

# Ny E16 og jernbane Arna - Stanghelle



Risikovurdering av sedimenter





# Rådgivende Biologer AS

## RAPPORT TITTEL:

Ny E16 og jernbane Arna – Stanghelle. Risikovurdering av sedimenter.

## FORFATTERE:

Christiane Todt, Joar Tverberg & Geir Helge Johnsen

## OPPDRAKSGIVER:

Statens Vegvesen Region Vest, Askedalen 4, 6863 Leikanger

## OPPDRAGET GITT:

26. august 2016

## RAPPORT DATO:

2. mai 2017

## RAPPORT NR:

2428

## ANTALL SIDER:

58 sider + analysebevis

## ISBN NR:

ISBN 978-82- 8308-357-6

## EMNEORD:

- Miljørisikovurdering sediment  
- Sørfjorden  
- Vaksdal kommune

- Hordaland fylke  
- Miljøgifter  
- Bergen kommune

## KVALITETSOVERSIKT:

| Element                                            | Utført av                                                           | Akkreditering/Test nr |
|----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Prøvetaking bløtbunn                               | <b>Rådgivende Biologer AS</b><br>T. T. Furset, J. Tverberg, C. Todt | <b>Test 288</b>       |
| Kjemiske analyser                                  | <b>Eurofins Norsk Miljøanalyse AS*</b>                              | <b>Test 003**</b>     |
| Diskusjon med vurdering og fortolkning av resultat | <b>Rådgivende Biologer AS</b><br>C. Todt                            | <b>Test 288</b>       |

\*Kontakt Rådgivende Biologer AS for adresse/kontaktinformasjon

\*\*Kornfordelingsanalyse ikkje utført akkreditert.

## KONTROLL

| Godkjenning/kontrollert av | Dato       | Stilling     | Signatur |
|----------------------------|------------|--------------|----------|
| Geir Helge Johnsen         | 17.03.2017 | Daglig leder |          |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <b>RÅDGIVENDE BIOLOGER AS</b><br>Bredsgården, Bryggen, N-5003 Bergen<br>Foretaksnummer: 843667082-mva<br>Internett : <a href="http://www.radgivende-biologer.no">www.radgivende-biologer.no</a> E-post: <a href="mailto:post@radgivende-biologer.no">post@radgivende-biologer.no</a><br>Telefon: 55 31 02 78 Telefax: 55 31 62 75 |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

**Forsidefoto:** Grabbprøve fra dyp fjordbunn, september 2016. (Foto T.T. Furset)

**Rapporten må ikke kopieres ufullstendig uten godkjenning fra Rådgivende Biologer AS.**

## FORORD

ÅF Engineering og Rådgivende Biologer AS har på oppdrag fra Statens Vegvesen, Region Vest, gjennomført en kartlegging av marint biologisk mangfold og sedimentkvalitet i Sørfjorden og Veafjorden i Bergen og Vaksdal kommuner, i forbindelse med planer om deponering av tunnelmasser fra ny E16 og jernbane.

I regi av denne kartleggingen er det utarbeidet detaljerte dybdekart basert på multistråleopplodding utført av Nearshore Survet AS, og det er utarbeidet fire fagrapporter for å beskrive fjordsystemet:

- 1) Fysisk og hydrologisk beskrivelse av Sørfjord-systemet
- 2) Beskrivelse av biologisk mangfold og naturressurser
- 3) Sedimentkvalitet med risikovurdering med hensyn på miljøgifter (denne rapporten)
- 4) Modellering av strøm- og spredningsforhold

Disse fire fagrapportene utgjør grunnlaget for den samlede verdivurdering av de ulike områdene, med påfølgende overordnet prioritering av områder for utfylling/deponering av steinmasser i og ved fjordsystemet. Planprosessen er imidlertid i innledende fase, og selve konsekvensutredningen av planene kommer i neste runde. De fire fagrapportene er også utført for å danne et best mulig grunnlag for kommende konsekvensutredning (KU).

Rådgivende Biologer AS takker Leon Pedersen med mannskap på MS Solvik for trivelige tokt og hjelp med prøvetaking. Analyse av sediment er gjennomført av det akkrediterte laboratoriet Eurofins Norsk Miljøanalyse AS.

Rådgivende Biologer AS takker AF Reinertsen ved Helge Berset og Statens Vegvesen ved Idar Reistad for oppdraget.

Bergen, 2. mai 2017.

Statens Vegvesent Region Vest:

- Rammeavtale 15/208654
- Prosjektnr 305488
- Ansvar 33160
- Bevilgning 0370

## INNHold

|                                            |    |
|--------------------------------------------|----|
| Forord.....                                | 2  |
| Innhold .....                              | 2  |
| Sammendrag.....                            | 3  |
| Ny E16 og jernbane Arna – Stanghelle ..... | 5  |
| Metode.....                                | 7  |
| Resultater.....                            | 15 |
| vurdering av sedimentkvalitet .....        | 41 |
| Miljøriskovurdering trinn 1 .....          | 42 |
| Referanser .....                           | 53 |
| Om metaller og miljøgifter .....           | 54 |
| Vedlegg .....                              | 56 |

## SAMMENDRAG

TODT, C., J. TVERBERG & G.H. JOHNSEN 2016.

*Ny E16 og jernbane Arna – Stanghelle. Risikovurdering av sedimenter.*

*Rådgivende Biologer AS, rapport 2428, 58 sider, ISBN 978-82-8308-357-6.*

I forbindelse med planer om deponering av tunnelmasser fra ny E16 og jernbane, har ÅF Engineering og Rådgivende Biologer AS på oppdrag fra Statens Vegvesen, Region Vest, gjennomført en analyse av sedimentkvalitet og miljøgiftkonsentrasjon. Det er også inkludert en risikovurdering av forurenset sediment på aktuelle tiltaksområder for deponi og utfylling i sjø i Sørfjorden og Veafjorden i Bergen og Vaksdal kommuner,

## OMFANG OG UTBREDELSE AV FORURENSNING I SEDIMENT

### 1. Sørfjordens og Veafjordens dybbasseng

Det er undersøkt 5 stasjoner på dyp fjordbunn (250-420 m dyp), fordelt på de fem fjordbassengene som er utredet for mulig massedeposering. Konsentrasjonen av de fleste miljøgifter i sedimentet var lav og innenfor tilstandsklasse «god» eller «svært god». Innholdet av arsen var noe forhøyet med tilstand «moderat» på fire stasjoner, innholdet av sink var tilsvarende forhøyet «moderat» på en stasjon, og PAH-forbindelsene indeno[1,2,3-cd]pyren var i tilstandsklasse «dårlig» på tre stasjoner. I tillegg var innholdet av benzo[ghi]perylene i «dårlig» tilstand på stasjon Tunes. Tre andre PAH-forbindelser viste «moderat» tilstand på flere stasjoner. Totalt sett var forurensningsgraden noe høyere på stasjonene Tunes øst for Arna, Stokkenes nær Trengereid og Skreia, nord for Vaksdal, enn på stasjonen ved det dypeste ved Ulsnesøy og Hettenes like sør for Stanghelle.

### 2. Stanghelle

Det er undersøkt 5 stasjoner på mellom 2 og 8 m dyp på mulig utfyllingsområde langs land i munningen av Dalevågen. Konsentrasjonen av de fleste miljøgifter i sedimentet var lav og innenfor tilstandsklasse «god» eller «svært god». På stasjonen ved kaien var TBT-innholdet svært høyt og lå innenfor tilstand «svært dårlig», innholdet av PAH-forbindelsen antracen og summen av PCB-forbindelser var noe forhøyet tilsvarende tilstandsklasse «moderat». Ved småbåthavnen sør på tiltaksområdet var konsentrasjonen av bly noe forhøyet og i «moderat» tilstand.

### 3. Fossmark

Det er undersøkt 2 stasjoner på 28 og 21 m dyp på mulig utfyllingsområde langs land og 2 stasjoner nedenfor tiltaksområdet, på 46 og 79 m dyp. Konsentrasjonen av alle miljøgifter i sedimentet var lav og innenfor tilstandsklasse «god» eller «svært god».

### 4. Vaksdal Nord

Det er undersøkt en stasjon på 20 m dyp på mulig utfyllingsområde og en stasjon rett nedenfor selve tiltaksområdet, på 25 m dyp. Konsentrasjonen av metaller i sedimentet var lav og innenfor tilstandsklasse «god» eller «svært god», men innholdet av flere organiske miljøgifter, spesielt PAH-forbindelser, var forhøyet. På en stasjon lå innholdet av indeno[1,2,3-cd]pyren og benzo[ghi]perylene i tilstandsklasse «dårlig». Også antracen, pyren og benzo[a]antracen, samt summen av PCB forbindelser, viste noe forhøyete verdier tilsvarende «moderat» tilstand. Miljøgiftkonsentrasjonen på den andre stasjonen var tydelig lavere.

### 5. Vaksdal Mølle

Det er undersøkt en stasjon på 45 m dyp nedenfor mulig utfyllingsområde. Konsentrasjonen av de fleste miljøgifter i sedimentet var lav og innenfor tilstandsklasse «god» eller «svært god». PAH-forbindelsene antracen, pyren og benzo[a]antracen hadde noe forhøyete verdier og lå innenfor tilstandsklasse «moderat».

## 6. Vaksdal Sør

Det er undersøkt 3 stasjoner på 32-42 m dyp i den nordlige delen av mulig utfyllingsområde, samt en stasjon rett nedenfor. Konsentrasjonen av alle miljøgifter i sedimentet var lav og innenfor tilstandsklasse «god» eller «svært god», med unntak av PAH-forbindelsen antracen, som var i «moderat» tilstand.

## 7. Langhelle

Det er undersøkt en stasjon på 51 m dyp nedenfor mulig tiltaksområde for massedeponi. Konsentrasjonen av alle miljøgifter i sedimentet var lav og innenfor tilstandsklasse «god» eller «svært god».

## 8. Romslo

Det er undersøkt 3 stasjoner på 9-36 m dyp på mulig tiltaksområde og 2 stasjoner på 135 og 144 m dyp nedenfor deponiområde for steinmasser. Konsentrasjonen av alle miljøgifter i sedimentet var lav og innenfor tilstandsklasse «god» eller «svært god» på de grunne stasjonene. På de dypere stasjonene nedenfor tiltaksområdet lå innholdet av PAH-forbindelsen benzo[ghi]perylene innenfor tilstand «dårlig» på begge stasjonene, mens innholdet av indeno[1,2,3-cd]pyren viste «dårlig» tilstand på en av stasjonene. Innholdet av antracen var også noe forhøyet tilsvarende «moderat» tilstand på en av stasjonene.

# RISIKOVURDERING AV SEDIMENTER

Risikovurdering trinn 1 tilsier at dypområdene ved Hettenes (A) og Ulsnesøy (C), samt tiltaksområdene langs land ved Fossmark, nord ved Vaksdal Mølle, Vaksdal Sør og Langhelle har konsentrasjoner uten risiko. Utfylling i sjø kan her tillates uten videre.

Deponering av masser på dypområdene ved Skreia (B), Stokkenes (D) og Tunes (E) kan muligens føre til spredning av organiske miljøgifter (PAH forbindelser). Omfang av spredning og mulige konsekvenser må utredes.

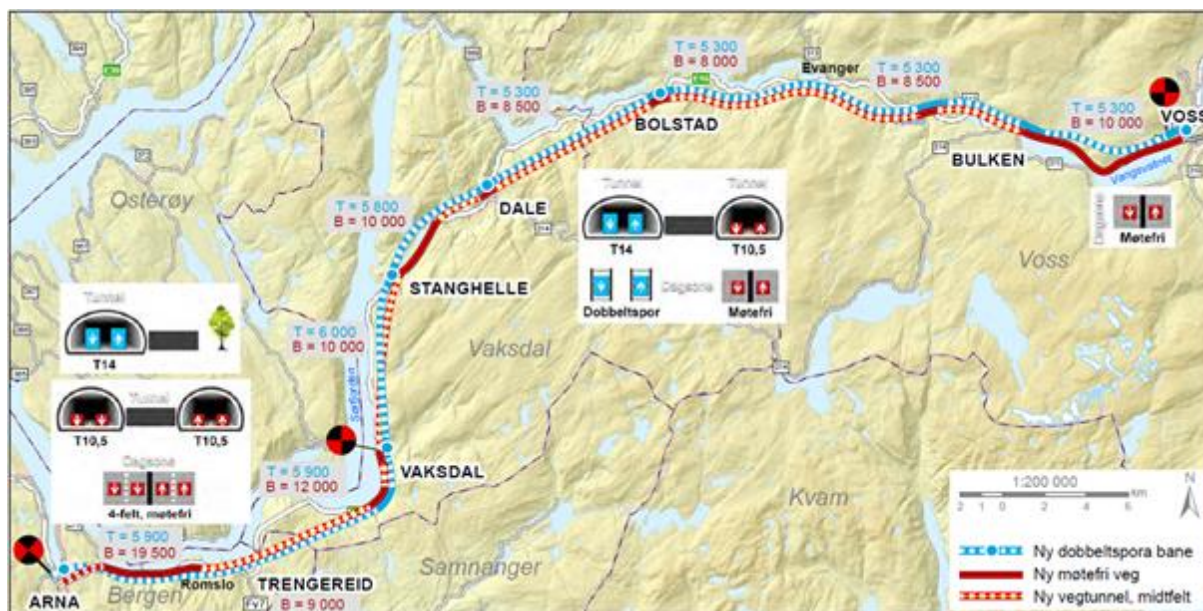
Ved Stanghelle er tiltaksområdene uten miljøgifter som tilsier risiko, med forbehold av området nær kaien. Her må det utredes hvordan spredning av miljøgifter kan forhindres under anleggsarbeid.

Ved Vaksdal Nord er det flekkvis forhøyet konsentrasjon av noen organiske miljøgifter, hvor sediment samler seg opp. Konsentrasjonen av flere miljøgifter overskrider grenseverdien for risikovurdering trinn 1 mer enn to ganger. Videre vurderinger må gjennomføres.

Ved Vaksdal Mølle sør og ved Romslo overskrider konsentrasjonen av PAH-forbindelser i sedimentet på influensområdet rett nedenfor tiltaksområdet grenseverdien for risikovurdering trinn 1 mer enn to ganger. Det er fare for at forurensed sediment blir forstyrret under anleggsarbeidet. Videre vurderinger må gjennomføres.

## NY E16 OG JERNBANE ARNA – STANGHELLE

Det skal bygges ny vei og jernbane Arna-Voss. I første omgang skal strekningen Arna-Stanghelle planlegges som statlig reguleringsplan. Vei og jernbane skal følge prinsippet i konsept K5 i vedtatt KVV Arna-Voss. Dette konseptet går ut på lange tunneler med noen korte dagsoner. Det blir 4-felts vei på strekningen Arna-Romslo og ny 2-felts vei videre til Voss. Jernbanen vil få dobbeltspor, med ettløps-tunneler på strekningen Arna-Romslo og dobbeltløps-tunneler videre til Voss (**figur 1**). Det blir rømningsforbindelser mellom vei og jernbanetunneler, eller også med tverrslag til friluft. Kjøretid fra Arna til Voss vil bli 46 minutter, og reisetid med tog Arna til Voss blir 24 minutter. Store deler av dagens jernbanetrase vil kunne tilrettelegges som gang- og sykkelvei.

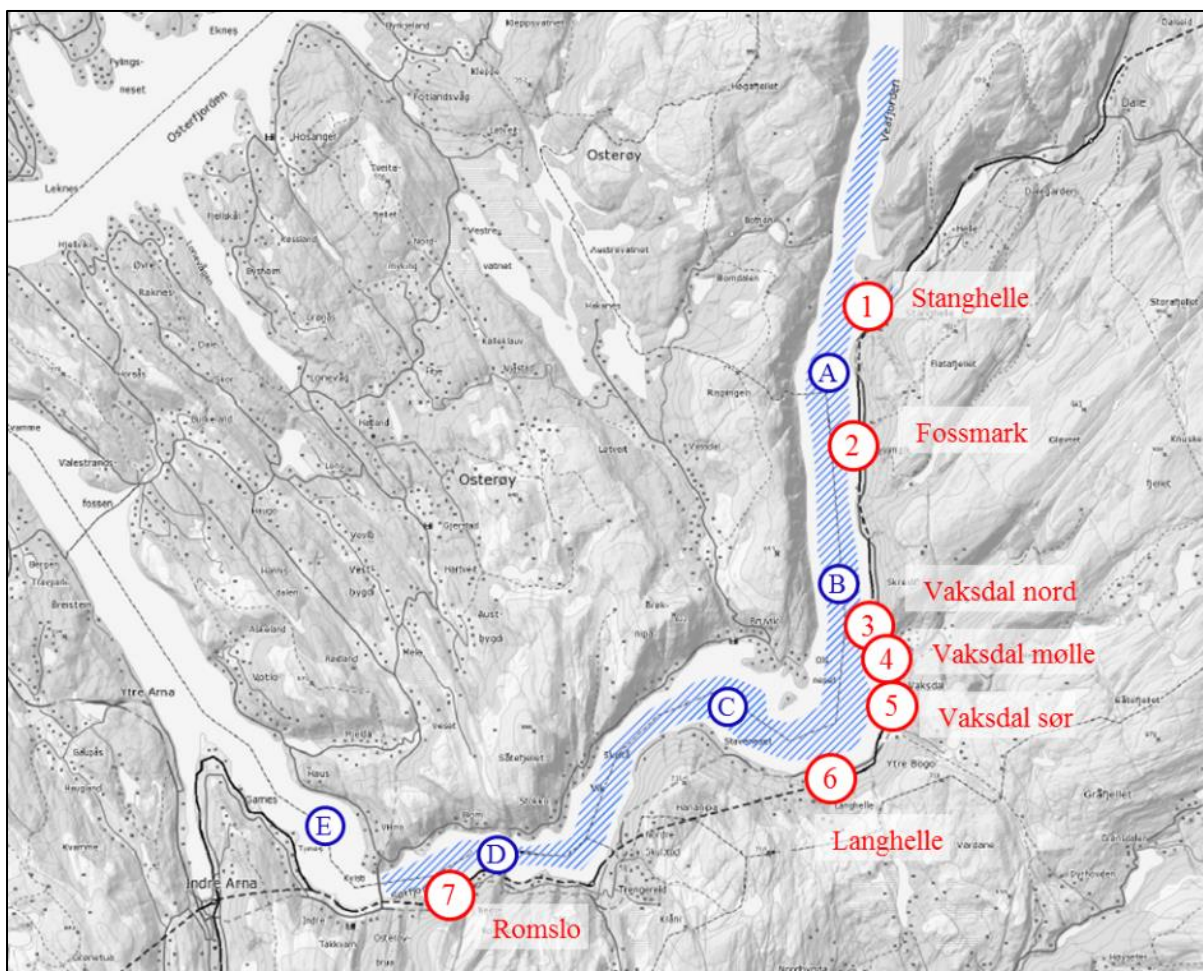


**Figur 1.** Konsept K5 for ny E16 og jernbane fra Arna til Voss. T = togpassasjerer (døgnsnitt) i 2050, og B = årsdøgntrafikk biler i 2015.

Prosjektet vil generere store mengder overskuddsmasser fra tunnelene, totalt sett opp mot 20 mill. m<sup>3</sup> med stein på hele strekningen Arna-Voss. Det er en stor utfordring å finne god samfunnsmessig utnyttelse av disse massene eller gode steder for deponering. Derfor skal det undersøkes om det er teknisk og miljømessig mulig å deponere noe av massene i Sørfjorden og Veafjorden, Utfylling fra land kan være aktuelt noen steder for å vinne nytt byggeland, men også deponering på det dypeste i fjorden fra lekter.

Planprogram for arbeidet med konsekvensutredning av den statlige reguleringsplanen skal ut på høring vinteren 2017, og de foreliggende undersøkelser av Sørfjorden og Veafjorden, med sedimentkvalitet og kartlegging av biologisk mangfold, inngår som grunnlaget for de valg som skal gjøres.

Denne rapporten omhandler undersøkelser av sedimenttilstand og av miljøgifter i sedimentet i aktuelle deponerings- og utfyllingsområder på strekningen Arna-Stanghelle (**figur 2, tabell 1**).



**Figur 2.** Mulige utfyllingsområder for å vinne nytt land, nummerert fra 1 til 7 i rødt (tabell 1), og mulig deponeringsområde ute i fjorden (skravert med blått). Sedimentprøvestasjoner på dyp fjordbunn er bokstavert fra A til E i blått: A= Hettenes, B= Skreia, C= Ulsnesøy, D= Stokkenes, E= Tunes.

**Tabell 1.** Aktuelle utfyllingsområder langs Sør fjorden, vist i kart (figur 2).

| Område |               | Areal (km <sup>2</sup> ) |
|--------|---------------|--------------------------|
| 1      | Stanghelle    | 0,10                     |
| 2      | Fossmark      | 0,05                     |
| 3      | Vaksdal-nord  | 0,04                     |
| 4      | Vaksdal Mølle | 0,01                     |
| 5      | Vaksdal-sør   | 0,08                     |
| 6      | Langhelle     | 0,02                     |
| 7      | Romslo        | 0,10                     |

## METODE

Totalt sett er det undersøkt 27 stasjoner i Sør- og Veafjorden for miljøgifter. På hver stasjon er det tatt fire grabbhugg eller multiple prøver med ROV-pushcore. Det er analysert én blandprøve per stasjon.

### STASJONSNETT FOR SEDIMENTPRØVETAKING

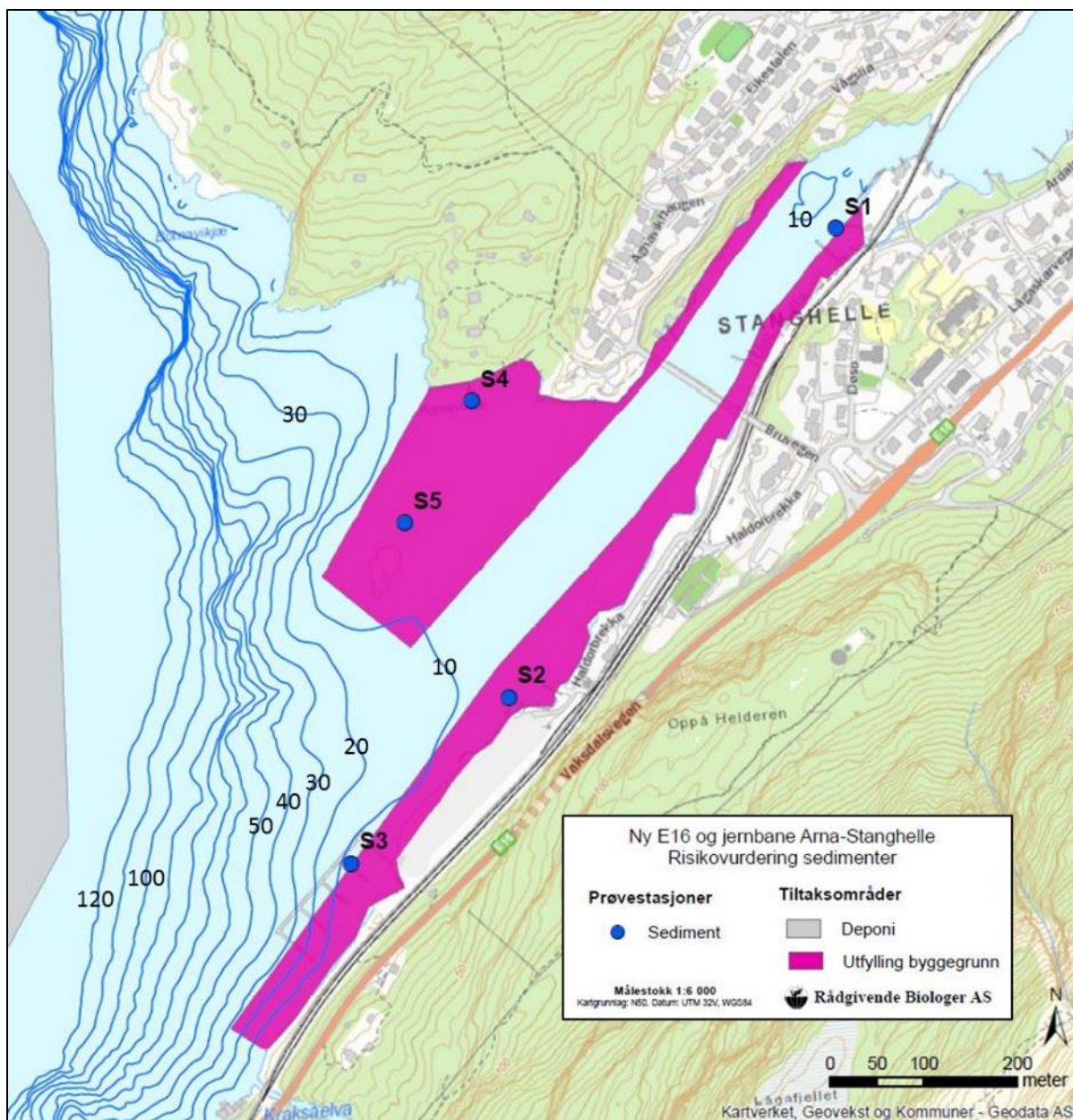
Det er tatt prøver fra totalt 5 prøvestasjoner på dyp fjordbunn, fordelt på de fem fjordbassengene som tiltaksområdet på dyp sjøbunn omfatter (**tabell 2**). Ved utfyllingsområdene langs land ble det tatt sedimentprøver på 1-5 stasjoner på hvert av tiltaksområdene. Antall prøvestasjoner i utfyllingsområdene langs strandlinjen var avhengig av størrelsen av tiltaksområdet, men også i høy grad av bunnforholdene. I henhold til TA 2802/2011 er det anbefalt minst fem prøvestasjoner for områder større enn 30.000 m<sup>2</sup> (0,03 km<sup>2</sup>) og tre prøvestasjoner for områder som er mindre.

**Tabell 2.** Posisjoner, dyp og prøvetakingsmetode for prøvestasjonene i Sørkjorden.

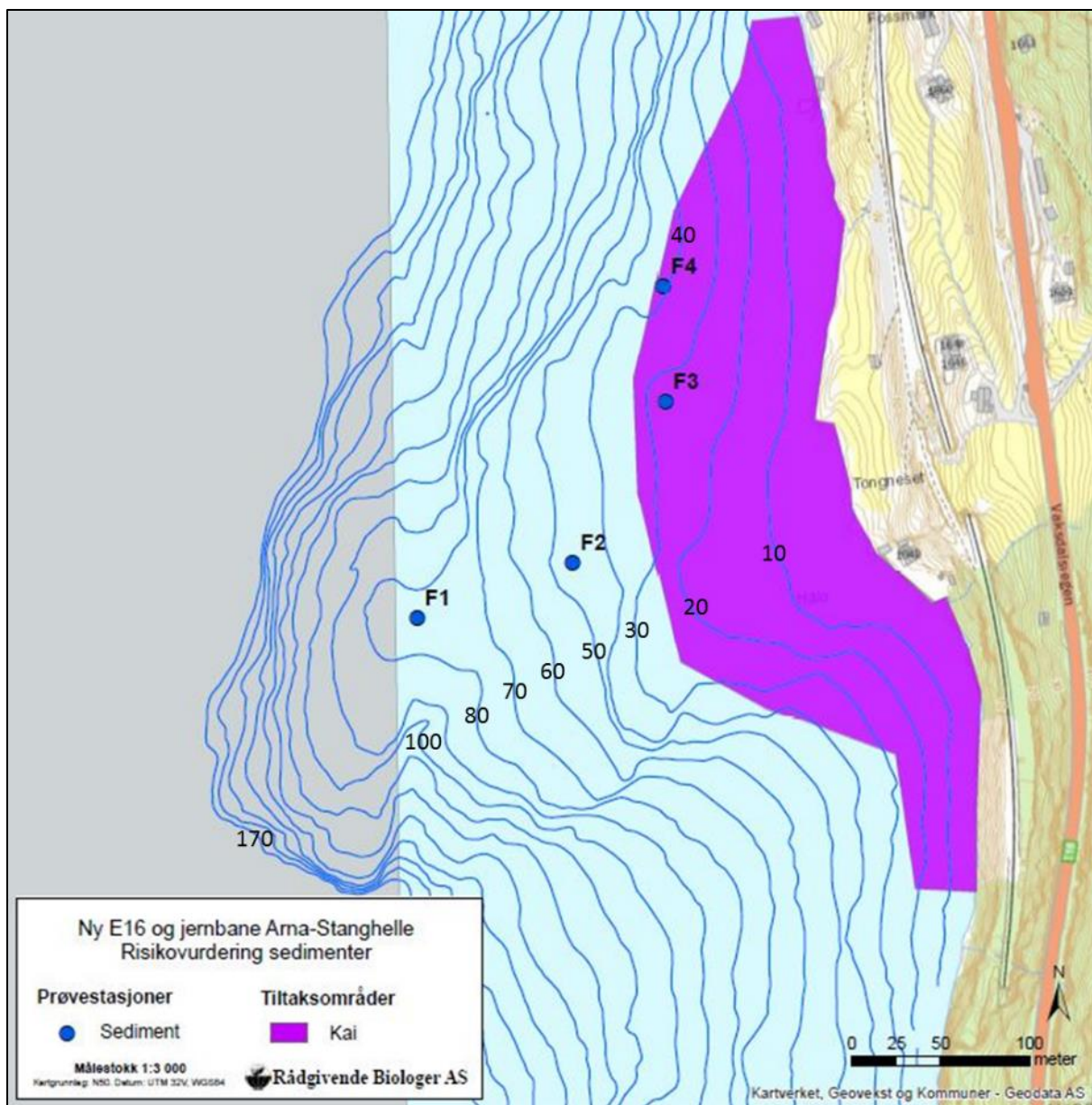
| Stasjon           | dato       | koordinat (WGS 84)           | dyp (m) | metode                     |
|-------------------|------------|------------------------------|---------|----------------------------|
| Hettenes A        | 21.09.2016 | N 60° 32,172' / Ø 5° 42,614' | 362     | 0,1 m <sup>2</sup> grabb   |
| Skreia B          | 21.09.2016 | N 60° 29,369' / Ø 5° 43,232' | 380     | 0,1 m <sup>2</sup> grabb   |
| Ulsnesøy C        | 22.09.2016 | N 60° 27,985' / Ø 5° 40,406' | 420     | 0,1 m <sup>2</sup> grabb   |
| Stokkenes D       | 22.09.2016 | N 60° 26,085' / Ø 5° 36,293' | 355     | 0,1 m <sup>2</sup> grabb   |
| Tunes E           | 21.09.2016 | N 60° 26,345' / Ø 5° 30,609' | 250     | 0,1 m <sup>2</sup> grabb   |
| Stanghelle S1     | 23.09.2016 | N 60° 33,188' / Ø 5° 44,213' | 8       | 0,028 m <sup>2</sup> grabb |
| Stanghelle S2     | 23.09.2016 | N 60° 32,909' / Ø 5° 43,859' | 5       | 0,028 m <sup>2</sup> grabb |
| Stanghelle S3     | 23.09.2016 | N 60° 32,809' / Ø 5° 43,685' | 8       | 0,028 m <sup>2</sup> grabb |
| Stanghelle S4     | 23.09.2016 | N 60° 33,078' / Ø 5° 43,799' | 2,1     | 0,028 m <sup>2</sup> grabb |
| Stanghelle S5     | 23.09.2016 | N 60° 33,006' / Ø 5° 43,728' | 4,5     | 0,028 m <sup>2</sup> grabb |
| Fossmark F1       | 26.10.2016 | N 60° 31,071' / Ø 5° 43,207' | 79      | 0,1 m <sup>2</sup> grabb   |
| Fossmark F2       | 26.10.2016 | N 60° 31,090' / Ø 5° 43,309' | 46      | 0,1 m <sup>2</sup> grabb   |
| Fossmark F3       | 26.10.2016 | N 60° 31,140' / Ø 5° 43,353' | 29      | 0,1 m <sup>2</sup> grabb   |
| Fossmark F4       | 26.10.2016 | N 60° 31,175' / Ø 5° 43,348' | 41      | 0,1 m <sup>2</sup> grabb   |
| Vaksdal nord VN1  | 25.10.2016 | N 60° 28,907' / Ø 5° 43,962' | 20      | 0,1 m <sup>2</sup> grabb   |
| Vaksdal nord VN2  | 25.10.2016 | N 60° 29,023' / Ø 5° 43,976' | 25      | 0,1 m <sup>2</sup> grabb   |
| Vaksdal mølle VM1 | 25.10.2016 | N 60° 28,413' / Ø 5° 44,140' | 45      | 0,1 m <sup>2</sup> grabb   |
| Vaksdal sør V1    | 24.10.2016 | N 60° 28,234' / Ø 5° 44,507' | 33      | 0,1 m <sup>2</sup> grabb   |
| Vaksdal sør V2    | 24.10.2016 | N 60° 28,285' / Ø 5° 44,566' | 42      | 0,1 m <sup>2</sup> grabb   |
| Vaksdal sør V3    | 25.10.2016 | N 60° 28,352' / Ø 5° 44,461' | 42      | 0,1 m <sup>2</sup> grabb   |
| Vaksdal sør V4    | 25.10.2016 | N 60° 28,379' / Ø 5° 44,435' | 32      | 0,1 m <sup>2</sup> grabb   |
| Langhelle L1      | 07.10.2016 | N 60° 27,224' / Ø 5° 43,193' | 51      | ROV pushcorer              |
| Romslo R1         | 06.10.2016 | N 60° 25,380' / Ø 5° 55,330' | 9       | ROV pushcorer              |
| Romslo R2         | 06.10.2016 | N 60° 25,400' / Ø 5° 33,424' | 31      | ROV pushcorer              |
| Romslo R3         | 07.10.2016 | N 60° 25,453' / Ø 5° 33,753' | 36      | ROV pushcorer              |
| Romslo R4         | 24.10.2016 | N 60° 25,512' / Ø 5° 33,613' | 135     | 0,1 m <sup>2</sup> grabb   |
| Romslo R5         | 24.10.2016 | N 60° 25,500' / Ø 5° 33,401' | 144     | 0,1 m <sup>2</sup> grabb   |

Sjøbunnen i tiltaksområdene langs land bestod på alle lokaliteter, med unntak av Stanghelle (**figur 7**), hovedsakelig av hardbunn med lite sediment. Antall prøvestasjoner er derfor redusert på de fleste lokalitetene. I tillegg ligger noen av stasjonene litt utenfor selve tiltaksområdet, men på platåer nedenfor tiltaksområdet, som er vurdert å være innenfor influensområdet for tiltaket (**figur 3-9**).

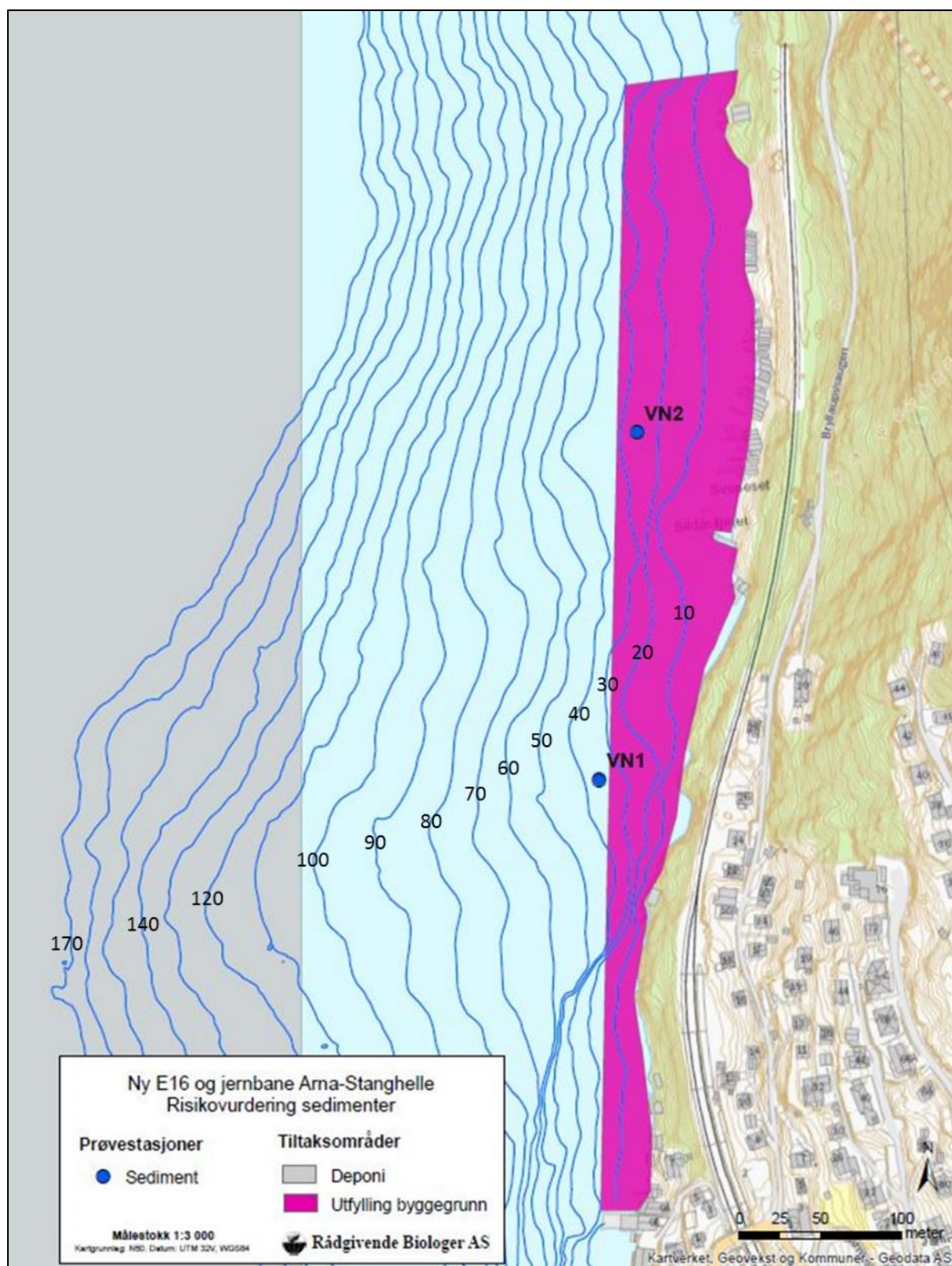
På lokalitetene Fossmark, Vaksdal Nord, Vaksdal Mølle og Vaksdal Sør måtte antall stasjoner reduseres fra de planlagte 5 stasjoner til 2 til 4 stasjoner. På Langhelle og Vaksdal Mølle sør måtte antallet reduseres fra de planlagte 3 stasjoner til 1 stasjon. Endelige tiltaksplaner er ikke fastlagt for de mulige utfyllingsområdene, og antall stasjoner per lokalitet anses som tilstrekkelig for en overordnet vurdering av sedimenttilstand og miljørisiko ved lokalitetene.



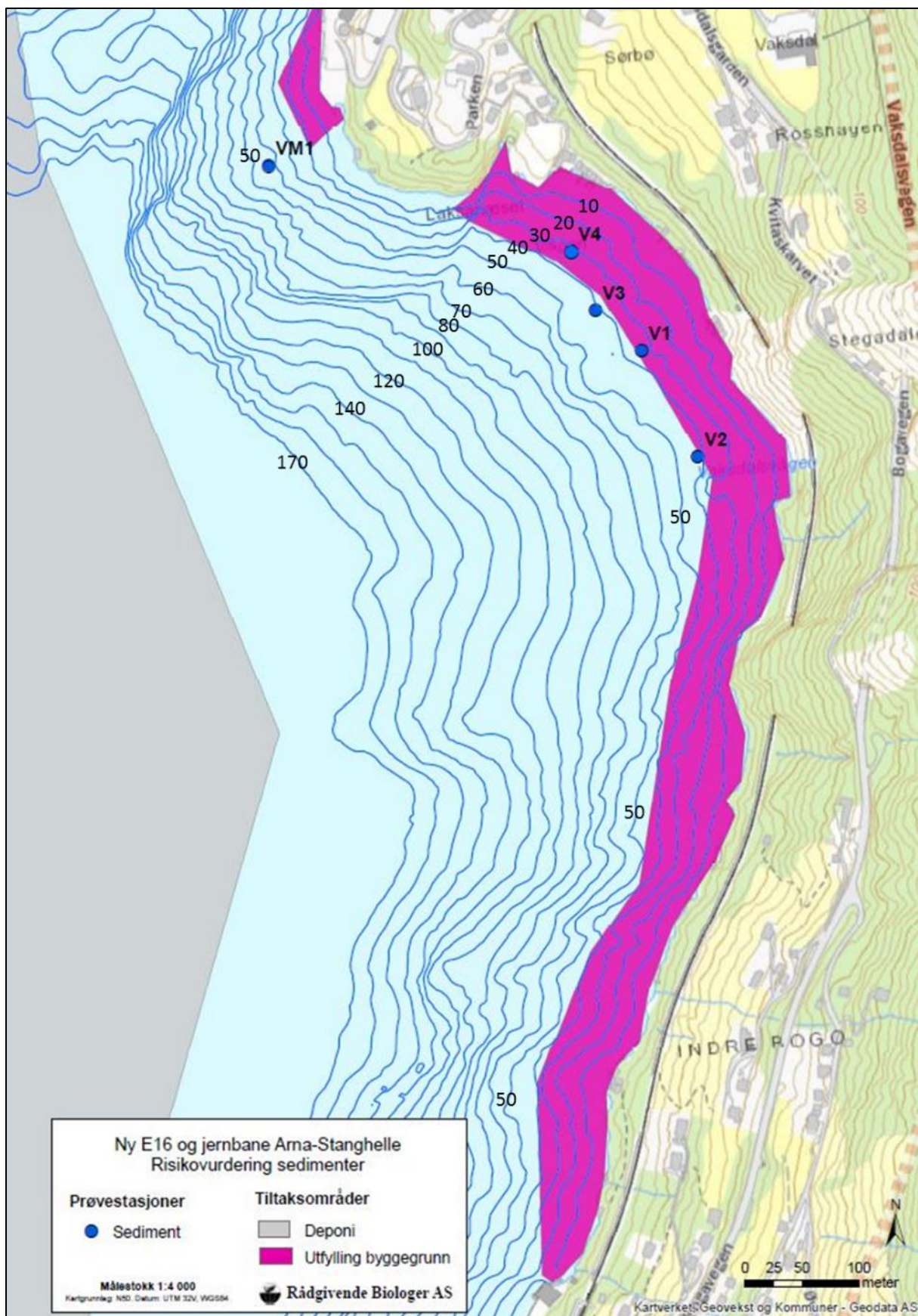
**Figur 3.** Oversiktsskema over plassering av sedimentprøvestasjon S1-S5 ved utredete tiltaksområder på Stanghelle. Dybdekoter vist fra 10 m til 120 m dyp.



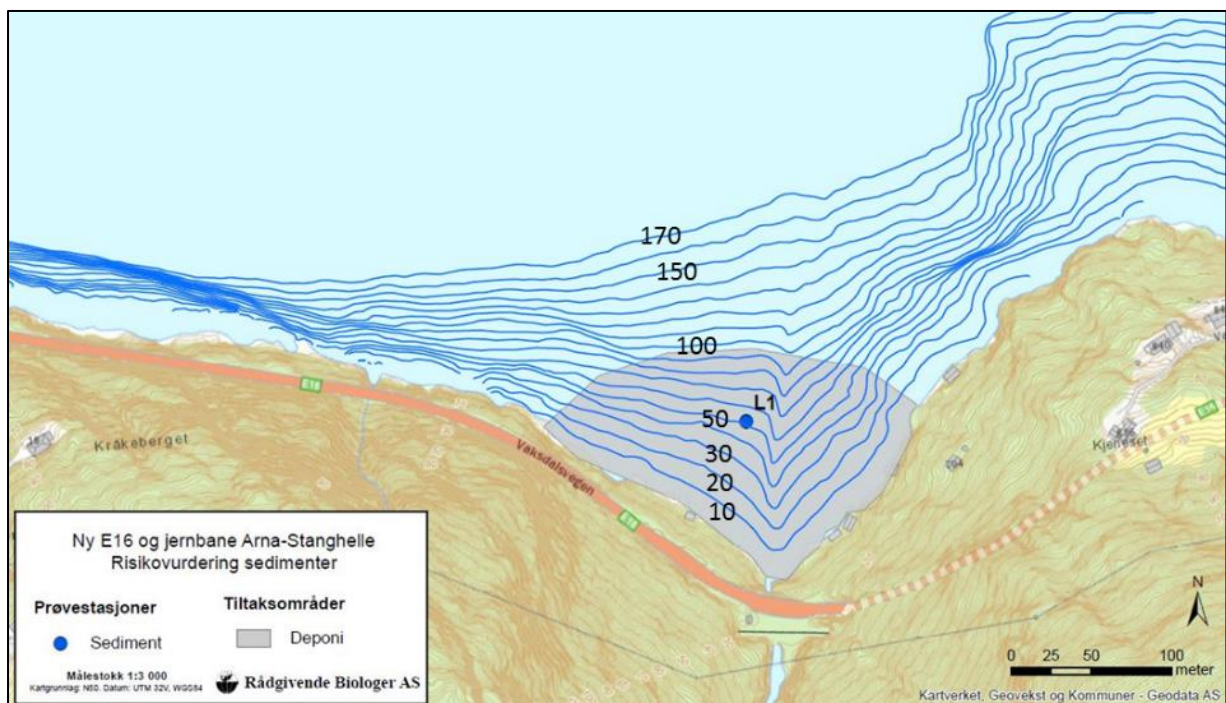
**Figur 4.** Oversiktskart over plassering av sedimentstasjon F1-F4 ved utredet tiltaksområde Fossmark. Dybdekoter vist fra 10 m til 170 m dyp.



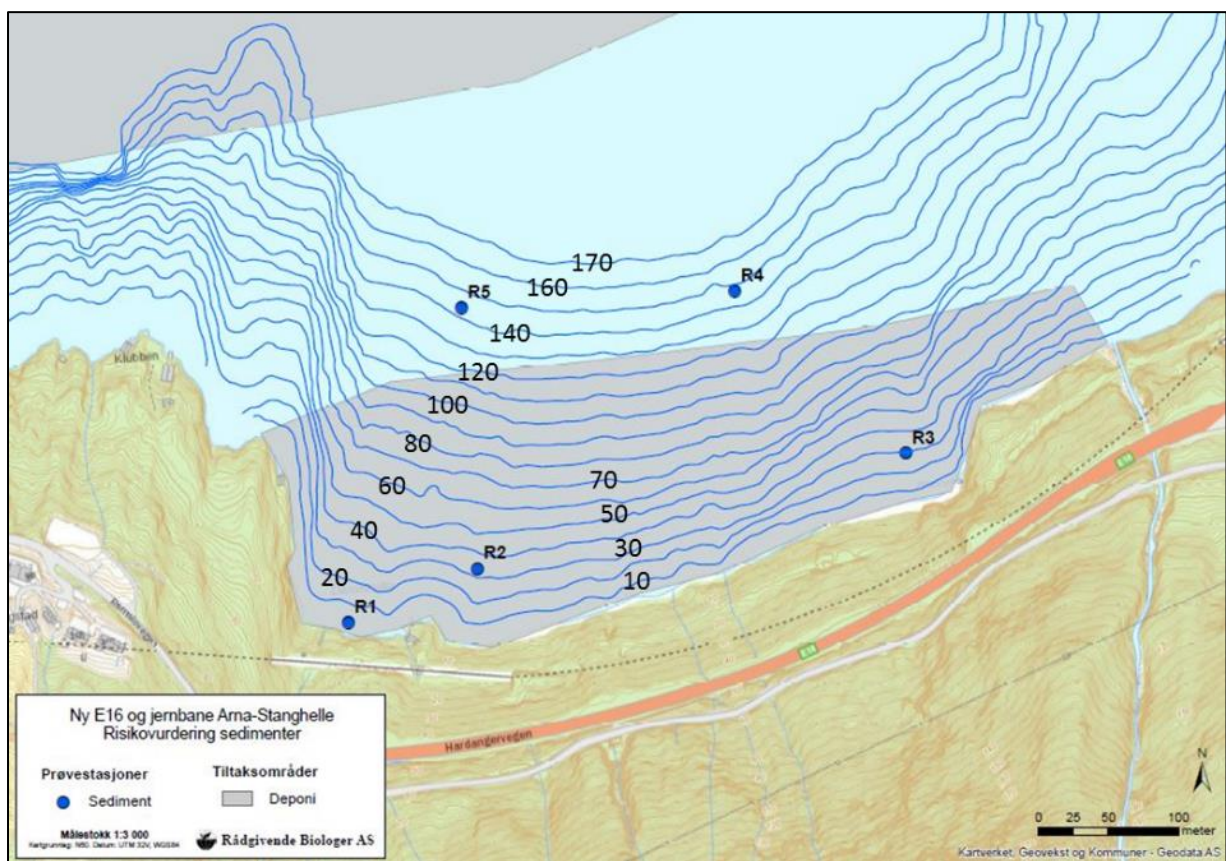
**Figur 5.** Oversiktskart over plassering av sedimentprøvestasjon VN1 og VN2 ved utredet tiltaksområde Vaksdal Nord. Dybdekoter vist fra 10 m til 170 m dyp.



**Figur 6.** Oversiktskart over plassering av sedimentprøvestasjon VM1 ved Vaksdal Mølle (sørlig tiltaksområde) og sedimentprøvestasjon V1-V4 ved utredet tiltaksområde Vaksdal Sør (V1-V4). Dybdekoter vist fra 10 m til 170 m dyp.



**Figur 7.** Oversiktskart over plassering av sedimentprøvestasjon L1 ved utredet tiltaksområde Langhelle. Dybdekoter vist fra 10 m til 170 m dyp.



**Figur 8.** Oversiktskart over plassering av sedimentstasjon R1-R5 ved utredet tiltaksområde Romslo. Dybdekoter vist fra 10 m til 170 m dyp.

## METODER FOR PRØVETAKING

Prøvetakingsmetodene varierte i forhold til dybde og bunnforhold (**tabell 2**). På dyp fjordbunn og på lokalitetene Fossmark, Vaksdal Nord, Vaksdal Mølle og Vaksdal Sør ble alle prøver tatt med en 0,1 m<sup>2</sup> van Veen grabb. På Stanghelle ble en prøve for sedimentanalyse (stasjon ST) tatt med 0,1 m<sup>2</sup> van Veen grabb, mens miljøgiftprøvene på stasjon ST1-ST5 ble tatt med en 0,028 m<sup>2</sup> van Veen grabb. På hver grabbstasjon ble det tatt **fire parallelle prøver**. På Langhelle ble det tatt én prøve med en pushcorer montert på ROVen som også ble brukt for kartlegging av naturmangfold (**figur 10**). For prøvetakingen ble det brukt en Seabotix Vectored vLBV 950 ROV i samarbeid med ROV AS, som stilte med båt, ROV og mannskap. På Romslo ble de tre grunne prøvene (R1-R3) tatt med ROV, mens på de to dype stasjonene ble det tatt henholdsvis fire parallelle prøver med 0,1 m<sup>2</sup> van Veen grabb.

Grabbprøvene er tatt i henhold til Norsk Standard NS-EN ISO 5667-19:2004 og NS-EN ISO 16665:2013. Prøvetakeren på ROV er imidlertid ikke godkjent utstyr for akkreditert prøvetaking fordi bunnoverflaten blir forstyrret under prøvetakingen og kun overflatesediment (opptil ca. 4-5 cm dyp) blir prøvetatt. Metoden vurderes imidlertid som nyttig hvis en vil få informasjon om miljøgiftinnhold i sediment på lokaliteter med små arealer med bløtbunn med et relativt tynt lag sediment. Det er mulig at spesielt konsentrasjonen av organiske miljøgifter som binder til finstoff er noe underestimert i slike prøver, men tydelig forurensing, spesielt med tungmetaller, kan påvises.



*Figur 9. Prøvetaking med pleksiglass pushcorer montert på ROV.*

## SEDIMENTKARAKTERISTIKK

For analyse av kornfordeling og TOC ble det tatt én prøve på hver stasjon. For vurdering av sedimentkvalitet (tørrestoff, glødetap og TOC samt kornfordelingsanalyse) ble det analysert sediment fra de øverste 10 cm.

Kornfordelingsanalysen måler den relative andelen av leire, silt, sand, og grus i sedimentet og utføres gravimetrisk. Innholdet av organisk karbon (TOC) i sedimentet ble analysert etter EN 13137, men for å kunne benytte klassifiseringen i veileder 02:2013 skal konsentrasjonen av TOC i tillegg standardiseres for teoretisk 100 % finstoff etter nedenforstående formel, der F = andel av finstoff (leire + silt) i prøven:

$$\text{Normalisert TOC} = \text{målt TOC} + 18 \times (1-F)$$

I henhold til vanndirektivets veileder 02:2013 skal TOC kun benyttes som en støtteparameter til vurdering av bløtbunnsfauna for å få informasjon om grad av organisk belastning. Tidligere ble TOC benyttet som et kvalitetselement i stedfesting av økologisk tilstand i en vannforekomst. Klassifisering av TOC ut fra gjeldende klassegrenser kan gi et uriktig bilde av miljøbelastningen, men inntil bedre metodikk er utarbeidet skal klassifiseringen etter veileder 02:2013 (SFT 1997) inkluderes, men ikke vektlegges.

Det ble også gjort sensoriske vurderinger av prøvematerialet og målt pH og redokspotensial ( $E_h$ ) i felt. Måling av pH i sedimentprøvene ble utført med et WTW Multi 3420 med en SenTix 980 pH-elektrode til måling av pH og en SenTix ORP/ORP-T 900 platinaelektrode med intern referanseelektrode til måling av redokspotensial ( $E_h$ ). Referanseelektroden blir kontrollert med redoksbuffer RH 28 fra WTW. pH-elektroden blir kalibrert med buffer pH 4 og 7 før hver feltøkt, samt med buffer 10 med jevne mellomrom mellom økter.  $E_h$ -referanseelektroden gir et halvcellepotensial på +207 mV ved 25 °C, +217 mV ved 10 °C og +224 mV ved 0 °C. Litt ulike halvcellepotensial ved ulike temperaturer ligger innenfor presisjonsnivået for denne type undersøkelser på  $\pm 25$  mV, som oppgitt i NS 9410:2016. Kjemiske analyser og kornfordelingsanalyser er utført av Eurofins Norge AS, avd. Bergen (se **vedlegg 3**).

## RISIKOVURDERING AV SEDIMENTENE

Risikovurdering (trinn 1, økologisk risiko) av sediment er pålagt ved ethvert tiltak der en kan aktivisere miljøgifter i sediment, enten ved deponering, utfylling eller mudring i sjø. Undersøkelsene fulgte Norsk Standard NS-EN ISO 5667-19:2004 for sedimentprøvetaking og Miljødirektoratet sine veiledere M-350/2015 og M-409/2015 for vurdering.

På hver prøvetakingsstasjon er det analysert en blandprøve fra 4 parallelle grabbhugg eller fra minst fire oppskrapte prøver tatt med ROV (se kapittel sedimentprøvetaking). Parallelle prøver fra hvert sted er frosset og oppbevart med tanke på eventuelle videre analysebehov, avhengig av de nå foreliggende resultater og de videre aktuelle planer som skal utredes gjennom den forestående statlige reguleringsplanen. Minimumslisten gitt i M-409/2015 inkluderer parameterne tungmetallene *kobber, sink, arsen, krom, bly, nikkel, kadmiu*m og *kvikksølv*, samt utvalgte forbindelser blant de organiske miljøgiftene *PAH, PCB* og *TBT*. Miljøgiftanalysene er utført av Eurofins Norge AS, avd. Bergen. Originale analyserapporter er presentert i **vedlegg 3**.

I risikovurdering **trinn 1** blir analysedata for toksisitet av en sedimentprøve sammenlignet med forutbestemte grenseverdier for akseptabel økologisk miljørisiko. Grenseverdiene som benyttes i trinn 1 er satt ut fra konservative antagelser om eksponeringsveier, tilgjengelighet for biota og sannsynlighet for spredning til andre deler av økosystemet. For nesten alle stoffene som inngår i vurderingen tilsvarer grenseverdien klassegrensen mellom tilstandsklasse II = «god» og tilstandsklasse III = «moderat» i Miljødirektoratets reviderte system for klassifisering av miljøgiftinnhold i marine sedimenter (veileder M-608). Kriteriene for klassegrensene er basert på internasjonalt etablerte systemer for miljøkvalitetsstandarder og EUs risikovurdering av kjemikalier.

Sedimentene i et område anses å utgjøre en ubetydelig risiko hvis gjennomsnittskonsentrasjonen for hver miljøgift over alle prøvene (minst 5) er lavere enn grenseverdien for trinn 1, og ingen enkeltkonsentrasjon er høyere enn den høyeste av enten 2 ganger grenseverdien eller grense mellom klasse III og IV for stoffet. Alternativt er risikoen ubetydelig hvis toksisiteten av sedimentet ligger under grenseverdiene for alle testene. Et område med ubetydelig risiko kan friskmeldes. Hvis området ikke kan friskmeldes må vanligvis **trinn 2** av risikovurderingen foretas. Mens risikovurdering trinn 1 bare omhandler økologisk risiko har **trinn 2** som mål å bedømme risikoen for miljø- og helsemessig skade.

# RESULTATER

## 1. SØRFJORDENS DYPBASSENGER

### SEDIMENTKARAKTERISTIKK

For analyse av kornfordeling, innhold av TOC og miljøgifter i sedimentet ble det tatt fire parallelle prøver på hver av fem stasjoner i de dype fjordbassengene i Sør- og Veafjorden (**figur 11**). Stasjonene i Veafjorden la i nærheten av henholdsvis Hettenes og Skreia, Ulsnesøy, Stokkenes og Tunes.

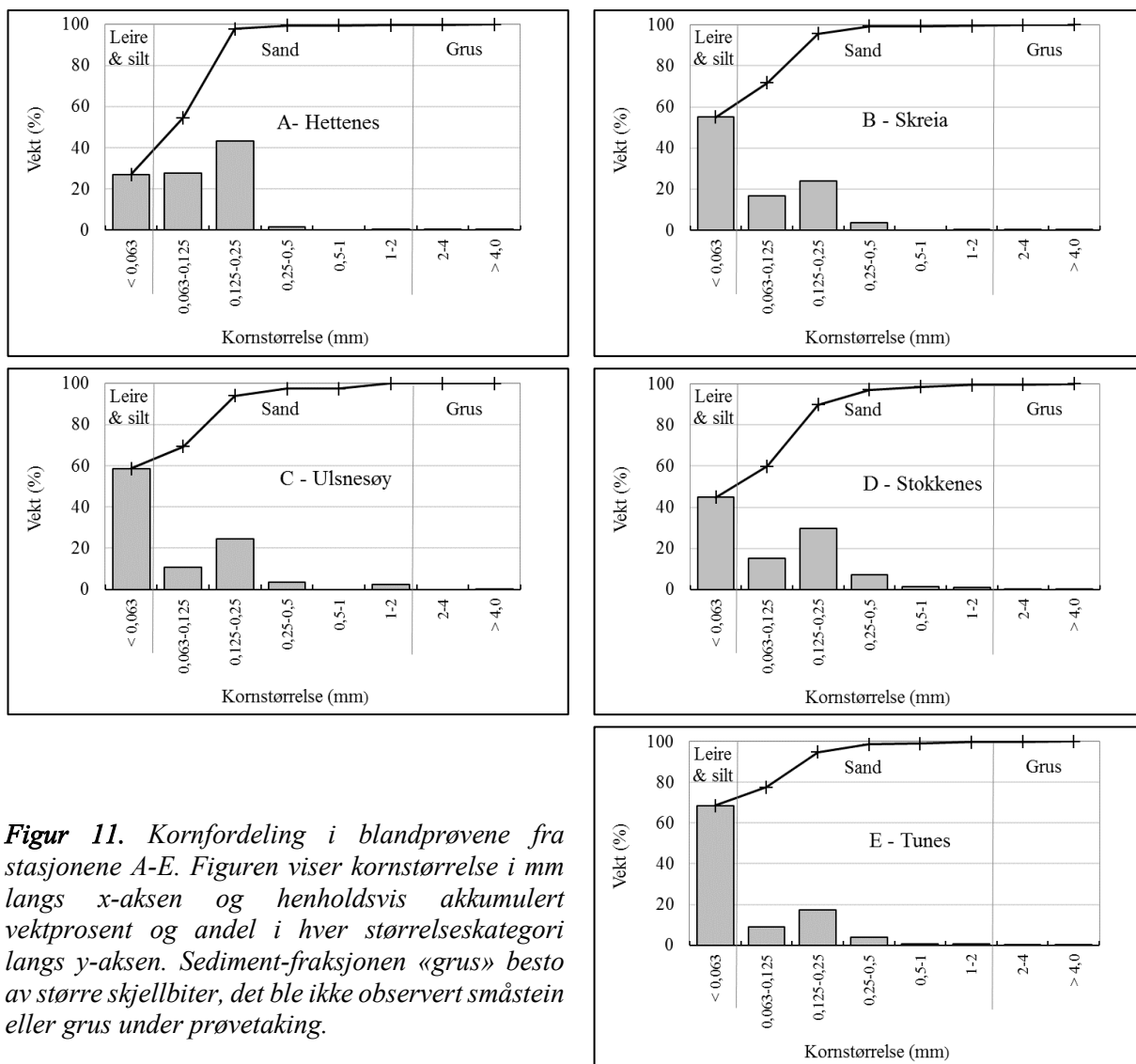
|                | Sedimentbeskrivelse                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| A<br>Hettenes  | En fikk opp 14-16 cm sediment i grabben (ca. $\frac{3}{4}$ full grabb). Prøvene var luktfrie, myke og gråbrune. Prøvene bestod av finkornet sediment med ca. 70 % silt, 30 % leire og litt sand. Kornfordelingsanalysen viste at ca. 72 % av blandprøven fra de øverste 10 cm bestod av sedimentkorn større enn 0,063 mm tilsvarende sand og skjellrester. De fleste sandkorn var mindre enn 0,5 mm ( <b>tabell 3, figur 12</b> ). TOC-innholdet var moderat høyt ( <b>tabell 3</b> ). |
| B<br>Skreia    | En fikk opp 14-15 cm sediment i grabben (ca. $\frac{3}{4}$ full grabb). Prøvene var luktfrie, myke og gråbrune. Prøvene bestod av finkornet sediment med ca. 60 % silt, 40 % leire og litt sand. Kornfordelingsanalysen viste at ca. 45 % av blandprøven fra de øverste 10 cm bestod av sedimentkorn større enn 0,063 mm, tilsvarende sand og skjellrester. De fleste sandkorn var mindre enn 0,5 mm. TOC-innholdet var moderat høyt.                                                  |
| C<br>Ulsnesøy  | En fikk opp 14-17 cm sediment i grabben ( $\frac{3}{4}$ til nesten full grabb). Prøvene var luktfrie, myke og gråbrune. Prøvene bestod av finkornet sediment med ca. 100 % silt og litt leire og sand. Kornfordelingsanalysen viste at ca. 41 % av blandprøven fra de øverste 10 cm bestod av sedimentkorn større enn 0,063 mm, tilsvarende sand og skjellrester. De fleste sandkorn var mindre enn 0,5 mm. TOC-innholdet var høyt.                                                    |
| D<br>Stokkenes | En fikk opp 11-17 cm sediment i grabben (noe over $\frac{1}{2}$ til nesten full grabb). Prøvene var luktfrie, myke og gråbrune. Prøvene bestod av finkornet sediment med ca. 70 % silt, 20 % leire og 10% sand. Kornfordelingsanalysen viste at ca. 55 % av blandprøven fra de øverste 10 cm bestod av sedimentkorn større enn 0,063 mm, tilsvarende sand og skjellrester. De fleste sandkorn var mindre enn 0,5 mm. TOC-innholdet var moderat høyt.                                   |
| E<br>Tunes     | En fikk opp 14-15 cm sediment i grabben (ca. $\frac{3}{4}$ full grabb). Prøvene var luktfrie, myke og gråbrune. Prøven bestod av finkornet sediment med ca. 60 % silt, 40 % leire og litt sand. Kornfordelingsanalysen viste at ca. 31 % av blandprøven fra de øverste 10 cm bestod av sedimentkorn større enn 0,063 mm, tilsvarende sand og skjellrester. De fleste sandkorn var mindre enn 0,5 mm. TOC-innholdet var høyt.                                                           |

**Tabell 3.** Kornfordeling, tørrstoff og glødetap i blandprøvene fra stasjon A-E. Surhet (pH) og oksygeninnhold ( $E_h$ ) er kun målt på stasjoner hvor også bløtbunnsfaunaprøver ble tatt; presenterte verdier er gjennomsnitts-verdier fra 4 grabbhugg per stasjon. Klassifisering av tilstand: blå = tilstandsklasse I = "svært god", grønn: II = "god", gul: III = "moderat", oransje: IV = "dårlig" og rød: V = "svært dårlig".

| Stasjon                       | A - Hettenes | B - Skreia   | C - Ulsnesøy | D - Stokkenes | E - Tunes    |
|-------------------------------|--------------|--------------|--------------|---------------|--------------|
| Leire & silt i %              | 27,0         | 55,1         | 58,7         | 44,8          | 68,6         |
| Sand i %                      | 72,6         | 44,5         | 41,2         | 54,6          | 31,1         |
| Grus i %                      | 0,4          | 0,5          | 0,1          | 0,6           | 0,3          |
| Tørrstoff (%)                 | 46           | 41           | 35           | 45            | 39           |
| Glødetap (%)                  | 6,75         | 9,07         | 11,4         | 8,73          | 11           |
| TOC (mg/g)                    | 16           | 21           | 32           | 21            | 33           |
| <b>Normalisert TOC (mg/g)</b> | <b>29,14</b> | <b>29,09</b> | <b>39,43</b> | <b>30,94</b>  | <b>38,65</b> |
| pH                            | 7,90         | -            | -            | 7,60          | -            |
| $E_h$ (mV)                    | 232          | -            | -            | 165           | -            |



**Figur 10.** Eksempler på sedimentprøver fra stasjon A-B tatt i Veafjorden og C-E tatt i Sørfjorden september/oktober 2016. Prøvene bestod av leire og silt, samt fin sand og noen skjellrester.



**Figur 11.** Kornfordeling i blandprøvene fra stasjonene A-E. Figuren viser kornstørrelse i mm langs x-aksen og henholdsvis akkumulert vektprosent og andel i hver størrelseskategori langs y-aksen. Sediment-fraksjonen «grus» besto av større skjellbiter, det ble ikke observert småstein eller grus under prøvetaking.

Innholdet av de fleste **metaller** i blandprøven fra de øverste 10 cm av sedimentet var lavt og innenfor tilstandsklasse II = «god» eller I = «bakgrunn» på de dype stasjonene i fjordbassenget (**tabell 4**). Innholdet av arsen var forhøyet og lå innenfor tilstandsklasse III = «moderat» på stasjon A (Hettenes), B (Skreia), C (Ulsnesøy) og E (Tunes). I tillegg var innholdet av sink i tilstandsklasse «moderat» på stasjon B.

Blant de vanligste **tjærestoffene (PAH)** var det noen som var markant forhøyet («moderat» eller «dårlig» tilstand) på alle stasjoner, med unntak av stasjon A. Konsentrasjonen av antracen lå i tilstandsklasse «moderat» på stasjon B-E, konsentrasjonen av pyren lå i tilstandsklasse «moderat» på stasjon D og E, mens konsentrasjonen av benzo[a]antracen var i tilstand «moderat» kun på stasjon D. Konsentrasjonen av indeno[1,2,3-cd]pyren var tydelig forhøyet og lå innenfor tilstandsklasse IV = «dårlig» på stasjon B, D og E, mens benzo[ghi]perylene var innenfor tilstandsklasse «dårlig» kun på stasjon E.

Nivået for summen av **polyklorerte bifenyler ( $\Sigma$ PCB 7)** var generelt noe over bakgrunnsnivået, og innholdet lå innenfor tilstandsklasse «god» på stasjon A og B, og innenfor tilstandsklasse «moderat» på stasjon C-E.

Nivået av **tributyltinn (TBT)** i sedimentet var gjennomgående lavt og under påvisningsgrensen.

**Tabell 4.** Analyseresultat fra blandprøvene fra stasjon A-E i de dype fjordbassengene i Vea- og Sør fjorden, september/oktober 2016. Klassifisering av tilstand er benyttet, der blå = tilstandsklasse I = "svært god", grønn: II = "god", gul: III = "moderat", oransje: IV = "dårlig" og rød: V = "svært dårlig".

| Stoff                 | Enhet | A- Hettenes | B - Skreia | C - Ulsnesøy | D - Stokkenes | E - Tunes  |
|-----------------------|-------|-------------|------------|--------------|---------------|------------|
| Arsen (As)            | mg/kg | 18 (III)    | 22 (III)   | 20 (III)     | 19 (III)      | 16 (II)    |
| Bly (Pb)              | mg/kg | 37 (II)     | 53 (II)    | 50 (II)      | 49 (II)       | 74 (II)    |
| Kadmium (Cd)          | mg/kg | 0,034 (I)   | 0,059 (I)  | 0,12 (I)     | 0,087 (I)     | 0,078 (I)  |
| Kobber (Cu)           | mg/kg | 24 (II)     | 36 (II)    | 33 (II)      | 36 (II)       | 41 (II)    |
| Krom (Cr)             | mg/kg | 34 (I)      | 48 (I)     | 44 (I)       | 43 (I)        | 49 (I)     |
| Kvikksølv (Hg)        | mg/kg | 0,018 (I)   | 0,025 (I)  | 0,031 (I)    | 0,038 (I)     | 0,037 (I)  |
| Nikkel (Ni)           | mg/kg | 23 (I)      | 30 (II)    | 30 (II)      | 22 (I)        | 25 (I)     |
| Sink (Zn)             | mg/kg | 110 (II)    | 140 (III)  | 130 (II)     | 120 (II)      | 120 (II)   |
| Naftalen              | µg/kg | 1,8 (I)     | 2,8 (II)   | 3,3 (II)     | 4,3 (II)      | 13 (II)    |
| Acenaftylen           | µg/kg | 0,51 (I)    | 0,79 (I)   | 1,3 (I)      | 2 (II)        | 1,9 (II)   |
| Acenaften             | µg/kg | <0,5 (I)    | 1,6 (I)    | 1,1 (I)      | 1,9 (I)       | 8,3 (II)   |
| Fluoren               | µg/kg | 1,3 (I)     | 3,1 (I)    | 2,9 (I)      | 5,3 (I)       | 8,2 (II)   |
| Fenantren             | µg/kg | 15 (II)     | 28 (II)    | 28 (II)      | 58 (II)       | 48 (II)    |
| Antracen              | µg/kg | 3,8 (II)    | 7 (III)    | 6,4 (III)    | 14 (III)      | 13 (III)   |
| Fluoranten            | µg/kg | 48 (II)     | 59 (II)    | 67 (II)      | 120 (II)      | 96 (II)    |
| Pyren                 | µg/kg | 42 (II)     | 56 (II)    | 62 (II)      | 100 (III)     | 89 (III)   |
| Benzo[a]antracen      | µg/kg | 27 (II)     | 34 (II)    | 36 (II)      | 64 (III)      | 55 (II)    |
| Krysen                | µg/kg | 26 (II)     | 32 (II)    | 35 (II)      | 58 (II)       | 49 (II)    |
| Benzo[b]fluoranten    | µg/kg | 46 (I)      | 49 (I)     | 54 (I)       | 67 (I)        | 67 (I)     |
| Benzo[k]fluoranten    | µg/kg | 33 (I)      | 40 (I)     | 43 (I)       | 58 (I)        | 58 (I)     |
| Benzo[a]pyren         | µg/kg | 24 (II)     | 29 (II)    | 32 (II)      | 53 (II)       | 52 (II)    |
| Indeno[1,2,3-cd]pyren | µg/kg | 51 (II)     | 63 (IV)    | 57 (II)      | 79 (IV)       | 66 (IV)    |
| Dibenzo[a,h]antracen  | µg/kg | 6,1 (I)     | 7,9 (I)    | 6,3 (I)      | 11 (I)        | 2,8 (I)    |
| Benzo[ghi]perylene    | µg/kg | 20 (II)     | 61 (II)    | 62 (II)      | 76 (II)       | 85 (IV)    |
| Σ PAH 16 EPA          | µg/kg | 380         | 470        | 500          | 780           | 710        |
| PCB # 28              | µg/kg | 0,3         | 0,37       | 0,33         | 0,29          | 0,44       |
| PCB # 52              | µg/kg | 0,51        | 0,48       | 0,63         | 0,63          | 0,56       |
| PCB # 101             | µg/kg | 0,4         | 0,39       | 0,59         | 1,02          | 0,65       |
| PCB # 118             | µg/kg | 0,43        | 0,44       | 0,64         | 0,88          | 0,69       |
| PCB # 138             | µg/kg | 0,83        | 0,96       | 1,28         | 2,02          | 1,5        |
| PCB # 153             | µg/kg | 0,28        | 0,37       | 0,42         | 1,22          | 0,7        |
| PCB # 180             | µg/kg | 0,88        | 1,03       | 1,43         | 2,35          | 1,56       |
| Σ PCB 7               | µg/kg | 3,63 (II)   | 4,04 (II)  | 5,32 (III)   | 8,41 (III)    | 6,12 (III) |
| Tributyltinn (TBT)    | µg/kg | <1 (I)*     | <1 (I)*    | <1 (I)*      | <1 (I)*       | <1 (I)*    |

\*Forvaltningsmessig etter TA-2229/2007

## 2. STANGHELLE

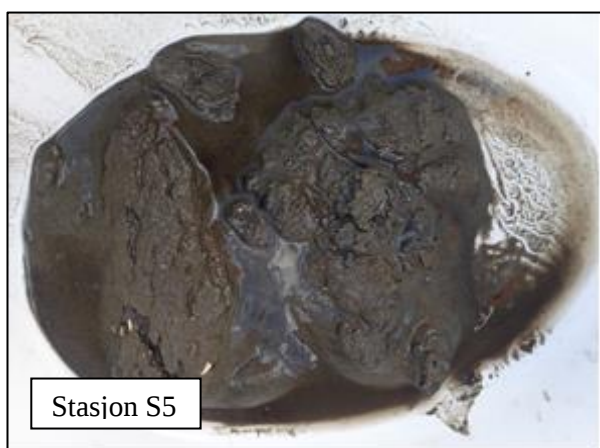
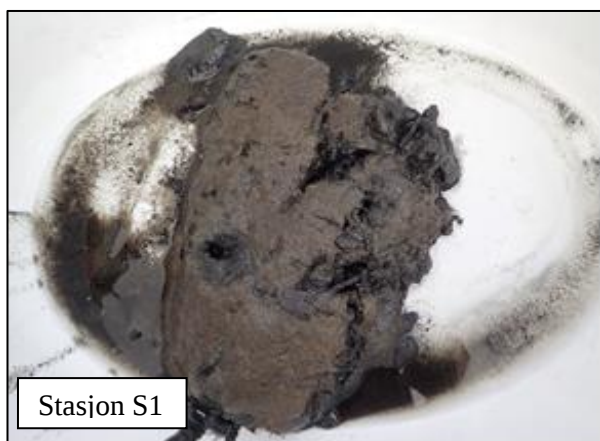
### SEDIMENTKARAKTERISTIKK

For analyse av kornfordeling, innhold av TOC og miljøgifter i sedimentet ble det tatt henholdsvis fire prøver på fem stasjoner (S1-S5) på tiltaksområdet.

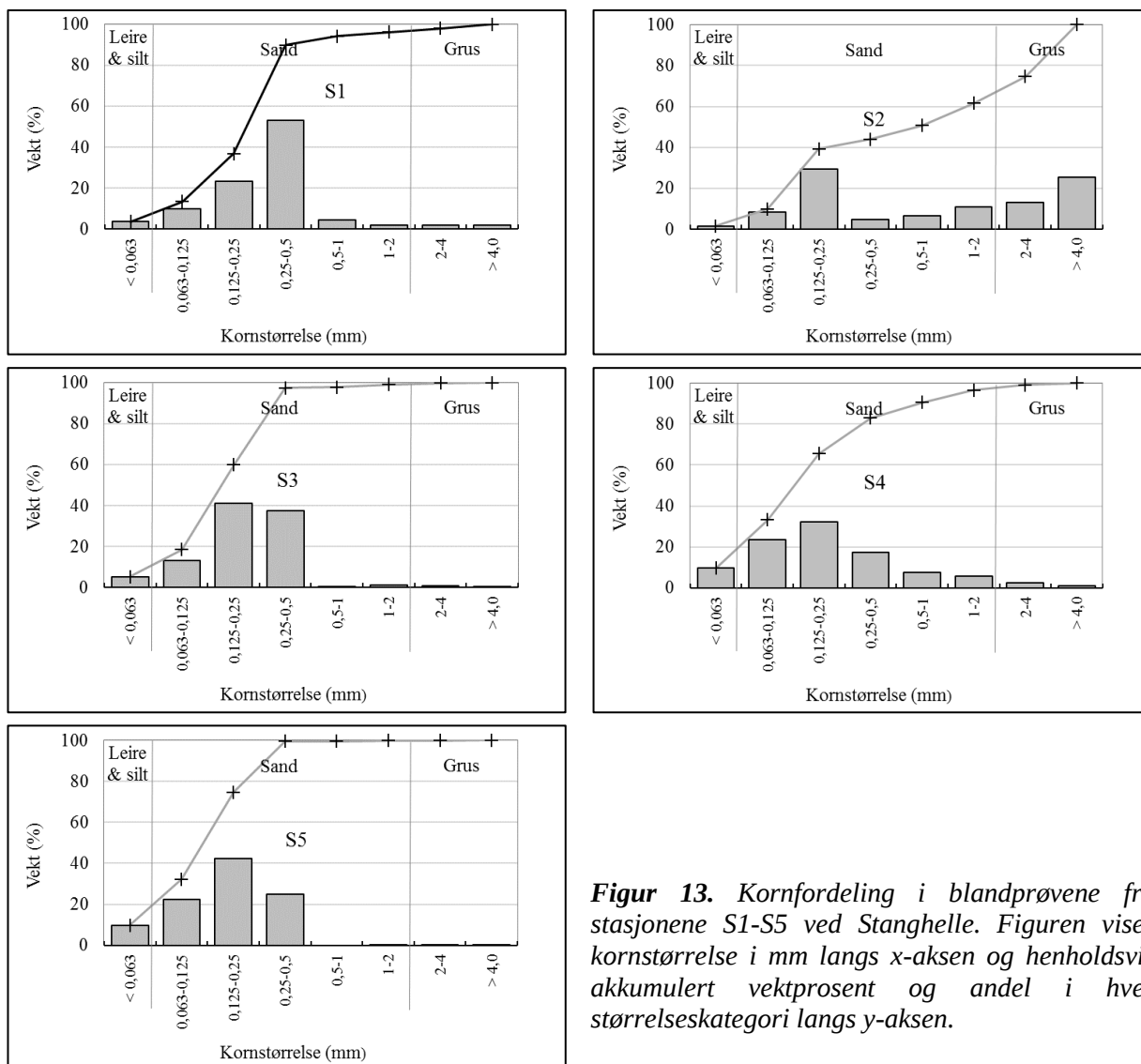
| Stanghelle | Sedimentbeskrivelse                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| S1         | En fikk opp 6-8 cm myk prøve som bestod av brunsvart sediment med lukt av H <sub>2</sub> S. Prøvene innehold ca. 50 % av terrestrisk materiale (løvblader, gress, kvister) og finkornet sediment med mest sand ( <b>figur 13</b> ). Parallellene var litt forskjellig med hensyn til andel grus. Kornfordelingsanalysen viste at ca. 92 % av blandprøven bestod av sand, med mindre andel grus og finstoff (silt og leire) ( <b>tabell 5, figur 14</b> ). TOC innholdet var relativt lavt ( <b>tabell 5</b> ). |
| S2         | En fikk opp 3-7 cm myk prøve som bestod av brunsvart, luktfritt sediment. Prøvene innehold grus og sand, samt litt terrestrisk materiale. Det var stor forskjell mellom parallellene med hensyn til andel småstein og grus. Kornfordelingsanalysen viste at ca. 60 % av blandprøven bestod av sand, rundt 38 % av grus og litt mindre enn 2 % av finstoff. TOC-innholdet var moderat høyt.                                                                                                                     |
| S3         | En fikk opp 4-7 cm brunsvart, luktfritt fin sand med litt mudder. Det var et lag lysere sand på sedimentoverflaten. Parallellene var veldig like i konsistens. Kornfordelingsanalysen viste at nesten 94 % av blandprøven bestod av sand, med rundt 5 % finstoff og litt grus. TOC-innholdet var lavt.                                                                                                                                                                                                         |
| S4         | En fikk opp 4-5 cm myk og luktfri prøve som bestod av lys sand og noe grus, samt litt skjellrester. Parallellene var veldig like i konsistens. Kornfordelingsanalysen viste at ca. 97 % av blandprøven bestod av sand, med rundt 10 % finstoff og littgrus.                                                                                                                                                                                                                                                    |
| S5         | En fikk opp 4-7 cm myk og luktfri prøve som bestod av grå til gråbrun fin sand, samt noen skjellrester. Parallellene var veldig like i konsistens. Kornfordelingsanalysen viste at ca. 90 % av blandprøven bestod av sand, med ca. 10 % finstoff. TOC-innholdet var lavt.                                                                                                                                                                                                                                      |

**Tabell 5.** Kornfordeling, tørrstoff og glødetap i blandprøvene fra stasjon S1-S5 på Stanghelle. Klassifisering av tilstand er benyttet, der blå = tilstandsklasse I = "svært god", grønn: II = "god", gul: III = "moderat", oransje: IV = "dårlig" og rød: V = "svært dårlig".

| Stasjon                       | S1           | S2           | S3           | S4           | S5           |
|-------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Leire & silt i %              | 3,7          | 1,6          | 5,4          | 9,6          | 9,7          |
| Sand i %                      | 92,3         | 60,0         | 93,6         | 86,9         | 90,1         |
| Grus i %                      | 3,9          | 38,4         | 1,0          | 3,5          | 0,2          |
| Tørrstoff (%)                 | 61           | 60           | 70           | 75           | 70           |
| Glødetap (%)                  | 5,85         | 3,45         | 0,94         | 0,75         | 1,11         |
| TOC (mg/g)                    | 7,5          | 9,4          | 2,3          | 1,9          | 2,2          |
| <b>Normalisert TOC (mg/g)</b> | <b>24,83</b> | <b>27,11</b> | <b>19,33</b> | <b>18,17</b> | <b>18,45</b> |
| <b>pH</b>                     | -            | -            | -            | -            | -            |
| <b>E<sub>h</sub> (mV)</b>     | -            | -            | -            | -            | -            |



**Figur 12.** Eksempler på sedimentprøver fra stasjon S1-S5 (miljøgifter) tatt på tiltaksområdet på Stanghelle 23. september 2016. Prøvene varierte en del, men sand var dominerende, samt en del grus på stasjon S2 og S3.



**Figur 13.** Kornfordeling i blandprøvene fra stasjonene S1-S5 ved Stanghelle. Figuren viser kornstørrelse i mm langs x-aksen og henholdsvis akkumulert vektprosent og andel i hver størrelseskategori langs y-aksen.

Innholdet av **metaller** i blandprøvene fra de øverste 10 cm av sedimentet var på de 5 stasjonene nesten gjennomgående lavt og innenfor bakgrunnsnivået (**tabell 6**). På stasjon 1 var bly- og kobberverdiene noe forhøyet, men innenfor tilstandsklasse II = «god». På stasjon 3 var blyinnholdet tydelig forhøyet og tilsvarte tilstandsklasse III = «moderat».

Blant de vanligste **tjærestoffene (PAH)** var de fleste på bakgrunnsnivå eller i tilstandsklasse «god». På stasjon S1 og S2 var innholdet av antracen forhøyet og lå innenfor tilstandsklasse «moderat».

Nivået for summen av **polyklorerte bifenyler ( $\Sigma$ PCB 7)** var litt over bakgrunnsnivået på alle stasjoner og markant forhøyet på stasjon 4, hvor det havnet i tilstandsklasse «moderat».

Nivået av **tributyltinn (TBT)** i sedimentet på stasjon 1 var under påvisningsgrensen på stasjon S1, S3 og S5, men var forhøyet på stasjon S2 og S4. På stasjon 2 lå TBT-innholdet i tilstandsklasse V = «svært dårlig» og på stasjon S4 i tilstandsklasse «moderat».

**Tabell 6.** Analyseresultat fra blandprøvene fra stasjon S1-S5 ved Stanghelle, september/oktober 2016. Klassifisering av tilstand er benyttet, der blå = tilstandsklasse I = "svært god", grønn: II = "god", gul: III = "moderat", oransje: IV = "dårlig" og rød: V = "svært dårlig".

| Stoff                 | Enhet | S1        | S2         | S3         | S4         | S5        |
|-----------------------|-------|-----------|------------|------------|------------|-----------|
| Arsen (As)            | mg/kg | 3,9 (I)   | 2,5 (I)    | 1,9 (I)    | 0,99 (I)   | 2,2 (I)   |
| Bly (Pb)              | mg/kg | 28 (II)   | 8,6 (I)    | 280 (III)  | 3,3 (I)    | 7,2 (I)   |
| Kadmium (Cd)          | mg/kg | 0,11 (I)  | 0,025 (I)  | <0,010 (I) | <0,010 (I) | 0,014 (I) |
| Kobber (Cu)           | mg/kg | 26 (II)   | 12 (I)     | 5 (I)      | 2,5 (I)    | 4,2 (I)   |
| Krom (Cr)             | mg/kg | 9,6 (I)   | 7,8 (I)    | 8 (I)      | 6,1 (I)    | 8,8 (I)   |
| Kvikksølv (Hg)        | mg/kg | 0,015 (I) | 0,011 (I)  | 0,009 (I)  | 0,004 (I)  | 0,008 (I) |
| Nikkel (Ni)           | mg/kg | 6,4 (I)   | 5,3 (I)    | 4,9 (I)    | 3,8 (I)    | 5,5 (I)   |
| Sink (Zn)             | mg/kg | 79 (I)    | 37 (I)     | 30 (I)     | 21 (I)     | 32 (I)    |
| Naftalen              | µg/kg | 1,9 (I)   | 4,8 (II)   | 1,2 (I)    | <0,5 (I)   | <0,5 (I)  |
| Acenaftylen           | µg/kg | <0,5 (I)  | <0,5 (I)   | <0,5 (I)   | <0,5 (I)   | <0,5 (I)  |
| Acenaften             | µg/kg | 1,6 (I)   | 6,7 (II)   | 0,83 (I)   | <0,5 (I)   | <0,5 (I)  |
| Fluoren               | µg/kg | 2,9 (I)   | 5,4 (I)    | 0,77 (I)   | <0,5 (I)   | <0,5 (I)  |
| Fenantren             | µg/kg | 17 (II)   | 29 (II)    | 12 (II)    | <0,5 (I)   | 3,2 (I)   |
| Antracen              | µg/kg | 5,1 (III) | 6,5 (III)  | 2,2 (II)   | <0,5 (I)   | 0,87 (I)  |
| Fluoranten            | µg/kg | 110 (II)  | 57 (II)    | 26 (II)    | 2,2 (I)    | 8,2 (II)  |
| Pyren                 | µg/kg | 69 (II)   | 48 (II)    | 23 (II)    | 1,6 (I)    | 6,8 (II)  |
| Benzo[a]antracen      | µg/kg | 25 (II)   | 35 (II)    | 11 (II)    | 0,82 (I)   | 4,5 (II)  |
| Krysen                | µg/kg | 30 (II)   | 68 (II)    | 16 (II)    | 1,3 (I)    | 5,5 (II)  |
| Benzo[b]fluoranten    | µg/kg | 33 (I)    | 21 (I)     | 16 (I)     | 1,9 (I)    | 6,5 (I)   |
| Benzo[k]fluoranten    | µg/kg | 25 (I)    | 15 (I)     | 13 (I)     | 1,2 (I)    | 4,8 (I)   |
| Benzo[a]pyren         | µg/kg | 19 (II)   | 22 (II)    | 12 (II)    | 0,98 (I)   | 4,1 (I)   |
| Indeno[1,2,3-cd]pyren | µg/kg | 16 (I)    | 13 (I)     | 13 (I)     | 1,5 (I)    | 4,7 (I)   |
| Dibenzo[a,h]antracen  | µg/kg | 3,1 (I)   | 4,4 (I)    | 2,1 (I)    | <0,5 (I)   | 0,85 (I)  |
| Benzo[ghi]perylene    | µg/kg | 17 (I)    | 24 (II)    | 13 (I)     | 1,5 (I)    | 5,1 (I)   |
| Σ PAH 16 EPA          | µg/kg | 370       | 360        | 160        | 13         | 55        |
| PCB # 28              | µg/kg | <0,1      | 0,22       | <0,1       | <0,1       | <0,1      |
| PCB # 52              | µg/kg | 0,46      | 1,04       | 0,32       | 0,12       | 0,23      |
| PCB # 101             | µg/kg | 0,47      | 0,74       | 0,13       | <0,1       | 0,14      |
| PCB # 118             | µg/kg | 0,28      | 0,79       | <0,1       | <0,1       | 0,13      |
| PCB # 138             | µg/kg | 0,55      | 0,57       | 0,14       | <0,1       | 0,12      |
| PCB # 153             | µg/kg | 0,31      | 0,29       | <0,1       | <0,1       | <0,1      |
| PCB # 180             | µg/kg | 0,67      | 0,66       | 0,16       | <0,1       | 0,15      |
| Σ PCB 7               | µg/kg | 2,82 (II) | 4,29 (III) | <1 (II)    | <1 (II)    | <1 (II)   |
| Tributyltinn (TBT)    | µg/kg | <1 (I)*   | 130 (V)*   | <1 (I)*    | 9,1 (III)* | <1 (I)*   |

\*Forvaltningsmessig etter TA-2229/2007

### 3. FOSSMARK

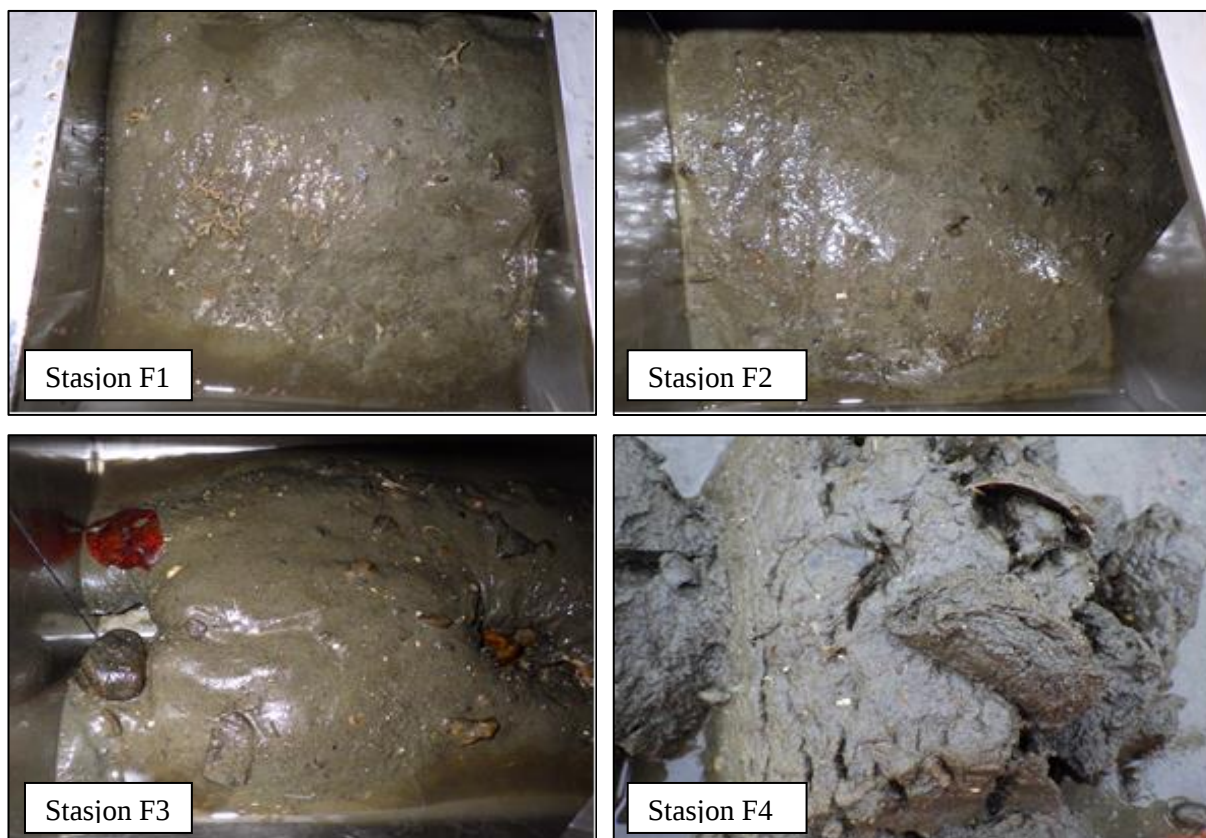
#### SEDIMENTKARAKTERISTIKK

For analyse av kornfordeling, innhold av TOC og miljøgifter i sedimentet ble det tatt fire parallelle prøver på henholdsvis to stasjoner på tiltaksområdet (F3 og F4) og to stasjoner på skråningen nedenfor tiltaksområdet (F1 og F2). Tiltaket kan potensielt føre til oppvirvling av sediment nedenfor selve tiltaksområdet og derfor er stasjonene som ligger vest for tiltaksområdet vurdert som relevante. Det var ellers relativt store områder med hardbunn eller bløtbunn med bratt helning i tiltaksområdet. Prøveantall er redusert fra fem til fire fordi det var ikke mulig å få opp prøve fra de bratte skråningene nord og sør på tiltaksområdet.

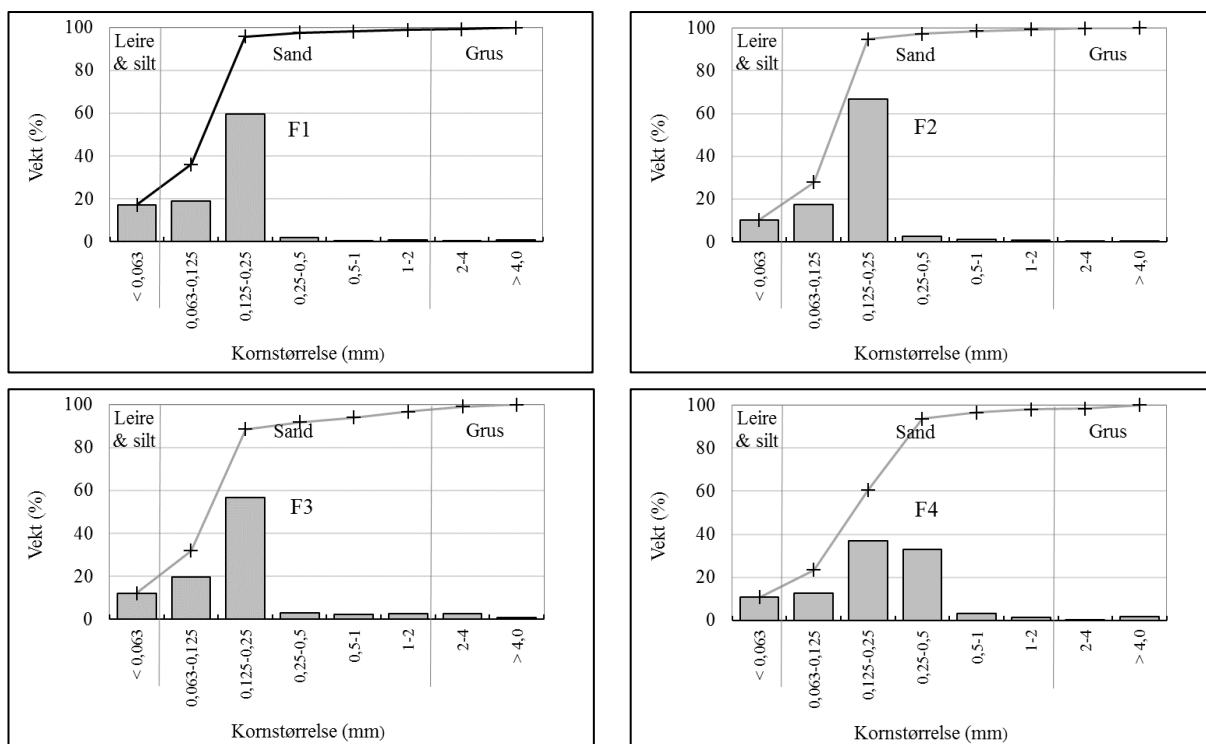
| Fossmark | Sedimentbeskrivelse                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| F1       | En fikk opp 13-15 cm sediment i grabben (knappt $\frac{3}{4}$ grabb). Prøvene var luktfrie, myke og gråbrune ( <b>figur 15</b> ). Prøvene bestod av finkornet sediment med ca. 60 % sand, 20 % silt, 15 % leire og 5 % grus. Kornfordelingsanalysen viste at 81 % av blandprøven fra de øverste 10 cm bestod av sand, ca. 17 % av finstoff (silt og leire) og rundt 1 % av grus ( <b>tabell 7, figur 16</b> ). TOC-innholdet var relativt lavt ( <b>tabell 7</b> ).                                           |
| F2       | En fikk opp 7-9 cm sediment i grabben (knappt $\frac{1}{2}$ grabb). Prøvene var luktfrie, myk til faste og gråbrune. Prøvene bestod av finkornet sediment med ca. 80 % sand og 20 % silt. Kornfordelingsanalysen viste at 90 % av blandprøven fra de øverste 10 cm bestod av sand, ca. 9 % av finstoff og under 1 % av grus eller skjellbiter. TOC-innholdet var relativt lavt.                                                                                                                               |
| F3       | En fikk opp 6-9 cm sediment i grabben (knappt $\frac{1}{2}$ grabb). Prøvene var luktfrie, myke til faste og gråbrune. Prøvene bestod av finkornet sediment med ca. 80 % sand, 20 % silt og noen småstein. Andelen småstein/grus varierte mellom parallellene. Kornfordelingsanalysen viste at 85 % av blandprøven fra de øverste 10 cm bestod av sand, ca. 12 % av finstoff og rundt 3-4 % av grus eller skjellbiter. TOC-innholdet var relativt lavt.                                                        |
| F4       | En fikk opp 7-9 cm sediment i grabben (knappt $\frac{1}{2}$ grabb). Det var vanskelig å få opp prøve på stasjonen på grunn av småstein og store skjellrester. Prøvene var luktfrie, myke til faste og gråbrune. Prøvene bestod av finkornet sediment med ca. 80 % sand, 10 % silt og 10 % grus, samt noen småstein og biter av kuskjell. Kornfordelingsanalysen viste at 87 % av blandprøven fra de øverste 10 cm bestod av sand, ca. 11 % av finstoff og rundt 2 % av grus. TOC-innholdet var relativt lavt. |

**Tabell 7.** Kornfordeling, tørrstoff og glødetap i blandprøvene fra stasjon F1-F4 ved Fossmark. Fargesetting etter veileder 02:2013. Klassifisering av tilstand er benyttet, der blå = tilstandsklasse I = "svært god", grønn: II = "god", gul: III = "moderat", oransje: IV = "dårlig" og rød: V = "svært dårlig".

| Stasjon                       | F1           | F2           | F3           | F4           |
|-------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Leire & silt i %              | 17,3         | 10,3         | 12,2         | 10,8         |
| Sand i %                      | 81,5         | 89,0         | 84,5         | 87,1         |
| Grus i %                      | 1,2          | 0,7          | 3,4          | 2,1          |
| Tørrstoff (%)                 | 43           | 67           | 69           | 70,5         |
| Glødetap (%)                  | 2,27         | 1,92         | 1,74         | 1,79         |
| TOC (mg/g)                    | 9,4          | 6,5          | 4,8          | 5,6          |
| <b>Normalisert TOC (mg/g)</b> | <b>24,28</b> | <b>22,64</b> | <b>20,61</b> | <b>21,66</b> |



**Figur 14.** Eksempler på sedimentprøver fra stasjon F1-F4 tatt på tiltaksområdet ved Fossmark 26. oktober 2016. Innhold av grus og stein i prøvene varierte, men sand var dominerende på alle stasjoner.



**Figur 15.** Kornfordeling i blandprøvene fra stasjonene F1-F4 tatt 26. oktober 2016. Figuren viser kornstørrelse i mm langs x-aksen og henholdsvis akkumulert vektprosent og andel i hver størrelseskategori langs y-aksen.

Innholdet av **metaller** i blandprøvene fra de øverste 10 cm av sedimentet var lavt og på bakgrunnsnivået på de fire stasjonene (**tabell 8**).

Nivået av de vanligste **tjærestoffene (PAH)** var også lavt og på bakgrunnsnivå eller innenfor tilstandsklasse II = «god» på alle stasjoner. Nivået for summen av **polyklorete bifenyl** ( $\Sigma$ PCB 7) var litt over bakgrunnsnivået på alle stasjoner, og innholdet lå innenfor tilstandsklasse II = «god». Nivået av **tributyltinn (TBT)** i sedimentet var under påvisningsgrensen på alle stasjoner.

**Tabell 8.** Analyseresultat fra blandprøvene fra stasjon F1-F4 ved Fossmark, 26. oktober 2016. Klassifisering av tilstand er benyttet, der blå = tilstandsklasse I = "svært god", grønn: II = "god", gul: III = "moderat", oransje: IV = "dårlig" og rød: V = "svært dårlig".

| Stoff                 | Enhet | F1        | F2        | F3        | F4         |
|-----------------------|-------|-----------|-----------|-----------|------------|
| Arsen (As)            | mg/kg | 3,9 (I)   | 3 (I)     | 3 (I)     | 2,4 (I)    |
| Bly (Pb)              | mg/kg | 16 (I)    | 13 (I)    | 11 (I)    | 12 (I)     |
| Kadmium (Cd)          | mg/kg | 0,021 (I) | 0,023 (I) | 0,024 (I) | 0,015 (I)  |
| Kobber (Cu)           | mg/kg | 13 (I)    | 8,6 (I)   | 8,5 (I)   | 6,8 (I)    |
| Krom (Cr)             | mg/kg | 22 (I)    | 15 (I)    | 13 (I)    | 15 (I)     |
| Kvikksølv (Hg)        | mg/kg | 0,021 (I) | 0,02 (I)  | 0,016 (I) | 0,017 (I)  |
| Nikkel (Ni)           | mg/kg | 14 (I)    | 9,5 (I)   | 9,3 (I)   | 9,6 (I)    |
| Sink (Zn)             | mg/kg | 55 (I)    | 40 (I)    | 37 (I)    | 34 (I)     |
| Naftalen              | µg/kg | 2,6 (II)  | 1,42 (I)  | 1,21 (I)  | 1 (I)      |
| Acenaftylen           | µg/kg | 1,08 (I)  | 0,69 (I)  | <0,1 (I)  | 0,59 (I)   |
| Acenaften             | µg/kg | 1,57 (I)  | 1,28 (I)  | 1,28 (I)  | 1,43 (I)   |
| Fluoren               | µg/kg | 0,93 (I)  | 0,64 (I)  | 0,62 (I)  | 0,71 (I)   |
| Fenantren             | µg/kg | 7,36 (II) | 4,17 (I)  | 3,88 (I)  | 6,62 (I)   |
| Antracen              | µg/kg | 2,36 (II) | 1,5 (II)  | 1,52 (II) | 2,27 (II)  |
| Fluoranten            | µg/kg | 17,4 (II) | 11,9 (II) | 9,96 (II) | 15,2 (II)  |
| Pyren                 | µg/kg | 17,7 (II) | 10,6 (II) | 9,97 (II) | 14 (II)    |
| Benzo[a]antracen      | µg/kg | 7,14 (II) | 4,51 (II) | 4,44 (II) | 5,285 (II) |
| Krysen                | µg/kg | 7,45 (II) | 5,28 (II) | 5,6 (II)  | 6,13 (II)  |
| Benzo[b]fluoranten    | µg/kg | 16,6 (I)  | 12,8 (I)  | 11,3 (I)  | 11,7 (I)   |
| Benzo[k]fluoranten    | µg/kg | 7,94 (I)  | 7,28 (I)  | 5,88 (I)  | 7,23 (I)   |
| Benzo[a]pyren         | µg/kg | 9,45 (II) | 7,9 (II)  | 7,48 (II) | 8 (II)     |
| Indeno[1,2,3-cd]pyren | µg/kg | 26,6 (II) | 21,8 (II) | 14,3 (I)  | 16,6 (I)   |
| Dibenzo[a,h]antracen  | µg/kg | 5,51 (I)  | 4,07 (I)  | 2,79 (I)  | 3,14 (I)   |
| Benzo[ghi]perylene    | µg/kg | 53,7 (II) | 41,1 (II) | 27,7 (II) | 36,5 (II)  |
| $\Sigma$ PAH 16 EPA   | µg/kg | 185       | 137       | 108       | 136        |
| PCB # 28              | µg/kg | 0,19      | 0,18      | 0,12      | 0,63       |
| PCB # 52              | µg/kg | 0,34      | 0,33      | 0,29      | 0,39       |
| PCB # 101             | µg/kg | 0,25      | 0,2       | 0,13      | 0,26       |
| PCB # 118             | µg/kg | 0,14      | 0,13      | <0,1      | 0,16       |
| PCB # 138             | µg/kg | 0,33      | 0,29      | 0,19      | 0,37       |
| PCB # 153             | µg/kg | <0,1      | <0,1      | <0,1      | <0,1       |
| PCB # 180             | µg/kg | 0,37      | 0,4       | 0,27      | 0,42       |
| $\Sigma$ PCB 7        | µg/kg | 1,72 (II) | 1,61 (II) | 1,13 (II) | 2,31 (II)  |
| Tributyltinn (TBT)    | µg/kg | <1 (I)*   | <1 (I)*   | <1 (I)*   | <1 (I)*    |

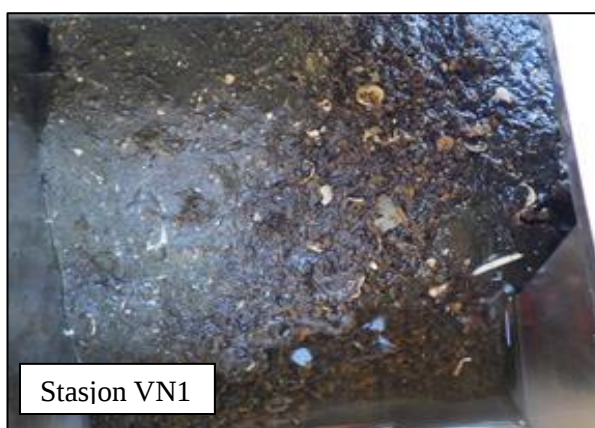
\*Forvaltningsmessig etter TA-2229/2007

## 4. VAKSDAL NORD

### SEDIMENTKARAKTERISTIKK

For analyse av kornfordeling, innhold av TOC og miljøgifter i sedimentet ble det tatt prøver på to stasjoner (VN1-VN2) på tiltaksområdet. Det var mye hardbunn og bratt bløtbunn på tiltaksområdet, slik at antall prøvestasjoner ble redusert fra fem til to. På stasjon VN2 var det generelt lite sediment i grabben på grunn av blandingsbunn med mye småstein. Det var flere feilforsøk med tom grabb eller for lite sediment, og ved samtlige av de fire parallelle prøvene som ble analysert, var det småstein i grabbåpningen, slikt at noe sediment rant ut (**figur 18**).

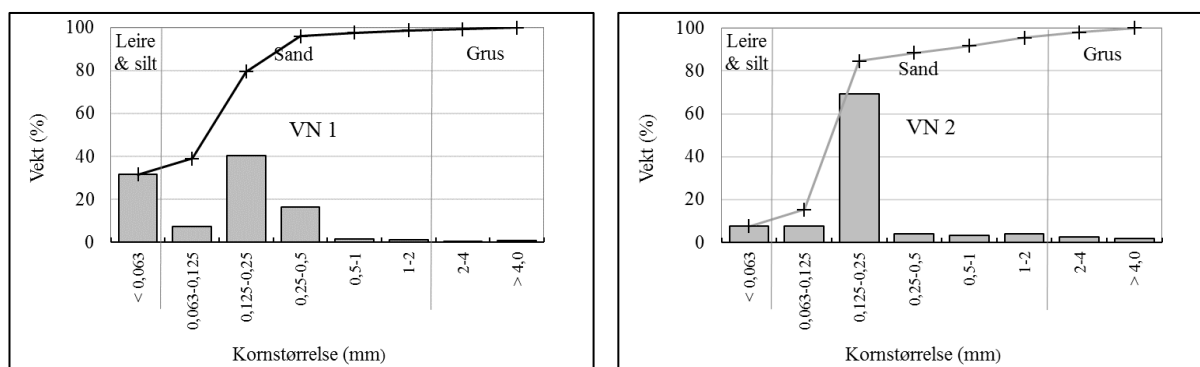
| Vaksdal Nord | Sedimentbeskrivelse                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| VN1          | En fikk opp 10-11 cm sediment i grabben (ca. ½ full grabb). Prøvene var luktfrie, myke og gråbrune ( <b>figur 17</b> ). Prøvene bestod av finkornet sediment med ca. 90 % sand, 10 % silt og litt grus og skjellrester. I tillegg var det noe terrestrisk materiale (trebiter, løvblader) i prøvene. Kornfordelingsanalysen viste at 67 % av blandprøven fra de øverste 10 cm bestod av sand, ca. 32 % av finstoff (silt og leire) og rundt 1 % av grus ( <b>tabell 9, figur 18</b> ). TOC-innholdet var relativt lavt ( <b>tabell 9</b> ). |
| VN2          | En fikk opp 2-6 cm sediment i grabben (opptil ¼ full grabb). Prøvene var luktfrie, myke til faste og gråbrune. I Prøvene bestod av finkornet sediment med ca. 90 % sand, 10 % silt og litt grus og en del store skjellrester. Kornfordelingsanalysen viste at 88 % av blandprøven bestod av sand, ca. 8 % av finstoff (silt og leire) og rundt 5 % av grus og skjellbiter. TOC-innholdet var relativt lavt.                                                                                                                                 |



**Figur 16.** Eksempler på sedimentprøver fra stasjon VN1 og VN2 tatt på tiltaksområdet på Vaksdal Nord 25. oktober 2016. Det var mye stein og grus i prøvene fra stasjon VN2, men ellers var sand dominerende.

**Tabell 9.** Kornfordeling, tørrstoff og glødetap i blandprøvene fra stasjon VN1 og VN2 ved Vaksdal Nord. Fargesetting etter veileder 02:2013. Klassifisering av tilstand er benyttet, der blå = tilstandsklasse I = "svært god", grønn: II = "god", gul: III = "moderat", oransje: IV = "dårlig" og rød: V = "svært dårlig".

| Stasjon                | VN 1  | VN 2  |
|------------------------|-------|-------|
| Leire & silt i %       | 31,5  | 7,5   |
| Sand i %               | 67,2  | 88,0  |
| Grus i %               | 1,2   | 4,5   |
| Tørrstoff (%)          | 59    | 68    |
| Glødetap (%)           | 4,13  | 1,44  |
| TOC (mg/g)             | 8,3   | 4,1   |
| Normalisert TOC (mg/g) | 20,63 | 20,75 |



**Figur 17.** Kornfordeling i blandprøvene fra stasjonene VN1 og VN2. Figuren viser kornstørrelse langs x-aksen og akkumulert vektprosent og andel i hver størrelseskategori langs y-aksen.

Innholdet av **metaller** i blandprøvene fra de øverste 10 cm av sedimentet var lavt på stasjon VN1 og VN2 og lå på bakgrunnsnivå, med unntak av kobber som havnet innenfor tilstandsklasse II = «god» på stasjon VN1 (**tabell 10**).

Konsentrasjonen av de vanligste **tjærestoffene (PAH)** varierte betydelig og mens de fleste av stoffene var innenfor tilstandsklasse II = «god» eller på bakgrunnsnivå, var innholdet av noen av stoffene markant forhøyet. Forbindelsene indeno[1,2,3-cd]pyren og benzo(ghi)perylene lå innenfor tilstandsklasse IV = «dårlig» på stasjon VN1, men var ikke særlig forhøyet på stasjon VN2. Forbindelsene antracen og pyren var forhøyet og innenfor tilstandsklasse «moderat» på begge to stasjonene. Benzo[a]antracen var innenfor tilstandsklasse «moderat» kun på stasjon VN1, men lå innenfor tilstandsklasse «god» på stasjon VN2.

Nivået for summen av **polyklorerte bifenyler ( $\Sigma$ PCB 7)** var markant forhøyet på stasjon VN1, hvor det lå innenfor tilstandsklasse III = «moderat». På stasjon VN2 lå innholdet innenfor tilstandsklasse II = «god». Nivået av **tributyltinn (TBT)** i sedimentet var lavt på begge to stasjonene og var under påvisningsgrensen.

**Tabell 10.** Analyseresultat fra blandprøvene fra stasjon VN1 og VN2 ved Vaksdal Nord, 26. oktober 2016. Prøvetakingen ved VN2 var på grunn av småstein i grabbåpningen mangelfull og resultatene må anses som estimat av minstekonsentrasjonen i sedimentet. Klassifisering av tilstand er benyttet, der blå = tilstandsklasse I = "svært god", grønn: II = "god", gul: III = "moderat", oransje: IV = "dårlig" og rød: V = "svært dårlig".

| Stoff                 | Enhet | VN 1       | VN 2       |
|-----------------------|-------|------------|------------|
| Arsen (As)            | mg/kg | 6,7 (I)    | 3 (I)      |
| Bly (Pb)              | mg/kg | 23 (I)     | 9,9 (I)    |
| Kadmium (Cd)          | mg/kg | 0,04 (I)   | 0,026 (I)  |
| Kobber (Cu)           | mg/kg | 36 (II)    | 11 (I)     |
| Krom (Cr)             | mg/kg | 47 (I)     | 24 (I)     |
| Kvikksølv (Hg)        | mg/kg | 0,031 (I)  | 0,013 (I)  |
| Nikkel (Ni)           | mg/kg | 18 (I)     | 10 (I)     |
| Sink (Zn)             | mg/kg | 88 (I)     | 49 (I)     |
| Naftalen              | µg/kg | 8,5 (II)   | 4,63 (II)  |
| Acenaftylen           | µg/kg | 6,61 (II)  | 2,4 (II)   |
| Acenaften             | µg/kg | 9,91 (II)  | 6,76 (II)  |
| Fluoren               | µg/kg | 4,83 (I)   | 3,17 (I)   |
| Fenantren             | µg/kg | 74,4 (II)  | 49 (II)    |
| Antracen              | µg/kg | 23,9 (III) | 15,1 (III) |
| Fluoranten            | µg/kg | 191 (II)   | 118 (II)   |
| Pyren                 | µg/kg | 165 (III)  | 109 (III)  |
| Benzo[a]antracen      | µg/kg | 94,9 (III) | 49,1 (II)  |
| Krysen                | µg/kg | 74,9 (II)  | 42,5 (II)  |
| Benzo[b]fluoranten    | µg/kg | 118 (II)   | 52,9 (I)   |
| Benzo[k]fluoranten    | µg/kg | 63 (I)     | 28,8 (I)   |
| Benzo[a]pyren         | µg/kg | 120 (II)   | 56,8 (II)  |
| Indeno[1,2,3-cd]pyren | µg/kg | 89,5 (IV)  | 42,4 (II)  |
| Dibenzo[a,h]antracen  | µg/kg | 25,8 (II)  | 11,2 (I)   |
| Benzo[ghi]perylene    | µg/kg | 149 (IV)   | 81,2 (II)  |
| Σ PAH 16 EPA          | µg/kg | 1220       | 673        |
| PCB # 28              | µg/kg | 0,21       | 0,12       |
| PCB # 52              | µg/kg | 0,73       | 0,29       |
| PCB # 101             | µg/kg | 1,7        | 0,17       |
| PCB # 118             | µg/kg | 0,59       | 0,12       |
| PCB # 138             | µg/kg | 2,83       | 0,24       |
| PCB # 153             | µg/kg | 1,81       | <0,1       |
| PCB # 180             | µg/kg | 3,62       | 0,3        |
| Σ PCB 7               | µg/kg | 11,5 (III) | 1,33 (II)  |
| Tributyltinn (TBT)    | µg/kg | <1 (I)*    | <1 (I)*    |

\*Forvaltningsmessig etter TA-2229/2007

## 5. VAKSDAL MØLLE

### SEDIMENTKARAKTERISTIKK

For analyse av kornfordeling, innhold av TOC og miljøgifter i sedimentet ble det tatt prøver på én stasjon sørvest for det sørlige tiltaksområde ved Vaksdal Mølle. Et tiltak vil føre til oppvirvling av sediment i dette området, og derfor anses stasjonen som relevant. Det er gjennomgående hardbunn med lite ansamling av sediment på selve tiltaksområdet i sør og ved det nordlige tiltaksområdet.

| Vaksdal Mølle | Sedimentbeskrivelse                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| VM1           | En fikk opp 13-15 cm sediment i grabben (knappt $\frac{3}{4}$ grabb). Prøvene var luktfrie, myke og gråbrune ( <b>figur 19</b> ). Prøvene bestod av finkornet sediment med ca. 60 % sand, 20 % silt, 15 % leire og 5 % grus. Kornfordelingsanalysen viste at 81 % av blandprøven fra de øverste 10 cm bestod av sand, ca. 17 % av finstoff (silt og leire) og rundt 1 % av grus ( <b>tabell 11</b> , <b>figur 20</b> ). TOC-innholdet var relativt lavt ( <b>tabell 11</b> ). |



**Figur 18.** Eksempler på sedimentprøver fra stasjon VM1 tatt på det sørlige tiltaksområdet ved Vaksdal Mølle, 25. oktober 2016. Sand var det dominerende sedimentet på stasjonen, blandet med skjellbiter og grus/småstein.

**Tabell 11.** Kornfordeling, tørrstoff og glødetap i blandprøvene fra stasjon VM1 på det sørlige tiltaksområdet ved Vaksdal Mølle. Fargesetting etter veileder 02:2013. Klassifisering av tilstand er benyttet, der blå = tilstandsklasse I = "svært god", grønn: II = "god", gul: III = "moderat", oransje: IV = "dårlig" og rød: V = "svært dårlig".

| Stasjon                | VM1   |
|------------------------|-------|
| Leire & silt i %       | 5,6   |
| Sand i %               | 92,9  |
| Grus i %               | 1,6   |
| Tørrstoff (%)          | 64    |
| Glødetap (%)           | 2,74  |
| TOC (mg/g)             | 4,6   |
| Normalisert TOC (mg/g) | 21,60 |

**Tabell 2.** Analyseresultat fra blandprøvene fra stasjon VM1 ved Vaksdal Mølle, september/oktober 2016. Klassifisering av tilstand er benyttet, der blå = tilstandsklasse I = "svært god", grønn: II = "god", gul: III = "moderat", oransje: IV = "dårlig" og rød: V = "svært dårlig".

| Stoff                 | Enhet | VM1        |
|-----------------------|-------|------------|
| Arsen (As)            | mg/kg | 5,6 (I)    |
| Bly (Pb)              | mg/kg | 22 (I)     |
| Kadmium (Cd)          | mg/kg | 0,032 (I)  |
| Kobber (Cu)           | mg/kg | 20 (II)    |
| Krom (Cr)             | mg/kg | 41 (I)     |
| Kvikksølv (Hg)        | mg/kg | 0,025 (I)  |
| Nikkel (Ni)           | mg/kg | 18 (I)     |
| Sink (Zn)             | mg/kg | 79 (I)     |
| Naftalen              | µg/kg | 5,59 (II)  |
| Acenaftilen           | µg/kg | 3,71 (II)  |
| Acenaften             | µg/kg | 8,72 (II)  |
| Fluoren               | µg/kg | 5,12 (I)   |
| Fenantren             | µg/kg | 85,2 (II)  |
| Antracen              | µg/kg | 21,8 (III) |
| Fluoranten            | µg/kg | 175 (II)   |
| Pyren                 | µg/kg | 150 (III)  |
| Benzo[a]antracen      | µg/kg | 73,6 (III) |
| Krysen                | µg/kg | 59,9 (II)  |
| Benzo[b]fluoranten    | µg/kg | 78,8 (I)   |
| Benzo[k]fluoranten    | µg/kg | 29,9 (I)   |
| Benzo[a]pyren         | µg/kg | 83,6 (II)  |
| Indeno[1,2,3-cd]pyren | µg/kg | 59,8 (II)  |
| Dibenzo[a,h]antracen  | µg/kg | 12,9 (II)  |
| Benzo[ghi]perylene    | µg/kg | 77,5 (II)  |
| Σ PAH 16 EPA          | µg/kg | 931        |
| PCB # 28              | µg/kg | 0,12       |
| PCB # 52              | µg/kg | 0,33       |
| PCB # 101             | µg/kg | 0,23       |
| PCB # 118             | µg/kg | 0,13       |
| PCB # 138             | µg/kg | 0,38       |
| PCB # 153             | µg/kg | 0,12       |
| PCB # 180             | µg/kg | 0,45       |
| Σ PCB 7               | µg/kg | 1,76 (II)  |
| Tributyltinn (TBT)    | µg/kg | 3,3 (II)*  |

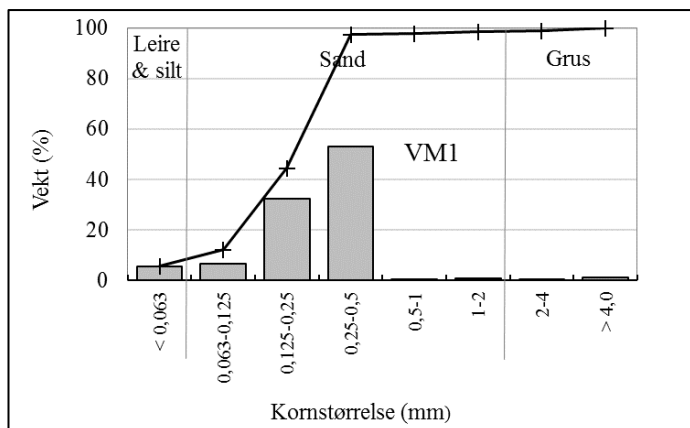
\*Forvaltningsmessig etter TA-2229/2007

Innholdet av **metaller** i blandprøven fra de øverste 10 cm av sedimentet var lavt og på bakgrunnsnivå, med unntak av kobberkonsentrasjonen, som var noe høyere og innenfor tilstandsklasse II = «god» (tabell 12).

Konsentrasjonen av de vanligste **tjærestoffene (PAH)** var på bakgrunnsnivå for alle metaller med unntak av kobber, som lå innenfor tilstand II = «god».

Nivået for summen av **polyklorerte bifenyler** ( $\Sigma$ PCB 7) var varierende. For antracen, pyren og benzo[a]antracen var innholdet markant forhøyet og lå innenfor tilstandsklasse III = «moderat». Konsentrasjonen av de fleste andre komponentene var ubetydelig forhøyet og lå innenfor tilstandsklasse II = «god», mens tre av komponentene lå på bakgrunnsnivå.

Nivået av **tributyltinn (TBT)** i sedimentet var relativt lavt og lå innenfor tilstand II = «god».



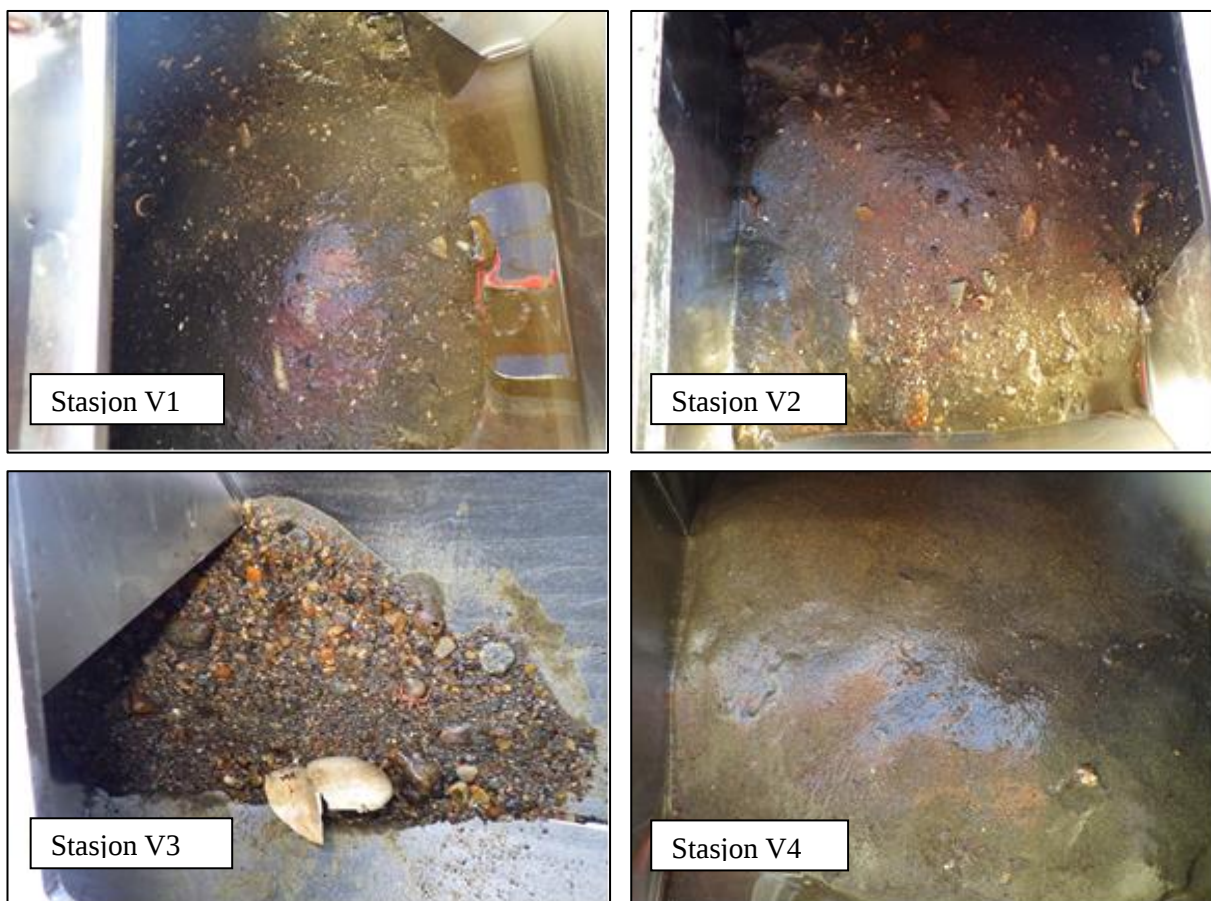
**Figur 19.** Kornfordeling i blandingsprøvene fra stasjon VM1 tatt 26. oktober 2016. Figuren viser kornstørrelse i mm langs x-aksen og henholdsvis akkumulert vektprosent og andel i hver størrelseskategori langs y-aksen.

## 6. VAKSDAL SØR

### SEDIMENTKARAKTERISTIKK

For analyse av kornfordeling, innhold av TOC og miljøgifter i sedimentet ble det tatt prøver på fire stasjoner (VS1-VS4) på tiltaksområdet. I tillegg ble det tatt prøver for analyser av bløtbunnsfauna på stasjon V4. Alle prøver er fra den nordlige tredjedelen av tiltaksområdet. På grunn av hardbunn (fjell og stein) var det ikke mulig å få opp prøver lenger sør på tiltaksområdet.

| Vaksdal Sør | Sedimentbeskrivelse                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| V1          | En fikk opp 7-11 cm sediment i grabben (ca. ½ grabb). Prøvene var luktfrie, myke til faste og gråbrune ( <b>figur 21</b> ). Prøvene bestod av finkornet sand (90 %) med ca. 10 % grus, og litt silt, samt noen skjellrester og småstein. Kornfordelingsanalysen viste at 87 % av blandprøven fra de øverste 10 cm bestod av sand, ca. 7 % av finstoff (silt og leire) og rundt 6 % av grus ( <b>tabell 13, figur 22</b> ). TOC-innholdet var relativt lavt ( <b>tabell 13</b> ).                      |
| V2          | En fikk opp 7-12 cm sediment i grabben (ca. ½ grabb). Prøvene var luktfrie, myke til faste og gråbrune. Prøvene bestod av ca. 70 % sand og 30 % grus. Det var noen småstein. Kornfordelingsanalysen viste at 82 % av blandprøven fra de øverste 10 cm bestod av sand, ca. 10 % av finstoff (silt og leire) og rundt 9 % av grus. TOC-innholdet var relativt lavt.                                                                                                                                     |
| V3          | En fikk opp 3-6 cm sediment i grabben (rundt ¼ grabb). Prøvene var luktfrie, myke til faste og gråbrune. Det var en del variasjoner mellom prøvene med hensyn til andel grus og grov sand. De første to parallellene inneholdt lite finstoff og fin sand, mens de to siste parallellene hadde en høyere andel finkornet sediment. Kornfordelingsanalysen viste at 68 % av blandprøven fra de øverste 10 cm bestod av grus, ca. 29 % av sand og kun 3 % av finstoff). TOC-innholdet var relativt lavt. |
| V4          | En fikk opp 9-11 cm sediment i grabben (knappt ½ grabb). Prøvene var luktfrie, myke til faste og gråbrune. Prøvene bestod av finkornet sediment med ca. 90 % sand, 5 % silt og 5 % grus. Kornfordelingsanalysen viste at rundt 90 % av blandprøven fra de øverste 10 cm bestod av sand, ca. 9 % av finstoff og rundt 1-2 % av grus. TOC-innholdet var relativt lavt.                                                                                                                                  |



**Figur 20.** Eksempler på sedimentprøver fra stasjon VS1-VS3 (miljøgifter) og VS4 (miljøgifter og bløtbunnsfauna) ved Vaksdal Sør, 24. og 25 oktober 2016. Innhold av grus i sedimentet varierte tydelig og var høyest på stasjon VS3 og lavest på stasjon VS4.

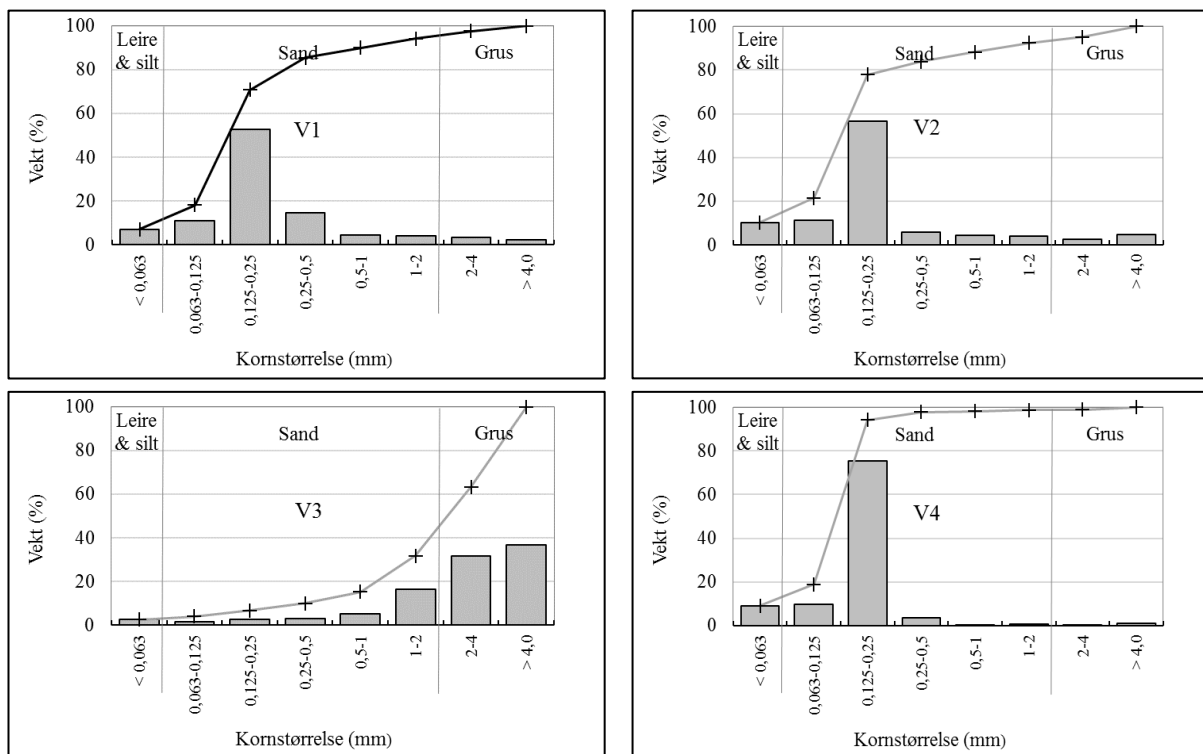
**Tabell 13.** Kornfordeling, tørrstoff og glødetap i blandprøvene fra stasjon VS1-VS4 ved Vaksdal Sør. Surhet (pH) og oksygeninnhold (Eh) ble kun målt i prøver for bløtbunnsfauna og presenterte verdier er gjennomsnittsverdier fra 4 grabbhugg per stasjon. Fargesetting etter veileder 02:2013. Klassifisering av tilstand er benyttet, der blå = tilstandsklasse I = "svært god", grønn: II = "god", gul: III = "moderat", oransje: IV = "dårlig" og rød: V = "svært dårlig". pH og Eh er kun målt i prøver for analyse av bløtbunnsfauna.

| Stasjon                       | V1           | V2           | V3           | V4           |
|-------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Leire & silt i %              | 7,1          | 10,3         | 2,6          | 9,0          |
| Sand i %                      | 87,1         | 82,1         | 29,2         | 89,6         |
| Grus i %                      | 5,9          | 7,6          | 68,2         | 1,4          |
| Tørrstoff (%)                 | 67           | 71           | 87           | 68           |
| Glødetap (%)                  | 3,1          | 2,65         | 0,83         | 1,94         |
| TOC (mg/g)                    | 9,1          | 7,4          | 8,1          | 4,6          |
| <b>Normalisert TOC (mg/g)</b> | <b>25,83</b> | <b>23,54</b> | <b>25,64</b> | <b>20,97</b> |
| pH                            | -            | -            | -            | 6,88         |
| Eh (mV)                       | -            | -            | -            | 178          |

**Tabell 14.** Analyseresultat fra blandprøvene fra stasjon VS1-VS4 ved Vaksdal Sør, 24. og 25. oktober 2016. Klassifisering av tilstand er benyttet, der blå = tilstandsklasse I = "svært god", grønn: II = "god", gul: III = "moderat", oransje: IV = "dårlig" og rød: V = "svært dårlig".

| Stoff                 | Enhet | V1         | V2         | V3        | V4        |
|-----------------------|-------|------------|------------|-----------|-----------|
| Arsen (As)            | mg/kg | 4,3 (I)    | 4,7 (I)    | 3,9 (I)   | 3,2 (I)   |
| Bly (Pb)              | mg/kg | 14 (I)     | 14 (I)     | 8,3 (I)   | 14 (I)    |
| Kadmium (Cd)          | mg/kg | 0,03 (I)   | 0,027 (I)  | 0,018 (I) | 0,029 (I) |
| Kobber (Cu)           | mg/kg | 17 (I)     | 10 (I)     | 6,7 (I)   | 25 (II)   |
| Krom (Cr)             | mg/kg | 21 (I)     | 21 (I)     | 7,2 (I)   | 21 (I)    |
| Kvikksølv (Hg)        | mg/kg | 0,018 (I)  | 0,022 (I)  | 0,004 (I) | 0,025 (I) |
| Nikkel (Ni)           | mg/kg | 15 (I)     | 13 (I)     | 5,2 (I)   | 13 (I)    |
| Sink (Zn)             | mg/kg | 44 (I)     | 49 (I)     | 23 (I)    | 47 (I)    |
| Naftalen              | µg/kg | 3,5 (II)   | 2,24 (II)  | 2,78 (II) | 2,25 (II) |
| Acenaftylen           | µg/kg | 2,55 (II)  | 2,19 (II)  | 5,32 (II) | 2,06 (II) |
| Acenaften             | µg/kg | 4,32 (II)  | 2,05 (I)   | 6,2 (II)  | 2,2 (I)   |
| Fluoren               | µg/kg | 2,63 (I)   | 1,16 (I)   | 2,88 (I)  | 1,5 (I)   |
| Fenantren             | µg/kg | 32,5 (II)  | 15,5 (II)  | 33,6 (II) | 20 (II)   |
| Antracen              | µg/kg | 10,3 (III) | 5,64 (III) | 11 (III)  | 6,6 (III) |
| Fluoranten            | µg/kg | 71 (II)    | 44,9 (II)  | 80,5 (II) | 53,5 (II) |
| Pyren                 | µg/kg | 64,9 (II)  | 42,9 (II)  | 73,4 (II) | 50,1 (II) |
| Benzo[a]antracen      | µg/kg | 29,6 (II)  | 16,4 (II)  | 34,8 (II) | 21,2 (II) |
| Krysen                | µg/kg | 23,8 (II)  | 15,9 (II)  | 28,5 (II) | 18,3 (II) |
| Benzo[b]fluoranten    | µg/kg | 39 (I)     | 26,6 (I)   | 41,5 (I)  | 27,1 (I)  |
| Benzo[k]fluoranten    | µg/kg | 21,6 (I)   | 16,4 (I)   | 24,5 (I)  | 14,9 (I)  |
| Benzo[a]pyren         | µg/kg | 38 (II)    | 24,1 (II)  | 42,1 (II) | 26,3 (II) |
| Indeno[1,2,3-cd]pyren | µg/kg | 40,8 (II)  | 33 (II)    | 39,2 (II) | 29,2 (II) |
| Dibenzo[a,h]antracen  | µg/kg | 9,02 (I)   | 6,48 (I)   | 9,06 (I)  | 5,82 (I)  |
| Benzo[ghi]perylen     | µg/kg | 68,1 (II)  | 61,3 (II)  | 61,7 (II) | 47,5 (II) |
| Σ PAH 16 EPA          | µg/kg | 462        | 317        | 497       | 329       |
| PCB # 28              | µg/kg | 0,18       | 0,17       | 0,22      | 0,22      |
| PCB # 52              | µg/kg | 0,36       | 0,33       | 0,36      | 0,28      |
| PCB # 101             | µg/kg | 0,21       | 0,2        | 0,22      | 0,18      |
| PCB # 118             | µg/kg | 0,12       | 0,12       | 0,13      | <0,1      |
| PCB # 138             | µg/kg | 0,38       | 0,34       | 0,35      | 0,25      |
| PCB # 153             | µg/kg | 0,12       | 0,11       | 0,23      | <0,1      |
| PCB # 180             | µg/kg | 0,48       | 0,42       | 0,44      | 0,34      |
| Σ PCB 7               | µg/kg | 1,86 (II)  | 1,69 (II)  | 1,96 (II) | 1,41 (II) |
| Tributyltinn (TBT)    | µg/kg | <1 (I)*    | 1,1 (II)*  | <1 (I)*   | <1 (I)*   |

\*Forvaltningsmessig etter TA-2229/2007



**Figur 21.** Kornfordeling i sedimentprøvene fra stasjonene V1-V4 tatt 24 og 25. oktober 2016. Figuren viser kornstørrelse i mm langs x-aksen og henholdsvis akkumulert vektprosent og andel i hver størrelseskategori langs y-aksen.

Innholdet av **metaller** i blandprøvene fra de øverste 10 cm av sedimentet var på bakgrunnsnivå på de fire stasjonene, med unntak av kobberinnholdet på stasjon V4, som lå innenfor tilstandsklasse II = «god» (tabell 14).

Konsentrasjonen av de vanligste **tjærestoffene (PAH)** var stort sett lavt og innenfor tilstand «god» eller på bakgrunnsnivå, med unntak av antracen som var markant forhøyet og lå innenfor tilstandsklasse III = «moderat» på alle stasjoner. Nivået for summen av **polyklorerte bifenyl (ΣPCB 7)** var litt over bakgrunnsnivå og innholdet lå innenfor tilstandsklasse «god».

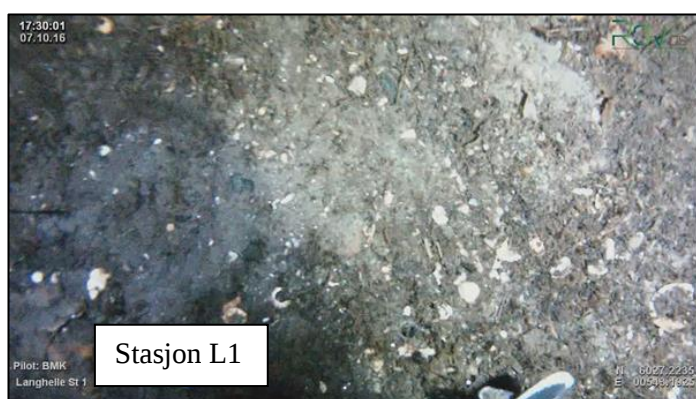
Nivået av **tributyltinn (TBT)** i sedimentet var lavt, dvs. under påvisningsgrensen eller «god» tilstand.

## 7. LANGHELLE

### SEDIMENTKARAKTERISTIKK

Det var kun få og små arealer med sediment på tiltaksområdet. For analyse av kornfordeling, innhold av TOC og miljøgifter i sedimentet ble det tatt prøver med ROV fra én stasjon (L1) på tiltaksområdet. Prøvetakingsmetoden kan føre til noe lavere innhold finstoff i sedimentet og dermed til en viss underestimering av miljøgifter bundet til finstoff.

| Langhelle | Sedimentbeskrivelse                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| L1        | En tok 2 prøver bestående av flere delprøver med horisontal-corer. Sedimentet var gråbrunt og mykt til fast, og bestod av fin sand med skjellrester, litt grus og en del terrestrisk materiale (trebiter, løvblader) ( <b>figur 23</b> ). Kornfordelingsanalysen viste at 70 % av blandprøven fra overflatesedimentet (ca. øverste 10 cm) bestod av sand, ca. 22 % av finstoff (leire og silt) og 7 % av skjellbiter og grus ( <b>tabell 15, figur 24</b> ). TOC-innholdet var relativt lavt ( <b>tabell 15</b> ). |

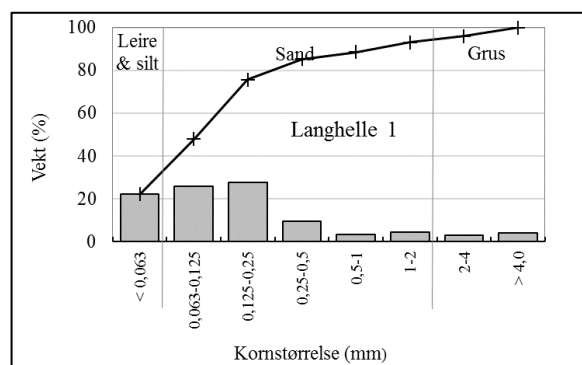


**Figur 22.** Sjøbunnen ved stasjon L1 (miljøgifter) på tiltaksområdet ved Langhelle 7. oktober 2016. Bildet tatt med ROV før prøvetaking. Det synes tydelig at det var mye organisk materiale på bunnoverflaten.

**Tabell 15.** Kornfordeling, tørrstoff og glødetap i blandprøvene fra stasjon L1 Fargesetting etter veileder 02:2013. Klassifisering av tilstand er benyttet, der blå = tilstandsklasse I = "svært god", grønn: II = "god", gul: III = "moderat", oransje: IV = "dårlig" og rød: V = "svært dårlig".

| Stasjon                       | L1           |
|-------------------------------|--------------|
| Leire & silt i %              | 22,2         |
| Sand i %                      | 70,8         |
| Grus i %                      | 7,0          |
| Tørrstoff (%)                 | 64           |
| Glødetap (%)                  | 4,3          |
| TOC (mg/g)                    | 9            |
| <b>Normalisert TOC (mg/g)</b> | <b>23,01</b> |

**Figur 23.** Kornfordeling i blandprøvene fra stasjon L1 tatt 7. oktober 2016. Figuren viser kornstørrelse i mm langs x-aksen og henholdsvis akkumulert vektprosent og andel i hver størrelseskategori langs y-aksen.



Innholdet av **metaller** i blandprøven fra de øverste 10 cm av sedimentet var lavt og på bakgrunnsnivå (**tabell 16**).

Konsentrasjonen av **tjærestoffer (PAH)** var på eller noe over bakgrunnsnivå for alle analyserte komponenter. Nivået for summen av **polyklorerte bifenyler ( $\Sigma$ PCB 7)** var relativt lavt, men noe over bakgrunnsnivå (tilstandsklasse II = «god»). Nivået av **tributyltinn (TBT)** var under påvisningsgrensen.

**Tabell 16.** Analyseresultat fra blandprøvene fra stasjon L1 ved Langhelle, 7. oktober 2016. Klassifisering av tilstand er benyttet, der blå = tilstandsklasse I = "svært god", grønn: II = "god", gul: III = "moderat", oransje: IV = "dårlig" og rød: V = "svært dårlig".

| Stoff                 | Enhet | L1        |
|-----------------------|-------|-----------|
| Arsen (As)            | mg/kg | 5,5 (I)   |
| Bly (Pb)              | mg/kg | 11 (I)    |
| Kadmium (Cd)          | mg/kg | 0,032 (I) |
| Kobber (Cu)           | mg/kg | 15 (I)    |
| Krom (Cr)             | mg/kg | 21 (I)    |
| Kvikksølv (Hg)        | mg/kg | 0,014 (I) |
| Nikkel (Ni)           | mg/kg | 18 (I)    |
| Sink (Zn)             | mg/kg | 52 (I)    |
| Naftalen              | µg/kg | 2,29 (II) |
| Acenaftylen           | µg/kg | 0,73 (I)  |
| Acenaften             | µg/kg | 1 (I)     |
| Fluoren               | µg/kg | 0,62 (I)  |
| Fenantren             | µg/kg | 6,26 (I)  |
| Antracen              | µg/kg | 3,52 (II) |
| Fluoranten            | µg/kg | 16,8 (II) |
| Pyren                 | µg/kg | 18,3 (II) |
| Benzo[a]antracen      | µg/kg | 8,78 (II) |
| Krysen                | µg/kg | 9,46 (II) |
| Benzo[b]fluoranten    | µg/kg | 25,4 (I)  |
| Benzo[k]fluoranten    | µg/kg | 6,52 (I)  |
| Benzo[a]pyren         | µg/kg | 13,8 (II) |
| Indeno[1,2,3-cd]pyren | µg/kg | 23,5 (II) |
| Dibenzo[a,h]antracen  | µg/kg | 3,8 (I)   |
| Benzo[ghi]perylene    | µg/kg | 34,4 (II) |
| $\Sigma$ PAH 16 EPA   | µg/kg | 175       |
| PCB # 28              | µg/kg | <0,1      |
| PCB # 52              | µg/kg | 0,1       |
| PCB # 101             | µg/kg | 0,34      |
| PCB # 118             | µg/kg | 0,3       |
| PCB # 138             | µg/kg | 0,68      |
| PCB # 153             | µg/kg | 0,29      |
| PCB # 180             | µg/kg | 0,75      |
| $\Sigma$ PCB 7        | µg/kg | 2,52 (II) |
| Tributyltinn (TBT)    | µg/kg | <1 (I)*   |

\*Forvaltningsmessig etter TA-2229/2007

## 8. ROMSLO

### SEDIMENTKARAKTERISTIKK

For analyse av kornfordeling, innhold av TOC og miljøgifter i sedimentet ble det tatt prøver på fem stasjoner (R1-R5) ved Romslo. På de grunne stasjonene på tiltaksområdet (R1-R3) ble prøvene tatt med ROV. Prøvetakingsmetoden kan føre til noe lavere innhold finstoff i sedimentet og dermed til en viss underestimering av miljøgifter bundet til finstoff. På de dypere stasjonene R4-R5, som ligger på skråningen nedenfor tiltaksområdet, ble det benyttet stor grabb.

| Romslo | Sedimentbeskrivelse                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| R1     | En tok 3 prøver bestående av flere delprøver med horisontal-corer. Sedimentet var gråbrunt og mykt, og bestod av fin sand med en høy andel skjellrester/skjellsand samt noe terrestrisk materiale (trebiter, løvblader) ( <b>figur 25</b> ). Kornfordelingsanalysen viste at 84 % av blandprøven fra overflatesedimentet (ca. øverste 10 cm) bestod av sand, ca. 14 % av grus og skjellbiter, og rundt 2 % av finstoff (silt og leire) ( <b>tabell 17, figur 26</b> ). TOC-innholdet var relativt lavt ( <b>tabell 17</b> ). |
| R2     | En tok 3 prøver bestående av flere delprøver med horisontal-corer. Sedimentet var lyst og mykt til fast, og bestod av sand og grus, og på et av områdene en del finstoff. Kornfordelingsanalysen viste at 83 % av blandprøven fra overflatesedimentet (ca. øverste 10 cm) bestod av sand, ca. 8 % av grus og skjellbiter, og rundt 9 % av finstoff (silt og leire). TOC-innholdet var relativt lavt.                                                                                                                         |
| R3     | En tok 2 prøver bestående av flere delprøver med horisontal-corer. Sedimentet var gråbrunt og mykt til fast, og bestod av fin sand med en høy andel grus og noen skjellrester, samt litt terrestrisk materiale (trebiter, løvblader). Kornfordelingsanalysen viste at 90 % av blandprøven fra overflatesedimentet (ca. øverste 10 cm) bestod av sand, ca. 5 % av grus og skjellbiter, og rundt 5 % finstoff. TOC-innholdet var relativt lavt.                                                                                |
| R4     | En fikk opp 3-17 cm sediment i grabben (tre nesten fulle grabber og én ¼ grabb). Prøvene var luktfrie, myke og gråbrune. Prøvene bestod av finkornet sediment med ca. 60 % sand, 20 % silt, 10 % leire, 5 % skjellsand og 5 % grus. Leire fantes kun i de dypeste lag. Kornfordelingsanalysen viste at 67 % av blandprøven fra de øverste 10 cm bestod av sand, ca. 26 % av finstoff og rundt 7 % av grus og skjellbiter. TOC-innholdet var moderat høyt.                                                                    |
| R5     | En fikk opp 3-15 cm sediment i grabben (en vel 3/4-full grabb, to ½-fulle grabber, én ¼ grabb). Prøvene var luktfrie, myke og gråbrune. Prøvene bestod av ca. 80 % sand, 20 % silt, og spor av grus. Kornfordelingsanalysen viste at 77 % av blandprøven fra de øverste 10 cm bestod av sand, ca. 20 % av finstoff og rundt 3 % av grus. TOC-innholdet var høyt.                                                                                                                                                             |

**Tabell 17.** Kornfordeling, tørrstoff og glødetap i blandprøvene fra stasjon R1-R5 ved Romslo. Fargesetting etter veileder 02:2013. Klassifisering av tilstand er benyttet, der blå = tilstandsklasse I = "svært god", grønn: II = "god", gul: III = "moderat", oransje: IV = "dårlig" og rød: V = "svært dårlig".

| Stasjon                | R1    | R2    | R3    | R4    | R5    |
|------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Leire & silt i %       | 1,9   | 8,1   | 4,6   | 26,0  | 20,1  |
| Sand i %               | 84,0  | 83,2  | 90,6  | 66,6  | 77,0  |
| Grus i %               | 14,1  | 8,7   | 4,8   | 7,4   | 2,9   |
| Tørrstoff (%)          | 75    | 74    | 73    | 54    | 63    |
| Glødetap (%)           | 1,85  | 1,5   | 1,87  | 5,8   | 4,36  |
| TOC (mg/g)             | 3     | 4,6   | 3,2   | 19    | 25    |
| Normalisert TOC (mg/g) | 20,65 | 21,14 | 20,38 | 32,33 | 39,38 |

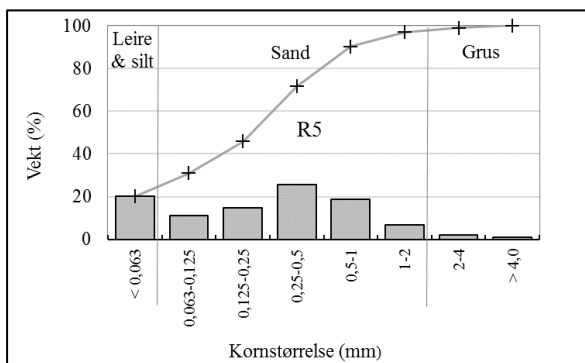
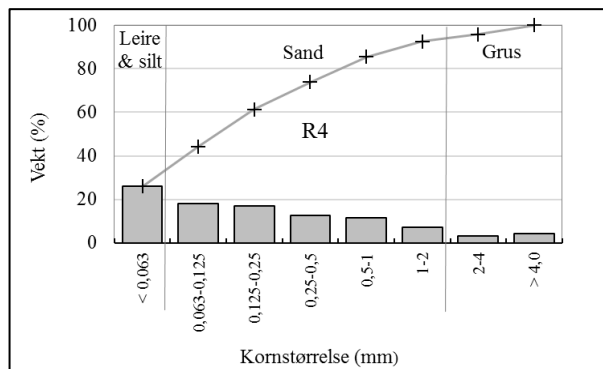
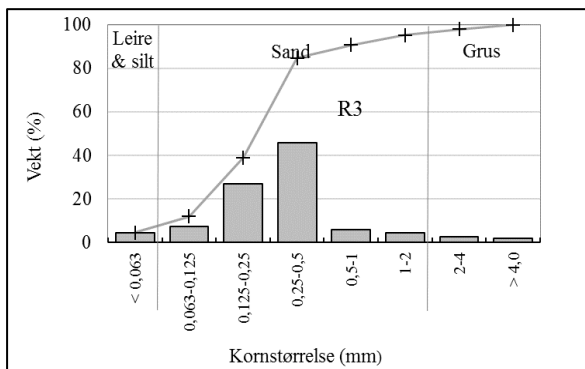
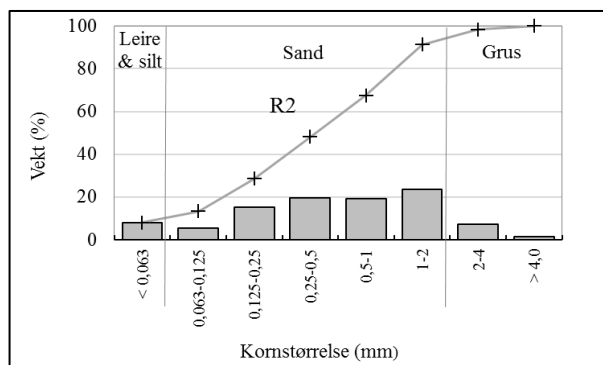
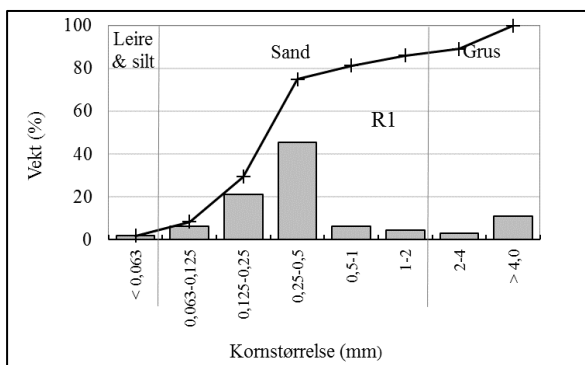
Innholdet av **metaller** i blandprøvene fra de øverste 10 cm av sedimentet var på de fem stasjonene ved Romslo generelt lavt og på bakgrunnsnivå, eller lå innenfor tilstandsklasse II = «god».

Konsentrasjonen av de vanligste **tjærestoffene (PAH)** varierte en del. På de grunne stasjonene med lite finstoff (R1-R3) lå innholdet av enkeltkomponentene på bakgrunnsnivå eller i tilstandsklasse «god» (**tabell 18**). På stasjon R4 var innholdet av komponenten benzo(ghi)perylen tydelig forhøyet og lå innenfor tilstandsklasse IV = «dårlig». På stasjon R4 var konsentrasjonen av indeno[1,2,3-cd]pyren og benzo(ghi)perylen i tilstandsklasse «dårlig». I tillegg var konsentrasjonen av antracen forhøyet og havnet i tilstandsklasse III = «moderat».

Nivået for summen av **polyklorete bifenyl** ( $\Sigma$ PCB 7) var lavt, og innholdet lå under påvisningsgrensen på stasjon R1-R3 og innenfor tilstandsklasse «god» på stasjon R4 og R5. Nivået av **tributyltinn (TBT)** i sedimentet var under påvisningsgrensen på stasjon R1-R3 og lavt på stasjon R3 og R4.



**Figur 24.** Eksempler på sediment fra stasjon R1-R5 (miljøgifter) på tiltaksområdet ved Romslo i september/oktober 2016. Bilder fra stasjon R1-R3 er tatt med ROV før prøvetaking; bilder fra stasjon R4 og R5 viser sedimentoverflaten av henholdsvis én av fire grabbhugg. Sedimentet var dominert av sand på alle stasjoner, med noe varierende innhold av grus.



**Figur 25.** Kornfordeling i blandprøvene fra stasjonene R1-R5 tatt september/oktober 2016. Figuren viser kornstørrelse i mm langs x-aksen og henholdsvis akkumulert vektprosent og andel i hver størrelseskategori langs y-aksen.

**Tabell 18.** Analyseresultat fra blandprøvene fra stasjon R1-R5 ved Romslo, september/oktober 2016. Klassifisering av tilstand er benyttet, der blå = tilstandsklasse I = "svært god", grønn: II = "god", gul: III = "moderat", oransje: IV = "dårlig" og rød: V = "svært dårlig".

| Stoff                 | Enhet | R1        | R2        | R3        | R4        | R5         |
|-----------------------|-------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| Arsen (As)            | mg/kg | 1,7 (I)   | 6,2 (I)   | 4,4 (I)   | 5,7 (I)   | 4,7 (I)    |
| Bly (Pb)              | mg/kg | 11 (I)    | 9,2 (I)   | 9,6 (I)   | 29 (II)   | 31 (II)    |
| Kadmium (Cd)          | mg/kg | 0,034 (I) | 0,013 (I) | 0,022 (I) | 0,036 (I) | 0,052 (I)  |
| Kobber (Cu)           | mg/kg | 20 (II)   | 12 (I)    | 20 (II)   | 25 (II)   | 31 (II)    |
| Krom (Cr)             | mg/kg | 28 (I)    | 22 (I)    | 25 (I)    | 34 (I)    | 45 (I)     |
| Kvikksølv (Hg)        | mg/kg | 0,007 (I) | 0,007 (I) | 0,008 (I) | 0,039 (I) | 0,051 (II) |
| Nikkel (Ni)           | mg/kg | 19 (I)    | 13 (I)    | 19 (I)    | 20 (I)    | 24 (I)     |
| Sink (Zn)             | mg/kg | 61 (I)    | 63 (I)    | 81 (I)    | 95 (II)   | 100 (II)   |
| Naftalen              | µg/kg | 2,83 (II) | 0,75 (I)  | 0,66 (I)  | 4,18 (II) | 4,15 (II)  |
| Acenaftylen           | µg/kg | 1,77 (II) | <0,1 (I)  | <0,1 (I)  | 1,53 (I)  | 2,75 (II)  |
| Acenaften             | µg/kg | 0,71 (I)  | 0,81 (I)  | 0,55 (I)  | 2,24 (I)  | 1,5 (I)    |
| Fluoren               | µg/kg | 1,24 (I)  | 0,35 (I)  | 0,31 (I)  | 1,6 (I)   | 1,37 (I)   |
| Fenantren             | µg/kg | 20,9 (II) | 3 (I)     | 1,73 (I)  | 10,2 (II) | 12,9 (II)  |
| Antracen              | µg/kg | 4,07 (II) | 1,46 (II) | 0,86 (I)  | 4,39 (II) | 5,49 (III) |
| Fluoranten            | µg/kg | 30,4 (II) | 8,18 (II) | 4,42 (I)  | 26,8 (II) | 38,6 (II)  |
| Pyren                 | µg/kg | 33,8 (II) | 8,14 (II) | 4,42 (I)  | 26,7 (II) | 37,4 (II)  |
| Benzo[a]antracen      | µg/kg | 10,9 (II) | 4,65 (II) | <0,1 (I)  | 17 (II)   | 23 (II)    |
| Krysen                | µg/kg | 12,1 (II) | 5,68 (II) | 2,49 (I)  | 14,3 (II) | 17,4 (II)  |
| Benzo[b]fluoranten    | µg/kg | 14,9 (I)  | 9,23 (I)  | 4,84 (I)  | 38,4 (I)  | 56 (I)     |
| Benzo[k]fluoranten    | µg/kg | 4,94 (I)  | 2,87 (I)  | 1,66 (I)  | 17,9 (I)  | 23,4 (I)   |
| Benzo[a]pyren         | µg/kg | 12,7 (II) | 6,76 (II) | 4,42 (I)  | 25,7 (II) | 39,3 (II)  |
| Indeno[1,2,3-cd]pyren | µg/kg | 9,62 (I)  | 9,29 (I)  | 5,53 (I)  | 58,3 (II) | 77,8 (IV)  |
| Dibenzo[a,h]antracen  | µg/kg | 1,84 (I)  | 1,29 (I)  | 0,57 (I)  | 12,8 (II) | 15,9 (II)  |
| Benzo[ghi]perylene    | µg/kg | 15,3 (I)  | 11,5 (I)  | 9,2 (I)   | 113 (IV)  | 134 (IV)   |
| Σ PAH 16 EPA          | µg/kg | 178       | 74        | 41,7      | 375       | 491        |
| PCB # 28              | µg/kg | <0,1      | <0,1      | <0,1      | 0,17      | 0,14       |
| PCB # 52              | µg/kg | <0,1      | <0,1      | <0,1      | 0,54      | 0,42       |
| PCB # 101             | µg/kg | <0,1      | 0,15      | 0,2       | 0,46      | 0,43       |
| PCB # 118             | µg/kg | <0,1      | <0,1      | <0,1      | 0,4       | 0,33       |
| PCB # 138             | µg/kg | <0,1      | 0,14      | 0,16      | 0,96      | 0,96       |
| PCB # 153             | µg/kg | <0,1      | <0,1      | <0,1      | 0,35      | 0,35       |
| PCB # 180             | µg/kg | <0,1      | 0,17      | 0,17      | 1,03      | 1,02       |
| Σ PCB 7               | µg/kg | <1 (I)    | <1 (I)    | <1 (I)    | 3,91 (II) | 3,65 (II)  |
| Tributyltinn (TBT)    | µg/kg | <1 (I)*   | <1 (I)*   | <1 (I)*   | 2,9 (II)* | 2,4 (II)*  |

\*Forvaltningsmessig etter TA-2229/2007

## VURDERING AV SEDIMENTKVALITET

På de dype stasjonene i Sørfjorden var det sedimenterende forhold med en høy andel finstoff (silt og leire). Finstoffinnholdet var høyest på stasjon C og E (Ulsnesøy og Tunes), med 60-70%, og lavest på stasjon A (Hettenes), med rundt 30 %. Glødetapet var noe høyt ved Ulsnesøy og Tunes, med rundt 11 %, mens det var tydelig lavere på Hettenes. Glødetapet angir mengden organisk stoff i sedimentet, der en regner med at det vanligvis er 10 % eller mindre i sedimenter der det foregår normal nedbryting av organisk materiale. Høyere verdier forekommer i sediment der det enten er så store tilførsler av organisk stoff at nedbrytingen ikke greier å holde følge med tilførslene, eller i områder der nedbrytingen er naturlig begrenset av for eksempel oksygenfattige forhold.

Innhold av organisk karbon (normalisert TOC) er i samsvar med resultatene fra glødetapet og var høyest ved Ulsnesøy og Tunes, og lavest ved Hettenes. Det er sannsynlig at elven tilfører en del grovere sediment til sjøbunnen ved stasjon A i fjordbassenget sør for Stanghelle, og at bunnfaunaen er veldig effektivt i å opparbeide organisk materiale som tilføres, selv om artsdiversiteten er noe redusert (se Todt m.fl. 2017). Innhold av TOC i sedimentet er etter gjeldende veileder 02:2013 kun støtteparameter, og høye TOC-verdier er vanlige i dype fjordbassenger med sedimenterende forhold. Likevel er resultatet av betydning ved en vurdering av innhold av metaller og spesielt av organiske miljøgifter i sediment, fordi finsediment med høyt innhold av TOC vil ha en høyere kapasitet til å binde miljøgifter.

På tiltaksområdene langs land varierte andel finstoff og organisk materiale i sedimentene betydelig. En må også ta med i diskusjonen at prøvestasjonene representerer stort sett delområder med høyest sedimentering på de forskjellige lokalitetene og at resultatene derfor ikke representerer gjennomsnitts-, men heller maksimalverdier. Et unntak er lokalitet Stanghelle, hvor det er generelt sedimenterende forhold, men resultatene viser også her at det er lokalt store forskjell i sedimentstruktur og TOC-innhold. Sedimentet fra 28 m dyp ved Stanghelle hadde med rundt 50 % en høy andel finstoff, men ganske lav verdi for glødetap. Det betyr at organisk materiale i sedimentet også her blir veldig effektivt nedbrutt av gravende bunndyr.

De grunnere stasjonene på tiltaksområdet hadde mye lavere andel finstoff (maksimal 10 %), men også relativt lave verdier for glødetap og normalisert TOC. Ved Fossmark var sedimentet fra de fire stasjonene ganske likt i struktur og organisk innhold. Finstoffinnholdet tilsvarte moderat sedimenterende forhold på prøvestasjonene. Det lave innholdet av normalisert TOC på stasjonen indikerte gode forhold for nedbryting av organisk materiale. De to prøvestasjonene ved Vaksdal Nord hadde svært forskjellig sediment. Andel finstoff på VN1 var tre ganger høyere enn på stasjon VN2, mens innholdet normalisert TOC var på nesten samme (lave) nivå. Det var vanskelig å få opp prøve i området og begge to stasjonene representerer små platåer (eller groper) hvor sediment samler seg opp. Sedimentforhold ved stasjonen VM1 ved Vaksdal Mølle Sør var veldig like som ved VN2. Det samme gjaldt for stasjon V4 ved Vaksdal Sør. På stasjon V1 og V2 ved Vaksdal Sør var sedimentet grovere, og TOC-innholdet var noe høyere enn på stasjon V4. Sedimentet fra stasjon V3 var enda grovere, med veldig lavt finstoffinnhold.

# MILJØRISIKOVURDERING TRINN 1

## 1. VEAFJORDENS OG SØRFJORDENS DYPBASSENGER

Ved lokaliteten Hettenes (A) i Veafjorden overskrider ingen av de undersøkte miljøgiftene grenseverdiene for trinn 1 (tabell ikke vist). På stasjon Ulsnesøy (C) i Sørfjorden overskrider ingen miljøgifter grenseverdiene mer enn 2 ganger (**tabell 19**). Ingen av stoffene var heller i tilstandsklasse IV eller V etter M-608/2016 på de to stasjonene. Tiltak på sjøbunn i fjordbassengene rundt stasjonene A og C medfører dermed ingen miljørisiko i forhold til miljøgifter.

**Tabell 19.** Målt sedimentkonsentrasjon ved stasjon Ulsnesøy (C) i Sørfjorden sammenlignet med trinn 1 grenseverdier i henhold til Miljødirektoratets veileder M-409.

| Stoff                  | Målt sedimentkonsentrasjon |                               |                                  | Trinn 1 grenseverdi (mg/kg) | Målt sedimentkonsentrasjon i forhold til trinn 1 grenseverdi (antall ganger): |        |
|------------------------|----------------------------|-------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|--------|
|                        | Antall prøver              | C <sub>sed, max</sub> (mg/kg) | C <sub>sed, middel</sub> (mg/kg) |                             | Maks                                                                          | Middel |
| Arsen                  | 1                          | 20                            | 20                               | 18                          | 1,1                                                                           | 1,1    |
| Bly                    | 1                          | 50                            | 50                               | 150                         |                                                                               |        |
| Kadmium                | 1                          | 0,12                          | 0,12                             | 2,5                         |                                                                               |        |
| Kobber                 | 1                          | 33                            | 33                               | 84                          |                                                                               |        |
| Krom totalt (III + VI) | 1                          | 44                            | 44                               | 660                         |                                                                               |        |
| Kvikksølv              | 1                          | 0,031                         | 0,031                            | 0,52                        |                                                                               |        |
| Nikkel                 | 1                          | 30                            | 30                               | 42                          |                                                                               |        |
| Sink                   | 1                          | 130                           | 130                              | 139                         |                                                                               |        |
| Naftalen               | 1                          | 0,0033                        | 0,0033                           | 0,027                       |                                                                               |        |
| Acenaftylen            | 1                          | 0,0013                        | 0,0013                           | 0,033                       |                                                                               |        |
| Acenaften              | 1                          | 0,0011                        | 0,0011                           | 0,096                       |                                                                               |        |
| Fluoren                | 1                          | 0,0029                        | 0,0029                           | 0,15                        |                                                                               |        |
| Fenantren              | 1                          | 0,028                         | 0,028                            | 0,78                        |                                                                               |        |
| Antracen               | 1                          | 0,0064                        | 0,0064                           | 0,0046                      | 1,4                                                                           | 1,4    |
| Fluoranten             | 1                          | 0,067                         | 0,067                            | 0,4                         |                                                                               |        |
| Pyren                  | 1                          | 0,062                         | 0,062                            | 0,084                       |                                                                               |        |
| Benzo(a)antracen       | 1                          | 0,036                         | 0,036                            | 0,06                        |                                                                               |        |
| Krysen                 | 1                          | 0,035                         | 0,035                            | 0,28                        |                                                                               |        |
| Benzo(b)fluoranten     | 1                          | 0,054                         | 0,054                            | 0,140                       |                                                                               |        |
| Benzo(k)fluoranten     | 1                          | 0,043                         | 0,043                            | 0,135                       |                                                                               |        |
| Benzo(a)pyren          | 1                          | 0,032                         | 0,032                            | 0,183                       |                                                                               |        |
| Indeno(1,2,3-cd)pyren  | 1                          | 0,057                         | 0,057                            | 0,063                       |                                                                               |        |
| Dibenzo(a,h)antracen   | 1                          | 0,0063                        | 0,0063                           | 0,027                       |                                                                               |        |
| Benzo(ghi)perylene     | 1                          | 0,062                         | 0,062                            | 0,084                       |                                                                               |        |
| PCB 28                 | 1                          | 0,00033                       | 0,00033                          |                             |                                                                               |        |
| PCB 52                 | 1                          | 0,00063                       | 0,00063                          |                             |                                                                               |        |
| PCB 101                | 1                          | 0,00059                       | 0,00059                          |                             |                                                                               |        |
| PCB 118                | 1                          | 0,00064                       | 0,00064                          |                             |                                                                               |        |
| PCB 138                | 1                          | 0,00128                       | 0,00128                          |                             |                                                                               |        |
| PCB 153                | 1                          | 0,00042                       | 0,00042                          |                             |                                                                               |        |
| PCB 180                | 1                          | 0,00143                       | 0,00143                          |                             |                                                                               |        |
| Sum PCB7               | 1                          | 5,32E-03                      | 5,32E-03                         | 0,0041                      | 1,3                                                                           | 1,3    |
| Tributyltinn (TBT-ion) | 1                          | 0,001                         | 0,001                            | 0,035                       |                                                                               |        |

Ved lokaliteten Skreia (B) overskrider ingen av de undersøkte miljøgiftene grenseverdiene for trinn 1 mer enn 2 ganger (**tabell 20**), men stoffet indeno[1,2,3-cd]pyren ligger i tilstandsklasse IV etter M-608/2016.

**Tiltak på sjøbunn ved Skreia kan derfor medføre risiko for spredning av miljøgifter.**

**Tabell 20.** Målt sedimentkonsentrasjon ved stasjon Skreia (B) i Veafjorden sammenlignet med trinn 1 grenseverdier i henhold til Miljødirektoratets veileder M-409.

| Stoff                  | Målt sedimentkonsentrasjon |                               |                                  | Trinn 1 grenseverdi (mg/kg) | Målt sedimentkonsentrasjon i forhold til trinn 1 grenseverdi (antall ganger): |        |
|------------------------|----------------------------|-------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|--------|
|                        | Antall prøver              | C <sub>sed, max</sub> (mg/kg) | C <sub>sed, middel</sub> (mg/kg) |                             | Maks                                                                          | Middel |
| Arsen                  | 1                          | 22                            | 22                               | 18                          | 1,2                                                                           | 1,2    |
| Bly                    | 1                          | 53                            | 53                               | 150                         |                                                                               |        |
| Kadmium                | 1                          | 0,059                         | 0,059                            | 2,5                         |                                                                               |        |
| Kobber                 | 1                          | 36                            | 36                               | 84                          |                                                                               |        |
| Krom totalt (III + VI) | 1                          | 48                            | 48                               | 660                         |                                                                               |        |
| Kvikksølv              | 1                          | 0,025                         | 0,025                            | 0,52                        |                                                                               |        |
| Nikkel                 | 1                          | 30                            | 30                               | 42                          |                                                                               |        |
| Sink                   | 1                          | 140                           | 140                              | 139                         | 1,0                                                                           | 1,0    |
| Naftalen               | 1                          | 0,0028                        | 0,0028                           | 0,027                       |                                                                               |        |
| Acenaftylen            | 1                          | 0,00079                       | 0,00079                          | 0,033                       |                                                                               |        |
| Acenaften              | 1                          | 0,0016                        | 0,0016                           | 0,096                       |                                                                               |        |
| Fluoren                | 1                          | 0,0031                        | 0,0031                           | 0,15                        |                                                                               |        |
| Fenantren              | 1                          | 0,028                         | 0,028                            | 0,78                        |                                                                               |        |
| Antracen               | 1                          | 0,007                         | 0,007                            | 0,0046                      | 1,5                                                                           | 1,5    |
| Fluoranten             | 1                          | 0,059                         | 0,059                            | 0,4                         |                                                                               |        |
| Pyren                  | 1                          | 0,056                         | 0,056                            | 0,084                       |                                                                               |        |
| Benzo(a)antracen       | 1                          | 0,034                         | 0,034                            | 0,06                        |                                                                               |        |
| Krysen                 | 1                          | 0,032                         | 0,032                            | 0,28                        |                                                                               |        |
| Benzo(b)fluoranten     | 1                          | 0,049                         | 0,049                            | 0,140                       |                                                                               |        |
| Benzo(k)fluoranten     | 1                          | 0,04                          | 0,04                             | 0,135                       |                                                                               |        |
| Benzo(a)pyren          | 1                          | 0,029                         | 0,029                            | 0,183                       |                                                                               |        |
| Indeno(1,2,3-cd)pyren  | 1                          | 0,063                         | 0,063                            | 0,063                       |                                                                               |        |
| Dibenzo(a,h)antracen   | 1                          | 0,0079                        | 0,0079                           | 0,027                       |                                                                               |        |
| Benzo(ghi)perylene     | 1                          | 0,061                         | 0,061                            | 0,084                       |                                                                               |        |
| PCB 28                 | 1                          | 0,00037                       | 0,00037                          |                             |                                                                               |        |
| PCB 52                 | 1                          | 0,00048                       | 0,00048                          |                             |                                                                               |        |
| PCB 101                | 1                          | 0,00039                       | 0,00039                          |                             |                                                                               |        |
| PCB 118                | 1                          | 0,00044                       | 0,00044                          |                             |                                                                               |        |
| PCB 138                | 1                          | 0,00096                       | 0,00096                          |                             |                                                                               |        |
| PCB 153                | 1                          | 0,00037                       | 0,00037                          |                             |                                                                               |        |
| PCB 180                | 1                          | 0,00103                       | 0,00103                          |                             |                                                                               |        |
| Sum PCB7               | 1                          | 4,04E-03                      | 4,04E-03                         | 0,0041                      |                                                                               |        |
| Tributyltinn (TBT-ion) | 1                          | 0,001                         | 0,001                            | 0,035                       |                                                                               |        |

Ved lokalitetene Stokkenes (D) og Tunes (E) overskrider PAH-forbindelsen antracen grenseverdien for trinn 1 mer enn 2 ganger (**tabell 21 og 22**) og ved Stokkenes er også konsentrasjonen av summen av PCB-stoffer mer enn dobbelt så høyt som grenseverdien. I tillegg lå én eller to PCB-forbindelser i tilstandsklasse IV etter M-608/2016.

**Tiltak på sjøbunn ved Stokkenes og Tunes kan derfor medføre risiko for spredning av miljøgifter.**

**Tabell 21.** Målt sedimentkonsentrasjon ved stasjon Stokkenes (D) i Sørfjorden sammenlignet med trinn 1 grenseverdier i henhold til Miljødirektoratets veileder M-409.

| Stoff                  | Målt sedimentkonsentrasjon |                               |                                  | Trinn 1 grenseverdi (mg/kg) | Målt sedimentkonsentrasjon i forhold til trinn 1 grenseverdi (antall ganger): |        |
|------------------------|----------------------------|-------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|--------|
|                        | Antall prøver              | C <sub>sed, max</sub> (mg/kg) | C <sub>sed, middel</sub> (mg/kg) |                             | Maks                                                                          | Middel |
| Arsen                  | 1                          | 19                            | 19                               | 18                          | 1,1                                                                           | 1,1    |
| Bly                    | 1                          | 49                            | 49                               | 150                         |                                                                               |        |
| Kadmium                | 1                          | 0,087                         | 0,087                            | 2,5                         |                                                                               |        |
| Kobber                 | 1                          | 36                            | 36                               | 84                          |                                                                               |        |
| Krom totalt (III + VI) | 1                          | 43                            | 43                               | 660                         |                                                                               |        |
| Kvikksølv              | 1                          | 0,038                         | 0,038                            | 0,52                        |                                                                               |        |
| Nikkel                 | 1                          | 22                            | 22                               | 42                          |                                                                               |        |
| Sink                   | 1                          | 120                           | 120                              | 139                         |                                                                               |        |
| Naftalen               | 1                          | 0,0043                        | 0,0043                           | 0,027                       |                                                                               |        |
| Acenaftylen            | 1                          | 0,002                         | 0,002                            | 0,033                       |                                                                               |        |
| Acenaften              | 1                          | 0,0019                        | 0,0019                           | 0,096                       |                                                                               |        |
| Fluoren                | 1                          | 0,0053                        | 0,0053                           | 0,15                        |                                                                               |        |
| Fenantenren            | 1                          | 0,058                         | 0,058                            | 0,78                        |                                                                               |        |
| Antracen               | 1                          | 0,014                         | 0,014                            | 0,0046                      | 3,0                                                                           | 3,0    |
| Fluoranten             | 1                          | 0,12                          | 0,12                             | 0,4                         |                                                                               |        |
| Pyren                  | 1                          | 0,1                           | 0,1                              | 0,084                       | 1,2                                                                           | 1,2    |
| Benzo(a)antracen       | 1                          | 0,064                         | 0,064                            | 0,06                        | 1,1                                                                           | 1,1    |
| Krysen                 | 1                          | 0,058                         | 0,058                            | 0,28                        |                                                                               |        |
| Benzo(b)fluoranten     | 1                          | 0,067                         | 0,067                            | 0,140                       |                                                                               |        |
| Benzo(k)fluoranten     | 1                          | 0,058                         | 0,058                            | 0,135                       |                                                                               |        |
| Benzo(a)pyren          | 1                          | 0,053                         | 0,053                            | 0,183                       |                                                                               |        |
| Indeno(1,2,3-cd)pyren  | 1                          | 0,079                         | 0,079                            | 0,063                       | 1,3                                                                           | 1,3    |
| Dibenzo(a,h)antracen   | 1                          | 0,011                         | 0,011                            | 0,027                       |                                                                               |        |
| Benzo(ghi)perylene     | 1                          | 0,076                         | 0,076                            | 0,084                       |                                                                               |        |
| PCB 28                 | 1                          | 0,00029                       | 0,00029                          |                             |                                                                               |        |
| PCB 52                 | 1                          | 0,00063                       | 0,00063                          |                             |                                                                               |        |
| PCB 101                | 1                          | 0,00102                       | 0,00102                          |                             |                                                                               |        |
| PCB 118                | 1                          | 0,00088                       | 0,00088                          |                             |                                                                               |        |
| PCB 138                | 1                          | 0,00202                       | 0,00202                          |                             |                                                                               |        |
| PCB 153                | 1                          | 0,00122                       | 0,00122                          |                             |                                                                               |        |
| PCB 180                | 1                          | 0,00235                       | 0,00235                          |                             |                                                                               |        |
| Sum PCB7               | 1                          | 8,41E-03                      | 8,41E-03                         | 0,0041                      | 2,1                                                                           | 2,1    |
| Tributyltinn (TBT-ion) | 1                          | 0,001                         | 0,001                            | 0,035                       |                                                                               |        |

**Tabell 22.** Målt sedimentkonsentrasjon ved stasjon Tunes (E) i Sør fjorden sammenlignet med trinn 1 grenseverdier i henhold til Miljødirektoratets veileder M-409.

| Stoff                  | Målt sedimentkonsentrasjon |                               |                                  | Trinn 1 grenseverd i (mg/kg) | Målt sedimentkonsentrasjon i forhold til trinn 1 grenseverdi (antall ganger): |        |
|------------------------|----------------------------|-------------------------------|----------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|--------|
|                        | Antall prøver              | C <sub>sed, max</sub> (mg/kg) | C <sub>sed, middel</sub> (mg/kg) |                              | Maks                                                                          | Middel |
| Arsen                  | 1                          | 16                            | 16                               | 18                           |                                                                               |        |
| Bly                    | 1                          | 74                            | 74                               | 150                          |                                                                               |        |
| Kadmium                | 1                          | 0,078                         | 0,078                            | 2,5                          |                                                                               |        |
| Kobber                 | 1                          | 41                            | 41                               | 84                           |                                                                               |        |
| Krom totalt (III + VI) | 1                          | 49                            | 49                               | 660                          |                                                                               |        |
| Kvikksølv              | 1                          | 0,037                         | 0,037                            | 0,52                         |                                                                               |        |
| Nikkel                 | 1                          | 25                            | 25                               | 42                           |                                                                               |        |
| Sink                   | 1                          | 120                           | 120                              | 139                          |                                                                               |        |
| Naftalen               | 1                          | 0,013                         | 0,013                            | 0,027                        |                                                                               |        |
| Acenaftylene           | 1                          | 0,0019                        | 0,0019                           | 0,033                        |                                                                               |        |
| Acenaften              | 1                          | 0,0083                        | 0,0083                           | 0,096                        |                                                                               |        |
| Fluoren                | 1                          | 0,0082                        | 0,0082                           | 0,15                         |                                                                               |        |
| Fenantenren            | 1                          | 0,048                         | 0,048                            | 0,78                         |                                                                               |        |
| Antracen               | 1                          | 0,013                         | 0,013                            | 0,0046                       | 2,8                                                                           | 2,8    |
| Fluoranten             | 1                          | 0,096                         | 0,096                            | 0,4                          |                                                                               |        |
| Pyren                  | 1                          | 0,089                         | 0,089                            | 0,084                        | 1,1                                                                           | 1,1    |
| Benzo(a)antracen       | 1                          | 0,055                         | 0,055                            | 0,06                         |                                                                               |        |
| Krysen                 | 1                          | 0,049                         | 0,049                            | 0,28                         |                                                                               |        |
| Benzo(b)fluoranten     | 1                          | 0,067                         | 0,067                            | 0,140                        |                                                                               |        |
| Benzo(k)fluoranten     | 1                          | 0,058                         | 0,058                            | 0,135                        |                                                                               |        |
| Benzo(a)pyren          | 1                          | 0,052                         | 0,052                            | 0,183                        |                                                                               |        |
| Indeno(1,2,3-cd)pyren  | 1                          | 0,066                         | 0,066                            | 0,063                        | 1,0                                                                           | 1,0    |
| Dibenzo(a,h)antracen   | 1                          | 0,0028                        | 0,0028                           | 0,027                        |                                                                               |        |
| Benzo(ghi)perylene     | 1                          | 0,085                         | 0,085                            | 0,084                        | 1,0                                                                           | 1,0    |
| PCB 28                 | 1                          | 0,00044                       | 0,00044                          |                              |                                                                               |        |
| PCB 52                 | 1                          | 0,00056                       | 0,00056                          |                              |                                                                               |        |
| PCB 101                | 1                          | 0,00065                       | 0,00065                          |                              |                                                                               |        |
| PCB 118                | 1                          | 0,00069                       | 0,00069                          |                              |                                                                               |        |
| PCB 138                | 1                          | 0,0015                        | 0,0015                           |                              |                                                                               |        |
| PCB 153                | 1                          | 0,0007                        | 0,0007                           |                              |                                                                               |        |
| PCB 180                | 1                          | 0,00156                       | 0,00156                          |                              |                                                                               |        |
| Sum PCB7               | 1                          | 6,10E-03                      | 6,10E-03                         | 0,0041                       | 1,5                                                                           | 1,5    |
| Tributyltinn (TBT-ion) | 1                          | 0,0001                        | 0,0001                           | 0,035                        |                                                                               |        |

## 2. STANGHELLE

Samlet overskrider ingen av stoffene grenseverdiene for risikovurdering trinn 1 (ingen tabell vist). På stasjon S2 (kai) og stasjon S3 (småbåthavn sør) overskrider enkelte PAH-stoffer grenseverdier 1-2 ganger (**tabell 23**). TBT på stasjon 2 overskrider grenseverdiene mer enn 2 ganger, og i tillegg havner TBT i tilstandsklasse V = "svært dårlig" etter M-608/2016 på denne stasjonen (**tabell 6**). Høye verdier av TBT er vanlig ved lokaliteter med tradisjonelt mye skipstrafikk og utløser vanligvis ikke tiltak.

Undersøkelsene gjennomført høsten 2016 viser at de ekstremt høye TBT-verdiene er innskrenket til området ved kaien, men arealet kan ikke avgrensnes basert på én stasjonen. En tildekking/utfylling av arealet rundt kaien vil kunne ha positive effekter på miljøtilstanden ved Stanghelle hvis tildekning gjøres slikt at oppvirvling av sediment minimeres. I sammenheng med konkrete planer om utfylling kan det derfor være nyttig å undersøke flere stasjoner rundt kaien for å kunne planlegge tiltaket deretter.

**Tiltak på utfyllingsområdene ved Stanghelle medfører ingen miljørisiko**, men med forbehold når det kommer til stasjon S2, området nær kaien.

**Tabell 23.** Målt sedimentkonsentrasjon ved Stanghelle (stasjon S1-S5 samlet) sammenlignet med trinn 1 grenseverdier i henhold til Miljødirektoratets veileder M-409.

| Stoff                  | Målt sedimentkonsentrasjon |                               |                                  | Trinn 1 grenseverdi (mg/kg) | Målt sedimentkonsentrasjon i forhold til trinn 1 grenseverdi (antall ganger): |        |
|------------------------|----------------------------|-------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|--------|
|                        | Antall prøver              | C <sub>sed, max</sub> (mg/kg) | C <sub>sed, middel</sub> (mg/kg) |                             | Maks                                                                          | Middel |
| Arsen                  | 5                          | 3,9                           | 2,298                            | 18                          |                                                                               |        |
| Bly                    | 5                          | 280                           | 65,42                            | 150                         | 1,9                                                                           |        |
| Kadmium                | 3                          | 0,11                          | 0,04966667                       | 2,5                         |                                                                               |        |
| Kobber                 | 5                          | 26                            | 9,94                             | 84                          |                                                                               |        |
| Krom totalt (III + VI) | 5                          | 9,6                           | 8,06                             | 660                         |                                                                               |        |
| Kvikksølv              | 5                          | 0,015                         | 0,0094                           | 0,52                        |                                                                               |        |
| Nikkel                 | 5                          | 6,4                           | 5,18                             | 42                          |                                                                               |        |
| Sink                   | 5                          | 79                            | 39,8                             | 139                         |                                                                               |        |
| Naftalen               | 5                          | 0,0048                        | 0,00158                          | 0,027                       |                                                                               |        |
| Acenaftylen            | 5                          | 0                             | 0                                | 0,033                       |                                                                               |        |
| Acenaften              | 5                          | 0,0067                        | 0,001826                         | 0,096                       |                                                                               |        |
| Fluoren                | 5                          | 0,0054                        | 0,001814                         | 0,15                        |                                                                               |        |
| Fenantren              | 5                          | 0,029                         | 0,01224                          | 0,78                        |                                                                               |        |
| Antracen               | 5                          | 0,0065                        | 0,002934                         | 0,0046                      | 1,4                                                                           |        |
| Fluoranten             | 5                          | 0,11                          | 0,04068                          | 0,4                         |                                                                               |        |
| Pyren                  | 5                          | 0,069                         | 0,02968                          | 0,084                       |                                                                               |        |
| Benzo(a)antracen       | 5                          | 0,035                         | 0,015264                         | 0,06                        |                                                                               |        |
| Krysen                 | 5                          | 0,068                         | 0,02416                          | 0,28                        |                                                                               |        |
| Benzo(b)fluoranten     | 5                          | 0,033                         | 0,01568                          | 0,140                       |                                                                               |        |
| Benzo(k)fluoranten     | 5                          | 0,025                         | 0,0118                           | 0,135                       |                                                                               |        |
| Benzo(a)pyren          | 5                          | 0,022                         | 0,011616                         | 0,183                       |                                                                               |        |
| Indeno(1,2,3-cd)pyren  | 5                          | 0,016                         | 0,00964                          | 0,063                       |                                                                               |        |
| Dibenzo(a,h)antracen   | 5                          | 0,0044                        | 0,00209                          | 0,027                       |                                                                               |        |
| Benzo(ghi)perylene     | 5                          | 0,024                         | 0,01212                          | 0,084                       |                                                                               |        |
| PCB 28                 | 5                          | 0,00022                       | 0,000044                         |                             |                                                                               |        |
| PCB 52                 | 5                          | 0,00104                       | 0,000434                         |                             |                                                                               |        |
| PCB 101                | 5                          | 0,00074                       | 0,000296                         |                             |                                                                               |        |
| PCB 118                | 5                          | 0,00079                       | 0,00024                          |                             |                                                                               |        |
| PCB 138                | 5                          | 0,00057                       | 0,000276                         |                             |                                                                               |        |
| PCB 153                | 5                          | 0,00031                       | 0,00012                          |                             |                                                                               |        |
| PCB 180                | 5                          | 0,00067                       | 0,000328                         |                             |                                                                               |        |
| Sum PCB7               | 5                          | 4,34E-03                      | 1,74E-03                         | 0,0041                      | 1,1                                                                           |        |
| Tributyltinn (TBT-ion) | 5                          | 0,13                          | 0,02782                          | 0,035                       | 3,7                                                                           |        |

### 3. FOSSMARK

Ingen av de undersøkte miljøgiftene på de fire stasjonene ved Fossmark overskrider grenseverdier for risikovurdering trinn 1 (ingen tabell vist) eller grensen mellom tilstand III og IV for vurdering etter M-608/2016 (**tabell 8**). Tiltak på sjøbunn på utfyllingsområdene ved Fossmark medfører dermed ingen miljørisiko i henhold til miljøgifter.

### 4. VAKSDAL NORD

Samlet på de to stasjonene tatt på Vaksdal Nord overskrider flere av de undersøkte miljøgiftene grenseverdier ifølge risikovurdering trinn 1 (**tabell 24**). Spesielt summen av PCB-forbindelser og antracen viser høye verdier. Konsentrasjonen av miljøgifter var gjennomgående noe høyere på stasjon VN1 enn på stasjon VN2, og på stasjon VN1 havner i tillegg to PAH-stoffer i tilstandsklasse IV etter M-608/2016 (**tabell 10**).

**Tiltak ved Vaksdal Nord kan derfor medføre risiko i forhold til miljøgifter.**

Sjøbunnen ved Vaksdal Nord er dominert av fjell og stein, dels med et tynt lag sediment på toppen. Prøvetakingsstasjonene ble lagt til to områder hvor sedimentlaget er dypest, dvs. hvor sediment og finstoff som binder miljøgifter har samlet seg opp over mange år., mens konsentrasjonen av miljøgifter på andre områder trolig er mye lavere. Konsekvens av tiltak ved Vaksdal Nord må derfor vurderes nærmere når konkrete tiltaksplaner er opprettet.

### 5. VAKSDAL MØLLE

Det er hardbunn med kun små arealer med et tynt lag av sediment på det nordlige tiltaksområdet ved Vaksdal Mølle. Det var ikke mulig å få opp prøve, men en kan fastslå at sedimentkvaliteten ikke innebærer noen risiko.

På det sørlige tiltaksområdet er det imidlertid flere miljøgifter som overskrider grenseverdiene for risikovurdering trinn 1, og PAH-stoffet antracen har en overskridelse over to ganger grenseverdien (**tabell 25**). Ingen av de undersøkte miljøgiftene overskrider grensen mellom tilstand III og IV etter M-608/2016 (**tabell 12**).

**Tiltak ved Vaksdal Mølle sør kan derfor medføre risiko i henhold til miljøgifter.**

Som ved Vaksdal Nord er det slik at det var vanskelig å få opp prøve og det var lokalt nok sediment kun ved prøvestasjonen. Tiltak i området må ev. ta hensyn til spesielt området rundt stasjon VM1 for å unngå spredning av miljøgifter.

## 6. VAKSDAL SØR

Prøvetakingen dekker kun den nordlige halvdel av tiltaksområdet, fordi det er lite sediment på den bratte sjøbunnen sør i tiltaksområdet. Samlet på de fire stasjoner undersøkt ved Vaksdal Sør er det ett PAH-stoff (antracen) som overskrider grenseverdien til risikovurdering Trinn 1. Samlet er overskridelsen under 2 ganger grenseverdien (**tabell 26**). Konsentrasjonen er høyest på stasjon 1 og 3, hvor den er mellom 2 og 2,5 ganger grenseverdien. Ingen av miljøgiftene overskrider grensen mellom tilstand III og IV for vurdering etter SFT TA-2229/2007 (**tabell 14**). Tiltak på sjøbunn på utfyllingsområdene ved Vaksdal Sør medfører dermed ingen miljørisiko i forhold til miljøgifter.

**Tabell 24.** Målt sedimentkonsentrasjon ved Vaksdal Nord (stasjon VN1 og VN2 samlet) sammenlignet med trinn 1 grenseverdier i henhold til Miljødirektoratets veileder M-409.

| Stoff                  | Målt sedimentkonsentrasjon |                               |                                  | Trinn 1 grenseverdi (mg/kg) | Målt sedimentkonsentrasjon i forhold til trinn 1 grenseverdi (antall ganger): |        |
|------------------------|----------------------------|-------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|--------|
|                        | Antall prøver              | C <sub>sed, max</sub> (mg/kg) | C <sub>sed, middel</sub> (mg/kg) |                             | Maks                                                                          | Middel |
| Arsen                  | 2                          | 6,7                           | 4,85                             | 18                          |                                                                               |        |
| Bly                    | 2                          | 23                            | 16,45                            | 150                         |                                                                               |        |
| Kadmium                | 2                          | 0,04                          | 0,033                            | 2,5                         |                                                                               |        |
| Kobber                 | 2                          | 36                            | 23,5                             | 84                          |                                                                               |        |
| Krom totalt (III + VI) | 2                          | 47                            | 35,5                             | 660                         |                                                                               |        |
| Kvikksølv              | 2                          | 0,031                         | 0,022                            | 0,52                        |                                                                               |        |
| Nikkel                 | 2                          | 18                            | 14                               | 42                          |                                                                               |        |
| Sink                   | 2                          | 88                            | 68,5                             | 139                         |                                                                               |        |
| Naftalen               | 2                          | 0,0085                        | 0,006565                         | 0,027                       |                                                                               |        |
| Acenaftylen            | 2                          | 0,00661                       | 0,004505                         | 0,033                       |                                                                               |        |
| Acenaften              | 2                          | 0,00991                       | 0,008335                         | 0,096                       |                                                                               |        |
| Fluoren                | 2                          | 0,00483                       | 0,004                            | 0,15                        |                                                                               |        |
| Fenantren              | 2                          | 0,0744                        | 0,0617                           | 0,78                        |                                                                               |        |
| Antracen               | 2                          | 0,0239                        | 0,0195                           | 0,0046                      | 5,2                                                                           | 4,2    |
| Fluoranten             | 2                          | 0,191                         | 0,1545                           | 0,4                         |                                                                               |        |
| Pyren                  | 2                          | 0,165                         | 0,137                            | 0,084                       | 2,0                                                                           | 1,6    |
| Benzo(a)antracen       | 2                          | 0,0949                        | 0,072                            | 0,06                        | 1,6                                                                           | 1,2    |
| Krysen                 | 2                          | 0,0749                        | 0,0587                           | 0,28                        |                                                                               |        |
| Benzo(b)fluoranten     | 2                          | 0,118                         | 0,08545                          | 0,140                       |                                                                               |        |
| Benzo(k)fluoranten     | 2                          | 0,063                         | 0,0459                           | 0,135                       |                                                                               |        |
| Benzo(a)pyren          | 2                          | 0,12                          | 0,0884                           | 0,183                       |                                                                               |        |
| Indeno(1,2,3-cd)pyren  | 2                          | 0,0895                        | 0,06595                          | 0,063                       | 1,4                                                                           | 1,0    |
| Dibenzo(a,h)antracen   | 2                          | 0,0258                        | 0,0185                           | 0,027                       |                                                                               |        |
| Benzo(ghi)perylen      | 2                          | 0,149                         | 0,1151                           | 0,084                       | 1,8                                                                           | 1,4    |
| PCB 28                 | 2                          | 1,22                          | 0,9465                           |                             |                                                                               |        |
| PCB 52                 | 2                          | 0,00021                       | 0,000165                         |                             |                                                                               |        |
| PCB 101                | 2                          | 0,00073                       | 0,00051                          |                             |                                                                               |        |
| PCB 118                | 2                          | 0,0017                        | 0,000935                         |                             |                                                                               |        |
| PCB 138                | 2                          | 0,00059                       | 0,000355                         |                             |                                                                               |        |
| PCB 153                | 2                          | 0,00283                       | 0,001535                         |                             |                                                                               |        |
| PCB 180                | 2                          | 0,00181                       | 0,000905                         |                             |                                                                               |        |
| Sum PCB7               | 2                          | 1,23E+00                      | 9,51E-01                         | 0,0041                      | 299,5                                                                         | 231,9  |
| Tributyltinn (TBT-ion) | 2                          | 0                             | 0                                | 0,035                       |                                                                               |        |

**Tabell 25.** Målt sedimentkonsentrasjon ved Vaksdal Mølle sammenlignet med trinn 1 grenseverdier i henhold til Miljødirektoratets veileder M-409.

| Stoff                  | Målt sedimentkonsentrasjon |                               |                                  | Trinn 1 grenseverdi (mg/kg) | Målt sedimentkonsentrasjon i forhold til trinn 1 grenseverdi (antall ganger): |        |
|------------------------|----------------------------|-------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|--------|
|                        | Antall prøver              | C <sub>sed, max</sub> (mg/kg) | C <sub>sed, middel</sub> (mg/kg) |                             | Maks                                                                          | Middel |
| Arsen                  | 1                          | 5,6                           | 5,6                              | 18                          |                                                                               |        |
| Bly                    | 1                          | 22                            | 22                               | 150                         |                                                                               |        |
| Kadmium                | 1                          | 0,032                         | 0,032                            | 2,5                         |                                                                               |        |
| Kobber                 | 1                          | 20                            | 20                               | 84                          |                                                                               |        |
| Krom totalt (III + VI) | 1                          | 41                            | 41                               | 660                         |                                                                               |        |
| Kvikksølv              | 1                          | 0,025                         | 0,025                            | 0,52                        |                                                                               |        |
| Nikkel                 | 1                          | 18                            | 18                               | 42                          |                                                                               |        |
| Sink                   | 1                          | 79                            | 79                               | 139                         |                                                                               |        |
| Naftalen               | 1                          | 0,00559                       | 0,00559                          | 0,027                       |                                                                               |        |
| Acenaftylen            | 1                          | 0,00371                       | 0,00371                          | 0,033                       |                                                                               |        |
| Acenaften              | 1                          | 0,00872                       | 0,00872                          | 0,096                       |                                                                               |        |
| Fluoren                | 1                          | 0,00512                       | 0,00512                          | 0,15                        |                                                                               |        |
| Fenantren              | 1                          | 0,0852                        | 0,0852                           | 0,78                        |                                                                               |        |
| Antracen               | 1                          | 0,0218                        | 0,0218                           | 0,0046                      | 4,7                                                                           | 4,7    |
| Fluoranten             | 1                          | 0,175                         | 0,175                            | 0,4                         |                                                                               |        |
| Pyren                  | 1                          | 0,15                          | 0,15                             | 0,084                       | 1,8                                                                           | 1,8    |
| Benzo(a)antracen       | 1                          | 0,0736                        | 0,0736                           | 0,06                        | 1,2                                                                           | 1,2    |
| Krysen                 | 1                          | 0,0599                        | 0,0599                           | 0,28                        |                                                                               |        |
| Benzo(b)fluoranten     | 1                          | 0,0788                        | 0,0788                           | 0,140                       |                                                                               |        |
| Benzo(k)fluoranten     | 1                          | 0,0299                        | 0,0299                           | 0,135                       |                                                                               |        |
| Benzo(a)pyren          | 1                          | 0,0836                        | 0,0836                           | 0,183                       |                                                                               |        |
| Indeno(1,2,3-cd)pyren  | 1                          | 0,0598                        | 0,0598                           | 0,063                       |                                                                               |        |
| Dibenzo(a,h)antracen   | 1                          | 0,0129                        | 0,0129                           | 0,027                       |                                                                               |        |
| Benzo(ghi)perylene     | 1                          | 0,0775                        | 0,0775                           | 0,084                       |                                                                               |        |
| PCB 28                 | 1                          | 0,00012                       | 0,00012                          |                             |                                                                               |        |
| PCB 52                 | 1                          | 0,00033                       | 0,00033                          |                             |                                                                               |        |
| PCB 101                | 1                          | 0,00023                       | 0,00023                          |                             |                                                                               |        |
| PCB 118                | 1                          | 0,00013                       | 0,00013                          |                             |                                                                               |        |
| PCB 138                | 1                          | 0,00038                       | 0,00038                          |                             |                                                                               |        |
| PCB 153                | 1                          | 0,00012                       | 0,00012                          |                             |                                                                               |        |
| PCB 180                | 1                          | 0,00045                       | 0,00045                          |                             |                                                                               |        |
| Sum PCB7               | 1                          | 1,76E-03                      | 1,76E-03                         | 0,0041                      |                                                                               |        |
| Tributyltinn (TBT-ion) | 1                          | 0,0033                        | 0,0033                           | 0,035                       |                                                                               |        |

**Tabell 26.** Målt sedimentkonsentrasjon ved Vaksdal Sør (stasjon V1-V4) sammenlignet med trinn 1 grenseverdier i henhold til Miljødirektoratets veileder M-409.

| Stoff                  | Målt sedimentkonsentrasjon |                               |                                  | Trinn 1 grenseverdi (mg/kg) | Målt sedimentkonsentrasjon i forhold til trinn 1 grenseverdi (antall ganger): |        |
|------------------------|----------------------------|-------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|--------|
|                        | Antall prøver              | C <sub>sed, max</sub> (mg/kg) | C <sub>sed, middel</sub> (mg/kg) |                             | Maks                                                                          | Middel |
| Arsen                  | 4                          | 4,7                           | 4,025                            | 18                          |                                                                               |        |
| Bly                    | 4                          | 14                            | 12,575                           | 150                         |                                                                               |        |
| Kadmium                | 4                          | 0,03                          | 0,026                            | 2,5                         |                                                                               |        |
| Kobber                 | 4                          | 25                            | 14,675                           | 84                          |                                                                               |        |
| Krom totalt (III + VI) | 4                          | 21                            | 17,55                            | 660                         |                                                                               |        |
| Kvikksølv              | 4                          | 0,025                         | 0,01725                          | 0,52                        |                                                                               |        |
| Nikkel                 | 4                          | 15                            | 11,55                            | 42                          |                                                                               |        |
| Sink                   | 4                          | 49                            | 40,75                            | 139                         |                                                                               |        |
| Naftalen               | 4                          | 0,0035                        | 0,0026925                        | 0,027                       |                                                                               |        |
| Acenaftylen            | 4                          | 0,00532                       | 0,00303                          | 0,033                       |                                                                               |        |
| Acenaften              | 4                          | 0,0062                        | 0,0036925                        | 0,096                       |                                                                               |        |
| Fluoren                | 4                          | 0,00288                       | 0,0020425                        | 0,15                        |                                                                               |        |
| Fenantren              | 4                          | 0,0336                        | 0,0254                           | 0,78                        |                                                                               |        |
| Antracen               | 4                          | 0,011                         | 0,008385                         | 0,0046                      | 2,4                                                                           | 1,8    |
| Fluoranten             | 4                          | 0,0805                        | 0,062475                         | 0,4                         |                                                                               |        |
| Pyren                  | 4                          | 0,0734                        | 0,057825                         | 0,084                       |                                                                               |        |
| Benzo(a)antracen       | 4                          | 0,0348                        | 0,0255                           | 0,06                        |                                                                               |        |
| Krysen                 | 4                          | 0,0285                        | 0,021625                         | 0,28                        |                                                                               |        |
| Benzo(b)fluoranten     | 4                          | 0,0415                        | 0,03355                          | 0,140                       |                                                                               |        |
| Benzo(k)fluoranten     | 4                          | 0,0245                        | 0,01935                          | 0,135                       |                                                                               |        |
| Benzo(a)pyren          | 4                          | 0,0421                        | 0,032625                         | 0,183                       |                                                                               |        |
| Indeno(1,2,3-cd)pyren  | 4                          | 0,0408                        | 0,03555                          | 0,063                       |                                                                               |        |
| Dibenzo(a,h)antracen   | 4                          | 0,00906                       | 0,007595                         | 0,027                       |                                                                               |        |
| Benzo(ghi)perylen      | 4                          | 0,0681                        | 0,05965                          | 0,084                       |                                                                               |        |
| PCB 28                 | 4                          | 0,00022                       | 0,0001975                        |                             |                                                                               |        |
| PCB 52                 | 4                          | 0,00036                       | 0,0003325                        |                             |                                                                               |        |
| PCB 101                | 4                          | 0,00022                       | 0,0002025                        |                             |                                                                               |        |
| PCB 118                | 4                          | 0,00013                       | 0,0000925                        |                             |                                                                               |        |
| PCB 138                | 4                          | 0,00038                       | 0,00033                          |                             |                                                                               |        |
| PCB 153                | 4                          | 0,00023                       | 0,000115                         |                             |                                                                               |        |
| PCB 180                | 4                          | 0,00048                       | 0,00042                          |                             |                                                                               |        |
| Sum PCB7               | 4                          | 2,02E-03                      | 1,69E-03                         | 0,0041                      |                                                                               |        |
| Tributyltinn (TBT-ion) | 4                          | 0                             | 0                                | 0,035                       |                                                                               |        |

## 7. LANGHELLE

Ingen av de undersøkte miljøgiftene på den ene stasjonen ved Langhelle overskrider grenseverdier for risikovurdering trinn 1 (tabell ikke presentert) eller grensen mellom tilstand III og IV for vurdering etter SFT TA-2229/2007 (**tabell 16**). Sjøbunnen er dominert av hardbunn (fjell og stein) med kun små arealer med sediment. Tiltak på sjøbunn på det mulige deponisområdet ved Langhelle medfører dermed ingen miljørisiko i forhold til miljøgifter.

## 8. ROMSLO

Samlet på de fem stasjoner undersøkt ved Romslo er det ingen miljøgifter om overskrider grenseverdien til risikovurdering Trinn 1 (**tabell 27**). Det er imidlertid tre PAH-stoffer som overskrider grenseverdien 1,5–2 ganger på de dype stasjonene R4 og R5. På stasjon R5 overskrider PAH-forbindelsene indeno(1,2,3-cd)pyren og benzo(ghi)perylene også grenseverdien mellom tilstand III og IV etter SFT M-608/2016 (**tabell 18**), mens det på stasjon R4 kun er tilfellet for benzo(ghi)perylene.

**Tabell 27.** Målt sedimentkonsentrasjon ved Romslo (stasjon R1-R5) sammenlignet med trinn 1 grenseverdier i henhold til Miljødirektoratets veileder M-409.

| Stoff                  | Målt sedimentkonsentrasjon |                               |                                  | Trinn 1 grenseverdi (mg/kg) | Målt sedimentkonsentrasjon i forhold til trinn 1 grenseverdi (antall ganger): |        |
|------------------------|----------------------------|-------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|--------|
|                        | Antall prøver              | C <sub>sed, max</sub> (mg/kg) | C <sub>sed, middel</sub> (mg/kg) |                             | Maks                                                                          | Middel |
| Arsen                  | 5                          | 6,2                           | 4,54                             | 18                          |                                                                               |        |
| Bly                    | 5                          | 31                            | 17,96                            | 150                         |                                                                               |        |
| Kadmium                | 5                          | 0,13                          | 0,0548                           | 2,5                         |                                                                               |        |
| Kobber                 | 5                          | 31                            | 21,6                             | 84                          |                                                                               |        |
| Krom totalt (III + VI) | 5                          | 45                            | 30,8                             | 660                         |                                                                               |        |
| Kvikksølv              | 5                          | 0,051                         | 0,0224                           | 0,52                        |                                                                               |        |
| Nikkel                 | 5                          | 24                            | 19                               | 42                          |                                                                               |        |
| Sink                   | 5                          | 100                           | 80                               | 139                         |                                                                               |        |
| Naftalen               | 5                          | 0,00418                       | 0,002514                         | 0,027                       |                                                                               |        |
| Acenaftylen            | 5                          | 0,00275                       | 0,00121                          | 0,033                       |                                                                               |        |
| Acenaften              | 5                          | 0,00224                       | 0,001162                         | 0,096                       |                                                                               |        |
| Fluoren                | 5                          | 0,0016                        | 0,000974                         | 0,15                        |                                                                               |        |
| Fenantren              | 5                          | 0,0209                        | 0,009746                         | 0,78                        |                                                                               |        |
| Antracen               | 5                          | 0,00549                       | 0,003254                         | 0,0046                      | 1,2                                                                           |        |
| Fluoranten             | 5                          | 0,0386                        | 0,02168                          | 0,4                         |                                                                               |        |
| Pyren                  | 5                          | 0,0374                        | 0,022092                         | 0,084                       |                                                                               |        |
| Benzo(a)antracen       | 5                          | 0,023                         | 0,01111                          | 0,06                        |                                                                               |        |
| Krysen                 | 5                          | 0,0174                        | 0,010394                         | 0,28                        |                                                                               |        |
| Benzo(b)fluoranten     | 5                          | 0,056                         | 0,024674                         | 0,140                       |                                                                               |        |
| Benzo(k)fluoranten     | 5                          | 0,0234                        | 0,010154                         | 0,135                       |                                                                               |        |
| Benzo(a)pyren          | 5                          | 0,0393                        | 0,017776                         | 0,183                       |                                                                               |        |
| Indeno(1,2,3-cd)pyren  | 5                          | 0,0778                        | 0,032108                         | 0,063                       | 1,2                                                                           |        |
| Dibenzo(a,h)antracen   | 5                          | 0,0159                        | 0,00648                          | 0,027                       |                                                                               |        |
| Benzo(ghi)perylene     | 5                          | 0,134                         | 0,0566                           | 0,084                       | 1,6                                                                           |        |
| PCB 28                 | 5                          | 0,00017                       | 0,000062                         |                             |                                                                               |        |
| PCB 52                 | 5                          | 0,00054                       | 0,000192                         |                             |                                                                               |        |
| PCB 101                | 5                          | 0,00046                       | 0,000248                         |                             |                                                                               |        |
| PCB 118                | 5                          | 0,0004                        | 0,000146                         |                             |                                                                               |        |
| PCB 138                | 5                          | 0,00096                       | 0,000444                         |                             |                                                                               |        |
| PCB 153                | 5                          | 0,00035                       | 0,00014                          |                             |                                                                               |        |
| PCB 180                | 5                          | 0,00103                       | 0,000478                         |                             |                                                                               |        |
| Sum PCB7               | 5                          | 3,91E-03                      | 1,71E-03                         | 0,0041                      |                                                                               |        |
| DDT                    | 5                          | 0,0029                        | 0,00106                          | 0,02                        |                                                                               |        |
| Tributyltinn (TBT-ion) | 0                          | mangler                       | mangler                          | 0,035                       |                                                                               |        |

Spesielt på stasjon R5 var det dermed tydelig forhøyete verdier for flere PAH-forbindelser. Sedimentet på de dype stasjonene hadde høyere andel finstoff, som miljøgifter binder til, og det forklarer forskjellene i konsentrasjonen. Det kan ikke utelukkes at prøvetaking med ROV har ført til lavere innhold av finstoff i prøvene, men det er ikke uvanlig at sediment fra dypere sjøbunn inneholder mer finstoff enn sediment fra grunt vann.

**Tiltak på det mulige deponiområdet ved Romslo kan medføre miljørisiko**, fordi større tiltak på grunt vann vil føre til oppvirvling av sediment i de dypere områdene på grunn av den relativt bratte skråningen på hele området.

## KONKLUSJON OG OPPSUMMERING

For å kunne utføre en risikovurdering av eventuelle utfyllinger / deponering av sprengstein i sjø, er det samlet inn sedimentprøver som er analysert for innhold av miljøgifter. For de fleste stedene var konsentrasjonene av de undersøkte tungmetaller, PAH-stoffer, PCB-stoffer og tributyltinn (TBT) relativt lave, men for noen stoffer og noen steder var konsentrasjonene forhøyet. Det gjelder særlig TBT ved Stanghelle kai med «svært dårlig» tilstand, mens noen PAH-stoffer hadde konsentrasjoner tilsvarende «moderat» eller «dårlig» og også stedvis forhøyete konsentrasjoner av PCB tilsvarende «moderat».

Samlet risikovurdering trinn 1 tilsier da at følgende steder kan «**friskmeldes**» og utfylling i sjø kan tillates uten videre:

- Tiltaksområdene ved **Stanghelle** med forbehold for området nær kaien.
- Området ved **Fossmark**.
- Området nord ved **Vaksdal Mølle**.
- Området ved **Vaksdal Sør**.
- Området ved **Langhelle**.
- Dypområdene ved **Hettenes** (A) i Veafjorden og **Ulsnesøy** (C) i Sørfjorden.

Følgende steder kan ikke uten videre «friskmeldes», og videre vurderinger må gjennomføres før utfylling i sjø eller dumping / deponering av stein kan tillates:

- Området **Vaksdal nord**.
- Området sør ved **Vaksdal Mølle**.
- Området ved **Romslo**.
- Dypområdene ved **Skreia** (B) i Veafjorden og **Stokkenes** (D) og **Tunes** (E) i Sørfjorden.

## REFERANSER

- Bakke, T., G. Breedsveld, T. Källqvist, A. Oen, E. Eek, A. Ruus, A. Kibs-Gaard, A. Helland & H. Solberg 2007. Veileder for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann – Revisjon av klassifisering av metaller og organiske miljøgifter i vann og sedimenter. SFT Veileder. TA-2229/2007.
- Direktoratsgruppa Vanndirektivet 2009. Veileder 01:2009 - Klassifisering av miljøtilstand i vann, 179 sider.
- Direktoratsgruppa Vanndirektivet 2009. Veileder 02:2009 - Overvåking av miljøtilstand i vann, 119 sider.
- Direktoratsgruppa Vanndirektivet 2013. Veileder 02:2013 - Klassifisering av miljøtilstand i vann, 263 sider.
- Miljødirektoratet M-350:2015. Håndtering av sedimenter, 103 sider.
- Miljødirektoratet M-409:2015. Risikovurdering av forurenset sediment, 106 sider.
- Miljødirektoratet M-608:2016. Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota, 24 sider.
- Molvær, J., J. Knutzen, J. Magnusson, B. Rygg, J. Skei & J. Sørensen 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. SFT Veiledning 97:03. TA-1467/1997, 36 sider. ISBN 82-7655-367-2.

## RAPPORTER FRA DETTE PROSJEKTET

- Dam, G, 2017. Simulation of spreading of fine sediment in Sørfjorden due to rock dumping. Dam Engineering rapport.
- Johnsen, G.H., T.T. Furset & B. Tveranger 2017. Ny E16 og jernbane Arna – Stanghelle. Sørfjorden og Veafjorden. En hydromorfologisk beskrivelse. Rådgivende Biologer AS, rapport 2427, 24 sider, ISBN 978-82-8308-356-9.
- Todt, C., J. Tverberg & G.H. Johnsen 2016. Ny E16 og jernbane Arna – Stanghelle. Risikovurdering av sedimenter. Rådgivende Biologer AS, rapport 2428, 58 sider, ISBN 978-82-8308-357-6.
- Todt C., M. Eilertsen, G. H. Johnsen, B. R. Olsen & J. Tverberg 2017. Kartlegging av marint naturmangfold og naturressurser med verdivurdering. Rådgivende Biologer AS, rapport 2429, 89 sider, ISBN 978-82-8308-358-3.
- Todt, C., G.H. Johnsen & M. Eilertsen. 2017. Ny E16 og jernbane Arna – Stanghelle. Konsekvensvurdering for marint naturmangfold og naturressurser Rådgivende Biologer AS, rapport 2430, 66 sider, ISBN 978-82-359-0.

## OM METALLER OG MILJØGIFTER

### METALLER OG TUNGMETALLER

Akkumulering av metaller og tungmetaller i sediment vil kunne virke som en stresskilde for organismer i eller nær bunnen. Stoffer som skilles ut fra bunnstoff på båter ofte vil inneholde tungmetaller som tinn, sink, bly, arsen og tidligere kobber eller kvikksølv. Felles for disse stoffene er at de er giftige for det marine miljø, der særlig kobber er giftig for marine planter, bunnlevende dyr og fisker. Kvikksølv og kadmium er ansett å være de mest giftige tungmetallene. Begge kan gi skader på nervesystem, nyrer og foster/fødselsskader ved eksponering. Kvikksølv akkumuleres og oppkonsentreres i næringskjeden og kan overføres fra mor til foster hos pattedyr. Kvikksølv er sterkt partikkelbundet og kan akkumulere i svært høye verdier i bunnsediment. Kvikksølv i miljøet forefinnes i forskjellige former og forbindelser, og det vil skifte mellom disse avhengig av skiftende miljøforhold. Denne evnen til å inngå i forskjellige forbindelser gjør kvikksølv til en særlig ustabil og lite kontrollerbar miljøgift.

Husholdningsspillvann og overvann i det kommunale avløpsvann kan være betydelige kilder til miljøgifter, deriblant tungmetaller som kadmium, kobber, nikkel og sink. Industriell metallproduksjon (jernverk, sinkverk, aluminiumverk, osv.), verkstedindustri og skipsindustri (verft, slipper, båtbyggerier, huggerier, sandblåsing, osv.) er de viktigste kildene for utslipp i havneområder. Den generelle havnetrafikken bidrar også til forurensning. Malingfabrikker har blant andre vært betydelige kilder for kvikksølvutslipp og bly (blymønje), og bunnstoff fra båter har tilført miljøet både kvikksølv, kobber og tinnorganiske forbindelser. Kvikksølv, bly og kadmium er også mye benyttet i batterier. Kadmium er mye benyttet i overflatebehandling av metaller og inngår også i mange legeringer.

### TJÆRESTOFFER (PAH)

PAH-stoffene (polysykliske aromatiske hydrokarboner) er en samlebetegnelse for organiske forbindelser bestående av et varierende antall benzen-ringer (2 til 10). Løselighet og nedbrytbarhet reduseres med økende antall benzen-ringer. PAH-stoffene er potensielt giftige, reproduksjonsskadelige, kreftfremkallende og/eller arvestoffskadelige (mutagene). De lipofile egenskapene gjør at PAH-stoffer lett absorberes i akvatiske organismer og kan konsentreres i næringskjedene. Sammensetningen av de ulike PAH-komponentene er av betydning for giftighetsgrad. Ved høy temperatur og forbrenning dannes det «lette» enkelt sammensatte PAH-stoffer med få alkydgrupper/benzenringer, og disse er relativt ufarlige, som f. eks. fenantren, antrasen og pyren. Ved ufullstendig forbrenning av f.eks. olje, koks og kull dannes de «tyngre» komponentene som er svært aktive og karsinogene, f.eks. benzo(a)pyren og dibenzo(a,h)anthrasen. Disse stoffene er ofte høyt alkylerte og har molekyler med mange kondenserte femringer.

Tjærestoffer (PAH) dannes ved alle former for ufullstendig forbrenning (vulkanutbrudd, skogbranner, brenning av avfall, vedfyring, fossilt brensel, o.l.). Tjærestoffer (PAH) i sediment fra havneområder skriver seg fra bl.a. ufullstendig forbrenning av organiske stoffer, f. eks. fossile brensel (olje, kull og koks). PAH kan også knyttes til kull- og sotpartikler fra fyring og drivstoffprodukter, og til tungindustri som f.eks. aluminium og ferrolegering. Skipsverft og boreplattformer er også kilde for PAH-forurensning. Kreosot og bek er hhv. tungoljefraksjonen og restproduktet ved destillasjon av steinkulltjære, og begge har hatt stor anvendelse i Norge (aluminiumsindustri, alsfaltproduksjon, impregnering, etc.). Steinkulltjæren var tidligere et biprodukt fra steinkull (antracenkull) benyttet ved de mange gassverkene i byene langs kysten.

## **KLORORGANISKE FORBINDELSER (PCB)**

PCB (polyklorerte bifenyler) er en gruppe syntetiske klorforbindelser som er akutt giftige i store konsentrasjoner, kreftfremkallende, tungt nedbrytbare (persistente) og bioakkumulerende. De finnes ikke naturlig i miljøet og stammer utelukkende fra menneskelige aktiviteter. Det finnes ca. 200 forskjellige PCB-varianter, hvorav de høyest klorerte forbindelsene er mest giftige og tyngst nedbrytbare. PCB har høy fettløselighet og lagres i fettrike deler av organismer og oppkonsentreres i næringskjeder. PCB lagres og overføres til neste generasjon via opplagsnæring i egg, via livmor til foster, og via morsmelk.

PCB er akutt giftig for marine organismer. Akutt giftighet for pattedyr er relativ lav. Selv i små konsentrasjoner har PCB kroniske giftvirkninger både for landlevende og vannlevende organismer. PCB settes for eksempel i sammenheng med reproduksjonsforstyrrelser hos sjøpattedyr. PCB kan i tillegg medføre svekket immunforsvar, noe som øker mottakelighet for infeksjoner og sykdommer. Ulike PCB-forbindelser kan skade nervesystemet, gi leverkreft, skade forplantningsevnen og fosteret. PCB har også vist negativ innvirkning på menneskets læringsevne og utvikling.

PCB stammer fra mange ulike kilder. PCB-holdige oljer er blitt brukt i isolasjons- og varmeoverføringsoljer i elektrisk utstyr, som i store kondensatorer og transformatorer, hydrauliske væsker, smøreoljer og vakuumpumper. PCB har også inngått i bygningsmaterialer som fugemasse, isolerglasslim, mørteltilsats og maling. PCB-forbindelser er blitt spredt i miljøet ved utskiftning av PCB-holdig olje, ved utstyrshavari, ved rivning av utstyr, bygninger o.l. PCB ble forbudt å bruke i 1980, men på grunn av den tidligere, allsidige bruken, finnes PCB-holdig materiale overalt i vårt samfunn.

## **TRIBUTYLTINN (TBT)**

Tributyltinn (TBT)- og trifenylyltinnforbindelser (TFT) er kunstig framstilte tinnorganiske forbindelser. Stoffene er tungt nedbrytbare og kan oppkonsentreres i organismer. De er meget giftige for mange marine organismer, og er klassifisert som miljøskadelige og giftige for mennesker. Den mest kjente og irreversible effekten er misdannelse av kjønnsorganer, med sterilisering og økt dødelighet til følge. Det er konstatert forhøyede nivåer av TBT i blåskjell og purpursnegl. Det er observert skader på forplantningsorganer hos snegler på belastede lokaliteter, men det er også observert skader langt fra punktkilder, i områder med høy skipsaktivitet.

TBT og TFT har ikke blitt produsert i Norge, men produkter basert på tinnorganiske forbindelser produseres her i landet. Forbindelsene inngår i produkter som tidligere ble benyttet som bunnstoff (som nå er forbudt), i treimpregneringsmidler, samt i mindre grad i produkter som trebeis og tremaling, desinfeksjonsmidler, konserveringsmidler og rengjøringsmidler. Forbindelsene opptrer i forhøyede konsentrasjoner i vann og sediment nær skipsverft, marinaer og trafikkerte havner og skipsleier.

## VEDLEGG

**Vedlegg 1.** Teknisk informasjon, mini ROV vLBV 950, ROV AS.

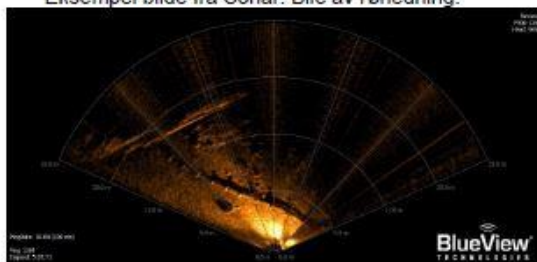


### ROV med utstyr:

Standard oppsetning på Seabotix vLBV 950: Primær system

- Vekt uten transponder: 34 kg
- Max horisontal kraft: 24 kg
- Max Vertikal kraft: 15,2 kg
- 6 x 1080 lumen LED lys
- 1 Sony 720p /1080i IP camera
- 2 x 600/520 linje analoge kamera 1x farge og 1 x sort/hvitt lavlys. 1 x ledig AUX kamera inngang.
- Blue view P/M900 – 130 bildegivende sonar
- 2 ledige subcon 8 pin kontakter med rs 232/485 12v og 28v.
- Systemet har 100mb Ethernet linje. Fordelt på 2 subcon 6 pins kontakter.
- 6 ledige kontakter på bakplate for ekstra utstyr.
- Vi har tau kutter som kan ta dimensjoner opp til 56mm.
- 1 funksjons manipulator (Gripe arm)
- 4,5kw strøm forsyning
- Tether 500-2000meter - 9mm Falmat. Dual fiber. (En ledig fiber) Nøytral i ferskvann på 10meter.
- Sperre Vinsj modell M eller Shark Marine custom made Reel.

Eksempel bilde fra Sonar. Bile av rørdedning.



vLBV med standard utstyr



### Ekstra utstyr:

- CP probe og tykkelses måler fra Cygnus
- 300W el børste.
- Spesial tilpasset utstyr
- USBL posisjonering system
- Scanning sonar

Post adresse:  
Repslagergaten 17  
N-5033 BERGEN

Org: 898 871 892 MVA  
faktura@rovas.no  
post@rovas.no

Kontor og lager:  
Leirvikflaten 17  
N-5179 GODVIK

*Vedlegg 2. Teknisk informasjon, Argus Rover ROV, ROV AS.*



- OBS Class ROV. 12kW
- 1500 metres depth rated
- 1 Function electrical manipulator
- For inspection, survey and NDT



## TECHNICAL SPECIFICATIONS

### General

|              |                                    |
|--------------|------------------------------------|
| Dimensions:  |                                    |
| Length       | : 1.4m                             |
| Width        | : 1.0m                             |
| Height       | : 0.9m                             |
| Weight       | : 380kg                            |
| Payload      | : 20kg                             |
| Frame        | : Buoyancy covered with fiberglass |
| Pods         | : Hard anodised Aluminum           |
| Connectors   | : Subconn / Seaconn                |
| Buoyancy     | : Syntactic foam                   |
| Depth rating | : Up to 1500msw                    |

### Power requirements

|                     |                                             |
|---------------------|---------------------------------------------|
| ROV/HPU Power input | : 230—440VAC , 12kW , 3-phase               |
| Thrusters           | : 6 x electric, 4 Horizontal and 2 vertical |
| HPU (optional)      | : 1,5kW , 210bar-0.7lpm                     |

### Performance

|                  |         |
|------------------|---------|
| Bollard pull fwd | : 80kg  |
| lat              | : 80kg  |
| vert             | : 80kg  |
| Speed fwd        | : 2,5kn |
| vert             | : 2kn   |

### Surface controls

|                          |                                                                                                                                                                             |
|--------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Control room             | : 10 or 20' feet container                                                                                                                                                  |
| Power distribution panel | : Fitted LIMS for Power safety                                                                                                                                              |
| Control Console          | : Integrated joysticks in pilot chair<br>Integrated touch screen<br>19" inch rack<br>Options Video overlay and logger<br>HD Hard Disk Recorder<br>1 x ergonomic pilot chair |

### Standard equipment fit

|                |                                                                                                              |
|----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Manipulators   | : 1x4 function Hydro-Lek (optional)                                                                          |
| Cameras        | : 1 x F/Z HDTV 1080i camera<br>1 x Imenco Basking shark Lowlight Black & White camera<br>1 x Utility cameras |
| Sonar          | : Blueveiw M900-130                                                                                          |
| Altimeter      | : Trittech PA500                                                                                             |
| Lights         | : 4 x Argus 130W LED Lights,<br>gives 80 000 lumen, 6500 Kelvin in total                                     |
| Pan & Tilt     | : ROS 24VDC or equivalent                                                                                    |
| Depth sensor   | : SAIV TD303, equal to digiquartz                                                                            |
| Compass        | : KVH C-100 Fluxgate                                                                                         |
| Auto functions | : Argus Rate Gyro<br>Auto Head<br>Auto Depth<br>Auto Altitude                                                |
| Survey sensors | : 3 x survey outlets fitted for RS-232,<br>Optional Ethernet and MBE channels                                |

### Video recording equipment

HDTV Video system transmitting HD-SDI from the camera to the surface.  
HD Video overlay and a HD Video Recorder.

### Winch

Sperre Model L – 1500m tether