

Tiltaksrettet overvåkning i Beitstadfjorden for MM Karton FollaCell AS



CORRIGENDUM

Endringer for elektronisk versjon av rapporten «Tiltaksrettet overvåkning i Beitstadjorden for MM Karton FollaCell AS» (NIVA-RAPPORT 6992-2016, 29.02.2016).

Side 17, Tabell 8:

Ammonium (NH₄-N): Standardmetode Intern metode basert på NS 4746:1975 *endret til* Intern metode
Nitritt+nitrat (NO₃-N): Standardmetode NS EN ISO 4745:1991 *endret til* Intern metode basert på NS
4745:1991.

Fosfat (PO₄-P): Standardmetode NS EN ISO 4724:1984 *endret til* Intern metode basert på NS 4724:1984.

Totalt fosfor (Tot-P): Standardmetode NS EN ISO 4725:1984 *endret til* Intern metode basert på NS
4725:1984.

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

Oslo, 08.06.2017

Mats Walday

Hovedkontor

Gaustadalléen 21
0349 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 22 18 52 00
Internett: www.niva.no

NIVA Region Sør

Jon Lilletuns vei 3
4879 Grimstad
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 37 04 45 13

NIVA Region Innlandet

Sandvikaveien 59
2312 Ottestad
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 62 57 66 53

NIVA Region Vest

Thormøhlensgate 53 D
5006 Bergen
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 55 31 22 14

Tittel Tiltaksrettet overvåking i Beitstadfjorden for MM Karton FollaCell AS	Løpenr. (for bestilling) 6992-2016	Dato 2016.02.29
	Prosjektnr. Undernr. 15191	Sider Pris 53
Forfatter(e) Walday, Mats Brkljacic, Marijana Gitmark, Janne Trannum, Hilde	Fagområde Overvåking	Distribusjon Fri
	Geografisk område Nord-Trøndelag	Trykket NIVA
Oppdragsgiver(e) MM Karton ved kontaktperson Bengt Widegren		Oppdragsreferanse arkivnr. 900835

Sammendrag

Det er gjennomført tiltaksrettet overvåking etter vannforskriften i Beitstadfjorden på oppdrag fra MM Karton AS. Programmet undersøker biologiske og kjemiske kvalitetselementer på til sammen 8 stasjoner, samt fysisk-kjemiske støtteparametere på to stasjoner. Avløpet fra bedriften slipper ut ved ca. 20 m dyp i fjorden og består i hovedsak av ferskvann, med forhøyet innhold av suspendert materiale og næringsalter som går til vannforekomst «Follafoss havneområde» og sannsynligvis påvirker vannforekomst «Beitstadfjorden». Det er flere påvirkere i samme område. Den økologiske tilstanden var «god» på samtlige av de undersøkte stasjonene, bortsett fra på to makroalgstasjoner i Follafoss havneområde hvor tilstanden var «moderat». De fysisk-kjemiske støtteparametere understøtter den økologiske tilstanden. Visuelle undersøkelser, og erfaring fra tidligere undersøkelser, gjør at vi kan anta at økologisk tilstand på den grunnere bunnen nærmere land ikke vil oppnå god tilstand. Dette skyldes store forekomster av flis på bunnen. Alle stasjoner ligger godt under grenseverdiene (EQS) for metallinnhold i både blåskjell og sedimenter, og totalresultatet for kjemisk tilstand blir derfor «god». Rapporten foreslår hva et videre overvåkingsprogram for fjorden bør omfatte, og anbefaler samarbeid om dette med andre påvirkere i samme område.

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



Mats Walday
Prosjektleder



Merete Grung
Kvalitetssikrer

**Tiltaksrettet overvåkning i Beitstadvfjorden for MM
Karton FollaCell AS**

Forord

Denne rapporten presenterer undersøkelsene av økologisk og kjemisk tilstand i Beitstadfjorden.

Undersøkelsene er utført av Norsk institutt for vannforskning (NIVA) på oppdrag av MM Karton i forlengelsen av Miljødirektoratets pålegg om tiltaksrettet overvåking til norsk industri. Mats Walday har vært prosjektleder på NIVA og har hatt kontakt mot oppdragsgiver. Kontaktperson hos bedriften har vært Bengt Widegren.

Takk til kolleger ved NIVA som har bidratt i prosjektet. Arbeidet ble fordelt som følger:

- Feltarbeid og/eller opparbeiding av prøver: Marijana Brkljacic, Janne Gitmark, Maia Røst Kile, Gunhild Borgersen, Siri Moy, Tage Bratrud
- Kalibrering og vedlikehold av måleinstrumenter: Uta Brandt og hennes kolleger ved NIVAs instrumentsentral
- Klargjøring og vedlikehold av prøvetakingsutstyr og båter: Ingar Bescan og hans kolleger ved NIVAs utstyrssentral
- Kjemiske analyser: Line Roaas, Trine Olsen, Anne Luise Ribeiro og deres kolleger ved NIVAs laboratorium, og personell ved Eurofins.
- Skriftlig vurdering og rapportering: Marijana Brkljacic og Hilde Trannum (bløtbunnsfauna), Mats Walday (metaller i sediment og blåskjell, støtteparametere), Janne Gitmark (makroalger)
- Kartproduksjon: John Rune Selvik
- Datahåndtering og overføring av data til Miljødirektoratets database Vannmiljø: Jens Vedal og hans kolleger ved seksjon for miljøinformatikk.
- Faglig kvalitetssikring av rapporten er utført av Merete Grung. I tillegg har det blitt gjort en kvalitetssikring iht. vannforskriften av Anna Lyche Solheim og Merete Grung.

Vi har hatt en prosjektgruppe, som med bidrag fra mange kolleger på NIVA, har arbeidet med utvikling av verktøy og tilrettelegging i forbindelse med den tiltaksrettede overvåkingen for industrien:

- Hovedkoordinator: Eirin Pettersen
- Utvikling av klassifiseringsverktøyet NIVAClass: Jannicke Moe
- Utarbeidelse av mal for kartproduksjon og tilrettelegging av datahåndtering: John Rune Selvik, Jens Vedal
- Utarbeidelse av rapportmal: Eirin Pettersen, Sissel Brit Ranneklev, Mats Walday, Anne Lyche Solheim
- Dokumentstyring: Guro Ladderud Mittet og Kathrine Berge Brekken.

En stor takk rettes til alle medarbeidere og involverte for et godt samarbeid.

Oslo, 29. februar 2016

Mats Walday

Sammendrag

Det er gjennomført tiltaksrettet overvåking etter vannforskriften i Beitstadfjorden på oppdrag fra MM Karton AS. Overvåkingsprogrammet er godkjent av Miljødirektoratet og utformet i henhold til vannforskriften. Programmet omfatter undersøkelser av biologiske og kjemiske kvalitetselementer på til sammen 8 stasjoner, samt fysisk-kjemiske støtteparametere på to stasjoner. I tillegg er det gjort visuelle undersøkelser av bunnforholdene utenfor bedriften.

Avløpet fra bedriften slippes ut ved ca. 20 m dyp i fjorden og består i hovedsak av ferskvann, med forhøyet innhold av suspendert materiale og næringssalter. Utslipet går til vannforekomst «Follafoss havneområde» og har sannsynligvis også påvirkning på vannforekomst «Beitstadfjorden».

MM Kartons papirmassefabrikk ligger like ved utløpet til den regulerte Follaelven og like ved et smoltanlegg (Salmar Settefisk AS) og et kommunalt avløpsanlegg (487 p.e.), begge med utslipp til den samme vannforekomsten. Således er det flere aktiviteter enn MM Karton som påvirker de samme vannforekomstene med næringssalter og organisk materiale.

Den økologiske tilstanden var «god» på samtlige av de undersøkte stasjonene, bortsett fra på to av makroalgestasjonene (MM3 og MM4) i Follafoss havneområde hvor tilstanden var «moderat».

På vannmassestasjonene VM1 og VM2, som ligger hhv. ca. 500 og 750 meter fra utslippet ble det biologiske kvalitetselementet planteplankton undersøkt og resultatene kan indikere god tilstand, men datagrunnlaget er altfor tynt til at dette kan brukes til økologisk klassifisering av de to stasjonene. De fysisk-kjemiske støtteparametere kan ikke alene brukes til å klassifisere økologisk tilstand på en stasjon, men resultatene understøtter den økologiske tilstanden som ble funnet for de biologiske kvalitetselementene.

Det ble foretatt fjæresoneregistreringer av makroalger på fem stasjoner i Beitstadfjorden. Basert på vegetasjonen i vannforekomst "Follafoss havneområde", er det «god» tilstand på en stasjon (MM1), og «moderat» tilstand på to stasjoner (MM3 og MM4). I vannforekomsten "Beitstadfjorden", er det «god» tilstand på begge stasjonene (stasjon MM5 og MM6). Det er hovedsakelig et høyere prosentantall av grønnalger som trekker ned tilstanden på stasjon MM3 og MM4, sammenliknet med de andre stasjonene.

Bunnfaunaen i Beitstadfjorden viste «god» økologisk tilstand på de tre stasjonene som ble undersøkt på dypt vann (SCE4, SCE5 og SCE_ref) og oppfyller dermed vannforskriftens krav om minimum god tilstand. Vi kan utfra visuelle undersøkelser, og erfaring fra tidligere undersøkelser, anta at økologisk tilstand på den grunnere bunnen nærmere land ikke vil oppnå god tilstand. Dette skyldes store forekomster av flis på bunnen.

Alle stasjoner ligger godt under grenseverdiene (EQS) for metallinnhold i både blåskjell og sedimenter, og totalresultatet for kjemisk tilstand blir derfor «god».

Rapporten foreslår hva et videre overvåkingsprogram for fjorden bør omfatte, og anbefaler samarbeid om dette med andre påvirkere i samme område.

Den største negative påvirkningen på den økologiske tilstanden i fjorden utenfor MM Karton kommer antagelig fra flis som ligger på bunnen. Det kreves en grundigere utredning før eventuelle tiltak i forhold til dette kan anbefales og iverksettes.

Innholdsfortegnelse

Sammendrag	5
1 Innledning	7
1.1 Bakgrunnsinformasjon om virksomheten	9
1.2 Vannforekomstene	10
1.3 Utslippspunkter, stasjonsvalg og andre kilder til forurensninger i vannforekomsten	10
2 Materiale og metoder	13
2.1 Bedriftens tiltaksrettede overvåkingsprogram	13
2.2 Prøvetakingsmetodikk	13
2.2.1 Vann	13
2.2.2 Sediment	14
2.2.3 Biota	15
2.3 Analysemetoder	17
2.3.1 Vann	17
2.3.2 Sediment	18
2.3.3 Biota	20
2.4 Klassifisering av økologisk og kjemisk tilstand	21
2.4.1 NIVAClass	24
3 Resultater	25
3.1 Økologisk tilstand	25
3.1.1 Biologiske kvalitetselementer	25
3.1.2 Supplerende undersøkelser av sjøbunnen	32
3.1.3 Fysisk-kjemiske kvalitetselementer	33
3.1.4 Vannregionspesifikke stoffer	35
3.2 Kjemisk tilstand	36
3.3 Oversikt over økologisk og kjemisk tilstand for alle stasjoner	37
4 Konklusjoner og videre overvåking	39
4.1 Sammenligning av dagens tilstand med tidligere overvåkingsresultater	39
4.2 Vurdere videre overvåking	40
4.3 Vurdering av mulige tiltak	40
5 Referanser	41
Vedlegg A. Fysisk-kjemiske kvalitetselementer	42
Vedlegg B. Bløtbunnsindekser per grabbprøve	44
Vedlegg C. Fullstendige artslister	45
Vedlegg D. Tokrapport bunnfauna	51

1 Innledning

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

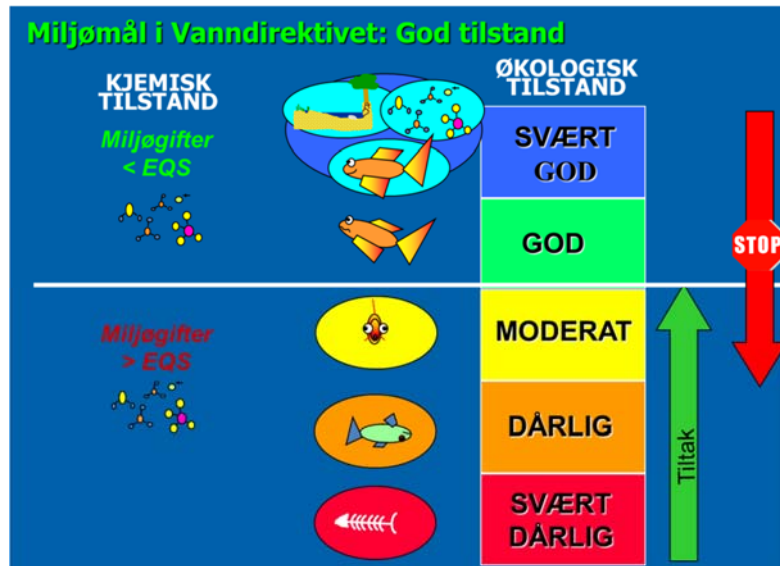
Fundamentalt i vannforskriften er at det foretas en karakterisering og klassifisering av vannforekomstene. Karakteriseringen inndeler vannforekomster i vanntyper, identifiserer belastninger og miljøvirkninger av belastningene, mens klassifiseringen definerer den faktiske tilstanden i en vannforekomst.

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

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

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

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



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

For å fastslå tilstanden til en vannforekomst er det i vannforskriften lagt føringer for forvaltningen i forhold til overvåking, og det opereres med tre ulike overvåkingsstrategier: basisovervåking, tiltaksorientert overvåking og problemkartlegging. Tiltaksorientert overvåking iverksettes i vannforekomster som anses å stå i fare for ikke å nå miljømålene, eventuelt for å vurdere endringer i

tilstanden som følge av iverksatte tiltak. Overvåkingen iverksettes av Miljødirektoratet eller annen forurensningsmyndighet og bekostes av forurenser, etter prinsippet om at «påvirker betaler».

Utformingen av et tiltaksorientert overvåkingsprogram er karakterisert av ved man har flere overvåkingsstasjoner som plasseres for eksempel oppstrøms og nedstrøms utslippspunktene, samt vurderer hydromorfologiske egenskaper¹ og eventuelle endringer i vannforekomsten som følge av tiltak.

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

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

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

* Gjennomføres oftere i områder hvor sedimentasjonshastigheten tilsier hyppigere prøvetaking

Overvåkingsprogrammet kan endres i løpet av gyldighetstiden for en forvaltningsplan² for vannregionen. Dette gjøres på grunnlag av opplysninger innsamlet i forbindelse med kravene i vedlegg II, særlig for å muliggjøre en reduksjon i frekvensen dersom virkningen ikke er vesentlig eller den relevante belastningen er fjernet.

Som et minimumskrav skal det biologiske kvalitetsэлементet som er mest følsom for belastningen inngå i overvåkingsprogrammet. I tillegg vil ofte EUs prioriterte³ miljøgifter, i den grad de slippes ut i vannforekomsten, overvåkes, samt andre forurensende stoffer som slippes ut i betydelige mengder (Vannforskriften 2015; Direktoratgruppen 2010).

¹ *Hydromorfologiske egenskaper:* Vannmengde og variasjon i vannføring og vannstand, samt sedimenttransport, bunnforhold og vannforekomstens fysiske beskaffenhet.

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

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

NIVA har med bakgrunn i brev datert 28.5.2014 fra Miljødirektoratet utformet et tiltaksorientert overvåkingsprogram i henhold til vannforskriftens krav for MM Karton. Overvåkingsprogrammet ble godkjent av Miljødirektoratet og gjennomført i løpet av 2015 og 2016.

1.1 Bakgrunnsinformasjon om virksomheten

MM Karton FollaCell cellulosefabrikk tilhører sektoren landbasert industri og bransjen "Produksjon av papirmasse". Anlegget holder til i Verran kommune i Nord-Trøndelag ved Beitstadfjorden. MM Karton oppgir at det har vært aktivitet rundt fabrikkområdet i over 100 år, først som sagbruk, så videre som tresliperi før produksjonen ble endret til CTMP (kjemisk termomekanisk masse), basert på skogsvirke som råvare.

Avløpsvannet fra MM Karton renses og slippes ut ved ca. 20 m dyp i fjorden. Utslippet består i hovedsak av ferskvann, med forhøyet innhold av suspendert materiale og næringssalter. Fabrikkavløpet har i takt med tiden blitt mer renses, i dag med et biologisk rensenanlegg som tar hånd om avløpet før det går ut i fjorden.

Virksomheten ved fabrikk ble stanset i oktober 2012 av daværende eier Sødra Cell. Produksjonen ble restartet i september 2013 av ny eier MM Karton. Det er utstedt ny utslippstillatelse etter eierskifte. MM Kartons utslippstillatelse fra Miljødirektoratet er gitt i **Tabell 2**. I **Tabell 3** vises MM Kartons utslippskomponenter til vann. Det vært en økning i utslippene av de fleste stoffer siden fabrikk startet opp igjen i 2013.

Tabell 2. MM Kartons regulerte utslippstillatelser fra Miljødirektoratet. Suspendert materiale bestemmes etter NS 4760 (70my filter). Data fra www.norskeutslipp.no

Kilde	Komponent	Utslippsgrenser			Gjelder fra
		Månedsmiddel (flytende), tonn pr døgn	Årsmiddel (fast) tonn per døgn	Årsmiddel, kg pr tonn produsert masse	
Produksjon	KOF	7	6	21	30.7.2012
	SS (70my)	0,4	0,3	1,2	30.7.2012
	N-tot		200 kg	0,6	30.7.2012
	P-tot		35 kg	0,13	31.8.2010
Oljeavskiller	Olje		15 mg/l*		31.8.2010

*øyeblikksverdi

Tabell 3. MM Kartons utslippskomponenter til vann. Data fra bedriften

År	Vann	KOF	SS70	N-tot	P-tot	Jern	Mangan	Krom	Kadmium	Arsen	Kobber	Bly
	m3/år	tonn /år				kg / år						
2002	1849532	1980	59	131	15,0	1262	4356	18,5	4,2	25,0		
2003	1914933	2346	101	42	7,0	843	2336	6,3	0,9	19,0		
2004	2015198	2423	70	41	6,8	7759	5995	35,3	5,4	27,9		
2005	1999781	2155	99	57	8,1							
2006	2029297	2753	129	103	15,0	7732	6717	18,5	3,9	7,9		
2007	2094484	2715	140	111	14,0	6975	7367	47,1	7,4	14,4		
2008	2013028	2462	131	16	81,0	3920	3503	63,8	4,2			
2009	1591351	1799	106	81	12,0	1883	3413	17,2	2,9	6,4	47,7	
2010	2023370	2093	458	77	9,0							
2011	1497024	1642	274	61	6,1			37,4	3,2		56,1	11,7
2012	1089531	1386	108	46	7,8			12,0	1,1		24,5	4,0
2013	567884	487	133	11	1,4							
2014	2133864	1694	161	47	5,9			15,8	4		58,9	7,7
2015	2125519	2501	127	72	10,0			35,1	7,3		113,7	12,5

1.2 Vannforekomstene

Utslippet går til vannforekomst «Follafoss havneområde» og har sannsynligvis også påvirkning på vannforekomst «Beitstad-fjorden» (**Figur 3**). Begge disse vannforekomstene er i Vann-nett klassifisert med God økologisk tilstand, men det mangler informasjon om hva tilstandsvurderingen baseres på. Kjemisk tilstand er udefinert for begge vannforekomster.

Vannforekomster tilhører økoregion Norskehavet-Sør. Vannforekomst «Follafoss havneområde» (0320041500-1-C) er i Vann-Nett karakterisert som en beskyttet kyst/fjord (CH3513231), og har et areal på 0,116 km². Vannforekomst «Beitstadfjorden» (0320041500-4-C) er i Vann-Nett karakterisert som en beskyttet kyst/fjord (CH3513231), og har et areal på 186,308 km². (www.vann-nett.no/saksbehandler)

I Vann-nett er den økologiske tilstanden definert som «god» hos begge vannforekomster, uten at det gis noen informasjon om hvilke data det baserer seg på. Kjemisk tilstand er oppgitt som «udefinert».

1.3 Utslippspunkter, stasjonsvalg og andre kilder til forurensninger i vannforekomsten

Strømmåling og miljøovervåking ble utført i fjorden i 2008 på oppdrag for smoltanlegget som ligger i området (Havbrukstjenesten 2008). Resultatene viste at det var mye strøm i området utenfor bedriften (gjennomsnittlig strømhastighet fra 5-15 m dyp ca. 7-15 cm/s over en periode på 28 dager). Ved 5 m dyp var hovedstrømmen mot øst, og ved 15 m dyp var den mot sør-vest. Det antas derfor at utslippet fra MM Karton spres og fortynnes betydelig.

Med et ferskvannsutslipp på 20 meters dyp som har en vannmengde på 5800-7500 m³/døgn (2015 var gjennomsnittlig døgnverdi 5823 m³), og som slippes ut i et rør med endehull, så vil det i enkelte tilfeller forekomme at avløpsvannet trenger helt opp til overflata. For å beregne akkurat når og hvor ofte dette vil skje må det gjennomføres relativt omfattende beregninger, som inkluderer data på saltholdighet- og temperatursjiktning i resipienten. Det vi med sikkerhet kan si er at det ferske avløpsvannet stiger opp i vannsøylen og at det vil spres med strømmen som går frem og tilbake langs land.

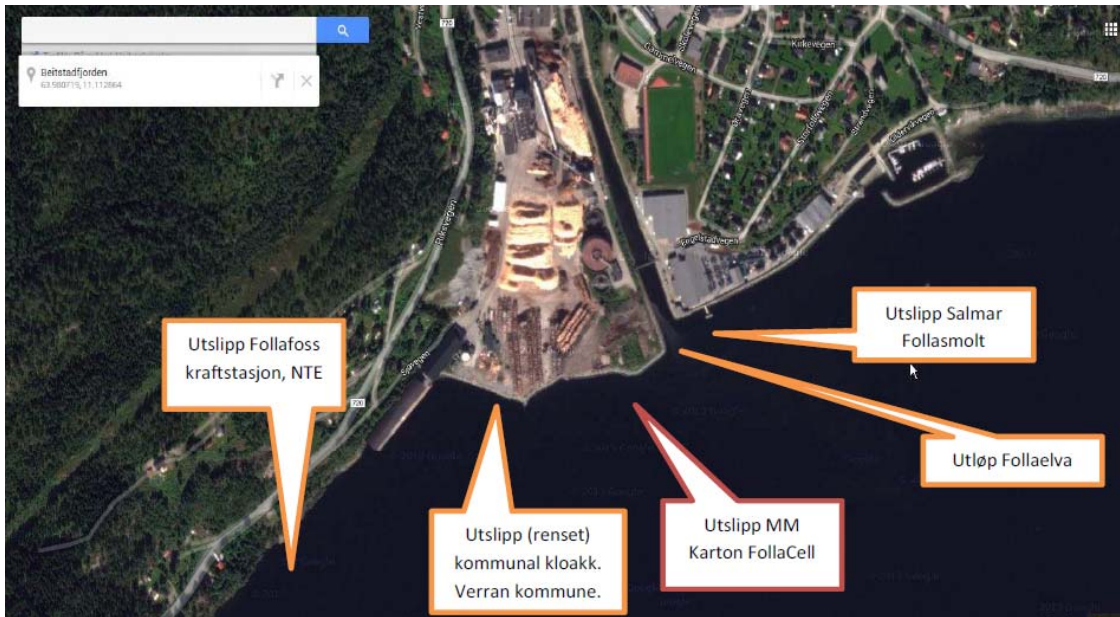
Det ble etablert overvåkingsstasjoner i ulik avstand fra MM Kartons utslippsområde (**Figur 3**). For makroalger i fjæra valgte vi å følge opp fem stasjoner som ble undersøkt i 2011. Stasjon MM1, MM3 og MM4 ligger i vannforekomst Follafoss havneområde, mens MM5 og MM6 ligger i vannforekomst Beitstadfjorden. Stasjon MM6 ligger 3,5 km nordøst for utslippet og er referansestasjon i forhold til bedriftens utslipp og eventuelle påvirkning.

Bunnfauna ble undersøkt på tre stasjoner, SCE4, SCE5 og SCE_ref. Sistnevnte stasjon ligger et godt stykke unna utslippet (ca. 3,5 km) og fungerer som referanse i forhold til MM Kartons utslipp. Ved forrige undersøkelse i området i 2011 lyktes det ikke å ta godkjente prøver fra dyp grunnere enn 150 m grunnet flis på bunnen. Stasjon SCE4 og SCE5 ble derfor lag til hhv. 153 og 152 m dyp. Det ble tatt to ekstra grabbhugg (I og II) i fabrikkens nærområde for visuell inspeksjon av sedimentet. Posisjonene for disse er vist i **Figur 3**. I nærområdet av bedriften ble det gjort en enkel visuell undersøkelse av bunnen med droppekamera for å vurdere hvorvidt ny treflis tilføres området.

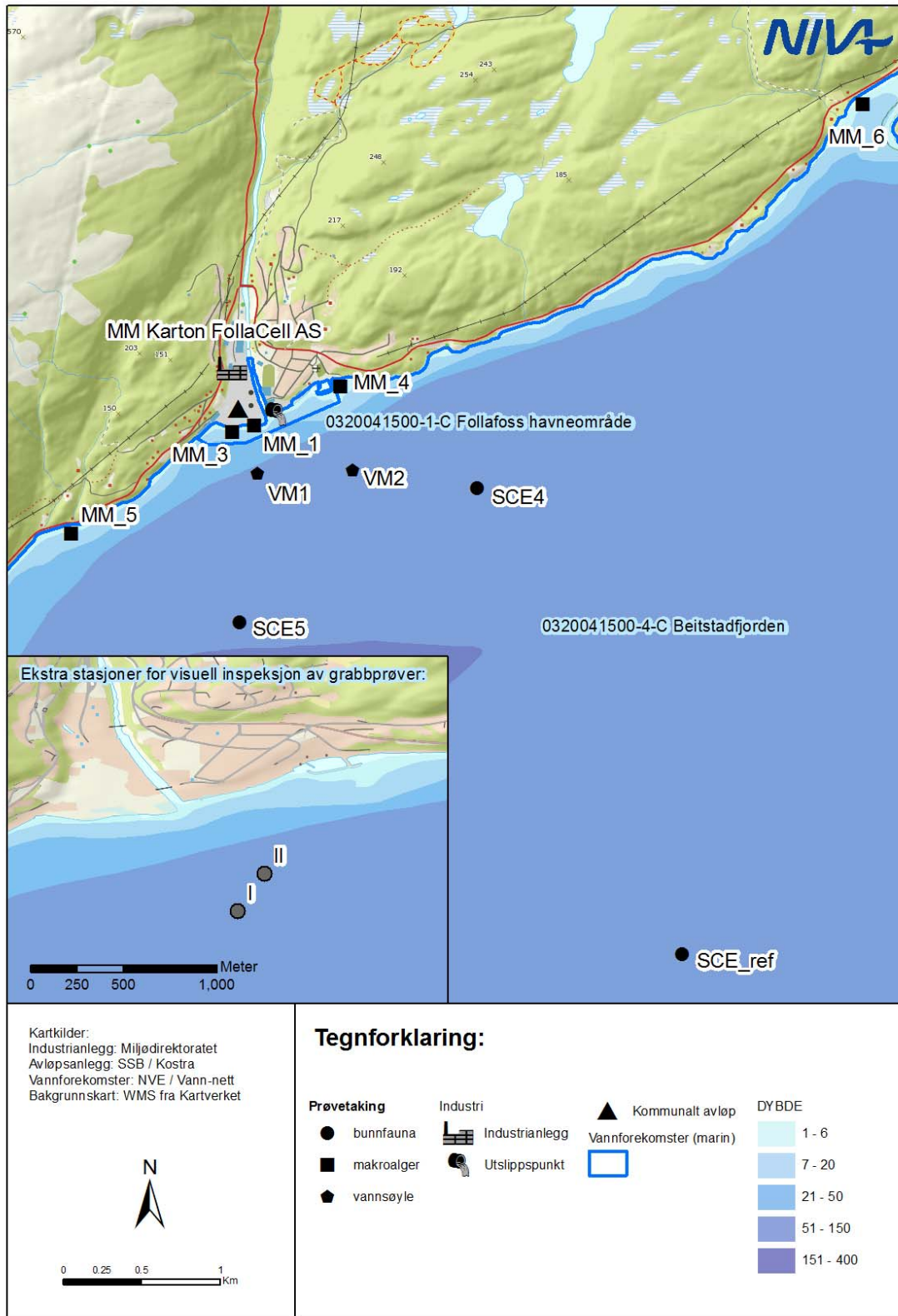
Vannprøver ble samlet inn på fire dyp (0, 5, 10 og 15m) på stasjon VM1 og VM2 i vannforekomst Beitstadfjorden.

MM Kartons papirmassefabrikk ligger like ved utløpet til den regulerte Follaelven og like ved et smoltanlegg (Salmar Settefisk AS) og et kommunalt avløpsanlegg (487 p.e.), begge med utslipp av næringsalter og organisk stoff. I tillegg til dette slippes det også ut vann fra Follafoss kraftverk til fjorden i et område vest for kaianlegget til MM Karton. Nye Follafoss kraftverk ble satt i drift i august 2005. Det

erstattet det gamle Follafoss kraftverk som har vært i drift siden 1923. Utslippet ble da overført fra nedre del av Follaelva til et eget utslipp til fjorden. En oversikt over de ulike utslippene er gitt i **Figur 2**.



Figur 2. Plasseringen av de ulike utslipp som er beskrevet i teksten ovenfor.



Figur 3. Kart med prøvetakingsstasjoner i Beitstadfjorden i 2015. Vannprøver er tatt på stasjon VM1 og VM2. Prøver av bunnfauna og sediment til metallanalyser fra stasjonene SCE4, SCE5 og SCE_ref. Det ble undersøkt makroalger og samlet inn blåskjell for metallanalyser på stasjonene MM1, MM3, MM4, MM5 og MM6. Punkt for utslipp av kjølevann er også vist. Ekstrastasjoner for visuell undersøkelse av grabbprøver er vist på innfelt kart.

2 Materiale og metoder

2.1 Bedriftens tiltaksrettede overvåkingsprogram

En kort oppsummering av bedriftens tiltaksrettede overvåkingsprogram er vist i **Tabell 4**. Feltarbeid og behandling av innsamlede data er utført i henhold til overvåkingsprogrammet som ble godkjent av Miljødirektoratet. Sedimentprøver til metallanalyser skulle etter planen bli tatt fra sjiktet 0-2 cm, men ble ved en feiltakelse tatt fra 0-1 cm. For øvrig er det ingen avvik å rapportere i forhold til programbeskrivelsen.

Tabell 4. Oppsummering av utført overvåkingsprogram i 2015/2016 for MM Karton.

	Regulerte utslipps-komp.	Kvalitetsэлеment	Indeks	Medium/matriks	Antall stasjoner	Frekvens (pr. år)	Tidspkt.
Økologisk tilstand	Næringssalter	Makroalger	RSLA	Hardbunn	5	1	juli
	Næringssalter	Planteplankton	Klorofyll a	Vann	2	3	juni - august
	Næringssalter og organisk stoff	Bløtbunnsfauna	NQI1, H', ES ₁₀₀ , ISI ₂₀₁₂ , NSI,	Sediment, bløtbunn	3	1	august
		TOC, kornstørrelse	Støtteparametere for sediment	Sediment	3	1	mai – sep.
	Næringssalter Organisk stoff	Næringssalter, oksygen, temp, salt ¹⁾ , susp. stoff, TOC, siktdyp	Støtteparametere	Vann	2	6	juni – august, des – februar. Oksygen 1 gang
	Metaller - Fe, Cu, Cr, As, Mn	Vannregion-spesifikke stoffer	Nasjonale EQS	Blåskjell og sediment	5/3	1	mai – sep.
Kjemisk tilst.	Metaller - Cd, Pb	EUs prioriterte miljøgifter	EU-EQS	Blåskjell og sediment	5/3	1	mai – sep.

1) Kun ved 1. prøvetaking

2.2 Prøvetakingsmetodikk

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

2.2.1 Vann

Det har blitt samlet inn månedlige vannprøver fra to stasjoner, VM1 og VM2, for bestemmelse av fysisk-kjemiske støtteparametere, i tillegg til klorofyll a som er et indirekte mål for planteplanktonbiomasse. Inntil videre benyttes kun klorofyll a som parameter for kvalitetsэлеmentet planteplankton. Prøver er samlet inn i perioden juni-august (sommer) og desember-februar (vinter).

2.2.1.1 Fysisk-kjemiske støtteparametere

Siktdyp

Siktdyp ble målt ved å senke en hvit Secchi-skive ned i vannet på skyggesiden av båten. Det ble gjort ved hjelp av et tau som på forhånd var oppmerket per meter slik at dybden kunne noteres. Secchiskiven ble senket sakte rett ned, mens den ble observert nøye. Da den ikke lenger kunne sees ble dyp notert (Secchi-usynlig). Deretter ble den trukket opp til den var synlig igjen og dyp ble notert (Secchisyndig). Siktdypet ble rapportert som gjennomsnittet av Secchi-usynlig og Secchi-synlig. Fargen på vannet mot Secchi-skiven ble så notert ved ½ siktdyp.

Næringssalter, suspendert materiale og TOC

Næringssalter ble prøvetatt ved å senke en vannhenter av type Ruttner (1,7 L) til 0, 5, 10 og 15 m dyp ved hjelp av et oppmerket tau, og vannhenteren ble utløst med et slipplodd. Vannprøven ble hentet opp til overflaten og det ble tatt ut vann til analyser av nitrogen og fosfor, og disse ble konserverte forskriftsmessig. Samtidig ble det tatt ut prøver til analyse av suspendert materiale (SPM) og innhold av organisk karbon (TOC) fra 5 m dyp.

Prøver er tatt iht. NS-ISO 5667-9A.

Oksygen

Oksygen ble prøvetatt ved å senke en vannhenter ved hjelp av en vinsj med tellekammer ned i bunnvannet på 150 m dyp på stasjon SCE4. Vannhenteren ble utløst med et slipplodd. Etter at vannprøven ble hentet opp til overflaten ble sjøvannet tappet opp i en prøveflaske med en tappeslange og tilsatt Winkler reagenser. Glasskork ble deretter satt på plass. Prøven ble lagret nedsunket i vann inntil den ble analysert etter akkreditert metode ved NIVAs laboratorium.

Prøver er tatt iht. NS-ISO 5667-9A.

Temperatur og saltholdighet

Ved 1. prøvetaking 15. juni 2016 ble en hydrografiprofil målt ved vannmassestasjonene VM1 og VM2 for å undersøke temperatur og saltholdighet. En profilerende CTD (SAIV, Bergen) ble senket i vannet og holdt så vidt under overflaten i minimum 1/2 min. Den ble deretter senket sakte ned til 40m dyp mens den målte temperatur og saltholdighet (konduktivitet) kontinuerlig, samtidig med at oksygen og turbiditet ble målt med sonde festet til CTDen. CTDen målte automatisk én gang i sekundet..

Prøver er tatt iht. NS-ISO 5667-9C.

Tabell 5. Usikkerhet til SAIV (864).

Parameter	Usikkerhet
Temperatur	± 0.01 °C
Saltholdighet	± 0.02 ppt

Plantep plankton (klorofyll a)

Klorofyll a ble i dette programmet undersøkt på stasjon VM1 og VM2. Det er samlet månedlige vannprøver fra 5m dyp for analyser av klorofyll a samtidig med annen vannprøvetaking i perioden juni – august 2015. Klassifiseringsveilederen (Direktoratsgruppa 2013) anbefaler at innsamlingen starter i februar og avsluttes i utgangen av oktober, og at de to første månedene gjøres innsamlinger hver 14. dag og månedlige prøvetakinger resten av perioden. Dette bør gjentas over flere påfølgende år. Innsamlingen er således ikke i tråd med veilederen. Prøvene ble hentet fra 5 m dyp med en vannhenter. Vannhenteren ble utløst med et slipplodd. En vannprøve ble oppbevart i en lystett prøveflaske. Prøvene ble tatt av personell fra MM Karton, som deretter filtrerte prøvene. Filtrene ble så sendt til NIVAs laboratorium for analyse.

2.2.2 Sediment

Det har blitt samlet inn sedimentprøver fra dype bunnområder i fjorden for analyse av miljøgifter og vannregionspesifikke stoffer, i tillegg er det tatt prøver fra samme områder for bestemmelse av det biologiske kvalitetselementet bunnfauna. Posisjoner for disse stasjonene er gitt i tokrapporten i Vedlegg D og plasseringen er vist på kart i **Figur 3**. Det ble også gjennomført en undersøkelse av sjøbunnen i havneområdet ved bruk av undervannskamera, (drop-kamera) for å vurdere hvorvidt ny treflis tilføres sedimentene.

2.2.2.1 EUs prioriterte miljøgifter og vannregionspesifikke stoffer i sediment

Prøver til analyse av miljøgifter i sediment ble tatt med grabb. Det ble tatt én prøve på hver stasjon (SCE4, SCE5 og SCE_ref). Prøvene ble tatt fra sjiktet 0-1 cm, og oppbevart i fryser frem til analyse. Prøvene skulle etter planen bli tatt fra sjiktet 0-2 cm, men ble ved en feiltakelse tatt fra 0-1 cm.

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

2.2.2.2 Bunnfauna

Det ble samlet inn sedimentprøver for bestemmelse av det biologiske kvalitetselementet bunnfauna fra tre stasjoner (SCE4, SCE5 og SCE_ref) (**Tabell 6**). Undersøkelser ble utført fra fartøyet «Thoral» den 20. august 2015. Plasseringen av stasjon SCE4 og SCE5 ble lagt til dyp større enn 150 m, siden det ved forrige undersøkelse ikke lyktes å ta godkjente prøver på grunn av flis på bunnen. For likevel å få et sammenlikningsgrunnlag mht. tidligere prøvepunkter, ble det tatt to grabbhugg (I og II) i fabrikkens nærområde. Grabbinholdet i disse to ble kun visuelt inspisert på dekk uten videre analyse på laboratoriet.

Tabell 6. Stasjonsnavn, prøvetaking/undersøkelsestype, dyp og posisjoner til stasjoner hvor sedimenter er prøvetatt i Beitstadfjorden i 2015/2016

Stasjon	Prøvetaking/ Undersøkelse	Dyp (m)	Latitude	Longitude
SCE_ref	Bløtbunnsfauna	151	63,95331	11,16579
SCE4	Bløtbunnsfauna	153	63,97917	11,13553
SCE5	Bløtbunnsfauna	152	63,97917	11,13553

Faunaprøvene ble tatt med en van Veen-grabb med prøvetakingsareal på 0,1 m². Det ble tatt tre parallelle prøver på hver av stasjonene. Hver prøve ble inspisert gjennom grabbens topp Luke, sedimentvolum i grabben ble målt med en målepinne og fargen på sedimentet ble klassifisert iht. Munsells fargekart for jord og sedimenter. Hver prøve ble beskrevet visuelt mht. sedimentets karakter (for eksempel konsistens, lukt og tilstedeværelse av synlige dyr). Prøvene ble siktet gjennom 5 mm og 1 mm sifter plassert i vannbad. Sikteresten ble så konserveret i en 10-20 % formalin-sjøvanns-løsning, nøytralisert med boraks og tilsatt fargestoffet bengalrosa.

Prøver til analyse av sedimentets kornfordeling og innhold av total organisk karbon (TOC) ble tatt fra en separat grabbprøve med uforstyrret sedimentoverflate. Prøver for TOC-analyser ble tatt fra sjiktet 0-1 cm, mens prøver til kornfordelingsanalyser ble tatt fra sjiktet 0-5 cm.

Ytterligere informasjon om prøvetakingen (dyp, koordinater og eventuelle avvik) samt en visuell beskrivelse av sedimentets karakter, er gitt i tokrapporten i Vedlegg.

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

2.2.3 Biota

Det er samlet inn prøver av biota for analyse av EUs prioriterte miljøgifter og vannregionspesifikke stoffer. Det er samtidig blitt registrert forekomster av makroalger i fjæra for bestemmelse av det biologiske kvalitetselementet makroalger.

EUs prioriterte miljøgifter og vannregionspesifikke stoffer i blåskjell

Innsamling av blåskjell (*Mytilus edulis*) ble gjennomført 2. juli 2015 på 5 stasjoner i vannforekomstene «Follafoss havneområde» og «Beitstadfjorden». Blåskjellene ble samlet inn i fjæra ved snorkling. Det ble i utgangspunktet forsøkt samlet inn blåskjell med skall-lengde 3-5 cm, men større skjell har også blitt brukt der det var lite utvalg. Det ble samlet inn minst 20 skjell fra hver stasjon. Geografisk posisjon ble notert (GPS). Blåskjellene ble lagt i rene plastposer av polyetylen og merket med prosjektnummer, stasjonskode og dato. Blåskjellprøvene ble fryst ned (<-20 °C) etter innsamling.

Innsamlingen og håndteringen av blåskjellene er utført på en mest mulig skånsom måte og med minst mulig kontakt med annet materiale for å hindre kontaminering av potensielle miljøgifter. Prøvetakingen følger retningslinjer gitt i OSPAR (2012).

Før opparbeidning ble blåskjellene tatt ut av fryser til tining. På laboratoriet ble det brukt engangshansker under opparbeidelsen av blåskjellene. Skallene ble skrapet rene for begroing med en kniv eller skalpell. Skjellene ble deretter åpnet skånsomt med skalpell med minst mulig kutt i de bløte delene og satt med den åpne siden ned i noen minutter for å la en del væske renne ut av skjellene (**Figur 4**). Blåskjellinnmaten ble skrapet ut med en skalpell og samles i et rent glødet prøveglass. Det ble brukt nytt skalpellblad for hver stasjon som ble opparbeidet.



Figur 4. Foto fra opparbeidelse av blåskjellprøver. Foto (NIVA).

Makroalger

Det ble foretatt makroalgerregistreringer på fem fjærestasjoner i Beitstadfjorden. Alle registreringene ble gjennomført 2. juli 2015. Det ble foretatt makroalgerregistreringer på de samme stasjonene i 2011. Stasjonene er vist i **Figur 3**, og posisjonene er gitt i **Tabell 7**.

Tabell 7. Posisjoner til makroalgestasjonene i Beitstadfjorden undersøkt 2. juli 2015

MM1	MM3	MM4	MM5	MM6
63,98199	63,98105	63,98445	63,97632	64,00267
11,10607	11,09863	11,11627	11,08615	11,18147

På alle stasjonene ble det foretatt en registrering av makroskopiske (>1 mm) alger og dyr i strandsonen og ned til øvre del av sjøsonen i henhold til de retningslinjer som er gitt i Vannforskriften. Undersøkelsen ble utført ved snorkling. På hver stasjon ble det undersøkt ca. 10 m av strandlinjen.

Alle fastsittende makroalger ble registrert. I tillegg registreres fastsittende/langsamt bevegelige dyr som forklaringsvariable. Mengden av de registrerte organismene ble bestemt etter en semi-kvantitativ skala (% dekningsgrad):

- 1 = enkeltfunn
- 2 = spredt forekomst (0 - 10 %)
- 3 = frekvent forekomst (10 - 25 %)
- 4 = vanlig forekomst (25 - 50 %)
- 5 = betydelig forekomst (50 - 75 %)
- 6 = dominerende forekomst (75 - 100 %)

De artene som ikke kunne identifiseres i felt ble samlet inn og senere bestemt under mikroskop. I tillegg til registrering av organismer i fjæra ble også stasjonens fysiske karakteristika registrert på et skjema iht. Veileder 02:2013 (Direktoratsgruppa 2013).

Det ble tatt bilder av samtlige stasjoner, og i tillegg ble karakteristiske trekk ved alle stasjoner dokumentert med undervannsfotografering av fjæresonen. Forekomstene av organismene ble konvertert fra viste skala på 1-6 til en skala på 1-4. Resultater ble så lagt inn i regneark som automatisk beregner EQR-verdi. Før resultatene ble lagt inn ble enkelte kategorier slått sammen i grupper, f.eks. fjærerur (*Semibalanus balanoides*) og juvenile rur.

2.3 Analysemetoder

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

2.3.1 Vann

Det har blitt samlet inn vannprøver for bestemmelse av fysisk-kjemiske støtteparametere og klorofyll a som et indirekte mål for planteplanktonbiomasse. Inntil videre benyttes kun klorofyll a konsentrasjon som parameter for kvalitetselementet planteplankton.

2.3.1.1 Fysisk-kjemiske støtteparametere

I **Tabell 8** er det gitt en oversikt over de fysisk-kjemiske støtteparametere som er analysert i sjøvannet og hvilken analysemetode som er benyttet.

Tabell 8. Oversikt over analyser av fysisk-kjemiske støtteparametere i sjøvann som er benyttet i overvåkingsprogrammet. LOQ=kvantifiseringsgrense.

Parameter	Matriks	Akkred. metode	LOQ	Enhet	Standardmetode	Utførende lab	Instrument/ analyseteknikk
Ammonium (NH ₄ -N)	Sjøvann	Ja	<5	µg/l	Intern metode	NIVA	SKALAR autoanalysator
Nitritt+nitrat (NO ₃ -N)		Ja	<1	µg/l	Intern metode basert på NS 4745:1991	NIVA	SKALAR autoanalysator
Fosfat (PO ₄ -P)		Ja	<1	µg/l	Intern metode basert på NS 4724:1984	NIVA	SKALAR autoanalysator
Totalt fosfor (Tot-P)		Ja	1	µg/l	Intern metode basert på NS 4725:1984	NIVA	SKALAR autoanalysator
Totalt nitrogen (Tot-N)		Ja	<10	µg/l	NS 4743:1993	NIVA	SKALAR autoanalysator
Totalt organisk karbon (TOC)		Ja	0,20	mg/l	NS-ISO 8245:1987	NIVA	Apollo 9000/ Katalytisk forbrenning
Løst oksygen i sjøvann		Ja	0,1	mg O ₂ /l	Intern metode basert på NS-ISO 5813:1983	NIVA	Winklertitrering
Totalt suspendert materiale (TSM)		Ja	<0,1	mg/l	Intern metode basert på NS 4733:1983	NIVA	Gravimetrisk metode

2.3.1.2 Planteplankton

Klorofyll a bestemmes ved filtrering av vannprøve på glassfiberfilter. Prøven ekstraheres i 100 % metanol og bestemmes spektrofotometrisk ved bølgelengde 665±1 nm. Metoden tilsvarer NS4767, bortsett fra at filteret ikke tørkes i tørkeskap etter filtrering. Metoden korrigerer ikke for Klorofyll b, Klorofyll c og nedbrytningsprodukter (pheopigmenter). Metoden utføres av NIVA.

Klassifiseringen ved bruk av klorofyll a skal gjøres etter beregning av 90-persentil for klorofyll a for en hel innsamlingsperiode, dvs. februar-oktober og over flere påfølgende år (Direktoratsgruppa 2013).

Frekvensen for innsamling av prøver i denne undersøkelsen var kun månedlig i tre måneder fra juni-august og er dermed ikke høy nok til å kunne brukes til en pålitelig klassifisering av økologisk tilstand etter vannforskriften. Målingene kan derfor kun brukes til å gi en indikasjon på nivået av klorofyll a ved de aktuelle tidspunktene for prøvetaking iht. klassegrensene for den relevante vanntypen (**Tabell 9**).

Tabell 9. Referanseverdi og klassegrenser for klorofyll a ($\mu\text{g/l}$) i økoregion Norskehavet-Sør, vanntype beskyttet kyst/fjord (3) (Direktoratsgruppa 2013).

Region	Vanntype	Salinitet	Referanse-tilstand	Økologiske tilstandsklasser basert på observert verdi av indeks				
				Svært God (I)	God (II)	Moderat (III)	Dårlig (IV)	Svært Dårlig (V)
H	3	>20	2,0	<2,5	2,5 - <5	5 - <8	8 - < 16	>16

2.3.2 Sediment

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

2.3.2.1 EU prioriterte miljøgifter og vannregionspesifikke stoffer i sediment

Alle kjemiske analyser ble utført av Eurofins akkrediterte analyselaboratorium, som tilfredsstiller de krav gitt i EU Direktiv 2009/90/EC, som beskriver tekniske spesifikasjoner for kjemiske analyser og overvåking av tilstand i sedimenter. En oversikt over metoder er vist i **Tabell 10**.

Tabell 10. Oversikt over kjemiske analyser av sediment som er benyttet i overvåkingsprogrammet. %<63 μm = andel av sedimentet med en kornstørrelse mindre enn 63 μm .

Parameter	Matriks	Akkred. metode	LOQ	Enhet	Metode	Utførende lab	Instrument/analyseteknikk
Arsen (As)	Sediment	Ja	<0,5	mg/kg TS	EN ISO 17294-2	Eurofins Environment Testing Sweden	ICP-MS
Bly (Pb)		Ja	<0,5	mg/kg TS	EN ISO 17294-2		ICP-MS
Jern (Fe)		Ja	<30	mg/kg TS	EN ISO 11885		ICP-AES
Kadmium (Cd)		Ja	<0,01	mg/kg TS	EN ISO 17294-2		ICP-MS
Kobber (Cu)		Ja	<0,5	mg/kg TS	EN ISO 11885		ICP-AES
Krom (Cr)		Ja	<0,3	mg/kg TS	EN ISO 11885		ICP-AES
Mangan (Mn)		Ja	<0,3	mg/kg TS	EN ISO 11885		ICP-AES
Tørrstoff (TS)		Ja	<0,1	%	EN 12880		Gravimetri
Totalt organisk karbon (TOC)		Ja	<1,0	$\mu\text{g/mg}$	Intern metode	NIVA	Thermoflash
Korn-fordeling %<63 μm		Nei		% TS	Intern metode		Sikting av fraksjoner, gravimetri

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

2.3.2.2 Bunnfauna

Sikteresten fra grabbprøvene ble grovsortert i hovedgrupper ved NIVAs biologilaboratorium, og overført til 80 % sprit. All sortert fauna ble artsbestemt til lavest mulig taksonomiske nivå, og alle individer av hver art talt.

Sortering og artsidentifisering ble utført i henhold til NS-EN ISO 16665:2013.

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

- artsmangfold ved indeksene H' (Shannons diversitetsindeks) og ES_{100} (Hurlberts diversitetsindeks)

- ømfintlighet ved indeksene ISI₂₀₁₂ (Indicator Species Index, versjon 2012) og NSI (Norwegian Sensitivity Index)
- den sammensatte indeksen NQI1 (Norwegian Quality Index, versjon 1), som kombinerer både artsmangfold og ømfintlighet

Indeksene ble beregnet for hver grabbprøve, og ut fra dette er det beregnet gjennomsnittsverdier for hver stasjon. Basert på kumulerte grabbdata ble det også beregnet stasjonsvise verdier («samfengt»). De absolutte indeksverdiene (både gjennomsnitt og samfengte stasjonsverdier) ble regnet om til normaliserte EQR-verdier (nEQR) etter formelen:

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

Det ble så beregnet gjennomsnittet av indeksenes nEQR-verdier på stasjonen. Tilstandsklassen ble bestemt etter vannforskriftens system og klassegrenser gitt i Veileder 02:2013 (Direktoratsgruppa 2013), se **Tabell 11**.

Tabell 11. Klassegrenser for bløtbunnsindekser, inkl. normalisert EQR (nEQR) fra Veileder 02:2013 (Direktoratsgruppa 2013).

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

Støtteparametere til det biologiske kvalitetselementet bunnfauna

TOC er en støtteparameter som gir informasjon om graden av organisk belastning på stasjonen, men inngår ikke i den endelige klassifiseringen. Sedimentfraksjonen gir informasjon om hvor grov- eller finkornet sedimentet er, noe som har betydning for faunaens sammensetning og som kan brukes ved tolkning av resultatene.

Sedimentfraksjonen < 63 µm ble bestemt ved våtsikting og brukes ved beregning av normalisert TOC. Totalt organisk karbon (TOC) ble analysert med en elementanalysator etter at uorganiske karbonater er fjernet i syredamp.

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 12**

Tabell 12. Klassegrenser for normalisert organisk karbon (TOC) fra veileder SFT97:03 (Molvær et al. 2007). Inngår ikke i klassifiseringen av økologisk tilstand.

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

2.3.3 Biota

Det er samlet inn prøver av biota for analyse av miljøgifter og vannregionspesifikke stoffer. Det i tillegg blitt registrert forekomster av makroalger i fjæra for bestemmelse av det biologiske kvalitetselementet makroalger.

2.3.3.1 EUs prioriterte miljøgifter og vannregionspesifikke stoffer i blåskjell

Alle kjemiske analyser ble utført av Eurofins akkrediterte analyselaboratorium, som tilfredsstiller de krav gitt i EU Direktiv 2009/90/EC, som beskriver tekniske spesifiseringer for kjemiske analyser og overvåking av tilstand i biota. En oversikt over metoder er vist i **Tabell 13**.

Tabell 13. Oversikt over kjemiske analyser i biota som er benyttet i overvåkingsprogrammet.

Parameter	Matriks	Akkred. metode	LOQ	Enhet	Standard metode	Utførende lab	Instrument/ analyseteknikk
Arsen	Blåskjell	Ja	<0,05	mg/kg TS	EN ISO 17294-2	Eurofins	ICP-MS
Bly		Ja	<0,03	mg/kg	EN ISO 17294-2	Eurofins	ICP-MS
Jern		Ja	<0,5	mg/kg	EN ISO 17294-2	Eurofins	ICP-MS
Kadmium		Ja	<0,001	mg/kg	EN ISO 17294-2	Eurofins	ICP-MS
Kobber		Ja	<0,02	mg/kg	EN ISO 17294-2	Eurofins	ICP-MS
Krom		Ja	<0,03	mg/kg	EN ISO 17294-2	Eurofins	ICP-MS
Mangan		Ja	0,1	mg/kg	EN ISO 11885, mod.	Eurofins WEJ Contaminants GmbH (Hamburg)	ICP-AES
Tørrstoff		Ja	<0,02	µg/kg	NS 4764	Eurofins	Gravimetri

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

2.3.3.2 Makroalger

I Norge har vi per i dag to makroalgeindekser for sjøvann (Fjæreindeksen – RSLA/RSL og Nedre voksegrenseindeksen – MSMDI) som benyttes i forskjellige regioner og vanntyper (Direktoratsgruppa 2013). I denne rapporten er RSLA benyttet som indeks.

Fjæreindeksen, RSLA (Reduced Species List with Abundance), baseres på en multimetrisk indeks som inneholder informasjon om antall arter som forekommer i fjæra, forhold mellom grupper og typer av arter, samt justering for en verdisetting av de fysiske forhold i forhold til fjæra (Direktoratsgruppa 2009). En EQR-verdi (Ecological Quality Ratio) beregnes automatisk i et regneark utviklet av NIVA og varierer fra 0 (svært dårlig) til 1 (svært god). For å tilfredsstille kravene i vannforskriften må det oppnås en EQR over 0,6 (grenseverdien mellom god og moderat tilstand). Dersom EQR er lavere enn 0,6 skal det vurderes å sette inn tiltak. Fjæreindeksen er foreløpig kun godkjent i vanntyper fra Korsfjorden ved Bergen til Polarsirkelen i Nordland.

2.4 Klassifisering av økologisk og kjemisk tilstand

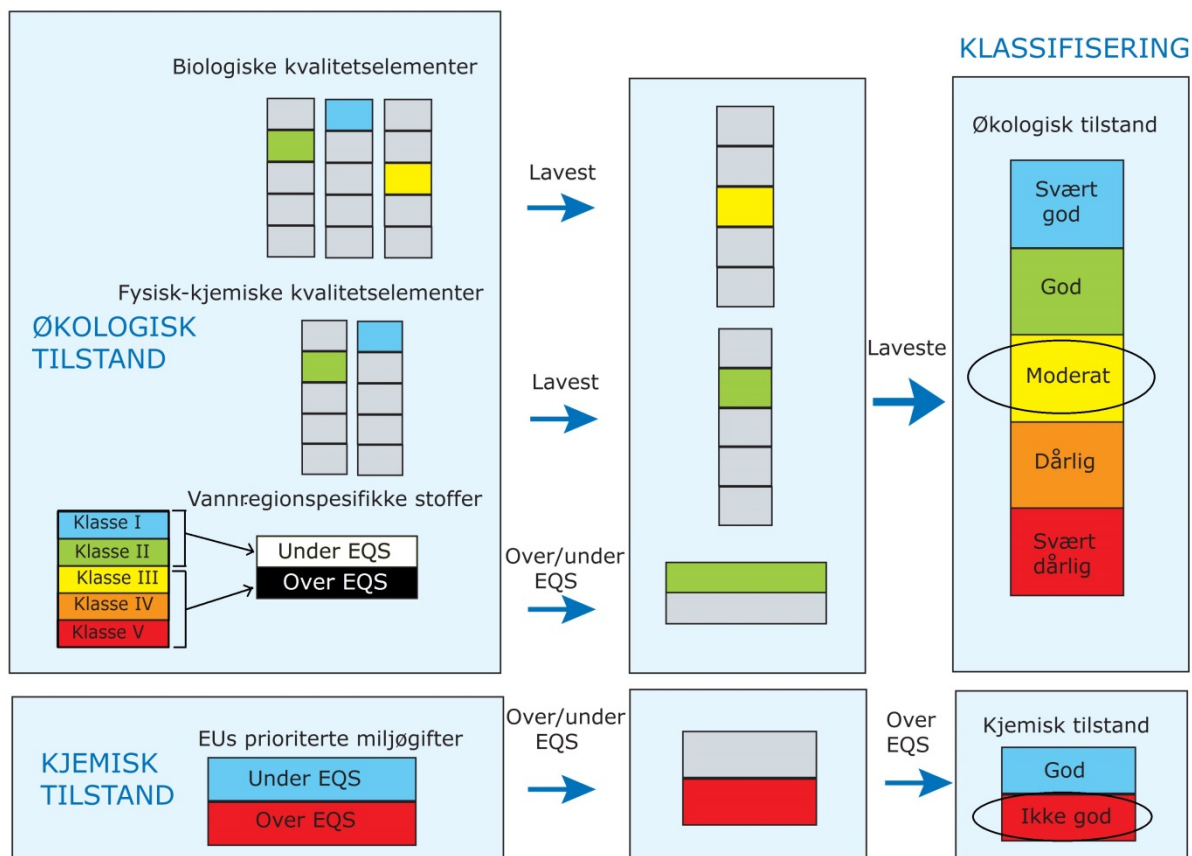
Den generelle metodikken for å klassifisere økologisk tilstand er angitt i kapittel 3.5 i klassifiseringsveilederen (Direktoratsgruppa, 2013), og er oppsummert i **Figur 5**. Klassifiseringen begynner med å kartlegge tilstanden til de såkalte biologiske kvalitetselementene (for eksempel bunnfauna, begroingsalger, vannplanter, se øvre venstre boks), der sammensetningen av arter og evt biomassen sammenlignes med hva man ville forventet dersom vannforekomsten var upåvirket av menneskelige aktiviteter (også kalt "naturtilstand" eller "referansetilstand"). Artssammensetningen uttrykkes gjerne i form av indekser som angir andel arter som er følsomme og andel arter som er tolerante for en bestemt påvirkning. Det er definert tallverdier for «naturtilstand» og grenseverdier som angir graden av menneskelig påvirkning for hver parameter eller indeks for hvert kvalitetselement, der svært god tilstand angis med blått fargesymbol, god tilstand med grønt, moderat tilstand med gult, dårlig tilstand med oransje og svært dårlig tilstand med rødt.

Avstanden fra naturtilstanden uttrykkes som EQR- verdier (Ecological Quality ratio) for hver parameter eller indeks for hvert enkelt kvalitetselement i henhold til formler gitt i klassifiseringsveilederen (Direktoratsgruppa, 2013). Neste skritt er å normalisere EQR-verdiene for hver parameter eller indeks, slik at de kan sammenlignes og kombineres. Grenseverdiene for de normaliserte EQR verdiene (nEQR) er like for alle parametere og indekser), der grenseverdiene mellom tilstandsklassene er 0,8 for svært god/god, 0,6 for god/moderat, 0,4 for moderat/dårlig og 0,2 for dårlig/svært dårlig. Dersom man har flere parametere eller indekser innen ett kvalitetselement, beregnes som regel en middelværdi av nEQR for hver parameter eller indeks til et endelig resultat for det aktuelle kvalitetselementet. Deretter gjøres tilsvarende beregninger for hver parameter for de generelle fysisk-kjemiske støtteparameterne, der nEQR verdiene midles for parametere som angir effekter av samme påvirkning, f.eks. eutrofiering: total fosfor, fosfat, total nitrogen, nitrat.

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

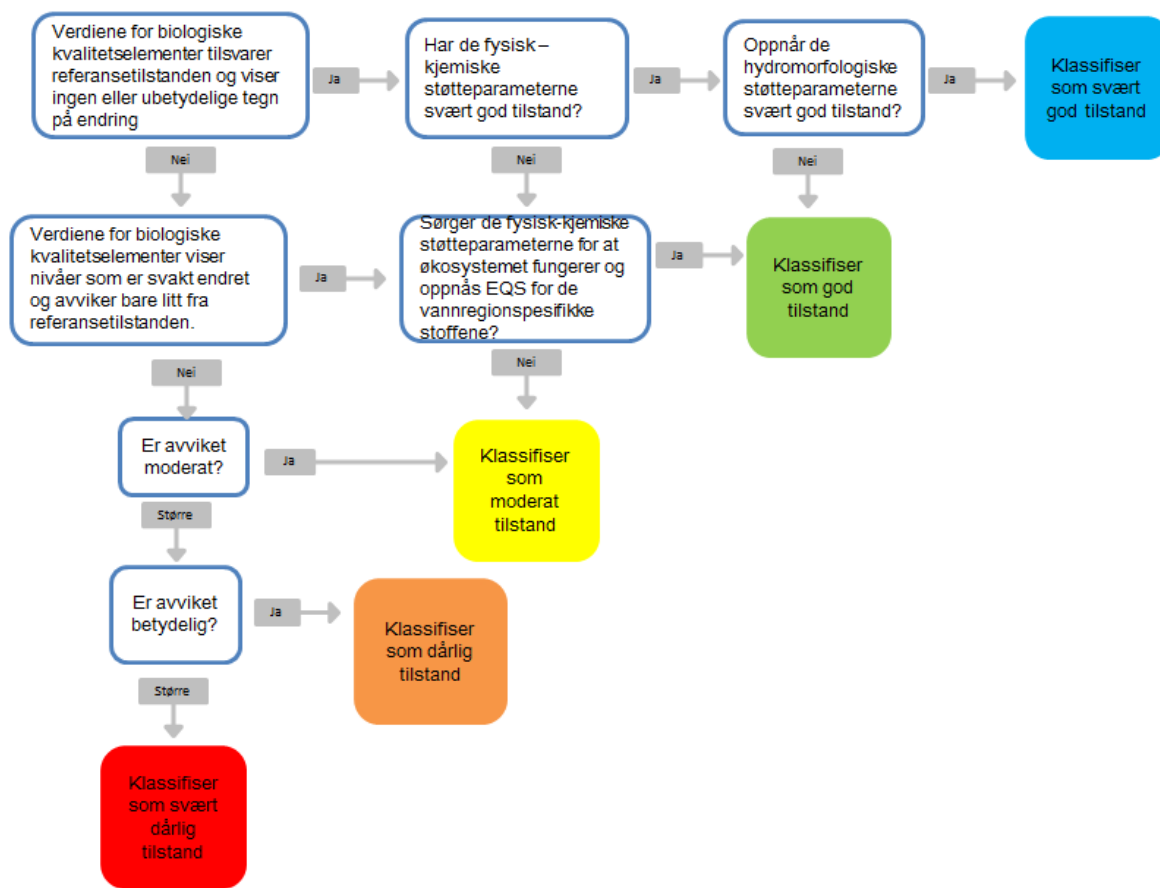
Den kjemiske tilstanden for en vannforekomst er bestemt av om den målte konsentrasjonen av ett eller flere av EUs prioriterte miljøgifter er under eller over EQS-verdien. Kjemisk tilstand kan derfor kun være god eller ikke god.

Figur 5 viser disse prinsippene for klassifisering av økologisk og kjemisk tilstand i en vannforekomst.



Figur 5. Prinsippskisse som viser klassifisering av miljøtilstand i en vannforekomst. Kvalitetselementer som inngår i vurdering av økologisk tilstand og EUs prioriterte miljøgifter som inngår i kjemisk tilstandsvurdering er indikert. For både vannregionspesifikke stoffer og for EUs prioriterte miljøgifter er det satt grenseverdier i form av EQS-verdier (Environmental Quality Standards). For enkelte vannregionspesifikke stoffer er EQS verdiene satt som grenseverdien mellom klasse II og III i det gamle klassifiseringssystemet (Arp m.fl. 2014). Piler påtegnet «Laveste», betyr at det kvalitetselementet som får dårligste tilstand styrer. Prinsippet omtales ofte som «Det verste styrer». Dette er eksemplifisert i figuren ved at det kvalitetselementet som gir lavest tilstand, her Moderat (farget gult), er avgjørende for den økologiske tilstanden. Den kjemiske tilstanden er bestemt av om den målte konsentrasjonen av EUs prioriterte miljøgifter er under eller over EQS-verdien. I figuren er dette eksemplifisert ved at målt konsentrasjon av en eller flere miljøgifter overskrider EQS-verdien, blir resultatet da at man får «Ikke god kjemisk tilstand» (farget rødt).

For økologisk tilstand er det de biologiske kvalitetselementene som er avgjørende for tilstandsklassifiseringen. Dersom biologien indikerer «svært god» eller «god» tilstand kan fysisk-kjemiske og hydromorfologiske støtteparametere nedgradere tilstanden til «god» eller «moderat» tilstand. Dersom de biologiske kvalitetselementene indikerer «moderat», «dårlig» eller «svært dårlig» tilstand vil disse alene være styrende for klassifiseringen. Det dårligste biologiske kvalitetselementet avgjør den økologiske tilstanden («det verste styrer»-prinsippet) (**Figur 6**).



Figur 6. Prinsippskisse som viser prinsippet for klassifisering av økologisk tilstand i henhold til klassifiseringsveilederen (Direktoratsgruppa 2013).

Den økologiske tilstanden på hver stasjon ble bestemt i henhold til prinsippene som er vist i **Figur 5** og **Figur 6**.

Kjemisk tilstand klassifiseres etter prinsipp som vist i **Figur 7**, dvs. «Ikke god kjemisk tilstand» oppnås dersom målte konsentrasjoner av EUs prioriterte miljøgifter er høyere enn EQS-verdier gitt for disse stoffene i vannforskriften (Lovdata, 2015).



Figur 7. Prinsippskisse for bestemmelse av kjemisk tilstand.

2.4.1 NIVAClass

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

De trinnvise prinsippene bak NivaClass er som følgende:

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

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

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

3 Resultater

3.1 Økologisk tilstand

Nedenfor presenteres tilstandsklasse og nEQR verdier for hvert kvalitetselement som er undersøkt i overvåkingen av Beitstadfjorden i 2015. Rådata for hver indeks/parameter finnes i vedlegg.

3.1.1 Biologiske kvalitetselementer

Planteplankton

Frekvensen for innsamling av prøver er ikke i henhold til vannforskriften og resultatene må vektlegges i tråd med dette og brukes som en indikasjon på planteplanktonbiomasse i området. Resultatene fra målinger av klorofyll a på de to stasjonene er vist i **Tabell 14**. Vi ser at konsentrasjonene avtar gjennom perioden og at forskjellen mellom stasjonene var liten. Verdiene er relativt lave og snittverdien for sommerperioden 2015 havner i hht. klassifiseringsveilederen (Direktoratsgruppa 2013) i «god» tilstand for begge stasjoner, men datagrunnlaget er for tynt til at dette kan inngå i den økologiske tilstandsklassifiseringen.

Tabell 14. Konsentrasjon av klorofyll a ($\mu\text{g/l}$) på 5 m dyp i Beitstadfjorden ved de tre prøvetakinger som ble gjennomført i sommerperioden 2015.

Stasjon	15. juni -15	14. juli -15	17. august -15	Snitt
VM1	3,3	2,5	1,8	2,5
VM2	3,8	2,7	1,8	2,8

Makroalger og bunnfauna - oversikt over økologisk tilstand

Basert på makroalgevegetasjonen i fjæra i vannforekomsten "Follafoss havneområde", er det «god» tilstand på stasjon MM1, og «moderat» tilstand på MM3 og MM4. I vannforekomsten "Beitstadfjorden", er det «god» tilstand på begge stasjonene (stasjon MM5 og MM6) (**Tabell 15**). Det er hovedsakelig prosentandel grønnealger som trekker ned nEQR-verdien på stasjon MM3 og MM4, sammenliknet med de andre stasjonene.

Analyser av bløtbunnsfauna på stasjonene SCE_ref, SCE4 og SCE5 viser «god» tilstand på alle tre stasjonene (**Tabell 15**). På samtlige stasjoner viste ømfintlighetsindeksen ISI_{2012} «svært god» tilstand.

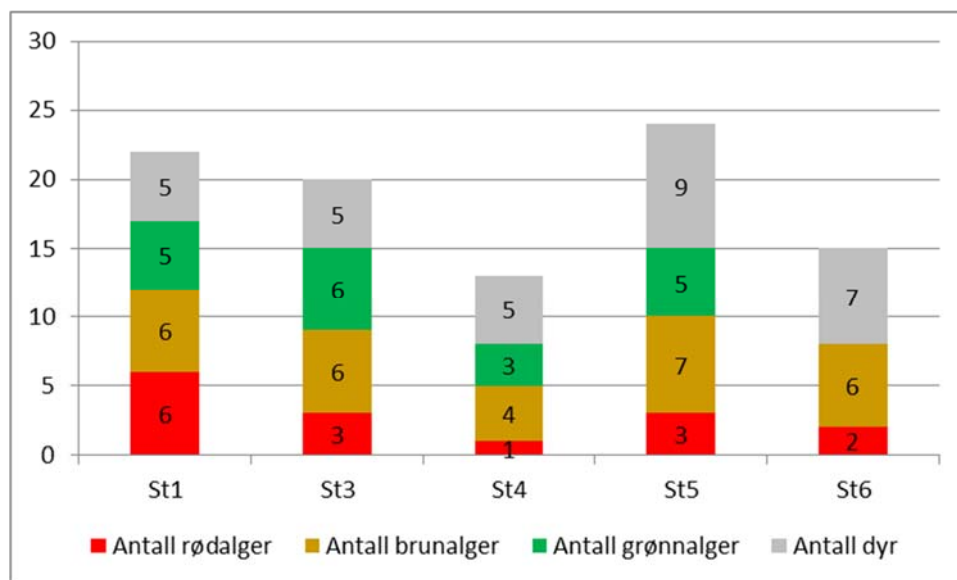
Tabell 15. Økologisk tilstand for hver stasjon for de undersøkte biologiske kvalitetselementene makroalger og bunnfauna. Totalresultatet for hver stasjon og biologiske kvalitetselement angir middelverdien dersom det er benyttet flere indekser. Blå=svært god, grønn=god, gul=moderat, oransje=dårlig, rød=svært dårlig. Tallene angir nEQR.

Kvalitetselement/ Indeks	Stasjon							
	MM1	MM3	MM4	MM5	MM6	SCE4	SCE5	SCE_ref
<i>Makroalger, nEQR</i>								
RSLA3	0,630	0,538	0,538	0,683	0,757	-	-	-
Totalresultat	0,630	0,538	0,538	0,683	0,757	-	-	-
<i>Bunnfauna, nEQR</i>								
NQI1	-	-	-	-	-	0,783	0,707	0,798
H'	-	-	-	-	-	0,757	0,742	0,734
ES ₁₀₀	-	-	-	-	-	0,748	0,728	0,729
ISI ₂₀₁₂	-	-	-	-	-	0,800	0,806	0,807
NSI	-	-	-	-	-	0,789	0,743	0,798
Totalresultat	-	-	-	-	-	0,775	0,745	0,773

Mer detaljert informasjon om makroalger og bløtbunnsfauna er presentert nedenfor.

Makroalger, detaljert informasjon

I vannforekomsten "Follafoss havneområde" ble det registrert totalt 18 takson/arter alger og 8 takson/arter dyr. I vannforekomsten "Beitstadfjorden" ble det registrert totalt 17 takson/arter alger og 10 takson/arter dyr. **Figur 8** viser fordelingen mellom antall arter/takson av rød-, brun- og grønnalger og dyr på de fem undersøkte stasjonene. Blågrønnalger er ikke inkludert i oversikten, og registreringer av juvenile individer er slått sammen med registreringer av voksne individer. Fullstendig artsliste er gitt i vedlegg.



Figur 8. Fordelingen av antall takson rød-, brun- og grønnalger og dyr registrert på de fem fjæresonestasjonene i Beitstadfjorden undersøkt i 2015. Tallet i midten av kolonnene viser antall takson registrert.

Videre følger en kort beskrivelse av de seks undersøkte stasjonene. Stasjonsplassering er vist i **Figur 3**.

Stasjon MM1

Stasjonen er plassert langs en steinfylling, med store stein, ved utslippet på bedriftsområdet til MM Karton. Helningen på stasjonen var ca. 60°. Det ble registrert 17 algetakson (6 rød-, 6 brun- og 5 grønnalgetakson) og 5 dyretakson på stasjonen. Fjæresoneregistreringen gav en nEQR-verdi på 0,630 som angir god tilstand på stasjonen. Det var betydelige forekomster av grisetang (*Ascophyllum nodosum*), blæretang (*Fucus vesiculosus*) og sagtang (*Fucus serratur*) på stasjonen. Det ble også registrert en del påvekst på tangen, bl.a. grisetangdokke (*Vertebrata lanosa*) og perlesli (*Pylaiella littoralis*). Det var også hyppig forekomst av blågrønnalgebelegg på steinene. Bilder fra stasjonen er gitt i **Figur 9** a og b.

Stasjon MM3

Stasjonen er plassert ved den vestligste kaia til MM Karton. Det var relativt bratt fjell (ca. 70° helning), med enkelte store stein. Det ble registrert 15 algetakson (3 rød-, 6 brun- og 6 grønnalgetakson) og 5 dyretakson på stasjonen. Fjæresoneregistreringen gav en EQR-verdi på 0,538 som angir moderat tilstand på stasjonen.

Der var betydelige forekomster av grisetang og blæretang på stasjonen. Det var også vanlig med blåskjell (*Mytilus edulis*) og fjærerur (*Semibalanus balanoides*) på fjellet. Det var også vanlige forekomster av blågrønnalgebelegg på fjellet. Bilder fra stasjonen er gitt i **Figur 9** c og d.

Stasjon MM4

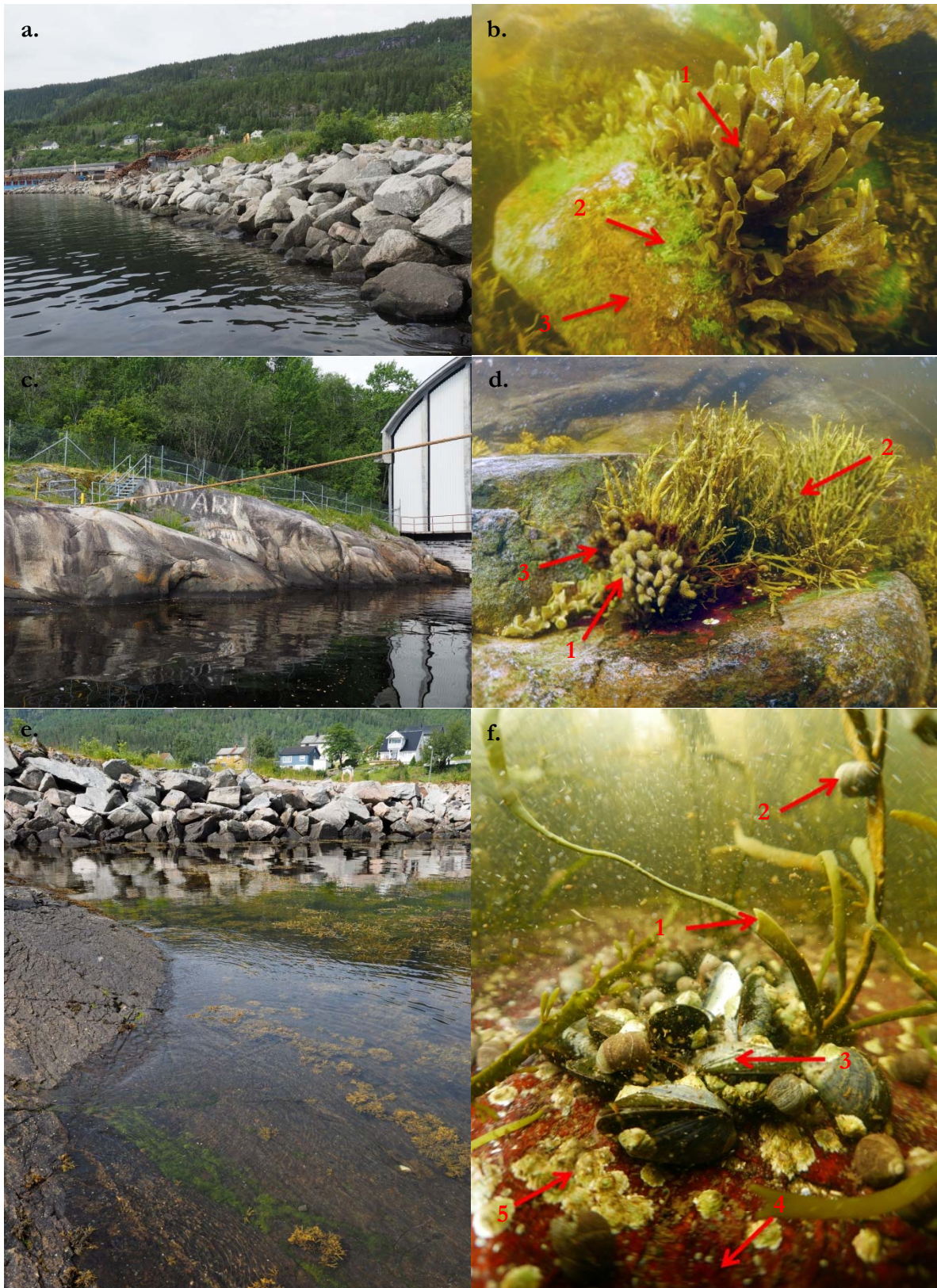
Stasjonen er plassert like øst for båthavna i Follafoss. Fjellet var svakt skrånende (ca. 20-30° helning). Fjellet gikk over til steinbunn på ca. 1 m dyp. Det ble registrert 8 algetakson (1 rød-, 4 brun- og 3 grønnalgetakson) og 5 dyretakson på stasjonen. Fjæresoneregistreringen gav en EQR-verdi på 0,538 som angir moderat tilstand på stasjonen. Det ble registrert dominerende forekomster av grisetang og vanlige forekomster av spiraltang (*Fucus spiralis*) og vanlig strandsnegl (*Littorina littorea*) på stasjonen. Det var spredte forekomster av blågrønnalgebelegg på steinene. Bilder fra stasjonen er gitt i **Figur 9e** og f

Stasjon MM5

Stasjonen er plassert ca. 800 meter sørvest for den vestligste stasjonen (stasjon MM1) utenfor fabrikkområdet. Bunnen bestod av delvis oppsprukket, skrånende fjell (45-90 graders helning) og stein (ca. 20 graders helning). Det meste av det bratte fjellpartiet lå over tidevannssonen. Det ble registrert 15 algetakson (3 rød-, 7 brun- og 5 grønnalgetakson) og 9 dyretakson på stasjonen. Fjæresoneregistreringen gav en EQR-verdi på 0,683 som angir god tilstand på stasjonen. Det ble registrert dominerende forekomster av blåretang og grisetang på stasjon, og vanlige forekomster av sagtang, blåskjell og fjærerur. Det ble ikke registrert blågrønnalgebelegg på stasjonen. Bilder fra stasjonen er gitt i **Figur 10 a** og b.

Stasjon MM6

Stasjonen er plassert ca. 3,9 km nordøst for stasjonen ved båthavna i Follafoss (stasjon MM4), og fungerer som en referansestasjon i undersøkelsen. Det var en steinstrand med ca. 10 graders helning. Det ble registrert 8 algetakson (2 rød- og 6 brunalgetakson) og 7 dyretakson på stasjonen. Det ble ikke registrert grønnalger på stasjonen. Fjæresoneregistreringen gav en EQR-verdi på 0,757 som angir god tilstand på stasjonen og er den beste verdien som ble registrert. Det var betydelige forekomster av grisetang, og vanlige forekomster av spiraltang og blåretang på stasjonen. Det ble ikke registrert blågrønnalgebelegg på stasjonen. Bilder fra stasjonen er gitt i **Figur 10 c** og d.



Figur 9. a. St. MM1 oversiktsbilde. b. St. MM1. Blæretang (*Fucus vesiculosus*) (1), dvergtarmgrønne (*Blidingia minima*) og tarmgrønne (*Ulva intestinalis*) (2) og blågrønnalgebelegg (3) på stein. c. St. MM3 oversiktsbilde d. St. MM3. Blæretang (1), grisetang (*Ascophyllum nodosum*) (2) og tanglo (*Elachista fucicola*) (3) på fjell. e. St. MM4 oversiktsbilde. f. St. MM4. Grisetang (1), vanlig strandsnegl (*Littorina littorea*) (2), blåskjell (*Mytilus edulis*) (3), fjæreblood (*Hildenbrandia rubra*) (4) og fjærerur (*Semibalanus balanoides*) (5) på fjell



Figur 10. a. St. MM5 oversiktsbilde. b. St. MM5. Spiraltang (*Fucus spiralis*) (1), Sautetang (*Pelvetia canaliculata*) (2) og grisetang (*Ascophyllum nodosum*) (3) på stein. c. St. MM6 oversiktsbilde. d. St. MM6. Spiraltang (1) og sauetang (2) på stein.

Bunnfauna, detaljert informasjon

Fullstendige artslister fra stasjonene og indeksverdier for hver grabbprøve er gitt i **Vedlegg C**. En oversikt over totalt antall arter og individer per stasjon er gitt i **Tabell 16**. Gjennomsnittlige grabbverdier, samfengte stasjonsverdier og normaliserte EQR-verdier er gitt i **Tabell 17**.

Tabell 16. Totalt antall arter og individer per stasjon (0,3 m²), og antall individer/m².

Stasjon	Antall arter	Antall individer	Individer/m ²
SCE_ref	52	622	2073
SCE4	63	814	2713
SCE5	70	1028	3427

Tabell 17. Bløtbunnsindekser for MM Karton FollaCell AS 2015, både gjennomsnitt av grabbene og samfunget stasjonsverdi for alle indekser, og normalisert EQR (nEQR). NQI1=Norwegian Quality Index, H'=Shannons diversitetsindeks, ES₁₀₀=Hurlberts diversitetsindeks, ISI2012=Indicator Species Index versjon 2012 og NSI=Norwegian Sensitivity Index versjon 2012. Klassegrenser og fargekode for tilstandsklasser er gitt i **Tabell 11**.

MMK FollaCell AS 2015

Stasjon: SCE_ref	NQI1	H'	ES ₁₀₀	ISI2012	NSI	Gj.snitt nEQR
Gjennomsnittlig grabbverdi	0,818	4,209	27,950	9,724	24,943	
nEQR for gj.sn. grabbverdi	0,798	0,734	0,729	0,807	0,798	0,773
Stasjonsverdi	0,813	4,360	27,816	9,584	24,936	
nEQR for stasjonsverdi	0,792	0,751	0,727	0,798	0,797	0,773
Stasjon: SCE4						
Gjennomsnittlig grabbverdi	0,804	4,411	29,594	9,602	24,725	
nEQR for gj.sn. grabbverdi	0,783	0,757	0,748	0,800	0,789	0,775
Stasjonsverdi	0,801	4,711	30,786	9,772	24,578	
nEQR for stasjonsverdi	0,780	0,790	0,762	0,810	0,783	0,785
Stasjon: SCE5						
Gjennomsnittlig grabbverdi	0,732	4,279	27,899	9,696	23,571	
nEQR for gj.sn. grabbverdi	0,707	0,742	0,728	0,806	0,743	0,745
Stasjonsverdi	0,741	4,446	28,490	9,948	23,579	
nEQR for stasjonsverdi	0,717	0,761	0,735	0,820	0,743	0,755

Stasjon SCE_ref

Bløtbunnsfaunaen på stasjon SCE_ref viste «God» tilstand. Det ble funnet totalt 52 arter og 622 individer (2073/m²) på stasjonen.

En oversikt over de ti mest tallrike artene på stasjon SCE_ref i 2015 er gitt i Tabell 18. Slangestjernen *Amphilepis norvegica* og den lille muslingen *Kelliella miliaris* hadde høyest tetthet på stasjonen. Børstemarkene *Pseudopolydora paucibranchiata* og *Heteromastus filiformis* ble også funnet. Dette er arter som kan opptre i høye tettheter i sedimenter preget av forstyrrelse og organisk belastning, men de forekommer ellers også under normale forhold og gode miljøbetingelser. Det ble samtidig registrert mange arter som anses å være sensitive for forstyrrelse, deriblant pølseormen *Onchnesoma steenstrupii steenstrupii*, muslingen *Mendicula ferruginosa* og børstemarken *Anobothrus laubieri*.

Tabell 18. De ti mest tallrike artene funnet på stasjon SCE_ref i 2015 (total antall per 0,3m²).

Stasjon SCE_ref	Gruppenavn	Familienavn	Artsnavn	Antall
1	OPHIUROIDEA	Amphilepididae	<i>Amphilepis norvegica</i>	100
2	BIVALVIA	Kelliellidae	<i>Kelliella miliaris</i>	90
3	SIPUNCULIDA		<i>Onchnesoma steenstrupii steenstrupii</i>	66
4	BIVALVIA	Thyasiridae	<i>Mendicula ferruginosa</i>	63
5	POLYCHAETA	Spionidae	<i>Pseudopolydora paucibranchiata</i>	40
6	POLYCHAETA	Oweniidae	<i>Galathowenia oculata</i>	29
7	POLYCHAETA	Capitellidae	<i>Heteromastus filiformis</i>	19
8	POLYCHAETA	Ampharetidae	<i>Anobothrus laubieri</i>	18
9	BIVALVIA	Thyasiridae	<i>Thyasira cf. obsoleta</i>	14
10	CHAETOGNATHA		Chaetognatha indet indet	12

Stasjon SCE4

Bløtbunnsfauna på stasjon SCE4 viste «God» tilstand. Det ble funnet totalt 63 arter og 814 individer (2713/m²) på stasjonen.

En oversikt over de ti mest tallrike artene på stasjon SCE4 er gitt i **Tabell 19**. I likhet med stasjon SCE_ref var slangestjernen *Amphilepis norvegica*, pølseormen *Onchnesoma steenstrupii steenstrupii* og muslingen *Kelliella miliaris* blant de vanligste artene på stasjonen. Også her var det innslag av arter som gjerne finnes i områder preget av forstyrrelse (deriblant *Heteromastus filiformis* og *Pseudopolydora paucibranchiata*) sammen med mer sensitive arter.

Tabell 19. De ti mest tallrike artene funnet på stasjon SCE4 2015 (total antall per 0,3m²).

Stasjon SCE4	Gruppenavn	Familienavn	Artsnavn	Antall
1	OPHIUROIDEA	Amphilepididae	Amphilepis norvegica	99
2	SIPUNCULIDA		Onchnesoma steenstrupii steenstrupii	83
3	BIVALVIA	Kelliellidae	Kelliella miliaris	73
4	POLYCHAETA	Capitellidae	Heteromastus filiformis	72
5	POLYCHAETA	Oweniidae	Galathowenia oculata	70
6	BIVALVIA	Thyasiridae	Mendicula ferruginosa	40
7	POLYCHAETA	Maldanidae	Chirimia biceps biceps	32
8	POLYCHAETA	Maldanidae	Rhodine loveni	26
9	POLYCHAETA	Spionidae	Pseudopolydora paucibranchiata	24
10	OPHIUROIDEA		Ophiuroidea juvenil	22

Stasjon SCE5

Bløtbunnsfauna på stasjon SCE5 viste «God» tilstand. Det ble funnet totalt 70 arter og 1028 individer (3427/m²) på stasjonen.

En oversikt over de ti mest tallrike artene på stasjon SCE5 er gitt i **Tabell 20**. Denne stasjonen var den mest arts- og individrike av de tre bløtbunnsstasjonene. Til forskjell fra de andre stasjonene var børstemarken *Heteromastus filiformis* den mest dominerende arten, og sammen med børstemarkartene *Paramphinome jeffreysii* og *Pseudopolydora paucibranchiata* forekommer den ofte i lokaliteter preget av organisk beriking. I likhet med de øvrige stasjonene var det dog en høy forekomst av sensitive arter, deriblant børstemarkene *Aphelochaeta mcintoshii* og *Euclymene oerstedii* samt pølseormen *Onchnesoma steenstrupii steenstrupii*, hvilket medførte at tilstanden likevel ble «God».

Tabell 20. De ti mest tallrike artene funnet på SCE5 i 2015 (total antall per 0,3m²).

Stasjon SCE5	Gruppenavn	Familienavn	Artsnavn	Antall
1	POLYCHAETA	Capitellidae	Heteromastus filiformis	221
2	OPHIUROIDEA	Amphilepididae	Amphilepis norvegica	116
3	SIPUNCULIDA		Onchnesoma steenstrupii steenstrupii	79
4	POLYCHAETA	Amphinomidae	Paramphinome jeffreysii	69
5	POLYCHAETA	Spionidae	Pseudopolydora paucibranchiata	61
6	POLYCHAETA	Cirratulidae	Aphelochaeta mcintoshii	60
7	POLYCHAETA	Maldanidae	Euclymene oerstedii	50
8	POLYCHAETA	Oweniidae	Galathowenia oculata	43
9	POLYCHAETA	Maldanidae	Chirimia biceps biceps	29
10	NEMERTEA		Nemertea indet	21

Sedimentets innhold av finstoff og TOC

En oversikt over finstoff (% <math><63 \mu\text{m}</math>), innhold av organisk karbon (TOC) og normalisert organisk karbon (med tilstandsklasse) er gitt i **Tabell 21**. Alle bunnfaunastasjonene hadde finpartikulært sediment med høy andel silt/leire, hhv. 73 % på stasjon SCE5, 94 % på stasjon SCE4 og 98 % på SCE_ref. Innhold av organisk karbon varierte fra 11,76 mg/g på stasjon SCE_ref til 19,46 mg/g på stasjon SCE5. Normalisert TOC gir «Svært God» tilstand (klasse I) på samtlige stasjoner.

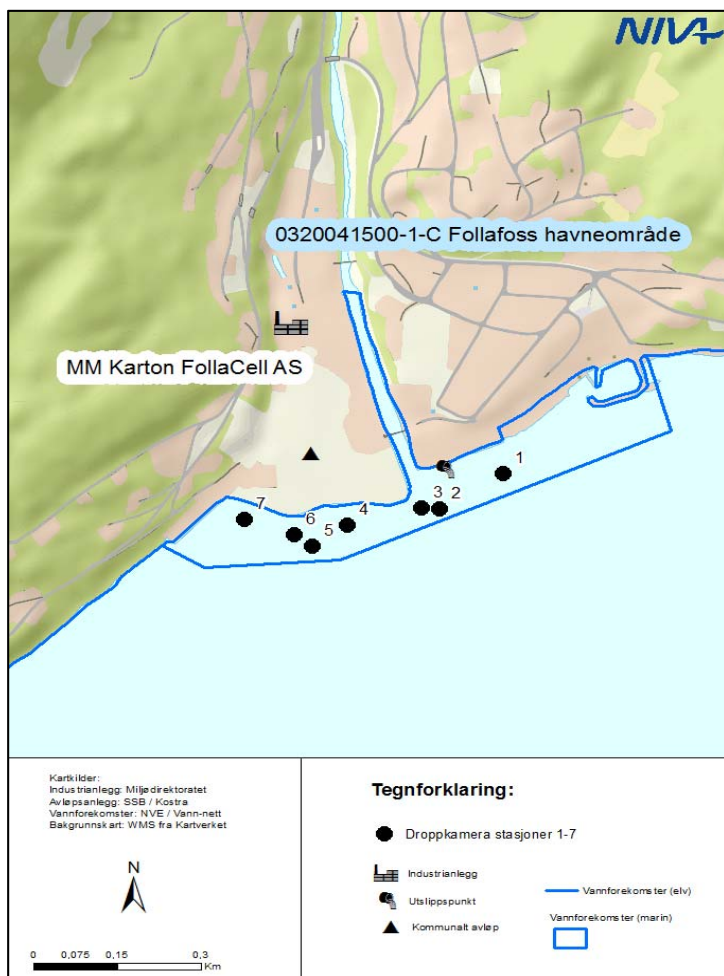
Tabell 21. Finstoff (%<math><63 \mu\text{m}</math>), innhold av organisk karbon (TOC) og normalisert TOC på bløtbunnsstasjonene fra MMK FollaCell AS 2015. Klassegrenser og fargekode for tilstandsklasser er gitt i **Tabell 12**.

Stasjon	Kornfordeling (% <math><63 \mu\text{m}</math>)	Totalt organisk karbon mg TOC/g	TOC normalisert
SCE_ref	98	11,4	11,76
SCE4	94	12,9	13,98
SCE5	73	14,6	19,46

3.1.2 Supplerende undersøkelser av sjøbunnen

Resultater fra bruk av undervannskamera

Det ble gjort en undersøkelse av sjøbunnen i havneområdet («Follafoss havneområde») ved bruk av undervannskamera (droppkamera) for å vurdere hvorvidt ny treflis tilføres området. En oversikt over registreringspunkter samt en kort beskrivelse av disse er gitt i hhv. **Figur 11** og **Tabell 22**.

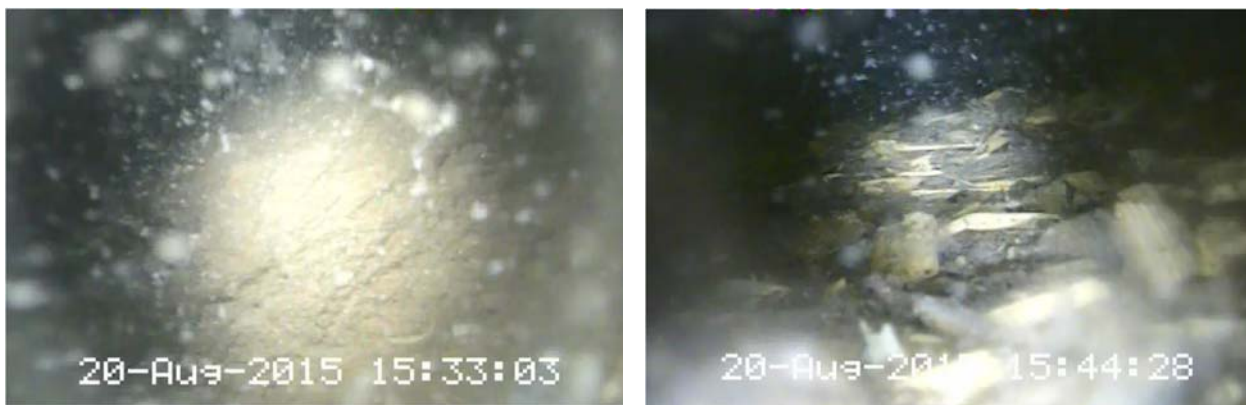


Figur 11. Posisjoner for visuell inspeksjon av bunnforholdene med droppkamera.

Tabell 22. Dyp, posisjoner og beskrivelse av sjøbunnen i havneområdet ved MM Karton FollaCell AS ifm. undervannskameraundersøkelser i 2015.

Punkt nr.	Dyp	Lat	Lon	Flis	Observasjon
1	32	63,9827	11,1109		Ingen synlig flis. Løst sediment på fjell
2	39,7	63,9820	11,1086		Ingen synlig flis. Løst sediment på fjell
3	18,5	63,9820	11,1080		Ingen synlig flis. Løst sediment på fjell
4	19	63,9816	11,1053	X	Mye flis (fin og grov). Løst sediment
5	38	63,9812	11,1041	X	Mye flis (grov). Løst sediment
6	16	63,9814	11,1034	X	Mye flis (grov). Løst sediment
7	16	63,9816	11,1015	X	Mye flis (grov). Løst sediment

Bildene tatt med undervannskamera viste at sjøbunnen rett utenfor elveutløpet og østlig del av Follafoss havneområde (punkt nr. 1. t.o.m. 3), bestod av et løst mudderaktig sediment uten synlig flis på overflaten (**Figur 12**). Sjøbunnen utenfor MM Karton sitt havneområde (punkt nr. 4 t.o.m. 7) var preget av store mengder treflis. De relativt store treflisene lå på sedimentoverflaten og viste tilsynelatende lite tegn til nedbrytning (lys farge), noe som kan bety at de har blitt tilført i området i de senere år.



Figur 12. Bilder tatt med undervannskamera i Follafoss havneområde. Bildet til venstre viser sjøbunnen ved elveutløpet (punkt nr. 3) mens bildet til høyre er tatt utenfor MM Karton sitt havneområde (punkt nr. 7).

Visuelt inspiserte grabbhugg

For få et sammenlikningsgrunnlag med undersøkelsen i 2011 ble det tatt to ekstra grabbhugg (I og II) i fabrikkens nærområde (**Tabell 23, Figur 3**). Grabbinholdet ble visuelt inspisert på dekk og begge prøvene viste seg å inneholde treflis. Grabb nr. II inneholdt imidlertid en langt større mengde treflis og luktet sterkt av forråtnelse (H_2S).

Tabell 23. Posisjoner og dyp for prøvetaking av visuelt inspiserte grabbhugg ved MMK FollaCell AS i 2015.

Grabb	Dyp (m)	Lat	Lon	Sedimentbeskrivelse
I	151	63,97737	11,11033	Hovedsakelig sand og leire, noe mindre treflis. Ingen lukt.
II	133	63,97917	11,11163	Store mengder større treflis. H_2S -lukt.

3.1.3 Fysisk-kjemiske kvalitetselementer

Resultatene fra begge stasjoner gir samlet god økologisk tilstand for de fysisk-kjemiske kvalitetselementene i både sommer- og vinterperioden (**Tabell 24**). Nitrat er noe forhøyet på begge stasjoner og klassifisering av nitrat-nivåene alene gir moderat tilstand. Det samme er tilfelle for siktdypet. Det er relativt liten

forskjell mellom de to stasjonene, med en litt høyere nEQR på stasjon VM2 som ligger noe lenger unna utslippene enn det VM1 gjør. Klassifiseringen er basert på én måling per måned, mens veilederen for vannforskriften anbefaler hver 14. dag.

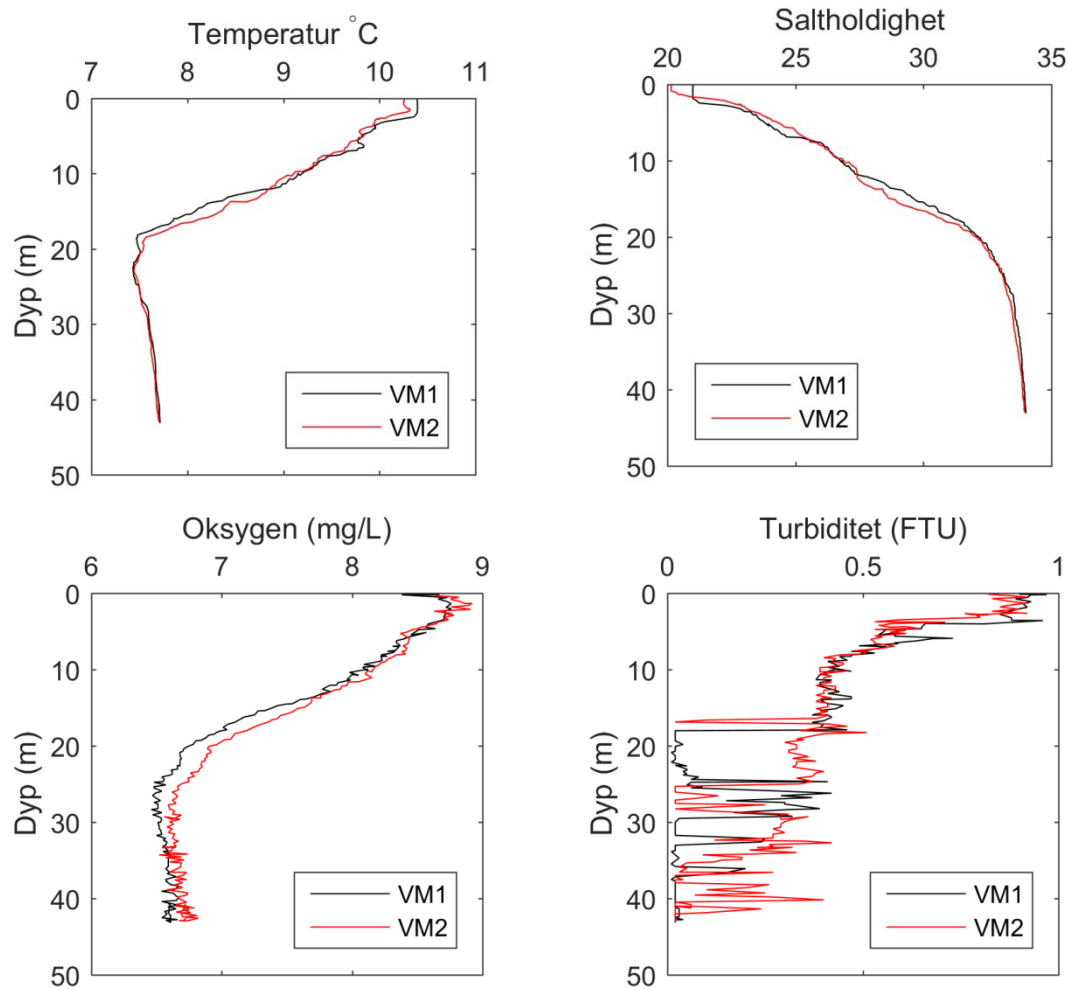
Tabell 24. Økologisk tilstand for hver stasjon for fysisk-kjemiske kvalitetselementene. Beregnede middelveier (totalresultat) for hver stasjon styrer tilstanden. Blå=svært god, grønn=god, gul=moderat, oransje=dårlig, rød=svært dårlig. Merk at oksygen er prøvetatt på faunastasjon SCE4.

Parameter	Enhet	Stasjonsnavn	Stasjonsnavn
		VM1	VM2
<i>Næringssalter sommer (juni-august)</i>			
Total fosfor	µg P/l	15	13
Fosfat-fosfor	µg P/l	8	7
Total nitrogen	µg N/l	192	185
Nitrat-nitrogen	µg N/l	55	49
Ammonium-nitrogen	µg N/l	19	12
Siktdyp	m	5,5	4,7
TOC	mg/l	2,7	2,6
TSM	mg/l	0,7	0,6
nEQR næringssalter sommer		0,62	0,66
<i>Næringssalter vinter (desember – februar)</i>			
Total fosfor	µg P/l	28	23
Fosfat-fosfor	µg P/l	18	18
Total nitrogen	µg N/l	352	298
Nitrat-nitrogen	µg N/l	148	153
Ammonium-nitrogen	µg N/l	38	15
TOC	mg/l	1,9	2,1
TSM	mg/l	0,8	1,3
nEQR næringssalter vinter		0,62	0,7
<i>Oksygen i bunnvann</i>			SCE4
Løst okygen i sjøvann (O ₂)	ml/l		4,71

Hydrografi ved VM1 og VM2

Ved 1. prøvetaking av vannmassene den 15. juni 2015 ble en hydrografiprofil målt ved vannmasse-stasjonene VM1 og VM2 for å undersøke temperatur og saltholdighet, samtidig med at oksygen og turbiditet ble målt med sonde (**Figur 13**). Sjiktningen gikk fra 2 til 20 meters dyp med ferskere og varmere lag i overflaten (10,26 (VM2)/10,39 (VM1) °C; saltholdighet 20,14 (VM2)/21 (VM1)). Saltholdigheten i dypere vannlag var >33 og økende nedover i vannsøylen. Temperaturen var mellom 7,5-8 °C i dypere vannlag. Det var lav turbiditet i vannet. Oksygensonden ble ikke senket helt til bunnen grunnet begrensning i vaierlengde, men oksygenkonsentrasjonen var ved største måledyp (40 meter) 6,6 mg/l på VM1 og 6,7 på VM2.

På bakgrunn av saltmålingene anser vi at det som korrekt at vannforekomstene i Vann-Nett er karakterisert som «beskyttet kyst/fjord» (CH3513231).



Figur 13. Temperatur saltholdighet, oksygen og turbiditet på stasjonene VM1 og VM2 i Beitstadfjorden. Målt med sonde ned til drøyt 40m dyp 15. juni 2015.

3.1.4 Vannregionspesifikke stoffer

Alle stasjonene ligger under grenseverdiene (EQS) for alle stoffene i begge matrikser (sediment og blåskjell) og totalresultatet for økologisk tilstand blir derfor «God» med hensyn til de vannregionspesifikke stoffene. Det må påpekes at dette er en orienterende undersøkelse av metallinnhold i sedimenter og blåskjell i området; sediment-resultatene er kun basert på én prøve per stasjon. For jern og mangan har vi ingen grenseverdier.

Tabell 25. Økologisk tilstand for hver stasjon for Vannregionspesifikke stoffer. «Det verste styre»-prinsippet ligger til grunn for tilstandsvurderingen. Stoffer som overskrider EQS-verdien angis med sort celle med hvit skrift. Jern og mangan (angitt i kursiv) mangler grenseverdier.

Parameter	Enhet	Stasjon					EQS
		SCE-4	SCE-5	SCE-ref			
<i>Vannregionspesifikke stoffer i sediment, tilstandsklasse</i>							
Cu	mg/kg	24	22	25			84
Cr		46	37	50			660
As		16	11	16			18
<i>Mn</i>		<i>1600</i>	<i>730</i>	<i>3600</i>			-
<i>Fe</i>		<i>41000</i>	<i>32000</i>	<i>46000</i>			-
Totalresultat		God	God	God			
Parameter	Enhet	Stasjon					EQS
		MM1	MM3	MM4	MM5	MM6	
<i>Vannregionspesifikke stoffer i biota, tilstandsklasse</i>							
Cu	mg/kg	7,9	8	8,3	7,1	9,6	30
Cr		1,0	2,9	2,9	1,6	3,2	10
As		11	17	17	16	16	30
<i>Mn</i>		<i>1,3</i>	<i>1,1</i>	<i>1,4</i>	<i>1,3</i>	<i>1,3</i>	-
<i>Fe</i>		<i>160</i>	<i>200</i>	<i>600</i>	<i>220</i>	<i>360</i>	-
Totalresultat		God	God	God	God	God	

3.2 Kjemisk tilstand

Alle stasjoner ligger godt under grenseverdiene (EQS) for begge metallene i begge matrikser, og totalresultatet for kjemisk tilstand basert på disse to metallene blir derfor «God». Det må påpekes at dette er en orienterende undersøkelse av metallinnhold i sedimenter og blåskjell i området, sedimentresultatene er basert på én prøve per stasjon, men mye tyder på at metaller ikke er noe problem på de stasjoner som er undersøkt siden nivåene jevnt over er lave i prøvene.

Tabell 26. Kjemisk tilstand for EUs prioriterte stoffer. «Det verste styre»-prinsippet ligger til grunn for tilstandsvurderingen. (Blå=god tilstand, rød=ikke god tilstand)

Parameter	Enhet	Stasjon					EQS
		SCE-4	SCE-5	SCE-ref			
<i>EUs prioriterte miljøgifter i sediment, tilstandsklasse</i>							
Cd	mg/kg	0,046	0,025	0,049			2,5
Pb	mg/kg	19	16	21			150
Totalresultat		God	God	God			
Parameter	Enhet	Stasjon					EQS
		MM1	MM3	MM4	MM5	MM6	
<i>EUs prioriterte miljøgifter i biota, tilstandsklasse</i>							
Cd	mg/kg	0,97	1,6	1,2	1,4	1,6	5
Pb	mg/kg	0,4	0,48	0,99	0,31	0,6	15
Totalresultat		God	God	God	God	God	

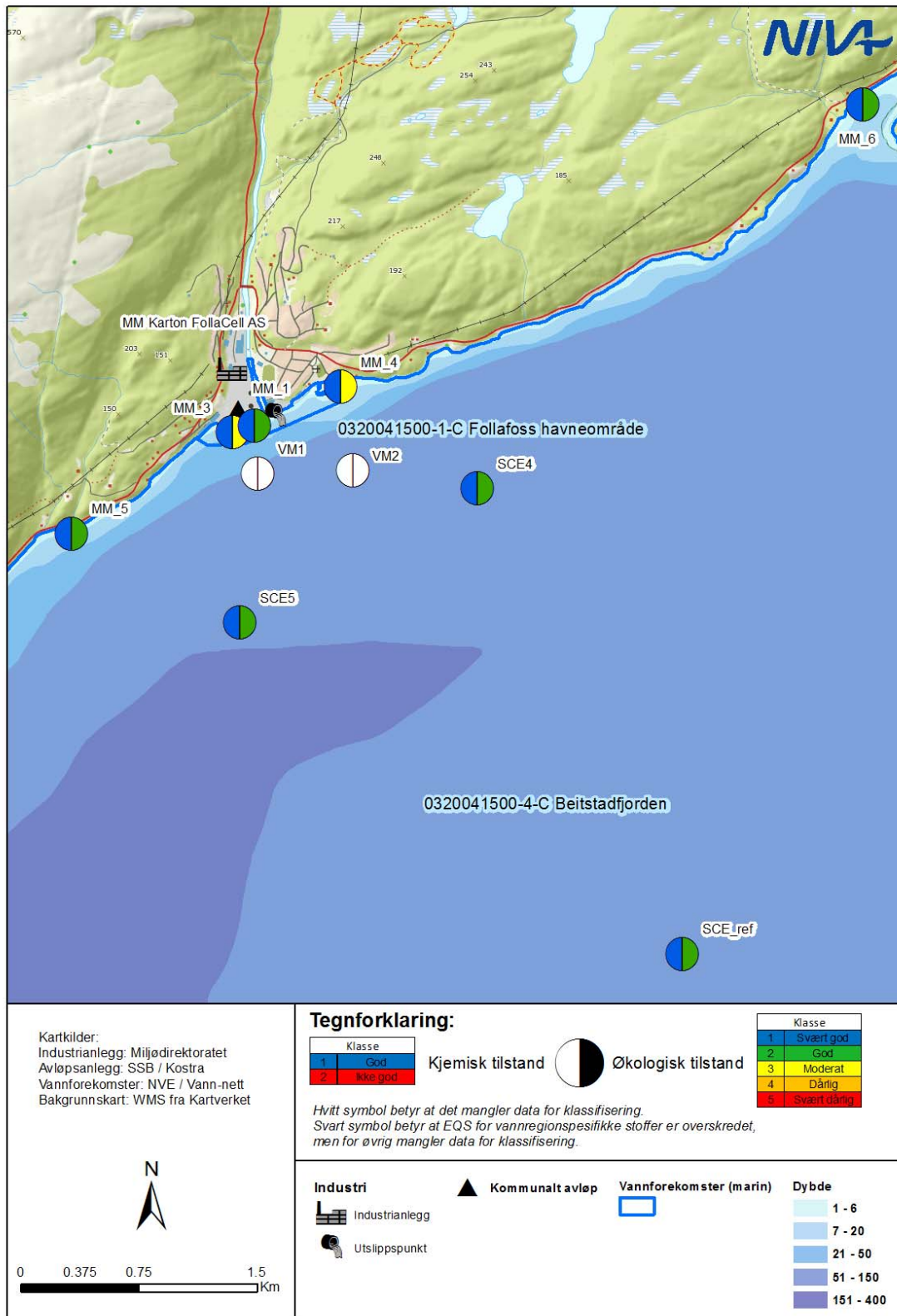
3.3 Oversikt over økologisk og kjemisk tilstand for alle stasjoner

Den økologiske tilstanden på samtlige av de undersøkte stasjonene var god bortsett fra på to makroalgestasjoner hvor den var moderat (**Tabell 27**). Disse to stasjonene ligger i vannforekomst «Follafooss havneområde» og grunnen til at de ikke oppnådde god tilstand var forekomsten av grønnalger, som er et tydelig tegn på eutrofiering. Nivåene av vannregionspesifikke stoffer reduserte ikke den økologiske tilstanden på noen av stasjonene og tilstanden for disse stoffene var god. Kjemisk tilstand var også god på samtlige stasjoner for de to undersøkte metallene kadmium og bly.

På vannmassestasjonene VM1 og VM2 ble det biologiske kvalitetselementet planteplankton undersøkt og resultatene kan indikere god tilstand, men datagrunnlaget er altfor tynt til at dette kan brukes til økologisk klassifisering av de to stasjonene. De fysiske-kjemiske støtteparametere kan ikke alene brukes til å klassifisere økologisk tilstand på en stasjon, men resultatene indikerer god økologisk tilstand.

Tabell 27. Oversikt over økologisk og kjemisk tilstand per stasjon. Fargekode angir henholdsvis økologisk og kjemisk tilstand. For økologisk tilstand er i tillegg det verste kvalitetselementet angitt, og for kjemisk tilstand er eventuelle miljøgifter som overskrider EQS angitt. Klassifisering av økologisk tilstand: blått=Svært god tilstand, grønn=God tilstand, blank=ikke data for å klassifisere økologisk tilstand. Vannregionspesifikke stoffer som overskrider EQS-verdien angis med sort celle med hvit skrift. Klassifisering av kjemisk tilstand: blått=God tilstand, rødt=Ikke god tilstand. Merk at tilstanden på VM1 og VM2 kun er basert på støtteparametere (fysiske-kjemiske kvalitetselementer).

Stasjonskode	Kvalitetselement	Økologisk tilstand	Kjemisk tilstand
MM_1	Makroalger		
MM_3	Makroalger		
MM_4	Makroalger		
MM_5	Makroalger		
MM_6	Makroalger		
SCE4	Bunnfauna		
SCE5	Bunnfauna		
SCE_ref	Bunnfauna		
VM1	Fysisk-kjemiske		
VM2	Fysisk-kjemiske		



Figur 14. Oversikt over økologisk (høyre halvsirkel) og kjemisk tilstand (venstre halvsirkel) i 2015 for alle stasjoner i Beitstadfjorden. Se også **Tabell 27**.

4 Konklusjoner og videre overvåking

4.1 Sammenligning av dagens tilstand med tidligere overvåkingsresultater

Bunnfaunaen i Beitstadfjorden viste god økologisk tilstand på de tre stasjonene som ble undersøkt på dypt vann (SCE4, SCE5 og SCE_ref) og oppfyller dermed vannforskriftens krav om minimum god tilstand. Oksygennivået i bunnvannet ved disse stasjonene var også bra, som man kan forvente ut fra bunnfaunaens tilstand. I bunnområdene litt nærmere bedriften er ikke økologisk tilstand klassifisert. Erfaringsmessig er det vanskelig å ta prøver som kan godkjennes for faunaundersøkelser på dyp grunnere enn 150 m i dette området fordi det ligger en god del flis på bunnen (Trannum et al. 2011). Det ble allikevel tatt to grabbhugg i fabrikkens nærområde. Grabbinnholdet i disse to ble visuelt inspisert på dekk og begge prøvene inneholdt treflis. Klart mest flis var det i prøven tatt nærmest land og denne luktet også tydelig H₂S. Forekomsten av flis på bunnen ble også dokumentert med droppkamera i Follafoss havneområde, og sjøbunnen utenfor MM Karton var preget av store mengder treflis. Vi kan utfra dette, og erfaring fra tidligere undersøkelser, anta at økologisk tilstand på bunnen nærmere land ikke vil oppnå god tilstand.

Ved undersøkelsene i 2011 (Trannum et al. 2011) var konklusjonen at samfunnene grunnere enn 150m var forstyrret. Ferskvannspåvirkning og organisk materiale fra elva ble antatt å ha bidratt til dette, men hovedårsaken anså man å være de store mengdene treflis (**Figur 15**). Eventuelle påvirkning fra bare avløpsvannet lot seg på denne bakgrunn ikke identifiseres.



Figur 15. Bildet viser stort innhold av flis i en av grabbene som ble tatt på 14 m dyp ved undersøkelsene i 2011. Foto: Bengt Widegren

Den økologiske tilstanden på tre av de fem stasjonene som ble undersøkt for makroalger var god. De to stasjonene som oppnådde moderat tilstand ligger i vannforekomst «Follafoss havneområde» og grunnen til at de ikke oppnådde god tilstand var den noe høye forekomsten av grønnalger. Forekomst av grønnalger favoriseres av næringssaltpåvirkning, men også av ferskvannstilsig. Stasjonene som ikke oppnår god økologisk kvalitet i vannforekomsten «Follafoss havneområde» er antagelig påvirket av en kombinasjon av næringssalter og ferskvann.

4.2 Vurdere videre overvåking

Forslaget til videre overvåking baserer seg på at det ikke skjer en økning i utslippene til dette området av Beitstadfjorden. Vi anser da at videre overvåking av vannsøylen kan begrenses til én stasjon (VM1), med undersøkelser av klorofyll, siktdyp og næringssalter på de samme dyp og med samme frekvens som i 2015.

Undersøkelsene av makroalger med tanke på effekter fra næringssalter bør gjentas for makroalgestasjonene i vannforekomsten "Follafoss havneområde" som bør undersøkes årlig, eventuelt hvert 2. år.

Bunnfaunaen har god økologisk tilstand på dyp større enn 150 m, men det bør også avklares og følges opp tilstand på bunnområder nærmere bedriften og grunnere enn 150 m. Dette kan by på problemer siden det er vanskelig å ta grabbprøver som gir godkjente prøver i hht. standardene NS-EN ISO 16665:2013 og NS-EN ISO 5667-19. Vi foreslår at en viderefører overvåking av stasjon SCE5 og etablerer en ny stasjon nærmere land, på ca. 100 m dyp. Undersøkelsene bør gjentas hvert 3. år.

Det er flere påvirkere nær hverandre som har utslipp til fjorden. Det kommunale utslippet og smoltanlegget har begge utslipp som potensielt gir den samme påvirkning som utslippet fra MM Karton kan gi. Det vil være kostnadseffektivt og gi muligheter for faglig merutbytte med et samarbeide om videre overvåking mellom disse tre aktørene.

4.3 Vurdering av mulige tiltak

Nivåene av næringssalter i fjorden er noe forhøyede, særlig for nitrogen. Det bør jobbes for en ytterligere reduksjon av utslippene av næringssalter til fjorden, men dette bør gjøres etter en nærmere kartlegging av de kvantitative bidragene fra de forskjellige kildene til slike utslipp (smoltanlegget og kommunalkloakken). Reduksjoner i utslipp av suspendert materiale vil kunne bidra til bedre levetilstand for bunnfaunaen.

Bidragene fra MM Kartons utslipp, det kommunale utslippet og smoltanlegget må beregnes og tiltak for å bedre miljøtilstanden må ses på bakgrunn av disse beregningene. Eventuelle tilførsler fra landbruksavrenning, samt naturlig bakgrunnstilførsel bør også med i beregningene.

Den største negative påvirkningen på den økologiske tilstanden i fjorden utenfor MM Karton kommer antagelig fra flis som ligger på bunnen. Det er uklart hvordan denne flisen havnet på bunnen, og når det skjedde. Det kan hende at en mudring av de mest flisakkumulerte bunnområdene kan bidra til å bedre forholdene i fjorden, men det er flere aspekter ved en slik operasjon som gjør at det kreves en grundigere utredning før slike tiltak settes i gang. Hvis det kan gjøres ytterligere tiltak som hindrer tilførsel av flis til sjøen, så må dette gjøres så snart som mulig for å hindre en ytterligere belastning av bunnmiljøet.

5 Referanser

- Arp, H.P, Ruus, A., Machen, A., Lillicrap, A. 2014. Kvalitetssikring av miljøkvalitetsstandarder. Miljødirektoratets rapportserie M-241/2014
- Bakke, T., Breedveld, G., Källqvist, T., Oen, A., Eek, E., Ruus, A., Kibsgaard, A., Helland, A., Hylland, K. 2007. Veileder for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann– Revidering av klassifisering av metaller og organiske miljøgifter i vann og sedimenter. Miljødirektoratets rapportserie TA-2229/2007
- Direktiv 2009/90 EC, Technical specifications for chemical analysis and monitoring of water status, pursuant to Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council, 3 sider.
- Direktoratsgruppa (2009). Veileder 01:2009. Klassifisering av miljøtilstand i vann: Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, innsjøer og elver i henhold til vannforskriften, Direktoratets gruppa for gjennomføringen av vanddirektivet: 184.
- Direktoratsgruppa (2010). Veileder 02:2009. Overvåking av miljøtilstand i vann. Veileder for vannovervåking ikt. kravene i Vannforskriften.
- Direktoratsgruppa (2011). Veileder 01:2011. Karakterisering og analyse. Metodikk for karakterisering og risikovurdering av vannforekomster etter vannforskriftens §15.
- Direktoratsgruppa (2013). Veileder 02:2013: Klassifisering av miljøtilstand i vann: Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver.
- Direktoratsgruppa (2014). Veileder 01:2014. Sterkt modifiserte vannforekomster: Utpeking, fastsetting av miljømål og bruk av unntak.
- Grung, M., Ranneklev, S., Green, M., Eriksen, T. E., Pedersen, A., Lyche Solheim, A., 2013. Eksempelsamling: tiltaksorientert overvåking for industribedrifter. Miljødirektoratets rapportserie 74/2013
- Havbrukstjenesten 2008. Strømmåling for Follasmolt AS. Notat datert 25. oktober 2008.
- Molvær, J. Knutzen, J., Magnusson, J., Rygg, B., Skei, J., Sørensen, J. 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystvann. Veiledning 97:03. Miljødirektoratets rapportserie TA 1467/1997
- NS-EN ISO 16665:2013. Vannundersøkelse. Retningslinjer for kvantitativ prøvetaking og prøvebehandling av marin bløtbunnsfauna (ISO 16665:2014)
- NS-EN ISO 5667-19. Vannundersøkelse. Prøvetaking. Del 19: Veiledning i sedimentprøvetaking i marine områder (ISO 5667-19:2004).
- OSPAR 2012. JAMP [Joint Assessment and Monitoring Programme] Guidelines for Monitoring Contaminants in Biota. OSPAR Commission, ref.no. 99-02e.
- Tranum HC, Kroglund T, Tobiesen AD. Resipientundersøkelse for Södra Cell Folla AS 2011. NIVA-rapport 6228-2011. 35s.
- Vannforskriften 2015. FOR-2006-12-15-1446, Forskrift om rammer for vannforvaltningen, www.lovdata.no

Vedlegg A. Fysisk-kjemiske kvalitetselementer

Resultater fra vannmasseundersøkelsene på stasjon VM1 i 2015/2016

Station	Dato	Dyp m	KlFA µg/l	NH4-N µg/l	Nitrat+nitritt µg N/L	PO4-P µg/l	TSM mg/l	TOC mg/l	TOTN µg/l	TOTP µg/l	Secchi m	Temp grader C
VM1	15.06.2015	0		6	11	3			155	10	4,5	10,4
VM1	15.06.2015	5	3,3	13	6	6	1,02	3	205	18		9,8
VM1	15.06.2015	10		18	48	8			180	13		9,2
VM1	15.06.2015	15		12	97	12			215	16		8,1
VM1	14.07.2015	0		28	1	4			175	11	4	14,5
VM1	14.07.2015	5	2,5	86	3	5	0,66	2,6	245	13		11
VM1	14.07.2015	10		6	113	11			215	15		9
VM1	14.07.2015	15		2,5	139	20			225	26		8
VM1	17.08.2015	0		13	2	2			138	8	8	17
VM1	17.08.2015	5	1,8	11	2	2	0,45	2,6	131	9		16
VM1	17.08.2015	10		22	72	7			190	13		12
VM1	17.08.2015	15		6	160	20			235	24		8
Snitt sommer:			2,5	18,6	54,5	8,3	0,7	2,7	192,4	14,7	5,5	
VM1	08.12.2015	0		21	205	12			375	16	4	4,5
VM1	08.12.2015	5		18	155	11	1,4	2,6	315	17		5
VM1	08.12.2015	10		31	134	12			360	22		6,4
VM1	08.12.2015	15		325	133	21			1170	57		7,2
VM1	22.01.2016	0		12	131	13			270	20	10	1,5
VM1	22.01.2016	5		10	139	16	0,44	1,6	275	24		7
VM1	22.01.2016	10		2,5	143	23			245	29		7
VM1	22.01.2016	15		5	140	18			255	23		6
VM1	08.02.2016	0		9	148	20			265	24	8	3
VM1	08.02.2016	5		11	147	24	0,53	1,5	240	41		5
VM1	08.02.2016	10		6	148	24			225	30		7
VM1	08.02.2016	15		2,5	149	26			225	29		7
Snitt vinter:				38	148	18	0,79	1,9	352	28	7,3	

Resultater fra vannmasseundersøkelsene på stasjon VM2 i 2015/2016

Station	Dato	Dyp	Klfa µg/l	NH4-N µg/l	Nitrat+nitritt µg N/L	PO4-P µg/l	TSM mg/l	TOC mg/l	TOTN µg/l	TOTP µg/l	Secchi m	Temp grader C
VM2	15.06.2015	0		9	10	3			175	11	4,5	10,3
VM2	15.06.2015	5	3,8	7	7	4	0,89	3	160	12		9,8
VM2	15.06.2015	10		6	9	3			160	11		9,1
VM2	15.06.2015	15		8	120	11			245	13		8,4
VM2	14.07.2015	0		33	5	4			180	9	3,5	14,5
VM2	14.07.2015	5	2,7	16	4	3	0,27	2,5	121	8		11,5
VM2	14.07.2015	10		13	5	3			119	8		10,7
VM2	14.07.2015	15		2,5	144	21			235	23		8
VM2	17.08.2015	0		7	1	2			123	7	6	16,5
VM2	17.08.2015	5	1,8	13	1	2	0,52	2,4	143	10		15
VM2	17.08.2015	10		22	110	9			270	18		12,5
VM2	17.08.2015	15		9	170	19			290	24		8
snitt sommer:			2,8	12	49	7	0,6	2,6	185	13	4,7	11,2
VM2	08.12.2015	0		24	215	11			445	16	4	4,2
VM2	08.12.2015	5		47	160	12	3	3,3	475	21		5
VM2	08.12.2015	10		14	137	13			280	17		6,3
VM2	08.12.2015	15		9	129	15			235	19		7,2
VM2	22.01.2016	0		15	136	14			285	20	9	1,5
VM2	22.01.2016	5		24	141	14	0,46	1,6	305	23		8
VM2	22.01.2016	10		5	145	23			245	30		8
VM2	22.01.2016	15		2,5	147	24			245	23		8
VM2	08.02.2016	0		10	150	20			255	25	8	3
VM2	08.02.2016	5		13	170	21	0,52	1,5	270	26		4,5
VM2	08.02.2016	10		12	155	21			275	28		6,5
VM2	08.02.2016	15		2,5	155	27			255	32		7
snitt vinter:				15	153	18	1,3	2,1	298	23	7	5,8

Vedlegg B. Bløtbunnsindekser per grabbprøve

Bløtbunnsindekser per grabbprøve for MMK FollaCell AS 2015. 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.

STASJON	GRABB	S	N	NQI1	H	ES100	ISI2012	NSI2012
SCE4	G1	42	183	0,839	4,265	31,479	9,585	25,583
SCE4	G2	45	281	0,800	4,501	29,643	9,644	24,477
SCE4	G3	43	350	0,774	4,467	27,660	9,575	24,115
SCE5	G1	44	352	0,708	4,101	24,938	9,506	23,100
SCE5	G2	48	371	0,759	4,374	29,451	9,889	24,010
SCE5	G3	46	305	0,729	4,362	29,310	9,693	23,605
SCE_ref	G1	39	188	0,813	4,499	30,529	9,882	24,995
SCE_ref	G2	37	218	0,813	3,992	25,368	9,606	24,312
SCE_ref	G3	41	216	0,829	4,137	27,952	9,683	25,523

Vedlegg C. Fullstendige artslister

Arts/taksonliste for dyr og alger i strandsonen på 5 stasjoner undersøkt i 2015.

1 = enkeltfunn, 2 = spredt forekomst (0 - 10 %), 3 = frekvent forekomst (10 - 25 %), 4 = vanlig forekomst (25 - 50 %), 5 = betydelig forekomst (50 - 75 %), 6 = dominerende forekomst (75 - 100 %)

Stasjon	St1	St3	St4	St5	St6
Dato	2.7.15	2.7.15	2.7.15	2.7.15	2.7.15
Tid	12:44	13:27	11:20	14:15	12:10
Rødalger					
<i>Audouinella</i> sp.	3				
<i>Ceramium rubrum</i>				2	
<i>Chondrus crispus</i>	2	2			2
<i>Hildenbrandia rubra</i>	3	5	6	4	3
<i>Polysiphonia stricta</i>	1				
<i>Porphyra umbilicalis</i>	2				
<i>Vertebrata lanosa</i>	3	3		3	
Brunalger					
<i>Ascophyllum nodosum</i>	5	5	6	6	5
<i>Elachista fucicola</i>	3	2			2
<i>Fucus serratus</i>	5	3		4	
<i>Fucus spiralis</i>			4	3	4
<i>Fucus vesiculosus</i>	5	5	3	6	4
<i>Pelvetia canaliculata</i>	2	2	3	3	3
<i>Pylaiella littoralis</i>	4	3		3	2
<i>Saccharina latissima</i>				2	
Grønnalger					
<i>Blidingia minima</i>	3	2	2		
<i>Cladophora</i> sp.		1			
<i>Cladophora rupestris</i>	2	3		2	
<i>Cladophora sericea</i>			2	2	
<i>Spongomorpha aeruginosa</i>	1			1	
<i>Ulva compressa</i>				2	
<i>Ulva intestinalis</i>	3	2	3		
<i>Ulva lactuca</i>	1	2			
<i>Ulva</i> cf <i>prolifera</i>		2		2	
Blågrønnalger					
Cyanophyceae, ubestemt	3	4	2		
Dyr					
<i>Asterias rubens</i>				1	
<i>Carcinus maenas</i>			1		1
<i>Clava multicornis</i>	2			2	2
<i>Dynamena pumila</i>	2	2		2	2
<i>Electra pilosa</i>		2		2	
<i>Littorina littorea</i>	2	2	4	2	2
<i>Littorina obtusata</i>			2	2	2
<i>Littorina saxatilis</i>				2	
<i>Mytilus edulis</i>	2	4	3	4	2
<i>Semibalanus</i> sp. juvenil	3	3	3	4	3
<i>Semibalanus balanoides</i>	3	4	3	4	3

Bløtbunnsfauna på stasjon SCE4, SCE5 og SCE4-ref: Artslister for bløtbunnsfauna MM Karton FollaCell AS i 2015.

Stasjon	Dato	GRUPPENAVN	FAMILIENAVN	GYLDIG SYNONYM WoRMS_sp	G1	G2	G3
SCE4	20150820	ANTHOZOA		Stylatula elegans			1
SCE4	20150820	PLATYHELMINTHES		Platyhelminthes indet		1	
SCE4	20150820	NEMERTEA		Nemertea indet	1		1
SCE4	20150820	POLYCHAETA	Amphinomidae	Paramphinome jeffreysii	3	1	1
SCE4	20150820	POLYCHAETA	Polynoidae	Polynoidae indet	1		
SCE4	20150820	POLYCHAETA	Pholoidae	Pholoe pallida	2	1	1
SCE4	20150820	POLYCHAETA	Hesionidae	Nereimyra punctata	1		
SCE4	20150820	POLYCHAETA	Hesionidae	Oxydromus flexuosus	1		1
SCE4	20150820	POLYCHAETA	Nereidae	Ceratocephale loveni	1		1
SCE4	20150820	POLYCHAETA	Nephtyidae	Nephtys hystricis	5	3	4
SCE4	20150820	POLYCHAETA	Lumbrineridae	Lumbrineris cingulata	2	2	
SCE4	20150820	POLYCHAETA	Paraonidae	Levinsenia gracilis	2	3	6
SCE4	20150820	POLYCHAETA	Spionidae	Pseudopolydora paucibranchiata	2	5	17
SCE4	20150820	POLYCHAETA	Spionidae	Spiophanes kroyeri	1	1	1
SCE4	20150820	POLYCHAETA	Cirratulidae	Aphelochaeta mcintoshii	3	4	3
SCE4	20150820	POLYCHAETA	Flabelligeridae	Brada villosa	1		4
SCE4	20150820	POLYCHAETA	Scalibregmidae	Polyphysia crassa			1
SCE4	20150820	POLYCHAETA	Capitellidae	Heteromastus filiformis	12	33	27
SCE4	20150820	POLYCHAETA	Capitellidae	Heteromastus sp.		1	4
SCE4	20150820	POLYCHAETA	Maldanidae	Chirimia biceps biceps	2	11	19
SCE4	20150820	POLYCHAETA	Maldanidae	Euclymene oerstedii	6	6	9
SCE4	20150820	POLYCHAETA	Maldanidae	Euclymeninae indet	1		
SCE4	20150820	POLYCHAETA	Maldanidae	Rhodine loveni	5	10	11
SCE4	20150820	POLYCHAETA	Oweniidae	Galathowenia oculata	4	16	50
SCE4	20150820	POLYCHAETA	Ampharetidae	Anobothrus laubieri	2	5	11
SCE4	20150820	POLYCHAETA	Ampharetidae	Sosane wahrbergi	1	1	1
SCE4	20150820	POLYCHAETA	Terebellidae	Amaeana trilobata	1	2	1
SCE4	20150820	POLYCHAETA	Terebellidae	Paramphitrite tetrabranchia		1	
SCE4	20150820	POLYCHAETA	Terebellidae	Pista lornensis		1	
SCE4	20150820	POLYCHAETA	Terebellidae	Terebellides sp.		2	3
SCE4	20150820	OLIGOCHAETA		Oligochaeta indet		3	
SCE4	20150820	CAUDOFOVEATA		Caudofoveata indet	9	1	1
SCE4	20150820	BIVALVIA	Nuculidae	Nucula sp.		5	
SCE4	20150820	BIVALVIA	Nuculanidae	Yoldiella sp.		1	
SCE4	20150820	BIVALVIA	Thyasiridae	Mendicula ferruginosa	3	13	24
SCE4	20150820	BIVALVIA	Thyasiridae	Thyasira cf. obsoleta	3		9
SCE4	20150820	BIVALVIA	Thyasiridae	Thyasira sp.	4	4	6
SCE4	20150820	BIVALVIA	Lasaeidae	Kurtiella tumidula	1		4
SCE4	20150820	BIVALVIA	Cardiidae	Parvicardium minimum		1	5
SCE4	20150820	BIVALVIA	Scrobiculariidae	Abra nitida	1	6	1

Stasjon	Dato	GRUPPENAVN	FAMILIENAVN	GYLDIG_SYNONYM_WoRMS_sp	G1	G2	G3
SCE4	20150820	BIVALVIA	Kelliellidae	Kelliella miliaris	7	28	38
SCE4	20150820	SCAPHOPODA		Scaphopoda indet	1		
SCE4	20150820	CUMACEA	Leuconidae	Eudorella emarginata	1		
SCE4	20150820	CUMACEA	Leuconidae	Leucon sp.	1		
SCE4	20150820	CUMACEA	Diastylidae	Diastylidae indet		1	
SCE4	20150820	CUMACEA	Diastylidae	Diastylodes serratus	3	14	3
SCE4	20150820	TANAIDACEA	Parathanidae	Tanaidacea indet		1	3
SCE4	20150820	ISOPODA	Parasellidae	Desmosoma sp.		2	
SCE4	20150820	AMPHIPODA	Lysianassidae	Caeconyx caeculus	1		1
SCE4	20150820	AMPHIPODA	Melitidae	Eriopisa elongata	13		5
SCE4	20150820	AMPHIPODA	Oedicerotidae	Arrhis phyllonyx			1
SCE4	20150820	AMPHIPODA	Oedicerotidae	Bathymedon longimanus	1		
SCE4	20150820	AMPHIPODA	Oedicerotidae	Westwoodilla caecula	1	4	
SCE4	20150820	AMPHIPODA	Pardaliscidae	Nicippe tumida			1
SCE4	20150820	DECAPODA		Brachyura larve	1	2	
SCE4	20150820	DECAPODA		Galathea larve		1	1
SCE4	20150820	SIPUNCULIDA		Golfingia sp.		1	
SCE4	20150820	SIPUNCULIDA		Nephasoma sp.	1	5	6
SCE4	20150820	SIPUNCULIDA		Onchesoma steenstrupii steenstrupii	21	36	26
SCE4	20150820	OPHIUROIDEA		Ophiuroidea juvenil		9	13
SCE4	20150820	OPHIUROIDEA	Amphiuridae	Amphiura chiajei		2	
SCE4	20150820	OPHIUROIDEA	Amphilepididae	Amphilepis norvegica	48	29	22
SCE4	20150820	HOLOTHUROIDEA	Synaptidae	Labidoplax buskii		1	1
SCE4	20150820	CHAETOGNATHA		Chaetognatha indet	3	1	2
SCE5	20150820	PLATYHELMINTHES		Platyhelminthes indet		1	1
SCE5	20150820	NEMERTEA		Nemertea indet	7	6	8
SCE5	20150820	POLYCHAETA	Amphinomidae	Paramphinome jeffreysii	22	20	27
SCE5	20150820	POLYCHAETA	Pholoidae	Pholoe pallida	2	8	4
SCE5	20150820	POLYCHAETA	Hesionidae	Gyptis rosea		1	
SCE5	20150820	POLYCHAETA	Hesionidae	Oxydromus flexuosus		1	1
SCE5	20150820	POLYCHAETA	Syllidae	Exogone (Exogone) verugera	1	2	1
SCE5	20150820	POLYCHAETA	Syllidae	Exogone sp.			1
SCE5	20150820	POLYCHAETA	Nereidae	Ceratocephale loveni			1
SCE5	20150820	POLYCHAETA	Nephtyidae	Nephtys hystricis	3	6	6
SCE5	20150820	POLYCHAETA	Glyceridae	Glycera lapidum	1	2	
SCE5	20150820	POLYCHAETA	Lumbrineridae	Augeneria tentaculata	2		
SCE5	20150820	POLYCHAETA	Lumbrineridae	Augeneria cf. tentaculata			2
SCE5	20150820	POLYCHAETA	Lumbrineridae	Lumbrineris cingulata		2	
SCE5	20150820	POLYCHAETA	Lumbrineridae	Lumbrineris cf. cingulata	1		2
SCE5	20150820	POLYCHAETA	Orbiniidae	Phylo norvegicus			1
SCE5	20150820	POLYCHAETA	Paraonidae	Levinsenia gracilis	4	2	11

Stasjon	Dato	GRUPPENAVN	FAMILIENAVN	GYLDIG_SYNONYM_WoRMS_sp	G1	G2	G3
SCE5	20150820	POLYCHAETA	Paraonidae	Paradoneis lyra			1
SCE5	20150820	POLYCHAETA	Spionidae	Laonice sarsi		1	
SCE5	20150820	POLYCHAETA	Spionidae	Pseudopolydora paucibranchiata	29	20	12
SCE5	20150820	POLYCHAETA	Spionidae	Spiophanes kroyeri	2	4	3
SCE5	20150820	POLYCHAETA	Cirratulidae	Aphelochaeta mcintoshi	24	16	20
SCE5	20150820	POLYCHAETA	Cirratulidae	Chaetozone setosa	1		2
SCE5	20150820	POLYCHAETA	Cirratulidae	Cirratulidae indet		4	
SCE5	20150820	POLYCHAETA	Flabelligeridae	Brada villosa	1	3	
SCE5	20150820	POLYCHAETA	Flabelligeridae	Diplocirrus glaucus		1	1
SCE5	20150820	POLYCHAETA	Scalibregmidae	Polyphysia crassa	1	1	
SCE5	20150820	POLYCHAETA	Capitellidae	Dasybranchus caducus		1	1
SCE5	20150820	POLYCHAETA	Capitellidae	Heteromastus filiformis	83	67	71
SCE5	20150820	POLYCHAETA	Maldanidae	Chirimia biceps biceps	14	8	7
SCE5	20150820	POLYCHAETA	Maldanidae	Euclymene droebachiensis	1		
SCE5	20150820	POLYCHAETA	Maldanidae	Euclymene oerstedii	23	16	11
SCE5	20150820	POLYCHAETA	Maldanidae	Rhodine loveni	6	8	4
SCE5	20150820	POLYCHAETA	Oweniidae	Galathowenia oculata	26	10	7
SCE5	20150820	POLYCHAETA	Pectinariidae	Pectinaria (Pectinaria) belgica		1	1
SCE5	20150820	POLYCHAETA	Ampharetidae	Anobothrus laubieri	5	3	4
SCE5	20150820	POLYCHAETA	Ampharetidae	Melinna elisabethae	1		
SCE5	20150820	POLYCHAETA	Ampharetidae	Sosane wahrbergi	1		1
SCE5	20150820	POLYCHAETA	Terebellidae	Amaeana trilobata		1	
SCE5	20150820	POLYCHAETA	Terebellidae	Streblosoma intestinale		2	2
SCE5	20150820	POLYCHAETA	Terebellidae	Terebellides sp.		8	8
SCE5	20150820	OLIGOCHAETA		Oligochaeta indet		1	
SCE5	20150820	OPISTHOBANCHIA	Philinidae	Philine scabra	1		
SCE5	20150820	CAUDOFOVEATA		Caudofoveata indet	2	6	3
SCE5	20150820	BIVALVIA		Bivalvia indet			1
SCE5	20150820	BIVALVIA	Nuculidae	Nucula sp.		1	
SCE5	20150820	BIVALVIA	Thyasiridae	Mendicula ferruginosa	3	9	4
SCE5	20150820	BIVALVIA	Thyasiridae	Thyasira sp.	5	7	3
SCE5	20150820	BIVALVIA	Scrobiculariidae	Abra sp.		1	1
SCE5	20150820	BIVALVIA	Kelliellidae	Kelliella miliaris	3	6	1
SCE5	20150820	CUMACEA	Leuconidae	Eudorella emarginata	2		
SCE5	20150820	CUMACEA	Diastylidae	Diastylodes serratus	1		1
SCE5	20150820	CUMACEA	Diastylidae	Leptostylis sp.	1		
SCE5	20150820	TANAIDACEA	Parathanidae	Tanaidacea indet	1	1	
SCE5	20150820	ISOPODA	Parasellidae	Desmosoma sp.	1		
SCE5	20150820	AMPHIPODA		Amphipoda indet	1		
SCE5	20150820	AMPHIPODA	Lysianassidae	Caeconyx caeculus	1		2
SCE5	20150820	AMPHIPODA	Melitidae	Eriopisa elongata	4	4	3
SCE5	20150820	AMPHIPODA	Oedicerotidae	Arrhis phyllonyx	2	2	

Stasjon	Dato	GRUPPENAVN	FAMILIENAVN	GYLDIG_SYNONYM_WoRMS_sp	G1	G2	G3
SCE5	20150820	AMPHIPODA	Phoxocephalidae	Harpinia crenulata		1	2
SCE5	20150820	AMPHIPODA	Pardaliscidae	Nicippe tumida		2	
SCE5	20150820	AMPHIPODA	Pardaliscidae	Pardalisca tenuipes		4	
SCE5	20150820	AMPHIPODA	Synopiidae	Bruzelia typica			1
SCE5	20150820	DECAPODA		Brachyura larve	2		
SCE5	20150820	DECAPODA	Crangonidae	Pontophilus norvegicus			1
SCE5	20150820	SIPUNCULIDA		Golfingiida indet	1		
SCE5	20150820	SIPUNCULIDA		Nephasoma sp.		1	
SCE5	20150820	SIPUNCULIDA		Onchesoma steenstrupii steenstrupii	28	24	27
SCE5	20150820	OPHIUROIDEA		Ophiuroidea juvenil	1		10
SCE5	20150820	OPHIUROIDEA	Amphilepididae	Amphilepis norvegica	28	69	19
SCE5	20150820	OPHIUROIDEA	Ophiuridae	Ophiura sarsii	1		
SCE5	20150820	HOLOTHUROIDEA	Synaptidae	Labidoplax buskii		2	4
SCE5	20150820	CHAETOGNATHA		Chaetognatha indet	3	4	2
SCE_ref	20150820	ANTHOZOA		Pennatulacea		1	
SCE_ref	20150820	NEMERTEA		Nemertea indet			1
SCE_ref	20150820	POLYCHAETA	Pholoidae	Pholoe baltica			1
SCE_ref	20150820	POLYCHAETA	Pholoidae	Pholoe pallida	1		
SCE_ref	20150820	POLYCHAETA	Hesionidae	Oxydromus flexuosus		1	
SCE_ref	20150820	POLYCHAETA	Nereidae	Ceratocephale loveni	1	2	
SCE_ref	20150820	POLYCHAETA	Nephtyidae	Nephtys hystericis	5	1	2
SCE_ref	20150820	POLYCHAETA	Lumbrineridae	Abyssoninoe hibernica	1		1
SCE_ref	20150820	POLYCHAETA	Lumbrineridae	Augeneria cf. tentaculata	1		1
SCE_ref	20150820	POLYCHAETA	Lumbrineridae	Lumbrineris cf. cingulata		1	1
SCE_ref	20150820	POLYCHAETA	Orbiniidae	Phylo norvegicus	1	1	1
SCE_ref	20150820	POLYCHAETA	Paraonidae	Levinsenia gracilis	3	2	1
SCE_ref	20150820	POLYCHAETA	Spionidae	Pseudopolydora paucibranchiata	7	23	10
SCE_ref	20150820	POLYCHAETA	Spionidae	Spiophanes kroyeri	4	1	2
SCE_ref	20150820	POLYCHAETA	Cirratulidae	Aphelochaeta sp.	3	2	1
SCE_ref	20150820	POLYCHAETA	Flabelligeridae	Diplocirrus glaucus			1
SCE_ref	20150820	POLYCHAETA	Opheliidae	Ophelina norvegica	1		
SCE_ref	20150820	POLYCHAETA	Capitellidae	Dasybranchus caducus			1
SCE_ref	20150820	POLYCHAETA	Capitellidae	Heteromastus filiformis	10	2	7
SCE_ref	20150820	POLYCHAETA	Capitellidae	Heteromastus sp.	1	1	2
SCE_ref	20150820	POLYCHAETA	Maldanidae	Chirimia biceps biceps	6	1	4
SCE_ref	20150820	POLYCHAETA	Maldanidae	Euclymene oerstedii	3	4	4
SCE_ref	20150820	POLYCHAETA	Maldanidae	Rhodine loveni	5	1	1
SCE_ref	20150820	POLYCHAETA	Oweniidae	Galathowenia oculata	10	10	9
SCE_ref	20150820	POLYCHAETA	Ampharetidae	Anobothrus laubieri	4	9	5
SCE_ref	20150820	POLYCHAETA	Terebellidae	Polycirrus sp.	1	1	1
SCE_ref	20150820	POLYCHAETA	Terebellidae	Terebellides sp.	4	4	2
SCE_ref	20150820	OPISTHOBANCHIA	Pyramidellidae	Odostomia unidentata	1		

Stasjon	Dato	GRUPPENAVN	FAMILIENAVN	GYLDIG_SYNONYM_WoRMS_sp	G1	G2	G3
SCE_ref	20150820	CAUDOFOVEATA		Caudofoveata indet	1		2
SCE_ref	20150820	BIVALVIA	Nuculidae	Nucula sp.	4	3	4
SCE_ref	20150820	BIVALVIA	Thyasiridae	Mendicula ferruginosa	16	19	28
SCE_ref	20150820	BIVALVIA	Thyasiridae	Thyasira cf. obsoleta	4	6	4
SCE_ref	20150820	BIVALVIA	Thyasiridae	Thyasira sp.	3	3	5
SCE_ref	20150820	BIVALVIA	Cardiidae	Parvicardium minimum	2	2	1
SCE_ref	20150820	BIVALVIA	Kelliellidae	Kelliella miliaris	24	47	19
SCE_ref	20150820	BIVALVIA	Cuspidariidae	Tropidomya abbreviata	2	1	1
SCE_ref	20150820	OSTRACODA	Cypridinidae	Philomedes globosus		1	1
SCE_ref	20150820	CUMACEA	Diastylidae	Diastylodes serratus	1	2	1
SCE_ref	20150820	TANAIDACEA	Parathanidae	Tanaidacea indet	3	1	
SCE_ref	20150820	ISOPODA	Parasellidae	Desmosoma sp.		1	
SCE_ref	20150820	AMPHIPODA	Lysianassidae	Tmetonyx cicada			1
SCE_ref	20150820	AMPHIPODA	Lysianassidae	Tryphosites longipes	1		
SCE_ref	20150820	AMPHIPODA	Melitidae	Eriopisa elongata		1	1
SCE_ref	20150820	AMPHIPODA	Oedicerotidae	Westwoodilla caecula	1		
SCE_ref	20150820	DECAPODA		Brachyura larve		1	9
SCE_ref	20150820	SIPUNCULIDA		Nephasoma sp.		1	1
SCE_ref	20150820	SIPUNCULIDA		Onchnesoma steenstrupii steenstrupii	16	25	25
SCE_ref	20150820	OPHIUROIDEA		Ophiuroidea juvenil	7	3	1
SCE_ref	20150820	OPHIUROIDEA	Amphiuridae	Amphiura chiajei	1		
SCE_ref	20150820	OPHIUROIDEA	Amphilepididae	Amphilepis norvegica	26	26	48
SCE_ref	20150820	HOLOTHUROIDEA	Synaptidae	Labidoplax buskii	1		2
SCE_ref	20150820	CHAETOGNATHA		Chaetognatha indet indet	2	7	3

Vedlegg D. Toktrapport bunnfauna

Side nr.51/3



Norsk
Institutt
for
Vannforskning

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

ANALYSE RAPPORT

Toktrapport bløtbunnsfauna og sediment:

Program for tiltaksrettet vannovervåkning i Beitstadfjorden

Forfatter: Marijana Stenrud Brkljacic

Feltdeltakere: Marijana Brkljacic (toktleder NIVA), Bengt Widegren (MMK FollaCell AS), Tor Hynne (båtfører), Trond Haugum (hjelpemann SeaScan AS) og Fred Jørgen Pettersen (hjelpemann).

NIVA prosjektnr: 15191

Feltarbeidet fant sted 20. august 2015 med fartøyet «Thoralf».

Det ble tatt fauna- og sedimentprøver fra tre stasjoner . På hver stasjonene ble det tatt fire grabbhugg med en 0,1 m² van Veen-grabb, hvorav tre for faunaanalyse og en til sediment. Sedimentprøver til kornstørrelsesfordeling (0-5 cm) og total organisk karbon (TOC, 0-1 cm) ble prøvetatt fra den mest egnede grabbprøven (dvs. minst forstyrret overflate) fra hver stasjon.

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

Stasjonenes posisjoner og dyp er vist i **Tabell 1**. Beskrivelser av grabbprøvene er gitt i **Tabell 2**.

Tabell 1. Posisjoner og dyp for bløtbunnsprøvetakingen for MM K FollaCell AS i Beitstadfjorden .

Dato for prøvetaking	Stasjons-navn	Posisjon nord	Posisjon øst	Dyp (m)	Fauna	Sediment for analyse av TOC og kornstrl.
20.08.2015	SCE_Ref	63,95331	11,16579	151	X	X
20.08.2015	SCE 4	63,97917	11,13553	153	X	X + O ₂ vannprøve
20.08.2015	SCE 5	63,97917	11,13553	152	X	X

Tabell 2. Sedimentbeskrivelse for bløtbunnsprøvene i 2015.

Stasjon	Beskrivelse
SCE_Ref	<p>Sediment med brungrønt overflatelag på et par cm etterfulgt av et lysegrått underlag. Ingen lukt. Munsell 2,5Y 4/2. Volum 13-20L.</p> <p>Fauna bestående av bl.a. slangestjerner, større rørbyggende børstemark (Maldanidae) og amphipoder. Liten sikterest hovedsakelig bestående av leire.</p> <p>Sedimentprøver til TOC og kornfordeling ble tatt fra grabb.</p>
SCE 4	<p>Sediment med brungrønt overflatelag på et par cm etterfulgt av et lysegrått underlag bestående av relativt kompakt leire. Ingen lukt. Munsell 2,5Y 5/2. Volum ~ 18L.</p> <p>Fauna bestående av bl.a. slangestjerner og større rørbyggende børstemark (Maldanidae og Scalibregmatidae). Sikterest bestående av større mengder leire.</p> <p>Sedimentprøver til TOC og kornfordeling ble tatt fra grabb. Grabben inneholdt en slimål og sedimentprøver ble tatt fra det området av grabben som var minst forstyrret.</p>
SCE 5	<p>Sediment med brungrønt overflatelag på et par cm etterfulgt av et lysegrått underlag med relativt kompakt leire i bunnen. Ingen lukt. Munsell 2,5Y 4/2. Volum ~ 19L.</p> <p>Fauna bestående av bl.a. slangestjerner, større rørbyggende børstemark (Maldanidae og Pectinidae), amphipoder og mudderreke. Sikterest hovedsakelig bestående av mindre treflis, planterester (terrestrisk), sand og leire.</p> <p>Sedimentprøver til TOC og kornfordeling ble tatt fra grabb.</p>

Ved forrige bløtbunnsundersøkelse i 2011 ble det forsøkt å ta prøver på ulike dyp i fabrikkens nærområde. Prøvene var den gang preget av store mengder treflis og man lyktes kun å ta godkjente prøver på dyp større enn 150 m. Prøvetakingspunktene ble dermed flyttet for bløtbunnsundersøkelsene i 2015. For å få et bredere sammenlikningsgrunnlag mht. tidligere prøvepunkter, ble det tatt to ekstra grabbhugg (I og II) i fabrikkens nærområde (**Tabell 3**).

Tabell 3. Posisjoner og dyp for prøvetaking av visuelt inspiserte grabbhugg

Grabb	Posisjon nord	Posisjon øst	Dyp (m)	Grabbinhold
I	63,97737	11,11033	151	Hovedsakelig bestående av sand og leire, noe mindre treflis. Ingen lukt.
II	63,97917	11,11163	133	Store mengder større treflis. H ₂ S-lukt.

Grabbinholdet ble visuelt inspisert på dekk og begge prøvene viste seg å inneholde treflis. Grabb nr. II inneholdt imidlertid en langt større mengde treflis og luktet sterkt av forråtnelse (H₂S) (**Figur 1**).



Figur 1. Bilder av grabb nr. II hvor det ble funnet store mengder flis og sediment som luktet råttent (foto Bengt Widegren, MMK FollaCell AS).

NIVA: Norges ledende kompetansesenter på vannmiljø

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



Norsk institutt for vannforskning

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