt på planteplanktonvekst, trolig grunnet dårligere lysforhold. En økning i organisk materiale vil imidlertid ha en positiv effekt på utviklingen av bakterier (Andersson m.fl. 2018). Dette kan føre til en endring i den basale næringskjeden, og er med andre ord viktig å følge med på. Det kan være interessant å ta planktonprøver, i tillegg til klorofyll a, i kommende overvåkingsperioder for å få bedre data mht. en potensiell utvikling av planteplanktonsamfunnet.

Iddefjorden er en terskelfjord. Med en bunntopografi med terskler som begrenser vannutskiftning, blir Iddefjorden mer følsom for påvirkning enn andre områder. Dette sammen med høye tilførsler av organisk materiale og næringssalter, er årsaken til at oksygenforholdene i bunnvannet er dårlige. I fjorden oppstår det regelmessig anoksiske forhold (fravær av oksygen), noe som gjør den svært sårbar og enhver økning av tilførsler forverrer forholdene.

I en studie som så på utviklingen i tilførsler fra land til Ytre Oslofjord fra 1990-tallet og fram til 2020, ble det konkludert med at negative miljøeffekter i en rekke områder av fjorden er knyttet til svært høy tilførsel av nitrogen (Staalstrøm m.fl. 2022). Iddefjorden er et av disse områdene, og ble i rapporten betegnet som et akutt problemområde. I våre undersøkelser blir også den totale tilstanden for de fysiske-kjemiske kvalitetselementene i vannmassene nedgradert grunnet nitrogen. I tillegg har siktdyp blitt klassifisert som «svært dårlig», oksygenverdiene er lave og det har blitt målt svært høye klorofyll a konsentrasjoner. I rapporten til Staalstrøm m.fl. (2022), ble de gjennomsnittlige årlige tilførslene av total-nitrogen (TN) til Iddefjorden for perioden 2016-2018 estimert å være 973 tonn. Utslipet fra industrien stod for en gjennomsnittlig årlig tilførsel på 73 tonn (7,5 %), noe som samsvarer med Saugbrugs nitrogenutslipp i denne perioden. Ser man kun på den biotilgjengelige delen av TN, dvs. andelen som kan tas opp i en organisme, blir bildet annerledes. Tilførsel av biotilgjengelig nitrogen til Iddefjorden ble estimert å være 595 tonn per år, hvorav 6 % stammet fra spredte avløp, industri og urbant overvann. Industrien alene, dvs. Saubrugs bidrag, tilsvarte omtrent 1 %. Landbruket har de klart største tilførslene (47 %) av biotilgjengelig nitrogen til

fjorden etterfulgt av avløpsrensaneanleggene (25 %). Den naturlige bakgrunnsavrenningen (naturlig tilførsel fra skogsområder, utmark, innsjøer og jordbruksarealer som ikke er oppdyrket) var estimert å tilsvare 18 %. Overnevnte estimeringer tok utgangspunkt i gjennomsnittlige årlige tilførsler for perioden 2016-2018. Saugbrugs har siden den gang redusert nitrogenutslippene og viser en positiv avtagende utslippstrend.

Videre overvåkingsprogram

NIVA anbefaler å videreføre overvåkingsprogrammet i Tista og Iddefjorden med overnevnte anbefalinger. Neste undersøkelse vil etter planen foregå i 2024 for overvåking av biologiske- og fysisk-kjemiske støtteparametere i Tista samt bløtbunnsfauna i Iddefjorden.

Det legges opp til følgende overvåkingsfrekvens for bedriften:

- Tista hvert 3. år for fysisk-kjemiske støtteparametere og biologiske kvalitetselementer (bunnsfauna, begroingsalger og heterotrof begroing) med neste overvåking i 2024. I tillegg kan det gjøres en vurdering om prioriterte stoffer og regionspesifikke stoffer bør inkluderes.
- Iddefjorden hvert 3. år for bløtbunnsfauna med støtteparametere med neste overvåking i 2024, og hvert 6. år i sediment og vannsøyle med neste overvåking i 2027.

6 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
- Andersson, A., Brugel, S., Paczkowska, J., Rowe, O.F., Figueroa, D., Kratzer, S. & Legrand, C. Influence of allochthonous dissolved organic matter on pelagic basal production in a northerly estuary. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* (204), 225–235 (2018). <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2018.02.032>
- 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.
- Beylich, B., Borgersen, G., Walday, M.G. 2021. Overvåking av Ytre Oslofjord 2019-2023. Bunnundersøkelser i 2020. Fagrapport. NIVA-rapport 7631-2021.
- Borgersen, G., Brkljacic, M.S., Kile, M.R, Walday, M.G. 2019. Tiltaksrettet overvåking av miljøtilstand i Tista og Iddefjorden i 2018 i forbindelse med utslipp fra Norske Skog Saugbrugs AS. NIVA-rapport. L.Nr. 7355-2019.
- Direktoratsgruppa. Direktoratsgruppa for vanddirektivet. (2010) Veileder 02:2009 Overvåking av miljøtilstand i vann. Veileder for vannovervåking iht. kravene i Vannforskriften. <http://www.vannportalen.no>.
- Direktoratsgruppa, 2018. Klassifisering av miljøtilstand i vann - Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Veileder 02:2018.
- Engesmo, A., Staalstrøm, A., Norli, M., Selvik, J.R. & Gitmark, J.K. (2020). Overvåking av Ytre Oslofjord 2019-2023 - Årsrapport 2019 , Norsk institutt for vannforskning. ISBN 978-82-577-7267-3. No 7532
- Engesmo, Anette; Staalstrøm, Andre; Gran-Stadniczeňko, Sandra; Borgersen, Gunhild; Beylich, Bjørnar; Kaste, Øyvind; Walday, Mats Gunnar; (2021) [Overvåking av Ytre Oslofjord 2019-2023 - Årsrapport 2020](#) , Norsk institutt for vannforskning. ISBN 978-82-577-7405-9. No 7669
- Hansell, A. H., and C. A. Carlson, editors. 2015. Biogeochemistry of marine dissolved organic matter. Second Edition edition. Elsevier
- Hawkes HA. 1998. Origin and development of the Biological Monitoring Working Party score system. *Water Res. Mar*; 32:964-968.
- Magnusson J. 1982. Iddefjordens forurensningsutvikling. *Vann* 4-82: 473-482.
- 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

M-608. 2016. Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota – revidert 30.10.2020. Miljødirektoratet. Veileder M-608/2016.

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

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

Pearson, T. H., & Rosenberg, R. (1978). Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment.

Sakshaug, E. 1977. Limiting nutrients and maximum growth rates for diatoms in Narragansett Bay. *J. exp. mar. Biol. Ecol.* 28:109-123.

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

Staalstrøm, Andre; Walday, Mats Gunnar; Vogelsang, Christian; Frigstad, Helene; Borgersen, Gunhild; Albretsen, Jon; Naustvoll, Lars Johan; (2021). Utredning av behovet for å redusere tilførselen av nitrogen til Ytre Oslofjord, Norsk institutt for vannforskning. ISBN 978-82-577-7375-5. No 7639 (214 sider)

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

Vedlegg A.

Liste over registrerte begroingsselementer fra to lokaliteter i Tista ved Saugbrugs i 2021. Hyppigheten er angitt som prosent dekning. Organismer som vokser på/blant disse er angitt ved: x=observert, xx=vanlig, xxx=hyppig.

| Stasjon | Tista nedstrøms utslipp | Tista oppstrøms utslipp |
|------------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Koordinater | 11.3993700,59.1235300 | 11.4185800,59.1266400 |
| Prøvetakingsdato | 2021-08-12 | 2021-08-12 |
| Taksa | | |
| Bacillariophyta | | |
| Tabellaria flocculosa (agg.) | xxx | xxx |
| Uidentifiserte pennate | xxx | xxx |
| Chlorophyta | | |
| Cladophora glomerata | xxx | |
| Closterium spp. | x | x |
| Coelastrum spp. | | x |
| Cosmarium spp. | x | x |
| Microspora abbreviata | xx | xxx |
| Microspora amoena | xx | |
| Mougeotia c (21- 24) | x | |
| Mougeotia a2 (3-7u) | | x |
| Oedogonium a (5-11u) | | 3 |
| Oedogonium a1 (3-4u) | | xxx |
| Oedogonium b (13-18u) | xx | 10 |
| Oedogonium c (23-28u) | xxx | 2 |
| Oedogonium d (29-32u) | <1 | 15 |
| Oedogonium e (35-43u) | <1 | 10 |
| Rhizoclonium spp. | x | |
| Spirogyra sp1 (11-20u,1K,R) | | x |
| Spirogyra spp. | x | xxx |
| Staurastrum spp. | | x |
| Stigeoclonium spp. | <1 | |
| Teilingia granulata | | x |
| Ulothrix tenerrima | | <1 |
| Xanthidium spp. | | x |
| Cyanobacteria | | |
| Geitlerinema splendidum | | xxx |
| Geitlerinema spp. | 10 | |
| Leptolyngbya spp. | | xx |
| Merismopedia punctata | | x |
| Oscillatoria spp. | x | |
| Phormidium autumnale | 20 | <1 |
| Phormidium inundatum | 10 | |

| | | |
|--------------------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Stasjon | Tista nedstrøms utslipp | Tista oppstrøms utslipp |
| Koordinater | 11.3993700,59.1235300 | 11.4185800,59.1266400 |
| Prøvetakingsdato | 2021-08-12 | 2021-08-12 |
| Taksa | | |
| Phormidium retzii | | 10 |
| Uidentifiserte coccale blågrønnalger | | x |
| Rhodophyta | | |
| Audouinella chalybaea | <1 | |
| Lemanea borealis | <1 | |
| Rhodophyceae | xx | |
| Saprophyta | | |
| Sphaerotilus natans | <1 | |

Vedlegg B.

Analyseresultater for parameterne BOF, fosfat, total fosfor og total nitrogen for to stasjoner i Tista ved Saugbrugs, 2021.

| Tista oppstrøms utslipp | | | | |
|-------------------------|--------------------------------|--------------|--------------|----------------|
| Prøvetakingsmåned | Biologisk oksygenforbruk (BOF) | Fosfat | Total fosfor | Total nitrogen |
| | mg/l | µg P/l | µg P/l | µg/l |
| Des | <3 | 8 | 33 | 1100 |
| Jan | <3 | 19 | 36 | 1400 |
| Feb | <3 | 12 | 23 | 1100 |
| Mars | <3 | 14 | 27 | 1100 |
| April | <3 | 15 | 31 | 1000 |
| Mai | <3 | 13 | 30 | 1100 |
| Juni | <3 | 10 | 23 | 900 |
| Juli | <3 | 12 | 41 | 900 |
| Aug | <3 | 6 | 17 | 840 |
| Sept | <3 | 16 | 34 | 1000 |
| Okt | <3 | 8 | 19 | 930 |
| Nov | <3 | 6 | 15 | 880 |
| Gjennomsnitt | <3 | 11,58 | 27,42 | 1020,83 |

| Tista nedstrøms utslipp | | | | |
|-------------------------|--------------------------------|--------------|--------------|----------------|
| Prøvetakingsmåned | Biologisk oksygenforbruk (BOF) | Fosfat | Total fosfor | Total nitrogen |
| | mg/l | µg P/l | µg P/l | µg/l |
| Des | <3 | 13 | 38 | 1000 |
| Jan | <3 | 19 | 36 | 1400 |
| Feb | <3 | 16 | 36 | 1100 |
| Mars | <3 | 15 | 32 | 1200 |
| April | <3 | 16 | 33 | 1100 |
| Mai | <3 | 9 | 35 | 1600 |
| Juni | <3 | 12 | 32 | 920 |
| Juli | <3 | 36 | 86 | 3100 |
| Aug | <3 | 10 | 24 | 880 |
| Sept | <3 | 30 | 58 | 2500 |
| Okt | <3 | 16 | 38 | 1200 |
| Nov | <3 | 10 | 20 | 960 |
| Gjennomsnitt | <3 | 16,83 | 39 | 1413,33 |

Vedlegg C.

Taksaliste – bunndyr i elv

| | Nedstrøms Saugbrugs | | Oppstrøms Saugbrugs | |
|--------------------------------|---------------------|------------|---------------------|------------|
| | 09.03.2021 | 19.11.2021 | 09.03.2021 | 19.11.2021 |
| Arachnida | | | | |
| Acari indet. Ad. | | 1 | | |
| Bivalvia | | | | |
| Sphaeriidae Indet. | 2 | 18 | | 20 |
| Coleoptera | | | | |
| Dytiscidae Indet. Ad. | | | 56 | 3 |
| Halipus sp. Lv. | | | 8 | |
| Oulimnius sp. lv. | | 1 | 52 | 176 |
| Crustacea | | | | |
| Asellidae Indet. | | 1 | | 20 |
| Asellus aquaticus | 14 | 4 | 4 | 40 |
| Diptera | | | | |
| Ceratopogonidae Indet. Lv. | 2 | 1 | 16 | 28 |
| Chironomidae Indet. Lv. | 148 | 544 | 1472 | 1216 |
| Empididae Indet. Lv. | 1 | 1 | | |
| Muscidae indet. Lv. | | 6 | | |
| Psychodidae indet. Lv. | | | | 1 |
| Simuliidae Indet. Lv. | 16 | 30 | | |
| Tabanidae Indet. Lv. | | | | 16 |
| Ephemeroptera | | | | |
| Baetidae indet. Lv. | 6 | 2 | | 1 |
| Baetis rhodani Lv. | 12 | 10 | 44 | 4 |
| Caenis horaria Lv. | 1 | 1 | 24 | |
| Caenis luctuosa Lv. | | 1 | 96 | 928 |
| Caenis sp. Lv. | | | | 2 |
| Centroptilum luteolum Lv. | | | 416 | 184 |
| Cloeon dipterum/inscriptum Lv. | | | | 2 |
| Cloeon sp. Lv. | | | | 1 |
| Heptagenia fuscogrisea Lv. | | 1 | 48 | 56 |
| Leptophlebiidae indet. Lv. | 1 | | 12 | 1 |
| Gastropoda | | | | |
| Bathymorphus contortus | | 1 | 1 | 60 |
| Gyraulus sp. | 1 | | | 1 |
| Radix labiata/balthica | | 1 | | |
| Heteroptera | | | | |
| Corixidae indet. Ad. | | | 2 | |
| Hirudinea | | | | |
| Erpobdella sp. | 3 | | | 1 |
| Hydrachnidia | | | | |
| Hydrachnidia indet. Ad. | | | 2 | |

| | | | | |
|---------------------------|----|-----|-----|-----|
| Odonata | | | | |
| Platycnemis pennipes Lv. | | | | 2 |
| Oligochaeta | | | | |
| Oligochaeta Indet. | 68 | 84 | 296 | 704 |
| Plecoptera | | | | |
| Leuctra sp. Lv. | 1 | | 3 | 1 |
| Nemoura avicularis Lv. | | | 1 | |
| Nemoura sp. Lv. | | | | 1 |
| Trichoptera | | | | |
| Athripsodes aterrimus Lv. | | | 12 | 1 |
| Athripsodes cinereus Lv. | | | 12 | 4 |
| Athripsodes sp. Lv. | | | | 2 |
| Hydropsyche siltalai Lv. | 4 | 736 | | 1 |
| Hydropsyche sp. Lv. | | 176 | | |
| Hydroptilidae indet. Lv. | | | | 1 |
| Leptoceridae indet. Lv. | | | 80 | 24 |
| Limnephilidae indet. Lv. | | | 3 | |
| Mystacides azurea Lv. | | | 44 | 32 |
| Mystacides sp. Lv. | | | 28 | 76 |
| Oecetis testacea Lv. | | | | 1 |
| Psychomyia pusilla Lv. | | 1 | | |
| Tinodes waeneri Lv. | | | 2 | |

Vedlegg D.

Tokrapport for prøvetaking av bløtbunnsfauna og sedimenter i Iddefjorden i desember 2020.



Norsk institutt
for vannforskning

Gaustadalléen 21
0349 Oslo
Tel: 22 18 51 00
Fax: 22 18 52 00

TOKT- RAPPORT

Toktappport marin bløtbunnsfauna, Iddefjorden 30. november 2020

Prosjektnummer/navn: O-200279, Norske Skog Saugbrugs

Prøvetakingsperiode: 30. november 2020

Feltarbeidet ble utført 30. november 2020 i Iddefjorden. Det ble tatt bunnprøver på 2 stasjoner, henholdsvis ID-1 og ID-43, med Universitet i Oslo sitt fartøy F/F Trygve Braarud, med Sindre Holm som båtfører og Jan Sundøy og Per Heldal Anderson som hjelpemannskap. Prøvetaking av bunnfauna, støtteparametere og metaller i sedimentene ble utført av Gunhild Borgersen og Marijana Stenrud Brkljadic fra NIVA. Stasjonenes posisjoner og dyp er vist i **Tabell 1**. Beskrivelser av grabbprøvene er gitt i **Tabell 2**.

Tabell 1. Stasjonsnavn, posisjoner og dyp for prøvetakingen i Iddefjorden for Norske Skog Saugbrugs

| Stasjon | Prøvetakingsdato | Posisjon nord | Posisjon øst | Dyp (m) |
|---------|------------------|---------------|--------------|---------|
| ID-1 | 30.11.2020 | 59,10158 | 11,369170 | 27,5 |
| ID-43 | 30.11.2020 | 59,11425 | 11,341717 | 37,0 |



På hver stasjon ble det tatt fire grabbprøver for faunaanalyse. Prøvene ble innhentet med en van Veen grabb med prøvetakingsareal på 0,1 m², og bunnmaterialet ble deretter siktet gjennom 5 mm og 1 mm sikter. Hver grabbprøve ble beskrevet visuelt i felt mht. sedimentets karakter som konsistens, lukt, farge, innslag av terrestrisk materiale samt tilstedeværelse av synlige dyr. Sikterestene ble så konserverte med formalin for senere opparbeiding og faunaanalyser på laboratoriet.

Som støtteparametere for bløtbunnsfaunaen ble det samlet inn sedimentprøver fra en separat grabbprøve med uforstyrret sedimentoverflate, og der dette ikke var mulig ble prøvene hentet med en kjerneprøvetaker (Gemini corer). Sedimentprøver for analyse av organisk innhold (total organisk karbon (TOC) og totalt nitrogen (TN)) ble tatt fra øvre 0-1 cm av sedimentet, mens prøver for analyse av kornfordeling ble tatt fra de øvre 0-5 cm. Det ble også utført målinger av salinitet, temperatur og oksygen i vannmassene fra overflaten og ned til bunnen med en CTD sonde (SAIV) ved begge stasjoner.

Sedimentprøver til analyse av metaller ble prøvetatt med kjerneprøvetakeren. Kun de øverste 0-2 cm ble samlet inn for å få med det nyeste sedimenterte materialet fra sjøbunnen. På hver stasjon ble sedimentprøver hentet fra fire kjerner (tilsvarende 2 skudd med Gemini-coreren) som ble slått sammen til én blandprøve.

Metodikken for innsamling av prøver ble utført iht. retningslinjene i standarden for kvantitativ prøvetaking og prøvebehandling av marin bløtbunnsfauna (NS-EN ISO 16665:2013) og sedimentprøvetaking i marine områder (NS-EN ISO 5667-19). For å bestemme fargen på sedimentets overflatelag, ble det brukt Munsells fargekart for jord og sedimenter. Volum ble bestemt vha. målepinne tilhørende grabben.

Tabell 2. Beskrivelse av grabbprøver

| | | |
|------|--|--|
| ID-1 | <p>Grabbvolum (L): 21 – samtlige grabbprøver var overfylte</p> <p>Munsell fargekode: 5Y 2.5/1 – tilnærmet svart</p> <p>Sedimentkjemi fra separat grabbprøve <input checked="" type="checkbox"/> kjerne-/corerprøve <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Sedimentbeskrivelse: Svært bløtt og nærmest svart sediment med tydelig lukt av svovel (H₂S). Sikterest bestående av mye flis og annet organisk materiale som løv og kvist (terrestrisk).</p> <p>Synlig fauna: Ingen synlig fauna</p> | <p>Metaller: En blandprøve a 4 kjerner fra øverste 0-2 cm («vanndig» lag)</p> |
| |  |  |
| 43 | <p>Grabbvolum (L): 21 – samtlige grabbprøver var overfylte</p> <p>Munsell fargekode: 10 YR 3/1 – brun/rød-svart</p> <p>Sedimentkjemi fra separat grabbprøve <input type="checkbox"/> kjerne-/corerprøve <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Sedimentbeskrivelse: Svært bløtt og nærmest svart sediment med tydelig lukt av svovel (H₂S). Sikterest bestående av fint organisk materiale, skjellrester samt en del terrestrisk materiale som løv og kvist.</p> <p>Synlig fauna: Rørbyggende- og frittlevende børstemark (f.eks. <i>Scalibregma inflatum</i>), ellers ingen synlig fauna.</p> | <p>Metaller: En blandprøve a 4 kjerner fra øverste 0-1 cm</p> |

Toktrappert bløtbunnsfauna

DateApproved 26.10.2020 (Marijana Stenrud Brkljacic)

Responsible Gunhild Borgersen



Vedlegg E.

Analyseresultater for fysisk-kjemiske parametere i vannmasser i Iddefjorden 2020/2021

| Stasjon ID-1 Skyskaffern | | | | | | | | | |
|--------------------------|-----|------|------|-------|-----------|-------|-------|-------|----------------|
| Dato | Dyp | DOC | KlfA | NH4-N | NO3+NO2-N | PO4-P | TOT-N | TOT-P | Oksygenmetning |
| 11.11.2020 | 2 | 9.5 | | 24 | 620 | 6 | 920 | 15 | 1.7 |
| 11.11.2020 | 5 | 8.8 | | 65 | 490 | 6 | 780 | 7 | |
| 11.11.2020 | 10 | 3.3 | | 9 | 245 | 10 | 380 | 10 | |
| 30.11.2020 | 2 | | | 27 | 640 | 7 | 890 | 19 | |
| 30.11.2020 | 5 | | | 43 | 490 | 7 | 830 | 18 | |
| 30.11.2020 | 10 | | | <5 | 290 | 10 | 460 | 16 | |
| 12.01.2021 | 2 | 12 | | 30 | 325 | 8 | 830 | 15 | |
| 12.01.2021 | 5 | | | 107 | 460 | 15 | 2500 | 22 | |
| 12.01.2021 | 10 | | | 8 | 215 | 16 | 320 | 21 | |
| 10.03.2021 | 2 | 6.5 | 0.47 | 267 | 195 | 18 | 650 | 26 | |
| 10.03.2021 | 5 | | | 78 | 146 | 17 | 350 | 23 | |
| 10.03.2021 | 10 | | | 17 | 138 | 33 | 260 | 40 | |
| 25.03.2021 | 2 | 11.8 | | 40 | 330 | 7 | 690 | 16 | |
| 25.03.2021 | 5 | | | 90 | 215 | 20 | 450 | 27 | |
| 25.03.2021 | 10 | | | 27 | 170 | 41 | 340 | 49 | |
| 04.05.2021 | 2 | 10.4 | 14 | 12 | 3 | 7 | 490 | 31 | |
| 04.05.2021 | 5 | | | 47 | 200 | 6 | 370 | 14 | |
| 04.05.2021 | 10 | | | 6 | 195 | 47 | 290 | 57 | |
| 27.05.2021 | 2 | 7 | 4.3 | 49 | 255 | 5 | 650 | 15 | 38.9 |
| 27.05.2021 | 5 | | | 231 | 150 | 10 | 480 | 19 | |
| 27.05.2021 | 10 | | | 50 | 144 | 13 | 310 | 21 | |
| 22.06.2021 | 2 | 6.2 | 5.7 | 111 | 160 | 3 | 580 | 15 | 26.8 |
| 22.06.2021 | 5 | | | 133 | 195 | 3 | 550 | 12 | |
| 22.06.2021 | 10 | | | 169 | 160 | 7 | 520 | 16 | |
| 06.07.2021 | 2 | 7.6 | 4.5 | 20 | 29 | 1 | 300 | 17 | |
| 06.07.2021 | 5 | | | 34 | 45 | 2 | 360 | 14 | |
| 06.07.2021 | 10 | | | 100 | 97 | 5 | 460 | 23 | |
| 11.08.2021 | 2 | 4 | 3.1 | 106 | 105 | 3 | 420 | 11 | |
| 11.08.2021 | 5 | | | 201 | 96 | 3 | 410 | 9 | |
| 11.08.2021 | 10 | | | 69 | 94 | 9 | 260 | 15 | 8.1 |
| 19.08.2021 | 2 | 7.9 | 3.2 | 22 | 81 | 3 | 580 | 14 | |
| 19.08.2021 | 5 | | | 22 | 76 | 3 | 440 | 13 | |
| 19.08.2021 | 10 | | | 34 | 78 | 4 | 460 | 13 | |
| 21.09.2021 | 2 | | 4.7 | | | | | | 1.7 |
| 23.11.2021 | 2 | | | 83 | 405 | 7 | 880 | 13 | 1.5 |
| 23.11.2021 | 5 | | | 102 | 330 | 10 | 710 | 16 | |
| 23.11.2021 | 10 | | | <5 | 190 | 16 | 380 | 22 | |

| Stasjon ID-2 Iddefjorden | | | | | | | | | | |
|--------------------------|-----|-----|-------|-------|-----------|-------|------|-------|-------|----------------|
| Dato | Dyp | DOC | KlfA | NH4-N | NO3+NO2-N | PO4-P | SiO2 | TOT-N | TOT-P | Oksygenmetning |
| 11.11.2020 | 2 | 9.6 | | | 390 | 3.6 | 3.89 | 740 | 12 | 1.6 |
| 11.11.2020 | 5 | | | | 370 | 3.7 | 3.17 | | | |
| 11.11.2020 | 10 | | | | 200 | 3.9 | 0.67 | | | |
| 10.03.2021 | 2 | 4.2 | <0.31 | 5.9 | 160 | 26 | 1.2 | 340 | 27 | |
| 10.03.2021 | 5 | | | 51 | 200 | 13 | 1.23 | | | |
| 10.03.2021 | 10 | | | 88 | 220 | 13 | 1.68 | | | |
| 27.05.2021 | 2 | 5.3 | 2.9 | 76 | 180 | 6.5 | 1.18 | 500 | 14 | 27.4 |
| 27.05.2021 | 5 | | | 140 | 140 | 8.3 | 0.9 | | | |
| 27.05.2021 | 10 | | | 47 | 150 | 13 | 1.12 | | | |
| 22.06.2021 | 2 | 5.7 | 6.8 | 79 | 170 | 2.2 | 1.37 | 510 | 11 | 15.9 |
| 22.06.2021 | 5 | | | 140 | 190 | 1.1 | 1.32 | | | |
| 22.06.2021 | 10 | | | 140 | 150 | 2 | 0.99 | | | |
| 11.08.2021 | 2 | 4.9 | 3.7 | 99 | 29 | 1 | 0.53 | 410 | 7.5 | 3.9 |
| 11.08.2021 | 5 | | | 180 | 26 | <1 | 0.53 | | | |
| 11.08.2021 | 10 | | | 88 | 24 | 1.8 | 0.56 | | | |
| 20.09.2021 | 10 | | | 3.1 | 170 | 4.3 | 0.79 | | | |
| 21.09.2021 | 2 | 3.2 | 5.5 | 41 | 110 | <1 | 0.12 | 420 | 7.7 | 1.2 |
| 21.09.2021 | 5 | | | 6.4 | 160 | 1.5 | 0.43 | | | |
| 23.11.2021 | 2 | 6.6 | 0.39 | 27 | 260 | 6 | 2.4 | | 11 | 1.1 |
| 23.11.2021 | 5 | | | 15 | 190 | 6.2 | 0.86 | | | |
| 23.11.2021 | 10 | | | 6.3 | 110 | 9 | 0.9 | | | |

| Stasjon R-5 Ringdalsfjorden | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|-----|-----|------|-------|-----------|-------|------|-------|-------|----------------|
| Dato | Dyp | DOC | KlfA | NH4-N | NO3+NO2-N | PO4-P | SiO2 | TOT-N | TOT-P | Oksygenmetning |
| 11.11.2020 | 2 | 8.7 | | | 590 | 5.1 | 3.67 | 960 | 13 | 37.32 |
| 11.11.2020 | 5 | | | | 550 | 5.1 | 3.47 | | | |
| 11.11.2020 | 10 | | | | 240 | 12 | 1.07 | | | |
| 08.02.2021 | 2 | 5.9 | 0.21 | 46 | 290 | 13 | 2.37 | 550 | 19 | 50.4 |
| 08.02.2021 | 5 | | | 35 | 190 | 17 | 1.32 | | | |
| 08.02.2021 | 10 | | | 13 | 150 | 19 | 1.03 | | | |
| 09.03.2021 | 2 | 5.9 | 0.68 | 70 | 280 | 19 | 2.43 | 550 | 26 | |
| 09.03.2021 | 5 | | | 81 | 160 | 29 | 1.29 | | | |
| 09.03.2021 | 10 | | | 79 | 130 | 61 | 1.26 | | | |
| 27.05.2021 | 2 | 5 | 1.6 | 41 | 270 | 12 | 1.62 | 550 | 19 | 51.8 |
| 27.05.2021 | 5 | | | 31 | 170 | 16 | 1.19 | | | |
| 27.05.2021 | 10 | | | 31 | 140 | 25 | 0.94 | | | |
| 22.06.2021 | 2 | 5.5 | 17 | 49 | 69 | 1 | 0.85 | 480 | 17 | 34.5 |
| 22.06.2021 | 5 | | | 81 | 92 | 1.7 | 0.92 | | | |
| 22.06.2021 | 10 | | | 56 | 110 | 6.5 | 0.87 | | | |
| 11.08.2021 | 2 | 6.5 | 4.1 | 73 | 110 | 2.2 | 1.6 | 600 | 15 | 17.7 |
| 11.08.2021 | 5 | | | 150 | 31 | 1.7 | 0.62 | | | |
| 11.08.2021 | 10 | | | 91 | 24 | 8.6 | 0.64 | | | |

| | | | | | | | | | | |
|------------|----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|----|------|
| 21.09.2021 | 2 | 3.7 | 3 | 49 | 87 | 1 | 0.12 | 370 | 10 | 39.1 |
| 21.09.2021 | 5 | | | 35 | 73 | 3 | 0.21 | | | |
| 21.09.2021 | 10 | | | 22 | 49 | 4.9 | 0.2 | | | |
| 23.11.2021 | 2 | 7.3 | 0.6 | 90 | 300 | 9.3 | 3 | | 15 | 39.9 |
| 23.11.2021 | 5 | | | 230 | 110 | 9 | 1.3 | | | |
| 23.11.2021 | 10 | | | 10 | 44 | 15 | 0.94 | | | |

Vedlegg F.

Analyserapport for innhold av metaller, total nitrogen (TN) og totalt organisk karbon (TOC) i sedimenter.

ANALYSERAPPORT

RapportID: 14807

Kunde: Marijana Brkljacic
Prosjektnummer: O 200279;NIVLAB - Tiltaksrettet overvåking i Tista og Iddefjorden for Norske Skog Saugbrugs AS i 2020-21

| | |
|-----------------|------------|
| Analyseoppdrag: | 1082-9881 |
| Versjon: | 1 |
| Dato: | 22.12.2020 |

| | | | |
|----------------------------|-------------------------|-----------------------|------------------------------|
| Prøvenr.: | NR-2020-12864 | Prøvermerking: | ID-1 Skysskaffern 0-2 |
| Prøvetype: | SEDIMENT | Stasjon | : ID-1 Skysskaffern |
| Prøvetakningsdato: | 30.11.2020 | KjerneID/Replikant | : A |
| Prøve mottatt dato: | 03.12.2020 | Prøvetakingsdyp | : 0,00 m Snitt: 0,00-2,00 cm |
| Analyseperiode: | 04.12.2020 - 04.12.2020 | Prøvetakingsmetode: | Gemini corer |

Kommentar:

| Analysevariabel | Standard (NIVA metodekode) | Resultat | Enhet | MU | LOQ | Underlev. |
|-----------------|---|--------------|-------|-----|-----|-----------|
| c) Kvikksølv | SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016 | 0,048 | mg/kg | 20% | | Eurofins |
| c) Arsen | SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016 | 6,5 | mg/kg | 25% | 0.5 | Eurofins |
| c) Bly | SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016 | 19 | mg/kg | 25% | 0.5 | Eurofins |
| c) Kadmium | SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016 | 0,25 | mg/kg | 25% | | Eurofins |
| c) Kobber | SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016 | 12 | mg/kg | 25% | | Eurofins |
| c) Krom | SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016 | 9,6 | mg/kg | 25% | | Eurofins |
| c) Nikkel | SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016 | 5,7 | mg/kg | 25% | 0.5 | Eurofins |
| c) Sink | SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016 | 54 | mg/kg | 25% | 2 | Eurofins |

Utførende laboratorium / Underleverandør:

c) Eurofins Environment Sweden AB (Lidköping), ISO/IEC 17025:2017 SWEDAC 1125

| | | | |
|----------------------------|-------------------------|-----------------------|------------------------------|
| Prøvenr.: | NR-2020-12865 | Prøvermerking: | ID-1 Skysskaffern 0-1 |
| Prøvetype: | SEDIMENT | Stasjon | : ID-1 Skysskaffern |
| Prøvetakningsdato: | 30.11.2020 | KjerneID/Replikant | : B |
| Prøve mottatt dato: | 03.12.2020 | Prøvetakingsdyp | : 0,00 m Snitt: 0,00-1,00 cm |
| Analyseperiode: | 18.12.2020 - 18.12.2020 | Prøvetakingsmetode: | Gemini corer |

Kommentar:

Tegnforklaring:

* : Ikke omfattet av akkrediteringen, >: Større enn, <: Mindre enn, MU: Måleusikkerhet (dekningsfaktor k=2), LOQ: Kvantifiseringsgrense
Mod: Intern metode basert på angitt standard. Ytterligere informasjon om benyttet metode, MU, LOQ eller utførende laboratorie kan fås ved henvendelse til laboratoriet.

All informasjon angående prøvetaking, inkludert prøvermerking, er oppgitt av oppdragsgiver.

Analysereporten må kun gjengis i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder prøven slik den ble mottatt.

| Analysevariabel | Standard (NIVA metodekode) | Resultat | Enhet | MU | LOQ | Underlev. |
|------------------------|----------------------------|-------------|------------|----|-----|-----------|
| Total nitrogen | Intern metode (G6-2) | 4,04 | µg N/mg TS | | 1,0 | |
| Totalt organisk karbon | Intern metode (G6-2) | 61,7 | µg C/mg TS | | 1,0 | |

Prøvenr.: NR-2020-12866
Prøvetype: SEDIMENT
Prøvetakningsdato: 30.11.2020
Prøve mottatt dato: 03.12.2020
Analyseperiode: 04.12.2020 - 04.12.2020

Prøve­merking: ID-43 Kniv­­søy bløt­­bunn 0-2
 Stasjon : ID-43 Kniv­­søy bløt­­bunn
 KjerneID/Replikat : A
 Prøvetakingsdyp : 0,00 m Snitt: 0,00-1,00 cm
 Prøvetakingsmetode: Gemini corer

Kommentar:

| Analysevariabel | Standard (NIVA metodekode) | Resultat | Enhet | MU | LOQ | Underlev. |
|-----------------|---|--------------|-------|-----|-----|-----------|
| c) Kvikksølv | SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016 | 0,075 | mg/kg | 20% | | Eurofins |
| c) Arsen | SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016 | 7,8 | mg/kg | 25% | 0.5 | Eurofins |
| c) Bly | SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016 | 25 | mg/kg | 25% | 0.5 | Eurofins |
| c) Kadmium | SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016 | 0,14 | mg/kg | 25% | | Eurofins |
| c) Kobber | SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016 | 17 | mg/kg | 25% | | Eurofins |
| c) Krom | SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016 | 9,1 | mg/kg | 25% | | Eurofins |
| c) Nikkel | SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016 | 5,1 | mg/kg | 25% | 0.5 | Eurofins |
| c) Sink | SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016 | 52 | mg/kg | 25% | 2 | Eurofins |

Utførende laboratorium / Underleverandør:

c) Eurofins Environment Sweden AB (Lidköping), ISO/IEC 17025:2017 SWEDAC 1125

Prøvenr.: NR-2020-12867
Prøvetype: SEDIMENT
Prøvetakningsdato: 30.11.2020
Prøve mottatt dato: 03.12.2020
Analyseperiode: 18.12.2020 - 18.12.2020

Prøve­merking: ID-43 Kniv­­søy bløt­­bunn 0-1
 Stasjon : ID-43 Kniv­­søy bløt­­bunn
 KjerneID/Replikat : B
 Prøvetakingsdyp : 0,00 m Snitt: 0,00-1,00 cm
 Prøvetakingsmetode: Gemini corer

Kommentar:

| Analysevariabel | Standard (NIVA metodekode) | Resultat | Enhet | MU | LOQ | Underlev. |
|------------------------|----------------------------|-------------|------------|----|-----|-----------|
| Total nitrogen | Intern metode (G6-2) | 4,36 | µg N/mg TS | | 1,0 | |
| Totalt organisk karbon | Intern metode (G6-2) | 65,0 | µg C/mg TS | | 1,0 | |

Tegnforklaring:

* : Ikke omfattet av akkrediteringen, >: Større enn, <: Mindre enn, MU: Måleusikkerhet (dekningsfaktor k=2), LOQ: Kvantifiseringsgrense
 Mod: Intern metode basert på angitt standard. Ytterligere informasjon om benyttet metode, MU, LOQ eller utførende laboratorie kan fås ved henvendelse til laboratoriet.

All informasjon angående prøvetaking, inkludert prøve­merking, er oppgitt av oppdragsgiver.

Analyserapporten må kun gjengis i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder prøven slik den ble mottatt.



Norsk institutt for vannforskning

Tomas Adler Blakseth

Forsker

Rapporten er elektronisk signert

Tegnforklaring:

* : Ikke omfattet av akkrediteringen, >: Større enn, <: Mindre enn, MU: Måleusikkerhet (dekningsfaktor k=2), LOQ: Kvantifiseringsgrense

Mod: Intern metode basert på angitt standard. Ytterligere informasjon om benyttet metode, MU, LOQ eller utførende laboratorie kan fås ved henvendelse til laboratoriet.

All informasjon angående prøvetaking, inkludert prøvemerkning, er oppgitt av oppdragsgiver.

Analysereporten må kun gjengis i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder prøven slik den ble mottatt.

Vedlegg G.

Analyserapport for marin bløtbunnsfauna



ANALYSE- RAPPORT

**Norsk institutt
for vannforskning**

Gaustadalléen 21
0349 Oslo
Tel: 22 18 51 00
Fax: 22 18 52 00

Analyserapport marin bløtbunnsfauna

Oppdragsgiver: NIVA

Kontaktperson oppdragsgiver: Marijana Stenrud Brkljadic

Prosjektnummer: O-210250

Rapport ID: 008-2022

Versjon: 1

Analyseperiode:

Rapporteringsdato: 18.02.2022

| Prøvemerkning (stasjons-id og grabbnummer) | Prøvens løpenummer (fra NIVAs database) | Prøvetakingsdato |
|--|--|------------------|
| ID-1_G1 | 5437 | 20201130 |
| ID-1_G2 | 5438 | 20201130 |
| ID-1_G3 | 5439 | 20201130 |
| ID-1_G4 | 5440 | 20201130 |
| ID-43_G1 | 5441 | 20201130 |
| ID-43_G2 | 5442 | 20201130 |
| ID-43_G3 | 5443 | 20201130 |
| ID-43_G4 | 5444 | 20201130 |

Informasjon om prøven fra oppdragsgiver/prøvetaker: Prøvetaking av bløtbunnsfauna på to stasjoner i Iddefjorden for Norske Skog Saugbrugs.

Analysemetode: Identifisering er i henhold til gjeldende versjon av ISO 16665 (Water quality - Guidelines for quantitative sampling and sample processing of marine soft-bottom macrofauna), NIVAs interne prosedyrer 16294 (Prosedyre M3 Bearbeidelse av bløtbunnsprøver), 16613 (Prosedyre M4 Artsidentifisering av bløtbunnsfauna) og 16620 (Prosedyre M10 Faglige vurderinger og fortolkninger).

Taksonomisk personell:

Grovsortering: Eli Johansen

Polychaeta: Gunhild Borgersen

Crustacea, Echinodermata og Varia: Marijana S. Brkljadic

Mollusca: Rita Næss

Analyserapport marin bløtbunnsfauna

Sist godkjent dato 20.01.2021 (Gunhild Borgersen)

Dokumentansvarlig Gunhild Borgersen

Databehandling:

Indeksberegning og beregning av nEQR: Marijana Stenrud Brkljacic
Indekser og nEQR er beregnet etter: Klassifiseringsveileder 02:2018

Kommentarer: Det ble kun registrert ett dyr på stasjon ID-1.

Underleverandører: Det ble ikke benyttet underleverandører for dette analyseoppdraget.

Vedlegg:

A Artslister

B Indekser og nEQR (normalized Ecological Quality Ratio)

Artsregistreringer og indekser er lagt inn i NIVAs bløtbunnsdatabase.

Artslisten og indekser leveres også til oppdragsgiver som excel-fil.

Referanser:

NS-EN ISO 16665:2013. Vannundersøkelse. Retningslinjer for kvantitativ prøvetaking og prøvebehandling av marin bløtbunnsfauna (ISO 16665:2014).

Veileder 02:2018: Klassifisering av miljøtilstand i vann: Økologisk og kjemisk klassifiseringsystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Direktoratgruppen for gjennomføringen av vannforskriften. Direktoratgruppen for gjennomføringen av vannforskriften 2018.

Godkjenning: Oslo, 21.februar 2022



Rapport utarbeidet av: Marijana S. Brkljacic



Kvalitetssikrer: Gunhild Borgersen

Denne analyserapporten får kun kopieres i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder kun for den prøven som er testet.

Analyserapport marin bløtbunnsfauna

Sist godkjent dato 20.01.2021 (Gunhild Borgersen)

Dokumentansvarlig Gunhild Borgersen

Vedlegg A Artslister

Fullstendige artslister for bløtbunnsfauna.

G1=grabbprøve 1, G2=grabbprøve 2, G3=grabbprøve 3, G4=grabbprøve 4

| STA | GRUPPENAVN | Artsnavn | G1 | G2 | G3 | G4 |
|-------|---------------|----------------------------|----|----|----|-----|
| ID-1 | AMPHIPODA | Amphipoda indet | 1 | | | |
| ID-43 | POLYCHAETA | Harmothoe sp | | 1 | | |
| ID-43 | POLYCHAETA | Oxydromus flexuosus | | | | 1 |
| ID-43 | POLYCHAETA | Podarkeopsis helgolandicus | | | | 1 |
| ID-43 | POLYCHAETA | Nephtys hombergii | | | | 1 |
| ID-43 | POLYCHAETA | Glycera alba | 2 | 3 | 3 | 3 |
| ID-43 | POLYCHAETA | Ophryotrocha sp | | 1 | | |
| ID-43 | POLYCHAETA | Pseudopolydora nordica | | | | 2 |
| ID-43 | POLYCHAETA | Chaetozone zetlandica | 2 | 1 | | 1 |
| ID-43 | POLYCHAETA | Scalibregma inflatum | 3 | | | 1 |
| ID-43 | POLYCHAETA | Mediomastus fragilis | 2 | 1 | 1 | |
| ID-43 | POLYCHAETA | Lagis koreni | 2 | 13 | 4 | 8 |
| ID-43 | POLYCHAETA | Ampharete lindstroemi | | | | 4 |
| ID-43 | POLYCHAETA | Ampharete octocirrata | 2 | 1 | 1 | 9 |
| ID-43 | POLYCHAETA | Melinna cristata | | 1 | 1 | 1 |
| ID-43 | POLYCHAETA | Pista lornensis | 2 | | 7 | 147 |
| ID-43 | POLYCHAETA | Euchone papillosa | | | | 1 |
| ID-43 | PROSOBRANCHIA | Hyala vitrea | | | | 1 |
| ID-43 | BIVALVIA | Thyasira flexuosa | 1 | 1 | 2 | 9 |
| ID-43 | BIVALVIA | Thyasira sarsii | 30 | 25 | 59 | 96 |
| ID-43 | BIVALVIA | Thyasiridae indet | | | 2 | |
| ID-43 | BIVALVIA | Varicorbula gibba | 22 | 18 | 25 | 27 |

Analyserapport marin bløtbunnsfauna

Sist godkjent dato 20.01.2021 (Gunhild Borgersen)

Dokumentansvarlig Gunhild Borgersen

Vedlegg B Indekser og nEQR (normalized Ecological Quality Ratio)

Bløtbunnsindekser per grabbprøve: S=antall arter, N=antall individer, NQI1=Norwegian Quality Index, H'=Shannons diversitetsindeks, ES100=Hurlberts diversitetsindeks, ISI2012=Indicator Species Index versjon 2012 og NSI=Norwegian Sensitivity Index versjon 2012.

| Dato | NR_S | Stasjon | Grabb | Prøvens areal (m ²) | S | N | NQI1 | H' | ES100 | ISI2012 | NSI2012 |
|----------|------|---------|-------|---------------------------------|----|-----|------|------|-------|---------|---------|
| 20201130 | 5437 | ID-1 | G1 | 0,1 | 1 | 1 | | | | | |
| 20201130 | 5438 | ID-1 | G2 | 0,1 | 0 | 0 | | | | | |
| 20201130 | 5439 | ID-1 | G3 | 0,1 | 0 | 0 | | | | | |
| 20201130 | 5440 | ID-1 | G4 | 0,1 | 0 | 0 | | | | | |
| 20201130 | 5441 | ID-43 | G1 | 0,1 | 10 | 68 | 0,53 | 2,23 | | 5,16 | 16,34 |
| 20201130 | 5442 | ID-43 | G2 | 0,1 | 11 | 66 | 0,52 | 2,35 | | 5,45 | 16,17 |
| 20201130 | 5443 | ID-43 | G3 | 0,1 | 10 | 105 | 0,53 | 1,96 | 9,85 | 5,34 | 16,18 |
| 20201130 | 5444 | ID-43 | G4 | 0,1 | 17 | 313 | 0,68 | 2,17 | 10,46 | 7,52 | 21,12 |

* AMBI er beregnet på grunnlag av AMBI versjon Desember 2021

Gjennomsnittsverdier av de ulike indeksene for hver stasjon:

| Stasjon | Dato | S | N | NQI1* | H' | ES100 | ISI2012 | NSI2012 |
|---------|----------|------|------|-------|------|-------|---------|---------|
| ID-1 | 20201130 | 0,25 | 0,25 | | | | | |
| ID-43 | 20201130 | 12 | 138 | 0,56 | 2,18 | 10,16 | 5,87 | 17,45 |

* AMBI er beregnet på grunnlag av AMBI versjon Desember 2021

nEQR (normalized Ecological Quality Ratio) for gjennomsnittsverdier av de ulike indeksene:

| Vanntype | Stasjon | Dato | NQI1_nEQR | H_nEQR | ES100_nEQR | ISI2012_nEQR | NSI2012_nEQR |
|----------|---------|----------|-----------|--------|------------|--------------|--------------|
| S5 | ID-1 | 20201130 | | | | | |
| S5 | ID-43 | 20201130 | 0,54 | 0,43 | 0,37 | 0,44 | 0,50 |

Vedlegg H.

Analyserapport for kornfordeling i sedimentene



Framsenteret, Postboks 6606, 9296 TROMSØ

Foretaksnr.: NO 937 375 158 MVA

Tel: 77 75 03 50 e-post: kjemi@akvaplan.niva.no




ANALYSERAPPORT

Kornfordelingsanalyse

Kunde: NIVA
Kunde referanse: O-200279.BLØT
Kontaktperson: Marijana Stenrud Brkljadic
Adresse: Gaustadalléen 21
Postnr./sted: 0349 OSLO
Tlf.: 95 15 59 27 **Dato:** 15.02.2021
e-post: Marijana.Brkljadic@niva.no

Rapport nr.: 62737_1_2
Analyseparameter(e): Full kornfordeling med statistiske parametere
Kontaktperson: Lisa Torske

Analyseansvarlig:  (sign.)

Underskriftsberettiget:  (sign.)

| Lab id. | Kundens id. | Matrix | Prøvens beskaffenhet ved mottak | Mottatt Lab | Analyseperiode |
|---------|-----------------|----------|---------------------------------|-------------|---------------------|
| 62737/1 | ID-1 30.11.2020 | Sediment | Frossen | 11.12.2020 | 18.01.21 - 20.01.21 |
| 62737/2 | 43 30.11.2020 | Sediment | Frossen | 11.12.2020 | 18.01.21 - 20.01.21 |

MERKNADER:

Ved våtsikting ble eventuelle agglomerater av sediment forsiktig gnidd ut.

Analysene gjelder bare for de prøver som er testet. De oppgitte analyseresultat omfatter ikke feil som måtte følge av prøvetagningen, inhomogenitet eller andre forhold som kan ha påvirket prøven før den ble mottatt av laboratoriet. Rapporten får kun kopieres i sin helhet og uten noen form for endringer. En eventuell klage skal leveres laboratoriet senest en måned etter mottak av analyseresultat. Nærmere informasjon om metodeprinsipp, måleusikkerhet etc fås ved henvendelse til laboratoriet.

Resultater

| Kundens id.: | | ID-1 30.11.2020 | 43 30.11.2020 |
|---------------------|-------|----------------------------|----------------------|
| Parameter | Enhet | 62737/1 | 62737/2 |
| < 0,063 | vekt% | 69,7 | 60,0 |
| 0,063 | vekt% | 7,4 | 14,0 |
| 0,125 | vekt% | 9,9 | 16,2 |
| 0,25 | vekt% | 7,4 | 4,7 |
| 0,5 | vekt% | 3,8 | 2,6 |
| 1 | vekt% | 1,7 | 2,1 |
| 2 | vekt% | 0,0 | 0,5 |

Kumulativ vekt% (vekt % av total masse som er finere enn angitt diameter =siktgjennomgang)

| Kundens id.: | | ID-1 30.11.2020 | 43 30.11.2020 |
|---------------------|------------|----------------------------|----------------------|
| Partikkeldiam., mm | Enhet | 62737/1 | 62737/2 |
| 0,063 | kum. vekt% | 69,7 | 60,0 |
| 0,125 | kum. vekt% | 77,2 | 74,0 |
| 0,25 | kum. vekt% | 87,1 | 90,1 |
| 0,5 | kum. vekt% | 94,5 | 94,9 |
| 1 | kum. vekt% | 98,3 | 97,4 |
| 2 | kum. vekt% | 100 | 99,5 |
| > 2 | kum. vekt% | 100 | 100 |

Statistiske parametere*:

| | | 62737/1 | 62737/2 |
|------------------|--------|----------------|----------------|
| Median, D50 | ϕ | 5,114 | 4,650 |
| MEAN | ϕ | 4,826 | 4,645 |
| SORTING | ϕ | 2,217 | 2,145 |
| SKEWNESS | ϕ | -0,214 | -0,056 |
| KURTOSIS | ϕ | 0,858 | 0,814 |
| Klassifisering** | | Pelitt | Pelitt |

*) Beregning av statistiske verdier er utført ved bruk av programmet "Gradistat v 9.1"
© Copyright Simon Blott (2020). Programmet er Excel-basert og kan lastes ned fra Internett på
<http://www.kpal.co.uk/index.html>. Programmet gir en detaljert beskrivelse av beregningene som utføres.

Input-data er vekt% av hver siktefraksjon og gjeldende siktestørrelse (i millimeter).

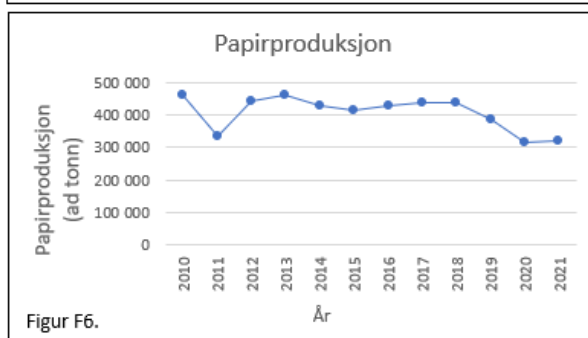
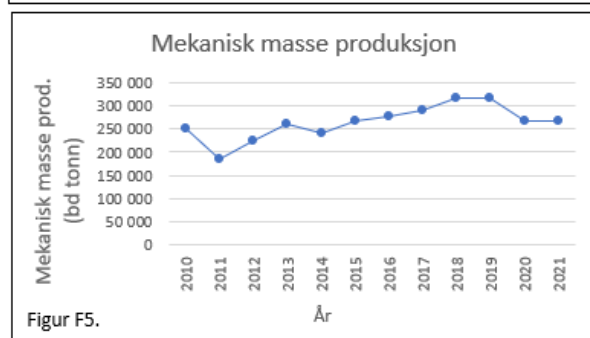
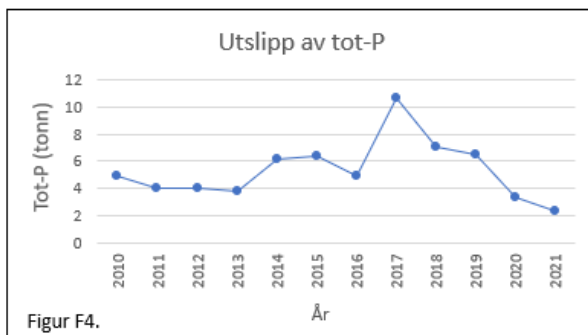
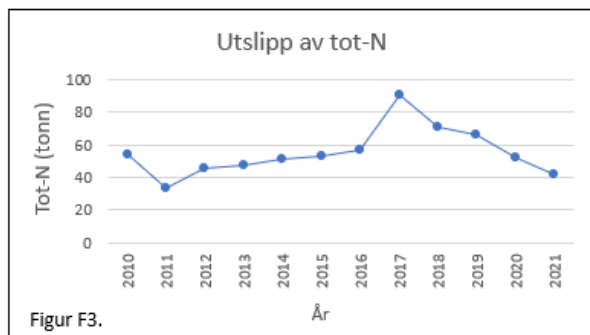
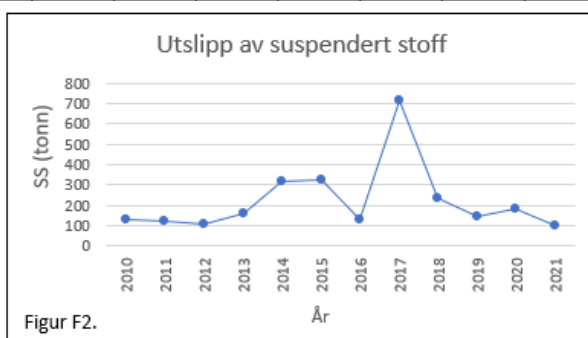
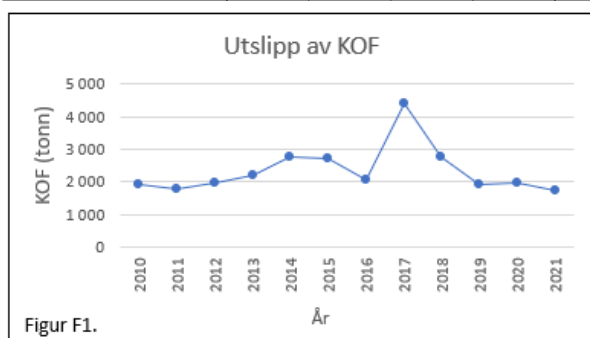
**) Klassifiseringen er basert på Median D50 (ϕ). For verdier mellom +4 og +8 klassifiseres sedimentet som pelitt (evt silt).

Vedlegg I.

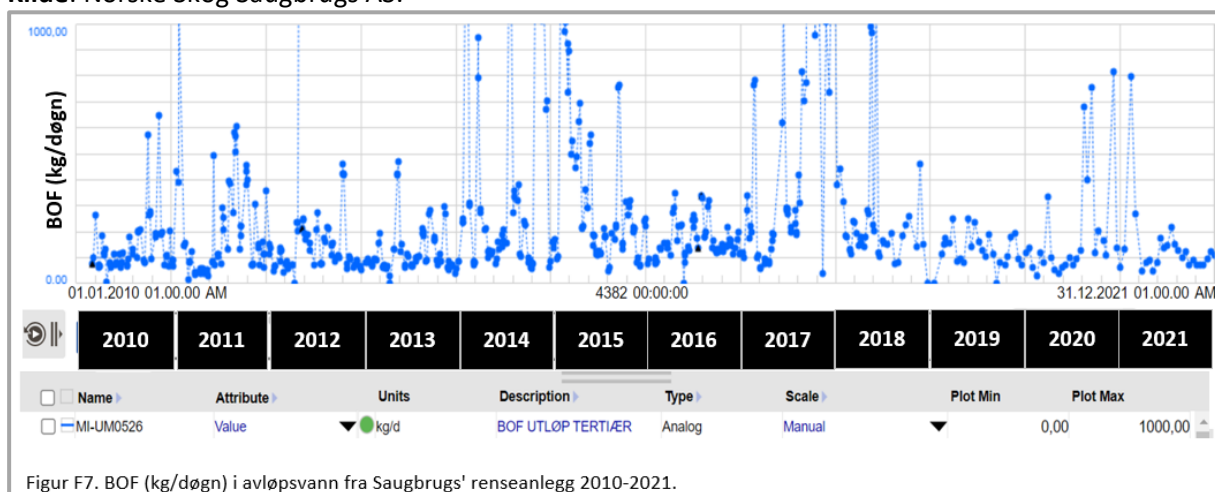
Utslipp fra Norske Skog Saugbrugs AS i perioden 2010-2021

Utslipp av **KOF**, **SS**, **tot-N**, **tot-P** samt **produksjonsforhold**. Tallene er hentet fra norskeutslipp.no. Parametrene analyseres daglig på samleprøve.

| | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 |
|------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| KOF (tonn) | 1898 | 1788,5 | 1971 | 2220 | 2768 | 2718 | 2055 | 4388 | 2769 | 1913 | 1976 | 1711 |
| Susp. stoff (tonn) | 131,4 | 124,1 | 105,85 | 158,14 | 321 | 328,1 | 131,7 | 720 | 236 | 147 | 180 | 103 |
| Tot-N (tonn) | 53,73 | 33,84 | 45,26 | 47,64 | 51,07 | 53,10 | 56,70 | 91,09 | 71,13 | 66,60 | 51,80 | 41,80 |
| Tot-P (tonn) | 4,89 | 4,05 | 3,98 | 3,80 | 6,17 | 6,43 | 4,97 | 10,68 | 7,03 | 6,50 | 3,30 | 2,30 |
| Mek. masse prod. (bdt) | 250 342 | 183 669 | 224 573 | 260 391 | 240 380 | 268 170 | 278 117 | 289 171 | 317 415 | 316 740 | 268 507 | 268 984 |
| Papirproduksjon (adt) | 462 384 | 336 505 | 441 946 | 461 448 | 429 250 | 412 571 | 427 873 | 439 885 | 437 471 | 387 330 | 315 124 | 322 275 |



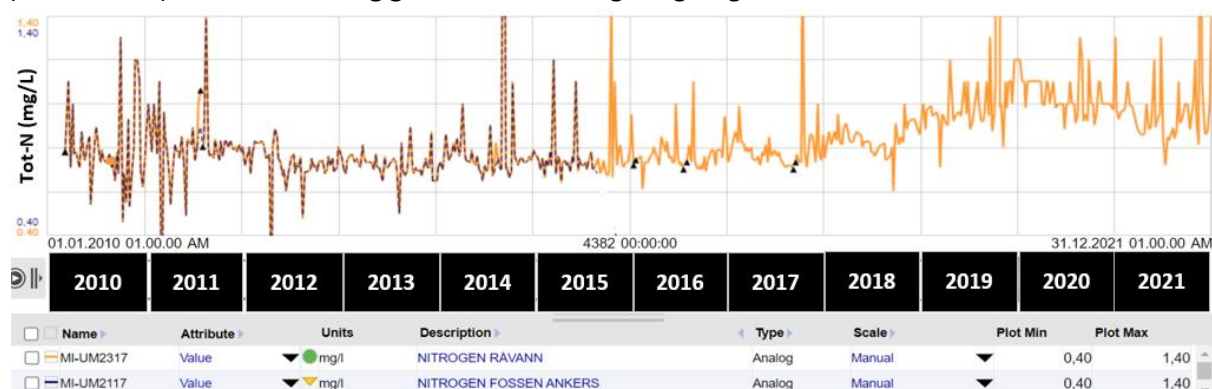
Utslipp av **BOF** (Biokjemisk oksygenforbruk) fra ukesamleprøver på avløpsvannet fra fabrikkens rensenanlegg (tertiær avløp) annenhver uke. BOF analyseres av Eurofins (iht. NS-EN ISO 5815-1).
Kilde: Norske Skog Saugbrugs AS.



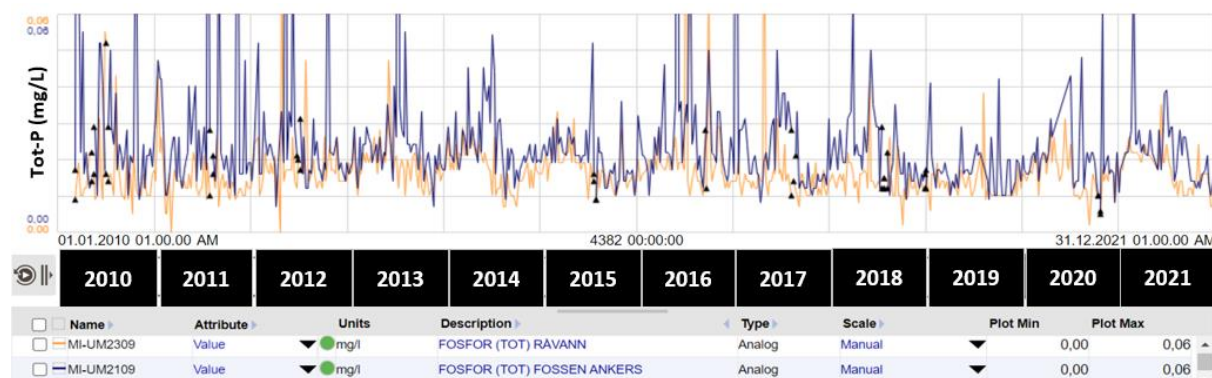
Vedlegg J.

Analyser av råvann fra Femsjøen og vann fra fossen ved Ankers (Tista, oppstrøms Saugbrugs) og Tista (fossen ved Porsnes, nedstrøms Saugbrugs) i perioden 2010-2021.

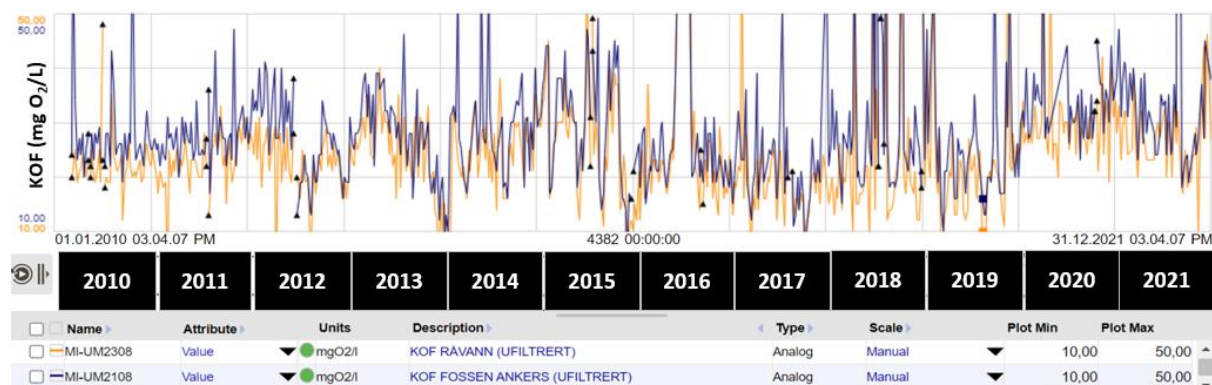
Norske Skog Saugbrugs AS innhenter bl.a. hver mandag øyeblikksprøve på vann fra Femsjøen (råvann), Tista (fossen ved Ankers, oppstrøms Saugbrugs) og Tista (fossen ved Porsnes, nedstrøms Saugbrugs). Prøvene analyseres på Saugbrugs' laboratorium for Tot-P (ISO 6878:2004), KOF, SS og farge. Det analyseres pH i vann oppstrøms og nedstrøms Tista. Eurofins analyserer Tot-N i råvann (iht. NS 4743). **Kilde tabeller og grafer:** Norske Skog Saugbrugs AS.



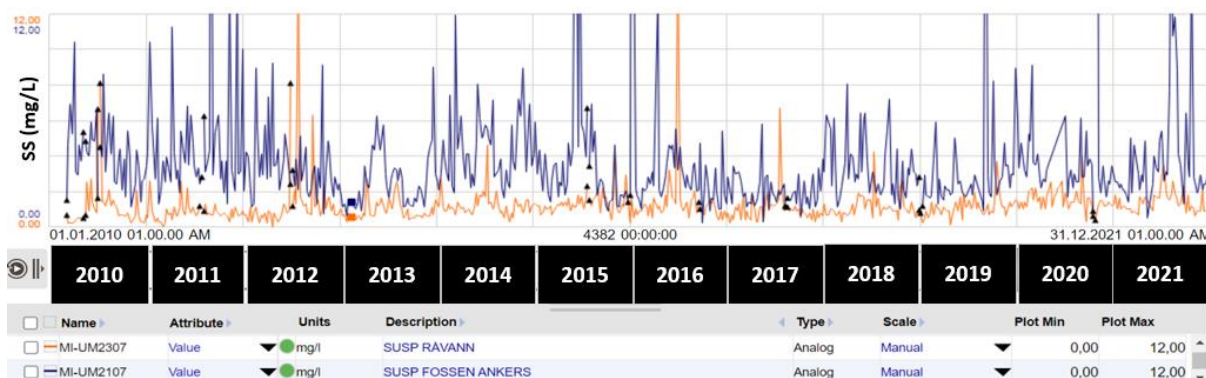
Figur G1. Tot-N i råvann fra Femsjøen og vann fra fossen ved Ankers (Tista, oppstrøms Saugbrugs) 2010-2021.



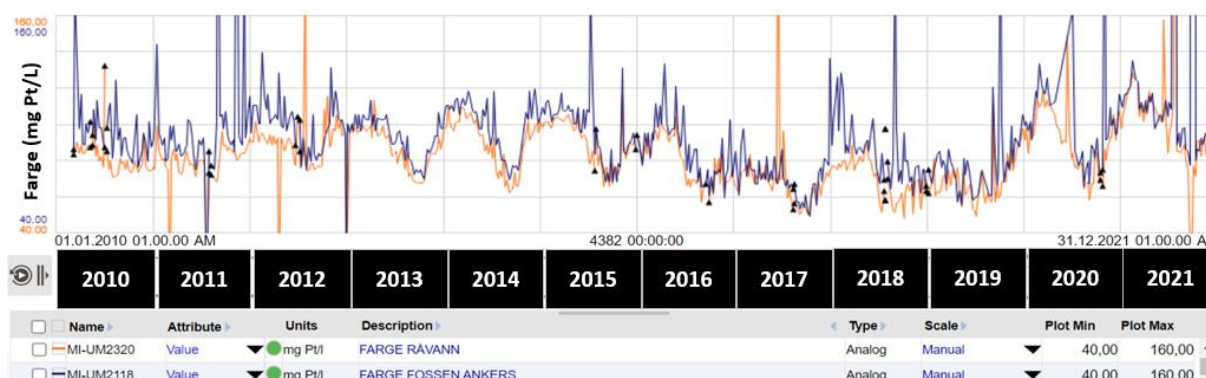
Figur G2. Tot-P i råvann fra Femsjøen og vann fra fossen ved Ankers (Tista, oppstrøms Saugbrugs) 2010-2021.



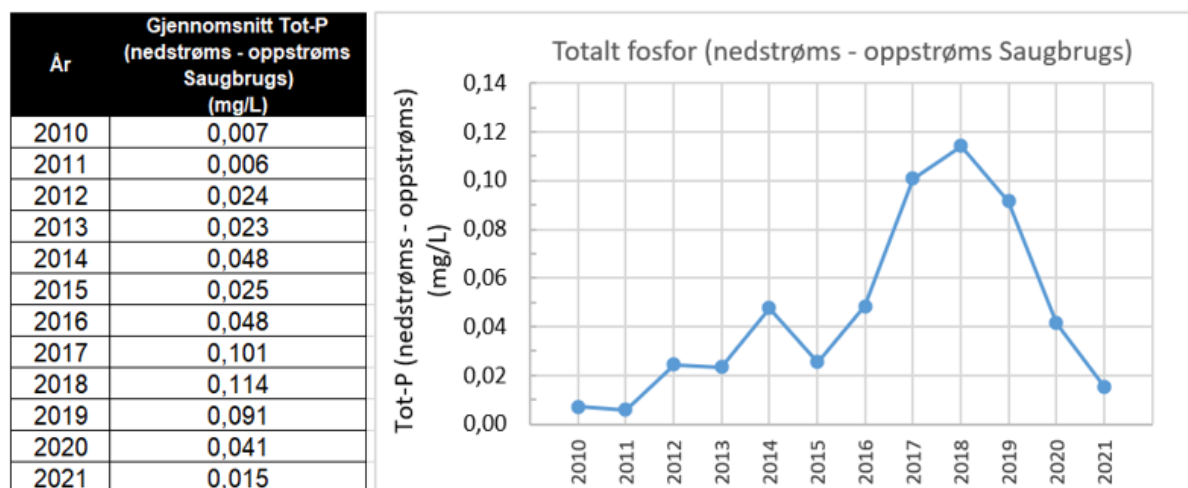
Figur G3. KOF i råvann fra Femsjøen og vann fra fossen ved Ankers (Tista, oppstrøms Saugbrugs) 2010-2021.



Figur G4. Suspendert stoff i råvann fra Femsjøen og vann fra fossen ved Ankers (Tista, oppstrøms Saugbrugs) 2010-2021.

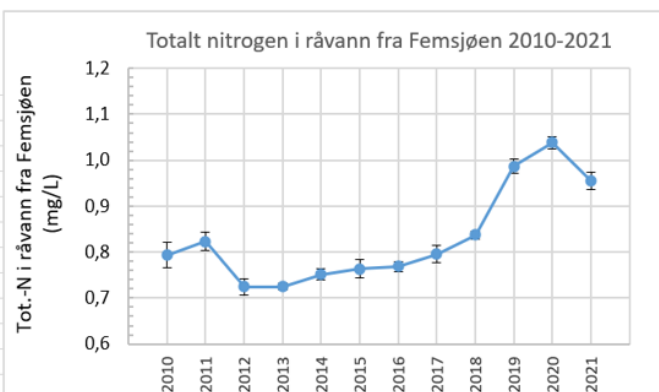


Figur G5. Farge i råvann fra Femsjøen og vann fra fossen ved Ankers (Tista, oppstrøms Saugbrugs) 2010-2021.



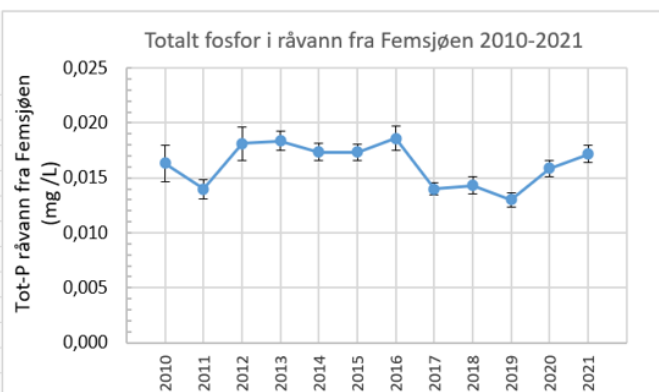
Figur G6. Differanse i total fosfor konsentrasjon i ellevann nedstrøms og oppstrøms Saugbrugs basert på analyser utført hver mandag 2010-2021. Prøvepunkt oppstrøms: fossen ved Ankers. Prøvepunkt nedstrøms: fossen ved Porsnes.

| År | Gjennomsnitt Tot-N i råvann fra Femsjøen (mg/L) | Standardavvik til gjennomsnitt (mg/L) |
|------|---|---------------------------------------|
| 2010 | 0,79 | 0,03 |
| 2011 | 0,82 | 0,02 |
| 2012 | 0,72 | 0,02 |
| 2013 | 0,72 | 0,01 |
| 2014 | 0,75 | 0,01 |
| 2015 | 0,76 | 0,02 |
| 2016 | 0,77 | 0,01 |
| 2017 | 0,80 | 0,02 |
| 2018 | 0,84 | 0,01 |
| 2019 | 0,99 | 0,02 |
| 2020 | 1,04 | 0,01 |
| 2021 | 0,95 | 0,02 |



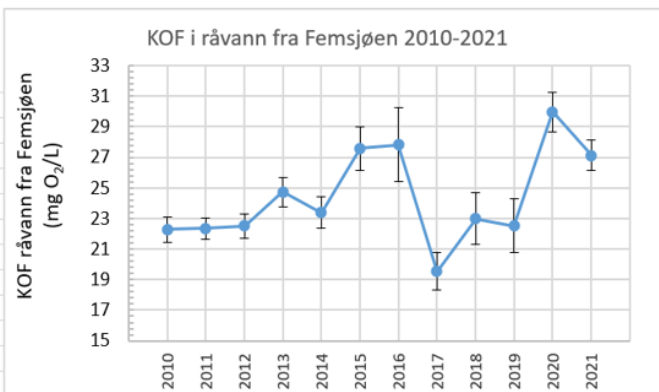
Figur G7. Tot-N i råvann fra Femsjøen analysert hver mandag 2010-2021. Standardavvik til gjennomsnitt er markert i figuren.

| År | Gjennomsnitt Tot-P i råvann fra Femsjøen (mg/L) | Standardavvik til gjennomsnitt (mg/L) |
|------|---|---------------------------------------|
| 2010 | 0,016 | 0,002 |
| 2011 | 0,014 | 0,001 |
| 2012 | 0,018 | 0,001 |
| 2013 | 0,018 | 0,001 |
| 2014 | 0,017 | 0,001 |
| 2015 | 0,017 | 0,001 |
| 2016 | 0,019 | 0,001 |
| 2017 | 0,014 | 0,001 |
| 2018 | 0,014 | 0,001 |
| 2019 | 0,013 | 0,001 |
| 2020 | 0,016 | 0,001 |
| 2021 | 0,017 | 0,001 |



Figur G8. Tot-P i råvann fra Femsjøen analysert hver mandag 2010-2021. Standardavvik til gjennomsnitt er markert i figuren.

| År | Gjennomsnitt KOF i råvann fra Femsjøen (mg O ₂ /L) | Standardavvik til gjennomsnitt (mg O ₂ /L) |
|------|---|---|
| 2010 | 22,3 | 0,8 |
| 2011 | 22,3 | 0,7 |
| 2012 | 22,5 | 0,8 |
| 2013 | 24,7 | 0,9 |
| 2014 | 23,4 | 1,0 |
| 2015 | 27,6 | 1,4 |
| 2016 | 27,8 | 2,4 |
| 2017 | 19,5 | 1,2 |
| 2018 | 23,0 | 1,7 |
| 2019 | 22,5 | 1,8 |
| 2020 | 30,0 | 1,3 |
| 2021 | 27,1 | 1,0 |



Figur G9. KOF i råvann fra Femsjøen analysert hver mandag 2010-2021. Standardavvik til gjennomsnitt er markert i figuren.

NIVA: Norges ledende kompetansesenter på vannmiljø

Norsk institutt for vannforskning (NIVA) er Norges viktigste miljøforskningsinstitutt for vannfaglige spørsmål, og vi arbeider innenfor et bredt spekter av miljø, klima- og ressurs spørsmål. Vår forskerkompetanse kjennetegnes av en solid faglig bredde, og spisskompetanse innen mange viktige områder. Vi kombinerer forskning, overvåkning, utredning, problemløsning og rådgivning, og arbeider på tvers av fagområder.



Norsk institutt for vannforskning

Økernveien 94 • 0579 Oslo
Telefon: 02348 • Faks: 22 18 52 00
www.niva.no • post@niva.no