

Miljøhelsetilstand i Adventfjorden, Svalbard

- Analyser av bunndyr ved avløpsrør og kaiområder



Akvaplan
niva



SVALBARDS
MILJØVERN FOND

Frontbilde: Utsikt mot Hotellneset og Titankrana, Longyearbyen. Kullkaia ligger litt til venstre av dette bildet. September, 2019. Bilde S. Cochrane, Akvaplan-niva.

Akvaplan-niva AS

BRN NO937375158 MVA


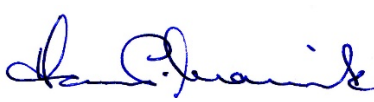
Fram Centre

P.O. Box 6606 Langnes, 9296 Tromsø, Norway

Tel: +47 777 50 300

www.akvaplan.niva.no



Rapport Miljøhelsestilstand i Adventfjorden Analyser av bunndyr ved avløpsrør og kaiområder	
Forfatterene: Sabine K.J. Cochran Asle Gunneriussen	Akvaplan-niva rapport: 2020-61320-1
	Dato: 25.07.2021
	Sidetall: 37 (inkl. vedlegg- artsliste)
	Formidling: Offentlig
Oppdragsgiver: Svalbard Miljøvernfond	Kundereferanse Heidi Eriksen
<i>Sammendrag</i> Det ble gjennomført en miljøundersøkelse basert på bunndyr i Adventfjorden, september 2019, i regi av Sysselmannen/Sysselmasterens miljøvernfond. Målet var å undersøke om avløpet fra bosetningen hadde negative påvirkninger i fjordsystemet. Det ble tatt bunnprøver fra ni stasjoner, derav 8 var i Adventfjorden og én ved utløpet til Sassanelva. I 2020 ble det gjennomført en supplerende undersøkelse i regi av Longyearbyen Lokalstyre (LL) med fire kvantitative og to kvalitative prøver av bunndyr, i tillegg til en rekke stasjoner for kjemiske analyser. I denne rapporten har vi inkludert de fire faunastasjonene fra 2020 i våre overordnede tolkninger (med tillatelse fra LL). Vi finner en ca. 250 m omkrets fra utslippspunktet der bunnforholdene er vesentlig forstyrret, men dette avtar relativt raskt, slik at forholdene fra 500m og utover anses som normale. Det ble funnet vesentlige mengder av våtservietter på havbunnen. Disse stort sett er laget av plastkomponenter og danner et slags "filtlokk" på bunnen, noe som anses til å ha bidratt til de lokale oksygenfattige forholdene rundt utslippspunktet.	
Prosjektleder  Sabine Cochran	Kvalitetssikring  Hans-Petter Mannvik

© 2021 Akvaplan-niva AS. This report may only be copied as a whole. Copying of part of this report (sections of text, illustrations, tables, conclusions, etc.) and/or reproduction in other ways is only permitted with written consent from Akvaplan-niva.

Innhold

Forord	2
1. INTRODUKSJON.....	4
1.1 Generell bakgrunn	4
2. METODEBESKRIVELSE.....	7
2.1 Feltarbeid.....	7
2.2 Prøvetakingsmetoder	9
2.3 Kort om bunnfauna som metode for å detektere belastning.....	10
2.4 Biologiske og grunnleggende sedimentanalyser	11
2.5 Klassifisering av resultater	12
2.5.1 Biota	12
2.5.2 Total Organisk Karbon (TOC)	12
3. RESULTATER.....	13
3.1 Observasjoner i felt og laboratoriet	13
3.2 Sedimentkarakteristikk	18
3.3 Kvantitative fauna-analyser.....	20
3.3.1 Generelle faunaparametre.....	20
3.3.2 Dominante arter	21
3.4 Estimert fotavtrykk av avløpsrøret	24
4. VEDLEGG: ARTSLISTER	29

Forord

Denne undersøkelsen ble gjennomført etter bevilgning fra Svalbards Miljøvernfond, ref. 18/00203-4.

På vegne av Akvaplan-niva vil vi takke Heidi Eriksen for et konstruktivt møte i forkant av undersøkelsen, samt flere på Longyearbyen Lokalstyre og Energiverket for informasjon om plasseringer av ulike rør og kabler.

Vi takker Stig Henningsen, Henningsen Guiding og Transport AS, for arbeidsplattformen og fasilitetene om bord MS Farm, samt Bjørn Henningsen for ytterlig bistand/båtføring.

I etterkant av denne undersøkelsen ble det gjennomført en analyse av kjemiske forbindelser i sedimentet, samt *E-coli* og CTD-profiler i vannmassene, i regi av Longyearbyen Lokalstyre. Det ble også tatt 4 stasjoner for faunistiske analyser, og disse er brukt som supplerende data til foreliggende undersøkelse. Vi takker Robert Bjørklund for et godt samarbeid.

Det var meningen at vi skulle gjennomføre et formidlingsprogram for barn, ungdom og lokalbefolkningen, om "hva skjer når man spyles på do'en i Longyearbyen", men på grunn av pandemien har ikke dette latt seg gjennomføre.

Vi håper på at vi kan komme tilbake til dette senere.

Følgende personer fra Akvaplan-niva har deltatt i dette arbeidet:

Prosjektledelse/faglig program	Sabine Cochrane
Feltarbeid	Sabine Cochrane, Asle Gunneriussen
Prøvekoordinering (biologi og sediment)	Kristine Hopland Sperre Ingar Wassbotten
Sortering	Charlotte Pedersen Ugeland Jocelyn Palerud
Identifisering	Sabine Cochrane og Charlotte Pedersen Ugeland (flerbørstemark) Thomas Hansen (muslinger) Rune Palerud (krepsdyr) Roger Velvin (diverse)
Statistikk og database	Rune Palerud
Rapportering	Sabine Cochrane
Kvalitetssikring og "språksjekk"	Hans Petter Mannvik Roger Velvin og Ida Dahl Hansen (kommentar til tidligere versjonene)
Logistikk	Rune Svendsen, Yngve Svensby

På vegne av Akvaplan-niva takker vi for dette oppdraget.

Med vennlig hilsen

A handwritten signature in blue ink, reading "Sabine Cochrane". The signature is written in a cursive style with a long horizontal stroke at the end.

Sabine Cochrane

Seniorforsker, Akvaplan-niva

Prosjektleder

1. Introduksjon

1.1 Generell bakgrunn

Longyearbyen ligger innerst i Adventfjorden på vestre Spitsbergen/Svalbard, ved ca. 78°N (Figur 1 og Figur 2). Byen ble etablert i forbindelse med gruveaktiviteter på tidlig 1900-tallet og var i mange tiår et gruvesamfunn. I dag er det kun én gruve i drift til lokale behov, og de fleste i samfunnet er sysselsatt innenfor forskning og utdanning (Universitetssenter på Svalbard; UNIS), turisme og medfølgende infrastrukturer, f.eks. butikker, hoteller, restauranter, drosjer samt de vanlige offentlige tjenester som skoler og samfunnstilbud. Ved slutten av 2019 var det registrert 2 368 fastboende og i tillegg 166 000 hotellovernattinger (en økning på 38 000 siden 2015; ssb.no). På grunn av koronapandemien er tallene for 2020 forventet å være betraktelig lavere.



Figur 1. Kart som viser Adventfjorden og deler av Isfjorden. Oversiktsbilde fra Google Earth; kart over Adventfjorden fra topoSvalbard, Norsk Polarinstittutt.

Avløpsvann fra Longyearbyen slippes ut i Adventfjorden, via et felles avløpsrør. Per i dag er ikke avløpet rensert, men ulike typer av renseløsninger er vurdert i Kaurin et al. (2017) og Longyearbyen Lokalstyre planlegger installering av et rist for å sile ut grovt avfall fra avløpsvannet. I 2009 ble det installert matavfallskverner i alle private og offentlige kjøkken (inkludert hoteller), og kvernet matavfall følger med avløpsvannet ut i fjorden.

I Adventfjorden er det, med noen lokale unntak, ikke funnet høye nivå av miljøgifter i sedimenter, annet enn det som kan forventes i nærheten av kullaktiviteter (deponi, kullkai osv.). De biologiske forhold har stort sett vært typiske for fjorder med høy sedimentasjonsrate, bortsett fra noen tegn til svak miljøforstyrrelse ved det gamle avløpsrøret som lå i indre del av Adventfjorden, samt ved det nye utslippspunktet. I 2008 ble alle avløpene ledet gjennom en ca.

3 km lang ledning lagt på nordsiden av Adventfjorden, med utslippspunkt ved Moskushavn på ca. 60 meters vanddyp.



Figur 2. Øverst: Panoramabildet av Longyearbyen i juli 2011, med tydelig avrenning av brunaktig silt fra Adventdalen inn i Adventfjorden. Nederst: utsnitt med fokus på avrenningen (Bilde: Wikimedia Commons; lagt ut til åpent bruk av Hylgeriak / Wikipedia).

I slutten av 1998 ble det utført en miljøundersøkelse i Adventfjorden, samt Billefjorden og Grønfjorden, for å kartlegge påvirkninger fra bosetningene Longyearbyen, Pyramiden og Barentsburg (Cochrane *et al.*, 2001). På dette tidspunktet var avløpsrøret plassert rett utfor bosetningen. Det er blitt undersøkt miljøgifter i området i en årrekke, men nåværende rapport omfatter kun biologiske parametere og de mest relevante foreliggende undersøkelsene i denne sammenhengen.

Uansett var *C. capitata* blant de ti mest dominante artene i 1998, men ikke i alarmerende mengder, og i omtrent samme mengder som utfor bykaia (Cochrane *et al.*, 2001). Ellers viste de undersøkte stasjonene normale forhold. Det er blitt gjennomført en rekke miljøundersøkelser i Adventfjorden (Evenset, 2002, Evenset *et al.*, 2006; 2009, Velvin *et al.*, 2006, Sjøberg *et al.*, 2014, Kaurin *et al.*, 2017 og Cochrane 2020).

I 2016 fant Kaurin *et al.* (2017) tegn til miljøforstyrrelse ved det nye utslippspunktet, der sedimentet under det brune overflatelaget hadde et svakt lukt av gassen hydrogen sulfid, noe som kan indikere utviklende anoksiske forhold og var illeluktende med til dels svart i farge. Det ble også gjort funn av "noe som ligner våtservietter".

Nåværende undersøkelse skulle avdekke om tilstanden var forverret siden forrige undersøkelsen, grunnet tilførsel av sanitærvann fra en økende befolkning (inkludert gjestedøgn) i tillegg til avfallet fra matkverner.

Under slutføring av dette prosjektet ble Akvaplan-niva tildelt et oppdrag fra Longyearbyen Lokalstyre, for å gjennomføre en supplerende miljøundersøkelse, med flere bunndyrsstasjoner, samt at det skulle analyseres for miljøgifter i sediment og *E-coli* i både vann og sedimenter. Feltarbeidet ble gjennomført i september 2020 og rapporten skulle leveres allerede innen november 2020, da resultatene inngikk i pågående planer om å installere mekaniske rister i avløpssystemet.

Av samfunnsmessige grunner prioriterte vi å få dette arbeidet ferdig (Cochrane & Evenset 2020). Vi bidro med noe av resultatene fra 2019 undersøkelsen, for å få et helhetlig overblikk. Til gjengjeld brukes resultatene fra 2020 undersøkelsen sammen med 2019 data i denne rapporten. Dette har dessverre forsinket ferdigstillingen av denne rapporten, men til gjengjeld er sluttrapporten vesentlig mere innholdsrikt.

2. Metodebeskrivelse

2.1 Feltarbeid

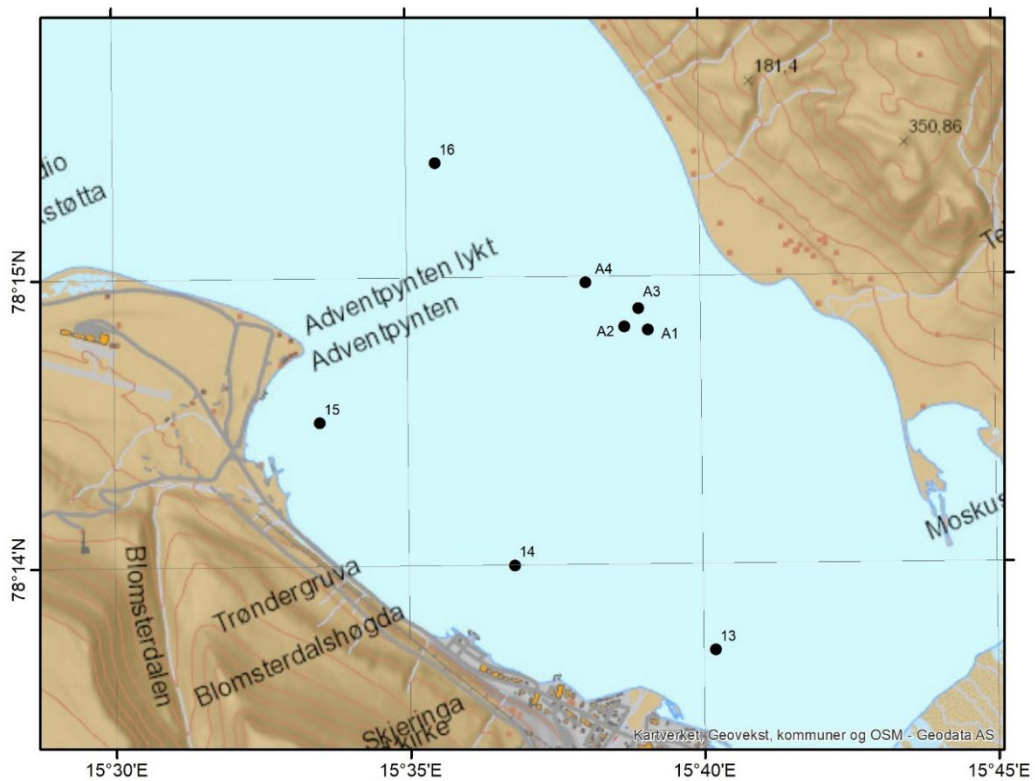
Feltarbeidet ble gjennomført i perioden 17.-19. september 2019, om bord på MS Farm fra Henningsens Guiding og Transport, med Stig Henningsen som skipper.

Til sammen ble det tatt prøver fra ni stasjoner, derav én referansestasjon i Sassenfjorden/Tempelfjorden, som ble satt i nærheten av utløpet fra Sassenelva (Figur 3) og åtte stasjoner i selve Adventfjorden (Figur 4).

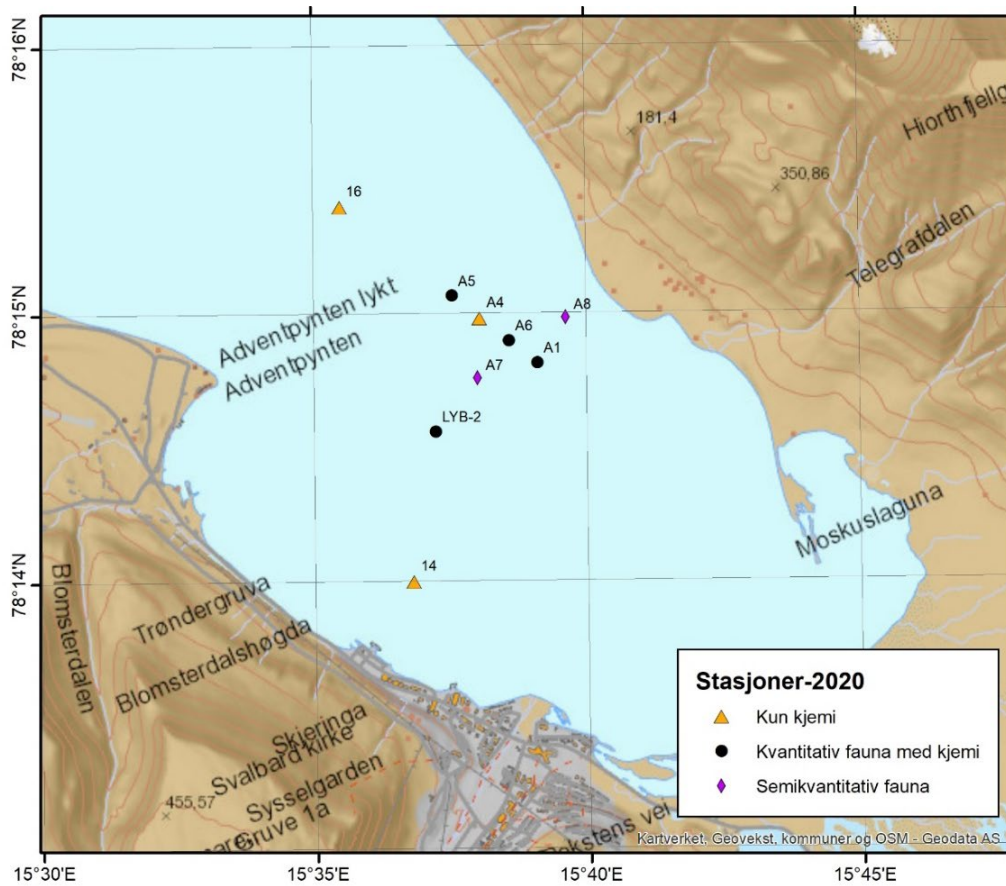


Figur 3 Oversikt over prøvetakingsstasjonene i Adventfjorden og Sassenfjorden/Tempelfjorden, september 2019.

I 2020 (under slutføring av denne rapporten) ble det gjennomført en supplerende undersøkelse. Kart over prøvetakingsstasjonene tatt i 2019 (denne undersøkelsen) og 2020 i regi av Longyearbyen Lokalstyre (Cochrane & Evenset 2020) er gitt i Figur 4 og Figur 5. Stasjon 13 er ved det gamle utslippspunkt og stasjon A1 er ved den nye.



Figur 4 Prøvetakingsstasjoner i Adventfjorden, september 2019. Stasjon 13 er ved det gamle utslippspunkt og stasjon A1 er ved den nye.



Figur 5. Kart over prøvetakingsstasjonene tatt i 2020, i regi av Longyearbyen Lokalstyre.

Posisjonene for stasjonene er vist i Tabell 1. Stasjon A1 var like ved utslippsrøret og stasjonene A2 og A3 var begge plassert 150 m unna dette punktet, i hver sin retning. St. A4 var 500 m unna. Stasjon 16 ligger over 1 km fra utslippspunktet.

Tabell 1 Posisjoner på prøvetakingsstasjonene, september 2019 og september 2020. Fet-tekst indikerer nye stasjoner i 2019; de øvrige er prøvetatt tidligere, i 1998 og enkelte (bl.a. A1) også i de senere årene.

Stasjon	Lokasjon	Prøver tatt	Lengdegrad	Breddegrad	Dyp
A1	Utslippspunktet	Biologi og kjemi 2019 + 2020	78 14,815	15 39,102	52
A2	150 m NØ fra A1	Kun biologi 2019	78 14,773	15 38,756	54
A3	150 m SV fra A1	Kun biologi 2019	78 14,850	15 38,739	56
A4	500 m fra A1	Kun biologi 2019; kjemi 2020	78 14,981	15 38,049	60
A5	750 m fra A1	Biologi og kjemi 2020	78 15,067	15 37,541	69
A6	250 m fra A1	Biologi og kjemi 2020	78 14,899	15 38,582	63
A7	Ca. 400 m fra A1	Vurdering i felt 2020 (V)	78 14,760	15 38,000	63
A8	Ca. 400 m fra A1	Vurdering i felt 2020 (NV)	78 14,985	15 39,624	60
13	Gamle utslippspunkt	Kun biologi 2019	78 14,981	15 38,049	39
14*	Utenfor Bykaia	Kun biologi 2019; kjemi 2020	78 14,000	15 36,800	62
15	Utfør Kullkaia	Kun biologi 2019	78 14,50	15 33,50	57
16	Mot fjordmunningen	Kun biologi 2019; kjemi 2020	78 15,400	15 35,500	77
LYB-2	Midt-fjords	Biologi og kjemi 2020	78 14,560	15 37,230	67

* Stasjon 14 måtte flyttes ca. 20 meter i 2020 på grunn av et oppankret cruiseskip på det planlagte prøvetakingspunkt. Vi velger å beholde de opprinnelige posisjonene i tabellen, men avviket er registrert i feltjournalen.

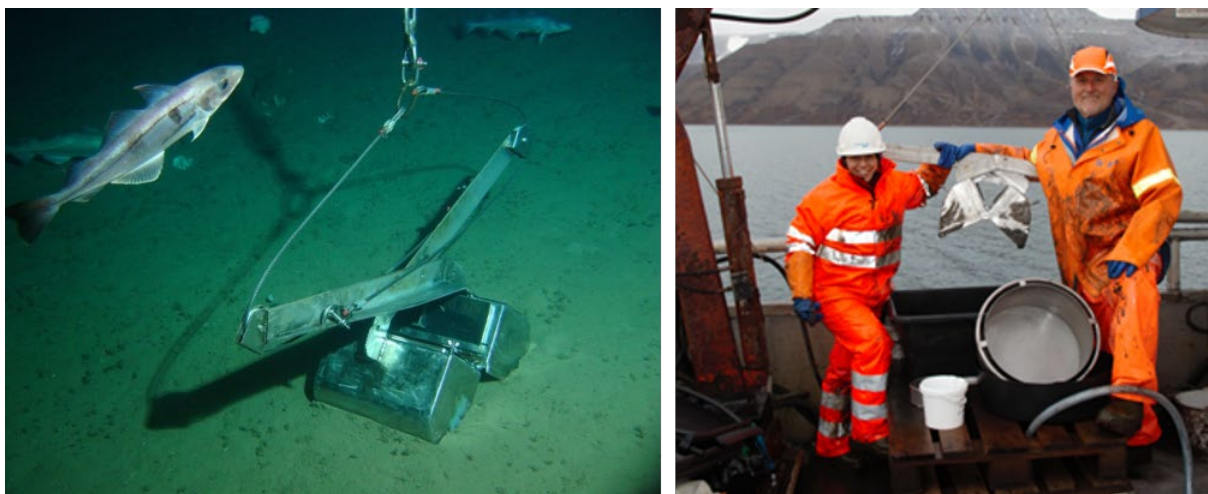
2.2 Prøvetakingsmetoder

Prøvetakingen av bunnfauna ble foretatt i henhold til internasjonale retningslinjer (ISO 16665). Prøvene ble tatt ved hjelp av en van Veen grabb som tar et hugg av sediment med 0.1 m² overflateareal (Figur 6). Tre replikater ble tatt til bunnfauna og ett til sediment geokjemi. Prøvene ble vasket gjennom en sil med 1 mm diameter hull og faunaen ble fiksert i en sjøvann/formalinblanding.

Vannet fra 1 mm sikten ble videre silt gjennom en 0.5 mm sikt, for å gi mulighet til å se om mindre dyr er juvenile av de som er med i prøvene, eller andre arter.

Prøver til analyser av sedimentets kornfordeling og innhold av organisk materiale samt nitrogen ble tatt fra overflatesedimentet (øverste 1-2 cm) og frosset ved – 20°C.

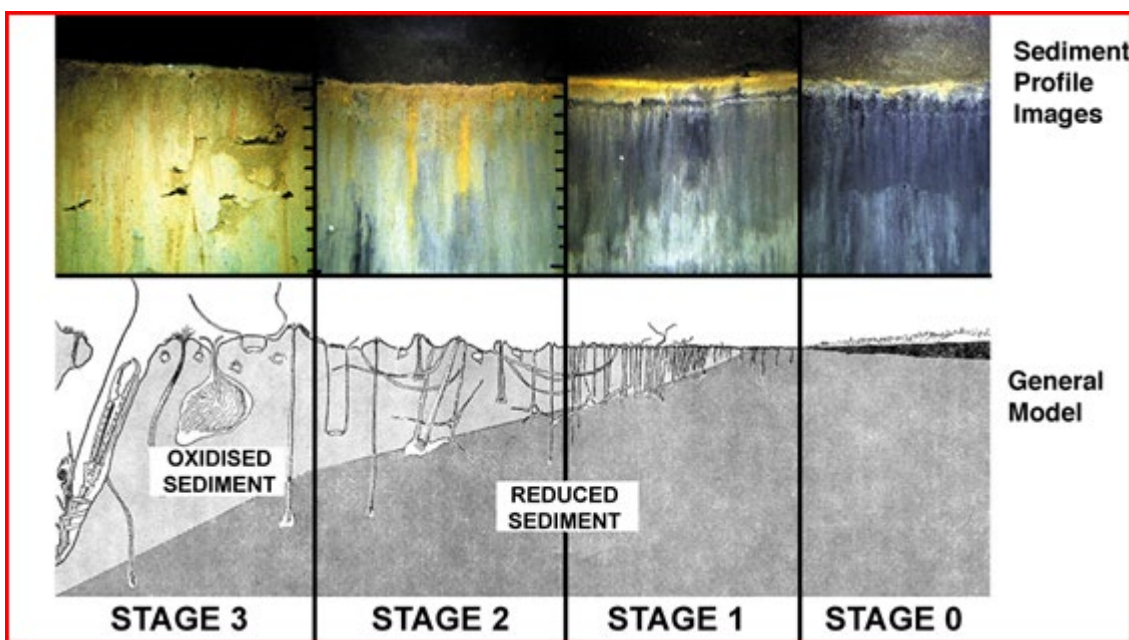
Det ble også tatt en del ekstra prøver, av både sediment og større dyr, for eventuell senere analyse, dersom behovet oppstår (for eksempel mikroplast eller andre miljøgifter). Disse er oppbevart i fryselageret til Akvaplan-niva.



Figur 6 Venstre: grabb på havbunnen (merk, illustrasjonsbilde fra Barentshavet) og høyre - feltarbeidere S. Cochrane og A. Gunneriussen etter toktets siste grabb. Bildene hhv. Akvaplan-niva/Equinor og Stig Henningsen. Merk at den oransje kaps-lignende hodeplagg er en godkjent hjelm.

2.3 Kort om bunnfauna som metode for å detektere belastning

Analyser av bunndyrsamfunn er i mange tiår blitt brukt til å vurdere miljøkvalitet i marine sedimenter. I grove trekk er metoden basert på at det, under naturlige forhold, er mange forskjellige arter tilstede, både store og små. Mange arter lager dype hull og bidrar til at det tilføres oksygen ned i de dypere sedimentlagene (stage 3 i Figur 7). Ved økende belastning dør sensitive arter, og kun de mest "hardføre" overlever. Disse blomstrer gjerne opp i store mengder. Om forholdene forverrer seg ytterlig så dør også disse artene. Sedimentene får da ikke tilført oksygen gjennom gravende arter og blir anoksiske (stadie 0).



Figur 7 Typiske stadier av organisk belastning, der sedimentet til venstre (stage 3) representerer friske forhold og de mot høyre viser økende stadier av organisk belastning. (Figur tatt fra Pearson og Rosenberg, 1987 og Rosenberg et al., 2001.)

Det er utarbeidet en rekke indekser om miljøkvalitet, basert på faunaparametre, for eksempel antall individer, antall arter, forekomst av indikatorarter osv. (Miljødirektoratet Veileder M-608 2016, "Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota – revidert 30.10.2020).

Likevel velger vi å tolke disse med en viss grad av fleksibilitet, da disse miljøstandardene og referanseverdiene per i dag ikke er tilpasset farvannene rundt Svalbard, der faunaen naturlig sett er påvirket av mye avrenning og sedimentasjon fra elver og breer.

2.4 Biologiske og grunnleggende sedimentanalyser

Akvaplan-niva er akkreditert for prøvetaking og analyser av sediment og bunnfauna av Norsk Akkreditering i henhold til standarden NS-EN ISO 17025 med registreringsnummer TEST 079 og inspeksjonsstandarden NS-EN ISO 17020 med registreringsnummer INSP 013.

Prøvene ble tatt inn i laboratoriet hos Akvaplan-niva og skyllet i ferskvann for å fjerne formalin. Det ble brukt en 1 mm sil under denne prosessen.

Faunaen ble først sortert i hovedgrupper og så videre identifisert til art, eller lavest mulig taksonomisk nivå. Artslistene ble samlet i Akvaplan-nivas database. Artsnavn er sjekket mot "World Register of Marine Species" (WoRMS).

Statistikk ble kjørt ved hjelp av programvare "Primer" versjon 7.

Følgende analyser ble gjennomført (ikke alle er gjengitt her da mange gir parallell informasjon, men dette brukes for å forsterke konklusjonene):

- Antall arter
- Artsmangfold (Shannon Wiener H' indeks);
- Pielous indeks – et mål på jevnhet i samfunnet (om det er noen arter som er overdominant, eller om alle artene er noenlunde likt representert);
- ES100 – et enkelt uttrykk for arts mangfold – forventet antall arter ("Expected Species") som man ville finne i en tilfeldig prøve av 100 individer;
- AMBI indeks – en internasjonal indeks som angir graden av biologiske forstyrrelser;
- ISI₂₀₁₂ indeks – en norsk indeks for biologisk forstyrrelser;
- MDS plott (multi-dimensional scaling) – et visuelt verktøy for å måle statistisk avstand mellom stasjonene, basert på faunasamfunnene;
- Geometrisk fordeling i abundansklasser – en visuell metode for å avdekke unormalt dominans av få arter.

For å kunne tolke tilstanden til bunnfaunasamfunnene ble både kornstørrelsesfordeling og innhold av organisk materiale analysert.

Kornstørrelsesfordeling ble analysert ved våtsikting, etter den kjente metoden gitt i Bale og Kenny (2005). Klassifisering av kornstørrelser følger Wentworth Scale (Wentworth, 1922). Total Organisk Karbon (TOC) ble analysert ved NDIR-deteksjon (non-dispersive infrared sensor) etter interne metoder basert på DIN 19539:2016.

TOC normaliseres til andelen av fint materiale (mindre enn 63µm) etter følgende formel:
 $TOC_{63} = TOC_{mg/g} + 18 \cdot (1 - p < 63\mu m)$.

2.5 Klassifisering av resultater

2.5.1 Biota

Miljødirektoratets Veileder 02:2018 "Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver" gir en del føringer for klassifisering av miljøtilstand basert på biota-indeks. Grenseverdiene for vanntype "Barentshavet" er gitt i Tabell 2.

Tabell 2. Klassifisering av miljøkvalitet i vanntype Barentshavet for ulike biologiske indekser. Kilde: Miljødirektorat Veileder 02:2018.

Indeks	Vanntype B 1-5				
	Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
NQI1	0,9-0,72	0,72-0,63	0,63-0,49	0,49-0,31	0,31-0
H'	4,8-3,2	3,2-2,5	2,5-1,6	1,6-0,8	0,8-0
ES ₁₀₀	39-19	19-13	13-8	8-4	4-0
ISI ₂₀₁₂	13,5-8,7	8,7-7,8	7,8-6,5	6,5-4,7	4,7-0
NSI	30-25	25-20	20-15	15-10	10-0

Vi vil imidlertid påpeke at disse grenseverdiene ikke er tilpasset Svalbards fjorder. Ettersom mange av fjordene på Svalbard er påvirket av høy sedimentasjon fra breer og elver, vil faunaen ofte fremstå som forstyrret dersom man klassifiserer basert på de oppgitte indekser. Dette er for så vidt riktig, med forstyrrelsen er helt naturlig for området (naturlig tilført sediment) og kan ikke tilskrives menneskelig aktivitet. Av disse grunnene brukes indeksene og klassifiseringene kun som en pekepinn og vi bruker faglig kunnskap for å trekke sluttkonklusjonene (i henhold til [Cochrane et al., 2011](#)).

2.5.2 Total Organisk Karbon (TOC)

Tilstandsklasser for TOC er gitt i Veileder 02:2018. Igjen understrekes det at disse grenseverdiene ikke er verifisert for Svalbard, men allikevel gir de en tilstrekkelig pekepinn om eventuell organisk belastning.

Tabell 9.23 Tilstand for organisk innhold i sediment i henhold til SFT Veileder 97:03.		Tilstandsklasser				
Parameter		I	II	III	IV	V
		Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
TOC ₆₃	Organisk karbon (mg/g) korrigert for innhold av finstoff	0-20	20-27	27-34	34-41	41-200

$TOC_{63} = TOC_{mg/g} + 18 \cdot (1 - p < 63\mu m)$.
 TOC-verdien må være mg/g for at beregningen skal bli riktig.

3. Resultater

3.1 Observasjoner i felt og laboratoriet

Allerede i felt var det tydelig at miljøtilstanden ved utslippspunktet og ved de to 150 m stasjonene var svært dårlig. Sedimentet hadde et sterkt lukt av hydrogen sulfid (H_2S) og virket litt slimete. Sedimentet var svart med kun et tynt lag med brunaktig sediment. I hver grabb ble det funnet vesentlige mengder med søppel med mest våtservietter. Nettopp våtservietter har skapt mye problemer i kloakksystemer i Europa og på verdensbasis (Figur 8). Blant de hyppigste forekomster av søppel utenom våtservietter, var sigarettfilter, snusposer, plastlapper (f.eks. fra merking av frukt), plastemballasje og personlige forbruks-gjenstander (kontaktlinser, hårstrikk, sanitærprodukter osv.) (Figur 9).



Figur 8 Venstre: Et såkalt "fatberg" bestående av hovedsakelig våtservietter tatt fra et kloakksystem i England (skala kan estimeres ved at det er en blå kopp i bakgrunnen). Høyre: våtservietter som ble tullet rundt wiren på grabben på tur opp fra havbunnen ved avløpsrøret i Adventfjorden, sept, 2019. Dette tyder på at våtservietter flyter løst i vannmassene.



a



b



c



d



e



f

Figur 9 a)-c) søppel og sediment fra grabb ved utslippsrøret i Adventfjorden og d)-f) 150 m unna utslippspunktet.

Ved stasjon LYR-5 var forholdene bedre, men enda var det tegn til nedsatt sedimentkvalitet. Ved st. 16 var forholdene normale for området (Figur 10). Det betyr at det påvirkede området

er minst 500 m i diameter, og maksimalt en plass mellom 500 m og 1 km fra utslippspunktet. Det må flere prøver til for å kartlegge dette mer nøyaktig.



Figur 10 Sediment i grabb ved st. 16, over 1 km unna utslippspunktet, der forholdene anses som normale. Rørene tilhører børstemarken *Maldane sarsi*, som er typisk rundt Svalbard, utenom områder påvirket av høy sedimentasjon.

I laboratoriet ble det klart at alle prøvene i nærheten av avløpsrøret var dominert av indikatorartene *Capitella capitata* og *Leitoscoloplos sp.* (Figur 11 og Figur 12).



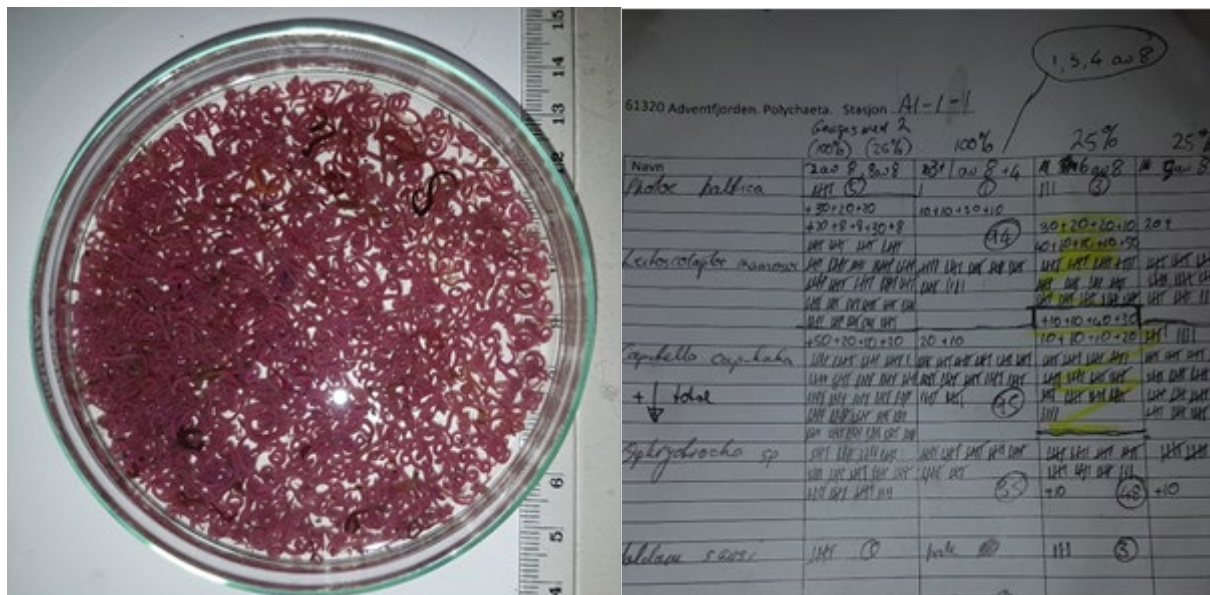
Figur 11 De to mest tallrike artene ved stasjon A1-1 ved utslippsrøret i september 2019. *Capitella capitata* ligner en meitemark og den som ser frynsete ut er *Leitoscoloplos* sp. Sistnevnte forekommer naturlig i Svalbardfjorder, mens *Capitella capitata* forekommer i store mengder kun ved betydelig organisk belastning. Skala (hvit strek) er 1 mm. (Bilde: Sabine Cochrane, Akvaplan-niva).



Figur 12 a) Nærbilde av *Capitella capitata* og b) sammen med enda en art som forekommer ved organisk belastning, *Ophryotrocha*. Den hvite streken tilsvarer 1 mm. (Bilde: Sabine Cochrane.)

I en tidligere undersøkelse utført i 2016 var det ikke mer enn 40 stykk *C. capitata* per replikat ved utslippspunktet og ingen på LYB-2, som lå noen hundremeter sørvest for utslippspunktet.

I foreliggende undersøkelse var det opptil 1000 individer av *C. capitata* per 0.1 m² grabbskudd ved utslippspunktet (Figur 13) og likedan 150 m unna ved stasjonene LYB-3 og 4. Samtidig var lukten av sedimentet endret fra "svak" til "moderat/til dels sterk" preget av hydrogensulfid. Dette tyder på en betydelig forverring i tilstanden mellom 2016 og 2019.



a

b

Figur 13 a) Petriskål med stort sett bare *C. capitata* og *Leitoscoloplos* sp., omtrent 1/10 del av en 0.1m² grabbprøve tatt ved utslippspunktet. b) Påbegynt artsliste. *C. capitata* forekom i så store mengder at det til slutt ble tatt delprøver av dem.

I tillegg til større søppelbiter ble det funnet vesentlige mengder med syntetiske fibre i biologiprøvene, som vist i Figur 14. Disse bildene ble tatt under identifiseringsprosessen (etter skylling og plukking av dyr fra sedimentrester), slik at mengden av fibre i prøvene før skylling var betydelig større.

Vi har oppbevart fibrene til nærmere analyse, noe som ikke inngår i den økonomiske rammen på dette prosjektet, men vi skal prøve å få identifisert fibrenes beskaffenhet.



Figur 14 Biologiprøver fra st. A-1 ved utslippspunktet, der børstemark er omgitt av syntetiske fibre. Den hvite streken nederst på bildet til venstre er 1.5 mm. 1. *Capitella capitata* midt på venstre bilde; 2. *Leitoscoloplos* helt til venstre, og 3. *Eteone* den oransjebrune i midten. (Bilde: Sabine Cochrane).

Ó Briain et al. (2020) har analysert fibre fra avløpsvann og bunnsedimenter i nærhet av kloakkavløp. De finner fibrer fra såkalt "non-flushable – dvs. skal ikke kastes i toalett) våtservietter, bestående av polyethylene terephthalate (PET), polypropylene (PP), eller en kombinasjon av PET 25 og cellulose. Halvparten av våtservietter som er merket "flushable – d.v.s. kan kastes i toalettet) består av en blanding av PET 26 og cellulose og resten av ren cellulose. Sanitærprodukter stort sett består av PP, PE, eller en kombinasjon av "high-density polyethylene" (HDPE) og PP. Nesten alle disse komponentene (og mange i form av fiber) ble funnet i både vann og sediment i deres studie-område i Irland.

Basert på våre funn vil størsteparten av fibre komme fra våtservietter, men noe fra sanitærprodukter – og det utelukkes ikke enkelte bidrag fra andre tekstiler – også eventuelt fra snusposer og sigarettfiltre.

3.2 Sedimentkarakteristikk

Alle stasjonene besto av et brunaktig lag av overflatesediment, med hardpakket blå-grå leire under dette, noe som er typisk rundt hele Svalbard og store deler av Barentshavet. Fysisk-kjemiske parametere målt i sedimentet er gitt i Tabell 3.

Ifølge gjeldende retningslinjer (Veileder 02:2018) er verdier for normalisert totalt organisk karbon (N TOC) under 27 mg/g tørrstoff klassifisert som "God", og "Svært God" om verdiene er under 20. Likevel er ikke disse retningslinjene beregnet for Svalbard, der sedimentering fra isbreer og/eller elver bidrar til en vesentlig fortykning av organiske stoffer, slik at vi heller ser på de relative verdiene på de ulike stasjonene. Vi bemerker også at prøvene er tatt i det øverste sedimentlaget, og gjenspeiler ikke forholdene i dypere sedimentlag.

Stasjonen SAS-1, som ligger i Sassenfjorden, plassert utfor utrenningen av Sassenelva, hadde den lavest N TOC-verdien (11.7 mg/g), samt lavest verdi i forholdet karbon/nitrogen (C/N). Høyere C/N verdier tyder på innblanding av terrestrisk materiale, så det er logisk at stasjon 13,

som er nærmest elveutløpet (og som er ved det gamle avløpsrøret), hadde den høyeste verdien av C/N.

Tabell 3. Verdier av total organisk karbon (TOC), total nitrogen (TN), finkornet sediment (pelitt), grovere partikler, normalisert TOC og C/N forhold i prøvene tatt i september 2019. Grønn og blå indikerer henholdsvis miljøkvalitet "god" og "svært god", ifølge de nasjonale retningslinjene (merk: disse er basert på vannforekomster "Barentshavet" og bør tolkes med forsiktighet i fjordmiljøer på Svalbard, grunnet den høye sedimentasjonen i fjordene). Verdiene for N TOC fra 2020, 2016 og 1998 er tatt fra hhv. Cochrane og Evenset (2020), Rambøll (2017) og Cochrane et al., (2001).

	TOC	TN	Pelitt	> 0,063 mm	C/N	N- TOC 2020	N-TOC 2019	N TOC 2016	N TOC 1998
Stasjon	mg/g TS	mg/g TS	vekt%	vekt%			mg/g TS		
A1	20,2	1,6	98,5	1,5	12,5	26,8*	20,5	23,3	-
SAS-1	10,7	1,1	94,8	5,2	9,4	-	11,7	-	-
A2	18,9	1,5	99,1	0,9	12,5	-	19,0	-	-
A3	19,5	1,7	98,5	1,5	11,6	-	19,8	-	-
A4	18,2	1,1	98,2	1,8	16,0	24,6	18,5	-	-
A5						23,9			
A6						24,5			
13	16,1	0,6	68,0	32,0	27,3	-	21,9	-	23,16
14	19,3	1,3	98,3	1,7	14,6	25,1	19,6	20,6	22,03
15	18,5	1,5	97,8	2,2	12,4	-	18,9	-	35,01
16	15,9	1,2	94,6	5,4	12,9	24,0	16,9	20,8	26,12

* Merk at denne verdien er på grensen til tilstandsklasse "Moderat" – 20-27 mg/g TS. Rundet til hel tall er verdien 27 og for å markere økte verdier velger vi å bruke tilstandsklasse moderat, noe som også er i takt med lukt og farge på sedimentet i felt.

Sedimentene besto for det meste av finkornet silt-leire materiale (omtalt som pelitt). Unntaket er stasjon 13, som ligger innerst i fjorden og inneholdt 32% grovere partikler, antageligvis som følge av avrenningen fra Longyearbreen/-elva. At denne stasjonen er påvirket av tilførsel fra land er tydelig i den noe forhøyede C/N forholdet. Plantematerialet fra terrestriske kilder generelt har verdier over 20, og det bekreftes av innholdet av planterester i prøvene på denne stasjonen. Dette kan muligens også bidra til et noe høyere TOC-innhold, om det foreligger plantemateriale under forråtning.

I 1998 var verdiene av N TOC en del høyere enn ved foreliggende undersøkelse (se siste kolonne til høyre). Metodikken og laboratoriene som ble brukt er de samme, slik at vi anser forskjellen til å reflektere variasjon i både naturlige og menneskeskapt prosesser i fjorden (produksjon, avrenning fra land, tilførsel av kullstøv osv.). Verdiene i 2019, på de få stasjonene som ble gjenbesøkt, er også noe lavere enn verdiene i 2016 (REF).

Sedimentene ved A1 (utslippspunktet) og st. 13 (det gamle utslippspunktet) hadde de høyeste normaliserte TOC-verdiene, men fremdeles ikke markant forhøyet i forhold til de øvrige

stasjonene. Alle verdiene kom i kategoriene "god" eller "svært god". Likevel må det tas hensyn til at dette er i et område med høy sedimentering og forholdene i de øverste sedimentlagene kan bli noe "utvannet" av nysedimentert materiale.

3.3 Kvantitative fauna-analyser

3.3.1 Generelle faunaparametre

En oppsummering av generelle faunaparametere er gitt i Tabell 4

Antall arter som ble registrert i prøvene var lavest (42 arter) ved stasjon 13, innerst i fjorden ved enden av det gamle avløpsrøret. Ved stasjon A1 ved det nye avløpsrøret ble det registrert 52 arter, og de tre nærmeste stasjonene (A2, A3 og LYB-5) hadde mellom 68-71 arter.

Antall individer var høyest (22 146 individer; sum av 3 grabbskudd) ved stasjon A1 ved avløpsrøret, og på stasjonene A2 og A3 250 m unna avløpet (hhv. 9272 og 16 379 individer). Stasjonen SAS-1, i Sassenfjorden, hadde lavest antall individer (1633).

Tabell 4. Oversikt over generelle faunaparametre ved de undersøkte stasjonene i Adventfjorden og Sassenfjorden, september 2019. Fargekoding for tilstandsklasser er i henhold til Veileder 02:2018 og er henholdsvis gul (moderat), grønn (god) og blå (svært god).

Stasjon	13	14	15	16	A1	A2	A3	A4	SAS-1
Antall individer	3253	2987	5124	2595	22146	9279	16379	3747	1633
Antall arter	42	59	70	60	52	71	68	71	69
Diversitet (H')	2,29	2,96	3,10	3,81	2,34	3,62	3,02	4,03	4,58
Jevnhet (Pielou)	0,43	0,50	0,51	0,64	0,41	0,59	0,50	0,66	0,75
ES100*	11,68	18,61	19,66	19,52	11,04	20,19	16,19	22,96	28,21

* et uttrykk for artsmangfold – hypotetisk antall arter man ville forvente å finne i en tilfeldig prøve av 100 individer.

Artsmangfold, regnet ut som Shannon-Wiener indekset (H'), var lavest ved utløpsrøret (stasjon A1) og innerst i fjorden, ved det gamle utslippspunktet (st. 13) og nest lavest på stasjon 14, utenfor Bykaia. Stasjonen i Sassenfjorden hadde høyest artsmangfold, grunnet relativt mange arter, fordelt gjennom forholdsvis få individer. Stasjonene A2 og A3, som ligger 150 m fra utslippspunktet, hadde noe lavere artsmangfold enn stasjon A4, 500 m fra utslippspunktet.

Det som er iøynefallende, og kanskje litt overaskende, er at på stasjonene med et veldig høyt individtall (spesielt de tre stasjonene nærmest avløpsrøret) er det kun ved stasjon A1 at det er noe færre arter tilstede (52) kontra de resterende stasjonene som inneholdte ca. 60-70 arter. Unntaket var ved stasjon 13, der tallene var lavere, men dette er antageligvis på grunn av sedimenteringsforholdene på denne stasjonen.

Under sorteringsprosessen ble det klart at artene som var tilstede i høyeste antall individer var representert av veldig mange juveniler. Vi valgte i denne omgangen å ta med alt som ble igjen på en 1 mm sikt, men rent statistisk kunne det med fordel ha blitt skilt mellom juveniler (f.eks. de under en viss lengde eller bredde). Likevel er det informativt å dokumentere at det var en meget stor rekruttering av disse artene ved disse stasjonene. Dette fenomenet er diskutert nærmere i kapittel 3.3.2.

3.3.2 Dominante arter

Faunasamfunnene besto for det meste av børstemark og små muslinger, noe som er typisk for bløte sedimenter og/eller områder som er utsatt for enten mekanisk forstyrrelser (f.eks. sedimentering) eller organisk belastning. Organismer som pigghuder finnes på havbunnen i Adventfjorden, men i mindre mengder og disse fanges i liten grad av grabb (dyrene er spredt i forekomstene og faktisk rømmer unna redskapet, noe som man har observert av videoopptak f.eks. under UNIS tokter).

Tabell 5. Oversikt over de ti mest tallrike arter som ble registrert ved prøvetakingsstasjonene. Ant.ind. = antall individer og Km. er kumulativ abundansen av arten (dvs. prosent abundans i prøven).

13	Ant ind	Km %	14	Ant. ind.	Km %	15	Ant. ind.	Km %
<i>Capitella capitata</i>	174	53	<i>Chaetozone setosa</i>	1568	52	<i>Chaetozone setosa</i>	2687	52
<i>Ophryotrocha scarlatoi</i>	677	74	<i>Leitoscoloplos mammosus</i>	265	61	<i>Leitoscoloplos mammosus</i>	358	59
<i>Scoloplos armiger</i>	351	85	<i>Heteromastus filiformis</i>	248	69	<i>Macoma calcarea</i>	257	64
<i>Chone paucibranchiata</i>	81	88	<i>Thyasira gouldi</i>	159	75	<i>Heteromastus filiformis</i>	253	69
<i>Chaetozone setosa</i>	76	90	<i>Lumbrineris mixochaeta</i>	151	80	<i>Lumbrineris mixochaeta</i>	207	73
<i>Aricidea</i> sp.	65	92	<i>Cossura longocirrata</i>	49	81	Thyasiridae indet.*	184	77
<i>Marenzelleria wireni</i>	47	93	<i>Cylichna alba</i>	42	83	<i>Cossura longocirrata</i>	131	79
<i>Eteone flava/longa</i>	46	95	<i>Terebellides</i> sp.	41	84	<i>Thyasira gouldi</i>	126	82
<i>Cossura longocirrata</i>	24	95	<i>Maldane sarsi</i>	38	85	<i>Ampharete borealis</i>	101	84
Nemertea indet.***	21	96	<i>Galathowenia oculata</i>	37	87	<i>Galathowenia oculata</i>	99	86

16	Ant ind	Km %	A1	Ant. ind.	Km %	A2	Ant. ind.	Km %
<i>Leitoscoloplos mammosus</i>	571	22	<i>Capitella capitata</i>	10553	48	<i>Leitoscoloplos mammosus</i>	2774	30
<i>Lumbrineris mixochaeta</i>	378	37	<i>Leitoscoloplos mammosus</i>	5198	71	<i>Capitella capitata</i>	1489	46
<i>Maldane sarsi</i>	282	47	<i>Ophryotrocha scarlatoi</i>	3330	86	<i>Chaetozone setosa</i>	1326	60
<i>Chaetozone setosa</i>	243	57	<i>Cossura longocirrata</i>	816	90	<i>Thyasira gouldi</i> *	598	67
<i>Thyasira gouldi</i>	214	65	<i>Axinopsida orbiculata</i> *	429	9	<i>Ophryotrocha scarlatoi</i>	523	72
<i>Galathowenia oculata</i>	174	72	<i>Macoma calcarea</i> *	295	93	<i>Axinopsida orbiculata</i> *	310	76
<i>Protomedeia grandimana</i>	171	78	<i>Chaetozone setosa</i>	236	94	<i>Cossura longocirrata</i>	284	79
Thyasiridae indet.	81	81	<i>Heteromastus filiformis</i>	204	95	<i>Maldane sarsi</i>	245	81
<i>Heteromastus filiformis</i>	74	84	<i>Cylichna alba</i> *	135	96	<i>Macoma calcarea</i> *	181	83
<i>Pontoporeia femorata</i> **	64	87	<i>Eteone flava/longa</i>	133	96	<i>Heteromastus filiformis</i>	147	85

A3	Ant ind.	Km	A4	Ant ind.	Km	SAS-1	Ant ind.	Km
<i>Capitella capitata</i>	604	37	<i>Leitoscoloplos mammosus</i>	931	25	<i>Galathowenia oculata</i>	317	19
<i>Leitoscoloplos mammosus</i>	419	62	<i>Chaetozone setosa</i>	507	38	<i>Leitoscoloplos mammosus</i>	113	26
<i>Ophryotrocha scarlatoi</i>	165	73	<i>Thyasira gouldi*</i>	310	47	<i>Lumbrineris mixochaeta</i>	103	32
<i>Cossura longocirrata</i>	903	78	<i>Maldane sarsi</i>	284	54	<i>Thyasira gouldi*</i>	102	38
<i>Axinopsida orbiculata*</i>	560	82	Thyasiridae indet.*	239	61	<i>Ennucula tenuis*</i>	96	44
<i>Chaetozone setosa</i>	510	85	<i>Lumbrineris mixochaeta</i>	211	66	<i>Yoldiella lenticula*</i>	81	49
Thyasiridae indet.*	253	86	<i>Galathowenia oculata</i>	177	71	<i>Chaetozone setosa</i>	75	5
<i>Heteromastus filiformis</i>	247	88	<i>Terebellides</i> sp.	162	75	<i>Parthyasira dunbari*</i>	75	58
<i>Eteone flava/longa</i>	233	89	<i>Macoma calcarea*</i>	120	78	<i>Levinsenia gracilis</i>	71	63
<i>Parougia eliasoni</i>	220	90	<i>Parougia eliasoni</i>	78	80	<i>Macoma calcarea*</i>	69	67

Alle navnene som ikke er anmerket er børstemark (Annelida:Polychaeta). * musling, ** krepsdyr, *** diverse (f.eks sjøpung, anemone osv.).

Indikatorarten *Capitella capitata*, var overdominant på stasjon A1, like ved avløpsrøret (mer enn 10 000 individer; Tabell 5). Denne arten var også dominerende ved stasjonene A2 og A3, 250 m fra avløpet, samt ved stasjon 13, ved det gamle utslippspunktet.

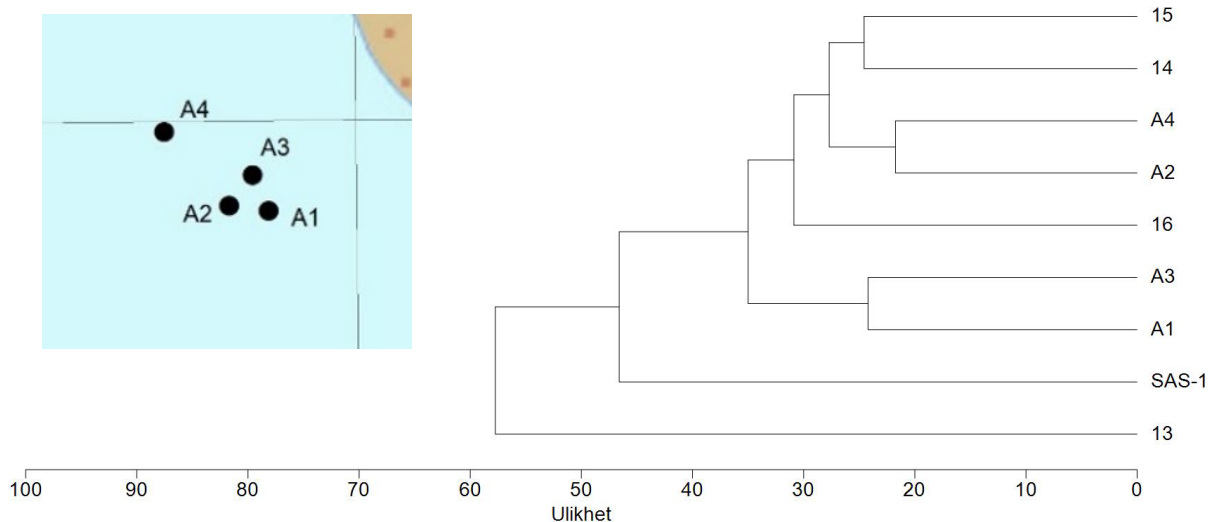
Børstemarken *Leitoscoloplos mammosus* forekommer typisk rundt Svalbard, men den var tilstede i noe overraskende store mengder ved de tre stasjonene i nærheten av avløpsrøret. Denne er en gravende detritus-spiser og i denne sammenhengen opptrer som opportunist. Også *Ophryotrocha scarlatoi*, en liten børstemark som også florerer ved organisk belastning, var blant de mest tallrike artene på disse stasjonene (ved både det gamle og nye utslippspunktene).

Muslingene *Axinopsida orbiculata* og *Thyasira gouldii* (eller gruppert som Thyasiridae indet., i tilfeller der det ikke var mulig å skille mellom disse artene) var til stede på alle stasjonene og blant de ti mest tallrike artene på alle unntatt stasjon 13, innerst i fjorden, ved det gamle utslippspunktet. Likevel var antall individer av disse artene mye høyere i nærheten av det nye avløpsrøret enn på de resterende stasjonene.

Figur 15 viser en klusteranalyse, basert på likhet (eller ulikhet) mellom faunafordelingene på de undersøkte stasjonene.

Stasjon 13 (ved det gamle utslippspunktet) skilte seg ut, med nesten 60% ulikhet til de andre stasjonene. Den hadde en dominans av indikatorarten *Capitella capitata* (1740 individer), men inneholdte også en del andre arter som ikke var vanlig på de resterende stasjonene, for eksempel børstemarkene *Scoloplos armiger* (som er i slekt med *Leitoscoloplos*, som var dominant på de fleste andre stasjonene) og den filtrerende påfuglmarken *Chone paucibranchiata*, som bor i rør bygget av leire.

Børstemarken *Chaetozone setosa*, som er typisk i Svalbardfjorder, var til stede på stasjon 13 med 76 individer (sammenlignet med 1568 og 2687 på stasjonene 14 og 15, utenfor hhv. Bykaia og Kullkaia). I 1998, på samme stasjonen (13) var *C. setosa* representert med 879 individer, mens *Capitella capitata* kun var til stede med 64 individer.



Figur 15. Klusteranalyse av de undersøkte stasjonene fra 2019, der disse er gruppert i forhold til ulikheten mellom stasjonene, basert på faunasamfunnene. Hver stasjon representerer tre replikatprøver. Inngresset viser plassering av stasjoner i nærheten av utslippspunktet A1, der A2 og A3 er 150 m unna og A4 ligger 500 m fra utslippspunktet A1.

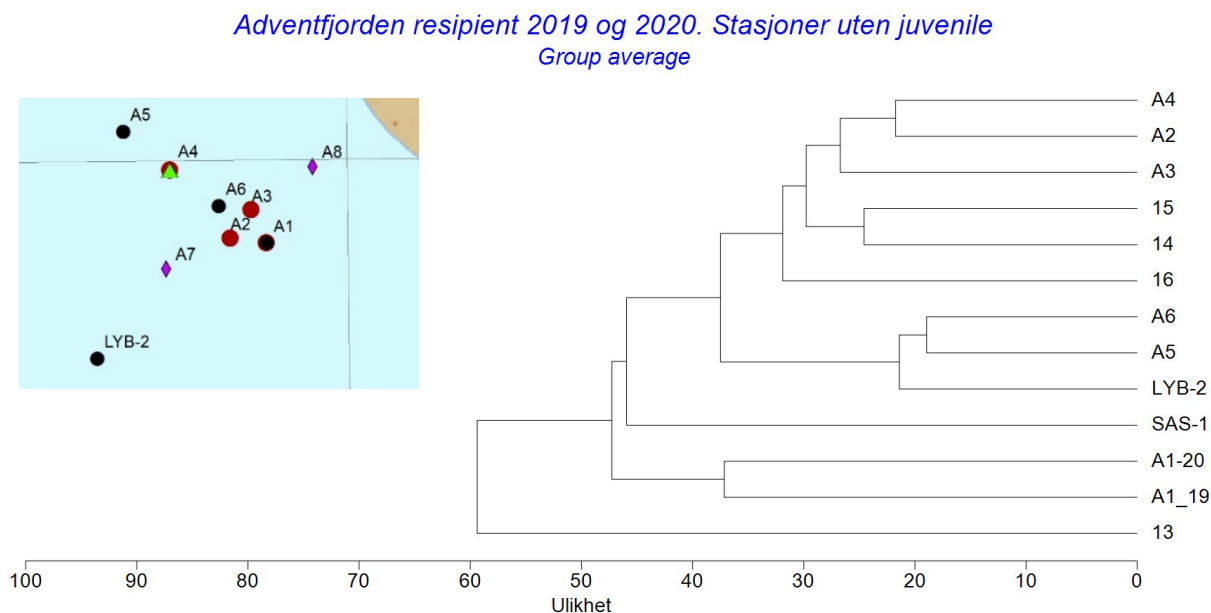
At det er en økning i mengden av *Capitella capitata* og *Ophryotrocha scarlatoi*, som indikerer organisk belastning, på stasjon 13, men samtidig en viss reduksjon i N TOC-innhold siden 1998 er noe forbausende og kan ikke forklares uten en nærmere gjennomgang av mulige påvirkningskilder på denne stasjonen. Likevel kan dette ha en sammenheng med terrestrisk materiale som fantes i prøvene. Når disse hopes opp og brytes ned vil dette føre til ansamlinger av arter som er tiltrukket av organisk belastning, og som bidrar til at dette brytes ned.

Referansestasjonen SAS-1, som ligger i Sassenfjorden, nesten ved munningen av Tempelfjorden, var mer enn 45% ulik de resterende stasjonene. Her var den rørbyggende børstemarken *Galathowenia oculata* dominerende, noe som er typisk for sedimenter rundt både Svalbard og ellers i Barentshavet, utenfor direkte påvirkninger av sedimentering fra breer.

Stasjonene A1 og A3 grupperer seg sammen, og begge disse stasjonene hadde de høyeste antall individer av *Capitella capitata* (hhv 10553 og 6043 individer per 0.3 m² havbunn). Stasjonene A2 og A4 grupperte seg sammen, men var mer lik de øvrige stasjonene ved Bykaia og Kullkaia (hhv stasjon 14 og 15). At det ble vesentlige bedre forhold ved A2 kontra A3 kan forklares ved at strømmen i området ved utslippspunktet fører materiale i en nord-østlig retning, slik at stasjonene som ligger vest for utslippspunktet ikke blir så hardt påvirket. Stasjon 16 skiller seg ut fordi den ligger midtfjords og har et større innslag av store rørbyggende børstemark som Maldane sarsi, noe som er typisk i fjordene rundt Svalbard og ellers i Barentshavet der det finnes stabile sedimentforhold.

Figur 16 viser en klusteranalyse som omfatter alle stasjonene tatt i både 2019 og 2020, for å sette nåværende resultater i perspektiv. Som ovenfor skiller den innerste stasjon 13 seg fra de øvrige stasjonene, og A1 fra begge årene er ca. 50 % ulik. De øvrige stasjonene fordeler seg i to grupper, med litt under 40 % ulikhet fra hverandre. Disse tilsvarer stasjoner tatt i henholdsvis 2019 og 2020 og antageligvis gjenspeiler mindre naturlige årsvariasjoner. Faunaen i Adventfjorden består i stor grad av arter som er av liten kroppsstørrelse og som har evnen til å reproducere seg hurtig, en strategi som er tilpasset områder med høy sedimentasjon og naturlige ustabile forhold i bunnmiljøet.

Blant 2020-stasjonene LYB-2, A5 og A6 er det kun 20 % ulikhet, noe som regnes for nokså like forhold. Blant 2019-stasjonene er stasjon 16 mest ulik, da den ligger lengst ut i fjorden og inneholder en del arter som er mer typisk for stabile områder. Stasjonene 14 og 15, som ligger utfor kaiområder, er nokså lik hverandre. Stasjonene A2 og A4 var veldig lik hverandre og A3 var også kun 30% ulik disse. I felt ble det registrert lukt av H₂S på stasjon A3, som ligger 150 m NØ for utslippspunktet, og noe svakere lukt på A2.



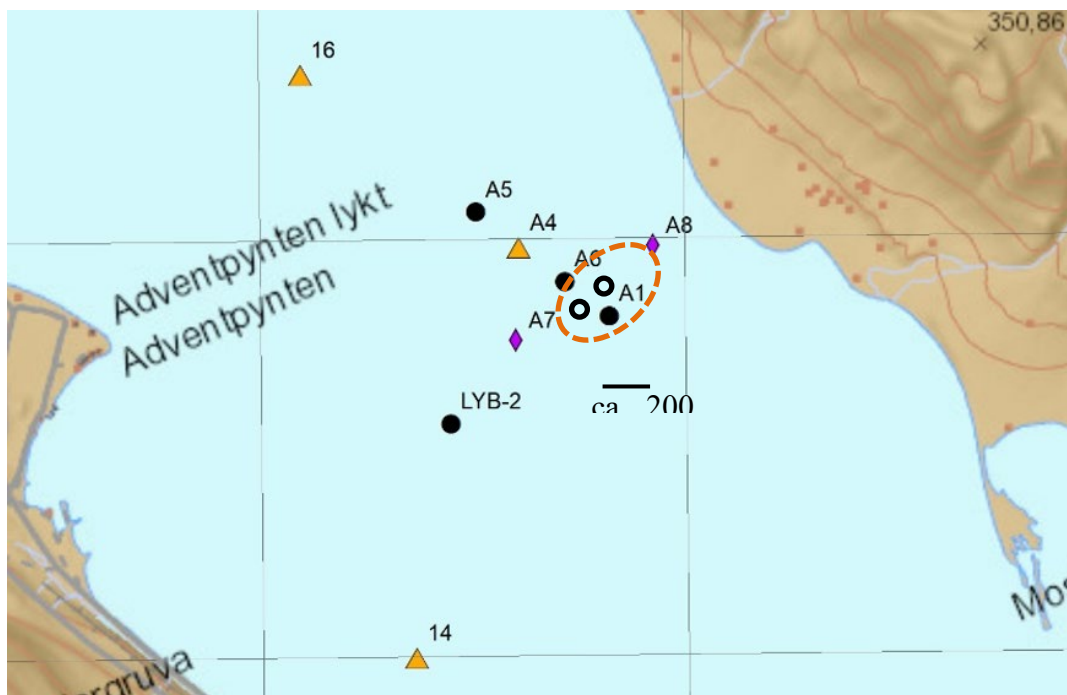
Figur 16. Klusteranalyse med alle stasjonene fra 2019 og 2020 inkludert. Inngresset viser plasseringen av stasjonene i nærheten til avløpsrøret. Figuren fra Cochrane & Evenset, 2020.

3.4 Estimert fotavtrykk av avløpsrøret

Basert på funnene i denne, samt undersøkelsen i 2019 (Cochrane 2020, for Sysselmannens Miljøvernfond), estimeres omfanget av de mest akutte påvirkninger til å ligge innenfor ca. 150-250 m fra utslippspunktet, i NV retning (Figur 17). Dette estimatet er basert på at de to stasjonene (A2 og A3; 2019) som var 150 m fra utslippspunktet viste forstyrrelser, mens nåværende stasjon A6, plassert 250 m fra utslippspunktet viste uvesentlige forstyrrelser.

I retning nordøst, er det mulig at forstyrrelsene trekker seg litt mot stasjon A8, som er 400 m fra utslippspunktet, noe som sammenfaller med strømbildet i fjorden (Leikvin og Evenset, 2009).

Foreløpig konklusjonen er at miljøpåvirkningen av avløpsrøret er relativt lokalt. Problemstilling med våtservietter er noe som vil kunne løses med en kombinasjon av rensing samt spredning av informasjon om søppelhåndtering av disse.



Figur 17. Grov estimat av omfanget av vesentlig biologisk forstyrrelser på havbunnen, i forbindelse med kommunalt utslipp. A1 er like ved utslippspunktet og de to tomme svarte rundingene er (SV til NV) stasjonene A2 og A3, som i 2019 også viste noe tegn til forstyrrelse (Cochrane 2020).

Det ble funnet vesentlige mengder med søppel på havbunnen, der våtservietter var mest fremtredende. Disse er stort sett laget av polyesterfibre og har hopet seg opp på havbunnen, der de fungerer som en slags fibermatrise på sedimentoverflaten. Det er sannsynlig at dette har bidratt til at det er blitt anoksiske og illeluktende forhold i de dypere sedimentlagene. Det må bemerkes at polyester ikke er et biologisk nedbrytbart materiale, slik at denne "plasmatten" som nå ligger på sedimentoverflaten i nærheten av utslippsrøret antageligvis vil bli liggende i ubestemt tid.

3.5 Konklusjoner og neste steg

Basert på de biologiske og sedimentanalysene konkluderes det at stort sett alle undersøkte områdene i Adventfjorden representerer forholdene som er naturlig for området.

Unntaket er området like ved utslippspunktet der det er vesentlige forurensete forhold innenfor et rimelig begrenset område (250-300 m omkrets), samt området der det tidligere avløpsrøret lå.

Det positive er at bunnfaunaen i Adventfjorden er noenlunde robuste, da de er "vant" med fysisk forstyrrelse fra Longyearbreen/Longyearelva. De består i store grad av hurtigvoksende og mobile taksa/arter, som børstemark og små muslinger. Disse bidrar til oksegynning av havbunnen og er med på å opprettholde miljøhelsetilstanden.

Likevel er situasjonen like ved dagens avløpsrør noe bekymringsverdig. Fibrene fra våtserviettene består av ulike plastkomponenter og disse kan ikke brytes ned innen kort tid. Dyr som børstemarken *Capitella capitata* graver seg inn i disse gjenstander og etter hvert blir dette som et "filtlag" på sedimentenes overflate. Dette gjør at det blir begrenset oksygentilførsel ned i sedimentet, noe som vi ser med at sedimentet er svart og illeluktende.

Longyearbyen Lokalstyre har nå besluttet å innføre mekanisk siling av avløpet, slik at makrogjenstander (våtservietter, tekstiler osv.) blir fjernet før disse når ut til havbunnen. Dette vil være et svært positivt tiltak for å hindre at det blir mer opphopning av bl.a. våtservietter.

Det stilles naturligvis spørsmål om materialet som allerede ligger på bunnen i Adventfjorden, rundt avløpsrøret vil kunne bli "borte" med tid eller om naturen vil kunne "rydde opp", slik ofte er tilfelle etter organisk belastning, for eksempel kloakk eller akvakultur-avfall. Dessverre er våtserviettene stort sett laget av plast, og dette vil ikke kunne brytes ned til å "forsvinne". Våtserviettene vil naturlig nok deles i stadig mindre biter mens bunndyr graver seg inn i disse "fittlagene", men selve plastfibrene vil ikke degenerere.

Under ferdigstilling av denne rapporten har hele saken med bunnmiljø og problematikken knyttet til våtservietter fått betydelig omtale i media ved Svalbardposten. Se papirversjon 8. juli 2021 og <https://svalbardposten.no/avlopet-i-adventfjorden/19.14124>

Under intervju ble det stilt spørsmål om hvordan man kunne fjerne disse våtserviettene fra bunnen. Prosjektlederen svarte at for å fjerne dette er det nok ikke annen løsning enn mekanisk fjerning. Gitt at det ikke lenger vil slippes ut mere våtservietter vil det riktignok danne et lag med nytt sediment fra tilførsler av finkornet sediment fra Longyearelva.

Siden dette omhandler et relativt begrenset område av havbunnen, er alternativet å la situasjonen være slik den er. Det vil antageligvis være et område med nedsatt miljøtilstand, men om dette er akseptabelt eller ikke må diskuteres innen miljøforvaltningsorganene.

Neste steg nå er at resultatene fra alle datakilder fra Adventfjorden – fra 1992 til 2020 vil bli analysert sammen og beskrevet i en offentlig artikkel (foreløpig er tidskriftet "Marine Pollution Bulletin" tiltenkt) med tittel "The urbanisation of an Arctic fjord".

Både Sysselmannen/Sysselmester på Svalbard og Longyearbyen Lokalstyre vil bli involvert i denne prosessen og bli kreditert for data.

4. Referanser

- Bale, A.J. & Kenny, A.J. 2005. Sediment analysis and seabed characterisation . In: Eleftheriou,A; McIntyre, A.D. "Methods for the study of marine benthos", 3rd ed. Blackwell Science, Oxford, UK. ISBN 0-632-05488-3, pp. 43-86
- Briain, O. Ó., Mendes, A., McCarron, S., Healy, M. G., & Morrison, L. (2020). The role of wet wipes and sanitary towels as a source of white microplastic fibres in the marine environment. *Water Research*, 116021. doi:10.1016/j.watres.2020.116021
- Cochrane, S., Beuchel, F., Palerud, R. (2011). Uttesting av indekser på bløtbunnsfauna – når er en tall bare en tall?. Akvaplan-niva report to KLIF; APN - 5690 - 1
- Cochrane, S.K.J., Evenset, A. 2020. Vurdering av biologiske bunnforhold i Adventfjorden. APN-rapport 61320.
- Cochrane, S.K.J., Næs, K., Carroll, J., Trannum, H.C., Johansen, R. & Dahle, S. 2001. Marin miljøundersøkelse ved bosetningene Barentsburg, Longyearbyen og Pyramiden i Isfjorden, Svalbard. Akvaplan-niva rapport APN-414.1466. 59pp + 29 pp vedlegg.
- Evenset, A. 2002. Miljøgifter i Adventfjorden: Sammenheng med utslipp fra Longyear Energi? Akvaplan-niva rapport 414.2500. 11 s.
- Evenset, A., G.N. Christensen & R. Palerud 2006. Miljøgifter i marine sedimenter, Isfjorden, Svalbard 2006. Akvaplan-niva rapport 414.3341. 37 s + vedlegg.
- Evenset, A., G.N. Christensen & R. Palerud 2009. Miljøgifter i marine sedimenter i Isfjorden, Svalbard 2009. Undersøkelser utenfor Longyearbyen, Barentsburg, Pyramiden og Colesbukta. Akvaplan-niva rapport 4707-1.
- Evenset, A., Pedersen, K.B., Kvennås, M., Cappelen, P. 2020. Miljøtekniske undersøkelser i Svea, 2019. Akvaplan-niva rapport 60480-2. 62 s + vedlegg.
- ISO 16665:2014. Water quality — Guidelines for quantitative sampling and sample processing of marine soft-bottom macrofauna.
- ISO 5667-19:2004 - Water quality - Sampling - Part 19: Guidance on sampling in marine sediments (ISO 5667-19:2004)
- DIN 19539:2016 Investigation of solids - Temperature-dependent differentiation of total carbon (TOC₄₀₀, ROC, TIC₉₀₀). 2016-12.
- Kaurin, M., H. Vidgren & M. Stokka 2017. Resipientundersøkelse Adventfjorden 2016. Rambøll rapport 1350016027.
- Leikvin, Ø. & A. Evenset 2009. Avløp fra Longyearbyen til Adventfjorden. Miljøfaglige vurderinger. Akvaplan-niva rapport 4535-1. 36 + 4 s.
- Miljødirektoratet Veileder 02:2018. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver.
- Miljødirektoratet, M-608 /2016. Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota – Revidert 30.10.2020.
- Ottesen, R.T., J. Bogen, T. E. Finne, M. Andersson, W.K., Dallmann, O.A. Eggen, M. Jartun, Q. Lundkvist, H.R. Pedersen & T. Volden 2010. Geokjemisk atlas of Norge, Part 2:

Geochemical atlas of Spitsbergen. Chemical composition of overbank sediments: Norges Geologiske Undersøkelse (NGU).

- Pearson, T.H., Rosenberg, R., 1978. Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. *Oceanography and Marine Biology Annual Review* 16, 229-331.
- Pedersen, K.B. & Evenset, A. 2018. Miljøtekniske undersøkelser i Svea, 2018. Akvaplan-niva rapport 60480-1.
- Pfirman, S., Bauch, D., Gammelsrød, T., 1994. The Northern Barents Sea: Water Masses Distribution and Modification. *The Polar Ocean and their Role in Shaping the Global Environment. Geophysical Monograph* 84, 77-94.
- Sjöberg, C., I. Persson & J. Pirard 2014. Recipientundersökning i Adventfjorden utanför Longyearbyen 2013. Sweco rapport 1832325000
- Velvin, R., A. Evenset, & G. Christensen 2006. Marin resipientundersøkelse ved Longyearbyen, Svalbard. Akvaplan-niva rapport 413.3369, 36 s.
- Wentworth, C. K. (1922). "A Scale of Grade and Class Terms for Clastic Sediments". *The Journal of Geology*. 30 (5): 377–392
- Wlodarska-Kowalczyk, M., Pearson, T.H., Kendall, M.A., 2005. Benthic response to chronic natural physical disturbance by glacial sedimentation in an Arctic fjord. *Marine Ecology-Progress Series* 303, 31-41.
- Wlodarska-Kowalczyk, M., Renaud, P.E., Weslawski, J.M., Cochrane, S.K.J., Denisenko, S.G., 2012. Species diversity, functional complexity and rarity in Arctic fjordic versus open shelf benthic systems. *Marine Ecology Progress Series* 463, 73-87.

5. Vedlegg: Artslister

	Stasjon	13	14	15	16	A1	A2	A3	A4	SAS-1
Gruppe	Slekt/art									
Crustacea	Arrhis phyllonyx		24	5	36	9	20	24	20	2
Crustacea	Brachydiastylis resima		1			1				3
Crustacea	Byblis gaimardii				9					
Crustacea	Byblis sp.		1							
Crustacea	Caprella sp.									
Crustacea	Diastylis rathkei	6	3	5	16	45	30	24	18	6
Crustacea	Diastylis sp.									
Crustacea	Eudorella sp.				6		1			12
Crustacea	Gammaridea indet.							1		
Crustacea	Haploops sp.									
Crustacea	Hyas sp.		1	3						
Crustacea	Lepidepcreum umbo		1							1
Crustacea	Leucon sp.			1					1	
Crustacea	Lysianassidae indet.		1	4	1		1	2		2
Crustacea	Maera sp.								1	
Crustacea	Melita pallida									
Crustacea	Melita sp.									
Crustacea	Monoculodes sp.									
Crustacea	Oedicerotidae indet.		5	7	12	2	2	3	7	1
Crustacea	Ostracoda indet.									1
Crustacea	Paguridae indet.	2				1	2		2	
Crustacea	Paguridae indet. juv.									
Crustacea	Paroediceros lynceus									
Crustacea	Paroediceros sp.							2		
Crustacea	Pontoporeia femorata	1	6	2	64		5	7	5	
					17					
Crustacea	Protomedeia grandimana	3	11	6	1		19		23	
Crustacea	Sabinea septemcarinata									
Crustacea	Stenothoidae indet.									1
Diverse	Actiniaria indet.									
Diverse	Ascidacea indet. (solit)	12						1		
Diverse	Cnidaria indet.									
Diverse	Echiurida indet.									
Diverse	Edwardsia sp.	1						6		
Diverse	Edwardsiidae indet.									
Diverse	Golfingia sp.				4			2		
Diverse	Golfingia vulgaris									
Diverse	Golfingiidae indet.				2			1		
Diverse	Nemertea indet.	21	16	26	23	70	44	56	44	29

Diverse	<i>Pelonaia corrugata</i>									
Diverse	Platyhelminthes indet.	1								
Diverse	Priapulida indet.									
Diverse	<i>Priapulus caudatus</i>	1	18	24	12	12	40	30	35	1
Diverse	Sipuncula indet.				1			2	2	
Echinodermata	<i>Ctenodiscus crispatus</i>				1					
Echinodermata	<i>Myriotrochus rinkii</i>									
Echinodermata	<i>Myriotrochus rinkii</i> juv.									
Echinodermata	<i>Ophiocten sericeum</i>									
Echinodermata	<i>Ophiocten</i> sp.			1						
Echinodermata	Ophiuroidea indet. juv.		1	1		4				
Mollusca	<i>Admete viridula</i>									
Mollusca	Aeolidiidae indet.									
Mollusca	<i>Astarte borealis</i>				2		1		1	
Mollusca	<i>Astarte montagui</i>									
Mollusca	<i>Astarte</i> sp. juv.				1					
Mollusca	<i>Astarte sulcata</i>						1			
Mollusca	<i>Axinopsida orbiculata</i>	5	24	28	2	429	310	560	17	54
Mollusca	Bivalvia indet.			4				10	3	
Mollusca	<i>Buccinum polare</i>									
Mollusca	<i>Buccinum</i> sp.									
Mollusca	<i>Caudofoveata</i> indet.									2
Mollusca	<i>Ciliatocardium ciliatum</i>			3	1					
Mollusca	<i>Cryptonatica affinis</i>						4			
Mollusca	<i>Cuspidaria</i> sp.									2
Mollusca	<i>Cuspidaria subtorta</i>									3
Mollusca	<i>Cylichna alba</i>	1	42	63	1	135	105	145	4	
Mollusca	<i>Cylichna</i> sp.									
Mollusca	<i>Dacrydium vitreum</i>									7
Mollusca	<i>Ennucula tenuis</i>		16	9	4	5	21	9	9	96
Mollusca	<i>Euspira montagui</i>			1						
Mollusca	<i>Euspira pallida</i>						2			
Mollusca	<i>Euspira</i> sp.			1						
Mollusca	<i>Frigidoalvania cruenta</i>									1
Mollusca	<i>Kurtiella sovaliki</i>									
Mollusca	<i>Kurtiella</i> sp.			9	4	34	22	55	12	1
Mollusca	<i>Liocyma fluctuosa</i>									
Mollusca	<i>Macoma calcarea</i>								12	
Mollusca	<i>Margarites olivaceus</i>	11	12	257	3	295	181	187	0	69

Mollusca	Margarites sp.										
Mollusca	Menestho albula										
Mollusca	Menestho truncatula		4	1		4	1		1		
Mollusca	Montacutinae indet.										
Mollusca	Musculus sp.										
Mollusca	Mya pseudoarenaria	2									
Mollusca	Mya sp. juv.	1			1		5		4		
Mollusca	Mya truncata										
Mollusca	Mysella sp.										
Mollusca	Nuculana minuta										
Mollusca	Nuculana pernula		3	8	4	14	19	12	3	7	
Mollusca	Nuculana sp. juv.		10	11	3	28	13	5	5	13	
Mollusca	Oenopota sp.			1							
Mollusca	Parathyasira dunbari		1			3				75	
Mollusca	Philinoidea indet.							1			
Mollusca	Portlandia arctica										
Mollusca	Retusa obtusa						1			1	
Mollusca	Retusa sp.										
Mollusca	Serripes groenlandicus										
Mollusca	Spisula elliptica	1									
Mollusca	Thyasira gouldi	3	159	126	4	21	104	598	203	0	102
Mollusca	Thyasira obsoleta										
Mollusca	Thyasira sarsii										
Mollusca	Thyasiridae indet.									23	
Mollusca	Yoldia hyperborea		5	184	81	101	3	253	9	39	
Mollusca	Yoldiella lenticula		5	4	1	6	19	39	11	1	
Mollusca	Yoldiella lenticula		3	4	1	1			1	81	
Mollusca	Yoldiella solidula		1	6	2		4	1	18	41	
Polychaeta	Ampharete acutifrons										
Polychaeta	Ampharete baltica	11	3				56	14	75	4	
Polychaeta	Ampharete borealis	1	19	101	6	2	18	10	16	28	
Polychaeta	Ampharete lindstroemi						1				
Polychaeta	Ampharete octocirrata		1		1						
Polychaeta	Ampharete sp.										
Polychaeta	Ampharetidae indet.	2		2				2			
Polychaeta	Amphitrite cirrata								1		
Polychaeta	Anobothrus gracilis			4			1		1	2	
Polychaeta	Aphelochaeta marioni										
Polychaeta	Aphelochaeta sp.					2		4	1	1	
Polychaeta	Apistobranthus sp.		30	9	10	18	96	125	54		
Polychaeta	Apistobranthus tenuis								1		
Polychaeta	Apistobranthus tullbergi										
Polychaeta	Aricidea hartmani										
Polychaeta	Aricidea sp.	65	1								
Polychaeta	Aricidea suecica										

Polychaeta	Artacama proboscidea	1	2		1	2	5	2	
Polychaeta	Axionice flexuosa								
Polychaeta	Brada sp.								
Polychaeta	Bradabyssa villosa		2		1	43	53	2	
Polychaeta	Bylgides annenkovae	1		1		14	1	2	
Polychaeta	Bylgides sarsi								
Polychaeta	Bylgides sp.					1			1
		174				1055	148	604	
Polychaeta	Capitella capitata	0	1	5		3	9	3	2
			156	268	24		132		50
Polychaeta	Chaetozone setosa	76	8	7	3	236	6	510	7
Polychaeta	Chaetozone sp.	1	8	2		8	4		1
Polychaeta	Chaetozone zetlandica								
Polychaeta	Chone paucibranchiata	81	9	15	3		10	6	10
Polychaeta	Cirratulidae indet.							1	9
Polychaeta	Cistenides hyperborea								
Polychaeta	Cossura longocirrata	24	49	131	26	816	284	903	44
Polychaeta	Cossura pygodactylata								
Polychaeta	Cossura sp.			1					1
Polychaeta	Dialychone sp.								
Polychaeta	Dipolydora caulleryi								
Polychaeta	Dipolydora sp.	2	2	4	4	47	15	70	8
Polychaeta	Enipo torelli				1				
Polychaeta	Eteone barbata			1					
Polychaeta	Eteone flava/longa	46	31	75	52	133	102	233	44
Polychaeta	Eteone sp.	1		1			2		3
Polychaeta	Eteone spetsbergensis								
Polychaeta	Euchone analis								6
Polychaeta	Euchone papillosa								28
					17				17
Polychaeta	Galathowenia oculata		37	99	4	13	143	49	7
Polychaeta	Gattyana cirrhosa								
Polychaeta	Harmothoe imbricata								
Polychaeta	Heteromastus filiformis	3	248	253	74	204	147	247	62
Polychaeta	Hirudinea indet.	1							
Polychaeta	Lanassa nordenskioldi						1		1
Polychaeta	Lanassa venusta		16	35	2		22	12	26
Polychaeta	Laonice cirrata								
Polychaeta	Laphania boeckii				1		4	9	7
Polychaeta	Leaena ebranchiata			4					4
					57		277	419	93
Polychaeta	Leitoscoloplos mammosus	18	265	358	1	5198	4	9	1
Polychaeta	Levinsenia gracilis								71
Polychaeta	Lumbriclymene cylindricauda								
Polychaeta	Lumbriclymene sp.								1

					37				21	
Polychaeta	Lumbrineris mixochaeta	2	151	207	8	24	144	81	1	103
Polychaeta	Lumbrineris sp.						1			
Polychaeta	Lysippe labiata		2	9	4	4	12	4	15	2
					28				28	
Polychaeta	Maldane sarsi		38	48	2	73	245	147	4	16
Polychaeta	Marenzelleria wireni	47	2							
Polychaeta	Mediomastus fragilis		1							4
Polychaeta	Microphthalmus sczelkowi									
Polychaeta	Myriochele heeri									24
Polychaeta	Myriochele malmgreni/olgae								1	
Polychaeta	Nephtys ciliata									6
Polychaeta	Nereimyra punctata					7				13
Polychaeta	Oligochaeta indet.					1				
Polychaeta	Ophelina acuminata		5	1		1	59	2		1
Polychaeta	Ophryotrocha dubia									
								165		
Polychaeta	Ophryotrocha scarlatoi	677	36	70	11	3330	523	3		
Polychaeta	Ophryotrocha sp.								1	
Polychaeta	Paradoneis eliasoni					17				
Polychaeta	Paramphinome jeffreysii									
Polychaeta	Paraonidae indet.	3	3	2			1		1	
Polychaeta	Parougia eliasoni		8	38	4	46	51	220	78	5
Polychaeta	Pherusa plumosa									
Polychaeta	Pherusa sp.									
Polychaeta	Phisidia aurea							1		
Polychaeta	Pholoe assimilis	1		2	6	28	24	59	15	
Polychaeta	Pholoe inornata									
Polychaeta	Phyllodoce groenlandica	1	1			3	4		1	
Polychaeta	Phyllodoce rosea			1						
Polychaeta	Polychaeta indet.									
Polychaeta	Polycirrus arcticus									
Polychaeta	Polycirrus norvegicus			1		2		1		2
Polychaeta	Polydora sp.									
Polychaeta	Polydora sp. juv.									
Polychaeta	Polynoidae indet.				7		9	3	2	
Polychaeta	Polynoidae indet. juv.									
Polychaeta	Praxillella gracilis		1	2	6		2	1	1	1
Polychaeta	Prionospio cirrifera									1
Polychaeta	Proclea graffii		2	6	1		2		2	1
Polychaeta	Pseudopolydora nordica					43				
Polychaeta	Rhodine gracilior								1	
Polychaeta	Sabellidae indet.									
Polychaeta	Scalibregma inflatum	3	1	3		17	3	15	1	

Polychaeta	Schistomeringos sp.									
Polychaeta	Scoletoma fragilis	4		2	1			1	1	22
Polychaeta	Scoloplos acutus									
Polychaeta	Scoloplos armiger	351	1	2		16	1	11		2
Polychaeta	Siboglinidae indet.									
Polychaeta	Spio armata	15	35	51	26		25	9	54	2
Polychaeta	Spio limicola	3	9	12	9	2	4	1	13	1
Polychaeta	Spionidae indet.	3								
Polychaeta	Syllidae indet.							1		
Polychaeta	Syllides longocirratus		1	4	2	5	13	7	11	
Polychaeta	Syllis cornuta					4				1
Polychaeta	Terebellidae indet.			1	2	4	3	3	1	
Polychaeta	Terebellides sp.		41	62	5	20	128	25	16	2
Polychaeta	Terebellides stroemii									15
Polychaeta	Tharyx maryae			13	1		8	1	2	
Polychaeta	Tharyx sp.				2		3		3	4