

Miljøovervåking av olje- og gassfelt i Region II, 2018

Sammendragsrapport



Innhold

Resymé	3
1 Innledning	6
2 Feltarbeid og analyser	6
Limit of Significant Contamination (LSC)	7
3 Status for Regionen	7
Regionale stasjoner	7
Radioaktivitet.....	7
Kornfordeling i sediment	8
Total organisk Karbon (TOC).....	9
Hydrokarboner	10
Metaller	11
Fauna	16
4 Utvikling 2015-2018.....	18
5 Kontaminert areal over tid	20
6 Konklusjoner	21
7 Anbefalinger	21
8 Litteratur	21



STIM Miljø Bergen

Tittel: Sammendragsrapport. Miljøovervåking av olje- og gassfelt i Region II, 2018	
Forfatter(e): Hatlen K., Kvalø S., Torvanger R., Hadler-Jacobsen S., Alme Ø., Johansen P.O.	Rapport nr.: 29-2019
Prosjektleder: Kristin Hatlen	Dato rapport: 11.12.2019
Oppdragsgiver: Equinor Energy AS	Antall sider: 22
Konfidensiell: Nei	Prosjektnummer: 1226

Aktiviteter utført av STIM Miljø Bergen

Aktivitet	Akkrediteringsnummer	Personell
Toktleder	-	Frødis Lygre
Skiftleder	-	Stian Kvalø, Kristin Hatlen
Prøvetaking bløtbunn	Test 157	Ragna Tveiten, Øydis Alme, Silje Hadler-Jacobsen, Stian Kvalø, Jon Hestetun, Kristin Hatlen
Sortering bløtbunnsfauna	Test 157	Ragna Tveiten, Linda Jensen, Susanne Tonheim, Mari Vold Bjordal, Linda B. Pedersen, Morsal Saba, Ragni Torvanger, Øydis Alme.
Taksonomiske analyser - Polychaeta	Test 157	Øydis Alme, Lenka Nealova, Arne Nygren, Fredrik Pleijel, Anders Kongsrud (Maldanidae)
Taksonomiske analyser -Mollusca	Test 157	Frødis Lygre, Jon T. Hestetun
Taksonomiske analyser - Crustacea	Test 157	Per-Otto Johansen
Taksonomiske analyser - Echinodermata	Test 157	Øydis Alme
Taksonomiske analyser -Varia	Test 157	Øydis Alme
Rapportering	Test 157	Ragni Torvanger, Silje Hadler-Jacobsen, Stian Kvalø, Kristin Hatlen, Øydis Alme, Odin Troneng, Jon Hestetun
Rapportering fauna	Test 157	Ragni Torvanger, Silje Hadler-Jacobsen, Øydis Alme
Multivariate analyser	Test 157	Ragni Torvanger, Silje Hadler-Jacobsen, Øydis Alme, Per-Otto Johansen
Rapportering kjemi og støtteparametere	Test 157	Stian Kvalø
Kontroll av faglige vurderinger og fortolkninger	Test 157	Per-Otto Johansen

Kontroll av faglige vurderinger og fortolkninger	Dato 16.12.2019	Signatur <i>Per. Otto Johnsen</i>
Prosjektansvarlig	Dato 16.12.2019	Signatur <i>Kristin Koller</i>

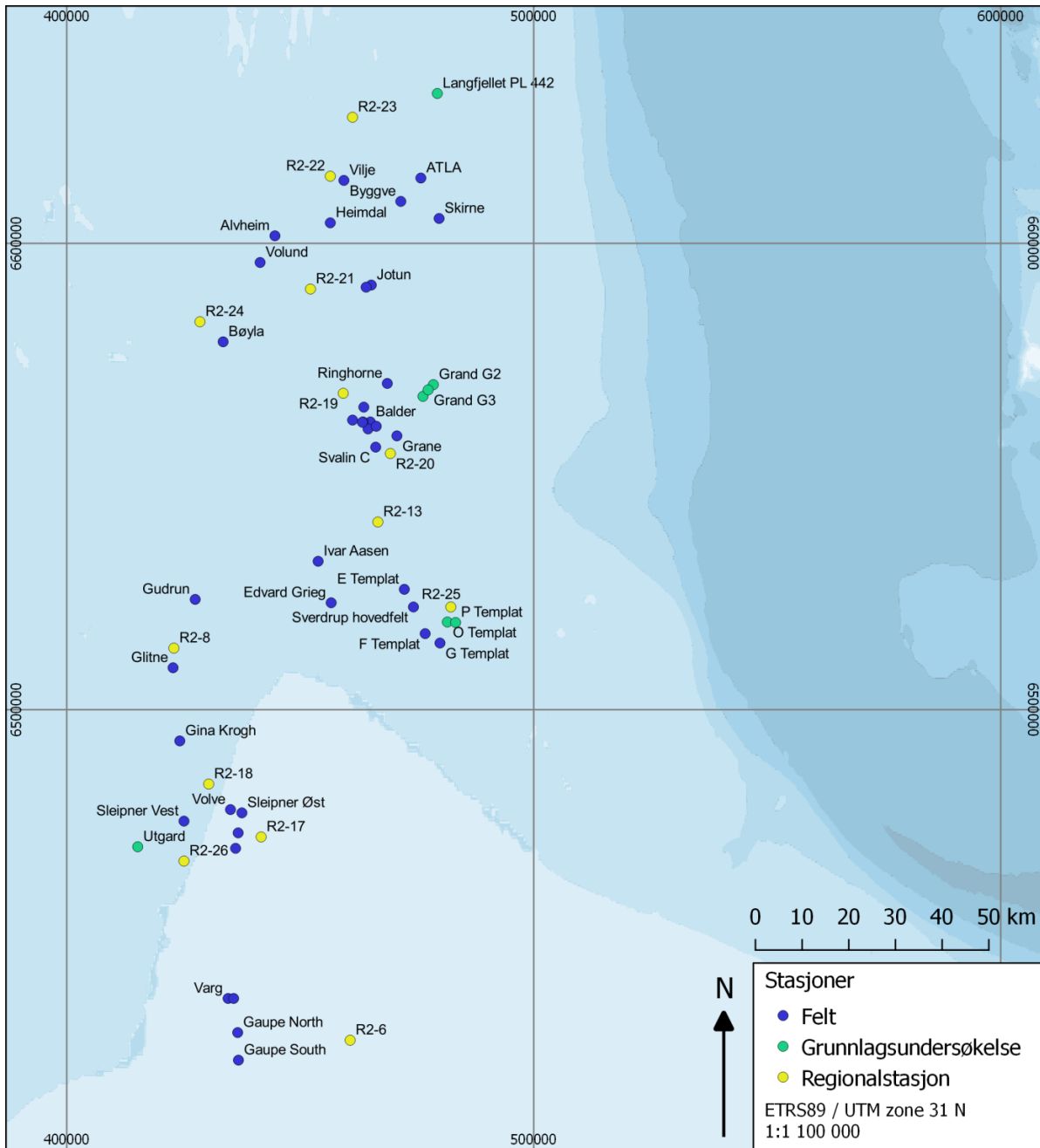
Resymé

På oppdrag fra Equinor Energy AS gjennomførte Fishguard Miljø avd. Bergen miljøovervåkingen av Region-II Sleipner-området i 2018. (Merk at Fishguard skiftet navn til STIM 1. september 2019).

Følgende felt inngikk med regulær oppfølgende undersøkelse: Gaupe Nord og Sør, Sleipner Øst og Vest, Volve, Gina Krog, Varg, Glitne, Gudrun, Svalin C, Jotun, Alvheim, Heimdal, Byggve, Atla, Vilje, Johan Sverdrup, Edvard Grieg, Ivar Aasen, Grane, Balder, Bøyla, Volund, Skirne og Ringhorne. I tillegg ble det utført grunnlagsundersøkelse på Utgard, Langfjellet og Grand, samt to nye templatere ved Johan Sverdrup og Balder. Det ble også tatt prøver ved 13 regionalstasjoner. Feltet Ringhorne ble fulgt opp med flere nye stasjoner i tillegg til seksjonerte sediment prøver på grunn av tidligere utslipp.

Prøveinnsamlingen ble gjennomført i perioden fra 22. mai til 5. juni 2018 med MS Olympic Orion. Surveyer var innleid fra Fugro AS. Totalt sett ble det samlet inn prøver fra 282 stasjoner.

- Som i 2015 ble regionen delt inn i tre subregioner. Nordlig subregion består kun av feltet Langfjellet, mens Grunn subregion og Sentral subregion består av henholdsvis fire og 23 felt i årets undersøkelse.
- Analyser av Totalt organisk karbon (TOC) gjennomført første gang i 2015 er fulgt opp. De høyeste gjennomsnittlige andelene av TOC er funnet på Langfjellet og Ringhorne. På Regionalstasjonene, samt fem felt er både gjennomsnittverdier og maksimalverdier noe lavere i 2018, sammenlignet med 2015.
- For første gang er arsen analysert i Region-II. For fastsettelse av Limit of Significant Contamination (LSC) for arsen er kun årets data fra de regionale stasjonene benyttet og estimatet er derfor usikkert. De fleste feltene har gjennomsnittverdier på eller svært nær LSC, foruten Gaupe Nord, Varg og Ringhorne med gjennomsnittsverdier et stykke over LSC.
- Kun Ringhorne og Sleipner Vest hadde gjennomsnittsverdier av THC over 50 mg/kg. I tillegg hadde Langfjellet, Volve og Jotun maksimalverdier over 50 mg/kg. Tolv felt hadde gjennomsnittskonsentrasjoner av THC over LSC, og 2 felt hadde gjennomsnittlig THC-konsentrasjon omtrent på LSC.
- Barium hadde gjennomsnittskonsentrasjoner over LSC på 12 felt. De høyeste gjennomsnittsverdiene ble funnet på Grane, hvor det har foregått mye boreaktivitet og på Ringhorne hvor det har vært lekkasje.
- De høyeste metallkonsentrasjonene ble funnet på Ringhorne og stasjonen 250 m sørvest av feltsenteret på Bøyla.
- Faunaen i området omkring lekkasjepunktet på Ringhorne var fortsatt påvirket.
- En eller flere av de ytterste stasjonene var kontaminert av THC (>LSC) på 16 felt. Totalt areal med THC>LSC er 15,47 km². Totalt areal med THC>50 mg/kg er 0,80 km². Kun Ringhorne hadde påvirket bunnfauna med areal 0,17 km².
- Generelt sett var det i 2018 en sammenheng mellom boreaktivitet, lekkasjer og utslipp og nivåene av hydrokarboner og metaller i sedimentet.



Figur 1. Oversikt over felt inkludert i overvåkingen i Region-II i 2018.

Tabell 1 Oversikt over feltene som inngikk i overvåkingen av Region-II i 2018

Operatør	Felt	Type undersøkelse 2018	Subregion
Shell	Gaupe Sør & Nord	Oppfølgende undersøkelse	Grunn
Equinor	Sleipner Vest	Oppfølgende undersøkelse	Sentral
	Sleipner Øst	Oppfølgende undersøkelse	Grunn
	Johan Sverdrup	Oppfølgende undersøkelse	Sentral
	Johan Sverdrup templater	Grunnlagsundersøkelser	Sentral
	Glitne	Oppfølgende undersøkelse	Sentral
	Grane	Oppfølgende undersøkelse	Sentral
	Svalin C	Oppfølgende undersøkelse	Sentral
	Heimdal	Oppfølgende undersøkelse	Sentral
	Volve	Oppfølgende undersøkelse	Grunn
	Gudrun	Oppfølgende undersøkelse	Sentral
	Utgard	Grunnlagsundersøkelse	Sentral
	Gina Krog	Oppfølgende undersøkelse	Sentral
	Grand	Grunnlagsundersøkelse	Sentral
	Point Resources	Balder	Oppfølgende undersøkelse
Jotun		Oppfølgende undersøkelse	Sentral
Ringhorne		Oppfølgende undersøkelse	Sentral
Repsol	Varg	Oppfølgende undersøkelse	Grunn
Total	Byggve	Oppfølgende undersøkelse	Sentral
	Atla	Oppfølgende undersøkelse	Sentral
	Skirne	Oppfølgende undersøkelse	Sentral
AkerBP	Bøyla	Oppfølgende undersøkelse	Sentral
	Volund	Oppfølgende undersøkelse	Sentral
	Alvheim	Oppfølgende undersøkelse	Sentral
	Vilje	Oppfølgende undersøkelse	Sentral
	Ivar Aasen	Oppfølgende undersøkelse	Sentral
	Langfjellet (PL 442)	Grunnlagsundersøkelse	Nordlig
Lundin	Edvard Grieg	Oppfølgende undersøkelse	Sentral

1 Innledning

Sammendragsrapporten oppsummerer de viktigste resultatene fra miljøovervåkingen av Region II som ble gjennomført av Fishguard Miljø avd. Bergen på oppdrag fra Equinor Energy AS i 2018. Undersøkelsens formål var å studere miljøeffekter fra petroleumsaktiviteten i regionen.

Totalt ble det tatt prøver fra 282 stasjoner fordelt på 28 felt, samt tilhørende templatere og regionale stasjoner (Tabell 1 og Figur 1). De innsamlede prøvene har blitt undersøkt med hensyn på fysisk karakteristikk, kjemisk innhold og bunnfauna. Det ble tatt prøver for analyse av THC og metaller i sedimentet fra alle feltene. Geologiske og biologiske prøver ble tatt fra 14 felt i tillegg til de regionale stasjonene.

Undersøkelsen følger opp tidligere overvåkinger som ble utført i 2015, 2012, 2009, 2006, 2003, 2000 og 1997. I tillegg er grunnlagsundersøkelser fra 2013 (Volund), 2011 (Atla og Bøyla), 2010 (Gaupe Nord og Sør), 2005 (Vilje), 2004 (Alvheim) og 2002 (Byggve og Skirne) fulgt opp.

2 Feltarbeid og analyser

Prøveinnsamlingen ble gjennomført i perioden fra 22. mai til 5. juni 2018 med MS Olympic Orion. Surveyer var innleid fra Fugro AS. Totalt sett ble det samlet inn prøver fra 282 stasjoner med antall prøver til analyse av de ulike parameterne presentert i Tabell 2. Resultatene fra analyse av perfluorerte forbindelser (PFAS) er ikke presentert i 2018-rapporten. Prøvetakingen fulgte det oppdaterte programmet rapportert i Fishguard Miljø Notat 06-2018.

Tabell 2. Antall prøver til de ulike analysene i Region II 2018.

Analyse	Fauna	Korn/TOC	THC	NPD/PAH	Metaller	Radioaktivitet	PFAS
Antall prøver	821	161	854	382	842	78	15

For innsamling av bunnprøver ble det brukt grabber. De innsamlede prøvene ble undersøkt med hensyn på fysisk karakteristikk, kjemisk innhold og bunnfauna. Prøveinnsamling, prøveopparbeiding og behandling av resultatene ble utført i henhold til Miljødirektoratets Veileder M-300|2015, rev. 2016 - Miljøovervåking av petroleumsvirksomheten til havs. Ellers er prosedyrer beskrevet i NS-EN ISO 5667-19 for sedimenter og NS-EN ISO 16665 for bunnfauna, samt de akkrediterte interne arbeidsprosedyrene hos Fishguard Miljø avd. Bergen, Eurofins Environment Testing Norway AS og deres underleverandører. Alt personell for prøvetaking har mottatt utførlig opplæring i forkant av toktet og/eller har lang erfaring med bløtbunnsprøvetaking internt i Fishguard. All prøvetaking ble loggført, sammen med utstyrs-ID, eventuelle hendelser/avvik og annet som kunne være av betydning. Prøvene ble frosset (kjemi og støttparametre) eller fiksert på formalin (fauna) så raskt som mulig for å hindre nedbryting.

Limit of Significant Contamination (LSC)

Ut fra dataanalyser av de regionale stasjonene ble regionen som tidligere delt opp i tre subregioner: Nordlig, Sentral og Grunn. For å få et mest mulig robust datagrunnlag med hensyn til LSC for THC og metaller, ble LSC beregnet ut fra alt tilgjengelig datamateriale ved de regionale stasjonene fra 1997 og fram til og med 2018 (Tabell 3). Endringene i beregnede LSC-verdiene i 2018 var relativt små i forhold til tidligere beregninger. For arsen (As*) som ble undersøkt for første gang i 2018, ble det beregnet verdier ut fra data fra de regionale stasjonene i 2018.

Tabell 3 viser de beregnede LSC-verdiene (Limit of Significant Contamination) fra 1997 og fram til 2018 for kjemiske parametere (THC, PAH, NPD, Ba, Cd, Cr, Cu, Hg, Pb og Zn) ved regionalstasjoner i de tre sub-regionene (Nordlig, Sentral og Grunn). Verdier oppgitt i mg/kg tørrvekt.

		THC	PAH	NPD	Ba	Cd	Cr	Cu	Hg	Pb	Zn	As*
LSC nordlig	1997-2018	10,0	0,032	0,015	43	0,022	5,8	1,2	0,007	4,1	7,7	#
LSC grunn	1997-2018	6,8	0,030	0,016	22	0,027	11,4	1,1	0,006	6,3	9,9	#
LSC sentral	1997-2018	11,0	0,126	0,045	150	0,034	10,5	2,7	0,012	6,8	14,4	2,2
LSC reg II	1997-2018	10,0	0,110	0,04	131	0,031	10,3	2,3	0,01	6,2	12,8	2,8

for lite data

3 Status for Regionen

Regionale stasjoner

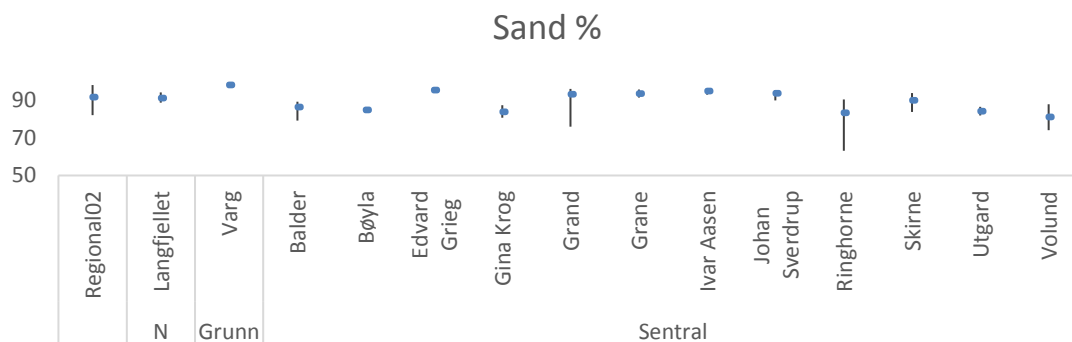
Konsentrasjonen av hydrokarboner målt som THC, NPD og PAH-16 var lav på de regionale stasjonene og THC-innholdet hadde sunket på samtlige stasjoner sammenlignet med tidligere år. De høyeste konsentrasjonene av THC, NPD og PAH-16 ble funnet i sentral subregion. Sammenlignet med historiske undersøkelser, ligger metallkonsentrasjonene stort sett lavere i 2018 enn tidligere år. Mht. hydrokarboner og metaller fremstår de regionale stasjonene som uforstyrret.

Radioaktivitet

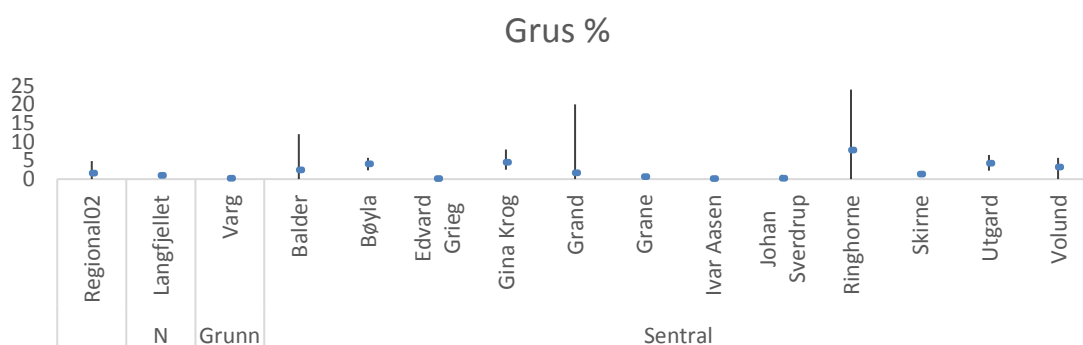
Analyser av radioaktive isotoper (226-Ra, 228-Ra, 228-Th, 210-Pb og 40-K) i sediment ved feltene Jotun, Alvheim, Grane og Balder i den sentrale subregionen viste alle lave konsentrasjoner og lå omtrent på samme nivå som den regionale stasjonen R2-21. De andre feltene ble ikke analysert for radioaktive isotoper.

Kornfordeling i sediment

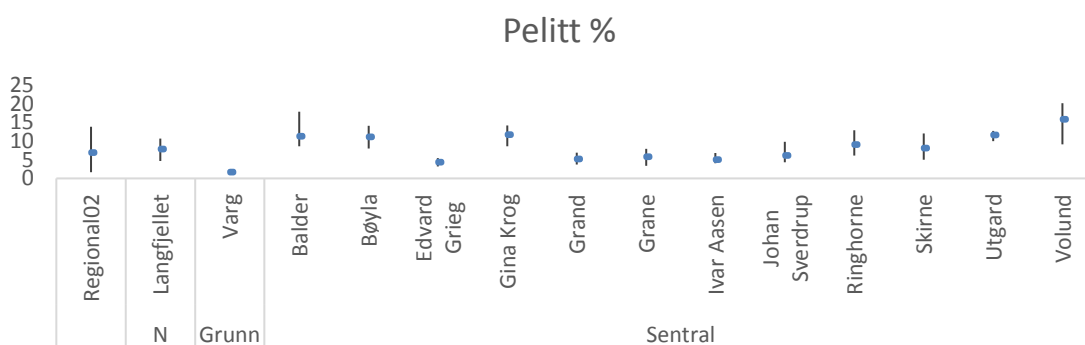
Sedimentet i Region II bestod hovedsakelig av veldig fin/fin sand som varierte på de ulike feltene i gjennomsnitt fra 81 % til 98 %. Variasjonen var størst på Ringhorne og Grand (Figur 2). Innholdet av grus i sedimentet var som regel under 4 %, men på enkelte stasjoner ved Ringhorne og Grand var grusinnholdet over 20 % (Figur 3). Det gjennomsnittlige pelitt-innholdet på feltene varierte fra 2 til 16 %. Den laveste andelen pelitt ble funnet på Varg (1 %) og den høyeste på Volund (20 %) (Figur 4).



Figur 2 Gjennomsnitt, min.- og maks. konsentrasjoner av sand (%) i 2018, basert på en blandprøve per stasjon. N=Nordlig subregion. Merk at y-aksen starter på 50 %.



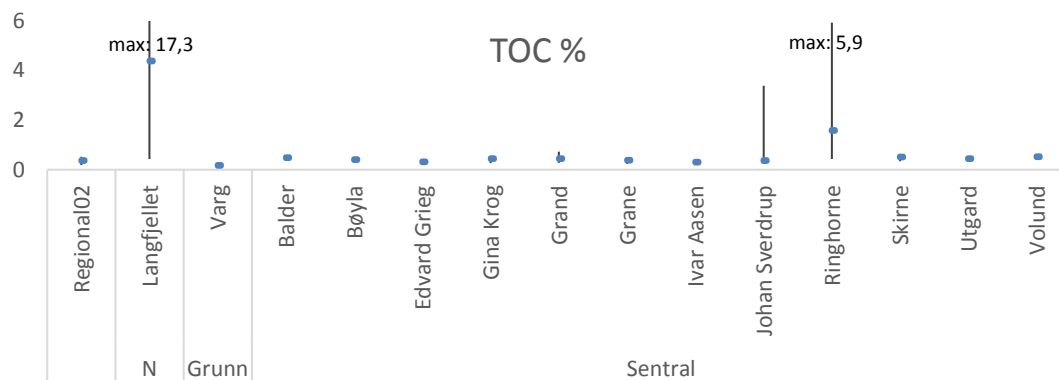
Figur 3 Gjennomsnitt, min.- og maks. konsentrasjoner av grus (%) i 2018, basert på en blandprøve per stasjon. N=Nordlig subregion.



Figur 4 Gjennomsnitt, min.- og maks. konsentrasjoner av pelitt (%) i 2018, basert på en blandprøve per stasjon. N=Nordlig subregion.

Total organisk Karbon (TOC)

TOC har tidligere kun vært undersøkt i 2015 i Region II. De høyeste gjennomsnittlige andelene av TOC i 2018 ble funnet på Langfjellet og Ringhorne og har trolig sammenheng med lekkasjer fra sjøbunnen (Figur 5). På Johan Sverdrup er det en enkeltverdi som fører til en høy maksimalverdi og som trolig skyldes en feilmåling. Det er ellers observert en svak nedgang nå det gjelder gjennomsnittverdi og maksimalverdi på regionalstasjonene, samt feltene Balder, Bøyla, Edvard Grieg, Grane og Volund. Ingen av feltene har hatt en økning av gjennomsnittlig TOC-andel i sedimentet.



Figur 5 Gjennomsnitt, min.- og maks. konsentrasjoner av TOC (%) i 2018, basert på en blandprøve per stasjon. N=Nordlig subregion. Den høyeste TOC-verdien på Johan Sverdrup er trolig en feilmåling.

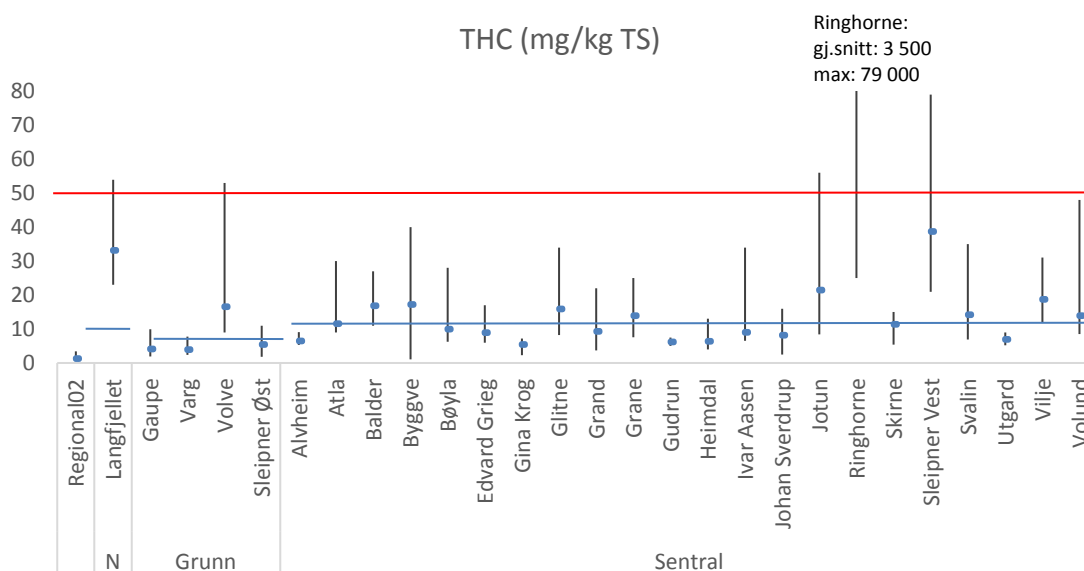
Hydrokarboner

Ved Ringhorne varierte THC konsentrasjonene på stasjonene rundt feltcenteret fra 25 til 60 mg/kg tørrstoff (TS) med et gjennomsnitt på 39 mg/kg. De høyeste konsentrasjonene på Ringhorne ble funnet ved lekkasjepunktet som ligger vest for feltcenteret, hvor konsentrasjonene varierte fra 90 til 79 000 mg/kg THC (Figur 6). Stasjonene som lå mellom feltcenteret og lekkasjepunktet hadde høyere THC konsentrasjoner enn i 2015. Når en ser bort fra lekkasjeområdet ved Ringhorne, var det ingen felt som hadde gjennomsnittlig THC-konsentrasjon over 50 mg/kg.

Forøvrig hadde Langfjellet og Sleipner Vest de høyeste konsentrasjonene på enkeltstasjoner med hhv. 41 og 60 mg/kg THC. Ved Langfjellet som var en grunnlagsundersøkelse, har det i forbindelse med boring av letebrønn piplet opp oljebasert mudder (OBM) ved PL 442.

Ved Byggve har det vært en ekstern gasslekkasje og THC var over 30 mg/kg på stasjonen 265 m nord for feltcenteret, men det er uvisst om lekkasjen og THC-konsentrasjonen kan sees i sammenheng. I de fleste øvrige tilfellene hvor det var THC-konsentrasjoner over LSC, hadde det sammenheng med aktivitet og utslipp på feltene.

Ved Bøyla og Edvard Grieg som hadde en stasjon med THC på henholdsvis 174 mg/kg og 144 mg/kg i 2015, hadde THC sunket til 20 mg/kg og 8 mg/kg i 2018.

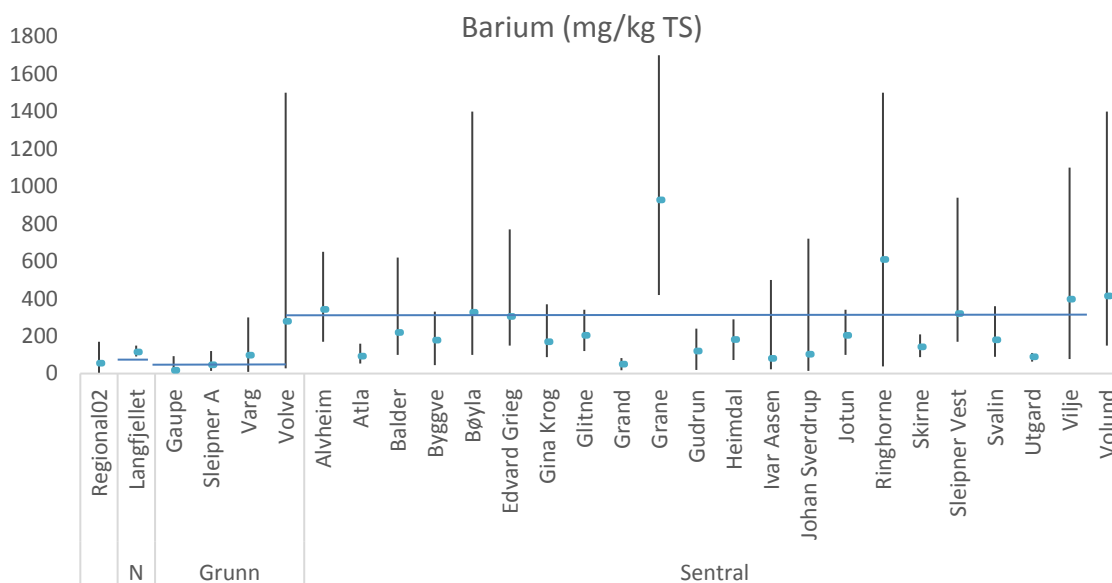


Figur 6 Gjennomsnitt, min.- og maks. konsentrasjoner av THC (mg/kg tørrstoff (TS)) i 2018, basert på tre replikater per stasjon. N=Nordlig subregion. LSC for THC er markert med blå strek for de ulike subregionene. Rød strek markerer 50 mg/kg TS.

Metaller

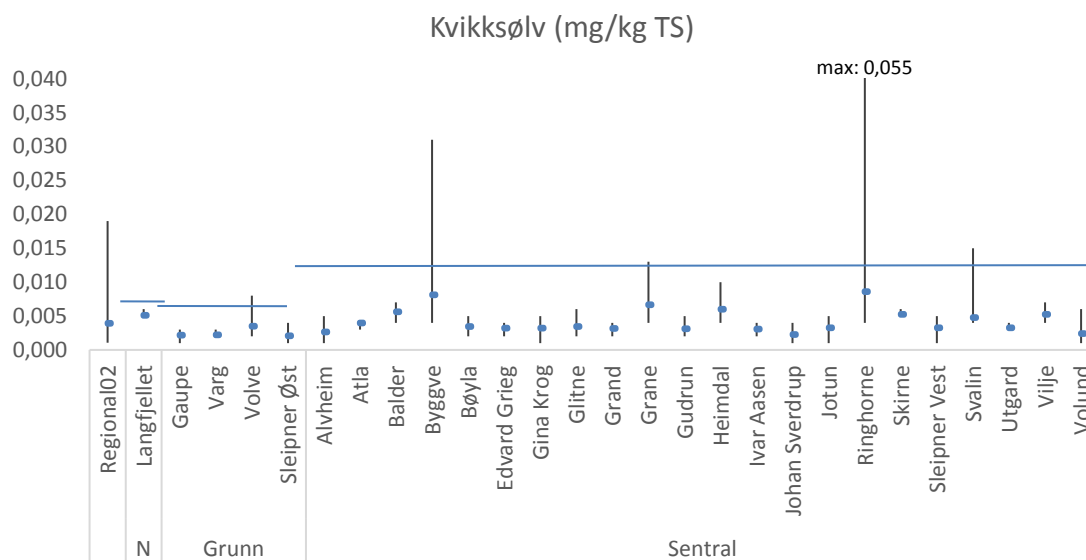
Konsentrasjonene av metaller i sediment var naturlig noe lavere i den grunne subregionen enn i den sentrale, noe som kan sees i sammenheng med bunndybde og sediment-type.

Barium konsentrasjonene i sedimentet varierte fra 4 til 1700 mg/kg (Figur 7). På feltene Grane og Ringhorne var den gjennomsnittlige konsentrasjonen av barium høyest. På Granefeltet har det vært utstrakt boreaktivitet i den siste treårsperioden. Ved ti av feltene var den gjennomsnittlige konsentrasjonen bariumkonsentrasjonen over 2xLSC. En stasjon på Bøyla som hadde bariumkonsentrasjon på 7713 mg/kg i 2015, hadde sunket til 1013 mg i 2018.



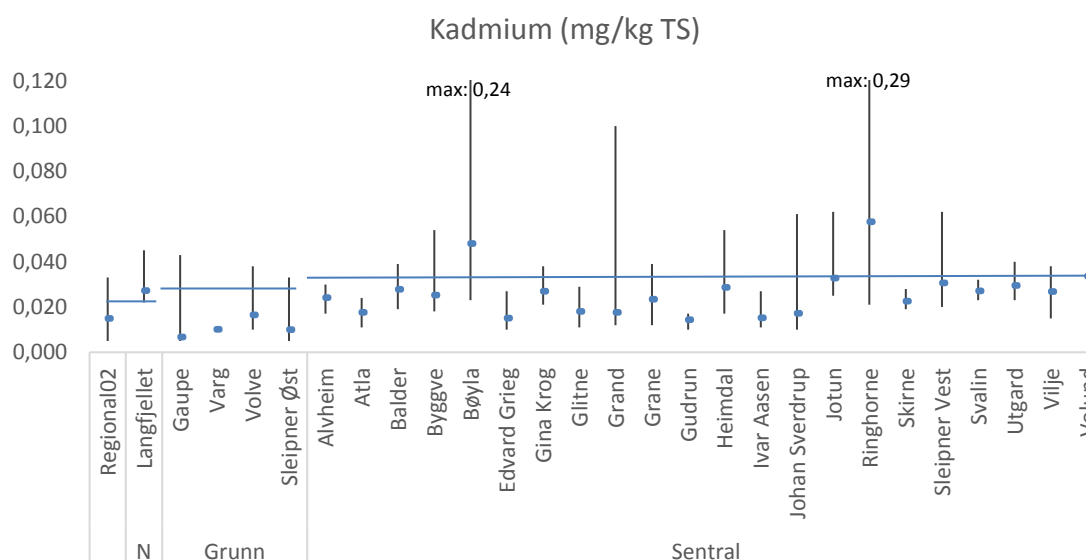
Figur 7 Gjennomsnitt, min.- og maks. konsentrasjoner av barium (mg/kg TS) i 2018, basert på tre replikater per stasjon. N=Nordlig subregion. LSCx2 for barium er markert med blå strek for de ulike subregionene.

Kvikksølv varierte fra 0,001 til 0,055 mg/kg (Figur 8). De gjennomsnittlige konsentrasjonene lå under LSC for alle de undersøkte feltene i 2018 og var stort sett lavere enn i 2015. De høyeste maksimal-konsentrasjonene ble funnet på Ringhorne og Byggve, etterfulgt av Regionale stasjoner. Lekkasje på Ringhorne er antagelig årsak til de forhøyede konsentrasjonene her. På Byggve har det vært en gasslekkasje, men det er ikke forventet at denne har påvirket kvikksølvkonsentrasjonen.



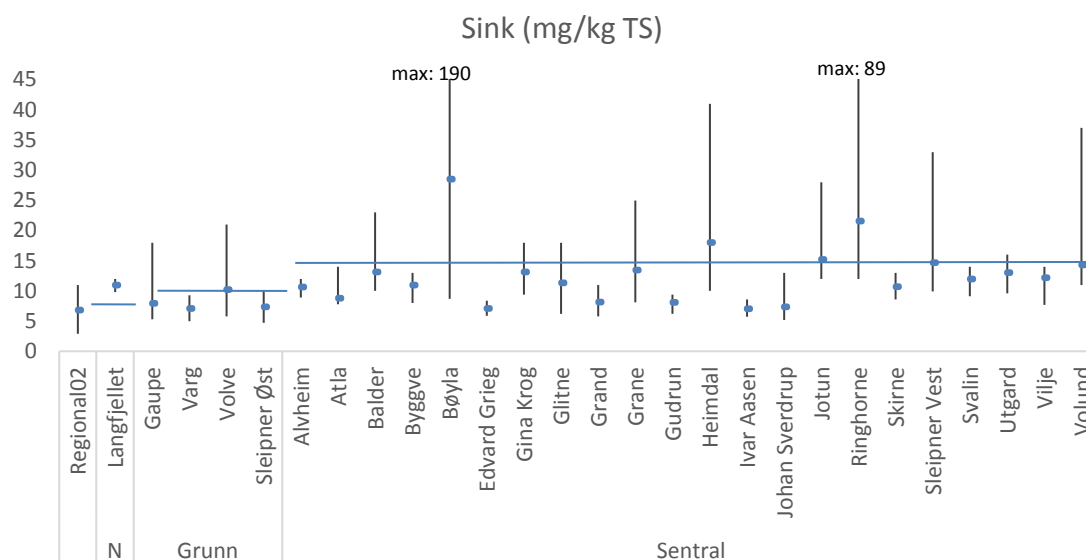
Figur 8 Gjennomsnitt, min- og maks. konsentrasjoner av kvikksølv (mg/kg TS) i 2018, basert på tre replikater per stasjon. N=Nordlig subregion. LSC for kvikksølv er markert med blå strek for de ulike subregionene.

Kadmium konsentrasjonene varierte fra 0,005 til 0,290 mg/kg (Figur 9). De gjennomsnittlige konsentrasjonene lå noe over LSC for tre av de undersøkte feltene; Ringhorne og Langfjellet, trolig på grunn av lekkasjene; samt Bøyla hvor en stasjon utpekte seg med et udefinert topplag med verdier av flere metaller over LSC.



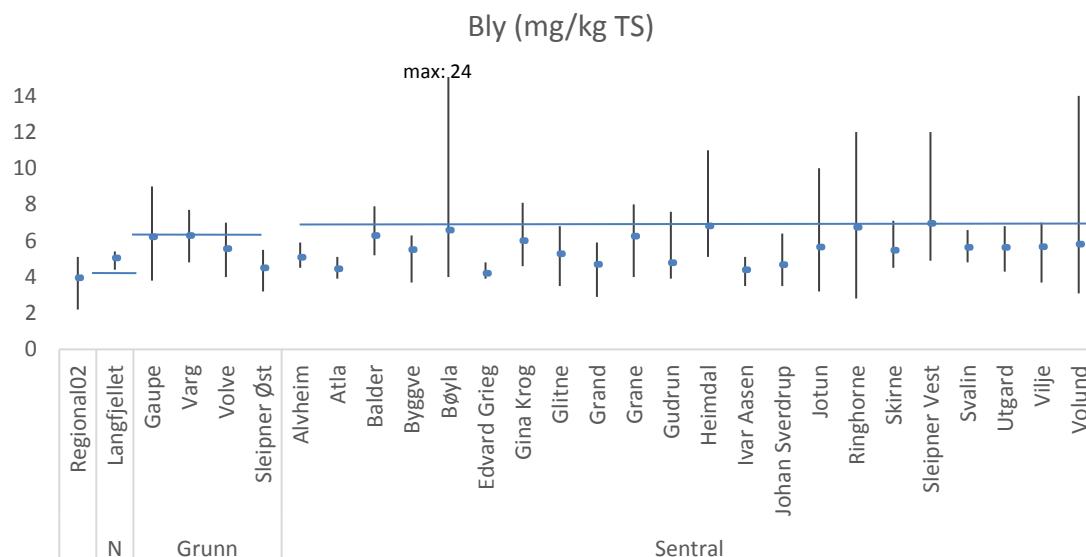
Figur 9 Gjennomsnitt, min- og maks. konsentrasjoner av kadmium (mg/kg TS) i 2018, basert på tre replikater per stasjon. N=Nordlig subregion. LSC for kadmium er markert med blå strek for de ulike subregionene.

Sink-konsentrasjonene varierte fra 2,9 til 190 mg/kg (Figur 10). De gjennomsnittlige konsentrasjonene for sink lå litt over LSC for syv av de undersøkte feltene, med høyest gjennomsnittverdi på Bøyla grunnet stasjonen med det spesielle topplaget i sedimentet.



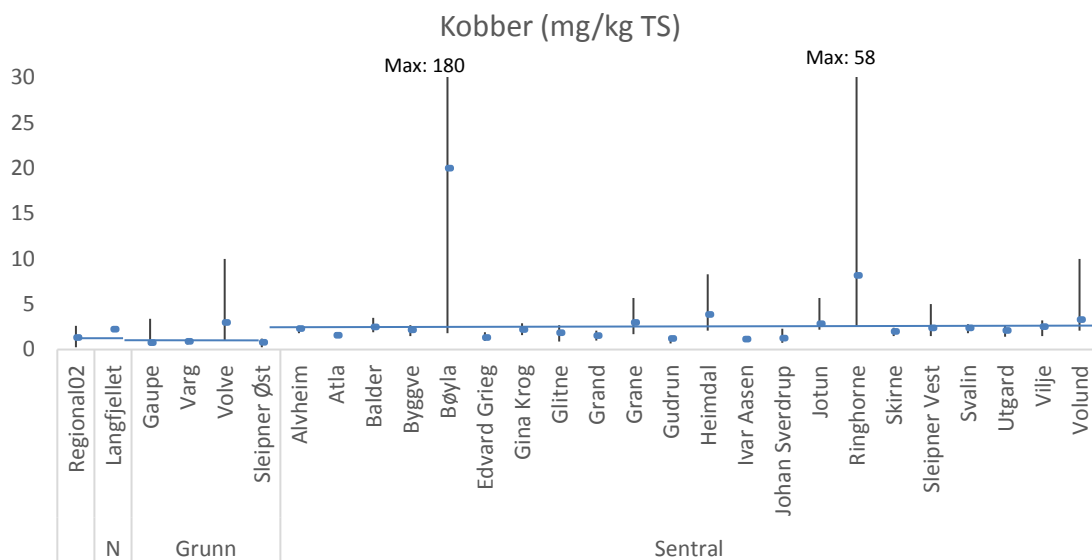
Figur 10 Gjennomsnitt, min.- og maks. konsentrasjoner av sink (mg/kg TS) i 2018, basert på tre replikater per stasjon. N=Nordlig subregion. LSC for sink er markert med blå strek for de ulike subregionene.

Bly-konsentrasjonene varierte fra 2,2 til 24 mg/kg (Figur 11). De gjennomsnittlige konsentrasjonene lå litt over LSC på Langfjellet, hvor det har vært lekkasje. Heimdal og Sleipner Vest hadde gjennomsnittskonsentrasjoner så vidt over LSC. De høyeste konsentrasjonen ble funnet ved Bøyla.



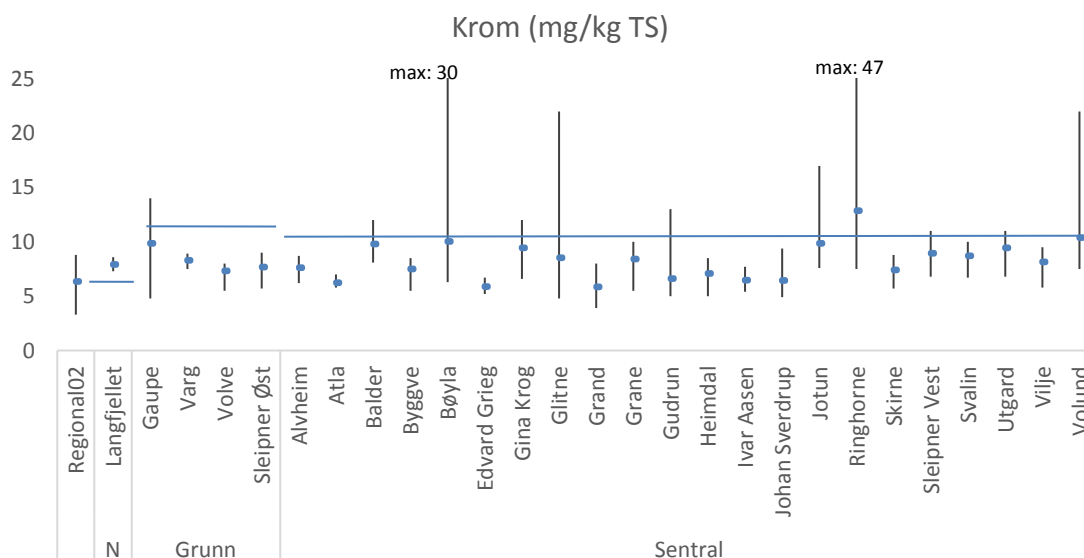
Figur 11 Gjennomsnitt, min.- og maks. konsentrasjoner av bly (mg/kg TS) i 2018, basert på tre replikater per stasjon. N=Nordlig subregion. LSC for bly er markert med blå strek for de ulike subregionene.

Kobber-konsentrasjonene varierte fra 0,25 til 180 mg/kg (Figur 12). De gjennomsnittlige konsentrasjonene lå noe over LSC på åtte av de undersøkte feltene. De høyeste konsentrasjonen ble funnet ved Bøyla.



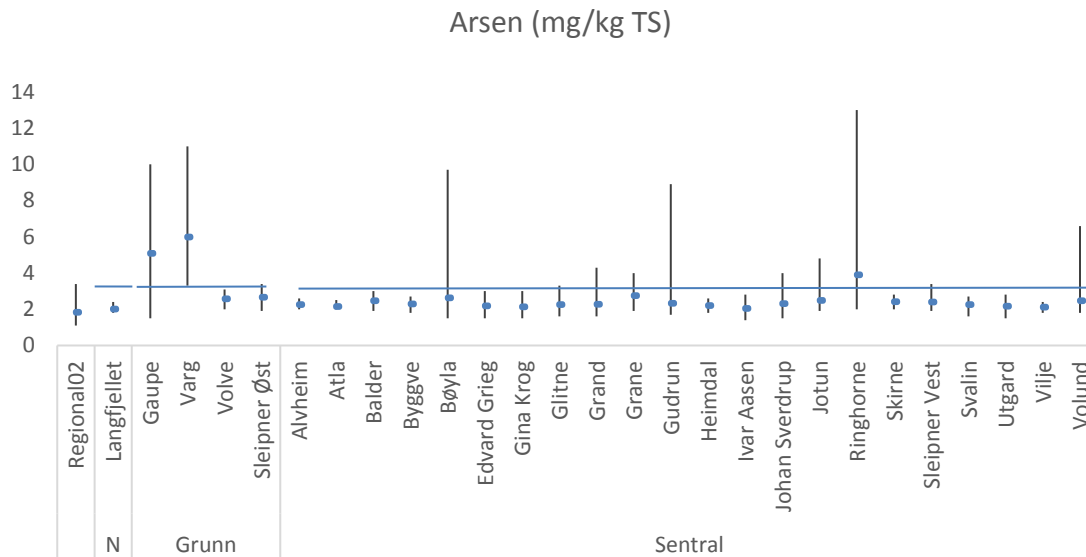
Figur 12 Gjennomsnitt, min.- og maks. konsentrasjoner av kobber (mg/kg TS) i 2018, basert på tre replikater per stasjon. N=Nordlig subregion. LSC for kobber er markert med blå strek for de ulike subregionene.

Krom-konsentrasjonene varierte fra 3,3 til 47 mg/kg (Figur 13). De gjennomsnittlige konsentrasjonene på Langfjellet og Ringhorne lå over LSC. De høyeste enkeltkonsentrasjonene er funnet på Bøyla og Ringhorne, etterfulgt av Glitne og Volund.



Figur 13 Gjennomsnitt, min.- og maks. konsentrasjoner av krom (mg/kg TS) i 2018, basert på tre replikater per stasjon. N=Nordlig subregion. LSC for krom er markert med blå strek for de ulike subregionene.

Arsen er analysert for første gang på Region II (Figur 14). For fastsettelse av LSC var derfor kun årets data fra de 13 regionalstasjonene tilgjengelig og estimatet er derfor usikkert. De fleste feltene har gjennomsnittverdier på eller svært nær LSC. Gaupe Nord, Varg og Ringhorne har gjennomsnittverdier et stykke over tentativ LSC.



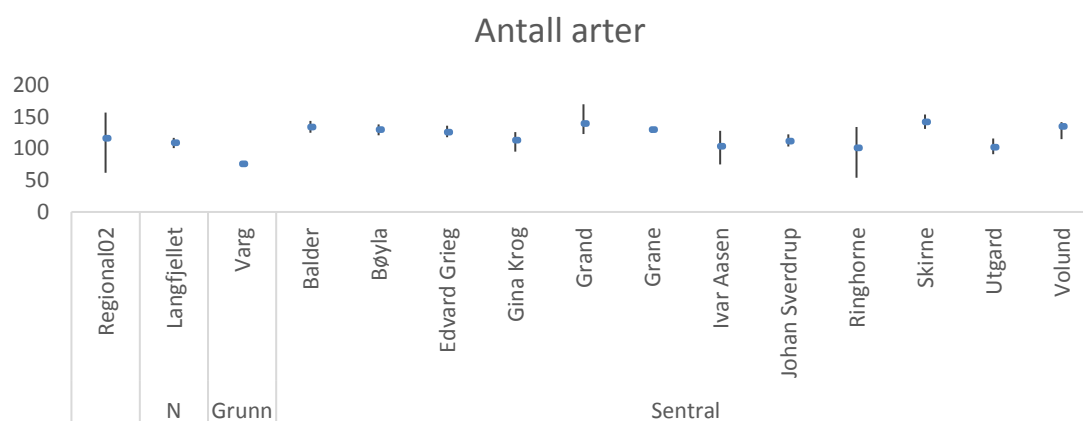
Figur 14 Gjennomsnitt, min.- og maks. konsentrasjoner av arsen (mg/kg TS) i 2018, basert på tre replikater per stasjon. N=Nordlig subregion. LSC for arsen er markert med blå strek for de ulike subregionene. Merk at LSC for arsen er usikker på grunn av lite datamateriale.

Fauna

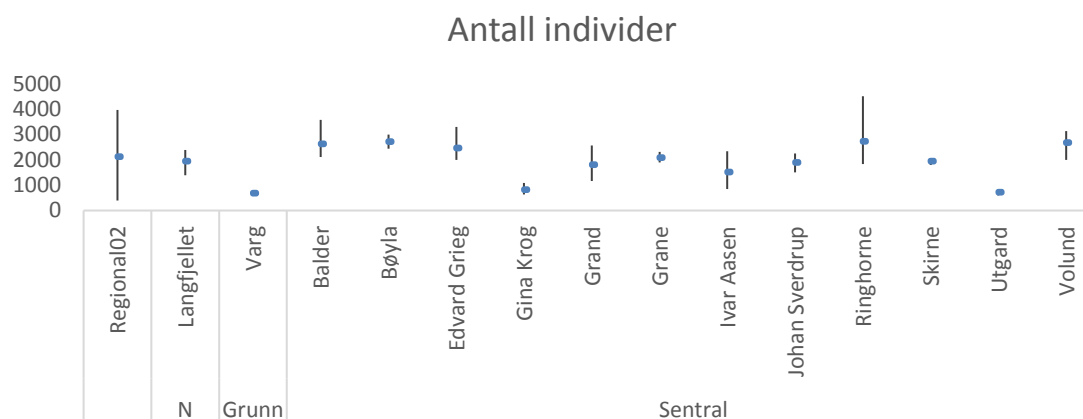
Felt

På en del av feltene i den sentrale og nordlig subregionen og på de regionale stasjonene ble det registrert høye forekomster av juvenile individer av pigghuder fra systematisk klasse Echinoidea og børstemark i familien Pectinariidae etter nylig bunnslåing. Siden dette er en sesongpreget forekomst, så ble ikke disse tatt med i forbindelse med vurderingene av miljøtilstanden på feltene.

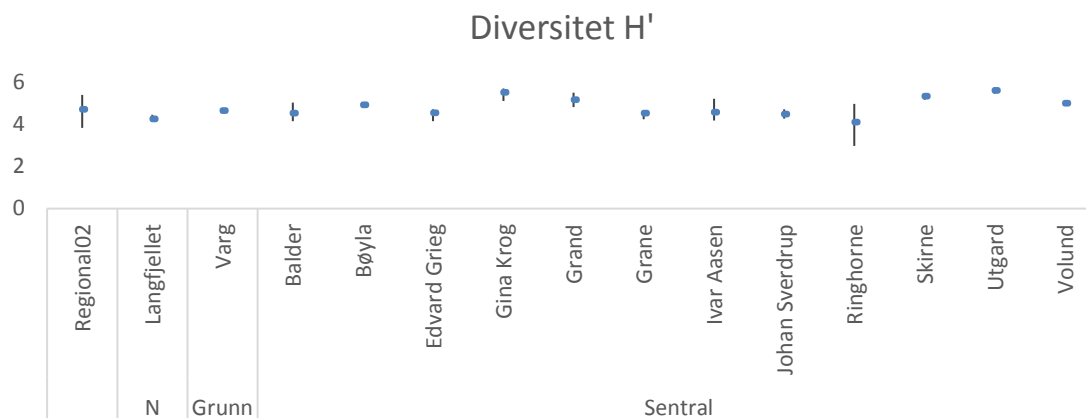
Antallet arter på feltene varierte i gjennomsnitt fra 75,3 arter på Varg til 141,3 arter på Skirne (Figur 15). Variasjonen på Ringhorne gikk fra 54 arter til et maksimum på 134 arter. Individantallet varierte fra 682,7 individer på Varg til 2679,8 individer på Volund (Figur 16). På Ringhorne varierte diversiteten H' fra 3,0 til 4,9 og med 4,1 i gjennomsnitt for feltet (Figur 17). For øvrig varierte den gjennomsnittlige diversiteten H' på feltene fra 4,2 på Langfjellet i nordlig subregion til 5,6 på Utgard i den sentrale subregionen.



Figur 15 Gjennomsnitt, min.- og maks. for antall arter per felt, basert på 5 replikate hugg per stasjon. N=Nordlig subregion. På Ringhorne varierte artsantallet fra 54 til 134 arter. (Antallet arter var 14 på RinEx-5 som hadde kun 1 hugg og denne stasjonen er ikke tatt med i oversikten).



Figur 16 Gjennomsnitt, min.- og maks. for antall individer per felt, 5 replikate hugg per stasjon. N=Nordlig subregion. På Ringhorne varierte individantallet fra 1837 til 4511. (Antallet individer var 136 på RinEx-5 som hadde kun 1 hugg og denne stasjonen er ikke tatt med i oversikten).



Figur 17 Gjennomsnitt, min.- og maks. for diversitet (H') per felt, basert på 5 replikate hugg per stasjon. N=Nordlig subregion. (Diversiteten var 1,6 på RinEx-5 som hadde kun 1 hugg og denne stasjonen er ikke tatt med i oversikten).

Regionale stasjoner

På de regionale stasjonene var det i gjennomsnitt flest taksa i den sentrale subregionen (127 ± 26). I den grunne subregionen (R2-06 og R2-17) var det 65 ± 4 , og i nordlig subregion 105 ± 0 . Gjennomsnittlig antall individer på den regionale stasjonen i den nordlig subregionen (R2-23) var høyest (2886), mens den sentrale subregionen hadde 2320 ± 1388 individer og den grunne subregionen 731 ± 392 individer. I overgangssonen mellom den grunne og den sentrale subregionen viste analysene at faunasammensetningen skilte seg litt fra de to subregionene. Artsdiversiteten (H') var høy på samtlige regionale stasjoner og varierte fra 3,8 til 5,4.

4 Utvikling 2015-2018

Tabellene 4-6 viser spennvidden for de gjennomsnittlige verdiene fra de undersøkte regionale og feltspesifikke stasjonene i 2015 og 2018 for de tre subregionene i Region II. Antall stasjoner er ikke identisk mellom de to årene, noe som har sammenheng med hvilke felt som har vært inkludert i undersøkelsen. De stasjonene som hadde færre hugg enn det som var påkrevet ved Ringhorne (RinEx-4 og RinEx-5) og Gina Krog (DAG-01 og DAG-11) er ikke tatt med i oversikten. Siden et høyt THC-innhold påvirker og gir forhøyet TOC-innhold, er TOC fra Langfjellet stasjonene LF2 og LF4 utelatt. En sannsynlig feilmåling av TOC ved Johan Sverdrup (JS19) er heller ikke tatt med i 2018-oversikten.

På de feltspesifikke stasjonene var de høyeste konsentrasjonene for THC noe høyere og for barium noe lavere i de tre subregionene i 2018 enn i 2015. Metallene kadmium, krom, kobber, kvikksølv, bly og sink sine maksimalverdier lå litt lavere i 2018 enn i 2015 i den sentrale subregionen. Maksimalverdien for kobber lå noe høyere i 2018 enn i 2015 i grunn subregion.

Tabell 4 Spennvidden for de gjennomsnittlige verdiene fra de undersøkte stasjonene i Nordlig subregion. Dataene er beregnet ut fra de stasjonene som hadde 3 prøver for kjemi, 5 prøver for biologi og 1 blandprøve fra 3 hugg for geologiske analyser. Data fra 2015 er hovedsakelig hentet fra Miljøovervåkingsdatabasen (MOD).

Nordlig subregion Parameter	Regionale stasjoner		Feltstasjoner	
	2015	2018	2015	2018
Dyp (m)	112	112	115 - 118	117
Antall stasjoner (kjemi)	1	1	8	5
THC (mg/kg)	1,7	0,5	3,8 - 4,8	25,0 - 41,0
Ba (mg/kg)	18	16	60 - 316	100 - 147
Cd (mg/kg)	0,01	<0,01	0,01 - 0,02	0,02 - 0,03
Cr (mg/kg)	4,2	3,4	4,7 - 5,6	7,4 - 8,3
Cu (mg/kg)	0,9	0,8	1,3 - 1,8	2,1 - 2,4
Hg (mg/kg)	0,004	0,001	0,004 - 0,006	0,005
Pb (mg/kg)	2,7	2,3	3,4 - 4,7	4,6 - 5,2
Zn (mg/kg)	5,0	4,1	8,3 - 11,3	10,3 - 11,3
As (mg/kg)	-	1,1	-	1,8 - 2,2
Antall stasjoner (bio. & geo.)	1	1	0	5
Sand (%)	97,9	96,7	-	89,0 - 94,4
Pelitt (%)	2,1	3,3	-	4,7 - 10,6
Grus (%)	0,0	0,0	-	0,4 - 1,4
TOC (%)	0,3	0,2	-	0,4 - 0,5
Antall arter/stasjon	100	105	-	138 - 151
Antall individer/stasjon	1491	2886	-	3870 - 4816
Diversitet H'	4,1	3,8	-	4,62 - 4,92

Tabell 5 Spennvidden for de gjennomsnittlige verdiene fra de undersøkte stasjonene i grunn subregion. Dataene er beregnet ut fra de stasjonene som hadde 3 prøver for kjemi, 5 prøver for biologi og 1 blandprøve fra 3 hugg for geologiske analyser. Data fra 2015 er hovedsakelig hentet fra Miljøovervåkingsdatabasen (MOD).

Grunn subregion Parameter	Regionale stasjoner		Feltstasjoner	
	2015	2018	2015	2018
Dyp (m)	74 - 82	74 - 82	70 - 90	79 - 89
Antall stasjoner (kjemi)	3	2	59	43
THC (mg/kg)	1,1 - 1,2	0,5	0,3 - 10,5	2,6 - 33,0
Ba (mg/kg)	7 - 9	5 - 6	7 - 1610	6 - 1213
Cd (mg/kg)	0,008 - 0,01	0,005	0,006 - 0,031	0,005 - 0,033
Cr (mg/kg)	6,7 - 9,9	5,6 - 8,6	7,1 - 15,2	6,3 - 13,3
Cu (mg/kg)	1,0 - 1,4	0,3 - 0,5	0,5 - 2,1	0,5 - 7,6
Hg (mg/kg)	0,003 - 0,004	0,001 - 0,003	0,000 - 0,014	0,001 - 0,007
Pb (mg/kg)	4,2 - 5,6	3,3 - 4,7	4,3 - 9,2	3,6 - 8,3
Zn (mg/kg)	4,0 - 6,3	3,1 - 4,7	6,0 - 22,3	5,4 - 17,0
As (mg/kg)	-	1,5 - 3,3	-	2,3 - 10,6
Antall stasjoner (bio. & geo.)	3	2	4	3
Sand (%)	98,5 - 100	98,0 - 98,4	97,6 - 98,6	98,0 - 98,4
Pelitt (%)	0,0 - 1,5	1,6 - 2,0	1,4 - 2,4	1,4 - 1,7
Grus (%)	0,0 - 0,1	0,0	0,0 - 0,1	0,0 - 0,4
TOC (%)	0,19 - 0,21	0,19 - 0,32	0,16 - 0,19	0,16 - 0,17
Antall arter/stasjon	50 - 65	62 - 68	66 - 83	73 - 76
Antall individer/stasjon	370 - 556	453 - 1008	711 - 818	594 - 737
Diversitet H'	4,0 - 4,8	3,9 - 4,7	4,2 - 4,6	4,6 - 4,7

Tabell 6 Spennvidden for de gjennomsnittlige verdiene fra de undersøkte stasjonene i sentral subregion. Dataene er beregnet ut fra de stasjonene som hadde 3 prøver for kjemi, 5 prøver for biologi og 1 blandprøve fra 3 hugg for geologiske analyser. Data fra 2015 er hovedsakelig hentet fra Miljøovervåkingsdatabasen (MOD).

Sentral subregion Parameter	Regionale stasjoner		Feltstasjoner	
	2015	2018	2015	2018
Dyp (m)	107 - 128	105 - 128	120 - 130	105 - 155
Antall stasjoner (kjemi)	11	10	194	219
THC (mg/kg)	2,0 - 4,2	0,5 - 2,0	1 - 6368	1 - 8610
Ba (mg/kg)	23 - 121	42 - 118	29 - 7713	24 - 1633
Cd (mg/kg)	0,02 - 0,03	0,01 - 0,03	0,01 - 0,38	0,01 - 0,20
Cr (mg/kg)	7,0 - 10,0	5,7 - 7,5	5,1 - 53,1	4,4 - 20,7
Cu (mg/kg)	1,2 - 2,7	1,0 - 2,2	1,0 - 216,4	0,8 - 91,7
Hg (mg/kg)	0,006 - 0,012	0,003 - 0,011	0,000 - 0,056	0,001 - 0,015
Pb (mg/kg)	3,8 - 5,5	3,6 - 5,0	3,3 - 22,9	3,8 - 14,7
Zn (mg/kg)	7,3 - 17,0	6,1 - 9,8	6,3 - 250	5,8 - 103
As (mg/kg)	-	1,5 - 2,2	-	1,6 - 6,3
Antall stasjoner (bio. & geo.)	11	10	144	144
Sand (%)	78,6 - 94,1	82,3 - 94,2	69,8 - 99,9	74,2 - 96,8
Pelitt (%)	5,8 - 24,2	5,2 - 13,8	0,01 - 30,2	3,2 - 20,1
Grus (%)	0,0 - 0,2	0,0 - 4,9	0,0 - 9,1	0,0 - 20,0
TOC (%)	0,33 - 0,65	0,28 - 0,53	0,20 - 1,00	0,24 - 1,59
Antall arter/stasjon	84 - 159	85 - 157	58 - 159	54 - 170
Antall individer/stasjon	482 - 3561	395 - 3974	527 - 4343	395 - 4511
Diversitet H'	3,4 - 5,3	4,4 - 5,4	3,2 - 5,2	3,0 - 5,7

5 Kontaminert areal over tid

En eller flere av de ytterste stasjonene var kontaminert av THC (>LSC) på 16 felt (Tabell 7). Totalt areal med THC>LSC er 15,47 km². Totalt areal med THC>50 mg/kg er 0,80 km². Kun Ringhorne hadde påvirket bunnfauna med areal 0,17 km². Ser man kun på feltene som også var undersøkt i 2015, har det vært en økning på 4,19 km² som har THC-verdier over LSC. Merk at antall stasjoner og innlemming av templerer ikke er identisk mellom de to årene.

Tabell 7 Kontaminert areal (km²) av THC i 2018 sammenlignet med 1997 til 2015 (historiske data hentet fra MOD).

***) Inkl. Sleipner A. **) Inkl. alle templerer**

Felt	1997	2000	2003	2006	2009	2012	2015	2018	THC>50 2018	Ytterste stasjon påvirket av THC 2018	Påvirket fauna 2018
Alvheim					0,20	0,20	0,20	0,20			
Atla							0,20	0,20		250 S	
Balder	59,44	4,57	14,93	1,12	0,88	0,88	0,40	1,95		Alle retninger	
Byggve				0,20	0,20	0,20	0,20	0,29		Alle retninger	
Bøyla							0,29	0,30		Utenom sør	
Edvard Grieg							0,49	0,20		250 Ø	
Gaupe Nord							0,20	0,39		500 NØ	
Gaupe Sør							0,20	0,20			
Glitne			2,95	0,59	0,59	0,68	0,52	0,66		Alle retninger	
Grane			1,00	0,33	0,33	0,20	0,20	1,19		Alle retninger	
Gudrun							0,39	0,21			
Heimdal	1,31	0,79	0,60	0,60	0,86	0,39	0,30	0,39			
Jotun		5,30	5,30	0,20	0,20	0,20	0,20	0,79		Alle retninger	
Ringhorne		30,48	15,71	0,80	0,71	0,80	0,71	0,47	0,21	Alle retninger	0,17
Skirne				0,20	0,20	0,20	0,20	0,29		500 m S	
Sleipner Øst*	2,35	1,38	0,44	0,44	0,59	0,20	0,49	0,89		SV, NØ	
Sleipner Vest	7,07	6,28	5,30	0,59	0,88	0,88	0,59	0,88	0,59	Alle retninger	
Svalin C							0,29	0,29		Alle retning	
Varg		2,36	0,88	0,59	0,59	0,81	0,29	0,29		Utenom NV	
Vilje					0,20	0,20	0,20	0,29		Alle retninger	
Volund							0,20	0,58		500 NV	
Volve					0,29	0,29	0,29	0,29			
Utgard								0,20			
Gina Krog								0,20			
Johan Sverdrup**								1,49			
Ivar Aasen								0,29			
Grand								1,76			
Langfjellet								0,29		Alle retninger	
Sum Region II								15,47	0,80		0,17

6 Konklusjoner

De høyeste gjennomsnittlige andelene av TOC ble funnet på Langfjellet og Ringhorne, noe som trolig har sammenheng med at det også var høye THC-verdier pga. oljelekkasje fra sjøbunnen. Påvirket fauna ble bare funnet ved Ringhorne-feltet. Ved dette feltet var det observert en økt spredning av THC i 2018 mot sør-sørøst. Foruten Ringhorne ble det ved Sleipner Vest funnet gjennomsnittlig THC over 50 mg/kg på en stasjon 250 m mot nordøst. De høyeste gjennomsnittlige metall-konsentrasjonene ble funnet på Grane, Ringhorne og Bøyla. I de fleste tilfellene var det i 2018 en sammenheng mellom boreaktivitet, lekkasjer og utslipp og nivåene av hydrokarboner og metaller i sedimentet.

7 Anbefalinger

- Enkelte prioriterte og vannregionspesifikke miljøgifter finnes i kvantifiserbare nivåer i det marine miljøet rundt landbasert industri ved norskekysten. Noen av disse har det ikke vært fokus på tidligere og de er derfor kun funnet de senere årene. For å vite om noen av disse også er å finne i miljøet rundt installasjoner i Nordsjøen, vil det være nyttig å gjennomføre en screening på utvalgte plattformer hvor det har vært mye aktivitet de siste årene. Det bør i forkant gjøres en grundig vurdering av hvilke miljøgifter det er aktuelt å se etter, basert på forbruk og miljøgiftenes egenskaper.
- De regionale stasjonene ser ut til å dekke de ulike feltene i regionen og bør derfor beholdes ved videre overvåkingsundersøkelser. R2-13 i sentral subregion skiller seg noe ut med dobbelt så høye nivåer av kvikksølv som på de andre stasjonene. Dersom dette vedvarer, bør stasjonen skiftes ut.
- På Ringhorne bør det kartlegges mer presist hvor langt lekkasjen fra sjøbunnen strekker seg i de ulike himmelretningene. At det ble funnet nivåer over 50 mg/kg TS av THC på stasjonen 500 m sørvest for feltsenter tyder på at det har foregått en spredning i flere retninger fra lekkasjepunktet.
- Grenseverdier bør utvikles for faunaindeksene NQI1, NSI og ISI tilpasset forholdene på norsk sokkel.

8 Litteratur

For litteraturliste og analyserapporter, se hovedrapport (STIM Miljørapport 26-2019).