

OFFSHORE OVERVÅKING REGION 1 2017

# Sammendragsrapport / Summary Report

ConocoPhillips, AkerBP, Lundin, Statoil, Spirit Energy,  
Repsol

**Rapportnr.:** 2018-0125, Rev. 01

**Dokumentnr.:** 113KJ6VX-5

**Dato:** 2018-11-14



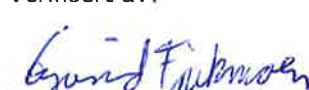
Prosjektnavn: Offshore overvåking Region 1 2017  
Rapporttittel: Sammendragsrapport / Summary Report  
Oppdragsgiver: ConocoPhillips, AkerBP, Lundin, Statoil, Spirit Energy, Repsol,  
Kontaktperson: Harald Lura  
Dato: 2018-11-14  
Prosjektnr.: PP174903  
Org. enhet: Environmental Monitoring  
Rapportnr.: 2018-0125, Rev. 01  
Dokumentnr.: 113KJ6VX-5  
DNV GL AS Oil & Gas  
Environmental Monitoring  
Veritasveien 1  
1363 Høvik  
Norway  
Tel:  
NO 945 748 931 MVA  
Levering av denne rapporten er underlagt bestemmelsene i relevant(e) kontrakt(er): PO 4520642478

Utført av:



Fredrik Melsom  
Consultant/Marine Biologist

Verifisert av:



Øyvind Fjukmoen  
Principal Consultant

Godkjent av:



Tor Jensen  
Vice President - Head of Section

Sam Arne Nøland  
Senior Principal Consultant

Helene Tvete, Sintef Molab  
Chem. Ing.

Beskyttet etter lov om opphavsrett til åndsverk m.v. (åndsverkloven) © DNV GL 2018. Alle rettigheter forbeholdes DNV GL. Med mindre annet er skriftlig avtalt, gjelder følgende: (i) Det er ikke tillatt å kopiere, gjengi eller videreformidle hele eller deler av dokumentet på noen måte, hverken digitalt, elektronisk eller på annet vis; (ii) Innholdet av dokumentet er fortrolig og skal holdes konfidensielt av kunden, (iii) Dokumentet er ikke ment som en garanti overfor tredjeparter, og disse kan ikke bygge en rett basert på dokumentets innhold; og (iv) DNV GL påtar seg ingen aktsomhetsplikt overfor tredjeparter. Det er ikke tillatt å referere fra dokumentet på en slik måte at det kan føre til feiltolkning. DNV GL og Horizon Graphic er varemerker som eies av DNV GL AS.

DNV GL distribusjon:

- ☒ Fri distribusjon (internt og eksternt)  
☐ Fri distribusjon innen DNV GL  
☐ Fri distribusjon innen det DNV GL-selskap som er kontraktspart  
☐ Ingen distribusjon (konfidensiell)

Nøkkelord:

Sedimenter, bunnfauna, hydrokarboner, metaller, kontaminering

Rev.nr.	Dato	Årsak for utgivelser	Utført av	Verifisert av	Godkjent av
0	[yyyy-mm-dd]	First issue			



## Forord

Sedimentovervåkingen i Region 1 2017 er utført i fellesskap av DNV GL (tidligere Det Norske Veritas) og Sintef MOLAB, og koordinert av ConocoPhillips Skandinavia AS v/ Harald Lura.

Rapporten beskriver resultatene av de kjemiske/fysiske analysene av sjøbunnsedimentene samt analyser av bløtbunssamfunnet i Region 1 - Ekofiskområdet.

### Medarbeidere

#### Feltarbeid:

- Thomas Møskeland (DNV GL), toktleder
- Tormod Glette (DNV GL, skiftleder)
- Øyvind Fjukmoen (DNV GL, skiftleder)
- Jon Kristian Haugland (DNV GL)
- Jørgen Nordstrøm (DNV GL)
- Harald Borud (SINTEF MOLAB)
- Thomas Trusen (SINTEF MOLAB)

Harald Lura fra ConocoPhillips deltok på toktet.

#### Kjemiske analyser/sedimentkarakterisering:


Kornstørrelsesfordeling:	Terje Kolberg og Marianne Johansen
Totalt organisk materiale:	Terje Pedersen, Karl-Olav Bratland
Metaller:	Anja Gull, Lene Sivertsen, Gunn Mari Michaelsen, Karl-Olav Bratland, Camilla Arnesen, Knut Magne Rui,
THC:	Helene Tvete, Anita Wolff Kalstad, Amela Ljajic, Catharina Brænd
NPD og PAH:	Helene Tvete

De kjemiske analysene er utført hos Sintef Molab AS, avdeling i Oslo, Mo i Rana og i Porsgrunn. Kornstørrelsesfordelingen er bestemt hos Sintef Molab AS, avdeling Glomfjord.

#### Biologiske analyser:

Polychaeter: Fredrik Melsom, Øyvind Fjukmoen, Liz Hewitt og Ruth Yap  
Varia: Fredrik Melsom, Øyvind Fjukmoen, Liz Hewitt og Ruth Yap  
Crustacea: Jon Kristian Haugland og Thomas Møskeland  
Mollusca: Amund Ulfsnes  
Echinodermata: Amund Ulfsnes

Sortering er utført på DNV GLs Biolaboratorium på Høvik. Ludvig Søgner Jensen, Jørgen Nordstrøm, Kasper Nøland og Tuva Østby har vært ansvarlig for sortering av biologiske prøver.



Sorterere: Ludvig Søgnen Jensen, Jørgen Nordstrøm, Håvard Rivedal, Jacob Jensen, Ingvild Torhaug, Anders Glette, Eirik Torhaug, Kasper Nøland, Annecken Nøland, Tuva Østby, Matias Egeberg, Aksel Gravir, Harald Salvesen, Linn Stensrud, Espen Nøland, Mathias Elvestad, Magnus Nygaard, Eirik Skarpås, Ingeborg Wermåker, Johanne Jensen, Kim Bye, Elias Olsen, Josefine Aalvik, Bent Løvdal.

Univariate analyser: Lucy Brooks  
Multivariate analyser: Sam Arne Nøland

Utarbeidelse av rapport:

Kjemi: Helene Tvette, Hege Karlsen  
Biologi: Lucy Brooks, Fredrik Melsom, Øyvind Fjukmoen, Sam-Arne Nøland  
Hovedrapport: Sam-Arne Nøland  
Verifikasjon: Øyvind Fjukmoen  
Prosjektleder: Sam-Arne Nøland



## Innholdsfortegnelse

1	SAMMENDRAGSRAPPORT .....	1
1.1	Innledning	1
1.2	Feltarbeid	1
1.3	Status for regionen	2
1.4	Oppsummering av feltresultater	5
1.5	Anbefalinger	15
2	SUMMARY REPORT .....	16
2.1	Introduction	16
2.2	Field work	16
2.3	Status for the region	16
2.4	Summary of field results	20
2.5	Recommendations	29

# 1 SAMMENDRAGSRAPPORT

## 1.1 Innledning

Rapporten presenterer resultatene fra regional sedimentovervåking i Region 1 – Ekofiskområdet 2017. Hensikten med de regionale undersøkelsene er å studere miljøeffekter fra petroleumsaktiviteter på hvert felt og over et større område. En oversikt over feltene er gitt i figuren til høyre.

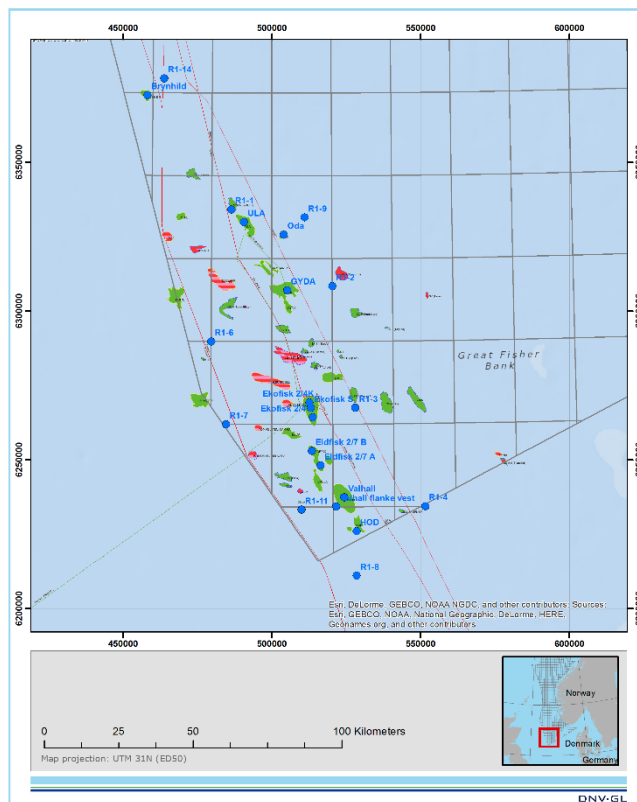
Rapporteringen er delt i tre deler. I Sammenendrags-rapporten/Summary Report (denne) er de viktigste resultatene presentert, og i hovedrapporten (Rapp.nr. 2018-0001) er resultatene kommentert og diskutert.

## 1.2 Feltarbeid

Feltarbeidet ble gjennomført av DNV GL i samarbeid med SINTEF MOLAB fra fartøyet Esvagt Dee i perioden 15. mai – 22. mai 2017.

Sedimentundersøkelsen omfattet innsamling for kjemiske og biologiske analyser av sedimenter, samt karakterisering av sedimentene.

Prøvetaking er gjennomført iht. Miljøovervåking av petroleums-virksomheten til havs (M300|2015) og DNV GLs og SINTEF MOLABs akkrediterte metoder for denne type arbeid (Test 083 og 032). Innsamlings- og analyseprogram er gjengitt i tabellen under.

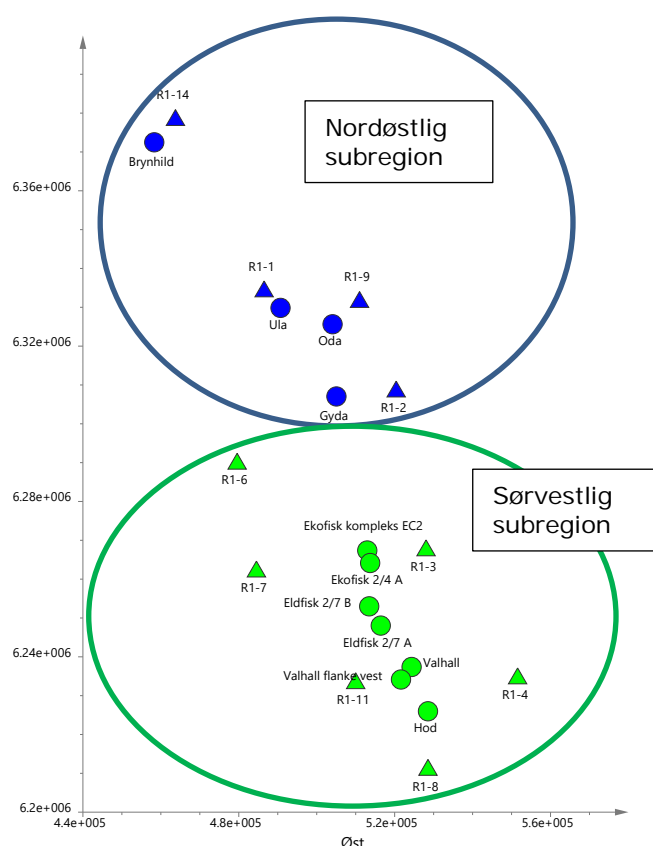


Felt	Operatør	Type	Stasjoner	Bio	Korn/ TOC	THC	Metaller	NPD/ PAH
Regionale			10	50	10	30	30	30
Brynild	Lundin	Oppfølgende	13	65	13	39	39	6
Ula	Aker BP	Oppfølgende	10	30	6	30	30	18
Oda	Spirit Energy	Grunnlag	4	20	4	12	12	3
Gyda	Repsol	Oppfølgende	13	35	7	39	39	12
Ekofisk & 2/4 B&K	ConocoPhillips	Oppfølgende	24	45	9	72	72	18
Ekofisk 2/4A	ConocoPhillips	Oppfølgende	12	0	8	36	36	0
Eldfisk 2/7 B	ConocoPhillips	Oppfølgende	1	0	0	3	3	0
Eldfisk 2/7 A	ConocoPhillips	Oppfølgende	11	20	4	33	33	12
Valhall	Aker BP	Oppfølgende	20	50	10	60	60	27
Valhall Flanke Vest	Aker BP	Grunnlag	9	45	9	27	27	27
Hod	Aker BP	Oppfølgende	1	0	0	3	3	0
<b>Sum Region I</b>			<b>128</b>	<b>360</b>	<b>80</b>	<b>384</b>	<b>384</b>	<b>153</b>

## 1.3 Status for regionen

På bakgrunn av sedimentkarakteristikk og resultatene fra de kjemiske analysene fra de regionale stasjonene er regionen delt inn i to subregioner:

- **Nordøstlig subregion:** Ula, Gyda, Oda (tidligere Butch Main), Brynhild
- **Sørvestlig subregion:** Ekofisk Kompleks og Ekofisk B&K, Ekofisk 2/4 A, Eldfisk 2/7A, Eldfisk 2/7 B, Valhall, Valhall Vest, Hod



Regionale stasjoner (trekanter) og feltcenter (sirkler) i Region 1 2017, inndelt i subregioner basert på sedimentkarakteristikk og kjemiske data.

Det er beregnet grenseverdier for kontaminering (LSC) basert på data fra perioden 1996 – 2017 for begge subregionene. Disse verdiene benyttes for å avgjøre om konsentrasjonene av hydrokarboner og metaller på de enkelte feltstasjonene er forhøyet (kontaminert) eller ikke.

LSC er beregnet på grunnlag av data fra 1996 – 2017:

mg/kg	THC	PAH	NPD	Ba	Cd	Cr	Cu	Hg	Pb	Ti	Zn	As*
LSC <sub>96-17</sub> nordøst Reg1	4,3	0,045	0,02	44,4	0,02	8,9	0,81	0,01	8,8	114	10,6	3,4
LSC <sub>96-17</sub> sørvest Reg1	5,0	0,056	0,02	77,8	0,02	8,0	1,02	0,02	7,7	72	6,7	5,4

\*) As er kun beregnet fra 2017

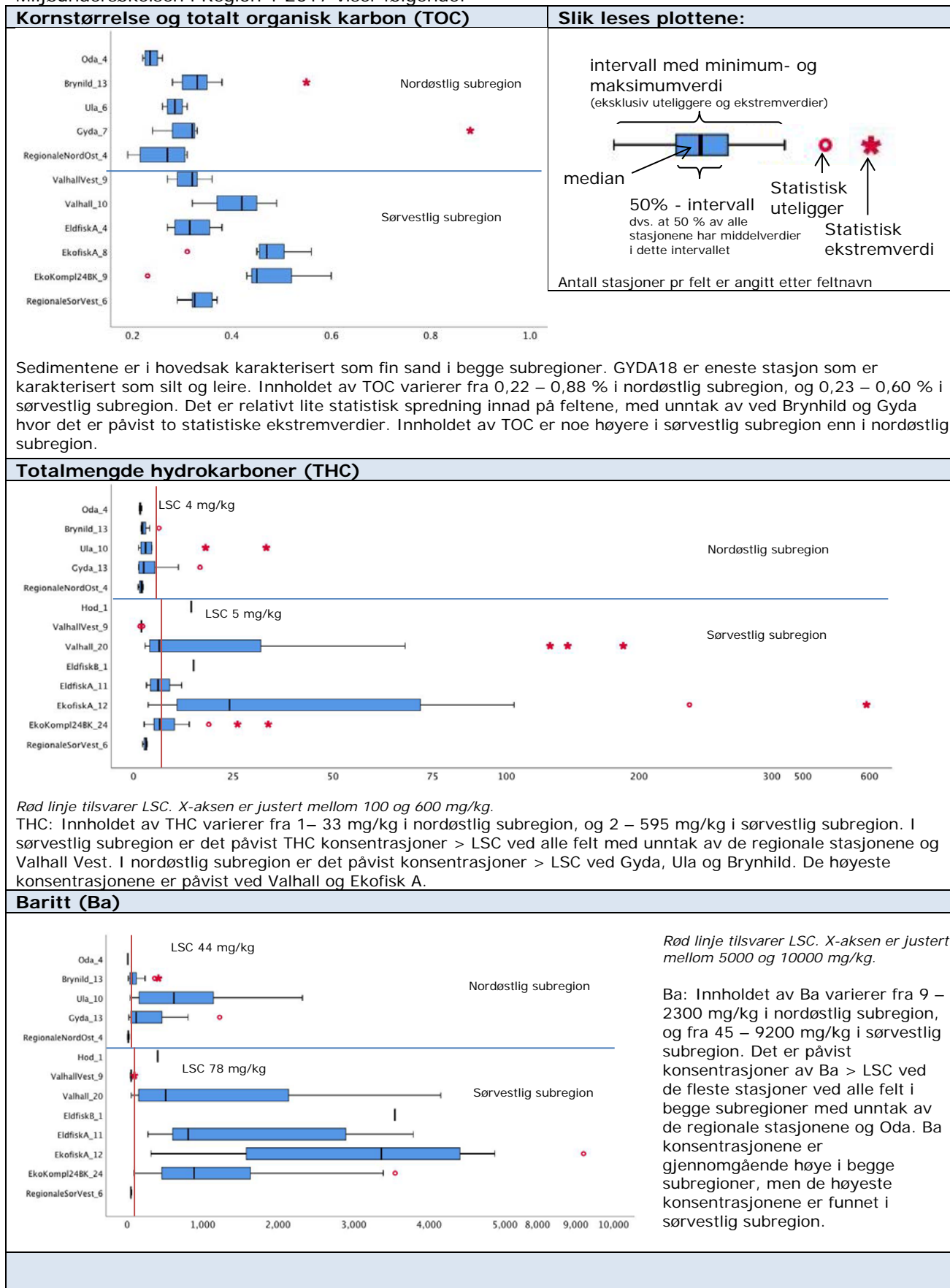
Miljøundersøkelsen i Region 1 2017 viser:

- Sedimentene er i hovedsak karakterisert som fin sand i begge subregioner. GYDA18 er eneste stasjon som er karakterisert som silt og leire.

- Innholdet av TOC varierer fra 0,22 – 0,88 % i nordøstlig subregion, og 0,23 – 0,60 % i sørvestlig subregion.
- Innholdet av THC varierer fra 1 – 33 mg/kg i nordøstlig subregion, og 2 – 600 mg/kg i sørvestlig subregion.
- I nordøstlig subregion er det påvist THC > LSC<sub>96-17</sub> nordøst Reg1 (4 mg/kg) ved fire stasjoner ved Gyda, fire stasjoner ved Ula og en stasjon ved Brynhild. Det er ikke påvist THC > LSC<sub>96-17</sub> nordøst Reg1 ved Oda.
- I sørvestlig subregion er det påvist THC > LSC<sub>96-17</sub> sørvest Reg1 (5 mg/kg) ved de fleste stasjoner på alle felt, med unntak av Valhall Vest hvor det ikke er påvist THC > LSC<sub>96-17</sub> sørvest Reg1.
- Ved de fleste stasjoner i begge subregioner har konsentrasjonen av THC enten blitt redusert eller uendret sammenliknet med tidligere. Det er en økning i THC konsentrasjon ved EKO13.
- I nordøstlig subregion er det påvist PAH og NPD > LSC<sub>96-17</sub> nordøst Reg1 (0,045 mg/kg PAH og 0,02 mg/kg NPD) ved fem stasjoner på Ula og tre stasjoner ved Gyda. I sørvestlig subregion er det påvist PAH og NPD > LSC<sub>96-17</sub> sørvest Reg1 (0,056 mg/kg PAH og 0,02 mg/kg NPD) ved flere stasjoner ved Ekofisk kompleks, Ekofisk A, Eldfisk A og Valhall.
- Innholdet av Ba varierer fra 9 – 2320 mg/kg i nordøstlig subregion, og fra 45 – 9210 mg/kg i sørvestlig subregion.
- Det er påvist Ba > LSC<sub>96-17</sub> nordøst Reg1 (44 mg/kg) ved de fleste stasjoner ved Gyda, Ula og Brynhild. Det er ikke påvist Ba > LSC<sub>96-17</sub> nordøst Reg1 ved Oda.
- Det er påvist Ba > LSC<sub>96-17</sub> sørvest Reg1 (78 mg/kg) ved alle stasjoner ved Ekofisk Kompleks, Ekofisk A, Eldfisk 2/7 A, Eldfisk 2/7 B og Hod. Det er også påvist Ba > LSC<sub>96-17</sub> sørvest Reg1 ved de fleste stasjoner ved Valhall og to stasjoner ved Valhall Vest.
- Sammenliknet med tidligere har konsentrasjonen av Ba blitt redusert eller er uendret. Det er en økning av Ba ved enkelte stasjoner ved Brynhild, samt EKO1 og EKO13.
- I nordøstlig subregion er det påvist konsentrasjoner av metaller > LSC ved BRY13, GYDA18 og flere stasjoner ved ULA. Sammenliknet med tidligere har det kun vært en økning ved BRY13.
- I sørvestlig subregion er det påvist metaller > LSC ved alle felt. Det har vært en økning av metaller sammenliknet med tidligere ved Eldfisk B og Ekofisk A. Det er særlig ved Ekofisk Kompleks og Ekofisk A hvor det er høye konsentrasjoner av metaller.
- Individtettheten av børstemarkene *G. oculata*, *P. jeffreysii* og *S. bombyx* varierer betydelig mellom stasjoner og mellom år, noe som har betydning for diversitetsindeksene. Bunnfaunaen på de regionale stasjonene betraktes om uforstyrret av petroleumsaktivitetene i området.
- Bløtbunnsfaunaen på Valhall Flanke Vest, Brynhild, Eldfisk A og Oda betraktes som uforstyrret.
- På alle de øvrige feltene er utviklingen i bunnfaunaen positiv, men en del stasjoner betraktes fremdeles som forstyrret. Ni av de undersøkte stasjonene er «friskmeldt»; en på Gyda, fire på Eldfisk A og fire på Valhall.



Miljøundersøkelsen i Region 1 2017 viser følgende:



## Bunnfauna

Individtettheten av børstemarkene *G. oculata*, *P. jeffreysii* og *S. bombyx* varierer betydelig mellom stasjoner og mellom år, noe som har betydning for diversitetsindeksene. Bunnfaunaen på de regionale stasjonene betraktes om uforstyrret av petroleumsaktivitetene i området.

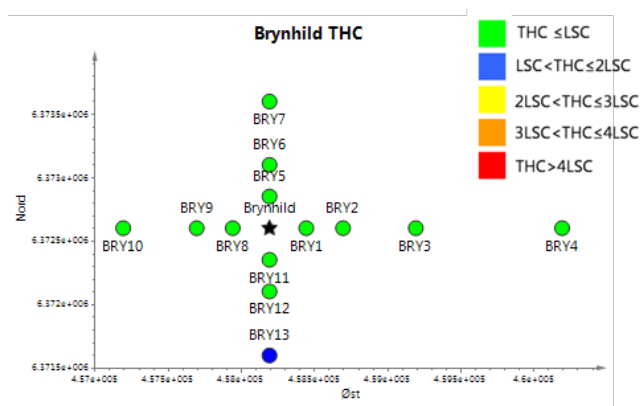
Bløtbunnsfaunaen på Valhall Flanke Vest, Brynhild og Oda betraktes som sunn og uforstyrret

På alle de øvrige feltene er utviklingen i bunnfaunaen positiv, men en del stasjoner betraktes fremdeles som forstyrret. Ni av de undersøkte stasjonene er «friskmeldt»; en på Gyda, fire på Eldfisk A og fire på Valhall.

## 1.4 Oppsummering av feltresultater

### 1.4.1 Brynhild

Sedimentet er karakterisert som veldig fin sand og fin sand. Det er påvist  $THC > LSC$  ved BRY13, og  $Ba > LSC$  ved de fleste stasjonene. Ved BRY13 er det påvist  $THC$ ,  $Ba$ ,  $Cr$ ,  $Cu$ ,  $Ti$ ,  $Zn$  og  $As > LSC$ , og konsentrasjonene ved BRY13 har økt sammenliknet med forrige undersøkelse. Konsentrasjonen av  $Ba$  og  $THC$  har økt ved BRY5, BRY11 og BRY13.



Figur 1.4-1 THC innhold (mg/kg) i toppsedimentet (0-1 cm).

På samme stasjon (BRY13) er faunaen annerledes enn i grunnlagsundersøkelsen og på de andre stasjonene. Muslingen *Saxicavella jeffreysii*, som regnes som en sensitiv art, dominerer faunaen mens *G. oculata*, som forekommer i høye antall ellers på feltet (og regionen), er fraværende. Endringene antas å ha sammenheng med endringene i sedimentkarakteristikken på BRY13. På de andre stasjonene på feltet er bunndyrsamfunnet uforstyrret av aktivitetene i området.

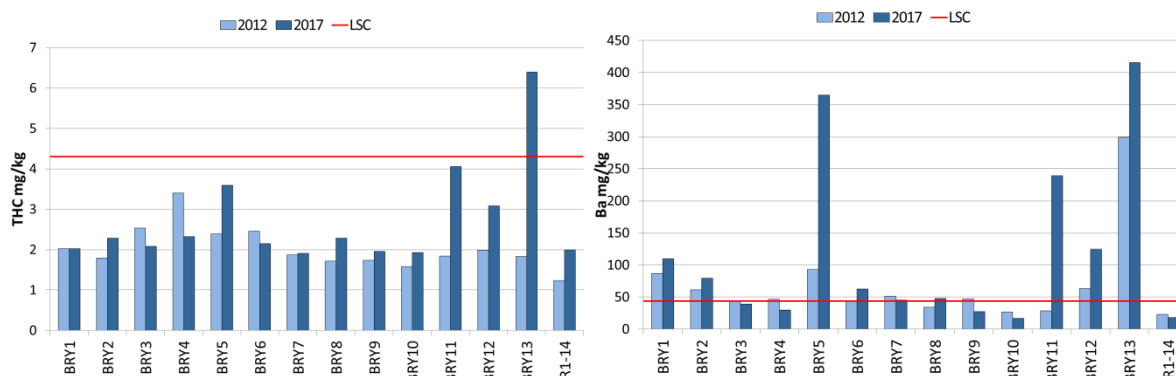


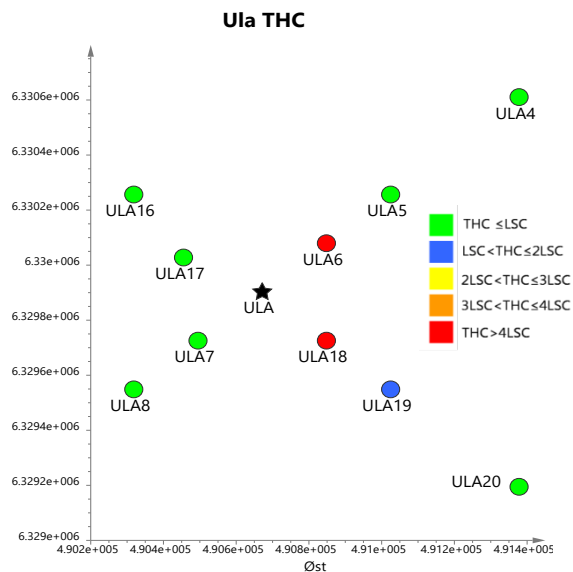
Figure 1.4-2 Utvikling av THC og Ba ved Brynhild.

Kontaminert areal:

	0-90°	90-180°	180-270°	270-360°	Areal (km <sup>2</sup> ) 2014	Areal (km <sup>2</sup> ) 2017
THC>LSC	<250	<250	<250	<250	-	0,2
THC>50 mg/kg	-	-	-	-	-	-
Fauna	Ikke forstyrret fauna					

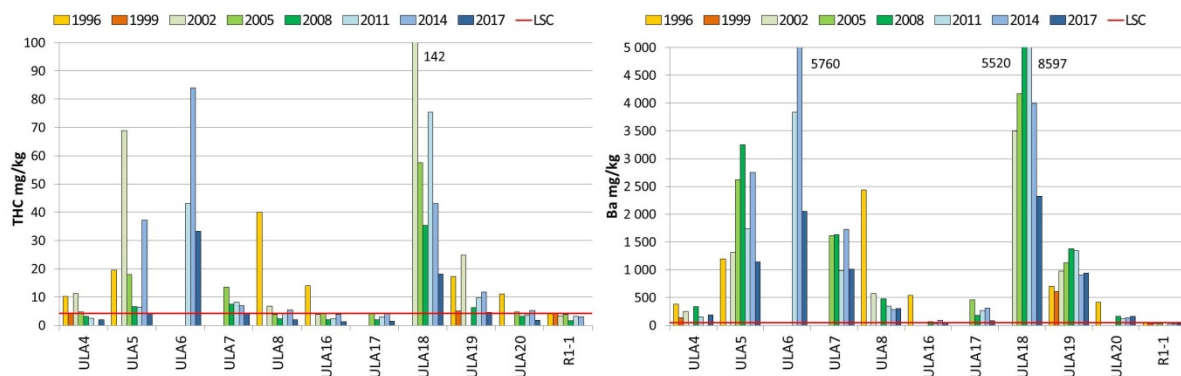
## 1.4.2 Ula

Sedimentet er klassifisert som fin sand. De høyeste konsentrasjonene av THC, PAH, NPD, Ba, Cd, Cu, Pb og Zn er funnet ved ULA6 og ULA18, som ligger 250 m øst for feltcenteret. Det påvist THC > LSC ved stasjonene 250 og 500 m øst for senter, og Ba > LSC ved samtlige stasjoner med unntak av ULA16. Det er ikke påvist økning av THC eller metaller, inkludert Ba, ved noen av stasjonene. Ved stasjoner med tidligere svært høye konsentrasjoner har konsentrasjonene av THC og metaller blitt redusert.



I 2014 ble faunaen på ULA6 og ULA18 betraktet som forstyrret. Trass i reduserte nivåer av THC og metaller har disse stasjonene også i 2017 færre arter og noe lavere verdier på enkelte diversitetsindekser enn de øvrige feltstasjonene. Den forurensningsindikerende børstemarken *Capitella* er til stede i betydelig antall på ULA6, og denne stasjonen ansees som forstyrret også i 2017. *Capitella* er for første gang til stede på ULA18 også, men i svært beskjedent antall. Bortsett fra dette tyder artssammensetning, de fleste diversitetsindeksene og likhetsanalysene på at faunaen på ULA18 har bedret seg. Den betraktes likevel som lett forstyrret, og bør følges i videre overvåking.

**Figur 1.4-3** THC innhold (mg/kg) i toppsedimentet (0-1 cm).



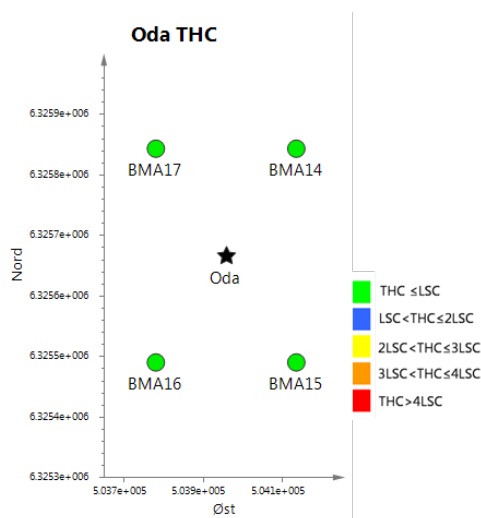
**Figur 1.4-4** Utvikling av THC og Ba ved Ula.

Kontaminert areal:

	0-90°	90-180°	180-270°	270-360°	Areal (km²) 2014	Areal (km²) 2017
THC>LSC	<500	<1000	<250	<250	3,9	0,7
THC>50 mg/kg	-	-	-	-	0,3	-
Fauna	<500	<500	<250	<250	0,4	0,4

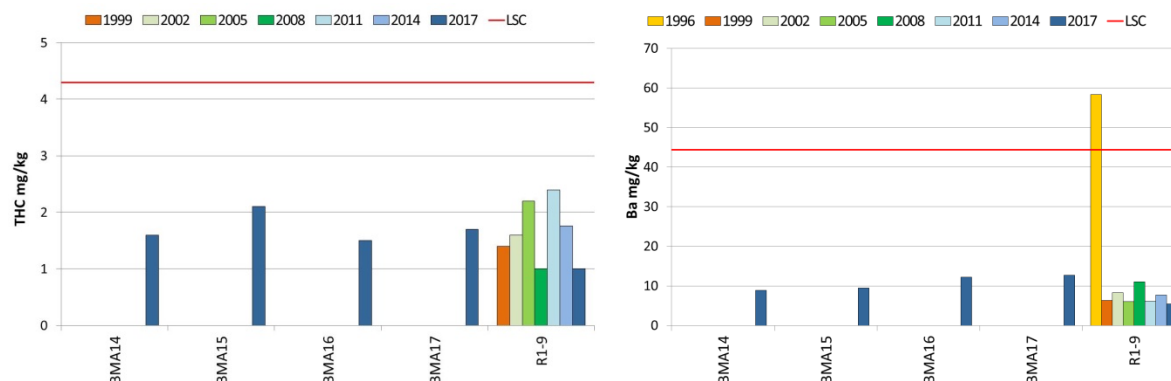
### 1.4.3 Oda

Sedimentet er klassifisert som fin sand. Det er ikke påvist THC, PAH, NPD eller metaller > LSC og konsentrasjonene ligger på samme nivå som ved R1-9. Det er ikke tidligere blitt gjort undersøkelser ved disse stasjonene.



De uni- og multivariate analysene avdekket ikke noe som indikerer at bunnfaunaen på Oda er påvirket, og bløtbunnsamfunnet betraktes som sunt og uforstyrret.

**Figur 1.4-5** THC innhold (mg/kg) i toppsedimentet (0-1 cm).



**Figur 1.4-6** Utvikling av THC og Ba ved Oda.

Kontaminert areal:

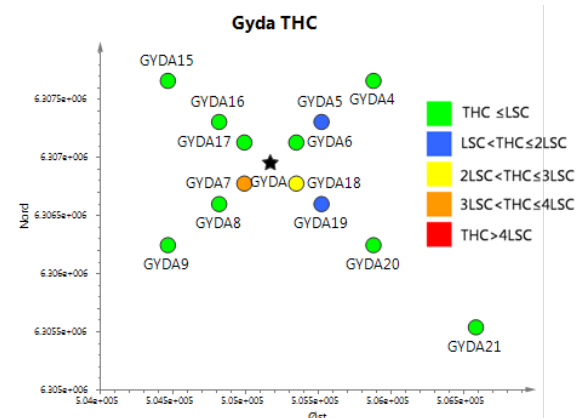
	0-90°	90-180°	180-270°	270-360°	Areal (km <sup>2</sup> ) 2014	Areal (km <sup>2</sup> ) 2017
THC>LSC	<250	<250	<250	<250	-	0,2
THC>50 mg/kg	-	-	-	-	-	-
Fauna	Ikke forstyrret fauna					

### 1.4.4 Gyda

Stasjonen GYDA18 skiller seg ut fra de andre stasjonene både med hensyn til sedimentkarakterisering, TOC, THC og metaller. GYDA18 er karakterisert som silt og leire i motsetning til resten av feltet som består av fin sand. Innholdet av TOC er høyere ved GYDA18 enn ved de andre stasjonene. Det er stor forskjell i konsentrasjon mellom de tre grabbene for både THC og metaller ved GYDA18 som indikerer lite homogent sediment.

De høyeste konsentrasjonene av THC og metaller er funnet 250 meter sørvest, sørøst og nordvest for feltcenter. Det er ikke påvist økning av konsentrasjoner av THC eller metaller på noen stasjoner sammenliknet med tidligere. Det er påvist THC > LSC ved fire stasjoner; GYDA5, GYDA7, GYDA18 og GYDA19. Det er påvist Ba > LSC ved samtlige stasjoner.

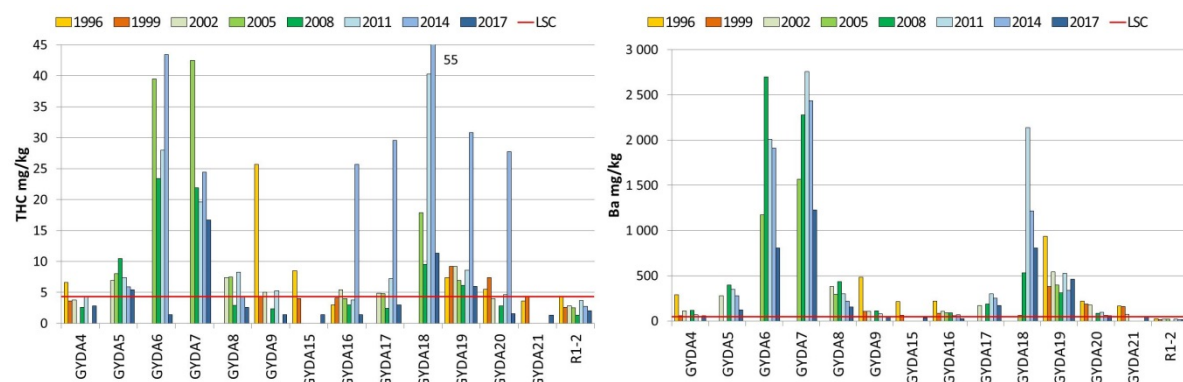
Som i 2014 skiller bunnfaunaen ved GYDA18 seg tydelig fra den øvrige faunaen på feltet pga. vesentlig mer silt og leire her. Dette er den eneste stasjonen der diversitetsindeksene er lavere enn i 2014.



**Figur 1.4-7** THC innhold (mg/kg) i toppsedimentet (0-1 cm).

Likhetsanalysene viser at denne stasjonen fortsatt skiller seg ut, og sammen med lave indekser og feltobservasjoner av «mud, lukt av hydrokarboner», bidrar dette til at stasjonen betraktes som forstyrret. Analysene viser også at utviklingen er positiv, og at forskjellene mellom GYDA18 og de andre stasjonene reduseres over tid.

GYDA6, 250 m NØ for senter, betraktes fremdeles som svakt forstyrret, mens GYDA7, som i 2014 ble ansett å være lett forstyrret, «friskmeldes» på bakgrunn av årets resultater.



**Figur 1.4-8** Utvikling av THC og Ba ved Gyda.

Kontaminert areal:

	0-90°	90-180°	180-270°	270-360°	Areal (km <sup>2</sup> ) 2014	Areal (km <sup>2</sup> ) 2017
THC>LSC	<1000	<1000	<500	<250	4,7	1,5
THC>50 mg/kg	-	-	-	-	-	-
Fauna	<500	<500	<250	<250	0,6	0,4

### 1.4.5 Ekofisk kompleks og 2/4 B & K

Sedimentet består av veldig fin sand og fin sand. Det er påvist THC > LSC ved 19 av 24 stasjoner, de høyeste konsentrasjonene er påvist ved EKO14 og EKO15. THC konsentrasjonene er redusert sammenliknet med tidligere undersøkelser. Ba-konsentrasjonene er høye, men redusert sammenliknet med tidligere. Ved EKO15 er det påvist konsentrasjoner av alle metaller > LSC. Det er påvist Ba > LSC ved alle stasjoner.

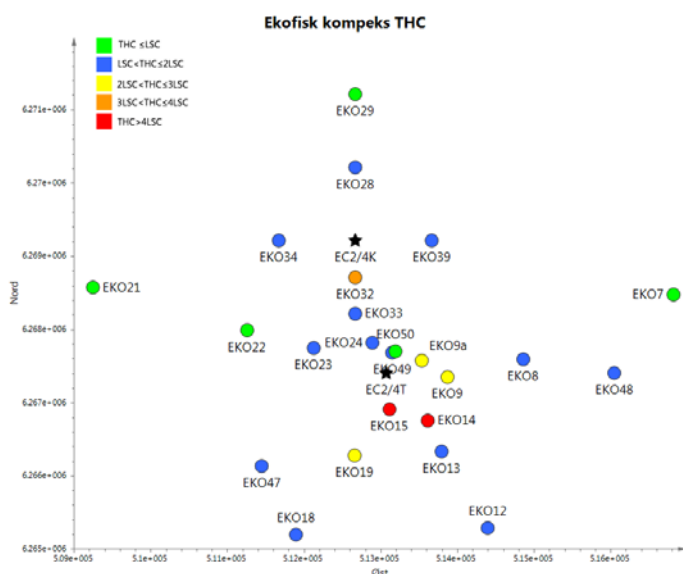
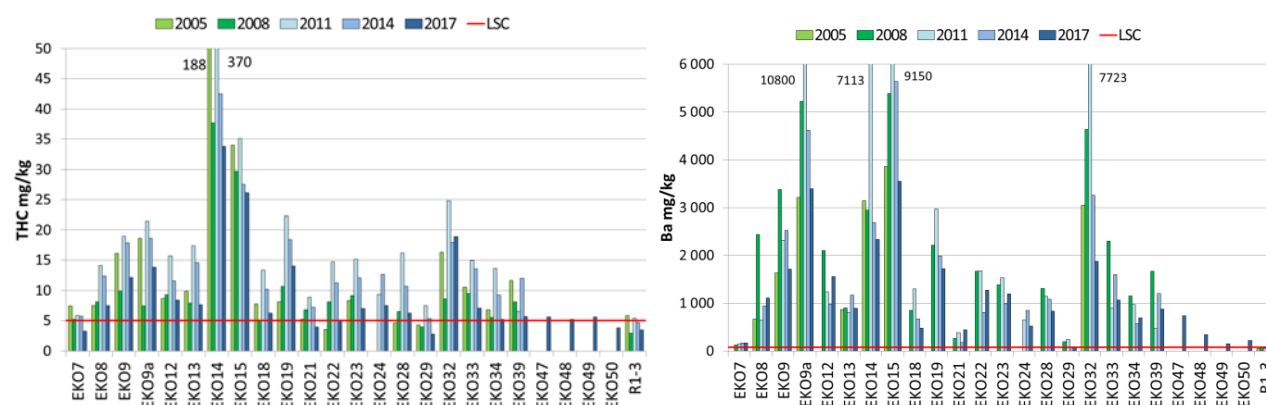


Figure 1.4-9 THC innhold (mg/kg) i toppsedimentet (0-1 cm).



Figur 1.4-10 Utvikling av THC og Ba ved Ekofisk kompleks og 2/4 B & K.

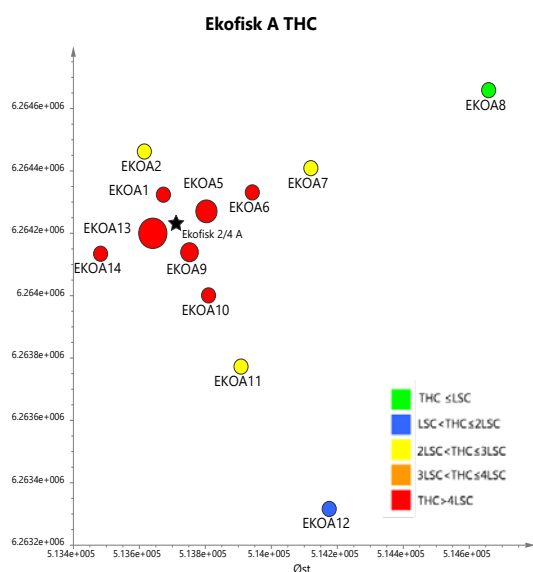
Kontaminert areal:

	0-90°	90-180°	180-270°	270-360°	Areal (km <sup>2</sup> ) 2014	Areal (km <sup>2</sup> ) 2017
THC>LSC	<1000	<1000	<500	<250	4,7	1,5
THC>50 mg/kg	-	-	-	-	-	-
Fauna	<500	<500	<250	<250	0,6	0,4

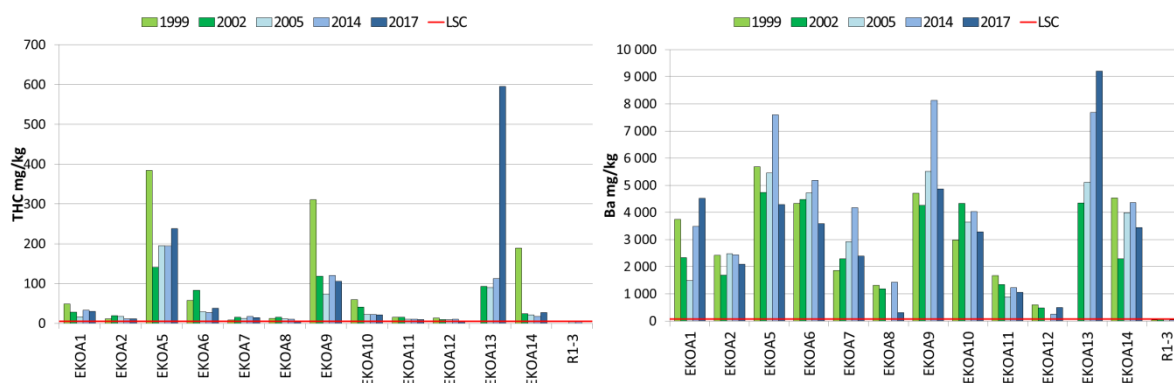
## 1.4.6 Ekofisk A

Sedimentet er karakterisert som veldig fin sand og fin sand. De høyeste konsentrasjonene av THC og metaller, inkludert Ba, er funnet ved EKO13. Det er påvist THC > LSC på alle stasjoner med unntak av EKO18, konsentrasjoner av Ba > LSC ved alle stasjoner og andre metaller > LSC ved de fleste stasjoner. Sammenliknet med tidligere har konsentrasjonen av THC og Ba økt ved EKO13, og er uendret eller redusert ved de resterende stasjonene. Noe av THC-innholdet stammer sannsynlig fra den syntetiske borevæskene AquamulB.

Alt i alt ser det ut til at bunnfaunaen på de tre stasjonene som i 2014 ble betraktet som forstyrret, har hatt en positiv utvikling. Artsmangfoldet på disse stasjonene er større enn i 2014, og artssammensetningen ligner mer på de øvrige feltstasjonene. Det er imidlertid fortsatt lave diversitetsindekser på stasjonene øst og sør for senter på EC2/4T (EKO13, -14, -15 og -9A), og bunnfaunaen rundt EC2/4T bør fortsatt følges opp.



Figur 1.4-11 THC innhold (mg/kg) i toppsedimentet (0-1 cm).



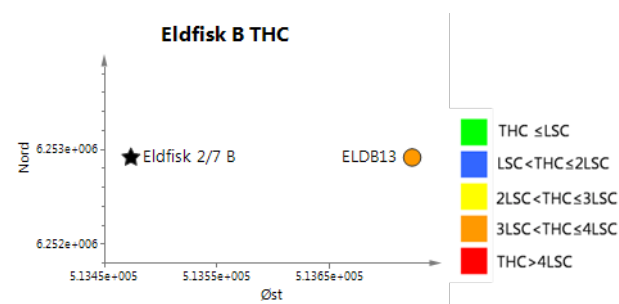
Figur 1.4-12 Utvikling av THC og Ba ved Ekofisk A.

Kontaminert areal:

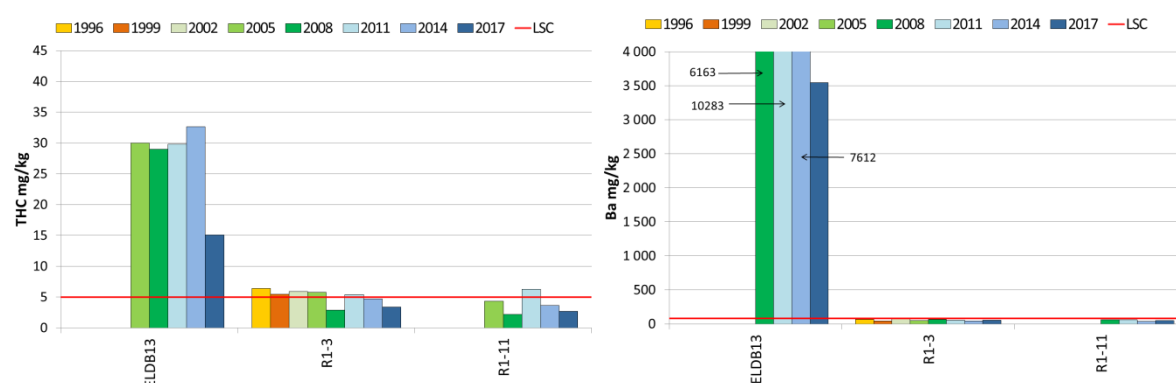
	0-90°	90-180°	180-270°	270-360°	Areal (km <sup>2</sup> ) 2014	Areal (km <sup>2</sup> ) 2017
THC>LSC	<1038	>1026	>250	>250	37,4	3,1
THC>50 mg/kg	<250	<250	<250	<100	-	0,1
Fauna	Ikke inkludert i programmet					

### 1.4.7 Eldfisk B

Kornstørrelesfordeling er ikke utført. Det er påvist THC og Ba > LSC ved den ene stasjonen som er undersøkt. Det er ingen økning i konsentrasjoner av THC eller Ba sammenliknet med tidligere.



Figur 1.4-13 THC innhold (mg/kg) i toppsedimentet (0-1 cm).



Figur 1.4-14 Utvikling av THC og Ba ved Eldfisk B.

Kontaminert areal:

	0-90°	90-180°	180-270°	270-360°	Areal (km <sup>2</sup> ) 2014	Areal (km <sup>2</sup> ) 2017
THC>LSC	>500	>500	>500	>500	3,1	-
THC>50 mg/kg	-	-	-	-	-	-
Fauna	Ikke inkludert i programmet					

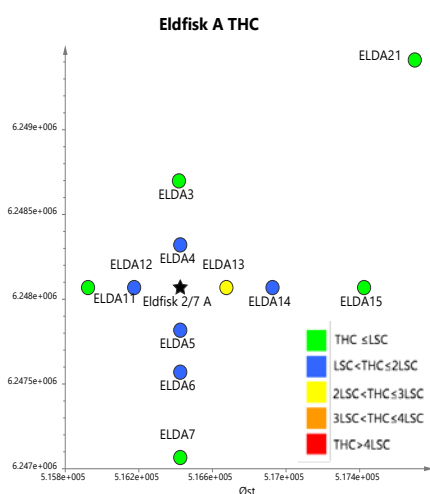
## 1.4.8 Eldfisk A

Sedimentet ved Eldfisk A er karakterisert som fin sand. Det er påvist THC > LSC ved seks stasjoner, og sammenliknet med tidligere har konsentrasjonen blitt redusert ved samtlige stasjoner. De høyeste

konsentrasjonene av THC er påvist ved ELDA13, 250 m øst for feltcenteret. Det er påvist Ba > LSC ved alle stasjoner.

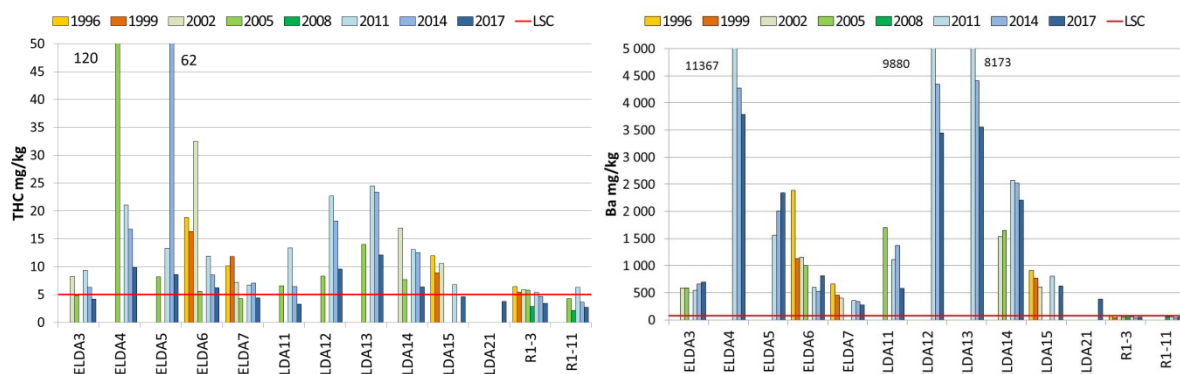
Konsentrasjonen av Ba har blitt redusert ved de fleste stasjoner sammenliknet med tidligere undersøkelser. De høyeste konsentrasjonene av Ba er påvist 250 m nord, vest og øst for feltcenteret.

I 2017 inkluderer bunndyrsundersøkelsen kun fire stasjoner, alle plassert 250 m fra senter. I 2014 ble disse stasjonene betraktet som lett forstyrrede. De univariate indeksene på hver av stasjonene er noe høyere i 2017, noe som indikerer en bedring i faunaen. De fire 250 m-stasjonene betraktes i 2017 som uforstyrrede grunnet få indikasjoner i artssammensetningen som tilsier forstyrrelser.



Figur 1.4-15 THC innhold (mg/kg) i toppsedimentet (0-1 cm).





**Figur 1.4-16** Utvikling av THC og Ba ved Eldfisk A.

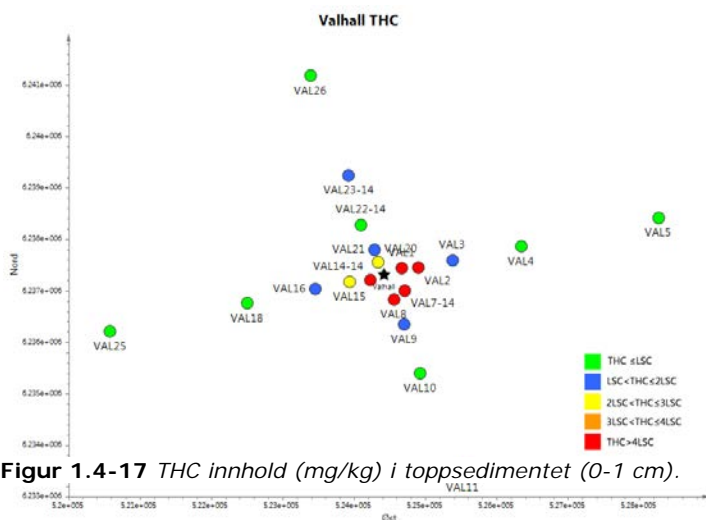
Kontaminert areal:

	0-90°	90-180°	180-270°	270-360°	Areal (km <sup>2</sup> ) 2014	Areal (km <sup>2</sup> ) 2017
THC>LSC	<1000	<1000	<500	<500	3,1	1,8
THC>50 mg/kg	-	-	-	-	-	-
Fauna	<500	<500	<500	<500	0,8	0,8

### 1.4.9 Valhall

Sedimentet er karakterisert som fin sand. Det er påvist THC > LSC ved 12 stasjoner. De høyeste konsentrasjonene av THC er funnet ved VAL1, VAL2 og VAL14-14; i hovedsak sør og sørøst for feltcenteret. Sammenliknet med tidligere har konsentrasjonen av THC blitt redusert ved de fleste stasjonene. Det er påvist Ba > LSC ved 18 stasjoner. De høyeste konsentrasjonene er funnet ved stasjonene nærmest feltcenter, og spesielt i øst og sørøstlig retning. Konsentrasjonen av Ba har blitt redusert ved alle stasjoner sammenliknet med tidligere undersøkelser. Ved VAL1, VAL2, VAL7-14 og VAL14-14 er det påvist konsentrasjoner av de fleste andre metaller > LSC. Konsentrasjonene av metaller er uendret eller redusert sammenliknet med tidligere.

Bløtbunnsfaunaen på VAL15 og -20 (hhv. 500 m vest og 250 m nord), som i 2014 ble betraktet som lett forstyrret, friskmeldes i 2017.



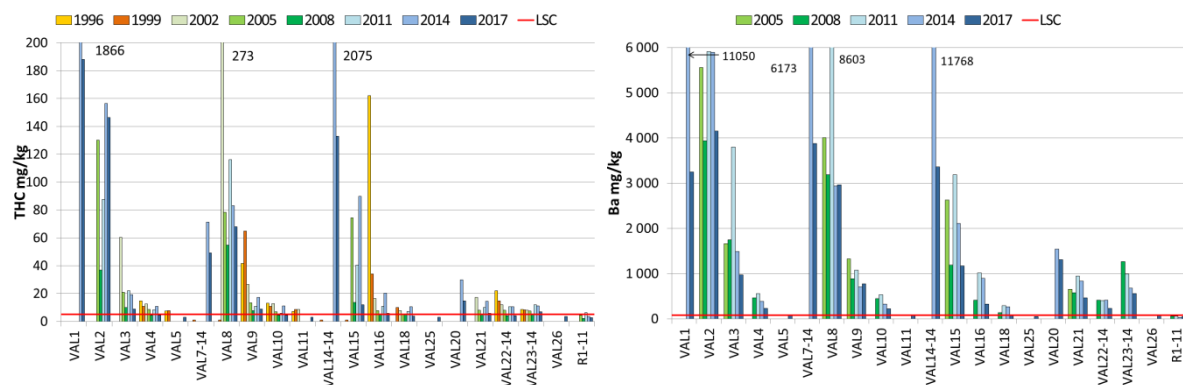
**Figur 1.4-17** THC innhold (mg/kg) i toppsedimentet (0-1 cm).

Faunaen på VAL1 og -14 (hhv. 275 m nordøst og 222 m sørvest) skiller seg klart ut i likhetsanalysene og inneholder en større andel opportunistiske arter enn de øvrige stasjonene. Disse stasjonene betraktes fremdeles som forstyrret, men økte diversitetsindekser og redusert antall *Capitella capitata* viser en positiv utvikling.

VAL2, -7 og -8 (hhv. 500 m nordøst, 421 m sørøst og 500 m sør) kjennetegnes av høye individantall av *P. jeffreysii* og *G. oculata*. Også på disse stasjonene er innholdet av THC og metaller redusert siden 2014, og utviklingen i faunaen er positiv. VAL2, -7 og -8 betraktes i 2017 som uforstyrret grunnet ingen entydige

forhøyede mengder indikatorarter eller fravær av sensitive arter. Det bemerkes at THC verdiene likevel er noe høye.

Som i 2014 viser resultatene at det har foregått en positiv utvikling i faunaen rundt Valhall. Det bør imidlertid nevnes at det fremdeles er høye konsentrasjoner av både THC og metaller på de stasjonene som betraktes som forstyrret.



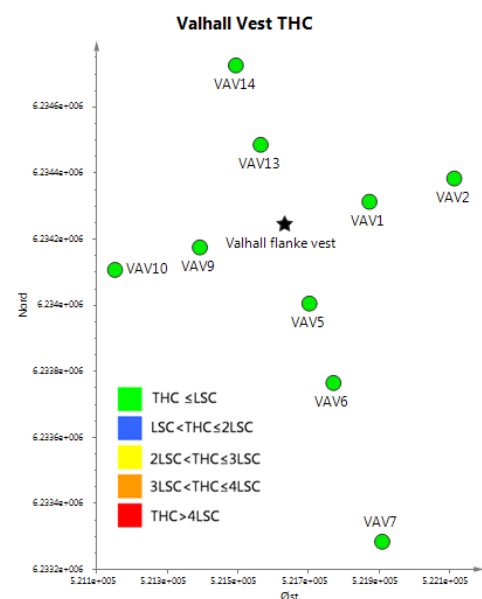
**Figur 1.4-18** Utvikling av THC og Ba ved Valhall.

Kontaminert areal:

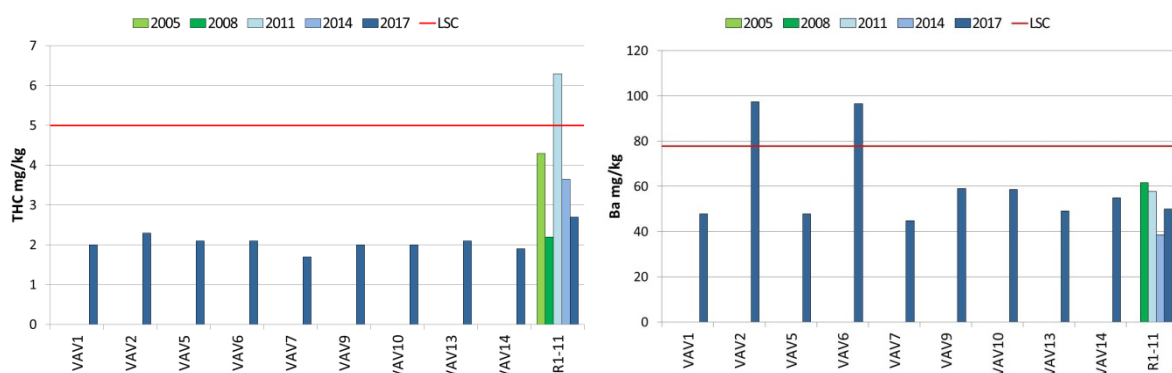
	0-90°	90-180°	180-270°	270-360°	Areal (km <sup>2</sup> ) 2014	Areal (km <sup>2</sup> ) 2017
THC>LSC	<2000	<1986	<2000	<4000	50,1	18,8
THC>50 mg/kg	<1000	<1000	<500	<254	2,0	1,5
Fauna	<1000	<1000	<500	<254	1,6	1,5

## 1.4.10 Valhall Flanke Vest

Sedimentet er karakterisert som fin sand. Det er ikke påvist THC > LSC eller R1-11. Det er påvist Ba > LSC 500 m nordøst og sørøst for feltcenter.



**Figur 1.4-19** THC innhold (mg/kg) i toppsedimentet (0-1 cm).

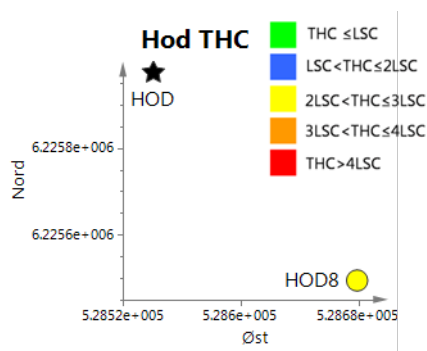


**Figur 1.4-20** Utvikling av THC og Ba ved Valhall Flanke Vest.

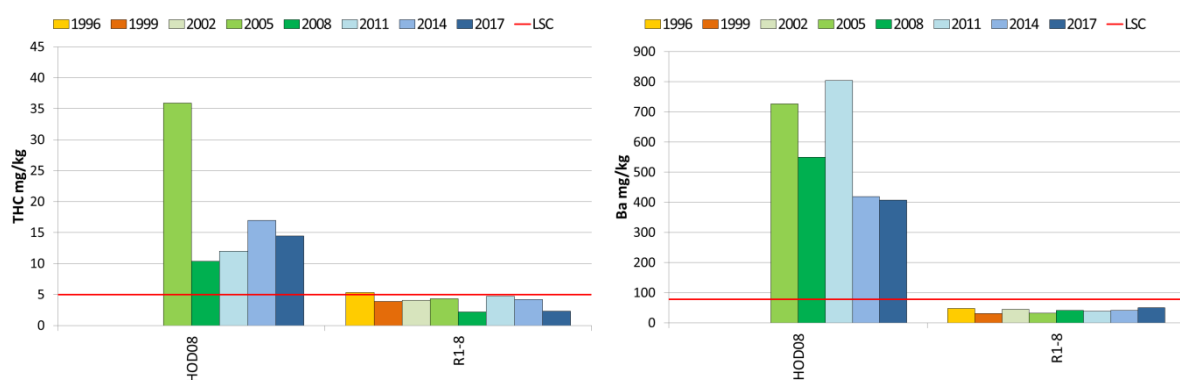
Kontaminert areal: På Valhall Flanke Vest er areal kontaminert med THC maksimum 0,2 km<sup>2</sup>.

### 1.4.11 Hod

Kornstørreslesfordeling er ikke utført på feltet. Det er påvist THC og Ba > LSC på den ene stasjonen som er undersøkt. Det er ingen økning i konsentrasjoner av THC eller metaller sammenliknet med tidligere; konsentrasjonene er uendret siden undersøkelsen i 2014.



**Figur 1.4-21** THC innhold (mg/kg) i toppsedimentet (0-1 cm).



**Figur 1.4-22** Utvikling av THC og Ba ved Valhall Flanke Vest.

Kontaminert areal: Ikke tilgjengelig.



## 1.5 Anbefalinger

Regionale stasjoner grupperer sammen med feltstasjonene i likhetsanalysene og bør beholdes ved fremtidig prøvetaking.

I årets undersøkelse ble det på enkelte felt kun prøvetatt stasjoner som ved sist undersøkelse var ansett som forstyrrede. Uten uforstyrrede stasjoner fra samme felt å sammenligne med er det utfordrende å beskrive hvorvidt stasjonene nærmer seg uforstyrret faunasammensetning som kan forventes på feltet. Det ville være fordelaktig med en eller to stasjoner i større avstand fra feltsenteret å sammenligne med, dersom det prøvetas på felt hvor noen stasjoner tidligere har vært ansett som forstyrrede.

## 2 SUMMARY REPORT

### 2.1 Introduction

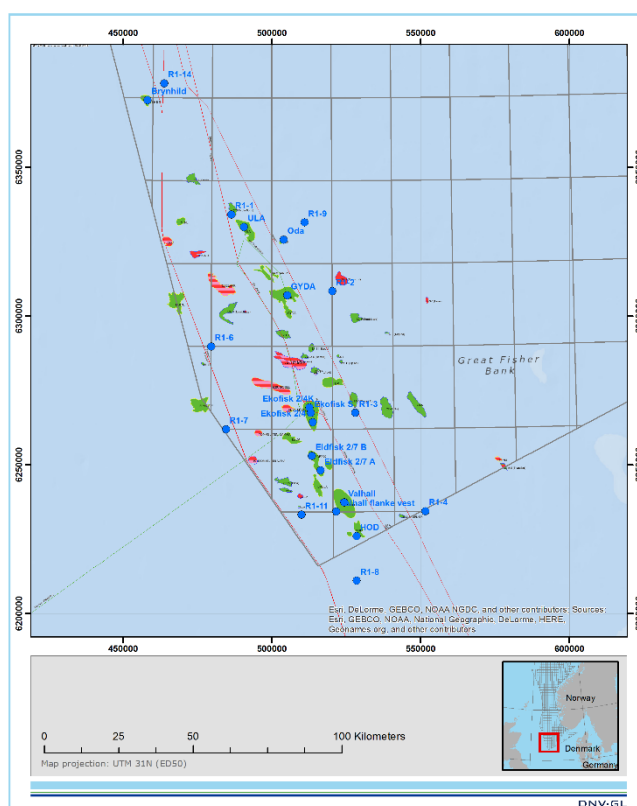
The report presents the results of regional sediment monitoring in Region 1 - Ekofisk area 2017. The purpose of the regional survey is to study the environmental impact of petroleum activities at each field and over a larger area. An overview of the fields is given in the figure to the right.

The report is divided into three parts. In summary report / Summary Report (this) the most important results are presented, and in the main report (Rep.no. 2018-0001), the results are commented and discussed.

### 2.2 Field work

The fieldwork was carried out by DNV GL in cooperation with SINTEF MOLAB from the vessel Esvagt Dee during the period 15 May - 22 May 2017.

The survey included collection for chemical and biological analyses of sediments, as well as characterisation of sediments. The fieldwork was conducted according to the Environmental monitoring of offshore petroleum activities (M300 | 2015) and DNV GLs and SINTEF MOLABs accredited methods for this type of work (Test 083 and 032). Sampling and analysis program is given in the table below.

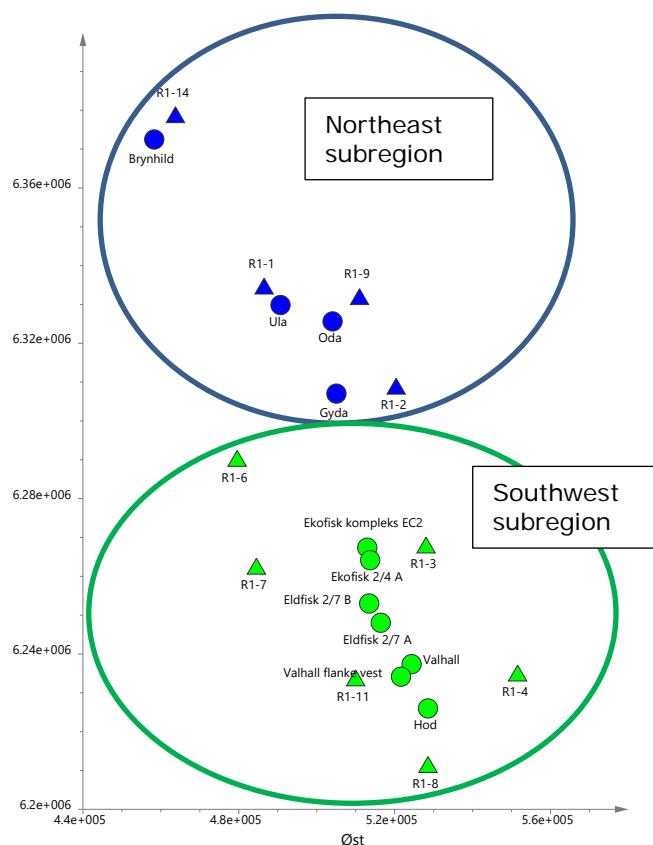


Field	Operator	Type	# Stations	Bio	Grain/ TOC	THC	Metals	NPD/ PAH
Regionale			10	50	10	30	30	30
Brynhild	Lundin	Follow up	13	65	13	39	39	6
Ula	Aker BP	Follow up	10	30	6	30	30	18
Oda	Spirit Energy	Baseline	4	20	4	12	12	3
Gyda	Repsol	Follow up	13	35	7	39	39	12
Ekofisk & 2/4 B&K	ConocoPhillips	Follow up	24	45	9	72	72	18
Ekofisk 2/4A	ConocoPhillips	Follow up	12	0	8	36	36	0
Eldfisk 2/7 B	ConocoPhillips	Follow up	1	0	0	3	3	0
Eldfisk 2/7 A	ConocoPhillips	Follow up	11	20	4	33	33	12
Valhall	Aker BP	Follow up	20	50	10	60	60	27
Valhall Flanke Vest	Aker BP	Baseline	9	45	9	27	27	27
Hod	Aker BP	Follow up	1	0	0	3	3	0
<b>Sum Region I</b>			<b>128</b>	<b>360</b>	<b>80</b>	<b>384</b>	<b>384</b>	<b>153</b>

### 2.3 Status for the region

On the basis of sediment characteristics and the results from the chemical analyzes of the regional stations the region is divided into two subregions:

- **Northeastern subregion:** Ula, Gyda, Oda (previously Butch Main), Brynhild
- **Southwestern subregion:** Ekofisk Kompleks og Ekofisk B&K, Ekofisk 2/4 A, Eldfisk 2/7A, Eldfisk 2/7 B, Valhall, Valhall Vest, Hod



Regional stations (triangles) and field centers (circles) in region 1, divided into subregions based on sediment characteristics and chemical data.

It is calculated a limit of significant contamination (LSC) based on the results from the period 1996 – 2017 for each of the two subregions. The values are used to decide whether each of the field specific stations have elevated (contaminated) concentrations or not.

mg/kg	THC	PAH	NPD	Ba	Cd	Cr	Cu	Hg	Pb	Ti	Zn	As*
LSC <sub>96-17</sub> northeast Reg1	4,3	0,045	0,02	44,4	0,02	8,9	0,81	0,01	8,8	114	10,6	3,4
LSC <sub>96-17</sub> southwest Reg1	5,0	0,056	0,02	77,8	0,02	8,0	1,02	0,02	7,7	72	6,7	5,4

\*) As calculated from 2017

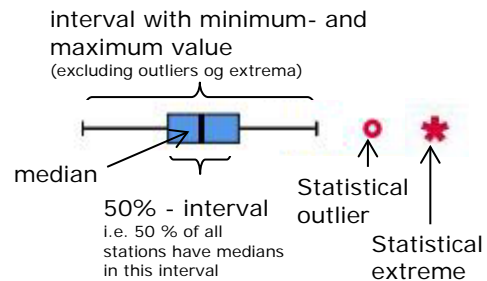
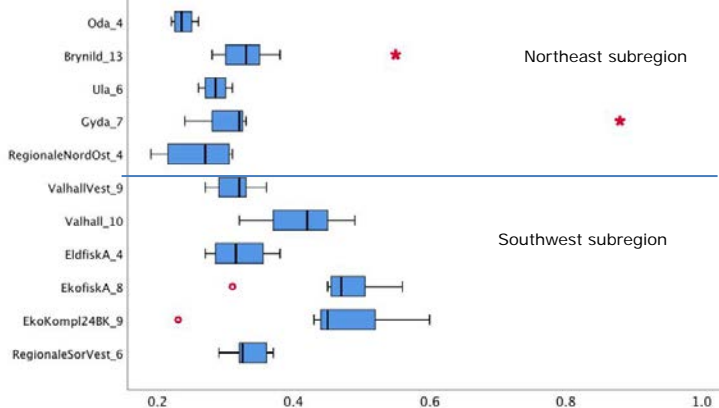
The 2017 survey shows:

- The sediments are mainly characterized as fine sand in both subregions. GYDA18 is the only station characterized as silt and clay.

- The TOC content vary from 0,22 – 0,88 % in the northeast subregion, and 0,23 – 0,60 % in the southwest subregion.
- The THC concentrations vary from 1 -33 mg/kg in the northeast subregion, and 2 – 600 mg/kg in the southwest subregion.
- In the northeast subregion it is found THC > LSC<sub>96-17 northeast Reg1</sub> (4 mg/kg) at four stations at Gyda, four stations at Ula and one station at Brynhild. It is not found THC > LSC<sub>96-17 nordøst Reg1</sub> at Oda.
- In the southwest subregion it is found THC > LSC<sub>96-17 southwest Reg1</sub> (5 mg/kg) at most stations in all fields, except from Valhall Vest where no concentrations above LSC is found.
- The concentrations are either unchanged or decreased compared to previous surveys in both subregions. There is an increase of the THC concentration at EKO13.
- In the northeast subregion it is found PAH and NPD > LSC<sub>96-17 northeast Reg1</sub> (0,045 mg/kg PAH og 0,02 mg/kg NPD) at five stations at Ula and three stations at Gyda. In the southwest subregion it is found PAH and NPD > LSC<sub>96-17 southwest Reg1</sub> (0,056 mg/kg PAH and 0,02 mg/kg NPD) at several stations at Ekofisk Kompleks, Ekofisk A, Eldfisk A and Valhall.
- The Ba concentrations vary from 9 – 2320 mg/kg in the northeast subregion, and from 45 – 9210 mg/kg in the southwest subregion.
- It is found Ba > LSC<sub>96-17 northeast Reg1</sub> (44 mg/kg) at most stations at Gyda, Ula and Brynhild. It is not found Ba LSC<sub>96-17 northeast Reg1</sub> at Oda.
- It is found Ba > LSC<sub>96-17 southwest Reg1</sub> (78 mg/kg) at all stations at Ekofisk Kompleks, Ekofisk A, Eldfisk 2/7 A, Eldfisk 2/7 B and Hod. It is found Ba > LSC<sub>96-17 southwest Reg1</sub> at most stations at Valhall and two stations at Valhall Vest.
- The Ba concentrations are either unchanged or decreased compared to previous surveys in both subregions. There is an increase of Ba at some stations at Brynhild, and EKO1 and EKO13.
- In the northeast subregion it is found concentrations of metals > LSC at BRY13, GYDA18 and several stations at ULA. Compared to previous surveys there is an increase in metal concentrations at BRY13.
- In the southwest subregion it is found concentrations of metals > LSC at all fields. There is an increase in metal concentration compared to previous surveys at Eldfisk B and Ekofisk A. It is at Ekofisk Kompleks and Ekofisk A where the highest concentrations of metals are found.
- The abundance of the polychaetes *G. oculata*, *P. jeffreysii* and *S. bombyx* varies significantly between stations and between years, which has implications for diversity indices. The benthic fauna at the regional stations is considered undisturbed by the petroleum activities in the area.
- The soft bottom fauna of Valhall Flanke Vest, Brynhild, Eldfisk A and Oda is considered healthy and undisturbed.
- At the other fields, development in the bottom fauna is positive, but some stations are still considered to be disturbed. Nine of the stations considered disturbed in 2014, are regarded as undisturbed in 2017; one at Gyda, four at Eldfisk A and four at Valhall.

## Grainsize distribution and total organic carbon(TOC)

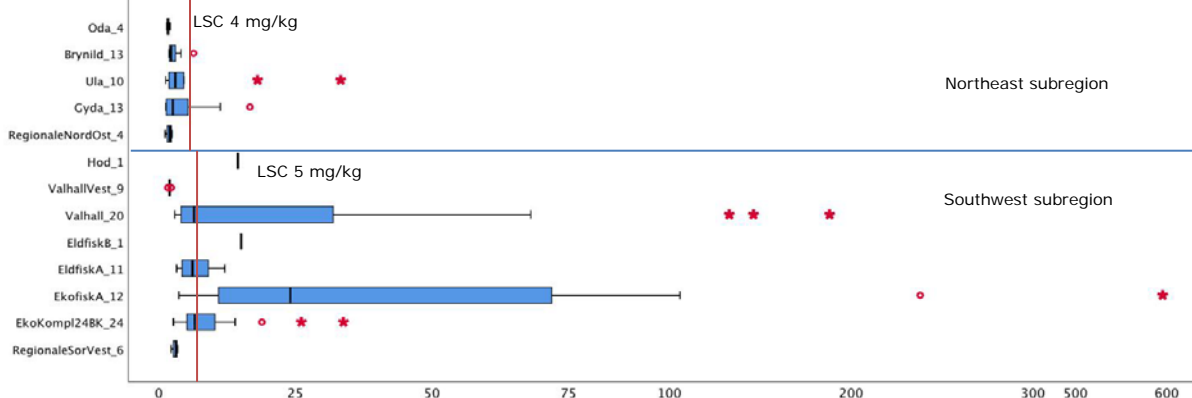
## How to read the plots:



The number of stations at each field is given after the name.

The sediments are mainly characterized as fine sand in both subregions. GYDA18 is the only station characterized as silt and clay. The TOC content vary from 0,22 – 0,88 % in the northeast subregion, and 0,23 – 0,60 % in the southwest subregion. The statistical variations within the fields are low, except from Brynild and Gyda where two statistical extrema are found. The TOC content is slightly higher in the southwest subregion than in the northeast subregion.

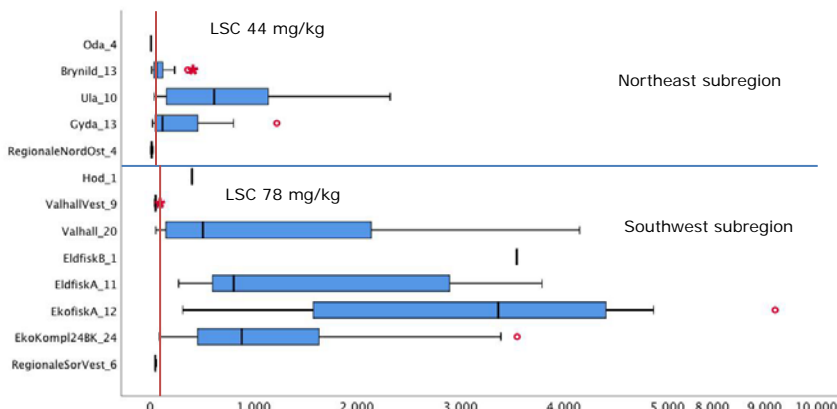
## Total hydrocarbons (THC)



Red line indicates LSC. The X-axis is adjusted between 100 og 600 mg/kg.

THC: The THC concentrations vary between 1 – 33 mg/kg in the northeast subregions, and 2 – 595 mg/kg in the southwest subregion. It is found concentrations > LSC at all fields in the southwest subregion except from the regional stations and Valhall Vest. In the northeast subregion it is found THC > LSC at Gyda, Ula and Brynild. The highest concentrations are found at Valhall and Ekofisk A.

## Baritt (Ba)



Red line indicates LSC. X-axis is adjusted between 5000 og 10000 mg/kg.

Ba: The Ba concentrations vary from 9 – 2300 mg/kg in the northeast subregion, and from 45 – 9200 mg/kg in southwest subregion. It is found concentrations of Ba > LSC at most stations at all fields in both subregions except from the regional stations and Oda. The Ba concentrations are high in both subregions, but the highest concentrations are found in the southwest subregion.



## Benthic fauna

The abundance of the polychaetes *G. oculata*, *P. jeffreysii* and *S. bombyx* varies significantly between stations and between years, which has implications for diversity indices. The benthic fauna at the regional stations is considered undisturbed by the petroleum activities in the area.

The soft bottom fauna of Valhall Flanke Vest, Brynhild Eldfisk A and Oda is considered healthy and undisturbed.

At the other fields, development in the bottom fauna is positive, but some stations are still considered to be disturbed. Nine of the stations considered disturbed in 2014, are regarded as undisturbed in 2017; one at Gyda, four at Eldfisk A and four at Valhall.

## 2.4 Summary of field results

### 2.4.1 Brynhild

The sediment is characterized as very fine sand and fine sand. It is found  $THC > LSC$  at BRY13, and  $Ba > LSC$  at most stations. It is found  $THC$ ,  $Ba$ ,  $Cr$ ,  $Cu$ ,  $Ti$ ,  $Zn$  and  $As > LSC$  at BRY13, and the concentrations at this station have increased compared to the previous survey. The concentration of  $THC$  and  $Ba$  has increased at BRY5, BRY11 and BRY13 as well.

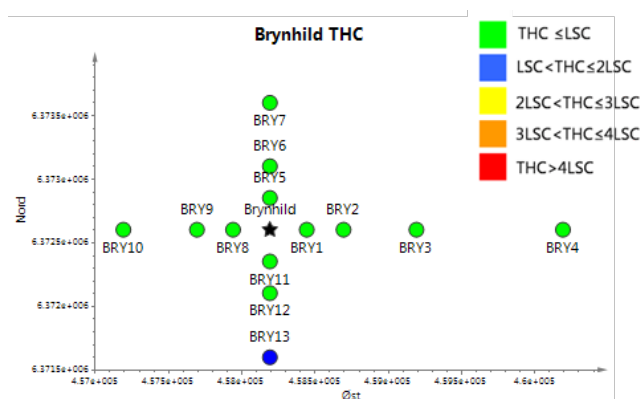


Figure 2.4-1  $THC$  concentrations (mg/kg) in the top sediment (0-1 cm).

At the same station (BRY13), the fauna is different from the baseline survey and the other stations. The mollusc *Saxicavella jeffreysii*, considered a sensitive species, dominates the fauna while *G. oculata*, which occurs in high numbers elsewhere in the field (and the region), is absent. The changes are believed to be correlated with the changes in the sediment characteristic of BRY13. At the other stations in the field, the benthic faunal community is undisturbed by the activities in the area.

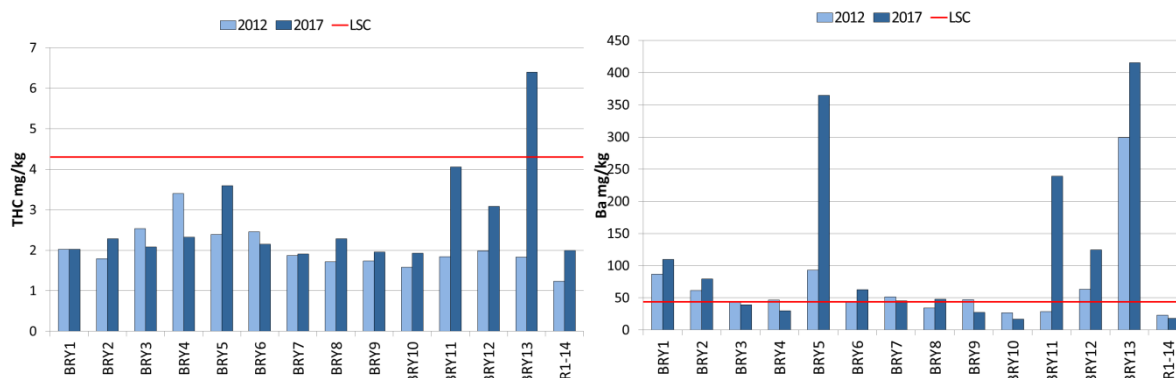


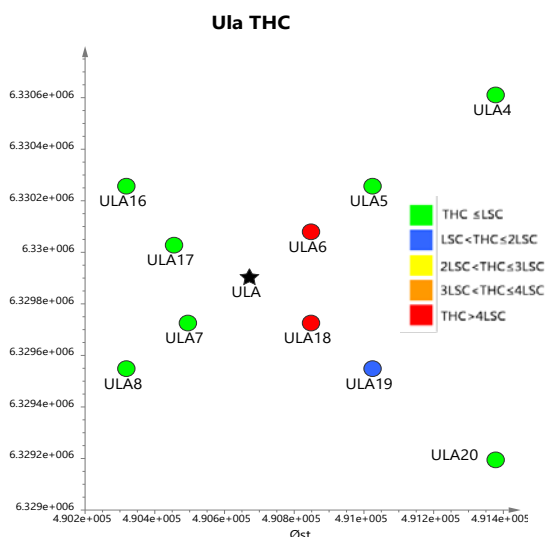
Figure 2.4-2 Development of  $THC$  and  $Ba$ , Brynhild.

Contaminated area:

	0-90°	90-180°	180-270°	270-360°	Areal (km <sup>2</sup> ) 2014	Areal (km <sup>2</sup> ) 2017
THC>LSC	<250	<250	<250	<250	-	0,2
THC>50 mg/kg	-	-	-	-	-	-
Fauna	Not disturbed					

## 2.4.2 Ula

The sediment is characterized as fine sand. The highest concentrations of THC, PAH, NPD, Ba, Cd, Pb and Zn are found at ULA6 and ULA18, positioned 250 m east of the center. It is found THC > LSC at the stations 250 and 500 m east of the center, and Ba > LSC at all stations except from ULA16. There is no increase in THC or Ba concentrations at any of the stations. The concentrations of THC and Ba has decreased at the stations where there has been found high concentrations previous years.



In 2014, the fauna on ULA6 and ULA18 was considered to be disturbed. However, despite reduced levels of THC and metals, these stations also have fewer species and somewhat lower values in 2017 on some diversity indices than the other field stations. The indicator species *Capitella* is present in significant numbers on ULA6, and this station is also considered disturbed in 2017. *Capitella* is for the first time present on ULA18 too, but in very modest numbers. Apart from this, species composition, most diversity indices and similarity analyses indicate that the fauna on ULA18 has improved. It is nevertheless regarded as having some degree of disturbance and should be followed up in further monitoring.

Figure 2.4-3 THC concentrations (mg/kg) in the top sediment (0-1 cm).

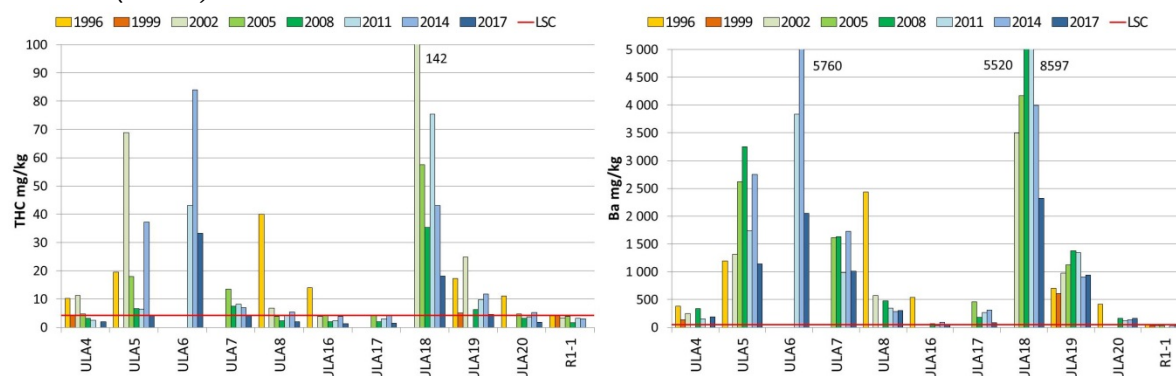


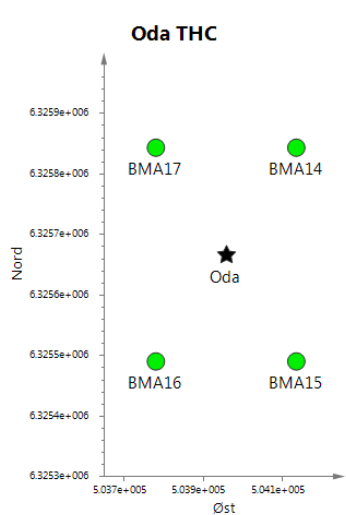
Figure 2.4-4 Development of THC and Ba, Ula.

Contaminated area:

	0-90°	90-180°	180-270°	270-360°	Areal (km <sup>2</sup> ) 2014	Areal (km <sup>2</sup> ) 2017
THC>LSC	<500	<1000	<250	<250	3,9	0,7
THC>50 mg/kg	-	-	-	-	0,3	-
Fauna	<500	<500	<250	<250	0,4	0,4

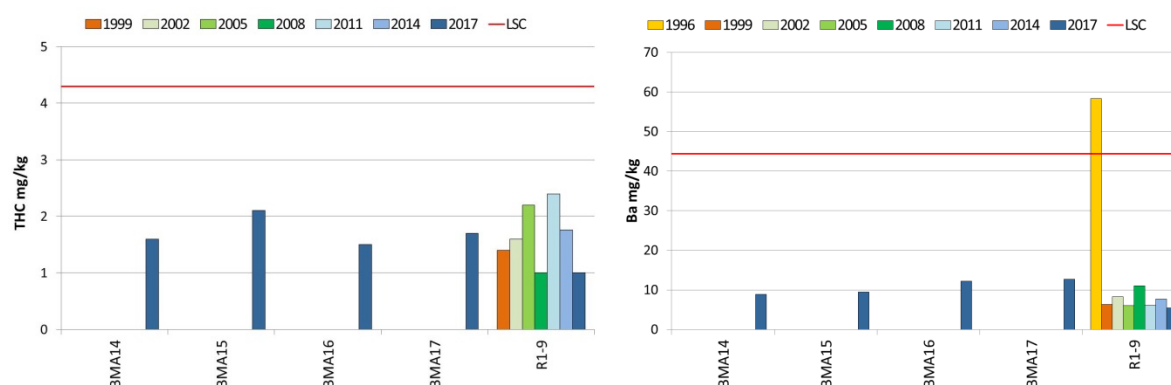
### 2.4.3 Oda

The sediment is characterized as fine sand. It is not found THC, PAH, NPD or metals including Ba > LSC and the concentrations complies with R1-9. There are no previous surveys at these stations.



The uni- and multivariate analyses did not reveal anything that indicates that the benthic fauna on Oda is affected, and the benthic faunal community is considered healthy and undisturbed.

**Figure 2.4-5** THC concentrations (mg/kg) in the top sediment (0-1 cm).



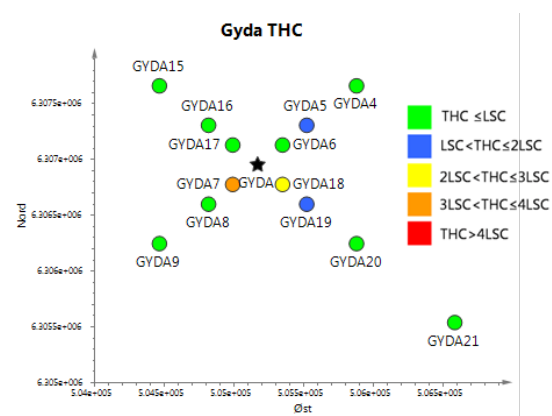
**Figure 2.4-6** Development of THC and Ba, Oda.

Contaminated area:

	0-90°	90-180°	180-270°	270-360°	Areal (km <sup>2</sup> ) 2014	Areal (km <sup>2</sup> ) 2017
THC>LSC	<250	<250	<250	<250	-	0,2
THC>50 mg/kg	-	-	-	-	-	-
Fauna	Not disturbed					

### 2.4.4 Gyda

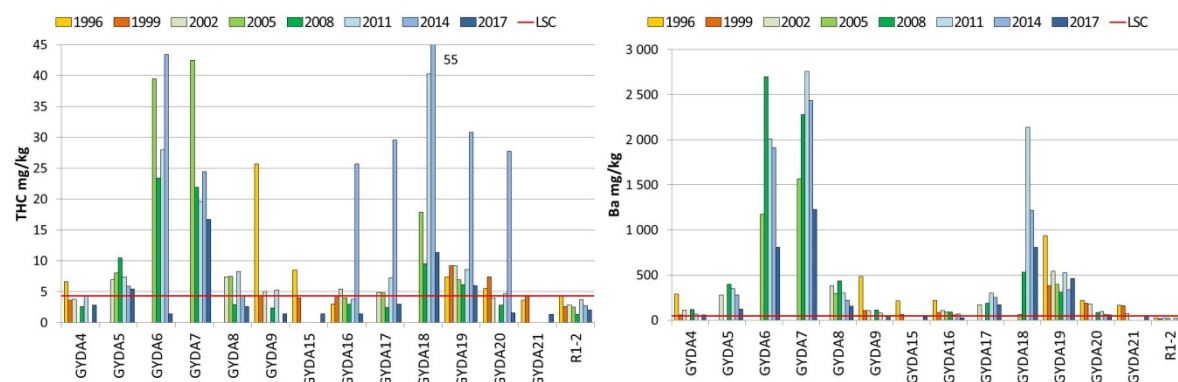
GYDA18 differs from the other stations with regards to sediment characterization, TOC, THC and metals. GYDA18 is characterized as silt and clay, the other stations as fine sand. The three parallel samples at GYDA18 also differ from each other with regards to THC and metals, which indicates inhomogeneous sediment. The highest concentrations of THC and metals are found 250 m southwest, southeast and northeast of the center. There is no increase in THC or metal concentrations at any stations compared to previous surveys. It is found THC > LSC at four stations; GYDA5, GYDA7, GYDA18 and GYDA19. It is found Ba > LSC at all stations.



**Figure 2.4-7** THC concentrations (mg/kg) in the top sediment (0-1 cm).

As in 2014, the bottom fauna at GYDA18 distinguishes itself clearly from the other fauna in the field due to more silt and clay here. This is the only station where the diversity indices are lower than in 2014. Similarity analysis show that this station still stands out, and along with low indices and field observations of "mud, hydrocarbon smell", this puts the station as disturbed. The analysis also show that the development is positive and that the differences between GYDA18 and the other stations are reduced over time.

GYDA6, 250 m NE of centre, is still considered to be slightly disturbed, while GYDA7, which was slightly disturbed in 2014, is now considered undisturbed based on the results of this year.

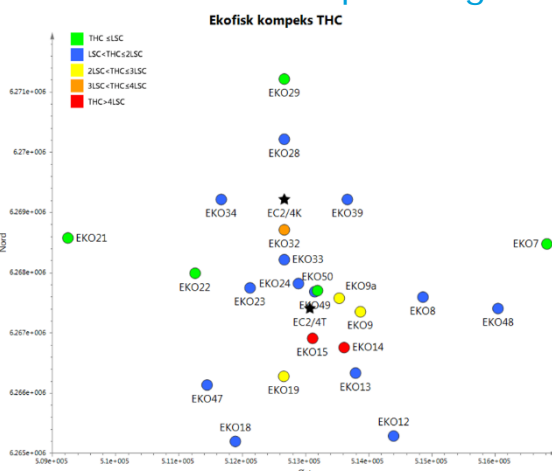


**Figure 2.4-8** Development of THC and Ba, Gyda.

Contaminated area:

	0-90°	90-180°	180-270°	270-360°	Areal (km <sup>2</sup> ) 2014	Areal (km <sup>2</sup> ) 2017
THC>LSC	<1000	<1000	<500	<250	4,7	1,5
THC>50 mg/kg	-	-	-	-	-	-
Fauna	<500	<500	<250	<250	0,6	0,4

## 2.4.5 Ekofisk kompleks og 2/4 B & K



**Figure 2.4-9** THC concentrations (mg/kg) in the top sediment (0-1 cm).

The sediment is characterized as fine sand and very fine sand. It is found THC > LSC at 19 stations, and the highest concentrations are found at EKO14 and EKO15. The THC concentrations have decreased compared to previous surveys. The Ba concentrations are high, but reduced compared to previous surveys. It is found concentrations of all metals > LSC at EKO15. It is found Ba > LSC at all stations.

The bottom fauna of the three stations, which were disturbed in 2014, has shown a positive development. The species diversity at these stations is greater than in 2014, and the species composition is more similar to the

other field stations. However, there are still low diversity indices at the stations east and south of the EC2/4T (EKO13, -14, -15 and -9A) centre, and the bottom fauna around the EC2/4T should still be followed up.

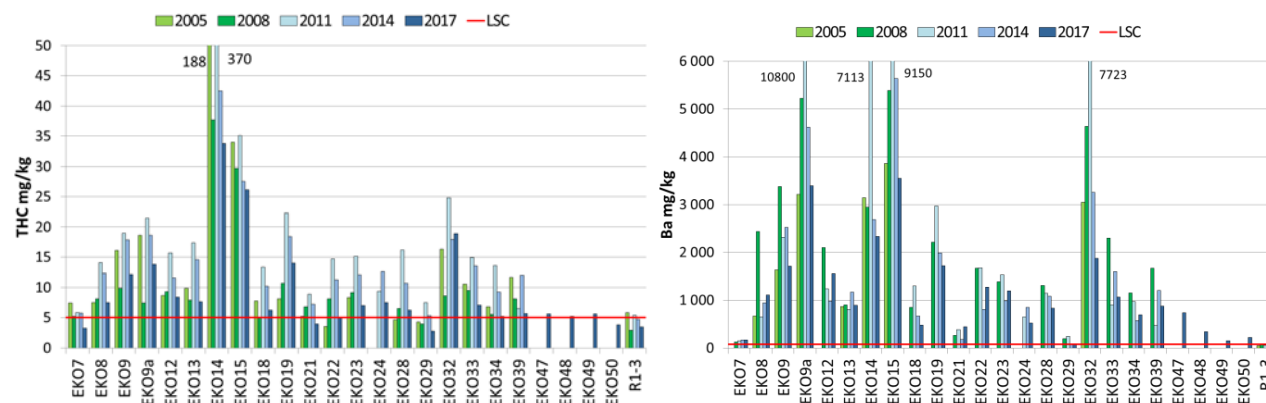


Figure 2.4-10 Development of THC and Ba, Ekofisk kompleks 2/4 B & K.

Contaminated area:

	0-90°	90-180°	180-270°	270-360°	Areal (km <sup>2</sup> ) 2014	Areal (km <sup>2</sup> ) 2017
THC>LSC	<1000	<1000	<500	<250	4,7	1,5
THC>50 mg/kg	-	-	-	-	-	-
Fauna	<500	<500	<250	<250	0,6	0,4

## 2.4.6 Ekofisk A

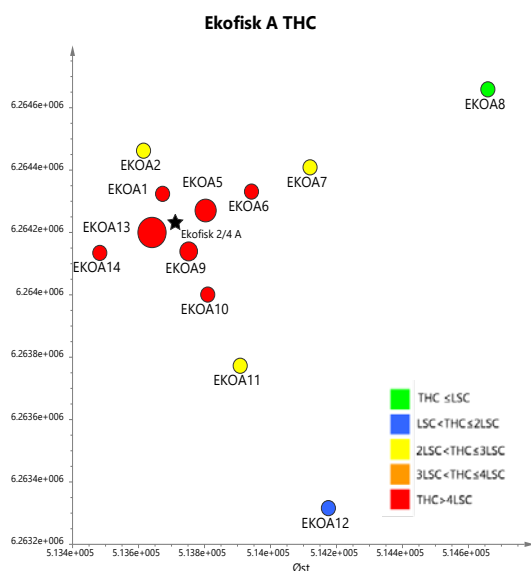
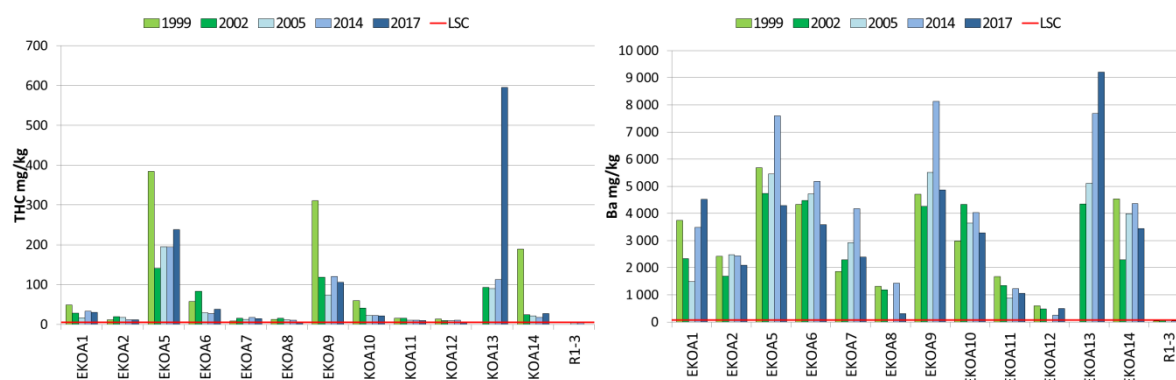


Figure 2.4-11 THC concentrations (mg/kg) in the top sediment (0-1 cm).

The sediment is characterized as very fine sand and fine sand. The highest concentrations of THC and Ba are found at EKO13. It is found concentrations of THC > LSC at all stations except EKO18, concentrations of Ba > LSC at all stations and concentrations of metals > LSC at most stations. The concentrations of THC and Ba have increased at EKO13 compared to previous surveys. The concentrations are unchanged or decreased at the other stations. Some of the THC content is most likely synthetic drilling fluids.

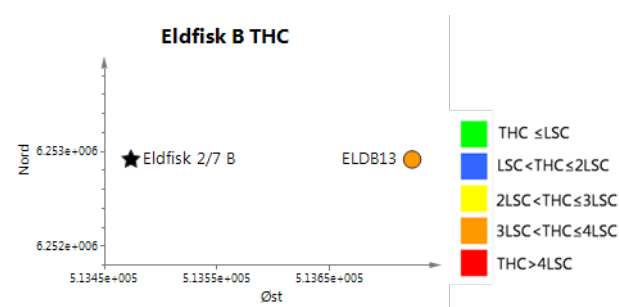


**Figure 2.4-12** Development of THC and Ba, Ekofisk A.

Contaminated area:

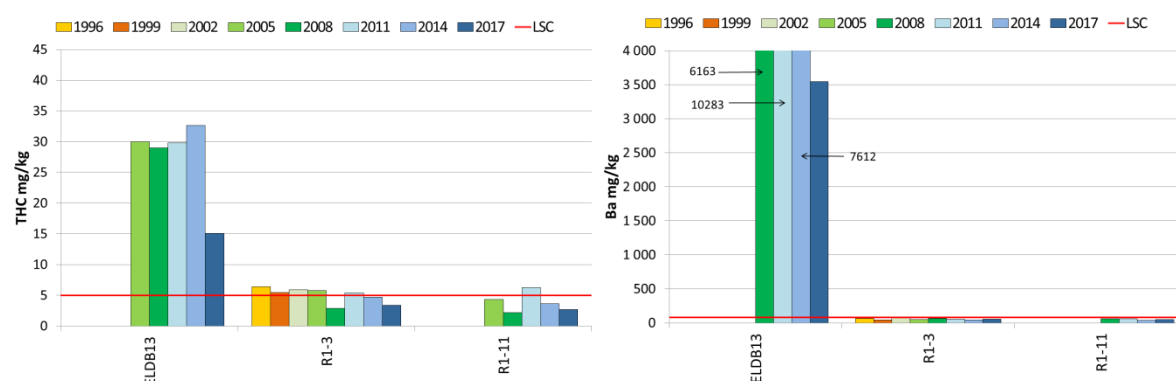
	0-90°	90-180°	180-270°	270-360°	Areal (km <sup>2</sup> ) 2014	Areal (km <sup>2</sup> ) 2017
THC>LSC	<1038	>1026	>250	>250	37,4	3,1
THC>50 mg/kg	<250	<250	<250	<100	-	0,1
Fauna	Not included in program					

## 2.4.7 Eldfisk B



**Figure 2.4-13** THC concentrations (mg/kg) in the top sediment (0-1 cm).

Grain size distribution is not analyzed at Eldfisk B. Only ELDB13 is analyzed for THC and Ba, and the concentrations are > LSC. The concentrations have decreased compared to previous surveys



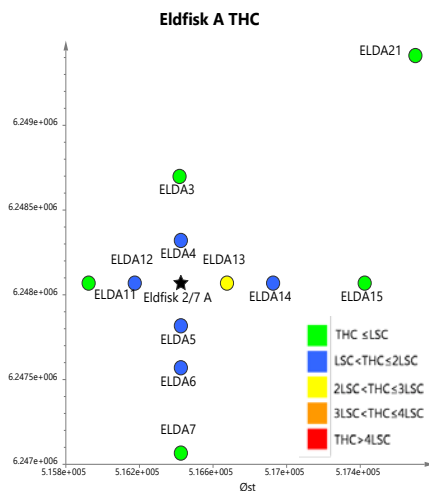
**Figure 2.4-14** Development of THC and Ba, Eldfisk B.

Contaminated area:

	0-90°	90-180°	180-270°	270-360°	Areal (km <sup>2</sup> ) 2014	Areal (km <sup>2</sup> ) 2017
THC>LSC	>500	>500	>500	>500	3,1	-
THC>50 mg/kg	-	-	-	-	-	-
Fauna	Not included in program					

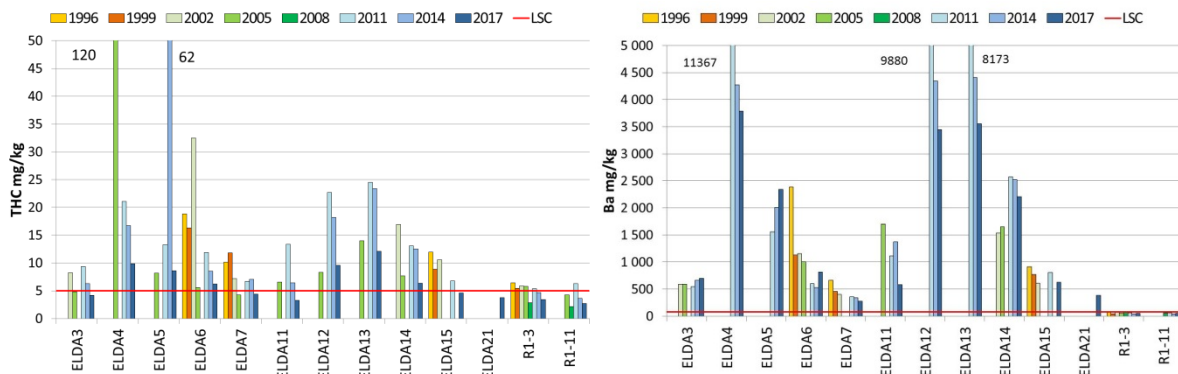
## 2.4.8 Eldfisk A

The sediment is characterized as fine sand. It is found  $\text{THC} > \text{LSC}$  at six stations, and the concentrations have decreased at all stations compared to previous surveys. The highest THC concentration is found at ELDA13, 250 m east from center. It is found  $\text{Ba} > \text{LSC}$  at all stations. The Ba concentrations have decreased at most stations compared to previous surveys. The highest concentrations are found 250 m north, west and east from center.



In 2017, the survey included only 4 stations for benthic faunal characterisation, all located 250 m from the centre. In 2014 these stations were considered to be easily disturbed. The univariate indices on each of the stations are somewhat higher in 2017, indicating a recovery in the fauna. No clear indicators of disturbance are found in the fauna communities and the stations are regarded as undisturbed in 2017.

**Figure 2.4-15** THC concentrations (mg/kg) in the top sediment (0-1 cm).



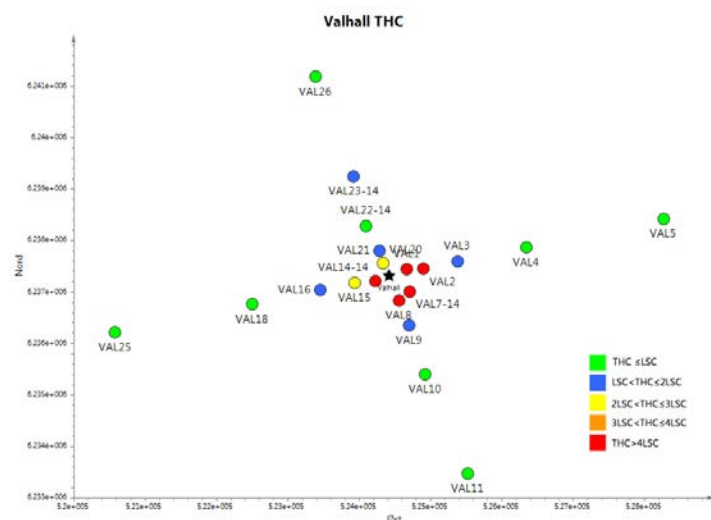
**Figure 2.4-16** Development of THC and Ba, Eldfisk A.

Contaminated area:

	0-90°	90-180°	180-270°	270-360°	Areal (km <sup>2</sup> ) 2014	Areal (km <sup>2</sup> ) 2017
THC>LSC	<1000	<1000	<500	<500	3,1	1,8
THC>50 mg/kg	-	-	-	-	-	-
Fauna	<500	<500	<500	<500	0,8	0,8

## 2.4.9 Valhall

The sediment is characterized as fine sand. It is found THC concentrations > LSC at 12 stations. The highest concentrations are found at VAL1, VAL2 and VAL14-14; mainly south/southeast of center. The concentrations have decreased at most stations compared to previous surveys. It is found Ba concentrations > LSC at 18 stations. The highest concentrations are found at the stations near the center and mainly east/southeast direction. The Ba concentrations have decreased at all stations compared to previous surveys. It is found concentrations of other metals > LSC at VAL14-14.



**Figure 2.4-17** THC concentrations (mg/kg) in the top sediment (0-1 cm).

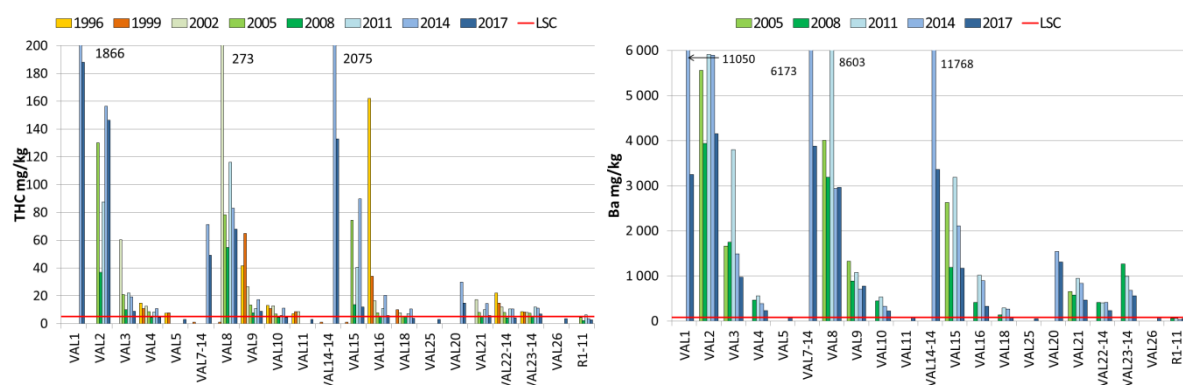
characterized by high number of individuals of *P. jeffreysii* and *G. oculata*. Also on these stations, the content of THC and metals has decreased since 2014, and development in the fauna shows a positive trend. The stations are regarded as undisturbed due to no clear indications in the fauna composition. It is noted that the THC level is still elevated at these stations.

As in 2014, the results show that there has been a positive trend in the fauna around Valhall. However, it should be noted that there are still high concentrations of both THC and metals at those stations which are considered to be disturbed.

The bottom benthic fauna of VAL15 and -20 (500m west and 250m north respectively), which in 2014 was considered to be easily disturbed, reported in 2017.

The fauna of VAL1 and -14 (275 m northeast and 222 m southwest), is clearly distinguished in the similarity analysis and contains a greater number of opportunistic species than the other stations. These stations are still regarded as disturbed, but increased diversity indices and reduced number of *Capitella capitata* shows a positive trend.

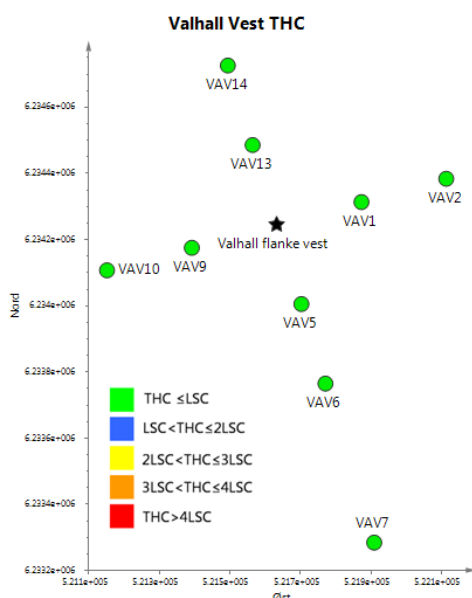
VAL2, -7 and -8 (500m northeast, 421m southeast and 500m south) are



**Figure 2.4-18** Development of THC and Ba, Valhall.



Contaminated area:



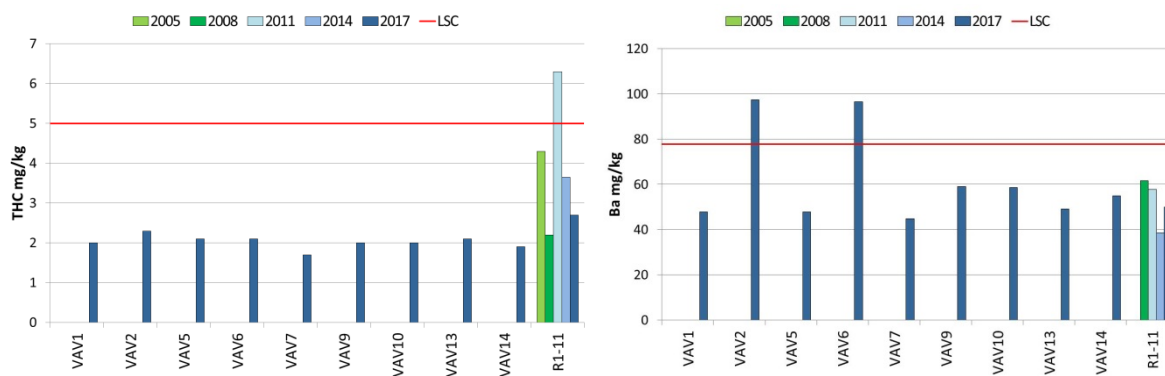
	0-90°	90-180°	180-270°	270-360°	Areal (km²) 2014	Areal (km²) 2017
THC > LSC	<2000	<1986	<2000	<4000	50,1	18,8
THC > 50	<1000	<1000	<500	<254	2,0	1,5
Fauna	<1000	<1000	<500	<254	1,6	1,5

## 2.4.10 Valhall Flanke Vest

The sediment is characterized as fine sand. It is not found concentrations of THC > LSC or > R1-11. It is found Ba > LSC 500 m northeast and southeast of the center.

The benthic fauna is considered healthy and undisturbed and are most common with the two regional stations R1-4 and R1-11.

**Figure 2.4-19** THC concentrations (mg/kg) in the top sediment (0-1 cm).

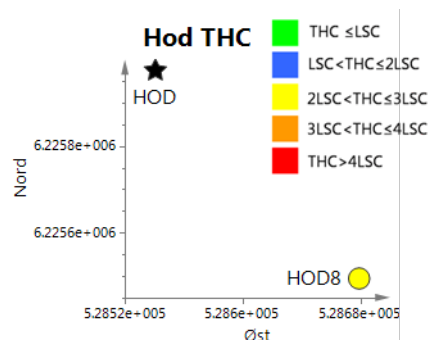


**Figure 2.4-20** Development of THC and Ba, Valhall Flanke Vest.

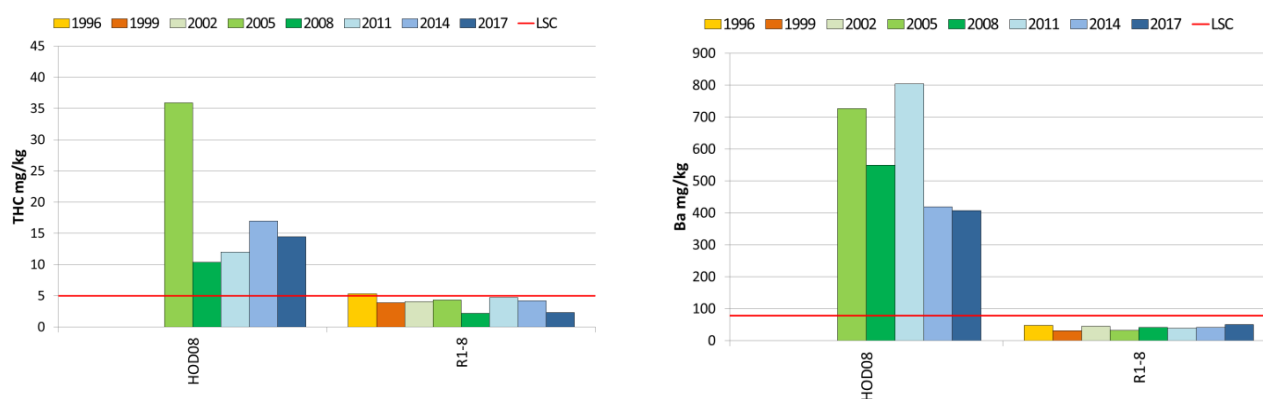
Contaminated area: At Valhall Flanke Vest, the area of contamination of THC is maximum 0.2 km².

### 2.4.11 Hod

Grain size distribution is not analyzed at Hod. It is found concentrations of THC and Ba > LSC at the only station in the survey. There is no increase in the concentrations compared to the 2014 survey.



**Figure 2.4-21** THC concentrations (mg/kg) in the top sediment (0-1 cm).



**Figure 2.4-22** Development of THC and Ba, Hod.

## 2.5 Recommendations

Regional stations group together with the field stations in the similarity analyzes and should be retained for future sampling.

During the year, only stations tested at the last survey were considered to be disturbed. Without undisturbed stations from the same field to compare with, it is challenging to describe whether the stations approach uninterrupted fauna composition that can be expected in the field. It would be preferable to compare one or two stations at a greater distance from the field center when monitoring fields where some stations have previously been considered disturbed.





## About DNV GL

Driven by our purpose of safeguarding life, property and the environment, DNV GL enables organizations to advance the safety and sustainability of their business. We provide classification and technical assurance along with software and independent expert advisory services to the maritime, oil & gas and energy industries. We also provide certification services to customers across a wide range of industries. Operating in more than 100 countries, our professionals are dedicated to helping our customers make the world safer, smarter and greener.