Beregnet til
BRG Entreprenør AS

Dokument type
Datarapport

Dato
2. Juli 2021

MILJØTEKNISKE SEDIMENTUNDERSØKELSER
LANDBASERT OPPDRETT LUNDEVÅGEN, FARSUND

RAMBØLL

MILJØTEKNISKE SEDIMENTUNDERSØKELSER
LANDBASERT OPPDRETT LUNDEVÅGEN, FARSUND

Oppdragsnummer:	1350039444
Oppdragsnavn:	Landbasert oppdrett Lundevågen
Rapportnavn/filnavn:	M-rap-002_1350039444_Landbasert oppdrett Lundevågen_sedimentprøvetaking_2021
Kontaktperson hos BRG Entreprenør AS:	Leif Lans
Tiltakshaver:	Baring Farsund AS v/Kjell Arne Møklebust
Kontaktperson hos Rambøll:	Kristine Solberg Opofte

Dato	02.07.2021
Utarbeidet av	Kjersti Aalvik Lid
Kontrollert av	Hanne Vidgren &Bjørn Wattne Østerhus
Godkjent av	Kristine Solberg Opofte
Beskrivelse	På vegne av BRG Entreprenør AS har Rambøll utført en sedimentprøvetaking i Lundevågen i Farsund kommune i forbindelse med planlagt tiltak i sjø for etablering av landbasert oppdrettsanlegg. Rapporten beskriver undersøkelsen og resultatene fra sedimentprøvetakingen.

BEGRENSNINGER OG ANSVAR

Dette dokumentet er utarbeidet av Rambøll med de formål og de forhold og forbehold som er beskrevet i dokumentet. Vårt arbeid er basert på tilgjengelig informasjon da dokumentet ble utarbeidet, og utført i henhold til relevante regelverk og veiledere. Rambøll tar ikke ansvar dersom det på et senere tidspunkt avdekkes andre forhold, eller gis andre føringer fra myndigheter enn det som er beskrevet i dokumentet.

Rettigheter til dokumentet er regulert av våre oppdragsvilkår eller i egen kontrakt med oppdragsgiver. Tredjepart kan ikke bruke dokumentet eller gjengi det i utdrag uten samtykke fra Rambøll. Rambøll tar intet ansvar for negative følger ved bruk av dokumentet uten skriftlig samtykke fra Rambøll, eller ved bruk av dokumentet til andre formål enn det er utarbeidet for.

SAMMENDRAG

Baring Farsund AS planlegger utbygging av landbasert oppdrettsanlegg i Lundevågen i Farsund kommune (gnr./bnr. 5/4). Baring ønsker å kartlegge hva slags beskaffenhet grunnforholdene i det aktuelle arealet har, og i den forbindelse har det blitt utført geotekniske og miljøtekniske undersøkelser på land og i sjø. Denne rapporten beskriver de miljøtekniske undersøkelsene utført i sjø.

Det ble utført sedimentprøvetaking fra to tiltaksområder i Lundevågen i Farsund kommune den 11. og 25. mai 2021. Det viste seg å være vanskelig å få opp materiale fra sjøbunnen i flere av punktene og det ble derfor tatt opp noen færre prøver enn beregnet. Dette kan skyldes hard sjøbunn av steiner/fjell, eller at også finmaterialet er blitt erodert bort av propellerosjon fra store båter i området. Sedimentet ble hentet opp med Van Veen grabb (1000 cm^2 og 250 cm^2). På hver stasjon ble det laget en blandprøve med sediment fra delprøver der dette var mulig.

Prøvene ble sendt til det akkrediterte laboratoriet ALS Laboratory Group Norway AS for kjemisk analyse. Det ble analysert for arsen (As) og tungmetallene krom (Cr), kobber (Cu), nikkel (Ni), kadmium (Cd), sink (Zn), bly (Pb) og kvikksølv (Hg), tributyltinn (TBT), polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH), polyklorerte bifenyler (PCB), olieforbindelser (THC og alifater) og totalt organisk karbon (TOC). Det ble også gjort en undersøkelse av kornfordeling (leire (< 2 µm), silt (> 2 µm og < 63 µm) og sand/grus (> 63 µm)).

Analyseresulatetene viser meget god til svært dårlig tilstand med konsentrasjoner av enkelte forbindelser som vil medføre dårlig kvalitet for bunnlevende organismer. Sedimentene ved stasjon St. 1 har god – svært dårlig tilstand (tilstandsklasse II-V), og påvist forurensning omfatter TBT og PAH. Sedimentet ved denne stasjonen inneholdt for det meste sand og silt. Sedimentene ved St. 2 har god – svært dårlig tilstand (tilstandsklasse II-V), og påvist forurensning omfatter kobber, PAH og TBT. Sedimentet ved denne stasjonen inneholdt også for det meste sand og silt. Under feltarbeidet satt grabben seg fast slik at det kan tyde på noe hard bunn med steiner/fjell. Sedimentene ved stasjon St. 1 har god – svært dårlig tilstand (tilstandsklasse II-V), og påvist forurensning omfatter TBT og PAH. Tidligere undersøkelser i området viser forurensning av flere av de samme stoffene som ble påvist i denne undersøkelsen, spesielt PAH og TBT.

Forurensningen i sedimentene er mest sannsynlig forårsaket av diffus avrenning fra byområder/industriområdene på land, båt/skipstrafikk og havneaktiviteter i Lundevågen.

Resultatene presentert i denne datarapporten skal danne grunnlag for en søknad om tiltak i sjø.

INNHOLDSFORTEGNELSE

1.	**Innledning**	**1**
2.	**Områdebeskrivelse og tidligere undersøkelser**	**5**
3.	**Utstyr og Metode**	**7**
3.1	Utstyr	7
3.2	Sedimentprøvetaking	8
3.3	Analyser	11
3.4	Risikovurdering	11
4.	**Resultater**	**14**
4.1	Grabbprøver	14
4.1.1	Beskrivelse av sedimentene	14
4.1.2	Kornfordeling	14
4.1.3	Analyseresultater	15
5.	**Oppsummering og konklusjon**	**23**
6.	**Referanser**	**24**

Vedlegg

Vedlegg 1 – Plankart for Lundevågen, Farsund.
Vedlegg 2 - Gjeldende reguleringsplan (Lister Kart)
Vedlegg 3 - Feltnotater fra sedimentprøvetaking
Vedlegg 4 - Analyseresultater fra laboratorium

1. INNLEDNING

Baring Farsund AS planlegger utbygging av landbasert oppdrettsanlegg for laks i Lundevågen i Farsund kommune (gnr./bnr. 5/4). Baring ønsker å kartlegge hva slags beskaffenhet grunnforholdene i det aktuelle arealet har, og i den forbindelse har det blitt utført geotekniske og miljøtekniske undersøkelser på land og i sjø. Denne rapporten beskriver de miljøtekniske undersøkelsene gjort i sjø. Denne datarapporten er skrevet til BRG Entreprenør AS som er Rambølls oppdragsgiver i dette prosjektet.

Det har vært ønskelig å framskaffe datagrunnlag for forurensning i sedimentet i forbindelse med eventuell utfylling i sjøen og legging av sjøledning. Ved tiltak i sjø vil det være behov for en tillatelse, fra Statsforvalteren, etter forurensingsloven §11 [1] og trolig forurensningsforskriften §22 [2] for å gjennomføre tiltakene i sjø. Miljødirektoratet har utarbeidet en veileder (*Håndtering av sediment* M-350/2015, revidert 2018, [3]) for hvilke undersøkelser som skal legges til grunn for søknader om tillatelse etter forurensningsloven for tiltak i sjø. Rambøll har med bakgrunn i dette utført en sedimentprøvetaking i aktuelle området for tiltak i sjø. 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.

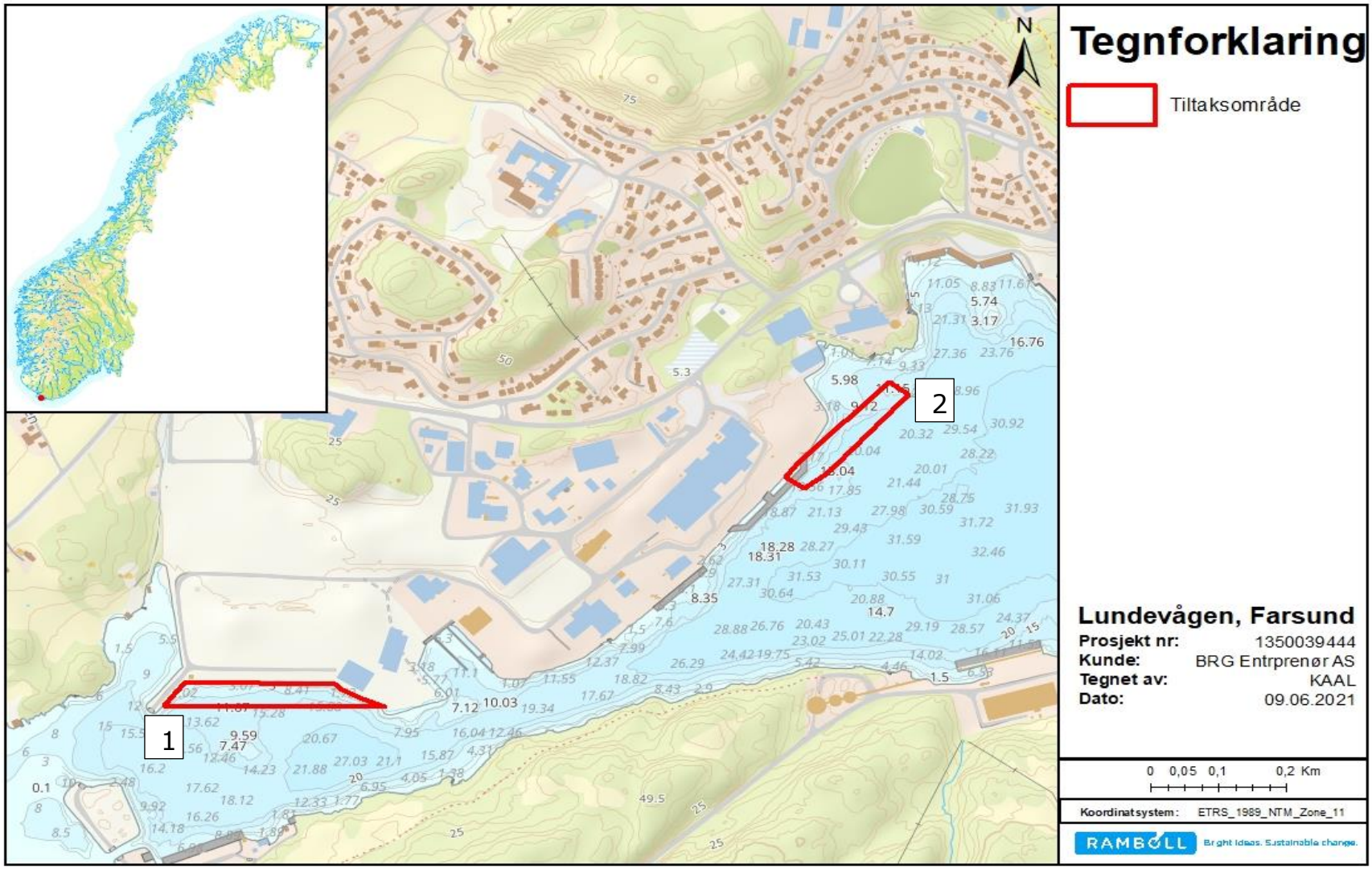
Det er to tiltaksområder for sedimentundersøkelsen gjennomført i dette prosjektet. Det ble delt inn i to tiltaksområder da områdene befinner seg et godt stykke unna hverandre i avstand. Tiltaksområdet 1 ligger lengst vest i Lundevågen. I dette tiltaksområdet er det planlagt å utføre en utfylling i sjø for å øke landarealet der landbasert oppdrett skal opprettes. Utfyllingen skal foregå fra land, og det skal spuntes ytterkant av fyllingen.

Tiltaksområdet 2 ligger lenger øst i Lundevågen, og i dette tiltaksområdet er det planlagt å legge ledninger i sjø fra en pumpestasjon som står på land. Det vil gå ledninger på land fra oppdrettsanlegget til pumpestasjonen før den videre legges ut i sjøen. Tiltaksområdet representerer bare første del av ledningstraseen, hele ledningstraseen (alternativ 3) er vist i Figur 3. Baring Farsund AS har søkt om dispensasjon fra reguleringsplan «Lundevågen industriområde» planid. 04006, ikrafttredelsesdato: 02.07.1992 og kommuneplan. Dispensasjonssøknaden [4] har blitt innvilget.

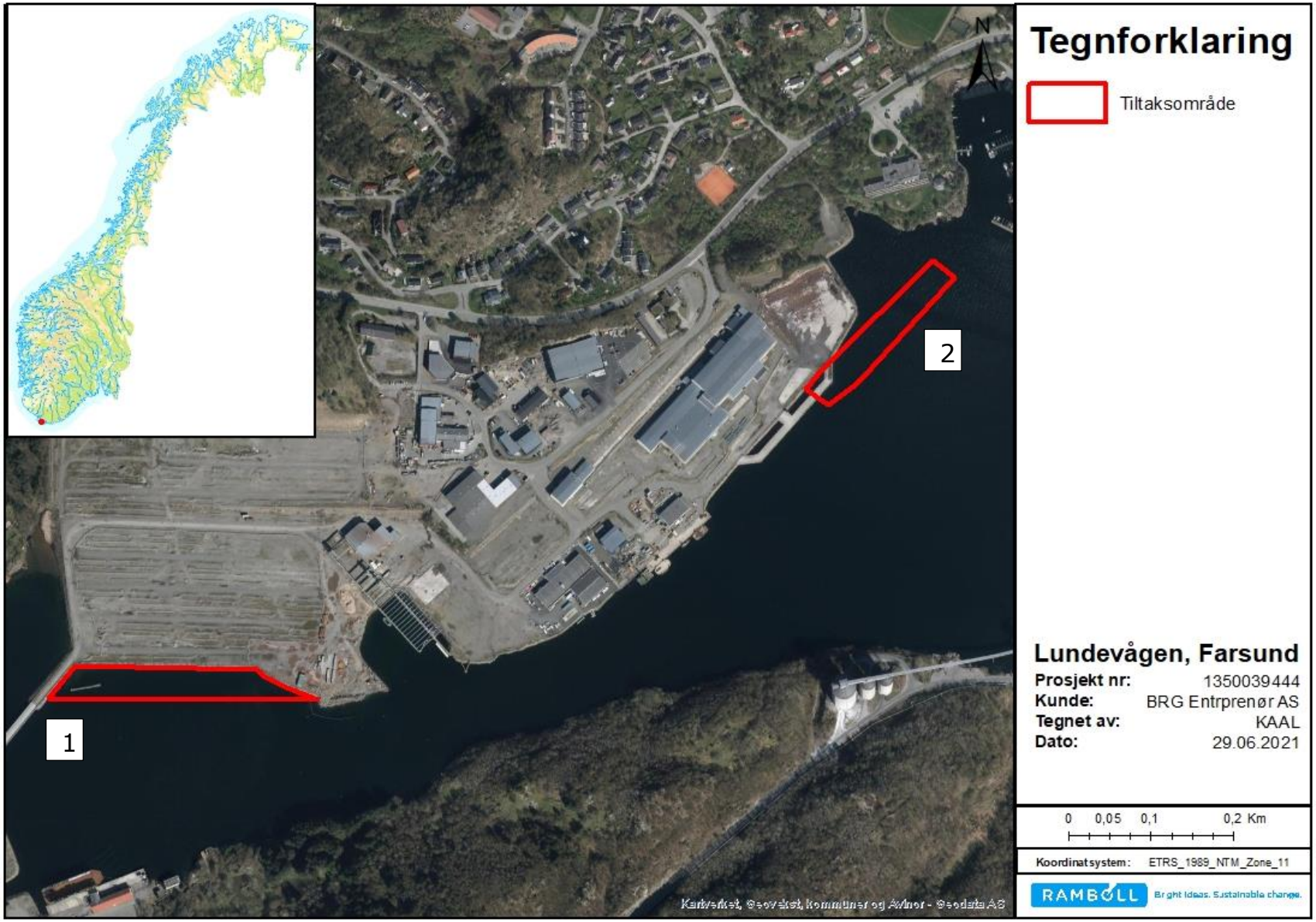
Tiltaksområdenes størrelse er grovt estimert ut fra tilgjengelige opplysninger om prosjektet. Tiltaksområde 1 har en estimert størrelse på 10 240 m^2, mens tiltaksområde 2 har en estimert størrelse på 8 322 m^2, men dette representerer bare starten av ledningstraseen. De planlagte tiltakene klassifiseres derfor som mellomstore tiltak (> 1 000 m^2 og < 30 000 m^2) iht.[3].

Det er tatt prøver av overflatesediment (0-10 cm) fra tiltaksområdet, der dette var mulig, og resultatene fra undersøkelsene oppsummeres i foreliggende datarapport. De miljøtekniske undersøkelsene og denne datarapporten skal danne grunnlag for utarbeiding av søknad til Statsforvalteren om gjennomføring av tiltaket. Forurensede og rene masser krever ulik håndtering og disponering. Ved tiltaksgjennomføring må det derfor redegjøres for håndtering og disponering av massene som eventuelt skal fjernes.

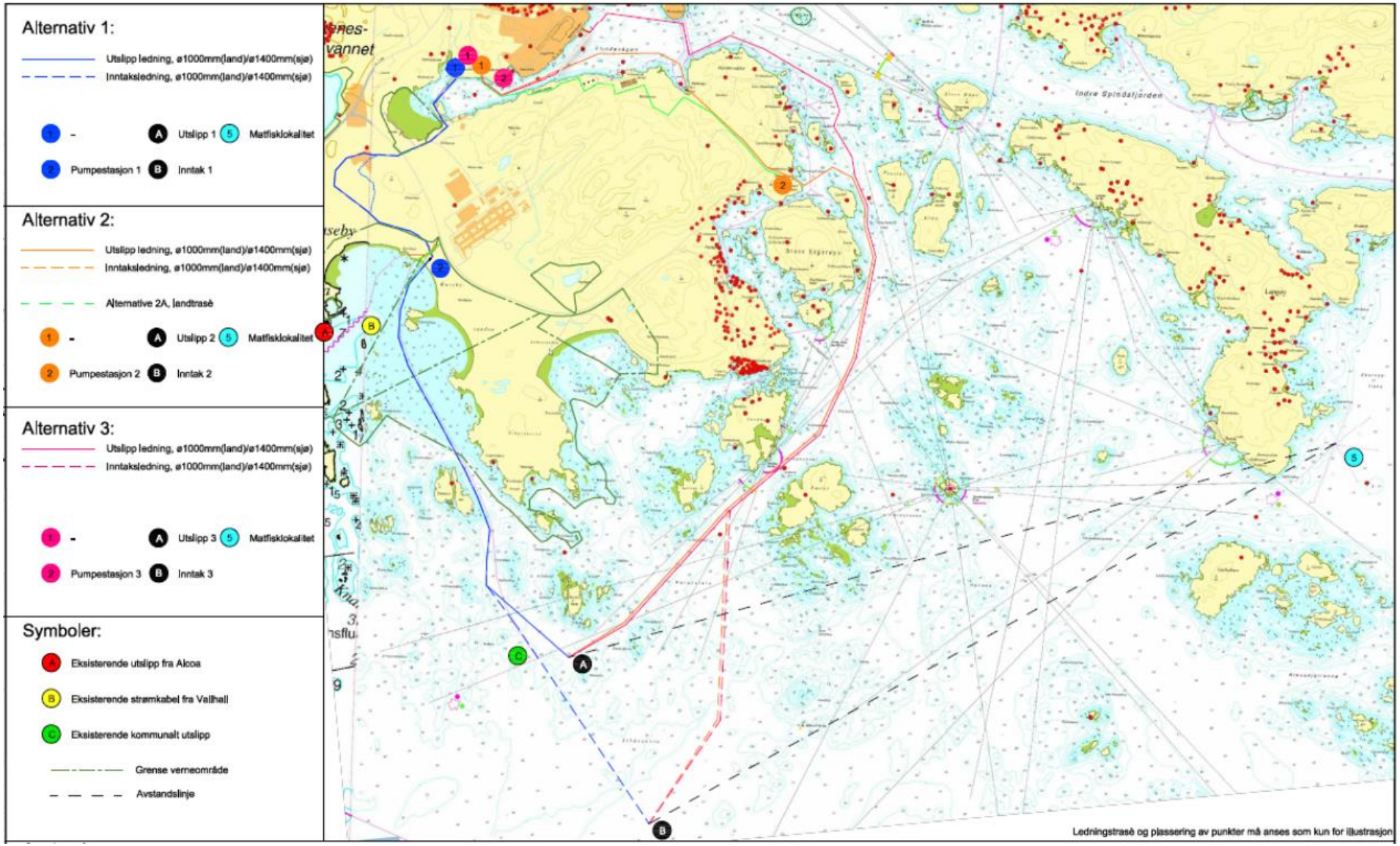
Kart over Lundevågen med avmerking av tiltaksområdene er vist i Figur 1 og reguleringsplan over Lundevågen er vist i Vedlegg 1.



Figur 1: Kart over Lundevågen i Farsund kommune med markering av tiltaksområdene i rødt omriss. Tiltaksområde 1 representerer område for eventuell utfylling, og område 2 representerer område for mulig legging av ledninger.



Figur 2: Flyfoto over Lundevågen i Farsund kommune med markering av tiltaksområdene i rødt omriss. Tiltaksområde 1 representerer område for eventuell utfylling, og område 2 representerer område for mulig legging av Ledninger.



Figur 3: Trase for sjøledninger fra pumpestasjon på land. Alternativ 3 er gjeldende trase for ledning som er blitt innvilget etter dispensasjonssøknad. Kartet er hentet fra dispensasjonssøknaden til Farsund kommune.

2. OMRÅDEBESKRIVELSE OG TIDLIGERE UNDERSØKELSER

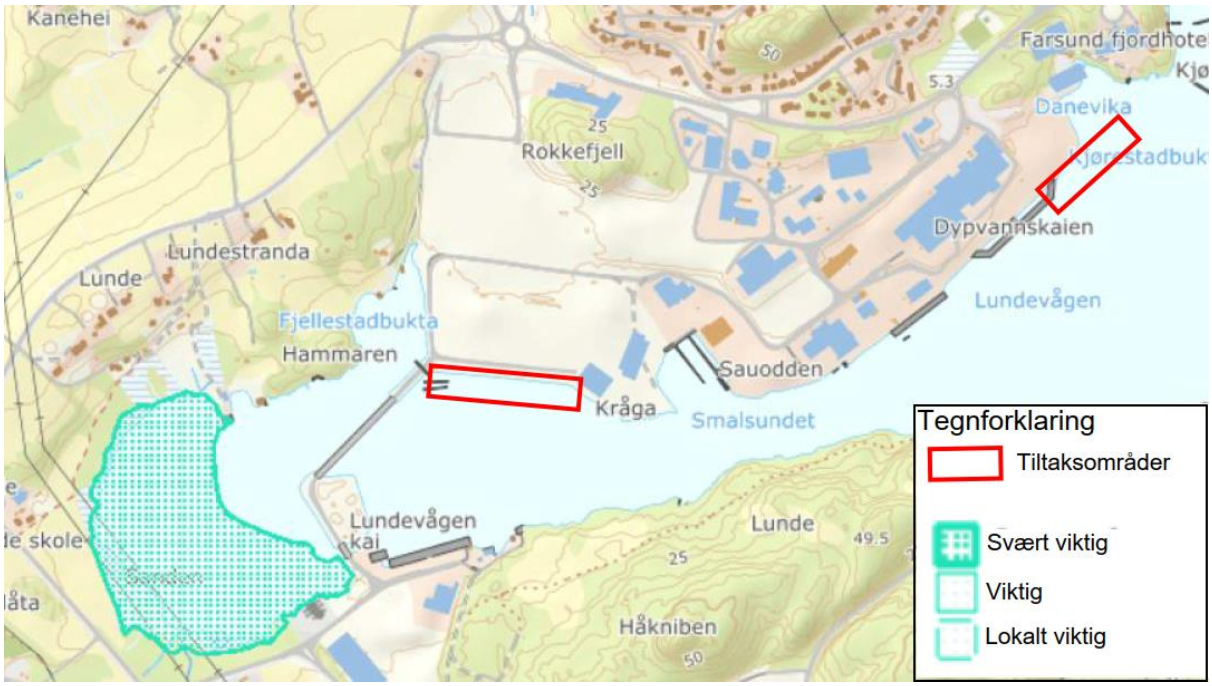
Lundevågen er en ca. 2 km lang fjordarm som ligger rett sør for Farsund sentrum i Farsund kommune i Agder. I Lundevågen er det en del næringsvirksomhet og kaiområder både på nord-, og sørsiden av fjordarmen. På sørsiden av Lundevågen ligger blant annet Alcoa sitt aluminiumsverk og bildelfabrikken Aludyne på Skjoldnesveten.

I henhold til databasen Vann-Nett [5] er Lundevågen (VannforekomstID: 0201011400-C) i vannregionen Agder og vannområde Lynga. Lundevågen er registrert som en beskyttet kyst/fjord og har en relativt liten tidevannsforskjell (<1 m). I Vann-Nett [5] er det registrert dårlig økologisk tilstand (bunnfauna), og dårlig kjemisk tilstand. Lundevågen er også påvirket av diffus forurensning fra havneaktivitet og kysttransport (middels grad) fra industrien, fysisk endring grunnet havneanlegg (middels grad), diffus forurensning (sjøbunn, middels grad) og punktutslipp fra industrien (Ikke-IED, middels grad)[5].

Med bakgrunn i undersøkelser av fisk og skalldyr i området ved Farsund har Mattilsynet fastsatt kostholdsråd for hele fjordområdet, Lundevågen inkludert. Kostholdsråd er knyttet til nivå av PCB i fisk og PAH i skalldyr fanget i Lundevågen og Byfjorden og det advares mot å spise fisk og skalldyr fra området [6].

Det er ikke observert noen store elver som har utløp i fjorden, men på kart (Figur 1) kan det se ut som at det kommer noen mindre bekker ut i østlige deler av Lundevågen fra landområdene i sør. Ved tiltaksområde 1 ser det ut til å være en variasjon i vanndyp fra ca. 3-15 m, der 3 m er nærmest land. Ved tiltaksområde 2 ser det ut til å være mellom 2-20 m dyp, der 2 m er nærme land før det skrår ned til 20 m dyp.

Innerst i Lundevågen (vest) er det registrert et område som er ansett som et svært viktig område for biologisk mangfold i kyst og havstrand [7](Figur 4). Dette området er et våtmarksområde for fugl, og er et viktig trekk-, beite-, og overvintringsområde [8]. Det er en langgrunn mudderbukt med tilsig av ferskvann. I alt er det påvist ca. 110 fuglearter, hvorav 43 er regnet som våtmarksfugl [8].



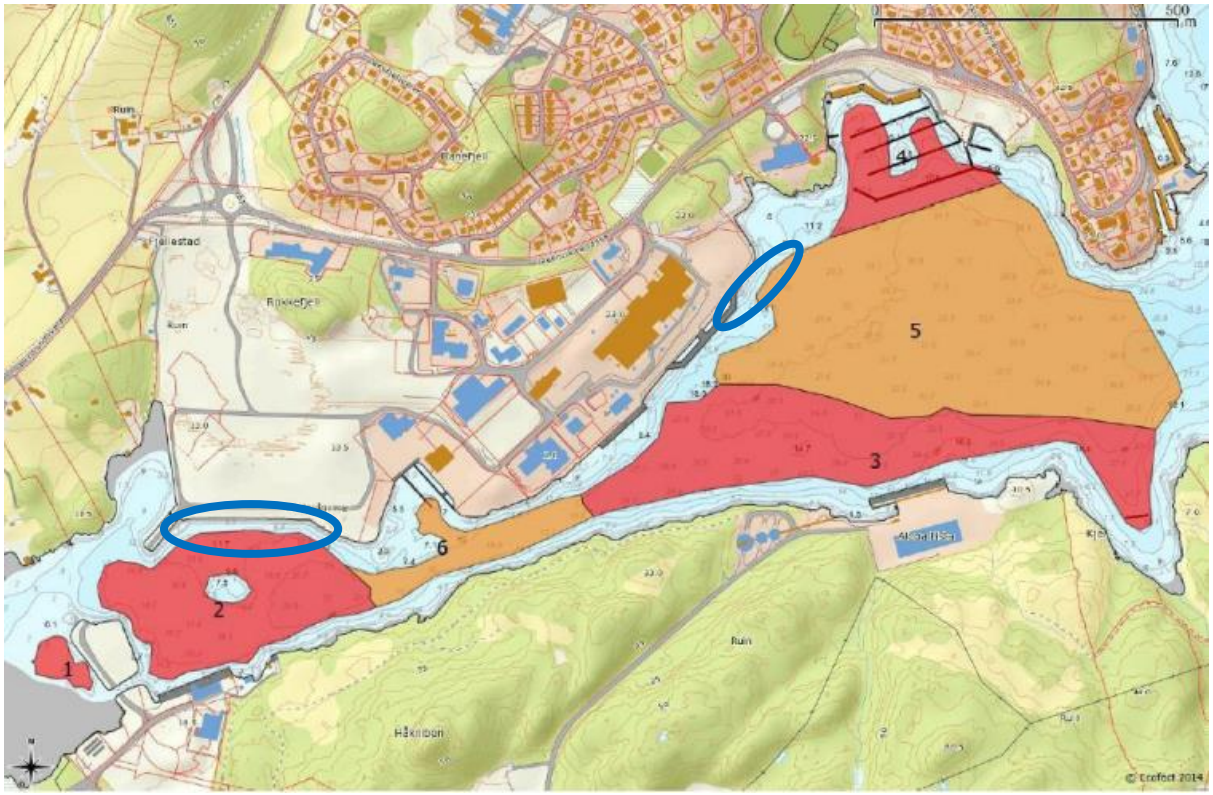
Figur 4: Oversiktskart over viktig område for biologisk mangfold i Lundevågen. Tiltaksområdene er markert i rødt. @Miljøstatus.no

Listerfjordene, deriblant Lundevågen i Farsund, er blant de 17 prioriterte områdene i det nasjonale arbeidet med opprydding i forurenset sjøbunn (Stortingsmelding nr. 14, [9]). Det er gjort undersøkelser i Lundevågen tidligere og det er da funnet ut at Lundevågen er forurenset av polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH), polyklorerte bifenyler (PCB), kobber, bly, sink, kvikksølv og tributyltinn (TBT) [10]. Noen av undersøkelsene som er gjort er omtalt i Tabell 1, [6, 10-12]. Listen er ikke uttømmende.

Tabell 1: En kort oppsummerende oversikt over tidligere undersøkelser som er gjort i Lundevågen.

År	Tittel/undersøkelse	Resultater	Utført av
2000	Miljøgiftundersøkelse i havner på Agder 1997-1998. PAH, PCB, tungmetaller og TBT i sedimenter og organismer. Statlig program for forurensningsovervåking 799/00	Sediment i Lundevågen er markert til sterkt forurenset av PAH og moderat til sterkt forurenset av PCB.	Norsk institutt for vannforskning (NIVA)
2005	Sedimentundersøkelser i forbindelse med tiltaksplan for forurensede sedimenter i Farsund: fase 2.	Målt høye konsentrasjoner (meget sterkt forurenset) av kvikksølv ved munning av Lundevågen (øst). Høye konsentrasjoner (markert til meget sterkt forurenset) av TBT ble observert i hele området med unntak av verneområdet. Høye konsentrasjoner (markert til meget sterkt forurenset) av PAH ble observert i hele området med unntak av indre Verneområdet. Høye konsentrasjoner (sterkt til meget sterkt forurenset) av PCB7 ble observert fremfor alt ved Kommunekaia (nær verneområdet) og Naudodden småbåthavn.	Norsk institutt for vannforskning (NIVA)
2006	Sedimentundersøkelser i forbindelse med tiltaksplan for forurensede sedimenter i Farsund: fase 2, trinn 2	Risiko for spredning av PCB7 fra Kommunekaiområdet og Naudodden småbåthavn. Høye overskridelser ved Kommunekaia (>1000 ganger akseptert risiko). Størst risikobidrag fra benzo(a)pyren og fra PCB7. Supplerende prøver fra Kommunekaiområdet og Naudodden viser sediment markering til meget sterkt forurenset utenfor kommunekaia. Tiltaksplan foreslår mudring utenfor kommunekaia og Naudodden, samt tildekking i noen områder ved Naudodden.	Norsk institutt for vannforskning (NIVA)
2018	Miljøovervåking ved tildekking av forurenset sjøbunn i Lundevågen, Farsund.	Områder ble tildekket av Agder Marine AS i 2017-2018. Det har blitt gjort kontrollmålinger av vannprøver og sedimentprøver i Lundevågen etter tildekkingen var gjennomført. Analysene viste bare lave konsentrasjoner av metaller, PAH-forbindelser og PCB i sedimentprøvene som ble tatt etter tildekking. Disse stoffene var i tilstandsklasse I og II. Det ble påvist TBT i tilstandsklasse V ved en stasjon (F7).	Norsk institutt for vannforskning (NIVA)

I 2016 fikk Farsund kommune tillatelse fra Statsforvalteren (da Fylkesmannen) i Agder til mudring av forurensede sedimenter og tildekking av forurenset sjøbunn i fire tiltaksområder i Farsund kommune. Agder Marine AS gjennomførte tildekkingen i perioden oktober 2017 til januar 2018. Tiltaksområdene er markert med rød farge i Figur 5. Om lag 190.000 m^2 forurensede sedimenter ble tildekket med et 10 cm tykt lag 0/8 mm masse og over det et 25 cm tykt lag med 0/32 mm masse [10].



Figur 5: Det er utført tildekking av områder med forurenset sediment i Lundevågen. Det er utført tiltak i områdene 1, 2, 3 og 4. Tiltaksområdene for denne rapporten er markert med blått. Kartet er hentet fra NIVA-rapport fra 2018 [10] og blitt modifisert.

3. UTSTYR OG METODE

I kapitlene nedenfor beskrives metodene som ligger til grunn for denne sedimentundersøkelsen, gjennomført i Lundevågen i Farsund kommune mai 2021.

3.1 Utstyr

Feltarbeidet ble gjennomført 11. mai 2021 av Rambøll med mobilkran og kranfører fra Lister Kranservice som eies og drives av FFS Marine. Mobilkran ble valgt da adkomst med båt ikke er mulig fordi store skip ligger i opplag her. Det ble også utført sedimentprøvetaking av en prøve den 25. mai 2021.

Under feltarbeidet 11. mai ble det gjennomført grabbprøvetaking av sediment med bruk av en Van Veen grabb (1000 cm^2) (Figur 6). Grabben ble sluppet ned og heist opp av mobilkran. Ved prøvetaking 25. mai ble det også brukt en van Veen grabb, men i størrelse 250 cm^2 som da ble trukket opp for hånd.

Figur 6: Van Veen grabb (1000 cm^3) benyttet til prøvetaking i Lundevågen i 11. mai 2021.

3.2 Sedimentprøvetaking

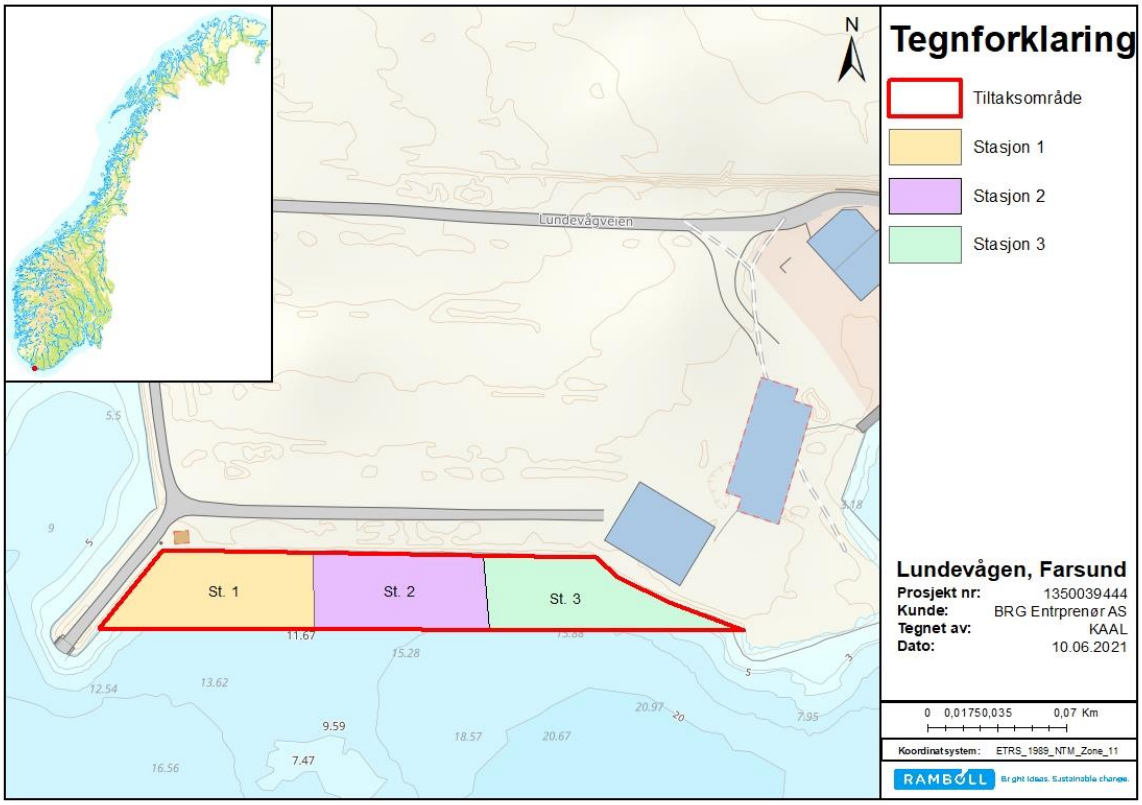
Sedimentprøvetaking ble gjennomført iht. Miljødirektoratets veileder *Håndtering av sediment* (M-350/2015 rev. 2018)[3]. Arealet på tiltaksområde 1 er ca. 10300 m^2 og arealet til tiltaksområde 2 er ca. 8300 m^2. Begge tiltaksområdene regnes som mellomstore prosjekt. Veileder for risikovurdering av forurenset sediment [13] sier at det for små og mellomstore tiltak i områder <30 000 m^2 kan avvikes fra krav om et minimum på 5 prøvetakingsstasjoner, men at det generelt bør være et minimumskrav at det skaffes data fra 3 prøvetakingsstasjoner, og at resultatene sammenlignes med grenseverdiene for Trinn 1 i veilederen [13].

For dette prosjektet ble det vurdert som tilstrekkelig med prøvetaking fra 3 stasjoner i hvert tiltaksområde med bakgrunn i areal og tiltakets omfang. Iht. veileder M-350/2015 [3] skulle det på hver stasjon lages en blandprøve med sediment fra fire delprøver (fire ulike grabbprøver). Det ble forsøkt med ca. 5 grabbhugg per stasjon, men var veldig vanskelig å få opp materiale fra sjøbunnen. Grabben lukket seg stort sett ved alle forsøk, noe som kan tyde på at grabben har truffet hard bunn, slik at lukkemekanismen har blitt utløst. Ved st. 2 (tiltaksområde 1) satt også grabben seg fast på bunnen slik at det var vanskelig å få den opp. Da den løsnet fra bunnen var den blitt bøyd og bulket, noe som tyder på at den satt fast mellom steiner eller lignende. Det at det var vanskelig å få opp prøver i området kan være grunnet at fint sediment har forsvunne grunnet propellerosjon fra manøvrering av store skip i området. Prøvene ble tatt ved vanndyp mellom ca. 5 og 14 m. I Tabell 2 vises en oversikt over koordinater og vanndyp sedimentprøvene ble tatt. I Figur 9 og Figur 10 vises prøvetakingspunkt i kartet, inkludert grabbhugg uten sediment.

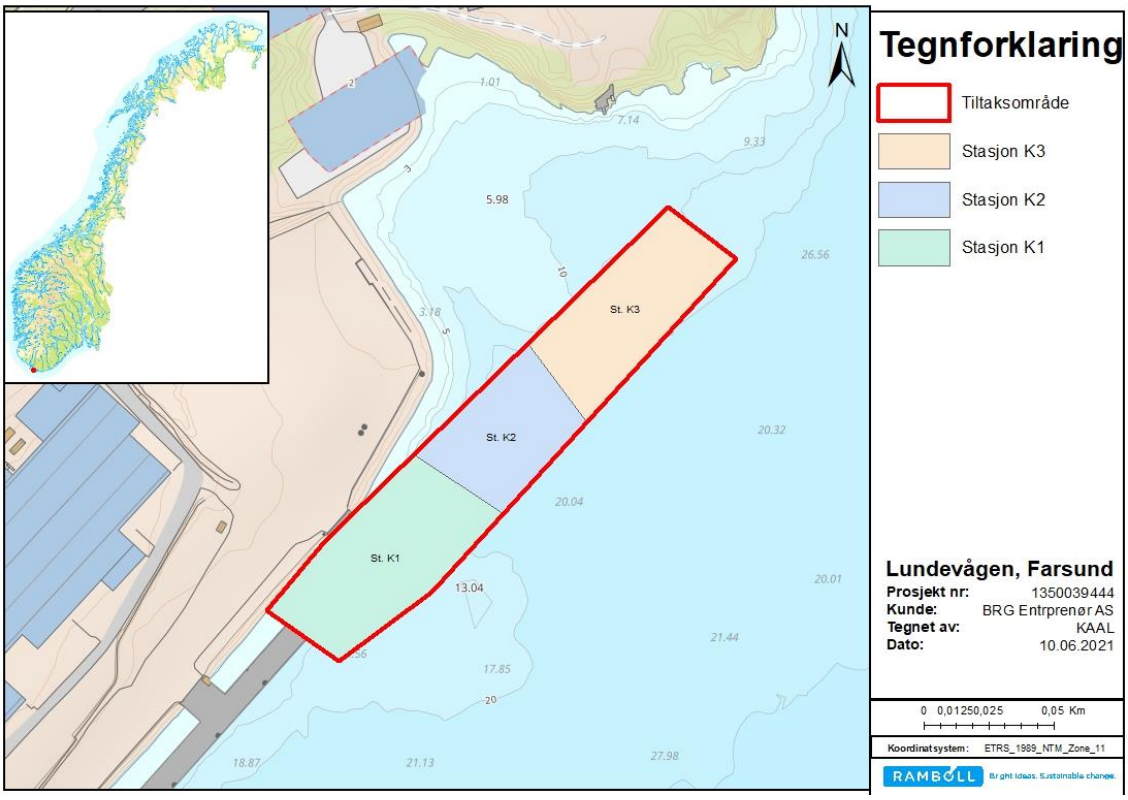
Grabbprøvene ble tatt med en van Veen grabb med prøveareal på 250 cm^2 og 1000 cm^2 (Figur 6). Grabbprøver med sedimenttykkelse tilsvarende 5 cm eller tykkere ble akseptert. Som nevnt var det vanskelig å få opp materiale fra tiltaksområdene. Under feltarbeidet 11. mai 2021 ble det ved tiltaksområde 1 tatt opp to grabbhugg med sediment fra stasjon 1 (st. 1). Ved st. 2 var det umulig å komme til på grunn av at kranen ikke kunne stille seg opp på en forsvarlig måte. Ved st. 2 ble det prøvd flere ganger uten hell å få opp materiale. Ved feltarbeidet den 11. mai ble det observert flere landganger fra seismikkbåter som ligger i opplag i tiltaksområde 1. Det ble besluttet å komme tilbake ved en seinere anledning for å ta prøve med en mindre grabb ved å stå på landgangen i st. 2 der kranbilen ikke hadde mulighet til å stille seg opp tidligere. Prøven ved st. 2 i tiltaksområde 1 ble hentet opp 25. mai ved håndholdt grabb (250 cm^2). Ved tiltaksområde 2 var det bare mulig å få opp sediment i ett grabbhugg på totalt ca. 15 forsøk på de tre stasjonene i området.

Når grabbprøvene ble tatt på land ble det gjort en visuell beskrivelse av prøven (sedimenttykkelse, lukt, kornfordeling, farge, skjellfragmenter og organisk innhold). Tabell med bilder og beskrivelse er presentert i Vedlegg 3. Deretter ble prøvemateriale overført til både rilsanpose og glass, og deretter forseglet og lagt i en lystett kjølebag. Representative deler av delprøvene ble samlet til en

blandprøve for hver enkelt stasjon der det var mulig å få opp sediment. Etter endt feltarbeid ble sedimentprøvene levert i kjølebag til posten og sendt til analyse hos ALS Laboratory Group 11. og 25. mai 2021. Analyseresultatene ble mottatt 4. og 8. juni 2021.



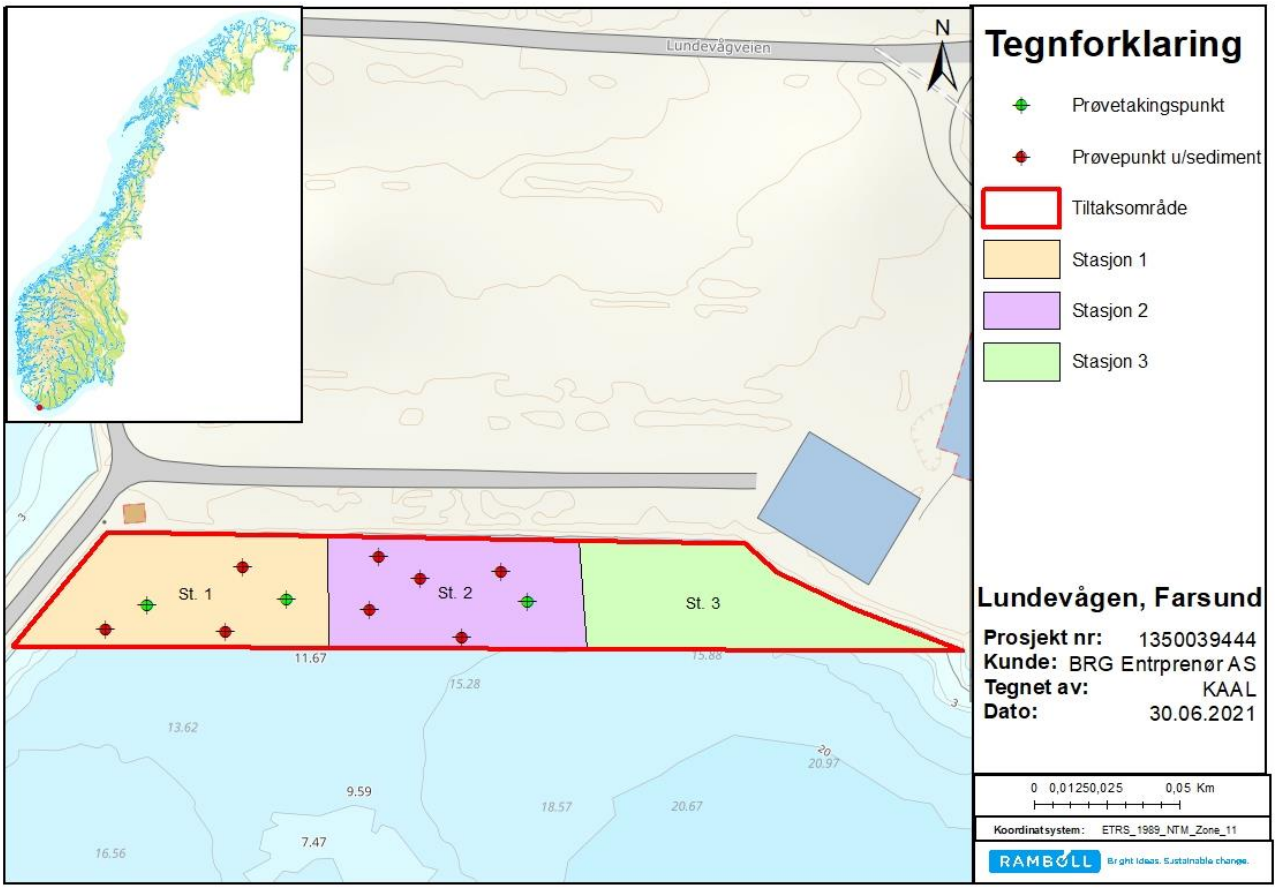
Figur 7: Oversiktskart over stasjoner i tiltaksområde 1 (St. 1 – St. 3) for uttak av sedimentprøver ved Lundevågen i Farsund (Kartgrunnlag fra Norgeskart). Det ble tatt opp materiale fra stasjon St. 1 og St. 2.



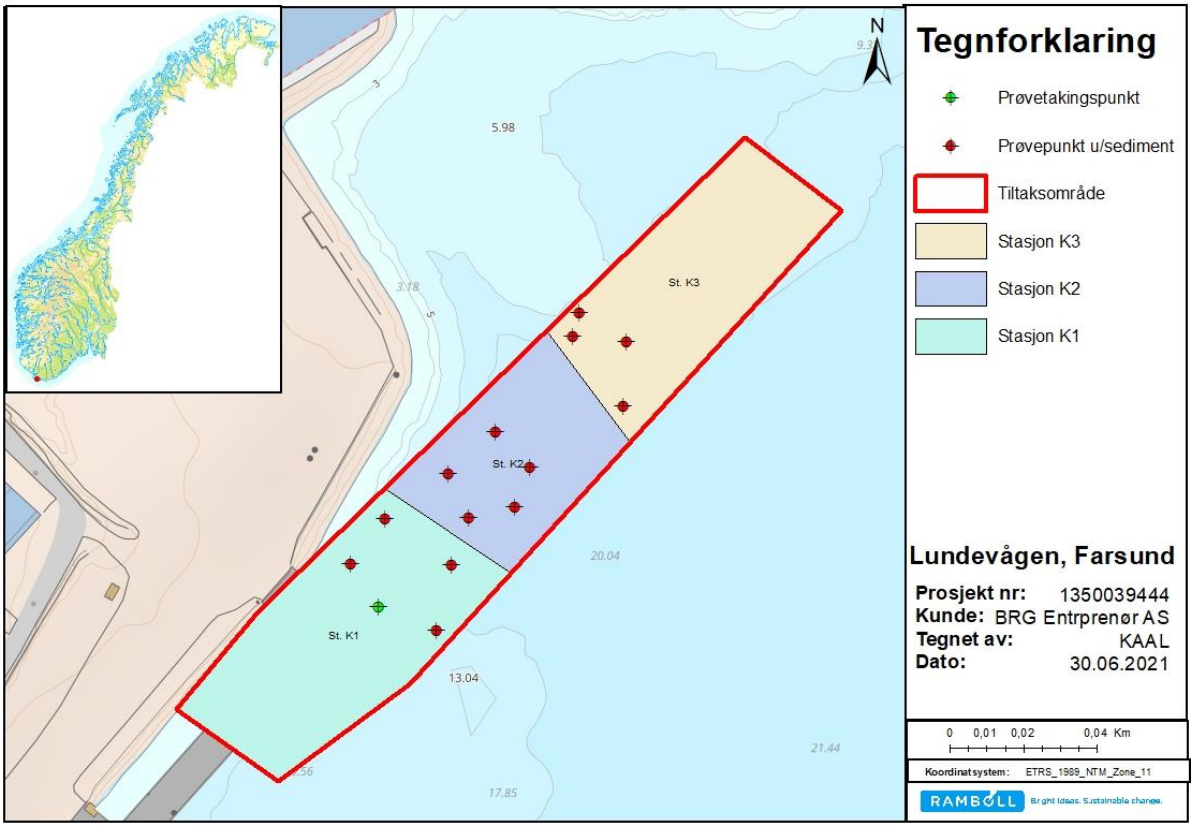
Figur 8: Oversiktskart med prøvetakingsstasjoner i tiltaksområde 2. Det ble tatt opp materiale fra St. K1.

Tabell 2: Koordinater (UTM 32) og vanndyp for analyserte sedimentprøver i Lundevågen i Farsund kommune.

Stasjon	Prøvetype	Nord	Øst	Vanndyp ved prøvepunkt (m), cirka
Tiltaksområde 1				
St. 1	Grabb (1000 cm²)	369083,265392484	6439968,48704468	5
		369126,921729797	6439961,34328039	10
St. 2	Grabb (250 cm²)	369211,85314966	6439963,72453516	10
Tiltaksområde 2				
St. K1	Grabb (1000 cm²)	370009,5734951	6440351,07530986	14



Figur 9: Oversikt prøvetakingspunkt i tiltaksområde 1. De grønne punktene representerer punkt der det ble tatt opp sediment, mens de røde punktene representerer grabbhugg der det ikke ble tatt opp sediment.



Figur 10: Oversikt prøvetakingspunkt i tiltaksområde 2. Det grønne punktet representerer punkt der det ble tatt opp sediment, mens de røde punktene representerer grabbhugg der det ikke ble tatt opp sediment.

3.3 Analyser

Veileder M-350 [3] setter et minstekrav for hvilke parametere som skal undersøkes i sedimentundersøkelser. Dette er metaller (arsen, bly, kadmium, kobber, krom, kvikksølv, sink, nikkel), PAH16 (polysykliske aromatiske hydrokarboner), PCB7 (polyklorerte bifenyler) og tinnorganiske forbindelser (TBT). Vi har også vurdert det som hensiktsmessig å inkludere oljeforbindelser (totale hydrokarboner, THC) i analysene, da industri og kaiområder ofte er påvirket av slike stoffer.

Sedimentprøvene ble derfor analysert for følgende parametere:

- Arsen (As) og tungmetallene krom (Cr), kobber (Cu), nikkel (Ni), kadmium (Cd), sink (Zn), bly (Pb) og kvikksølv (Hg).
- Tributyltinn (TBT)
- Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH)
- Polyklorerte bifenyler (PCB)
- Totalt organisk karbon (TOC)
- Kornfordeling: leire (< 2 µm), silt (> 2 µm og < 63 µm) og sand/grus (> 63 µm)
- Oljeforbindelser (Totale hydrokarboner (THC), alifater)

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. Fullstendige analyserapporter fra ALS er gitt i Vedlegg 4.

3.4 Risikovurdering

Trinn 1 risikovurdering er gjennomført etter metodikken angitt i Miljødirektoratets veileder M-409/2015 [13]. Dette innebærer at konsentrasjonen av de ulike metallene og organiske miljøgiftene fra de kjemiske analysene er sammenlignet og vurdert opp mot grenseverdier angitt i Miljødirektoratets veileder M-608/2016 rev. 2020 *Grenseverdier for klassifisering av vann,*

sediment og biota [14]. Denne veilederen benytter et system med fem tilstandsklasser basert på forurensningsgrad/konsentrasjon i sedimenter (tilstandsklasse I (meget god tilstand) – V (svært dårlig tilstand)). Disse er presentert og forklart i Tabell 3 og Tabell 4.

Konsentrasjonen av total hydrokarboner (THC) ble analysert i sedimentprøvene. For THC finnes det ikke grenseverdier for sediment. Disse komponentene er derfor vurdert mot forurensingsforskriften og normverdier for alifatiske hydrokarboner (Veileder TA-2553/2009, [15]) for å få indikasjon av graden av forurensning med hensyn til det totale innhold av hydrokarboner i sedimentet.

Vurderinger av risiko forbundet med TBT kan være problematisk ettersom disse forbindelsene er svært giftige, og lave konsentrasjoner kan medføre negative effekter på marine organismer. Siden TBT er utbredt i kystnære sedimenter langs norskekysten, er det utarbeidet både effektbaserte og forvaltningsmessige grenseverdier for TBT, men også grenseverdi på 35 µg/kg for risikovurdering av sedimenter i marine kystnære sedimenter i Norge [13, 16]. Merk imidlertid at deteksjonsgrensen for TBT i sediment er i tilstandsklasse V (svært dårlig tilstand) for de effektbaserte tilstandsklassene, men grense mellom tilstandsklasse I (svært god tilstand) og II (god tilstand) for de forvaltningsmessige tilstandsklassene. Så dersom det er detektert TBT i sedimentene på en aktuell stasjon, vil konsentrasjonen tilsvare tilstandsklasse V (svært dårlig tilstand) basert på de effektbaserte tilstandsklassene.

Tabell 3: Klassifiseringssystem for vann og sediment i Miljødirektoratets veileder M-608:2016. (PNEC: Predicted No-Effect Concentration, AF: sikkerhetsfaktor)

Tilstandsklasse	**I - Meget god**	**2 – God**	**3 – Moderat**	**4 – Dårlig**	**5 – Svært dårlig**
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

Tabell 4: Tilstandsklasser for metaller, PAH, PCB og TBT (både effektbasert og forvaltningsmessig) som er analysert i denne undersøkelsen. Tabellen er hentet fra Miljødirektoratets veileder M-608/2016 rev. 30. oktober 2020. Fargekoder er beskrevet i Tabell 2. Merk at tall- og bokstavhenvisninger for enkelte stoffer i tabellen er angitt i den gjeldende veilederen.

		Tilstandsklasser				
		I	II	III	IV	V
		Ubetydelig forurenset/ Bakgrunnsnivå	*Moderat forurenset/ God kvalitet*	*Markert forurenset/ Moderat kvalitet*	*Sterkt forurenset/ Dårlig kvalitet*	*Meget sterkt forurenset/ Svært dårlig kvalitet*
Metaller (Grenseverdier for saltvannssediment (Veileder M-608))						
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 (Grenseverdier for saltvannssediment (Veileder M-608))						
Naftalen	µg/kg	<2	2-27	27-1754	1754-8769	>8769
Acenaftylen	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
Fluoranthen	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]perylen	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	4.1-43	43-430	>430
TBT Effektbasert	µg/kg	<0.001	0.001-0.002	0.002-0.016	0.016-0.032	>0.032
TBT forvaltningsmessig	µg/kg	<1	1-5	5-20	20-100	>100

4. RESULTATER

I dette kapittelet beskrives resultatene fra feltarbeidet i Lundevågen i Farsund kommune 11. og 25. mai 2021. Detaljerte feltnotater er vedlagt rapporten (Vedlegg 3).

4.1 Grabbprøver

Det ble tatt grabbprøver på totalt tre forskjellige stasjoner. I delkapitlene nedenfor beskriver vi visuelle observasjoner gjort i felt og vurderer analyseresultatene opp mot gjeldene tilstandsklasser for forurenset sjøbunn Tabell 4.

4.1.1 Beskrivelse av sedimentene

Bilde av sedimenter fra de ulike stasjonene er presentert i Figur 11.

Sediment fra tiltaksområde 1 ble tatt opp ved stasjon st.1 og st. 2. Det ble dessverre ikke tatt bilde av sedimentet fra st. 2, men det var veldig likt som for st. 1. Bildet av sedimentet fra st. 1 viser at det er grålig med noen brune områder, og noen svakt svarte områder. Hovedsakelig sandig materiale. Noen skjellfragmenter og organisk materiale ble observert. Det ble ikke registrert uvanlig lukt i noen av sedimentprøvene. Sedimentene ved stasjon St. K1 hadde en grågrønn farge med noen brunlige områder, og bestod hovedsakelig av silt og leire. Massen var vanskelig å få ut av grabben og var ganske kompakt. Bildet fra st. K1 viser de eneste massene som det var mulig å få ut fra tiltaksområde 2 ved feltarbeidet. Utdypende beskrivelse av hver enkelt delprøve er gitt i feltnotatene (Vedlegg 3).

Figur 11: Bilde av sediment fra prøver tatt i tiltaksområde 1 og 2 i Lundevågen i Farsund kommune ved feltarbeid 11. mai 2021.

4.1.2 Kornfordeling

Analyseresultatene av kornfordelingen i sedimentene er presentert i Tabell 5.

Ved prøvetakingsstasjonen St.1 var sand den dominerende kornstørrelsen og 79 % av prøven besto av sand / grus, men det var også noe silt (20 %). Ved St. 2 var det nesten like mye sand som silt med henholdsvis 49 % og 50 %. Det var også litt mer leire (0,43 %) i St. 2 enn for St. 1, men generelt er andelen leire lav.

Det var ikke nok materiale fra St. K1 til at laboratoriet kunne utføre kornfordelingsanalyse.

Tabell 5: Kornfordeling i sedimenter fra prøvetatte stasjonene i Lundevågen i Farsund. Resultatene er angitt i enheten % av tørrstoff (TS).

	Sand/grus (> 63 µm)	Silt (< 2 µm og < 63 µm)	Leire (< 2 µm)
Stasjon	**% TS**	**% TS**	**% TS**
St. 1	78,87	20,00	0,13
St. 2	49,11	50,46	0,43

4.1.3 Analyseresultater

4.1.3.1 Total organisk karbon (TOC)

Innholdet av TOC i sedimentene i Lundevågen i Farsund varierte mellom 1,7 – 3,5 % av sedimentenes tørrstoff med en gjennomsnittsverdi tilsvarende 2,8 %. TOC ved de ulike stasjonene er gitt i Tabell 6 nedenfor.

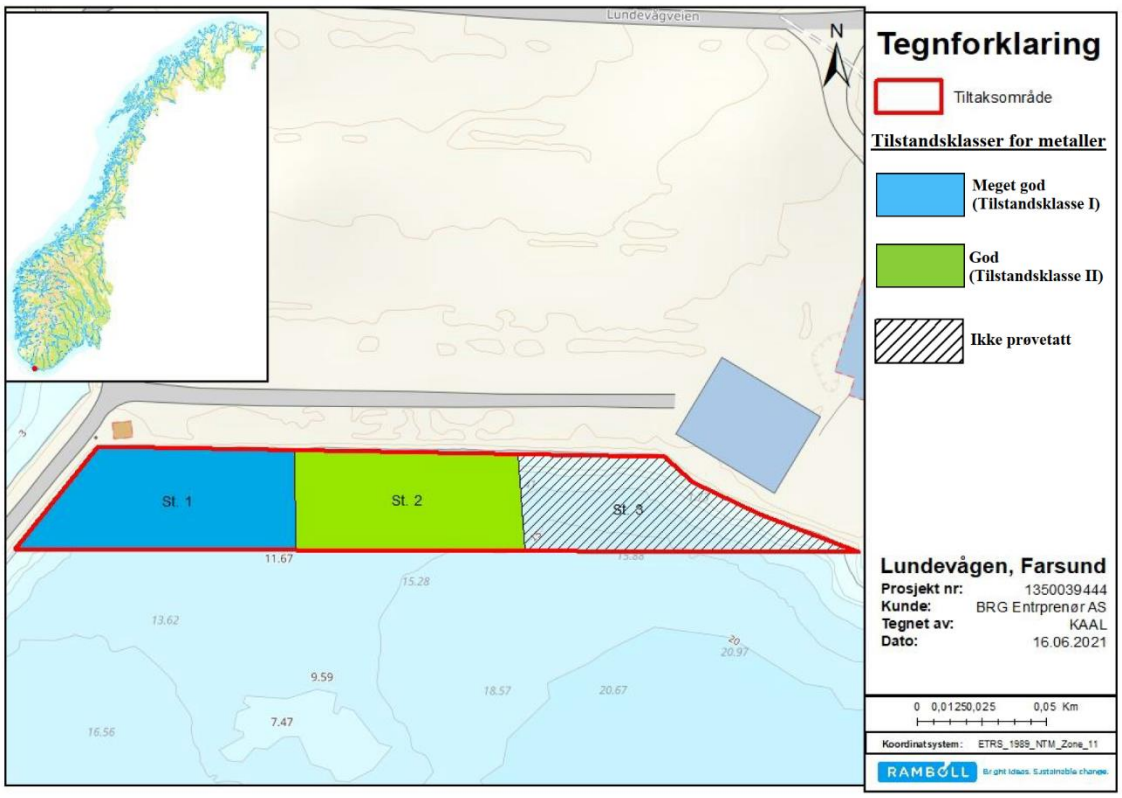
Tabell 6: Oversikt over innhold av totalt organisk karbon ved de ulike stasjonene som er prøvetatt ved sedimentprøvetaking 11 og 25. mai 2021.

Stasjon	TOC (% av tørrstoff)
St. 1	3,3
St. 2	3,5
St. K1	1,7

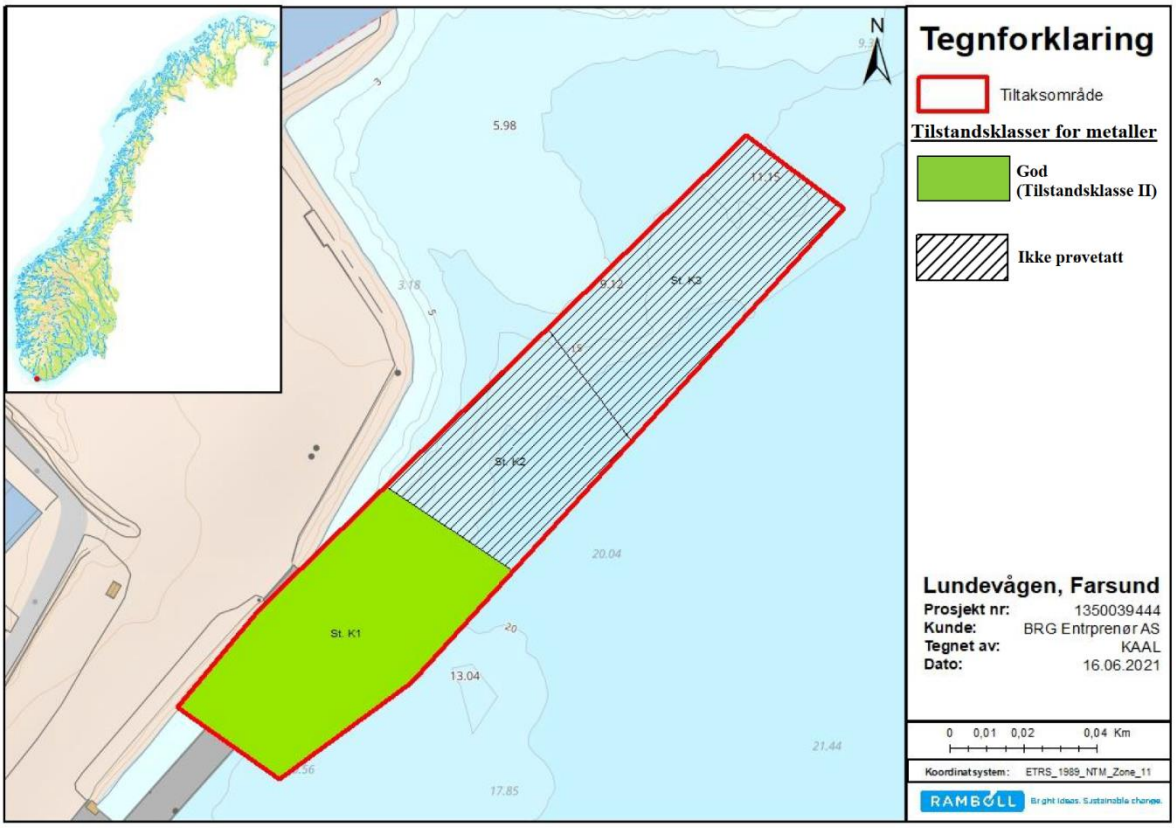
4.1.3.2 Metaller

I Figur 12 og Figur 13 er tilstandsklassen til det metallet i dårligst detektert tilstand markert med fargekode (iht. Tabell 3) for de enkelte stasjonene i tiltaksområde 1 og 2. Alle analyseresultater med tilhørende tilstandsklassifisering for de analyserte parameterne er presentert i Tabell 8.

Konsentrasjonen av alle de analyserte metallene (arsen, bly, kadmium, krom, kobber, sink, kvikksølv og nikkel) tilsvarte svært god (tilstandsklasse I) eller god tilstand (tilstandsklasse II) i alle sedimentprøvene. God tilstand (tilstandsklasse II) ble bare registrert for kobber i St. 2 og St. K1.



Figur 12: Omtrentlig område for prøvetakingsstasjonene ved tiltaksområde 1 i Lundevågen, Farsund, er markert med polygoner. Fargen på polygonene indikerer tilstandsklassen til det metallet i dårligst tilstand på de enkelte stasjonene iht. fargekoder gitt i Tabell 3. Grønn indikerer god tilstand (tilstandsklasse II) og blå indikerer meget god tilstand (tilstandsklasse I/bakgrunnsnivåer).



Figur 13: Omtrentlig område for prøvetakingsstasjonene ved tiltaksområde 2 i Lundevågen, Farsund, er markert med polygoner. Fargen på polygonene indikerer tilstandsklassen til det metallet i dårligst tilstand på de enkelte stasjonene iht. fargekoder gitt i Tabell 3. Grønn indikerer god tilstand (tilstandsklasse II).

4.1.3.3 Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH)

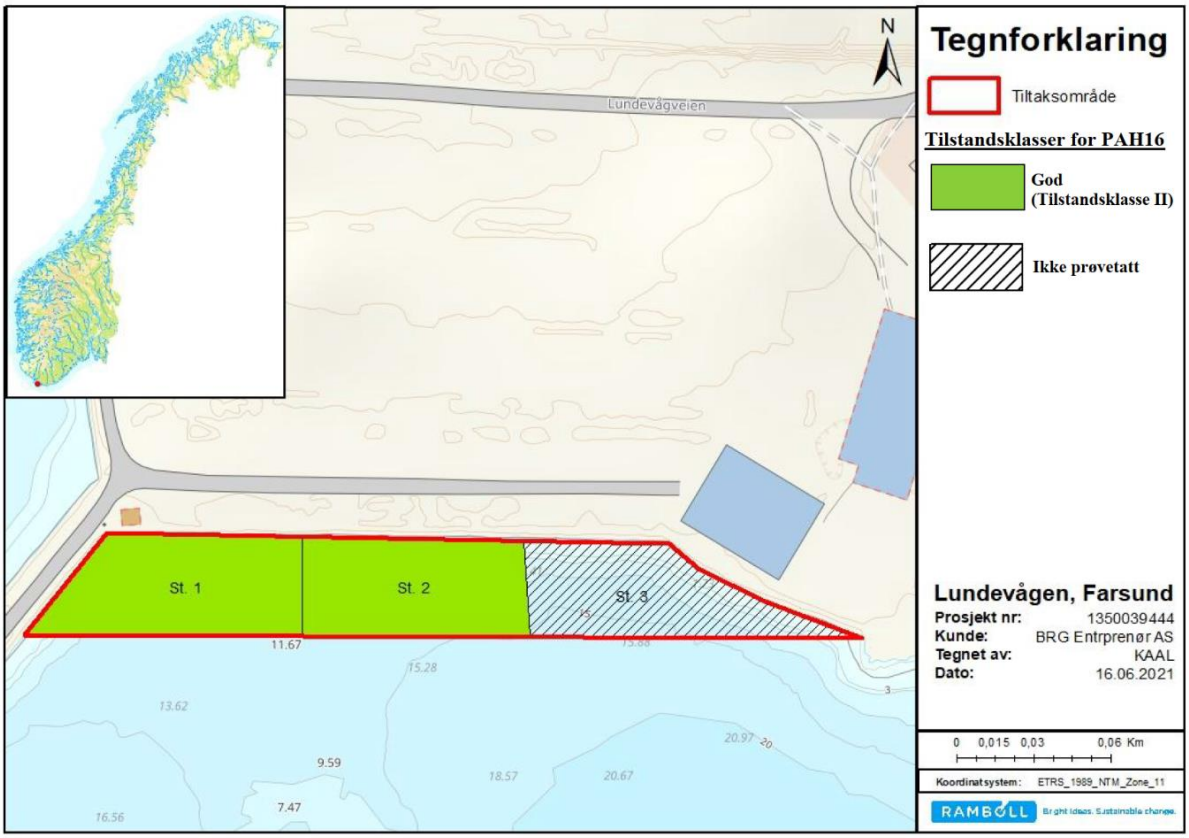
I Figur 14 og Figur 15 er tilstandsklassen til PAH-16 (sum-parameter for de 16 analyserte PAH-forbindelsene) på de ulike stasjonene markert med fargekode (iht. Tabell 3). Alle analyseresultater for de enkelte PAH-forbindelsene er presentert i Tabell 8. Deteksjonsgrensen til laboratoriet er for noen forbindelser i tilstandsklasse II i klassifiseringen av sedimentet.

Analyseresultatene for PAH-16 viser at det er påvist konsentrasjoner tilsvarende fra meget god til god tilstand (tilstandsklasse I-tilstandsklasse II). Meget god tilstand på St. K1, og god tilstand på St. 1 og St. 2. Dette betyr at generelt er konsentrasjon av PAH – forbindelser i sedimentene lav.

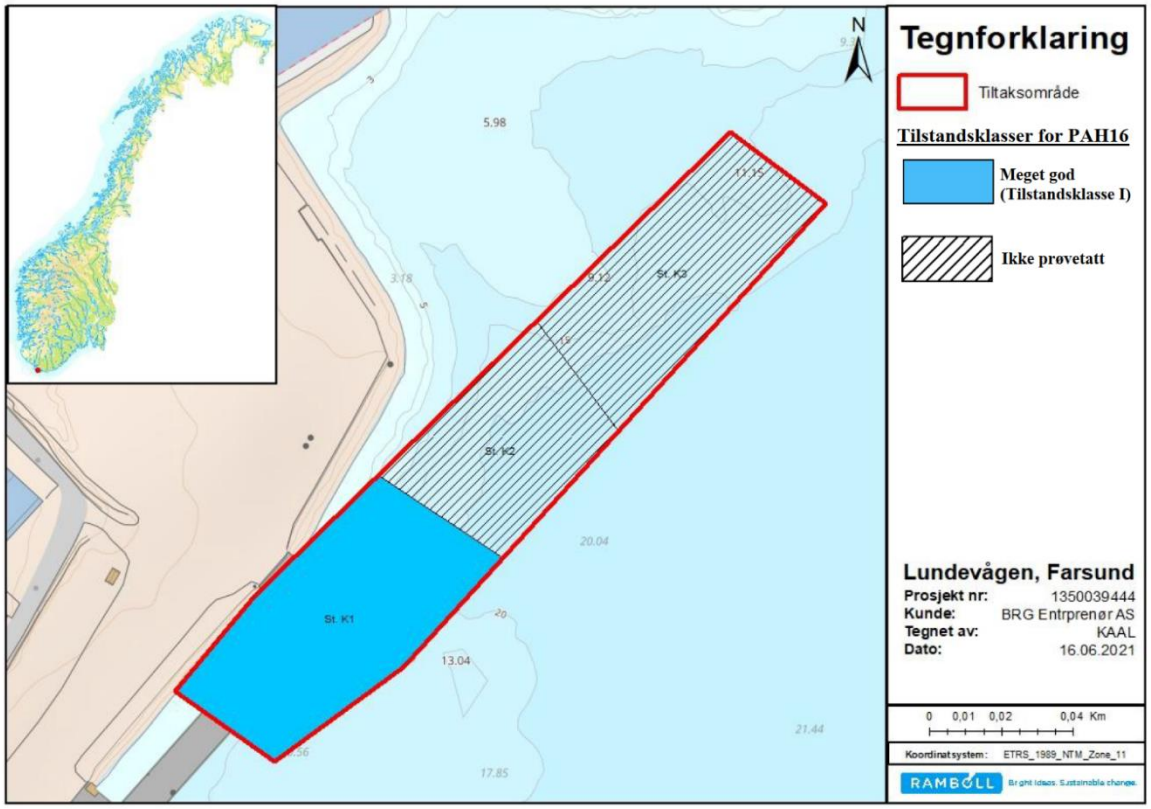
I St. 1 ble det for enkeltforbindelser av PAH-16 påvist dårlig tilstand for benzo[b]fluoranten, moderat tilstand (tilstandsklasse III) for pyren, og god tilstand (tilstandsklasse II) for fluoranten, krysen, benzo[a]pyren og benzo[ghi]perylen. De resterende enkeltforbindelsene av PAH var enten i meget god tilstand (tilstandsklasse I/bakgrunnsnivå) eller under deteksjonsgrense.

I St. 2 ble det for enkeltforbindelser av PAH-16 påvist moderat tilstand (tilstandsklasse III) for antracen, og god tilstand (tilstandsklasse II) for fluoren, fenranten, fluoranten, pyren, benzo[a]antracen, krysen, benzo[a]pyren og benzo[ghi]perylen. De resterende enkeltforbindelsene av PAH var enten i meget god tilstand (tilstandsklasse I/bakgrunnsnivå) eller under deteksjonsgrense.

Ved St. K1 ble det for enkeltforbindelser av PAH-16 påvist god tilstand (tilstandsklasse II) for fluoranten, pyren, krysen og benzo[a]pyren. De resterende enkeltforbindelsene av PAH var enten i meget god tilstand (tilstandsklasse I/bakgrunnsnivå) eller under deteksjonsgrense.



Figur 14: Omtrentlig område for prøvetakingsstasjonene ved tiltaksområde 1 i Lundevågen, Farsund, er markert med polygoner. Fargen på polygonene indikerer tilstandsklassen til PAH-16 på de enkelte stasjonene iht. fargekoder gitt i Tabell 3. Grønn indikerer god tilstand (tilstandsklasse II).



Figur 15: Omtrentlig område for prøvetakingsstasjonene ved tiltaksområde 2 i Lundevågen, Farsund, er markert med polygoner. Fargen på polygonene indikerer tilstandsklassen til PAH-16 på de enkelte stasjonene iht. fargekoder gitt i Tabell 3. Blå indikerer meget god tilstand (tilstandsklasse I/bakgrunnsnivå).

4.1.3.4 Polyklorerte bifenyler (PCB)

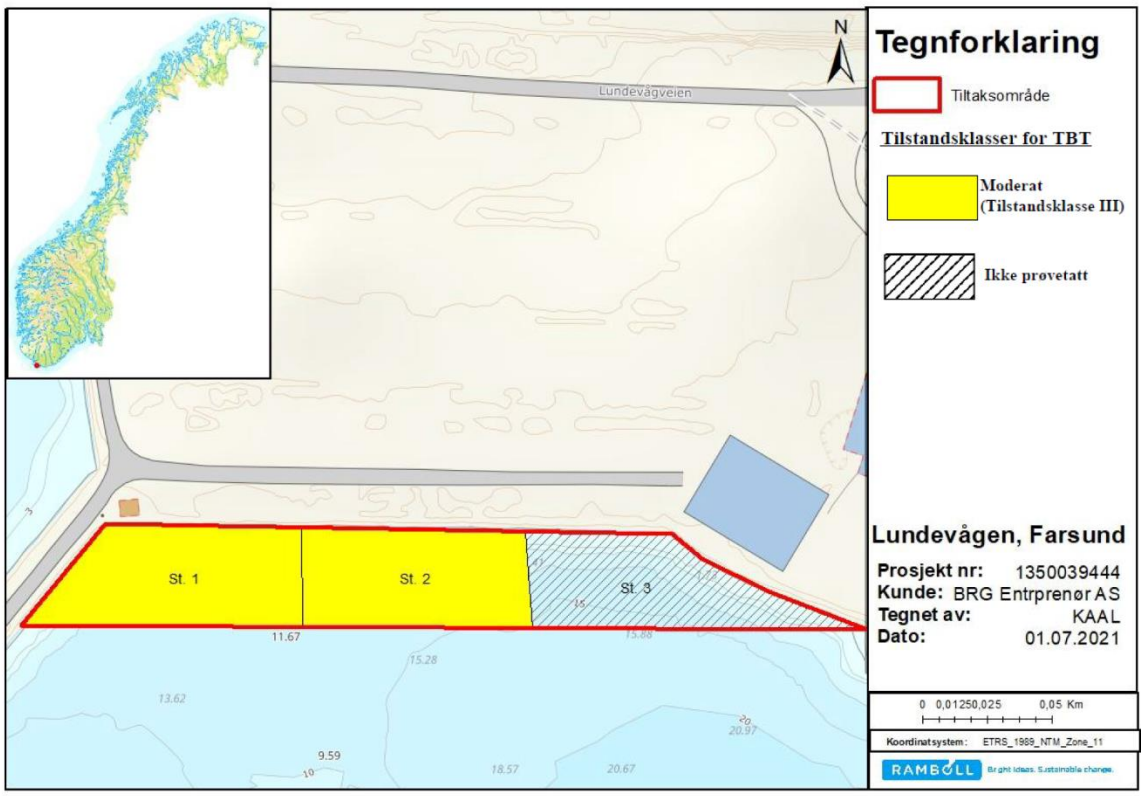
Analyseresultatene for PCB-7 er også presentert i Tabell 8. Det ble ikke detektert PCB-7 i noen av de analyserte sedimentprøvene.

4.1.3.5 Tributyltinn (TBT)

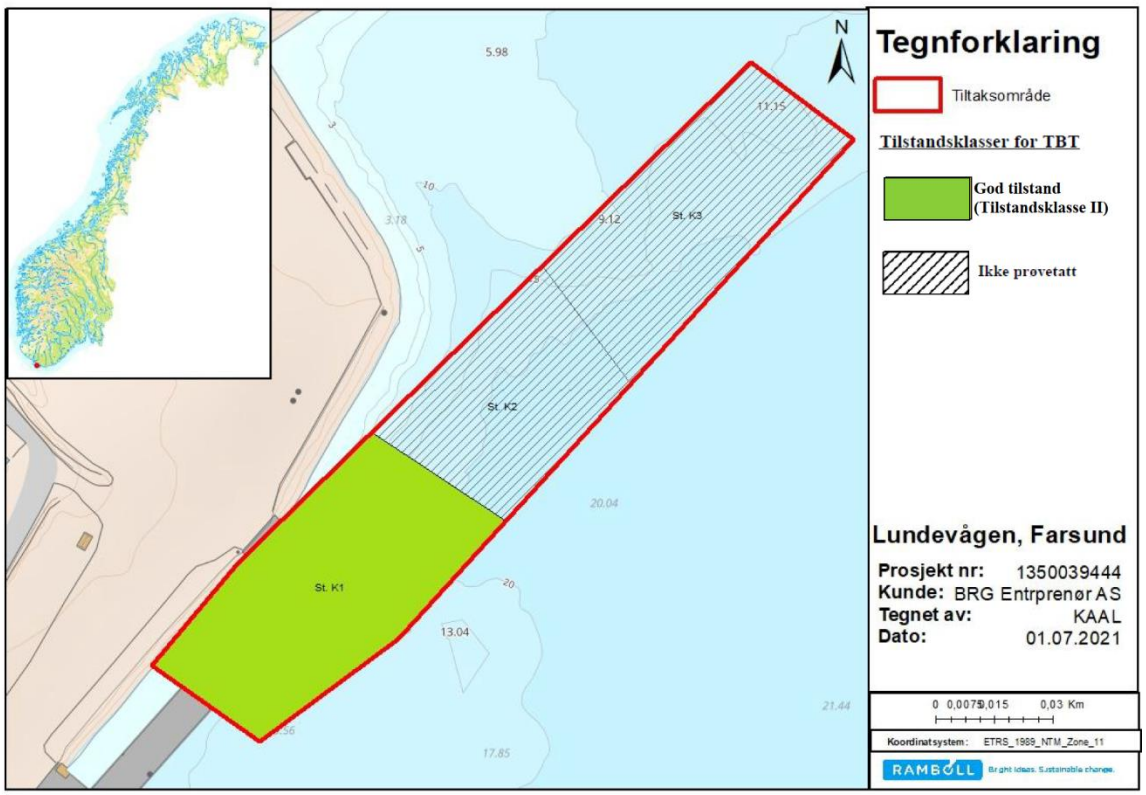
I Figur 16 og Figur 17 er tilstandsklassene (effektbasert og forvaltningsmessig) til TBT på de ulike stasjonene markert med fargekode (iht. Tabell 3). Analyseresultatene for TBT er også presentert i Tabell 8.

TBT ble detektert i alle de analyserte sedimentprøvene. Konsentrasjon av TBT (effektbasert) tilsvarer svært dårlig tilstand (tilstandsklasse V) i sedimentprøvene fra alle stasjonene (St.1, St. 2 og St. K1). TBT (forvaltningsmessig) viser konsentrasjon tilsvarende moderat tilstand (tilstandsklasse III) i punktene St. 1 og St. 2, og god tilstand (tilstandsklasse II) i område St. K1.

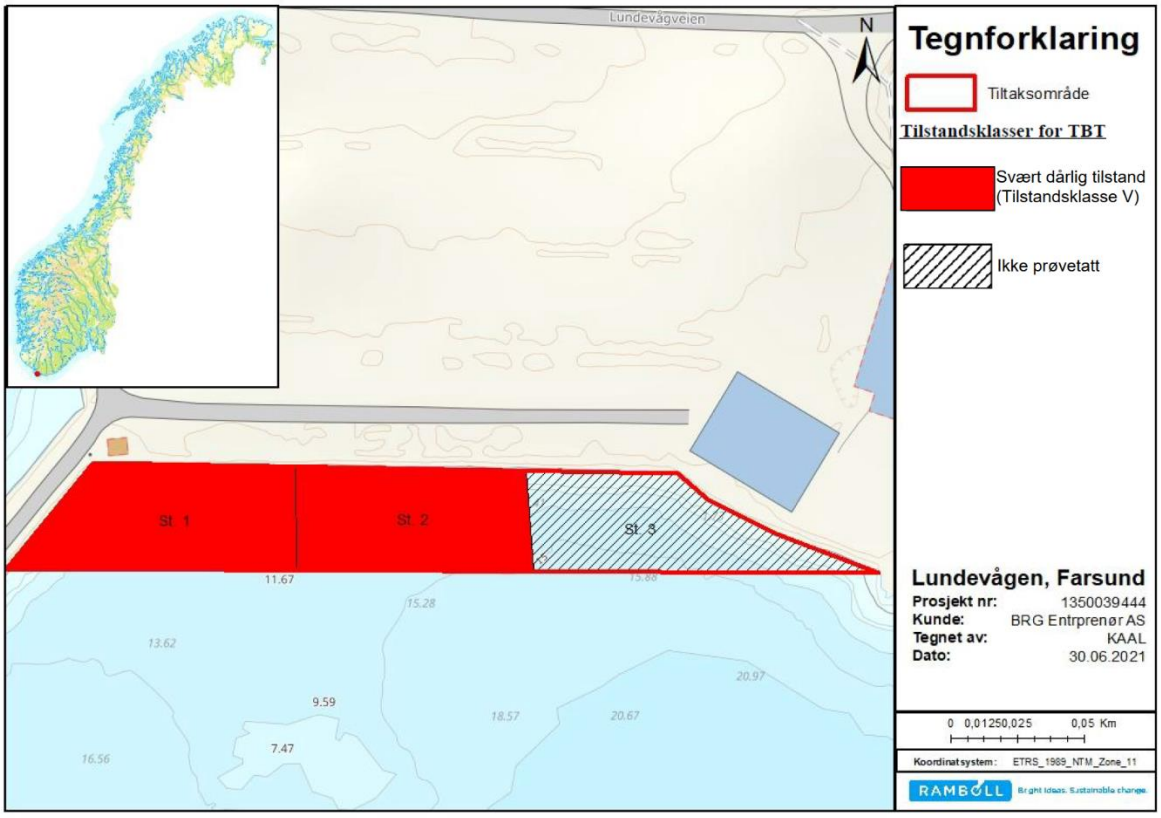
Verdiene for TBT i St. 1 og St. 2 er henholdsvis 5,44 µg/kg og 9,18 µg/kg, noe som er i nedre del av verdiene i intervallet for moderat tilstand (5-20 µg/kg).



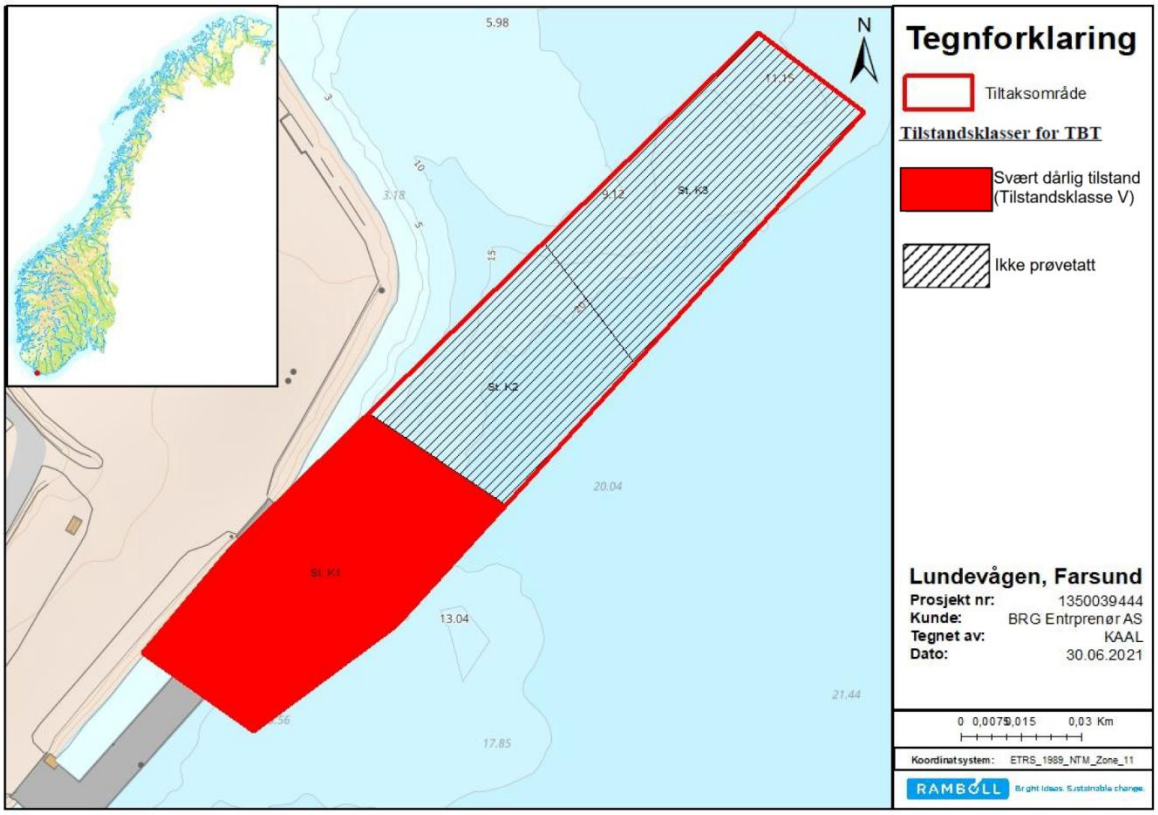
Figur 16: Omtrentlig område for prøvetakingsstasjonene ved tiltaksområde 1 i Lundevågen, Farsund, er markert med polygoner. Fargen på polygonene indikerer tilstandsklassen til TBT (forvaltningsmessig) på de enkelte stasjonene iht. fargekoder gitt i Tabell 3. Grønn indikerer god tilstand (tilstandsklasse II).



Figur 17: Omtrentlig område for prøvetakingsstasjonene ved tiltaksområde 2 i Lundevågen, Farsund, er markert med polygoner. Fargen på polygonene indikerer tilstandsklassen til TBT (forvaltningsmessig) på de enkelte stasjonene iht. fargekoder gitt i Tabell 3. Gul indikerer moderat tilstand (tilstandsklasse III).



Figur 18: Omtrentlig område for prøvetakingsstasjonene ved tiltaksområde 1 i Lundevågen, Farsund, er markert med polygoner. Fargen på polygonene indikerer tilstandsklassen til TBT (effektbasert) på de enkelte stasjonene iht. fargekoder gitt i Tabell 3. Rødt indikerer svært dårlig tilstand (tilstandsklasse V).



Figur 19: Omtrentlig område for prøvetakingsstasjonene ved tiltaksområde 2 i Lundevågen, Farsund, er markert med polygoner. Fargen på polygonene indikerer tilstandsklassen til TBT (effektbasert) på de enkelte stasjonene iht. fargekoder gitt i Tabell 3. Rødt indikerer svært dårlig tilstand (tilstandsklasse V).

4.1.3.6 Oljeforbindelser

Det er i dette prosjektet valgt og også analysere for oljeforbindelser, selv om dette ikke er et krav iht. M-350 [3], siden dette er ansett som hensiktsmessig da industri / kaiområder ofte er påvirket av slike stoffer. Oljeforbindelser (C5 – C 35) inngår ikke i tilstandsklassesystemet for sedimenter [14], men det finnes normverdier for alifatiske hydrokarboner i jord (Miljødirektoratets veileder TA-2553/2009 *Helsebaserte tilstandsklasser for forurenset grunn, [15]*). For alifatiske hydrokarboner (C12-C35) er gjeldene normverdi 100 mg/kg [15].

Resultatene for oljeforbindelser (alifater (>C16-C35)) i denne undersøkelsen viser konsentrasjoner godt under gjeldende normverdi på 100 mg/kg. Hydrokarboner med færre karbonatomer enn 16 (C5 – C15) ble ikke registrert (under deteksjonsgrense) (Tabell 7).

Tabell 7: Analyseresultater for oljeforbindelser fra overflatesedimenter (0-10 cm) fra stasjoner St.1, St. 2 og St. K1 i Lundevågen, Farsund. Prøvene ble tatt innenfor tiltaksområdet 11. og 25. mai 2021. Prøvene er fargekodet iht. Miljødirektoratets veileder TA-2553/2009. Tabellen viser at det ikke er påvist forurensning av alifater i sedimentet.

Parameter	Enhet	St. K1	St. 1	St. 2
Alifater >C5-C6	mg/kg TS	<2.5	<2.5	<2.5
Alifater >C6-C8	mg/kg TS	<2.0	<2.0	<2.0
Alifater >C8-C10	mg/kg TS	<2.0	<2.0	<2.0
Alifater >C10-C12	mg/kg TS	<5.0	<5.0	<5.0
Alifater >C12-C16	mg/kg TS	<5.0	<5.0	<5.0
Alifater >C16-C35	mg/kg TS	<10	<10	33

Tabell 8: Analyseresultater fra overflatesedimenter (0-10 cm) fra stasjoner St.1, St.2 og St. K1 ved Lundevågen i Farsund. Prøvene ble tatt innenfor tiltaksområde 1 og 2 11. og 25. mai 2021. Resultatene er fargekodet etter tilstandsklasser i henhold til Miljødirektoratets veileder M-608:2016 rev. 2020 ***Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota***

		Tilstandsklasser		
Parameter	**Enhet**	**St.1**	**St. 2**	**St. K1**
Tørrstoff	%	57,7	52	75,6
Arsen	mg/kg	2,5	5	2,5
Bly	mg/kg	4,8	5,3	18
Kobber	mg/kg	11	39	27
Krom	mg/kg	5,4	7,6	23
Kadmium	mg/kg	0,13	0,1	0,055
Kvikksølv	mg/kg	<0.010	0,026	<0.010
Nikkel	mg/kg	6,7	8,4	23
Sink	mg/kg	40	56	86
Naftalen	µg/kg	<10	<10	<10
Acenaftylen	µg/kg	<10	<10	<10
Acenaften	µg/kg	<10	<10	<10
Fluoren	µg/kg	<10	12	<10
Fenantren	µg/kg	<10	32	<10
Antracen	µg/kg	<4.0	10	<4.0
Fluoranthen	µg/kg	80	19	51
Pyren	µg/kg	93	28	42
Benzo[a]antracen	µg/kg	<10	20	<10
Chrysen	µg/kg	33	50	13
Benzo[b]fluoranten	µg/kg	160	21	30
Benzo[k]fluoranten	µg/kg	47	40	19
Benzo(a)pyren	µg/kg	100	20	22
Dibenzo[ah]antracen	µg/kg	<10	11	<10
Benzo[ghi]perylen	µg/kg	83	34	16
Indeno[123cd]pyren	µg/kg	17	19	<10
PAH16	µg/kg	610	320	190
PCB7	µg/kg	<4	<4	<4
TBT Effektbasert	µg/kg	5,44	9,18	4,78
TBT forvaltningsmessig	µg/kg	5,44	9,18	4,78

5. OPPSUMMERING OG KONKLUSJON

Trinn 1 risikovurdering er gjennomført etter metodikken angitt i Miljødirektoratets veileder M-409/2015. Dette innebærer at konsentrasjonen av de ulike metallene og organiske miljøgiftene fra de kjemiske analysene er sammenlignet og vurdert opp mot grenseverdier angitt i Miljødirektoratets veileder M-608/2016 rev. 2020 *Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota [14]*. Denne veilederen benytter et system med fem tilstandsklasser basert på forurensningsgrad/konsentrasjon i sedimenter (tilstandsklasse I (meget god tilstand) – V (svært dårlig tilstand)).

Det er tatt prøver av overflatesediment (0-10 cm) fra tiltaksområdet og resultatene fra undersøkelsene er beskrevet i denne datarapporten. De prøvetatte sedimentene fra tiltaksområdet (stasjoner St.1, St. 2 og St. K1) har meget god til svært dårlig tilstand, med konsentrasjoner av enkelte forbindelser som vil medføre akutte toksiske effekter på bunnlevende marine organismer.

Sedimentene ved stasjon St. 1 har god – svært dårlig tilstand (tilstandsklasse II-V), og påvist forurensning omfatter TBT og PAH. Sedimentet ved denne stasjonen inneholdt for det meste sand og silt.

Sedimentene ved St. 2 har god – svært dårlig tilstand (tilstandsklasse II-V), og påvist forurensning omfatter kobber, PAH og TBT. Sedimentet ved denne stasjonen inneholdt også for det meste sand og silt. Under feltarbeidet satt grabben seg fast slik at det kan tyde på noe hard bunn med steiner/fjell.

Sedimentene ved stasjon St. K1 har god – svært dårlig tilstand (tilstandsklasse II-V), og påvist forurensning omfatter TBT og PAH. Sedimentet ved denne stasjonen inneholdt for det silt og leire, men det understrekes at område kanskje består av mye hard bunn (stein/fjell osv.) da det ikke var mulig ved feltarbeid å ta opp mye sediment.

Forurensningen i sedimentene er mest sannsynlig forårsaket av diffus avrenning fra byområder/industriområdene på land, båt/skipstrafikk og havneaktiviteter i Lundevågen. 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. Tiltaksområdene ligger begge i havneområder noe som nok har vært kilder til TBT-forurensningen påvist i denne undersøkelsen. TBT har også ved tidligere undersøkelser blitt påvist i Lundevågen.

De planlagte tiltakene utløser krav om tillatelse etter forurensningsloven §11 fra forurensningsmyndigheten. Statsforvalteren er forurensningsmyndighet i slike saker. Resultatene presentert i denne datarapporten skal danne grunnlag for en søknad om tiltak i sjø.

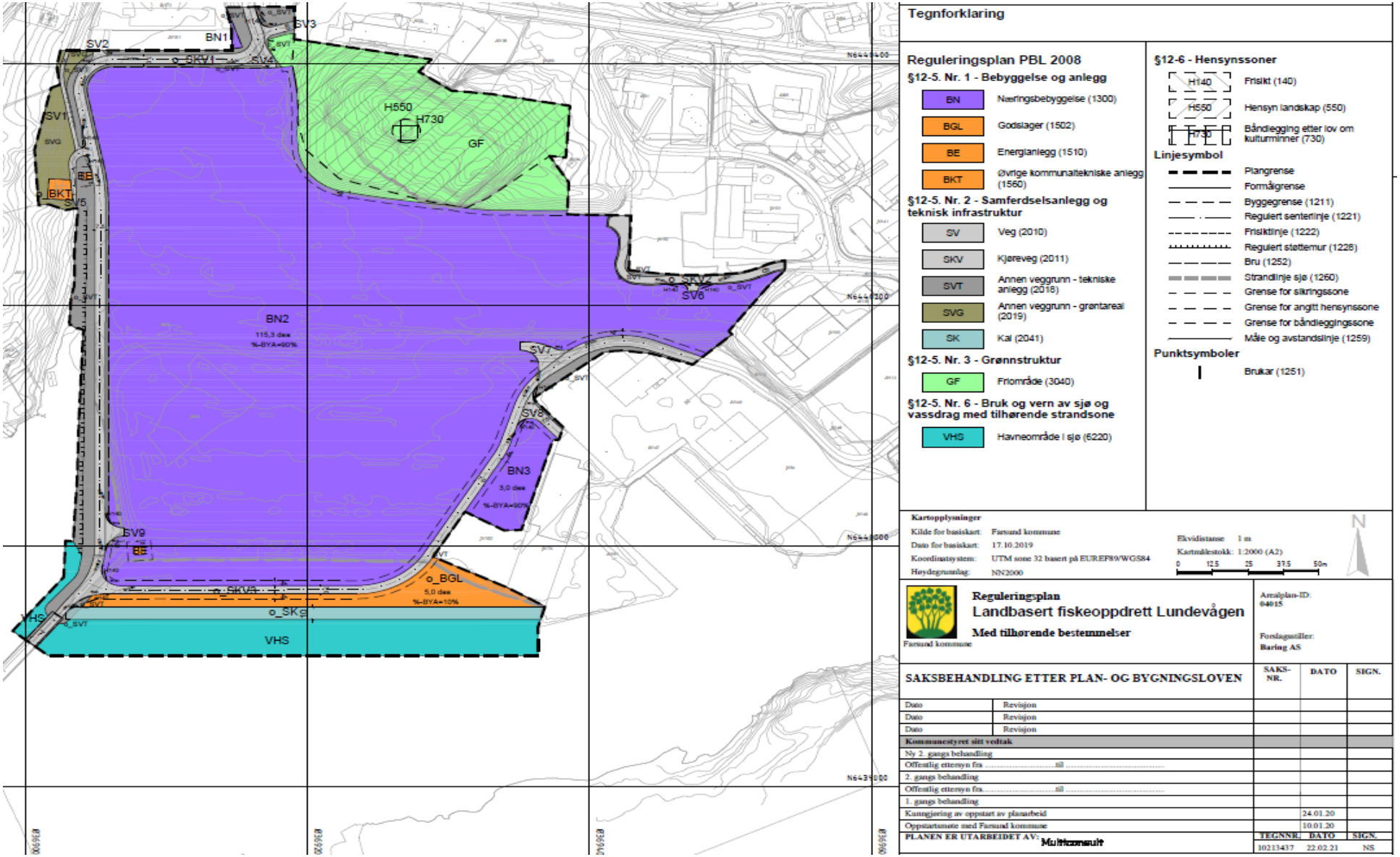
6. REFERANSER

1. Klima- og miljødepartementet, *Lov om vern mot forurensninger og om avfall (Forurensningsloven)*. 1981.
2. Klima- og miljødepartementet, *Forskrift om begrensning av forurensning (forurensningsforskriften)*, in *FOR-2004-06-01-931*. 2004.
3. Miljødirektoratet, *Håndtering av sediment (M-350/2015 rev. 2018).* 2018.
4. Baring Farsund AS, *Søknad om dispensasjon fra Gjeldende reguleringsplan og kommuneplan.* 2021.
5. *Vann-Nett Portal*. 2020; Available from: https://vann-nett.no/portal/.
6. Norsk institutt for vannforskning (NIVA), *Miljøgiftundersøkelse i havner på Agder 1997-1998. PAH, PCB, tungmetaller og TBT i sedimenter og organismer. Statlig program for forurensningsovervåking 799/00.* 2000.
7. Miljødirektorartet, *Miljøstatus: Hav og kyst.* 2020.
8. Miljødirektoratet. *Naturbase*. 2014; Available from: http://www.miljodirektoratet.no/no/Tjenester-og-verktoy/Database/Naturbase/.
9. Miljøverndepartementet, D.K., *Stortingsmelding nr. 14 (2006-2007). Sammen for et giftfritt miljø – forutsetninger for en tryggere fremtid*. 2007.
10. NIVA, *Miljøovervåking ved tildekking av forurenset sjøbunn i Lundevågen. Farsund.* 2018: p. 83.
11. (NIVA), N.i.f.v., *Sedimentundersøkelser i forbindelse med tiltaksplan for forurensede sedimenter i Farsund: fase 2, trinn 2.* 2006.
12. (NIVA), N.i.f.v., *Sedimentundersøkelser i forbindelse med tiltaksplan for forurensede sedimenter i Farsund: fase 2.* 2005.
13. Miljødirektoratet, *Risikovurdering av forurenset sediment (M-409/2015).* 2015.
14. Miljødirektoratet, *M-608/2016 - Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota (rev. 30.10.2020)*. 2016.
15. Miljødirektoratet, *Helsebaserte tilstandsklasser for forurenset grunn*, in *TA-2553/2009*. 2009. p. 27.
16. Miljødirektoratet med fler, *Veileder: 02:2018 Klassifisering av miljøtilstand i vann* 2018.

VEDLEGG

Vedlegg 1 – Plankart for Lundevågen, Farsund.
Vedlegg 2 - Gjeldende reguleringsplan (Lister Kart)
Vedlegg 3 - Feltnotater fra sedimentprøvetaking
Vedlegg 4 - Analyseresultater fra laboratorium

Vedlegg 1 – Plankart for Lundevågen, Farsund.



Vedlegg 2 - Gjeldende reguleringsplan (Lister Kart)

Vedlegg 3 - Feltnotater fra sedimentprøvetaking

I Tabell V1-1 er feltnotatene fra prøvetakingen i Lundevågen (11.05.2021 og 25.05.2021) oppgitt.

Tabell V1-1. Beskrivelse av sedimentprøvene tatt fra tiltaksområdene i Lundevågen 11. og 25.05.2021.

Stasjon	Delprøve	Sed. tykkelse i grabben (cm)	Beskrivelse av sediment	Bilde (for utvalgte prøver)
St. K1	A	2	Grågrønn silt og leire. Lite materiale. Fast og kompakt konsistens. Lite/ikke organisk materiale. Ingen lukt.	
St. 1	A	9	Brunsvart sandig materiale. Noen skjellfragmenter og noe organisk materiale. Ingen lukt.	
	B	8,5	Brunt sandig materiale. Svak svart farge i områder. Skjellfragmenter. Noe organisk materiale. Ingen lukt.	
St. 2	A	Ca. 5	Brunt og sandig materiale. Litt blåskjell og skjellfragmenter i materiale. Noe organisk material. Ingen lukt.	Ikke bilde

Vedlegg 4 - Analyseresultater fra laboratorium