

Beregnet til  
**Safe Control Engineering**

Dokument type  
**Datarapport**

Dato  
**Februar, 2020**

# MILJØTEKNISKE SEDIMENTUNDERSØKELSER BREVIK, SANDØYA, BJØRKØYA FERGEKAI



# MILJØTEKNISKE SEDIMENTUNDERSØKELSER BREVIK, SANDØYA, BJØRKØYA FERGEKAI

Oppdragsnavn	<b>Grunn- og sedimentundersøkelser i sjø. Brevik, Sandøya og Bjørkøya fergekai</b>	Rambøll
Prosjekt nr.	<b>1350038249</b>	Hoffsveien 4
Mottaker	<b>Safe Control Engineering v/Andreas Jahren</b>	Postboks 427 Skøyen
Dokument type	<b>Datarapport</b>	0213 Oslo
Versjon	<b>001</b>	T +47 22 51 80 00
Dato	<b>17.02.2019</b>	F +47 22 51 80 01
Utført av	<b>Hanne Vidgren</b>	<a href="https://no.ramboll.com">https://no.ramboll.com</a>
Kontrollert av	<b>Eivind Dypvik</b>	
Godkjent av	<b>Charlotte S. Fürst</b>	
Kort beskrivelse	<b>Rambøll har gjennomført miljøtekniske sedimentundersøkelser ved tiltaksområdene i Brevik, Sandøya og Bjørkøya i Porsgrunn kommune. Det er tatt prøver av overflatesediment (0-10 cm) og dypereliggende sedimenter fra sylindrerprøver prøvetatt i forbindelse med grunnundersøkelser i området. Resultatene fra de miljøtekniske undersøkelsene oppsummeres i foreliggende datarapport. Rapporten oppdateres senere med flere analyseresultater som avhenger av prøvetaking fra de geotekniske boringene.</b>	
	<b>Foreliggende rapport vil danne grunnlag for utarbeiding av søknad til Fylkesmannen om å gjennomføre tiltak på sjøbunnen i de tre tiltaksområdene.</b>	

## FORORD

I forbindelse med planlagte tiltak om utbedring og utvikling av fergekaier i Brevik, Sandøya og Bjørkøya har Rambøll gjennomført en kartlegging av mulig forurensning i sedimentene innenfor tiltaksområdet. Planlagte tiltak i sjø ved fergekaiene krever søknad til Fylkesmannen i Vestfold og Telemark. Undersøkelsene og foreliggende rapport skal danne grunnlag for søknad om mudring eller annet tiltak i sjø. Rambøll gjennomfører også geotekniske grunnundersøkelser på land og i sjø i området, men grunnundersøkelsene er ikke enda ferdigstilt.

Oppdragsleder i Rambøll er Charlotte Fürst for grunnundersøkelsene og Eivind Dypvik for miljøtekniske undersøkelser. Miljøtekniske sedimentundersøkelser i Brevik, Sandøya og Bjørkøya er utført av Hanne Vidgren (fagansvarlig) og Susanna Burgess, Rambøll. Denne rapporten er utarbeidet av Hanne Vidgren, Rambøll.

## ANSVAR

Rambøll har utført de miljøtekniske grunnundersøkelsene i henhold til gjeldende regelverk, veiledere og standarder. Denne rapporten gir ingen garanti for at all forurensning i tiltaksområdet er avdekket og dokumentert. Rapporten gir en oversikt over påvist forurensning. Rambøll påtar seg ikke ansvar dersom det ved arbeider eller i ettertid avdekkes ytterligere eller annen forurensning enn det som er beskrevet i denne rapporten.

## INNHOILDSFORTEGNELSE

<b>1.</b>	<b>Innledning</b>	<b>3</b>
<b>2.</b>	<b>Områdebeskrivelse og tidligere undersøkelser</b>	<b>6</b>
<b>3.</b>	<b>Materiale og metode</b>	<b>8</b>
3.1	Prøvetaking av sediment	8
3.2	Kjemiske analyser	11
3.3	Risikovurdering	11
<b>4.</b>	<b>Resultater og diskusjon</b>	<b>13</b>
4.1	Beskrivelse av sedimentene og delområder	13
4.2	Kornfordeling og total organisk karbon	14
4.3	Kjemiske analyser av sedimentprøver	15
<b>5.</b>	<b>Konklusjoner</b>	<b>19</b>
<b>6.</b>	<b>Referanser</b>	<b>20</b>

## VEDLEGG

### **Vedlegg 1**

Feltlogg fra prøvetakingen

### **Vedlegg 2**

Tilstandsklasser i henhold til M-608:2016

### **Vedlegg 3**

Analyseresultater

## 1. INNLEDNING

Brevik Fergeselskap IKS skal etablere nye fergekaier i Brevik, Sandøya og Bjørkøya i Porsgrunn kommune i forbindelse at det leveres ny elektriske ferge høsten 2020. Safe Control Engineering er på vegne av Brevik fergeselskap engasjert for utarbeidelse av anskaffelsesdokumenter for totalentreprise og byggesak for arbeidene. Ifm. prosjektet med nye fergekaia er det også satt i gang reguleringsendringer for Brevik og Sandøya, samt at det gjennomføres det arkeologiske undersøkelser i sjø.

Etablering av nye fergekaier innebærer at det skal gjøres inngrep i sjø. Det er tre separate områder der nye fergekaier skal etableres; Brevik, Sandøya og Bjørkøya. Lokalisering av tiltaksområdene er vist i oversiktskart i Figur 1. Figur 2 viser foreløpige tegninger for nye kaier ved a) Brevik, b) Sandøya og c) Bjørkøya. I Brevik omfatter tiltaket etablering av ny fergekai med en tilleggs kai. Landarealer vest for den planlagte kaien skal utvides i sjø, enten ved utfylling eller etablering av konstruksjoner (peling). Ved Sandøya skal det etableres en ny fergekai med en tilleggs kai, eventuelt dykdalb (peleinnetning) som ytre støtte. Ved Sandøya skal det i tillegg sprenges / mudres masser ved seilingstrase for å sikre tilstrekkelig vanndyp/seilingsdyp inn til kai, og eksisterende molo skal utvides ved utfylling mot vest ved Sandøya. Ved Bjørkøya skal det etableres ny fergekai med dykdalb som ytre støtte.

Utfyllingstiltak i sjø krever tillatelse etter forurensingsloven §11 og mudring i sjø fra skip krever tillatelse etter forurensningsforskriften kap. 22 fra forurensnings-myndighetene (Fylkesmannen). I forbindelse med en søknad om tillatelse etter forurensningsregelverket må blant annet forurensningssituasjonen i sedimentene dokumenteres. Dette fordi arbeidene i sjø kan medføre risiko for spredning av partikler og forurensning. Spredning er avhengig av bunnforholdene, volum sediment som blir berørt av tiltaket, forurensningsgrad og lokale strømforhold, samt metode for anleggsgjennomføring. I den forbindelse har Rambøll på oppdrag fra Safe Control Engineering gjennomført miljøtekniske sedimentundersøkelser for å kartlegge forurensningstilstanden i sedimentene i tiltaksområdene i Brevik, Sandøya og Bjørkøya.

De miljøtekniske undersøkelsene er gjennomført i tråd med føringer som er gitt i Miljødirektoratets veiledere *Håndtering av sediment* (M-350/2015) og *Risikovurdering av forurenset sediment* (M-409/2015). Arealet til alle tre tiltaksområdene er grovt estimert til å tilsvare maksimalt ca. 3000 m<sup>2</sup>, 6500 m<sup>2</sup> og 2500 m<sup>2</sup>, basert på oversendte tegninger fra oppdragsgiver av de foreløpige planlagte tiltakene. De planlagte tiltakene klassifiseres derfor som mellomstore tiltak (> 1 000 m<sup>2</sup> og < 30 000 m<sup>2</sup>) iht. M-350:2015.

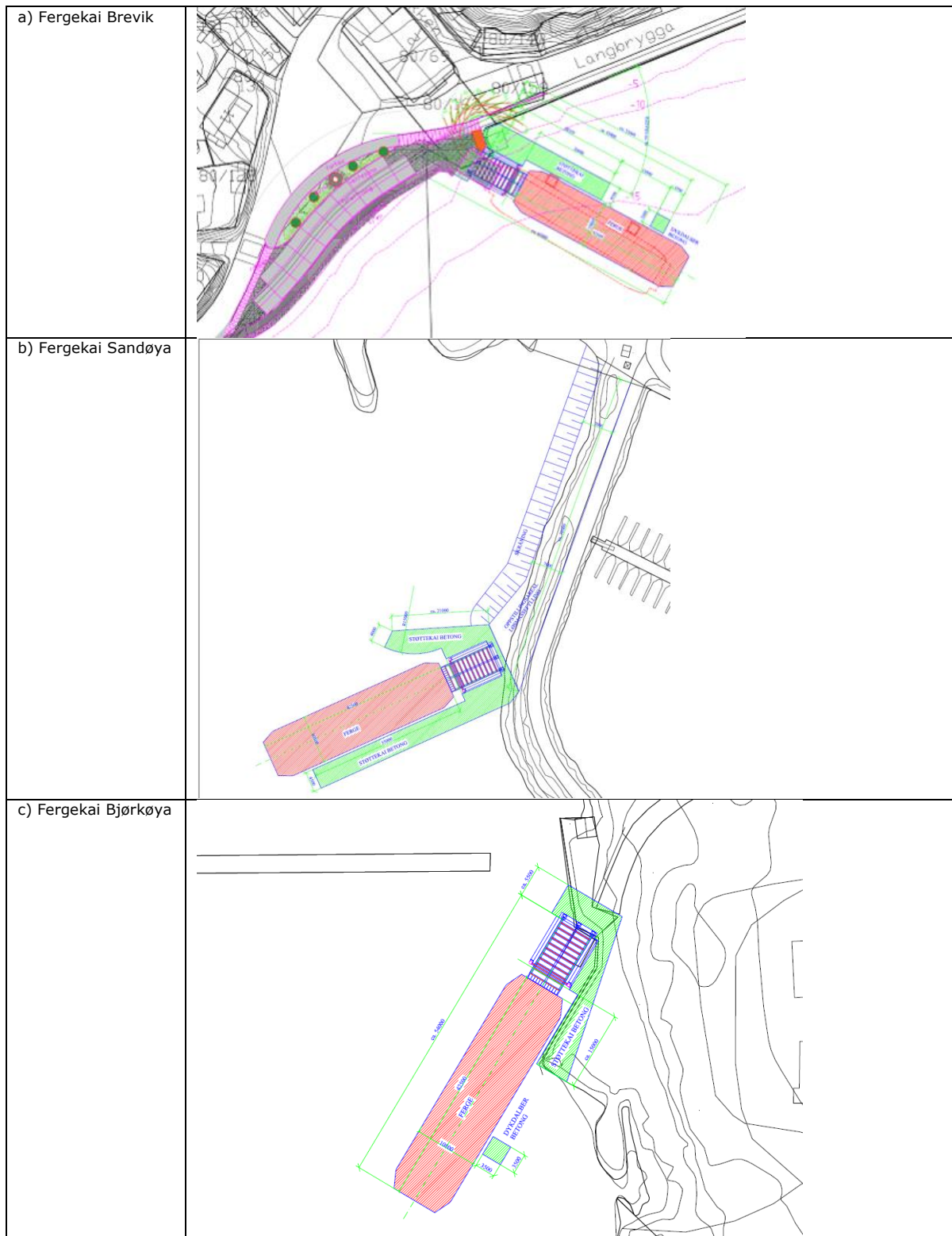
Det er tatt prøver av overflatesediment (0-10 cm) fra tiltaksområdet og resultatene fra undersøkelsene oppsummeres i foreliggende datarapport. I tillegg vil det bli analysert prøver fra sylinderprøver (kjerneprøver) tatt som del av de geotekniske undersøkelsene som også gjennomføres. Disse prøvene er imidlertid ikke ferdig opparbeidet på det nåværende tidspunkt grunnet vanskelige værforhold i januar-februar 2020. Følgelig vil flere analyseresultater som avhenger av prøvetaking fra de geotekniske boringene oversendes i en revidert versjon av denne rapporten.

De miljøtekniske undersøkelsene og denne datarapporten skal danne grunnlag for utarbeiding av søknad til Fylkesmannen om gjennomføring av tiltaket. Forurensede og rene masser krever ulike håndtering og disponering. Ved tiltaksgjennomføring må det derfor redegjøres for håndtering og disponering av massene som skal eventuelt fjernes.



**Figur 1. Oversiktskart som viser lokalisering av tiltaksområder i Langesunds-fjorden. Plassering av tiltaksområdene «Brevik», «Sandøya» og «Bjørkøya» er markert med blå sirkler. (Kartet er hentet fra Norgeskart).**





**Figur 2. Situasjonsplan for nye fergekaier i a) Brevik, b) Sandøya og c) Bjørkøya. Tegningene er mottatt fra oppdragsgiver i November 2019. Grønn farge indikerer kaistruktur, mens rød farge indikerer plassering av ferge ved de nye planlagte kaiene. I tillegg skal det fylles ut i Sandøya ved området markert med blå.**

## 2. OMRÅDEBESKRIVELSE OG TIDLIGERE UNDERSØKELSER

Tiltaksområdene Brevik, Sandøya og Bjørkøya ligger i vannforekomsten Langesundsfjorden (Vannforekomst ID: 0110010801-C) som ligger i vannregion Skagerak. I henhold til databasen Vann-Nett har Langesundsfjorden moderat oppholdstid i bunnvann, og fjorden har moderat strømhastighet. Brevik-strømmen ligger rett vest for Brevik havn. Brevik-strømmen er karakterisert av en sterk tidevannsstrøm grunnet et svært trangt sund inn og ut fra Frierfjorden. Det er ingen store elver som har direkte tilførsel av ferskvann til Langesundsfjorden, men Porsgrunnelva har utløp i indre delen av Frierfjorden. I Vann-Nett er det registrert at den kjemiske tilstanden i Langesundsfjorden dårlig og økologiske tilstanden er moderat.

Vi er ikke kjent med at forurensingsgraden i sedimentene innenfor tiltaksområdene er undersøkt tidligere. Det er imidlertid tatt flere sedimentprøver fra dypere deler av Langesundsfjorden i forbindelse med overvåking i Grenlandsfjordene. Grenlandsfjordene omfatter Gunneklevfjorden, Frierfjorden, Eidangerfjorden, Ormefjorden og Langangsfjorden. Langesundsfjorden ligger nedstrøms Frierfjorden og Eidangerfjorden og mottar miljøbelastning fra de overliggende forurensede områder. Grenlandsfjordene er generelt sterkt til meget sterkt forurenset som følge av tidligere industri, skipstrafikk og annen virksomhet (Miljødirektoratet, 2013, 2014). Det er påvist høye konsentrasjoner av bla. kvikksølv, dioksiner og furaner i sedimentene. Dioksinforurensningen stammer hovedsakelig fra utslipp fra den nedlagte magnesiumfabrikken på Herøya. I tillegg har det vært utslipp av miljøgifter fra flere andre landbaserte industribedrifter som ligger ved fjordene. Det foreligger kostholdrestriksjoner mht. inntak av fisk og skalldyr fra Grenlandsfjorden, inkludert Langesundsfjorden.

### *Lokale forurensningskilder ved tiltaksområdene Brevik, Sandøya og Bjørkøya*

Lokalisering av tiltaksområdene er vist i Figur 1 og 2, mens Figur 3 viser ortofotoer over tiltaksområdene fra 40 til 60 tallet og i 2018.

Det er ikke identifisert punktkilder av forurensing ved tiltaksområdet i Brevik, men kaiområdet ligger tett ved Brevik sentrum, Grenland Havn ligger ca. 300 m vest for fergekaia, og E18 går over vannet ved brua. Diffus avrenning fra byområder og havneaktiviteter er en potensiell forurensningskilde i Brevik. Ortofotoene fra 1947 og 2018 i Figur 3a viser at det er fylt ut i sjø i siden 60-tallet, og store deler av dagens kaiområdet i Brevik sentrum ligger på fylling i sjø.

Figur 3b viser ortofotoer for tiltaksområdet ved Sandøya fra 1964 og 2018. Den nye fergekaien planlegges etablert vest for moloen ved småbåthavn som ligger på østsiden for moloen. Ortofotoene indikerer at det har blitt mudret innenfor moloen i småbåthavna. Moloen har blitt etablert etter 60-tallet. Bortsett fra småbåthavn er det ikke identifisert flere lokale forurensningskilder i området.

Figur 3c viser at det er fylt ut i sjø ved dagens fergekai i Bjørkøya siden 60-tallet, og store deler av dagens kaianlegg ligger på fylling i sjø. Også i nærheten av tiltaksområdet Bjørkøya ligger det en småbåthavn (se Figur 3c). Flytekaia er ikke synlig i flyfoto i Figur 3c, men småbåthavna ligger ca. 50 m nord for dagens kaianlegg og tiltaksområdet. Småbåthavna har blitt utvidet de siste årene. Bortsett fra småbåthavn er det ikke identifisert flere lokale forurensningskilder i området.

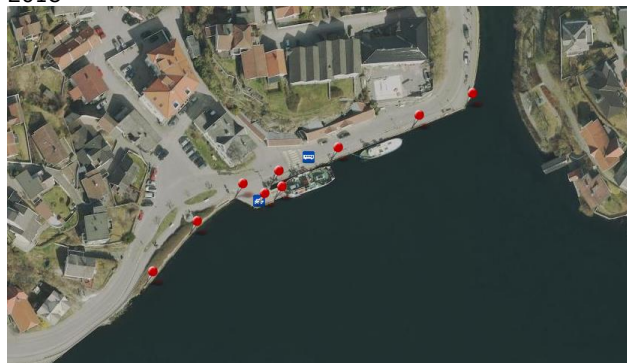
Det er ikke registrert lokaliteter med forurenset grunn i områdene rundt tiltaksområdene Brevik, Sandøya eller Bjørkøya i Miljødirektoratets grunnforurensningsdatabase.



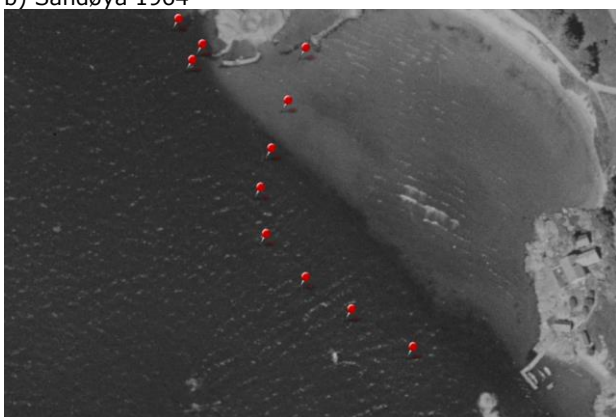
a) Brevik 1947



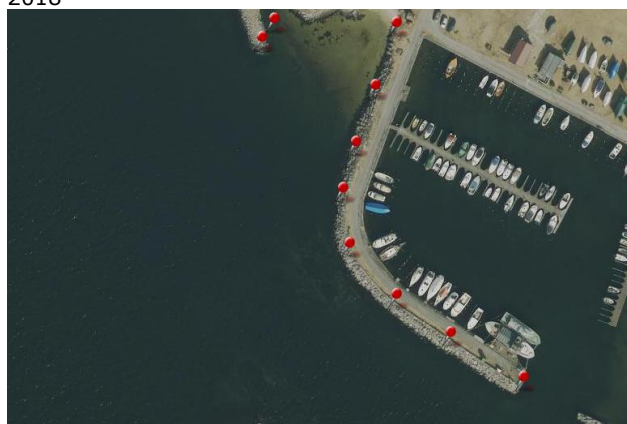
2018



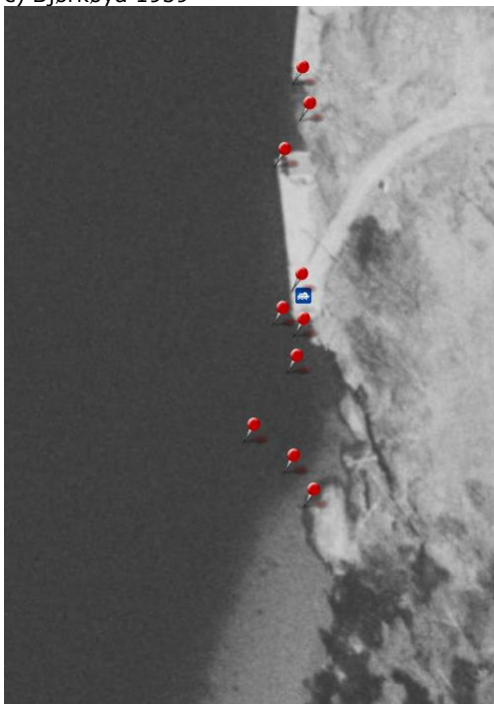
b) Sandøya 1964



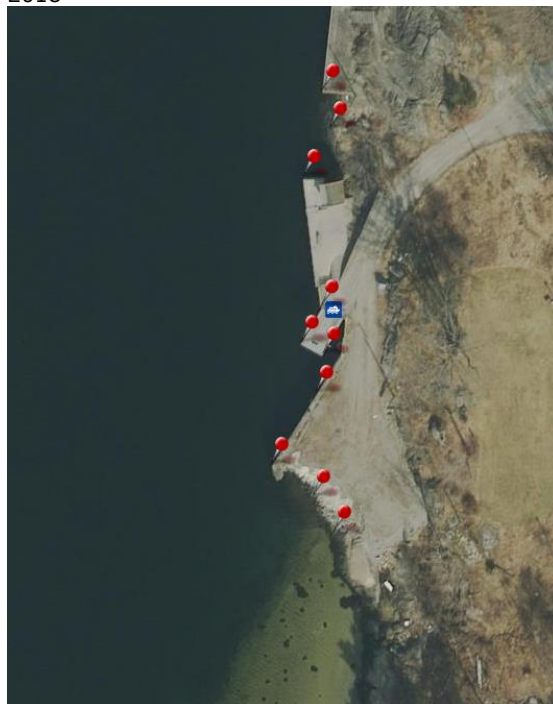
2018



c) Bjørkøya 1959



2018



**Figur 3. Ortofoto fra 40-60 -tallet til venstre og fra 2018 til høyre. Området rundt fergekaier i a) Brevik, b) Sandøya og c) Bjørkøya. Røde markeringer viser dagens strandlinje. Kilde: Norge i bilder.**

## 3. MATERIALE OG METODE

### 3.1 Prøvetaking av sediment

Det ble utarbeidet en prøvetakingsplan basert på retningslinjer i Miljødirektoratets veileder M-350. Basert på foreløpige tegninger for de nye fergekaiene er det grovt estimert at arealet til tiltaksområdet ved Brevik er maksimalt ca. 3 000 m<sup>2</sup>, ved Sandøya ca. 6 500 m<sup>2</sup> og ved Bjørkøya ca. 2 500 m<sup>2</sup>.

Veilederen M-350 legger opp til at krav til dokumentasjon ved behandling av sedimentsaker skal tilpasses omfanget av det aktuelle tiltaket, og sedimentundersøkelser bør generelt gjennomføres i tråd med *Veileder for risikovurdering av forurenset sediment (M-409/2015)*. Ved mellomstore tiltak skal det gjennomføres undersøkelser av sediment på minimum tre stasjoner ved hvert tiltaksområde, der hver stasjon maksimalt kan representere et areal på 10 000 m<sup>2</sup>. Prøvestasjoner er plassert slik at de er mest mulig representative for det området som skal vurderes. Dette gjøres skjønnsmessig ut fra den kunnskap man har om området, først og fremst bunntype (hardbunn/sedimenter), topografi og dybdeforhold.

Prøvetakingen ble gjennomført den 29. januar 2020 fra arbeidsbåten *Rød Dykk* til Arne Rød & Co AS. Sedimentprøver (0-10 cm) for kjemiske analyser ble tatt ut med en Van Veen -grabb med prøvetakningsareal på 0,1 m<sup>2</sup>. Den planlagte prøvetakingen i Brevik og Bjørkøya ble noe justert under feltarbeidet siden bunnforholdene ikke var egnet til prøvetakingen i selve tiltaksområdet, da det var hardbunn i store deler av tiltaksområdet. Følgelig kunne det ikke hentes sedimenter til analyser fra stasjoner BR-1 og BR-2 i Brevik og fra stasjon BJ-2 i Bjørkøya der bunnen besto av hardbunn. Sedimentprøver ble imidlertid hentet fra områder i nærheten av tiltaksområdene som var bedre egnet for prøvetakingen (stasjoner BR4, BR-5 og BJ-4).

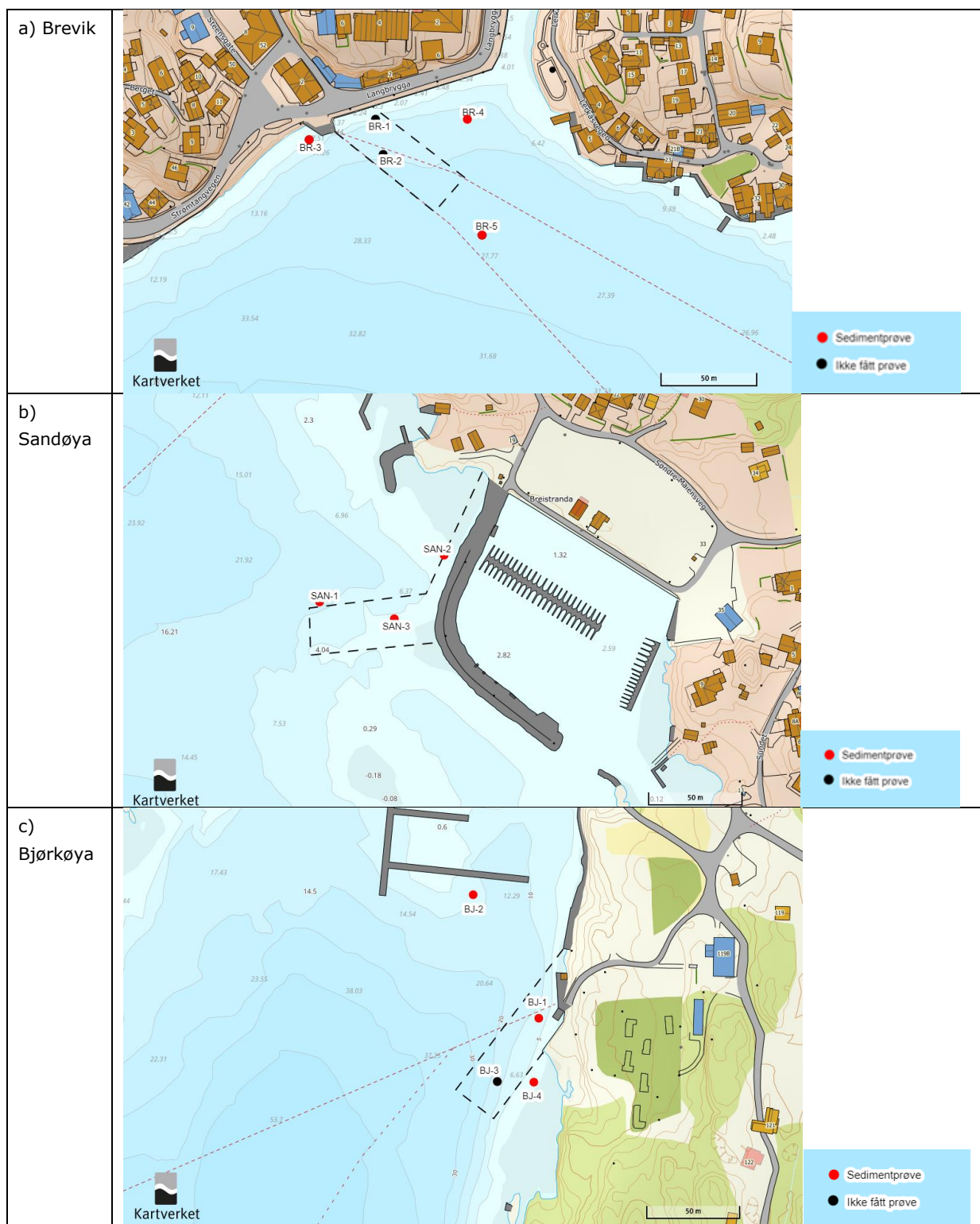
Det var planlagt at prøvene fra hver stasjon skulle bestå av en blandprøve med sediment fra 4 grabbhugg/delprøver. Det var imidlertid svært utfordrende å få nok prøvemateriale fra flere av stasjonene i alle tiltaksområdene, og dermed består flere av prøvene av kun av 1 til 3 delprøver. Dette er nærmere beskrevet i feltloggen fra sedimentprøvetakingen Vedlegg 1.

Koordinater og vanddyp for de prøvetatte stasjonene er oppgitt i Tabell 1 og plassering av stasjonene er vist i Figur 4. Prøvetatte stasjoner er markert med rødt i Figur 4.

I tillegg vil det for én sylinderprøve pr. delområde fra de geotekniske boringene gjøres analyse av sedimenter i dybdeintervallet 90-100 cm. Disse prøvene vil analyseres for de samme parameterne som grabbprøvene (0-10 cm). Dette er beskrevet nærmere i kapittel 3.2 nedenfor.

**Tabell 1. Koordinater (UTM 33) og vanddyb for midtpunktet av alle stasjoner for uttak av sedimentprøver i Brevik, Sandøya og Bjørkøya i Porsgrunn kommune.**

Stasjon	Prøvetype	Breddegrad (Nord)	Lengdegrad (Øst)	Vanddyb ved stasjonen (m), cirka
<b>Brevik</b>				
BR-1	Grabb	6557898	196118	5-7 m
BR-2	Grabb	6557882	196121	10-15 m
BR-3	Grabb	6557890	196085	4-5 m
BR-4	Grabb	6557900	196176	15 m
BR-5	Grabb	6557816	196205	30 m
<b>Sandøya</b>				
SA-1	Grabb	6557107	197701	10-11 m
SA-2	Grabb	6557124	197769	2-3 m
SA-3	Grabb	6557076	197742	4-5 m
<b>Bjørkøya</b>				
BJ-1	Grabb	6555427	198737	2-3 m
BJ-2	Grabb	6555498	198696	8-10 m
BJ-3	Grabb	6555401	198717	10-15 m (skråning)
BJ-4	Grabb	6555391	198729	1-2 m



**Figur 4. Oversiktskart over alle stasjoner for uttak av sedimentprøver ved Brevik, Sandøya og Bjørkøya fergekai (Kartgrunnlag fra Norgeskart). Fra stasjonene markert med svart ble det ikke fått prøve, sannsynligvis grunnet hardbunn. Det ble forsøkt å ta fire delprøver innenfor området som hver stasjon representerer, men grunnet utfordrende bunnforhold (tidligere sprengsteinsfyllinger og hardbunn) ble det kun hentet 1 eller 3 delprøver fra enkelte stasjoner. Dette er nærmere beskrevet i feltloggen i Vedlegg 1.**

### 3.2 Kjemiske analyser

Veileder M-350 setter et minstekrav for hvilke parametere som skal undersøkes i sedimentundersøkelsene. Dette er metaller (arsen, bly, kadmium, kobber, krom, kvikksølv, sink, nikkel), PAH16 (polysykliske aromatiske hydrokarboner), PCB7 (polyklorerte bifenyler) og tinnorganiske forbindelser (TBT).

Iht. M-350 skal kunnskap om lokalt eksisterende og historiske kilder ligge til grunn for valg av analyseparametere, og parametere som bidrar til lokal forurensning i et gitt område bør også inngå i analysene. Grenlandsfjordene er påvirket av forurensning av dioksiner og klororganiske forbindelser (se kapittel 2). Følgelig er det gjort analyse av dioksiner og klorbensener i sedimentprøver fra én stasjon i de forskjellige tiltaksområdene. I tillegg har vi også inkludert oljeforbindelser (total hydrokarboner, THC) i analysene (én prøve per lokalitet), da havneområder ofte er påvirket av slike stoffer.

Det gjennomført analyse av parametere i alle sedimentprøvene fra de tre lokalitetene (totalt 9 grabbprøver, samt 90 – 100 cm fra én sylindertestprøve fra grunnundersøkelsene pr. delområde):

- Metaller (As, Cr, Cu, Ni, Cd, Zn, Pb, Hg), PAH16, PCB7, TBT
- Støtteparametere: Tørrstoff, kornfordeling: leire (< 2 µm), silt (> 2 µm og < 63 µm) og sand/grus (> 63 µm) og total organisk karbon (TOC)

I tillegg er én blandprøve (0-10 cm) fra alle tre tiltaksområdene (prøvene BR-3, BJ-4 og SAN-3) analysert for:

- Dioksiner og klorbensener (polyklorerte dibenzo-p-dioksiner og furaner, PCDD/F).
- Total hydrokarboner (THC)

De kjemiske analysene er utført av ALS Laboratory Group Norway AS, som er akkreditert for alle utførte analyser. Alle analyser er gjennomført med tilstrekkelig lav deteksjonsgrense for sammenligning mot aktuelle grenseverdier. Sedimentprøvene ble levert til analyselaboratoriet etter endt feltarbeid 29. januar 2020.

Fullstendige analyserapporter fra ALS er gitt i Vedlegg 3.

### 3.3 Risikovurdering

Trinn 1 risikovurdering av sedimentene er gjennomført i henhold til Miljødirektoratets veileder M-409/2015. Dette innebærer at konsentrasjonen av de ulike metallene og organiske miljøgiftene fra de kjemiske analysene er sammenlignet med gjeldene grenseverdier for forskjellige tilstandsklasser angitt i Miljødirektoratets veileder M-608/2016 *Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota*. Veilederen (M-608/2016) angir fem tilstandsklasser basert på forureningsgrad (tilstandsklasse I – V). Grenseverdiene er oppgitt i Vedlegg 2.

For de analyserte metallene, PAH-forbindelsene, PCB7 og TBT finnes det tilstandsklasseverdier for forskjellige konsentrasjoner av de respektive stoffene i sediment. For dioksiner (PCDD/F) finnes det tilstandsklasser for totalkonsentrasjonen av dioksiner i M-608/2016, men ikke for enkeltparametere.

Konsentrasjonen av total hydrokarboner (THC) ble også analysert i enkelte sedimentprøver. For THC finnes det ikke grenseverdier for sediment. Disse komponentene er derfor vurdert mot forureningsforskriften og normverdier for alifatiske hydrokarboner (Veileder TA-2553/2009) for å få indikasjon av graden av forurensning med hensyn til det totale innhold av hydrokarboner i sedimentet.

**Tabell 2. Klassifiseringssystem for vann og sediment i Miljødirektoratets veileder M-608:2016. (PNEC: Predicted No-Effect Concentration, AF: sikkerhetsfaktor)**

<b>Tilstands-tilstandsklasse</b>	<b>I - Meget god</b>	<b>II – God</b>	<b>III – Moderat</b>	<b>IV – Dårlig</b>	<b>V – Svært dårlig</b>
Beskrivelse av tilstand	Bakgrunn	Ingen toksiske effekter	Kroniske effekter ved langtidseksponering	Akutt toksiske effekter ved korttidseksponering	Omfattende toksiske effekter
Øvre grense	Bakgrunnsnivå	Øvre grense: AA-QS, PNEC	Øvre grense: MAC-QS, PNECakutt	Øvre grense: PNECakutt* (AF1)	Nedre grense farlig avfall



## 4. RESULTATER OG DISKUSJON

### 4.1 Beskrivelse av sedimentene og delområder

Beskrivelse og bilder av prøvene fra stasjonene BR-1 til BR-5 i Brevik, SAN-1 til SAN-3 i Sandøya og BJ-1 til BJ-4 i Bjørkøya er gitt i feltloggen fra sedimentprøvetakingen i Vedlegg 1.

#### *Brevik*

I tiltaksområdet i Brevik var det generelt svært utfordrende å hente ut tilstrekkelig med sediment til analyser av forurensningsinnhold. Det lyktes ikke å prøveta sediment i det planlagte tiltaksområdet for ny kai grunnet bunnforhold preget hardbunn grunnet tidligere utfyllinger med sprengstein, eller at propellerosjon fra båter har «blåst» bort finstoff og løsmasser. Det ble imidlertid hentet inn sedimentprøver fra stasjoner like ved det planlagte tiltaksområdet (BR-3, BR-4 og BR-5, se Figur 4a). I nærheten av dagens kai (stasjoner BR-1 og BR-2), ble det kun fanget fastsittende alger i prøven, som indikerer at bunnssubstrat består av hardbunn i området. Bunnssubstratet ved stasjonene BR-3 til BR-5 bestod av sand, men noe finstoff. Det ble ikke registrert lukt i prøvene.

#### *Sandøya*

Som beskrevet i kapittel 2, er det tidligere fylt ut i sjø ved tiltaksområdet ved Sandøya. Ved eksisterende molo består sjøbunnen av store stein, mest sannsynlig sprengstein, og det kunne ikke hentes sedimentprøver områdene ved moloen. Vest for moloen (stasjon SAN-1) ble det hentet sedimentprøve fra vanddyb mellom 1-2 m. Prøven besto av fast sand uten lukt. Prøven fra stasjon SAN-2 bestod av sand med noen skjellfragmenter. Ved stasjon SAN-2 var det også flere bomskudd, trolig grunnet hardt bunnssubstrat ved stasjonen. Prøven fra stasjon SAN-3 besto av sorte bløte sedimenter med en del blåskjell på toppen. Det ble registrert oljelukt i prøven. Det var i tillegg tre bomskudd på denne stasjonen (SAN-3), som indikerer at det er også hardbunn i dette området.

#### *Bjørkøya*

Ved stasjon BJ-3 besto bunnssubstratet av hardbunn og det var ikke mulig å få hentet ut sedimentprøver fra stasjonen. Det ble i stedet samlet en sedimentprøve ca. 20 m nord for tiltaksområdet ved småbåthavna. Ved alle stasjonene BJ-1, BJ-2 og BJ-4 besto bunnssubstrat av fast sand, og det var i tillegg mye skjellfragmenter i en del av prøvene. Også ved disse stasjonene var det flere bomskudd som indikerer hardt bunnssubstrat. Det ble ikke registrert lukt i prøvene.

Mer detaljert beskrivelse av alle prøvetatte stasjoner og sedimentprøvene er oppgitt i Vedlegg 1.

## 4.2 Kornfordeling og total organisk karbon

### Brevik

I Brevik ble alle prøvene tatt utenfor tiltaksområdet siden bunnssubstratet i selv tiltaksområdet i all hovedsak besto av hardbunn. Resultatene fra kornfordelingsanalysene indikerer dermed i lite grad kornfordeling i sedimentene som berøres av tiltaket. Resultatene fra kornfordelingsanalysene er likevel viktige støtteparametere for tolkningen av resultatene fra de kjemiske analysene. Ved alle de prøvetatte stasjonene i Brevik (BR-3 til BR-5) besto bunnssubstratet i hovedsakelig av sand (andel sand 67,4-96,5 %). Det høyeste innholdet av sand ble registrert ved stasjonen BR-4, som ligger øst for tiltaksområdet. Ved stasjonen BR-4 er andelen av sand 96,5 %, andelen av silt er 3,2 % og andelen av leire under 0,1 %. Propellerrosjon grunnet fergetrafikk har mest sannsynligvis vasket bort finstoff ved stasjon BR-4. Ved stasjonene BR-3 og BR-5 er andelen silt hhv. 32,2 og 29,6 %, mens andelen leire er lav (0,4 %) ved begge stasjonene. Innholdet av total organisk karbon (TOC) varierer mellom 1,4 og 4,8 %. Den høyeste TOC konsentrasjonen er målt ved stasjonen BR-4.

### Bjørkøya

Det er lite variasjon i kornfordeling i øverst 0-10 cm av sedimentene ved tiltaksområdet ved Bjørkøya. Øverst 0-10 cm av sedimenter består i hovedsak av sand (95,7 – 99,1 %). Andelen silt er mellom 0,9 og 96,9 %, men andelen leire er svært lav og under 0,1 %. Innholdet av (TOC) i det øverste laget av bunnsedimentene ved Bjørkøya er også lavt og varierer mellom 0,20 og 0,41 %.

### Sandøya

Ved tiltaksområdet ved Sandøya er det noe mer variasjon i kornfordeling i bunnsedimenter. Ved stasjonene SAN-1 og SAN-2 består øverst 0-10 cm av sedimenter i hovedsak av sand (95,7 – 99,1 %). Andelen silt og leire ved disse stasjonene er lav. Andelen silt er mellom 0,8 og 4,7 %, men andelen leire er under 0,1 %. Innholdet av TOC ved stasjonene SAN-1 og SAN-2 er lavt (mellom 0,39 - 0,49 %). Ved stasjon SAN-3 er andelen finstoff i øverst 0-10 cm av sedimenter noe høyere (silt 28,3 %, leire 1,3 %), men sedimenter består også her i hovedsakelig av sand (70,4 %). Ved stasjonen SAN-3 er innholdet av TOC 4,55 %.

**Tabell 3. Kornfordeling og totalt organisk karbon (TOC) i sedimenter i sedimentene prøvetatt ved tiltaksområdene i Brevik, Sandøya og Bjørkøya. Resultatene er angitt i enheten % av tørrstoff (TS).**

Stasjon	Vanninnhold	Sand (> 63 µm)	Silt (< 2 µm og < 63 µm)	Leire (< 2 µm)	Totalt organisk karbon, TOC
	%	% TS	% TS	% TS	% TS
<b>Brevik</b>					
BR-3	33,5	67,4	32,2	0,4	2,04
BR-4	32,7	96,5	3,5	<0.1	4,80
BR-5	29,9	70,0	29,6	0,4	1,40
<b>Bjørkøya</b>					
BJ-1	19,4	96,9	3,1	<0.1	0,41
BJ-2	19,9	95,7	4,3	<0.1	0,43
BJ-4	20,0	99,1	0,9	<0.1	0,20
<b>Sandøya</b>					
SAN-1	23,0	95,3	4,7	<0.1	0,49
SAN-2	28,6	99,2	0,8	<0.1	0,39
SAN-3	52,3	70,4	28,3	1,3	4,55

### 4.3 Kjemiske analyser av sedimentprøver

Miljøgiftkonsentrasjonen av forskjellige parametere i alle sedimentprøvene er klassifisert i henhold til Miljødirektoratets veileder M-608/2016, som angir fem tilstandsklasser basert på forurensningsgrad (tilstandsklasse I – V, Tabell 2). Resultatene fra kjemiske analyser og klassifisering av forurensningsgrad er vist i Tabell 4. En prøve fra alle tiltaksområdene ble også analysert for totale hydrokarboner (THC), og dioksiner og furaner (PCDD/F). Resultater fra analyser er også vist i Tabell 4. Konsentrasjon av THC er klassifisert iht. grenseverdier for alifater for forurenset grunn for å illustrere forurensningsgrad i sedimentene.

Analyseresultatene viser at sedimentene ved tiltaksområdet Bjørkøya har generelt noe lavere konsentrasjoner av miljøgifter enn ved tiltaksområdene i Brevik og Sandøya. Likevel ble det påvist kjemisk forurensning over grenseverdien for tilstandsklasse II i alle tre tiltaksområdene.

#### Brevik

Konsentrasjonen av metaller i prøvene fra stasjoner BR-1 til BR-2 tilsvarer i hovedsak bakgrunnsnivå eller god tilstand (tilstandsklasse I/II). I prøven fra stasjon BR-3 ble det påvist kvikksølv i moderat tilstandsklasse (tilstandsklasse III).

Konsentrasjon av  $\Sigma$ PAH16 er svært høy ved stasjon BR-4 som ligger øst for den planlagte kaia. Ved stasjon BR-4 tilsvarer  $\Sigma$ PAH16 svært dårlig tilstand (tilstandsklasse V), og i tillegg er det påvist flere enkelte PAH – forbindelser i tilstandsklasse III-V (moderat til svært dårlig tilstand). Konsentrasjon av PAH-forbindelser er noe lavere ved stasjoner BR-3 og BR-5, men likevel ble det påvist  $\Sigma$ PAH16 i tilstandsklasse IV og III ved hhv. stasjoner BR-3 og BR-5. Også ved disse stasjoner tilsvarer konsentrasjon av enkelte PAH-forbindelser tilstandsklasse IV og III.

Konsentrasjon av PCB7 er høyest ved stasjon BR-5 der konsentrasjon av PCB7 tilsvarer dårlig tilstand (tilstandsklasse IV). Det ble ikke detektert PCB ved stasjon BR-4, mens konsentrasjon av PCB7 tilsvarer god tilstand ved stasjon BR-3. Konsentrasjonen av TBT (effektbasert) tilsvarer svært dårlig tilstand (tilstandsklasse V) ved alle stasjonene, mens konsentrasjonen av TBT (forvaltningsmessig) tilsvarer tilstandsklasse II (god tilstand) ved stasjonene BR-4 og BR-5, og i tilstandsklasse IV (dårlig tilstand) ved stasjon BR-3.

En prøve (BR-3) fra Brevik ble analysert for konsentrasjon av dioksider (PCDD/F) og totale hydrokarboner (THC). Konsentrasjon av dioksider tilsvarer dårlig tilstand (tilstandsklasse IV) iht. M-608/2016. Det ble detektert enkelte lengre oljeforbindelser (C16-C40) i prøven, men konsentrasjon av THC er lav, og tilsvarende tilstandsklasse I når konsentrasjon av THC sammenlignes med grenseverdier for alifater for forurenset grunn (se Tabell 4).

#### Bjørkøya

Konsentrasjonen av alle metaller tilsvarer bakgrunnsnivå (tilstandsklasse I) ved alle stasjonene (BJ-1, BJ-2 og BJ-4).

$\Sigma$ PAH16 er påvist i tilstandsklasse II (god tilstand) ved stasjon BJ-2 og tilstandsklasse I (bakgrunnsnivå) på stasjon BJ-1. Konsentrasjonen av enkelte PAH – komponenter (antracen, pyren og benzo(a)antracen) tilsvarer tilstandsklasse III (moderat tilstand) ved stasjonene BJ-1 og BJ-2. Det ble ikke detektert PAH-forbindelser i sedimentene på stasjon BJ-4.

Det ble ikke detektert PCB i sedimentene ved tiltaksområdet ved Bjørkøya. Konsentrasjon av TBT (effektbasert) tilsvarer svært dårlig tilstand (tilstandsklasse V) ved stasjon BJ-1, men TBT (forvaltningsmessig) tilsvarer god tilstand ved stasjonen (tilstandsklasse II). Det ble ikke detektert TBT i sedimentene fra stasjonene BJ-2 og BJ-4.

En prøve (BJ-4) fra Bjørkøya ble analysert for konsentrasjon av dioksider (PCDD/F) og totale hydrokarboner (THC). Konsentrasjon av dioksider ved Bjørkøya er lavere enn i Brevik, men tilsvarer dårlig tilstand (tilstandsklasse IV) iht. M-608. Analyseresultater for THC er ikke enda mottatt fra analyselaboratorium. Denne rapporten vil senere bli revidert med disse resultatene.

#### Sandøya

Resultatene fra de kjemiske analysene av sediment fra Sandøya viser at det er stor variasjon i konsentrasjonene av miljøgifter i området. I prøven fra stasjon SAN-3 ble det påvist betydelig høyere konsentrasjoner av miljøgifter enn ved øvrige stasjoner (SAN-1 og SAN-2).

Ved stasjonen SAN-3 tilsvarer konsentrasjon av kvikksølv og sink hhv. tilstandsklasse IV og III (dårlig og moderat tilstand), mens konsentrasjon av øvrige metaller er påvist i tilstandsklasse I og II (bakgrunnsnivå og god tilstand). Ved stasjonene SAN-1 og SAN-2 tilsvarer konsentrasjon av alle metaller bakgrunnsnivå (tilstandsklasse I).

Også konsentrasjon av  $\Sigma$ PAH16 er høyest ved stasjon SAN-3 (moderat tilstand, tilstandsklasse III). Det ble påvist høye konsentrasjoner av enkelte PAH-forbindelser opp til tilstandsklasse IV (dårlig tilstand) ved stasjonen SAN-3. Konsentrasjon av PAH-forbindelser er lavere ved stasjonene SAN-1 og SAN-2, men i prøven fra stasjon SAN-2 tilsvarer konsentrasjon av antracen tilstandsklasse III (moderat tilstand).

Konsentrasjonen av PCB7 tilsvarer god tilstand ved stasjonen SAN-3, mens det ble ikke detektert PCB7 i sedimentene fra stasjonene SAN-1 og SAN-2.

Konsentrasjonen av TBT i (effektbasert) tilsvarer tilstandsklasse V (svært dårlig tilstand) ved stasjonene SAN-2 og SAN-3, mens forvaltningsmessig tilstandsklasse for TBT er god (tilstandsklasse II) og dårlig (tilstandsklasse IV) for hhv. SAN-2 og SAN-3. Det ble ikke detektert TBT ved stasjonen SAN-1.

En prøve (SAN-3) fra Sandøya ble også analysert for konsentrasjon av dioksider (PCDD/F) og totale hydrokarboner (THC). Konsentrasjon av dioksider tilsvarer svært dårlig tilstand (tilstandsklasse V) iht. M-608/2016. Det ble detektert enkelte lengre oljeforbindelser (C12-C40) i prøven, men konsentrasjon av THC er relativt lav, og tilsvarende tilstandsklasse II når konsentrasjon av THC sammenlignes med grenseverdier for alifater for forurenset grunn (se Tabell 4).

**Tabell 4. Analyseresultater fra overflatesedimenter (0-10 cm) fra alle stasjoner ved Brevik, Sandøya og Bjørkøya fergekai. Resultatene er fargekodet etter tilstandsklasser i henhold til Miljødirektoratets veileder M-608:2016 Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota. Resultatene for THC er fargekodet iht. grenseverdier for alifater iht. Miljødirektoratets veileder 2553/2009 Helsebaserte tilstandsklasser for forurenset grunn. i.a. = ikke analysert. Prøvene ble tatt den 29. januar 2020.**

Parameter	Enhet	Brevik			Bjørkøya			Sandøya		
		BR-3	BR-4	BR-5	BJ-1	BJ-2	BJ-4	SAN-1	SAN-2	SAN-3
Arsen	mg/kg	8,7	7,1	4,2	4,7	3,1	1,32	2,6	1,5	4,51
Bly	mg/kg	65,2	100,0	43,0	5	7	2	6	6	74,3
Kobber	mg/kg	36,2	27,0	19,0	6,5	3,9	0,82	3,2	9	26,7
Krom	mg/kg	16,7	6,1	8,4	4,8	4,2	2,1	5,1	3,1	12,4
Kadmium	mg/kg	0,2	0,1	0,1	0,08	0,05	<0.10	0,09	0,06	2,15
Kvikksølv	mg/kg	0,7	0,2	0,5	0,05	0,05	<0.20	0,05	0,05	1,21
Nikkel	mg/kg	9,5	6,0	5,3	3	4	<5.0	4	1,9	11,4
Sink	mg/kg	98,5	77,0	56,0	30	21	9,2	22	18	161
Naftalen	µg/kg	20	1100	31	<10	<10	<10	<10	<10	13
Acenaftalen	µg/kg	30	840	65	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Acenaften	µg/kg	35	370	29	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Fluoren	µg/kg	61	970	46	<10	<10	<10	<10	<10	16
Fenantren	µg/kg	498	9500	420	24	34	<10	<10	31	53
Antracen	µg/kg	165	13000	190	9,6	24	<10	4,4	21	44
Fluoranthren	µg/kg	1030	10000	640	15	140	<10	20	25	430
Pyren	µg/kg	890	8900	570	12	130	<10	19	19	328
Benzo[a]antracen	µg/kg	570	4800	320	<10	67	<10	<10	<10	400
Chrysen	µg/kg	1010	3900	330	<10	90	<10	13	<10	854
Benzo[b]fluoranten	µg/kg	577	4400	360	<10	35	<10	<10	11	739
Benzo[k]fluoranten	µg/kg	556	1800	180	<10	41	<10	<10	<10	532
Benzo(a)pyren	µg/kg	605	3400	310	<10	85	<10	16	<10	466
Dibenzo[ah]antracen	µg/kg	55	760	110	<10	23	<10	<10	<10	165
Benzo[ghi]perylen	µg/kg	536	1900	330	12	79	<10	29	<10	726
Indeno[123cd]pyren	µg/kg	412	1800	290	<10	62	<10	19	<10	520
PAH16	µg/kg	7100	67000	4200	72.6	880	n.d.	120	110	5300
PCB7	µg/kg	3	<40	130	<4	<4	n.d.	<4	<4	1,5
PCDD/F (TEQ)	µg/kg	0,24	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	0,01	i.a.	i.a.	4,60
TBT Effektbasert	µg/kg	21	5	5	3,31	<1	<1	<1	2,02	34,6
TBT forvaltningsmessig	µg/kg	21	5	5	3,31	<1	<1	<1	2,02	34,6

Tilstands klasse iht. M-608	I - Meget god	II - God	III - Moderat	IV - Dårlig	V - Svært dårlig
-----------------------------	---------------	----------	---------------	-------------	------------------

	Enhet	Brevik			Bjørkøya			Sandøya		
		BR-3	BR-4	BR-5	BJ-1	BJ-2	BJ-4	SAN-1	SAN-2	SAN-3
Fraksjon >C5-C6	mg/kg	<7.0	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	<7.0	i.a.	i.a.	<7.0
Fraksjon >C6-C8	mg/kg	<7.00	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	<7.00	i.a.	i.a.	<7.00
Fraksjon >C8-C10	mg/kg	<10.0	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	<10.0	i.a.	i.a.	<10.0
Fraksjon >C10-C12	mg/kg	<2.0	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	**	i.a.	i.a.	<2.0
Fraksjon >C12-C16	mg/kg	<3.0	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	**	i.a.	i.a.	5,9
Fraksjon >C16-C35	mg/kg	83	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	**	i.a.	i.a.	289
Fraksjon >C35-C40	mg/kg	14,4	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	**	i.a.	i.a.	51,3
Sum >C12-C35	mg/kg	83	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	**	i.a.	i.a.	295
Sum >C5-C35	mg/kg	83	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	**	i.a.	i.a.	295

\*\* ikke ferdig analysert

TCH klassifisert iht. grenseverdier for alifater for forurenset grunn (TA 2553/2009):

tilstandsklasse 1  
tilstandsklasse 2



## 5. KONKLUSJONER

Det er tatt prøver av overflatesediment (0-10 cm) fra tiltaksområdet og resultatene fra undersøkelsene er beskrevet i denne datarapporten. I tillegg vil det bli analysert prøver fra sylindreprøver (kjerneprøver) tatt som del av de geotekniske undersøkelsene som også gjennomføres. Disse prøvene er imidlertid ikke ferdig opparbeidet på det nåværende tidspunkt grunnet vanskelige værforhold i januar-februar 2020. Følgelig vil flere analyseresultater som avhenger av prøvetaking fra de geotekniske boringene oversendes i en revidert versjon av denne rapporten.

Prøvetatte sedimenter (0-10 cm) fra de fleste prøvetatte stasjonene i tiltaksområdene Brevik, Bjørkøya og Sandøya er forurenset i tilstandsklasser tilsvarende moderat, dårlig eller svært dårlig tilstand for enkelte forbindelser, unntaket er en stasjon ved Sandøya (stasjon SAN-1).

I Brevik omfatter påvist forurensing TBT, PAH, PCB, kvikksølv og dioksiner (PCDD/F). Det understrekes at bunnssubstrat i selve tiltaksområdet i all hovedsak besto av hardbunn og var ikke egnet for sedimentprøvetaking. Resultatene indikerer likevel at finstoff i sedimentene i tiltaksområdet også kan være forurenset.

Ved Bjørkøya omfatter påvist forurensing enkelte PAH-forbindelser, TBT og dioksiner (PCDD/F). Ved tiltaksområdet ved Bjørkøya er forureningsgraden generelt lavere enn ved Brevik og Sandøya. De prøvetatte sedimentene besto av sandige sedimenter, mens forurensingen er i hovedsak tilknyttet finkornede partikler i sedimentene.

Ved tiltaksområdet ved Sandøya omfatter den påviste forurensingen TBT, flere PAH-forbindelser, kvikksølv, sink og dioksiner (PCDD/F). Konsentrasjonene var særlig høye på stasjon SAN-3, rett øst for tiltaksområdet. Det ble også påvist noen oljeforbindelser i en prøve, men konsentrasjonen av THC var forholdsvis lav.

Forurensingen i sedimentene er mest sannsynligvis forårsaket av diffus avrenning fra byområder (i Brevik), utslipp fra havneaktivitet og industrivirksomhet. Dioksinforurensingen i sedimentene stammer trolig fra utslipp fra den nedlagte magnesiumfabrikken på Herøya. TBT har vært i bruk i bunnstoff på båter siden 60-tallet, men ble totalforbudt i 2008. TBT finnes derfor ofte i høye konsentrasjoner i havnesedimenter, og på grunn av høy persistens mot nedbrytning er det fortsatt vanlig med høye TBT-konsentrasjoner selv om stoffet er totalforbudt. Det ligger en havn og/eller småbåthavn i nærheten av alle tre tiltaksområdene.

De planlagte tiltakene utløser krav om tillatelse etter forurensningsloven §11 (utfylling) og forurensningsforskriften kapittel 22 (mudring) fra forurensningsmyndigheten. Fylkesmannen er forurensningsmyndighet for slike saker. Resultatene presentert i foreliggende rapport skal danne grunnlag for en søknad om utfylling i sjø, sammen med øvrige undersøkelser.

## 6. REFERANSER

Klima- og miljødepartementet, Forskrift om begrensning av forurensning (forurensningsforskriften), in FOR-2004-06-01-931. 2004.

Miljødirektoratet (2013). M-9/2013 Overvåkning av Grenlandsfjordene 2012. Sedimenter og bløtbunnsfauna.

Miljødirektoratet (2014). M-219/2014. Tynntildekking av forurensete sedimenter. Overvåkning av fire testfelt i Grenlandsfjordene.

Miljødirektoratet (2015). Veileder M-409, Risikovurdering av forurenset sediment. 106 s.





Miljødirektoratet (2015). Veileder M-350, Håndtering av sedimenter. 103 s.

Miljødirektoratet (2016). Veileder M-608, Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota. 24 s.




Miljødirektoratet (2009). Veileder TA-2553:2009. Helsebaserte tilstandsklasser for forurenset grunn. 30 s.

## **VEDLEGG 1 FELTLOGG FRA PRØVETAKINGEN**

## Brevik

Stasjon	Delprøve	Sed. tykkelse i grabben (cm)	Beskrivelse av sediment	Bilde (for utvalgte prøver)
BR-1	a	0 cm	Bomskudd, grabben ikke lukket grunnet stein	
	b	0 cm	Bomskudd, kun alger i grabben	
	c	0 cm	Bomskudd	
BR-2	a	0 cm	Bomskudd	
	b	0 cm	Bomskudd, grabben ikke lukket grunnet stein	
	c	0 cm	Bomskudd	
BR-3	a	0 cm	Bomskudd	 Stasjon c
	b	< 1 cm	Under 1 cm grov sand, shellfragmenter, ingen lukt, tatt prøve	
	c	6 cm	Fast sand, noe silt, shellfragmenter. Gråbrun ferge. Sorte striper nedover i sedimentet.	
	d		Bomskudd	
BR-4	a	2 cm	Lite sand i prøver, shellfragmenter, tatt prøve	 Stasjon a
	b	0 cm	Bomskudd	
	c	0 cm	Bomskudd	
BR-5	a	0 cm	Bomskudd	 Stasjon b
	b	11 cm	Prøven tatt ca. 150 m sør fra dagens kaia. Vanddyp ca. 35 m. Faste masser, sand med noe silt. Gråbrun farge, ingen tydelig lagdeling, ingen lukt.	
	c	8 cm	Lik som delprøve b	
	d	0 cm	Bomskudd	

## Sandøya


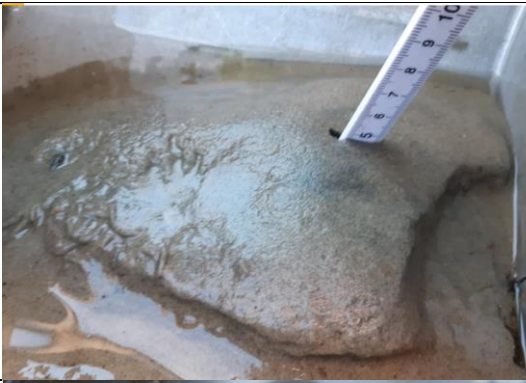


Stasjon	Delprøve	Sed. Tykkelse i grabben (cm)	Beskrivelse av sediment	Bilde (utvalgte prøver)
<b>SAN-1</b>	a	4 cm	Fast sand, en stor stein, noen shellfragmenter, ingen lukt. Gråbrun farge, oksidert overflate, noe mørkere nedover	
	b	5 cm	Lik som delprøve a, uten stein	
	c	0 cm	Bomskudd	
	d	8 cm	Lik som delprøve a, uten stein og skjell	
<b>SAN-2</b>	a	4 cm	Fast sand med noen shellfragmenter. Gråbrun farge, ingen lukt.	
	b	0 cm	Bomskudd	
	c	8 cm	Lik som delprøve a	
	d	0 cm	Bomskudd	
<b>SAN-3</b>	a		Sorte bløtte sedimenter bestående av sand og organisk materiale. Blåshell i prøven (blåshell ikke prøvetatt). Oljelukt.	
	b		Bomskudd	
	c		Bomskudd. Alger i grabben - hardbunn?	
	d		Bomskudd. Alger i grabben - hardbunn?	

Stasjon b

Stasjon c

stasjon a

## Bjørkøya

Stasjon	Delprøve	Sed. Tykkelse i grabben (cm)	Beskrivelse av sediment	Bilde (utvalgte prøver)
BJ-1	a	4 cm	Sand med noen stein. Shellfragmenter, ingen lukt.	
	b	0 cm	Bomskudd	
	c	0 cm	Bomskudd	
	d	0 cm	Grabben ikke lukket, stein i grabben.	
stasjon a				
BJ-2	a	0 cm	Bomskudd. Stein i grabben (ikke lukket)	
	b	0 cm	Bomskudd	
	c	0 cm	Bomskudd	
	d	5 cm	Fast sand, ingen lukt. Gråbrun farge, noe svartere sand nedover i sedimentet.	
stasjon a				
BJ-3	a	0 cm	Grabben ble ikke lukket	
	b	0 cm	Kun par mm sand, i tillegg shellfragmenter, ikke tatt prøve	
	c	0 cm	Kun par mm sand i grabben, ikke tatt prøve	
stasjon b				
BJ-4	a	5 cm	Faste masser, sand, silt, noen shellfragmenter. Ingen lukt.	
	b	4 cm	Lik som delprøve a	
	c	1 cm	Lik som delprøve a	
	d	0,2 cm	Kun noen mm sand i prøven, ikke tatt prøve	
stasjon a				



## VEDLEGG 2 TILSTANDSKLASSE I HENHOLD TIL VEILEDER M-608/2016

			Tilstandsklasser				
			I	II	III	IV	V
			Ubetydelig forurenset/ Bakgrunnsniv å	Moderat forurenset/ God kvalitet	Markert forurenset/ Moderat kvalitet	Sterkt forurenset/ Dårlig kvalitet	Meget sterkt forurenset/ Svært dårlig kvalitet
Metaller	Arsen	mg/kg	<15	15-18	18-71	71-580	>580
	Bly	mg/kg	<25	25-150	150-1480	1480-2000	>2000
	Kadmium	mg/kg	<0,2	0,2-2,5	2,5-16	16-157	>157
	Kobber	mg/kg	<20	20-84	84-84	84-147	>147
	Krom	mg/kg	<60	60-660	660-6000	6000-15500	>15500
	Kvikksølv	mg/kg	<0,05	0,05-0,52	0,52-0,75	0,75-1,45	>1,45
	Nikkel	mg/kg	<30	30-42	42-271	271-533	>533
	Sink	mg/kg	<90	90-139	139-750	750-6690	>6690
PAH	Naftalen	µg/kg	<2	2-27	27-1754	1754-8769	>8769
	Acenaftalen	µg/kg	<1,6	1,6-33	33-85	85-8500	>8500
	Acenaften	µg/kg	<2,4	2,4-96	96-195	195-19500	>19500
	Fluoren	µg/kg	<6,8	6,8-150	150-694	694-34700	>34700
	Fenantren	µg/kg	<6,8	6,8-780	780-2500	2500-25000	>25000
	Antracen	µg/kg	<1,2	1,2-4,6	4,6-30	30-295	>295
	Fluoranthren	µg/kg	<8	8-400	400-400	400-2000	>2000
	Pyren	µg/kg	<5,2	5,2-84	84-840	840-8400	>8400
	Benzo[a]antracen	µg/kg	<3,6	3,6-60	60-501	501-50100	>50100
	Chrysen	µg/kg	<4,4	4,4-280	280-280	280-2800	>2800
	Benzo[b]fluoranten	µg/kg	<90	90-140	140-140	140-10600	>10600
	Benzo[k]fluoranten	µg/kg	<90	90-135	135-135	135-7400	>7400
	Benzo(a)pyren	µg/kg	<6	6-183	183-230	230-13100	>13100
	Indeno[123cd]pyren	µg/kg	<20	20-63	63-63	63-2300	>2300
	Dibenzo[ah]antracen	µg/kg	<12	12-27	27-273	273-2730	>2730
	Benzo[ghi]perylene	µg/kg	<18	18-84	84-84	84-1400	>1400
PAH16	µg/kg	<300	300-2000	2000-6000	6000-20000	>20000	
Andre organiske miljøgifter	PCB7	µg/kg	<4,1	<4,1	4,1-43	43-430	>430
	TBT Effektbasert	µg/kg	<0,001	0,001-0,002	0,002-0,016	0,016-0,032	>0,032
	Dioksiner (PCDD/F TEQ)	µg/kg		<8.6E-04	8.6E-04- 3.6E-03	3.6E-03-0.5	>0.5
	TBT forvaltningsmessig	µg/kg	<1	1-5	5-20	20-100	>100

## VEDLEGG 3 ANALYSERESULTATER

From: ALS Laboratory Group Norway AS, Drammensveien 264, N-0283 Oslo. Tlf. +47 2213 1800. Email: info.on@alsglobal.com

To: Rambøll Norge AS\* Ref: Hanne Vidgren [hanne.vidgren@ramboll.no;susanna.burgess@ramboll.no]

Program: SEDIMENT

Ordernummer: N2001750 ( 1350038249; Sedimentu. nye.f.kaier Brevik, Sandøya og Bjørkøya )

Preliminary report created: 2020-02-13 by suleman.hajizada

ELEMENT	SAMPLE	BR-3	BR_4	BR-5	BJ-1	BJ-2	BJ-4	SAN-1	SAN-2	SAN-3
		Sedime nt	Sedime nt	Sedime nt	Sedime nt	Sedime nt	Sedime nt	Sedime nt	Sedime nt	Sedime nt
Sedimentpakke-basis CZ	-	*****					*****			*****
Tørstoff (E)	%	66.5	67.3	70.1	80.6	80.1	80	77	81.4	47.7
Vanninnhold	%	33.5	32.7	29.9	19.4	19.9	20	23	28.6	52.3
Kornstørrelse >63 µm	%	67.4	96.5	70	96.9	95.7	99.1	95.3	99.2	70.4
Kornstørrelse <2 µm	%	0.4	<0.1	0.4	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	1.3
Kornfordeling	se vedl.	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****
TOC	% TS	2.04	4.8	1.4	0.41	0.43	0.2	0.49	0.39	4.55
Naftalen	µg/kg TS	20	1100	31	<10	<10	<10	<10	<10	13
Acenaftalen	µg/kg TS	30	840	65	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Acenaften	µg/kg TS	35	370	29	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Fluoren	µg/kg TS	61	970	46	<10	<10	<10	<10	<10	16
Fenantren	µg/kg TS	498	9500	420	24	34	<10	<10	31	53
Antracen	µg/kg TS	165	13000	190	9.6	24	<10	4.4	21	44
Fluoranten	µg/kg TS	1030	10000	640	15	140	<10	20	25	430
Pyren	µg/kg TS	890	8900	570	12	130	<10	19	19	328
Benso(a)antracen <sup>^</sup>	µg/kg TS	570	4800	320	<10	67	<10	<10	<10	400
Krysen <sup>^</sup>	µg/kg TS	1010	3900	330	<10	90	<10	13	<10	854
Benso(b)fluoranten <sup>^</sup>	µg/kg TS	577	4400	360	<10	100	<10	<10	11	739
Benso(k)fluoranten <sup>^</sup>	µg/kg TS	556	1800	180	<10	41	<10	<10	<10	532
Benso(a)pyren <sup>^</sup>	µg/kg TS	605	3400	310	<10	85	<10	16	<10	466
Dibenso(ah)antracen <sup>^</sup>	µg/kg TS	55	760	110	<10	23	<10	<10	<10	165
Benso(ghi)perylene	µg/kg TS	536	1900	330	12	79	<10	29	<10	726
Indeno(123cd)pyren <sup>^</sup>	µg/kg TS	412	1800	290	<10	62	<10	19	<10	520
Sum PAH-16	µg/kg TS	7100	67000	4200	<100	880	n.d.	120	110	5300
Sum PAH carcinogene <sup>^</sup>	µg/kg TS	3800	23000	2200	<100	550	n.d.	<100	<100	3700
PCB 28	µg/kg TS	1.04	<5.0	8	<0.50	<0.50	<0.70	<0.50	<0.50	<0.70
PCB 52	µg/kg TS	<0.70	<5.0	16	<0.50	<0.50	<0.70	<0.50	<0.50	<1.68
PCB 101	µg/kg TS	<0.70	<5.0	17	<0.50	<0.50	<0.70	<0.50	<0.50	<2.52
PCB 118	µg/kg TS	<0.70	<5.0	15	<0.50	<0.50	<0.70	<0.50	<0.50	<2.17
PCB 138	µg/kg TS	0.96	<5.0	23	<0.50	<0.50	<0.70	<0.50	<0.50	1.49
PCB 153	µg/kg TS	0.7	<5.0	32	<0.50	<0.50	<0.70	<0.50	<0.50	<1.26
PCB 180	µg/kg TS	<0.70	<5.0	21	<0.50	<0.50	<0.70	<0.50	<0.50	<0.98
Sum PCB-7	µg/kg TS	2.7	<40	130	<4	<4	n.d.	<4	<4	1.5
As (Arsen)	mg/kg TS	8.74	7.1	4.2	4.7	3.1	1.32	2.6	1.5	4.51
Pb (Bly)	mg/kg TS	65.2	100	43	5	7	2	6	6	74.3
Cu (Kopper)	mg/kg TS	36.2	27	19	6.5	3.9	0.82	3.2	9	26.7
Cr (Krom)	mg/kg TS	16.7	6.1	8.4	4.8	4.2	2.1	5.1	3.1	12.4
Cd (Kadmium)	mg/kg TS	0.2	0.14	0.08	0.08	0.05	<0.10	0.09	0.06	2.15
Hg (Kvikksølv)	mg/kg TS	0.73	0.15	0.45	0.05	0.05	<0.20	0.05	0.05	1.21
Ni (Nikkel)	mg/kg TS	9.5	6	5.3	3	4	<5.0	4	1.9	11.4
Zn (Sink)	mg/kg TS	98.5	77	56	30	21	9.2	22	18	161
Tørstoff (L)	%	62.1	73.4	59.4	77.9	72.2	75.5	73.6	74.8	31.5
Monobutyltinnkation	µg/kg TS	17.9	1.06	10.4	1.35	1.88	<1	1.67	1.16	17.7
Dibutyltinnkation	µg/kg TS	19.1	1.06	4.78	1.25	<1	<1	<1	<1	35.6
Tributyltinnkation	µg/kg TS	20.5	4.74	4.8	3.31	<1	<1	<1	2.02	34.6

Fraksjon >C5-C6	mg/kg TS	<7.0	<7.0	<7.0
Fraksjon >C6-C8	mg/kg TS	<7.00	<7.00	<7.00
Fraksjon >C8-C10	mg/kg TS	<10.0	<10.0	<10.0
Fraksjon >C10-C12	mg/kg TS	<2.0	*****	<2.0
Fraksjon >C12-C16	mg/kg TS	<3.0	*****	5.9
Fraksjon >C16-C35	mg/kg TS	83	*****	289
Fraksjon >C35-C40	mg/kg TS	14.4	*****	51.3
Sum >C12-C35	mg/kg TS	83	*****	295
Sum >C5-C35	mg/kg TS	83	<39	295
2,3,7,8-TetraCDD	ng/kg TS	1.9	<1.1	72
1,2,3,7,8-PentaCDD	ng/kg TS	12	<2.1	430
1,2,3,4,7,8-HeksaCDD	ng/kg TS	17	<3.2	440
1,2,3,6,7,8-HeksaCDD	ng/kg TS	45	<3.2	1200
1,2,3,7,8,9-HeksaCDD	ng/kg TS	32	<3.2	540
1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDD	ng/kg TS	230	<6	3900
Oktaklordibensodioksin	ng/kg TS	410	<31	5300
2,3,7,8-TetraCDF	ng/kg TS	140	25	2800
1,2,3,7,8-PentaCDF	ng/kg TS	220	17	4900
2,3,4,7,8-PentaCDF	ng/kg TS	77	4.6	1500
1,2,3,4,7,8-HeksaCDF	ng/kg TS	720	29	14000
1,2,3,6,7,8-HeksaCDF	ng/kg TS	600	23	9600
1,2,3,7,8,9-HeksaCDF	ng/kg TS	94	<2	1400
2,3,4,6,7,8-HeksaCDF	ng/kg TS	89	<2	1400
1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDF	ng/kg TS	1500	59	22000
1,2,3,4,7,8,9-HeptaCDF	ng/kg TS	540	15	10000
Oktaklordibensofuran	ng/kg TS	6000	240	75000
Sum WHO-TEQ Lowerbound	ng/kg TS	240	10	4600
Sum WHO-TEQ Upperbound	ng/kg TS	240	13	4600

Please note: This report is preliminary and does not contain all relevant information. For the definitive and complete reporting of the results, reference is made to the corresponding signed final report from ALS Laboratory Group Norway AS

Analyses that are not ready yet are shown as "\*\*\*\*\*".  
Analyses that are not measured are shown as " ".