

INGENIØRGEOLOGISK NOTAT FOR ARAREIR HØYDEBASSENG

INNHold

1	Innledning	2
2	Beskrivelse av området og prosjektet	3
3	Lovverk og standarder	4
4	Geologiske forhold	5
5	Observasjoner fra befarings	6
6	Berguttak og vibrasjoner	11
7	Bæreevne	13
7.1	Metode 1: Eurokode 7, Del 1, Tillegg G	13
7.2	Metode 2: Waltham, T., Foundations of Engineering -Geology	14
7.3	Metode 3: RSData	15
7.4	Konklusjon for bæreevne	16
8	Oppfølging under utførelse	16
9	Oppsummering	17
10	Referanser	18

OPPDRAGSNR.

A235936

DOKUMENTNR.

VERSJON

0

UTGIVELSESDATO

15.08.2022

BESKRIVELSE

Utgivelse

UTARBEIDET

SSBO

KONTROLLERT

CSSE

GODKJENT

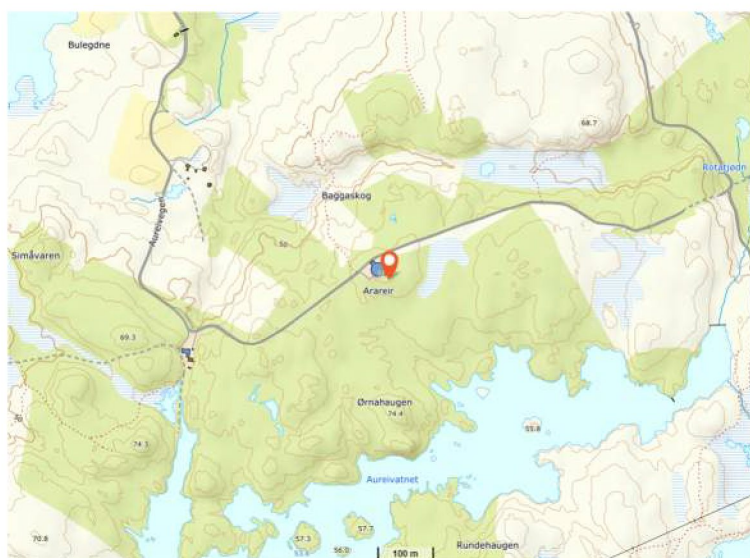
OIP

1 Innledning

På Karmøy skal det etableres et nytt høydebasseng ved Arareir, mellom Kopervik og Åkrehamn, se Figur 1. Her eksisterer det allerede et høydebasseng i dag, se Figur 2. Det eksisterende høydebassenget ble bygget på slutten av 90-tallet. Dette notatet inneholder ingeniørgeologiske data og vurderinger tilknyttet etablering av det nye høydebassenget.



Figur 1: Oversiktskart over plassering av nytt høydebasseng ved Arareir på Karmøy [1]. Oransje pin markerer plasseringen til høydebassenget. Nord er opp.

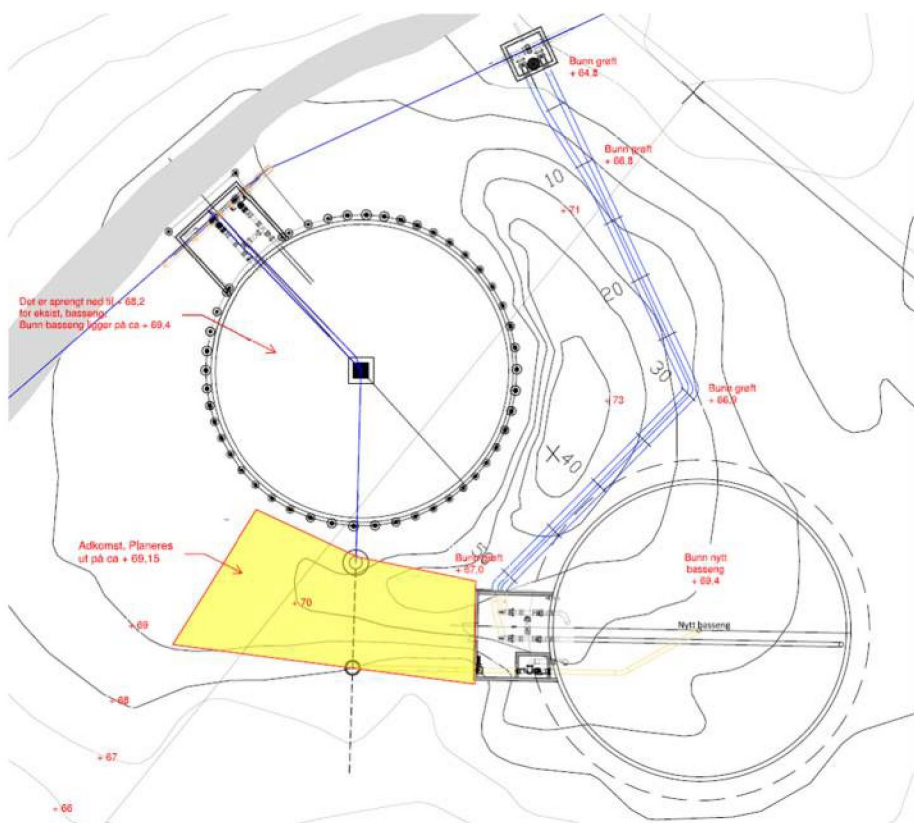


Figur 2: Kart som viser plassering av nytt høydebasseng ved Arareir, ved siden av eksisterende høydebasseng [1]. Oransje pin markerer plasseringen til høydebassenget. Nord er opp.

2 Beskrivelse av området og prosjektet

Nytt høydebasseng skal etableres sørøst for eksisterende høydebasseng ved Arareir, se Figur 3. De to høydebassengene skal ha omtrent lik utforming. Det nye bassenget skal få en diameter på ca. 23 m og med tilbygg som skal etableres på vestsiden blir bredden ca. 29 m. Høydebassenget skal bli ca. 15 m høyt. Grøft fra nytt høydebasseng skal ha bunnbredde 2 m.

Korteste avstand mellom høydebassengene blir ca. 9,5 m. Skjæring rundt nytt høydebasseng kan ikke stå nærmere enn 3 m fra bassengets vegger og følgelig blir korteste avstand mellom skjæring og eksisterende høydebasseng ca. 6,5 m. Bergstapben mellom eksisterende og nytt høydebasseng forventes at kan bli ned mot ca. 4-5 m bred. Grøft fra nytt høydebasseng til vannledning skal gå mellom de to høydebassengene. Korteste avstand mellom ny grøft og eksisterende høydebasseng blir ca. 7 m.

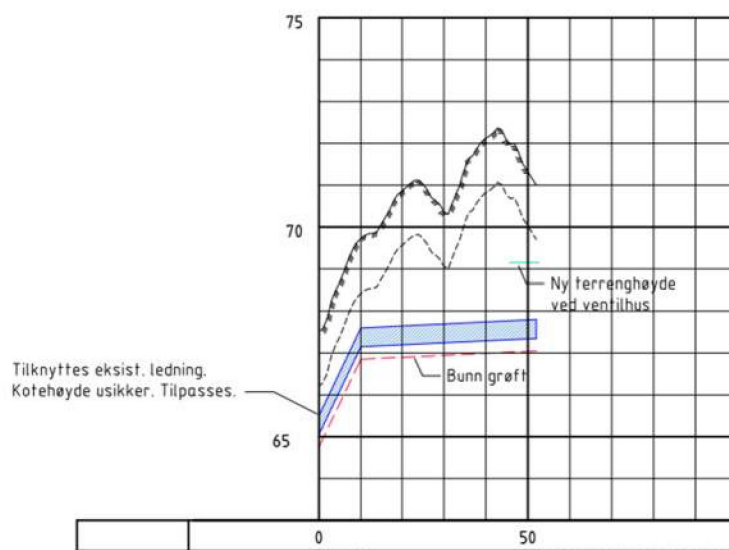


Figur 3: Tegning som viser plassering av nytt høydebasseng ved siden av eksisterende høydebasseng ved Arareir. Profilnummerering langs ledningsanlegg er oppgitt i meter. Nord er opp.

Det er en liten terrengforhøyning mellom de to høydebassengene ved Arareir. I forbindelse med etablering av eksisterende høydebasseng er deler av denne forhøyningen fjernet. Skjæringen som står igjen er tett oppsprukket, antagelig skadet fra sprengning, men skjæringen har ingen bergsikring. I forbindelse med etablering av nytt høydebasseng må sørøstre del av denne terrengforhøyningen fjernes. Terrengoverflaten der det nye bassenget skal etableres ligger mellom ca. høydekote +68 og +73 og terrenget heller mot sørøst.

For å lage plass til det nye høydebassenget skal det tas ut berg ned til kote +68,2. Største høydeforskjell mellom bunnen av bassenget og terrenget blir dermed ca. 5 m. Løsmassedekket i området er tynt, slik at bergoverflaten blir omtrent lik terrengoverflaten. I sørøstre del av området der bassenget skal etableres er det trolig ikke nødvendig med berguttak.

Grøfta fra nytt høydebasseng planlegges ca. 55 m lang. Langs traseen til planlagt grøft varierer terrenget mellom ca. høydekote +67 og +73. Bunnen av grøfta skal ligge mellom ca. høydekote +65,0 og +67,0. Et profil langs grøfta er vist i Figur 4. Grøfta ser ut til å kunne bli opp til ca. 5-6 m dyp.



Figur 4: Profil langs traseen til planlagt grøft. Blått indikerer rørene i grøfta og rødt indikerer grøftebunnen. Profilnummerering langs grøfta samsvarer med profilnummerering i Figur 3. Begge aksene er oppgitt i meter.

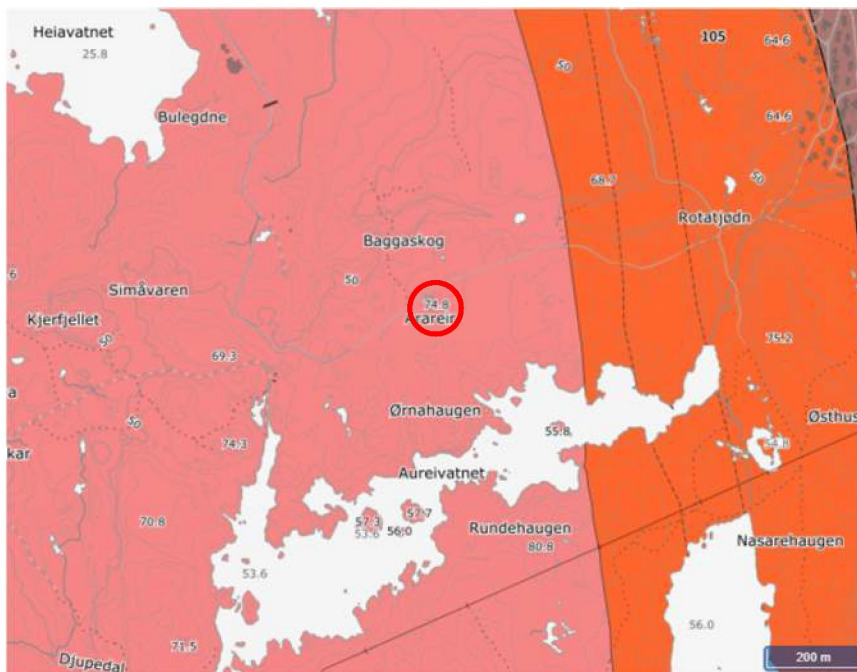
Sør for eksisterende høydebasseng skal det etableres adkomst til plassen der nytt høydebasseng skal bygges. Dette området er markert med gult i Figur 3. Terrenget ligger mellom kote ca. +71 og +67 her og det skal planeres ut på ca. kote +69,15. Største høydeforskjell blir følgelig ca. 2 m. Korteste avstand mellom eksisterende høydebasseng og berguttak for adkomst anslås ned mot ca. 1-2 m.

3 Lovverk og standarder

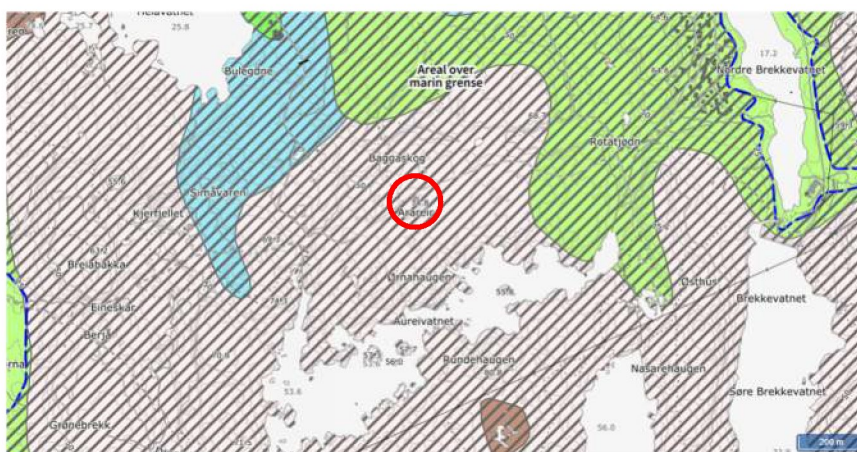
Det henvises til plan og bygningsloven [2], byggteknisk forskrift (TEK17) [3] og byggesaksforskriften (SAK10) [4]. Etablering av det nye høydebassenget ved Arareir vurderes til tiltaksklasse 3. Basert på kartgrunnlag fra NVE vurderes det ikke å være skredfare i området [5]. Prosjektet vurderes til geoteknisk kategori 2 basert på pålitelighetsklasse 2 og middels vanskelighetsgrad [6, 7, 8]. Dette medfører krav om utvidet kontroll av både prosjektering og utførelse (PKK3 og UKK3).

4 Geologiske forhold

Ifølge NGUs berggrunnskart [9] skal bergmassen bestå av metagranodioritt der det nye høydebassenget skal etableres, se Figur 5. NGUs løsmassekart [10] indikerer bart fjell, med nærliggende morene- og hav-, fjord- og strandavsetninger. Disse skal imidlertid opptre i tynt eller usammenhengende dekke. Arealet ligger over marin grense og det forventes derfor ikke marin leire eller kvikkleire i nærområdet. Området har moderat til lav aktsomhet for radon [11]. Det er ingen brønner i nærheten, ifølge GRANADA [12].



Figur 5: Utdrag fra NGUs berggrunnskart [9], med plassering av Arareir høydebasseng merket med rød ring. Det rosafargede området beskrives som metagranodioritt. Oransje er metatrandhemitt til metakvartsdioritt og brun er gabbro. Nord er opp.



Figur 6: Utdrag fra NGUs løsmassekart [10], med plassering av Arareir høydebasseng merket med rød ring. Det rosafargede området beskrives som bart fjell. Grønt er morenemateriale og blått er hav-, fjord- og strandavsetning. Brun er torv og myr. Grå skravering indikerer at området er over marin grense. Nord er opp.

Muligheten for syredannende berg er ikke undersøkt nærmere. Basert på bergartsbeskrivelsen forventes det ikke å påtreffes store konsentrasjoner av sulfider, men det kan heller ikke utelukkes med sikkerhet før det er undersøkt. Det anbefales å ta prøver av bergmassen i neste fase for å undersøke svovelinnehold og syredannende potensiale i bergmassen. I den forbindelse anbefales det også å undersøke innhold av tungmetaller i bergmassen. Funn av syredannende berg kan påvirke deponering av massene som skal fjernes for å etablere nytt høydebasseng og medføre behov for å rense avrenning fra byggeplassen.

5 Observasjoner fra befaring

Området ble befart av ingeniørgeolog 12.07.22. Målet med befaringen var å kartlegge de geologiske forholdene nærmere, vurdere egnet metode for berguttak, samt å samle inn data for å kunne vurdere bæreevne.

Tabell 1 og Tabell 2 viser resultater fra feltkartleggingen. Figur 7 viser et stereoplott med oversikt over oppsprekkingen på lokaliteten og Figur 8 til Figur 10 viser bilder fra lokaliteten. Løsmassedekket over berggrunnen er fjernet der nytt høydebasseng skal etableres slik at bergoverflaten er blottlagt. Det er ikke observert noen tydelige svakhetssoner i bergmassen på lokaliteten og bergmassekvaliteten vurderes generelt som middels i henhold til Q-systemet [13]. Samtidig er det observert at oppsprekking langs foliasjonen kan bli svært tett og nesten oppknust i forbindelse med foliasjonssprekker, se eksempel i Figur 12. GSI [14] vurderes å ligge mellom 50 og 60.

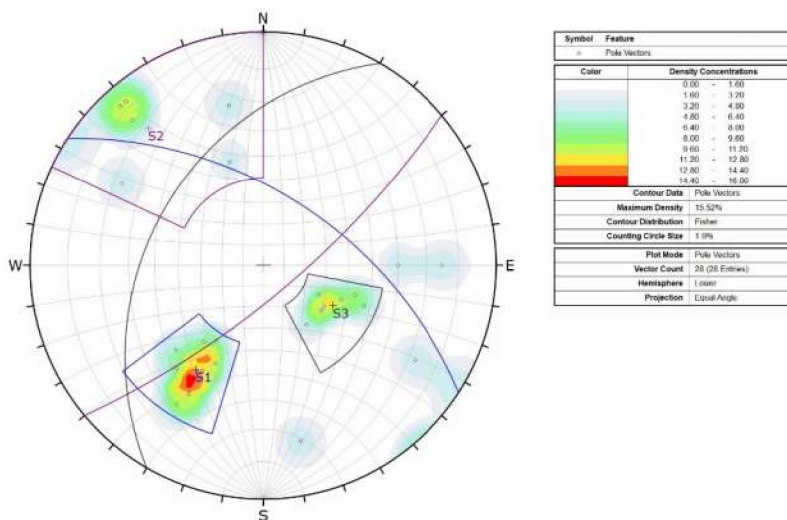
Tabell 1: Oversikt over feltresultater fra lokaliteten.

Bergbeskrivelse	Grønn, foliert med undulerende foliasjon som gir skifrihet fremfor lag. Foliasjon er ikke veldig fremtredende, men det er oppsprekking langs foliasjonen. Ser ut til å være en del kvarts, plagioklas, glimmer og enkelte granater. Lokalt er kvartskorn forholdsvis store, opp mot 1 cm diameter. Også observert kvartsårer, men ikke observert system i orientering til disse.
Bergart	Metagranodioritt
Isotropi	Isotrop
UCS	Veldig sterk (100-250 MPa), anslått med hammer, se også Tabell 3
RQD	90-100
Antall sprekkese	3+
J _r	1,5 Ru, ujevn, plan
Forvitningsgrad	Svakt forvitret til moderat forvitret, forvitningshud typisk inntil noen mm, overflateforvitring gjør at man noen få steder har smuldrende bergoverflate som kan børstes med hånda, slike områder er kanskje opp mot 1 cm tykke.
J _a	2 a) Svakt omvandlede sprekkelater. Uoppbløtelig mineralbelegg, sandpartikler, oppknust berg uten leir.
Blokkstørrelse	600-2000 mm
Bergvann	Tørt
Overvann	Tørt, har samlet seg regnvann i groper i bergoverflaten

Vær	Overskyet
Terreng og løsmasse	Løsmasser fjernet, tynt lag med jord igjen, mye eksponert fjell. Løsmassene i området har tynt dekke, anslås under 1m. Terreng/bergoverflaten er uregelmessig og heller mot sørøst.
Blotningsstørrelse	L= 50 m. B= 50 m. H= 15 m.

Tabell 2: Kartlagt informasjon om sprekkesettene på lokaliteten.

Sprekkesett	S1	S2	S3
Orientering (fall/fallretning)	55/030	80/140	35/290
Sprekkeutstrekning	1-5 m	1-3 m	1-10 m
Sprekkeavstand	200-600 mm. Middels	> 2000 mm. Veldig stor	600-2000 mm. Stor
Sprekkeåpning	<0,1 mm. Veldig tett	Ikke observert	Ikke observert
Sprekkefyll	Ikke observert	Ikke observert	Ikke observert
Sprekkeruhet liten skala	Ru	Ru	Ru
Sprekkeruhet middels skala	Plan	Plan	Plan
Sprekkeruhet stor skala	Kurvet	Rett	Rett
Kommentar	Foliasjon, tydelige sprekker, men mellom foliasjonssprekker er foliasjonen undulerende og mindre fremtredende.		



Figur 7: Stereoplott med konturer og poler som viser oppsprekkingsmønsteret på lokaliteten. Sees i sammenheng med Tabell 2.



Figur 8: Oversiktsbilde over den blottlagte plassen der nytt høydebasseng skal etableres. Bildet er tatt mot sørøst med menneske for skala. Terreng/bergoverflate heller i retningen bildet er tatt.



Figur 9: Bilde av plassen der det skal etableres adkomst til området der det skal bygges nytt høydebasseng. Bildet er tatt mot øst. Eksisterende høydebasseng sees til venstre i bildet. Oppstikkende berg nær høydebassenget må fjernes for å etablere adkomst.



Figur 10: Nærbilde av bergarten på lokaliteten. Man kan se grønnfargen, større kvartskorn, forvittringshud og en svak antydning til foliasjon. Finger for skala.

På befaringen ble berget undersøkt med Schmidthammer for å vurdere bergets trykkstyrke nærmere. COWI besitter en "Original Schmidt" hammer fra Proceq, type L. Målinger med Schmidthammer og bearbeiding av resultatene er i henhold til prosedyre beskrevet av Barton og Choubey [15], samt diagram fra Hoek [16]. Basert på avleste reboundnumre fra målinger med Schmidthammer er bergets intakte styrke estimert som vist i Tabell 3. Det vurderes at måling 2-4 trolig representerer bergets intakte styrke bedre enn måling 1 som ble utført på mer forvitrede overflater.

Tabell 3: Resultater fra måling med Schmidthammer og estimering av bergets styrke.

Måling	1	2	3	4
Målested	S1	S2	S3	Ung flate
Målinger: rebound-nummer	23	25	37	57
	45	22	50	48
	26	33	50	48
	32	23	56	50
	19	44	46	57
	28	42	36	51
	28	38	21	56
	27	39	42	39
	35	46	38	52
	38	42	33	52
Hammerorientering/ måleretning	Skrått nedenfra og opp	Horisontalt	Skrått ovenfra og ned	Skrått nedenfra og opp
Merknad	Utstikkende kvartskorn og forvitret berg	Mindre forvitret berg enn S1- målested, noe variabel kvalitet i flaten	Intakt, lite forvitret, solid berg	Målt på sprekkeflate i ca. 20 år gammel skjæring, vurderes å kunne representere bergmassen
Gjennomsnittlig reboundnummer basert på de 5 høyeste målingene [15]	35,6	42,6	48,8	54,8
Estimert JCS \leq UCS [MPa] [15, 16]	80	110	160	180

Skjæringen rundt eksisterende høydebasseng ble vurdert overordnet på befaringen. Det er ikke observert sikring i denne skjæringen, men det er observert en del løse blokker og nedfall fra skjæringen, se Figur 11. Mye av oppsprekningen i skjæringen er trolig forårsaket av sprengning i forbindelse med etablering av eksisterende høydebasseng. Dette er vurdert på bakgrunn av at oppsprekningen fremstår tettere i skjæringen enn i den blottlagte bergmassen sørøst for eksisterende høydebasseng. I tillegg fremstår oppsprekningen noen steder ganske tilfeldig og uregelmessig. Det er kun observert én borepipe fra tidligere sprengningsarbeid.

På grunn av den tette oppsprekkingen og de mange løse blokkene i skjæringen vurderes det at skjæringen burde vært rensket og at noe blokkbolting kan være aktuelt for å feste større blokker, se Figur 12. Det er kun gjort en kjapp vurdering av merkede blokker i figuren og det kan ikke utelukkes at det kan være andre blokker i figuren og ellers i skjæringen som også burde vært sikret. Dette bør vurderes nærmere med ingeniørgeolog på stedet. Rensk og sikring av eksisterende skjæring anbefales utført før berguttak for nytt høydebasseng starter opp, for å forhindre at berguttaket forårsaker ustabilitet i skjæringen og potensiell skade på eksisterende høydebasseng. Det anbefales også en rensk av skjæringen rundt eksisterende høydebasseng etter berguttak for nytt høydebasseng for å fjerne evt. nydannede ustabile blokker.



Figur 11: Skjæring rundt eksisterende høydebasseng ved Arareir. Det observeres en del nedfall ved skjæringsfoten og flere blokker i skjæringen er løse. Bildet er tatt mot sørøst. Eksisterende høydebasseng sees til høyre i bildet.



Figur 12: Del av skjæring rundt eksisterende høydebasseng der det er observert blokker (merket med stjerner) som kan være aktuelle å bolte fast pga. størrelse til både låseblokk og overliggende blokk. Det er kun gjort en kjapp vurdering av merkede blokker og det kan ikke utelukkes at det kan være andre blokker i bildet og ellers i skjæringen som også burde vært sikret. For øvrig sees tett oppsprekking langs foliasjonssprekk som går diagonalt i bildet. Bildet er tatt mot sørøst med hammer for skala.

6 Berguttak og vibrasjoner

Det nye høydebassenget planlegges 23 til 29 m bredt, se Figur 3. For å ha plass til å bygge høydebassenget må det være tilstrekkelig plass rundt planlagt bygg. Eventuelle skjæringer kan ikke så nærmere enn 3 m fra planlagte vegger til høydebassenget. Diameter til byggegrop blir dermed 29-35 m. Største skjæringshøyde forventes, som nevnt, rundt 5 m.

Egnede metoder for berguttak vurderes å være sprengning og/eller pigging. Norsk standard NS 8141:2001 beskriver blant annet metode for beregning av veiledende grenseverdier for vibrasjoner for å unngå skade på byggverk [17] i forbindelse med sprengning. Videre beskriver NS 8141-2:2013 grenseverdier for vibrasjoner tilknyttet annen anleggsvirksomhet enn sprengning [18], som f.eks. pigging. NS 8141-4:2021 er også aktuell for dette prosjektet da denne beskriver retningslinjer for besiktigelse av bygg før anleggsstart [19].

Nærmeste bebyggelse til nytt høydebasseng er det eksisterende høydebassenget på Arareir. Utover dette er det over 300 m til nærmeste bebyggelse [1]. I henhold til NS 8141-4:2021 er det derfor kun relevant å besiktige det eksisterende høydebassenget i forkant av berguttaket. Videre er det kun det eksisterende høydebassenget som vil påvirke grenseverdier for vibrasjoner. Den korte avstanden mellom høydebassengene setter begrensninger for vibrasjoner tilknyttet uttak av berg for nytt høydebasseng og tilhørende grøft.

Basert på NS 8141:2001 beregnes det en grenseverdi på 31 mm/s for vibrasjoner fra sprengning i forbindelse med etablering av nytt høydebasseng. For pigging beregnes det en grenseverdi på 12 mm/s for vibrasjoner i henhold til NS 8141-2:2013. Det henvises til Tabell 4 og Tabell 5.

Tabell 4: Beregning av grenseverdi for vibrasjoner tilknyttet sprengningsarbeider [17].

Parameter	Verdi
Ukorrigert toppverdi av vertikal svingehastighet	20 mm/s
Grunnforholds faktor	2,5
Byggverksfaktor	0,624
Byggfaktor	0,65
Materialfaktor	1,2
Fundamenteringsfaktor	0,8
Avstandsfaktor	1
Kildefaktor	1
Vibrasjonsgrense	31 mm/s

Tabell 5: Beregning av grenseverdi for vibrasjoner tilknyttet piggingarbeider [18].

Parameter	Verdi
Basisverdi for vertikal frekvensveid svingehastighet	35 mm/s
Byggverksfaktor	0,7
Byggmaterialfaktor	1,2
Byggtilstandsfaktor	1 *
Kildefaktor	0,4
Vibrasjonsgrense	12 mm/s

*Fortsatt at det ikke avdekkes forhold, som vil ha betydning for denne faktoren under besiktigelse før berguttak starter opp.

Det må settes opp vibrasjonsmålere på eksisterende høydebasseng for å overvåke vibrasjoner under anleggsarbeidene. Dette skal være på plass før anleggsarbeidene starter opp.

Bergskjæringer i fjell rundt byggegropen der nytt høydebasseng skal etableres og i grøft bør ha skjæringshelning 10:1 eller brattere. Skjæringshelning kan tilpasses stedlige forhold som f.eks. strukturer i bergmassen. Bergstappen mellom eksisterende og nytt høydebasseng forventes at kan bli ned mot ca. 4-5 m bred. Det anbefales å ta denne helt eller delvis ned i høyden der den forventes å være på sitt smaleste, for å øke stabiliteten. Skjæringer må renskes etter berguttak og behov for arbeidssikring og permanent sikring må vurderes.

Minste avstand mellom betongkonstruksjon/høydebasseng og skjæringsvegg skal være 3 m. Bunnbredde i grøfta skal være minst 2 m. I sålen der nytt høydebasseng skal etableres skal berg ikke stå høyere enn maks. kote +68,2. Bunnkoter i grøft finnes i plan- og profiltegning for ledningsanlegget. Toleranseklasse 0 for endelig flate i henhold til NS 3420 [20] kan benyttes slik at minsteavstand/-bredde og angitte koter for sålen og grøft opprettholdes. Uttak av berg skal utføres slik at unødig svekkelse av den endelige bergkonturen unngås, og at denne blir jevnest mulig innenfor de gitte krav.

Steinsprut fra berguttak må unngås, spesielt mot eksisterende høydebasseng, vei og turterreng. Det må påregnes stenging av vei og turterreng under berguttak.

7 Bæreevne

Det er gjort en vurdering av bæreevne for bergmassen under nytt høydebasseng ved Arareir. For dette er det benyttet tre ulike metoder, som beskrives i påfølgende underkapitler, og en oppsummering og konklusjon for bæreevnen er gitt i kapittel 7.4. Metodene benytter feltresultater som oppgitt i kapittel 5 i dette notatet, der det er aktuelt.

7.1 Metode 1: Eurokode 7, Del 1, Tillegg G

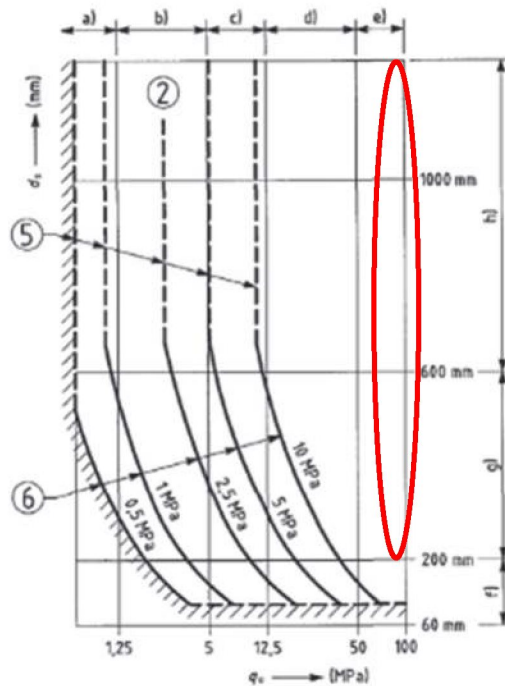
Tillegg G i Eurokode 7 del 1 [8] har et eksempel på metode for å finne antatt bæreevne for sålefundamenter på berg. Denne metoden tar utgangspunkt i en bergartsgruppe, som vist i Figur 13, og bruker diagrammer, som vist i Figur 14, til å estimere bæreevne fra sprekkeavstand og trykkfasthet. Generelt presiseres det at tillatt bæreevne ikke skal overskride enaksial trykkfasthet for bergmaterialet hvis sprekke er lukket og at bæreevnen må reduseres ved åpne sprekker. Metoden vurderer ikke bergarter med trykkfasthet over 100 MPa men det vurderes at metoden kan brukes til å gi et konservativt anslag på bæreevne også for slike bergarter.

Sprekkene i bergmassen ved Arareir er i felt vurdert å være lukket. Fra Figur 14 er det tydelig at bæreevnen til bergmassen ved Arareir ligger over 10 MPa også dersom bergets anslåtte intakte trykkfasthet justeres med partialfaktor 1,4. Denne vurderingen antar at konstruksjonen kan tåle setninger tilsvarende 0,5 % av fundamentets bredde.

Tabell G.1 – Gruppering av svakt og oppsprukket berg

Gruppe	Type berg
1	Ren kalkstein og dolomitt Karbonatsandstein med lav porøsitet
2	Størkningsbergarter Oolittisk og mergelholdig kalkstein Velsementert sandstein Herdnet karbonat-leirstein Metamorfe bergarter, inklusive skifer (flattliggende kløvv/foliasjon)
3	Sterkt mergelholdig kalkstein Svakt sementert sandstein Skifer (steiltstående kløvv/foliasjon)
4	Usementert leirstein og leirskifer

Figur 13: Tabell G.1 i Eurokode 7 [8] som viser oversikt over gruppering av ulike bergarter for beregning av bæreevne. Rød firkant indikerer gruppen bergmassen ved Arareir tilhører.



Figur 14: Utdrag av figur G.1 i Eurokode 7 [8] som viser estimering av bæreevne for bergartsgruppe 2 basert på sprekkeavstand (d_s langs y-akse), enaksial trykkfasthet (q_u langs x-akse). Rød ring indikerer egenskapene til bergmassen ved Arareir.

7.2 Metode 2: Waltham, T., Foundations of Engineering - Geology

Tony Waltham oppgir i "Foundations of Engineering geology" en metode for å vurdere bæreevne [21]. Denne vises i Figur 15 sammen med en vurdering av bæreevnen til bergmassen ved Arareir. Med denne metoden vurderes bæreevnen til bergmassen ved Arareir å være 10-12 MPa.

I tilfeller hvor RQD er lavere enn 90 eller sprekkeavstanden er mindre enn 600 mm, må bæreevnen reduseres etter den gjeldende RQD verdi.

May be based on rock type:

Safe Bearing Pressure – typical values		
Rock types	Unweathered and massive	Heavily fractured or thinly bedded
Strong igneous rock, gneisses	10 MPa	6 MPa
Strong limestones and sandstones	4 MPa	3 MPa
Schists and slates	3 MPa	2 MPa
Strong mudstones, soft sandstones	2 MPa	1 MPa
Shale, sound chalk, soft mudstone	750 kPa	400 kPa

Or based on rock strength and fracturing:

Safe Bearing Pressure – guidance values					
	100	4	8	12	
UCS (MPa)	25	1	3	5	SBP (MPa)
	10	0-2	1	2	
RQD	25	70	90		
Fracture spacing		60	200	600 mm	

Figur 15: Utdrag fra Walthams bok som viser to metoder for estimering av bæreevne. Røde ringe indikerer vurdering for den aktuelle bergmassen ved Arareir.

7.3 Metode 3: RSData

RSData versjon 1.005 fra Rocscience [22] er benyttet for å beregne bæreevne for bergmassen på Arareir. For denne beregningen er det valgt inngangsparametere som vist i Tabell 6. Disse er i stor grad basert på feltresultater fra kapittel 5 i dette notatet, samt andre kilder [22, 23], og vurderes som konservative. Tabell 6 viser at global trykkfasthet for bergmassen beregnes til 19,5 MPa for valgte inngangsparametere. Med en sikkerhetsfaktor mot bæreevnebrudd på 2,0 blir da bergmassens bæreevne beregnet til 9,8 MPa med denne metoden.

Tabell 6: Inn- og utdata for beregning av bæreevne vha. programmet RSData.

	Parameter	Enhet	Verdi
Inndata	UCS	MPa	110
	GSI	-	55
	mi	-	26
	Forstyrrelsesfaktor, D	-	0,8
	E-modul (intakt)	MPa	20 000
	Poissontall	-	0,3
Utdata	Global trykkfasthet	MPa	19,5

7.4 Konklusjon for bæreevne

Resultatene fra de tre metodene som er benyttet for vurdering av bæreevne er oppsummert i Tabell 7. Merk at for metode 1 er det benyttet en partialfaktor på 1,4. Metode 2 angir dimensjonerende bæreevne direkte. I Metode 3 er det benyttet en sikkerhetsfaktor mot bæreevnebrudd på 2. Konklusjonen fra vurderingene er at bæreevnen til bergmassen kan settes til 10 MPa. Dersom det under anleggsfasen viser seg at bergmassen er mer oppsprukket enn forutsatt kan bæreevnen være lavere enn anslått.

Tabell 7: Oppsummering av beregnet bæreevne med tre metoder.

Metode	Bæreevne, MPa
Metode 1	Over 10
Metode 2	10-12
Metode 3	9,8

8 Oppfølging under utførelse

Under utførelse må vibrasjonsgrenser følges opp og det må påregnes tilpasning av sprengning.

Arbeidssikkerheten i byggegropen i anleggsperioden vil være entreprenørens ansvar. Det forventes at jevnlig rensk, eventuelt kombinert med boltesikring, vil være tilstrekkelig som arbeidssikring i byggegropen.

Det anbefales befarings med ingeniørgeolog etter utført berguttak for å vurdere behov for permanent sikring i skjæring rundt høydebassenget.

9 Oppsummering

Etablering av nytt høydebasseng ved Arareir på Karmøy vil medføre etablering av skjæring og grøft med høyde/dybde opp mot ca. 5-6 m. Arbeid med berguttak for grøft og nytt høydebasseng vil foregå med avstand ned mot 6-7 m fra eksisterende høydebasseng ved Arareir. For å etablere adkomst til området der nytt høydebasseng skal etableres kan det bli behov for berguttak med avstand ned mot 1-2 m fra eksisterende høydebasseng. Nærheten til eksisterende høydebasseng setter begrensninger for vibrasjoner tilknyttet berguttaket. Det er beregnet grenseverdier for vibrasjoner på 31 mm/s og 12 mm/s for henholdsvis sprengnings- og piggingsarbeider. Det må settes opp vibrasjonsmåler på eksisterende høydebasseng før anleggsstart for å overvåke vibrasjoner under anleggsarbeidene.

Bergmassen ved Arareir består av metagranodioritt som vurderes å ha UCS over 100 MPa og middels bergmassekvalitet. Bergmassen er foliert og oppsprekningen kan bli tett i forbindelse med foliasjonssprekker. Foliasjonssprekkene stryker mot eksisterende høydebasseng. Generelt er sprekkavstanden middels til veldig stor. Bæreevnen til bergmassen der nytt høydebasseng skal etableres er vurdert til 10 MPa.

Skjæring rundt eksisterende høydebasseng ved Arareir er ikke sikret og det er observert tett oppsprekking og en del løse blokker og nedfall. Det anbefales rensk og mulig blokkbolting her både før oppstart av, og etter berguttak for nytt høydebasseng. Behov for blokkbolting i eksisterende skjæring bør vurderes nærmere med ingeniørgeolog på stedet. Det anbefales også befarings med ingeniørgeolog etter utført berguttak for å vurdere behov for permanent sikring i skjæring rundt det nye høydebassenget.

10 Referanser

- [1] Kartverket, «Norgeskart,» 2022.
- [2] Lovdata, «Lov om planlegging og byggesaksbehandling (plan- og bygningsloven),» 2022. [Internett]. Available: <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2008-06-27-71>. [Funnet 05. 07. 2022].
- [3] Lovdata, «Byggteknisk forskrift (TEK17),» 2017. [Internett]. Available: <https://dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17/>. [Funnet 05. 07. 2022].
- [4] Lovdata, «Byggesaksforskriften (SAK10),» 2011. [Internett]. [Funnet 05. 07. 2022].
- [5] NVE, «<https://kartkatalog.nve.no/#kart>,» 2022. [Internett]. Available: <https://kartkatalog.nve.no/#kart>. [Funnet 05. 07. 2022].
- [6] Standard Norge, «NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016 (Eurokode 0),» 2016.
- [7] Norsk bergmekanikkgruppe, «Veileder for bruk av Eurokode 7 til bergteknisk prosjektering, versjon 1,» Norsk bergmekanikkgruppe, 2011.
- [8] Standard Norge, «NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2020 (Eurokode 7),» 2020.
- [9] NGU, «B e r g g r u n n - Nasjonal berggrunnsdatabase,» 2022. [Internett]. Available: http://geo.ngu.no/kart/berggrunn_mobil/. [Funnet 05. 07. 2022].
- [10] NGU, «L ø s m a s s e r - Nasjonal løsmassedatabase,» 2020. [Internett]. Available: http://geo.ngu.no/kart/losmasse_mobil/. [Funnet 05. 07. 2022].
- [11] NGU, «Radon aktsomhet,» 2022. [Internett]. Available: https://geo.ngu.no/kart/radon_mobil/. [Funnet 05. 07. 2022].
- [12] NGU, «GRANADA - Nasjonal grunnvannsdatabase,» 2022. [Internett]. Available: https://geo.ngu.no/kart/granada_mobil/. [Funnet 10. 08. 2022].
- [13] NGI, Bruk av Q-systemet, 2015.
- [14] E. Hoek og P. Marinos, «Predicting tunnel squeezing problems in weak heterogenous rock masses,» *Tunnels and Tunneling International*, vol. 32, nr. 11, pp. 45-51, 2000.
- [15] N. Barton og V. Choubey, «The shear strength of rock joints in theory and practice,» *Rock Mechanics*, vol. 10, nr. 1-2, pp. 1-54, 1977.
- [16] E. Hoek, «Shear strength of discontinuities,» i *Practical Rock Engineering*, 2007.
- [17] Standard Norge, «NS8141:2001. Vibrasjoner og støt - Måling av svingehastighet og beregning av veiledende grenseverdier for å unngå skade på byggverk.,» 2001.
- [18] Standard Norge, «NS 8141-2:2013 Vibrasjoner og støt – Veiledende grenseverdier for bygge- og anleggsvirksomhet, bergverk og trafikk – Del 2: Virkning av vibrasjoner på byggverk fra annen anleggsvirksomhet enn sprengning, og fra trafikk,» 2013.

- [19] Standard Norge, «NS 8141-4:2021 Vibrasjoner og støt - Veiledende grenseverdier for bygge- og anleggsvirksomhet, bergverk og trafikk — Del 4: Retningslinjer for besiktigelse av byggverk og eiendom før bygge- eller anleggsstart,» 2021.
- [20] Standard Norge, «NS 3420-F:2022 Beskrivelsestekster for bygg, anlegg og installasjoner. Del F: Grunnarbeider,» 2022.
- [21] T. Waltham, Foundations of Engineering Geology, second edition, 2007.
- [22] Rocscience, «RSData User Guide,» 2021. [Internett]. Available: <https://www.rocscience.com/help/rsdata/overview>. [Funnet 08 07. 2022].
- [23] NBG, Handbook No 2 - Engineering Geology and rock engineering, 2000.