




SB555 Sotrasambandet
Area 06 Knarrvikatunnelen
Søknad om utslipp av tunnelvann
Rapport

- Gjennomgått
- Gjennomgått m/kommentar
- Kommentert (revider og send inn ny revisjon)
- For informasjon

Sign:

01	Klar for oversendelse til Statsforvalter	24.09.2024	SL	SIR	BS
00	Klar for gjennomgang av prosjektet	06.05.2024	SHJ/SL	adw	BS
Rev.	Revisjonen gjelder	Dato	Utarb. av	Kontr. av	Godkj. av
		Ant. sider 34	Ledig		
SB555 Sotrasambandet Area 06 Knarrvikatunnelen Søknad om utslipp av tunnelvann Rapport		Bestiller	Sotra Link Construction		
		Produsert for	Statens Vegvesen		
		Produsert av	Multiconsult Norge AS		
		Ledig			
		Ledig			
		Ledig			
		Byggverksnr.			
Dokumentnummer				Rev.	
SB-MC-APP-06-ENV-000006				01	
FDV-dokument-/tegningsnummer:				FDV-rev.:	

INNHold

1	SAMMENDRAG	5
2	INNLEDNING	6
2.1	Ytre miljø i prosjektet	7
3	OMRÅDEBESKRIVELSE	7
4	PLANSTATUS	9
5	BESKRIVELSE AV TUNNELEN OG PROSJEKTET	9
5.1	Framdriftsplan	9
6	UTSLIPPSPUNKT	10
6.1	Anleggsfase	10
6.2	Driftsfase	10
7	MILJØ- OG RESIPIENTFORHOLD	11
7.1	Metode og datagrunnlag	11
7.2	Knarrvika (Vatlestraumen)	12
7.3	Arefjordpollen	13
7.4	Naturmangfold	13
7.5	Fiskeinteresser	16
7.5.1	Gyte- og oppvekstområder for fisk	16
7.5.2	Akvakultur	17
7.6	Rekreasjon/friluftssinteresser	18
7.7	Kulturminner	19
8	MILJØMÅL	20
9	SÅRBARHETSVURDERING	20
10	ANLEGGSFASEN	21
10.1	Tunnelvann	21
10.1.1	Vannmengder	21
10.1.2	Vannkvalitet	22
10.2	Vannhåndtering	23
11	MILJØRISIKOVURDERING ANLEGGSFASE	24
11.1	Spredning av partikler	24
11.2	Organiske forbindelser	24
11.3	Metaller	25
11.4	Oppsummering risikovurdering anleggsfase	25
12	AVBØTENDE TILTAK	25
13	FORESLÅTTE GRENSEVERDIER/UTSLIPPSKRAV I ANLEGGSFASE	26
14	KONTROLL OG OVERVÅKING	26
15	DRIFTSFASEN	27
15.1	Tunnelvann	27
15.1.1	Vannmengder	28
15.1.2	Vannkvalitet	28
15.1.3	Vannhåndtering	31
15.1.4	Prosedyre ved vasking	31
15.2	Miljørisikovurdering driftsfase	31
15.3	Kontroll og overvåking	31



16	NATURMANGFOLDLOVEN	32
17	REFERANSER	32

Dokument / endringslogg

Revision	Endringslogg
01	Oppdatert framdrift (kap. 5.1) og oppdatert beskrivelse av renseløsning i driftsfase (kap. 6.2)

1 SAMMENDRAG

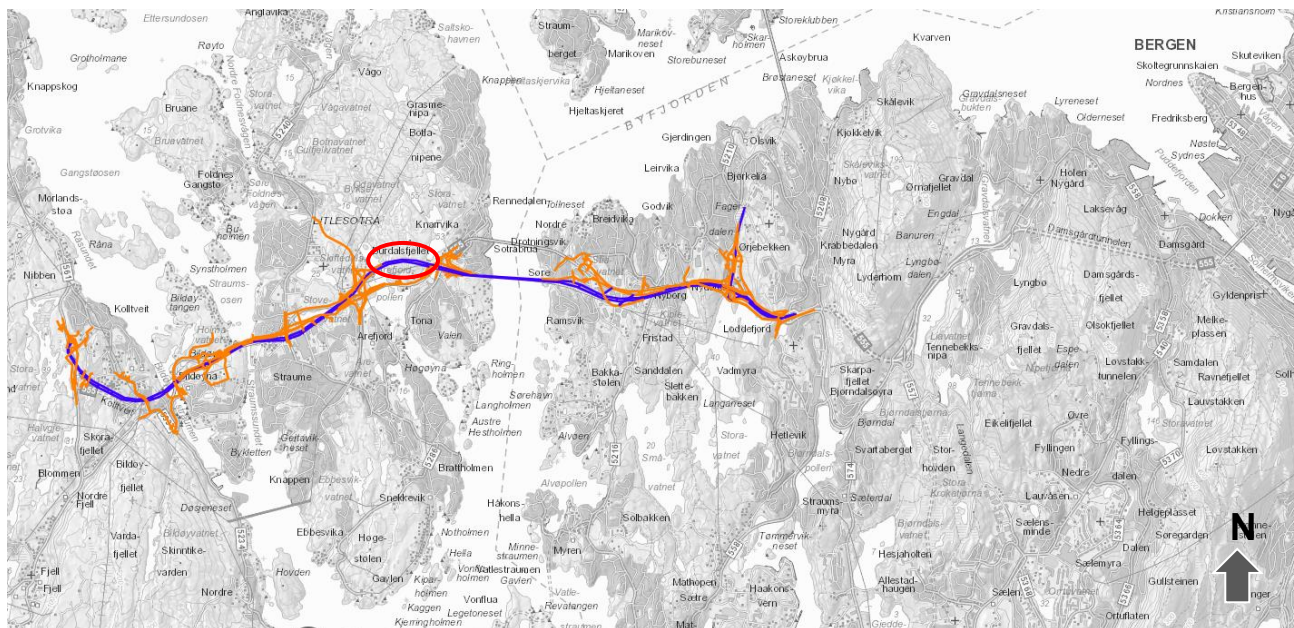
Sotrasambandet er ett av Norges største vegutbyggingsprosjekt. Prosjektet omfatter ca. 9,4 km firefeltsveg, ny Rv. 555, fra Storavatnet i Bergen til Knarrvika i Øygarden kommune. Ca. 4,6 km av prosjektet går i tunnel, fordelt på fire tunneler; Kolltveittunnelen, Straumetunnelen, Knarrvikatunnelen og Drotningsviktunnelen. Prosjektet inkluderer en ny firefelts bru på ca. 900 m, med separat gang og sykkelveg. Også tre mindre bruer inngår i prosjektet (over Bildøystraumen, Straumssundet og Arefjordpollen). Det nye vegsystemet får egne felt og ramper for kollektivtrafikk og gang- og sykkeltrafikk. Det skal også bygges ny innfartsparkering og kollektivterminaler på Straume og ved Storavatnet (Bergen).

Denne rapporten omhandler utslipp av vann fra Knarrvikatunnelen, både i anleggsfase og driftsfase. Aktuelt utslippspunkt i anleggsfasen er i sjø ved Knarrvika. I driftsfasen vil vann bli ledet til utslipp i Arefjordpollen. Alt vann skal renses før utslipp. Oppstart av tunneldriving med utslipp av tunneldrivevann er planlagt til april/mai 2025.

Foreliggende rapport inneholder utdypende informasjon i forbindelse med søknad om tillatelse til tiltak etter forurensningsforskriften.

2 INNLEDNING

Sotrasambandet er ett av Norges største vegutbyggingsprosjekt. Prosjektet omfatter ca. 9,4 km firefeltsveg, ny Rv. 555, fra Storavatnet i Bergen til Kolltveit i Øygarden kommune, se Figur 1. Ca. 4,6 km av prosjektet går i tunnel, fordelt på fire tunneler; Kolltveittunnelen, Straumetunnelen, Knarrvikatunnelen og Drotningsviktunnelen. Prosjektet inkluderer en ny firefelts bru på ca. 900 m, med separat gang- og sykkelveg. Også tre mindre bruer inngår i prosjektet (over Bildøystraumen, Straumssundet og Arefjordpollen). Det nye vegsystemet får egne felt og ramper for kollektivtrafikk og gang- og sykkeltrafikk. Det skal også bygges ny innfartsparkering og kollektivterminaler på Straume og ved Storavatnet (Bergen).



Figur 1 Oversiktskart som viser ny firefelts motorvei (blå) og nye sekundærveier (oransje). Utbyggingsområdet går fra Storavatnet ved Loddefjord i Bergen kommune til Storavatnet i nærheten av Knarrvika i Øygarden kommune. I øst omfatter utbyggingen også en del av veien nordover mot Askøy, mens den i vest også omfatter en del av veien nordover mot Knarrvika og sørover mot Fjell. Denne rapporten omhandler planlagte utslipp av vann fra Knarrvikatunnelen. Lokalisering av tunnelen er vist med rød ring. Kilde: Prosjektets GIS-modell.

Utbyggingen av Sotrasambandet skal gjennomføres som en OPS¹-kontrakt som er tildelt selskapet Sotra Link. Det er de tre internasjonale selskapene Macquarie, WeBuild og SK Ecoplant som står bak Sotra Link, og som sørger for finansieringen av OPS-kontrakten sammen med Statens vegvesen. Utbyggingsentreprenøren CJV er et såkalt «joint venture» dannet av de tre utenlandske selskapene FCC, WeBuild og SK Ecoplant. Det internasjonale selskapet Intertoll vil stå for drift og vedlikehold av det ferdige veganlegget i inntil 25 år.

Multiconsult er engasjert av CJV for å utarbeide søknader om utslippstillatelser og tillatelser til tiltak i sjø og vassdrag.

Foreliggende rapport er søknad om tillatelse iht. forurensingsloven § 11 til utslipp av vann fra Knarrvikatunnelen, både i anleggsfase og driftsfase.

Det er planlagt utslipp av rensert tunnelvann i sjø ved Knarrvika i anleggsfasen, og til Arefjordpollen i driftsfasen.

¹ OPS = Offentlig Privat Samarbeid

Begrepet «tunnelvann» er i rapporten brukt både om vann i anleggsfasen (innlekkasjevann og vann fra boring/driving, tunneldrivevann) og i driftsfasen (tunnelvaskevann og innlekkasjevann). Anleggsvann er benyttet når det er snakk om vann fra dagsoner, byggegrop og riggområder i anleggsfasen. Utslipp av anleggsvann og veivann fra driftsfase fra dagsonen på Knarrvika (A7), samt mudring og utfylling i Arefjordpollen, beskrives og vurderes i egne rapporter/søknader.

Sotra Link er ansvarlig søker og Statens vegvesen er tiltakshaver og ansvarlig i henhold til forurensningsloven §7.

2.1 Ytre miljø i prosjektet

Ytre miljø i prosjektet skal følges opp både i prosjekterings- og anleggsfase. Det er utarbeidet en detaljert YM-plan (Ytre miljøplan) med miljømål innen ulike deltema [4]. Basert på miljørisikovurderinger for ulike aktiviteter skal det iverksettes tiltak for at påvirkning på ytre miljø skal være så liten som mulig.

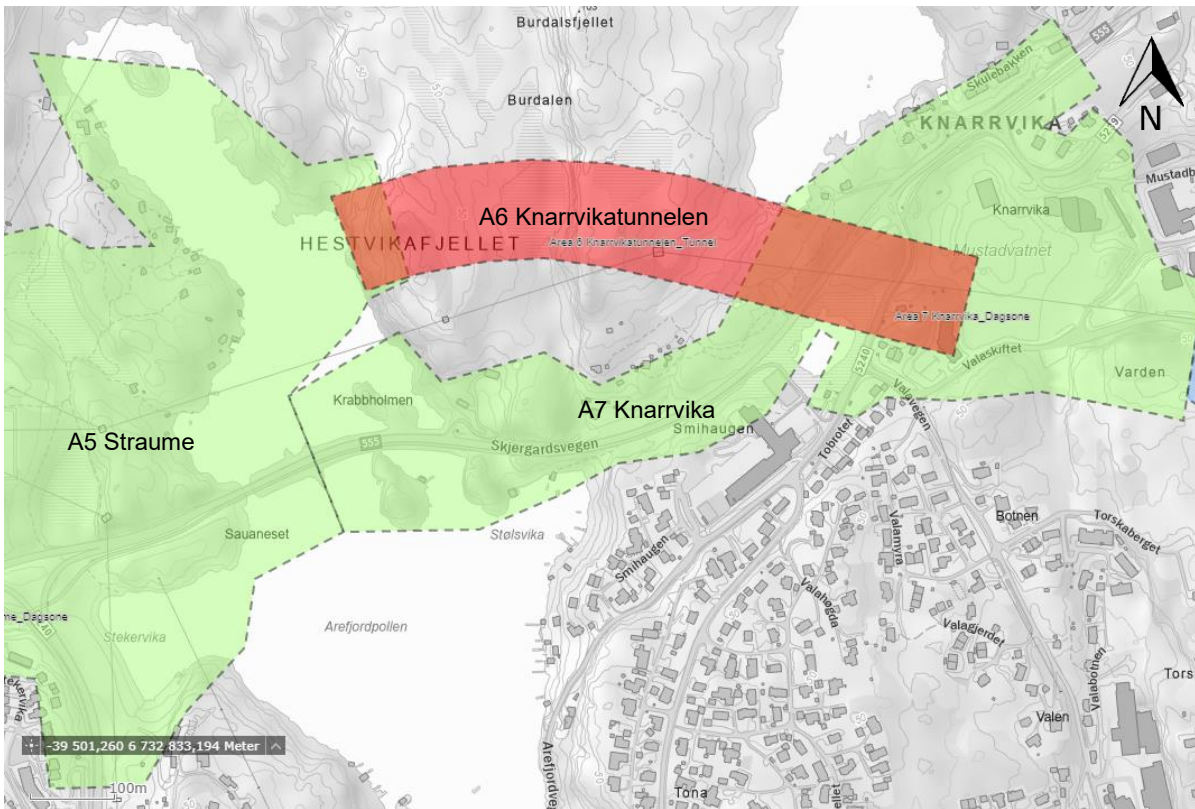
Tiltak for å redusere påvirkning av støy og for reduksjon av luftforurensing er innarbeidet i YM-planen. I henhold til planbestemmelsene skal støy fra bygge- og anleggsvirksomhet tilfredsstillende retningslinje T-1442 [5]. Statsforvalteren har også i avklaringsmøte den 4. januar 2022 gitt uttrykk for at det ikke er nødvendig å inkludere støy og luftforurensning i en evt. søknad om utslippstillatelse. Temaene er allerede avklart i forbindelse med reguleringsplanen.

3 OMRÅDEBESKRIVELSE

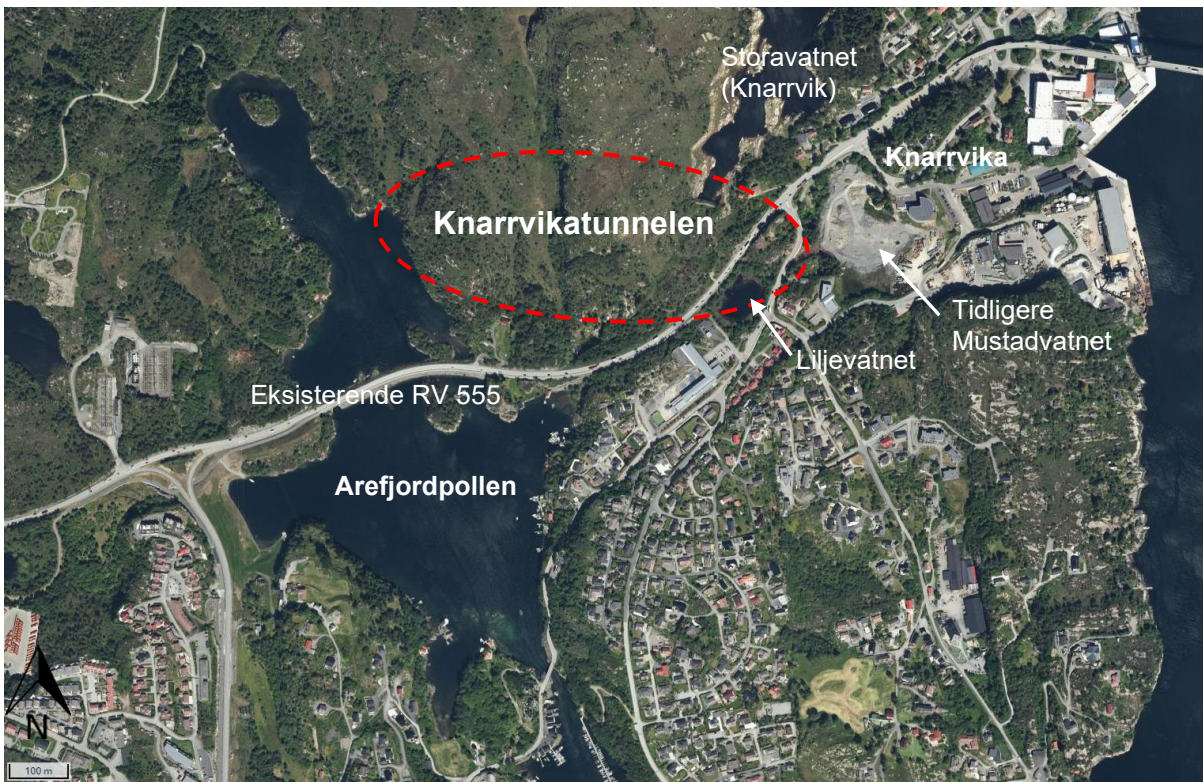
Sotrasambandet er delt inn i 11 strekninger. Denne rapporten omhandler Knarrvikatunnelen, som er delstrekning 6, A6, som vist på Figur 2. Tunnelen skal bygges fra Liljevatnet i Knarrvika i øst, gjennom Burvikfjellet, og til Arefjordpollen i vest. Vest for Knarrvikatunnelen ligger strekning A5 Straume, og i øst ligger Knarrvika, strekning A7. Tiltaksområdene ligger i Øygarden kommune.

Landskapet over tunnelen består hovedsakelig av ubebygde naturområder av lynghei med innslag av skog. Området består av bergkoller og mindre mengder løsmasser. I dalsøkk og forsenkninger er det mindre grunne myrområder. Tunnelen passerer like sør for Storavatnet (ved Knarrvika). Årsnedbøren i området er om lag 2000 mm/år.

Tunnelen vil gå i bergmasse med granittisk gneis, som er beskrevet som lite til moderat oppsprukket. Tunnelen krysser to svakhetssoner. Det er flere kryssende/parallelle svakhetssoner ved Burdalen og like nord for traseen, under bekkedalen fra Storavatnet [3].



Figur 2. Oversiktskart hentet fra prosjektets GIS-modell som viser strekning A5 Straume, A6 Knarrvikatunnelen og A7 Knarrvika. Grønne områder markerer dagsoner og rødt område markerer tunnel. Kartilde: Kartverket, Geodata.



Figur 3: Oversiktskart som viser lokalisering av Arefjordpollen og nye Knarrvikatunnelen (stiplet, rød linje), vest for Knarrvika. Kartkilde: <https://kart.kystverket.no/>.

4 PLANSTATUS

Håndtering av veivann og anleggsvann skal utføres i samsvar med følgende reguleringsplaner:

- Plan ID: 20130001 362RP RV. 555 Sotrasambandet, parsell Kolltveit – Bergen grense vedtatt 26. mai 2016.

Planbestemmelsene har følgende bestemmelser som legger føringer for utslipp:

- Kapittel 6.6.1. Tunnelvaskevann. Det er lov å oppføre bygg for tekniske installasjoner. Det er også lov med rensedam/anlegg for tunnelvaskevann, der utforming skal være i samsvar med GH-tegning. Utforming av områdene skal følge prinsippene gitt i landskapsplaner, O-tegninger.
- Kapittel 11.5. Tiltak for å hindre direkte avrenning til vannforekomster i anleggsfasen skal detaljeres før anleggsstart og synliggjøres i YM-planen.
- Kapittel 11.6. Program for miljøoppfølging av vannmiljø og driftsinstruks for rensebasseng skal utarbeides og legges fram for Statsforvalteren før anleggsstart. Forslag til driftsinstruks og oppfølgingsprogram skal innarbeides i YM-plan.

I henhold til reguleringsbestemmelsene kap. 1.6.1 skal Fylkesmannen (nå Statsforvalteren) vurdere behov for utslippstillatelse etter forurensningsloven §11. Forslag til miljøovervåkingsprogram for vannmiljø i anleggs- og driftsfase skal inngå.

5 BESKRIVELSE AV TUNNELEN OG PROSJEKTET

Knarrvikatunnelen vil være ca. 740 m lang og ha to parallelle tunnellop, ett tunnellop per kjøreretning. Østre påhugg blir nord/nordøst for Liljevatnet, men på grunn av lokalvegnettet som vil bli liggende planfritt over tunneltraseen, planlegges det lange betongkulverter som forlengelse av tunnelen (90–130 m lange). Utløpet av tunnelene vil derfor være like ved det utfylte Mustadvatnet.

Tunnelen er i tunnelklasse E og er plassert nord for dagens trase for RV 555. Den planlagte tunnelen vil bli drevet på synk fra øst mot vest. Fra påhugget ved Arefjordpollen er det planlagt gradvis økende stigning fra 1 % i starten i vest til 5 % i øst.

Det er planlagt injisering i tunnelen i forbindelse med drivingen for å overholde definerte grenseverdier for innlekkasjevann.

I driftsfase vil innlekket vann i tunnelen drenere mot Arefjordpollen. Det skal bygges renseanlegg i tunnelen for overvann og tunnelvaskevann i driftsfasen. Prosjektering av anlegget pågår. Nærmere beskrivelser er gitt i kapittel 15.1.

Renseanlegget må dimensjoneres slik at det forurensede vaskevannet kan stå i 4 uker for sedimentasjon og nedbrytning av såpestoffer [37].

5.1 Framdriftsplan

Forberedende arbeid for Knarrvikatunnelen, slik som vegetasjonsrydding og fjellsprenging i påhuggsområdet, startet våren 2024. Oppstart av tunneldriving med utslipp av tunneldrivevann er planlagt til april/mai 2025. Planlagt gjennomslag er i desember 2025. Knarrvikatunnelen skal være ferdig omtrent oktober 2026.

6 UTSLIPPSPUNKT

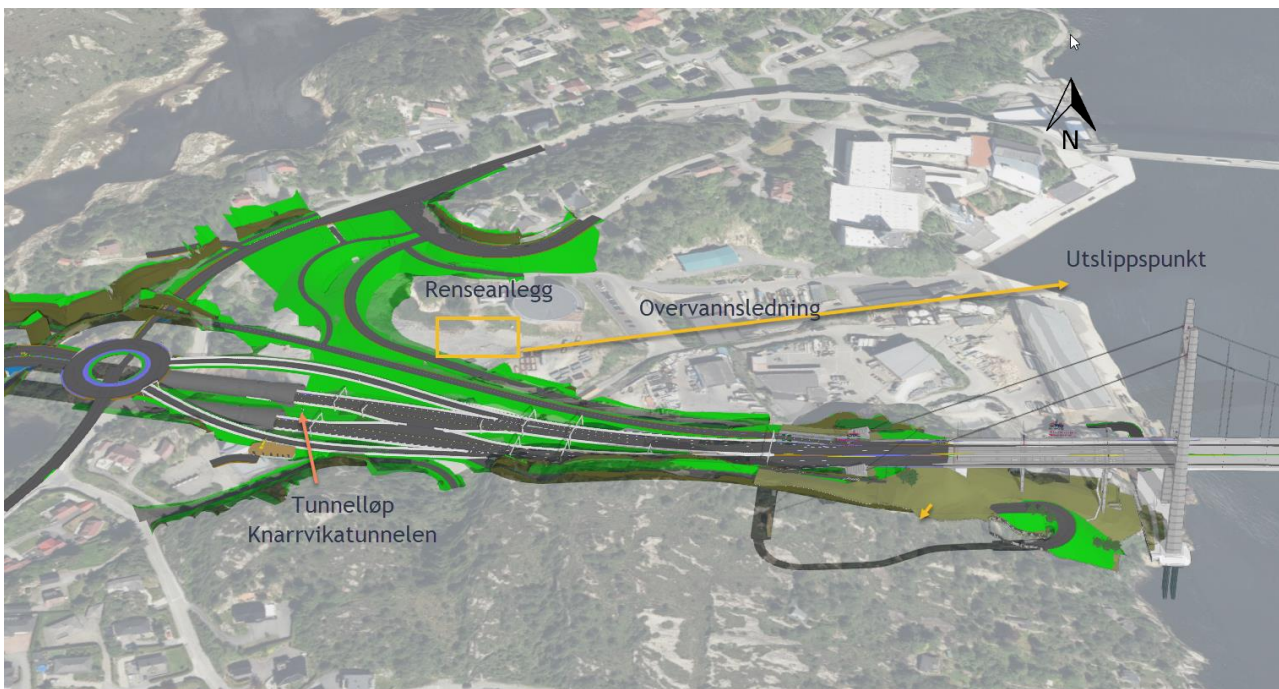
I forbindelse med reguleringsplanen ble det utarbeidet en VA-rammeplan (FR16) som blant annet beskriver håndtering av veivann [8]. I VA-rammeplanen er det foreslått en løsning hvor vann i driftsfase føres til sjøen, henholdsvis via rensebasseng etablert på fylling i Mustadvatnet og ned til fjorden via kulvert, se Figur 5. Dette er nå planlagt til å gjelde i anleggsperioden, mens tunnelvann i driftsperioden vil føres vestover og slippes ut i Arefjordpollen.

Nærmere beskrivelse av resipientene er gitt i kapitlene under.

6.1 Anleggsfase

I anleggsfasen vil vann fra driving av Knarrvikatunnelen bli sluppet ut til sjø ved Knarrvika etter rensing.

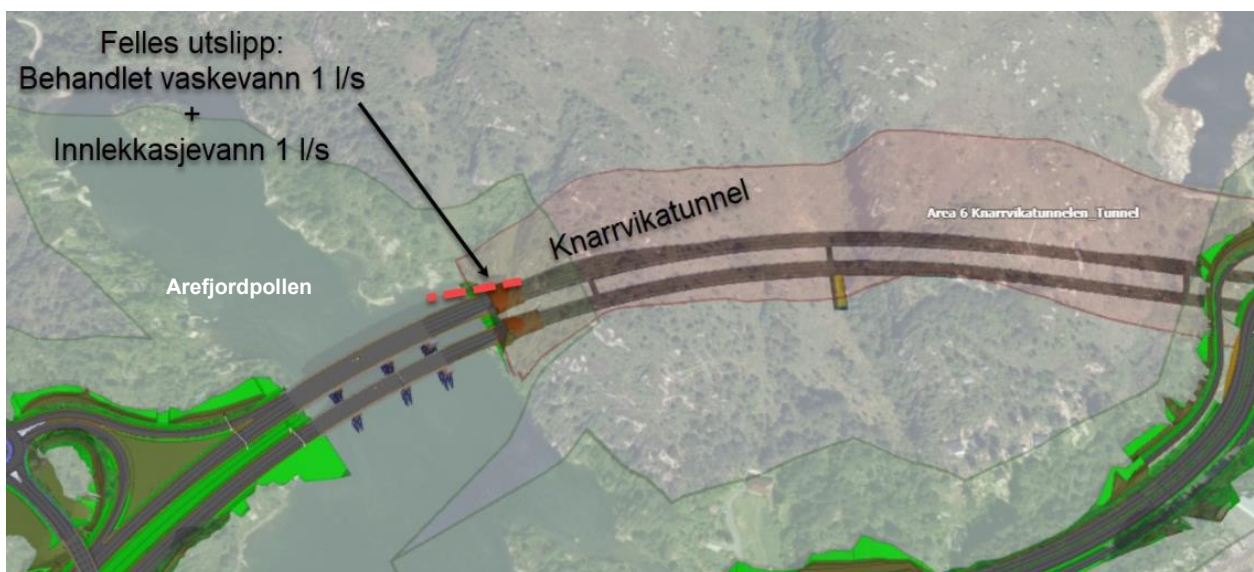
Utslipp av rensert vann fra driving av Knarrvikatunnelen er planlagt ført til sjø via nylig etablert overvannsledning som munner i Knarrvika (se Figur 4).



Figur 4. Oversiktskart hentet fra prosjektets GIS-modell som viser østre innløp til Knarrvikatunnelen, planlagt plassering av renseanlegg i anleggsfasen, trase for overvannsledning og planlagt utslippspunkt.

6.2 Driftsfase

I driftsfasen føres innlekkasjevann, tunnelvaskevann og veivann fra tunnelen til rensebasseng inne i tunnelen. Renseløsningen vil bestå av oljeutskiller klasse 1 og sedimenteringsbasseng. Renseanlegget må dimensjoneres slik at det kan takle kjemisk søl, som f.eks. fra en tankbilvelt, slik at de forurensede væskene lagres inne i pumpeumpen med en kapasitet på 42 m³. Fra rensebassenget blir det utslipp til sjø i Arefjordpollen. Løsninger som er foreslått er enten gjennom borehull direkte fra sedimenteringsbasseng eller via nedføringsrør fra bro over Arefjordpollen. Utslippspunktet er planlagt nær strandlinjen, se Figur 5.



Figur 5. Kart som viser omtrentlig utslippspunkt for innlekkasjevann, rensset tunnelvaskevann og veivann fra Knarrvikatunnelen i driftsfasen. Vannet ledes til Arefjordpollen.

7 MILJØ- OG RESIPIENTFORHOLD

7.1 Metode og datagrunnlag

Som kunnskapsgrunnlag er det benyttet offentlig tilgjengelig informasjon i offentlige databaser og resultater fra tidligere gjennomførte undersøkelser. Databaser som er brukt for informasjonssøk er Naturbase [21], Vann-nett [13], Artskart [20] og fiskeridirektoratets karttjeneste [22]. Naturbase har kartkilder fra blant annet Miljødirektoratet, Statens kartverk, Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO), Artsdatabanken, Norges vassdrag- og energidirektorat, Havforskningsinstituttet, Riksantikvaren og geodata.

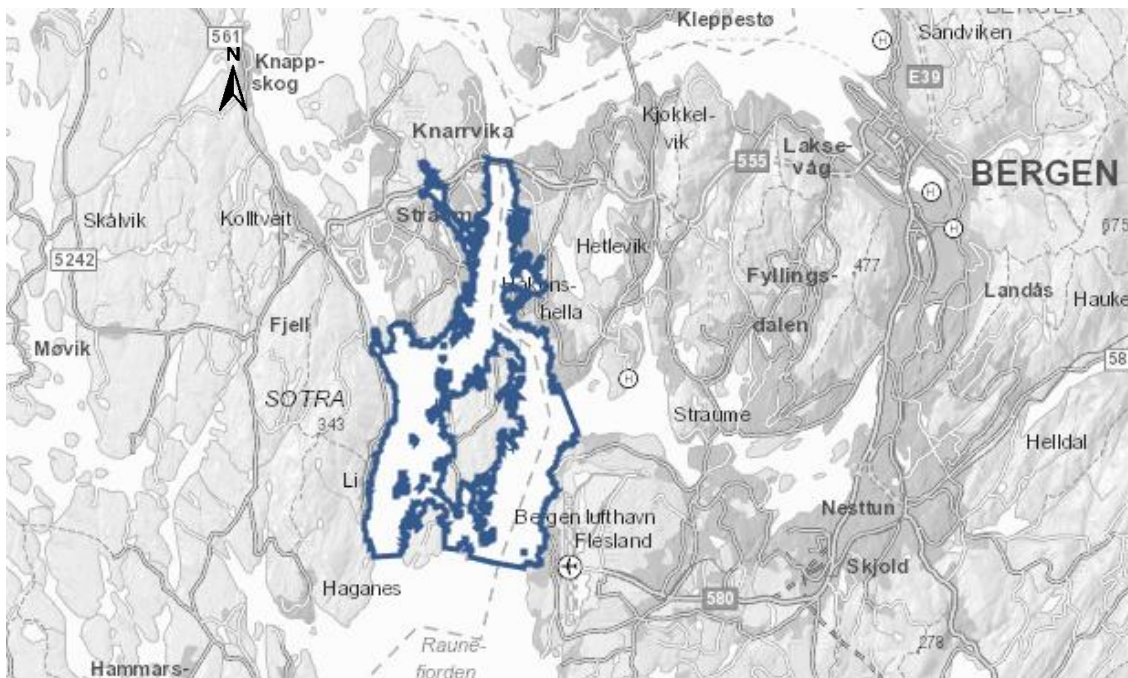
Det vises til relevante referanser for nærmere forklaringer og beskrivelser av grunnlagsdata. Data som vurderes som ikke relevante inkluderes ikke, f.eks. registreringer i Artskart som er over 20 år gamle.

I forbindelse med reguleringsplanen for prosjektet ble det laget fagrapporter som er relevante for vurderingene her, se [9], [10], [11] og [28].

Både utslippspunktet ved Knarrvika og Arefjordpollen ligger i nordlig del av vannforekomsten Kobbaleia i vann-nett [13] (nr. 0261010600-C²), se Figur 6. Se Vann-Netts informasjon om vannforekomsten i Tabell 1.

Tabell 1 Registreringer av vannforekomst Kobbaleia, Kilde Vann-Nett pr. 07.02.2023.

Tiltaksområde	
Vannforekomst	0261010600-C Kobbaleia
Areal vannforekomst km²	20,1
Vanntypenavn	Beskyttet kyst/fjord (TOC2-5)
Økologisk tilstand	Moderat (høy presisjon)
Kjemisk tilstand	Dårlig (middels presisjon) grunnet enkelte PAH-forbindelser i sediment
Beskyttet område	Skjervika, badevann
Miljømål	God. Miljømålet nås 2022-2027. Nye tiltak nødvendig for å nå god miljøtilstand
Påvirkning	Liten grad av diffus avrenning fra industri og andre kilder, og punktutslipp fra industri. Punktutslipp fra renseanlegg 2000 PE ved Alvøen, Drotningvik.



Figur 6: Kartskisse som viser vannforekomsten Kobbaleia markert med blått. Kilde: Vann-Nett [3]

I anleggsfasen skal det være utslipp i sjøen ved Knarrvika (Mustadbakken), se Figur 4. I driftsfasen skal det være utslipp i Arefjordpollen, se Figur 5.

Det er ikke utført egen modellering av fortykning av utslippene ved Knarrvika og i Arefjordpollen. Vurderingene er basert på eksisterende informasjon og kunnskapsgrunnlag.

7.2 Knarrvika (Vatlestraumen)

Knarrvika ligger på vestsiden av Vatlestraumen som er en ca. 10 km lang fjordstrekning mellom Byfjorden i nord og Raunefjorden i sør. Utslippspunktet i anleggsfasen ligger ca. 400 m sør for vannforekomst Byfjorden. I aktuelt område er Vatlestraumen ca. 600 m bred og ca. 70 m dyp midtfjords. Nord for dagens Sotrabru og nordover mot Byfjorden skråner sjøbunnen ned mot ca. 150 m dybde. Ca. 4 km sør for planlagt utslippspunkt ligger Bjorøy, hvor fjorden deler seg i to og Vatle-

straumen går på østsiden av øya. I dette området ligger en terskel på ca. 33 m. Kobbaleia er fjordstrekningen på vestsiden av Bjorøya. Det er en terskel på ca. 38 m rett vest for nordenden av Bjorøya. Informasjon er hentet fra kystinfo [14].

Strømmen i Vattlestraumen er i hovedsak dominert av tidevannet, med en hovedretning mot nord-nordøst [14]. Ved Knarrvika er midlere strømfart på ca. 10 m dyp satt til ca. 0,18 m/s.

Strømforholdet indikerer en resipient med god vannutskifting. Universitetet i Bergen har utført simuleringer av strømforhold i og rundt Vattlestraumen og beskriver forekomst av kraftige strømmer, gjerne på grunn av tidevannsbevegelser [16].

Rådgivende Biologer har på oppdrag fra Bergen kommune utført resipientvurderinger av fjordområdene rundt Bergen i flere omganger, der det er flere prøvetakingspunkt i Vattlestraumen. Det er i 2017 blant annet tatt sedimentprøver og målt hydrografiske profiler ved Drotningstvik [17] som indikerer gode resipientforhold med bakgrunn i økologisk indeks (nEQR) for bunndyr.

7.3 Arefjordpollen

I driftsfasen er det planlagt utslipp av rensed tunnelvaskevann og innlekkasjevann til Arefjordpollen. Innerste del av Arefjordpollen har i dag en dybde på 7-10 meter, mens ytterste del har største dyp på 22 meter. Den innerste delen av Arefjordpollen er delvis avstengt av eksisterende RV555 som ligger på fylling tvers over pollen, med et mindre utløp helt vest på 12 meters bredde og ca. 3 meters dyp. Pollen munner ut i Arefjordstraumen som er en del av Kobbaleia i Bergensfjordsystemet, se Figur 3.

Grunne terskler i Arefjordstraumen er styrende for vannutskiftningen i Arefjordpollen. De øvre vannmassene skiftes ved tidevannsstrøm, mens det er mindre utskiftning i bunnvannet. Tidligere undersøkelser har vist at det er lavt oksygeninnhold i de nedre vannmassene, og oksygenfritt under 17 meters dybde[18].

7.4 Naturmangfold

Nedenfor er det gitt en kort beskrivelse av relevante naturverdier som er registrert i eller nær tiltaksområdet.

I Naturbase [21] er det registrert forekomst av naturtypen store kamskjellforekomster langs østsiden av Litlesotra, på vestsiden av Vattlestraumen, se Figur 7. Forekomsten er en del av en større naturtypelokalitet (BM00111879) med store kamskjell som strekker seg langs store deler av kystlinja av Øygarden kommune, samt sørvestre deler av Bergen kommune, se Figur 10. Naturtypelokaliteten er satt til svært viktig.

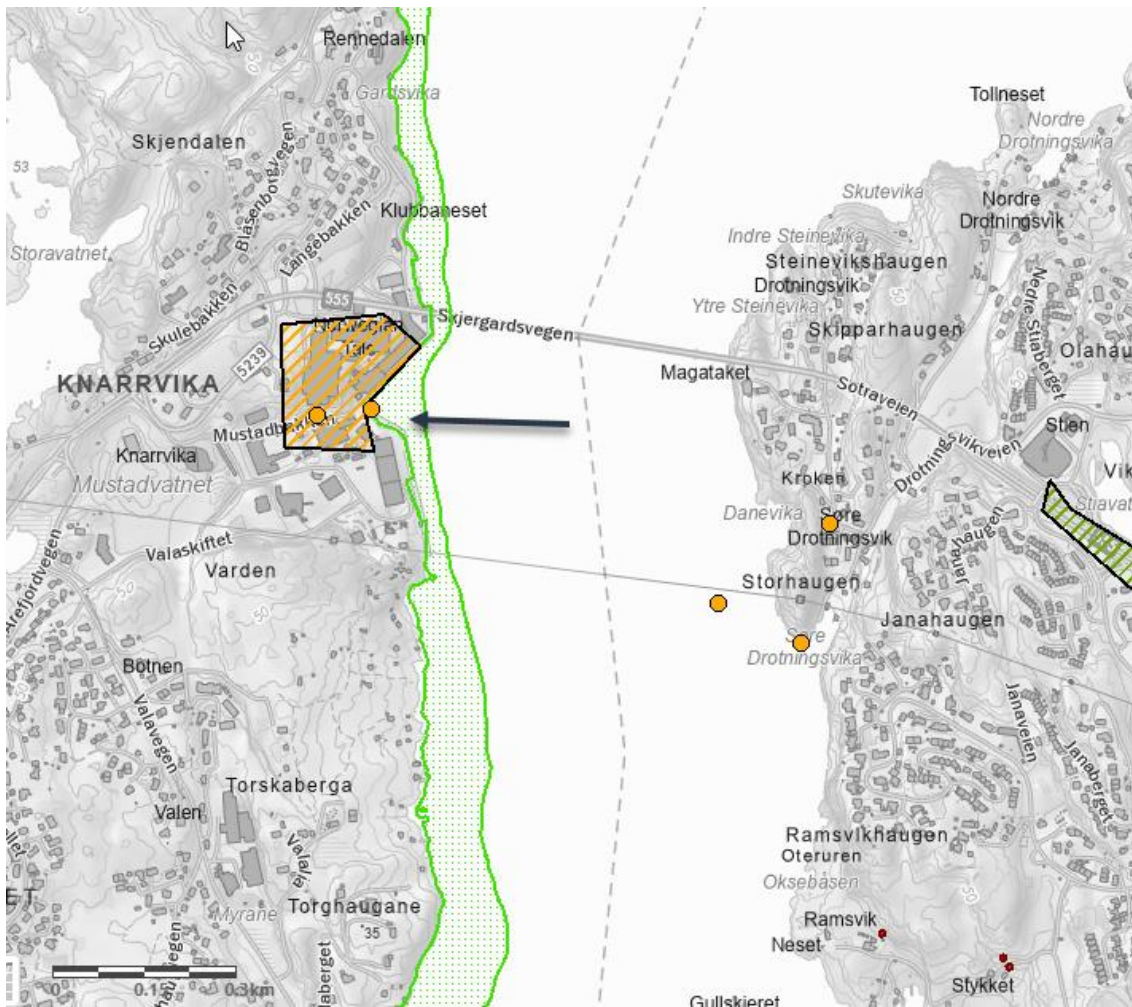
I sørøstre del av Litlesotra, er det registrert en lokalitet med større tareskogforekomster, som er verdisatt som viktig (C-område).

I forbindelse med planarbeidet ble det registrert ålegraseng innerst i Arefjordpollen [45]. Avgrensningen av enga ble justert av Multiconsult i en undersøkelse våren 2022, se Figur 8, og i september 2023 ble ålegrasenga undersøkt av Rådgivende Biologer [46]. Den ble da funnet å ha en utstrekning som vist i Figur 9, ca. 4 daa. Ifølge Rådgivende Biologer fremstod ålegrasenga i Arefjordpollen som levedyktig i moderat tilstand. Generelt var enga tett, men stedvis med noe flekkvis dekning. På nordsiden av Pollholmen ble det også funnet et lite område med havgress (*Ruppia sp.*). Det ble observert begroende alger som dekket sjøgresset, noe som indikerer høy grad av tilstrømning av næringsstoffer og eutrofiering i området. Dette skyldes trolig tilsig av ferskvann fra omkringliggende innsjøer, samt lav utveksling av vann på grunn av flere trange innløp mellom Arefjordpollen og Kobbaleia på østsiden av Sotra.

Ålegras vokser på sand- og mudderbunn i grunne poller og kystområder med tilstrekkelig lystilgang, og den finnes langs hele den norske kysten. Ålegrasenger utgjør et verdifullt levested for en rekke

marine arter. De kan være svært produktive og regnes som viktige marine økosystemer på verdensbasis.

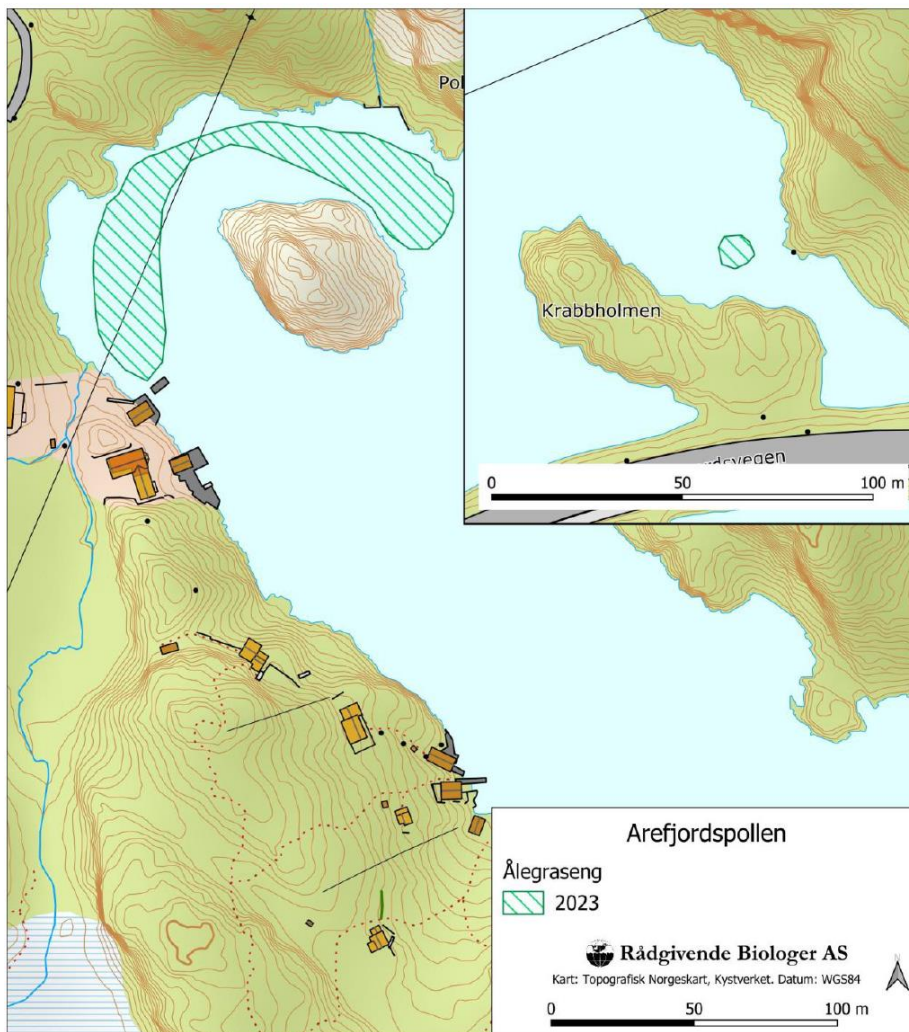
Ålegrasenger er den vanligste varianten av naturtypen marin undervannsenseng. Naturtypen er vurdert som livskraftig (LC) på den norske rødlista for naturtyper. Ålegrasenger er i Håndbok 19 [19] vurdert som en spesiell naturtype som skulle kartlegges. Forekomsten av ålegras i Arefjordpollen er ikke registrert som egen lokalitet i Naturbase. I 2015 ble ålegras vurdert til status som utvalgt naturtype.



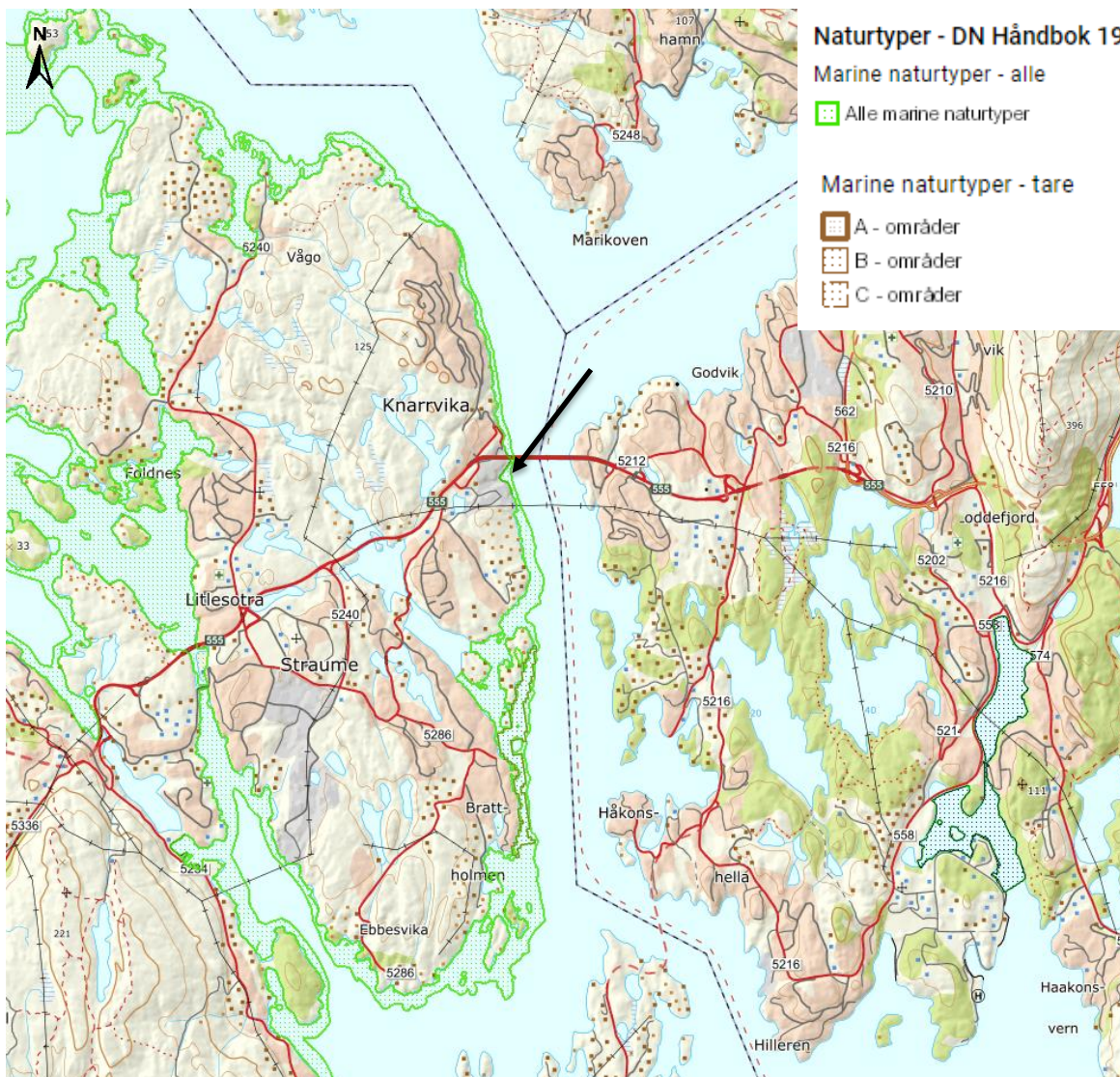
Figur 7. Kartutsnittet viser kartlagte viktige naturtyper (grønn skravering) og artregistreringer for ansvarsarter nærliggende områder (oransje punkt og skravering, omfatter fuglearter). Utslippspunkt er markert med pil. Kilde: Naturbase [21].



Figur 8. Ålegraseng i Arefjordpollen. Avgrenset av Multiconsult 2022.



Figur 9. Utbredelse av ålegraseng i Arefjordpollen i september 2023. Kopi av figur 28 i [46].



Figur 10: Marine naturtyper iht DN Håndbok 19 [19] i nærliggende områder. Utslippspunkt Knarrvika er markert med pil. Kilde Artsdatabanken. Økologiske grunnkart [20] 09.05.23

7.5 Fiskeinteresser

7.5.1 Gyte- og oppvekstområder for fisk

Det er ikke registrert gyte- eller oppvekstområder for fisk i nærheten av tiltaksområdene [24]. Det er et gytefelt for torsk ved Marikoven, Askøy, ca. 3,6 km nordøst for utslippspunktet ved Knarrvika. I tillegg er Grimstadfjorden, som ligger hhv. ca. 5,4 km og ca. 6,3 km sør for utslippspunktene ved Søre og Nordre Drotningstveit, registrert som et nasjonalt viktig gytefelt for torsk. Det er flere gyteområder på vestsiden av Lillesotra. Registreringene er vist på kartskissen i Figur 11.

Larslivassdraget som ligger helt nord i Arefjordpollen (se Figur 8) har arealer som er egnet for gyting av sjøørret. Det er menneskeskapt vandringshinder og strykpartier i vassdraget som trolig hindrer fri vandringsvei for sjøørret til gyteområdene [47].



Figur 11: Kartutsnittet viser gyteområder i nærliggende områder. Utslippspunktene ved Knarrvika er markert med pil. Kilde: [24]

7.5.2 Akvakultur

Det er ingen akvakulturlokaliteter i umiddelbar nærhet av utslippspunktene, se Figur 12. Nærmeste akvakulturlokalitet i sjø er anlegg for kamskjellsoppdrett på sørvestsiden av Bjorøya, ca. 7 km fra utslippspunktet ved Knarrvika. Mot nord er det et oppdrettsanlegg for laks og ørret ved Geitanger ca. 7 km nordvest for utslippspunkt.

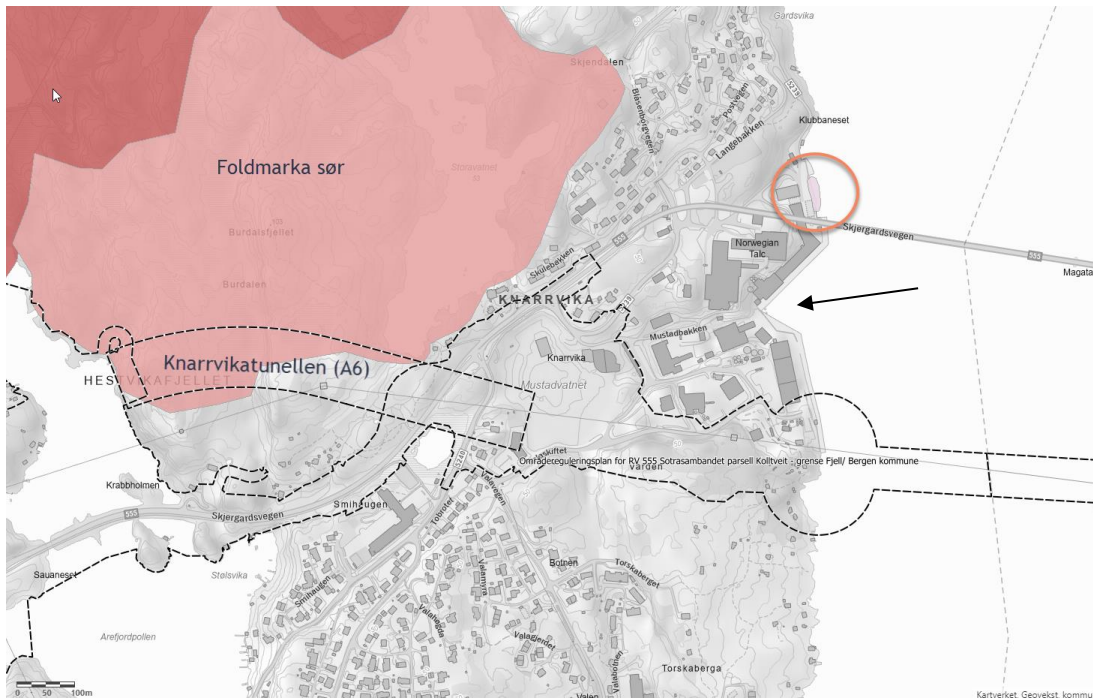
Firda settefisk Alvøen as har produksjon av settefisk ved Alvøen der de henter vann fra Småvatnet, og ikke fra sjøen.



Figur 12 Akvakulturlokaliteter og utslippspunkt for tunnelvann (stjerne). Kilde: [24].

7.6 Rekreasjon/friluftsjnteresser

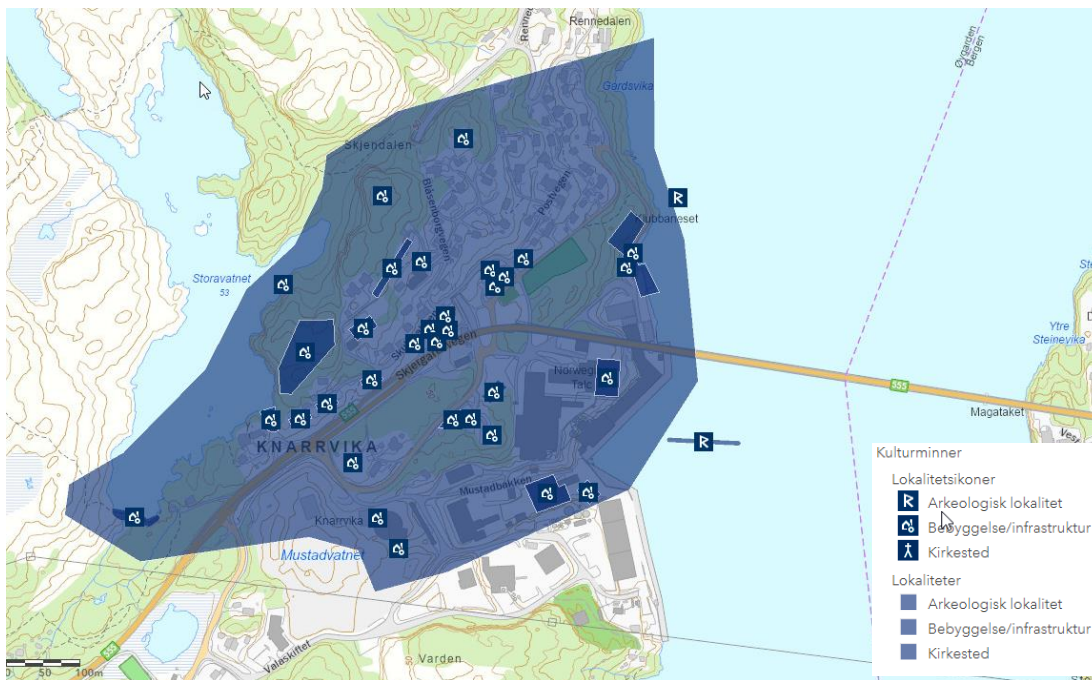
I Naturbase [21] er det ingen registrerte statlige sikret friluftslivsrområder i tilknytning til tiltaksområdet. Det er registrert et utfartsområde (Floldmarka sør) over tunneltrase for Knarrvikatunnelen. Området er verdisatt som viktig friluftslivsområde med middels brukerfrekvens og definert som turområde med stier som kobler Valen, Liljevatnet skule og Knarrvika til Foldnesmarka. Nord for utslippspunkt for tunnelvann i anleggsfasen er det registrert en fiskeplass fra kai med lav brukerfrekvens og ingen spesiell funksjon (Figur 13).



Figur 13 Utfartsområde (Foldmarka sør) over tunneltrase for Knarrvikatunnelen. Fiskeplass nord for utslippspunkt i anleggsfasen (pil) markert med oransje ring. Områdereguleringsplan for ny RV555 vist med stiplet linje. Kilde: Naturbase [21].

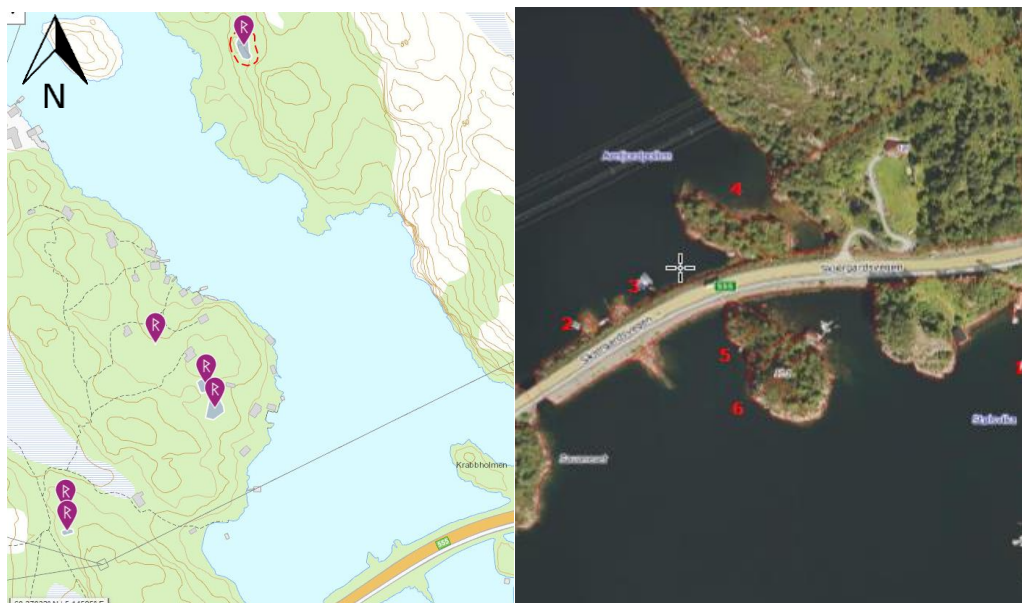
7.7 Kulturminner

I Knarrvika er det et industrielt kulturmiljø med innslag av samferdselsminner vurdert til å ha stor verdi. Det er vurdert at ingen av de kjente verdifulle elementene i kulturmiljøet her vil bli påvirket av veitbyggingen av RV 555. I Knarrvika, like ved utslippspunkt for tunnelvann i anleggsfasen, er det registrert et kulturminne i sjø. Registreringen består av to skipsvrak med uavklart vernetype.



Figur 14 Kulturminner registrert ved Knarrvika, Øygarden kommune. Kilde: Kulturminner [26].

Marinarkeologiske undersøkelser i Arefjordpollen i 2013 konkluderte med flere båtfunn. Vrakene var av en alder og type som ikke kvalifiserte til kulturminnestatus. Nyere undersøkelser utført i 2019 avdekket ytterligere vrak, der sjøfartsmuseet har konkludert med at ingen av vrakene er å regne som kulturminner (jf. dialog mellom Multiconsult og Sjøfartsmuseet i mai 2022). Se Figur 14 og Figur 15.



Figur 15: Til venstre: Det er flere registrerte kulturminner på land, noen har status som fjernet. <https://www.kulturminnesok.no/kart> Til høyre: Kartlagte båtvrak i Arefjordpollen 2019 (Kilde: Notat Rambøll. 12.04.2019)

8 MILJØMÅL

Prosjektet har utarbeidet miljømål for både driftsfasen og anleggsfasen. Miljømålene er nærmere beskrevet i prosjektets YM-plan [4] og vil bli videreført som en del av kravene til entreprenør.

Et overordnet miljømål for prosjektet er at tiltaket ikke skal føre til utslipp av forurenset vann som kan føre til skade på miljøet i berørte resipienter.

9 SÅRBARHETSVURDERING

Overvann fra vei kan være forurenset med partikler, metaller, organiske miljøgifter og salt. I tillegg kan vannet inneholde mikroplast som føres ut i resipienten og tas opp i organismene. Den største kilden til mikroplast i veivann er bildekk, men også veimaling og bitumen i asfalt kan inneholde plast.

Resipientenes sårbarhet vil være et viktig grunnlag for å vurdere krav til lokal rensing av overvann i driftsfasen. For å fastsette sårbarheten til vannforekomster har Statens vegvesen utarbeidet en metodikk som baserer seg på kriterier etter naturmangfoldloven og vannforskriften, jfr. henholdsvis SVV rapport 597 [42] og 578 [43]. Sårbarhetsmetoden er utviklet til kun å gjelde for ferskvannsresipienter og er derfor ikke egnet for marine vannforekomster.

De marine resipientene vurderes derfor å ikke være sårbare for tilførsel av veivann i driftsfasen. Tunnelvaskevann skal likevel ledes via renseanlegg før utslipp i sjø. Det vil også bli satt krav til utslipp av tunnelvann i anleggsfasen.

10 ANLEGGSFASEN

10.1 Tunnelvann

Utslipp av tunnelvann i anleggsfasen omfatter produksjonsvann fra boring og sprenging av tunnel (tunneldrivevann), og vann som lekker inn i tunnelen fra det omliggende berget (innlekkasjevann). Mengden vann vil være avhengig av lengde og størrelse på tunnelen samt berggrunnens permeabilitet, bergoverdekning, størrelsen på nedbørsfeltet og nedbørintensiteten.

Der tunneler drives på synk, eller det er et lavbrekk i tunnelen, må tunnelvann pumpes opp og ut av tunnelen. Under driveperioden vil tunnelvannet renne mot lavbrekket, men det kan bli aktuelt å etablere midlertidige fordrøyningsbassenger i deler av tunnelen dersom dette er hensiktsmessig.

I anleggsfasen planlegges drivevann fra tunnelen samlet og ledet til renseanlegg før det ledes til sjø, dvs. Vattlestraumen/ Kobleleia via nylig etablert avløpsledning.

10.1.1 Vannmengder

Ved tunneldrivingen brukes det vann til boring av salve. Det kan også være aktuelt med spyling av røysa før utlasting. Det kan være aktuelt å spyle berget i forbindelse med påføring av sprøytebetong, og det vil bli benyttet vann i anleggsarbeidet i forbindelse med dette, blant annet til spyling av utstyr. Spyling ved pigging er også aktuelt.

Ifølge entreprenør er det planlagt å benytte en rigg med 3 bommer for hvert løp i Knarrvikatunnelen. Begge løpene skal drives samtidig. Det er lagt opp til at tunnelvann skal gjenbrukes der dette er mulig. Entreprenør har oppgitt en vannmengde på 75 m³ pr bom per dag. En 3-boms rigg vil da benytte 225 m³ per dag. Det antas tunneldriving i ca. 12-14 t/døgn. I denne perioden blir timeforbruket av vann for to rigger ca. 32–38 m³/t, eller 9–10,4 l/s. Videre i rapporten benyttes **10 l/s** som maksimal mengde tunneldrivevann.

Det er estimert en fremdrift av driving på 1,4–6 m per dag per løp, men dette vil variere.

I tillegg til vannforbruket under boring og spyling/utlasting vil det være innlekkasje av grunnvann og overflatevann fra omliggende berg. Denne innlekkasjen vil være den samme som i den permanente situasjonen, siden det vil være nødvendig å forinjisere tunnelene etter de krav som stilles til innlekkasje.

Det er satt ulike innlekkasjekrav for ulike strekninger av Knarrvikatunnelen. Avhengig av overdekning og sårbare områder som myrer, innsjøer og brønner, varierer innlekkasjekravet fra 1 til 10 l/min per 100 m tunnel per løp [35]. Det er også beregnet maksimale mengder av innlekkasjevann før tetting i løpet av en strekning på 50 m. I enkelte soner er det i løpet av en begrenset periode ventet store mengder innlekkasjevann før området blir sikret. Det er også angitt totale mengder innlekkasjevann ved ferdig drevet og sikret tunnel. Tabell 2 angir verdier på innlekkasjevann i Knarrvikatunnelen [35].

Tabell 2 Innlekkasjevann til selve Knarrvikatunnelen. Tallene er tatt fra tabell 12 og tabell 13 i rapport med beregninger av innlekkasjevann [35].

Knarrvikatunnelen	Nordre løp	Søndre løp	Begge løp, totalt
Maksimale vannmengder under driving før tetting, pr 50 m.	40,6 l/min	38,6 l/min	Ikke angitt da de ikke ventes å komme samme sted
Totale mengder innlekkasje ferdig tunnel	36,3 l/min	34,7 l/min	71,0 l/min /1,2 l/s

Tallene i tabellen over er benyttet i beregninger av vannmengder fra tunnelen til utslippspunkt.

Forutsetninger som ligger til grunn for beregninger av vannmengder ved utslipp av tunnelvann fra Knarrvikatunnelen:

- To rigger i drift samtidig, én i hvert løp.
- To rigger med 3 bommer i drift 12 t pr dag, 10 l/s
- Innlekkasje som angitt i Tabell 2.

Omtrentlige vannmengder av tunnelvann til utslipp i starten av drivingen av Knarrvikatunnelen fra øst og ved siste stuff (gjennomslag) er vist i Tabell 3.

Tabell 3 Vannmengder tunnelvann i anleggsfasen til utslipp.

Vannmengder tunneldriving Knarrvikatunnelen	I starten av drivingen	Ved siste stuff	Maksimale mengder, <u>ett løp</u>
Tunneldrift	10 l/s	10 l/s	5 l/s
Innlekkasjevann	-	1,2 l/s	0,6 l/s
Total	10 l/s	11,2 l/s	5,6 l/s

Vannmengder vil variere mye da det kan påtreffes soner i berget med mye innlekkasje. De oppgitte mengdene vil dermed være omtrentlige. Gjenbruk av tunnelvann vil føre til lavere vannmengder til utslipp. Også fremdriften antas å variere. Utenom produksjonstiden vil tunnelvannet i hovedsak bestå av innlekkasjevann. Mengden vann rundt stuffen vil dermed variere noe i løpet av døgnet. Siden tunnelen skal drives på synk må vannet pumpes ut av tunnelen før utslipp til resipient. Det skal iverksettes tiltak for å hindre at overflatevann renner inn i tunnelen.

10.1.2 Vannkvalitet

Lekkasjevann er rent vann, og dette vil blandes med tunneldrivevannet før utslipp. Mengden lekkasjevann i tunnelvannet vil øke etter hvert som tunnelen drives, og kan også være større i svakhetssoner. Kvaliteten på tunnelvann fra tunnelbygging vil variere noe i den perioden anleggsarbeidene pågår på grunn av varierende mengde innlekkasjevann som vil blande seg med tunneldrivevannet. Basert på berggrunnen i området ventes det ikke at utlekking av ioner fra selve bergartene vil være noe problem.

Ved sprenging vil det bli dannet steinstøv som gir tunnelvann med mye fine partikler og høyt innhold av suspendert stoff. Store utslipp av partikler kan føre til tilslamming av resipienten. Fine partikler fra sprenging er ofte tynne og spisse og har en form som er mer skadelig for organismer enn naturlige, mer avrundede partikler. Når partiklene er spisse og tynne er det påvist skader på fisk ved så lave konsentrasjoner av suspendert stoff som 25 mg/l [29]. Urenset tunnelvann vil i perioder kunne inneholde konsentrasjoner av suspendert stoff langt høyere enn 25 mg/l. Typisk for tunnelvannet er at det i perioder vil ha høyt innhold av suspendert stoff som følge av stor aktivitet knyttet til bl.a. boring og sprenging, nedmaling av steinmasser ved bruk av anleggsmaskiner, slitasje av dekket på transportveger etc.

Tunnelvannet kan være forurenset av drifts- og vedlikeholdsmidler som olje, diesel og rensemidler fra spill fra anleggsmaskiner. I tillegg vil tunnelvannet også inneholde rester av uomsatt sprengstoff som fører til høye nitrogenverdier i vannet. Under utspregning av tunnelen skal det brukes et emulsjons-sprengstoff. Dette er en fellesbetegnelse på sprengstoffer av nitrater løst i vann emulgert inni en kontinuerlig oljefase [36]. Det er på dette tidspunkt noe usikkert hvilket emulsjonssprengstoff som skal

benyttes, og for videre vurderinger er det derfor benyttet tall fra vurderinger av Slurry. Slurry, som er et emulsjonssprengstoff av ammoniumnitrat og inneholder ca. 25 % nitrogenforbindelser (NH_4NO_3). Forsøk viser avrenning av totalnitrogen på gjennomsnittlig 10–20 % av nitrogenet i det anvendte sprengstoffet. Denne nitrogenmengden føres ut av tunnelen delvis sammen med sprengsteinen og delvis renner den av med tunnelvannet. Andre kilder benytter en verdi for uomsatt sprengstoff på 25 g nitrogen pr tonn masse som blir sprengt ut. Omtrent 30–50 % av dette vil følge med tunnelvannet i anleggsfasen, mens de resterende 50–70 % følger med tunnelsteinen [30]. For Knarrvikatunnelen er det beregnet at ca. 110 000 m³ faste masser skal sprenges ut. Med en antatt egenvekt på 2,7 tonn/m³ for fast berg vil det være omtrent 297 000 tonn med masser som skal sprenges ut. Dette vil si at 2-4 tonn nitrogen vil bli sluppet ut i resipienten med tunnelvannet.

Tilførsler av nitrogen kan gi eutrofieringseffekter i sjø og vassdrag. Eutrofiering fører til økt algeproduksjon som videre kan føre til endringer i det biologiske mangfoldet og reduserte oksygenforhold i resipienten. Nitrogen fra fersk sprengstein som lagres ved resipienten eller benyttes til utfylling vil også bidra til tilførsel av nitrogenforbindelser. Nitrogenforbindelsene vil i hovedsak foreligge som ammonium og nitrat. Andel ammonium vil etter hvert reduseres da ammonium oksideres til nitrat. Det er i dag ikke vanlig å benytte renseløsninger som fjerner nitrogen i forbindelse med sprengningsarbeider i Norge.

Konsentrasjonen av ulike nitrogenforbindelser i utslippsvannet vil være avhengig av flere faktorer, bl.a. mengden innlekkasjevann, vannforbruket til anleggsmaskinene og utvaskingsgraden under spyling av røysa. Vannets surhetsgrad og temperatur er også avgjørende faktorer. I tillegg kan funksjonsfeil på tennere samt søl under lading øke andel uomsatt sprengstoff.

I tunnelanlegg forbrukes store mengder sementprodukter både til injeksjon og til sprøytebetong. Dette fører til at drensvannet i perioder kan få høy pH og andelen ammoniakk (NH_3) av total nitrogen (NH_4 og NO_3) blir høy. Ammoniakk er giftig i lave konsentrasjoner, men gir ingen langtidseffekter i resipienten. Giftigheten av utslipp fra anleggsfasen vil være avhengig av totalt nitrogenutslipp, pH i vannet og i resipienten, fortynning i resipienten og temperatur i vannfasen. Det er ikke ventet at ammoniakk skal være et problem i dette prosjektet. Tunnelvannet skal pH-reguleres før utslipp.

I tillegg kan det forekomme noe aluminium fra emulsjonssprengstoff. Aluminiumsforbindelser kan ved lav pH være giftig for fisk. Det antas at det ikke vil være et problem i dette tilfellet siden tunnelvann har heller noe forhøyet pH. Det er usikkert hvor store mengder aluminium som blir tilført tunnelvannet.

10.2 Vannhåndtering

Alt tunnelvann skal renses før utslipp. Renseløsningene skal være på plass før tunneldrivingen starter. Alt tunnelvann skal gå via et renseanlegg med sedimentasjonsbasseng og olje-/slamavskiller. Det skal etableres utstyr for å justere pH der dette er nødvendig. Renseanlegget/renseanleggene skal dimensjoneres etter de beregnede maksimale vannmengder. Oppsettet skal velges av entreprenør slik at rensekrav skal overholdes. Det skal være beredskap på utstyr og løsninger slik at renseanlegget kan modifiseres og/eller utvides etter behov.

Renset tunnelvann skal gjenbrukes på anlegget der dette er mulig og hensiktsmessig.

Renseanlegg og renseinnretninger skal være på plass og installert før det kan slippes på tunnelvann, og skal være i drift så lenge det er behov for utslipp av tunnelvann. Det må påregnes vedlikehold av alle renseinnretninger, for å unngå at noe går trett og mister sin funksjon. Det skal om mulig iverksettes tiltak for å redusere tilstrømming av overflatevann i byggegrop. Behov for ytterligere tiltak vil bli vurdert fortløpende.

Målestasjoner og innretninger for overvåking skal være på plass samtidig som renseanlegget.

Der det eventuelt skal slippes vann på offentlig nett skal det iverksettes tiltak for å overholde krav gitt i påslippstillatelsen.

11 MILJØRISIKOVURDERING ANLEGGSPHASE

Tunnelvann fra Knarrvikatunnelen planlegges ledet via renseanlegg og til utslipp i sjø ved Knarrvika. Tunnelvannet skal renses slik at mengde suspendert stoff, olje og pH skal være innenfor gitte grenseverdier. Forslag til grenseverdier er gitt i kapittel 13.

Sjøen ved Knarrvika, som er del av Byfjorden/Vatlestraumen, vurderes som en robust sjøresipient. Utslippsvannet vil bli fortynt ved utslippspunktet. Utslippsvannet skal slippes ut slik at det har en god innblanding i sjøresipienten. Utslippsvannet vil da raskt bli fortynt og effekten av høy pH, nitrogenforbindelser og suspendert stoff vil dermed reduseres raskt.

Forurensningen vil først og fremst være utslipp av partikler, men det kan også forekomme utslipp av andre forurensningskomponenter som tungmetaller, nitrogentilførsel, olje, pH-endringer og organiske miljøgifter.

Det vurderes som ikke nødvendig med tidsbegrensninger på anleggsarbeidene som er omfattet av søknaden. Ingen av utslippene som det er søkt om her ligger i nærheten av gyteområder. Det er derfor ikke nødvendig å ta hensyn til gyteperioder.

11.1 Spredning av partikler

Tunnelvannet vil inneholde partikler som potensielt kan ha negative effekter på vannmiljø. Høyt partikkelinnhold gir mindre lysgjennomtrengning i vannet, og dermed potensielt redusert fotosyntese og lavere primærproduksjon (gitt at partikkeltilførselen skjer i eufotisk sone). Partikkelutslipp til dybder større enn ca. 2 ganger siktedypet vil i liten grad påvirke primærproduksjonen, da < 1 % igjen av lyset når ned til denne dybden.

Forskjellige fiskearter vil i varierende grad påvirkes av høyt partikkelinnhold, men fisk tåler generelt kortere eksponering for flere hundre mg/L med partikler. I sjøen vil fisk kunne unngå områder med suboptimal vannkvalitet.

Det er som nevnt ikke vanlig med tiltak for å fjerne nitrogenforbindelser ved utbygging av vegprosjekter. Utslipp av tunnelvann vil føre til en økt tilførsel av nitrogenforbindelser i Vatlestraumen, særlig ammonium og nitrat. Overvåking og eventuelt regulering av pH skal føre til at andel av ammoniakk vil være så lav at denne ikke skal utgjøre noen fare for det marine liv. Anleggsperioden skal pågå over et par år og tilførselene vil dermed strekke seg noe ut. Tilførsel av nitrogenforbindelser med tunnelvannet vil opphøre når tunneldrivingen er avsluttet.

Det er registrert noen rødlistede fuglearter i og ved tiltaksområdet, men det er ikke markert egne hekkeområder i Naturbase innenfor tiltaksområdet [21]. I 2023 har prosjektet observert hekkende fiskemåker (VU) i dette området. Det vurderes slik at støy fra anleggsvirksomheten ikke vil være et betydelig problem for fuglelivet generelt sett. I hekkeperioden, (typisk 15. april til 15. juli), vil det bli vurdert å sette inn tiltak for å hindre at fugler hekker i anleggsområdet eller at fuglene blir vesentlig forstyrret under eventuell hekking. De første sprengningssalvene eller andre sprengninger i dagen skal så langt som mulig legges utenom hekketiden.

11.2 Organiske forbindelser

Anleggsarbeider medfører ofte diesel- og oljesøl fra maskiner. Organiske forbindelser har generelt høy affinitet for partikler og oljeforbindelser, men det er stor variasjon mht. løselighet og toksisitet. Oljeforbindelser vil ikke blandes homogent inn i vann, da en betydelig andel vil legge seg som skimmer / film på vannoverflaten. Oljeskimmer kan dannes selv ved lave oljekonsentrasjoner. Olje kan blandes inn i vannmassene pga. turbulente strømminger, og vannløst olje er giftig for akvatiske organismer.

Veileder 02:2018 [27] fastsetter ikke EQS-verdier (Environmental Quality Standard) for oljeforbindelser (alifater og/eller THC). Ofte benyttede PNEC-verdier for olje i vann er 0,04 mg/L av oljefraksjoner fra C₅-C₁₀ og 1 mg/L for fraksjoner fra C₁₀-C₃₅. I denne rapporten legges sistnevnte PNEC til grunn for vurdering av risiko fra olje. Kvalitetskrav til utslipp av rensed anleggsvann til ferskvannsresipienter bør vurderes på bakgrunn av grenseverdiene. For utslipp til marine resipienter kan det tillates noe høyere konsentrasjoner av olje i anleggsvannet. De marine resipientene har stor vannutskifting og utslipp av anleggsvann vil fortynnes kraftig. Utslipet av oljeholdig anleggsvann vil derfor ha mindre konsekvenser sammenlignet med ferskvannsresipientene.

11.3 Metaller

Metallinnhold i berggrunn viser store variasjoner mellom forskjellige bergarter. Transport av nedknust stein / partikler vil først og fremst være en spredningsmekanisme for partikkelbundet metall. Sedimentasjon av større partikkelmengder har derfor potensial til å påvirke metallnivåer i aktuelt sedimentasjonsområde.

Med unntak av det som tas opp av filtrerende, akvatiske organismer er partikkelbundet metall lite biotilgjengelig.

11.4 Oppsummering risikovurdering anleggsfase

Ved utslipp til Vattlestraumen vurderes konsekvensen å være lav.

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 dersom det ledes direkte til sjø, sammenlignet med utslipp til ferskvannsresipienter.

Tabell 4 oppsummerer risikovurdering ved utslipp av anleggsvann til Vattlestraumen.

Tabell 4. Oppsummering av risikovurdering ved utslipp av anleggsvann.

Scenario	Sannsynlighet	Konsekvens	Risikovurdering
Utslipp av urensed tunnelvann til Vattlestraumen med forhøyet forurensningsgrad av partikler, olje, ammonium og pH	Mindre sannsynlig	Liten negativ påvirkning	Lav

12 AVBØTENDE TILTAK

Risikovurderingen har vist at det er fare for utslipp av partikler, nitrogenforbindelser, og olje til resipient i anleggsfasen.

I tillegg til at alt tunnelvann skal gå gjennom renseløsninger skal det iverksettes avbøtende tiltak for å redusere risiko for negativ påvirkning på resipienter og ytre miljø.

Dersom det er hensiktsmessig, kan det plasseres midlertidige renseanlegg med slam- og oljeutskiller inne i tunnelen. Eventuelle utsprengte grøfter kan også benyttes til midlertidige oppsamlingsbassenger.

Det skal utarbeides avfallsplaner for håndtering av avfall. Utskilt olje og oljeholdig avfall skal leveres godkjent mottak for farlig avfall. Farlig avfall skal håndteres i samsvar med gjeldende lover og forskrifter. Eventuelt plastavfall skal samles opp.

Avbøtende tiltak for anleggsarbeidet er detaljert i YM-plan [4] og prosedyrer ved aktivitet som kan ha negativ effekt på resipienter og ytre miljø.

I tunnelene er det ventet områder der det kan være store mengder innlekkasjevann. Det skal være på plass løsninger for å kunne håndtere midlertidige store vannmengder, slik at renseanlegget overholder rensekravene.

Det skal være beredskapsplan med tiltak som kan settes i verk ved avvik, f.eks. forhøyet pH, høy turbiditet o.l.

13 FORESLÅTTE GRENSEVERDIER/UTSLIPPSKRAV I ANLEGGSFASE

Basert på vurderinger av Vattlestraumen og beskrivelser av anleggsvann er det foreslått rensekrav for utslippet. Det kan ikke utelukkes at det kan komme endringer i fremdriftsplanen og andre aktiviteter der det er behov for utslipp. Disse vil da bli vurdert i en miljørisikovurdering og relevante tiltak vil bli satt i verk. Det er ikke planlagt andre utslippspunkt enn det som er beskrevet i denne rapporten.

Miljømål for prosjektet er at tiltaksarbeidene ikke skal føre til spredning av forurensning som kan være skadelig for miljøet. Dette målet vil være oppfylt ved å gjennomføre tiltak som beskrevet over.

Entreprenør vil bli pålagt miljøovervåking og rapportering av egne anleggsaktiviteter og skal kunne fremlegge dokumentasjon på dette i byggemøter. Overvåking skal utføres i henhold til føringer som er gitt i kontraktskrav og evt. utslippstillatelse.

Tunnelvann skal ledes til renseanlegg før utslipp. Renseanlegg skal etableres som beskrevet i kap. 10.2. pH og turbiditet i vann ut fra renseanlegget vil bli logget kontinuerlig. Det er i utgangspunktet lagt opp til ukentlig analyse for olje og suspendert stoff. Frekvensen kan eventuelt justeres til månedlig prøvetaking av vann dersom resultater viser stabile verdier godt under grensene. Ved en god korrelasjon mellom turbiditet og suspendert stoff vurderes det som ikke nødvendig med ukentlig analyser av suspendert stoff. Dette blir eventuelt avklart med byggherren og forurensningsmyndighetene.

Forslag til grenseverdier for rensset tunnelvann som skal slippes til sjø er vist i Tabell 5.

Tabell 5 Foreslåtte grenseverdier for tunnelvann til Vattlestraumen.

Parameter	Grenseverdi	Målepunkt
Suspendert stoff	200 mg/l	Vann ut fra renseanlegg
Turbiditet*	*	Vann ut fra renseanlegg
Olje	20 mg/l	Vann ut fra renseanlegg
pH	6 - 9,5	Vann ut fra renseanlegg

* Alarmgrense for turbiditet skal etableres på bakgrunn av korrelasjon mellom prøveresultat for suspendert stoff og målt turbiditet [7].

14 KONTROLL OG OVERVÅKING

Renseanleggene skal kontrolleres daglig og det skal foreligge en driftsinstruks. Kontrollrutiner og drift av anlegget, samt måling av slammnivå og vannmengder, skal innarbeides i entreprenørens kontrollplaner. Det skal utpekes en ansvarlig person for kontroll, drift og vedlikehold av renseanlegget.

Turbiditet, pH og temperatur skal måles kontinuerlig med onlineloggere og det skal være alarmsystem som varsler ved overskridelser av grenseverdier slik at tiltak kan iverksettes. Ved overskridelser skal arbeidet stoppes, årsaken til overskridelsen skal identifiseres og eventuelle avbøtende tiltak settes i verk.

Det skal føres kontroll med mengde sedimentert materiale i renseanlegget. For å sikre at renseeffekten opprettholdes, må renseanlegget tømmes for slam ved behov. Kontrollen skal loggføres. Slam skal håndteres i henhold til gjeldende regelverk. I olje-/slamutskilleren skal det visuelt sjekkes om det er skilt ut olje. Dersom det er tilfellet, skal utskilleren tømmes for olje, som videre skal behandles som farlig avfall.

Eventuelle vannmengder som føres til påslipp skal måles.

Effekten av ulike avbøtende tiltak skal følges opp under kontrollrunder.

Kontroll og drift av renseløsninger og tiltak skal innarbeides i entreprenørens internkontrollsystem. Kontroll skal loggføres og kontrollrutiner skal dokumenteres.

Alle involverte i anleggsarbeidene skal være kjent med kontroll- og beredskapsrutiner.

Det skal tas prøver av anleggsvann for utslippspunktet. Prøvetakingen skal foregå når renseinnretningen er i drift (når det blir tilført anleggsvann). Prøvene skal tas direkte etter renseanleggets utløp i en egnet prøvetakingskum eller tilsvarende prøvepunkt. Vannprøver skal analyseres for minimum suspendert stoff og olje, og eventuelt andre parametre iht. tillatelsen. Vannprøver skal analyseres av akkreditert laboratorium. Analyseresultater skal foreligge senest en uke etter at prøven er tatt og være tilgjengelige for byggherren. Prøvetakingsprogram og nærmere beskrivelser av rutiner for prøvetaking av rensed anleggsvann som slippes ut vil også bli inkludert i overvåkingsprogrammet. Prøvetakingsrutiner kan eventuelt justeres dersom vurderinger av analyseresultater tilsier dette. Dette vil da bli i samarbeid med byggherre og forurensningsmyndigheter.

Det er utarbeidet et overvåkingsprogram for anleggsfasen [7]. Overvåkingsprogrammet omhandler aktuelle prøvetakingspunkt, aktuelle analyser og frekvens av overvåkingen. Ved eventuelle endringer i vilkår til tillatelser må overvåkingsprogrammet oppdateres. Det er planlagt overvåking av vann som slippes ut fra renseanlegg.

Entreprenøren skal utarbeide beredskapsplan for ytre miljø. Planen skal blant annet inneholde varslingsrutiner til forurensningsmyndigheter, rutiner, relevante prosedyrer og tiltak dersom uønskede hendelser knyttet til ytre miljø oppstår, for eksempel ved akutte ulykkesutslipp.

Vurdering av påvirkning på ytre miljø skal inkluderes i SJA for ulike arbeidsoperasjoner. Ved avvik og uønskede hendelser skal det rapporteres som RUH og inkluderes i entreprenørens avvikssystem.

All kontroll og overvåking skal dokumenteres.

15 DRIFTSFASEN

Utslipet av tunnelvann i driftsfasen omfatter vann fra tunnelvask og innlekkasjevann. Tunnelen bygges med separate system for innlekkasjevann og tunnelvaskevann. Innlekkasjevann ledes utenom vegbanen og til egen dremsledning. Vegvann og vaskevann ledes i egen overvannsledning til renseanlegg. Innlekkasjevann og vaskevann skal ikke blandes. I vegens driftsperiode skal tunnelvaskevann renses før utslipp til resipient [28].

15.1 Tunnelvann

Iht. Statens vegvesen standard for vedlikehold og drift av riksveger skal en vei med ÅDT/tunnelløp > 15001 ha et vaskeregime per år på to halvasker, fire halvasker og seks vasker av tekniske komponenter [33].

Det meste av det innlekkende vannet vil drenere direkte til vegoverbygningen uten å komme i kontakt med noen deler av overflatene, tak, vegger og vegbane i tunnelen. Innlekkasjen vil variere i forhold til årstider og nedbørmengder.

15.1.1 Vannmengder

Det er som vist i kap 10.1.1 satt innlekkasjekrav for tunnelen. Mengden innlekkasje av grunnvann og overflatevann fra omkringliggende berg skal være den samme i driftsfasen som i anleggsfasen (etter eventuell sikring). Total mengde innlekkasjevann for de to tunnellopene er estimert til ca. 71,0 l/min eller ca. 1,2 l/s [35].

I forbindelse med prosjekteringen av VA-anlegget i tunnelen er det utført beregninger av vannmengder i forbindelse med tunnelvask [37]. Ved full vask av tunnelen benyttes ca. 60 m³ vaskevann og en estimert avrenning på 20 l/s. For en halvask er mengdene ca. 42 m³, og samme avrenning. Overvann fra dagsoner skal i utgangspunktet håndteres i dagen, og det skal settes i verk tiltak for å redusere mengden overvann som renner inn i tunnelen.

15.1.2 Vannkvalitet

I driftsfasen vil vegtrafikk gi grunnlag for ulike typer forurensning. Forurensningen er først og fremst bundet til partikler, og blir i hovedsak vasket ut ved tunnelvask. Konsentrasjoner av miljøgifter kan dermed være høyere i vegstøv i tunneler enn i dagsoner der forurensningen kontinuerlig blir vasket vekk med nedbør. Mengde forurensning avhenger bl.a. av trafikk tetthet, salting, asfalttype, bruk av piggdekk og forurensning fra andre kilder enn trafikk. Organiske forurensningsstoffer kan komme fra bensin, diesel, spylevæsker og såper. Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) og andre tjærestoffer kan komme fra slitasje av asfalt og bildekk. Tungmetaller som kadmium, bly, sink, kobber, nikkel og krom kommer fra bildekk, bremsesystemer, karosseri, bensin og diesel.

Miljøgifter fra vegtrafikk avsettes i vegstøvet langs vegbanen, tunnelveggene og kabelbroene, og hoveddelen av de finnes bundet til støvpartikler i tunnelen, i partikkelfraksjoner større enn 0,45 µm. Konsentrasjonen av tungmetaller og PAH-forbindelser i utslippsvannet vil være avhengig av flere faktorer, bl.a. om det er luftrenseutstyr, vifter eller andre utluftingsinstallasjoner i tunnelen, tunnel-lengde, såpebruk, hvor stor trafikkbelastningen er, vaskefrekvens, type vegdekke m.m. I tillegg kan det være mikroplast i tunnelvann som en følge av slitasje av dekk.

Forurensning vil fordele seg mellom urensset vaskevann, masser i sandfang og masser tatt opp av suge- og feiebil under rengjøring. Omtrent 70-90 % av vaskevannet føres ut av tunnelen med overvanns- og drens-systemet, resten absorberes i vegg- og takoverflatene, fordampes eller suges opp av feie- og sugebil [8].

I forbindelse med tunnelvask er det ofte komponenter i såpen som utgjør størst risiko fordi den kan være giftig for vannlevende organismer. Det er ofte behov for en nedbrytingsperiode før vaskevannet kan slippes ut i resipient. I Knarrvikatunnelen skal det kun benyttes såpe til rengjøring av installasjoner i tunnelen. Rester av såpen vil følge med vaskevannet. Det vil bli stilt krav til svanemerket/miljøvennlig såpe. Såpen må nedbrytes med minst 60% i løpet av 28 dager og løsemidler må ha lav flyktighet. Såpen kan ikke ha høy toksisitet for vannlevende organismer. Alle rengjøringsmidler vil tilfredsstille kravene i de nye EU-reglene.

Vegdirektoratets miljøavdeling har de siste årene hatt fokus på håndtering og behandling av vaskevann fra tunneler. I 2013 ga Vegdirektoratet ut en rapport som beskriver forurensningssituasjonen i tunnelvaskevann fra flere tunneler på Østlandet [31]. I rapporten er det vist til metoder for å beregne konsentrasjonen av ulike miljøgifter i vaskevann ut fra blant annet ÅDT og tunnelens lengde. Generelt vil forurensningsbelastningen øke med økende ÅDT og økende lengde av tunnelen, men andre faktorer som bruk av såpe og vaskerutiner, samt tunnelens utforming vil også spille inn. Flate og rette tunneler vil trolig inneha mindre forurensning enn f.eks. tunneler med kryss. Endring i kjøremønster,

ved f.eks. oppbremsing kan føre til økt slitasje og dermed økt mengde forurensing. Beregningene har en relativt høy usikkerhet, og rapporten viste at det kan være store forskjeller på konsentrasjoner av miljøgifter i vaskevann, selv fra sammenlignbare tunneler. Ved lavere mengder vann som forbrukes vil konsentrasjonen av uønskede stoff i vannet øke fordi fortyningen er lavere. Samtidig vil reduserte vannmengder gjøre renseløsninger mer effektive. Vegdirektoratet ønsker at tunnelvaskevann skal renses før utslipp uavhengig av trafikkmengde [32].

Siden tall og vurderinger i Vegdirektoratet sin rapport er knyttet til tunneler på Østlandet der det som oftest benyttes såpe i hele vaskeprosessen (også tunneltak og –vegger), og der tunnelene ofte har en høy ÅDT, så er det vanskelig å uten videre benytte tall fra denne rapporten for Knarrvikatunnelen.

I forbindelse med tunnelvask i Fløifjellstunnelen i Bergen ble det i 2012 utført en undersøkelse av tunnelvaskevann. Fløifjellstunnelen er omtrent like trafikkert og litt lengre enn Knarrvikatunnelen, men med unntak av tekniske installasjoner blir det ikke benyttet såpe til tunnelvasken. Denne tunnelen antas derfor å være mer representativ for Knarrvikatunnelen, enn tunnelene i Vegdirektoratet sin rapport.

Resultatene fra undersøkelsen av tunnelvasken i Fløifjellstunnelen er vist i Tabell 6 og Tabell 7, og er tatt med til orientering. Resultatene er her sammenstilt med tilstandsklasser iht. M-608 [38] for orientering. Tunnelvann er ikke resipientvann, og det er dermed ikke realistisk å forvente at tunnelvannet skal være i tilstandsklasse I eller II. For betegnelse på de ulike tilstandsklassene, se Figur 16.

I vannforskriftens vedlegg VIII, E3, står det at for metallene kadmium, bly, kvikksølv og nikkel gjelder miljøkvalitetsstandardene (AA-EQS, øvre grense tilstandsklasse II) for konsentrasjon i oppløsning, dvs. den oppløste fase av en vannprøve, som er filtrert gjennom et 0,45 µm filter eller behandlet på tilsvarende måte, eller hvor dette er angitt spesielt, den biotilgjengelige konsentrasjonen (gjelder for AA-EQS Pb) [39]. Der vannprøven inneholder en del suspendert stoff gir analyse av oppsluttet prøve høyere metallkonsentrasjoner enn om det hadde blitt utført analyse på filtrerte prøver. Å sammenligne analyser av kadmium, bly, kvikksølv og nikkel på oppsluttede prøver mot tilstandsklassene vil dermed være feil, men disse er her likevel sammenstilt med tilstandsklasser til orientering.

Vannprøver ble tatt av vann fra siste sandfang inne i tunnelen, og på ulike tidspunkt i løpet av vaskeprosessen (tidlig og sent). Vannet hadde da ikke gjennomgått andre rensesprosesser enn å renne gjennom sandfangskummer i drengledningen. Det er ikke kjent om sandfangskummene ble tømt før vask.

I Bakgrunn	II God	III Moderat	IV Dårlig	V Svært dårlig
Bakgrunnsnivå	Ingen toksiske effekter	Kroniske effekter ved langtidseksposering	Akutt toksiske effekter ved kort-tidseksposering	Omfattende toksiske effekter
Øvre grense: bakgrunn	Øvre grense: AA-QS, PNEC	Øvre grense: AA-QS, PNEC _{akutt}	Øvre grense: PNEC _{akutt} , *AF	

Figur 16: Tilstandsklasser for klassifisering av vann. * AF: Sikkerhetsfaktor. Kilde: [38]

Tabell 6. Vaskevann Fløifjellstunnelen. Analyseresultater uorganiske parametre. Fargene angir tilstandsklasser etter M-608, se Figur 16.

Prøvepunkt	Prøvebehandling	As	Pb	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Zn
		µg/l							
Fløifjellstunnelen, tidlig	oppsluttet	0,43	3,4	0,068	5,5	74	0,015	5,9	260
Fløifjellstunnelen, sent	oppsluttet	1,6	21	0,082	18	150	0,010	23	470
Fløifjellstunnelen, sent	filtrert	0,31	0,026	0,016	0,88	22	<0,002	2,6	78

Tabell 7. Vaskevann Fløifjellstunnelen. Analyseresultater organiske parametre og suspendert stoff. Fargene angir tilstandsklasser etter M608 [38], se Figur 16.

Prøvepunkt	Prøvebehandling	Benzo(a)-pyren	PAH	PCB	THC (olje)	Suspendert stoff
		µg/l				mg/l
Fløifjellstunnelen, tidlig	direkte	0,018	0,78	i.p.	170	360
Fløifjellstunnelen, sent	direkte	<0,01	0,34	i.p.	94	1400
Fløifjellstunnelen, sent	dekantert	<0,01	0,27	i.a.	58	i.a.

i.p.: Ikke påvist

i.a.: Ikke analysert

Undersøkelsen fra Fløifjellstunnelen viste at tunnelvannet er særlig forurensset av kobber og sink (alle i tilstandsklasse V), men også krom og bly (hhv. Inntil tilstandsklasse V og IV). Det er store forskjeller i konsentrasjonene av tungmetaller på filtrerte prøver vs oppsluttede prøver (dvs. der partiklene var inkludert), se Tabell 6 og Tabell 7 [40]. For bly var konsentrasjonen i oppsluttede prøver nærmere 1000 ganger høyere enn konsentrasjonen i filtrerte prøver.

Vi har også fått tall fra vannprøver som ble tatt av Sweco i forbindelse med vask av Vallaviktunnelen og Butunnelen i Hardanger i 2016 [41]. Begge tunnelene i Hardanger har kryss og er lengre enn Knarrvikatunnelen. Undersøkelsene av tunnelvaskevann fra Hardanger viste mye høyere innhold av miljøgifter enn det som ble påvist i vaskevann fra Fløifjellstunnelen, blant annet PAH, krom, kadmium, kobber, nikkel, bly og sink. Ulike PAH-forbindelser i tunnelvann i Hardanger (etter vask) ble påvist i konsentrasjoner tilsvarende tilstandsklasse III. Metallene, kobber, sink og krom ble påvist i tilstandsklasser langt over grensen for tilstandsklasse V. Selve prøvetakingen og kjemiske analyser for Fløifjellstunnelen og tunnelene i Hardanger antas å være sammenlignbare, men for metaller er det i Hardanger kun analysert på oppsluttede prøver. Det er ikke analysert for suspendert stoff i Hardanger, men for turbiditet som også sier noe om partikkelinnholdet i prøvene. Utfra resultatene av turbiditet kan det synes som om enkelte av prøvene fra Hardanger inneholder mye mer partikler enn prøvene fra Fløifjellstunnelen. Det er da antatt et én til én-forhold mellom turbiditet og suspendert stoff. Dette er ikke alltid tilfellet, men vil likevel kunne gi en indikasjon på mengden partikler som er i prøven. I tunneler med kryss, partier der det er behov for oppbremsing eller endring av kjøreforhold, antas det at mengden forurensing er noe høyere enn i rette tunneler.

Det er usikkert hvilke konsentrasjoner av miljøgifter som vil bli i vaskevann fra Knarrvikatunnelen. Undersøkelser fra andre tunneler her på Vestlandet viser at tungmetaller, PAH og olje utgjør den største forurensingsbelastningen, og at metaller vil være bundet til partikler. For de fleste metaller er det en klar sammenheng mellom økende mengde partikler (høy konsentrasjon av suspendert stoff/turbiditet) og økende konsentrasjon av visse miljøgifter. Dette viser at en renseprosess som fjerner partikler vil ha god effekt. Det vil også være nødvendig med oljeutskiller. Det er de siste årene et økt

fokus på forurensing av mikroplast. Rensesystemer som fjerner partikler, vil også fjerne mikroplast som er bundet til disse.

15.1.3 Vannhåndtering

Det vil bli felles utslippspunkt for rent innlekkasjevann og rensset vaskevann, se Figur 5.

Vann fra tunnelvask skal ledes til renseanlegg før utslipp til Arefjordpollen. Renseanlegget vil bli bygget slik at det også vil ha funksjon som en oljeutskiller. For å oppnå 60 % nedbrytning og tilfredsstillende EU-reglene bør oppholdstiden i rensedammen være minst 28 døgn.

Erfaringsmessig vil ikke alt vaskevannet renne av til overvannssystemet. Det er anslått at 10 % av det forbrukte vannet ikke når fram til oljeutskilleren. Dette vannet blir bl.a. bundet til slam i kummer, der innholdet blir tømt og levert til godkjent mottak. En del vann vil også absorberes i vegg- og takoverflater.

Renseanlegget skal driftes iht. Statens vegvesen sine rutiner. Slam skal regelmessig fjernes fra anlegget og leveres godkjent mottak.

15.1.4 Prosedyre ved vasking

Før vasking skal sandfang og oljeutskillerer tømmes. Etter vasking/spyling, eller samtidig med vasking av tunnelen, foretas slamsuging av alle kummer, bankett og vegbanekant. Ved helvasker gjentas dette én gang, slik at det er to runder med vasking og slamsuging. Ved halvvaske vil det kun være én runde med vasking og slamsuging. Dessuten vil en kostebil samle opp støv og slam under selve spylingen og etterpå, både på banketten og i vegbanen. Oppsamlet støv og slam skal håndteres forskriftsmessig og leveres til godkjent mottak.

Det skal kun brukes såpe til vask av skilt, kabelbroer og lysarmaturer. Det skal settes krav til bruk av miljøvennlig såpe (svanemerket), iht. krav gitt i EU-regler. Tunnelveggene vil kun bli vasket med vann.

15.2 Miljørisikovurdering driftsfase

Vaskevannet skal ha et opphold i sedimentasjonsbassenget som skal være tilstrekkelig til å bryte ned såpestoff. Renseanlegget skal fungere som sedimentasjonsbasseng og oljeutskiller og dermed redusere mengder forurensing som slippes i resipienten.

Stor del av mikroplast som skyldes trafikk vil være knyttet til partikler [44]. Mikroplast som er bundet til partikler vil bli fjernet sammen med slam og levert godkjent mottak ved tømning av basseng og kummer. Det er i dag ikke prosjektert løsninger som utelukkende fokuserer på fjerning av mikroplast utover det som fjernes sammen med partikler. Prosjektet vil aktivt undersøke og eventuelt implementere tekniske løsninger for å fjerne ytterligere mikroplast utover det som fjernes ved sedimentasjon. Tunnelvaskevann skal ha en oppholdstid på 4 uker i sedimentasjonsbassenget før utslipp.

Renset tunnelvaskevann fra Knarrvikatunnelen skal i driftsfasen slippes ut i Arefjordpollen. Resipienten vurderes som stor og robust og tunnelvaskevannet vil raskt bli fortynnet.

15.3 Kontroll og overvåking

Utslipet i driftsfase skal gå til en robust resipient. Forslag til grenseverdier for utslipp av rensset tunnelvann er vist i Tabell 8. Det skal innføres et overvåkingsprogram for å verifisere effekten av renseanlegget, og at grenseverdiene som settes i utslippstillatelsen overholdes.

Tabell 8: Forslag til grenseverdier for rensset tunnelvaskevann.

Parameter	Enhet	Grenseverdi
Suspendert stoff	mg/l	100
Olje	mg/l	5
pH		6 – 9

I driftsfasen skal entreprenøren følge gitte driftsprosedyrer og sørge for rett håndtering av slam.

16 NATURMANGFOLDLOVEN

Tiltaket er i det etterfølgende vurdert opp mot relevante paragrafer i Naturmangfoldloven (§8 -§10). Relevante databaser og rapporter er gjennomgått. Det vurderes at det foreligger et godt datagrunnlag for miljøtilstanden i Kobbeleia (Arefjordpollen og Vattlestraumen).

Kravet om at offentlige beslutninger som berører naturmangfoldet skal bygge på vitenskapelig kunnskap (§8) vurderes derfor som oppfylt.

Det er i rapporten beskrevet en del avbøtende tiltak for å redusere påvirkningen på resipienten. Kravet om at «føre var-prinsippet» skal legges til grunn (§9) vurderes å være oppfylt. På bakgrunn av foreliggende informasjon er den samlede belastningen på aktuelle økosystemer vurdert (§10).

Viktige naturtyper og rødlistede arter blir i liten grad berørt. I anleggsfasen skal det settes i verk tiltak som gjør at det marine livet i Vattlestraumen skal beskyttes så langt som mulig. Det skal tas hensyn til rødlistede fugler. Utslipp av tunnelvann i driftsfasen vurderes å være begrenset og vurderes å ikke gi noen belastning på sjøresipienten. Det vil kun bli brukt såpe (miljøvennlig type) til vask av installasjoner i tunnelen, og mengden er begrenset.

17 REFERANSER

- [1] Rambøll, 2015. RV 555 Knarrvika – Storavatnet. FR5 Forprosjekt tunneler. Oppdragsnummer: 1131189. Datert 13.03.2015.
- [2] Rambøll, 2015. RV 555 Knarrvika – Storavatnet. Fagrapport veg. FR1 Rv555 Fagrapport veg. Oppdragsnummer: 1131189. Datert 05.06.2015.
- [3] Sweco, 2015. Geologisk rapport for reguleringsplan Sotrasambandet (Rv555) – «Knarreviktunnelen». Rapportnr: 97295015-R03-A01-Rev1. Datert 19.03.2015.
- [4] Sotra Link-rapport SB-MC-00-00-PDF-ENV-REP-000002 – YM-plan med Miljørisk (Environmental plan incl. risk assessment). Revisjon 03, datert 21.12.2022
- [5] Miljødirektoratet. Retningslinje T-1442/2021 om behandling av støy i arealplanleggingen.
- [6] Klima- og miljøverndepartementet. Retningslinje T-1520/2012 om behandling av luftkvalitet i arealplanlegging
- [7] Sotra Link-rapport SB-MC-00-A-000000-000032. SB555 Sotrasambandet. Area 00 Alle områder. Overvåkingsprogram for resipienter og anleggsvann. Rapport. Revisjon C01, datert 29.03.2023.
- [8] Rambøll, 2015. Rammeplan VA (FR16). RV555 Kolltveit – Storavatnet. Oppdragsnummer: 1131189. Datert 13.03.2015.

- [9] Rambøll, 2015. Miljøteknisk rapport (FR3), RV 555 Marint naturmangfold og forurensede sedimenter. Datert 13.03.2015.
- [10] Rambøll 2015. FR4 Miljøteknisk grunnundersøkelse.
- [11] Rambøll 2015. FR18 Temarapport Fjell. Landskap/nærmiljø, friluftsliv/kulturminner og kulturmiljø.
- [12] Rådgivende Biologer AS, 2008. Fjell kommune. Miljøundersøkelser i sjøområdene. Beskrivelse av resipientene, avløpsdisponering og miljøtilstand 2007.
- [13] Vann-Nett; <https://www.vann-nett.no/portal/>
- [14] Kystverkets database Kystinfo, 2022. <https://a3.kystverket.no/kystinfo>
- [15] Havforskningsinstituttet, 2022. Strømkatalogen <https://stromkatalogen.hi.no/apps/ncis/v1/nb/>
- [16] Thiem, Øyvind; Avlesen, Helge og Alendal, Guttorm, 2005. Bergen Center for Computational Science. Simulering av strømforhold i og rundt Vatllestraumen, <https://org.uib.no/bom/vatle/>
- [17] Rådgivende Biologer, 2018. Resipientovervåking av fjordsystemene rundt Bergen 2017-2020. Årsrapport 2017. Rapport nr. 2646, datert 16.04.2018.
- [18] Rådgivende Biologer, 1996. Teoretisk vurdering av eventuelle miljøkonsekvenser ved bygging av ny bro over Arefjordstraumen i Fjell kommune. Rapport nr. 251, datert 12.11.1996.
- [19] Direktoratet for naturforvaltning. 2007. Kartlegging av marint biologisk mangfold. DN håndbok 19-2001. Revidert 2007.
- [20] Artsdatabanken (2021, 04. mars). Norsk rødliste for arter 2022. <https://artsdatabanken.no/lister/rodlisteforarter/2021/>
- [21] Naturbase, <https://kart.naturbase.no>
- [22] Fiskeridirektoratets kartdata; <https://open-data-fiskeridirektoratet-fiskeridir.hub.arcgis.com/>
- [23] Statens Vegvesen, 2018. Konsekvensanalyser. Håndbok V712. Oppdatert 2021.
- [24] Kart i Fiskeridirektoratet, <https://open-data-fiskeridirektoratet-fiskeridir.hub.arcgis.com/>
- [25] Havforskningsinstituttet, Gytefelt. Publisert 06.09.2021. <https://www.hi.no/hi/radgivning/marine-naturverdier-og-tiltak-i-kystsonen/marint-biologisk-mangfold/gytefelt>
- [26] <https://www.kulturminnesok.no/kart>
- [27] Miljødirektoratet. Veileder 02:2018 om klassifisering av miljøtilstand i vann.
- [28] Statens vegvesen, 2016. Ytre miljøplan for anleggs- og driftsfase. Rc 555 Knarrvika – Storavatnet. Dokumentnummer: FR22. Datert 18.03.2016.
- [29] Norsk Forening for Fjellsprengningsteknikk, 2009. Behandling og utslipp av driftsvann fra tunnelanlegg. Teknisk rapport 09.
- [30] Hedda Vikan, 2013. Artikkel i VANN nr. 3, 2013. Avrenning av ammoniumnitrat fra uomsatt sprengstoff til vann – Giftvirkninger i resipient og renseløsninger.
- [31] Statens vegvesen, 2013. Estimering av forurensing i tunnel og tunnelvaskevann. Prosjekt 603019. Rapport nr. 99.
- [32] Meland, S., Ranneklev, S.B. og Hertel-Aas, T., 2016. Forslag til nye retningslinjer for rensing av veiavrenning og tunnelvaskevann. Artikkel i VANN nr. 3, 2016.

- [33] Statens Vegvesen, 2012. Standard for drift og vedlikehold av riksveger. Retningslinjer - Håndbok R610.
- [34] NFF, 2009. Teknisk rapport. Behandling og utslipp av driftsvann fra tunnelanlegg. August 2009.
- [35] PINI, 2023. SB555 Sotrasambandet. Area 06. Knarrvika Tunnel. Hydrogeological Report. Dokumentnummer: SB-PI-06-A-080200-000002_C04, datert 22.12.2023.
- [36] Norsk Forening for Fjellsprengningsteknikk, 2020. Bergsprengning. Håndbok nr. 8.
- [37] Sotra Link-rapport SB-MC-00-00-PDF-WSS-REP-000003. Tunnels – Design brief Water & Sewage. Revisjon 01, datert 25.01.2023.
- [38] Miljødirektoratet, 2016. Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota. Veileder M-608., revidert 30.10.2020.
- [39] Forskrift om rammer for vannforvaltningen, 2007. <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2006-12-15-1446>
- [40] Multiconsult, 2012. E39 Vågsbotn – Nordre Brurås. Tunnelvann frå Eikåstunnelen i driftsfasen. Tunnelvann frå Fløyfjellstunnelen. Brev fra Multiconsult til Statens vegvesen v/Espen Viddal, datert 27.08.2012.
- [41] Sweco, 2016. Rv7/Rv 13 Hardangerbrua tilkomstveger – miljøvurdering av vaskevatn. Miljøteknisk vurdering av tunnelvaskevatn frå Butunnelen og Vallaviktunnelen, tilkomstveger til Hardangerbrua. Oppdragsnr. 95859001. Notat datert 20.06.2016.
- [42] SVV rapport 597 «Vannforekomsters sårbarhet for avrenningsvann fra vei under anlegg- og driftsfasen.
- [43] SVV rapport 578 «Vannforekomsters sårbarhet for avrenningsvann fra vei. Metodeuttesting driftsfase og utdypende veiledning».
- [44] NIVA, 2018. Microplastics in road dust – characteristics, pathways and measures. Rapport nr. M-959 | 2018.
- [45] UNI Research Miljø SAM-MARIN, 2015. Konsekvenser for marint naturmangfold ved utfylling Arefjordpollen, Sotrasambandet Fjell kommune. P.nr. 809781, datert 13.11.2015.
- [46] Rådgivende Biologer AS. Sotra Link Construction JV. The Sotra Connection – biological monitoring of recipients. Fall sampling 2023. (*Foreløpig rapport datert 22. mars 2024*)
- [47] UNI Research LFI, 2016. Fiskebiologisk vurdering av Arefjordpollen 2016. Rapport nr. 262, datert 26.01.2016.