

Kystverket

► Hovedrapport

Innseiling Arendal

Oppsummering av miljø- og geotekniske undersøkelser

Oppdragsnr.: 52102613 Dokumentnr.: RIM6 Versjon: J02 Dato: 2022-03-04



Oppdragsgiver: Kystverket
Oppdragsgivers kontaktperson: Frode Seiersnes | frode.seiersnes@kystverket.no
Rådgiver: Norconsult AS, Klæbuveien 127 B, NO-7031 Trondheim
Oppdragsleder: Anita W. Nybakk
Fagansvarlig: Anita W. Nybakk
Andre nøkkelpersoner: Øyvind Lilleeng

J02	2022-03-04	For bruk		Anita Whitlock Nybakk	Anita Whitlock Nybakk
D01	2022-01-20	For godkjenning fra oppdragsgiver	Øyvind Lilleeng	Anita W. Nybakk	Anita W. Nybakk
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

► Sammendrag

Kystverket planlegger utdyping av hovedledene inn til Arendal i Galtesund og ved Eydehavn (også omtalt som Tromøysund). I forbindelse med utdypingen har Norconsult, på oppdrag fra Kystverket, utført miljø- og geotekniske undersøkelser ved to utdypingsområder samt mulige deponeringsområder i Galtesund og ved Eydehavn i Arendal, Agder fylke. I tillegg er det sammenfattet vurderinger gjort av NMM (Norsk Maritimt museum) vedrørende hardbunn/løsmasser tilknyttet de undersøkte områdene.

Det ble ikke observert kulturhistorisk materiale på østsiden av Galten utfyllingsområde. NMM anser også deponeringsområdet som avklart vedrørende tilstedeværelse av kulturhistorisk gjenstander. For Eydehavn har NMM tidligere gjort funn av en øks fra bronsealderen. **Kulturminneundersøkelser i mulig deponeringsområde ved Eydehavn gjenstår, da området ble bestemt etter utførte undersøkelser av NMM.**

Det er ikke observert løsmasser i utdypingsområdet ved Galten. I utdypingsområdet ved Eydehavn er det observert lommer med løsmasser. Med bakgrunn i disse observasjonene ble det avgjort å utføre geotekniske undersøkelser ved Eydehavn, men ikke ved Galten.

Det er påvist forurensning av miljøgifter i løsmassene i alle de undersøkte områdene.

Strømmålingene viser at det forventes en svak reduksjon i strømhastighet, som en følge av tiltakene. Økningen i vannutveksling forventes å være liten som følge av utdypingene med små endringer i strømhastigheter i Galtesund og ved Eydehavn, henholdsvis 2-3% og 11%.

Følgende miljørisikoer er indentifisert i forbindelse med de planlagte tiltakene:

1. Oppvirvling av forurensende løsmasser ved mudring i utdypingsområde ved Eydehavn
2. Oppvirvling av gjenværende forurensende løsmasser og finpartikulært materiale ved sprenging og utgraving av sprengsteinmasser i utdypingsområde ved Eydehavn
3. Spredning av finpartikulært materiale ved sprengning og utgraving av sprengsteinmasser i utdypingsområde ved Galten og Eydehavn
4. Spredning av finpartikulært materiale fra sprengsteinmasser ved deponering av fjellmasser i deponeringsområdet ved Galten og Eydehavn
5. Oppvirvling av stedlige forurensende løsmasser ved deponering av sprengsteinmasser i deponeringsområdet ved Galten og Eydehavn

Det forventes midlertidig negativ effekt på biota under anleggsfasen. Det er ingen registrerte naturverdier som antas vil gå tapt som følge av tiltaksgjennomføringen.

Det vil ikke forekomme en endring av substratet, ettersom dagens type substrat (hardt) forblir det samme etter sprenging. Strømningsmønsteret antas heller ikke å endres signifikant. Derfor forventes det en rekolonisering med tilsvarende fauna som er i områdene i dag etter tiltaket.

Områder med ålegress bør beskyttes mot partikkelspredning fra planlagte tiltakene.

► Innhold

1	Innledning	5
1.1	Bakgrunn	5
2	Utførte undersøkelser	7
2.1	Kulturminner. Norsk Maritim Museum (NMM)	7
2.2	Vurdering av hardbunn eller løsmasser	8
2.2.1	<i>Galtesund</i>	9
2.2.2	<i>Eydehavn</i>	9
2.3	Miljøteknisk sedimentundersøkelse	9
2.3.1	<i>Galtesund</i>	9
2.3.2	<i>Eydehavn</i>	11
2.3.3	<i>Slaggprøver</i>	12
2.4	Vurdering av naturmangfold	13
2.5	Geotekniske undersøkelser, Eydehavn	14
2.6	Strømmålinger	15
2.6.1	<i>Galtesund, utdypingsområde</i>	15
2.6.2	<i>Galtesund, deponeringsområde</i>	16
2.6.3	<i>Eydehavn, utdypingsområde</i>	17
2.6.4	<i>Eydehavn, deponeringsområde</i>	17
2.7	Endring av strøm	18
3	Vurderinger av spredningsrisiko	19
3.1	Risiko for partikkelspredning ved tiltak	19
3.1.1	<i>Galten, utdypingsområde</i>	21
3.1.2	<i>Galten, deponeringsområde</i>	21
3.1.3	<i>Eydehavn, utdypingsområde</i>	21
3.1.4	<i>Eydehavn, deponeringsområder</i>	22
3.2	Andre vurderinger	22
4	Referanser	23
	Vedlegg A – Fullstendig analyserapport fra akkreditert laboratorium – Slaggprøver	24

1 Innledning

Kystverket planlegger utdyping hovedleden inn til Arendal i Galtesund, og ved Eydehavn (også omtalt som Tromøysund). I den forbindelse ønsker Kystverket å få vurdert omfang av løsmasser og berg, samt dokumentere innhold av miljøgifter i løsmassene. Kystverket ønsker også å få vurdert endringer i strømforhold ved og i nærheten av lokalitetene, som følge av utdypingen.

Norconsult har på oppdrag av Kystverket, utført miljø- og geotekniske undersøkelser i disse tiltaksområdene. Dette dokumentet har som hensikt å oppsummere resultatene fra undersøkelsene og vurderingene utført i prosjektet.

Følgende enkeltrapporter sammenfattes i foreliggende dokument:

- 20211123 Innseiling Arendal. Rapport Norsk Maritimt museum
- 52102613-RIM1: Vurdering av løsmasser og fjell, versjon J01
- 52102367-RIM01: Håndtering av overskuddsmasser fra utdyping innseiling Arendal J02
- 52102613-RIM3: Miljøteknisk sedimentundersøkelse av Galten og Eydehavn, versjon J02
- 52102613-RIM4: Kartlegging naturmangfold, versjon J05
- 52102613-RIM5: Strømmålinger, J04
- 52102613-RIG-R01: Geotekniske grunnundersøkelser - undersøkelser og analyser, J02
- 52102613-RIM7: Vurdering av endringer i strømforhold, J02

I tillegg har Norsk Maritimt museum undersøkt om det er kulturminner i de aktuelle områdene som vil påvirkes av tiltakene.

1.1 Bakgrunn

Det er planlagt utdyping ved to områder, Galten og Eydehavn, i innseilingen til Arendal, Agder fylke. I tillegg vurderes potensielle deponeringsområder nær Galten (deponeringsområde A) og nær Eydehavn (deponeringsområde E), se Figur 1. Flere deponiområder har vært vurdert underveis [1].

De planlagte utdypingene i Galten og ved Eydehavn, er for å redusere risiko for ulykker ved innseilingen til Arendal.

Ved Galten planlegges det utdyping til kote -10,5 m, med et mudringsvolum på ca. 3 100 m³. Ved Eydehavn planlegges det utdyping til kote -12 m, og vil utgjøre et volum på ca. 26 650 m³. Forurensede overskuddsmasser planlegges levert på godkjent deponi, mens rene overskuddsmasser planlegges benyttet til samfunnsnyttige formål. Hvis det ikke er mulig å benytte de rene massene, så ønsker Kystverket å ha vurdert og undersøkt potensielle deponiområdet nær utdypingsområdene.

For Galten ble kun ett potensielt deponeringsområde undersøkt, mens for Eydehavn ble tre potensielle områder undersøkt. Det var lite som skilte de tre områdene ved Eydehavn ut ifra de miljøtekniske undersøkelsene. Det planlegges bygging av batterifabrikk i Arendal, og det er vurdert plassert inntaksledning og utslippsledning vest for Eydehavn. For å unngå konflikt med dette, ble deponeringsområde øst for Eydehavn valgt til videre undersøkelser og vurderinger.

Sedimentene i Arendal havn er forurensset pga. blant annet tidligere smelteverk ved Eydehavn. Det har vært gjort miljøtiltak i sedimentene i flere områder i Arendal, men det har ikke vært utført miljøtiltak i utdypingsområdene [2].

Figur 1 viser plassering av utdypings- og potensielle deponeringsområder.

Hovedrapport

Innseiling Arendal

Oppdragsnr.: 52102613 Dokumentnr.: RIM6 Versjon: J02

Oppdragsgivers ref.: 32601794



Figur 1: Oversiktskart av Galtesund (blått felt til venstre og vurdert deponiområde A) og Eydehavn (blått felt til høyre og vurdert deponiområde E).

2 Utførte undersøkelser

2.1 Kulturminner. Norsk Maritim Museum (NMM)

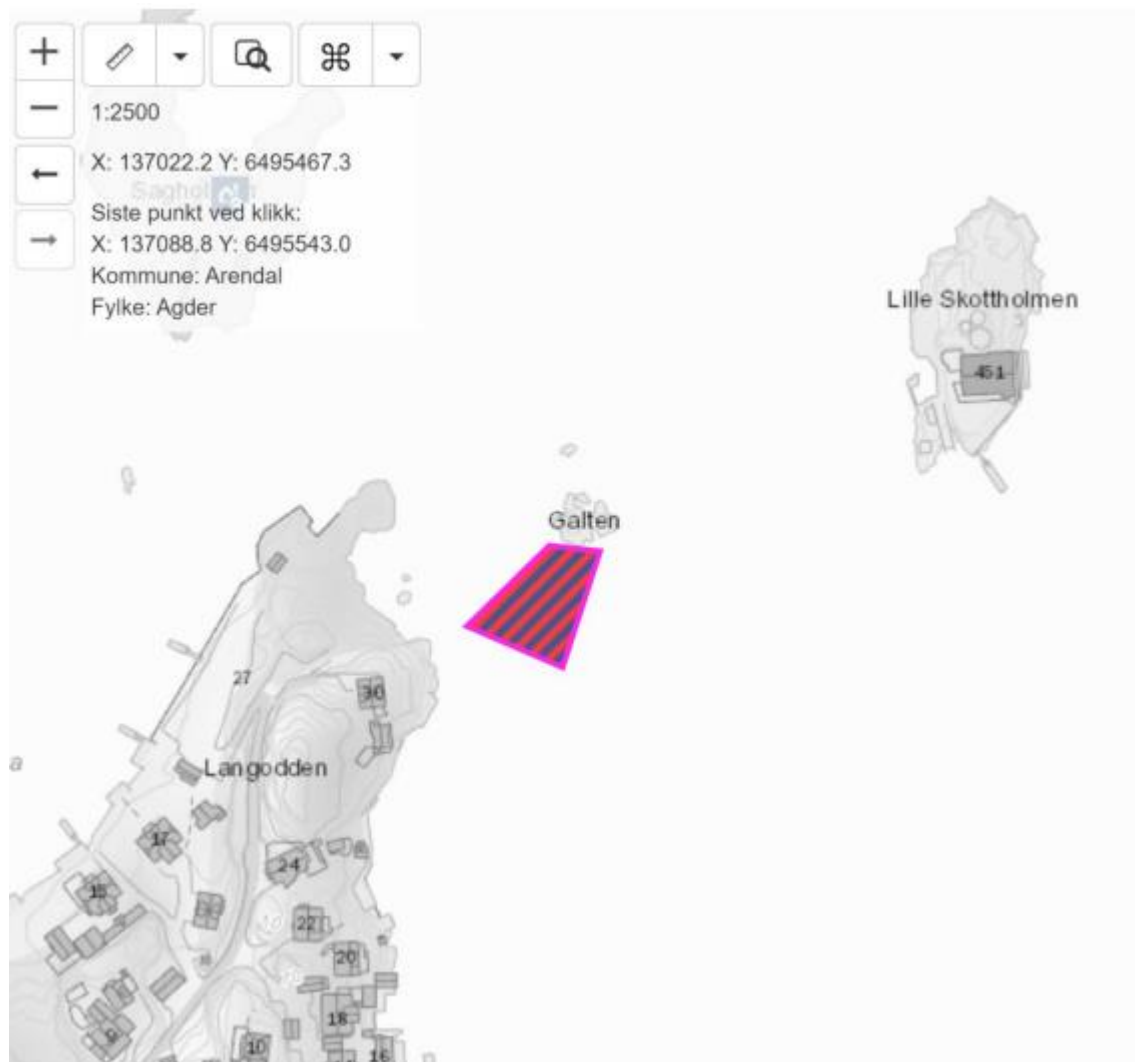
Norsk Maritimt Museum (NMM) gjennomførte en registrering av tiltaksområdene i mai 2021. Registreringen ble gjennomført med sidesøkende sonar og dykkere.

I følge NMM består Galten hovedsakelig av fjell med en steinur ut i leia. Det ble ikke observert kulturhistorisk materiale i tiltaksområdet på østsiden av Galten. På innsiden og syd for Galten er det et skjellsandområde med typisk havnemateriale fra 1700- og 1800-tallet, NMM funnr. 20241. Funnet er relatert til de gamle fortøyningsringene på Galten og Hisøy. Området er avgrenset og lagt inn i *Askeladden*, den nasjonale kulturminnedatabasen, med ID 278069, Figur 3.

NMM undersøkte også potensielt deponeringsområdet ved Galten, med hensyn til større skipsvrak uten å gjøre funn. NMM har opplysninger om at det skal befinne seg et stokkanker i det området, men informasjonen er anekdotisk og så lite spesifikk at det vil kreve uforholdsmessig mye ressurser å følge det opp. NMM anser derfor deponeringsområdet som avklart.

Ved Eydehavn går det en fjellrygg med lommer av sediment. Utenfor fjellrabben mot leia er det spredt skjellsand over gytje/leire fra ca. 12 m dyp og nedover. På fjellet, og i nedkant av dette, er det spredte forekomster av ballastflint, men ikke i en slik mengde at det utgjør et fast kulturminne. I kant av grunnen, på ca. 12,5 m dyp, fant NMM en øks fra bronsealderen blant spredt ballastflint, NMM funnr. 20240. Holkeøksen i bronse er hel og velbevart, men er preget av at den har ligget lenge på sjøbunnen. Typen tilskrives eldre bronsealder periode III, dvs. 1300-1100 f.Kr. Denne velbevarte holkøksen i bronse er den første metallgjenstanden fra forhistorisk tid NMM har funnet i norske farvann. Funnstedet forutsetter at øksen har kommet dit med et fartøy: Forlishypotesen og ballasthypotesen. NMM kunne ikke påvise noe som støtter hypotesen om et forlis, og heller ikke noe som indikerer at holkøksen kan være et offerfunn. NMM konkluderer følgelig med at ballasthypotesen er den mest sannsynlige.

NMM har undersøkt et potensielt deponeringsområde, men dette overlapper ikke med deponeringsområdet Norconsult endte med å anbefale. Derfor gjenstår kulturminneundersøkelser av det valgte deponeringsområdet ved Eydehavn.



Figur 2 Utsnitt fra Askeladden ID 278069, hentet fra NMMs rapport. [3]

2.2 Vurdering av hardbunn eller løsmasser

Norsk Marint Museum (NMM) gjennomførte undersøkelser av utdypingsområdene, for å kartlegge om det finnes kulturminner i området. Geofysiske undersøkelser og vurderinger gjort av NMM ble benyttet som grunnlag for vurderinger av sjøbunnen samt til oppsett av prøvetakingsprogram for miljøteknisk sedimentundersøkelser og geoteknisk prøvetaking. Undersøkelsene av utdypings- og deponiområdet i Galten og Eydehavn ved bruk av undervannsdroner (ROV), ble benyttet til å bekrefte NMMs vurderinger.

Bilder av sjøbunnen ved utdypingsområde i Galtensund og Eydehavn er gitt i rapport fra naturmangfoldundersøkelser (52102613-RIM4) [4].

2.2.1 Galtesund

Ifølge grunnlag fra NMM er det ved Galten registrert fjell ned til ca. 20 m dybde, før sjøbunn hovedsakelig utgjør løsmasser. Det planlegges utdyping ned til kote -10,5 m iht. sjøkartnull og det er dermed ingen løsmasser i utdypingsområdet. Flere detaljer er beskrevet i notat om vurderinger av løsmasser og fjell i utdypingsområdene [5]

I naturmangfoldundersøkelsen er det observert hardt substrat i hele området. Det vestlige utdypingsområdet var ned til kote - 9 m relativt bratt ned mot dypet. Ved kote -9 m vanndybde flater sjøbunnen ut og er dekket med løse stein i diverse størrelse. Helning mot dypet er brattere mot sør. Utdypingsområdet mot øst har en bratt helning ned mot dypet langs hele det undersøkte området.

Geotekniske undersøkelser ved Galtesund utgikk på bakgrunn av foreliggende konklusjon i vurdering av sjøbunnsforhold.

2.2.2 Eydehavn

Ved Eydehavn registrerte NMM en fjellrygg med lommer av sediment (noen centimeter mektighet) ned til ca. 12 m dyp. Utenfor fjellryggen (mot leia) er det skjellsand over gytje/leire fra ca. 12 m dyp og nedover. I Eydehavn skal det utdypes ned til -12 m iht. sjøkartnull.

Naturmangfoldundersøkelsene ved Eydehavn utdypingsområde dokumenterer lignende sjøbunnshabitat som observert i Galtesund. Hele området ble registrert som hardbunn. Det er relativt bratt berg ned til kote - 12 m til -15 m. Deretter ble det observert sandbunn.

Området har ble anbefalt for geotekniske undersøkelser, for å kartlegge mengde løsmasser.

2.3 Miljøteknisk sedimentundersøkelse

Hensikten med prøvetakingen var å kartlegge kjemisk innhold i løsmassene og kartlegge kornfordelingen i sedimentene, for å kunne vurdere miljørisiko forbundet med utføring av tiltakene (utdyping og ev. deponering). Ved prøvetaking ble det funnet slaggklumper. Tre av disse klumpene ble analysert for en rekke uorganiske forbindelser. Dette er presentert i delkapittel 2.3.3.

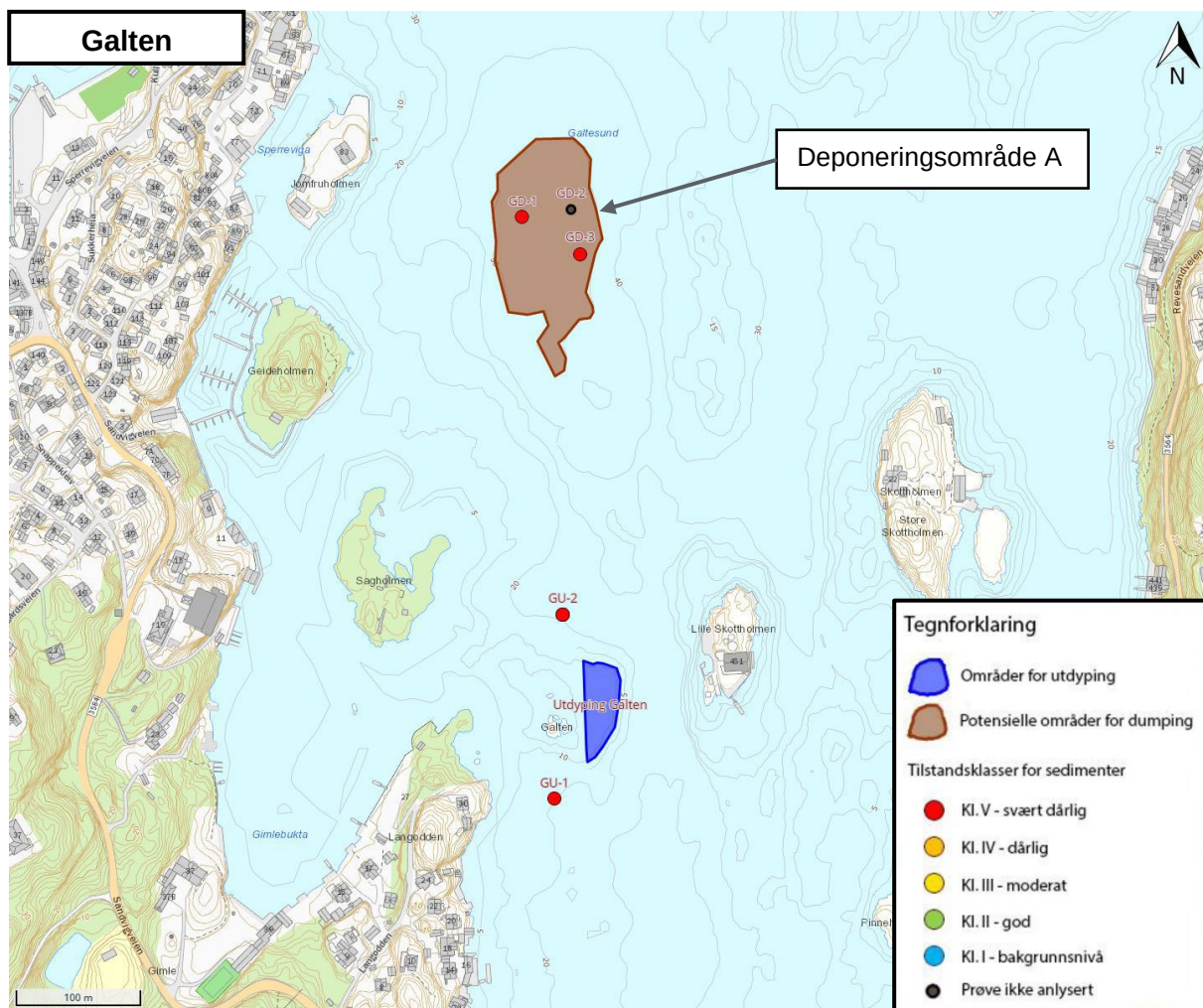
2.3.1 Galtesund

I Galtesund ble det tatt to prøver rett utenfor utdypingsområdet, da det ikke var mulig å ta prøver innenfor utdypingsområdet, samt tre prøver fra potensielt deponiområde. Begge prøvene tatt utenfor utdypingsområdet, samt to av prøvene fra potensielt deponiområde ble analysert for prioriterte miljøgifter iht. gjeldende veiledere.

Sedimentundersøkelser viser at sedimentene rett nord og sør for utdypingsområdet i Galten er forurensset av polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) og tungmetaller (kvikksølv, bly og sink), samt tributyltinn (TBT). PAH er registrert i konsentrasjoner tilsvarende tilstandsklasse V (svært dårlig), mens kvikksølv er registrert i tilstandsklasse IV (dårlig). Andelen silt og leire er på 35-46 % i prøvene. TOC er på 2,5-3,3 % TS.

Deponiområdet ved i Galten har en miljøtilstand som tilsvarer også tilstandsklasse V (svært dårlig) basert på konsentrasjonene av kvikksølv. Området har også høye konsentrasjoner av kobber, PAH og TBT, samt arsen, bly og sink. Andelen silt og leire er på 48-66 %. TOC varierer fra 6,6-10,3 % TS i de undersøkte prøvene.

Se Figur 3 for høyeste registrerte tilstandsklasse for undersøkte prøvepunkter ved Galten.



Figur 3: Lokalisering av prøvestasjoner tatt ved utdypings- og vurdert deponeringsområde i Galten. Resultater er illustrert med høyeste påvist tilstandsklasse i sedimentet og er fargekodet iht. veileder M-608 [6].

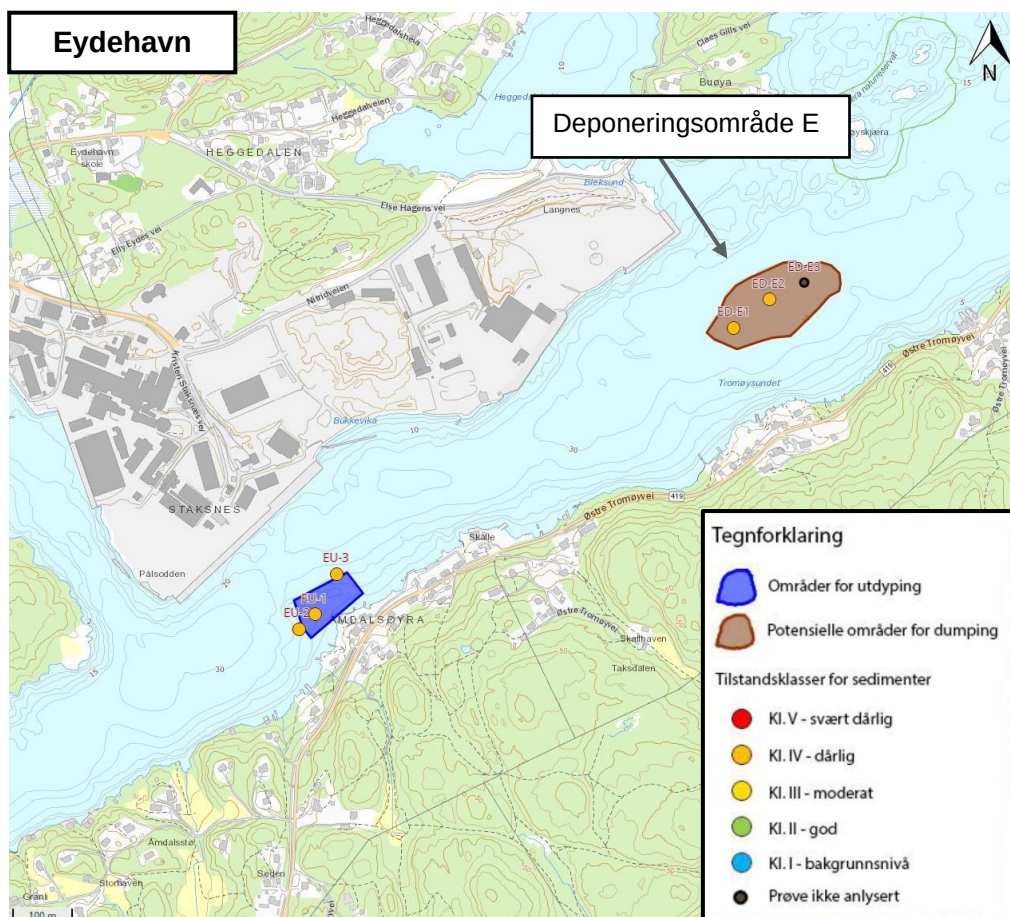
2.3.2 Eydehavn

For området Eydehavn ble det samlet tre prøver ved utdypingsområdet, og totalt tre prøver fra deponiområdet. Alle prøvene fra utdypingsområdet ble analysert, mens kun to prøver fra det potensielle deponeringsområdet ble analysert.

Sedimentene i utdypningsområdet i Eydehavn er forurensset av PAHer opp imot tilstandsklasse IV (dårlig), TBT i tilstandsklasse III (moderat). Analysene viser imidlertid ikke nevneverdig forurensning av tungmetaller. Sedimenter fra dette området er, ifølge feltobservasjoner, mer sandige enn ved Galten. Sedimentet har også et innhold av silt og leire (finstoff) som tilsvarer 14-24 %. TOC er på 0,7-1,7 % TS.

I sedimentene i deponiområde er det påvist konsentrasjoner av TBT og PAH i tilstandsklasse IV (dårlig). Andelen silt og leire er på 80-96 %. TOC er på 3,1-3,2 % TS.

Plassering av prøvepunkter og høyeste påviste tilstandsklasse er gitt i Figur 4.



Figur 4 Lokalisering av prøvestasjoner tatt ved utdypings- og vurdert deponeringsområde i Eydehavn. Resultater er illustrert med høyeste påviste tilstandsklasse i sedimentet og er fargekodet iht. veileder M-608 [6].

2.3.3 Slaggprøver

Under sedimentundersøkelsen ble det funnet slaggbiter ved flere prøvestasjoner. Slaggbiter fra tre områder ble sendt til analyse; deponeringsområde i Eydehavn (prøve ED-E-S), utdypingsområde- (GU-S) og deponeringsområde (GD-S) i Galten. Det henvises til oversiktskart over alle de undersøkte områdene i kapittel 1.1 (Figur 1).

Prøvene ble analysert for en rekke uorganiske forbindelser (bl.a. tung- og jordalkalimetaller). For komplett oversikt over alle analyseparametere se Tabell 1 nedenfor. Analyserapporter er vedlagt (vedlegg A).

Tabell 1: «Askeprøver» fra slaggbiter funnet i sedimenter fra feltarbeid i perioden 21.-24.06.2021. For parametere med normverdi er klassifisert med tilstandsklasser iht. fargekoding i M-608 [6]. Se også klassifiseringssystem nederst i tabell.

Undersøkt parameter	Enhet	Prøvestasjon		
		ED-E-S	GU-S	GD-S
Arsen (As)	mg/kg TS	10	13	19
Bly (Pb)	mg/kg TS	40	14	29
Kadmium (Cd)	mg/kg TS	0,26*	0,29*	0,26*
Kobber (Cu)	mg/kg TS	72	11	140
Krom (Cr)	mg/kg TS	100	14	56
Kvikksølv (Hg)	mg/kg TS	0,15	0,0255	0,15
Nikkel (Ni)	mg/kg TS	65	10	26
Sink (Zn)	mg/kg TS	52	40	190
Aluminium (Al)	mg/kg TS	100000	11000	13000
Antimon (Sb)	mg/kg TS	< 2,6	< 2,9	< 2,6
Barium (Ba)	mg/kg TS	1700	150	160
Beryllium (Be)	mg/kg TS	6	< 2,9	< 2,6
Bor (B)	mg/kg TS	110	< 26	< 24
Fosfor (P)	mg/kg TS	2000	720	5600
Jern (Fe)	mg/kg TS	68000	13000	23000
Kalium (K)	mg/kg TS	19000	3200	2400
Kalsium (Ca)	mg/kg TS	41000	350000	7700
Kobolt (Co)	mg/kg TS	42	3,2	21
Magnesium (Mg)	mg/kg TS	12000	3200	2200
Mangan (Mn)	mg/kg TS	460	370	140
Molybden (Mo)	mg/kg TS	< 21	< 23	< 21
Natrium (Na)	mg/kg TS	12000	5000	4400
Silisium (Si)	mg/kg TS	190000	27000	27000
Tinn (Sn)	mg/kg TS	4,2	< 2,9	3
Titan (Ti)	mg/kg TS	6200	690	570
Vanadium (V)	mg/kg TS	210	30	25
Fuktinnhold	%	27	32,5	29,7
Uforbrent andel	% TS	4,3	<0,1	4,8

* Verdi under deteksjonsgrense – Halv konsentrasjon benyttet ved klassifisering.

Tilstandsklasse (TK) iht. M-608	Ingen TK	1	2	3	4	5
---------------------------------	----------	---	---	---	---	---

Resultater viser forurensing av kobber opptil tilstandsklasse IV (dårlig) i én av sedimentprøvene, og tilstandsklasse III (moderat) for arsen og sink i prøven GD-S, og tilsvarende for nikkel i prøven ED-E-S. I tillegg er det påvist høye konsentrasjoner av andre uorganiske forbindelser, som bl.a. aluminium (100 000 mg/kg eller 10 %), kalsium (350 000 mg/kg eller 35 %), titan (6 200 mg/kg eller 0,6 %) m.m. i alle de analyserte prøvene. Disse parameterne er ikke klassifisert da det ikke foreligger tilstandsklasser for disse iht. Miljødirektoratets veileder M-608 [6].

Søk i Miljødirektoratets database Vannmiljø (18.12.2021) viser at det har blitt registrert konsentrasjoner av aluminium i 645 sedimentprøver. 632 av disse prøvene har konsentrasjoner av aluminium lavere enn 100 mg/kg, 12 prøver har konsentrasjoner mellom 1 000-10 000 mg/kg, og én prøve har konsentrasjon på 29 000 mg/kg. Prøven med høyest målt konsentrasjon er tatt i Tromøysundet i Arendal. De andre 12 prøvene med konsentrasjon av aluminium over 1 000 mg/kg aluminium er tatt utenfor Mongstad som en del av overvåking av påvirkning fra industri [7]. Det vil si at klumpen med høyest konsentrasjon av aluminium inneholder mer en tre ganger høyere andel aluminium enn tidligere registrert i sedimentprøver. Prøvene som har blitt analysert tidligere har vært av sediment og ikke av klumper av slagg funnet på sjøbunnen, og er derfor ikke direkte sammenlignbar. Resultatene viser allikevel at klumpen ikke hører til i området naturlig, men har blitt tilført.

I Vannmiljø er det registrert 65 sedimentprøver som er analysert for kalsium. Kun fem av disse prøvene har konsentrasjoner høyere enn 100 000 mg/kg, og kun én prøve har høyere konsentrasjon av kalsium enn det som er registrert i klumpen funnet i utdypingsområdet i ved Galten [7].

For titan er det registrert 125 sedimentprøver i Vannmiljø. Prøven med høyest registrert konsentrasjon av titan i Vannmiljø har 3956 mg/kg titan, og er tatt rett nord for Verdalen i Børgin pollen i 2021 av NGU [7]. Klumpen funnet i deponiområdet ved Eydehavn, inneholder mer enn 50% mer titan, enn det høyeste som har blitt registrert i Vannmiljø til nå.

I Arendal havneområde finnes det flere historiske kilder, som bl.a. fabrikker tilknyttet *Arendal smelteverk* (produksjon av silisium) og *Det Norske Nitrideselskap* (produksjon av aluminium) [8]. I forbindelse med denne tidligere aktiviteten har det blitt gjennomført omfattende oppryddingsarbeid [2].

Det er sannsynlig at de analyserte klumpene stammer fra tidligere industriaktivitet i havneområdet. Norconsult har ikke kjennskap til om det er utført dumping av industriavfall i de undersøkte områdene, men tilstedeværelsen av slaggklumper i det potensielle deponeringsområder ved Galten sannsynliggjør at det har vært dumpet industriavfall i området, da området ligger for langt unna de kjente industriområdene til at det kan ha vært en spredning.

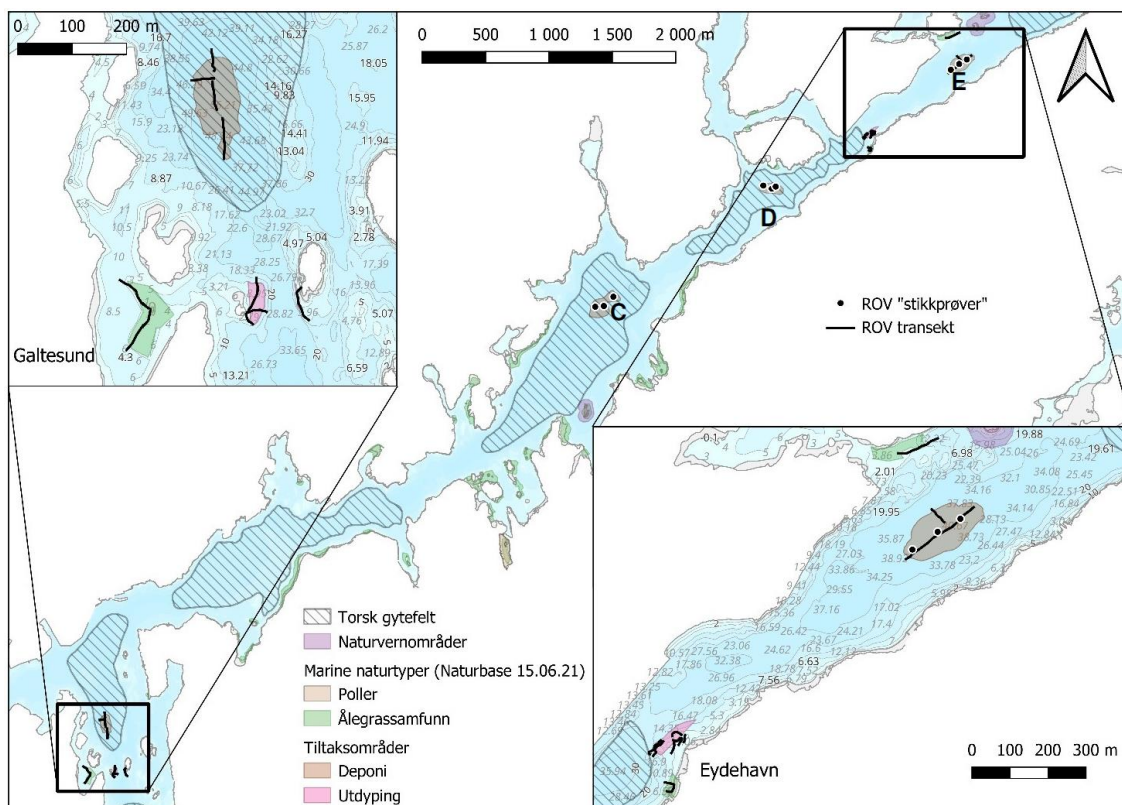
2.4 Vurdering av naturmangfold

Vurdering av naturmangfold og kjente naturtyper ble gjort i juni og august 2021 med bruk av ROV. Kartleggingen gikk ut på å filme sjøbunnen etter planlagte transekter. Transektene er vist i Figur 5. Opplysninger fra ROV-undersøkelser har også blitt benyttet for å vurdere behov for geotekniske grunnundersøkelser i utdypingsområdene.

Det ble imidlertid ikke observert viktige naturressurser i de planlagte utdypings- eller de potensielle deponeringsområdene. I utdypingsområdene vil naturressurser bli skadet/fjernet, men det forventes reetablering av samme naturtype, siden bunnsubstratet ikke endres. I dag er det fjell i området, og det sammen vil være etter utdypingen.

Ved deponering i de potensielle deponeringsområdene, vil bunnsbunnet endres fra bløtbunn til stein. Dette gjelder kun de begrensede områdene hvor steinen ev. dumpes. Det er registrert bløtbunn over store arealer i innseilingen til Arendal.

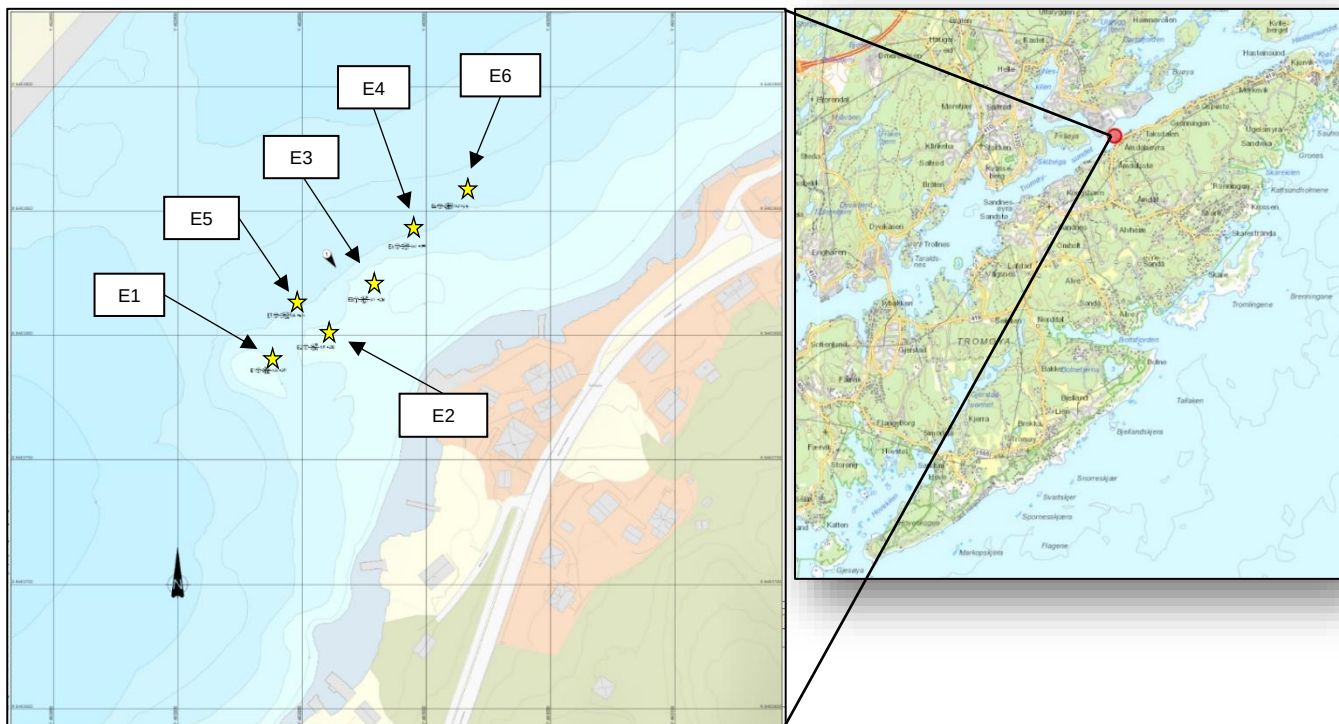
For mer detaljerte vurderinger, samt utvalgte bilder tatt av bl.a. ålegrasforekost i Eydehavn-området og Galten henvises det til fullstendig rapport for kartlegging naturmangfold (52102613-RIM) [4].



Figur 5: Kart viser kjente naturtyper for utdypings- og vurderte deponiområder ved Galten og Eydehavn, samt plassering av transekter og «stikkprøver» som ble undersøkt ved videofilming vha. fjernstyrt undervannsfarkost. Hentet fra rapport for naturmangfoldundersøkelser [4]. Merk at deponiområde C og D ikke er tatt med i videre vurderinger.

2.5 Geotekniske undersøkelser, Eydehavn

Geotekniske grunnboringer ble utført av Norconsult Boretteknikk AS ved utdypingsområde ved Eydehavn. Totalt seks borrepunkt ble undersøkt ved hjelp av totalsondering. Hensikten med undersøkelsene var å kartlegge mektigheten av løsmasser i området, og resultater fra disse punktene varierer fra ca. 0,2 m (E1 og E4) til ca. 10 m (E5 og E6) over tolket bergnivå. I posisjon E6 er det registrert et parti på ca. 1 m tykkelse fra 5-6 m under sjøbunn som indikerer løse/bløte løsmasseavsetninger. For oversikt over borrepunkter se Figur 6.



Figur 6: Kart som viser borrepunkter utført ved utdypingsområde E ved Eydehavn, hvor gule stjerner fremhever plassering av borrepunkter ved geoteknisk undersøkelser.

For komplett felt- og borrelogg se rapport med rapportnummer: 5210261-RIG-R01 [10].

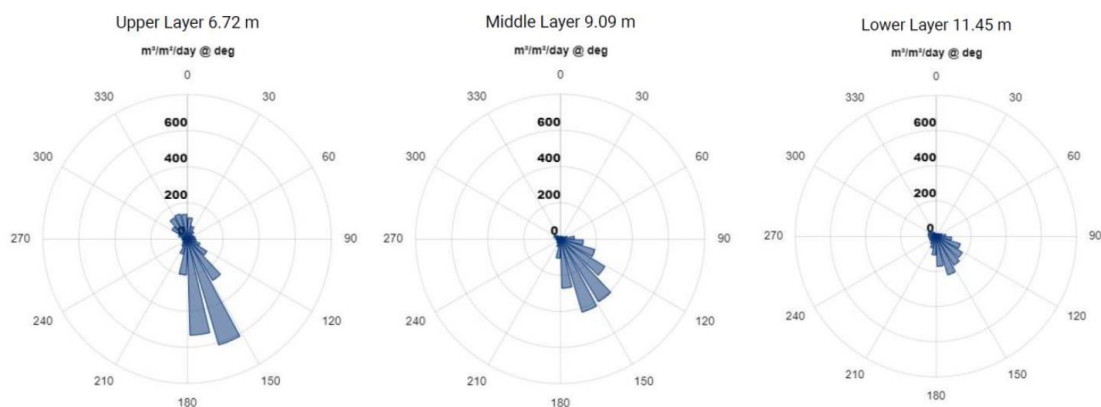
Ut ifra resultatene fra de geotekniske undersøkelsene er der beregnet at det er ca. 2 000 – 2 500 m³ løsmasser som planlegges fjernet ved utdypingsområdet ved Eydehavn.

2.6 Strømmålinger

Strømmålinger har blitt utført ved utdypings- og potensielle deponeringsområder i både Galtesund og ved Eydehavn. Målingene ble utført i to runder, i Galtesund fra juni til august, og ved Eydehavn fra august til september 2021.

2.6.1 Galtesund, utdypingsområde

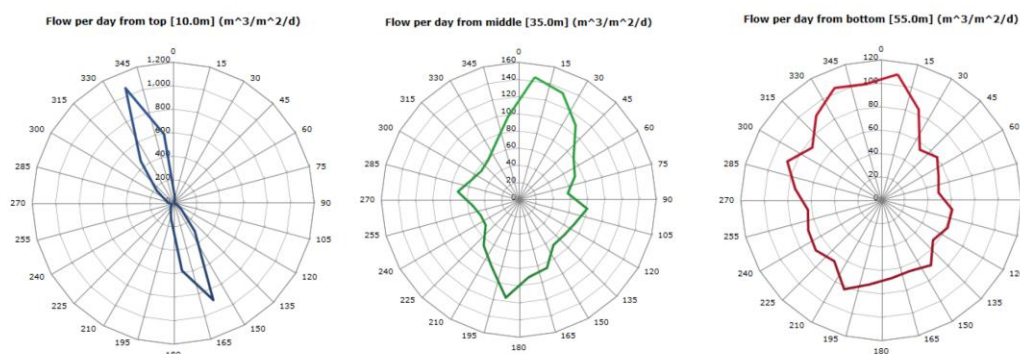
Strømmåler ble utplassert på 13,5 m dyp, og målte strømhastighet og -retning ved 6, 9 og 11 m dyp. Strømmålingene viser en vanntransport sørover, ut Galtesundet. Høyest vanntransport er målt i de øvre lagene. Målt vanntransport er gitt i Figur 7. For flere detaljer, se egen rapport for strømmålinger (52102613-RIM5) [9].



Figur 7: Rosediagram som viser hovedretning for vanntransport ved tre vanndybder ved Galtesund utdypingsområde. Kilde: Rapport - Kartlegging naturmangfold (52102613-RIM4) [9].

2.6.2 Galtesund, deponeringsområde

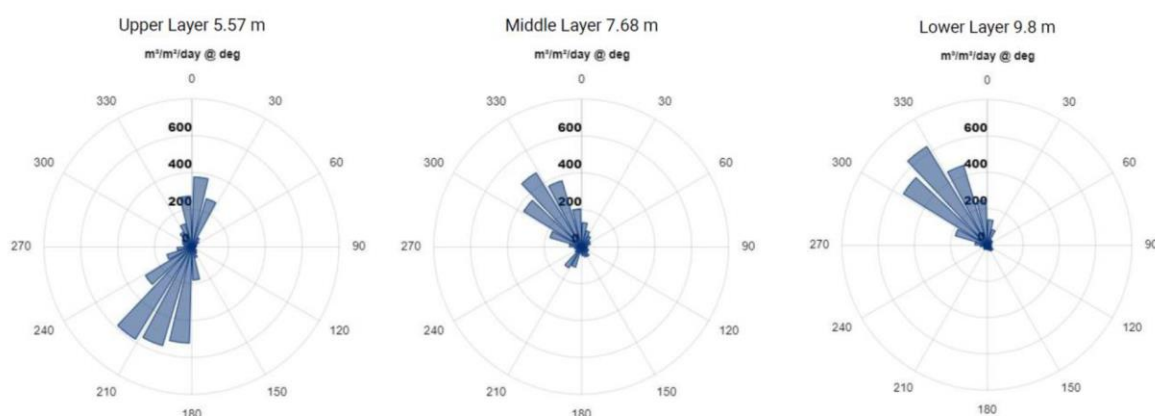
Strømmåler ble utplassert på 57,4 m dyp, og målte strømhastighet og -retning gjennom hele vannsøylen. Data ved 10, 35 og 55 m dyp har blitt analysert. Resultater er gitt Figur 8, og viser at overflatelaget er påvirket av tidevannet og har en alternerende inn og ut transport. Den høyeste transporten er målt i overflaten. Lengre ned i vannsøylen reduseres vanntransporten og retningen blir mer variert. Ved bunnen er det målt lav gjennomsnittshastighet på 2 cm/s, med stor variasjon i strømrretning. Dette tyder på at det er lite bevegelse i vannet ved bunnen i det potensielle deponeringsområdet i Galtesund.



Figur 8: Rosediagram som viser hovedretning for vanntransport ved tre vanndybder ved Galtesund deponeringsområde. Kilde: Rapport - Kartlegging naturmangfold (52102613-RIM4) [9].

2.6.3 Eydehavn, utdypingsområde

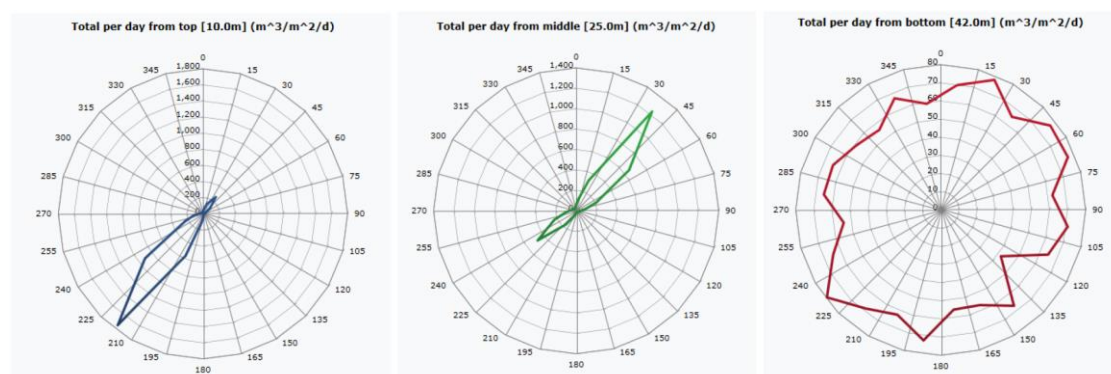
Strømmåler ble utplassert på 11,7 m dyp, og målte strømhastighet og -retning ved 5, 7 og 9 m dyp. Målt vanntransport er gitt i Figur 9, og viser at det er en innadgående vanntransport i de øvre vannmassene og en utadgående vanntransport i de dypere vannmassene. Den høyeste vanntransporten er målt i de øvre vannmassene.



Figur 9: Rosediagram som viser hovedretning for vanntransport ved tre vanndybder ved Eydehavn utdypingsområde. Kilde: Rapport - Kartlegging naturmangfold (52102613-RIM4) [9].

2.6.4 Eydehavn, deponeringsområde

Strømmåler ble utplassert på 44,1 m dyp, og målte strømhastighet og -retning gjennom hele vannsøylen. Data ved 10, 25 og 42 m dyp har blitt analysert. Resultater er gitt i Figur 10, og viser i hovedsak innadgående vanntransport i de øvre lagene, utadgående vanntransport i de midtre lagene og relativt stillestående vann ved bunnen. Høyeste vanntransport er målt i overflaten.



Figur 10: Rosediagram som viser hovedretning for vanntransport ved tre vanndybder ved Eydehavn deponiområde. Kilde: Rapport - Kartlegging naturmangfold (52102613-RIM4) [9].

2.7 Endring av strøm

Både i Galtesund og Tromøysund medfører utdyping sannsynligvis noe økt vannutveksling da innsnevringssområder som begrenser utvekslingen mellom kysten og indre deler av sundene åpnes mer opp. Økningen i utveksling vil være liten og det forventes små endringer i strømhastigheter, henholdsvis 2-3% og 11% i Galtesund og ved Eydehavn. Ved Eydehavn vil trolig utdypingen føre til mer uniforme strømforhold med færre virvler i overflaten og nær utdypingsområdet.

Strømendringene antas ikke å ha vesentlig effekt i forhold til båttrafikken i området. I overflatevannet er det stor variabilitet i vind og ferskvannstilførsel, og det er derfor usikkert om det er mulig å påvise endringer av strømforhold ved sammenligning av målinger før og etter utførelse av tiltaket.

3 Vurderinger av spredningsrisiko

I dette kapitlet er det foretatt en vurdering av spredningsrisiko (mtp. forurensing) som følger av de planlagte tiltakene i Galtesund og ved Eydehavn. Det er identifisert ulike risikofaktorer. Disse er basert på resultater fra utførte undersøkelser. Med grunnlag i dette er følgende aktiviteter og risikofaktorer vurdert:

- ❖ Mudring/graving i løsmasser:
 - Oppvirvling av forurensende løsmasser under mudringstiltak.
- ❖ Sprengning og graving i fjell:
 - Oppvirvling av gjenværende forurensende løsmasser etter utført mudring.
 - Oppvirvling av finpartikulært materiale fra sprengsteinmasser og ev. skade på biota.
- ❖ Deponering av fjellmasser (fra utdypingsområder) innenfor planlagt deponeringsområder:
 - Spredning av finpartikulært materiale fra sprengsteinmasser og ev. skade på biota.
 - Oppvirvling av stedlige forurensende masser ved deponering av sprengsteinmasser.

I kommende delkapittel vil spredningsrisiko for de ulike delaktivitetene vurderes og beskrives.

3.1 Risiko for partikkelspredning ved tiltak

Tiltak i sjøbunn vil alltid medføre en risiko for oppvirvling av partikler. Slik oppvirvling kan utgjøre risiko for spredning av ev. forurensning som er partikkelbundet i sedimentet. Ulike størrelsesfraksjoner av partikler i sedimentet (sand, silt, leire osv.) har ulikt spredningspotensial, samt ulik evne til å binde miljøgifter. Partikler i leirfraksjonen ($\leq 2\mu\text{m}$) antas å bidra mest til transport av partikkelbundne miljøgifter og er den fraksjonen av bunnsedimentet som holder seg lengst i suspensjon [11]. Partikkelstørrelse har dermed stor innvirkning på reelt spredningspotensialet og ev. risiko for miljøet.

For å begrense spredning av forurensing er det ønskelig at suspendert stoff sedimenterer raskt. Oppvirvling og mobilisering av sedimenter kan føre til skade på viktige naturverdier som følge av nedslamming og hindring av lys, også ved suspensjon av rene masser [12].

I forbindelse med sprengning og deponering av sprengsteinmasser vil i finstoffet i hovedsak bestå av rene partikler. Disse kan være spisse og fiberlignende, og kan utgjøre en risiko for filtrerende organismer [13].

Tabell 2 sammenfatter resultater fra utførte undersøkelser. Spredningsvurderinger gjort for utdypingsområder, samt vurderte deponeringsområder ved Galten og Eydehavn er presentert i kommende kapitler 3.1.1 – 3.1.4.

Hovedrapport

Innseiling Arendal

Oppdragsnr.: 52102613 Dokumentnr.: RIM6 Versjon: J02

Oppdragsgivers ref.: 32601794

Tabell 2: Relevante opplysninger hentet fra utførte undersøkelser.

Delområde	Andel TOC og kornfordeling (min-maks, % TS)			Kjemisk forurensing*		Utvalgte strømmålinger**			Kommentar til sammenstilling
	TOC	Silt (2-63 µm)	Leire (<2 µm)	Høyeste påviste tilstandsklasse	Aktuelle parametere	Vanndybde (m)	Maks. hastighet (m/s)	Hovedretning, vanntransport	
Galtesund utdypingsområde	2,5–3,3	32,4–45,7	2,8–3,1	V (Svært dårlig)	Antracen, Fluoraten, sum PAH ₁₆	6,7 (11,5)	0,17 (0,09)	Sør, sørøst (sørøst)	Middels innhold av finstoff i prøvene tatt like utenfor utdypingsområdet, da det antas hardbunn innenfor selve utdypingsområde.
Galtesund deponeringsområde A	6,6–10,3	43,6–60	4,6–5,5	V (Svært dårlig)	Kvikksølv	10 (55)	0,30 (0,17)	Sørøst/nordvest, vekslende (ingen)	Betydelige mengder finstoff i de undersøkte sedimentene med høy grad av forurensing (bl.a. kvikksølv). Målt strømhastighet ved dypeste målepunkt (55m) viser lav strømhastighet med ingen hovedretning. Målt strømhastighet ved øverste målepunkt (10m) er høyest, med vekslende hovedretning.
Eydehavn utdypingsområde	0,7–1,7	13,4–22,2	<1–1,5	IV (Dårlig)	Enkeltforbindelser av PAH ₁₆	7,7 (9,8)	0,36 (0,18)	Nord, nordvest (ingen endring)	Relativt lavt innhold av finstoff innenfor det undersøkte området, med en høy grad av forurensing. Også relativ høy strømhastighet ved øverste målepunkt (7,7 m), men hastigheten avtar med økt vanndybde.
Eydehavn deponeringsområde E	3,1–3,2	31,3–90,1	2,9–8,2	IV (Dårlig)	Enkeltforbindelser av PAH ₁₆	10 (42)	0,19 (0,12)	Sørvest (Ingen)	Stor variasjon i innhold av silt (og leire) mellom prøvestasjoner. Høy grad av forurensing (alle prøver). Relativ lav strømhastighet ved alle målepunkter (hastigheten avtar med økt dyp).

* Høyeste påviste tilstandsklasse er førende ved håndtering av kjemisk forurensede sedimenter.

** Resultater/målinger gjort i dypereliggende vannmasser er vist i parentes.

3.1.1 Galten, utdypingsområde

For Galten utdypingsområde er det identifisert følgende miljørisiko:

6. Spredning av finpartikulært materiale ved sprengning og utgraving av sprengsteinmasser

Det er risiko for spredning av finpartikulært materiale fra sprengstein som følge av sprengning og utgraving av sprengsteinmasser. Dette kan gi skader på filtrerende biota og nedslamming av området rundt. I tillegg vil det kunne påvirke vannkvaliteten midlertidig, ved økt turbiditet.

Risiko for spredning av partikkelbundet forurensing vurderes som lav, tilknyttet det planlagte tiltaket (utdyping), da området er beskrevet som fjell eller store steiner. Dette medfører begrenset spredningspotensial for oppvirvling og mobilisering av partikkelbundet forurensing fra selve utdypingsområde.

Analyserte sedimenter ved Galten utdypingsområde er tatt utenfor utdypingsområdet. Det antas at disse analyseresultatene likevel representerer eventuelle løsmasser i utdypingsområdet.

Dersom det skulle være en vesentlig større forekomst av løsmasser (og finstoff) på området enn opprinnelig antatt, vil det være en reel risiko for transport av forurensede sedimenter/partikler mot sør/sørøst retning. Partikler større enn 0,6 mm vil sedimentere rask. Mindre partikler (< 0,6 mm) vil kunne transporteres og sedimenteres til i nærliggende områder, hvor strømhastigheten er mindre.

3.1.2 Galten, deponeringsområde

For Galten deponeringsområde (*deponiområde A*) er det indentifisert to operasjoner som utgjør en miljørisiko:

1. Spredning av finpartikulært materiale fra sprengsteinmasser ved deponering av fjellmasser
2. Oppvirvling av stedlige forurensende løsmasser ved deponering av sprengsteinmasser

Finpartikulært materiale fra sprengsteinmasser kan utgjøre en miljørisiko. På grunn av strømmen er risikoen for spredning høyest i overflaten, hvor partiklene vil transporteres sørøstlig og nordvestlig retning, avhengig av tidevann.

Når sprengsteinmassene treffer sjøbunnen, vil stedlige masser virvles opp. De stedlige massene har høyt innhold av finstoff (57%) og er forurensset [14]. Strømmålingene viser at vannhastigheten avtar betydelig ved økt dyp, og hovedretningen for vanntransport endrer seg fra vekslende i de øvre vannmassene til ingen bestemt retning ved 55 m dyp. Dette kan bety at partikler som virvles opp vil sedimentere med en kort radius fra deponeringsområdet, noe som vil begrense spredningen ev. forurensingen fra disse massene.

3.1.3 Eydehavn, utdypingsområde

For Eydehavn utdypingsområde er det identifisert følgende miljørisikoer:

1. Oppvirvling av forurensende løsmasser ved mudring
2. Oppvirvling av gjenværende forurensende løsmasser og finpartikulært materiale ved sprengning og utgraving av sprengsteinmasser.

Resultater fra utførte sedimentundersøkelser viser lav forekomst av finstoff (andel silt og leire) innenfor utdypingsområdet ved Eydehavn, men at prøvetatt sedimentet er forurensset [14]. Det er observert relativt høye verdier for maksimal strømhastighet, selv om at gjennomsnittlig strømhastighet for vannstrøm er omtrent den samme (eller lavere) ved tilsvarende dyp fra de andre undersøkte områdene.

Før sprengning av berget vil sannsynligvis løsmassene bli fjernet ved mudring. Mudringen vil føre til en resuspensjon av sedimentpartikler som kan bli transportert med strømmen.

Utdypingsområdet er i den smaleste delen av sundet ved Eydehavn, og har derfor høyest strømhastighet. Dette har ført til at løsmassene i området er relativt grove. Resuspenderte partikler som en følge av mudringen vil sedimentere når vannet transporteres til et område med mindre strøm. Det blir raskt dypere både i nordøstlig og i sørvestlig retning, og det antas derfor at sedimenteringen vil skje nært utdypingsområdet.

Kjemiske analyser viser at løsmassene er forurensset av en rekke PAH-forbindelser. Konsentrasjonene er lavere enn konsentrasjonene målt i dypere områder både i nordøstlig og sørvestlig retning. En spredning av forurensede partikler fra utdypingsområdet forventes derfor ikke til å gi en dårligere miljøtilstand i nærliggende områder, men vil gi en midlertidig forverring av vannkvaliteten.

Som ved Galten vil sprenging og utgraving av sprengsteinmasser utgjøre en risiko for spredning av finpartikulært materiale fra sprengstein. Dette kan gi skader filtrerende biota og nedslamming av området rundt. I tillegg vil det kunne påvirke vannkvaliteten midlertidig, ved økt turbiditet.

3.1.4 Eydehavn, deponeringsområder

Ved potensielt deponeringsområde i Eydehavn (deponiområde E) er følgende miljørisikoer identifisert:

1. Spredning av finpartikulært materiale fra sprengsteinmasser ved deponering av fjellmasser
2. Oppvirvling av stedlige forurensende løsmasser ved deponering av sprengsteinmasser

Tilsvarende som ved Galten deponiområde er det risiko for spredning av finpartikulært materiale fra sprengsteinmasser som dumpes. Også her er risikoen høyest ved øvre del av vannsøylen. For deponiområdet ved Eydehavn antas det imidlertid å ha et mer begrenset spredningspotensial ettersom makshastighet for vannstrøm er vesentlig lavere (0,19 m/s) sammenlignet med Galten (0,30 m/s).

Videre kan en ev. deponering av sprengsteinmasser innenfor potensielt deponiområde medføre at forurensede masser virvles opp og mobiliseres når sprengsteinmassene treffer sjøbunnen. Strømmålingene viser at strømhastigheten ved bunnen er lav og skiftende. Det betyr at det er lite potensiale for spredning av resuspenderede partikler ved bunnen i det aktuelle deponeringsområdet.

3.2 Andre vurderinger

Det forventes midlertidig negativ effekt på biota under anleggsfasen. Det er ingen registrerte naturverdier som antas vil gå tapt som følge av tiltaksgjennomføringen.

Det vil ikke forekomme en endring av substratet, ettersom dagens type substrat (hardt) forblir det samme etter sprenging. Strømningsmønsteret antas heller ikke å endres signifikant. Derfor forventes det en rekolonisering med tilsvarende fauna som er i områdene i dag etter tiltaket.

Områder med ålegress bør beskyttes mot partikkelspredning fra planlagte tiltakene. Ålegressengene er markert i kartet i Figur 5.

4 Referanser

- [1] Norconsult, «Håndtering av overskuddsmasser fra utdyping innseiling Arendal, dokumentnr.: 52102367-RIM01,» 2021e.
- [2] Arendal kommune (2013), «<https://www.statsforvalteren.no/>,» [Internett]. Available: <https://www.statsforvalteren.no/siteassets/utgatt/utgatt---blokker-aust-agder/dokument-fmaa/miljo-og-klima/forurensning/2013/brosjyre-opprydding-eydehavn.pdf>. [Funnet 29 11 2021].
- [3] Norsk Maritimt Museum, Innseiling Arendal. 2021123, 2021.
- [4] Norconsult, Kartlegging naturmangfold. Arendal innseiling. Kystverket 52102613 RIM-04, 2021b.
- [5] Norconsult, Vurdering av løsmasser og fjell. Kystverket 52102613 RIM-01, 2021a.
- [6] Miljødirektoratet (2016), «Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota (M-608/2016)».
- [7] Miljødirektoratet, «Vannmiljø,» [Internett]. Available: <https://vannmiljo.miljodirektoratet.no/>. [Funnet 18 12 2021].
- [8] NIVA (1996), «Vannkvalitet i kystområdene i Arendal kommune - 1992-1994 [Prosjektnr.: O-92227, ISBN 82-577-2909-4]».
- [9] Norconsult, «Geotekniske grunnundersøkelser. Arendal innseiling - undersøkelser og analyser. Geoteknisk datarapprt, dokumentnr.: 52102613-RIG-R01,» 2021d.
- [10] Norconsult, RIM 05 Strømmålinger Arendal Innseiling 52102613, 2021.
- [11] Miljødirektoratet, «Risikovurdering av forurenset sediment. Veileder M-409/2015,» 2015.
- [12] Miljødirektoratet (2015), «Veileder for håndtering av sediment – revidert 25.mai 2018. Veileder M-350/2015».
- [13] NVE, «Massedeposering av sprengstein i vannforurensningsvirkninger (rapport nr. 29, ISBN: 82-410-0358-7),» 1998.
- [14] Norconsult, Miljøteknisk sedimentundersøkelse av Galten og Eydehavn. Innseiling Arendal. Kystverket. RIM-03, 2021c.

Vedlegg A – Fullstendig analyserapport fra akkreditert laboratorium – Slaggprøver

Norconsult AS avd Trondheim
 Klæbuveien 127
 7031 Trondheim
Attn: Anita Whitlock Nybakk

AR-21-MM-096624-01**EUNOMO-00309800**

Prøvemottak: 01.10.2021

Temperatur:
Analyseperiode: 01.10.2021-20.10.2021

Referanse: 52102613 Arendal slagg

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.: 439-2021-10010372	Prøvetakingsdato: 25.08.2021				
Prøvetype: Aske	Prøvetaker: aninyb				
Prøvemerkning: ED-E-S	Analysestartdato: 01.10.2021				
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Arsen (As)	10	mg/kg TS	2.5	25%	SS-EN ISO 13656:2003/ SS-EN ISO 17294-2:2016
a) Bly (Pb)	40	mg/kg TS	1	20%	SS-EN ISO 13656:2003/ SS-EN ISO 17294-2:2016
a) Kadmium (Cd)	< 0.51	mg/kg TS	0.5		SS-EN ISO 13656:2003/ SS-EN ISO 17294-2:2016
a) Kobber (Cu)	72	mg/kg TS	20	20%	SS-EN ISO 13656:2003/SS-EN ISO 11885:2009
a) Krom (Cr)	100	mg/kg TS	2.5	25%	SS-EN ISO 13656:2003/ SS-EN ISO 17294-2:2016
a)* Kvikksølv (Hg)	0.15	mg/kg TS	0.05	25%	SS 028150:1993/ SS-EN ISO 17852:2008mod
a) Nikkel (Ni)	65	mg/kg TS	2.5	35%	SS-EN ISO 13656:2003/ SS-EN ISO 17294-2:2016
a) Sink (Zn)	52	mg/kg TS	50	25%	SS-EN ISO 13656:2003/SS-EN ISO 11885:2009
a) Aluminium (Al)	100000	mg/kg TS	100	25%	SS-EN ISO 13656:2003/SS-EN ISO 11885:2009
a) Antimon (Sb)	< 2.6	mg/kg TS	2.5		SS-EN ISO 13656:2003/ SS-EN ISO 17294-2:2016
a) Barium (Ba)	1700	mg/kg TS	50	30%	SS-EN ISO 13656:2003/SS-EN ISO 11885:2009
a) Beryllium (Be)	6.0	mg/kg TS	2.5	30%	SS-EN ISO 13656:2003/ SS-EN ISO 17294-2:2016
a)* Bor (B)	110	mg/kg TS	25	25%	SS 028150:1993/SS-EN ISO 11885:2009.

Tegnforklaring:

* Ikke omfattet av akkrediteringen

LOQ: Kvantifiseringsgrense

MU: Måleusikkerhet

<: Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist. Bakteriologiske resultater angitt som <1,<50 e.l. betyr 'ikke påvist'.

Måleusikkerhet er angitt med dekningsfaktor k=2. Måleusikkerhet er ikke tatt hensyn til ved vurdering av om resultatet er utenfor grenseverdi/-området.

For mikrobiologiske analyser oppgis konfidensintervallet. Ytterligere opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).

Resultater gjelder prøven slik den ble mottatt hos laboratoriet.

a)	Fosfor (P)	2000 mg/kg TS	200	20%	SS-EN ISO 13656:2003/SS-EN ISO 11885:2009
a)	Jern (Fe)	68000 mg/kg TS	100	25%	SS-EN ISO 13656:2003/SS-EN ISO 11885:2009
a)	Kalium (K)	19000 mg/kg TS	250	25%	SS-EN ISO 13656:2003/SS-EN ISO 11885:2009
a)	Kalsium (Ca)	41000 mg/kg TS	100	30%	SS-EN ISO 13656:2003/SS-EN ISO 11885:2009
a)	Kobolt (Co)	42 mg/kg TS	2.5	30%	SS-EN ISO 13656:2003/ SS-EN ISO 17294-2:2016
a)	Magnesium (Mg)	12000 mg/kg TS	100	25%	SS-EN ISO 13656:2003/SS-EN ISO 11885:2009
a)	Mangan (Mn)	460 mg/kg TS	5	20%	SS-EN ISO 13656:2003/SS-EN ISO 11885:2009
a)	Molybden (Mo)	< 21 mg/kg TS	20		SS-EN ISO 13656:2003/SS-EN ISO 11885:2009
a)	Natrium (Na)	12000 mg/kg TS	500	20%	SS-EN ISO 13656:2003/SS-EN ISO 11885:2009
a)*	Silisium (Si)	190000 mg/kg TS	250	20%	EN 14385 / ICP-AES, SS-EN 15410:2011, SS-EN 15290:2011, SS-EN 15290:2011
a)	Tinn (Sn)	4.2 mg/kg TS	2.5	20%	SS-EN ISO 13656:2003/ SS-EN ISO 17294-2:2016
a)	Titan (Ti)	6200 mg/kg TS	20	20%	SS-EN ISO 13656:2003/SS-EN ISO 11885:2009
a)	Vanadium (V)	210 mg/kg TS	2.5	25%	SS-EN ISO 13656:2003/ SS-EN ISO 17294-2:2016
b)	Forbehandling knusing/kverning				
b)	Homogenisering, knusing	1.0			SS-EN 15443:2011, SS-EN ISO 14780:2017, SS 187117:1997, SS-EN 15002:2015-07, ISO 18283:2006, ISO 18283:2006, SS-EN 15002:2015-07, SS-EN 15002:2015-07, SS-EN 15002:2015-07, SS-EN 15002:2015-07, SS-EN 15002:2015-07, ISO 11464:2006, SS 187114:2017, SS-EN

Tegnforklaring:

* Ikke omfattet av akkrediteringen

LOQ: Kvantifiseringsgrense

MU: Måleusikkerhet

<: Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist. Bakteriologiske resultater angitt som <1,<50 e.l. betyr 'ikke påvist'.

Måleusikkerhet er angitt med dekningsfaktor k=2. Måleusikkerhet er ikke tatt hensyn til ved vurdering av om resultatet er utenfor grenseverdi/-området.

For mikrobiologiske analyser oppgis konfidensintervallet. Ytterligere opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).

Resultater gjelder prøven slik den ble mottatt hos laboratoriet.

					16179:2012, SS-EN 16179:2012
b)	Fuktinnhold	27.0 %	0.1	10%	SS-EN 15934:2012 mod., SS-EN 15934:2012 mod., SIS-CEN/TS 15414-2:2014 / SS-EN15414-3:2011, SIS-CEN/TS 15414-2:2014 mod. / SS-EN15414-3:2011 m, SIS-CEN/TS 15414-2:2014 / SS-EN15414-3:2011, SS-EN ISO 18134-2:2017, -3(mod):2015, SS-EN ISO 18134-2:2017, -3(mod):2015
b)	Uforbrent andel	4.3 % TS	0.1	10%	SS 187187:1995

Utførende laboratorium/ Underleverandør:

a)* Eurofins Environment Sweden AB (Lidköping), Box 887, Sjötagsg. 3, SE-53119, Lidköping

a) Eurofins Environment Sweden AB (Lidköping), Box 887, Sjötagsg. 3, SE-53119, Lidköping ISO/IEC 17025:2017 SWEDAC 1125,

b) Eurofins Biofuel &Energy Testing Sweden(Lidköping), Sjötagsgatan 3, 531 40, Lidköping ISO/IEC 17025:2017 SWEDAC 1820,

Kopi til:

Øyvind Lilleeng (Oyvind.Lilleeng@norconsult.com)

Moss 20.10.2021


Stig Tjomsland

Analytical Service Manager

Tegnforklaring:

* Ikke omfattet av akkrediteringen

LOQ: Kvantifiseringsgrense

MU: Måleusikkerhet

<: Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist. Bakteriologiske resultater angitt som <1,<50 e.l. betyr 'ikke påvist'.

Måleusikkerhet er angitt med dekningsfaktor k=2. Måleusikkerhet er ikke tatt hensyn til ved vurdering av om resultatet er utenfor grenseverdi/-området.

For mikrobiologiske analyser oppgis konfidensintervallet. Ytterligere opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).

Resultater gjelder prøven slik den ble mottatt hos laboratoriet.

Norconsult AS avd Trondheim
 Klæbuveien 127
 7031 Trondheim
Attn: Anita Whitlock Nybakk

AR-21-MM-096622-01**EUNOMO-00309800**

Prøvemottak: 01.10.2021

Temperatur: 01.10.2021-20.10.2021

Analyseperiode: 01.10.2021-20.10.2021

Referanse: 52102613 Arendal slagg

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.: 439-2021-10010373	Prøvetakingsdato: 25.08.2021				
Prøvetype: Aske	Prøvetaker: aninyb				
Prøvemerkning: GU-S	Analysestartdato: 01.10.2021				
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Arsen (As)	13	mg/kg TS	2.5	25%	SS-EN ISO 13656:2003/ SS-EN ISO 17294-2:2016
a) Bly (Pb)	14	mg/kg TS	1	20%	SS-EN ISO 13656:2003/ SS-EN ISO 17294-2:2016
a) Kadmium (Cd)	< 0.57	mg/kg TS	0.5		SS-EN ISO 13656:2003/ SS-EN ISO 17294-2:2016
a) Kobber (Cu)	11	mg/kg TS	2.5	30%	SS-EN ISO 13656:2003/ SS-EN ISO 17294-2:2016
a) Krom (Cr)	14	mg/kg TS	2.5	25%	SS-EN ISO 13656:2003/ SS-EN ISO 17294-2:2016
a)* Kvikksølv (Hg)	< 0.051	mg/kg TS	0.05		SS 028150:1993/ SS-EN ISO 17852:2008mod
a) Nikkel (Ni)	10	mg/kg TS	2.5	35%	SS-EN ISO 13656:2003/ SS-EN ISO 17294-2:2016
a) Sink (Zn)	40	mg/kg TS	25	30%	SS-EN ISO 13656:2003/ SS-EN ISO 17294-2:2016
a) Aluminium (Al)	11000	mg/kg TS	100	25%	SS-EN ISO 13656:2003/SS-EN ISO 11885:2009
a) Antimon (Sb)	< 2.9	mg/kg TS	2.5		SS-EN ISO 13656:2003/ SS-EN ISO 17294-2:2016
a) Barium (Ba)	150	mg/kg TS	50	30%	SS-EN ISO 13656:2003/SS-EN ISO 11885:2009
a) Beryllium (Be)	< 2.9	mg/kg TS	2.5		SS-EN ISO 13656:2003/ SS-EN ISO 17294-2:2016
a)* Bor (B)	< 26	mg/kg TS	25		SS 028150:1993/SS-EN ISO 11885:2009.

Tegnforklaring:

* Ikke omfattet av akkrediteringen

LOQ: Kvantifiseringsgrense

MU: Måleusikkerhet

<: Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist. Bakteriologiske resultater angitt som <1,<50 e.l. betyr 'ikke påvist'.

Måleusikkerhet er angitt med dekningsfaktor k=2. Måleusikkerhet er ikke tatt hensyn til ved vurdering av om resultatet er utenfor grenseverdi/-området.

For mikrobiologiske analyser oppgis konfidensintervallet. Ytterligere opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).

Resultater gjelder prøven slik den ble mottatt hos laboratoriet.

a)	Fosfor (P)	720 mg/kg TS	200	20%	SS-EN ISO 13656:2003/SS-EN ISO 11885:2009
a)	Jern (Fe)	13000 mg/kg TS	100	25%	SS-EN ISO 13656:2003/SS-EN ISO 11885:2009
a)	Kalium (K)	3200 mg/kg TS	250	25%	SS-EN ISO 13656:2003/SS-EN ISO 11885:2009
a)	Kalsium (Ca)	350000 mg/kg TS	100	30%	SS-EN ISO 13656:2003/SS-EN ISO 11885:2009
a)	Kobolt (Co)	3.2 mg/kg TS	2.5	30%	SS-EN ISO 13656:2003/ SS-EN ISO 17294-2:2016
a)	Magnesium (Mg)	3200 mg/kg TS	100	25%	SS-EN ISO 13656:2003/SS-EN ISO 11885:2009
a)	Mangan (Mn)	370 mg/kg TS	5	20%	SS-EN ISO 13656:2003/SS-EN ISO 11885:2009
a)	Molybden (Mo)	< 23 mg/kg TS	20		SS-EN ISO 13656:2003/SS-EN ISO 11885:2009
a)	Natrium (Na)	5000 mg/kg TS	500	20%	SS-EN ISO 13656:2003/SS-EN ISO 11885:2009
a)*	Silisium (Si)	27000 mg/kg TS	250	20%	EN 14385 / ICP-AES, SS-EN 15410:2011, SS-EN 15290:2011, SS-EN 15290:2011
a)	Tinn (Sn)	< 2.9 mg/kg TS	2.5		SS-EN ISO 13656:2003/ SS-EN ISO 17294-2:2016
a)	Titan (Ti)	690 mg/kg TS	20	20%	SS-EN ISO 13656:2003/SS-EN ISO 11885:2009
a)	Vanadium (V)	30 mg/kg TS	2.5	25%	SS-EN ISO 13656:2003/ SS-EN ISO 17294-2:2016
b)	Forbehandling knusing/kverning				
b)	Homogenisering, knusing	1.0			SS-EN 15443:2011, SS-EN ISO 14780:2017, SS 187117:1997, SS-EN 15002:2015-07, ISO 18283:2006, ISO 18283:2006, SS-EN 15002:2015-07, SS-EN 15002:2015-07, SS-EN 15002:2015-07, SS-EN 15002:2015-07, ISO 11464:2006, SS 187114:2017, SS-EN

Tegnforklaring:

* Ikke omfattet av akkrediteringen

LOQ: Kvantifiseringsgrense

MU: Måleusikkerhet

<: Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist. Bakteriologiske resultater angitt som <1, <50 e.l. betyr 'ikke påvist'.

Måleusikkerhet er angitt med dekningsfaktor k=2. Måleusikkerhet er ikke tatt hensyn til ved vurdering av om resultatet er utenfor grenseverdi/-området.

For mikrobiologiske analyser oppgis konfidensintervallet. Ytterligere opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).

Resultater gjelder prøven slik den ble mottatt hos laboratoriet.

					16179:2012, SS-EN 16179:2012
b) Fuktinnhold	32.5 %	0.1	10%		SS-EN 15934:2012 mod., SS-EN 15934:2012 mod., SIS-CEN/TS 15414-2:2014 / SS-EN15414-3:2011, SIS-CEN/TS 15414-2:2014 mod. / SS-EN15414-3:2011 m, SIS-CEN/TS 15414-2:2014 / SS-EN15414-3:2011, SS-EN ISO 18134-2:2017, -3(mod):2015, SS-EN ISO 18134-2:2017, -3(mod):2015
b) Uforbrent andel	<0.1 % TS	0.1			SS 187187:1995

Utførende laboratorium/ Underleverandør:

a)* Eurofins Environment Sweden AB (Lidköping), Box 887, Sjötagsg. 3, SE-53119, Lidköping

a) Eurofins Environment Sweden AB (Lidköping), Box 887, Sjötagsg. 3, SE-53119, Lidköping ISO/IEC 17025:2017 SWEDAC 1125,

b) Eurofins Biofuel &Energy Testing Sweden(Lidköping), Sjötagsgatan 3, 531 40, Lidköping ISO/IEC 17025:2017 SWEDAC 1820,

Kopi til:

Øyvind Lilleeng (Oyvind.Lilleeng@norconsult.com)

Moss 20.10.2021


Stig Tjomsland

Analytical Service Manager

Tegnforklaring:

* Ikke omfattet av akkrediteringen

LOQ: Kvantifiseringsgrense

MU: Måleusikkerhet

<: Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist. Bakteriologiske resultater angitt som <1,<50 e.l. betyr 'ikke påvist'.

Måleusikkerhet er angitt med dekningsfaktor k=2. Måleusikkerhet er ikke tatt hensyn til ved vurdering av om resultatet er utenfor grenseverdi/-området.

For mikrobiologiske analyser oppgis konfidensintervallet. Ytterligere opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).

Resultater gjelder prøven slik den ble mottatt hos laboratoriet.

Norconsult AS avd Trondheim

Kløbuveien 127

7031 Trondheim

Attn: Anita Whitlock Nybakk

AR-21-MM-096623-01
EUNOMO-00309800

Prøvemottak: 01.10.2021

Temperatur: 01.10.2021-20.10.2021

Referanse: 52102613 Arendal slagg

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	439-2021-10010374	Prøvetakingsdato:	25.08.2021		
Prøvetype:	Aske	Prøvetaker:	aninyb		
Prøvemerkning:	GD-S	Analysestartdato:	01.10.2021		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Arsen (As)	19	mg/kg TS	2.5	25%	SS-EN ISO 13656:2003/ SS-EN ISO 17294-2:2016
a) Bly (Pb)	29	mg/kg TS	1	20%	SS-EN ISO 13656:2003/ SS-EN ISO 17294-2:2016
a) Kadmium (Cd)	< 0.52	mg/kg TS	0.5		SS-EN ISO 13656:2003/ SS-EN ISO 17294-2:2016
a) Kobber (Cu)	140	mg/kg TS	20	20%	SS-EN ISO 13656:2003/SS-EN ISO 11885:2009
a) Krom (Cr)	56	mg/kg TS	2.5	25%	SS-EN ISO 13656:2003/ SS-EN ISO 17294-2:2016
a)* Kvikksølv (Hg)	0.15	mg/kg TS	0.05	25%	SS 028150:1993/ SS-EN ISO 17852:2008mod
a) Nikkel (Ni)	26	mg/kg TS	2.5	35%	SS-EN ISO 13656:2003/ SS-EN ISO 17294-2:2016
a) Sink (Zn)	190	mg/kg TS	50	25%	SS-EN ISO 13656:2003/SS-EN ISO 11885:2009
a) Aluminium (Al)	13000	mg/kg TS	100	25%	SS-EN ISO 13656:2003/SS-EN ISO 11885:2009
a) Antimon (Sb)	< 2.6	mg/kg TS	2.5		SS-EN ISO 13656:2003/ SS-EN ISO 17294-2:2016
a) Barium (Ba)	160	mg/kg TS	50	30%	SS-EN ISO 13656:2003/SS-EN ISO 11885:2009
a) Beryllium (Be)	< 2.6	mg/kg TS	2.5		SS-EN ISO 13656:2003/ SS-EN ISO 17294-2:2016
a)* Bor (B)	< 24	mg/kg TS	25		SS 028150:1993/SS-EN ISO 11885:2009.

Tegnforklaring:

* Ikke omfattet av akkrediteringen

LOQ: Kvantifiseringsgrense

MU: Måleusikkerhet

<: Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist. Bakteriologiske resultater angitt som <1,<50 e.l. betyr 'ikke påvist'.

Måleusikkerhet er angitt med dekningsfaktor k=2. Måleusikkerhet er ikke tatt hensyn til ved vurdering av om resultatet er utenfor grenseverdi/-området.

For mikrobiologiske analyser oppgis konfidensintervallet. Ytterligere opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).

Resultater gjelder prøven slik den ble mottatt hos laboratoriet.

a)	Fosfor (P)	5600 mg/kg TS	200	20%	SS-EN ISO 13656:2003/SS-EN ISO 11885:2009
a)	Jern (Fe)	23000 mg/kg TS	100	25%	SS-EN ISO 13656:2003/SS-EN ISO 11885:2009
a)	Kalium (K)	2400 mg/kg TS	250	25%	SS-EN ISO 13656:2003/SS-EN ISO 11885:2009
a)	Kalsium (Ca)	7700 mg/kg TS	100	30%	SS-EN ISO 13656:2003/SS-EN ISO 11885:2009
a)	Kobolt (Co)	21 mg/kg TS	2.5	30%	SS-EN ISO 13656:2003/ SS-EN ISO 17294-2:2016
a)	Magnesium (Mg)	2200 mg/kg TS	100	25%	SS-EN ISO 13656:2003/SS-EN ISO 11885:2009
a)	Mangan (Mn)	140 mg/kg TS	5	20%	SS-EN ISO 13656:2003/SS-EN ISO 11885:2009
a)	Molybden (Mo)	< 21 mg/kg TS	20		SS-EN ISO 13656:2003/SS-EN ISO 11885:2009
a)	Natrium (Na)	4400 mg/kg TS	500	20%	SS-EN ISO 13656:2003/SS-EN ISO 11885:2009
a)*	Silisium (Si)	27000 mg/kg TS	250	20%	EN 14385 / ICP-AES, SS-EN 15410:2011, SS-EN 15290:2011, SS-EN 15290:2011
a)	Tinn (Sn)	3.0 mg/kg TS	2.5	20%	SS-EN ISO 13656:2003/ SS-EN ISO 17294-2:2016
a)	Titan (Ti)	570 mg/kg TS	20	20%	SS-EN ISO 13656:2003/SS-EN ISO 11885:2009
a)	Vanadium (V)	25 mg/kg TS	2.5	25%	SS-EN ISO 13656:2003/ SS-EN ISO 17294-2:2016
b)	Forbehandling knusing/kverning				
b)	Homogenisering, knusing	1.0			SS-EN 15443:2011, SS-EN ISO 14780:2017, SS 187117:1997, SS-EN 15002:2015-07, ISO 18283:2006, ISO 18283:2006, SS-EN 15002:2015-07, SS-EN 15002:2015-07, SS-EN 15002:2015-07, SS-EN 15002:2015-07, ISO 11464:2006, SS 187114:2017, SS-EN

Tegnforklaring:

* Ikke omfattet av akkrediteringen

LOQ: Kvantifiseringsgrense

MU: Måleusikkerhet

<: Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist. Bakteriologiske resultater angitt som <1,<50 e.l. betyr 'ikke påvist'.

Måleusikkerhet er angitt med dekningsfaktor k=2. Måleusikkerhet er ikke tatt hensyn til ved vurdering av om resultatet er utenfor grenseverdi/-området.

For mikrobiologiske analyser oppgis konfidensintervallet. Ytterligere opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).

Resultater gjelder prøven slik den ble mottatt hos laboratoriet.

					16179:2012, SS-EN 16179:2012
b)	Fuktinnhold	29.7 %	0.1	10%	SS-EN 15934:2012 mod., SS-EN 15934:2012 mod., SIS-CEN/TS 15414-2:2014 / SS-EN15414-3:2011, SIS-CEN/TS 15414-2:2014 mod. / SS-EN15414-3:2011 m, SIS-CEN/TS 15414-2:2014 / SS-EN15414-3:2011, SS-EN ISO 18134-2:2017, -3(mod):2015, SS-EN ISO 18134-2:2017, -3(mod):2015
b)	Uforbrent andel	4.8 % TS	0.1	10%	SS 187187:1995

Utførende laboratorium/ Underleverandør:

a)* Eurofins Environment Sweden AB (Lidköping), Box 887, Sjölagsg. 3, SE-53119, Lidköping

a) Eurofins Environment Sweden AB (Lidköping), Box 887, Sjölagsg. 3, SE-53119, Lidköping ISO/IEC 17025:2017 SWEDAC 1125,

b) Eurofins Biofuel &Energy Testing Sweden(Lidköping), Sjölagsgatan 3, 531 40, Lidköping ISO/IEC 17025:2017 SWEDAC 1820,

Kopi til:

Øyvind Lilleeng (Oyvind.Lilleeng@norconsult.com)

Moss 20.10.2021


Stig Tjomsland

Analytical Service Manager

Tegnforklaring:

* Ikke omfattet av akkrediteringen

LOQ: Kvantifiseringsgrense

MU: Måleusikkerhet

<: Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist. Bakteriologiske resultater angitt som <1,<50 e.l. betyr 'ikke påvist'.

Måleusikkerhet er angitt med dekningsfaktor k=2. Måleusikkerhet er ikke tatt hensyn til ved vurdering av om resultatet er utenfor grenseverdi/-området.

For mikrobiologiske analyser oppgis konfidensintervallet. Ytterligere opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).

Resultater gjelder prøven slik den ble mottatt hos laboratoriet.