

# RAPPOR

## Rubbestadneset i Bømlo kommune



Risikovurdering av sediment

Rådgivende Biologer AS 2655





# Rådgivende Biologer AS

**RAPPORT TITTEL:**

Rubbestadneset i Bømlo kommune. Risikovurdering av sediment.

**FORFATTARAR:**

Ingeborg Økland og Hilde Eirin Haugsøen

**OPPDRAKGIVAR:**

Bømlo kommune

**OPPDRAGET GITT:**

26. januar 2018

**RAPPORT DATO:**

26. april 2018

**RAPPORT NR:**

2655

**ANTAL SIDER:**

28

**ISBN NR:**

978-82-8308-498-6

**EMNEORD:**

- Utfulling i sjø  
- Miljøgifter

- Forureina sediment  
- Bømlo kommune

**KONTROLL:**

Godkjenning/kontrollert av	Dato	Stilling	Signatur
Joar Tverberg	26. april 2018	Forskar	

RÅDGIVENDE BIOLOGER AS  
Bredsgården, Bryggen, N-5003 Bergen  
Foretaksnummer 843667082-mva

Internett : [www.radgivende-biologer.no](http://www.radgivende-biologer.no)      E-post: [post@radgivende-biologer.no](mailto:post@radgivende-biologer.no)  
Telefon: 55 31 02 78      Telefax: 55 31 62 75

**Rapporten må ikkje kopierast ufullstendig utan godkjenning frå Rådgivende Biologer AS.**

*Framsidebilete: Lokalitet som vart prøvetatt under rapportens framstilling*

## FØREORD

Bømlo kommune ynskjer å endre gjeldande reguleringsplan for Rubbestadneset industriområde. Det er blant anna planar om å utvide hamneområdet i gjeldande plan, og dette medfører utfylling i sjø. I samband med dette har Rådgivende Biologer AS utført ei risikovurdering av forureina sediment på Trinn 1, økologisk risiko på oppdrag fra Bømlo kommune.

Ingeborg E. Økland er Ph.d. i geokjemi/geobiologi og Hilde Eirin Haugsøen er M. Sc. i marin biodiversitet. Rapporten bygger på sedimentprøvetaking i planområdet utført av Ingeborg E. Økland og Hilde E. Haugsøen 7. februar 2018, data fra sedimentprøvetaking utført av Resipient Analyser AS i 2009 og toksisitetstestar gjort av Rambøll i 2011.

Rådgivende Biologer AS takkar Gøtz AS ved Vidar Vedå og Bømlo kommune ved Njål Gunnar Slettebø for oppdraget og Jarle Grønås fra LOS Marine for god hjelp ved prøvetaking.

Bergen, 26. april 2018

## INNHOLD

Føreord .....	2
Samandrag .....	3
Tiltak Rubbestadneset .....	5
Metode og datagrunnlag .....	6
Datagrunnlag .....	6
Risikovurdering av forureina sediment, trinn 1 .....	7
Resultat .....	8
Referansar .....	15
Vedlegg .....	16

## SAMANDRAG

**Økland I.E. & H.E. Haugsøen 2018.** Rubbestadneset i Bømlo kommune. Risikovurdering av sediment. Rådgivende Biologer AS, rapport 2655, 26 sider, ISBN 978-82-8308-498-6.

Det er planlagt å endre reguleringsplanen for industriområdet på Rubbestadneset. Det er blant anna planar om å utvide hamneområdet i gjeldande plan, og dette medfører utfylling i sjø legging av tilkomst og utvikling av industriområde. I samband med utfylling i sjø har Rådgivende Biologer AS utført ei risikovurdering av sediment i tiltaksområdet. Rådgivende Biologer AS har også utført ei konsekvensvurdering for regulering av industriområdet på Rubbestadneset (Haugsoen mfl. 2018).

Risikovurderinga er utført i høve til rettleiar om risikovurdering av forureina sediment (M-409:2015). Føremålet med ei risikovurdering er å fastslå om det er økologisk risiko knytt til spreiing av stadeige sediment ved utfylling i sjø. Området vart delt i to delområde: A og B. Det vart gjort ei risikovurdering av sediment i 2009 (Haveland 2009), der det blant anna vart tatt prøver i delområde A. Resultata fra analysane av desse prøvane vart lagt til grunn for risikovurdering av delområdet A. Prøver av sediment frå delområde B vart samla inn frå seks stasjonar 7. februar 2018.

### SEDIMENTKVALITET

Sedimentet i delområde A hadde noko varierande kornstorleik, og innehold til dels mykje organisk materiale.

Sedimentet i delområde B var grovkorna, inneholdt ein god del skjelsand og hadde lågt innhald av organisk materiale.

### MILJØGIFTER I SEDIMENT

Det var til dels svært høge konsentrasjonar av miljøgifter i delområde A, med kopar og tributyltinn konsentrasjonar tilsvarende tilstandsklasse V = "svært dårlig" i høve til M 608:2016 på alle stasjonar (**tabell 4**). Konsentrasjonane av arsen, bly, kvikksov, sink, dei fleste PAH sambindingane og PCB er også høg på dei fleste stasjonane, og ligg innan tilstandsklasse III = "moderat", IV = "dårlig" eller V = "svært dårlig".

Det var lågt innhald av tungmetall i delområde B, tilsvarende tilstandsklasse I = "bakgrunn" eller II = "god" i høve til rettleiar M 608:2016. Det var høgt innhald av tributyltinn (TBT) i sedimentet på alle stasjonane, med konsentrasjonar tilsvarende tilstandsklasse V = "svært dårlig" på fem stasjonar og tilsvarende III = "moderat" på ein. Ein stasjon (M4) hadde høgt innhald av fleire PAH sambindingar og moderat høgt  $\Sigma$  PCB 7 nivå. I tillegg hadde ein stasjon moderat høgt innhald av PAH sambindinga antracen og ein annan moderat høgt innhald av  $\Sigma$  PCB 7.

### RISIKOVURDERING AV SEDIMENT TRINN 1

Både middel- og maksimal konsentrasjonen for dei fleste analyserte miljøgiftene ligg over grenseverdien for trinn 1 i risikovurdering av forureina sediment i delområde A. Det er spesielt innhaldet av tributyltinn (TBT), pyren og kopar som er høgt.

**Delområde A kan ikkje friskmeldast etter trinn 1 i risikovurderinga. Sidan det er så høge konsentrasjonar av mange miljøgifter bør avbøtande tiltaks vurderast heller enn å gå vidare på trinn 2 i risikovurderinga. Dette er også tilrådinga som er gitt for området tidlegare (Haveland 2009).**

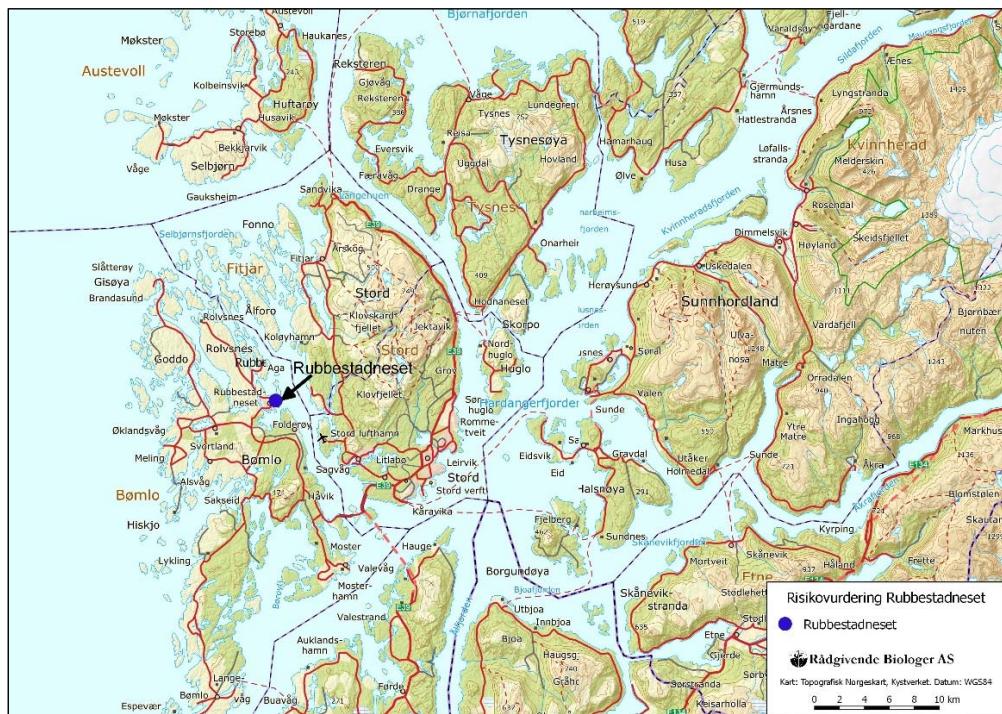
Både middel- og maksimal konsentrasjonen av tributyltinn, antracen, pyren og benzoantracen ligg over grenseverdien for trinn 1 i risikovurdering av forureina sediment i del område B, og i tillegg ligg

maksimalkonsentrasjonen av ei rekkje PAH-sambindingar og  $\Sigma$ PCB7 og over grenseverdien. Det er spesielt innhaldet av TBT som er høgt, med høge konsentrasjonar på alle stasjonar.

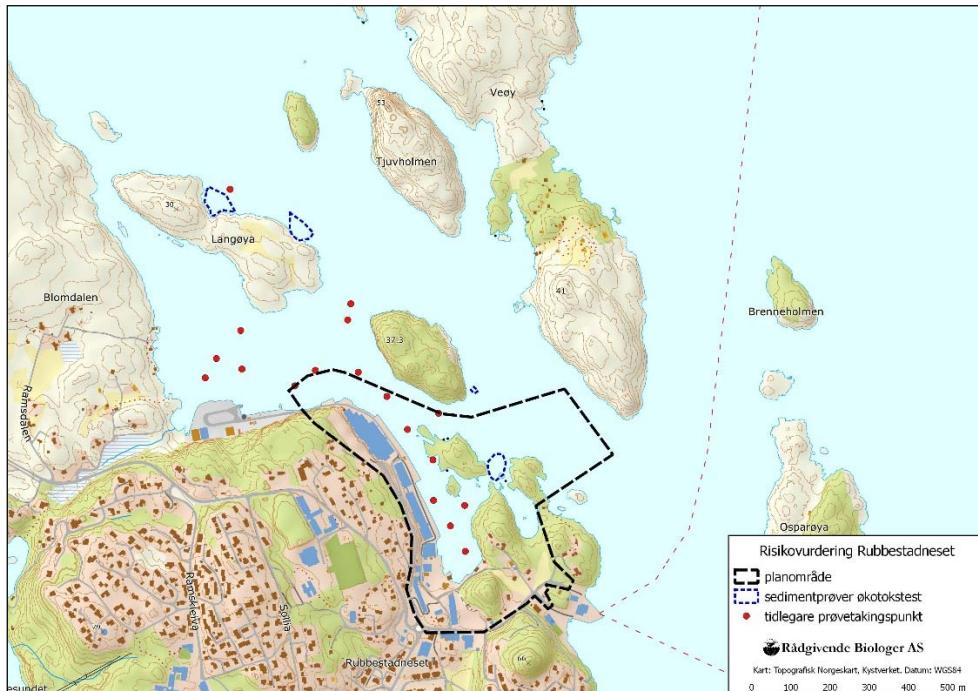
**Grunna konsentrasjonen av tributyltinn (TBT) og ei rekkje PAH sambindingar og  $\Sigma$ PCB 7 i delområde B kan området ikkje frismeldast basert på Trinn 1 i risikovurderinga. Det tilrådast at forvaltningsmyndigheta vurderer om det er nødvendig å gjere tiltak, eller ei risikovurdering Trinn 2. Forslag til tiltak er skisserte i konsekvensutgreiinga for Rubbestadneset som vart utført samstundes med risikovurderinga (Haugsøen mfl. 2018).**

## TILTAK RUBBESTADNESET

Det er planar om å vidareutvikle eit eksisterande industriområde på Rubbestadneset, i Bømlo kommune. Tiltaket omfattar etablering av næringsområde, kai, industrilager, skipsdokk og vegnett, og vil medføre utfylling i sjø.



**Figur 1.** Oversiktskart som viser plassering av lokaliteten



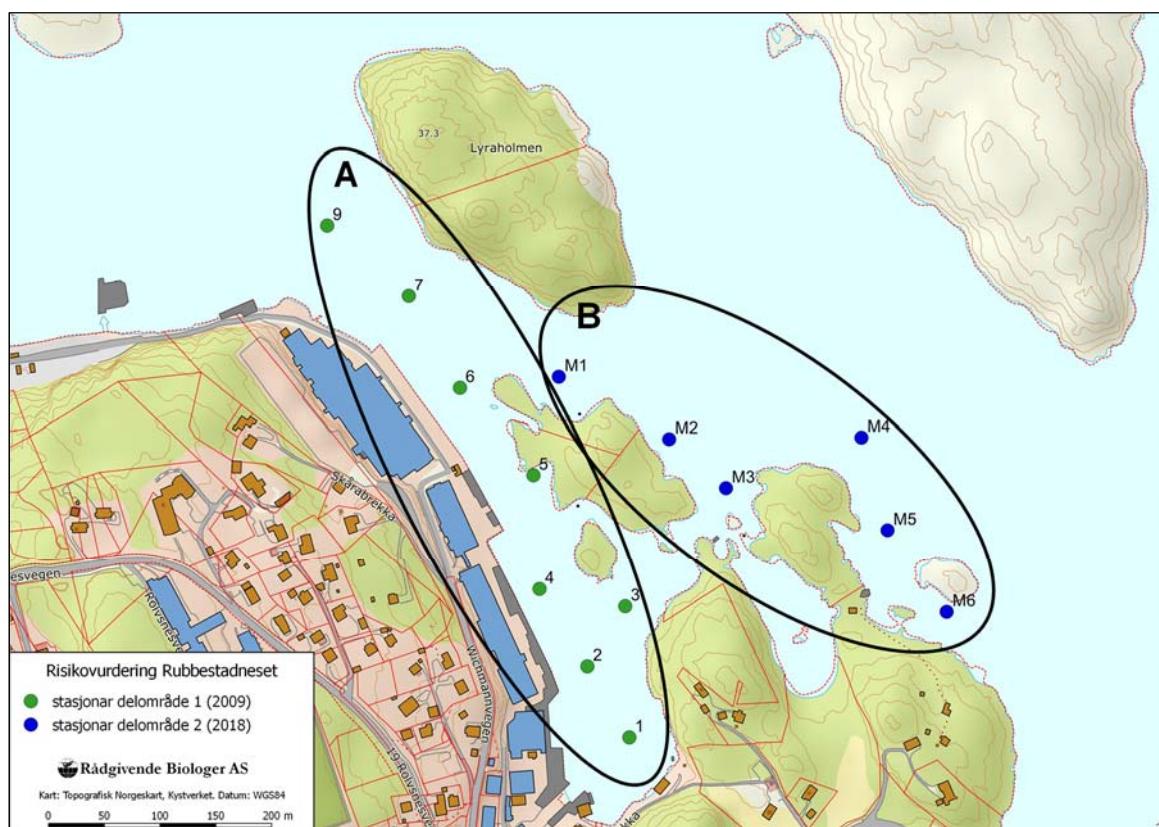
**Figur 2.** Oversikt over planområdet med tidlegare prøvetakingspunkt (Resipientundersøkelse AS 2009) og område for sedimentprøver til toksisitetstest (Helland 2011). Avgrensingar og punkt kan vere litt unøyaktige.

## METODE OG DATAGRUNNLAG

### DATAGRUNNLAG

Rapporten er basert på prøvetaking av sediment i tiltaksområdet som er vurdert for utfylling. Det skal takast prøvar av det bioaktive laget som ofte er 0-10 cm djupt (M-409:2015). Tiltaksområdet er delt inn i to delområde: A og B (**figur 3**). I delområde A vart det utført prøvetaking av sediment og analyse av miljøgifter i 2009 av Resipientanalyse AS (Haveland 2009). Resultata frå 7 prøvar frå denne granskingsa er brukt som grunnlag for vurderinga av sedimentkvalitet og risikovurdering av dette delområdet. Det vart tatt prøvar i delområde B den 7. februar 2018 av Ingeborg E. Økland og Hilde E. Haugsøen. I delområde B var det eit tynt sedimentdekke på fjellbotn, og vurdering av sedimentkvalitet og risikovurdering er utført på 6 prøvar med sedimentdjup mellom 2 og 7 cm.

I ein risikovurdering på trinn 1 er det tilrådd å utføre generelle toksisitetstestar frå delområda, som skal avdekke moglege gifteffektar av stoff som ikkje inngår i det kjemiske analyseprogrammet, og for å avdekke samverkande effektar av fleire stoff ( M409:2015). Desse testane vert gjort med porevatn frå sedimentprøvar. I delområde A var det allereie avdekkja så høge konsentrasjonar av miljøgifter at avbøtande tiltak er naudsynt, det vart derfor ikkje vurdert føremålstenleg å utføre toksisitetstest i dette området. I delområde B er det et eit tynt og flekkvis sedimentdekke på fjellbotn som består hovudsakeleg av grovt sediment (skjelsand, sand og grus) som ikkje heldt godt på porevatnet. Det vil være svært vanskeleg å ta prøvar av tilstrekkeleg sediment med porevatn til å utføre toksisitetstestar som er representativ for dette delområdet, og området vart derfor vurdert som ikkje eigna for toksisitetstesting. Ved ei tidlegare granskning utført av Rambøll i 2011 vart det utført ein toksisitetstest på Sceletonema og DR-CALUX test på ein blandprøve av sediment frå fleire delområde (**figur 2**). Eit av delområda låg innanfor delområde B, medan dei andre var frå austsida Langøya og Lyraholmen som ligg nord og aust for planområdet (Helland, m. fl.2011). Resultata frå desse testane er inkludert i risikovurderinga.



**Figur 3.** Oversyn over dei to delområda, prøvetakingsstasjonar frå denne og tidlegare granskinger.

# RISIKOVURDERING AV FORUREINA SEDIMENT, TRINN 1

Ved utfylling i sjø skal det utførast ei risikovurdering (Trinn 1, økologiske risiko) av forureina sediment. Dette for å unngå skadar på naturmangfaldet og miljøet før og etter utfylling. Det er utført gransking av sedimentkvalitet og miljøgifter i tiltaksområdet, kor det er aktuelt med utfylling i sjø (**figur 3**). Utfyllinga i planprogrammet fell innanfor kategori "små eller mellomstore tiltak" i høve til M-409:2015. Ved små tiltak skal det takast sedimentprøvar frå minst 3 stasjonar.

## PRØVETAKING

Prøvetakinga følgjer NS-EN ISO 5667-19:2004, medan ein for vurdering følgjer Miljødirektoratets rettleiar M-350:2015 "Håndtering av sedimenter", M-409:2015 "Risikovurdering av forureina sediment", M-608:2016 "Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota" og vanndirektivets rettleiar 02:2013 - revidert 2015 "Klassifisering av miljøtilstand i vann". Desse rettleiarane set rammene for gjennomføring av granskinga, med mellom anna tal på stasjonar og kva parametare som skal analyserast.

Det skal takast minst fire parallelle sedimentprøvar på kvar stasjon. Ein nytta ein van Veen-grabb på 0,028 m<sup>2</sup>. Frå kvar av dei fire parallellane vert materiale tatt ut frå dei øvste 10 cm og samla til ein blandprøve for analyse.

## SEDIMENTKVALITET

Sedimentprøvar vert analysert i høve til minimumslista gitt i M-409:2015, som inkluderer tørrstoff, TOC, kornfordeling, tungmetallane *kopar, sink, arsen, krom, bly, nikkel, kadmium* og *kvikksølv*, samt dei organiske miljøgiftene *PAH, PCB* og *TBT*. Analysane er utført av Eurofins Norsk Miljøanalyse avd. Bergen. Kornfordelingsanalysen målar den relative delen av leire, silt, sand og grus i sedimentet.

Innhaltet av organisk karbon (TOC) i sedimentet vert analysert direkte, men for å kunne nytte klassifiseringa i Miljødirektoratets rettleiar 02:2013, skal konsentrasjonen av TOC i tillegg standardiserast for teoretisk 100 % finstoff etter nedanforståande formel, der F = del av finstoff (leire + silt) i prøven:

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

TOC skal berre nyttast som ein støtteparameter.

## RISIKOVURDERING

I høve til M-409:2015 kan sedimentet friskmeldast ved ubetydeleg risiko for forureining dersom:

- Gjennomsnittskonsentrasjonen for kvar miljøgift over alle prøvane (minst 3) er lågare enn grenseverdien for Trinn 1, og ingen enkeltkonsentrasjonar er høgare enn den høgaste av:
  - 2 × grenseverdien
  - grensa mellom klasse III og IV for stoffet
- Toksisiteten av sedimentet tilfredstiller grenseverdiane for alle testane.

Ved berekning av risiko, vert konsentrasjonen av prøver under deteksjonsgrensa satt til halve deteksjonsgrensa.

# RESULTAT

## SEDIMENTKVALITET

### Delområde A

Prøvane som er tatt innanfor delområde A har noko varierande samansetjing, men dei fleste prøvane er svart på farge, har til dels høgt innhold av organisk materiale og inneheld ein del finstoff. Prøvane er tatt mellom 5 og 25 m. Oppsummering av sedimenteigenskapar er gitt i **tabell 1**. For skildring av enkelprøvar sjå Haveland 2009.

**Tabell 1.** Kornfordeling, tørrstoff, organisk innhold og TOC i sedimentet frå delområde A (frå Haveland 2009). i.o. = ikkje oppgitt

Stasjon	1	2	3	4	5	6	7	9
Leire & silt (%)	65,3	27,5	30,6	14,7	i.o.	25,7	i.o.	47,3
Sand (%)	i.o.							
Grus (%)	i.o.							
Tørrstoff (%)	21,4	34,8	45,5	44,9	45,6	48,2	57,6	34,6
TOC (mg/g)	79	50	32	30	13	27	49	47
Normalisert TOC (mg/g)	85,3	63,1	44,5	45,4	i.o	40,4	i.o	56,5

### Delområde B

På stasjon M1 fekk ein, etter to bomhogg, frå ca. 2,5 m djup opp ca.  $\frac{1}{4}$  grabb (2,5-3 cm) prøve. Ein prøve var svart, mjuk og luktfri og bestod av algar, mudder og sand, medan dei andre var grå, fast og luktfri og bestod av hovudsakeleg av skjelsand, med litt sand og grus (**figur 4, tabell 2**).

På stasjon M2 fekk ein etter totalt sju bomhogg, frå ca. 6,5 m djup opp 3  $\frac{1}{4}$  grabbar (2-3 cm) faste, gråe og luktfrie prøvar som bestod hovudsakeleg av skjelsand, med noko grus, sand og spor av mudder.

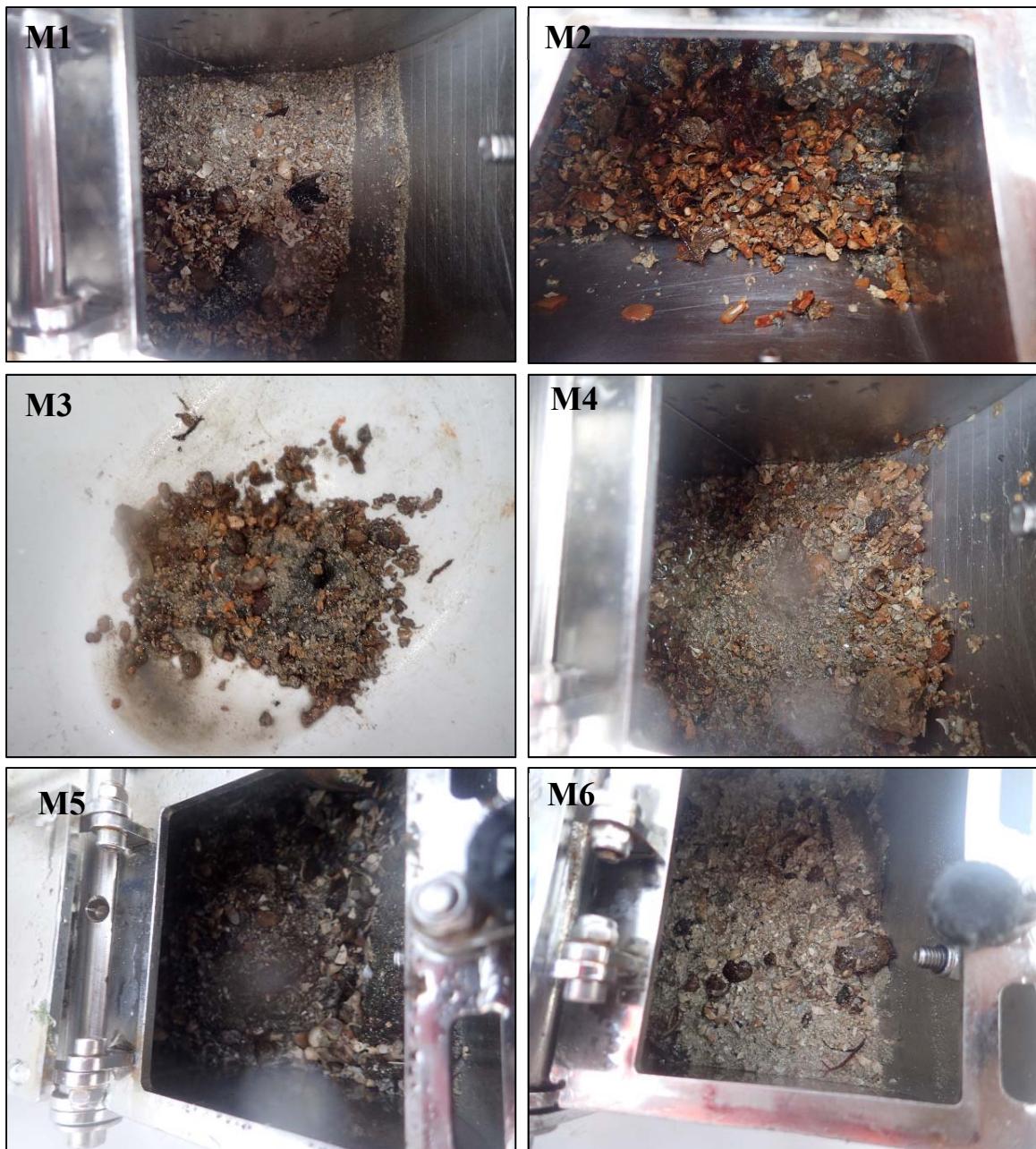
På stasjon M3 fekk ein frå ca. 2 m djup opp knapt  $\frac{1}{4}$  grabb (2 cm) gråe, faste og luktfrie prøvar som bestod hovudsakeleg av skjelsand, med noko grus, sand og spor av mudder.

På stasjon M4 fekk ein etter eit bomhogg opp frå ca. 16 m djup, ca.  $\frac{1}{4}$  grabb (2-3 cm) gråe, faste og luktfrie prøvar som bestod hovudsakeleg av skjelsand og sand med litt grus.

På stasjon M5 fekk ein frå ca. 4 m djup opp ca.  $\frac{1}{4}$  -  $\frac{1}{2}$  grabb (2-6 cm) gråe, faste og luktfrie prøvar som bestod hovudsakeleg av skjelsand, med større skjelfragment, sand og grus.

På stasjon M6 fekk ein frå ca. 5 m djup opp ca.  $\frac{1}{2}$  grabb (5-7 cm) gråe faste og luktfrie prøvar som bestod av skjelsand og litt grus.

Resultata av kornfordelingsanalysen viste at sedimentet på alle stasjonane var relativt grovt, og sand var den dominante kornstørleiken, med noko mindre grus og finstoff (**tabell 3, figur 5**). Unntaket var M3, der grus var mest dominante, med mindre sand og noko finstoff. Det var generelt lågt innhold av organisk materiale, tilsvarende tilstandsklasse I = "meget god" eller II = "god" i høve til rettleiar 02:2013. Unntaket er stasjon M5 som ligg i tilstand III = "moderat".



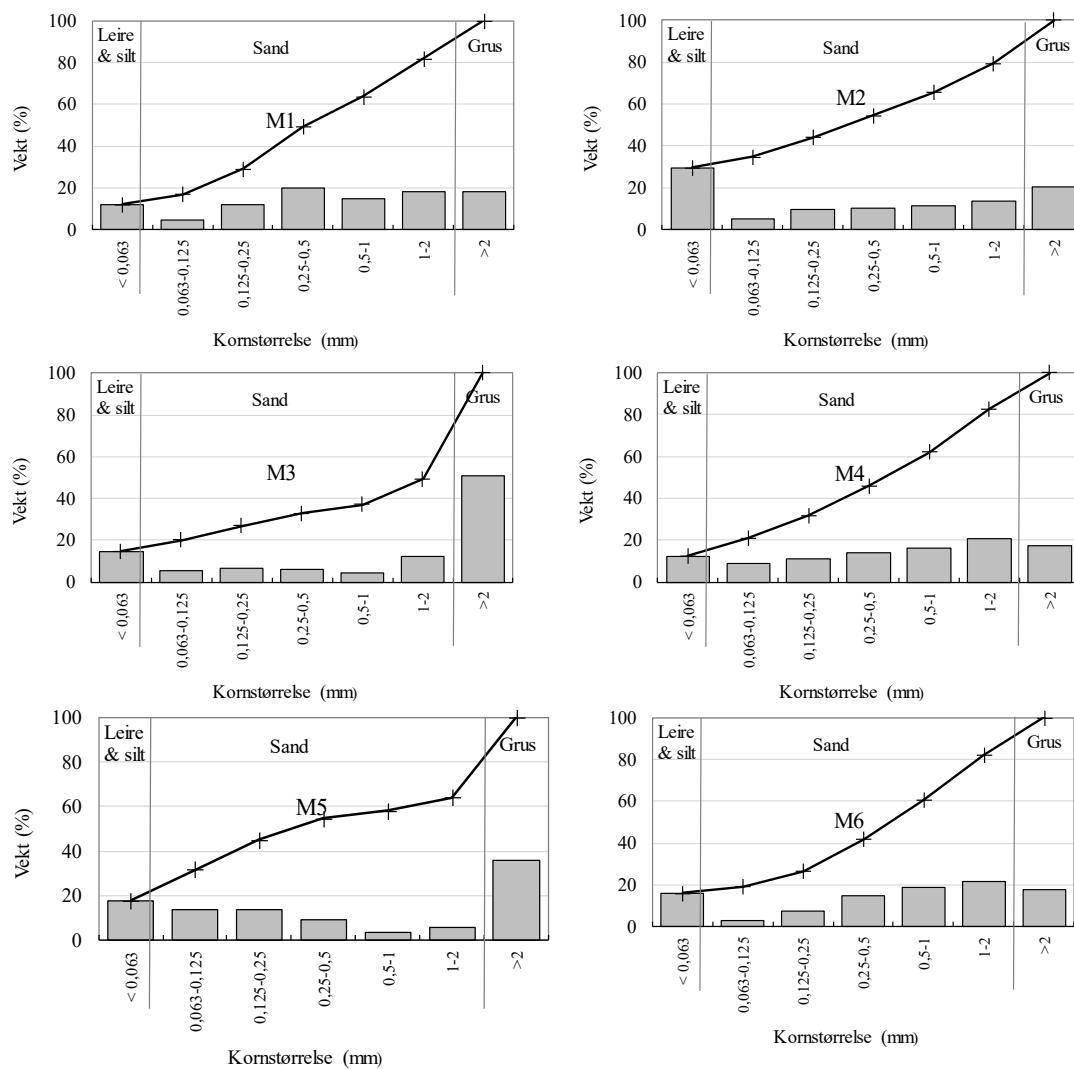
**Figur 4.** Bilete av prøvar frå dei seks stasjonane det vart tatt prøve frå i delområde B. Bileta er merka med stasjonsnamn.

*Tabell 2. Skildring av prøvane frå Rubbestadneset den 7. februar 2018.*

Stasjon	M1	M2	M3	M4	M5	M6
Djup (m)	2,5	6,5	2	16	4	5
Grabbvolum (cm)	2,5-3	2-3	2	2-3	2-6	5-7
Bobling i prøve	-	-	-	-	-	-
H <sub>2</sub> S lukt	-	-	-	-	-	-
Primær sediment						
Skjelsand	X	X	X	X	X	X
Grus	X	X	X	X	X	X
Sand	X	X	X	X	X	-
Silt	-	-	-	-	-	-
Leire	-	-	-	-	-	-
Mudder	X	X	X	-	-	-
Stein	-	-	-	-	-	-

**Tabell 3.** Kornfordeling, tørrstoff, organisk innhold og TOC i sedimentet frå delområde B 7. februar 2017. Fullstendige analyseresultat er presentert i vedlegg 1. Miljødirektoratets rettleiar 02:2013 gjev følgjande tilstandsklasseinndeling: I blå = "svært god", II grøn: "god", III gul = "moderat", IV oransje = "dårlig" og V raud = "svært dårlig".

Stasjon	M1	M2	M3	M4	M5	M6
Leire & silt (%)	12,2	29,7	14,6	12,3	17,9	16,3
Sand (%)	69,6	49,7	34,8	70,3	46,1	65,9
Grus (%)	18,1	20,6	50,6	17,4	35,9	17,8
Tørrstoff (%)	57	59	69	66	56	61
Glødetap (%)	5,86	6,11	4,21	4,05	5,07	3,17
TOC (mg/g)	5,9	7,4	5,4	11	15	4,6
<b>Normalisert TOC (mg/g)</b>	<b>21,7</b>	<b>20,1</b>	<b>20,8</b>	<b>26,8</b>	<b>29,8</b>	<b>19,7</b>



**Figur 5.** Kornfordeling for stasjonane i delområde B.

## MILJØGIFTER I SEDIMENT

### Delområde A

Det er til dels svært høge konsentrasjonar av miljøgifter i delområde A, med konsentrasjonar av kopar og tributyltinn (TBT) konsentrasjonar tilsvarende tilstandsklasse V = "svært dårlig" i høve til M 608:2016. på alle stasjonar (**tabell 4**). Konsentrasjonane av arsen, bly, kvikksølv, sink, dei fleste PAH sambindingane og PCB er også høg på dei fleste stasjonane, og ligg innan tilstandsklasse III = "moderat", IV = "dårlig" eller V = "svært dårlig".

### Delområde B

Det er lågt innhald av tungmetall i delområde B tilsvarende tilstandsklasse I = "bakgrunn" eller II = "god" i høver til rettleiar M 608:2016 (**tabell 5**).

Sedimentet på M1-M5 hadde høgt innhald av TBT, tilsvarende tilstandsklasse V = "svært dårlig", medan sedimentet på M6 hadde TBT innhald tilsvarende tilstandsklasse III = "moderat" i høve til rettleiar M608:2016 (**tabell 5**). Sedimentet på stasjonane M2, M3 og M6 hadde elles lågt innhald av organiske miljøgifter med konsentrasjonar av PAH- og PCB-sambindingar tilsvarende tilstandsklasse I = "bakgrunn" eller II = "god". Sedimentet på M1 hadde moderat høg antracen-konsentrasjon, tilsvarende tilstandsklasse III, medan konsentrasjonane av dei andre PAH-sambindingane og PCB var låg, tilsvarende tilstandsklasse I = "bakgrunn" eller II = "god". Sedimentet på M4 hadde høge konsentrasjonar av fleire PAH-sambindingar (antracen, fluoranten, krysen, benzo[b]fluoranten, benzo[k]fluoranten, benzo[a]pyren, indeno[1,2,3-cd]pyren og benzo[ghi]perylen) tilsvarende tilstandsklasse IV = "dårlig", og moderat høge konsentrasjonar av PAH-sambindingane pyren, benzo[a]antracen og dibenzo[a,h]antracen og av total konsentrasjonen dei analyserte PCB ( $\Sigma$ PCB7). Sedimentet på M5 hadde låge konsentrasjonar av PAH sambindingar tilsvarende tilstandsklasse I = "bakgrunn" eller II = "god", men moderat høg total konsentrasjon av PCB ( $\Sigma$ PCB7).

**Tabell 4.** Miljøgifter i sediment frå delområde A, Verdiar er henta frå Haveland 2009. Rettleiar M-608:2016 gjev følgjande klasseinndeling: I = "bakgrunn" (blå), II = "god" (grøn), III = "moderat" (gul), IV = "dårlig" (oransje) og V = "svært dårlig" (raud). GV = grenseverdiar for ubetydeleg økologisk risiko i Trinn 1 er gitt til høgre i tabellen i høve til M 409-2015.

Stoff	Eining	1	2	3	4	5	6	7	9	GV
Arsen (As)	mg/kg	60,9 (III)	44,5 (III)	16,8 (II)	27,9 (III)	12,2 (I)	19,4 (III)	30,6 (III)	53,7 (III)	18
Bly (Pb)	mg/kg	702 (III)	1090 (III)	348 (III)	519 (III)	1040 (III)	350 (III)	240 (III)	273 (III)	150
Kadmium (Cd)	mg/kg	1,11 (II)	2,88 (III)	0,556 (II)	1,68 (II)	0,347 (II)	0,746 (II)	0,475 (II)	0,526 (II)	2,5
Kopar (Cu)	mg/kg	8750 (V)	3290 (V)	1460 (V)	1290 (V)	705 (V)	850 (V)	523 (V)	1360 (V)	84
Krom (Cr)	mg/kg	114 (II)	106 (II)	50,2 (I)	95,2 (II)	54,6 (I)	29,7 (I)	62,4 (II)	104 (II)	660
Kvikksølv (Hg)	mg/kg	4,33 (V)	2,63 (V)	1,7 (V)	8,53 (V)	1,02 (IV)	1,83 (V)	0,326 (II)	1,24 (IV)	0,52
Nikkel (Ni)	mg/kg	34,2 (II)	62,9 (III)	28 (I)	30,4 (II)	8,65 (I)	16,2 (I)	49,4 (III)	40,4 (II)	42
Sink (Zn)	mg/kg	3410 (IV)	2040 (IV)	823 (IV)	1370 (IV)	608 (III)	720 (III)	1230 (IV)	815 (IV)	139
Naftalen	µg/kg	120 (III)	290 (III)	110 (III)	75 (III)	<50	<50	79 (III)	58 (III)	27
Acenaftylen	µg/kg	140 (IV)	50 (III)	53 (III)	45 (III)	<20	21 (II)	<20	38 (III)	33
Acenaften	µg/kg	570 (IV)	480 (IV)	200 (IV)	160 (III)	<50	83 (II)	<50	110 (III)	96
Fluoren	µg/kg	270 (III)	490 (III)	140 (II)	110 (II)	<50	77 (II)	<50	83 (II)	150
Fenantren	µg/kg	3200 (IV)	5000 (IV)	990 (III)	880 (III)	330 (II)	760 (II)	230 (II)	700 (II)	780
Antracen	µg/kg	780 (V)	1100 (V)	260 (IV)	260 (IV)	43 (IV)	200 (IV)	57 (IV)	160 (IV)	4,6
Fluoranten	µg/kg	9100 (V)	6300 (V)	2000 (V)	1600 (IV)	480 (IV)	1100 (IV)	420 (IV)	1300 (IV)	400
Pyren	µg/kg	9000 (V)	5200 (IV)	1900 (IV)	2000 (IV)	370 (III)	1200 (IV)	400 (III)	1200 (IV)	84
Benzo[a]antracen	µg/kg	5200 (IV)	3000 (IV)	1100 (IV)	950 (IV)	190 (III)	550 (IV)	230 (III)	820 (IV)	60
Krysen	µg/kg	4900 (V)	2500 (IV)	1100 (IV)	860 (IV)	230 (II)	490 (IV)	230 (II)	780 (IV)	280
Benzo[b]fluoranten	µg/kg	8500 (IV)	3300 (IV)	2100 (IV)	1700 (IV)	260 (IV)	840 (IV)	280 (IV)	1300 (IV)	140
Benzo[k]fluoranten	µg/kg	4000 (IV)	2500 (IV)	910 (IV)	840 (IV)	120 (II)	390 (IV)	150 (IV)	1200 (IV)	135
Benzo[a]pyren	µg/kg	6900 (IV)	2900 (IV)	1600 (IV)	1600 (IV)	190 (III)	770 (IV)	270 (IV)	1100 (IV)	230
Indeno[1,2,3-cd]pyren	µg/kg	5900 (V)	2100 (IV)	1400 (IV)	1300 (IV)	290 (IV)	620 (IV)	250 (IV)	670 (IV)	63
Dibenzo[a,h]antracen	µg/kg	1700 (IV)	610 (IV)	390 (IV)	340 (IV)	74 (III)	150 (III)	67 (III)	180 (III)	27
Benzo[ghi]perylen	µg/kg	4600 (V)	1300 (IV)	930 (IV)	960 (IV)	150 (IV)	510 (IV)	200 (IV)	550 (IV)	84
$\sum$ PAH 16 EPA	µg/kg	64900	36200	20000	13700	2730	7760	2860	9600	
PCB # 28	µg/kg	<15	<25	<15	<20	<2	<3	<30	<10	
PCB # 52	µg/kg	35	35	15	35	1,1	5,4	72	23	
PCB # 101	µg/kg	90	81	48	84	3	14	<120	97	
PCB # 118	µg/kg	110	78	53	70	2,7	13	97	13	
PCB # 138	µg/kg	130	90	65	150	4,4	16	73	27	
PCB # 153	µg/kg	110	82	58	160	4,3	17	71	21	
PCB # 180	µg/kg	38	29	22	71	1,4	8,1	14	9,7	
$\sum$ PCB 7	µg/kg	513 (V)	395 (IV)	261 (IV)	570 (V)	16,9 (III)	73,5 (IV)	327 (IV)	82,7 (IV)	4,1
Tributyltinn (TBT)*	µg/kg	71000 (V)	15000 (V)	20000 (V)	9900 (V)	960 (V)	1100 (V)	850 (V)	13000 (V)	35

\* Forvaltningsmessig etter TA-2229/2007

**Tabell 5.** Miljøgifter i sediment fra delområde B 7. februar 2018. Fullstendige analyseresultat er presentert i **vedlegg 1**. Rettleiar M-608:2016 gjev følgjande klasseinndeling: I = "bakgrunn" (blå), II = "god" (grøn), III = "moderat" (gul), IV = "dårlig" (oransje) og V = "svært dårlig" (raud). GV = grenseverdiar for ubetydeleg økologisk risiko i Trinn 1 er gitt til høgre i tabellen i høve til M 409-2015.

Stoff	Eining	M1	M2	M3	M4	M5	M6	GV
Arsen (As)	mg/kg	2,8 (I)	3,6 (I)	3,6 (I)	3,5 (I)	3,6 (I)	1,5 (I)	18
Bly (Pb)	mg/kg	23 (I)	19 (I)	14 (I)	36 (II)	9,2 (I)	5,5 (I)	150
Kadmium (Cd)	mg/kg	0,16 (I)	0,15 (I)	0,081 (I)	0,2 (II)	0,28 (II)	0,073 (I)	2,5
Kopar (Cu)	mg/kg	51 (II)	20 (II)	15 (I)	68 (II)	18 (I)	4,8 (I)	84
Krom (Cr)	mg/kg	6,9 (I)	3,9 (I)	4,8 (I)	5 (I)	4,1 (I)	3,1 (I)	660
Kvikksølv (Hg)	mg/kg	0,041 (I)	0,023 (I)	0,016 (I)	0,098 (II)	0,014 (I)	0,007 (I)	0,52
Nikkel (Ni)	mg/kg	2,5 (I)	1,9 (I)	2,7 (I)	2,6 (I)	2,7 (I)	1,6 (I)	42
Sink (Zn)	mg/kg	46 (I)	32 (I)	19 (I)	51 (I)	27 (I)	11 (I)	139
Naftalen	µg/kg	3,22 (II)	2,17 (II)	2,46 (II)	13,3 (II)	2,1 (II)	0,99 (I)	27
Acenaftylen	µg/kg	1,97 (II)	1,52 (I)	1,08 (I)	7,09 (II)	1,46 (I)	0,41 (I)	33
Acenaften	µg/kg	8,36 (II)	3,76 (II)	3,07 (II)	39 (II)	2,87 (II)	0,99 (I)	96
Fluoren	µg/kg	7,48 (II)	4,52 (I)	3,31 (I)	33,8 (II)	3,26 (I)	1,61 (I)	150
Fenantren	µg/kg	43,1 (II)	15,6 (II)	19,7 (II)	279 (II)	16,1 (II)	4,66 (I)	780
Antracen	µg/kg	10,9 (III)	3,49 (II)	4,15 (II)	69,8 (IV)	4,14 (II)	0,88 (I)	4,6
Fluoranten	µg/kg	89 (II)	35,7 (II)	39,2 (II)	561 (IV)	46,9 (II)	5,87 (I)	400
Pyren	µg/kg	72,1 (II)	31,5 (II)	32,2 (II)	429 (III)	37,3 (II)	4,8 (I)	84
Benzo[a]antracen	µg/kg	42,1 (II)	18,8 (II)	16,4 (II)	310 (III)	20,7 (II)	2,09 (I)	60
Krysen	µg/kg	42,2 (II)	19,7 (II)	16,7 (II)	312 (IV)	20,7 (II)	2,59 (I)	280
Benzo[b]fluoranten	µg/kg	50,9 (I)	30,8 (I)	24 (I)	373 (IV)	31,3 (I)	3,31 (I)	140
Benzo[k]fluoranten	µg/kg	24,5 (I)	12 (I)	11,4 (I)	184 (IV)	13,9 (I)	1,07 (I)	135
Benzo[a]pyren	µg/kg	55,7 (II)	27,1 (II)	22,1 (II)	441 (IV)	28,7 (II)	2,32 (I)	230
Indeno[1,2,3-cd]pyren	µg/kg	38,2 (II)	26 (II)	22,5 (II)	283 (IV)	24,7 (II)	2,41 (I)	63
Dibenzo[a,h]antracen	µg/kg	8,54 (I)	5,08 (I)	5,3 (I)	65,5 (III)	5,21 (I)	0,61 (I)	27
Benzo[ghi]perylen	µg/kg	49,5 (II)	33,3 (II)	39,8 (II)	328 (IV)	34,5 (II)	4,77 (I)	84
<b>Σ PAH 16 EPA</b>	µg/kg	548	271	263	3730	294	39,4	
PCB # 28	µg/kg	<0,1	0,1	<0,1	0,28	0,11	<0,1	
PCB # 52	µg/kg	0,16	0,16	0,13	0,6	0,17	<0,1	
PCB # 101	µg/kg	0,32	0,24	0,2	2,09	0,66	<0,1	
PCB # 118	µg/kg	0,38	0,22	0,22	2,32	0,38	<0,1	
PCB # 138	µg/kg	0,68	0,38	0,38	3,43	1,34	<0,1	
PCB # 153	µg/kg	0,67	0,35	0,53	3,09	1,42	<0,1	
PCB # 180	µg/kg	0,3	<0,1	<0,1	1,4	0,99	<0,1	
<b>Σ PCB 7</b>	µg/kg	2,59 (II)	1,85 (II)	1,44 (II)	13,2 (III)	5,08 (III)	<1	4,1
Tributyltinn (TBT)*	µg/kg	370 (V)	4100 (V)	210 (V)	1900 (V)	230 (V)	8,5 (III)	35

\* Forvaltningsmessig etter TA-2229/2007

## RISIKOVURDERING AV SEDIMENT TRINN 1

Risikovurderinga er gjort separat for kvar av dei to delområda.

### Delområde A

Både maksimumskonsentrasjonen og middelkonsentrasjonen for dei fleste miljøgiftene ligg over grenseverdien for trinn 1 i risikovurdering av forureina sediment (M-409:2015) (**vedlegg 2a**). Stoffa som ligg høgst over grenseverdien er tributyltinn (TBT) med middelverdi 470 gongar grenseverdien, antracen med middelverdi 78 gongar grenseverdien, pyren med middelverdi 32 gongar grenseverdien og kopar 27 gongar grenseverdien. Delområdet kan ikkje friskmeldast etter trinn 1 i risikovurderinga. Sidan det er så høge konsentrasjonar av mange miljøgifter bør avbøtande tiltaks vurderast heller enn å gå vidare på trinn 2 i risikovurderinga. Dette er også tilrådinga som er gitt for området tidlegare (Haveland 2009).

## **Delområde B**

Basert på resultatet av ei risikovurdering av forureina sediment, trinn 1 etter rettleiar M-409:2015, kan delområde B ikkje friskmeldast.

Tributyltinn-forureininga er mest utbreidd, med konsentrasjonar over grenseverdien på alle stasjonar utanom ein. Både middelkonsentrasjonen og maksimumskonsentrasjonen var betydeleg høgare enn grenseverdien for trinn 1 i risikovurderinga, med verdiar som var høvesvis 32,5 og 117 gongar grenseverdien (**vedlegg 2b**). I tillegg var middelkonsentrasjonen av antracen, pyren og benzo[a]antracen litt høgare enn grenseverdien, medan maksimalkonsentrasjonen av ei rekke PAH-sambindingar og  $\Sigma$ PCB 7 var høgare enn grenseverdien. For PAH-sambindingane er det spesielt stasjon M4 som bidreg med høge konsentrasjonar.

I ei gransking i 2011 (Helland m.fl. 2011) vart DR-CALUX toksisitetstest og toksisitetstest på *Sceletonema* utført på ein blandprøve av sediment, der sediment frå delområde B var inkludert, brukt til å vurdere økologisk risiko frå sediment frå område med lågare konsentrasjonar av miljøgifter. Resultatet av DR-CALUX viste at sedimentet sitt innhald av dioksin og dioksinliknande plane PCB forbindelsar utgjorde ein ubetydeleg risiko for marine organismar, medan *Sceletonema* testen på porevatn låg på grenseverdien i høve til rettleiar M-409:2015. Det vart i tillegg gjort ein test på *Sceletonema* med eit organisk ekstrakt, denne gav større veksthemming (Helland m.fl. 2011).

**Grunna konsentrasjonen av tributyltinn (TBT) og ei rekke PAH sambindingar og  $\Sigma$ PCB 7 i delområde B kan området ikkje friskmeldast basert på Trinn 1 i risikovurderinga. Det tilrådast at forvaltningsmyndigheta vurderer om det er nødvendig å gjøre tiltak eller ei risikovurdering Trinn 2. Forslag til tiltak er skisserte i konsekvensutgreiinga for Rubbestadneset som vart utført samstundes med risikovurderinga (Haugsøen 2018).**

## REFERANSAR

- Direktoratgruppa Vanndirektivet 2013. Veileder 02:2013 – revidert 2015. Klassifisering av miljøtilstand i vann. 229 sider.
- Haugsøen H.E., Økland I.E., Todt C. & Eilertsen M. 2018. Rubbestadneset industriområde, Bømlo kommune Konsekvensutredning for marint naturmangfold og naturressurser. Rådgivende Biologer AS, rapport 2656, 38 sider, ISBN 978-82-8308-499-3.
- Haveland, F. 2009. Risikovurdering av forurensa grunn og sediment. Resipientanalyser rapport nr 269-2009, 69 sider.
- Helland, A., Jahrne, T., Longstaff, S. & Helgestad, M. 2011 Wärtsilä Norway AS Oppfølgende miljøundersøkelser. Rambøll 44 sider.
- Miljødirektoratet M350:2015. Håndtering av sedimenter. 103 sider.
- Miljødirektoratet M409:2015. Risikovurdering av forurensset sediment – Veileder. 106 sider.
- Miljødirektoratet M608:2016. Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota. 24 sider.
- Norsk Standard NS-EN 5667-19:2004. Vannundersøkelse. Prøvetaking. Del 19: Veiledning i sedimentprøvetaking i marine området. Standard Norge, 14 sider.
- Statens Forurensningstilsyn. TA-2229/2007 Veileder for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Revidering av klassifisering av metaller og organiske miljøgifter i vann og sedimenter. Veileder 12 sider.

# VEDLEGG

## Vedlegg 1. Analyseresultat fra Eurofins Miljøanalyse AS



EUNOBE-00027131

Prøvnr.:	<b>441-2018-0225-001</b>	Prøvetakingsdato:	07.02.2018	
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver	
Prøvemerking:	M1 Kjemi	Analysesstartdato:	25.02.2018	
<b>Analyse</b>				
	Resultat	Enhet	LOQ	MU
b) Tertiostoff	52.4 %		0.1	5%
b) Kobber (Cu)	51 mg/kg TS		0.5	25%
b) Krom (Cr)	6.9 mg/kg TS		0.5	25%
b) Nikkel (Ni)	2.5 mg/kg TS		0.5	25%
b) Sink (Zn)	46 mg/kg TS		2	25%
b) Arsen (As) Premium LOQ				
b) Arsen (As)	2.8 mg/kg TS		0.5	25%
b) Bly (Pb) Premium LOQ				
b) Bly (Pb)	23 mg/kg TS		0.5	25%
b) Kadmium (Cd) Premium LOQ				
b) Kadmium (Cd)	0.16 mg/kg TS		0.01	25%
b) Kvikkselv (Hg) Premium LOQ				
b) Kvikkselv (Hg)	0.041 mg/kg TS		0.001	20%
<b>PAH 16</b>				
Naphalen	3.22 µg/kg TS		0.1	Intern metode
Acenaftylen	1.97 µg/kg TS		0.1	Intern metode
Acenafatten	8.36 µg/kg TS		0.1	Intern metode
Fluoren	7.48 µg/kg TS		0.1	Intern metode
Fenantren	43.1 µg/kg TS		0.1	Intern metode
Antracen	10.9 µg/kg TS		0.1	Intern metode
Fluoranten	89.0 µg/kg TS		0.1	Intern metode
Pyren	72.1 µg/kg TS		0.1	Intern metode
Benz[a]antracen	42.1 µg/kg TS		0.1	Intern metode
Krysen	42.2 µg/kg TS		0.1	Intern metode
Benz[b]fluoranten	50.9 µg/kg TS		0.1	Intern metode
Benz[k]fluoranten	24.5 µg/kg TS		0.1	Intern metode
Benz[a]pyren	55.7 µg/kg TS		0.1	Intern metode
Indeno[1,2,3-cd]pyren	38.2 µg/kg TS		0.1	Intern metode
Dibenz[a,h]antracen	8.54 µg/kg TS		0.1	Intern metode
Benzo[ghi]perylene	49.5 µg/kg TS		0.1	Intern metode
Sum PAH(16) EPA	548 µg/kg TS		0.2	30%
<b>PCB 7</b>				
PCB 28	<0.1 µg/kg TS		0.1	Intern metode
PCB 52	0.16 µg/kg TS		0.1	100%
PCB 101	0.32 µg/kg TS		0.1	100%



EUNOBE-00027131

PCB 118	0.38 µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 138	0.68 µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 180	0.30 µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 153	0.67 µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
Sum 7 PCB	2.59 µg/kg TS	1	100%	Intern metode
a) Tributyltinn (TBT) - Sn	150 µg/kg TS	1	50%	Internal Method 2085
a) TOC (Totalt organisk karbon)				
a) Totalt organisk karbon (TOC)	0.59 % TS	0.05	15%	EN 13137
a) Tertiostoff	57 %	0.05	10%	DS 204 mod.
a) Tributyltinn (TBT)	370 µg/kg tv	2.4	40%	Kalkulering

Prøvnr.:	<b>441-2018-0225-002</b>	Prøvetakingsdato:	07.02.2018
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver
Prøvemerking:	M1 korn	Analysesstartdato:	08.02.2018
<b>Analyse</b>			
	Resultat	Enhet	LOQ
Total tertiostoff glødetap	5.86 % TS		0.02 5%
Total tertiostoff	52.2 %		0.02 15%
<b>Kornfordeling 2000-63µm 7 fraksjoner</b>			
Kornfordeling (>63µm)	Se vedlegg		Gravimetri

Prøvnr.:	<b>441-2018-0225-003</b>	Prøvetakingsdato:	07.02.2018		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerking:	M2 kjemi	Analysesstartdato:	08.02.2018		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
b) Tørststoff	56.5 %		0.1	5%	EN 12880
b) Kobber (Cu)	20 mg/kg TS		0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
b) Krom (Cr)	3.9 mg/kg TS		0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
b) Nikkel (Ni)	1.9 mg/kg TS		0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
b) Sink (Zn)	32 mg/kg TS		2	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
b) Arsen (As) Premium LOQ					
b) Arsen (As)	3.6 mg/kg TS		0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
b) Bly (Pb) Premium LOQ					
b) Bly (Pb)	19 mg/kg TS		0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
b) Kadmium (Cd) Premium LOQ					
b) Kadmium (Cd)	0.15 mg/kg TS		0.01	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
b) Kvikkelsv (Hg) Premium LOQ					
b) Kvikkelsv (Hg)	0.023 mg/kg TS		0.001	20%	028311mod/EN ISO17852mod
<b>PAH 16</b>					
Nafthalen	2.17 µg/kg TS		0.1	Intern metode	
Acenattylen	1.52 µg/kg TS		0.1	Intern metode	
Acenaften	3.76 µg/kg TS		0.1	Intern metode	
Fluoren	4.52 µg/kg TS		0.1	Intern metode	
Fenantren	15.6 µg/kg TS		0.1	Intern metode	
Antracen	3.49 µg/kg TS		0.1	Intern metode	
Fluoranten	35.7 µg/kg TS		0.1	Intern metode	
Pyren	31.5 µg/kg TS		0.1	Intern metode	
Benzol[a]antracen	18.8 µg/kg TS		0.1	Intern metode	
Krysen	19.7 µg/kg TS		0.1	Intern metode	
Benzol[b]fluoranten	30.8 µg/kg TS		0.1	Intern metode	
Benzol[k]fluoranten	12.0 µg/kg TS		0.1	Intern metode	
Benzol[a]pyren	27.1 µg/kg TS		0.1	Intern metode	
Indeno[1,2,3-cd]pyren	26.0 µg/kg TS		0.1	Intern metode	
Dibenzol[a,h]antracen	5.06 µg/kg TS		0.1	Intern metode	
Benzol[ghi]perylen	33.3 µg/kg TS		0.1	Intern metode	
Sum PAH(16) EPA	271 µg/kg TS		0.2	70%	Intern metode
<b>PCB 7</b>					
PCB 28	0.10 µg/kg TS		0.1	100%	Intern metode
PCB 52	0.16 µg/kg TS		0.1	100%	Intern metode
PCB 101	0.24 µg/kg TS		0.1	100%	Intern metode

PCB 118	0.29 µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 138	0.44 µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 180	0.15 µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 153	0.47 µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
Sum 7 PCB	1.85 µg/kg TS	1	100%	Intern metode
a) Tributyltinn (TBT) - Sn	1700 µg/kg TS	1	50%	Internal Method 2085
a) TOC (Totalt organisk karbon)				
a) Totalt organisk karbon (TOC)	0.74 % TS	0.05	15%	EN 13137
a) Tørststoff	59 %	0.05	10%	DS 204 mod.
a) Tributyltinn (TBT)	4100 µg/kg tv	2.4	40%	Kalkulering

Prøvnr.:	<b>441-2018-0225-004</b>	Prøvetakingsdato:	07.02.2018		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerking:	M2 korn	Analysesstartdato:	08.02.2018		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
Total tørststoff glødetap	6.11 % TS		0.02	5%	NS 4764
Total tørststoff	57.7 %		0.02	15%	NS 4764
Kornfordeling 2000-63µm 7 fraksjoner					
Kornfordeling (>63µm)	Se vedlegg				Gravimetri

Prøvnr.:	<b>441-2018-0225-005</b>	Prøvetakingsdato:	07.02.2018		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvermerking:	M3 kjemi	Analysesstartdato:	08.02.2018		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
b) Tørstoff	62.0 %		0.1	5%	EN 12880
b) Kobber (Cu)	15 mg/kg TS		0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
b) Krom (Cr)	4.8 mg/kg TS		0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
b) Nikkel (Ni)	2.7 mg/kg TS		0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
b) Sink (Zn)	19 mg/kg TS		2	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
b) Arsen (As) Premium LOQ					
b) Arsen (As)	3.6 mg/kg TS		0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
b) Bly (Pb) Premium LOQ					
b) Bly (Pb)	14 mg/kg TS		0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
b) Kadmium (Cd) Premium LOQ					
b) Kadmium (Cd)	0.081 mg/kg TS		0.01	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
b) Kvikk selv (Hg) Premium LOQ					
b) Kvikk selv (Hg)	0.016 mg/kg TS		0.001	20%	028311mod/EN ISO17852mod
<b>PAH 16</b>					
Naftalen	2.46 µg/kg TS		0.1		Intern metode
Acenattylen	1.08 µg/kg TS		0.1		Intern metode
Acenattfen	3.07 µg/kg TS		0.1		Intern metode
Fluoren	3.31 µg/kg TS		0.1		Intern metode
Fenantren	19.7 µg/kg TS		0.1		Intern metode
Antracen	4.15 µg/kg TS		0.1		Intern metode
Fluoranten	39.2 µg/kg TS		0.1		Intern metode
Pyren	32.2 µg/kg TS		0.1		Intern metode
Benzo[a]antracen	16.4 µg/kg TS		0.1		Intern metode
Krysen	16.7 µg/kg TS		0.1		Intern metode
Benzo[b]fluoranten	24.0 µg/kg TS		0.1		Intern metode
Benzo[k]fluoranten	11.4 µg/kg TS		0.1		Intern metode
Benzo[a]pyren	22.1 µg/kg TS		0.1		Intern metode
Indeno[1,2,3-cd]pyren	22.5 µg/kg TS		0.1		Intern metode
Dibenzo[a,h]antracen	5.30 µg/kg TS		0.1		Intern metode
Benzo[ghi]perylen	39.8 µg/kg TS		0.1		Intern metode
Sum PAH(16) EPA	263 µg/kg TS		0.2	70%	Intern metode
<b>PCB 7</b>					
PCB 28	<0.1 µg/kg TS		0.1		Intern metode
PCB 52	0.13 µg/kg TS		0.1	100%	Intern metode
PCB 101	0.20 µg/kg TS		0.1	100%	Intern metode

PCB 118	0.22 µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 138	0.38 µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 180	<0.1 µg/kg TS	0.1		Intern metode
PCB 153	0.35 µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
Sum 7 PCB	1.44 µg/kg TS	1	100%	Intern metode
a) Tributyltinn (TBT) - Sn	88 µg/kg TS	1	50%	Internal Method 2085
a) TOC (Totalt organisk karbon)				
a) Totalt organisk karbon (TOC)	0.54 % TS	0.05	15%	EN 13137
a) Tørstoff	69 %	0.05	10%	DS 204 mod.
a) Tributyltinn (TBT)	210 µg/kg tv	2.4	40%	Kalkulering

Prøvnr.:	<b>441-2018-0225-006</b>	Prøvetakingsdato:	07.02.2018		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvermerking:	M3 korn	Analysesstartdato:	08.02.2018		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
Total tørstoff glødetap	4.21 % TS		0.02	5%	NS 4764
Total tørstoff	58.5 %		0.02	15%	NS 4764
<b>Kornfordeling 2000-63µm 7 fraksjoner</b>					
Kornfordeling (>63µm)	Se vedlegg				Gravimetri

Prøvnr.:	<b>441-2018-0225-007</b>	Prøvetakingsdato:	07.02.2018		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerking:	M4 kjemi	Analysesstartdato:	08.02.2018		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
b) Ternstoff	61,6 %		0.1	5%	EN 12880
b) Kobber (Cu)	68 mg/kg TS		0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
b) Krom (Cr)	5,0 mg/kg TS		0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
b) Nikkel (Ni)	2,6 mg/kg TS		0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
b) Sink (Zn)	51 mg/kg TS		2	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
b) Arsen (As) Premium LOQ					
b) Arsen (As)	3,5 mg/kg TS		0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
b) Bly (Pb) Premium LOQ					
b) Bly (Pb)	38 mg/kg TS		0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
b) Kadmium (Cd) Premium LOQ					
b) Kadmium (Cd)	0.20 mg/kg TS		0.01	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
b) Kvikkselv (Hg) Premium LOQ					
b) Kvikkselv (Hg)	0.098 mg/kg TS		0.001	20%	028311mod/EN ISO17852mod
<b>PAH 16</b>					
Naftalen	13,3 µg/kg TS		0.1		Intern metode
Acenattylen	7,09 µg/kg TS		0.1		Intern metode
Acenaftaten	39,0 µg/kg TS		0.1		Intern metode
Fluoren	33,8 µg/kg TS		0.1		Intern metode
Fenantren	279 µg/kg TS		0.1		Intern metode
Antracen	69,8 µg/kg TS		0.1		Intern metode
Fluoranten	561 µg/kg TS		0.1		Intern metode
Pyren	429 µg/kg TS		0.1		Intern metode
Benzo[a]antracen	310 µg/kg TS		0.1		Intern metode
Krysen	312 µg/kg TS		0.1		Intern metode
Benzo[b]fluoranten	373 µg/kg TS		0.1		Intern metode
Benzo[k]fluoranten	184 µg/kg TS		0.1		Intern metode
Benzo[a]pyran	441 µg/kg TS		0.1		Intern metode
Indeno[1,2,3-cd]pyren	283 µg/kg TS		0.1		Intern metode
Dibenz[a,h]antracen	65,5 µg/kg TS		0.1		Intern metode
Benzo[ghi]perylen	328 µg/kg TS		0.1		Intern metode
Sum PAH(16) EPA	3730 µg/kg TS		0.2	30%	Intern metode
<b>PCB 7</b>					
PCB 28	0.28 µg/kg TS		0.1	100%	Intern metode
PCB 52	0.60 µg/kg TS		0.1	100%	Intern metode
PCB 101	2.09 µg/kg TS		0.1	100%	Intern metode

PCB 118	2.32 µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode	
PCB 138	3.43 µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode	
PCB 180	1.40 µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode	
PCB 153	3.09 µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode	
Sum 7 PCB	13,2 µg/kg TS	1	30%	Intern metode	
a) Tributyltinn (TBT) - Sn	790 µg/kg TS	1	50%	Internal Method 2085	
a) TOC (Totalt organisk karbon)					
a) Totalt organisk karbon (TOC)	1.1 % TS		0.05	15%	EN 13137
a) Ternstoff	66 %		0.05	10%	DS 204 mod.
a) Tributyltinn (TBT)	1900 µg/kg tv		2.4	40%	Kalkulering

Prøvnr.:	<b>441-2018-0225-008</b>	Prøvetakingsdato:	07.02.2018		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerking:	M4 korn	Analysesstartdato:	08.02.2018		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
Total tørstoff glødetap	4,05 % TS		0.02	5%	NS 4764
Total tørstoff	60,5 %		0.02	15%	NS 4764
Kornfordeling 2000-63µm 7 fraksjoner					
Kornfordeling (>63µm)	Se vedlegg				Gravimetri

Prøvnr.:	<b>441-2018-0225-009</b>	Prøvetakingsdato:	07.02.2018		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerking:	M5 kjemi	Analysesstartdato:	08.02.2018		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
b) Ternstoff	57.0 %		0.1	5%	EN 12880
b) Kobber (Cu)	18 mg/kg TS		0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
b) Krom (Cr)	4.1 mg/kg TS		0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
b) Nikkel (Ni)	2.7 mg/kg TS		0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
b) Sink (Zn)	27 mg/kg TS		2	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
b) Arsen (As) Premium LOQ					
b) Arseni (As)	3.6 mg/kg TS		0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
b) Bly (Pb) Premium LOQ					
b) Bly (Pb)	9.2 mg/kg TS		0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
b) Kadmium (Cd) Premium LOQ					
b) Kadmium (Cd)	0.28 mg/kg TS		0.01	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
b) Kvikkselv (Hg) Premium LOQ					
b) Kvikkselv (Hg)	0.014 mg/kg TS		0.001	20%	028311mod/EN ISO17852mod
<b>PAH 16</b>					
Naftalen	2.10 µg/kg TS		0.1	Intern metode	
Acenaftylen	1.46 µg/kg TS		0.1	Intern metode	
Acenaften	2.87 µg/kg TS		0.1	Intern metode	
Fluoren	3.26 µg/kg TS		0.1	Intern metode	
Fenantren	16.1 µg/kg TS		0.1	Intern metode	
Antracen	4.14 µg/kg TS		0.1	Intern metode	
Fluoranten	46.9 µg/kg TS		0.1	Intern metode	
Pyren	37.3 µg/kg TS		0.1	Intern metode	
Benzo[a]antracen	20.7 µg/kg TS		0.1	Intern metode	
Krysen	20.7 µg/kg TS		0.1	Intern metode	
Benzo[b]fluoranten	31.3 µg/kg TS		0.1	Intern metode	
Benzo[k]fluoranten	13.9 µg/kg TS		0.1	Intern metode	
Benzo[a]pyren	28.7 µg/kg TS		0.1	Intern metode	
Indeno[1,2,3-cd]pyren	24.7 µg/kg TS		0.1	Intern metode	
Dibenzo[a,h]antracen	5.21 µg/kg TS		0.1	Intern metode	
Benzo[ghi]perylen	34.5 µg/kg TS		0.1	Intern metode	
Sum PAH(16) EPA	294 µg/kg TS		0.2	70%	Intern metode
<b>PCB 7</b>					
PCB 28	0.11 µg/kg TS		0.1	100%	Intern metode
PCB 52	0.17 µg/kg TS		0.1	100%	Intern metode
PCB 101	0.66 µg/kg TS		0.1	100%	Intern metode

PCB 118	0.38 µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode	
PCB 138	1.34 µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode	
PCB 180	0.99 µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode	
PCB 153	1.42 µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode	
Sum 7 PCB	5.08 µg/kg TS	1	30%	Intern metode	
a) Tributyltinn (TBT) - Sn	93 µg/kg TS	1	50%	Internal Method 2085	
a) TOC (Totalt organisk karbon)					
a) Totalt organisk karbon (TOC)	1.5 % TS		0.05	15%	EN 13137
a) Ternstoff	56 %		0.05	10%	DS 204 mod.
a) Tributyltinn (TBT)	230 µg/kg tv		2.4	40%	Kalkulering

Prøvnr.:	<b>441-2018-0225-010</b>	Prøvetakingsdato:	07.02.2018		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerking:	M5 korn	Analysesstartdato:	08.02.2018		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
Total tennstoff glødetap	5.07 % TS		0.02	5%	NS 4764
Total tennstoff	53.2 %		0.02	15%	NS 4764
Komfordeling 2000-63µm 7 fraksjoner					
Komfordeling (>63µm)	Se vedlegg				Gravimetri



Prøvnr.:	441-2018-0225-011	Prøvetakingsdato:	07.02.2018		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerking:	M6 kjemi	Analysestartdato:	08.02.2018		
Analyse	Resultat, Enhet	LOQ	MU	Metode	
b) Tørstoff	54.8 %	0.1	5%	EN 12880	
b) Kobber (Cu)	4.8 mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1	
b) Krom (Cr)	3.1 mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1	
b) Nikkel (Ni)	1.6 mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1	
b) Sink (Zn)	11 mg/kg TS	2	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1	
b) Arsen (As) Premium LOQ					
b) Arsen (As)	1.5 mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1	
b) Bly (Pb) Premium LOQ					
b) Bly (Pb)	5.5 mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1	
b) Kadmium (Cd) Premium LOQ					
b) Kadmium (Cd)	0.073 mg/kg TS	0.01	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1	
b) Kvikkselv (Hg) Premium LOQ					
b) Kvikkselv (Hg)	0.007 mg/kg TS	0.001	20%	028311mod/EN ISO17852mod	
<b>PAH 16</b>					
Naftalen	0.99 µg/kg TS	0.1		Intern metode	
Acenafylen	0.41 µg/kg TS	0.1		Intern metode	
Acenapthen	0.99 µg/kg TS	0.1		Intern metode	
Fluoren	1.61 µg/kg TS	0.1		Intern metode	
Fenantren	4.66 µg/kg TS	0.1		Intern metode	
Antracen	0.88 µg/kg TS	0.1		Intern metode	
Fluoranten	5.87 µg/kg TS	0.1		Intern metode	
Pyren	4.80 µg/kg TS	0.1		Intern metode	
Benzo[a]antracen	2.09 µg/kg TS	0.1		Intern metode	
Kryseri	2.59 µg/kg TS	0.1		Intern metode	
Benzo[b]fluoranten	3.31 µg/kg TS	0.1		Intern metode	
Benzo[k]fluoranten	1.07 µg/kg TS	0.1		Intern metode	
Benzo[a]pyren	2.32 µg/kg TS	0.1		Intern metode	
Indeno[1,2,3-cd]pyren	2.41 µg/kg TS	0.1		Intern metode	
Dibenzo[a,h]antracen	0.61 µg/kg TS	0.1		Intern metode	
Benzo[ghi]perulen	4.77 µg/kg TS	0.1		Intern metode	
Sum PAH(16) EPA	39.4 µg/kg TS	0.2	70%	Intern metode	
<b>PCB 7</b>					
PCB 28	<0.1 µg/kg TS	0.1		Intern metode	
PCB 52	<0.1 µg/kg TS	0.1		Intern metode	
PCB 101	<0.1 µg/kg TS	0.1		Intern metode	

## Teknisk forklaring:

\* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvensifiseringsgrense MU: Måleusikkerhet

&lt;: Mindre enn &gt;: Større enn =: Ikke påvist. Bakteriologiske resultater angitt som &lt;1, &lt;50 e.l. betyr 'ikke påvist'.

Opplysninger om måleusikkerhet og konfidensintervall fås ved henvendelse til laboratoriet.

Måleusikkerhet er ikke tatt hensyn til ved vurdering av om resultatet er utenfor grenseverdi-området.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjennelse. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).

Side 12 av 13

AR-001 v 14.2



PCB 118	<0.1 µg/kg TS	0.1	Intern metode
PCB 138	<0.1 µg/kg TS	0.1	Intern metode
PCB 180	<0.1 µg/kg TS	0.1	Intern metode
PCB 153	<0.1 µg/kg TS	0.1	Intern metode
Sum 7 PCB	<1 µg/kg TS	1	Intern metode
a) Tributyltin (TBT) - Sn	3.5 µg/kg TS	1	50% Internal Method 2085
a) TOC (Totalt organisk karbon)			
a) Totalt organisk karbon (TOC)	0.46 % TS	0.05	15% EN 13137
a) Tørststoff	61 %	0.05	10% DS 204 mod.
a) Tributyltin (TBT)	8.5 µg/kg tv	2.4	40% Kalkulering

Prøvnr.:	441-2018-0225-012	Prøvetakingsdato:	07.02.2018
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver
Prøvemerking:	M6 kom	Analysestartdato:	08.02.2018
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ MU Metode
Total tørststoff glødetap	3.17 % TS	0.02	5% NS 4764
Total tørststoff	55.6 %	0.02	15% NS 4764
Kornfordeling 2000-63µm 7 fraksjoner			
Kornfordeling (>63µm)	Se vedlegg		Gravimetri

**Utførende laboratorium/ Underleverandør:**

- a) Eurofins Miljø (Vejen), Ladelundvej 85, DK-6600, Vejen DS EN ISO/IEC 17025 DANAK 168,  
 b) Eurofins Environment Sweden AB (Lidköping), Box 887, Sjöhagsg. 3, SE-53119, Lidköping ISO/IEC 17025:2005 SWEDAC 1125,

Bergen 13.03.2018

Kristine Fiane Johnsson

Laboratorieingenier

**Teknisk forklaring:**

\* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvalifiseringsgrense MU: Måleusikkerhet

&lt;: Mindre enn &gt;: Større enn nd: Ikke påvist. Bakteriologiske resultater angitt som &lt;1, &lt;50 e.l. betyr 'ikke påvist'.

Opplysninger om måleusikkerhet og konfidensintervall fås ved henvendelse til laboratoriet.

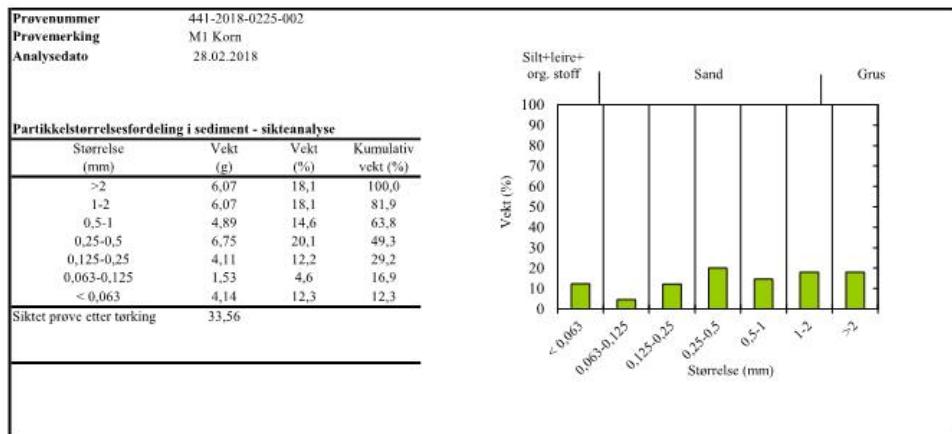
Måleusikkerhet er ikke tatt hensyn til ved vurdering av om resultatet er utenfor grenseverdi-området.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjennelse. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).

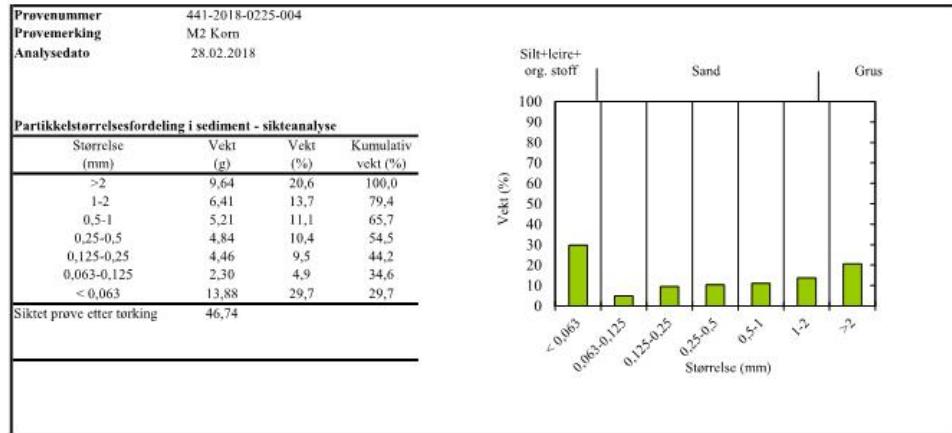
Side 13 av 13

AR-001 v 14.2

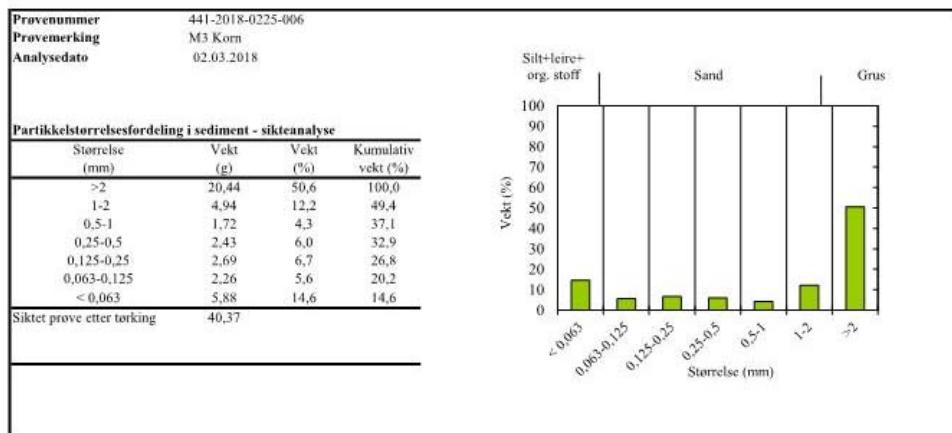
## Resultat kornfordeling



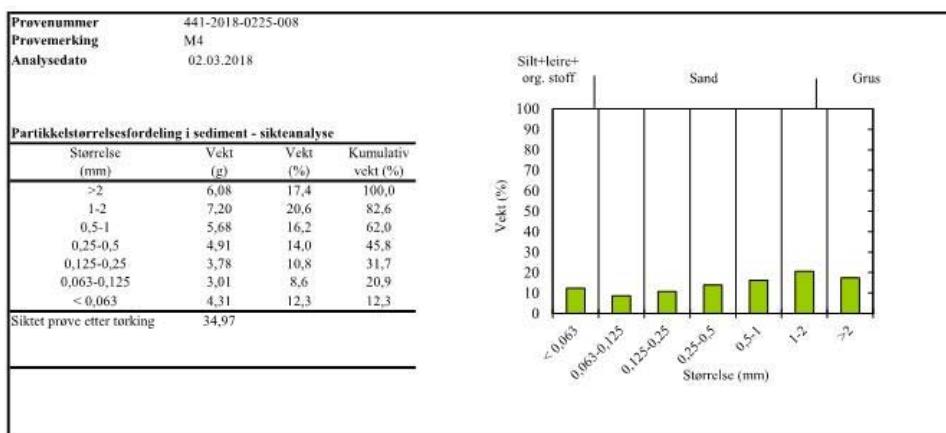
## Resultat kornfordeling



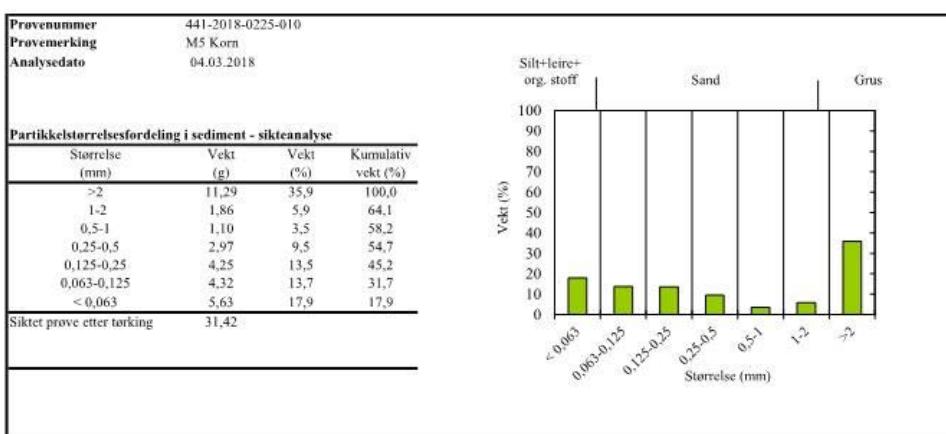
## Resultat kornfordeling



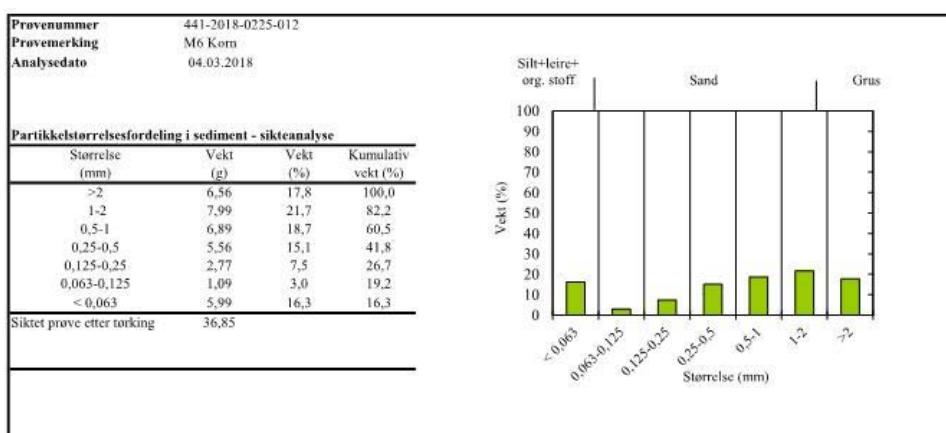
## Resultat kornfordeling



## Resultat kornfordeling



## Resultat kornfordeling



*Vedlegg 2a Maksimal- og gjennomsnittsentrasjonar for miljøgift i sediment frå tiltaksområdet i Delområde A Rubbestadneset (data frå Haveland 2009). Dei tomme cellene til høgre viser til at konsentrasjonane ikkje overstig grenseverdiane for Trinn 1 risikovurdering (M-409:2015). Raude tal visar til overskridning av grenseverdiar. Rekneark for risikovurdering av forureina sediment vart henta frå Miljødirektoratets nettsider.*

Stoff	Målt sedimentkonsentrasjon			Trinn 1 grenseverdi (mg/kg)	Målt sedimentkonsentrasjon i forhold til trinn 1 grenseverdi (antall ganger):	
	Antall prøver	C <sub>sed</sub> , max (mg/kg)	C <sub>sed</sub> , middel (mg/kg)		Maks	Middel
Arsen	8	60,9	33,3	18	3,4	1,8
Bly	8	1090	570	150	7,3	3,8
Kadmium	8	2,88	1,04	2,5	1,2	
Kobber	8	8750	2278	84	104,2	27,1
Krom totalt (III + VI)	8	114	77,0	660		
Kvikksølv	8	8,53	2,70	0,52	16,4	5,2
Nikel	8	62,9	33,8	42	1,5	
Sink	8	3410	1377	139	24,5	9,9
Naftalen	8	0,29	0,098	0,027	10,7	3,6
Acenaftylen	8	0,14	0,046	0,033	4,2	1,4
Acenaften	8	0,57	0,207	0,096	5,9	2,2
Fluoren	8	0,49	0,152	0,15	3,3	1,0
Fenantron	8	5	1,51	0,78	6,4	1,9
Antracen	8	1,1	0,358	0,0046	239,1	77,7
Fluoranten	8	9,1	2,788	0,4	22,8	7,0
Pyren	8	9	2,659	0,084	107,1	31,7
Benzo(a)antracen	8	5,2	1,50	0,06	86,7	25,1
Krysen	8	4,9	1,39	0,28	17,5	5,0
Benzo(b)fluoranten	8	8,5	2,29	0,140	60,7	16,3
Benzo(k)fluoranten	8	4	1,26	0,135	29,6	9,4
Benzo(a)pyren	8	6,9	1,92	0,183	37,7	10,5
Indeno(1,2,3-cd)pyren	8	5,9	1,57	0,063	93,7	24,9
Dibenzo(a,h)antracen	8	1,7	0,439	0,027	63,0	16,3
Benzo(ghi)perlen	8	4,6	1,15	0,084	54,8	13,7
PCB 28	8	0,072	0,0169			
PCB 52	8	0,097	0,035			
PCB 101	8	0,097	0,054			
PCB 118	8	0,11	0,053			
PCB 138	8	0,15	0,068			
PCB 153	8	0,16	0,057			
PCB 180	8	0,327	0,072			
<i>Sum PCB7</i>	<i>8</i>	<i>1,01</i>	<i>0,357E</i>	<i>0,0041</i>	<i>247,1</i>	<i>87,1</i>
DDT	0	mangler	mangler	0,02		
Tributyltinn (TBT-ion)	8	71	16,47625	0,035	2028,6	470,8

**Vedlegg 2b Maksimal- og gjennomsnittsentrasjonar for miljøgift i sediment frå tiltaksområdet i Delområde B Rubbestadneset.** Dei tomme cellene til høgre viser til at konsentrasjonane ikkje overstig grenseverdiane for Trinn 1 risikovurdering (M-409:2015). Raude tal visar til overskridning av grenseverdiar. Rekneark for risikovurdering av forureina sediment vart henta frå Miljødirektoratets nettsider.

Stoff	Målt sedimentkonsentrasjon			Trinn 1 grenseverdi (mg/kg)	Målt sedimentkonsentrasjon i forhold til trinn 1 grenseverdi (antall ganger):	
	Antall prøver	C <sub>sed</sub> , max (mg/kg)	C <sub>sed</sub> , middel (mg/kg)		Maks	Middel
Arsen	6	3,6	3,1	18		
Bly	6	36	17,78	150		
Kadmium	6	0,28	0,157	2,5		
Kobber	6	68	29,47	84		
Krom totalt (III + VI)	6	6,9	4,63	660		
Kvikksølv	6	0,098	0,033	0,52		
Nikel	6	2,7	2,33	42		
Sink	6	51	31	139		
Naftalen	6	0,013	0,004	0,027		
Acenaftylen	6	0,0071	0,002	0,033		
Acenaften	6	0,039	0,0096	0,096		
Fluoren	6	0,034	0,0090	0,15		
Fenantron	6	0,279	0,063	0,78		
Antracen	6	0,070	0,0156	0,0046	15,2	3,4
Fluoranten	6	0,561	0,130	0,4	1,4	
Pyren	6	0,429	0,101	0,084	5,1	1,2
Benzo(a)antracen	6	0,31	0,0683	0,06	5,2	1,1
Krysen	6	0,312	0,0690	0,28	1,1	
Benzo(b)fluoranten	6	0,373	0,086	0,140	2,7	
Benzo(k)fluoranten	6	0,184	0,041	0,135	1,4	
Benzo(a)pyren	6	0,441	0,096	0,183	2,4	
Indeno(1,2,3-cd)pyren	6	0,283	0,066	0,063	4,5	1,0
Dibenzo(a,h)antracen	6	0,066	0,0150	0,027	2,4	
Benzo(ghi)perlen	6	0,328	0,0816	0,084	3,9	
PCB 28	6	0,0003	0,0001			
PCB 52	6	0,0006	0,0002			
PCB 101	6	0,002	0,0005			
PCB 118	6	0,002	0,0006			
PCB 138	6	0,003	0,001			
PCB 153	6	0,003	0,001			
PCB 180	6	0,0014	0,0005			
<i>Sum PCB7</i>	6	0,0132	0,0041	0,0041	3,2	1,0
DDT	0	mangler	mangler	0,02		
Tributyltinn (TBT-ion)	6	4,1	1,136	0,035	117,1	32,5