

Statens vegvesen Region vest

Søknad om utslipp til sjø av anleggsvann fra tunnel og riggområde, samt innlekkasje- og vaskevann fra tunnel i driftsfase

Rogfast Entreprise E04 Boknafjordtunnelen Nord



Oppdragsnr.: 5144240 Dokumentnr.: NO-150-YM Versjon: E04
2019-06-12

Oppdragsgiver: Statens vegvesen Region vest
Oppdragsgivers kontaktperson: Merete Landsgård, Mona Bue
Rådgiver: Norconsult AS, Vestfjordgaten 4, NO-1338 Sandvika
Oppdragsleder: Bjørn Kleppestø
Fagansvarlig: Bente Breyholtz
Andre nøkkelpersoner: Ingunn Wist, Silje Nag Ulla

E04	2019-06-12	For godkjenning myndighet	BeBre/SiNUI	IW	BjKle
E03	2019-06-11	For godkjenning myndighet	BeBre/SiNUI	IW	BjKle
B02	2019-04-09	For kommentar SVV	BeBre/SiNUI	IW	BjKle
A01	2019-04-09	For fagkontroll	BeBre		
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult. 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

Statens vegvesen søker om tillatelse til utslipp til sjø av vann fra midlertidig anleggsdrift og i driftsfase for Rogfast sin entreprise E04, Boknafjordtunnelen nord.

Entreprise E04 Boknafjordtunnel nord omfatter driving av Boknafjordtunnelen fra Bokn mot Randaberg til entreprisegrensen E04/E02 mellom Bokn og Kvitsøy. Tunnelmassene er planlagt delvis solgt til Karmsund Havn og til Føresvik for etablering av næringsområder. Resterende tunnelmasse er planlagt utfyllt i sjø ved Arsvågen via etablert sidetunnel. Utfyllingen blir omtalt i egen søknad iht. Forskrift om mudring og dumping i sjø. Totalt skal det inntil 1 000 000 m^3 tunnelmasse ut i utfyllingsområdet fra drivingen av Boknafjordtunnelen nord under Boknafjorden.

Etableringen av Boknafjordtunnelen nord vil medføre behov for håndtering av vann fra driving av og innlekkasje i tunnelen og vann fra anleggs-/og riggområder. Alt anleggsvann skal samles opp og renses i renseanlegg bestående av sedimenteringsbasseng med oljeavskiller før det slippes til sjø. Vannmengde og - kvalitet skal overvåkes og kontrolleres. Det er utarbeidet et overvåkningsprogram med foreslåtte utslippskrav. Det vil være opp til entreprenør å velge rensemetode, plassering og dimensjonering av renseanlegg i anleggsfasen, men gjeldende utslippskrav skal overholdes.

Hovedtunnel nord er planlagt drevet fra Arsvågen. Tunnelvann fra entreprise E04 skal dermed føres ut til sjø ved Arsvågen via sidetunnelen som ble etablert i entreprise E13 (omtalt i tidligere innsendte søknader) og slippes ut ved Solholmen.

Det kan ikke utelukkes at noe tunneldriving også kan skje fra påhugget på Laupland. Tunnelvann fra Laupland skal føres sammen med anleggsvann fra dagsonen i rør langs Arsvegen og ut til sjø ved Lauplandsholmene.

Når hele tunnelanlegget står ferdig og kommer i drift, planlegges det at permanent utslipp av innlekkasjevann og rensset vaskevann fra Boknafjordtunnelen skal pumpes i ledning langs Arsvegen til sjø ved Lauplandsholmene.

Det er modellert hvordan utslippene til sjø i drift- og anleggsfase vil innlagres og fortynnes i resipienten. Modelleringene og vurderingene er basert på at utslippene slippes ut i hvert sitt område og er eneste forurensningskilde på stedet.

Resultatene viser at utslipp sørøst for Lauplandsholmen på ca. -30 m dyp og sør for Solholmen og eksisterende molo ved Arsvågen på -15 m vanndyp, vil gi god innblanding i vannmassene innen kort avstand (10-15 m) fra utslippspunktene. Utslipp av ferskvann med (eller uten) partikler ved Arsvågen er beregnet til å kunne nå overflaten. Resterende utslipp vil innlagres fra 12 – 42 m dyp.

Innhold

1	Innledning	6
1.1	Innledning	6
1.2	Om utbygger	6
1.3	Varighet av anleggsperioden	8
1.4	Ytre miljø i prosjektet	8
1.5	Ordliste	8
2	Anleggsfase	9
2.1	Tunneldriving – innlekkasje- og produksjonsvann/tunnelvann	9
2.1.1	Vannmengder	9
2.1.2	Vannkvalitet	10
2.1.3	Vannhåndtering	11
2.2	Vann fra anlegg-/riggområdet	12
2.2.1	Vannmengder	12
2.2.2	Vannkvalitet	12
2.2.3	Vannhåndtering	13
3	Driftsfase	14
3.1	Vaskevann og innlekkasjevann fra tunnel	14
3.1.1	Vannmengder	14
3.1.2	Vannkvalitet	16
3.1.3	Vannhåndtering	17
3.2	Vegvann (dagsone)	17
4	Utslippspunkt	20
4.1	Resipienten	21
4.2	Brukerinteresser	22
5	Miljøriskovurdering av utslipp i anleggsfase	24
5.1	Modellering av utslipp	24
5.2	Mulige effekter	25
5.2.1	pH	25
5.2.2	Nitrogenforbindelser ($\text{NH}_4^+/\text{NH}_3$ og NO_3^-)	26
5.2.3	Suspendert stoff (SS)	27
5.2.4	Olje	28
5.2.5	Metaller	28
5.3	Konklusjon	28

6	Miljøriskovurdering av utslipp i driftsfase	30
7	Foreslåtte utslippskrav	32
7.1	Anleggsfase	32
7.2	Driftsfase	32
8	Overvåking og rapportering	33
8.1	Anleggsfase	33
8.2	Driftsfase	34
9	Beredskapsplan	35
10	Referanser	36
	Vedlegg	37
	Grafer fra modelleringen	44

1 Innledning

1.1 Innledning

Statens vegvesen Region vest (SVV) prosjekterer ny E39 i kommunene Randaberg, Kvitsøy og Bokn. E39 Rogfast inngår i fergefri forbindelse langs vestlandskysten og skal blant annet binde Nord- og Sør-Rogaland sammen. Hensikten med utbyggingen er å oppnå fergefri kryssing av Boknafjorden og å utvikle E 39 Kyststamvegen mellom Stavanger og Trondheim.

Rogfast (Rogaland fastlandsforbindelse) består av en 27 km toløps tunnel, Boknafjordtunnelen, fra Harestad i Randaberg kommune til Laupland i Bokn kommune, samt en ca. 4 km lang tunnelarm til Kvitsøy. Det skal være dagsoner på Kvitsøy, ved Laupland og på Harestad. Det er lagt opp til flere utfyllingsområder i sjø.

Entreprise E04 Boknafjordtunnel nord omfatter

- Driving av Boknafjordtunnelen nord mot Kvitsøy til entreprisegrensen E04/E02.
- Etablering av dagsone på
- Utfylling i sjø ved Arsvågen

Tunnelvann fra entreprise E04 skal hovedsakelig føres ut til sjø i utfyllingsområdet ved Arsvågen via sidetunnelen som ble etablert i entreprise E13. Tillatelse til utslipp av vann fra anleggsfase for etablering av sidetunnelen ved Arsvågen er omsøkt i egen utslippssøknad for Rogfast entreprise E13 (NO-067-YM Utslippssøknad anleggsvann Rogfast E13 tverrslag).

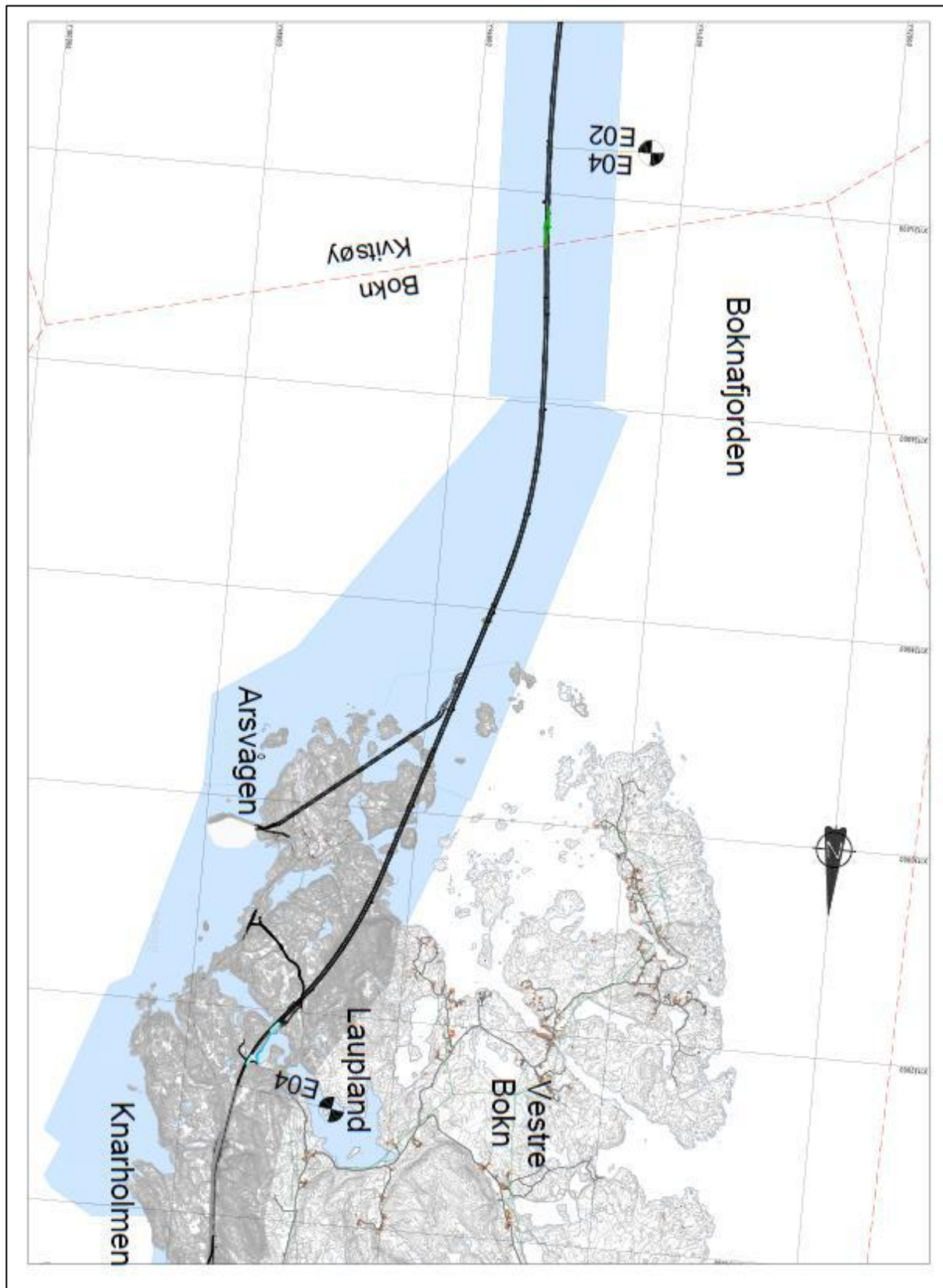
I henhold til kapittel 36 i Forurensningsforskriften, som stiller krav til behandling av tillatelser etter forurensningsloven, **søkes det om tillatelse til utslipp av renset tunnelvann og annet anleggsvann til sjø fra etablering/driving av E39 Rogfast E04 Boknafjordtunnel Nord**. Foreslåtte utslippskrav er beskrevet i [kapittel 7](#). **Det søkes også om tillatelse til utslipp av innlekkasjevann og renset vaskevann fra tunnel til sjø i driftsfase.**

Øvrige forhold som omhandler ytre miljø i prosjektet er ivare tatt i egen YM-plan og omtales ikke i denne søknaden.

1.2 Om utbygger

Utbygger er Statens vegvesen Region Vest. Kontaktinformasjonen til selskapet er vist nedenfor.

Organisasjon	Statens vegvesen Region vest
Organisasjonsnummer	971 032 081
Besøksadresse	Askedalen 4, 6863 Leikanger
Telefon	02030
Kontaktperson	Merete Landsgård og Mona Bue
E-post	firmapost-vest@vegvesen.no



Figur 1 Oversiktsplan Rogfast entreprise E04.

1.3 Varighet av anleggsperioden

Oppstart på entreprise E04 er planlagt til våren 2021, og entreprisens varighet er planlagt til ca. 6 år.

1.4 Ytre miljø i prosjektet

Det er utarbeidet en ytre miljø-plan (YM-plan) for hver entreprise i prosjektet som ivaretar andre forhold knyttet til ytre miljø. YM-planene er levende dokumenter som spisses mot de respektive entreprisene.

1.5 Ordliste

Produksjonsvann

Driftsvann på boremaskin til tunneldrivingen.

Påboret vann

Større, tilfeldige vanninntrenginger i tunnelen

Innlekkasjevann

Innlekking av vann fra omliggende berg når tunnelen drives

Tunnelvann

Anleggsvann fra etablering av tunnel. Samlebetegnelse for alt vann som genereres under driving av tunnelen i anleggsfase det vil si; produksjonsvann + påboret vann + innlekkasjevann.

Slurry

Fellesbetegnelse på sprengstoffer bestående av nitrater løst i vann tilsatt fortykningsmidler, oljer og eventuelt TNT.

Borkaks

Støvmateriale fra boring i fjell, materialet som avvirkes under en boreprosess.

Knusningssone og vannførende slepper

Svakhetssoner i fjellet der vann lett kan slippe gjennom. Områder med sprekk/gang i fjellet med løs masse. Dette er deler av fjellet der det ofte kan være fare for økt innlekkasje til tunnelen.

Salinitet

Mål for oppløst salt i en vannmengde uttrykt i promille. Saltinnholdet ferskvann er definert til mindre enn 0,5 ‰. Marint vann i havet er naturlig salt, med en salinitet på 30 - 35 ‰. Vann med salinitet i området mellom 0,5 og 29 ‰ defineres som brakkevann.

Tetthet

Vannets tetthet, eller egenvekt, bestemmes av vannets temperatur og salinitet. Ferskvann har lavere egenvekt/tetthet enn saltvann. Kaldt sjøvann har høyere egenvekt/tetthet enn varmt sjøvann med lik salinitet.

Innlagrinsdyp

Dypet utslippsvannet lagres inn på i resipienten. Dette kan være grunnere eller dypere enn utslippspunktet alt etter forskjellen i tyngde/tetthet mellom utslippsvannet og resipienten.

2 Anleggsfase

2.1 Tunneldriving – innlekkasje- og produksjonsvann/tunnelvann

2.1.1 Vannmengder

Ved driving av tunnelen vil det bli dannet produksjons- og drens vann fra ulike kilder. Borerigg benytter vann til drift av riggen og det vil lekke inn vann fra omliggende bergarter til tunnelen etter hvert som den drives. Vannmengdene som må håndteres i forbindelse med tunneldrivingen avhenger først og fremst av:

- Innlekking av vann fra omliggende berg (innlekkasjevann) når tunnelen drives
- Avrenning fra anleggsområde/riggområde
- Driftsvann fra boremaskiner (produksjonsvann)

Mengde innlekkasje av vann til tunnelen vil avhenge av geologiske forhold i området. Omfang av knusingssoner og vannførende slepper kan være vanskelig å forutsi. For å sikre at innlekkasjene ikke blir for store, vil det bli gjennomført tettingsarbeid (injeksjon av sementbaserte tetningsmidler) under tunneldrivingen ved behov. Tettekravet er satt til 10 l/min per 100 m tunnel per løp.

For å drive tunnelarbeid må boreriggen tilføres driftsvann som kjøler utstyr og fjerner borkaks. Erfaringsmessig ligger vannmengden på en borerigg vanligvis på 200-350 l/min (NFF, 2009).

Entreprise E04 består av ca. 9,2 km toløps tunnel og hele tunnelen forventes å drives fra Arsvågen. Anslåtte mengder tunnelvann til resipient ved Arsvågen er angitt i tabell 1. Mengdene er omtrentlige basert på kulepunktene nedenfor, og vil kunne variere mye. Utslipet vil være midlertidig.

- ca. 24 km totalt bergrom skal sprenges
- Alt tunnelvann slippes ut ved Arsvågen
- To rigger i drift samtidig ved Arsvågen
- Innlekkasje på 10 l/min per 100 m tunnel per løp.
- 350 l/min driftsvann per borerigg

Tabell 1: Anslåtte vannmengder ved slutten av driving av Boknafjordtunnel nord fra tverrslaget ved Arsvågen. Mengdene vil øke gradvis etter som tunnelen blir lengre.

Vannmengder tunneldriving	Utslippsmengde (avrundet)
Tunneldrift 2 rigger (maks 9 t/døgn)	7,6 l/s
Innlekkasje fra berg	40 l/s
Totalt, 2 rigger	48 l/s

Entreprenøren kan, mot formodning, også drive tunnelen fra påhugget ved Laupland. Anslåtte mengder tunnelvann til resipient ved Laupland er angitt i tabell 2. Mengdene er omtrentlige basert på kulepunktene nedenfor, og vil kunne variere mye. Utslipet vil være midlertidig.

- potensielt kan ca. 1,5 km toløps tunnel (totalt 3 km bergrom) sprenges fra Laupland
- tunnelvann slippes ut sør for Lauplandsholmene

- En rigg i drift ved Laupland
- Innlekkasje på 10 l/min per 100 m tunnel per løp.
- 350 l/min driftsvann per borerigg

Tabell 2: Anslåtte vannmengder ved driving av tunnel fra påhugget ved Laupland mot tverrslaget.

Vannmengder tunneldriving	Utslippsmengde (avrundet)
Tunneldrift 1 rigg (maks 9 t/døgn)	0,35 l/s
Innlekkasje fra berg	5 l/s
Totalt, 1 rigg	5,5 l/s

2.1.2 Vannkvalitet

Lekkasjevann fra berget er rent vann. Dette blandes imidlertid med produksjonsvann før utslipp. Mengde av lekkasjevann i tunnelvannet øker etter hvert som tunnelen drives, og kan være stor dersom man passerer svakhetssoner. Kvaliteten på tunnelvannet vil variere noe i anleggsperioden på grunn av varierende mengder av innlekkasjevann som fortynner produksjonsvannet.

I drivefasen av en tunnel anses følgende parametre å være mest sentrale når det gjelder utslipp av vann:

Tabell 3: Aktuelle forurensningsparametre i tunnelvann.

Parameter	Kilde
Nitrogen Tot-N (NH ₄ /NH ₃ og NO ₃)	Uomsatt sprengstoffsprengstoff
pH (høy)	Sementbaserte injeksjonsmasser og sprøytebetong
Tungmetaller	Tunnelstein/bergarter
Suspendert stoff (SS)	Tunnelmasser
Organiske forbindelser (THC/olje)	Uhellsutslipp/lekkasjer på maskiner (av drivstoff, hydraulikkolje, bremsevæske osv.)

Nitrogen

Forurensningen fra sprengningsarbeider er i stor grad knyttet til andelen uomsatt sprengstoff som blir igjen i massene etter detonerings. Her finnes nitrogenforbindelser som kan være uheldige for miljøet.

Andelen uomsatt sprengstoff avhenger av faktorer som lokale bergforhold, funksjonsfeil på tennere og søl med slurry under lading. Gode rutiner i anleggsfasen kan bidra til å redusere nitrogeninnholdet i vann som slippes ut fra tunneldrivingen.

Emulsjonssprengstoffene, som i hovedsak består av ammoniumnitrat, inneholder i overkant av 25 % nitrogenforbindelser. Uomsatt sprengstoff inneholder om lag like deler ammonium- og nitratforbindelser. Ammoniumnitrat er lett løselig i vann. Andel uomsatt sprengstoff varierer, men mengden ligger ofte mellom 10 og 15 %. Denne prosentandelen er målt ved sprengninger i normalt fjell og med erfaren operatør. Av uomsatt nitrogen etter sprengning vil ca. halvparten kunne vaskes ut av tunnelmassene og gå videre til resipienten. Erfaringer og teoretiske beregninger viser at 2-5 % av total-nitrogen i sprengstoffet følger tunnelvannet ut i resipient. Nitrogeninnholdet i tunnelvann kan dermed være svært høyt.

pH

Sementprodukter vil kunne føre til at avrenningsvannet får en høy pH-verdi, noe som gjør at større deler ammonium omdannes til ammoniakk. Det er ikke uvanlig at pH kommer opp i 10-12,5 rett etter bruk av sprøytebetong og injeksjonsmasse. Perioden man kan se forhøyet pH etter sprøyting med sprøytebetong vil gjenspeile hvor lenge sprøyting har pågått. Tid som brukes på sprøyting/injisering vil påvirke lengden på ev. forhøyet pH i utslippsvannet. Desto lenger inn i tunnelen drivingen er kommet, jo mer innlekkasjevann produseres og innblandes i tunnelvannet, som igjen vil påvirke pH i utslippsvannet. Lengden inn i tunnelen vil også påvirke tiden før vannet når utslippspunktet.

Suspendert stoff

Driving av tunnel vil kunne generere store mengder partikler og tunnelvannet vil i perioder ha høyt innhold av suspendert materiale i form av blant annet steinstøv fra boring og sprengning.

Steinstøv fra ulike bergarter kan ha ulike morfologi og medføre ulike påvirkning av resipienten/biologisk liv.

Olje

Erfaringsmessig kommer diesel- og oljesøl, samt eventuelle løsemidler fra anleggsmaskiner, hovedsakelig forårsaket av brudd på hydraulikkslanger på anleggsmaskiner inne i tunnelen. Forbrenningsmotorer slipper ut ulike miljøgifter som også kan spres videre via tunnelvannet. Entreprenør har plikt til å gjennomføre tiltak, f.eks. masseutskiftning ved uhell for å redusere olje- og kjemikalie søl i tunnel.

Tungmetaller

Berggrunnen i området vil kunne påvirke tungmetallinnholdet i vann fra drivefasen. Metallene er i stor grad partikkelbundet og i vann med høyt innhold av suspendert materiale vil konsentrasjonen av tungmetaller kunne være betydelig.

2.1.3 Vannhåndtering

Vann fra tunneldrivingen må renses før det slippes til sjø. Før tunneldriving starter, skal det etableres renseanlegg som skal benyttes for tunnelvann og vann fra rigg- og verkstedområder, påfyllingsplasser, avvanningsanlegg, vann fra vaskeplasser med underspylingsanlegg for transportutstyr, biler, maskiner og utstyr, avrenning fra områder for bearbeiding og lagring av masser og slam, etc.

Anleggene skal til enhver tid være dimensjonert for maksimal belastning fra tunnelene. Tradisjonelle renseanlegg består av oljeutskillere og sedimentasjonsanlegg (kontainerløsning eller liknende).

Erfaringsmessig har sedimenteringsbasseng god renseeffekt siden hoveddelen av de forurensede stoffene er knyttet til partiklene. Sedimentasjonsbassenget bør utformes slik at volumet kan økes, eller slik at det er mulig å gjøre tilpasninger, dersom det skulle bli vanskelig å oppnå krav stilt til partikulært utslipp.

Uavhengig av valgt løsning, skal anleggsvannet føres gjennom oljeutskillere og sedimentasjonsbasseng før utslipp i resipient.

Kontrollrutiner for drift av anlegget, samt måling av slamnivå og vannmengder skal innarbeides i entreprenørens kontrollplaner som fremlegges byggherre senest 6 uker før anleggsstart.

I henhold til kontraktskrav skal renseanlegg konstrueres etter følgende forutsetninger:

- Renseanleggene dimensjoneres med kapasitet for nedbør, drivevann, maksimal innlekkasje i tunnelen, samt for vann fra riggområdet med krav til rensing slik at vannet får minimum to timers oppholdstid i rensebassenget ved maksimalt påslipp.
- Anleggene sikres mot frost og bygges slik at slamtømming og vedlikehold kan utføres ved full drift.

- Målestasjoner og kummer for måleutstyr og prøvetaking utføres frostfritt og lett tilgjengelig mellom renseanlegg og utslippspunkt.
- Anleggene er i drift før tunneldrivingen starter og til nytt VA-anlegg blir satt i permanent drift.
- Måleutstyr som viser kritisk slamnivå før bassengene tømmes, skal monteres godt synlig i rensebassenget.

Drift av renseanlegg i anleggsperioden:

- Renseanlegget krever daglig drift og tilsyn.
- Renseanlegget skal være i drift så lenge rensing er påkrevet. Entreprenøren er ansvarlig for drift av renseanlegget i denne perioden. Entreprenøren er ansvarlig for oppsamling og avhending av alt slam fra renseprosessen.
- Entreprenøren skal dokumentere daglige driftsrutiner før oppstart, herunder prøvetakingsregime og føre logg over alle tømminger av sedimentasjonsbasseng og slammengder levert til godkjent deponi.
- Entreprenøren skal løpende levere dokumentasjonen der det fremgår prøvetaking, samt entreprenørens avfallskarakterisering av levert slam. Metode for prøvetaking skal være iht. prosedyre og alt slam skal analyseres før det leveres til godkjent deponi. Lab-rapporter og veileder skal vedlegges.
- Dersom anlegget ikke tilfredsstiller rensekraft, er entreprenøren ansvarlig for eventuelle konsekvenser dette medfører (eks. pålegger stopp i drivingen, bot fra FM pga. brudd på tillatelsen).
- Drift, overvåking, prøvetaking og dokumentasjon skal utføres i samsvar med krav i utslippstillatelsen.

2.2 Vann fra anlegg-/riggområdet

2.2.1 Vannmengder

Riggområdet for tunneldrivingen genererer vann fra verkstedrigg/riggområder. Avløpsvann fra hvilebrakke etc. forutsettes ført til lukket tank ved riggen og omfattes ikke av denne søknaden.

Spylevann fra verksted/vaskeplass kan inneholde noe olje. Dimensjonerende vannmengde er satt til 1m³/t pr. punkt for inntil 2 spylepunkter. Dette vil være små vannmengder sammenlignet med vann fra selve tunneldrivingen. Spylevann etc. fra verkstedrigg skal via oljeutskiller til renseanlegg før utslipp til sjø.

Tabell 4: Anslått vannforbruk for verkstedrigg, kontorrigg og mannskapsrigg i anleggsfase (Norconsult, 2015a).

Anleggssted	Vannforbruk, m ³ /døgn	Kommentar
Verkstedrigg/riggområdet	10	Renset utslipp til sjø sammen med tunnelvannet Begge utslippspunkt
Kontorrigg	6	Forutsettes ført til tett tank eller kommunalt nett
Mannskapsrigg	40	Forutsettes ført til tett tank eller kommunalt nett

2.2.2 Vannkvalitet

I tillegg til vann fra selve tunneldrivingen genereres vann på riggområdet utenfor tunnelen ved nedbør eller kontakt med grunnvann. Anleggs-/riggområdet utenfor tunnel på Laupland er relativt stort, og det kan forventes at overflatevann vil kunne utgjøre en vesentlig del av det samlede utslippet. For å

begrense at rent overflatevann kommer inn på et forurenset anleggsområde, skal det før anleggsstart gjennomføres tiltak for å bortlede/avskjære rent overflatevann.

Vannkvalitet i anleggsvannet vil være avhengig av hvilke aktiviteter som foregår på området til enhver tid. Vannet inneholder mange av de samme forurensningsstoffene som er beskrevet for tunnelvann, men vil ikke ha samme problematikk med nitrogen fra sprengstoff og høy pH.

Spylevann fra verksted/vaskeplass kan inneholde noe olje. Det er ikke ventet at det vil bli utslipp av store vannmengder fra riggområdet.

2.2.3 Vannhåndtering

Vann fra riggområdet, verkstedrigg, spylevann, etc. håndteres på samme måte som tunnelvannet. Spylevann etc. fra verkstedrigg skal via oljeutskiller og renseanlegg før utslipp til sjø ved Arsvågen eller Lauplandsholmene.

3 Driftsfase

3.1 Vaskevann og innlekkasjevann fra tunnel

3.1.1 Vannmengder

Tunnelvask er dimensjonert ut ifra et vannforbruk på 140 l/m tunnel og et vaskevannsavløp ut i sjø på 5 l/s (Norconsult, 2015a). Det er anslått at 75% av forbrukt vann kommer fram til renseanlegget og går til utslipp. Resten av vannet blir liggende bl.a. som fukt i tunnelen.

I løpet av et år gjennomføres det hel- og halvvaske, samt vask av teknisk anlegg. Hyppighet og fordeling på de ulike vaskene avgjøres ut ifra erfaring med de spesifikke tunneler. For Boknafjordtunnelen er det antatt 6 helvask per år.

Renset vaskevann skal føres ut til sjø på Randaberg, Kvitsøy og Bokn. Figur 2 viser hvilken retning vaskevannet føres ut fra tunnelen. Hvor stor andel av tunnelen vaskevannet føres til de ulike områdene er avhengig av hvor lavbrekkene i tunnelen ligger. Dette er ikke nødvendigvis sammenfallene med entreprisens lengde på tunnelen.

Tabell 4 viser antall km tunnelvask som rensebassengene og pumpekapasitet er dimensjonert for ved Mekjarvik, Kvitsøy og Laupland. Det er ikke tatt høyde for innlekkasje fra sjakter/tverrslag og ventilasjonstunneler.

Tabell 5: Oversikt over lengde tunnelvask rensebassengene og pumpekapasitet er beregnet for ved Mekjarvik, Kvitsøy og Laupland. Enhet: km.

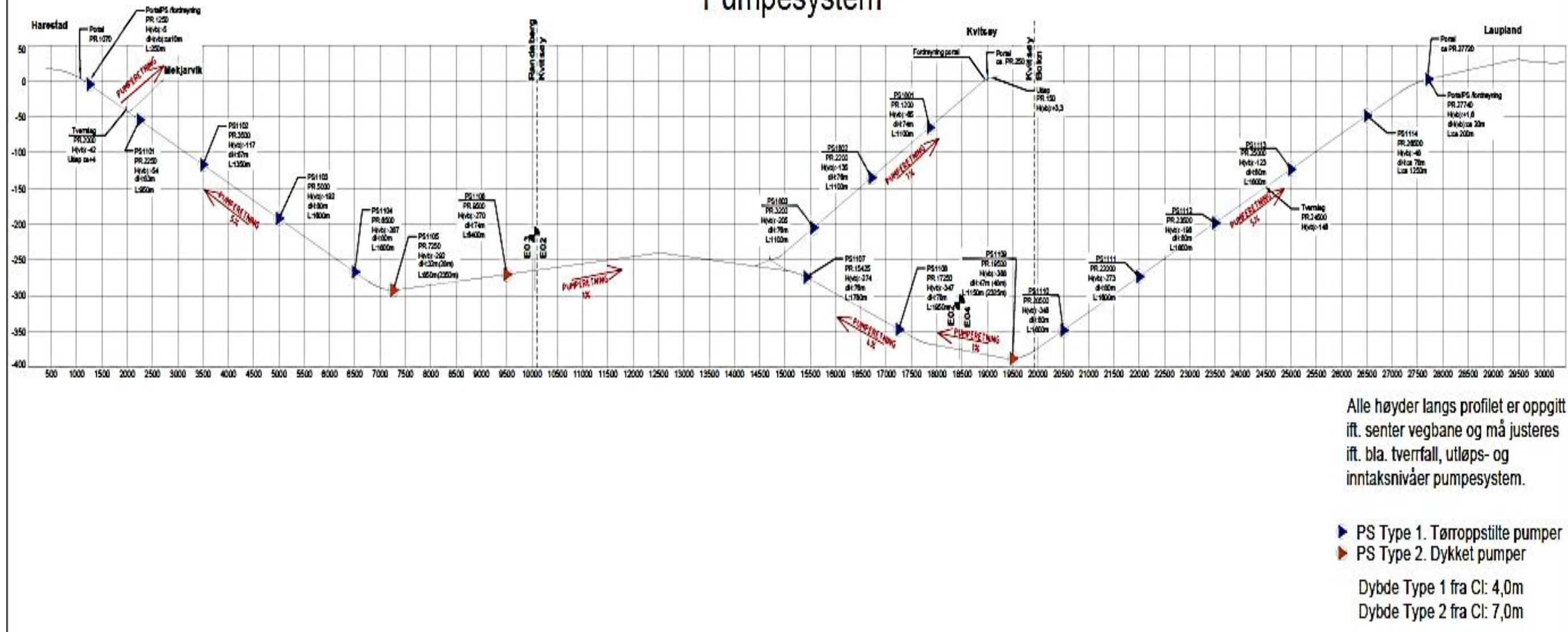
Rensebasseng og pumpekapasitet	Enhet	Boknafjordtunnelen sør (Mekjarvik)	Boknafjordtunnelen midt (Kvitsøy)	Kvitsøy-tunnelen	Boknafjordtunnelen nord (Laupland)
Ett løp	km	6,7	7,8	4	8,3
To løp	km	13,4	15,6		16,6

Total dimensjonert vannmengde (innlekkasjevann/drensvann fra tunnellop, alle tverrslag og ventilasjonshaller, samt vaskevann) som skal pumpes ut av hele Boknafjordtunnelen er estimert til 3 500 000 m³/år. Total andel vaskevann til avløp fra hele Boknafjordtunnelen er estimert til 37 000 m³/år.

Mengde rensed vaskevann fra Boknafjordtunnelen som slippes ut i sjø ved Lauplandsholmene (forutsatt 6 vask pr år med spesifikt avløp pr m tunnellop lik 105 l), estimeres da til ca. 13 200 m³/år. Dette vannet er innblandet i rent innlekkasjevann/drensvann før utslipp.

Pumpesystemene er redundante. Med ett utløp/en pumperetning ute av drift kan vannet pumpes i en annen retning. For kortere avvikssituasjoner/-perioder påvirker dette ikke utpumping av vaskevann da vask delvis kan tilpasses og vaskevannet kan lagres lenge i sedimenteringsbassengene. Mengder over året anses lite påvirket av avvikssituasjoner.

Pumpesystem



Figur 2: Oversikt over hvilken retning vaskevannet føres ut fra tunnelen og hvor lang andel av tunnelen vaskevann føres til de ulike områdene avhengig av hvor lavbrekkene i tunnelen ligger.

3.1.2 Vannkvalitet

I driftsfase må vaskevann fra tunnelen og innlekkasje til tunnelen håndteres. Vegtrafikk gir opphav til ulike forurensningsstoffer. Forurensningsstoffene fra tunnel i driftsfasen vil i hovedsak være knyttet til vask av tunnelen, da forurensningene fra vegtrafikken vil føres ut med vaskevannet.

Forurensninger fra veg i driftsfase vil kunne omfatte:

- Vegstøv fra slitasje på vegbanen
- Tungmetaller og organiske miljøgifter/PAH fra avgasser og slitasje på bildekk og asfaltdekke
- Uhellsutslipp/lekkasjer (av drivstoff, bremsevæske osv.)

Undersøkelser tyder på at organiske forbindelser brytes ned noe langsommere inne i tunneler sammenlignet med ute i sollyset. Forurensningsstoffene i vaskevannet vil tilsvare de i vegvann fra dagsoner, men konsentrasjonene vil kunne være vesentlig høyere siden forurensningsstoffene ikke vaskes ut jevnlig med nedbør. I tillegg vil støvpartikler forbli i tunnelen og ikke føres bort med vind som i dagsoner. Uttreksvifter i tunnelen vil kunne redusere støvkonsentrasjonen og dermed utslipp av miljøskadelige stoffer til vann.

Svært små mengder av andre kjemikalier kan forekomme under drift og vedlikehold av tunnel, for eksempel ulike oljer og fettstoffer.

Bruk av såpe i tunnelvask kan ha akutt giftvirkning på levende organismer. Såpestoffene brytes imidlertid ned når vaskevannet står i sedimenteringsanlegget. Resultater fra nedbrytningsforsøk (laboratorieforsøk) med tunnelsåpe har vist at målt *giftighet* ble redusert med 90 % i løpet av 10 døgn og med 98 % i løpet av 23 døgn (Roseth og Amundsen, 2003). Risteforsøk gjennomført iht. Statens vegvesens rapport «Nedbryting av såper til tunnelvask», nr. UTB 2006/01, viser at enkelte såpestoffer kan binde seg til vegstøv og dermed fjernes ved hjelp av sedimentasjon av partiklene.

Turbiditet er et indirekte mål på mengde partikler. Store deler av forurensningene i vaskevannet er knyttet til partikler. Målinger utført i rensebasseng i Nøstvedt-tunnelen (Bioforsk, 2012) viser at turbiditeten i rensebassenget økte til 388 FTU etter vask av tunnelen. Ett døgn etter avsluttet vask lå turbiditeten på 115 FTU, og etter to uker lå den på 12 FTU, dvs. en «rensegrad» på hhv. ca. 70 og 97 %. Etter en ukes sedimentasjon var «rensegraden» på ca. 93 %. Dette viser at partikler hovedsakelig sedimenterer innen 7 dager i bassenget.

Såpe kan øke mobilisering av forurensning til løst fase og det bør etterstrebes å benytte lave såpedoser ved tunnelvask. Det finnes flere ulike såpeprodukter på markedet som er godkjent i henhold til produktforskriften. Dette innebærer at såpeproduktene kun skal inneholde miljøvennlige og fullstendig nedbrytbare såpestoffer. 60 % av de organiske forbindelsene i såpen skal brytes ned til CO₂ og vann innen 28 dager ved bruk av standard nedbrytingstester. Hvilke produkter som benyttes ved tunnelvask vil imidlertid variere avhengig av hvilken entreprenør som utfører vaskeprosessen.

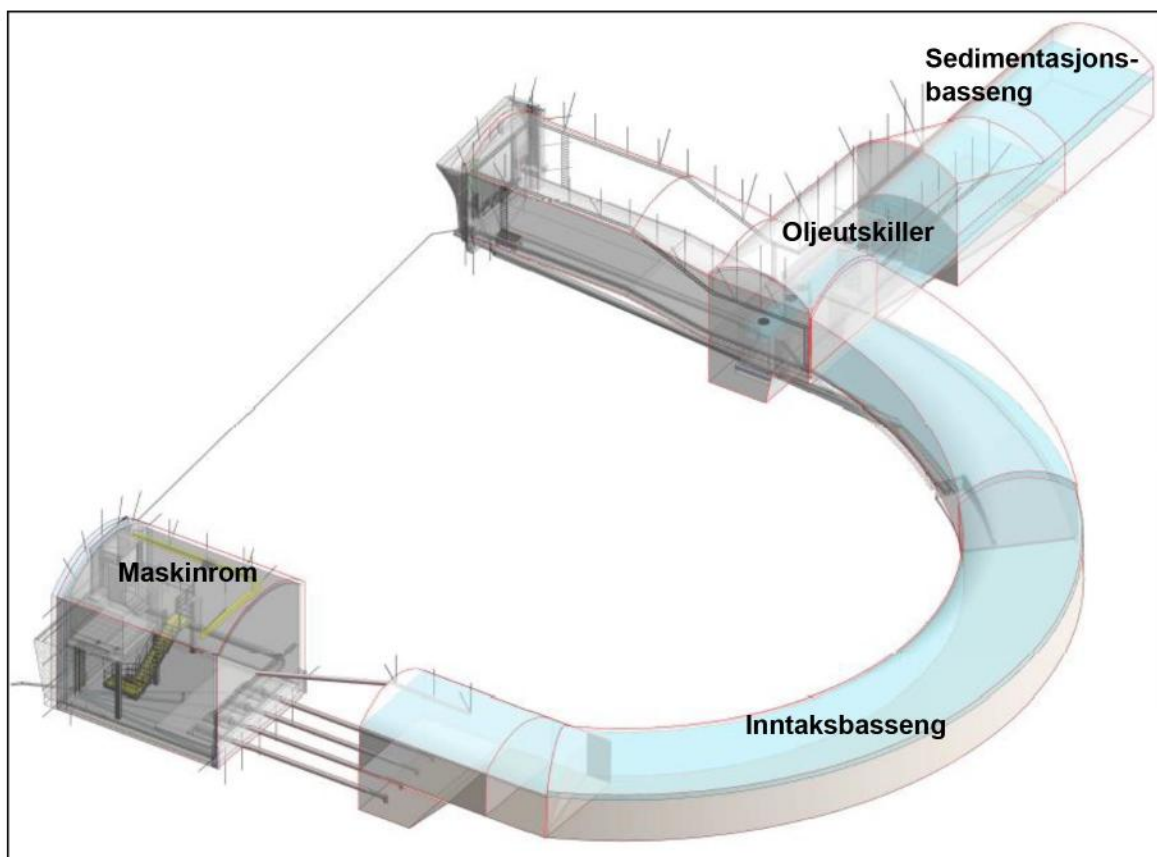
Vaskevann blandes med rent innlekkasjevann før utslipp til sjø. På årsbasis utgjør vaskevannet i størrelsesorden 0,1% av total utpumpet mengde. Ved tømning av sedimenteringsbassenget anslås det at vaskevann utgjør maksimalt 5-10 % av utpumpet mengde.

Tankbilvelt etc. i tunnel er svært sjelden, men vil kunne ha betydelige konsekvenser dersom det først skjer. Det skal etableres et system for oppsamling og rensing av vaskevann fra tunnel. Dette systemet benyttes til tilbakeholdelse ved uhellsutslipp. Olje eller kjemikalier hentes i sedimenteringsenheten med tankbil.

3.1.3 Vannhåndtering

Vaskevannet samles opp og renses i oljeutskiller og sedimenteringsbasseng (figur 3) før det blandes med innlekkasjevann fra tunnelen og ledes til sjø. Vaskevannet skal ha en oppholdstid i sedimenteringsbassenget på minimum 14 dager. Dette sikrer nedbryting av såpestoffer i vannet.

Sedimenteringsbassengene har volum som minimum ivaretar en vaskesyklus (i tillegg sikkerhetsvolum for uhell). Med 6-8 vask i året er teoretisk oppholdstid 1-2 måneder, som styres med kontrollert overføring til inntaksbassengene. Vaskevann fra de dypeste partiene i tunnelene vil etter at det overføres til inntaksbassenget også få oppholdstid i flere inntaksbasseng og pumpestrekninger før utslipp (trinnvis pumping der vann første inntaksbasseng pumpes videre til neste og neste inntaksbasseng før utslippspunkt, med full bassengstørrelse).



Figur 3 Oversiktstegning av type 1 renseanlegg for vaskevann – oljeutskiller og sedimentasjonsbasseng.

Renseanlegg for vaskevann driftes i henhold til Statens vegvesens rutiner. Slam skal fjernes regelmessig fra anlegget og håndteres som forurenset avfall.

3.2 Vegvann (dagsone)

På Vestre Bokn skal det anlegges ny veg i dagen i forlengelse av tunnelen. Vegen skal legges på bro over Lauplandsbekken mellom Lauplandsvågen og Vatnalandsvatnet. Nord for broa går veien gjennom en skjæring før den skal legges på en sprengsteinsfylling langs Vatnalandsvatnet. Videre nordover går veien igjen gjennom en ny skjæring.

Forventet ÅDT på vegen ved oppstart er ca. 6000, mens forventet ÅDT i år 2044 er 13 000. Ca. 640 m av vegen i dagsonen vil i driftsfasen ha avrenning mot nedre del av Vatnalandsvatnet, heretter referert til som Nedre Vatnalandsvatn, og ca. 160 m mot Lauplandsvågen.

Norconsult AS har utført en miljørisikovurdering av avrenning fra veg i dagsonen, vegvann, i driftsfase til Nedre Vatnalandsvatnet og Lauplandsvågen (NO-103-YM). Formålet var å vurdere:

- hvordan vegvannet kan påvirke vannforekomstene
- om utslippet vil være i strid med målsetninger i Vannforskriften og Naturmangfoldloven
- behov for rensing av vegvannet

I rapporten er det estimert konsentrasjoner i resipientene på bakgrunn av metode for å beregne forurensningsproduksjon gitt i Statens Vegvesen sin rapport nr. 295 *Vannbeskyttelse i vegplanlegging og vegutbygging*. På bakgrunn av dette er det beregnet konsentrasjoner i vegavrenning og resipienter ved en gjennomsnittlig årlig avrenning og ved et worst case-scenario der det har vært en lengre tørrværsperiode før et kraftig regnskyll, slik at akkumulert forurensning i vegbanen skylles ut i løpet av kort tid (first-flush).

Vannforekomstenes sårbarhet er vurdert ut ifra Statens Vegvesen sin rapport nr. 597 *Vannforekomsters sårbarhet for avrenning fra veg under anleggs- og driftsfasen*.

Nedre Vatnalandsvatn

Sårbarhetsvurderingen viser at Nedre Vatnalandsvatnet klassifiseres som å ha middels sårbarhet mht. Vannforskriften og lav sårbarhet mht. Naturmangfoldloven.

Beregninger av gjennomsnittlig avrenning og avrenning ved first-flush episoder viser at det ikke er risiko for overskridelser av grenseverdier for kroniske (AA-EQS) og akutte (MAC-EQS) effekter som følge av utslippet. Vegavrenningen er derfor ikke i strid med forutsetninger i Vannforskriften.

Det kan være risiko for saltsjiktning i innsjøer nær vei. Dette kan medføre mindre sirkulasjonsdyp og dårligere bunnforhold mht. oksygen og ha negativ påvirkning på bunnlevende organismer. På grunn av mildt klima vil saltingsbehovet være lavt, slik at det kan antas at salttilførsel fra veg ikke vil utgjøre en risiko.

Det anses ikke som behov for rensing av vannet som tilføres Nedre Vatnalandsvatn. Dette forutsetter at vegvannet slippes på terreng og ikke med rør direkte ut i Nedre Vatnalandsvatn. Tiltaket er innarbeidet i gjeldende prosjektering.

Lauplandsvågen

Sårbarhetsvurderingen viser at Lauplandsvågen klassifiseres til å ha lav - middels sårbarhet mht. Vannforskriften og lav sårbarhet mht. Naturmangfoldloven.

Beregninger av gjennomsnittlig avrenning viser at det ikke er risiko for overskridelser av grenseverdier for kroniske (AA-EQS) effekter som følge av utslippet. Beregningene forutsetter at overvann som samles opp på vestsiden av vegen (7 500 m²) ledes i rør under vegen og mot Lauplandsvågen og ikke til innløpet av Lauplandsbekken slik det tidligere var planlagt. Tiltaket er innarbeidet i gjeldende prosjektering.

Beregninger av konsentrasjoner i avrenningen til Lauplandsvågen viser at det ved first-flush episoder kan oppstå lokale overskridelser av grenseverdier for akutte (MAC-EQS) effekter mht. kobber og sink. Det er også risiko for avsetning av forurensede sedimenter fra vegvannet i strandsonen ved utløpet. Overskridelsene av MAC-EQS-verdier i vann vil være knyttet til et begrenset område innerst i Lauplandsvågen. Vanntilførsel fra Lauplandsbekken og en annen bekk innerst i Lauplandsvågen vil ellers medføre stor fortykning bare 20-30 m fra utslippspunktet av vegvannet. Fisk og ålegress i vågen antas derfor ikke å bli påvirket av utslippet.

Totalt sett anses det ikke å kunne oppstå vesentlige ulemper på grunn av konsentrasjoner av tungmetaller i avrenning ved first-flush episoder.

Det anses derfor heller ikke å være nødvendig med rensing av overvann som slippes til Lauplandsvågen. Dette forutsetter at vegvannet slippes til terreng og ikke med rør direkte ut i Lauplandsvågen.

Utslippspunktet for avrenningen fra vegarealet sør for broen er planlagt innenfor regulert vegareal i skråningsutslaget på vegen. Dette området har naturlig avrenning til et mindre bekkeløp med utløp i Lauplandsvågen. Bekkeløpet går gjennom en båndleggingssone mht. kulturminne id #180673. Det forventes at vannføringen i bekkeløpet vil dobles, men ikke medføre erodering av massene rundt kulturminnet slik at ev. funn kan skades. Med hensyn til landskapsbildet og naturmiljø anses det som fordelaktig om terrenginngrepene begrenses ved at eksisterende bekkeløp benyttes til overvannshåndtering fremfor å grave et nytt utløp. Kulturmyndighetene ved Rogaland Fylkeskommune har ikke kommet med negative innvendinger mot løsningen.

4 Utslippspunkt

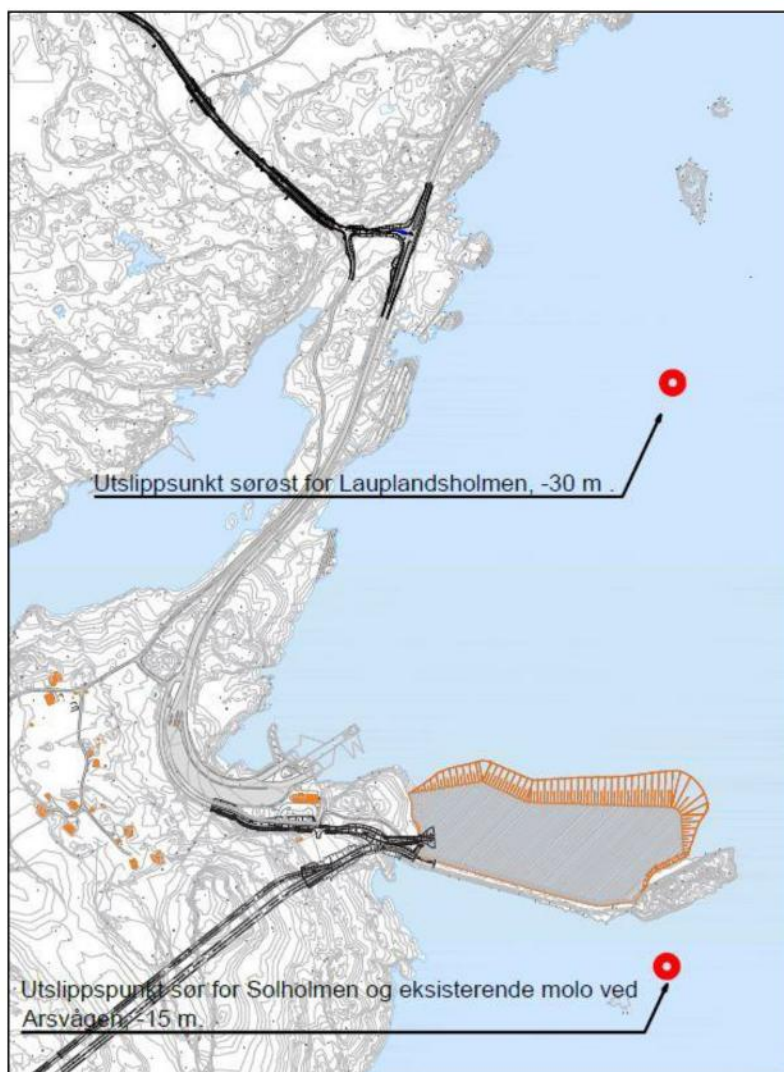
For entreprise E04 vil det være etablert to utslippspunkt for vann til sjø. Røret er lagt gjennom E39 i E13, røret ut i sjø ved Lauplandsholmene legges i E04. De ulike vannmassene skal slippes ut slik at man får best mulig innblanding i vannmassene i sjøen og ikke føre partikler til oppdrettsanlegget. Figur 2 viser plassering av utslippspunktene, samt utfyllingen av tunnelmasser ved Arsvågen. Se for øvrig vedlegg for tegninger.

Utslippspunkt sørøst for Lauplandsholmen, ca. -30 m vanddyp

- renset anleggsvann for rigg-/verkstedsområde, etc. for anleggsfase/etablering av Boknafjordtunnelen nord og dagsone på Laupland
- mulig renset anleggsvann fra driving av tunnel fra påhugget på Laupland (forventes ikke)
- renset vaskevann fra driftsfase av Boknafjordtunnelen nord

Utslippspunkt sør for Solholmen og eksisterende molo ved Arsvågen, -15 m vanddyp

- renset tunnelvann fra driving av Boknafjordtunnelen nord
- renset anleggsvann for rigg-/verkstedsområde ved Arsvågen



Figur 4. Utsnitt viser områdene for utslipp av renset vann i anleggsfase og driftsfase, samt utfyllingsområdet for tunnelstein i sjø.

4.1 Resipienten

Generelt

Utslippspunktene er en del av resipient Boknafjorden (vann-nett.no). Vannforekomsten er betegnet som moderat eksponert kyst, som er utsatt for bølgeeksponering. Vannforekomsten har god vannutskifting. Basert på biologiske kvalitetselementer (bløtbunnsfauna) er den økologiske tilstanden i vannforekomsten antatt å være svært god (vann-nett.no). Det drives oppdrett av fisk i nærheten av planområdet.

Vannforekomsten Boknafjorden er påvirket av utslipp fra avløpsanlegg, avrenning fra land og utslipp fra fiskeoppdrett, men påvirkningen er antatt å være liten (vann-nett.no). Det er først og fremst påvirkning fra stor skipstrafikk som anses å kunne endre tilstanden i vannforekomsten.

Området nord for moloen i Arsvågen, mot fergeleiet, planlegges utfyllt med overskuddsmasser. Utfyllingsområdet vil i hovedsak være i sjø.

Sediment

Norconsult gjennomførte undersøkelser av forurensningstilstand i sedimentene i tiltaksområdet ved Arsvågen i 2015. Undersøkelsen dekker reguleringsområdet ved Arsvågen. Utslippspunktet ved Lauplandsholmene var ikke en del av prosjektet da sedimentundersøkelsen ble utført, og er derfor ikke dekket av undersøkelsen. Ut ifra naturbases registreringer (figur 3) kan sedimentene antas å bestå av skjellsand som i utgangspunktet har tilsvarende tilstand som ved Arsvågen. Nærheten til oppdrettsanlegget kan ha påvirket forurensningstilstanden.

Massene besto i stor grad av sand og skjellsand. Det ble påvist en prøve med konsentrasjoner av enkeltforbindelser av PAH i tilstandsklasse III. Gjennomsnittskonsentrasjonen av disse forbindelsene i alle prøvene fra området var under grenseverdien for Trinn 1 og ingen av stoffene ble målt i konsentrasjoner over grensen mellom tilstandsklasse III og IV.

Området kan friskmeldes mht. forurensning etter kriteriene i risikoveiledningen. Tiltak i sedimentet vil derfor ikke kreve en miljørettet risikovurdering og eventuelt en påfølgende tiltaksplan for utfylling på forurenset sediment.

Informasjon om forurensede sedimenter er vist i egen rapport (NO-015-YM, Miljøundersøkelse sediment – Kvitsøy og Arsvågen Norconsult, 2015).

Naturverdier

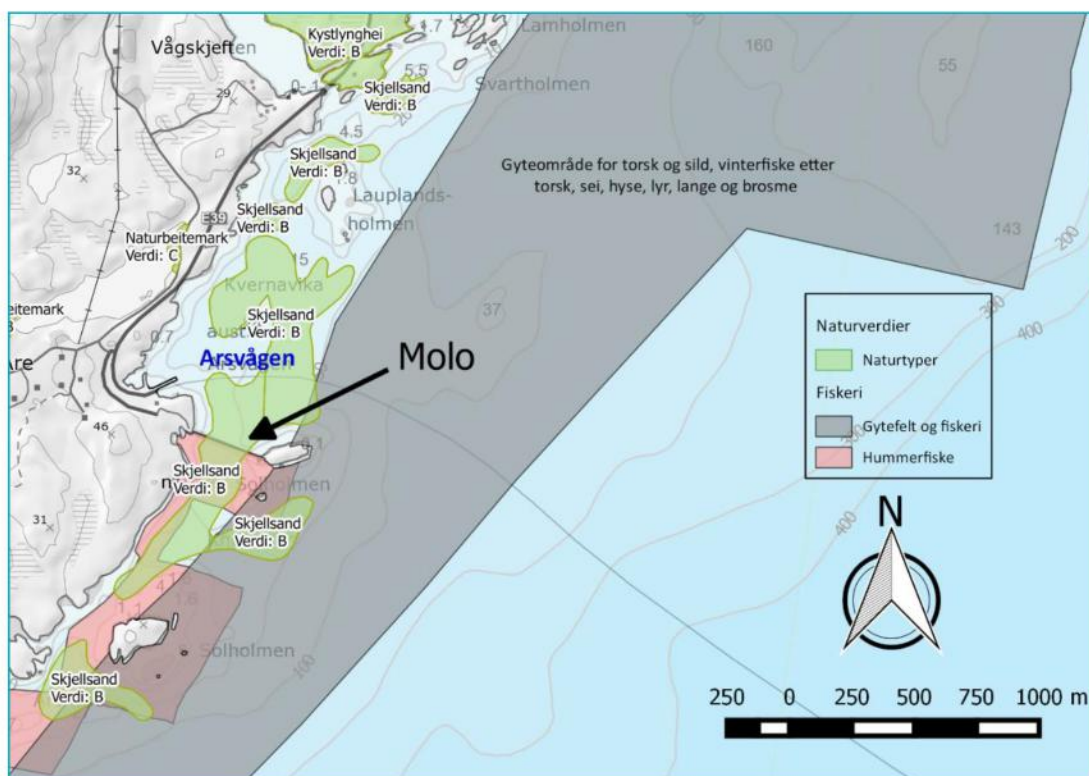
Norconsult har gjennomførte feltundersøkelser av marint naturmiljø i områder som vil bli berørt av planlagte tiltak (NO-032-YM Marint naturmiljø E39 Rogfast - Utfylling Arsvågen D05). Feltundersøkelsene hadde som overordnet mål å skaffe til veie en generell oversikt over marint naturmiljø.

Boknafjorden er registrert som gytefelt for torsk og sild. Naturområdet rundt Arsvågen utgjøres av artsrike biotoper som tareskog og skjellsandområder, og er vurdert å være av middels verdi for biologisk mangfold.

I utgangspunktet ble det vurderet som lite sannsynlig at fisken i oppdrettsanlegget eller ved låssettingsplassen ved Lauplandsholmen vil påvirkes av utslippet ved Arsvågen i anleggsfasen. I anleggsfase vil oppdrettsanlegget bli flyttet lengre nord i Boknafjorden og vil dermed heller ikke påvirkes av utslippet ved Lauplandsholmene i anleggsfase. Tiltaket vil heller ikke påvirke gytefelt eller fiskefelt.

For utslipp av vaskevann i driftsfase ved Lauplandsholmene, vil ev. påvirkning av fisken i oppdrettsanlegget avhenge av hvor nær fisken i oppdrettsanlegget etablerer seg. Dette vil bli kommentert i senere kapitler.

Område med skjellsand, hummerfiske og gytefelt er vist i figur 3.



Figur 3 Oversikt over marint naturmiljø registrert i Naturbase og Fiskeridirektoratets karttjeneste (Norconsult, 2015b)

4.2 Brukerinteresser

Rekreasjon og fiskeri

I området rundt Vestre Bokn drives det ifølge Fiskeridirektoratets karttjeneste (Yggdrasil.no) fiske etter torsk, sei, hyse, lyr, lange og brosme på vinteren.

I bukta Djupvika, mellom land og Lauplandsholmene, er det registrert en låssettingsplass¹ for sild og makrell (Idnr. 1145020011).

Området rett sør for moloen på Arsvågen oppgis som fiskeplass (Idnr. 1145030008) for hummer i perioden fra oktober til november. (Planbeskrivelse, Områderegulering for Arsvågen næringsområde 04.06.2015)

Deler av området nær sjø er regulert til friområde.

Næringsvirksomhet

I Arsvågen ligger fergeleiet med fergeforbindelse inn til Mortavika i Rennesøy. Denne fergeforbindelsen skal opprettholdes inntil ny E39 er åpnet. Da vil fergevirksomheten nedlegges.

¹ En låssettingsplass er et arealavgrenset område nær strandlinjen hvor fisk oppbevares i not/notinnhengning til den er klar for levering. En låssettingsplass er definert som en plass nær strandlinjen hvor topografiske og hydrografiske forhold er slik at et notsteng kan låssettes der, dvs fisken kan oppbevares i noten/ innhengningen til den er klar for omsetning. En låssettingsplass karakteriseres av at den er godt skjermet for vær og vind, ikke har for mye strøm og har tilstrekkelig dybde, oksygen og saltholdighet. Kilde: GeoNorge

Naboer

Gnr. 16 bnr. 9, som omfatter ferjeleiet, eies av Statens vegvesen.

Gnr. 16 bnr. 2, som dekker store arealer rundt ferjeleiet og langs sjøen, er i privat eie. Deler av denne eiendommen er kjøpt opp av Statens vegvesen.

Gnr. 16 bnr. 4, som bl.a. dekker området langs E39 fra ferjeleiet og til litt forbi krysset E39/Arsvegen. Omfatter området der utslippsledningen skal gå ut i sjø retning Lauplandsholmene.

5 Miljørisikovurdering av utslipp i anleggsfase

Sjøresipienter er generelt sett mer robuste og har bedre bufferkapasitet enn ferskvannsresipienter. Derfor er det ikke behov for å sette like strenge krav til kvaliteten på utslippsvannet sammenlignet med utslipp til ferskvannsresipienter.

Tunnelvann har lavere tetthet enn sjøvann fordi tilført produksjonsvann består av ferskvann. Når tunnelvann slippes ut i sjø vil det stige mot overflaten samtidig som det fortynnes med sjøvann. Utslippsvannet vil på et gitt dyp kunne oppnå samme egenvekt som sjøvannet. Utslippsvannet vil da vanligvis stige noe forbi dette dypet for så å synke noe og innlagres i vannmassene. En god innlagring av utslippsvannet vil kunne begrense uønsket transport av partikler og synlig blakking av overflatevannet.

5.1 Modellering av utslipp

Beregning av fortynning og innlagring av de fremtidige utslippene er utført med fortynningsmodellen Visual Plumes (U.S.EPA). Visual Plumes kan benytte fem ulike modeller i sine beregninger. I denne undersøkelsen er modellen UM3 benyttet. Beregningene er vist i vedlegg 1.

Modellen beregner hvordan et utslipp vil fordele seg i en resipient ut fra tetthet, strømhastighet og retning til utslippet og forhold i resipienten. Dersom det er stor forskjell i tetthet for utslippet og vannet i resipienten vil utslippet lettere stige mot overflaten eller synke mot bunnen. Sjiktninger i vannsøylen vil kunne føre til at utslippet innlagres i vannmassene en viss avstand fra overflaten.

Generelt vil lav strømhastighet i resipienten føre til at utslippsvannet stiger/synker raskere enn ved høyere strømhastigheter. Det vil si at utslippsvann som stiger mot overflaten ved lav strømhastighet i resipienten, kan innlagres i vannsøylen når strømhastigheten i resipienten øker.

Modellen tar ikke hensyn til partikler i utslippsvannet, men vi har valgt å behandle partikler som om de er i suspensjon. Det er lagt inn tre ulike saliniteter på utslippet (varierende tetthet). De tre verdiene representerer tre ulike kombinasjoner av salinitet og partikkelinnhold i utslippsvannet;

- ferskvann med mye partikler (20)
- saltvann med lite partikler /brakkvann med partikler (35)
- saltvann med mye partikler (55)

I modelleringene av utslipp av anleggsvann er det benyttet dimensjonerende vannmengde for maksimal utslippsmengde og en estimert gjennomsnittlig vannmengde som lav utslippsmengde. I modellering av utslipp av driftsvann er det kun benyttet dimensjonerende vannmengde.

Modelleringen har tatt utgangspunkt i en periode hvor det normalt er størst sjiktning i vannmassene (mai). Sent på høsten til tidlig vår vil sjiktingen være mindre enn det som er lagt til grunn i modellen, da vil utslipp av ferskvann ha større potensial for å stige til overflaten.

Resultater

Modelleringene viser generelt at utslipp hovedsakelig bestående av ferskvann vil stige mot overflaten. Utslipp hovedsakelig bestående av saltvann vil synke litt før det fortsetter på et dyp der tettheten tilsvarer tetthet i resipienten. Saltvannsutslipp med mye partikler vil synke mer enn et utslipp med lite partikler.

Horisontal transport av utslippet vil variere med strømrretning som er langs kystlinjen ut eller inn fjorden. Transportretning vil kunne variere gjennom døgnet og i perioder med ulik påvirkning fra vind.

Modellerte innlagringsdyp og fortynning på bakgrunn av ulike utslippsbetingelser er vist i tabell 6.

Tabell 6: Oppsummering fra modellering av utslipp sørøst for Lauplandsholmen (Lauplandsholmen) i drifts- og anleggsfase og utslipp sør for Solholmen og eksisterende molo ved Arsvågen (Arsvågen) i anleggsfase ved ulike utslippsbetingelser som gitt i vedlegg.

Utslippspunkt	Fase	Utslipps- betingelser	Innlagringsdyp (m under overflate)	Gjennomsnittlig umiddelbar fortynning (antall ganger)	Gjennomsnittlig fortynning etter 100 m (antall ganger)
Arsvågen	Anlegg	Ferskvann med partikler	0,5-15	90-130	110-155
Arsvågen	Anlegg	Saltvann med partikler	18-40	170-210	200-250
Lauplandsholmen	Anlegg	Ferskvann med partikler	20-28	260-330	340-450
Lauplandsholmen	Drift	Ferskvann med partikler	12-26	80	100
Lauplandsholmen	Drift	Brakkvann med partikler	28-42	90	105

I hovedtrekk viser modelleringen følgende:

- Avstanden fra utslippspunktet til utslippet har blitt innlagret inntre innen 15 m fra utslippspunktet ved samtlige utslippsbetingelser. Det er i denne prosessen det oppnås rask umiddelbar fortynning
- Umiddelbar fortynning som følge av innlagring vil være 80-330 ganger for modellerte utslippsscenarioer
- 100 m fra utslippspunktet vil gjennomsnittlig fortynningsgrad av utslippet være 100 – 450 ganger for modellerte utslippsscenario.
- Fortynningen av utslippene er generelt størst ved lav utslippsmengde og mindre for høy utslippsmengde.
- Det er kun utslipp av ferskvann med (eller uten) partikler ved Arsvågen som vil kunne nå overflaten. Resterende utslippsscenario vil innlagres fra 12 – 42 m dyp.

5.2 Mulige effekter

5.2.1 pH

Høye og store variasjoner i pH vil i seg selv kunne påvirke plante- og dyreliv på en negativ måte. Ålegress har en kritisk øvre grense for pH på 10-10,5, hvor fotosyntesen blir påvirket (Norconsult, 2012). Tabell 5 nedenfor viser en oversikt over mulige effekter på fisk (Alabaster og Lloyd, 1982).

Sjøvann har god bufferkapasitet sammenlignet med elver og innsjøer. Utslippsvannet skal slippes ut slik at det har god innblanding i sjøresipienten. Det er forventet at utslippet kun vil ha påvirkning på pH i en radius på ca. 10 m fra utslippspunktet. Denne påvirkningen vil være liten sammenlignet med påvirkninger fra utfyllingsarbeidene.

Tabell 5: Effekter av variasjoner i pH på fisk.

pH	Effekt på fisk
5-9	Normalt ingen skadelige effekter.
9,0-9,5	Sannsynligvis skadelig for laksefisk og abbor over lengre tids eksponering.
9,5-10,0	Dødelig for laksefisk over lengre tids eksponering. Fisken er motstandsdyktig overfor slike pH-verdier i korte periode. Kan være skadelig ovenfor enkelte fiskearters utviklingsstadier.
10,0-10,5	Laksefisk og mort kan være motstandsdyktige mot slike pH-verdier i korte perioder, men fisken dør ved lengre tids eksponering.
10,5-11,0	Laksefisk dør i løpet av kort tid. Forlenget eksponering gjør at også karpe, gjedde, gullfisk og suter dør.
11,0-11,5	Alle fiskearter dør i løpet av kort tid.

5.2.2 Nitrogenforbindelser ($\text{NH}_4^+/\text{NH}_3$ og NO_3^-)

Vann fra områder med sprengningsarbeider vil erfaringsmessig inneholde nitrogen fra sprengstoff. Uomsatt sprengstoff inneholder ca. 50 % av nitrogen som ammoniumforbindelser og 50 % som nitratforbindelser. Toksisiteten av NH_x ($\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$) vil være avhengig av pH-verdien i vannet. Ved normal pH i sjø (ca. 8-8,5) vil det meste av NH_x foreligge som ammonium, NH_4^+ . Ved høyere pH-verdier derimot, vil en større andel av NH_x foreligge som ammoniakk, som er akutt giftig. Ved anvendelse av sprøytebetong i tunneldrift kan avrenningen bli svært basisk og føre til dannelse av ammoniakk (Hindlar og Roseth, 2003).

Nitratforbindelser kan føre til overgjødning av vannmassene. Dette kan gi økt algevekst og forstyrre likevekten mellom ulike organismer i vannet. I marine miljøer er nitrogen ofte vekstbegrensende og tilførsel av nitrat kan føre til eutrofiering (Bækken, 1998). Tabell 6 viser tilstandsklasser for nitrogen i overflatelag i kystvann.

Tabell 6: Tilstandsklasser for nitrogen i overflatelaget i kystvann fra veileder 02:2013 (Direktoratsgruppen, 2013)

Vanntype	Parameter	Årstid	I Meget god	II God	III Mindre god	IV Dårlig	V Meget dårlig
Kystvann saltholdighet over 18	Nitrat (NO_3^-) ($\mu\text{g N/l}$)	sommer (juni-august)	<12	12-23	23-65	65-250	>250
		vinter (desember- februar)	<97	97-125	125-225	225-350	>350
	Total nitrogen ($\mu\text{g N/l}$)	sommer (juni-august)	<250	250-330	330-500	500-800	>800
		vinter (desember- februar)	<291	291-380	380-560	560-800	>800

Det må påregnes at anleggsvannet i perioder kan ha et forhøyet innhold av nitrogen. Utslipet vil være tidsbegrenset. Da eutrofiering ikke oppstår umiddelbart, kan en forhøyet konsentrasjon nær utslippet aksepteres. Det må påregnes at anleggsvannet i perioder kan ha et forhøyet innhold av nitrogen.

Utslipet vil være tidsbegrenset. Da eutrofiering ikke oppstår umiddelbart, kan en forhøyet konsentrasjon nær utslippet aksepteres. Rensing av nitrogen er en utfordring og det er ikke vanlig å rense anleggsvann med hensyn på nitrogen, heller ikke fra tunnelanlegg. Et vanlig tunnelrenseanlegg vil ha begrenset effekt på nitrogen.

Ved pH 8,2 og temperatur 20 °C vil ca. 3,6 % av ammoniumnitrogen foreligge som ammoniakk. Det er vanskelig å forutsi konsentrasjonen av nitrogenforbindelser i utslippsvannet ettersom erfaringstall varierer i stor grad. Det forventes økninger av nitrogenforbindelser som kan gi noe økt algeblomstring i sommerhalvåret. Rett ved selve utslippet kan det forventes toksiske konsentrasjoner av ammoniakk for fisk. Et utslippsdyp på -25 og -15 meter vil raskt gi en god innblanding av utslippsvannet i resipienten og en tilsvarende rask reduksjon i konsentrasjonen av nitrogenforbindelser.

5.2.3 Suspendert stoff (SS)

Utslipp av tunnelvann med høyt innhold av suspendert stoff vil generelt kunne gi visuell forurensning med synlig blakking i og nedslamming av en resipient.

Partikler fra sprengningsarbeider av ulike bergarter kan ha ulik form og kan dermed ha ulikt skadepotensial for organismer. Partikler fra sprengning av bløte bergarter er ofte veldig små og skarpe, og dermed mer skadelig for fisk enn partikler fra hardere bergarter. Skarpe partikler fra sprengsteinstøv kan gi mekaniske skader på blant annet fiskegjeller.

Ved høye konsentrasjoner av partikler i vannmassene vil voksen fisk sannsynligvis prøve å unngå utslippsområdet, og komme seg raskt unna påvirkningen. I Miljødirektoratets behandling av sjødeponi i Repparfjorden i 2016 (Miljødirektoratet, 2016) ble det vist til vitenskapelige publikasjoner der et partikkelinnhold på 2-5 mg/l ble vist å kunne gi negativ påvirkning på fisk, egg og larver i gyteområder.

Tabell 6 nedenfor er hentet fra rapport fra Norsk forening for fjellsprengningsteknikk (NFF, 2009) og viser effekter av forhøyede konsentrasjoner av naturlig eroderte partikler på fisk gitt av den europeiske innlandsfiskekommisjonen EIFAC.

Det anbefales at konsentrasjonsøkningen av partikler i resipienten holdes under 80 mg/l for å unngå et redusert fiske i Boknafjorden utenfor Laupland, og for å beskytte sårbare marine fiskearter.

For entreprise E04 antas kravet til suspendert stoff i rensset tunnelvann å ligge på 400 mg/l. En slik konsentrasjon av suspendert stoff vil føre til en konsentrasjon på ca. 4 mg/l i resipienten ved en fortykning på 100 ved 10 meter etter utslippspunkt. Dette er under grenseverdi for effekter på sårbare marine fiskearter.

Tabell 7: Effekter av partikler fra naturlig erodert materiale på fisk (retningslinjer fra den europeiske innlandsfiskekommisjonen EIFAC, hentet fra NFF (2009))

Suspendert stoff (mg/l)	Effekt
< 25 mg/l	Ingen skadelig effekt.
25-80 mg/l	Godt til middels godt fiske. Noe redusert avkastning.
80-400 mg/l	Betydelig redusert fiske.
> 400 mg/l	Meget dårlig fiske, sterkt redusert avkastning.

5.2.4 Olje

Oljeforurensninger vil kunne gjøre stor skade på alle levende organismer i vannresipienter. Selv ved lave konsentrasjoner vil det kunne legge seg oljefilm på vannoverflaten og gi en visuell forurensning. Fjerning av partikler fra utslippsvannet vil føre til reduksjon av konsentrasjonen av organiske forurensninger som bindes til selve partiklene.

Oljeforbindelser i utslippet vil i all hovedsak være løst i vannmasser, og det er derfor fokusert på effekter på organismer i vannsøylen. Det vurderes at olje i utslipp fra anleggsarbeidene ikke vil ha potensial til å danne et oljefilmlag tykkere enn 0,01 mm. Dette er grenseverdi for effekter for sjøfugl som befinner seg på sjøoverflaten (French-McCay 2004).

Fisk kan ta opp stoffer gjennom huden og over gjellene fra oljekomponenter i vannsøylen. De kan også få i seg olje gjennom mat eller bli påvirket indirekte av forandringer i økosystemet. Gyteperioden med egg og larver, samt ung fisk er mest sårbar. Fisk i tidlige stadier vil også ha mindre evne til å bevege seg vekk fra forurensede områder enn voksne individer.

Grenseverdi for toksiske effekter av alifatiske hydrokarboner >C10-C35, kalt PNEC (Predicted No Effect Concentrations), for akvatiske organismer er 1 mg/l (Aquateam, 2007).

I Rogfast sin entreprise E13 i Arsvågen (tverrslaget) satte Fylkesmannen krav til maksimalt innhold av olje (THC) på 20 mg/l ved utslipp av rensert tunnelvann til sjø. Et utslipp på 20 mg/l olje gir en beregnet konsentrasjon i resipienten på 0,2 mg/l ved 100-gangers fortykning 10 meter fra utslippspunktet. Dette er under grenseverdi for effekter på fisk (PNEC, 1 mg/l) og for effekter på plankton/vannlevende larver (PNEC, 90 µg/l).

5.2.5 Metaller

Berggrunnen i området vil kunne påvirke tungmetallinnholdet i anleggsvannet. Metallene er i stor grad partikkelbundet og tungmetallinnholdet reduseres således ved partikkelfjerning.

I området på Bokn består berggrunnen av autokton grunnfjellsgneis og granitt – granittisk til granodiorittisk gneis med kroppar av gabbro, dekket med et tynt fyllittlag – Prekambrisk.

Iht. tidligere vurderinger av bergartene i Boknafjordtunnelen (rapport NO-110-YM Rogfast - geologi i tunneltraséen og metallinnhold, J02) så kan bergartene friskmeldes mht. disponering i sjø.

5.3 Konklusjon

Plasseringen av utslippspunktene er vurdert ut fra sjøbunnstopografi, strømningsmønster, etc. for å unngå at utslippet blir liggende i en bakevje, men gi en god innblanding i de omliggende vannmassene, samt at det ikke skal ha negativ påvirkning på brukerinteressene.

Modelleringene og vurderingene ovenfor er basert på at utslippene er eneste forurensningskilde i tiltaksområdet. De viser at med et utslippspunkt dypere enn 15 meters vanddyb ved Arsvågen og ca. 30 m ved Lauplandsholmene vil utslippsvannet raskt innblandes i vannmassen i fjorden slik at det ikke utgjør vesentlig negativ miljøpåvirkning.

I anleggsfasen vil det foregå utfylling av inntil 1 mill m³ tunnelmasser i sjø like ved utslippspunktet ved Lauplandsholmene slik det er vist på figur 2 og vedlagt z-tegning. Disse massene vil inneholde tilsvarende forurensningskomponenter som anleggsvannet og utfyllingen av tunnelmasser i sjø vil være den dominerende utslippskilden. Dette vil være gjeldende situasjon i en anleggsfase.

Utslippspunktet på Arsvågen er etablert sør for moloen fra Lakseberget og ut til Solholmen. Dette utslippet vil derfor ikke være påvirket av utfyllingen.

Byggherre vil sette krav til entreprenør om å rense alt anleggsvann ved hjelp av rensebasseng og oljeutskiller slik at det ved vannet tilfredsstiller kravene i utslippstillatelsen.

6 Miljørisikovurdering av utslipp i driftsfase

I driftsfasen av en tunnel vil det bli utslipp av vaskevann til sjø. Mengden forurensningskomponenter som fjernes fra en vegtunnel ved vask vil fordele seg i

- vaskevann i oljeutskiller og i sedimenteringsbasseng
- masser sedimentert i sandfang
- masser som ikke er fjernet med suge- og feiebler

For å ivareta ytre miljø i driftsfase må det, i tillegg til god håndtering av vaskevann, også fokuseres på tilfredsstillende håndtering av masser fra suge- og feiebler, samt fra sandfang.

Mengde forurensing fra tunnelen er beregnet ut fra rapport «Estimering av forurensing i tunnel og tunnelvaskevann» (Statens vegvesen, 2013), der en lineær sammenheng mellom forurensingsproduksjon og ÅDT forutsettes. Konsentrasjoner i vaskevannet estimeres ut fra årlig forurensningsproduksjon. Andel forurensing av de ulike fraksjonene som fraktes ut med vaskevannet under tunnelvask er også hentet fra denne rapporten.

Ved tømning av sedimenteringsbassenget anslås det at vaskevann utgjør maksimalt 5-10 % av utpumpet mengde. Her er det benyttet en verdi på 10 %. Utslipet skjer kun minimum 14 dager etter tunnelvask. Beregnede konsentrasjoner etter fortynning i resipienten vil kun gjelde i umiddelbar nærhet til utslippspunktet. Utslipet vil raskt fortynnes videre i resipienten.

Tabell 8: Estimerte konsentrasjoner i vaskevann og i utslipp.

Parameter	Beregnet konsentrasjon i urensset vaskevann (µg/l)	Rensegrad %	Beregnet konsentrasjon i rensset vaskevann (µg/l)	Beregnet konsentrasjon etter 10x fortynning med drensvann (µg/l)	Beregnet konsentrasjon etter 10x fortynning i sjø (µg/l)
Fosfor	1411	61	550	55	5,5
Kobber	134	58	56	5,6	0,56
Sink	952	71	276	28	2,8
Bly	24	76	5,8	0,58	0,058
Kadmium	0,90	60	0,36	0,04	0,004
Nikkel	28	70	8,3	0,83	0,083
Krom	36	80	7,3	0,73	0,073
T-Nitrogen	1763	29	1252	125	12,5
Partikler	899307	85	134896	13490	1349
PAH	9,5	86	1,3	0,13	0,0133
Olje	14213	82	2558	256	26

Etter at rensset vaskevann er blandet med drensvann i tunnelen vil konsentrasjon av Tot-Nitrogen ligge i tilstandsklasse I «meget god», i henhold til veileder 02:2018 (Direktoratsgruppen, 2018). Tilsvarende ligger konsentrasjonen av fosfor i tilstandsklasse II, men etter fortynning i sjø er også denne konsentrasjonen innenfor klasse I.

Etter innblanding med drensvann ligger konsentrasjoner av prioriterte stoffer i tilstandsklasse I for kystfarvann (SFT, 2009- delvis erstattet av ny veileder 02:2018). Sammenlignet med klassegrenser i veileder TA 2229/2007 (SFT, 2007) ligger metallkonsentrasjonene etter første fortynning i sjø hovedsakelig i tilstandsklasse I «god». Konsentrasjonene av kobber og sink ligger konsentrasjonene i tilstandsklasse III («moderat»), mens blykonsentrasjonen ligger i tilstandsklasse II.

Utslippet er basert på en vaskefrekvens på 6 ganger per år. Økt vaskehyppighet i tunnelen vil kunne føre til at konsentrasjonene i vaskevannet går ned ettersom forurensingene vaskes ut oftere.

7 Foreslåtte utslippskrav

7.1 Anleggsfase

Tunnelvannet skal samles opp, renses i oljeutskiller og renseanlegg før utslipp til sjø. All tunneldriving skal i utgangspunktet skje fra tverrslaget ved Arsvågen. Dermed vil utslipp av rensset tunnelvann forekomme sør for Solholmen.

E04 er en totalentreprise og det kan derfor ikke utelukkes at deler av tunnelen drives fra Laupland, og at rensset tunnelvann vil bli sluppet ut ved Lauplandsholmene.

Vann fra anleggs/riggområdet/verkstedrigg skal renses i samme/tilsvarende renseanlegg før utslipp til sjø – hovedsakelig ved Lauplandsholmene.

Basert på vurderinger av resipientens sårbarhet er det foreslått følgende utslippskrav for rensset anleggsvann:

Olje: 20 mg THC/l, ukkesmiddel

- Suspendert stoff: 400 mg SS/l - målt i turbiditet: 400 FTU

Det skal benyttes turbiditetsmålinger før utslipp til sjø. Turbiditetsmålinger logges kontinuerlig og er enkle å avlese på stedet, samt online i sanntid.

Turbiditet er en indirekte metode for å måle mengden partikler i vann. Hvis typen partikler er kjent, kan man regne ut hva turbiditeten er ved en gitt mengde partikler i vannet. På den måten kan turbiditet være en god og enkel måte å overvåke partikkelinnholdet i vann.

For mineralske partikler er partikkel/suspendert stoff-forholdet tilnærmet lik 1. Dette stemmer med erfaringer av tilsvarende målinger i Ryfast-prosjektet.

- Utslippspunkt sørøst for Lauplandsholmen skal legges på ca. -30 m dyp
- Utslippspunkt sør for Solholmen og eksisterende molo ved Arsvågen skal legges på -15 m vanddyp

7.2 Driftsfase

Vaskevann fra tunnelen skal håndteres iht. beskrivelser i kap. 3 og 6.

- Utslippspunkt sørøst for Lauplandsholmen på ca. -30 m dyp

8 Overvåking og rapportering

8.1 Anleggsfase

Entreprenøren vil bli pålagt miljøovervåking og rapportering av egne anleggsaktiviteter og skal kunne framlegge dokumentasjon for dette på byggemøter.

Overvåkingsresultatene skal vurderes opp mot og overholde de foreslåtte utslippstillatelse og kontraktskrav.

Overvåkning

Entreprenør skal

- Ta ut ukeblandprøver av rensset anleggsvann før utslipp til sjø, med vannmengdeproposjonal vannprøvetaker. Vannprøvetakeren settes opp med uttak av ca. 4-6 delprøver per døgn til en samledunk for ukeprøve. En ukeblandprøve per måned skal analyseres for suspendert stoff og olje. En ukeblandprøve per kvartal skal analyseres for metaller.
- Måle turbiditet, pH, temperatur og ledningsevne i rensset anleggsvann før utslipp til sjø ved hjelp av kontinuerlige loggere
- Måle vannmengder som føres til utslipp ved hjelp av automatisk vannmengdemålere
- Utføre avbøtende tiltak dersom måleresultatene overskrider gjeldende utslippskrav
- Resultater skal foreligge senest 7 dager etter prøven er levert.
- Innsamlede registreringer skal logges online, kontinuerlig og være tilgjengelig for byggherre.

Prøvetakingsprogrammet revideres etter en periode med anleggsvirksomhet, slik at det kan gjøres justeringer av for eksempel hyppighet, dersom utslippskonsentrasjonene viser seg å være stabile/ustabile og akseptable/uakseptable. Dette gjøres i samarbeid med byggherre og forurensningsmyndighet.

Det bemerkes at overvåkning av pH og ledningsevne kun er for dokumentasjon av utslippets tilstand/sammensetning over tid. Sammen med turbiditet og vannmengder kan kunnskapen benyttes til å vurdere utslippsvannets faktiske tetthet og spredning i resipienten.

Entreprenøren skal føre RUH-rapporter ved avvik.

Det skal innarbeides kontrollrutiner i entreprenørens kontrollplaner for:

- Drift av renseanlegg, daglig kontroll av renseløsning for anleggsvann og visuelle vurderinger av utløpsvann mht. turbiditet og olje
- Måling av slamnivå (som sikrer at kritisk vannnivå opprettholdes)
- Dokumentasjon av vannmengder

Renseanlegg/Sedimentasjonsbasseng

Før anlegget settes i drift skal det foreligge en detaljert driftsinstruks samt navn og telefonnummer til de som er ansvarlige for drift, kontroll og vedlikehold av renseanlegget.

Renseanlegget skal være i drift så lenge rensing er påkrevet, dvs. så lenge det foregår aktiviteter som kan medføre utslipp av olje og/eller partikler. Entreprenøren er ansvarlig for renseanleggets drift i denne perioden. Entreprenøren er også ansvarlig for oppsamling og avhending av alt slam fra renseprosessen.

Renseløsninger skal tømmes for slam før kritisk nivå (som sikrer renseløsningens funksjon) overskrides. Inspeksjon og tømming skal logges online kontinuerlig og være tilgjengelig for byggherre. Før tømming skal det utføres en vurdering av slamkvaliteten for å bestemme disponering. Slam fra renseanlegget skal håndteres som forurenset avfall.

Ved utslipp som overstiger angitte rensekrav, eller mistanke om svikt i renseløsning skal tiltak iverksettes, herunder tømming av slam. Byggherre skal informeres og bistå. Dette er avvik som skal rapporteres som RUH.

Se for øvrig beskrivelse av vannhåndtering i kapittel 2.

8.2 Driftsfase

Vaskevann fra tunnelen skal håndteres iht. beskrivelser i kap. 3 og 6 og slippes ut på gitt dybde. Ytterligere overvåkning anses ikke nødvendig.

9 Beredskapsplan

Entreprenøren skal utarbeide egen beredskapsplan for ytre miljø (uhell, utslipp til vann, funn av ukjent grunnforurensning, osv.). Beredskapsplanen skal inkludere varslingsrutiner til forurensningsmyndighet og byggherre.

Beredskapsplan skal legges frem for byggherre før oppstart.

Entreprenøren er ansvarlig for å sikre nødvendig beredskap i driftsorganisasjonen med hensyn på teknisk svikt av utstyr, alle sentrale pumper, ventiler og andre sentrale komponenter må ha nødvendige reservedeler. Det skal være organisert beredskap med varslingsrutiner etc. i tilfelle uforutsette utslipp skulle skje. Beredskapen må beskrive avbøtende tiltak knyttet til de ulike hendelsene. Det skal legges opp til en beredskap som sikrer god vinterdrift.

Det blir stilt krav til entreprenør om at kjemikalier som blir benyttet på en slik måte at det kan medføre fare for forurensning skal være testet for nedbrytbarhet, toksisitet og akkumulerbarhet. Testing skal utføres av laboratorier som er godkjent i samsvar med Good Laboratory Practice (GLP) og/eller akkreditert iht. NS-EN/IEC 17025:1999. Virksomheten plikter å ha et system for substitusjon av kjemikalier (Substitusjonsplikten).

10 Referanser

- Alabaster og Lloyd, 1982. Water quality criteria for freshwater fish. 2nd ed. Butterworths, London.
- Aquateam, 2007. Rapport nr. 06-039. Oppdatering av bakgrunnsdata og forslag til nye normverdier for forurenset grunn.
- Bokn kommune (1999). Kommuneplan 10.01.1999
- Bækken, 1998, Avrenning av nitrogen fra tunnelmasse.
- Direktoratsgruppen, 2013. Veileder 02:2013 Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver.
- French-McCay, 2004. Oil spill impact modelling: Development and validation
- Hindlar og Roseth, 2003. E18 gjennom sulfidberggrunn i Vest-Agder. Rapport 4642-2003.
- Hjermann, 2007. Fish and oil in the Lofoten- Barents Sea system: synoptic review of the effect of oil spills on fish populations
- IRIS, 2012. Resipientundersøkelser Stavangerhalvøya, 2011-2012 (IRIS, 2012)
- Meland, S. 2012. Tunnelvann – En kilde til vannforurensning
- NIVA, 2010. Marinbiologiske undersøkelser i forbindelse med oljeutslipp fra M/S Full City. Undersøkelser av flora og fauna i littoral – og sublittoralsonen.
- Norconsult, 2015a. Områdeplan for Arsvågen næringsområde. Fagrapport ytre miljø.
- Norconsult, 2015b. Marint naturmiljø E39 Rogfast - Utfylling Arsvågen.
- Norconsult, 2015c. Miljøundersøkelse sediment – Kvitsøy og Arsvågen
- Norconsult, 2012. Rv. 13 Ryfast. Miljørisikovurdering av utslipp fra rv. 13 Ryfast. Entreprenørene E02 Solbakk og E03 Hundvåg Nord.
- Norsk Forening for Fjellsprengningsteknikk (NFF), 2009. Behandling og utslipp av driftsvann fra tunnelanlegg. Teknisk rapport 09, august 2009.
- Roseth, R. og Søvik, A, 2006. Nedbryting av såper til tunnelvask. UTB-rapport 2006 : 01. Statens vegvesen. Vegdirektoratet
- Roseth, R. og Amundsen, C. E., 2003. Vaskevann fra vegtunneler – forurensningsstoffer og behandling. Kommunalteknikk nr. 5 2003: s 16-19.
- SFT, 2007. Veileder for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Revidering av klassifisering av metaller og organiske miljøgifter i vann og sedimenter. TA-2229/2007.
- Statens vegvesen, 2014, Vannbeskyttelse i vegplanlegging og vegbygging.
- Statens vegvesen, 2013, Estimering av forurensning i tunnel og tunnelvaskevann. NORWAT.
- Vann-nett.no/saksbehandler. 5.oktober 2015.

Vedlegg

- Modellering av utslipp i sjø - Visual Plumes (U.S.EPA)
- 00-B001-002 Oversiktstegning som viser entreprisegrenser (00-B01-001)
- 04-GH01-710 Pumpesystem, drenering og VA-anlegg
- 04-Z01-701 Z-tegning for E04 utslippspunkt Arsvågen (Rigg- og marksikringsplan)
- 04-Z01-706 Z-tegning for E04 utslippspunkt Lauplandsholmene (Rigg- og marksikringsplan)
- NO-015-YM Rapport Miljøundersøkelse sediment Kvitsøy Arsvågen_J01 med vedlegg
- NO-032-YM Marint naturmiljø E39 Rogfast - Utfylling Arsvågen D05

Modellering av utslipp i sjø – Visual Plumes

Om Visual Plumes

Modellen beregner hvordan et utslipp vil fordele seg i en resipient ut fra tetthet, strømhastighet og retning til utslippet og forhold i resipienten.

Dersom det er stor forskjell i tetthet for utslippet og vannet i resipienten vil utslippet lettere stige mot overflaten eller synke mot bunnen.

Sjiktninger i vannsøylen vil kunne føre til at utslippet innlagres i vannmassene en viss avstand fra overflaten.

Generelt vil lav strømhastighet i resipienten føre til at utslippsvannet stiger/synker raskere enn ved høyere strømhastigheter. Det vil si at utslippsvann som stiger mot overflaten ved lav strømhastighet i resipienten, kan innlagres i vannsøylen når strømhastigheten i resipienten øker.

Modellen tar ikke hensyn til partikler i utslippsvannet men vi behandler partikler som om de er i suspensjon.

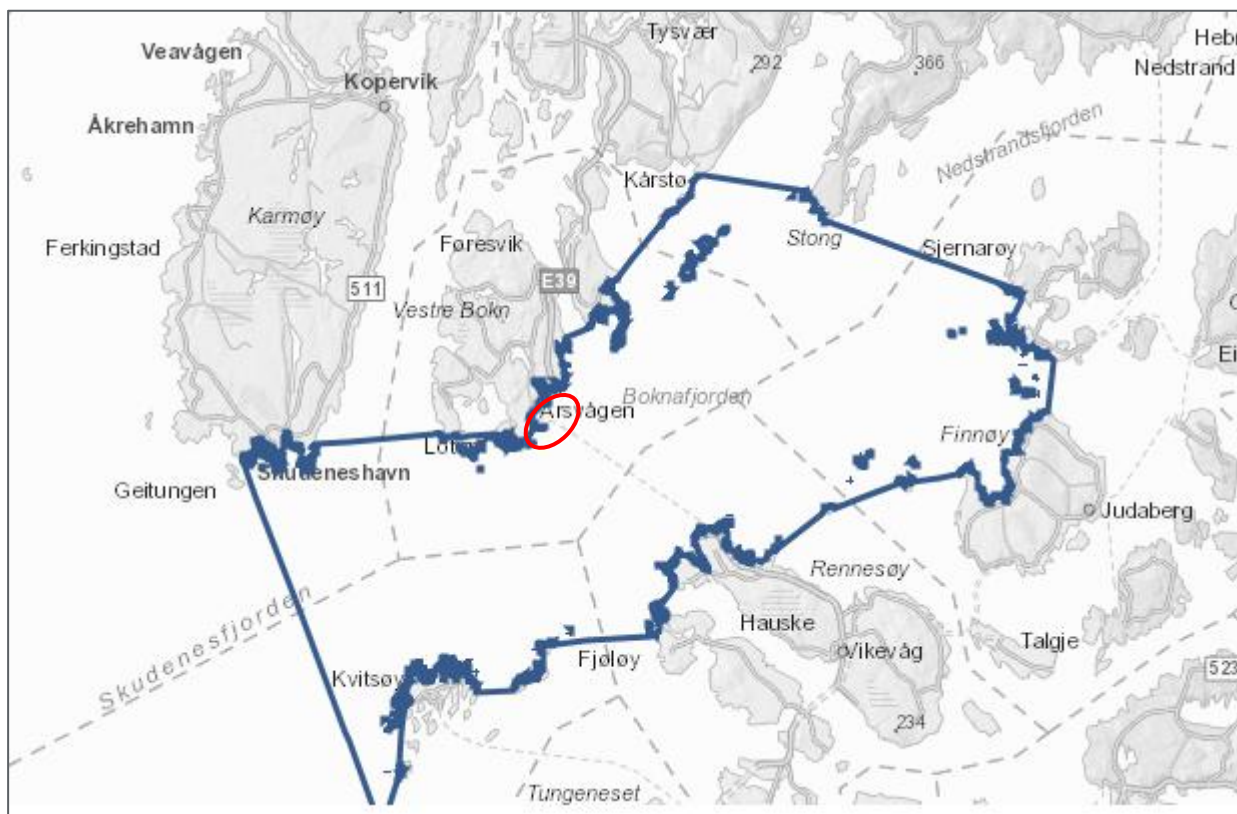
Visual Plumes kan benytte fem ulike modeller i sine beregninger. I denne undersøkelsen er modellen UM3 benyttet.

Datagrunnlag

Resipienten

Utslippspunktene er en del av resipient Boknafjorden (vann-nett.no). Vannforekomsten er betegnet som moderat eksponert kyst, som er utsatt for bølgeeksponering. Vannforekomsten har god vannutskifting, moderat strømhastighet (1 – 3 knop) og har en blandet vannsøyle med saltholdighet >30 psu. Basert på biologiske kvalitetselementer (bløtbunnsfauna) er den økologiske tilstanden i vannforekomsten antatt å være svært god (Vann-nett, 2019).

Området nord for moloen i Arsvågen, mot fergeleiet, planlegges utfyllt med overskuddsmasser. Utfyllingsområdet vil i hovedsak legges i sjø.



Figur 5: Oversikt over vannforekomsten Boknafjorden. Området hvor utslippene er planlagt er skissert inn med rødt Kilde: Vann-nett.no

I slutten av mai og juni er det vanligvis stor ferskvannsavrenning til Boknafjorden grunnet snøsmelting og nedbør. Det fører til et markert overflatebrakkevannslag, med lavere verdier for saltholdighet jo nærmere innerste del av fjorden/elven en kommer. Utover langs brakkevannslaget og den tilhørende strømmen øker saltholdigheten gradvis (Havforskningsinstituttet, 2018). Utslippspunktene ligger nesten ytterst i Boknafjorden, lang fra innerste del av fjorden og har et relativt tynt brakkevannslag.

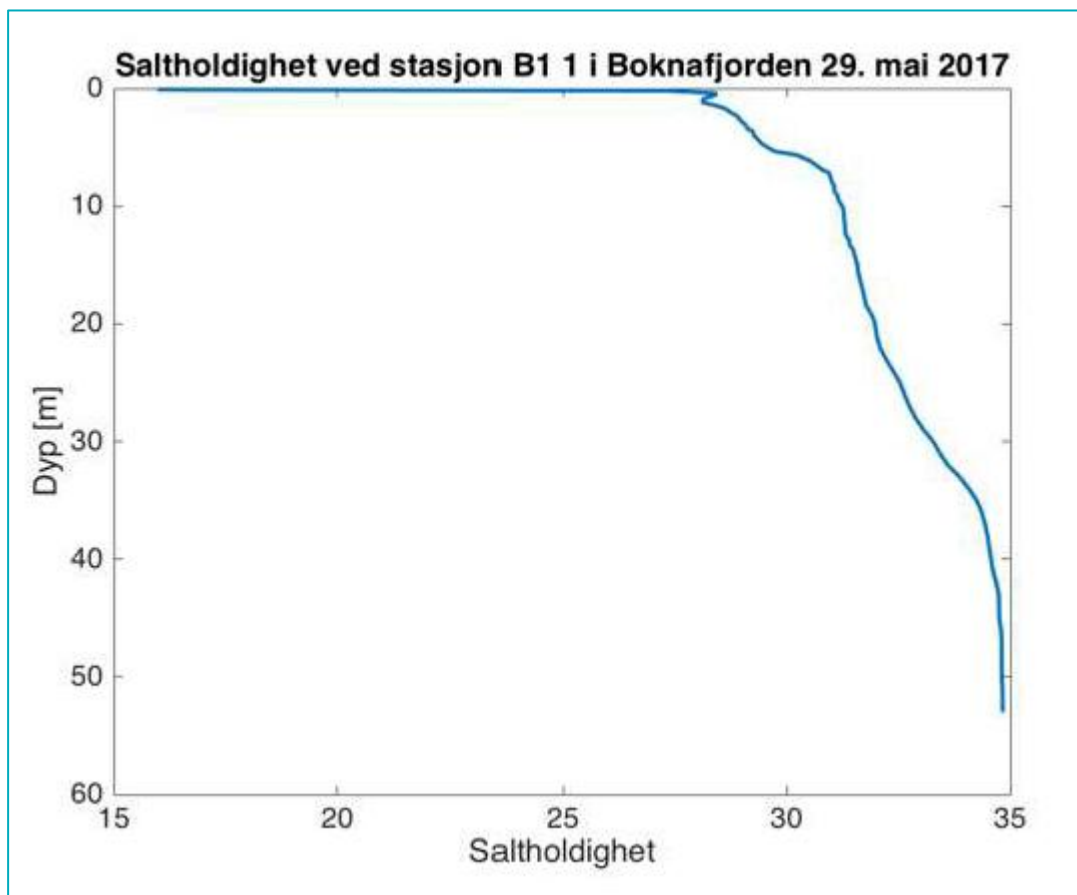
Hydrografiske forhold (salinitet og temperatur) er basert på målinger i relevant avstand fra prøvepunktene gjennomført av Sam-Marine i mai 2014 (SAM Marin, 2015). En saltholdighetsprofil utført av Havforskningsinstituttet i samme område i 2017 er vist i figur 6.

Det er i 2012 gjennomført strømmåling utenfor Lauplandsholmen i forbindelse med oppdrettsanlegget Grieg Seafood Rogaland AS (Uni Research, 2013). Disse målingene viser at strømmen ved 65 m dyp hovedsakelig går langs kystlinjen ut eller inn fjorden. I modelleringen videre er det valgt å benytte målt gjennomsnittlig strømhastighet for 5 og 15 m dyp fra anlegget til Grieg Seafood med retning tilsvarende hovedretning for relativ vannfluks ved 69 m (strømretning ble kun målt ved 69 og 100 m dyp).

Resipientegenskaper som er benyttet i modellen er vist i tabell 7 og plottet i figur 6.

Tabell 7: Parametere for resipienten benyttet i modellen.

Dyp (m)	Snitt strøm (cm/s)	Strømretning (°)	Salinitet (psu)	Temperatur (°C)
0			29,0	10,0
1			29,79	10,47
2			29,80	10,43
5	8,6		30,21	9,46
10			30,64	8,91
15	6,2		31,10	8,30
20			31,54	7,97
30			32,17	7,56
69	4,4	205		
100	1,2	340		



Figur 6: Salinitet og temperatur i resipienten mai 2017 (Havforskningsinstituttet, 2018).

Utslippet

Det skal søkes om utslipp fra både anleggs- og driftsfase i følgende punkt:

Utslippspunkt sørøst for Lauplandsholmen for på ca. -30 m dyp

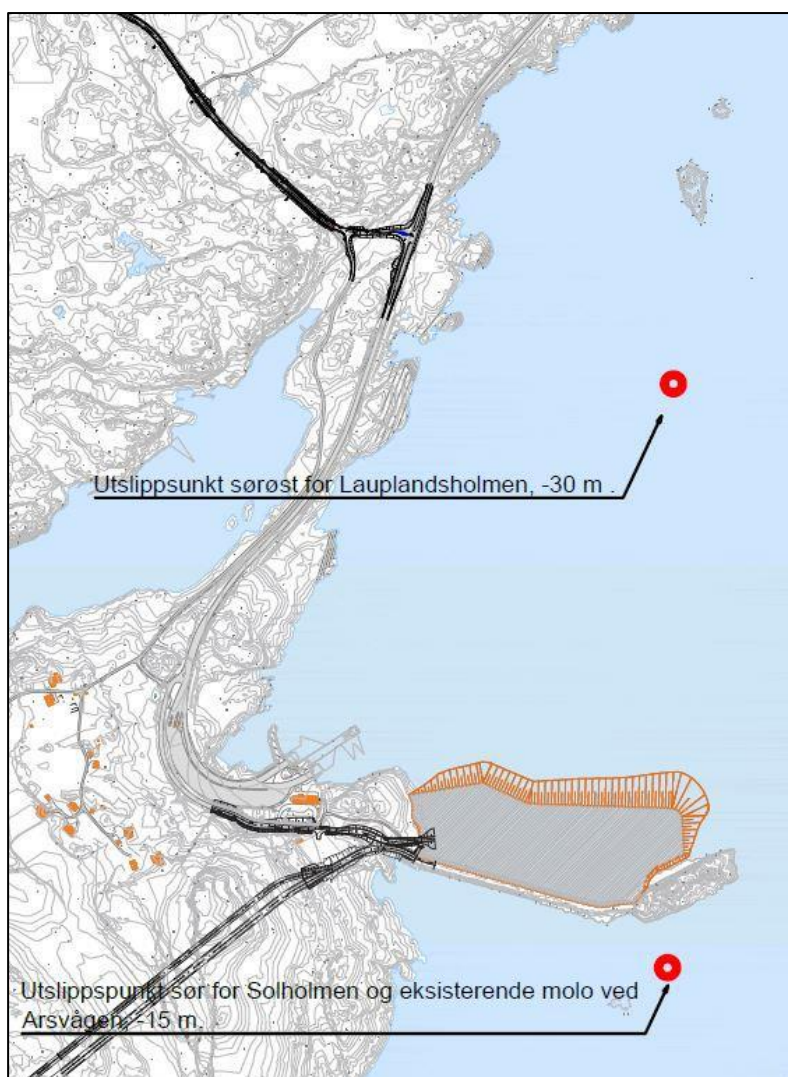
- rensset anleggsvann for rigg-/verkstedsområde, etc. for anleggsfase/etablering av Boknafjordtunnelen nord og dagsone på Laupland
- rensset anleggsvann fra driving av tunnel fra påhugget på Laupland
- rensset vaskevann fra driftsfase av Boknafjordtunnelen nord

Det søkes om utslipp fra anleggsfase i følgende punkt:

Utslippspunkt sør for Solholmen og eksisterende molo ved Arsvågen på -15 m vanddyp

- Utslippspunkt for rensset tunnelvann fra driving av Boknafjordtunnelen nord

Plassering av utslippspunktene er vist i figur 7.



Figur 7: Oversikt over utslippspunkter.

Det er lagt inn tre ulike saliniteter på utslippet (varierende tetthet). De tre verdiene representerer tre ulike kombinasjoner av salinitet og partikkelinnhold;

- ferskvann med mye partikler (20)

- saltvann med lite partikler /brakkvann med partikler (35)
- saltvann med mye partikler (55)

For utslipp av tunnel- og anleggsvann ved Lauplandsholmen er det kun aktuelt å modellere med ferskvann med partikler ettersom dette utslippet kun stammer fra anleggsområde i dagsone, samt driving av tunnel under land (ferskvann i innlekkasjevann) og man at vannet vil inneholde partikler.

For utslipp av driftsvann i samme punkt er det valgt å utelukke ytterpunktene for salinitet ettersom utslippet vil bestå av enten salt innlekkasjevann med lite partikler (35) eller en blanding av salt innlekkasjevann og ferskvann/tunnelvaskevann (brakkvann) med partikler (20).

For utslipp av anleggsvann ved Arsvågen er det valgt å kun modellere med ferskvann med partikler og saltvann med partikler ettersom innlekkasjevannet her både vil være salt og ferskt, men alltid inneholde partikler.

For å være konservativ er det benyttet dimensjonerende vannmengder for anleggsfase og driftsfase. For anleggsfase er det også benyttet en estimert gjennomsnittlig vannmengde. Parametere som er benyttet er vist i tabell 8.

Tabell 8: Inngangsdata for modellering av utslippet.

Inngangsdata	Utslippspunkt sørøst for Lauplandsholmen - anleggsfase	Utslippspunkt sørøst for Lauplandsholmen - driftsfase	Utslippspunkt sør for Solholmen og eksisterende molo ved Arsvågen - anleggsfase
Vanntemperatur (°C)	7,5	7,5	7,5
Saltholdighet (psu)	20	20, 35	20, 55
Utslippsdyp (m)	30	30	15
Indre diam. utslippsrør (mm)	654,6	654,6	645,6
Vannmengde lav (l/s)	5,6 ¹	-	48 ¹
Vannmengde høy (l/s)	10,6 ²	111	88 ²
Utslippsrørets horisontale retning (° der 0 er rett nord og øker med klokka)	90	90	45
Utslippsrørets vertikale retning (° der 0 horisontalt og 90 er rett opp)	-19 ³	-19 ³	0
Utslippsrørets avstand fra bunn (m)	0,5	0,5	2
Koeffisient for turbulent blanding (EPAs anbefaling)	0,0003	0,0003	0,0003

¹Estimert gjennomsnittlig vannmengde, inkludert vann fra anleggs- og driftsområde

²Dimensjonerende vannmengde, inkludert vann fra anleggs- og driftsområde

³Fall av siste del av ledningen er 212 promille

Resultater og vurdering

Grafer fra modelleringene som viser utslippenes innlagringsdyp og fortynningsgrad (antall ganger) som funksjon av avstand fra utslippspunktet er vist i vedlegg 1. Modellerte innlagringsdyp og fortynning på bakgrunn av ulike utslippsbetingelser er vist i tabell 6.

Tabell 9: Oppsummering fra modellering av utslipp sørøst for Lauplandsholmen (Lauplandsholmen) i drifts- og anleggsfase og utslipp sør for Solholmen og eksisterende molo ved Arsvågen (Arsvågen) i anleggsfase ved ulike utslippsbetingelser som gitt i vedlegg.

Utslippspunkt	Fase	Utslippsbetingelser	Innlagringsdyp (m under overflate)	Gjennomsnittlig umiddelbar fortynning (antall ganger)	Gjennomsnittlig fortynning etter 100 m (antall ganger)
Arsvågen	Anlegg	Ferskvann med partikler	0,5-15	90-130	110-155
Arsvågen	Anlegg	Saltvann med partikler	18-40	170-210	200-250
Lauplandsholmen	Anlegg	Ferskvann med partikler	20-28	260-330	340-450
Lauplandsholmen	Drift	Ferskvann med partikler	12-26	80	100
Lauplandsholmen	Drift	Brakkvann med partikler	28-42	90	105

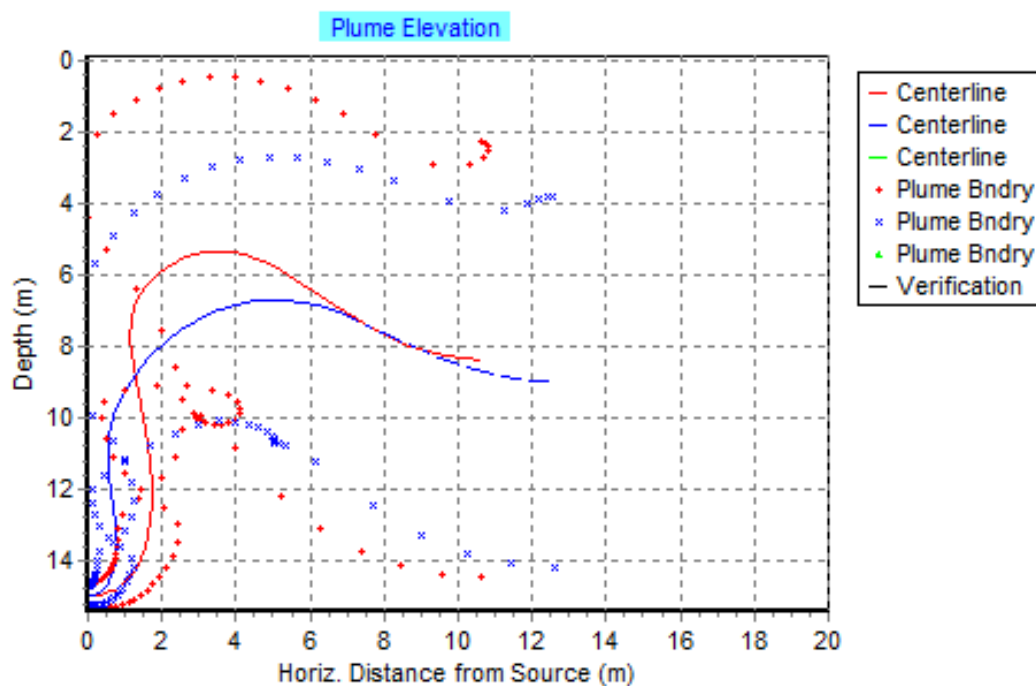
I hovedtrekk viser modelleringen følgende:

- Avstanden fra utslippspunktet til utslippet har blitt innlagret inntre innen 15 m fra utslippspunktet ved samtlige utslippsbetingelser. Det er i denne prosessen det oppnås rask umiddelbar fortynning
- Umiddelbar fortynning som følge av innlagring vil være 80-330 ganger for modellerte utslippsscenarioer
- 100 m fra utslippspunktet vil gjennomsnittlig fortynningsgrad av utslippet være 100 – 450 ganger for modellerte utslippsscenario.
- Fortynningen av utslippene er generelt størst ved lav utslippsmengde og mindre for høy utslippsmengde.
- Det er kun utslipp av ferskvann med (eller uten) partikler ved Arsvågen som vil kunne nå overflaten. Resterende utslippsscenario vil innlagres fra 12 – 42 m dyp.

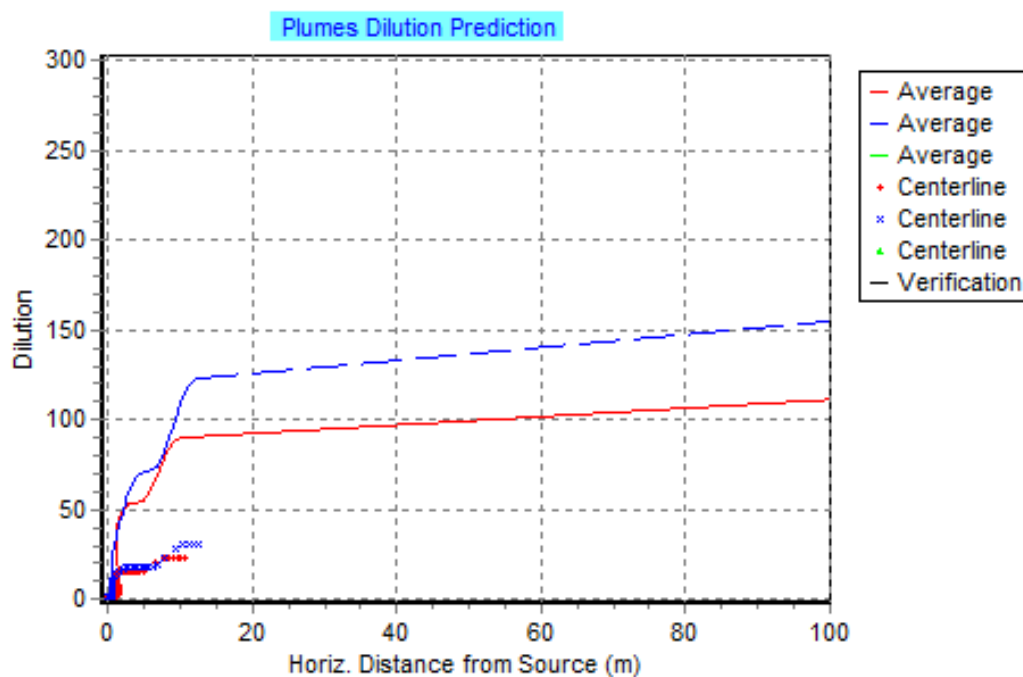
Horisontal transport av utslippet vil variere med strømrøtning som er langs kystlinjen ut eller inn fjorden. Transportretning vil kunne variere gjennom døgnet og i perioder med ulik påvirkning fra vind.

Modelleringen har tatt utgangspunkt i en periode hvor det normalt er størst sjiktning i vannmassene (mai). Sent på høsten til tidlig vår vil sjiktingen være mindre enn det som er lagt til grunn i modellen, da vil utslipp av ferskvann ha større potensial for å stige til overflaten.

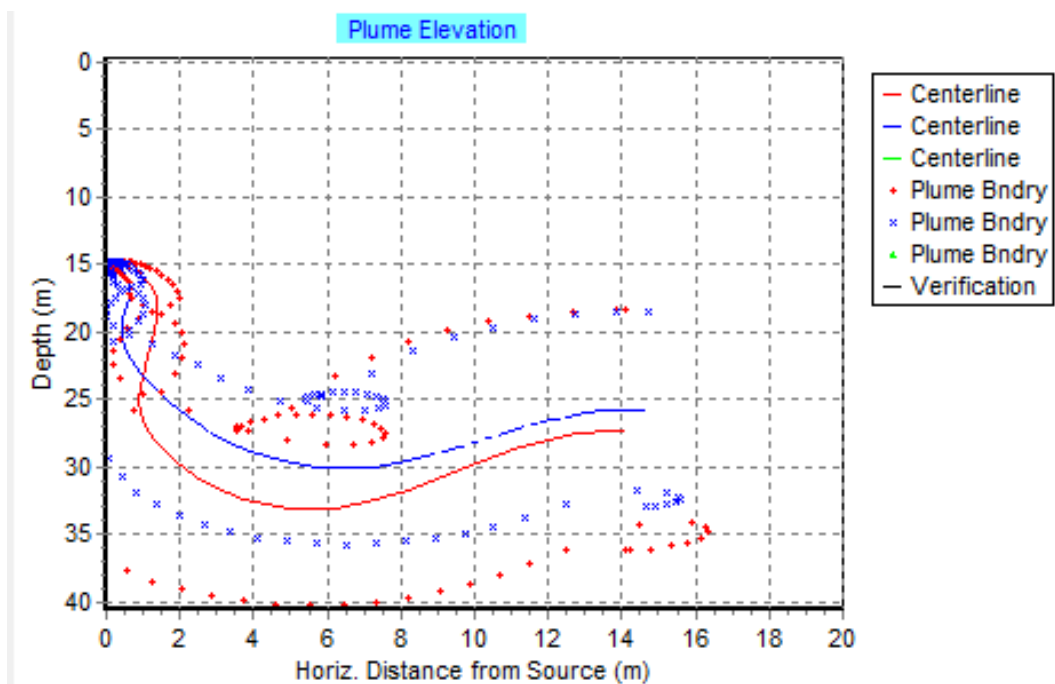
Grafer fra modelleringen



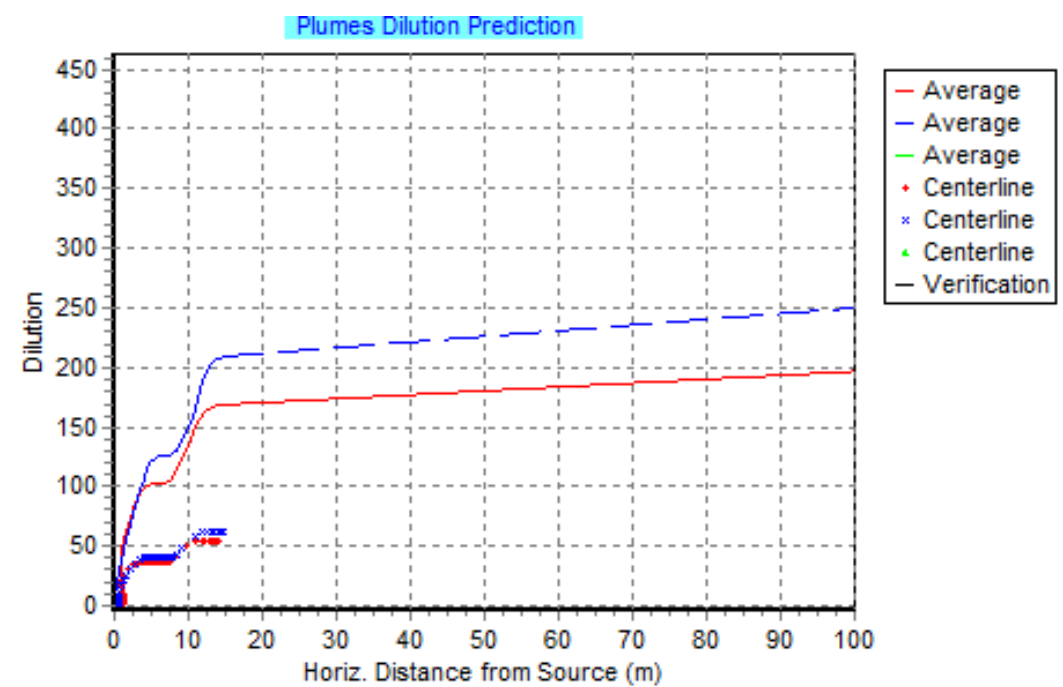
Figur 8: Utslippets vertikale bevegelse. Arsvågen, anleggsfase. Ferskvann med partikler. Blå 48 l/s, rød 88 l/s. Linje viser senter av utslippet, prikker viser ytterkanten.



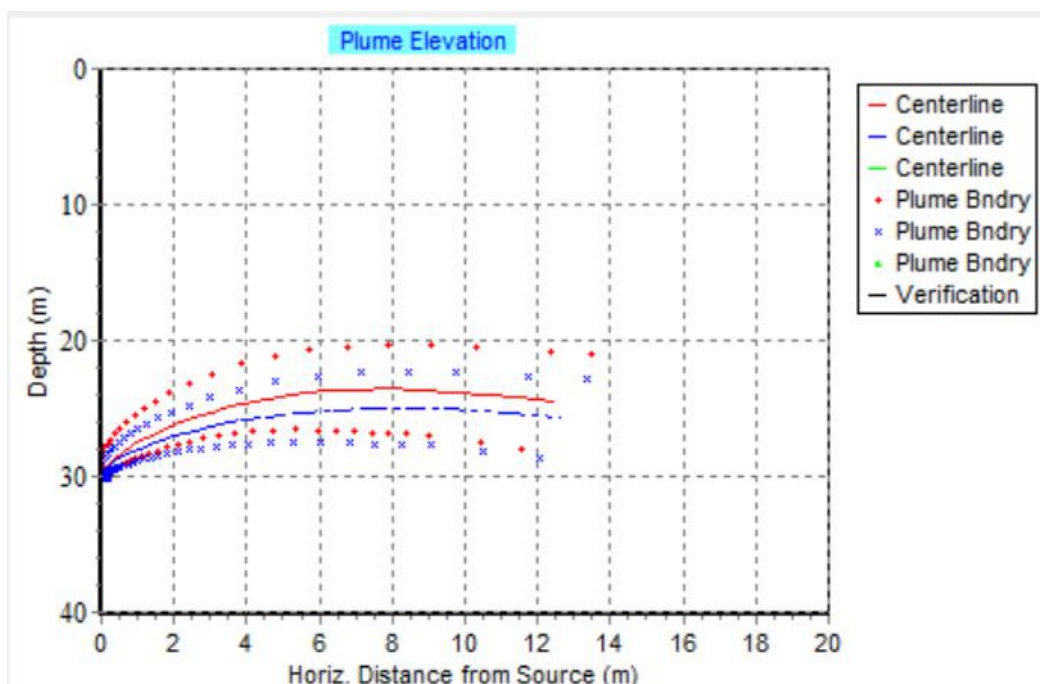
Figur 9: Utslippets fortynning i resipienten med rent sjøvann. Arsvågen, anleggsfase. Ferskvann med partikler. Blå 48 l/s, rød 88 l/s. Linje viser gjennomsnittlig fortynning av utslippet, prikker viser utslippets fortynning i senterlinjen.



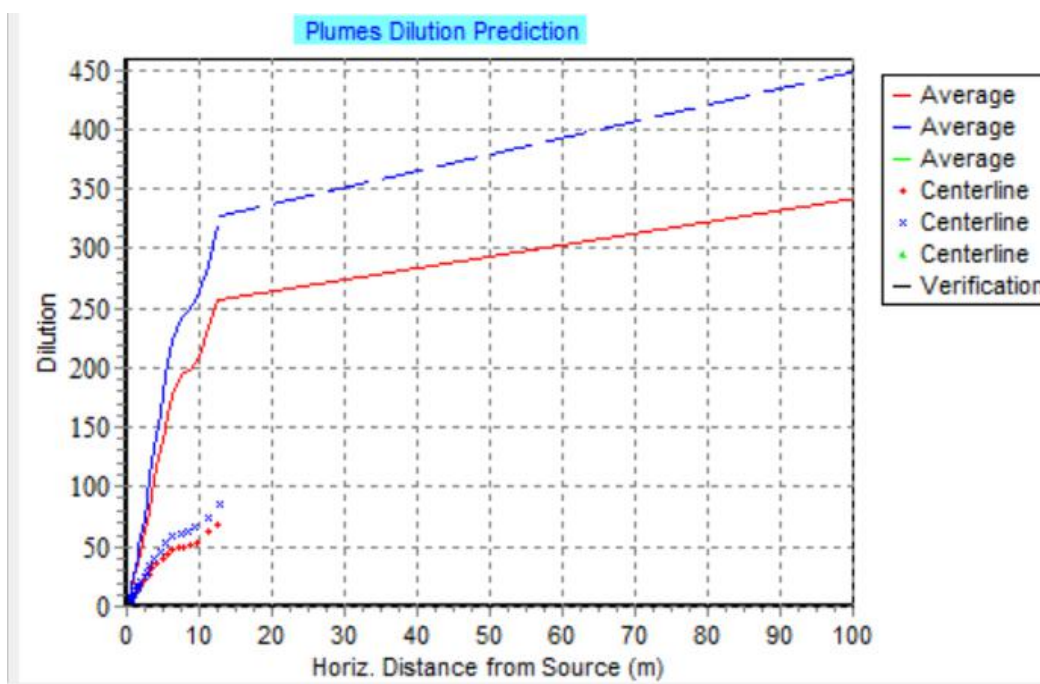
Figur 10: Utslippet vertikale bevegelse. Arsvågen, anleggsfase. Saltvann med partikler. Blå 48 l/s, rød 88 l/s. Linje viser senter av utslippet, prikker viser ytterkanten.



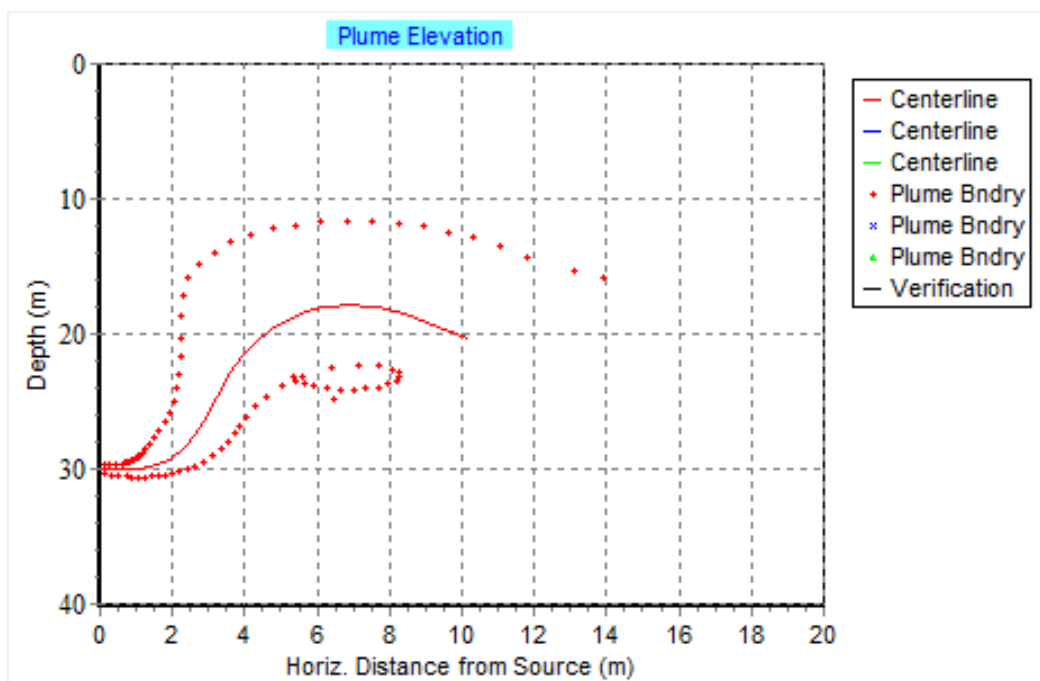
Figur 11: Utslippet fortynning i resipienten med rent sjøvann. Arsvågen, anleggsfase. Saltvann med partikler. Blå 48 l/s, rød 88 l/s. Linje viser gjennomsnittlig fortynning av utslippet, prikker viser utslippet fortynning i senterlinjen.



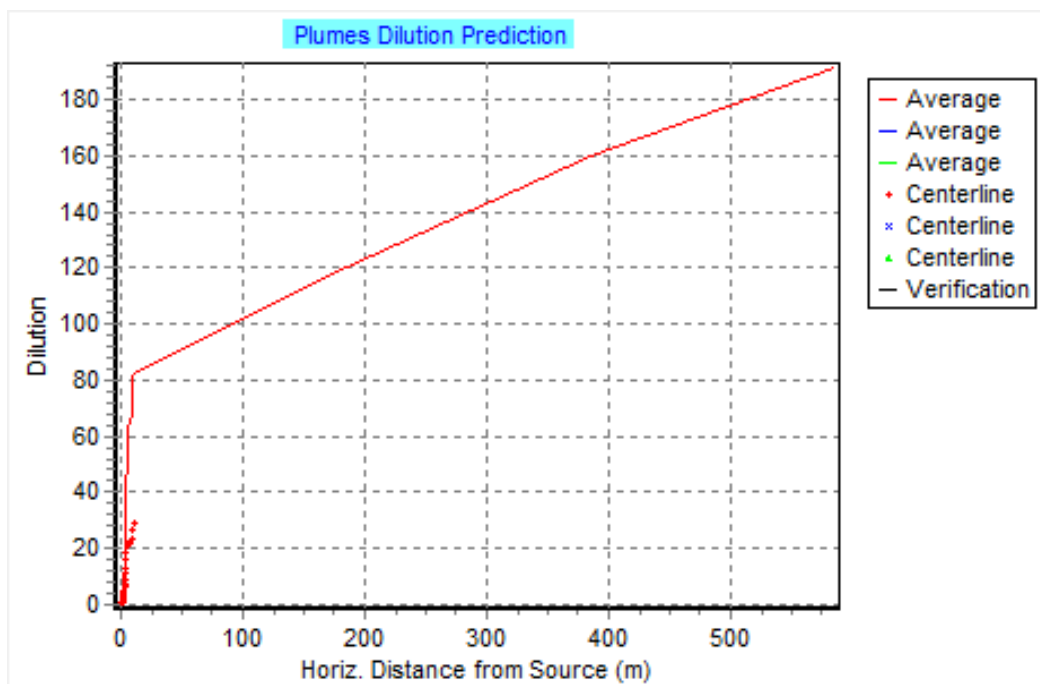
Figur 12: Utslippet vertikale bevegelse. Lauplandsholmen, anleggsfase. Ferskvann med partikler. Blå 5,6 l/s, rød 10,6 l/s. Linje viser senter av utslippet, prikker viser ytterkanten.



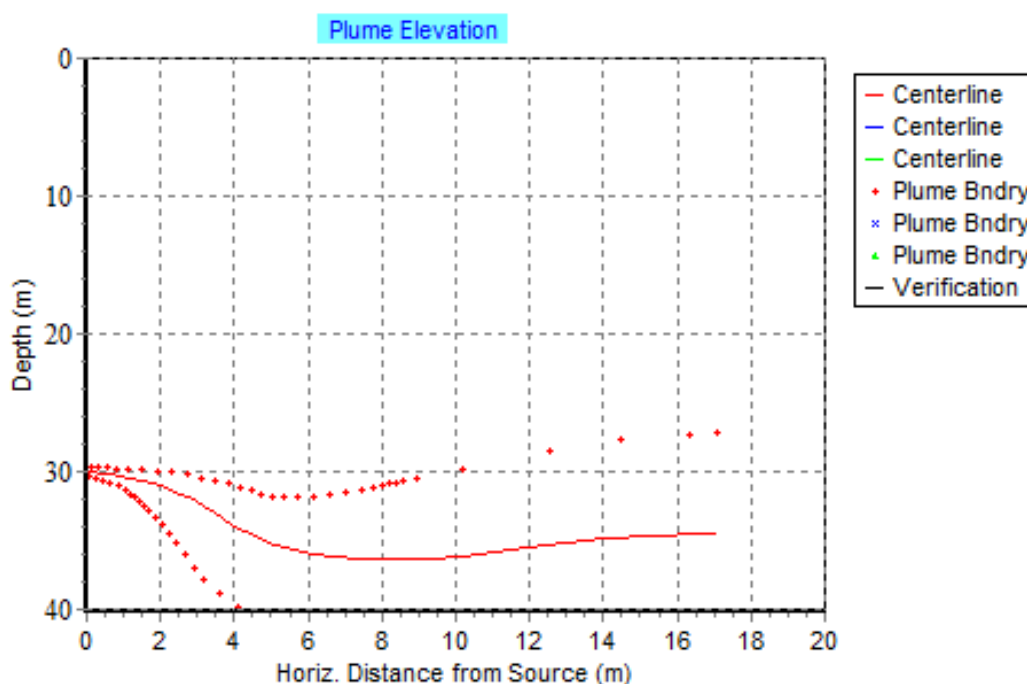
Figur 13: Utslippet fortynning i resipienten med rent sjøvann. Lauplandsholmen, anleggsfase. Ferskvann med partikler. Blå 5,6 l/s, rød 10,6 l/s. Linje viser gjennomsnittlig fortynning av utslippet, prikker viser utslippet fortynning i senterlinjen.



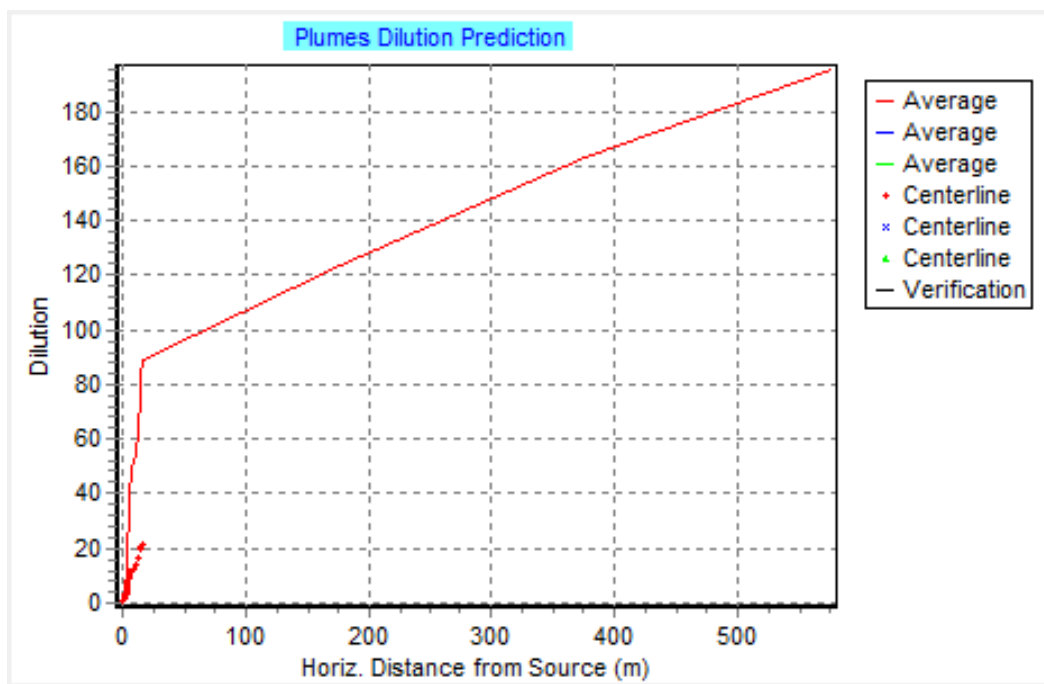
Figur 14: Utslippets vertikale bevegelse. Lauplandsholmen, driftsfase. Ferskvann med partikler, 111 l/s. Linje viser senter av utslippet, prikker viser ytterkanten.



Figur 15: Utslippets fortynning i resipienten med rent sjøvann. Lauplandsholmen, driftsfase. Ferskvann med partikler, 111 l/s. Linje viser gjennomsnittlig fortynning av utslippet, prikker viser utslippets fortynning i senterlinjen.



Figur 16: Utslippet vertikale bevegelse. Lauplandsholmen, driftsfase. Brakkvann med partikler/saltvann uten partikler, 111 l/s. Linje viser senter av utslippet, prikker viser ytterkanten.



Figur 17: Utslippet fortynning i resipienten med rent sjøvann. Lauplandsholmen, driftsfase. Brakkvann med partikler/saltvann uten partikler, 111 l/s. Linje viser gjennomsnittlig fortynning av utslippet, prikker viser utslippet fortynning i senterlinjen.

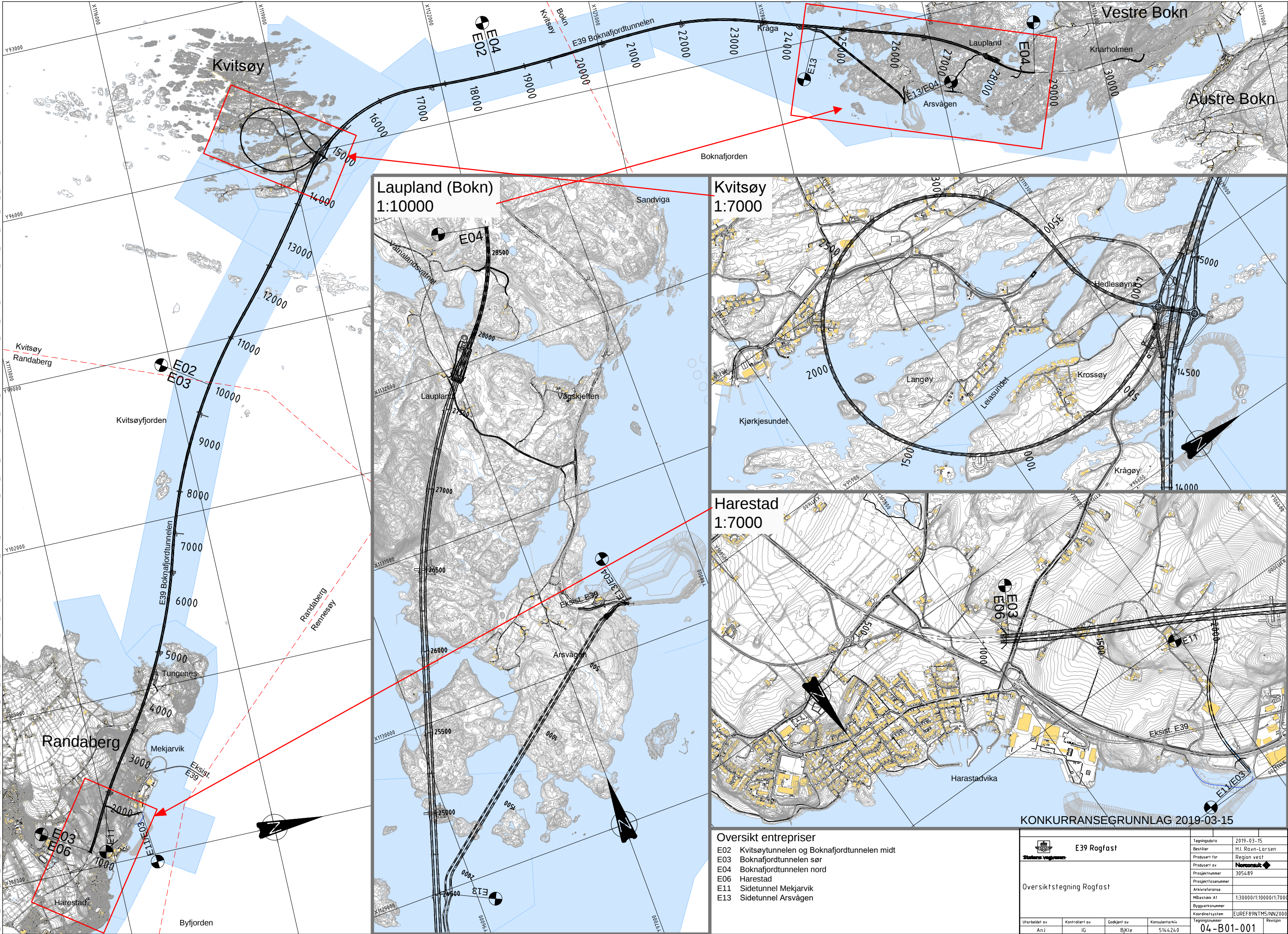
Referanser

Havforskningsinstituttet. (2018). *Fysisk oseanografiske forhold i produksjonsområdene for akvakultur - oppdatering august 2017. Rapport nr. 38-2017, datert 25. juni 2018.*

SAM Marin. (2015). *Marin overvåking Rogaland. Sluttrapport april 2015. SAM e-Rapport nr. 6-2015.*

Uni Research. (2013). *Strømmåling ved lokalitet Lauplandsholmen, Grieg Seafood Rogaland AS, Bokn kommune, desember 2012. Rapport nr. 3 2013.*

Vann-nett. (2019, 4 25). *Vann-nett.* Hentet fra Boknafjorden: <https://vann-nett.no/portal/#/waterbody/0242031500-C>



[illegible]

Prosj.

VK = Vannkum
SF = Sandfang
OV = Overvannskum
SR = Stikkrenne

Page 10 of 10

Vannledning
Stikkrenne
Overvannsledning

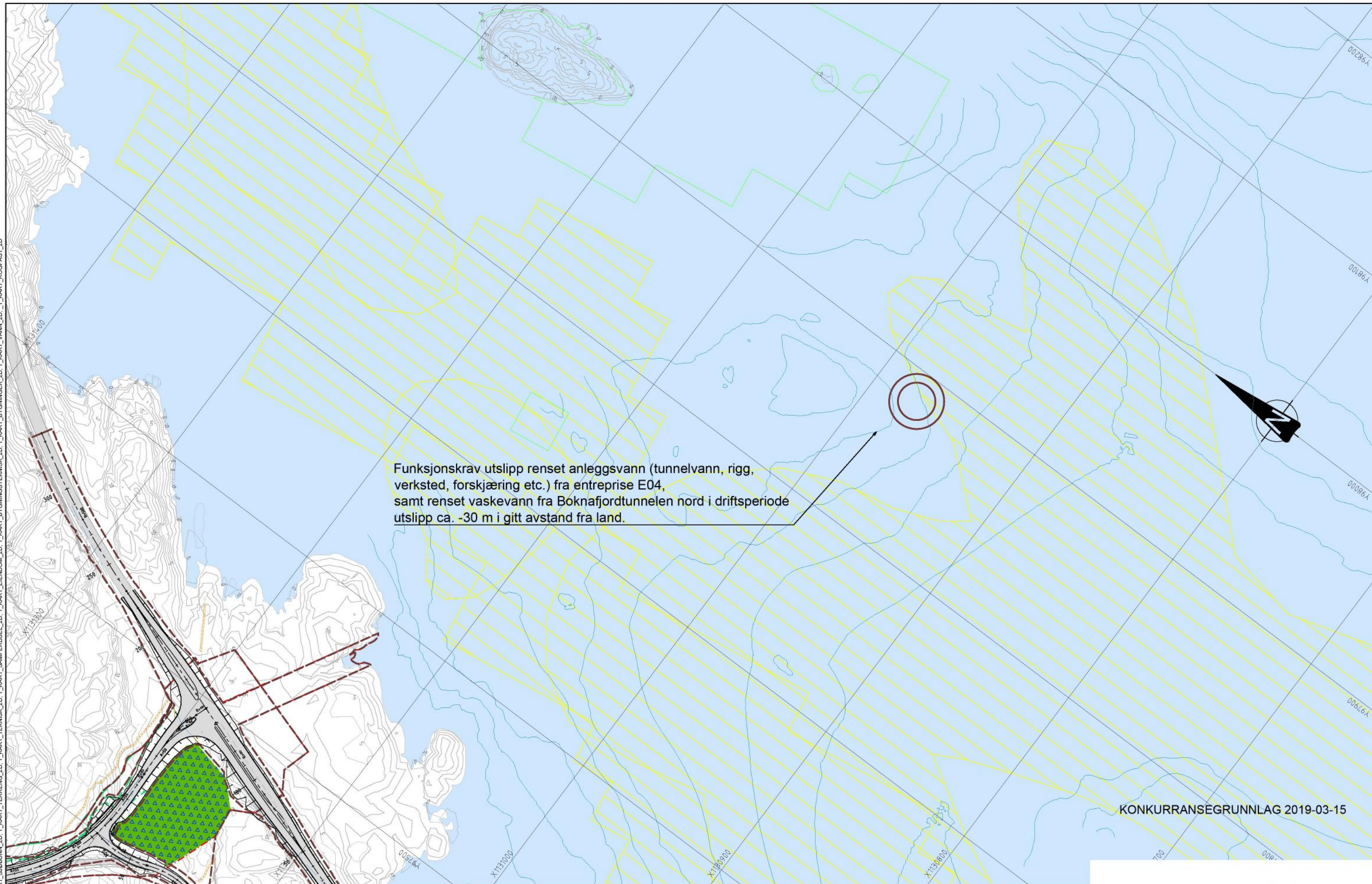
1. For detaljer se: 04-GH06-524
2. Utslippspunkt, se 04-Z01-706

1. Ved tilkobling til eksist. anlegg må dette innmåles i god tid før utførelse, slik at evt. omprosjektering er mulig.



-	-					-	-	-	-
Revisjon	Revisjonen gjelder					Utbø.	Kontr.	Gjeldt	Rev.dato
						Tegningsdato	2019-03-15		
						Bestiller	H.I. Ravn-Larsen		
E39 Rogfast						Produsert for	Region vest		
ENTREPRISE 04 Boknafjordtunnelen nord Drenering og VA-anlegg Plan og profil. Utslippspunkt - ØK13 Sjøledning pr. 0+485 Konkurransegrunnlag						Produsert av	Noreva AS		
						Prosjektnummer	305489		
						Prosjektfasenummer			
						Aktiverreferanse			
						Målestakk A1	1:1000		
						Byggeværknummer			
						Koordinatsystem	EURFØBN/TM5/INWZ00		
Utbøiedet av	Kontrollert av	Gjeldet av	Konsulentarkiv			Tegningsnr:			Revisjon
ReKrY	TBr	Bjkle	5144240			04-GH01-710			

E39 Rogfast					
Statens vegvesen					
ENTREPRISE 04 Boknafjordtunnelen nord Rigg- og marksiseringsplan Portalamråde Arsvågen				Tegningsdato	2019-03-15
				Bestiller	HJ. Ravn Larsen
				Prosjekt for	Region vest
				Prosjekt av	Norconsult ♦
				Prosjektnummer	305489
				ProsjektUtenhet	
				Arkivreferanse	
				Målestokk A1	1:1000
				Byggesaknummer	
Konkurranseanlegg				Koordinatsystem	EUREF89N/TMS/NNZ2000
Uttarbeidet av	Kontraktant av	Bedrøgt av	Konsulentfirma	Tegningsstørrelse	Revisjon
IW	BeBre	BjKle	514.424.0	04-Z01-701	

[illegible]

TEGNFORKLARING

- Anleggsgrense
- Reguleringsgrense
- Steingjerde
- Steingjerde rives inn

-  Arealer til mellomlagring jord
-  Arealer til mellomlagring matjord

-  Skjellsand
-  Utslipp av rensed anleggsvann fra entreprisa E04. samt rensed vaskevann fra Boknafjordtunnelen ca. -30 m dybde.

KONKURRANSEGRUNNLAG 2019-03-15

 E39 Rogfast				Tegningsdato: 2019-03-15	
Statens vegvesen				Bestiller: HL Ravn-Larsen	
ENTREPRISE 04				Prosjekt for: Region vest	
Boknafjordtunnelen nord				Prosjekt av: Norconsult	
Rigg- og marksiseringsplan				Prosjektnummer: 305489	
Utslippspunkt for rensert vann i sjø				Prosjekt/Objektnummer: 	
Konkurransegrunnlag				Arkivreferansen: 	
Utslippspunkt for rensert vann i sjø				Målestokk A1: 1:1000	
Konkurransegrunnlag				Byggetegningsnummer: 	
Utslippspunkt for rensert vann i sjø				Koordinat system: EUREF89NTM5/NN2000	
Illustrert av:		Kontrollert av:		Tegningsnummer:	
IW		BeBre		04 - Z01-706	
Edsjøent av:		Konsulentarkiv:		Revisjon:	
BJtE		5144240			

Statens vegvesen

Miljøundersøkelse sediment

Kvitsøy og Arsvågen

2015-03-16 Oppdragsnr.: 5144240



J01	25-03-2015	Utarbeidet	glhau	grs	bjkle
Rev.	Dato:	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult. 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.

Innhold

1	Bakgrunn	5
1.1	Oppdraget	5
1.2	Resipienten	5
1.3	Tidligere sedimentundersøkelser og mulige påvirkninger	5
1.4	Naturverdier	7
1.5	Arsvågen	9
1.6	Kvitsøy	10
1.6.1	Kyrkjesundet	10
1.6.2	Massefylling i sjøen nord for Krossøy	11
1.6.3	Masseutfyllinger ved Krågøy	12
2	Miljøundersøkelse	13
2.1	Bakgrunn	13
2.2	Kartlegging av sediment	15
2.2.1	Feltarbeid	15
2.3	Resultater	20
2.4	Behov for miljørettet risikovurdering	25
3	Referanser	26
	Vedlegg	27

Sammendrag

Det er gjennomført undersøkelser av forurensningstilstanden i sedimenter ved to lokaliteter ved Kvitsøy og ved Årsvågen. Områdene kan på bakgrunn av dette friskmeldes med hensyn på forurensning, etter kriteriene i risikoveiledningen.

Tiltak i sedimentet vil derfor ikke kreve en miljørettet risikovurdering og eventuelt en påfølgende tiltaksplan for utfylling på forurenset sediment.

1 Bakgrunn

1.1 OPPDRAGET

E39 Rogfast medfører et betydelig overskudd av masser. Statens vegvesen ønsker å fylle ut med tunnelmasser utenfor Arsvågen i Bokn kommune og i Kvitsøy kommune i Rogaland.

Denne rapporten vurderer om det er behov for tiltak som følge av forurensede stoffer fra sedimentet. Rapporten tar ikke stilling til om det er behov for tiltak som følge av spredning fra utfyllingsmassene eller av rene partikler fra sedimentet.

1.2 RESIPIENTEN

Utfyllingene skal foregå i vannforekomsten Boknafjorden i vannområde Ryfylke. Vannforekomsten har svært god økologisk tilstand og udefinert kjemisk tilstand. Det er oppgitt at det først og fremst er påvirkning fra stor skipstrafikk i vannforekomsten. Den er utsatt i forhold til bølgeeksponering, permanent mikset og har moderat oppholdstid for bunnvann (uker) (Vann-nett.no 2015-02-05).

1.3 TIDLIGERE SEDIMENTUNDERSØKELSER OG MULIGE PÅVIRKNINGER

Det er ikke kjent at det er gjort tidligere sedimentundersøkelser i områdene. Det er ingen registrerte vannlokaliteter i Vannmiljø.

Vannmiljø viser også registrerte påvirkninger. Data for dette hentes fra flere ulike kilder, som Grunnforurensningsdatabasen og Fiskeridirektoratets kartverk bl.a.

I Vannmiljø er det registrert to skjell-lokaliteter i tiltaksområdet, kalt «Skota Ø» og «Nordre Hestholmen S».

Det ligger et kommunalt deponi ved Nordbøveien, som er registrert i Grunnforurensningsdatabasen. Påvirkningen av lokaliteten er oppgitt å være «akseptabel med dagens areal og resipientbruk». Lokaliteten er vist på kart i Figur 1 nedenfor, men deponiets faktiske lokalisering er oppgitt av lokalkjente å ligge sør for kirken.

I Arsvågen er det registrert en akvakulturlokalitet, men ellers er det ikke registrert noen miljøpåvirkninger i området.



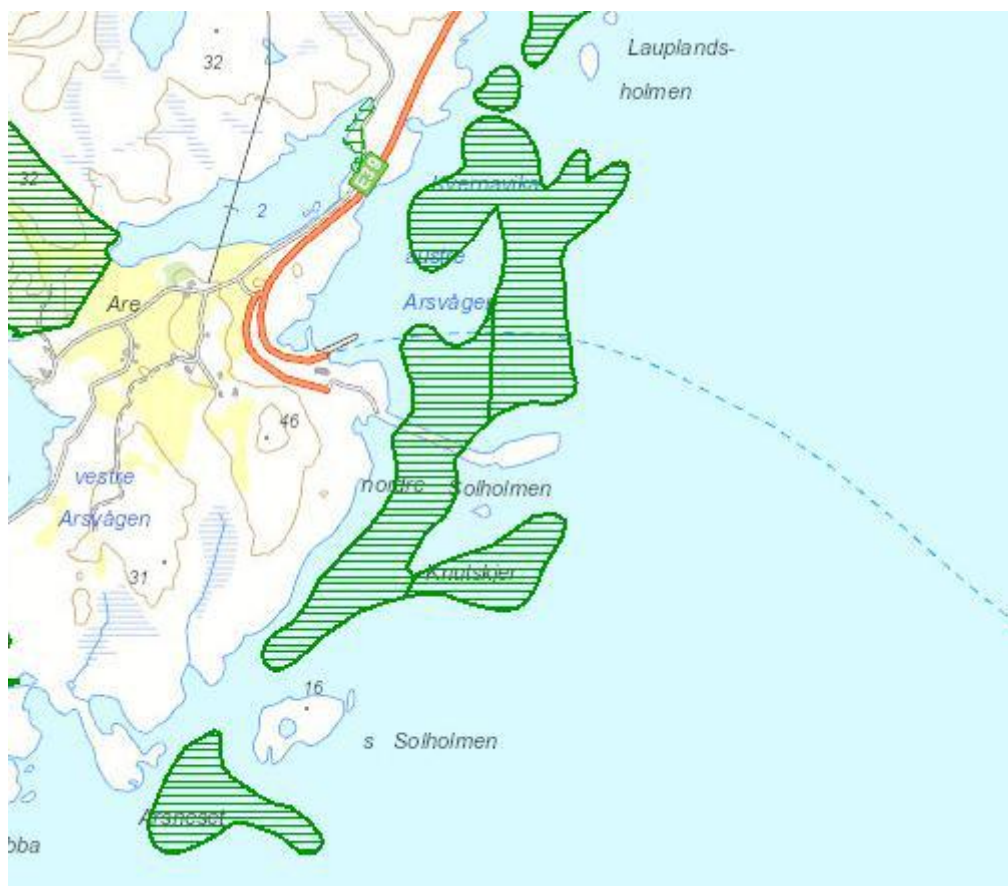
Figur 1: Kart fra Vannmiljø som viser miljøpåvirkninger ved Kvitøy. Plassering av kommunalt deponi, «Lokalitet NORDBØ FYLLPlass» (illa trekant) og skjell-lokaliteter er markert i kartet.



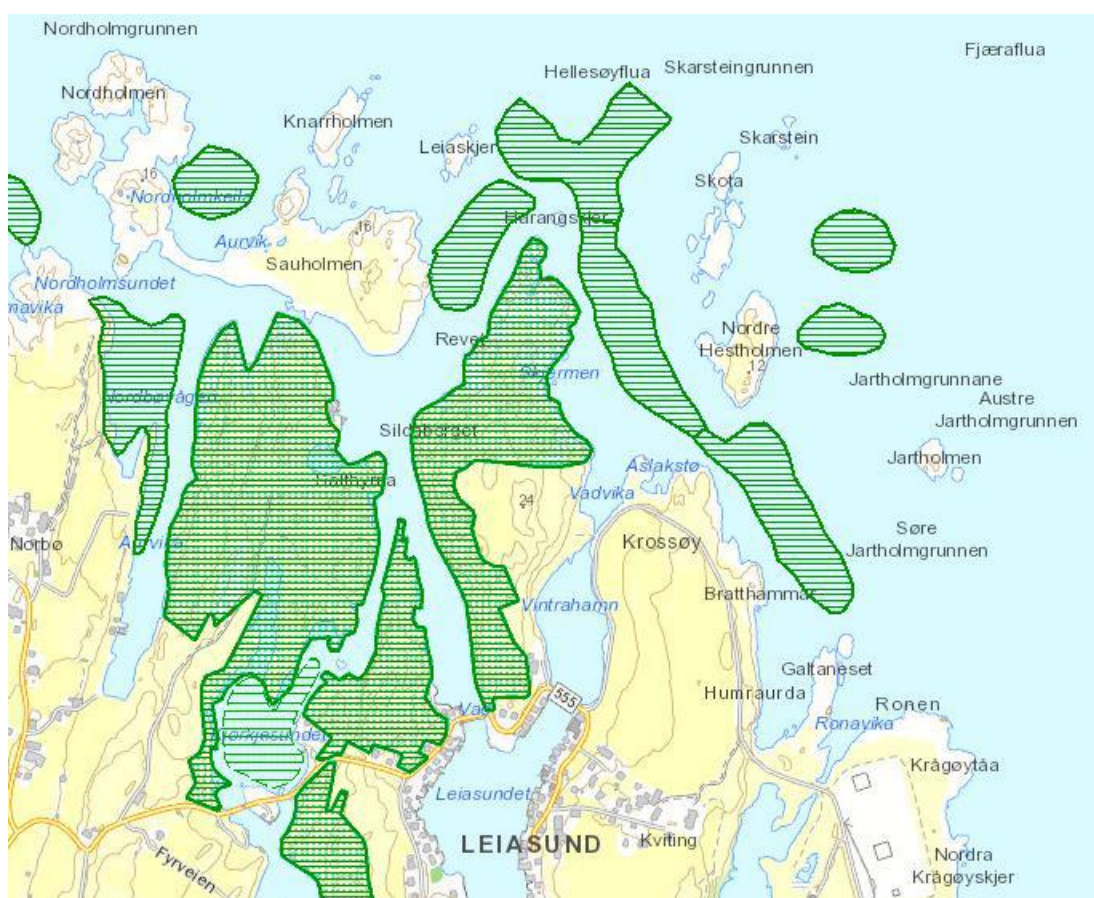
Figur 2: Registrert akvakulturlokalitet ved Arsvågen

1.4 NATURVERDIER

Naturverdier i områdene skal kartlegges i 2015. Det er flere registreringer i områdene, som vises på kartene i Figur 3 og Figur 4 nedenfor. Registreringene ved Arsvågen er «skjellsand» og registreringene ved Kvitsøy er «rikt strandberg» og «skjellsand».



Figur 3: Registrerte marine naturverdier ved Arsvågen.

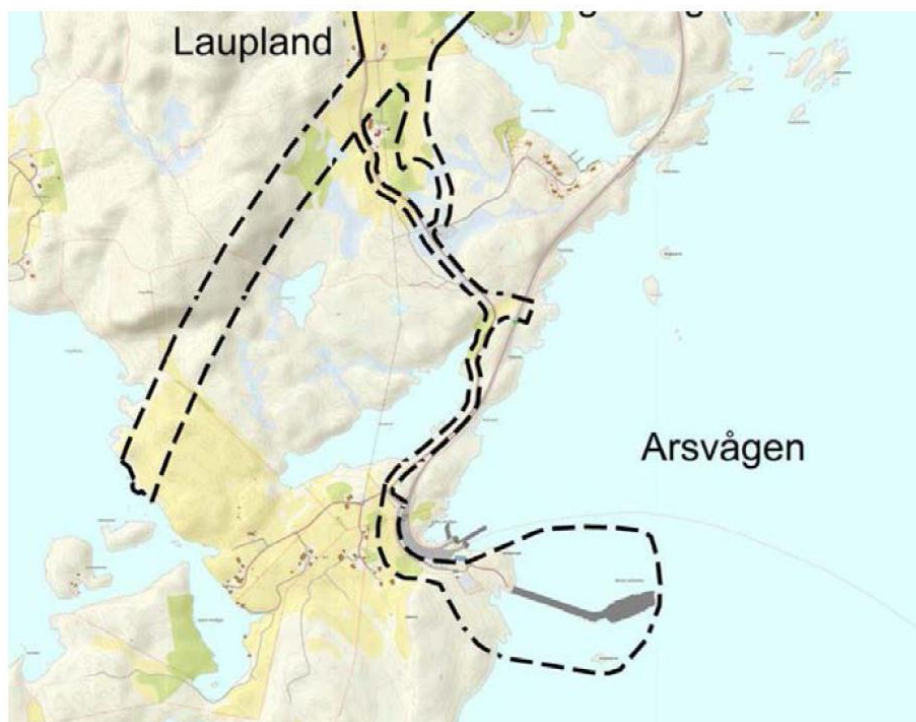


Figur 4: Registrerte marine naturverdier ved Kvitøy.

1.5 ARSVÅGEN

Utfyllingsområdet i Arsvågen er en utvidelse av en eksisterende molo i Arsvågen. Utfyllingsalternativene er beskrevet i rapporten «E39 Rogfast – Massedisponeringsplan». Massedisponeringsplanen vil måtte revideres etter hvert som usikkerhet i beregninger reduseres, samt ny kunnskap og nye forhold dukker opp.

Foreløpig er det mulige utfyllingsområdet i Arsvågen derfor begge sider av eksisterende molo, som vist på figur nedenfor.



Figur 5: Område for områderegulering av massedeponi i Arsvågen, hentet fra massedisponeringsplan for Rogfast (Statens vegvesen 2014)

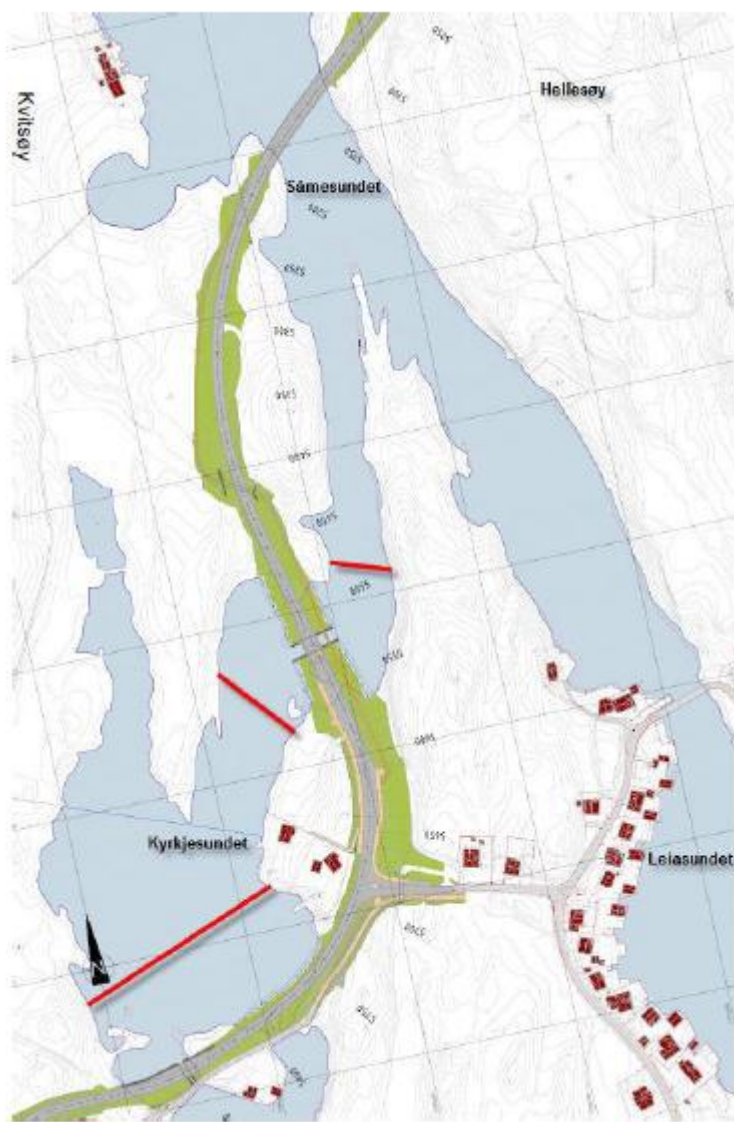
1.6 KVITSØY

Ved Kvitsøy er det flere alternativer for massedisponering, og utfylling i forbindelse med veiutbyggingen. De er kort beskrevet i avsnittene nedenfor.

1.6.1 Kyrkjesundet

I forbindelse med nye veitraseer i Kyrkjesundet vil det være behov for utfyllingsarbeider. Disse lokalitetene er vist på tegning i figur nedenfor. Kartet er hentet fra Ytre Miljø- plan (Statens vegvesen 2012).

Cowi skriver i YM-planen at partikkelspredning som følge av anleggsarbeid må påregnes. Det er derfor nødvendig å tilrettelegge plass for etablering av en siltgardin i anleggsfasen. Siltgarden skal plasseres nærmest mulig fyllingen. Figur 6 viser anbefalt plassering av silt-gardin i Kyrkjesundet på Kvitsøy. Spredning av partikler ved utfyllingsarbeidene skal begrenses mest mulig ved hjelp av siltgardiner.

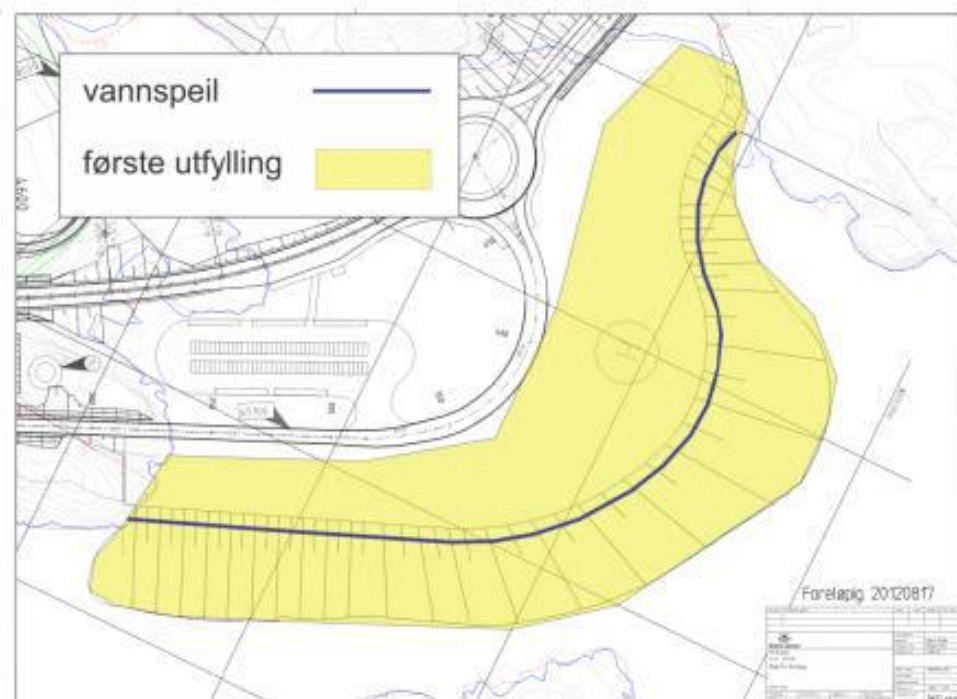


Figur 6: Anbefalt plassering av siltgardiner (røde streker) for å redusere partikkelspredning i Kyrkjundet (Statens vegvesen 2012).

1.6.2 Massefylling i sjøen nord for Krossøy

Ved nordsiden av Kvitsøy, nord for Krossøy, må det legges ut en fylling i sjøen. Nord for fyllingen er det lite beskyttelse mot strøm, vind og bølger.

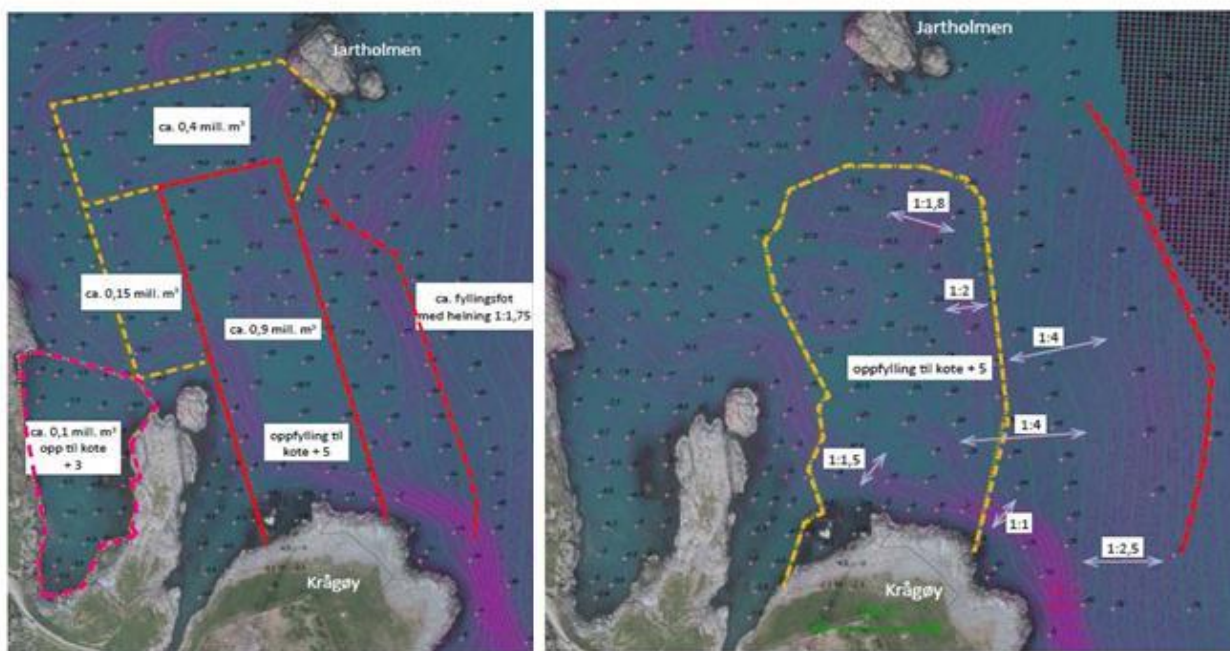
Planlagt utfylling medfører at ca. 100 000 – 110 000 m³ utfyllingsmasser må fylles opp under vannspeilet. Fyllingsperioden kan estimeres av tunnelfremdriften og er anslått til å bli 8-10 måneder. I denne perioden kan partikler spres. I neste fase foregår utfylling i sjøen mellom fastlandet og den nylig fylte dammen, hvor dammaterialet filtrerer partiklene (Statens vegvesen 2012).



Figur 7: Utfylling nord for Krossøy (Statens vegvesen 2012).

1.6.3 Masseutfyllinger ved Krågøy

To av utfyllingsalternativene ved Krågøy er vist på figurene nedenfor.



Figur 8: Alternativer for masseutfyllinger ved Krågøy.

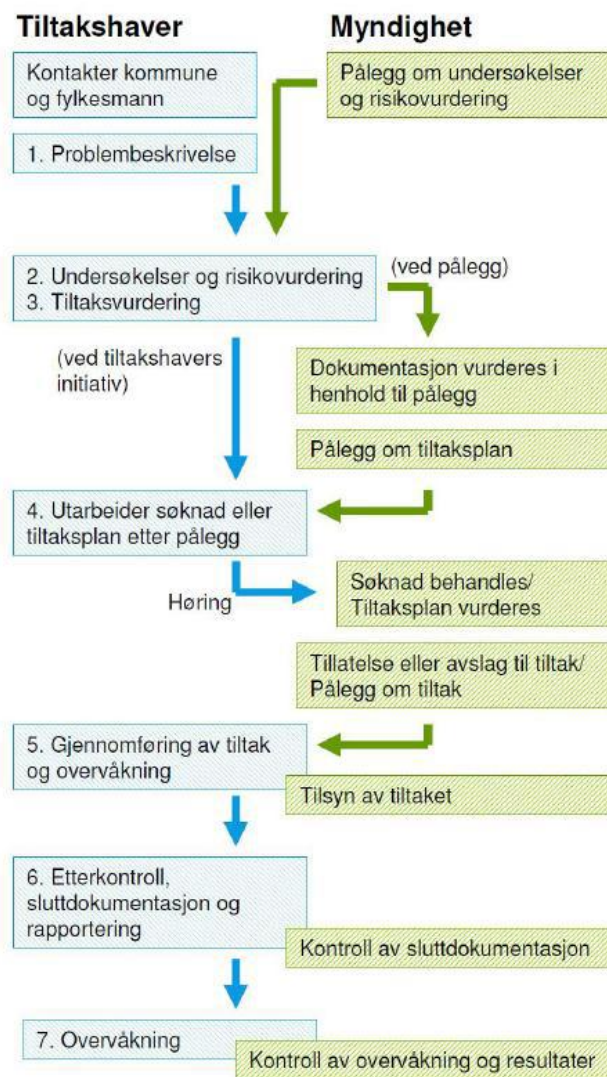
2 Miljøundersøkelse

2.1 BAKGRUNN

Prøvetakingsplan for sediment ble laget på bakgrunn av de foreløpige tegningene for tiltak ved Kvitsøy og Arsvågen. De ulike alternativene ved Kvitsøy ble forsøkt hensyntatt. Det kan bli nødvendig med ytterligere prøver etter hvert som tiltakene prosjekteres.

Tiltak i forurensede sedimenter er styrt av veiledningen TA-2960/2012: Veileder for håndtering av sedimenter. Denne undersøkelsen skal vurdere om det er behov for tiltak knyttet til eventuelt forurenset sediment som følge av utfylling. Rapporten omhandler punkt 2 i Figur 9 nedenfor og skal resultere i en tiltaksvurdering (punkt 3). Dette gjelder følgende forhold:

- Er sedimentet forurenset over grenseverdier?
- Vil forurensningen kunne bli transportert og spredd som følge av tiltaket?
- Er potensial for transport og spredning av forurensning knyttet til partikler og porevann uakseptabelt stort?
- Er det behov for å utarbeide en tiltaksplan for utfyllingsarbeidet, og dermed ha bedre kontroll på tiltakets forurensningspotensial?



Figur 9: Utdrag fra TA-2960/2012, saksgang ved tiltak i sedimenter.

Grenseverdiene i trinn 1 i risikoveiledningen er de samme som grensen mellom tilstandsklasse II og III for miljøgifter i sediment i klassifiseringsveiledningen. Dette gjelder for alle stoffer unntatt TBT. I praksis betyr dette at man for et sedimentområde som overskrider tilstandsklasse II i klassifiseringssystemet vil man måtte gjøre nærmere risikovurdering med tanke på planlegging av tiltak.

Sedimentene ansees å utgjøre en ubetydelig risiko og kan "friskmeldes" dersom:

- Gjennomsnittskonsentrasjon for hver miljøgift over alle prøvene (minst 5) er lavere enn grenseverdien for Trinn 1, og ingen enkeltkonsentrasjon er høyere enn den høyeste av:
 - 2 x grenseverdien
 - grensen mellom tilstandsklasse III og IV for stoffet
- Toksisiteten av sedimentet tilfredsstiller grenseverdiene for alle testene

- Et unntak er TBT der grenseverdien i Trinn 1 på 35 µg/kg beholdes inntil videre, mens grensen mellom tilstandsklasse II og III er 5 µg/kg (TA-2802/2011).

2.2 KARTLEGGING AV SEDIMENT

2.2.1 Feltarbeid

Prøvetaking ble gjennomført den 6. og 7. januar og 10. februar 2015 av Norconsult AS, med båt og mannskap fra Ognøysjefen. Plassering av prøvestasjonene er vist på figurene nedenfor. Røde sirkler markerer posisjoner der det ble forsøkt prøvetatt, men ikke fått opp materiale/ godkjent prøve.

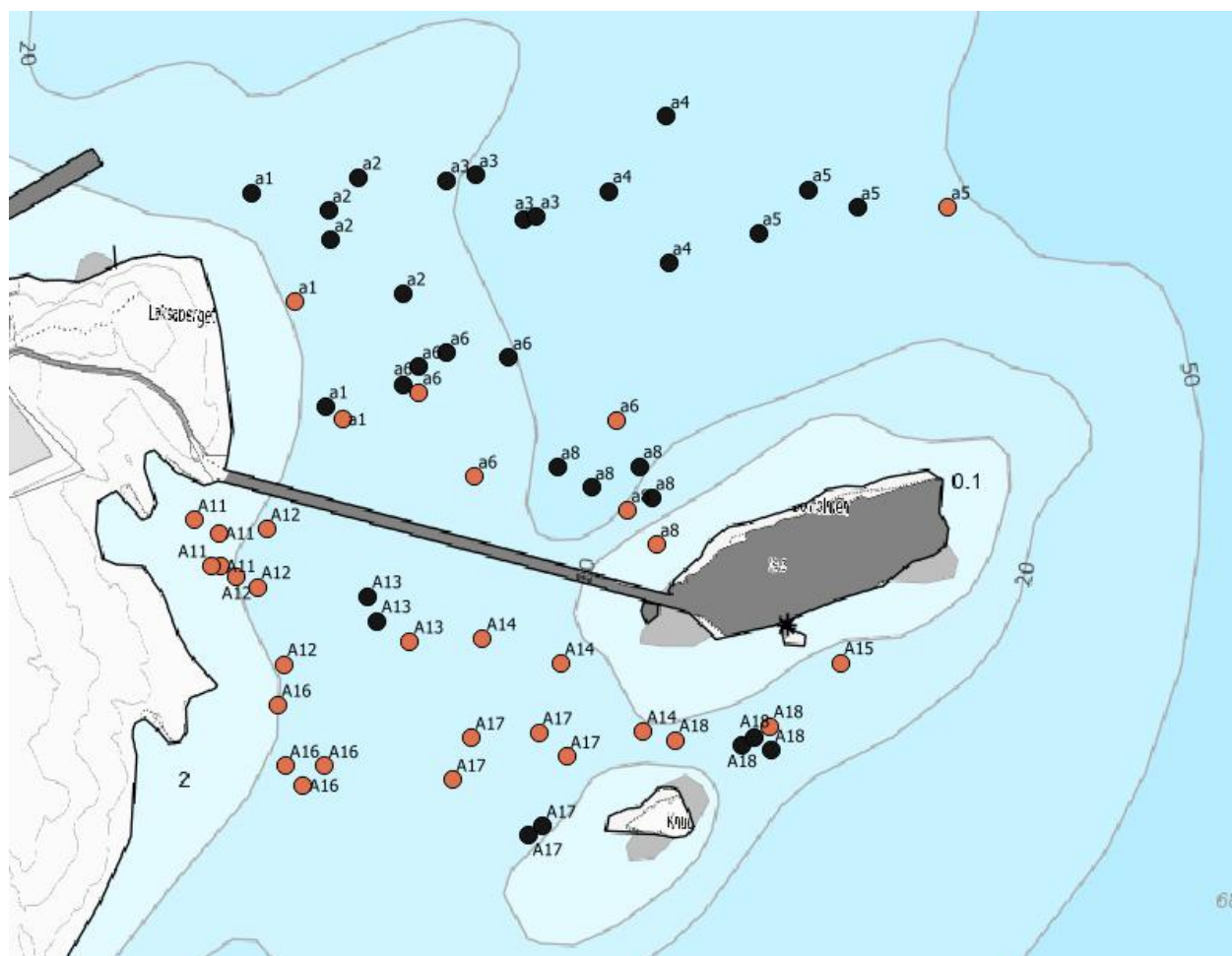
Prøvetakingen ble utført ved bruk av en Van Veen grabb med prøvetakingsareal på 0,1 m². Det ble tatt fire grabbhugg til hver blandprøve. Ved noen av stasjonene var det ikke mulig å få opp prøvemateriale (på grunn av hardbunn). Dette gjaldt for stasjoner:

- A11, A12, A14, A17, A18, A15
- K1, K2, K3, K5, K7, K8
- V1, V5

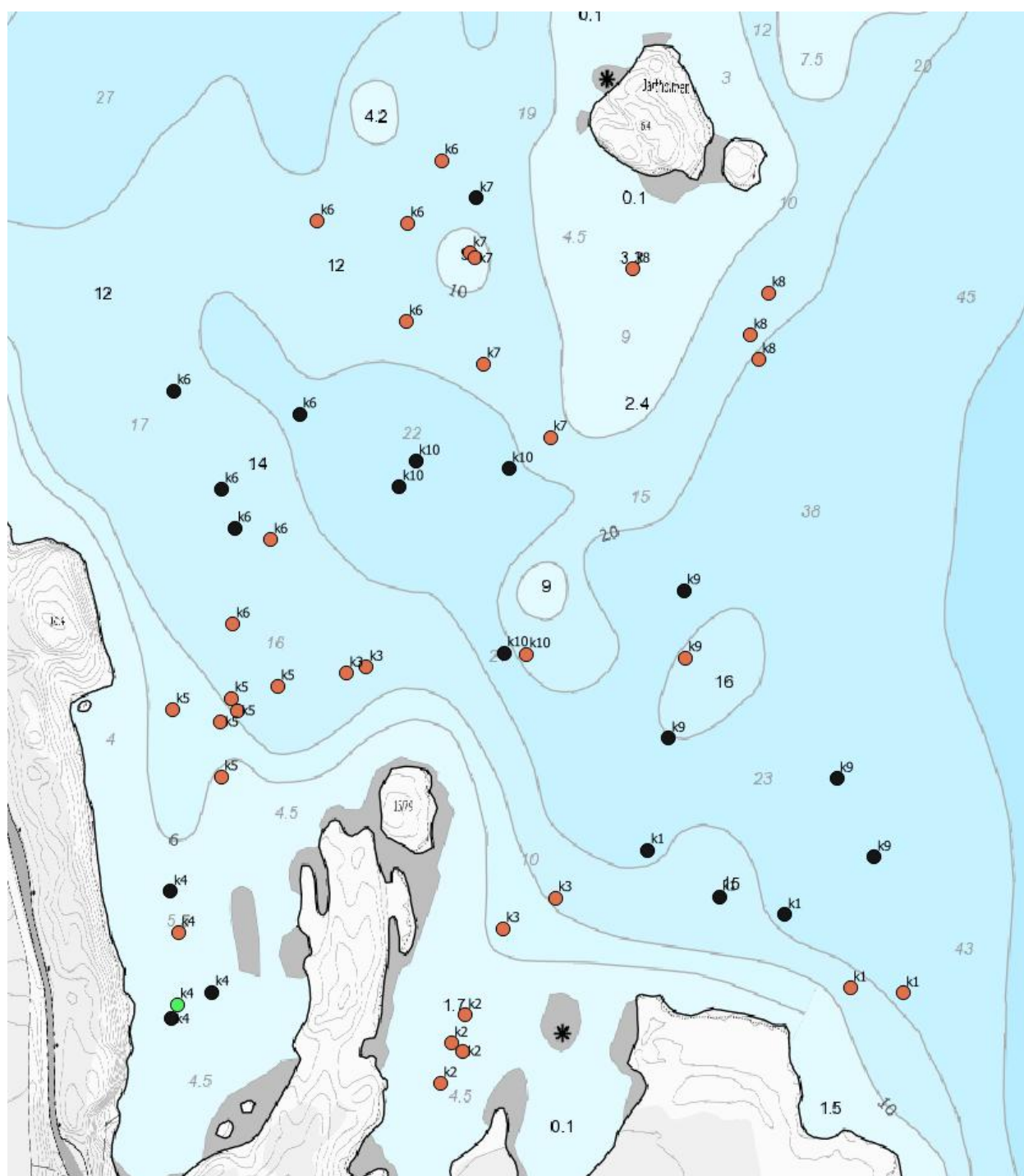
Punktene er markert med rødt i kartene.

På grunn av en kabel som ligger på tvers av området nord for moloen i Arsvågen ble det ikke forsøkt prøvetatt i stasjonene i midten av området (stasjoner merket A7, A9 og A10). Dette pga. risiko for å ødelegge kabelen og miste utstyr.

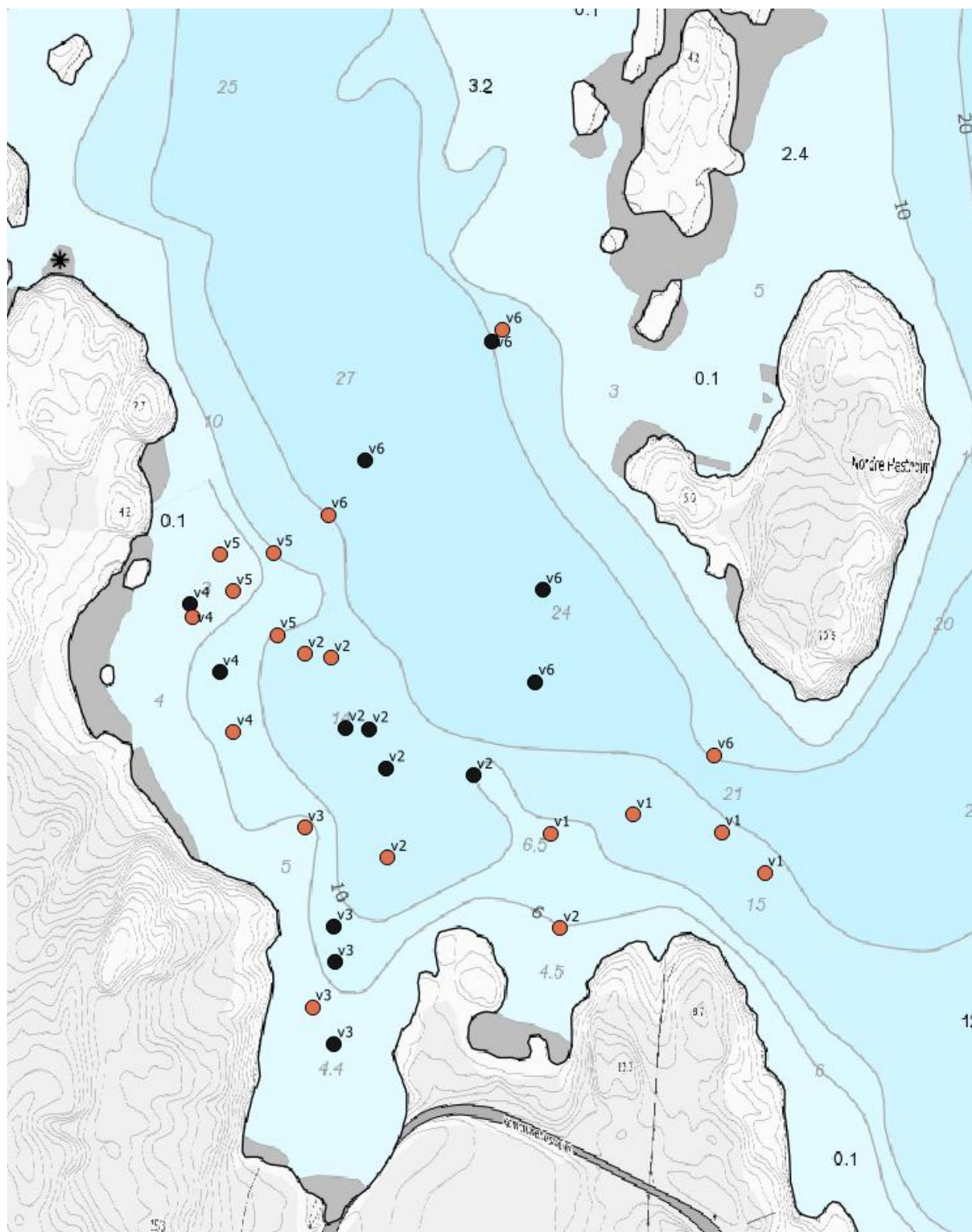
Prøvene representerer overflaten i sedimentet (ca. 5-7 cm). Koordinater for prøvene er gitt i logg fra prøvetakingen i vedlegg 1 sammen med en beskrivelse av prøvene.



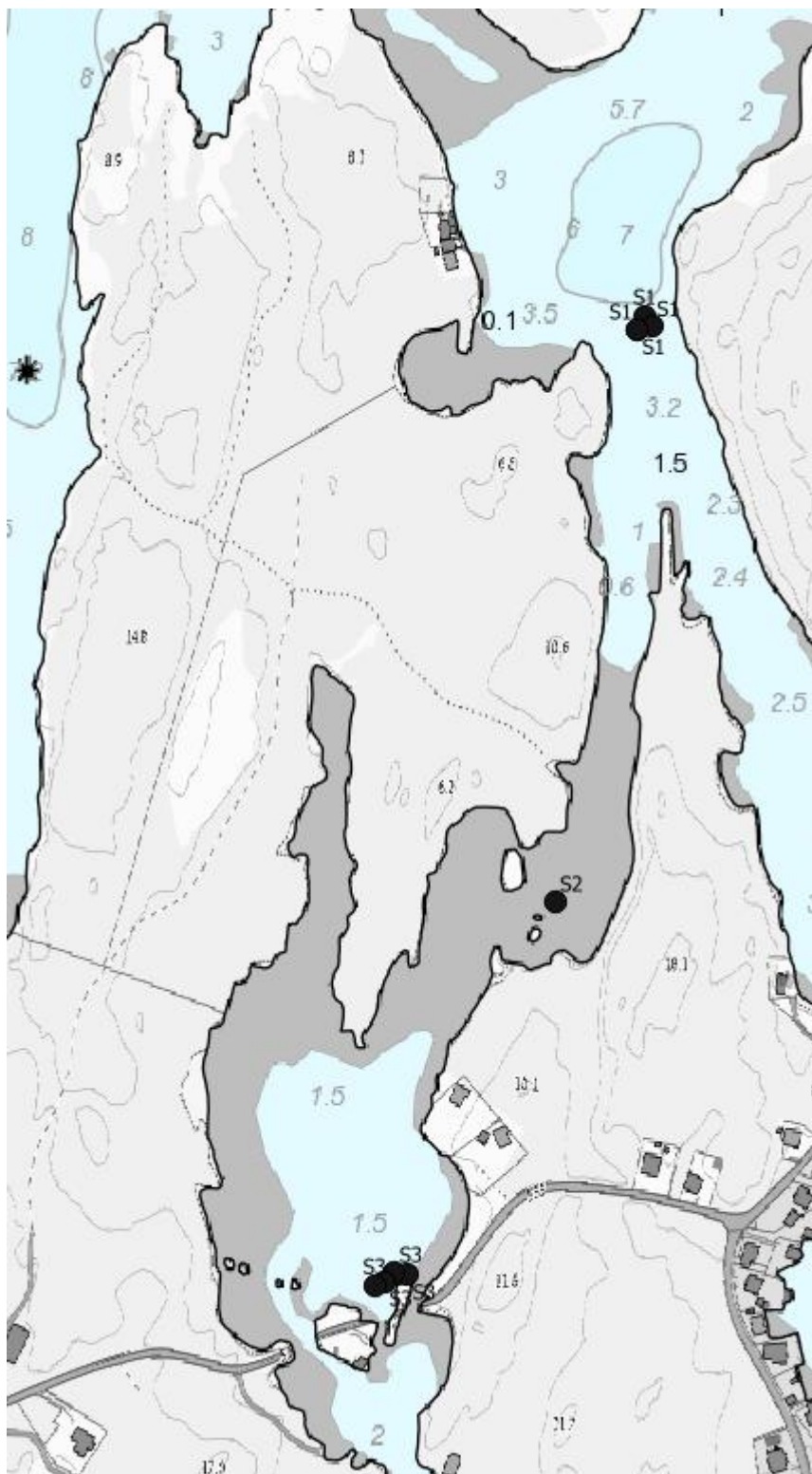
Figur 10: Plassering av prøvestasjoner ved Arsvågen. Røde punkter markerer posisjoner der det ikke lyktes å få opp materiale (på grunn av hardbunn eller avvist prøve). Sorte sirkler markerer posisjon for grabbhugg der prøvemateriale ble analysert.



Figur 11: Plassering av prøvestasjoner nord for Krågøy. Røde punkter markerer posisjoner der det ikke lykkes å få opp materiale (på grunn av hardbunn eller avvist prøve). Sorte sirkler markerer posisjon for grabbhugg der prøvemateriale ble analysert.



Figur 12: Plassering av prøvestasjoner ved Krossøy. Røde punkter markerer posisjoner der det ikke lykkes å få opp materiale (på grunn av hardbunn eller avvist prøve). Sorte sirkler markerer posisjon for grabbhugg der prøvemateriale ble analysert.



Figur 13: Plassering av prøvestasjoner i Kyrkjesusundet. Sorte sirkler markerer posisjoner for grabbhugg som inngår i blandprøvene.

Sedimentprøvene ble analysert ved det akkrediterte laboratoriet ALS Laboratory Group Norge. Basert på tidligere undersøkelser og områdets bruk er det ansett at en basispakke vil dekke den mest sannsynlige forurensingen i området. Denne består av:

- Metaller
- PAH-16
- PCB-7
- TBT
- TOC
- Kornfordeling

Analyserapporter fra ALS Laboratory Group Norge er lagt ved i vedlegg 2 Analyserapportene beskriver analysemetodikk, samt måleusikkerhet for metodene.

2.3 RESULTATER

Konsentrasjoner i sedimentet sammenlignes med grenseverdier for tilstandsklassene utarbeidet av Miljødirektoratet (TA-2229/2007, «Veileder for klassifisering av miljøgifter i vann og sediment»). Tilstandsklassene representerer ulik forurensningsgrad basert på fare for effekter på organismer. Beskrivelse av de ulike tilstandsklassene er vist i Tabell 1. Ved konsentrasjoner i tilstandsklasse III eller dårligere må det gjennomføres en risikovurdering før eventuell gjennomføring av tiltak.

Tabell 1: Klassifiseringssystem for metaller og organiske miljøgifter (TA-2229/2007).

Tilstandsklasse	I	II	III	IV	V
Beskrivelse av tilstand	Bakgrunn	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
Betingelser	Bakgrunns-nivå	Ingen toksiske effekter	Kroniske effekter ved langtids-eksponering	Akutt toksiske effekter ved korttids-eksponering	Omfattende akutt-toksiske effekter

Resultatene av den gjennomførte undersøkelsen er vist i Tabell 2 til Tabell 5, og fargene tilsvarer tilstandsklassene i Tabell 1. Fullstendig analyserapport er gitt i vedlegg.

Tabell 2: Konsentrasjoner i sediment klassifisert i henhold til TA-2229/2007

Parameter	Enhet	A1 Sediment	A2 Sediment	A3 Sediment	A4 Sediment	A5 Sediment	A6 Sediment	A8 Sediment
As (Arsen)	mg/kg TS	0,99	0,79	0,92	1,88	1,05	0,69	1,55
Pb (Bly)	mg/kg TS	15,3	6,6	6,6	8,1	21	5,5	8
Cu (Kopper)	mg/kg TS	33,6	32,8	14,9	19,7	39	25,3	21,5
Cr (Krom)	mg/kg TS	15	9,31	9,67	7,25	10,2	12,4	8,45
Cd (Kadmium)	mg/kg TS	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Hg (Kvikksølv)	mg/kg TS	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	0,22
Ni (Nikkel)	mg/kg TS	7,1	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	5,9	<5,0
Zn (Sink)	mg/kg TS	16,1	13	9,8	10,9	12,5	13,3	15,5
Naftalen	µg/kg TS	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Acenafylen	µg/kg TS	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Acenaften	µg/kg TS	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Fluoren	µg/kg TS	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Fenantren	µg/kg TS	<10	<10	<10	<10	<10	<10	48
Antracen	µg/kg TS	<10	<10	<10	<10	<10	<10	15
Fluoranten	µg/kg TS	<10	<10	<10	<10	<10	<10	117
Pyren	µg/kg TS	<10	<10	<10	<10	<10	<10	97
Benso(a)antracen ^A	µg/kg TS	<10	<10	<10	<10	<10	<10	63
Krysen ^A	µg/kg TS	<10	<10	<10	<10	<10	<10	82
Benso(b)fluoranten ^A	µg/kg TS	<10	<10	<10	<10	<10	<10	41
Benso(k)fluoranten ^A	µg/kg TS	<10	<10	<10	<10	<10	<10	35
Benso(a)pyren ^A	µg/kg TS	<10	<10	<10	<10	<10	<10	52
Dibenso(ah)antracen ^A	µg/kg TS	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Benso(ghi)perylene	µg/kg TS	<10	<10	<10	<10	<10	<10	26
Indeno(123cd)pyren ^A	µg/kg TS	<10	<10	<10	<10	<10	<10	20
Sum PAH-16	µg/kg TS	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	600
Sum PAH carcinogene ^A	µg/kg TS	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	290
PCB 28	µg/kg TS	<0,70	<0,70	<0,70	<0,70	<0,70	<0,70	<0,70
PCB 52	µg/kg TS	<0,70	<0,70	<0,70	<0,70	<0,70	<0,70	<0,70
PCB 101	µg/kg TS	<0,70	<0,70	<0,70	<0,70	<0,70	<0,70	<0,70
PCB 118	µg/kg TS	<0,70	<0,70	<0,70	<0,70	<0,70	<0,70	<0,70
PCB 138	µg/kg TS	<0,70	<0,70	<0,70	<0,70	<0,70	<0,70	<0,70
PCB 153	µg/kg TS	<0,70	<0,70	<0,70	<0,70	<0,70	<0,70	<0,70
PCB 180	µg/kg TS	<0,70	<0,70	<0,70	<0,70	<0,70	<0,70	<0,70
Sum PCB-7	µg/kg TS	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Tørrestoff (L)	%	59,9	47,7	48,8	50,3	51	63,9	52,1
Monobutyltinnkation	µg/kg TS	1,34	2,71	<1	1,04	<1	<1	<1
Dibutyltinnkation	µg/kg TS	<1	<1	<1	<1	<1	1,06	<1
Tributyltinnkation	µg/kg TS	1,78	2,21	1,59	1,25	<1	1,48	1,05
Tørrestoff (E)	%	59,8	55	57,1	60,3	55,3	65	56,6
Vanninnhold	%	40,2	45	42,9	39,7	44,7	35	43,4
Kornstørrelse >63 µm	%	97	94,7	94,8	96,3	95,5	96,5	94,1
Kornstørrelse <2 µm	%	0,3	0,4	0,3	0,3	0,3	0,2	0,4
TOC	% TS	<0,990	<1,27	<1,27	<1,34	<1,27	<1,06	<1,13

Tabell 3: Konsentrasjoner i sediment klassifisert i henhold til TA-2229/2007

Paramter	Enhet	A17 Sediment	A18 Sediment	A13 Sediment	S1 Sediment	S2 Sediment	S3 Sediment
As (Arsen)	mg/kg TS	<0,50	<0,50	1,49	0,62	10,8	14,5
Pb (Bly)	mg/kg TS	3,1	4,6	9	3,9	6,4	14,5
Cu (Kopper)	mg/kg TS	1,78	3,51	4,86	5,9	20,6	50,4
Cr (Krom)	mg/kg TS	6,64	8,6	24,3	18,2	33,4	37,2
Cd (Kadmium)	mg/kg TS	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Hg (Kvikksølv)	mg/kg TS	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
Ni (Nikkel)	mg/kg TS	<5,0	<5,0	12	12,5	17,8	25
Zn (Sink)	mg/kg TS	7,6	10,5	15,3	29,1	51,2	117
Naftalen	µg/kg TS	<10	<10	<10	<10	<10	<14
Acenaftalen	µg/kg TS	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Acenaften	µg/kg TS	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Fluoren	µg/kg TS	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Fenantren	µg/kg TS	<10	<10	<10	10	10	<14
Antracen	µg/kg TS	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Fluoranten	µg/kg TS	<10	<10	<10	20	19	16
Pyren	µg/kg TS	<10	<10	<10	15	13	<10
Benzo(a)antracen ^A	µg/kg TS	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Krysen ^A	µg/kg TS	<10	<10	<10	10	<10	<10
Benzo(b)fluoranten ^A	µg/kg TS	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Benzo(k)fluoranten ^A	µg/kg TS	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Benzo(a)pyren ^A	µg/kg TS	<10	<10	<10	11	<10	<10
Dibenzo(ah)antracen ^A	µg/kg TS	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Benzo(ghi)perylene	µg/kg TS	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Indeno(123cd)pyren ^A	µg/kg TS	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Sum PAH-16	µg/kg TS	n.d.	n.d.	n.d.	66	42	16
Sum PAH carcinogene ^A	µg/kg TS	n.d.	n.d.	n.d.	21	n.d.	n.d.
PCB 28	µg/kg TS	<0,70	<0,70	<0,70	<0,70	<0,70	<0,70
PCB 52	µg/kg TS	<0,70	<0,70	<0,70	<0,70	<0,70	<0,70
PCB 101	µg/kg TS	<0,70	<0,70	<0,70	<0,70	<0,70	1,17
PCB 118	µg/kg TS	<0,70	<0,70	<0,70	<0,70	<0,70	1,71
PCB 138	µg/kg TS	<0,70	<0,70	<0,70	<0,70	<0,70	1,26
PCB 153	µg/kg TS	<0,70	<0,70	<0,70	<0,70	<0,70	0,97
PCB 180	µg/kg TS	<0,70	<0,70	<0,70	<0,70	<0,70	0,97
Sum PCB-7	µg/kg TS	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	6,1
Tørrestoff (L)	%	62,9	81,1	87,5	64,7	25,1	17,1
Monobutyltinnkation	µg/kg TS	<1	<1	<1	<1	<1	<2
Dibutyltinnkation	µg/kg TS	1,32	3,77	1,06	1,16	6,62	37,7
Tributyltinnkation	µg/kg TS	<1	<1	<1	<1	1,61	4,97
Tørrestoff (E)	%	52,8	70,8	69,1	65,4	40,1	17,8
Vanninnhold	%	47,2	29,2	30,9	34,6	59,9	82,2
Kornstørrelse >63 µm	%	97,4	96,1	98,6	94,5	85,6	52
Kornstørrelse <2 µm	%	0,2	0,3	<0,1	0,2	0,2	0,4
TOC	% TS	<1,34	0,994	1,12	1,94	4,35	7,5

Tabell 4: Konsentrasjoner i sediment klassifisert i henhold til TA-2229/2007

Parameter	Enhet	K1 Sediment	K4 Sediment	K6 Sediment	K7 Sediment	K9 Sediment	K10 Sediment
As (Arsen)	mg/kg TS	0,61	0,78	1,26	1,18	1,16	1,53
Pb (Bly)	mg/kg TS	8,3	5,9	5,1	4	13,7	11,5
Cu (Kopper)	mg/kg TS	19	15,2	11,4	12,7	16,2	20,2
Cr (Krom)	mg/kg TS	7,61	24,4	8,9	8,89	6,18	8,18
Cd (Kadmium)	mg/kg TS	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Hg (Kvikksølv)	mg/kg TS	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
Ni (Nikkel)	mg/kg TS	5,2	11	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Zn (Sink)	mg/kg TS	14,2	14	10,3	10	10,1	10,1
Naftalen	µg/kg TS	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Acenaftylen	µg/kg TS	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Acenaften	µg/kg TS	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Fluoren	µg/kg TS	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Fenantren	µg/kg TS	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Antracen	µg/kg TS	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Fluoranten	µg/kg TS	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Pyren	µg/kg TS	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Benso(a)antracen ^A	µg/kg TS	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Krysen ^A	µg/kg TS	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Benso(b)fluoranten ^A	µg/kg TS	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Benso(k)fluoranten ^A	µg/kg TS	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Benso(a)pyren ^A	µg/kg TS	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Dibenso(ah)antracen ^A	µg/kg TS	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Benso(ghi)perylene	µg/kg TS	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Indeno(123cd)pyren ^A	µg/kg TS	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Sum PAH-16	µg/kg TS	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Sum PAH carcinogene ^A	µg/kg TS	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
PCB 28	µg/kg TS	<0,70	<0,70	<0,70	<0,70	<0,70	<0,70
PCB 52	µg/kg TS	<0,70	<0,70	<0,70	<0,70	<0,70	<0,70
PCB 101	µg/kg TS	<0,70	<0,70	<0,70	<0,70	<0,70	<0,70
PCB 118	µg/kg TS	<0,70	<0,70	<0,70	<0,70	<0,70	<0,70
PCB 138	µg/kg TS	<0,70	<0,70	<0,70	<0,70	<0,70	<0,70
PCB 153	µg/kg TS	<0,70	<0,70	<0,70	<0,70	<0,70	<0,70
PCB 180	µg/kg TS	<0,70	<0,70	<0,70	<0,70	<0,70	<0,70
Sum PCB-7	µg/kg TS	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Tørrestoff (L)	%	64,5	58,4	62,6	60,8	56,9	65
Monobutyltinnkation	µg/kg TS	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Dibutyltinnkation	µg/kg TS	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Tributyltinnkation	µg/kg TS	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Tørrestoff (E)	%	66,8	63,8	66,9	65,2	60,9	70
Vanninnhold	%	33,2	36,2	33,1	34,8	39	30
Kornstørrelse >63 µm	%	95,8	96,8	97,7	97,7	95	97,6
Kornstørrelse <2 µm	%	0,3	0,3	0,2	0,2	0,4	0,2
TOC	% TS	<1,27	<1,27	<1,27	<1,34	<1,34	<1,06

Tabell 5: Konsentrasjoner i sediment klassifisert i henhold til TA-2229/2007

Parameter	Enhet	V2 Sediment	V3 Sediment	V4 Sediment	V6 Sediment
As (Arsen)	mg/kg TS	1,13	1,38	0,98	3,32
Pb (Bly)	mg/kg TS	4,1	7,8	3,3	11,2
Cu (Kopper)	mg/kg TS	13,9	58,2	31,4	37,6
Cr (Krom)	mg/kg TS	5,74	12	7,05	4,44
Cd (Kadmium)	mg/kg TS	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Hg (Kvikksølv)	mg/kg TS	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
Ni (Nikkel)	mg/kg TS	<5,0	7,7	5,6	<5,0
Zn (Sink)	mg/kg TS	11,7	17,6	13,4	14,5
Naftalen	µg/kg TS	<10	<10	<10	<10
Acenaftalen	µg/kg TS	<10	<10	<10	<10
Acenaften	µg/kg TS	<10	<10	<10	<10
Fluoren	µg/kg TS	<10	<10	<10	<10
Fenantren	µg/kg TS	<10	<10	<10	<10
Antracen	µg/kg TS	<10	<10	<10	<10
Fluoranten	µg/kg TS	<10	<10	<10	<10
Pyren	µg/kg TS	<10	<10	<10	<10
Benso(a)antracen ^A	µg/kg TS	<10	<10	<10	<10
Krysen ^A	µg/kg TS	<10	<10	<10	<10
Benso(b)fluoranten ^A	µg/kg TS	<10	<10	<10	<10
Benso(k)fluoranten ^A	µg/kg TS	<10	<10	<10	<10
Benso(a)pyren ^A	µg/kg TS	<10	<10	<10	<10
Dibenso(ah)antracen ^A	µg/kg TS	<10	<10	<10	<10
Benso(ghi)perylene	µg/kg TS	<10	<10	<10	<10
Indeno(123cd)pyren ^A	µg/kg TS	<10	<10	<10	<10
Sum PAH-16	µg/kg TS	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Sum PAH carcinogene ^A	µg/kg TS	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
PCB 28	µg/kg TS	<0,70	<0,70	<0,70	<0,70
PCB 52	µg/kg TS	<0,70	<0,70	<0,70	<0,70
PCB 101	µg/kg TS	<0,70	<0,70	<0,70	<0,70
PCB 118	µg/kg TS	<0,70	<0,70	<0,70	<0,70
PCB 138	µg/kg TS	<0,70	<0,70	<0,70	<0,70
PCB 153	µg/kg TS	<0,70	<0,70	<0,70	<0,70
PCB 180	µg/kg TS	<0,70	<0,70	<0,70	<0,70
Sum PCB-7	µg/kg TS	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Tørrestoff (L)	%	62,2	67,8	69	68,4
Monobutyltinnkation	µg/kg TS	<1	<1	<1	<1
Dibutyltinnkation	µg/kg TS	<1	<1	<1	<1
Tributyltinnkation	µg/kg TS	<1	<1	<1	<1
Tørrestoff (E)	%	63,9	75,5	68	57,8
Vanninnhold	%	36	24,5	32	42,2
Kornstørrelse >63 µm	%	96,2	97,6	98,2	95,1
Kornstørrelse <2 µm	%	0,2	0,1	0,1	0,4
TOC	% TS	<1,34	1,28	<1,13	<1,34

Sedimentet besto hovedsakelig av sand og skjellsand, med unntak av stasjoner i Kyrkjundet. Innholdet av leire er lavt i alle prøver. Innholdet av silt er lavt i prøvene, med unntak av S2 og S3 i Kyrkjundet. Sedimentene i utfyllingsområdene er i hovedsak grovere enn det klassifiseringsveiledningen (TA-2229/2007) er ment for. Norconsult har likevel brukt denne klassifiseringen, for å gi et bilde av forurensningssituasjonen.

Ingen av de analyserte metallene, PCB eller TBT ble målt i konsentrasjoner over tilstandsklasse II. I prøven fra stasjon A8 ble det målt enkelte PAH-forbindelser i tilstandsklasse III (benzo(a)antracen og benzo(ghi)perylene).

Arsen, bly, krom, kadmium, nikkel og sink ble målt i tilstandsklasse I i prøver fra alle områder. Kobber ble målt i tilstandsklasse II i noen prøver. Deteksjonsgrensen for kvikksølv er i tilstandsklasse II.

I prøvene fra Kyrkjundet ble det målt høyere organisk innhold enn i resten av prøvene (fra stasjon S2 og S3). Det ble også målt lave konsentrasjoner av PCB7 og TBT i prøvene S2 og S3.

I prøvene fra Arsvågen ble det også målt noe TBT, i prøver fra stasjonene nord for moloen. Konsentrasjonen av TBT var likevel i tilstandsklasse I og II.

2.4 BEHOV FOR MILJØRETTET RISIKOVURDERING

I en prøve fra Arsvågen var konsentrasjonen av enkeltforbindelser av PAH i tilstandsklasse III. Gjennomsnittskonsentrasjonen av disse forbindelsene i alle prøvene fra området var under grenseverdien for Trinn 1 og ingen av stoffene ble målt i konsentrasjoner over grensen mellom tilstandsklasse III og IV. Området kan dermed friskmeldes med hensyn på forurensning etter kriteriene i risikoveiledningen. Tiltak i sedimentet vil derfor ikke kreve en miljørettet risikovurdering og eventuelt en påfølgende tiltaksplan for utfylling på forurenset sediment.

Ingen av de analyserte forbindelsene ble målt i konsentrasjoner over tilstandsklasse II «God» i sedimentprøver fra Kvitsøy. Områdene kan på bakgrunn av dette friskmeldes med hensyn på forurensning etter kriteriene i risikoveiledningen. Tiltak i sedimentet vil derfor ikke kreve en miljørettet risikovurdering og eventuelt en påfølgende tiltaksplan for utfylling på forurenset sediment.

Sedimentene i utfyllingsområdene er i hovedsak grovere enn det klassifiseringsveiledningen (TA-2229/2007) er ment for, men klassifiseringen gir likevel et bilde av forurensningssituasjonen.

3 Referanser

Klif (2011). Bakgrunnsdokument til veiledere for risikovurdering (TA-2803/2011).

Klif (2011). Risikovurdering av forurenset sediment (TA-2802/2011).

Klif (2012). Veileder for håndtering av sediment (TA-2960/2012).

SFT (1997). Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann (TA-1467/1997).

Vannmiljø (<http://vannmiljo.miljodirektoratet.no/>). 2015. Kartverktøy for registrering og uthenting av forurensningsdata for vann, sediment og biota. (Data hentet ut 4.mars 2015).

Vann-nett.no/saksbehandler. 2013. Kartverktøy for samlet uthenting av data fra Miljødirektoratet i Trondheim og Oslo og Fiskeridirektoratet mm. (Data hentet ut 4.mars 2015).

Statens vegvesen (2014). E39 Rogfast - Massedisponeringsplan – 9. juli 2014

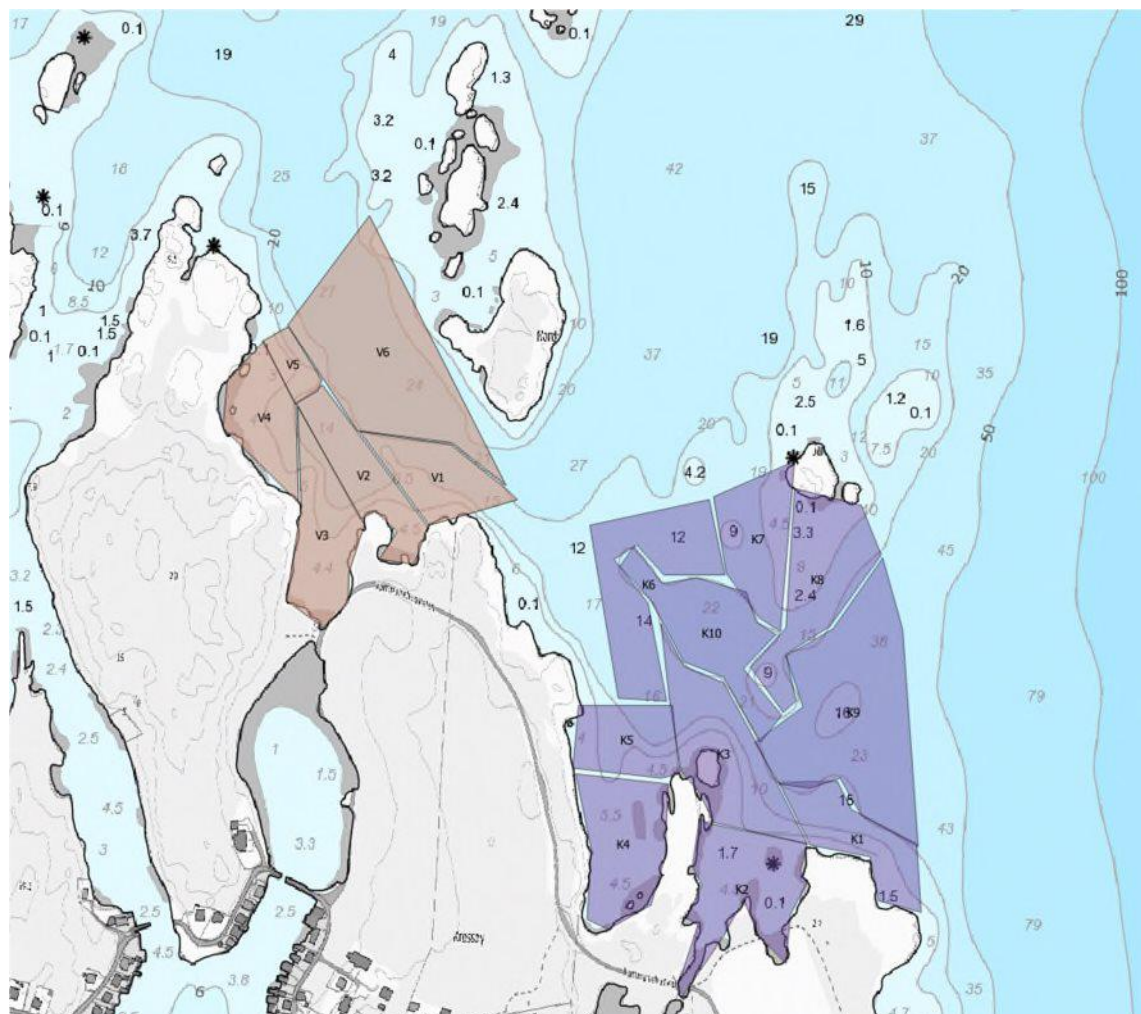
Statens vegvesen (2012). E39 Rogfast- reguleringsplaner Ytre Miljø plan

Vedlegg

1. Feltbeskrivelse
2. Analyseresultater ALS

Vedlegg 1: Feltrapport, Rogfast: Arsvågen og Kvitsøy prøvetaking

PLAN FOR PRØVETAKING

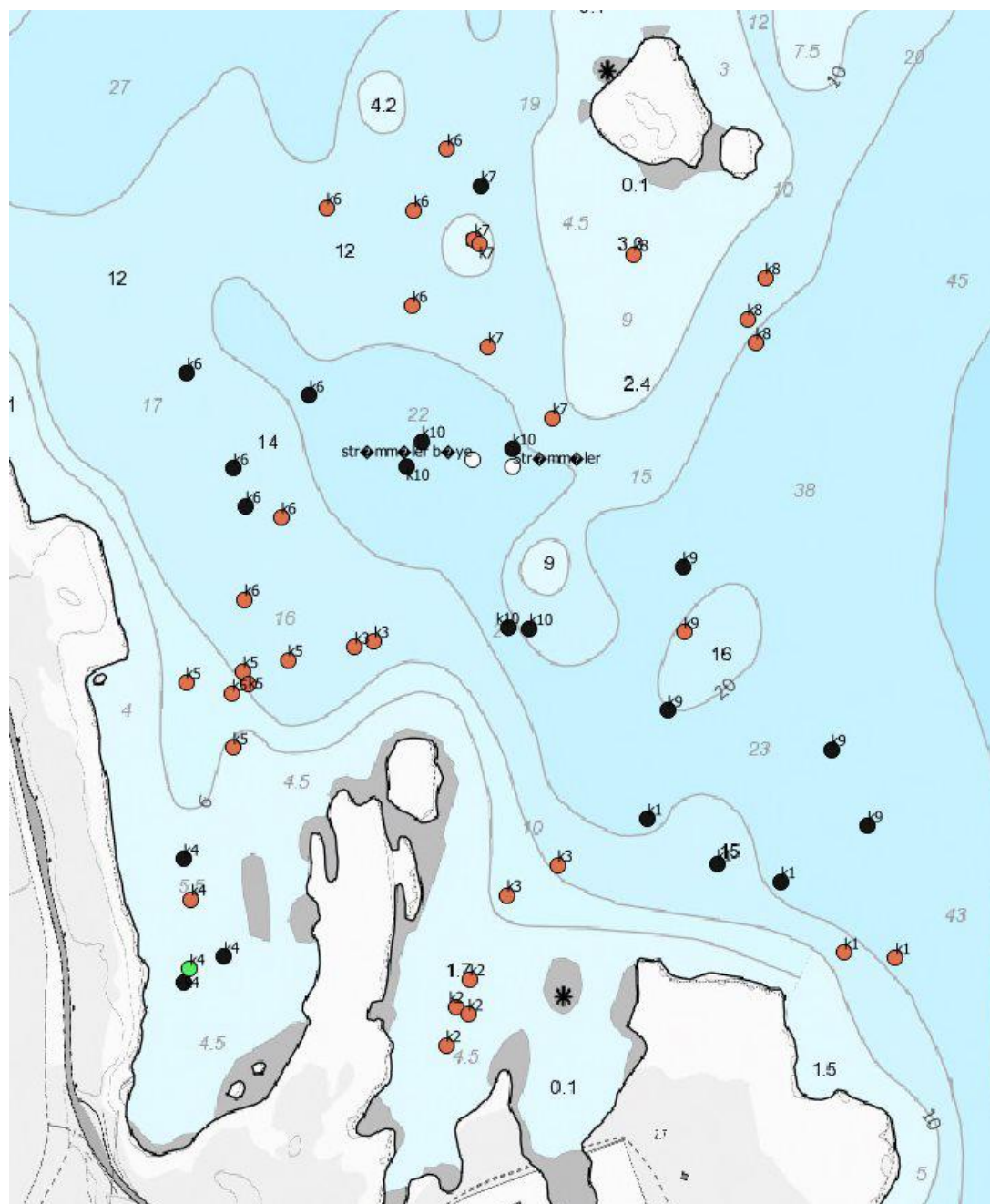


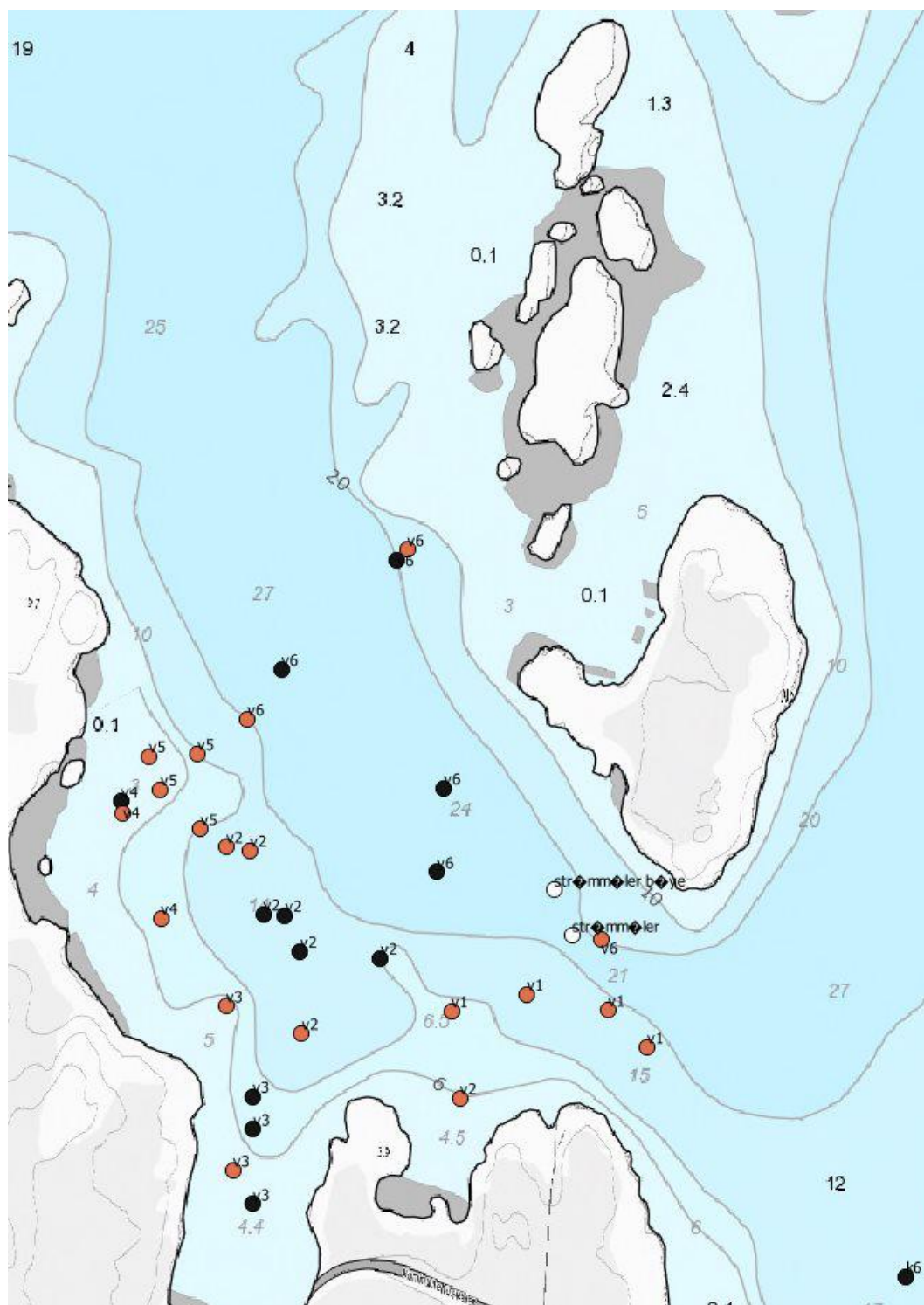


KART OVER PRØVETATTE STASJONER

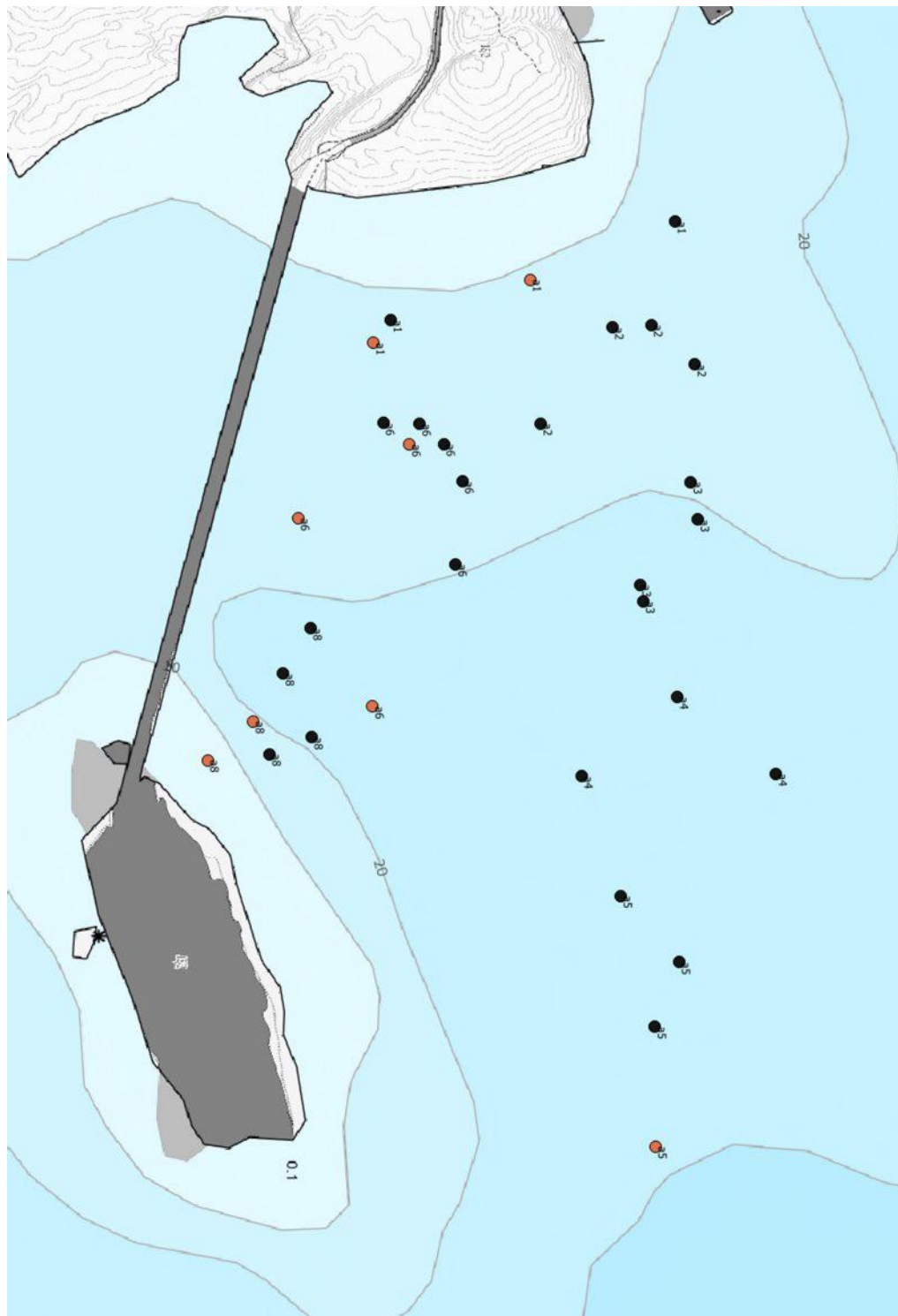
- Sort: Delprøve
- Rød: Bom
- Grønn: Ålegras
- Hvit: Strømmåler, plassering

Kvitøy





Arsvågen



PRØVEBESKRIVELSE

Tatt ut ca. 5 cm til blandprøve fra alle prøvestasjoner. Dette vurderes å være maks lag som vil kunne påvirkes av utfyllingstiltak. Sedimentet består av sand og er nokså homogene i delområdene. Dersom ikke annet er nevnt er det ikke lukt i prøven.

I Arsvågen ble det besluttet og ikke ta grabbprøver midt i området, på grunn av merket kabel som gikk gjennom dette.

Dato	N	E	WP	Stasjon	Bom (i)	Beskrivelse	Bilde
2015-01-06 11:19	59,16913	5,46133	242	a8	i	Bom, skjell i grabben (albuesnegl). Tang.	
2015-01-06 11:25	59,16932	5,46098	243	a8	i	Tom grabb. Bom.	
2015-01-06 11:26	59,16958	5,46109	244	a8		0-5 cm sand. Liten fisk i grabben. Tare og skjellsand. Noe H2S- lukt.	
2015-01-06 11:36	59,1694	5,46125	245	a8		Prøve, ca. 0-4 cm. Finsand. Ikke H2S- lukt	
2015-01-06 11:44	59,16955	5,46016	246	a8		Fin sand, ca. 10 cm i grabben.	
						Sand. Lik de forrige grabbhuggene. Ca. 10 cm i grabben.	
2015-01-06 11:50	59,16944	5,46056	247	a8			

Dato	N	E	WP	Stasjon	Bom (i)	Bilde	Beskrivelse
2015-01-06 11:51	59,16984	5,4608	248	a6	i	Tom grabb. Bom	
						Tom grabb. Bom (litt sandkorn i bunnen av grabben).	
2015-01-06 11:58	59,16947	5,45923	249	a6	i		
2015-01-06 12:02	59,17017	5,45955	250	a6		Prøve, finsand. Lys grå. Ikke lukt.	
2015-01-06 12:05	59,17018	5,45884	251	a6		Prøve, lik som de andre grabbhugg i a6.	
2015-01-06 12:09	59,16998	5,45837	253	a6		Prøve, lik som de andre grabbhugg i a6.	
2015-01-06 12:13	59,16994	5,45855	254	a6	i	Kun 1 cm i grabb. Nytt forsøk. Bom	
						Finsand. Lik som de andre grabbhuggene i a6. Ca 10 cm i grabb.	
2015-01-06 12:14	59,17009	5,45853	255	a6			

N	E	W P	Stasj on	Bom (i)	Beskrivelse	Bilde
59,16976	5,457 7	25 7	a1	i	Bom. Tom grabb.	
59,16983	5,457 5	25 8	a1		Prøve ca 5 cm dyp. Lys sand, fin. Gråere sand dypere ned.	
59,17043	5,457 09	26 0	a1	i	Tom grabb. Bom.	
59,17105	5,456 53	26 1	a1		Prøve, lik de andre grabbhuggene. Rørbyggende polycheter.	

N	E	W P	Stasj on	Bom (i)	Beskrivelse	Bilde
59,17051	5,458 31	26 2	a2		Sand. Litt forstyrret prøve pga inspeksjonsluke åpnet seg (grunnet løst feste). Godkjent overflate- rørbyggende organismer synlige.	
59,17117	5,457 74	26 3	a2		Likt sediment som forrige grabbhugg.	
59,17097	5,457 42	26 4	a2		Likt sediment som forrige grabbhugg.	
59,1708	5,457 46	26 5	a2		Likt sediment som forrige grabbhugg.	

N	E	W P	Stasj on	Bom (i)	Beskrivelse	Bilde
59,17118	5,458 74	26 6	a3		Grovere sand- skjellsand. Ca 10 cm. Tatt ut 5 cm til analyse.	
59,17122	5,459 06	26 8	a3		Likt sediment som forrige grabbhugg.	
59,171	5,459 78	26 9	a3		Sand. Grå, mindre skjell.	
59,17098	5,459 64	27 0	a3		Likt sediment som forrige grabbhugg.	

N	E	W P	Stasj on	Bom (i)	Beskrivelse	Bilde
59,17117	5,460 58	27 1	a4		Likt sediment som forrige stasjon. Sand, lys grå. Ca 10 cm i grabben. Tatt ut 5 cm til analyse.	
					Likt sediment som forrige grabbhugg.	
59,17077	5,461 3	27 2	a4			
59,17097	5,462 3	27 3	a5		Litt mindre volum. Ca 7 cm. Sterk vind i området. Ikke lukt.	
59,17162	5,461 19	27 4	a4		Likt sediment som øvrige grabbhugg i a4.	
59,17124	5,462 84	27 7	a5		Mørkere sand. Ca 4 cm prøvedyp.	
59,17115	5,463 4	27 9	a5		Tare i grabben, litt prøvemateriale.	

59,17118	5,464 42	28 2	a5	i	Skjell i grabben. Bom.	
----------	-------------	---------	----	---	------------------------	--

N	E	W P	Stasj on	Bom (i)	Beskrivelse	Bilde
59,25391	5,469 26	28 7	k9		Grov sand, ca 5-7 cm i grabb. Skjellsand på toppen. Ikke lukt.	
59,07131	5,439 79	28 9	k9	i	Bom	
59,07159	5,439 75	29 0	k9		Litt finere sand enn forrige grabbhugg.	
59,07084	5,441 07	29 1	k9		Lik forrige	
59,07097	5,439 69	29 2	k9		Ca. 3 cm i grabben. Noe stein, ellers lik de andre grabbhuggene.	
59,07052	5,441 41	29 4	k9		Lik de andre grabbhuggene. Litt grovere under overflaten.	
59,07257	5,440 26	29 5	k8	i	Stein i åpning. Bom.	
59,07267	5,440 18	29 6	k8	i	Tare i grabben. Bom	
59,07285	5,440 31	29 8	k8	i	Bom	
59,07292	5,439 2	29 9	k8	i	Tare i grabben. Bom	
						Ikke prøve

N	E	W P	Stasj on	Bom (i)	Beskrivelse	Bilde
59,07318	5,437 9	30 0	k7		Prøve: Sand. Ca 7 cm volum i grabben. Grov sand.	
59,07295	5,437 87	30 1	k7	i	Bom. Tom grabb	
59,07293	5,437 91	30 2	k7	i	Bom. Tom grabb.	
59,07249	5,438 03	30 3	k7	i	Bom. Tom grabb.	
59,0722	5,438 6	30 4	k7	i	Bom. Tom grabb.	

N	E	W P	Stasj on	Bom (i)	Beskrivelse	Bilde
59,07305	5,436 62	30 5	k6	i	Bom. Tom grabb.	
59,07306	5,437 35	30 7	k6	i	Bom. Tom grabb.	
59,07265	5,437 38	30 9	k6	i	Bom. Tom grabb.	
59,07333	5,437 6	31 1	k6	i	Bom. Tom grabb.	
					Sør i området. Prøve, ca. ½- full grabb. Sand.	
59,07176	5,436 09	31 3	k6			
59,07231	5,435 53	31 4	k6		Prøvd, lik forrige grabbhugg	
59,07135	5,436 11	31 6	k6	i	Bom. Stein.	
59,07171	5,436 38	31 7	k6	i	Bom. Krabbe i grabben.	
59,07224	5,436	31	k6		Prøve, lik de andre grabbhuggene.	

	56	8				
						
			K6			

N	E	W P	Stasj on	Bom (i)	Beskrivelse	Bilde
59,07207	5,437 52	32 0	k10		Grovere sand. Brun. Skjell. Ca 6 cm i grabben. Litt stein på overflaten.	
59,07206	5,438 28	32 1	k10		Skjell i grabbåpningen- litt forstyrret prøve. Mindre stein på overflaten, ellers lik.	
59,07129	5,438 5	32 2	k10	i	Stein i grabbåpningen. Lite sand i grabben. Ikke tatt ut til prøve fordi denne prøven var for forstyrret til godkjent prøve.	
59,07129	5,438 32	32 4	k10		Prøve. Mindre stein i dette grabbhugget. Sand, ganske fin. Lys farge.	
					Lik de 3 første huggene (stein).	
59,07196	5,437 4	32 5	k10			

N	E	W P	Stasj on	Bom (i)	Beskrivelse	Bilde
59,0705	5,439 57	32 7	k1		Lys sand. Ca. 5 cm i grabben.	
59,07026	5,440 71	32 8	k1		Lys sand. Mer skjell på overflaten. Ca 3-4 cm i grabben.	
59,06997	5,441 27	32 9	k1	i	Tom grabb. Bom	
59,06996	5,441 7	33 0	k1	i	Tom grabb. Bom.	
59,07032	5,440 17	33 1	k1		Prøve. Lik de forrige.	

N	E	W P	Stasj on	Bom (i)	Beskrivelse	Bilde
59,07028	5,438 84	33 2	k3	i	Tom grabb. Bom	
59,07014	5,438 43	33 3	k3	i	Tom grabb. Bom	
59,0712	5,437 21	33 5	k3	i	Tom grabb. Bom	
59,07117	5,437 05	33 6	k3	i	Tom grabb. Bom	
59,0711	5,436 5	33 7	k5	i	Stor stein. Hummerhabitat. Bom.	
59,07071	5,436 08	33 8	k5	i	Bom. Stein i grabben. Ser sandbunn fra overflaten (god sikt).	
59,07094	5,436 05	33 9	k5	i	Bom. Grabb ikke løst ut.	
59,07099	5,436 18	34 0	k5	i	Tom grabb. Bom.	
59,07104	5,436 13	34 1	k5	i	Tom grabb. Bom.	
59,07098	5,435 66	34 2	k5	i	Tom grabb. Bom.	

N	E	W P	Stasj on	Bom (i)	Beskrivelse	Bilde
59,07022	5,435 72	34 3	k4		Stein i grabbåpningen. Bom- ikke prøve.	
59,06981	5,436 1	34 4	k4		Stein i grabbåpningen, men noe sand. Sand. Ca 4 cm i grabben. Tatt ut prøvemateriale.	
59,06969	5,435 78	34 5	k4		Sand, ca 5 cm i grabben. Svak H ₂ S- lukt i prøven.	
59,07005	5,435 8	34 6	k4	i	Stein i grabbåpningen. Bom.	
59,06975	5,435 82	34 7	k4	å	Sand, ca. 5 cm i grabben. Ålegras i prøven.	
59,06977	5,438 16	34 9	k2	i	Tom grabb. Bom	
59,06962	5,438 16	35 0	k2	i	Tom grabb. Bom	
59,06948	5,437 99	35 1	k2	i	Tom grabb. Bom	
59,06965	5,438 06	35 2	k2	i	Tom grabb. Bom	

N	E	W P	Stasj on	Bom (i)	Beskrivelse	Bilde
59,07525	5,430 99	35 6	v6		Prøve. Sand. Ca. 10 cm i grabben	
59,0753	5,431 07	35 7	v6	i	Tom grabb. Bom	
59,07454	5,429 82	35 8	v6	i	Tom grabb. Bom	
59,07476	5,430 08	35 9	v6		Prøve. Nokså lik forrige grabbhugg, men noe mer skjell. Ca. 7 cm i grabben.	
59,07393	5,431 46	36 0	v6		Grovere materiale enn de to forrige. Mer skjell.	
59,07368	5,432 85	36 1	v6	i	Bom. Tom grabb.	
59,07429	5,431 48	36 2	v6		Prøve. Lik de forrige grabbhuggene. Sand.	

N	E	W P	Stasj on	Bom (i)	Beskrivelse	Bilde
59,07398	5,429 9	36 3	v2	i	Stein i grabbåpningen. Forstyrret prøve. Nytt forsøk.	
59,07399	5,429 7	36 4	v2	i	Stein i grabb. Bom	
59,07356	5,430 36	36 5	v2		Sand. Ca. 10 cm i grabben.	
59,07355	5,431 03	36 6	v2		Skjellsand 6-7 cm i grabben. Ingen lukt.	
59,07321	5,430 41	36 8	v2	i	Stein i grabbåpning. Bom.	
59,07371	5,430 04	36 9	v2		Sand. Lik som de andre grabbhuggene.	
59,07297	5,431 75	37 0	v2	i	Tom grabb. Bom	
59,07371	5,430 22	37 3	v2		Prøve, sand. Likt som de andre grabbhuggene.	

N	E	W P	Stasj on	Bom (i)	Beskrivelse	Bilde
59,07422	5,429 13	37 4	v5	i	Tom grabb. Bom	
59,07438	5,429 42	37 5	v5	i	Tom grabb. Bom	
59,07436	5,429 02	37 6	v5	i	Tom grabb. Bom	
59,07406	5,429 48	37 7	v5	i	Tom grabb. Bom	
59,07411	5,428 83	37 8	v4	i	Stein, bom.	
59,07416	5,428 81	37 9	v4		Stein og sand. Litt forstyrret på grunn av stein i åpning. Tatt ut materiale til prøve	
59,07367	5,429 19	38 0	v4	i	Stein i åpning	
59,0739	5,429 06	38 1	V4		Prøve, ca. 7-8 cm i grabben. Skjellsand. Ikke lukt	
			V4			

N	E	W P	Stasj on	Bom (i)	Beskrivelse	Bilde
59,07323	5,433 28	38 2			Tom grabb. Bom	
59,07338	5,432 94	38 3			Tom grabb. Bom	
59,07343	5,432 26	38 4			Tom grabb. Bom	
59,07334	5,431 64	38 5			Tom grabb. Bom	
59,07247	5,430 08	38 6	v3		Prøve, ca. 7 cm grabb. Grovere og gråere (mørkere) farget sand enn de andre stasjonene.	
59,07261	5,429 9	38 8	v3	i	Stein i grabbåpningen. Bom.	
59,07279	5,430 05	38 9	v3		Lysere sand enn første grabbhugg.	
59,07293	5,430 03	39 0	v3		Lik grabbhugg nr 2.	
59,07331	5,429 77	39 1	v3	i	Tom grabb. Bom	

N	E	WP	Stasjon	Bom (i)	Beskrivelse og bilde
59,16876	5,457	396	A12	i	Tang
59,16881	5,457	398	A12	i	Bom- stein.
59,1691	5,457	400	A12	i	Bom. Tang
59,16832	5,457	401	A12	i	Bom tang.
59,16795	5,459	402	A17	i	Stein, litt sand i grabben
59,1674	5,46	403	A17		Sand, lys, fin. Ingen lukt. Litt tare. Litt forstyrret pga åpning i grabb.
59,16787	5,46	404	A17	i	Bom, tang
59,168	5,46	405	A17	i	Bom, tang
59,1677	5,459	406	A17	i	Stein i åpning, men grå skjellsand. Nytt forsøk
59,16746	5,46	407	A17		Som første grabbhugg- lys sand
			A17		
59,16906	5,456	408	A11	i	Bom, tang
59,16913	5,456	410	A11	i	Bom, tang

N	E	WP	Stasjon	Bom (i)	Beskrivelse og bilde
59,16887	5,456	411	A11	i	Bom, tang
59,16887	5,456	412	A11	i	Bom, tang
59,16808	5,457	413	A16	i	Bom, tang
59,16773	5,457	414	A16	i	Bom, tang
59,16762	5,457	415	A16	i	Bom, tang
59,16774	5,458	418	A16	i	Bom, tang
59,16849	5,459	419	A13	i	Bom, tang
59,16874	5,458	421	A13		Sand, skjellsand
59,1686	5,458	422	A13		Sand, skjellsand
			A13		

N	E	WP	Stasjon	Bom (i)	Beskrivelse og bilde
59,16853	5,459	423	A14	i	Bom
59,16841	5,46	424	A14	i	Bom
59,16804	5,461	425	A14	i	Bom
59,168	5,462	426	A18	i	Veldig grov skjellsand med stein. 1-2 cm i grabben.
59,16799	5,462	427	A18		Lys skjellsand
59,16797	5,463	428	A18		Stein
59,16811	5,463	429	A18	i	Lys skjellsand. Avvist pga forstyrret prøve av stein i åpningen.
59,16804	5,463	430	A18		Lys skjellsand, ikke lukt
			A18		

N	E	WP	Stasjon	Bom (i)	Beskrivelse og bilde
59,1685	5,463	431	A15	i	Grabben satt fast i hardbunn. Løsnet etter gjentatte forsøk på manøvrering. Skade på siden av grabben.
59,07335	5,434	432	S2		H ₂ S-lukt. Grå finsand/ silt. En del finstoff. Litt ålegras i området. Kulukt fra land. Tang i en grabb. Blødt
59,07262	5,424	434	S1		Sand
59,07257	5,424	435	S1		Brungrå sand. en del finstoff
59,07255	5,424	436	S1		Brungrå sand. en del finstoff
59,07255	5,424	437	S1		Skjell og småstein
			S1		

N	E	WP	Stasjon	Bom (i)	Beskrivelse og bilde
59,0694	5,42347	438	S2		
59,0674	5,422	440	S3		
59,06741	5,422	441	S3		
59,06736	5,422	442	S3		
59,06733	5,422	443	S3		
					Mudder med høyt organisk innhold. H ₂ S-lukt. Bløtt. Ålegras i området. Stein på bløtbunn i vik. Veldig vandig. Søppel i vik.

					
--	--	--	--	--	---



Registrert 2015-02-16 13:13
Utstedt 2015-02-27

Norconsult
Gunn Lise Haugestøl

Vestfjordsgt. 4
N-1338 Sandvika
Norge

Prosjekt Rogfast
Bestnr 5144240, Ansatt 92411

Analyse av sediment

Deres prøvenavn	A17 Sediment					
Labnummer	N00345422					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (E)	52.8	3.20	%	1	1	RATE
Vanninnhold	47.2	2.86	%	1	1	RATE
Kornstørrelse >63 µm	97.4	9.7	%	1	1	RATE
Kornstørrelse <2 µm	0.2	0.02	%	1	1	RATE
Kornfordeling	-----		se vedl.	1	1	RATE
TOC	<1.34		% TS	1	1	RATE
Naftalen	<10		µg/kg TS	1	1	RATE
Acenaftylen	<10		µg/kg TS	1	1	RATE
Acenaften	<10		µg/kg TS	1	1	RATE
Fluoren	<10		µg/kg TS	1	1	RATE
Fenantren	<10		µg/kg TS	1	1	RATE
Antracen	<10		µg/kg TS	1	1	RATE
Fluoranten	<10		µg/kg TS	1	1	RATE
Pyren	<10		µg/kg TS	1	1	RATE
Benso(a)antracen^	<10		µg/kg TS	1	1	RATE
Krysen^	<10		µg/kg TS	1	1	RATE
Benso(b)fluoranten^	<10		µg/kg TS	1	1	RATE
Benso(k)fluoranten^	<10		µg/kg TS	1	1	RATE
Benso(a)pyren^	<10		µg/kg TS	1	1	RATE
Dibenso(ah)antracen^	<10		µg/kg TS	1	1	RATE
Benso(ghi)perylene	<10		µg/kg TS	1	1	RATE
Indeno(123cd)pyren^	<10		µg/kg TS	1	1	RATE
Sum PAH-16*	n.d.		µg/kg TS	1	1	RATE
Sum PAH carcinogene^*	n.d.		µg/kg TS	1	1	RATE
PCB 28	<0.70		µg/kg TS	1	1	RATE
PCB 52	<0.70		µg/kg TS	1	1	RATE
PCB 101	<0.70		µg/kg TS	1	1	RATE
PCB 118	<0.70		µg/kg TS	1	1	RATE
PCB 138	<0.70		µg/kg TS	1	1	RATE
PCB 153	<0.70		µg/kg TS	1	1	RATE
PCB 180	<0.70		µg/kg TS	1	1	RATE
Sum PCB-7*	n.d.		µg/kg TS	1	1	RATE
As (Arsen)	<0.50		mg/kg TS	1	1	RATE
Pb (Bly)	3.1	0.6	mg/kg TS	1	1	RATE
Cu (Kopper)	1.78	0.36	mg/kg TS	1	1	RATE
Cr (Krom)	6.64	1.33	mg/kg TS	1	1	RATE



Deres prøvenavn	A17 Sediment					
Labnummer	N00345422					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Cd (Kadmium)	<0.10		mg/kg TS	1	1	RATE
Hg (Kvikksølv)	<0.20		mg/kg TS	1	1	RATE
Ni (Nikkel)	<5.0		mg/kg TS	1	1	RATE
Zn (Sink)	7.6	1.5	mg/kg TS	1	1	RATE
Tørrstoff (L)	62.9	2	%	2	V	RATE
Monobutyltinnkation	<1		µg/kg TS	2	C	RATE
Dibutyltinnkation	1.32	0.581	µg/kg TS	2	C	RATE
Tributyltinnkation	<1		µg/kg TS	2	C	RATE
PAH: Analyse utført med Soxhlet-teknikk. TOC: Forhøyet rapporteringsgrense grunnet liten differanse mellom verdiene av TC og TIC.						



Deres prøvenavn	A18 Sediment					
Labnummer	N00345423					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (E)	70.8	4.28	%	1	1	RATE
Vanninnhold	29.2	1.78	%	1	1	RATE
Kornstørrelse >63 µm	96.1	9.6	%	1	1	RATE
Kornstørrelse <2 µm	0.3	0.03	%	1	1	RATE
Kornfordeling	-----		se vedl.	1	1	RATE
TOC	0.994		% TS	1	1	RATE
Naftalen	<10		µg/kg TS	1	1	RATE
Acenaftilen	<10		µg/kg TS	1	1	RATE
Acenaften	<10		µg/kg TS	1	1	RATE
Fluoren	<10		µg/kg TS	1	1	RATE
Fenantren	<10		µg/kg TS	1	1	RATE
Antracen	<10		µg/kg TS	1	1	RATE
Fluoranten	<10		µg/kg TS	1	1	RATE
Pyren	<10		µg/kg TS	1	1	RATE
Benso(a)antracen^	<10		µg/kg TS	1	1	RATE
Krysen^	<10		µg/kg TS	1	1	RATE
Benso(b)fluoranten^	<10		µg/kg TS	1	1	RATE
Benso(k)fluoranten^	<10		µg/kg TS	1	1	RATE
Benso(a)pyren^	<10		µg/kg TS	1	1	RATE
Dibenso(ah)antracen^	<10		µg/kg TS	1	1	RATE
Benso(ghi)perylene	<10		µg/kg TS	1	1	RATE
Indeno(123cd)pyren^	<10		µg/kg TS	1	1	RATE
Sum PAH-16*	n.d.		µg/kg TS	1	1	RATE
Sum PAH carcinogene^*	n.d.		µg/kg TS	1	1	RATE
PCB 28	<0.70		µg/kg TS	1	1	RATE
PCB 52	<0.70		µg/kg TS	1	1	RATE
PCB 101	<0.70		µg/kg TS	1	1	RATE
PCB 118	<0.70		µg/kg TS	1	1	RATE
PCB 138	<0.70		µg/kg TS	1	1	RATE
PCB 153	<0.70		µg/kg TS	1	1	RATE
PCB 180	<0.70		µg/kg TS	1	1	RATE
Sum PCB-7*	n.d.		µg/kg TS	1	1	RATE
As (Arsen)	<0.50		mg/kg TS	1	1	RATE
Pb (Bly)	4.6	0.9	mg/kg TS	1	1	RATE
Cu (Kopper)	3.51	0.70	mg/kg TS	1	1	RATE
Cr (Krom)	8.60	1.72	mg/kg TS	1	1	RATE
Cd (Kadmium)	<0.10		mg/kg TS	1	1	RATE
Hg (Kvikksølv)	<0.20		mg/kg TS	1	1	RATE
Ni (Nikkel)	<5.0		mg/kg TS	1	1	RATE
Zn (Sink)	10.5	2.1	mg/kg TS	1	1	RATE
Tørrstoff (L)	81.1	2	%	2	V	RATE
Monobutyltinnkation	<1		µg/kg TS	2	C	RATE
Dibutyltinnkation	3.77	1.54	µg/kg TS	2	C	RATE
Tributyltinnkation	<1		µg/kg TS	2	C	RATE



Deres prøvenavn	A13 Sediment					
Labnummer	N00345424					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (E)	69.1	4.18	%	1	1	RATE
Vanninnhold	30.9	1.88	%	1	1	RATE
Kornstørrelse >63 µm	98.6	9.9	%	1	1	RATE
Kornstørrelse <2 µm	<0.1		%	1	1	RATE
Kornfordeling	-----		se vedl.	1	1	RATE
TOC	1.12		% TS	1	1	RATE
Naftalen	<10		µg/kg TS	1	1	RATE
Acenaftilen	<10		µg/kg TS	1	1	RATE
Acenaften	<10		µg/kg TS	1	1	RATE
Fluoren	<10		µg/kg TS	1	1	RATE
Fenantren	<10		µg/kg TS	1	1	RATE
Antracen	<10		µg/kg TS	1	1	RATE
Fluoranten	<10		µg/kg TS	1	1	RATE
Pyren	<10		µg/kg TS	1	1	RATE
Benso(a)antracen^	<10		µg/kg TS	1	1	RATE
Krysen^	<10		µg/kg TS	1	1	RATE
Benso(b)fluoranten^	<10		µg/kg TS	1	1	RATE
Benso(k)fluoranten^	<10		µg/kg TS	1	1	RATE
Benso(a)pyren^	<10		µg/kg TS	1	1	RATE
Dibenso(ah)antracen^	<10		µg/kg TS	1	1	RATE
Benso(ghi)perylene	<10		µg/kg TS	1	1	RATE
Indeno(123cd)pyren^	<10		µg/kg TS	1	1	RATE
Sum PAH-16*	n.d.		µg/kg TS	1	1	RATE
Sum PAH carcinogene^*	n.d.		µg/kg TS	1	1	RATE
PCB 28	<0.70		µg/kg TS	1	1	RATE
PCB 52	<0.70		µg/kg TS	1	1	RATE
PCB 101	<0.70		µg/kg TS	1	1	RATE
PCB 118	<0.70		µg/kg TS	1	1	RATE
PCB 138	<0.70		µg/kg TS	1	1	RATE
PCB 153	<0.70		µg/kg TS	1	1	RATE
PCB 180	<0.70		µg/kg TS	1	1	RATE
Sum PCB-7*	n.d.		µg/kg TS	1	1	RATE
As (Arsen)	1.49	0.30	mg/kg TS	1	1	RATE
Pb (Bly)	9.0	1.8	mg/kg TS	1	1	RATE
Cu (Kopper)	4.86	0.97	mg/kg TS	1	1	RATE
Cr (Krom)	24.3	4.86	mg/kg TS	1	1	RATE
Cd (Kadmium)	<0.10		mg/kg TS	1	1	RATE
Hg (Kvikksølv)	<0.20		mg/kg TS	1	1	RATE
Ni (Nikkel)	12.0	2.4	mg/kg TS	1	1	RATE
Zn (Sink)	15.3	3.1	mg/kg TS	1	1	RATE
Tørrstoff (L)	87.5	2	%	2	V	RATE
Monobutyltinnkation	<1		µg/kg TS	2	C	RATE
Dibutyltinnkation	1.06	0.481	µg/kg TS	2	C	RATE
Tributyltinnkation	<1		µg/kg TS	2	C	RATE

PAH: Analyse utført med Soxhlet-teknikk.



Deres prøvenavn	S1 Sediment					
Labnummer	N00345425					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (E)	65.4	3.96	%	1	1	RATE
Vanninnhold	34.6	2.10	%	1	1	RATE
Kornstørrelse >63 µm	94.5	9.4	%	1	1	RATE
Kornstørrelse <2 µm	0.2	0.02	%	1	1	RATE
Kornfordeling	-----		se vedl.	1	1	RATE
TOC	1.94		% TS	1	1	RATE
Naftalen	<10		µg/kg TS	1	1	RATE
Acenaftilen	<10		µg/kg TS	1	1	RATE
Acenaften	<10		µg/kg TS	1	1	RATE
Fluoren	<10		µg/kg TS	1	1	RATE
Fenantren	10	3.09	µg/kg TS	1	1	RATE
Antracen	<10		µg/kg TS	1	1	RATE
Fluoranten	20	6.06	µg/kg TS	1	1	RATE
Pyren	15	4.65	µg/kg TS	1	1	RATE
Benso(a)antracen^	<10		µg/kg TS	1	1	RATE
Krysen^	10	3.08	µg/kg TS	1	1	RATE
Benso(b)fluoranten^	<10		µg/kg TS	1	1	RATE
Benso(k)fluoranten^	<10		µg/kg TS	1	1	RATE
Benso(a)pyren^	11	3.29	µg/kg TS	1	1	RATE
Dibenso(ah)antracen^	<10		µg/kg TS	1	1	RATE
Benso(ghi)perylene	<10		µg/kg TS	1	1	RATE
Indeno(123cd)pyren^	<10		µg/kg TS	1	1	RATE
Sum PAH-16*	66		µg/kg TS	1	1	RATE
Sum PAH carcinogene^*	21		µg/kg TS	1	1	RATE
PCB 28	<0.70		µg/kg TS	1	1	RATE
PCB 52	<0.70		µg/kg TS	1	1	RATE
PCB 101	<0.70		µg/kg TS	1	1	RATE
PCB 118	<0.70		µg/kg TS	1	1	RATE
PCB 138	<0.70		µg/kg TS	1	1	RATE
PCB 153	<0.70		µg/kg TS	1	1	RATE
PCB 180	<0.70		µg/kg TS	1	1	RATE
Sum PCB-7*	n.d.		µg/kg TS	1	1	RATE
As (Arsen)	0.62	0.12	mg/kg TS	1	1	RATE
Pb (Bly)	3.9	0.8	mg/kg TS	1	1	RATE
Cu (Kopper)	5.90	1.18	mg/kg TS	1	1	RATE
Cr (Krom)	18.2	3.63	mg/kg TS	1	1	RATE
Cd (Kadmium)	<0.10		mg/kg TS	1	1	RATE
Hg (Kvikksølv)	<0.20		mg/kg TS	1	1	RATE
Ni (Nikkel)	12.5	2.5	mg/kg TS	1	1	RATE
Zn (Sink)	29.1	5.8	mg/kg TS	1	1	RATE
Tørrstoff (L)	64.7	2	%	2	V	RATE
Monobutyltinnkation	<1		µg/kg TS	2	C	RATE
Dibutyltinnkation	1.16	0.519	µg/kg TS	2	C	RATE
Tributyltinnkation	<1		µg/kg TS	2	C	RATE

PAH: Analyse utført med Soxhlet-teknikk.



Deres prøvenavn	S2 Sediment					
Labnummer	N00345426					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (E)	40.1	2.44	%	1	1	RATE
Vanninnhold	59.9	3.62	%	1	1	RATE
Kornstørrelse >63 µm	85.6	8.6	%	1	1	RATE
Kornstørrelse <2 µm	0.2	0.02	%	1	1	RATE
Kornfordeling	-----		se vedl.	1	1	RATE
TOC	4.35		% TS	1	1	RATE
Naftalen	<10		µg/kg TS	1	1	RATE
Acenaftilen	<10		µg/kg TS	1	1	RATE
Acenaften	<10		µg/kg TS	1	1	RATE
Fluoren	<10		µg/kg TS	1	1	RATE
Fenantren	10	3.05	µg/kg TS	1	1	RATE
Antracen	<10		µg/kg TS	1	1	RATE
Fluoranten	19	5.59	µg/kg TS	1	1	RATE
Pyren	13	4.02	µg/kg TS	1	1	RATE
Benso(a)antracen^	<10		µg/kg TS	1	1	RATE
Krysen^	<10		µg/kg TS	1	1	RATE
Benso(b)fluoranten^	<10		µg/kg TS	1	1	RATE
Benso(k)fluoranten^	<10		µg/kg TS	1	1	RATE
Benso(a)pyren^	<10		µg/kg TS	1	1	RATE
Dibenso(ah)antracen^	<10		µg/kg TS	1	1	RATE
Benso(ghi)perylene	<10		µg/kg TS	1	1	RATE
Indeno(123cd)pyren^	<10		µg/kg TS	1	1	RATE
Sum PAH-16*	42		µg/kg TS	1	1	RATE
Sum PAH carcinogene^*	n.d.		µg/kg TS	1	1	RATE
PCB 28	<0.70		µg/kg TS	1	1	RATE
PCB 52	<0.70		µg/kg TS	1	1	RATE
PCB 101	<0.70		µg/kg TS	1	1	RATE
PCB 118	<0.70		µg/kg TS	1	1	RATE
PCB 138	<0.70		µg/kg TS	1	1	RATE
PCB 153	<0.70		µg/kg TS	1	1	RATE
PCB 180	<0.70		µg/kg TS	1	1	RATE
Sum PCB-7*	n.d.		µg/kg TS	1	1	RATE
As (Arsen)	10.8	2.16	mg/kg TS	1	1	RATE
Pb (Bly)	6.4	1.3	mg/kg TS	1	1	RATE
Cu (Kopper)	20.6	4.12	mg/kg TS	1	1	RATE
Cr (Krom)	33.4	6.68	mg/kg TS	1	1	RATE
Cd (Kadmium)	<0.10		mg/kg TS	1	1	RATE
Hg (Kvikksølv)	<0.20		mg/kg TS	1	1	RATE
Ni (Nikkel)	17.8	3.6	mg/kg TS	1	1	RATE
Zn (Sink)	51.2	10.2	mg/kg TS	1	1	RATE
Tørrstoff (L)	25.1	2	%	2	V	RATE
Monobutyltinnkation	<1		µg/kg TS	2	C	RATE
Dibutyltinnkation	6.62	2.62	µg/kg TS	2	C	RATE
Tributyltinnkation	1.61	0.516	µg/kg TS	2	C	RATE

PAH: Analyse utført med Soxhlet-teknikk.



Deres prøvenavn	S3 Sediment					
Labnummer	N00345427					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (E)	17.8	1.10	%	1	1	RATE
Vanninnhold	82.2	4.96	%	1	1	RATE
Kornstørrelse >63 µm	52.0	5.2	%	1	1	RATE
Kornstørrelse <2 µm	0.4	0.04	%	1	1	RATE
Kornfordeling	-----		se vedl.	1	1	RATE
TOC	7.50		% TS	1	1	RATE
Naftalen	<14		µg/kg TS	1	1	RATE
Acenaftilen	<10		µg/kg TS	1	1	RATE
Acenaften	<10		µg/kg TS	1	1	RATE
Fluoren	<10		µg/kg TS	1	1	RATE
Fenantren	<14		µg/kg TS	1	1	RATE
Antracen	<10		µg/kg TS	1	1	RATE
Fluoranten	16	4.68	µg/kg TS	1	1	RATE
Pyren	<10		µg/kg TS	1	1	RATE
Benso(a)antracen^	<10		µg/kg TS	1	1	RATE
Krysen^	<10		µg/kg TS	1	1	RATE
Benso(b)fluoranten^	<10		µg/kg TS	1	1	RATE
Benso(k)fluoranten^	<10		µg/kg TS	1	1	RATE
Benso(a)pyren^	<10		µg/kg TS	1	1	RATE
Dibenso(ah)antracen^	<10		µg/kg TS	1	1	RATE
Benso(ghi)perylene	<10		µg/kg TS	1	1	RATE
Indeno(123cd)pyren^	<10		µg/kg TS	1	1	RATE
Sum PAH-16*	16		µg/kg TS	1	1	RATE
Sum PAH carcinogene^*	n.d.		µg/kg TS	1	1	RATE
PCB 28	<0.70		µg/kg TS	1	1	RATE
PCB 52	<0.70		µg/kg TS	1	1	RATE
PCB 101	1.17	0.352	µg/kg TS	1	1	RATE
PCB 118	1.71	0.514	µg/kg TS	1	1	RATE
PCB 138	1.26	0.378	µg/kg TS	1	1	RATE
PCB 153	0.97	0.292	µg/kg TS	1	1	RATE
PCB 180	0.97	0.292	µg/kg TS	1	1	RATE
Sum PCB-7*	6.1		µg/kg TS	1	1	RATE
As (Arsen)	14.5	2.89	mg/kg TS	1	1	RATE
Pb (Bly)	14.5	2.9	mg/kg TS	1	1	RATE
Cu (Kopper)	50.4	10.1	mg/kg TS	1	1	RATE
Cr (Krom)	37.2	7.43	mg/kg TS	1	1	RATE
Cd (Kadmium)	<0.10		mg/kg TS	1	1	RATE
Hg (Kvikksølv)	<0.20		mg/kg TS	1	1	RATE
Ni (Nikkel)	25.0	5.0	mg/kg TS	1	1	RATE
Zn (Sink)	117	23.4	mg/kg TS	1	1	RATE
Tørrstoff (L)	17.1	2	%	2	V	RATE
Monobutyltinnkation	<2		µg/kg TS	2	C	RATE
Dibutyltinnkation	37.7	15.0	µg/kg TS	2	C	RATE
Tributyltinnkation	4.97	1.59	µg/kg TS	2	C	RATE

PAH: Analyse utført med Soxhlet-teknikk. Forhøyet rapporteringsgrense grunnet matriksinterferens.



* etter parameternavn indikerer uakkreditert analyse.
n.d. betyr ikke påvist.
n/a betyr ikke analyserbart.
< betyr mindre enn.
> betyr større enn.

Metodespesifikasjon	
1	Analyse av sediment basispakke - del 1 Bestemmelse av Vanninnhold Metode: ISO 760 Kvantifikasjonsgrense: 0,010 % Deteksjon og kvantifisering: Karl Fischer Bestemmelse av Kornfordeling (<63 µm, >63 µm og <2 µm) Metode: CZ_SOP_D06_07_N11 Kvantifikasjonsgrense: 0,10 % Bestemmelse av TOC Metode: DIN ISO 10694, CSN EN 13137 Kvantifikasjonsgrense: 0,010%TS Deteksjon og kvantifisering: Coulometrisk bestemmelse Analyse av polysykliske aromatiske hydrokarboner, PAH-16 Metode: EPA 8270/8131/8091, ISO 6468 Kvantifikasjonsgrenser: 10 µg/kg TS Deteksjon og kvantifisering: GC/MSD Analyse av polyklorete bifenyler, PCB-7 Metode: DIN 38407-del 2, EPA 8082. Deteksjon og kvantifisering: GC-ECD Kvantifikasjonsgrenser: 0,7 µg/kg TS Analyse av metaller, M-1C Metode: EPA 200.7, ISO 11885 Deteksjon og kvantifisering: ICP-AES Kvantifikasjonsgrenser: As(0.50), Cd(0.10), Cr(0.25), Cu(0.10), Pb(1.0), Hg(0.20), Ni(5.0), Zn(1.0) alle enheter i mg/kg TS
2	Bestemmelse av tinnorganiske forbindelser. Metode: ISO 23161:2011



Metodespesifikasjon	
Deteksjon og kvantifisering:	GC-ICP-SFMS
Kvantifikasjonsgrenser:	1 µg/kg TS

Godkjenner	
RATE	Randi Telstad

Underleverandør ¹	
C	GC-ICP-MS Ansvarlig laboratorium: ALS Scandinavia AB, Aurorum 10, 977 75 Luleå, Sverige Akkreditering: SWEDAC, registreringsnr. 2030
V	Ansvarlig laboratorium: ALS Scandinavia AB, Aurorum 10, 977 75 Luleå, Sverige Akkreditering: SWEDAC, registreringsnr. 2030
1	Ansvarlig laboratorium: ALS Laboratory Group, ALS Czech Republic s.r.o, Na Harfě 9/336, Praha, Tsjekkia Lokalisering av andre ALS laboratorier: Ceska Lipa Bendlova 1687/7, 470 03 Ceska Lipa Pardubice V Raji 906, 530 02 Pardubice Akkreditering: Czech Accreditation Institute, labnr. 1163. Kontakt ALS Laboratory Group Norge, for ytterligere informasjon

Måleusikkerheten angis som en utvidet måleusikkerhet (etter definisjon i "Evaluation of measurement data – Guide to the expression of uncertainty in measurement", JCGM 100:2008 Corrected version 2010) beregnet med en dekningsfaktor på 2 noe som gir et konfidensinterval på om lag 95%.

Måleusikkerhet fra underleverandører angis ofte som en utvidet usikkerhet beregnet med dekningsfaktor 2. For ytterligere informasjon, kontakt laboratoriet.

Denne rapporten får kun gjengis i sin helhet, om ikke utførende laboratorium på forhånd har skriftlig godkjent annet.

Angående laboratoriets ansvar i forbindelse med oppdrag, se aktuell produktkatalog eller vår webside www.alsglobal.no

Den digitalt signert PDF-fil representerer den opprinnelige rapporten. Eventuelle utskrifter er å anse som kopier.

¹ Utførende teknisk enhet (innen ALS Laboratory Group) eller eksternt laboratorium (underleverandør).



Registrert 2015-01-12 12:34
Utstedt 2015-01-22

Norconsult
Gunn Lise Haugestøl

Vestfjordsgt. 4
N-1338 Sandvika
Norge

Prosjekt Rogfast
Bestnr 5144240

Analyse av sediment

Deres prøvenavn	A1 Sediment					
Labnummer	N00343806					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (E)	59.8	3.62	%	1	1	JIBJ
Vanninnhold	40.2	2.44	%	1	1	JIBJ
Kornstørrelse >63 µm	97.0	9.7	%	1	1	JIBJ
Kornstørrelse <2 µm	0.3	0.03	%	1	1	JIBJ
Kornfordeling	-----		se vedl.	1	1	JIBJ
TOC	<0.990		% TS	1	1	JIBJ
Naftalen	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Acenaftalen	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Acenaften	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Fluoren	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Fenantren	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Antracen	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Fluoranten	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Pyren	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Benso(a)antracen^	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Krysen^	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Benso(b)fluoranten^	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Benso(k)fluoranten^	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Benso(a)pyren^	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Dibenso(ah)antracen^	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Benso(ghi)perylene	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Indeno(123cd)pyren^	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Sum PAH-16*	n.d.		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Sum PAH carcinogene^*	n.d.		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 28	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 52	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 101	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 118	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 138	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 153	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 180	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Sum PCB-7*	n.d.		µg/kg TS	1	1	JIBJ
As (Arsen)	0.99	0.20	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Pb (Bly)	15.3	3.1	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cu (Kopper)	33.6	6.72	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cr (Krom)	15.0	3.00	mg/kg TS	1	1	JIBJ



Deres prøvenavn	A1 Sediment					
Labnummer	N00343806					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Cd (Kadmium)	<0.10		mg/kg TS	1	1	JIBJ
Hg (Kvikksølv)	<0.20		mg/kg TS	1	1	JIBJ
Ni (Nikkel)	7.1	1.4	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Zn (Sink)	16.1	3.2	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Tørrstoff (L)	59.9	2	%	2	V	JIBJ
Monobutyltinnkation	1.34	0.544	µg/kg TS	2	C	JIBJ
Dibutyltinnkation	<1		µg/kg TS	2	C	JIBJ
Tributyltinnkation	1.78	0.576	µg/kg TS	2	C	JIBJ



Deres prøvenavn	A2 Sediment					
Labnummer	N00343807					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (E)	55.0	3.33	%	1	1	JIBJ
Vanninnhold	45.0	2.73	%	1	1	JIBJ
Kornstørrelse >63 µm	94.7	9.5	%	1	1	JIBJ
Kornstørrelse <2 µm	0.4	0.04	%	1	1	JIBJ
Kornfordeling	-----		se vedl.	1	1	JIBJ
TOC	<1.27		% TS	1	1	JIBJ
Naftalen	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Acenaftylen	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Acenaften	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Fluoren	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Fenantren	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Antracen	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Fluoranten	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Pyren	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Benso(a)antracen^	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Krysen^	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Benso(b)fluoranten^	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Benso(k)fluoranten^	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Benso(a)pyren^	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Dibenso(ah)antracen^	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Benso(ghi)perylene	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Indeno(123cd)pyren^	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Sum PAH-16*	n.d.		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Sum PAH carcinogene^*	n.d.		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 28	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 52	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 101	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 118	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 138	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 153	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 180	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Sum PCB-7*	n.d.		µg/kg TS	1	1	JIBJ
As (Arsen)	0.79	0.16	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Pb (Bly)	6.6	1.3	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cu (Kopper)	32.8	6.56	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cr (Krom)	9.31	1.86	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cd (Kadmium)	<0.10		mg/kg TS	1	1	JIBJ
Hg (Kvikksølv)	<0.20		mg/kg TS	1	1	JIBJ
Ni (Nikkel)	<5.0		mg/kg TS	1	1	JIBJ
Zn (Sink)	13.0	2.6	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Tørrstoff (L)	47.7	2	%	2	V	JIBJ
Monobutyltinnkation	2.71	1.07	µg/kg TS	2	C	JIBJ
Dibutyltinnkation	<1		µg/kg TS	2	C	JIBJ
Tributyltinnkation	2.21	0.712	µg/kg TS	2	C	JIBJ



Deres prøvenavn	A3 Sediment					
Labnummer	N00343808					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (E)	57.1	3.46	%	1	1	JIBJ
Vanninnhold	42.9	2.60	%	1	1	JIBJ
Kornstørrelse >63 µm	94.8	9.5	%	1	1	JIBJ
Kornstørrelse <2 µm	0.3	0.03	%	1	1	JIBJ
Kornfordeling	-----		se vedl.	1	1	JIBJ
TOC	<1.27		% TS	1	1	JIBJ
Naftalen	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Acenaftilen	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Acenaften	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Fluoren	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Fenantren	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Antracen	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Fluoranten	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Pyren	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Benso(a)antracen^	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Krysen^	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Benso(b)fluoranten^	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Benso(k)fluoranten^	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Benso(a)pyren^	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Dibenso(ah)antracen^	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Benso(ghi)perylene	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Indeno(123cd)pyren^	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Sum PAH-16*	n.d.		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Sum PAH carcinogene^*	n.d.		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 28	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 52	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 101	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 118	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 138	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 153	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 180	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Sum PCB-7*	n.d.		µg/kg TS	1	1	JIBJ
As (Arsen)	0.92	0.18	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Pb (Bly)	6.6	1.3	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cu (Kopper)	14.9	2.98	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cr (Krom)	9.67	1.93	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cd (Kadmium)	<0.10		mg/kg TS	1	1	JIBJ
Hg (Kvikksølv)	<0.20		mg/kg TS	1	1	JIBJ
Ni (Nikkel)	<5.0		mg/kg TS	1	1	JIBJ
Zn (Sink)	9.8	2.0	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Tørrstoff (L)	48.8	2	%	2	V	JIBJ
Monobutyltinnkation	<1		µg/kg TS	2	C	JIBJ
Dibutyltinnkation	<1		µg/kg TS	2	C	JIBJ
Tributyltinnkation	1.59	0.508	µg/kg TS	2	C	JIBJ



Deres prøvenavn	A4 Sediment					
Labnummer	N00343809					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (E)	60.3	3.65	%	1	1	JIBJ
Vanninnhold	39.7	2.41	%	1	1	JIBJ
Kornstørrelse >63 µm	96.3	9.6	%	1	1	JIBJ
Kornstørrelse <2 µm	0.3	0.03	%	1	1	JIBJ
Kornfordeling	-----		se vedl.	1	1	JIBJ
TOC	<1.34		% TS	1	1	JIBJ
Naftalen	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Acenaftilen	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Acenaften	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Fluoren	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Fenantren	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Antracen	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Fluoranten	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Pyren	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Benso(a)antracen^	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Krysen^	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Benso(b)fluoranten^	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Benso(k)fluoranten^	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Benso(a)pyren^	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Dibenso(ah)antracen^	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Benso(ghi)perylene	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Indeno(123cd)pyren^	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Sum PAH-16*	n.d.		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Sum PAH carcinogene^*	n.d.		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 28	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 52	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 101	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 118	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 138	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 153	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 180	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Sum PCB-7*	n.d.		µg/kg TS	1	1	JIBJ
As (Arsen)	1.88	0.38	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Pb (Bly)	8.1	1.6	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cu (Kopper)	19.7	3.93	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cr (Krom)	7.25	1.45	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cd (Kadmium)	<0.10		mg/kg TS	1	1	JIBJ
Hg (Kvikksølv)	<0.20		mg/kg TS	1	1	JIBJ
Ni (Nikkel)	<5.0		mg/kg TS	1	1	JIBJ
Zn (Sink)	10.9	2.2	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Tørrstoff (L)	50.3	2	%	2	V	JIBJ
Monobutyltinnkation	1.04	0.411	µg/kg TS	2	C	JIBJ
Dibutyltinnkation	<1		µg/kg TS	2	C	JIBJ
Tributyltinnkation	1.25	0.419	µg/kg TS	2	C	JIBJ



Deres prøvenavn	A5 Sediment					
Labnummer	N00343810					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (E)	55.3	3.35	%	1	1	JIBJ
Vanninnhold	44.7	2.71	%	1	1	JIBJ
Kornstørrelse >63 µm	95.5	9.6	%	1	1	JIBJ
Kornstørrelse <2 µm	0.3	0.03	%	1	1	JIBJ
Kornfordeling	-----		se vedl.	1	1	JIBJ
TOC	<1.27		% TS	1	1	JIBJ
Naftalen	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Acenaftilen	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Acenaften	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Fluoren	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Fenantren	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Antracen	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Fluoranten	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Pyren	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Benso(a)antracen^	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Krysen^	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Benso(b)fluoranten^	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Benso(k)fluoranten^	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Benso(a)pyren^	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Dibenso(ah)antracen^	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Benso(ghi)perylene	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Indeno(123cd)pyren^	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Sum PAH-16*	n.d.		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Sum PAH carcinogene^*	n.d.		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 28	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 52	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 101	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 118	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 138	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 153	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 180	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Sum PCB-7*	n.d.		µg/kg TS	1	1	JIBJ
As (Arsen)	1.05	0.21	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Pb (Bly)	21.0	4.2	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cu (Kopper)	39.0	7.79	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cr (Krom)	10.2	2.03	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cd (Kadmium)	<0.10		mg/kg TS	1	1	JIBJ
Hg (Kvikksølv)	<0.20		mg/kg TS	1	1	JIBJ
Ni (Nikkel)	<5.0		mg/kg TS	1	1	JIBJ
Zn (Sink)	12.5	2.5	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Tørrstoff (L)	51.0	2	%	2	V	JIBJ
Monobutyltinnkation	<1		µg/kg TS	2	C	JIBJ
Dibutyltinnkation	<1		µg/kg TS	2	C	JIBJ
Tributyltinnkation	<1		µg/kg TS	2	C	JIBJ



Deres prøvenavn	A6 Sediment					
Labnummer	N00343811					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (E)	65.0	3.93	%	1	1	JIBJ
Vanninnhold	35.0	2.13	%	1	1	JIBJ
Kornstørrelse >63 µm	96.5	9.6	%	1	1	JIBJ
Kornstørrelse <2 µm	0.2	0.02	%	1	1	JIBJ
Kornfordeling	-----		se vedl.	1	1	JIBJ
TOC	<1.06		% TS	1	1	JIBJ
Naftalen	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Acenaftilen	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Acenaften	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Fluoren	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Fenantren	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Antracen	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Fluoranten	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Pyren	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Benso(a)antracen^	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Krysen^	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Benso(b)fluoranten^	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Benso(k)fluoranten^	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Benso(a)pyren^	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Dibenso(ah)antracen^	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Benso(ghi)perylene	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Indeno(123cd)pyren^	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Sum PAH-16*	n.d.		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Sum PAH carcinogene^*	n.d.		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 28	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 52	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 101	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 118	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 138	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 153	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 180	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Sum PCB-7*	n.d.		µg/kg TS	1	1	JIBJ
As (Arsen)	0.69	0.14	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Pb (Bly)	5.5	1.1	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cu (Kopper)	25.3	5.06	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cr (Krom)	12.4	2.47	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cd (Kadmium)	<0.10		mg/kg TS	1	1	JIBJ
Hg (Kvikksølv)	<0.20		mg/kg TS	1	1	JIBJ
Ni (Nikkel)	5.9	1.2	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Zn (Sink)	13.3	2.6	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Tørrstoff (L)	63.9	2	%	2	V	JIBJ
Monobutyltinnkation	<1		µg/kg TS	2	C	JIBJ
Dibutyltinnkation	1.06	0.458	µg/kg TS	2	C	JIBJ
Tributyltinnkation	1.48	0.510	µg/kg TS	2	C	JIBJ



Deres prøvenavn	A8 Sediment					
Labnummer	N00343812					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (E)	56.6	3.42	%	1	1	JIBJ
Vanninnhold	43.4	2.63	%	1	1	JIBJ
Kornstørrelse >63 µm	94.1	9.4	%	1	1	JIBJ
Kornstørrelse <2 µm	0.4	0.04	%	1	1	JIBJ
Kornfordeling	-----		se vedl.	1	1	JIBJ
TOC	<1.13		% TS	1	1	JIBJ
Naftalen	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Acenaftilen	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Acenaften	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Fluoren	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Fenantren	48	14.4	µg/kg TS	1	1	JIBJ
Antracen	15	4.46	µg/kg TS	1	1	JIBJ
Fluoranten	117	35.1	µg/kg TS	1	1	JIBJ
Pyren	97	29.0	µg/kg TS	1	1	JIBJ
Benso(a)antracen^	63	18.8	µg/kg TS	1	1	JIBJ
Krysen^	82	24.5	µg/kg TS	1	1	JIBJ
Benso(b)fluoranten^	41	12.3	µg/kg TS	1	1	JIBJ
Benso(k)fluoranten^	35	10.6	µg/kg TS	1	1	JIBJ
Benso(a)pyren^	52	15.6	µg/kg TS	1	1	JIBJ
Dibenso(ah)antracen^	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Benso(ghi)perylene	26	7.83	µg/kg TS	1	1	JIBJ
Indeno(123cd)pyren^	20	6.17	µg/kg TS	1	1	JIBJ
Sum PAH-16*	600		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Sum PAH carcinogene^*	290		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 28	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 52	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 101	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 118	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 138	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 153	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 180	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Sum PCB-7*	n.d.		µg/kg TS	1	1	JIBJ
As (Arsen)	1.55	0.31	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Pb (Bly)	8.0	1.6	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cu (Kopper)	21.5	4.30	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cr (Krom)	8.45	1.69	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cd (Kadmium)	<0.10		mg/kg TS	1	1	JIBJ
Hg (Kvikksølv)	0.22	0.04	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Ni (Nikkel)	<5.0		mg/kg TS	1	1	JIBJ
Zn (Sink)	15.5	3.1	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Tørrstoff (L)	52.1	2	%	2	V	JIBJ
Monobutyltinnkation	<1		µg/kg TS	2	C	JIBJ
Dibutyltinnkation	<1		µg/kg TS	2	C	JIBJ
Tributyltinnkation	1.05	0.341	µg/kg TS	2	C	JIBJ



Deres prøvenavn	K1 Sediment					
Labnummer	N00343813					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (E)	66.8	4.04	%	1	1	JIBJ
Vanninnhold	33.2	2.02	%	1	1	JIBJ
Kornstørrelse >63 µm	95.8	9.6	%	1	1	JIBJ
Kornstørrelse <2 µm	0.3	0.03	%	1	1	JIBJ
Kornfordeling	-----		se vedl.	1	1	JIBJ
TOC	<1.27		% TS	1	1	JIBJ
Naftalen	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Acenaftilen	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Acenaften	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Fluoren	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Fenantren	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Antracen	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Fluoranten	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Pyren	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Benso(a)antracen^	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Krysen^	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Benso(b)fluoranten^	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Benso(k)fluoranten^	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Benso(a)pyren^	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Dibenso(ah)antracen^	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Benso(ghi)perylene	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Indeno(123cd)pyren^	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Sum PAH-16*	n.d.		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Sum PAH carcinogene^*	n.d.		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 28	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 52	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 101	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 118	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 138	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 153	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 180	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Sum PCB-7*	n.d.		µg/kg TS	1	1	JIBJ
As (Arsen)	0.61	0.12	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Pb (Bly)	8.3	1.6	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cu (Kopper)	19.0	3.79	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cr (Krom)	7.61	1.52	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cd (Kadmium)	<0.10		mg/kg TS	1	1	JIBJ
Hg (Kvikksølv)	<0.20		mg/kg TS	1	1	JIBJ
Ni (Nikkel)	5.2	1.0	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Zn (Sink)	14.2	2.8	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Tørrstoff (L)	64.5	2	%	2	V	JIBJ
Monobutyltinnkation	<1		µg/kg TS	2	C	JIBJ
Dibutyltinnkation	<1		µg/kg TS	2	C	JIBJ
Tributyltinnkation	<1		µg/kg TS	2	C	JIBJ



Deres prøvenavn	K4 Sediment					
Labnummer	N00343814					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (E)	63.8	3.86	%	1	1	JIBJ
Vanninnhold	36.2	2.20	%	1	1	JIBJ
Kornstørrelse >63 µm	96.8	9.7	%	1	1	JIBJ
Kornstørrelse <2 µm	0.3	0.03	%	1	1	JIBJ
Kornfordeling	-----		se vedl.	1	1	JIBJ
TOC	<1.27		% TS	1	1	JIBJ
Naftalen	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Acenaftilen	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Acenaften	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Fluoren	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Fenantren	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Antracen	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Fluoranten	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Pyren	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Benso(a)antracen^	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Krysen^	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Benso(b)fluoranten^	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Benso(k)fluoranten^	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Benso(a)pyren^	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Dibenso(ah)antracen^	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Benso(ghi)perylene	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Indeno(123cd)pyren^	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Sum PAH-16*	n.d.		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Sum PAH carcinogene^*	n.d.		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 28	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 52	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 101	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 118	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 138	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 153	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 180	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Sum PCB-7*	n.d.		µg/kg TS	1	1	JIBJ
As (Arsen)	0.78	0.16	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Pb (Bly)	5.9	1.2	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cu (Kopper)	15.2	3.04	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cr (Krom)	24.4	4.89	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cd (Kadmium)	<0.10		mg/kg TS	1	1	JIBJ
Hg (Kvikksølv)	<0.20		mg/kg TS	1	1	JIBJ
Ni (Nikkel)	11.0	2.2	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Zn (Sink)	14.0	2.8	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Tørrstoff (L)	58.4	2	%	2	V	JIBJ
Monobutyltinnkation	<1		µg/kg TS	2	C	JIBJ
Dibutyltinnkation	<1		µg/kg TS	2	C	JIBJ
Tributyltinnkation	<1		µg/kg TS	2	C	JIBJ



Deres prøvenavn	K6 Sediment					
Labnummer	N00343815					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (E)	66.9	4.04	%	1	1	JIBJ
Vanninnhold	33.1	2.02	%	1	1	JIBJ
Kornstørrelse >63 µm	97.7	9.8	%	1	1	JIBJ
Kornstørrelse <2 µm	0.2	0.02	%	1	1	JIBJ
Kornfordeling	-----		se vedl.	1	1	JIBJ
TOC	<1.27		% TS	1	1	JIBJ
Naftalen	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Acenaftilen	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Acenaften	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Fluoren	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Fenantren	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Antracen	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Fluoranten	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Pyren	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Benso(a)antracen^	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Krysen^	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Benso(b)fluoranten^	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Benso(k)fluoranten^	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Benso(a)pyren^	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Dibenso(ah)antracen^	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Benso(ghi)perylene	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Indeno(123cd)pyren^	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Sum PAH-16*	n.d.		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Sum PAH carcinogene^*	n.d.		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 28	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 52	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 101	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 118	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 138	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 153	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 180	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Sum PCB-7*	n.d.		µg/kg TS	1	1	JIBJ
As (Arsen)	1.26	0.25	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Pb (Bly)	5.1	1.0	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cu (Kopper)	11.4	2.29	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cr (Krom)	8.90	1.78	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cd (Kadmium)	<0.10		mg/kg TS	1	1	JIBJ
Hg (Kvikksølv)	<0.20		mg/kg TS	1	1	JIBJ
Ni (Nikkel)	<5.0		mg/kg TS	1	1	JIBJ
Zn (Sink)	10.3	2.0	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Tørrstoff (L)	62.6	2	%	2	V	JIBJ
Monobutyltinnkation	<1		µg/kg TS	2	C	JIBJ
Dibutyltinnkation	<1		µg/kg TS	2	C	JIBJ
Tributyltinnkation	<1		µg/kg TS	2	C	JIBJ



Deres prøvenavn	K7 Sediment					
Labnummer	N00343816					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (E)	65.2	3.94	%	1	1	JIBJ
Vanninnhold	34.8	2.12	%	1	1	JIBJ
Kornstørrelse >63 µm	97.7	9.8	%	1	1	JIBJ
Kornstørrelse <2 µm	0.2	0.02	%	1	1	JIBJ
Kornfordeling	-----		se vedl.	1	1	JIBJ
TOC	<1.34		% TS	1	1	JIBJ
Naftalen	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Acenaftilen	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Acenaften	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Fluoren	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Fenantren	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Antracen	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Fluoranten	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Pyren	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Benso(a)antracen^	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Krysen^	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Benso(b)fluoranten^	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Benso(k)fluoranten^	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Benso(a)pyren^	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Dibenso(ah)antracen^	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Benso(ghi)perylene	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Indeno(123cd)pyren^	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Sum PAH-16*	n.d.		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Sum PAH carcinogene^*	n.d.		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 28	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 52	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 101	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 118	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 138	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 153	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 180	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Sum PCB-7*	n.d.		µg/kg TS	1	1	JIBJ
As (Arsen)	1.18	0.24	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Pb (Bly)	4.0	0.8	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cu (Kopper)	12.7	2.54	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cr (Krom)	8.89	1.78	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cd (Kadmium)	<0.10		mg/kg TS	1	1	JIBJ
Hg (Kvikksølv)	<0.20		mg/kg TS	1	1	JIBJ
Ni (Nikkel)	<5.0		mg/kg TS	1	1	JIBJ
Zn (Sink)	10.0	2.0	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Tørrstoff (L)	60.8	2	%	2	V	JIBJ
Monobutyltinnkation	<1		µg/kg TS	2	C	JIBJ
Dibutyltinnkation	<1		µg/kg TS	2	C	JIBJ
Tributyltinnkation	<1		µg/kg TS	2	C	JIBJ



Deres prøvenavn	K9 Sediment					
Labnummer	N00343817					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (E)	60.9	3.69	%	1	1	JIBJ
Vanninnhold	39.0	2.37	%	1	1	JIBJ
Kornstørrelse >63 µm	95.0	9.5	%	1	1	JIBJ
Kornstørrelse <2 µm	0.4	0.04	%	1	1	JIBJ
Kornfordeling	-----		se vedl.	1	1	JIBJ
TOC	<1.34		% TS	1	1	JIBJ
Naftalen	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Acenaftilen	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Acenaften	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Fluoren	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Fenantren	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Antracen	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Fluoranten	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Pyren	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Benso(a)antracen^	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Krysen^	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Benso(b)fluoranten^	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Benso(k)fluoranten^	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Benso(a)pyren^	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Dibenso(ah)antracen^	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Benso(ghi)perylene	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Indeno(123cd)pyren^	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Sum PAH-16*	n.d.		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Sum PAH carcinogene^*	n.d.		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 28	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 52	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 101	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 118	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 138	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 153	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 180	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Sum PCB-7*	n.d.		µg/kg TS	1	1	JIBJ
As (Arsen)	1.16	0.23	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Pb (Bly)	13.7	2.7	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cu (Kopper)	16.2	3.24	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cr (Krom)	6.18	1.24	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cd (Kadmium)	<0.10		mg/kg TS	1	1	JIBJ
Hg (Kvikksølv)	<0.20		mg/kg TS	1	1	JIBJ
Ni (Nikkel)	<5.0		mg/kg TS	1	1	JIBJ
Zn (Sink)	10.1	2.0	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Tørrstoff (L)	56.9	2	%	2	V	JIBJ
Monobutyltinnkation	<1		µg/kg TS	2	C	JIBJ
Dibutyltinnkation	<1		µg/kg TS	2	C	JIBJ
Tributyltinnkation	<1		µg/kg TS	2	C	JIBJ



Deres prøvenavn	K10 Sediment					
Labnummer	N00343818					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (E)	70.0	4.23	%	1	1	JIBJ
Vanninnhold	30.0	1.83	%	1	1	JIBJ
Kornstørrelse >63 µm	97.6	9.8	%	1	1	JIBJ
Kornstørrelse <2 µm	0.2	0.02	%	1	1	JIBJ
Kornfordeling	-----		se vedl.	1	1	JIBJ
TOC	<1.06		% TS	1	1	JIBJ
Naftalen	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Acenaftilen	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Acenaften	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Fluoren	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Fenantren	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Antracen	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Fluoranten	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Pyren	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Benso(a)antracen^	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Krysen^	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Benso(b)fluoranten^	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Benso(k)fluoranten^	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Benso(a)pyren^	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Dibenso(ah)antracen^	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Benso(ghi)perylene	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Indeno(123cd)pyren^	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Sum PAH-16*	n.d.		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Sum PAH carcinogene^*	n.d.		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 28	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 52	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 101	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 118	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 138	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 153	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 180	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Sum PCB-7*	n.d.		µg/kg TS	1	1	JIBJ
As (Arsen)	1.53	0.30	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Pb (Bly)	11.5	2.3	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cu (Kopper)	20.2	4.04	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cr (Krom)	8.18	1.64	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cd (Kadmium)	<0.10		mg/kg TS	1	1	JIBJ
Hg (Kvikksølv)	<0.20		mg/kg TS	1	1	JIBJ
Ni (Nikkel)	<5.0		mg/kg TS	1	1	JIBJ
Zn (Sink)	10.1	2.0	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Tørrstoff (L)	65.0	2	%	2	V	JIBJ
Monobutyltinnkation	<1		µg/kg TS	2	C	JIBJ
Dibutyltinnkation	<1		µg/kg TS	2	C	JIBJ
Tributyltinnkation	<1		µg/kg TS	2	C	JIBJ



Deres prøvenavn	V2 Sediment					
Labnummer	N00343819					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (E)	63.9	3.87	%	1	1	JIBJ
Vanninnhold	36.0	2.19	%	1	1	JIBJ
Kornstørrelse >63 µm	96.2	9.6	%	1	1	JIBJ
Kornstørrelse <2 µm	0.2	0.02	%	1	1	JIBJ
Kornfordeling	-----		se vedl.	1	1	JIBJ
TOC	<1.34		% TS	1	1	JIBJ
Naftalen	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Acenaftilen	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Acenaften	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Fluoren	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Fenantren	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Antracen	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Fluoranten	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Pyren	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Benso(a)antracen^	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Krysen^	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Benso(b)fluoranten^	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Benso(k)fluoranten^	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Benso(a)pyren^	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Dibenso(ah)antracen^	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Benso(ghi)perylene	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Indeno(123cd)pyren^	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Sum PAH-16*	n.d.		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Sum PAH carcinogene^*	n.d.		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 28	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 52	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 101	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 118	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 138	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 153	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 180	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Sum PCB-7*	n.d.		µg/kg TS	1	1	JIBJ
As (Arsen)	1.13	0.22	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Pb (Bly)	4.1	0.8	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cu (Kopper)	13.9	2.79	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cr (Krom)	5.74	1.15	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cd (Kadmium)	<0.10		mg/kg TS	1	1	JIBJ
Hg (Kvikksølv)	<0.20		mg/kg TS	1	1	JIBJ
Ni (Nikkel)	<5.0		mg/kg TS	1	1	JIBJ
Zn (Sink)	11.7	2.3	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Tørrstoff (L)	62.2	2	%	2	V	JIBJ
Monobutyltinnkation	<1		µg/kg TS	2	C	JIBJ
Dibutyltinnkation	<1		µg/kg TS	2	C	JIBJ
Tributyltinnkation	<1		µg/kg TS	2	C	JIBJ



Deres prøvenavn	V3 Sediment					
Labnummer	N00343820					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (E)	75.5	4.56	%	1	1	JIBJ
Vanninnhold	24.5	1.50	%	1	1	JIBJ
Kornstørrelse >63 µm	97.6	9.8	%	1	1	JIBJ
Kornstørrelse <2 µm	0.1	0.01	%	1	1	JIBJ
Kornfordeling	-----		se vedl.	1	1	JIBJ
TOC	1.28		% TS	1	1	JIBJ
Naftalen	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Acenaftilen	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Acenaften	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Fluoren	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Fenantren	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Antracen	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Fluoranten	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Pyren	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Benso(a)antracen^	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Krysen^	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Benso(b)fluoranten^	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Benso(k)fluoranten^	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Benso(a)pyren^	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Dibenso(ah)antracen^	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Benso(ghi)perylene	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Indeno(123cd)pyren^	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Sum PAH-16*	n.d.		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Sum PAH carcinogene^*	n.d.		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 28	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 52	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 101	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 118	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 138	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 153	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 180	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Sum PCB-7*	n.d.		µg/kg TS	1	1	JIBJ
As (Arsen)	1.38	0.28	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Pb (Bly)	7.8	1.6	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cu (Kopper)	58.2	11.6	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cr (Krom)	12.0	2.39	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cd (Kadmium)	<0.10		mg/kg TS	1	1	JIBJ
Hg (Kvikksølv)	<0.20		mg/kg TS	1	1	JIBJ
Ni (Nikkel)	7.7	1.5	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Zn (Sink)	17.6	3.5	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Tørrstoff (L)	67.8	2	%	2	V	JIBJ
Monobutyltinnkation	<1		µg/kg TS	2	C	JIBJ
Dibutyltinnkation	<1		µg/kg TS	2	C	JIBJ
Tributyltinnkation	<1		µg/kg TS	2	C	JIBJ



Deres prøvenavn	V4 Sediment					
Labnummer	N00343821					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (E)	68.0	4.11	%	1	1	JIBJ
Vanninnhold	32.0	1.95	%	1	1	JIBJ
Kornstørrelse >63 µm	98.2	9.8	%	1	1	JIBJ
Kornstørrelse <2 µm	0.1	0.01	%	1	1	JIBJ
Kornfordeling	-----		se vedl.	1	1	JIBJ
TOC	<1.13		% TS	1	1	JIBJ
Naftalen	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Acenaftilen	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Acenaften	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Fluoren	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Fenantren	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Antracen	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Fluoranten	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Pyren	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Benso(a)antracen^	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Krysen^	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Benso(b)fluoranten^	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Benso(k)fluoranten^	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Benso(a)pyren^	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Dibenso(ah)antracen^	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Benso(ghi)perylene	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Indeno(123cd)pyren^	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Sum PAH-16*	n.d.		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Sum PAH carcinogene^*	n.d.		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 28	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 52	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 101	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 118	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 138	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 153	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 180	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Sum PCB-7*	n.d.		µg/kg TS	1	1	JIBJ
As (Arsen)	0.98	0.20	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Pb (Bly)	3.3	0.7	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cu (Kopper)	31.4	6.29	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cr (Krom)	7.05	1.41	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cd (Kadmium)	<0.10		mg/kg TS	1	1	JIBJ
Hg (Kvikksølv)	<0.20		mg/kg TS	1	1	JIBJ
Ni (Nikkel)	5.6	1.1	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Zn (Sink)	13.4	2.7	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Tørrstoff (L)	69.0	2	%	2	V	JIBJ
Monobutyltinnkation	<1		µg/kg TS	2	C	JIBJ
Dibutyltinnkation	<1		µg/kg TS	2	C	JIBJ
Tributyltinnkation	<1		µg/kg TS	2	C	JIBJ



Deres prøvenavn	V6 Sediment					
Labnummer	N00343822					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (E)	57.8	3.50	%	1	1	JIBJ
Vanninnhold	42.2	2.56	%	1	1	JIBJ
Kornstørrelse >63 µm	95.1	9.5	%	1	1	JIBJ
Kornstørrelse <2 µm	0.4	0.04	%	1	1	JIBJ
Kornfordeling	-----		se vedl.	1	1	JIBJ
TOC	<1.34		% TS	1	1	JIBJ
Naftalen	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Acenaftilen	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Acenaften	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Fluoren	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Fenantren	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Antracen	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Fluoranten	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Pyren	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Benso(a)antracen^	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Krysen^	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Benso(b)fluoranten^	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Benso(k)fluoranten^	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Benso(a)pyren^	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Dibenso(ah)antracen^	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Benso(ghi)perylene	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Indeno(123cd)pyren^	<10		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Sum PAH-16*	n.d.		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Sum PAH carcinogene^*	n.d.		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 28	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 52	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 101	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 118	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 138	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 153	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 180	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Sum PCB-7*	n.d.		µg/kg TS	1	1	JIBJ
As (Arsen)	3.32	0.66	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Pb (Bly)	11.2	2.2	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cu (Kopper)	37.6	7.52	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cr (Krom)	4.44	0.89	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cd (Kadmium)	<0.10		mg/kg TS	1	1	JIBJ
Hg (Kvikksølv)	<0.20		mg/kg TS	1	1	JIBJ
Ni (Nikkel)	<5.0		mg/kg TS	1	1	JIBJ
Zn (Sink)	14.5	2.9	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Tørrstoff (L)	68.4	2	%	2	V	JIBJ
Monobutyltinnkation	<1		µg/kg TS	2	C	JIBJ
Dibutyltinnkation	<1		µg/kg TS	2	C	JIBJ
Tributyltinnkation	<1		µg/kg TS	2	C	JIBJ



* etter parameternavn indikerer uakkreditert analyse.
n.d. betyr ikke påvist.
n/a betyr ikke analyserbart.
< betyr mindre enn.
> betyr større enn.

Metodespesifikasjon	
1	Analyse av sediment basispakke - del 1 Bestemmelse av Vanninnhold Metode: ISO 760 Kvantifikasjonsgrense: 0,010 % Deteksjon og kvantifisering: Karl Fischer Bestemmelse av Kornfordeling (<63 µm, >63 µm og <2 µm) Metode: CZ_SOP_D06_07_N11 Kvantifikasjonsgrense: 0,10 % Bestemmelse av TOC Metode: DIN ISO 10694, CSN EN 13137 Kvantifikasjonsgrense: 0,010%TS Deteksjon og kvantifisering: Coulometrisk bestemmelse Analyse av polysykliske aromatiske hydrokarboner, PAH-16 Metode: EPA 8270/8131/8091, ISO 6468 Kvantifikasjonsgrenser: 10 µg/kg TS Deteksjon og kvantifisering: GC/MSD Analyse av polyklorete bifenyler, PCB-7 Metode: DIN 38407-del 2, EPA 8082. Deteksjon og kvantifisering: GC-ECD Kvantifikasjonsgrenser: 0,7 µg/kg TS Analyse av metaller, M-1C Metode: EPA 200.7, ISO 11885 Deteksjon og kvantifisering: ICP-AES Kvantifikasjonsgrenser: As(0.50), Cd(0.10), Cr(0.25), Cu(0.10), Pb(1.0), Hg(0.20), Ni(5.0), Zn(1.0) alle enheter i mg/kg TS
2	Bestemmelse av tinnorganiske forbindelser. Metode: ISO 23161:2011



Metodespesifikasjon	
Deteksjon og kvantifisering:	GC-ICP-SFMS
Kvantifikasjonsgrenser:	1 µg/kg TS

Godkjenner	
JIBJ	Jan Inge Bjørnengen

Underleverandør ¹	
C	GC-ICP-MS Ansvarlig laboratorium: ALS Scandinavia AB, Aurorum 10, 977 75 Luleå, Sverige Akkreditering: SWEDAC, registreringsnr. 2030
V	Ansvarlig laboratorium: ALS Scandinavia AB, Aurorum 10, 977 75 Luleå, Sverige Akkreditering: SWEDAC, registreringsnr. 2030
1	Ansvarlig laboratorium: ALS Laboratory Group, ALS Czech Republic s.r.o, Na Harfě 9/336, Praha, Tsjekkia Lokalisering av andre ALS laboratorier: Ceska Lipa Bendlova 1687/7, 470 03 Ceska Lipa Pardubice V Raji 906, 530 02 Pardubice Akkreditering: Czech Accreditation Institute, labnr. 1163. Kontakt ALS Laboratory Group Norge, for ytterligere informasjon

Måleusikkerheten angis som en utvidet måleusikkerhet (etter definisjon i "Evaluation of measurement data – Guide to the expression of uncertainty in measurement", JCGM 100:2008 Corrected version 2010) beregnet med en dekningsfaktor på 2 noe som gir et konfidensinterval på om lag 95%.

Måleusikkerhet fra underleverandører angis ofte som en utvidet usikkerhet beregnet med dekningsfaktor 2. For ytterligere informasjon, kontakt laboratoriet.

Denne rapporten får kun gjengis i sin helhet, om ikke utførende laboratorium på forhånd har skriftlig godkjent annet.

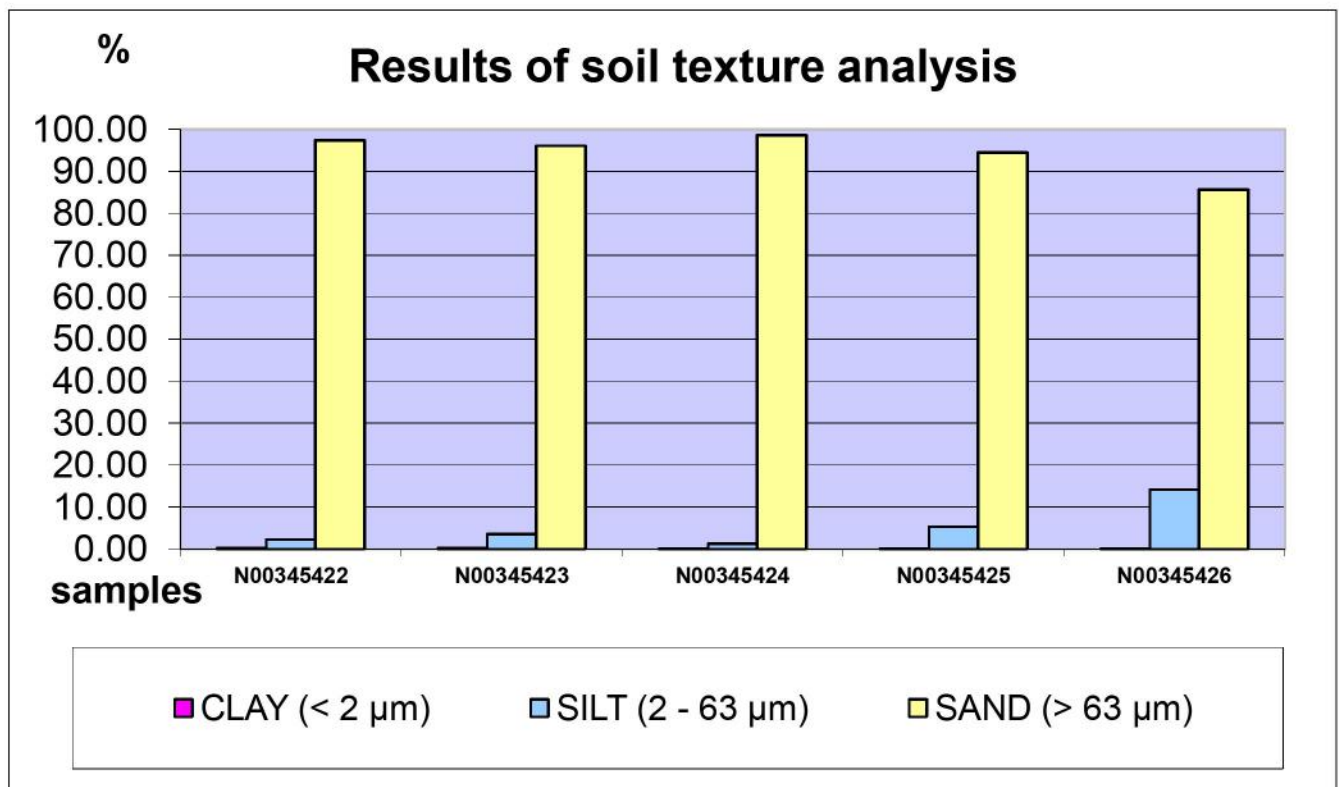
Angående laboratoriets ansvar i forbindelse med oppdrag, se aktuell produktkatalog eller vår webside www.alsglobal.no

Den digitalt signert PDF-fil representerer den opprinnelige rapporten. Eventuelle utskrifter er å anse som kopier.

¹ Utførende teknisk enhet (innen ALS Laboratory Group) eller eksternt laboratorium (underleverandør).

RESULTS OF SOIL TEXTURE ANALYSIS

Sample label:	N00345422	N00345423	N00345424	N00345425	N00345426
Lab. ID:	001	002	003	004	005
Gross sample weight [g]	33.80	52.49	77.55	63.99	27.66
CLAY (< 2 µm) [%]	0.25	0.28	0.10	0.16	0.16
SILT (2 - 63 µm) [%]	2.32	3.59	1.26	5.34	14.18
SAND (> 63 µm) [%]	97.43	96.13	98.64	94.51	85.65

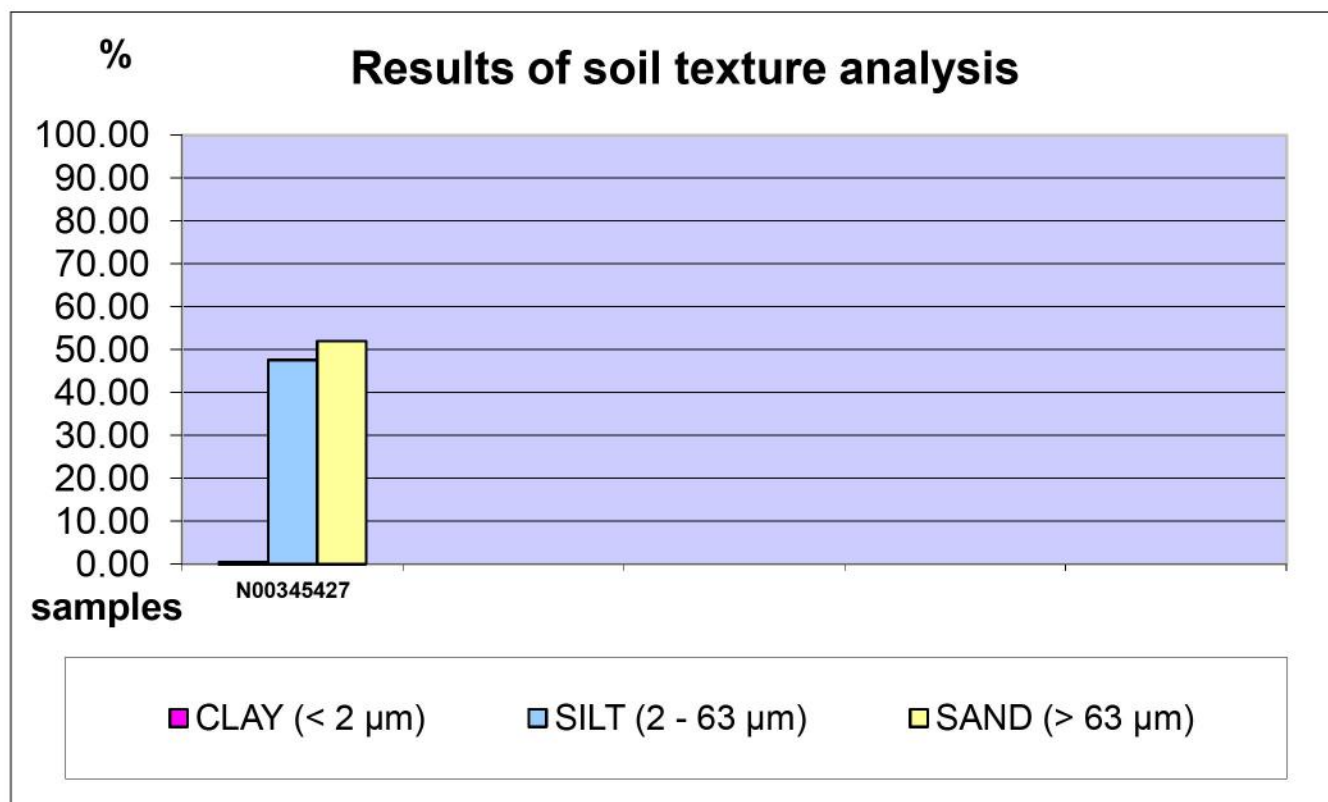


Test method specification: CZ_SOP_D06_07_120 Grain size analysis using the wet sieve analysis using laser diffraction (fraction from 2 µm to 63 mm) Fraction > 0.063 mm determined by wet sieving method, other fractions determined from the fraction "< 0.063mm" by laser particle size analyzer using liquid dispersion mode. Fractions "Sand >63 µm", "Silt 2-63 µm" and "Clay <2 µm" evaluated from measured data.

Test specification, deviations, additions to or exclusions from the test specification:

RESULTS OF SOIL TEXTURE ANALYSIS

Sample label:	N00345427
Lab. ID:	006
Gross sample weight [g]	6.79
CLAY (< 2 µm) [%]	0.45
SILT (2 - 63 µm) [%]	47.56
SAND (> 63 µm) [%]	51.98

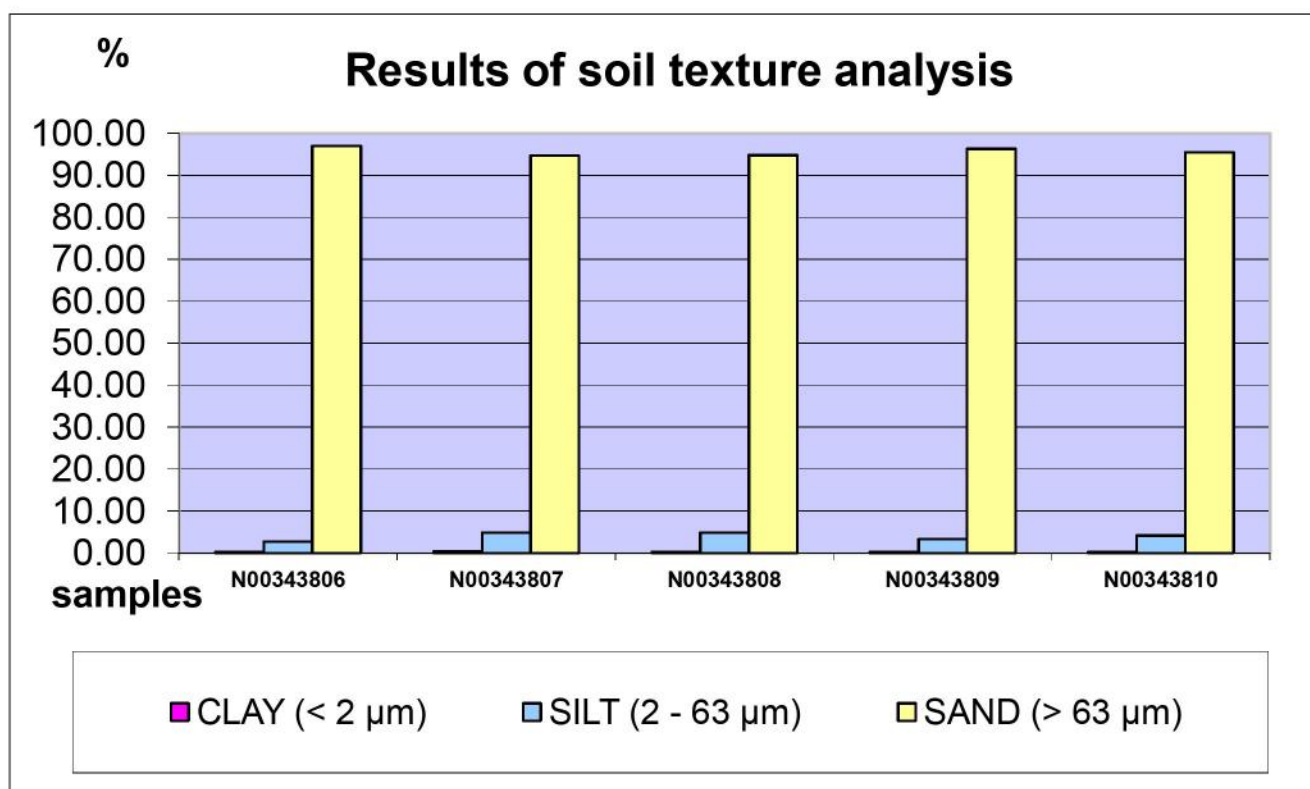


Test method specification: CZ_SOP_D06_07_120 Grain size analysis using the wet sieve analysis using laser diffraction (fraction from 2 µm to 63 µm) Fraction > 0.063 mm determined by wet sieving method, other fractions determined from the fraction "< 0.063mm" by laser particle size analyzer using liquid dispersion mode. Fractions "**Sand >63 µm**", "**Silt 2-63 µm**" and "**Clay <2 µm**" evaluated from measured data.

Test specification, deviations, additions to or exclusions from the test specification:

RESULTS OF SOIL TEXTURE ANALYSIS

Sample label:	N00343806	N00343807	N00343808	N00343809	N00343810
Lab. ID:	001	002	003	004	005
Gross sample weight [g]	45.79	44.87	40.33	36.43	39.72
CLAY (< 2 µm) [%]	0.29	0.39	0.32	0.30	0.32
SILT (2 - 63 µm) [%]	2.72	4.91	4.89	3.38	4.17
SAND (> 63 µm) [%]	96.99	94.70	94.79	96.32	95.50

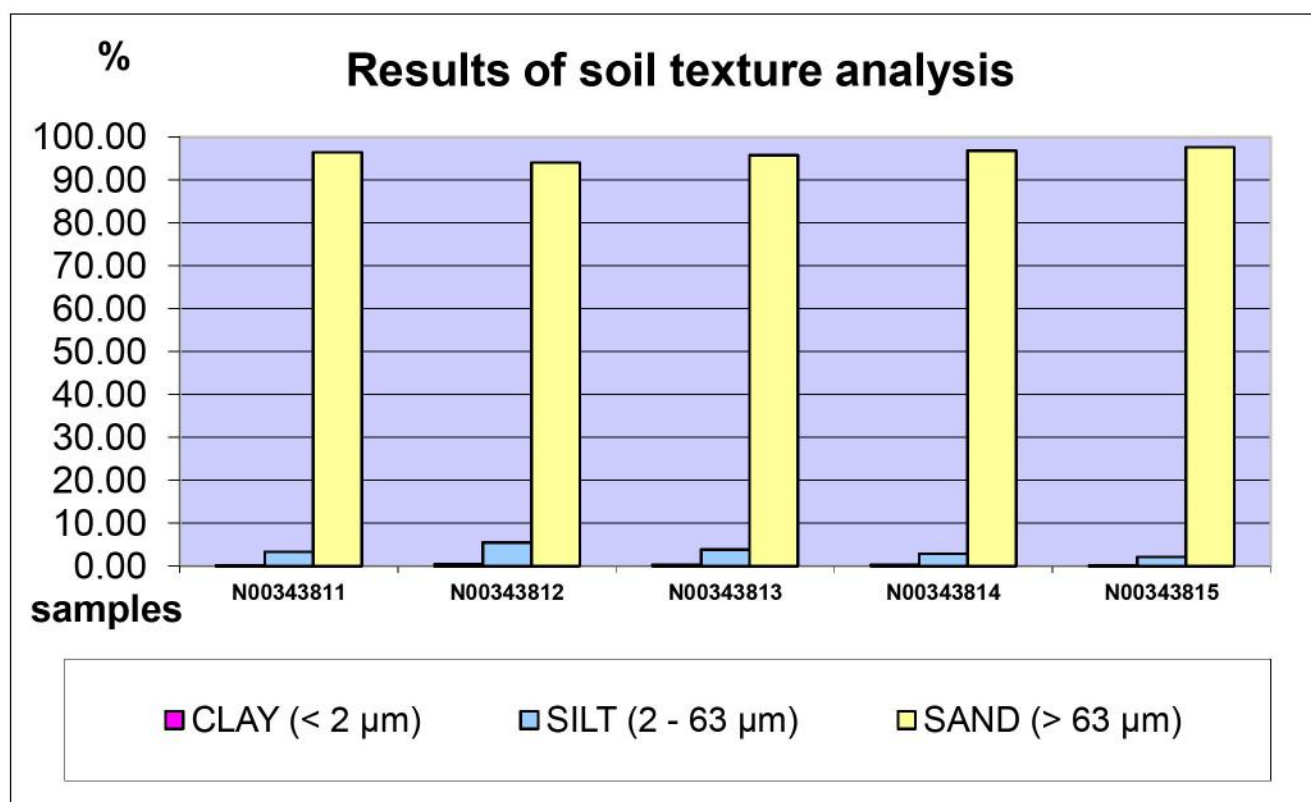


Test method specification: CZ_SOP_D06_07_120 Grain size analysis using the wet sieve analysis using laser diffraction (fraction from 2 µm to 63 mm) Fraction > 0.063 mm determined by wet sieving method, other fractions determined from the fraction "< 0.063mm" by laser particle size analyzer using liquid dispersion mode. Fractions "Sand >63 µm", "Silt 2-63 µm" and "Clay <2 µm" evaluated from measured data.

Test specification, deviations, additions to or exclusions from the test specification:

RESULTS OF SOIL TEXTURE ANALYSIS

Sample label:		N00343811	N00343812	N00343813	N00343814	N00343815
Lab. ID:		006	007	008	009	010
Gross sample weight	[g]	42.70	38.33	60.80	59.63	43.04
CLAY (< 2 µm)	[%]	0.22	0.42	0.33	0.26	0.17
SILT (2 - 63 µm)	[%]	3.31	5.52	3.85	2.88	2.16
SAND (> 63 µm)	[%]	96.46	94.06	95.82	96.86	97.67

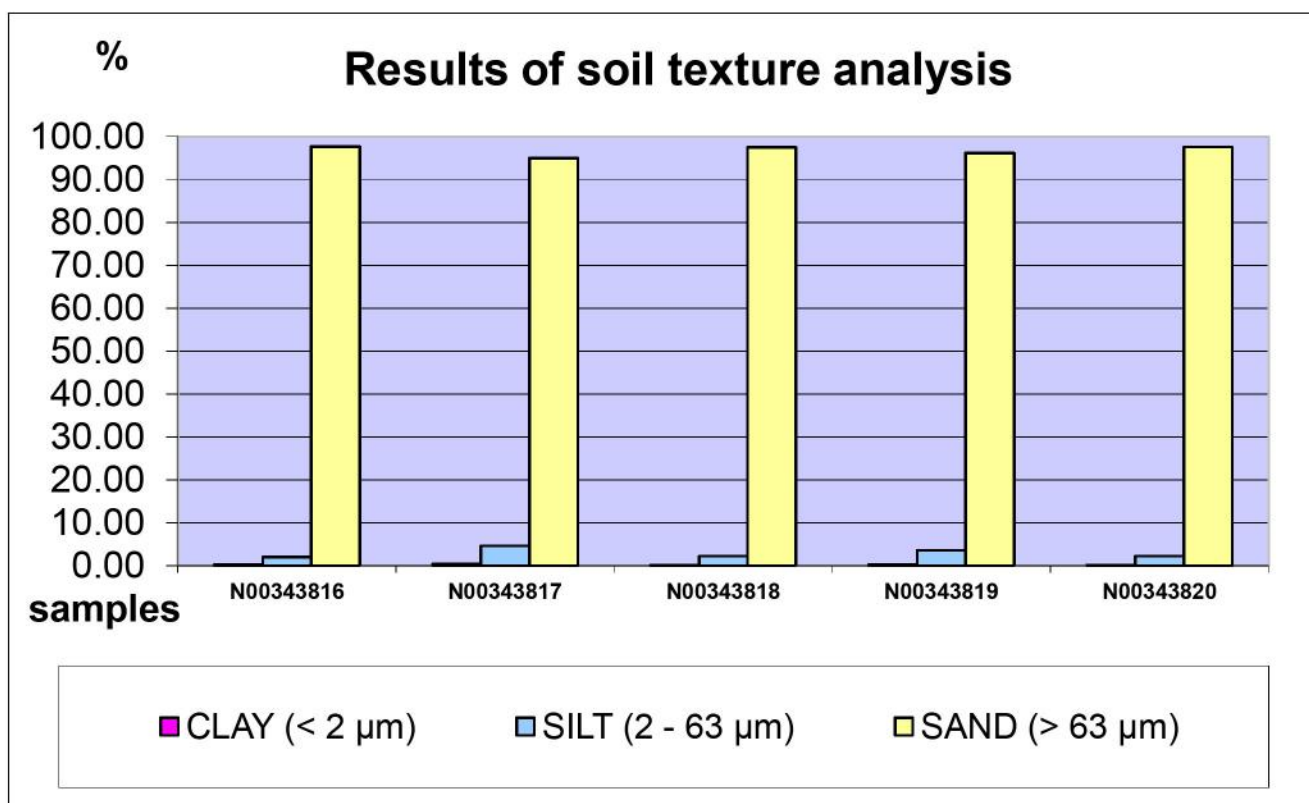


Test method specification: CZ_SOP_D06_07_120 Grain size analysis using the wet sieve analysis using laser diffraction (fraction from 2 µm to 63 mm) Fraction > 0.063 mm determined by wet sieving method, other fractions determined from the fraction "< 0.063mm" by laser particle size analyzer using liquid dispersion mode. Fractions "Sand >63 µm", "Silt 2-63 µm" and "Clay <2 µm" evaluated from measured data.

Test specification, deviations, additions to or exclusions from the test specification:

RESULTS OF SOIL TEXTURE ANALYSIS

Sample label:		N00343816	N00343817	N00343818	N00343819	N00343820
Lab. ID:		011	012	013	014	015
Gross sample weight	[g]	42.92	44.73	48.52	44.90	61.88
CLAY (< 2 µm)	[%]	0.25	0.36	0.16	0.21	0.13
SILT (2 - 63 µm)	[%]	2.05	4.65	2.28	3.57	2.27
SAND (> 63 µm)	[%]	97.70	94.99	97.56	96.22	97.60

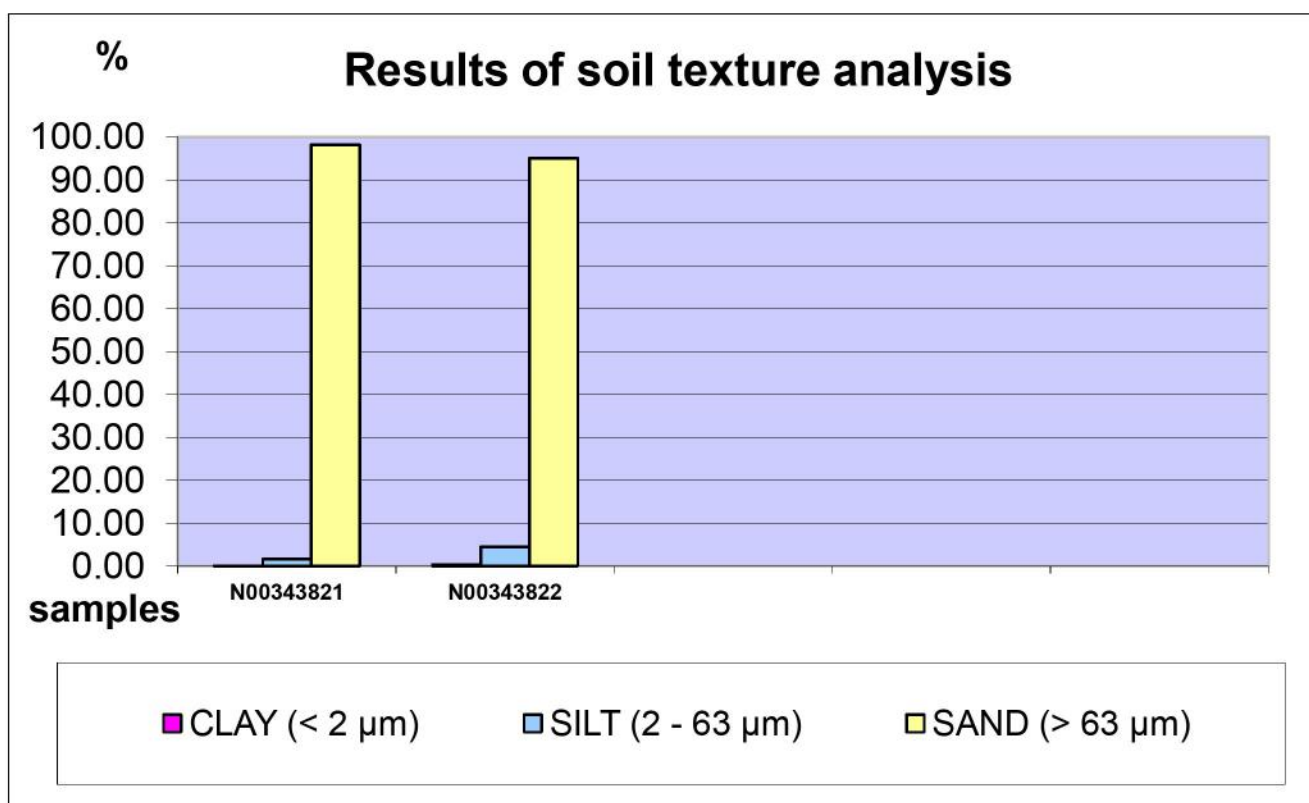


Test method specification: CZ_SOP_D06_07_120 Grain size analysis using the wet sieve analysis using laser diffraction (fraction from 2 µm to 63 mm) Fraction > 0.063 mm determined by wet sieving method, other fractions determined from the fraction "< 0.063mm" by laser particle size analyzer using liquid dispersion mode. Fractions "Sand >63 µm", "Silt 2-63 µm" and "Clay <2 µm" evaluated from measured data.

Test specification, deviations, additions to or exclusions from the test specification:

RESULTS OF SOIL TEXTURE ANALYSIS

Sample label:		N00343821	N00343822
Lab. ID:		016	017
Gross sample weight [g]		46.90	47.58
CLAY (< 2 µm) [%]		0.12	0.43
SILT (2 - 63 µm) [%]		1.66	4.48
SAND (> 63 µm) [%]		98.21	95.09



Test method specification: CZ_SOP_D06_07_120 Grain size analysis using the wet sieve analysis using laser diffraction (fraction from 2 µm to 63 µm) Fraction > 0.063 mm determined by wet sieving method, other fractions determined from the fraction "< 0.063mm" by laser particle size analyzer using liquid dispersion mode. Fractions "Sand >63 µm", "Silt 2-63 µm" and "Clay <2 µm" evaluated from measured data.

Test specification, deviations, additions to or exclusions from the test specification:

Statens vegvesen

E39 Rogfast - Utfylling Arsvågen

Marint naturmiljø

Feltundersøkelser, konsekvensvurderinger og tiltak



Oppdragsnr.: 5144240 Dokumentnr.: NO-032-YM Versjon: D05
2015-12-10

Oppdragsgiver: Statens vegvesen
Oppdragsgivers kontaktperson: Merete Landsgård
Rådgiver: Norconsult AS, Apotekergaten 14, NO-3187 Horten
Oppdragsleder: Bjørn A. Kleppestø
Fagansvarlig: Bente Breyholtz
Andre nøkkelpersoner: Guri Sogn Andersen og Gaute R. Salomonsen

D05	2015-12-10	Overført til ny mal og revidert i henhold til kommentarer fra oppdragsgiver	gusan	grs	BjKle
D04	2015-10-10	For godkjenning hos kunde	gusan	ellun	BjKle
A01	2015-10-01	Skilt ut fra rapport for Vestre Bokn	gusan		
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult. 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.

2015-12-10

Sammendrag

E39 Rogfast er et stort samferdselsprosjekt som skal inngå i fergefri forbindelse langs vestlandskysten for blant annet å binde Nord- og Sør-Rogaland sammen. Deler av prosjektet vil kunne påvirke marint naturmiljø og marine ressurser.

Området nord for moloen i Arsvågen, mot fergeleiet, planlegges utfyllt med overskuddsmasser fra tunnelutbyggingen. Utfyllingsområdet vil i hovedsak legges i sjø.

Formålet med denne rapporten er å belyse effekter som gjennomføring av planen om utfylling med overskuddsmasser i Arsvågen kan ha på marint miljø og naturressurser.

Norconsult har gjennomført feltundersøkelser av marint naturmiljø i områder som vil bli berørt av planlagte tiltak. Feltundersøkelsene hadde som overordnet mål å skaffe tilveie en generell oversikt over marint naturmiljø med spesielt fokus på naturtypene tareskog og ålegras. Skjellsandforekomster er dokumentert i NGU-rapporten «Skjellsandundersøkelser i Rogaland. Del II», og forekomster av skjellsand i de undersøkte områdene ble bekreftet.

Naturområdet rundt Arsvågen utgjøres av artsrike biotoper som tareskog og skjellsandområder, og er vurdert å være av middels verdi for biologisk mangfold. Fordi ressursgrunnlaget i området sett i større skala er godt, vurderes ikke de nærliggende områdene som kan bli påvirket å ha særlig stor verdi for akvakultur og havbruk. Betydningen av enkeltlokaliteter kan imidlertid være svært stor for økonomien til den enkelte bedrift, men slike forhold vurderes ikke her.

Omfanget av sannsynlig påvirkning på skjellsandområder og tang- og tareområder vurderes som middels i anleggsfasen og liten til ubetydelig når anlegget er ferdigstilt. Hummerhabitat vil ødelegges, men tilrettelegging for reetablering i utfylling vil kunne bøte på dette.

Det vurderes som lite sannsynlig at fisken i oppdrettsanlegget eller ved låssettingsplassen ved Lauplandsholmen vil påvirkes av tiltaket.

Tiltaket vil heller ikke påvirke gytefelt eller fiskefelt.

Tiltaket, slik det er planlagt, forventes i liten grad å komme i konflikt med nasjonale målsetninger om økologisk tilstand i sjø slik de er nedfelt i Vannforskriften og Naturmangfoldloven.

Innhold

1	Bakgrunn	5
1.1	Temaer	5
1.2	Dagens situasjon og foreliggende planer	5
2	Beskrivelse av utfyllingsmasser	7
3	Metode og datagrunnlag	8
3.1	Formål	8
3.2	Metode	8
3.3	Datagrunnlag	10
3.4	Tiltaksområde og influensområde	11
4	Statusbeskrivelse og verdivurdering	12
4.1	Naturverdier og ressursgrunnlag	12
4.1.1	Arsvågen (A1 og A2) – tareskog og hummerhabitat	12
4.1.2	Øvrige tilgrensende naturressurser som kan påvirkes	14
4.1.3	Undersøkelser av forurensing i sediment	15
4.2	Oppsummering	15
5	Vurdering av potensielt skadeomfang og konsekvens	16
5.1	Partikkelspredning fra utfyllingsmassene	16
5.2	Forstyrrelser og effekter	17
5.3	Ødeleggelse av sammenhengende naturområder	18
5.4	Oppsummering og samlet konsekvensvurdering	19
6	Anbefalinger	21
7	Tiltak for å redusere påvirkning	22
8	Overvåking	23
8.1.1	Automatiske målinger	23
9	Vurderinger iht. gjeldende lover og forskrifter	25
10	Referanser	26
11	Vedlegg	27
	Vedlegg 1: Kommunikasjonslinjer og telefonnummer	28

2015-12-10

1 Bakgrunn

E39 Rogfast er et stort samferdselsprosjekt som skal inngå i fergefri forbindelse langs vestlandskysten for å binde Nord- og Sør-Rogaland sammen. Prosjektet innebærer en betydelig utbygging av infrastruktur i form av tunneller (der mesteparten er undersjøisk), tunellportaler, ventilasjonstårn til tunneller, utfyllingsområder og dagsone. Deler av prosjektet vil kunne påvirke marint naturmiljø og marine ressurser. Spesielt gjelder dette utfyllingsområder i sjø i forbindelse med håndtering av overskudd av masser. Ett slikt utfyllingsområde er tenkt plassert i Arsvågen.

Statens vegvesen har utarbeidet et forslag til områderegulering for næringsområdet ved Arsvågen. Hensikten er å legge til rette for en god samfunnsmessig utnyttelse av overskuddsmassene fra E39 Rogfast.

1.1 Temaer

Tiltakene som skal gjennomføres vil påvirke marint naturmiljø ved at sjøarealer ved Arsvågen fylles igjen. Partikkelspredning fra dumping av overskuddsmasser i sjø og støy fra anleggsarbeid vil også kunne påvirke marint naturmiljø og grunnlaget for marin næringsvirksomhet i nærliggende områder.

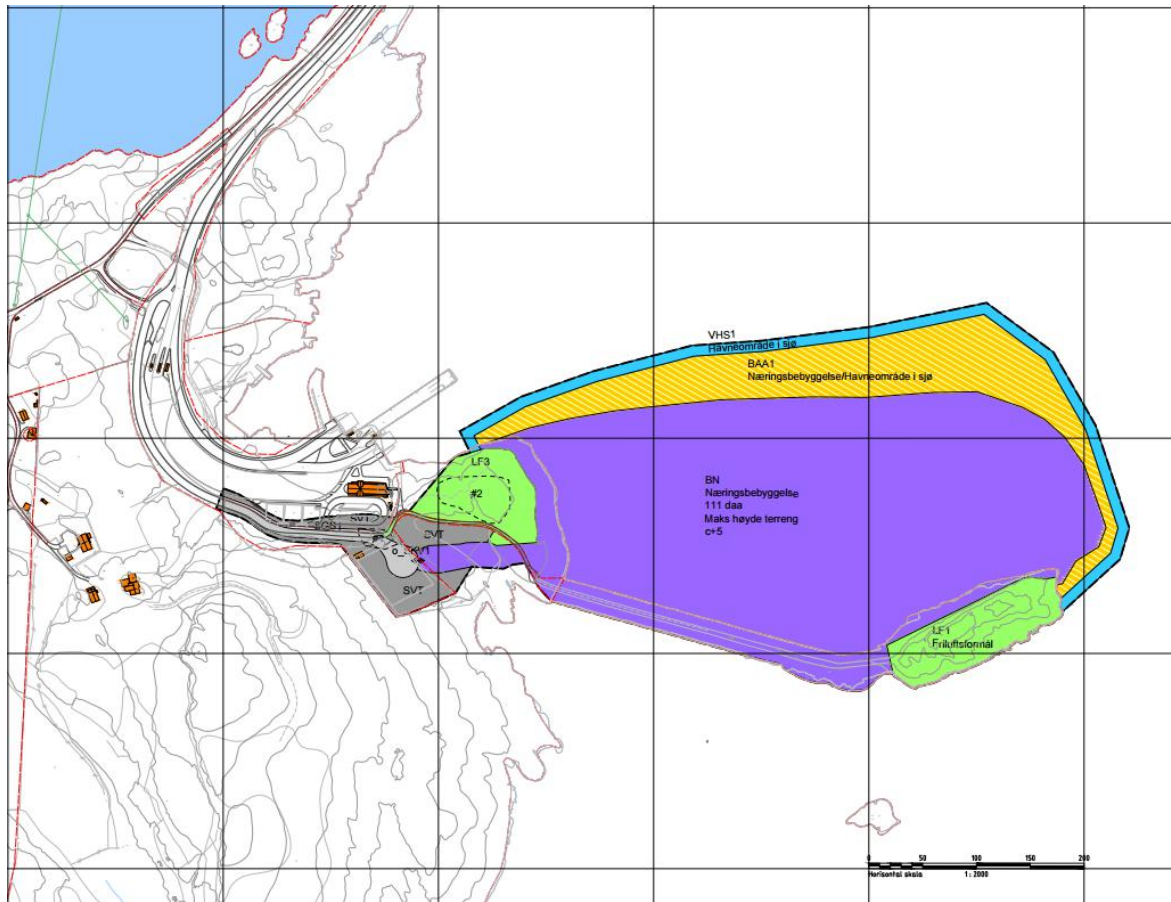
1.2 Dagens situasjon og foreliggende planer

I Arsvågen ligger fergeleiet med fergeforbindelse inn til Mortavika i Rennesøy. Området hører til Boknafjorden.

Vannforekomsten Boknafjorden er påvirket av utslipp fra avløpsanlegg, avrenning fra land og utslipp fra fiskeoppdrett, men påvirkningen er antatt å være liten (vann-nett.no, 19.08.2015). Det er først og fremst påvirkning fra stor skipstrafikk som anses å kunne endre tilstanden i vannforekomsten (vann-nett.no).

Basert på biologiske kvalitetselementer (bløtbunnsfauna) er den økologiske tilstanden i vannforekomsten antatt å være svært god (vann-nett.no). Det er god vannutskiftning fjorden, og området er relativt eksponert for bølger (vann-nett.no). Det drives forøvrig oppdrett av fisk i nærheten av planområdet (se kapittel 4.1.2).

Området nord for moloen i Arsvågen, mot fergeleiet, planlegges utfyllt med overskuddsmasser. Utfyllingsområdet vil i hovedsak legges i sjø (se Figur 1).



Figur 1 Planforslag til områderegulering for Arsvågen

2015-12-10

2 Beskrivelse av utfyllingsmasser

Tunnelmassen kommer med lastebil og blir dumpet i sjøen der landarealet skal økes. Normal størrelse per lass vil være ca. 15 m³. Tunnelmassen vil inneholde alt fra stor stein til meget finkornet materiale. Andelen finkornet materiale vil avhenge av berggrunnen og hvordan det sprenges. Det vil være stor variasjon i mengden sand, silt og leire, men en andel på ca. 15% er erfaringstall fra andre prosjekter. Det vil si at ca. 2 m³ per lass er finkornet materiale av disse typene. Det er antatt at kun en liten del av dette er i størrelseskategorien leire.

Hvis vi antar at all silt og leire (5%, egenvekt 1,5) blander seg med 30 m³ vann ved utfylling i sjø, får vi en silt- og leirekonsentrasjon på 37,5 g/L. Og at dette fortynnes med transport mellom 3 og 500 ganger per 100 meter. Hvis vi antar en fortynning på 20 ganger per 100 meter vil anslått konsentrasjon være 0,012 mg/L 500 meter fra utslippet

Berggrunnsundersøkelsene fra denne delen av trasene viser at det er fylitt, gneis og skifer.

Det forutsettes at berggrunnen er av en kvalitet som er egnet for utfylling og ikke inneholder konsentrasjoner av miljøgifter ut over det krav satt av miljøvernmyndighetene (TS 2229/2007). Hvis masser med forhøyede konsentrasjoner påtreffes så vil disse risikovurderes i forbindelse med utfyllingssøknaden. Massene vil også inneholde plast fra skyteledninger, rester av uomsatt sprengstoff, samt spor av olje.

2015-12-10

3 Metode og datagrunnlag

3.1 Formål

Feltundersøkelsene hadde som overordnet mål å skaffe tilveie en generell oversikt over marint naturmiljø med spesielt fokus på naturtypene tareskog og ålegras.

Formålet med konsekvensvurderingene er å belyse effekter som utfyllingstiltaket i Arsvågen kan ha på miljø, naturressurser og samfunn. Denne rapporten kan brukes som faglig grunnlag for utforming av YM-planen, søknader om utfyllinger og utslippstillatelser, og som vurderingsgrunnlag med tanke på om tiltaket kan og/eller bør gjennomføres.

3.2 Metode

Vurderingene som presenteres i denne rapporten omhandler naturtyper, artsforekomster og naturressurser i marint miljø, og er i hovedsak basert på metodikken beskrevet i Håndbok V712, kapittel 6: Ikke-prissatte konsekvenser (Statens vegvesen, 2014).

Metoden har følgende hovedelementer:

- ✓ Beskrivelse av karakteristiske trekk i området.
- ✓ Verdssetting av områder.
- ✓ Vurdering av effekt/omfang på verdsatte områder.
- ✓ Vurdering av konsekvens av tiltak.

Verdssetting gjøres i forhold til kriteriene satt opp i Tabell 1. Vurdering av effekt/omfang gjøres etter kriteriene satt opp i Tabell 2, mens vurdering av konsekvens gjøres med utgangspunkt i «konsekvensvifta» vist i Figur 2.

Det vises for øvrig til Håndbok V712 for en mer detaljert beskrivelse av metodikken.

For identifisering og verdisetting av naturtypelokaliteter benyttes håndbøker for kartlegging av naturtyper (DN Håndbok 13) og kartlegging av marint biologisk mangfold (DN Håndbok 19). Norsk rødliste 2010 (Kålås m.fl. 2010) og Norsk rødliste for naturtyper (Lindgaard & Henriksen 2011) er benyttet for kategorisering av hhv. truede og sårbare arter og truede og sårbare naturtyper. (Ny rødliste ble lansert i 2015, men det var etter at denne rapporten ble skrevet.)

Rødlistekategoriernes rangering og forkortelser er:

RE – Regionalt utryddet (Regionally Extinct)
CR – Kritisk truet (Critically Endangered)

EN – Sterkt truet (Endangered)
VU – Sårbare (Vulnerable)
NT – Nær truet (Near Threatened)
DD – Datamangel (Data Deficient)

Tabell 1: Kriterier for vurdering av naturmiljøets og naturressursers verdi

	Liten verdi	Middels verdi	Stor verdi
Prioriterte naturtyper/ funksjonsområder	✓ Områder med biologisk mangfold som er representativt for distriktet ✓ Områder uten spesiell verdi som funksjonsområder	✓ Områder i verdikategori B eller C for biologisk mangfold ✓ Områder med stort artsmangfold i regional målestokk ✓ Gyteområder	✓ Områder i verdikategori A for biologisk mangfold ✓ Områder med stort artsmangfold i nasjonal målestokk ✓ Viktige gyteområder
Rødlistearter		✓ Leveområder for arter i trusselkategori DD og NT på nasjonal rødliste (f.eks hummerhabitat)	✓ Leveområder for arter i trusselkategori VU, EN, CR og RE på nasjonal rødliste ✓ Områder med forekomst av flere rødlistearter i lavere kategorier på nasjonal rødliste
Områder for fiske/ havbruk	✓ Vannressurser som er egnet til fiske eller fiskeoppdrett	✓ Vannressurser som er meget godt egnet til fiske eller fiskeoppdrett	✓ Vannressurser som er nasjonalt viktige for fiske eller fiskeoppdrett

Tabell 2: Kriterier for et tiltaks potensielle virkning på naturmiljøet

	Stort positivt omfang	Middels positivt omfang	Lite/intet omfang	Middels negativt omfang	Stort negativt omfang
Viktige sammenhenger mellom naturområder	Tiltaket vil i stor grad styrke viktige biologiske/ landskaps-økologiske sammenhenger	Tiltaket vil styrke viktige biologiske/ landskapsøkologiske sammenhenger	Tiltaket vil stort sett ikke endre viktige biologiske/ landskaps-økologiske sammenhenger	Tiltaket vil svekke viktige biologiske/ landskapsøkologiske sammenhenger (fragmentering av habitat)	Tiltaket vil bryte viktige biologiske/ landskaps-økologiske sammenhenger (fragmentering av habitat)
Naturtyper/ funksjonsområder	Tiltaket vil i stor grad virke positivt for forekomsten og utbredelsen av prioriterte områder	Tiltaket vil virke positivt for forekomsten og utbredelsen av prioriterte områder	Tiltaket vil stort sett ikke endre forekomsten av eller kvaliteten på områder	Tiltaket vil i noen grad forringe kvaliteten på eller redusere mangfoldet av prioriterte områder	Tiltaket vil i stor grad forringe kvaliteten på eller redusere mangfoldet av prioriterte områder
Artsmangfold	Tiltaket vil i stor grad øke artsmangfoldet eller forekomst av arter eller bedre deres levevilkår	Tiltaket vil øke artsmangfoldet eller forekomst av arter eller bedre deres levevilkår	Tiltaket vil stort sett ikke endre artsmangfoldet eller forekomst av arter eller deres levevilkår	Tiltaket vil i noen grad redusere artsmangfoldet eller forekomst av arter eller forringe deres levevilkår	Tiltaket vil i stor grad redusere artsmangfoldet eller fjerne forekomst av arter eller ødelegge deres levevilkår
Fiske/ havbruk	Tiltaket vil i stor grad øke grunnlaget	Tiltaket vil øke grunnlaget	Tiltaket vil stort sett ikke endre grunnlaget	Tiltaket vil i noen grad redusere grunnlaget	Tiltaket vil i stor grad redusere grunnlaget

2015-12-10

Verdi Ingen verdi	Omfang			
		Liten	Middels	Stor
Stort positivt				Meget stor positiv konsekvens (++++)
				Stor positiv konsekvens (+++)
Middels positivt				Middels positiv konsekvens (++)
				Liten positiv konsekvens (+)
Lite positivt	Intet omfang			Ubetydelig (0)
Lite negativt				Liten negativ konsekvens (-)
				Middels negativ konsekvens (- -)
Middels negativt				Stor negativ konsekvens (- - -)
				Meget stor negativ konsekvens (- - - -)
Stort negativt				

Figur 2: Konsekvensvifta. Kilde: Håndbok V712 (Statens vegvesen, 2014).

3.3 Datagrunnlag

Norconsult gjennomførte feltundersøkelser for kartlegging av marint naturmiljø i områder som vil bli berørt av planlagte tiltak knyttet til Rogfast E39. Skjellsandforekomster er dokumentert i NGU-rapporten «Skjellsandundersøkelser i Rogaland. Del II. Områdene nord for Boknafjorden» (NGU, 1994). Sedimentundersøkelser foretatt av Norconsult (2015) vil brukes som supplement til disse undersøkelsene. Betydelig mer ressurser må legges ned dersom forekomstene i sin helhet skal kartlegges på nytt.

Undersøkelsene ble foretatt i perioden 11-15 juni i 2015 av Elisabeth Lundsør og Guri Sogn Andersen, Norconsult AS.

I tillegg er følgende nettbaserte datakilder benyttet:

- ✓ Naturbase (Miljødirektoratet, 2015)
- ✓ Fiskeridirektoratets karttjenester (2015)
- ✓ Kystinfo (Kystverket, 2015)
- ✓ Artskart (Artsdatabanken, 2015)
- ✓ Vann-nett (NVE, 2015)
- ✓ Vannmiljø (Miljødirektoratet, 2015)

2015-12-10

3.4 Tiltaksområde og influensområde

Tiltaksområde er definert som det arealet som berøres direkte av et tiltak, dvs. der tiltaket fører til at natur fjernes, flyttes eller tildekkes. Påvirkning vil imidlertid også forventes i områder som ikke berøres direkte av inngrep, ved for eksempel spredning av partikler, støy og forurensing. Influensområdet er derfor ofte mer diffust og omfattende, uten klare avgrensninger. Konsekvensvurderingene skal også gi et bilde av det forventede influensområdets utstrekning.

2015-12-10

4 Statusbeskrivelse og verdivurdering

4.1 Naturverdier og ressursgrunnlag

4.1.1 Arsvågen (A1 og A2) – tareskog og hummerhabitat

Arsvågen ble undersøkt ved bruk av dropkamera og vannkikkert. Fergeanlegget i Arsvågen ligger på nordsiden av en molo som strekker seg fra land og ut til Nordre Solholmen. Områder øst for moloen er ifølge Fiskeridirektoratets karttjeneste gyteområder som benyttes av torsk i perioden fra februar til mai og av sild i perioden fra januar til mars (se «Områdeplan for Arsvågen næringsområde Fagrapport ytre miljø», Norconsult 2015). I området rundt Vestre Bokn drives det ifølge karttjenesten også fiske etter torsk, sei, hyse, lyr, lange og brosme på vinteren. Området rett sør for moloen oppgis som fiskeplass for hummer. Avgrensningene av områder i dette datasettet er i stor grad basert på intervjuer med lokale fiskere, og må betraktes som relativt grove.

Det er registrert truet sjøfugl i området (Artsdatabanken, 2015), men ut ifra informasjon oppgitt i Miljødirektoratets Naturbase er det likevel ingenting som tyder på at Arsvågen er et spesielt viktig område for sjøfugl.

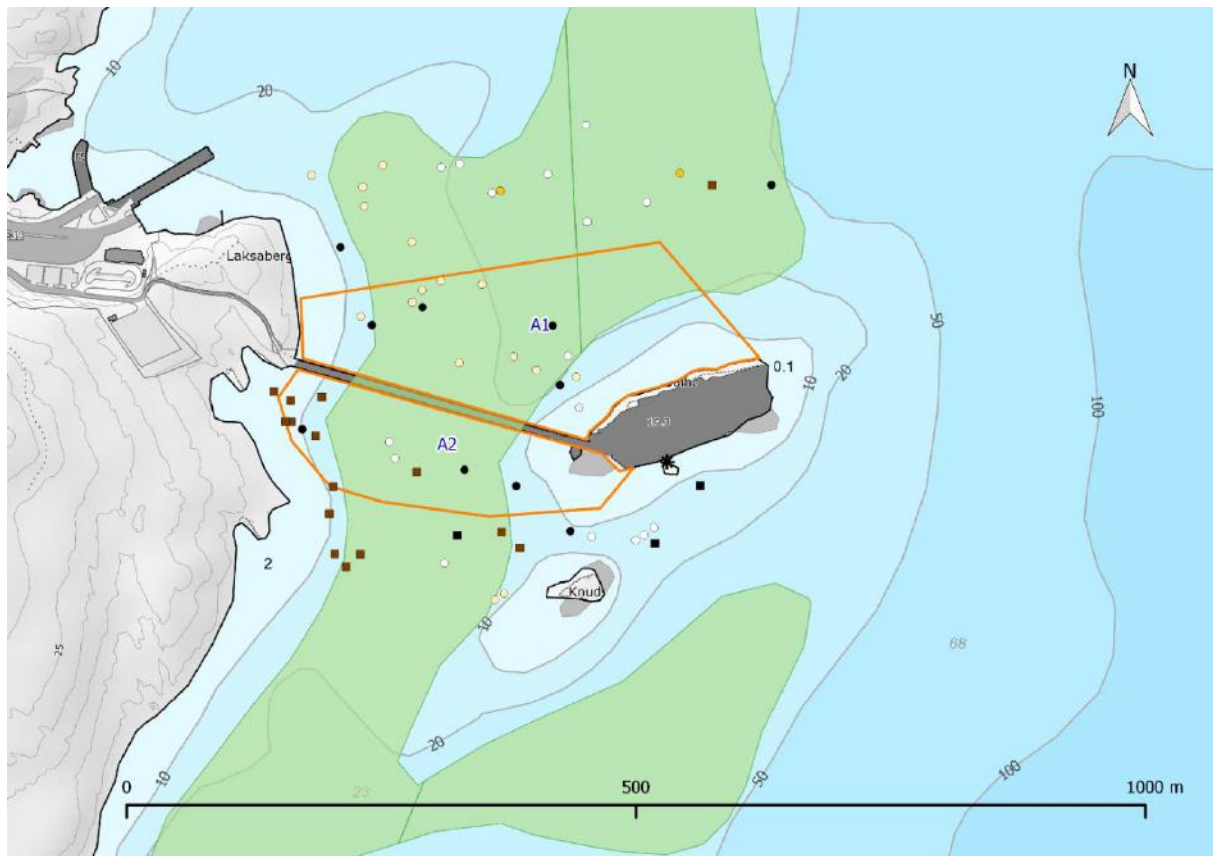
Feltundersøkelsene dokumenterte at områdene på begge sider av moloen (A1 og A2) er dominert av tette tareskogsforekomster. Moloens utforming synes godt egnet som taresubstrat, og tareskogen fremsto som frisk og frodig. Et tett dekke av variert og flerårig undervannsvegetasjon og mange hulrom i ulike størrelser mellom steinene i moloen danner et stabilt og godt habitat for en rekke marine dyr, deriblant hummer (rødlistekategori NT). Skjellsandområdene i nærheten bidrar også til et godt næringsgrunnlag for marine arter og er områder der større krepsdyr kan gjennomgå skallskifte. Miljøet ser relativt likt ut på begge sider av moloen, men på nordsiden, inn mot fergeleiet, er forekomstene av opportunistiske alger noe større.

Sedimentundersøkelsene (rapport NO-015-YM, Norconsult 2015) viste høyt innslag av skjellsand og finkornet sand i området. Det ble også funnet skjellsand i prøvepunkt utenfor forekomstene som er registrert i Naturbase (rapportert av NGU). Likeledes var innslaget av skjellsand i enkelte prøvepunkt innenfor registrerte skjellsandarealer lavere enn forventet. Dette kan skyldes at NGU undersøkte området i 1993, og at området har endret seg noe siden det. Det er likevel rimelig å anta at utbredelsen av skjellsand i stor grad stemmer med registreringene i Naturbase. Disse forekomstene er vurdert å tilhøre verdikategori B, viktige for biologisk mangfold (Naturbase, 2015).

Basert på egne observasjoner og den informasjonen som har vært tilgjengelig vurderes området til å ha middels verdi for biologisk mangfold.



Figur 3 Sørsiden av moloen i Arsvågen.



Figur 4 Kart som viser molo i Arsvågen med skjellsandforekomstene slik de er registrert i Naturbase (Miljødirektoratet). Prøvepunkter fra sedimentundersøkelsene er markert med prikker og firkanter.

Bløtbunn: Hvite prikker markerer punkter der skjellsand ble funnet, lysegule markerer finsand og oransje markerer sand.

Hardbunn: Svarte prikker markerer bomskudd (sannsynligvis fjell). Svarte firkanter markerer punkter der det ble funnet stein og brune firkanter markerer punkter der det ble funnet tang og tare. Områdene innenfor de oransje omrissene (A1 og A2) ble filmet.

2015-12-10



Figur 5 Moloen er godt egnet som substrat for tare og et mylder av andre habitatformende alger.

4.1.2 Øvrige tilgrensende naturressurser som kan påvirkes



Figur 6 Oppdrettslokalitet og låssettingsplasser nær Arsvågen (markert med rød nål). Kråga sees i venstre hjørne.

2015-12-10

I Lauplandsvågen, nord for Arsvågen, finnes tette forekomster og høye ålegrasplanter ned til 4-5 meters dyp i nært opptil hele vågen. Området vurderes som svært verdifullt for biologisk mangfold, men det er ikke sannsynlig at dette vil påvirkes utfyllingen i Arsvågen.

Området innenfor Lauplandsholmen er markert som låssettingsplass og det er også registrert en lokalitet med konsesjon for oppdrett av laksefisk, Lauplandsholmen (tillatelse R SS0010) rett øst for holmen og som eies av Grieg Seafood. Disse ligger begge over en kilometer unna tiltaksområdet.

Områdene utenfor Lauplandsholmen benyttes i rekrefiske, og det drives også en god del fiske etter torsk, sei, lyr, hyse, lange og brosme i nærheten.

Slike lokaliteter har potensiale til å være viktig for lokal sysselsetting, **men området som vil kunne påvirkes vurderes å ha liten betydning for næringsgrunnlaget og vurderes dermed til å være av liten verdi** (Håndbok V712). Økonomiske verdier for spesifikke næringsaktører omtales ikke her, men det påpekes at disse kan være betydelige.

4.1.3 Undersøkelser av forurensing i sediment

I forbindelse med planer for massedeponering i Arsvågen og på Kvitsøy ble det på oppdrag fra Statens vegvesen gjennomført undersøkelser av sedimenter i området. Undersøkelsene ble gjennomført i januar og i februar 2015. Resultatene er presentert i sin helhet i «Miljøundersøkelse sediment – Kvitsøy og Arsvågen» (NO-015-YM, Norconsult, 2015). Prøvene besto i stor grad av sand og skjellsand. Konklusjonen angående forurensning var:

«I en prøve fra Arsvågen var konsentrasjonen av enkeltforbindelser av PAH i tilstandsklasse III. Gjennomsnittskonsentrasjonen av disse forbindelsene i alle prøvene fra området var under grenseverdien for Trinn 1 og ingen av stoffene ble målt i konsentrasjoner over grensen mellom tilstandsklasse III og IV. Området kan dermed friskmeldes med hensyn på forurensning etter kriteriene i risikoveiledningen. Tiltak i sedimentet vil derfor ikke kreve en miljørettet risikovurdering og eventuelt en påfølgende tiltaksplan for utfylling på forurenset sediment.»

4.2 Oppsummering

Innenfor planområdet og sannsynlig influensområde i marint miljø ved Arsvågen vurderes områdene å være av middels betydning for biologisk mangfold og av liten betydning for marint ressursgrunnlag i regionen.

Tabell 3: Oppsummerende tabell over forekomster innen områder og helhetlige verddivurderinger

Område	Forekomst og verdi	Helhetlig verddivurdering	Referanse
Lauplandsvågen	Ålegras: middels Beiteområde/habitat for truede arter: svært stor verdi	Svært stor verdi	Se kap 4.1.2
Arsvågen	Tareskog: middels Skjellsand: middels	Middels verdi	Se kap 4.1.1
Lauplandsholmen	Vannressursen er egnet til fiske og oppdrett	Liten verdi	Se kap 4.1.2

2015-12-10

5 Vurdering av potensielt skadeomfang og konsekvens

Utfylling i henhold til foreliggende planer vil berøre de ovenfor nevnte naturverdier og ressurser i ulik grad. Direkte effekter vil spesielt ramme skjellsandområder og tarevegetasjon, som finnes innenfor områder som planlegges utfylt ved Arsvågen.

Anleggsaktivitet i forbindelse med utvikling av næringsarealet i Arsvågen vil kunne føre til støy, som vil kunne påvirke dyr i området. Aktiviteten vil også føre til oppvirvling av sjøbunn, spredning av masser fra deponering og økt avrenning fra land. Disse forholdene vil kunne påvirke naturtyper som tareskog og bløtbunnsområder, som igjen kan påvirke forekomster av fisk, fugl, sjøpattedyr i nærområdet.

5.1 Partikkelspredning fra utfyllingsmassene

Partikkelstørrelse og tetthet på partiklene er avgjørende for hvor raskt partikler synker (setler) i vannsøylen. Typiske setlingshastigheter er:

- Leire (< 0,002 mm) - 0,1 m/døgn og lavere
- Fin silt (0,005 mm) - 0,6 m/døgn
- Middels til grov silt (0,02 mm) - 9,5 m/døgn
- Grov silt (> 0,05 mm) - 60 m/døgn

I utfyllingsområdet er det typisk 15 – 40 m dypt og nordøst for utfyllingsområdet mot oppdrettsanlegget øker dypet til over ca. 100 m. De aller fineste partiklene (leire) vil bruke inntil 1000 døgn på å synke 100 m forutsatt at partiklene ikke flokkulerer. Når partiklene flokkulerer øker synkehastigheten. Fin silt vil bruke over 165 døgn og middels grov silt vil bruke litt over 10 døgn.

I 2012 ble det gjennomført to strømmålinger rett sør for oppdrettslokaliteten Lauplandsholmen. Den ene måleperioden var i februar-mars (5 og 15 m) (Vassdal og Heggøy, 2012) og den andre var i november-desember (69 og 100 m) (Vassdal, 2012). Ved den første målingen ble det hovedsakelig målt strøm i sørlig retning og relativ vanntransporten er størst i sørlig retning på 5 m. På 15 m dyp dominerte strømmen mot nord-nordøst og sør-sørvest. Vanntransporten var likevel hovedsakelig mot sør-sørvest. Det ble målt strøm hovedsakelig mot sørvest også på 69 m dyp. På 100 m dyp ble det målt en svak reststrøm mot nordvest.

Dersom strømhastighet og retning ved utfyllingsområdet tilsvarer strømmen ved oppdrettslokaliteten, noe som er sannsynlig, vil partikler fra utfyllingen hovedsakelig transporteres sørover og bort fra oppdrettslokaliteten.

5.2 Forstyrrelser og effekter

Sedimentundersøkelsene fra 2015 viser at det ikke er fare for spredning av miljøgifter ved deponering av masser på sjøbunnen i området.

Det skal fylles ut med sprengstein fra tunnel ved Arsvågen. Det vil ikke brukes plastfiber i betongarmeringen i Rogfast-prosjektet, men plast fra skyteledninger kan likevel forekomme i utfyllingsmassene. Plast som ender i havet kan medføre en generell miljøfare, pga. affinitet for og innhold av miljøgifter. Plastbiter kan også oppfattes som mat av flere marine organismer, deriblant fisk og fugl, og inntak kan være skadelig. Det er uttrykt bekymring for om spredning av plast kan påvirke oppdrettsfisk ved Lauplandsholmen. Selv om enkeltgjenstander kan nå hit, er det lite sannsynlig, og konsekvenser for anlegget eller for matkvaliteten er derfor svært lite sannsynlig.

Utfyllingsmassene vil kunne inneholde rester av uomsatt sprengstoff. Uomsatt sprengstoff inneholder ca. 50 % ammoniumforbindelser og 50 % nitratforbindelser. Toksisiteten av NH_x ($\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$) vil være avhengig av pH-verdien i vannet. Ved normal pH i sjø (ca. 8-8,5) vil det meste av NH_x foreligge som ammonium, NH_4^+ . Ved høyere pH-verdier derimot, vil en større andel av NH_x finnes som ammoniakk, NH_3 . Ammoniakk er akutt toksisk i lave konsentrasjoner for fisk. For vannlevende organismer er det satt en PNEC-verdi for ammoniakk på 0,4 $\mu\text{g/L}$. Alabaster og Loyd (1982) anbefaler å unngå ammoniakk-konsentrasjoner over 25 $\mu\text{g/L}$.

Nitratforbindelser har ikke direkte toksisk effekt, men kan føre til overgjødning av vannmassene. Dette kan gi økt algevekst og forstyrre likevekten mellom ulike organismer i vannet. Tilstandsklassene med hensyn til nitratnitrogen er gitt i veiledning for klassifisering av miljøtilstand i henhold til vannforskriften (Veiledning 01:2009). I marine miljøer er nitrogen ofte vekstbegrensende og tilførsel av nitrat kan føre til eutrofiering.

Det må utføres beregninger utlekking av nitrogenholdige forbindelser fra utfylling for å si noe om effekten dette vil ha i resipienten. Det er for tidlig å gjøre disse beregningene nå, men dette vil kunne gjøres når planer for sprengningsarbeider og størrelser på utfyllinger er klare. Basert på tidligere erfaringer er imidlertid faren for forhøyede konsentrasjoner av ammoniakk kun svært lokal, mens redusert vannkvalitet ved forhøyet nitratinhold kan påvirke et noe større område. Endringer i pH som følger tiltak med tunneltunneler vurderes generelt ikke som problematisk i sjøvann, som har god bufferevne. Disse temaene må imidlertid behandles i egne miljørisikovurderinger i forbindelse med utslipps- og utfyllingssøknader.

Det er sannsynlig at tildekking av skjellsandareal og tareskog i Arsvågen vil ha negative konsekvenser for marint biologisk mangfold som finnes i området i dag, men fordi tilgangen på slikt areal er god i området og andelen av areal som beslaglegges er relativt liten, vil omfanget av direkte skade kunne regnes som middels. Skjellsandforekomster i nærheten vil kunne dekkes av partikler, men vannbevegelsen i området er god og det er sannsynlig at denne effekten vil være relativt begrenset og kortvarig. Kortvarig påvirkning på marin vegetasjon over et større område ved redusert lysgjennomtrengelighet i vannmassene forårsaket av økt partikkelmengde er en mulighet, men noen særlig effekt på Arsvågen som helhet vurderes som lite sannsynlig. Påvirkning i driftsfasen, for eksempel gjennom økt avrenning, forventes heller ikke å ha noen langvarig effekt.

Hummer og andre krepsdyr, fisk, fugl og sjøpattedyr i området rundt Arsvågen vil kunne påvirkes av at skjellsand og vegetasjon i noe grad tildekkes, fordi viktige oppvekstområder, gjemmesteder og områder for næringssøk forsvinner. Men selv om effekten av dette forventes å være negativ, vil det bestandsmessige omfanget av skade sannsynligvis være svært lite. Dersom fyllmasser danner hardt substrat egnet for f.eks. gjenvækst av tare vil dette kunne ha en positiv effekt på marint biologisk mangfold i området, og til en viss grad fungere som økologisk restaurering over tid.

2015-12-10

Ålegrasengen i Lauplansvågen vil mest sannsynlig ikke påvirkes av utfyllingstiltaket i Arsvågen.

Fisk, fugl og sjøpattedyr vil kunne påvirkes av støy fra anleggsvirksomheten. Påvirkningen vil da være lokal, og relativt kortvarig, og omfanget av skade på lokale bestander antas å bli lite til middels.

Oppdrettsfisk kan i likhet med annen fisk påvirkes negativt av støy. Det er imidlertid lite sannsynlig at skadelig støy som følge av tiltaket når fisken ved Lauplandsholmen, da lokaliteten ligger et godt stykke unna tiltaksområdet i Arsvågen (> 1 km basert på plasseringen av merder vist i Norge i Bilder via Fiskeridirektoratets karttjeneste).

I driftsfasen vil støy kunne antas å ha liten effekt på marint miljø sammenlignet med påvirkning i dag.

Partikler i vannet kan påvirke fisk negativ, og særlig oppdrettsfisk som ikke har mulighet til å unngå partikkelskyer. Partiklene kan skape irritasjon og sår i skinn og gjeller eller også tette gjellene slik at gassutveksling hindres. Dette gjelder spesielt skarpe partikler som typisk finnes i sprengsteinmasser (NIVA, 1992).

Partikkelens utforming vil i stor grad avhenge av bergtypen de stammer fra, og sammensetningen som vil finnes i utfyllingsmassene ved Arsvågen er i stor grad uvisst. Det finnes imidlertid bergarter i området som danner både nålelignende, flisete og svært skarpe partikler ved knusing (eksempelvis grønnstein) (SINTEF, 2012), og det er sannsynlig at disse vil finnes i massene. Skade på gjeller og vev kan redusere fiskens immunforsvar og gjøre den mer sårbar ovenfor andre stressfaktorer. Subletale effekter som atferdsmessige stressresponser, redusert vekst og reproduksjon kan også forekomme (NIVA, 2008a og 2008b). Dokumentasjon av effekter ved ulike konsentrasjoner og i ulike miljøer er imidlertid sparsom (oppsummert i rapport fra NGI og NIVA for Statens vegvesen, 2015).

Partikkelstørrelse og tetthet på partiklene er avgjørende for hvor raskt partikler som frigis fra utfyllingsmassene synker (setler) i vannsøylen. Vannforekomsten Boknafjorden har generelt strøm på 3 knop, ca 1,5 m/s, men dette er neppe representativt for utfyllingsområdet som ligger skjernet bak moloen. Hovedandelen av fisk i et oppdrettsanlegg befinner seg typisk ned til 20 meters dyp og med en fart på 3 knop vil partikler som frigis fra utfyllingsmassene teoretisk sett kunne nå hit. Strømmen ved oppdrettslokaliteten viser at hovedsakelig vil partikler fra utfyllingen hovedsakelig transporteres sørover og bort fra oppdrettslokaliteten. Fine partikler kan tenkes å akkumulere i fiskens gjeller slik at partikkeltilførsel over tid blir dødelig selv ved lave konsentrasjoner, men sprengmasser inneholder generelt en lav andel av slike fine partikler. Beregninger viser at partikkelkonsentrasjonen raskt synker i transportretningen (0,012 mg/L 500 m fra tiltaket), og en litteraturgjennomgang foretatt av DNV (2014) viser at subletal grense for partikkelkonsentrasjon hos voksen laksefisk ligger rundt 50 mg/L. Det er derfor svært lite sannsynlig at fisken i oppdrettsanlegget vil skades av partikler som spres fra tiltaket. Det samme gjelder for låssettingsplassen nord for Arsvågen.

Villfisk vil kunne fjerne seg dersom partikkelkonsentrasjonene i umiddelbar nærhet av utfyllingsområdet skaper ubehag.

Det virker også svært lite sannsynlig at fiske- eller gytefeltene vil påvirkes av utfyllingstiltaket.

5.3 Ødeleggelse av sammenhengende naturområder

Utfyllingen legger ikke opp til nevneverdig habitatfragmentering i marint miljø utover det som allerede finnes i dag, selv om naturverdier påvirkes.

2015-12-10

5.4 Oppsummering og samlet konsekvensvurdering

Naturmangfoldlovens hensikt er å bevare naturens mangfold med tanke på biologiske, geologiske og landskapsmessige former, så vel som med tanke på økologiske prosesser. Dette skal skje gjennom bærekraftig bruk og vern, som også skal sikre grunnlag for menneskers virksomhet, kultur, helse og trivsel både nå og i fremtiden. En påvirkning av et økosystem skal vurderes ut fra den samlede belastning som økosystemet er eller vil bli utsatt for (jfr. § 10 – økosystemtilnærming og samlet belastning). Det er med grunnlag i dette denne at en samlet konsekvensvurdering foretas.

Naturområder i området rundt Arsvågen vurderes å ha middels betydning for marint biologisk mangfold og marin næring. Omfanget av sannsynlig påvirkning som følge av endringer i skjellsandområder og tang- og tareområder vurderes som liten til middels i anleggsfasen og liten til ubetydelig når anlegget er ferdigstilt. Tiltaket antas derfor å ville ha middels negativ konsekvens i anleggsfasen og liten til ubetydelig negativ konsekvens i driftsfasen. Det er noe usikkerhet knyttet til partikkelspredning fra utfyllingen, og en beregning av dette vil kunne øke sikkerheten i vurderingene.

Betydningen av naturområdet som grunnlag for akvakultur, havbruk og fiskeri og omfanget av sannsynlig skade for næringsgrunnlaget i området vurderes som lite. På bakgrunn av dette vurderes gjennomføring av utfyllingstiltaket å ha liten til middels negativ konsekvens for mulighetene for marin næringsvirksomhet i anleggsfasen, og liten til ubetydelig konsekvens når anlegget er ferdigstilt.

Risikoen for skade på fisken i oppdrettsanlegget vurderes som svært lav, men skarpe partikler kan tenkes å nå lokaliteten i lave konsentrasjoner, og skade på enkelte fisk vil derfor kunne forekomme.

2015-12-10

Tabell 4 Oppsummerende tabell over påvirkning på forekomster og konsekvenser for økosystemet de tilhører. For begrunnelser, se kapittel 5.2.

Område	Forekomst	Påvirkning	Tiltakenes konsekvens på økosystemnivå
Lauplandsvågen	Ålegras	Anleggsfase: Ingen	Ubetydelig
		Driftsfase: Ingen	Ubetydelig
	Beiteområde/ habitat	Anleggsfase: Ingen	Ubetydelig
		Driftsfase: Ingen	Ubetydelig
Arsvågen	Tareskog og hummerhabitat	Anleggsfase: Mye partikler fra utfylling – nedslamming, lysreduksjon – redusert vekst/ utbredelse	Middels negativ
		Driftsfase: Noe tapt areal pga utfylling	Liten, men redusert til ubetydelig ved tilrettelegging for reetablering i ny utfylling
	Skjellsand	Anleggsfase: Mye partikler fra utfylling – nedslamming – redusert andel med god kvalitet som habitat	Middels negativ
		Driftsfase: Noe tapt areal pga utfylling	Liten, tilgangen på tilsvarende områder er god
Lauplandsholmen /Arsvågen	Områdets egnethet som grunnlag for akvakultur	Anleggsfase: Noe partikler fra utfylling vil teoretisk sett kunne nå lokaliteten	Liten negativ til ubetydelig
		Driftsfase: Ingen	Ubetydelig
	Områdets egnethet som grunnlag for fiskeri	Anleggsfase: Noe partikler fra utfylling vil teoretisk sett kunne nå lokaliteten	Liten negativ til ubetydelig
		Driftsfase: Ingen	Ubetydelig

2015-12-10

6 anbefalinger

Det skal ikke benyttes plastfiber i betongarmering, men skyteledninger i plast vil forekomme. Disse vil også kunne føre til miljøproblemer dersom de ikke også samles opp fra vannmasser og havbunn. Tilførsel og spredning av plast til marint miljø må begrenses (se forslag i kapittel 7).

Skjellsand anses som en ikke-fornybar ressurs fordi den i naturen tar svært lang tid å danne. Flytting av skjellsand kan være kostbart innen prosjektet, men kommersielle aktører i området vil kunne bruke forekomsten. Det er imidlertid så gode forekomster i området rundt Bokn at dette neppe er hensiktsmessig. Skjellsand har et høyt kalkinnhold og har derfor mange kommersielle bruksområder i jordforbedring, i fôr for fjørfé, potensielt til tildekking av forurenset havbunn og som hovedfilter for avløpsrensing. Uttak til kommersielt bruk av aktører i området bør derfor vurderes.

Utfyllingen i tareskogsområdet i Arsvågen må utføres slik at tilførsel av partikler til resipienten begrenses så mye som mulig. Videre bør den utformes på en måte som gjør den egnet som substrat for tare. Stabile utfyllinger med mye stor stein er generelt godt egnet som slikt substrat. Rikelig med hulrom i forskjellige størrelser gir også skjulesteder for en rekke marine dyr, og dermed et godt grunnlag for et rikt biologisk mangfold. Om tare etableres på utlagte masser vil marint naturmiljø i stor grad kunne restaureres naturlig etter anleggsfasen. Utfyllinger med god tilgang på store og små hulrom vil også egne seg som hummerhabitat. Forslag til metoder for tilrettelegging beskrives i kapittel **Error! Reference source not found.**

Partikler fra deponering kan teoretisk sett nå oppdrettslokaliteten Lauplandsholmen, men konsentrasjonene vil være svært lave. Fisken vil kunne være mer følsom for påkjenninger når den er liten. For å minimere risiko for skade kan man gjennomføre en begrensende/skjermende del av tiltaket i en periode der anlegget ligger brakk (se forslag til tiltak i kapittel **Error! Reference source not found.**) – det er pålegg om minst to måneders brakklegging etter hver produksjonssyklus (se § 40 i Akvakulturdriftsforskriften). Tatt i betraktning den svært lave risikoen for skade ser vi ikke grunn til å anbefale at driften stoppes. Overvåking av partikkelspredning fra tiltaket ved turbiditetsmålinger og undersøkelser av partikkelsammensetting må imidlertid vurderes (se kapittel 8). En grundigere vurdering av dette forholdet og konkrete tiltak vil gjennomføres i forbindelse med søknad om tillatelse til utfylling.

7 Tiltak for å redusere påvirkning

Metoder for å begrense tilførsel og spredning av plast til marint miljø må undersøkes. Dersom skyteledninger med plastisolasjon skal brukes må så mye som mulig ryddes vekk både før og etter deponering av massene. Dette må inngå i utformingen av utfyllingssøknader. Lokaliteten ligger påvirket av vær og vind, og det er fergetrafikk tett innpå utfyllingsområde mens utfyllingen pågår. Ved Arsvågen kan det derfor være vanskelig å bruke siltgardin rundt tiltaket for å begrense spredningen. Det vil ikke være mulig å bruke siltgardin under alt utfyllings arbeidet, men det bør tilstrebes å buke lense og siltgardin når dette er mulig.

For å gjøre utfyllingene i sjø egnet som substrat for tare og som hummerhabitat må de være stabile, ha ru overflater med innslag av sprekker og ha rikelig med store og små hulrom. En jevn vegg vil i liten grad fungere fordi taren er avhengig av ru overflater og sprekker for at taresporene skal kunne feste seg og vokse opp. Derfor bør det ytterste laget i utfyllingene (tykkelse > 1 m) i sjø bestå av en stor andel stor stein iblandet mindre stein. Stort innslag av grus og småstein som er mindre stabilt vil være mindre egnet som substrat. Tare danner skoglignende landskap i dybdeintervallet fra ca. 0,5-20 m dyp. For at tarebeltet skal bli tilstrekkelig bredt bør det som et minimum legges til rette for tare i dybdeintervallet fra 2 - 10 m, men helst fra 0,5 - 15 m dyp. Tare kan vokse i relativt bratt terreng, men erfaringsmessig vil tareskogen bli mer glissen dersom helningen overstiger 50 grader. Moloen i Arsvågen er et godt eksempel på at utfylling med grove steinmasser fungerer som taresubstrat. Rikelig med hulrom i forskjellige størrelser (fra < 1 cm² til 50 cm²) gir også skjulesteder for en rekke marine dyr (inkludert hummer), og dermed et godt grunnlag for et rikt biologisk mangfold.

Bruk av siltskjørt som en ekstra sikring rundt oppdrettslokaliteten Lauplandsholmen er vurdert, men på grunn av mye vannbevegelse i området vil det fungere dårlig. For å minimere risikoen for skade på fisk i oppdrettsanlegget Lauplandsholmen kan man gjennomføre en begrensende del av tiltaket i en periode der anlegget ligger brakk – det er pålegg om minst to måneders brakklegging etter hver produksjonssyklus (se § 40 i Akvakulturdriftsforskriften). Dersom man først gjennomfører en skjermende utfylling mot nord, vil den kunne dempe partikkeltransport mot anlegget senere i tiltaksperioden. Dette forutsetter at metoden er forenelig med ivaretagelse av utfyllingens stabilitet og er praktisk gjennomførbar.

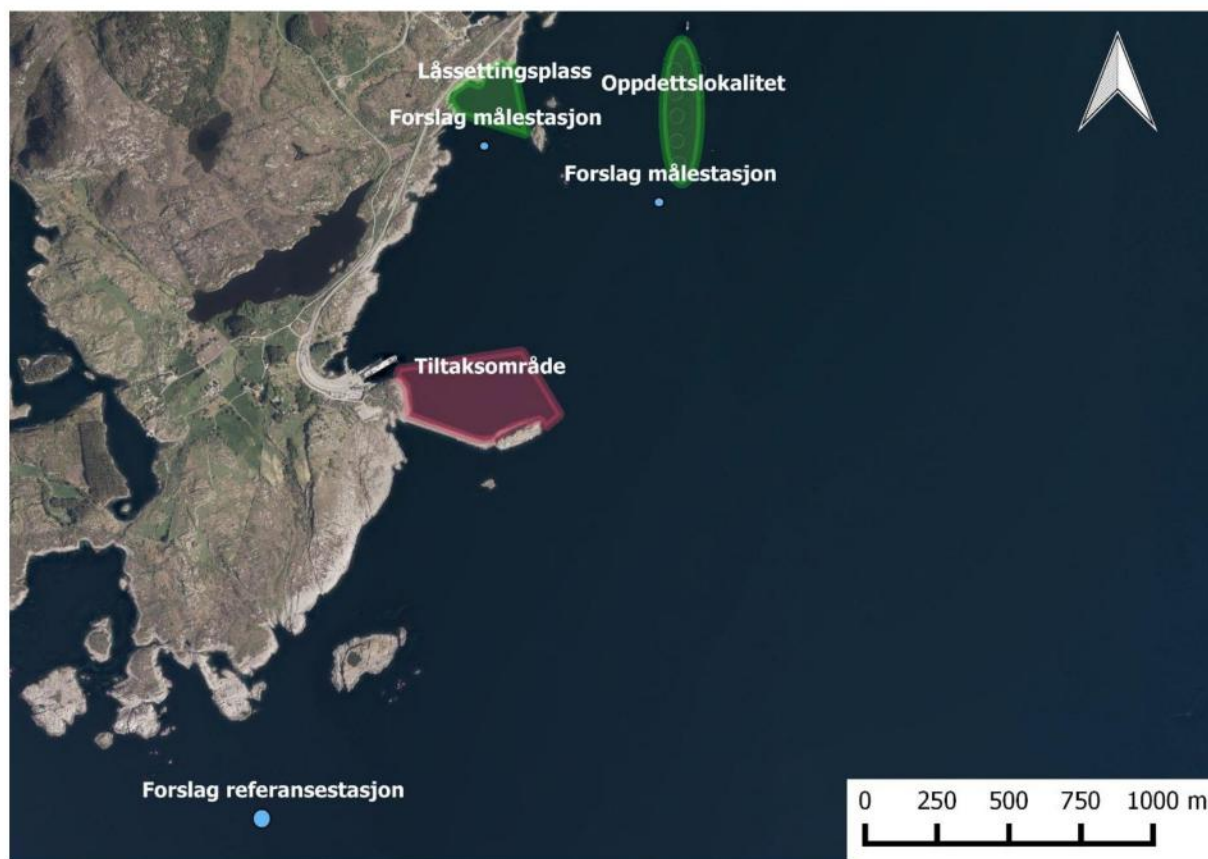
8 Overvåking

Det bør vurderes å gjennomføre overvåking av turbiditet ved oppdrettslokaliteten og låssettingsplassen for å dokumentere hvor mye partikler som transporteres dit fra utfyllingsarbeidene.

Overvåking bør skje i samarbeid med eier av anlegget. Overvåkingen bør gjennomføres med automatisk logging.

Skjema i vedlegg 1 fylles ut og skal være tilgjengelig på anleggsområdet.

Forslag til posisjoner for måling er vist i Figur 7. Målepunktet ved oppdrettsanlegget og låssettingsplassen plasseres 50-100 m sør for anlegget og låssettingsplassen for å ikke påvirkes fra partikler derfra.



Figur 7: Forslag til posisjoner for turbiditetsovervåking.

8.1.1 Automatiske målinger

Det benyttes turbiditetsmålere som logger turbiditet automatisk med et forhåndsdefinerte tidsintervall.

Målerne logger data og sender disse til land via et system for dette. Systemet må være slik at data er tilgjengelig online for entreprenør (som er ansvarlig for overvåkingen), tiltakshaver og anleggseier. Systemet må også kunne varsle via for eksempel sms ved måleverdier som overskrider en bestemt

2015-12-10

grenseverdi. Alarmgrense bør settes i samarbeid med anleggseiere i forbindelse med søknad om utfylling, godt under tålegrense til fisk. Dette for å kunne iverksette tiltak uten å måtte stoppe arbeidet.

Dersom alarmgrenseverdien overskrides i over 20 minutter må miljøansvarlig varsles, årsak identifiseres og tiltak iverksettes.

Det måles hvert 10 minutt. Målinger bør starte opp minimum en uke før tiltaket starter opp for å kontrollere at referansestasjonen er egnet for sammenligning med stasjonen ved oppdrettsanlegget. I denne perioden må det måles like ofte ved referansestasjon som ved anlegget.

Målerne plasseres på et dyp som er ca. midt i (eller nedre del av) dybdeintervallet fisken i anlegget oppholder seg mest i (f.eks. 5 meter, men oppdrettsanlegget vil ha oversikt over dette). Valg av dyp gjøres sammen med anleggseier på forhånd. Data samles inn i minimum en uke før arbeidene settes i gang for å kontrollere at referansestasjonen er egnet for sammenligning med stasjonen ved oppdrettsanlegget.

Målerne tas opp for rengjøring hver 14. dag i vintermånedene og hver uke om sommeren når begroingen er større.

2015-12-10

9 Vurderinger iht. gjeldende lover og forskrifter

Tiltaket, slik det er planlagt, forventes i liten grad å komme i konflikt med nasjonale målsetninger om biologisk mangfold og økologisk tilstand i sjø slik de er nedfelt i Naturmangfoldloven og Vannforskriften.

Kunnskapsgrunnlaget vedrørende biologiske verdier anses ellers å stå i et rimelig forhold til sakens karakter og risiko for skade på naturmangfoldet i sjø (jfr Naturmangfoldlovens § 8 - kunnskapsgrunnlaget).

Tiltaket kommer ikke i direkte konflikt med verneområder i sjø.

2015-12-10

10 Referanser

Alabaster og Loyd (1982). Water quality criteria for freshwater fish. 2nd ed. Butterworths, London.

Dalen J. 2012. Utredning for Statens Vegvesen, region vest tilknyttet prosjekt «Tunnel fv7, Haukanesberget, Granvin» Notat datert 15. januar 2012. Havforskningsinstituttet.

DNV GL, 2014. Marinbiologisk tilleggsundersøkelse i Førdefjorden. Rapport nr 2014-1193, Rev A.

NIVA, 1992. Uorganiske partikler i vann; effekter på fisk og dyreplankton. Rapport l.nr. 2728-1992.

NIVA, 2008a. Risikoen for skader på fisk og blåskjell ved gruveaktivitet på Engebøneset – En litteraturstudie om effekter av metaller og suspenderte partikler. Rapport l.nr. 5689-2008.

NIVA, 2008b. Effekten av forhøyet innhold av mineralske partikler i vannet med hensyn til villfisk og oppdrett av fisk og skalldyr. Rapport l.nr. 5692-2008.

Norconsult AS, 2015. Miljøundersøkelse sediment – Kvitsøy og Arsvågen. Oppdrag 5144240, dok. NO-015-YM

Norconsult AS, 2015. Naturmiljø – Foreløpig vurdering av fisk i Lauplandsbekken. Internt notat datert 23. juni 2015.

SINTEF, 2012. Geologisk rapport for E39 Rogfast

Statens vegvesen, 2015. Bergarters potensielle virkning på vannmiljøet ved anleggsvirksomhet.

Vassdal, T. 2012. Strømmåling ved lokalitet Lauplandsholmen, Grieg Seafood Rogaland AS, Bokn kommune. Desember-2012. SAM Notat nr. 03 - 2013

Vassdal, T. og Heggøy, E. 2012. Strømmåling ved Lauplandsholmen, Bokn kommune. 10.04-2012. SAM Notat nr.12-2012

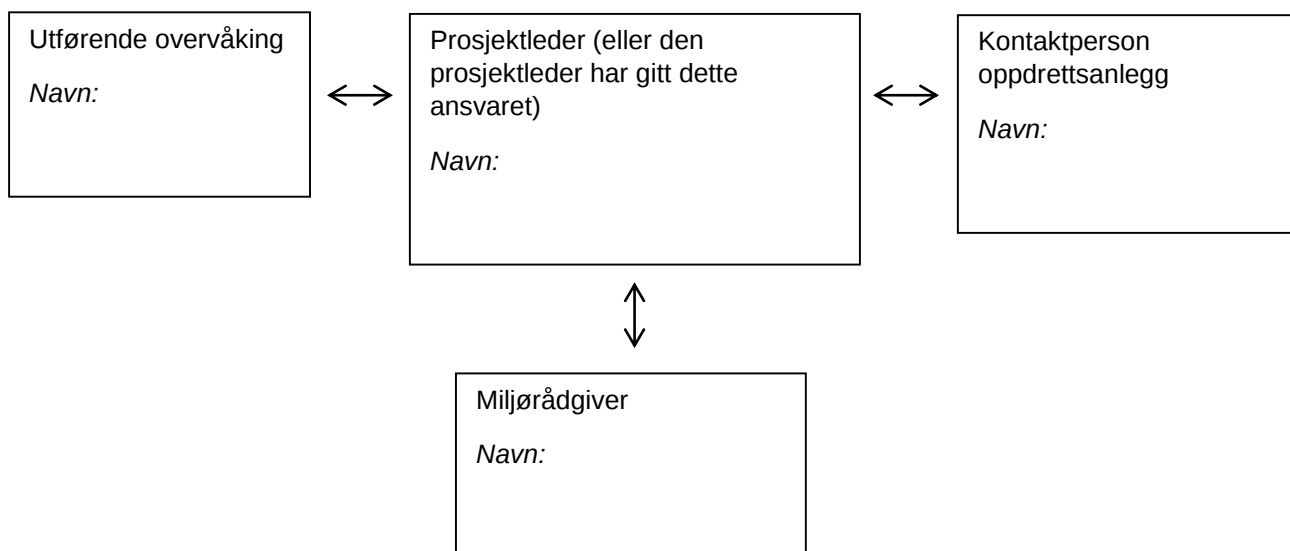
11 Vedlegg

1. Kommunikasjonslinjer og telefonnummer

2015-12-10

Vedlegg 1: Kommunikasjonslinjer og telefonnummer

KOMMUNIKASJONSLINJER



TELEFONNUMMER

Funksjon	Firma	Kontaktperson	Telefon	e-post
Tiltakshaver				
Entreprenør				
Rådgiver miljø				
Kontaktperson oppdrettsanlegg				

2015-12-10