

# Forurensningstilstand i sedimentene i Hølen, Tromøy



# RAPPORT

**Hovedkontor**

Gaustadalléen 21  
0349 Oslo  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 22 18 52 00  
Internett: www.niva.no

**NIVA Region Sør**

Jon Lilletuns vei 3  
4879 Grimstad  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 37 04 45 13

**NIVA Region Innlandet**

Sandvikaveien 59  
2312 Ottestad  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 62 57 66 53

**NIVA Region Vest**

Thormøhlensgate 53 D  
5006 Bergen  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 55 31 22 14

**NIVA Region Midt-Norge**

Høgskoleringen 9  
7034 Trondheim  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 73 54 63 87

Tittel Forurensningstilstand i sedimentene i Hølen, Tromøy	Løpenr. (for bestilling) 6570-2013	Dato 23.9.2013
	Prosjektnr. Undernr. O-13205	Sider Pris 19
Forfatter(e) Tone Kroglund Jarle Håvardstun	Fagområde Miljøgifter i marint miljø	Distribusjon
	Geografisk område Aust-Agder	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Hetland Agder AS	Oppdragsreferanse 0715/13
--------------------------------------	------------------------------

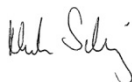
**Sammendrag**

Miljøgiftanalyser av sedimentene i den grunne bukten Hølen på østenden av Tromøy ble gjennomført på oppdrag av Hetland Agder AS. Formålet med undersøkelsen var å skaffe oppdatert oversikt over miljøgifttilstanden som kan brukes som grunnlag for å søke om mudring og deponering av masser. Det er planlagt utvidelse av et bryggeanlegg og det er behov for å mudre et areal på ca. 3000m<sup>2</sup> for å få tilstrekkelig seilingsdybde for småbåter. Det ble tatt prøver fra fire delområder i tre ulike dybdesjikt. Alle prøvene ble analysert for PAH, PCB, TBT, tungmetaller (Hg, Cd, Pb, Cu, Cr, Zn, Ni, As), organisk karbon, tørrstoff og kornfordeling. Konsentrasjonene ble klassifisert etter gjeldende klassifiseringssystem og vurdert etter trinn 1 i risikoveilederen. Resultatene viste at innholdet av PAH<sub>16</sub>, PCB<sub>7</sub> og tungmetaller var på bakgrunnsnivå eller i god tilstand (klasse I og II). TBT var i tilstandsklasse IV (dårlig), men overskrider likevel ikke grenseverdien i trinn 1 i risikoveilederen. Vurdert etter risikoveilederen var det kun en enkeltforbindelse av PAH (Benzo(ghi)perylene) som var i klasse moderat eller dårlig (klasse III eller høyere) og dermed overskred grenseverdien i trinn 1. Overskridelsen var begrenset til øverste sedimentsjikt, 0-10 cm.

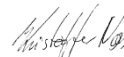
Fire norske emneord	Fire engelske emneord
1. Sedimenter	1. Sediments
2. Miljøgifter	2. Micropollutants
3. Klassifisering	3. Classification
4. Mudring	4. Dredging



Tone Kroglund  
Prosjektleder



Morten Schaanning  
Forskningsleder



Kristoffer Næs  
Forskningsdirektør

**Forurensningstilstand i sedimentene i Hølen,  
Tromøy**

## Forord

NIVA har på oppdrag fra Hetland Agder AS gjennomført en ny undersøkelse av sedimentene i Hølen, en grunn bukt/kil på østenden på Tromøy. Undersøkelsen er gjort som forberedelse til søknad om mudring, ettersom det er planer om å utvide et bryggeanlegg i bukta.

Stærk & Co har ansvar for prosjekteringen av hytteområdet og for arbeidet med bryggeanlegget i Hølen og har fungert som kontaktledd mellom Hetland Agder og NIVA. Vi takker Turid Hagelia Korshavn og Yngvar Berge i Stærk og Co. for hyggelig samarbeid.

Innsamling av sedimentprøver er gjennomført av Jarle Håvardstun og Yngar Berge.

Grimstad, 23.9.2013

*Tone Kroglund*

---

# Innhold

	<b>1</b>
<b>Sammendrag</b>	<b>5</b>
<b>1. Innledning</b>	<b>6</b>
1.1 Bakgrunn og formål for undersøkelsen	6
1.2 Områdebeskrivelse og tidligere undersøkelser	6
1.3 Metodikk	9
1.3.1 Prøvetaking	9
1.3.2 Parameterliste	10
<b>2. Resultater</b>	<b>11</b>
2.1 Tilstandsklassifisering	11
2.2 Risikovurdering	12
2.2.1 Bakgrunn	12
2.2.2 Resultater	12
<b>3. Vurderinger</b>	<b>16</b>
<b>Vedlegg A. Analyseresultater</b>	<b>17</b>
<b>Vedlegg B. Analyseresultater 2001</b>	<b>19</b>

---

## Sammendrag

Miljøgiftanalyser av sedimentene i den grunne bukten Hølen på østenden av Tromøy ble gjennomført på oppdrag av Hetland Agder AS. Formålet med undersøkelsen var å skaffe oppdatert oversikt over miljøgifttilstanden som kan brukes som grunnlag for å søke om mudring og deponering av masser. Det er planlagt utvidelse av et bryggeanlegg og det er behov for å mudre et areal på ca. 3000m<sup>2</sup> (volum: 3000 m<sup>3</sup>) for å få tilstrekkelig seilingsdybde for småbåter.

Det ble tatt prøver fra 4 delområder og tre ulike dybdesjikt. Alle prøvene ble analysert for PAH, PCB, TBT, tungmetaller (Hg, Cd, Pb, Cu, Cr, Zn, Ni, As), organisk karbon, tørrstoff og kornfordeling. Konsentrasjonene ble klassifisert etter gjeldende klassifiseringssystem og vurdert etter trinn 1 i risikoveilederen.

Resultatene viste at innholdet av PAH<sub>16</sub>, PCB<sub>7</sub> og tungmetaller var i tilstandsklasse I og II som tilsvarer *bakgrunnsnivå* og *god tilstand*. I en av prøvene var TBT i tilstandsklasse IV (*dårlig*). Vurdert etter risikoveilederen som baserer seg på gjennomsnitt av alle prøvene, var det kun en enkeltforbindelse av PAH (Benzo(ghi)perylene) som overskred grenseverdien i trinn 1. Det betyr at konsentrasjonen av denne forbindelsen tilsvarer moderat miljøtilstand eller dårligere (klasse III eller høyere). Overskridelsen var begrenset til øverste sedimentsjikt, 0-10 cm.

# 1. Innledning

## 1.1 Bakgrunn og formål for undersøkelsen

Hetland Agder AS har planer om å utvide eksisterende båthavn i Hølen, på begge sider av bukta, i forbindelse med utvidelse av et hyttefelt i området. Reguleringsplanen for området ble vedtatt 25.4.2013.

En utvidelse av båthavna vil innebære mudring av bunnsedimentene for å oppnå tilstrekkelig seilingsdybde. Det planlegges å mudre ned til kote -1,8 m. Dagens dybde er ca. 0,8 m langs land. Reguleringsplanen åpner for at det kan foretas nødvendig mudring etter at spesiell tillatelse er innhentet (**Figur 4**).

Stærk & Co, som har prosjekteringen av arbeidet, har henvendt seg til NIVA for å få undersøkt tilstanden i sedimentene mhp miljøgifter slik at tilstanden er kjent før det søkes om mudringstillatelse.

## 1.2 Områdebeskrivelse og tidligere undersøkelser

Hølen er en liten, grunn mudderbukt øst på Tromøy, ved Øyna (**Figur 1**). Hølen areal er 0,013 km<sup>2</sup> og området er delvis avstengt fra Tromøysund av veifylling og brokar. Største dybde er 1,8 m og store deler av området er grunnere enn 1 meters dybde.

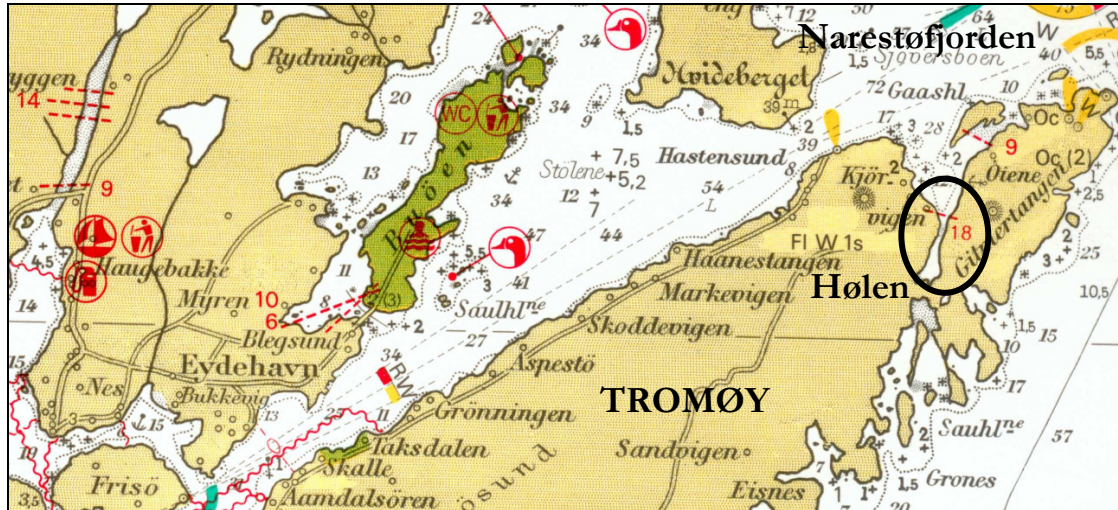
I 2002 ble det gjennomført undersøkelse av muddermassene før etablering av bryggeanlegg til det nye hyttefeltet i Kjørvinga. Prøvene viste at overflatesedimentene var *sterkt forurensset* av PAH (tjærestoffer) og TBT (brukt som antibegroingsmiddel i bunnstoff/skipsmaling). For metaller og PCB var konsentrasjonene på samme nivå, eller lavere, som ute i Tromøysund. Også dypere ned i sedimentet (3-18 cm) var sedimentene *meget sterkt forurensset* av PAH (dårligste tilstandsklasse) (Kroglund 2002).

Bryggeanlegget ble anlagt i 2004 og består av faste brygger langs land både på øst- og vestsiden av Hølen (**Figur 2**). Før etablering av bryggeanlegget ble det mudret ca. 3000 m<sup>3</sup> muddermasse for å oppnå tilstrekkelig dybde for småbåter (joller og mindre sjekter). Muddermassene ble fjernet med slamsuging og ble deponert i eget deponi på land, ved sørenden av Hølen. Analyser under mudringsarbeidet og av dreisvann etter deponering viste høye men varierte konsentrasjoner av miljøgifter under anleggsarbeidet (Kroglund 2004). Etter at mudringsarbeidet var avsluttet var det ikke lenger målbare konsentrasjoner av miljøgifter i dreisvannet.

Basert på miljøgiftinnholdet i de to prøvene fra 2002, ble det beregnet at mudringsmassen på 3200 m<sup>3</sup> kunne inneholde 20 % tørrstoff og i størrelsesorden 4.4 kg PAH, 4.8 g TBT og 750 g kadmium. Dersom alt vann som ble pumpet opp til deponiet ble tilbakeført til Hølen via dreisvannet, ville teoretisk tilbakeført mengde være 40 g PAH, 0,156 g TBT og 295 g kadmium (Kroglund2004).

Det er utarbeidet en planbeskrivelse av området med blant annet beskrivelse av biologisk mangfold (**Figur 3**). Det er ikke gjennomført undersøkelser av de marine naturtypene i selve bukta, men det er grunn til å anta at hele Hølen har et rikt bløtbunnsamfunn. Det er observert en smal stripe med tang og alger langs fjell i fjæra, men størsteparten av bukta er preget av bløte sedimenter.





Figur 1. Oversiktskart over Tromsø øst og plassering av Hølen



Figur 2. Flyfoto over Hølen og bryggeanlegget som ble anlagt i 2004 (Norge i bilder).



**Biologisk mangfold – (vegetasjon/dyr)**Nåsituasjon i planområdet

- Naturbasen og artsdatabanken er sjekket ut. Rett nordøst for brua over Hølen er det markert et lokalt viktig ålegrass-samfunn (vanlig ålegras) i sjø. Litt nordøst for dette finner vi registrering av ålegrass, som er nasjonalt og regionalt viktige. Begge områdene ligger på utsiden av planområdet.
- I hele sjøområdene på utsiden av Tromøya er det avsatt et større område som er foreslått omfattet av marin verneplan for transekt Skagerrak. Planområdet strekker seg ikke ut i sjøområder mot sør, og henvender seg i hovedsak mot den ytre delen av Tromøysund.
- For artsdata er det vist beiteområde for rådyr og elg i hele planområdet. Disse områdene strekker seg langt på utsiden av planområdet.
- Planområdet består av blandet vegetasjon. Furutrær og løvtrær, med noe eik mot vest. Det er hugget og ryddet en del i området.

Beskrivelse av planforslaget

- Det er ingen egne formål eller hensynssoner som er avsatt for å ivareta biologisk mangfold, men det er avsatt større områder for grønstruktur og uteareal i planområdet der både vegetasjon og terreng i størst mulig grad skal bevares.

Virkninger av planforslaget

- Planforslaget medfører at det meste av vegetasjonen i områdene som foreslås regulert til byggeområder blir fjernet. Det er ikke noen registreringer i naturbasen eller i artsbanken i forhold til vegetasjon som blir berørt.
- Randsonen av beiteområder for rådyr og elg som er vist i naturbasen blir berørt av utbyggingen. Det vil likevel være store områder på denne delen av Tromøya som ligger som beiteområder på utsiden av planområdet. At dette var registrert beiteområde for elg og rådyr var også kjent da området kom inn i kommuneplanens arealdel.
- Det er ikke regulert inn formål i sjø som kommer i direkte berøring med registreringer av ålegressenger nord for planområdet. Planforslaget vil heller ikke få betydning for marin verneplan for transekt Skagerrak.

**Figur 3.** Utdrag fra planbeskrivelsen for Hølen (Stærk & co).

3.5 f\_S1 og f\_S2 er regulert til fellesområder for småbåtanlegg i sjø og vassdrag med tilhørende strandsoner. Det tillates etablert felles bryggeanlegg innenfor områdene.

Det tillates ikke flytebrygger innenfor området. Bryggene skal anlegges langsmed land, og skal utføres i tre og/eller betong.

All fortøyning skal foregå direkte til bryggeanlegget ved montering av flytende jollebommer som avgrensning mellom hver båt plass.

I Hølen kan det foretas nødvendig mudring etter at spesiell tillatelse er innhentet, for å oppnå tilstrekkelig dybde for småbåter.

Hver eiendom innenfor Kjørvingen hyttefelt skal ha tilgang til minimum 1 båt plass i område f\_S1.

**Figur 4.** Utdrag fra reguleringsplanen som er vedtatt for området.

## 1.3 Metodikk

Undersøkelsen følger prinsippene til Klif-veileder TA-2802-2011: *Risikovurdering av forurenset sediment*. For vurdering av sedimenter i småbåthavner og i andre områder med arealer < 30.000 m<sup>2</sup>, er minimumskravet at man skaffer data for miljøgiftinnholdet i sedimenter fra 3 stasjoner (kap. 2.6 i veilederen). Trinn 1 av risikoveilederen er gjennomført.

Sedimentene er klassifisert i hht gjeldende klassifiseringssystem (TA-2229/2007). Systemet er basert på effekter, hvor klassegrensene representerer en forventet økende grad av skade på organismesamfunn.

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

- Overskridelser av klasse I-nivå tyder på påvirkning fra en eller flere punktkilder.
- Øvre grense for klasse II representerer den konsentrasjon som, dersom den overskrides over lang tid, er antatt å kunne gi negative effekter på enkelte arter i organismesamfunnene.
- Øvre grense for klasse III er den konsentrasjon som kan ventes gi akutt toksiske effekter på enkelte arter i miljøet selv ved episodisk eksponering.
- Øvre grense for klasse IV er også relatert til akutt toksisitet, men angir en konsentrasjon hvor mer omfattende toksiske effekter kan forventes ved episodisk eller kontinuerlig eksponering (større grad av skade, eller effekt på et større antall arter).

Ved klasse III og høyere kan det være aktuelt å vurdere tiltak.

### 1.3.1 Prøvetaking

Det ble tatt sedimentkjerner fra fire delområder i Hølen. Fra hvert delområde ble det tatt tre eller 4 kjerner. Kjernene ble snittet i tre dybdesjikt; 0-10 cm, 10-20cm og 30-40/50cm. Disse sjiktene ble analysert separat.

**Figur 5** viser stasjonsplasseringen. Stasjonenes posisjon ble avmerket på kart og koordinatene er tatt ut fra kart i ettertid.

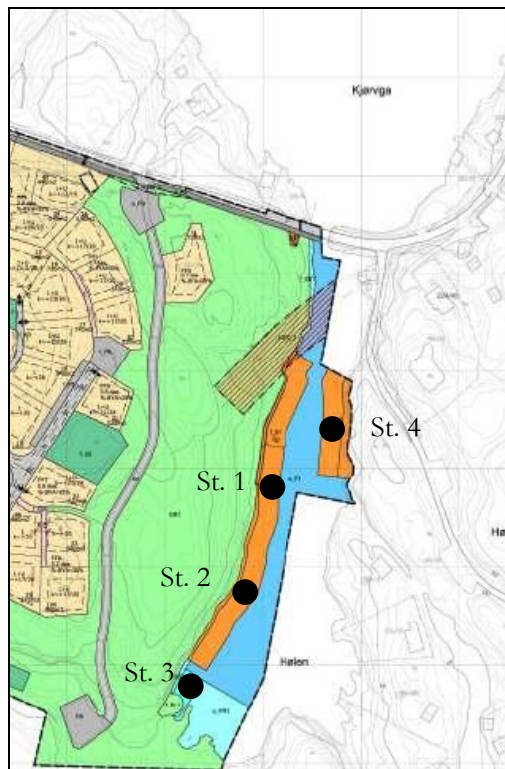
Feltinnsamlingen ble gjennomført 12. juni av Jarle Håvardstun (NIVA) og Yngve Berge (Stærk & Co).

Prøvene ble sendt til NIVAs laboratorium i Oslo og ble analysert av vår underleverandør EUROFINS.

### 1.3.2 Parameterliste

- Sum PAH<sub>16</sub> (Polysykliske aromatiske hydrokarboner)
- Sum PCB<sub>7</sub> (polyklorerte bifenyler)
- Tributyltinn (TBT)
- Tungmetaller (Hg, Cd, Pb, Cu, Cd, Cr, Zn, Ni, As)
- Organisk karbon (TOC)
- Prosent tørrstoff (TTS %)
- Prosent finfraksjon (silt og leire) (%<63µm)

Parametervalget er iht anbefalt minimumsliste i risikoveilederen.



**Figur 5.** Stasjoner for undersøkelse av miljøgifter i sedimentene. Kart fra Stærk & co.

## 2. Resultater

### 2.1 Tilstandsklassifisering

**Tabell 1** viser oversikt over alle analysene og i hvilken tilstandsklasse de tilhører i henhold til Miljødirektoratets gjeldende klassifiseringssystem (TA-2229/2007, SFT).

Miljøgiftene bly (Pb), arsen (As), krom (Cr), nikkel (Ni) og PCB var i tilstandsklasse 1 (bakgrunnsnivå). Miljøgiftene kvikksølv (Hg), kadmium (Cd), kobber (Cu), sink (Zn), PAH og BaP var i tilstandsklasse II (god). TBT var i tilstandsklasse IV (dårlig).

Sammenlignet med tilsvarende sedimentundersøkelse fra 2001 (Vedlegg B), er dagens konsentrasjoner av PAH, BaP, PCB, bly, kobber og kadmium i en lavere tilstandsklasse enn for 12 år siden.

**Tabell 1.** Klassifisering av tilstand ut fra innhold av metaller og organiske stoffer i sedimenter fra Hølen (Øyna) på Tromøy i 2013. Klassifisert etter veileder TA-2229/2007 (SFT). Forklaring på fargekoder nederst i tabellen.

	Kvikksølv	Kadmium	Kobber	Bly	Arsen	Krom	Nikkel	Sink	Tributyltinn	PAH	Benzo(a)pyren	PCB
	Hg	Cd	Cu	Pb	As	Cr	Ni	Zn	TBT	PAH16	BAP	PCB7
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg
<b>St.1</b> (0-10 cm)	0,19	2,10	44,00	25,00	12,00	18,00	16,00	150,00	21,00	1010	60	3,5
(10-20 cm)	0,03	2,30	36,00	11,00	9,10	22,00	21,00	130,00	<1	160	<20	3,5
(30-40 cm)	0,03	2,00	29,00	10,00	6,80	19,00	18,00	93,00	2,10	160	<20	3,5
<b>St.2</b> (0-10 cm)	0,25	1,20	31,00	18,00	9,30	12,00	9,30	110,00	11,00	880	50	3,5
(10-20 cm)	0,02	1,20	18,00	7,50	4,00	12,00	11,00	81,00	2,00	160	<20	3,5
(40-50 cm)	0,02	1,20	17,00	7,60	3,60	11,00	11,00	74,00	1,90	160	<20	3,5
<b>St.4</b> (0-10 cm)	0,02	0,19	4,40	2,50	1,80	4,40	3,20	25,00	10,00	80	<10	1,75
(10-20 cm)	0,04	0,17	6,50	3,30	1,60	3,10	2,70	35,00	14,00	125	<10	1,75
(30-40 cm)	0,01	1,00	16,00	8,20	5,10	19,00	19,00	44,00	<1	85	<10	1,75
<b>St.3</b> (0-10 cm)	0,04	0,37	9,00	5,20	3,60	5,40	4,10	30,00	3,00	465	30	1,75

Klasse I = bakgrunnsnivå

II = god

III = moderat

IV = dårlig

V = svært dårlig

## 2.2 Risikovurdering

### 2.2.1 Bakgrunn

Risikovurdering av sedimenter har som mål å beskrive risikoen for miljøskade eller helseskade som sedimentene utgjør, slik at man kan bedømme om risikoen er akseptabel eller ikke. Risikoen er vurdert i følge Klifs veileder (SFT TA-2802/2011 (Bakke mfl. 2011) med underliggende dokumenter. Systemet er bygget opp i tre trinn der hvert trinn er mer arbeidskrevende, men gir økt lokal forankring og økt sikkerhet i konklusjonene. Klif har også fått utarbeidet et regneark-verktøy for gjennomføring av beregningene i Trinn 1 og 2. Systemet dekker ikke tiltaksvurdering.

Trinn 1 er en forenklet risikovurdering hvor miljøgiftkonsentrasjon og toksisitet av sedimentet sammenlignes med grenseverdier for økologiske effekter ved kontakt med sedimentet. Trinn 1 har som mål å kunne skille mellom områder som raskt kan friskmeldes, og områder som må risikovurderes videre.

Grenseverdiene for sedimentkonsentrasjon i Trinn 1 tilsvarer grensen mellom tilstandsklasse II og III i Klifs veileder for klassifisering av miljøtilstand for sedimenter (SFT TA-2229/2007).

### 2.2.2 Resultater

Resultatene fra beregningene for de tre dybdesnittene er vist i **Tabell 2**, **Tabell 3** og **Tabell 4**.

Resultatene viser at det i sedimentsnittet 0-10 cm er en overskridelse for PAH-forbindelsen benzo(ghi)perylene. I sedimentsnittene 10-20 cm og 30-50 cm er det ingen overskridelser av grenseverdiene verken for metaller eller organiske forbindelser.

**Tabell 2.** Målt sedimentkonsentrasjon for sedimentsnittet 0-10 cm med maks ( $C_{sed, max}$ ) og gjennomsnittsverdier ( $C_{sed, middel}$ ) sammenlignet med Trinn 1 grenseverdier. Positive prosentverdier betyr overskridelse. Økende tallverdi angir en forventet økende grad av skade på organismesamfunn i sedimentene.

Stoff	Målt sedimentkonsentrasjon			Trinn 1 grenseverdi (mg/kg)	Målt sedimentkonsentrasjon i forhold til trinn 1 grenseverdi (antall ganger):	
	Antall prøver	$C_{sed, max}$ (mg/kg)	$C_{sed, middel}$ (mg/kg)		Maks	Middel
Arsen	4	12	6,675	52		
Bly	4	25	12,675	83		
Kadmium	4	2,1	0,965	2,6		
Kobber	4	44	22,1	51		
Krom totalt (III + VI)	4	18	9,95	560		
Kvikksølv	4	0,252	0,1245	0,63		
Nikkel	4	16	8,15	46		
Sink	4	150	78,75	360		
Naftalen	4	0,01	0,0075	0,29		
Acenaftylene	4	0,01	0,0075	0,033		
Acenaften	4	0,01	0,00875	0,16		
Fluoren	4	0,01	0,0075	0,26		
Fenantren	4	0,08	0,04625	0,50		
Antracen	4	0,03	0,0125	0,031		
Fluoranten	4	0,18	0,11375	0,17	1,06	
Pyren	4	0,14	0,08625	0,28		
Benzo(a)antracen	4	0,06	0,03625	0,06		
Krysen	4	0,07	0,04375	0,28		
Benzo(b)fluoranten	4	0,12	0,06125	0,24		
Benzo(k)fluoranten	4	0,07	0,04125	0,21		
Benzo(a)pyren	4	0,06	0,03625	0,42		
Indeno(1,2,3-cd)pyren	4	0,08	0,04375	0,047	1,70	
Dibenzo(a,h)antracen	4	0,01	0,0075	0,59		
Benzo(ghi)perylene	4	0,09	0,04875	0,021	4,29	2,32
PCB 28	4	0,0005	0,000375			
PCB 52	4	0,0005	0,000375			
PCB 101	4	0,0005	0,000375			
PCB 118	4	0,0005	0,000375			
PCB 138	4	0,0005	0,000375			
PCB 153	4	0,0005	0,000375			
PCB 180	4	0,0005	0,000375			
Sum PCB7	4	3,50E-03	2,63E-03	0,017	0,21	0,15
Tributyltinn (TBT-ion)	4	0,021	0,01125	0,035		



**Tabell 3.** Målt sedimentkonsentrasjon for sedimentsnittet 10-20 cm med maks ( $C_{sed, max}$ ) og gjennomsnittsverdier ( $C_{sed, middel}$ ) sammenlignet med Trinn 1 grenseverdier. Positive prosentverdier betyr overskridelse. Økende tallverdi angir en forventet økende grad av skade på organismsamfunn i sedimentene.

Stoff	Målt sedimentkonsentrasjon			Trinn 1 grenseverdi (mg/kg)	Målt sedimentkonsentrasjon i forhold til trinn 1 grenseverdi (antall ganger):	
	Antall prøver	$C_{sed, max}$ (mg/kg)	$C_{sed, middel}$ (mg/kg)		Maks	Middel
Arsen	3	9,1	4,9	52		
Bly	3	11	7,26666667	83		
Kadmium	3	2,3	1,22333333	2,6		
Kobber	3	36	20,1666667	51		
Krom totalt (III + VI)	3	22	12,3666667	560		
Kvikksølv	3	0,044	0,031	0,63		
Nikkel	3	21	11,5666667	46		
Sink	3	130	82	360		
Naftalen	3	0,01	0,01	0,29		
Acenaftalen	3	0,01	0,01	0,033		
Acenaften	3	0,01	0,01	0,16		
Fluoren	3	0,01	0,01	0,26		
Fenantren	3	0,01	0,01	0,50		
Antracen	3	0,01	0,01	0,031		
Fluoranten	3	0,02	0,01333333	0,17		
Pyren	3	0,01	0,01	0,28		
Benzo(a)antracen	3	0,01	0,01	0,06		
Krysen	3	0,01	0,01	0,28		
Benzo(b)fluoranten	3	0,02	0,01333333	0,24		
Benzo(k)fluoranten	3	0,01	0,01	0,21		
Benzo(a)pyren	3	0,01	0,01	0,42		
Indeno(1,2,3-cd)pyren	3	0,01	0,01	0,047		
Dibenzo(a,h)antracen	3	0,01	0,01	0,59		
Benzo(ghi)perylene	3	0,01	0,01	0,021		
PCB 28	3	0,0005	0,00041667			
PCB 52	3	0,0005	0,00041667			
PCB 101	3	0,0005	0,00041667			
PCB 118	3	0,0005	0,00041667			
PCB 138	3	0,0005	0,00041667			
PCB 153	3	0,0005	0,00041667			
PCB 180	3	0,0005	0,00041667			
Sum PCB7	3	3,50E-03	2,92E-03	0,017	0,21	0,17
Tributyltinn (TBT-ion)	3	0,005	0,0028	0,035		

**Tabell 4.** Målt sedimentkonsentrasjon for sedimentsnittet 30-50 cm med maks ( $C_{sed, max}$ ) og gjennomsnittsverdier ( $C_{sed, middel}$ ) sammenlignet med Trinn 1 grenseverdier. Positive prosentverdier betyr overskridelse. Økende tallverdi angir en forventet økende grad av skade på organismsamfunn i sedimentene.

Stoff	Målt sedimentkonsentrasjon			Trinn 1 grenseverdi (mg/kg)	Målt sedimentkonsentrasjon i forhold til trinn 1 grenseverdi (antall ganger):	
	Antall prøver	$C_{sed, max}$ (mg/kg)	$C_{sed, middel}$ (mg/kg)		Maks	Middel
Arsen	3	6,8	5,16666667	52		
Bly	3	10	8,6	83		
Kadmium	3	2	1,4	2,6		
Kobber	3	29	20,6666667	51		
Krom totalt (III + VI)	3	19	16,3333333	560		
Kvikksølv	3	0,025	0,018	0,63		
Nikkel	3	19	16	46		
Sink	3	93	70,3333333	360		
Naftalen	3	0,01	0,00833333	0,29		
Acenaftylene	3	0,01	0,00833333	0,033		
Acenaften	3	0,01	0,00833333	0,16		
Fluoren	3	0,01	0,01	0,26		
Fenantren	3	0,01	0,00833333	0,50		
Antracen	3	0,01	0,00833333	0,031		
Fluoranten	3	0,01	0,00833333	0,17		
Pyren	3	0,01	0,00833333	0,28		
Benzo(a)antracen	3	0,01	0,00833333	0,06		
Krysen	3	0,01	0,00833333	0,28		
Benzo(b)fluoranten	3	0,01	0,00833333	0,24		
Benzo(k)fluoranten	3	0,01	0,00833333	0,21		
Benzo(a)pyren	3	0,01	0,00833333	0,42		
Indeno(1,2,3-cd)pyren	3	0,01	0,00833333	0,047		
Dibenzo(a,h)antracen	3	0,01	0,00833333	0,59		
Benzo(ghi)perylene	3	0,01	0,00833333	0,021		
PCB 28	3	0,0005	0,00041667			
PCB 52	3	0,0005	0,00041667			
PCB 101	3	0,0005	0,00041667			
PCB 118	3	0,0005	0,00041667			
PCB 138	3	0,0005	0,00041667			
PCB 153	3	0,0005	0,00041667			
PCB 180	3	0,0005	0,00041667			
Sum PCB7	3	3,50E-03	2,92E-03	0,017	0,21	0,17
Tributyltinn (TBT-ion)	3	0,005	0,003	0,035		

### 3. Vurderinger

For å utvide båthavna innover i Hølen er det behov for å mudre, ettersom bukta er svært grunn. Det planlegges å mudre ned til kote -1,8 m. Dagens dybde er ca. 0,8 m langs land. Arealet som skal mudres er ca. 100 m langs land på vestsiden av Hølen og ca. 50 m langs land på østsiden. Med en antatt mudringsbredde på 20 m og ca. 1 m ned i sedimentet blir mudringsmassene i størrelsesorden 3.000 m<sup>3</sup>. Samlet mudringsmasse defineres som *Mellomstore tiltak* i Veileder TA-2960.

I henhold til gjeldende klassifiseringssystem er sedimentene i tilstandsklasse I og II (bakgrunnsnivå og god tilstand) for PAH, PCB og tungmetaller. Innholdet av TBT (tributyltinn, tidligere brukt i bunnstoff) varierte mellom prøvene og den høyeste verdien var i tilstandsklasse IV *Dårlig tilstand*.

Konsentrasjonene av PAH, BaP, PCB, bly, kobber og kadmium var i en lavere tilstandsklasse enn for 12 år siden. Årsaken til dette kan være flere. De høye miljøgiftkonsentrasjonene som ble målt i 2001 kan ha vært begrenset til munningen, der prøvene ble tatt i 2001. Dette området ble mudret i 2004. Prøvene som ble tatt i år, ble tatt litt lenger inn i bukta. Mulige kilder til miljøgifter i Hølen er den lille slippen rett innenfor broen og fra vannmassene utenfra i Tromøysund (industriområde).

Vurdert etter risikoveilederen, er det kun en enkeltkomponent av PAH (benzo(ghi)perylen) som slår ut som potensiell risikofaktor. Nivået er begrenset til de øverste 0-10 cm av sedimentet. Ved vurdering av alle sedimentsjiktene samlet, er det ingen parametere som overskrider grenseverdien.

Til tross for at en enkeltverdi av TBT klassifiseres til tilstandsklasse IV (*dårlig tilstand*), slår den ikke ut som overskridelse i risikovurderingen, ettersom det der benyttes gjennomsnittsverdier for alle prøvene. TBT utgjør et særproblem i risikovurderingen. TBT er svært giftig og grenseverdien for økologiske effekter er satt så lavt som 0,002 µg/kg i sediment. Så lave verdier er nesten umulig å analysere og siden stoffet bare er moderat nedbrytbart i sediment vil man omtrent overalt få overskridelse. Grenseverdien i Trinn 1 i risikovurderingen er av forvaltningsgrunner satt til 35 µg/kg. I Hølen er høyeste målte TBT-verdi 21 µg/kg, og dermed under grensen for å utløse videre risikovurdering (trinn 2)

Tiltakshaver må søke forurensningsmyndighetene (Fylkesmannen) om tillatelse til land/sjødeponi etter forurensningsforskriften. Miljødirektoratet har utarbeidet retningslinjer for etablering av sjødeponi, mens informasjon om bruk av masser i utfyllingsformål, strandkantdeponi og annen disponering av muddermasser er under utarbeidelse og ikke inkludert i veilederen enda (TA-2960, vedlegg VI).

Ettersom det er planlagt en badeplass innerst i Hølen bør det vurderes om det skal gjennomføres vurdering av humanhelse med vekt på inntak av og kontakt med forurenset sediment, partikler og vann (trinn 2 i veilederen). En slik undersøkelse bør gjøres når alt mudringsarbeid er ferdig og badeplassen er anlagt.

## Vedlegg A. Analyseresultater

**Vedleggstabell A1.** Metaller i sedimenter. Prøvene ble innsamlet 12. juni 2013. Klassifisert etter veileder TA-2229/2007 (SFT). Forklaring på fargekoder nederst i tabellen.

	Kvikksølv	Tributyltinn	Tørrstoff	Kadmium	Kobber	Bly	Arsen	Krom	Nikkel	Sink
<b>Metaller, TBT, TOC</b>	Hg	TBT	TOC	Cd	Cu	Pb	As	Cr	Ni	Zn
	mg/kg TS	µg/kg TS	%	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS
St.1 (0-10 cm)	0,19	21,00	17,00	2,10	44,00	25,00	12,00	18,00	16,00	150,00
St.2 (0-10 cm)	0,25	11,00	29,00	1,20	31,00	18,00	9,30	12,00	9,30	110,00
St.4 (0-10 cm)	0,02	10,00	66,00	0,19	4,40	2,50	1,80	4,40	3,20	25,00
St.3 (0-10 cm)	0,04	3,00	56,00	0,37	9,00	5,20	3,60	5,40	4,10	30,00
St.1 (10-20 cm)	0,03	<1	18,00	2,30	36,00	11,00	9,10	22,00	21,00	130,00
St.2 (10-20 cm)	0,02	2,00	28,00	1,20	18,00	7,50	4,00	12,00	11,00	81,00
St.4 (10-20 cm)	0,04	14,00	65,00	0,17	6,50	3,30	1,60	3,10	2,70	35,00
St. 1 (30-40 cm)	0,03	2,10	23,00	2,00	29,00	10,00	6,80	19,00	18,00	93,00
St.2 (40-50 cm)	0,02	1,90	29,00	1,20	17,00	7,60	3,60	11,00	11,00	74,00
St.4 (30-40 cm)	0,01	<1	30,00	1,00	16,00	8,20	5,10	19,00	19,00	44,00

Klasse I = bakgrunnsnivå    II = god    III = moderat    IV = dårlig    V = svært dårlig

**Vedleggstabell A2.** Analyseresultater PCB i sedimentene i Hølen. Prøvene ble innsamlet 12. juni 2013. Sum PCB er klassifisert etter veileder TA-2229/2007 (SFT). Forklaring på fargekoder nederst i tabellen.

<b>PCB µg/kg</b>	PCB 101	PCB 118	PCB 138	PCB 153	PCB 180	PCB 28	PCB 52	Sum 7 PCB
	µg/kg TS	µg/kg TS	µg/kg TS	µg/kg TS	µg/kg TS	µg/kg TS	µg/kg TS	µg/kg TS
St.1 (0-10 cm)	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	3,50
St.2 (0-10 cm)	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	3,50
St.4 (0-10 cm)	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	1,75
St.3 (0-10 cm)	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	1,75
St.1 (10-20 cm)	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	3,50
St.2 (10-20 cm)	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	3,50
St.4 (10-20 cm)	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	1,75
St. 1 (30-40 cm)	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	3,50
St.2 (40-50 cm)	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	3,50
St.4 (30-40 cm)	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	1,75

Klasse I = bakgrunnsnivå    II = god    III = moderat    IV = dårlig    V = svært dårlig

**Vedleggstabell A3.** PAH i sedimentene, alle enkeltkomponenter. Siste kolonne viser SumPAH16 hvor alle verdier merket <, er satt til halve verdien av analysegrensen. Prøvene ble innsamlet 12. juni 2013. Klassifisert etter veileder TA-2229/2007 (SFT). Forklaring på fargekoder nederst i tabellen.

PAH µg/kg	Acenaften	Acenafylen	Antracen	Benzo[a]antracen	Benzo[a]pyren	Benzo[b]fluoranten	Benzo[ghi]perylen	Benzo[k]fluoranten	Dibenz[a,h]antracen	Fenanten	Fluoranten	Fluoren	Indeno[1,2,3-cd]pyren	Krysen/Trifenylen	Naftalen	Pyren	Sum PAH (16)	
	µg/kg TS	µg/kg TS	µg/kg TS	µg/kg TS	µg/kg TS	µg/kg TS	µg/kg TS	µg/kg TS	µg/kg TS	µg/kg TS	µg/kg TS	µg/kg TS	µg/kg TS	µg/kg TS	µg/kg TS	µg/kg TS	µg/kg TS	SumPAH
St.1 (0-10 cm)	<20	<20	<20	60,00	60,00	120,00	90,00	70,00	<20	80,00	180,00	<20	80,00	70,00	<20	140,00	940,00	1010,00
St.2 (0-10 cm)	<20	<20	30,00	50,00	80,00	80,00	70,00	60,00	<20	60,00	180,00	<20	60,00	60,00	<20	130,00	820,00	880,00
St.3 (0-10 cm)	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	nd	80,00
St.4 (0-10 cm)	<10	<10	<10	30,00	30,00	40,00	30,00	30,00	<10	40,00	90,00	<10	30,00	40,00	<10	70,00	400,00	465,00
St.1 (10-20 cm)	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	nd	160,00
St.2 (10-20 cm)	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	nd	160,00
St.3 (10-20 cm)	<10	<10	<10	<10	<10	20,00	10,00	<10	<10	<10	20,00	<10	10,00	<10	<10	10,00	70,00	125,00
St. 1 (30-40 cm)	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	nd	160,00
St.2 (40-50 cm)	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	nd	160,00
St.3 (30-40 cm)	<10	<10	<10	<20	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	nd	85,00
<b>Klasse I = bakgrunnsnivå</b>			<b>II = god</b>			<b>III = moderat</b>			<b>IV = dårlig</b>			<b>V = svært dårlig</b>						

## Vedlegg B. Analyseresultater 2001

**Vedleggstabell B1.** Tilstandsklasser for metaller og organiske miljøgifter i sedimentprøver fra Hølen (Øyna) på Tromøy i 2001. Klassifisert etter SFT's klassifiseringssystem (veileder 97:03). Klasse I = ubetydelig/lite forurenset, II = moderat forurenset, III = markert forurenset, IV = sterkt forurenset, V = meget sterkt forurenset.

		Cd	Cu	Hg	Pb	Sum PCB <sub>7</sub>	Sum PAH <sub>16</sub>	BAP	TBT
St. 1	(0-2cm)	III	II	II	II	I	IV	V	IV
St. 1b	(3-18cm)	III	II	II	II	II	V	V	IV
St. 2	(0-2cm)	III	II	II	II	I	III	IV	III

**Vedleggstabell B2.** Analyseresultater fra Ytre Hølen i 27. november 2001, og klassifisering basert på nye, reviderte grenser for tilstandsklasser (Veileder TA-2229/2007). Fargekodingen er derfor forskjellig fra tabellen over, som viser klassifisering i hht gammel veileder (Veileder 97:03).

	Cd	Cu	Hg	Pb	PCB <sub>7</sub>	PAH <sub>16</sub>	BAP	TBT
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg
St.1 (0-2cm)	3,45	75,4	0,54	54,6	0	12.931	1.233	21
St.1b (3-18cm)	3,25	65,2	0,54	55,9	5,2	36.307	4.607	30
St.2 (0-2cm)	2,07	57,3	0,33	34,3	0	2.617	298	5,3

Klasse I = bakgrunnsnivå	II = god	III = moderat	IV = dårlig	V = svært dårlig
--------------------------	----------	---------------	-------------	------------------



NIVA: Norges ledende kompetansesenter på vannmiljø

NIVA gir offentlig vannforvaltning, næringsliv og allmennheten grunnlag for god vannforvaltning gjennom oppdragsbasert forsknings-, utrednings- og utviklingsarbeid. NIVA kjennetegnes ved stor faglig bredde og godt kontaktnett til fagmiljøer i inn- og utland. Faglig tyngde, tverrfaglig arbeidsform og en helhetlig tilnæringsmåte er vårt grunnlag for å være en god rådgiver for forvaltning og samfunnsliv.



Norsk institutt for vannforskning

Gaustadalléen 21 • 0349 Oslo  
Telefon: 02348 • Faks: 22 18 52 00  
[www.niva.no](http://www.niva.no) • [post@niva.no](mailto:post@niva.no)