

Rogfast E02 Kvitsøy - miljørisikovurdering utfylling av tunnelstein i sjø

Sammendrag/konklusjon

Rogfast-prosjektet skal bruke overskuddsmasser fra Boknafjord- og Kvitsøytunnelene til å etablere to utfyllingsområder på tilsammen 2,8 mill am³ tunnelmasse utenfor nordøstdelen av Kvitsøy.

Tunnelmassene består av bergartene grønnstein, grønnskifer og svartskifer som er kjent for å ha sulfidmineraler med kobberkis som det mest interessante med tanke på mineralforekomster. Slike bergarter er kjent for å kunne inneholde til dels høye konsentrasjoner av metaller.

SARB Consulting Norge AS har utarbeidet en miljøgeokjemisk vurdering av de planlagte utfyllingsmassene med tanke på å vurdere utlekkingspotensialet fra bergartene med fokus på arsen, bly, kadmium, kopper, krom, kvikksølv, nikkel og sink.

Norconsult har så fått i oppdrag av SVV å utarbeide en miljørisikovurdering av utlekking av metaller til sjø slik resultatene fremkommer i rapport fra SARB Consulting, 08.05.2018. Miljørisikovurderingen skal utarbeides for

- korttidspåvirkning – anleggsfase 5 år
- langtidspåvirkning – permanent fase

Miljørisikovurderingen konkluderer med at utfyllingstiltaket vil medføre en lokal, negativ påvirkning i anleggsperioden på 5 år. I denne perioden vil det ikke være forhold for vesentlig marint liv i utfyllingsområdene.

Siden eksisterende habitat ikke ødelegges permanent og vannkonsentrasjoner av metaller raskt vil normaliseres etter endt tiltak (permanent fase), vil det etableres nye habitatsområder for både tareskog og hummer. Spesielt rekolonisering av tareskog vil skape høy biodiversitet igjen i området.

E03	2018-05-16	For godkjenning myndighet	BeBre, KarRam	SiNUI, VK	BjKle
B02	2018-04-06	For kommentar SVV	KarRam, BeBre	SiNUI	BjKle
A01	2018-04-06	For fagkontroll	KarRam, BeBre		
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

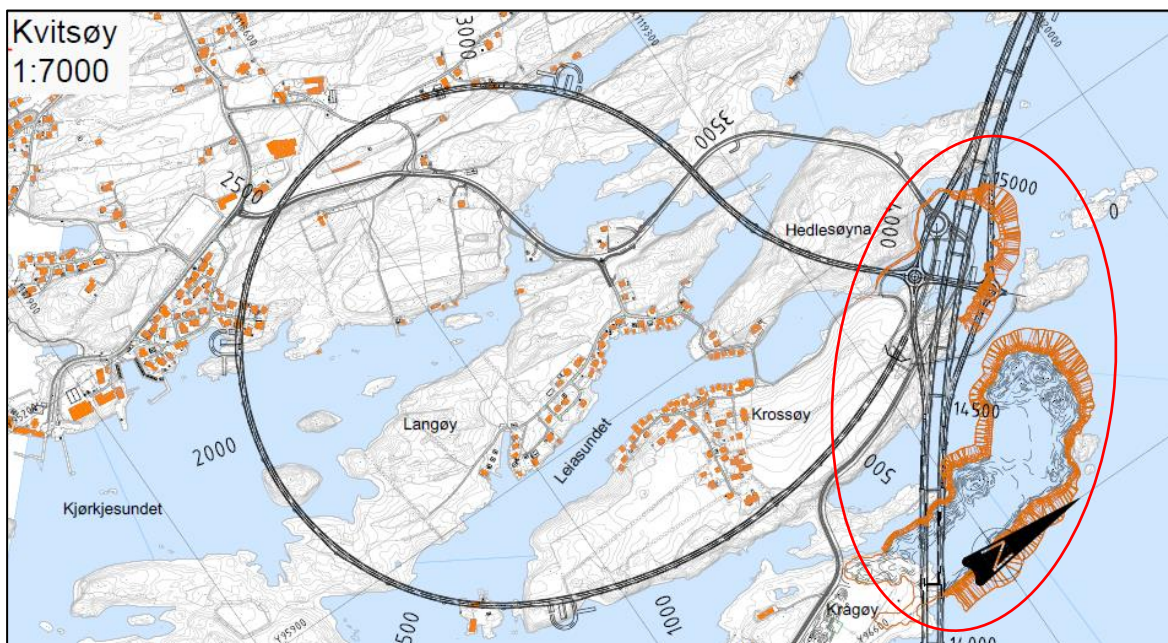
Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet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

1 Innledning

Statens vegvesen Region vest (SVV) prosjekterer ny E39 i kommunene Randaberg, Kvitsøy og Bokn. 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 utfyllingsområder i sjø, ved Mekjarvik, Arsvågen og på Kvitsøy (figur 1).

I entreprise E02 Kvitsøy skal det bl.a. etableres to utfyllingsområder i sjø for håndtering av tunnelmasser:

- Utfylling nord for Krossøy (700 – 800 000 am³) - utfylt areal vil inngå i vegtraséen i dagen
- Utfylling nord for Krågøy (2 mill am³) - utfylt areal er regulert til næringsområde og friareal



Figur 1 Oversiktsplan Rogfast med entreprise E02. Figuren er også lagt ved som tegning.

Tunnelene går igjennom granittiske gneiser, fyllitt, grønnstein/grønnskifer og gabbro hvor deler av dette tilhører Vistnesgruppen av bergarter og er en del av Karmøy-ofilittkomplekset.

Grønnstein, grønnskifer og svartskifer er kjent for å ha sulfidmineraler. Svoelkis er hovedsulfidmineralet, med kobberkis som det mest interessante med tanke på mineralforekomster (NGU-rapport 2011-034).

Norconsult utarbeidet i 2017 (NO-110-YM, Geologi i tunneltraséen og metallinnhold i bergarten) en første vurdering av miljøgeokjemiske forhold i forbindelse med utfylling av massene på Kvitsøy. Som en oppfølging av dette arbeidet har SARB Consulting Norge AS utarbeidet en miljøgeokjemisk vurdering av tunnelmaterialet som er planlagt brukt til utfyllinger på Kvitsøy.

Hensikten med den geokjemiske vurderingen var å vurdere

- *utlekkingspotensialet fra grønnstein, grønnskifer svartskifer og med tanke på fylling i sjøvann og over havvannflaten med fokus på arsen, bly, kadmium, kobber, krom, kvikksølv, nikkel, sink.*
- *det syredannende og nøytraliserende potensialet av tunnelmaterialet.*

Norconsult har så fått i oppdrag av SVV å utarbeide en miljørisikovurdering av utlekking av metaller til sjø slik resultatene fremkommer i rapport fra SARB Consulting, 08.05.2018. Miljørisikovurderingen skal utarbeides for

- korttidspåvirkning – anleggsfase 5 år
- langtidspåvirkning – permanent fase

2 Tiltak og fremdrift

Utfylling Krossøy

Utfyllingsarealet inngår i vegtraséen og vil bli bebygget med kollektivterminal, rundkjøring og bruforbindelse over til Hellesøy. Utfyllingen vil bestå av ca. 800 000 (+/-80 000) pam^3 og vil dekke et sjøbunnsområde på ca. 57 000 (+/-6 000) m^2 . Maks sjødybde vil være ca. 25 meter.

Utfyllingsområdet ved Krossøy ligger rett utenfor påhugget til Kvitsøytunnelen og ventilasjonssjaktene, og utfylling av tunnelmasse vil dermed startes opp her først.

Geotekniske beregninger viser at fyllingen må legges ut ved en kombinasjon av lekter og tipp. For å opprettholde tilfredsstillende stabilitet i anleggsfasen og i endelig fase må fyllingen utenfor Krossøy legges ut lagvis, med tid for utjevning av poreovertrykk, fra lekter til kote -10. Det er nødvendig å legge fyllingen med helning 1:2 eller slakere. Deretter anlegges det lagvis et ca. 60 meter bredt (bunnbredde på kote -10) «belte» fra lekter i ytre del av fyllingen opptil kote -4. Det fylles så videre fra tipp over dette beltet opp til kote +3. Fronthelningen på fyllingen skal til enhver tid ikke ha brattere helning enn 1:2. Det kan bli behov for utslaking av fyllingskråninger dersom disse blir brattere enn forutsatt underveis. Dette kan utføres med gravemaskin med lang arm eller med lekter der gravemaskin ikke er egnet.

Utfylling Krågøy

Utfyllingen ved Krågøy er vedtatt i kommuneplanen og vil legge til rette for et nytt næringsområde og friareal. Utfyllingen vil bestå av inntil ca. 2 000 000 (+/-200 000) pam^3 og vil dekke et sjøbunnsareal på inntil ca. 150 000 (+/-20 000) m^2 . Maks sjødybde vil være ca. 35 meter.

Utfyllingen på Krågøy er av større omfang enn utfyllingen ved Krossøy, og vil ikke bli avsluttet før all stein er tatt ut av tunnelen i entreprise E02. Det er sannsynlig at utfyllingen her vil starte etter at Krossøyutfyllingen nesten er ferdig.

Beregninger tilsier at fyllingen for utfylling Krågøy kan legges ut med en kombinasjon av lekter fylling og med tipp. Det kan fylles ut fra land på Krågøy og nordover opp til kote +5,0 med front helning på 1:1,5. Av sikkerhetsmessige årsaker ved utfyllingsarbeider er det anbefalt at det fylles med lekter opp til kote -10 med en ekstra sjeté i ytre del av fyllingen, og videre med tipp opp til endelig nivå.

Fremdrift

Oppstart på entreprise E02 Kvitsøy er pr. i dag planlagt til 2019. Tunneldrivingens varighet er estimert til ca. 5 år. I denne perioden vil det kunne bli utfylt tunnelmasser i estimert størrelsesorden 900 – 2 500 $\text{am}^3/\text{døgn}$ i sjø ved Kvitsøy. De største mengdene vil komme når sprengningsarbeidene med selve Boknafjordtunnelen starter opp.

3 Vannforekomster og tilstand

Vann-nett.no viser at Kvitsøy grenser til tre vannforekomster som vist på figur 2 nedenfor:

- Boknafjorden, Id. 0242031500-C
- Kvitsøy – Sparholmane, Id. 0242010102-C
- Håsteinsfjorden mot Kvitsøy, Id. 0242010101-2-C

Påvirkninger fra utfyllingen av tunnelmasse i sjø på Kvitsøy vil i første rekke berøre vannforekomsten Boknafjorden.

Boknafjorden, Id. 0242031500-C

Boknafjorden beskrives i vann-nett.no som en moderat eksponert kyst som er utsatt for bølgeeksponering og har en permanent mikset vannsøyle og moderat oppholdstid for bunnvann (uker). Strømhastigheten er moderat (1 – 3 knop). Den økologiske tilstanden er vurdert til «svært god», mens den kjemiske tilstanden er oppgitt som ukjent.

Vannregionen er påvirket i liten grad av diffus avrenning og utslipp fra fiskeoppdrett og punktutslipp fra renseanlegg 2000 PE.

Både kjemisk og økologisk miljømål for Boknafjorden er satt til «God» og forventes oppnådd uten tiltak.

Kvitsøy – Sparholmane, Id. 0242010102-C

Kvitsøy - Sparholmane beskrives i vann-nett.no som en moderat eksponert kyst som er moderat utsatt for bølgeeksponering og har en permanent mikset vannsøyle og kort oppholdstid for bunnvann (dager). Strømhastigheten er svak (<1 knop). Den økologiske tilstanden er vurdert til «svært god», mens den kjemiske tilstanden er oppgitt som ukjent.

Vannforekomsten er påvirket i liten grad av diffus avrenning fra spredt bebyggelse.

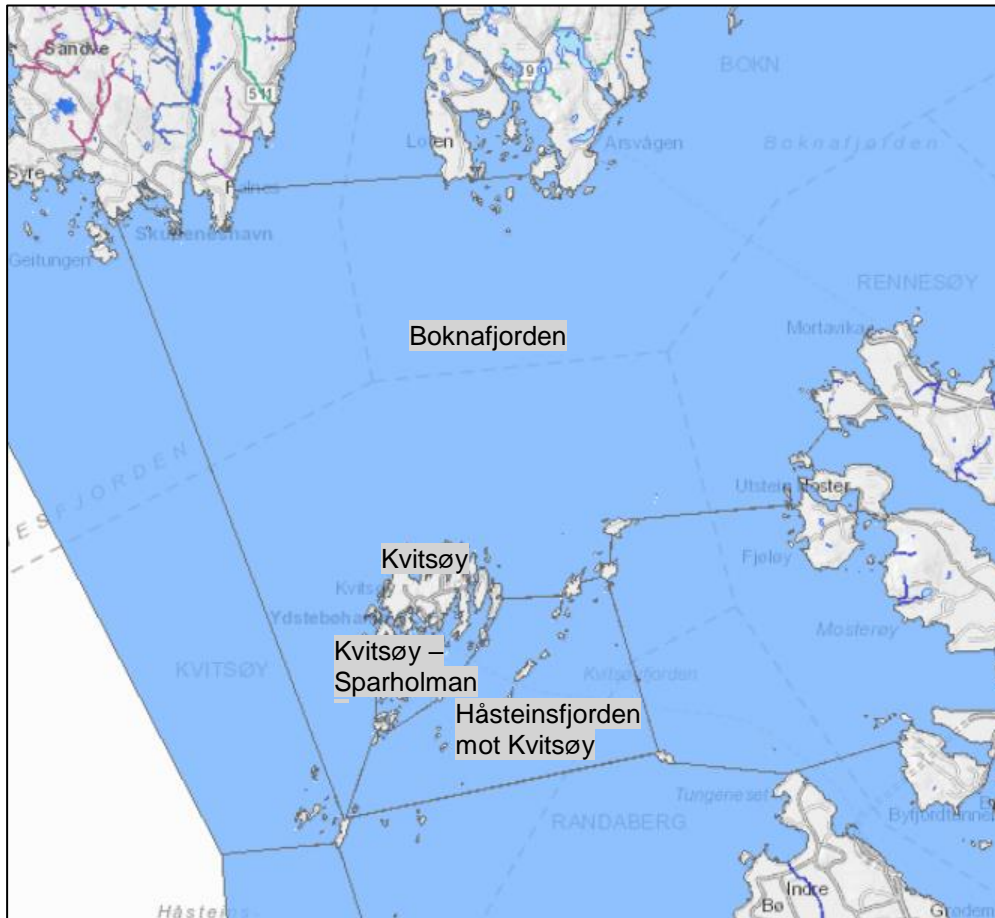
Både kjemisk og økologisk miljømål for Kvitsøy - Sparholmane er satt til «God» og forventes oppnådd uten tiltak.

Håsteinsfjorden mot Kvitsøy, Id. 0242010101-2-C

Håsteinsfjorden mot Kvitsøy beskrives i vann-nett.no som en moderat eksponert kyst som er utsatt for bølgeeksponering og har en permanent mikset vannsøyle og moderat oppholdstid for bunnvann (uker). Strømhastigheten er svak (<1 knop). Den økologiske tilstanden er vurdert til «moderat», mens den kjemiske tilstanden er vurdert til «dårlig». Kjemisk tilstand er vurdert «dårlig» for antracen og TBT i bunn sediment. For metaller, inkludert nikkel, er kjemisk tilstand vurdert til «god».

Vannregionen er påvirket i liten grad av diffus avrenning og utslipp fra fiskeoppdrett og punktutslipp fra renseanlegg 2000 PE. I tillegg er vannforekomsten påvirket av menneskelig påvirkning av annen årsak i ukjent grad.

Både kjemisk og økologisk miljømål for Håsteinsfjorden mot Kvitsøy er satt til «God». Nye tiltak er vurdert nødvendig for å oppnå miljømålet.



Figur 2 Oversikt tilstøtende vannforekomster til Kvitsøy

4 Strømforhold

Norconsult har gjennomført strømmålinger i to punkter fra tre dyp nord for Kvitsøy der det planlegges utfyllinger i forbindelse med E39 Rogfast (NO-009-YM_Rapport Strømmålinger_B03). Måleperiode 07-01-2015 kl. 15:00 – 10-02-2015 kl. 13:30. Målingene viste strøm som i stor grad fulgte tidevannet. Når tidevannet kommer inn går strømmen mot vest-nordvest og når tidevannet går ned igjen går strømmen mot øst og sørøst.

Fra målinger er det synlig at maksimal hastighet er størst nærmest overflaten og synker nedover mot bunnen. Retningen følger i stor grad topografien (gjennom sundet). Ved grunnere vann går vanntransporten i retning nordvest og sørøst. Nær bunnen er det en større variasjon i retningen som er mer øst og vest med netto transport mot vest.

Undersøkelsen viste også at tidevannsforskjellen mellom etterfølgende høyvann og lavvann varierer fra ca. 0,2 m til ca. 0,65 m i vårperioden. Tidlig i måleperioden og litt etter midten av måleperioden er tidevannsforskjellen mer varierende. I disse periodene er dypet mer preget av vær- og vindforhold enn av normal tidevannssyklus. Det betyr at vannbevegelse ikke alltid er i direkte korrelasjon med tidevann og at partikkelspredning kan variere avhengig av værforhold.

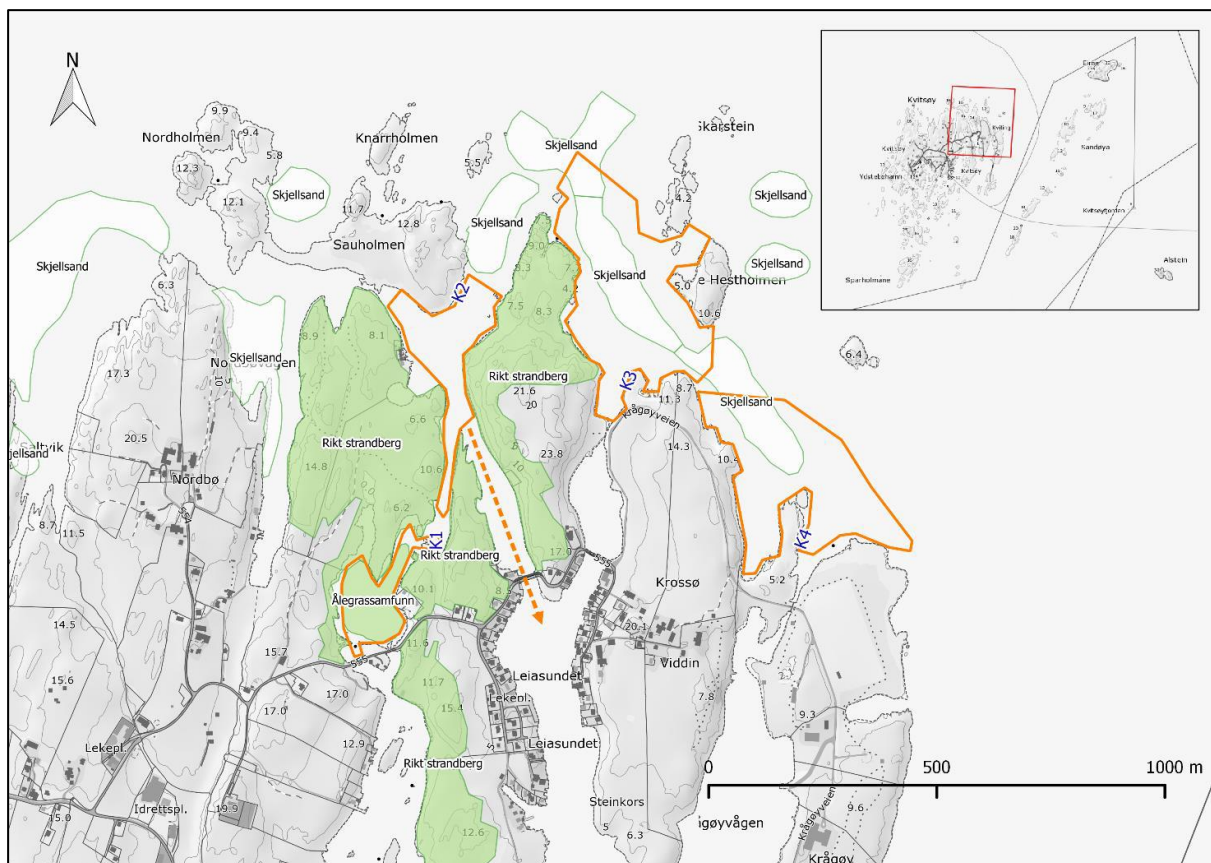
SAM-Marin undersøkte strømforholdet på østsiden av Krågøy fra tre dyp i to perioder, 31.01 – 06.03.2012 og 23.04. -24.05.2012 (Strømmåling Hestholmen, Kvitsøy, 2012). Resultater viste at strømstyrke og retning på lokaliteten er påvirket av tidevannssyklus og forskjell mellom flo og fjære. Det er i begge måleperioder registrert relativt høye maks verdier på strøm på alle måledyp. For perioden april til mai har strømretning hatt en strøm i sørlig retning på alle tre måledyp. I perioden februar til mars gikk strømmen mot sørvest til nordvest på 15 meters dyp, og i sørvestlig retning på 60 meters dyp.

5 Naturmiljø

Norconsult har gjennomført supplerende feltundersøkelser av marint naturmiljø i områder som vil bli berørt av planlagte tiltak (NO-028-YM Marint naturmiljø E39 Rogfast - Utfylling Krågøy D05 og NO-029-YM Marint naturmiljø E39 Rogfast - E02 Kvitsøy D05). Områdene nord for Krågøy og Krossøy viste et relativt typisk naturmiljø rundt Kvitsøy og i Rogaland generelt og bør betraktes som viktig for biologisk mangfold på lokal skala (figur 3).

Som vist på figur 3 er skjellsandhabitat veldig vanlig i området. De største forekomstene av skjellsand finnes gjerne i strømrike områder, på dyp mellom 10 - 30 m. Områder dekket av skjellsand har ofte en rik og spesiell bunnfauna, som er mat for både sjøfugl, sjøpattedyr, fisk og krepsdyr. Skjellsand regnes som en ikke-fornybar ressurs som tas ut kommersielt.

Områdene nord for Krågøy og Krossøy er dominert av tett tareskog på fast fjell og steiner. Tette forekomster av epifytter¹ på tare bidrar til et svært heterogent og verdifullt habitat for en rekke marine dyr, bl.a. beitelokaliteter for sjøpattedyr, fisk og sjøfugl.



Figur 3 Oversiktsbilde over nordøstre Kvitsøy. Områder undersøkt er innrammet i oransje (navngitt K1-K4). Utbredelse av naturtyper registrert i Naturbase (Miljødirektoratet) er tegnet inn som polygoner i ulike farger. Kilde: NO-029-YM

Det er ikke registrert viktige gyteområder for fisk i Kvitsøys farvann. Området er heller ikke markert som spesielt viktig for fiske. Innenfor og i nærheten av utfyllingsområdet nord for Krossøy ligger to lokaliteter med tillatelse til kommersiell bruk i dyrking av stort kamskjell. Disse er ansett som tapt ved gjennomføring av Rogfast-prosjektet.

¹ Epifytter er planter som er festet til og lever på andre levende planter, men ikke tar næring fra dem, og som altså ikke er snyltere

Sørøst for utfyllingsområdet ligger en lokalitet i sjø med tillatelse til oppdrett av regnbueørret, laks og ørret som SVV opplyser at vil bli flyttet 1 km sørover.

I sundet mellom Krossøy og Krågøy er det registrert østers og et vernet kulturmiljø. Det skal være etablert siltgardin nord for kulturminnet, samt tetting av eksisterende/nytt rør i anleggsfasen som vil hindre tilslamming fra anleggsaktivitetene.

Vinterhavn lenge har hatt dårlig vannkvalitet og redusert biologisk aktivitet, spesielt i nord, grunnet lite vannutskifting. Dette skyldes at av åpningen (kloppen) i nord har blitt tettet. I anleggsperioden stenges tilstrømming fra nord for å unngå tilslamming fra tiltaksarbeidene. Kloppen skal åpnes/graves opp i permanent fase for å bedre vannutskiftingen og dermed vannkvaliteten.

6 Resultater SARB Consulting, 08.05.2018

Her gis en kort oppsummering av de resultatene fra de geokjemiske vurderingene i rapporten til SARB, slik som Norconsult oppfatter rapporten og som Norconsult anser mest relevant for miljørisikovurderingen.

6.1 Metallinnhold i bergartene

Analyser av totalt metallinnhold i bergartene grønnstein, grønnskifer og svartskifer viste til dels store variasjon i innholdet av kobber, nikkel og sink i alle bergartene.

Iht. til SARB-rapportens kap. 3.3 ligger konsentrasjonene mellom

- kobber (Cu): 30 - 140 mg/kg
- nikkel (Ni): 30 - 150 mg/kg
- sink (Zn): 25 - 200 mg/kg

6.2 Total organisk karbon (TOC)

TOC-innholdet i bergartene viste at grønnsteinsprøvene inneholder <0,05 % TOC. Grønnskifer inneholder ca. 0,5 – 0,8 % TOC, mens svartskifer inneholder ca. 1 – 1,8 % TOC.

6.3 Utlekking av metaller til sjø

Korttidsutlekkning ble vurdert i to tidsperioder: 1 døgn (24 timer) og ca. 7 døgn (170 timer). Mellomperiode er 170 - 800 timer (7 dager til 1 måned) og langtidsutlekkning er de to siste månedene. Rapporten vurderer utlekkning av kadmium, kobolt, nikkel og sink spesielt.

Grønnstein (SARB-rapport kap. 3.8.1, tekst + figur 25 og 26)

Alle metallene viser en rask økning i konsentrasjon de første timene etter utfylling av masser i sjø. Nikkel og kobolt viser en kontinuerlig økning i en måned uten forandring de siste to månedene. Utlekkingen av sink og kadmium sank etter de første dagers utlekkning. Kadmium viser en potensiell økning de siste to måneder.

Ut i fra figurene ser utlekkingen av nikkel fra grønnstein ut til å ligge på ca. 200 µg/l etter ca. 7 dager, ca. 400 µg/l etter ca. 20 dager og stabilisere seg på ca. 500 µg/l etter ca. 1 måned. Utlekking av sink fra grønnstein ser ut til å ligge på ca. 27 µg/l etter ca. 7 dager, ca. 5 µg/l etter ca. 20 dager og variere mellom ca. 5 - 15 µg/l påfølgende måneder.

Grønnskifer (SARB-rapport kap. 3.8.2, tekst + figur 28 og 29)

Alle metallene viser en rask økning i konsentrasjon de første timene etter utfylling av masser i sjø. For kobolt, nikkel og sink viser utlekkingen en kontinuerlig økning i en måned etter utfylling i sjø uten forandring de siste to månedene. Utlekkingen av sink sank etter de første dagers utlekkning.

Ut i fra figurene ser utlekkingen av nikkel fra grønnskifer ut til å ligge på ca. 590 - 1 000 µg/l etter ca. 7 dager, ca. 610 – 1 900 µg/l etter ca. 20 dager og stabilisere seg på ca. 600 – 1 000 µg/l etter ca. 1 måned. Utlekking av sink fra grønnskifer ser ut til å ligge på ca. 60 - 90 µg/l etter ca. 7 dager, ca. 30 - 50 µg/l etter ca. 20 dager og variere mellom ca. 15 - 30 µg/l påfølgende måneder.

Svartskifer (SARB-rapport kap. 3.8.3, tekst + figur 31 og 32)

Nikkel og sink viser en rask økning i konsentrasjon de første timene etter utfylling av masser i sjø. For kobolt, nikkel og sink viser utlekkingen en kontinuerlig økning i en måned etter utfylling i sjø uten forandring de siste to månedene. Utlekkingen av sink sank etter de første dagers utlekkning.

Ut i fra figurene ser utlekkingen av nikkel fra grønnskifer ut til å ligge på ca. 225 µg/l etter ca. 7 dager, ca. 250 µg/l etter ca. 20 dager og stabilisere seg på ca. 300 µg/l etter ca. 1 måned. Utlekking av sink

fra grønskifer ser ut til å ligge på ca. 30 µg/l etter ca. 7 dager, ca. 7 µg/l etter ca. 20 dager og variere mellom ca. 5 µg/l påfølgende måneder.

Samlet

I sjøvann viser grønskiferen betydelig høyere utlekkingsrate enn svartskifer og grønnstein for de fleste elementer. Utlekkingen av kobber i sjøvann er lav i alle bergarter og ligger <1 µg/l i hele utlekkingsperioden. Dette gjelder for anleggsperioden mens utfylling av tunnelmasser i sjø foregår.

For permanent fase vil hovedkilden for utlekking av nikkel og sink komme fra svartskifer deponert på land.

7 Vurderingsgrunnlag

Miljøriskovurderingen av metaller er basert på Miljødirektoratets tildekkingsveileder (M-411) og klassifiseringsveilederen (M-608). I disse rapportene er det presentert tilstandsklasser for metaller og organiske miljøgifter i vann og sediment. Tilstandsklassene er satt ut fra forventet økende grad av skade på organismesamfunnet i vannsøylen og sedimentene. De er basert på tilgjengelig informasjon fra ulike kilder: laboratorietester, risikovurderinger og dossierer om akutt og kronisk toksisitet på organismer.

Klasse I: Som øvre grense for klasse I er det benyttet bakgrunnsnivåer fra OSPAR (2006) som skal representere naturtilstanden.

Klasse II: Som øvre grense for klasse II er AA-EQS benyttet (Annual Average Quality Standard), som er grenseverdien for kroniske effekter ved langtidseksposering (PNEC).

Klasse III: Som øvre grense for klasse III er MAC-EQS benyttet (Maximal Annual Concentration Quality Standard) som er grenseverdien for akutt toksiske effekter ved korttidseksposering (PNECakutt).

Klasse IV: Som øvre grense for klasse IV er benyttet akutt giftighet uten sikkerhetsfaktor.

Klasse V: Omfatter verdier høyere enn klasse 4.

Resultatene fra de geokjemiske vurderingene i SARB-rapporten fokuserer på utlekking av nikkel og sink. Grønnstein og grønnskifer inneholder kobber som ligger bundet i mineralogien og dermed ikke lekker til sjø.

Nikkel betraktes som moderat giftig, men kan være giftig i større doser. Ingen organismer har vist seg å inneholde svært høye konsentrasjoner av nikkel. Muslinger er kjent å samle opp metaller. De høyeste konsentrasjoner av nikkel som er rapportert i muslinger, var i kamskjell. Det er ingen bevis for at nikkel biomagnifiseres i den marine næringskjeden. For tilstandsklassene til nikkel i kystvann se tabell 1 og i sediment, se tabell 2.

Kobber er ett av de mest toksiske metallene for vannlevende marine organismer. Vannlevende organismer som kronisk eksponeres for kobber kan oppleve negative effekter for overlevelse, vekst, reproduksjon, samt endring av hjernefunksjon, enzymaktivitet, blodkjemi og metabolisme. For tilstandsklassene til kobber i kystvann se tabell 1 og i sediment, se tabell 2.

Sink har lav giftighet sammenlignet med andre metaller, men sink anses å være et miljøproblem i Norge pga. bioakkumulering. For tilstandsklassene til sink i kystvann se tabell 1 og i sediment, se tabell 2.

Tabell 1 Klassifiseringssystem for kystvann. 1) AF: sikkerhetsfaktor. (Kilde Miljødirektoratet M-608-2016)

	I Bakgrunn	II God	III Moderat	IV Dårlig	V Svært dårlig
	Bakgrunnsnivå	Ingen toksiske effekter	Kroniske effekter ved langtids-eksponering	Akutt toksiske effekter ved kort-tidseksponering	Omfattende toksiske effekter
Øvre grense:	Bakgrunn	AA-QS, PNEC	MAC-QS, PNEC _{akutt}	PNEC _{akutt} * AF ¹⁾	
Kobber (µg/l)	0.3	2.6	2.6	5.2	> 5.2
Nikkel (µg/l)	0.5	8.6	34	67	> 67
Sink (µg/l)	1.5	3.4	6	60	> 60

Tabell 2 Klassifiseringssystem for sediment. 1) AF: sikkerhetsfaktor. (Kilde Miljødirektoratet M-608-2016)

	I Bakgrunn	II God	III Moderat	IV Dårlig	V Svært dårlig
	Bakgrunnsnivå	Ingen toksiske effekter	Kroniske effekter ved langtids-eksponering	Akutt toksiske effekter ved kort-tidseksponering	Omfattende toksiske effekter
Øvre grense:	Bakgrunn	AA-QS, PNEC	MAC-QS, PNEC _{akutt}	PNEC _{akutt} * AF ¹⁾	
Kobber (mg/kg TS)	20	84	84	147	> 147
Nikkel (mg/kg TS)	30	42	271	533	> 533
Sink (mg/kg TS)	90	139	750	6690	> 6690

Det er viktig å huske at klassifiseringssystemet for sedimenter er beregnet til bruk for finkornet sediment, bestående av leire og/eller silt. Ettersom miljøgifter i hovedsak er knyttet til små partikler og organisk materiale vil ikke sedimenter med innslag av grus eller grov sand være egnet for vurdering gjennom dette systemet (M-608-2016). Utfyllingsmasser av sprengstein fra tunnel vil hovedsakelig bestå av grovere partikler med lavere organisk innhold og vil dermed ha mindre utlekkingspotensiale enn den massetyper klassifiseringssystemet er ment for.

8 Miljørisikovurdering vannsøylen

8.1 Anleggsfase 5 år

I den perioden tunneldriving pågår vil det jevnlig bli utfylt masser i sjø. Utfyllingen vil til dels foregå fra lekter i horisontale lag til stabilitet av fyllingen er oppnådd. Deretter kan det bli utfylt fra land (endetipp). Aktuell entreprenør vil avgjøre detaljene i utfyllingsprosessen.

Slik Norconsult oppfatter utfyllingen vil nye masser legges ut daglig i 5 år. Dette medfører at vi får en initial utlekking gjennom hele anleggsfasen. I tillegg vil det foregå en langtidsutlekking fra det til enhver tids gjeldende overflatelag i fyllingen.

I denne miljørisikovurderingen er det derfor tatt utgangspunkt i den høyest påviste initiale utlekkingen av nikkel og sink i den geokjemiske vurderingen, som et «worst case». Det er ikke tatt hensyn til bidrag fra langtidsutlekking fordi det her er flere motvirkende prosesser som vil komplisere regnestykket (forvitring av mineraler, sorpsjon/desorpsjon, tildekking av overflate med nye masser, permeabilitet, etc.).

I et «worst case»-scenario kan man for hver utfylling av tunnelmasser i sjø anta konsentrasjoner i størrelsesorden 1 000 µg nikkel/l og 90 µg sink/l i vannmassene i umiddelbar nærhet av fyllingsoverflaten i én uke etter utfylling. Disse konsentrasjonene tilsvarer tilstandsklasse V (svært dårlig) på hhv. >67 µg/l og >60 µg/l iht. klassifiseringsveilederen for kystvann tabell 1.

I Miljødirektoratets tildekkingsveileder (M-411) er akseptverdi for initial utlekking satt til øvre grense for tilstandsklasse III i klassifiseringsveilederen (M-608). For nikkel tilsvarer det på hhv. 34 µg/l og for sink 6 µg/l. For å oppnå tilstandsklasse III for utlekkingen fra de her omtalte tunnelmassene kreves det en fortykning på 30 ganger for nikkel og 15 for sink.

Tatt i betraktning strøm- og tidevannsforsholdene i tiltaksområdet vil dette hurtig fortynnes til ikke-giftige konsentrasjoner ved transport vekk fra utfyllingene. Ikke alt løst metall i vannfasen vil være tilgjengelig for organismer. Organisk materiale og suspendert stoff i vannfasen vil danne komplekser og mengde oppløst metall tilgjengelig for organismer vil reduseres. Dette gir at reell biotilgjengelighet av metaller (metaller som er løst i vannfaser slik at organismer kan ta de opp) ofte er overestimert i laboratorieforsøk.

Ved punktutslipp i en vannforekomst åpner Artikkel 4 i EU-direktiv Direktiv 2008/105/EC (2008) for at såkalte innblandingssoner kan etableres. Innblandingssonen er definert til det området hvor MAC-EQS verdier (tilstandsklasse III) er overskredet. I innblandingssonen kan EQS-verdier overskrides, uten at dette får betydning for tilstandsklassifiseringen, men forutsatt at EQS-verdiene i den resterende delen av vannforekomsten overholdes. Innblandingssonen skal begrenses til den umiddelbare nærheten av utslippet. På vegne av Miljødirektoratet ble det i 2013 utarbeidet et forslag til veileder for fastsetting av innblandingssoner. Veilederen er utarbeidet på bakgrunn av Artikkel 4 i EU-direktiv 2008/105/EC, men er tilpasset norske forhold. Innblandingssoner er ikke akseptert benyttet for diffuse utslipp fra f.eks. deponier.

Innblandingssonen fra et punktutslipp kan teoretisk beregnes på bakgrunn av en anbefalt parameter i programvaren Visual Plumes for fortykning grunnet turbulens, på 20 ganger per 100 m. Dersom de påviste konsentrasjonene av nikkel og sink i utlekkingstesten, kom fra et punktutslipp, ville innblandingssonen strekke seg ca. 150 meter fra utslippspunktet.

Detaljene i utfyllingsmetoden vil bli bestemt av entreprenøren. Ut i fra den geotekniske vurderingen vil det bli liggende større og mindre horisontale utfyllingsflater over tid. Utfylling av tunnelmasser på Kvitsøy kan dermed ikke ses på som et punktutslipp.

Utfyllingen ved Krossøy og Krågøy vil kun påvirke området lokalt. Det er derfor valgt å vurdere effekter for nordøstre Kvitsøy. Direkte effekter vil spesielt ramme tareskoghabitater og bunndyr innenfor utfyllingsområdene. I tillegg kan den gi effekter på forekomster av fisk, fugl og sjøpattedyr.

Tareområder vil tildekkes av utfyllingene. Kortvarig påvirkning over et større område ved redusert lysgjennomtrengelighet i vannmassene, som følge av partikkelspredning, er sannsynlig, men noen særlig effekt på området som helhet vurderes som lite sannsynlig.

Fisk, fugl og sjøpattedyr i området vil også kunne påvirkes av at skjellsand og vegetasjon tildekkes eller fjernes, fordi viktige oppvekstområder, gjemmedsteder og områder for næringssøk forsvinner. Selv om effekten av dette forventes å være negativ, vil omfanget sannsynligvis være lite for området som helhet. I nordøstre Kvitsøy er skjellsand- og tareforekomster vanlige, så det er forventet at dyr som lever her vil bevege seg til andre lokaliteter og returnere når anleggsfasen er ferdig.

8.2 Permanent fase

Når utfyllingen i sjø er ferdig etablert og danner nytt landareal vil en evt. utlekking fra massene kun foregå fra det ytre laget av skråningsutslaget i sjø. Fyllmassene i sjø er komprimert for stabilitet av det nye landområdet og må forventes å ha begrenset permeabilitet. I tillegg skal de øvre meterne av utfyllingen i sjø erosjonssikres med store blokker. Utlekkingspotensialet er fremdeles hovedsakelig knyttet til finpartikulær masse (sand og finere). Større steinfraksjoner vil ha vesentlig mindre forvitringspotensiale og dermed lite utlekkingspotensiale.

På bakgrunn av utlekkingsforsøkene i sjøvann er det forventet at utlekkingen fra de utfylte masser i sjø vil avta til neglisjerbare konsentrasjoner etter noen måneder. Utlekkingen vil raskt bli fortennet i de store vannmassene som omringer Kvitsøy og som skiftes ut jevnlig med tidevann og bølger. Siden vannsøylen er permanent mikset forventes heller ikke en evt. utlekking å akkumulere i dypvannet.

Tareskog som habitat fornyer seg raskt. Dette gjør tarehøsting hvert 4. eller 5. år på Kvitsøy mulig. Dersom fyllmasser danner hardt substrat egnet for f.eks. gjenvækst av tare vil dette kunne ha en positiv effekt og til en viss grad fungere som økologisk restaurering over tid. Tare ser ut til å trives godt på andre utfyllinger i Boknafjorden (som for eksempel ved Arsvågen, se NO-031-YM, Norconsult 2015). Av den grunn er det forventet at tareskogen vil rekolonisere utfyllingsområde etter noen år så lenge det finnes strømekspont, hardt substrat. Når stortaren har etablert seg vil fisk, sjøfugl og sjøpattedyr med høy sannsynlighet komme tilbake til området.

Utfyllingene vil i tillegg skape egnede habitater for hummer så lenge den består av sprengstein av ulik kornstørrelse.

9 Miljørisikovurdering sjøbunnsediment

9.1 Anleggsfase 5 år

For de partiklene som spres ut av utfyllingen til sjø er det antatt at sandpartikler (<2 – 0,063 mm) vil sedimentere forholdsvis raskt og legge seg på sjøbunnen i nærheten av utfyllingen/utenfor fyllingsfoten og kunne medføre en lokal forurensning.

Basert på synkehastighet (Stokes lov), gjennomsnittlig vanddyb og gjennomsnittlig strømhastighet vil:

- Partikler på >0,2 mm, fin sand og grovere, kunne avsettes innenfor 65 meter fra utfyllingene
- Partikler på >0,125 mm, fin sand, kunne avsettes innenfor 170 meter fra utfyllingene
- Partikler på >0,063 mm, siltfraksjon, vil avsettes innenfor 650 meter fra utfyllingene

Silt- og leirpartikler (<0,063 mm) har potensial for spredning/transport over større avstander i sjø (leirpartikler uendelig avstand) og kunne representere en forurensningsfare for utenforliggende områder i sjø.

I de lokale områdene som mottar mye av utfyllingsmassene vil det være risiko for akkumulering av nytt sediment i anleggsfasen. Som et «worst case»-scenario kan det påvises konsentrasjoner av kobber på 140 mg/kg, nikkel 150 mg/kg og sink 200 mg/kg. Disse konsentrasjonene tilsvarer hhv. tilstandsklasser IV, III og III i klassifiseringsveilederen (tabell 2; M-608). Av disse tre metallene har SARB-rapporten vist at det kun er nikkel og sink som lekker ut fra massene og kan danne forurenset porevann. Kobber er bundet i mineralet.

Tilstandsklasse III representerer effektkonsentrasjoner som forventes å gi kroniske effekter ved langtidseksponering. For organismer som eksponeres for slike konsentrasjoner i miljøet vil det derfor gi negative effekter.

Utfyllingen ved Krossøy og Krågøy vil ha direkte effekt på skjellsandområder som finnes innenfor områder som planlegges utfylt. Det er sannsynlig at tildekking eller fjerning av skjellsandarealet vil ha negative konsekvenser for marint biologisk mangfold som finnes i området i dag, men fordi tilgangen på slikt habitat er god i området og andelen av areal som beslaglegges av tiltaket er relativt liten, vil omfanget av direkte skade kunne regnes som middels.

En akkumulering av nytt sjøbunnsediment med partikler fra de utfylte tunnelmassene anses å være aktuelt i anleggsfase. Derimot er det vist at strømforholdene og vannutskiftingen er god i tiltaksområdet nordøst på Kvitsøy. Sedimentundersøkelsene viste at eksisterende sjøbunn består av skjellsand uten innslag av annet finpartikulært sediment som er bevis at det er et område som er strømekspontert. Det betyr at det er høy sannsynlighet at berørte skjellsandområder med tiden vil bli rensset av strøm og tidevann og biologisk mangfold vil komme tilbake.

Det finnes noe forskning på at høye konsentrasjoner av løst nikkel kan være akutt giftig for alger og invertebrater (spesielt muslinger). Slike konsentrasjoner er kun forventet lokalt i tilknytning til utfyllingsområdet, hvor man kan få ekstra sedimentering og reduksjon av lysforhold i vannsøylen.

9.2 Permanent fase

Utfyllingen i Rogfast-prosjektet vil danne et større beskyttet sund mellom Krågøy og Krossøy enn det som er der pr i dag. Hvordan strømningsforholdene blir her etter ferdig tiltak og røret mot sør innerst i sundet åpnes, er uvisst. I denne bukten vil det kunne være mulighet for at en akkumulering av nytt sjøbunnsediment med partikler fra de utfylte tunnelmassene vil kunne forbli over en lengre periode.

I et sånt tilfelle betyr det at nikkel og sink vil akkumuleres der og ikke bli transportert vekk fra området med vannbevegelse. Etter hvert vil tykkelsen på sedimentlaget som er forurenset over grenseverdi ha

innvirkning på grad av eksponering for sedimentlevende organismer, dvs. at etterhvert som laget blir tykkere vil eksponeringen øke.

Dette kan medføre utfordringer for østerskolonien på sørsiden av veien over fra Krossøy til Krågøy pga. utlekking av nikkel fra porevannet i sedimentene. Muslinger er kjent for å være en av organismene som har størst potensial for bioakkumulering av metaller fra miljøet. Som beskrevet i kapittel 5 vil disse østersene bli beskyttet i anleggsfasen med bruk av siltgardin, men utlekking av metaller i permanent fase kan skape negative effekt.

På andre side, kan det skje at hele sjøbunnen vil forandres fra et strømeksonert skjellsandområde til bløtbunnsområde som vil dermed endre lokaløkosystemet. Dersom det finnes nok grunne, beskyttende bløtbunnsområder kan det være egnet lokalitet for nyetablering av ålegrasenger. Disse finnes på andre steder på Kvitsøy øyer og kan sannsynlig å spre seg i nye passende områder.

10 Konklusjon

Miljøriskovurdering av tiltaket viser at det nærliggende sjøområdet utenfor Krossøy og Krågøy blir negativt påvirket i anleggsfasen (5 år) ved at det kan påvises konsentrasjoner over tilstandsklasse V av nikkel og sink i vannsøylen og i porevannet i akkumulert, nytt sjøbunns sediment.

Strøm- og tidevannsforholdene i området vil raskt sørge for at vannkonsentrasjonene fortynnes til ikke-giftige konsentrasjoner og transportere forurensningen vekk fra utfyllingsområdene. Tilsvarende vil strømmer og tidevann sørge for at finpartikler blir transportert vekk fra utfyllingsområdet til Boknafjorden både i anleggsfase og permanent fase.

Når utfyllingen i sjø er ferdig etablert vil en utlekking fra massene kun foregå fra det ytre laget av skråningsutslaget. Dette består av stor stein brukt til erosjonssikring av fyllingen og det totale overflatearealet er svært lite i forhold til det nedknuste materialet som er benyttet i utlekkingsforsøkene. Utlekkingen forventes å avta med tiden til neglisjerbare konsentrasjoner som raskt vil bli fortynnet i de store vannmassene som omringer Kvitsøy og som skiftes ut jevnlig. Siden vannsøylen er permanent mikset forventes heller ikke en evt. utlekking å akkumulere i dypvannet.

Påvirkning på det lokale marinmiljø i permanent fase vurderes å ha minimal betydning. Etter anleggsfase vil det være nye habitatsområder for både tareskog og hummer. Spesielt rekolonisering av tareskog vil skape høy biodiversitet igjen i området.

En potensiell miljørisikoutfordring vil være akkumulering av nytt sediment fra utfyllingsmassene i sundet mellom Krossøy og Krågøy. Når utfyllingsområdet ved Krågøy etableres, vil dagens strømforhold i sjøen endres. Bukten mellom Krågøy og Krossøy vil være mer beskyttet enn pr i dag. Dette gir at finstoff som avsettes mellom Krågøy og Krossøy ikke nødvendigvis blir vasket vekk av tidevann og lokale havstrømmer.

Nikkel er i utgangspunktet ikke definert som et giftig metall. Eksponering av høye nikkelkonsentrasjoner over en lang periode kan likevel gi en negativ påvirkning for organismer. Muslinger er kjent for å være en av organismene som har størst potensial for bioakkumulering (opptak i enkeltorganisme) av metaller fra miljøet. Dette innebærer at utfyllingen kan gi effekt på enkeltindivider av østerskolonien og kamskjell i området. Nikkel biomagnifiseres (oppkonsentrasjon i næringskjeden) ikke i næringskjeden. Forhøyet nikkelkonsentrasjon i østers og kamskjell ved anleggsområdet kan påvirke kostholdsrad mht. disse forekomstene. Det er dog lite sannsynlig at østers og kamskjell fra utfyllingsområdet vil bli spist av folk.

Idet oppdrettsanlegget flyttes, anses risikoen for skade på fisken i oppdrettsanlegget som ubetydelig.