

Beregnet til
Ålesund kommune

Dokument type
Tiltaksplan

Dato
November, 2022

RENERE FJORD ÅLESUND REVIDERT TILTAKSPLAN MOT FORURENSET SJØBUNN



RENERE FJORD ÅLESUND REVIDERT TILTAKSPLAN MOT FORURENSET SJØBUNN

Oppdragsnavn **Prosjektering Renere fjord Ålesund**
Prosjekt nr. **1350046044**
Mottaker **Ålesund kommune**
Dokument type **Tiltaksplan**
Versjon **001**
Dato **01.11.2022**
Utført av **Eivind Dypvik, Alexander Worren, Åsmund Skjelmo**
Kontrollert av **Tom Øyvind Jahren**
Godkjent av **Tom Øyvind Jahren**
Beskrivelse **Dokumentet er en revidert tiltaksplan for opprydding av forurenset sjøbunn i Aspevågen i Ålesund kommune. Den reviderte tiltaksplanen er utarbeidet med den opprinnelige tiltaksplanen fra 2015 som utgangspunkt, men inkluderer vurdering av informasjon og resultater fra ulike relevante undersøkelser gjennomført etter 2015.**

Rambøll
Harbitzalléen 5
Postboks 427 Skøyen
0213 Oslo

T +47 22 51 80 00
<https://no.ramboll.com>

INNHALDSFORTEGNELSE

Sammendrag	4
1. Bakgrunn	6
1.1 Avgrensning av tiltaksområdet	7
1.2 Målsetting	9
2. Områdebeskrivelse	9
2.1 Generell beskrivelse	9
2.2 Geotekniske forhold	14
2.3 Strømforhold og vannutskiftning	14
2.4 Arealbruk	14
2.5 Kostholdsråd	15
2.6 Vannforskriften	15
2.7 Kulturminner	15
2.8 Installasjoner på sjøbunnen	16
3. Forurensningskilder	17
3.1 Forurensningskilder på land	17
3.2 Forurensningskilder i sjø	17
4. Miljømål	17
4.1 Overordnet for Renere fjord Ålesund	17
4.2 Langsiktig tiltaks mål	19
4.3 Operasjonelt (kortsiktig) tiltaks mål	19
4.4 Forskjell før og etter tiltak	19
5. Forurensningstilstand	20
5.1 Datagrunnlag	20
5.2 Forurensningstilstand i overflatesediment	20
5.3 Risikovurdering	21
5.3.1 Generelt for alle delområder	21
5.3.2 Delområde 1 ved Kvenneset	22
5.3.3 Delområde 2	25
5.3.4 Delområde 3 og indre deler av delområde 8	27
5.3.5 Delområde 4	29
5.3.6 Delområde 5	31
6. Tiltaksbehov	33
6.1 Anbefalte tiltak i 2015	33
6.2 Endringer i tiltaksvurdering	33
6.3 Prioritering av ulike delområder	34
7. Tiltaksvurdering og anbefalt tiltaksløsning	36
7.1 Tiltaksvurdering ulike delområder	36
7.1.1 Delområde 1 ved Kvenneset	36
7.1.2 Delområde 2	37
7.1.3 Delområde 3	40
7.1.4 Delområde 4	42
7.1.5 Delområde 5	44
7.2 Tildekkingslagets design	46
7.3 Utlegging av tildekkingsmasser	51
7.4 Erosjonssikringsbehov	51
7.5 Sjøbunnsdybde før og etter tiltak	53
7.6 Risiko for rekontaminering av sjøbunn etter endt tiltak	53
7.7 Naturmangfold	54
7.7.1 Generelt	54
7.7.2 Naturtyper og verdifulle områder	54

7.7.3	Rødlistede arter	55
7.7.4	Hensyn til naturmangfold	57
7.8	Hensyn til marine naturressurser	57
7.9	Hensyn til installasjoner på sjøbunnen	58
8.	Tiltaksrettede undersøkelser	59
8.1	Behov for avklaringer	59
8.2	Ytterligere sedimentundersøkelser	59
8.3	Kulturminner	60
8.4	Udetonerte eksplosiver (UXO)	60
8.5	Skrot og installasjoner på sjøbunnen	60
8.6	Mudringsbehov	60
8.7	Geotekniske undersøkelser	61
8.8	Kartlegging av masseleverandører	61
8.9	Kartlegging av mulige arealer til riggområde	61
8.10	Kum-undersøkelse	62
8.11	Samfunnsøkonomisk analyse	62
8.12	Plan for informasjon og medvirkning for interessenter	62
8.13	Koordinering mot andre relevante prosjekter i området	63
9.	Kontroll, overvåking og avbøtende tiltak	65
9.1	Miljøeffekt ved tiltak på kort og lang sikt	65
9.1.1	Generelt	65
9.1.2	Påvirkning på influensområdet	65
9.2	Kontroll og overvåking under tiltaksgjennomføring.	66
9.2.1	Omfang	66
9.2.2	Kontroll av tildekkingsmasser	66
9.2.3	Siltgardin	66
9.2.4	Turbiditet	67
9.2.5	Sedimentfeller	67
9.2.6	Avvanning av mudringsmasser	68
9.2.7	Støy	68
9.2.8	Støv	69
9.2.9	Beredskapsplaner og avbøtende tiltak.	69
9.3	Sluttkontroll av tiltaket	70
9.3.1	Generelt	70
9.3.2	Dybdeoppmåling og kontroll av tildekkingslag	70
9.3.3	Sedimentprøver	70
9.4	Overvåking av sjøbunn etter tiltaksgjennomføring	70
9.4.1	Generelt	70
9.4.2	Sedimentprøvetaking	71
9.4.3	Kontroll av tildekkingslag	71
9.4.4	Rekolonisering av biota	71
9.4.5	Kontroll av utlekking og spredning av forurensning	71
9.5	Oppdatering av databaser	71
10.	Fremdriftsplan og Kostnader	72
10.1	Generelt	72
10.2	Fremdriftsplan tiltaksgjennomføring Aspevågen	72
10.3	Kostnadsvurdering	72
11.	Konklusjoner og anbefaling	76
12.	Referanser	78
13.	Vedlegg	81

Vedlegg 1. Geotekniske forhold

Vedlegg 2. Strømførhold i Aspevågen

Vedlegg 3. Forurensningskilder

Vedlegg 4. Oppsummering av bunnforhold og miljøtilstand i de ulike delområdene i
Aspevågen.

Vedlegg 5. Tiltaksmetoder

Vedlegg 6. Kostnadskalkyler for ulike delområder

SAMMENDRAG

Data fra undersøkelser av sedimenter fra Aspevågen, utført i 2021 og 2022, er sammenstilt og benyttet i risikovurdering av forurenset sediment som grunnlag for en revisjon av tiltaksplanen for Aspevågen som ble utarbeidet i 2015. Det er gjennomført risikovurdering trinn 3 for sedimentene i delområde 1. Risikovurdering trinn 3 for Aspevågen for øvrig ble gjennomført som del av utarbeidelse av tiltaksplanen i 2015, mens i denne tiltaksplanen er det gjennomført ny risikovurdering trinn 2 for hvert enkelt delområde.

Aspevågen utgjør et areal på ca 2,5 km². Dette er et stort område og det vil være kostbart å utføre tiltak i hele vågen. Det har derfor vært av interesse å undersøke om alle delområdene utgjør like stor risiko for miljøet. Ved å benytte samme metode som 2015 ble hvert delområde rangert basert på de oppdaterte dataene.

Følgende tema var styrende for rangeringen:

- grad av overskridelse av risikovurderingens trinn 1 grenseverdi
- beregnet spredning fra et sediment i tilstandsklasse III
- beregnet grad av overskridelser av grenseverdier for human helse
- beregnet grad av overskridelser av PNECw i sedimentenes porevann

Vurderingen ga følgende rangering:

1. Delområde 2
2. Delområde 3
3. Delområde 4
4. Delområde 5
5. Delområde 1

Det er anbefalt å gjennomføre tiltak mot forurenset sjøbunn i delområde 2, 3, 4 og 5. Merk at delområde 2 og 3 i denne reviderte tiltaksplanen utvidet til kote -30, sammenlignet med kote -15 i tiltaksplanen fra 2015. Det er ikke anbefalt å prioritere tiltak mot forurenset sjøbunn i delområde 1. En forutsetning for varig tiltak er at kildene på land er stoppet og at tiltaksgjennomføringen gjøres i en rekkefølge som gjør at områder hvor det allerede er gjennomført tiltak ikke rekontamineres. Statsforvalteren i Møre og Romsdal har bidratt med en oppdatert liste om kjente grunnforurensningslokaliteter i området. Oversikten viser at de aller fleste kjente grunnforurensningslokaliteter enten er sanert eller er vurdert til ikke å utgjøre noen spredningsrisiko. Ålesund kommune jobber med å avklare mulighet for spredning av miljøgifter gjennom overvannssystemet i byen.

Rambøll har lagt vekt på å anbefale tiltak som ikke medfører mudring. Mudring gir større risiko for spredning av miljøgifter, behov for transport av forurensete sedimenter og etablering av tilfredsstillende deponiløsning. Det anbefales at det gjøres undersøkelser ved hjelp av bunnsstratskartlegging (Sub Bottom Profiling) for å gi en endelig vurdering av om det i det hele tatt er behov for å mudre. Tiltakene som er anbefalt er stort sett å gjennomføre tildekking med rene masser. Tildekkingen vil isolere de forurensete sedimentene slik at de ikke vil utgjøre noen risiko for mennesker og biota.

De foreliggende kostnadsestimatene for tiltak i delområde 2-5 i Aspevågen varierer fra 164 100 000 NOK (eks mva.) til 240 500 000 (eks mva.).

Tiltaksgjennomføringen i Aspevågen må ses i sammenheng med andre tiltak som er planlagt i Aspevågen. Ålesund kommune og Rambøll er kjent med planene og vil koordinere tiltakene slik at gjennomføringen ikke kommer i konflikt med hverandre.

Den foreslåtte fremdriftsplanen er utarbeidet med et mål om oppstart av anleggsarbeidene høsten 2026. Det er imidlertid flere prosjektfaser og milepæler frem mot dette målet, og allerede i januar 2023 er det planlagt oppstart for prosjekteringsfasen.

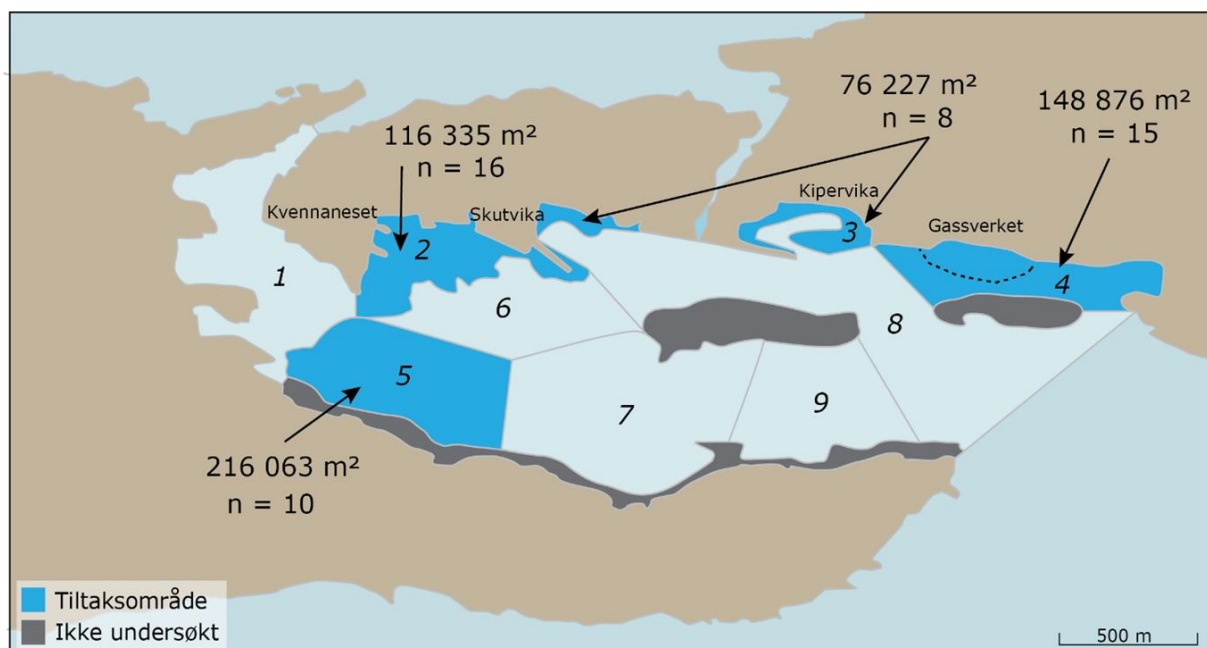
1. BAKGRUNN

Aspevågen i Ålesund er ett av Miljødirektoratets 17 prioriterte områder for opprydding av forurenset sjøbunn i Norge. Som del av prosjektet Renere fjord Ålesund ble det i 2015 utarbeidet en tiltaksplan for opprydding av forurenset sjøbunn i Aspevågen (Rambøll, 2015), basert på daværende gjennomførte undersøkelser. Tiltaksplanen avdekket et behov for oppryddingstiltak basert på uakseptable konsentrasjoner av ulike miljøgifter i sedimentene i store deler av Aspevågen. Det ble anbefalt mudring i grunne områder (<15 m) og tildekking i dypere områder i delområde 2-5 (Figur 1).

Sedimentene som er prøvetatt og vurdert i Rambølls tiltaksplan stammer fra undersøkelser i perioden 2006 – 2013 (Rambøll, 2015). Følgelig ble det i 2021 vurdert at det var et behov for å foreta nye miljøundersøkelser for å utarbeide en revidert tiltaksplan i utvalgte delområder (delområde 2-5). Det ble også påpekt i tiltaksplanen (Rambøll, 2015) at det må gjennomføres sedimentprøvetaking i en mindre del av delområde 1 (Kvenneset mot Steinvågsund), der det tidligere ikke er gjort sedimentundersøkelser. Følgelig ble dette også gjort høsten 2021, og resultatene presenteres i denne rapporten. Det ble også gjennomført nye strømundersøkelser i Aspevågen i perioden november 2021 til mai 2022, samt annen kartlegging av sjøbunnen gjennom bl.a. geotekniske undersøkelser, ROV-undersøkelser og sub-bottom profilering i enkelte områder. De gjennomførte undersøkelsene og de tilhørende resultatene er presentert i tre ulike rapporter; Aspevågen 2021 – Miljøteknisk undersøkelse – datarapport (Rambøll, 2022a), Aspevågen – strømundersøkelser 2021 – 2022 (Rambøll, 2022g) og Ålesund kommune - Renere fjord Ålesund havn - Datarapport fra grunnundersøkelse (Rambøll, 2022f). Målet med undersøkelsene har vært å oppdatere det eksisterende datagrunnlaget mht. forureningsstilstand i de ulike delområdene i Aspevågen samt å gjennomføre øvrige undersøkelser for å opparbeide et tilfredsstillende datagrunnlag for å revidere tiltaksplanen fra 2015 (Rambøll, 2015) og for å utarbeide anbefaling om ulike tiltaksløsninger for opprydding av forurenset sjøbunn i aktuelle delområder i Aspevågen.

I dette dokumentet benyttes resultater fra undersøkelser gjennomført etter tiltaksplanen fra 2015 ble utarbeidet, samt øvrig relevant oppdatert informasjon, til å utarbeide en revidert tiltaksplan for opprydding av forurenset sjøbunn i Aspevågen. Ny informasjon som benyttes inkluderer bl.a. resultater fra bunnsstratkartlegging i tiltaksområdet (Fugro, 2017), kartlegging av marin arkeologi i tiltaksområdet (Stiftelsen Bergens Sjøfartsmuseum, 2016), vurderinger knyttet til lokaliteter for strandkantdeponi (Norconsult, 2017), undersøkelser av geotekniske forhold (Rambøll, 2022f), risiko- og tiltaksvurdering av sjøbunnen utenfor Gassverkstomta (Multiconsult, 2020), resultater fra miljøtekniske undersøkelser gjennomført høsten 2021 (Rambøll, 2022a) og nye data om strømførholdene (Rambøll, 2022g).

I etterkant av at tiltaksplanen (Rambøll, 2015) ble utarbeidet er det kartlagt et område utenfor den tidligere Gassverkstomta, innen delområde 4, der det er omfattende tjæreforurenning (Multiconsult, 2020). En tiltaksplan for opprydding av forurenset sjøbunn utenfor Gassverkstomta, samt opprydding av resterende grunnforurenning på området utarbeides parallelt med tiltaksplanen for Aspevågen (dette dokumentet).



Figur 1. Kart over Aspevågen med markering av delområder (1-9). Delområder prioritert for opprydding av forurenset sjøbunn i tiltaksplanen fra 2015 (Rambøll, 2015) er markert i blått, med angitt areal og antall sedimentprøver som lå til grunn for vurderingene i tiltaksplanen.

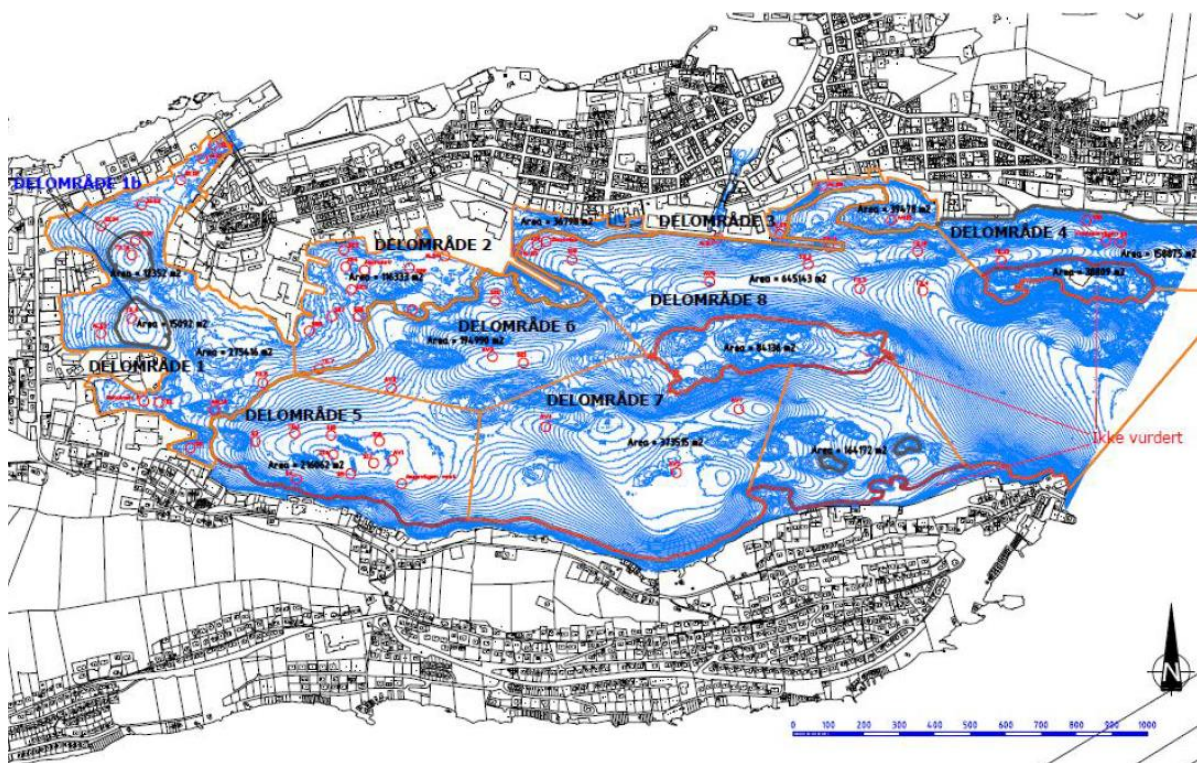
1.1 Avgrensning av tiltaksområdet

Tiltaksområdet er avgrenset til vannforekomsten Aspevågen (Figur 2). Lokalbefolkningen i Ålesund skiller mellom Aspevågen og Steinvågsundet, men i foreliggende rapport omtales Aspevågen som hele tiltaksområdet, inklusive Steinvågsundet (Figur 2). Aspevågen er en del av Borgundfjordsystemet. I tiltaksplanen fra 2015 (Rambøll, 2015) ble tiltaksområdet delt opp i ni delområder, og forurensningsrisiko og tiltaksbehov i hvert enkelt delområde ble vurdert. Deretter ble det gjort en rangering av delområdene mht. behov for tiltaksgjennomføring. Det ble vurdert som hensiktsmessig å planlegge tiltak mot forurenset sjøbunn i delområde 2, delområde 3, delområde 4 og delområde 5 som del av prosjektet Renere fjord Ålesund. Avgrensningen av delområdene ble gjort basert på vanddyb over/under 15 m, og øvrig sjøbunnstopografi og terreng. Delområde 2, 3, 4 og 5 ble prioritert som hensiktsmessige for å gjennomføre tiltak mot forurenset sjøbunn.

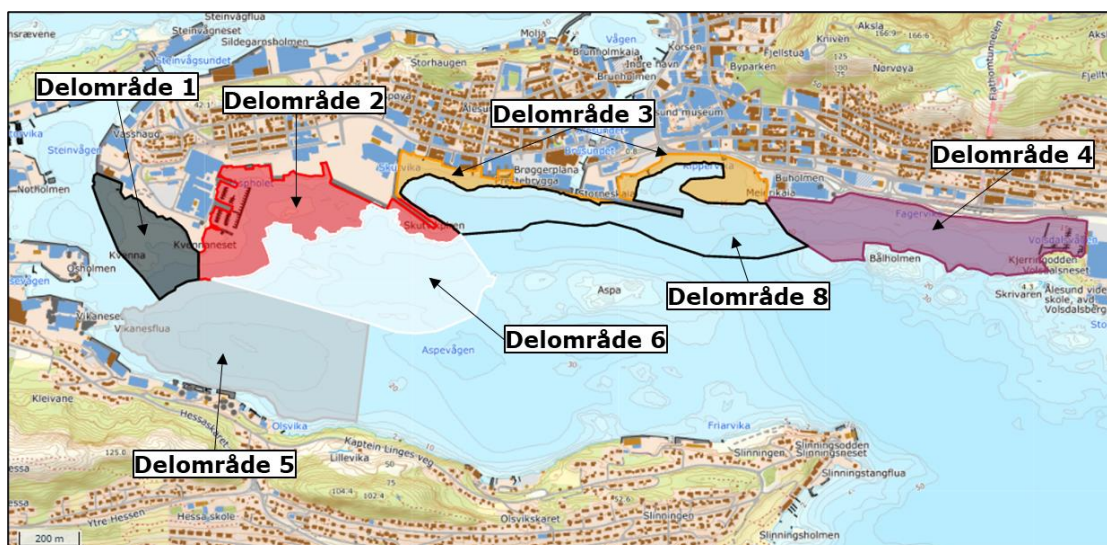
I forbindelse med arbeidet med revidert tiltaksplan har imidlertid delområde 2 og delområde 3 blitt utvidet til å også omfatte deler av hhv. delområde 6 og delområde 8. I tillegg har det blitt gjennomført en risiko- og tiltaksvurdering av en mindre del av delområde 1 ved Kvenneset. Følgelig er avgrensningen av tiltaksområdet som inngår i vurderingene i denne tiltaksplanen, endret fra tiltaksplanen i 2015 (Rambøll, 2015), og tilsvarer nå områdene markert i Figur 4.



Figur 2. Vannforekomsten Aspevågen (vannforekomst ID: 0301021900-C) markert med blå linjer. Kartet er hentet fra Vann-nett (Vann-nett, 2022).



Figur 3. Utsnitt av kart over delområder i Aspevågen hentet fra Rambøll (2015).



Figur 4. Delområder vurdert som aktuelle for tiltak mot forurenset sjøbunn i inneværende tiltaksplan er markert i kart hentet fra Kystinfo.no (Kystverket, 2022a).

1.2 Målsetting

I denne tiltaksplanen beskrives løsninger for tiltak mot forurenset sjøbunn i de ulike delområdene av Aspevågen. Det blir gitt en vurdering av egnethet for ulike tiltaksløsninger basert på effekt og kostnader, og det foreslås en løsning som i størst mulig grad ivaretar miljø- og samfunnsmessige hensyn. Rapporten inkluderer også en oppsummering av forurensningstilstanden på sjøbunnen i området. Det gis også en oversikt over anbefalte tiltaksrettede undersøkelser som bør gjennomføres før oppstart av tiltaksarbeidene. Tiltaksplanen er utarbeidet i henhold til retningslinjer gitt i Miljødirektoratets faktaark M-325/2015 «Tiltaksplaner for opprydding av forurenset sjøbunn» og veileder M-350/2015 rev. 2018 "Håndtering av sedimenter" (Miljødirektoratet, 2018).

Målet med foreliggende rapport er som følger:

- Oppdatere miljømål for tiltaksområdet
- Beskrive tiltaksområdet, herunder forurensningshistorikken og dagens forurensningssituasjon
- Bedømme om det er risiko for spredning av forurensning fra forurenset grunn og sedimenter, basert på eksisterende data
- Revidere tiltaksplanen fra 2015 (Rambøll, 2015) i lys av resultater fra nye undersøkelser og planlagt områdebruk
- Vurdere og anbefale tiltaksløsninger for opprydding av forurenset sjøbunn i ulike delområder av Aspevågen
- Legge til rette for detaljprosjektering av gjennomføring av opprydding av forurenset sjøbunn i Aspevågen

2. OMRÅDEBESKRIVELSE

2.1 Generell beskrivelse

I tiltaksplanen fra 2015 er det gitt en omfattende områdebeskrivelse av tiltaksområdet. Beskrivelsen nedenfor er hentet fra tiltaksplanen (Rambøll, 2015):

Aspevågen med et overflateareal på 2,55 km² utgjør en del av Borgundfjorden. Fjorden er orientert i øst - vest retning med åpning til Borgundfjorden mellom Slinningsodden og

Volsdalsneset. I vest er det forbindelse gjennom Steinvågsundet til Valderhaugfjorden nord for byen. Via Borgundfjorden er det forbindelse til åpent hav.

Aspevågen er omkranset av bymessig bebygde arealer og det er særlig områdene Aspøya og Nørvøya som har den lengste industrihistorien med blant annet flere verft og annen mekanisk industri (Figur 5). Vågen er omkranset av ulike typer industriområder, kaier, veger og trafikkarealer, og gjennom de siste ca 100 årene har området blitt gradvis endret gjennom flere utfyllinger i sjø for å etablere/utvide eksisterende landarealer (Figur 5).

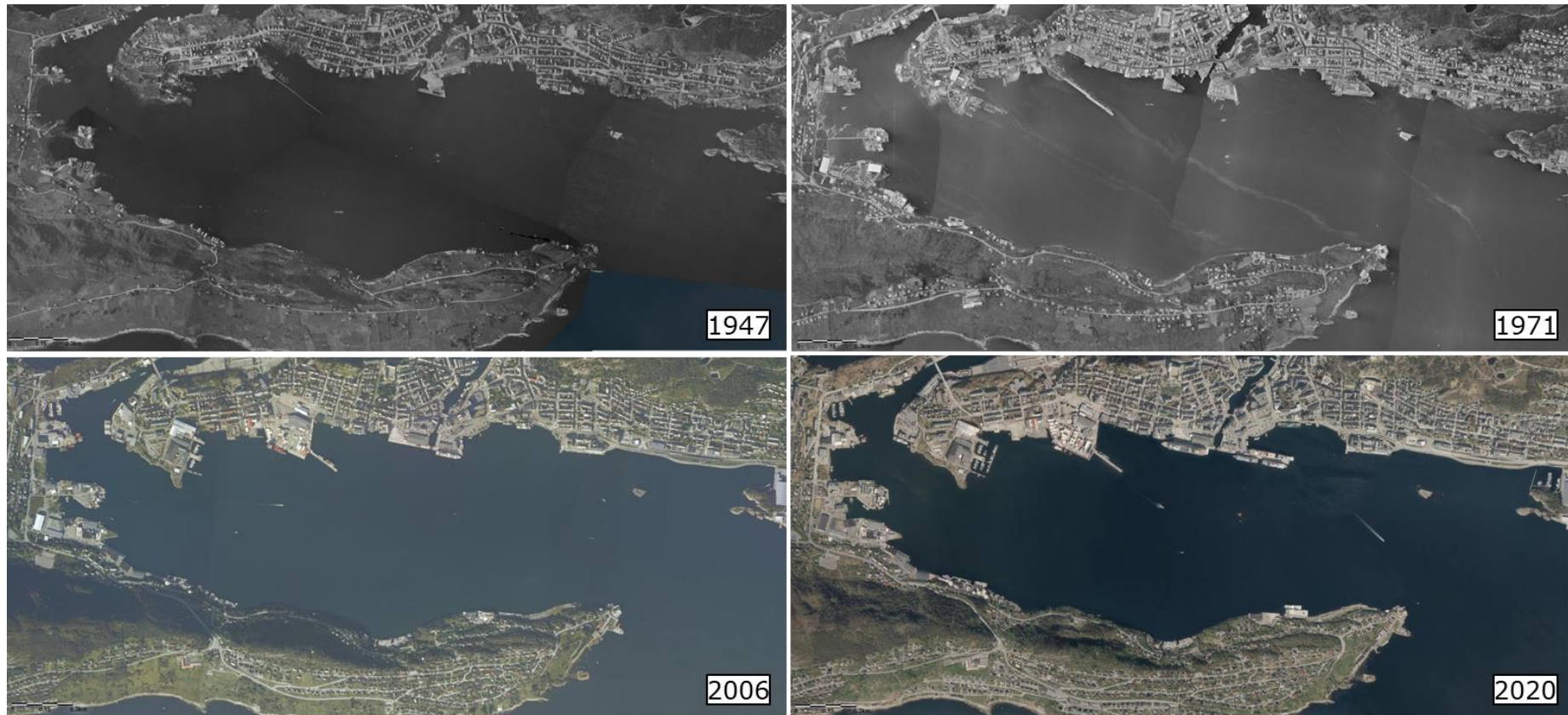
Det er ingen bekker, vassdrag eller lignende som leder ut i Aspevågen, og nedbørsfeltet er lite. Ferskvannstilførselen til vågen kommer derfor via direkte overflateavrenning fra nedbørsfeltet og fra kommunale avløp for overflatevann. Det er ikke lenger utslipp av kommunal kloakk til vågen. Det kommunale renseanlegget Aspøy RA-2 ble satt i drift i 2000, og det har vært omfattende utbedring av avløpsnett og pumpestasjoner.

Liten ferskvannstilførsel gir små vertikale endringer i saltholdighet i Aspevågen, og er derfor antatt å være uten betydning for sirkulasjonen i fjorden. Vannutskiftingen i Borgundfjorden med Aspevågen drives i hovedsak av vindstrøm, tidevannsstrøm og strøm drevet av endringer i lufttrykk. Midlere vannstandsforskjell er 1,5 m. Som følge av raske endringer i vind og lufttrykk vil også strømforholdene i overflatelaget kunne endres raskt. Vannutskiftingen i Aspevågen er derfor god, og strøm og sirkulasjon gjennom Steinvågsundet antas alene å kunne skifte ut 1/3 av vannvolumet per døgn, som totalt utgjør 55 mill. m³ (NIVA, 1979).

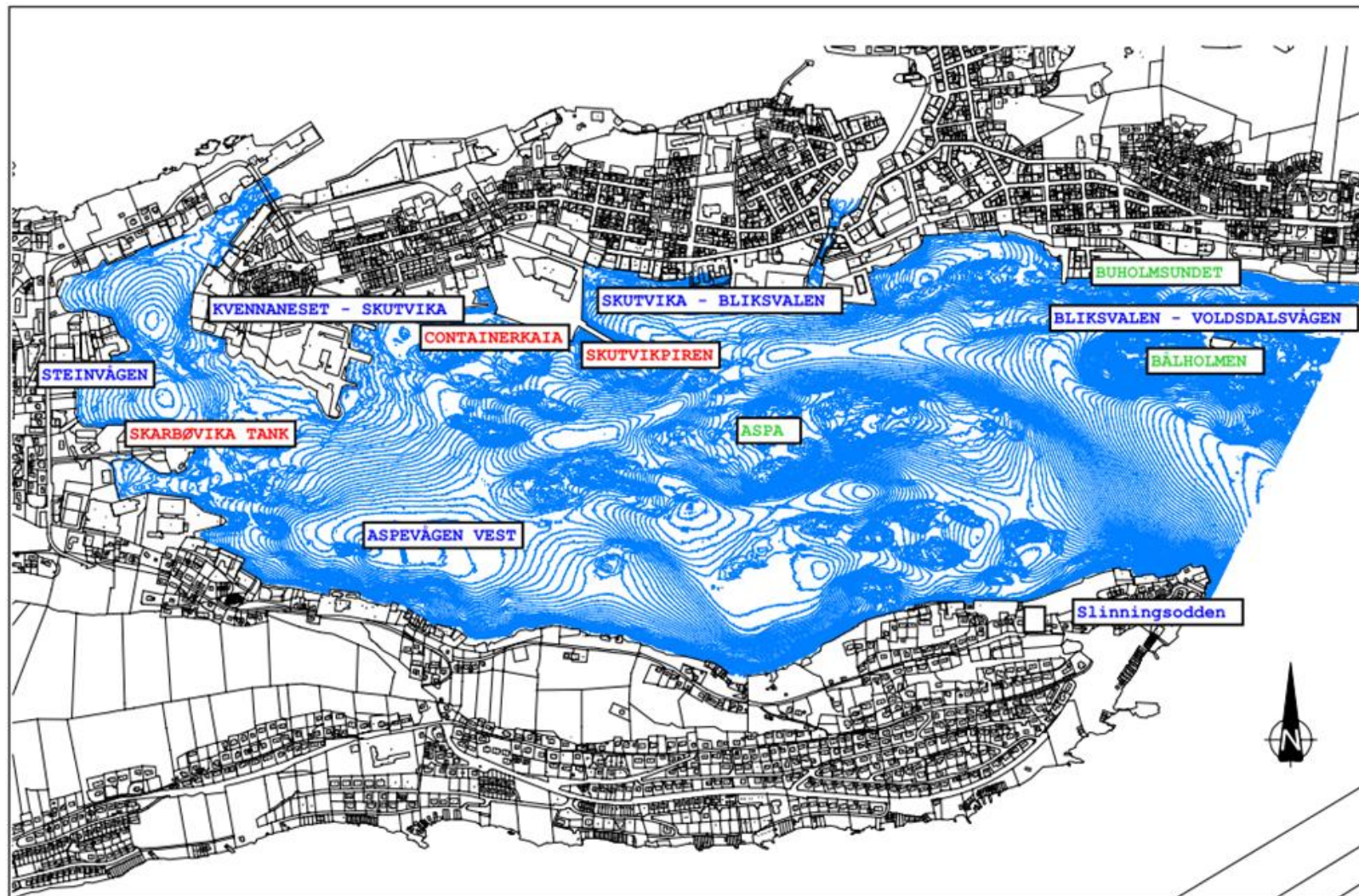
Store deler av Aspevågen består av grunne områder. Steinvågsundet har to fordypninger, men er ellers et grunt område med vanddyb mindre enn 15 m (Figur 6). Det samme gjelder utenfor Kvenneset i Aspølet som utgjør et relativt flatt og grunt område. På nordsiden og på sørsiden av vågen skrår sjøbunnen raskt ned til 15 m vanddyb. Det er flere små bassenger i vågen, det dypeste mot sør mot Slinningsodden har et vanddyb på mellom 40 og 50 m. Det er omfattende skipstrafikk i området (Figur 7) og det er tidligere beregnet mer enn 16000 årlige skipsanløp til Ålesund havn (Rambøll, 2015). Data hentet ut fra Havbase (Kystverket, 2022b) viser imidlertid at antall anløp til de ulike havnene i tiltaksområdet har vært noe mindre i perioden 2019-2021, fra mellom ca 3500 til ca 7500 anløp pr. år. Dette er fortsatt et høyt antall anløp, og en kan derfor anta at alle områder grunnere enn 15 m mer eller mindre påvirkes av skipstrafikken.

Ålesundsområdet er preget av mye bart grunnfjell, moreneavsetninger og marine strandavsetninger. Et tynt sand- eller siltlag dekker sjøbunnen i dag og er trolig avsatt i etterkant av siste istid, mens under dette sand eller siltlaget er det identifisert to sedimentlag som mest sannsynlig er marine leiravsetninger fra nedsmeltingen av is-skjoldet som dekket Skandinavia under siste istid (Fugro, 2017). Områdene nær de store kaianleggene, som Skutvikpiren og Hurtigbåtkaia i Kippervika er imidlertid preget av bart grunnfjell eller grunnfjell med kun et tynt sedimentlag (Fugro, 2017). Følgelig er nok potensialet for spredning av forurensede partikler som følge av propelloppvirvling begrenset i disse områdene.

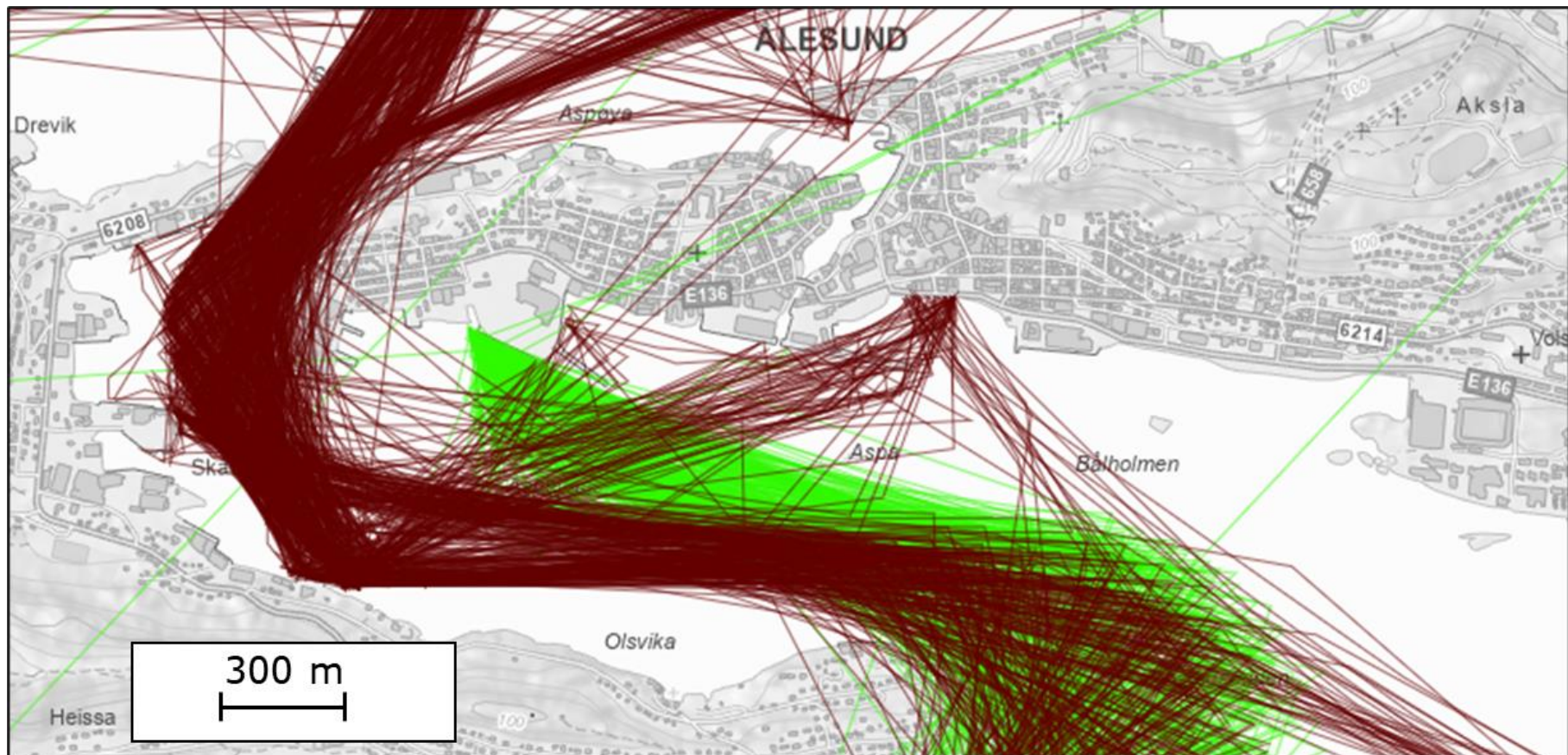
Tidligere undersøkelser av sedimentene i dypområdene i Aspevågen har vist at disse var anoksiske i de dypeste delene av vågen (NIVA 1979). Anoksiske sedimenter antas å skyldes stor tilførsel av organisk materiale fra kommunale utslipp. Selv om det er foretatt store utbedringer i avløpsnett og utslippene av organisk stoff og næringssalter er redusert, viste undersøkelser av Multiconsult (2010) at de øvre cm av sedimentene er anoksiske i store deler, og selv i relativt grunne områder, i vågen. Oksygenforholdene i sedimentene ble ikke undersøkt av Rambøll (2022a).



Figur 5. Flybilder av Aspevågen, og deler av Ålesund og omegn fra 1947, 1971, 2006 og 2020. Bildene er hentet fra Norge i bilder (2022).



Figur 6. Aspevågen med bunntopografi (1 m koter) og angivelse av stedsnavn benyttet i rapporten.



Figur 7. Utsnitt fra Havbase (Kystverket, 2022b) med markering av skipstrafikk i Aspevågen i 2021 for oljetankere (mørk rød) og containerskip (lys grønn). Figuren er valgt for å illustrere graden av skipstrafikk i området, og inkluderer ikke all registrert skipstrafikk. Det er i tillegg en vesentlig grad av anløp av ferge- og cruiseskip til bl.a. Kippervika og Skutvika, samt også andre typer frakteskip, fiskefartøy og offshore-skip i samme området.

2.2 Geotekniske forhold

Tiltaksområdet er innledningsvis undersøkt i 2021 (Rambøll, 2022f), hvor 8 totalsonderinger ble utført (Tabell 1). Sonderingene viste generelt at området består av mye bart fjell og relativt lav løsmassemektighet i punktene. Løsmassene består hovedsakelig av et slamlag over siltige eller sandige masser. Tildekkingslaget må designes basert på disse resultatene. Det vil imidlertid være behov for supplerende geotekniske undersøkelser som grunnlag for detaljprosjekteringen. Det må avdekkes om løsmassemektigheten av silt og eller sandlag er vesentlig for å sikre tilfredsstillende områdestabilitet. Tolkning av enkeltpunktene er oppsummert i Tabell 1 og Vedlegg 1.

Tabell 1. Tolkning av borpunkter fra datarapport. Se også informasjon gitt i Vedlegg 1.

Borpunkt	Delområde	Tolkning
1	5	6 meter slamlag over sand
2	1	1,5 meter bløte masser over 3,5 meter faste masser
3	2	5 meter med bløte masser (slam), med innslag av tynne sandlag
4	6	1,5 meter slamlag over 0,5 meter sand eller silt over trolig berg (begrenset innboringslengde p.g.a. fare for stangbrudd)
5	3	0,5 meter slam over 0,5 meter sand eller silt
6	8	1,5 meter slam over 0,5 meter sand eller silt
7	3	4 meter slam med innslag av sand eller silt over 1 meter morene eller faste masser
8	4	1 meter slam over 0,5 meter sand, silt eller leire

2.3 Strømforhold og vannutskiftning

Det Norske Veritas (DNV) utførte i 2010 strømmålinger ved tre stasjoner hvor to av disse ligger innenfor tiltaksområdet i Aspevågen (DNV, 2010). I tillegg utførte Rambøll strømmålinger ved fire stasjoner i Aspevågen i forbindelse med supplerende miljøundersøkelser hvor strømmålingene ble foretatt fra november 2021 til mai 2022 (Rambøll, 2022g). Resultatene viser relativt rolig gjennomsnittlige strømforhold i vannsøylen (fra overflatevann til bunnvann), med stedvis potensial for relativt høye strømhastigheter i korte perioder. Resultater og vurderinger av strømforholdene i området er gitt i Rambøll (2022g) og Vedlegg 2.

2.4 Arealbruk

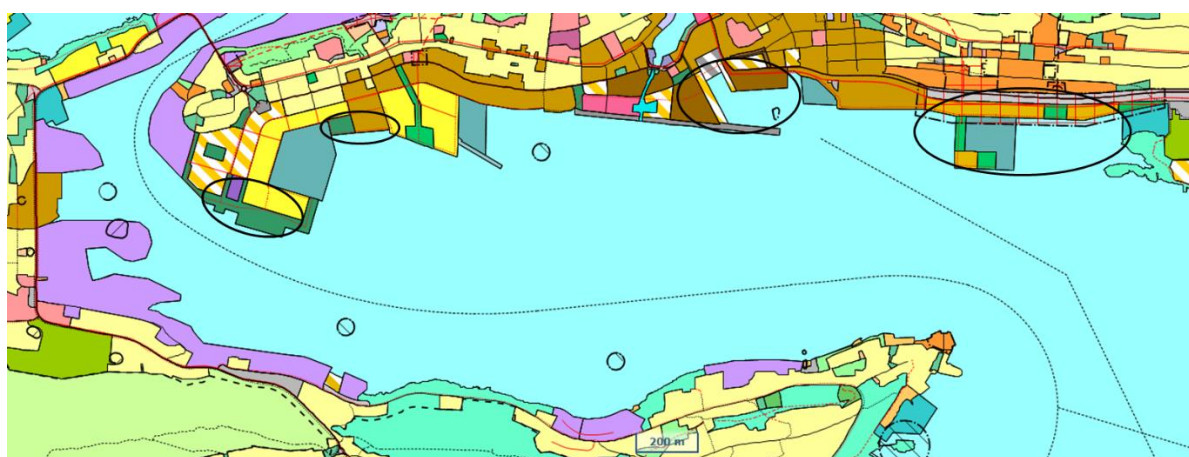
Landområdene langs tiltaksområdet samt selve tiltaksområdet er sterkt preget av havnevirksomhet, industrivirksomhet, boligbebyggelse, sentrumsområder og småbåthavner.

I kommuneplanens arealdel for 2016 til 2028 (Geoinnsyn, 2022) fremkommer det at det er planlagt å gjøre om store deler av industriområdene ved Aspfolet, Skutvika, Kippervika og områdene ved Meierikaia mot Volsdalsvågen til boligbebyggelse, grønnstruktur eller sentrumsformål (Figur 8). Stedvis vil det imidlertid fortsatt være anleggsvirksomhet, spesielt ved Skutvika, Kippervika og langs Volsdalsvågen (Figur 8). Landområdene langs sjøen fra Skarbøvik og ut til Slinningsodden, er det i all hovedsak planlagt videre næringsvirksomhet, eller grønnstruktur (Figur 8).

Det er planlagt å flytte deler av havnevirksomheten ut av Aspevågen til Flatholmen i Ellingsøyfjorden i 2024. Det ble gjennomført et møte med Ålesund Havn, Rambøll og prosjektgruppa fra Ålesund kommune 7. september 2021. I møtet forklarte Ålesund Havn at de på sikt vil flytte deler av sin virksomhet ut av Aspevågen, men at det ikke foreligger noen planer om å flytte havnevirksomheten i sin helhet ut av Aspevågen. Det er havneaktiviteten ved

Containerkaia og Skutvika som vil flyttes til Flatholmen, men havneaktiviteten langs Prestebrygge, Storneskaia og Kippervika vil imidlertid bestå. I tillegg er det planlagt å benytte store deler av Aspholet, Skutvika og Kippervika som småbåthavn. Dette fremkommer også av kommuneplanens arealdel (se Figur 8). Det vil derfor legges til grunn for denne tiltaksplanen at havnevirksomheten vil fortsette i både Skutvika og Kippervika, samt at det vil være småbåthavnsdrift ved Aspholet, Skutvika og Kippervika.

Det fremkommer av kommuneplanens arealdel at det er planlagt/lagt til rette for utfyllinger i sjø ved Kvenneset, Aspholet, Kippervika, Gassverkstomta og langs E136 ved Volsdalsvågen (Figur 8). Formålet med disse utfyllingene varierer, men vil være for å bl.a. etablere uteoppholdsarealer (Kvenneset), sentrumsformål (Aspholet og Kippervika), anleggsområder (Kippervika), bebyggelse og anlegg (Volsdalsvågen og Gassverkstomta), samt grønstruktur (Gassverkstomta).



Figur 8. Kart med illustrasjon av planlagt fremtidig arealbruk langs tiltaksområdet. De mest relevante fargekodene er beskrevet i underkant av kartet, mens svarte sirkler indikerer planlagte utfyllinger i sjø langs tiltaksområdet i Aspevågen. Kartet er hentet fra Geoinnsyn (2022) med mindre modifikasjoner i etterkant.

2.5 Kostholdsråd

Det foreligger ikke konkrete kostholdsråd for Aspevågen (Miljøstatus, 2022). For de nærliggende fjordene Ellingsøyfjorden og Åsefjorden foreligger det imidlertid kostholdsråd mht. kvikksølv i torsk fra Ellingsøyfjorden og den bromerte flammehemmeren HBCDD i blåskjell, bergylt og krabber fra Åsefjorden (Miljøstatus, 2022).

2.6 Vannforskriften

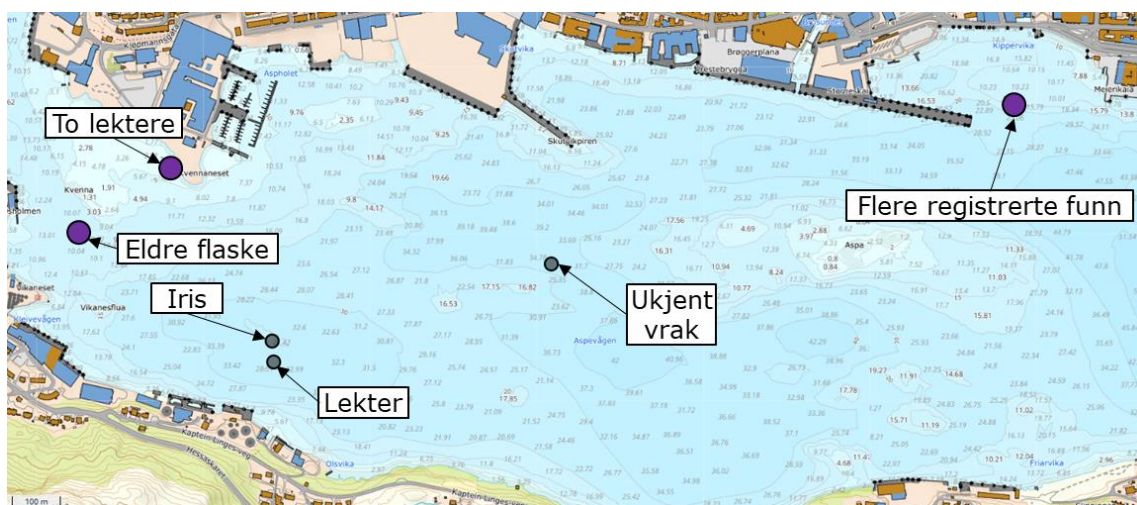
Aspevågen er en egen vannforekomst (id: 0301021900-C) av vanntypen *beskyttet kyst/fjord*. Vannforekomsten har registrert «dårlig» kjemisk tilstand og «moderat» økologisk tilstand (Vann-nett, 2022). Det angitt i Vann-nett at miljømålene for vannforekomsten, iht. vannforskriften, vil oppnås ila. perioden 2022-2027 (Vann-nett, 2022). Vanddirektivets føringer, mål og miljømål for Aspevågen vurderes nærmere under kapittel 4 *Miljømål* nedenfor.

2.7 Kulturminner

I 2016 ble det gjennomført en kartlegging av kulturminner i tiltaksområdet i Aspevågen (Stiftelsen Bergens Sjøfartsmuseum, 2016). Dette for å vurdere de planlagte tiltakenes grad av konflikt med eventuelle kulturminner og kulturlandskapet på sjøbunnen i tiltaksområdet. Funn fra

undersøkelsen, samt kulturhistoriske registreringer hentet fra Kystinfo (Kystverket, 2022a) er illustrert i Figur 9.

Undersøkelsen avdekket ingen funn som er omfattet av §14 i kulturminneloven (skipsfunn eldre enn 100 år). Det ble imidlertid gjort funn av tre vrak; dampskipet Iris (se Vedlegg 3), en leker ved siden av vraket av Iris og et ukjent vrak på 13-14 meter på 30-37 m dyp (Stiftelsen Bergens Sjøfartsmuseum, 2016). Øvrige registrerte kulturhistoriske funn sjøbunnen i Aspevågen inkluderer to lektere og en eldre flaske (trolig >100 år gammel) ved Kvennaneset, samt registreringer ved Kippervika som inkluderer små hauger med ballaststein, løsfunn av keramikkbrekke, et stykke ballastflint, krittpephoder, fiskesøkke, flasker og trestykke (Kystverket, 2022a).



Figur 9. Markerte funn (i sorte sirkler) fra den marinarkeologiske undersøkelsen gjennomført i Aspevågen av Stiftelsen Bergens Sjøfartsmuseum (2016), samt øvrige registrerte kulturhistoriske funn i Aspevågen (lilla sirkler) hentet fra Kystinfo (Kystverket, 2022a).

2.8 Installasjoner på sjøbunnen

Informasjon om installasjoner på sjøbunnen i Aspevågen er hentet fra Kystinfo (Kystverket, 2022a) og illustrert i Figur 10.

Det er registrert en vannledning som krysser Kvenna, fra Kvennaneset til litt øst for Vikaneset. Det er også registrert et rør ved Vikaneset, som går ned til ca 12 m vandndyp. I Skutvika er det registrert et rør som går ut til ca 25 m vandndyp, like øst for Skutvikpiren.

Ut fra den vestlige delen av Meierikaia er det registrert to kraftledninger tilhørende Taffjord Kraftnett AS, samt et rør som går til ca 40 m vandndyp. De to kraftledningene krysser sentrale deler av Aspevågen fra Meierikaia i nord til Slinningsodden i sør. Lenger øst på Meierikaia er det registrert et nytt utslippsrør, med utslipp på ca 37 m vandndyp.

For øvrig er det ikke registrert noen installasjoner på sjøbunnen i tiltaksområdet, men erfaring tilsier at det trolig er flere rør/ledninger i området som ikke er registrert. Bl.a. ble det under ROV-undersøkelsen høsten 2021 detektert et rør ut fra de vestlige delene av Meierikaia i retning Gassverkstomta (Rambøll, 2022a).



Figur 10. Registrerte installasjoner på sjøbunnen markert i grå og rosa stiplede linjer. Kartet er hentet fra Kystinfo (Kystverket, 2022a).

3. FORURENSNINGSKILDER

3.1 Forurensningskilder på land

I forbindelse med tiltaksplanen for Aspevågen utarbeidet i 2015 (Rambøll, 2015), ble det gjort en omfattende gjennomgang og vurdering av eksisterende datamateriale knyttet til forurenset grunn og utlekkings-/spredningspotensialet fra ulike eiendommer langs Aspevågen. Generelt viste gjennomgangen at det forelå spredningsfare til sjø fra flere eiendommer. I etterkant har det blitt gjennomført omfattende kartlegging og opprydding ved flere av de registrerte grunnforurensningslokalitetene. Dette er oppsummert i Vedlegg 3. Det gjenstår imidlertid et sikringstiltak for å redusere spredning av forurensning til sjø fra det tidligere Ålesund Gassverk (Gassverkstomta), og Rambøll har utarbeidet en tiltaksplan for dette tiltaket (Rambøll, 2022d). I tillegg er sjøområdet i Aspholet utenfor Liaaen verft på Kvenneset registrert som en grunnforurensningslokalitet. Dette området inngår i den vurderingene i den inneværende tiltaksplanen. For øvrig er det også tre lokaliteter som er registrert med «mistanke om forurensning» i områder som grenser til Aspevågen. Dette er presentert og beskrevet nærmere i Vedlegg 3.

3.2 Forurensningskilder i sjø

De forurensete sedimentene i Aspevågen er å anse som en aktiv forurensningskilde til omkringliggende sjøområder. I tillegg er vraket av skipet Iris (i delområde 5) en potensiell forurensningskilde. Dette er beskrevet nærmere i Vedlegg 3.

4. MILJØMÅL

4.1 Overordnet for Renere fjord Ålesund

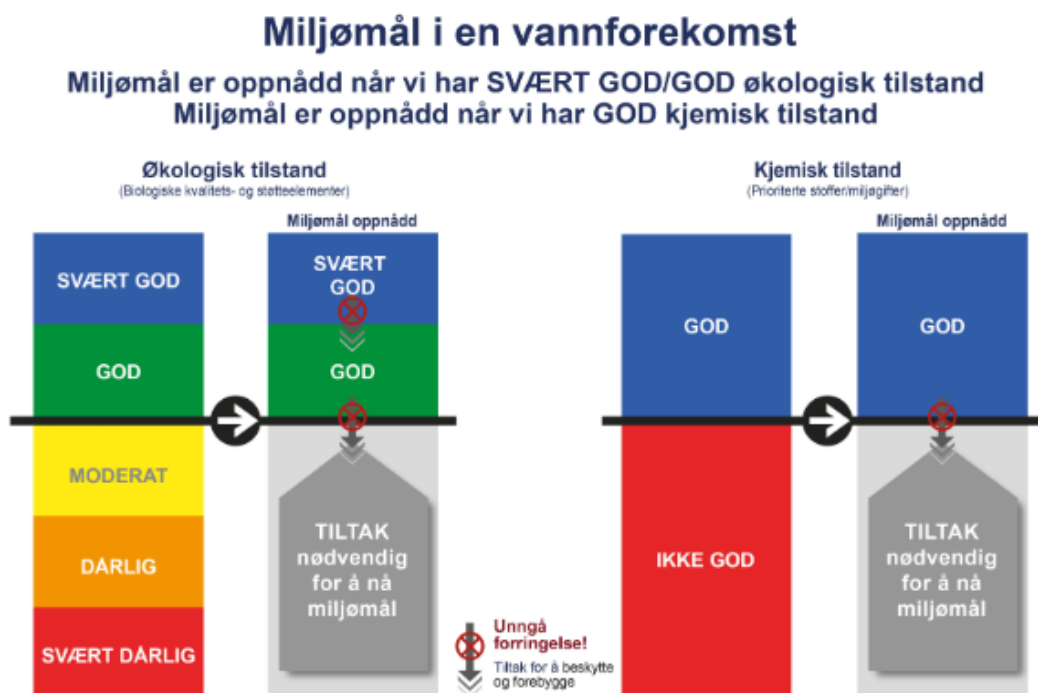
Til grunn for miljømålet må det ligge et overordnet mål om at tiltaksområdet kan bli et attraktivt naturområde for utfoldelse av rekreasjon og friluftsliv uten synlig tegn til forurensning. Videre bør det ikke være en uakseptabel risiko for mennesker å benytte Aspevågen til rekreasjon og friluftsliv, inklusive fiske og bading. Samtidig skal området kunne være et aktivt havneområde med mulighet for utvikling av havnetilbudene i regionen.

Gjennom vanndirektivet og vannforskriften har Norge forpliktet seg til å jobbe for at alle vannområder minst skal opprettholde eller oppnå «god miljøtilstand» (illustrert i Figur 11). For

Aspevågen (vannforekomst-ID: 0301021900-C) er det gitt utsatt frist om at miljømålet skal nås innen 2027 (Direktoratsgruppen for vanddirektivet, 2022a). Hovedformålet med vanddirektivet er å sikre beskyttelse og bærekraftig bruk av vannmiljøet, og om nødvendig iverksette forebyggende eller forbedrende miljøtiltak for å sikre miljøtilstanden i ferskvann, grunnvann og kystvann (Direktoratsgruppen for Vanddirektivet, 2022b). Det skal settes miljømål som skal være konkrete og målbare.

Miljømålet for naturlige vannforekomster av overflatevann (elver, innsjøer og kystvann) er at de som et minstemål skal ha god økologisk- og kjemisk tilstand iht. gjeldende veiledere (Direktoratsgruppen for Vanddirektivet, 2022b). Ved fastsetting av miljømål kan vurderinger av samfunnsnyttene, kostnader eller tekniske/naturlige forhold nødvendiggjøre bruk av unntaksmulighetene i vanddirektivet, for å sikre at forvaltningsplanene og tiltaksprogrammet blir realistiske og gjennomførbare.

Aspevågen er karakterisert som en sterkt modifisert vannforekomst på bakgrunn av havnedrift og skipsfart (Rambøll, 2015). For sterkt modifiserte vannforekomster er det lite hensiktsmessig å ha god økologisk tilstand som et miljømål. Følgelig kan sterkt modifiserte vannforekomster sette egne miljømål om godt økologisk potensial (Direktoratsgruppen for vanddirektivet, 2018a). Miljømålet for kjemisk tilstand er imidlertid upåvirket av at en vannforekomst er karakterisert som sterkt modifisert. Følgelig vil målene for Aspevågen være «god kjemisk tilstand» og «godt økologisk potensial».



Figur 11. Illustrasjon av miljømål for vannforekomster i Norge hentet fra Vannportalen (Direktoratsgruppen for Vanddirektivet, 2022b). Ytterligere beskrivelse av figuren gis i Vannportalen.

For å nå målet om god kjemisk tilstand i overflatevann, skal utslipp av prioriterte stoffer som metaller og organiske miljøgifter reduseres eller opphøre slik at det oppnås konsentrasjoner i vannmiljøet som ligger nær bakgrunnsnivået for naturlig forekommende stoffer og nær null for menneskeskapte stoffer. Alle kilder til utslipp må vurderes, herunder forurenset grunn og forurenset sjøbunn. Spredning fra forurensete sedimenter er å regne som utslipp.

4.2 Langsiktig tiltaks mål

Tiltak mot forurensning på sjøbunnen i Aspevågen skal altså bidra til at Vanndirektivets miljømål nås. Miljødirektoratet har tidligere signalisert at for havner i større byer, hvor det er og fortsatt vil være tilførsler av forurensning til havna, skal moderat miljøtilstand (tilstandsklasse III) i sedimentene være tiltaks målet (Rambøll, 2015). I Aspevågen betyr det en sterk forbedring av miljøtilstanden. Ut fra dette ble følgende tiltaks mål utarbeidet for Aspevågen i 2015 (Rambøll, 2015):

- Sedimentene i Aspevågen skal minst oppnå tilstandsklasse III i sedimentene for de prioriterte stoffene:
 - Bly, kadmium, kvikksølv, nikkel og PAH (i henhold til EUs prioriterte liste)
 - PCB (som ofte forekommer i høye konsentrasjoner i norske havner)
- Det skal ikke være uakseptabel spredning av forurensning fra sediment i havna
- Sedimentene i Aspevågen skal ikke utgjøre en uakseptabel risiko for økosystemet og det biologiske mangfoldet i havna
- Det skal ikke være en uakseptabel risiko for human helse ved inntak av fisk og skalldyr fra havna.

Disse målene ble utarbeidet i samsvar med den tidligere utgaven av veilederen Risikovurdering av forurenset sediment (TA-2802/2011), slik at måloppnåelsen kunne kontrolleres ved å følge veilederen.

De langsiktige tiltaks målene for Aspevågen utarbeidet i 2015 er fortsatt å anse som realistiske langsiktige miljømål for området, og vurderes å være i henhold til kravene som er fastsatt gjennom vanndirektivet (se tekst ovenfor, samt Direktoratgruppen for vanndirektivet (2022b)). Det legges imidlertid til grunn at de langsiktige målene for Aspevågen skal være i samsvar med de gjeldende veilederne M-409/2015 *Risikovurdering av forurenset sediment* og M-608/2016 rev. 2020 *Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota* (Miljødirektoratet, 2015a; Miljødirektoratet, 2020a).

4.3 Operasjonelt (kortsiktig) tiltaks mål

Operasjonelle tiltaks mål rettet mot utførende entreprenør, som danner grunnlag for kontroll av tiltaksgjennomføringen, vil være noe mer konservative enn de langsiktige miljømålene. Disse miljømålene fastsettes som kriterier for å måle om gjennomførte tiltak mot forurenset sjøbunn i et område er gjennomført på en akseptabel måte, og om anleggsfasen kan anses som avsluttet.

Følgende operasjonelle tiltaks mål foreslås:

- Ved sluttkontroll av tiltaket skal mediankonsentrasjonen av PCB7, PAH16 og metaller (As, Cd, Cu, Cr, Pb, Hg, Ni, Zn) i overflatesedimentene (0-10 cm), på de undersøkte stasjonene, tilsvare tilstandsklasse II (god tilstand) eller bedre i henhold til veileder M-608/2016 rev. 2020 (Miljødirektoratet, 2020a).
- Ingen konsentrasjoner av PCB7, PAH16 og metaller (As, Cd, Cu, Cr, Pb, Hg, Ni, Zn) i overflatesedimentene (0-10 cm), på de undersøkte stasjonene, skal overskride konsentrasjoner tilsvarende tilstandsklasse III (moderat tilstand) i henhold til veileder M-608/2016 rev. 2020 (Miljødirektoratet, 2020a).

4.4 Forskjell før og etter tiltak

Forskjellene mellom den nåværende miljøtilstanden og de foreslåtte miljømålene (både langsiktige og kortsiktige) er store. Naturlige prosesser som sedimentasjon er ikke tilstrekkelig i området for å oppnå foreslåtte miljømål i nær fremtid. For Aspevågen er det tidligere vurdert at en slik tiltaksløsning vil ta flere ti-år (Rambøll, 2015). Naturlig restitusjon vurderes derfor ikke som en egnet tiltaksløsning for området. Følgelig må det iverksettes aktive

tiltak for opprydding av forurenset sjøbunn, slik at det på sikt vil være mulig å oppnå de foreslåtte miljø- og tiltaksmålene for Aspevågen.

Tiltaksløsninger må velges på bakgrunn av områdebruk, forurensningstype, sjøbunnstopografi og geotekniske forhold i tiltaksområdet. Tiltaksløsningene skal også utarbeides slik at miljømålene (kortsiktig og langsiktig) vil kunne oppnås for å sikre en sterkt forbedret og akseptabel miljøtilstand i Aspevågen. Det vil kun være aktuelt å designe tiltaksløsninger som legger til rette for fortsatt bruk av området til havnevirksomhet og skipstrafikk.

5. FORURENSNINGSTILSTAND

5.1 Datagrunnlag

Det er gjennomført et betydelig antall miljøtekniske undersøkelser i Aspevågen og omkringliggende områder de siste snaue 50 årene. Tiltaksplanen fra 2015 baserte seg i all hovedsak på et stort utvalg undersøkelser gjennomført på land og i sjø i perioden 2003 – 2013. I tiltaksplanen gis det imidlertid en oversikt over miljøtekniske undersøkelser gjennomført i området i perioden 1974-2013.

Denne rapporten baserer seg på informasjonen som fremkommer av tiltaksplanen fra 2015, men legger særlig vekt på resultatene fra de ulike undersøkelsene gjennomført etter 2015. Dette er gjort for å vurdere i hvilken grad tiltaksplanen fra 2015 fortsatt er aktuell, og om det er behov for å gjøre enkelte justeringer av inndeling av delområder, tiltaksløsninger osv. De mest relevante undersøkelsene av sjøområdene i Aspevågen, utarbeidet i etterkant av 2015, er listet opp nedenfor:

- Stiftelsen Bergens Sjøfartsmuseum, 2016, *Rapport fra Marinarkeologiske registreringer – tiltaksplan for forurensning Aspevågen* (Stiftelsen Bergens Sjøfartsmuseum, 2016)
- Fugro, 2017, *Sjøbunnskartlegging i Aspevågen, Ålesund kommune* (Fugro, 2017)
- Multiconsult, 2020, *Gassverkstomta, Ålesund – supplerende miljøgeologisk undersøkelse av sjøbunn* (Multiconsult, 2020)
- Rambøll, 2022, *Aspevågen – strømundersøkelser 2021 – 2022* (Rambøll, 2022g)
- Rambøll, 2022, *Aspevågen 2021 – Miljøteknisk undersøkelse – datarapport* (Rambøll, 2022a)
- Rambøll, 2022, *Ålesund kommune - Renere fjord Ålesund - Datarapport fra grunnundersøkelse* (Rambøll, 2022f)
- Rambøll, 2022, *Aspevågen 2021 – miljøteknisk undersøkelse ved Gassverkstomta – datarapport* (Rambøll, 2022b)
- Rambøll, 2022, *Gassverkstomta – tiltaksplan mot forurenset sjøbunn* (Rambøll, 2022c)
- Rambøll, 2022, *Gassverkstomta - tiltaksplan for sikring av gjenliggende grunnforurensning* (Rambøll, 2022d)
- Rambøll, 2022, *Steinvågen ved Kvenneset – risiko- og tiltaksvurdering av forurenset sjøbunn* (Rambøll, 2022e)

5.2 Forurensningstilstand i overflatediment

Vurderinger av forurensningstilstanden på sjøbunnen i de aktuelle delområdene i Aspevågen ble gjort gjennom en trinn 3 risikovurdering i tiltaksplanen fra 2015 (Rambøll, 2015) og i rapporten fra miljøundersøkelsene gjennomført høsten 2021 (Rambøll, 2022a). En oppsummering av forurensningstilstanden i de ulike delområdene er oppsummert i Vedlegg 4.

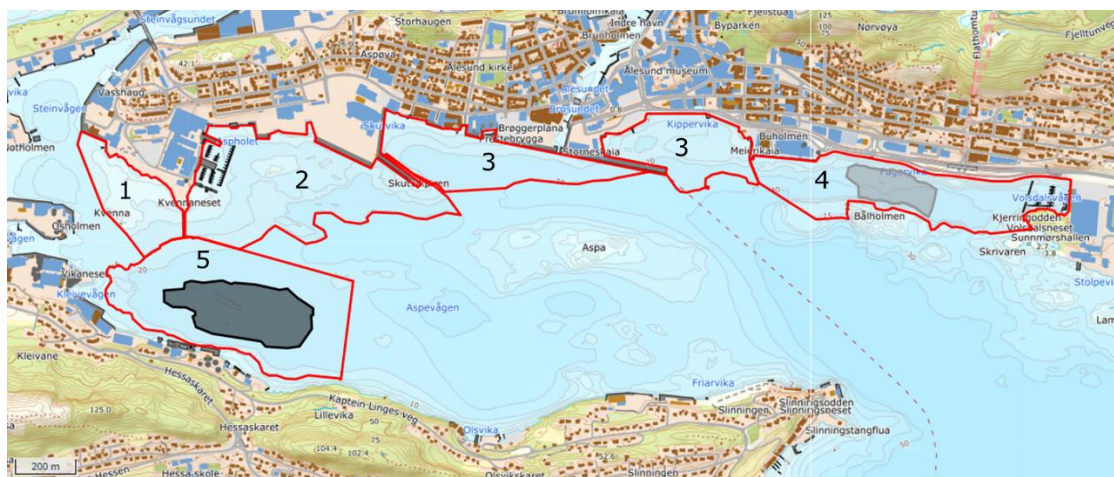
5.3 Risikovurdering

5.3.1 Generelt for alle delområder

Som en del av utarbeidelsen av tiltaksplanen i 2015, ble det gjennomført en fullstendig trinn III risikovurdering av forurenset sjøbunn i Aspevågen. For å etablere et grunnlag for å vurdere tiltaksprioritering i de ulike delområdene basert på nye sedimentprøver fra 2021, er det gjort en ny trinn II risikovurdering for de ulike delområdene. Det er satt en ytre avgrensning av delområdene på kote -30. Delområde 2 og de indre delene av delområde 6 er slått sammen til et nytt felles delområde, og det samme er delområde 3 og de indre delene av delområde 8. Disse nye delområdene er i det videre omtalt kun som delområde 2 og delområde 3. Kart over de ulike delområdene som er risikovurdert er illustrert i Figur 12.

Stedsspesifikke inngangsparametere for risikovurdering av de ulike delområdene er presentert i Tabell 2. For øvrig ble det benyttet sjablongverdier fra risikovurderingens regneark M-1489 (Miljødirektoratet, 2020), bl.a. for beregning av porevannskonsentrasjon og økotoksitet, for alle delområder. Unntaket var for risikovurdering av delområde 1 ved Kvenneset, der det ble gjennomført en trinn 3 risiko- og tiltaksvurdering iht. Miljødirektoratets veileder Risikovurdering av forurenset sediment (Miljødirektoratet, 2015a). Dette inkluderer bl.a. analyse av porevann, beregning av Kd-verdier og toksisitetstester. Det utarbeides en egen rapport for risiko- og tiltaksvurderingen av forurenset sjøbunn i delområde 1 ved Kvenneset (Rambøll, 2022e). I den rapporten presenteres øvrige stedsspesifikke verdier, utover det som presenteres i innværende rapport.

Resultatene fra risikovurderingene av de ulike delområdene er oppsummert i delkapitlene nedenfor.



Figur 12. Avgrensning av de ulike delområdene for tiltak i Aspevågen er markert i rød linjer. Sort skravert område i delområde 5 er områder med vanddyb >30 m, som ikke er risikovurdert. Grått skravert område i delområde 4 inngår ikke i risikovurderingen av delområde 4, men inngår i vurderingene knyttet til tiltak mot forurenset sjøbunn ved Gassverkstomta (Rambøll, 2022c).

Tabell 2. Stedsspesifikke verdier anvendt som inngangsparametere for risikovurdering av de ulike delområdene. For øvrige inngangsparametere ble det benyttet sjablongverdier fra risikovurderingens regneark M-1489 (Miljødirektoratet, 2020).

Parameter	Anvendt stedsspesifikkverdi				
	Delområde 1	Delområde 2	Delområde 3	Delområde 4	Delområde 5
TOC	3.2	1.66	4.36	4.9	4.18
Sedimentareal i bassenget, Ased [m ²]	65000	211480	188000	126000	170000
Vannvolumet over sedimentet, Vsed [m ³]	260000	3172200	3760000	3465000	4250000
Antall skipsanløp per år, Nskip	100	0	12000	0	3400
Trasélengde for skipsanløp i sedimentareal påvirket av oppvirvling, T [m]	70	0	150	0	110
Mengde oppvirvlet sediment per anløp, msed [kg]	100	200	200	100	917
Sedimentareal påvirket av oppvirvling, Askip [m ²]	15000	0	112545	0	41000
Fraksjon suspendert fsusp = sedimentfraksjon < 2mm	0.015	0.009	0.012	0.015	0.014
Fraksjon tørrvekt av vått sediment	0.48	0.64	0.528	0.5	0.47

5.3.2 Delområde 1 ved Kvenneset

Det er gjennomført en trinn 3 risiko- og tiltaksvurdering av forurenset sediment i delområde 1 ved Kvenneset. Resultat av risikovurderingen kan ses i Tabell 3 - Tabell 5. Sedimentprøvene er tatt på relativt grunt vann (grunnere enn 10 m) hvor det ikke foregår noen havnevirksomhet. I risikovurderingen er det lagt inn 100 anløp av fiskefartøy i den vestre delen av området basert på historiske AIS-data.

Spredningsmekanismen som dominerer for de organiske miljøgiftene, er spredning via organismer. For de lettere PAHene og metaller er det utlekking fra sedimentet som dominerer samtidig som oppvirvling fra skip også fører til spredning fra dette området. Det er ca 100 skipsanløp til Delområde 1 i dag. I tillegg passerer det en stor mengde skip gjennom Delområde 1. Dersom dette inkluderes i risikovurderingen i form av at antall skipsanløp økes til 1000 i året, vil ikke spredningsmekanismene endre seg for de fleste miljøgiftene som forekommer over grenseverdiene i delområde 1 (Figur 13 og Figur 14).

Kvenneset mot Steinvågsundet er et område hvor det har foregått mye utfylling i sjø gjennom tiden (Rambøll, 2015). Sammenliknet med Delområde 2 er det langt færre overskridelser av grenseverdier og tillatt spredning. Miljøgiftene som overskrider tillatt spredning, er i hovedsak de miljøgiftene som er sterkt bundet til partikler. Dominerende spredningsvei er via organismer (Figur 13). Det foregår lite rekreasjon på den vestlige siden av Holmaneset. Det er forventet at det foregår lite spredning fra dette området og effekten av tiltaket regnes som liten sammenliknet med for eksempel Delområde 2. Kornfordelingsanalysene som er gjort på kjerneprøvene fra Delområde 1 viser at andelen silt er høyere i de øverste 10 cm av sedimentet (0-10 cm) enn dypere i sedimentprofilen. Det antyder at dette er et område hvor det akkumuleres sediment. Tiltak i andre områder vil derfor på sikt ha en positiv effekt på miljøtilstanden i delområde 1, da rene partikler transporteres til området.

Tabell 3. Risikovurderingsresultater for delområde 1. Tabell til venstre viser overskridelser av risikovurderingens trinn 1 grenseverdier. Tabellen til høyre viser overskridelser tillatt spredning iht. Miljødirektoratets veileder M-409/2015 (Miljødirektoratet, 2015a).

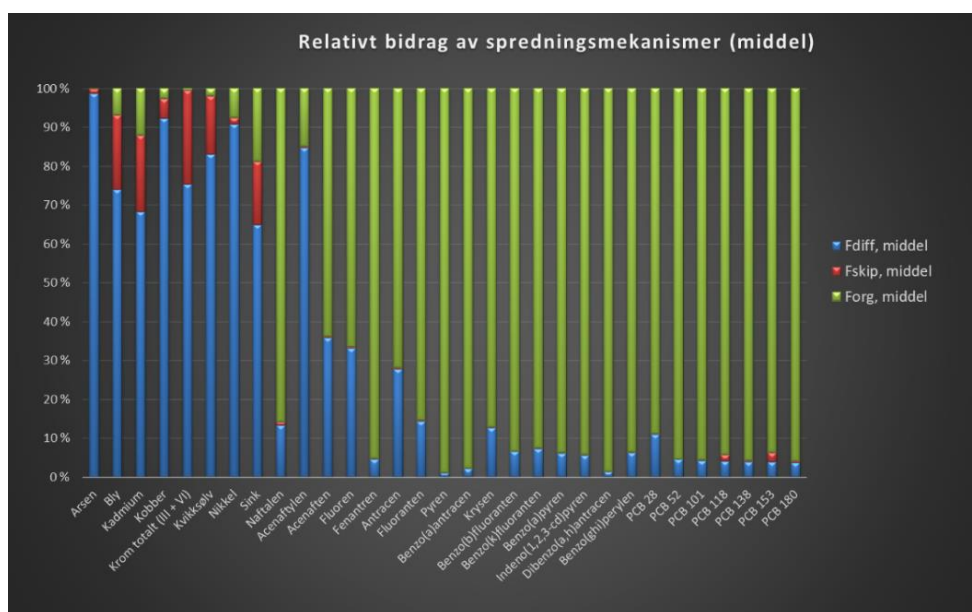
Stoff	Trinn 1 grenseverdi (mg/kg)	Målt sedimentkonsentrasjon i forhold til trinn 1 grenseverdi (antall ganger):		Stoff	Spredning (F _{tot}) dersom C _{sed} er lik grenseverdi for trinn 1 (mg/m ² /år)	F _{tot} i forhold til tillatt spredning (antall ganger):	
		Maks	Middel			Maks	Middel
Arsen	71			Arsen	7.25E+01		
Bly	1480			Bly	8.50E+01		
Kadmium	16.0			Kadmium	8.62E-01		
Kobber	84	2.0	1.2	Kobber	1.92E+01	2.1	1.2
Krom totalt (III + VI)	6000			Krom totalt (III + VI)	2.90E+02		
Kvikksølv	0.75	2.2	1.4	Kvikksølv	5.76E-02	2.3	1.4
Nikkel	271			Nikkel	1.93E+02		
Sink	750			Sink	4.61E+01		
Naftalen	1.754			Naftalen	2.74E+02		
Acenaftylen	0.085			Acenaftylen	5.49E-01		
Acenaften	0.195			Acenaften	5.10E+00		
Fluoren	0.69			Fluoren	8.50E+00		
Fenantren	2.50			Fenantren	1.93E+01	1.8	
Antracen	0.0300	15.7	6.5	Antracen	1.76E-01	9.3	4.6
Fluoranten	0.4	8.8	3.5	Fluoranten	3.72E+00	11.2	4.9
Pyren	0.840	3.1	1.3	Pyren	4.06E+01	13.2	5.6
Benzo(a)antracen	0.50	2.8	1.1	Benzo(a)antracen	9.52E+00	9.9	4.1
Krysen	0.28	3.9	1.7	Krysen	1.69E+00	6.3	3.0
Benzo(b)fluoranten	0.140	13.6	6.0	Benzo(b)fluoranten	9.38E-01	32.1	14.7
Benzo(k)fluoranten	0.135	4.8	2.2	Benzo(k)fluoranten	2.08E+00	11.5	5.4
Benzo(a)pyren	0.230	6.5	2.8	Benzo(a)pyren	2.88E+00	15.4	6.9
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0.063	15.6	7.1	Indeno(1,2,3-cd)pyren	2.33E-01	37.9	18.0
Dibenzo(a,h)antracen	0.273			Dibenzo(a,h)antracen	5.51E+01	2.8	1.3
Benzo(ghi)perylene	0.084	9.9	4.7	Benzo(ghi)perylene	8.86E-01	24.2	11.8
Sum PCB7	0.0430	2.1	0.9	Tributyltinn (TBT-ion)	5.33E+00	32.1	21.0
Tributyltinn (TBT-ion)	0.035	13.7	9.0	PCB7	4.42E-02	7.8	3.1

Tabell 4. Risikovurderingsresultater for delområde 1. Tabell til venstre viser overskridelser økologisk risiko (porevannskonsentrasjon i forhold til PNEC_w). Tabellen til høyre viser overskridelser tillatt risiko for human helse (beregnet livstidseksponering i forhold til livslang tolerabelt daglig/ukentlig inntak fra området) iht. Miljødirektoratets veileder M-409/2015 (Miljødirektoratet, 2015a). Datasettet som presenteres er beregnet med antagelsen om 100 skipsanløp og følgende 70 m potensiell skipsoppvirvling.

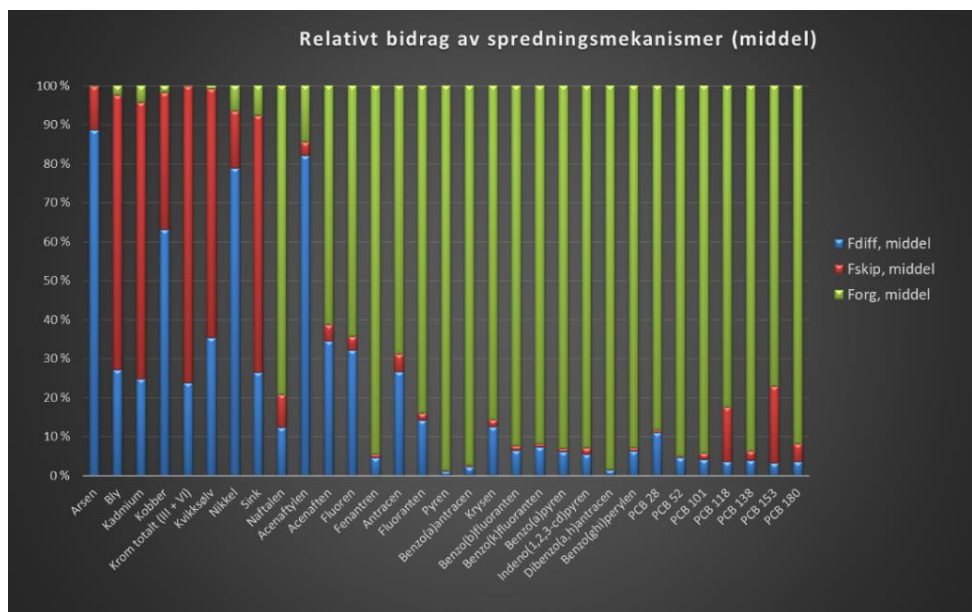
Stoff	Grenseverdi for økologisk risiko, PNEC _w (mg/l)	Målt eller beregnet porevannskonsentrasjon i forhold til PNEC _w (antall ganger):		Stoff	Grense for human risiko, MTR/TDI 10 % (mg/kg/d)	Beregnet total livstidseksponering i forhold til MTR 10 % (antall ganger):	
		Maks	Middel			Maks	Middel
Arsen	6,0E-04	2,8	2,1	Arsen	1,00E-04		
Bly	1,3E-03			Bly	3,60E-04		
Kadmium	2,0E-04			Kadmium	5,00E-05		
Kobber	2,6E-03	2,7	1,5	Kobber	1,63E-02		
Krom totalt (III + VI)	3,4E-03			Krom totalt (III + VI)	5,00E-04		
Kvikksølv	4,7E-05			Kvikksølv	7,10E-05		
Nikkel	8,6E-03			Nikkel	5,00E-03		
Sink	3,4E-03			Sink	5,00E-02		
Naftalen	2,0E-03			Naftalen	4,00E-03		
Acenaftylen	1,3E-03			Acenaftylen	5,00E-03		
Acenaften	3,8E-03			Acenaften	5,00E-02		
Fluoren	1,5E-03			Fluoren	4,00E-03		
Fenantren	5,1E-04			Fenantren	4,00E-03	5,6	2,2
Antracen	1,0E-04			Antracen	4,00E-03		
Fluoranten	6,3E-06	90,5	90,5	Fluoranten	5,00E-03	5,1	2,0
Pyren	2,3E-05	23,0	23,0	Pyren	5,00E-02	7,0	2,9
Benzo(a)antracen	1,2E-05	16,7	16,7	Benzo(a)antracen	5,00E-04	122,6	50,1
Krysen	7,0E-05	2,1	2,1	Krysen	5,00E-03	1,3	
Benzo(b)fluoranten	1,7E-05	13,5	13,5	Benzo(b)fluoranten	5,00E-04	38,2	16,9
Benzo(k)fluoranten	1,7E-05	12,4	12,4	Benzo(k)fluoranten	5,00E-04	30,1	13,6
Benzo(a)pyren	1,7E-07	1823,5	1823,5	Benzo(a)pyren	5,00E-05	564,7	242,4
Indeno(1,2,3-cd)pyren	2,7E-06	23,3	23,3	Indeno(1,2,3-cd)pyren	5,00E-04	11,2	5,2
Dibenzo(a,h)antracen	6,0E-07	450,0	450,0	Dibenzo(a,h)antracen	5,00E-05	2018,3	913,5
Benzo(ghi)perylene	8,2E-07	219,5	219,5	Benzo(ghi)perylene	3,00E-03	4,5	2,1
Sum PCB7		mangler PNEC	mangler PNEC	Tributyltinn (TBT-ion)	2,50E-04	321,1	209,9
Tributyltinn (TBT-ion)	2,0E-07	68181,8	44573,9	PCB7	1,00E-06	207,4	82,2

Tabell 5. Resultat etter toksisitetstest av sedimentene fra sedimentene i Delområde 1.

Parameter	Målt økotos		Grenseverdi for økotositet	Målt økotositet i forhold til grenseverdi (antall ganger):	
	Maks	Middel		Maks	Middel
Porevann, Skeletonema (TU)	ikke målt	ikke målt	1.0		
Porevann, Tisbe battagliai (TU)	ikke målt	ikke målt	1.0		
Porevann, Crassostrea gigas (TU)	0	0	1.0		
Organisk ekstrakt, DRCalux/EROD (TEQ i ng/kg)	16	16	TEQ < 50 ng/kg		
Helsedimenttest, Arenicola marina (% dødelighet)	ikke målt	ikke målt	20 %		
Helsedimenttest, Corophium volutator (% dødelighet)	5	5	20 %		



Figur 13. Beregnede spredningsmekanismer for sedimentene i Delområde 1 ved 100 skipsanløp i året.



Figur 14. Beregnede spredningsmekanismer for sedimentene i Delområde 1 ved 1000 skipsanløp i året.

5.3.3 Delområde 2

Siden det foreligger planer om å flytte havnevirksomheten ut av dette området i løpet av de neste årene, er risikovurderingen gjort med to ulike inputdata; 1) med 800 anløp i året og en trasé for potensiell skipsoppvirvling på 240 m (trasé til kaianlegg med vanddyp <20 m) og 2) uten skipsanløp med 0 m potensiell skipsoppvirvling. Resultatene med hensyn til overskridelser av trinn 1 grenseverdi og akseptabel spredning av forurensning er presentert i Tabell 6, mens overskridelser økologiske risiko (beregnet porevannskonsentrasjon) og risiko for human helse er presentert i Tabell 7.

Middelverdien av kobber, kvikksølv, PCB7, TBT og elleve PAH-forbindelser (hovedsakelig de tyngre forbindelsene), overskrider trinn 1 grenseverdi (grensen mellom tilstandsklasse III og IV). Det er metallene kobber og kvikksølv som klassifiserer i tilstandsklasse IV eller V. Ved stasjonene hvor det er overskridelser av grenseverdiene klassifiserte 5 av 9 overflateprøver i øvre del av tilstandsklasse IV eller V. Det samme gjelder for Kvikksølv. Prøvene som ikke overskrider grenseverdien for metaller, er tatt nært land i områder som forventes er propellpåvirket.

Med hensyn til spredning av forurenset sediment er det også vesentlig overskridelser for middelverdien av kobber, kvikksølv, flere PAH-forbindelser, PCB7 og TBT i delområdet, både med og uten skipstrafikk. Spesielt store overskridelser (>10 ganger for middel verdi) av akseptabel spredning er registrert for kvikksølv, antracen, fluoranthen, pyren, benzo(a)antracen, krysen, benzo(b)fluoranten, benzo(k)fluoranten, benzo(a)pyren, indeno(1,2,3-cd)pyren, benzo(ghi)perylene og TBT. Den dominerende spredningsmekanismen er biologisk aktivitet for de organiske miljøgiftene, mens diffusjon er den dominerende spredningsmekanismen for kvikksølv.

Det er også registrert vesentlige overskridelser med hensyn til økologisk risiko (beregnet porevannskonsentrasjon i forhold til $PNEC_w$). For middelverdien av arsen, kobber, naftalen, fenantren, antracen, fluoranthen, pyren, benzo(a)antracen, krysen, benzo(b)fluoranten, benzo(k)fluoranten, benzo(a)pyren, indeno(1,2,3-cd)pyren, dibenzo(a,h)antracen, benzo(ghi)perylene og TBT ble det beregnet overskridelser lik 2 eller høyere grenseverdien for økologisk risiko.

Med hensyn til human helse er det beregnet overskridelser for maksimalkonsentrasjonen av flere forbindelser, men >2 ganger overskridelse for middelverdi for bly, fenantren, fluoranthen, pyren, benzo(a)antracen, benzo(b)fluoranten, benzo(a)pyren, dibenzo(a,h)antracen, PCB-7 og TBT. Resultatene er tilsvarende for begge scenarioer, med og uten skipstrafikk i området.

Tabell 6. Risikovurderingsresultater for delområde 2. Tabell til venstre viser overskridelser av risikovurderings trinn 1 grenseverdier. Tabellen til høyre viser overskridelser tillatt spredning iht. Miljødirektoratets veileder M-409/2015 (Miljødirektoratet, 2015a). Datasettet som presenteres er beregnet med antagelsen om ingen større skipsanløp og følgende 0 m potensiell skipsoppvirvling.

Stoff	Trinn 1 grenseverdi (mg/kg)	Målt sedimentkonsentrasjon i forhold til trinn 1 grenseverdi (antall ganger):		Stoff	Spredning (F _{tot}) dersom C _{sed} er lik grenseverdi for trinn 1 (mg/m ² /år)	F _{tot} i forhold til tillatt spredning (antall ganger):	
		Maks	Middel			Maks	Middel
Arsen	71	1.5		Arsen	7.16E+01	1.6	
Bly	1480			Bly	6.77E+01		
Kadmium	16.0			Kadmium	6.75E-01		
Kobber	84	8.9	2.0	Kobber	1.82E+01	9.1	2.1
Krom totalt (III + VI)	6000			Krom totalt (III + VI)	2.19E+02		
Kvikksølv	0.75	79.2	11.2	Kvikksølv	4.88E-02	80.7	11.4
Nikkel	271			Nikkel	1.89E+02		
Sink	750	2.1		Sink	3.73E+01	2.6	
Naftalen	1.754			Naftalen	5.28E+02		
Acenaftalen	0.085	4.2		Acenaftalen	1.13E+01	4.7	
Acenaften	0.195	7.2	1.4	Acenaften	1.35E+01	8.6	1.7
Fluoren	0.69	2.0		Fluoren	2.36E+01	2.7	
Fenantren	2.50	4.8		Fenantren	3.84E+01	13.8	2.6
Antracen	0.0300	133.3	21.8	Antracen	3.42E-01	187.8	30.7
Fluoranten	0.4	50.0	9.3	Fluoranten	1.48E+00	97.8	18.2
Pyren	0.840	20.2	3.8	Pyren	2.67E+01	89.2	16.7
Benzo(a)antracen	0.50	18.8	3.5	Benzo(a)antracen	8.58E-01	71.7	13.2
Krysen	0.28	27.9	5.4	Krysen	2.56E-01	61.6	11.9
Benzo(b)fluoranten	0.140	78.6	16.9	Benzo(b)fluoranten	7.36E-02	223.2	48.0
Benzo(k)fluoranten	0.135	27.4	6.2	Benzo(k)fluoranten	7.43E-02	77.9	17.8
Benzo(a)pyren	0.230	33.9	7.5	Benzo(a)pyren	1.21E-01	96.4	21.3
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0.063	71.4	18.0	Indeno(1,2,3-cd)pyren	1.14E-02	207.5	52.2
Dibenzo(a,h)antracen	0.273	4.0		Dibenzo(a,h)antracen	1.58E-01	17.0	4.0
Benzo(ghi)perylene	0.084	48.8	11.9	Benzo(ghi)perylene	3.47E-02	141.8	34.5
Sum PCB7	0.0430	9.5	2.1	Tributyltinn (TBT-ion)	1.03E+01	442.4	128.4
Tributyltinn (TBT-ion)	0.035	188.6	54.7	PCB7	8.42E-02	30.0	8.2

Tabell 7. Risikovurderingsresultater for delområde 2. Tabell til venstre viser overskridelser økologisk risiko (beregnet porevannskonsentrasjon i forhold til PNEC_w). Tabellen til høyre viser overskridelser tillatt risiko for human helse (beregnet livstidseksponering i forhold til livslang tolerabelt daglig/ukentlig inntak av sjømat fra området) iht. Miljødirektoratets veileder M-409/2015 (Miljødirektoratet, 2015a). Datasettet som presenteres er beregnet med antagelsen om ingen større skipsanløp og følgende 70 m potensiell skipsoppvirvling.

Stoff	Grenseverdi for økologisk risiko, PNEC _w (mg/l)	Målt eller beregnet porevannskonsentrasjon i forhold til PNEC _w (antall ganger):		Stoff	Grense for human risiko, MTR/TDI 10 % (mg/kg/d)	Beregnet total livstidsdose i forhold til MTR 10 % (antall ganger):	
		Maks	Middel			Maks	Middel
Arsen	6.0E-04	27.7	5.0	Arsen	1.00E-04	1.6	
Bly	1.3E-03	6.5	1.5	Bly	3.60E-04	12.8	2.9
Kadmium	2.0E-04			Kadmium	5.00E-05		
Kobber	2.6E-03	11.8	2.7	Kobber	1.63E-02		
Krom totalt (III + VI)	3.4E-03			Krom totalt (III + VI)	5.00E-04		
Kvikksølv	4.7E-05	12.6	1.8	Kvikksølv	7.10E-05	1.5	
Nikkel	8.6E-03	1.1		Nikkel	5.00E-03		
Sink	3.4E-03	4.3		Sink	5.00E-02		
Naftalen	2.0E-03	13.0	3.0	Naftalen	4.00E-03	3.3	
Acenaftalen	1.3E-03	6.4	1.2	Acenaftalen	5.00E-03		
Acenaften	3.8E-03	4.4		Acenaften	5.00E-02		
Fluoren	1.5E-03	5.5	1.1	Fluoren	4.00E-03	3.4	
Fenantren	5.1E-04	38.1	7.1	Fenantren	4.00E-03	71.0	13.2
Antracen	1.0E-04	81.7	13.4	Antracen	4.00E-03	3.8	
Fluoranten	6.3E-06	1957.4	363.9	Fluoranten	5.00E-03	11.6	2.2
Pyren	2.3E-05	756.0	141.4	Pyren	5.00E-02	30.1	5.6
Benzo(a)antracen	1.2E-05	94.2	17.4	Benzo(a)antracen	5.00E-04	74.2	13.7
Krysen	7.0E-05	16.9	3.3	Krysen	5.00E-03	1.4	
Benzo(b)fluoranten	1.7E-05	46.9	10.1	Benzo(b)fluoranten	5.00E-04	17.4	3.8
Benzo(k)fluoranten	1.7E-05	16.5	3.8	Benzo(k)fluoranten	5.00E-04	6.1	1.4
Benzo(a)pyren	1.7E-07	3322.9	734.4	Benzo(a)pyren	5.00E-05	123.6	27.3
Indeno(1,2,3-cd)pyren	2.7E-06	42.8	10.8	Indeno(1,2,3-cd)pyren	5.00E-04	2.5	
Dibenzo(a,h)antracen	6.0E-07	56.6	13.2	Dibenzo(a,h)antracen	5.00E-05	33.4	7.8
Benzo(ghi)perylene	8.2E-07	294.3	71.6	Benzo(ghi)perylene	3.00E-03		
Sum PCB7		mangler PNEC	mangler PNEC	Tributyltinn (TBT-ion)	2.50E-04	8511.9	2471.2
Tributyltinn (TBT-ion)	2.0E-07	1807228.9	524678.3	PCB7	1.00E-06	1529.7	416.2

5.3.4 Delområde 3 og indre deler av delområde 8

For risikovurderingen av dette delområdet er det benyttet sjablongverdier fra regnearket til veileder M-409/2015, M-1489 (Miljødirektoratet, 2020), samt 12 000 skipsanløp med en lengste trasé i områder med vanddyb <20 m på ca 150 m. Dataene om skipsanløp er hentet fra Havbase (Kystverket, 2022b) og rutetabellen til hurtigbåten Langevåg-Ålesund (FRAM Møre og Romsdal, 2022). Resultatene mht. overskridelser av trinn 1 grenseverdi (grensen mellom tilstandsklasse III og IV) og akseptabel spredning av forurensning er presentert i Tabell 8, mens overskridelser økologiske risiko (beregnet porevannskonsentrasjon) og risiko for human helse er presentert i Tabell 9.

Middelkonsentrasjonen av kobber, kvikksølv, ti PAH-forbindelser, PCB7 og TBT overskrider trinn 1 grenseverdi. Samtlige prøver overskrider grenseverdien for kvikksølv hvorav 7 av 8 sedimentprøver klassifiserer i tilstandsklasse V. Alle sedimentprøvene fra dette delområdet har overskridelser av minimum én PAH-forbindelse. For antracen og fluoranten klassifiserer 6 av 8 prøver i tilstandsklasse V. De to siste prøvene klassifiserer omtrent midt i intervallet for tilstandsklasse IV.

Med hensyn til spredning av forurenset sediment er det også overskridelser for middelverdien av kobber, kvikksølv, 13 PAH-forbindelser, PCB7 og TBT i delområdet. Spesielt store overskridelser (>10 ganger for middel verdi) av akseptabel spredning er registrert for antracen, fluoranthen, pyren, benzo(b)fluoranten, indeno(1,2,3-cd)pyren, benzo(ghi)perylene og TBT. For de overskridende parameterne er den dominerende spredningsmekanismen er skipsoppvirvling og biologisk aktivitet.

Det er også registrert vesentlige overskridelser med hensyn til økologisk risiko (beregnet porevannskonsentrasjon i forhold til PNEC_w). For middelverdien av arsen, kobber, antracen, fluoranthen, pyren, benzo(a)antracen, benzo(b)fluoranten, benzo(a)pyren, indeno(1,2,3-cd)pyren, dibenzo(a,h)antracen, benzo(ghi)perylene og TBT ble det beregnet overskridelser lik 2 eller høyere grenseverdien for økologisk risiko.

Med hensyn til human helse er det beregnet overskridelser for maksimalkonsentrasjonen av flere forbindelser, men 2 ganger eller høyere overskridelser for middelverdi er beregnet for bly, fenantren, benzo(a)antracen, benzo(a)pyren, dibenzo(a,h)antracen, PCB-7 og TBT.

Tabell 8. Risikovurderingsresultater for delområde 3. Tabell til venstre viser overskridelser av risikovurderingens trinn 1 grenseverdier. Tabellen til høyre viser overskridelser tillatt spredning iht. Miljødirektoratets veileder M-409/2015 (Miljødirektoratet, 2015a).

Stoff	Trinn 1 grenseverdi (mg/kg)	Målt sedimentkonsentrasjon i forhold til trinn 1 grenseverdi (antall ganger):		Stoff	Spredning (F _{tot}) dersom C _{sed} er lik grenseverdi for trinn 1 (mg/m ² /år)	F _{tot} i forhold til tillatt spredning (antall ganger):	
		Maks	Middel			Maks	Middel
Arsen	71			Arsen	1.23E+02		
Bly	1480			Bly	1.02E+03		
Kadmium	16.0			Kadmium	1.10E+01		
Kobber	84	3.9	1.8	Kobber	7.38E+01	4.0	1.8
Krom totalt (III + VI)	6000			Krom totalt (III + VI)	4.08E+03		
Kvikksølv	0.75	7.2	3.5	Kvikksølv	5.33E-01	7.2	3.5
Nikkel	271			Nikkel	3.83E+02		
Sink	750			Sink	5.21E+02		
Naftalen	1.754			Naftalen	2.19E+02		
Acenaftalen	0.085	1.5		Acenaftalen	4.78E+00	1.7	1.1
Acenaften	0.195	1.1		Acenaften	5.73E+00	1.3	
Fluoren	0.69			Fluoren	1.03E+01		
Fenantren	2.50			Fenantren	1.70E+01	2.3	1.5
Antracene	0.0300	23.7	13.1	Antracene	1.62E-01	31.4	17.4
Fluoranten	0.4	12.5	7.0	Fluoranten	8.71E-01	20.3	11.4
Pyren	0.840	5.1	2.9	Pyren	1.09E+01	21.4	12.3
Benzo(a)antracene	0.50	4.0	2.4	Benzo(a)antracene	6.59E-01	9.6	5.9
Krysen	0.28	6.1	3.6	Krysen	2.85E-01	8.6	5.0
Benzo(b)fluoranten	0.140	24.3	14.5	Benzo(b)fluoranten	1.20E-01	34.8	20.8
Benzo(k)fluoranten	0.135	8.9	5.3	Benzo(k)fluoranten	1.17E-01	12.9	7.7
Benzo(a)pyren	0.230	11.3	6.8	Benzo(a)pyren	1.97E-01	16.2	9.7
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0.063	33.3	19.5	Indeno(1,2,3-cd)pyren	4.50E-02	39.4	23.1
Dibenzo(a,h)antracene	0.273	1.4		Dibenzo(a,h)antracene	2.36E-01	2.5	1.4
Benzo(ghi)perylene	0.084	21.4	12.2	Benzo(ghi)perylene	6.80E-02	29.4	16.7
Sum PCB7	0.0430	15.6	3.7	Tributyltinn (TBT-ion)	4.32E+00	202.8	28.2
Tributyltinn (TBT-ion)	0.035	91.4	12.7	PCB7	6.12E-02	38.8	9.3

Tabell 9. Risikovurderingsresultater for delområde 3. Tabell til venstre viser overskridelser økologisk risiko (beregnet porevannskonsentrasjon i forhold til PNEC_w). Tabellen til høyre viser overskridelser tillatt risiko for human helse (beregnet livstidseksponering i forhold til livslang tolerabelt daglig/ukentlig inntak av sjømat fra området) iht. Miljødirektoratets veileder M-409/2015 (Miljødirektoratet, 2015a).

Stoff	Grenseverdi for økologisk risiko, PNEC _w (mg/l)	Målt eller beregnet porevannskonsentrasjon i forhold til PNEC _w (antall ganger):		Stoff	Grense for human risiko, MTR/TDI 10 % (mg/kg/d)	Beregnet total livstidsdose i forhold til MTR 10 % (antall ganger):	
		Maks	Middel			Maks	Middel
Arsen	6.0E-04	8.3	4.3	Arsen	1.00E-04		
Bly	1.3E-03	2.5	1.2	Bly	3.60E-04	4.9	2.5
Kadmium	2.0E-04			Kadmium	5.00E-05		
Kobber	2.6E-03	5.2	2.3	Kobber	1.63E-02		
Krom totalt (III + VI)	3.4E-03			Krom totalt (III + VI)	5.00E-04		
Kvikksølv	4.7E-05	1.1		Kvikksølv	7.10E-05		
Nikkel	8.6E-03	2.3		Nikkel	5.00E-03	1.1	
Sink	3.4E-03	1.8		Sink	5.00E-02		
Naftalen	2.0E-03	1.9	1.1	Naftalen	4.00E-03		
Acenaftalen	1.3E-03			Acenaftalen	5.00E-03		
Acenaften	3.8E-03			Acenaften	5.00E-02		
Fluoren	1.5E-03			Fluoren	4.00E-03		
Fenantren	5.1E-04	2.7	1.7	Fenantren	4.00E-03	5.0	3.1
Antracene	1.0E-04	5.5	3.0	Antracene	4.00E-03		
Fluoranten	6.3E-06	186.3	105.0	Fluoranten	5.00E-03	1.1	
Pyren	2.3E-05	72.8	41.6	Pyren	5.00E-02	2.9	1.7
Benzo(a)antracene	1.2E-05	7.6	4.7	Benzo(a)antracene	5.00E-04	6.0	3.7
Krysen	7.0E-05	1.4		Krysen	5.00E-03		
Benzo(b)fluoranten	1.7E-05	5.5	3.3	Benzo(b)fluoranten	5.00E-04	2.1	1.2
Benzo(k)fluoranten	1.7E-05	2.0	1.2	Benzo(k)fluoranten	5.00E-04		
Benzo(a)pyren	1.7E-07	421.7	253.7	Benzo(a)pyren	5.00E-05	15.7	9.5
Indeno(1,2,3-cd)pyren	2.7E-06	7.6	4.4	Indeno(1,2,3-cd)pyren	5.00E-04		
Dibenzo(a,h)antracene	6.0E-07	7.3	4.2	Dibenzo(a,h)antracene	5.00E-05	4.3	2.5
Benzo(ghi)perylene	8.2E-07	49.2	28.0	Benzo(ghi)perylene	3.00E-03		
Sum PCB7		mangler PNEC	mangler PNEC	Tributyltinn (TBT-ion)	2.50E-04	1571.3	218.9
Tributyltinn (TBT-ion)	2.0E-07	333611.3	46481.0	PCB7	1.00E-06	1165.2	278.8

5.3.5 Delområde 4

Risikovurderingen er utført basert på prøver av overflatesediment tatt høsten 2021. For risikovurderingen er det benyttet sjablongverdier fra regnearket til veileder M-409/2015, M-1489 (Miljødirektoratet, 2020). Det er ikke inkludert skipsanløp i beregningene siden Ålesund havn har sagt at området ikke benyttes av større skip. AIS-data fra Kystinfo (Kystverket, 2022a) bekrefter dette. Resultatene mht. overskridelser av trinn 1 grenseverdi og akseptabel spredning av forurensning er presentert i Tabell 10, mens overskridelser økologiske risiko (beregnet porevannskonsentrasjon) og risiko for human helse er presentert i Tabell 11.

Middelkonsentrasjonen av alle analyserte parametere i overflatesedimentene, utenom arsen, bly, kadmium, krom og nikkel har en middelvei som overskrider trinn 1 grenseverdi. Med hensyn til spredning av forurenset sediment er det også vesentlig overskridelser for middelveien av flere metaller, PAH-forbindelser og TBT i delområdet. Spesielt store overskridelser (>10 ganger for middel verdi) av akseptabel spredning er registrert for antracen, fluoranthen, pyren, benzo(a)antracen, krysen, benzo(b)fluoranten, benzo(k)fluoranthen, benzo(a)pyren, indeno(1,2,3-cd)pyren, dibenzo(a,h)antracen og benzo(ghi)perylene.

Det er også registrert vesentlige overskridelser med hensyn til økologisk risiko (beregnet porevannskonsentrasjon i forhold til PNEC_w). For middelveien av arsen, fenantren, antracen, fluoranthen, pyren, benzo(a)antracen, benzo(b)fluoranten, benzo(a)pyren, indeno(1,2,3-cd)pyren, dibenzo(a,h)antracen, benzo(ghi)perylene og TBT ble det beregnet overskridelser >2 ganger grenseverdien for økologisk risiko.

Med hensyn til human helse er det beregnet overskridelser for maksimalkonsentrasjonen av flere forbindelser, men 2 ganger eller høyere overskridelser for middelvei er beregnet for fenantren, pyren, benzo(a)antracen, benzo(b)fluoranthen, benzo(a)pyren, dibenzo(a,h)antracen, PCB-7 og TBT.

Tabell 10. Risikovurderingsresultater for delområde 4. Tabell til venstre viser overskridelser av risikovurderingens trinn 1 grenseverdier. Tabellen til høyre viser overskridelser tillatt spredning iht. Miljødirektoratets veileder M-409/2015 (Miljødirektoratet, 2015a).

Stoff	Trinn 1 grenseverdi (mg/kg)	Målt sedimentkonsentrasjon i forhold til trinn 1 grenseverdi (antall ganger):		Stoff	Spredning (F_{tot}) dersom C_{sed} er lik grenseverdi for trinn 1 ($mg/m^2/år$)	F_{tot} i forhold til tillatt spredning (antall ganger):	
		Maks	Middel			Maks	Middel
Arsen	71			Arsen	7.16E+01		
Bly	1480			Bly	6.77E+01		
Kadmium	16.0			Kadmium	6.75E-01		
Kobber	84	3.1	1.1	Kobber	1.82E+01	3.2	1.2
Krom totalt (III + VI)	6000			Krom totalt (III + VI)	2.19E+02		
Kvikksølv	0.75	9.3	4.0	Kvikksølv	4.88E-02	9.5	4.0
Nikkel	271			Nikkel	1.89E+02		
Sink	750			Sink	3.73E+01		
Naftalen	1.754			Naftalen	1.79E+02		
Acenaftalen	0.085	6.0	2.1	Acenaftalen	3.84E+00	6.6	2.3
Acenaften	0.195	1.3		Acenaften	4.57E+00	1.5	
Fluoren	0.69	1.2		Fluoren	8.01E+00	1.6	
Fenantren	2.50	2.7		Fenantren	1.30E+01	7.7	2.5
Antracen	0.0300	126.7	37.6	Antracen	1.16E-01	178.4	53.0
Fluoranten	0.4	27.5	13.9	Fluoranten	5.03E-01	53.8	27.1
Pyren	0.840	10.5	5.7	Pyren	9.03E+00	46.2	25.0
Benzo(a)antracen	0.50	9.6	4.9	Benzo(a)antracen	2.91E-01	36.6	18.9
Krysen	0.28	15.4	7.4	Krysen	8.66E-02	34.0	16.3
Benzo(b)fluoranten	0.140	51.4	26.0	Benzo(b)fluoranten	2.49E-02	146.1	73.8
Benzo(k)fluoranten	0.135	19.3	9.9	Benzo(k)fluoranten	2.52E-02	54.7	28.0
Benzo(a)pyren	0.230	25.2	13.1	Benzo(a)pyren	4.10E-02	71.7	37.4
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0.063	66.7	34.6	Indeno(1,2,3-cd)pyren	3.85E-03	193.7	100.4
Dibenzo(a,h)antracen	0.273	2.9	1.4	Dibenzo(a,h)antracen	5.34E-02	12.2	5.7
Benzo(ghi)perylene	0.084	48.8	22.2	Benzo(ghi)perylene	1.18E-02	141.8	64.5
Sum PCB7	0.0430	5.9	1.4	Tributyltinn (TBT-ion)	3.47E+00	22.8	7.6
Tributyltinn (TBT-ion)	0.035	9.7	3.3	PCB7	2.85E-02	21.6	5.6

Tabell 11. Risikovurderingsresultater for delområde 4. Tabell til venstre viser overskridelser økologisk risiko (beregnet porevannkonsentrasjon i forhold til $PNEC_w$). Tabellen til høyre viser overskridelser tillatt risiko for human helse (beregnet livstidsponering i forhold til livslang tolerabelt daglig/ukentlig inntak av sjømat fra området) iht. Miljødirektoratets veileder M-409/2015 (Miljødirektoratet, 2015a).

Stoff	Grenseverdi for økologisk risiko, $PNEC_w$ (mg/l)	Målt eller beregnet porevannkonsentrasjon i forhold til $PNEC_w$ (antall ganger):		Stoff	Grense for human risiko, MTR/TDI 10 % ($mg/kg/d$)	Beregnet total livstidsdose i forhold til MTR 10 % (antall ganger):	
		Maks	Middel			Maks	Middel
Arsen	6.0E-04	12.4	4.5	Arsen	1.00E-04		
Bly	1.3E-03	1.4		Bly	3.60E-04	2.7	1.1
Kadmium	2.0E-04			Kadmium	5.00E-05		
Kobber	2.6E-03	4.1	1.5	Kobber	1.63E-02		
Krom totalt (III + VI)	3.4E-03			Krom totalt (III + VI)	5.00E-04		
Kvikksølv	4.7E-05	1.5		Kvikksølv	7.10E-05		
Nikkel	8.6E-03			Nikkel	5.00E-03		
Sink	3.4E-03	1.0		Sink	5.00E-02		
Naftalen	2.0E-03	2.6	1.2	Naftalen	4.00E-03		
Acenaftalen	1.3E-03	3.1	1.1	Acenaftalen	5.00E-03		
Acenaften	3.8E-03			Acenaften	5.00E-02		
Fluoren	1.5E-03	1.1		Fluoren	4.00E-03		
Fenantren	5.1E-04	7.2	2.3	Fenantren	4.00E-03	13.4	4.3
Antracen	1.0E-04	26.3	7.8	Antracen	4.00E-03	1.2	
Fluoranten	6.3E-06	364.7	183.7	Fluoranten	5.00E-03	2.2	1.1
Pyren	2.3E-05	132.6	71.6	Pyren	5.00E-02	5.3	2.8
Benzo(a)antracen	1.2E-05	16.3	8.4	Benzo(a)antracen	5.00E-04	12.8	6.6
Krysen	7.0E-05	3.1	1.5	Krysen	5.00E-03		
Benzo(b)fluoranten	1.7E-05	10.4	5.2	Benzo(b)fluoranten	5.00E-04	3.9	2.0
Benzo(k)fluoranten	1.7E-05	3.9	2.0	Benzo(k)fluoranten	5.00E-04	1.5	
Benzo(a)pyren	1.7E-07	837.1	436.4	Benzo(a)pyren	5.00E-05	31.2	16.3
Indeno(1,2,3-cd)pyren	2.7E-06	13.5	7.0	Indeno(1,2,3-cd)pyren	5.00E-04		
Dibenzo(a,h)antracen	6.0E-07	13.8	6.5	Dibenzo(a,h)antracen	5.00E-05	8.1	3.8
Benzo(ghi)perylene	8.2E-07	99.7	45.3	Benzo(ghi)perylene	3.00E-03		
Sum PCB7		mangler PNEC	mangler PNEC	Tributyltinn (TBT-ion)	2.50E-04	148.6	49.8
Tributyltinn (TBT-ion)	2.0E-07	31539.9	10569.7	PCB7	1.00E-06	373.6	96.4

5.3.6 Delområde 5

For risikovurderingen i dette området er det benyttet sjablongverdier fra regnearket til veileder M-409/2015, M-1489 (Miljødirektoratet, 2020). Det er inkludert 3400 skipsanløp pr. år i beregningene basert på informasjon hentet fra Havbase for 2020 og 2021 (Kystverket, 2022b) med lengste trasé i områder med vanddyp <20 m tilsvarende 110 m. Resultatene mht. overskridelser av trinn 1 grenseverdi (grensen mellom tilstandsklasse III og IV) og akseptabel spredning av forurensning er presentert i Tabell 12, mens overskridelser økologiske risiko (beregnet porevannskonsentrasjon) og risiko for human helse er presentert i Tabell 13.

Middelkonsentrasjonen av kobber, kvikksølv, ti PAH-forbindelser, PCB7 og TBT overskrider trinn 1 grenseverdi. For eksempel så klassifiserer kvikksølv i tilstandsklasse IV eller V. Av de tolv prøvene som er analysert, klassifiserer åtte av prøvene til tilstandsklasse V. Av de fire prøvene som klassifiserer i tilstandsklasse er to av prøvene i øvre halvdel av intervallet for klasse IV. Samtlige prøver har minimum en PAH-forbindelse i øvre intervallet av tilstandsklasse IV eller høyere.

Med hensyn til spredning av forurenset sediment er det også overskridelser for middelverdien av de samme forbindelsene. Spesielt store overskridelser (>10 ganger for middel verdi) av akseptabel spredning er registrert for benzo(b)fluoranten, indeno(1,2,3-cd)pyren og TBT. Skipsoppvirvling er den dominerende spredningsmekanismen, med unntak av biologisk aktivitet for pyren, benzo(a)antracen, PCB7 og TBT.

Det er også registrert overskridelser med hensyn til økologisk risiko (beregnet porevannskonsentrasjon i forhold til PNEC_w). For middelverdien av arsen, kobber, fluoranthen, pyren, benzo(a)antracen, benzo(b)fluoranten, benzo(a)pyren, indeno(1,2,3-cd)pyren, dibenzo(a,h)antracen, benzo(ghi)perylene og TBT ble det beregnet overskridelser lik 2 eller >2 ganger grenseverdien for økologisk risiko.

Med hensyn til human helse er det beregnet overskridelser for maksimalkonsentrasjonen av flere forbindelser, men 2 ganger eller høyere overskridelser for middelverdi er beregnet for benzo(a)antracen, benzo(a)pyren, PCB-7 og TBT.

Tabell 12. Risikovurderingsresultater for delområde 5. Tabell til venstre viser overskridelser av risikovurderingens trinn 1 grenseverdier (grensen mellom tilstandsklasse III og IV). Tabellen til høyre viser overskridelser tillatt spredning iht. Miljødirektoratets veileder M-409/2015 (Miljødirektoratet, 2015a).

Stoff	Trinn 1 grenseverdi (mg/kg)	Målt sedimentkonsentrasjon i forhold til trinn 1 grenseverdi (antall ganger):		Stoff	Spredning (F_{tot}) dersom C_{sed} er lik grenseverdi for trinn 1 ($mg/m^2/år$)	F_{tot} i forhold til tillatt spredning (antall ganger):	
		Maks	Midde			Maks	Midde
Arsen	71			Arsen	2.25E+02		
Bly	1480			Bly	2.97E+03		
Kadmium	16.0			Kadmium	3.21E+01		
Kobber	84	4.3	1.5	Kobber	1.87E+02	4.3	1.5
Krom totalt (III + VI)	6000			Krom totalt (III + VI)	1.20E+04		
Kvikksølv	0.75	6.5	2.6	Kvikksølv	1.52E+00	6.5	2.6
Nikkel	271			Nikkel	7.72E+02		
Sink	750			Sink	1.51E+03		
Naftalen	1.754			Naftalen	2.58E+02		
Acenaftalen	0.085	1.3		Acenaftalen	5.76E+00	1.4	
Acenaften	0.195			Acenaften	7.02E+00		
Fluoren	0.69			Fluoren	1.30E+01		
Fenantren	2.50			Fenantren	2.24E+01	1.2	
Antracen	0.0300	11.7	6.5	Antracen	2.28E-01	14.5	8.0
Fluoranten	0.4	6.5	4.0	Fluoranten	1.51E+00	8.9	5.6
Pyren	0.840	2.7	1.6	Pyren	1.27E+01	10.5	6.3
Benzo(a)antracen	0.50	2.4	1.5	Benzo(a)antracen	1.35E+00	4.1	2.5
Krysen	0.28	3.6	2.2	Krysen	6.71E-01	4.2	2.6
Benzo(b)fluoranten	0.140	17.1	8.9	Benzo(b)fluoranten	3.08E-01	20.1	10.5
Benzo(k)fluoranten	0.135	6.5	3.2	Benzo(k)fluoranten	2.99E-01	7.7	3.8
Benzo(a)pyren	0.230	7.8	4.1	Benzo(a)pyren	5.06E-01	9.2	4.8
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0.063	23.8	12.0	Indeno(1,2,3-cd)pyren	1.28E-01	25.4	12.8
Dibenzo(a,h)antracen	0.273	1.1		Dibenzo(a,h)antracen	6.00E-01	1.5	
Benzo(ghi)perylene	0.084	17.9	8.4	Benzo(ghi)perylene	1.80E-01	20.5	9.6
Sum PCB7	0.0430	3.3	1.4	Tributyltinn (TBT-ion)	5.20E+00	129.1	50.7
Tributyltinn (TBT-ion)	0.035	62.9	24.7	PCB7	1.22E-01	5.0	2.5

Tabell 13. Risikovurderingsresultater for delområde 5. Tabell til venstre viser overskridelser økologisk risiko (beregnet porevannskonsentrasjon i forhold til $PNEC_w$). Tabellen til høyre viser overskridelser tillatt risiko for human helse (beregnet livstidseksponering i forhold til livslang tolerabelt daglig/ukentlig inntak av sjømat fra området) iht. Miljødirektoratets veileder M-409/2015 (Miljødirektoratet, 2015a).

Stoff	Grenseverdi for økologisk risiko, $PNEC_w$ (mg/l)	Målt eller beregnet porevannskonsentrasjon i forhold til $PNEC_w$ (antall ganger):		Stoff	Grense for human risiko, MTR/TDI 10 % (mg/kg/d)	Beregnet total livstidsdose i forhold til MTR 10 % (antall ganger):	
		Maks	Midde			Maks	Midde
Arsen	6.0E-04	10.6	4.8	Arsen	1.00E-04		
Bly	1.3E-03	1.5		Bly	3.60E-04	2.9	1.4
Kadmium	2.0E-04			Kadmium	5.00E-05		
Kobber	2.6E-03	5.7	2.0	Kobber	1.63E-02		
Krom totalt (III + VI)	3.4E-03			Krom totalt (III + VI)	5.00E-04		
Kvikksølv	4.7E-05	1.0		Kvikksølv	7.10E-05		
Nikkel	8.6E-03	2.6		Nikkel	5.00E-03	1.2	
Sink	3.4E-03	1.1		Sink	5.00E-02		
Naftalen	2.0E-03	1.1		Naftalen	4.00E-03		
Acenaftalen	1.3E-03			Acenaftalen	5.00E-03		
Acenaften	3.8E-03			Acenaften	5.00E-02		
Fluoren	1.5E-03			Fluoren	4.00E-03		
Fenantren	5.1E-04	1.5		Fenantren	4.00E-03	3.1	1.8
Antracen	1.0E-04	2.5	1.4	Antracen	4.00E-03		
Fluoranten	6.3E-06	89.9	55.9	Fluoranten	5.00E-03		
Pyren	2.3E-05	36.1	21.5	Pyren	5.00E-02	1.6	
Benzo(a)antracen	1.2E-05	4.2	2.6	Benzo(a)antracen	5.00E-04	3.8	2.3
Krysen	7.0E-05			Krysen	5.00E-03		
Benzo(b)fluoranten	1.7E-05	3.6	1.9	Benzo(b)fluoranten	5.00E-04	1.5	
Benzo(k)fluoranten	1.7E-05	1.4		Benzo(k)fluoranten	5.00E-04		
Benzo(a)pyren	1.7E-07	270.8	141.1	Benzo(a)pyren	5.00E-05	11.3	5.9
Indeno(1,2,3-cd)pyren	2.7E-06	5.0	2.5	Indeno(1,2,3-cd)pyren	5.00E-04		
Dibenzo(a,h)antracen	6.0E-07	5.6	2.6	Dibenzo(a,h)antracen	5.00E-05	3.7	1.7
Benzo(ghi)perylene	8.2E-07	38.0	17.9	Benzo(ghi)perylene	3.00E-03		
Sum PCB7		mangler PNEC	mangler PNEC	Tributyltinn (TBT-ion)	2.50E-04	1126.8	442.5
Tributyltinn (TBT-ion)	2.0E-07	212766.0	83559.0	PCB7	1.00E-06	219.0	107.7

6. TILTAKSBEHOV

6.1 Anbefalte tiltak i 2015

I tiltaksplanen fra 2015 ble Aspevågen inndelt i ni delområder basert på geografisk beliggenhet, samt vanddyp. Etter en trinn 3 risikovurdering og prioriteringsvurdering mht. tiltaksbehov ble det valgt å gå videre med tiltak mot forurenset sjøbunn i delområde 2 (Aspholet), delområde 3 (Skutvika og Kippervika), delområde 4 (Volsdalsvågen) og delområde 5 (det dypere bassenget der vraket av Iris er lokalisert). For øvrige områder ble det vurdert som ikke hensiktsmessig å gå videre med tiltak mot forurenset sjøbunn. Dette inkluderte Steinvågsundet (delområde 1) og områder (delområde 6 og indre delene av delområde 8) utenfor Aspholet, Skutvika og Kippervika med vanddyp >20 m, samt de ytre delene av Aspevågen (delområde 7, 8 og 9).

Naturlig restitusjon ble vurdert som et lite egnet tiltak i alle de aktuelle delområdene. Mudring av minimum 50 cm sedimentmektighet ble vurdert som det mest aktuelle tiltaket i de grunne områdene (delområde 2 og delområde 3), siden disse er utsatt for propellerrosjon. Det ble ikke gjort noen vurdering knyttet til mudringsmetodikk utover at valgt metode burde være iht. krav til mudringsdyp, som kan være relativt begrenset (øvre 30-50 cm av sedimentene), krav til presisjon (både vertikalt og horisontal utbredelse), krav til resuspensjon, sedimentkarakteristikken i området, samt definerte ytelsesstandarder.

I de dypere områdene (delområde 4 og delområde 5) ble tildekking vurdert som det beste alternativet (Rambøll, 2015). Tildekkingslagets utforming og tykkelse ble ikke vurdert som del av tiltaksplanen i 2015. Følgende beskrivelse ble imidlertid gitt (referansehenvisninger er gitt i Rambøll (2015)):

Det finnes en rekke alternative materialer som kan benyttes til tildekking av forurensede sedimenter; sand (knust stein eller naturlige sandforekomster), apatit, zeolit og organoleire, aktivt kull, leire, næringsstoffer og null-valent jern (Reible og Lampert 2014). Det mest vanlige er bruk av ulike typer sand. Faktorer som kan påvirke effektiviteten til en sandtildekking kan være; erosjon, grunnvannsgjennomstrømning, store tidevannsforskjeller, mobile stoffer i sedimentene (lave sorbsjonsegenskaper), høye miljøgiftkonsentrasjoner, toksiske stoffer, gass (Reible og Lampert 2014). I Aspevågen hvor tildekking er tenkt utført i dype områder anses disse faktorene ikke å være begrensende. Ved valg av tildekkingsmateriale må kriteriene i Miljødirektoratets veileder for tildekking av forurensede sedimenter (TA-2143/2005) følges.

Videre ble det anbefalt å samordne oppryddingstiltakene med øvrige relevante prosjekter i området, som f.eks. utbygging av Kvenneset, Kystverkets farledsutdypingsprosjekter og Vegvesenets planer om utbedring av veien inn til Ålesund sentrum.

6.2 Endringer i tiltaksvurdering

I prosessen med å revidere tiltaksplanen fra 2015 har en mindre del av delområde 1 (kalt Delområde 1 ved Kvenneset) blitt undersøkt for å vurdere tiltaksbehovet. Dette området var ikke undersøkt i tilstrekkelig grad i 2015, og har derfor i senere tid blitt inkludert i prosjekt Renere fjord Ålesund. Det er utført en trinn 2 og trinn 3 risiko- og tiltaksvurdering av delområde 1 ved Kvenneset. Vurderingene i denne risiko- og tiltaksvurderingen tilsier at det ikke prioriteres tiltak i dette delområdet (se kapittel 5.3.2).

For delområde 2 og delområde 3 ble det opprinnelig satt en ytre grense fra land for delområde på kote -15. Det ble tidlig stilt spørsmål om dette var tilstrekkelig arealavgrensning for disse delområdene. Undersøkelsene gjennomført høsten 2021 indikerer at denne arealavgrensningen

var for begrenset, og følgelig har disse delområdene blitt utvidet i areal til også å omfatte dypere deler av havnebassenget ned til kote -30. For delområde 5 er også et midtre dypvannsbasseng med vanddyb over 30 m ekskludert fra området der det anbefales å gjøre tiltak. Dette fordi tiltak i grunnere omkringliggende områder over tid kan medføre bedre tilstand i de dypere områdene, liten risiko for spredning av forurensning fra de dypere områdene til grunnere vann, samt av hensyn til vraket av Iris både som kulturminne og forurensningsrisiko.

Siden 2015 har det blitt gjennomført flere tiltak og undersøkelser av forurenset grunn i landområdene som grenser til de ulike delområdene i sjø. Dette er nevnt i kapittel 3.1 og Vedlegg 3. I tillegg har Kystverket gjennomført et farledsmudringsprosjekt i Aspevågen, som bl.a. omfatter deler av delområde 3. Videre foreligger det planer om å flytte deler av havnevirksomheten fra delområde 2 og deler av delområde 3 (Skutvika), og det foreligger konkrete planer fra Statens Vegvesen om å etablere en ny gang- og sykkelvei langs E136 Ålesundsvegen ved Volsdalsvågen (delområde 4). Følgelig er det noen samordningsplaner mellom ulike prosjekter mht. tiltaksgjennomføring som ikke lenger er mulig, mens det er andre muligheter for samordning som er mer realistiske i 2022 enn i 2015.

I etterkant av at tiltaksplanen for 2015, ble utarbeidet er det ytret et ønske om å tilrettelegge for tiltak på sjøbunnen som reduserer mudringsbehovet. Som nevnt ovenfor vil deler av havnevirksomheten flyttes ut av Aspevågen. Dette vil medføre at tildekking som løsning blir mer sannsynlig enkelte delområder enn dersom virksomheten med regelmessig anløp av større skip ville fortsette etter tiltaksgjennomføring. I tillegg er det gjennomført sjøbunnskartlegging i delområde 1 ved Kvenneset, delområde 2 og delområde 3, som har identifisert flere områder med bart fjell. I slike områder med bart fjell vil det ikke være nødvendig å gjøre noen miljøtiltak på sjøbunnen. I områder <20 m vanddyb med regelmessige anløp av større skip, som f.eks. lasteskip, hurtigbåter og cruiseskip, vil det måtte gjøres konkrete vurderinger om farledsdyp og grad av propellpåvirkning på sjøbunnen tillater at det etableres et tildekkingslag, eller om det må gjennomføres mudringstiltak. Informasjon som er innhentet de siste årene, samt den pågående områdeutviklingen har imidlertid, i seg selv, medført at mudringsbehovet vil være mindre enn det som lå til grunn i tiltaksplanen fra 2015.

6.3 Prioritering av ulike delområder

I tiltaksplanen fra 2015 ble de ulike delområdene som inngikk i tiltaksvurderingene, rangert etter i hvilken grad de overskred ulike momenter i risikovurderingen (Rambøll, 2015). I denne tiltaksplanen har vi benyttet samme fremgangsmåte for å rangere tiltaksbehovet i fem ulike delområder; delområde 1 ved Kvenneset, delområde 2 og delområde 6, delområde 3 og indre deler av delområde 8, delområde 4 ekskludert område som er forurenset av tidligere drift på Gassverkstomta, og delområde 5.

Følgende tema var styrende for rangeringen:

- grad av overskridelse av risikovurderingens trinn 1 grenseverdi
- beregnet spredning fra et sediment i tilstandsklasse III
- beregnet grad av overskridelser av grenseverdier for human helse
- beregnet grad av overskridelser av PNEC_w i sedimentenes porevann

For hver av disse beregningene er delområdene rangert etter grad av overskridelse for middelverdien av hvert av elementene: sum metaller, sum PAH16, sum PCB7 og TBT. Området med størst overskridelser av fastsatte grenseverdier ble gitt score 1, mens området med minst overskridelser, gis en score 5 (totalt 5 delområder).

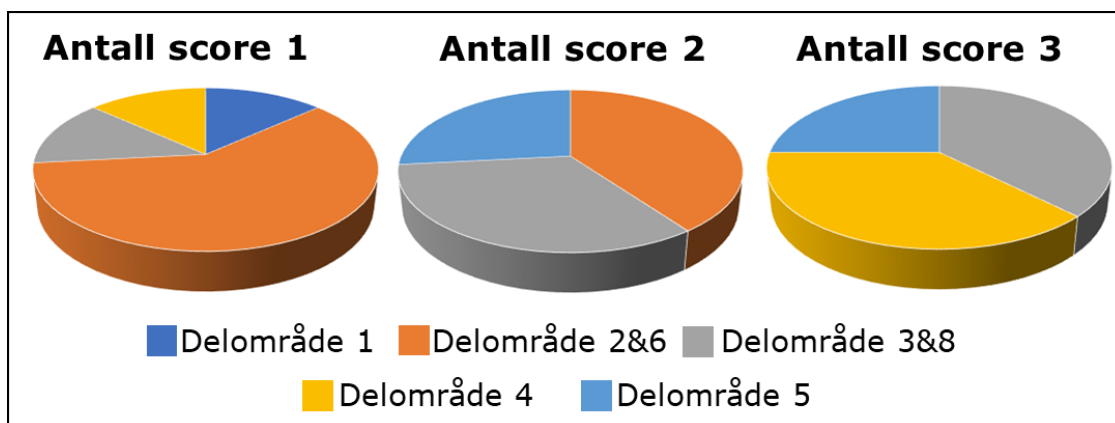
Figur 15 viser hvilke områder som flest ganger har størst overskridelser av fastsatte grenseverdier. Delområde 2 har flest score 1 (9 stk), det vil si de høyeste overskridelsene av fastsatte grenseverdier i de fleste beregningene i kulepunktene over, etterfulgt av delområde 1, 3 og delområde 4 (2 stk hver). Delområde 5 har ingen score 1. Delområde 2 og delområde 3 har flest score 2 (hhv. 6 og 5 stk hver), det vil si de nest høyeste overskridelsene av fastsatte grenseverdier i de fleste beregningene i kulepunktene, etterfulgt av delområde 5 (4 stk). Delområde 1 og delområde 4 har ingen registrert score 2. For score 3 har delområde 3 og delområde 4 flest registreringer (6 stk), etterfulgt av delområde 5 (4 stk).

Basert på dette score-systemet fremkommer det at delområde 2 bør prioriteres høyest for tiltak mot forurenset sjøbunn, mens delområde 1 ved Kvenneset bør prioriteres lavest. Av de øvrige delområdene vurderes delområde 3 som prioritert nummer to. Dette fremkommer på grunn av høye verdier av metaller og PCB som medfører bl.a. to score 1 og fem score 2 for overskridelse av trinn 1 grenseverdi, overskridelse av akseptabel spredning, samt overskridelse av grenseverdier for human helse og økologisk risiko. Delområde 4 rangeres som prioritert nummer tre på bakgrunn av de store overskridelsene for PAH-forbindelser, mens delområde 5 rangeres som prioritert nummer fire.

Generelt bør tiltak i grunne områder utføres før tiltak i dype områder siden forurensning fra de grunne områdene kan spres til de dypere områdene, men ikke omvendt. Dette betyr at tiltak i delområde 2 og delområde 3 (og evt. delområde 1 ved Kvenneset) kan utføres før, eller uavhengig av, tiltak i delområde 4 og delområde 5.

Det ble nevnt i tiltaksplanen fra 2015 at prioriteringen av tiltak bør også ses i sammenheng med muligheten for samordning med andre tiltak både i sjø og på land. Eksempelvis bør tiltak i delområde 2 og delområde 3 samordnes med Ålesunds havns planer om å flytte havnevirksomheten til Flatholmen, og videre eiendomsutvikling på disse landarealene. Det er nylig gjennomført flere oppryddingstiltak langs land i spesielt delområde 1 og delområde 2, noe som i vesentlig grad reduserer risikoen for rekontaminering fra grunnforurensningslokaliteter i dette området. Tiltak i delområde 4 (Voldalsvågen) bør samordnes med håndtering av forurensning fra den tidligere driften på Gassverkstomta (sikringstiltak mot forurenset grunn og opprydding av forurenset sjøbunn) og Statens vegvesens planer om å etablere en gang- og sykkelvei langs E136 Ålesundsvegen. En dialog er igangsatt mellom Ålesund kommune og Statens vegvesen for en slik samordning av tiltakene.

Det er vurdert som mest hensiktsmessig å gjennomføre tiltak i de sentrale delene av delområde 5, som er grunnere enn 30 m vanddyb. Dette ekskluderer områdene rundt Iris. Et eventuelt tiltak i delområde 5 bør imidlertid samordnes med Kystverket og Riksantikvaren i forbindelse med eventuell håndtering av vraket Iris. Dette fordi det foreligger en risiko for at tiltak i området kan forstyrre vraket og forårsake en akutt forurensningshendelse. Iris overvåkes av Kystverket siden det periodevis lekker ut olje, men overvåking de siste årene indikerer at dette ikke skjer i nevneverdig grad. Det foreligger ingen konkrete tidfestede planer om å tømme vraket for olje, men det skal gjennomføres ekstra undersøkelser av vraket i november 2022. Siden dette delområdet er det dypeste delområdet for tiltak i Aspevågen, vil det imidlertid være mulig å utsette tiltaksgjennomføring i dette delområdet til etter det er gjennomført tiltak i de øvrige delområdene.



Figur 15. Kakeplott over score pr. delområde basert på grad av overskridelse for ulike momenter i risikovurderingen av de ulike delområdene. Se for øvrig beskrivelse i tekst ovenfor.

7. TILTAKSVURDERING OG ANBEFALT TILTAKSLØSNING

7.1 Tiltaksvurdering ulike delområder

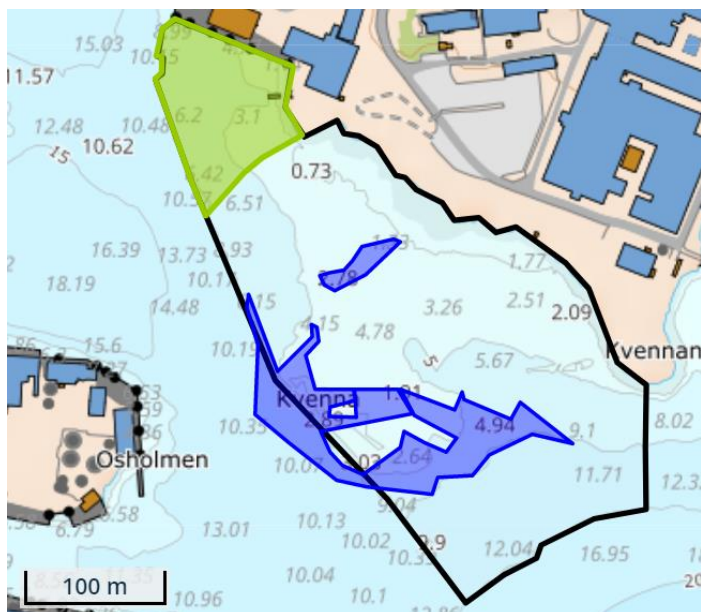
I de underliggende delkapitlene er det gjort en vurdering av tiltaksbehov og aktuelle tiltaksløsninger for de ulike delområdene i Aspevågen. Beskrivelse av ulike tiltaksmetoder for øvrig gitt i Vedlegg 5.

7.1.1 Delområde 1 ved Kvenneset

Det er ingen skipsanløp til delområde 1 ved Kvenneset, utenom til kaianlegget ved Vasshaug lengst nordvest i delområdet. Dette kaianlegget benyttes i all hovedsak av to større fiskebåter (Rambøll, 2022e). For øvrige deler av delområdet kan ikke bruken av fritidsbåter utelukkes. I området for anløp til/fra kaianlegget ved Vasshaug (areal på ca 7925 m²) vil det måtte gjennomføres mudringstiltak i den nordlige delen av delområdet for at seilingsdypet kan opprettholdes.

Sedimentmektigheten i delområdet er undersøkt av Fugro (2017). For den største delen av delområdet varierer sedimentmektigheten fra 0.5 m – 3 m. Langs land består imidlertid sjøbunnen av steinfylling (ca 1200 m²), mens i sentrale deler av delområdet samt områdene rundt gruntvannsområdet ved Kvenna består sjøbunnen av bart fjell (totalt ca 7050 m²). I områder med steinfylling og bart fjell vil det ikke være nødvendig å gjennomføre miljøtiltak mot forurenset sjøbunn. Resterende areal av delområde 1 ved Kvenneset tilsvarer da ca 50 000 m² (Figur 16).

Den kjemiske tilstanden i dette området er imidlertid nær de langsiktige tiltaksmålene for Aspevågen. Følgelig er det ikke prioritert å gjennomføre tiltak i denne delen av delområde 1 i det videre.



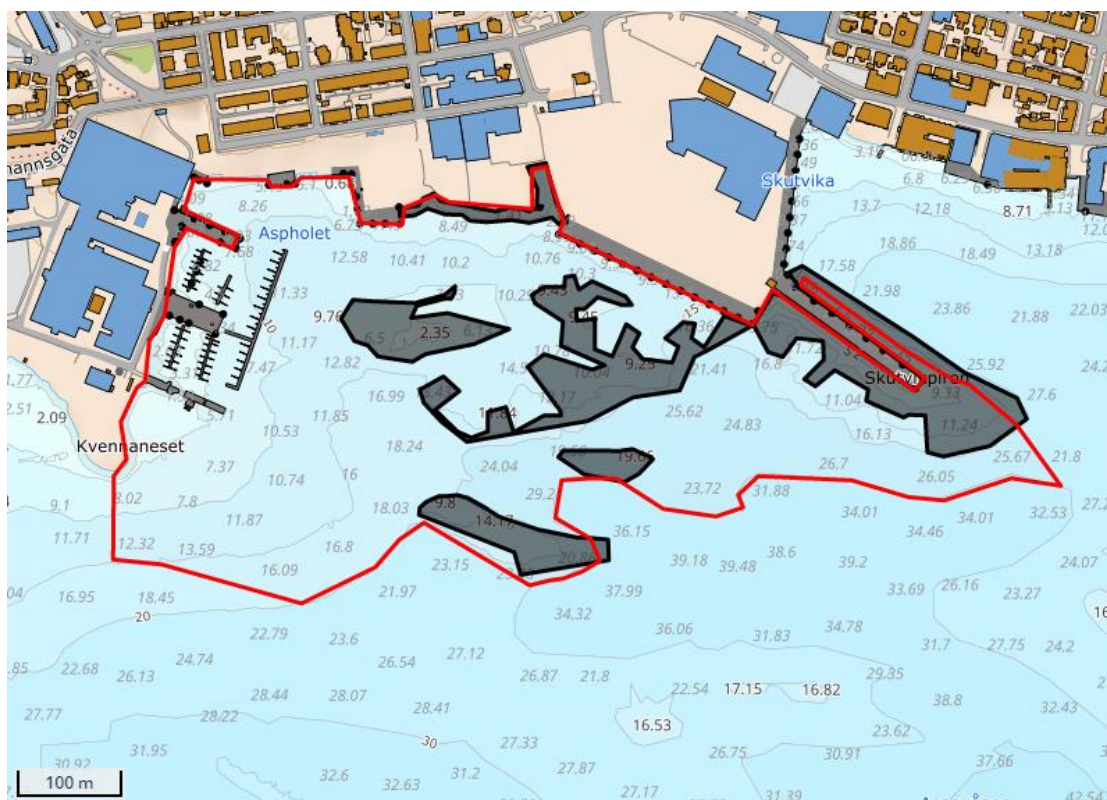
Figur 16. Illustrasjon av delområde 1 (sort omriss) med markering av større områder med bart fjell (blått) og område for anløp til kai ved Vasshaug (grønt).

7.1.2 Delområde 2

Aspholet (delområde 2) er preget av en lang historie med nærliggende industrivirksomhet, bl.a. verftsvirksomhet i mer enn 100 år. Trinn 3 risikovurdering gjennomført for området i forbindelse med tiltaksplanen i 2015 (Rambøll, 2015), samt en trinn 2 risikovurdering gjennomført i forbindelse med denne inneværende rapporten har avdekket et vesentlig behov for å gjennomføre tiltak mot forurenset sjøbunn i dette området. Både i tiltaksplanen fra 2015 og i denne tiltaksplanen er delområdet gitt høyest prioritet mht. gjennomføring av tiltak for forurenset sjøbunn.

Det totale arealet av delområde 2 (Figur 17) er ca 211 500 m². De indre delene av delområdet har et vanddyb <15 m. I tiltaksplanen fra 2015 ble mudring vurdert som det mest egnede tiltaket for dette området (Rambøll, 2015). I etterkant av tiltaksplanen fra 2015 har Fugro (2017) kartlagt sjøbunnen i store deler av delområde 2 med vanddyb <15 m og funnet varierende mektighet på sedimentlaget. I store deler av delområdet består sjøbunnen av grunnfjell eller et tynt sedimentlag (<0.5 m), mens i indre deler av delområdet fra Aspevågen Marina til Containerkaia er det registrert områder med sedimentmektighet >2.5 m. Det samme gjelder to områder i de sentrale delene av Aspholet. I de delene av delområde 6, som nå inngår i delområdet, er vanddypet mellom 15-30 m. Her er det ikke gjort undersøkelser av sedimentmektigheten.

Omtrentlig areal på de større kartlagte områdene med bart fjell (Figur 17) i delområde 2 utgjør ca 38 000 m². I tillegg er det fyllingsfot ut i sjø langs store deler av Kvenneset, bl.a. ved Aspevågen Marina, og i de indre delene av Aspholet utenfor Skjærva-Raffinol og tidligere Ålesund trådstiftfabrikk. Følgelig estimeres det faktiske arealet der det må gjøres miljøtiltak i delområdet til ca 170 000 m².



Figur 17. Kart over delområde 2 (avgrenset med rød linje) og illustrasjon over større områder der det er kartlagt bart fjell (sort) eller fyllingsfot (grått). Merk at det også er fyllingsfot langs Kvenneset, men at kartleggingen her er noe mangelfull grunnet mange overflateinstallasjoner ved Aspevågen Marina som vanskeliggjør en slik kartlegging.

Delområde 2 er i dag benyttet til havneformål (Containerhavna og Skutvikpiren) og småbåthavn. Landområdene som grenser til sjø i delområdet er imidlertid under utvikling (eller planlagt utvikling) fra tidligere industri- og havnevirksomhet til hovedsakelig boligformål og sentrumsformål. Som følge av denne områdeutviklingen vil havnevirksomheten i området flyttes ut av Aspevågen til Flatholmen. Det er ikke endelig bestemt når dette vil skje, men havnevesenet har indikert at det tidligst vil skje i 2024. Da vil ikke lenger store skip anløpe Containerkaia eller Skutvika. Det foreligger imidlertid ingen konkrete planer om å utvikle småbåthavna.

AIS-historikk for delområdet (Kystverket, 2022a) viser at de større fartøyene som anløper Containerkaia og Skutvikpiren, manøvrerer i de østligste delene av delområdet, med vandyp >8 m (Figur 18). Det er tidligere registrert en sammenheng mellom turbiditet og skipstrafikk ved Containerkaia i delområde 2 (DNV, 2010). Dette er i de østligste områdene av delområdet og trolig i farleden inn til Containerkaia og vestlige delen av Skutvikpiren. Følgelig foreligger det en spredningsrisiko som følge av propelloppvirvling fra den nåværende havnevirksomheten. Dersom tiltak skal gjennomføres i delområdet før havnevirksomheten flyttes ut av området, bør derfor forurenset sjøbunn i delområdet fjernes ved mudring der vandypet er <20 m og der båter med anløp til/fra Containerkaia og Skutvikpiren manøvrerer. Basert på kartleggingen av sedimentmektighet i området (Fugro, 2017), vil det være mulig å mudre ned til bart fjell i dette området, da sedimentmektigheten i de aktuelle mudringsområdene i all hovedsak varierer fra 0.1 m – 1.5 m, med enkelte områder med sedimentmektighet fra 1.5 m - 3.5 m.

Dersom havnevirksomheten flyttes vil imidlertid mudringsbehovet forsvinne for denne delen av delområde 2. Tildekking av forurenset sjøbunn, uten nevneverdige begrensninger mht. tykkelse på tildekkingslaget, vil da være et egnet tiltak for de østlige delene av delområde 2.

I småbåthavnen ved tidligere Liaaen verft (Aspevågen Marina) skråner sjøbunnen relativt raskt opp fra ca 12 m vanddyb til 3 m vanddyb inne ved fyllingsfoten for landområdet. Sedimentmektigheten for store deler av dette området er lav (ca 0.5 m), men i det dypere bassenget i de nordlige delene av småbåthavnen er sedimentmektigheten opp til 4.5 m. Vanddypet i dette området er fra ca 11 – 14 m. I utgangspunktet vil tildekking av forurenset sjøbunn være egnet for området ved Aspevågen Marina mht. vanddyb og områdebruk, men det må etableres et erosjonssikringslag over tildekkingslaget. Liaaen Eiendom har i møte 13. september 2022 bemerket at seilingsdyb til småbåthavna ikke er problematisk, og vil ikke begrense mulighetene for tildekking av forurenset sjøbunn.

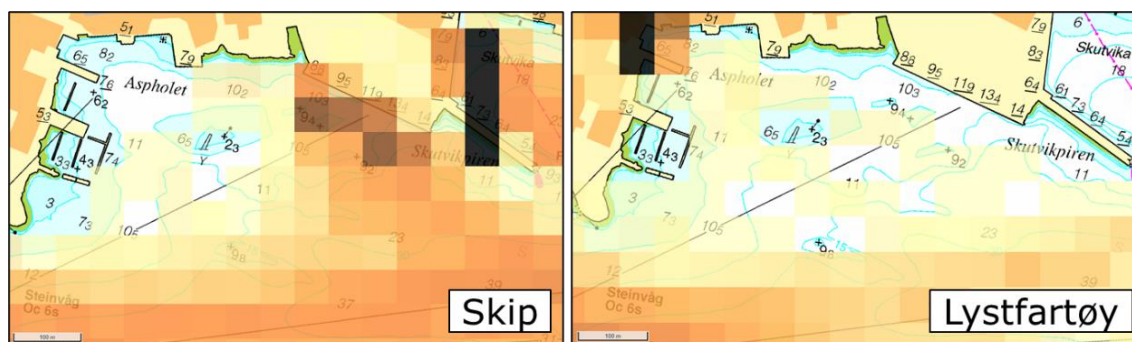
I de sentrale delene av Aspholet samt deler av områdene mot Containerhavna og Skutvikpiren er det relativt store områder med bart fjell på sjøbunnen (Fugro, 2017). Langs land er det også steinfyllingsmasser som dominerer. Det vil ikke være behov for å gjennomføre tiltak i disse delene av delområdet.

Ellers er det ingen utfordringer knyttet til områdebruk og tiltaksløsning for delområde 2.

Mudring av forurenset sjøbunn er en tids- og kostnadskrevende tiltaksløsning sammenlignet med tildekking av forurenset sjøbunn. I tillegg er det en del ekstra metodiske utfordringer samt økt forureningsrisiko knyttet til mudring sammenlignet med tildekking. Følgelig anbefales det at tiltak ikke igangsettes i delområde 2 før havnevirksomheten er flyttet til Flatholmen, og at tildekking av forurenset sjøbunn i delområde 2 gjennomføres i de delene av delområdet uten bart fjell.

Tildekking med erosjonssikring tilpasset propelloppvirvling fra fritidsbåter anbefales som tiltak i områdene ved Aspevågen Marina samt områder med vanddyb <10 m langs land. For øvrig anbefales tradisjonell tildekking, med et topplag som er erosjonssikkert mht. strømforholdene i området. For områder nært land (<5-10 m) anbefales «rainbowing» som tildekkingsmetode, mens i resterende deler av tiltaksområde kan det benyttes fallbunnslekter eller splittlekter. Tildekking bør gjøres fra de grunnere områdene inne ved land mot de dypere områdene i ytterkant av delområdet.

Siden delområdet ligger bynært med flere tidligere grunnforureningslokaliteter i nærheten, vil ikke rekontaminering kunne utelukkes. Det er imidlertid gjennomført sikringstiltak mot utlekking av forurensning fra de registrerte grunnforureningslokalitetene i området og risikoen for forurensning fra land er vurdert som akseptabel. Det er også noe usikkerhet knyttet til graden av tilførsel fra overvannsutslipp i området. Risikoen for rekontaminering vurderes imidlertid som akseptabel.



Figur 18. AIS-data for skip (AIS klasse A) og lystfartøy (AIS klasse B) fra perioden februar og mars 2020 i delområde 2 som viser hvilke områder som benyttes for anløp til/fra delområde 2. Fargekodene er ikke tallfestet, men mørkere farge indikerer hyppigere bruk av området. Dataene er hentet fra Kystinfo (Kystverket, 2022a).

7.1.3 Delområde 3

Arealet av delområde 3 utgjør totalt ca 188 000 m². Store deler av Kippervika og områder langs land i Skutvika består imidlertid av bart fjell eller fyllingsfot. De kartlagte områdene der det er registrert bart fjell eller fyllingsfot utgjør ca 26 500 m². Det vil ikke være nødvendig å gjøre miljøtiltak mot forurenset sjøbunn i dette området bestående av hardbunn.

Sedimentmektigheten ble undersøkt i deler av tiltaksområdet med vanddyp <15 m. I de områdene der det er registrert sedimenter, varierer sedimentmektigheten fra 0.1 m – 2.5 m (Fugro, 2017). Sedimentmektigheten i øvrige deler av delområdet er ikke kartlagt.

Havnevirksomheten i Skutvika (vestre del med Containerkaia og Skutvikpiren) er planlagt flyttet til Flatholmen, og følgelig vil havnevirksomheten i de indre delene av Skutvika opphøre. Havnevirksomheten ved Prestebrygga, Storneskaia samt i Kippervika vil bestå. Merk imidlertid at det foreligger planer for byutvikling i deler av Kippervika, som innebærer at de indre og østre delene av Kippervika vil utfylles for å etablere nye landområder. Progresjon i disse byutviklingsprosjektene, samt eventuelle ringvirkninger det gir for fremtidig områdebruk, må koordineres med det videre arbeidet med prosjektet Renere fjord Ålesund.

Områdene ved Prestebrygga og Storneskaia er ikke undersøkt mht. sedimentmektighet. Vanddypet ved Prestebrygga varierer fra ca 13 m lengst nordvest til ca 16 m på det dypeste, mens vanddypet ved Storneskaia varierer fra ca 13 m ved Brusundet til 30 m på det dypeste. I områder med vanddyp <20 m foreligger det en risiko for spredning av sedimenter ved propelloppvirvling fra skip, og Prestebrygga og Storneskaia er bl.a. mye brukt av store cruiseskip (Figur 19). Følgelig foreligger det en spredningsrisiko fra dette området dersom det er sedimenter på sjøbunnen ved disse kaianleggene. Under prøvetaking høsten 2021 var det problematisk å innhente sedimentprøver fra dette området, noe som indikerer at området er preget av hardbunn. På Storneskaia ble det registrert økt strømhastighet ved bunnen samtidig med manøvrering av cruiseskip ved kaia, uten at det ble registrert forhøyet turbiditet (DNV, 2010). Mangel på sediment på sjøbunnen kan være en årsak til dette. For å undersøke i hvilken grad det er behov for å gjøre miljøtiltak ved Prestebrygga og Storneskaia, bør det gjøres bunnsstratkartlegging i dette området. Dersom det viser seg at det er en risiko for spredning av forurensning ved disse kaiene, bør det gjøres tiltak for å redusere spredningsrisikoen fra området. Ålesund Havne-region har i møte med Ålesund kommune 7. september 2021 ytret et ønske om ikke å endre seilingsdypet ved disse kaianleggene. Dette er imidlertid relativt små områder der det kan spesialtilpasses løsninger som f.eks. betongmadrass eller tilsvarende dersom det viser seg å være et tiltaksbehov.

I de indre delene av Skutvika er vanddyper <10 m (Figur 20). Sedimentmektheten i området er begrenset, og i en relativt stor del av disse områdene er det registrert bart fjell (ca 2 700 m²) eller fyllingsfot (ca 1 500 m²). I de indre vestlige områdene i Skutvika er det i gjeldende kommuneplan planlagt å etablere en småbåthavn (se kapittel 2.4). I det aktuelle småbåthavnsområdet er imidlertid sjøbunnen bestående av bart fjell eller med vanddyper >10 m. Miljøtiltak mot forurenset sjøbunn i dette området må tilpasses det gjeldende arealformålet, som trolig vil bli gjeldene etter at havnevirksomheten er flyttet til Flatholmen. Vanddyper i områder med løsmasser (ca 10-20 m) tilsier at tildekking med erosjonssikring tilpasset fritidsbåtbruk vil være egnet tiltak. For øvrige deler av indre Skutvika (mot nord, vest for Prestebrygga) er de tilgrensende landområdene planlagt benyttet til sentrumsformål. I dette området er det relativt grunt med vanddyper mellom ca 2 – 10 m. Området har en sedimentmekthet på opptil 0.5 m, og det vil være behov for miljøtiltak i dette området. Det er imidlertid noe usikkert hvilket krav som stilles til vanddyper i disse områdene.

Langs Skutvikpiren er det registrert bart fjell/støttefylling (Figur 20). Den delen av dette området som inngår i delområdet 3 har et areal på ca 2 300 m², og miljøtiltak vil ikke være nødvendig i dette området.

Kippervika er benyttet til havneformål for bl.a. hurtigbåten til/fra Langevåg med hyppige avganger hele året, ulike lasteskip, fiskebåter og supply-skip. De sentrale delene av Kippervika består enten av vanddyper >15 m eller hardbunn. Langs land fra den vestligste delen av Kippervika, ved land innerst på Storneskaia, til Meierikaia er det imidlertid et område med løsmasser (0.1 – 2.5 m mektighet) og med stedvis vanddyper <10 m og stedvis <15 m. I disse områdene må det avklares med Ålesund Havnerregion i hvilken grad en reduksjon i seilingsdyper er akseptabelt. Det vil kunne være behov for en spesialtilpasset tiltaksløsning i disse områdene. Slike løsninger kan f.eks. være redusert tykkelse på tildekkingslag, betongmadrass eller tilsvarende, eller mudring av et mindre område ned til bart fjell eller tilsvarende tildekkingslagets tykkelse. Merk imidlertid at det er deler av disse områdene der det er planlagt utfyllinger i sjø, noe som kan medføre endringer i anbefalte tiltaksløsninger med hensyn til forurenset sjøbunn.

I de sentrale delene av Kippervika med vanddyper >15 m vil tildekking med et erosjonssikringslag tilpasset skipstrafikk være egnet. I et mindre område, i sentrale deler av Kippervika, er det >20 m vanddyper. I dette området vil et tradisjonelt tildekkingslag med erosjonssikringslag tilpasset de lokale strømforholdene være egnet.

I øvrige områder utenfor Kippervika og ytre deler av Skutvika er vanddyper >20 m. I disse områdene vil et tradisjonelt tildekkingslag med erosjonssikringslag tilpasset de lokale strømforholdene være egnet.

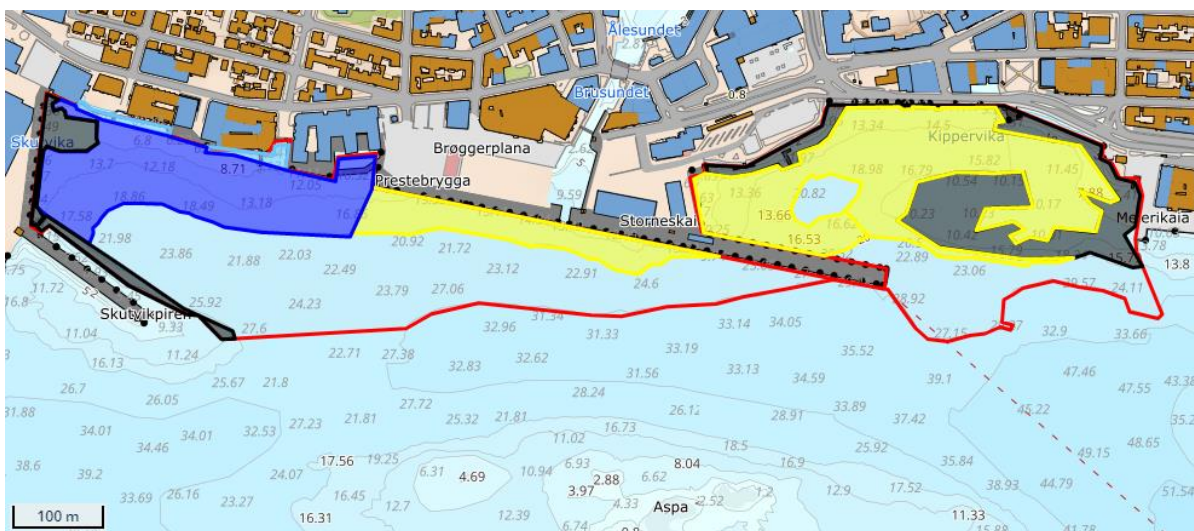
For områder nært land (<5-10 m) anbefales «rainbowing» som tildekkingsmetode, mens i resterende deler av tiltaksområde kan det benyttes fallbunnslekter eller splittlekter.

Tildekking bør gjøres fra de grunnere områdene inne ved land mot de dypere områdene i ytterkant av delområdet.

Siden delområdet ligger bynært med aktiv havnevirksomhet og flere tidligere industrilokaliteter i nærheten, vil ikke rekontaminering kunne utelukkes. Det er imidlertid ikke registrert noen grunnforurensningslokaliteter i området. Det er noe usikkerhet knyttet til graden av tilførsel fra overvannsutslipp i området. Dette bør undersøkes nærmere før tiltaksoppstart. Risikoen for rekontaminering vurderes imidlertid som normal med hensyn til lokalitetens plassering.



Figur 19. Bilde av Prestebrygga og Storneskaia 14. juni 2022 hentet fra Ålesund Havn sine hjemmesider (Ålesund Havn, 2022).



Figur 20. Kart over delområde 3 i Skutvikvika og Kippervika (rødt omriss). Større områder med kartlagt bart fjell på sjøbunnen er markert i sort, mens områder der ekstra erosjonssikring av tildekkingslaget mht. skipstrafikk eller betongmadras må vurderes er markert i gult (områder med vanddyb <20 m og skipstrafikk). Områder der det er planlagt småbåthavn med vanddyb <20 m, samt grunne områder (ca 3-10 m) er markert i blått. Merk at sedimentmektighet i områder med vanddyb >15 m ikke er kartlagt som del av Fugros (2017) undersøkelse.

7.1.4 Delområde 4

I delområde 4 er det gjennom risikovurdering gjennomført som del av tiltaksplanen fra 2015 og den inneværende rapporten, identifisert et behov for å gjennomføre tiltak. Spesielt er PAH-forurensning av sedimentene i delområdet utslagsgivende for denne vurderingen. Det er utarbeidet en egen tiltaksplan for den delen av delområdet som er påvirket av forurensning fra tidligere Ålesund Gassverk, også kalt Gassverkstomta (Rambøll, 2022c). Dette er de sentrale delene av delområde 4 (Figur 21), og i dette området er det planlagt å gjennomføre

mudringstiltak for å fjerne tjæreforurensede sedimenter og deretter tildekking med minimum 0.5 m rene masser.

De geotekniske vurderingene for området indikerer at sedimentene stedvis er bløte og tildekkingslaget må designes deretter. Det er imidlertid en del usikkerhetsmomenter ved de geotekniske forholdene som må utredes nærmere som grunnlag for tiltakets detaljprosjektering. Det endelige designet av tildekkingslaget må derfor kvalitetssikres og vurderes i lys av den geotekniske utredningen nevnt ovenfor. Følgelig må nødvendig tykkelse på tildekkingslaget og utleggingsmetode endelig fastsettes som del av detaljprosjekteringen.

Det er gjennomført bunnsstratkartlegging i store deler av delområde 4, men oppløsningen på dataene var av begrenset kvalitet til å definere nøyaktig sedimentmektigheten på de ulike delene av delområdet. I sentrale deler av delområde 4 (innenfor tiltaksområdet for Gassverkstomta) er det definert et område med lav sedimentmektighet, det samme gjelder utenfor de vestre delene av Meierikaia, ved antatt fyllingsfot mot land i enkelte strekninger langs Ålesundsvegen og i et mindre område mot Kjerringodden. Utenom tiltaksområdet for Gassverkstomta er det imidlertid kun langs land fra østlige deler av Meierikaia til Volsdalsvågen Marina at det er kjent at det er bart fjell eller steinfylling innenfor delområde 4 (Figur 21). Denne informasjonen er hentet fra ROV-undersøkelser gjennomført av Multiconsult (Multiconsult, 2020) og Rambøll (Rambøll, 2022a), samt vurdering av flyfoto. Videre ble det under sedimentprøvetakingen identifisert et større område med hardbunn i sørvestre deler av delområde 4 (Figur 21). Det vil ikke være behov for å gjøre miljøtiltak i de delene delområde 4 der det er identifisert hardbunn.

I tiltaksplanen for 2015 ble det anbefalt å tildekke sjøbunnen i delområde 4 med rene masser (Rambøll, 2015). Det er ingen skipstrafikk i delområde 4 utenom fritidsbåter. Volsdalsvågen Marina, lengst øst i delområdet, ligger i et område med steinfylling eller bratt skråning ned til vanddyb på >15 m. For øvrig er vanddybet i delområdet i all hovedsak 15-40 m med enkelte unntak nær Meierikaia, Bålholmen og inne mot land langs Ålesundsvegen og Sunnmørshallen. Områdebruken og vanddybden i delområdet tilsier derfor at tradisjonell tildekking vil være et egnet tiltak.

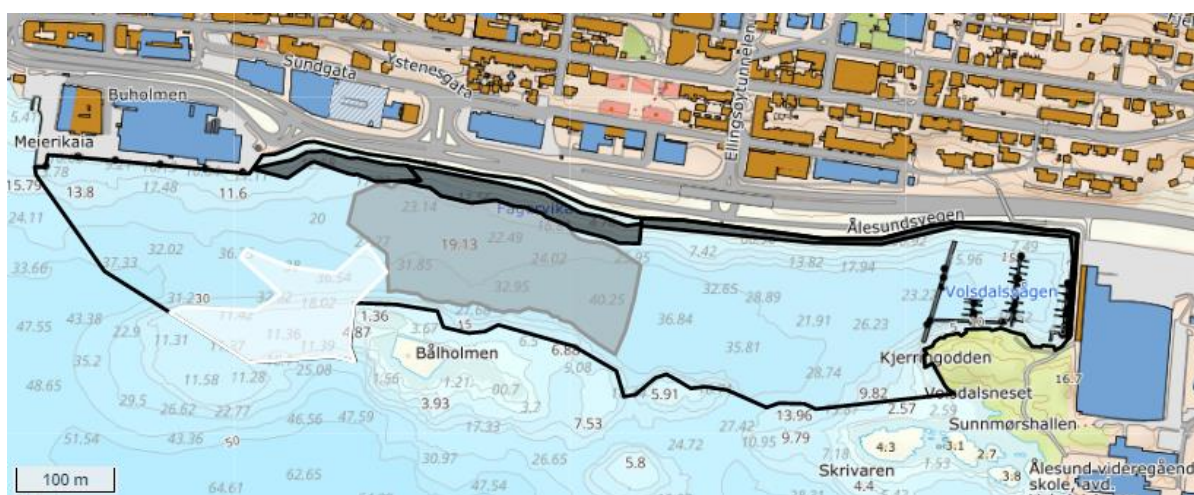
Den foreliggende kunnskapen tilsier imidlertid at det bør etableres et tildekkingslag bestående flere «dellag» for å sikre at de underliggende sedimentenes bæreevne er tilstrekkelig og at ikke tildekkingslaget «synker» ned i de forurensede sedimentene. Dette er en vanlig tildekkingsmetode for å sikre et stabilt og velfungerende tildekkingslag ved bruk av mineralske masser. Designet på tildekkingslaget i delområde 4 bør tilsvare tildekkingslaget som er anbefalt for Gassverkstomta og øvrige delområder i Aspevågen. Dette anbefales for å gjøre tiltaksforberedelsene og tiltaks-gjennomføringen så smidig som mulig og for å optimalisere kost-nyttens av miljøtiltaket. Design på tildekkingslag er beskrevet i kapittel 7.2 nedenfor.

I hele delområde 4 vil et tradisjonelt tildekkingslag med et erosjonssikringslag/topplag tilpasset de lokale strømforholdene og fritidsbåtbruk være egnet. For områder nær land anbefales «rainbowing» som tildekkingsmetode, mens det i resterende deler av tiltaksområdet kan benyttes fallbunnslekter eller splittlekter.

Tildekking bør gjøres fra de grunnere områdene inne ved land mot de dypere områdene i ytterkant av delområdet for å minimere risikoen for rekontaminering. Det er også svært viktig for tiltaksgjennomføringen at sikringstiltak mot grunnforurensning ved Gassverkstomta (Rambøll, 2022d) samt mudringsdelen av tiltaket ved Gassverkstomta (Rambøll, 2022c) gjennomføres før tiltaksoppstart i resterende deler av delområde 4. Tildekking av forurenset sjøbunn i delområde 4

anbefales av samme årsak samordnet med tildekking av forurenset sjøbunn innenfor tiltaksområdet i sjø for opprydding av forurensning fra Gassverkstomta.

Siden delområdet ligger by- og veinært og det er flere tidligere industrilokaliteter i nærheten, vil ikke rekontaminering kunne utelukkes. Som nevnt ovenfor er det svært viktig at grunnforurensningslokaliteten ved Gassverkstomta, samt mudringsdelen av tiltaket på sjøbunnen ved Gassverkstomta, gjennomføres før tildekking av øvrig sjøbunn i delområde 4. Dersom dette følges, vil rekontamineringsrisikoen fra forurensning fra Gassverkstomta og øvrige tidligere industrilokaliteter langs delområde 4, måtte anses som akseptabel. Det er noe usikkerhet knyttet til graden av tilførsel av overvann- og avløpsutslipp i området. Dette bør undersøkes nærmere før tiltaksoppstart. Dersom miljøtiltakene gjennomføres i rekkefølgen beskrevet ovenfor, vil risikoen for rekontaminering vurderes normal med hensyn til lokalitetens plassering.



Figur 21. Kart over delområde 4 (sort omriss), med markering av tiltaksområdet for Gassverkstomta (grått polygon) som ikke inngår i denne tiltaksplanen, samt fyllingsfot langs land i nord og øst, samt område der det under sedimentprøvetaking ble identifisert hardbunn/ikke var mulig å ta opp grabbprøver (hvitt).

7.1.5 Delområde 5

I delområde 5 er det gjennom risikovurdering gjennomført som del av tiltaksplanen fra 2015 og den inneværende rapporten, identifisert et tiltaksbehov. Delområdet har et totalt areal på ca 241 000 m². De sentrale delene av delområdet består av et basseng med >30 m vandndyp. Dette området er ca 71 000 m². Det vurderes ikke som hensiktsmessig å gjøre tiltak mot forurenset sjøbunn på dyp >30 m. Totalt har delområdet et areal på ca 170 000 m² med vandndyp <30 m (Figur 22).

I tiltaksplanen for 2015 ble det anbefalt å tildekke sjøbunnen i delområde 5 med rene masser (Rambøll, 2015). Det er en god del skipstrafikk i delområdet, men vandndypet i området er ca 15-35 m. Det er ikke gjort bunnsstratkartlegging i delområdet, så det er usikkert i hvilken grad det er løsmasser i hele delområdet. I den sørlige enden av delområdet skråner sjøbunnen raskt fra land ned til ca 15 m vandndyp. I dette området er trolig hardbunn den dominerende substrattypen. I den vestlige delen av delområdet, mot Steinvågen og Kvennaneset, er det mer usikkert og vi antar at dette området er dominert av løsmasser. I de dypere delene av delområdet (>20 m vandndyp) består sjøbunnen i all hovedsak av siltig sand, og dette området er trolig et akkumulasjonsbasseng for sedimenter som spres fra grunnere omkringliggende områder i Aspevågen.

Områdebruken og vanddybden i delområdet tilsier at det vil være mulig å etablere et tildekkingslag på 0.5 – 1 m i hele delområdet.

Den foreliggende kunnskapen tilsier at det bør etableres et tildekkingslag bestående flere «dellag» for å sikre at de underliggende sedimentenes bæreevne er tilstrekkelig og at ikke tildekkingslaget «synker» ned i de forurensede sedimentene. Dette er en vanlig tildekkingsmetode for å sikre et stabilt og velfungerende tildekkingslag ved bruk av mineralske masser. Designet på tildekkingslaget i delområde 5 bør tilsvare tildekkingslaget som er anbefalt for Gassverkstomta og øvrige delområder i Aspevågen. Dette for å gjøre tiltaksforberedelsene og tiltaksgjennomføringen så smidig som mulig, og optimalisere kost-nyttens av miljøtiltaket. Design på tildekkingslag er beskrevet i kapittel 7.2 nedenfor.

I de delene av delområdet der vanddypet er <20 m vil det imidlertid måtte etableres et erosjonssikringslag tilpasset skipstrafikk. Disse områdene har et totalt areal på ca 42 000 m². I resterende deler av delområdet må det øverste laget av tildekkingslaget være tilpasset de lokale strømforholdene.

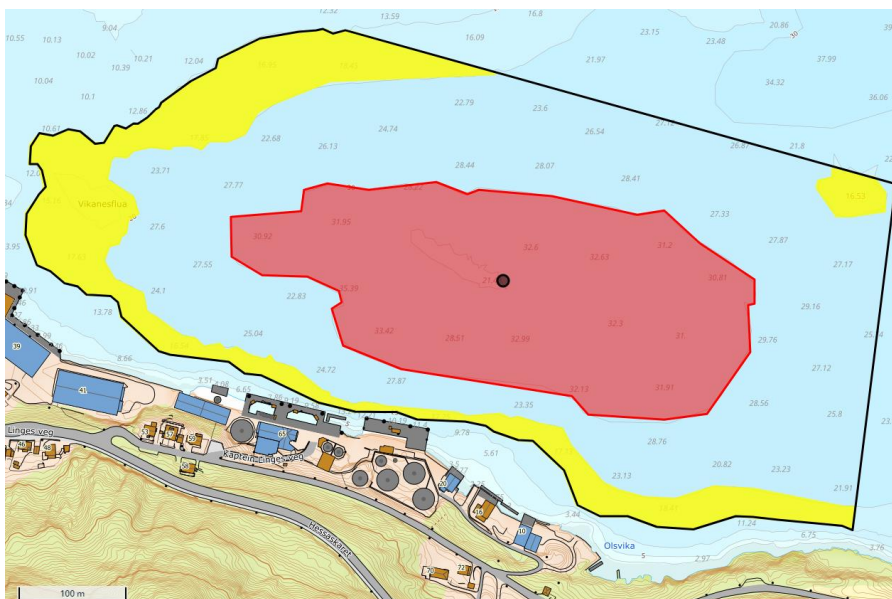
Tildekking med fallbunnslekter eller splittlekter anses som en god tildekkingsmetode for delområdet. «Rainbowing» kan vurderes i områdene nærmest land i den sørlige delen av delområdet, men det vil trolig ikke være nødvendig.

Tildekking bør gjøres fra de grunnere områdene inne ved land, og i vestlig del av delområdet, mot de dypere områdene sentralt og i øst av delområdet.

Siden delområdet er preget av skipstrafikk med flere tilgrensende aktive industrilokaliteter, som f.eks. Bunker Oil, vil ikke rekontaminering kunne utelukkes. I tillegg ligger vraket av Iris sentralt i delområdet og utgjør en potensiell risiko mht. utlekking av olje. Det bør avklares om det er behov for å tømme vraket av Iris for olje før det igangsettes tiltak i delområde 5. Siden delområdet er det dypeste og ytterste delområdet i Aspevågen, vil det trolig være begrenset med spredning av forurensning fra delområde 5 til de øvrige delområdene. Følgelig vurderes det som akseptabelt at tiltak i delområde 5 gjennomføres etter tiltak i de øvrige delområdene. I møte med Kystverket 13. oktober 2022 opplyste Kystverket at lasten om bord i fartøyet er ukjent. Det er ikke kjent om Iris benyttet kull eller tungolje som drivstoff. Kystverket vet at fartøyet var klargjort for avgang og regner derfor med at det var bunkret opp med både drivstoff og ammunisjon. Siste innmeldte observasjon av forurensning fra vraket var i 2018. Det gjøres løpende overflyvninger for å registrere eventuell spredning fra vraket, men det er ikke observert. Kystverket har opplyst at overflyvning skjer minst syv ganger i året. Vraket vil også bli inspisert i november 2022.

Det er registrert en grunnforurensningslokalitet med mistanke om grunnforurensning i området. Dette er Vest-Skipsservice (se Vedlegg 3). I tillegg ligger Bunker Oil ved delområdet. Det må avklares i hvilken grad disse to lokalitetene utgjør en forurensningsrisiko for sedimentene i delområde 5 før det iverksettes miljøtiltak på sjøbunnen i delområde 5. Det er også noe usikkerhet knyttet til graden av overvann- og avløpsutslipp i området. Dette bør undersøkes nærmere før tiltaksoppstart.

Rambølls vurdering er at det foreligger en risiko for rekontaminering av delområdet mht. mistanke om grunnforurensningslokaliteter som ikke er tilstrekkelig sikret i tilgrensende landområder, samt mulig oljelekkasje fra vraket av Iris. Følgelig bør dette avklares før det iverksettes tiltak i delområde 5.



Figur 22. Kart over delområde 5 (sort omriss) med markering av posisjon for vraket av Iris (sort sirkel) samt områder med vanddyb mellom 15-20 m (markert i gult).

7.2 Tildekkingslagets design

Tildekkingslaget fastsettes ut fra sedimentkarakteristikk, geotekniske forhold og arealbruk i de ulike delområdene. I dette kapittelet gir vi en vurdering av tildekkingsdesign som anbefales for de ulike delområdene.

Tildekking vil generere et ekstra trykk på den eksisterende sjøbunnen. Hvis etablering av tildekkingslaget medfører at bæreevnen til underliggende sedimenter overskrides, vil tildekkingsmassene synke inn i de forurensede sedimentene og ikke lenger ha en tildekkingsfunksjon. For å øke de underliggende forurensede sedimentenes bæreevne, bør det derfor først etableres et «blandingslag» med ren sand/skjellsand på ca 5-10 cm tykkelse (Tabell 14). Funksjonen til et slikt blandingslag vil være å blande seg med overflatelaget av sedimenter, uten å synke for langt ned i sedimentene. De miljøtekniske undersøkelsene som er gjennomført på sjøbunnen i Aspevågen i 2021, indikerer at overflatesedimentene i tiltaksområdet kan karakteriseres som velgradert silt eller ensgradert sand (Figur 23). Følgelig vil egnede masser til et blandingslag være masser karakterisert som middels sand (Tabell 15). Sanden i «blandingslaget» bør derfor være finkornet med en d_{15} -verdi på $<0.5 \mu\text{m}$. Masser i fraksjon 0-4 mm til 0-10 mm kan være velegnet til dette formålet. Det er viktig at sanden er uten stein. Sanden bør ha relativt lav egenvekt for at massene skal kunne blande seg med overflatesedimentene på ønsket måte.

Deretter anbefales det å etablere ytterligere fire tildekkingslag med tykkelse på 10-15 cm (Tabell 14). For tildekking av relativt finkornige sedimenter (det første tildekkingslaget) bør tildekkingsmassene ha noe høyere permeabilitet enn de forurensede sedimentene, men samtidig ikke være så grovkornede at finstoff utvaskes fra de underliggende sedimentene. For å sikre tilstrekkelig permeabilitet er det en generell anbefaling om at tildekkingsmassene bør ha d_{15} verdi $>2 \times d_{15}$ for sedimentene, samtidig som at d_{85} verdien bør være $<5 \times d_{85}$ for sedimentene for å hindre utvasking av finstoff (COWI, 2018). Det første tildekkingslaget, over innblandingslaget, bør derfor bestå av noe grovere sand enn blandingslaget. Det skal imidlertid heller ikke være noe stein i disse massene. Dette tildekkingslaget bør være 10-15 cm tykt. De tre neste tildekkingslagene kan bestå av noe grovere masser, se veileder M-411, "Testprogram for

tildekkingsmasser – forurenset sjøbunn" (Miljødirektoratet, 2017). Massene i det siste tildekkingslaget bør være av en slik karakter at det ikke er fare for at de eroderer bort med strømmene i området eller annen påvirkning. Det må tas spesielt hensyn til områdene påvirket av propelloppvirvling fra skipstrafikk.

Vurderingene av strømforholdene i de ulike delområdene tilsier at det, i områdene som ikke er påvirket av propelloppvirvling fra skipstrafikk, bør etableres et topplag bestående av grov sand og grov grus. Dette vil være tilstrekkelig mht. erosjonssikring av tildekkingslaget (se kapittel 7.3 og 7.4 nedenfor). I de områdene der propelloppvirvling vil kunne påvirke tildekkingslaget, bør det etableres et topplag bestående av enda grovere masser for å forhindre erosjonspåvirkning og skader på tildekkingslaget. Disse områdene inkluderer områdene med vanddyb <20 m ved Prestebrygga, Storneskaia og Kippervika, samt ved småbåthavna ved Aspholet. Merk at supplerende undersøkelser og informasjon om krav til seilingsdyb ved Prestebrygga, Storneskaia og Kippervika, kan medføre behov for spesialtilpasninger i tiltak- og tildekkingsdesign i mindre deler av disse områdene.

Mellom utlegging av de ulike tildekkingslagene bør det beregnes en oppholdstid før utlegging av neste lag. Dette er viktig for å sikre at de ulike tildekkingslagene er konsolidert i tilstrekkelig grad før et nytt tildekkingslag legges ut. Hvor lang tid som bør beregnes mellom utlegging av hvert dellag vil måtte fastsettes som del av detaljprosjekteringen av tiltaket.

Det anbefales at totaltykkelsen på tildekkingslaget ved tiltaksslutt, er 50-70 cm tykt. I områdene mest utsatt for propelloppvirvling vil imidlertid tilstrekkelig erosjonssikring kunne medføre en totaltykkelse opp mot ca 1 m. Forslag til massetyper, fraksjon og massebehov for de ulike delområdene prioritert for tiltak er gitt i Tabell 14.

Med et tillegg på 25 % vil tiltak i samtlige delområder kreve ca 382 005 – 586 780 m³ tildekkingsmasser (Tabell 14). Tillegget på 25 % er inkludert for å ta høyde for bl.a. setning av massene og at tildekkingsmassene ikke alltid legger seg jevnt utover i tiltaksområdet, og at noe trolig vil spres ut av tiltaksområdet. En usikkerhetsfaktor på ca 25 % kan derfor legges mengdeestimatet, som et konservativt estimat.

Det er ikke gjennomført en kartlegging av tilgang på mulige tildekkingsmasser for gjennomføring av prosjektet. Dette bør gjøres som en del av detaljprosjekteringsfasen. Utførende entreprenør bør imidlertid stilles åpen til å benytte andre egnede massealternativer dersom de har tilgang til dette. Dette må også koordineres og gjøres samlet for hele tiltaket i Aspevågen, inkludert tiltaket ved Gassverkstomta (Rambøll, 2022c). Det er imidlertid viktig av tildekkingsmassenes egnethet vurderes i forhold til en rekke faktorer som er beskrevet i veileder M-411, "*Testprogram for tildekkingsmasser – forurenset sjøbunn*" (Miljødirektoratet, 2017). I dette ligger det vurderinger av massenes opprinnelse, dets innhold av miljøgifter, permeabilitet, filteregenskaper, egenvekt, konsolideringsegenskaper mm. Det må også utføres en vurdering av de valgte tildekkingsmaterialets egenskaper (sedimentets bæreevne og konsolideringsegenskaper) på opp mot de geotekniske forholdene i tildekkingsområdet, samt beregning av diffusjon av forurensning i tildekkingslag bestående av de aktuelle massene. En dimensjonering av total tykkelse og antall utleggingslag bør gjøres basert på denne informasjonen, samt en vurdering av sedimentets bæreevne, under detaljprosjekteringen. Merk også at massefraksjonen som benyttes i tiltaket også vil bli styrt av hvilke masser som er tilgjengelige for tiltaket, og må vurderes i lys av det. Følgelig må denne tiltaksplanen kun anses som retningsgivende og ikke endelig for valg av tildekkingsmasser.

Tabell 14. Beskrivelse av anbefalt tildekkingsdesign for tildekkingslaget på sjøbunnen i de prioriterte delområdene; delområde 2, delområde 3, delområde 4 og delområde 5. Tabellen angir anbefalt tykkelse pr. tildekkingslag, anbefalt fraksjon, areal og mengdeberegning mht. behov for tildekkingsmasser.

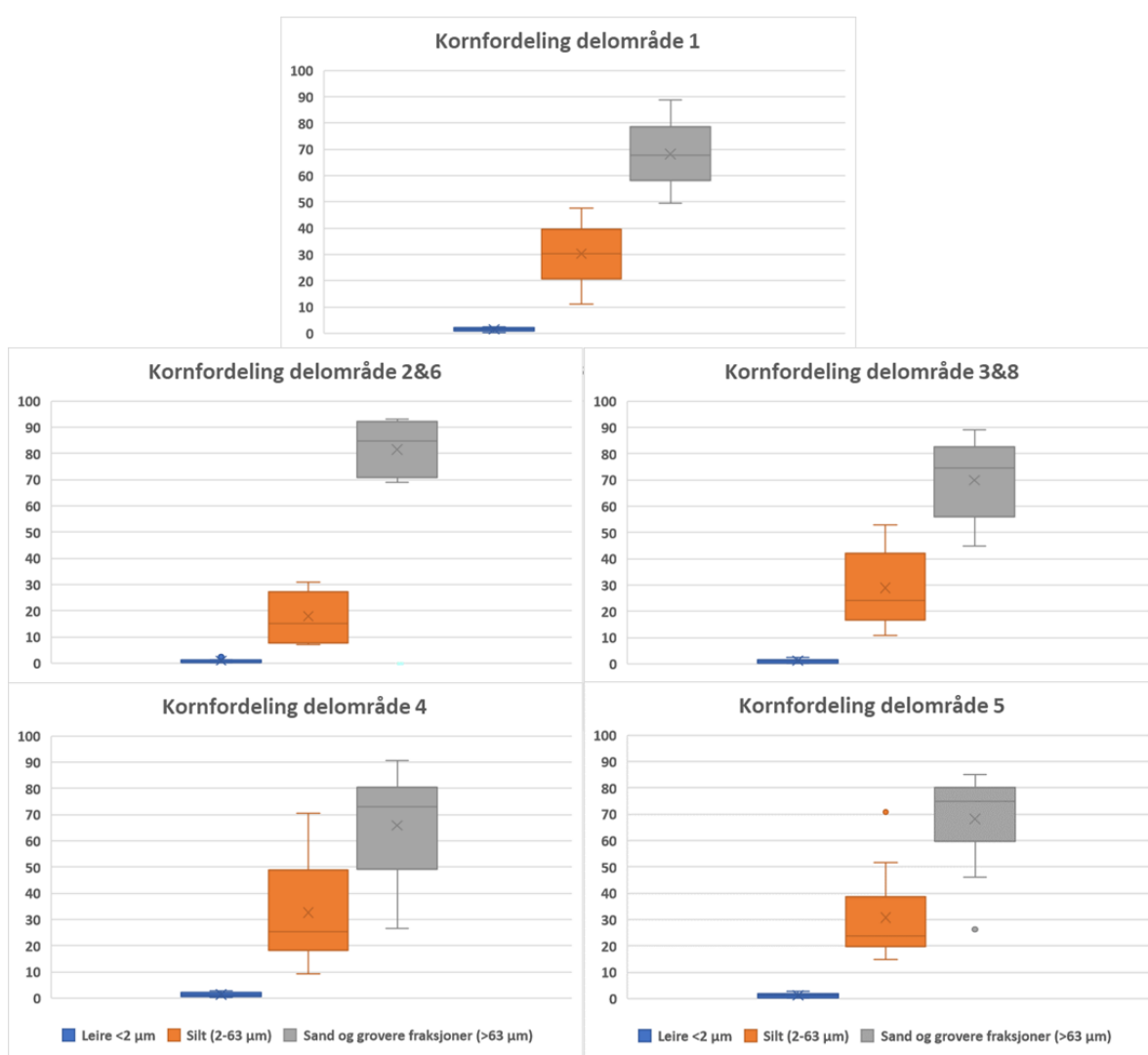
Del-område	Tildekkingslag	Tykkelse (cm)	Massetype	Fraksjon	Areal (m ²)	Mengde (m ³)	Mengde (m ³) inkl. 25%
2	Innblandingslag	5-10	Middels sand/ Skjellsand	0-4 – 0-10 mm	170 000	8 500 - 17 000	10 625 - 21 250
	Første tildekkingslag	10-15	Middels sand/ Skjellsand	0-4 – 0-10 mm	170 000	17 000 - 25 500	21 250 - 31 875
	Andre tildekkingslag	10-15	Middels til grov sand	0-8 – 0-10 mm	170 000	17 000 - 25 500	21 250 - 31 875
	Tredje tildekkingslag	10-15	Middels sand til grov grus	0-8 – 0-20 mm	170 000	17 000 - 25 500	21 250 - 31 875
	Fjerde tildekkingslag	10-15	Grov sand til grov grus	Fra 0-20 mm og grovere	170 000	17 000 - 25 500	21 250 - 31 875
	Ekstra erosjonssikringslag i områder med fritidsbåtbruk	10-15	Grov grus - stein	Forslag: 0-120 mm eller tilsvarende	17 000	1 700 - 2 550	2 125 - 3 190
	Total delområde 2	55 – 85				78 200 - 121 550	97 750 - 151 940
3	Tildekkingslag	Tykkelse (cm)	Massetype	Fraksjon	Areal (m²)	Mengde (m³)	Mengde (m³) inkl. 25%
	Innblandingslag	5-10	Middels sand/ Skjellsand	0-4 – 0-10 mm	161 500	8 075 - 16 150	10 095 - 20 190
	Første tildekkingslag	10-15	Middels sand/ Skjellsand	0-4 – 0-10 mm	161 500	16 150 - 24 225	21 250 - 31 875
	Andre tildekkingslag	10-15	Middels til grov sand	0-8 – 0-10 mm	161 500	16 150 - 24 225	21 250 - 31 875
	Tredje tildekkingslag	10-15	Middels sand til grov grus	0-8 – 0-20 mm	161 500	16 150 - 24 225	21 250 - 31 875
	Fjerde tildekkingslag	10-15	Grov sand til grov grus	Fra 0-20 mm og grovere	161 500	16 150 - 24 225	21 250 - 31 875
	Ekstra erosjonssikringslag i områder for småbåthavn	10-15	Grov grus - stein	Forslag: 0-120 mm eller tilsvarende	28 500	2 850 - 4 275	3 565 - 5 345
	Ekstra erosjonssikringslag i områder med propelloppvirvling	20-25	Grov grus - stein	Forslag: 20-200 mm eller tilsvarende	51 400	10 280 - 12 850	12 850 - 16 065
Total delområde 3	55 – 85				85 805 - 130 175	107 255 - 162 720	

Tabell 14 fortsetter...

	Tildeckingslag	Tykkelse (cm)	Massetype	Fraksjon	Areal (m ²)	Mengde (m ³)	Mengde (m ³) inkl. 25%
4	Innblandingslag	5-10	Middels sand/ Skjellsand	0-4 – 0-10 mm	126 000	6300 - 12 600	7 875 - 15 750
	Første tildeckingslag	10-15	Middels sand/ Skjellsand	0-4 – 0-10 mm	126 000	12 600 - 18 900	15 750 - 23 625
	Andre tildeckingslag	10-15	Middels til grov sand	0-8 – 0-10 mm	126 000	12 600 - 18 900	15 750 - 23 625
	Tredje tildeckingslag	10-15	Middels sand til grov grus	0-8 – 0-20 mm	126 000	12 600 - 18 900	15 750 - 23 625
	Fjerde tildeckingslag	10-15	Grov sand til grov grus	Fra 0-20 mm og grovere	126 000	12 600 - 18 900	15 750 - 23 625
	Total delområde 4	50 – 70				56 700 - 88 200	70 875 - 110 250
	5	Tildeckings-lag	Tykkelse (cm)	Massetype	Fraksjon	Areal (m ²)	Mengde (m ³)
Innblandingslag		5-10	Middels sand/ Skjellsand	0-4 – 0-10 mm	170 000	8 500 - 17 000	10 625 - 21 250
Første tildeckingslag		10-15	Middels sand/ Skjellsand	0-4 – 0-10 mm	170 000	17 000 - 25 500	21 250 - 31 875
Andre tildeckingslag		10-15	Middels til grov sand	0-8 – 0-10 mm	170 000	17 000 - 25 500	21 250 - 31 875
Tredje tildeckingslag		10-15	Middels sand til grov grus	0-8 – 0-20 mm	170 000	17 000 - 25 500	21 250 - 31 875
Fjerde tildeckingslag		10-15	Grov sand til grov grus	Fra 0-20 mm og grovere	170 000	17 000 - 25 500	21 250 - 31 875
Ekstra erosjonssikringslag i områder med propelloppvirvling		20-25	Grov grus - stein	Forslag: 20-200 mm eller tilsvarende	42 000	8 400 - 10 500	10 500 - 13 125
Total delområde 5	55 – 85				84 900 - 129 500	106 125 - 161 875	
Sum total alle prioriterte delområder						305 605 – 469 425	382 005 – 586 780

Tabell 15. *Typiske kornstørrelser for aktuelle materialer hvor d_{15} og d_{85} er den korndiameteren som henholdsvis 15 % og 85 % (vekt) av kornene er mindre enn. Hentet fra Miljødirektoratets veileder M-411 (Miljødirektoratet, 2015a).*

Forurenset sediment				Egnet tildekkingsmateriale	
Forurenset sediment	Kornstørrelse d_{15} , (mm)	Permeabilitet k , (m/s)	Kornstørrelse d_{85} , (mm)	Kornstørrelse d_{15} , (mm)	Beskrivelse, i tilfelle bruk av ensgradert materiale
Siltig leire	< 0.002	$10^{-8} - 10^{-11}$	0.006	< 0.004 - 0.03	Middels til grov silt
Ensgradert silt	0.004	Ca. 10^{-7}	0.02	0.008 - 0.1	Middels silt til fin sand
Velgradert silt	0.006	Ca. 10^{-6}	0.1	0.012 - 0.5	Grov silt til middels sand
Ensgradert sand	0.08	Ca. 10^{-5}	0.2	0.08 - 1	Middels til grov sand
Velgradert sand	0.08	Ca. 10^{-5}	6	0.08 - 30	Middels sand til grov grus



Figur 23. *Boxplott over kornfordeling (leire, silt og sand inkl. grovere fraksjoner) av sedimenter i de ulike delområdene for tiltak, basert på sedimenter prøvetatt i 2021 (Rambøll, 2022a). For delområde 4 er sedimentprøvene innenfor tiltaksområdet for forurensnings fra Gassverkstomta (Rambøll, 2022b) ekskludert.*

7.3 Utlekking av tildekkingsmasser

Ved tildekking med mineralske masser på ca 10-30 m vanddyb er det mest aktuelt å utføre tildekkingen fra overflaten med lekter, enten splittlekter eller fallbunnslekter. Dette fordi tildekkingsmassene vil kunne spre seg horisontalt i vannsøylen, og legge seg relativt jevnt i områdene der de slippes ut. Ved utlegging av masser i områder <10 m vanddyb vil «rainbowing» eller utlegging med rør være den mest aktuelle tildekkingsmetoden. Dette anbefales for å sikre et jevnt tildekkingslag.

Det er relativt rolige strømforhold i delområdene med gjennomsnittshastigheter mellom 2-4 cm/s i hele vannsøylen, fra overflatelaget til bunnvannet (Rambøll, 2022g). Unntaket er gjennomsnittshastigheten i bunnvannet utenfor delområde 2 i perioden november-januar, som tilsvarte 8 cm/s. Basert på Hjulstrøms diagram i Figur 24 vil det kunne være potensiale for transport av grov silt og fin sand i vannmassene ved utlegging av denne type masser fra overflaten, mens transport av masser med diameter over 0.3 mm (middels sand og grovere partikler) vil være begrenset. Følgelig er spredningspotensialet ved utlegging av middels sand og/eller grovere massefraksjoner (se Tabell 14) fra overflaten for å etablere et tildekkingslag vurdert som begrenset. Tildekkingsmassene vil imidlertid trolig inneholde en mindre andel partikler i finere fraksjoner, med et visst spredningspotensial. Noe spredning i vannsøylen ved utlegging av masser fra overflaten, må derfor påregnes. Det anbefales at det gjennomføres overvåkning og kontroll av denne type spredning ut av tiltaksområdet under anleggsarbeidene. Dette kan innebære turbiditetsovervåkning og/eller bruk av siltgardin (se kapittel 9.2).

Resuspensjon av masser på sjøbunnen kan forekomme når tildekkingsmassene treffer sjøbunnen, og finere fraksjoner i de forurenkede sedimentene vil kunne spres ut av tiltaksområdet. Når tildekkingen vil utføres som en stegvis prosess, med flere tildekkingslag som legges ut over flere perioder, vil imidlertid resuspensjons- og spredningspotensialet reduseres som følge av at massene på sjøbunnen blir grovere etter hvert som tildekkingslagene blir lagt ut. Det anbefales allikevel at eventuell spredning av tildekkingsmasser ut av tiltaksområdet skal kontrolleres gjennom turbiditetsovervåkning, samt øvrige overvåkning med passive prøvetakere og sedimentfeller, under tiltaksgjennomføringen (se kapittel 9.2).

Frakt til tiltaksområdet kan gjøres med lastebiler eller båt/lekter fra masseleverandøren eller fra et mellomlager. Alternativet med frakt av tildekkingsmasser med jernbane er ikke et reelt alternativ. Utfordringene ligger i kapasitetsproblemer hos veiene inn mot Ålesund og begrensede arealer rundt tiltaksområdet som er aktuelle for mellomlager.

I detaljprosjekteringsfasen må det avklares nærmere hvilke masseuttak som kan være aktuelle å benytte, hvordan disse massene kan fraktes til tiltaksområdet, og hvor det evt. vil være aktuelt med mellomlagring av massene.

7.4 Erosjonssikringsbehov

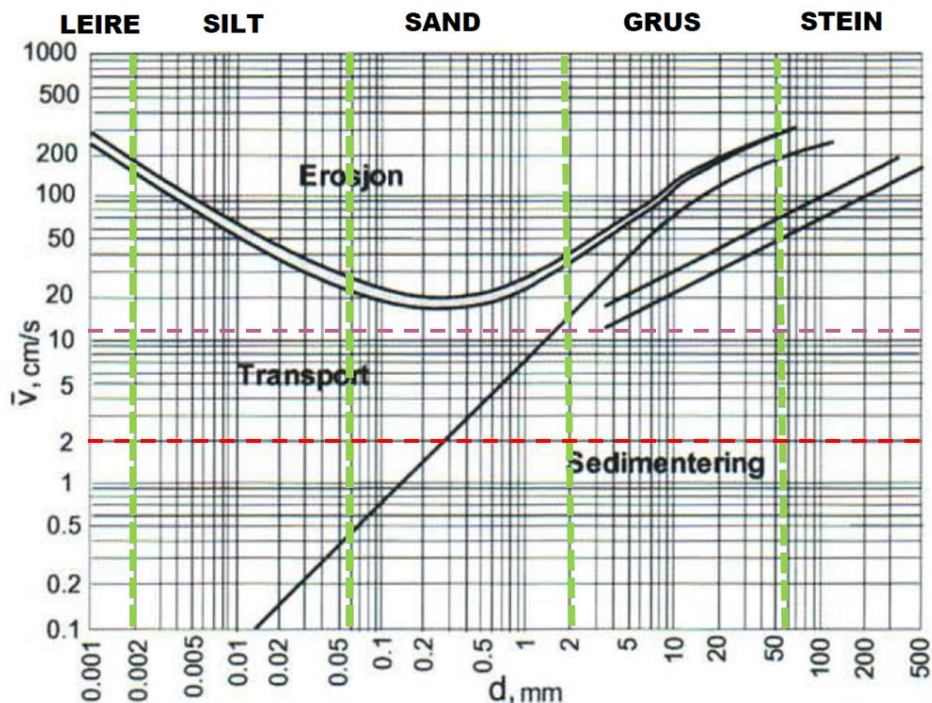
Erosjonssikring av tildekkingslaget skal dimensjoneres for å tåle strømforholdene i området. Strømmønstreet i tiltaksområdet (beskrevet i Vedlegg 2) ser i hovedsak ut til å være dominert av tidevannsstrømmer, og skipsoppvirvling i havneområdene med <20 m vanddyb.

I Figur 24 presenteres et Hjulstrøms diagram som beskriver forholdet mellom transport, erosjon og sedimentasjon av ulike kornstørrelser ved gitte strømforhold. Transport av partikler er under forutsetning av at partiklene er i suspensjon i vannet, mens erosjon indikerer i hvilken grad strømforholdene «sliter» bort sjøbunn bestående av en gitt partikkelfraksjon. Erosjon skjer raskest på partikler av typen fin/medium sand. Derfor er det ofte nødvendig å bruke grovere

masser til erosjonssikring, eller som overflatelag i et tildekkingslag dersom det er risiko for erosjonsskader på tildekkingslaget.

Gjennomsnittlig strømhastighet på strømmene i bunnvannet ved de ulike delområdene varierer fra 3-8 cm/s i ytterkant av delområde 2, og mellom 2-4 cm/s ved de øvrige delområdene prioritert for tiltak (delområde 3, 4 og 5). Hjulstrøm-diagrammet viser at de normale strømforholdene i bunnvannet ved delområdene prioritert for tiltak ikke vil medføre nevneverdige erosjonsutfordringer ved bruk av sand eller grus i tildekkingslaget (Figur 24). Maksimal strømhastighet i bunnvannet ved delområde 4 og delområde 5 indikerer heller ingen utfordringer med hensyn til mulige hendelser som kan generere uakseptabel erosjon. For delområde 2 og delområde 3 er det imidlertid registrert maksimal strømhastighet tilsvarende hhv. 43 cm/s og 22 cm/s (Rambøll, 2022g). Dette er områder preget av skipstrafikk, og de målte maksimalhastighetene kan være et resultat av dette. Det bør imidlertid planlegges for et tildekkingsstoplag bestående av grus/stein (>10 mm kornfraksjon) for å sikre at tildekkingslaget ikke eroderes bort. Det var imidlertid <5% av målingene som viste strømhastigheter over 19 cm/s i bunnvannet ved delområde 2 og 8 cm/s i bunnvannet ved delområde 3 (Rambøll, 2022g). Følgelig vil massene i topplaget av tildekkingslaget også kunne inneholde en god del sand (f.eks. masser i fraksjon 0-20 mm eller grovere) uten at erosjon forventes å påvirke tildekkingslaget i nevneverdig grad.

For de områdene som er utsatt for propelloppvirvling fra skip, i all hovedsak områdene <20 m der sjøbunnen ikke består av fjell eller stein, ved Prestebrygga, Storneskaia og Kippervika bør det imidlertid etableres et erosjonssikringslag bestående av enda grovere masser. Masser som kan være egnet til dette formålet, er brytningsmasser i fraksjon 20-200 mm. Alternativt kan det legges betongmadrasser, eller tilsvarende, i mindre områder for ikke å påvirke seilingsdypet.



Figur 24. Hjulstrøms diagram hentet fra COWI (2016), men modifisert noe i etterkant, som viser strømhastighet i cm/s (y-akse) og partikkelstørrelse i mm (x-akse) og forholdet mellom transport, erosjon og sedimentasjon. De grønne stiplede linjene indikerer ulike kornstørrelsesfraksjoner; leire, silt, sand, grus og stein. Gjennomsnittlig strømhastighet i bunnvannet (2 cm/s) er markert i stiplet rød linje, mens maksimal strømhastighet i bunnvannet (12 cm/s) er markert med lilla stiplet linje.

7.5 Sjøbunnsdybde før og etter tiltak

Tiltaksområdet består av sjøområder fra strandkanten ned til ca 30 m dyp. Unntaket er delområde 4 der det anbefales tiltak ned til 40 m dyp. Det planlegges ikke å gjennomføre noen mudringsoperasjoner i de ulike delområdene som del av prosjektet Renere fjord Ålesund.

Tildeckingslaget vil tilpasses områdebruken i havneområdet i Ålesund. I områdene <20 m med skipstrafikk av større fartøy som f.eks. ferger, containerskip, fiskefartøy osv. vil det etableres et tildeckingslag, med et erosjonssikringslag, som totalt er estimert å være ca 85 cm tykt. Dette vil kun være i områdene uten hardbunn. Seilingsdypet i disse områdene er i all hovedsak >15 m, utenom inntil kaiene i deler av Kippervika og ved en mindre del av Storneskaia. I detaljprosjekteringen av tiltaket bør det vurderes om det er behov for spesielle løsninger eller tilpasninger, som f.eks. betongmadrass i disse områdene. Havnevesenet vil involveres i denne prosessen. Merk imidlertid at for store deler av Kippervika, som er <15 m dyp, pågår det et byutviklingsprosjekt som planlegger utfylling i sjø. I disse områdene vil ikke sjøbunnsdybde etter tiltak være problematisk. For de aktuelle områdene utenfor Storneskaia er det usikkert om det er hardbunn eller sedimentbunn. Dette bør undersøkes som del av videre arbeid i prosjektet, da det ikke vil være behov for tiltak mot forurenset sjøbunn dersom det er kun er hardbunn i området.

Med hensyn til seilingsdyp i Skutvika og Aspholet, vil dette reduseres i områdene der det er, eller er planlagt, småbåthavn. Liaaen Eiendom AS antydte i møte 13. september 2022 at det vil være uproblematisk å etablere et tildeckingslag for å opprettholde nødvendig seilingsdyp i Aspholet (delområde 2). Nåværende sjødybde i indre deler av Skutvika er tilpasset havnevirksomhet og trafikk med større skip (i all hovedsak >10 m vanddyb). Etter utlegging av tildeckingslaget i dette området vil seilingsdypet fortsatt være tilstrekkelig for småbåthavn og fritidsbåtbruk.

Det vil kunne være potensielle utfordringer med tildeckingslagets design knyttet til fremtidig områdeutvikling, f.eks. utfylling i sjø eller annet arbeid som medfører kontakt med tildeckingslaget. Følgelig vil det være viktig at det tas hensyn til tildeckingslaget dersom det skal gjøres slike tiltak i de ulike delområdene i fremtiden.

Krav om kontroll av tildeckingslagets tykkelse og evt. innmåling av nye sjøbunnsdybder vil foreslås nedenfor og fastsettes på et senere tidspunkt i prosjektet.

7.6 Risiko for rekontaminering av sjøbunn etter endt tiltak

Rekontaminering av sjøbunnen i tiltaksområdet fra landkilder vil skje. Det er uunngåelig for bynære sjøområder. Avrenning fra tette flater, veiforurensning, overløp, kloakkutslipp og akutte forurensningshendelser vil forekomme, og kan heller ikke forhindres i sin helhet. I et byområde som Ålesund vil det også være diffuse eller ukjente forurensningskilder fra land til sjø. En kildekontrollundersøkelse for Aspevågen, bør gjennomføres før eller under detaljprosjekteringsfasen for Renere fjord Ålesund, slik at evt. uakseptable og håndterbare forurensningskilder kartlegges og følges opp videre for å begrense rekontaminering av sjøbunnen.

Ved tildekking av forurenset sjøbunn er det en mulighet for rekontaminering knyttet til oppvirvling av sedimenter under utlegging av tildeckingsmasser. Ved å påføre massene skånsomt i flere lag, fra de grunneste delområdene mot de dypeste delområdene, vil imidlertid risikoen for oppvirvling og rekontaminering reduseres. Det vil også bli satt krav om kontroll av de operative tiltaksmålene før tiltaksgjennomføringen avsluttes, slik at eventuell rekontaminering kan avdekkes og håndteres raskt.

Sediment i omkringliggende områder til de prioriterte delområdene for tiltak er også forurenset (Rambøll, 2015; Rambøll, 2022a). De prioriterte delområdene for tiltak er imidlertid valgt basert

på bl.a. forurensningsgrad og vanddyb, slik at rekontaminering som følge av spredning av forurensning fra omkringliggende sjøbunn vil være begrenset. Risikoen for rekontaminering fra omkringliggende sjøområder, som følge av oppvirvling fra f.eks. menneskelig aktivitet og biologisk aktivitet kan ikke utelukkes. Overvåkning av tildekkingslaget over flere år vil imidlertid kunne sikre kontroll på hvordan den kjemiske og økologiske tilstanden i tiltaksområdet utvikler seg.

7.7 Naturmangfold

7.7.1 Generelt

Mudring og tildekking av sjøbunnen med rene masser vil ødelegge habitatet for de organismer som lever der i dag. Det er imidlertid registrert moderat økologisk tilstand i Aspevågen (Vannnett, 2022) og svært forurensede overflatesedimenter i de delområdene der det er planlagt å gjøre tiltak. Følgelig foreligger det et vesentlig behov for å gjennomføre tiltak for å forbedre miljøtilstanden på sjøbunnen i de aktuelle delområdene i Aspevågen. I kapitlene nedenfor oppsummeres funn av registrerte naturverdier i/ved tiltaksområdet gjennom søk i nasjonale databaser, bl.a. Naturbase (Miljødirektoratet, 2022c), Artskart (Artsdatabanken, 2022) og Yggdrasil (Fiskeridirektoratet, 2022).

7.7.2 Naturtyper og verdifulle områder

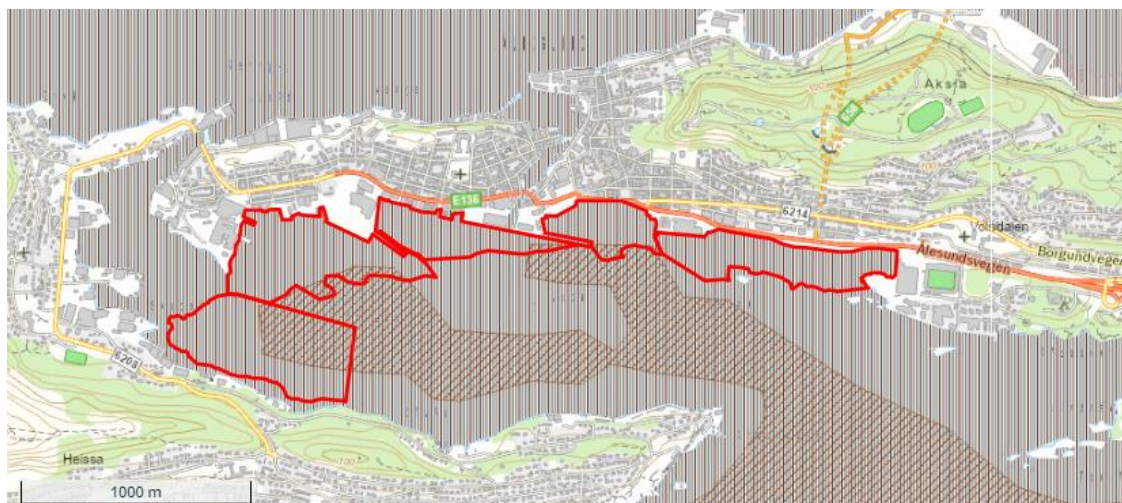
Det er registrert flere viktige tareskogforekomster (B-verdi) i nærheten av de ulike delområdene for tiltak. De to nærmeste tareskogforekomstene er kartlagt rundt Bålholmen (tilgrensende delområde 4 i Volsdalsvågen) og rundt Aspa i sentrale deler av Aspevågen (ca 150-200 m fra ytre deler av delområde 2 og delområde 3). I tillegg er det registrert tre viktige tareskogforekomster (B-verdi) like utenfor Aspevågen. Dette er ved Lampeholmen (ca 400 m fra den sørøstre grensen av delområde 4), ved Slinningsodden (>500 m fra nærmeste delområde) og ved Tyskholmen (ca 1 km unna nærmeste delområde). Det er også registrert en svært viktig tareskogforekomst (A-verdi) og en viktig tareskogforekomst (B-verdi) nord for Steinvågsundet. Disse er markert i Figur 25. De registrerte forekomstene er imidlertid noe usikre, da utbredelsen er modellert og det ikke foreligger observasjoner som bekrefter forekomstene (Miljødirektoratet, 2022c).

Det er også registrert et yngleområde/utbredelsesområde for arter av særlig stor forvaltningsinteresse ved Bålholmen og Lampeholmen. Ved Bålholmen er det registrert tjeld (*Haematopus ostralegus*) og ærfugl (*Somateria mollissima*). Ved Lampeholmen (Volsdalsholmane), noe lenger unna tiltaksområdet ved Gassverkstomta, er det registrert tjeld, ærfugl, hettemåke (*Chroicocephalus ridibundus*), krykkje (*Rissa tridactyla*) og fiskemåke (*Larus canus*).

Registrerte gyteområder i/ved Aspevågen er illustrert i Figur 26. Delområdene i Aspevågen ligger innenfor et nasjonalt viktig gyteområde for torsk (A-verdi, navn: *Borgundfjorden*, registrert av Havforskningsinstituttet), som omfatter hele Borgundfjorden (Fiskeridirektoratet, 2022). I tillegg er det registrert et gyteområde for torsk i mer sentrale deler av Aspevågen og ut rundt Slinningsodden (navn: *Borgundfjorden-Aspevågen*, registrert av Ålesund og Suløy fiskarlag). Delområde 2, delområde 3 og delområde 5 overlapper stedvis med dette gyteområdet. Dette gyteområdet ligger imidlertid i sin helhet innenfor det nasjonalt viktige gyteområdet *Borgundfjorden* (Fiskeridirektoratet, 2022). På andre siden av Steinvågsundet, i Valderhaugfjorden, er det registrert et regionalt viktig gytefelt for torsk (B-verdi, navn: Ellingsøyfjorden, registrert av Havforskningsinstituttet). Den viktige gyteperioden for torsk i disse gyteområdene er angitt til perioden januar-april og perioden for tidlig yngel er angitt til april-juni. Under detaljprosjekteringen av anleggsarbeidet kan randperiodene av tidsrommet januar-juni vurderes nærmere.



Figur 25. Utsnitt fra Kystinfo (Kystverket, 2022a) av Aspevågen med registrerte marine naturtyper (grønt omriss). Delområdene der det er anbefalt tiltak mot forurenset sjøbunn er markert med rødt omriss.



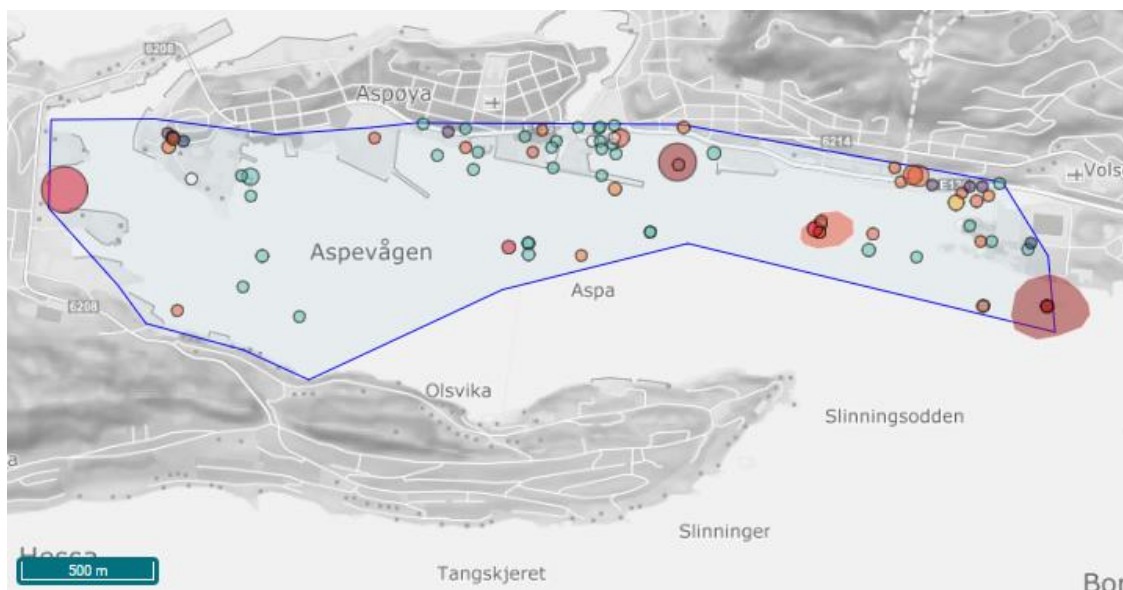
Figur 26. Utsnitt fra Kystinfo (Kystverket, 2022a) med markering av registrerte gyteområder for torsk. Sort skravur indikerer gyteområdene Borgundfjorden og Ellingsøyfjorden, registrert av Havforskningsinstituttet. Brun skravur indikerer gyteområdet Borgundfjorden-Aspevågen, registrert av Ålesund og Suløy fiskarlag.

7.7.3 Rødlistede arter

Artskart (Artsdatabanken, 2022) ble undersøkt for å innhente informasjon om registrerte rødlistede marine arter og sjøfugl ved de ulike delområdene i Aspevågen. Området for søk av artsregistreringer er illustrert i Figur 27, og registreringer av rødlistede arter siden 2010 er presentert i Tabell 16.

Det er registrert to rødlistede marine arter i søksområdet, bl.a. ved Bålholmen like utenfor delområde 4. Det er brugde (*Cetorhinus maximus*) som er kategorisert som sterkt truet (EN), og hummer (*Homarus gammarus*) som er kategorisert som sårbart (VU). Brugde er en vandrende art som lever pelagisk (i de frie vannmasser). Følgelig er dette ikke vurdert som en stedegen art, men heller en sporadisk gjest for området. Hummer er en bunnlevende art, som lever hovedsakelig på hardbunn med skjulesteder i steinrøyser, kløfter eller i huler under store steiner.

Det er også registrert syv rødlistede arter av sjøfugl i området. Dette er fiskemåke som er kategorisert som sårbar (VU), gråmåke (*Larus argentatus*) som er kategorisert som sårbar (VU), havelle (*Clangula hyemalis*) som er kategorisert som nær truet (NT), storskarv (*Phalacrocorax carbo*) som er kategorisert som nær truet (NT), krykkje som er kategorisert som sterkt truet (EN), lomvi som er kategorisert som kritisk truet (CR) og ærfugl som er kategorisert som sårbar (VU). Det vurderes som sannsynlig at disse registrerte artene, inklusive arter (tjeld og hettemåke) som er kjent fra yngleområdene ved Bålholmen og Lampeholmen (se kapittel 7.7.2 ovenfor), tidvis kan være stedeegne for området og potensielt ynglende i områdene nært de ulike delområdene for tiltak.



Figur 27. Utsnitt av Aspevågen og området undersøkt i Artskart (Artsdatabanken, 2022) for å kartlegge registrerte rødlistede marine arter og sjøfugl i sjø i Aspevågen. Søkeområdet er markert med blått omriss og sirkler indikerer artsobservasjoner i søkeområdet. Rødfargede polygoner indikerer yngleområde/utbredelsesområde for arter av særlig stor forvaltningsinteresse ved Bålholmen og Lampeholmen.

Tabell 16. Registrerte rødlistede marine arter og sjøfugl fra undersøkelsesområdet i Aspevågen. Data er hentet fra Artskart (Artsdatabanken, 2022).

Artsgruppe	Norsk navn	Vitenskapelig navn	Rødlistekategori	Funndato
Fisk	Brugde	<i>Cetorhinus maximus</i>	Sterkt truet (EN)	03.08.2016
Fugl	Fiskemåke	<i>Larus canus</i>	Sårbar (VU)	14.04.2020
Fugl	Gråmåke	<i>Larus argentatus</i>	Sårbar (VU)	22.01.2022
Fugl	Havelle	<i>Clangula hyemalis</i>	Nær truet (NT)	29.10.2017
Fugl	Krykkje	<i>Rissa tridactyla</i>	Sterkt truet (EN)	17.06.2017
Fugl	Lomvi	<i>Uria aalge</i>	Kritisk truet (CR)	30.01.2013
Fugl	Storskarv	<i>Phalacrocorax carbo</i>	Nær truet (NT)	25.02.2022
Fugl	Ærfugl	<i>Somateria mollissima</i>	Sårbar (VU)	28.04.2020
Krepsdyr	Hummer	<i>Homarus gammarus</i>	Sårbar (VU)	08.02.2020

7.7.4 Hensyn til naturmangfold

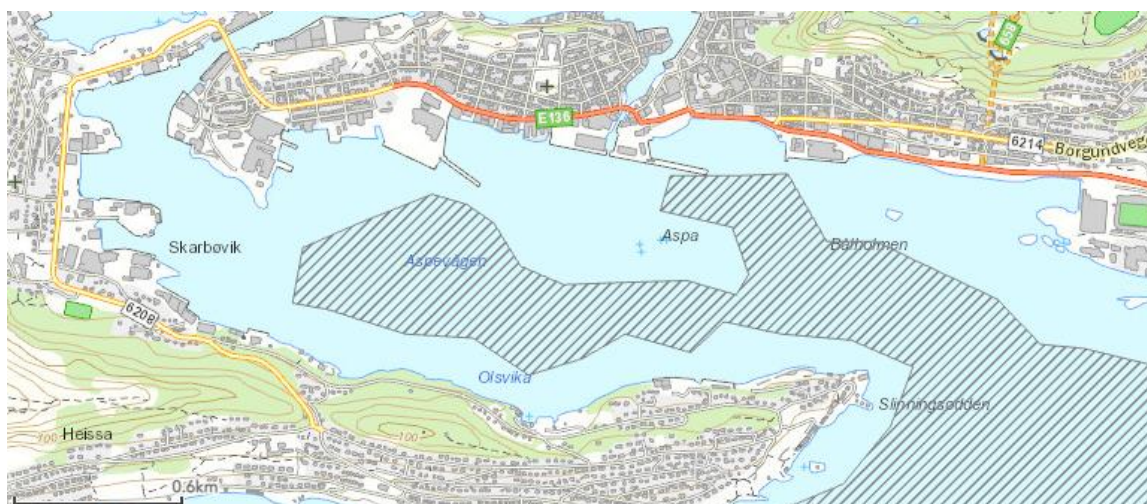
Miljøforholdene som er registrert i området gjennom de siste miljøtekniske undersøkelsene (Multiconsult, 2020a; Rambøll, 2022b) indikerer at det er et vesentlig behov for å gjennomføre tiltak i flere av delområdene i Aspevågen for å fremme reetablering av et bunnfaunasamfunn med god økologisk tilstand eller en sjøbunn med godt økologisk potensial iht. kravene i Vannforskriften (Direktoratsgruppen for Vanddirektivet, 2022b).

Det er imidlertid registrert flere viktige naturverdier i området som bør hensyntas som del av planleggingen og gjennomføringen av et oppryddingstiltak som dette. Tiltak mot forurenset sjøbunn bør tilpasses med avbøtende tiltak for å minimere potensielt skadelige effekter som følge av særlig spredning av forurensete partikler og potensielt også støy og lys. Dette innebærer at det i planleggingen av tiltaket bør tas særskilte hensyn under gyte- og hekketid for torsk og sjøfugl. I tillegg bør det etableres grenseverdier for tillatt spredning ut av tiltaksområdet, for å begrense negative effekter som følge av partikkelspredning (inklusive forurensete partikler) til nærliggende marine naturtyper og områder for sjøfugl.

7.8 Hensyn til marine naturressurser

Det er registrert et fiskefelt for passive redskaper som strekker seg inn i sentrale deler av Aspevågen (Figur 28). I dette området er det registrert fiske etter torsk og hyse i perioden mars-mai og sei i perioden august – oktober, og deler av feltet reguleres med fiskerioppsyn fra 1. mars-15. mai (Fiskeridirektoratet, 2022). For øvrig fremkommer det av informasjon gitt i Yggdrasil (Fiskeridirektoratet, 2022) at det fiskes etter krabber, hummer og leppefisk i strandsonen i hele kommunen.

Det registrerte fiskefeltet overlapper stedvis med delområde 2, delområde 3 og delområde 5, og tilgrensede delområde 4. Spredning i vannsøylen fra tiltaksområdet til dette området bør begrenses gjennom metodevalg og øvrige avbøtende tiltak under gjennomføring av tiltak mot forurenset sjøbunn i Aspevågen.



Figur 28. Fiske med passive redskaper etter torsk og hyse i perioden mars-mai, sei i perioden august – oktober (Fiskeridirektoratet, 2022).

7.9 Hensyn til installasjoner på sjøbunnen

Det er registrert en del rør, ledninger og/eller kabler på sjøbunnen i Aspevågen. Disse er presentert i Figur 29.

I delområde 1 ved Kvennaneset og delområde 5 er det registrert et rør fra Kvennaneset (i delområde 1) til like øst for Kleivevågen (i delområde 5). I delområde 3 er det registrert et utslippsrør med utslipp på ca 25 m dyp i sentrale deler av Skutvika. Fra Meierikaia i den vestlige delen av Volsdalsvågen (delområde 4) er det registrert en del sjøkabler, utslippsrør og ledninger. I dette området er det også, ved ROV-undersøkelser gjennomført høsten 2021 (Rambøll, 2022b), observert et gammelt utslippsrør på sjøbunnen ved den sørlige enden av Meierikaia. I bynære områder er det vanlig å treffe på installasjoner på sjøbunn som ikke er registrert i nasjonale databaser, slik som Kystinfo (Kystverket, 2022a).

Fugro (2017) registrerte en god del ulike objekter på sjøbunnen i delområde 1, delområde 2 og delområde 3 som bør hensyntas ved tiltaksgjennomføring. I delområde 1 ble det registrert et skipsvrak (Fugro, 2017), som er omtalt i kapittel 2.7 ovenfor. I delområde 2 ble det identifisert tre sirkulære blokker på sjøbunnen som trolig kan relateres til oppankringsformål, samt 17 forhøyninger som strekker seg ut i havnebassenget som kan være rester av et tidligere bryggeanlegg, molo eller tilsvarende (Fugro, 2017). Det ble også registrert flere objekter som trolig er knyttet til oppankring av Aspevågen marinas flytebrygger, to mulige sjøkabler i området mellom Ålesund Båtservice AS og Aspevågen Marina, samt tilsynelatende dumpet avfall (Fugro, 2017). I delområde 3 registrerte Fugro (2017) rørledningen som er markert i Kystinfo (se Figur 29), men ingen øvrige installasjoner eller objekter på sjøbunnen.

ROV-undersøkelsene gjennomført av Multiconsult i delområde 4 (i området forurenset av den tidligere driften på Gassverkstomta) registrerte ingen installasjoner på sjøbunnen i tiltaksområdet (Multiconsult, 2020a), men derimot ble det registrert en god del avfall.

I delområde 5 er det kjent at vraket av Iris ligger på sjøbunnen, samt rester av ammunisjon og en et lite vrak (trolig en leker) like ved. Dette er beskrevet i kapittel 2.7.

Basert på informasjonen ovenfor anbefales det å kartlegge nærmere i hvilken grad det ligger installasjoner eller avfall som må fjernes, flyttes eller tas hensyn til før tiltaksgjennomføring. For delområde 1, 2 og 3 bør det undersøkes hva de registrerte installasjonene/objektene på sjøbunnen er, og om det må tas hensyn til disse under tiltaksgjennomføringen. For delområde 4 og 5, det ikke er gjort kartlegging av installasjoner på sjøbunnen. Dette bør kartlegges nærmere før detaljprosjekteringen.



Figur 29. Kart hentet fra Kystinfo (Kystverket, 2022a) med markering av registrerte ledninger, kabler og rør (markert i grått eller lilla/fiolett) på sjøbunnen i Aspevågen.

8. TILTAKSRETTEDE UNDERSØKELSER

8.1 Behov for avklaringer

Denne tiltaksplanen har vist at det er behov for å gjøre avklaringer med forskjellige interessenter som vil bli berørt av tiltakene. Det er gitt en liste over nødvendige avklaringer og status på avklaringene i Tabell 17.

Tabell 17. Liste over behov for avklaringer som er nødvendige for vurdering av tiltak i de enkelte delområdene i Aspevågen.

Tema	Behov for avklaring	Status
Aspevågens småbåthavner	I hvilken grad vil en reduksjon av seilingsdypet på opptil 1 m vil være akseptabelt i hele småbåthavna	Pågående
Ålesund havnregion	Havnevesenet er har mottatt en liste med spørsmål om havnevesenets planer og vurdering av hvilke konsekvenser planlagte tiltak vil få for havnedriften i fremtiden	Pågående
Ålesund havnregion	hvilke føringer som er gjeldene for seilingsdyp i spesielt områdene langs land i Kippervika. Ålesund havnregion er forelagt følgende spørsmål: * Hva er havnevesenets planer for flytting av havnevirksomheten? * Det er tidligere gitt informasjon om at det er planer om å flytte deler av aktiviteten i 2023. Er det fortsatt gjeldene? * Hvis det ikke er gjeldende når tror havnevesenet at det vil skje en flytting av aktiviteten? * Hvilken del av havnas aktiviteter vil fortsatt forbli der den er i dag? * For den aktiviteten som er planlagt å forbli der den er i dag, vil en eventuell reduksjon av seilingsdyp legge begrensninger for havnas drift? Det må avklares havnevesenets planer for bruk av kai i Skutvika og Containerhavna.	Svar fra Ålesund havnregion 20. oktober 2022: * Havneaktiviteten vil flyttes i 2024 * Redusert seilingsdybde vil legge begrensninger, i alle fall i noe tid. Det planlegges p.t. for bruk av kaien til skip noe lenger enn 2024. Dette henger blant annet sammen med Sørsiden utviklings planer om å fylle ut i området utenfor Sjøgata. Skipstrafikken der vil ha behov for kaikapasiteten i Skutvika. Dette er ny informasjon i forhold til tidligere planer. Det kan være fornuftig med et møte for å se på muligheter/utfordringer.
Kystverket	Ålesund kommune ønsker å kjenne planene Kystverket har for vraket av Iris.	Kystverket har gitt en informasjon om dette i møte 13. oktober 2022. Kystverkets informasjon er formidlet i foreliggende tiltaksplan.
Statsforvalteren i Møre og Romsdal	I hvilken grad utgjør disse lokalitetene en forurensningsrisiko for sedimentene i delområde 5.	Ålesund kommune har mottatt en oppdatert liste fra Statsforvalteren som gir oppdatert informasjon om status for alle lokaliteter med forurenset grunn rundt Aspevågen (Tabell 2)
Ålesund kommune	Er mulig å benytte de aktuelle områdene beskrevet i denne tiltaksplanen som anleggsområde for bl.a. mellomlagring av tildekkingsmasser, lagring av utstyr og maskinell, og evt. avvanning- og renseanlegg for mudrede sedimenter?	Pågående
Statens Vegvesen	Koordinering av tiltaksarbeidet med SVVs prosjekt med å etablere sykkelsti i delområde 4 (og Gassverkstomta)	Pågående
Ålesund kommune	Tilfører overvannssystemet miljøgifter til Aspevågen?	Vil kartlegges i 2023

8.2 Ytterligere sedimentundersøkelser

Forurensningssituasjonen i dypområdene er ikke avgrenset tilstrekkelig. I denne tiltaksplanen har Rambøll satt en avgrensning av tiltaksområdene basert på en vurdering av hensiktsmessig vandndyp for å utføre tiltak på forurenset sjøbunn. Rambøll foreslår at det tas ytterligere sedimentprøver for å avgrense utbredelsen av forurensete sedimenter. Samtidig kan det også tas prøver av marin bløtbunnsfauna for å avklare omfang av opptak av miljøgifter i biota.

Andre tilsvarende prosjekter har vist at bunnsustratskartlegging kan være en god metode for å skaffe informasjon om mektighet av løsmasser og avgrensning av hardbunn. Deler av havna er allerede kartlagt med bunnsustratskartlegging. Rambøll anbefaler at de resterende arealene, der det er anbefalt tiltak mot forurenset sjøbunn, kartlegges med bunnsustratskartlegging.

Både sedimentprøvetaking og bunnsustratskartlegging kan begrense omfang av arealer med behov for tiltak. Bunnsustratskartlegging kan utføres samtidig som kartlegging av udetonerte eksplosiver (UXO) som er diskutert i kapittel 8.4.

8.3 Kulturminner

Bergens Sjøfartsmuseum gjennomførte en marinarkeologisk undersøkelse i tiltaksområdet i 2016 (Bergens Sjøfartsmuseum, 2016). Det ble ikke gjort funn som omfattes av Kulturminneloven §14 (skipsfunn eldre enn 100 år). Følgelig anses det ikke som relevant å gjennomføre ytterligere kulturminnekartlegging i området.

8.4 Udetonerte eksplosiver (UXO)

Ålesund var gjenstand for flere bombeangrep under 2. verdenskrig, og i tilsvarende prosjekter (f.eks. Ren Harstad havn og Hammerfest Ren havn) har funn av UXO medført tid- og kostnadskrevende aksjoner. Følgelig vurderes det som sannsynlig at det også her foreligger en risiko for å treffe på UXO under tiltaksgjennomføringen. For å redusere denne risikoen bør det, spesielt i områder der det potensielt skal gjennomføres mudring, før eller under detaljprosjekteringen gjennomføres en UXO-undersøkelse på sjøbunnen i tiltaksområdet. Dette ble forsøkt påbegynt høsten 2021, men avsluttet grunnet utfordringer knyttet til bunnforholdene og utstyret som ble benyttet. Følgelig ble det besluttet at en tilsvarende undersøkelse skulle planlegges og gjennomføres som del av detaljprosjekteringen av tiltaket.

8.5 Skrot og installasjoner på sjøbunnen

For å bidra til et heldekkende tildekkingslag, er det viktig å fjerne fremmedelementer og søppel fra sjøbunnen. Det er observert en god del avfall, rester av eldre kaianlegg, samt vrak i tiltaksområdet, eller nærliggende områder, som del av prosjektets forundersøkelser (Multiconsult, 2020a; Rambøll, 2022c; Fugro, 2017). Omfanget av nødvendig skrottrydding og tiltaksrelevante tilpasninger for registrerte installasjoner på sjøbunnen må utredes i detaljprosjekteringsfasen, spesielt i de grunnere områdene nært land. Videre er det ukjent om det er installasjoner i delområde 4 og 5 som ikke er registrert i Kystverkets database (Kystverket, 2022a). Følgelig må det vurderes om foreligger et behov for å kartlegge eventuelle «uregistrerte» installasjoner på sjøbunnen i dette området. Dette kan for eksempel gjennomføres på tilsvarende måte som Fugros undersøkelse i delområde 1, 2 og 3 (Fugro, 2017).

8.6 Mudringsbehov

Det er ønskelig å begrense graden av mudring i prosjektet fordi mudring vil være både kostnads- og tidsdrivende samt gi økt risiko for negative miljøpåvirkninger under tiltaksgjennomføring. Følgelig har vi i denne tiltaksplanen hatt fokus på å unngå mudring i størst mulig grad som tiltaksløsning i deler av tiltaksområdene.

I områdene med skipstrafikk er vanddyptet i all hovedsak >15 m, eller bestående av hardbunn. Unntaket er vanddyptet inn mot kaiene i deler av Kippervika, samt i et mindre område ved Prestebrygga og Storneskaia.

Som del av supplerende undersøkelser frem mot detaljprosjektering og tiltaksgjennomføring bør det gjennomføres en kartlegging av sedimentmektigheten i områdene ved Prestebrygga og Storneskaia, for å avdekke om det er bløtbunn eller hardbunn. Dersom det er kun hardbunn i området, vil det ikke være noe tiltaksbehov. Dersom det er bløtbunn i området, vil det være behov for spesialtilpassede tiltaksløsninger i dette området. Dette kan potensielt innebære behov for mudring for å øke seilingsdyptet tilsvarende tykkelsen på tildekkingslaget. En slik utvidelse av seilingsdyptet ved disse kaiene anbefales utført i god tid før tildekkingen. Dersom slik utdyping

utover dagens seilingsdybde skulle være aktuelt, må dette bekostes av kaieier og utføres i god samordning med Renere fjord Ålesund.

Bruk av andre tiltaksløsninger, som f.eks. betongmadrass, tynnere tildekkingslag, eller ikke noe tildekkingslag, i områdene ved Prestebrygga, Storneskaia og Kippervika vil vurderes som del av detaljprosjekteringen. Denne vurderingen gjøres etter at det er gjennomført en supplerende sjøbunnskartlegging utenfor Prestebrygga og Storneskaia, samt så snart etterspurt informasjon om krav til seilingsdyp i Kippervika er mottatt.

8.7 Geotekniske undersøkelser

Utførte geotekniske sonderinger viste at området generelt består av mye bart fjell og relativt lav løsmassemekthet i de undersøkte punktene. Totalsonderingene imidlertid at områder med løsmasser hovedsakelig består av et slamlag over siltige eller sandige masser.

I enkelte delområder indikerer imidlertid de foreliggende geotekniske undersøkelsene at toppsedimentene i tiltaksområdet er svært bløte (delområde 4 og delområde 5). Det er vurdert som hensiktsmessig å gjennomføre flere grunnundersøkelser i deler av området for å avdekke om løsmassemektheten av silt og eller sandlag er vesentlig med tanke på områdestabilitet.

8.8 Kartlegging av masseleverandører

Det er behov for et vesentlig volum av tildekkings- og erosjonssikringsmasser for å gjennomføre de anbefalte tiltaksløsningene. I det videre prosjektarbeidet bør det derfor igangsettes en prosess med å kartlegge egnede og tilgjengelige tildekkingsmasser og erosjonssikringsmasser som kan benyttes. I den forbindelse bør det også utredes om det finnes planlagte prosjekter med et masseoverskudd i området. Slike prosjekter kan være Statens vegvesens planlagte vegprosjekter i regionen, eller eventuelle farledsutdypningsprosjekter. Synergieffekter med andre prosjekter med hensyn til massebehov vil kunne gi vesentlige fordeler for de aktuelle prosjektene, særlig for samfunnsøkonomi og miljø. Det foreligger spesifikke krav til tildekkingsmassenes egnethet og kvalitet. Aktuelle masser må derfor undersøkes og vurderes opp mot prosjektspesifikke krav, samt Miljødirektoratets veileder Testprogram for tildekkingsmasser M-411/2015 rev. 2017 (Miljødirektoratet, 2017).

8.9 Kartlegging av mulige arealer til riggområde

Det er gjort en overordnet innledende undersøkelse av potensielle arealer rundt Aspevågen som kan benyttes som anleggsområde under tiltaksgjennomføringen (Figur 30).

Dersom anleggsområdet skal anlegges i Aspevågen, vil det trolig være behov for å leie plass av Ålesund Havn KF på noen av deres arealer i Skutvika eller Kippervika (Figur 30). Dette kan potensielt samkjøres med at havnearealene i Skutvika flyttes til Flatholmen, før disse arealene videreutvikles til boligbebyggelse osv. Alternativt, vil muligens arealene ved Flatholmen kunne benyttes (Figur 30), men dette vil generere en del ekstra tidsbruk og kostnader knyttet til transport av masser og utstyr. Et positivt aspekt ved dette er imidlertid at anleggsområdet blir flyttet ut av de sentrumsnære og tettbebygde områdene ved Aspevågen, til mer eksponerte områder. Det er for øvrig også kartlagt større arealer ved Vasshaug, Sparebanken Møre Arena (Sunnmørshallen) og Gangstøvika uten bygninger (Figur 30), men disse anses som lite egnede som anleggsområde på grunn av områdets bruk, manglende kaianlegg og/eller størrelse.

Som del av anleggsteknisk planlegging bør det gjøres en mer detaljert undersøkelse av slike arealer. Grunneiere og/eller de som drifter eiendommene bør kontaktes for å avklare om det kan være mulig å benytte de aktuelle områdene som anleggsområde for bl.a. mellomlagring av tildekkingsmasser, lagring av utstyr og maskinell, og evt. avvanning- og renseanlegg for mudrede

sedimenter. Ålesund kommune har best kjennskap til arealene i området, og bør derfor i stor grad involveres i denne prosessen.



Figur 30. Kart over Ålesund sentrum og omegn med blå markeringer av parkeringsplasser, havneområder eller industriområder som potensielt kan være egnet for å etablere et anleggsområde i forbindelse med gjennomføring av tiltak mot forurenset sjøbunn i Aspevågen som del av Renere fjord Ålesund.

8.10 Kum-undersøkelse

Det er planlagt å gjennomføre en kildeundersøkelse av avløps- og overvannskummer til Aspevågen. Dette bør gjennomføres før det iverksettes tiltak mot forurenset sjøbunn i de ulike delområdene, for å vurdere behov for konkrete og målrettede tiltak for å redusere kildetilførselen. I tillegg vil resultatene benyttes til å etablere en realistisk forståelse for rekontamineringsgraden etter tiltak mot forurenset sjøbunn i de ulike delområdene.

8.11 Samfunnsøkonomisk analyse

Det må gjøres en samfunnsøkonomisk analyse av de planlagte tiltakene. En slik analyse vil kunne identifisere i ytterligere grad hvilke positive og negative effekter det anbefalte tiltaket har på samfunnet. Analysen vil også kunne gi ytterligere grunnlag til vurderinger knyttet til prioritering av tiltaksløsninger og områder for tiltak. Det vil imidlertid være naturlig å igangsette en slik analyse på et senere tidspunkt, når det er gjennomført ytterligere prosjektering av tiltakene mot forurenset sjøbunn i Aspevågen.

8.12 Plan for informasjon og medvirkning for interessenter

Det bør lages en kommunikasjonsplan med oversikt over private og offentlige interessenter, samt tidspunkt/faser for medvirkning. Renere fjord Ålesund hadde tidligere en egen hjemmeside, men informasjon er nå å finne på Ålesund kommunes hjemmesider:

<https://alesund.kommune.no/samfunnsutvikling/slik-bygger-vi-alesund/prosjekt-vatn-og-avlop/reinare-fjord.4812.aspx>. Drift og vedlikehold av denne hjemmesiden bør gjøres med relativt hyppig frekvens, slik at den til enhver tid er oppdatert med informasjon om prosjektets fremdrift.

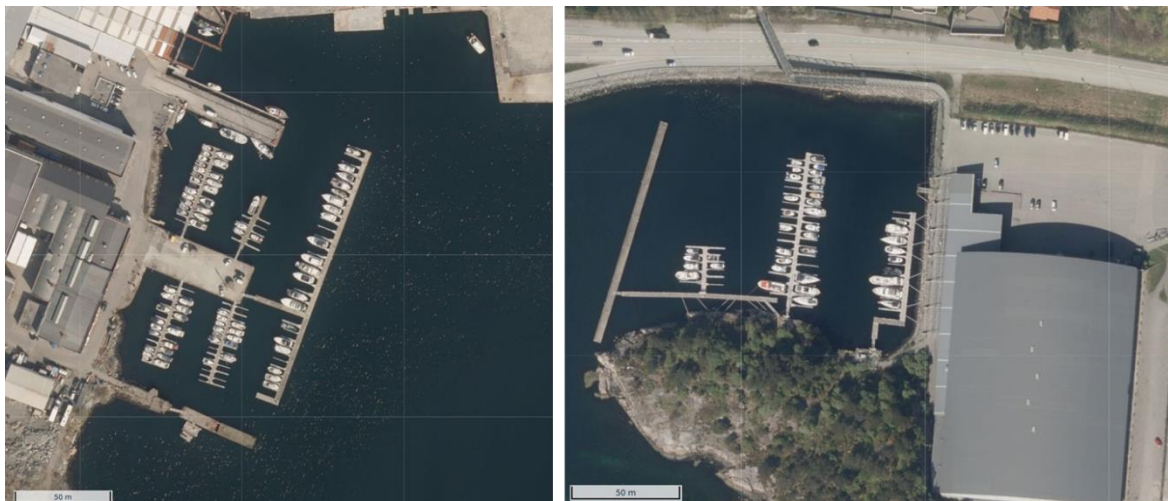
Det vil være viktig for prosjektets fremdrift å involvere aktører som kan ha en interesse i prosjektet. Dette omfatter spesielt Ålesundregionens havnevesen, for å finne smidige løsninger på tiltaksløsninger og tiltaksgjennomføring uten at havnas drift blir preget på en uakseptabel måte.

I delområdene for tiltak i Aspevågen er det to småbåthavner som vil bli berørt av tiltakene som er skissert i den inneværende tiltaksplanen (Figur 31). Dette er småbåthavnen i Aspholet (delområde 2), utenfor Liaaen verft, samt småbåthavnen innerst i Volsdalsvågen (delområde 4), utenfor Sunnmørshallen. Det vil være viktig å involvere de to båtforeningene i tiltaksplanleggingen for å kartlegge deres behov og tilpasse tiltaksgjennomføringen slik at driften

av småbåthavnene berøres på minst mulig inngripende måte. Dersom det ikke er mulig å gjennomføre tiltaket utenom båtsesongen, eller uten å flytte på de eksisterende flytebyggene i disse to småbåthavnene, bør det kartlegges i hvilken grad det er mulig å flytte småbåthavnene midlertidig under tiltaksgjennomføringen.

Videre bør relevante myndigheter som Kystverket, Fiskeridirektoratet, Sjøfartsmuseet, Riksantikvaren og relevante avdelinger i Ålesund kommune også involveres i et dialogmøte eller lignende for å kartlegge behov og hensyn som potensielt ikke er belyst eller tatt hensyn til i prosjektets forberedende arbeider.

En informasjonskampanje for prosjektet bør vurderes igangsatt som del av prosjektets neste fase frem mot tiltaksgjennomføring. Dette har blitt gjort med hell i forbindelse med f.eks. tiltaksgjennomføring i Trondheim havn, Sandefjordsfjorden og i Bergen, og vil kunne bidra til å engasjere lokalbefolkning på en positiv og konstruktiv måte. Slike informasjonskampanjer vil kunne bidra til å forhindre evt. uklarheter og misforståelser, som kan skape konflikter og uro mht. prosjektets gjennomføring. Informasjonskampanjer for å redusere graden av forurenset overvann eller forsøpling kan også gjennomføres.



Figur 31. Flybilde av småbåthavnene ved Aspholet i delområde 2 (venstre) og innerst i Volsdalsvågen i delområde 4 (høyre).

8.13 Koordinering mot andre relevante prosjekter i området

For å minimere graden av rekontaminering etter gjennomføring av tiltak, optimalisere kostnader og tidsbruk for arbeid i sjø, samt begrense risiko for negative miljøeffekter som følge av tiltaksarbeid i sjø, bør detaljprosjektering og gjennomføring av anleggsarbeidene samordnes med andre tiltak som kan påvirke sjøbunnen i Aspevågen (se nedenfor). En slik samordning vil medføre en vesentlig reduksjon i tid og kostnad knyttet til ulike prosjektfaser som detaljprosjektering, anleggsarbeid, kontroll og etterovervåking av de gjennomførte tiltakene. Skadelige og forstyrrende miljøeffekter som støy, estetikk og trafikkbelastning, for miljøet og byens befolkning vil da også begrenses.

Videre planlegging, detaljprosjektering, tiltaksgjennomføring mm. bør samordnes med de planlagte tiltakene mot forurenset grunn og sjøbunn ved Gassverkstomta-eiendommen (Rambøll, 2022d; Rambøll, 2022c). Dette er også planlagt. I den forbindelse er det viktig at sikring av utlekking fra forurenset grunn, samt mudring av svært forurensete sedimenter utenfor

Gassverkstomta (Rambøll, 2022c), gjennomføres før det igangsettes tildekking av forurenset sjøbunn i Aspevågen. Dette for å minimere risikoen for rekontaminering av spesielt tjære- og PAH-forurensning fra Gassverkstomta.

Det er igangsatt en dialog med Kystverket med hensyn til vraket av Iris i delområdet 5. Nåværende anbefalte tiltaksløsning i delområde 5 innebærer ikke tiltak på vraklokaliteten, men dersom det avdekkes et behov for arbeid med å sikre utlekking av olje eller annen forurensning fra Iris, bør dette vurderes i lys av de foreliggende planene om tiltak mot forurenset sjøbunn i Aspevågen.

Statens vegvesens prosjekt med utvidelse av langsgående E136 vil innebære utfylling i deler av Volsdalsvågen (delområde 4). De foreliggende planene innebærer imidlertid kun utfylling på sjøbunn bestående av tidligere utfyllingsmasser og steinbunn. Følgelig vil det være begrenset risiko forbundet med oppvirvling og spredning av forurenset sediment som følge av dette veiprojektet. Det er imidlertid viktig å belyse at veiutvidelsen må prosjekteres og gjennomføres i overensstemmelse med anbefalingene for tiltak mot forurensning som fremkommer av denne tiltaksplanen, og tiltaksplanene for Gassverkstomta (Rambøll, 2022d; Rambøll, 2022c). Det foreligger også en risiko for utslipp av forurensning fra et slikt prosjekt, og derfor anbefales det at veiprojektet gjennomføres i forkant av tiltaket mot forurenset sjøbunn i Aspevågen. Vannovervåkning mht. utslipp og spredning fra veiprojektet vil være svært viktig.

Tiltaksløsningene i delområde 2 og delområde 3 er utarbeidet i samsvar med at havnevirksomheten i store deler av området er flyttet ut av Aspevågen. Dersom det skal igangsettes tiltak mot forurenset sjøbunn i delområde 2 og/eller delområde 3 før den planlagte flyttingen av havnevirksomheten har funnet sted, vil tiltaksløsningene måtte revideres. Dette vil stedvis trolig medføre et relativt omfattende mudringsbehov, som både er kostnadsdrivende og tidskrevende. Et tett samarbeid med Havnevesenet og Renere fjord Ålesund vil være viktig for å unngå uforutsette utfordringer knyttet til endrede fremtidsplaner for områdebruken. Dette vil også være viktig for videre prosjektering i forbindelse med tiltak i områder <20 m vanddyp, ved bl.a. Prestebrygga og Storneskaia, der seilingsdypet vil utfordres som følge av etablering av et tildekkingslag.

Byutviklingsplanene for Kippervika, f.eks. Sørsiden utvikling, som innebærer utfylling i sjø i store deler Kippervika, er viktige for utforming av tiltak mot forurenset sjøbunn i de aktuelle utfyllingsområdene. Det vil være viktig å koordinere byutviklingsprosjektene med det videre arbeidet i prosjektet Renere fjord Ålesund, slik at det etableres hensiktsmessige tiltaksløsninger i de aktuelle områdene.

Behovet for tiltak mot forurenset grunn på relevante lokaliteter ved Aspevågen bør avklares i god tid før tiltaksgjennomføringen i sjø, slik at eventuell fare for spredning av forurensning til sjø fra disse lokalitetene redusert til akseptabelt nivå i forkant av tiltaksoppstart i sjø. Det må også avklares i hvilken grad det skal arbeides med finansiering fra de ulike aktørene knyttet til disse eiendommene. Disse lokalitetene er beskrevet i Vedlegg 3.

9. KONTROLL, OVERVÅKNING OG AVBØTENDE TILTAK

9.1 Miljøeffekt ved tiltak på kort og lang sikt

9.1.1 Generelt

På kort sikt vil tiltaket medføre direkte bortfall av substrat og/eller fortrenning av habitat i overflatesedimentene. Følgelig vil lokal bunnlevende fauna og flora i tiltaksområdet bli direkte påvirket av tiltaket. De miljøtekniske undersøkelsene som er gjennomført i området, indikerer imidlertid at sjøbunnen i området er sterkt påvirket av forurensning, og at artsmangfoldet på sjøbunnen i området er begrenset. Potensialet for rekolonisering av bunnlevende fauna for omkringliggende områder vil imidlertid være høyt ved endt tiltak. Det er heller ikke noen marine naturtyper som vil bli direkte påvirket. Følgelig vil den negative effekten på den økologiske tilstanden i området være begrenset. Tareskogene som er kartlagt gjennom modellering ved Bålholmen og Aspa vil imidlertid kunne bli påvirket negativt, men dersom en siltgardin plasseres mellom tareskogene og tiltaksområdet, tiltaket gjennomføres på en skånsom måte og/eller det etableres et godt kontroll- og overvåkningsprogram, vil den negative påvirkningen på kort sikt være neglisjerbar. Dette gjelder også for viktige arts- og naturtypeforekomster i omkringliggende områder.

På lang sikt vil en ny og renere sjøbunn kunne legge til rette for etablering av et bunnsamfunn av flora og fauna, og en sjøbunn med godt økologisk potensial. Spredning av forurensning ut av området vil også minimeres, slik at tiltaksområdet i seg selv ikke vil fungere som en forurensningskilde til omkringliggende områder.

Tiltaksgjennomføringen kan generere oppvirvling og spredning av forurensning til nærliggende områder, slik at den kjemiske tilstanden på kort sikt kan bli forringet i nærliggende områder dersom det ikke etableres metodiske krav, krav til kontroll- og overvåkning, samt grenseverdier for akseptabel spredning. Et omforent kontroll- og overvåkningsprogram vil imidlertid bli utarbeidet og iverksettes ved tiltaksgjennomføring, slik at denne påvirkningen minimeres. Ved bruk av skånsomme tiltaksmetoder vil også spredningspotensialet bli redusert. Den kjemiske tilstanden i tiltaksområdet og omkringliggende områder vil raskt bedres etter at tiltaket er ferdigstilt. Dette oppnås fordi en aktiv og vesentlig forurensningskilde blir fjernet fra fjordsystemet.

9.1.2 Påvirkning på influensområdet

Hele Aspevågen er forurenset (Rambøll, 2015; Rambøll, 2022a), og det skal gjøres tiltak mot forurenset sjøbunn i de mest forurensete og grunneste områdene i bl.a. Skutvika, Kippervika og Aspholet, samt utenfor Gassverkstomta. Tiltak mot forurenset sjøbunn innebærer en vesentlig risiko for spredning av forurensete partikler, og påvirkning på vannsøylen i de tilgrensende områdene til tiltaksområdet. Det vil være et potensiale for oppvirvling og spredning av forurensete partikler under tiltaksgjennomføring, samt økt partikkelinnhold og spredning i vannsøylen av rene partikler (tildekkingsmasser) under utlegging av alle tildekkingslag. Følgelig vil det være viktig å gjennomføre tiltak i sjø ved bruk av skånsomme metoder, samt etablere et godt overvåknings- og kontrollprogram for spredning av forurensning og partikler ut av tiltaksområdet.

9.2 Kontroll og overvåkning under tiltaksgjennomføring.

9.2.1 Omfang

Tiltaksarbeidene i sjø vil bli underlagt krav til overvåking og kontroll, som skal defineres i et kontroll- og overvåkningsprogram i forkant av tiltaksoppstart, basert på konkrete vilkår gitt i en tillatelse etter forurensningsloven. Entreprenøren som blir valgt for å gjennomføre tiltakene skal beskrive metodevalg, rutiner og presisjon for de ulike oppgavene. Dette vil blant annet være kontrollprogrammer for måloppnåelse av bl.a. tildekking og partikkelspredning under tiltak.

Særlig relevante deler av anleggsarbeidene som skal overvåkes vil være

- Kontroll av tildekkingsmassers opprinnelse og kvalitet
- Tildekking av forurensete sedimenter
- Tildekkingslagets tykkelse og utbredelse
- Spredning av partikler og forurensning i vannsøylen
- Støv og støy fra anleggsarbeidene

9.2.2 Kontroll av tildekkingsmasser

Det skal dokumenteres at tildekkingsmassene tilfredsstiller kravene i M-411/2015 Testprogram for tildekkingsmasser (Miljødirektoratet, 2017) med hensyn på blant annet massetype, kjemisk innhold og kornfordeling, samt krav som vil bli beskrevet i detaljprosjekteringen.

9.2.3 Siltgardin

En siltgardin er en duk med en gitt maskestørrelse som benyttes ved ulike tiltak som har utslipp til eller genererer fare for partikkelspredning i sjø. Dette for å forhindre spredning av partikler og/eller partikkelbundet forurensning, styre partikler til et konkret område eller holde tilbake partikler fra et gitt område for å unngå forhøyet partikkelnivå i vannsøylen.

For at tiltaksarbeidene skal kunne gjennomføres, samtidig som de ikke bidrar til skadelig avrenning, oppvirvling, partikkeltransport eller spredning av forurensete stoffer til omkringliggende områder, bør det monteres en siltgardin som omslutter de ulike delområdene (eller mindre delarbeidsområder innenfor disse) ved tiltak i sjø. Dette kan være utfordrende av praktiske årsaker mht. tilgang til de ulike kaianleggene, småbåthavnene og øvrig skipstrafikk i Aspevågen. I enkelte områder, som f.eks. delområde 5, vil det også kunne være vanskelig å få montert en velfungerende siltgardin grunnet områdets vanndybde og få forankringspunkter for siltgarden. En mulig løsning kan imidlertid være å ha en siltgardin som ikke går helt ned til bunnen, men f.eks. til 10 m dyp og er forankret med moringer i ytterkant av delområdet. I detaljprosjekteringen må det gjøres en nærmere vurdering av behovet for siltgardin rundt de ulike delområdene og i hvilken grad det er mulig å montere siltgardin rundt de ulike delområdene. Det vil også være svært viktig å etablere en dialog med Ålesund Havn og andre brukere av havneområdet for å tilpasse løsninger som kan fungere godt for tiltaksgjennomføringen, samt ikke begrense områdebruken i uakseptabel grad.

Dersom det monteres siltgardin rundt ett eller flere delområder, må siltgardinene ha godkjent kvalitet, være tilpasset dimensjonering og plasseres på tjenlig måte i forhold til vind og strøm slik at spredningen av finpartikler og forurensning minimeres. Alt tiltaksarbeid på sjøbunnen skal da foregå innenfor siltgarden i det aktuelle delområdet. Siltgardinene bør da også være utplassert til sluttkontroll av tiltakene i sjø er gjennomført og dokumenterer at de kortsiktige miljømålene er oppnådd for det aktuelle delområdet.

Utførende entreprenør vil imidlertid være ansvarlig for å følge opp utforming, bestilling, installasjon og kontroll av siltgardiner som benyttes i prosjektet.

9.2.4 Turbiditet

For å kontrollere at tiltaket gjennomføres i henhold til målsetning og fastsatte krav og vilkår i tillatelsen etter forurensningsloven, må det gjennomføres turbiditetsovervåkning. Som del av de forberedende arbeidene til tiltaksgjennomføringen skal det etableres et overvåkningsprogram for turbiditet under tiltaksgjennomføringen i de ulike delområdene. Standarden NS 9433 *Turbiditetsovervåking av tiltak i vannforekomster* skal være styrende for endelig valgt turbiditetsovervåkning.

For hvert delområde anbefales det å etablere minst to turbiditetsstasjoner, samt en referansestasjon. Referansestasjonen bør etableres i et område, som ikke er påvirket av tiltaksarbeidene, men som allikevel ligger relativt nært Aspevågen med tilnærmet like hydrografiske forhold. Turbiditetsmålerne anbefales plassert iht. lokale strømforhold (inkl. tidevannsstrømmer), slik at de på best mulig måte fanger opp spredning av partikler og forurensning ut av tiltaksområdet gjennom hele tiltaksgjennomføringen. Det er stor trafikk til/fra Ålesund havn, noe som også må hensyntas i valg av plassering av de ulike stasjonene.

Turbiditetsovervåkingen bør foregå så lenge arbeidet i sjø pågår og målingene av turbiditet skal skje på relevant dyp, hvor det forventes mest spredning av partikler. Det kan være aktuelt å etablere flere turbiditetsmålere på hver stasjon. F.eks. en turbiditetsmåler i overflatelaget, og en turbiditetsmåler i dypere vannmasser (f.eks. under sprangsjiktet). Alle turbiditetsdata bør loggføres og inngå i rapportering til myndighetene som del av sluttrapportering av gjennomført tiltak. I tillegg bør det føres logg om avvik og andre uønskede hendelser.

Selv om det skal etableres en referansestasjon for turbiditetsovervåkning anbefales det å starte opp turbiditetsovervåkingen i periode før tiltaksoppstart. Dette fordi ekstra informasjon om bakgrunnskonsentrasjoner i området kan være nyttig data i vurderingene av spredning ut av tiltaksområdet, samt naturlige variasjoner i området.

9.2.5 Sedimentfeller

Under tiltaksgjennomføring i sjø anbefales det å utplassere sedimentfeller hvor det tas ut prøver månedlig. Passive prøvetakere bør også monteres på de samme stasjonene. Med sedimentfeller og passive prøvetakere detekteres omfanget av partikler og miljøgifter som spres ut av tiltaksområdet. Nærmere vurderinger av bruken av sedimentfeller og passive prøvetakere som del av overvåkingen av tiltakene i Aspevågen, bør inngå i kontroll- og overvåkningsprogrammet som skal utarbeides i forkant av tiltaksoppstart.

Det anbefales å plassere ut partikkelfeller (sedimentfeller) ved aktuelle turbiditetsstasjoner utenfor de ulike delområdene tiltaksområdet. Dette for å dokumentere eventuell spredning av partikulært materiale, både forurensede og rene partikler, og kvaliteten på dette materialet. I utgangspunktet kan sedimentfellene monteres på samme rigg som turbiditetssensorene, men dersom dette ikke er mulig, vil de plasseres så nært «turbiditetsriggen» som mulig uten at det blir konflikt mellom instrumentene.

Sedimentfelleriggen anbefales plassert like over sjøbunnen, evt. like under de dypeste turbiditetssensorene, på de ulike stasjonene. Det er imidlertid viktig at de monteres slik at de ikke slår borti bunnen, da dette kan medføre feilkilder.

Ytterligere vurderinger knyttet til lokalitet, antall stasjoner, prøvetakingsfrekvens, analyseparametere og utforming skal fremkomme av kontroll- og overvåkningsprogrammet for de aktuelle tiltakene i Aspevågen.

9.2.5.1 Passive prøvetakere av vannkvalitet

Det anbefales å overvåke tiltakets påvirkning på vannkvaliteten i området gjennom bruk av passive prøvetakere på de ulike overvåkningsstasjonene.

SPMD (Semi Permeable Membrane Devices) kan benyttes for å overvåke hydrofobe organiske forbindelser, som f.eks. PAH og PCB, mens DGT (Diffusive Gradients in Thin films) kan benyttes for å prøveta metaller (arsen, nikkel, bly, sink, kobber, krom, kadmium og kvikksølv). Vi foreslår å plassere de passive prøvetakerne på sedimentfelleriggene, og at de blir plassert ut, og tatt opp, samtidig med sedimentfellene.

Ytterligere vurderinger knyttet til lokalitet, antall stasjoner, prøvetakingsfrekvens, analyseparametere og utforming skal fremkomme av kontroll- og overvåkningsprogrammet for de aktuelle tiltakene i Aspevågen. I likhet med turbiditetsovervåkingen, anbefales det imidlertid å sette ut sedimentfeller og passive prøvetakere i en periode før tiltaksoppstart for å etablere data for bakgrunnsverdier.

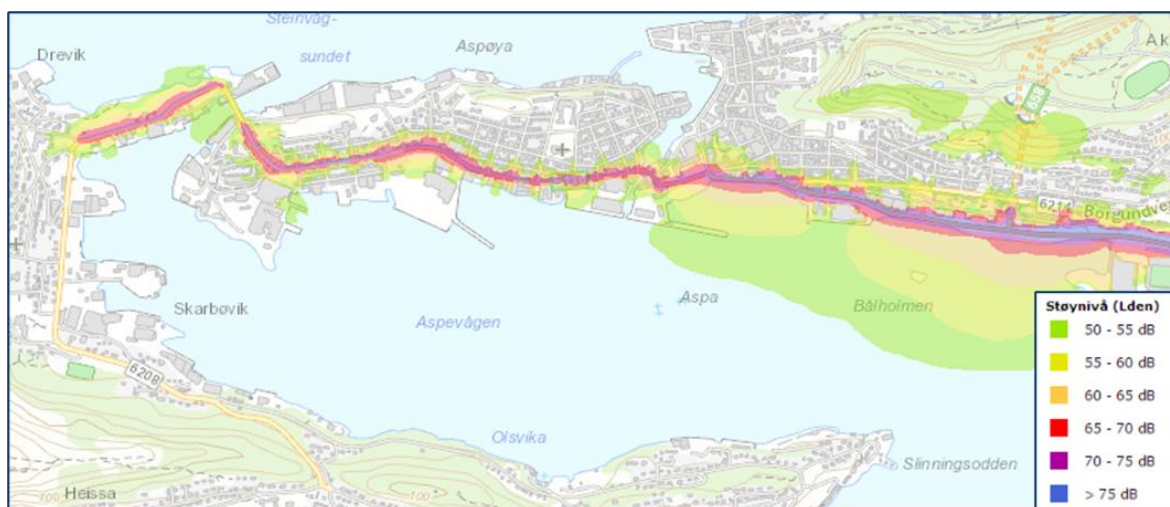
9.2.6 Avvanning av mudringsmasser

Det er i denne tiltaksplanen ikke planlagt å gjennomføre noe mudring som del av prosjektet. Dersom detaljprosjekteringen avdekker et mudringsbehov langs Prestebrygga, Storneskaia eller mot land i Kippervika, vil mudringsmassene kunne håndteres i avvanning- og renseanlegget for masser som skal mudres som del av det parallelt planlagte tiltaket for opprydding av forurenset sjøbunn ved Gassverkstomta. Nærmere beskrivelse av skissert avvanning- og renseløsning er gitt i Rambøll (2022c).

9.2.7 Støy

Det vil bli satt krav om at entreprenører i forkant av tiltakene beskriver og utarbeider rutiner for å minimere støy. I den grad det er mulig bør arbeidet gjennomføres slik at det ikke kommer i konflikt med andre interesser. Tiltaksområdet ligger i et område stedvis preget av høye støynivåer fra veitrafikk (Figur 32) og nærliggende havneaktivitet. Det er ikke forventet at tiltaksarbeidene vil medføre støy utover det som allerede er registrert i deler av området, og det som kan forventes av havnevirksomheten i Aspevågen. Det anbefales imidlertid å sette krav om at anleggsarbeidene i seg selv ikke skal medføre overskridelser av de gjeldene anbefalingene til støygrenser for utendørs bygge- og anleggsvirksomhet (Tabell 18).

Spesielle tiltakshensyn i gyte- og hekkeperioden for torsk og sjøfugl skal vurderes dersom det blir aktuelt, men da tiltaket ikke omfatter pelearbeider eller sprengning som medfører sterke og akutte lydimpulser, vurderer vi tiltaksaktivitetene som innenfor lydnivået som anses som normalt i området mht. støy. Følgelig vurderes tiltaksgjennomføringens støypåvirkning på omkringliggende miljøverdier som begrenset.



Figur 32. Kart over støy fra veitrafikk i Aspevågen hentet fra Miljøstatus (Miljødirektoratet, 2022b). Fargekoder i kart angir støynivåer i dB og er beskrevet til høyre i figuren.

Tabell 18. Anbefalte støygrenser for utendørs bygge- og anleggsvirksomhet med varighet over 6 mnd. Ved varighet under 6 mnd, kan det aksepteres opp mot 5 dB høyere støynivå på dagtid og kveld. Tabellen er hentet fra veileder M-2061 Veileder om behandling av støy i arealplanlegging (Miljødirektoratet, 2022c).

Bygningstype	Støykrav på dagtid ($L_{pAeq12h}$ 07-19)	Støykrav på kveld (L_{pAeq4h} 19-23) eller søn-/helligdag ($L_{pAeq16h}$ 07-23)	Støykrav på natt (L_{pAeq8h} 23-07)
Boliger, sykehus, pleieinstitusjoner	60	55	45
Skole, barnehage	55 i brukstid		

9.2.8 Støv

I utgangspunktet er det ikke forventet nevneverdige problemer knyttet til støv ved gjennomføring av tiltaksarbeidene i Aspevågen. Dersom det er behov for mellomlagring eller lasting av mudrings- og tildekkingsmasser, kan det imidlertid oppstå en mulighet for spredning av støv. Gjennom detaljprosjekteringen av tiltaket bør det beskrives/utarbeides avbøtende tiltak som reduserer risikoen for spredning av støv. Dette kan f.eks. være vanning av tildekkingsmasser og/eller lagring av tildekkingsmasser under presenning.

9.2.9 Beredskapsplaner og avbøtende tiltak.

I forbindelse med detaljprosjektering av tiltakene i Aspevågen er det planlagt å gjennomføre en miljørisikoanalyse. I denne vil risikomomenter bli kartlagt og avbøtende tiltak vurdert.

Det bør også settes krav til at entreprenør som skal gjennomføre tiltaksarbeidene, utfører en miljørisikovurdering for å identifisere hendelser som kan medføre miljøskade og tiltak for å redusere risikoen. Identifiserte risikomomenter må inkluderes i en beredskapsplan og varslingsplan.

9.3 Sluttkontroll av tiltaket

9.3.1 Generelt

Som del av kontroll- og overvåkningsprogrammet for tiltakene i Aspevågen skal det gis en detaljert beskrivelse av sluttkontroll for anleggsfasen av tiltaket. Sluttkontrollen skal i tilstrekkelig grad gi svar på om de kortsiktige miljømålene (de operative tiltaksmålene) er oppnådd før anleggsarbeidene kan ferdigstilles.

I delkapitlene nedenfor gir vi en overordnet beskrivelse av hvilke momenter som bør inngå som del av sluttkontrollen.

9.3.2 Dybdeoppmåling og kontroll av tildekkingslag

Utførende entreprenør må kunne dokumentere at tiltakene er utført i henhold til detaljprosjektert tiltaksbeskrivelse. I den forbindelse bør det gjøres en nøyaktig dybdeoppmåling (f.eks. Multibeam-scanning av sjøbunnen) før og etter at det er gjennomført tiltak på sjøbunnen. Det kan også være aktuelt å gjøre slike innmålinger mellom ulike tiltaksfaser, som f.eks. mellom utlegging av ulike tildekkingslag for å dokumentere at tildekkingslaget er heldekkende og utført i henhold til detaljprosjektert mektighet.

Det kan også bli aktuelt å plassere ut målestaver (markeringsstenger) i et nærmere angitt antall punkter innenfor tildekkingsområdet. Mellom utlegging av hvert tildekkingslag, samt etter endt tildekking skal målestavene kontrolleres av dykker eller ved bruk av ROV, og kontrollen skal dokumenteres med bilder. Dette gjøres for å sikre at tiltakene gjennomføres i overensstemmelse med prosjektert tiltak. Imidlertid er det varierende erfaring med nytten av slike målestaver, og dette vil bli vurdert nærmere under detaljplanleggingen.

9.3.3 Sedimentprøver

Innen fire uker etter at planlagt tildekkingsarbeid er gjennomført skal det gjennomføres sluttkontroll ved hjelp av prøveinnsamling og kjemiske analyser for innhold av miljøgifter i overflatesedimentene (0-10 cm). I utgangspunktet bør det, som et minimum, tas sedimentprøver på én stasjon pr 10 000 m² i hvert delområde slik Miljødirektoratets veileder M-409/2015 *Risikovurdering av forurenset sediment* (Miljødirektoratet, 2015a) angir. Enkelte delområder er imidlertid såpass store at omfanget av sedimentprøver trolig kan reduseres noe.

Sedimentprøvene skal analyseres for minimumslisten angitt i veileder M-350/2015 rev. 2018 *Håndtering av sediment* (Miljødirektoratet, 2018), samt totale hydrokarboner (C5-C35). Minimumslisten inkluderer miljøgiftene arsen, bly, kvikksølv, kobber, krom, kadmium, nikkel, sink, PAH16, PCB7 og TBT, i tillegg til total organisk karbon (TOC) og kornfordeling i tre fraksjoner. Dersom analyseresultatene fra denne kontrollen viser at det operative tiltaks målet (kortsiktige miljømålet) ikke er oppnådd, kan det være aktuelt med ekstra tildekking. En ny sluttkontroll må i så fall utføres i det aktuelle området etterpå.

9.4 Overvåking av sjøbunn etter tiltaksgjennomføring

9.4.1 Generelt

Etter at tiltaket er ferdigstilt, skal det gjennomføres overvåking over flere år, minimum ti år, for å vurdere om miljøtilstanden opprettholdes og de langsiktige miljømålene blir nådd. Som del av kontroll- og overvåkningsplanen for tiltaket skal det inngå en detaljert plan for en slik etterovervåkning. I kapitlene nedenfor gir vi en overordnet beskrivelse av de momentene som bør inngå i etterovervåkingen av tiltaket.

9.4.2 Sedimentprøvetaking

For å kontrollere at tildekket sjøbunn opprettholder den kvaliteten som er ønsket og bestemt gjennom det langsiktige miljømålet, bør det foretas sedimentprøver i tiltaksområdet årlig, de tre første årene, etter tiltaksgjennomføringen. Deretter kan det tas sedimentprøver av overflatesedimentene hhv. fem, syv og ti år etter tiltaksgjennomføringen.

Overflatesedimentene (0-10 cm) skal analyseres for de samme parameterne som under sluttkontrollen. Dvs. arsen, bly, kvikksølv, kobber, krom, kadmium, nikkel, sink, PAH16, PCB7 og TBT, i tillegg til totale hydrokarboner (C5-C35), total organisk karbon (TOC) og kornfordeling i tre fraksjoner.

9.4.3 Kontroll av tildekkingslag

Det bør gjøres en årlig kontroll av tildekkingslagets overflate med dykker eller ROV. Inspeksjonen skal avklare om tildekkingslaget eroderer bort og skal dokumenteres med bilder. Dette bør gjøres i samme frekvens som sedimentprøvene; hvert år de første tre årene etter tiltaksgjennomføringen, samt fem, syv og ti år etter tiltaksgjennomføringen. Som del av undersøkelsen kan det vurderes å gjøre undersøkelse med SPI-kamera eller kjerneprøvetaker, for å vurdere hvordan de øvre tildekkingslagene består.

9.4.4 Rekolonisering av biota

For å undersøke i hvilken grad bløtbunnsfauna rekoloniserer sedimentene i tiltaksområdet etter endt tiltaksgjennomføring, bør det gjøres en bløtbunnsfaunaundersøkelse i området, hhv. ett, tre, fem og ti år etter tiltaksgjennomføringen. Undersøkelsen skal gjøres iht. veileder 02:2018 *Klassifisering av miljøtilstand i vann* (Direktoratsgruppen for vandedirektivet, 2018b). Resultatene skal benyttes til å klassifisere den økologiske tilstanden på sjøbunnen i tiltaksområdet, samt overvåke utviklingen av bunnsamfunnet etter tiltaksgjennomføringen.

9.4.5 Kontroll av utlekking og spredning av forurensning

Som del av etterovervåkingen kan det vurderes å inkludere overvåking av porevann i sedimentene i tiltaksområdet, toksisitetstester med biota, og utlekking av miljøgifter fra sjøbunnen med flukskammer eller passive prøvetakere utplassert like over sjøbunnen. Det bør fremkomme av kontroll- og overvåkningsprogrammet hvorfor, eller hvorfor ikke, dette er inkludert i etterovervåkingen av tiltaket i Aspevågen.

9.5 Oppdatering av databaser

Alle undersøkelser som er gjennomført på referansestasjoner som del av tiltaksgjennomføringen, samt sluttkontroll og etterovervåking skal lastes opp i databasen Vannmiljø.

Innmålinger av ny sjøbunn vil kunne bli oversendt Kystverket og/eller Kartverket ved behov, forutsatt at oppmålingene utføres av firma med spesiell godkjenning fra Kartverket for slike målinger..

10. FREMDRIFTSPLAN OG KOSTNADER

10.1 Generelt

I kapitlene nedenfor skisserer vi en sannsynlig fremdriftsplan for gjennomføring av oppryddingstiltaket i sjø i Aspevågen samt et grovt kostnadsestimat for opprydding av forurenset sjøbunn i henhold til tiltaksbeskrivelsen i kapitlene ovenfor i den inneværende rapporten.

10.2 Fremdriftsplan tiltaksgjennomføring Aspevågen

Nedenstående fremdrift anses sannsynlig og realistisk, men den påvirkes betydelig av kapasitet for søknadsbehandling, politisk behandling og en rekke andre forhold. Så dette må vurderes nærmere etter som prosjektet videreføres.

- Prosjektering: jan-april 2023
- Kostnadsestimat med usikkerhetsanalyse: april-juni 2023
- Politisk behandling Ålesund kommune: høsten 2023
- Søknad til Miljødirektoratet om arbeid 2023: 9. desember 2022
- Svar fra Miljødirektoratet på nevnte søknad: januar 2023
- Ytterligere undersøkelser: tidligst mulig i 2023, avklares nærmere
- Myndighetssøknader om tiltak: høsten 2023 (etter vedtak i k-styret)
- Innspill til bevilgning i Statsbudsjett 2026: høsten 2023 (etter vedtak i k-styret)
- Behandling av Statsbudsjett 2026: okt-des 2025
- Kostnadsfordeling mellom deltakerne: august 2023
- Detaljprosjektering, konkurransegrunnlag: okt 2025- jan 2026 (for anleggsarbeidene)
- Konkurranse, kontrahering: mars-juni 2026
- Anleggsarbeider: høst 2026-høst 2027

Finansieringen av tiltaket vil i hovedsak være knyttet til Ålesund kommune, ulike ansvarlige forurenser i tilgrensende områder, samt tilsagn fra Miljødirektoratet. Dersom det skal gjennomføres infrastrukturtiltak i området, vil imidlertid disse prosjektene også kunne bidra finansielt inn i prosjektet gjennom at alle tiltak som berører sjøbunnen i tiltaksområdet må hensynta/håndtere forurensningen iht. denne tiltaksplanen. Kostnadsfordeling mellom nevnte aktører bør være på plass august 2023 i samsvar med ovenstående fremdrift.

10.3 Kostnadsvurdering

I dette kapitlet gis et grovt kostnadsestimat for de anbefalte tiltaksløsningene i de ulike delområdene (Tabell 19). Det er også presentert en oppsummerende tabell av anbefalte tiltaksløsninger med kostnadsoverslag for de ulike delområdene (Tabell 20). Det legges til grunn av tiltakene gjøres samlet som et stort tiltak. Kalkyle for hvert delområde er vedlagt Vedlegg 6.

Kostnadsestimatet er basert på tiltaksløsningen slik det fremkommer av denne tiltaksplanen. Det er knyttet stor usikkerhet til flere av momentene som vil påvirke kostnadsestimatet, blant annet mudringsbehov og evt. håndtering av mudringsmasser, tilgjengelige arealer for anleggsområde, type tildekkingsmasse og transport av disse massene til tiltaksområdet, samordning med infrastrukturprosjekter som E136, og hvilken tildekkingsløsning som blir endelig bestemt i lys av resultatene fra den geotekniske detaljprosjekteringen. Videre kan detaljprosjekteringen medføre justeringer mht. valgt tiltaksløsning, som igjen kan medføre kostnadsreduksjon og/eller kostnadsøkning på ulike poster. Sikre kostnadsestimater er vanskelige å gi for denne typen prosjekter, og det vil være knyttet betydelig usikkerhet til tallene på de ulike postene. Her har vi inkludert en usikkerhetsfaktor på 25 % på de ulike postene. Allikevel er det viktig å påpeke at de

sikreste kostnadsestimatene for denne typen tiltak er de som blir gitt av tilbydere i en konkret konkurranse.

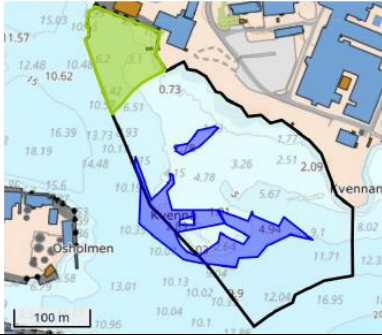
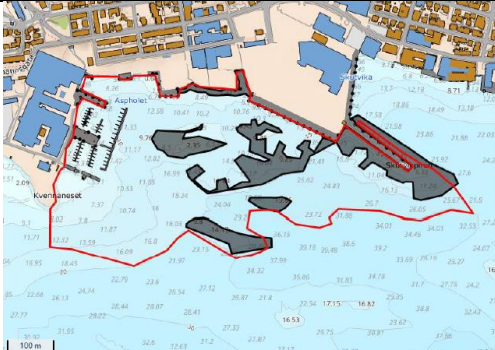
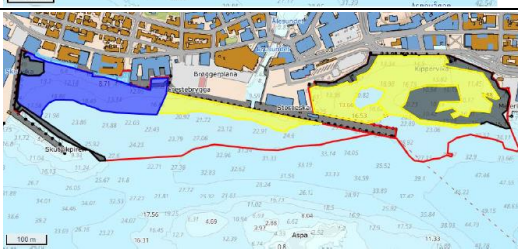
Inkludert i kostnadsestimatene er innkjøp, opplasting, frakt og utlegging av egnede tildekkings- og erosjonsmasser, spredningsreducerende tiltak, byggherrekostnader, rigg- og driftskostnader, kontroll- og overvåkning av anleggsarbeidene, supplerende miljøundersøkelser og miljøprosjektering. Dette er spesifisert i Vedlegg 6. Kostnadsestimatet baserer seg på erfaringstall fra tilsvarende prosjekter i Norge og tall benyttet i andre usikkerhetsanalyser. Det er imidlertid også viktig å nevne at det for tiden er et svært ustabilt marked i Europa, bl.a. for ulike faktorer som vil kunne påvirke ulike enhetspriser. F.eks. vil unormalt høye drivstoff- og strømpriser medføre kostnader som ikke vil være mulig å forutsi i denne fasen av prosjektet.


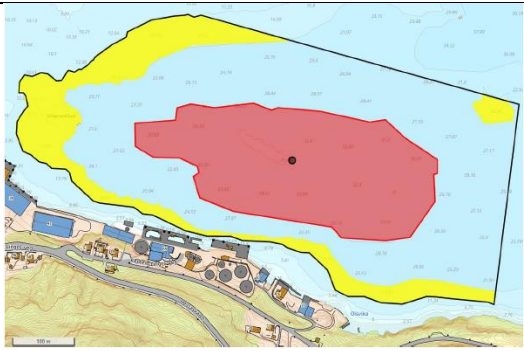
Det er viktig at det avklares om kommunen gis momsrefusjon og hvordan mva. behandles for de ulike aktørene som bidrar med finansiering av prosjektet.

Tabell 19. Kostnadsestimat per tiltaksområde angitt i NOK (eks mva.) for tildekkings tiltak i Aspevågen.

Delområde	Minimum	Maksimum
Delområde 2	kr 41 600 000	kr 62 000 000
Delområde 3	kr 45 500 000	kr 66 000 000
Delområde 4	kr 32 000 000	kr 47 000 000
Delområde 5	kr 45 000 000	kr 65 500 000
Sum	kr 164 100 000	kr 240 500 000

Tabell 20. Oppsummering av tiltaksbehov og tiltaksløsninger i de ulike delområdene i Aspevågen

Del-område	Prioritering for tiltak	Tiltaksareal (m ²)	Tiltaksløsning	Massebehov (m ³)	Overslag (NOK)	Kart (forklaring se figur 15, 16, 19, 20 og 21 i kapittel 7.1)
1	5 (vurdert at det ikke er tiltaksbehov)	50 000	Ingen miljøtiltak på sjøbunnen	-	-	
2	1	170 000	Tildekking med rene mineraliske masser (55-85 cm)	78 200 – 121 550	41 600 000 – 62 000 000	
3	2	161 500 (ekstra erosjonssikring i totalt 79 900 m ²)	Tildekking med rene mineraliske masser (55-85 cm). Ekstra erosjonssikring i enkelte områder <20 m.	85 805 – 130 175	45 500 000 – 66 000 000	

4	3	126 000 (ekskl. Gassverkstomta)	Tildekking med rene mineralske masser (50-70 cm)	56 700 – 88 200	32 000 000 – 47 000 000	
5	4	170 000 (ekskl. områder >30 m vanddyp)	Tildekking med rene mineralske masser (55-85 cm). Ekstra erosjonssikring i enkelte områder <20 m.	84 900 – 129 500	45 000 000 – 65 500 000	

11. KONKLUSJONER OG ANBEFALNING

Data fra undersøkelser av sedimenter fra Aspevågen, utført i 2021 og 2022, er sammenstilt og benyttet i risikovurdering av forurenset sediment som grunnlag for en revisjon av tiltaksplanen for Aspevågen som ble utarbeidet i 2015. Det er gjennomført risikovurdering trinn 3 for sedimentene i delområde 1. Risikovurdering trinn 3 for Aspevågen for øvrig ble gjennomført som del av utarbeidelse av tiltaksplanen i 2015, mens i denne tiltaksplanen er det gjennomført ny risikovurdering trinn 2 for hvert enkelt delområde.

Aspevågen utgjør et areal på ca 2,5 km². Dette er et stort område og det vil være kostbart å utføre tiltak i hele vågen. Det har derfor vært av interesse å undersøke om alle delområdene utgjør like stor risiko for miljøet. Ved å benytte samme metode som 2015 ble hvert delområde rangert basert på de oppdaterte dataene.

Følgende tema var styrende for rangeringen:

- grad av overskridelse av risikovurderingens trinn 1 grenseverdi
- beregnet spredning fra et sediment i tilstandsklasse III
- beregnet grad av overskridelser av grenseverdier for human helse
- beregnet grad av overskridelser av PNECw i sedimentenes porevann

Vurderingen ga følgende rangering:

1. Delområde 2
2. Delområde 3
3. Delområde 4
4. Delområde 5
5. Delområde 1

Det er anbefalt å gjennomføre tiltak mot forurenset sjøbunn i delområde 2, 3, 4 og 5. Merk at delområde 2 og 3 i denne reviderte tiltaksplanen er utvidet til kote -30, sammenlignet med kote -15 i tiltaksplanen fra 2015. Det er ikke anbefalt å prioritere tiltak mot forurenset sjøbunn i delområde 1. En forutsetning for varig tiltak er at kildene på land er stoppet og at tiltaksgjennomføringen gjøres i en rekkefølge som gjør at områder hvor det allerede er gjennomført tiltak ikke rekontamineres. Statsforvalteren i Møre og Romsdal har bidratt med en oppdatert liste om kjente grunnforurensningslokaliteter i området. Oversikten viser at de aller fleste kjente grunnforurensningslokaliteter enten er sanert eller er vurdert til ikke å utgjøre noen spredningsrisiko. Ålesund kommune jobber med å avklare mulighet for spredning av miljøgifter gjennom overvannssystemet i byen.

Rambøll har lagt vekt på å anbefale tiltak som ikke medfører mudring. Mudring gir større risiko for spredning av miljøgifter, behov for transport av forurensete sedimenter og etablering av tilfredsstillende deponiløsning. Det anbefales at det gjøres undersøkelser ved hjelp av bunnsstratskartlegging for å gi en endelig vurdering av om det i det hele tatt er behov for å mudre. Tiltakene som er anbefalt er stort sett å gjennomføre tildekking med rene masser. Tildekkingen vil isolere de forurensete sedimentene slik at de ikke vil utgjøre noen risiko for mennesker og biota.

De foreliggende kostnadsestimatene for tiltak i delområde 2-5 i Aspevågen varierer fra 164 100 000 NOK (eks mva.) til 240 500 000 (eks mva.).

Tiltaksgjennomføringen i Aspevågen må ses i sammenheng med andre tiltak som er planlagt i Aspevågen. Ålesund kommune og Rambøll er kjent med planene og vil koordinere tiltakene slik at gjennomføringen ikke kommer i konflikt med hverandre.

Den foreslåtte fremdriftsplanen er utarbeidet med et mål om oppstart av anleggsarbeidene høsten 2026. Det er imidlertid flere prosjektfaser og milepæler frem mot dette målet, og allerede i januar 2023 er det planlagt oppstart for prosjekteringsfasen.

12. REFERANSER

- Artsdatabanken. (2022, Juni 27). Artskart. Hentet fra Artskart:
<https://artskart.artsdatabanken.no/app/#map/427864,7623020/3/background/greyMap/filter/%7B%22IncludeSubTaxonIds%22%3Atrue%2C%22Found%22%3A%5B2%5D%2C%22NotRecovered%22%3A%5B2%5D%2C%22CenterPoints%22%3Atrue%2C%22Style%22%3A1%7D>
- Artsdatabanken. (2022b, April 28). Norsk rødliste for arter. Hentet fra Norsk rødliste for arter:
<https://artsdatabanken.no/lister/rodlisterforarter/2021>
- Bergens Sjøfartsmuseum. (2016). Rapport fra Marinarkeologiske registreringer - tiltaksplan for forurensning - Aspevågen. Dato: 1. august 2016.
- COWI. (2016). Tiltaksplan for forurenset sjøbunn i Store Lungegardsvann, Bergen. Oppdragsnr. A040950-002.
- COWI. (2018). Tiltaksplan forurensede sedimenter Vindholmen. Oppdragsnr. A087751-001. Dokumentnr. RAP002.
- Direktoratsgruppen for vanndirektivet. (2018a). Veileder 01:2018. Karakterisering - metodikk for å karakterisere og vurdere miljømålsoppnåelse etter vannforskriften §15.
- Direktoratsgruppen for vanndirektivet. (2018b). Klassifisering av miljøtilstand i vann. Veileder 02:2018.
- Direktoratsgruppen for vanndirektivet. (2022a, April 5). Vann-nett. Hentet fra Vann-nett.no:
<https://vann-nett.no/portal/#/waterbody/0301021900-C>
- Direktoratsgruppen for Vanndirektivet. (2022b, April 22). Vannportalen. Hentet fra Vannportalen.no:
<https://www.vannportalen.no/regelverk-og-foringer/vanndirektivet/>
- DNV. (2008). Statens forurensningstilsyn - Mudringsmetoder for forurenset sjøbunn. Rapportnr. 2008-0476.
- DNV. (2010). Miljøundersøkelser i Ålesund havn. Referansenr.: 2010-0997/ 12KMG9B-6. Rev. 01.
- Fiskeridirektoratet. (2022, Juni 27). Yggdrasil. Hentet fra Yggdrasil:
<https://portal.fiskeridir.no/portal/apps/webappviewer/index.html?id=4b22481a36c14dbca4e4def930647924>
- FRAM Møre og Romsdal. (2022, Juni 27). <https://www.frammr.no>. Hentet fra
https://www.frammr.no/ezflow_mrfylke/view/994683/23+Langev%C3%A5g%E2%80%93%C3%85lesund+01052019x.pdf
- Fugro. (2017). Sjøbunnskartlegging i Aspevågen, Ålesund kommune. Fugro rapportnr. 132006.V01. .
- Geoinnsyn. (2022, Juni 2). kartserv.esunmore.no/geoinnsyn. Hentet fra
<https://kartserv.esunmore.no/geoinnsyn/?project=%C3%A5lesund&layers=Kommunedelplaner%20%C3%85lesund&baselayers=gr%C3%A5tonekart&zoom=13&lat=6929948.10&lon=352780.64&application=geoinnsyn>
- Kystverket. (2021). Informasjonsskriv om Iris.
- Kystverket. (2022a, Juni 28). Kystinfo. Hentet fra Kystinfo.no: <https://kystinfo.no/>
- Kystverket. (2022b, Juni 28). Havbase. Hentet fra Havbase: <https://havbase.no/>
- Miljødirektoratet. (2009). Helsebaserte tilstandsklasser for forurenset grunn. TA-2553/2009.
- Miljødirektoratet. (2015a). Risikovurdering av forurenset sediment. Veileder M-409/2015.
- Miljødirektoratet. (2015b). Tiltaksplaner for opprydding i forurenset sjøbunn. Faktaark. M-325/2015.
- Miljødirektoratet. (2016). Oppsummering av erfaring med tildekking av forurenset sjøbunn. M-502/2016. Utarbeidet av NGI og DNV-GL.
- Miljødirektoratet. (2017). Testprogram for tildekkingsmasser - forurenset sjøbunn (oppdatert pr. august 2017. M-411/2015 rev. 2017.
- Miljødirektoratet. (2018). Håndtering av sediment. Veileder M-350/2015 rev. 2018.
- Miljødirektoratet. (2020). Risikovurdering av forurenset sediment - regneark. M-1489.

- Miljødirektoratet. (2020a). Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota - M-608/2016 - oppdatert 30.10.2020.
- Miljødirektoratet. (2022a, Mai 23). Grunnforurensning. Hentet fra Grunnforurensning: <https://www.miljodirektoratet.no/ansvarsomrader/forurensning/forurenset-grunn/grunn/>
- Miljødirektoratet. (2022b, Juni 28). Miljøstatus. Hentet fra Miljøstatus: <https://miljostatus.miljodirektoratet.no/tema/forurensning/stoy/>
- Miljødirektoratet. (2022c, Mai 16). miljodirektoratet.no. Hentet fra miljodirektoratet.no: <https://www.miljodirektoratet.no/ansvarsomrader/forurensning/stoy/for-myndigheter/veileder-om-behandling-av-stoy-i-arealplanlegging/>
- Miljødirektoratet. (2022c, Juni 27). Naturbase. Hentet fra Naturbase: <https://geocortex01.miljodirektoratet.no/Html5Viewer/?viewer=naturbase>
- Miljødirektoratet, NGI, NIVA og Universitetet i Stockholm. (2014). Tynntildekking av forurensete sedimenter - overvåkning av fire testfelt i Grenlandsfjordene. Rapportnr. 2019/2014.
- Multiconsult. (2010). Miljøundersøkelser i Aspevågen og Borgundfjorden - Forurensningskartlegging, risiko- og tiltaksvurderinger.
- Multiconsult. (2019). Tildekking forurenset sjøbunn Pollen og Kittelsbukta - Sluttrapport Pollen. Dato. 30. september 2019.
- Multiconsult. (2020a). Gassverkstomta, Ålesund - supplerende miljøgeologisk undersøkelse av sjøbunn. Dokumentkode: 10214608-RIGm-RAP-001.
- NGI. (2013). Trondheim kommune. Renere havn - prosjektering av tiltak. Prosjektering av mudring og tildekking- Fase 1. Dok.nr. 20130339-01-R.
- NGI. (2017). Renere havn - sluttrapport for tiltak i Trondheim havn. Dok.nr. 20130339-26-R.
- NGI. (2020). Miljøopprydding i Gilhusbukta Nordøst, Lier kommune. Dok.nr. 20160750-01-R.
- NGI. (2022, April 25). NGI.no. Hentet fra NGI.no: <https://www.ngi.no/Prosjekter/OPTICAP-tildekking-av-forurenset-sjoebunn>
- NGU. (2022a, Juni 13). Geo.ngu.no. Hentet fra Geo.ngu.no: https://geo.ngu.no/kart/losmasse_mobil/
- NGU. (2022b, Juni 13). Geo.ngu.no. Hentet fra Geo.ngu.no: <https://geo.ngu.no/kart/nadag/>
- NIVA. (1979). Resipientundersøkelse av Borgundfjorden ved Ålesund. 1979. P. 206.
- NIVA. (2008a). Kildesporing av bromerte flammehemmere i Ålesundområdet. TA-2441/2008.
- NIVA. (2008b). Miljøgifter i sedimenter rundt Ålesund - resultater fra supplerende prøver fra tiltaksplanområdet (TA 2426/2008).
- NIVA. (2021, Juni 9). Niva.no. Hentet fra Niva.no: <https://www.niva.no/nyheter/kunsten-a-ta-knekken-pa-gammel-forurensning-og-samtidig-ta-vare-pa-dyrelivet>
- Norconsult. (2017). Vurdering av aktuelle lokaliteter for etablering av strandkantdeponi i Ålesund. Dok.nr. 5165214-01.
- Norge i bilder. (2022, Mars 25). Norge i bilder. Hentet fra norgeibilder.no: <https://norgeibilder.no/>
- PEAB. (2018). Renere Puddefjord - sanering av forurenset sjøbunn. Sluttrapport. Dato: 29. november 2018.
- Rambøll. (2015). Aspevågen - Ålesund havneområde - tiltaksplan forurenset sjøbunn. Prosjektnr. 1131738.
- Rambøll. (2021). Miljøtiltak Langøyene - sluttrapport tiltaksområdet Sørvest.
- Rambøll. (2022a). Aspevågen 2021 - Miljøteknisk undersøkelse - datarapport. Prosjektnr. 1350046044-001.
- Rambøll. (2022b). Aspevågen 2021 - miljøteknisk undersøkelse ved Gassverkstomta - datarapport.
- Rambøll. (2022c). Gassverkstomta - tiltaksplan mot forurenset sjøbunn. Prosjektnr. 13500460444.
- Rambøll. (2022d). Gassverkstomta - tiltaksplan for sikring av gjenliggende grunnforurensning. Prosjektnr. 1350046044-002.
- Rambøll. (2022e). Steinvågen ved Kvenneset - Risiko- og tiltaksvurdering av forurenset sjøbunn. Prosjektnr. 1350046044.

- Rambøll. (2022f). Ålesund kommune - Renere fjord Ålesund - Datarapport fra grunnundersøkelse.
- Rambøll. (2022g). Aspevågen - strømundersøkelser 2021-2022.
- Skanska. (2018). Renere Sandefjordsfjord - sluttrapport. Rev. 02. Dato: 3.10.2018.
- Statens vegvesen. (2013). Siltgardiner - funksjon, tilpasning og oppfølging. Rapportnr. 205.
- Stiftelsen Bergens Sjøfartsmuseum. (2016). Marinarkeologiske registreringer - tiltaksplan for forurensning Aspevågen.
- United States Environment Protection Agency. (2005). Contaminated Sediment Remediation - Guidance for hazardous waste sites.
- Vann-nett. (2022, Mars 24). Vann-nett. Hentet fra vann-nett.no: <https://www.vann-nett.no/portal/>
- Ålesund Havn. (2022, Juni 14). alesund.havn.no. Hentet fra alesund.havn.no: <https://alesund.havn.no/skipstrafikk/webkamera/skutvika-havneanlegg/>

13. VEDLEGG

Vedlegg 1. Geotekniske forhold

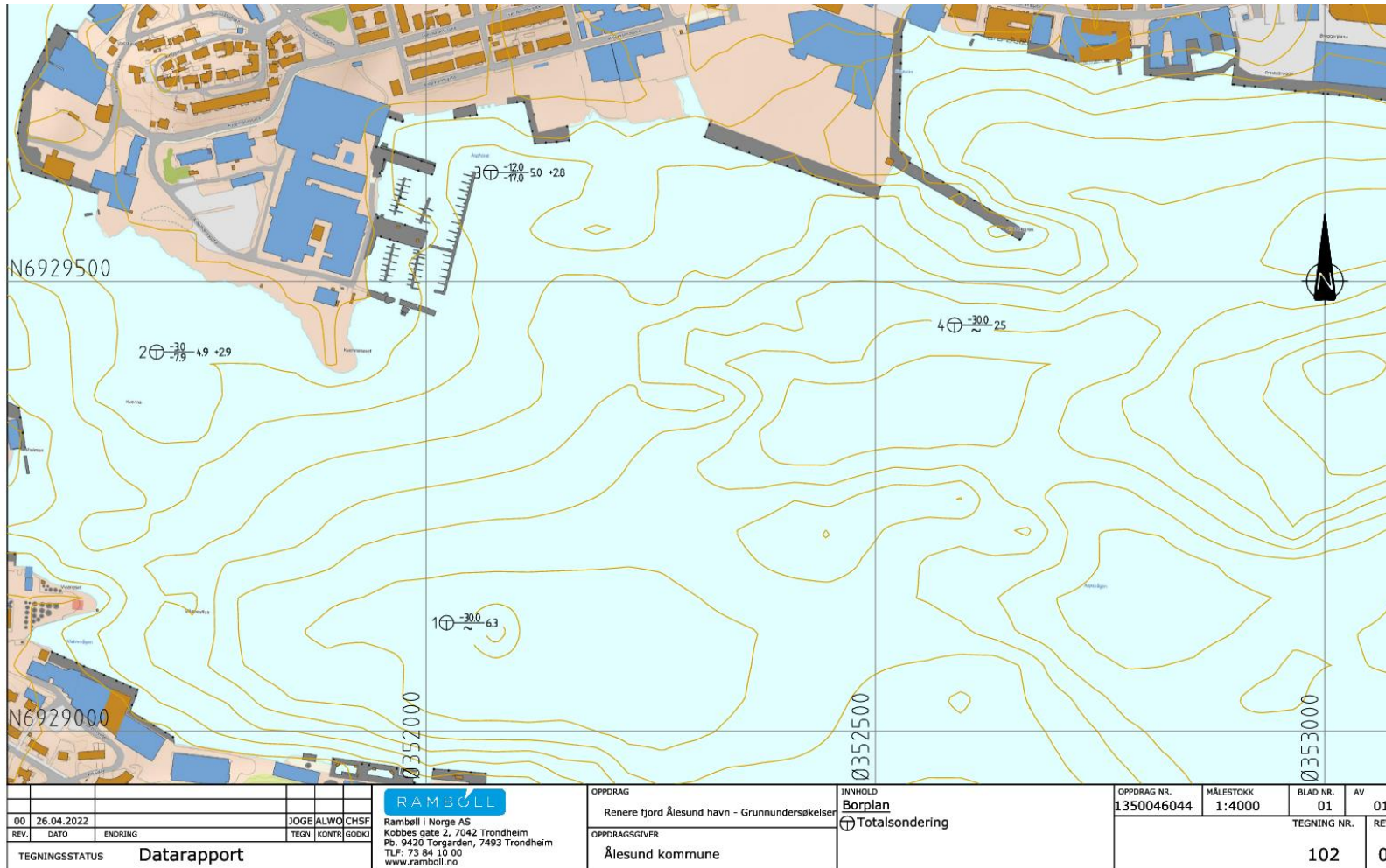
Tiltaksområdet er innledningsvis undersøkt i 2021 (Rambøll, 2022f), hvor 8 totalsonderinger ble utført (Figur 1-Figur 2). Sonderingene viste generelt at området består av mye bart fjell og relativt lav løsmassemekktighet i punktene. Totalsonderingene viser at massene hovedsakelig består av et slamlag over siltige eller sandige masser. Tolkning av enkeltpunktene er oppsummert i Tabell 1.

Tabell 1. Tolkning av borpunkter fra datarapport. Se også informasjon gitt i Figur 1 og Figur 2.

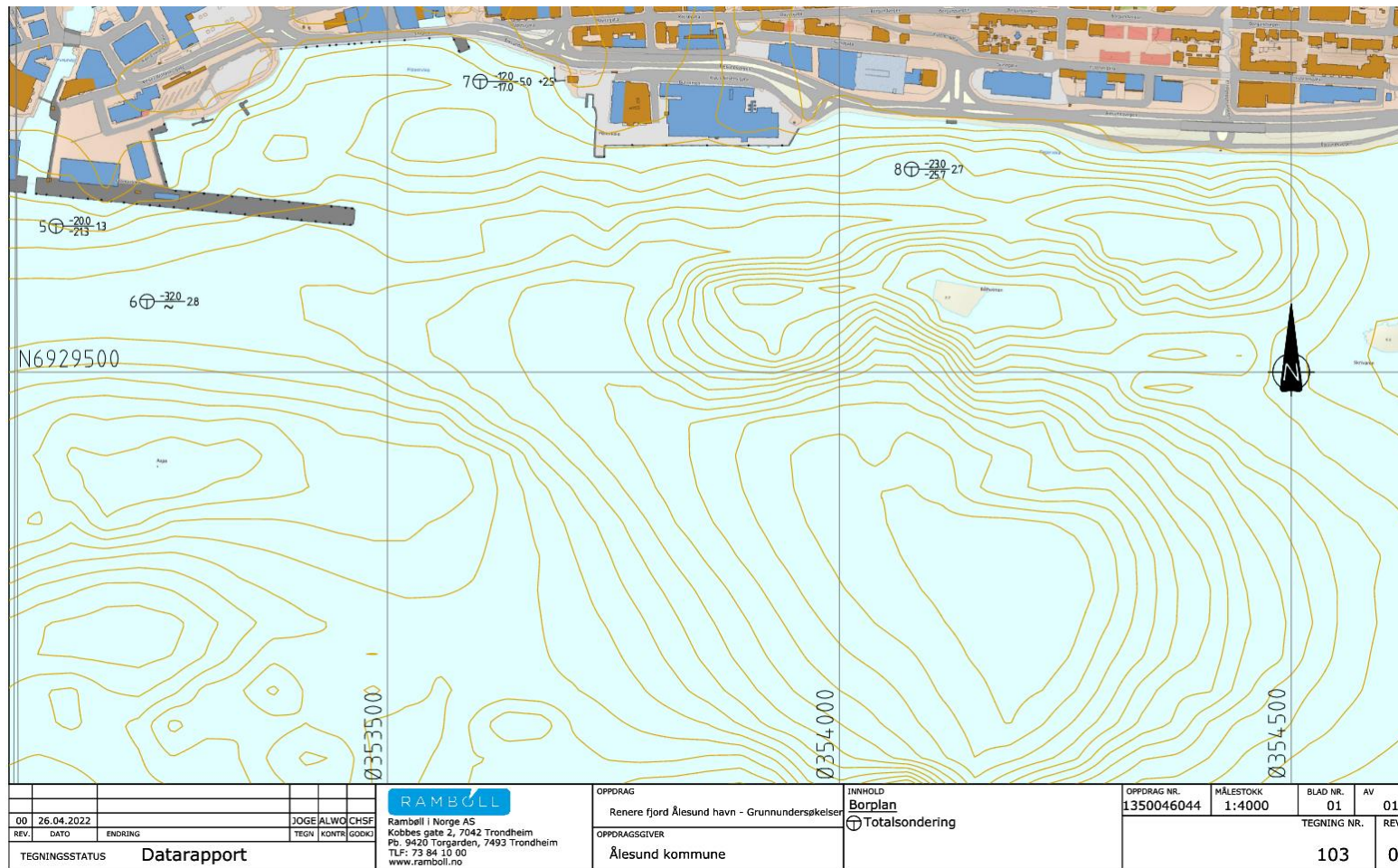
Borpunkt	Delområde	Tolkning
1	5	6 meter slamlag over sand
2	1	1,5 meter bløte masser over 3,5 meter faste masser
3	2	5 meter med bløte masser (slam), med innslag av tynne sandlag
4	6	1,5 meter slamlag over 0,5 meter sand eller silt over trolig berg (begrenset innboringlengde pga. fare for stangbrudd)
5	3	0,5 meter slam over 0,5 meter sand eller silt
6	8	1,5 meter slam over 0,5 meter sand eller silt
7	3	4 meter slam med innslag av sand eller silt over 1 meter morene eller faste masser
8	4	1 meter slam over 0,5 meter sand, silt eller leire

NGU løsmassekart (NGU, 2022a) angir området som bart fjell i vannet (Figur 3). Mens på land er det hovedsakelig "Hav- og fjordavsetning og strandavsetning, usammenhengende eller tynt dekke over berggrunnen", eller fyllmasser. Generelt er det liten løsmassemekktighet i området og det stemmer bra med boringene som er utført.

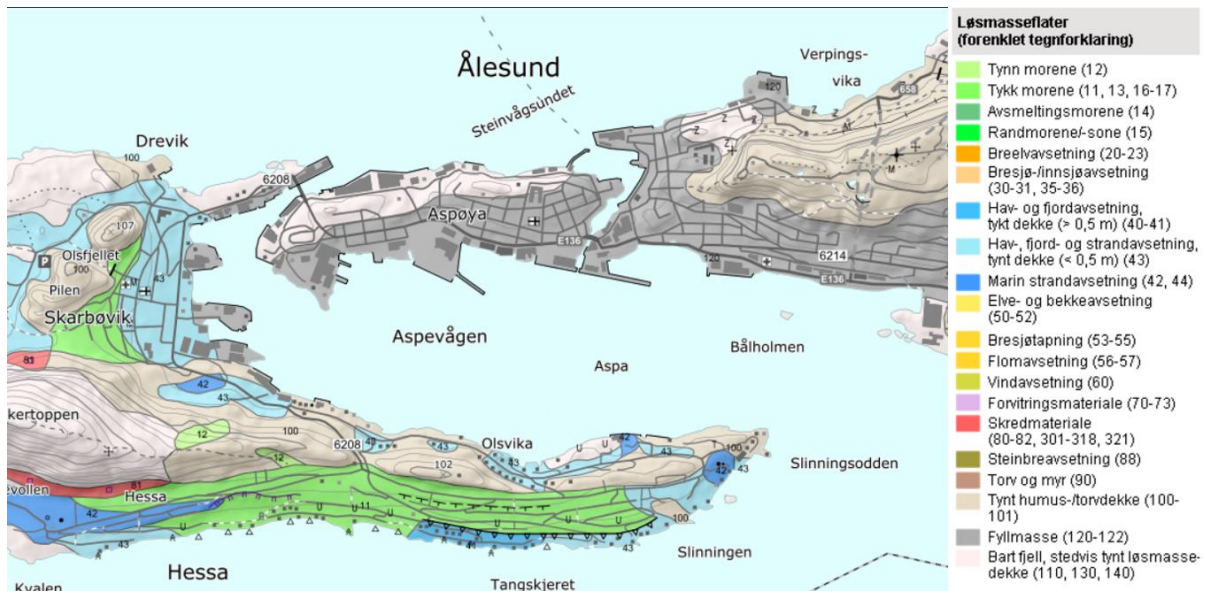
Det er også undersøkt hva som ligger i nasjonal database for grunnundersøkelser (NGU, 2022b) (Figur 4). Eneste relevante boringer ser ut til å ligge i Brusundet, som er markert med rød ring. Disse sonderingene viser generelt 0,5-2 meter med løsmasser over berg, som forsterker bilde med liten løsmassemekktighet over berg. I samme området på land er det sonderinger som viser større løsmassemekktighet (10-20 meter), men dette er imidlertid fyllmasser over berg.



Figur 1. Borplan som viser punkter (markert med nummer og sirkel med en T) for geotekniske boringer ved Kvenneset, Aspholet og Skutvika høsten 2021. Tallene angitt til høyre for posisjonsmarkering angir topp-kote løsmasser (over strek), bunn-kote for løsmasser (under strek) og antall meter boret i løsmasser (tall til høyre for strek), samt antall meter boret i berg dersom dette er gjort (tall angitt med +). Figuren er hentet fra datarapporten (Rambøll, 2022f).



Figur 2. Kart som viser punkter (markert med nummer og sirkel med en T) for geotekniske borer ved Skutvika, Kippervika og Volsdalsvågen høsten 2021. Tallene angitt til høyre for posisjonsmarkering angir topp-kote løsmasser (over strek), bunn-kote for løsmasser (under strek) og antall meter boret i løsmasser (tall til høyre for strek), samt antall meter boret i berg dersom dette er gjort (tall angitt med +). Figuren er hentet fra datarapporten (Rambøll, 2022f).



Figur 3. Utklipp fra NGUs løsmassekart (NGU, 2022a) som viser ulike typer løsmasser registrert i Aspevågen og tilgrensende områder.



Figur 4 Utklipp fra NGU kart av nasjonal database for grunnundersøkelser (NGU, 2022b). Blå sirkler indikerer geotekniske borehull, mens brune firkanter indikerer at Statens vegvesen har gjort en geoteknisk vurdering av den aktuelle lokaliteten.

Vedlegg 2. Strømforhold i Aspevågen

Det Norske Veritas (DNV) utførte i 2010 strømmålinger ved tre stasjoner hvor to av disse ligger innenfor tiltaksområdet i Aspevågen (DNV, 2010). I tillegg utførte Rambøll strømmålinger ved fire stasjoner i Aspevågen i forbindelse med supplerende miljøundersøkelser hvor strømmålingene varte fra november 2021 til mai 2022 (Rambøll, 2022g). Resultatene viser relativt rolig gjennomsnittlige strømforhold i vannsøylen (fra overflatevann til bunnvann), men stedvis potensial for relativt høye strømhastigheter i korte perioder. Ytterligere vurderinger av strømforholdene i området er gitt i Rambøll (2022g).

Plassering av strømmålere innenfor tiltaksområdet i 2021-2022 er vist i Figur 1.



Figur 1. Strømmålingsstasjoner fra DNV (2010) vist med røde sirkler og Rambøll (2022) vist med blå sirkler.

Strømmålinger gjort av DNV i 2010 i en periode over 11 dager i månedsskifte mars-april. Stasjon ALS-6 (Figur 1) sto plassert på 30 meters dybde, hvor dypene 3, 11,5 og 20 m ble analysert. Gjennomsnittshastighetene ved henholdsvis 3, 11,5 og 20 meters dybde var 0,056, 0,061 og 0,022 m/s. Dominerende retning for målinger ved 3 og 11,5 meters dybde ved ALS 6 var i østlig retning, mens det ved 20 meters var vestlig retning som var dominerende.

Ved stasjon Strøm-1 av DNV (Figur 1) ble strømhastigheten kun målt ved 13 meters dybde. Ved denne stasjonen er dominerende strømretning nordvest-sørøst, hvor de høyeste hastighetene er målt i nordvestlig retning.

Strømmålinger utført av Rambøll ble gjort i til sammen tre perioder, hvor stasjon 1 og 2 ble undersøkt over to perioder på ca. to måneder, mens stasjon 3 og 4 ble undersøkt i én periode på ca. 2 måneder (Rambøll, 2022g). Ved Stasjon 1 og 2 hadde første måleperiode en varighet på to

måneder og en uke, og ander måleperiode en varighet på syv uker og to dager. Stasjon 3 og fire hadde én måleperiode med varighet på en måned og 27 dager.

Ved Stasjon 1 (Figur 1) var strømforholdene relativt like ved de analyserte dypene (4, 8, 14 og 18 m) begge periodene med gjennomsnittshastigheter som varierte fra 0,02-0,04 m/s (unntak 0,08 m/s i bunn under første måling). Strømmønstrene ser ut til å variere noe mellom de to prøveperiodene, men det er øst-vestlig strømreretning som er dominerende ved begge periodene.

Ved stasjon 2 varierer gjennomsnittshastigheten ved alle de fire analyserte dypene (5, 11, 17 og 25 m) fra 0,02-0,04 m/s under begge måleperiodene. Ved Stasjon 2 er det under begge måleperiodene en øst-vestlig dominerende strømreretning.

Ved Stasjon 3 (Figur 1) var gjennomsnittshastigheten 0,03 m/s ved 6, 11,5 og 19 meters dybde, og 0,02 m/s ved 29 meters dybde. Ved alle fire analyserte dyp var dominerende strømreretning vestlig, med variasjoner fra sørvest til nordvest.

Ved Stasjon 4 (Figur 1) var gjennomsnittshastigheten 0,03 m/s ved alle de fire undersøkte dypene (5, 9, 15 og 19 m). Ved denne stasjonen var det ingen tydelige dominerende strømreretninger ved de tre øverste dypene, noe som kan skyldes båttrafikk. Bunnvannet har en tydelig nordøst-sørvest-retning.

For alle de fire stasjonene hvor Rambøll (2022g) utførte målinger ser tidevann ut til å være det som påvirker strømforholdene mest. I overflatevannet ser vindstyrken i området ut til å påvirke strømforholdene, da disse korresponderer godt. Det er ingen tydelige propellstrømmer i analysene, men man kan anta at strømmer fra skipstrafikk kan påvirke strømforholdene ned til ca. 20 meters dybde.

Vedlegg 3. Forurensningskilder

1. Forurenset grunn og landkilder

I forbindelse med tiltaksplanen for Aspevågen utarbeidet i 2015 (Rambøll, 2015) ble det gjort en omfattende gjennomgang og vurdering av eksisterende datamateriale knyttet til forurenset grunn og utlekkings-/spredningspotensialet fra ulike eiendommer langs Aspevågen (Figur 1 og Tabell 1). Generelt viste gjennomgangen at det forelå spredningsfare til sjø fra flere eiendommer.

I etterkant av 2015 har det blitt gjennomført en omfattende kartlegging og oppryddingsarbeidet mht. flere av de registrerte grunnforurensningslokalitetene. Siden 2015 har det bl.a. blitt gjennomført omfattende sikringsarbeid mot utlekking av forurensning til sjø fra grunnforurensningslokalitetene Liaaen Verft (lokalitet 4419-A) på Kvenneset (ved delområde 1 og delområde 2 i sjø), Skjærva-Raffinol (lokalitet 4450-A) og Ålesund trådstiftfabrikk (lokalitet 4430-A) ved Aspholet (delområde 2 i sjø) og Ålesund Gassverk (lokalitet 4415-A) ved Volsdalsvågen (delområde 4 i sjø). Det gjenstår imidlertid et sikringstiltak for å redusere spredning av forurensning til sjø ved Ålesund Gassverk, og Rambøll har utarbeidet en tiltaksplan for dette tiltaket (Rambøll, 2022d).

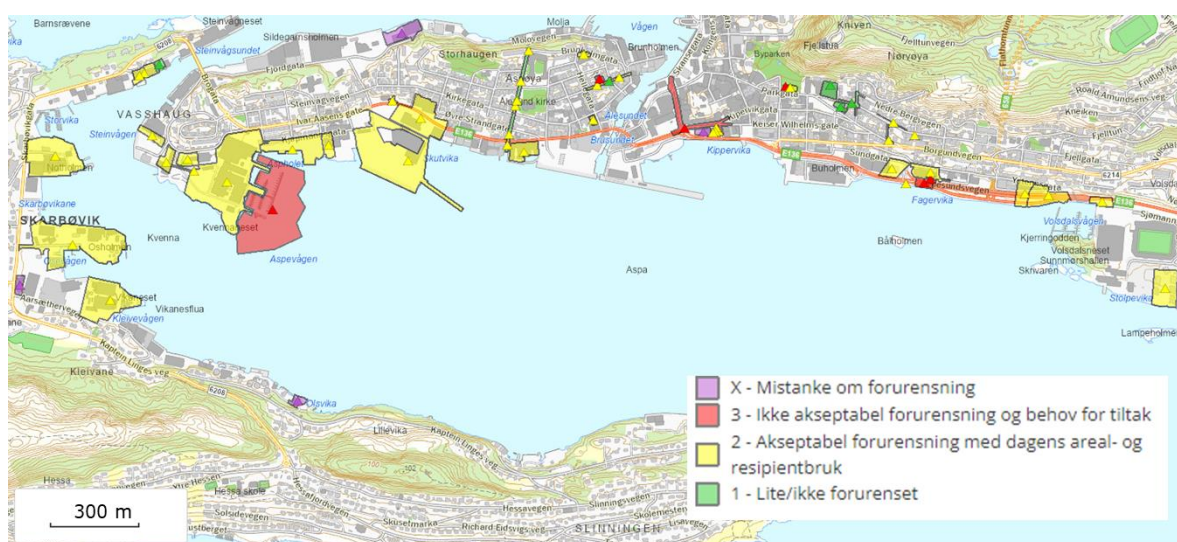
I databasen *Grunnforurensning* (Miljødirektoratet, 2022a) er det nå kun to lokaliteter som er registrert med «ikke akseptabel forurensning og behov for tiltak», mens kun tre lokaliteter er registrert med «mistanke om forurensning» i områder tilgrensende Aspevågen (Figur 2). Lokalitetene som er registrert med «ikke akseptabel forurensning og behov for tiltak» er Gassverkstomta og sjøområdene i Aspholet utenfor Liaaen verft på Kvenneset (Figur 2). Tiltaksplan for sikring av forurenset grunn på Gassverkstomta (Rambøll, 2022d), samt tiltak mot forurenset sjøbunn utenfor Gassverkstomta er utarbeidet i 2022 (Rambøll, 2022c), mens sjøområdet i Aspholet utenfor Liaaen verft på Kvenneset inngår i denne tiltaksplanen. Følgelig foreligger det planer om å gjennomføre tiltak i disse områdene som del av Renere fjord Ålesund.

De tre lokalitetene der det er registrert «mistanke om forurensning» er STRAFO AS (4416) ved Skarbøvik, Keiser Wilhelmgate 20 (19307) ved Kippervika og VEST-SKIPSERVICE (4421) i Olsvika (Figur 2).

Det er også registrert flere lokaliteter med «akseptabel forurensning med dagens areal- og resipientbruk». Av lokalitetene som ble vurdert som potensielle forurensningskilder til Aspevågen, mht. spredning til resipient fra forurenset grunn og grunnvann, i 2015 (Figur 1 og Tabell 1) er det kun lokaliteten Bunker Oil som ikke ligger inne i *Grunnforurensning* (se Figur 1, Tabell 1 og Figur 2). Bunker Oil ligger mellom Kleivevågen og Olsvika, og Miljødirektoratet er ansvarlig forurensningsmyndighet for denne lokaliteten.



Figur 1. Lokalteter hvor det er utført undersøkelser eller vurderinger av forurensning og eventuell spredning til sjø som del av tiltaksplanen utarbeidet i 2015 (Rambøll, 2015)



Figur 2. Utsnitt fra databasen Grunnforurensning (Miljødirektoratet, 2022a) med markering av registrert forurensningstilstand på eiendommer ved Aspevågen, samt et område i sjø ved Aspholet/Kvennaneset (Liaaen verft).

Øvrige forurensningskilder fra land til Aspevågen kan være knyttet til diffus avrenning fra sentrumsområdene og tettbebygde områder for øvrig, tilførsler fra nærliggende veistrekninger som f.eks. E136 Ålesundvegen, utslipp av vann fra ulike industrivirksomheter, samt utslipp av avløp- eller overvann. Dette er å forvente mht. Aspevågens plassering og nærheten til Ålesund sentrum.

Det er registrert flere avløp- og overvannsutslippspunkter i Aspevågen fra rør med diameter på 250 mm og større (Figur 3 og Figur 4). Det er imidlertid ikke kjent i hvilken grad disse utslippene medfører nevneverdig tilførsel forurensning til Aspevågen, men det er planlagt å gjennomføre en undersøkelse av dette som del av Renere fjord Ålesund.

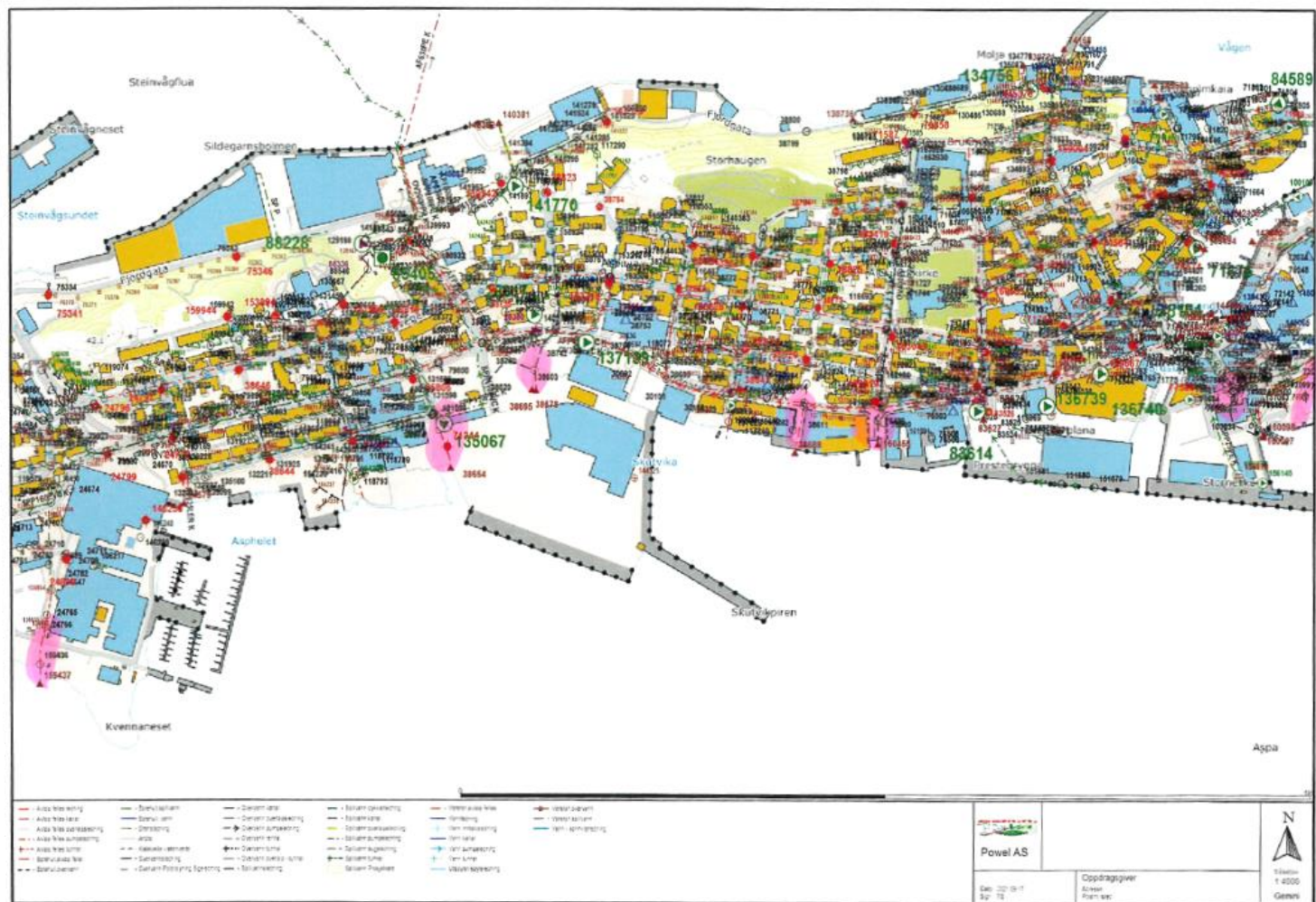
For øvrig er det ikke kjent om det foreligger noen andre aktive forurensningskilder til Aspevågen.

Tabell 1. Oversikt fra 2015 (Rambøll, 2015) over lokaliteter med mistanke om forurensning i grunnen, og vurdering av risiko for spredning til Aspevågen.

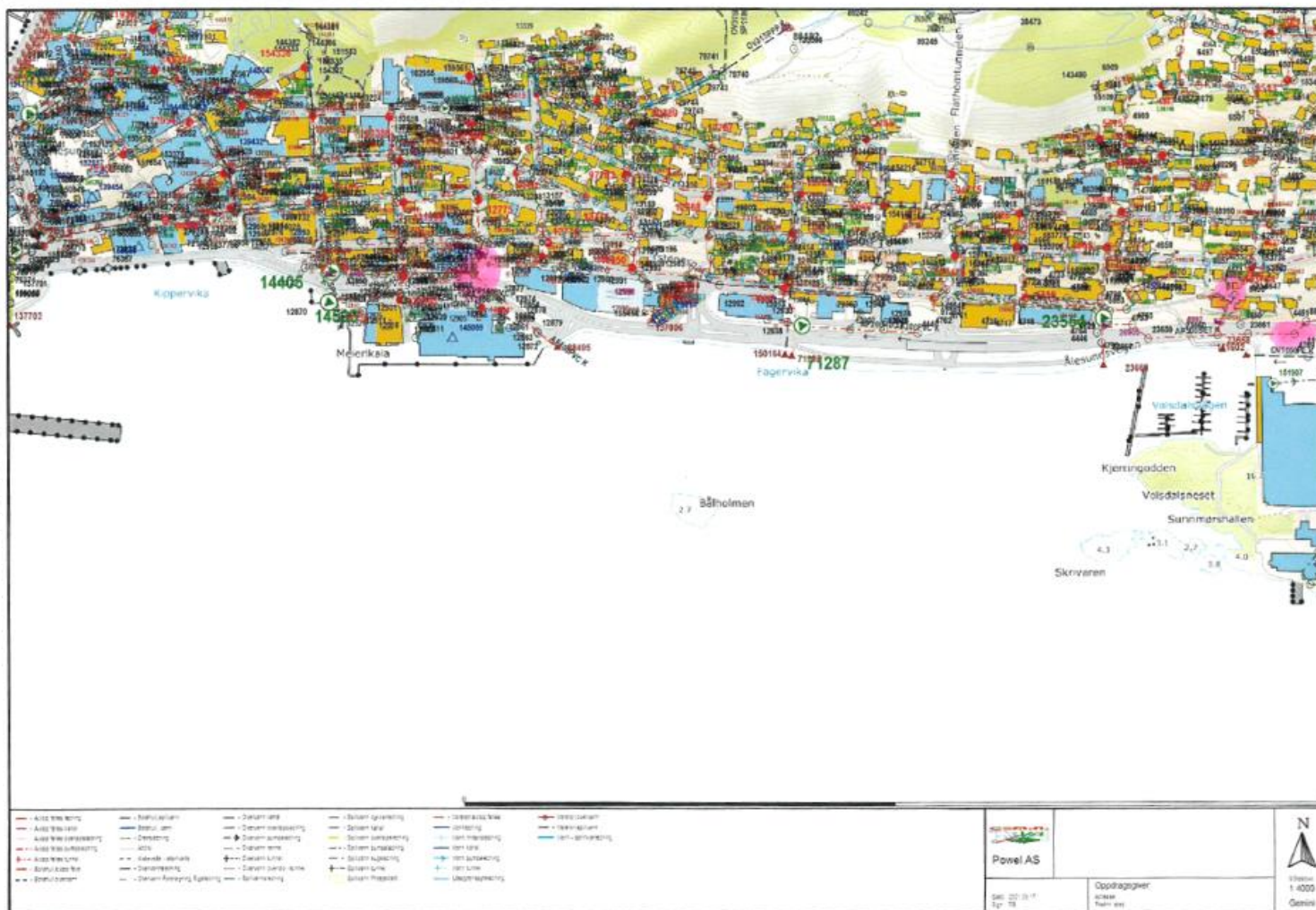
Lokalitetsnummer	Lokalitetsnavn	Vurderinger innledningsvis (2014)	Undersøkelser	Fysiske tiltak
1	Rønnebergs Reperbane	Vurdert i telefonmøte 25.06.2014 mellom FM MR og Mdir å være uaktuell for videre oppfølging, blant annet pga. vesentlig avstand til sjø.	Nei	Nei
2	Statens fyr- og merkevesen	Vurdert 25.06.2014 å være aktuell for videre oppfølging med undersøkelser	Miljøtekniske undersøkelser utført av Rambøll (2015) og Multiconsult (2017). Forurensning påvist i dypere lag og i øvre lag, sistnevnte trolig fra veitrafikk. Vurdert av miljøkonsulent å utgjøre liten risiko for spredning til sjø og human helse. Tiltak vurdert ikke nødvendig.	Nei
3	Statens havnevesens slippområde	Vurdert 25.06.2014 å være aktuell for videre oppfølging med undersøkelser	Statens havnevesens slippområde og Brødr. Wiig & Olsen Skipsverft ble undersøkt av Rambøll (22.12.2015) etter pålegg fra FM MR til Kystverket og grunneier. Supplerende undersøkelser ble gjort av Multiconsult (11.09.2017). Forurensning påvist men vurdert å ikke gi spredning som kan medføre risiko for resipienten.	Nei
4	Brødr. Wiig & Olsen Skipsverft	Vurdert 25.06.2014 å være aktuell for videre oppfølging med undersøkelser	Statens havnevesens slippområde og Brødr. Wiig & Olsen Skipsverft ble undersøkt av Rambøll (22.12.2015) etter pålegg fra FM MR til Kystverket og grunneier. Supplerende undersøkelser ble gjort av Multiconsult (11.09.2017). Forurensning påvist men vurdert å ikke gi spredning som kan medføre risiko for resipienten.	Nei
5	Ålesund gassverk	Vurdert i 25.06.2014 å være aktuell for videre oppfølging med undersøkelser	Undersøkelser utført i flere omganger av Multiconsult og Norconsult etter pålegg fra FM MR til Ålesund kommune (driver av tidl. gassverk). Areal nord for veibanen (innkjøringsvei) viste seg å være meget sterkt forurenset. En ukjent mengde forurensning befinner seg under veibanen. I tillegg ble noe forurensning påvist under bygget på eiendommen.	Sterkt forurenset masse i området mellom vei og bygg er sanert og det er etablert en barriere mot gjennliggende forurensning under bygget som viste seg å være for risikabel å skulle fjerne. Disse tiltakene er beskrevet i Norconsults sluttrapport datert 14.09.2018. Rambøll arbeider i 2022 med tiltaksplan for den forurensningen som befinner seg under veibanen, og som er vurdert å kunne utgjøre en risiko for spredning til resipienten.
6	Gamle Liaaen verft på Ystaneset	Vurdert i 25.06.2014 å være aktuell for videre oppfølging med undersøkelser	Undersøkelser utført av Multiconsult etter pålegg fra FM MR. Fase 1-undersøkelse med gjennomgang av områdets historikk (04.09.2015) og fase 2-undersøkelse med boring, jordprøver og grunnvannsprøver. Noe forurensning påvist, men området ble vurdert å ikke utgjøre en risiko for resipienten.	Nei
7	Nedre Strandgate 25-31	Vurdert i telefonmøte 25.06.2014 mellom FM MR og Mdir å være uaktuell for videre oppfølging. Eiendommen skal ha blitt undersøkt tidligere i forbindelse med utbygging av eiendommen og noe forurensning skal da ha blitt fjernet.	Skal ha blitt utført før 2014 i forbindelse med utbygging	Skal ha blitt fjernet forurenset masse før 2014 i forbindelse med utbygging
8	Skraphandleromtens Simonsen (Skutvika)	Vurdert i 25.06.2014 å være aktuell for videre oppfølging med undersøkelser	Undersøkelser utført av Multiconsult etter pålegg fra FM MR til havnevesenet i 2011 og 2014. Noe forurensning ble påvist, men den ble vurdert å ikke kunne medføre spredning som gir risiko for resipient.	Nei
9	Florvåg verft i Skutvika	Vurdert i 25.06.2014 å være aktuell for videre oppfølging med undersøkelser	Undersøkt av Multiconsult etter pålegg fra FM MR til grunneiere. Fase 1-undersøkelse med gjennomgang av områdets historikk (27.08.2015), fase 2-undersøkelser med prøvetaking i jord og grunnvann (15.04.2016) og supplerende undersøkelser med overvåkning av grunn- og sjøvann (29.06.2018). En del forurensning påvist i grunnen, men den er vurdert å kunne gi spredning som medfører risiko for resipient. De høyeste nivåene er påvist langt unna sjøfronten. Tiltak vurdert ikke nødvendig. Det er også utført en undersøkelse i et mindre delområde (Multiconsult 10.12.2020) i forbindelse med etablering av ladestasjon for elbiler.	Noe forurenset masse skal ha blitt sanert i forbindelse med arbeid med etablering av ladestasjon for elbiler.
10	Ålesund trådstiftfabrikk	FM MR startet oppfølgingen av denne allerede før 2014	Etter pålegg fra FM MR er det utført undersøkelser av Norconsult (23.09.2014, 07.03.2016) og utarbeidet tiltaksplan av Multiconsult (31.08.2017). Høye nivåer av miljøgifter, spesielt sink, ble påvist nær sjøkanten og tiltak ble anbefalt.	Tiltak utført etter pålegg fra SFMR og beskrevet i sluttrapport fra Multiconsult datert 16.04.2020. En vesentlig mengde forurenset masse ble gravd opp og fjernet fra eiendommens sørlige del (mot sjø). Gjenværende forurensning lenger inne på eiendommen er innenfor gjeldende akseptkriterier og vurdert å ikke utgjøre noen risiko for resipient.
11	Skjerva-Raffinol	FM MR startet oppfølgingen av denne allerede før 2014	Undersøkelser (19.11.2012) og tiltaksplaner (27.10.2016 og 15.02.2019) utarbeidet av Multiconsult etter pålegg fra FM MR til grunneier. Første tiltaksplan måtte revideres da grunneier besluttet at området skulle omreguleres til mer sensitiv arealbruk. Området var stedvis meget sterkt forurenset og tiltak ble anbefalt.	Tiltak utført etter pålegg fra SFMR og beskrevet i sluttrapport fra Multiconsult datert 16.04.2020. En stor mengde forurenset masse er gravd opp og fjernet fra området og det vurderes å ikke lenger være risiko for nevneverdig spredning til resipient.
12	Liaaen Verft på Kvenneset	FM MR startet oppfølgingen av denne allerede før 2014	Undersøkelser og tiltaksplan utarbeidet av Multiconsult etter pålegg fra FM MR til grunneier. Revidert tiltaksplan (04.11.2019) måtte utarbeides da den første (20.03.2012) forutsatte utbygging av området som fremdeles per 2022 ligger "på is" i påvente av et eventuelt oppkjøp av en utbygger. Omfattende prøvetaking av jord og grunnvann er utført. Området er stedvis meget sterkt forurenset. Revidert tiltaksplan anbefalte etablering av barriere langs eiendommens sjøfront for å sikre mot spredning til resipient.	Barriere er etablert langs eiendommens sjøfront for å sikre mot spredning til resipient. Tiltaket er utført etter pålegg fra SFMR til grunneier og beskrevet i sluttrapport datert 11.03.2022.
13	Kvenneset barnehage i Steinvågen	Vurdert i telefonmøte 25.06.2014 mellom FM MR og Mdir å være uaktuell for videre oppfølging. Liten sannsynlighet for forurensning med risiko for spredning til resipient.	Nei	Nei
14	Ukjent (Vasshaugen Invest AS)	Vurdert i 2014 som aktuell for undersøkelser da det trolig hadde vært verksted/slipp på stedet	Undersøkt av Multiconsult etter pålegg fra FM MR til grunneiere. Fase 1-undersøkelse med gjennomgang av områdets historikk (02.06.2015), fase 2-undersøkelse (18.03.2016) med boringer og jord- og grunnvannsprøver og supplerende undersøkelser (18.02.2019) med ytterligere jord- og grunnvannsprøver. Det var tidligere 2 slipper i området. En del forurensning ble påvist, men den ble vurdert å ikke kunne medføre spredning som gir risiko for resipient.	Nei
15	Tidl. Wärtsilä Norway AS og Maritim Service AS	Vurdert 25.06.2014 å være aktuell for videre oppfølging med undersøkelser	Undersøkt av Multiconsult (07.03.2016) etter pålegg til Wärtsilä fra FM MR. Boringer med jord- og grunnvannsprøver. Ble påvist noe forurensning i grunnen, men den ble vurdert å ikke utgjøre en så stor spredningsfare at det ville utgjøre en risiko for resipienten (eiendommen har tette dekker, etc.).	En del forurenset masse skal ha blitt fjernet fra området før 2014 i forbindelse med Wärtsiläs overtakelse.

Tabell 1. fortsetter...

Lokalitetsnummer	Lokalitetsnavn	Vurderinger innledningsvis (2014)	Undersøkelser	Fysiske tiltak
16	Ukjent (Atlantic Industrier AS)	Vurdert i telefonmøte 25.06.2014 mellom FMNR og Mdir å være uaktuell for videre oppfølging. Aktivitet på stedet så ut til å være arbeid med fisk.	Nei	Nei
17	Ukjent (Tonningsgate 23 AS)	Vurdert i telefonmøte 25.06.2014 mellom FMNR og Mdir å være uaktuell for videre oppfølging.	Nei	Nei
18	Ukjent (Storvika AS)	Vurdert i telefonmøte 25.06.2014 mellom FMNR og Mdir å være uaktuell for videre oppfølging.	Nei	Nei
19	Storvika småbåthavn	Kontaktet småbåthavnen i 2014 og fikk dem til å redegjøre for driften. Ingen videre oppfølging etter dette.	Nei	Nei
20	M.J. Ødegaard industriområde (Notholmen)	Vurdert 25.06.2014 å være aktuell for videre oppfølging med undersøkelser	Undersøkelser utført av Multiconsult etter pålegg fra FMNR til grunneiere. Fase 1-undersøkelse med gjennomgang av områdets historikk (16.10.2015), fase 2-undersøkelse med prøvetaking og analyser av jord og grunnvann og sjøvann og supplerende fase 2-undersøkelse med passive prøvetakere. Det ble ikke funnet vesentlig forurensning og det ble vurdert å ikke være behov for tiltak.	Nei
21	Ukjent (Senterdrift Eiendom AS)	Vurdert i telefonmøte 25.06.2014 mellom FMNR og Mdir å være uaktuell for videre oppfølging.	Nei	Nei
22	Strafo AS	Vurdert i telefonmøte 25.06.2014 mellom FMNR og Mdir å være uaktuell for videre oppfølging. FMNR skulle følge opp dagens drift ved tilsyn.	Nei	Nei
23	Ukjent (Skarbøvik Enterprises AS)	Vurdert som aktuell for grunnundersøkelser	Større område (Osholmen, se også lokalitet 25 og 28) undersøkt av Multiconsult etter pålegg fra FMNR til grunneiere. Fase 1-undersøkelse (30.10.2015) med gjennomgang av områdets historikk og fase 2-undersøkelse (14.03.2016) med undersøkelser av jord, grunnvann og sjøvann. Det ble ikke funnet vesentlig forurensning og det ble vurdert at det ikke var behov for tiltak.	Nei
24	Epax AS (tidl. Pronova Biocare)	Allerede undersøkt før 2014	Multiconsult 22.01.2013. Undersøkelse med sjaktgraving og analyse. Påvist forurensning var i hovedsak fiskeoljer og dermed uten nevneverdig risiko for resipient. For øvrig følges denne virksomheten opp av SFMR gjennom tilsyn.	Nei
25	Norion Marine AS	Vurdert 25.06.2014 å være aktuell for videre oppfølging med undersøkelser	Større område (Osholmen, se også lokalitet 23 og 28) undersøkt av Multiconsult etter pålegg fra FMNR til grunneiere. Fase 1-undersøkelse (30.10.2015) med gjennomgang av områdets historikk og fase 2-undersøkelse (14.03.2016) med undersøkelser av jord, grunnvann og sjøvann. Det ble ikke funnet vesentlig forurensning og det ble vurdert at det ikke var behov for tiltak.	Nei
26	Ukjent (Aalesundfisk AS)	Vurdert i telefonmøte 25.06.2014 mellom FMNR og Mdir å være uaktuell for videre oppfølging.	Nei	Nei
27	Bunker Oil	Følges opp av Miljødirektoratet (typen bedrift er utenfor SF sitt myndighetsområde)	Undersøkelser utført etter pålegg fra Miljødirektoratet. Noe grunnforurensning påvist, men trolig begrenset risiko for spredning til resipient.	Nei
28	Frydenbø Marine AS (tidl. Skarbøvik Mekaniske AS), Skarbøvika Tankanlegg AS, industriområde	Vurdert 25.06.2014 å være aktuell for videre oppfølging med undersøkelser	Større område (Osholmen, se også lokalitet 23 og 25) undersøkt av Multiconsult etter pålegg fra FMNR til grunneiere. Fase 1-undersøkelse (30.10.2015) med gjennomgang av områdets historikk og fase 2-undersøkelse (14.03.2016) med undersøkelser av jord, grunnvann og sjøvann. Det ble ikke funnet vesentlig forurensning og det ble vurdert at det ikke var behov for tiltak.	Nei
29	Vest Skipsservice	Kontaktet virksomhet i 2014 og fikk dem til å redegjøre for driften. Ingen videre oppfølging etter dette.	Nei	Nei
30	Olsvikskaret båtplass	Kontaktet virksomhet i 2014 og fikk dem til å redegjøre for driften. Ingen videre oppfølging etter dette.	Nei	Nei



Figur 3. Kart over overvann- og avløpsutslippspunkt (markert i røde trekkanter) i nordvestre del av Aspevågen. Rosa markeringer indikerer utslippspunkter som har blitt vurdert prøvetatt som del av en planlagt kildeundersøkelse.



Figur 4. Kart over overvann- og avløpsutslippspunkt (markert i røde trekkanter) i nordvestre del av Aspevågen. Rosa markeringer indikerer utslippspunkter som har blitt vurdert prøvetatt som del av en planlagt kildeundersøkelse.

2. Forurensningskilder i sjø

Følgende tekst er hentet fra tiltaksplanen fra 2015 (Rambøll, 2015):

Sedimentene i Aspevågen er forurenset av metaller og organiske miljøgifter, særlig kvikksølv, kobber, polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) og tributyltinn (TBT), men også polyklorete bifenyler (PCB) i enkelt deler av vågen. På 1980 og 1990-tallet var det stor oppmerksomhet knyttet til kvikksølv som forekom i svært høye konsentrasjoner i sedimentene, særlig i nordlige del av vågen. Kvikksølv ble ofte benyttet sammen med PAH (tjære) til bunnstoffing av båter. Et annet mye benyttet stoff var blymønje, som også er en av årsakene til at bly ofte forekommer i høye konsentrasjoner i områder med skipsverft. Senere overtok kobber og TBT funksjonen som antibegroingsmiddel på skipsskrog. Ifølge IMO (FNs Sjøfartskommisjon) ble påføring av TBT-holdig bunnstoff forbudt fra 1. januar 2003. Fra og med 1. januar 2008 ble det forbudt å ha TBT-holdig bunnstoff på skip, fra da av skulle utlekking av TBT fra skip opphøre. Det tar likevel lang tid fra et stoff blir forbudt til det kan spores en konsentrasjonsreduksjon i bunnsedimentene. Dette skyldes en kombinasjon av at sedimentasjonen av nytt materiale på sjøbunnen er en langsom prosess og at selv om stoffet blir forbudt kan det finnes kilder i form av avfall og forurenset grunn. Kobber tilføres fortsatt det marine miljø fra bunnstoff og impregnering av eksempelvis nøter. I tillegg tilføres resipienten kobber via avrenning fra urbane områder, generert fra eksempelvis bygninger og biler.

I de fleste marine områder kan en imidlertid spore en reduksjon i konsentrasjonen av metaller, PAH og PCB i dagens overflatesedimenter sammenlignet med maksimumskonsentrasjonen i sedimentene som ble avsatt på 1970 og 1980-tallet.

I tillegg til de «klassiske» forurensningskomponentene nevnt over er det registrert høye konsentrasjoner av bromerte flammehemmere i Borgundfjordområdet. Dette er stoffer som finnes i elektroniske produkter (spesielt kretskort), isolasjonsmateriale, plast og tekstiler i transportmidler og noe i møbelstoffer. Sedimentene i Aspevågen ble undersøkt på to stasjoner i 2008. Det ble da påvist relativt høye konsentrasjoner av polybromerte difenyletere (PBDE) i Volsdalsvågen, men lavere konsentrasjoner i Steinvågsundet (NIVA, 2008a). Konsentrasjonen av heksabromsyklododekan (HBCCD) og tribromanisol (TBA, naturlig forekommende bromforbindelse) var lave på begge stasjoner. Hovedkilden til bromerte flammehemmere er antatt å være i Åsefjorden. Stoffene er ikke inkludert i foreliggende risikovurdering og tiltaksplan, til det er det for begrenset med informasjon om forekomsten i sedimentene i vågen.

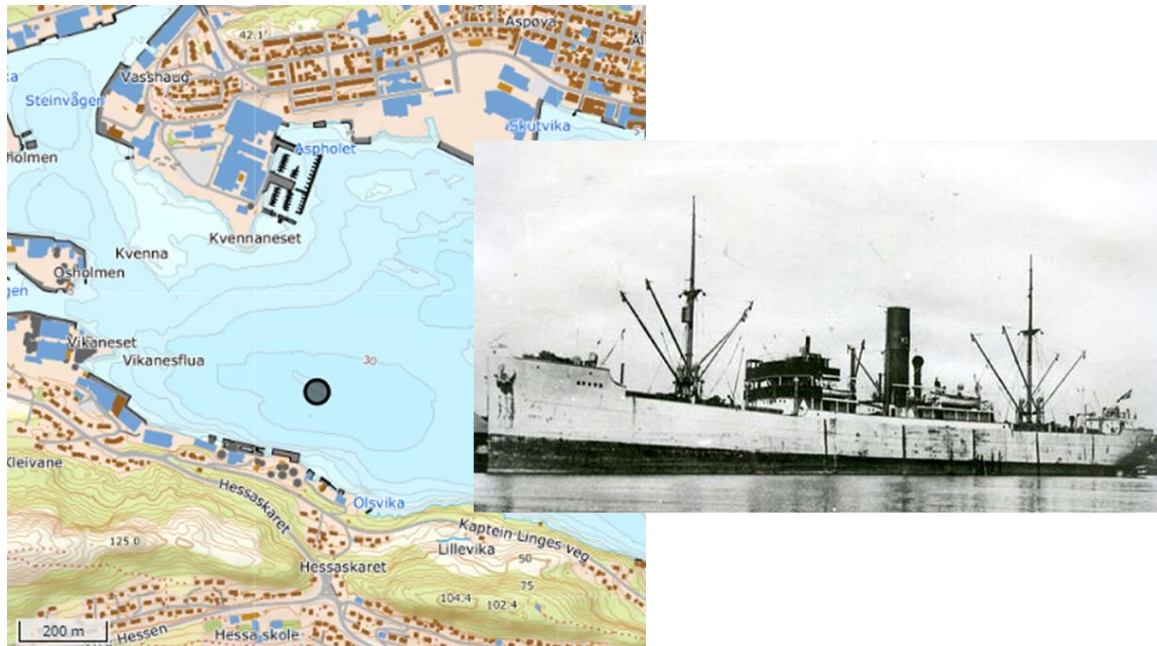
Som del av tiltaksplanen fra 2015 ble det gjennomført en vurdering av i hvilken grad sedimentene utgjorde en risiko mht. spredning av forurensning til omkringliggende områder. Det ble funnet overskridelser av akseptabel spredning mht. både maksimal- og gjennomsnittskonsentrasjon i sedimentene for arsen, bly, kobber, kvikksølv, sink, ni PAH-forbindelser og TBT (Rambøll, 2015). Følgelig er de forurensete sedimentene i Aspevågen å anse som en aktiv forurensningskilde til omkringliggende områder.

Oppdatert informasjon og beskrivelse av forurensningstilstanden på sjøbunnen i de ulike delområdene i Aspevågen er beskrevet i Vedlegg 4 nedenfor.

2.1 Skipsvraket Iris

Dampskipet Iris (Figur 5) er et ca. 94.5 m langt og 13.7 m bredt skip som ble sunket av britiske fly under et fly-raid den 17 mars 1945 i Ålesund havn (Stiftelsen Bergens Sjøfartsmuseum, 2016). Vraket av Iris ligger i dag på ca. 30 m dyp sørvest i Aspevågen, ca. 200 m fra land (Figur 5). På det tidspunktet Iris ble sunket forberedte Iris avreise til Tyskland. Det antas derfor at Iris var bunkret opp for seilasen. Det er imidlertid usikkert hvorvidt Iris var kullfyrt eller oljefyrt, men i Kystverkets vrakdatabase er Iris beskrevet som oljefyrt, og det må følgelig tas høyde for at det er betydelige mengder olje i vraket, med potensiale for forurensning av omkringliggende områder. I

tillegg var Iris et armert skip, og det er gjort observasjoner av ammunisjon på og ved vraket, bl.a. 22-27 mm granater (Kystverket, 2021).



Figur 5. Kart som angir posisjon (svart sirkel) for vraket av dampskipet Iris i Aspevågen (som angitt i Stiftelsen Bergens Sjøfartsmuseum (2016)), samt bilde av Iris oversendt av Kystverket (2021).

Vedlegg 4. Oppsummering av bunnforhold og miljøtilstand i de ulike delområdene i Aspevågen.

Miljøtilstand i overflatesediment

I dette vedlegget oppsummeres funnene mht. forurensningstilstand i overflatesedimentene i delområdene undersøkt høsten 2021 i lys av funnene fra tiltaksplanen fra 2015. Analyseresultater for utvalgte parametere fra prøvetaking av overflatesediment i 2019 og 2021 er presentert i Figur 1 og Figur 2.

Delområde 1 ved Kvenneset

Sjøbunnen i delområde 1 ved Kvenneset er stedvis preget av utfyllingsmasser, eksponert grunnfjell eller et tynt sedimentlag med ca. 0.5 m sedimentmektighet (Fugro, 2017). I enkelte områder er det imidlertid identifisert tykkere sedimentmektighet (opp mot 3.4 m). Dette er i de sentrale delene av delområde 1, samt i enkelte forsenkninger mellom eksponert grunnfjell eller forhøyninger i terrenget (Fugro, 2017). Sedimentene i området består i all hovedsak av sand eller grovere partikler, med stedvis en god del silt, men svært lite leirepartikler (Rambøll, 2022e).

Sedimentene fra delområde 1 ved Kvenneset er stedvis forurenset av kobber og kvikksølv, PAH-forbindelser, PCB-7 og TBT i konsentrasjoner tilsvarende dårlig eller svært dårlig tilstand (Rambøll, 2022a). For alle analyserte parametere, utenom TBT og enkelte PAH-forbindelser (antracen, benzo(b)fluoranthen, benzo(ghi)perylene og indeno(123cd)pyren), er det imidlertid detektert konsentrasjoner tilsvarende moderat tilstand eller bedre på en eller flere stasjoner for alle de analyserte parametrene (Rambøll, 2022a). Dette er i tråd med hva som er funnet tidligere i området i 1993 og 2010 og indikerer liten grad av endring i miljøtilstand i delområdet de siste årene.

Overflatesedimentene i området oppnår ikke god tilstand iht. miljømålet i vanddirektivet (Direktoratsgruppen for Vanddirektivet, 2022b). Det er gjennomført en risiko- og tiltaksvurdering av sedimentene i dette området i 2022 (Rambøll, 2022e), og resultatene fra risiko- og tiltaksvurderingen er oppsummert i hovedrapporten.

Delområde 2

Sjøbunnen i delområde 2 er relativt heterogen, med varierende grad av sediment og kupert terreng. Nært land er sjøbunnen preget av mye utfyllingsmasser. I den nordlige delen av delområde 2, fra Aspevågen marina til Aspholet og østover langs containerhavnen er det identifisert et større sedimentbasseng med relativt høy sedimentmektighet. Dette bassenget er imidlertid avgrenset av grunnfjell og utfyllingsmasser i nord og et større område med eksponert grunnfjell i sør. Lengst øst i delområde 2, mot Skutvikpiren er sjøbunnen hovedsakelig preget av eksponert grunnfjell.

Sedimentene i området er relativt grove, i all hovedsak bestående av sand eller grovere partikler (>69 % i alle grabbprøver) med stedvis en del silt, men svært lavt innhold av leirepartikler (Rambøll, 2022a). I sedimentprøvene tatt høsten 2021 var forurensningstilstanden generelt tilsvarende dårlig (tilstandsklasse IV) eller svært dårlig (tilstandsklasse V) på alle stasjonene. Unntaket var stasjon Del-2-06 nær kaia nordøst i delområdet, der forurensningstilstanden vurderes til svært god. De utslagsgivende parametrene var i all hovedsak kobber, kvikksølv, PAH-forbindelser, PCB-7 og TBT. Spesielt var områdene nær tidligere Liaaen verft og de ytre delene av delområdet sterkt forurenset, mens i de indre østlige områdene, ved Containerkaia, var konsentrasjonen av de analyserte miljøgiftene betraktelig lavere (Rambøll, 2022a). Analyseresultatene er i tråd med funnene som inngikk i vurderingene i tiltaksplanen fra 2015, der delområde 2 ble høyt prioritert for tiltak mot forurenset sjøbunn (Rambøll, 2015).

Funnene viser at forurensningstilstanden i området ikke har bedret seg i nevneverdig grad de siste 10-15 årene, og at det fortsatt er et tiltaksbehov mot forurenset sjøbunn i området. Det er gjort en trinn 2 risiko- og tiltaksvurdering for området.

Delområde 3

Delområde 3 består av områdene i Skutvika og Kippervika med vandndyp <15 m. De dypere områdene (>15 m vandndyp) er del av delområde 8. Sjøbunnssubstrat og sedimentmektighet i områdene <15 m vandndyp har blitt kartlagt av Fugro (2017). Innerst i Skutvika og østover er sjøbunnen forholdsvis bratt langs land på grunn av grunnfjell og utfyllingsmasser. Lenger ut mot midten av havnebassenget i Skutvika flater sjøbunnen gradvis ut og mengden av sedimenter øker. Her er mektigheten av sedimenter opp til 2.5 m tykke, mens inne ved land er mektigheten lav og varierer fra omkring 0.15 m til 0.5 m i tykkelse

Sjøbunnen i Kippervika er preget av eksponert grunnfjell og utfyllingsmasser, men det er identifisert et mindre sedimentbasseng i den østlige delen av Kippervika med sedimentmektighet på opptil 2.8 m på det tykkeste. Det er også identifisert sedimenter sporadisk lokalisert i små forsengkninger i grunnfjellet lenger syd. Vestover i Kippervika, og langs land er den største mektigheten av sedimenter lokalisert like ved 15 m dybdekoten. Her er sjøbunnen noe flatere, enn hva den er lenger inn mot land.

Overflatesedimentene i delområdet ble undersøkt høsten 2021 (Rambøll, 2022a). Sedimentene besto i all hovedsak av mørk siltig sand, med stedvis en del skjellrester og grovere partikler. Det var svært lite leirpartikler i overflatesedimentene. Forurensningsgraden i overflatesedimentene i Skutvika og Kippervika tilsvarte svært dårlig tilstand på alle de prøvetatte stasjonene. Spesielt var konsentrasjonen av kobber, kvikksølv, antracen, fluoranthen, benzo(ghi)perylen, PAH-16, PCB-7 og TBT stedvis høyt, tilsvarende svært dårlig tilstand på en eller flere stasjoner (åtte stasjoner ble prøvetatt). Av de analyserte miljøgiftene er det kun arsen, bly, krom, kadmium, nikkel, sink, naftalen, acenaften, fluoren og fenantren som ikke er detektert i konsentrasjoner som overskrider moderat tilstand (tilstandsklasse III).

Sammenlignet med data presentert i tiltaksplanen fra 2015 (Rambøll, 2015), viser analyseresultatene fra høsten 2021 at forurensningstilstanden i området ikke har bedret seg i nevneverdig grad de siste 10-15 årene, og at det fortsatt er et tiltaksbehov mot forurenset sjøbunn i området. Det er gjort en trinn 2 risiko- og tiltaksvurdering for området.

Delområde 4

Delområde 4 omfatter Volsdalsvågen fra lengst vest ved Meierikaia til småbåthavna utenfor Sunnmørshallen. Området er delvis avgrenset, fra de ytre delene av Aspevågen, med et grunnere vannområde fra Bålholmen til Skrivaren. Lang land er delområdet preget av fylling langs E136 Ålesundsvegen og ved småbåthavna utenfor Sunnmørshallen, samt kaianlegg ved Meierikaia. For øvrig består grensen mellom sjø og land av fjell.

Sjøbunnen i delområdet er stedvis kupert med bratte skråninger, og det varierende sedimentmektighet i delområdet (Rambøll, 2022a). Under prøvetaking høsten 2021 ble det også registrert hardbunn i store deler av de sørvestlige områdene av delområde 4, i skråningen ned mot vest fra de sentrale deler av delområdet.

I sentrale deler av Volsdalsvågen er sjøbunnen preget av forurensning fra tidligere Ålesund Gassverk og det er utarbeidet en separat tiltaksplan for dette området (Rambøll, 2022c) som innebærer mudring av tjære og PAH-forurensete sedimenter, samt tildekking etter gjennomført mudringstiltak. I denne rapporten vurderer vi de delene av delområde 4 som ikke inngår i tiltaksplanen for forurensningen fra Gassverket.

Sedimentene i delområdet består i all hovedsak av sand og grovere partikler med en andel silt på <30%. Unntaket er i et dypere basseng (ca. 35-40 m vanddyb) i sørøstlige deler av delområdet. I dette bassenget domineres sedimentene av siltige partikler, med 20-30 % sand eller grovere partikler. Det er lite leire i sedimentene i hele delområdet, men den høyeste andelen av leire (2.5-2.9 %) er detektert i sedimentene i dette dypere bassenget.

Overflatesedimentene (0-10 cm) i hele delområde 4, inklusive området som er bedre kjent som Gassverktomta, er svært forurenset av flere typer miljøgifter. Spesielt er forurensning av PAH, samt kvikksølv og/eller TBT i konsentrasjoner tilsvarende dårlig eller svært dårlig tilstand utbredt i hele undersøkelsesområde. De sentrale delene og sørøstlige delene av delområdet er imidlertid tilsynelatende mer forurenset enn de vestligste delene av delområde 4.

Sedimentene i delområde 4 har blitt vesentlig kartlagt i etterkant av tiltaksplanen fra 2015 (Rambøll, 2015), og kartleggingen har avdekket at forurensningsutbredelsen i området (inkl. området forurenset av tidl. Ålesund Gassverk) er mer omfattende enn først antatt. I tiltaksplanen fra 2015 ble imidlertid tiltak i delområde 4 vurdert som viktig og delområdet ble prioritert for tiltaksgjennomføring etter en kost-nytte-vurdering (Rambøll, 2015). Resultatene fra sedimentundersøkelsene gjennomført høsten 2021 indikerer at det er behov for tiltak mot forurensete sedimenter i delområde 4, også utover området forurenset av tidl. Ålesund Gassverk. Det er gjort en trinn 2 risiko- og tiltaksvurdering for området.

Delområde 5

Delområde 5 ligger i et relativt dypt (i all hovedsak >15 m vanddyb med enkelte unntak) område mellom Vikaneset og Olsvika, utenfor bl.a. eiendommen til Bunker oil. I de midtre delene av delområdet ligger vraket av skipet Iris. Delområdet består i all hovedsak av et dypere basseng med masser dominert av sand og silt. På tre stasjoner Det er relativt liten andel leire i sedimentene (maksimalt 2.6 %). I de sentrale delene av delområdet var andelen silt høyere enn sand (og grovere partikler), mens i resterende deler av delområdet var andelen sand vesentlig høyere enn andelen silt.

Sedimentundersøkelsene gjennomført i 2021 viser at hele Delområde 5 anses som sterkt forurenset. TBT ble detektert i konsentrasjoner tilsvarende svært dårlig tilstand i hele delområdet, mens kvikksølv, kobber, antracen, fluoranthen og benzo(ghi)perylene ble detektert i konsentrasjoner tilsvarende svært dårlig tilstand i en eller flere stasjoner i de sentrale eller østligste delene av delområdet. For øvrig var det også flere PAH forbindelser (bl.a. benzo(a)pyren) som kun ble detektert i konsentrasjoner tilsvarende dårlig tilstand på de tolv prøvetatte stasjonene.

Delområde 5 ble prioritert som det 4. viktigste delområde for tiltak mot forurenset sjøbunn, etter delområde 2-4, i Aspevågen i tiltaksplanen fra 2015 (Rambøll, 2015). Sedimentundersøkelsene gjennomført høsten 2021 viser ingen nevneverdige tegn til bedring sammenlignet med datagrunnlaget benyttet i tiltaksplanen fra 2015. Følgelig foreligger det fortsatt et behov for tiltak mot forurensete sedimenter i delområde 5. Det er gjort en trinn 2 risiko- og tiltaksvurdering for området.

Delområde 6

I tiltaksplanen fra 2015 ble delområde 6 definert som det dypere bassenget >15 m vanddyb utenfor delområde 2 Aspholet, fra Kvenneset i vest til Skutvikpiren i nordøst og de grunnere områdene <20 m i sentrale deler av Aspevågen og skråningen opp mot Aspa. Området ble ikke prioritert for videre prosjektering mht. tiltak mot forurenset sjøbunn i Aspevågen. Datagrunnlaget var imidlertid relativt begrenset (fire sedimentprøver). Som del av arbeidet med denne reviderte tiltaksplanen ble det stilt spørsmål om delområde 2 var tilstrekkelig avgrenset, mht. yttergrense

på kote -15. For å vurdere om utstrekningen av delområde 2 må utvides ble det derfor tatt sedimentprøver på fem stasjoner i det sentrale bassenget (ca. 20-40 m vanddyp) av delområde 6 høsten 2021. Disse ble tatt med økende avstand fra delområde 2 for å evt. spore en konsentrasjonsreduksjon med avstand fra de grunnere områdene med tidligere sterk industripåvirkning i delområde 2.

Resultatene indikerer at sedimentene dypere enn 20 m vanddyp utenfor delområde 2 i all hovedsak består av siltige sandmasser, og at området fungerer som et akkumulasjonsbasseng for finere partikler som muligens spres fra grunnere områder eller øvrige områder av Aspevågen. Det var imidlertid lite leire (maksimal andel på 2.4 %) i sedimentene i dette området.

Sedimentene i delområde 6 var sterkt forurenset av flere ulike miljøgifter på alle stasjoner, og det ble ikke funnet noen tydelige indikasjoner på redusert forurensningsgrad med avstand fra delområde 2. Det ble bl.a. detektert konsentrasjoner av kvikksølv, kobber, fluoranthen, antracen, benzo(ghi)perylene, PAH-16 og TBT tilsvarende svært dårlig tilstand på tre eller flere stasjoner (totalt fire stasjoner som ble prøvetatt). For øvrig var konsentrasjonen av flere PAH-forbindelser, sink, og PCB7 tilsvarende dårlig tilstand på to eller flere stasjoner. Basert på en innledende vurdering av forurensningstilstanden i delområde 6, så bør disse delene av delområde 6 innlemmes i delområde 2 ved gjennomføring av tiltak mot forurenset sjøbunn i Aspevågen. Områder med vanddyp >30 m vurderes imidlertid som lite hensiktsmessig for tiltak mot forurenset sjøbunn, da spredningsmekanismene i liten grad vil medføre spredning av forurensete partikler mot grunnere vann. Følgelig inngår ikke områder med vanddyp >30 m i den samlede risiko- og tiltaksvurderingen for delområde 2 og delområde 6.

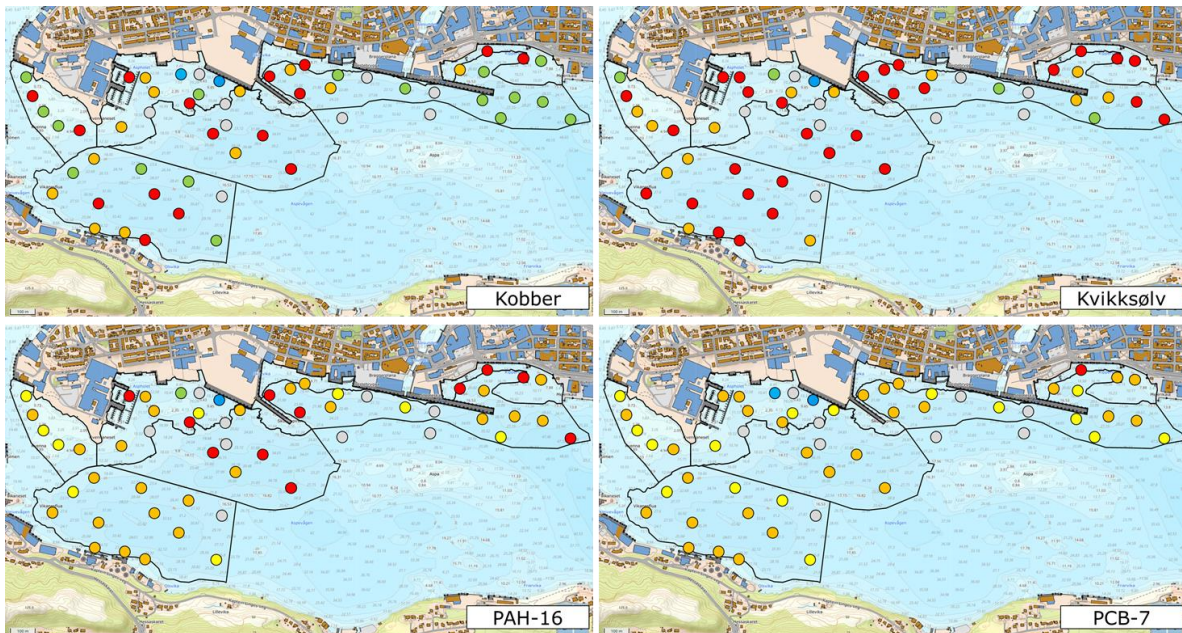
Delområde 8

Delområde 8 er definert i tiltaksplanen fra 2015 som de nordlige delene av Aspevågen øst for kote -15 ved delområde 3, sør for Volsdalsvågen og nord for Aspa. Området ble ikke prioritert for videre prosjektering mht. tiltak mot forurenset sjøbunn i Aspevågen. Det ble imidlertid ikke gjort noen vurdering av om delområde 8 burde deles opp, slik at de indre delene inngikk i delområde 3 (Skutvika og Kippervika). Som del av arbeidet med denne reviderte tiltaksplanen ble det stilt spørsmål om delområde 3 var tilstrekkelig avgrenset, mht. yttergrense på kote -15. For å vurdere om utstrekningen av delområde 3 må utvides ble det derfor forsøkt tatt sedimentprøver på 13 stasjoner i de tilgrensende områdene av delområde 8 til delområde 3. Stasjonene ble spredt for å dekke områdene >15 m vanddyp fra tuppen av Skutvikpiren mot Volsdalsvågen.

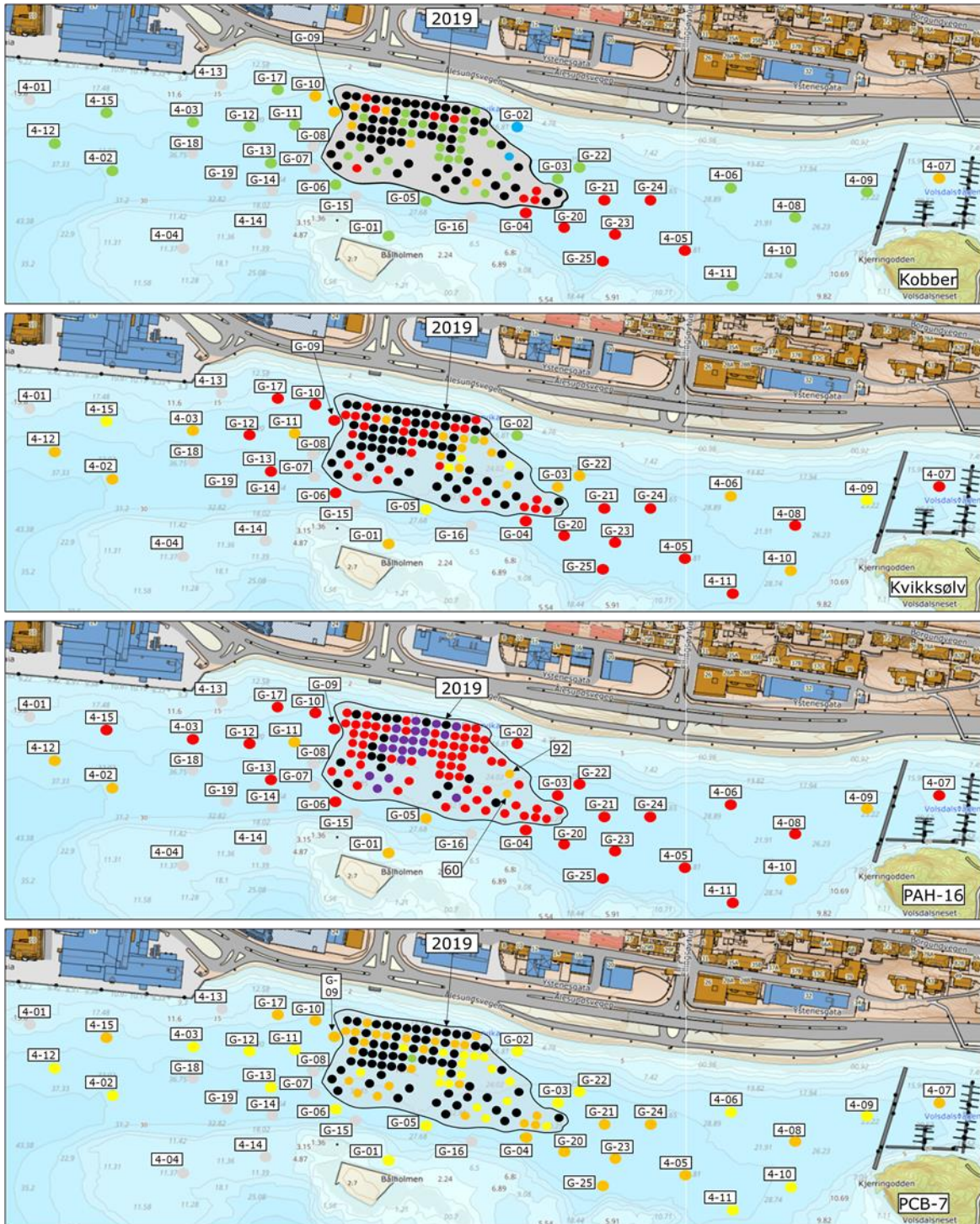
Sedimentene i de indre delene av delområde 8, mot delområde 3, er dominert av sand og grovere partikler med stedvis relativt høy andel av silt. Områdene med høyest andel av silt var i de sentrale delene av Skutvika og Kippervika, samt i det dypere området ved foten av skråningen opp mot Bålholmen i øst. I samtlige sedimentprøver var imidlertid andelen av sand og grovere partikler >52 %, og høyere enn 80 % i et flertall av prøvene. Langs Storneskaia og Prestebrygga, samt i områdene mellom Skutvikpiren og Storneskaia var det vanskelig å hente opp sedimenter, da sjøbunnen var dominert av hardbunn.

Forurensningstilstanden på sedimentene i de indre delene av delområde 8 var tilsvarende dårlig eller svært dårlig tilstand på alle de undersøkte stasjonene. Resultatene indikerer imidlertid at forurensningsgraden er minst langs de midtre delene av Prestebrygga og Storneskaia, samt i den ytre sentrale delen av det prøvetatte området. Sedimentene i de delene av Skutvika og Kippervika som er ca. 20 – 30 m dyp er sterkt forurenset av særlig PAH-forbindelser og kvikksølv. Basert på en innledende vurdering av forurensningstilstanden i de indre delene av delområde 8, så bør delområde 3 utvides til å inkludere områder ned til ca. kote -30 ved gjennomføring av tiltak mot forurenset sjøbunn i Aspevågen. Områder med vanddyp >30 m vurderes som lite hensiktsmessig for tiltak mot forurenset sjøbunn. Dette på grunn av forurensningstilstand, hardbunn i flere områder, samt at spredningsmekanismene i liten grad vil medføre spredning av

forurensede partikler mot sjøbunn i grunnere områder. I hovedrapporten har vi samlet resultatene fra sedimentundersøkelsene gjennomført i delområde 3 og de indre delene av delområde 8 (vanndyp <30 m), og gjort en trinn 2 risiko- og tiltaks vurdering for området.



Figur 1. Kart over klassifiserte analyseresultater for utvalgte miljøgifter i overflatesediment prøvetatt høsten 2021 i delområde 1, 2, 3, 5, 6 og 8 i Aspevågen. Analyseresultatene er tilstandsklassifisert etter tilstandsklasser angitt i veileder M-608/2016 rev. 2020 (Miljødirektoratet, 2020a). Blå farge = svært god tilstand, grønn farge = god tilstand, gul farge = moderat tilstand, oransje farge = dårlig tilstand, rød farge = svært dårlig tilstand og grå farge = ikke vellykket opparbeidet prøve – trolig grunnet hardbunn eller for grove sedimenter.



Figur 2. Kart over klassifiserte analyseresultater for utvalgte miljøgifter i overflatesediment prøvetatt i 2019 og 2021 i delområde 4 (Volsdalsvågen) i Aspevågen. Merk at sentrale deler av Volsdalsvågen, inkl. det omrissede område, ikke inngår i denne tiltaksplanen, men i tiltaksplanen for opprydding av forurenset sjøbunn som følge av forurensning fra tidl. Ålesund Gassverk (Rambøll, 2022c). Analyseresultatene er tilstandsklassifisert etter tilstandsklasser angitt i veileder M-608/2016 rev. 2020 (Miljødirektoratet, 2020a). Svart farge = prøve ikke analysert for den aktuelle parameteren, blå farge = svært god tilstand, grønn farge = god tilstand, gul farge = moderat tilstand, oransje farge = dårlig tilstand, rød farge = svært dårlig tilstand og grå farge = ikke vellykket opparbeidet prøve – trolig grunnet hardbunn eller for grove sedimenter.

Miljøgifter i kjerneprøver

Analyseresultater og vurdering av vertikal forurensningsutbredelse i sedimentene i de ulike delområdene er gitt i datarapporten for de miljøtekniske undersøkelsene gjennomført i Aspevågen høsten 2021 (Rambøll, 2022a). Nedenfor oppsummeres de viktigste funnene for den vertikale forurensningsutbredelsen i de ulike delområdene. Resultatene er også illustrert i Figur 3.

Delområde 1

Sedimentene i delområde 1 generelt er forurenset i de øvre 10 cm av sedimentene, men forurensningsgraden avtar raskt med sedimentdyp. Allerede ved 20 cm sedimentdyp er sedimentene å anse som lite forurenset og i akseptabel miljøtilstand iht. de langsiktige miljømålene for Renere fjord Ålesund (. Det vil si at ingen av de analyserte parameterne overskrider konsentrasjoner tilsvarende moderat tilstand (tilstandsklasse III). Det var kun PAH-forbindelsen antracen som overskred god tilstand (tilstandsklasse) i én prøve i dette sedimentsjiktet i delområde 1. Unntaket er imidlertid TBT som tilsvarte moderat eller dårlig tilstand i dette sjiktet, men dypere enn 20 cm ble ikke TBT detektert. Merk også at TBT ikke inngår i prosjektets miljømål. Sedimentene er i all hovedsak bestående av sand eller grovere fraksjoner.

Delområde 2

Generelt viste analyseresultatene relativt stort sprik i forurensningstilstand mellom de ulike kjerneprøvene i delområde 2, med stedvis konsentrasjoner tilsvarende svært dårlig tilstand ned til 55 cm sedimentdyp, men konsentrasjoner tilsvarende god tilstand eller bedre fra 20 cm på et annet prøvepunkt. Analyseresultatene indikerer at forurensningsmektigheten stedvis er relativt høy, men med unntak av kvikksølv, ble det ikke detektert noen miljøgifter i konsentrasjoner tilsvarende svært dårlig tilstand dypere enn 40 cm sedimentdyp. Sedimentene er i all hovedsak bestående av sand eller grovere fraksjoner.

Delområde 3

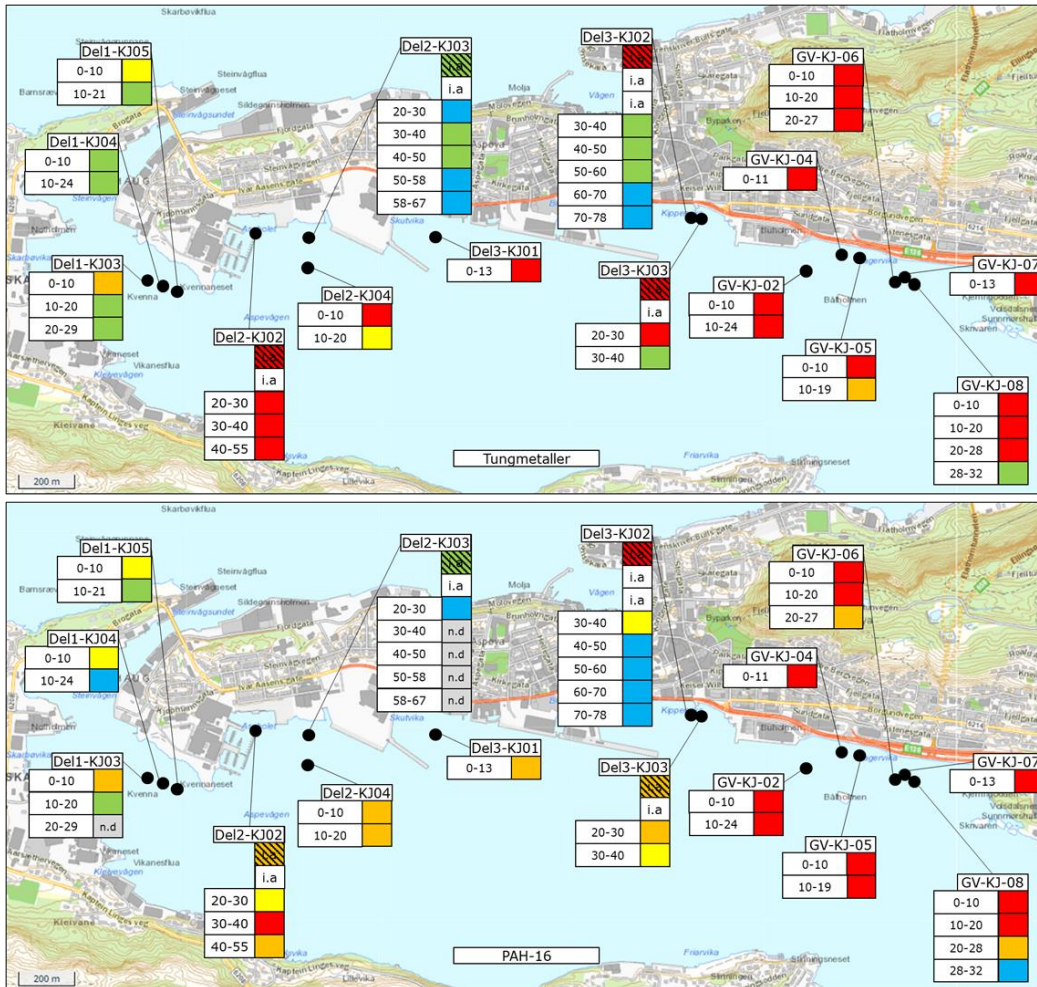
Delområdet er sterkt forurenset i overflatelaget, men analyseresultatene fra kjerneprøvene indikerer at forurensningstilstanden forbedres vesentlig fra ca. 30 cm sedimentdyp. Videre indikerer resultatene at sedimentene i delområde 3, i hvert fall i Kippervika, er i akseptabel forurensningstilstand/grad (ingen overskridelser av god tilstand) dypere enn 50 cm sedimentdyp.

Delområde 4

Analyseresultatene av kjerneprøvene viser, i likhet med grabbprøveresultatene, sterkt forurensete overflatesedimenter. Forurensningsgraden avtar imidlertid med sedimentdyp, og dypere enn 20 cm er konsentrasjonene av de analyserte miljøgiftene vesentlig redusert selv om det konsentrasjonen av enkelte metaller (kobber og kvikksølv) og PAH-forbindelser (inkl. PAH16) tilsvarer dårlig eller svært dårlig tilstand i dette sjiktet. En kjerneprøve er splittet og analysert for sjiktet 28 – 32 cm. Konsentrasjonen av metaller, PAH-forbindelser og PCB-7 tilsvarer god eller svært god tilstand i denne prøven. For delområde 4 vurderer vi det derfor som sannsynlig at sedimentsjikt >30 cm kan være iht. miljømålene for Renere fjord Ålesund.

Delområde 5

Det ble ikke tatt kjerneprøver i dette delområdet i 2021. Det ble imidlertid tatt en kjerneprøve fra dette området for 15 år siden, og resultatene indikerer at konsentrasjonen av miljøgifter reduseres fra overflatelaget (0-10 cm) til sjiktene 10-15 cm og 15-20 cm (NIVA, 2008b). Sediment i det dypeste analyserte prøvetakingssjiktet (15-20 cm) var imidlertid fortsatt sterkt forurenset av ulike miljøgifter som metaller, PAH-forbindelser og TBT (NIVA, 2008b).



Figur 3. Illustrasjon av forurensningsgrad for metaller (dårligste tilstandsklasse for arsen, bly, kadmium, krom, kobber, kvikksølv, nikkel eller sink) og PAH-16 i ulike sedimentsjikt (angitt i cm) prøvetatt ved kjerneprøvetaking høsten 2022 (Rambøll, 2022a). Se datarapporten (Rambøll, 2022a) for ytterligere beskrivelse og figurer. Fargene illustrerer tilstandsklasse for de ulike parameterne iht. M-608/2016 rev. 2020 (Miljødirektoratet, 2020a).

Vedlegg 5. Tiltaksmetoder

Alternativene for aktive tiltak i forurensede sedimenter kan grovt inndeles i to kategorier; mudring for å fjerne de forurensede massene og tildekking av forurensede sedimenter for å etablere ny ren sjøbunn og redusere utlekking av underliggende forurensning til et akseptabelt nivå (Miljødirektoratet, 2018).

Ved mudring finnes det flere metodiske alternativer for å fjerne sedimenter, samt også håndtering av de mudrede massene. For tildekking finnes det også ulike metodiske løsninger for type masser som benyttes, metodikk for utlegging av tildekkingsmassene, samt design av tildekkingslag.

For de ulike metodene er det både fordeler og ulemper, som blant annet avhenger av eksisterende og planlagt arealbruk, miljømål, type forurensning som skal håndteres, tiltaksområdets topografi, type bunnsstrat, sjøbunnens stabilitet og bæreevne.

I dette vedlegget blir det gjort en generell vurdering av tiltak som kan være aktuelle for sjøbunnen i de ulike tiltaksområdene i Aspevågen.

For de ulike delområdene er det stor grad av variasjon mht. områdebruk og topografi, noe som er utslagsgivende for valg av tiltaksmetode. I grunne områder (<20 m vanddyb) med skipstrafikk av større fartøy (lasteskip, supply-skip, ferger, cruise-skip osv.) vil propelloppvirvling kunne gjøre det utfordrende å etablere et varig tildekkingslag, og det kan også være utfordrende mht. krav til seilingsdyb. Delområde 1 er et relativt grunt område (maksdyb på ca. 10 m), med begrenset skipstrafikk utenom i de vestligste delene av delområdet, ved Kjøpmannsgata 37b, der det er etablert en kai. I delområde 2 er det en småbåthavn utenfor Liaaen verft ved Aspholet. I dette området er vanddybet mellom ca. 1.5 – 11 m. I de østre delene av delområde 2 ligger Containerkaia og Skutvikpiren med et vanddyb på ca. 8 – 16 m. I dette området er det en god del skipstrafikk med særlig containerskip til Containerkaia, men også til den sørlige siden av Skutvikpiren. Den nordlige siden av Skutvikpiren er del av delområde 3. Havnevirksomheten i dette området, inkl. de sørlige delene av Skutvika, er imidlertid planlagt flyttet til Flatholmen ila. de neste årene. Delområde 3 inkluderer Skutvika og Kippervika. I dette delområdet ligger bl.a. Skutvikpiren, Prestebrygga, Storneskaia, Hurtigbåtkaia og kaia langs Sjøgata. Kaianleggene er hyppig benyttet av spesielt ferger, cruiseskip, fiskefartøy, offshore-supplyskip og stykkgodsskip, men også øvrige typer skip som kan påvirke sjøbunnen <20 m ved inn- og utseiling. Vanddybet i indre deler av Skutvika og store deler av Kippervika er < 20 m. Delområde 4 ligger i Volsdalsvågen, øst for Kippervika. I dette området er det lite skipstrafikk og vanddybet er i all hovedsak >20 m. Unntaket er områdene utenfor Meierikaia, rundt Bålholmen og i småbåthavnen ved Sunnmørshallen der vanddybet, der vanddybet varierer fra ca. 8-20 m (for de delene som inngår i delområde 4). I delområde 5 er vanddybet i all hovedsak >20 m, med unntak av områdene i vest ved Vikanesflua, samt mindre områder langs kaiene ved Bunker Oil og mot Olsvika. Det er en god del skipstrafikk i dette delområdet, men i all hovedsak i områdene med vanddyb >20 m.

Tildekking av sjøbunnen er i utgangspunktet vurdert som det mest egnede tiltaket for områdene med lite skipstrafikk eller vanddyb >20 m. I områder med vanddyb <20 m og mye skipstrafikk kan også tildekking være egnet, men det må gjøres spesielle tilpasninger for at tildekkingslaget ikke eroderes bort ila. kort tid. Dersom etablering av tildekkingslag medfører utfordringer mht. seilingsdyb, må det eventuelt gjennomføres mudringstiltak i enkelte områder før tildekking.

I sentrale deler av delområde 4 er det utarbeidet en egen tiltaksplan for opprydding av forurenset sjøbunn som følge av forurensning fra Gassverkstomta (Rambøll, 2022c). Dette området inngår

ikke i det som omtales som delområde 4 i den inneværende tiltaksplanen. Merk imidlertid at det er funnet ren steinkulltjære, samt konsentrasjoner av PAH-16 og benso(a)pyren som overskrider verdier for «farlig avfall» iht. veileder TA-2553/2009 Helsebaserte tilstandsklasser for forurenset grunn (Miljødirektoratet, 2009) utenfor Gassverkstomta. Tiltaksplanen (Rambøll, 2022c) som er utarbeidet for dette området inkluderer mudring av tjære og masser med konsentrasjoner tilsvarende «farlig avfall» før tildekking.

Nedenfor gir vi en beskrivelse av aktuelle tildekkings- og mudringsmetodikker for opprydding av forurenset sjøbunn i Aspevågen, og gir en anbefaling mht. hva som vil være mest egnet for opprydding av forurensning i sjø i de ulike delområdene.

1. Tildekking

Tildekking av forurenset sjøbunn innebærer utlegging av egnede masser over forurensete sedimenter for å etablere en ny og ren sjøbunn. Massene legges som regel ut lagvis, og type masser som benyttes varierer avhengig av de lokale forholdene på stedet der tildekking skal gjennomføres. Et tildekkingslag skal normalt ha tre funksjoner (United States Environment Protection Agency, 2005):

- Fysisk isolasjon: forurensningen isoleres fra det omkringliggende miljøet for å beskytte biota i området (typisk gravende organismer), fra direkte kontakt med de forurensete sedimentene.
- Stabilisering/erosjonsbeskyttelse: minimalisering av muligheten for at forurensning fra sedimentene resuspendes i vannmassene og transporteres ut som resultat av vannstrøm, bølger under stormer eller oppvirvling fra skipspropeller.
- Kjemisk isolasjon: beskytte miljøet og vannsøylen for øvrig fra kjemisk eksponering av forurensningen i sedimentene.

Disse tre mekanismene gjør at tildekking av forurenset sediment ofte er mest relevant for lokasjoner der vanddypet ikke er til hinder for områdebruken, som for eksempel et havneområde eller en skipsled. Forsterkning av tildekkingslaget, for å sikre et stabilt tildekkingslag, kan gjøres ved å etablere et erosjonssikringslag på toppen av tildekkingslaget. På denne måten kan ulike tildekkingslag tilpasses ulike hydrodynamiske forhold.

1.1 Metode for utlegging av tildekkingslag

Utlegging av tildekkingslag skjer normalt på en av de følgende måtene (hentet fra Miljødirektoratet (2016)):

- Splittlekter

En splittlekter legger ut masser på sjøbunnen ved at skroget åpnes og massene får falle fritt til bunnen fra skipet. Åpningen av skroget kan reguleres, men mengden som slippes ut kan være vanskelig å kontrollere nøyaktig. Denne metoden er derfor best egnet på større dyp der massene blandes med vann og derfor spres over et større område mens massene faller gjennom vannsøylen. Metoden kan imidlertid også benyttes på grunnere vann. Denne metoden ble f.eks. benyttet til tildekkingen av dypvannsdeponiet ved Malmøykalven i Oslofjorden.

- Fallbunnslekter

Fallbunnslekter slipper ut massene gjennom bunnen av skroget via separate luker som kan åpnes gradvis. Utslippshastigheten vil normalt være lavere enn fra enn splittlekter. I de fleste tilfeller åpnes ikke alle luker samtidig, noe som bidrar til bedre kontroll med massene som slippes ut. Denne metoden har f.eks. blitt benyttet til tildekkingen ved Hanneviksbukta i Kristiansand, i Trondheim havn og ved Langøyene i indre Oslofjord.

- Pumping av masser gjennom rør ned til like over sjøbunnen

Tildeckingsmasser legges ut ved at de pumpes fra et fartøy eller lekter der massene blandes med vann og pumpes gjennom et rør og slippes ut rett over sjøbunnen. Denne metoden brukes der man ønsker å ha høy grad av kontroll over hvor massene plasseres på sjøbunnen, samt hvor man ønsker å unngå blakking av vannet i overflaten. Denne metoden er for eksempel brukt i Opticap-prosjektet både ved tildekking i Grenlandsfjordene og utenfor Fiskerstrand.

- Spredning av masser over vannoverflaten slik at disse spres igjennom luften før de synker gjennom vannet ned til sjøbunnen (rainbowing)

Tildeckingsmasser pumpes ut fra et rør over vannoverflaten slik at massene spres gjennom luft før de sedimenterer gjennom vannsøylen ned til sjøbunnen. Denne metoden brukes ofte dersom man ønsker størst mulig spredning av tildeckingsmassen. Dette kan gjøres for å dekke til inntil eller innunder kaier og andre konstruksjoner i vannkanten/grunne områder. Denne metoden er bl.a. brukt i Tromsø havn, indre Oslo havn og Trondheim havn.

Delområdene for tiltak mot forurenset sjøbunn i Aspevågen inkluderer grunne områder med kaikonstruksjoner, småbåthavnlegg og bebyggelse, men også dypere områder med vanddyp til ca. 40 m.

Rainbowing vil være en godt egnet tildeckingsmetode ved evt. utlegging av tildeckingsmasser i grunnere områder nær land i Aspevågen, mens bruk av splittlekter eller fallbunnslekter vil være godt egnet utleggingsmetode ved evt. etablering av et tildeckingslag i de dypere områdene. Nedpumping i rør vil i utgangspunktet være en mer tidkrevende og kostnads-krevende metodikk enn bruk av splittlekter eller fallbunnslekter, og vurderes derfor som mindre aktuelt i Aspevågen.

1.2 Tildeckingsmasser

I delkapitlene nedenfor gis en overordnet beskrivelse av type tildeckingsmasser som kan benyttes for tildekking av forurenset sjøbunn i Aspevågen. Beskrivelsene er hentet fra Miljødirektoratet (2016), med mindre modifikasjoner i etterkant.

1.2.1 Mineralske masser

Et tradisjonelt tildeckingslag består som regel av sand, finknuste steinmasser, rene mudrede masser, og/eller andre mineralske masser som legges ut i flere lag med ulike funksjoner. Slike lag vil typisk være et blandingslag, isolasjonslag, adveksjonslag, bioturbasjonslag og evt. erosjonssikringslag. En skisse over teoretisk oppbygging av et tradisjonelt tildeckingslag er presentert i Figur 1. I Norge er mineralske masser ofte lett tilgjengelig og relativt rimelige, og derfor er slike masser mye brukt som tildeckingsmasser.

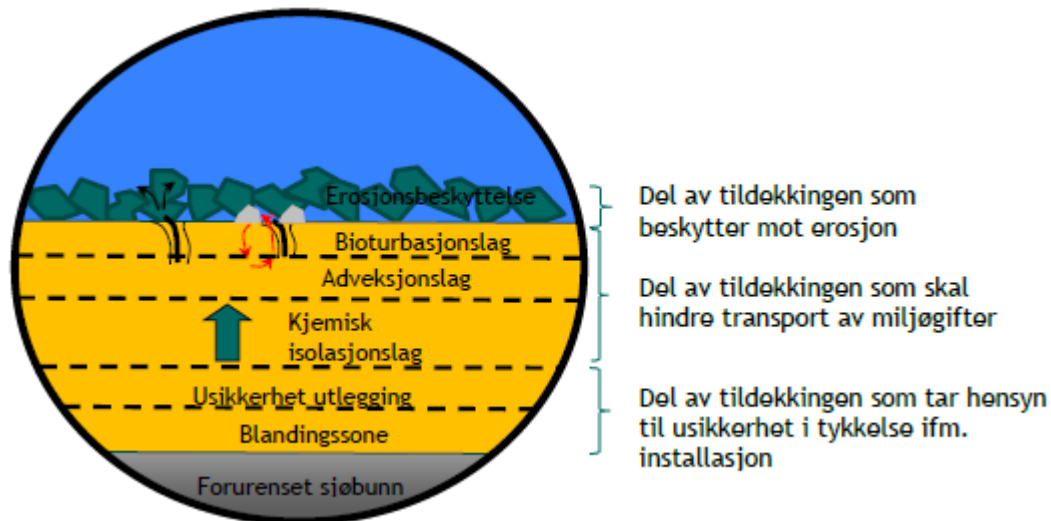
Mineralske masser har imidlertid som regel liten evne til å binde forurensningen og fungerer derfor kun som en fysisk barriere mellom de forurensete sedimentene, vannmassene og biota i overkant av tildeckingslaget. Denne tildeckingsløsningen forutsetter derfor at en tilstrekkelig del av tildekkingen ikke påvirkes av bioturbasjon eller vannstrømmer (adveksjon) og må derfor bygges opp med tanke på dette.

Vannstrømning i mindre skala inne i tildeckingslaget kan oppstå som følge av trykkforskjeller forårsaket av vannstrøm og bølger i vannmassen like over tildekkingen. For å hindre transport gjennom tildekkingen med slik strømning kan isolasjonstildekking designes med et lag med lav permeabilitet (adveksjonslaget, se Figur 1).

Tildekkingen må minimum ha en tykkelse som er større enn det som blandes av aktiviteten til sedimentlevende dyr (bioturbasjonsdypet) og må derfor i praksis være tykkere enn 10 cm.

Denne tildekkingsløsningen er den vanligste tildekkingsløsningen i gjennomførte tildekkingsprosjekter i Norge, og har bl.a. vært benyttet i Trondheim havn (NGI, 2017), Sandefjordsfjorden (Skanska, 2018), Langøyene (Rambøll, 2021), Gilhusbukta (NGI, 2020), Puddefjorden i Bergen (PEAB, 2018) og Arendal (Multiconsult, 2019).

For tildekking i de ulike delområdene i Aspevågen vurderes dette som de mest egnede massene. I enkelte områder der det er stor grad av skipstrafikk, som ved Skutvikpiren, Prestebrygga, Storneskaia og Hurtigbåtkaia vil det imidlertid være viktig å gjøre konkrete vurderinger av mudringsbehov, erosjonssikringsbehov og/eller om det må legges ut betongmadrass for å unngå at tildekkingslaget «blåses» bort av propelloppvirvling. Dette vurderes nærmere under tiltaksvurdering for de ulike delområdene hovedrapporten.



Figur 1. Teoretisk illustrasjon av et tildekkingslag med mineralske masser hentet fra Miljødirektoratet (2016).

1.2.2 Tynnsjiktstildekking med aktive materialer

Dersom det er ønskelig å dekke til store arealer eller etablere et så tynt tildekkingslag som mulig, kan tynnsjiktstildekking med aktive materialer (f.eks. aktivt kull) være fordelaktig.

En slik tildekking vil være bare noen få cm tykk og vil derfor være tynnere eller om lag like tykt som bioturbasjonsdypet. En slik tildekking vil i vesentlig grad bli blandet med det forurensete sedimentet under. For at denne løsningen skal redusere spredning og biotilgjengelighet av miljøgiftene er det nødvendig at tildekkingen inneholder aktive materialer som binder miljøgiftene. Dette gjør at fritt løste konsentrasjoner av miljøgifter i porevannet på sjøbunnen reduseres og dermed også biotilgjengeligheten og utlekking av disse.

Metoden er lite brukt i stor-skala i Norge, men ble benyttet i et pilotprosjekt i Trondheim havn og i OptiCap-prosjektet i Grenlandsfjordene i perioden 2009-2012 (Miljødirektoratet, 2016; NGI, 2022). I prosjektet OptiCap i Grenlandsfjordene ble det undersøkt i hvilken grad aktivt kull kunne benyttes til å etablere egnede tynnsjiktstildekkingslag. Etterovervåkning har vist at et tildekkingslag med aktivt kull er godt egnet for å redusere utlekking og opptak av miljøgifter i organismer (NIVA, 2021). Metoden medfører imidlertid negative effekter på bunnfauna, noe som igjen kan påvirke næringsgrunnet til bl.a. fisk og dermed gi effekter på det lokale økosystemet

(NIVA, 2021). Følgelig er det sannsynlig at metoden ikke vil kunne tilfredsstille miljømålet om godt økologisk potensial i Aspevågen. Bruk av aktive materialer er en relativt kostbar tiltaksløsning sammenlignet med bruken av mineralske masser. Følgelig vurderes det som lite egnet å benytte tynnsjikttildekking med aktive materialer som tiltaksløsning på sjøbunnen i Aspevågen.

1.2.3 Mineralske masser inkludert aktivt lag

For å øke et tildekkingslag med mineralske masser sin evne til å binde forurensning, kan det blandes inn aktive materialer (f.eks. aktivt kull) i et eller flere av tildekkingslagene (NGI, 2013). På denne måten kan tildekkingslagets evne til å minimere utlekking av forurensning til vannsøylen optimaliseres gjennom å redusere transport gjennom tildekkingen dersom det forventes betydelig transport for eksempel gjennom grunnvannsutstrømning eller annen adveksjon. I så fall vil tildekkingen fungere som en filterbarriere. Løsningen er mer kostbar enn å kun benytte mineralske masser, og er mindre vanlig i Norge enn kun bruk av mineralske masser. I tillegg vil aktive materialer kunne virke negativt på rekoloniseringen av biologiske organismer i området (Miljødirektoratet, NGI, NIVA og Universitetet i Stockholm, 2014; NIVA, 2021).

Tildekking med aktive masser er særlig aktuell dersom grunnvannstransport er en viktig transportmekanisme for vannløst eller frifase forurensning gjennom den forurensede sjøbunnen (Miljødirektoratet, 2016).

De fleste delområdene i Aspevågen består av sjøbunn med relativt begrenset mektighet og stedvis fast fjell (Fugro, 2017; Multiconsult, 2020a; Rambøll, 2022a). I disse områdene vurderes tildekking med aktive masser som lite hensiktsmessig. I delområde 5 er det imidlertid et dypvannsbasseng med høyere sedimentmektighet enn i øvrige delområder. I dette delområdet er det imidlertid relativt dypt (i all hovedsak 20-40 m vanddyb), slik at områdebruken og vanddypet ikke medfører noen begrensninger på tildekkingslagets tykkelse. Følgelig vurderes tildekking med mineralske masser uten aktive materialer å være mer hensiktsmessig enn mineralske masser iblandet aktive materialer.

1.3. Spesialprodukter

I en del områder kan det være utfordringer knyttet til etablering av tildekkingslag på bakgrunn av bunnforhold, bunnssubstratets bæreevne, områdebruk eller tilsvarende. Det finnes ulike spesialtilpassede løsninger for å etablere fungerende tildekkingslag i slike utfordrende områder.

Betongmadrasser kan brukes i havner, hvor det er vanskelig å etablere et varig tildekkingslag grunnet propelloppvirvling fra skip, eller i skråninger bestående av løsmasser. Det finnes ulike typer betongmadrasser, men fiberduk med betonginjiserte lommer, eller prefabrikkerte betongmadrasser er det vanligste (Miljødirektoratet, 2016). Bruk av betongmadrasser kan være en egnet tiltak utenfor enkelte av kaianleggene i Aspevågen. I områder med bart fjell på sjøbunnen, områder som er dypere enn 20 m eller områder utenfor farleden til større skip, anses det ikke som nødvendig med bruk av betongmadrasser. For områder grunnere enn 20 m og med skipstrafikk vil det evt. måtte gjøres konkrete vurderinger av om erosjonssikring med masser av grov fraksjon vil være tilstrekkelig for å beskytte et evt. underliggende tildekkingslag, eller om betongmadrass (eller tilsvarende) vil være en nødvendighet for å unngå spredning av partikler ved skipsanløp.

Bentonittleire eller andre materialer med tettende egenskaper kan benyttes dersom det er fare for at grunnvannsstrømmer gjennom tildekkingen eller det er behov for et tynt tildekkingslag. Dette finnes bl.a. som en fiberduk med innpakket leire, som kan rulles ut på sjøbunnen (Miljødirektoratet, 2016). Bruk av bentonittleire anses ikke som nødvendig i Aspevågen.

Geotekstilduk kan brukes for å øke bæreevnen av bunnen som tildekkes, separere ulike deler av et tildekkingslag, bestående av forskjellige masser med ulik kornfordeling, eller unngå sammenblanding med de forurensede sedimentene og de rene tildekkingsmassene (Miljødirektoratet, 2016). Ulemper ved bruk av geotekstilduker i tildekkingsprosjekter kan imidlertid være at de er skadeutsatt ved ankring eller andre inngrep på sjøbunnen, samt at de kan samle opp gass som siver ut fra underliggende sedimenter dersom duken er for tett. Ved bruk i strandsonen kan erosjon av overliggende masser også medføre at duken kommer til overflaten og blir synlig. Geotekstilduk har blitt benyttet i flere prosjekter i Norge (Miljødirektoratet, 2016), og kan være aktuelt for enkelte deler av de ulike delområdene i Aspevågen. Dette vil imidlertid trolig være relativt kostbart og derfor kun være aktuelt i mindre deler av de ulike delområdene i Aspevågen.

1. Mudring

I rapporten Mudringsmetoder for forurenset sjøbunn (DNV, 2008) er ulike mudringsmetoder beskrevet i detalj. Nedenfor oppsummerer vi i overordnede trekk de vanligste mudringstypene og gir en vurdering av hvilke metodikker som vil være mest egnet dersom det skal gjennomføres mudring som del av tiltaket mot forurenset sjøbunn i Aspevågen.

2.1 Sugemudring

Sugemudring er en ren hydraulisk mudring der sedimentene suges direkte fra sjøbunnen med en pumpe. Ved sugemudring pumpes en blanding av muddermasser og vann opp gjennom et rør direkte til land eller til fartøy/lekter.

Ved denne metoden er det vann som brukes til å transportere massene fra sjøbunnen til fartøy/lekter eller landdeponi. Sugemudring genererer store vannmengder, og i de fleste tilfeller vil pumping av de mudrede massene direkte til land være foretrukket.

Et typisk svakt punkt ved sugemudringsoperasjonen er at et gitter monterert ved rørråpningen tilstoppes, og det er behov for rengjøring. Under denne prosessen kan en del sedimenter renne ut fra sugesiden. Sugemudring er en velegnet metode for løse masser (ikke klebrige). Merk at sugemudring på større vanddyp vil kreve stor pumpekapasitet.

2.1.1 Mekanisk-hydrauliske metoder (modifisert sugemudring)

Mekanisk-hydraulisk mudring er en kombinasjonsmetode hvor massene løses opp mekanisk og deretter sugemudres fra sjøbunnen til land eller til fartøy/lekter.

Typiske metoder, som kan være relevante for sedimentene i Aspevågen er:

- Horisontal auger

Sedimentene fjernes med en roterende «skruer» som er laget slik at massene blir skjøvet mot midtpunktet av skruen. Ved midtpunktet finnes det en pumpe som suger opp massene og de transporteres via et rør til lekter eller direkte til land. Metoden er egnet for sjøbunn som er relativt jevn og myk og ikke inneholder store steiner og søppel. Følgelig er metoden trolig mindre aktuell for områdene i Aspevågen.

- Kuttersuger

En kuttersuger består av et roterende kutterhode monterert på en sugestige (arm) festet til selve mudringsfartøyet. Kutterhodet løser opp massene på bunnen, og massene ledes til et rør, monterert ved siden av kutterhodet, tilkoblet en pumpe som suger opp massene og transporterer dem via rør til fartøy/lekter eller direkte til land. Metoden er ikke så kritisk for ujevn bunn som horisontal auger, men er følsom for sjøbunn som inneholder

store steiner og søppel. Metoden er vurdert som aktuell for mudring av sedimenter ved Gassverkstomta (Rambøll, 2022c), men det vurderes som mindre hensiktsmessig for eventuell mudring av grovere sedimenter ved kaiene i øvrige deler av Aspevågen (Rambøll, 2022a). Dette fordi det vil være mer kostnadskrevende, plasskrevende og tidskrevende med denne metoden sammenlignet med en grabbmudring.

- Disk kutter

En disk kutter består av et roterende horisontalt skovlhjul med blader montert på en sugestige (arm) festet til selve mudringsfartøyet. Det roterende skovlhjulet løser opp massene på bunnen, og i sentrum av skovlhjulet sitter et rør tilkoblet en pumpe som suger opp massene til lekter eller direkte til land. Metoden er egnet for sjøbunn som er relativt jevn og myk og ikke inneholder store steiner og søppel. Følgelig er metoden trolig mindre aktuell for de ulike områdene i Aspevågen der mudring kan være aktuelt.

2.2 Grabbmudring

Grabbmudring er den vanligste og minst kostbare mudringsmetoden. Grabbmudring kan gjøres med en bakgraver eller mer spesialtilpasset grabb-metodikk. Dette er beskrevet mer utdypende nedenfor.

2.2.1 Bakgraver

En gravemaskin plassert på en lekter benyttes til å grave opp sedimenter fra sjøbunnen, og de mudrede sedimentene plasseres på lekteren eller annet nærliggende fartøy. Metoden er egnet for alle typer sjøbunn, men har begrensninger med hensyn til vanddyp. Merk også at graveskuffen må være tilpasset miljømudring, ved å ha et lokk, slik at den kan løftes lukket gjennom vannsøylen uten at de mudrede sedimentene spres. Metoden tilfører mindre vann til de mudrede sedimentene enn sugemudring, og behovet for avvanning er derfor mindre enn ved sugemudring. Metoden er også mindre utsatt for problemer knyttet til søppel og kupert terreng i tiltaksområdet, sammenlignet med de ulike typene sugemudring. Potensialet for spredning av partikler er imidlertid større ved bruk av bakgraver enn ved sugemudring, og behovet for siltgardin eller annen partikkelspredningsbarriere rundt tiltaksområdet bør vurderes.

Bruk av bakgraver til mudring i Aspevågen kan være aktuelt dersom det blir behov for å mudre i de grunnere områdene ved Kvenneset (delområde 1), Aspholet (delområde 2), Skutvika (delområde 3) og Kippervika (delområde 3), men vil nok være begrenset av vanddyp dersom det skal mudres ved kaiene (eks. Storneskaia med vanddyp på ca. 15.20 m).

2.2.2 Grabb

Det finnes mange forskjellige typer av grabber. For miljømudring er det mest aktuelt å bruke en lukket grabb utformet som en gripeskovl. Selve grabben kan være festet i en fast arm eller henge i en vaier. Fordelen med fast arm er at det gir bedre nøyaktighet enn hvis den henger i en vaier, men utstyrt med vaier kan grabben brukes til å mudre på betydelig større dyp. Metoden er egnet for alle typer sjøbunn, men harde masser lar seg vanskelig mudre med grabb i vaier. I likhet med mudring ved bakgraver, tilfører metoden mindre vann til de mudrede sedimentene enn sugemudring. Behovet for avvanning er derfor mindre enn ved sugemudring. Metoden er også mindre utsatt for problemer knyttet til søppel og kupert terreng i tiltaksområdet, sammenlignet med de ulike typene sugemudring.

Tradisjonell grabbmudring vil mest sannsynlig være den mest egnede metoden for mudring i de fleste aktuelle mudringsområdene i Aspevågen (ca. 5-15 m vanddyp) dersom det skal mudres som del av tiltakene mot forurenset sjøbunn i Aspevågen. Unntaket er i enkelte områder nære land der vanddypet er <5 m. Da vil nok bakgraver være en mer egnet mudringsmetode.

Potensialet for spredning av partikler vil imidlertid være relativt stort ved bruk av denne metoden, og behovet for siltgardin eller annen partikkelspredningsbarriere rundt tiltaksområdet bør vurderes.

2.3 Frysemudring

Frysemudring er en mudringsteknikk for skånsom innkapsling og fjerning av forurensede sedimenter. De forurensede sedimentene som skal fjernes fryses fast i blokker som løftes opp med minimal forurensningsspredning i og utenfor vannet.

Metoden gir god kontroll på tykkelse av sedimentet som skal fjernes og minimerer vannvolumet som ellers måtte renses. Forurensede sedimenter kan med fordel fraktes i frosset tilstand for å minimere avrenning og fordampning av uønskete stoffer før rensing eller deponering. Metoden er lite benyttet i stor-skala-prosjekter som Renere fjord Ålesund, og vurderes derfor som lite aktuell for eventuelle mudringstiltak som del av oppryddingen av forurenset sjøbunn i Aspevågen.

Vedlegg 6. Kostnadskalkyler

Delområde 2

Minimum

Post	Mengde	Enhet	Enhetspris	Sum
Sugemudring og rensesprosess	0	m3	1000	kr -
Transport, stabilisering for transport og deponiavgift (inkl. volumøkning på 50 % grunnet vann og stabilisering med kalk)	0	m3	1500	kr -
Innkjøp av sand	78200	m3	150	kr 11 730 000.00
Opplasting, transport til felt og utlegging (sand)	78200	m3	130	kr 10 166 000.00
Spredningsreducerende tiltak	1	rs	500	kr 500.00
Kontroll og overvåkning under tiltak	1	rs	850 000	kr 850 000.00
Kontroll og overvåkning - sluttdokumentasjon	1	rs	700 000	kr 700 000.00
Kontroll og overvåkning - langtidsovervåkning	1	rs	600 000	kr 600 000.00
Skrotkartlegging	1	rs	250 000	kr 250 000.00
Fjerning av skrot	1	rs	200 000	kr 400 000.00
Geotekniske undersøkelser og prosjektering	1		600 000	kr 600 000.00
UXO	1	rs	500 000	kr 500 000.00
Byggherrekostnader	1	rs	1 500 000	kr 1 500 000.00
Miljøprosjektering	1	rs	500 000	kr 500 000.00
Kostnader eks. rigg og drift				kr 27 796 500.00
Rigg og drift (av tiltaksgjennomføring)			25 %	kr 5 474 000.00
Sum inkl. rigg og drift				kr 33 270 500.00
Usikkerhet			25 %	kr 8 317 625.00
Sum eks. mva				kr 41 588 125.00

Maksimum

Post	Mengde	Enhet	Enhetspris	Sum
Sugemudring og rensesprosess	0	m3	1000	kr -
Transport, stabilisering for transport og deponiavgift (inkl. volumøkning på 50 % grunnet vann og stabilisering med kalk)	0	m3	1500	kr -
Innkjøp av sand	121550	m3	150	kr 18 232 500.00
Opplasting, transport til felt og utlegging (sand)	121550	m3	130	kr 15 801 500.00
Spredningsreducerende tiltak	1	rs	500	kr 500.00
Kontroll og overvåkning under tiltak	1	rs	850 000	kr 850 000.00
Kontroll og overvåkning - sluttdokumentasjon	1	rs	700 000	kr 700 000.00
Kontroll og overvåkning - langtidsovervåkning	1	rs	600 000	kr 600 000.00
Skrotkartlegging	1	rs	250 000	kr 250 000.00
Fjerning av skrot	1	rs	200 000	kr 400 000.00
Geotekniske undersøkelser og prosjektering	1		600 000	kr 600 000.00
UXO	1	rs	500 000	kr 500 000.00
Byggherrekostnader	1	rs	2 600 000	kr 2 600 000.00
Miljøprosjektering	1	rs	500 000	kr 500 000.00
Kostnader eks. rigg og drift				kr 41 034 500.00
Rigg og drift (av tiltaksgjennomføring)			25 %	kr 8 508 500.00
Sum inkl. rigg og drift				kr 49 543 000.00
Usikkerhet			25 %	kr 12 385 750.00
Sum eks. mva				kr 61 928 750.00

Delområde 3

Minimum

Post	Mengde	Enhet	Enhetspris	Sum
Sugemudring og renseprosess	0	m3	1000	kr -
Transport, stabilisering for transport og deponiavgift (inkl. volumøkning på 50 % grunnet vann og stabilisering med kalk)	0	m3	1500	kr -
Innkjøp av sand	85805	m3	150	kr 12 870 750.00
Opplasting, transport til felt og utlegging (sand)	85805	m3	130	kr 11 154 650.00
Spredningsreducerende tiltak	1	rs	500	kr 500.00
Kontroll og overvåkning under tiltak	1	rs	850 000	kr 850 000.00
Kontroll og overvåkning - sluttdokumentasjon	1	rs	700 000	kr 700 000.00
Kontroll og overvåkning - langtidsovervåkning	1	rs	600 000	kr 600 000.00
Skrotkartlegging	1	rs	250 000	kr 250 000.00
Fjerning av skrot	1	rs	200 000	kr 400 000.00
Geotekniske undersøkelser og prosjektering	1		600 000	kr 600 000.00
UXO	1	rs	500 000	kr 500 000.00
Byggherrekostnader	1	rs	1 950 000	kr 1 950 000.00
Miljøprosjektering	1	rs	500 000	kr 500 000.00
Kostnader eks. rigg og drift				kr 30 375 900.00
Rigg og drift (av tiltaksgjennomføring)			25 %	kr 6 006 350.00
Sum inkl. rigg og drift				kr 36 382 250.00
Usikkerhet			25 %	kr 9 095 562.50
Sum eks. mva				kr 45 477 812.50

Maksimum

Post	Mengde	Enhet	Enhetspris	Sum
Sugemudring og rensesprosess	0	m3	1000	kr -
Transport, stabilisering for transport og deponiavgift (inkl. volumøkning på 50 % grunnet vann og stabilisering med kalk)	0	m3	1500	kr -
Innkjøp av sand	130175	m3	150	kr 19 526 250.00
Opplasting, transport til felt og utlegging (sand)	130175	m3	130	kr 16 922 750.00
Spredningsreducerende tiltak	1	rs	500	kr 500.00
Kontroll og overvåkning under tiltak	1	rs	850 000	kr 850 000.00
Kontroll og overvåkning - sluttdokumentasjon	1	rs	700 000	kr 700 000.00
Kontroll og overvåkning - langtidsovervåkning	1	rs	600 000	kr 600 000.00
Skrotkartlegging	1	rs	250 000	kr 250 000.00
Fjerning av skrot	1	rs	200 000	kr 400 000.00
Geotekniske undersøkelser og prosjektering	1		600 000	kr 600 000.00
UXO	1	rs	500 000	kr 500 000.00
Byggherrekostnader	1	rs	2 800 000	kr 2 800 000.00
Miljøprosjektering	1	rs	500 000	kr 500 000.00
Kostnader eks. rigg og drift				kr 43 649 500.00
Rigg og drift (av tiltaksgjennomføring)			25 %	kr 9 112 250.00
Sum inkl. rigg og drift				kr 52 761 750.00
Usikkerhet			25 %	kr 13 190 437.50
Sum eks. mva				kr 65 952 187.50

Delområde 4

Minimum

Post	Mengde	Enhet	Enhetspris	Sum
Sugemudring og renseprosess	0	m3	1000	kr -
Transport, stabilisering for transport og deponiavgift (inkl. volumøkning på 50 % grunnet vann og stabilisering med kalk)	0	m3	1500	kr -
Innkjøp av sand	56700	m3	150	kr 8 505 000.00
Opplasting, transport til felt og utlegging (sand)	56700	m3	130	kr 7 371 000.00
Spredningsreducerende tiltak	1	rs	500	kr 500.00
Kontroll og overvåkning under tiltak	1	rs	850 000	kr 850 000.00
Kontroll og overvåkning - sluttdokumentasjon	1	rs	700 000	kr 700 000.00
Kontroll og overvåkning - langtidsovervåkning	1	rs	600 000	kr 600 000.00
Skrotkartlegging	1	rs	250 000	kr 250 000.00
Fjerning av skrot	1	rs	200 000	kr 400 000.00
Geotekniske undersøkelser og prosjektering	1		600 000	kr 600 000.00
UXO	1	rs	500 000	kr 500 000.00
Byggherrekostnader	1	rs	1 400 000	kr 1 400 000.00
Miljøprosjektering	1	rs	500 000	kr 500 000.00
Kostnader eks. rigg og drift				kr 21 676 500.00
Rigg og drift (av tiltaksgjennomføring)			25 %	kr 3 969 000.00
Sum inkl. rigg og drift				kr 25 645 500.00
Usikkerhet			25 %	kr 6 411 375.00
Sum eks. mva				kr 32 056 875.00

Maksimum

Post	Mengde	Enhet	Enhetspris	Sum
Sugemudring og rensesprosess	0	m3	1000	kr -
Transport, stabilisering for transport og deponiavgift (inkl. volumøkning på 50 % grunnet vann og stabilisering med kalk)	0	m3	1500	kr -
Innkjøp av sand	88200	m3	150	kr 13 230 000.00
Opplasting, transport til felt og utlegging (sand)	88200	m3	130	kr 11 466 000.00
Spredningsreducerende tiltak	1	rs	500	kr 500.00
Kontroll og overvåkning under tiltak	1	rs	850 000	kr 850 000.00
Kontroll og overvåkning - sluttdokumentasjon	1	rs	700 000	kr 700 000.00
Kontroll og overvåkning - langtidsovervåkning	1	rs	600 000	kr 600 000.00
Skrotkartlegging	1	rs	250 000	kr 250 000.00
Fjerning av skrot	1	rs	200 000	kr 400 000.00
Geotekniske undersøkelser og prosjektering	1		600 000	kr 600 000.00
UXO	1	rs	500 000	kr 500 000.00
Byggherrekostnader	1	rs	2 400 000	kr 2 400 000.00
Miljøprosjektering	1	rs	500 000	kr 500 000.00
Kostnader eks. rigg og drift				kr 31 496 500.00
Rigg og drift (av tiltaksgjennomføring)			25 %	kr 6 174 000.00
Sum inkl. rigg og drift				kr 37 670 500.00
Usikkerhet			25 %	kr 9 417 625.00
Sum eks. mva				kr 47 088 125.00

Delområde 5

Minimum

Post	Mengde	Enhet	Enhetspris	Sum
Sugemudring og renseprosess	0	m3	1000	kr -
Transport, stabilisering for transport og deponiavgift (inkl. volumøkning på 50 % grunnet vann og stabilisering med kalk)	0	m3	1500	kr -
Innkjøp av sand	84900	m3	150	kr 12 735 000.00
Opplasting, transport til felt og utlegging (sand)	84900	m3	130	kr 11 037 000.00
Spredningsreducerende tiltak	1	rs	500	kr 500.00
Kontroll og overvåkning under tiltak	1	rs	850 000	kr 850 000.00
Kontroll og overvåkning - sluttdokumentasjon	1	rs	700 000	kr 700 000.00
Kontroll og overvåkning - langtidsovervåkning	1	rs	600 000	kr 600 000.00
Skrotkartlegging	1	rs	250 000	kr 250 000.00
Fjerning av skrot	1	rs	200 000	kr 400 000.00
Geotekniske undersøkelser og prosjektering	1		600 000	kr 600 000.00
UXO	1	rs	500 000	kr 500 000.00
Byggherrekostnader	1	rs	1 900 000	kr 1 900 000.00
Miljøprosjektering	1	rs	500 000	kr 500 000.00
Kostnader eks. rigg og drift				kr 30 072 500.00
Rigg og drift (av tiltaksgjennomføring)			25 %	kr 5 943 000.00
Sum inkl. rigg og drift				kr 36 015 500.00
Usikkerhet			25 %	kr 9 003 875.00
Sum eks. mva				kr 45 019 375.00

Maksimum

Post	Mengde	Enhet	Enhetspris	Sum	
Sugemudring og rensesprosess	0	m3	1000	kr	-
Transport, stabilisering for transport og deponiavgift (inkl. volumøkning på 50 % grunnet vann og stabilisering med kalk)	0	m3	1500	kr	-
Innkjøp av sand	129500	m3	150	kr	19 425 000.00
Opplasting, transport til felt og utlegging (sand)	129500	m3	130	kr	16 835 000.00
Spredningsreducerende tiltak	1	rs	500	kr	500.00
Kontroll og overvåkning under tiltak	1	rs	850 000	kr	850 000.00
Kontroll og overvåkning - sluttdokumentasjon	1	rs	700 000	kr	700 000.00
Kontroll og overvåkning - langtidsovervåkning	1	rs	600 000	kr	600 000.00
Skrotkartlegging	1	rs	250 000	kr	250 000.00
Fjerning av skrot	1	rs	200 000	kr	400 000.00
Geotekniske undersøkelser og prosjektering	1		600 000	kr	600 000.00
UXO	1	rs	500 000	kr	500 000.00
Byggherrekostnader	1	rs	2 600 000	kr	2 600 000.00
Miljøprosjektering	1	rs	500 000	kr	500 000.00
Kostnader eks. rigg og drift				kr	43 260 500.00
Rigg og drift (av tiltaksgjennomføring)			25 %	kr	9 065 000.00
Sum inkl. rigg og drift				kr	52 325 500.00
Usikkerhet			25 %	kr	13 081 375.00
Sum eks. mva				kr	65 406 875.00