



FELLESPROSJEKTET ARNA – STANGHELLE, FORBEREDENDE ARBEIDER

MILJØOVERVÅKINGSPROGRAM FOR VANNRESIPIENTER – FORUNDERSØKELSER, FORBEREDENDE ARBEID OG ETTERUNDERSØKELSER

02A	Tredje versjon	24.01.2024	HADN	AMG	EISI	
01A	Andre versjon	08.12.2023	HADN	HEKV	EISI	
00A	Første versjon	17.10.2023	HADN	HEKV	EISI	
Rev.	Revisjonen gjelder	Dato	Utarb. av	Kontr. av	Godkj. av	
Tittel: Miljøovervåkingsprogram for vannresipienter – forundersøkelser, forberedende arbeid og etterundersøkelser		Ant. sider	Fritekst 1d			
		37	Fritekst 2d			
			Fritekst 3d			
			Produsent	COWI		
		Prod. dok. nr.				
		Erstatning for				
Prosjekt: Fellesprosjektet Arna – Stanghelle, forberedende arbeider Parsell: 01		Dokument nr.	FAS-01-Q-00020		Rev. 02A	
  Statens vegvesen		Dokument nr.			Rev.	

1	SAMMENDRAG	3
2	INNLEDNING.....	4
2.1	BAKGRUNN.....	4
2.2	OMFANG	5
2.3	MÅL.....	7
2.4	EVALUERING OG JUSTERING AV OVERVÅKINGSPROGRAMMET	7
3	FORUNDERSØKELSER.....	8
3.1	FERSKVANN	9
3.1.1	<i>Bakgrunn.....</i>	9
3.1.2	<i>Biologiske kvalitetselementer i ferskvann/brakkvann</i>	9
3.1.3	<i>Fysisk/kjemiske kvalitetselementer.....</i>	10
3.1.3.1	Behov for kunnskap, og eksisterende kunnskap	10
3.1.3.2	Valg av parametere	11
3.1.3.3	Valg av prøvetakingsstasjoner	11
3.1.3.4	Prøvetakingsfrekvens.....	12
3.1.3.5	Justering av program for forundersøkelser, juni 2023	12
3.2	SJØ	14
3.2.1	<i>Bakgrunn.....</i>	14
3.2.2	<i>Valg av parametere.....</i>	16
3.2.3	<i>Prøvetakingsfrekvens</i>	16
3.2.4	<i>Prøvetakingsstasjoner</i>	16
4	UNDERSØKELSER I ANLEGGFASEN FOR FORBEREDENDE ARBEIDER	18
4.1	FERSKVANN	18
4.1.1	<i>Biologiske kvalitetselementer</i>	18
4.1.2	<i>Fysisk/kjemiske kvalitetselementer.....</i>	18
4.2	SJØ	18
5	ETTERUNDERSØKELSER	19
5.1	FERSKVANN	19
5.1.1	<i>Biologiske kvalitetselementer</i>	19
5.1.2	<i>Fysisk/kjemiske kvalitetselementer.....</i>	19
5.2	SJØ	19
5.2.1	<i>Fysisk/kjemiske kvalitetselementer.....</i>	19
6	GENERELT OM PRØVETAKING OG ANALYSE	21
7	RAPPORTERING	22
8	REFERANSER	23
9	VEDLEGG 1: KARTUTSNITT SOM VISER STASJONENE FOR PRØVETAKING	24

1 SAMMENDRAG

I Fellesprosjektet Arna - Stanghelle (FAS) skal Statens vegvesen og Bane NOR bygge ny vei og jernbane mellom Arna i Bergen og Stanghelle i Vaksdal kommune. Forbedrende arbeider har planlagt oppstart i 2024 og består av en rekke større og mindre enkeltstående entrepriser. De skal etter planen være gjennomført første halvår 2026. Hele prosjektet har en forventet anleggsperiode på 10 år. Anleggsarbeidene vil medføre utslipp til vann, fra blant annet tunnelvann, avrenning fra sprengsteinsfyllinger, spredning fra tunnelboremasser og deponering av steinmasser i sjø.

Overvåkingsprogrammet beskriver hvilke typer undersøkelser prosjektet har gjennomført og planlegger å gjennomføre i aktuelle vannresipienter. Denne utgaven av overvåkingsprogrammet gjelder forundersøkelser, anleggsfasen for forberedende arbeid og etterundersøkelser i aktuelle resipienter. Programmet angir prøvetakingsstasjoner, prøvetakingsmetoder, parametere og retningslinjer for rapportering. Prøvetakingen omfatter biologiske kvalitetselementer i ferskvann/brakkvann og fysiske/kjemiske kvalitetselementer i ferskvann, brakkvann og sjø. Programmet må evalueres og justeres underveis i prosjektet, basert på resultater av innsamlede prøver og planlagte anleggsaktiviteter. Programmet bør videre tilpasses og videreføres i neste fase, som er hovedprosjektet.

Mål med forundersøkelsene er å sørge for at kunnskapsgrunnlaget som trengs om vannresipientene i FAS i forbindelse med søknader om tillatelse etter forurensningsloven, blir tilstrekkelig. I tillegg er målet å styrke kunnskapsgrunnlaget om vannresipientene i forbindelse med en plan for ivaretagelse av anadrom fisk. De supplerende undersøkelsene vil også være viktige som referanse for overvåking av tiltakenes effekt på vannmiljøet under og etter anleggsgjennomføring. Det er gjennomført kunnskapsinnhenting om aktuelle resipienter og anadrome vassdrag langs traseen for FAS. Forundersøkelsene har pågått siden vinteren 2023, basert på et prøveprogram for supplerende kartlegging av vannresipienter (COWI, 2023a).

Det understrekes at dette programmet ikke omfatter nødvendig utslippskontroll i anleggsfasen knyttet til spesifikke grenseverdier i tillatelser etter forurensningsregelverket. Programmet omfatter heller ikke overvåking som spesifikt knyttes til biologisk påvirkning og partikkelspredning fra deponering av sprengstein i sjø. FAS vil beskrive denne typen overvåking, og utslippskontroll, i andre dokumenter.

2 INNLEDNING

2.1 Bakgrunn

I Fellesprosjektet Arna - Stanghelle (FAS) skal Statens vegvesen og Bane NOR bygge ny vei og jernbane mellom Arna i Bergen og Stanghelle i Vaksdal kommune (Figur 2-1). Den statlige reguleringsplanen for FAS ble godkjent i april 2022. Ny jernbane og vei skal gå i tunnel med en kort dagsone på Vaksdal. Ny E16 har i tillegg en kort dagsone på Trengereid. Forbedrende arbeider har planlagt oppstart i 2024 og består av en rekke større og mindre enkeltstående entrepriser. De skal etter planen være gjennomført første halvår 2026. Hele prosjektet har en forventet anleggsperiode på 10 år.



Figur 2-1. Ny jernbane- og vegtrase mellom Arna og Stanghelle som er vedtatt i reguleringsplan. Illustrasjon: SVV.

Fellesprosjektet Arna – Stanghelle er delt i tre hovedfaser:

- Forberedende arbeid (blant annet etablering av sprengsteinsdeponier på land, bygging av anleggstunneler og bergsjakter og deponering av sprengstein i sjø)
- Hovedprosjekt (tunneler for veg og bane, deponering av sprengstein i sjø, fortsatt deponering av sprengstein på land, broer for veg og bane)
- Driftsfase

Anleggsarbeidene både i forberedende arbeid og i hovedprosjektet vil medføre utslipp til vann, fra blant annet tunnelvann, avrenning fra sprengsteinsfyllinger, spredning av partikler, nitrogenforbindelser, metaller og PAH fra tunnelboremasser og deponering av steinmasser i sjø.

2.2 Omfang

Dette dokumentet beskriver hvilke typer undersøkelser prosjektet har gjennomført og planlegger å gjennomføre i aktuelle vannresipienter. Med vannresipient menes vannforekomst (bekk/elv/innsjø/kystvann) som mottar utslipp eller på annen måte kan påvirkes av anleggsarbeidene.

Denne utgaven av overvåkingsprogrammet gjelder forundersøkelser, anleggsfasen for forberedende arbeid og etterundersøkelser i aktuelle resipienter. Overvåking i hovedprosjektet og tidspunktet for etterundersøkelse må tilpasses framdriften på anleggsaktivitetene ved de ulike lokalitetene. Ved enkelte lokaliteter vil det være hensiktsmessig og mulig å gjennomføre etterundersøkelser etter at forberedende arbeider er ferdige. Ved andre lokaliteter vil forberedende arbeider gå direkte over i hovedprosjektet, og der vil det være mest hensiktsmessig å gjennomføre noen supplerende undersøkelser av forarbeidenes effekt på resipient i en eventuell kort mellomfase, for deretter å gjennomføre fullstendig etterundersøkelser først når hele prosjektet er ferdig.

Det presiseres at programmet ikke inkluderer utslippskontroll. Slik kontroll gjøres blant annet for å dokumentere om utslippsgrenser i tillatelser etter forurensningsregelverket overholdes, og omfatter for eksempel måling av stoffkonsentrasjoner i tunnelvann. Utslippskontroll forutsettes beskrevet i et eget program. Oversikt over hva som inngår i utslippskontroll og miljøovervåking ved FAS er vist i Tabell 2-1.

Det er også forutsatt at overvåking som spesifikt knyttes til biologisk påvirkning og partikkelspredning fra deponering av sprengstein i sjø ivaretas av andre undersøkelsesprogram. Dette gjelder for eksempel undersøkelser av bløtbunnsfauna, lagtykkelse og kjemisk kvalitet på sedimentert finstoff i ulike deler av fjorden, samt anleggsarbeidenes effekt på fisk og sjøpattedyr.

Tabell 2-1. Samlet oversikt over hva som bør inngå i utslippskontroll og miljøovervåking i Fellesprosjektet Arna – Stanghelle (FAS). Utslippskontroll omfatter måling av utslipp generert av anleggsarbeider. Utslippskontroll gjøres for å dokumentere størrelse av utslipp, og for å dokumentere om utslippsgrenser gitt i tillatelse etter forurensningsregelverket overholdes. Miljøovervåking omfatter overvåking av resipienter (mottakssteder for utslipp). Miljøovervåking gjøres for å dokumentere virkning av utslipp i en resipient. Oversikten gjelder hovedsakelig førundersøkelser, forberedende arbeid og etterundersøkelser, og må eventuelt kompletteres for å fullt ut gjelde hovedprosjektet. Gul farge angir de delene av miljøovervåkingen som er beskrevet i dette dokumentet. Ent. er entreprenør.

Type utslipp	Utslippskontroll	Ansvar	Miljøovervåking	Ansvar
Utslipp til vann	Ferdig rensset tunnelvann, før utslipp	Ent.	Vannkjemi ferskvann	FAS
	Sigevann fra sprengsteinsfyllinger på Trengereid	Ent.	Bunndyr og fisk, ferskvann	FAS
	Overflatevann etter at vannet har passert sedimentasjonsbasseng, på Dalehagen og på Espeland nord	Ent.	Vannkjemi periodevis sjø, inkludert næringsalter og metaller	FAS
			Suspendert stoff / partikler i sjø, kontinuerlig måling av turbiditet	FAS
			Bløtbunnsfauna, fisk og sjøpattedyr, sjø	FAS
			Sedimenter, sjø	FAS
Utslipp til luft, av støv			Støvnedfall hos mest utsatte nabo, etter forurensningsforskriften § 30-5	Ent.
Støy			Støymålinger ved naboer, ut fra konkurransegrunnlag	Ent.
			Målinger av undervannsstøy	FAS
Rystelser			Rystelsesmålinger på relevante objekter, ut fra konkurransegrunnlag	Ent.

2.3 Mål

- Mål med forundersøkelsene er å sørge for at kunnskapsgrunnlaget som trengs om vannresipientene i FAS i forbindelse med søknader om tillatelse etter forurensningsloven, blir tilstrekkelig. I tillegg er målet å styrke kunnskapsgrunnlaget om vannresipientene i forbindelse med en plan for ivaretagelse av anadrom fisk.
- Kunnskapen som forundersøkelsene fremskaffer om vannresipientene vil være nødvendig som referanse ved overvåking under og etter anleggsgjennomføring.
- Mål med undersøkelsene i hele anleggsfasen, og mål med etterundersøkelsene, er å dokumentere eventuelle endringer i miljøtilstand underveis i gjennomføringen og etter avsluttet anleggsgjennomføring. Resultatene skal blant annet kunne brukes til å dokumentere om resipientenes miljømål er oppfylt.

2.4 Evaluering og justering av overvåkingsprogrammet

Overvåkingsprogrammet må evalueres og justeres underveis i prosjektet, basert på resultater av innsamlede prøver og planlagte anleggsaktiviteter.

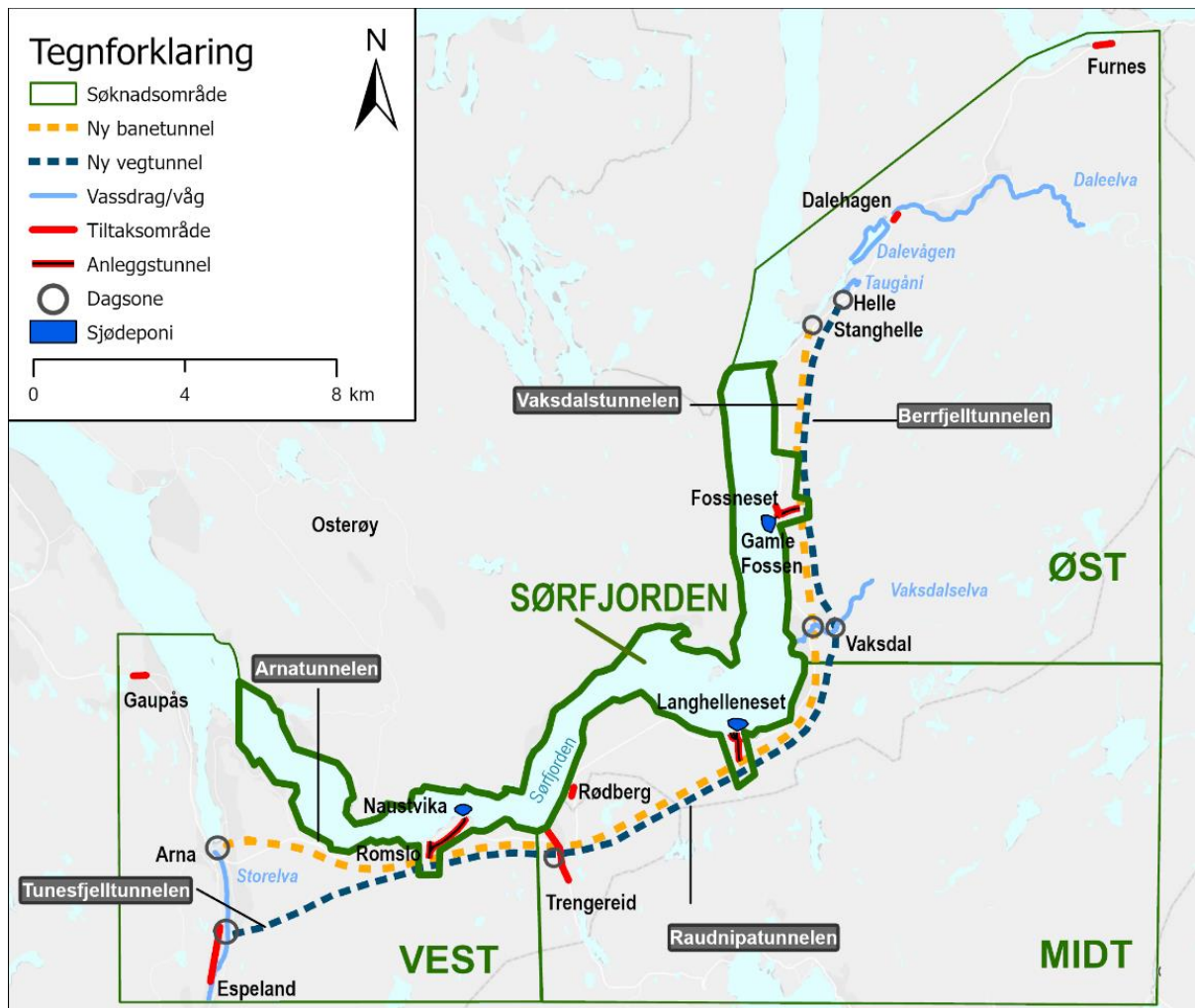
Forundersøkelsene i vannresipientene har pågått siden februar 2023, i henhold til et prøveprogram for supplerende kartlegging av vannresipienter (COWI, 2023a). Prøveprogrammet ble første gang evaluert og justert i juni 2023, og inkluderes fra oktober 2023 i dette overvåkingsprogrammet.

Overvåkingsprogrammet bør videre tilpasses og videreføres ved forberedelse og gjennomføring av hovedprosjektet for FAS. Så langt som mulig bør prøvetakingsstasjoner og metoder som er benyttet i forundersøkelsen videreføres under og etter tiltak, slik at resultatene er sammenliknbare.

3 FORUNDERSØKELSER

Det gjennomføres forundersøkelser i resipienter som kan bli påvirket av anleggsarbeider.

Denne versjonen av miljøovervåkingsprogram for vannresipienter omfatter forundersøkelser i resipienter. Dette gjelder de som kan påvirkes av forberedende arbeider, og de som omfattes av plan for sikring av anadrom fisk. Denne versjonen gjelder også andre utvalgte resipienter som kan bli påvirket av hovedprosjektet, og som det har vært hensiktsmessig å inkludere i denne forundersøkelsen. Se oversiktskart i Figur 3-1, og kart i Vedlegg 1.



Figur 3-1. Oversiktskart over delområder/resipienter som omfattes av forundersøkelsen i Fellesprosjektet Arna – Stanghelle (FAS). Detaljkart er gitt i Vedlegg 1.

3.1 Ferskvann

3.1.1 Bakgrunn

Miljøtilstanden i de aktuelle vassdragene er vurdert i reguleringsplanen og de tilhørende dokumentene, og det foreligger generell kunnskap om vassdragene i databasene Vann-Nett, Vannmiljø og Lakseregisteret.

3.1.2 Biologiske kvalitetselementer i ferskvann/brakkvann

I forbindelse med utarbeiding av en plan for ivaretagelse av anadrom fisk er det gjennomført kunnskapsinnhenting om anadrome vassdrag langs traseen for FAS, inkludert supplerende undersøkelser. Kunnskapsinnhenting har vært spisset mot tiltakets potensiale for påvirkninger på anadrome fiskebestander i Dalevågen, Taugåni på Helle og Storelva med sidevassdrag i Arna.

Supplerende biologiske undersøkelser vil gi referansedata som kan benyttes ved overvåking av disse vassdragene under og etter gjennomføring. Biologiske undersøkelser gir informasjon om økologiske responser på miljøet, innbefattet kjemiske og fysiske forhold. De biologiske kvalitetselementene som er relevante i denne sammenhengen er fisk og bunndyr. Relevante undersøkelsesmetoder er habitatkartlegging, ungfiskundersøkelser (elfiske) og bunndyrundersøkelser etter sparkemetoden.

Den såkalte sparkemetoden for undersøkelse av bunndyr er beskrevet i klassifiseringsveilederen (Direktoratsgruppen vanndirektivet, 2018). ASPT indeksen (Average Score Per Taxon) blir benyttet som et vurderingssystem etter vannforskriftens veiledere for å bestemme økologisk tilstand sett i forhold til organisk belastning. Indeksen anvender toleransegrenser for ulike grupper og arter av bunndyr for påvirkninger fra organisk belastning (Direktoratsgruppen vanndirektivet, 2018).

Fiske med bærbart elektrisk fiskeapparat benyttes for å kartlegge ungfisk av laksefisk (laks og aure). Det foretas en habitatkartlegging på stasjonene der det gjennomføres ungfiskundersøkelser. Kartlegging gjøres i henhold til Pulg, Barlaup, Skoglund, & Gabrielsen (2011). Bekkearealet ble skjønnsmessig delt inn i én av 3 mesohabitattyper; stryk, renne eller gyteareal. Deretter ble habitatet vurdert etter habitategenskapene morfologi, substrat og kantvegetasjon. Klassifiseringsveilederen viser hvordan tettheten av ungfisk vurderes i forhold til habitatkvaliteten (Direktoratsgruppen vanndirektivet, 2018)

Elfiske gjennomføres seinsommer/høst og bunndyrundersøkelse gjennomføres tidlig vår. Habitatkartlegging er sesonguavhengig og samordnes med enten bunndyr- eller fiskeundersøkelser. Feltundersøkelsene gjennomføres av erfarne ferskvannsökologer.

Undersøkelsene omfatter fire vassdrag, med tre til fire stasjoner per vassdrag (Tabell 3-1). Plassering av stasjonene vurderes i felt. Noen flere vassdrag er undersøkt, men av ulike grunner vurdert som uegnet for aktuelle biologiske kvalitetselementer. Dette gjelder Blindheimselva ved Gaupås, Djupevikelva ved Furnestræet og Litlaelva ved Rødberg.

Tabell 3-1. Oversikt over hvilke vassdrag som inngår i supplerende undersøkelser av biologiske kvalitetselementer og habitatkartlegging, i FAS.

Vassdrag	Metode	Omfang, antall stasjoner
Storelva	Elfiske (eksisterende data)	3
	Habitatkartlegging 3	2
	Bunndyr (ASPT)	3
Taugåni, inkludert Hellebekken	Elfiske (eksisterende data)	2
	Habitatkartlegging	1
	Bunndyr (ASPT)	2
Daleelva	Elfiske (eksisterende data)	1
	Habitatkartlegging	1
	Bunndyr (ASPT)	1
Mannonselva og Skredbekken	Elfiske	3
	Habitatkartlegging	3
	Bunndyr (ASPT)	3

3.1.3 Fysisk/kjemiske kvalitetselementer

3.1.3.1 Behov for kunnskap, og eksisterende kunnskap

Urenset tunnelvann inneholder partikler og nitrogenforbindelser fra sprengstoffrester, og kan ha høy pH. I tillegg kan urenset tunnelvann inneholde oljeforbindelser og PAH (tjæreforbindelser), og metaller fra berggrunnen og/eller fra sement (Ranneklev, et al., 2016). Merk at tunnelvann kan inneholde skarpe og spisse partikler, som er nydannet ved sprengning og tunnelboring. Slike partikler er mer skadelige for fisk og andre vannlevende organismer enn mer avrundede partikler (Økland & Økland, 1995; Pabst, et al., 2015). Med tunnelvann menes vann som ledes ut av tunnel under driving, og som består av en blanding av driftsvann, innlekkasjevann og påboret vann. Visse bergarter kan inneholde sulfider som oksiderer til syre i kontakt med luft og vann (syredannende bergarter). Slike bergarter vil avgi større mengder metaller til vann (Pabst, et al., 2015). Avrenning fra sprengsteinfyllinger kan inneholde de samme stoffene, men gjerne i lavere konsentrasjoner enn det som er i tunnelvannet. I tillegg kan avrenning fra sprengsteinfyllinger inneholde plast.

I FAS skal det etableres renseanlegg for tunnelvann. Renseanleggene vil redusere tunnelvannets innhold av partikler, olje og partikkelbundet forurensning til et gitt nivå, og pH skal justeres til å være innenfor et fastsatt intervall.

Det er nødvendig å ha kunnskap om bakgrunnskonsentrasjoner i resipientene av de fleste stoffene nevnt i avsnittene ovenfor når det skal gjøres vurderinger av hvilke

virkinger utslipp fra anleggsarbeidene til FAS vil ha. Det er samlet inn eksisterende kunnskap fra databasene Vann-Nett (<https://vann-nett.no/>) og Vannmiljø (<https://vannmiljo.miljodirektoratet.no/>). Det finnes noe relevant dokumentasjon i de databasene, men dokumentasjonen er mangelfull. Det er spesielt lite informasjon om helse- og miljøfarlige stoffer, inkludert metaller. Derfor er det vurdert som nødvendig at prosjektet selv innhenter dokumentasjon om relevant økologisk tilstand og kjemisk tilstand i vannresipientene.

3.1.3.2 Valg av parametere

Med bakgrunn i kapittelet ovenfor er det behov for supplerende kunnskap om vannresipientenes tilstand med hensyn på følgende stoffer:

- Partikler, målt som suspendert stoff (SS)
- Total nitrogen (Tot-N)
- Ammonium-N
- Nitritt-N
- Nitrat-N (etter de første to rundene kan nitritt-N og nitrat-N analyseres felles)
- pH
- Ti stk. metaller (arsen, bly, jern, kadmium, kobber, krom, kvikksølv, nikkel og sink, og ulike former for aluminium (labilt, illabilt og totalt). Når anleggsarbeidene starter, kan det i tillegg være aktuelt å måle forskjellige former av krom (krom III og krom VI)
- Sulfat
- PAH, 16 stk. forskjellige forbindelser

I tillegg er det behov for kunnskap om følgende stoffer:

- Suspendert stoff gløderest (SGR), for å kontrollere vanntype
- Total fosfor (Tot P), for å kunne avgjøre hva som er begrensende næringsstoff for primærproduksjon i vannforekomstene
- Totalt organisk karbon, for å kontrollere vanntype
- Kalsium, for å kontrollere vanntype
- Hardhet, for å avgjøre klassifiseringsgrenser for kadmium
- Ledningsevne, som generell vannkvalitetsparameter
- Oksygen, i to-tre av prøvetakingsrundene i vassdrag
- For Dalevågen (brakkvann/sjøvann) og for Taugåni (sjøvannspåvirket, avhengig av flo/fjære): salinitet

Miljøkvalitetsstandarder for metaller gjelder ifølge vannforskriften konsentrasjon i oppløsning. Det kan være aktuelt å også vurdere transport i vassdragene av totale mengder metaller. Konsentrasjon av metaller måles derfor både i oppløsning (i vannprøve filtrert gjennom et 0,45 µm filter eller behandlet på tilsvarende måte) og som totalkonsentrasjon (oppsluttet) i de tre første prøveuttakene, og deretter måles bare konsentrasjon i oppløsning.

3.1.3.3 Valg av prøvetakingsstasjoner

Det gjennomføres prøvetaking ved til sammen 14 stasjoner i ferskvann/brakkvann, vist i Tabell 3-2 og kart i Vedlegg 1. Følgende punkter er kommentarer til valgte prøvestasjoner:

- Ofte er det i forundersøkelser tilstrekkelig å ha én prøvetakingsstasjon nært et tiltaksområde, og så legge til en oppstrøms-stasjon og en nedstrøms-stasjon når tiltakets påvirkning på vannresipienten starter. For noen vannforekomster er det likevel angitt både oppstrøms og nedstrøms stasjoner. Det gjelder Storelva, Manddalselva og Vaksdalselva. Grunnen til det er at det er relativt kort tid fra oppstart av prøvetaking til søknader om tillatelse etter forurensningsloven skal sendes. I et slikt tilfelle mener vi er det formålstjenlig å styrke kunnskapsgrunnlaget for disse vannforekomstene ved å ha to stasjoner i hver, også i forundersøkelsene.
- Stasjon 16, i Dalevågen, tilhører en vannlokalitet som er kystvann. Denne er likevel inkludert her som om det er en ferskvanns-/brakkvannslokalitet, fordi stasjonen ligger på et grunt område, like ved utløpet av Daleelva. Prosjektet vil kunne bruke data fra forundersøkelsene til å avgjøre om det vil være akseptabelt å lede avrenningsvann fra sprengsteinsdeponiet ved Dalehagen ut på grunt vann i Dalevågen, eller om avrenningsvannet bør ledes ut på dypt vann.

3.1.3.4 Prøvetakingsfrekvens

Ifølge vannforskriften er minstekravet til basisovervåking av blant annet næringsalter og enkelte metaller en prøve hver tredje måned. For tiltaksovervåking anbefaler Direktoratgruppen vanddirektivet (2010) prøvetaking hver 14. dag. Basert på dette er det vurdert at prøvetaking en gang hver måned, over et år, vil gi tilstrekkelig førkunnskaper om tilstanden av fysisk/kjemiske kvalitetselementer i de aktuelle vannforekomstene. Det er lagt opp til at det i forundersøkelsene tas ut prøver en gang per måned, i utgangspunktet over et år.

3.1.3.5 Justering av program for forundersøkelser, juni 2023

I perioden februar–mai 2023 er forundersøkelser gjennomført slik som beskrevet i kapittel 3.1.3 ovenfor. Fra og med juni 2023 er det gjort endringer i overvåkingsprogrammet som vist i punktlisten nedenfor. Reduksjon i prøvetakingsstasjoner og parametere er gjort for å tilpasse programmet til det prosjektet mener er nødvendig å innhente av kunnskap.

- Prøvepunktene Hellebekken oppstrøms, Vaksdalselva oppstrøms, Manddalselva oppstrøms og Storelva oppstrøms er tatt ut. Prøvepunktene nedstrøms er videreført.
- På Furnes prøvetas ett punkt i elva, nedstrøms skredvoll, og det tas en prøve i Bolstadfjorden.
- Det tas en prøve i Daleelva, oppstrøms tiltaket og oppstrøms sjøpåvirket del av elva.
- På Rødberg er prøvepunktet flyttet til nedstrøms tiltaksområdet.
- PAH-en benzo(a)pyren analyseres månedlig. Alle PAH16 analyseres en gang hvert kvartal.

- Metaller analyseres bare i filtrert prøve.

Tabell 3-2. Prøvetakingsstasjoner for vannprøvetaking i ferskvannsføremønstre ved FAS. Kolonnene ytterst til høyre angir kartkoordinater.

Nr.	Delområde FAS	Vannforekomst Vann-Nett	Vann-forekomstID, Vann-Nett	Økologisk tilstand/ potensial	Kjemisk tilstand	Navn vann- lokalt/ prøvetakings- stasjon	Kortnavn prøvetakings- stasjon	Vann- lokalitetID, Vannmiljø	UTM_32 _Euref89 _E	UTM_32 _Euref89 _N
<i>Ferskvann (bortsett fra Taugåni, som varierer mellom ferskvann og brakkvann)</i>										
1	Furnes	Bolstadfjorden bekker sør- vest	062-235-R	Moderat	Udefinert	Verpelstadelva	F1	115198	328990	6724750
2	Dalehagen	Daleelva utløp Dale II - Dalevågen	061-289-R	Moderat potensial	"	Daleelva oppstrøms	V0	Ikke registrert	323584	6720378
3	Helle	Dalevågen sidebekker sør	061-269-R	Moderat	"	Hellebekken oppstrøms	V3	108016	321973	6717877
4	"	"	"	"	"	Taugåni	V2	Nær stasjon 108225	322020	6718145
5	"	"	"	"	"	Vaksdalselva nedstrøms	V5	Nær stasjon 108224	321040	6709158
6	Vaksdal/ Tolåsen	Vaksdalselva nedstrøms inntak Møllen kraftverk	061-224-R	Moderat potensial	"	Vaksdalselva oppstrøms	V4	Ikke registrert	321921	6709453
7	Rødberg	Fiskevatnet bekkefelt	061-222-R	God	"	Rødberg nedstrøms	V13b	Ikke registrert	314801	6704869
8	Trengereid	Sidebekker Skulstadelva	061-158-R	God	"	Måndalselva oppstrøms	V10	Ikke registrert	314713	6702622
9	"	"	"	"	"	Måndalselva nedstrøms	V7	Ikke registrert	314383	6703603
10	"	"	"	"	"	Skredbekken	V8	Ikke registrert	314273	6703334
11	"	"	"	"	"	Utløp gruvegang Trengereiddalen	V9	Ikke registrert	314566	6703093
12	"	Skulstadelva nedstrøms Skulstadvatnet	061-156-R	Moderat potensial	"	Skulstadelva	V6	Nær stasjon 108217	314266	6703862
13	Espelund	Arnaelva - Storelva	061-134-R	Moderat	"	Storelva oppstrøms	V11	Ikke registrert	305291	6699826
14	"	"	"	"	"	Storelva nedstrøms	V12	Ikke registrert	305710	6702010

3.2 Sjø

3.2.1 Bakgrunn

Som nevnt under kap. 3.1.3.1 inneholder tunnelvann partikler, nitrogenforbindelser fra sprengstoffrester samt olje fra maskindrift. I tillegg kan berggrunnen bidra med metaller, særlig fra oppknust berg. Disse stoffene vil tilføres sjøen i varierende grad avhengig av håndtering før utslipp. Utslippene kan få konsekvenser for den kjemiske og økologiske tilstanden i fjorden. I henhold til Vannmiljø.no og Vann-Nett er den økologiske tilstanden i vannforekomstene Sørfjorden og Veafjorden «Moderat». For vannforekomst Sørfjorden er dette basert på resultater fra analyser av bunnfauna, klorofyll a, oksygeninnhold i bunnvann, nivåer av nitrat+nitritt i vannmassene, samt nivåer av de vannregionspesifikke stoffene pyren, dibenzo(a,h)antracen og benzo(a)antracen. For vannforekomst Veafjorden er det basert på resultater fra analyser av bunnfauna og nivåer av det vannregionspesifikke stoffet benzo(a)antracen samt nivåer av pyren. Den kjemiske tilstanden er «Ikke god» i begge vannforekomster. For vannforekomst Sørfjorden er dette basert på nivåer av de prioriterte stoffene antracen, naftalen, benzo(g,h,i)perylene, fluoranten, benzo(k)fluoranten, TBT, benzo(a)pyren og kvikksølv. For vannforekomst Veafjorden er dette basert på nivåer av antracen, benzo(g,h,i)perylene og TBT.

Tidligere undersøkelser i fjorden er i stor grad gjort i tilknytning til oppdrettsnæringen, mens generell overvåking er konsentrert til midtfjords lokaliteter. Landskapet rundt fjorden er bratt, og det er stor direkte tilførsel av ferskvann til fjorden i tillegg til større definerte elver. Det er derfor sannsynlig at vannkvaliteten, særlig i overflatelaget, endres i en gradient fra land og utover til åpen fjord. Deponeringslokalitetene for sprengstein ligger nær land. Vannkvaliteten i disse områdene er mangelfullt kartlagt. Med bakgrunn i dette gjennomføres det supplerende undersøkelser i sjø, ved lokalitetene hvor det er planlagt etablert sjaktløsninger for deponering av stein. Undersøkelsene inkluderer prøver fra overflatelaget, under sprangsjiktet hvor bergsjaktene vil munne ut (ca. 25–30 m vanddyb) og ved bunnen i området ved fyllingsfoten. I tillegg gjennomføres undersøkelser på tre stasjoner ved Trengereid, og tre stasjoner i Dalevågen. Oversikt over stasjonene er vist i Tabell 3-3. Dataene vil i første omgang benyttes til å vurdere fjordens tålegrense for utslipp av partikler og nitrogenforbindelser.

Det er utført modellering (COWI, 2023b) av utslipp av tunnelvann i hovedprosjektet, ved bruk av modellen CORMIX v12.0 (USEPA, 2021) Resultatene viser at utslipp av rensset tunnelvann bør legges på 100 m dyp. Utslipp på dypt vann sikrer at tunnelvannet innlagres ved ca. 75 m dyp, det vil si godt under fotisk sone (20-30 m). Det er vannmassene i fotisk sone som miljøklassifiseres etter gjeldende veiledere. Etter primærfortynningen og ved innlagring er tunnelvannet fortynnet mer enn 100 ganger, vannpakken har da en tykkelse på ca. 1-3 m. Nitrogenforbindelsene i tunnelvannet har behov for mer enn 100 ganger fortynning for å oppnå god miljøtilstand, selv om vannmassene dypere enn fotisk sone strengt tatt ikke klassifiseres. Metallene krom og sink i tunnelvannet har også behov for mer enn 100 ganger fortynning for å oppnå god miljøtilstand. Dette er kun i de tilfellene hvor tunnelvannet har de høyeste antatte konsentrasjonene i ukeblandprøvene. Øvrige metaller krever langt under 100 ganger fortynning for å oppnå god miljøtilstand. Etter primærfortynning og innlagring vil tunnelvannet fortynnes videre med strømningene i fjorden (sekundærfortynning).

Siden primærfortynningen av nitrogenforbindelsene i tunnelvannet ikke er tilstrekkelig for å oppnå god miljøtilstand, og at resipienten også vil bli tilført store mengder nitrogen fra deponering av stein ved ca. 25 m dyp er det gjort beregninger av sekundærfortynning i fjorden. Beregningene tilsier at utslipp av nitrogenforbindelser til fjorden sannsynligvis ikke vil medføre en forringelse av vannkvaliteten i hele fjordsystemet, selv etter utslipp over lang tid. Bakgrunnskonsentrasjonene av nitrat og nitritt forekommer imidlertid tidvis i dårlig tilstandsklasse i øvre vannlag, noe som gjør at fjordvannet i disse fasene ikke tåler ytterligere tilførsler av disse stoffene i øvre vannlag. Lokalt og midlertidig kan det ikke utelukkes at konsentrasjonen av nitrogenforbindelser (total-nitrogen, nitrat og ammonium), går over til moderat tilstand på grunn av usikkerhetene knyttet til spredningen i fjorden. Dette gjelder i tørre deler av året hvor sjiktningen er dårlig (liten) slik at innblanding av dypere vann vil kunne nå overflaten. Disse episodene vil derfor sannsynligvis være kortvarige. Overvåking av utslippet blir derfor viktig, særlig i første fase av anleggsgjennomføringen som starter på Langhelleneset. Det aksepteres som regel at tilstanden i vannmassene og sjøbunnen blir dårligere i et begrenset område rundt et utslipp, men området må ikke ha for stor utbredelse. Det er derfor viktig å få informasjon om hvor stort dette området blir og hvor stor påvirkningen blir avhengig av utslippets karakter. På denne måten kan prosjektet få indikasjoner på hva som skal til av eventuelle tiltak for at tålegrensen i fjorden ikke skal overskrides.

Basert på detaljert overvåking under oppstart i første fase bør overvåkingsprogrammet eventuelt justeres, avhengig av hva overvåkings-resultatene viser (jfr. kap. 2.4). Modellering utført av COWI tilsier at utslipp av suspendert stoff i tunnelvannet ved 100 m dyp og med en konsentrasjon på 400 mg/l, vil oppnå tilstrekkelig fortynning etter primærfortynning og innlagres på dypere vann, slik at grenseverdien på 5 mg/l og 15 mg/l i de øvre vannlag vil overholdes (Statsforvalteren i Vestland, 2023) (COWI, Fellesprosjektet Arna – Stanghelle, forberedende arbeider. Fagrapport. Innlagrings- og spredningsmodellering av ferskvannsutslipp til sjø, 2023b). I primærinfluensområdet vil imidlertid konsentrasjonen av suspendert stoff være >5 mg/l. FAS har gjennomført egne laboratoriestudier av deponering av stein, fordeling av finstoff i vannsøylen og sedimentering av finstoff på sjøbunnen. Basert på disse studiene har FAS vurdert at deponering av sprengsteinsmasser via bergsjakter med utløp på ca. -25-30 m dyp vil være en metode som unngår uønskede mengder finstoff i de øvre vannlagene. Utslipp av partikler vil føre til økt sedimentasjon og tilslamming. Leirfraksjonen i utslippet, både i tunnelvannet og i deponert sprengstein har svært lav sedimentasjonshastighet og vil holde seg i suspensjon over lang tid, og vil derved kunne fraktes ut av fjorden (Dam, 2021). Siltfraksjonen har høyere sedimentasjonshastighet og vil sedimentere, i avtagende gradient ut fra utslippet. I det utslippsnære området vil sedimentasjonen være betydelig høyere enn den naturlige sedimentasjonen, og vil derved kunne påvirke bløtbunnsfaunaen i området.

Ved Trengereid vil utslippsledningen til sjø inneholde både avrenning fra sprengsteinsfyllinger og utslipp av tunnelvann. Overvåkingsresultater fra Trengereid skal brukes til å vurdere hvilken betydning dette vil ha i Sørfjorden ved Trengereid.

Overvåkingsresultater fra stasjonen lengst øst i Dalevågen, «Dalevågen Midt», skal brukes i arbeidet med å vurdere avrenning fra den planlagte sprengsteinsfyllingen

ved Dalehagen. Resultater fra de to andre stasjonene i Dalevågen skal brukes som dokumentasjon av før-tilstand før FAS' hovedprosjekt starter.

3.2.2 Valg av parametere

Basert på ovenstående skal innsamlede vannprøver analyser for følgende stoffer:

- Partikler, målt som suspendert stoff (SS)
- Total nitrogen (Tot-N)
- Ammonium-N
- Nitritt-N
- Nitrat-N
- Total fosfor (Tot P)
- Fosfat-P
- Metaller (arsen, bly, kadmium, kobber, krom, kvikksølv, nikkel og sink), samt aluminium (total prøve/oppsluttet)
- Klorofyll-a i sommersesongen (fotisk sone)

I tillegg utføres det målinger av ledningsevne (saltholdighet), temperatur og tetthet (CTD) samt oksygen i vertikale profiler i hele vannsøylen.

3.2.3 Prøvetakingsfrekvens

Ifølge vannforskriften er minstekravet til basisovervåking av kystvann månedlige målinger av fysiske og kjemiske kvalitetselementer, herunder næringssalter, plankton (klorofyll-a) og metaller. Målingene utføres over et år. For å klassifisere vannforekomsten bør overvåkingen gå over 3 år.

For tiltaksovervåking anbefaler Direktoratgruppen vanndirektivet (2010) prøvetaking hver 14. dag. Basert på dette er det vurdert at prøvetaking en gang hver måned, over et år, vil gi tilstrekkelig før-kunnskaper om tilstanden av fysisk/kjemiske kvalitetselementer i de aktuelle vannforekomstene.

3.2.4 Prøvetakingsstasjoner

Det er utført prøvetaking og analyser av sjøvann i Sørfjorden på totalt 16 stasjoner i perioden mars 2023 til og med august 2023. Fra og med september 2023 er overvåkingsprogrammet redusert noe som vist i punktlisten nedenfor og Tabell 3-3. Årsaken er fordi overvåkingsresultatene til og med august viste små variasjoner i konsentrasjon langs gradienten fra nært land til midtfjords.

- Antall stasjoner er redusert fra 3 til 2 per utslippssted. Det er den midterste stasjonen i gradienten som er kuttet ut.
- Når bergsjakter og ledningen for tunnelvann er plassert, samt detaljert overvåking fra oppstart av anleggsarbeid i første fase foreligger, bør plassering av stasjonene vurderes på nytt, slik at de blir hensiktsmessige i forhold til planlagt utslippssted (tunnelvann og sprengstein).
- Stasjonen i Hellestraumen tas ut fra september. Her er det grunt, om prøvetaking er mulig varierer mye avhengig av flo og fjære.
- Analyser av metaller utføres på total prøve (ufiltret).

Tabell 3-3. Prøvetakingsstasjoner for sjøvann i vannforekomster som blir berørt av FAS. Kolonnene ytterst til høyre angir hvilke stasjoner som undersøkes videre til og med februar 2024.

Nr.	Delområde FAS	Vannforekomst Vann-Nett	VannforekomstID, Vann-Nett	Økologisk tilstand/potensial	Kjemisk tilstand	Navn vannlokalt/prøvetakingsstasjon	UTM_32_Euref89_E	UTM_32_Euref89_N	Undersøelsesperiode	
									mars 2023 tom. august 2023	mars 2023 tom. februar 2024
15	Furnes	Bolstadfjorden	0261020301-C	God	Udefinert	Bolstadfjorden	328914	6724780	X	x
16	Dalehagen	Veafjorden	0261020200-C	God	Ikke god	Dalevågen nord-øst	323203	6719997	X	X
17	"	"	"	"	"	Dalevågen midt	322611	6719377	X	X
18	"	"	"	"	"	Dalevågen Hellestraumen	321903	6718355	X	
19	"	"	"	"	"	Dalevågen Holmen	320582	6717042	X	X
20	Gamle Fossen	Veafjorden	0261020200-C	God	Ikke god	Gamle Fossen 1	320247	6712079	X	X
21	"	"	"	"	"	Gamle Fossen 2	320093	6712065	X	
22	"	"	"	"	"	Gamle Fossen 3	319968	6712049	X	X
23	Langhelleneset	Sørfjorden	"	Svært god*	Ikke god	Langhelleneset 1	318991	6706540	X	X
24	"	"	"	"	"	Langhelleneset 2	318872	6706688	X	
25	"	"	"	"	"	Langhelleneset 3	318808	6707095	X	X
26	Trengereid	Sørfjorden	"	Svært god*	Ikke god	Trengereid 1	314087	6704021	X	X
27	"	"	"	"	"	Trengereid 2	314007	6704127	X	
28	"	"	"	"	"	Trengereid 3	313747	6704471	X	X
29	Naustvika	Sørfjorden	0261020100-2-C	Svært god*	Ikke god	Naustvika 1	311939	6704306	X	X
30	"	"	"	"	"	Naustvika 2	311911	6704526	X	
31	"	"	"	"	"	Naustvika 3	311901	6704760	X	X

* Hess, Alve, & Helland, 2021

4 UNDERSØKELSER I ANLEGGSFASEN FOR FORBEREDENDE ARBEIDER

4.1 Ferskvann

4.1.1 Biologiske kvalitetselementer

Hvis anleggsfasen er kortere enn 3 år det tilstrekkelig med undersøkelser før og etter anleggsfase.

4.1.2 Fysisk/kjemiske kvalitetselementer

Når det gjennomføres forberedende anleggsarbeider med utslipp til ferskvann, skal det gjøres prøvetaking og analyse av vann i resipientene som mottar utslippene.

Prøvene tas oppstrøms og nedstrøms anleggsområdene, på stasjoner vist i Tabell 3-2 og kart i Vedlegg 1.

Parameterutvalg er slik som beskrevet i kapittel 3.1.3.2, med unntak av suspendert stoff gløderest, kalsium og hardhet. Prøvetakingen skal gjennomføres med en vannprøvetakingsrunde hver 14. dag. Prøvetakingsfrekvensen kan ev. tilpasses lokalt etter vurdering av risiko. Det skal tas supplerende prøver ved ev. uønskede hendelser.

4.2 Sjø

Prøvetaking og analyser av sjøvann fortsetter som i forundersøkelsene. Arbeidene vil starte på Langhelleneset. Når dette skjer, bør overvåkingen intensiveres rundt sjakt og utslippsledning for tunnelvann. Det bør utføres profilerende undersøkelser av hydrografi rundt utslippsstedene for å kontrollere hvordan eventuelt sjiktningen i vannmassene endres. I tillegg bør det tas flere vannprøver i vertikalen i gradient ut fra utslippsstedet for å bestemme influensområdet og samtidig fremskaffe data som kan verifisere modellresultatene og vurderingene gjort rundt spredning og fortykning. Denne intensiverte overvåkingen må planlegges i detalj sammen med anlegg, slik at prøvetakingen foregår når utslippene er representative for driften. Prøvetakingen kan skje over 2 til 3 kampanjer hvor man er til stede ved utslippspunktet over en dag og samler inn data og vannprøver.

Basert på disse dataene justeres eventuelt overvåkingsprogrammet.

5 ETTERUNDERSØKELSER

5.1 Ferskvann

5.1.1 Biologiske kvalitetselementer

Habitatkartlegging, ungfiskundersøkelser (elfiske) og bunndyrundersøkelser i de aktuelle resipientene (Storelva, Taugåni, Daleelva og Mandalselva/Skredbekken) skal gjentas etter at anleggsarbeidet er ferdig ved bruk av samme metodikk som i forundersøkelsen. Nødvendig prøveomfang må vurderes i felt når anleggsarbeidet er avsluttet. Dersom det påvises forringet miljøtilstand som relateres til tiltaket, skal etterundersøkelsene gjentas til forringelsen ikke lenger kan påvises. I slike tilfeller skal det også vurderes om tilstandsforbedrende tiltak skal iverksettes.

5.1.2 Fysisk/kjemiske kvalitetselementer

Etterundersøkelser skal utføres oppstrøms og nedstrøms i alle vannforekomster som har blitt tilført anleggsvann fra gjennomføringen av FAS, på stasjoner vist i Tabell 3-2.

Parameterutvalg er slik som beskrevet i kapittel 3.1.3.2, med unntak av suspendert stoff gløderest, kalsium og hardhet.

Etterundersøkelsene gjennomføres ved månedlig prøvetaking i ett år etter at anleggsarbeidene er avsluttet, for å ha tilstrekkelig data for tilstandsklassifisering (Direktoratsgruppen vanddirektivet, 2018). Hvis vannmiljøet i noen av nedstrøms-stasjonene fortsatt er forringet et år etter at anleggsarbeidene er avsluttet, og forringelsen kan skyldes tilførsler knyttet til anleggsarbeidene, skal overvåkingen fortsette til stasjonene ikke lenger er forringet. Denne overvåkingen skal skje ved kvartalsvis prøvetaking. I slike tilfeller skal det også vurderes om tilstandsforbedrende tiltak skal iverksettes.

5.2 Sjø

5.2.1 Fysisk/kjemiske kvalitetselementer

Når utslipp av tunnelvann opphører, vil det ikke lenger tilføres stoffer fra tunneldriving til resipienten. Beregninger tyder på at de øvre 100 m av vannmassene i Sørfjorden skiftes ut hver tredje måned. Utskiftingen er avhengig av ferskvannstilførselen. Ved høye vannføringer i tilførselselvene skiftes fjordvannet oftere ut enn ved lave vannføringer. Overvåkingen av fysisk/kjemiske kvalitetselementer (jfr. Kap. 3.2.2) bør derfor fortsette en periode etter at deponering av sprengstein og utslipp av tunnelvann har opphørt, anslagsvis 3 til 6 måneder (estimert fra utskiftingsraten av de øvre 100 m av fjordvannet). Som nevnt i kap. 2.4 vurderes eventuelle endringer i programmet underveis, avhengig av resultatene.

Det forventes heller ikke spredning fra deponert stein. Denne antagelsen bør imidlertid dokumenteres. Nitrogenforbindelser kan antas at vaskes av på vei fra sjaktmunningen til endelig deponering på bunn. Sprengstein kan lekke metaller, avhengig av bergart. Utlekking av metaller forebygges ved gjennomføring av geokjemiske undersøkelser og vurderinger av utlekkingspotensialet for bergarter i tunneltraseen som beskrevet i (COWI, 2023c) og (COWI, 2023d). For å dokumentere eventuell utlekking av metaller fra deponert stein, foreslås det utplassering av passive prøvetakere (DGT) ved deponiene, disse står ute i 14 dager og gir en

gjennomsnittskonsentrasjon av metaller i vannet i perioden de er utplassert. DGT-ene plasseres på en rigg i ønsket vanddyb med forankring til bunnen og oppdrift for å sikre fast avstand til sjøbunnen. Riggene kan ha tau til bøye på overflaten, ev. kan det benyttes akustisk utløser eller tau fra moring til land, Prøvetakingen begrenses til dypvannet nær fyllingene og i en avstand fra fyllingen, samt en referanse. Undersøkelsene gjentas til eventuelle konsentrasjonsøkninger av aktuelle stoffer normaliseres. Det må sikres at kvantifikasjonsgrensene er tilstrekkelig lave.

6 GENERELT OM PRØVETAKING OG ANALYSE

- Ved hver runde med vannprøvetaking skal det føres feltlogg. Feltloggen skal inkludere dato og tidspunkt for prøvetaking ved hver stasjon, og informasjon om vær- og nedbørforhold (sol, overskyet, regn/snø). For stasjonene i bekker og elver inkluderes også en skjønnsmessig angivelse av vannføring, som liten, middels, stor eller flomvannføring. Hvis mulig måles og registreres også vannhøyde.
 - Det skal tas bilder av alle stasjonene ved første gangs prøvetaking, og deretter minst hver tredje måned eller ved spesielle hendelser.
 - Prøvetaking og analyse gjøres i samsvar med vannforskriften med veiledere, og Norsk Standard.
 - Analyser utføres ved laboratorier som er akkreditert for de aktuelle analysene.
 - Kvantifikasjonsgrenser og måleusikkerhet skal være i samsvar med føringer i vannforskriften med veiledere. Unntaket er noen PAH-er, blant annet benzo(a)pyren, hvor kommersielle laboratorier i Norge ikke tilbyr kvantifikasjonsgrense som er lavere enn det som er EQS/vanmiljømål.
-

7 RAPPORTERING

- Resultatene fra forundersøkelsene benyttes ved utarbeiding av søknader om tillatelse etter forurensningsloven og sammenfattes i en rapport etter at forundersøkelsene er avsluttet.
 - Rapportering av overvåking i anleggsperioden for forberedende arbeider, skal gjøres en gang hvert halvår. Rapporten leveres senest to måneder etter halvårs-intervallet rapporten gjelder for. I tillegg sendes et månedlig notat med enkel vurdering av resultatene og ev. endring siden forrige prøverunde.
 - Rapportering av etterundersøkelser skjer senest to måneder etter siste prøvetaking.
 - Ved all rapportering skal resultatene klassifiseres etter bestemmelser i Direktoratgruppen vanndirektivet (2018).
 - Hver rapport skal inneholde en evaluering av om overvåkingsprogrammet er hensiktsmessig for neste periode, og ved behov gi anbefalinger for justeringer av programmet.
 - Alle analyseresultater legges i databasen Vannmiljø, senest innen utgangen av februar året etter at prøvetakingen er gjennomført.
-

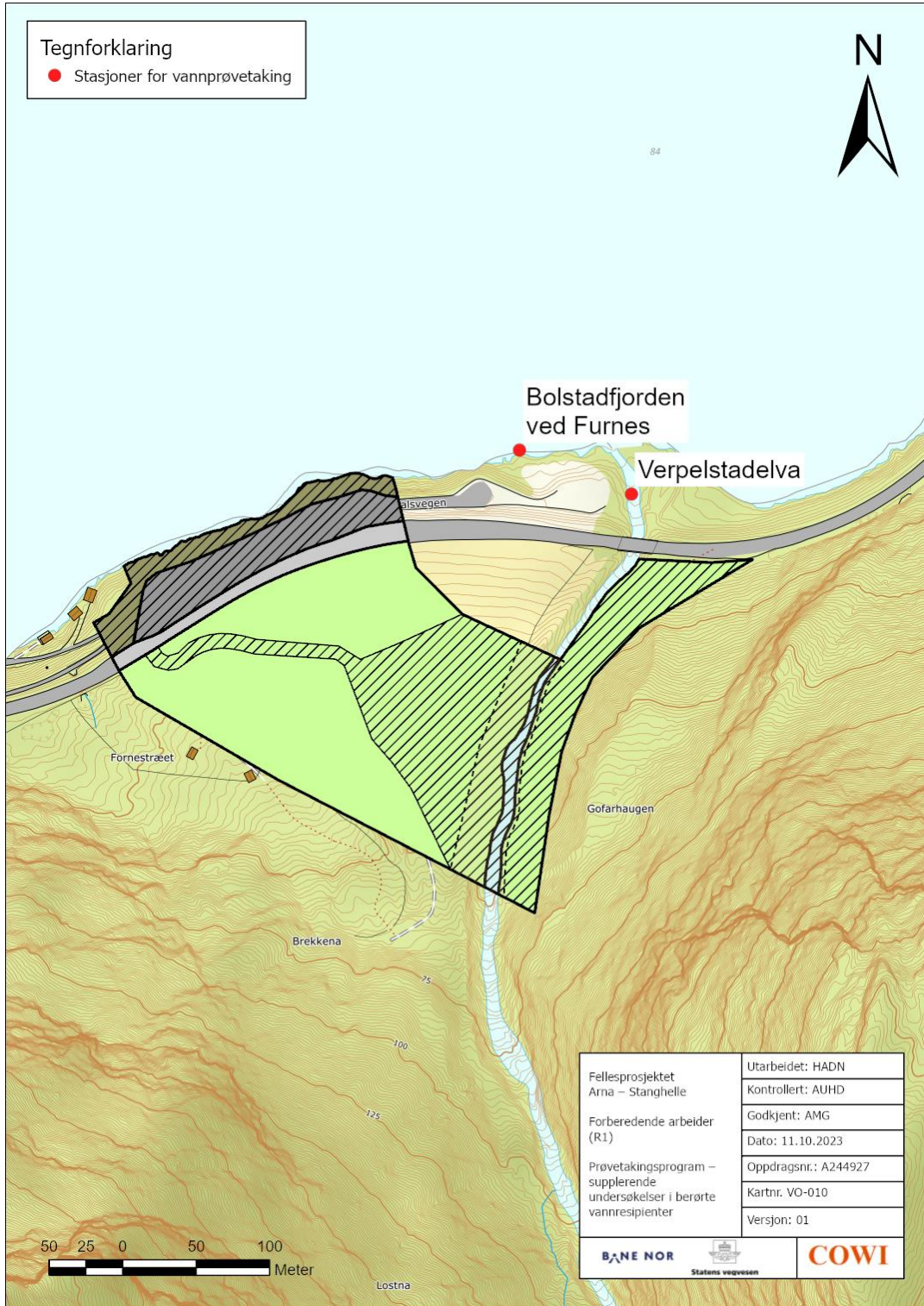
8 REFERANSER

- COWI. (2023a). *Fellesprosjektet Arna – Stanghelle, forberedende arbeider. Prøvetakingsprogram for supplerende undersøkelser i vannresipienter.* Dokument FAS-01-A-00005.
- COWI. (2023b). *Fellesprosjektet Arna – Stanghelle, forberedende arbeider. Fagrapport. Innlagrings- og spredningsmodellering av ferskvannsutslipp til sjø.* Dokument FAS-01-A-00062.
- COWI. (2023c). *Fellesprosjektet Arna - Stanghelle, forberedende arbeider. Fagrapport Geokjemiske undersøkelser.* Dokument FAS-01-A-00105.
- COWI. (2023d). *Fellesprosjektet Arna - Stanghelle, forberedende arbeider. E1 Tiltaksplan krystallinske silikatmineraler med fiberstruktur.* Dokument FAS-01-Q-00061 .
- Dam, G. (2021). *Spredningsmodellering finstoff Sørfjorden. 2021-01 Spredningsmodellering E16 Arna-Stanghelle.* Asplan Viak.
- Direktoratsgruppen vanndirektivet. (2010). *Veileder 02:2009. Overvåking av miljøtilstand i vann.* 122 s.
- Direktoratsgruppen vanndirektivet. (2018). *Veileder 02:2018. Klassifisering av miljøtilstand i vann.* www.vannportalen.no, versjon 15.10.2020. 227 s.
- Hess, S., Alve, E., & Helland, A. (2021). *E16 og Vossebanen, Arna – Stanghelle. Miljøforholdene i Sørfjorden og Veafjorden, Vestland, dagens og tidligere tiders tilstand.* Dokumentnr. UAS-01-Q-00029, Bane NOR og Statens vegvesen. 37 s.
- Pabst, T., Hindar, A., Hale, S., Garmo, Ø., Endre, E., Petersen, K., . . . Baardvik, G. (2015). *Bergarters potensielle effekter på vannmiljøet ved anleggsvirksomhet.* Statens vegvesens rapporter 389. 100 s.
- Pulg, U., Barlaup, B., Skoglund, H., & Gabrielsen, S.-E. (2011). *Sjøaurebekker i Bergen og omegn.* Uni Research, Uni Miljø, LFI-rapport 181. 295 s.
- Ranneklev, S., Jensen, T., Solheim, A., Haande, S., Meland, S., Vikan, H., . . . Kronvall, K. (2016). *Vannforekomstene sårbarhet for avrenningsvann fra vei under anleggs- og driftsfasen.* Statens vegvesens rapport nr. 597. 51 s.
- Statsforvalteren i Vestland. (2023). *Løyve etter forureiningslova til deponering av overskotsmassar i Sørfjorden og Veafjorden frå bygging av Fellesprosjektet Arna-Stanghelle (FAS) for Statens vegvesen og Bane NOR. Bergen og Vaksdal kommunar.*
- USEPA. (2021). *CORMIX v12.0.* USEPA.
- Økland, J., & Økland, K. (1995). *Vann og vassdrag 1. Ressurser og problemer.* Vett og viten, Stabekk. 357 s.

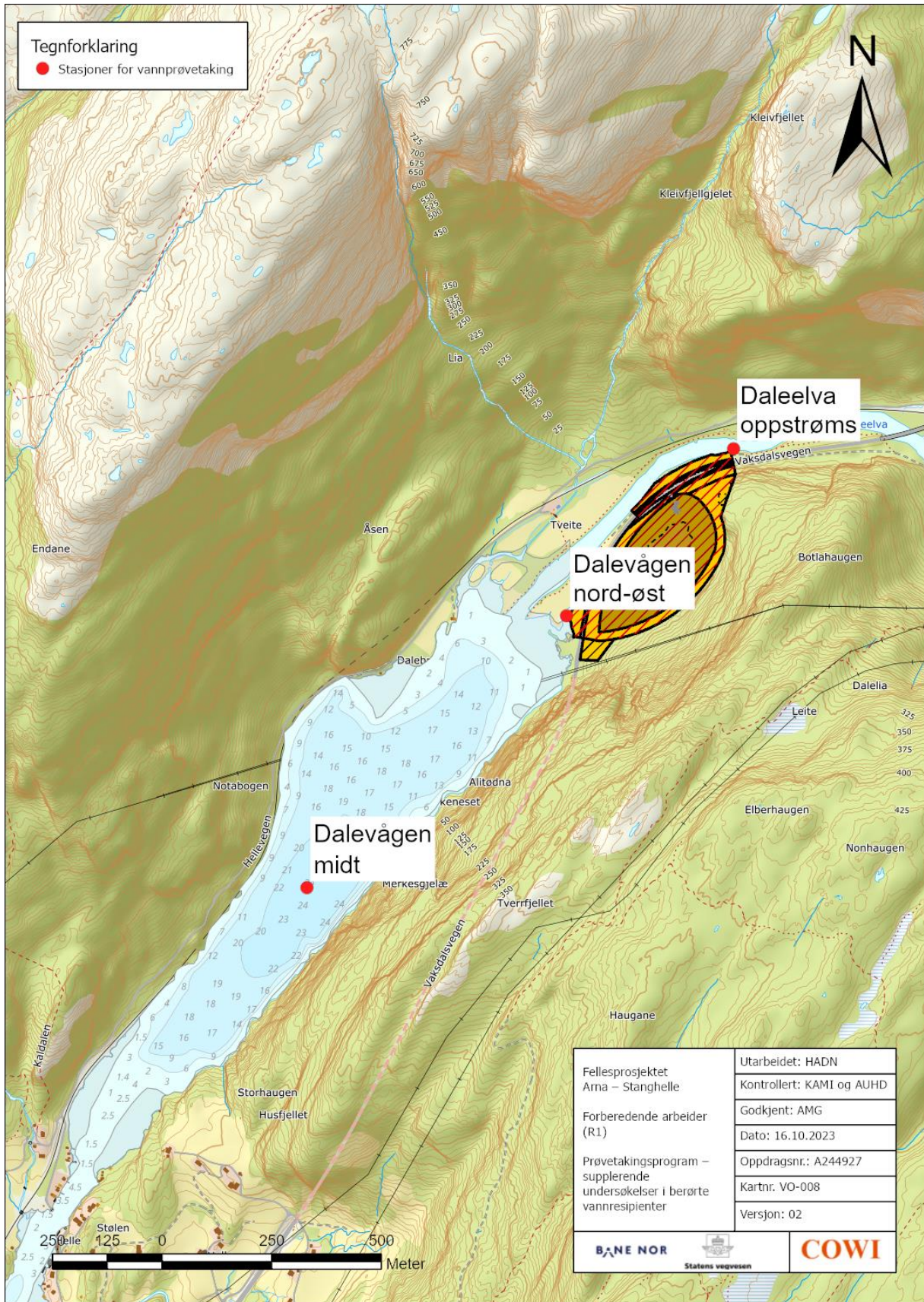
9 VEDLEGG 1: KARTUTSNITT SOM VISER STASJONENE FOR PRØVETAKING

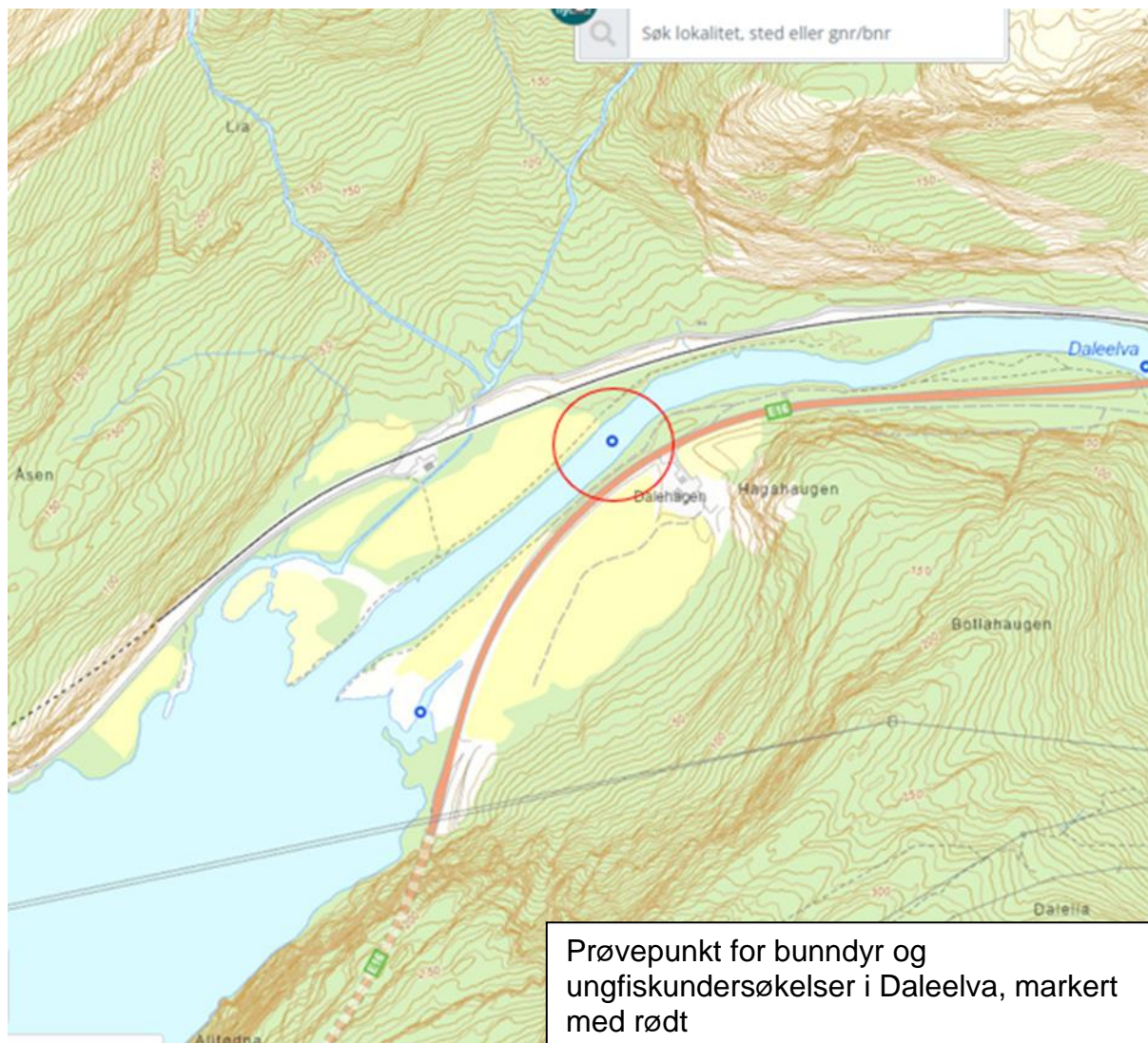
Sort strek som omgir områder med kraftig farge i kartene angir reguleringsplangrense for FAS. Skraverte felt ute i Sørfjorden markerer områder som er regulert til sjødeponi for sprengstein.

Delområde: Furnes

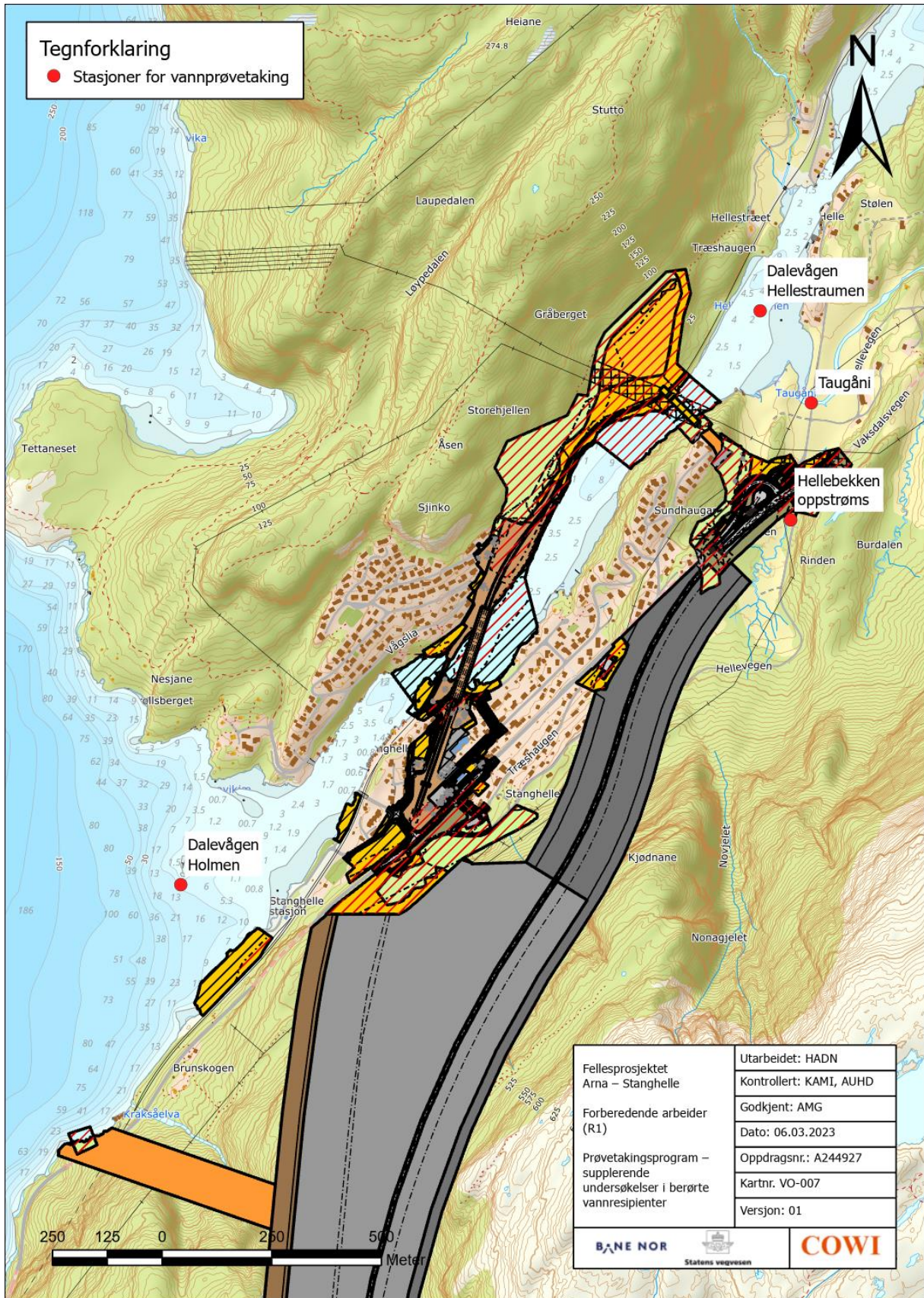


Delområde: Dalehagen



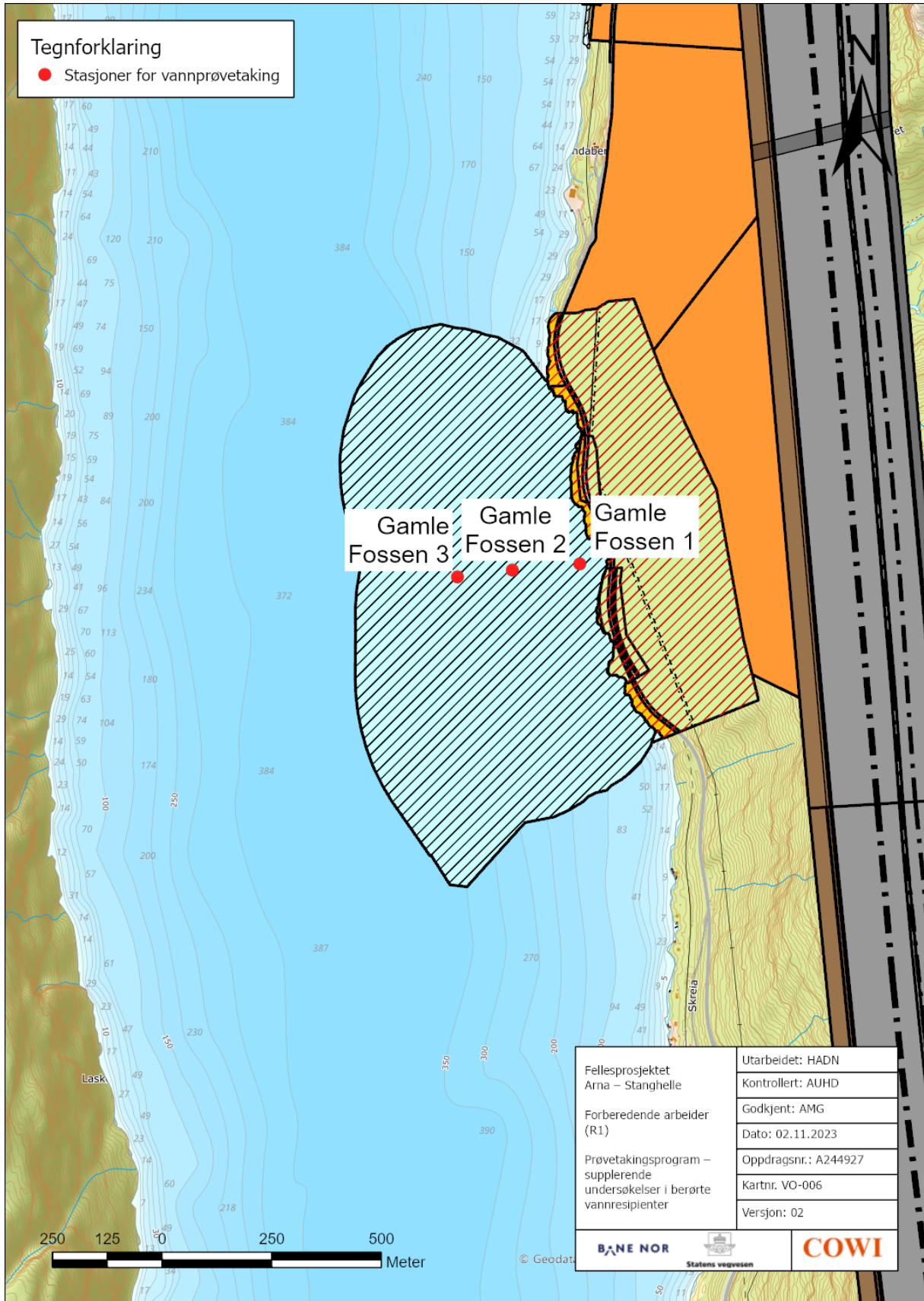


Delområde: Helle

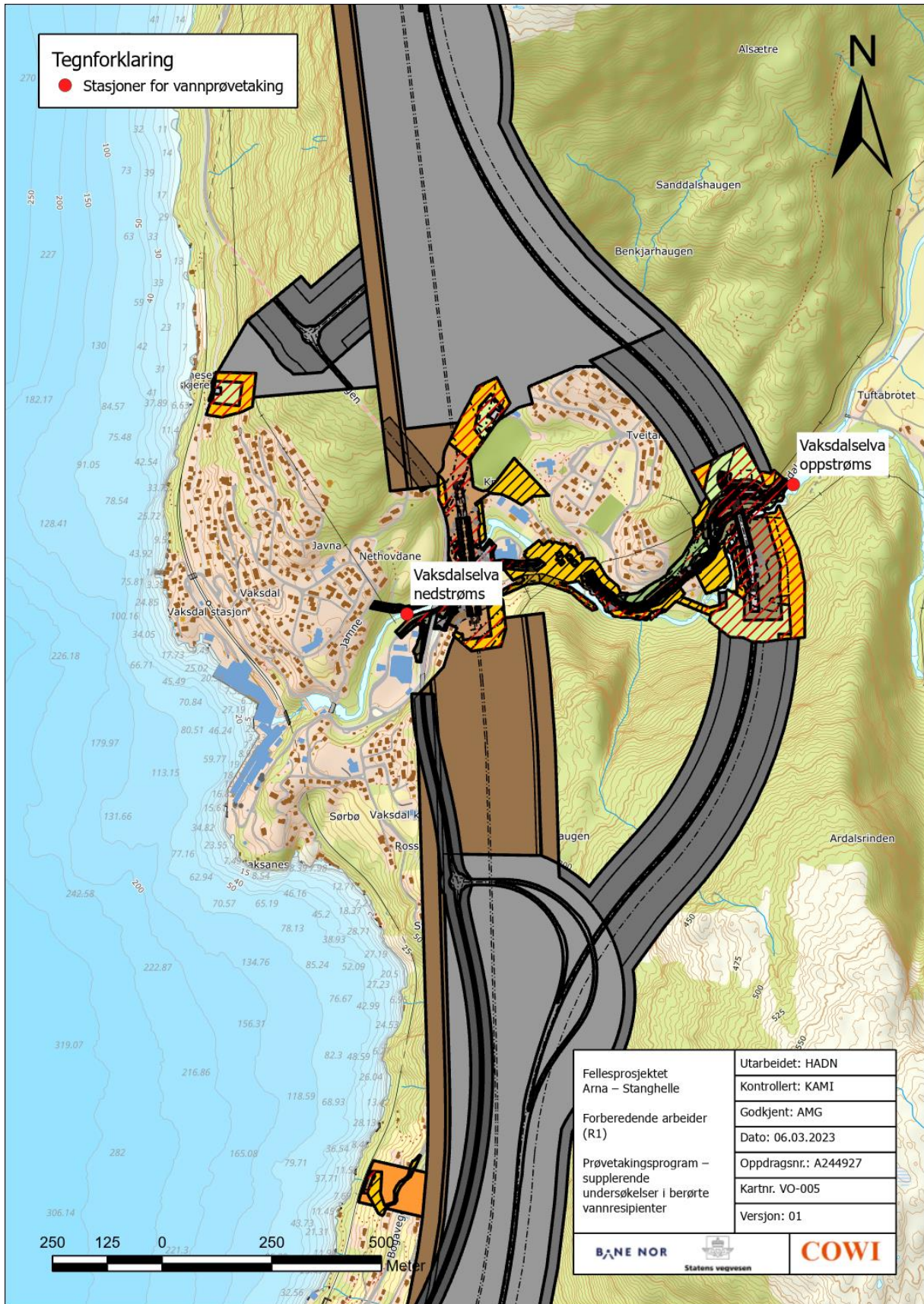




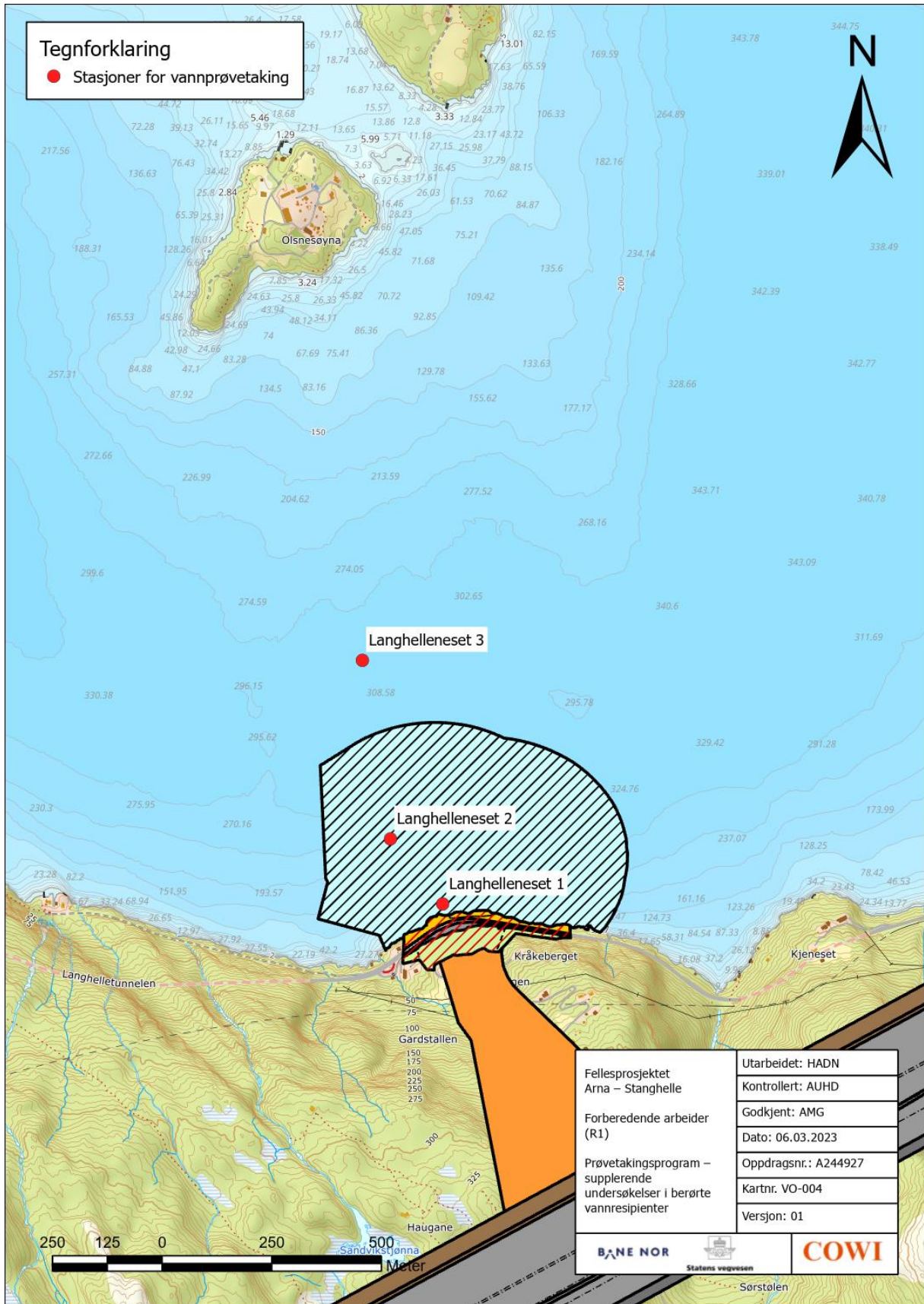
Delområde: Gamle Fossen



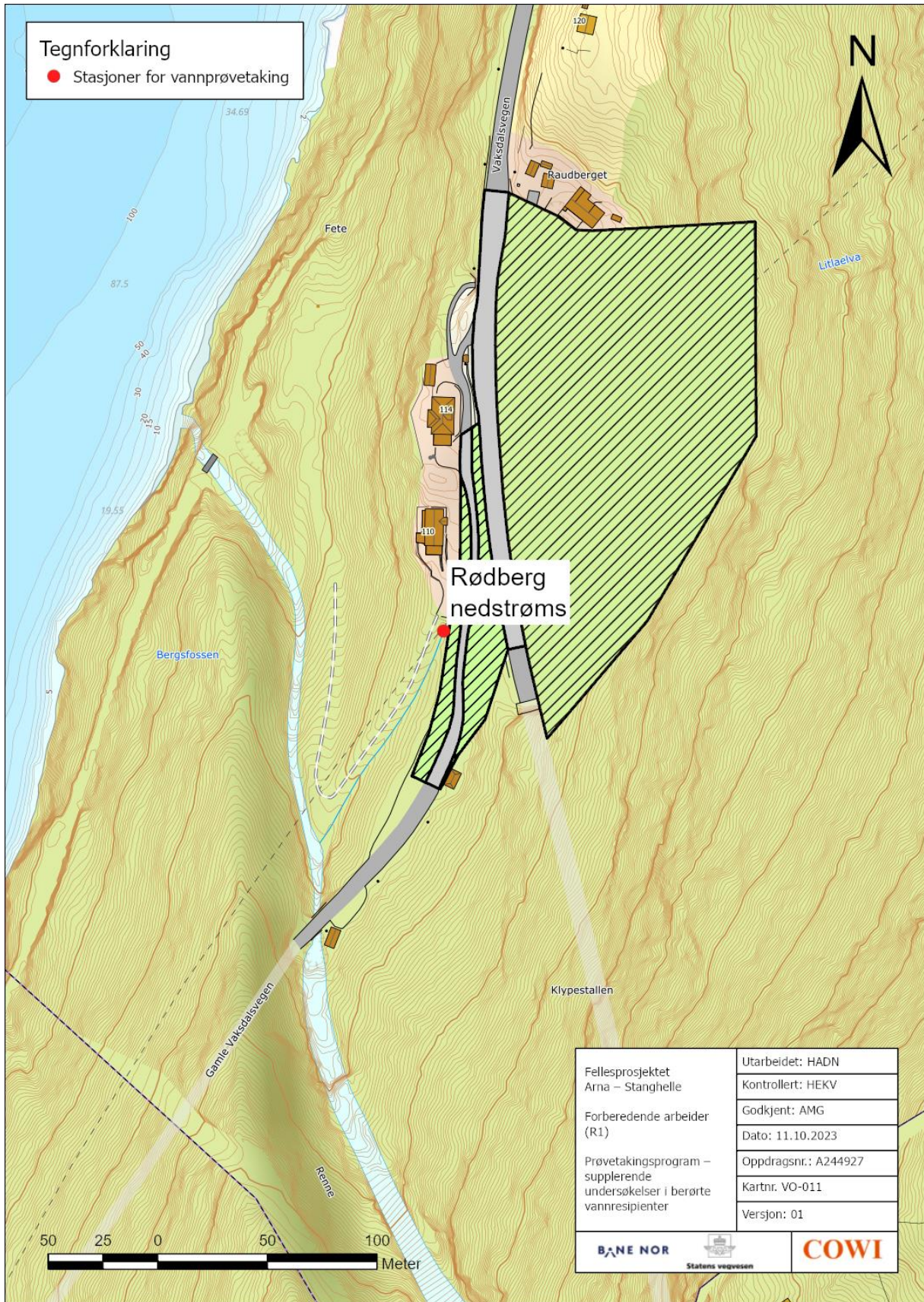
Delområde: Vaksdal/Tolåsen



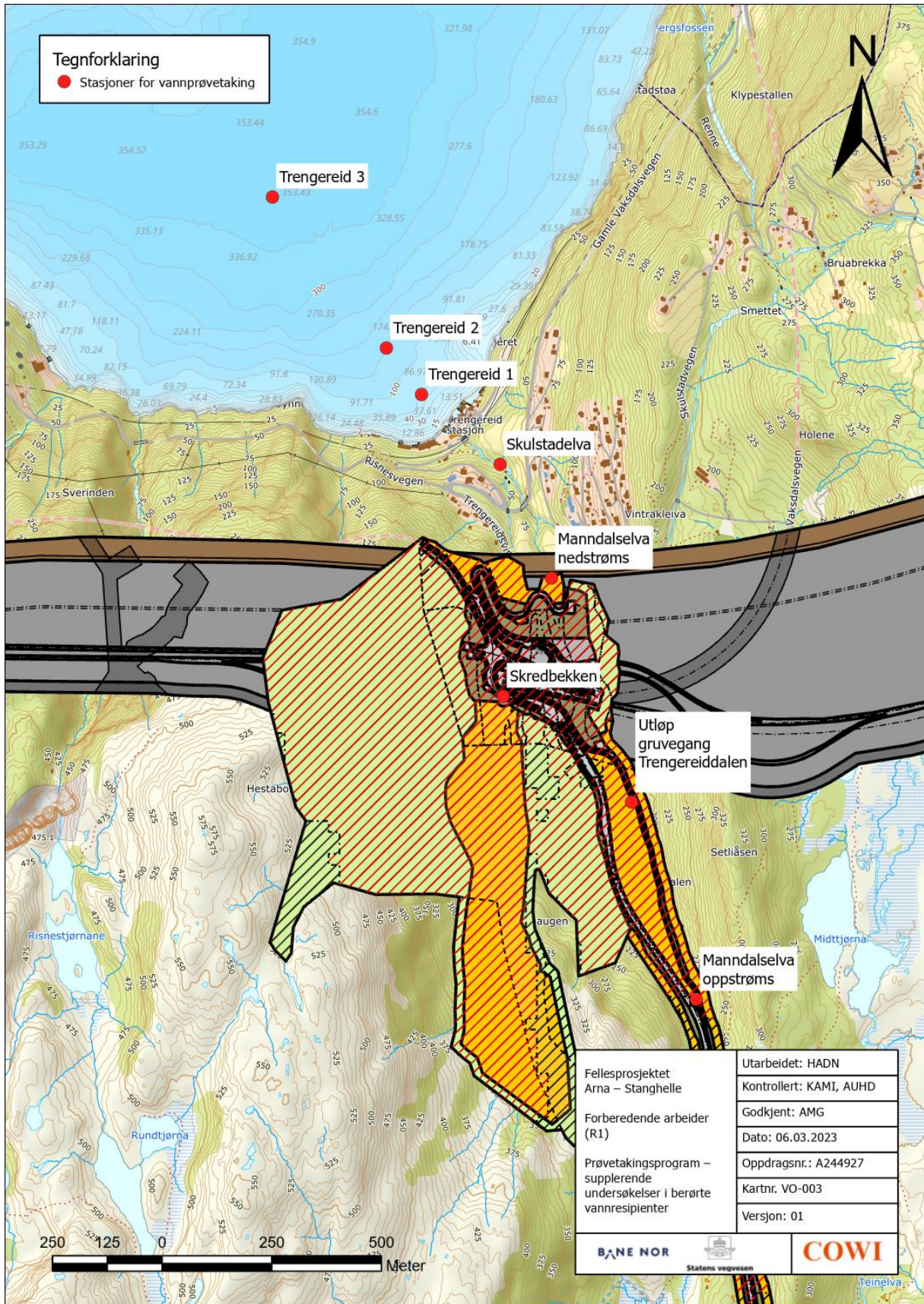
Delområde: Langhelleneset

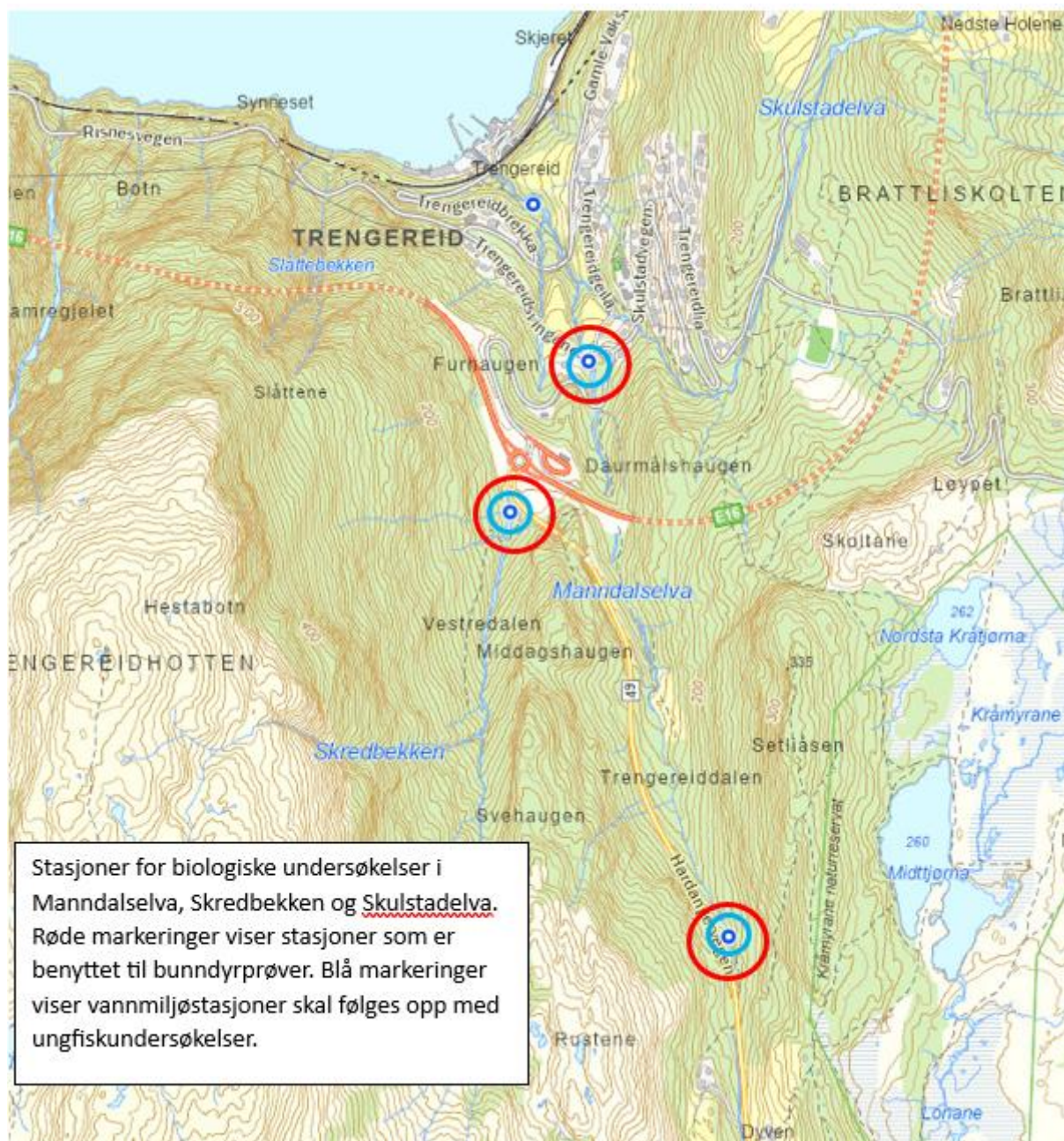


Delområde: Rødberg

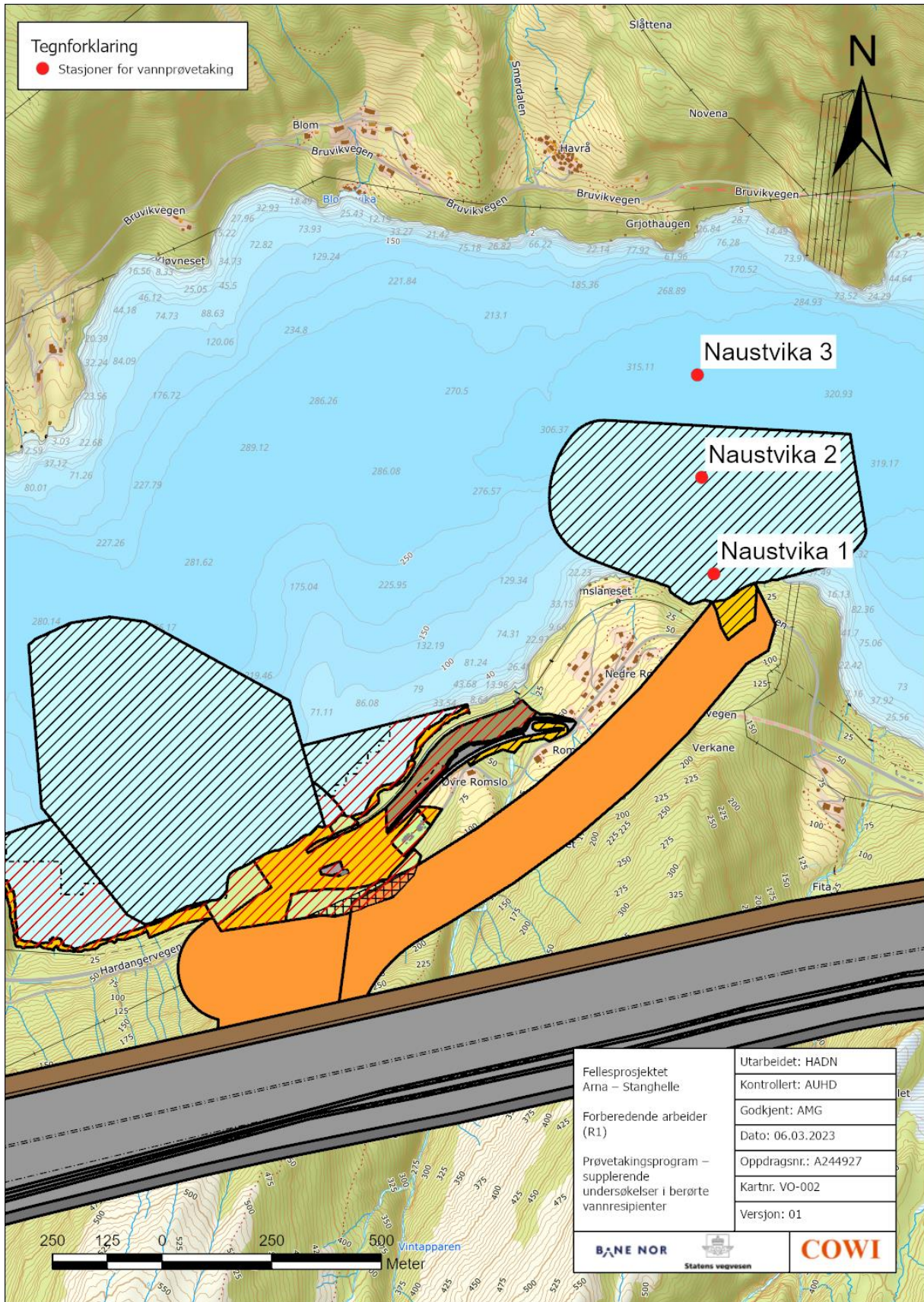


Delområde: Trengereid





Delområde: Naustvika



Delområde: Espeland nord

