

ANDØYA INDUSTRIPARK AS

# MUDRINGSARBEIDER GNR. 11, BNR. 607 ANDØYA INDUSTRIPARK AS KRISTIANSAND


SLUTTRAPPORT



## Dokumentinformasjon

ADRESSE COWI AS  
 Postboks 2422  
 5824 Bergen  
 TLF +47 02694  
 WWW cowi.no

|                                   |  |                               |                             |
|-----------------------------------|--|-------------------------------|-----------------------------|
| Tittel:                           | Mudringsarbeider gnr. 11, bnr. 607 for Andøya Industripark AS på Andøya i Kristiansand   |                               |                             |
| COWI-kontor:                      | Kristiansand   |                               |                             |
| Oppdrag nr:                       | A132699  | Rapportnummer                 | 1                           |
| Utgivelsesdato:                   | 27.05.2020   | Antall sider:                 | 14                          |
| Tilgjengelighet:                  |  | Antall vedlegg:               | 5                           |
| Utarbeidet:                       | TORU   | Sign.                         | Tore Ruud                   |
| Kontrollert:                      | TELA   | Sign.                         | Tor Egil Larsen             |
| Godkjent:                         | TORU   | Sign.                         | Tore Ruud                   |
| Oppdragsgiver:                    | Andøya Industripark AS   | Oppdragsgivers kontaktperson: | Svein Halvorsen / Geir Aamo |
| Kontaktinformasjon saksbehandler: | Svein Halvorsen (957 20 530), <a href="mailto:svein.erik.halvorsen@barrus.no">svein.erik.halvorsen@barrus.no</a><br>Geir Aamo (916 32 406), <a href="mailto:geir.aamo@barrus.no">geir.aamo@barrus.no</a> |                               |                             |
| Stikkord:                         | Mudring, sediment, Andøya Industripark AS.   |                               |                             |
| Foto på forside:                  | Viser mudringsfartøyene Arena og lekter tilhørende Agder Marine AS.  |                               |                             |

|                  |            |  |
|------------------|------------|--|
| Rapport versjon: | Dato:      | Signatur:  |
| 1                | 27.05.2020 |  |

# INNHOOLD

|     |   |    |
|-----|---|----|
| 1   | Bakgrunn for tiltaket og vilkår for utførelse | 4  |
| 2   | Mudringsarbeidet                              | 6  |
| 2.1 | Omstendigheter                                | 6  |
| 2.2 | Fartøy og utstyr benyttet i tiltaket          | 6  |
| 2.3 | Mannskap og erfaring                          | 6  |
| 2.4 | Forberedelser og tidsperiode for utføring     | 7  |
| 2.5 | Mudring, metode og leveranse                  | 7  |
| 2.6 | Gjennomføring og mengder mudret materiale     | 8  |
| 2.7 | Turbiditet og avvik                           | 8  |
| 3   | Prøvetaking vs. analyseresultater             | 9  |
| 4   | Aktuell miljøsituasjon i nærområdet           | 11 |
| 5   | Mål for miljøsituasjon                        | 12 |
| 5.1 | Generelt om måloppnåelse                      | 12 |
| 5.2 | Spesielt om måloppnåelse                      | 12 |
| 6   | Konklusjon                                    | 13 |
| 7   | Kilder  | 14 |
|     | Vedlegg                                       | 14 |

# 1 Bakgrunn for tiltaket og vilkår for utførelse

Andøya industripark AS gjennomførte i 2009 en miljøteknisk undersøkelse for å kartlegge kilder til forurensning på land og i sjø. Figur 1 viser situasjonen på Andøya i 2009.

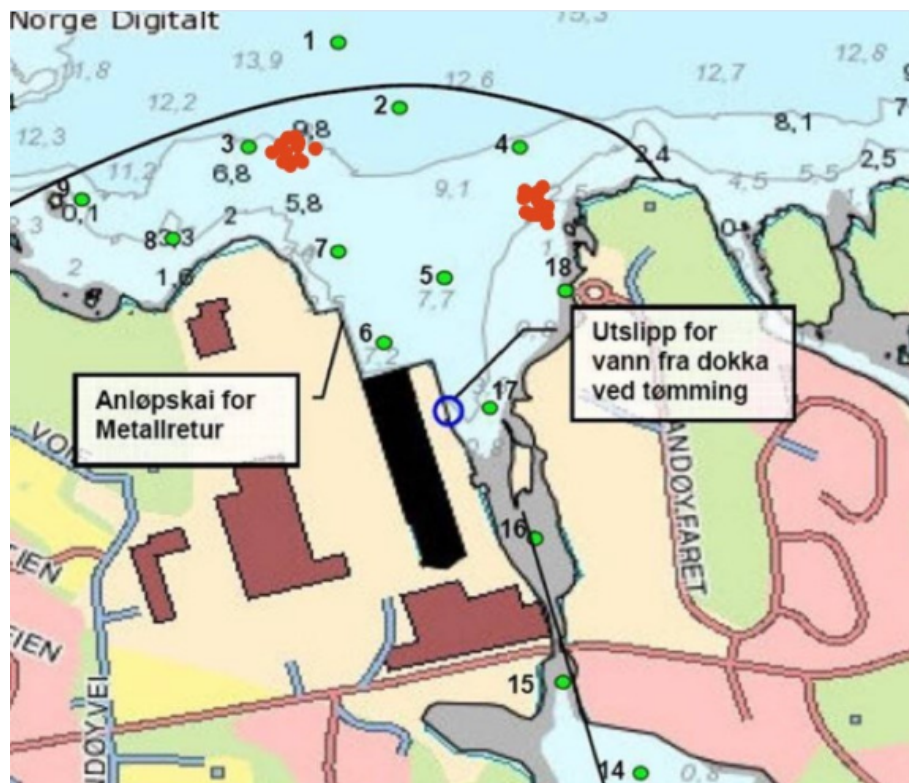


Figur 1 Viser situasjon på Andøya i 2009. Bredalsholmen verft i bakgrunnen. Kilde Andøya Industripark AS.

På land ble det utført totalsondering og prøvetaking fra brønner, og undersøkelsen viste at det ikke var eldre forurensningskilder med lekkasje til sjø. I sjø ble det tatt sedimentprøver med bruk av PE-rør, der kjernene ble seksjonert i intervallene 0 - 5 cm, 5 -10 cm og 10 – 20 eller 10 - 30 cm.

Alle prøvene ble analysert for glødetap, total organisk karbon (TOC), arsen (As), bly (Pb), kadmium (Cd), kvikksølv (Hg), kobber (Cu), krom (Cr), sink (Zn), og nikkel (Ni), oljerelaterte hydrokarboner, (THC), polyaromatiske hydrokarboner (PAH16-EPA), polyklorerte hydrokarboner PCB-7 og tribu-tyltinn (TBT).

Stasjonene for prøvetaking i sjø er vist i figur 2. Prøvene fra Kyresundet var sterkt forurenset, spesielt i utslippsområdet for pumpevann på utsiden av dokka.



Figur 2 Grønne punkt er prøvestasjonene for miljøundersøkelse av sediment i 2009. Kilde: Sweco-rapport. Røde punkter viser plassering av turbiditetsmålerne (2020). Kilde: Agder Marine AS.

Stasjon 17 i Kyresundet var stasjonen med høyest forurensningsnivå av bly, kobber, sink og TBT i både øvre- og lavere sedimentsjikt. Den var også det eneste området med påvisning av PCB. Konsentrasjonene av nikkel og PAH i stasjon 17 var på samme nivå som i de øvrige områder. Figur 3 viser tilstandsklasse for prøvene i stasjon 16 og 17 i Kyresundet. Ref. figur 2.

| Prøvepkt 17 | Nikkel             | Sink   | Bly    | Kobber | PAH-16 | TBT | Benzo(a)pyren |
|-------------|--------------------|--------|--------|--------|--------|-----|---------------|
| 0-5 cm      | Yellow             | Orange | Orange | Red    | Orange | Red | Yellow        |
| 5-10 cm     | Lag ikke prøvetatt |        |        |        |        |     |               |
| 10-20 cm    | Orange             | Orange | Yellow | Orange | Orange | Red | Yellow        |

| Prøvepkt 16 | Nikkel             | Sink  | Bly   | Kobber | PAH-16 | TBT    | Benzo(a)pyren |
|-------------|--------------------|-------|-------|--------|--------|--------|---------------|
| 0-5 cm      | Yellow             | Green | Green | Orange | Orange | Orange | Yellow        |
| 5-10 cm     | Lag ikke prøvetatt |       |       |        |        |        |               |
| 10-20 cm    | Lag ikke prøvetatt |       |       |        |        |        |               |

Figur 3 Viser tilstandsklasse for sediment i stasjon 17 og 16 i 2009 før tiltak. Fargekodene refererer til tilstandsklasser, med rød som mest forurenset. Kilde: Sweco-rapport.

Miljøstatus fra 2009 er også vist i tabell 2 sammen med analyseresultatene fra sjøbunnen etter tiltak.



På bakgrunn av miljøteknisk rapport så varslet fylkesmannen i Agder den 09.07.2010 mulig pålegg om gjennomføring av tiltak på land og i sjøbunn etter § 51 i forurensningsloven.

I 2012 utarbeidet Sweco tiltaksplan for sjøområdet med avgrensning om å mudre Kyresundet etter utført kulturminneundersøkelse. Maritimt museum utførte undersøkelse med bruk av dykkere og sonding. Det ble ikke gjort funn og området ble frigitt.

Den 02.05.2013 gav fylkesmannen Andøya Industripark AS pålegg om å gjennomføre oppryddings-tiltak i Kyresundet på sin eiendom og fjerne den øverste 0,5 meteren av sedimentlaget i sjø tilsvarende ca. 3000 m<sup>3</sup> med bruk av BAT (best tilgjengelige teknikk).

Det ble samtidig satt krav til tidspunkt for anleggsgjennomføring (utenom sommerhalvåret), etablering av siltgardin og utplassering av turbiditetsmålere for måling og kontroll med grenseverdi på 3 NTU. Det ble også satt krav til prøvetaking og analyse i etterkant av tiltaket for å dokumentere ny situasjon for tungmetaller og miljøgifter i sediment. Mengde- og type masser skulle rapporteres til fylkesmannen, og massene skulle leveres til godkjent mottak. Eventuelle avvik som måtte oppstå under arbeidet måtte begrunnes.

## 2 Mudringsarbeidet

Mudringstiltaket ble utført i perioden fra november 2019 til januar 2020 etter å ha blitt utsatt i flere år grunnet planer om en ny vann- og avløpsledning i havneområdet/sundet. Utførende entreprenør for mudringsarbeidet var Agder Marine AS.

Gjennomføringen og resultatene av mudringstiltaket er redegjort med bakgrunn i opplysninger og observasjoner fra utførende ved Ove Noddeland og miljøkonsulent i COWI ved Tore Ruud. Analysene er utført av ALS Laboratory Group.

### 2.1 Omstendigheter

Sjøarealet for mudringsområdet er iflg. mudringsrapporten til Agder Marine 6000 m<sup>2</sup>. De opplyser ellers at bunnarealet var ujevnt og med relativ stor forskjell i vanndybde fra knapt en meter inne i sundet til ca. 8 meter ut mot havna.

### 2.2 Fartøy og utstyr benyttet i tiltaket

Sedimentene som bestod av løst mudder, sand og siltholdige masser, som måtte graves opp. Det ble derfor brukt grabbverk og gravemaskin på lekter for å utføre selve mudringen. Grabbverket er det som kalles «Agder-grabben» og en Sennebogen 650 HD kran med bomlengde på inntil 41 meter, plassert på en lekter på 20,1 x 8,7 meter.

Krana er utstyrt med Eiva gravecomputer og posisjoneringsutstyr. I dette prosjektet ble det brukt en tett kassegrabb for å unngå søl når massene løftes opp fra bunnen.

På de grunneste områdene ble det brukt en Kobelco SK 200 gravemaskin som er fastmontert på en lekter.

Sundet er smalt, og enkelte steder veldig grunt. Det gav lite plass til å manøvrere som også var begrensende for hvilket utstyr som kunne komme inn. Massene ble derfor gravd direkte opp i en tett lekter som ble fraktet ut til Arena for omlasting med bruk av tett grabb. Arena er et sugemudrings-fartøy på 41,5 meter som fraktet sedimentene fra Kyresundet for innpumping direkte i strandkant-deponiet i Kristiansand.

### 2.3 Mannskap og erfaring

Anleggsleder for prosjektet i Kyresundet har 30 - 40 års erfaring med mudring og tildekking av forurensede områder. Anleggsleder var også skipper på Arena, men operatørene som bemannet

kran og gravemaskin har jobbet med tilsvarende oppgaver de siste 10 til 20 årene. Mannskapet betegnes derfor som erfarne fagpersoner.

## 2.4 Forberedelser og tidsperiode for utføring

Rigging- og tilrettelegging for mudringsarbeidet bestod i å etablere:

### Siltgardin

Moringer og siltgardin ble satt ut den 05.11.2019, og etablert mer enn en uke før mudringstiltaket.

### Turbiditetsmåling og kontroll

Turbiditetsmålerne ble satt ut den 27.11.2019 med lokalisering som vist i figur 2, og stod i sjøen til 13.02.2020. Målerne ble satt opp i henhold til fylkesmannens krav til grenseverdi for turbiditet på 3 NTU.

### Plass/kontainere for lagring av oppgravd avfall fra sjø.

Mudringsarbeidet ble igangsatt fredag den 22.11.2019 og arbeidet avsluttet fredag 24.01.2020.

## 2.5 Mudring, metode og leveranse

Under utføringen av mudringsarbeidet så ble det benyttet en tett grabb, en tett lekter som massene må grabbes ut av, og Arena med tett lasterom hvor massene pumpes ut. Alt mudringsmateriale blir da samlet opp uten lekkasje og forurensning til sjø.

Mye av mudringsmassene var mudder (som nærmest ble flytende når de ble løftet om bord), og av en slik karakter at det ikke ville vært forsvarlig å avvanne det før levering. All masse som ble tatt opp, ble derfor levert av Arena og pumpet ubehandlet inn i strandkantdeponiet igjennom tette slanger. I miljøteknisk undersøkelse av sediment i 2009 så ble mudringsmassene vurdert som vist i tabell 1.

Tabell 1 Karakterisering av sediment i miljøteknisk undersøkelse (2009).

| Punkt 17 Vanndyp: 4,6 m               |                                       |                        |             |
|---------------------------------------|---------------------------------------|------------------------|-------------|
| Posisjon: 58°06' 847 N, 007°58' 334 Ø |                                       |                        |             |
| Dyp, cm                               | Massebeskrivelse                      | Analysert forurensning | Prøvedyp cm |
| 0                                     |                                       |                        |             |
| 2                                     | svart gytje, lukt av H <sub>2</sub> S |                        | 0-5         |
| 4                                     |                                       |                        |             |
| 6                                     |                                       |                        |             |
| 8                                     |                                       |                        |             |
| 10                                    |                                       |                        |             |
| 12                                    |                                       |                        |             |
| 14                                    |                                       |                        |             |
| 16                                    |                                       | 10-20                  |             |
| 18                                    |                                       |                        |             |
| 20                                    |                                       |                        |             |

Agder Marine AS begynte mudringsarbeidet fra nord. De mudret så sydover før de den siste dagen rensket bunnen i nord ved piren der fartøyene hadde ligget til kai.

## 2.6 Gjennomføring og mengder mudret materiale

I nordlig halvdel av tiltaksområdet så oppgir Agder Marine å ha gravd av minst 0,5 meter sediment, mens mudringsdybden ble noe grunnere i sydlig del. Jmfør figur 4.

Mudringen i nordlig del av tiltaksområdet syd til prøvestasjon 5 ble utført ned til hard bunn og innslag av skjell og lysere masser som indikerer mer opprinnelig sjøbunn. Det samsvarer for øvrig også med de observasjoner som ble gjort under prøvetaking den 10.03.2020. Fra prøvestasjon 5 og videre mot syd skal det være gravd- og mudret til fjell til det ikke lengre fantes faste masser som greit kunne tas opp med graver.

Agder Marine har mudret sjøbunnen i bredden fra fyllingsfot i vest til fyllingsfot eller svaberg i øst, og skal da ha fått med seg sediment i sjøbunnen fram til fyllingsfot. Men de har ikke gravd inn i fyllingsfoten på de ulike fyllingen for ikke å skade disse. Det gjør at sediment liggende i fyllingsfoten senere kan ha sklidd ut fra steinfylling til overgang fyllingsfot - bunn i etterkant av tiltaket. I sydlig del gikk det også en fjellrenne på langs i sundet som ble rensket så godt det lot seg gjøre med tilgjengelig utstyr (lekter med gravemaskin).

Sjøbunnen er i ettertid ikke blitt innsisert med dykker eller ROV, men prøvetakingen bekrefter hard sjøbunn på flatene (klumpvis forekomst og mange tomme grabbkast). Det var lettere å få tak på sedimenter i områder mellom fyllingsfot og sjøbunn der mudringsarbeidet hadde vært vanskeligere.

Det ble totalt levert 2015 m<sup>3</sup> (3200 tonn) gravemasser til sjøkantdeponiet. Det er mindre enn de 3000m<sup>3</sup> som var beregnet, men det kan forklares som et naturlig avvik ved at sjøbunnen i deler av tiltaksområdet består av fjell -spesielt i de indre og østlige områder av sundet. Ortofotoet i figur 4 viser også at særlig østre del av indre Kyresund har mye svaberg.

Det ble samtidig tatt opp 20 m<sup>3</sup> med jernskrot og restavfall som dekk, slanger og rør mv. Dette avfallet ble levert mottaket i Timenes næringspark.

## 2.7 Turbiditet og avvik

### Turbiditetsmåling

Fullstendig logg for turbiditetsmålerne i hele perioden er vedlagt. Likeså er også «rådata» fra loggingen lagt ved. Toppene er markert med gult i regnearket for lettere å få et helhetsbilde av turbiditeten under arbeidet.

Agder Marine byttet høsten 2019 til en ny WEB-plattform for kontinuerlig måling av turbiditet. Det fungerer normalt svært bra, men for jobben i Kyresundet så ble det dessverre noen innkjøringsproblemer som de beklages sterkt. Problemene bestod i at de ikke hadde fått riktig tilgang av leverandøren og de oppdaget derfor ikke at referansemåleren var ute av funksjon i den siste del av perioden.

### Avvik

Agder Marine oppgir at målingene har flere høye verdier i en "peak", for så å logge "0" straks etter. Noen "peaks" er også feilmålinger som ikke kan forklares.

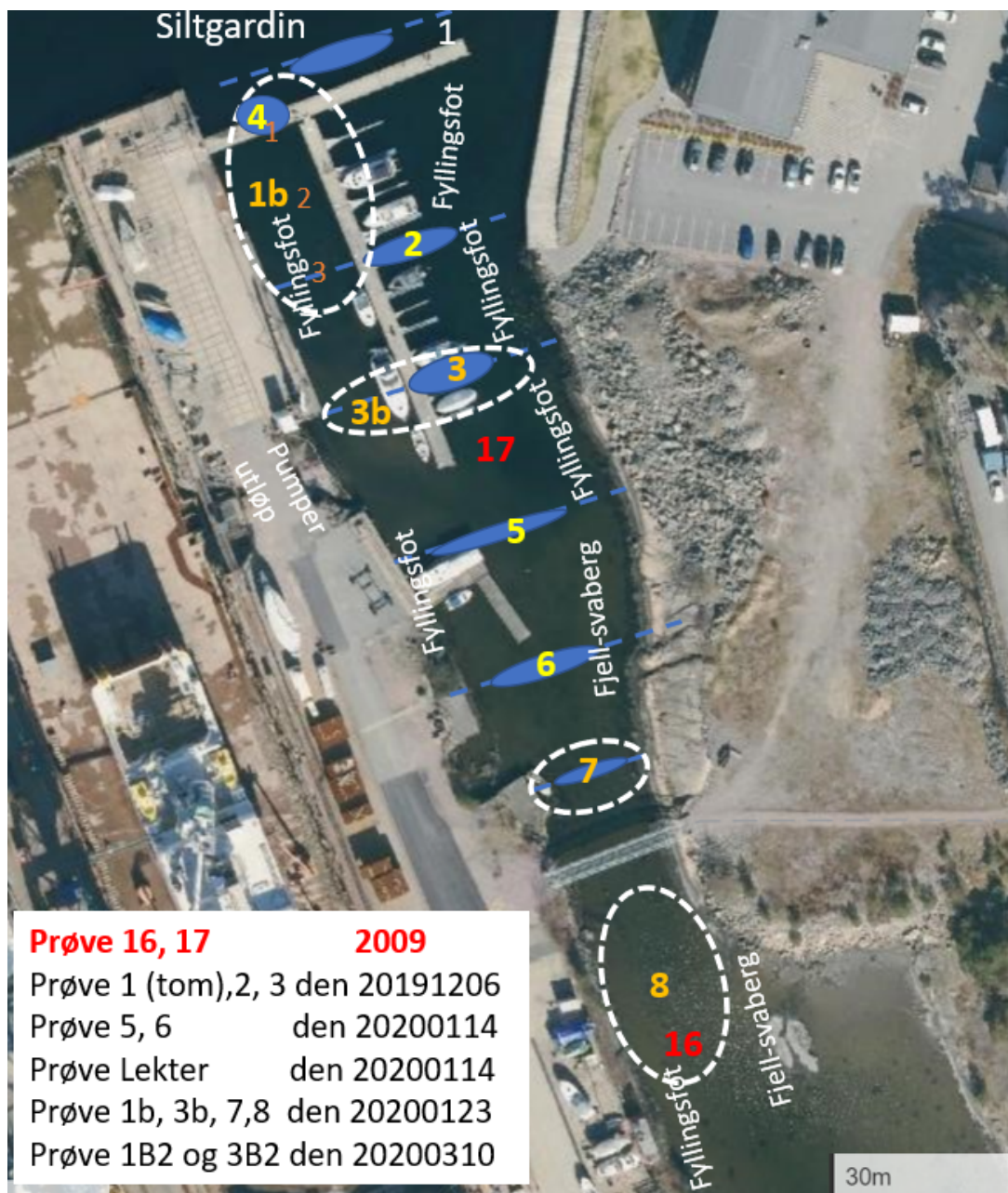
Mudringsarbeid skjedde på dagtid fra kl. 07.00 til kl. 15.00. Mange av toppene med turbiditet har kommet på natten og i perioder da det ikke ble gjort arbeid.

Det er ellers perioder som viser for høye verdier over tid som skulle tilsi stopp i produksjonen. Arbeidet fant også sted innenfor et "kontrollert" område med siltgardin i hver ende av Kyresundet.



### 3 Prøvetaking vs. analyseresultater

Prøvetaking ble utført i flere omganger underveis i mudringsarbeidet for å se utviklingen og vurdere sjøbunnstatus etter hvert som mudringsarbeidet skred fram. Første prøvetaking fant sted den 06.12.2019. 2. gang den 14.01.2020, 3. gang den 23.01.2020 og en 4. gang den 10.03.2020.



Figur 4 Viser stasjoner for prøvetakinger 1-8 fra 2019-2020 og stasjon 16 og 17 (2009). Farge på tallene i stasjonene illustrerer tilstandsklasse III-V.

Det ble tatt flere paralleller prøver i hver stasjon som ble samlet til en blandprøve. Prøvene ble sendt til ALS og analysert for total organisk karbon (TOC), arsen (As), bly (Pb), kadmium (Cd), kvikksølv (Hg), kobber (Cu), krom (Cr), sink (Zn), og nikkel (Ni), oljerelaterte hydrokarboner, (THC), polyaromatiske hydrokarboner (PAH16-EPA), polyklorerte hydrokarboner PCB-7 og tributyltinn (TBT). Resultatene av analysene for prøvetakingen i de ulike stasjoner er vist i tabell 2.

Tabell 2 Viser prøvetakingsdatoer, nummer på prøvestasjonene samt nivå og tilstandsklasse på de analyserte blandprøver.

| Miljøteknisk undersøkelse (AIP) Andøya Industripark | Klasse V<br>Nedre grense | Klasse IV<br>Øvre grense | Klasse III<br>Øvre grense | Klasse II<br>Øvre grense | Klasse I<br>Øvre grense | 20191206 |         | Analyser 20200114 |         |         |        | Analyser 20200123 |               |         |         | 20200310  |           | Analyser år 2009      |                       |                         |       |
|---|--------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|-------------------------|----------|---------|-------------------|---------|---------|--------|-------------------|---------------|---------|---------|-----------|-----------|-----------------------|-----------------------|-------------------------|-------|
|   |                          |                          |                           |                          |                         | Prøve 2  | Prøve 3 | Prøve 4           | Prøve 5 | Prøve 6 | Lekter | Prøve 1b1         | Prøve 3b (2b) | Prøve 7 | Prøve 8 | Prøve 1B2 | Prøve 3B2 | P17<br>0-5 cm<br>2009 | P16<br>0-5 cm<br>2009 | P17<br>10-20 cm<br>2009 |       |
| Tørstoff (E)  |                          |                          |                           |                          |                         | 19       | 38      | 16,1              | 17      | 20,9    | 25,5   | 45,1              | 27,1          | 19,8    | 15,3    | 22,7      | 35,5      | 31                    | 16                    | 32                      |       |
| Tørstoff TOC  |                          |                          |                           |                          |                         | 7,4      | 3,3     |                   |         |         |        |                   |               |         |         |           |           | 5,8                   | 8,9                   | 4,9                     |       |
| Tørstoff (L)  |                          |                          |                           |                          |                         | 19       | 41      |                   |         |         |        |                   |               |         |         |           |           |                       |                       |                         |       |
| Arsen, As   | mg/kg TS                 | 581                      | 580                       | 71                       | 18                      | 15       | 10      | 14                | 3       | 13      | 11     | 14                | 12            | 13      | 10      | 12        | 10,2      | 8,49                  | 34                    | 18                      | 24    |
| Bly, Pb   | mg/kg TS                 | 2001                     | 2000                      | 1480                     | 150                     | 25       | 13      | 100               | 39      | 81      | 31     | 67                | 75            | 160     | 69      | 47        | 104       | 205                   | 230                   | 74                      | 420   |
| Kadmium, Cd   | mg/kg TS                 | 158                      | 157                       | 16                       | 2,5                     | 0,2      | 1,6     | 0,47              | 1,5     | 1,5     | 1,6    | 1                 | 0,35          | 0,6     | 0,99    | 1,3       | 0,54      | 0,56                  | 0,41                  | 1,7                     | 0,79  |
| Kobber, Cu  | mg/kg TS                 | 148                      | 147                       | 84                       | 20,1                    | 20       | 34      | 520               | 61      | 270     | 65     | 210               | 130           | 300     | 110     | 120       | 354       | 196                   | 2400                  | 190                     | 830   |
| Krom, Cr  | mg/kg TS                 | 15501                    | 15500                     | 6000                     | 660                     | 60       | 35      | 44                | 32      | 42      | 29     | 38                | 30            | 43      | 28      | 32        | 35,6      | 49,4                  | 72                    | 38                      | 87    |
| Kvikksølv, Hg                                       | mg/kg TS                 | 1,46                     | 1,45                      | 0,75                     | 0,52                    | 0,05     | <0,01   | <0,01             | 0,05    | 0,06    | 0,06   | 0,23              | 0,07          | 0,08    | <0,01   | 0,13      | <0,2      | <0,2                  | 0,06                  | 0,14                    | 0,07  |
| Nikkel, Ni  | mg/kg TS                 | 534                      | 533                       | 271                      | 42                      | 30       | 30      | 68                | 36      | 56      | 38     | 76                | 45            | 56      | 50      | 50        | 60,3      | 50,5                  | 110                   | 78                      | 99    |
| Sink, Zn  | mg/kg TS                 | 6691                     | 6690                      | 750                      | 139                     | 90       | 140     | 580               | 160     | 490     | 160    | 220               | 450           | 810     | 170     | 200       | 720       | 1370                  | 2000                  | 270                     | 1900  |
| Naftalen  | µg/kg TS                 | 8770                     | 8769                      | 1754                     | 27                      | 2        | <10     | 54                | <10     | <10     | <10    | <10               | 28            | 84      | 45      | 14        | 0,023     | <0,01                 | 80                    | 85                      | 15    |
| Acenaftalen   | µg/kg TS                 | 8501                     | 8500                      | 85                       | 33                      | 1,6      | <10     | 14                | <10     | <10     | <10    | <10               | <10           | 24      | <10     | 29        | <0,01     | <0,01                 | 21                    | 48                      | 22    |
| Acenaften   | µg/kg TS                 | 19501                    | 19500                     | 195                      | 96                      | 2,4      | <10     | 290               | <10     | 25      | 10     | 18                | 100           | 400     | 85      | 41        | 0,101     | 0,047                 | 25                    | 21                      | 33    |
| Fluoren   | µg/kg TS                 | 34701                    | 34700                     | 694                      | 150                     | 6,8      | <10     | 170               | 14      | 19      | 10     | 23                | 68            | 26      | 63      | 200       | 0,048     | 0,024                 | 17                    | 21                      | 23    |
| Fenantren   | µg/kg TS                 | 25001                    | 25000                     | 2500                     | 780                     | 6,8      | <10     | 630               | 16      | 26      | <10    | 68                | 330           | 1300    | 460     | 860       | 0,234     | 0,103                 | 720                   | 1200                    | 810   |
| Antracen  | µg/kg TS                 | 296                      | 295                       | 30                       | 4,6                     | 1,2      | <10     | 130               | <10     | <10     | <10    | 0,02              | 72            | 280     | 80      | 190       | 0,052     | 0,038                 | 140                   | 380                     | 150   |
| Fluoranten  | µg/kg TS                 | 2001                     | 2000                      | 400                      | 8,1                     | <8       | 34      | 930               | <10     | <10     | <10    | 74                | 470           | 1700    | 960     | 1100      | 0,523     | 0,18                  | 1500                  | 1700                    | 1300  |
| Pyren   | µg/kg TS                 | 8401                     | 8400                      | 840                      | 84                      | <5,2     | 27      | 780               | <10     | 14      | <10    | 66                | 480           | 1400    | 770     | 830       | 0,472     | 0,185                 | 1500                  | 1500                    | 1500  |
| Benzo(a)antracen                                    | µg/kg TS                 | 50101                    | 50100                     | 501                      | 60                      | <3,6     | <10     | 330               | <10     | <10     | <10    | <10               | 250           | 770     | 390     | 410       | 0,251     | 0,075                 | 950                   | 960                     | 840   |
| Krysen  | µg/kg TS                 | 2801                     | 2800                      | 280                      | 4,5                     | <4,4     | <10     | 450               | <10     | <10     | <10    | <10               | 290           | 820     | 450     | 440       | 0,269     | 0,102                 | 1000                  | 950                     | 890   |
| Benso(b)fluoranten                                  | µg/kg TS                 | 10601                    | 10600                     | 140                      | 90,1                    | <4,6     | <10     | 590               | <10     | <10     | <10    | 15                | 290           | 920     | 460     | 420       | 0,356     | 0,115                 | 900                   | 800                     | 700   |
| Benzo(k)fluoranten                                  | µg/kg TS                 | 7401                     | 7400                      | 135                      | 90,1                    |          | <10     | 370               | <10     | <10     | <10    | 21                | 210           | 320     | 310     | 340       | 0,12      | 0,035                 | 900                   | 900                     | 800   |
| Benzo(a)pyren                                       | µg/kg TS                 | 13101                    | 13100                     | 230                      | 183                     | <6       | <10     | 520               | <10     | <10     | <10    | 18                | 250           | 570     | 430     | 340       | 0,229     | 0,079                 | 800                   | 820                     | 680   |
| Indeno(1,2,3,cd)pyren                               | µg/kg TS                 | 2301                     | 2300                      | 63                       | 20,1                    | <20      | 11      | 340               | 12      | <10     | 14     | 25                | 200           | 450     | 330     | 340       | 0,171     | 0,059                 | 560                   | 520                     | 510   |
| Dibenzo(a,h)antracen                                | µg/kg TS                 | 2731                     | 2730                      | 273                      | 27                      | <12      | <10     | 140               | <10     | <10     | <10    | <10               | 87            | 190     | 130     | 160       | 0,04      | <0,01                 | 130                   | 120                     | 130   |
| Benzo(g,h,i)perylene                                | µg/kg TS                 | 1401                     | 1400                      | 84                       | 18,1                    | <18      | <10     | 490               | 12      | <10     | 18     | 30                | 250           | 490     | 420     | 430       | 0,156     | 0,054                 | 430                   | 430                     | 400   |
| Sum PAH(16)   | µg/kg TS                 | 20001                    | 20000                     | 6000                     | 2000                    | 299      | 72      | 6230              | 54      | 84      | 32     | 430               | 3380          | 9970    | 5380    | 6640      | 3,04      | 1,1                   | 10000                 | 11000                   | 9400  |
| Sum PCB_7   | ug/kg TS                 | 430,1                    | 43,1                      | 4,101                    | 4,1                     | <5       | <7      | <0,007            | <10     | <10     | <10    | <10               | <7            | <7      | <7      | <7        | 0,01050   | 0,0105                | 42                    | i.p.                    | 58    |
| Tributyltinn  | µg/kg TS                 | 101                      | 20,1                      | 5,1                      | 1                       | 0,99     | 151     | 12900             | 195     | 3050    | 132    | 750               | 2080          | 3640    | 384     | 330       | 4480      | 1510                  | 60000                 | 80                      | 20000 |

### Prøvetaking 06.12.2019

På tidspunkt for prøvetaking så var mudringsarbeidet ferdig utført i nordlig østre- og midtre del fram mot prøvetakingsområde for stasjon 3, vist i figur 5.

Prøvetaking i prøvestasjon 1 med nærområde lot seg ikke gjennomføre på grunn av langt utgående fyllingsfot og antatt hard sjøbunn med fraværende eller svært lite prøvemateriale.

Prøvetaking i stasjon 2 viser resultat for ferdig mudret bunn. Miljøsituasjonen er her god bortsett fra for høyt innhold av sink og TBT.

I området for prøvetakingsstasjon 3 så kom vi i et overgangsområde med pågående mudringsarbeider. Tilstanden var også (som vist i tabell 2) på dette tidspunkt heller ikke tilfredsstillende.

### Prøvetaking 14.01.2020

Mudringsarbeidet var framskredet og det ble nå tatt blandprøver i stasjon nr. 4, 5 og 6, samt i lekter som en kontroll.

De analyserte prøvene viser generelt tilstandsklasse 1-2 for alle parametere bortsett fra for: sink, nikkel, kobber og TBT. Prøvemateriale fra lekter har ellers en høyere konsentrasjon enn sjøbunnen som betyr at mye forurenset sediment er blitt fjernet.

### Prøvetaking 23.01.2020

I 1b var det noe mudder tilbake hvor skipene lå, og det ble nå tatt prøve her og innenfor 3b, der det tidligere var høye verdier. Analysene av prøvene i 1 og 3 viser fremdeles høye verdier.

Det indre område for stasjon 7 og 8 er nå oppgitt til å være ferdigmudret, og prøvene ble tatt før det indre siltgardinet ble sluppet ned og fjernet (med fare for rekontaminering). Det ble i indre del av Kyresundet skrappt- og mudret til fjell. Også i renna som går langsetter midten i hele indre Kyresundet. Det vi under kontrollarbeidet også observerte, var at det ligger igjen noe sediment i kant mot fylling i vest og i renne i midten av sundet.





## 5 Mål for miljøsituasjon

### 5.1 Generelt om måloppnåelse

Generelt så er miljømålet for marine områder som ikke er spesielt påvirket av urbane områder eller industri, tilstandsklasse II etter Miljødirektoratets klassifikasjonssystem.

Vannforskriften legger også opp til at det skal settes miljømål for vannforekomster, og at miljømålene skal nås innen utgangen av 2021. Det generelle målet er da at alle vannforekomster minst skal opprettholde- eller oppnå "god tilstand" i tråd med nærmere angitte kriterier. Dette gjelder både for økologisk- og kjemisk tilstand. Der tilstanden ikke er god i dag, er det aktuelt å utføre miljøforbedrende tiltak ved å sanere kilder på land og fjerne- eller redusere utslipp/lekkasje av miljøgifter til sjø.

### 5.2 Spesielt om måloppnåelse

Fylkesmannen har for Kyresundet hatt krav til fjerning av forurensede sedimenter ved mudring og oppnåelse av tilstandsklasse 3 for sjøbunnen. Tilstandsklasse 3 er ikke oppnådd, men for bedre å vise dagens situasjon i forhold til opprinnelig situasjon, vises det til tabell 3.

Tabell 3 Viser analyseresultatene for gjenværende sediment fra ytterst i Kyresundet (prøve 2) og til innerst i Kyresundet (prøve 8) sammenlignet med opprinnelig situasjon før tiltak (2009).

| Miljøteknisk undersøkelse (AIP) Andøya Industripark |          | Klasse V     | Klasse IV   | Klasse III  | Klasse II   | Klasse I    | Analyser |           | Analyser 20200114 |         |         | Analyser 20200123 |         | Analyser år 2009 |                 |                   |
|---|----------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|----------|-----------|-------------------|---------|---------|-------------------|---------|------------------|-----------------|-------------------|
|   |          | Nedre grense | Øvre grense | Øvre grense | Øvre grense | Øvre grense | Prøve 2  | Prøve 3B2 | Prøve 4           | Prøve 5 | Prøve 6 | Prøve 7           | Prøve 8 | P17 0-5 cm 2009  | P16 0-5 cm 2009 | P17 10-20 cm 2009 |
| Tørrestoff (E)                                      |          |              |             |             |             |             | 19       | 35,5      | 16,1              | 17      | 20,9    | 19,8              | 15,3    | 31               | 16              | 32                |
| Tørrestoff TOC                                      |          |              |             |             |             |             | 7,4      |           |                   |         |         |                   |         | 5,8              | 8,9             | 4,9               |
| Tørrestoff (L)                                      |          |              |             |             |             |             | 19       |           |                   |         |         |                   |         |                  |                 |                   |
| Arsen, As   | mg/kg TS | 581          | 580         | 71          | 18          | 15          | 10       | 8,49      | 3                 | 13      | 11      | 10                | 12      | 34               | 18              | 24                |
| Bly, Pb   | mg/kg TS | 2091         | 2000        | 1480        | 150         | 25          | 13       | 205       | 39                | 81      | 31      | 69                | 47      | 230              | 74              | 420               |
| Kadmium, Cd   | mg/kg TS | 158          | 167         | 16          | 2,5         | 0,2         | 1,6      | 0,56      | 1,5               | 1,5     | 1,6     | 0,99              | 1,3     | 0,41             | 1,7             | 0,79              |
| Kobber, Cu  | mg/kg TS | 148          | 147         | 84          | 20,1        | 20          | 34       | 196       | 61                | 270     | 65      | 110               | 120     | 2400             | 198             | 830               |
| Krom, Cr  | mg/kg TS | 15501        | 15500       | 6000        | 660         | 60          | 35       | 49,4      | 32                | 42      | 29      | 28                | 32      | 72               | 38              | 87                |
| Kvikksølv, Hg                                       | mg/kg TS | 1,46         | 1,45        | 0,75        | 0,52        | 0,05        | <0,01    | <0,2      | 0,05              | 0,06    | 0,06    | <0,01             | 0,13    | 0,06             | 0,14            | 0,07              |
| Nikkel, Ni  | mg/kg TS | 534          | 533         | 271         | 42          | 30          | 30       | 50,5      | 36                | 56      | 38      | 50                | 50      | 110              | 78              | 99                |
| Sink, Zn  | mg/kg TS | 6691         | 6690        | 750         | 139         | 90          | 140      | 1370      | 160               | 490     | 160     | 170               | 200     | 2000             | 270             | 1900              |
| Naftalen  | µg/kg TS | 8770         | 8769        | 1754        | 27          | 2           | <10      | <0,01     | <10               | <10     | <10     | 45                | 14      | 80               | 85              | 16                |
| Acenaftylen   | µg/kg TS | 8501         | 8500        | 85          | 33          | 1,6         | <10      | <0,01     | <10               | <10     | <10     | <10               | 29      | 21               | 48              | 22                |
| Acenaften   | µg/kg TS | 19501        | 19500       | 195         | 96          | 2,4         | <10      | 0,047     | <10               | 25      | 10      | 85                | 41      | 25               | 21              | 33                |
| Fluoren   | µg/kg TS | 34701        | 34700       | 694         | 150         | 6,8         | <10      | 0,024     | 14                | 19      | 10      | 63                | 200     | 17               | 21              | 23                |
| Fenantren   | µg/kg TS | 25001        | 25000       | 2500        | 780         | 6,8         | <10      | 0,103     | 16                | 26      | <10     | 460               | 860     | 720              | 1200            | 810               |
| Antracen  | µg/kg TS | 296          | 295         | 30          | 4,6         | 1,2         | <10      | 0,038     | <10               | <10     | <10     | 80                | 190     | 140              | 380             | 150               |
| Fluoranten  | µg/kg TS | 2001         | 2000        | 400         | 8,1         | <8          | 34       | 0,18      | <10               | <10     | <10     | 960               | 1100    | 1500             | 1700            | 1300              |
| Pyren   | µg/kg TS | 8401         | 8400        | 840         | 84          | <5,2        | 27       | 0,185     | <10               | 14      | <10     | 770               | 830     | 1500             | 1500            | 1500              |
| Benzo(a)antracen                                    | µg/kg TS | 50101        | 50100       | 501         | 60          | <3,6        | <10      | 0,075     | <10               | <10     | <10     | 390               | 410     | 950              | 960             | 840               |
| Krysen  | µg/kg TS | 2801         | 2800        | 280         | 4,5         | <4,4        | <10      | 0,102     | <10               | <10     | <10     | 450               | 440     | 1000             | 950             | 890               |
| Benso(b)fluoranten                                  | µg/kg TS | 10601        | 10600       | 140         | 90,1        | <46         | <10      | 0,115     | <10               | <10     | <10     | 460               | 420     | 900              | 800             | 700               |
| Benzo(k)fluoranten                                  | µg/kg TS | 7401         | 7400        | 135         | 90,1        |             | <10      | 0,035     | <10               | <10     | <10     | 310               | 340     | 900              | 900             | 800               |
| Benzo(a)pyren                                       | µg/kg TS | 13101        | 13100       | 230         | 183         | <6          | <10      | 0,079     | <10               | <10     | <10     | 430               | 340     | 800              | 820             | 680               |
| Indeno(1,2,3,cd)pyren                               | µg/kg TS | 2301         | 2300        | 63          | 20,1        | <20         | 11       | 0,059     | 12                | <10     | 14      | 330               | 340     | 560              | 520             | 510               |
| Dibenzo(a,h)antracen                                | µg/kg TS | 2731         | 2730        | 273         | 27          | <12         | <10      | <0,01     | <10               | <10     | <10     | 130               | 160     | 130              | 120             | 130               |
| Benzo(g,h,i)perylene                                | µg/kg TS | 1401         | 1400        | 84          | 18,1        | <18         | <10      | 0,054     | 12                | <10     | 18      | 420               | 430     | 430              | 430             | 400               |
| Sum PAH(16)   | µg/kg TS | 20001        | 20000       | 6000        | 2000        | 299         | 72       | 1,1       | 54                | 84      | 32      | 5380              | 6640    | 10000            | 11000           | 9400              |
| Sum PCB 7   | ug/kg TS | 430,1        | 43,1        | 4,101       | 4,1         | <5          | <7       | <0,0105   | <10               | <10     | <10     | <7                | <7      | 42               | 1,8             | 58                |
| Tributyltinn  | µg/kg TS | 101          | 20,1        | 5,1         | 1           | 0,99        | 15,1     | 15,10     | 195               | 3050    | 132     | 384               | 330     | 60000            | 80              | 20000             |

Tabell 3 viser situasjonen etter mudring fra ytterst i Kyresundet (prøve 2) til indre del (prøve 8) sammenlignet med situasjonen i 2009. Vi ser da ut ifra prøvene at tilstandsklassen for de fleste parametere er 1 (blå) og 2 (grønn) ytterst i sundet, mens situasjonen i mindre arealet i indre del av mudringsområdet fortsatt er dårlig. Innholdet av TBT, bly, kobber og sink er fortsatt høyt i enkeltprøver, men konsentrasjonene har generelt gått betydelig ned i forhold til 2009.

Det er også total mengde gjenværende forurenset sediment som kan lekke til omgivelsene. Området er ikke inspisert med ROV eller dykker, men det generelle inntrykk er at det er lite igjen på flatene i ytre del, og at det ligger noe igjen i overgang mot fyllinger. Gjenværende mengde forurenset sediment innerst i mudringområdet synes også å dreie seg om mindre mengder masser da det her ble mudret til fjell, men at det ligger litt igjen ved fyllingsfot.

## 6 Konklusjon

Det er satt inn betydelige ressurser med å bedre miljøsituasjonen i Kyrsundet, og selv om målsetningen om tilstandsklasse 3 for alle undersøkte parametere i sjøbunnen ikke er oppnådd, så er situasjonen mye bedre etter tiltak. Prøvesvarene må i noen grad ellers ses i lys av hva vi fikk opp av sediment da det ikke var noen jevn distribusjon av prøvetatt materiale på sjøbunnen. Inntrykket er at det ligger igjen mindre mengder løst forurenset sediment, særlig langs kantene hvilket også er naturlig. (Prøveuttak av gjenværende hard sjøbunn, ville kanskje også gitt et noe annet resultat). De gjenværende mengdene av forurenset sediment synes imidlertid forholdsvis lite. Og mye av dette er ikke tatt opp grunnet utstyrsbegrensninger, fordi fyllingsfoten eller kabler i sjøbunnen var til hindret for det eller fordi det ville medføre uforholdsmessig høye kostnader.

Agder Marine valgte å avslutte da den videre nytte av mudringsarbeidet ble ansett som liten. Det er gjort ut ifra en helhetsvurdering med bakgrunn i de rådende forhold, miljøgevinst av å fortsette, mernytte og økonomi. Skulle ellers siste rest blitt tatt opp måtte det i tillegg benyttes annet utstyr.

Varigheten av en ren sjøbunn ville nok ellers bli kortvarig da tilliggende områder er forurenset. Tidevannstrømmen i indre del av Kyresundet (som nok også burde vært mudret samtidig) og oppvirvling av sediment fra skip i havnebassenget, vil begge over tid bidra til at mudret område tilføres forurensninger fra omgivelsene. Aktivitet i dokka vil også bidra ved at forurenset sediment vil følge med innfyllingsvannet i dokka for senere å pumpes ut i Kyresundet. Noe sediment vil da sedimentere i Kyresundet. Og selv om driften i dokka er kontrollert og overvåkes ved at det tas prøver av pumpevannet så vil det likevel med gjeldene regelverk om utslipp fra skipsverft skje noe utslipp fra dokka til Kyresundet.

Skal økologisk tilstand bli ytterligere bedre i mudret del av Kyresundet så fins det flere alternativer, men et lag med mergel over mudret sjøbunn er nok det tiltaket som vil gi størst nytte i forhold til kostnad. Det må imidlertid understrekes at store mengder med forurenset sjøbunn nå er fjernet, og levert til godkjent mottak. En ytterligere utbedring i mudret område vil nok ellers isolert sett ha begrenset verdi om det ikke gjøres som del av et helhetlig- og større tiltak.



## 7 Kilder

Miljøteknisk rapport for Kyresundet (2009), Sweco Norge AS.

Tiltaksplan for Kyresundet (2012), Sweco Norge AS.

Pålegg om å gjennomføre oppryddingstiltak i Kyresundet. Fylkesmannen i Vest-Agder 02.05.2013.

Direktoratsgruppen for gjennomføringen av vannforskriften. (2018). Veileder 02:2018. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver.

Miljødirektoratet. (2014). Kvalitetssikring av miljøkvalitetsstandarder. Rapport M241.

Miljødirektoratet. (2015). Risikovurdering av forurenset sediment. Veileder M-409.

Miljødirektoratet. (2016). Hentet fra Vann-Nett.no.

Miljødirektoratet. (2016). Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota. Veileder M-608/2016.

Miljødirektoratet. (2016). Regulering av forurensing ifra skipsverft. Veileder M-487/2016.

## Vedlegg

- 1 Økologisk- og kjemisk tilstand i Kristiansandsfjorden indre fra Vann-nett.
- 2 Rapport (Skjema) for år 2020: Mudring, dumping og utfylling i sjø. 1 s.
- 3 Vedlegg levert siltgardin til destruksjon.
- 4 Analyseresultater fra ALS.
- 5 Turbiditetsmålinger. Logg for MT-måling TM1 og TM2. PDF-fil.  
Turbiditetsmålinger. Logg for MT-måling TM1 og TM2. (Excellfil)