

Resipientundersøkelse i Tromsøysundet, Sandnessundet, Nordbotn og Sørbotn i Tromsø kommune, 2015 – 2016.

Miljøovervåking.



Fotografi rapportomslag: Barbara Vögele, Akvaplan-niva

Akvaplan-niva AS

Rådgivning og forskning innen miljø og akvakultur

Org.nr: NO 937 375 158 MVA

Polarmiljøseneteret

9296 Tromsø

Tlf: 77 75 03 00, Fax: 77 75 03 01

www.akvaplan.niva.no

**Rapporttittel / Report title****Resipientundersøkelse i Tromsøysundet, Sandnessundet, Nordbotn og Sørbotn i Tromsø kommune 2015-2016, Miljøovervåking****Forfatter(e) / Author(s)**Roger Velvin
Barbara Vögele
Ida Dahl-Hansen
Magnus Aune**Akvaplan-niva rapport nr / report no**

7795.01

Dato / Date

31.01.2016

Antall sider / No. of pages

72 + Vedleggsrapport (97 s)

Distribusjon / Distribution

Gjennom oppdragsgiver

Oppdragsgiver / Client

Tromsø kommune, Vann og avløp

Oppdragsg. referanse / Client's reference

Ingrid Ann Berg

Sammendrag / Summary

Resultatene fra miljøovervåkingen 2015/2016 viste at miljøforholdene i resipientene fortsatt var generelt gode på grunn av god vannutskifting, og at dagens utslippsmengder ikke hadde skadevirkninger for miljøet. Dagens miljøtilstand i Tromsøysund og Sandnessundet viste, som i 2011/2012, at rensing utover primærrensing/passende rensing ikke ville ha ført til vesentlige forbedringer av miljøforholdene. Det tas her forbehold, som tidligere, om at utslippene til de sårbare terskelbassengene Nordbotn og Sørbotn fortsatt ikke bør overskride dagens utslippsmengder. For perioden 2002 - 2012 ble det konkludert at miljøtilstanden var uforandret eller forbedret i resipientene rundt Tromsø. Ut fra resultatene i foreliggende miljøovervåking, som i hovedtrekk viste uforandret miljøtilstand fra 2012 til 2016 for de fleste undersøkte miljøparametere, vurderes klassifiseringen "Mindre følsomt område" som fortsatt gjeldende for resipientene rundt Tromsø by.

Prosjektleder / Project manager

Roger Velvin

Kvalitetskontroll / Quality control

Hans-Petter Mannvik

© 2017 Akvaplan-niva AS. Rapporten kan kun kopieres i sin helhet. Kopiering av deler av rapporten (tekstutsnitt, figurer, tabeller, konklusjoner, osv.) eller gjengivelse på annen måte, er kun tillatt etter skriftlig samtykke fra Akvaplan-niva AS.

INNHOLDSFORTEGNELSE

FORORD	3
1 KONKLUSJONER OG SAMMENDRAG	5
2 CONCLUSIONS AND SUMMARY	7
3 INNLEDNING	9
3.1 Bakgrunn og formål	9
3.2 Kommunale avløp i Tromsø by	9
3.3 Tidligere undersøkelser	10
3.4 Faglig program	12
4 SUBLITORALE BLØTBUNNSAMFUNN	15
4.1 Materiale og metoder	15
4.1.1 Effekter av organiske belastninger fra kloakkutslipp	15
4.1.2 Stasjonplasseringer og feltmetodikk	15
4.1.3 Kvantitative bunndyrsanalyser	16
4.2 Resultater	17
4.2.1 Arts og individforhold	17
4.2.2 Artssammensetning	20
4.2.3 Dagens tilstand og resipientutvikling	22
5 SUBLITORALE HARDBUNNSAMFUNN (KAISTOLPER)	24
5.1 Materiale og metode	24
5.1.1 Effekter av vannkvalitet på hardbunnsfauna	24
5.1.2 Stasjonsplassering og feltmetodikk	24
5.1.3 Opparbeiding og analyser	26
5.2 Resultater	26
5.2.1 Arts og individforhold	26
5.2.2 Artssammensetning	28
5.2.3 Dagens tilstand og resipientutvikling	29
6 LITORALSAMFUNN	30
6.1 Materiale og metode	30
6.1.1 Stasjonslokalisering	30
6.1.2 Feltarbeid	31
6.1.3 Feltmetodikk og innsamlet informasjon	31
6.1.4 Stasjonsbeskrivelser	33
6.1.5 Antall arter	42
6.1.6 Kvantitative analyser	42
6.1.7 Sammenligning med tidligere undersøkelser	46
6.2 Dagens tilstand og resipientutvikling	47
7 BLØTBUNNSSEDIMENTER – ORGANISK INNHOLD OG MILJØGIFTER.....	49
7.1 Materiale og metode	49
7.1.1 Effekter av organisk belastning og miljøgifter i sedimenter	49
7.1.2 Stasjonsplassering, parametre og feltmetodikk	49
7.1.3 Analyser	50
7.1.4 Tilstandsklassifisering	51

7.2 Resultater	52
7.2.1 Kornfordeling og totalt organisk karbon (TOC)	52
7.2.2 Metaller og tributyltinn (TBT)	52
7.2.3 Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) og polyklorerte bifenyler (PCB) .	53
7.2.4 Andre miljøgifter.....	54
7.3 Dagens tilstand og resipientutvikling.....	54
8 MILJØGIFTER I BIOTA	56
8.1 Materiale og metoder	56
8.1.1 Analyser	57
8.1.2 Miljøklassifisering	57
8.2 Resultater	58
8.2.1 Blåskjell	58
8.2.2 Tang	58
8.3 Dagens tilstand og resipientutvikling.....	59
9 VANNKVALITET OG HYDROGRAFI	60
9.1 Materiale og metoder	60
9.2 Resultater	62
9.2.1 Vannkvalitet	62
9.2.2 Hydrografi, oksygen og siktedyp (Secchi).....	63
9.3 Dagens tilstand og resipientutvikling.....	65
9.3.1 Næringssalter og klorofyll a.....	65
9.3.2 Tarmbakterier.....	65
9.3.3 Siktedyp, hydrografi og oksygen	65
10 SAMMENFATTENDE VURDERINGER – EUS AVLØPSDIREKTIV	66
10.1 Faglig sammendrag	66
10.2 Vurderinger i forhold til EUs avløpsdirektiv	68
11 LITTERATURLISTE	70
VEDLEGG - SE RAPPORT APN 7795.02.....	72

Forord

Akvaplan-niva er engasjert av Tromsø kommune (Vann og avløp) for miljøovervåking av sjøresipientene for mottak av kommunalt avløpsvann fra Tromsø by. Kommunen gjennomførte i 2001-2002 en grundig miljøundersøkelse i de samme resipientene. På bakgrunn av resultatene fra denne undersøkelsen fikk kommunen innvilget søknad til Fylkesmannen om endring av renskravet for avløpsvann fra sekundærrensing til passende eller primærrensing. Fylkesmannen stilte samtidig krav til kommunen om regelmessig overvåking i henhold til avløpsforskriften. Første overvåking ble gjennomført i 2007 - 2008 og andre overvåking i 2011 - 2012. Foreliggende undersøkelse (2015 - 2016) er tredje miljøovervåking etter grunnlagsundersøkelsen (2001 - 2002).

Følgende personer fra Akvaplan-niva har deltatt:



Roger Velvin	Prosjektleder. Identifisering bløtbunns- og hardbunnsfauna (Varia). Diverse delrapporter og sammenfatning. Faglige vurderinger og fortolkninger.
Barbara Vögele	Feltarbeid litoral. Delrapport fjæreundersøkelser.
Ida Dahl-Hansen	Feltarbeid litoral. Delrapport miljøgifter i marin biota.
Magnus Aune	Feltkoordinator for dykkerfirma på kaistolper (hardbunn). Delrapportering på hardbunn (kaistolper).
Rune Palerud	Identifisering bløtbunns- og hardbunnsfauna (Crustacea). Faunastatistikk.
Jesper Hansen	Identifisering bløtbunns- og hardbunnsfauna (Mollusca).
Andrei Sikorski	Identifisering bløtbunns- og hardbunnsfauna (Polychaeta).
Hans-Petter Mannvik	Identifisering bløtbunns- og hardbunnsfauna (Echinodermata). Kvalitetskontroll, faglige vurderinger og fortolkninger.
Guttorm Christensen	Feltarbeid. Båtfører og vanninnsamlinger/målinger.
Vera Remen	Feltarbeid bløtbunn. Koordinator for sortering av bløtbunns- og hardbunnsfauna.
Hector Andrade	Feltarbeid bløtbunn.
Asle Guneriussen	Feltarbeid bløtbunn.
Ingar H Wasbotten	Koordinering av analyser på sediment og biota.

Analyser av bløtbunnsfauna, sedimentanalysene og analyser for miljøgifter i biota er gjennomført av Akvaplan-niva AS, med ALS Scandinavia som underleverandør. Vannanalysene er utført ved TOSLAB. Bløtbunnsinnsamlingene ble utført fra egnet fartøy med båtfører og eier Leif Arne Isaksen.

Akvaplan-niva vil takke Tromsø kommune for godt samarbeid i prosjektet. En spesiell takk rettes til kommunens kontaktperson Ingrid A Berg for verdifull informasjon om utslippshistorikk og kommunens avløpsplanlegging.

Akkreditert virksomhet:

Laboratorie analysene for bløtbunnsfauna, sediment og biota er utført av Akvaplan-niva AS med underleverandøren ALS Laboratory Group, Tsjekkia. TosLab, Tromsø har utført samtlige sjøvannsanalyser.

 	<p>Akvaplan-niva AS er akkreditert av Norsk Akkreditering for innsamling og analyser av makrofauna og faglig vurderinger og fortolkninger, akkrediteringsnr. TEST 079.</p> <p>Akvaplan-niva er akkreditert av Norsk Akkreditering for analyser av TOC, PAH og kornstørrelse, akkrediteringsnr. TEST 061.</p> <p>Akkrediteringen er i hht. NS-EN ISO/IEC 17025.</p>
Czech Accreditation Institute (Lab nr 1163)	ALS Laboratory Group er akkreditert av Czech Accreditation Institute (Lab nr 1163) for analyser av N-Kjeldahl, metaller og PCB.
Norsk Akkreditering Test 160	TosLab AS er akkreditert av Norsk Akkreditering for analyser av næringssalter og tarmbakterier i sjøvann, akkrediteringsnr. TEST 160.

Tromsø 31.01.2017



Roger Velvin

Prosjektleder

1 Konklusjoner og sammendrag

Det er gjennomført en ny miljøovervåking (2015 - 2016) i de marine resipientene for mottak av kommunalt avløpsvann fra Tromsø by. Kommunen har fått innvilget søknad til Fylkesmannen om endring av rensekravet for avløpsvann fra sekundærrensing (rensekrav iht EUs avløpsdirektiv) til primærrensing/passende rensing. I henhold til avløpsforskriften er det samtidig stilt krav om regelmessige overvåkinger. Førrige overvåking ble utført i 2011 - 2012. Foreliggende miljøundersøkelse er tredje overvåking etter grunnlagsundersøkelsen i 2001 - 2002, og som i tidligere undersøkelser var formålet å trekke konklusjoner om følgende forhold:

- Miljøtilstanden i resipienten
- Eventuelle endringer i miljøtilstanden i forhold til tidligere undersøkelser
- Endringer i klassifiseringen med hensyn til "følsomt" eller "mindre følsomt område" (Jmf Molvær *m.fl.*, 2005 - SFT veileder 1890/2005).

Foreliggende undersøkelse viste at miljøtilstanden i resipientene i hovedtrekk var omtrent den samme som ved undersøkelsen i 2012. Resultatene fra miljøovervåkingen oppsummeres slik:

- Artsmangfoldet i de undersøkte bløtbunnsamfunnene var fortsatt høyt. Økologisk tilstandsklassifisering viste at bløtbunnsamfunnene hovedsakelig lå i klasse I (Svært god) og II (God), men i Nordbotn i klasse III (Moderat). Generelt sett har diversitetsindeksene økt noe på de fleste stasjonene siden undersøkelsen i 2012.
- Bløtbunnsedimentene rundt Tromsøya var fortsatt noe anriket med organisk karbon. Dette spesielt i sedimentasjonsområder bestemt av naturgitte forhold som terskler og bakevjer. Den største organiske belastningen ble funnet i Sørbotn (klasse IV). Belastningen her var noe redusert siden 2012. Generelt sett var det en reduksjon på de mest belastede stasjonene i de tidligere undersøkelsene.
- Metallkonsentrasjonene var fortsatt lave i sedimentene (klasse I). TBT-nivåene var omtrent som sist, men fortsatt høy i Nordbotn (klasse III). Her var det forventet en nedgang siden TBT er utfaset som impregneringsmiddel. Nivåene kan derfor tyde på utlekking fra land fra gamle kilder. Dette er imidlertid ikke avklart.
- PAH i sedimentene lå i klasse I og II og var sammenlignbare med konsentrasjonene i 2012. PCB var generelt lave (klasse I) på samtlige stasjoner. Konsentrasjonene av bromerte flammehemmere og PFOS var også fortsatt lave.
- Målinger på metaller og miljøgifter i biota viste generelt lave konsentrasjoner av metaller, både i blåskjell og grisetang. Det ble også målt lave konsentrasjoner av PAH i blåskjell samlet inn på en stasjon i Tromsdalen og en stasjon på Langnes. Konsentrasjonene av PCB i blåskjellene fra Tomasjord har sunket siden forrige undersøkelse. Resultatene kan tyde på en ytterligere reduksjon av miljøgifter i blåskjell siden 2011 - 2012.
- Fjæreundersøkelsen viste at artssammensetningen i algesamfunnene indikerte generelt friske samfunn. Dette hovedsakelig på grunn av god vannskifting, som øker fjæresamfunnenes evne til å utnytte og å tåle belastninger av f.eks. næringssalter. Undersøkellesperioden i 2016 var ellers preget av mange drivende ettårige alger. Disse kan hope seg opp og danne mindre lokale flekker med anaerobe forhold i øverste sedimentlag. Siden denne situasjonen var spesiell, ble de lokale anaerobe forholdene ikke tolket negativt.
- Målinger på vannkvalitet (næringssalter, tarmbakterier og siktedyp) viste at nitrogennivåene (tot N) var lave på alle undersøkte stasjoner (tilstandsklasse I), som i 2011/12. Ammoniumnivåene (NH₄) var også lave som i 2011/12 (tilstandsklasse I). Total fosfor (tot-P) lå i tilstandsklasse II og I og fosfat (PO₄) i klasse I. Klorofyll-a nivåene var lave (tilstandsklasse II) med verdier omtrent som i 2011/12. Nivåene av tarmbakterier i Nordbotn og Sandnessund var lett forhøyet (tilstandsklasse II), mens konsentrasjonene av TKB på de to midterste stasjonene (T1 og T6) i Tromsøysundet var høyest, som ved siste undersøkelse (tilstandsklasse III). Bakterieforholdene var tilnærmet de samme som vinteren 2011/12. Månedlige målinger av siktedyp i tidsrommet april – september 2016 viste at alle stasjonene ved hver måling lå i tilstandsklasse I.
- De hydrografiske registreringer og målinger av oksygen i terskelbassengene Nordbotn og Sørbotn viste i likhet med alle tidligere målinger sesongmessige oksygenreduksjoner i bunnvannet i begge bassengene, med sprangsjikt utover høsten. Det skjer en årlig vertikal omrøring og bunnvannet skiftes ut med oksygenrikt vann. Før omrøringen var oksygenmetningene i bunnvannet generelt noe lave. Terskelbassengene kan fortsatt karakteriseres som sårbare for ytterligere organiske belastninger.

Resipientene ved Tromsø by mottar i dag avløpsvann fra ca. 73 000 innbyggere. Ved forrige miljøovervåking (2011-2012) var nesten 100 % av utslippene tilknyttet rensianlegg med primær- eller passende rensing. I dag går ingen av utslippene urensert til disse resipientene. Siden forrige undersøkelse har Tromsø hatt en befolkningstilvekst på ca. 4-5 %, med tilsvarende økning av kommunalt avløpsvann.

Resultatene viste at miljøforholdene i resipientene fortsatt var generelt gode på grunn av god vannskifting, og at dagens utslippsmengder ikke hadde skadevirkninger for miljøet. Dagens miljøtilstand i Tromsøysundet og Sandnessundet viste, som i 2011/2012, at rensing utover primærrensing/passende rensing ikke ville ført til vesentlige forbedringer av miljøforholdene. Det tas her forbehold, som tidligere, om at utslippene til de sårbare terskelbassengene Nordbotn og Sørbotn fortsatt ikke bør overskride dagens utslippsmengder.

Det fremgår av EUs avløpsdirektiv at tilstanden i resipienten(e) er av betydning for hvilke rensekrav som skal fastsettes. På bakgrunn av tilstanden er resipientene i Norge delt inn i forskjellige områder. Områdeinndelingen for de marine resipientene gjelder kategoriene *Følsomme* og *Mindre følsomme* områder. Resipientene rundt Tromsø by var i utgangspunktet klassifisert til

Mindre følsomt område, inntil resultatene fra en miljøovervåking (iht. Molvær et al. 2005 - SFT veileder 1890/2005), eventuelt kunne føre til en endring i klassifiseringen.

For perioden 2002 - 2012 ble det konkludert at miljøtilstanden var uforandret eller forbedret i resipientene rundt Tromsø. Ut fra resultatene i foreliggende miljøovervåking, som i hovedtrekk viste uforandret miljøtilstand fra 2012 til 2016 for de fleste undersøkte miljøparametere, vurderes klassifiseringen Mindre følsomt område som fortsatt gjeldende for resipientene rundt Tromsø by.

2 Conclusions and Summary

During the period 2015-2016 Tromsø Municipality commissioned the third environmental impact monitoring investigations of the marine areas near the town centre, according to the requirements of the discharge limits granted by the County Governor of Troms, Dept. of Environment (Fylkesmannens miljøvernnavdeling). The surveys were directed towards the EU Urban Waste Water Directive (1991/271/EEC and its amendment 1998/15/EC), and were carried out in accordance with the guidelines of the Norwegian State Pollution Control Authority (SFT) guidelines 1890/2005 (Molvær *et al.* 2005).

According to the Urban Waste Water Directive, the marine area around Tromsø, receiving sewage, is characterised as a "less sensitive area". Based on this characterisation and the results from an environmental marine study in same area in 2001-2002 (Velvin *et al.* 2003), the County Governor implemented a less rigorous treatment than the secondary treatment that is generally required by the EU for marine waters (except estuaries) receiving more than 10 000 pe (Urban Waste Water Directive Article 4.1). This resolution prompted a demand for environmental monitoring every 4 years. The present investigation is the third environmental monitoring following this resolution.

The object of the monitoring study was to give conclusions on the following matters:

- Determine the environmental state of the marine areas that receive sewage from Tromsø Municipality
- Identify any changes in environmental state since the previous investigation (2011-2012).
- Identify if there is a potential to change the classification to "sensitive" or "less sensitive" (SFT 1890/2005).

The results from the environmental monitoring presented in short terms:

Sublittoral soft bottom fauna: The diversity in the sounds are still high, as in 2012. The ecological classification was mainly class I and II. Nordbotn was given class III. The diversity indices on most stations had generally increased a little since 2012.

Littoral communities (intertidal zone): The structure of the algal communities indicated, as in 2016, natural and healthy communities. All stations are located in areas with good water exchange. Due to floating green algae that had been stranded, some local patches of anaerobic conditions were observed. This situation was probably natural and special for this year and season. The conditions, with some black patches and H₂S smell, were therefore not described as negative.

Organic carbon (TOC) in sediment: The levels of TOC are still a little high around Tromsøya (class II and III). The highest level was found in Sørbotn (class IV), but this was lower than in 2012 (class V). Some decrease was observed for all stations which had the highest levels, I, in 2012.

Contaminants in sediment: Metal concentrations were still low in all sediments (class I). TBT levels were the same as in 2012, but still elevated in Nordbotn (class III). The use of TBT has been forbidden since 2003 and therefore a decrease was expected. A possible source however could be leaching from land. This is not documented in this investigation. PAH levels were relatively low (class I-II), as in 2012. PCB levels were also low (class I) at all stations, as in 2012. Analyses for the contaminants PFOS and BFH showed low levels as in the previous study.

Contaminants in biota: Levels of metals in algae (*Ascophyllum nodosum*) were low (mainly class I). Metals, PAH and PCB in blue mussels (*Mytilus edulis*) were also low (class I). The level of PCB in the mussels from the Tromsdalen side of the sound had decreased since 2012

Water quality: Nutrient measurements in water masses during winter showed low levels of nitrogen at all stations (class I). Concentrations of ammonia were low (class I), as in 2011-12. The levels of phosphorous and phosphate were still within class I and II, as in the previous study. The levels of Chlorophyll-a were also low (class II). The concentrations of the intestine bacteria TKB were highest at two stations in Tromsøysundet (class III), and some lower in Sandnessundet, Sørbotn and Nordbotn (class II). The bacteria conditions around Tromsøya are mainly the same as in the winter 2011-12. Secchi depths measurements from April to September 2016 gave class I for all stations.

Hydrographic recordings (incl. oxygen): As in 2011-12 and from earlier, seasonal related oxygen reductions in the bottom water were found in Sørbotn and Nordbotn. This is caused by a thermocline and the topographic sill systems that prevent a sufficient exchange of the bottom water during the summer/autumn, this persists until vertical convection happens in October/December and breaks down the thermocline. These two sill basins are characterised as more sensitive to organic input.

The marine areas near the center of Tromsø receive sewage discharges from about 73 000 inhabitants. At the time of the previous environmental monitoring (2011-12) almost 100 % of the discharges had primary or other suitable treatment. Today no untreated discharges go directly to these recipient sea areas. The population growth for Tromsø has been about 4-5 % since then, which has resulted in a similar discharge increase.

The conclusions and findings from the present survey show that the environmental state in the nearby marine areas is mainly the same as in the previous survey. Primary or other suitable treatment of the sewage discharges has caused a positive marine environmental development since the baseline study in 2001-2002. The environmental state in Tromsøysundet and Sandnessundet shows that treatment higher than primary will not obviously provide considerable improvements in the environmental conditions in the recipient marine waters. The results also show that the conditions in both recipient water around Tromsø Island are generally good due to a high level of water exchange caused by the current systems in the sounds. The current discharge amount, has no obvious negative impact on the marine environment. A reservation is drawn for the two sill basins Nordbotn and Sørbotn, which for natural reasons (seasonal low water exchange) are more sensitive to higher loads of organic input.

As mentioned earlier the marine area around Tromsø is characterised as a “less sensitive area”, due to EU Urban Waste Water Directive. This categorisation will be valid until findings from an environmental monitoring study consequently lead to a reconsideration of the classification.

Based on the findings, results and conclusions from the present monitoring study—the environmental state for all parameters is mainly unchanged and the classification “less sensitive area” seems to be still in force for the marine recipients around Tromsø city.

In the remaining chapters of the report, all figures and table legends and headings are given in both Norwegian and English

3 Innledning

3.1 Bakgrunn og formål

Akvaplan-niva gjennomførte en omfattende resipientundersøkelse for Vann og avløp i resipientene rundt Tromsø by i 2001 - 2002 (Velvin *m.fl.*, 2003). I foreliggende rapport er denne henvist til som ”grunnlagsundersøkelse”. Resultatene fra denne og tidligere undersøkelser dannet grunnlaget for kommunens søknad om endring av renskravet for avløpsvann fra sekundærrensing til primærrensing, som med andre ord er unntak fra renskravet i EUs avløpsdirektiv (1991/271/EØF og 1998/15/EØF). Søknaden ble innvilget av Fylkesmannen i Troms med begrunnelse at miljøforholdene i Tromsøysundet og Sandnessundet generelt er gode og at dagens utslippsmengder ikke har skadevirkninger på miljøet. Ytterligere rensing ut over primærrensing forventes å ikke ville føre til vesentlige forbedringer av miljøforholdene. Fylkesmannen stilte samtidig krav til kommunen om regelmessig overvåking av resipientene. Avløpsforskriften (Miljøverndepartementet, 2005) pålegger også kommunen å overvåke resipientene, med første overvåking i 2007 og deretter hvert fjerde år. Overvåkingen skal kartlegge miljøutviklingen i resipienten over tid, samt vurdere om klassifiseringen til ”mindre følsomt område” fortsatt skal være gjeldende. Foreliggende rapport presenterer resultatene fra tredje overvåking (2015 - 2016) etter grunnlagsundersøkelsen.

Formålet med undersøkelsene er således å kunne trekke konklusjoner om følgende forhold:

- Miljøtilstanden i resipienten
- Eventuelle endringer i miljøtilstanden i forhold til tidligere undersøkelser
- Endringer i klassifiseringen med hensyn til ”følsomt” eller ”mindre følsomt område” (Jmf Molvær *m.fl.*, 2005 -SFT veileder 1890/2005).

3.2 Kommunale avløp i Tromsø by

Resipientene rundt Tromsø by tar imot avløpsvann fra ca. 73 000 innbyggere (SSB, 2016). Ved grunnlagsundersøkelsen i 2001 gikk ca. 50 % av kloakken urensset ut. Nye renselanlegg ble bygget og forbedret rensing innført i årene mellom 2001 og 2008. Ved miljøovervåkingen i 2007/08 var ca. 70 % av utslippene tilknyttet renselanlegg med primær- eller passende rensing, mens 30 % fortsatt gikk urensset til sjø. Mellom 2008 og 2012 hadde Tromsø en befolkningstilvekst på ca. 8 %, med en tilsvarende økning av kommunalt avløpsvann. Om lag alle kommunale avløp gjennomgikk da rensing. Siden 2012 har befolkningsveksten vært 4 - 5 %. I 2014 ble det siste urensede utslippet (Slettaelva) overført til Langnes renselanlegg, og ved gjeldende resipientundersøkelse gjennomgår alle kommunale avløp rundt Tromsøya primær- eller passende rensing. I perioder med kraftig nedbør og snesmelting vil det, pga stor andel fellessystem, oppstå overløp på ledningsnettet. I 2015 ble det utført tekniske forbedringer på silustrustningen ved Breivika renselanlegg med bedre rensing som resultat, og høsten 2016 ble samme utbedring utført på silene ved Tomasjord og Strandvegen renselanlegg. For beskrivelser av rensesprosesser og -historikk vises det til de to siste rapportene (Velvin *m.fl.*, 2008 og Velvin *m.fl.*, 2013).

Lokaliseringene til kommunens renseanlegg er:

- **Strandveien RA.** Tromsøya sør, med utslipp i Tromsøysundet
- **Brevika RA.** Tromsøya nord, med utslipp til Tromsøysundet
- **Tomasjord RA.** Fastlandet nord, med utslipp til Tromsøysundet
- **Langnes RA.** Tromsøya nordvest, med utslipp til Sandnessundet
- **Hamna RA.** Tromsøya nordvest, med utslipp til Sandnessundet
- **Selnes RA.** Kvaløya, med utslipp til Sandnessundet

3.3 Tidligere undersøkelser

I perioden 1970–75 ble det gjennomført omfattende strømmålinger og hydrofysiske målinger rundt Tromsøya (Sætre, 1972; McClimans 1974), samt modellstudier av spredning og fortykning av avløpsvann (Næser *m.fl.*, 1975). I forbindelse med kommunens avløpsplanlegging har Akvaplan-niva utført en rekke lokale strømregistreringer, hydrografiske målinger og utslippsmodelleringer i Tromsøysund og Sandnessund (Velvin, 1996; Palerud, 1997; Velvin & Olsen, 1999; Hjelset, 2000; Leikvin 2014).

Jakola & Gulliksen gjennomførte i 1979-80 undersøkelser av forurensningseffekter på hardbunnsamfunn på kaipåler i Tromsøysundet. Resultatene viste tydelige effekter nær Tromsø sentrum, men mer moderate effekter nord og sør for sentrum. Tilsvarende konklusjoner ble trukket av Holte & Gulliksen (1987) som samtidig utførte studier av bløtbunnsamfunn.

I 1982-84 ble den første marine resipientundersøkelsen i Tromsøområdet gjennomført under ”Statlig program for forurensningsundersøkelser” (Oug *m.fl.*, 1985). Dypområdet i Tromsøysundet var den gangen ikke påvirket av utslippene fra Tromsø by, mens det i gruntområdene nær land langs Tromsøya ble funnet tydelige forurensningseffekter. På de middeldype stasjonene var det stedvis tegn på en viss organisk anrikning. I fjæresonen var det generelt moderate effekter, med unntak av lokalt, nær utslippsledningene, der effektene var tydelige. Resultatene fra de bakteriologiske undersøkelsene viste at vannkvaliteten ikke tilfredstilte norske krav til godt badevann.

I 1990 gjennomførte NIVA (Norsk institutt for vannforskning) resipientundersøkelser i blant annet Nordbotn og ved Selnes på Kvaløysletta (Holte & Knutsen, 1991). Det ble samtidig foretatt registreringer av miljøgifter utenfor den kommunale avfallsfyllingen ved Ørmdalen. Resultatene indikerte ikke vesentlig forhøyede verdier av miljøgifter, men i Nordbotn ble det funnet lavt oksygeninnhold i bunnvannet, mens bunnfaunaen ved Selnes ble karakterisert som normal.

Den mest omfattende resipientundersøkelsen ble utført av Akvaplan-niva i 1991-92 (Holte *m.fl.*, 1992). Det ble foretatt undersøkelser i Tromsøysundet og Sandnessundet, hvor hensikten var å dokumentere miljøtilstand og utviklingen i perioden etter basisundersøkelsen som ble utført i 1982-84. Både i Sandnessundet og i Tromsøysundet ble det funnet mindre, men påviselige forandringer i organismesamfunnene. Området som var påvirket av organiske utslipp i Tromsøysundet hadde økt til også å dekke dypere vann, og i nord-sør retningen var det påvirkete området også blitt større. Undersøkelsen anbefalte at utslippsnivået ikke burde overskride nivået før 1983, og at utslippene burde ledes på forholdsvis dypt vann (15-20 m under lavvann) og spres på flere utslippspunkter.

Akvaplan-niva utførte i 1996 en oppfølgende miljøundersøkelse for Tromsø kommune utenfor avfallsfyllingen i Ørndalen (Velvin & Killie, 1996). Denne inkluderte organisme-samfunn og bløtbunnsedimenter. Undersøkelsen avdekket belastningseffekter i bunndyr-samfunnet, samt forhøyede nivåer av utvalgte metaller i biota, men ingen vesentlige negative endringer siden undersøkelsen i 1991-92.

Akvaplan-niva gjennomførte i 1997-98 under ”Statlig program for forurensningsovervåking” en omfattende undersøkelse av forekomster av miljøgifter i Tromsø havn (Jørgensen *m.fl.*, 2000). Programmet omfattet målinger av utvalgte miljøgifter i biota og sediment langs hele Tromsøya (Tromsøysundet). Resultatene viste at prøvene fra sentrum og det sentrumsnære området inneholdt de høyeste konsentrasjonene av de fleste miljøgiftene, spesielt polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH), polyklorerte bifenyler (PCB) og tributyltinn (TBT). På bakgrunn av dette er det p.t. innført kostholdsrad for konsum av skjell fanget mellom Tromsøya og fastlandet (Tromsøysundet). Sør og nord for sentrum (hhv. Lanes-meieriet og Kræmer-Skattøra) ble det generelt funnet lavere konsentrasjoner av miljøgifter.

Som nevnt i kap. 3.1 gjennomførte Akvaplan-niva en omfattende resipientundersøkelse i 2001-2002 (Velvin *m.fl.*, 2003), med formål å dokumentere miljøtilstanden som grunnlag for en eventuell søknad om unntak fra sekundærrenserekravet. Resultatene fra denne undersøkelsen viste at miljøtilstanden i marine resipienter rundt Tromsø var moderat, men målbart påvirket av kloakkutslipp. Bunnsedimenter på større dyp i Tromsøysundet, Sandnessundet, samt i Nord- og Sørbotn hadde høyt organisk innhold, men samtidig en artsrik og mangfoldig bunnfauna. Generelt var miljøtilstanden i strandsonen og på grunt vann blitt bedre siden forrige resipientundersøkelse i 1991-92, men urensset utslipp medførte lokalt (Langnes) utilfredsstillende miljøforhold.

Første miljøovervåking i 2007-2008 (Velvin *m.fl.*, 2008) etter grunnlagsundersøkelsen viste at miljøtilstanden i resipientene i hovedtrekk var den samme eller bedre enn ved tilsvarende undersøkelse i 2001-02. De største forbedringene kunne måles i bløtbunnsedimentene hvor nivåene av organisk karbon var noe lavere, nivåene av miljøgifter var gått ned og artsmangfoldet i bunndyrssamfunnene var høyere. Dette viste at økt primær/passende rensing har bidratt til en positiv miljøutvikling. Miljøtilstanden i Tromsøysundet og Sandnessundet viste at rensing utover primærrensning ikke ville ført til vesentlige forbedringer av miljøforholdene. Resultatene viste også at miljøforholdene i begge resipientene generelt var gode på grunn av god vannutskifting, og at utslippsmengdene ikke har hatt skadevirkninger for miljøet. Det ble tatt forbehold om at utslippene til de sårbare terskelbassengene Nordbotn og Sørbotn ikke burde overskride datidens utslippsmengder. Ut fra resultatene, som viste uforandret – til forbedret miljøtilstand for alle undersøkte parametere, ble klassifiseringen ”Mindre følsomt område” vurdert som da fortsatt gjeldende for resipientene rundt Tromsø by.

Resultatene fra miljøovervåkingen i 2011-12 (Velvin *m.fl.*, 2013) viste at miljøtilstanden i resipientene i hovedtrekk var omtrent den samme som ved undersøkelsen i 2007-08. Artsmangfoldet i de undersøkte bløtbunnsamfunnene hadde generelt økt noe og viste en positiv utvikling. Bløtbunnsedimentene viste fremdeles tegn på organisk anrikning. Generelt sett var den organiske belastningen noe redusert i Tromsøysund, mens situasjonen i Sandnessundet var omtrent uforandret. I sedimentasjonsområdene i Nordbotn og Sørbotn hadde den organiske belastningen økt noe siden 2008. Metallkonsentrasjonene var fortsatt lave i sedimentene, og TBT nivåene redusert. PAH- og PCB-nivåene var sammenlignbare med tilsvarende resultater i 2008. Konsentrasjonene av ”nye miljøgiftene” bromerte flammehemmere og PFOS var fortsatt lave. Det var også lave nivåer av metaller og PAH i biota. En økning av PCB i blåskjell fra to stasjoner i Tromsdalen kunne måles. Artssammensetningen i algesamfunnene indikerte som i 2008 generelt sett friske samfunn. Resultatene viste også at miljøforholdene i sundene ved Tromsøya generelt sett var gode på

grunn av god vannutskifting, og at dagens utslippsmengder ikke hadde skadevirkninger for miljøet. Det ble tatt forbehold om at utslippene til de sårbare terskelbassengene Nordbotn og Sørbotn fortsatt ikke burde overskride dagens utslippsmengder. Miljøtilstanden i Tromsøysund og Sandnessundet viste, som i 2007/08, at rensing utover primærrensing/ passende rensing ikke ville ført til vesentlige forbedringer av miljøforholdene. Det fremgår av EUs avløpsdirektiv at tilstanden i resipienten(e) er av betydning for hvilke renskrav som skal fastsettes. Resipientene rundt Tromsø by var i utgangspunktet klassifisert til *Mindre følsomt område*, inntil resultatene fra miljøovervåkinger (iht. SFT veileder 1890/2005), eventuelt kunne føre til en endring i klassifiseringen

3.4 Faglig program

De tidligere undersøkelsene i Tromsøysundet og Sandnessundet har i hovedtrekk vært inndelt i delprosjekter, der resultatene er sammenholdt til endelige konklusjoner. I første overvåking (Velvin *m.fl.* 2008) ble det gjennomført 6 delprosjekter. I samråd med Fylkesmannens miljøvernnavdeling ble det besluttet at delprosjektet sublitorale hardbunnsamfunn (kaistolper) av faglige grunner kunne utgå i andre miljøovervåking (2011-2012), som derfor omfattet 5 delprosjekter. Den viktigste grunnen var at hardbunnsfaunaen skulle få tid nok til rehabilitering etter skraping av kaistolpene. I foreliggende undersøkelse er imidlertid hardbunnsundersøkelsen gjennomført.

Delprosjekter

1. Sublitorale bløtbunnsamfunn
2. Sublitorale hardbunnsamfunn (kaistolper)
3. Litoralsamfunn
4. Bløtbunnsedimenter – organisk innhold og miljøgifter
5. Miljøgifter i biota
6. Næringsalter, bakteriologi, klorofyll a (ny) og hydrografi (inkl. oksygen)

En oversikt over stasjoner som inngår i undersøkelsen er vist i Tabell 1 og Figur 1. Hardbunnstasjonene er vist i Figur 6

Tabell 1. Stasjonsoversikt for Tromsøysundet, Sandnessundet, Nordbotn og Sørbotn 2015-2016. For tilsvarende stasjonsbetegnelser i grunnlagsundersøkelsen vises det til tabell 1 i 2008 rapporten. (TOC= totalt organisk karbon, BFH = Bromerte flammehemmere, PFOS = perfluoroktanylsulfonat, TKB temostabile koliforme bakterier) – Stations numbers and type of sampling on stations around Tromsø 2015-2016 (TOC = Total organic carbon, PFOS = perfluoroktanylsulfonat, TKB = Thermoresistant coliforme bacteria).

St	Beliggenhet / Koordinater	Type undersøkelse
T1	Breivika ytterst	Bløtbunnsfauna/TOC/kornfordeling/miljøgifter inkl. BFH og PFOS /næringsalter/TKB
T2	Breivika innerst	Bløtbunnsfauna /TOC/kornfordeling
T3	Tromsøbrua nord (tidl rekefabrikk)	Bløtbunnsfauna /TOC/kornfordeling
T4	Ørndalen innerst	Bløtbunnsfauna /TOC/kornfordeling
T5	Ørndalen ytterst	Bløtbunnsfauna /TOC/kornfordeling
T6	Tromsøbrua sør	Næringsalter/TKB/klorofyll-a

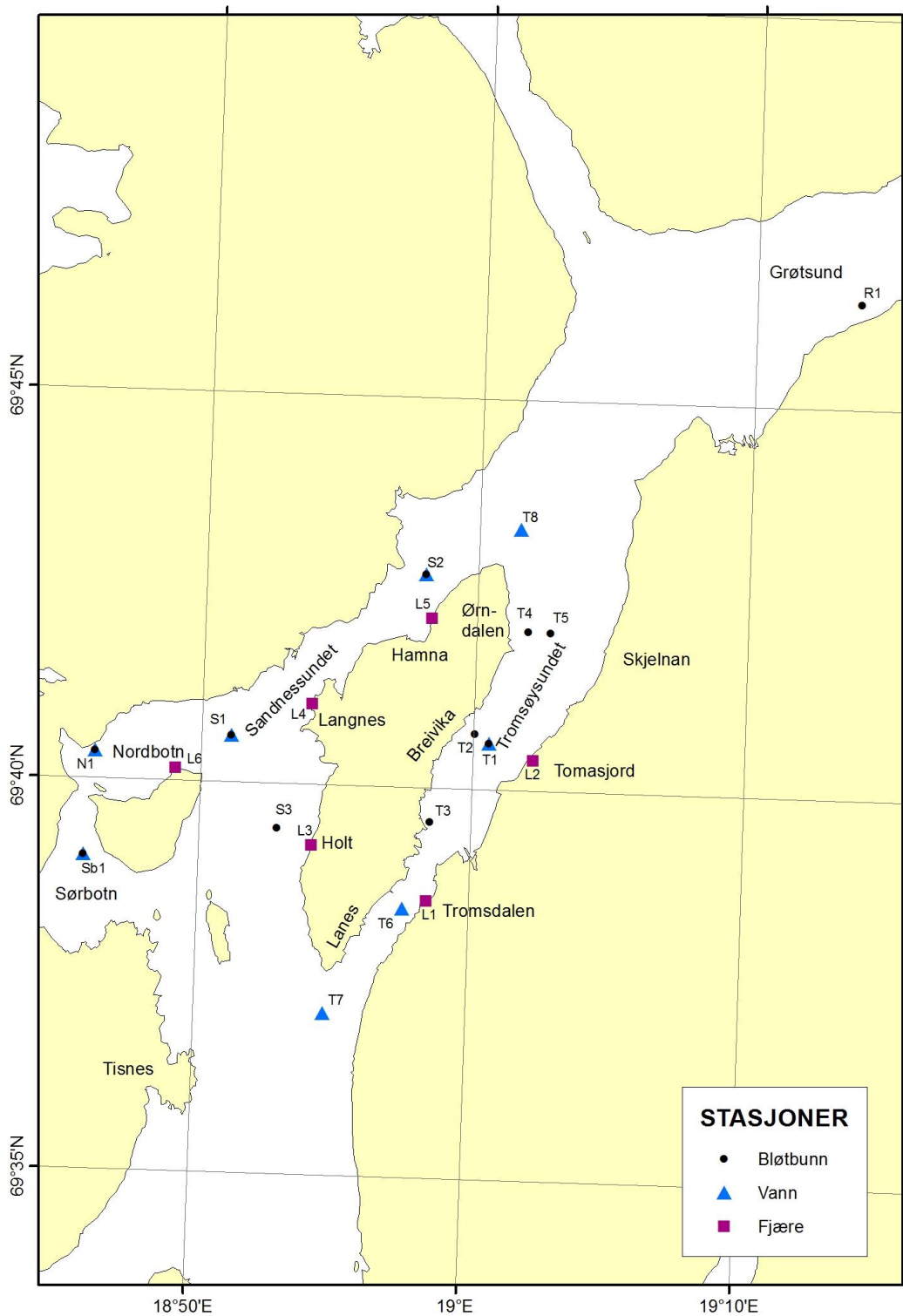
Tabellen forsetter

Fortsettelse Tabell 1

T7	Sydspissen sør	Næringssalter/TKB
T8	Nordspissen nord	Næringssalter/TKB
S1	Selnes ytterst	Bløtbunnsfauna /TOC/korn/miljøgifter/næringssalter/TKB/klorofyll-a
S2	Hamna	Bløtbunnsfauna /TOC/kornfordeling/miljøgifter inkl. BFH og PFOS/næringssalter/TKB
S3	Holt/Sorgenfri	Bløtbunnsfauna /TOC/kornfordeling/miljøgifter inkl. BFH og PFOS/næringssalter/TKB
N1	Nordbotn, Håkøybrua	Bløtbunnsfauna /TOC/kornfordeling/miljøgifter inkl. BFH og PFOS /næringssalter/TKB/klorofyll-a/Hydrografi (O ₂)
Sb1	Sørbotn, Håkøybrua sør	Bløtbunnsfauna /TOC/kornfordeling/næringssalter/TKB/klorofylla hydrografi (O ₂)
R1	Referanse Grøtsund	Bløtbunnsfauna /TOC/kornfordeling
H1	Lanes	Hardbunnsfauna på kaistolper
H2	Fr. Nansenplass	Hardbunnsfauna på kaistolper
H3	Brevika	Hardbunnsfauna på kaistolper
H5	Vikran referanse	Hardbunnsfauna på kaistolper
L1	NOVA Tromsdalen	Litoral kartlegging/ miljøgifter i biota
L2	Tomasjord	Litoral kartlegging/ miljøgifter i biota
L3	Holt	Litoral kartlegging/ miljøgifter i biota
L4	Langnes	Litoral kartlegging/ miljøgifter i biota
L5	Sandneshamn, Hamna	Litoral kartlegging/ miljøgifter i biota
L6	Håkøya, nordøst neset	Miljøgifter i biota

T = Tromsøysundet, S = Sandessundet, N = Nordbotn, Sb = Sørbotn, L = Litoralstasjoner (fjære), R = Referansestasjon sublittoral .

H5 (kaistolper på Skjelnan) gikk ut i foreliggende undersøkelse på grunn av manglende tillatelse fra oljeselskapet som eier utskipningskaia.



Figur 1. Stasjonsoversikt. Tromsøysundet, Sandnessundet, Nordbotn og Sørbotn 2015 - 2016
 Hardbunnstasjonene (H1, H2, H3 og H5) er vist Figur 6. – Sampling stations around Tromsø 2015 -
 2016. Hardbottom stations are shown in Figur 6.

4 Sublitorale bløtbunnsamfunn

4.1 Materiale og metoder

4.1.1 Effekter av organiske belastninger fra kloakkutslipp

Utslipp av organisk materiale fra kloakkutslipp kan bidra til forringede livsvilkår for mange av de bunnlevende organismene. Negative effekter i bunndyrssamfunnet kan best måles gjennom kvantitative bunndyrsanalyser. Fordi de fleste bløtbunnsartene er lite mobile, vil faunasammensetningen i stor grad gjenspeile de stedsegnete miljøforholdene. Endringer i bunndyrssamfunnene er gode indikasjoner på uønskede belastninger. Under naturlige forhold består samfunnene av mange arter. Høyt artsmangfold (diversitet) er blant annet betinget av gunstige forhold for faunaen. Likevel kan eksempelvis moderate økninger i organisk belastning stimulere faunaen og eventuelt øke artsmangfoldet noe. Større belastninger gir dårligere forhold der opportunistiske arter øker sine individtall, mens ømfintlige reduseres, noe som betyr redusert artsmangfold. Årsaksforhold til endret artsmangfold kan i forbindelse med kloakkutslipp i stor grad knyttes til endringer av organisk innhold i sedimentet.

4.1.2 Stasjonplasseringer og feltmetodikk

Bløtbunnsprøvene ble innsamlet 12.04 og 13.04.2016 ved bruk av egnet fartøy med vinsj og spylemuligheter. Datoer for innsamling ble bestemt på bakgrunn av tidspunktet for tilsvarende innsamling i grunnlagsundersøkelsen (april 2002). Stasjonskoordinater, dyp og sedimentbeskrivelser er gitt i Tabell 2. Innsamling og opparbeiding ble utført i henhold til ISO 16665.

Alle bunndyrprøvene ble tatt med en 0,1 m² van Veen grabb. Kun grabbskudd hvor grabben var fullstendig lukket og overflaten uforstyrret ble godkjent. Innholdet ble vasket i en 1 mm sikt og gjenværende materiale fiksert med 4 % formalin, nøytralisert med boraks og tilsatt fargestoffet bengalrosa. Det ble innsamlet fire prøver (replikater) på hver bløtbunnstasjon.

Tabell 2 Stasjonskoordinater, stasjonsbeskrivelser og dyp på bløtbunnstasjonene ved Tromsø, 2016. – Station coordinates, descriptions and depths for softbottom stations around Tromsø, 2016.

St	Koordinater	Sedimentbeskrivelse (felt)	Dyp,m
T1	69°40,607'-19°00,599'	Brun sand øvre 2 cm, grå myk leire under. Skjellrester. Skateegg.	50
T2	69°40,720'-19°00,050'	Grågrønn grovkornet skjellsand over sandig leire.	20
T3	69°39,580'-18°58,500'	Grå løs overflate med gråblå leire under. Litt stein og grus	29
T4	69°42,050'-19°01,920'	Løs overflate med olivengrønn sediment under. Noe stein, skjellssand og skjellrester.	25
T5	69°42,040'-19°02,730'	Løs overflate av fin grønngrå silt. Kompakt grå leire under. Noe grov skjellsand og stein. Sjømus.	45
S1	69°40,603'-18°51,096'	Myk sandig olivengrønn leire med skjellrester over mørkere fast lag under.	20
S2	69°42,746'-18°58,072'	Olivengrønn sandig leire med skjellrester og stein.	40
S3	69°39,440'-18°52,880'	Brun løs overflate over mørk grå sandig leire. Store skjell.	37

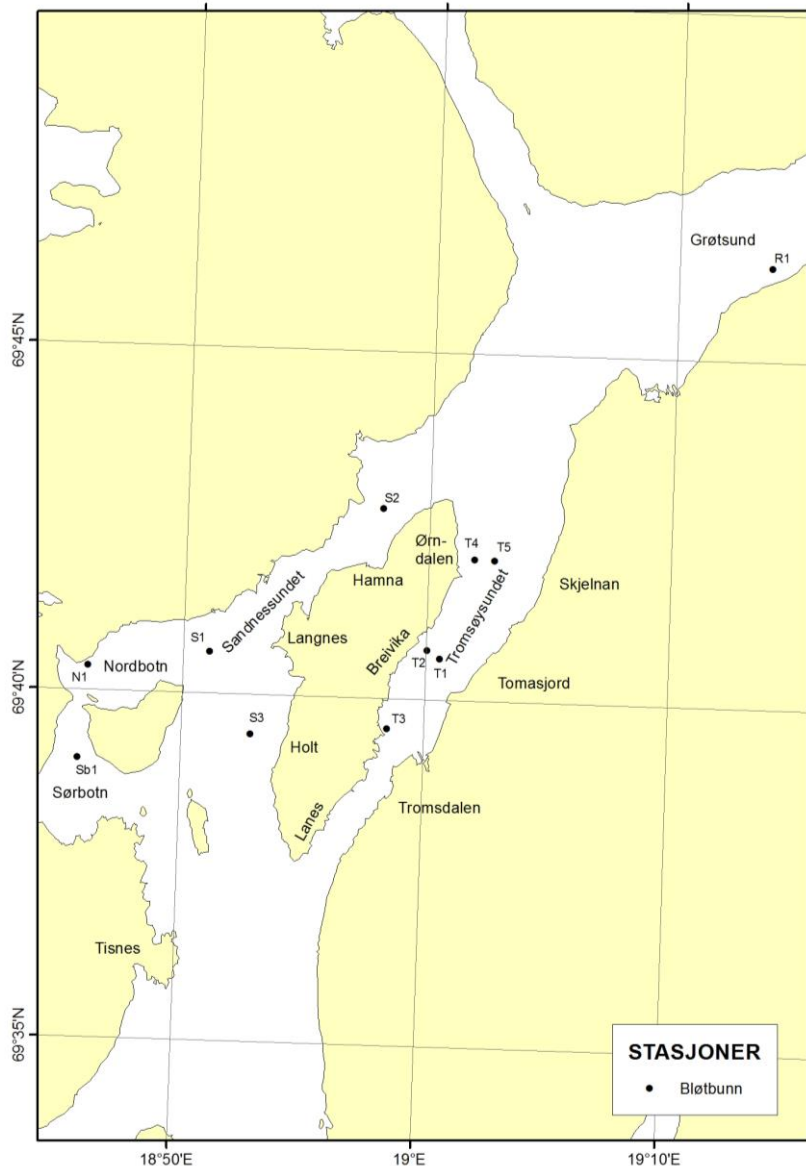
Tabell fortsetter

Fortsettelse Tabell 2

N1	69°40,358'-18°46,103'	Lysebrun leiraktig sediment ned til 2 cm, mørkere under. Noe H ₂ S-lukt.	50
Sb1	69°39,020'-18°45,811'	Lysebrun leiraktig sediment ned til 2 cm, svart under. Noe H ₂ S/kloakk-lukt.	32
R1	69°46,362'-19°13,869'	Olivengrønn sandig leire, litt skjellrester.	40

T = Tromsøysundet, S = Sandnessundet, N = Nordbotn, Sb = Sørbotn, R = Referansestasjon

Tidligere R2 (referansestasjon Tisnes) er utgått. Bunndyr ble ikke opparbeidet i 2008. Prøvematerialet da besto av 8 bøtter med skjellfragmenter og noe skjellsand. På bakgrunn av faglige vurderinger av sedimenttypen og sortering/artsbestemmelse av en replikat, ble ikke stasjonen godkjent som fremtidig referansestasjon for prosjektet.



Figur 2. Bløtbunnstasjoner rundt Tromsø, 2016. – Soft bottom stations around Tromsø, 2016

4.1.3 Kvantitative bunndyrsanalyser

På laboratoriet ble dyrene sortert ut fra gjenværende sedimentmateriale. Sortert materiale ble opparbeidet kvantitativt. Bunndyrene ble identifisert til fortrinnsvis artsnivå eller annet hensiktsmessig taksonomisk nivå og kvantifisert av spesialister. De kvantitative artslistene

inn gikk i statistiske analyser. Se Vedlegg 1 for beskrivelse av analysemetoder. For å klassifisere økologisk miljøtilstand er Direktoratgruppens veileder 02:2013 benyttet. Følgende statistiske metoder ble benyttet for å beskrive samfunnenes struktur og for å vurdere likheten mellom ulike samfunn:

- Shannon-Wiener diversitetsindeks (H')
- Hurlberts diversitetsindeks (ES_{100}) - forventet antall arter pr. 100 individer
- Pielou's jevnhetsindeks (J)
- Ømfintlighetsindeks (ISI_{2012})
- Indeks for individtetthet (DI)
- Sensitivitetsindeks (NSI)
- Sammensatt indeks for artsmangfold og ømfintlighet ($NQI1$)
- Ømfintlighetsindeks som inngår i $NQI1$ ($AMBI$)
- Normalisert EQR ($nEQR$)
- Antall arter plottet mot antall individer i geometriske artsklasser
- Clusteranalyser
- De ti mest dominerende taksa pr. stasjon (topp-ti)

Indeksene er beregnet som snitt av fire replikater.

Økologisk tilstandsklassifisering basert på observert verdi av indeks (fra Veileder 02:2013). – Ecological classification based on faunal indices (Guideline 02:2013).

Indeks	I Svært god	II God	III Moderat	IV Dårlig	V Svært dårlig
$NQI1$	0.9-0.82	0,82-0.63	0.63-0.49	0.49-0.31	0.31-0
H'	5.7-4.8	4.8-3.0	3.0-1.9	1.9-0.9	0.9-0
ES_{100}	50-34	34-17	17-10	10-5	5-0
ISI_{2012}	13-9.6	9.6-7.5	7.5-6.2	6.1-4.5	4.5-0
NSI	31-25	25-20	20-15	15-10	10-0
DI	0-0,30	0,30-0,44	0,44-0,60	0,60-0,85	0,85-2,05
$nEQR$	1,0 – 0,8	0,8 – 0,6	0,6 – 0,4	0,4 – 0,2	0,2 – 0,0

4.2 Resultater

4.2.1 Arts og individforhold

Resultatene fra de kvantitative bunndyranalysene er presentert vist i Tabell 3. Faunaindeksen $nEQR$ i tabellen er presentert uten tetthetsindeksen DI etter anbefaling fra Miljødirektoratet (MD).

Antall individer varierte fra 406 på S2 (kun to replikater) til 2995 på N1. Antall arter var lavest på N1 og Sb 1 med 73 og høyest på R1 og T3 med 173. Økologisk tilstandsklassifisering basert på verdien av faunaindeksene, klassifisert på $nEQR$, ga klasse III (Moderat) på N1, klasse II (God) på S3, Sb1 og T3. De øvrige bløtunnssamfunnene fikk økologisk tilstandsklasse I (Svært god).

J (Pielous jevnhetsindeks) er et mål på hvor likt individene er fordelt mellom artene, og vil variere mellom 0 og 1. En stasjon med lav verdi har en skjev individfordeling mellom artene,

og indikerer at bunndyrsamfunnet er forstyrret. Individfordelingen var noe skjev på N1 med jevnhetsindeks på 0,45. På de andre stasjonene var individfordelingen relativ jevn med indekser mellom 0,72 (Sb1) og 0,90 (S2).

Tabell 3. Antall arter og individer pr. 0,4 m², H' = Shannon-Wieners diversitetsindeks. ES₁₀₀ = Hurlberts diversitetsindeks. NQI1 = sammensatt indeks (diversitet og ømfintlighet). ISI₂₀₁₂ = ømfintlighetsindeks. NSI = sensitivitetsindeks. J = Pielous jevnhetsindeks. AMBI = ømfintlighetsindeks (inngår i NQI1). nEQR = normalisert EQR (ekskl. DI). DI = tetthetsindeks. Økologisk tilstandsklassifisering med fargekoder basert på observert verdi av indeks (snitt av fire replikater) iht. Veileder 02:2013 for bløtbunnsfauna rundt Tromsø 2016. – Number of individuals and abundance (per 0.4 m²) and indices (mean of four replicates) for benthic fauna around Tromsø. Color codebar and ecological classification according to Guideline 02:2013.

St.	Individtall	Ant arter	H'	ES ₁₀₀	NQI1	ISI ₂₀₁₂	NSI	nEQR	DI	AMBI	J
N1	2995	73	2,26	13,1	0,67	9,09	20,40	0,593	0,77	2,374	0,45
R1	1301	173	5,39	44,8	0,82	10,69	25,23	0,869	0,46	1,885	0,85
S1	1264	149	5,07	41,7	0,82	10,28	22,60	0,820	0,43	1,846	0,82
S2*	406	111	5,69	53,0	0,86	10,82	26,30	0,905	0,25	1,543	0,90
S3	1613	151	4,76	36,0	0,80	9,57	21,97	0,775	0,54	1,842	0,79
Sb1	1099	73	3,77	25,3	0,74	8,40	19,18	0,671	0,38	1,934	0,72
T1	1200	151	5,10	43,1	0,87	11,18	24,89	0,877	0,41	1,194	0,82
T2	2207	172	5,28	42,9	0,84	10,43	23,79	0,854	0,67	1,589	0,81
T3	1805	173	4,93	37,7	0,81	9,38	21,70	0,781	0,60	1,855	0,79
T4	1415	129	4,86	37,3	0,85	10,27	25,50	0,837	0,49	1,162	0,80
T5	1363	154	5,33	43,7	0,81	10,34	24,75	0,853	0,47	1,892	0,86

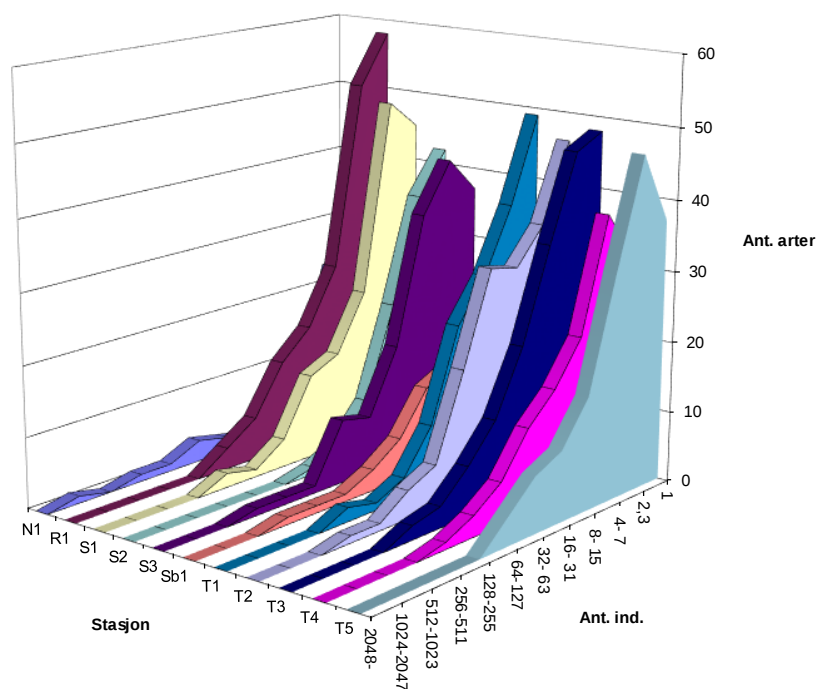
*S2 har kun to replikater

I Svært god	II God	III Moderat	IV Dårlig	V Svært dårlig
-------------	--------	-------------	-----------	----------------

Antallet arter plottet mot antall individer pr. stasjon i geometriske klasser er vist i Figur 3.

Dette er en analysemetode som kan vise om bunndyrsamfunnet er forstyrret eller ikke. Et upåvirket samfunn bestående av mange arter og naturlige individantall har en kurve som begynner høyt på y-aksen. Et forstyrret samfunn har færre arter hvor ofte noen av dem er svært tallrike (eks. forurensningsindikatorer). En slik kurve vil ha et lavt startpunkt på y-aksen og strekke seg ut mot høyere klasser på x-aksen.

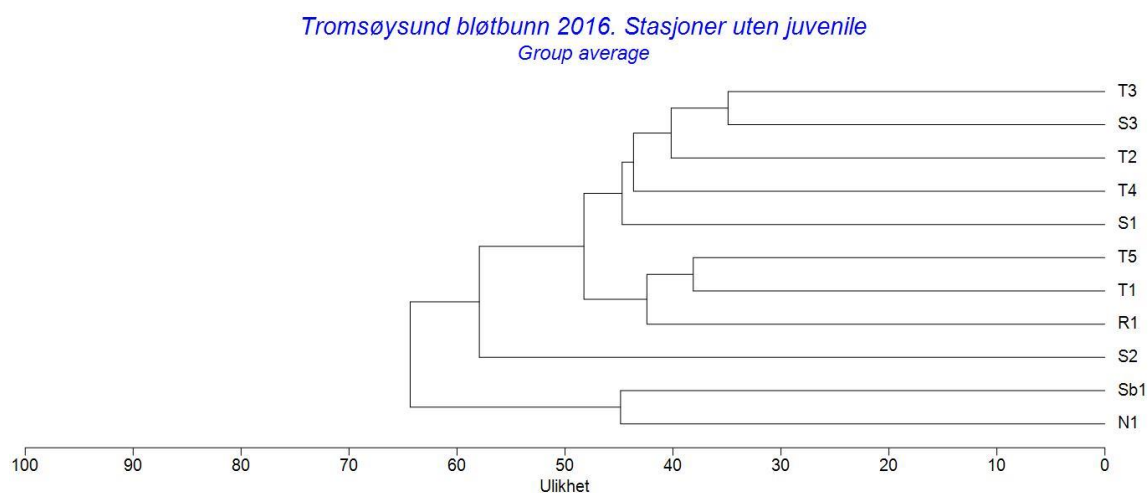
Plottene i figuren viser at alle stasjoner, med unntak av stasjon N1 (Nordbotn) og Sb1 (Sørbotn) hadde naturlig høye startpunkter uten å strekke seg nevneverdig ut mot høyere klasser. N1 strakk seg lengst ut mot høyere klasser, mens Sb1 strakk seg noe ut. Begge kurveforløpene viste moderate faunaforstyrrelser. Referansestasjonen (R1) hadde høyest startpunkt og strakk seg kort ut. Kurveforløpet viste et upåvirket bløtbunnsamfunn i naturlig referansetilstand.



Figur 3. Bløtbunnsfauna vist som antall arter mot antall individer pr art i geometriske klasser for stasjonene i Tromsø 2016. - Number of soft bottom benthic species versus number of individuals pr. species in geometrical classes for the stations around Tromsø, 2016.

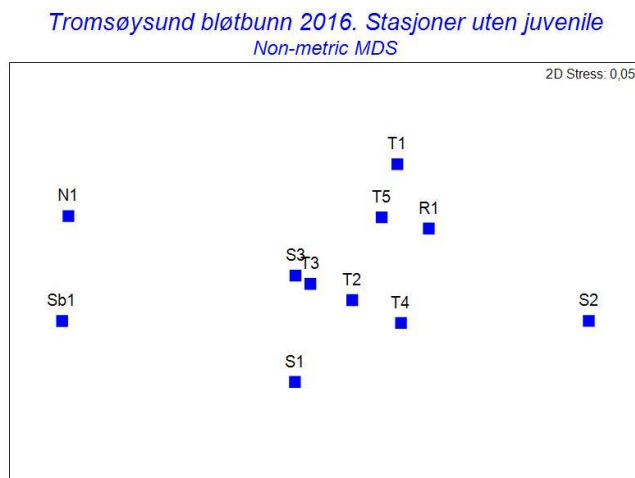
Materialet er analysert ved hjelp av de multivariate teknikkene clusteranalyser og multidimensjonal skalering (MDS). Disse blir anvendt for å undersøke likhet i faunasammensetningen mellom stasjonene. Resultatet fra clusteranalysen er vist i Figur 4, mens MDS plott av de samme data er presentert i Figur 5.

I clusteranalysen ble stasjon Sb1 og N1 skilt fra de andre stasjonene på omtrent 36 % likhetsnivå noe som viser forholdsvis store forskjeller i faunasammensetningen. S2 skillte seg også fra de andre med 42 % likhetsnivå. Videre skillte de andre stasjonene i to hovedgrupper på 52 % likhetsnivå.



Figur 4. Stasjonsvis clusterplott for bløtbunnsfauna rundt Tromsø 2016. – Cluster plot of the soft bottom fauna around Tromsø 2016.

MDS-plottet viser de samme tendensene som fremgikk av clusteranalysen ved at stasjon Sb1 og N1 ble skilt ut i venstre halvdel av plottet, S2 på høyre side og de andre i midten.



Figur 5. Todimensjonalt ordinasjonsplott av bløtbunnsfaunaen rundt Tromsø 2016. – Two dimensional ordination plots for soft bottom fauna around Tromsø in 2016.

4.2.2 Artssammensetning

Hovedtrekkene i artssammensetningen er vist i form av en topp-ti artsliste fra hver stasjon i Tabell 4. I Rygg og Norling (2013) inndeles artene i fem økologiske grupper (Ecological groups; EG) basert på verdien av sensitivitetsindeksene. Disse gruppene går fra sensitive arter (gruppe I) til forurensningsindikatorer (pollution indicator species; gruppe V).

På stasjon N1 i Nordbotn dominerte den tolerante børstemarken *Galathowenia oculata*, hvor den utgjorde 61 % av individmengden. Ellers var den opportunistiske børstemarken *Maldane sarsi* og børstemark fra *Owenia*-slekten tallrike på stasjonen. De samme tre taksa var også dominerende i 2008 og 2012. *G. oculata* opptrer ofte naturlig i tallrike forekomster, som kan bidra til skjevhet i individfordelingen og naturlig lav diversitet i bløtbunnsamfunnet.

Børstemarken *Nothria hyperborea*, uten kjent økologisk gruppering, var mest tallrik på referansestasjonen R1 i Grøtsundet (8 %), som ved tidligere undersøkelser. Her var det ellers en blanding av nøytrale, sensitive og opportunistiske taksa. Innslag av sensitive arter tyder på gode miljøforhold på stasjonen. Mange av de registrerte artene foretrekker grovt substrat, noe som tyder på god vannutskifting på lokaliteten.

På S1, S2, og S3 i Sandnessundet var artssammensetningen jevn. Børstemarken *Dipolydora* sp., uten kjent gruppering (13 %) var mest tallrik på S1. På S2 var det flest individer av den sensitive leddsneglen *Leptochiton asellus*, som utgjorde 8 % av individmengden. Her var det ellers flest sensitive arter blant topp-ti, som indikerer gode miljøforhold på stasjonen. Opportunisten *Maldane sarsi* dominerte på S3 med 16 % av individene. Her var det ellers en god del nøytrale arter.

På Sb1 i Sørbotn dominerte opportunisten *Maldane sarsi* (32 %). Fire andre av artene blant topp-ti var også opportunistiske, mens tre av de øvrige var tolerante taksa.

På T1, T2, T3, T4 og T5 i Tromsøysundet var artssammensetningen jevn. Børstemarken *Nothria hyperborea*, uten kjent gruppering (12 %) var mest tallrik på T1. På T2 var det flest individer av fastsittende krepsdyr (Sessilia indet.), som utgjorde 16 % av individmengden. Her var det ellers en blanding av alle økologiske grupper, unntatt forurensningsindikatorer

blant topp-ti. Opportunisten *Maldane sarsi* dominerte på T3 med 11 % av individene. Her var de fleste andre artene tolerante. På T4 var det sensitive krepsdyret *Apseudes spinosus* mest tallrik (17 %). Ellers var det hovedsakelig en blanding av sensitive, nøytrale og tolerante arter. På T5 var det flest individer av den rørbyggende børstemarken *Nothria hyperborea*, hvor den utgjorde 8 % av individene. De øvrige var enten sensitiv, nøytral eller tolerant.

Det ble ikke registrert forurensningsindikatorer blant topp-ti i noen av de undersøkte bløtbunnsamfunnene.

Tabell 4. Individantall, kumulativ prosent og økologisk gruppering for de ti dominerende artene på hver bløtbunn stasjon i Tromsø området 2016 (pr 0,4 m²). – Abundance, cumulative percent and ecological grouping of the ten dominant species at each soft bottom station around Tromsøya in 2016 (per 0,4 m²).

N1	Ant.	Kum.	EG	R1	Ant.	Kum.	EG
Galathowenia oculata	1842	61 %	III	Nothria hyperborea	100	8 %	ik
Maldane sarsi	495	78 %	IV	Pseudopolydora paucibranchiata	85	14 %	IV
Owenia polaris	151	83 %	ik	Galathowenia fragilis	68	19 %	I
Owenia sp.	77	86 %	II	Asciacea indet. (solit)	63	24 %	ik
Chaetozone sp.	66	88 %	III	Apseudes spinosus	55	28 %	I
Eudorella sp.	64	90 %	I	Thyasira gouldi	39	31 %	IV
Macoma calcarea	38	91 %	IV	Owenia polaris	38	34 %	ik
Euchone sp.	36	92 %	II	Sessilia indet.	38	37 %	ik
Sabellides borealis	25	93 %	III	Phascolion strombus	35	39 %	II
Caudofoveata indet.	14	94 %	II	Labidoplax buskii	28	41 %	II
S1	Ant.	Kum.	EG	S2	Ant.	Kum.	EG
Dipolydora sp.	169	13 %	ik	Leptochiton asellus	34	8 %	I
Pholoe assimilis	136	24 %	III	Nothria hyperborea	31	16 %	ik
Chaetozone sp.	97	31 %	III	Jasmineira caudata	17	20 %	II
Apseudes spinosus	62	36 %	I	Chaetozone sp.	16	24 %	III
Scoloplos sp.	40	39 %	ik	Eupolymnia nesidensis	14	27 %	I
Thyasira gouldi	35	42 %	IV	Labidoplax buskii	12	30 %	II
Protomedea fasciata	34	44 %	IV	Melinna elisabethae	12	33 %	II
Eteone flava/longa	31	47 %	ik	Euchone analis	9	35 %	ik
Parvicardium pinnulatum	29	49 %	ik	Glycera capitata	9	37 %	I
Pholoe baltica	28	51 %	III	Sessilia indet.	9	39 %	ik
S3	Ant.	Kum.	EG	Sb1	Ant.	Kum.	EG
Maldane sarsi	262	16 %	IV	Maldane sarsi	357	32 %	IV
Owenia sp.	158	26 %	II	Sabellides borealis	136	44 %	III
Ostracoda indet.	116	33 %	II	Macoma calcarea	72	51 %	IV
Pseudopolydora paucibranchiata	56	36 %	IV	Chaetozone sp.	63	57 %	III
Chaetozone sp.	53	40 %	III	Thyasira sarsii	57	62 %	IV
Myriochele olgae	46	42 %	ik	Diastylis rathkei	45	66 %	IV
Rhodine gracilior	46	45 %	I	Goniada maculata	23	68 %	II
Pholoe assimilis	41	48 %	III	Protomedea fasciata	21	70 %	IV
Dipolydora sp.	35	50 %	ik	Galathowenia oculata	19	72 %	III
Labidoplax buskii	35	52 %	II	Paradoneis lyra	18	73 %	II

Tabell forsetter

Fortsettelse Tabell 4

T1	Ant.	Kum.	EG	T2	Ant.	Kum.	EG
Nothria hyperborea	155	12 %	ik	Sessilia indet.	361	16 %	ik
Owenia sp.	131	23 %	II	Spio limicola	180	24 %	ik
Owenia polaris	74	29 %	ik	Owenia sp.	119	29 %	II
Galathowenia oculata	55	33 %	III	Heteranomia squamula	96	34 %	ik
Sipunculida indet. juv.	51	37 %	II	Pholoe assimilis	92	38 %	III
Labidoplax buskii	44	41 %	II	Cirratulus cirratus	65	41 %	IV
Chone sp.	32	43 %	I	Maldane sarsi	59	43 %	IV
Laphania boeckii	28	45 %	II	Apseudes spinosus	43	45 %	I
Melinna elisabethae	27	47 %	II	Chaetozone sp.	43	47 %	III
Apseudes spinosus	22	49 %	I	Labidoplax buskii	41	49 %	II
T3	Ant.	Kum.	EG	T4	Ant.	Kum.	EG
Maldane sarsi	199	11 %	IV	Apseudes spinosus	243	17 %	I
Pholoe assimilis	149	19 %	III	Pholoe assimilis	102	24 %	III
Owenia sp.	111	25 %	II	Nothria hyperborea	82	30 %	ik
Chaetozone sp.	100	31 %	III	Owenia sp.	79	35 %	II
Heteromastus filiformis	100	36 %	IV	Dipolydora socialis	57	39 %	III
Owenia polaris	57	39 %	ik	Chaetozone sp.	52	43 %	III
Pholoe baltica	51	42 %	III	Leptochiton asellus	44	46 %	I
Dipolydora socialis	48	45 %	III	Leucon sp.	37	48 %	ik
Myriotrochus vitreus	41	47 %	ik	Phascolion strombus	36	51 %	II
Sessilia indet.	37	49 %	ik	Thyasira gouldi	32	53 %	IV
T5	Ant.	Kum.	EG				
Nothria hyperborea	118	8 %	ik				
Dipolydora sp.	95	15 %	ik				
Dipolydora socialis	82	21 %	III				
Chirimia biceps	73	26 %	II				
Spio limicola	52	30 %	ik				
Labidoplax buskii	46	34 %	II				
Rhodine gracilior	43	37 %	I				
Galathowenia oculata	42	40 %	III				
Myriochele olgae	37	42 %	ik				
Pholoe assimilis	35	45 %	III				

*Økologiske grupper: EG I = sensitive arter. EG II = nøytrale arter. EG III = tolerante arter. EG IV = opportunistiske arter. EG V = forurensningsindikatorer (pollution indicator species). Fra Rygg og Norling, 2013. ik = ikke kjent gruppe.

4.2.3 Dagens tilstand og resipientutvikling

Resultatene fra de kvantitative bunndyrsundersøkelsene viste at artsmangfoldet fortsatt var høyt i Sandnessundet og Tromsøysundet. Økologisk tilstandsklassifisering basert på faunaindeksene i Veileder 02:2013 viste at bløtbunnsamfunnene hovedsakelig lå i klasse I (Svært god). S3 utenfor Holt og T3 i Breivika lå i klasse II (God). Diversitetsindeksene på de to sistnevnte lå likevel, som ved tidligere undersøkelser, i tilstandsklasse I. Diversitetsindeksene og de andre faunaindeksene samsvarer godt med tilsvarende indekser på den antatt upåvirkede referansestasjonen i Grøtsund. Generelt sett har diversitetsindeksene økt noe på de fleste stasjonene siden undersøkelsen i 2012. Økningen har likevel vært så liten at alle bløtbunnsamfunnene klassifiseres til omtrent samme tilstandsklasser som ved forrige undersøkelse. Forskjellene kan tilskrives endringer i klassifiseringsystemet, ved at strengere klassegrenser og flere faunaindeksener inngår i dagens veileder sammenlignet med tilsvarende i 2012.

I Nordbotn og Sørbotn var artsmangfoldet lavere enn på de øvrige stasjonene i undersøkelsen. Diversitetsindeksen ga hhv. tilstandsklasse III og II. Økologisk tilstandsklassifisering basert på

alle relevante faunaindeksler i Veileder 02:2013 viste de samme klassene som diversitetsindeksene. Individfordelingen på arter, vist ved relativ lave jevnhetindeksler, indikerte en viss grad av faunaforstyrrelse på de to stasjonene. Innholdet av organisk karbon i sediment fra Sørbotn var høyest i hele undersøkelsen, tett etterfulgt av Nordbotn (se kap 7). Begge ligger i terskelbasseng med naturlig dårlig vannutskifting og sesongmessige lave oksygenivåer i bunnvannet. Dette gjør at begge bassengene er følsomme for ytterligere utslipp av organisk materiale.

5 Sublitorale hardbunnsamfunn (kaistolper)

5.1 Materiale og metode

5.1.1 Effekter av vannkvalitet på hardbunnsfauna

Med hardbunnsfauna menes fauna som lever på et fast substrat (fjell, stein, kaistolper mm). Sammensetningen av faunaen er i stor grad avhengig av substratets konsistens og helningsvinkel. I denne undersøkelsen er begroing på kaistolper undersøkt. Ettersom disse har konstant konsistens og helningsvinkel, vil variasjoner i faunasammensetningen mellom de ulike stasjonene i stor grad gjenspeile ulikheten i kvaliteten til vannet som omgir dem, hvor både temperatur, saltholdighet og forurensningsgrad er viktige faktorer.

Foreliggende undersøkelse tar metodisk utgangspunkt i undersøkelsen av Tromsø-området som ble foretatt i 1992 (Holte *m.fl.*, 1992). Denne undersøkelsen bygget igjen på undersøkelsen fra 1979-1980 (Jakola, 1982; Jakola & Gulliksen, 1987). De samme stasjonene ble undersøkt i 2002 undersøkelsen (Velvin *m.fl.*, 2003). Siste undersøkelse av kaistolpene ble gjennomført i 2007 (Velvin *m.fl.*, 2008) Da det er benyttet samme stasjoner og samme metoder i alle undersøkelsene, vil endringene i samfunnene over tid i stor grad kunne relateres til endringer i resipienttilstanden. I samråd med Fylkesmannens miljøvernavdeling ble det besluttet å ikke gjennomføre tilsvarende undersøkelse i 2011 – 2012. Dette primært for å gi kaistolpene tilstrekkelig tid til rehabilitering av ny hardbunnsfauna. Det ble også stilt spørsmål om resultatenes relevans for vurdering av belastningseffekter knyttet til kommunens utslipp.

5.1.2 Stasjonsplassering og feltmetodikk

Hardbunnsprøver fra kaistolper ble samlet inn ved lavvann 25. november og 16. desember 2015. All innsamling ble utført ved hjelp av dykking på fire av de fem lokalitetene som ble undersøkt i 2002 og 2007. Tidligere resipientundersøkelser har inkludert prøvetaking ved Skjelnan Bunkersdepot. I forbindelse med denne undersøkelsen lyktes det imidlertid ikke med å få tillatelse til å dykke for å innhente prøver fra kaistolper på denne lokaliteten.

På hver lokalitet ble tre kaistolper valgt ut for prøvetaking, og på hver kaistolpe ble det tatt prøver fra 0.5 meter over bunn og 0.5 meter under overflaten. Artslistene fra disse to dypene ble slått sammen før statistiske beregninger ble gjennomført. Siden den ytterste rekken av kaistolper kan være preget både av tare og av skuring fra skip som ligger til kai, ble det kun tatt prøver fra den nest ytterste rekken av kaistolper. For prøvetaking ble det brukt en stålramme med et areal på 12.5 cm x 50 cm (totalt 625 cm²) som ble spent rundt den siden av kaistolpen som vendte vekk fra land. Ved hjelp av en malingsskrape ble alt biologisk materiale innenfor rammen skrapet ned i en finmasket (0.75 mm) nylonpose (Jakola, 1982). Innsamlet materiale ble fiksert i en 4% boraks-nøytralisert formalinløsning.

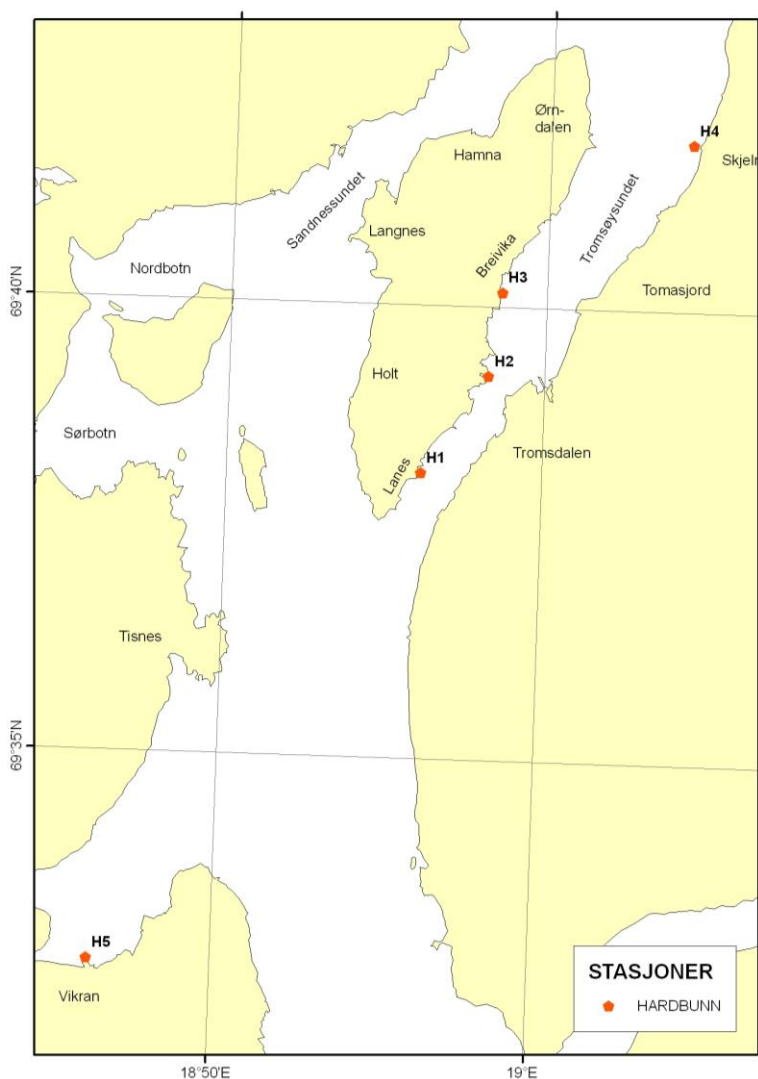
Dykking og prøvetaking ble foretatt av marinbiologer engasjert av Stenvolds Undervannsservice.

Stasjonslokalisering og vanddypp gitt i Tabell 5. Stasjonsplasseringen er vist i Figur 6.

Tabell 5. Stasjonskoordinater og lokalisering av hardbunnstasjonene ved Tromsø, 2015. – Station coordinates and locations for hard bottom stations around Tromsø, 2015.

St	Stasjonslokalisering	Posisjon	Dyp, m
H1	LANES – Macks utskipningskai ca 2 km sør for sentrum	69° 38.154 N 18° 56.147 E	5
H2	Fr. NANSENS PLASS – Mobils bunkringskai i sentrum	69° 39.263 N 18° 58.214 E	4
H3	BREIVIKA – Ricard Bjørn kaia ca 1 km nord for sentrum	69° 40.219 N 18° 58.587 E	5
H5	REFERANSE VIKRAN – Fergeleie på Malangshalvøya 15 km sør for sentrum	69° 32.707 N 18° 46.103 E	6

H = Hardbunn (kaistolper)



Figur 6. Hardbunnstasjoner (kaistolper) rundt Tromsø, 2015. H4 ble ikke undersøkt på grunn av manglende tillatelse. – Hard bottom stations around Tromsø, 2015. H4 was not investigated due to lack of permission.

5.1.3 Opparbeiding og analyser

På laboratoriet ble prøvene siktet i 1 mm sikt og gjenværende makrofauna konserverert i 70 % alkohol. Den innsamlede makrofaunaen (> 1 mm) ble identifisert til art, eventuelt til nærmeste høyere taksonomiske nivå.

Rurartene *Balanus crenatus* og *Balanus balanus* ble ofte skadet under innsamlingen. Dette gjorde det vanskelig å finne det korrekte antall individer. Det er videre svært tidkrevende å artsbestemme hver enkelt bit. Disse to artene ble derfor slått sammen til Sessilia indet. For å anslå antall individer blant de knuste dyrene, ble det foretatt veiinger av både de hele individene og av bitene. På grunn av stor forskjell på individstørrelsen fra stasjon til stasjon, ble det besluttet å se på hver stasjon for seg. Totalt antall individer og total vekt (pr. stasjon) ble beregnet for de hele individene. Ut fra dette fant man gjennomsnittlig vekt pr. individ. Antall individer blant de knuste dyrene ble så beregnet ut fra artens samlede vekt i prøven. Til slutt ble de beregnede antallene lagt sammen med antallet hele individer av arten, for å få et anslag på det korrekte antall individer.

Det ble benyttet samme metoder for statistisk behandling som for bløtbunnsfaunaen i 2008 (Velvin *m.fl.*, 2008).

5.2 Resultater

5.2.1 Arts og individforhold

Antall individer og arter, individ/artsforhold, jevnhet og diversitetsindekser er vist i Tabell 6. Resultatene fra 2007 er vist i parenteser i samme tabell.

Med unntak av Breivika (H3) hadde det vært en liten generell nedgang i antallet arter på kaistolpene siden 2007. Antallet individer hadde økt noe på stasjonene sammenlignet med 2007, unntatt Fr. Nansen plass. Diversiteten var litt lavere på H1 og referansestasjonen H5 (Vikran) enn i 2007. På H2 og H3 var diversiteten omtrent den samme som sist. Jevnheten i hardbunnsamfunnene var omtrent som i 2007. Det ble ikke registrert vesentlige endringer i faunasammensetning på noen av stasjonene som kan knyttes til kloakkutslippene.

Hardbunnsfauna inngår ikke i Veileder 02:2013 for økologisk tilstandsklassifisering i henhold til vannforskriften. Det er derfor ikke angitt tilstandsklasser for de beregnede diversitetsindeksene, slik som for bløtbunnsfaunaen. Dersom dette hadde vært bløtbunnsfauna hadde alle kaistolpene havnet i tilstandsklasse II God, basert på klassifisering av diversitetsindeksene (som i 2007).

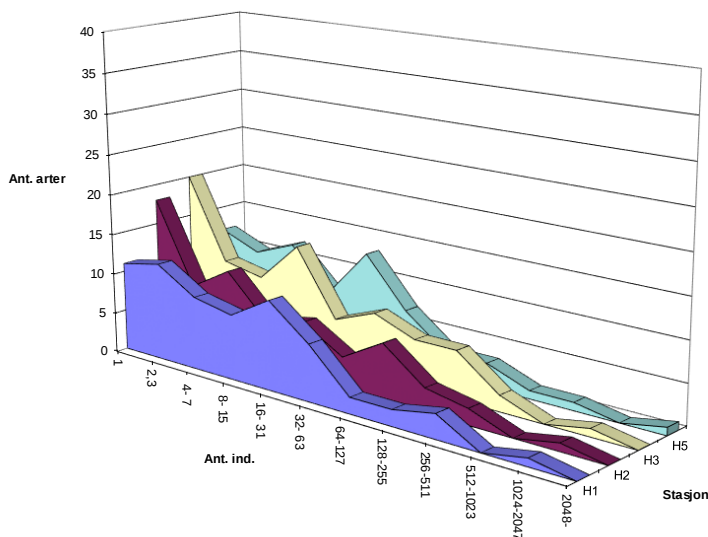
Tabell 6. Antall individer og arter, individ/artsforhold og diversitetsindekser (H' = Shannon Wiener diversitetsindeks. ES_{100} = Hurlberts diversitetsindeks) for hardbunnsfauna rundt Tromsø 2015, sammenlignet med tilsvarende resultater fra 2007 (i parentes.) – Number of individuals, abundance and diversity indices for hard bottom fauna around Tromsø 2015 compared to 2007.

St.	Individ	Arter	Individ/art	Pielou (J)	H'	ES_{100}
H1	4213 (2871)	66 (89)	64 (32)	0,6 (0,7)	3,3 (4,2)	20 (27)
H2	4191 (4446)	67 (80)	63 (56)	0,6 (0,5)	3,3 (3,3)	20 (21)
H3	5172 (4049)	82 (72)	63 (56)	0,6 (0,5)	3,6 (3,0)	23 (19)
H5	5035 (3690)	70 (87)	72 (42)	0,6 (0,6)	3,2 (4,1)	21 (26)

Fordelingen av taksa i geometriske klasser i 2015 er vist i Figur 7.

Som hos bløtbunnsfaunaen er upåvirkede samfunn karakterisert ved mange arter med lavt individtall og få arter med høyt individtall, slik at vi får en kurve med høyt startpunkt på y-aksen. Ved moderat forurensning forsvinner en del av de individfattige artene, mens andre blir begunstiget og øker i antall. Slik flater kurven ut og strekker seg mot høyere klasser eller får ekstra toppe.

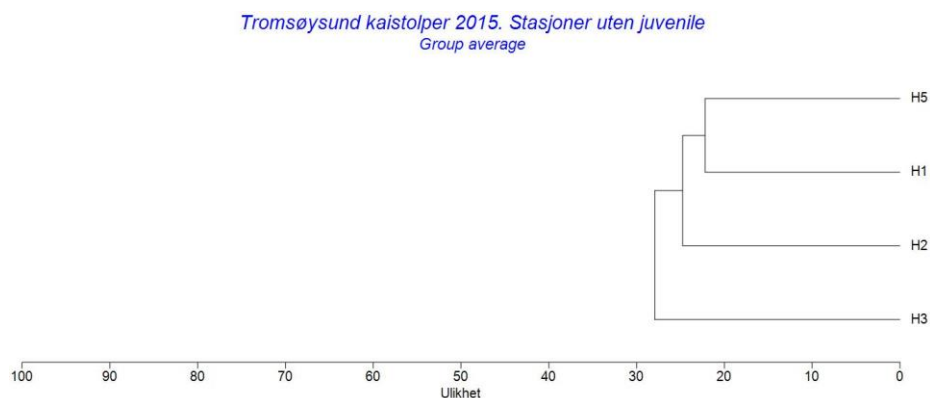
Kurvene for 2015 startet relativt høyt på y-aksen for H2 og H3, og noe lavere for de to siste stasjonene. Videre var det kun liten tendens til høye toppe i de aller høyeste klassene. Alle kurvene strakk seg omtrent like langt ut mot høyere klasser. Kurveforløpene indikerte ikke vesentlige faunaforstyrrelser på noen av stasjonene.



Figur 7. Hardbunnsfauna vist som antall arter mot antall individer pr art i geometriske klasser for stasjonene i Tromsø 2015. - Number of hard bottom species versus number of individuals pr. species in geometrical classes for the stations around Tromsø 2015.

Hardbunns materialet er analysert ved hjelp av de multivariate teknikkene clusteranalyser og multidimensjonal skalering (MDS). Et clusterplott av faunadataene 2015 er vist i Figur 8. MDS plott av de samme data er presentert i Figur 9.

Faunalikheten mellom stasjonene var høy med over 70 % likhet for alle kaistolpene. H1 (Lanes) og referansestasjonen H5 (Vikran) var mest lik med 78 % likhet. H2 (Fr. Nansen plass) var 75 % lik disse to mens H3 (Breivika) var 72 % lik de øvrige.



Figur 8. Stasjonsvis clusterplott for hardbunnsfauna rundt Tromsø 2015. – Cluster plot (dendogram) of the hard bottom fauna around Tromsø 2015.



Figur 9. Todimensjonalt ordinasjonsplott av hardbunnsfaunaen rundt Tromsø 2015. – Two dimensional ordination plots for hard bottom fauna around Tromsø in 2015.

5.2.2 Artssammensetning

Individtetthet og kumulativ prosent for de ti mest dominerende hardbunnsartene på hver stasjon er vist i Tabell 7.

Sessilia indet. dominerte på samtlige stasjoner med mellom 35 % (H2) og 45 % (H5) av individmengden. Dette er en orden som inkluderer arter av det fastsittende krepssdyret Balanidae indet. (rur). Rur var også dominerende ved begge tidligere undersøkelser. Ellers var det mange fastsittende muslinger som *Mytilus edulis* (blåskjell) og *Heteranomia squamula* på alle stasjonene. Det ble ikke registrert forurensningsindikatorer blant topp ti på noen av stasjonene.

Tabell 7. Individtetthet og kumulativ prosent for de ti dominerende arter på hver hardbunnstasjon i Tromsø området 2015. - Abundance and cumulative percent of the ten dominant species at each hard bottom station around Tromsø in 2015.

H1	Ant.	Kum.	H2	Ant.	Kum.
Sessilia indet.	1834	41 %	Sessilia indet.	1798	35 %
<i>Mytilus edulis</i>	451	50 %	Actiniaria indet. juv.	946	53 %
<i>Heteranomia squamula</i>	354	58 %	<i>Heteranomia squamula</i>	365	60 %
<i>Harmothoe imbricata</i>	331	66 %	<i>Mytilus edulis</i>	358	67 %
Actiniaria indet. juv.	241	71 %	<i>Harmothoe imbricata</i>	177	71 %
<i>Autolytus</i> sp.	157	74 %	<i>Hiatella</i> sp.	173	74 %
<i>Hiatella</i> sp.	132	77 %	Actiniaria indet.	136	77 %
Ascidacea indet. (solit)	117	80 %	Ascidacea indet. (solit)	127	79 %
<i>Crassicorophium bonellii</i>	103	82 %	<i>Autolytus</i> sp.	127	82 %
Holothuroidea indet. juv.	69	84 %	<i>Cirratulus cirratus</i>	116	84 %
H3	Ant.	Kum.	H5	Ant.	Kum.
Sessilia indet.	2013	39 %	Sessilia indet.	2454	45 %
<i>Heteranomia squamula</i>	328	45 %	<i>Heteranomia squamula</i>	562	55 %
<i>Harmothoe imbricata</i>	313	51 %	<i>Harmothoe imbricata</i>	436	63 %
<i>Mytilus edulis</i>	246	56 %	Actiniaria indet. juv.	373	70 %
<i>Amphitrite cirrata</i>	245	60 %	<i>Hiatella</i> sp.	198	74 %
<i>Spirorbinae</i> indet.	229	65 %	<i>Mytilus edulis</i>	145	77 %
<i>Hiatella</i> sp.	190	68 %	Dexamine thea	131	79 %
Ascidacea indet. (solit)	172	72 %	<i>Autolytus</i> sp.	114	81 %
<i>Syllis armillaris</i>	134	74 %	<i>Leaena ebranchiata</i>	105	83 %
<i>Cirratulus cirratus</i>	117	76 %	<i>Chone</i> sp.	72	84 %

5.2.3 Dagens tilstand og resipientutvikling

Diversitetsindeksene viste ingen entydige endringer fra 2007 til 2015. Graden av påvirkning ser derfor ikke ut til å ha forandret seg vesentlig på stasjonene. Et lite unntak kan gjøres for Lanes (H1) hvor diversiteten hadde gått noe ned, og var på nivå med indeksene som ble målt i 2001. De multivariate analysene viste at faunalikheten mellom stasjonene var omtrent den samme i 2015 som i 2007.

Ut fra diversitetsindeksene og inndeling i geometriske klasser var det ingen indikasjoner på at påvirkningen på hardbunnsamfunnene var stor på noen av kaistolpe-stasjonene. Miljøtilstanden i resipienten synes derfor, i likhet med 2008, å være tilfredsstillende for begroingsamfunnene.

6 Litoralsamfunn

6.1 Materiale og metode

Undersøkelsen ble i hovedsak gjennomført i henhold til ISO 19493 Veiledning for marinbiologisk undersøkelse av litoral og sublitoral hardbunn (tidligere NS 9424 Retningslinjer for marinbiologiske undersøkelser på litoral og sublitoral hardbunn). Hensiktsmessige eller nødvendige avvik fra standarden er informert om i rapporten.

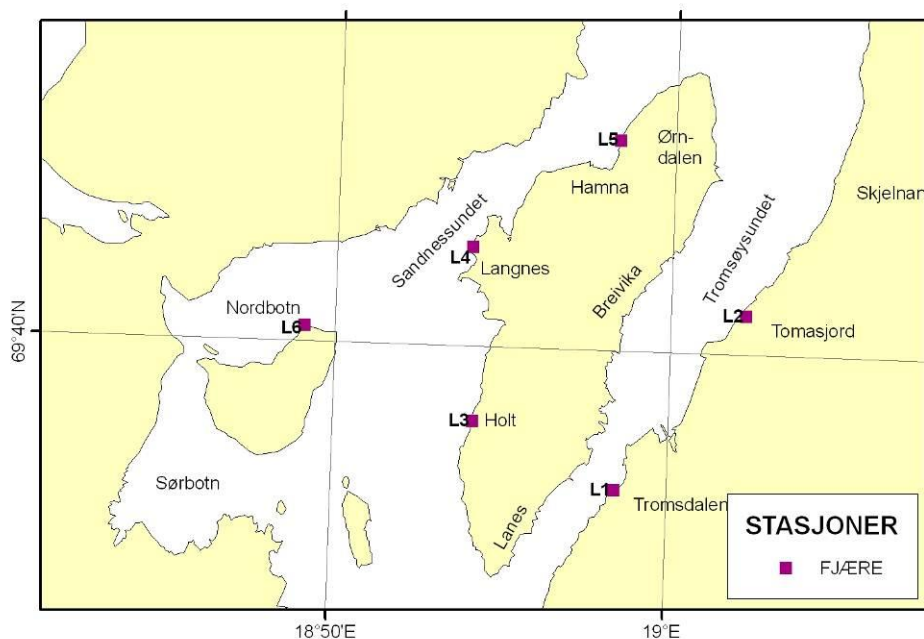
6.1.1 Stasjonslokalisering

Strandsoneundersøkelsen ble gjennomført på fem stasjoner (Figur 10). I tillegg ble en ekstra stasjon (L6) undersøkt for miljøgifter i biota (Kapitel 8). Stasjonene ble etablert på samme lokaliteter som i 2011, 2007, 2001, 1991 og 1983. L4 på Langnes ble etablert i 2001 og ble derfor ikke undersøkt i de tidligere undersøkelsene. Ved Stasjon L4 og L5 finnes en pumpestasjon med overvannsledning til sjø.

Stasjonene ble lokalisert ved hjelp av GPS-posisjoner, fotografier og feltnotater fra forrige undersøkelser (1991, 2001, 2007 og 2011). En oversikt er gitt i Tabell 8 og Figur 10.

Tabell 8. Lokalisering av strandsonestasjoner i Tromsø området i foreliggende og tidligere undersøkelser. – Littoral survey stations, locations and previous sampling history.

STASJONSNUMMER - NAVN	TIDL. STASJONSNR	GPS KOORDINATER	TIDLIGERE INNSAMLINGER
L1 – NOVA, Tromsdalen	06	69° 38,566' N – 18° 58,453' Ø	2011, 2007, 2001, 1991, 1983
L2 – Tomasjord	08	69° 40,404' N – 19° 02,232' Ø	2011, 2007, 2001, 1991, 1983
L3 – Holt	16	69° 39,236' N – 18° 54,180' Ø	2011, 2007, 2001, 1991
L4 – Langnes	17	69° 41,039' N - 18° 54,039' Ø	2011, 2007, 2001
L5 – Sandneshamn, Hamna	11	69° 42,189' N – 18° 58,340' Ø	2011, 2007, 2001, 1991, 1983



Figur 10. Stasjonskart for fjæreundersøkelser ved Tromsø 2016. Alle stasjonene inngikk i tidligere undersøkelser. På L6 ble det nå kun innsamlet grisetang for metallanalyser – Location of intertidal survey stations 2016. All stations have been sampled in previous surveys. No registrations on L6, but metal analyses in brown algae.

6.1.2 Feltarbeid

Feltarbeid ble gjennomført i tidsrommet fra 03. - 05. august 2016.

Tabell 9 viser tidevannsvariasjonene i løpet av feltarbeidet samt årsgjennomsnitt for Tromsø. Tidevannsforholdene var generelt gode for fjæreundersøkelser. Lavvannsnivået lå mellom 50 og 67 cm under gjennomsnittlig lavvannsnivå for Tromsø.

Lavvannsnivåer er oppgitt i cm i forhold til Sjøkartverkets 0-nivå (laveste lavvann, sjøkartnull).

Tabell 9. Tidevannsforskjellene under feltarbeid, august 2016, med årsgjennomsnitt for Tromsø. Lavvannsnivåer er oppgitt i cm i forhold til Sjøkartverkets 0-nivå (laveste lavvann, sjøkartnull). – Tidal range (cm) and low tide level (cm above reference level) during field work, August 2016, with annual average for Tromsø.

DATO	TIDEVANNSFORSKJELL (CM)	LAVVANNSNIVÅ (CM)
03.08.2016	229	34
04.08.2016	230	44
05.08.2016	239	33
Årsgjennomsnitt	165	77

6.1.3 Feltmetodikk og innsamlet informasjon

Undersøkelsen ble foretatt langs et ca. 8 m bredt transekt, plassert vinkelrett på strandlinjen. På hver stasjon ble området mellom flomålet og laveste lavvann undersøkt. Transektet ble markert med målebånd, GPS-posisjon ble tatt og bredde samt vertikalhøyde av de enkelte vegetasjonssonene målt ut fra et referansepunkt øverst i litoralsonen (øvre og nedre grense for marebek, sauetang, spiraltang, grisetang, blæretang og sagtang). For å gjøre det lettere å

sammenligne data fra 2016 med data fra tidligere år følger dekningsgrad av alger skalaen beskrevet i den utgåtte standarden NS 9424 (se Vedlegg 3).

Ruteanalyser (se metodebeskrivelse nedenfor) ble gjennomført i tre ulike nivåer i fjæra (nedre grisetangsoner, øvre grisetangsoner og spiraltangsoner). For hvert nivå ble tre parallelle ruter analysert. I henhold til ISO 19493 skal det undersøkes minst fire parallelle ruter i to til tre tidevannssoner (enten øverste og midtre tidevannssoner eller øverste, midtre og nederste tidevannssoner). For bedre sammenligningsgrunnlag med tidligere undersøkelser ble samme nivåer og antall ruter undersøkt – tre parallelle ruter i øvre tidevannssoner (spiraltangbelte) og tre parallelle ruter på to forskjellige nivåer i midtre tidevannssoner (øvre og nedre grisetangbelte). Nederste tidevannssoner ble ikke undersøkt.

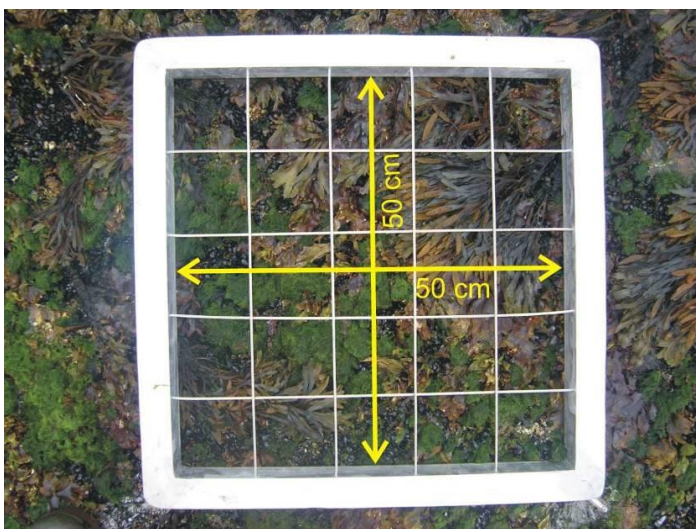
For hver stasjon ble litoralsonen som helhet, transektene og de individuelle kvadratene fotografisk dokumentert.

Parallelt med undersøkelsen ble grisetang (*Ascophyllum nodosum*) eller blæretang (*Fucus vesiculosus*) og blåskjell (*Mytilus edulis*) samlet inn for miljøkjemiske analyser (gjelder for de stasjonene der det forekom tilstrekkelig materiale for analyse).

Ruteanalyser (kvantitativ registrering)

Det ble gjennomført kvantitative undersøkelser på fem stasjoner. Metoden innebar registrering av fastsittende og lite mobile organismer innenfor tre parallelle kvadrater á 50 x 50 cm i tre ulike nivåer i fjæra (spiraltangbeltet og øvre og nedre grisetangbeltet i midtre del av fjæra, – se illustrasjonsbildet i Figur 11). I 2001 ble det undersøkt tre ruter i sauetangbeltet (der det fantes), spiraltangbeltet og i øvre grisetangbeltet. En rute ble undersøkt i nedre del av grisetangbelte og dette nivået ble i 2007 utvidet til å omfatte 3 replikater. Siden sauetangbelte kun ble funnet ved en stasjon i 2001 er det ikke videre undersøkt senere. Disse tre belter/nivåer ble valgt i 2007 siden de forekommer ved alle stasjonene og en sammenligning med fremtidige undersøkelser blir dermed lettere. Totalt antall prøver for hver stasjon var ni.

Kvadratene (rutene) var på forhånd inndelt i 25 småruter (10 x 10 cm) som hver representerte 4 % av arealet. Artenes mengde ble oppgitt i % dekningsgrad av hele rutens areal. Større solitære dyr ble oppgitt i antall per 0,25 m².



Figur 11. Bilde av undersøkelsesrammen. Rammen har en dimensjon på 50 x 50 cm og er inndelt i 25 småruter. Fotografiet er kun til illustrasjon og ble ikke tatt i forbindelse med denne undersøkelsen. – Illustration of the registration method.

Statistiske metoder

Faunaens fordelingsmønster

Variasjoner i faunaens fordelingsmønster over området beskrives ved å sammenligne tettheten av artene på hver stasjon. Til dette brukes multivariate klassifikasjonsanalyse (Cluster).

Analysene i denne undersøkelsen ble utført ved hjelp av programpakken PRIMER v6. Inngangsdata er dekningsgrad av art, pr. prøve. Prøvene kan være replikater eller stasjoner. Det tas ikke hensyn til hvilke arter som opptrer. Forut for klassifikasjons- og ordinasjonsanalysene ble artslistene kvadratrot-transformert. Dette ble gjort for å redusere avviket mellom høye og lave tetthetsverdier og dermed redusere eventuelle effekter av tallmessig dominans hos noen få arter i datasettet.

Clusteranalyse

Analysen undersøker faunalikheten mellom prøver. For å sammenligne to prøver ble Bray-Curtis ulikhetsindeks benyttet (Bray & Curtis 1957):

$$d_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^n |X_{ki} - X_{kj}|}{\sum_{k=1}^n (X_{ki} + X_{kj})}$$

der n = antall arter sammenlignet

X_{ki} = antall individ av art k i prøve nr. i

X_{kj} = antall individ av art k i prøve nr. j

Indeksen avtar med økende likhet. Verdien 1 oppnås hvis prøvene er helt ulike, dvs. ikke har noen felles arter. Identiske arts- og individtall vil gi verdien 0. Prøver blir gruppert sammen etter graden av likhet ved å bruke "group-average linkage". Forholdsvis like prøver danner en gruppe (cluster). Resultatet presenteres i et tredigram (dendrogram).

6.1.4 Stasjonsbeskrivelser

En beskrivelse av det visuelle inntrykket fra hver stasjon er presentert. Dette gjelder forsøpling, annen synlig forurensing, nedslamming, forekomst av beleggdannende diatomeer/bakterier, lukt og eventuelle anoksiske forhold. Beskrivelsen gjelder for et område på ca. 50 m bredde, med det 8 m brede undersøkelsesbeltet i midten. De delene av kloakkrørene som ligger på overflaten i fjæra ble inspisert for eventuelle lekkasjer.

Alle stasjoner har skilt seg ut ved å ha et veldig lavt forekomst av ettårige alger. Dette gjelder både i antall arter og dekningsgrad.

6.1.4.1 Stasjon L1 – NOVA

Generelle registreringer

Søppel: Mindre mengder søppel, antakelig drivgods

Synlig forurensing, nedslamming, diatomeer: Sedimentavleiringer under og på algene.

Lukt: Mange ettårige løsvrevne alger (Figur 13). Grisetangen og sedimentet under grisetangen lukter litt kloakk.

Anoksiske forhold (mangel på oksygen): Ved nordre avløpsrør ble det funnet bakteriebelegg (Beggiatoa) og anaerobe forhold, ikke ved selve stasjonen.

Tilstand kloakkrør: Det virket som om kloakkvann var blandet inn i overflatevann nord for Stasjon L1, men kun ut fra lukten, ikke synlig forurensing. Ledningen var brukken (Figur 12).

Andre observasjoner: Grumset vann ved søndre utslippsledning.



Figur 12. Til venstre: Brukken kloakkledning - nordre utlippsledning? Til høyre: Grumset vann ved søndre utslippsledning ved Stasjon L1. – Left: Broken sewage pipe north of the station? Right: Turbid water close to the southern surface water outlet pipe at Station L1.



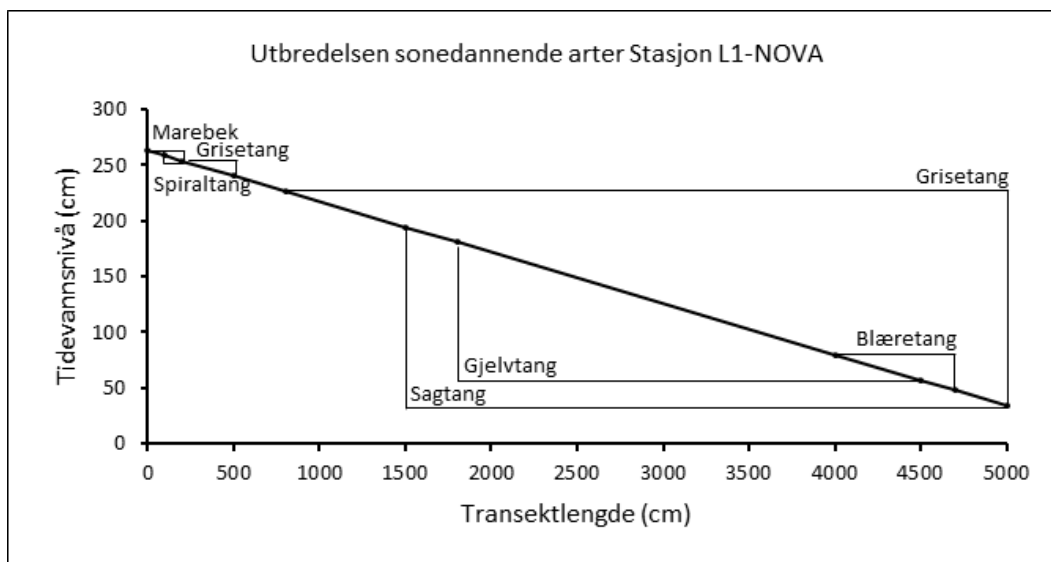
Figur 13. Større områder med matter av drivende grønnalger. – Floating green algae at L1-NOVA.

Artssammensetning

Tabell 10 viser utbredelsen av sonedannende arter på stasjonen. Figur 14 viser hyppighet av artene for hele fjæra i intervaller på 25 cm ut fra lavvannsnivå (ved registreringen). Tabeller i Vedlegg 3 gir oversikt over alle kvantitativt registrerte arter.

Tabell 10. Forekomst av dominerende arter innenfor 10 forskjellige høydenivå på Stasjon L1 - NOVA. Skalaen går etter en syvdelt skala fra 7 (mye) til 1 (enkeltindivid), se tabell Vedlegg 3. – Distribution of dominant species within 10 different levels in the tidal zone at Station L1 - NOVA. Scaling is defined in Vedlegg 3.

arter	nivå	275-250	250-225	225-200	200-175	175-150	150-125	125-100	100-75	75-50	50-25
Marebek		2									
Spiraltang		2									
Blæretang									2	2	
Grisetang		1	2	4	6	7	7	4	3	2	2
Gjelvtang					2	3	3	3	2	2	
Sagtang					2	2	3	5	6	6	7



Figur 14. Utbredelsen av sonedannende arter på Stasjon L1 - NOVA i cm høyde over sjøkartnull. Data for tidevannshøyde er tatt fra Meteorologisk Institutt (www.met.no). – Distribution and zonation of dominant species at Station L1 - NOVA (cm above zero-level).

6.1.4.2 Stasjon L2 – Tomasjord

Generelle registreringer

Søppel: En del søppel på stranden. Mest sannsynlig drivgods, men også en del sanitærartikler.

Synlig forurensing, nedslamming, diatomeer: Sedimentavleiringer på stein og tang, delvis tykke lag med halvrotne alger på tang og/eller sediment.

Lukt: H₂S-lukt på flere plasser.

Anoksiske forhold (mangel på oksygen): Anoksiske forhold i sedimentet nærmest på hele stasjonen, sterkest ved søndre kloakkledning (Figur 16).

Tilstand kloakkrør: Søndre kloakkrør var brukket på minst en plass. Kloakk rant ut på stranden (Figur 15). Områdene var delvis dekket av ettårige, tråformede brunalger som dannet tette slimete lag.

Andre observasjoner: Bortsett fra noen enkeltindivider var alle voksne (adulte) blåskjell død.



Figur 15. Stasjon L2, Tomasjord 2016. Til venstre: Anaerob sediment under overflaten. Til høyre: Nesten alle ettårige alger er løsrevet.- Left: Dark anoxic sediment under the sediment surface layer. Right: Floating annual algae species.



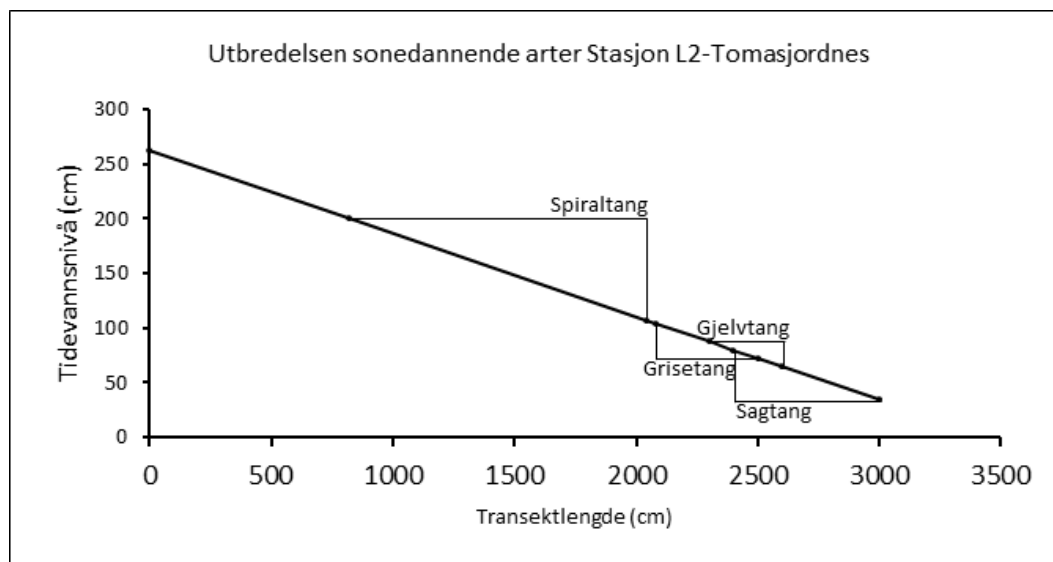
Figur 16. Stasjon L2, Tomasjord 2016. Utslipp fra et skadet kloakkrør. Dopapir og slimete trådformede grønn- og brunalger.- Sewage pipe damage. Right: Toilet paper and filamentous green and brown algae

Artssammensetning

Tabell 11 viser utbredelsen av sonedannende arter på stasjonen. Figur 17 viser hyppighet av artene for hele fjæra i intervaller på 25 cm ut fra lavvannsnivå (ved registrering). Tabeller i Vedlegg 3 gir oversikt over alle kvantitativt registrerte arter.

Tabell 11. Forekomst av dominerende arter innenfor 9 forskjellige høydenivå på Stasjon L2 - Tomasjord. Skalaen går etter en syvdelt skala fra 7 (mye) til 1 (enkeltindivid), se tabell vedlegg 3. – Distribution of dominant species within 9 different levels in the tidal zone. Scaling is defined in Vedlegg 3.

arter	nivå	275-250	250-225	225-200	200-175	175-150	150-125	125-100	100-75	75-50	50-25
Spiraltang			2	6	6						
Grisetang								7	7	3	
Gjelvtang									4	4	
Sagtang									6	4	7



Figur 17. Utbredelsen av sonedannende arter på Stasjon L2 - Tomasjord i cm høyde over sjøkartnull. Data for tidevannshøyde er tatt fra Meteorologisk Institutt (www.met.no). – Distribution and zonation of dominant species at Station L2 - Tomasjord (cm above zero-level).

6.1.4.3 Stasjon L3 – Holt

Generelle registreringer

Søppel: Ingen søppel.

Synlig forurensing, nedslamming, diatomeer: Gulfarget skjellsand ved ledningen (Figur 19).

Lukt: Lukt ved ledningen.

Anoksiske forhold (mangel på oksygen): Anaerobe forhold ved ledningen.

Tilstand kloakkrør: Ingen spesielle observasjoner.

Andre observasjoner: Mange ikke fastsittende ettårige alger og skum på vannoverflaten (Figur 18).



Figur 18. Til venstre: Skum på vannoverflaten ved Stasjon L3 - Holt. Til høyre: Eksempler på løsrevne alger i sagtangbeltet ved Stasjon L3 - Holt. – Left: Foam on top of the water surface L3. Right: Floating annual species on *Fucus serratus* at L3.



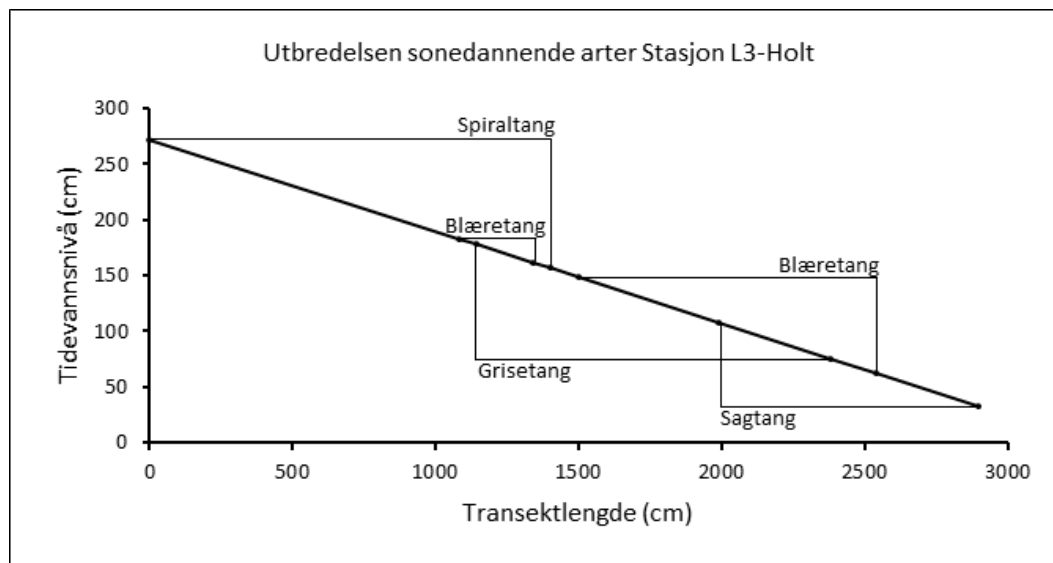
Figur 19. Til venstre: Anaerob sediment ved Stasjon L3 - Holt. Til høyre: Gul skjellsand ved Stasjon L3 - Holt. – Left: Foam on top of the water surface L3. Right: Floating annual species on *Fucus serratus* at L3.

Artssammensetning

Tabell 12 viser utbredelsen av sonedannende arter på stasjonen. Figur 20 viser hyppighet av artene for hele fjæra i intervaller på 25 cm ut fra lavvannsnivå (ved registreringen). Tabeller i Vedlegg 3 gir oversikt over alle kvantitativt registrerte arter.

Tabell 12. Forekomst av dominerende arter innenfor 9 forskjellige høydenivå på Stasjon L3 - Holt. Skalaen går etter en syvdelt skala fra 7 (mye) til 1 (enkeltindivid), se tabell vedlegg 3. – Distribution of dominant species within 9 different levels in the tidal zone. Scaling is defined in Vedlegg 3.

arter	nivå	275-250	250-225	225-200	200-175	175-150	150-125	125-100	100-75	75-50	50-25
Spiraltang		3	6	6	4						
Blæretang					4	1	5	3			
Grisetang					5	7	7	7	3		
Sagtang								4	6	6	6



Figur 20. Utbredelsen av sonedannende arter på Stasjon L3 - Holt i cm høyde over sjøkartnull. Data for tidevannshøyde er tatt fra Meteorologisk Institutt (www.met.no). – Distribution and zonation of dominant species at Station L3 - Holt (cm above zero-level).

6.1.4.4 Stasjon L4 – Langnes

Generelle registreringer

Søppel: Mindre mengder søppel, hovedsakelig drivgods.

Synlig forurensing, nedslamming, diatomeer: Naturlige sedimentavleiringer over hele fjære, hovedsakelig i grisetangbeltet.

Lukt: Lite lukt.

Anoksiske forhold (mangel på oksygen): Litt anaerob i en liten fjæreplytt med mye drivende ettårige alger.

Tilstand utslippsledning: Ingen spesielle observasjoner.

Andre observasjoner: Flak med råtne ettårige grønn- og brunalger. Øverst ved Avinorledning mange plasser med rosa farging av øvre sedimentlag (Beggiatoa), boblende overflate og sterk råtelukt.



Figur 21. Stasjon L4, Langnes. Til venstre: Sedimentering under grisetang. Til høyre: Nedre fjære med større mengder drivende ettårige alger. – Left: sedimentation under knotted wrack. Right: Lower tidal zone with dense populations of drifting seaweed.



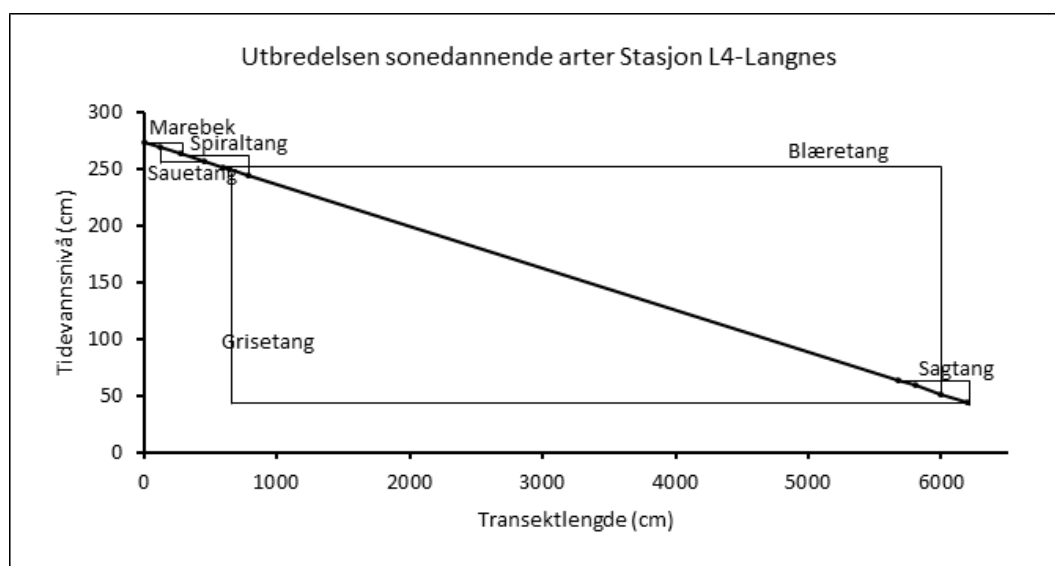
Figur 22. Bakteriebelegg og anoksisk sediment øverst ved Avinor-ledning. – Bacteria and anoxic sediment close to the Avinor-pipe.

Artssammensetning

Figur 23 viser utbredelsen av sonedannende arter på stasjonen. Tabell 13 viser hyppighet av artene for hele fjæra i intervaller på 25 cm ut fra lavvannsnivå (ved registreringen). Tabeller i Vedlegg 3 gir oversikt over alle kvantitativt registrerte arter.

Tabell 13. Forekomst av dominerende arter innenfor 9 forskjellige høydenivå på Stasjon L4 - Langnes. Skalaen går etter en syvdelt skala fra 7 (mye) til 1 (enkeltindivid), se tabell vedlegg 3. – Distribution of dominant species within 9 different levels in the tidal zone. Scaling is defined in Vedlegg 3.

arter	nivå	275-250	250-225	225-200	200-175	175-150	150-125	125-100	100-75	75-50	50-25
Marebek		3									
Sauetang		5	5								
Spiraltang		5									
Blæretang		1	3	4	5	5	5	3	2	1	
Grisetang			6	7	6	6	6	5	4	2	
Sagtang										5	6



Figur 23. Utbredelsen av sonedannende arter på Stasjon L4 - Langnes i cm høyde over sjøkartnull. Data for tidevannshøyde er tatt fra Meteorologisk Institutt (www.met.no). – Distribution and zonation of dominant species at Station L4 - Langnes (cm above zero-level).

6.1.4.5 Stasjon L5 – Sandneshamn

Generelle registreringer

Søppel: Mindre mengder søppel, antakelig drivgods.

Synlig forurensing, nedslamming, diatomeer: Litt sedimentering mellom tang i nedre fjære.

Lukt: Nei.

Anoksiske forhold (mangel på oksygen): Noen få steder med lettere anaerob sediment.

Tilstand kloakkrør: Ingen spesielle observasjoner.

Andre observasjoner: Store mengder drivende alger (Figur 24).



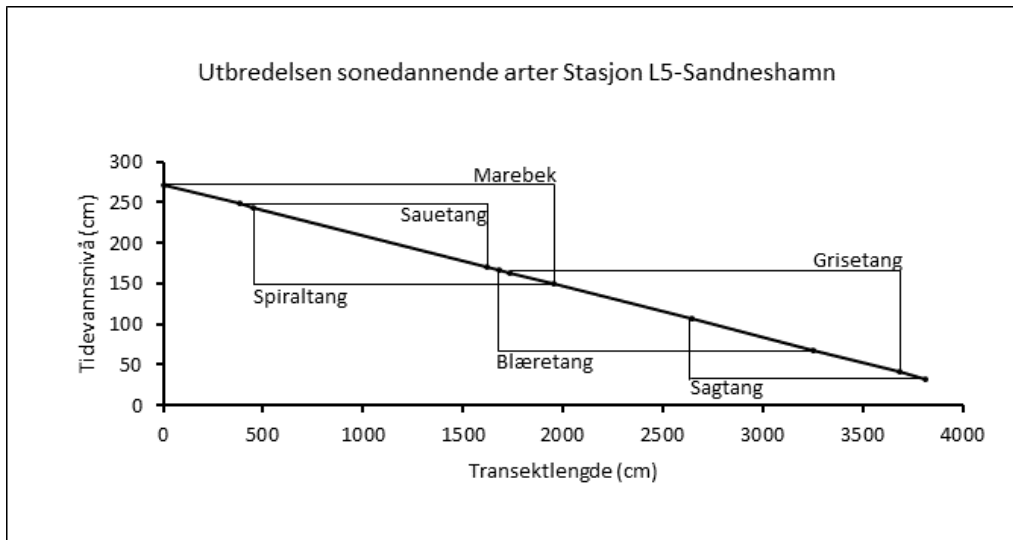
Figur 24. L5, Sandneshamn 2016. Mye drivalger, men likevel nesten ingen tegn på lave oksygenkonsentrasjoner. – A lot of drifting algae, but still almost no signs of low oxygen levels.

Artssammensetning

Figur 25 viser utbredelsen av sonedannende arter på stasjonen. Tabell 14 viser hyppighet av artene for hele fjæra i intervaller på 25 cm ut fra lavvannsnivå (ved registreringen). Tabeller i Vedlegg 3 gir oversikt over alle kvantitativt registrerte arter.

Tabell 14. Forekomst av dominerende arter innenfor 9 forskjellige høydenivå på Stasjon L5 - Sandneshamn. Skalaen går etter en syvdelt skala fra 7 (mye) til 1 (enkeltindivid), se tabell vedlegg 3. – Distribution of dominant species within 9 different levels in the tidal zone. Scaling is defined in Vedlegg 3.

arter	nivå	275-250	250-225	225-200	200-175	175-150	150-125	125-100	100-75	75-50	50-25
Marebek		3	4	3	2	2					
Sauetang		2	2	4	3						
Spiraltang			6	6	4	1					
Blæretang						2	4	4	5	2	
Grisetang						7	6	6	6	4	2
Sagtang								3	4	5	6



Figur 25. Utbredelsen av sonedannende arter på Stasjon L5 - Sandneshamn i cm høyde over sjøkartnull. Data for tidevannshøyde er tatt fra Meteorologisk Institutt (www.met.no). – Distribution and zonation of dominant species at Station L5 - Sandneshamn (cm above zero-level).

6.1.5 Antall arter

Det totale antall arter på hver stasjon er presentert i Tabell 15. I undersøkelsen ble det registrert 47 arter totalt fordelt på 26 algearter og 21 dyrearter. Flest algearter ble funnet på Stasjon L5 (17 arter), mens færrest algearter ble registrert på Stasjon L2 og L3 (11 arter). Artsrikdommen for dyr varierte fra 12 arter på Stasjon L4 til 17 arter på Stasjon L5.

Tabell 15. Antall registrert arter makroalger og dyr for hver stasjon, 2016. For algene er antall arter angitt i hovedgruppene rød-, brun- og grønnalger. – Number of macroalgae and animals at each station, 2016. Flora is presented by major taxonomic groups (red, brown and green algae).

LOKALISERING	NOVA	TOMASJORD	HOLT	LANGNES	SANDNESHAMN	SUM ANTALL ARTER*
Stasjon	L1	L2	L3	L4	L5	
Antall algearter	13	11	16	11	17	26
Antall rødalger	5	4	7	4	8	10
Antall brunalger	6	6	6	5	7	11
Antall grønnalger	2	1	3	2	2	5
Antall dyrearter	15	13	15	12	17	21
Sum antall arter/st	28	24	31	23	34	47

*Antall ulike arter. Der en art er felles for flere stasjoner telles den kun en gang. – Number of different species. When a species occurs at more than one station, it is only counted once.

6.1.6 Kvantitative analyser

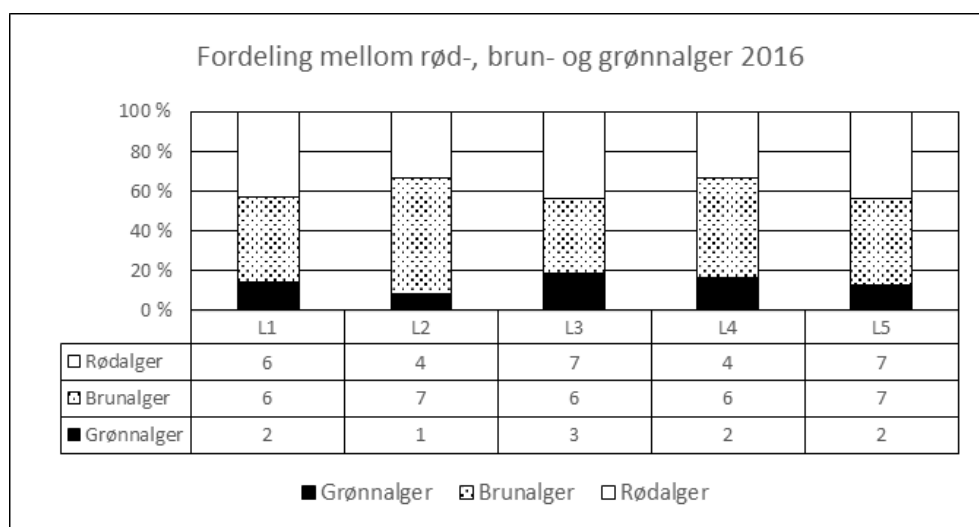
6.1.6.1 Flora

Tabell 16 viser forekomsten av dominerende alger i undersøkelsesområdet. Tallene er gjennomsnitt av spiraltangsonen og grisatangsonen. Artssammensetningen på Stasjon L3 (Holt) og Stasjon L5 (Sandneshamn) skilte seg fra de 3 andre stasjonene. Begge stasjoner hadde høyere total artstall og artstall av rødalger. Ved Stasjon L2 var artstall betydelig lavere

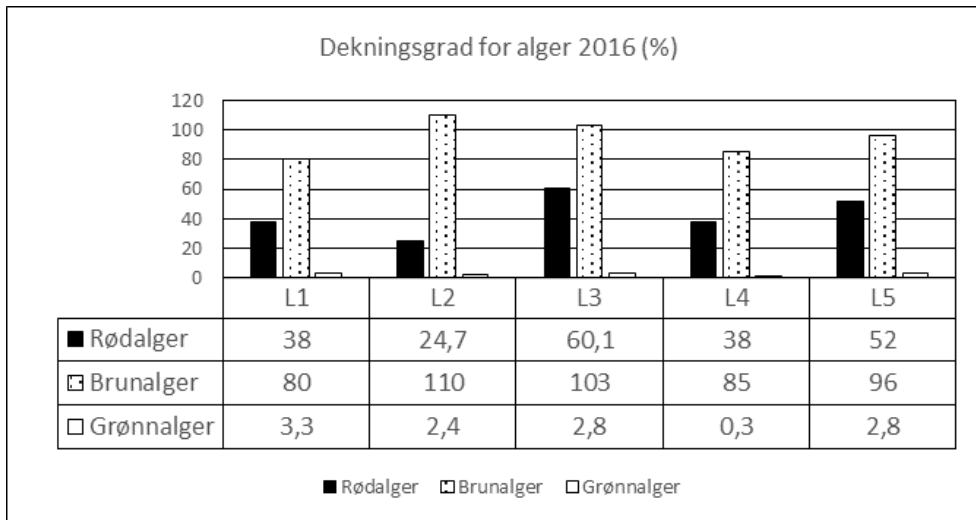
sammenliknet med de andre stasjonene (tre arter). Figur 26 viser fordelingen mellom rød-, brun- og grønnalger på stasjonene, mens Figur 27 viser dekningsgraden.

Tabell 16. Gjennomsnittlig forekomst (% dekningsgrad) for vanlige algearter i fjæra ved Tromsø i august 2016. Gjennomsnitt av nivå 1 og 2 (tilsammen 6 ruter). – Average abundance (% coverage) of common species around Tromsø, August 2016. Average values of levels 1 and 2 (in total 6 squares).

	Arter	L1	L2	L3	L4	L5	
Rhodophyceae (Rødalger)	Palmaria palmate				0,22	1,11	Søl
	Chondrus crispus				0,11	0,44	Krusflik
	Polysiphonia lanosa			0,11		0,2	Grisetangdokke
	Phymatolithon sp.		2,44	0,11		12,22	Slettrugl
	Hildenbrandia rubra	31,33	15,33	14,44		7,78	Fjæreblod
Phaeophyceae (Brunalger)	Ascophyllum nodosum	22,56	33,33	33,11	33,33	33,33	Grisetang
	Fucus spiralis	6	20,44	31,89	10,22	22,22	Spiraltang
	Fucus vesiculosus	0,22		2,67	3,22	1,33	Blæretang
	Pelvetia canaliculata		0,67		1,78	2,89	Sauetang
	Elachista fucicola	0,33		0,11			Tanglo
Chl.phyc. (Gr.alger)	Cladophora rupestris	2,89		0,67		2,67	Vanlig grønndusk
	Enteromorpha spp.			0,01			Tarmgrønske
	Ulva sp				0,22		Havsalat

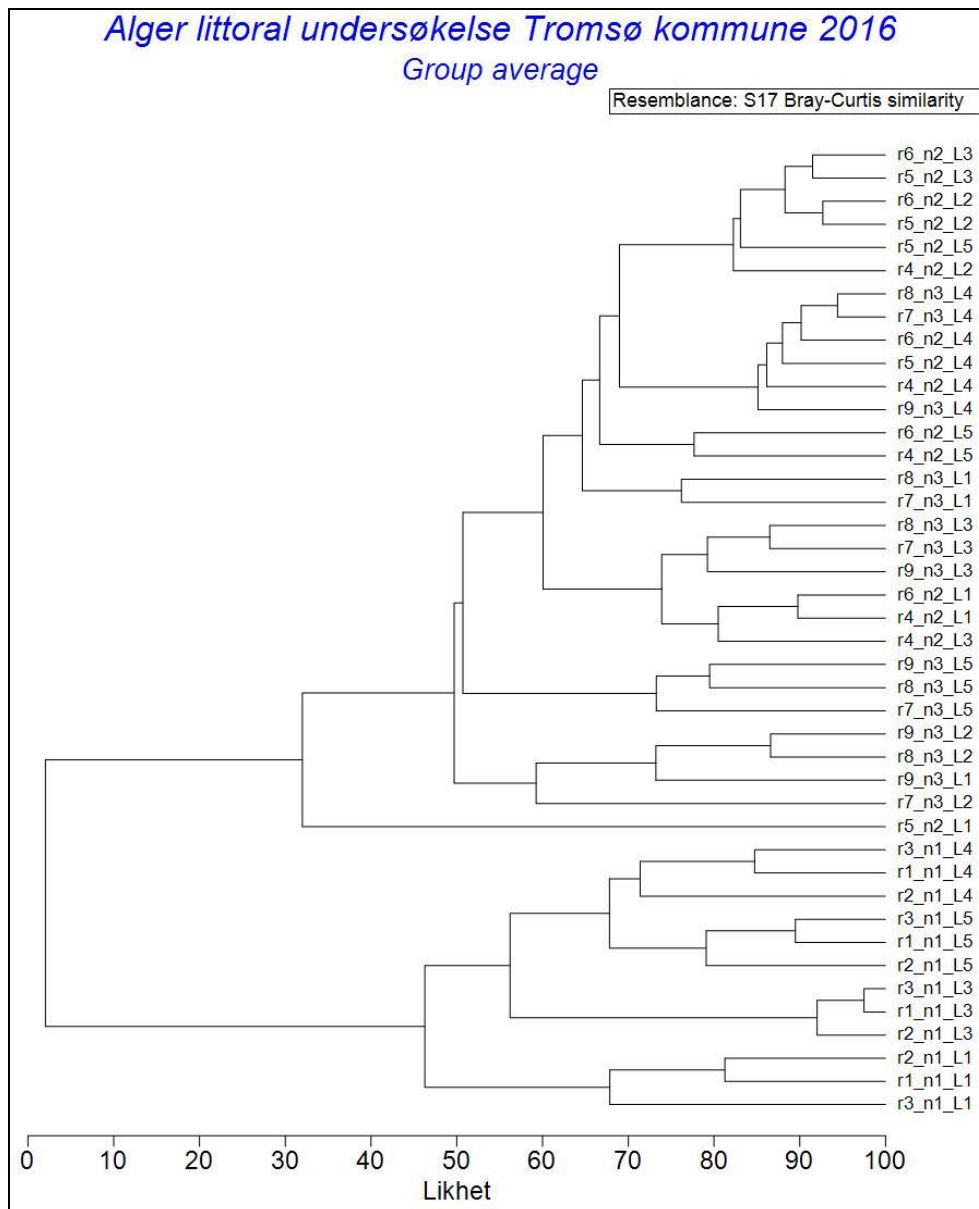


Figur 26. Fordeling mellom antall rød-, brun- og grønnalger på 5 fjærestasjoner (alle nivåer) i Tromsø, august 2016. – Occurrence (number of species) and relative abundance of red, brown and green algae from 5 intertidal stations (all levels), Tromsø, August 2016.



Figur 27. Mengde (dekningsgrad) av rød-, brun- og grønnalger på 5 fjærestasjoner i Tromsø (alle nivåer), august 2016. Verdier over 100 % skyldes algevekst i flere lag. – Occurrence (% coverage) of red, brown and green algae from 5 intertidal stations (all levels), Tromsø, August 2016.

En likhetsanalyse presentert i Figur 28 viser likheten mellom enkeltrutene som ble registrert og mellom stasjonene basert på gjennomsnittsverdier. I cluster-plottet er tre parallelle ruter i hver av de tre vegetasjonssonene representert (rutene er merket med r = rutenummer, n = nivå og stasjonsnummer): spiraltangsonen (r1-r3, n1), øvre grisetangsonen (r4-r6, n2) og nedre grisetangsonen (r7-r9, n 3). Plottet viser en stor grad av likhet mellom alle ruter fra nivå 1 fra stasjonen L2-L5. Rutene fra L1 skilte seg ut på plottet. Også på nivå 3 skilte Stasjon L1 seg ut ved å ikke ha store likhetstrekk med andre stasjoner. På nivå 2 var forskjellene mellom stasjonene ikke så framtrædende.



Figur 28. Cluster-plott som viser likhet mellom ruteregistreringene i fjæra i Tromsøysundet (L1 og L2) og Sandnessundet (L3, L4 og L5) august 2016. Rutene er merket med r=rutenummer, n=nivå og stasjonsnummer. – Cluster-plot illustrating the similarities between intertidal algae associations in quadrats and stations in Tromsøysundet (L1 og L2) and Sandnessundet (L3, L4 og L5) August 2016. Quadrats are marked with r=quadrat number, n=level, and station number.

6.1.6.2 Fauna

De hyppigst registrerte dyreartene er presentert i Tabell 17. Artssammensetningen på samtlige stasjoner var typisk for tidevannsdominerte litoralsamfunn i fjordsystemer uten sterk ferskvannspåvirkning. Alle stasjoner hadde lav forekomst av fastsittende (sessile) arter. En generell lav dekning var ikke uvanlig da primærsubstratet svært ofte var dekket av alger. Av mobile dyr var snegl (gastropoda) mest tallrik. Både planteetende snegl (*Littorina* sp.) og rovsnegl (*Nucella lapillus*) var vanlige. Tangloppen *Gammarus* sp. ble funnet i rikelige mengder på alle stasjoner.

Tabell 17. Gjennomsnittlig forekomst av de vanligste dyreartene i fjæra ved Tromsø, september 2016. – Average occurrence of the most common faunal species at the intertidal sites near Tromsø in September 2016.

Dekningsgrad (%)	Art\Stasjon	L1	L2	L3	L4	L5
	Bryozoa indet.	0,2	0,4	1,1	0,5	1,2
	Spirorbis spirorbis	0,2	0,5	0,7	0,2	0,7
	Hydroida indet.	2,2	0,0	0,1	1,9	0,2
	Semibalanus balanoides	1,6		0,1	0,8	0,2
	Balanus crenatus		0,3			0,0
Forekomst (Antall/0,25 m ²)	Tectura testudinalis	0,4	1,3	1,3		2,8
	Littorina sp. juv.					63,9
	Littorina littorea	66,7		0,3	0,1	
	Littorina saxatilis	0,2	5,6	6,9	22,1	37,7
	Littorina obtusata	31,6	50,3	30,6	54,4	53,7
	Nucella lapillus	1,7		2,2	8,9	10,6
	Gammarus sp.	1,9	17,7	9,3	11,6	25,8
	Idotea sp.		0,6	0,3		
	Actiniarida indet.	0,1		7,0		4,4
	Nemertini indet.		0,2	1,2		1,8
	Nematoda indet.	42,2	21,2	21,2	10,0	19,8
	Oligochaeta indet.	4,2				

6.1.7 Sammenligning med tidligere undersøkelser

6.1.7.1 Antall arter

Artsrikdommen ved alle stasjoner var i 2016 lavere enn i tidligere undersøkelsesår (inklusive 1991, som ikke er tallfestet i Figur 29). I 2011 ble det skrevet at en langsom men kontinuerlig økning av artstallet ved L4 (Langnes) antyder en begynnende restituering etter etablering av renseanlegget. 2016 gikk artstallet ned for alle stasjoner, også ved de stasjonene som ble vurdert på god vei til full restitusjon i forrige rapport. Dette settes i sammenheng med den tidlige og milde våren, og mange av de ettårige alger var allerede ved slutten av vekstsesongen og løsrevet fra substratet.

6.1.7.2 Sammenligning av andre forhold

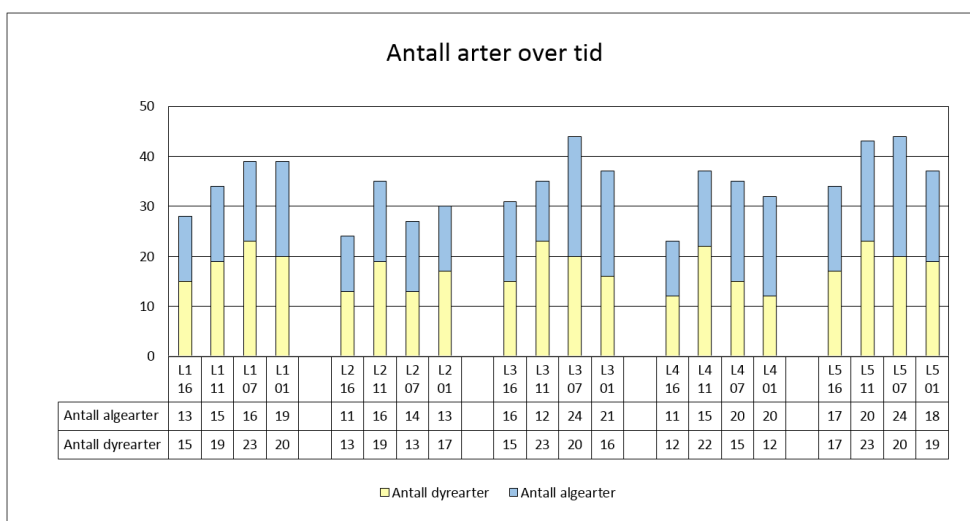
Stasjon L4 (Langnes) og L5 (Sandneshamn) er de eneste to stasjonene uten forekomst av anoksisk sediment og lukt. Det er bedre forhold ved L4 enn noen av de tidligere årene.

Stasjon L3 (Holt) hadde i 2007 og 2011 ingen ytre tegn på påvirkning, men i 2016 var sedimentet misfarget og anaerob ved utslippsledning.

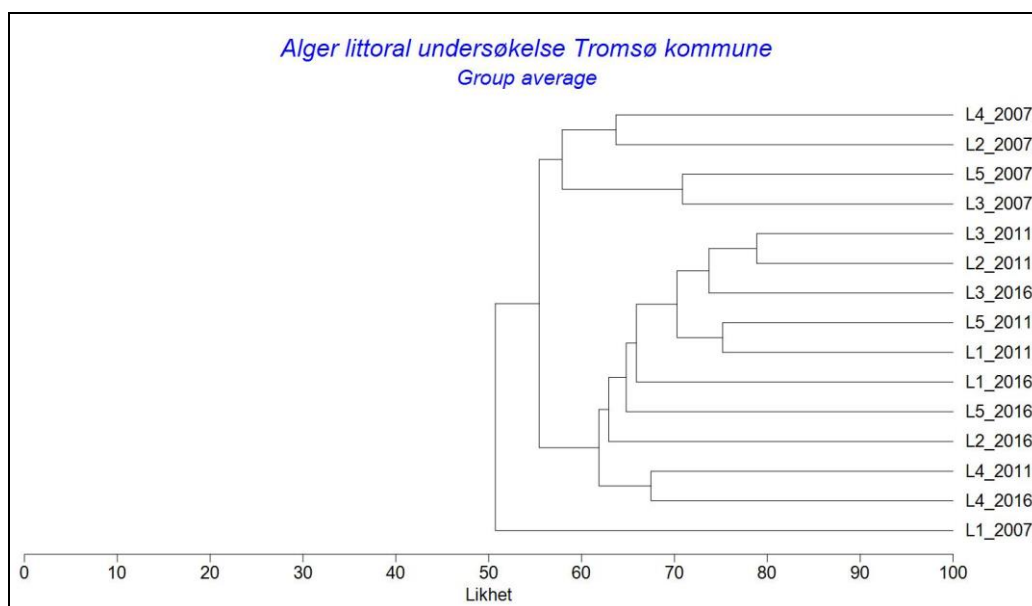
Stasjonene L1 (Tromsdalen) og L2 (Tomasjord) har fortsatt mye lukt, anaerobe forhold og skader på utslippsledningen. Forholdene har ikke bedret seg siden 2011.

6.1.7.3 Samfunnsstruktur

Strukturen i algesamfunnet varierer mellom innsamlingsårene 2007, 2011 og 2016. Resultatene fra cluster analysene (Figur 30) viser at 2007 er årvis gruppert og skiller seg dermed fra de to andre prøvetakingsårene der gruppering er mindre framtrædende. Stasjon L1 skiller seg fra gruppen både i 2007 og i mindre grad i 2016. Likevel viser dendrogrammet at den tidsmessige variasjonen (tiden mellom undersøkelsene) er større enn variasjonen mellom stasjonene.



Figur 29. Søylediagram for sammenligning av antall arter av makroflora og fauna i strandsonen ved Tromsø, fra venstre til høyre i hver gruppe 2016, 2011, 2007 og 2001. – Column chart comparing species number of macroflora and fauna in the intertidal zone in Tromsø, from left to right in each group 2016, 2011, 2007 and 2001.



Figur 30. Cluster plott basert på algedata fra de fem stasjonene undersøkt i 2007, 2011 og 2016. – Cluster plot based on algaedata from all five intertidal sites surveyed in 2007, 2011 and 2016.

6.2 Dagens tilstand og resipientutvikling

Artssammensetningen i algesamfunnene indikerte generelt friske samfunn. Den gode vannutskifting i Tromsøområdet er en viktig faktor, som i sterk grad øker fjæresamfunnenes evne til å utnytte og å tåle belastninger av f.eks. næringsalter. De undersøkte stasjonene ligger alle i områder med god vannutskifting.

Som beskrevet lenger frem i rapporten, var 2016 preget av mange drivende ettårige alger. Disse kan hope seg opp og danne mindre flekker med anaerobe forhold i øverste sedimentlag.

Siden situasjon i 2016 var så spesiell og naturlig, ble de lokale anaerobe forhold ikke tolket som negativ.

Indikasjoner på forbedret eller forverret miljøtilstand:

L1 (NOVA): Her var det like sterk lukt som i 2011 (H₂S). Det ble registrert omfattende bakteriebelegg (Beggiatoa) og kloakklukt rett utenfor stasjonen, mot nordre avløpsrør. Selve stasjonen virket i litt mindre grad påvirket av direkte kloakkutslipp som før, men det var ikke antydning til vesentlig forbedring av miljøtilstanden.

L2 (Tomasjord): Her var det mye sedimentering og tykke lag med halvrotne alger på tang og/eller sediment. Utbredt H₂S-lukt og anoksiske forhold ble registrert i sedimentet. Ledningen er skadet og stasjonen var fortsatt påvirket av kloakk. Det var ingen antydninger på forbedring av forholdene siden 2011.

L3 (Holt): Her var det lavere artstall enn årene før. I motsetning til 2011, fantes tegn på at stasjonen kunne være noe påvirket, som gulfarget skjellsand og anaerobe forhold ved ledningen.

L4 (Langnes): Her fantes naturlige sedimentavleiringer over hele fjæra. Det var lite lukt og ingen bakteriebelegg. Artstallet var lavere enn årene før, men de "estetiske" forholdene (luke, svart sediment, råte) er blitt bedre. L4 ga et friskere inntrykk og var mer restituert enn årene før. Stasjonen ser ut til å være på vei mot full restitusjon.

L5 (Sandneshamn): Det forekom litt sedimentering i nedre fjæra, men stasjonen var fri for lukt og anoksiske forhold. Stasjonen anses som frisk og ikke påvirket av kloakkutslipp.

7 Bløtbunnsedimenter – organisk innhold og miljøgifter

7.1 Materiale og metode

7.1.1 Effekter av organisk belastning og miljøgifter i sedimenter

Organiske belastninger kan føre til endret artsmangfold i bunndyrssamfunnene hvor opportunistene overtar med tallrike forekomster, og antallet arter går ned. Dette betyr mange individer (opportuniste) og få arter, som kan føre til høy produksjon og stort forbruk av oksygen. Sedimentene kan etterhvert bli anoksiske og bunndyrene forsvinner. Nivået av svovelfikserende bakterier øker og resultatet blir gjerne gassdannelse med H₂S og metan.

Sedimentenes evne til å akkumulere organisk materiale og nedsynkende miljøgifter (knyttet til partikler) er blant annet bestemt av bunnssubstratets beskaffenhet. Generelt kan en si at finpartikulært materiale (silt, leire og finsand) har størst evne til slik akkumulering. Derfor er analyser av TOC og kornfordeling viktige støtteparametere for både å forklare de biologiske effektene av belastninger fra kloakkutslipp, men også for å vurdere nivåene av miljøgifter.

Miljøgifter som kommer ut i næringskjeden kan gi kronisk toksiske effekter ved moderat belastning og langsiktig eksponering. Akutte toksiske effekter kan oppstå ved høye konsentrasjoner (tilstandsklasse dårlig) allerede ved kortidseksponering.

7.1.2 Stasjonsplassering, parametre og feltmetodikk

Sedimentprøver ble samlet inn fra 11 stasjoner (Figur 31) 12.04 og 13.04.2016. Tabell 18 viser en oversikt over stasjonsplassering og hvilke komponenter det ble analysert for. Innsamling ble gjennomført i henhold til ISO 5667-19.

Overflatesedimenter (0-2 cm) ble tatt med 0,1 m² van Veen grabb. Delprøver ble tatt ut fra hver grabb for analyser av; polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH-16), polyklorerte bifenyler (PCB7), utvalgte metaller (Cd, Pb, Hg, Cu, Zn, Ni og As), finstoff (<63µm) og totalt organisk karbon (TOC). Kun grabbskudd med uforstyrret overflate ble benyttet. I tillegg ble det innsamlet prøver for analyser av PFOS (perfluoroktylsulfonat), BFH (bromerte flammehemmere) og TBT (tributyltinn).

Tabell 18. Stasjonskoordinater, parametre og dyp på bløtbunnstasjonene rundt Tromsø 2016. - Stations coordinates, parameters and depths on the soft bottom stations around Tromsø 2016.

St	Koordinater	Parametre	Dyp,m
T1	69°40,607'-19°00,599'	TOC/kornfordeling/PAH-16/PCB7/PFOS/BFH/TBT/metaller	50
T2	69°40,720'-19°00,050'	TOC/kornfordeling	20
T3	69°39,580'-18°58,500'	TOC/kornfordeling	29
T4	69°42,050'-19°01,920'	TOC/kornfordeling	25

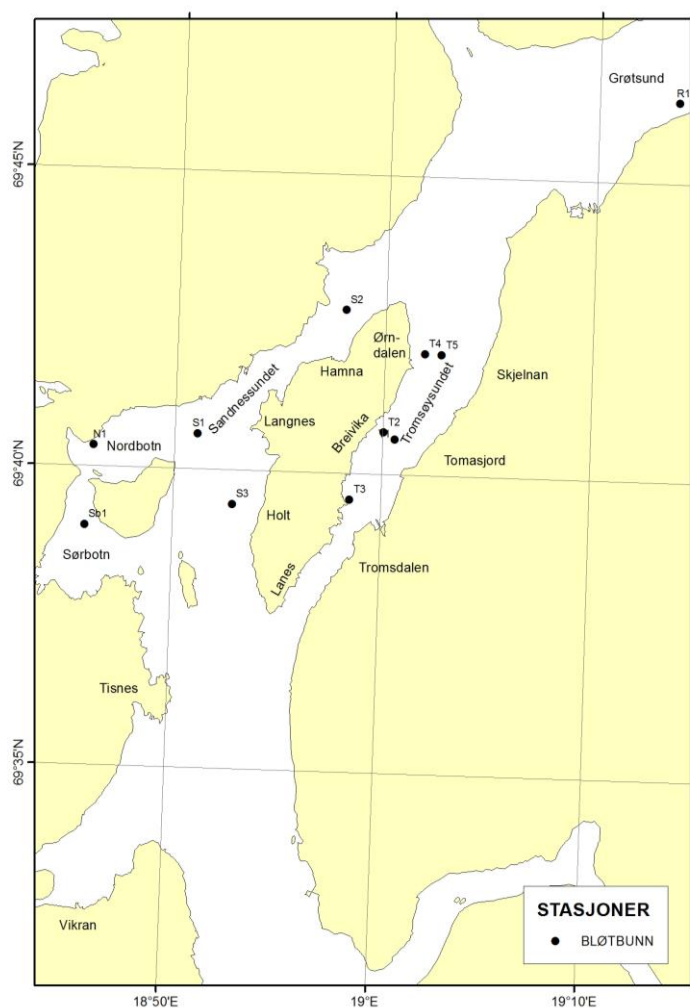
Tabell fortsetter

Fortsettelse Tabell 18

T5	69°42,040'-19°02,730'	TOC/kornfordeling	45
S1	69°40,603'-18°51,096'	TOC/kornfordeling// PAH-16/PCB7/metaller	20
S2	69°42,746'-18°58,072'	TOC/kornfordeling/PAH-16/PCB7/PFOS/BFH/TBT/metaller	40
S3	69°39,440'-18°52,880'	TOC/kornfordeling/PAH-16/PCB7/PFOS/BFH/TBT/metaller	37
N1	69°40,358'-18°46,103'	TOC/kornfordeling/PAH-16/PCB7/PFOS/BFH/TBT/metaller	50
Sb1	69°39,020'-18°45,811'	TOC/kornfordeling	32
R1	69°46,362'-19°13,869'	TOC/kornfordeling	40

T = Tromsøysund, S = Sandessund, N = Nordbotn, Sb = Sørbotn, R = referansestasjon

Tidligere R2 (referansestasjon Tisnes) er utgått. Bunndyr ble ikke opparbeidet i 2008. Prøvematerialet da besto av 8 bøtter med skjellfragmenter og noe skjellsand. På bakgrunn av faglige vurderinger av sedimenttypen og sortering/artsbestemmelse av en replikat, ble ikke stasjonen godkjent som fremtidig referansestasjon for prosjektet.



Figur 31. Bløtbunnstasjoner rundt Tromsø, 2016. – Soft bottom stations around Tromsø, 2016.

7.1.3 Analyser

Alle sedimentprøvene ble frosset ned før analyser.

Andelen finstoff, dvs fraksjonen mindre enn 63 μm , ble bestemt gravimetrisk etter våtsikting av prøvene. Resultatene er angitt som andel finstoff på tørrvektsbasis. Totalt organisk karbon

innhold (TOC) bestemt ved IR deteksjon (LECO IR 212), etter behandling med konsentrert HCl og katalytisk forbrenning ved 480 °C. For å kunne klassifisere miljøtilstanden basert på innhold av TOC er de målte konsentrasjonene normalisert for andel finstoff (nTOC), ved bruk av ligningen: $nTOC = TOC + 18(1 - F)$, hvor TOC og F står for henholdsvis målt TOC verdi og andel finstoff (%) i prøven (Aure *m.fl.* 1993).

Innhold av metaller ble bestemt ved saltpetersyre opplutning i mikrobølgeovn etterfulgt av kvantifisering ved ICP-AES.

PAH ble kvantifisert med bruk av interne standarder og GC/MS detektor. Prøveopparbeidingen inkluderer homogenisering, forsåping (metanol og KOH) og pentanekstraksjon etterfulgt av oppkonsentrering og opprensing på silikakolonne. Målbarehets- og kvantifiseringsgrenser for enkelt-PAH forbindelser er gitt i Vedlegg 4 sammen med metodens nøyaktighet og måleusikkerhet.

Innholdet av PCB er bestemt ved GC/ECD etter frysetørking, sykloheksan/acetone ekstraksjon (ultrakanon), sentrifugering og vasking (NaCl), rensing (Envirogel GPC Cleanup kolonne) oppkonsentrering og vasking med konsentrert svovelsyre. Kvantifiseringsgrenser for enkeltforbindelser er gitt vedlegg i Vedlegg 4 sammen med metodens nøyaktighet og måleusikkerhet.

Fire av sedimentprøvene ble screenet for et utvalg av såkalt nye miljøgifter (polybromerte difenyletere (PBDE), tetrabrombisfenol A (TBBPA), dekabrombifenyl DeBB), heksabromsyklododekan (HBCD) og perfluoroktylsulfonat (PFOS)). For bestemmelse av bromerte flammehemmere ble sedimentet ekstrahert ved hjelp av toluen og kvantifisert på GC-MSD. PFOS ble kvantifisert ved bruk av LC-MS-MS.

7.1.4 Tilstandsklassifisering

Resultatene for TOC er vurdert ut fra SFT-veiledning 97:03 (Molvær *m.fl.* 1997). I denne veiledningen klassifiseres sedimentet mht. organisk materiale (TOC) til en av fem tilstandsklasser vist i Tabell 19.

Tabell 19. Tilstandsklassifisering av normalisert TOC i sediment iht. SFT-veiledning 97:03 (Molvær *m.fl.* 1997).- Classification of environmental state according to SFT 97:03 (Molvær et al. 1997)

NTOC, mg/g	< 20 I Meget god	20-27 II god	27-34 III mindre god	34-41 IV Dårlig	> 41 V meget dårlig
------------	---------------------	-----------------	-------------------------	--------------------	------------------------

Miljødirektoratet har i 2016 utgitt en ny veileder med grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota (M-608/2016). Innsamling og analyser ble foretatt før veilederen kom ut. For sammenligning med resultatene fra tidligere overvåkinger er det valgt å benytte samme veileder for klassifisering som under overvåkingen i 2011/2012. Resultatene for miljøgifter er derfor vurdert ut fra SFTs reviderte veileder for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann (Bakke *m.fl.* 2007, TA-2229/2007). Også i denne veilederen klassifiseres sedimentet til en av fem tilstandsklasser basert på innhold av miljøgifter. Systemet er basert på kunnskap om effekter av miljøgifter og klassegrensene representerer en forventet økende grad av skade på organismesamfunn (Tabell 20).

Tabell 20. Tilstandsklasser i henhold til SFT reviderte veileder for klassifisering av miljøgifter i vann og sediment (Bakke m.fl. 2007, TA-2229/2007). - Classification for contaminants in water and sediments according to SFT (rev) TA 2229/2007.

I Bakgrunn	II God	III Moderat	IV Dårlig	V Svært dårlig
Bakgrunnsnivå	Ingen toksiske effekter	Kroniske effekter ved langtids-eksponering	Akutt toksiske effekter ved korttidseksponering	Omfattende akutt toksiske effekter

7.2 Resultater

7.2.1 Kornfordeling og totalt organisk karbon (TOC)

Resultatene er vist i Tabell 21.

Andelen finstoff i sedimentprøvene varierte fra 8 % til 73 %. Det groveste sedimentet ble funnet på S2 Sandnessundet, mens det fineste sedimentet ble funnet på Sb1 i Sørbotn. På de tre stasjonene i Sandnessundet varierte finstoffandelen fra 8 – 65 %, mens den på de fem stasjonene i Tromsøysundet varierte fra 43 – 72 %.

Det høyeste TOC-nivået ble målt i sediment fra stasjon Sb1 i Sørbotn (tilstandsklasse IV). TOC-konsentrasjonene i Tromsøysundet og Sandnesundet var relativt like og lå i tilstandsklasse II og III. Også sedimentet i Nordbotn var noe belastet med organisk karbon (tilstandsklasse III).

Tabell 21. Kornstørrelse (% < 63 µm) og totalt organisk karbon (TOC) i sediment samlet inn i Tromsøysund, Sandnessund, Nordbotn og Sørbotn i april 2016. Klassifisering i henhold til SFTs veileder for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann (SFT 97:03, Molvær m.fl. 1997). Grain size (% < 63 µm) and total organic carbon (TOC) in sediment from Tromsøysund, Sandnessund, Nordbotn and Sørbotn, April 2016. Color codebar for environmental classification according to SFT 97:03 (Molvær et al. 1997).

St.	TOC, mg/g	N-TOC*	Tilstandskl. (SFT)	Pelitt= % <0,063 mm
N1	25,9	32,2	III Mindre god	65,0 høy
R1	12,4	24,2	II God	34,1
S1	14,4	25,8	II God	36,6
S2	11,2	27,8	III Mindre god	8,1
S3	24,4	30,8	III Mindre god	64,5
Sb1	34,1	38,9	IV Dårlig	73,1
T1	12,3	20,3	II God	55,8
T2	17,0	26,7	II God	46,3
T3	19,7	30,0	III Mindre god	42,5
T4	19,2	26,3	II God	60,3
T5	22,2	27,3	III Mindre god	71,5

* Miljøklassifisering (SFT 97:03 - Molvær m.fl. 1997) basert på TOC forutsetter at konsentrasjonen av TOC i sedimentet standardiseres for teoretisk 100 % finstoff (pelitt < 0.063mm) iht til formelen:
 Normalisert TOC = målt TOC + 18 x (1-F), hvor F er andel av finstoff

7.2.2 Metaller og tributyltinn (TBT)

Det var lave konsentrasjoner (tilstandsklasse I) av metaller i samtlige sedimentprøver som inngikk i undersøkelsen (Tabell 22). Den høyeste TBT-konsentrasjonen (tilstandsklasse III,

forvaltningsmessig grenseverdi) ble målt i sediment fra Nordbotn (N1). På de andre stasjonene hvor TBT var inkludert i analyseprogrammet (to stasjoner i Sandnessundet og én i Tromsøysundet) var TBT-konsentrasjonen betydelig lavere (tilstandsklasse I og II, forvaltningsmessig grenseverdi). Hvis effektbasert grenseverdi legges til grunn for TBT-klassifiseringen havner imidlertid alle fire stasjonene i tilstandsklasse V. Ettersom TBT har en høy giftighet overfor enkelte akvatiske organismer, er de effektbaserte grenseverdiene svært lave i forhold til nivåer man finner i kystnære sedimenter. Miljøforvaltningen legger derfor som oftest de forvaltningsmessige grenseverdiene til grunn i vurderinger av eventuelle tiltaksbehov. TBT-nivået var noe høyere på N1 nå enn i 2012. Dette til tross for at TBT er utfaset. All ny bruk av TBT har vært forbudt siden 2003. TBT ble også brukt i treimpregnering og på utstyr brukt i oppdrettsvirksomhet, og noe TBT lekker i dag ut fra gamle avfallsfyllinger. Årsaken til økningen i TBT-nivå på stasjon N1 er ikke kjent, men utlekking fra kilder på land kan bidra. Dette er imidlertid ikke kartlagt i dette prosjektet. Det kan imidlertid være lokale variasjoner i sedimentets beskaffenhet som gjør at TBT-nivået varierer noe mellom ulike undersøkelser.

Tabell 22. Konsentrasjoner av metaller (mg/kg TS) og tributyltinn (TBT) ($\mu\text{g/kg TS}$) i sediment samlet inn i Tromsøysund, Sandnessund, Nordbotn og Sørbotn, april 2016. Klassifisering i henhold til SFTs reviderte veileder for klassifisering av miljøgifter i vann og sediment (Bakke m.fl. 2007, TA-2229/2007). Veilederen angir ikke tilstandsklasser for kobolt (Co) eller Vanadium (V). - Concentrations of metals (mg/kg dw) and tributyltin (TBT) ($\mu\text{g/kg dw}$) in sediment from Tromsøysund, Sandnessund, Nordbotn og Sørbotn, April 2016. Color codebar for environmental classification according to Bakke et al. 2007, TA-2229/2007. For TBT the management based classes are used. No guidelines for classification of Cobalt (Co) or Vanadium (V) are given by Bakke et al. (2007).

St	As,	Cd,	Co	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	V	Zn	TBT
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	$\mu\text{g/kg}$
N1	13,0	0,099	8,70	53,1	23,1	0,074	26,0	18,1	12,2	83,5	9,6
S1	4,4	0,092	4,25	25,2	11,2	<0,04	12,5	9,1	28,6	42,6	-
S2	4,5	0,093	1,57	12,1	4,5	<0,04	3,97	4,5	11,9	17,6	<1,0
S3	6,5	0,128	7,23	43,0	19,1	0,056	22,6	15,0	49,1	66,9	1,42
T1	6,9	0,077	6,73	35,0	19,1	0,093	19,4	11,2	37,9	49,9	4,12
T4	8,9	0,086	8,56	41,4	21,2	0,072	22,7	15,3	47,0	63,8	-
R1	4,41	0,091	4,70	30,1	11,7	0,046	15,4	10,8	28,8	42,8	-

- ikke analysert

I	II	III	IV	V
Bakgrunn	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig

7.2.3 Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) og polyklorerte bifenyler (PCB)

PAH-konsentrasjonene ble målt i sediment fra syv stasjoner (Tabell 23). For seks av disse fantes sammenlignbare data fra 2012 (se Vedlegg). PAH-konsentrasjonen var lav i de fleste av prøvene samlet inn i 2016 (tilstandsklasse I – II). For PAH forbindelsen benso(ghi)perylene fantes imidlertid konsentrasjoner som tilsvarte tilstandsklasse III og IV. Benso(ghi)perylene kan bl.a. stamme fra bil- eller skipstrafikk. Med unntak av de to stasjonene i Tromsøysund, var PAH-konsentrasjonene noe lavere i 2016 enn i 2012 på de øvrige stasjonene. På N1, T1 og T4 ble det funnet lett forhøyede PAH-nivåer i tilstandsklasse II.

Det ble målt lave PCB-konsentrasjoner (tilstandsklasse I) på samtlige stasjoner hvor PCB var inkludert i analyseprogrammet. Nivåene var sammenlignbare med tilsvarende resultater fra 2012 (se Vedlegg 6).

Tabell 23. Polyaromatiske hydrokarboner (Sum 16 PAH, µg/kg tørrvekt) inkludert PAH forbindelsene og polyklorerte bifenyler (PCB, µg/kg tørrvekt) i sediment samlet inn i Tromsøysund, Sandnessund, Nordbotn og Sørbotn, april 2012.. Klassifisering i henhold til SFTs reviderte veileder for klassifisering av miljøgifter i vann og sediment (Bakke m.fl. 2007, TA-2229/2007). BaP = benso(a)pyren. - Concentrations of PAH and PCB in sediment from Tromsøysund, Sandnessund, Nordbotn og Sørbotn, April 2013. Color codebar for environmental classification according to Bakke et al. 2007, TA-2229/2007.

PAH forbindelser	N1	S1	S2	S3	T1	T4	R1
Napftalen	4,60	1,19	<1,19	3,79	7,11	7,70	2,43
Acenaphthylene	1,06	0,37	<0,08	0,79	1,32	0,80	0,30
Acenaften	3,41	<0,98	<0,98	2,31	2,86	4,11	1,07
Fluoren	4,78	0,86	<0,64	3,65	4,96	5,50	1,92
Fenaftren	29,6	<4,72	<4,72	18,3	30,8	33,1	13,0
Antracen	8,51	1,42	<0,48	5,39	9,35	10,3	3,88
Fluoranthren	71,6	7,99	<2,94	30,5	43,7	51,1	20,4
Pyrene	63,3	8,41	<3,30	28,4	48,1	50,9	17,5
Benzo(a)antracen	48,5	5,82	1,07	20,8	28,4	32,9	10,3
Chrysen	34,2	4,12	<0,73	13,6	21,5	21,4	7,28
Benzo(b)fluoranten	69,6	13,0	<1,17	28,2	27,5	31,9	15,4
Benzo(k)fluoranten*	29,2	3,43	<0,35	10,4	11,4	13,3	6,34
Benzo(a)pyren	64,3	9,76	1,32	27,0	32,5	37,3	13,4
Indeno(1,2,3-cd)pyren	62,4	12,2	1,45	28,2	21,8	26,0	14,4
Benzo(ghi)perylene	98,4	23,9	3,84	55,0	30,4	39,0	18,6
Dibenzo(a,h)antracen	3,47	0,31	<0,19	0,94	1,28	1,41	0,89
SUM 16 EPA-PAH	597	96	16	277	323	368	147

*Ikke tilstandsklassifisert. Klassegrenser for "I Bakgrunn" er ikke oppgitt i Klif veileder

Sum PCB 7*	3,64	0,87	0,41	1,95	2,50	4,72	1,07
-------------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------

* sum av PCB 28, 52, 101, 118, 138, 153 og 180

I Bakgrunn	II God	III Moderat	IV Dårlig	V Svært dårlig
------------	--------	-------------	-----------	----------------

7.2.4 Andre miljøgifter

I miljøforvaltningene er det fokus på en del nyere miljøgifter. Her inngår miljøgifter som bromerte flammehemmere og perfluorerte forbindelser. Fire sedimentprøver fra Tromsøområdet (N1 i Nordbotn, S2 og S3 i Sandnessundet og T1 i Tromsøysundet) ble screenet for polybromerte difenyletere (PBDE), tetrabrombisfenol A (TBBPA), dekabrombifenyl (DeBB), heksabromsyklododekan (HBCD) og perfluoroktylsulfonat (PFOS) som en del av denne undersøkelsen. Ingen av disse forbindelsene ble detektert i noen av prøvene (se Vedlegg 4).

7.3 Dagens tilstand og resipientutvikling

Bløtbunnsedimentene rundt Tromsøya er fortsatt noe anrikt med organisk karbon. Dette spesielt i sedimentasjonsområder bestemt av naturgitte forhold som terskler og bakevjer. Den største organiske belastningen ble funnet i Sørbotn. Her er kun én stasjon prøvetatt, så det er

ikke mulig å vurdere om det jevnt over er høye konsentrasjoner av TOC eller om dette er et lokalt fenomen. Stasjonen var også belastet med organisk karbon i de tidligere overvåkingene, men belastningen er noe redusert siden 2012 og 2008. Generelt sett gjelder dette for de mest belastede stasjonene i de tidligere undersøkelsene.

Av totalt 11 stasjoner var TOC-nivåene omtrent uforandret på tre stasjoner (S1, S2 og T2) og forbedret med en tilstandsklasse på fire stasjoner (N1, R1, Sb1 og T4). På S3, T1, T4 og T5 hadde belastningen økt med en tilstandsklasse.

Alle metallkonsentrasjonene var lave med tilstandsklasse I, mot I og II i 2012. Kvikksølv- og nikkelnivåene var redusert på N1 i Nordbotn. På S3 og T1 var også kvikksølvnivåene gått ned til tilstandsklasse I.

Sediment fra Nordbotn hadde fortsatt en relativt høy konsentrasjon av TBT (tilstandsklasse III), som var samme klasse som i 2001, men bedre enn i 2008 (tilstandsklasse IV). Konsentrasjonene var lavere i sediment fra Tromsøysundet og Sandnessundet (tilstandsklasse I - II), med nivåer omtrent som i 2012. Vurdering av tidstrenden 2008 - 2016 tyder på en generell nedgang i TBT-nivåene, men ikke siden 2012. Det var forventet en ytterligere nedgang i hele tidsrommet siden bruk av ny TBT ble forbudt i 2003.

PAH-konsentrasjonene var fortsatt lave i prøvene samlet inn i 2016 (tilstandsklasse I og II). Fire av stasjonene (N1, S1, S2 og T4) fikk samme tilstandsklasse som i 2012 og to stasjoner hadde endret tilstanden med en klasse. PAH nivået var fortsatt høyest i sediment fra N1 i Nordbotn, men fortsatt i klasse II.

Det ble målt lave PCB-konsentrasjoner (tilstandsklasse I) sediment på samtlige stasjoner hvor PCB var inkludert i analyseprogrammet. Med unntak av S3 hadde det vært en svak generell økning av PCB på de øvrige stasjonene siden 2012. Årsaken til den svake økningen er ikke kjent. Det er ikke vesentlige forskjeller i finstoffandelen eller TOC-konsentrasjoene i de to overvåkingene som kan forklare dette.

Fire sedimentprøver (N1 i Nordbotn, S2 og S3 i Sandnessundet og T1 i Tromsøysundet) ble analysert for andre og nyere miljøgifter. Dagens tilstand med hensyn til polybromerte difenyletere, tetrabrombisfenol A, dekabrombifenyl (DeBB), heksabromsyklododekan (HBCD) og perfluoroktylsulfonat (PFOS) er god, og uforandret siden 2008 og 2012.

8 Miljøgifter i biota

8.1 Materiale og metoder

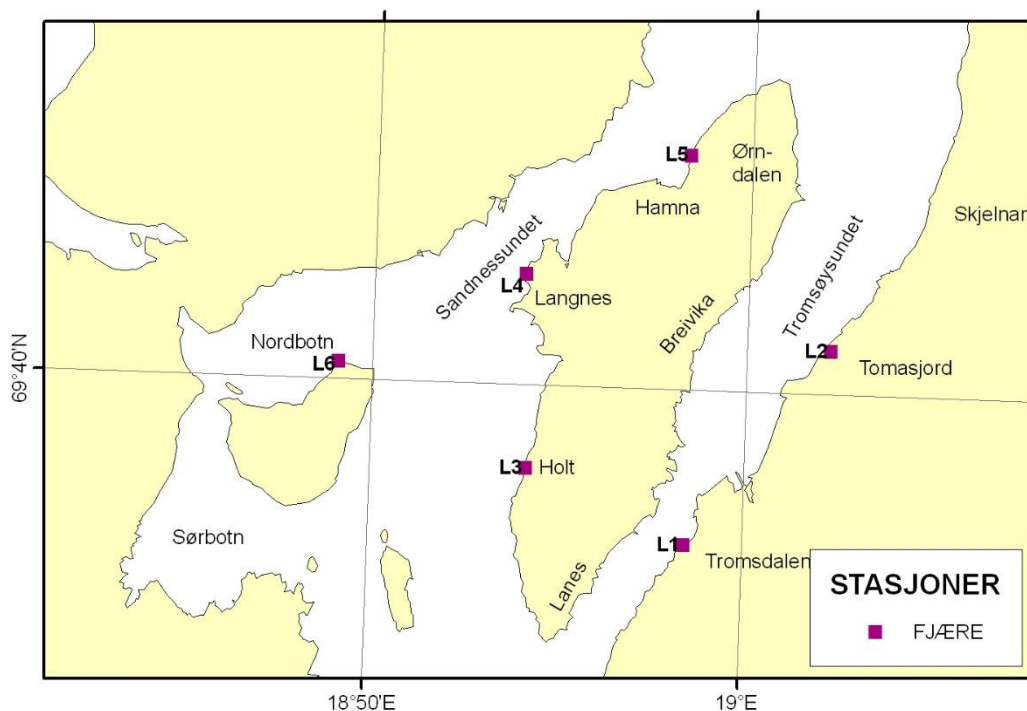
Formålet med denne delen av undersøkelsen har vært å undersøke graden av forurensning med metaller, polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) og polyklorerte bifenyler (PCB) i utvalgte indikatorarter av organismer i strandsonen, samt vurdere miljøutvikling siden undersøkelsen i 2011/12. Det ble ikke funnet blåskjell på stasjon L2 Tomasjord ved foreliggende undersøkelse, men derimot ble det funnet blåskjell på stasjon L4 Langnes, som ikke var prøvetatt for blåskjell ved forrige undersøkelse.

Grisetang (*Ascophyllum nodosum*) og blåskjell (*Mytilus edulis*) ble samlet inn for miljøkjemiske analyser (gjelder for de stasjonene der det forekom tilstrekkelig materiale for analyse). Det ble innsamlet 100 skuddspisser av tang (10 planter á 10 skuddspisser) på hver av stasjonene og 100 stk. blåskjell på de stasjoner der det ble funnet skjellforekomster. Organismene er innsamlet på de samme fjærestasjonene som ble undersøkt med hensyn til artssammensetning og eutrofiering (se kapittel 6), samt på en ekstra fjærestasjon på Håkøya.

Tabell 24 viser hvilke indikatorarter som er innsamlet på de ulike stasjonene, mens Figur 32 viser lokaliseringen av stasjonene.

Tabell 24. Lokalisering av strandsonestasjoner for innsamling av biota i Tromsø området i foreliggende og tidligere undersøkelser. – Littoral survey stations in this and previous surveys.

STASJONSNUMMER - NAVN	DATO	GPS KOORDINATER	INDIKATORARTER
L1 – NOVA, Tromsdalen	03.08.16	69° 38,566' N – 18° 58,453' Ø	Blåskjell / Blæretang
L2 – Tomasjord	03.08.16	69° 40,404' N – 19° 02,232' Ø	Grisetang
L3 – Holt	05.08.16	69° 39,236' N – 18° 54,180' Ø	Grisetang
L4 – Langnes	04.08.16	69° 41,039' N - 18° 54,039' Ø	Blåskjell / Gris tang
L5 – Sandneshamn, Hamna	05.08.16	69° 42,189' N – 18° 58,340' Ø	Grisetang
L6 - Håkøya	11.08.16	69° 40,140' N – 18° 48,87' Ø	Grisetang



Figur 32. Stasjonsoversikt – Metaller og miljøgifter i tang og blåskjell ved Tromsø, 2011. - Stations for metals and environmental contaminants in brown algae and blue mussels around Tromsø, 2011

8.1.1 Analyser

Gjennomsnittsstørrelsen på blåskjellene var 33 mm på L1 og 31 mm på L4. Dette er noe under anbefalt størrelse for analyse.

Metaller i skjell og tang ble bestemt etter oppslutning med saltpetersyre (HNO_3) og hydrogenperoksyd (H_2O_2) i mikrobølgeovn. Kvantifisering ble gjennomført ved ICP-SFMS.

PAH, PCB og klorerte pesticider ble bestemt ved hjelp av GC-MSD. Mer detaljer om analysemetodikk er gitt i Vedlegg 4.

8.1.2 Miljøklassifisering

Resultatene for biota er vurdert ut fra SFT (nå Miljødirektoratet) -veiledning 97:03, (Molvær m.fl. 1997). I denne veiledningen klassifiseres biota til en av fem tilstandsklasser (Tabell 25) med hensyn til ulike miljøgifter.

Tabell 25. Tilstandsklasser for blåskjell og tang (SFT 97:03, Molvær m.fl. 1997). - Classification of environmental state according to SFT 97:03 (Molvær et al. 1997).

I	II	III	IV	V
Ubetydelig – Lite forurenset	Moderat forurenset	Markert forurenset	Sterkt forurenset	Meget sterkt forurenset

8.2 Resultater

8.2.1 Blåskjell

Det var generelt lave konsentrasjoner av metaller i blåskjellprøvene som ble analysert. Arsenkonsentrasjonen var lett forhøyd (tilstandsklasse II) på stasjon L1 (Tabell 26). Resultatene samsvarer med undersøkelsene fra 2007/08 og 2011.

PAH-nivåene var, som i 2008 og 2011, lave i alle prøvene (tilstandsklasse I). PCB-nivåene var under deteksjonsgrensene på begge stasjoner. På stasjon L1 har nivåene dermed gått noe ned siden forrige undersøkelse.

Tabell 26. Konsentrasjoner av metaller og organiske miljøgifter i blåskjell samlet inn på stasjon L1 i Tromsdalen og L4 på Langnes, august 2016. Klassifisering i henhold til SFTs veileder for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann (SFT 97:03, Molvær m.fl. 1997). - Concentrations of metals and organic contaminants in blue mussels collected on station L1 in Tromsdalen and L4 at Langnes, August 2016. Color codebar for environmental classification according to Molvær et al. (1997).

Element	Enhet	St. L1, NOVA - 2016	St. L4, Langnes - 2016
As	mg/kg TS	15,80	8,89
Cd	mg/kg TS	0,74	0,47
Cr	mg/kg TS	1,69	0,50
Cu	mg/kg TS	7,15	5,59
Hg	mg/kg TS	0,09	0,04
Ni	mg/kg TS	1,64	0,73
Pb	mg/kg TS	1,78	0,42
Zn	mg/kg TS	97,70	62,90
Sum PAH-16	µg/kg	11,49	14,08
PCB 28	µg/kg	<0.073	<0.054
PCB 52	µg/kg	<0.11	<0.11
PCB 101	µg/kg	<0.24	<0.18
PCB 118	µg/kg	<0.11	<0.11
PCB 138	µg/kg	<0.23	<0.19
PCB 153	µg/kg	<0.29	<0.29
PCB 180	µg/kg	<0.089	<0.081

I	II	III	IV	V
Ubetydelig – Lite forurenset	Moderat forurenset	Markert forurenset	Sterkt forurenset	Meget sterkt forurenset

8.2.2 Tang

I tangprøvene var det også, i likhet med 2008 og 2011, lave konsentrasjoner av metaller (tilstandsklasse I) (Tabell 27).

Tabell 27. Konsentrasjoner av metaller (mg/kg) i grisetang samlet inn rundt Tromsøya og i Nordbotn på Håkøya, august 2016. Klassifisering i henhold til SFTs veileder for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann (SFT 97:03, Molvær et al. 1997).- Concentrations of metals contaminants in seaweed collected around Tromsø Island and in Nordbotn at Håkøya, August 2016. Color codebar for environmental classification according to Molvær et al. (1997).

Element	St. L1 Nova	St. L2 Tomasjord	St. L3 Holt	St. L4 Langnes	St. L5 Sandnesshamn	St. L6 Håkøya
TS (%)	30,4	33	32,6	32,1	29,8	35,3
As	19,70	17,70	16,30	18,70	18,90	17,4
Cd	0,15	0,12	0,12	0,15	0,15	0,144
Cr	0,14	0,09	0,04	0,13	0,08	0,104
Cu	1,17	1,12	0,74	0,92	1,65	0,702
Hg	<0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02
Ni	0,42	0,36	0,27	0,35	1,38	0,254
Pb	<0,05	<0,04	<0,05	<0,05	<0,04	<0,04
Zn	19,80	17,70	12,20	12,90	20,70	10,5

I	II	III	IV	V
Ubetydelig – Lite forurenset	Moderat forurenset	Markert forurenset	Sterkt forurenset	Meget sterkt forurenset

8.3 Dagens tilstand og resipientutvikling

Det var generelt lave konsentrasjoner av metaller, både i blåskjell og grisetang, samlet inn i Tromsøområdet. Det ble også målt lave konsentrasjoner av PAH i blåskjell samlet inn på en stasjon i Tromsdalen og en stasjon på Langnes. Konsentrasjonene av PCB i blåskjellene fra Tromsdalen har sunket siden forrige undersøkelse. Dette kan skyldes at blåskjellene i foreliggende undersøkelse var noe mindre enn ved forrige undersøkelse (gjennomsnittstørrelse 33 mm på stasjon L1 og 31 mm på stasjon L4). Disse skjellene er antakelig ikke mer enn ett år gamle og har dermed hatt liten tid til å akkumulere miljøgifter.

9 Vannkvalitet og hydrografi

9.1 Materiale og metoder

Det er analysert for vinterkonsentrasjoner av plantenærings saltene total nitrogen (Tot-N), ammonium (NH₄), total fosfor (Tot-P) og fosfat (PO₄) for å kunne vurdere den generelle eutrofieringstilstand. For å kunne spore spredning av kloakkvann er vannprøvene også analysert for termotolerante koliforme bakterier (TKB).

For å kunne beskrive og vurdere resipientutviklingen for de hydrofysiske forholdene, samt oksygenforholdene i terskelbassengene Nordbotn og Sørbotn, er det foretatt vertikale målinger av saltholdighet, temperatur og oksygenmetning i vannsøyla i tidsrommene november 2015 – januar 2016 og september – november 2016.

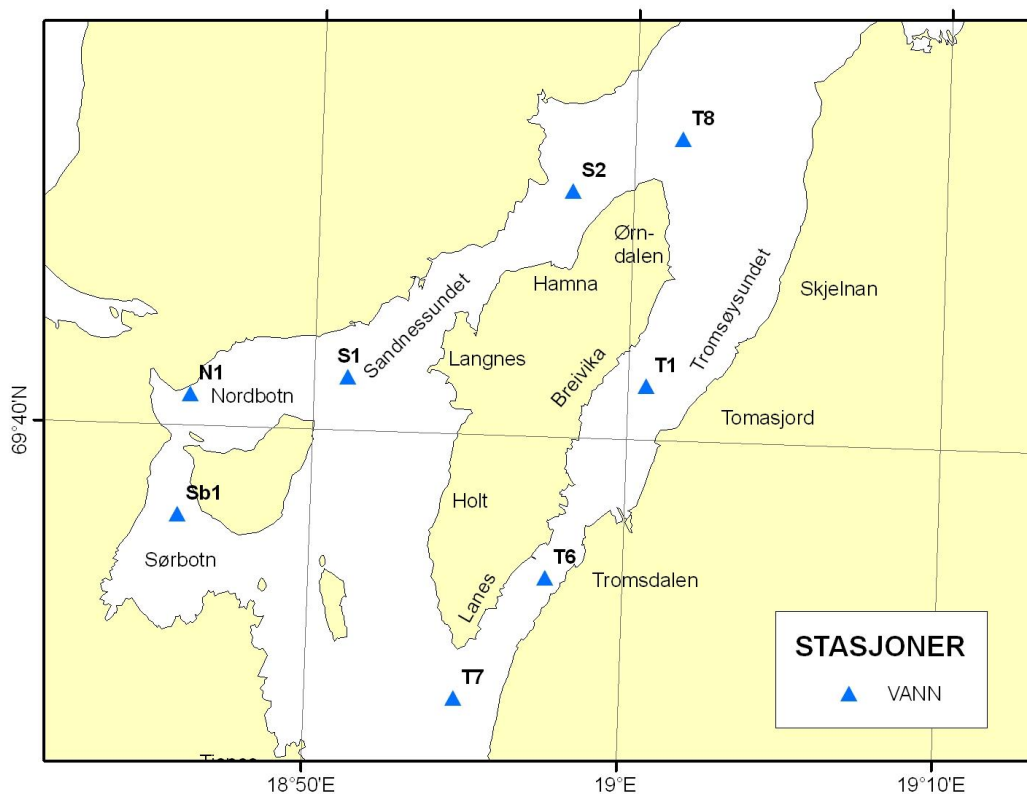
Vannprøvene ble hentet med vannhenter fra 0, 5 og 10 meters vanddyb og analysert som blandprøver fra de tre dypene. Pøvene ble innsamlet på åtte stasjoner fordelt mellom Tromsøysundet, Sandnessundet, Nordbotn og Sørbotn i tidsrommet november - april 2015 (Tabell 28 og Figur 33).

Planteplankton responderer meget hurtig på endringer i vekstforholdene. Økte nærings salttilførsler (eutrofiering) kan føre til økning av algebiomassen. For å vurdere effekter av eutrofi på planteplankton er klorofyll-a brukt som parameter på biomassen. Klorofyll-a og siktedyp (Secchi) ble målt på fire av vannprøve-stasjonene i løpet av vekstsesongen april – september 2016.

Tabell 28. Stasjonsoversikt for vannprøver og hydrografiske målinger i Tromsøysundet, Sandnessundet, Nordbotn og Sørbotn, vinter 2015-16. – Stations numbers for water sampling and hydrographic registrations in Tromsøysundet, Sandnessundet, Nordbotn and Sørbotn, winter 2015-16.

St	Koordinater	Parametre	Dyp,m
T1	69°40,607'-19°00,599'	Tot-N, NH ₄ , Tot-P, Po ₄ og TKB	0-10
T6	69°38,455'-19°57,574'	Tot-N, NH ₄ , Tot-P, Po ₄ , Klorofyll a, TKB og siktedyp (Secchi)	0-10
T7	69°37,086'-18°54,775'	Tot-N, NH ₄ , Tot-P, Po ₄ og TKB	0-10
T4	69°43,358'-19°01,524'	Tot-N, NH ₄ , Tot-P, Po ₄ og TKB	0-10
S1	69°40,603'-18°51,096'	Tot-N, NH ₄ , Tot-P, Po ₄ , Klorofyll a, TKB og siktedyp (Secchi)	0-10
S2	69°42,746'-18°58,072'	Tot-N, NH ₄ , Tot-P, Po ₄ og TKB	0-10
N1	69°40,358'-18°46,103'	Tot-N, NH ₄ , Tot-P, Po ₄ , Klorofyll a, TKB, siktedyp (Secchi) og hydrografi (inkl O ₂)	0-10 + hel vannsøyle
Sb1	69°39,020'-18°45,811'	Tot-N, NH ₄ , Tot-P, Po ₄ , Klorofyll a, TKB, siktedyp (Secchi) og hydrografi (inkl O ₂)	0-10 + hel vannsøyle

T = Tromsøysund, S = Sandessund, N = Nordbotn, Sb = Sørbotn



Figur 33. Stasjonsoversikt for vannprøver og hydrografiske målinger i Tromsøysundet, Sandnessundet, Nordbotn og Sørbotn, vinter 2015-16. – Stations numbers for water sampling and hydrographic registrations in Tromsøysundet, Sandnessundet, Nordbotn and Sørbotn, winter 2015-2016.

For klassifisering av miljøkvalitet (Tabell 29) er det for næringssaltene beregnet median for alle 10 målingene. For TKB er det beregnet 90 persentil. De statistiske metodene er valgt i henhold til anbefalinger i SFT veileder 97:03. Klassifiseringen av miljøkvalitet er følgelig gjort etter klassifiseringssystemet i samme veileder.

For Klorofyll-a er 90 persentilen benyttet og veiledende klassifiseringen er utført iht. Veileder 02:2013 (Vannforskriften). Klassifiserings- og vurderingsgrunnlaget er noe tynt da det ikke er utført månedlige innsamlinger i hele vekstsesongen og fordi 3 års sammenlignbare data ikke er innsamlet.

Tabell 29. Miljøklassifisering for termotolerante koliforme bakterier (TKB), total fosfor (tot-P), fosfat (PO₄), total nitrogen (tot-N), ammonium (NH₄) (fra SFT -97:03). For klassifisering for Klorofyll-a er Veileder 01:2009 benyttet – Environmental classification for nutrients and thermo resistant coliforme bacteria (from SFT 97:03). For Chlorofyll-a classification Guideline 01:2009 has been used.

TKB, CFU/100ml	I	II	III	IV	V
	<10	10-100	100-300	300-1000	>1000
Tot-P (µg/l)	I	II	III	IV	V
	<21	21-25	25-42	42-60	>60
PO ₄ (µg/l)	I	II	III	IV	V
	<16	16-21	21-34	34-50	>50
Tot- N (µg/l)	I	II	III	IV	V
	<295	295-380	380-560	560-800	>800
NH ₄ (µg/l)	I	II	III	IV	V
	< 33	33-75	75-155	155-325	> 325
Klorofyll a	I	II	III	IV	V
Norskehavet – mod. eksponert	1,7-2,5	2,5-5	5-8	8-16	> 16
Oksygen min.	I	II	III	IV	V
% metning	> 65	65-50	50-35	35-20	< 20

9.2 Resultater

9.2.1 Vannkvalitet

Resultatene fra vannkvalitetsmålingene er vist i Tabell 30.

De høyeste nivåene av tarmbakterier ble målt i Tromsøysundet sør for Tromsøbrua (T6) og utenfor Breivika (T1) (tilstandsklasse III). I Sandnessundet, Nordbotn og Sørbotn er nivåene lave (tilstandsklasse I og II).

Nivåene av total fosfor var generelt lave på alle stasjonene (tilstandsklasse I og II). Det samme gjelder fosfat (tilstandsklasse I).

Nivåene av total nitrogen og ammonium var lave på samtlige stasjoner (tilstandsklasse I).

Nivåene av klorofyll-a var lave, men lett forhøyet i Sørbotn (Sb1), Nordbotn (N1), Tromsøysund (T6) og Sandnessundet (S1) med tilstandsklasse II.

Tabell 30. Resultater fra vannkvalitetsmålinger rundt Tromsøy vinteren 2015-2016. – Results from the water quality analyses around Tromsøy, winter 2015-2016.

Stasjon	TKB (CFU/100ml), 90 persentil	Tot-P (µg/l), Median	PO ₄ (µg/l), Median	Tot-N (µg/l), Median	NH ₄ (µg/l), Median	Klorofyll-a (µg/l) 90 pers.
Sb1	8,4 - I	21 - II	15 - I	140 - I	10 - I	3,17 - II
N1	21,6 - II	21 - II	13 - I	150 - I	7 - I	4,27 - II
S1	38,6 - II	21 - II	14 - I	140 - I	10 - I	3,77 - II
S2	35,6 - II	21 - II	15 - I	140 - I	8 - I	-
T1	180 - III	21 - II	15 - I	150 - I	6 - I	-
T6	158 - III	21 - II	14 - I	180 - I	10 - I	2,53 - II
T7	4,8 - I	20 - I	14 - I	150 - I	6 - I	-
T8	44,8 - II	21 - II	15 - I	150 - I	7 - I	-

9.2.2 Hydrografi, oksygen og siktedyp (Secchi)

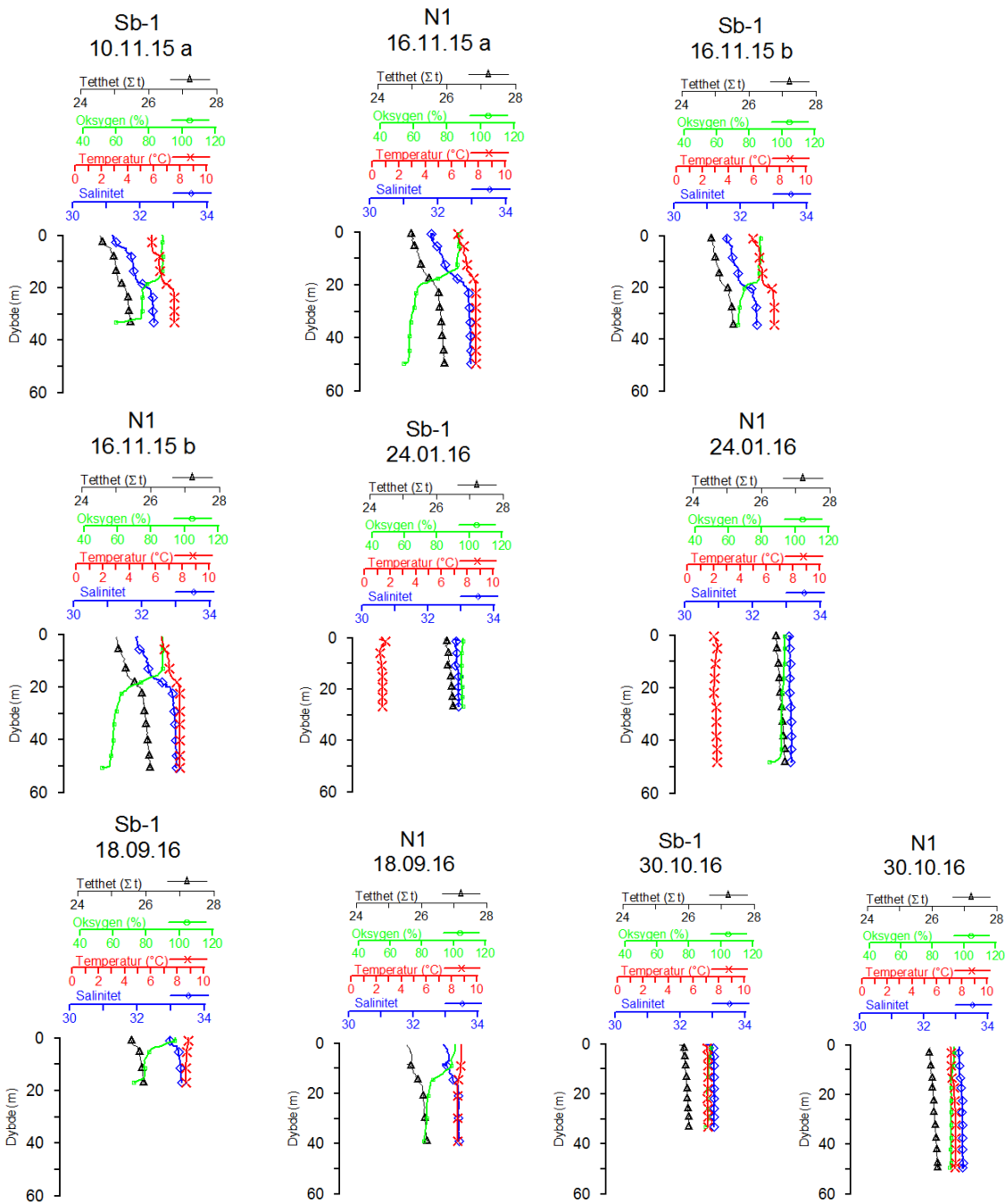
Resultatene er presentert som vertikale hydrografiske profiler fra november 2015 til januar 2016 og september –november 2016 (Figur 34).

Vannmassenes vertikale stabilitet er avgjørende for hvorvidt stillestående bunnvannmasser i et terskelbasseng blir skiftet ut av oksygenrikt overflatevann. Økende tetthet nedover i vannet gir liten mulighet for vertikal vannutveksling (konveksjon). Derimot indikerer relativt like tetthetsverdier gode muligheter for vertikal omrøring, som da vanligvis finner sted i nordnorske terskelfjorder i perioden oktober - april. Før slik omrøring finner sted har oksygenverdiene i bunnvannet nådd sin årvisse minimumsverdi.

Ved tidligere undersøkelser i 2007/08 ble oksygenminimum i Sørbotn (Sb1) og Nordbotn (N1) målt i september med ca 30 % metning under 20 meters vanddyb (Se Vedlegg 6). Klassifisering av miljøtilstand i henhold til SFT veileder 97:03 ga da tilstandsklasse IV "Dårlig" for bunnvannet i begge bassengene. I Sørbotn skjedde omrøringen tidligere enn i Nordbotn. Mellom september og slutten av oktober hadde vannsøyla blitt homogen og oksygenmetningen i bunnvannet nådd 80 % metning. I Nordbotn var det da i samme periode fremdeles ingen homogen vannsøyle og oksygenmetningen i bunnvannet var ca. 60 %. Både for Sørbotn og Nordbotn viste novembermålingene homogene vannsøyer hvor oksygenmetningen i bunnvannet hadde nådd 90 %. Desember- og januar målingene viste homogene vannsøyer med oksygenmetning i bunnvannet mellom 90 og 100 % i begge bassengene.

Kontrollmålinger 8. november 2011 og 22. oktober 2012 viste i hovedsak de samme hydrofysiske trender som er beskrevet tidligere. I begynnelsen av november 2011 hadde omrøring funnet sted i Sørbotn mens det enda var et svakt sprangsjikt i Nordbotn, med oksygenmetning like over 60 % i bunnvannet. Oksygenminimum ble ikke dokumentert, men det er sannsynlig at det har inntrådt i perioden september-oktober 2011. Målingene i slutten av oktober 2012 viste at omrøring dette året allerede hadde funnet sted, med god oksygenmetning på 90 % i bunnvannet i begge bassengene.

Foreliggende målinger viste at hovedtrekkene i den årlige hydrofysiske utviklingen i terskelbassengene Sørbotn og Nordbotn ikke er vesentlig endret. Det skjer årlige vannutskiftninger av bunnvannet som bidrar til at det ikke finnes stagnant oksygenfattig bunnvann i noen av bassengene. I 2016 skjedde den vertikale omrøringen i løpet av oktober, som er tidligere enn registreringer gjort i de andre overvåkingene. Oksygenminimum lå i underkant av 60 % oksygenmetning som tilsvarer tilstandsklasse II "God".



Figur 34. Hydrografiske profiler fra Sørbotn (Sb1) og Nordbotn (N1) i november 2015 og januar 2016. Dato merket med a og b viser hhv. morgen- og ettermiddagsmålinger på samme dag – Hydrographic profiles in Sørbotn (Sb1) og Nordbotn (N1) from 2015 and 2016.

Månedlige målinger av siktedyp i tidsrommet april – september 2016 viste at alle stasjonene ved hver måling lå i tilstandsklasse I (Tabell 31). Grenseverdien for klasse I er > 7,5 meter sikt (Molvær *m.fl.* 1997).

Tabell 31. Måling av siktedyp (Secchi) i meter. Tromsøysund (T6), Sandessund (S1), Nordbotn (N1) og Sørbotn (Sb1), april-september 2016.

Dato	S1	T6	N1	Sb1
24.04.2016	11	11	10	10
26.05.2016	10	10	9	9
19.06.2016	10	9,5	8	8
11.07.2016	10,5	10	9	9
16.08.2016	11,5	10,5	10,5	10,5
18.09.2016	10,0	10,0	8,5	9,5

9.3 Dagens tilstand og resipientutvikling

9.3.1 Næringsalter og klorofyll a

Nitrogennivåene (tot-N) var lave på alle undersøkte stasjoner (tilstandsklasse I), som i 2011/12. Dette er en fortsatt positiv utvikling siden målingene vinteren 2007/08 da tilstanden ble klassifisert til III "Mindre god". Ammoniumnivåene (NH₄) var også lave som i 2007/08 og 2011/12 (tilstandsklasse I). Total fosfor (tot-P) lå i tilstandsklasse II og I og fosfat (PO₄) i klasse I. Klorofyll-a nivåene var lave (tilstandsklasse II) med verdier omtrent som i 2011/12.

9.3.2 Tarmbakterier

Nivåene av tarmbakterier i Nordbotn og Sandessund var lett forhøyet (tilstandsklasse II), mens konsentrasjonene av TKB på de to midterste stasjonene (T1 og T6) i Tromsøysundet var høyest, som ved siste undersøkelse (tilstandsklasse III). Bakterieforholdene var tilnærmet de samme som vinteren 2011/12, med en marginal nedgang på stasjonen i Sørbotn og utenfor sydspissen av Tromsøya, som begge lå begge i klasse I.

9.3.3 Siktedyp, hydrografi og oksygen

Månedlige målinger av siktedyp i tidsrommet april – september 2016 viste at alle stasjonene ved hver måling lå i tilstandsklasse I.

Den årlige vertikale omrøringen i terskelbassengene Sørbotn og Nordbotn skjedde mellom november 2015 og januar 2016. Da var oksygenminimum i bunnvannet på ca. 50 % oksygenmetning. I 2016 skjedde omrøringen tidligere, i tidsrommet september-oktober. Da var oksygenmetningen i bunnvannet ca. 70 %. Bunnvannet var med andre ord noe mer oksygenrikt før omrøring denne høsten

Hydrografisk sett er Nord- og Sørbotn terskelbassenger, som følger en naturlig syklus med utskifting av stagnant oksygenfattig bunnvann om høsten. Både tidligere undersøkelser og foreliggende resultater viste at begge bassengene i liten grad er påvirket av avløpsvann, vist ved relativt lave tarmbakterienivåer. Foreliggende undersøkelse viste at tidspunktene for omrøringen i terskelbassengene og oksygenminimumsverdiene varierte fra år til år. Det ble målt generelt lave minimumsverdier i bunnvannet i begge bassengene på høsten eller sent på året. Disse periodene opptrer naturlig over en relativ kort periode. De er likevel kritiske for dyresamfunnene som vil være sårbare ved f.eks ytterligere utslipp av kloakk.

10 Sammenfattende vurderinger – EUs avløpsdirektiv

10.1 Faglig sammendrag

Resultatene fra de kvantitative bunndyrsundersøkelsene på bløtbunn viste at artsmangfoldet fortsatt var høyt i Sandnessundet og Tromsøysundet. Økologisk tilstandsklassifisering basert på faunaindeksene i Veileder 02:2013 viste at bløtbunnsamfunnene hovedsakelig lå i klasse I ("Svært god"). S3 utenfor Holt og T3 i Breivika lå i klasse II ("God"). Diversitetsindeksene på de to sistnevnte lå likevel, som ved tidligere undersøkelser, i tilstandsklasse I. Diversitetsindeksene og de andre faunaindeksene samsvarer godt med tilsvarende indekser på den antatt upåvirkede referansestasjonen i Grøtsund. Generelt sett har diversitetsindeksene økt noe på de fleste stasjonene siden undersøkelsen i 2012. Økningen har likevel vært så liten at alle bløtbunnsamfunnene klassifiseres til omtrent samme tilstandsklasser som ved forrige undersøkelse. Forskjellene kan tilskrives endringer i klassifiseringsystemet, ved at strengere klassegrenser og flere faunaindekser inngår i dagens veileder sammenlignet med tilsvarende i 2012. I Nordbotn og Sørbotn var artsmangfoldet lavere enn på de øvrige stasjonene i undersøkelsen. Diversitetsindeksen ga hhv. tilstandsklasse III og II. Økologisk tilstandsklassifisering basert på alle relevante faunaindekser i Veileder 02:2013 viste de samme klassene som diversitetsindeksene. Individfordelingen på arter, vist ved relativ lave jevnhetsindekser, indikerte en viss grad av faunaforstyrrelse på de to stasjonene. Innholdet av organisk karbon i sediment fra Sørbotn var høyest i undersøkelsen, tett etterfulgt av Nordbotn. Begge ligger i terskelbasseng med naturlig dårlig vannutskifting og sesongmessige lave oksygenivåer i bunnvannet. Dette gjør at begge bassengene er følsomme for ytterligere utslipp av organisk materiale.

Diversitetsindeksene i de sublitorale hardbunnsamfunnene på kaistolper viste ingen entydige endringer fra 2007 til 2015. Graden av påvirkning ser derfor ikke ut til å ha forandret seg vesentlig på stasjonene. Et lite unntak kan gjøres for Lanes (H1) hvor diversiteten har gått noe ned, og er på nivå med indeksene som ble målt i 2001. De multivariate analysene viser at faunalikheten mellom stasjonene er omtrent den samme i 2015 som i 2008. Ut fra diversitetsindeksene og inndeling i geometriske klasser er det ingen indikasjoner på at påvirkningen på hardbunnsamfunnene er stor på noen av kaistolpe-stasjonene. Miljøtilstanden i resipienten synes derfor, i likhet med 2008, å være tilfredsstillende for begroingsamfunnene.

Fjæreundersøkelsen viste at artssammensetningen i algesamfunnene indikerte generelt friske samfunn. Den gode vannutskiftingen i Tromsøområdet er en viktig faktor, som i sterk grad øker fjæresamfunnenes evne til å utnytte og å tåle belastninger av f.eks. næringsalter. De undersøkte stasjonene ligger alle i områder med god vannutskifting. Undersøkelsesperioden i 2016 var ellers preget av mange drivende ettårige alger. Disse kan hope seg opp og danne mindre lokale flekker med anaerobe forhold i øverste sedimentlag. Siden situasjon i 2016 var spesiell, ble de lokale anaerobe forholdene ikke tolket negativt.

Bløtbunnsedimentene rundt Tromsøya er fortsatt noe anriktet med organisk karbon. Dette spesielt i sedimentasjonsområder bestemt av naturgitte forhold som terskler og bakevjer. Den største organiske belastningen ble funnet i Sørbotn. Stasjonen var også belastet med organisk karbon i de tidligere overvåkingene, men belastningen nå var noe redusert siden 2012 og 2008. Generelt sett gjelder dette for de mest belastede stasjonene i de tidligere

undersøkelsene. Av totalt 11 stasjoner var TOC-nivåene omtrent uforandret på tre stasjoner (S1, S2 og T2) og forbedret med en tilstandsklasse på fire stasjoner (N1, R1, Sb1 og T4). På S3, T1, T4 og T5 hadde belastningen økt noe, med en tilstandsklasse.

Alle metallkonsentrasjonene var lave med tilstandsklasse I, mot I og II i 2012. Kvikksølv- og nikkelnivåene var redusert på N1 i Nordbotn. På S3 og T1 var også kvikksølvnivåene gått ned til tilstandsklasse I. Sediment fra Nordbotn hadde fortsatt en relativt høy konsentrasjon av TBT (tilstandsklasse III), som var samme klasse som i 2001, men bedre enn i 2008 (tilstandsklasse IV). Konsentrasjonene var lavere i sediment fra Tromsøysundet og Sandnessundet (tilstandsklasse I-II), med nivåer omtrent som i 2012. Vurdering av tidstrenden 2008 - 2016 tyder på en generell nedgang i TBT nivåene, men ikke siden 2012. Det var forventet en ytterligere nedgang i hele tidsrommet siden bruk av TBT ble forbudt i 2003. TBT ble også brukt i treimpregnering og på utstyr brukt i oppdrettsvirksomhet, og noe TBT lekker i dag ut fra gamle avfallsfyllinger. Årsaken til økningen i TBT-nivå på stasjon N1 er ikke kjent, men utlekking fra kilder på land kan bidra. Dette er imidlertid ikke kartlagt i dette prosjektet. Det kan imidlertid være lokale variasjoner i sedimentets beskaffenhet som gjør at TBT-nivået varierer noe mellom ulike undersøkelser.

PAH-konsentrasjonene var fortsatt lave i prøvene samlet inn i 2016 (tilstandsklasse I og II). Fire av stasjonene (N1, S1, S2 og T4) fikk samme tilstandsklasse som i 2012, og to stasjoner hadde endret tilstanden med en klasse. PAH-nivået var fortsatt høyest i sediment fra N1 i Nordbotn, men fortsatt i klasse II.

Det ble målt lave PCB-konsentrasjoner (tilstandsklasse I) i sediment på samtlige stasjoner hvor PCB var inkludert i analyseprogrammet. Med unntak av S3, hadde det vært en svak generell økning av PCB på de øvrige stasjonene siden 2012. Årsaken til den svake økningen er ikke kjent. Det er ikke vesentlige forskjeller i finstoffandelen eller TOC konsentrasjonene i de to overvåkingene som kan forklare dette.

Fire sedimentprøver (N1 i Nordbotn, S2 og S3 i Sandnessundet og T1 i Tromsøysundet) ble analysert for andre, nyere miljøgifter. Dagens tilstand med hensyn til polybromerte difenyletere, tetrabrombisfenol A, dekabrombifenyl (DeBB), heksabromsyklododekan (HBCD) og perfluoroktylsulfonat (PFOS) er god, og uforandret siden 2008 og 2012.

Målinger på metaller og miljøgifter i biota viste generelt lave konsentrasjoner av metaller, både i blåskjell og grisetang, samlet inn i Tromsøområdet. Det ble også målt lave konsentrasjoner av PAH i blåskjell samlet inn på en stasjon i Tromsdalen og en stasjon på Langnes. Konsentrasjonene av PCB i blåskjellene fra Tromsdalen har sunket siden forrige undersøkelse. Resultatene kan tyde på en ytterligere reduksjon av miljøgifter i blåskjell siden 2011-2012

Målinger på vannkvalitet med hensyn til næringssalter og tarmbakterier viste at nitrogennivåene (tot-N) var lave på alle undersøkte stasjoner (tilstandsklasse I), som i 2011/12. Dette er en fortsatt positiv utvikling siden målingene vinteren 2007/08 da tilstanden ble klassifisert til III "Mindre god". Ammoniumnivåene (NH₄) var også lave som i 2007/08 og 2011/12 (tilstandsklasse I). Total fosfor (tot-P) lå i tilstandsklasse II og I og fosfat (PO₄) i klasse I. Klorofyll-a nivåene var lave (tilstandsklasse II) med verdier omtrent som i 2011/12. Nivåene av tarmbakterier i Nordbotn og Sandnessundet var lett forhøyet (tilstandsklasse II), mens konsentrasjonene av TKB på de to midterste stasjonene (T1 og T6) i Tromsøysundet var høyest, som ved siste undersøkelse (tilstandsklasse III). Bakterieforholdene var tilnærmet de samme som vinteren 2011/12, med en marginal nedgang på stasjonen i Sørbotn og utenfor sydspissen av Tromsøya, som begge lå i klasse I. Månedlige målinger av siktedyp i tidsrommet april – september 2016 viste at alle stasjonene ved hver måling lå i tilstandsklasse I.

Det ble utført hydrografiske registreringer og målinger av oksygen i vannsøyla i terskelbassengene Nordbotn og Sørbotn. I likhet med alle tidligere målinger ble det registrert sesongmessige oksygenreduksjoner i bunnvannet i begge bassengene, med sprangsjikt utover høsten. Det skjer en årlig vertikal omrøring og bunnvannet skiftes ut med oksygenrikt vann. I 2015 var det omrøring i desember, mens det i 2016 var omrøring mellom september og oktober. Før omrøring var oksygenmetningene i bunnvannet generelt noe lave. Terskelbassengene kan fortsatt karakteriseres som sårbare for ytterligere organiske belastninger.

10.2 Vurderinger i forhold til EUs avløpsdirektiv

Resipientene ved Tromsøy by mottar i dag avløpsvann fra ca. 73 000 innbyggere. Ved forrige miljøovervåking (2011-2012) var nesten 100 % av utslippene tilknyttet renseanlegg med primær- eller passende rensing. I dag går ingen av utslippene urensset til disse resipientene. Siden forrige undersøkelse har Tromsø hatt en befolkningstilvekst på ca. 4-5 %, med tilsvarende økning av kommunalt avløpsvann.

Foreliggende undersøkelse viste at miljøtilstanden i resipientene i hovedtrekk var omtrent den samme som ved undersøkelsen i 2012. Artsmangfoldet i de undersøkte bløtbunnsamfunnene var fortsatt høyt. Økologisk tilstandsklassifisering viste at bløtbunnsamfunnene hovedsakelig lå i klasse I ("Svært god") og II ("God"), men i Nordbotn i klasse III. Generelt sett har diversitetsindeksene økt noe på de fleste stasjonene siden undersøkelsen i 2012.

Bløtbunnsedimentene rundt Tromsøya var fortsatt noe anrikt med organisk karbon. Dette spesielt i sedimentasjonsområder bestemt av naturgitte forhold som terskler og bakevjer. Den største organiske belastningen ble funnet i Sørbotn. Belastningen her var noe redusert siden 2012. Generelt sett gjelder dette for de mest belastede stasjonene i de tidligere undersøkelsene.

Metallkonsentrasjonene var fortsatt lave i sedimentene. TBT-nivåene var omtrent som sist, men fortsatt høy i Nordbotn. Her var det forventet en nedgang siden TBT er utfaset som impregneringsmiddel. Nivåene kan derfor tyde på utlekking fra land fra gamle kilder. Dette er imidlertid ikke avklart.

PAH i sedimentene lå i klasse I og II og var sammenlignbare med konsentrasjonene i 2012. PCB var generelt lave (klasse I) på samtlige stasjoner. Konsentrasjonene av bromerte flammehemmere og PFOS var også fortsatt lave.

Målinger på metaller og miljøgifter i biota viste generelt lave konsentrasjoner av metaller, både i blåskjell og griselang. Det ble også målt lave konsentrasjoner av PAH i blåskjell samlet inn på en stasjon i Tromsdalen og en stasjon på Langnes. Konsentrasjonene av PCB i blåskjellene fra Tromsdalen har sunket siden forrige undersøkelse. Resultatene kan tyde på en ytterligere reduksjon av miljøgifter i blåskjell siden 2011-2012.

Artssammensetningen i algesamfunnene indikerte, som i 2012, generelt sett friske fjæresamfunn.

Målinger på vannkvalitet (næringsalter, tarmbakterier og siktedyp) viste at nitrogennivåene (tot N) var lave på alle undersøkte stasjoner (tilstandsklasse I), som i 2011/12. Ammoniumnivåene (NH₄) var også lave som i 2011/12 (tilstandsklasse I). Total fosfor (tot-P) lå i tilstandsklasse II og I og fosfat (PO₄) i klasse I. Klorofyll-a nivåene var lave (tilstandsklasse II) med verdier omtrent som i 2011/12. Nivåene av tarmbakterier i Nordbotn og Sandessund var lett forhøyet (tilstandsklasse II), mens konsentrasjonene av TKB på de to midterste stasjonene (T1 og T6) i Tromsøysundet var høyest, som ved siste undersøkelse (tilstandsklasse III). Bakterieforholdene var tilnærmet de samme som vinteren 2011/12.

Månedlige målinger av siktedyp i tidsrommet april – september 2016 viste at alle stasjonene ved hver måling lå i tilstandsklasse I

De hydrografiske registreringer og målinger av oksygen i terskelbassengene Nordbotn og Sørbotn viste i likhet med alle tidligere målinger sesongmessige oksygenreduksjoner i bunnvannet i begge bassengene, med sprangsjikt utover høsten. Det skjer en årlig vertikal omrøring og bunnvannet skiftes ut med oksygenrikt vann. Før omrøringen var oksygenmetningene i bunnvannet generelt noe lave. Terskelbassengene kan fortsatt karakteriseres som sårbare for ytterligere organiske belastninger.

Resultatene viste at miljøforholdene i resipientene fortsatt er generelt gode på grunn av god vannutskifting, og at dagens utslippsmengder ikke har skadevirkninger for miljøet. Dagens miljøtilstand i Tromsøysund og Sandnessundet viste, som i 2011/2012, at rensing utover primærrensing/passende rensing ikke ville ført til vesentlige forbedringer av miljøforholdene. Det tas her forbehold, som tidligere, om at utslippene til de sårbare terskelbassengene Nordbotn og Sørbotn fortsatt ikke bør overskride dagens utslippsmengder.

Det fremgår av EUs avløpsdirektiv at tilstanden i resipienten(e) er av betydning for hvilke renskrav som skal fastsettes. På bakgrunn av tilstanden er resipientene i Norge delt inn i forskjellige områder. Områdeinndelingen for de marine resipientene gjelder kategoriene *Følsomme* og *Mindre følsomme* områder. Resipientene rundt Tromsø by var i utgangspunktet klassifisert til *Mindre følsomt område*, inntil resultatene fra en miljøovervåking (iht. Molvær et al. 2005 - SFT veileder 1890/2005) eventuelt kunne føre til en endring i klassifiseringen.

For perioden 2002-2012 ble det konkludert at miljøtilstanden var uforandret eller forbedret i resipientene rundt Tromsø. Ut fra resultatene i foreliggende miljøovervåking, som i hovedtrekk viser uforandret miljøtilstand fra 2012 til 2016 for de fleste undersøkte miljøparametere, vurderes klassifiseringen Mindre følsomt område som fortsatt gjeldende for resipientene rundt Tromsø by.

11 Litteraturliste

- Aure, J., Dahl, E., Green, N., Magnusson, J., Moy, F., Pedersen, A., Rygg, B. og Walday, M., 1993.** Langtidsovervåking av trofiutviklingen i kystvannet langs Sør-Norge. Årsrapport 1990 og samlerapport 1990-91. Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 510/93. *NIVA rapport* 2827.100s.
- Bakke, T., G. Breedveld, T. Källquist, A. Oen, E. Eek, A. Ruus, A. Kibsgaard, A. Helland & K. Hylland 2008a.** Veileder for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann – Revisjon av klassifisering av metaller og organiske miljø i vann og sediment (TA-2229/2007).
- Bray, R.T. & J.T. Curtis, 1957.** An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin. *Ecol. Monogr.*, 27:325-349.
- Direktoratgruppen, 2013.** Klassifisering av miljøtilstand i vann. Veileder 02:2013. 263 s.
- EU 1991.** Council Directive of 21 May 1991 concerning urban waste treatment (91/271/EEC)
- Hjelset, A.M., 2000.** Strømmålinger og strømdrift ved Tomasjordnesset i forbindelse med avløpsplanlegging av fastlandskloakken. Notat. *Akvaplan-niva rapport nr. 412.1862.*
- Holte, B. & B. Gulliksen, 1987.** Benthic communities and their physical environment in relation to pollution from Tromsø, Norway. 2. Soft bottom communities. *Sarsia*, 72: 133-141.
- Holte, B & J. Knutzen, 1991.** Marine resipientundersøkelser i Nordbotn, Sandessundet og ved Ørndalen, Tromsø 1990. Bunnfauna, hydrografi og miljøgifter. *NIVA rapport 2559.* 48s.
- Holte, B., G. Bahr, B. Gulliksen, T. Jacobsen, J. Knutzen, K. Næs, E. Oug & J.F. Øysund, 1992.** Resipientundersøkelser i Tromsøysundet og Sandnessundet, Tromsø kommune, 1991-92. *Akvaplan-niva rapport 91247.* 162 s.
- Hurlbert, S.N., 1971.** The non-concept of the species diversity: A critique and alternative parameteres. *Ecology* 52:577-586.
- Jakola, K.J., 1982.** Marine hardbunnsstudier (1979-1980) i områdene rundt Tromsø, relatert til forurensning fra Tromsø by. *Hovedfagsoppgave i marinbiologi, Universitetet i Tromsø*, 155 s.
- Jakola, K.J. & B. Gulliksen, 1987.** Benthic communities and their physical environment in relation to urban pollution from the city of Tromsø, Norway. 3. Epifauna on pierpilings. *Sarsia*, 72: 173-182.
- Jørgensen, E., R. Velvin & B. Killie, 2000.** Miljøgifter i marine sediment og organismer i havneområdene ved Harstad, Troms, Hammerfest og Honningsvåg 1997-98. Statlig program for forurensningsovervåking. *Akvaplan-niva. SFT Rapport TA 786/00.* 123 s.
- Leikvin, Ø., 2014.** Utslippsvurdering og -modellering. Tomasjord, Tromsø kommune 2014. *Akvaplan-niva rapport 6833-01.* 46s.
- McClimans, T., 1974.** Resipientundersøkelser ved Tromsø. Delrapport nr. 2: Hydrofysiske målinger fra Tromsøområdet, oktober/november 1973. – SINTEF rapport. Vassdrags- og Havnelaboratoriet, Trondheim.. 148s.
- Miljødirektoratet, 2016.** M-608 Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota. 24 s.
- Miljøverndepartementet, 2005.** Avløpsforskrift. Forskrift om endring av forskrift 1.juni 2004 nr. 931 om begrenning av forurensning (forurensningsforskriften).
- Molvær J, Knutzen J, Magnusson J, Rygg B, Skei J, Sørensen J., 1997.** Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. *SFT-veiledning nr. 97:03, TA-1467/1997,* 36 s.

Molvær, J., Velvin, R., Berg, I., Finnesand, T. og Bratli, J.L., 2005. EUs Avløpsdirektiv - Veileder i planlegging, gjennomføring og rapportering av resipientundersøkelser i fjorder og kystfarvann. *SFT-rapport*. TA-nr.1890/2002. 47 sider.

ISO 5667-19, 2004. Guidance on sampling of marine sediments.

ISO 16665, 2005. Water quality – Guidelines for quantitative sampling and sample processing of marine soft-bottom macro fauna.

NS 9424-2002 (nå ISO 19493). Vannundersøkelse. Retningslinjer for marinbiologiske undersøkelser på litoral og sublitoral hardbunn.

Næser, H., T. Audunson & T. McClimans, 1975. Resipientundersøkelser ved Tromsø. Spredning og fortynning av avløpsvann i området. Resultater fra modellforsøk. *VHL rapport STF60 F75042*. 100s.

Oug, E., T.E. Lein, B. Holte, K. Ormerod & K.Næs, 1985. Basisundersøkelser I Tromsøysund og Nordbotn 1983. Bløtbunnsundersøkelser, fjæreundersøkelser og bakteriologi. Fagrapport.-*NIVA rapport nr. O-8000317*. 159s.

Palerud, R., 1997. Strømmålinger i Sandnessundet. En resipientvurdering av utslippsteder og muligheter for innlagring. Tromsø kommune. *Akvaplan-niva rapport 412.97.1130*.

Rygg, B. & K. Norling, 2013. Norwegian Sensitive Index (NSI) for marine macroinvertebrates, and an update of Indicator Species Index (ISI). NIVA report SNO 6475-2013. 48 p.

Statistisk Sentralbyrå, 2016. Folkemengde og befolkningsrendringer, 3. kvartal 2016. www.ssb.no

Sætre, H. J., 1972. Strømmålinger i Tromsøysundet og Sandnessundet, februar 1972. *Rapport. Vassdrags- og Havelaboratoriet, Trondheim*.

Velvin, R., 1996. Innledende resipientvurdering av sjøområdet ved Breiviknesset. Sigevannsutslipp-Tromsø kommune. *Akvaplan-niva rapport 412.96.1019*.

Velvin, R., & B. Killie, 1996. Miljøundersøkelse ved sigevannsutslipp fra Ørndalen avfallsdeponier, Tromsø kommune 1996. *Akvaplan-niva rapport nr. 412.96.889*, 41 s.

Velvin, R., & Olsen, L.R., 1999. Resipientvurdering i forbindelse med avløpsplanlegging i Breivika, Tromsø kommune 1999. *Akvaplan-niva rapport nr. 412.99.1725*.

Velvin, R., K. Olsson., M. Carroll., H.C. Trannum., L.H. Larsen., T. Kroglund. & F. Moi, 2003. Resipientundersøkelser i Tromsøysundet, Sandnessundet, Nordbotn og Sørbotn, Tromsø Kommune, 2001-2002. *Akvaplan-niva rapport nr. 412.02.2290*. 102 sider.

Velvin, R., B. Vögele & A.Evenset, 2008. Resipientundersøkelser i Tromsøysundet, Sandnessundet, Nordbotn og Sørbotn, Tromsø Kommune, 2007-2008. *Akvaplan-niva rapport nr. 4018-01*. 118 sider.

Velvin, R., B. Vögele & H-P. Mannvik, 2013. Resipientundersøkelser i Tromsøysundet, Sandnessundet, Nordbotn og Sørbotn, Tromsø Kommune, 2011-2012. *Akvaplan-niva rapport nr. 5475.01-01*. 132 sider.

Personlige meddelelser

Ingrid Ann Berg – Vann og avløp, Tromsø kommune

Vedlegg - se rapport Apn 7795.02

Alle analysebeviser og –resultater er vist i en egen Vedleggsrapport (Apn 7795.02)