

Kongshaugen RA

Ingeniørgeologisk rapport for bergarbeider i dagen

Dokumentinformasjon

Oppdragsgiver:	Ålesund og Sula kommuner
Tittel på rapport:	Ingeniørgeologisk rapport for bergarbeider i dagen
Oppdragsnavn:	Kongshaugen RA
Oppdragsnummer:	637269-02
Utarbeidet av:	Ingvild Lausund
Oppdragsleder:	Cathrine Lyche
AVM dokumentkode:	AVM-30-G-RAP-001
Tilgjengelighet:	Åpen

Kort sammendrag

Sula- og Ålesund kommune planlegger nytt felles avløpsanlegg på Veibust i Møre og Romsdal. Avløpsanlegget er planlagt i berg under Breidalen. Multiconsult Norge AS har i samarbeid med Asplan Viak utført ingeniørgeologiske undersøkelser og vurderinger i tilknytning til forberedende arbeider ved tomt for administrasjonsbygg og gang- og sykkelveg langs Kongshaugstranda.

Skjæringshøyden til bergskjæringene ved administrasjonsbygget har varierende høyde fra 15 m innerst ved adkomsttunnelens forskjæring og gradvis avtagende mot øst. Langs Kongshaugstranda er det planlagt stedvis berguttak med lav skjæringshøyde, inntil 2 m. Berggrunnen i prosjektorrådet er gneis. Generelt vurderes bergmassens kvalitet å være god med tre registrerte sprekkesett. Hovedsakelig vil utglidninger kunne forekomme der skjæringene er orientert parallelt med sprekkesettene og fallvinkelen er tilstrekkelig høy. Det skal utføres kontrollert berguttak. Det er forventet at sikring i hovedsak vil være rensk, og bergsikringsbolter ved behov. Midlertidig stabilisering med forbolter langs deler av bergskjæringen ved administrasjonstomten må påregnes. Prosjektet er ikke lokalisert i et skredfarlig område. Det er forventet et tynt lag med løsmasser (< 3 m) over berg.

Grunnet begrenset skjæringshøyde og ingen unormale risikoer knyttet til grunnforhold plasseres bergarbeidene i geoteknisk kategori 2, prosjekteringskontrollklasse 2 (PKK2) og utførelseskontrollklasse 2 (UKK2).

01	5. juni 2023	Nytt dokument	IL	HEOE	EMG
Ver	Dato	Beskrivelse	Utarb. av	KS	Godkjent

Innholdsfortegnelse

1. Innledning	6
1.1. Bakgrunn og planlagt utbygging	6
1.2. Myndighetskrav	8
1.2.1. Tiltaksklasse	8
1.2.2. Kontroll	8
2. Planlagte bergarbeider	9
Faktadel	10
3. Utførte undersøkelser	10
3.1. Oversikt over tidligere utførte undersøkelser	10
3.2. Undersøkelser utført i denne planfasen	10
3.2.1. Ingeniørgeologisk feltkartlegging	10
3.2.2. Refraksjonsseismiske undersøkelser	12
3.2.3. Kjerneboring	12
3.2.4. Geoteknisk grunnboring	13
3.2.5. Laboratorietesting	13
4. Grunnforhold	15
4.1. Løsmasser - kvartærgeologi	15
4.2. Berggrunnsgeologi	16
4.2.1. Regional geologi og bergarter	16
4.2.2. Bergartsbeskrivelse	17
4.2.3. Berggrunnens oppsprekking og bergmassekvalitet	18
4.3. Bergartenes kjemiske- og mekaniske egenskaper	22
4.3.1. Resultat styrke/stivhet og indekstester	22
4.3.2. Resultat egnethetstesting	22

4.3.3. Bergets kjemiske egenskaper	22
4.4. Naturfare	23
Tolkningsdel	24
5. Ingeniørgeologiske vurderinger	24
5.1. Fordeling løsmasser - berg	24
5.2. Bergmassekvalitet	26
5.3. Stabilitetsforhold	26
5.4. Svakhetssoner	27
5.5. Berguttak	28
5.5.1. Generelt	28
5.5.2. Sprengningsopplegg	31
5.5.3. Borbarhet/sprengbarhet	32
5.6. Bergsikring	32
5.7. Anvendelse av sprengsteinmassene	33
5.8. Vibrasjonsoveråkning og bygningsbesiktigelse	33
6. Referanser	34

Vedlegg

Vedlegg 1 Ingeniørgeologisk befaringsrapport. Rapport AVM-20-G-RAP-001

Vedlegg 2 Seismiske grunnundersøkelser. Rapport GPX 22111. 2022.

Vedlegg 3 Datarapport kjerneboring. Rapport AVM-20-G-RAP-002. 2023.

1. Innledning

1.1. Bakgrunn og planlagt utbygging

Det skal bygges nytt felles avløpsrenseanlegg for Sula- og Ålesund kommune på Veibust i Møre og Romsdal. Anlegget er planlagt plassert i berg under Breidalen, med tunneltilkomst fra tomtene hvor renseanleggets administrasjonsbygg skal plasseres ved Kongshaugstranda. I forbindelse med etablering av anlegget skal det også anlegges ny gang- og sykkelveg langs lokalvegen Kongshaugstranda for å sikre trygg fremkommelighet for gående og syklende. Se Figur 1 for en oversikt over prosjektets plassering.

Multiconsult Norge AS er i samarbeid med Asplan Viak engasjert av Ålesund og Sula kommuner til å utarbeide konkurransegrunnlag for bygging av renseanlegget.

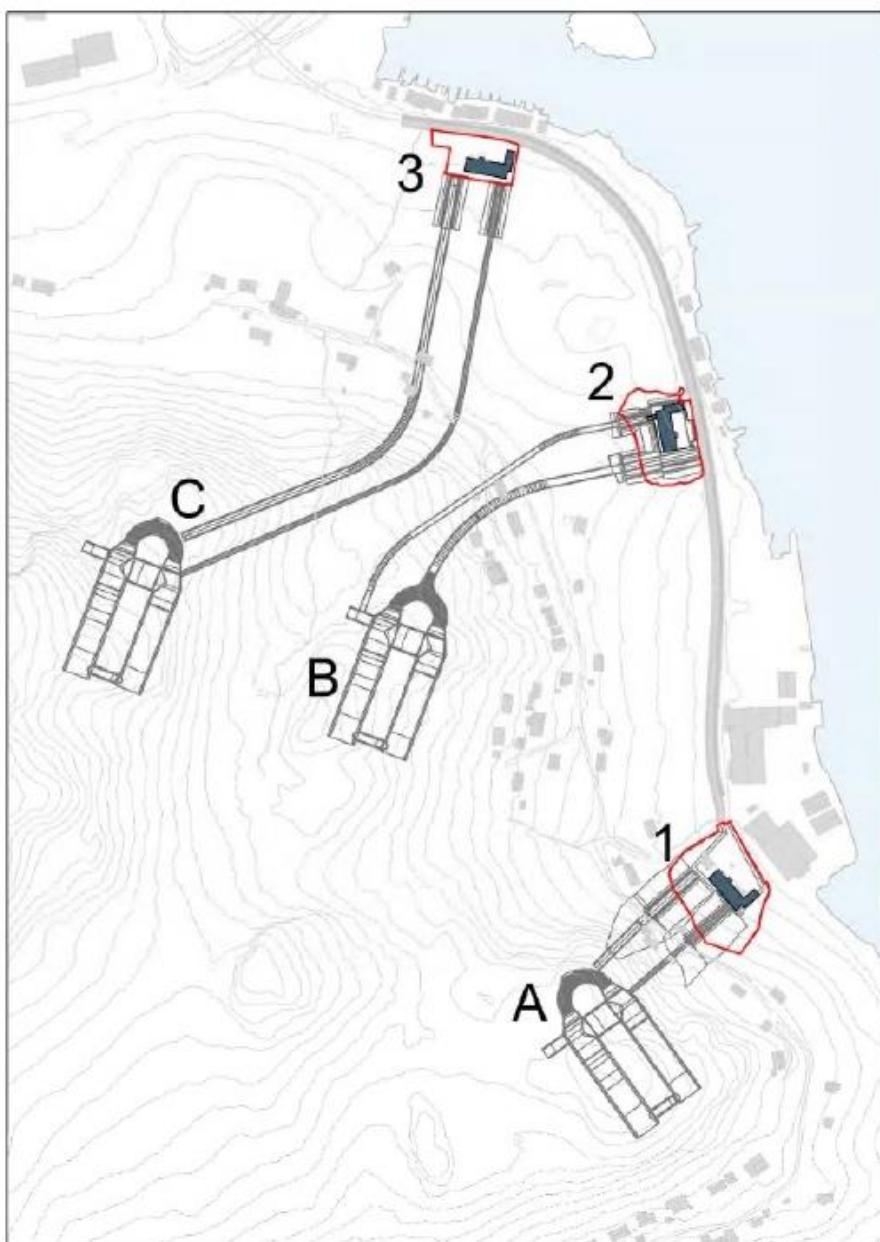


Figur 1 Oversiktskart over prosjektområdet er markert med rød sirkel (venstre). Plassering av administrasjonsbygg og GS-veg er markert med rød strek (høyre).

Foreliggende rapport omhandler de planlagte bergarbeidene tilhørende forberedende Entreprise E00, som omfatter berguttak og sikring av tomt for administrasjonsbygget og berguttak og sikring av berg i forbindelse med etablering av gang- og sykkelveg langs

Kongshaugstranda. Bergarbeidene for etablering av tunneler og berghaller tilhører Entreprise E01 og vil omhandles i en egen rapport.

I forprosjektet ble flere ulike plasseringer for renseanlegget vurdert, som vist i Figur 2. Det alternativet som er videreført til detaljprosjektering er en variant av Alternativ 2B, som også ble ansett som samlet sett mest gunstig fra forprosjektet [1]. Tidligere er det ikke utført undersøkelser direkte rettet mot gang- og sykkelvegen, ettersom gang- og sykkelvegen ble inkludert i først i denne planfasen.



Figur 2 Alternative plasseringer av administrasjonsbygg er markert med nummer 1-3 og rødt omriss [2]

1.2. Myndighetskrav

Plan- og bygningsloven stiller krav til prosjekteringen knyttet til grunnforhold og fundamentering. Med planlagt plassering av administrasjonsbygget anses ikke skred som en relevant problemstilling på tomten, og det er følgelig ikke tatt stilling til TEK17 sine sikkerhetskasser mot skred. Grunnarbeidene ved tomten og langs gang- og sykkelveg ligger utenfor faresone for stormflo, og videre også utenfor faresonen for flodbølge generert av fjellskred.

Konstruksjonssikkerhet kan etter TEK17 ivaretas ved å følge gjeldende norske standardverk (NS-EN). Nødvendige bergarbeider for etablering av tomt og for fundamentering vurderes være konvensjonelle uten unormale risikoer eller spesielt vanskelige grunnforhold og plasseres etter Eurokode 7 [3] således i Geoteknisk kategori 2. Videre plasseres arbeidene i pålitelighetsklasse (CC/RC2) etter Eurokode 0 [4]. Dette forankres i standardens veiledende eksempler for pålitelighetsklasse «(...) ved enkle og oversiktlig grunnforhold.»

De planlagte bergarbeidene langs Kongshaugstranda består av lave bergskjæringer som ikke vurderes å innebære unormale risikoer eller spesielt vanskelige grunnforhold, og vurderes derfor også til Geoteknisk kategori 2 (GK2) og CC/RC2.

1.2.1. Tiltaksklasse

Med pålitelighetsklasse 2 havner etablering av tomt for renseanleggets administrasjonsbygg i tiltaksklasse 2.

1.2.2. Kontroll

Pålitelighetsklasse 2 utløser prosjekteringskontrollklasse 2 (PKK2) og utførelseskontrollklasse 2 (UKK2). Dette utløser krav om utvidet kontroll. Utvidet kontroll i PKK2 kan begrenses til en kontroll av at egenkontroll og intern systematisk kontroll er gjennomført og dokumentert av det prosjekterende foretaket [4].

2. Planlagte bergarbeider

Tomten for Administrasjonsbygget er lokalisert vest for lokalvegen Kongshaugstranda hvor eksisterende terreng er mellom ca. 7 og 22 moh. Fra Kongshaugstranda stiger terrenget jevnt mot vest. Det skal etableres planum ved administrasjonsbygget på ca. kote 6, med fall fra vest og ut mot vegen. Nivå på overkant dekke blir rundt kote 7,5.

Innenfor prosjektområdet stiger Kongshaugstranda slakt fra ca. 6 moh. i nord til 7,5 moh. i sør. Trasé for gang- og sykkelveg skal ligge på sjøsiden av vegen fra starten i nord og helt ned til industritomten i sør, hvor gang- og sykkelvegen så legges på vestsiden langs resterende trasé.

Langs Kongshaugstranda skal vegbredden utvides inntil 5 m mot vest, noe som stedvis vil kreve berguttak, hovedsakelig nord for administrasjonsbygget, markert på Figur 3.

Terrenghøyden langs planlagt trasé varierer mellom ca. 5 til 10 moh. Skjæringshøyden er stort sett nokså lav, rundt 2 m, og det er derfor ikke vist egne tverrsnitt av skjæringene her.

Plasseringen av de planlagte bergarbeidene for etablering av administrasjonsbygget og gang- og sykkelveg er indikert i Figur 3 og omfatter i hovedsak følgende:

- Uttak og sikring av skjæringer/byggegrop for administrasjonsbygget
- Etablering av forskjæringer og påhuggsflater for adkomst- og rømningstunnelene
- Uttak og sikring av berg i forbindelse med etablering av gang- og sykkelveg langs Kongshaugstranda



Figur 3: Oversiktskart (venstre) og perspektivvisning av tomt for administrasjonsbygg sett mot sør-sørvest (høyre). Røde sirkler indikerer hovedområdene hvor det skal etableres bergskjæringer langs GS-veg. Røde sirkler indikerer bergskjæringer ved tomten for administrasjonsbygget. Kilde bakgrunnskart: Norgeskart.no og utklipp fra samhandlingsmodell

Faktadel

3. Utførte undersøkelser

3.1. Oversikt over tidligere utførte undersøkelser

Det er tidligere utført grunnundersøkelser i forbindelse med skisseprosjektet, først ved totalsonderinger i 2017, og senere refraksjonsseismiske grunnundersøkelser i 2019. I tillegg ble det utført supplerende undersøkelser i forbindelse med forprosjektet, i form av ingeniørgeologisk feltkartlegging i 2020 og supplerende grunnboringer i 2021. Ved disse undersøkelsene ble flere ulike plasseringer av renseanlegget vurdert. I forbindelse med detaljprosjekteringen er det kun de undersøkelsene som er ansett relevante for det valgte alternativet som er benyttet.

En oppsummering av de utførte undersøkelsene presenteres her:

- Totalsonderinger i 2017 [5]
- Refraksjonsseismiske undersøkelser i 2019 [6]
- Ingeniørgeologisk feltkartlegging i 2020 [1]
- Totalsondering i 2021 [7]

3.2. Undersøkelser utført i denne planfasen

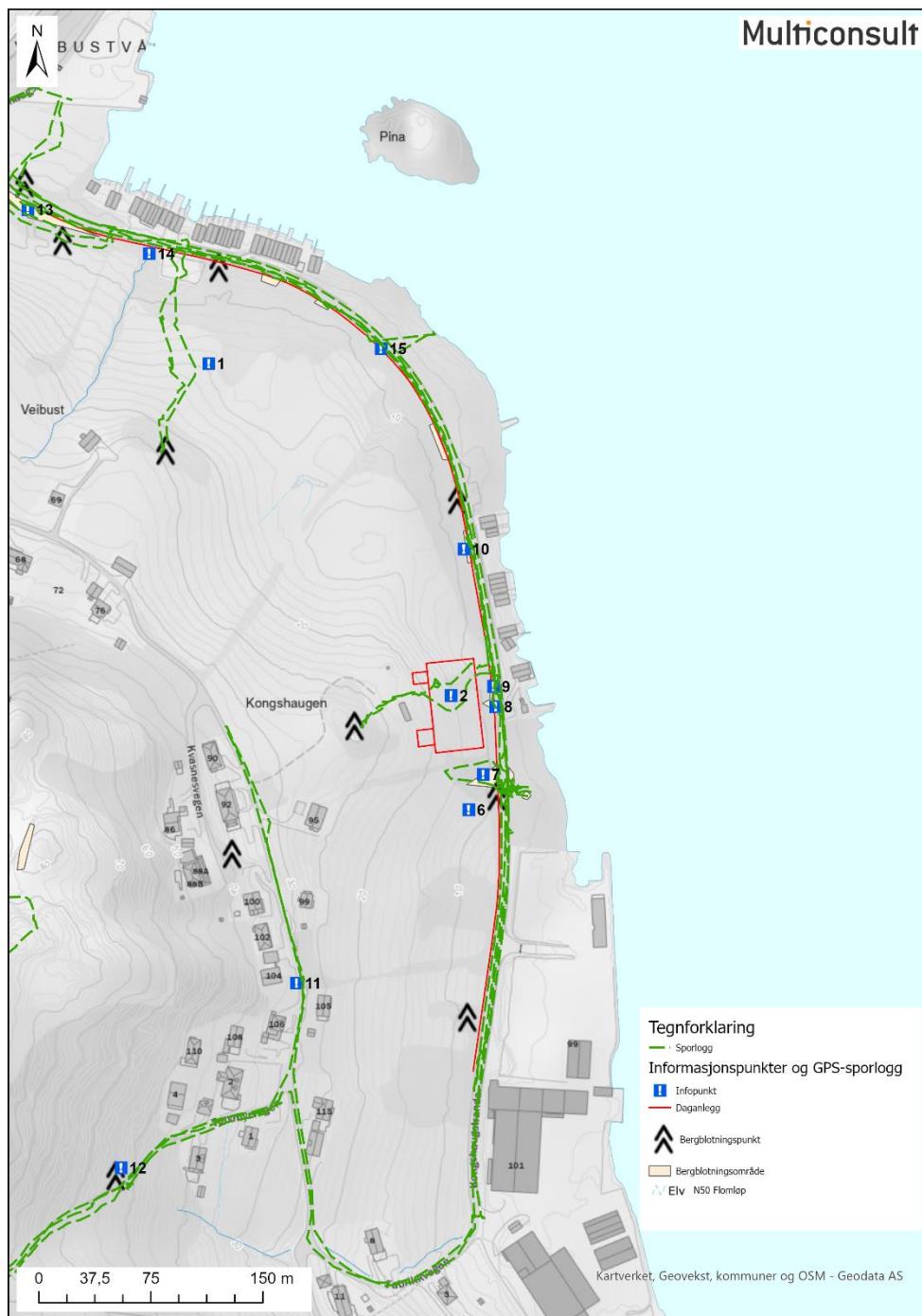
3.2.1. Ingeniørgeologisk feltkartlegging

I detaljplanfasen er det utført ingeniørgeologisk feltkartlegging i to omganger, den 11. mai 2022 og den 3 mars 2023. Den første befaringen ble gått i fellesskap av ingeniørgeologer Henki Ødegaard, Elisabeth Grasbakken og Ingvild Lausund, alle fra Multiconsult, og Leif Erik Friestad fra Asplan Viak (AV). Befaringen ble utført ved tomta for administrasjonsbygg 2 og 3 (se Figur 2), samt i Breidalen. Formålet med feltbefaringen var å kartlegge bergblotninger, samt å vurdere bergmassens kvalitet og oppsprekking. I tillegg ble det gjort en vurdering av påhuggsplassering og videre grunnundersøkelser ble planlagt.

Observasjoner og vurderinger i forbindelse med denne befaringen er benyttet i foreliggende rapport, som del av detaljprosjekteringen, og selve befarringsrapporten finnes i Vedlegg 1.

Den 3. mars 2023 ble det utført supplerende befaring av ingeniørgeolog Ingvild Lausund for vurdering av planlagt trasé for gang- og sykkelveg. Under befaringen ble det utført ytterligere kartlegging av bergskjæringer langs Kongshaugstranda.

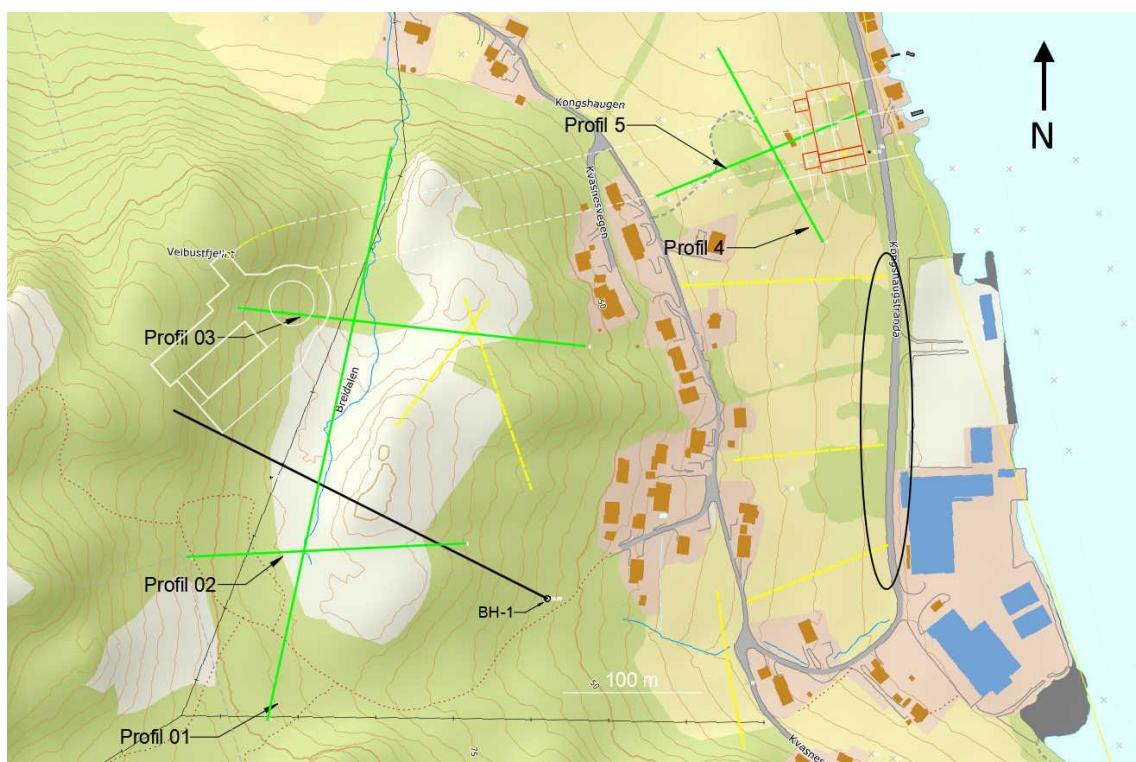
Ingeniørgeologiske observasjonspunkt er vist i registeringskartet i Figur 4.



Figur 4 Ingeniørgeologisk registreringskart

3.2.2. Refraksjonsseismiske undersøkelser

For å kartlegge løsmassemektighet ble det som en del av detaljprosjektets undersøkelser skutt refraksjonsseismikk langs totalt 5 profil med samlet lengde på 1220 m, som vist med grønne linjer i Figur 5. To av disse profilene, Profil 4 og Profil 5, dekker tomta for administrasjonsbygget. De øvrige tre profilene er kun aktuelle for berganlegget. I tillegg er tre av seismikkprofilene fra forprosjektet (gul farge i figuren) relevante for GS-vegen, disse tre profilene er innringet med sort markert med sort sirkel i figuren.



Figur 5: Oversikt over de refraksjonsseismiske profilene innen prosjektorrådet. Undersøkelsene fra denne planfasen er vist med grønn strek. Profilene fra forprosjektet er vist med gul stiplet linje. Sort innringning markerer deler av profilet som krysser gang- og sykkelveg. Tomt for administrasjonsbygg er vist med rød farge.

Foruten kartlegging av bergoverflaten ga også de seismiske undersøkelsene indikasjoner på bergets mekaniske egenskaper og opptreden av svake soner i berget. De refraksjonsseismiske undersøkelsene ble gjennomført av firmaet Geophysix AS mellom 8.-14. august 2022 og seismikkrapporten finnes i Vedlegg 2.

3.2.3. Kjerneboring

Det er boret et 300 m langt kjerneborhull, BH-1, under Breidalen. Borhullet ble primært utført for undersøkelse av bergforholdene i området hvor berganlegget er planlagt

plassert. Borehullet er lokalisert ca. 400 m sørvest for administrasjonsbyggets tomt som vist i Figur 5.

Boringen ble utført av Entreprenørservice i september og oktober 2022. Kjernene ble logget av Multiconsult, og resultatene fra undersøkelsen er presentert i rapport AVM-20-G-RAP-002 (Vedlegg 3).

3.2.4. Geoteknisk grunnboring

I forbindelse med detaljprosjekteringen ble det i august og november 2022 utført supplerende grunnboringer både på land og i sjø. Disse boringene ble utført for undersøkelse av løsmassene over bergenlegget og ved administrasjonsbyggets tomt, men ingen egne borer ble utført for gang- og sykkelvegen. Resultater fra undersøkelsene er rapportert i Geoteknisk datarapport [8].

3.2.5. Laboratorietesting

Det er utført bergmekanisk testing på totalt fem bergartsprøver, hver prøve bestående av kjernemateriale tilsvarende 1 til 5 m kjerne fra kjerneborhull BH-1. Prøvene ble utvalgt i forbindelse med kjerneloggingen.

Det er utført ulike tester på dette prøvematerialet, inkludert både bergmekaniske- og kjemiske tester/analyser, som oppsummert i Tabell 1.

Tabell 1: Oversikt over utførte laboratorieundersøkelser

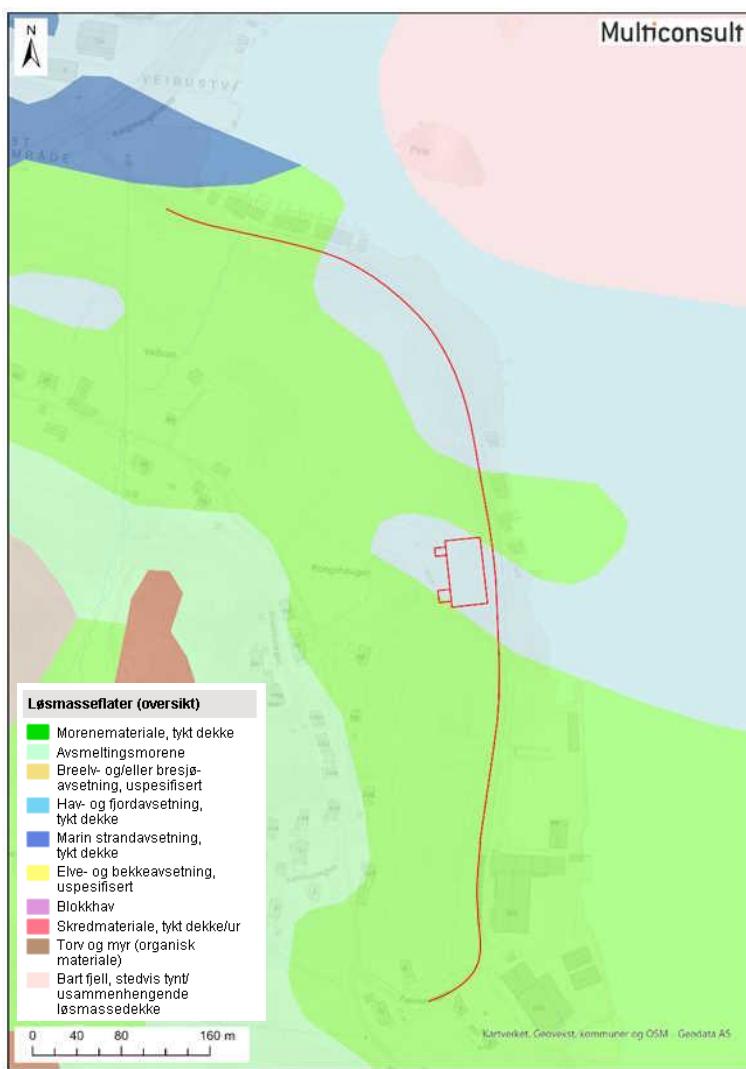
	BH-1-01	BH-1-02	BH-1-03	BH-1-04	BH-1-05	BH-1-06
Prøvedyp (m)	191-192	248-250	270-275	117,5-118,5	65-70	140-145
Enaksiell trykkstyrke (UCS)	1	1		1		
Young's modul (E-mod)	1	1		1		
Lydhastighet VP	1	1		1		
Densitet	1	1		1		
Log Angeles (LA)			1		1	
Microdeval (M _{DV})			1		1	
Utlekkingstest						1

De bergmekaniske testene er utført ved Sintefs bergmekaniske laboratorium i Trondheim, mens utlekkningstest (ristetest og kolonnetest) er utført av laboratoriet ALS. Komplette testdata er rapportert i Vedlegg 3.

4. Grunnforhold

4.1. Løsmasser - kvartærgeologi

Ifølge NGUs kvartærgeologiske kart [9] består løsmassene i prosjektområdet hovedsakelig av morenemateriale med innslag av tynne hav- og strandavsetninger, se utsnitt av NGU sitt kart i Figur 6. Morene består av usortert løsmateriale av stein og finere fraksjoner avsatt av isbre. Løsmassene vil slik bestå av ulike sammensetninger av usorterte fine og grove masser.



Figur 6 Løsmassekart kartlagt av NGU i målestokk 1:50 000 [9]. Rød linje markerer gang- og sykkelveg, rød firkant indikerer tomten for administrasjonsbygget.

4.2. Berggrunnsgeologi

4.2.1. Regional geologi og bergarter

Ifølge NGUs berggrunnsgeologiske i målestokk 1:50 000 består berggrunnen i området av granittisk gneis tilhørende Sulakomplekset og amfibolitt helt i nord av prosjektområdet [9].



Figur 7 Berggrunnskart kartlagt i målestokk 1:50 000 av NGU [9]. Rød linje markerer gang- og sykkelveg, rød firkant indikerer tomt for administrasjonsbygget. Tegnforklaring: Rosa= granittisk gneis og brun=Amfibolitt.

4.2.2. Bergartsbeskrivelse

Langs vegen Kongshaugstranda ble det observert foliert gneis med tynne hvite og grå bånd. Stedvis er det også registrert større hvite ovale felter med ca. 1 cm diameter.

Samme bergart ble observert i bergblotninger i Breidalen, men her fremstår gneisen med noe mer rødlige farge sammenlignet med berget observert langs Kongshaugstranda. Også fra kjerneloggingen registreres det granittisk gneis, som er båndet, mørk til lys rosa og med varierende innhold av glimmer. I Figur 8 vises et foto av bergarten tatt ved infopunkt 7 i registreringskart, Figur 4.



Figur 8: Eksempel på berget slik det fremstår i felt. Foto fra skjæring like sør for administrasjonsbyggets tomt (infopunkt 7 i registreringskart). Rød strek er ca. 2 cm.

Bergarten er hovedsakelig middels- til grovkornet, men er i enkelte mørkere partier svært finkornet. Fra kjerneloggingen observeres det stedvis godt utviklet kvarts- og feltspatkrystaller som helt- eller delvis dekker hele kjernens diameter. Det registreres også flere kalsitrike linser/årer og kalkholdig sprekkefall i tilknytning til både kvarts- og feltspatsoner. I enkelte av disse sonene, særlig i de rødlige feltspatsonene, registreres det små hulrom (åpning opp mot 1 cm). Disse hulrommene er typisk dekket med kalk, enten i form av små (<3 mm) kalsittkrystaller eller av et opakt, hvitt kalkbelegg.

Fra kjernene ses det kun svak forvitring i de øvre 4 meterne av kjernehullet og ellers er berget uforvitret. Det er kun stedvis observert belegg på sprekken, da i form av tynt belegg av leir eller kalsitt. I de kartlagte bergblotningene fremstår berget som uforvitret eller med svak forvitring og uten sprekkebelegg.

De refraksjonsseismiske undersøkelsene, se Vedlegg 2, indikerer inntil 10 m med dagberg med seismisk hastighet mellom 4600-4900 m/s, sammenlignet med berggrunnens basishastighet som ligger mellom 5200 til 5700 m/s. Det er ikke registrert lavhastighetssoner i de undersøkte profilene.

4.2.3. Berggrunnens oppsprekking og bergmassekvalitet

Berggrunnens oppsprekking og bergmassekvalitet er kartlagt i bergblotninger og skjæringer i forbindelse med feltbefaringene, se registreringskart i Figur 4. Under feltkartleggingen ble det registrert RQD verdier mellom 75-90 fra registrering i bergblotninger i Breidalen, mens det i bergskjæring nede ved Kongshaugstranda, øst for tomten til administrasjonsbygget, ble målt RQD verdier rundt 75. Registrerte RQD-verdier målt i øvrige skjæringer langs Kongshaugstranda varierer med RQD mellom 60-100.

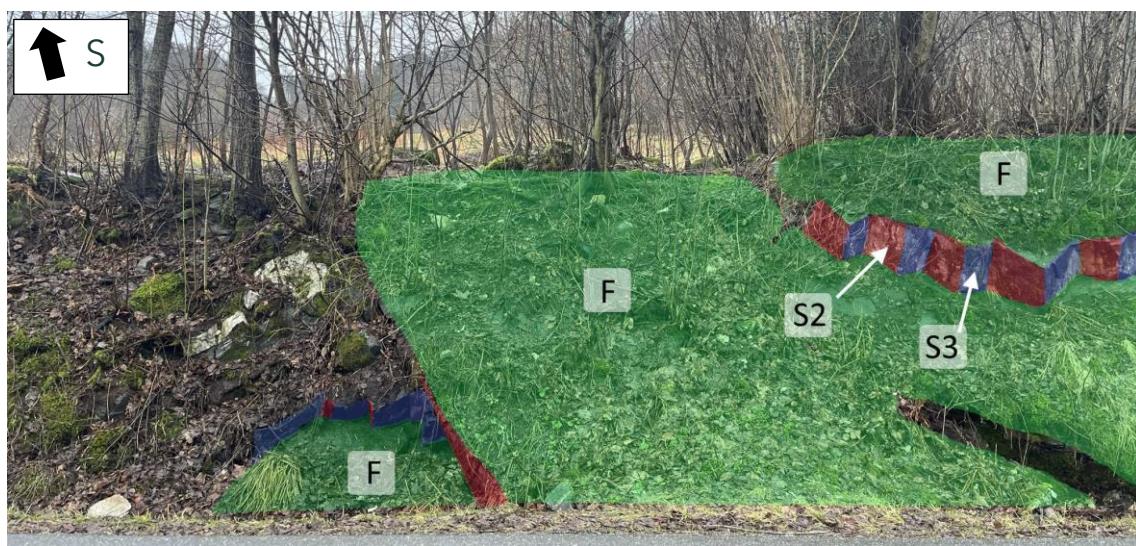
Sprekkene observert langs Kongshaugstranda har stort sett glatt, bølgende sprekkeruhet, tilsvarende JRC verdier mellom 8-10. Det registreres ikke sprekkefull, og det observeres ikke vannlekkasjer fra bergskjæringene på befaringstidspunktet.

Det er utført sprekkelålinger på totalt 33 sprekker i felt. Fra denne kartleggingen, og fra analyse av sprekkesdata i programmet Dips, versjon 8.001, er det identifisert tre sprekkesett, se Tabell 2 og Figur 9. Det er i tillegg registrert andre, mer sporadiske sprekker. Tilhørende stereoplott og sprekkerose til sprekkerregistreringer er vist i Figur 10 og Figur 11.

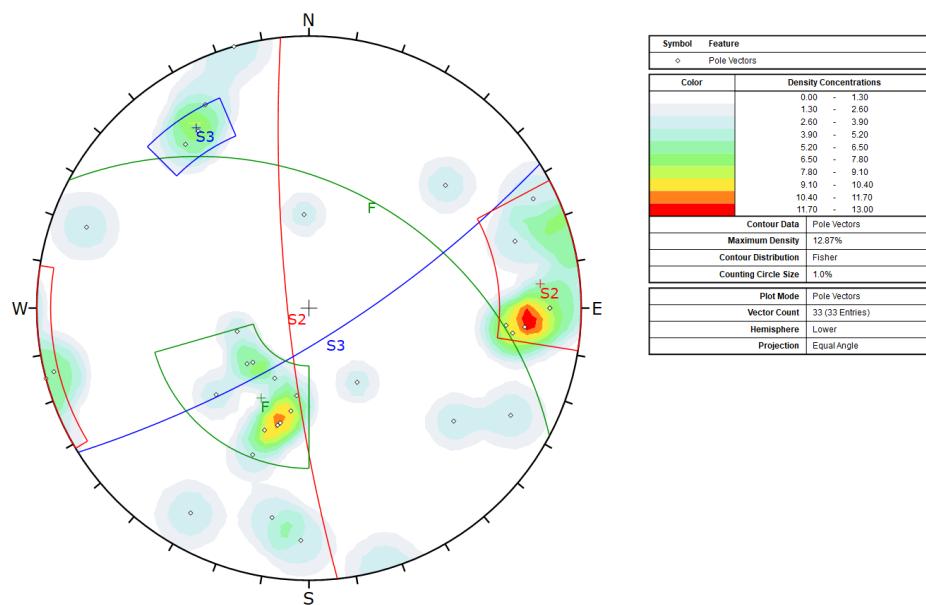
Tabell 2: Kartlagte sprekkesett.

sett	Fall/fallretning*	Kommentar
1 (F)	45/015	Fallvinkelen varierer mellom ca. 30-50° mot nordøst. Langs nordlige deler av gang- og sykkelvegen (infopunkt 17) er foliasjonen orientert parallelt til traseen med ca. 50° fall og ca. 30 cm sprekkeavstand, se Figur 9.
2 (S2)	80/275	Steilt sett hvor fallretningen varierer mellom øst og vest. Sprekkesettet er orientert parallelt med sørlige deler av gang- og sykkelveg, bergskjæring vest og påhuggsflater.
3 (S3)	75/150	Steilt sprekkesettet som er orientert parallelt med bergskjæring nord og sør, samt forskjæringene.

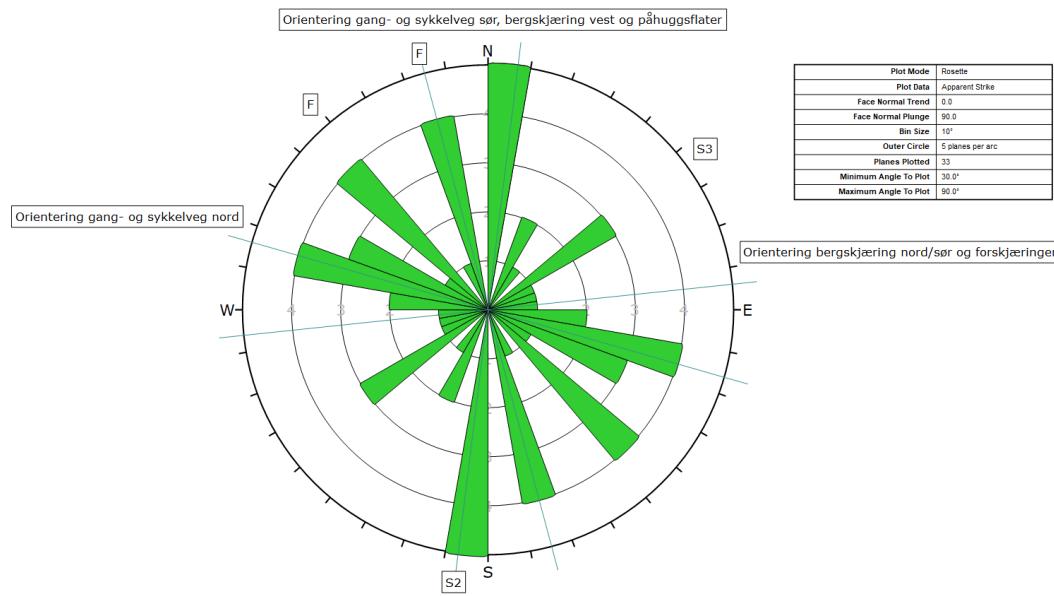
*Typisk verdi



Figur 9: Detaljfoto av bergskjæring langs Kongshaugstranda med framhevet farge på sprekkesettene. Fargeforklaring: Grønn = F, rød = S2 og blå = S3. Det er ca. 30 cm avstand mellom foliasjonssprekkene.



Figur 10 Stereografisk plott av sprekkmålinger fra feltbefaring



Figur 11 Sprekkerose fra registrerte sprekkemålinger i felt

Ved Kongshaugstranda er det flere lave skjæringer langs eksisterende veg, varierende i høyde fra inntil 2 m høyde på vestsiden og inntil 1 m høye på østsiden. I dette området er foliasjonssprekker det dominerende sprekkesettet. Det er registrert massive partier med berg med kun ett synlig sprekkesett (foliasjonssprekk) til mer oppsprukket berg i områder med tre sprekker og tettere sprekkeavstand. I tillegg til noe overflateforviting er bergmassen påvirket av rotsprengeing fra (røtter) i skjæringen.

En oversikt over forholdene i eksisterende bergskjæringer langs Kongshaugstranda er vist i Figur 12 og Figur 13.



Figur 12 Foto av nordligste deler av planlagt gang- og sykkelveg, infopunkt 13 i registreringskartet



Figur 13: Bergblotninger langs Kongshaugstranda ved infopunkt 13 i registreringskartet, sett mot sørvest A)
Tettere oppsprukket i kubiske bruddstykker B) Massivt bergparti med kun ett sprekkesett (foliasjonen) synlig.

4.3. Bergartenes kjemiske- og mekaniske egenskaper

4.3.1. Resultat styrke/stivhet og indekstester

Det er utført bergmekaniske tester av kjerneprøvene. Resultatene fra undersøkelsene er oppsummert i Tabell 3 hvor gjennomsnittsverdier av testresultatene er gjengitt. For komplette testdata vises det til den aktuelle testrapporten, presentert i Vedlegg 3.

Tabell 3: Testresultater 4.2.1. Bergmekanisk testing, gjennomsnittsverdier

PRØVE ID	Enhet	BH-1-01	BH-1-02	BH-1-04
DENSITET (ρ)	kg/m ³	2783	2695	2814
LYDHASTIGHET (v_p)	m/s	5643	5374	5403
E-MODUL (E)	GPa	70,9	68,5	64,8
POISSONS FORHOLD (ν)	N/A	0,210	0,195	0,195
ENAKSIELL TRYKKFASTHET (σ_c)	MPa	182,7	278,8	215,2

4.3.2. Resultat egnethetstesting

Det er utført egnethetstesting i form av testing av bergets Los Angeles-verdi (LA) og Micro-Deval-koefisient (M_{DE}) på prøver BH-1-03 og BH-1-05. Testene er utført av Sintef og testresultatet er gjengitt i Tabell 4. For full testrapport vises det til Vedlegg 3.

Tabell 4: Testresultater 4.2.1. Bergmekanisk testing, gjennomsnittsverdier

PRØVE ID	Enhet	BH-1-03	BH-1-05
MICRO DEVAL (M_{DE})	N/A	7,2	6,4
LOS ANGELES (LA)	N/A	19,6	17,8

4.3.3. Bergets kjemiske egenskaper

Det er utført utlekkningstester i form av ristetest og kolonnetest på én prøve besående av en prøvepose med ca. 10 kg materiale. Testene ble utført for å vurdere bergmassenes mulige miljøpåvirkning i forbindelse med deponering i sjø, og det henvises til Vedlegg 3 for full testrapport.

4.4. Naturfare

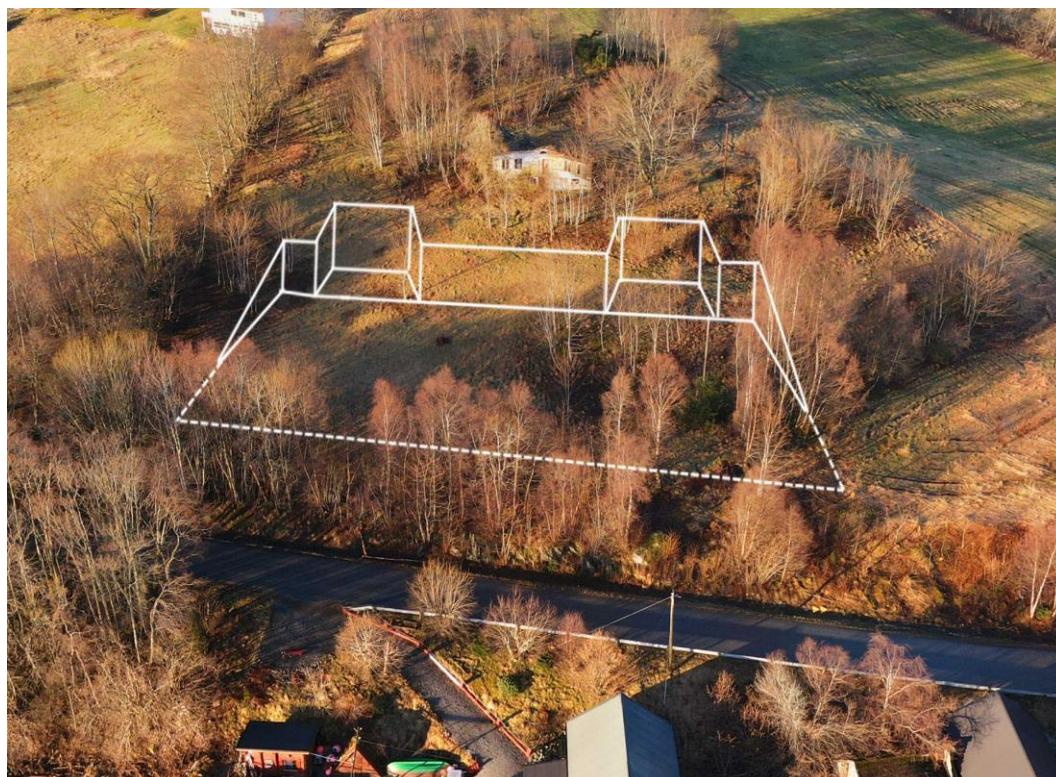
Hverken tomta for administrasjonsbygget eller gang- og sykkelvegen er lokalisert i et skredfarlig område, og er ellers ikke plassert innen NVEs faresoner for flodbølge eller stormflo.

Tolkningsdel

5. Ingeniørgeologiske vurderinger

5.1. Fordeling løsmasser - berg

Tomta for administrasjonsbygget er lokalisert på ei mark uten synlig berg i dagen, se skråfoto i Figur 14 hvor den planlagte byggegropen er skissert.



Figur 14: Skråfoto tatt mot vest med skissert plassering av byggegrop/bergskjæringer.

Geotekniske grunnboringer [8] ved administrasjonsbygget indikerer en løsmassemektighet på 0,5-2,3 m ved tomten for administrasjonsbygget. Dette stemmer godt overens med resultatene fra de refraksjonsseismiske undersøkelsene hvor tolket løsmassemektighet er rundt 1-5 m for jordene ovenfor Kongshaugstranda, se Vedlegg 2. Lik løsmassemektighet ble også indikert fra de tidligere utførte refraksjonsseismiske undersøkelsene utført på jordene ved de sørlige delene av gang- og sykkelveg [6].

En liten forhøyning i terrenget på vestre del av tomten vurderes å være en oppstikkende bergrygg basert på terrengform og nærliggende bergblotninger, se Figur 15. Sammenholdt kan det altså ventes nokså tynne lag med løsmasser (<3 m) over berg både for administrasjonsbyggets tomt og for gang- og sykkelvegen.



Figur 15: Oversikt over terrenget ved tomten for administrasjonsbygget. Planlagt skjæringstopp for skjæringen bak administrasjonsbygget er skissert med rød, stiplet strek. Selve påhuggsflatene for tunnelene blir stående like i forkant av bygningen i bildet. Foto er tatt mot vest.

Grunnboringene ved tomten indikerer en løsmassesammensetning bestående av et øvre lag av organisk jord og ellers faste masser av sand, grus og stein over berg [8].

Langs gang- og sykkelveg er det ikke utført geotekniske borer til berg.

5.2. Bergmassekvalitet

Generelt vurderes bergmassens kvalitet å være god, og godt egnet for de planlagte bergarbeidene. Berget er sterkt til meget sterkt, som dokumentert fra laboratorietesting (UCS > 180 MPa). Utførte feltestimat (testet med geologihammer) korrelerer godt med labresultatene, og berget i dagen vurderes å være sterkt til meget sterkt, tilsvarende en enaksiell trykkstyrke rundt 100-150 MPa (feltestimat testet i henhold til NS-EN ISO 14689 [10]).

Berget er videre uforvitret i dypet, og det ses kun noe overflateforvitring i de øvre meterne av berget. Bergets oppsprekkingsgrad varier noe og det ble registrert RQD verdier varierende mellom 45-90 i de øvre 15 m av kjerneborehullet, og dette vurderes å være representativt for det ventede spennet i oppsprekkingsgrad for bergarbeidene i dagen.

I de øvre 2-4 meter av berget ved tomtten for administrasjonsbygget, samt for gang- og sykkelvegen er berget forventet å ha dagfjellkarakter, dvs. å være noe tettere oppsprukket og med noe mer forvitring enn berget dypere ned basert på erfaringer fra kjerneprøvene.

Langs Kongshaugstranda fremstår enkelte av skjæringene tettere oppsprukket enn observert i øvrige bergblotninger, noe som vurderes å være et kombinert resultat fra sprengning i forbindelse med etablering av lokalvegen og forvitningsprosesser. Lokalt er bergmassen blant annet oppsprukket som følge av rotspregning.

5.3. Stabilitetsforhold

Generelt vil utglidninger kunne forekomme der skjæringene er orientert parallelt med sprekkesettene og fallvinkelen er tilstrekkelig høy.

Basert på feltobservasjoner og stereografiske analyser vurderes det være risiko for plan utglidning langs de steile sprekkesettene S2 og S3, der skjæringene går parallelt noe av disse, samt mulighet for kileutglidning i som følge av andre sprekker i kombinasjon med S2 eller S3.

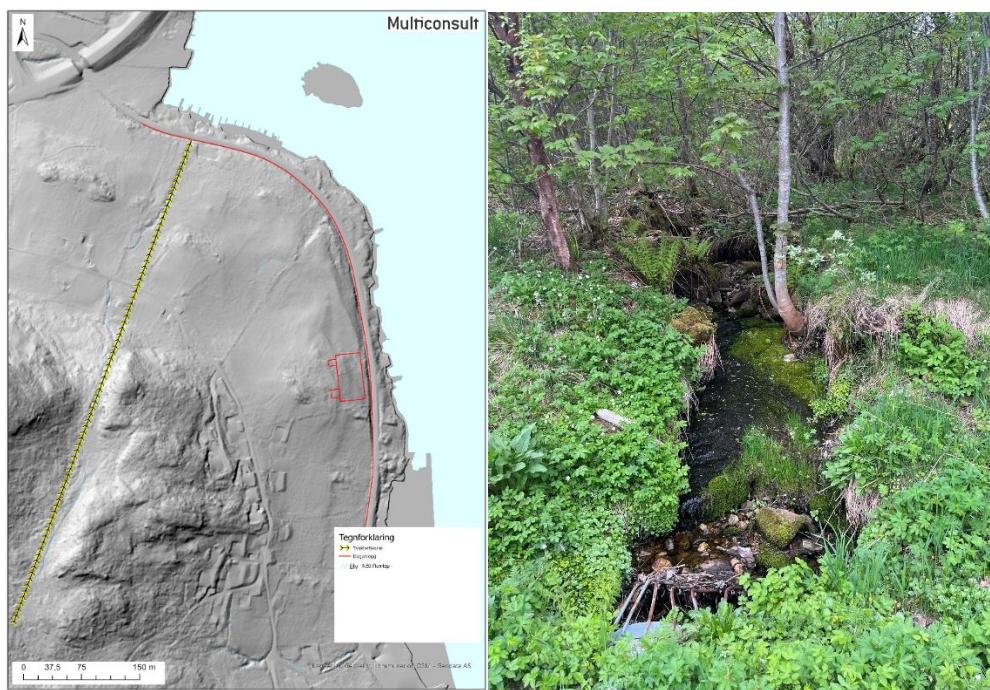
Gang- og sykkelvegtraseen, påhuggsflatene og bergskjæring vest er orientert parallelt med S2 som kan forårsake plan utglidning langs dette sprekkesettet. I de nordlige deler av prosjektområdet er fallet noe slakere og skjæringene fremstår som stabile til tross for ugunstig orientering. I sørligere deler av prosjektområdet, samt ved tomtten for administrasjonsbygget er sprekken stelere, og det oppstår plan utglidning og dannelse av tavleformede blokker.

Bergskjæring nord og Bergskjæring sør, samt forskjæringene er alle orientert parallelt med S3 og det kan på samme måte som for S2 oppstå plan utglidning langs dette sprekkesettet her.

I bergskjæringen vist i Figur 13 (infopunkt 13 i registreringskartet) ses et eksempel på at alle tre sprekkesettene er til stede og krysser hverandre. I dette tilfellet er sprekkeavstanden tettere enn øvrige registrerte bergblotninger, spesielt er sprekkesettet orientert vinkelrett på skjæringen (S2) fremtredende. Det er registrert mindre blokknedfall i grøften, og det er synlig blokkstrukturer i skjæringen.

5.4. Svakhetssoner

Langs planlagt gang- og sykkelveg er det registrert et bekkeløp (infopunkt 14 i Figur 4) som krysser traseen. Bekken har utløp fra Breidalen, og følger samme orientering som dalsøkket her. Dette vurderes å kunne være utgående av en svahetssone som allerede er identifisert under Breidalene, se Figur 16. En eventuell sone her vurderes imidlertid ikke å gi stabilitetsmessige utfordringer for bergarbeidene da det ikke vil komme noen bergskjæring her.



Figur 16 Svahetssone under Breidalen. Tolkning vist på A) skyggerelieffkart B) Feltobservasjon, infopunkt 14.

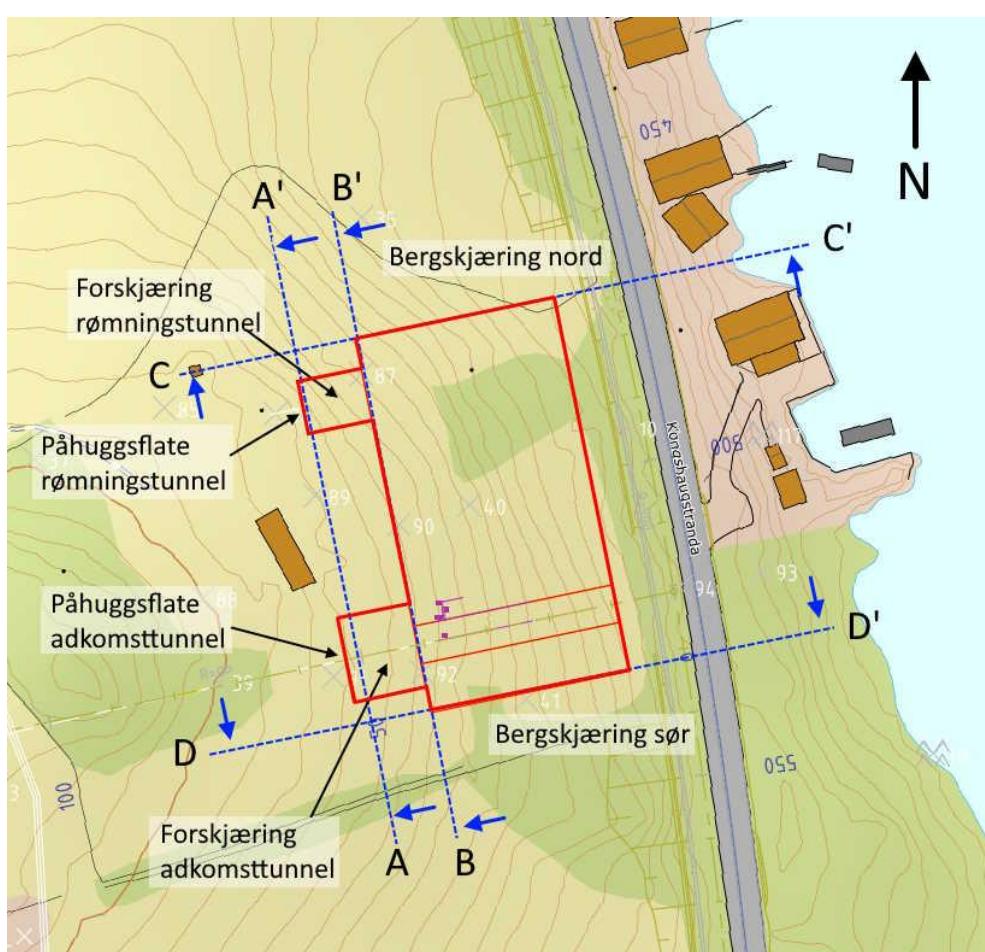
Det er ikke identifisert svahetssoner som ventes å skulle påvirke bergarbeidene ved tomtene for administrasjonsbygget.

5.5. Berguttak

5.5.1. Generelt

For etablering av tomt for administrasjonsbygget skal det tas ut om lag 25 000 fm³ berg og bergskjæringene får varierende høyde fra 15 m innerst ved adkomsttunnelens forskjæring og gradvis avtagende mot øst, se plan oversikt i Figur 17 og tilhørende snitt i Figur 18 til Figur 21.

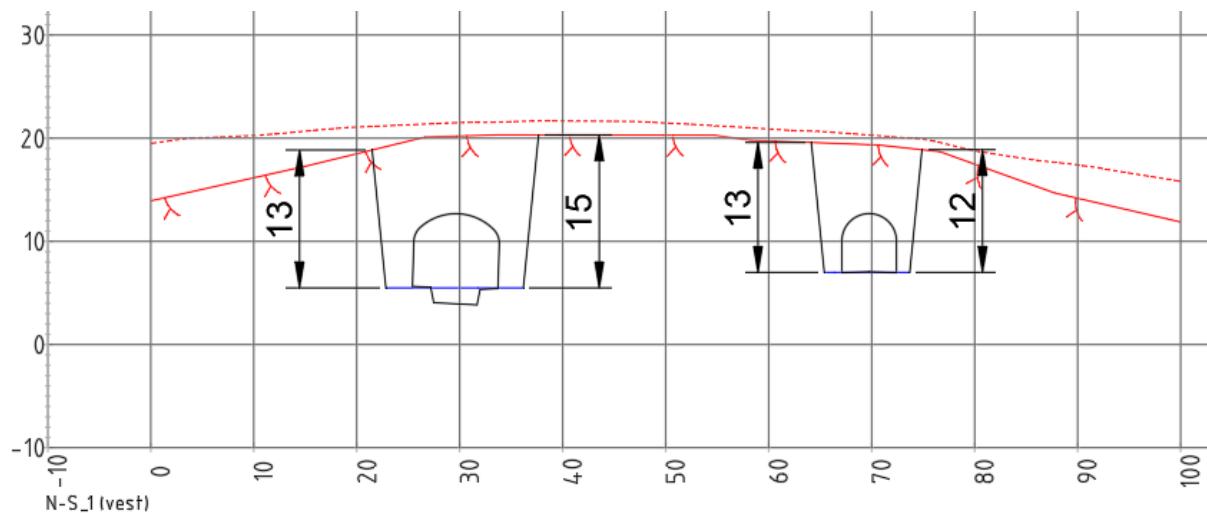
I tillegg skal det sprenges for enkelte groper og grøfter.



Figur 17 Oversikt bergskjæring administrasjonsbygg og forskjæring/påhugg til adkomsttunnel/rømningstunnel

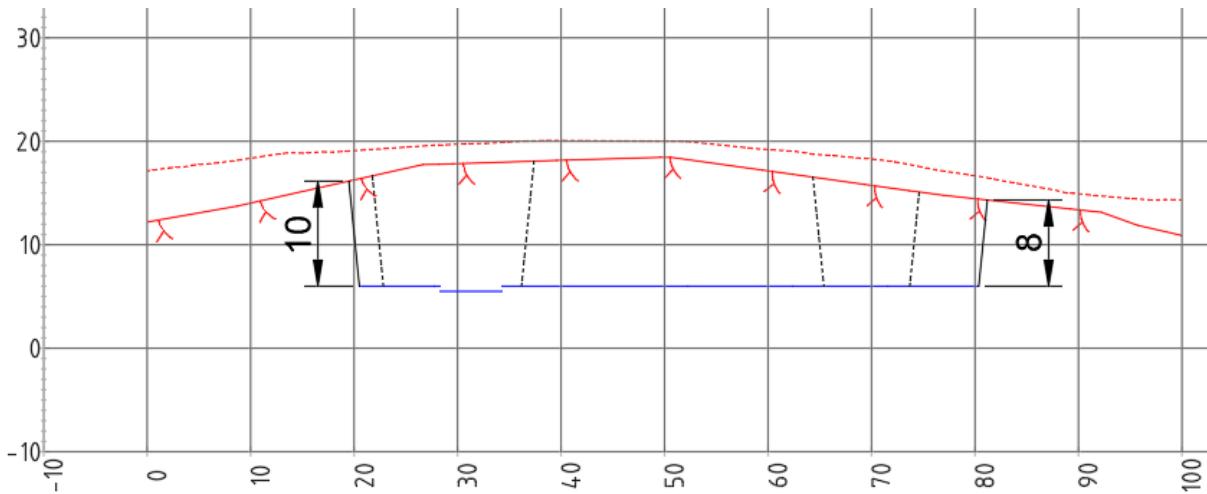
Det skal etableres tosidige forskjæringer for adkomst- og rømningstunneler og skjæringshøyden i påhuggsflatene blir rundt 12-15 m, som vist i Figur 18. Forskjæringerne gis helning 10:1 mens selve påhuggsflatene skal være vertikale. Bredden på

forskjæringene, dvs. avstanden mellom motstående skjæringsvegger er ikke endelig avklart, men ventes å bli noe bredere enn indikert i Figur 18.



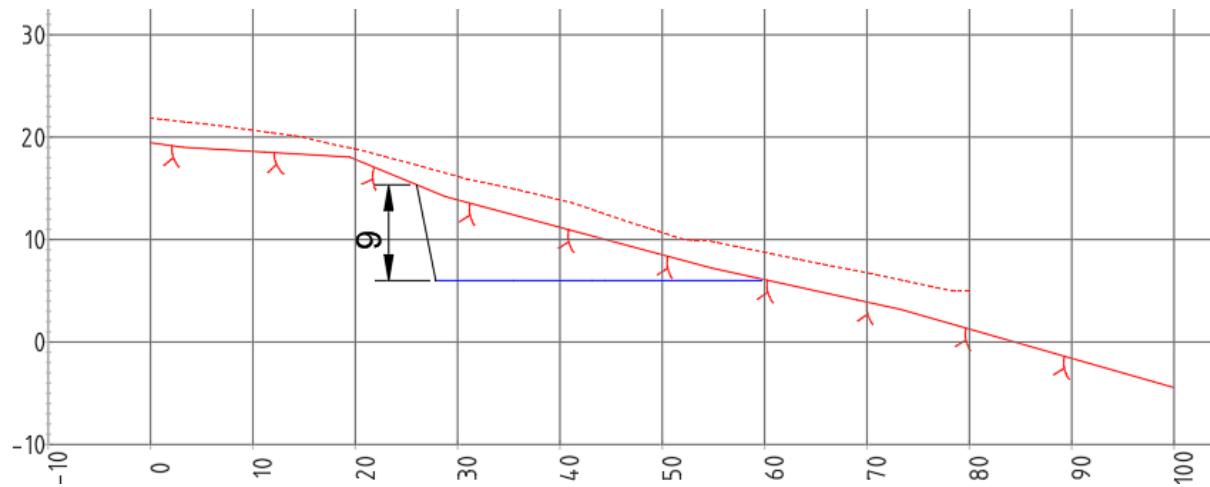
Figur 18:Påhuggsflatene. Snitt A-A', sett mot vest. Eksisterende terren indikert med rød, stiplet strek. Tolket bergoverflate vist med heltrukket rød strek.

Hovedskjæringen bak administrasjonsbygget blir fra 8 til ca. 14 m høy som indikert i Figur 19. På grunn av tilpasning til terren og mur skal bergskjæringen skal ges helling 5:1



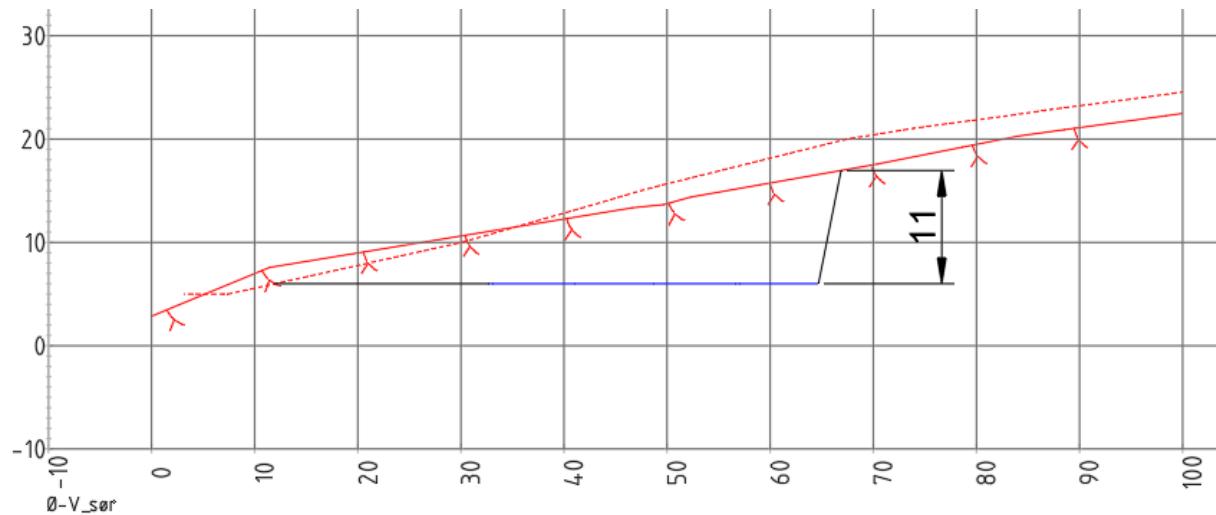
Figur 19: Hovedskjæringen bak administrasjonsbygget, Snitt B-B', sett mot vest. Forskjæringene vist med stiplet linje. Eksisterende terren indikert med rød, stiplet strek. Tolket bergoverflate vist med heltrukket rød strek.

Bergskjæring nord, se Figur 20, blir 9 m på det høyeste og går ned i null mot øst (mot Kongshaugstranda). Bergskjæringen gis 10:1 helning.



Figur 20: Bergskjæring nord. Snitt C-C', sett mot nord. Eksisterende terrenget indikert med rød, stiplet strek. Tolket bergoverflate vist med heltrukket rød strek.

Bergskjæring sør, se Figur 21, blir 11 m på det høyeste og går ned i null mot øst (mot Kongshaugstranda). Bergskjæringen gis samme helning som Bergskjæring nord, dvs. 10:1 helning.



Figur 21: Bergskjæring sør. Snitt D-D' sett mot sør. Eksisterende terrenget indikert med rød, stiplet strek. Tolket bergoverflate vist med heltrukket rød strek.

En oppsummering av bergskjæringenes utforming og nøkkeldata er gitt i Tabell 5.

Tabell 5 Estimerte dimensjoner for de ulike bergskjæringene ved administrasjonsbygget

ID	Høyde min [m]	Høyde maks [m]	Lengde [m]	Planlagt helning	Areal [m ²]
Bergskjæring nord	0 m (øst)	8 m (vest)	32 m	10:1	150
Bergskjæring vest	8 m (nord)	12 m (senter/sør)	60 m	5:1	450
Bergskjæring sør	5 m (øst)	10 m (vest)	32 m	10:1	350
Forskjæring rømningstunnel	9 m (øst)	13 m (vest)	10 m	10:1	250
Påhuggsflate rømningstunnel	12 m (nord)	13 m (sør)	8 m	vertikal	100
Forskjæring adkomsttunnel	11 m (øst)	15 m (vest)	11 m	10:1	300
Påhuggsflate adkomsttunnel	13 m (sør)	15 m (nord)	11 m	vertikal	150

Berguttak og sikring av tunnel og selve tunnelpåhugget inngår i entreprisen til bergenlegget (E01) og omtales ikke videre her.

5.5.2. Sprengningsopplegg

Før salveboring påbegynnes skal eventuelle løsmasser og vegetasjon avdekkes i henhold til krav i beskrivelse.

Basert på de observerte bergmasseforhold vurderes det som aktuelt å ta ut bergskjæringene som kontursprengning i én pallhøyde, både ved tomten for administrasjonsbygget og for berguttaket langs Kongshaugstranda.

Langs Kongshaugstranda kan det også stedvis være aktuelt å pigge bort berg der det ikke vurderes som hensiktsmessig å spreng dette.

Ved administrasjonsbyggets tomt vil det bli aktuelt med etablering av sør for deler av bergskjæringene. I hvilke skjæringer det skal etableres sør bestemmes av byggherres ingeniørgeolog etter oppstart av arbeidene, når berget er frigravd. Det ventes behov for sømboring blant annet følgende steder:

- Påhuggsflatene
- Utvendige hjørner der hovedskjæringen treffer forskjæringene

5.5.3. Borbarhet/sprengbarhet

Det er ikke utført tester for å undersøke bergets borbarhet og sprengbarhet. Erfaringer tilsier at granittisk gneis er en bergart med god sprengbarhet og middels borbarhet. Variasjoner vil variere avhengig av lokal bergmassekvalitet, mineralsammensetning, oppsplakkingsgrad og sprekkeorientering. I bergblotninger langs Kongshaugstranda, samt i kjerneprøvene, er det registrert kvartsårer og kvartsrike soner i berget som kan øke borslitasjen og redusere borbarheten.

5.6. Bergsikring

Det skal utføres kontrollert berguttak, og det kan bli aktuelt med bergsikringstiltak både før, under og etter berguttaket, for å ivareta bergskjæringenes stabilitet både ved administrasjonsbygget og langs Kongshaugstranda. Spesielt kan det nevnes at det vil bli behov for forbolting for deler av bergskjæringene.

Mellom bergskjæring vest og administrasjonsbygget er det avsatt 4,5 m avstand. I senere fase skal det etableres mur langs deler av hovedskjæringen bak administrasjonsbygget.

Midlertidig og permanent sikring av alle bergskjæringer ved tomta for administrasjonsbygget skal utføres i henhold til anvisning av byggherres ingeniørgeolog, og det ventes behov for bergsikring i form av (listen er ikke uttømmende):

- Forbolting
- Grundig rensk, maskinell og manuell
- Bergsikringsbolt
- Sprøytebetong
- Sikring med nett og bånd

På grunn av lav skjæringshøyde langs Kongshaugstranda er det antatt at stabilitet av disse bergskjæringene ivaretas med rensk, og eventuelt spredt bolter etter anvisning av ingeniørgeolog.

5.7. Anvendelse av sprengsteinmassene

Testresultatene fra mekanisk testing av kjerneprøver fra BH-1 viser at berget er svært sterkt, med god motstand mot mekanisk nedbrytning. Berget ventes derfor å være godt egnet for ulike anleggsformål som fyllmasser og til vegbyggingsformål. Resultater fra egnethetstesting (LA- og M_{DV} -tester) indikerer at steinmassene tilfredsstiller krav til bruk i forsterkningslag i alle trafikkgrupper i henhold til krav i N200 [11]. Det er ikke utført egen testing på berget ved tomten for administrasjonsbygget, men bergartsprøvene fra BH-1 vurderes som representative for berget ved tomta også, og det forventes derfor kvalitetsmateriale også her.

Videre fremstår berget i felt som kompetent og mer eller mindre uforvitret uten tydelige tegn på rustutfelling eller sulfider. Fra en samlet vurdering basert på visuell vurdering av berget i blotninger og kernemateriale fra BH-1 anses derfor stedlig bergmasse å ikke ha syredannende potensial.

De utførte utlekkningstestene (ristetest og kolonnetest) er ment å gi et bilde av hvilket potensial for utlekking av tungmetaller man kan vente fra steinmassene. Testene viser at innholdet av tungmetaller i bergarten gjennomgående er lavt, og at innholdet av Miljødirektorats prioriterte metaller er langt lavere enn grensen for inert avfall. Utlekkingskrav fra inert avfall er beregnet brukt på deponerte masser på land. I vann vil det deponerte materialet være enda mindre reaktivt og dermed føre til enda mindre grad av utlekking.

5.8. Vibrasjonsoveråkning og bygningsbesiktigelse

Før bergarbeidene starter opp skal det utføres tilstandsregistrering av omkringliggende bygg og konstruksjoner i henhold til NS-8141-4 [12].

I hele perioden hvor det skal foregå bergarbeid må det gjennomføres vibrasjonsovervåkning på omkringliggende bygninger og konstruksjoner for å kontrollere at man holder seg under fastsatte grenseverdier. Måling av vibrasjoner og fastsettelse av grenseverdier utføres i henhold til NS 8141-1 [13].

Både bygningsbesiktigelse og vibrasjonsovervåkning besørges av Byggherre.

6. Referanser

- [1] Asplan viak, «Ingeniørgeologisk rapport: Nytt avløpsanlegg for Sula og Ålesund. Forprosjekt.,» 2021.
- [2] Asplan viak, «Forprosjektrapport Kvasnes RA. Forprosjektrapport for nytt avøpsrenseanlegg for Ålesund kommune og Sula kommune på Kvasnes.,» 2021.
- [3] Standard Norge, *NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2020 - Eurokode 7. Geoteknisk prosjektering. Del 1. Allmenne regler.*, Standard Norge, 2020.
- [4] Standard Norge, *NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016 - Eurokode: Grunnlag for konstruksjoner*, Standard Norge, 2016.
- [5] Norconsult, «Geoteknisk datarapport: Grunnundersøkelser. Avløpsanlegg på Kvasneset,» 2017.
- [6] GeoPhix, «Rapport 19062 Sula kommune, Kvasneset. Refraksjonsseismiske undersøkelser,» 2019.
- [7] Multiconsult, «10219645-RIG-RAP-001_rev01 Kvasnes renseanlegg. Datarapport - Geotekniske grunnundersøkelser,» 2021.
- [8] Multiconsult, «10243684-RIG-RAP-200-011. Kongshaugstranda renseanlegg. Datarapport renseanlegg.,» 2023.
- [9] NGU, «geo.ngu.no/kart/,» 2022. [Internett].
- [10] Standard Norge, «NS-EN ISO 14689. Geotekniske felt- og laboratorieundersøkelser. Identifisering, beskrivelse og klassifisering av berg,» 2018.
- [11] Statens vegvesen, *Vegnormal N200 Vegbygging*, Statens vegvesen, 2022.
- [12] Norsk standard, «NS 8141-4:2021. Veiledende grenseverdier for bygge- og anleggsvirksomhet, bergverk og trafikk. Del 4: Retningslinjer for besiktigelse av byggverk og eiendom før bygge- eller anleggstart,» 2021.

[13] Norsk Standard, «NS 8141-1:2022. Vibrasjoner og støt. Veiledende grenseverdier for bygge- og anleggsvirksomhet, bergverk og trafikk. Del 1,» 2022.



Vedlegg 1 Ingeniørgeologisk befaringsrapport

Kongshaugstranda RA

Ingeniørgeologisk befaringsrapport

Ingeniørgeologisk befaringsrapport

Dokumentinformasjon

Oppdragsgiver:	Ålesund og Sula kommuner
Tittel på rapport:	Kongshaugstranda RA Ingeniørgeologisk befarringsrapport
Oppdragsnavn:	Kongshaugstranda RA
Oppdragsnummer:	637269-02
Utarbeidet av:	Ingvild Lausund og Henki Ødegaard
Oppdragsleder:	Cathrine Lyche
AVM dokumentkode:	AVM-20-G-RAP-001
Tilgjengelighet:	Åpen

Kort sammendrag

Multiconsult Norge AS er i samarbeid med Asplan Viak engasjert av Ålesund og Sula kommuner for detaljprosjektering og senere oppfølging i byggetid for et nytt felles renseanlegg ved Kvasnes i Sula kommune. I forbindelse med oppstart av detaljprosjekteringen er det utført en ingeniørgeologisk befaring av prosjektområdet. Under befaringen ble flere naturlige bergblotninger i terrenget over bergenlegget kartlagt, samt en skjæring i nærheten av daganlegget. Fra kartleggingen finner vi at stedlig bergmasse består av granittisk gneis som stort sett virker å være av god kvalitet, og godt egnet for etablering av renseanlegg i berg med de dimensjoner som er forutsatt i forprosjektet.

Det er noe usikkerhet tilknyttet bergenleggets plassering nær en mulig svakhetszone under Breidalen, og det planlegges derfor refraksjonsseismiske undersøkelser, i tillegg til kjerneboring, for å undersøke denne sonen i større detalj. Området ved Kongshaugen vurderes som godt egnet for etablering av påhugg, og det er ikke identifisert spesielle ingeniørgeologiske utfordringer her.

01	19. okt. 2022	Nytt dokument	IL/HEOE	EMG	EMG
Ver	Dato	Beskrivelse	Utarb. av	KS	Godkjent

Innholdsfortegnelse

1	Innledning	4
1.1.	Bakgrunn	4
1.2.	Underlag og forutsetninger	4
1.3.	Utførte undersøkelser	5
2.	Områdebeskrivelse	7
2.1.	Generelt	7
2.2.	Grunnforhold	8
3.	Ingeniørgeologiske observasjoner og vurderinger	9
3.1.	Bergmassens egenskaper	9
3.2.	Svakhetssoner	10
3.3.	Påhugg, Alternativ 2 ved Kongshaugen	10
3.4.	Plan for videre grunnundersøkelser	11
3.5.	Oppsummering av bergforholdene	12
4.	Referanser	13

Vedlegg

- A. Befaringsobservasjoner
- B. Fotovedlegg
- C. RIG-TEG-001 Borplan supplerende grunnundersøkelser

1 Innledning

1.1. Bakgrunn

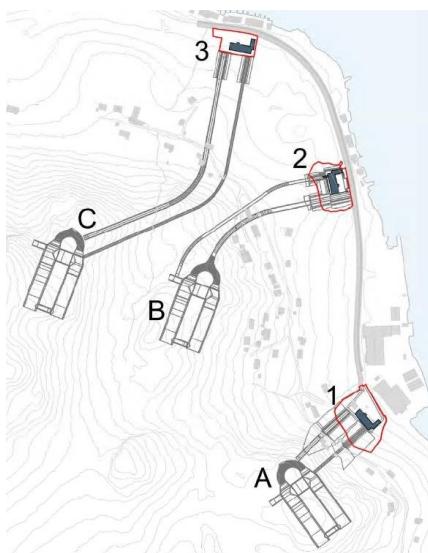
Multiconsult Norge AS er i samarbeid med Asplan Viak engasjert av Ålesund og Sula kommuner for detaljprosjektering og senere oppfølging i byggetid for et nytt felles renseanlegg ved Kvasnes i Sula kommune, se Figur 1. Multiconsult er ansvarlig for den geofaglige prosjekteringen av anlegget, herunder ingeniørgeologiske forhold som foreliggende rapport omhandler.



Figur 1: Oversiktskart. Lokaliseringen av tiltaksområdet (renseanlegg) vist med rød sirkel. Kilde bakgrunnskart: Norgeskart.no (Statens kartverk, NLOD).

1.2. Underlag og forutsetninger

I forprosjektet ble tre alternative plasseringer av både berg- og daganlegg vurdert, som vist i kartutsnittet i Figur 2. Her ble bergenlegg Alternativ B med daganlegg ved Kongshaugen (2 i figuren) vurdert som det mest aktuelle alternativet [1]. Alternativ A med bergenlegg i kollen ved Kvasneset ble forkastet, og det ble anbefalt å gå videre med alternativene B og C til detaljprosjekteringen.



Figur 2: Alternative plasseringer slik de forelå i forprosjektet, kartutsnittet er hentet fra [1].

I forbindelse med felles befaring den 11. mai 2022 ble det fra prosjekteringsgruppen opplyst om at plassering av daganlegget tilhørende Alternativ C nå ble vurdert som mindre aktuelt av ulike årsaker. Følgelig vil det i detaljprosjekteringen tas utgangspunkt i daganlegget ved Kongshaugen (plassering 1 i Figur 2) og bergenlegg ved Alternativ B eller C.

Følgende grunnlagsmateriale er benyttet i forbindelse med våre vurderinger:

- Forprosjektrapport Asplan Viak [1]
- Ingeniørgeologisk notat og rapport fra Asplan Viak [2] og [3].
- Rapport fra refraksjonsseismiske undersøkelser utført i 2019 [5]

Det kan nevnes at det i det ingeniørgeologiske notatet omhandles totalt åtte ulike plasseringsalternativer, men disse er kun varianter av de tre hovedalternativene vist i Figur 2. I den ingeniørgeologiske rapporten vurderes Alternativ 2 som mest gunstige fra et ingeniørgeologisk perspektiv.

1.3. Utførte undersøkelser

For å gjøre seg kjent med de stedlige forholdene og for å planlegge supplerende grunnundersøkelser ble det gått befaring til prosjektområdet den 11.05.2022.

Feltbefaringen ble fokusert mot området rundt Breidalen, hvor bergenlegget til forprosjektets alternativ B og C var plassert.

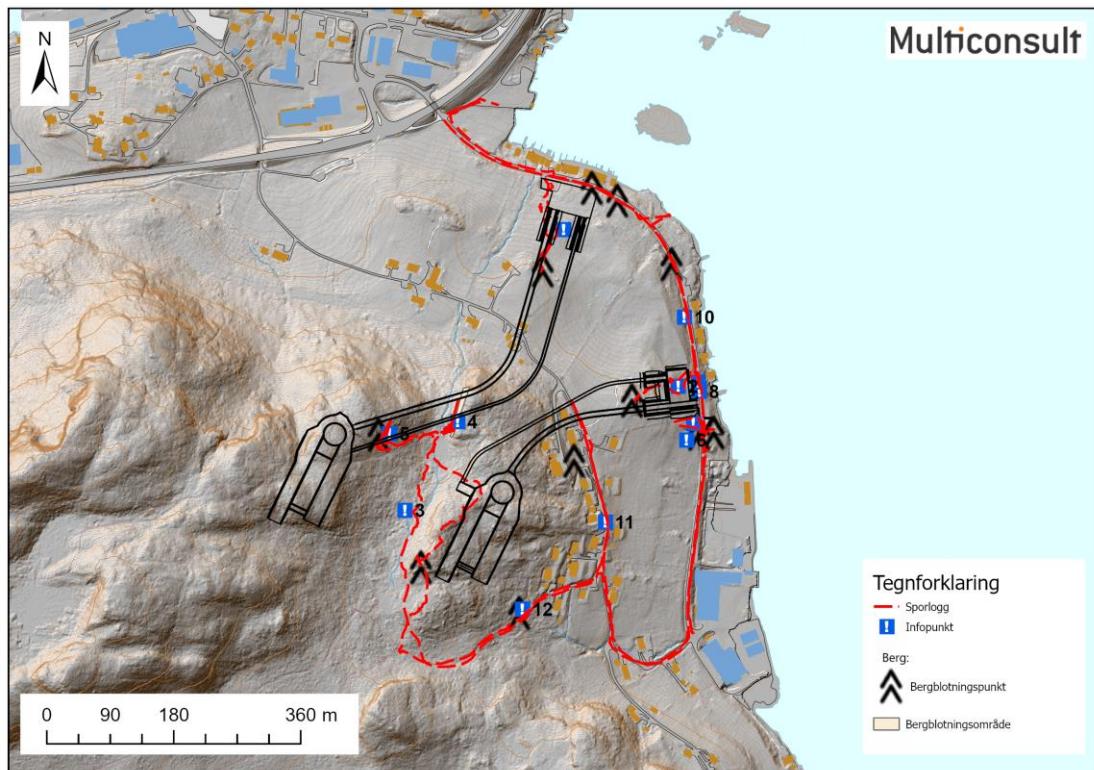
Innledningsvis ble befaringen gått i fellesskap med både kommunene og rådgivere med følgende deltagere: Elin Nerheim, Ålesund kommune; Birgitte Valderhaug, Fritz Østeheim og Erlend Brunstad, alle fra Sula kommune; Leif Erik Friestad fra Asplan Viak; Ingvild

Lausund, Elisabeth Grasbakken, Christian Havnegjerde, Jonas Bjørklimark og Henki Ødegaard fra Multiconsult. Etter den innledende befaringen ble gruppen splittet opp slik at ingeniørgeologene (Friestad, Grasbakken, Lausund og Ødegaard) gikk samlet. På befatingsdagen var det 12°, overskyet og vekslende mellom oppholdsvær og enkelte byger.

Under feltkartlegging ble det prioritert å undersøke bergets beskaffenhet gjennom kartlegging av berg i blotninger og skjæringer. Det ble i tillegg gjort vurderinger av omfang og plassering av supplerende grunnundersøkelser. Berget var relativt godt eksponert og kunne observeres i flere bergblotninger og langs bergskjæringer, som indikert i Figur 3.

Bergmasseklassifisering er utført ved enkelte bergblotninger, i hht. Q-systemet. sprekkekartleggingen er utført med et Brunton pocket geo transit kompass og er angitt med fall og fallretning. Feltregistreringer er koordinatfestet ved bruk av håndholdt GPS fra Garmin, samt ved bruk av applikasjonen Field Maps fra ArcGIS. Punktplasseringen er gitt i koordinatsystem EUREF89 NTM 10. Registreringene og sporloggen er samlet i et registreringskart vist i Figur 3, og i større detalj i Vedlegg A. Utvalgte foto fra befaringen er samlet i Vedlegg B.

Foreliggende rapport oppsummerer våre feltobservasjoner og ingeniørgeologiske vurderinger fra befaringen. I tillegg beskrives forslag til supplerende grunnundersøkelser i form av kjerneboring og supplerende refraksjonsseismiske undersøkelser.



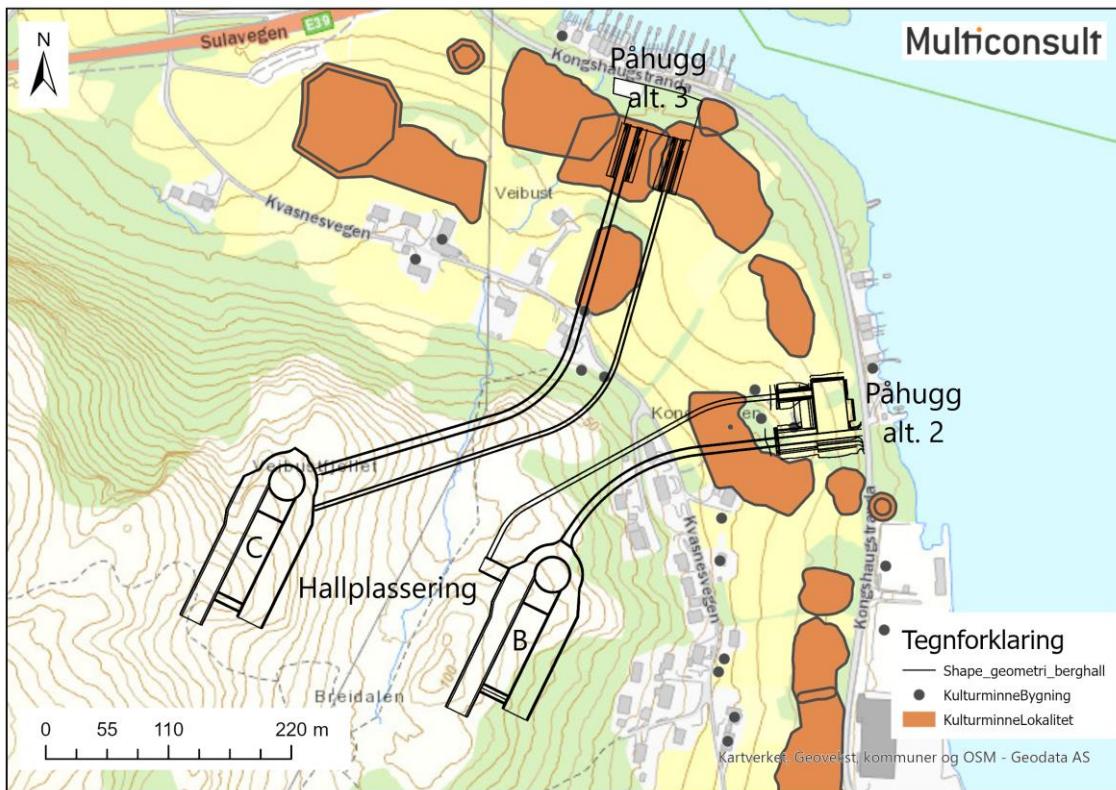
Figur 3 Registreringskart fra feltbefaring 11.05.2022 (Field Maps)

2. Områdebeskrivelse

2.1. Generelt

Begge alternative daganlegg (2 og 3) ligger nært vegen Kongshaugstranda som går langs fjorden ut mot et industriområde lenger sør mot Kvasneset. Langs vegen er det flere båthus/naust og det er i området registrert flere kulturminnelokaliteter og kulturminnebygninger, se Figur 4.

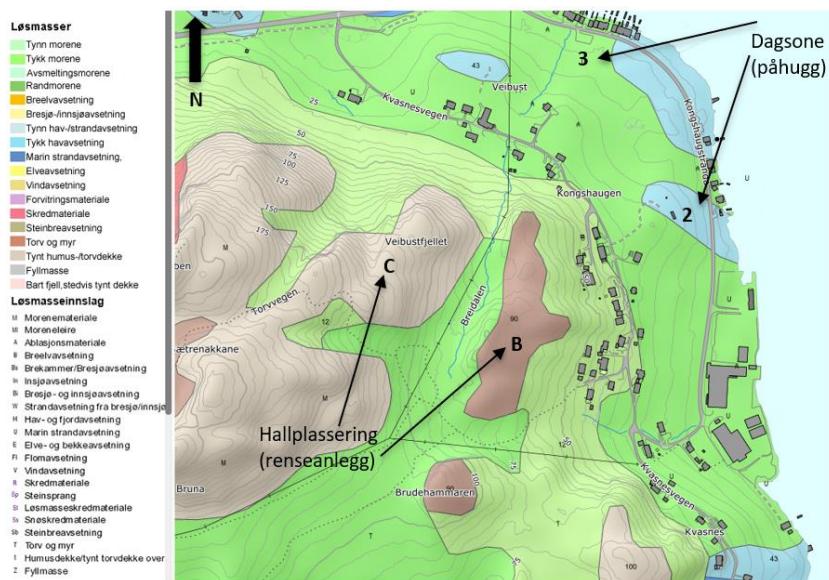
Vest for Kongshaugstranda er det jordbruksområder og jorder og terrenget stiger slakt oppover mot boligområdet ved Kvasnesvegen. Videre vest stiger terrenget mot Veibustfjellet. Rett øst for Veibustfjellet ligger Breidalen som et markant nordøst-sørvest orientert søkk i terrenget.



Figur 4 Planområde for påhuggsalternativ 2 og 3 med tilhørende hallplassering av renseanlegg B og C

2.2. Grunnforhold

Ifølge NGUs kvartærgeologiske kart består løsmassene innenfor prosjektområdet hovedsakelig av morenemateriale, torv og myr, samt noe humus- og torvdekke, se utsnitt fra NGU løsmassekart 1:50 000 [1] i Figur 5. Fra de refraksjonsseismiske undersøkelsene utført i 2019 var løsmassemektigheten tolket til å være opp mot 4 m for jordene ovenfor Kongshaugstranda, og noe mindre (0-2 m) oppe på kollen ovenfor bergenlegget (Alternativ B). Fra forprosjektet ble det indikert opp mot 3 m myrdybde i Breidalen, basert på undersøkelser utført med stikksondering.



Figur 5 Oversikt over løsmasser i planområdet [2]

Ifølge NGUs berggrunnsgeologiske i målestokk 1:50 000 består bergrunnen i området av gneis tilhørende Sulakomplekset [4]. Da det er indikert samme bergart (gneis) i hele prosjektområdet anses det ikke som hensiktmessig å inkludere utsnitt av det berggrunnsgeologiske kartet.

3. Ingeniørgeologiske observasjoner og vurderinger

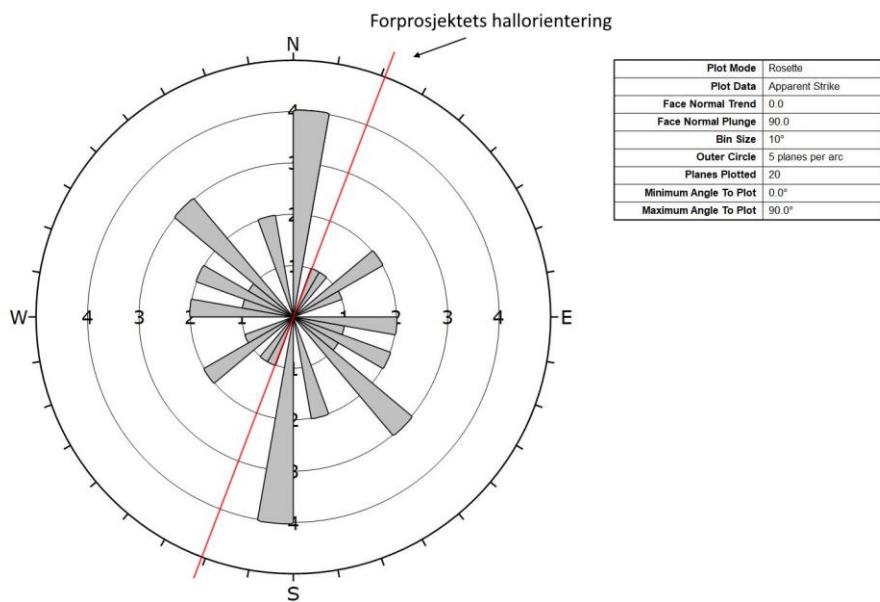
3.1. Bergmassens egenskaper

Feltobservasjonene stemmer godt overens med det berggrunnsgeologiske kartet, og det kartlegges en middels- til grovkornet granittisk gneis ved alle lokaliteter. Gneisen viser tydelig foliasjon og er stedvis foldet. Berget observert i blotning oppe i Breidalen er noe mer rødlig på farge enn gneisen i skjæring langs lokalvegen, som her er mer hvit, stedvis med hvite ovale felter sammen med mørke mineraler se Figur 6.



Figur 6: Detaljbilder av berget. (A) Tatt ved bergblotning øst for breidalen, infopunkt 4. (B) Tatt i bergskjæring ved Kongshaugstranda, infopunkt 6.

Berget virker generelt være lite oppsprukket, med RQD verdi estimert å ligge mellom 75-90. Basert på enkle feltestimat vurderes bergarten å være sterk til meget sterk, tilsvarende en enaksiell trykkstyrke rundt 100 - 150 MPa. Bergmassen er gjennomsatt av to sprekkesett i tillegg til mer sporadiske sprekker. Sprekkene virker i hovedsak å være samenvokste og lite åpne, selv om det lokalt har dannet seg åpne sprekker som følge av frost- og rotsprengeing nært overflaten. Det registreres ikke belegg på sprekkeflatene, som for det meste er ru og ujevne/bølgete. Enkelte plane og glatte sprekker observeres også, men hovedinntrykket er at sprekken er ru.



Figur 7: Sprekkerose for området Breidalen til Kongshaugstranda. Berghallenes lengdeakse fra forprosjekt indikert med rød linje.

3.2. Svakhettssoner

I den ingeniørgeologiske rapporten fra forprosjektet ble det utført en kartstudie av mulige lineament som kunne representere svakhettssoner i berget. Fra denne kartleggingen ble selve Breidalen vurdert som en mulig svakhettssone. Basert på våre innledende vurderinger i felt deler vi oppfatningen om at Breidalen kan representere en svakhettssone, uten at vi har kunne observere noen sone i blotning. Det er imidlertid registrert et markert, steilt, sprekkesett med samme strøk som Breidalen. Å få undersøkt hvorvidt Breidalen er definert av en svakhettssone er svært viktig for å sikre at berganlegget gis en stabilitetsmessig gunstig plassering.

Det planlagt kjerneboring for å undersøke dette i større detalj, som omtalt i Kapittel 3.4.

3.3. Påhugg, Alternativ 2 ved Kongshaugen

Påhugget er plassert ved en liten forhøyning i terrenget, som basert på terrengform og nærliggende bergblotninger vurderes å være en oppstikkende bergrygg. Like bak planlagt topp av påhuggsflaten registreres det eksponert berg, som indikert i Figur 3 og

Vedlegg A. Det observeres også eksponert berg i skjæring nede ved Kongshaugstranda, samt langs et felt like sør for søndre forskjæring.



Figur 8: Oversikt planlagt påhuggsplassering for Alternativ 2 Kongshaugen. (A) Påhuggsflaten er planlagt plassert like bak bygningen i bildet. (B) Personene i bildet står omtrent der forskjæringen til tunnelene er planlagt.

Terrenget bak påhugget stiger slakt vestover og det er ingen fare for steinsprang fra terrenget ovenfor. Lokaliteten vurderes som godt egnert for plassering av påhugg og daganlegg.

3.4. Plan for videre grunnundersøkelser

For å kartlegge løsmassemektigheten i Breidalen og ved daganlegget planlegges det refraksjonsseismiske undersøkelser i totalt 5 profil, som skissert i Vedlegg C. Det planlegges også geotekniske grunnboringer for å kartlegge løsmassetykkelse og materiale. De planlagte grunnboringene vil sammen med de refraksjonsseismiske undersøkelsene gi grunnlag for en oppdatert bergmodell.

I tillegg planlegges det ett 300 m langt kjerneborhull, KH-01 i Vedlegg C. Hullet bores med 8° stikning nedover slik at det ender omtrent ned mot berghallenes sålenivå. Hovedformålet med dette borhullet er å undersøke bergmassens kvalitet i området ved det planlagte berganlegget, og hullet er orientert slik at man vil kunne undersøke om det virkelig er en svakhetszone i Breidalen.

Kjernemateriale fra boringen kan videre testes for å undersøke bergmassens mekaniske egenskaper mht. styrke, bestandighet og kjemisk sammensetning. Videre planlegges det

vanntapsmålinger i forbindelse med boringen slik at man får bedre grunnlag for å vurdere berget permeabilitet.

3.5. Oppsummering av bergforholdene

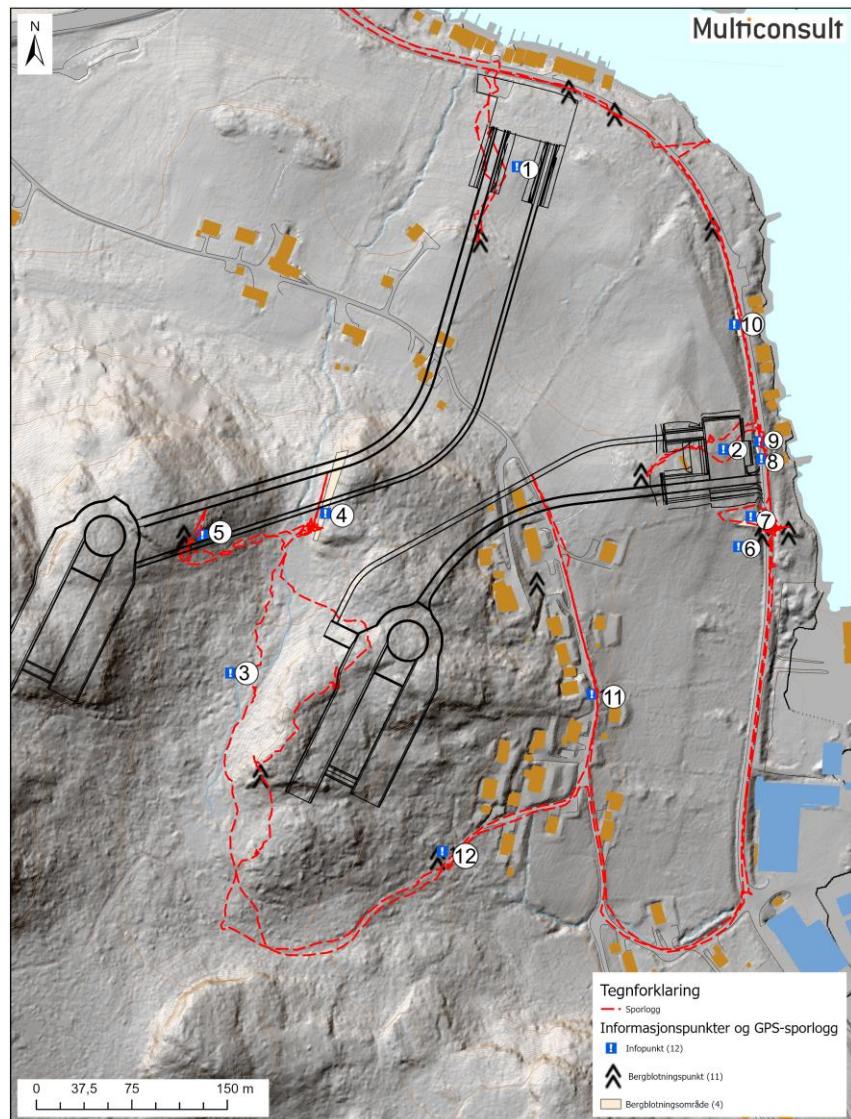
Basert på den innledende ingeniørgeologiske kartleggingen er det vår vurdering at den stedlige bergmassen er av god kvalitet, godt egnet til å etablere bergrom og tunneler i de dimensjoner som forutsatt i forprosjektet. Videre vurderes området ved Kongshaugen som godt egnet for etablering av påhugg.

Det må gjøres flere undersøkelser for å optimalisere dimensjon og plassering av bergenlegget, samt for å fastsette påhuggsplassering og endelig skjæringsflate for daganlegget. Det planlegges derfor geoteknisk grunnboring, refraksjonsseismiske undersøkelser og kjerneboring for å undersøke grunnforholdene i større detalj, som vist i Vedlegg C.

4. Referanser

- [1] Forprosjektrapport Kvasnes RA. Asplan Viak, 30.04.2021, ver. 01.
- [2] NOTAT Geologiske vurderinger knytt til tunnel for reinseanlegget på Kvasneset. Asplan Viak, 08.03.2021, ver. 01.
- [3] Ingeniørgeologisk rapport nytt avløpsrenseanlegg for Sula og Ålesund, Forprosjekt. Asplan Viak, 30.04.2021, ver. 02.
- [4] Berggrunnsgeologisk kart 1:50 000. Kartblad 1219IV Sykkylven. NGU. 1991.
- [5] Refraksjonsseismiske undersøkelser. Rapport Prosjekt nr. 19062. Geophysix. April 2019.





Infopunkt	Beskrivelse	Fotohenvisning Vedlegg B
1	Påhugg alternativ 3 Slak stigning mot sør, innmark.	Figur 1
2	Påhugg alternativ 2 Et forlatt hus med delvis tilgrodd område. Ca. 20° helning frem til påhuggene, men så flater det ut. Målt 18,7 moh. ved inngang påhugg.	Figur 2
3	Breidalen Topografisk forsenkning tydelig i både terrenkartet og felt. Dalbunnen er et myrområde. Detaljbilder av bekken som også er markert på kartet. Det registreres liten vannføring i bekken.	Figur 3 Figur 4
4	Bergblotning over tunneler i tilknytning til alternativ C. Registreringer: Q-verdi, fall og fallretning.	Figur 5 og Figur 6
5	Bergblotning over tunneler i tilknytning til alternativ C. Berget er delvis dekket med torv. Registreringer: Fall og fallretning.	Figur 7
6	Bergblotning Registreringer: Q-verdi, fall og fallretning.	Figur 8
7	Bergblotning	Figur 9
8	Bergblotning Registrering: Q-verdi, fall og fallretning.	Figur 10
9	Bergblotning Registrering: Fall og fallretning.	Figur 11
10	Bergblotning	Figur 12
11	Opprinnelig forslag til plassering av kjernehull (før befaring)	Figur 13
12	Nytt forslag til plassering av kjernehull (etter befaring)	Figur 14



Figur 1: Påhugg alternativ 3. Personer med rød sirkel markerer starten på begge påhugg. B) Ovenfor og videre sørover fra påhuggene.



Figur 2: Påhugg alternativ 2. Omtrentlig plassering av påhugget er markert med rød pil



Figur 3: Oversiktsbilder Breidalen.



Figur 4: Detaljbilder av myr og bekk i Breidalen. Infopunkt 3.



Figur 5: Bergblotning med detaljbilde som viser foliasjon. Infopunkt 4.



Figur 6: Bergblotning ved skrent i Breidalen. Detaljbilde vinkelrett og parallelt på vertikalt sprekkesett. Oransje strek markerer et lite tre som vokser i en sprekk. Infopunkt 4.



Figur 7: Bergblotning ved Infopunkt 5.



Figur 8: Bergblotning registrert vest og øst for lokalveg ved Infopunkt 6.



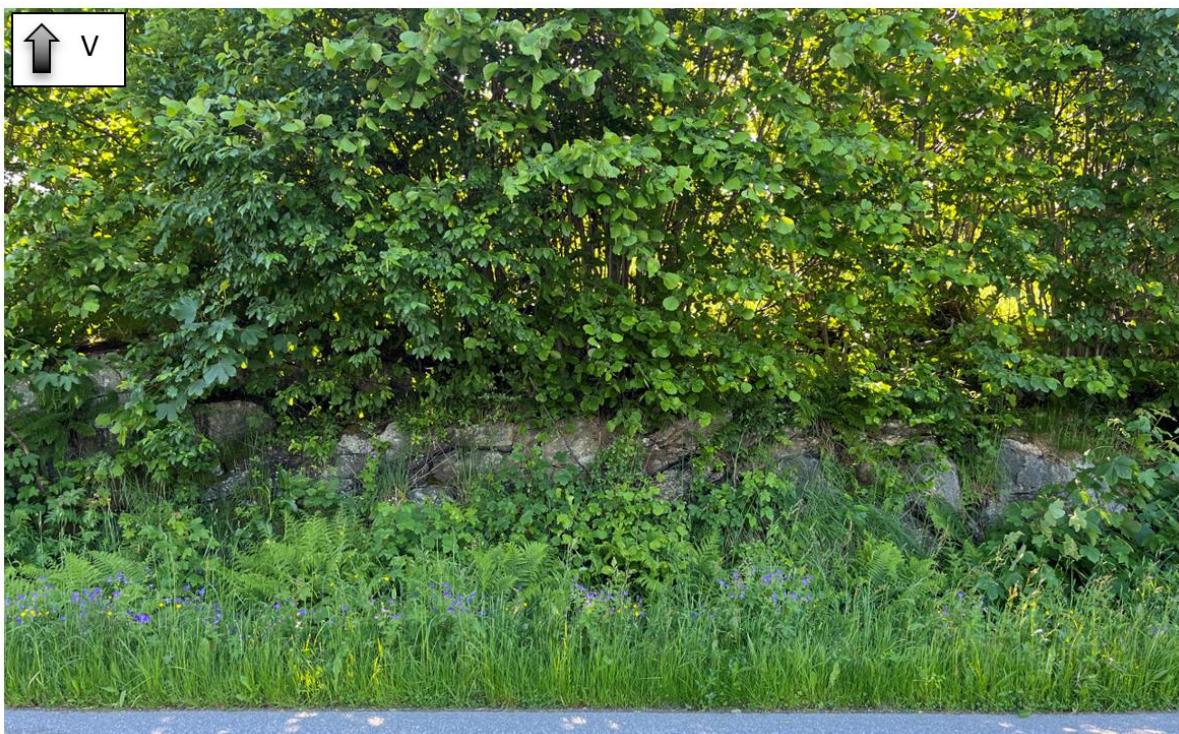
Figur 9: Oppstikkende berg like sør av planlagt forskjæring ved Kongshaugen, Infopunkt 7.



Figur 10: Bergblotning langs Kongshaugstranda, Infopunkt 8.



Figur 11: Bergblotning langs Kongshaugstranda, Infopunkt 9.



Figur 12: Bergblotning langs Kongshaugstranda, Infopunkt 10.



Figur 13: Opprinnelig forslag til plassering av kjernehull, Infopunkt 11.



Figur 14: Nytt forslag til plassering av kjernehull, Infopunkt 12.



FORKLARING

TEGNFORKLARING:

- DREIESONDERING
 - ENKEL SONDERING
 - ▼ RAMSONDERING
 - ▽ TRYKKSONDERING
 - ⌚ TOTALSONDERING
 - ◎ PRØVESERIE
 - PRØVEGROP
 - ❖ DREIETRYKKSONDERING
 - ☒ SKRUPLADEFORSØK
 - + VINGEBORING
 - ⊖ PORETRYKKMÅLING
 - ⊕ KJERNEBORING
 - ✖ FJELLKONTROLLBORING
 - ≈ BERG I DAGEN

KARTGRUNNLAG: DIGITALT KART FRA XXX
KOORDINATSYSTEM: EUREF89, sone XX
HØYDREFERANSE: NN1954/NN2000/SJØKARTNULL

EKSEMPEL TERRENGKOTE/SJØBUNNKOTE
 BP 1 43.0 — BORET DYBDE + BORET I BERG
 28.2
 ANTATT BERGKOTE

-  Tidligere utførte seismiske undersøkelser
 -  Planlagte seismiske undersøkelser
 -  Start Kjerneboring
 -  Slutt kjerneboring

HENVISNINGER

Det henvises til utsendt infoskriv/varsel om utførelse av grunnundersøkelser.

00	-	YYYY-MM-DD	-	-
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.
Asplan Viak AS Kvasnes renseanlegg			Fag RIG	Format A2
			Dato 24.05.2022	
Borplan Supplerende grunnundersøkelser			Målestokk: 1:2000 -	
Multiconsult www.multiconsult.no				
Status Foreløpig		Konstr./Tegnet JONASBJ	Kontrollert CRH	Godkjent CRH
Oppdragsnr. 10229807		Tegningsnr. RIG-TEG-001	Rev. 00	

Vedlegg 2 Seismiske grunnundersøkelser



ÅLESUND
KOMMUNE



SULA KOMMUNE

Multiconsult

Rapport GPX 22111:
Seismiske grunnundersøkelser for Ålesund kommune
og Sula kommune
Nytt avløpsrenseanlegg,
Kvasneset



GeoPhix

GeoPhix AS
post@geophysix.no
www.geophysix.no



Innhold

1. INNLEDNING.....	3
2. SAMMENDRAG.....	3
3. MÅLEPROGRAM REFRAKSJONSSEISMIKK	4
4. FELTARBEID	4
5. UTSTYR.....	4
6. PROSESSERING OG TOLKING AV DATA.....	5
7. NØYAKTIGHET	5
8. RESULTATER - REFRAKSJONSSEISMIKK.....	7

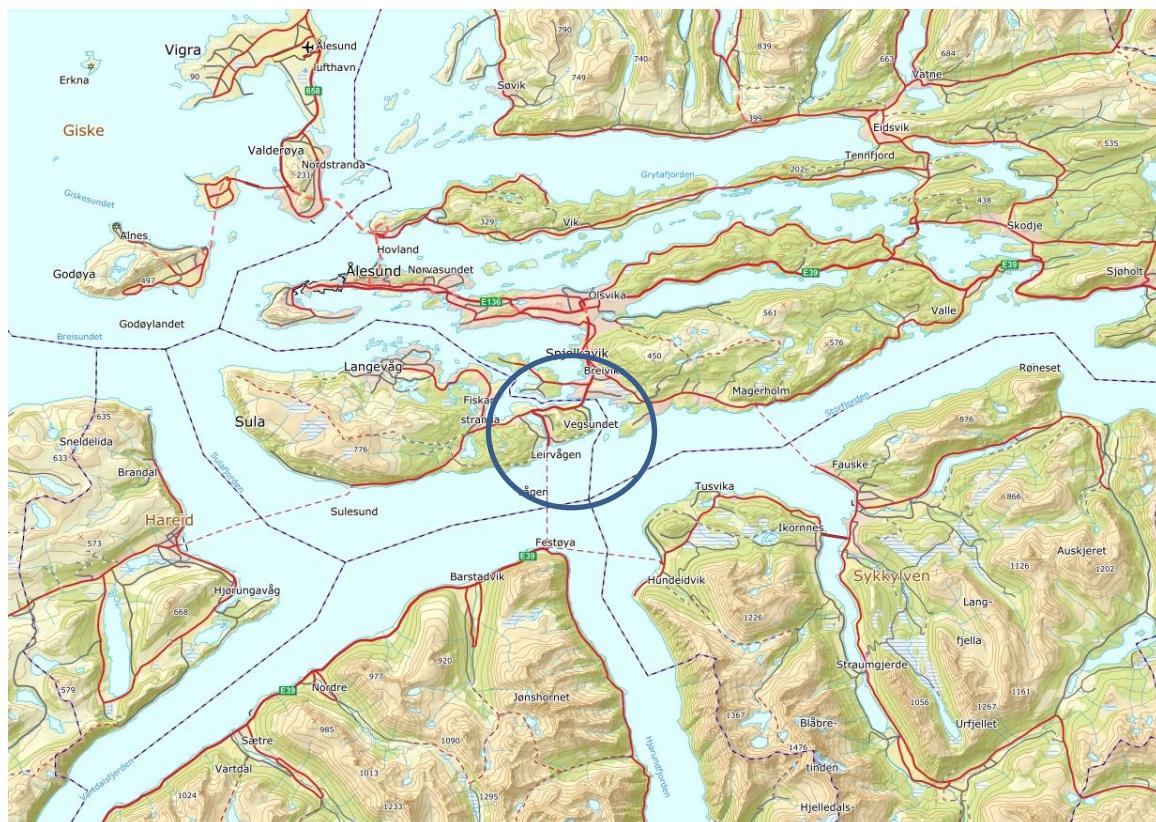
TEGNINGER	<u>Målestokk</u>	<u>Tegning nr.</u>
Plan Profiler Refraksjonsseismikk Område: Kvasneset	1: 2 000	-300
Profil P1	1: 500	-301
Profil P2	1: 500	-302
Profil P3	1: 500	-302
Profil P4	1: 500	-303
Profil P5	1: 500	-304

VEDLEGG:

- Vedlegg 1, Refraksjonsseismisk metodebeskrivelse
Vedlegg 2, Tegnforklaring refraksjonsseismikk

1. INNLEDNING

På oppdrag fra Ålesund kommune og Sula kommune, via Multiconsult, har GeoPhysix AS utført seismiske grunnundersøkelser på Kvasneset, i Sula kommune, i forbindelse med nytt avløpsrenseanlegg. Formålet med disse undersøkelsene var å få kartlagt grunnforhold med løsmassetykkelse og fjellkvalitet.



Figur 1: Undersøkelsesområdet

2. SAMMENDRAG

Det ble totalt gjennomført refraksjonsseismiske undersøkelser langs 5 profiler i området.

Løsmasser og fjelloverflate:

Det er noe synlig, bart fjell i undersøkelsesområdet, og våre registreringer tyder på at det er relativt lite løsmasser i området.

Løsmassene registreres med hastighet 900-2000 m/s.

Hastigheten i fjellgrunnen ble registrert med basishastigheter på 4500 - 6200 m/s.

Lavhastighetssoner:

Det registreres lavhastighetssoner langs alle profilene unntatt P4 og P5.

Løsmasser:

Område	Profil	Løsmasser	
		dybde (m)	hastighet (m/s)
Kvasneset	P1	1 - 5	2000
	P2	1 - 5	800 - 1600
	P3	1 - 5	900 - 2000
	P4	1 - 5	1400
	P5	1 - 5	1400

Tabell 1: Oppsummering - løsmasser

Lavhastighetssoner:

Område	Profil	Sone	
		hastighet (m/s)	bredde (m)
Kvasneset	P1	3800/3900	6/5
	P2	3900	6
	P3	2900	5

Tabell 2: Oppsummering – lavhastighetssoner

3. MÅLEPROGRAM REFRAKSJONSSEISMISK

Det ble til sammen målt 1220 meter med refraksjonsseismikk langs 5 profiler.

Mengden og plassering av profiler har blitt fastlagt i samarbeid med oppdragsgiver.

4. FELTARBEID

Arbeidet med de seismiske målingene ble foretatt i 8. – 14. august, 2022.

Til stede var: Helge Skogheim og Egil Edvardsen, begge fra Geophysix.

Forberedelse av feltarbeidet

Oppdragsgiver informerte grunneiere og innhentet tillatelser fra disse.

GeoPhysix var ansvarlig for påvisning av kabler og å innhente informasjon om alle faste installasjoner i målområdene.

Endekoordinater for profilene ble plassert i samarbeid mellom GeoPhysix og Multiconsult, og GeoPhysix har foretatt utsetting og innmåling av profilene.

5. UTSTYR

Det ble brukt:

- Registreringsinstrument ABEM Terraloc PRO.
- 24 og 48 kanals landkabel med 5m geofonavstand, effektiv lengde pr. utlegg 55 til 235 meter.
- Diverse kabel og tilbehør for avfyring av skudd.
- Det ble brukt dynamitt som energikilde for alle skudd. Avstanden mellom skuddene var ca. 15 - 25 meter langs profilene.

- Innmåling med TopCon HiPer SR GPS, korrigert med Kartverkets C-pos korreksjon på cm-nivå.



Bilde 1: Seismograf og utstyr for refraksjonsseimikk

6. PROSESSERING OG TOLKING AV DATA

Registreringene ble fortløpende kontrollert under feltarbeidet og prosessert etter utførte målinger. Seismikkregistreringene ble digitalisert, etterprosessert, utskrevet på papir og manuelt tolket. Fjelloverflaten og eventuelle soner ble til slutt digitalisert og profilene maskintegnet.

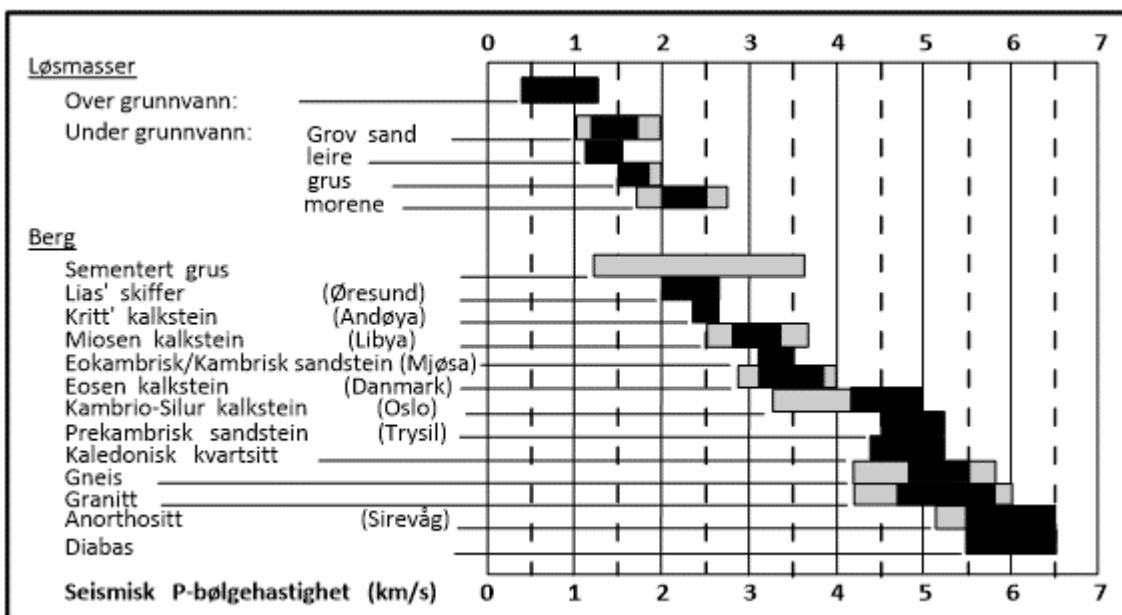
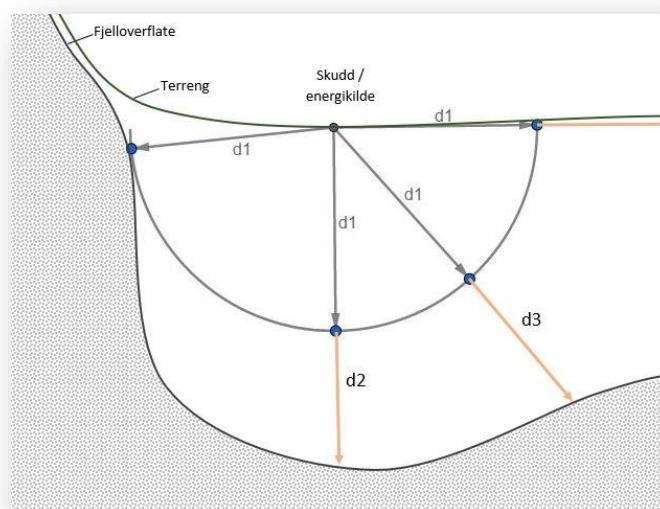
7. NØYAKTIGHET

Nøyaktigheten ved beregning av løsmassetykkelsen er tradisjonelt angitt til 2 meter eller 15 % for refraksjonsseismiske målinger.

Avvik fra normal angitt nøyaktighet kan forekomme ved ugunstig geologi, siderefraksjon og i forbindelse med lavhastighetssoner og blindlag i løsmasser (lag med lavere hastighet under lag med høyere hastighet).

Siderefraksjon

Siderefraksjon – energi forplantes raskere til sidefjell enn til fjell vertikalt pga kortere avstand.



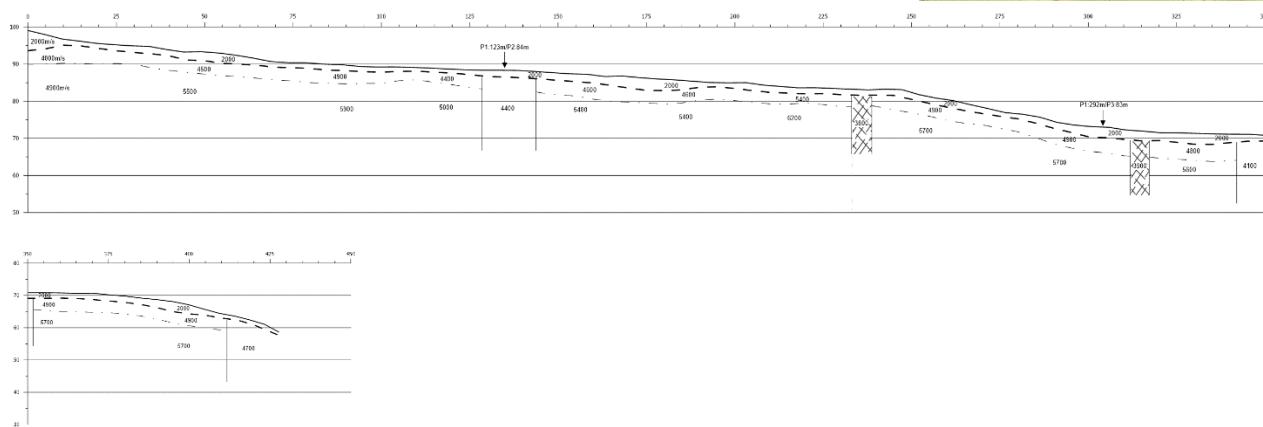
Tabell 3: Empiriske verdier for seismiske hastigheter i ulike materialer

8. RESULTATER - REFRAKSJONSSEISMIKK

Alle lengdemål (lm) i teksten refererer til horisontalmål.



Profil P1/22, 435m



Profilen er vist i profil på tegning 22111-301.

Null i profilen ligger i **sørvest**. Profilen er 435 meter lang langs terrenget.

Terrengrasjon

Terrenget faller fra kote 99 i lm 0, til kote 59 i slutten av profilen.

Løsmasser

Det registreres mellom 1 - 5 meter løsmasser langs profilen.

Størst mektighet registreres i starten av profilen.

Hastigheten i løsmassene ble registrert til 2000 m/s.

Fjell

Fjelloverflaten følger terrenget og faller fra kote 94 i lm 0, til kote 58 i slutten av profilen.

Hastigheten i fjellgrunnen ble registrert med en basishastighet på 4700 - 6200 m/s langs profilen.

Laveste fjellnivå er kote 58 i slutten av profilen.

Det ble registrert to lavhastighetssoner langs profilen.

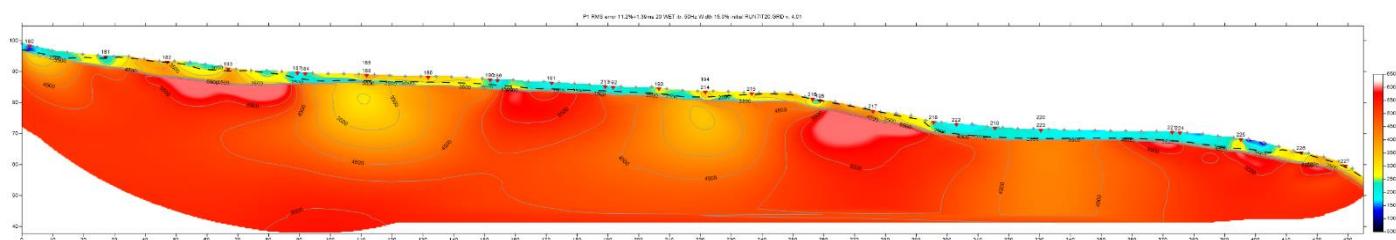
Lm 233 - 239 med hastighet 3800 m/s.

Lm 312 - 317 med hastighet 3900 m/s.

Det ble registrert 2 områder med lavere hastighet enn basishastigheten.

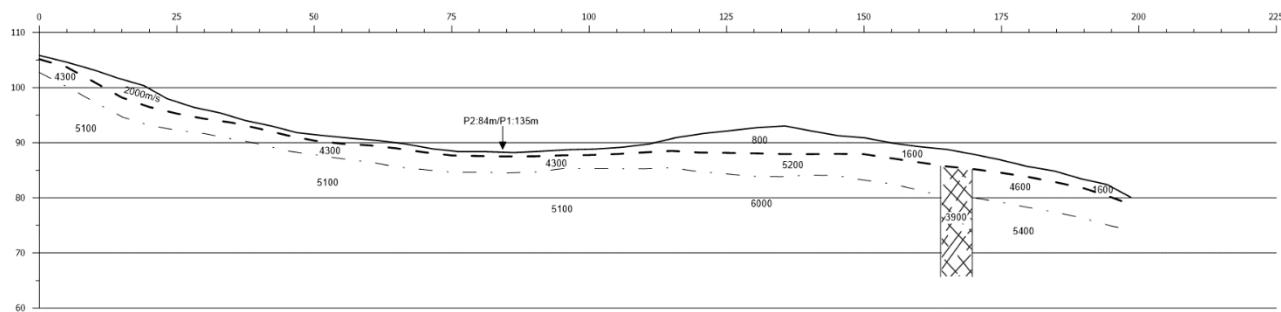
Lm 128 – 144 med hastighet 4400 m/s.

Lm 342 – 352 med hastighet 4100 m/s.

P1 tomografisk tolkning

Tolket fjelloverflate er vist med svart linje. Det kan være noe vanskeligere å tolke overgangen til fjell da denne framstår mere gradvis.

Tomografiplottet viser en rask overgang til høye fjellhastigheter. Denne overgangen ligger litt dypere enn det man har tolket som fjelloverflate og kan indikere noe overflateovervitring. Ved ca. Im 110 og Im 220 er det noe lavere hastighet i bergmassene. I Im 110 viser tomografiplottet en hastighet på ca. 3250-3500 m/s, mens det i Im 220 framkommer en hastighet på ca. 3750 m/s.

**Profil P2/22, 205m**

Profilen er vist i profil på tegning 22111-302.

Null i profilen ligger i **vest**. Profilen er 205 meter lang langs terrenget.

Terengprofil

Terrenget faller fra kote 106 i lm 0, til kote 88 i lm 80. Deretter stiger det til kote 93 i lm 135, før det faller til kote 80 i slutten av profilen.

Løsmasser

Det registreres mellom 1 - 5 meter løsmasser langs profilen.

Størst mektighet registreres i ca. lm 135.

Hastigheten i løsmassene ble registrert til 800 - 2000 m/s.

Fjell

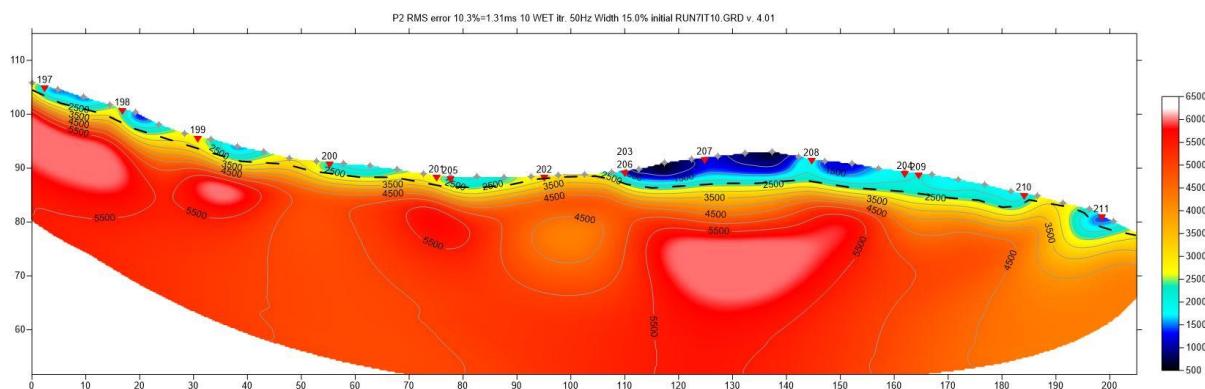
Fjelloverflaten følger hovedsakelig terrenget og faller fra kote 105 i lm 0, til kote 79 i slutten av profilen.

Laveste fjellnivå er kote 79 i slutten av profilen.

Hastigheten i fjellgrunnen ble registrert med en basishastighet på 5100 - 6000 m/s langs profilen.

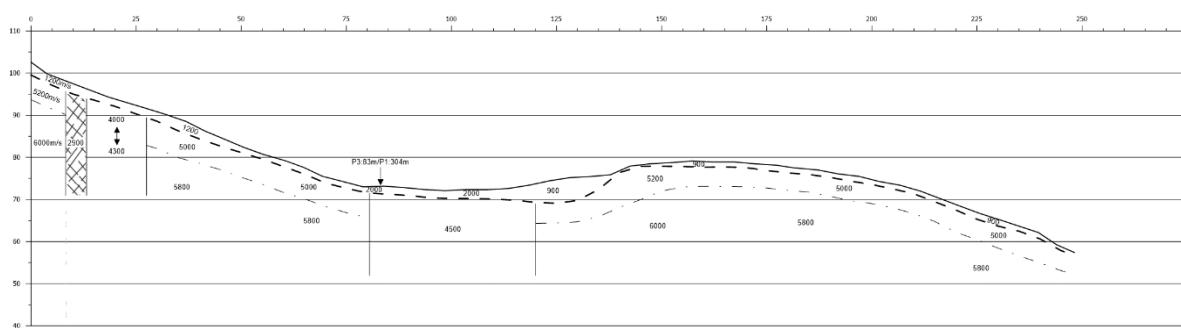
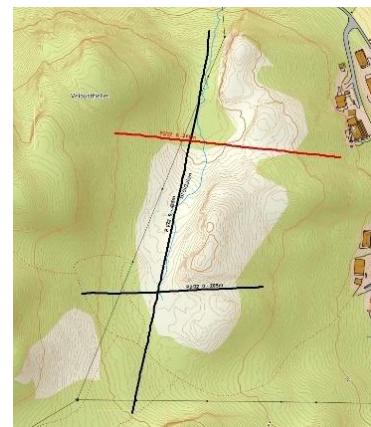
Det ble registrert en lavhastighetssone langs profilen.

Lm 164 – 170 med hastighet 3900 m/s.

P2 tomografisk tolkning

Tolket fjelloverflate er vist med svart linje.

Profilen viser en gradvis overgang til høye fjellhastigheter. Hastigheten i berggrunnen er gjennomgående høy og over 4500 m/s.

**Profil P3/22, 260m**

Profilen er vist i profil på tegning 22111-302.

Null i profilen ligger i **nordvest**. Profilen er 260 meter lang langs terrenget.

Terrengprofil

Terrenget faller fra kote 103 i lm 0, til kote 72 i lm 100. Deretter stiger det til kote 79 i lm 150, før det faller til kote 57 i slutten av profilen.

Løsmasser

Det registreres mellom 1 - 5 meter løsmasser langs profilen.

Størst mektighet registreres i ca. lm 125.

Hastigheten i løsmassene ble registrert til 900 - 2000 m/s.

Fjell

Fjelloverflaten følger hovedsakelig terrenget og faller fra kote 100 i lm 0, til kote 56 i slutten av profilen.

Laveste fjellnivå er kote 57 i slutten av profilen.

Hastigheten i fjellgrunnen ble registrert med en basishastighet på 5800 - 6000 m/s langs profilen.

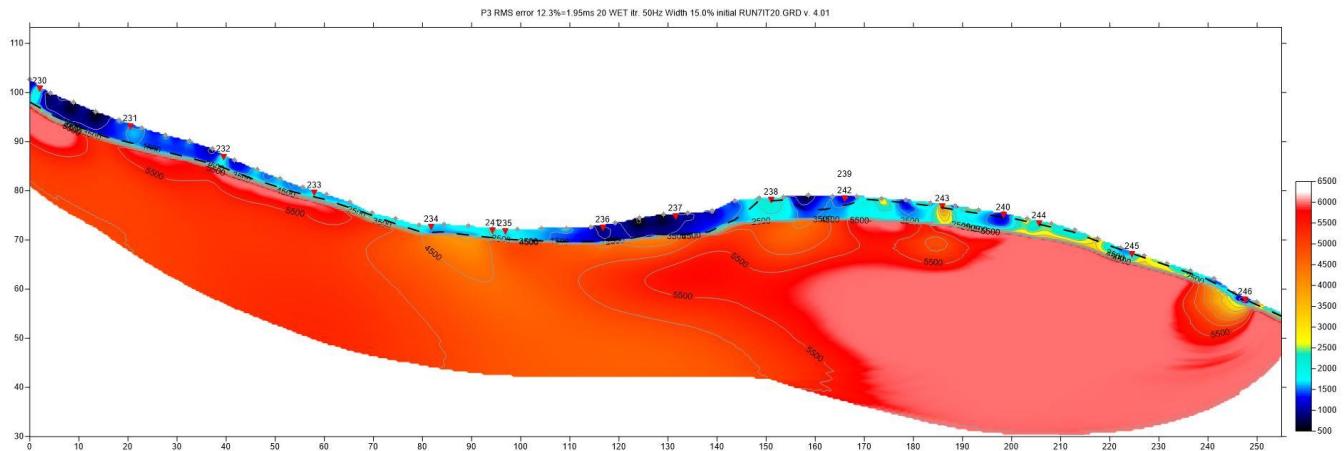
Det ble registrert en lavhastighetssone langs profilen.

Lm 8 – 13 med hastighet 2900 m/s.

Det ble registrert 2 områder med lavere hastighet enn basishastigheten.

Lm 13 – 27 med hastighet 4000 til 4300 m/s.

Lm 80 – 120 med hastighet 4500 m/s.

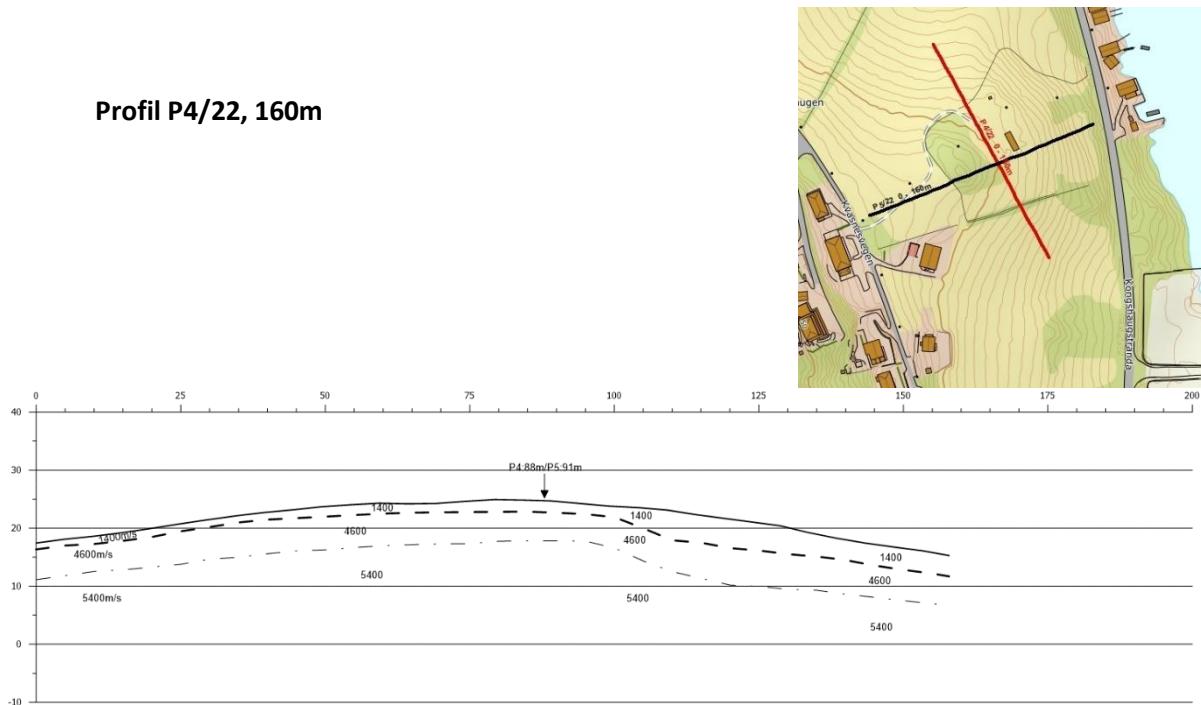
P3 tomografisk tolkning

Tolket fjelloverflate er vist med svart linje.

Hastigheten i berggrunnen er gjennomgående høy og over 4500 m/s.



Profil P4/22, 160m



Profilen er vist i profil på tegning 22111-303.

Null i profilen ligger i **nordvest**. Profilen er 160 meter lang langs terrenget.

Terrengprofil

Terrenget stiger fra kote 17 i lm 0, til kote 25 i lm 80. Deretter faller det til kote 15 i slutten av profilen.

Løsmasser

Det registreres mellom 1 - 5 meter løsmasser langs profilen.

Størst mektighet registreres i ca. lm 110.

Hastigheten i løsmassene ble registrert til 1400 m/s.

Fjell

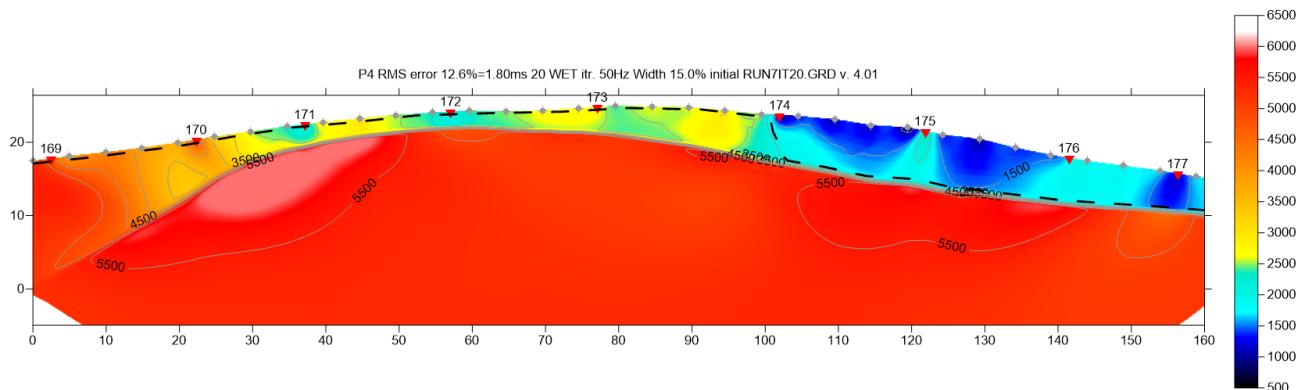
Fjelloverflaten følger hovedsakelig terrenget.

Laveste fjellnivå er kote 12 i slutten av profilen.

Hastigheten i fjellgrunnen ble registrert med en basishastighet på 5400 m/s langs profilen.

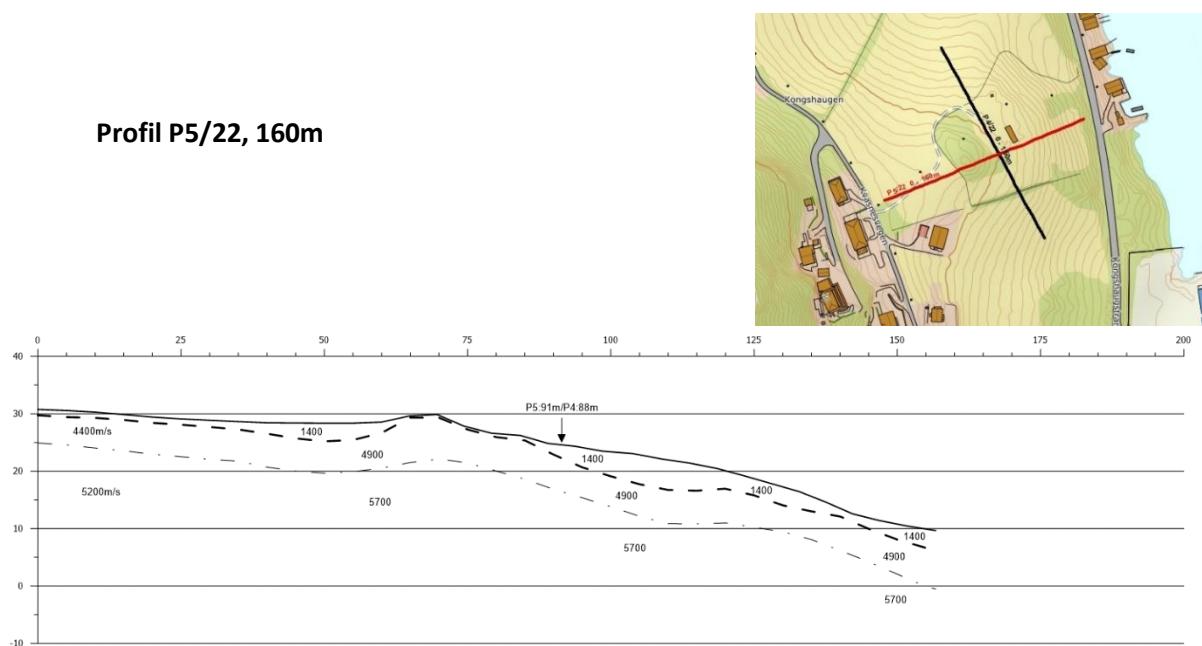
Det ble ikke registrert lavhastighetssoner langs profilen.

P4 tomografisk tolkning



Tolket fjelloverflate er vist med svart linje.

Tomografiplottet viser en distinkt overgang til høye hastigheter i berget. I første del av profilen er det lavere berghastigheter over denne grensen, mens det i siste del av profilen tyder på at det er løsmasser over berg med høy hastighet.

**Profil P5/22, 160m**

Profilen er vist i profil på tegning 22111-303.

Null i profilen ligger i **sørvest**. Profilen er 160 meter lang langs terrenget.

Terrengprofil

Terrenget faller fra kote 31 i lm 0, til kote 10 i slutten av profilen.

Løsmasser

Det registreres mellom 1 - 5 meter løsmasser langs profilen.

Størst mektighet registreres i ca. lm 105.

Hastigheten i løsmassene ble registrert til 1400 m/s.

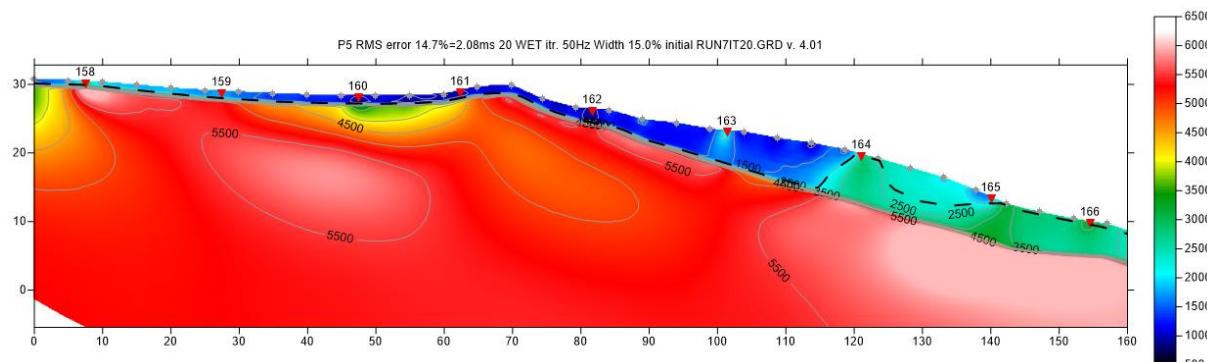
Fjell

Fjelloverflaten følger hovedsakelig terrenget.

Laveste fjellnivå er kote 6 i slutten av profilen.

Hastigheten i fjellgrunnen ble registrert med en basishastighet på 5200 - 5700 m/s langs profilen.

Det ble ikke registrert lavhastighetssoner langs profilen.

**P5 tomografisk tolkning**

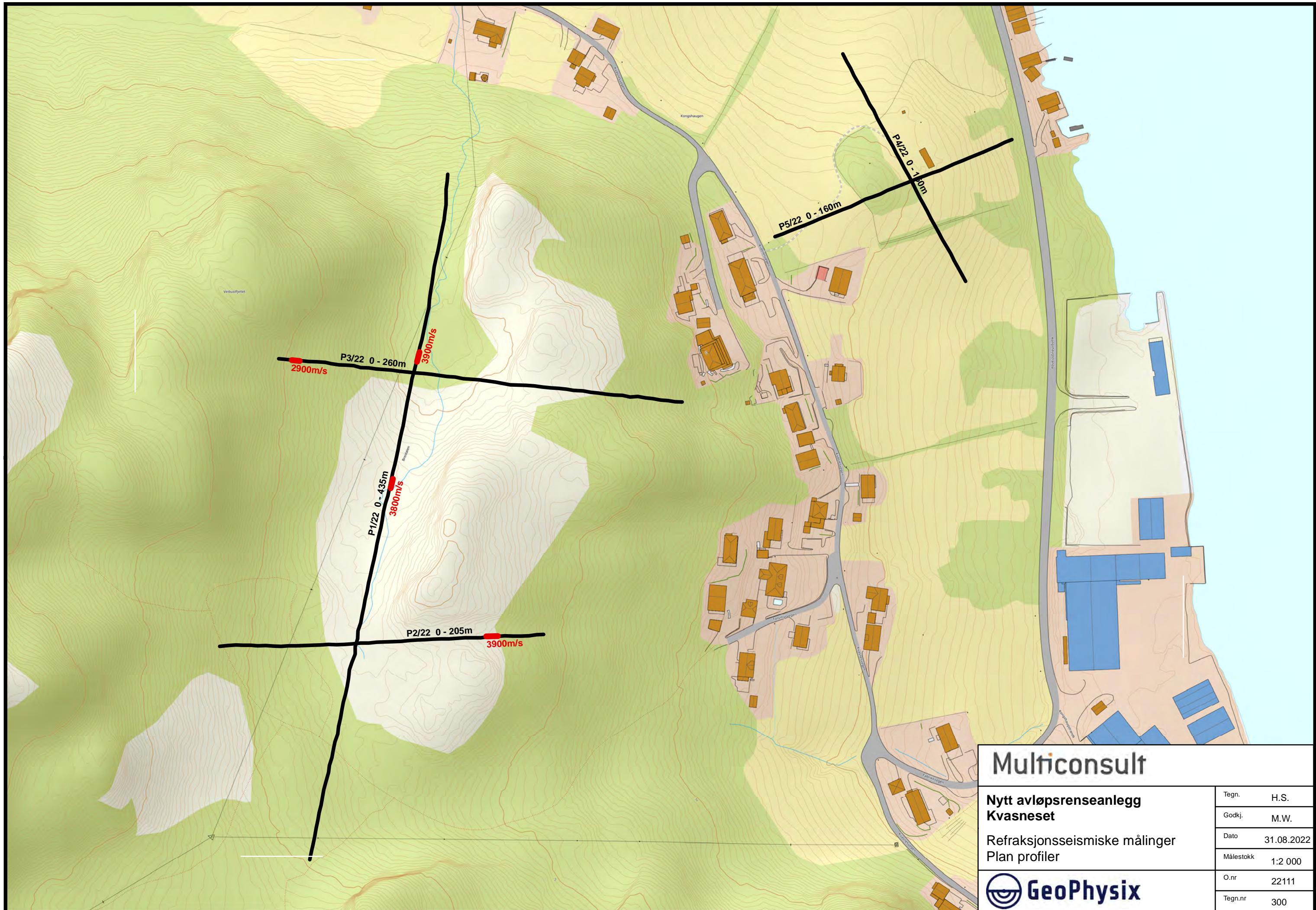
Tolket fjelloverflate er vist med svart linje.

Tomografiplottet viser noe at det også her registreres noe dagfjell i deler av profilen, men at det ikke er gjennomgående på samme måte som den tradisjonelle tolkningen viser.

Notodden, 06.09.2022

Morgan Wåle

Helge Skogheim



Multiconsult

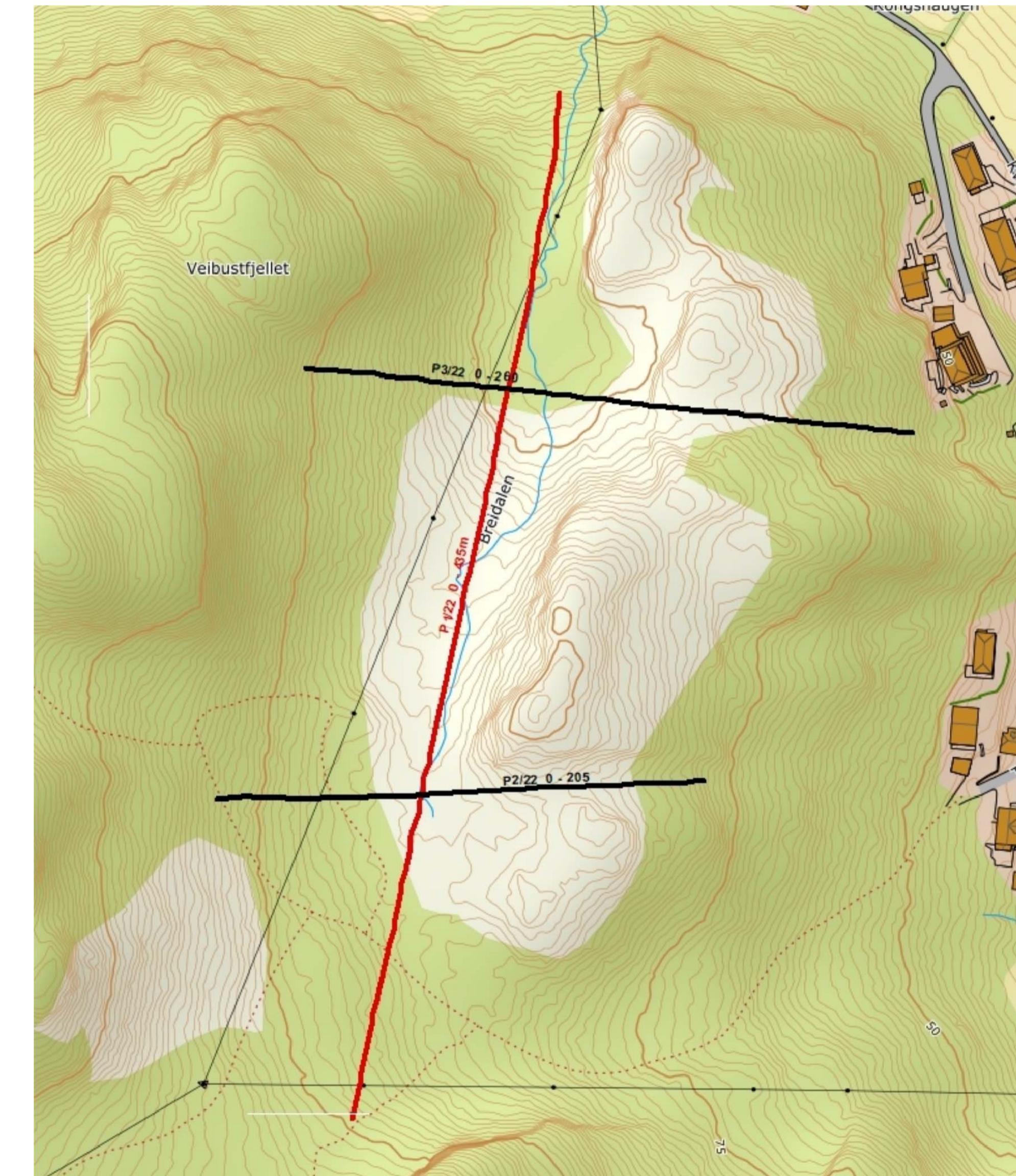
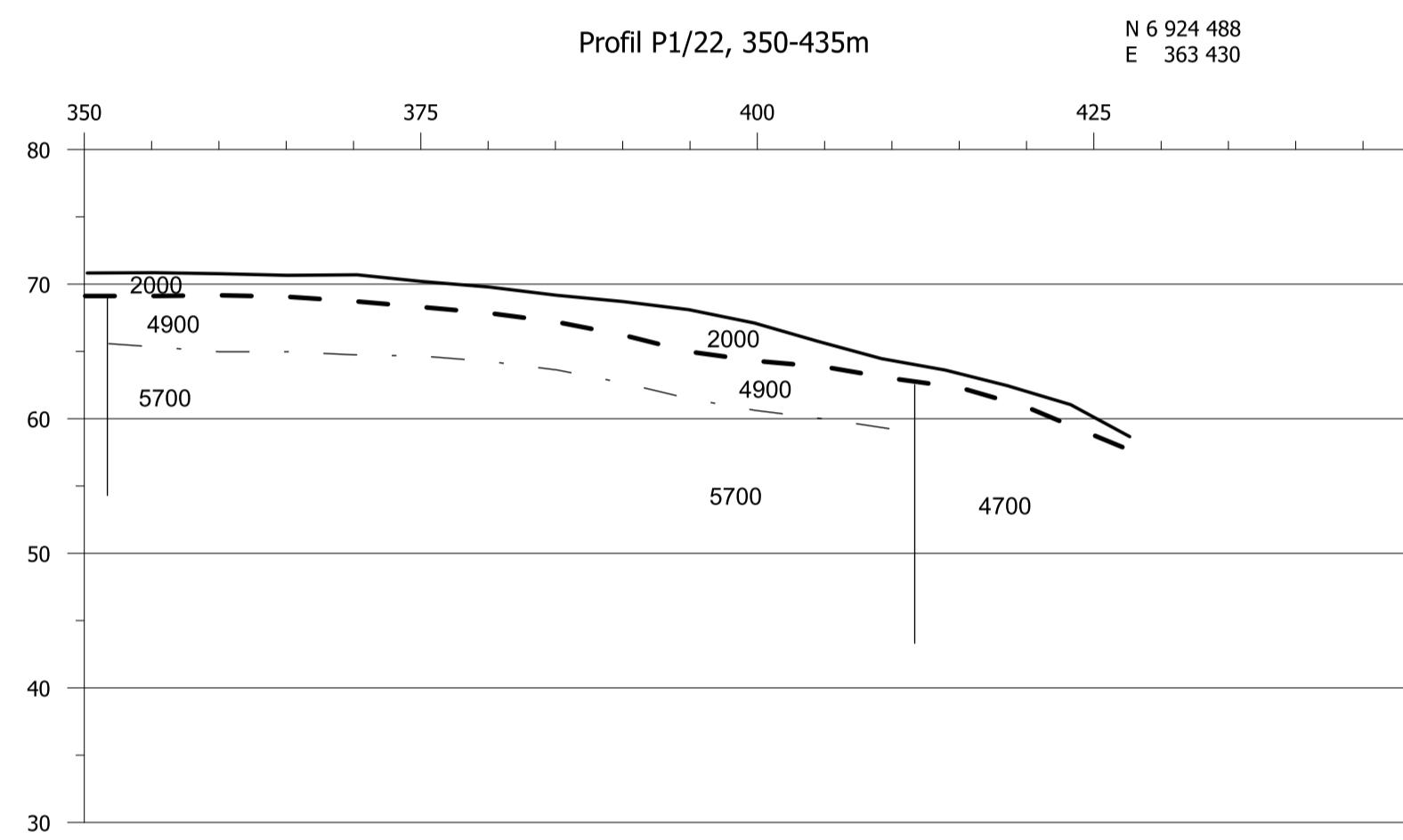
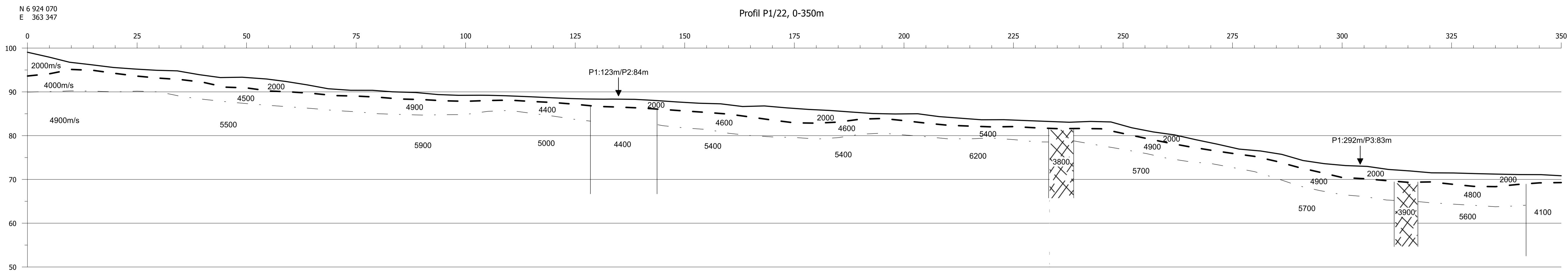
Nytt avløpsrenseanlegg
Kvasneset

Refraksjonsseismiske målinger
Plan profiler

Tegn.	H.S.
Godkj.	M.W.
Dato	31.08.2022
Målestokk	1:2 000

O.nr 22111
Tegn.nr 300





Koordinatsystem EUREF89 UTM Sone 32 Høydereférans NN2000

Multiconsult

Nytt avløpsrenseanlegg Kvasneset Refraksjonsseismiske målinger



Tegnforklaring

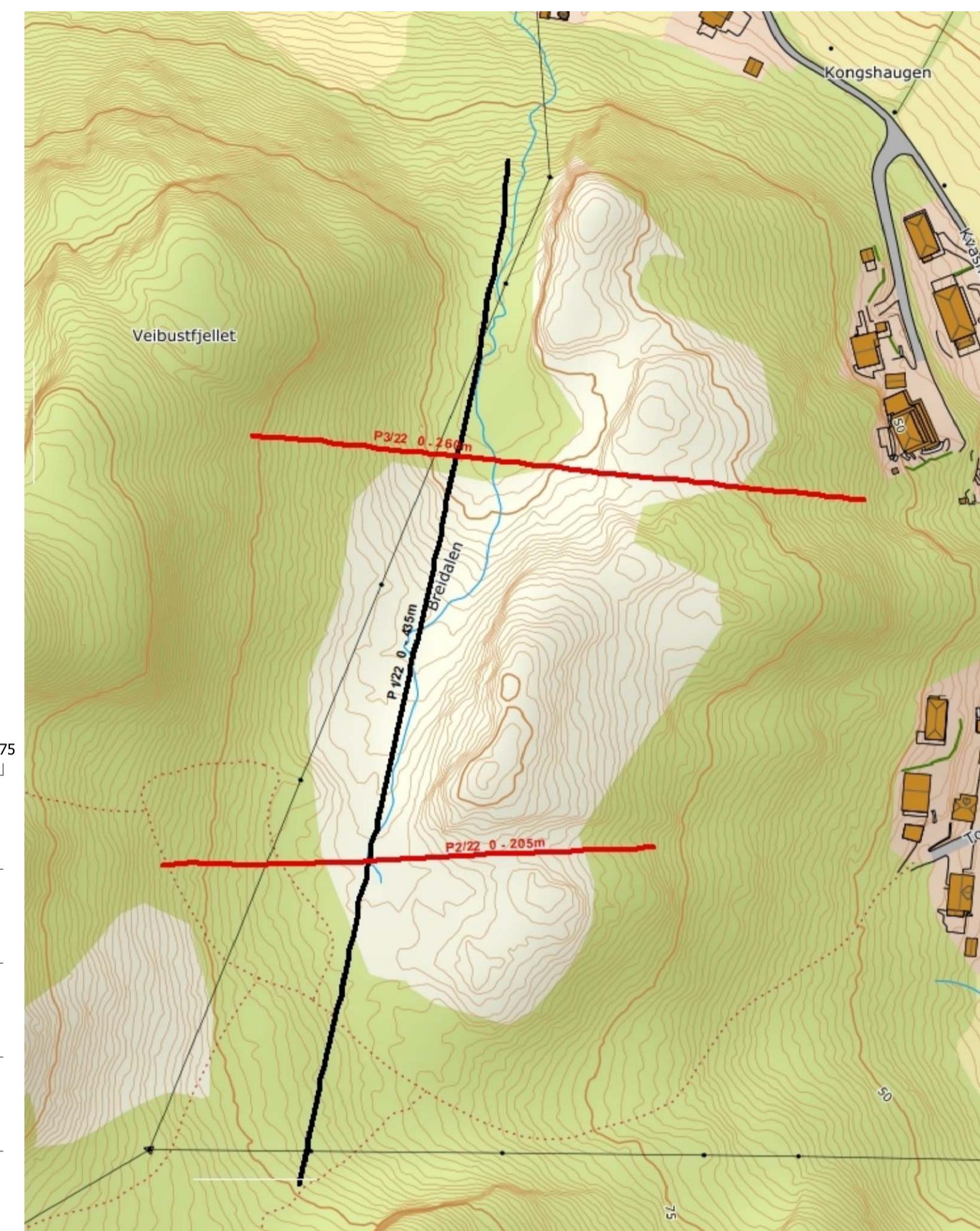
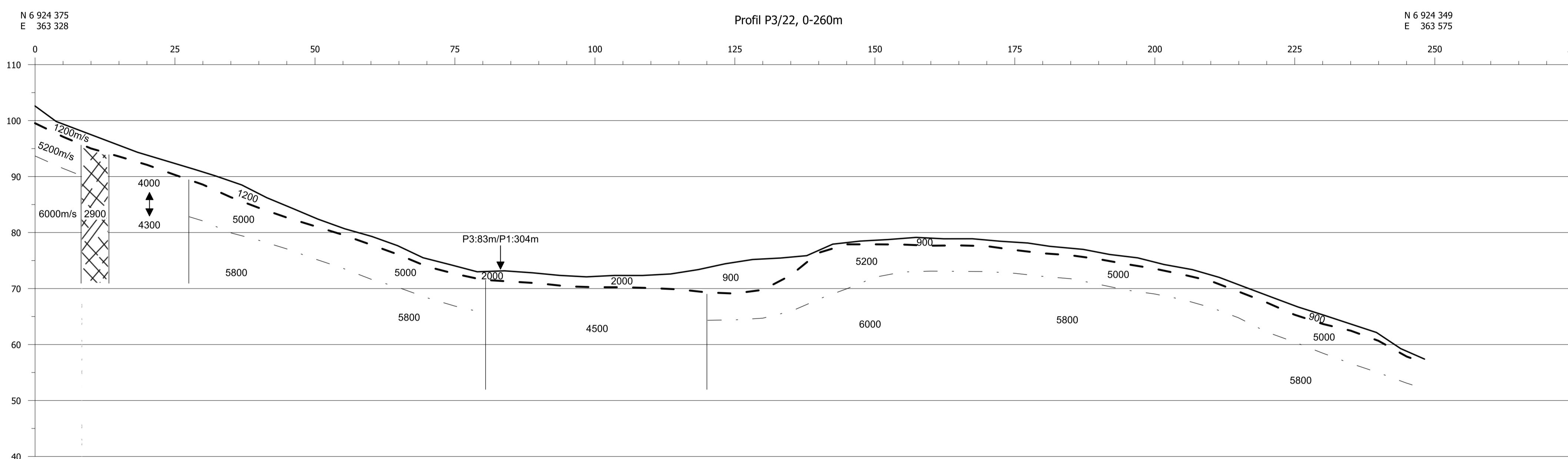
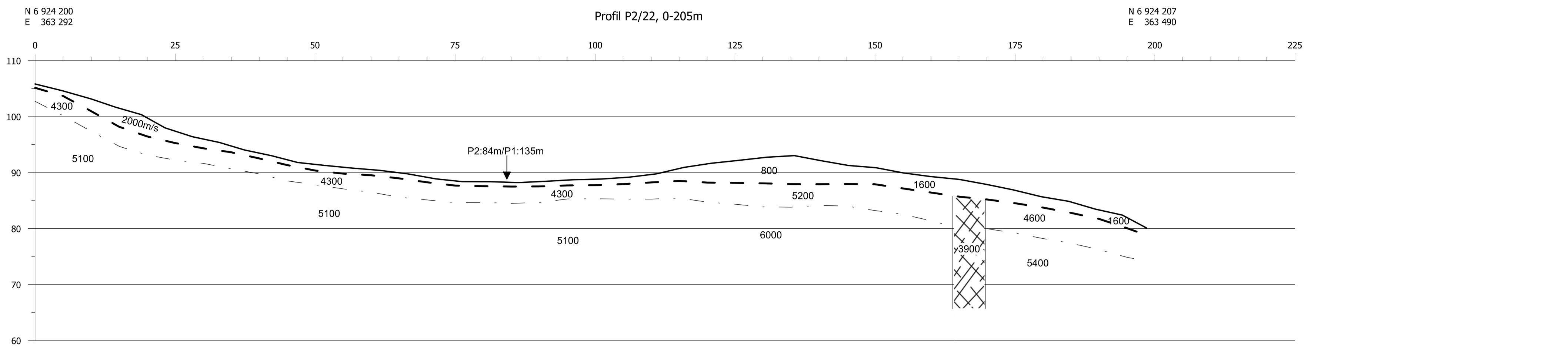
Terrengrprofil
Fjelloverflate
Laggrense i fjell

Koordinatsystem EUREF89 UTM Sone 32
Høydereférans NN2000

Multiconsult

Nytt avløpsrenseanlegg Kvasneset Refraksjonsseismiske målinger

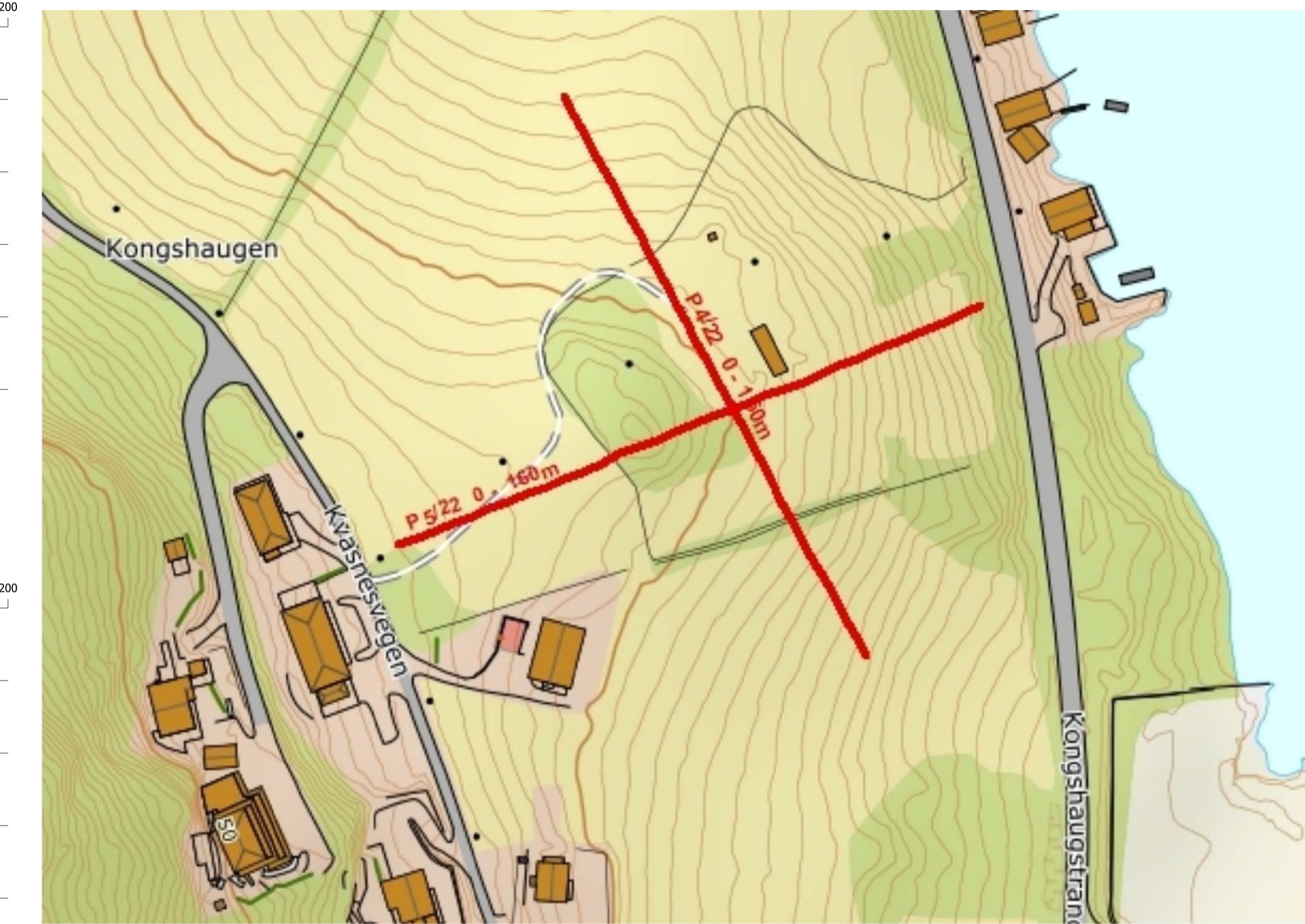
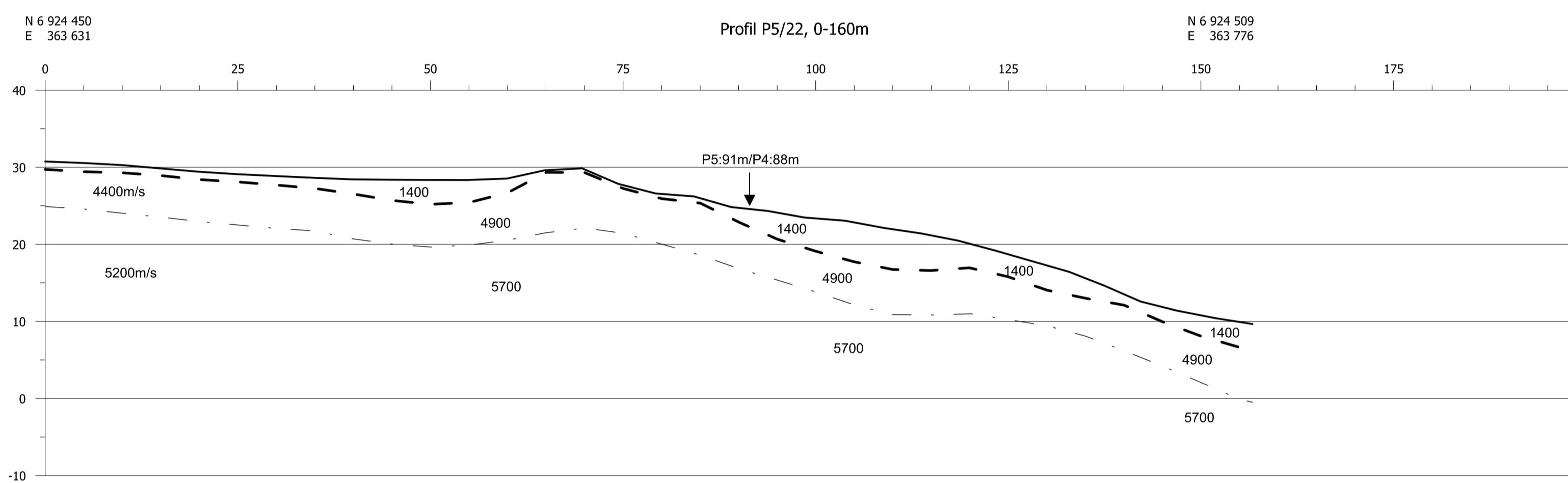
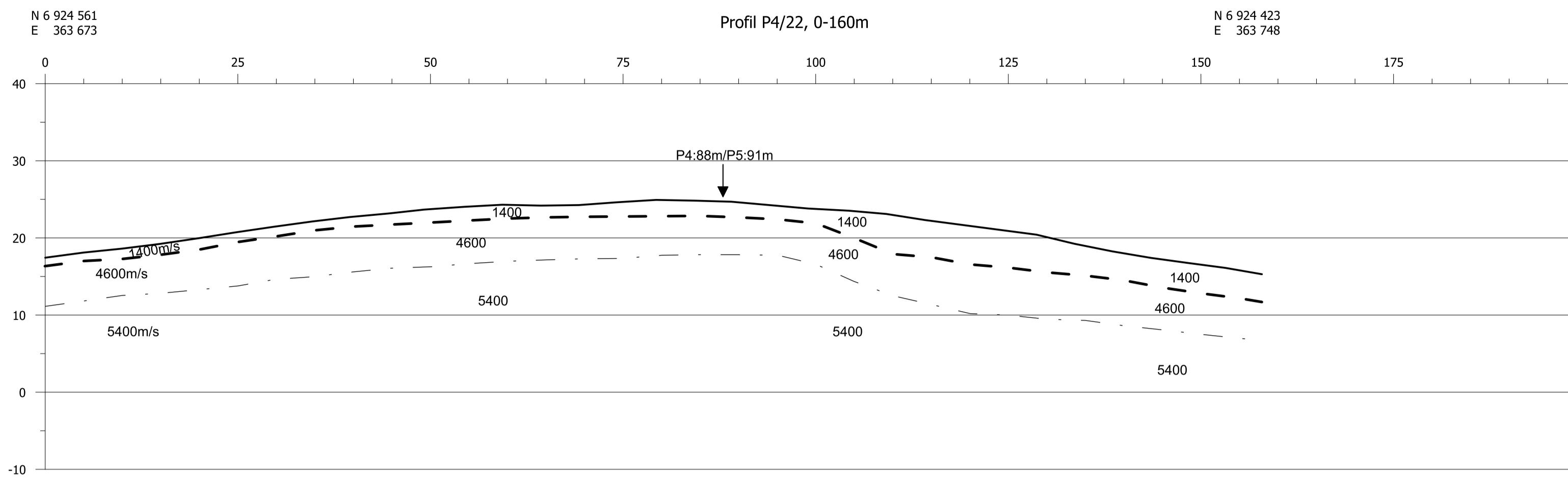
Kernbohrungsservice Münster
Profil P1, 0-435m



Tegnforklaring

- Terrengrprofil
- Fjelloverflate
- Laggrense i fjell
- ~ Lav hastighetssone

Koordinatsystem EUREF89 NTM Sone 12,
Høyderferanse NN2000





VEDLEGG 1: Refraksjonsseismisk metodebeskrivelse

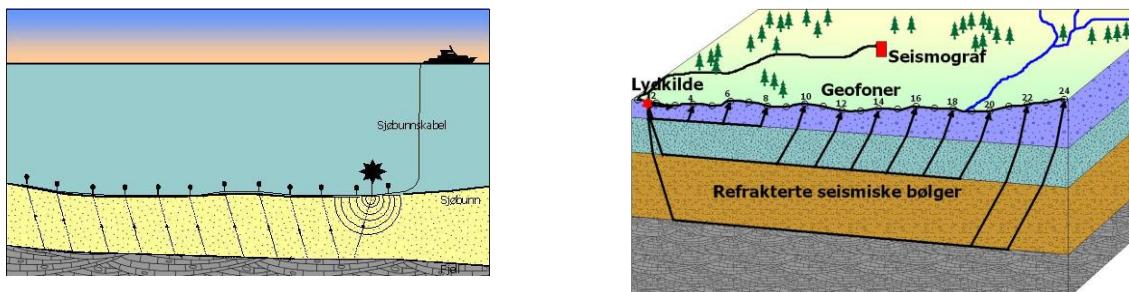
Den refraksjonsseismiske metoden blir brukt for å a) bestemme dybden til refraktorer (laggrense til lag med økende seismisk hastighet) og for å b) bestemme forandring av hastighet i fjellgrunnen.

Dette er mulig fordi den refraksjonsseismiske undersøkelsesmetoden benytter seismiske lydbølger som blir ”kritisk” refraktert = maksimalt refraktert. Etter refraksjon (avbøyning,) vil disse lydbølgene bevege seg parallelt med og med samme hastighet som refraktoren.

Etter å ha blitt generert på overflaten vil lydbølgene til slutt returnere tilbake dit. De har da beveget seg NED gjennom bakken til en refraktor, PARALLELT langs etter refraktoren og til slutt OPP til overflaten. Den tilsynelatende seismiske hastigheten som blir målt på overflaten er lik med den seismiske hastigheten til refraktoren. Gangtiden, den totale tiden langs hele gangveien, blir registrert (figur 1) og brukt for å beregne sann lydhastighet og korrekt dybde til refraktoren.

I en flerlagsmodell kommer de refrakterte lydbølgene fra hvert enkelt lag til å returnere til overflaten. Den først ankomne lydbølgen til hver enkelt geofon/hydrofon blir brukt i beregningene. Et lag må være tykkere enn summen av overliggende lag for å bli oppdaget i registreringene.

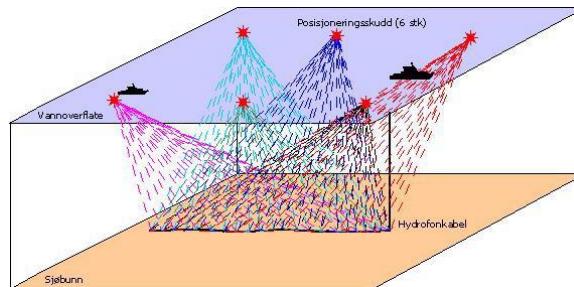
Nøyaktigheten i beregning av lagtykkelse er tradisjonelt satt til to meter eller 20 % for å sikre mot beregningsfeil i tilfelle skjulte lag er tilstede i løsmassene.



Figur 1: Prinsippet for refraksjonsseismiske målinger. a) En hydrofonkabel blir lagt ut på sjøbunnen (venstre) eller b) Geofoner på bakken blir koblet til en landkabel. En seismisk energikilde genererer lydbølger ved sjøbunnen eller markoverflaten. Gangtider til hver enkelt hydrofon/geofon blir registrert på en seismograf.

Posisjonering

Hydrofonkablen blir posisjonert på sjøbunnen med hydroakustisk posisjonering. Ved å detonere sprengkapsler i seks kjente posisjoner i vannoverflaten og måle gangtiden til hver enkelt hydrofon kan posisjonen for disse på sjøbunnen beregnes. Figur 2 viser en grafisk presentasjon av innmålingen.



Figur 2: Hydroakustisk posisjonering av en hydrofonkabel på sjøbunnen. Gangtidene fra seks individuelle detonasjoner blir registrert.



VEDLEGG 2: Tegnforklaring

— — — — —	TERRENG/BUNNPROFIL
- - - - -	LAGGRENSE I LØSMASSER
- - - - -	FJELLOVERFLATE
5200 4500	VERTIKAL HASTIGHETSGRENSE I FJELLGRUNNEN (klar)
5200 4500	VERTIKAL HASTIGTETSGRENSE I FJELLGRUNNEN (uklar)
— - - - -	LAGGRENSE I FJELLGRUNNEN
— - - - -	LAGGRENSE I FJELLGRUNNEN
4500 4500 ↓ ↓ 5200 5200	DIFFUS LAGGRENSE I FJELLGRUNNEN (gradvis økende hastighet)
5200 4500 3500 	LAVHASTIGHETSSONE I FJELLGRUNNNEN (klar grense til venstre, diffus til høyre)

VANLIGE SEISMISKE HASTIGHETER

500 -800	SEDIMENT (over vann, løst lagret)
900 - 1200	SEDIMENT (over vann, fast lagret)
1500 - 2100	SEDIMENT (under vann)
> 2000 - 4000	LAVHASTIGHETSSONE I FJELLGRUNNEN
4000 - 5500	VANLIG HASTIGHET I FJELLGRUNNEN

Vedlegg 3 Datarapport kjerneboring

Kongshaugstranda RA

Datarapport kjerneboring

Dokumentinformasjon

Oppdragsgiver:	Ålesund og Sula kommuner
Tittel på rapport:	Kongshaugstranda RA
Oppdragsnavn:	Kongshaugstranda RA
Oppdragsnummer:	637269-02
Utarbeidet av:	Ingvild Lausund og Henki Ødegaard
Oppdragsleder:	Cathrine Lyche
AVM dokumentkode:	AVM-20-G-RAP-002
Tilgjengelighet:	Åpen

Kort sammendrag

Ålesund og Sula kommuner planlegger nytt renseanlegg beliggende i berg ved Kongshaugstranda i Sula kommune. I forbindelse med detaljprosjektering av renseanlegget er det utført kjerneboring for å undersøke bergmassekvaliteten i det aktuelle området for plassering av renseanlegg i berg. Foreliggende rapport inneholder beskrivelser av de ingeniørgeologiske forholdene kartlagt i hullet og resultater fra utførte undersøkelser og tester.

01	20. jan. 2023	Nytt dokument	IL/HEOE	EMG	EMG
Ver	Dato	Beskrivelse	Utarb. av	KS	Godkjent

Innholdsfortegnelse

1. Innledning	4
2. Kjerneborhull	5
2.1. Oversikt	5
2.2. Observasjoner fra boringen	6
2.3. Vanntapsmålinger	7
2.4. Avviksmålinger	8
2.5. Tetting av borhull etter boring	9
3. Kjernelogging	10
3.1. Metode	10
3.2. Usikkerhet ved resultatene	11
3.3. Fravik fra ISRM-standard for kjernelogging	12
4. Resultater	13
4.1. Bergartsbeskrivelser	13
4.1.1. Gneis, glimmerrik	13
4.1.2. Pegmatitt	14
4.2. Laboratorietester av kjernemateriale	14
4.2.1. Bergmekanisk testing	14
4.2.2. Utlekkingstester	14
5. Kilder	16

Vedlegg

Vedlegg 1 Kjernelogg

Vedlegg 2 Fotovedlegg kjernekkasser

Vedlegg 3 Rapport avviksmåling

Vedlegg 4 Entreprenørs borerapport

Vedlegg 5 Vanntapsmåling

Vedlegg 6 SINTEF testrapport kjerneprøver, egnethets- og mekaniske tester

Vedlegg 7 ALS testrapport kjerneprøver, utlekkingstester

1. Innledning

I forbindelse med detaljprosjektering av Kongshaugstranda renseanlegg er det utført kjerneboring i berg. Formålet med kjerneboringen var å undersøke bergmassens egenskaper i dypet som grunnlag for plassering og detaljprosjektering av renseanleggets berghaller.

I forbindelse med boringen ble det kontinuerlig tatt ut borkjerner, sylinderiske kjerneprøver av berg. Underveis i boringen ble det utført systematisk måling av bergets vannledningsevne.

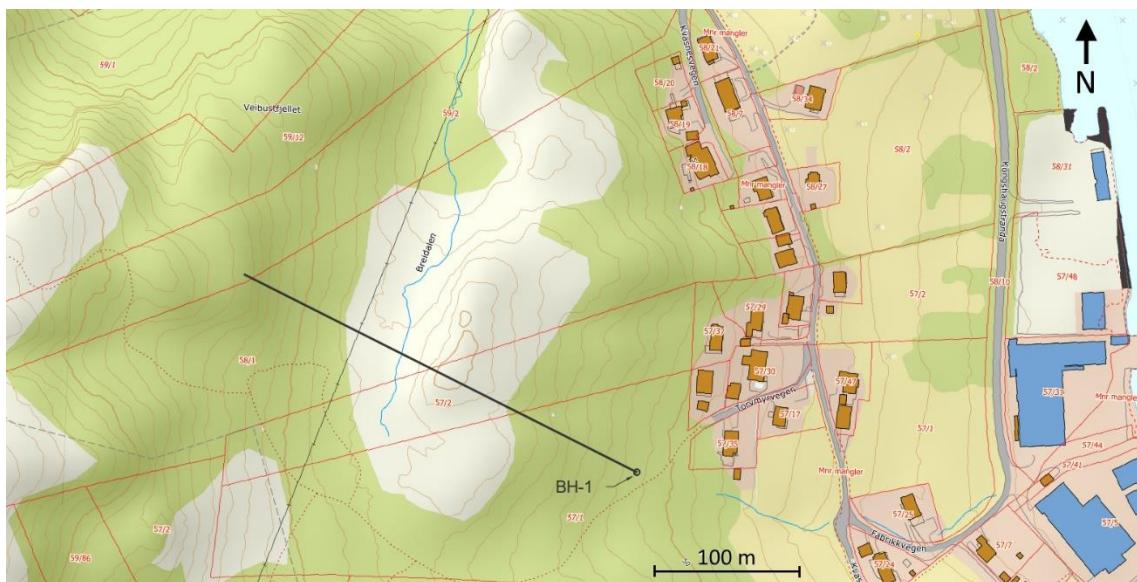
Selv boringen ble utført av firmaet Entreprenørservice AS, og dette arbeidet ble gjennomført over tre uker i september og oktober 2022. Borkjernene ble logget av ingeniørgeologer fra Multiconsult i slutten av oktober til midten av november samme år, og ble i denne forbindelse tatt ut kjerneprøver for laboratorietester av bergets fysiske og kjemiske egenskaper.

Kjernelogg og fotovedlegg finnes i hhv. Vedlegg 1 og Vedlegg 2.

2. Kjerneborhull

2.1. Oversikt

Det ble boret ett 300 m dypt kjernehull, borhull BH-1. Hullet har ansett ved stien vest for enden av Torvmyrvegen og er boret med slak helning ned i berget mot (og under) Breidalen i nordvest, som vist i Figur 2-1.



Figur 2-1: Plassering av kjerneborhull BH-1. Kilde bakgrunnskart: Norgeskart.no

Borestedet ble i forkant av boringen opparbeidet av Sula kommunes driftsentreprenør, som ryddet skog og besørget oppgradering av eksisterende sti slik at atkomst til borestedet ble mulig. Det ble også opparbeidet en arbeidsplattform for selve boreriggen og borhytta. Vann til boringen ble hentet fra en nærliggende bekk og strøm ble besørget av entreprenørens eget aggregat.

Kjerneborhullet ble plassert slik at det ville være mulig å krysse en mulig svakhetszone under Breidalen, og samtidig slik at bergets egenskaper i dypet der berghallene planlegges plassert kunne undersøkes.

Kjerneborhullet er boret med slakt (ca. 10°) fall nedover og mot nordvest. Hullet har 76 mm diameter og en kjernediameter på 50,5 mm. Øvrige nøkkeldata for borhullet er oppgitt i Tabell 2-1.

Tabell 2-1 Nøkkeldata kjerneborhull (UTM 32N)

Navn	Lengde [m]¹⁾	Øst	Nord	Høyde ansett [moh.]	Asimut [°]	Fall [°]
BH-1	300,7	363550	6924168	57,7	303	-10

¹Hullet går i sin helhet i berg. Avviksmålinger er vedlagt i Vedlegg 3.

2.2. Observasjoner fra boringen

Boring ble utført av firmaet Entreprenørservice AS, og det ble benyttet en Diamec U8 borerigg. Under boring ble det benyttet en dobbeltvegget kjerneopptaker (double barrel) og det ble tatt opp inntil 3 m kjerne av gangen. Ved hvert kjerneopptak ble kjernene plassert i kjernekasser og den enkelte kjernes plassering (dyp) i hullet indikert på kassene. Kjernekassene ble lagret midlertidig i entreprenørens feltcontainer mens borekampanjen pågikk. Etter endt boring ble kjernekassene først fraktet til Multiconsult sitt Ålesundskontor før de så ble fraktet videre til et større lagerlokaler ved Devoldfabrikken i Langevåg, hvor kjerneloggingen ble utført.

Notater fra Entreprenørservice AS med observasjoner fra boringen finnes i Vedlegg 4, og her følger en kort oppsummering av relevante forhold.

Hullet ble boret i berg hele lengden og det ble installert permanent foringsrør i de øvre 2 m. På grunn av relativt stort vanntap i øvre del av hullet, frem til 12,6 m dyp, ble borhullet utstøpt ned til 37,6 m.

Entreprenørservice har i samtaler på plassen opplyst at berget generelt hadde god borbarhet, men at det også i enkelte soner var svært hardt. I tillegg ble det registrert noen krevende soner med knuste partier og slepper, ett markert vanninnbrudd og enkelte boreproblemer:

- 97,6-110,3 Kjernetap grunnet boreteknisk problem (knekt borkrone)
- 277,4-286,7 Kjernetap grunnet boreteknisk problem (innerrøret var ikke i lås)
- 160,85-161 Antatt boretekniske problemer på grunn av avrundede og unaturlige bruddflater uten at det var markert av entreprenørfirmaet.
- 163,7-166,4 Vanninnbrudd (129 l/min) med 2 bar trykk

Ellers er det også registrert andre mindre oppknuste partier og slepper som er beskrevet i kjerneloggen (Vedlegg 1).



Figur 2-2 Oversiktsfoto fra borested. (A): Foto av kjerneboringsutstyret (Diamec U8) under boring. (B) Klargjøring for vanntapsmåling, rød sirkel markerer pakkere

2.3. Vanntapsmålinger

For å få mer informasjon om bergmassens hydrauliske ledningsevne (permeabilitet) er det utført vanntapsmålinger i form av lugeontester. Disse testene baseres på innpressing (pumping) av vann inn i en avgrenset seksjon av borhullet mens pumpet vannvolum registreres. Testprotokollen er standardisert slik at vann presses inn i ved et konstant overtrykk på 10 Bar. Lugeonverdien (LU) defineres som den vannmengden (Q) som kan presses inn i en borhullsseksjon av lengde L pr. min ved standard 10 bar overtrykk som vist i Formel 1:

$$LU = \frac{Q}{L} \text{ (liter/min/m)} \quad 1.$$

Ved testtrykk som avviker fra standard 10 bar overtrykk korrigeres lugeonverdien ved å inkludere det faktiske testtrykket, P_{eff} ,(bar) med Formel 2:

$$LU = \frac{Q}{L} \times \frac{10 \text{ bar}}{P_{eff}} \text{ (liter/min/m)} \quad 2.$$

Lugeontestene ble utført ved enkeltpakker-metode under nedboring og det ble benyttet 6 m lange testintervall. Alle testresultat er rapportert i kjerneloggen (Vedlegg 1) og med rådata presentert i målerapport fra Entreprenørservice, se Vedlegg 5.

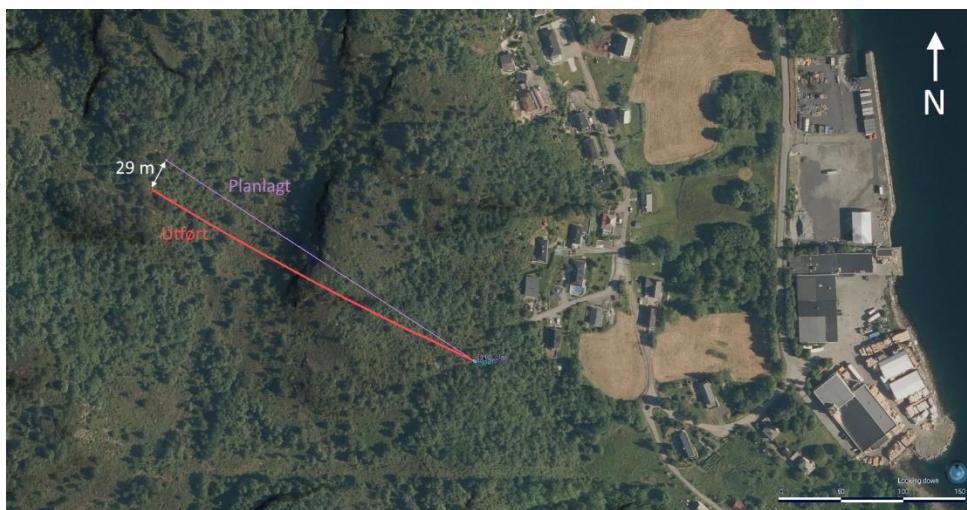
For det meste ble det registrert lave ($LU < 1$) til svært lave ($LU < 0,1$) verdier, men det ble også registrert moderat til høyt vanntap i de to første (øvre) testene ved 1,6 til 13,6 m dyp, hvor målt lugeonverdi var mellom 8-11. I tillegg ble det målt moderat vanntap ($LU = 5$) i en sone på ca. 164 m hulldyp, hvor det under boring også ble registrert tydelig vanninnbrudd.

Vanntapsmålingene indikerer at bergmassen hovedsakelig har svært lav hydraulisk ledningsevne (permeabilitet), men at det lokalt kan påtreffes vannførende soner.

2.4. Avviksmålinger

Det ble foretatt avviksmålinger av borhullet etter endt boring. Til avviksmålingen ble en DeviShot sonde fra firmaet Devico benyttet. Resultatet fra målingene er presentert i målerapport fra Entreprenørservice (Vedlegg 3) i tillegg til at avviket er skissert i *Figur 2-3*.

Kjerneborhullet (BH-1) avviker noe fra det planlagte som følge av både innretningsavvik og avbøyningsavvik. Innretningsavviket er ca. 6° mot venstre (sørvest) sammenlignet med planlagt borhullsretning. Avbøyningsavviket korrigerer noe for innretningsavviket da borhullet gradvis bøyer av mot høyre, samtidig som at borhullet gradvis flater noe ut slik at det mot bunnen av hullet får slakere fall enn planlagt. I vertikalplanet ender borhullet ca. 11 m grunnere enn prosjektert (16 moh. mot planlagte 5 moh). Samlet borhullsavvik målt i bunn hull er ca. 29 m, se *Figur 2-3*. Borhullsavviket vurderes som uproblematisk med tanke på hullets tiltenkte formål.



Figur 2-3 Planlagt (lilla) og utført (rød) plassering av kjernehullet

2.5. Tetting av borhull etter boring

Borhullet er gjenstøpt etter endt boring, og det er satt igjen foringsrør i de øvre 2 m av hullet, se *Figur 2-4*.

Ifølge borerapporten fra Entreprenørservice (Vedlegg 4) ble hullet gjenstøpt på følgende måte:

- Injeksjon av hull med pakkerpassering på 15 m hulldybde for å unngå utgang i den øvre lekkasjeførende delen av hullet. Injeksjonen ble utført med injeksjonspumpe (Putzmeister SP11) til 10 bar slutttrykk. Totalt gikk det med 1525 kg sement, Scan standard sement.
- Øvre del av borhullet (0-15 m hulldybde) ble fylt fra toppen med 100 kg gysemasse, Nonset 50.



Figur 2-4 Kjernehullet etter gjenstøping

3. Kjernelogging

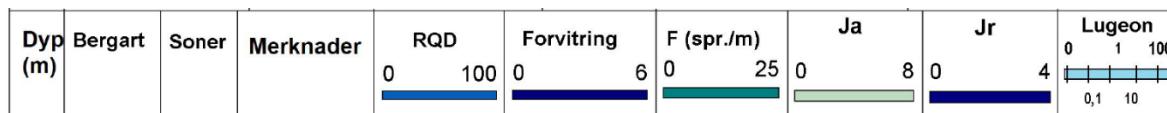
3.1. Metode

Kjerneloggingen ble utført av ingeniørgeologer fra Multiconsult. Alle kjernekasser ble fotografert før logging, og kjernene ble fuktet før fotografering for å synliggjøre farger og strukturer og for å få en enhetlig representasjon av kjernene. Alle kjernefoto ble tatt med en iPhone 12 Pro, og fotoene er samlet i Vedlegg 2.

Kjernelogging er utført for hver meter av alle borkjerner. Kjerneloggene er samlet i Vedlegg 1. I noen kjernekasser var lengden på kjernene forskjellig fra lengden av kjernekassen. Det kan derfor være små variasjoner i rapportert dybde mellom kjernelogger og bilder av kjernekasser.

Beskrivelse og omtale av bergets egenskaper, som observert under kjerneloggingen, er basert på NS-EN ISO 14689:2018 [1], men med enkelte tilpasninger der standarden ikke er dekkende, eksempelvis ved beskrivelse av enkelte av Q-systemets parametere.

Ulike bergartsparametere og testresultat er beskrevet i kjerneloggene som vist i *Figur 3-1*, og som listet under.



Figur 3-1 Parametere i kjerneloggene

Dyp (m): angir hulldyp, målt i meter fra terreng og nedover langs borehullet.

Bergart: viser bergartsfordelingen nedover langs borkjernen, grunnet nokså ensartede geologiske forhold i hele hullet skiller det kun mellom granittisk gneis og pegmatittisk gneis. Kjernetap er også markert.

Soner: Soner med redusert bergmassekvalitet er inndelt i knust, svært oppsprukket og svakhetssoner. I tillegg er det markert for partier som er gjenstøpt etter boring og for antatt boretekniske feil som har påvirket kjernekvaliteten

Merknader: Beskrivelse av slepper, svakhetssoner, sprekkefyll og andre forhold av betydning for bergets mekaniske egenskaper.

RQD: «Rock Quality Designation». Oppsprekkingsfaktor beregnet som summen av alle kjernelengder med mer enn 10 cm lengde mellom naturlige sprekker, i prosent av en kjernelengde (en kjernelengde er ca. 1 m).

Forvitring: bergets forvitningsgrad er vurdert og gitt verdi fra 0 (uforvitret) til 5 (jord) i henhold til klassifiseringen i NS-EN ISO 14689:2018 [1], gjengitt i tabell 3-1.

Tabell 3-1: Beskrivelse av ulike grader av forvitring av berg [1]

Term	Description	Grades
Fresh	No visible sign of rock weathering; perhaps slight discolouration on major discontinuity surfaces.	0
Slightly weathered	Discolouration indicates weathering of rock and discontinuity surfaces.	1
Moderately weathered	Less than half of the rock is decomposed or disintegrated. Fresh or discoloured rock is present either as a continuous framework or as core stones.	2
Highly weathered	More than half of the rock is decomposed or disintegrated. Fresh or discoloured rock is present either as a discontinuous framework or as core stones.	3
Completely weathered	All of the rock is decomposed and/or disintegrated to soil. The original mass structure is still largely intact.	4
Residual soil	All of the rock is converted to soil. The mass structure and material fabric are destroyed. There is a large change in volume, but the soil has not been significantly transported.	5

F: antall kartlagte naturlige sprekker per meter kjerne (spr./m). Soner med sterkt oppsprukket berg, oppknust berg og kjernetap er gitt F = 25

Ja: indikerer sprekkefylling i henhold til Q-systemet. Ved ulike Ja-verdier langs en kjernelengde er største Ja-verdi registrert.

Jr: beskriver sprekkeruhet i henhold til Q-systemet. Ved ulike Jr-verdier langs en kjernelengde er minste Jr-verdi registrert.

Vanntap: viser beregnede Lugeon-verdier fra vanntapsmålinger. Merk at skalaen er logaritmisk.

3.2. Usikkerhet ved resultatene

Følgende usikkerhetsmomenter vurderes å være aktuelle ved kjerneloggingen:

- Ved kjernelogging er det usikkerheter knyttet til bestemmelse av Jr- og Ja-parameterne. Ved logging av borekjerner ser man kun et lite utsnitt av sprekken og Jr- og Ja-verdien som fastsettes for en kjerne trenger derfor ikke være representativ for sprekken i virkelig blokkstørrelseskala.

- Sprekkebelegg og sprekkefylling kan variere langs en bergsprekking. I tillegg kan sprekkmateriale forsvinne under boring, og ved logging vil dermed Ja-verdien kunne settes for lavt.
- RQD og sprekkefrekvens kan være påvirket av boringen. Unaturlige sprekker som ble dannet under boringen kan være kartlagt som naturlige sprekker (boreoperatør kan ha glemt å markere kunstige sprekker, og det er stedvis oppdaget lapper som virker være feilplassert).
- Det er usikkerheter knyttet til estimering av sprekkefrekvens, og sprekkefrekvens bør derfor sees i sammenheng med RQD og bilder av kjernekasser. Dette vil gi et mer korrekt bilde av oppsprekkingen i et gitt intervall.
- Borhullsretningen vil påvirke antall sprekker i kjernen. Særlig vil sprekker som er parallelle med borhullsretningen være underrepresentert. Dette fører til at RQD og sprekkeantall kan underestimeres.
- Bestemmelse av bergart og sprekkefylling er gjort på bakgrunn av geologiske kart, tilgjengelig litteratur og enkle feltundersøkelser som reaksjon med 10% HCl og visuell observasjon støttet med lupe.
- Oppsprekning som har oppstått som konsekvens av mekanisk påvirkning fra boring og/eller håndtering av kjernene er ikke alltid markert av borefirma. Slike markeringer, vanligvis i form av blå eller røde merkelapper av plast (vist i bildevedlegg) er ikke alltid korrekt angitt.
- Kjernetap på grunn av utvasking, spesielt mellom 163,7-166,4 m.

3.3. Fravik fra ISRM-standard for kjernelogging

Kjerneloggingen fraviker noe fra det som er foreslått i standarden til ISRM [2]. Det er for eksempel valgt å ikke logge alle parameterne for å beregne Q-verdi. Det er vurdert at logging av antall sprekkesett (Jn), vannfaktor (Jw) og spenningsfaktor (SRF) ikke kan bestemmes med tilstrekkelig nøyaktighet kun basert på tilgjengelige kjerneprøver.

4. Resultater

4.1. Bergartsbeskrivelser

Avsnittet beskriver i grove trekk observerte bergarter. Enkle bergartstester, eksempelvis brusing for saltsyre og kontroll med lupe av mineraler, er utført som støtte i vurderingene. For å kunne bestemme bergartstyper sikkert med deres korrekte bergartsnavn må det utføres mikroskopering av tynnslip fra berget, noe som ikke ble vurdert som aktuelt grunnet den relativt oversiktlig geologien i området. Ofte er det forhold helt uten betydning for bergets anleggstekniske egenskaper som har betydning for bergartsnavnet, f.eks. varierende feltsattypen. Det er derfor ikke lagt vekt på detaljert utført petrografisk tynnslipundersøkelse for å bestemme bergartsnavn, og disse kan derfor strengt faglig bli ukorrekte.

I henhold til NGUs berggrunnkart [3] i målestokk 1:50 000 skal berggrunnen være granittisk gneis, og resultatene fra kjerneloggingen synes å bekrefte dette.

4.1.1. Gneis, glimmerrik

Dette er hovedbergartstypen som er registrert under kjerneboringen. Gneisen som observeres i kjernene er båndet, mørk til lys rosa, med varierende innhold av glimmer. Kornstørrelsen er middels- til grovkornet. Dette samsvarer med observasjon fra feltbefaring utført i dagen i mai 2022 [4]. Bergarten har ellers følgende karakteristiske kjennetegn:

- Kvarts- og feltspatrik, i enkelte områder er det godt utviklet kvarts- og feltspatkrystaller som helt- eller delvis dekker hele kjernens diameter
- Det registreres flere kalsittrike linser/årer og kalkholdig sprekkefyll i tilknytning til både kvarts- og feltspatsoner. I enkelte av disse sonene, særlig i de rødlige feltspatsonene, registreres det små hulrom (åpning opp mot 1 cm). Disse hulrommene er som regel dekt med kalk, i form av små (<3 mm) krystaller eller av opakt, hvitt kalkbelegg i forbindelse med kalkrike soner
- I enkelte mørke partier (antatt amfibolittiske) av gneisen er berget svært finkornet, slik at det enkelte korn ikke kan identifiseres med det blotte øye.

4.1.2. Pegmatitt

Grovkornet bergart med svært store mineralkorn (fra 1 cm til flere 10-talls cm), hovedsakelig bestående av kvarts eller feltspat.

4.2. Laboratorietester av kjernemateriale

Det er utført bergmekanisk testing av et utvalg av kjernematerialet for å vurdere bergets mekaniske styrke og motstand mot nedknusning. I tillegg er gjennomført utelekingstester for å vurdere avrennings- og utelekkingspotensiale ved deponering i sjø.

4.2.1. Bergmekanisk testing

Det er utført bergmekanisk testing på fem ulike prøver, hver prøve bestående av ca. 5 m borkjerne, hvor testleverandør SINTEF har forestått prøvepreparering i hht. den enkelte teststandard.

I Tabell 2 presenteres gjennomsnittsverdier av testresultatene. Full testrapport fra testingen er presentert i Vedlegg 6.

Tabell 2: Testresultater 4.2.1. Bergmekanisk testing, gjennomsnittsverdier

PRØVE ID	Enhet	BH-1-01	BH-1-02	BH-1-03	BH-1-04	BH-1-05
DENSITET (ρ)	kg/m ³	2783	2695	-	2814	-
LYDHASTIGHET (v_p)	m/s	5643	5374	-	5403	-
E-MODUL (E)	GPa	70,9	68,5	-	64,8	-
POISSONS FORHOLD (v)	N/A	0,210	0,195	-	0,195	-
ENAKSIELL TRYKKFASTHET (σ_c)	MPa	182,7	278,8	-	215,2	-
MICRO DEVAL (M_{DE})	N/A	-	-	7,2	-	6,4
LOS ANGELES (LA)	N/A	-	-	19,6	-	17,8

4.2.2. Utelekingstester

Det er utført utelekingstester i form av ristetest og kolonnetest på én prøve besående av en prøvepose med ca. 10 kg materiale. Testene ble utført for å vurdere bergmassenes mulige negative miljøpåvirkning i forbindelse med deponering i sjø. Det er testet for et

stort antall kjemiske og fysiske parametere, med fokus på innhold av tungmetaller, anioner, løst organisk karbon, suspendert stoff, pH og elektrisk konduktivitet og det henvises til testrapport fra ALS for full detalj, se Vedlegg 7.

5. Kilder

- [1] Standard Norge AS (2018). Geotekniske felt- og laboratorieundersøkelser Identifisering, beskrivelse og klassifisering av berg (ISO 14689:2017).
- [2] ISRM. Suggested methods for the quantitative description of discontinuities in rock masses. Int. J. Rock Mech. Min. Sci. 1977, 15 pp. 319–368
- [3] Berggrunn - Nasjonal berggrunnsdatabase målestokk 1:50 000. NGU.
https://geo.ngu.no/kart/berggrunn_mobil/ Hentet 06.12.2022.
- [4] AVM-20-G-RAP-001. Ingeniørgeologisk befarringsrapport. Multiconsult 22.10.2022.

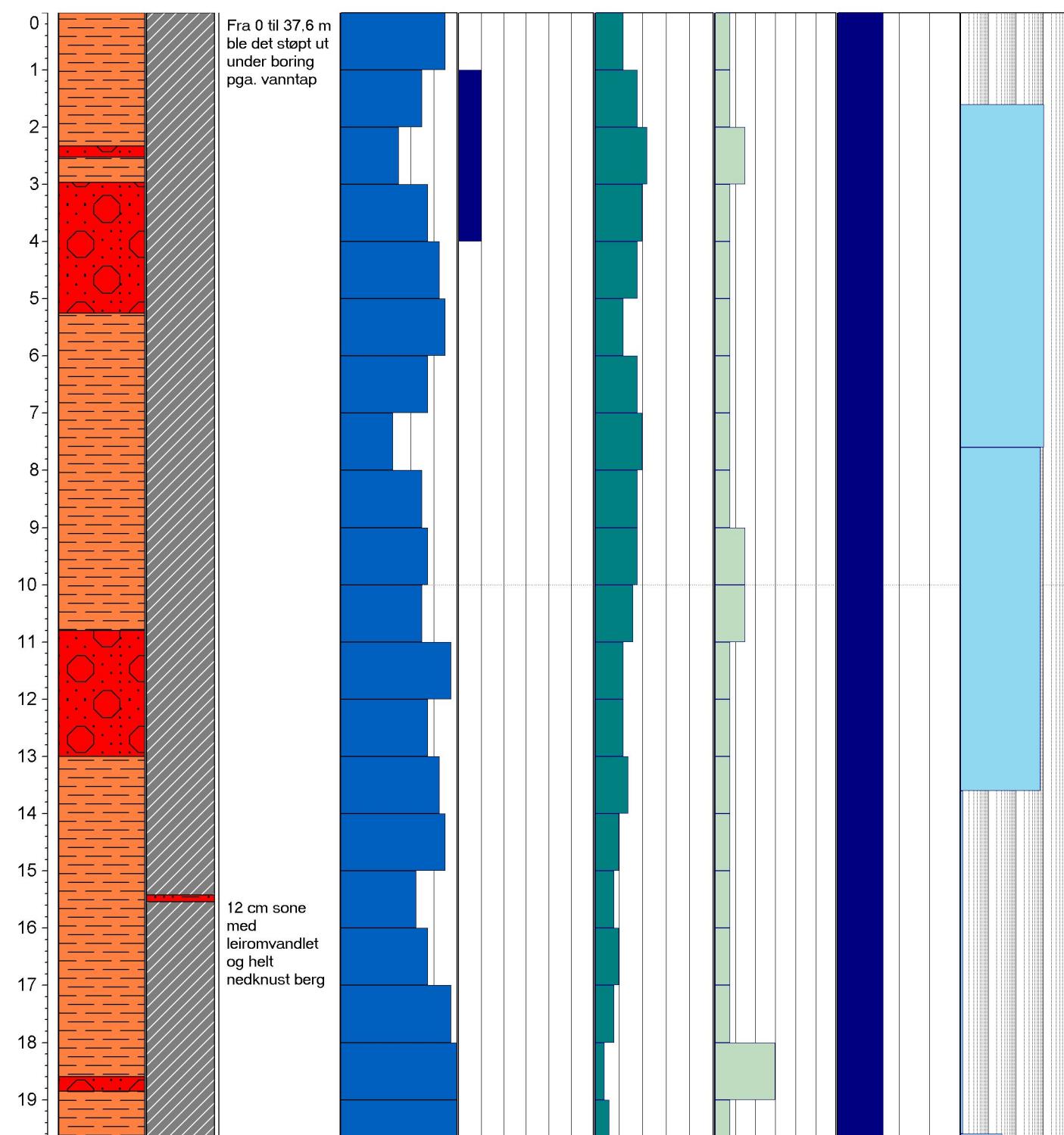


AVM-20-G-RAP-002

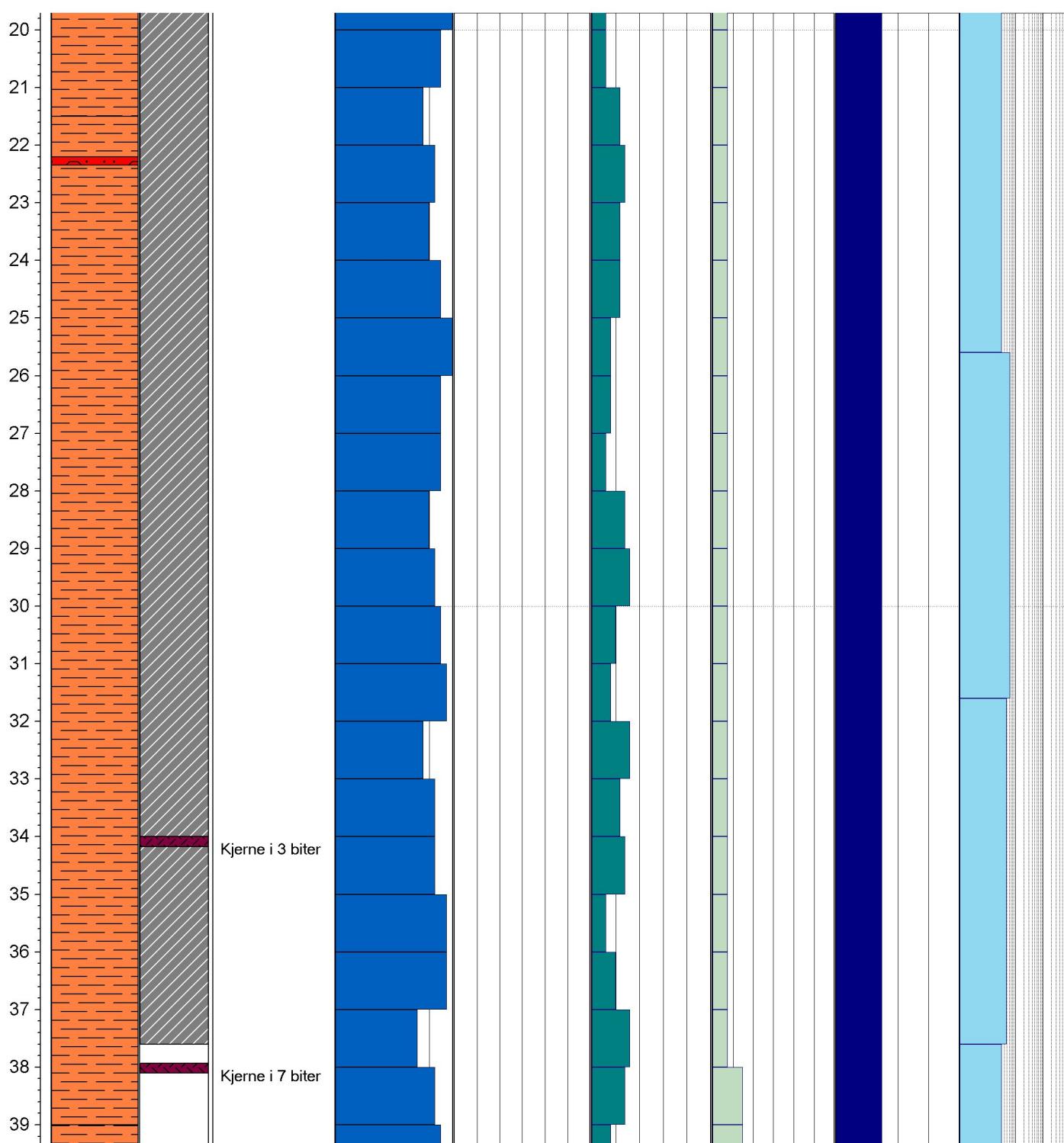
Vedlegg 1: Kjernelogg

Borhull: BH-1 Høyde: 57	Orientering: 297 Inklinasjon: -10°	Total lengde: 300,7 m Side 1 av 16	Koordinat X: 363113 Koordinat Y: 6924451
Sprekkeruhetstall, Jr 4,0: Diskontinuerlige 3,0: Ru, ujevn, bølgete 2,0: Glatt, bølgete 1,5: Glidespeil, bølgete 1,5: Ru, ujevn, plan 1,0: Glatt, plan 0,5: Glidespeil, plan	RQD 90-100: Meget lite oppsprukket 75-90: Lite oppsprukket 50-75: Moderat oppsprukket 25-50: Sterkt oppsprukket 0-25: Meget sterkt oppsprukket	Bergart Granittisk gneis Pegmatittisk gneis Kjernetap	Soner Gjenstøpt under boring Knust Svært oppsprukket Svakhetszone Boreteknisk feil
Sprekkemateriale le=leire, ep=epidot ca=kalsitt, kl=kloritt, kv=kvarts fel=feltspat, ru=rust kis=kismineraler	Forvitring 1: Ingen 2: Litt 3: Moderat 4: Sterkt 5: Fullständig 6: Jord	Vanntap (LU) <1 Meget lavt 0,1-1 Lavt 1-10 Moderate 10-100 Moderat >100 Svært høyt	

Dyp (m)	Bergart	Soner	Merknader	RQD	Forvitring	F (spr./m)	Ja	Jr	Lugeon
				0 100	0 6	0 25	0 8	0 4	0 100 0,1 10

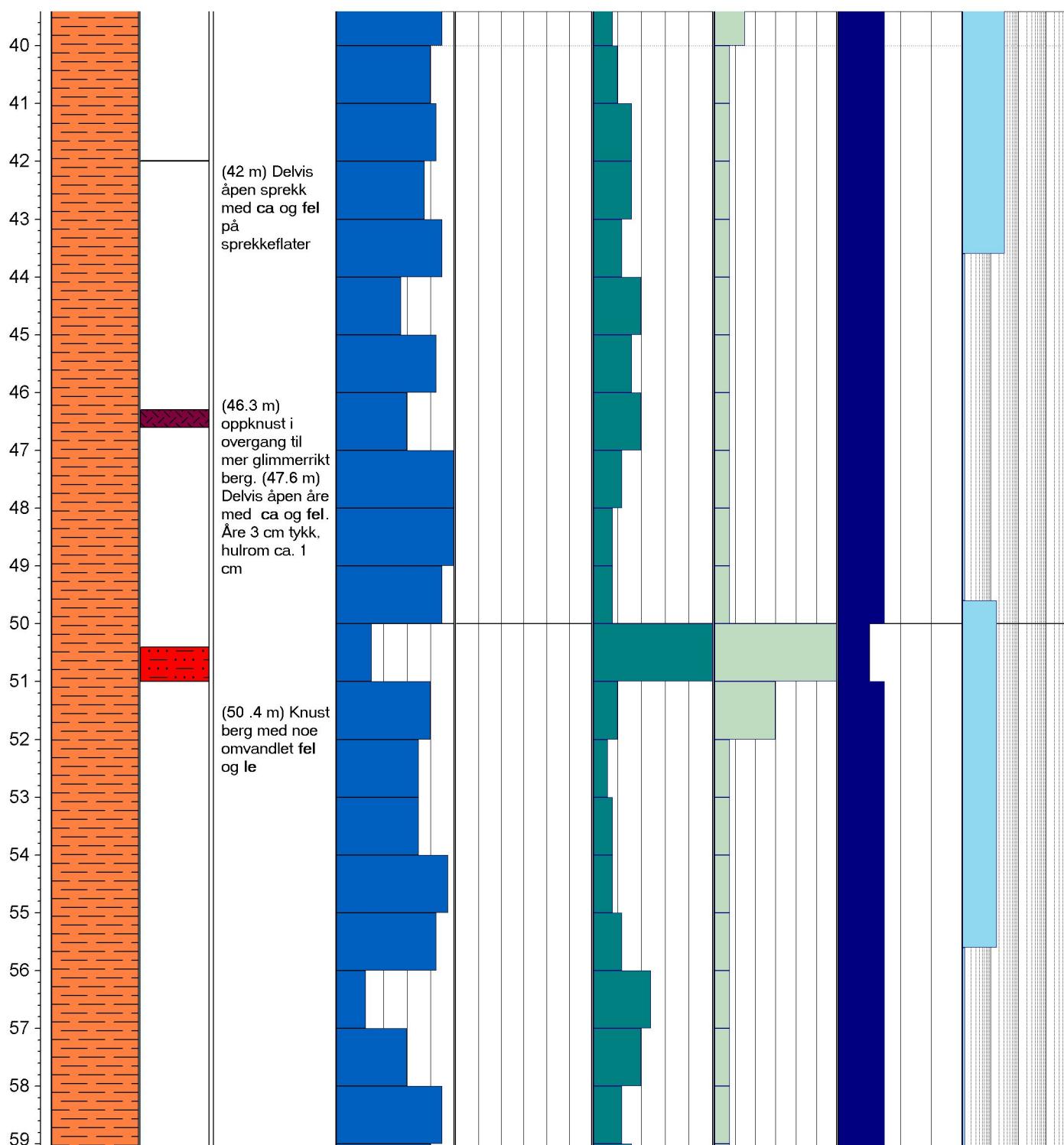


Borhull: BH-1	Orientering: 297	Total lengde: 300,7 m	Koordinat X: 363113						
Høyde: 57	Inklinasjon: -10°	Side 2 av 16	Koordinat Y: 6924451						
Sprekkeruhetstall, Jr	RQD	Bergart	Soner						
4,0: Diskontinuerlige 3,0: Ru, ujevn, bølgete 2,0: Glatt, bølgete 1,5: Glidespeil, bølgete 1,5: Ru, ujevn, plan 1,0: Glatt, plan 0,5: Glidespeil, plan	90-100: Meget lite oppsprukket 75-90: Lite oppsprukket 50-75: Moderat oppsprukket 25-50: Sterkt oppsprukket 0-25: Meget sterkt oppsprukket	Granittisk gneis Pegmatittisk gneis Kjernetap	Gjenstøpt under boring Knust Svært oppsprukket Svakhetszone Boreteknisk feil						
Sprekkemateriale le=leire, ep=epidot ca=kaisitt, kl=kloritt, kv=kvarts fel=feltspat, ru=rust kis=kismineraler	Forvitring 1: Ingen 2: Litt 3: Moderat	Vanntap (LU) <1 Meget lavt 0,1-1 Lavt 1-10 Moderate 10-100 Moderat >100 Svært høyt							
Dyp (m)	Bergart	Soner	Merknader	RQD	Forvitring	F (spr./m)	Ja	Jr	Lugeon
				0 100	0 6	0 25	0 8	0 4	0 100 0,1 10

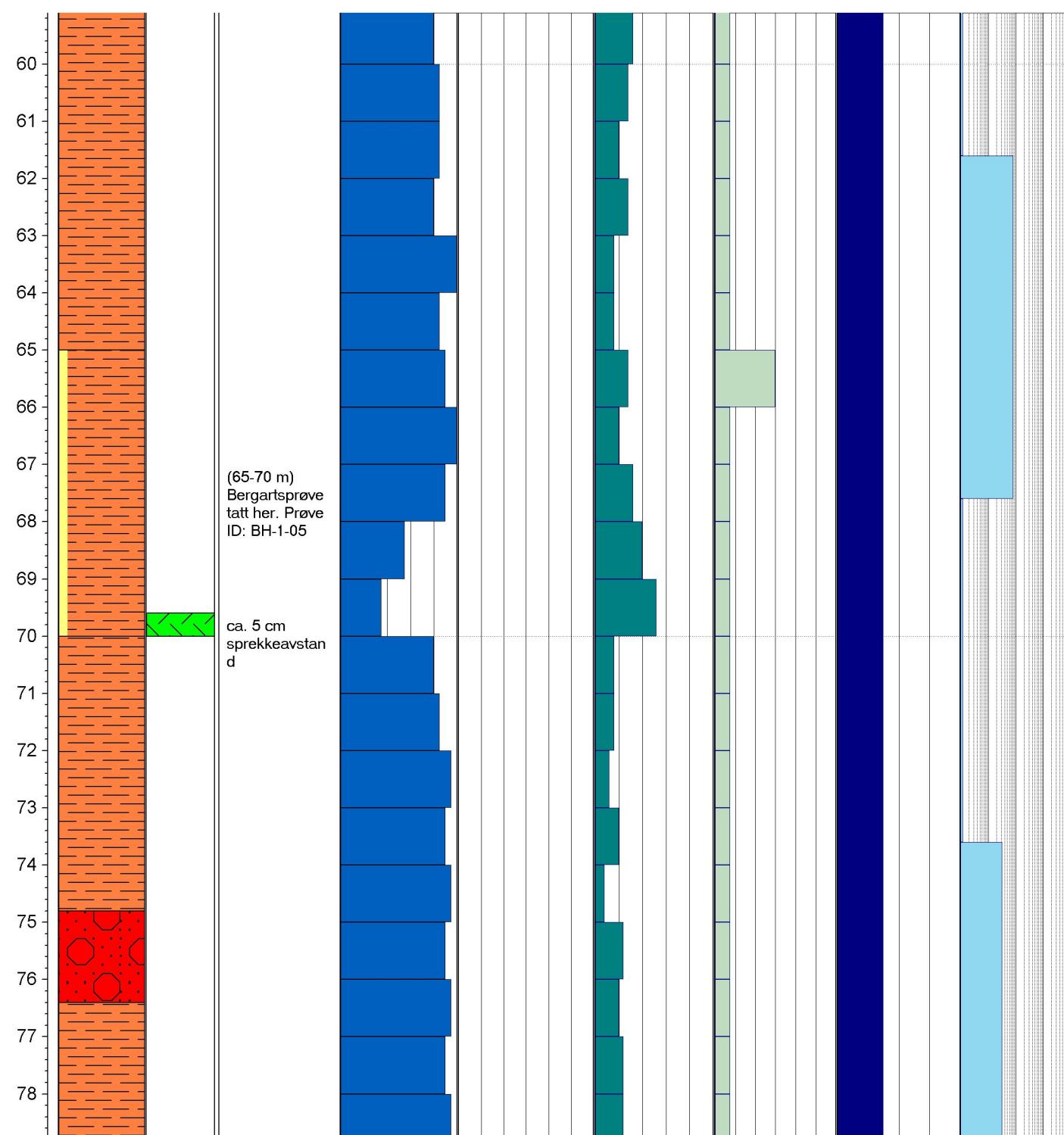




Borhull: BH-1	Orientering: 297	Total lengde: 300,7 m	Koordinat X: 363113						
Høyde: 57	Inklinasjon: -10°	Side 3 av 16	Koordinat Y: 6924451						
Sprekkeruhetstall, Jr	RQD	Bergart	Soner						
4,0: Diskontinuerlige 3,0: Ru, ujevn, bølgete 2,0: Glatt, bølgete 1,5: Glidespeil, bølgete 1,5: Ru, ujevn, plan 1,0: Glatt, plan 0,5: Glidespeil, plan	90-100: Meget lite oppsprukket 75-90: Lite oppsprukket 50-75: Moderat oppsprukket 25-50: Sterkt oppsprukket 0-25: Meget sterkt oppsprukket	Granittisk gneis Pegmatittisk gneis Kjernetap	Gjenstøpt under boring Knust Svært oppsprukket Svakhetszone Boreteknisk feil						
Sprekkemateriale	Forvitring	Vanntap (LU)							
le=leire, ep=epidot ca=kalsitt, kl=kloritt, kv=kvarts fel=feltspat, ru=rust kis=kismineraler	1: Ingen 2: Litt 3: Moderat	<1 Meget lavt 0,1-1 Lavt 1-10 Moderate 10-100 Moderate >100 Svært høyt							
Dyp (m)	Bergart	Soner	Merknader	RQD	Forvitring	F (spr./m)	Ja	Jr	Lugeon
				0 100	0 6	0 25	0 8	0 4	0 100 0,1 10

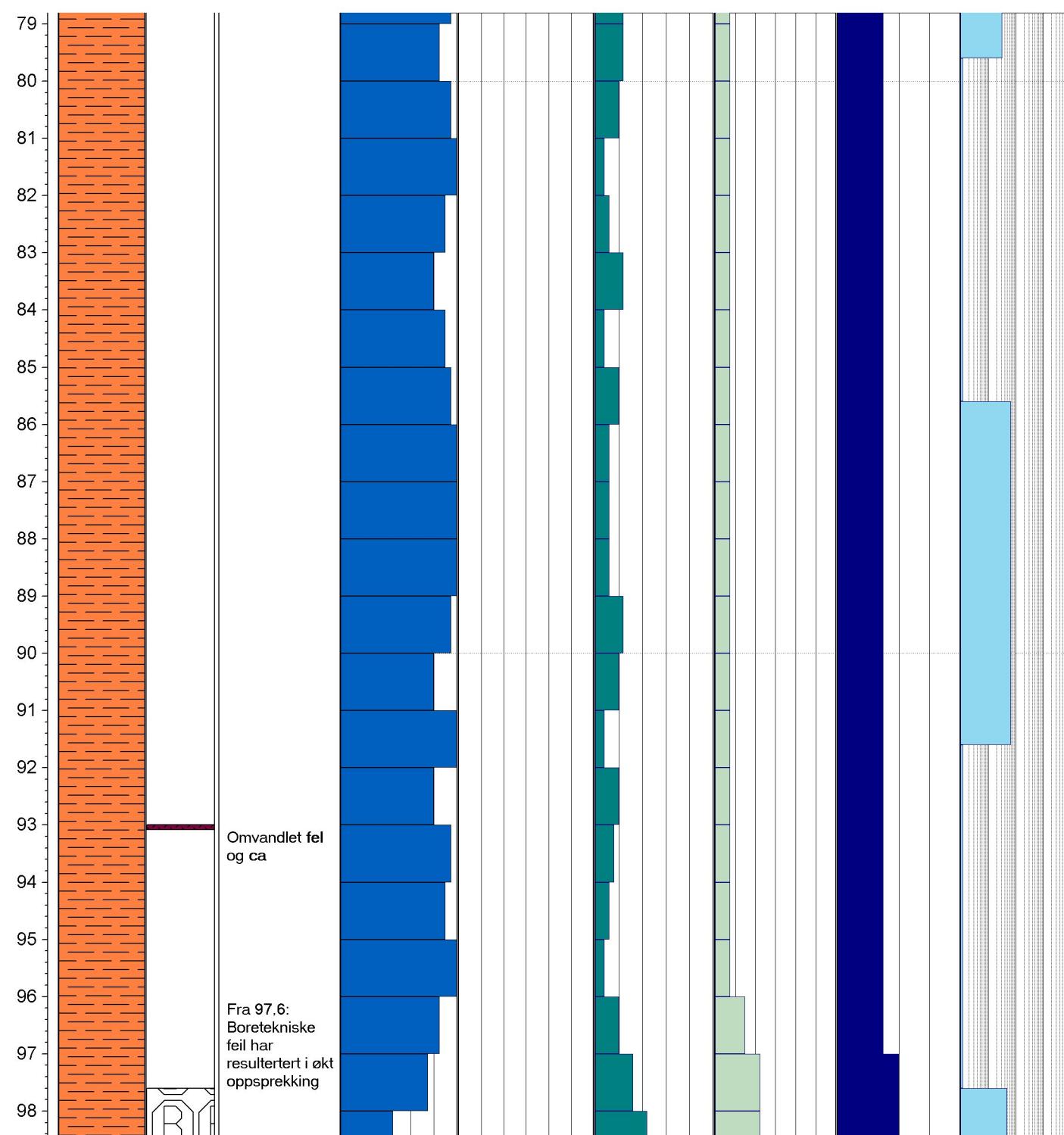


Borhull: BH-1	Orientering: 297	Total lengde: 300,7 m	Koordinat X: 363113						
Høyde: 57	Inklinasjon: -10°	Side 4 av 16	Koordinat Y: 6924451						
Sprekkeruhetstall, Jr	RQD	Bergart	Soner						
4,0: Diskontinuerlige 3,0: Ru, ujevn, bølgete 2,0: Glatt, bølgete 1,5: Glidespeil, bølgete 1,5: Ru, ujevn, plan 1,0: Glatt, plan 0,5: Glidespeil, plan	90-100: Meget lite oppsprukket 75-90: Lite oppsprukket 50-75: Moderat oppsprukket 25-50: Sterkt oppsprukket 0-25: Meget sterkt oppsprukket	Granittisk gneis Pegmatittisk gneis Kjernetap	Gjenstøpt under boring Knust Svært oppsprukket Svakhetszone Boreteknisk feil						
Sprekkemateriale	Forvitring	Vanntap (LU)							
le=leire, ep=epidot ca=kaisitt, kl=kloritt, kv=kvarts fel=feltspat, ru=rust kis=kismineraler	1: Ingen 2: Litt 3: Moderat	<1 Meget lavt 0,1-1 Lavt 1-10 Moderat 10-100 Moderate >100 Svært høyt							
Dyp (m)	Bergart	Soner	Merknader	RQD	Forvitring	F (spr./m)	Ja	Jr	Lugeon
				0 100	0 6	0 25	0 8	0 4	0 100



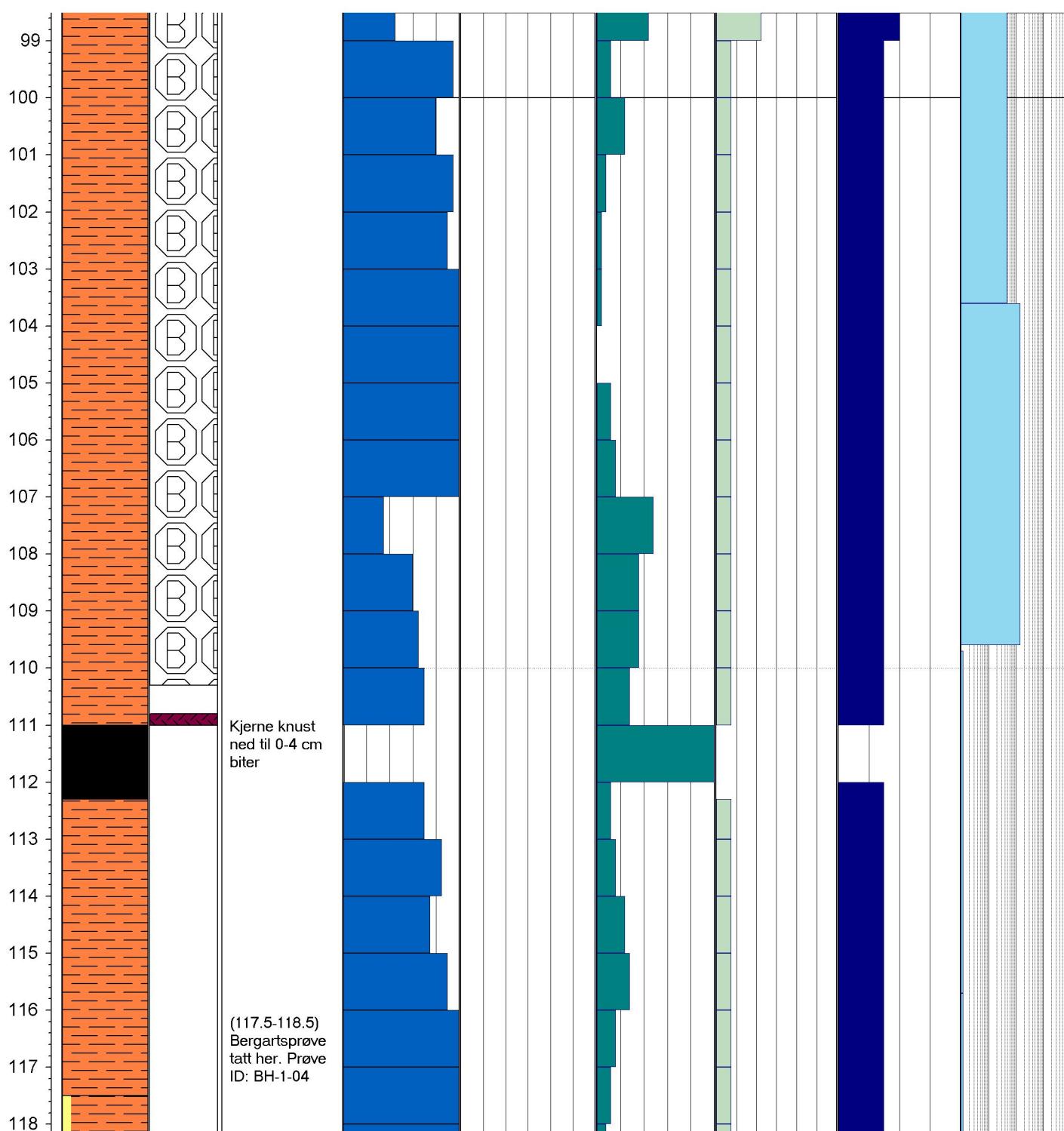
Borhull: BH-1 Høyde: 57	Orientering: 297 Inklinasjon: -10°	Total lengde: 300,7 m Side 5 av 16	Koordinat X: 363113 Koordinat Y: 6924451
Sprekkeruhetstall, Jr 4,0: Diskontinuerlige 3,0: Ru, ujevn, bølgete 2,0: Glatt, bølgete 1,5: Glidespeil, bølgete 1,5: Ru, ujevn, plan 1,0: Glatt, plan 0,5: Glidespeil, plan	RQD 90-100: Meget lite oppsprukket 75-90: Lite oppsprukket 50-75: Moderat oppsprukket 25-50: Sterkt oppsprukket 0-25: Meget sterkt oppsprukket	Bergart Granittisk gneis Pegmatittisk gneis Kjernetap	Soner Gjenstøpt under boring Knust Svært oppsprukket Svakhetszone Boreteknisk feil
Sprekkemateriale le=leire, ep=epidot ca=kalsitt, kl=kloritt, kv=kvarts fel=feltspat, ru=rust kis=kismineraler	Forvitring 1: Ingen 2: Litt 3: Moderat	Vanntap (LU) <1 Meget lavt 0,1-1 Lavt 1-10 Moderate 10-100 Moderat >100 Svært høyt	

Dyp (m)	Bergart	Soner	Merknader	RQD	Forvitring	F (spr./m)	Ja	Jr	Lugeon
				0 100	0 6	0 25	0 8	0 4	0 100 0,1 10

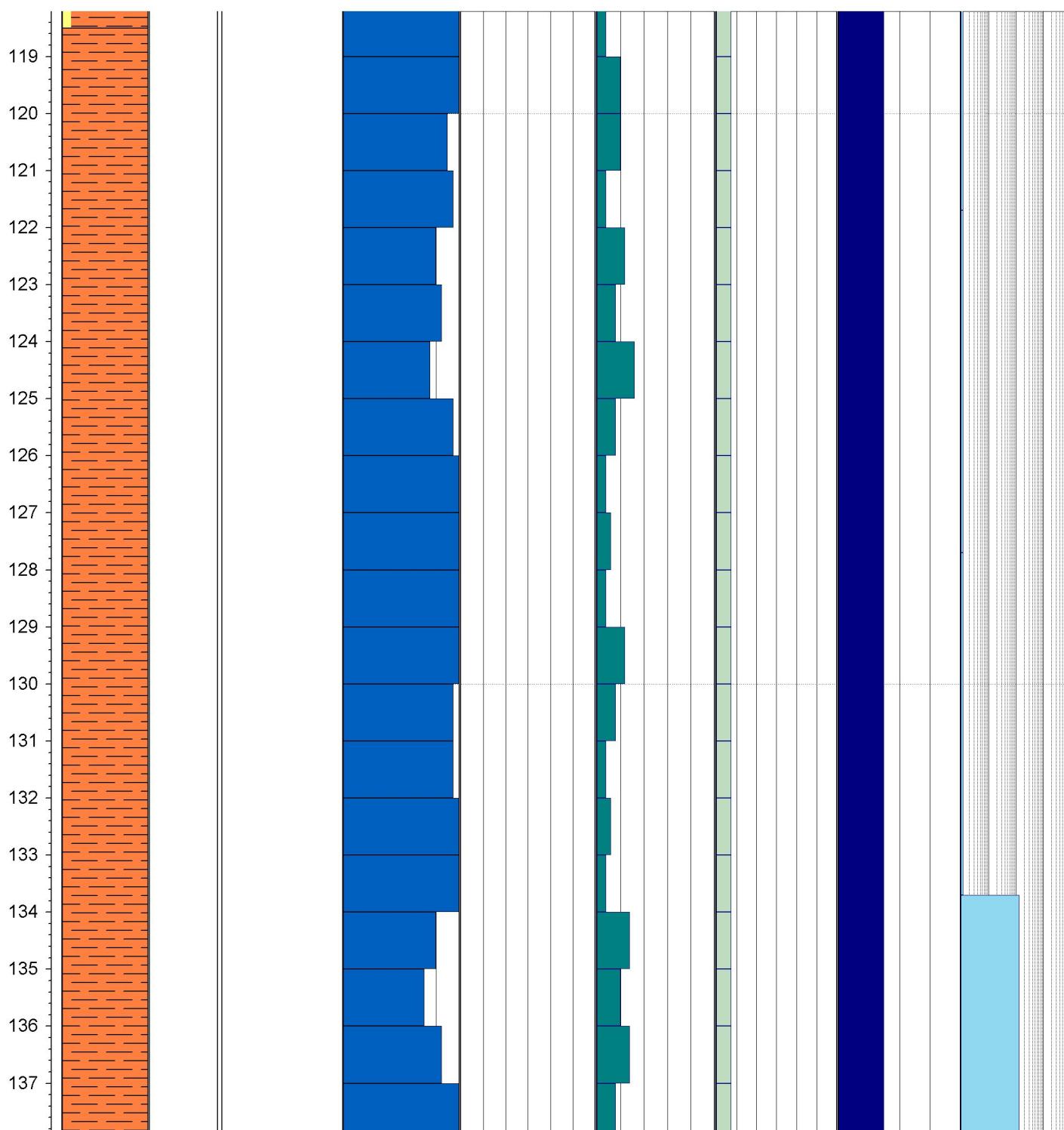




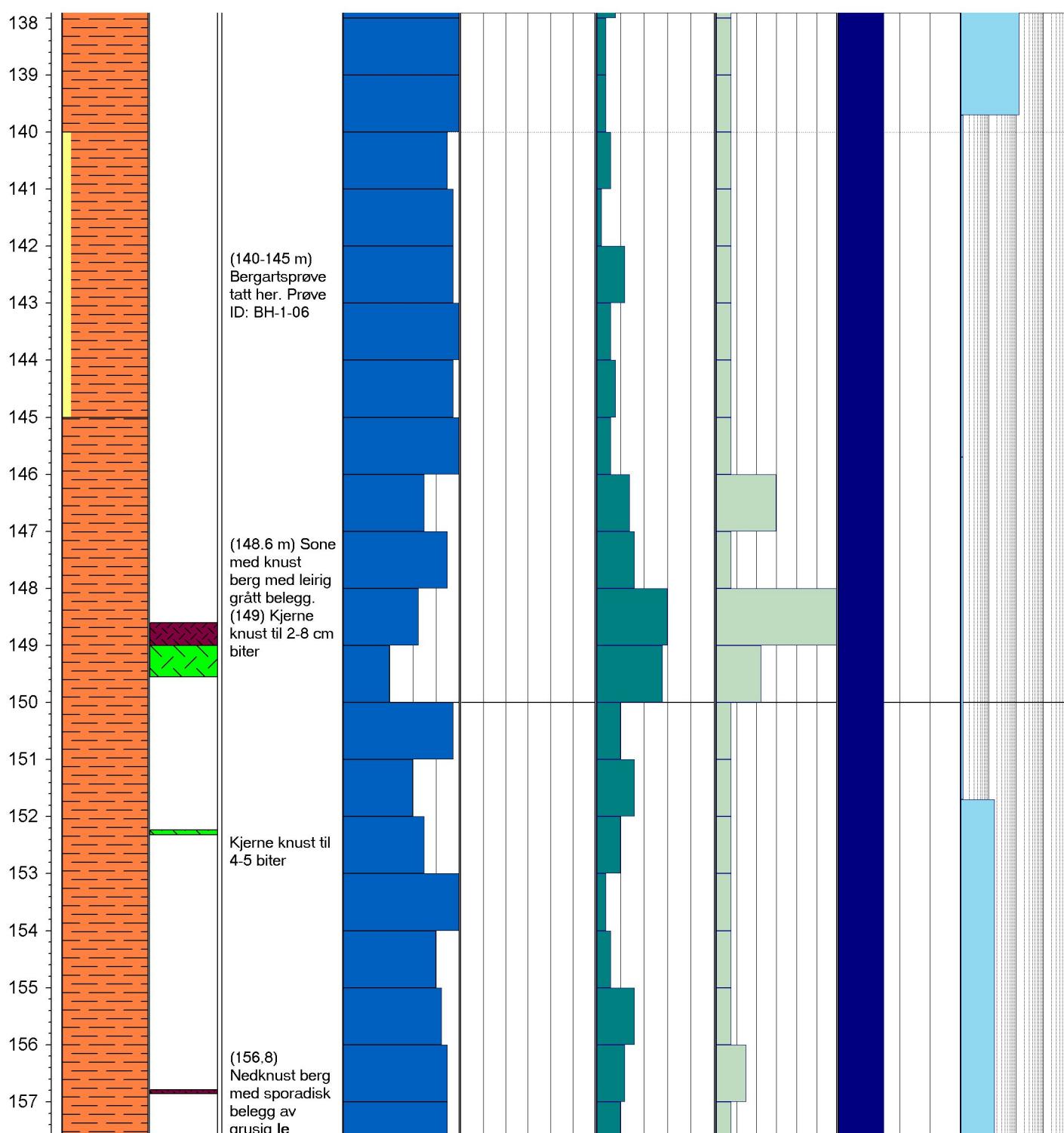
Borhull: BH-1	Orientering: 297	Total lengde: 300,7 m	Koordinat X: 363113						
Høyde: 57	Inklinasjon: -10°	Side 6 av 16	Koordinat Y: 6924451						
Sprekkeruhetstall, Jr	RQD 4,0: Diskontinuerlige 3,0: Ru, ujevn, bølgete 2,0: Glatt, bølgete 1,5: Glidespeil, bølgete 1,5: Ru, ujevn, plan 1,0: Glatt, plan 0,5: Glidespeil, plan	Bergart 90-100: Meget lite oppsprukket 75-90: Lite oppsprukket 50-75: Moderat oppsprukket 25-50: Sterkt oppsprukket 0-25: Meget sterkt oppsprukket	Soner Granittisk gneis Pegmatittisk gneis Kjernetap						
			Gjenstøpt under boring Knust Svært oppsprukket Svakhetszone Boreteknisk feil						
Sprekkemateriale le=leire, ep=epidot ca=kaisitt, kl=kloritt, kv=kvarts fel=feltspat, ru=rust kis=kismineraler	Forvitring 1: Ingen 2: Litt 3: Moderat	Vanntap (LU) <1 Meget lavt 0,1-1 Lavt 1-10 Moderate 10-100 Moderat >100 Svært høyt							
Dyp (m)	Bergart	Soner	Merknader	RQD 0 100	Forvitring 0 6	F (spr./m) 0 25	Ja 0 8	Jr 0 4	Lugeon 0 100 0,1 10



Borhull: BH-1	Orientering: 297	Total lengde: 300,7 m	Koordinat X: 363113						
Høyde: 57	Inklinasjon: -10°	Side 7 av 16	Koordinat Y: 6924451						
Sprekkeruhetstall, Jr	RQD	Bergart	Soner						
4,0: Diskontinuerlige 3,0: Ru, ujevn, bølgete 2,0: Glatt, bølgete 1,5: Glidespeil, bølgete 1,5: Ru, ujevn, plan 1,0: Glatt, plan 0,5: Glidespeil, plan	90-100: Meget lite oppsprukket 75-90: Lite oppsprukket 50-75: Moderat oppsprukket 25-50: Sterkt oppsprukket 0-25: Meget sterkt oppsprukket	Granittisk gneis Pegmatittisk gneis Kjernetap	Gjenstøpt under boring Knust Svært oppsprukket Svakhetszone Boreteknisk feil						
Sprekkemateriale	Forvitring	Vanntap (LU)							
le=leire, ep=epidot ca=kalsitt, kl=kloritt, kv=kvarts fel=feltspat, ru=rust kis=kismineraler	1: Ingen 2: Litt 3: Moderat	<1 Meget lavt 0,1-1 Lavt 1-10 Moderat 10-100 Moderate >100 Svært høyt							
Dyp (m)	Bergart	Soner	Merknader	RQD	Forvitring	F (spr./m)	Ja	Jr	Lugeon
				0 100	0 6	0 25	0 8	0 4	0 100 0,1 10



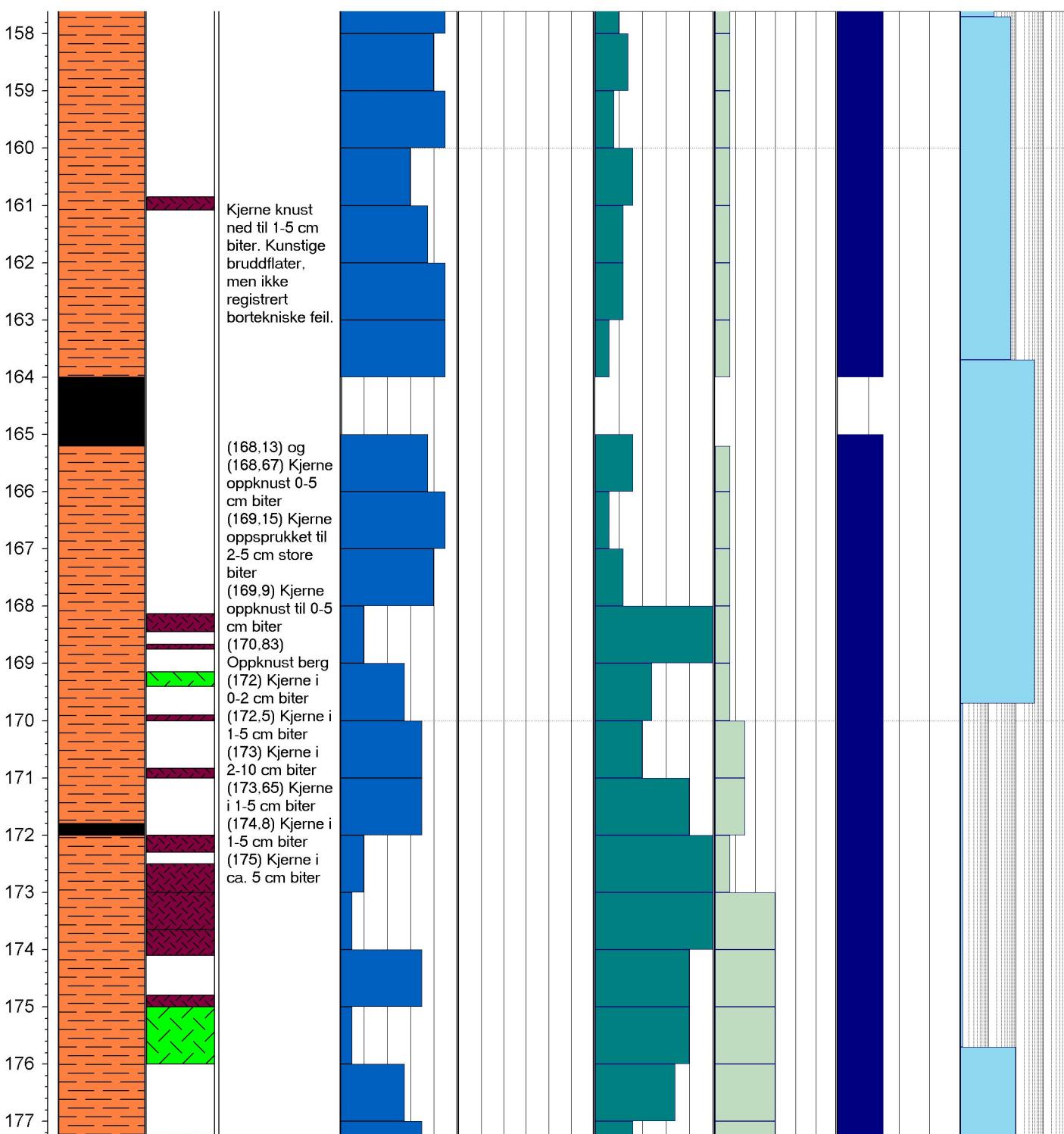
Borhull: BH-1	Orientering: 297	Total lengde: 300,7 m	Koordinat X: 363113						
Høyde: 57	Inklinasjon: -10°	Side 8 av 16	Koordinat Y: 6924451						
Sprekkeruhetstall, Jr	RQD	Bergart	Soner						
4,0: Diskontinuerlige 3,0: Ru, ujevn, bølgete 2,0: Glatt, bølgete 1,5: Glidespeil, bølgete 1,5: Ru, ujevn, plan 1,0: Glatt, plan 0,5: Glidespeil, plan	90-100: Meget lite oppsprukket 75-90: Lite oppsprukket 50-75: Moderat oppsprukket 25-50: Sterkt oppsprukket 0-25: Meget sterkt oppsprukket	Granittisk gneis Pegmatittisk gneis Kjernetap	Gjenstøpt under boring Knust Svært oppsprukket Svakhetszone Boreteknisk feil						
Sprekkemateriale	Forvitring	Vanntap (LU)							
le=leire, ep=epidot ca=kaisitt, kl=kloritt, kv=kvarts fel=feltspat, ru=rust kis=kismineraler	1: Ingen 2: Litt 3: Moderat	<1 Meget lavt 0,1-1 Lavt 1-10 Moderat 10-100 Moderate >100 Svært høyt							
Dyp (m)	Bergart	Soner	Merknader	RQD	Forvitring	F (spr./m)	Ja	Jr	Lugeon
				0 100	0 6	0 25	0 8	0 4	0 100 0,1 10



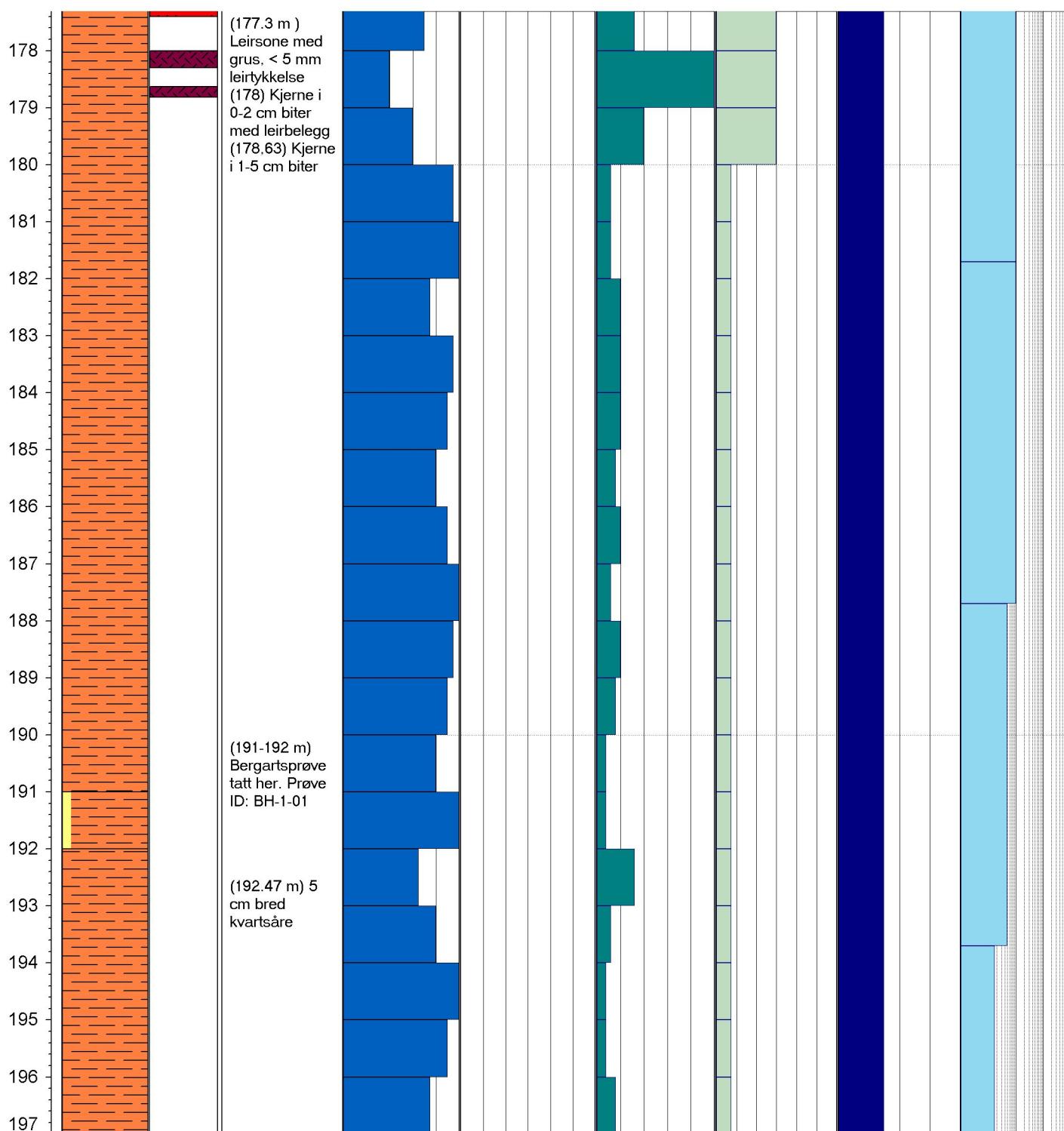


Borhull: BH-1 Høyde: 57	Orientering: 297 Inklinasjon: -10°	Total lengde: 300,7 m Side 9 av 16	Koordinat X: 363113 Koordinat Y: 6924451
Sprekkeruhetstall, Jr 4,0: Diskontinuerlige 3,0: Ru, ujevn, bølgete 2,0: Glatt, bølgete 1,5: Glidespeil, bølgete 1,5: Ru, ujevn, plan 1,0: Glatt, plan 0,5: Glidespeil, plan	RQD 90-100: Meget lite oppsprukket 75-90: Lite oppsprukket 50-75: Moderat oppsprukket 25-50: Sterkt oppsprukket 0-25: Meget sterkt oppsprukket	Bergart Granittisk gneis Pegmatittisk gneis Kjernetap	Soner Gjenstøpt under boring Knust Svært oppsprukket Svakhetszone Boreteknisk feil
Sprekkemateriale le=leire, ep=epidot ca=kaisitt, kl=kloritt, kv=kvarts fel=feltspat, ru=rust kis=kismineraler	Forvitring 1: Ingen 2: Litt 3: Moderat 4: Sterkt 5: Fullständig 6: Jord	Vanntap (LU) <1 Meget lavt 0,1-1 Lavt 1-10 Moderate 10-100 Moderat >100 Svært høyt	

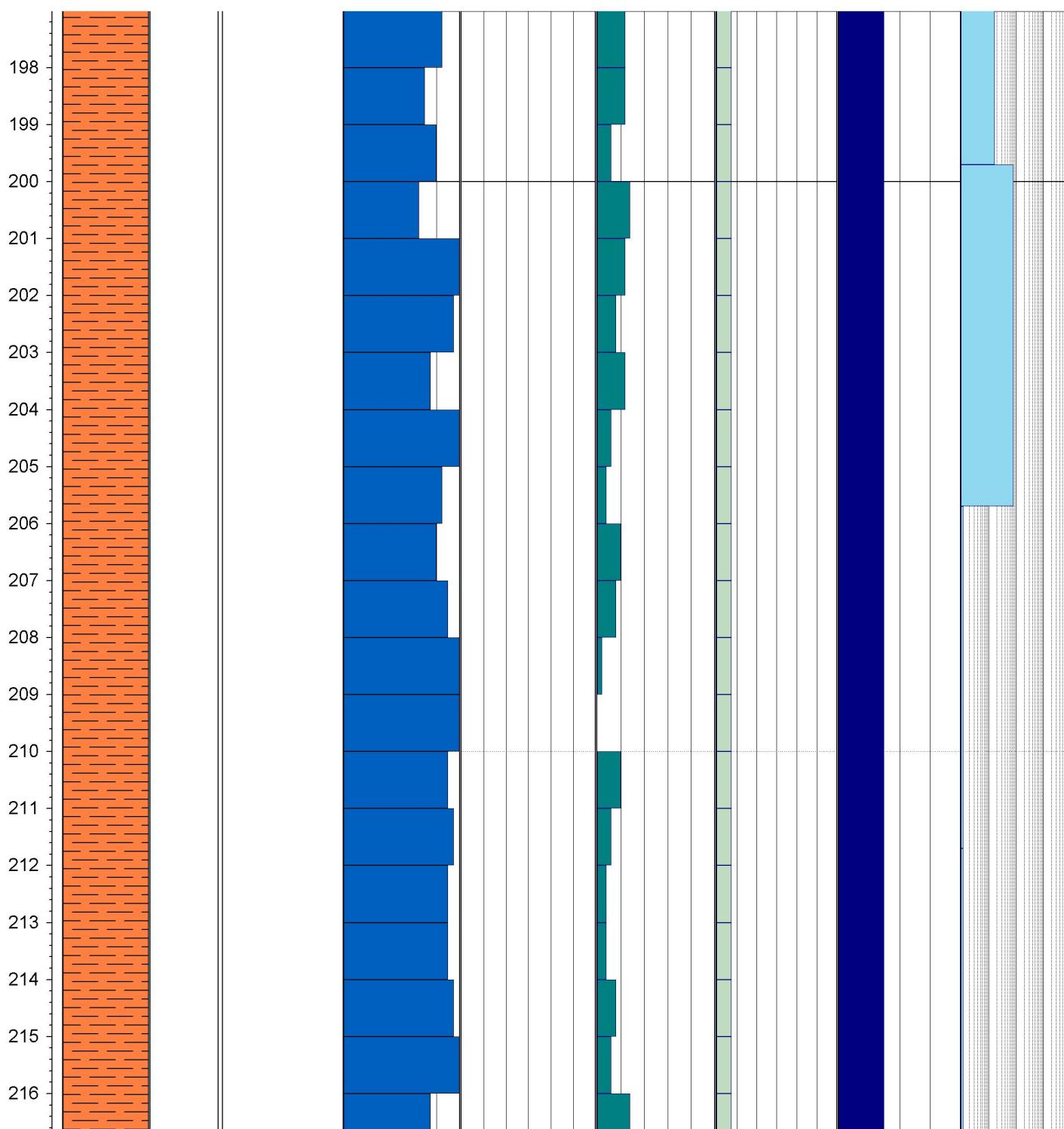
Dyp (m)	Bergart	Soner	Merknader	RQD	Forvitring	F (spr./m)	Ja	Jr	Lugeon
				0 100	0 6	0 25	0 8	0 4	0 100 0,1 10



Borhull: BH-1	Orientering: 297	Total lengde: 300,7 m	Koordinat X: 363113						
Høyde: 57	Inklinasjon: -10°	Side 10 av 16	Koordinat Y: 6924451						
Sprekkeruhetstall, Jr	RQD 4,0: Diskontinuerlige 3,0: Ru, ujevn, bølgete 2,0: Glatt, bølgete 1,5: Glidespeil, bølgete 1,5: Ru, ujevn, plan 1,0: Glatt, plan 0,5: Glidespeil, plan	Bergart 90-100: Meget lite oppsprukket 75-90: Lite oppsprukket 50-75: Moderat oppsprukket 25-50: Sterkt oppsprukket 0-25: Meget sterkt oppsprukket	Soner Granittisk gneis Pegmatittisk gneis Kjernetap						
			Gjenstøpt under boring Knust Svært oppsprukket Svakhetszone Boreteknisk feil						
Sprekkemateriale	Forvitring le=leire, ep=epidot ca=kaisitt, kl=kloritt, kv=kvarts fel=feltspat, ru=rust kis=kismineraler	Vanntap (LU) 1: Ingen 2: Litt 3: Moderat 4: Sterkt 5: Fullständig 6: Jord <1 Meget lavt 0,1-1 Lavt 1-10 Moderat 10-100 Moderate >100 Svært høyt							
Dyp (m)	Bergart	Soner	Merknader	RQD 0 100	Forvitring 0 6	F (spr./m) 0 25	Ja 0 8	Jr 0 4	Lugeon 0 1 100 0,1 10

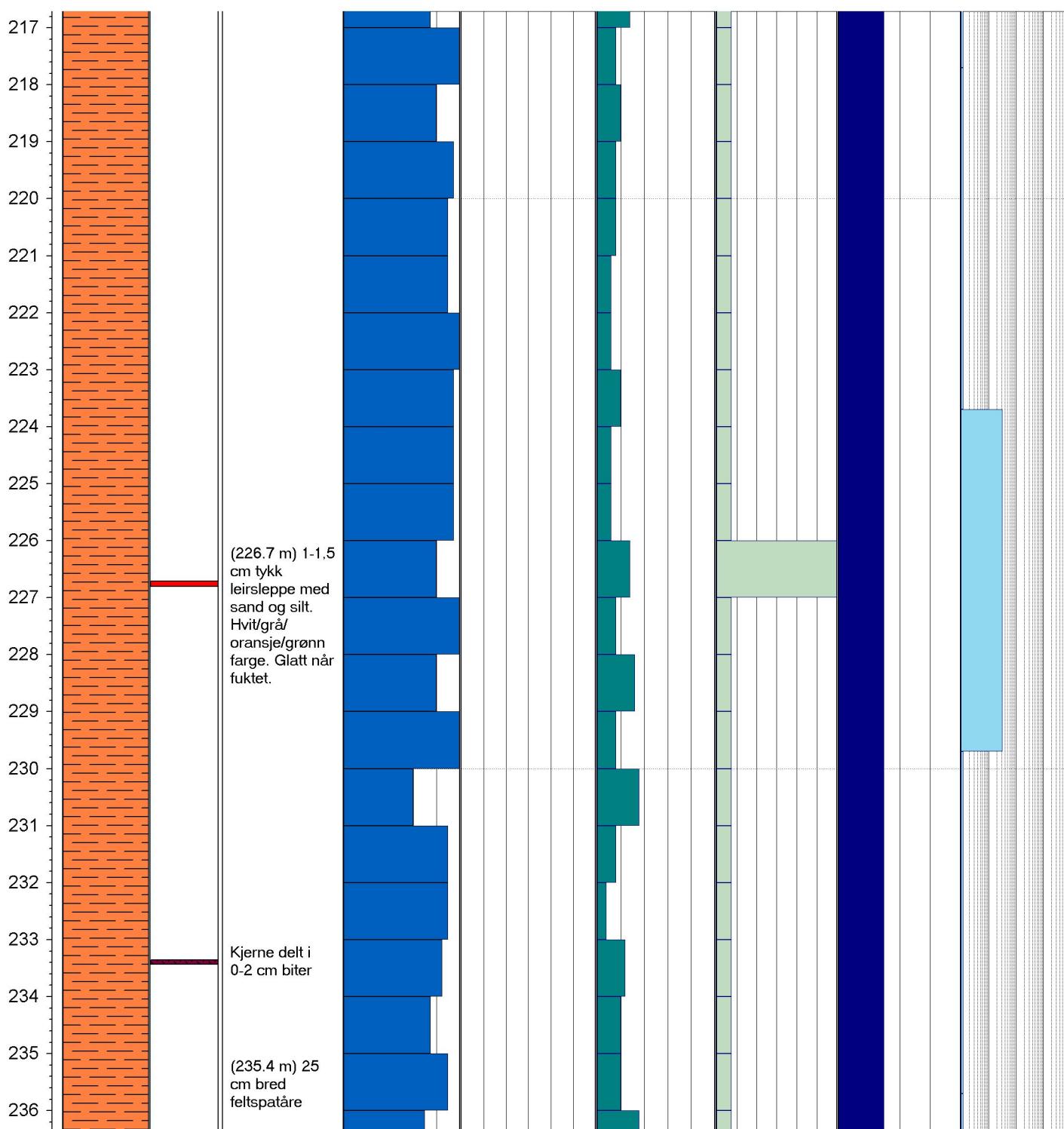


Borhull: BH-1	Orientering: 297	Total lengde: 300,7 m	Koordinat X: 363113						
Høyde: 57	Inklinasjon: -10°	Side 11 av 16	Koordinat Y: 6924451						
Sprekkeruhetstall, Jr	RQD	Bergart	Soner						
4,0: Diskontinuerlige 3,0: Ru, ujevn, bølgete 2,0: Glatt, bølgete 1,5: Glidespeil, bølgete 1,5: Ru, ujevn, plan 1,0: Glatt, plan 0,5: Glidespeil, plan	90-100: Meget lite oppsprukket 75-90: Lite oppsprukket 50-75: Moderat oppsprukket 25-50: Sterkt oppsprukket 0-25: Meget sterkt oppsprukket	Granittisk gneis Pegmatittisk gneis Kjernetap	Gjenstøpt under boring Knust Svært oppsprukket Svakhetszone Boreteknisk feil						
Sprekkemateriale	Forvitring	Vanntap (LU)							
le=leire, ep=epidot ca=kaisitt, kl=kloritt, kv=qvarts fel=feltspat, ru=rust kis=kismineraler	1: Ingen 2: Litt 3: Moderat	<1 Meget lavt 0,1-1 Lavt 1-10 Moderat 10-100 Moderate >100 Svært høyt							
Dyp (m)	Bergart	Soner	Merknader	RQD	Forvitring	F (spr./m)	Ja	Jr	Lugeon
				0 100	0 6	0 25	0 8	0 4	0 100

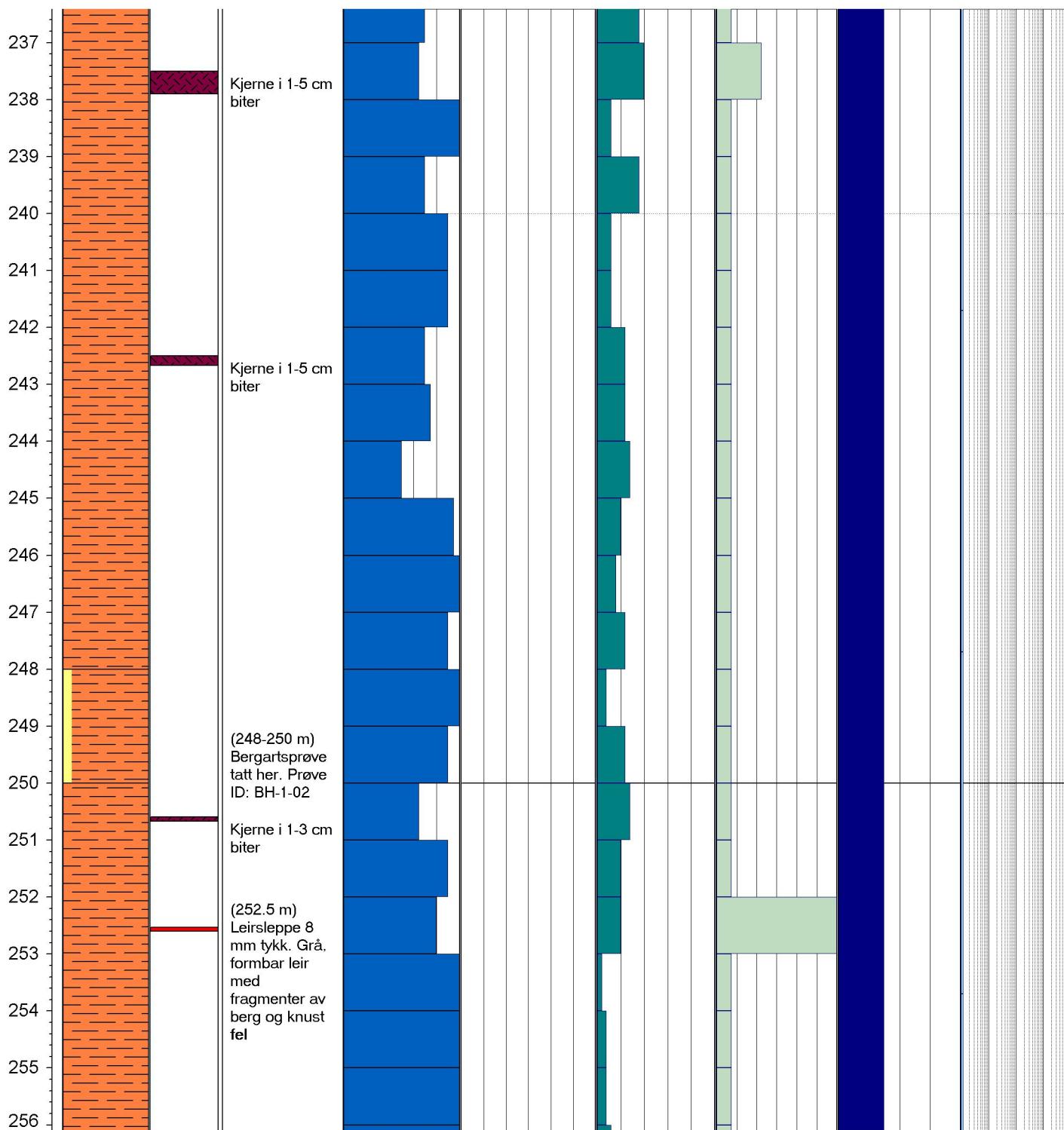


Borhull: BH-1 Høyde: 57	Orientering: 297 Inklinasjon: -10°	Total lengde: 300,7 m Side 12 av 16	Koordinat X: 363113 Koordinat Y: 6924451
Sprekkeruhetstall, Jr 4,0: Diskontinuerlige 3,0: Ru, ujevn, bølgete 2,0: Glatt, bølgete 1,5: Glidespeil, bølgete 1,5: Ru, ujevn, plan 1,0: Glatt, plan 0,5: Glidespeil, plan	RQD 90-100: Meget lite oppsprukket 75-90: Lite oppsprukket 50-75: Moderat oppsprukket 25-50: Sterkt oppsprukket 0-25: Meget sterkt oppsprukket	Bergart Granittisk gneis Pegmatittisk gneis Kjernetap	Soner Gjenstøpt under boring Knust Svært oppsprukket Svakhetszone Boreteknisk feil
Sprekkemateriale le=leire, ep=epidot ca=kalsitt, kl=kloritt, kv=kvarts fel=feltspat, ru=rust kis=kismineraler	Forvitring 1: Ingen 2: Litt 3: Moderat	Vanntap (LU) <1 Meget lavt 0,1-1 Lavt 1-10 Moderate 10-100 Moderat >100 Svært høyt	

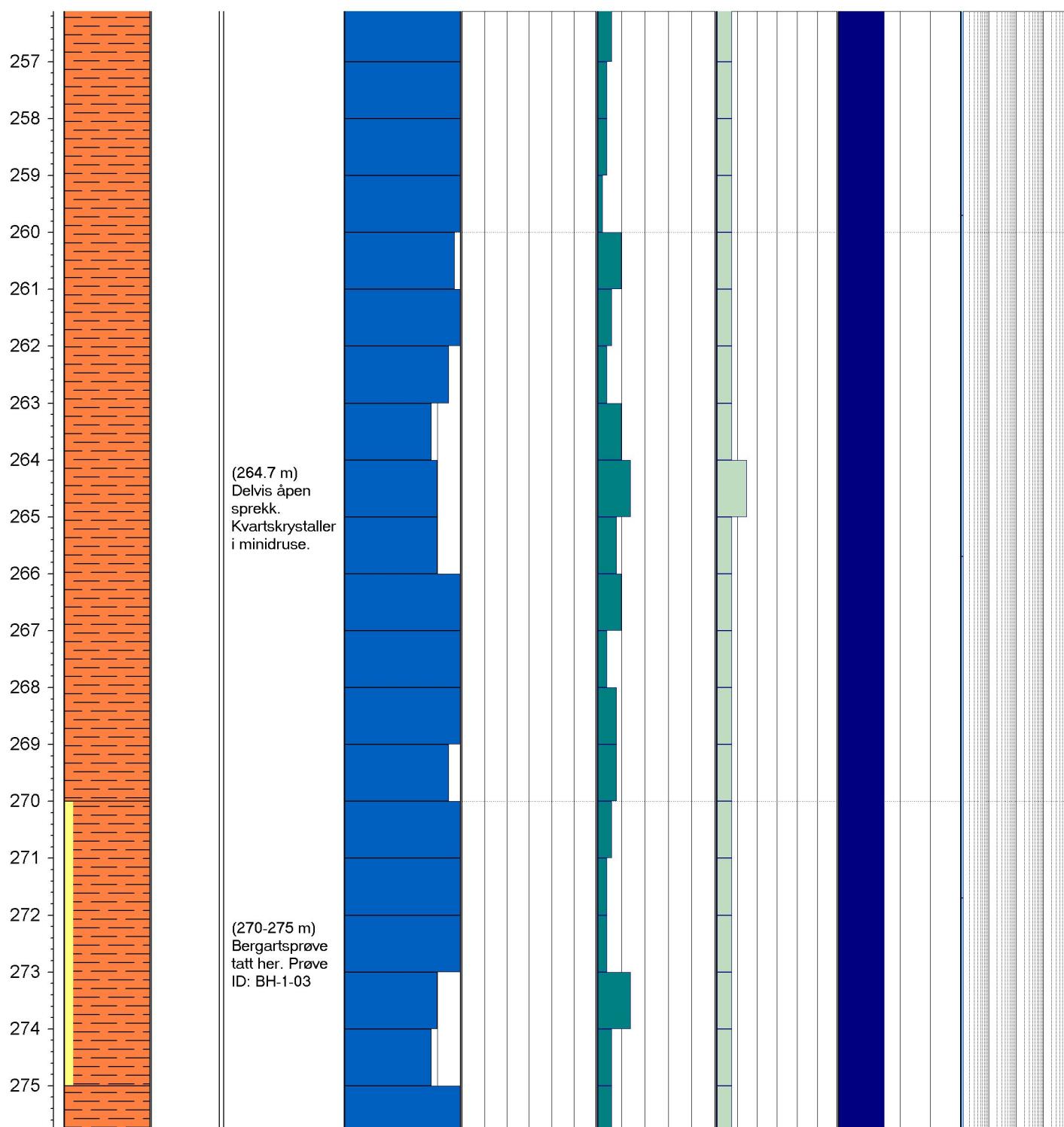
Dyp (m)	Bergart	Soner	Merknader	RQD	Forvitring	F (spr./m)	Ja	Jr	Lugeon
				0 100	0 6	0 25	0 8	0 4	0 100 0,1 10



Borhull: BH-1	Orientering: 297	Total lengde: 300,7 m	Koordinat X: 363113						
Høyde: 57	Inklinasjon: -10°	Side 13 av 16	Koordinat Y: 6924451						
Sprekkeruhetstall, Jr	RQD 4,0: Diskontinuerlige 3,0: Ru, ujevn, bølgete 2,0: Glatt, bølgete 1,5: Glidespeil, bølgete 1,5: Ru, ujevn, plan 1,0: Glatt, plan 0,5: Glidespeil, plan	Bergart 90-100: Meget lite oppsprukket 75-90: Lite oppsprukket 50-75: Moderat oppsprukket 25-50: Sterkt oppsprukket 0-25: Meget sterkt oppsprukket	Soner Granittisk gneis Pegmatittisk gneis Kjernetap						
			Gjenstøpt under boring Knust Svært oppsprukket Svakhetszone Boreteknisk feil						
Sprekkemateriale le=leire, ep=epidot ca=kaisitt, kl=kloritt, kv=kvarts fel=feltspat, ru=rust kis=kismineraler	Forvitring 1: Ingen 2: Litt 3: Moderat	Vanntap (LU) <1 Meget lavt 0,1-1 Lavt 1-10 Moderate 10-100 Moderat >100 Svært høyt							
Dyp (m)	Bergart	Soner	Merknader	RQD 0 100	Forvitring 0 6	F (spr./m) 0 25	Ja 0 8	Jr 0 4	Lugeon 0 1 100 0,1 10

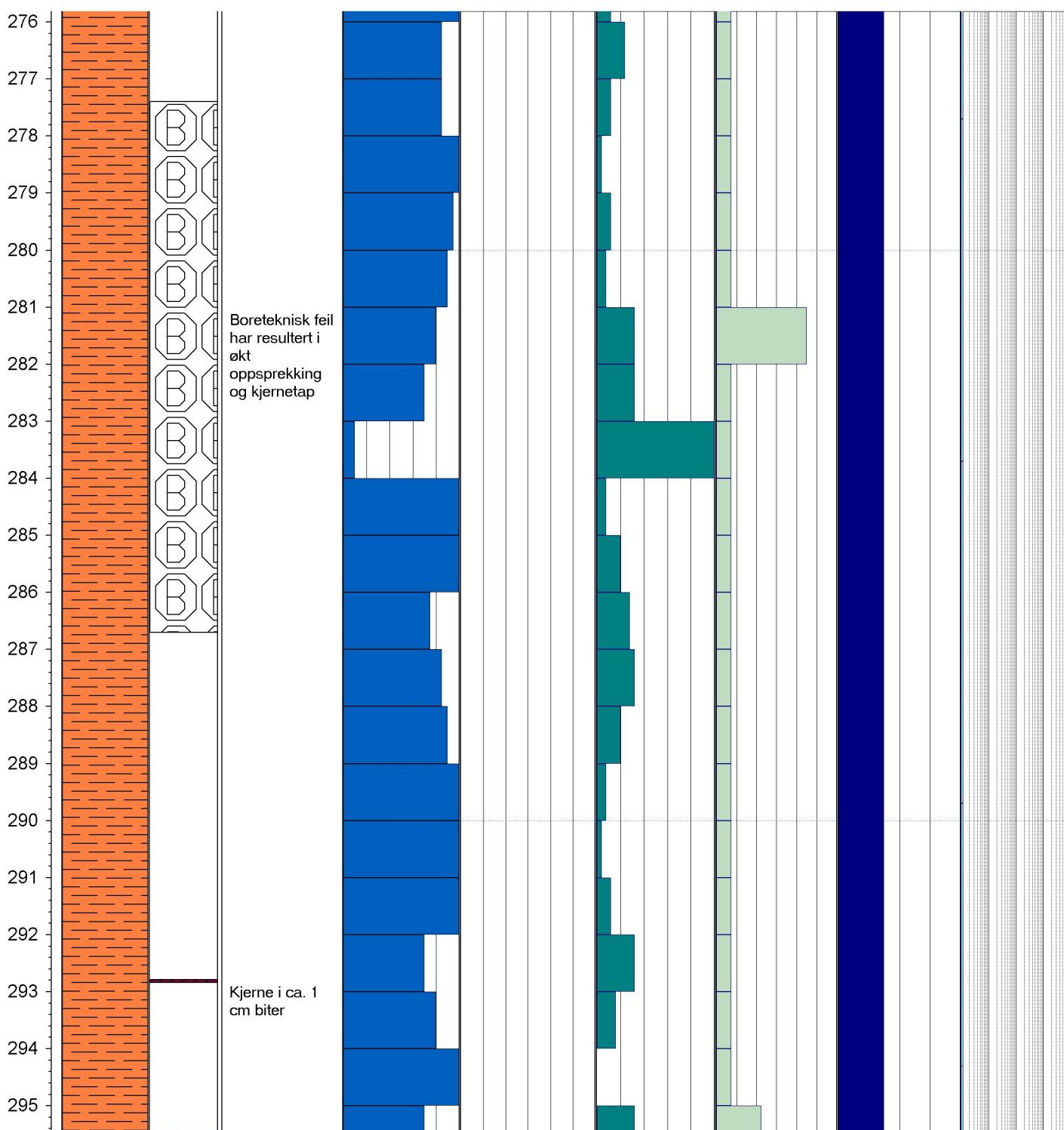


Borhull: BH-1	Orientering: 297	Total lengde: 300,7 m	Koordinat X: 363113						
Høyde: 57	Inklinasjon: -10°	Side 14 av 16	Koordinat Y: 6924451						
Sprekkeruhetstall, Jr	RQD 4,0: Diskontinuerlige 3,0: Ru, ujevn, bølgete 2,0: Glatt, bølgete 1,5: Glidespeil, bølgete 1,5: Ru, ujevn, plan 1,0: Glatt, plan 0,5: Glidespeil, plan	Bergart 90-100: Meget lite oppsprukket 75-90: Lite oppsprukket 50-75: Moderat oppsprukket 25-50: Sterkt oppsprukket 0-25: Meget sterkt oppsprukket	Soner Granittisk gneis Pegmatittisk gneis Kjernetap						
Sprekkemateriale	Forvitring le=leire, ep=epidot ca=kaisitt, kl=kloritt, kv=kvarts fel=feltspat, ru=rust kis=kismineraler	Vanntap (LU) <1 Meget lavt 0,1-1 Lavt 1-10 Moderate 10-100 Moderat >100 Svært høyt	Gjenstøpt under boring Knust Svært oppsprukket Svakhetszone Boreteknisk feil						
Dyp (m)	Bergart	Soner	Merknader	RQD 0 100	Forvitring 0 6	F (spr./m) 0 25	Ja 0 8	Jr 0 4	Lugeon 0 100 0,1 10



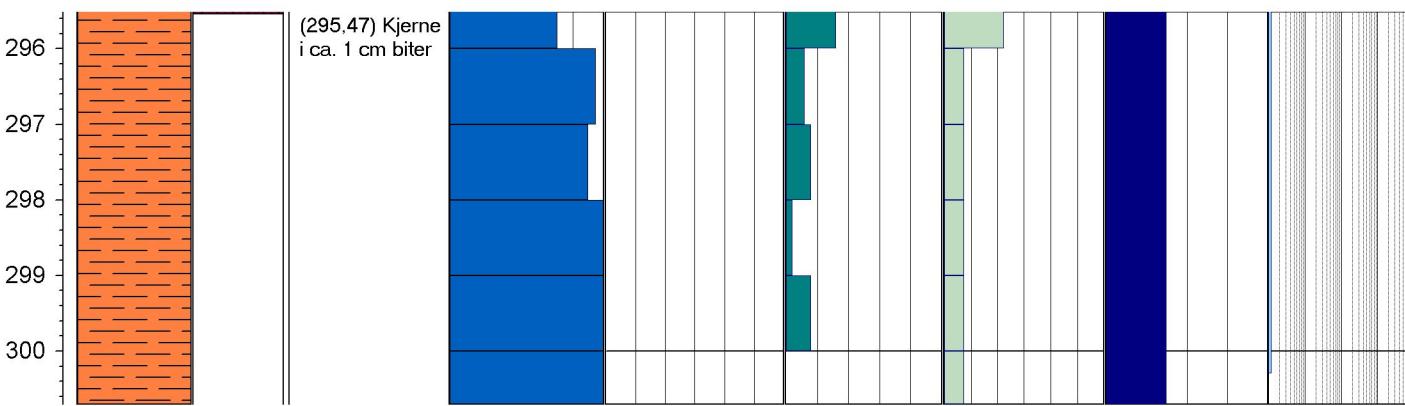
Borhull: BH-1 Høyde: 57	Orientering: 297 Inklinasjon: -10°	Total lengde: 300,7 m Side 15 av 16	Koordinat X: 363113 Koordinat Y: 6924451
Sprekkeruhetstall, Jr 4,0: Diskontinuerlige 3,0: Ru, ujevn, bølgete 2,0: Glatt, bølgete 1,5: Glidespeil, bølgete 1,5: Ru, ujevn, plan 1,0: Glatt, plan 0,5: Glidespeil, plan	RQD 90-100: Meget lite oppsprukket 75-90: Lite oppsprukket 50-75: Moderat oppsprukket 25-50: Sterkt oppsprukket 0-25: Meget sterkt oppsprukket	Bergart Granittisk gneis Pegmatittisk gneis Kjernetap	Soner Gjenstøpt under boring Knust Svært oppsprukket Svakhetszone Boreteknisk feil
Sprekkemateriale le=leire, ep=epidot ca=kalsitt, kl=kloritt, kv=kvarts fel=feltspat, ru=rust kis=kismineraler	Forvitring 1: Ingen 2: Litt 3: Moderat 4: Sterkt 5: Fullständig 6: Jord	Vanntap (LU) <1 Meget lavt 0,1-1 Lavt 1-10 Moderate 10-100 Moderat >100 Svært høyt	

Dyp (m)	Bergart	Soner	Merknader	RQD	Forvitring	F (spr./m)	Ja	Jr	Lugeon
				0 100	0 6	0 25	0 8	0 4	0,1 100



Borhull: BH-1	Orientering: 297	Total lengde: 300,7 m	Koordinat X: 363113
Høyde: 57	Inklinasjon: -10°	Side 16 av 16	Koordinat Y: 6924451
Sprekkeruhetstall, Jr	RQD 4,0: Diskontinuerlige 3,0: Ru, ujevn, bølgete 2,0: Glatt, bølgete 1,5: Glidespeil, bølgete 1,5: Ru, ujevn, plan 1,0: Glatt, plan 0,5: Glidespeil, plan	Bergart 90-100: Meget lite oppsprukket 75-90: Lite oppsprukket 50-75: Moderat oppsprukket 25-50: Sterkt oppsprukket 0-25: Meget sterkt oppsprukket	Soner Granittisk gneis Pegmatittisk gneis Kjernetap
Sprekkemateriale le=leire, ep=epidot ca=kalsitt, kl=kloritt, kv=kvarts fel=feltspat, ru=rust kis=kismineraler	Forvitring 1: Ingen 2: Litt 3: Moderat	Vanntap (LU) <1 Meget lavt 0,1-1 Lavt 1-10 Moderat 10-100 Moderate >100 Svært høyt	Gjenstøpt under boring Knust Svært oppsprukket Svakhetszone Boreteknisk feil

Dyp (m)	Bergart	Soner	Merknader	RQD	Forvitring	F (spr./m)	Ja	Jr	Lugeon
				0 100	0 6	0 25	0 8	0 4	0 100 0,1 10



AVM-20-G-RAP-002

Vedlegg 2: Kjernefoto

Kongshaugstranda Renseanlegg Vedlegg 2 Kjernefoto

Oversikt kjernefoto

Foto 1: BH-1, 0–5 m	1
Foto 2: BH-1, 5–10 m	1
Foto 3: BH-1, 10–15 m	1
Foto 4: BH-1, 15–20 m . Merk sone på ca. 15,45 m.....	2
Foto 5: BH-1, 20–25 m	2
Foto 6: BH-1, 25–30 m	2
Foto 7: BH-1, 30–35 m	3
Foto 8: BH-1, 35–40 m	3
Foto 9: BH-1, 40–45 m	3
Foto 10: BH-1, 45–50 m	4
Foto 11: BH-1, 50–55 m	4
Foto 12: BH-1, 55–60 m	4
Foto 13: BH-1, 60–65 m	5
Foto 14: BH-1, 65–70 m	5
Foto 15: BH-1, 70–75 m	5
Foto 16: BH-1, 75–80 m	6
Foto 17: BH-1, 80–85 m	6
Foto 18: BH-1, 85–90 m	6
Foto 19: BH-1, 90–95 m	7
Foto 20: BH-1, 95–100 m	7
Foto 21: BH-1, 100–105 m	7
Foto 22: BH-1, 105–110 m	8
Foto 23: BH-1, 110–115 m	8
Foto 24: BH-1, 115–120 m	8
Foto 25: BH-1, 120–125 m	9
Foto 26: BH-1, 125–130 m	9
Foto 27: BH-1, 130–135 m	9
Foto 28: BH-1, 135–140 m	10
Foto 29: BH-1, 140–145 m	10
Foto 30: BH-1, 145–150 m	10
Foto 31: BH-1, 150–155 m	11
Foto 32: BH-1, 155–160 m	11
Foto 33: BH-1, 160–165 m	11
Foto 34: BH-1, 165–170 m	12
Foto 35: BH-1, 170–175 m	12
Foto 36: BH-1, 175–180 m	12
Foto 37: BH-1, 180–185 m	13
Foto 38: BH-1, 185–190 m	13
Foto 39: BH-1, 190–195 m	13
Foto 40: BH-1, 195–200 m	14
Foto 41: BH-1, 205–210 m	14
Foto 42: BH-1, 210–215 m	14
Foto 43: BH-1, 210–215 m	15
Foto 44: BH-1, 215–220 m	15
Foto 45: BH-1, 220–225 m	15
Foto 46: BH-1, 225–230 m	16
Foto 47: BH-1, 230–235 m	16
Foto 48: BH-1, 235–240 m	16
Foto 49: BH-1, 240–245 m	17
Foto 50: BH-1, 245–250 m	17
Foto 51: BH-1, 250–255 m	17
Foto 52: BH-1, 255–260 m	18
Foto 53: BH-1, 260–265 m	18

Foto 54: BH-1, 265–270 m	18
Foto 55: BH-1, 270–275 m	19
Foto 56: BH-1, 275–280 m	19
Foto 57: BH-1, 280–285 m	19
Foto 58: BH-1, 285–290 m	20
Foto 59: BH-1, 290–295 m	20
Foto 60: BH-1, 295–300 m	20
Foto 61: BH-1, 300–300,7 m (siste kasse)	21



Foto 1: BH-1, 0–5 m



Foto 2: BH-1, 5–10 m

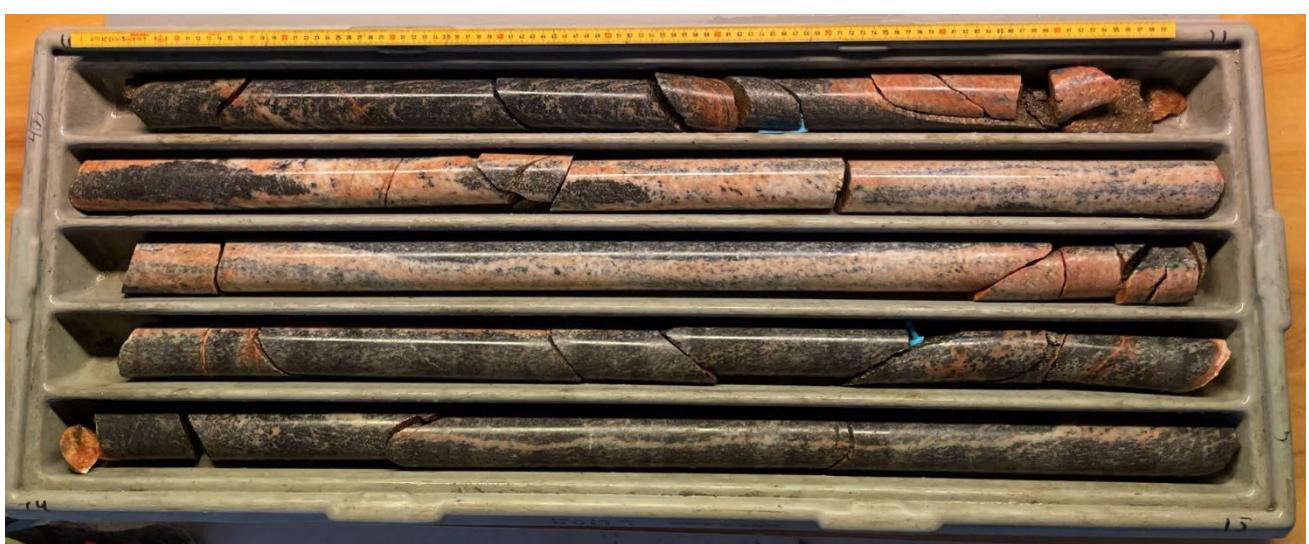


Foto 3: BH-1, 10–15 m



Foto 4: BH-1, 15–20 m (merk sone på ca. 15,45 m)



Foto 5: BH-1, 20–25 m

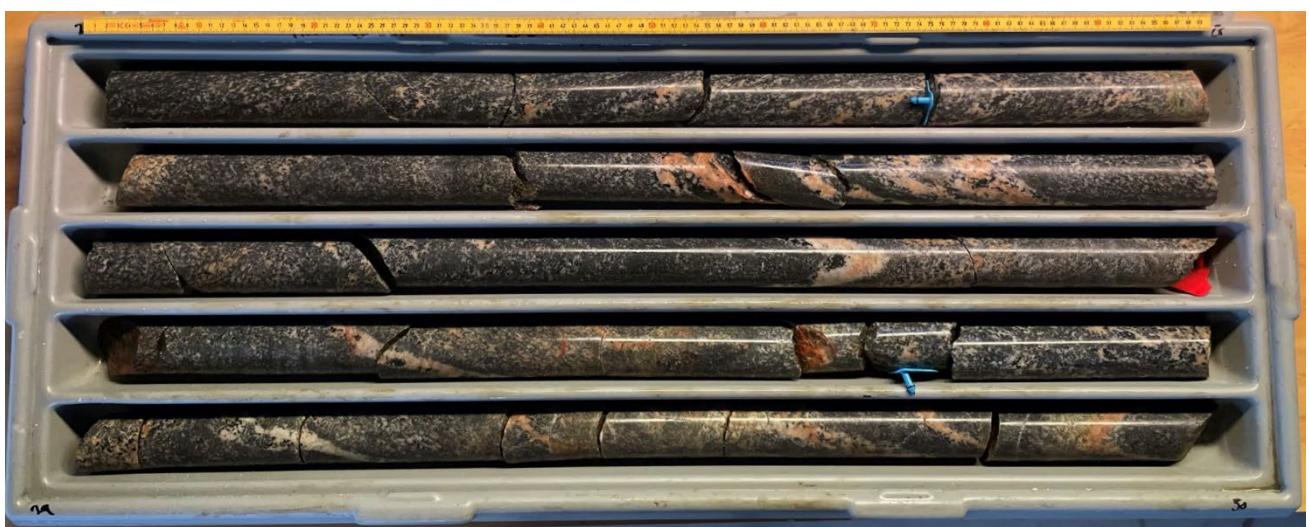


Foto 6: BH-1, 25–30 m

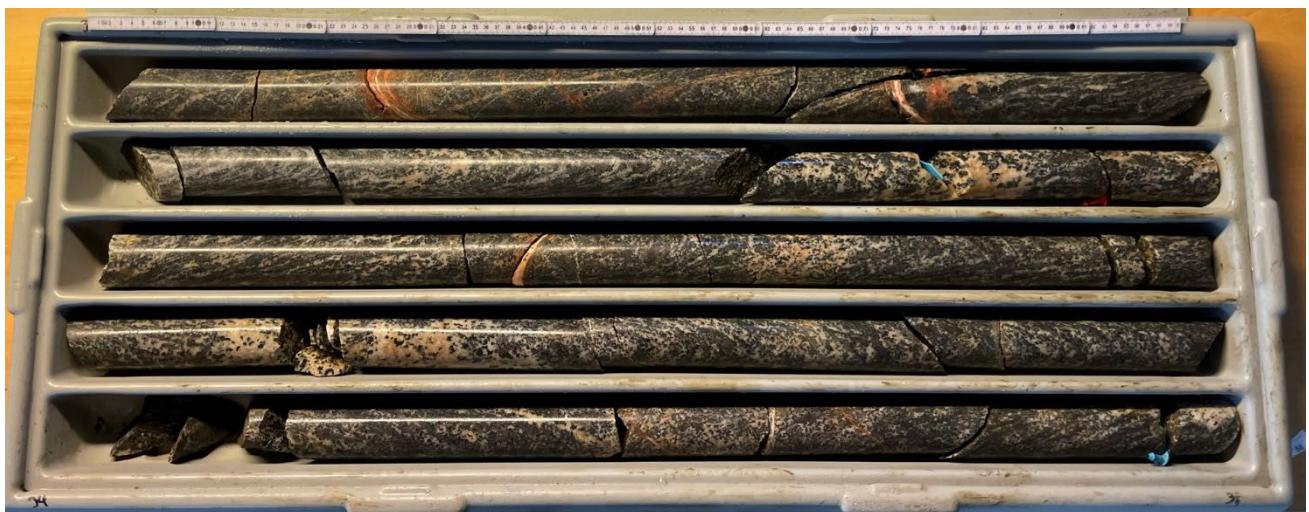


Foto 7: BH-1, 30–35 m

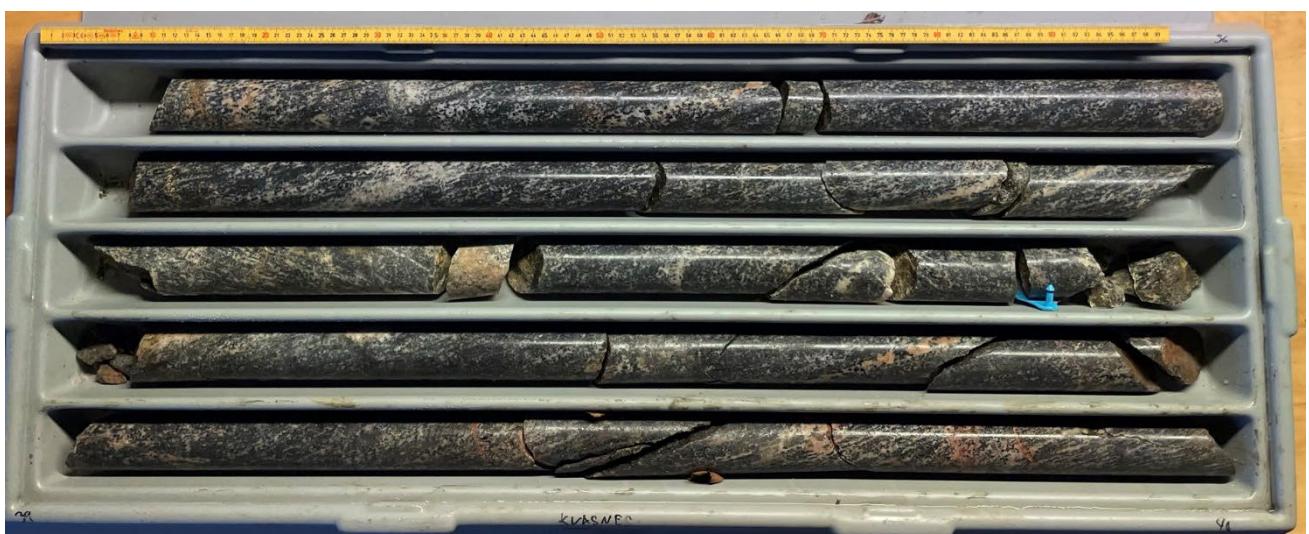


Foto 8: BH-1, 35–40 m

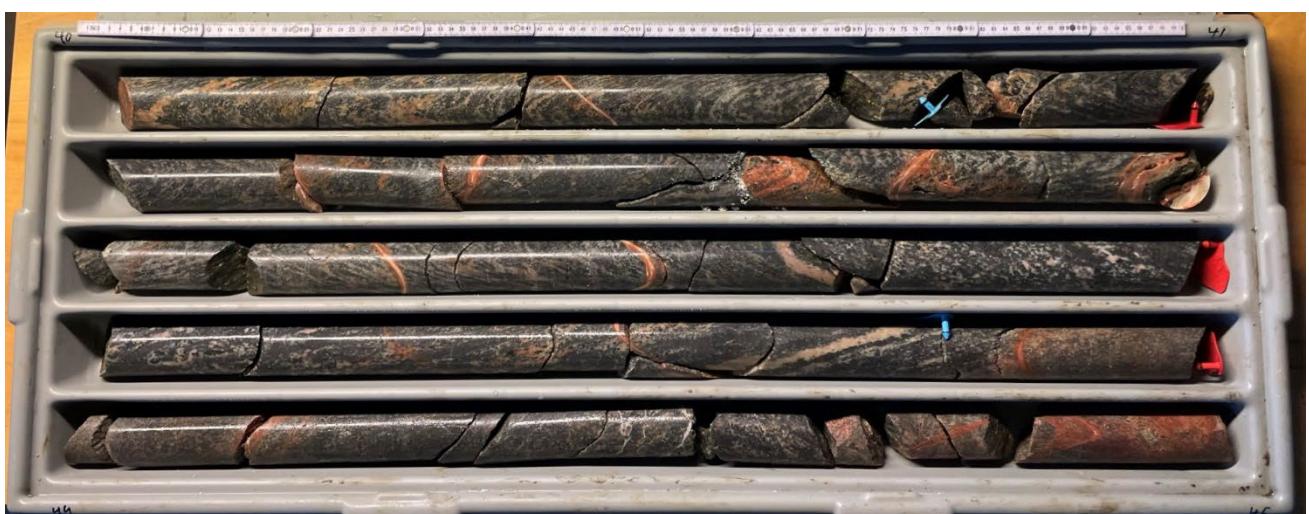


Foto 9: BH-1, 40–45 m



Foto 10: BH-1, 45–50 m

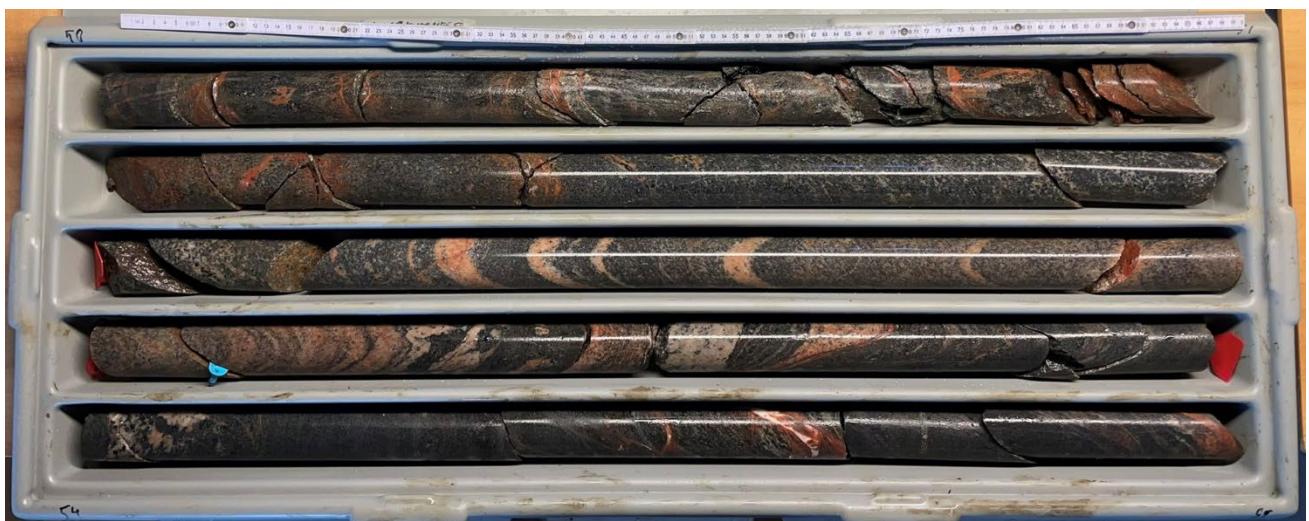


Foto 11: BH-1, 50–55 m



Foto 12: BH-1, 55–60 m



Foto 13: BH-1, 60–65 m

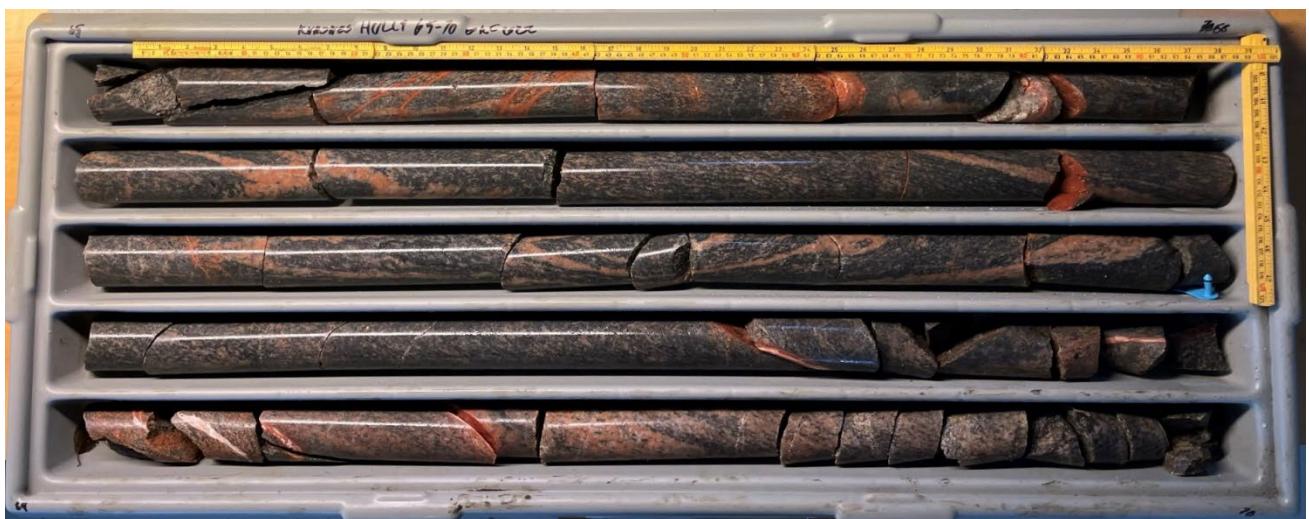


Foto 14: BH-1, 65–70 m



Foto 15: BH-1, 70–75 m

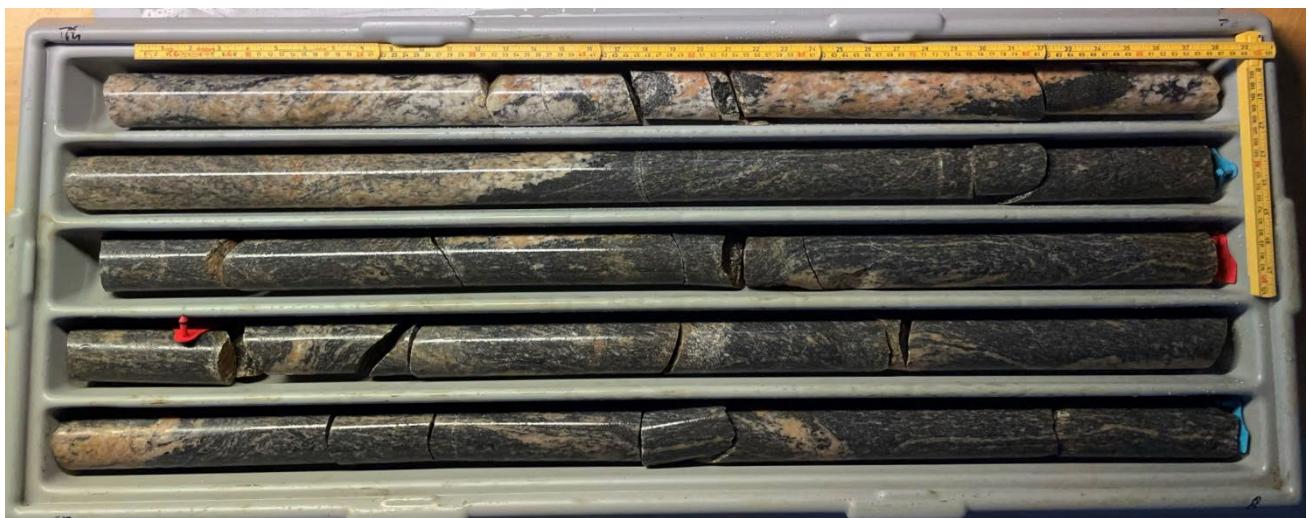


Foto 16: BH-1, 75–80 m

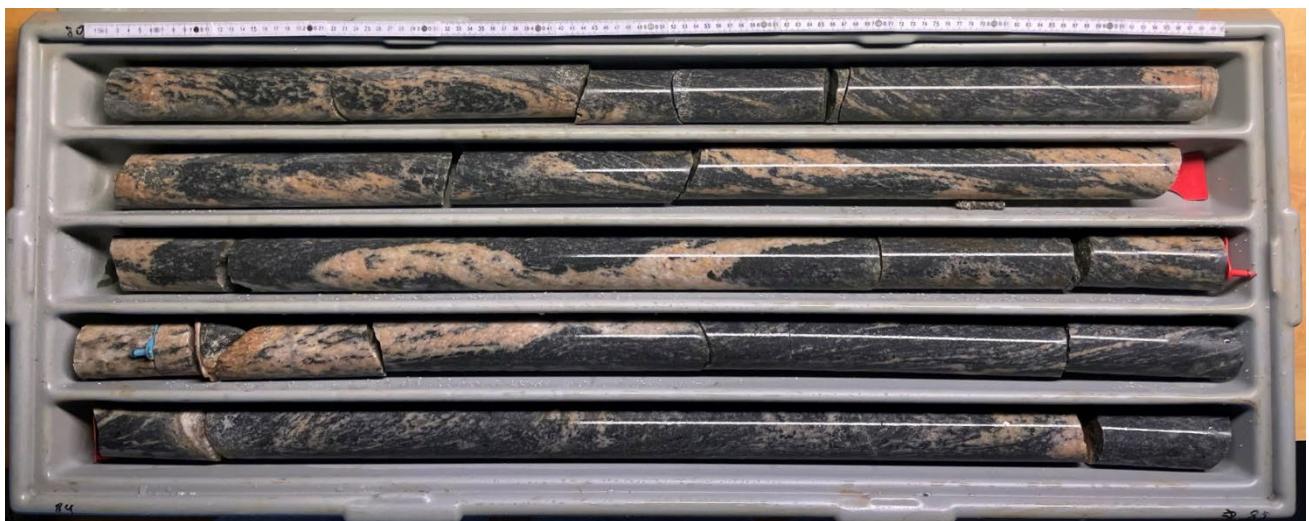


Foto 17: BH-1, 80–85 m

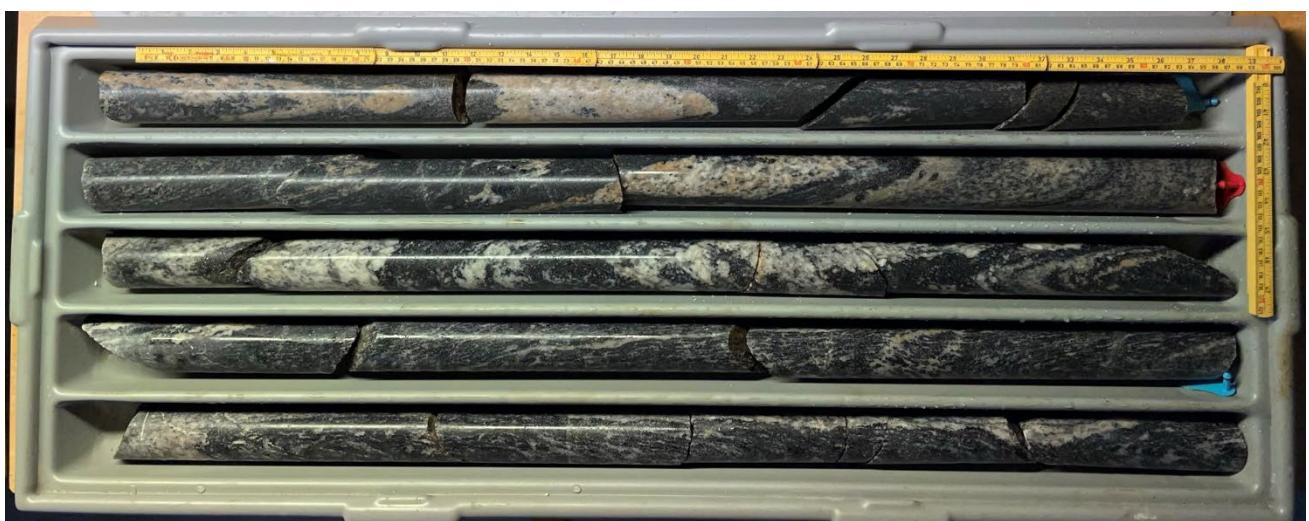


Foto 18: BH-1, 85–90 m



Foto 19: BH-1, 90–95 m

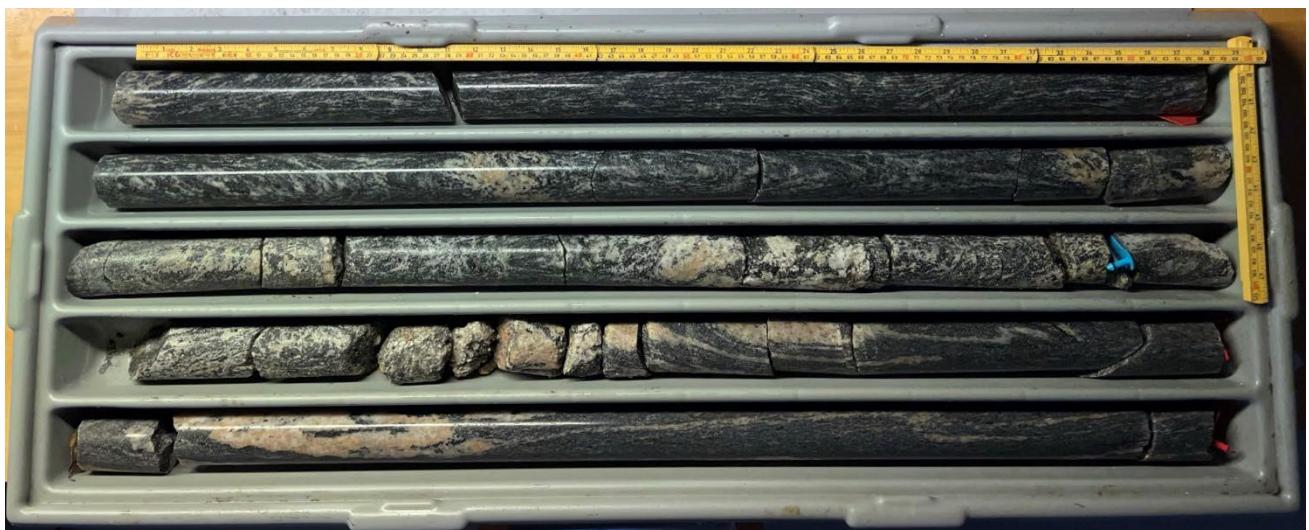


Foto 20: BH-1, 95–100 m

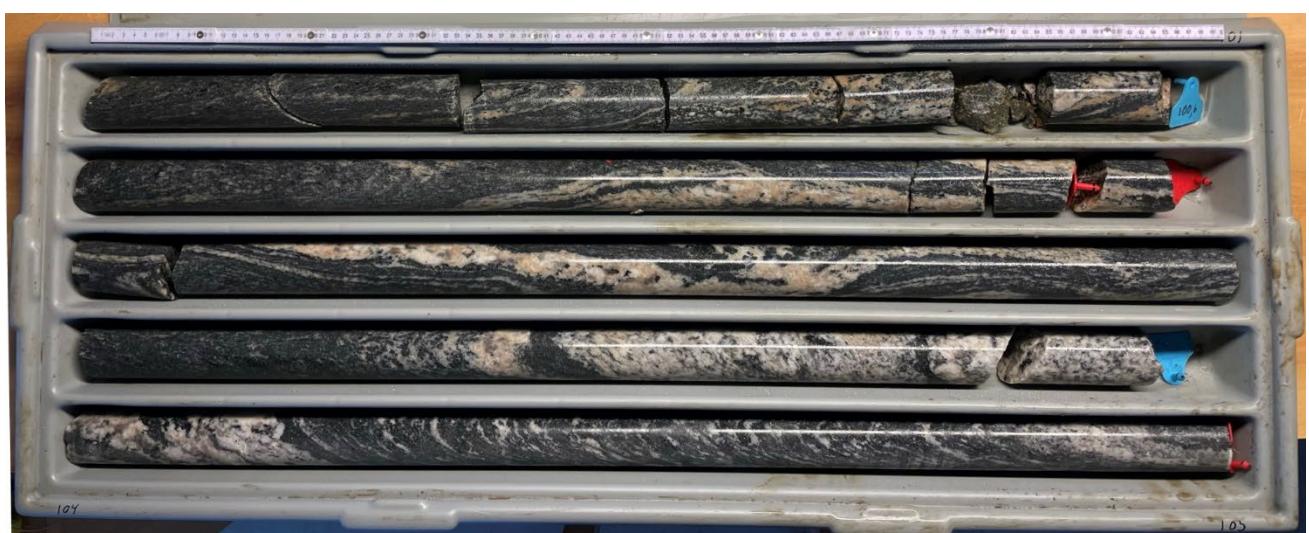


Foto 21: BH-1, 100–105 m

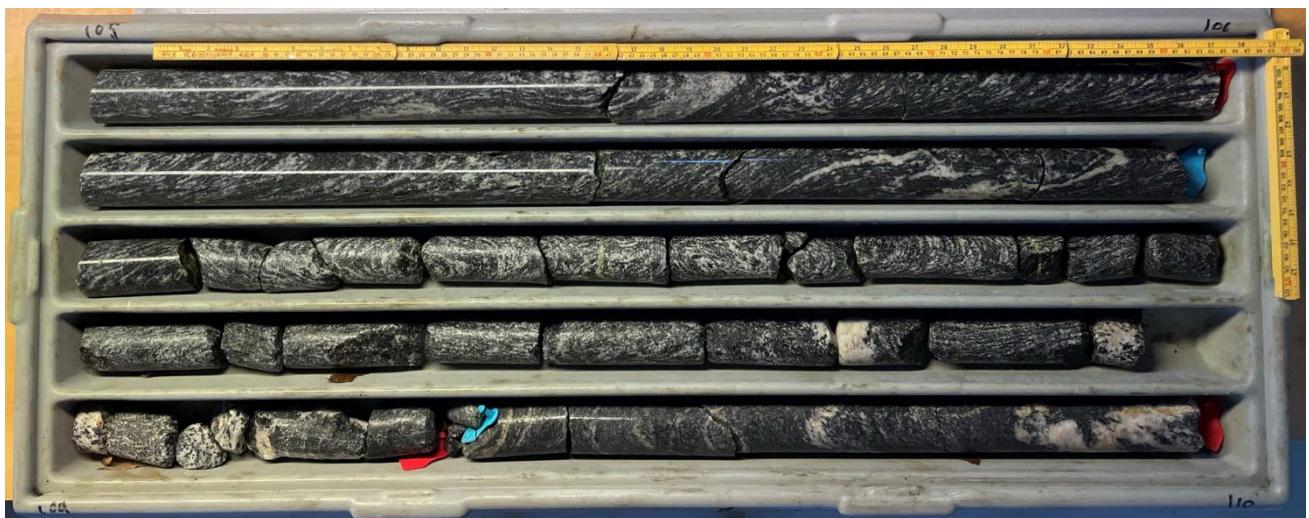


Foto 22: BH-1, 105–110 m



Foto 23: BH-1, 110–115 m

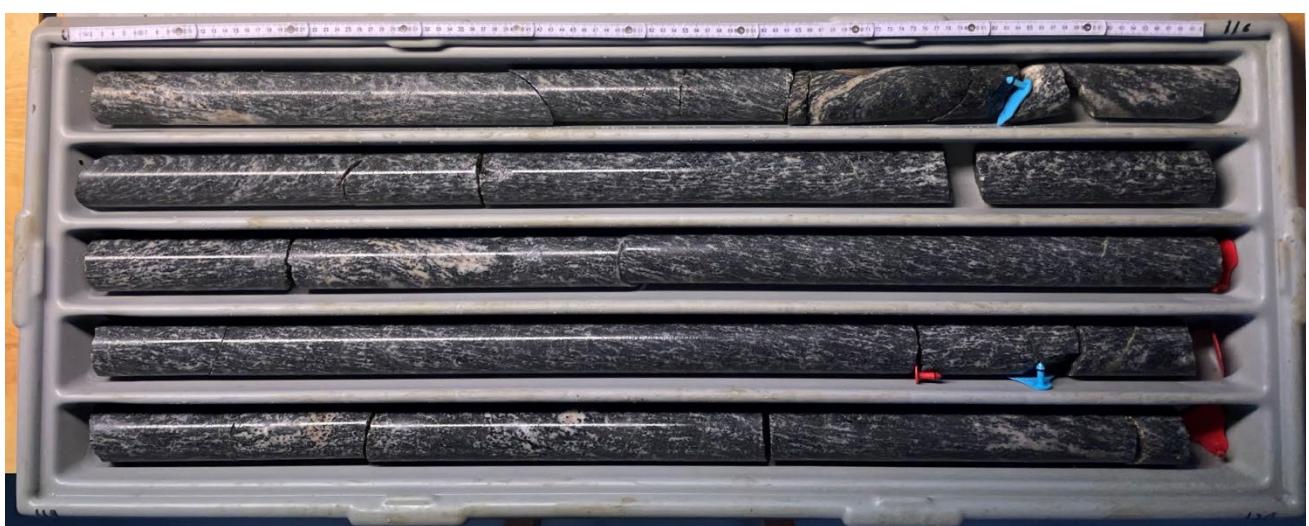


Foto 24: BH-1, 115–120 m

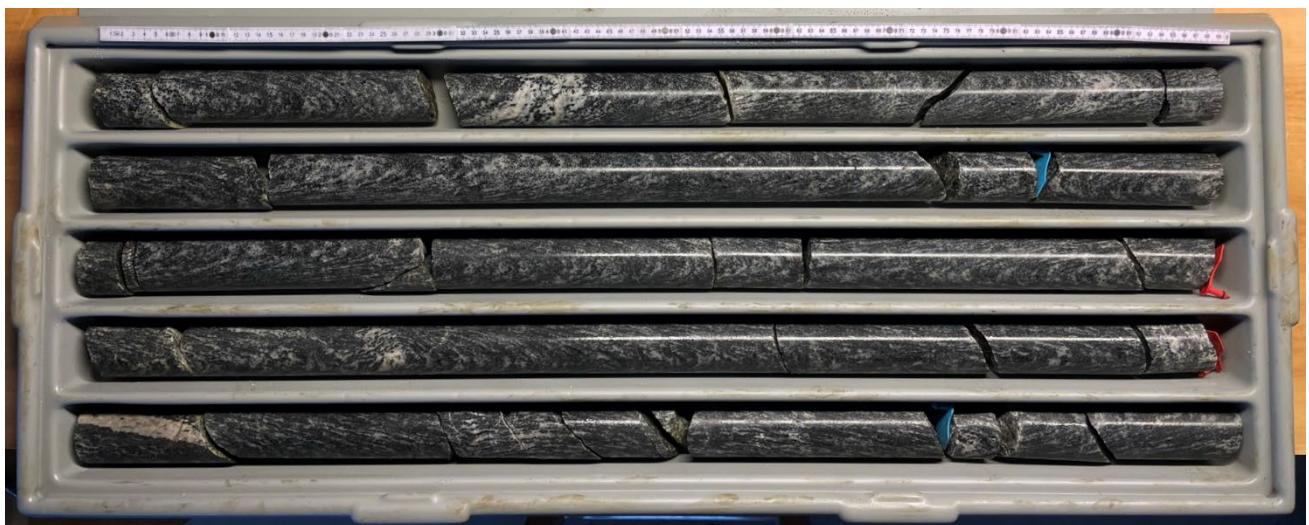


Foto 25: BH-1, 120–125 m

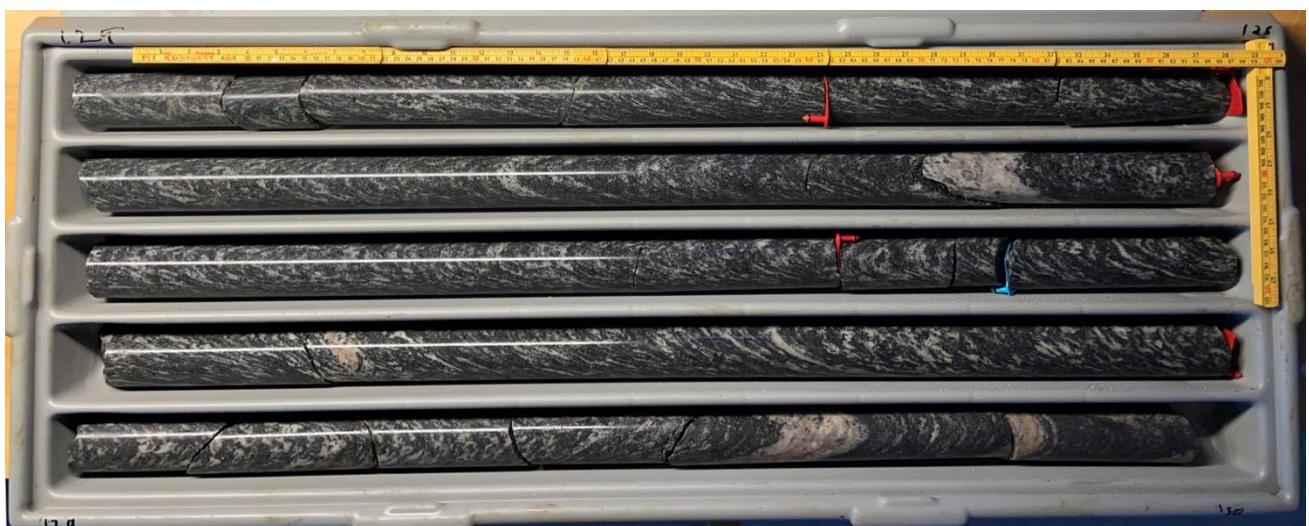


Foto 26: BH-1, 125–130 m

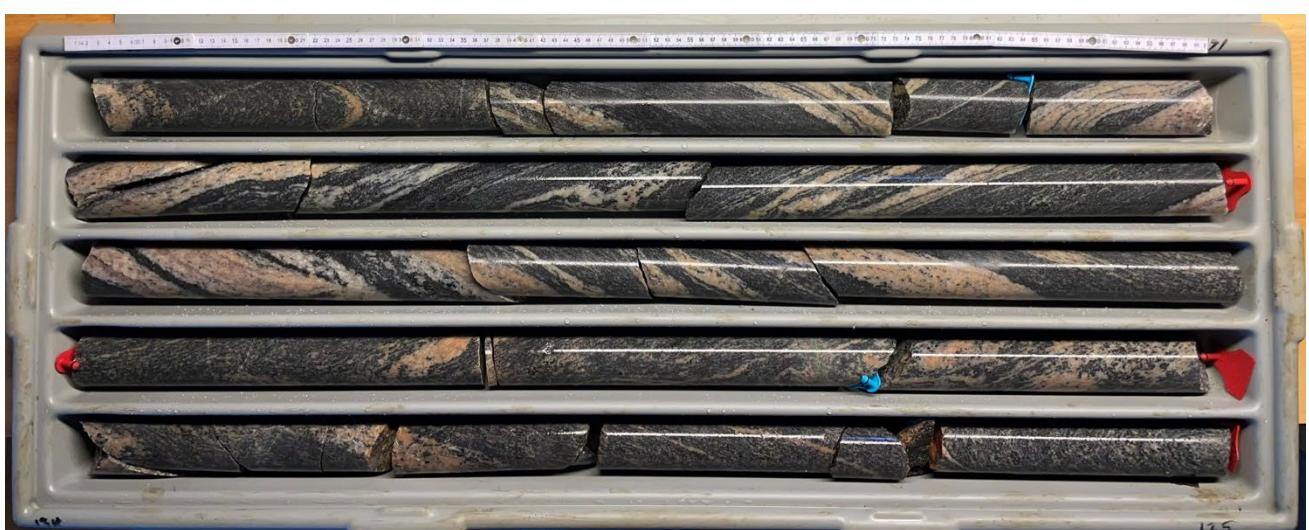


Foto 27: BH-1, 130–135 m



Foto 28: BH-1, 135–140 m

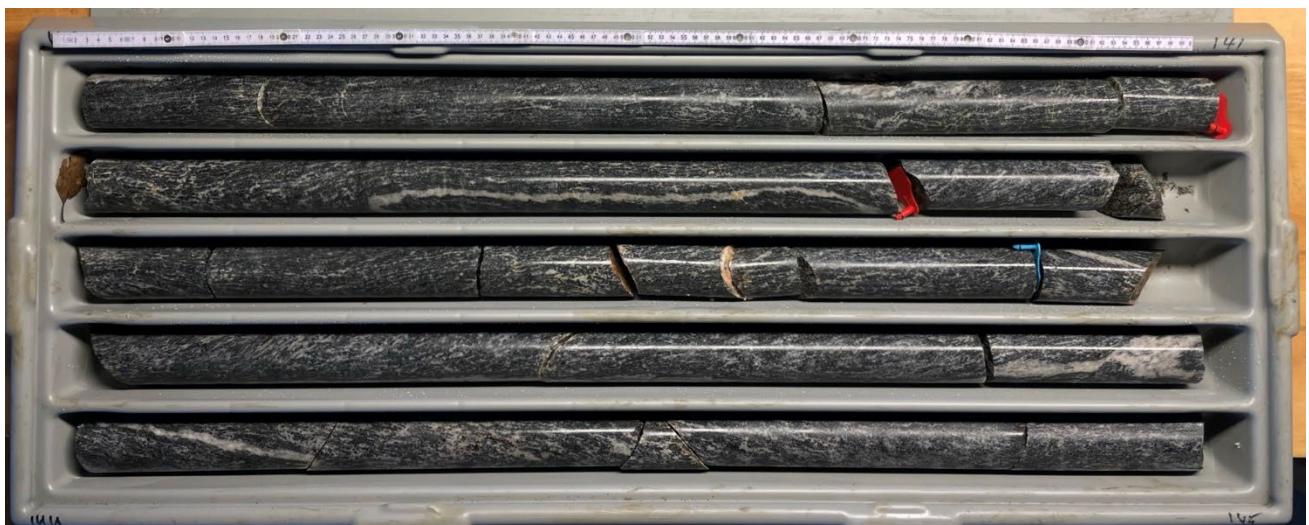


Foto 29: BH-1, 140–145 m



Foto 30: BH-1, 145–150 m

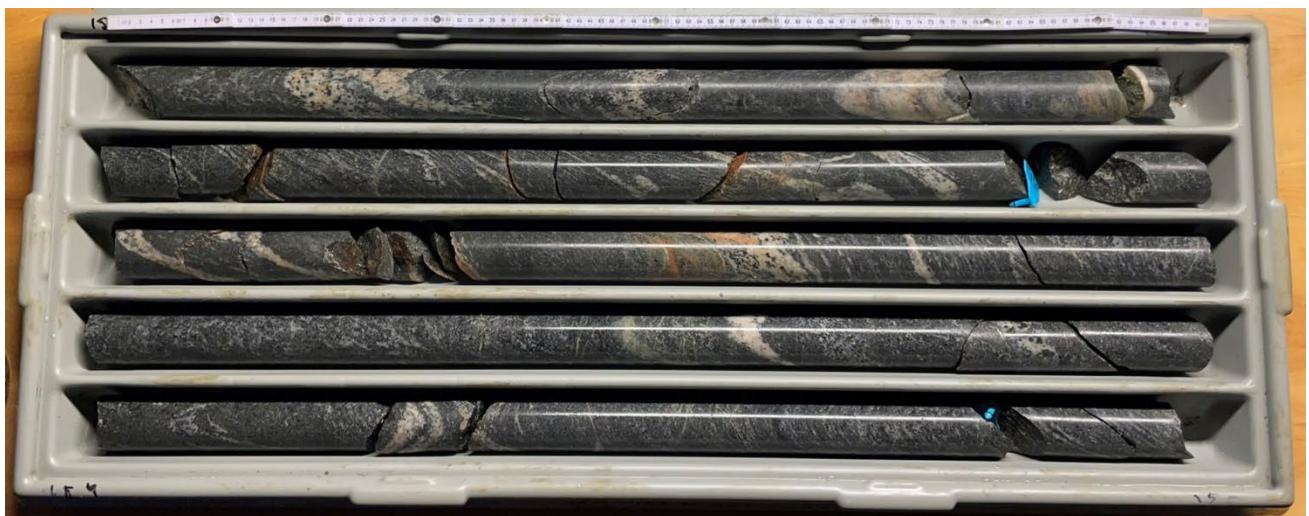


Foto 31: BH-1, 150–155 m



Foto 32: BH-1, 155–160 m



Foto 33: BH-1, 160–165 m



Foto 34: BH-1, 165–170 m



Foto 35: BH-1, 170–175 m



Foto 36: BH-1, 175–180 m

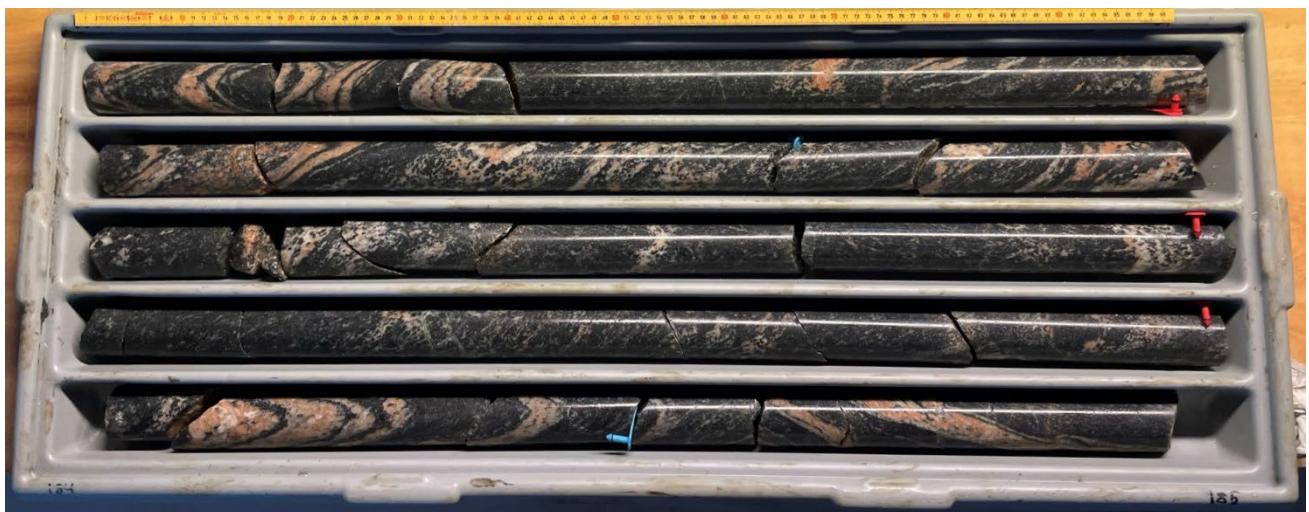


Foto 37: BH-1, 180–185 m

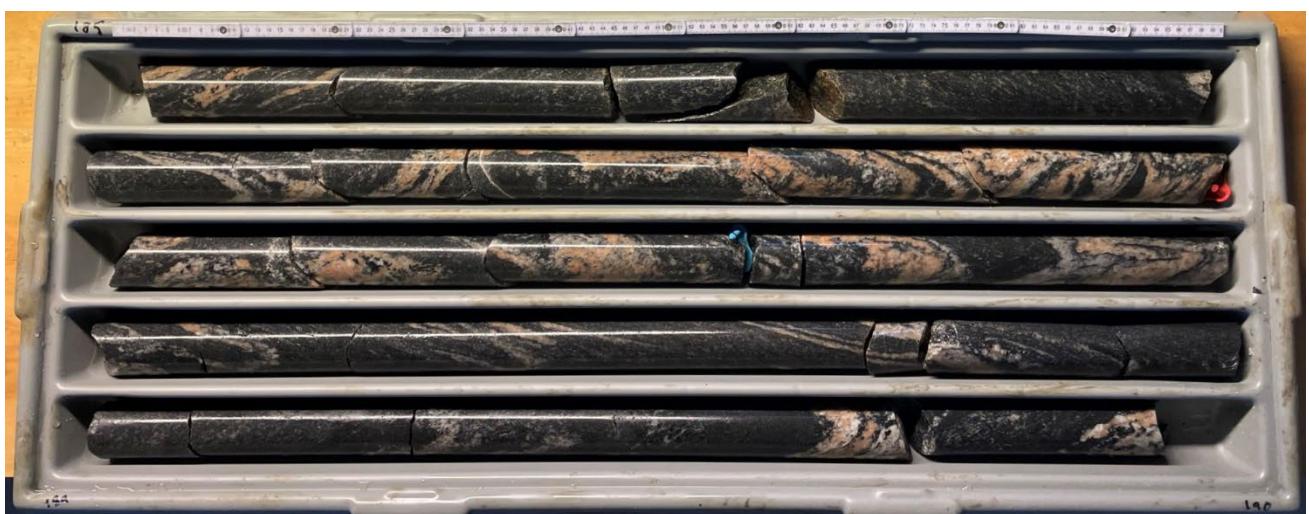


Foto 38: BH-1, 185–190 m

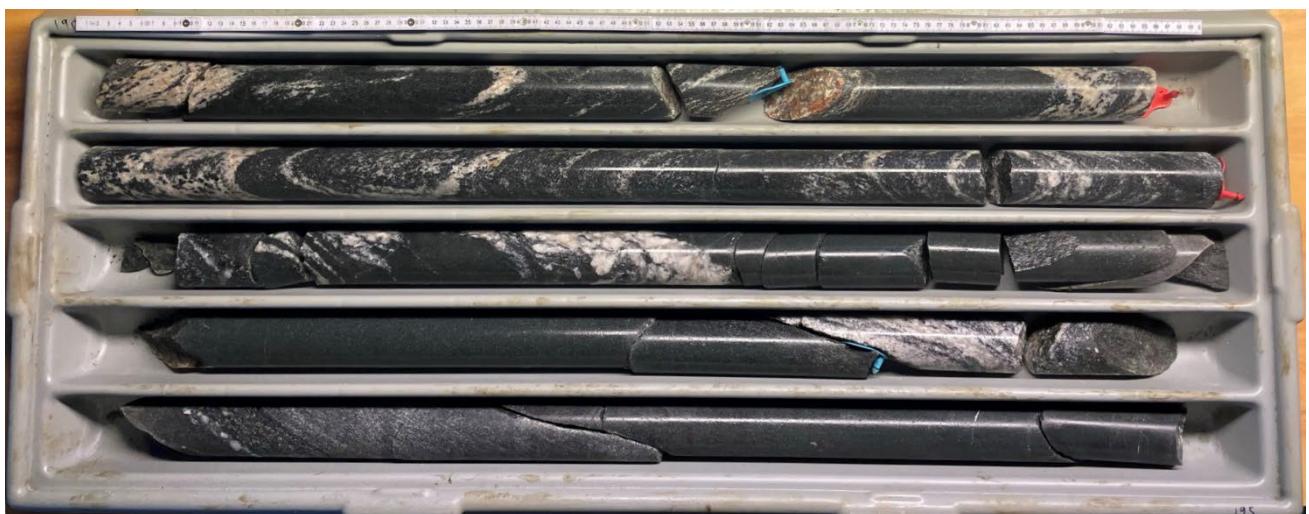


Foto 39: BH-1, 190–195 m

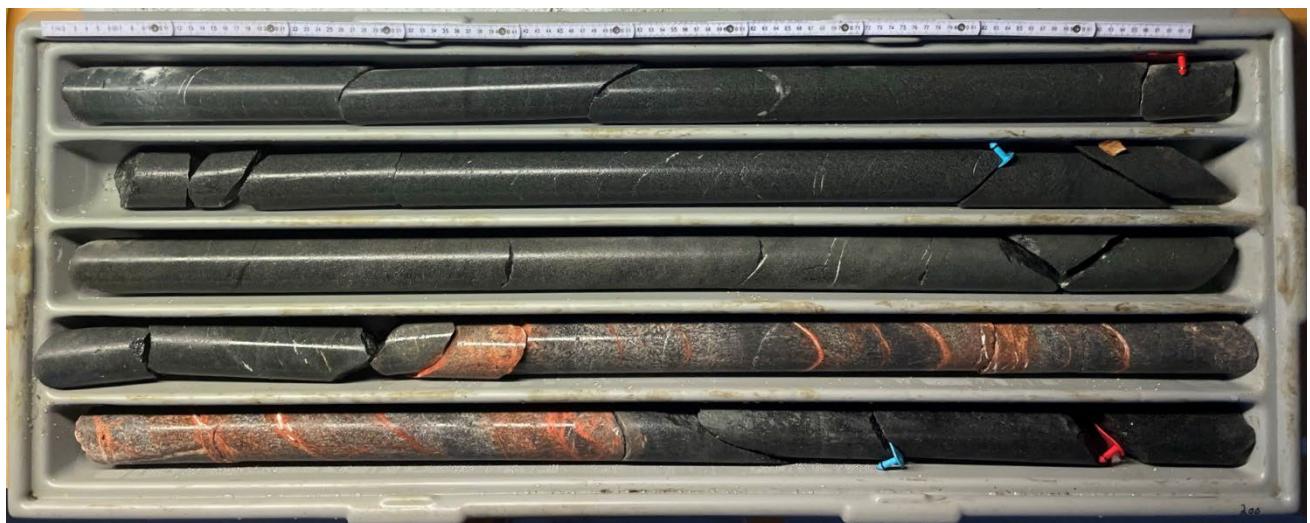


Foto 40: BH-1, 195–200 m

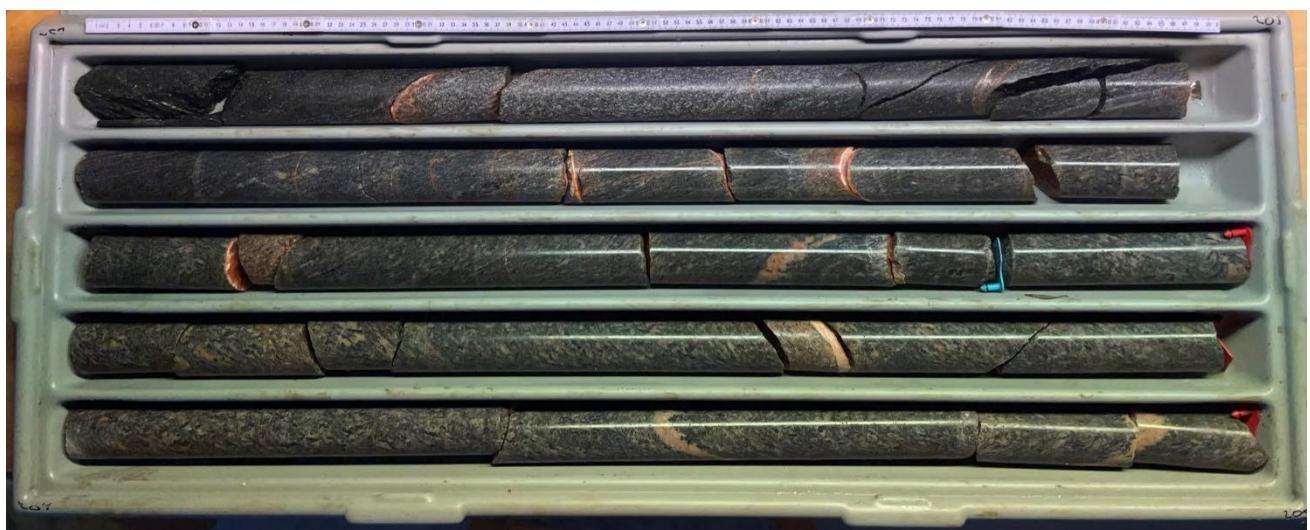


Foto 41: BH-1, 205–210 m



Foto 42: BH-1, 210–215 m

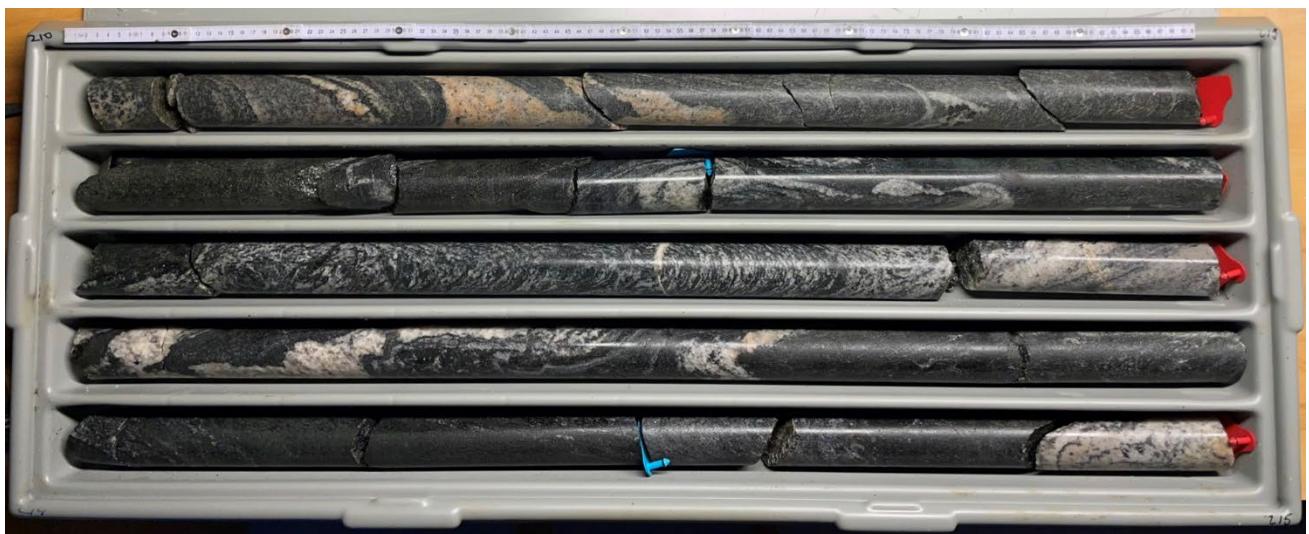


Foto 43: BH-1, 210–215 m

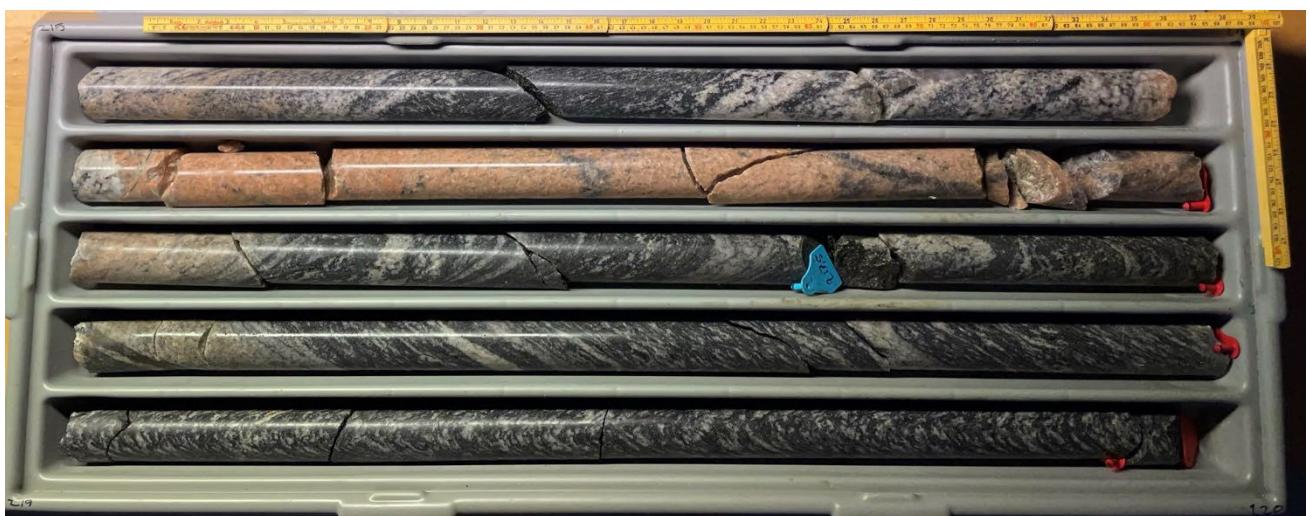


Foto 44: BH-1, 215–220 m



Foto 45: BH-1, 220–225 m

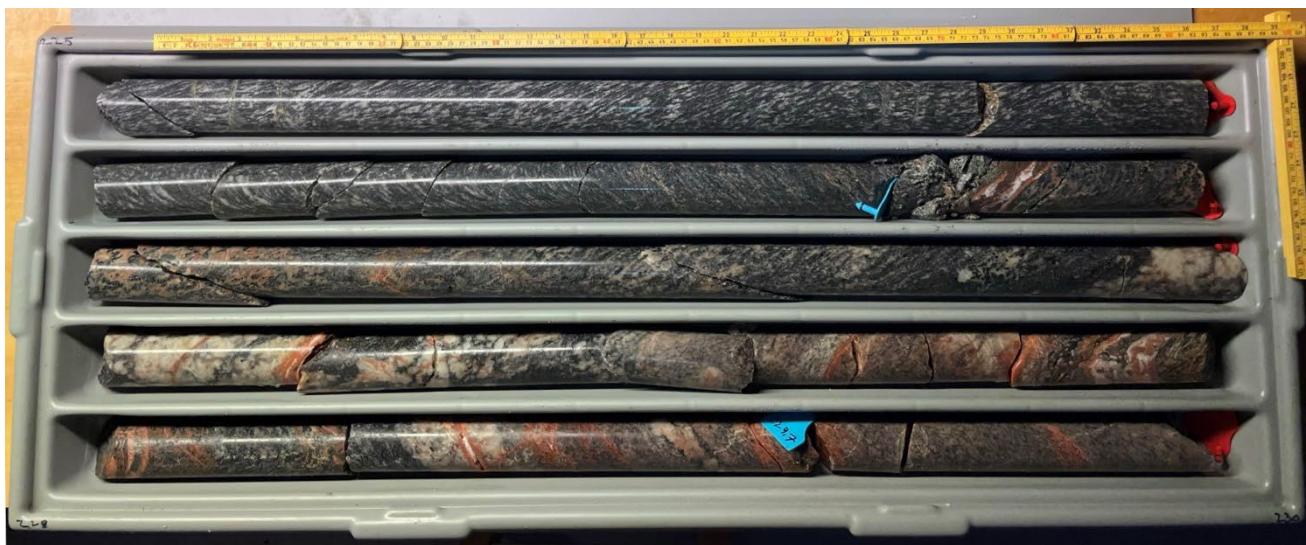


Foto 46: BH-1, 225–230 m



Foto 47: BH-1, 230–235 m



Foto 48: BH-1, 235–240 m



Foto 49: BH-1, 240–245 m



Foto 50: BH-1, 245–250 m



Foto 51: BH-1, 250–255 m

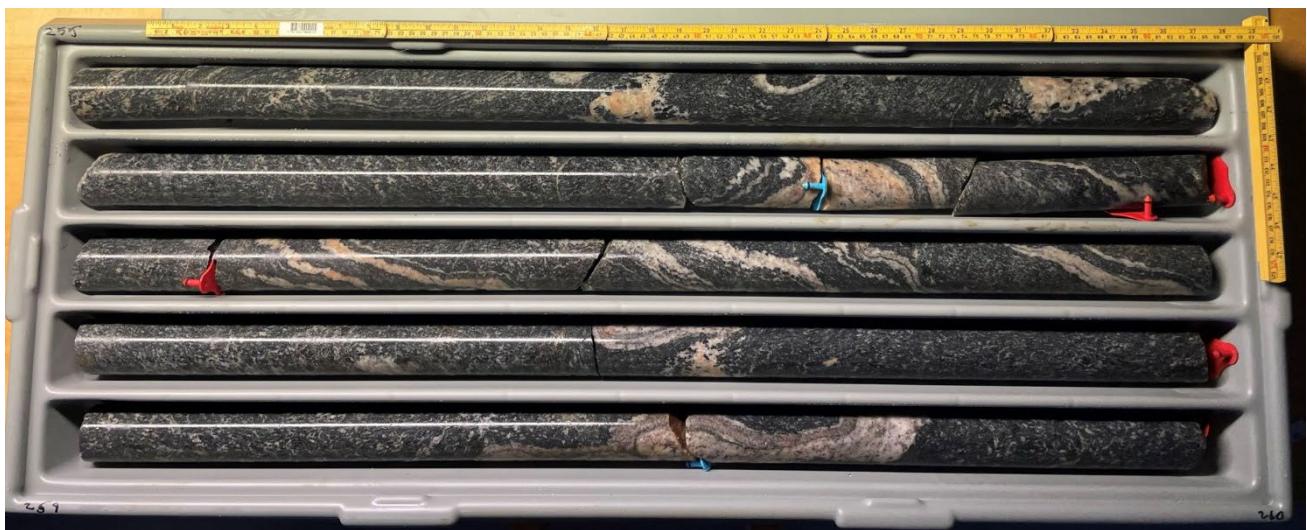


Foto 52: BH-1, 255–260 m

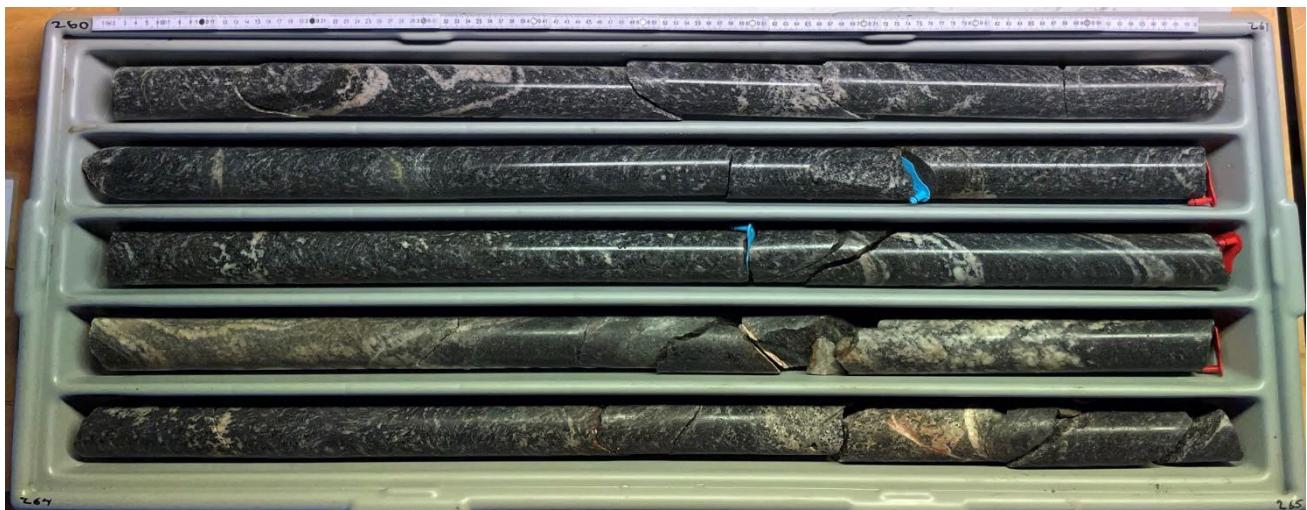


Foto 53: BH-1, 260–265 m

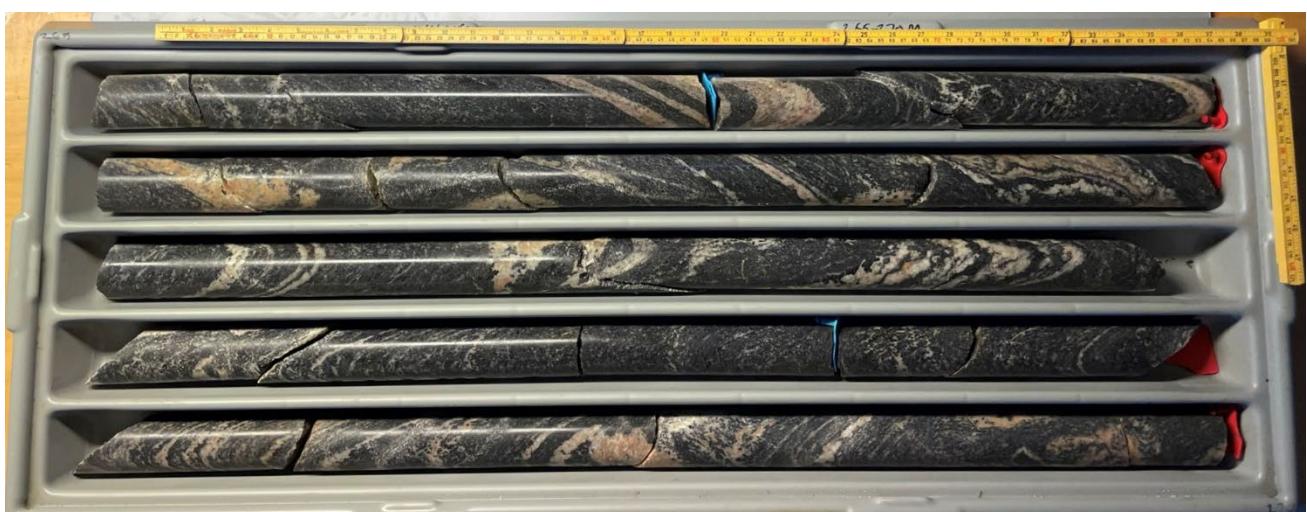


Foto 54: BH-1, 265–270 m

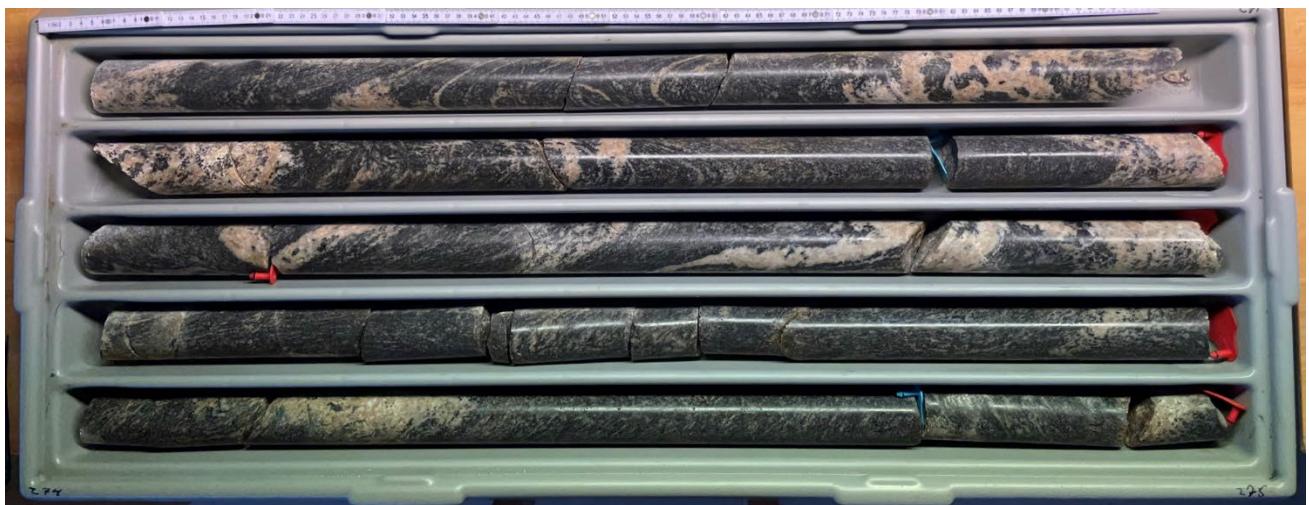


Foto 55: BH-1, 270–275 m

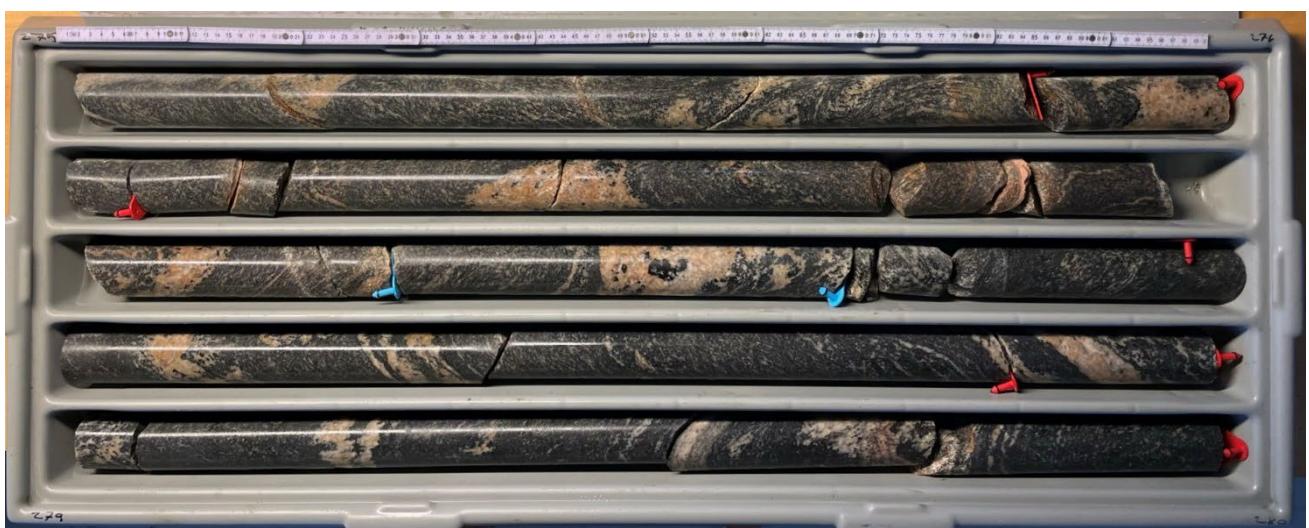


Foto 56: BH-1, 275–280 m



Foto 57: BH-1, 280–285 m

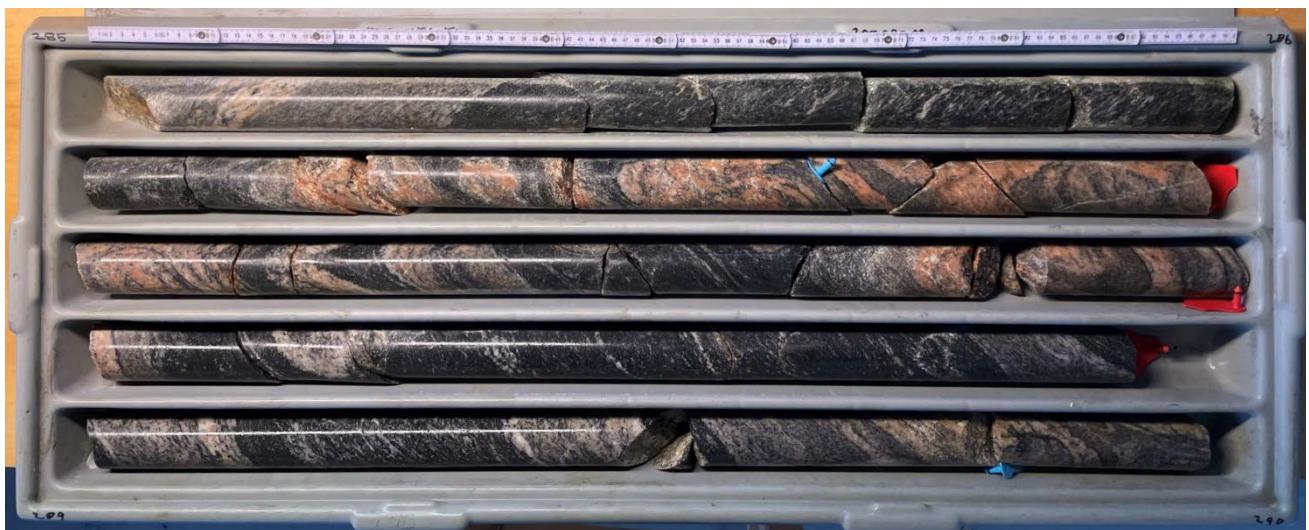


Foto 58: BH-1, 285–290 m



Foto 59: BH-1, 290–295 m

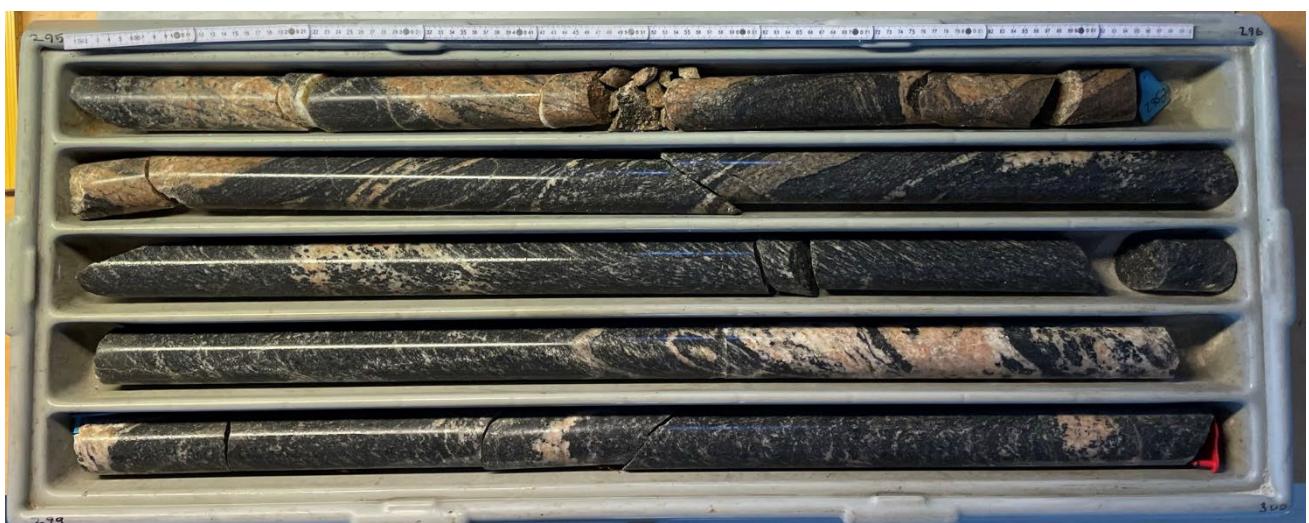


Foto 60: BH-1, 295–300 m

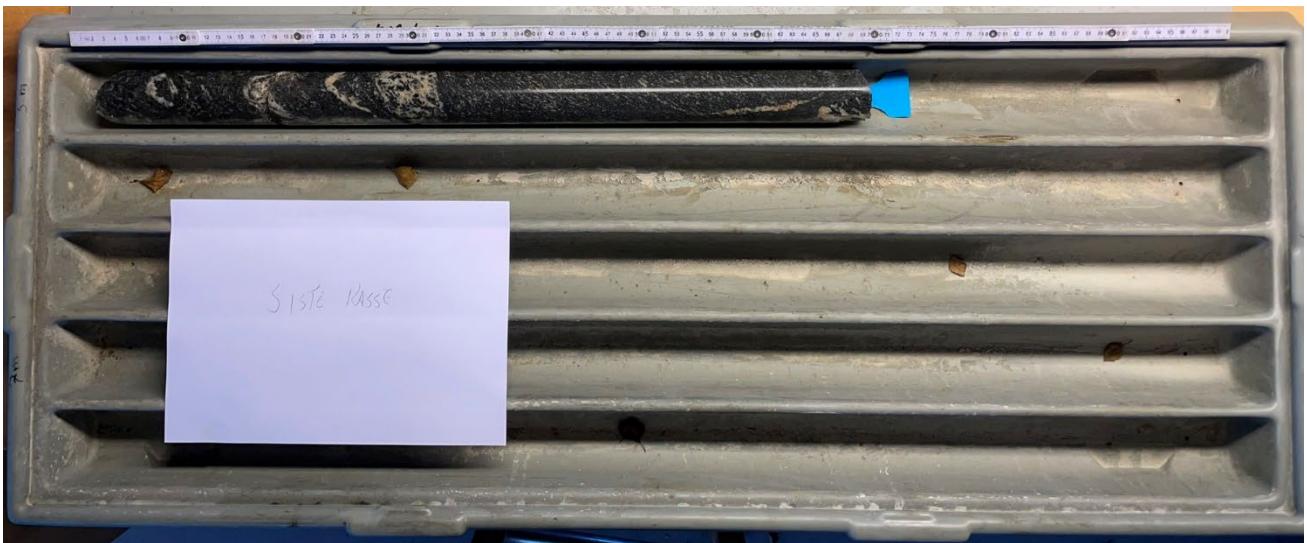


Foto 61: BH-1, 300–300,7 m (siste kasse)

AVM-20-G-RAP-002

Vedlegg 3: Avviksmåling

Survey Report

16453 Kvasnes Avløpsrenseanlegg

Survey ID		Survey Name	DeviShot_20221019_1541
Created	19.10.2022 15:51	Modified	19.10.2022 15:51
Location		Survey Run On	19.10.2022 15:51
Operator		Customer	
Tool	DeviShot	Serial nr.	1023
		Meas. Interval (s)	5

Recorded Data:

Depth	Az.	Incl.
6	295,57	-9,21
9	295,77	-9,2
12	295,81	-9,21
15	295,97	-9,21
18	295,37	-9,21
21	295,87	-9,21
24	295,63	-9,22
27	295,48	-9,21
30	293,74	-9,18
33	296,06	-9,15
36	296,31	-9,1
39	296,65	-9,1
42	296,23	-9,12
45	296,22	-9,12
48	291,58	-9,13
51	293,65	-9,16
54	293,55	-9,17
57	293,47	-9,17
60	296,31	-9,15
63	296,54	-9,14
66	296,33	-9,17
69	296,27	-9,23
72	296,87	-9,2
75	296,61	-9,16
78	296,43	-9,1
81	296,4	-9,06
84	296,52	-9,03
87	296,64	-9
90	296,7	-8,94
93	296,77	-8,89
96	296,72	-8,83
99	296,62	-8,84
102	296,7	-8,86
105	296,16	-8,9
108	296,35	-9,16
111	296,57	-9,26
114	296,92	-9,21
117	297	-9,15

120	297,22	-9,06
123	297,36	-9,04
126	297,38	-8,96
129	297,41	-8,89
132	297,44	-8,78
135	297,51	-8,74
138	297,59	-8,65
141	297,78	-8,59
144	297,74	-8,5
147	298,15	-8,42
150	298,45	-8,35
153	298,48	-8,3
156	298,5	-8,22
159	298,7	-8,15
162	298,7	-8,08
165	298,71	-8,04
168	298,69	-7,95
171	298,73	-7,88
174	298,66	-7,81
177	298,8	-7,77
180	298,42	-7,74
183	298,49	-7,6
186	298,55	-7,47
189	298,64	-7,36
192	298,77	-7,24
195	298,65	-7,11
198	298,79	-7,02
201	298,96	-6,95
204	299,04	-6,88
207	298,93	-6,8
210	298,98	-6,71
213	298,72	-6,63
216	298,47	-6,57
219	298,52	-6,52
222	299,8	-6,45
225	299,85	-6,38
228	299,97	-6,32
231	300,11	-6,28
234	300,57	-6,23
237	300,53	-6,2
240	299,6	-6,13
243	300,21	-6,1
246	299,97	-6,06
249	299,95	-6,03
252	300,18	-5,99
255	300,64	-5,95
258	300,32	-5,9
261	300,55	-5,86
264	301,07	-5,81
267	301,01	-5,75

270	300,6	-5,66
273	300,57	-5,61
276	300,33	-5,56
279	300,93	-5,59
282	301,04	-5,81
285	301,12	-5,9
288	301,19	-6,05
291	301,24	-6,08
294	301,25	-6,11
297	300,32	-6,11
299	301,53	-6,12
300	301,56	-6,13

AVM-20-G-RAP-002

Vedlegg 4: Borerapport

AVM-20-G-RAP-002_Vedlegg 4_Borerapport

ENTREPRENØRSERVICE
Anlegg: Kvasnes avløpsreinseanlegg
Oppdragsgiver: Multiconsult
Beliggenhet: Torvmyrvegen 4, 6037 Eidsnes
Borerigg: Diamec U8

Sak nr.: 16453
Hull nr.: K 01
Helning: -10°
Bore type: NQ2

30.09.2022
Borebas:AGU/MB/VP
Ø kjerne: 50,7mm

Dato	Krone type	Krone nr.	Boret			Boret betong m	Antall oppnak	Merknad	Borsynk	Vavn	Matelykk	Rotasjons- trykk	Merknad Kjernetap		
			frå	til	m				cm/min	farge	kN	bar	frå	til	cm
30.09.2022	Boart	Red	0	3,1	3,1		1	Kjerneboring før casingboring	5	grått	10	60-90			
30.09.2022	Juferma	2	0	2	2			Casingboring	7		10				
01.10.2022	Juferma	NCB	0	3,1	3,1	3,1		Sementboring							
01.10.2022	Boart	Red	3,1	37,6	34,5		14	kjb.mange sprekker ,stort vanntap til 12,6m	20-30	grått/hvitt	10-28	95-100			
								Støpt hull pga. stort vanntap.							
03.10.2022	Juferma	NCB	0	37,6	37,6	37,6		Sementboring							
03.10.2022	Boart	Red	37,6	61,6	24		8	oppssprukket fjell, lettborer	20-30	grått/hvitt	15-22	95-105			
04.10.2022	Juferma	NCB	0	14	14	14	14	Sementboring							
04.10.2022	Boart	Red	61,6	97,6	36		13	kjerneboring, oppsprukket,men fint fjell	20-30	grått/hvitt	20-27	100-155			
05.10.2022	Boart	Red	97,6	110,3	12,7		6	Kjernetap pga borteknisk feil	15-20	grått	15-28	105-155	111	112,3	130
08.10.2022	Boart	Yellow	110,3	115,7	5,4		6		15-20	grått	16-25	105-160			
10.10.2022	Boart	Yellow	115,7	139,7	24		9		10-20	grått/hvitt	12-21	110-160			
11.10.2022	Boart	Yellow	139,7	163,7	24		13	148,7-149m: Knust/sleppe 152,3: Oppspretk	10-20	Grått/rødt	13-20	110-165			
12.10.2022	Boart	Yellow	163,7	175,7	12		8	Vanninntregning i hull 163,7-166,4m	8-35	Grått	9-18	95-170	164	165,2	120
13.10.2022	Boart	Yellow	175,7	202,7	27		10	168-180: Oppspretk	12-20	Grått/rødt	18-22	115-170			
14.10.2022	Boart	Yellow	202,7	226,7	24		8	233,5: Knust	15-23	Grått	17-25	125-170			
15.10.2022	Boart	Yellow	226,7	256,7	30		11		18-25	Grått	17-21	130-170			
17.10.2022	Boart	Orange	256,7	277,4	20,7		8		18-25	Grått	18-22	135-175			
18.10.2022	Boart	Orange	277,4	286,7	9,3		7	Kjernetap pga innerrør ikke har vært i lås	18-25	Grått	17-22	135-175	283,4	284	60
19.10.2022	Boart	Orange	286,7	300,3	13,6		5	295,5: Knust	18-25	Grått	17-22	140-180			

20.10.2022

Gjenstøping/injisering av borehull. Packer for injeksjon satt på 15m for å unngå vanntap i starten av hull. Benyttet Sement Scan STD. 25kg sekker. Benyttet Putzmeister SP11 for injeksjon
Hullet fylt med 100kg Nonset 50 fra packer (15m) og til 0m for å tette hele hullet.

Mengde Trykk

1525kg 2-10bar Stoppet injisering ved 10 bar trykk da det ikke går inn mer mengde.

Vann ut av borhull 129 l/min 2 bar

Vann ut av borhull 129 l/min 1 bar

AVM-20-G-RAP-002

Vedlegg 5: Vanntapsmåling

Vanntapsmåling

KBH:	K 01	Sted:	Torvmyrvegen 4	Prosjekt:	16453
Dato:	20.10.2022	Oppdragsgiver:	Multiconsult	Signatur:	AGU/MB

Fra M	Til M	Liter 5 min/	Lengde i M /	Tid Min x10 /	Trykk Bar =	Lugeon
1,6	7,6	325	6	5	10	10,8333333
7,6	13,6	245	6	5	10	8,16666667
13,6	19,6	0	6	5	10	0
19,6	25,6	10	6	5	10	0,33333333
25,6	31,6	20	6	5	10	0,66666667
31,6	37,6	15	6	5	10	0,5
37,6	43,6	10	6	5	10	0,33333333
43,6	49,6	0	6	5	10	0
49,6	55,6	5	6	5	10	0,16666667
55,6	61,6	0	6	5	10	0
61,6	67,6	25	6	5	10	0,83333333
67,6	73,6	0	6	5	10	0
73,6	79,6	10	6	5	10	0,33333333
79,6	85,6	0	6	5	10	0
85,6	91,6	20	6	5	10	0,66666667
91,6	97,6	0	6	5	10	0
97,6	103,6	15	6	5	10	0,5
103,6	109,6	45	6	5	10	1,5
109,7	115,7	0	6	5	10	0
115,7	121,7	0	6	5	10	0
121,7	127,7	0	6	5	10	0
127,7	133,7	0	6	5	10	0
133,7	139,7	40	6	5	10	1,33333333
139,7	145,7	0	6	5	10	0
145,7	151,7	0	6	5	10	0
151,7	157,7	5	6	5	10	0,16666667
157,7	163,7	20	6	5	10	0,66666667
163,7	169,7	180	6	5	12	5
169,7	175,7	0	6	5	10	0
175,7	181,7	30	6	5	10	1
181,7	187,7	30	6	5	10	1
187,7	193,7	15	6	5	10	0,5
193,7	199,7	5	6	5	10	0,16666667
199,7	205,7	25	6	5	10	0,83333333
205,7	211,7	0	6	5	10	0
211,7	217,7	0	6	5	10	0
217,7	223,7	0	6	5	10	0
223,7	229,7	10	6	5	10	0,33333333
229,7	235,7	0	6	5	10	0
235,7	241,7	0	6	5	10	0
241,7	247,7	0	6	5	10	0
247,7	253,7	0	6	5	10	0
253,7	259,7	0	6	5	10	0
259,7	265,7	0	6	5	10	0
265,7	271,7	0	6	5	10	0
271,7	277,7	0	6	5	10	0
277,7	283,7	0	6	5	10	0
283,7	289,7	0	6	5	10	0
289,7	295,7	0	6	5	10	0
294,3	300,3	0	6	5	10	0

Lugeonverdi blir regnet ut på følgende måte ved å bruke denne formelen:

Lugeon verdi = V / L / T x 10 bars / P

Hvor: V = Totalt vanntap (liter); L = Måle lengde (meter); T = Tid (minuttter); P = Trykk (bar).

AVM-20-G-RAP-002

Vedlegg 6: SINTEF test rapport



SINTEF

Testrapport

Kongshaugstranda Renseanlegg

Undersøkelse av bergmekaniske egenskaper samt motstand mot knusing og slitasje.

Forfattere

Joakim L. Eggen, Kevin Aaserud Dahlen, Kjartan Følke

Rapportnr:

2022-12-09 -22125TSBM

Oppdragsgiver:

Multiconsult AS

SINTEF Community
Postadresse:
Postboks 4760 Torgarden
7465 Trondheim
Sentralbord: 40005100
info@sintef.no

Føretaksregister:
NO 919 303 808 MVA

Rapport

Kongshaugstranda Renseanlegg



EMNEORD:
Tilslagstesting, Los Angeles,
micro-Deval, UCS, E-modul,
Poisson

VERSJON

1.0

DATO

2022-12-09

FORFATTER

Joakim L. Eggen, Kevin Aaserud Dahlen, Kjartan Følke

OPPDAGSGIVER

Multiconsult AS

OPPDAGSGIVERS REFERANSE

Henki Ødegaard

PROSJEKTNRUMMER

102026821-125

ANTALL SIDER OG VEDLEGG:

18

SAMMENDRAG

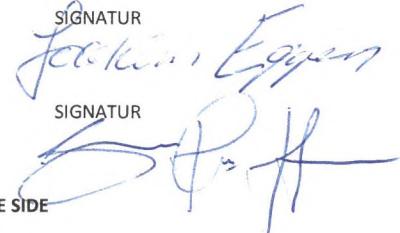
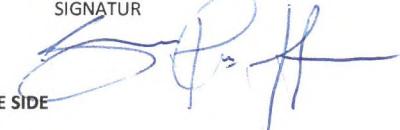
Det tilsendte prøvematerialet er analysert ved SINTEF Community, faggruppe for Berg- og geoteknikk for bestemmelse av:

- Los Angeles (LA)
- Micro-Deval (MD)
- Densitet
- Lydhastighet
- Enaksiell trykkfasthet
- E-modul og Poisson's forhold

Prøvematerialet er analysert i henhold til:

- NS-EN 1097-2 Prøvingsmetoder for mekaniske og fysiske egenskaper for tilslag, Del 2: Metoder for bestemmelse av motstand mot knusing
- NS-EN 1097-1 Prøvingsmetoder for mekaniske og fysiske egenskaper for tilslag, Del 1: Bestemmelse av motstand mot slitasje (micro-Deval)
- ISRM SM for bergmekanisk testing

UTARBEIDET AV
Joakim Leraand Eggen

SIGNATUR

SIGNATUR


GODKJENT AV
Simon Alexander Hagen



RAPPORTNRUMMER 22125TSBM **GRADERING** Fortrolig **GRADERING DENNE SIDE** Åpen

Innholdsfortegnelse

1	Oppsummering testresultat.....	3
2	Resultat densitet (ρ), lydhastighet (v_p), E-modul (E), Poisson's forhold (v), enaksiell trykkfasthet (σ_c) og bruddvinkel (β).....	4
3	Resultater Los Angeles	7
4	Resultater micro-Deval.....	9
5	Los Angeles metoden	11
6	Micro-Deval metoden	11
7	Foto av kjernemateriale mottatt for testing	12
8	Testutstyr ved Berglaboratoriet SINTEF/NTNU	14
8.1	Testutstyr brukt til bestemmelse av Los Angeles og Micro-deval	14
8.2	Preparering av kjerner for testing.....	15
8.3	Bilder av utstyr brukt til bestemmelse av E-modul, Poisson`s forhold og enaksiellstyrke....	16

1 Oppsummering testresultat

Tabell 1 viser gjennomsnittsverdier for de utførte testene på de mottatte prøvene. Prøvene ble levert som ferdig utborede kjerner til SINTEF av oppdragsgiver. Bergartsnavn var oppgitt av oppdragsgiver til å være granittisk gneis.

PROSJEKT NR: 102026821-125

LOKALITET: Kongshaugstranda Renseanlegg

Tabell 1 Gjennomsnittsverdier testresultat

PRØVE NR. (GITT AV SINTEF)	ENHET	1 BH-1-01, 191-192m	2 BH-1-02, 248-250m	3 BH-1-03, dyp 270-275m	4 BH-1-04, 117,5-118,5m	5 BH-1-05, dyp 65-70m
DENSITET (ρ)	kg/m ³	2783	2695	-	2814	-
LYDHASTIGHET (v_p)	m/s	5643	5374	-	5403	-
E-MODUL (E)	GPa	70,9	68,5	-	64,8	-
POISONS FORHOLD (v)	(tverr-kontrakksjonstall)	0,210	0,195	-	0,195	-
ENAKSIELL TRYKKFASTHET (σ_c)	MPa	182,7	278,8	-	215,2	-
BRUDDVINKEL (β)	gr °	21	21	-	22	-
GJENNOMSNITTSVERDIER						
MICRO DEVAL VERDI (MDE)		-	-	7,2	-	6,4
LOS ANGELES VERDI (LA)		-	-	19,6	-	17,8

Merknader:

- E-modul og Poisson's forhold er beregnet ved hjelp av tangent metoden iht. ISRM.
- Lydhastighet utført ved bruk av 54 kHz transducer.



Figur 1 Mottatt kjernekasse med prøver til UCS, E-mod og Poisson's forhold

2 Resultat densitet (ρ), lydhastighet (v_p), E-modul (E), Poisson's forhold (v), enaksiell trykkfasthet (σ_c) og bruddvinkel (β)

TEST METODE: ISRM Suggested Methods for Rock Testing

PRØVE ID:	1, BH-1-01, 191-192m	OPERATØR:	KFo
JOURNAL NR:	22125BM	TESTMASKIN:	Robcon/FTS
PROSJEKT NR:	102026821-125	DATO:	05.12.2022 til 07.12.2022
LOKALITET:	Kongshaugstranda Renseanlegg	VANNINNHOLD:	Uspesifisert
BERGART:	Granittisk gneis	LASTHASTIGHET:	0,5 MPa/s
LASTRETNING:	Parallelt med lagdeling	LAST E-MODUL:	45 MPa

PRØVE	DIAMETER	LENGDE	VEKT	TID	LENGDE/DIA. FORHOLD	DENSITET	LYDHASTIGHET	E-MODUL	POISSON'S FORHOLD	TRYKKFASTHET	BRUDDVINKEL	BRUDDTYPE
	Nr.	[mm]	[mm]	[g]	[μs]		[kg/m³]	[m/s]	[GPa]		[MPa]	[°]
01-1	50,65	125,95	700,62	21,9	2,49	2761	5751	73,7	0,198	208,0	23	Foliasjonsbrudd
01-2	50,65	125,95	696,62	21,9	2,49	2745	5751	75,3	0,194	216,1	21	Mangfoldig skjærbrudd
01-3	50,65	125,95	697,89	22,9	2,49	2750	5500	69,6	0,212	201,6	18	Foliasjonsbrudd
01-4	50,65	125,95	730,41	22,0	2,49	2878	5725	67,0	0,227	131,5	24	Foliasjonsbrudd
01-5	50,65	125,68	704,31	22,9	2,48	2781	5488	69,0	0,220	156,2	26	Foliasjonsbrudd
GJENNOMSNITT					2783	5643	70,9	0,210	182,7	21		
STD. AVVIK					55	136	3,4	0,014	36,9	4		

- MERKNADER:**
1. E-modul og Poisson's forhold er beregnet ved hjelp av Tangent metoden.
 2. Lydhastighet utført ved bruk av 54 kHz
 3. Foliasjonsbrudd på prøve 01-1 er ikke inkludert i gjennomsnittsverdi.

Bilder av prøver før og etter brudd



PRØVE ID: 2, BH-1-02, 248-250m **OPERATØR:** KFo
JOURNAL NR: 22125BM **TESTMASKIN:** Robcon/FTS
PROSJEKT NR: 102026821-125 **DATO:** 06.12.2022 til 08.12.2022
LOKALITET: Kongshaugstranda Renseanlegg **VANNINNHOLD:** Uspesifisert
BERGART: Granittisk gneis **LASTHASTIGHET:** 0,5 MPa/s
LASTRETNING: Parallelt med lagdeling **LAST E-MODUL:** 45 MPa

PRØVE	DIAMETER	LENGDE	VEKT	TID	LENGDE/DIA. FORHOLD	DENSITET	LYDHASTIGHET	E-MODUL	POISSON'S FORHOLD	TRYKKFASTHET	BRUDDVINKEL	BRUDDTYPE
												(visuell evaluering)
02-1	50,38	125,68	675,38	22,9	2,49	2696	5488	75,7	0,226	274,6	25	Skjærbrudd
02-2	50,38	125,68	677,54	23,9	2,49	2704	5259	66,6	0,190	293,8	20	Dobbeltskjærbrudd
02-3	50,38	125,68	674,06	23,4	2,49	2690	5371	66,6	0,193	263,7	20	Dobbeltskjærbrudd
02-4	50,38	125,78	675,42	23,4	2,50	2694	5375	69,0	0,185	290,4	19	Dobbeltskjærbrudd
02-5	50,38	125,78	674,72	23,4	2,50	2691	5375	64,4	0,180	271,7	23	Dobbeltskjærbrudd
GJENNOMSNITT						2695	5374	68,5	0,195	278,8	21	
STD. AVVIK						6	81	4,4	0,018	12,8	3	

MERKNADER:
 1. E-modul og Poisson's forhold er beregnet ved hjelp av Tangent metoden.
 2. Lydhastighet utført ved bruk av 54 kHz

Bilder av prøver før og etter brudd



PRØVE ID: 4, BH-1-04, 117,5-118,5m **OPERATØR:** KFo
JOURNAL NR: 22125BM **TESTMASKIN:** Robcon/FTS
PROSJEKT NR: 102026821-125 **DATO:** 06.12.2022 til 08.12.2022
LOKALITET: Kongshaugstranda Renseanlegg **VANNINNHOLD:** Uspesifisert
BERGART: Granittisk gneis **LASTHASTIGHET:** 0,5 MPa/s
LASTRETNING: Parallelt med lagdeling **LAST E-MODUL:** 45 MPa

PRØVE	DIAMETER	LENGDE	VEKT	TID	LENGDE/DIA. FORHOLD	DENSITET	LYDHASTIGHET	E-MODUL	POISSON'S FORHOLD	TRYKKFASTHET	BRUDDVINKEL	BRUDDTYPE
04-1	50,45	125,78	705,03	22,4	2,49	2804	5615	65,5	0,207	210,1	21	Mangfoldig skjærbrudd
04-2	50,45	125,78	706,88	22,9	2,49	2811	5493	66,6	0,188	221,9	20	Mangfoldig skjærbrudd
04-3	50,45	125,70	707,49	24,9	2,49	2816	5048	62,4	0,193	207,7	25	Mangfoldig skjærbrudd
04-4	50,45	125,70	708,02	23,4	2,49	2818	5372	66,0	0,196	218,1	21	Mangfoldig skjærbrudd
04-5	50,45	125,70	708,38	22,9	2,49	2819	5489	63,3	0,190	218,3	25	Mangfoldig skjærbrudd
GJENNOMSNITT						2814	5403	64,8	0,195	215,2	22	
STD. AVVIK						6	216	1,8	0,007	6,0	2	

- MERKNADER:**
 1. E-modul og Poisson's forhold er beregnet ved hjelp av Tangent metoden.
 2. Lydhastighet utført ved bruk av 54 kHz

Bilder av prøver før og etter brudd



3 Resultater Los Angeles

JOURNAL NR:	22125TSBM	DATO:	24.11.2022
OPPDRAKGIVER:	Multiconsult Norge AS	PRØVE NR:	3
OPERATØR:	KAD	PRØVE ID:	3, BH-1-03, dyp 270-275

FRAKSJONER	VEKT PRØVE [g]
10.0-12.5 mm	3250
12.5-14.0mm	1750
SUM	5000
VEKT ETTER FORSØK	VEKT PRØVE [g]
> 1.6 mm	4022
< 1.6 mm	978

Los Angeles Koeffisient (LA)	19.6
------------------------------	------



Prøve 3 merket " ID: "BH-1-03", dyp 270-275. LA/Mdv "

JOURNAL NR: 22125TSBM **DATO:** 24.11.2022
OPPDRAKGIVER: Multiconsult Norge AS **PRØVE NR:** 5
OPERATØR: KAD **PRØVE ID:** 5, BH-1-05, dyp 65-70

FRAKSJONER	VEKT PRØVE [g]
10.0-12.5 mm	3250
12.5-14.0mm	1750
SUM	5000

VEKT ETTER FORSØK	VEKT PRØVE [g]
> 1.6 mm	4111
< 1.6 mm	889

Los Angeles Koeffisient (LA)	17.8
-------------------------------------	-------------



Prøve 5 merket " ID: "BH-1-05", dyp 65-70. LA/Mdv "

4 Resultater micro-Deval

JOURNAL NR: 22125TSBM **DATO:** 24.11.2022
OPPDRAKTSGIVER: Multiconsult Norge AS **PRØVE NR:** 3
OPERATØR: KAD **PRØVE ID:** 3, BH-1-03, dyp 270-275

FRAKSJONER	VEKT PRØVE 1 [g]	VEKT PRØVE 2 [g]
10.0-12.5 mm (325 ± 1 g)	325	325
12.5-14.0mm (175 ± 1 g)	175	175
SUM	36	36
VEKT ETTER FORSØK	VEKT PRØVE 1 [g]	VEKT PRØVE 2 [g]
> 1.6 mm	464	464
< 1.6 mm	36	36
MICRO-DEVAL KOEFFISIENT	7,2	7,2
MIDDELVERDI		7,2



Prøve 3 merket "ID: "BH-1-03", dyp 270-275. LA/Mdv"

JOURNAL NR: 22125TSBM **DATO:** 24.11.2022
OPPDRAKTSGIVER: Multiconsult Norge AS **PRØVE NR:** 5
OPERATØR: KAD **PRØVE ID:** 5, BH-1-05, dyp 65-70

FRAKSJONER	VEKT PRØVE 1		VEKT PRØVE 2
	[g]	[g]	[g]
10.0-12.5 mm (325 ± 1 g)	325		325
12.5-14.0mm (175 ± 1 g)		175	175
SUM	500		500

VEKT ETTER FORSØK	VEKT PRØVE 1		VEKT PRØVE 2
	[g]	[g]	[g]
> 1.6 mm	470		466
< 1.6 mm		30	34

MICRO-DEVAL KOEFFISIENT	6,0	6,8
MIDDELVERDI		6,4



Prøve 5 merket "ID:"BH-1-05", dyp 65-70. LA/Mdv "

5 Los Angeles metoden

Los Angeles metoden sier noe om motstandsevnen et tilslag har mot nedknusing, og simulerer påkjenningen tilslaget utsettes for i en vei. Testen utføres ved at tilslaget tromles 500 omdreininger sammen med 11 stålkuler med diameter mellom 45 og 49 mm. i en hastighet mellom 31 og 33 omdreininger per minutt. LA-verdien er prosent gjennomgående materiale på et 1,6 mm sikt. Lav LA verdi kan indikere god motstand mot knusing.

Los Angeles koeffisient er oppgitt ved følgende formel:

$$LA = \frac{5000 - m}{50}$$

LA = Los Angeles koeffisient

m = masse igjen på 1,6 mm sikt

6 Micro-Deval metoden

Micro-Deval metoden sier noe om motstandsevnen et tilslag har mot slitasje. Testen utføres ved at tilslaget tromles 12 000 omdreininger med en fart på ca. 100 omdreininger per minutt sammen med 5000 ± 5 g stålkuler med diameter på $10 \pm 0,5$ mm. Micro-Deval verdien er prosent gjennomgående materiale på et 1,6 mm sikt. Lav micro-Deval verdi kan indikere god motstand mot slitasje.

Micro-Deval koeffisient er oppgitt ved følgende formel:

$$M_{DE} = \frac{500 - m}{5}$$

M_{DE} = Micro-Deval koeffisient

m = masse igjen på 1,6 mm sikt

7 Foto av kjernemateriale mottatt for testing



Mottatt kjernekasse med prøver til UCS, E-mod og Poisson's forhold merket ID: "BH-1-01", dyp 191-192.
UCS/E-mod, BH-1-02 ", dyp 248-250. UCS/E-mod og BH-1-04", dyp 117,5-118,5. UCS/E-mod"



Prøve 3 merket " ID: "BH-1-03", dyp 270-275. LA/Mdv"



Prøve 5 merket "ID: "BH-1-05", dyp 65-70. LA/Mdv"

8 Testutstyr ved Berglaboratoriet SINTEF/NTNU

8.1 Testutstyr brukt til bestemmelse av Los Angeles og Micro-deval



MATEST *Los Angeles* apparatur



MATEST *micro-Deval* apparatur

8.2 Preparerings av kjerner for testing



MAS VO32 Kjerneboremaskin og Kaspo plansliper.



Pundit lab brukt til bestemmelse av lydhastighet, Mettler Toledo vekt og Mitutoyo skyvelære/høydemåler/planhetsmåler.

8.3 Bilder av utstyr brukt til bestemmelse av E-modul, Poisson`s forhold og enakssiellstyrke.



"Robcon" hydraulisk presse og datalogging for spenning-tøyningskurver brukt for bestemmelse av E-modul, Poisson`s forhold, enakssiell trykkfasthet og strekkfasthet (Brazililianer).



"FORM + TEST Prøfsystem, Alpha 3-2000S og Delta 6-100" hydraulisk presse og datalogging for spenningskurver brukt for bestemmelse av Enaksiell trykkfasthet, bøyestrekkfasthet, punktlast og brazilianer.

Teknologi for et bedre samfunn



ANALYSERAPPORT

Ordrenummer	: NO2224918	Side	: 1 av 5
Kunde	: Multiconsult Norge AS	Prosjekt	: Kvasnes Renseanlegg
Kontakt	: Henki Ødegaard	Prosjektnummer	: Referanse: Christian Havnegjerde
Adresse	: Skansekai 3a 6002 Ålesund Norge	Prøvetaker	: ----
Epost	: henki.oedegaard@multiconsult.no	Dato prøvemottak	: 2022-11-28 13:15
Telefon	: ----	Analysedato	: 2022-12-04
COC nummer	: ----	Dokumentdato	: 2022-12-14 08:20
Tilbuds- nummer	: OF211599	Antall prøver mottatt	: 2
		Antall prøver til analyse	: 2

Om rapporten

Forklaring til resultatene er gitt på slutten av rapporten.

Denne rapporten erstatter enhver foreløpig rapport med denne referansen. Resultater gjelder innleverte prøver slik de var ved innleveringstidspunktet. Alle sider på rapporten har blitt kontrollert og godkjent før utsendelse.

Denne rapporten får kun gjengis i sin helhet, om ikke utførende laboratorium på forhånd har skriftlig godkjent annet. Resultater gjelder bare de analyserte prøvene.

Hvis prøvetakingstidspunktet ikke er angitt, prøvetakingstidspunktet vil bli default 00:00 på prøvetakingsdatoen. Hvis datoer ikke er angitt, blir default dato satt til dato for prøvemottak angitt i klammer uten tidspunkt.

Kommentarer

Prøve(r) NO2224918-002: På grunn av lite eluat ble analysen fortyntnet (108mL / 216mL).

Resultater for andre analyser er vedlagt i separat vedlegg nr. 1 til analyserapporten for arbeidsordre NO2224918.

Prøve(r) NO2224918/002, metode W-METMSFX - Rapporteringense økt på grunn av matriksinterferens.

Underskrivere	Posisjon
Torgeir Rødsand	DAGLIG LEDER

Laboratorium	: ALS Laboratory Group avd. Oslo	Nettside	: www.alsglobal.no
Adresse	: Drammensveien 264 0283 Oslo Norge	Epost	: info.on@alsglobal.com

AVM-20-G-RAP-002

Vedlegg 7: ALS test rapport



Analyseresultater

Submatriks: BYGNINGSMATERIALE		Kundes prøvenavn		BH-1-06 Ristetest							
		Prøvenummer lab		NO2224918001							
		Kundes prøvetakningsdato		2022-11-28 00:00							
Parameter	Resultat	MU	Enhet	LOR	Analysedato	Metode	Utf. lab	Acc.Key			
Analysen ristetest											
Mengde innveid	80.1	----	g	0.1	2022-12-06	S-PPL24INE	PR	a ulev			
Volum eluat L/S = 10	500	----	mL	0.1	2022-12-06	S-PPL24INE	PR	a ulev			
Volum tilsatt	800	----	mL	0.1	2022-12-06	S-PPL24INE	PR	a ulev			
Fysikalsk											
Tørrstoff ved 105 grader	99.9	± 6.02	%	0.10	2022-12-04	S-DRY-GRCI	PR	a ulev			
Temperatur	21.0	----	°C	0.5	2022-12-06	S-PPL24INE	PR	a ulev			
pH	8.10	----	-	1.00	2022-12-06	S-PPL24INE	PR	a ulev			
Ledningsevne (konduktivitet)	4.20	----	mS/m	0.10	2022-12-06	S-PPL24INE	PR	a ulev			
Totale elementer/metaller											
As (Arsen)	<0.010	----	mg/kg TS	0.010	2022-12-07	W-METMSFX1	PR	a ulev			
Ba (Barium)	0.446	± 0.04	mg/kg TS	0.010	2022-12-07	W-METMSFX2	PR	a ulev			
Cd (Kadmium)	<0.0020	----	mg/kg TS	0.0020	2022-12-07	W-METMSFX1	PR	a ulev			
Cr (Krom)	<0.050	----	mg/kg TS	0.050	2022-12-07	W-METMSFX1	PR	a ulev			
Cu (Kopper)	0.021	± 0.002	mg/kg TS	0.010	2022-12-07	W-METMSFX2	PR	a ulev			
Hg (Kvikksølv)	<0.00010	----	mg/kg TS	0.00010	2022-12-07	W-HG-AFSFX	PR	a ulev			
Mo (Molybden)	<0.010	----	mg/kg TS	0.010	2022-12-07	W-METMSFX1	PR	a ulev			
Ni (Nikkel)	<0.030	----	mg/kg TS	0.030	2022-12-07	W-METMSFX1	PR	a ulev			
Pb (Bly)	<0.010	----	mg/kg TS	0.010	2022-12-07	W-METMSFX1	PR	a ulev			
Sb (Antimon)	<0.010	----	mg/kg TS	0.010	2022-12-07	W-METMSFX1	PR	a ulev			
Se (Selen)	<0.010	----	mg/kg TS	0.010	2022-12-07	W-METMSFX1	PR	a ulev			
Zn (Sink)	0.090	± 0.009	mg/kg TS	0.020	2022-12-07	W-METMSFX2	PR	a ulev			
Anioner											
Klorid (Cl-)	8.46	± 1.27	mg/kg TS	0.60	2022-12-07	W-ANI-ENV	PR	a ulev			
Fluorid (F-)	0.71	± 0.11	mg/kg TS	0.20	2022-12-07	W-ANI-ENV	PR	a ulev			
Sulfat (SO4)	12.3	± 1.84	mg/kg TS	0.60	2022-12-07	W-ANI-ENV	PR	a ulev			
Fysikalsk											
Fenolindeks	<0.05	----	mg/kg TS	0.05	2022-12-08	W-PHI-CFA	CS	a ulev			
Andre analyser											
Løst organisk karbon (DOC)	10.2	± 2.04	mg/kg TS	5.0	2022-12-07	W-DOC-IR	PR	a ulev			
Suspendert stoff	50	± 6.50	mg/kg TS	20	2022-12-07	W-TSS-GR	PR	a ulev			



Submatriks: BYGNINGSMATERIALE

Kundes prøvenavn

BH-1-06
Kolonnetest
L/S=0.1

Prøvenummer lab
 Kundes prøvetakningsdato

NO2224918002
 2022-11-28 00:00

Parameter	Resultat	MU	Enhet	LOR	Analysedato	Metode	Utf. lab	Acc.Key
Tørrstoff								
Tørrstoff ved 105 grader	99.9	± 6.02	%	0.10	2022-12-09	S-DRY-GRCI	PR	a ulev
Prøvepre-preparerings								
Gjennomsnittlig flow (ikke akkreditert)	13.0	----	mL/h	0.1	2022-12-09	S-PPLPER	CS	a ulev
Høyde av materiale i kolonnen (ikke akkreditert)	28.0	----	cm	0.1	2022-12-09	S-PPLPER	CS	a ulev
Indre diameter i kolonnen (ikke akkreditert)	5.0	----	cm	0.1	2022-12-09	S-PPLPER	CS	a ulev
Mengde tørt materiale i kolonne (ikke akkreditert)	913	----	g	0.1	2022-12-09	S-PPLPER	CS	a ulev
pH av første 15 mL	9.05	----	--	1.00	2022-12-09	S-PPLPER	CS	a ulev
pH av rest L/S=0.1	8.85	----	--	1.00	2022-12-09	S-PPLPER	CS	a ulev
Temperatur av rommet (ikke akkreditert)	20 ±5	----	°C	0.5	2022-12-09	S-PPLPER	CS	a ulev
Fysikalsk								
pH-verdi	8.95	---	--	1.00	2022-12-09	S-PPLPERS	CS	a ulev
Elektrisk konduktivitet	302	----	µS/cm	10	2022-12-09	S-PPLPERS	CS	a ulev
Totale elementer/metaller								
As (Arsen)	<0.0050	----	mg/L	0.0010	2022-12-12	W-METMSFX1	PR	a ulev
Ba (Barium)	0.166	± 0.02	mg/L	0.0010	2022-12-12	W-METMSFX2	PR	a ulev
Cd (Kadmium)	<0.00050	----	mg/L	0.00050	2022-12-12	W-METMSFX1	PR	a ulev
Cr (Krom)	<0.0050	----	mg/L	0.0050	2022-12-12	W-METMSFX1	PR	a ulev
Cu (Kopper)	<0.0250	----	mg/L	0.0010	2022-12-12	W-METMSFX2	PR	a ulev
Hg (Kvikksølv)	0.000088	± 0.000009	mg/L	0.000010	2022-12-12	W-HG-AFSFX	PR	a ulev
Mo (Molybden)	<0.0250	----	mg/L	0.0010	2022-12-12	W-METMSFX1	PR	a ulev
Ni (Nikkel)	0.0093	± 0.0009	mg/L	0.0030	2022-12-12	W-METMSFX1	PR	a ulev
Pb (Bly)	0.0015	± 0.0001	mg/L	0.0010	2022-12-12	W-METMSFX1	PR	a ulev
Sb (Antimon)	0.0032	± 0.0003	mg/L	0.0010	2022-12-12	W-METMSFX1	PR	a ulev
Se (Selen)	<0.0050	----	mg/L	0.0010	2022-12-12	W-METMSFX1	PR	a ulev
Zn (Sink)	0.0852	± 0.008	mg/L	0.0020	2022-12-12	W-METMSFX2	PR	a ulev
Anioner								
Klorid (Cl-)	12.4	± 1.86	mg/L	0.500	2022-12-12	W-ANI-ENV	PR	a ulev
Fluorid (F-)	0.921	± 0.14	mg/L	0.020	2022-12-12	W-ANI-ENV	PR	a ulev
Sulfat (SO4)	57.2	± 8.58	mg/L	0.500	2022-12-12	W-ANI-ENV	PR	a ulev
Fysikalsk								
Suspendert stoff	<10.0	----	mg/L	5.0	2022-12-12	W-TSS-GR	PR	a ulev
Fenolindeks	<0.005	----	mg/L	0.005	2022-12-13	W-PHI-CFA	CS	a ulev
Andre analyser								
Løst organisk karbon (DOC)	2.74	± 0.55	mg/L	0.50	2022-12-12	W-DOC-IR	PR	a ulev



Dette er slutten av analyseresultatdelen av analysesertifikatet

Kort oppsummering av metoder

Analysemetoder	Metodebeskrivelser
W-PHI-CFA	CZ_SOP_D06_07_066 (CSN EN ISO 14402, CSN EN 16192, SKALAR company methodology) Bestemmelse av fenol spektrofotometrisk ved CFA.
S-DRY-GRCI	CZ_SOP_D06_01_045 (CSN ISO 11465, CSN EN 12880, CSN EN 14346), CZ_SOP_D06_07_046 (CSN ISO 11465, CSN EN 12880, CSN EN 14346, CSN 46 5735) Bestemmelse av tørrstoff gravimetrisk og bestemmelse av vanninnhold ved utregning fra målte verdier.
W-ANI-ENV	CZ_SOP_D06_02_068 (CSN EN ISO 10304-1, CSN EN 16192) Bestemmelse av løst fluorid, klorid, nitritt, bromid, nitrat og sulfat ved IC og bestemmelse av nitritt-N og nitrat-N og sulfat-S ved utregning fra målte verdier inkludert utregning av total mineralisering.
W-DOC-IR	CZ_SOP_D06_02_056 (CSN EN 1484, CSN EN 16192, SM 5310) Bestemmelse av totalt organisk karbon (TOC), løst organisk karbon (DOC), totalt uorganisk karbon (TIC) og totalt karbon (TC) ved IR-deteksjon.
W-HG-AFSFX	CZ_SOP_D06_02_096 (US EPA 245.7, CSN EN ISO 178 52, CSN EN 16192, prøver opparbeidet i henhold til CZ_SOP_D06_02_J02 kap. 10.1 og 10.2.) Bestemmelse av Kvikksølv ved Fluorescens-spektrometri.
W-METMSFX1	CZ_SOP_D06_02_002 (US EPA 200.8, CSN EN ISO 17294-2, US EPA 6020A, CSN 75 7358) - Bestemmelse av elementer ved MS med ICP og støkometriske utregninger av konsentrasjonen til aktuelle forbindelser fra målte verdier inkludert utregning av total mineralisering og kalkulering av summen Ca+Mg. Prøven ble fiksert med salpetersyre før analyse.
W-METMSFX2	CZ_SOP_D06_02_002 (US EPA 200.8, CSN EN ISO 17294-2, US EPA 6020A, CSN 75 7358) - Bestemmelse av elementer ved MS med ICP og støkometriske utregninger av konsentrasjonen til aktuelle forbindelser fra målte verdier inkludert utregning av total mineralisering og kalkulering av summen Ca+Mg. Prøven ble fiksert med salpetersyre før analyse.
W-TSS-GR	CZ_SOP_D06_02_070 (CSN EN 872, CSN 757350) Bestemmelse av tørt suspendert stoff og glødet suspendert stoff gravimetrisk og bestemmelse av glødetap av suspendert stoff og totalt faststoff ved utregning fra målte verdier (glassmikrofiberfilter av porestørrelse 1,5 µm - Environmental Express).

Prepareringsmetoder	Metodebeskrivelser
S-LPER-A	CZ_SOP_D06_07_087 (CSN P CEN/TS 14405, CSN ISO 10523, CSN 75 7342, CSN EN 27888) Bestemmelse av pH, temperatur og ledningsevne (konduktivitet) ved kolonnetest.
*S-PPHOM10	CSN EN 12457-4 Sikting og knusing av prøve med kornstørrelse < 10 mm.
S-PPLPER	CZ_SOP_D06_07_087 (CSN P CEN/TS 14405, CSN ISO 10523, CSN 75 7342, CSN EN 27888) Bestemmelse av pH, temperatur og ledningsevne (konduktivitet) ved kolonnetest.
S-PPLPERS	CZ_SOP_D06_07_087 (CSN P CEN/TS 14405, CSN ISO 10523, CSN 75 7342, CSN EN 27888) Bestemmelse av pH, temperatur og ledningsevne (konduktivitet) ved kolonnetest.
*S-LS10-A	CSN EN 12457-2 Karakterisering av avfall - Eluering - Utlekingstest av granulert avfall, materialer og slam - Part 2: Ett-stegs test ved væske to solid ratio 10 l/kg for prøvemateriale med partikelstørrelse under 4 mm (uten or med størrelsesreduksjon).
*S-PPHOM4	CZ_SOP_D06_07_P01 Prøvepreparering av faste prøver for analyse (knusing, kverning og pulverisering).
S-PPL24INE	CZ_SOP_D06_07_P03 Prøvepreparering av eluat 1:10 fra fast stoff, soils, avfall (basert på DIN 38414 S4, ÖNORM S2072, EN 12457-2, att. no. 4 MZP no. 383/2001 a MP MZP 12/2002). Liquid to Solid ratio var 10:1.



Noter: **LOR** = Rapporteringsgrenser representerer standard rapporteringsgrenser for de respektive parameterne for hver metode. Merk at rapporteringsgrensen kan bli påvirket av f.eks nødvendig fortynning grunnet matriksinterferens eller ved for lite prøvemateriale

MU = Måleusikkerhet

a = A etter utøvende laboratorium angir akkreditert analyse gjort av ALS Laboratory Norway AS

a ulev = A ulev etter utøvende laboratorium angir akkreditert analyse gjort av underleverandør

* = Stjerne før resultat angir ikke-akkreditert analyse.

< betyr mindre enn

> betyr mer enn

n.a. – ikke aktuelt

n.d. – Ikke påvist

Måleusikkerhet:

Måleusikkerhet skal være tilgjengelig for akkrediterte metoder. For visse analyser der dette ikke oppgis i rapporten, vil dette oppgis ved henvendelse til laboratoriet.

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

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

Utførende lab

	Utførende lab
CS	Analysene er utført av: ALS Czech Republic, s.r.o., Bendlova 1687/7 Ceska Lipa 470 01
PR	Analysene er utført av: ALS Czech Republic, s.r.o., Na Harfe 336/9 Prague 9 - Vysocany 190 00



Attachment no. 1 to the certificate of analysis of the work order NO2224918

Sample label: Lab. ID:		BH-1-06 Ristetest NO2224918001
Leachate (L/S 10) - the basic parameters		L/S 10
Analyses (parameters)	Unit	Values
Dry matter @ 105°C	[%]	99.9
Mass of Analytical Sample	[g]	80.1
Volume of Leach L/S = 10	[mL]	500
Volume of Water added for Leach L/S = 10	[mL]	800
pH	--	8.10
Electrical Conductivity @ 25°C	[mS/m]	4.20
Temperature	°C	21.0

Calculated results in "mg/l", i.e. the amounts leached out from the sample in the first stage (L/S ratio 10)

Analyses (parameters)	Unit	L/S 10	
		Values	MU %
DOC	mg/L	1.02	± 32
Phenol Index	mg/L	<0.00500	-
Cl ⁻	mg/L	0.846	± 29
F ⁻	mg/L	0.0710	± 29
TSS	mg/L	5.00	± 28
SO4 ²⁻	mg/L	1.23	± 29
Sb	mg/L	<0.00100	-
As	mg/L	<0.00100	-
Ba	mg/L	0.0446	± 27
Cd	mg/L	<0.000200	-
Cu	mg/L	0.00210	± 27
Cr	mg/L	<0.00500	-
Pb	mg/L	<0.00100	-
Hg	mg/L	<0.0000100	-
Mo	mg/L	<0.00100	-
Ni	mg/L	<0.00300	-
Se	mg/L	<0.00100	-
Zn	mg/L	0.00900	± 27

Test method specification: ČSN EN 12457-2 Characterisation of waste - Leaching – Compliance test for leaching of granular waste materials and sludges - Part 2: One stage batch test at a liquid to solid ratio of 10 L/kg for materials with particle size below 4 mm

MU % = Measurement uncertainty in relative per cents is expressed as an expanded measurement uncertainty with coverage factor k = 2, representing 95% confidence level.

The end of result part of the attachment the certificate of analysis

*Attachment no. 1 to the certificate of analysis for work order NO2224918***Analytical Results – Leaching test according to the standard CSN EN 14405
“Characterization of waste – Leaching behavior tests –
Up-flow percolation test (under specified conditions)”**

Laboratory ID of the analysed sample:

NO2224918002

Client's ID of the analysed sample:

BH-1-06 Kolonnetest**Sample preparation:**

The tested material was crushed below 4 mm and after homogenization the aliquot part was used to fill the column according to the standard CSN EN 14405.

General information about the experiment

The column has been used with the inner diameter:	5.0	cm
Dry matter content:	99.9	%
Amount of wet sample in the column:	913.9	g
Amount of dry sample in the column:	913	g
Height of the tested sample in the column:	28.0	cm
The experiment has been carried out at room temperature:	22.4	°C
Average flow (permitted range = 10.6 – 13.9 mL/h)	13.0	mL/h

Measurements in the eluates

Laboratory ID	L/S ratio	L/S ratio removed	L/S acceptable range	Volume of eluate[mL]	pH	T [°C]	EC [μ S/cm]
NO2224918002	0.100	0.118	0.08 – 0.12	108	8.95	22.4	302

Removal of the eluates (L/S ratio removed in the permitted range)

Comments	pH of the first 15 mL	9.05
	pH of the rest eluate L/S = 0.10:	8.85
<i>Equilibrium achieved (the difference of pH values above is less than 0.5)</i>		

Concentration of pollutants in the eluate L/S=0.10

Analyte	Fraction 0.00 - 0.10 [μ g/L]
Dissolved Organic Carbon	2740
Phenol Index	<5.00
Chloride	12400
Fluoride	921
Suspended solids dried at 105 °C	<10000
Sulphate as SO ₄ 2-	57200
Cadmium	<0.500
Lead	1.50
Arsenic	<5.00
Chromium	<5.00
Nickel	9.30
Molybdenum	<25.0
Antimony	3.20
Selenium	<5.00
Barium	166
Copper	<25.0
Zinc	85.2
Mercury	0.0880

*Attachment no. 1 to the certificate of analysis for work order NO2224918*

Analytical Results - Leaching test according to the standard CSN EN 14405
“Characterization of waste – Leaching behavior tests –
Up-flow percolation test (under specified conditions)”

Cumulative amount leached out of the sample for L/S ratio 0.100

L/S =	0.10
Analyte (parameter)	mg/kg DW
DOC	0.324
Phenol Index	0-0.000591
Chloride	1.47
Fluoride	0.109
Suspended solids dried at 105 °C	0-1.18
Sulphate as SO ₄ 2-	6.77
Cadmium	0-0.0000591
Lead	0.000177
Arsenic	0-0.000591
Chromium	0-0.000591
Nickel	0.00110
Molybdenum	0-0.00296
Antimony	0.000379
Selenium	0-0.000591
Barium	0.0196
Copper	0-0.00296
Zinc	0.0101
Mercury	0.0000104

L/S =	0.10
Analyte	µg/kg DW
DOC	324
Phenol Index	0-0.591
Chloride	1470
Fluoride	109
Suspended solids dried at 105 °C	0-1180
Sulphate as SO ₄ 2-	6770
Cadmium	0-0.0591
Lead	0.177
Arsenic	0-0.591
Chromium	0-0.591
Nickel	1.10
Molybdenum	0-2.96
Antimony	0.379
Selenium	0-0.591
Barium	19.6
Copper	0-2.96
Zinc	10.1
Mercury	0.0104

Remarks:

DOC - Dissolved Organic Carbon; TSS - Suspended solids dried at 105 °C

All the leaching column tests as well as the chemical analyses were performed in ALS Czech Republic, s.r.o.

When there is only 1 value reported in the “cumulative amount table” above, it means that the concentration of this parameter in this fraction was greater than limit LOR.

If there the interval of concentrations is reported it means that the concentration of the involved parameter was less than LOR value. The lower value of the interval was evaluated using “zero concentration 0.000 µg/L” for the involved parameter and the upper value of the interval was evaluated using the value of reported limit (LOR) for the involved parameter.

When the lower value of the interval is zero it means that the concentration of the involved parameter was “less than LOR” in this fraction L/S = 0-0.10.

The end of result part of the attachment the certificate of analysis