


**Vurdering av
områdestabilitet ved
regulering av boligfelt
på Botnaneset i
Masfjorden kommune**



Sunnfjord Geo Center

Prosjektinformasjon og status

Prosjektnummer:	Dokumentkode:	Dokumentnr.:	Dokumenttittel:
2022-12-382	GT-H30-M03-00	00r	Vurdering av områdestabilitet ved regulering av boligfelt på Botneset i Masfjorden kommune
Revisjon:	Beskrivelse:	Leveransedato:	
0	Internt godkjent rapport, sendt til uavhengig kvalitetssikring	12.12.2023	
1	Revidert etter uavhengig kvalitetssikring	05.01.2024	
2	Revidert etter uavhengig kvalitetssikring	23.01.2024	
Kontraktør:		Kontaktinformasjon:	
 Sunnfjord Geo Center		Sunnfjord Geo Center AS Stongfjordvegen 577 6984 Stongfjorden Tlf.: 577 31 900 E-post: post@sunnfjordgeocenter.no Organisasjonsnummer: 998 899 834 MVA	
Fagområde:	Dokumenttype:	Lokalitet:	
Geoteknikk, områdestabilitet	Rapport	Botneset – Masfjorden	
HMS-risikovurdering før feltarbeid:	Dato for risikovurdering	Hendelse/avvik meldt:	
Risikogruppe 1	17.04.2023	Nei	
Feltarbeid utført av:	Dato for feltarbeid:	Signatur:	
Ramin Jalali	18.04.2023	Ramin Jalali (sign.)	
Rapport utarbeidet av:	Dato for ferdigstilling:	Signatur:	
Rev 0: Reza Alikarami	30.11.2023	Reza Alikarami (sign.)	
Rev 1: Reza Alikarami	05.01.2024	Reza Alikarami (sign.)	
Rev 1: Reza Alikarami	22.01.2024	Reza Alikarami (sign.)	
Sidemannskontroll gjennomført av:	Godkjent, dato:	Signatur:	
Rev 0: Andrews Omari	11.12.2023	Andrews Omari (sign.)	
Rev 0: Alice Hestad Vie	04.12.2023	Alice Hestad Vie (sign.)	
Rev 1: Andrews Omari	05.01.2024	Andrews Omari (sign.)	
Rev 2: Andrews Omari	23.01.2024	Andrews Omari (sign.)	

Sammendrag

Sunnfjord Geo Center (SGC) er engasjert av Abo Plan & Arkitektur AS v/ Mathilde Ilper Johnsen for å gjennomføre en vurdering av områdestabilitet i forbindelse med en reguleringsplan for et nytt boligfelt, fortau langs fylkesveg, omlegging av avkjørsel mot Botnaneset og eksisterende parkering ved båthavnen på Botnaneset i Masfjorden kommune. Tiltakskategori er vurdert til å være **K4** for nytt boligfelt og **K1** for fortau langs fylkesveg og omlegging av avkjørsel iht. Tabell 3.2 i Norges vassdrags- og energidirektorat sin veileder *Sikkerhet mot kvikkleireskred*. Dette fordi det er et tiltak som medfører større tilflytting/personopphold, samt tiltak som gjelder viktige samfunnsfunksjoner.

Løsmassekartet fra Norges Geologiske Undersøkelse (NGU) viser at tiltaksområdet ligger under marin grense, på usammenhengende eller tynt morenedekke over berggrunnen. Det er ikke markert marine leiravsetninger i eller i område rundt.

SGC har identifisert 13 kritiske skråninger innenfor tiltaksområdet, som la grunnlaget for befaring og videre grunnundersøkelser.

For å dokumentere grunnforholdene ble det utført bonitering, prøvegraving og totalsondering med tilhørende prøveopptak. Norconsult AS har gjennomført de geotekniske boringene. Det ble tatt prøver fra dybder med lav boremotstand, og lab-resultatene viste at dette hadde innhold av sprøbuddmateriale.

Etter befaringen og grunnundersøkelsene ble det konkludert med at 4 kritisk skråning i tiltaksområdet ligger innenfor mulige løseområder eller utløpsområder og kan føre til kvikkleireskred. Disse kritiske skråningene går gjennom tiltaksområdet og strekker seg opp mot fast fjell i dagen, eller strekker seg ned mot fast fjell i dagen til sjøen/fjorden, eller ned mot Amundsbotnen.

Det er kartlagt tre faresoner Botnaneset 1, Botnaneset 2 og Botnaneset 3 med lav faregrad. Skadekonsekvensklassen er *mindre alvorlig* for faresoner Botnaneset 1 og Botnaneset 2, og *alvorlig* for faresone Botnaneset 3. Risikoklasse er satt til 2 for faresoner Botnaneset 1, 1 til faresone Botnaneset 2, og 3 for faresone Botnaneset 3.

SGC har utført stabilitetsberegninger for tre av de fire kritiske skråningene. Stabilitetsberegningene viser tilstrekkelig stabilitet for områdeskred ved alle terrengprofilene. Beregningene viser at udrenert og drenert stabilitet av dagens situasjon samt etter gjennomføring av tiltaket gir sikkerhetsfaktor som er større enn kravet.

Områdestabilitet er ivaretatt for både K4-tiltak for nytt boligfelt og **K1-tiltak** for fortau langs fylkesveg og omlegging av avkjørsel. Lokalstabilitet av veiutvidelse er ikke vurdert.

Da denne vurderingen av et K4 tiltak avslutter ved steg 10 i prosedyren er det krav til uavhengig kvalitetssikring av dette notatet. Det er ikke behov for uavhengig kvalitetssikring for etablering av fortau langs fylkesveg og omlegging av avkjørsel som er et K-1 tiltak. Kvalitetssikring gjennomføres internt i foretaket.

Tabell 1: Prosedyre for utredning av områdeskred, hentet fra Tabell 3.1. i *Sikkerhet mot kvikkleireskred, 1/19*.

Prosedyre for utredning av områdeskredfare		
Steg	Beskrivelse	Merknad
1	Undersøk om det finnes registrerte faresoner	Utført
2	Avgrens områder med mulig marin leire	Utført
3	Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred	Utført
4	Bestem tiltakskategori	Utført
5	Gjennomgang av grunnlag – identifikasjon av kritiske skråninger og mulig løsneområde	Utført
6	Befaring	Utført
7	Gjennomfør grunnundersøkelser	Utført
8	Vurder aktuelle skredmekanismer og avgrens løsne- og utløpsområder	Utført
9	Klassifiser faresoner	Utført
10	Dokumenter tilfredsstillende sikkerhet	Utført
11	Meld inn faresoner og grunnundersøkelser	Utført

Innholdsfortegnelse

1. Innledning.....	1
2. Regelverk og krav for prosjektet.....	2
2.1 Relevante regelverk.....	2
2.2 Sikkerhetskrav.....	2
2.3 Kvalitetssikring.....	3
3. Grunnlag – identifikasjon av kritiske skråninger og potensielt løsneområde	4
3.1 Topografiske kart	4
3.2 Kwartærgeologiske kart og marin grense.....	6
3.3 Oppsummering av tidligere utførte grunnundersøkelser	7
3.4 Identifikasjon av skråninger og mulig løsneområde.....	8
3.5 Beskrivelse av eksisterende kartlagt kvikkleiresone	9
4. Befaring	10
5. Grunnundersøkelser.....	15
5.1 Bonitering.....	15
5.2 Graving.....	15
5.3 Feltundersøkelser	15
5.4 Kvalitet på grunnundersøkelser.....	16
6. Aktuelle skredmekanismer og avgrensning av faresone	17
6.1 Aktuelle skredmekanismer	17
6.2 Løsneområde.....	17
6.3 Utløpsområde	19
6.4 Avgrensning av faresone Botneset 1	19
6.5 Avgrensning av faresone Botneset 2	20
6.6 Avgrensning av faresone Botneset 3	21
7. Klassifisering av faresone.....	22
7.1 Faresone Botneset 1.....	22
7.2 Faresone Botneset 2.....	24
7.3 Faresone Botneset 3.....	26
8. Krittisk snitt og materialparametere	28
8.1 Opptegning av krittiske snitt	28
8.2 Lagdeling og beliggenhet av sprøbruddmateriale	28
8.3 Laster.....	28
8.4 Grunnvannstand og poretrykksforhold.....	28
8.5 Tolkning av konsolideringsforhold	28
8.6 Tolkning av skjærfasthet	28
9. Stabilitetsvurderinger.....	30
9.1 Materialparametere	30
9.2 Stabilitetsberegninger for de krittiske skråningene	31
10. Konklusjon	33

11. Referanser 34

Tabell 2: Vedleggs- og tegningsoversikt.

Vedleggsoversikt			
Vedlegg nr.	Tittel	Sider	
Vedlegg 1	Tegningsforklaring (for geotekniske kart og profiler)	4 sider	
Vedlegg 2	Borpunktoversikt	1 side	
Vedlegg 3	Tolkning av CPTu, hull 3	9 sider	
Vedlegg 4A	Stabilitetsberegning, terrengprofil A-A, Dagens situasjon	1 side	
Vedlegg 4	Stabilitetsberegning, terrengprofil A-A, Med tiltak-veg	1 side	
Vedlegg 5A	Stabilitetsberegning, terrengprofil C-C, Dagens situasjon	1 side	
Vedlegg 5	Stabilitetsberegning, terrengprofil C-C, Med tiltak-veg	1 side	
Vedlegg 6	Stabilitetsberegning, terrengprofil F-F	1 side	
Tegninger			
Nr.	Tittel	Målestokk	Format
T01	Oversiktskart	1:1000	A3
T01A	Plankart utkast 23.10.2023	1:1000	A0
T02	Terrengprofil A-A	1:200	A0
T03	Terrengprofil C-C	1:200	A0
T04	Terrengprofil F-F	1:200	A0

1. Innledning

Sunnfjord Geo Center er engasjert av Abo Plan & Arkitektur AS v/ Mathilde Ilper Johnsen for å gjennomføre en vurdering av områdestabilitet i forbindelse med en reguleringsplan for et nytt boligfelt, fortau langs fylkesveg, omlegging av avkjørsel mot Botnenseset og eksisterende parkering ved båthavnen på Botnenseset i Masfjorden kommune. Det skal reguleres for fortau langs fylkesvegen fra eksisterende fortau ved Sandnes skole og sør mot avkjøring til boligfelt ved Bjørkeneset. Foreløpig er det vurdert at fortau legges på østsiden av veien fra skolen og ned til innkjøring til Botnenseset. Herfra og sørover er det ikke avklart hvilken side fortauet skal ligge på. Det skal reguleres for omlegging av avkjørsel mot boligområdet. Eksisterende parkering ved båthavnen skal vurderes utvidet. Parkering til boliger skjer innenfor boligområdet. Det planlegges for konsentrerte boliger, rekkehus/flermannsboliger i 2-3 etasjer på byggeområdet. Tegning, T01A viser et planforslag utarbeidet av ABO Plan & Arkitekt.

Tiltakskategori er vurdert til å være **K4** siden dette er et tiltak som medfører større tilflytting/personopphold (nytt boligfelt) og **K1** for fortau langs fylkesveg og omlegging av avkjørsel.

Denne rapporten er utarbeidet etter NVE sin veileder *Sikkerhet mot kvikkleireskred* (Ref-1), og tar for seg steg 1-10 i prosedyren.



Figur 1: Kart som viser plassering av tiltaksområdet. Kilde: www.norgeskart.no.

2. Regelverk og krav for prosjektet

2.1 Relevante regelverk

Vurdering av områdestabilitet er underlagt Plan- og bygningsloven som er en norsk lov for forvaltning og bruk av arealer i Norge. I Plan og bygningsloven §28-1 omtales byggegrunn og miljøforhold (Ref-2). Underlagt denne loven ligger byggeteknisk forskrift TEK17 §7-3 som beskriver krav til sikkerheten mot naturfare for nye byggverk (Ref-3) og TEK17 §10-2 som beskriver konstruksjonssikkerhet (Ref-4).

For vurdering av sikkerhet mot områdeskred benyttes veilederen til NVE *Sikkerhet mot kvikkleireskred* (Ref-1) som er bygget på Plan- og bygningsloven og de byggetekniske forskriftene som omtalt over. Denne vurderingen følger prosedyren i tabell 3.1 i kapittel 3.2 i NVEs veileder.

Andre relevante veiledere, standarder og håndbøker blir referert til videre i rapporten om de er benyttet i denne utredningen.

2.2 Sikkerhetskrav

Sikkerhetskrav i NVEs veileder for sikkerhet mot kvikkleireskred avhenger av tiltakskategori og faregrad i eventuell kvikkleiresone.

Det skal kartlegges for mulighet for etablering av tiltak som medfører større tilflytting/personopphold, slik at tiltakskategorien er **K4** og **K1-tiltak** for fortau langs fylkesveg og omlegging av avkjørsel.

Krav til sikkerhet oppfylles hvis tiltaket ikke forverrer stabiliteten. Erosjon som kan utløse skred som kan ramme tiltaket må forebygges.

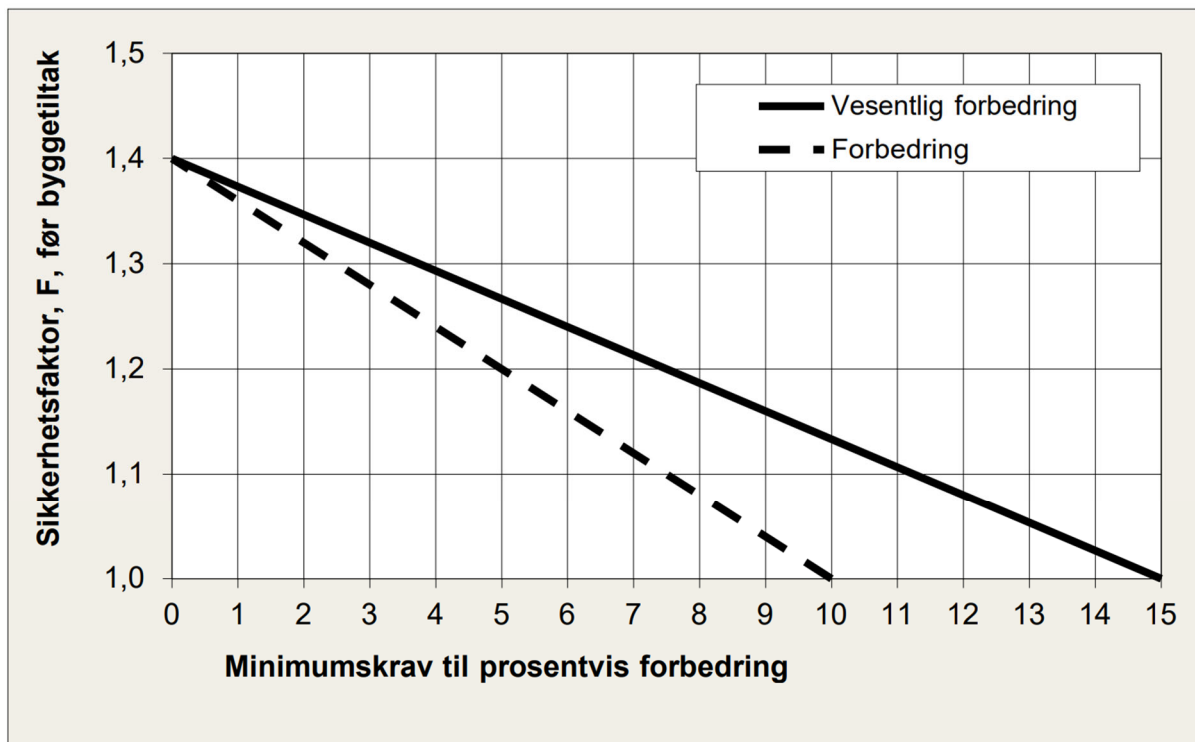
Hvis tiltaket forverrer stabiliteten skal det kreves absolutt sikkerhetsfaktor $F_{cu} \geq 1,40 \cdot f_s$ og $F_{c\phi} \geq 1,25$, hvor f_s er sprøhetsforholdet som korrigerer for sprøbruddeffekt i de udrenerte beregningene.

For tiltak som ikke forverrer stabiliteten er kravet til sikkerhet $F_{cu} \geq 1,40$ og $F_{c\phi} \geq 1,25$. Erosjon som kan utløse skred som kan ramme tiltaket må forebygges.

For skråninger i faresonen som ligger utenfor influensområdet til tiltaket, gjelder krav til sikkerhet $F_{c\phi} \geq 1,25$, samt krav til robusthet $F_{cu} \geq 1,20$. Ved lavere sikkerhet og/eller robusthet skal $F_{c\phi}$ og F_{cu} økes prosentvis. Prosentvis forbedring kan bare oppnås ved bruk av topografiske endringer og/eller ved bruk av lette masser.

Tabell 3: Krav til forbedring av sikkerhetsfaktor, tabell 3.3 i NVEs veileder (Ref-1).

Tiltakskategori	Lav faregrad	Middels faregrad	Høy faregrad
K3	Ikke forverring	Forbedring	
K4	Forbedring		Vesentlig forbedring



Figur 2: Krav til prosentvis forbedring av sikkerhetsfaktor, F_{cu} og $F_{c\phi}$, figur 3.3 i NVEs veileder (Ref-1).

2.3 Kvalitetssikring

Vurderinger og utarbeidelse av dokumentasjon skal gjennomføres av foretak med geoteknisk kompetanse. Nivå på kvalitetssikring bestemmes fra tiltakskategori og forekomst av sprøbruddmateriale. Ifølge veilederen skal det gjennomføres kvalitetssikring av uavhengig foretak ved K4-tiltak og K1-tiltak skal kvalitetssikres gjennomføres internt i foretaket.

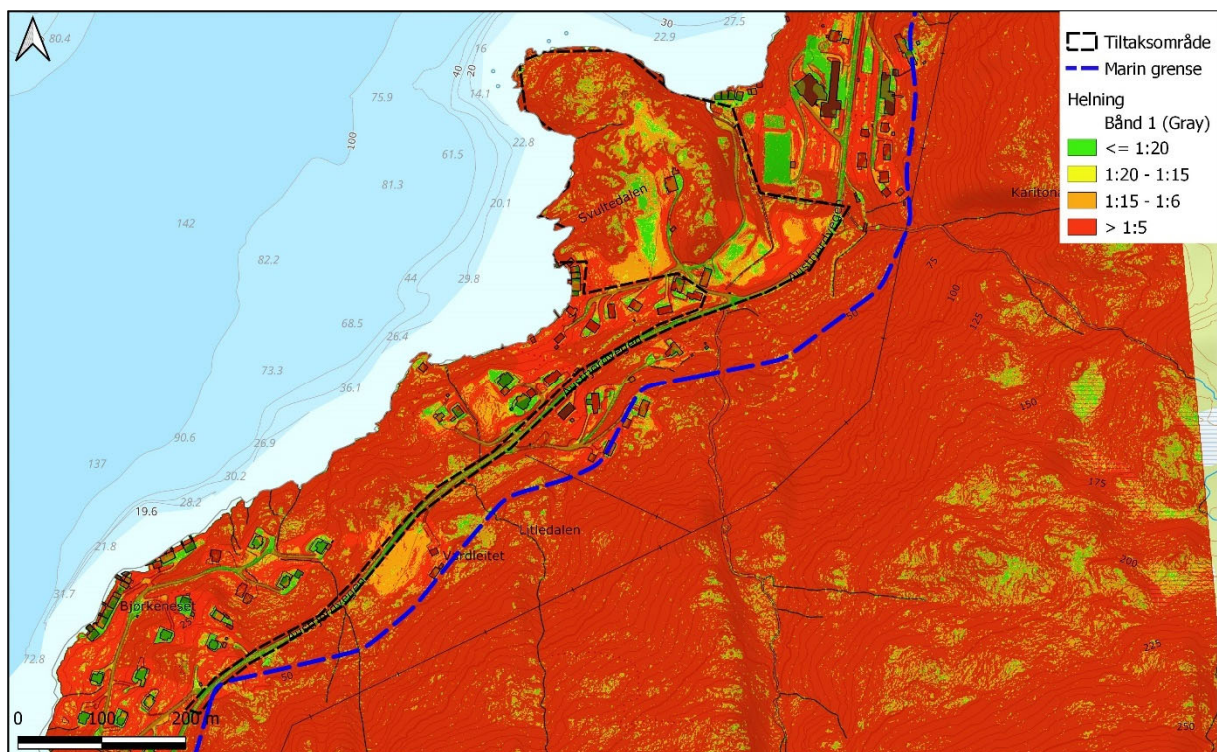
Ifølge NVE sin nettside er det ikke behov for uavhengig kvalitetskontroll, hvis utførende geotekniker entydig kan dokumentere at tiltaket ikke kan bli berørt av et områdeskred ved gjennomgang av prosedyrens steg 5, 6 og 7. Denne vurderingen avsluttes ved steg 10 i prosedyren, og krever dermed kvalitetssikring av uavhengig foretak for K4-tiltaket.

3. Grunnlag – identifikasjon av kritiske skråninger og potensielt løснеområde

3.1 Topografiske kart

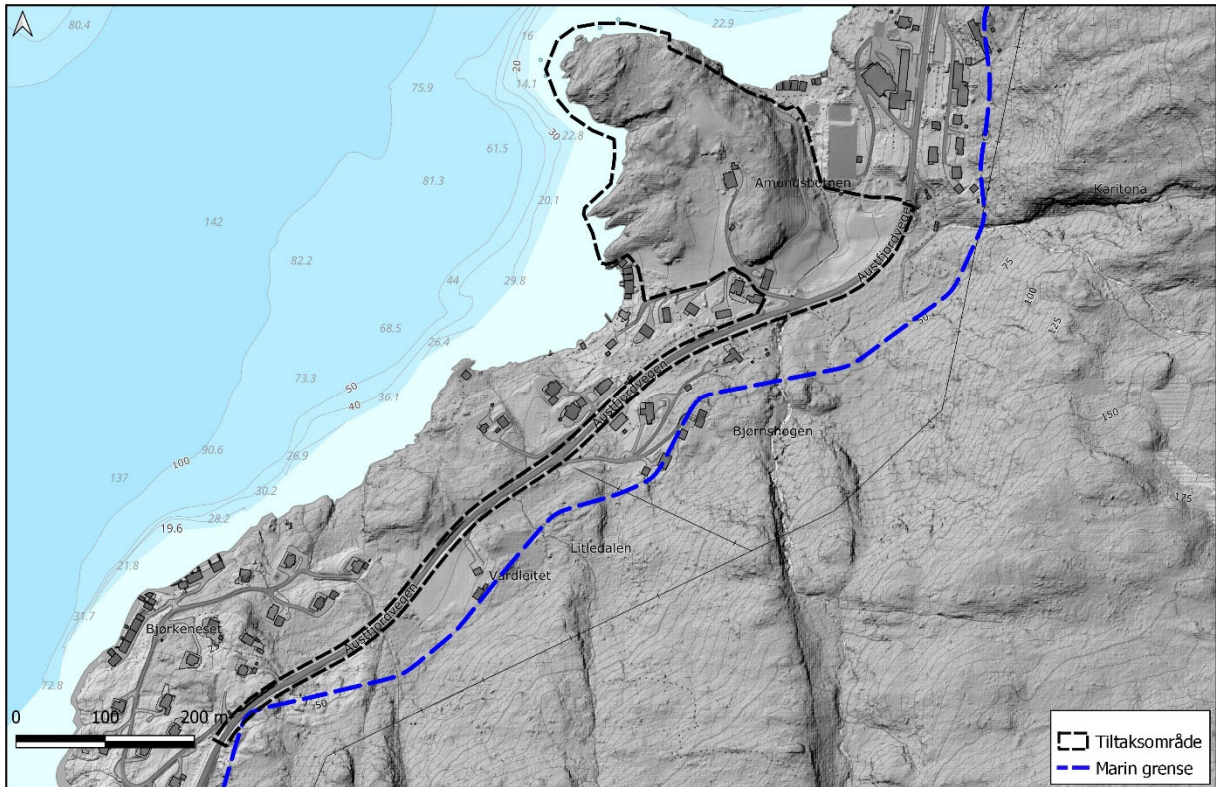
Eventuelle løснеområder skal iht. NVE (Ref-1) vurderes å være «kritiske skråninger», som har høyde over 5 meter og helning brattere enn 1:20. Bakover fra skråningens bunn skal areal med lengde inntil 20 ganger skråningshøyden (15 ganger hvis det utredes av geotekniker) også inngå som mulige løснеområder. L'Heureux (Ref-5) beskriver at sammenhengen mellom skråningshøyde og utstrekningen til løснеområder er svært uklar, og et slikt kriterium bør brukes med forsiktighet. Bekkeraviner, skredgroper og andre topografiske variasjoner kan vurderes å begrense utbredelsen av løснеområder for kvikkleireskred. Der det er mindre enn 2 m mektighet til fjell anses det ikke å være fare for å utløse kvikkleireskred. Eventuelle utløpsområder er inntil 3 ganger lengden til løснеområdene, men dette vil variere med topografien i skredløpet og viskositeten til skredmateriale.

Helningsdata fra undersøkelsesområdet er vist i Figur 3. Terrengmodellen er hentet fra prosjekt *Masfjorden 2011* fra kartverkets tjeneste hoydedata.no. Terrengmodellen viser at tiltaksområdet ligger i nærheten av skråninger som er brattere enn 1:20 og med en høydeforskjell på over 5 meter. Alle skråninger i nærheten av tiltaket i dette området anses som kritiske og de alle ligger under marin grense som vist i Figur 3.



Figur 3: Helningskart over området på Botnaneset. Kilde: hoydedata.no.

Figur 4 viser fjellskygge og Figur 5 viser et flyfoto over området på Botnaneset.



Figur 4: Fjellskygge over området på Botneset. Kilde: hoydedata.no.



Figur 5: Flyfoto fra Botneset. Kilde: norgebilder.no

3.2 Kvartærgeologiske kart og marin grense

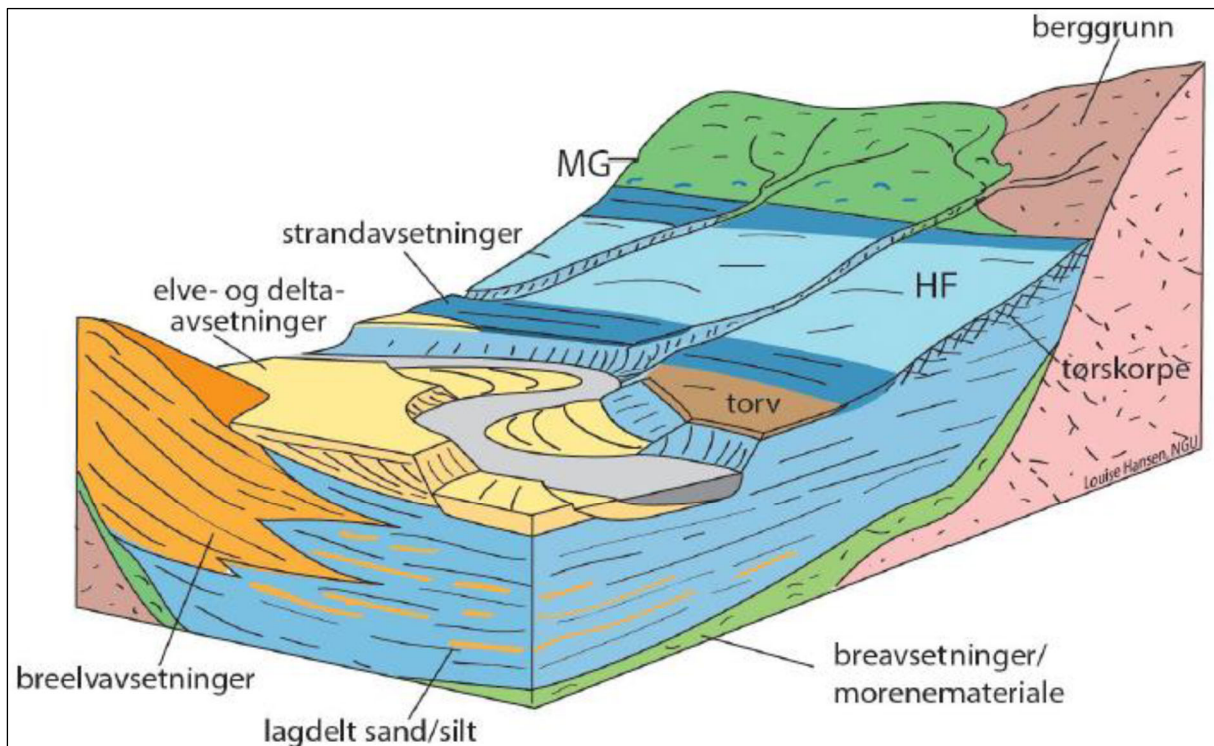
Løsmassene på overflaten i området er kartlagt av NGU på kart med målestokk 1:250 000, som gir en lavere detaljgrad enn hva som kreves for å konkludere om det kan være kvikkleire i grunnen eller ikke. I tillegg gjør vegetasjon på overflaten at løsmassene ikke kan observeres, og tolkningen innehar derfor stor usikkerhet. Kartet viser bare til avsetningen på overflaten, og andre jordarter kan eksistere dypere.

Det forventes at løsmassene har en kronologisk oppbygging, som helt eller delvis viser avsetningsprosessene etter siste istid. Det innebærer at morene normalt er avsatt på fast fjell, under marin leire, som igjen kan ligge under breelvavsetninger. Episodiske skredhendelser og kontinuerlig elveerosjon kan deretter omfordele løsmassene og forme landskapet slik det fremstår i dag (Figur 6).

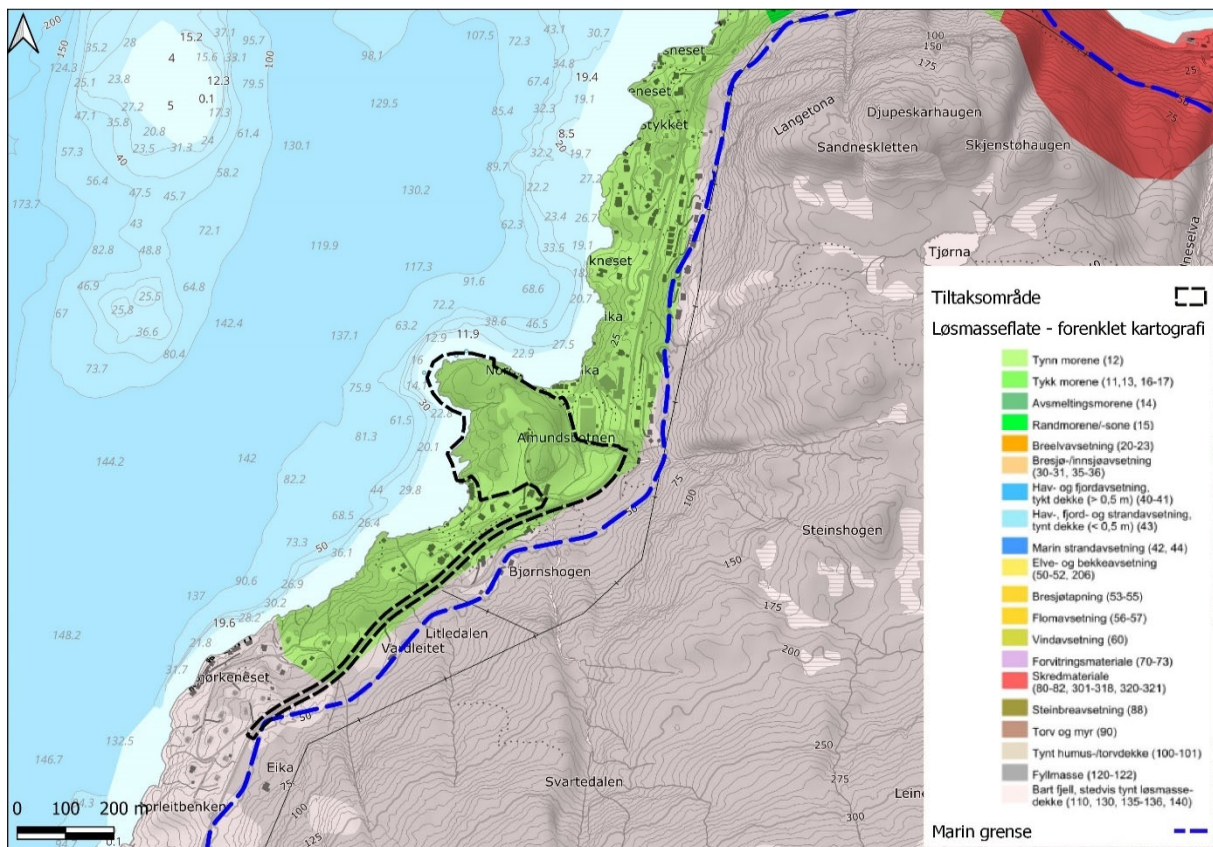
Ifølge løsmassekartet til NGU (Figur 7), ligger tiltaksområdet under marin grense på to typer av avsetninger hele veien til sørvest (Bjørkeneset).

Disse avsetningene inkluderer:

- 1- Morenemateriale, usammenhengende eller tynt dekke over berggrunnen (tynn morene)
- 2- Bart fjell



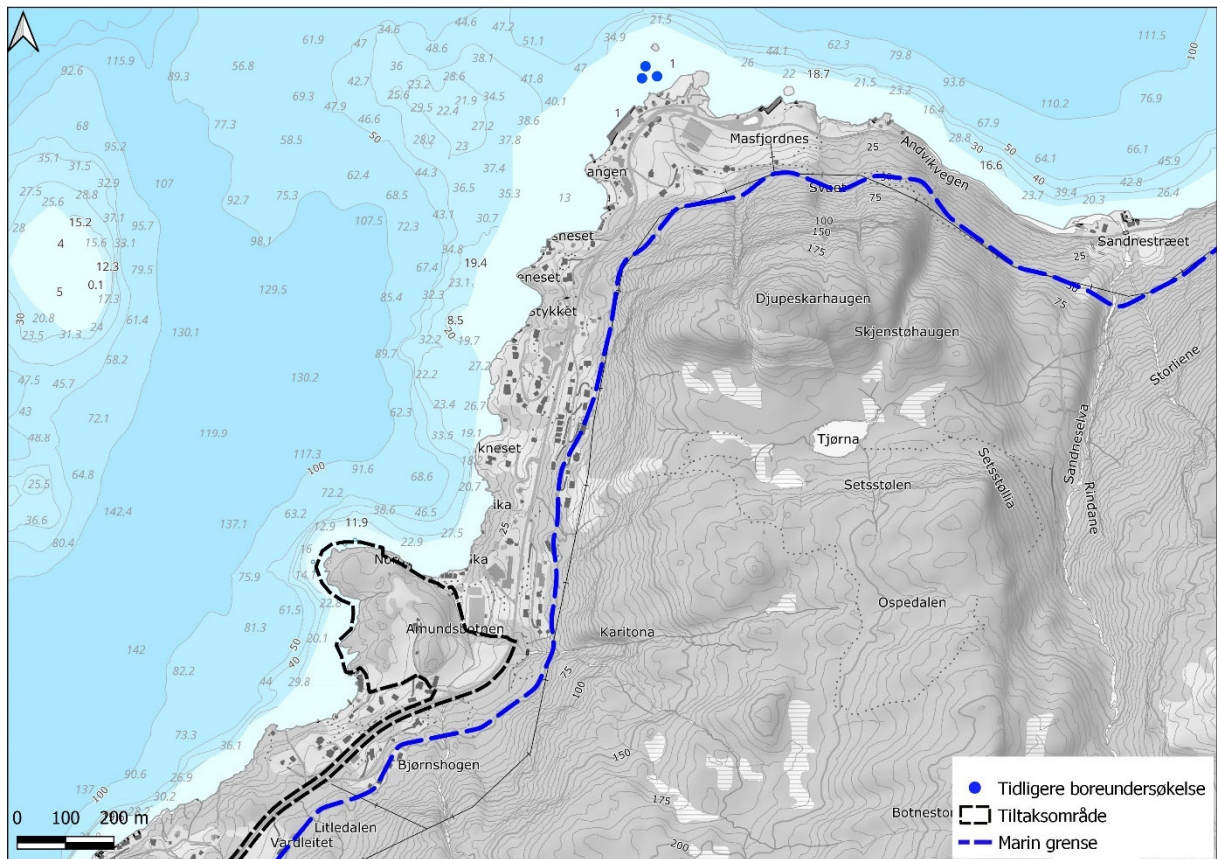
Figur 6: Typisk oppbygging av løsmasser avsatt langs norske fjorder etter siste istid. Illustrasjon fra NGU.



Figur 7: Løsmassekart utarbeidet av NGU. Blå stiplet linje viser marin grense. Kilde: www.ngu.no.

3.3 Oppsummering av tidligere utførte grunnundersøkelser

Det er ikke mange grunnundersøkelser i området registrert i NADAG, men 1,2 km nordøst for tiltaksområdet, er det grunnundersøkelser rundt Sandnesneset (*Statens Vegvesen, nr. 990321-01, Masfjordnes-Duesund*). Denne grunnundersøkelsen inkluderer 3 borepunkter (Figur 8) som viser fjelloverflaten på under 2 meter, dermed gir undersøkelsen en grov oversikt av området.

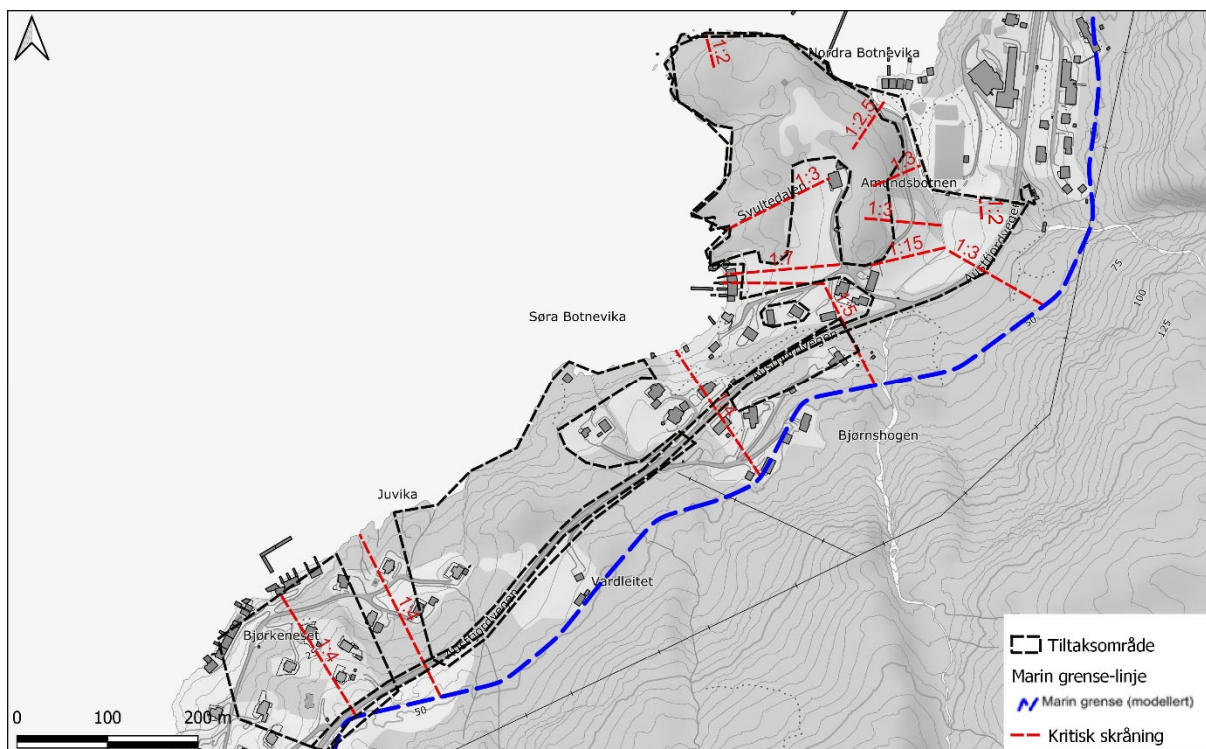


Figur 8: De blå punktene viser tidligere utførte grunnundersøkelser registrert i NADAG. Kilde: (www.nadag.no).

3.4 Identifikasjon av skråninger og mulig løснеområde

NGU sitt løsmassekart, topografiske kart, tidligere utførte grunnundersøkelser, den nasjonale grunnvannsdatabasen, og NGU sin grusdatabase gir et godt grunnlag for avsetningsmiljø og forventede løsmasser.

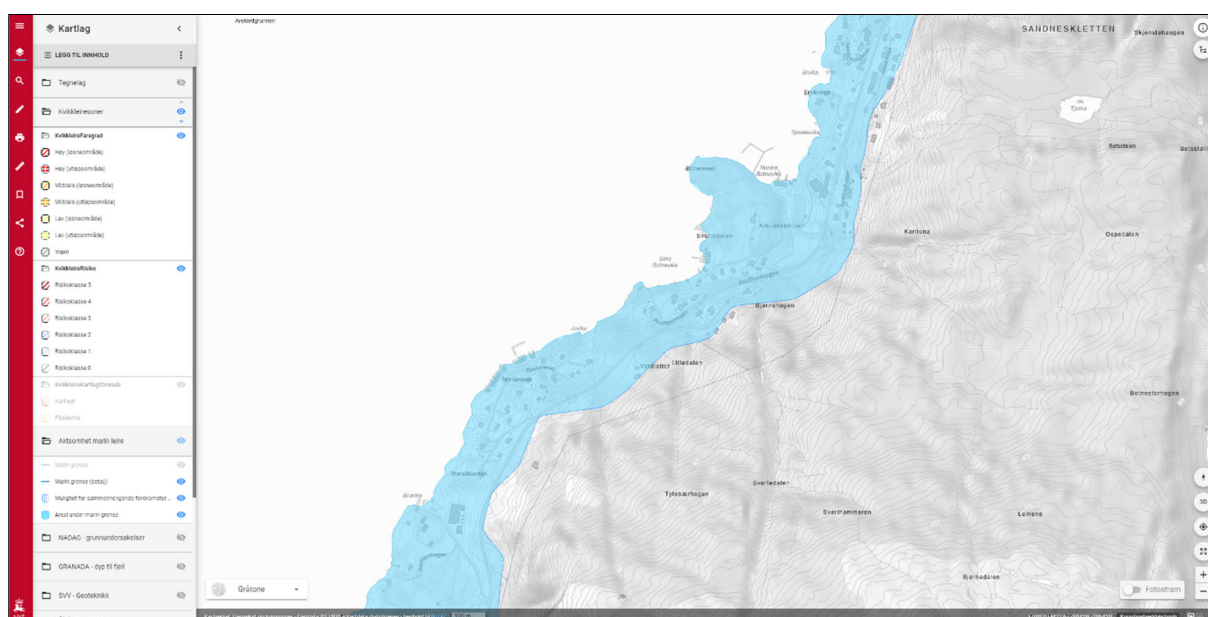
Det er valgt 13 kritiske skråninger rundt tiltaksområde som legger grunnlaget for befaringen. Brattheten til de kritiske skråningene er vist på Figur 9.



Figur 9: Vi har identifisert 13 kritiske skråninger som er lagt til grunn for befarings. Bratthet av kritiske skråninger er vist på hver skråning.

3.5 Beskrivelse av eksisterende kartlagt kvikkleiresone

Tiltaket ligger ikke i et løseområde eller utløpsområde for en registrert kvikkleiresone av NGI og NVE. (Figur 10). Dette området er ikke kartlagt for kvikkleire.



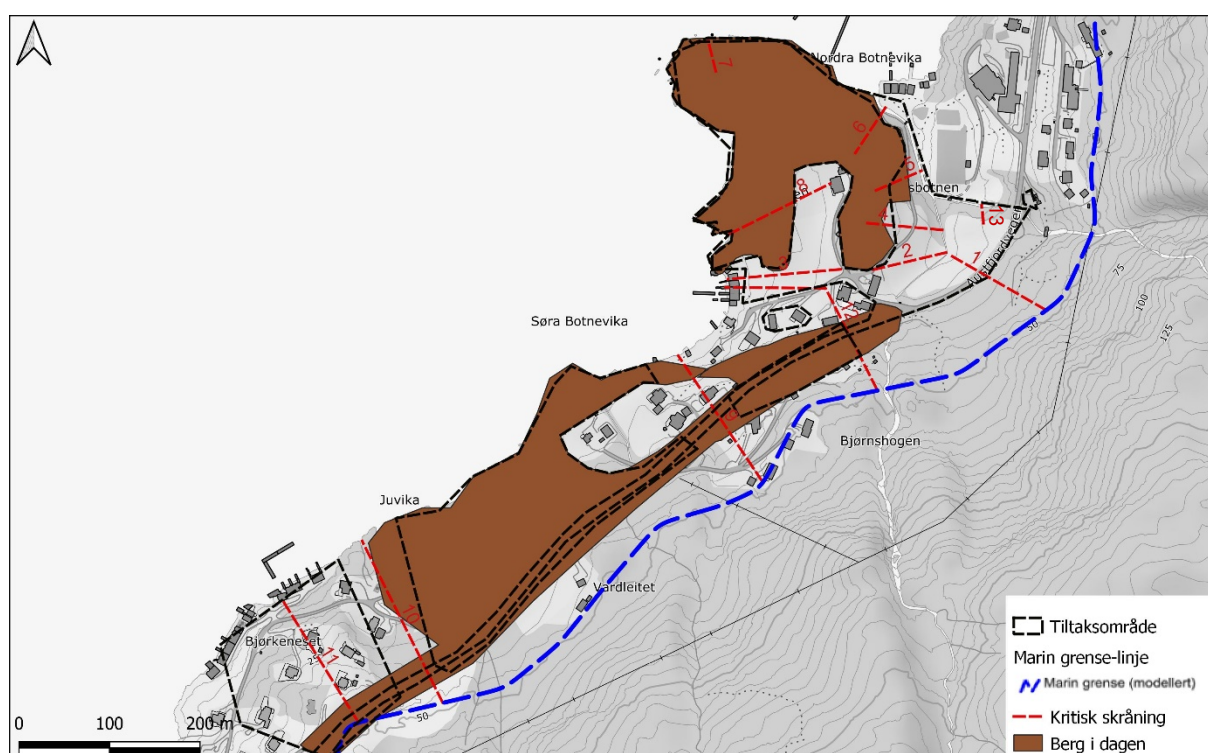
Figur 10: Tiltaksområdet ligger ikke innenfor registrert faresone for kvikkleireskred, men ligger innenfor areal under marin grense og dermed innenfor aktsomhetsområde for kvikkleireskred. Kilde: www.temakart.nve.no.

4. Befaring

Sunnfjord Geo Center v/ Ramin Jalali var på befaring den 18.04.2023. Under befaringen ble det observert fjell i dagen i store deler av området, både i eller i nærheten av tiltaksområdet (se Figur 11).

Området markert med brun farge er områder det ble observert fjell i dagen eller tynt løsmassedekke (Figur 11). Det tynne løsmassedekket er estimert til å være maksimalt 10-20 cm tykt i tillegg til noen eldre skredblokker og organisk materiale. Det undersøkte området er delt inn i tre områder: østsiden av Amundsbotnen opp til marin grense, tiltaksområdet på Amundsbotnen og langs Austfjordvegen mot sørvest.

Fjell i dagen ble identifisert på *østsiden av Amundsbotnen*, ved Austfjordvegen (Figur 12) og langs bekken mot marin grense (Figur 13). Det bør bemerkes at den nevnte bekken er erosjonsbeskyttet, som er vist på Figur 13.



Figur 11: Påvist bart fjell på/nær tiltaksområdet under befaring (Kilde: www.ngu.no).



Figur 12: Fjell i dagen, østsiden av Amundsbotnen ved Austfjordvegen (bilde tatt av SGC).



Figur 13: Fjell i dagen på østsiden av Amundsbotnen og langs bekken mot marin grense. Den bekken er erosjonssikret (bilde tatt av SGC).

Noen av bildene tatt fra steder på fjell i dagen i *Amundsbotnen-området* er vist i Figur 14, Figur 15 og Figur 16. Figur 14 viser bart fjell i øst for Amundsbotnen, Figur 15 viser fast fjell i nord og nordvest for området, og Figur 16 viser fjell i dagen i sentral del av Amundsbotnen.



Figur 14: Fjell i dagen øst for tiltaksområdet (bilde tatt av SGC).



Figur 15: Fjell i dagen nord og nordvest for tiltaksområdet (bilde tatt av SGC).



Figur 16: Fjell i dagen i sentral del av Amundsbotnen (bilde tatt av SGC).

Som vist i Figur 17 og Figur 18, ble fast fjell identifisert *langs Austfjordvegen*, med unntak av et område ved gbnr. 31/2 der fast fjell ikke kunne observeres (Figur 19).



Figur 17: Fast fjell i dagen langs Austfjordvegen (bilde tatt av SGC).



Figur 18: Fjell i dagen langs Austfjordvegen (bilde tatt av SGC).

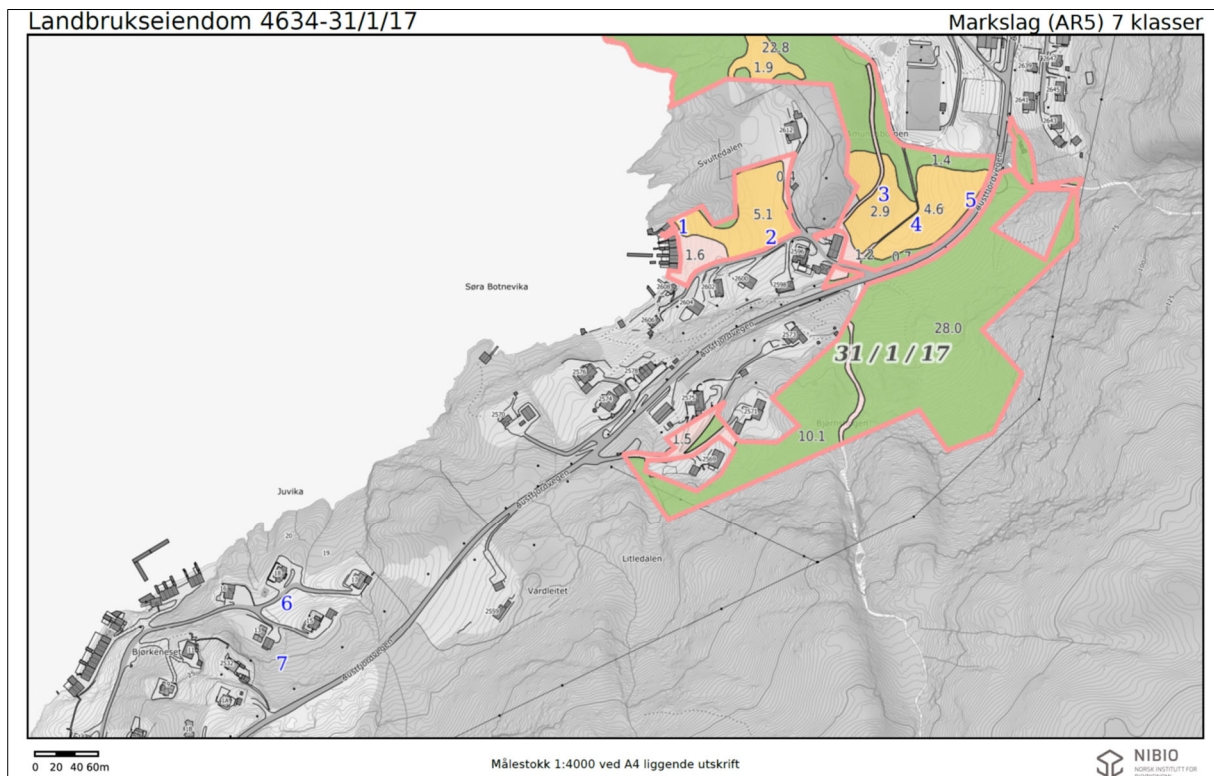


Figur 19: Grunnforhold ved gbnr.: 31/2 (bilde tatt av SGC).

5. Grunnundersøkelser

5.1 Bonitering

Masfjorden kommune v/ Ottar Myrvtveit gjennomført boniteringene 26. mai 2023. Området med mulighet for kvikkleire ble bonitert for å undersøke løsmassemektingen og avdekke fast fjell for så å finne ut om det var behov for videre grunnundersøkelser. Boniteringene viste mindre enn en meter til fast fjell i punkt 1, 6 og 7, mens i punkt 2, 3, 4 og 5 ble det ikke påvist fjell i det hele tatt. Derfor ble det bestemt å gjennomføre prøvegraving ved disse punktene (Figur 20).



Figur 20. Et kart som viser punkter for bonitering.

5.2 Graving

Masfjorden kommune v/ Sveinung Toft utførte gravearbeid den 19. september 2023. Det ble gravd opp på punkt 2-5 (Figur 20). Prøvegrop 2, 3 og 5 var ca. 3,0 -3,2 meter dype. Prøvegrop 4 ved elva/kanalen ble gravd til ca. 2 meters dyp.

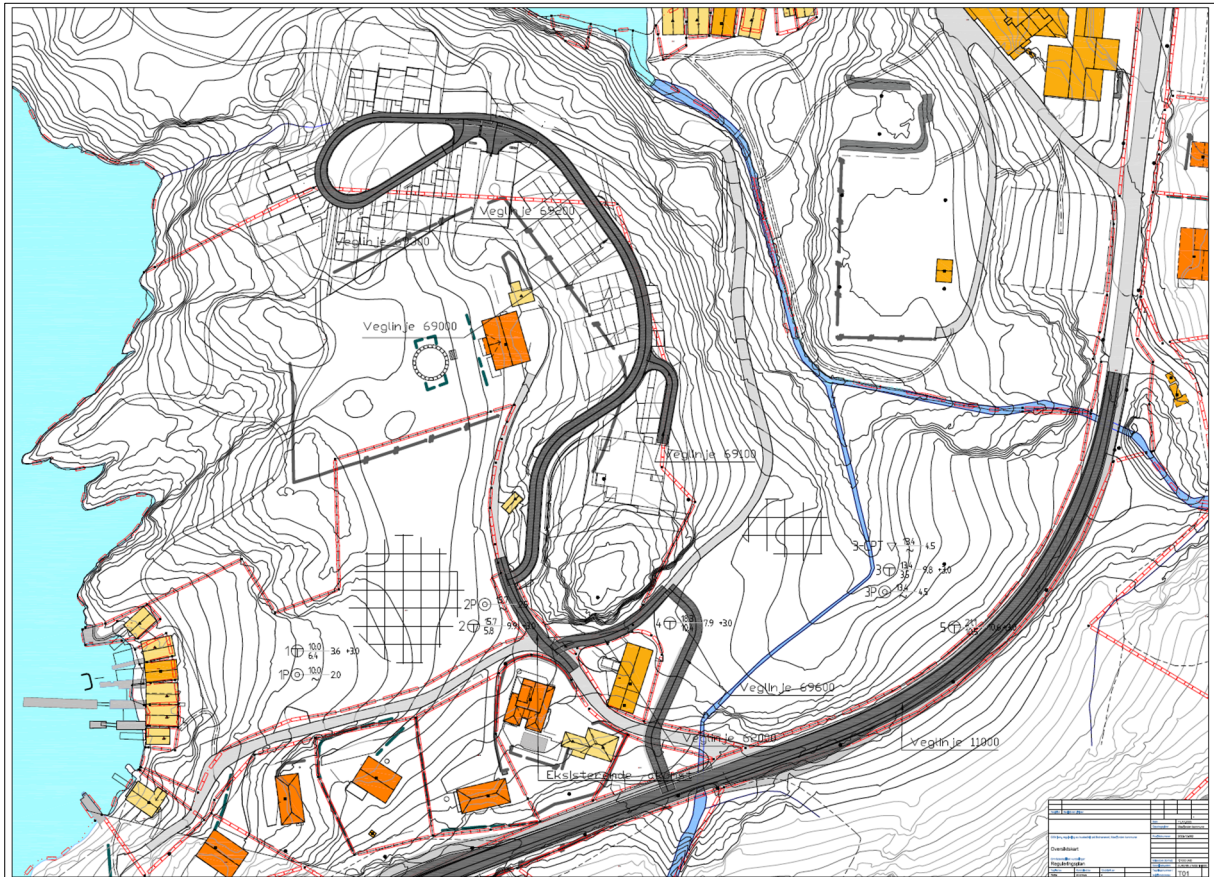
Grunnet at prøvegroppene påviste fast fjell, samt det ble gjort observasjon av et mulig leirig/siltig lag, ble det bestemt å utføre supplerende grunnundersøkelser, dvs. totalsonderinger med prøveopptak og lab-undersøkelser. For mer detaljert beskrivelse av prøvegravingen refereres det til datarapporten [Ref-10].

5.3 Feltundersøkelser

Grunnundersøkelsene omfatter i alt fem totalsonderinger, en trykksondering (CPTu) samt opptak av to uforstyrrede 54 mm prøveserier ved BP3 og tre naveprøver i tre posisjoner. Figur 21 viser posisjonene til de utførte boringene.

Forenklet, viser grunnundersøkelsene 0,5 cm matjord på toppen, videre et ca. 1,0-2,5 m tykt lag av middels faste til løse friksjonsmasser over ca. 0,3-0,5 m med siltig/leirig masser. Underliggende et lag av fast friksjonsmasse med innhold av stein (ca. 1,7 m tykt i BP1 til ca. 8,6 m tykt i BP5) over fjell. Ved alle de fem totalsonderingene er beliggenheten til bergoverflaten registrert. Fra prøvetaking i borepunktene BP1 (1,0-2,0 m), BP2 (1,5-2,5 m) og BP3 (4,0-4,5 m) er det påvist forekomster av sprøbruddmateriale ($c_{urfc} \leq 1,27 \text{ kN/m}^2$). Omrørt skjærstyrke c_{urfc} i sprøbruddmateriale er målt til å være mellom 0,87 og 1,24 kPa.

For grundigere beskrivelse av grunnforholdene og de geotekniske boreundersøkelsene vises det til datarapport (Ref-10).



Figur 21: Oversikt over plassering av borpunkter for utførte grunnundersøkelsene.

5.4 Kvalitet på grunnundersøkelser

Kvaliteten av de gjennomførte grunnundersøkelsene og laboratorieforsøket er ansett som god. Utførte totalsonderinger har god kvalitet. I tillegg har CPTu-sonderinger som er benyttet i områdestabilitetsvurderingen anvendelsesklasse 1. Det har vært noe prøvforstyrrelse. For grundigere beskrivelse av kvalitet på grunnundersøkelser vises det til datarapport (Ref-10).

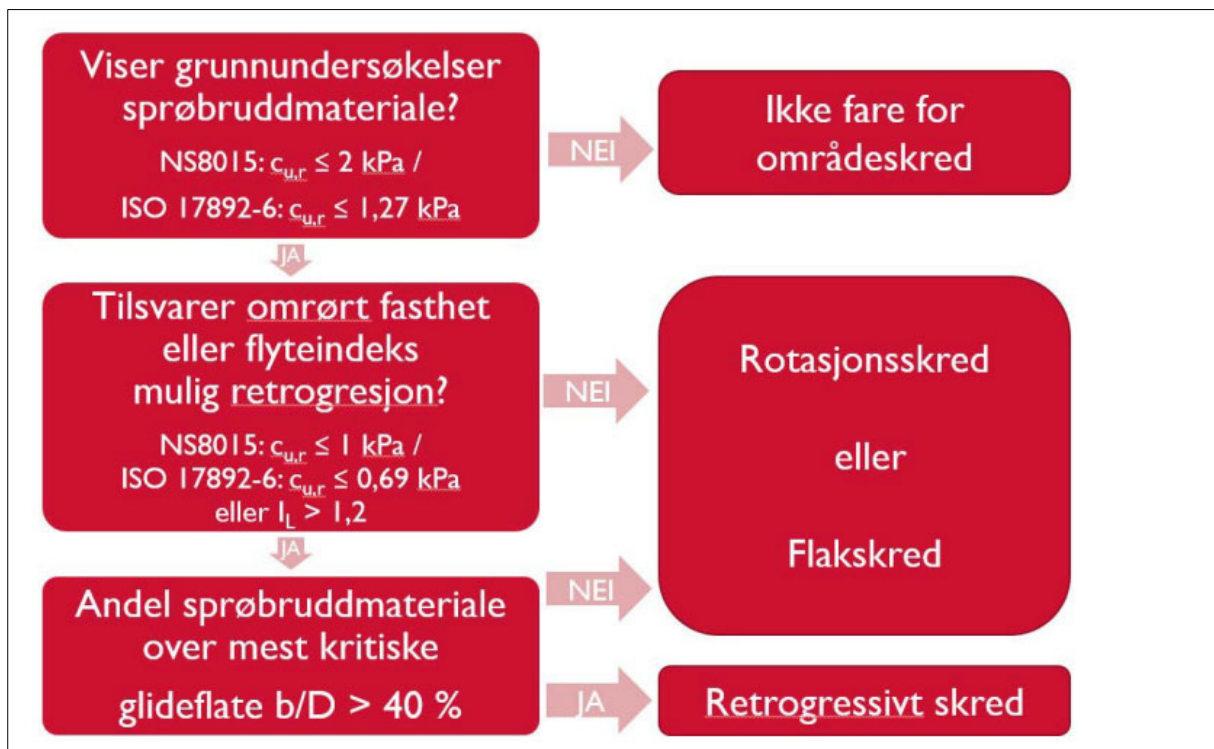
6. Aktuelle skredmekanismer og avgrensning av faresone

6.1 Aktuelle skredmekanismer

Skredmekanisme vurderes på bakgrunn av blant annet terrengforhold, mektighet av sprøbruddmateriale, beliggenhet av kritisk skjærflate, osv. For vurdering av skredmekanisme kan flytskjema fra veiledningen benyttes, som er gjengitt i Figur 22.

Mulig skredmekanisme vurderes også på bakgrunn av verdien av omrørt skjærstyrke og flyteindeks. Målte verdier av omrørt skjærstyrke ($c_{u,r}$) i sprøbruddmateriale, fra prøve i borepunkt 1PR, 2PR og 3PR, ligger mellom 0,87-1,24 kPa. Alle de omrørte skjærfastheter fra prøvetaking i borepunkt 1PR, 2PR og 3PR er større enn 0,69. Det er ikke analysert flytegrense og utrullingsgrense så beregnet verdi av flyteindeks (IL) kan ikke vurderes.

Stabilitetsberegninger viser at den mest aktuelle skredmekanismen er rotasjonsskred eller flakskred for den identifiserte kritiske skråningen. Andelen av sprøbruddmateriale over kritiske glideflater er lavere enn 40 %. Da er retrogressivt skred utelukket.



Figur 22: Flytskjema for vurdering av skredmekanismer (NVE 2019).

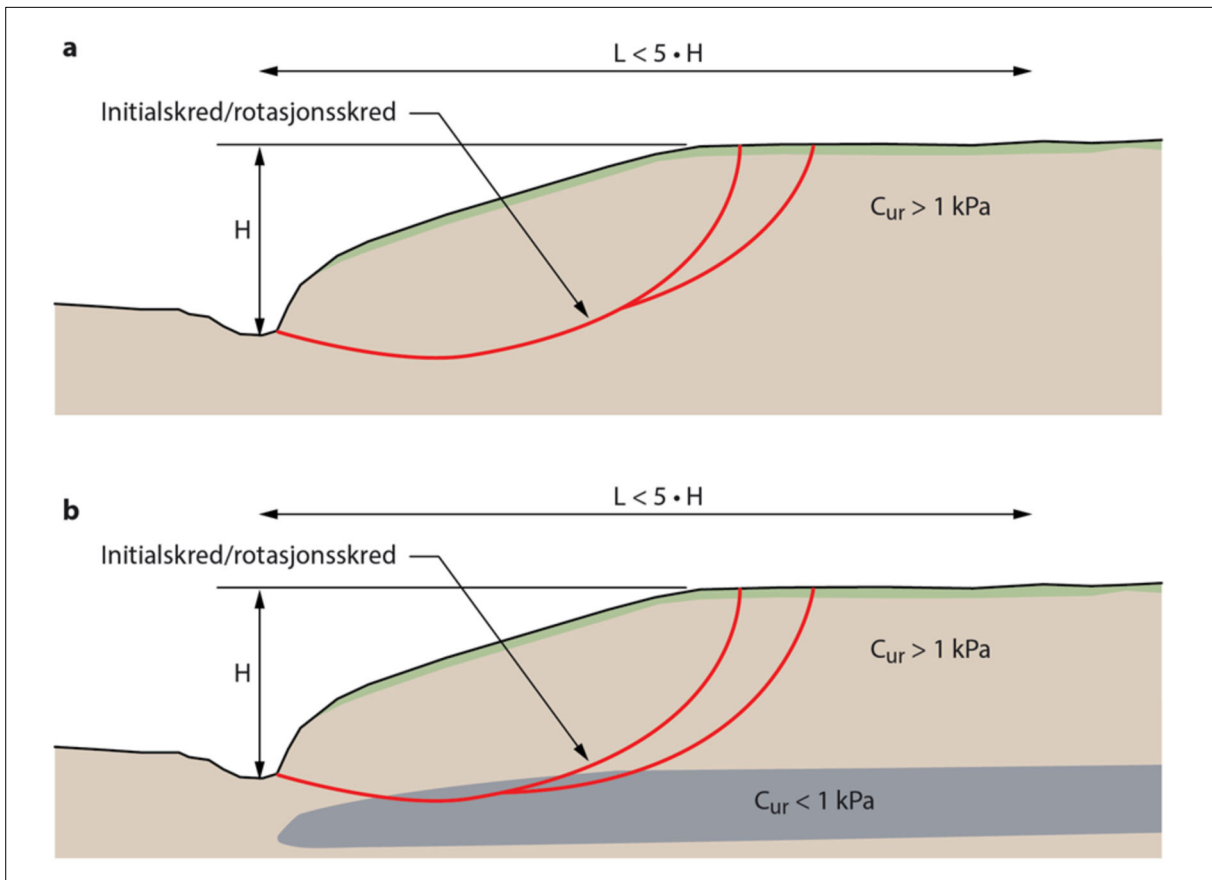
6.2 Løsneområde

Tiltaksområdet ligger ikke ved et kartlagt løsneområde eller utløpsområdet for kvikkleireskred.

6.2.1 Rotasjonsskred

Ifølge NVE sin veileder (Ref-1) viser studier av historiske hendelser at rotasjonsskred i leire i Norge som regel vil ha $L/H < 5$. Dette forholdet kan brukes for å avgrense løsneområde når det er fare for rotasjonsskred (Figur 23). De aller fleste rotasjonsskred i Norge vil ende med et løsneområde som er mindre enn 100 m. Dersom topografien ved skredporten medfører

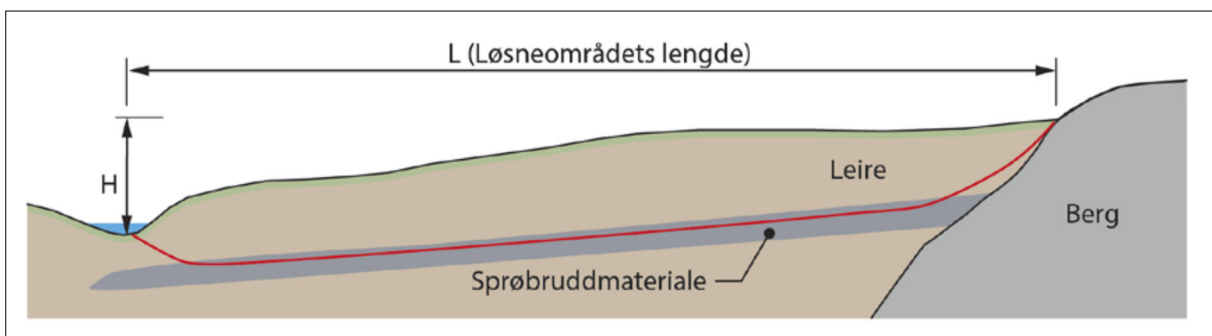
oppstuvning av skredmasser som hindrer videre utløp, kan rotasjonsskred være relevant skredmekanisme også når det er mer enn 40 % sprøbruddmateriale over den kritiske glideflate.



Figur 23: Prinsipp for avgrensning av løsneområdet for en rotasjonsskred i a) homogen leire og b) når det er mindre enn 40 % sprøbruddmateriale over kritisk glideflate (Ref-1).

6.2.2 Flakskred

Flakskred kan forekomme når det er svake lag i grunnen, parallelt med terrenget. Terrenget er gjerne jevnt hellende, og skredmassene har mulighet for å gli ut i åpent terreng. Typisk for flakskred er at en første overbelastning medfører en progressiv bruddutvikling i det svake laget, som kan være et kvikkleirelag. Bruddet utvikler seg inntil glideflaten er fullstendig mobilisert, og hele laget over glideflaten glir ut som et tilnærmet sammenhengende flak, se Figur 24. Det skilles mellom fremover- og bakoverrettede flakskred.



Figur 24: Skisse som viser mulighet for et typisk flakskred langs et svakt lag som kan gli ut som et tilnærmet sammenhengende stykke.

Ved fremoverrettede flakskred, skjer overbelastningen i bakkant av skråningen (eller bak på flaket), og bruddutviklingen forplanter seg fremover langs det svake laget. Ved bakoverrettede flakskred skjer den første overbelastningen i foten av skråningen, for eksempel på grunn av erosjon eller graving, og bruddsonen sprer seg bakover i det svake laget. For opptegning av løснеområdet for flakskred er det anbefalt å benytte topografiske variasjoner (for eksempel en ravine) samt resultater fra grunnundersøkelser. Resultater fra stabilitetsberegningene vil være til god hjelp når løснеområdet skal bestemmes.

Flakskred kan oppstå i svært slakt terreng, og er relevant skredmekanisme å vurdere ved terrengbelastninger.

6.3 Utløpsområde

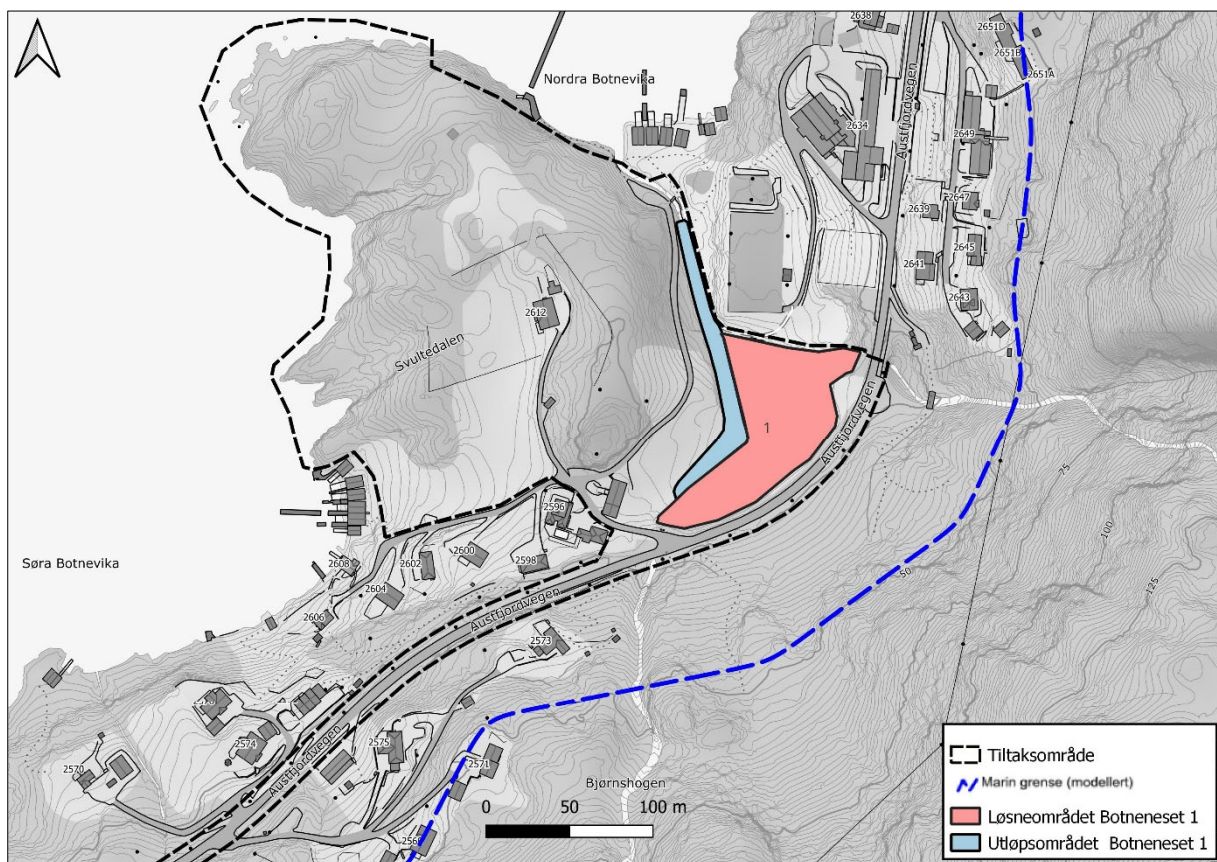
Størrelsen av utløpsområdet, L_u , er i utgangspunktet definert som en funksjon av lengden av løснеområdet, L :

- Rotasjonsskred eller flakskred: $L_u = 0,5L$

Denne empiriske relasjonen for utløp gir maksimal lengde for hvor langt skredmassene vil gå i en retning.

6.4 Avgrensning av faresone Botneset 1

Avgrensningen av faresonen for løснеområde og utløpsområde er basert på anbefalingene i NVEs kvikkleireveileder (Ref-1).



Figur 25: Avgrensningen av faresonen for løsnemåte og utløpsområde Botneset 1

Løsneområdet for rotasjonsskred, L, er som regel mindre enn 5 ganger skråningshøyden, H. BP5 viser ikke sprøbruddmateriale, derfor blir faresonen avgrenset til høydenivået til BP5. Skråningshøyden, H, er 9,1 m ved terrengprofil A-A, og løsneområdet, L, blir da $5 \times 9,1 \text{ m} = 45,5 \text{ m}$ innover fra skråningsfot.

For opptegning av løsneområdet for flakskred er det anbefalt å benytte topografiske variasjoner. For alle terrengprofilene benyttes løsneområdet fra topp til bunn av skråninger eller til områder hvor det er grunt til fjell/påvist fjell i dagen eller til område hvor det ikke finnes sprøbruddmateriale.

Utløpsområdet, Lu, for begge rotasjonsskred eller flakskred er lik $0,5L$. Da blir utløpsområdet for terrengprofil A-A: $0,5 \times 45,5 \text{ m} = 22,75 \text{ m}$

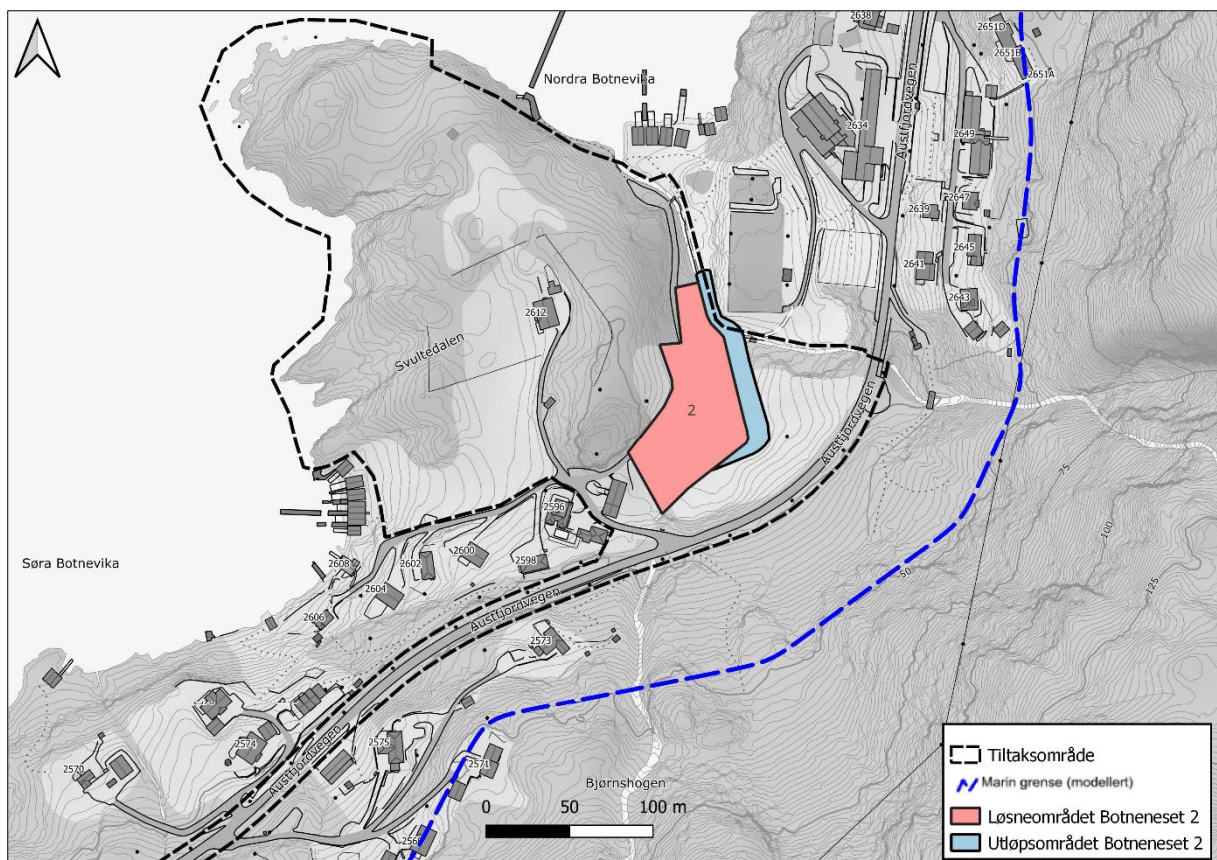
Sideveis er faresonen avgrenset av observert fjell i dagen som danner en naturlig topografisk avgrensning. I ravinene avgrenses utløpsområdet av topografien.

6.5 Avgrensning av faresone Botneset 2

BP4 viser ikke sprøbruddmateriale, derfor blir faresonen avgrenset til høydenivået til BP4. Skråningshøyden, H, er ca. 6,1 m ved terrengprofil C-C, og løsneområdet, L, blir da $5 \times 6,1 \text{ m} = 30,5 \text{ m}$ innover fra skråningsfot.

Utløpsområdet, Lu, for begge rotasjonsskred eller flakskred er lik $0,5L$. Da blir utløpsområdet for terrengprofil C-C: $0,5 \times 30,5 \text{ m} = 15,25 \text{ m}$

Sideveis er faresonen avgrenset av observert fjell i dagen som danner en naturlig topografisk avgrensning. I ravinene avgrenses utløpsområdet av topografien.

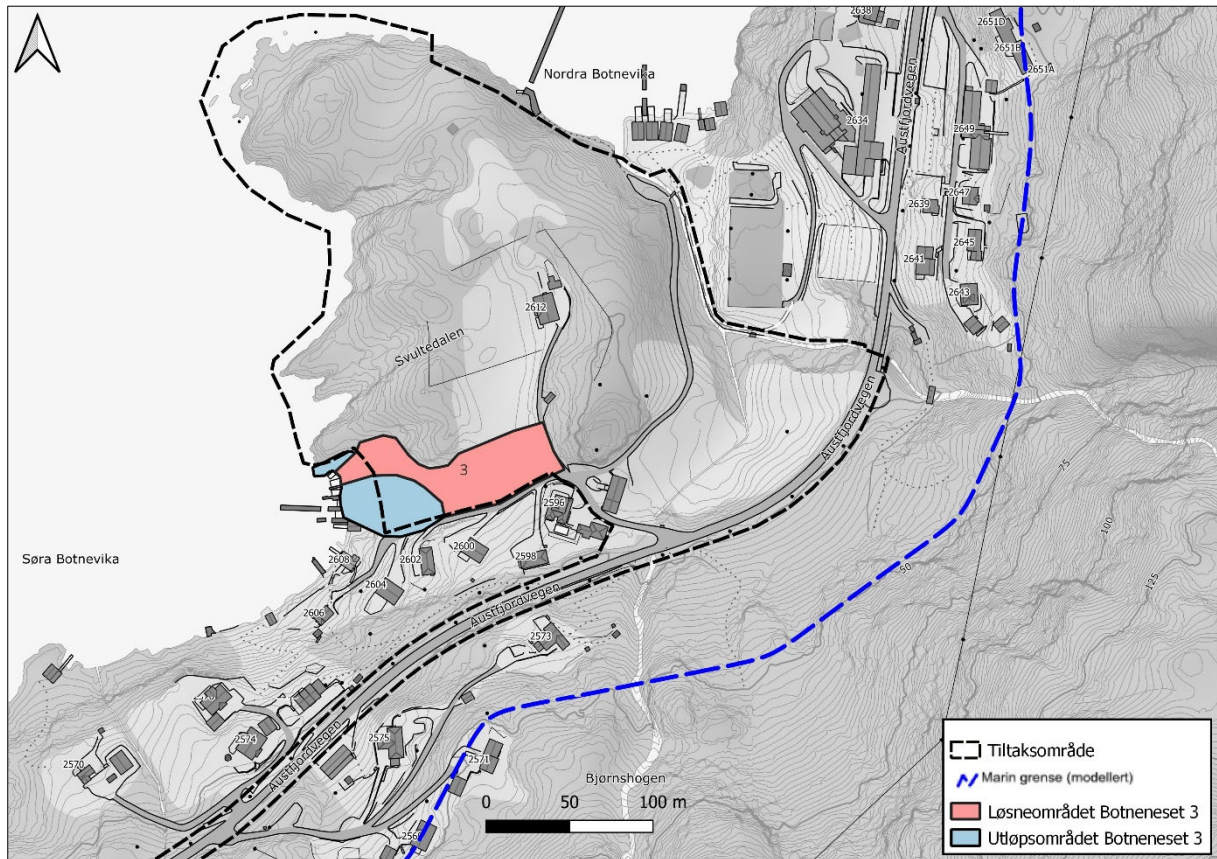


6.6 Avgrensning av faresone Botnneset 3

Skråningshøyden, H, er ca. 18 m ved terrengprofil F-F, og løsneområdet, L, blir da $5 \times 18 \text{ m} = 90 \text{ m}$ innover fra skråningsfot.

Utløpsområdet, Lu, for begge rotasjonsskred eller flakskred er lik $0,5L$. Da blir utløpsområdet for terrengprofil F-F: $0,5 \times 90 \text{ m} = 45 \text{ m}$. Løsneområdet og utløpsområdet i sjøen er ikke markert.

Sideveis er faresonen avgrenset av observert fjell i dagen som danner en naturlig topografisk avgrensning.



Figur 27: Avgrensningen av faresonen for løsneområde og utløpsområde Botnneset 3

7. Klassifisering av faresone

I dette kapittelet klassifiseres faresonene for faregrad-, konsekvens- og risikoklasse etter NVEs veiledning i *Ekstern Rapport Nr. 9/2020* (Ref-6).

Faregradsklassifiseringen avhenger av topografiske forhold, geologiske/geotekniske forhold og terrengendringer. Faregrad deles inn i tre klasser avhengig av de typiske forholdene: *Lav*, *Middels* og *Høy*.

Skadekonsekvensklasse er en vurdering som tar utgangspunkt i fare for at liv kan gå tapt, skade på mennesker, økonomiske tap og verdiforringelse, samt fare for at viktige samfunnsmessige funksjoner skal stoppe opp. Konsekvensen av et skred deles inn i tre klasser: Mindre alvorlig, Alvorlig og Meget alvorlig.

Risikoklasser blir beregnet ved å ta skadekonsekvens x faregrad. Man benytter prosent av maksimal poengverdi i beregningene.

- Risikoklasse 1 omfatter alle soner med tallverdi fra 0-170
- Risikoklasse 2 omfatter alle soner med tallverdi fra 171-630
- Risikoklasse 3 omfatter alle soner med tallverdi fra 631-1 900
- Risikoklasse 4 omfatter alle soner med tallverdi fra 1 901-3200
- Risikoklasse 5 omfatter alle soner med tallverdi fra 3 201-10 000

7.1 Faresone Botneset 1

Evaluerings skjema for klassifisering av faregrad er vist i Tabell 4 nedenfor. Poengsummen blir 2 og faregraden klassifiseres til å være lav. Det betyr at det er, relativt sett, lav sannsynlighet at et skred kan inntreffe innenfor denne sonen.

Tabell 4: Evaluering av faregrad.

Faregradsberegning					
Faktor	Beskrivelse	Faregrad	Score	Vekt	Poeng
Skredaktivitet	Det er ikke en kjent større utglidning i det området.	Ingen	0	1	0
Skrånings- høyde i meter	Høydeforskjellen fra borepunkt 5 hvor det er ikke påvist sprøbruddmateriale til bunn av skråningen er ca 9,1 m ved terrengprofil A.	< 15	0	2	0
Forkon- solidering pga terrengsenking	OCR er hentet fra CPTu i borepunkt 3. OCR=2,1– 3,4 (Antar noe overkonsolidert).	>2,0	0	2	0
Poretrykk	Tidligere prøvegraving viser at grunnvann iligger ca 2,0-2,5 m under terreng. Hydrostatisk poretrykksfordeling fra 2 meter under terreng gir score 0 (referanselinje for over- og undertrykk) (Ref-6).	Hydrostatisk	0	3	0

Kvikkleire-mektighet	Mektighet opp mot 0,5-1 m i borepunkt 3. Ikke påvist sprøbruddmateriale i borepunkt 5.	Tynt lag	0	2	0
Sensitivitet	Aktiv skjærstyrke tolket fra CPTu i borepunkt 3 er på ca. 60 kPa og målt omrørt skjærstyrke er på 0,87. Sensitivitet er beregnet til å være ca. 43. Sensitivitet i borepunktet 3 i avstand hvor det ikke er påvist sprøbruddmateriale ligge mellom 8 og 15.	30-100	2	1	2
Erosjon	Erosjon sikret eller fjell i dagen på bunn av kritiske skråninger	Ingen	0	3	0
Inngrep	Fortau er plassert på friksjonsmasser/morene. Fyllingshøyde er på eksisterende terrengnivå. Ingen forverring.	Ingen	0	3	0
Total poengsum					2
Prosent av maks					3,9
Faresonene fordeles i faregradsklasser etter samlet poengsum: Lav faregrad = 0-17 poeng Middels faregrad = 18-25 poeng Høy faregrad = 26-51 poeng					

Evalueringskjema for klassifisering av konsekvensklasse er vist i Tabell 5 nedenfor. Poengsummen blir 2 og konsekvensklassen klassifiseres til å være *Mindre alvorlig*. Det betyr at det er mindre risiko for skade på mennesker eller tap av liv eller betydelige økonomiske og samfunnsmessige konsekvenser.

Tabell 5: Evaluering av skadekonsekvens.

Konsekvensberegning					
Faktor	Beskrivelse	Konsekvens	Score	Vekt	Poeng
Boligheter	Ingen	Ingen	0	4	0
Næringsbygg	Ingen	Ingen	0	3	0
Annen bebyggelse	Ingen	Ingen	0	1	0
Veier	Fylkesvei 570 (ÅDT 350). Fylkesveien er utenfor faresone.	100-1000	1	2	2
Toglinje	Ingen.	Ingen	0	2	0
Kraftlinje	Distribusjonsnett kommer ved vei (FV 570) og går over i lokalt anlegg i bakken. Distribusjonsnett ligger utenfor faresone.	Lokal	0	1	0

Oppdemning	Hvis et skred løsner, vil det kun demme opp en liten kanal.	Ingen	0	2	0
Total poengsum					2
Prosent av maks					4,44
Faresonene fordeles i konsekvensklasser etter samlet poengsum: Mindre alvorlig = 0-6 poeng Alvorlig = 7-22 poeng Meget alvorlig = 23-45 poeng					

Risikoklasser: I vårt tilfelle får vi $3,9 \times 4,4 = 17,3$ **Risikoklasse 1**.

7.2 Faresone Botnaneset 2

Evalueringskjema for klassifisering av faregrad er vist i Tabell 6 nedenfor. Poengsummen blir 2 og faregraden klassifiseres til å være lav. Det betyr at det er, relativt sett, lav sannsynlig at et skred kan inntreffe innenfor denne sonen.

Tabell 6: Evaluering av faregrad.

Faregradsberegning					
Faktor	Beskrivelse	Faregrad	Score	Vekt	Poeng
Skredaktivitet	Det er ikke en kjent større utglidning i det området.	Ingen	0	1	0
Skrånings- høyde i meter	Høydeforskjellen fra borepunkt 4 hvor det er ikke påvist sprøbruddmateriale til bunn av skråningen er ca 6,1 m ved terrengprofil A og C.	< 15	0	2	0
Forkon- solidering pga terrengsenking	OCR er hentet fra CPTu i borepunkt 3. OCR=2,1– 3,4 (Antar noe overkonsolidert).	>2,0	0	2	0
Poretrykk	Tidligere prøvegraving viser at grunnvann iligger ca 2,0-2,5 m under terreng. Hydrostatisk poretrykksfordeling fra 2 meter under terreng gir score 0 (referanselinje for over- og undertrykk) (Ref-6).	Hydrostatisk	0	3	0
Kvikkleire- mektighet	Mektighet opp mot 0,5-1 m i borepunkt 3. Ikke påvist sprøbruddmateriale i borepunkt 4.	Tynt lag	0	2	0
Sensitivitet	Aktiv skjærstyrke tolket fra CPTu i borepunkt 3 er på ca. 60 kPa og målt omrørt skjærstyrke er på 0,87. Sensitivitet er beregnet til å være ca. 43. Sensitivitet i borepunktet 3 i avstand hvor det	30-100	2	1	2

	ikke er påvist sprøbruddmateriale ligge mellom 8 og 15.				
Erosjon	Erosjen sikret eller fjell i dagen på bunn av kritiske skråninger	Ingen	0	3	0
Inngrep	Planlagt Avkjørsel er plassert på friksjonsmasser/morene. Fyllingshøyde er på eksisterende terrengnivå. Ingen forverring.	Ingen	0	3	0
Total poengsum					2
Prosent av maks					3,9
Faresonene fordeles i faregradsklasser etter samlet poengsum: Lav faregrad = 0-17 poeng Middels faregrad = 18-25 poeng Høy faregrad = 26-51 poeng					

Evaluerings skjema for klassifisering av konsekvensklasse er vist i Tabell 7 nedenfor. Poengsummen blir 2 og konsekvensklassen klassifiseres til å være *Mindre alvorlig*.

Tabell 7: Evaluering av skadekonsekvens.

Konsekvensberegning					
Faktor	Beskrivelse	Konsekvens	Score	Vekt	Poeng
Boligheter	Ingen (kun industribygg)	Ingen	0	4	0
Næringsbygg	Noen industribygg	Ingen	0	3	0
Annen bebyggelse	Det er ingen bygg med spesiell verdi. Det ligger en sone med betydelig kulturell verdi	Betydelig	2	1	2
Veier	Privat vei	<100	0	2	0
Toglinje	Ingen.	Ingen	0	2	0
Kraftlinje	lokal kraftlinje.	Lokal	0	1	0
Oppdemning	Hvis et skred løsner, vil det kun demme opp en liten kanal.	Ingen	0	2	0
Total poengsum					2
Prosent av maks					4,44
Faresonene fordeles i konsekvensklasser etter samlet poengsum: Mindre alvorlig = 0-6 poeng Alvorlig = 7-22 poeng Meget alvorlig = 23-45 poeng					

Risikoklasser blir beregnet ved å ta skadekonsekvens x faregrad. Man benytter prosent av maksimal poengverdi i beregningene.

I vårt tilfelle får vi $3,9 \times 4,44 = 17,3$ **Risikoklasse 1**.

7.3 Faresone Botnneset 3

Evalueringsskjema for klassifisering av faregrad er vist i Tabell 8 nedenfor. Poengsummen blir 7 og faregraden klassifiseres til å være lav. Det betyr at det er, relativt sett, lav sannsynlig at et skred kan inntreffe innenfor denne sonen.

Tabell 8: Evaluering av faregrad.

Faregradsberegning					
Faktor	Beskrivelse	Faregrad	Score	Vekt	Poeng
Skredaktivitet	Det er ikke en kjent større utglidning i det området.	Ingen	0	1	0
Skrånings- høyde i meter	Høydeforskjellen topp skråning med påvist fjell i dagen til stranda med påvist fjell i dagen er ca 18 m ved terrengprofil B.	15-20	1	2	2
Forkon- solidering pga terrengsenking	OCR er hentet fra CPTu i borepunkt 3. OCR=2,1– 3,4 (Antar noe overkonsolidert).	>2,0	0	2	0
Poretrykk	Tidligere prøvegraving viser at grunnvann iligger ca 2,0-2,5 m under terreng. Hydrostatisk poretrykksfordeling fra 2 meter under terreng gir score 0 (referanselinje for over- og undertrykk) (Ref-6).	Hydrostatisk	0	3	0
Kvikkleire- mektighet	Mektighet opp mot 0,3-0,5 m i borepunkter 1, 2.	Tynt lag	0	2	0
Sensitivitet	Aktiv skjærstyrke tolket fra CPTu i borepunkt 3 er på ca. 60 kPa og målt omrørt skjærstyrke er på 0,87. Sensitivitet er beregnet til å være ca. 43. Sensitivitet i borepunktet 3 i avstand hvor det ikke er påvist sprøbruddmateriale ligge mellom 8 og 15.	30-100	2	1	2
Erosjon	Erosjen sikret eller fjell i dagen på bunn av kritiske skråninger	Ingen	0	3	0
Inngrep	Noen forverring	Liten	1	3	3
Total poengsum					7
Prosent av maks					13,7
Faresonene fordeles i faregradsklasser etter samlet poengsum:					
Lav faregrad = 0-17 poeng					
Middels faregrad = 18-25 poeng					
Høy faregrad = 26-51 poeng					

Evalueringsskjema for klassifisering av konsekvensklasse er vist i Tabell 9 nedenfor. Poengsummen blir 15 og konsekvensklassen klassifiseres til å være *Alvorlig*. Det betyr at det

er en risiko for skade på mennesker eller tap av liv eller betydelige økonomiske og samfunnsmessige konsekvenser.

Tabell 9: Evaluering av skadekonsekvens.

Konsekvensberegning					
Faktor	Beskrivelse	Konsekvens	Score	Vekt	Poeng
Boligheter	5 feriehus/hytta	Tett=5	3	4	12
Næringsbygg	Ingen	Ingen	0	3	0
Annen bebyggelse	Garasje/naust. Det ligger også en sone med betydelig kulturell verdi	Betydelig	2	1	2
Veier	Privat vei	<100	0	2	0
Toglinje	Ingen.	Ingen	0	2	0
Kraftlinje	lokal kraftlinje.	Lokal	0	1	0
Oppdemning og flodbølge	Hvis et skred løsner, kan det medføre begrenset flodbølger som kan være mindre alvorlig	Middels	1	2	1
Total poengsum					15
Prosent av maks					33,3
Faresonene fordeles i konsekvensklasser etter samlet poengsum: Mindre alvorlig = 0-6 poeng Alvorlig = 7-22 poeng Meget alvorlig = 23-45 poeng					

Risikoklasser: I vårt tilfelle får vi $13,7 \times 33,3 = 456,2$ **Risikoklasse 2.**

8. Kritisk snitt og materialparametere

8.1 Opptegning av kritiske snitt

SGC har identifisert 13 kritiske skråninger innenfor tiltaksområdet. Etter befaringen og grunnundersøkelsene ble det konkludert med at 4 kritisk skråning i tiltaksområdet ligger innenfor mulige løsneområder eller utløpsområder og kan føre til kvikkleireskred.

Langs de kritiske skråningene 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 og 12 er det registrert fast fjell i dagen under befaring (se Figur 11). Terrenget indikerer mulighet for skred i fortiden ved skråning 13. Imidlertid påvirker ikke tiltak K1 (fortau langs fylkesveg) stabiliteten til denne skråningen, og skråningen ligger utenfor innfluensområdet for tiltak K4 (boligfelt). Videre er bekken ved bunnen av skråningen erosjonssikret. Krav til sikkerhet for områdestabilitet oppfylles iht. veileder 1/2019 [Ref-1] for disse 9 skråningene.

Det er identifisert en kritisk skråning som strekker seg opp mot fast fjell i dagen, i underkant av marin grense (kritisk skråning 1 i Figur 11). Det er identifisert også tre kritiske skråninger som er under marin grense og strekker seg ned mot fast fjell i dagen til sjøen/fjorden (kritisk skråning 3 i Figur 11) eller ned mot Amundsbotnen (kritiske skråninger 2 og 4 i Figur 11). De kritiske skråningene går gjennom tiltaksområdet og gjennom utførte totalsonderinger. Disse kritiske skråningene, terrengprofil A-A (Profil 1), C-C (Profil 2 og 3) og F-F (Profil 4) i tegning T01-T04, er benyttet i stabilitetsvurderinger.

8.2 Lagdeling og beliggenhet av sprøbruddmateriale

Lagdeling og beliggenheten av sprøbruddmateriale i de ulike kritiske snittene er vist i beregningsprofilene i Vedlegg 4 til 6.

8.3 Laster

Veilast multipliseres med lastfaktor 1,3 i henhold til Staten vegvesen sin håndbok *N200* (Ref-9) dersom de virker ugunstig og 0 dersom de virker gunstig. For veier er det benyttet trafikklaster inklusiv lastfaktor på 19,5 kPa over hele veiens bredde i henhold til *N200*. I områder der trafikklastene ligger i passivt område (gir økte materialfaktorer/sikkerheter) er de ikke tatt med i stabilitetsberegningene.

8.4 Grunnvannstand og poretrykksforhold

Det er ikke utført grunnvannmålinger eller poretrykksmåling. Gjennom graving er det påvist grunnvannsspeil på ca. 2-2,5 m under terreng ved punkt 2, punkt 3 og punkt4.

8.5 Tolkning av konsolideringsforhold

Basert på utført trykksondring i borepunkt 3 antas leiren generelt å være noe overkonsolidert, med tolket OCR-verdi mellom 2,1 og 3,4. Tolket CPTu-sondering er vist i Vedlegg 3.

8.6 Tolkning av skjærfasthet

Når det gjelder trykksondering (CPTu) er den tolket ved hjelp av Statens Vegvesen sitt regneark-program *CPTu 2023.02* (Ref-8). Det henvises til dokumentasjonen i dette regnearket for hvordan tolkningen utføres. Vedlagt denne rapporten er det lagt ved utskrifter fra den tolkningen for alle den aktuelle trykksonderingen. Dette fremgår i Vedlegg 3.

8.6.1 Beskrivelse av CPTu

Trykksonderingen i Borepunkt 3 (Vedlegg 3) er tatt i dybde fra 1,5 m og ned til 4,5 m under terrengoverflaten. Sonderingen er tolket med den uforstyrrede 54 mm prøveserien i det samme punktet. Anvendelsesklasse er klasse 1, og maksimal helning er $1,7^\circ$. I tolkningen er det benyttet hydrostatisk fordelt poretrykk med en grunnvannstand på 2,0 m under terreng. OCR er tolket utfra modell av *Mayne og Larsson* (Ref-8), og vil passe sammen med en antatt forkonsolidering på 70 kPa. I tillegg er plastisiteten, I_p satt til 10 %. Tolkningen er i sin helhet utført for sensitivitet mindre eller større enn 15.

I dybden mellom 1,5 – 3,7 m ligger aktiv skjærstyrke mellom 90 og 180 kPa og friksjonsvinkel, ϕ tolket til å være mellom 31° og 35° for attraksjon, $a=10$ kPa. Massene er tolket å være friksjonsmasse på dette intervallet.

Aktiv skjærstyrke er ca. 60 kPa i dybden mellom 3,7 - 4,2 m. Friksjonsvinkel, ϕ tolket til å være 29° for attraksjon, $a=10$ kPa i denne dybden. Massene er tolket å være sprøbruddmateriale på dette intervallet.

9. Stabilitetsvurderinger

9.1 Materialparametere

Materialparametere benyttet i de geotekniske vurderingene er tatt fra CPTu eller utførte laboratorieforsøk på opptatte prøver. For jordmaterialer det ikke er tatt prøver av, er det benyttet erfaringsverdier iht. *Håndbok V220* (Ref-9).

9.1.1 Drenerte styrkeparametere

Vi har tolket friksjonsvinkel og attraksjon fra trykksonderinger (CPTu) i borepunkt 3 for hvor det er påvist sprøbruddmateriale og leirig silt, (se Vedlegg 3). For laget som inneholder sprøbruddmateriale og leirig silt er det benyttet en friksjonsvinkel på 29° og en attraksjon på 10 kPa. For laget bestående av silt er det benyttet 31° for friksjonsvinkel og 10 kPa for attraksjon.

9.1.2 Udrenert skjærstyrke

Udrenert skjærstyrke er hovedsakelig tolket ved hjelp av korrelasjoner på CPTU felldata. Vi har ikke benyttet noen reduksjon av fasthet for å ta høyde for sprøbruddeffekt i henhold til *Sikkerhet mot kvikkleireskred* (Ref-1), i tolkning av udrenert skjærstyrke fra CPTu. Trykksondring samt lab-undersøkelser i Borepunkt 3 har vist sprøbruddmateriale i dybden mellom 3,7 – 4,2 m. Skjærstyrke som er benyttet i laget bestående av sprøbruddmateriale, leirig silt, er ca. 60 kPa i dybden mellom 3,7 – 4,2 m. Uomrørt skjærstyrke (konus) for dybden 3,5 – 3,7 m er 25,9 kPa. Vi har ikke uomrørt skjærstyrke i dybden 3,7 – 4,2 m. Vi har tolket udrenert skjærstyrke for dette laget til å være 60 kPa.

9.1.3 Anisotropiforhold

For å ta høyde for anisotropiforhold ved ulik belastning av jordmassene rundt kritisk glideflate ble det valgt følgende ADP forhold mellom aktiv, direkte og passiv udrenert skjærstyrke iht. NIFS-rapport 2014/14 (Ref-11). Følgende tabell angir hvordan disse faktorene beregnes:

Tabell 10: ADP faktorer brukt i stabilitetsberegningene.

I_p (%)	A_d	A_p
≤ 10 %	0,63	0,35
> 10 %	$0,63 + 0,00425(I_p - 10)$	$0,35 + 0,00375(I_p - 10)$

Det er ikke analysert I_p i påvist sprøbruddmaterialer. Vi har valgt å være konservative, og dermed valgt I_p lik 10 %.

I våre stabilitetsberegninger for dette området har vi valgt å benytte parametere som listet i Tabell 11.

Tabell 11: Geotekniske parametere som vi har brukt i stabilitetsberegninger.

Lag	Densitet, γ kN/m ³	Aktiv udrenert skjærstyrke, C_{uA} kPa	Attraksjon, a kPa	Friksjons- vinkel, ϕ °	Merknad
Sand og grus	19	-	0	35	
Silt	19,4	-	10	31	Vedlegg 3
Sprøbruddmateriale	19,4	60	10	29	Vedlegg 3
Morene	19	-	5	35	

9.2 Stabilitetsberegninger for de kritiske skråningene

Programvaren *GeoSuite Stability* er brukt for beregninger av sikkerhetsfaktor.

Vi er utført tre stabilitetsberegninger for de kritiske skråningene, Terrengprofil A-A, Terrengprofil C-C, Terrengprofil F-F for dagens situasjon samt for tiltaket. Parameterne for stabilitetsberegninger er tolket fra CPTu resultater.

Beregningene og minimum benyttede materialfaktorer, γ_m , er presentert i Tabell 12. Vedlegg 4 – 6 viser alle beregningene på de kritiske skråninger.

Hvis tiltaket forverrer stabiliteten skal det kreves absolutt sikkerhetsfaktor $F_{cu} \geq 1,40 \cdot f_s$ og $F_{c\phi} \geq 1,25$, hvor f_s er lik 1,15.

For tiltak som ikke forverrer stabiliteten er kravet til sikkerhet $F_{cu} \geq 1,40$ og $F_{c\phi} \geq 1,25$.

For skråninger i faresonen som ligger utenfor influensområdet til tiltaket, gjelder krav til sikkerhet $F_{c\phi} \geq 1,25$, samt krav til robusthet $F_{cu} \geq 1,20$.

Resultatene i Tabell 12 viser at stabiliteten er tilstrekkelig for områdeskred. Vi har beregnet stabilitet for skråningen hvor glideflater går gjennom laget bestående av sprøbruddmateriale, leirig silt. Resultantene av stabilitetsberegningene viser at tiltaket på den mest kritiske skråningen, dvs.

Terrengprofil A-A og F-F, forverrer ikke stabiliteten og stabilitetsberegninger viser en sikkerhetsfaktor større enn påkrevd sikkerhetsfaktor. Ved terrengprofilen C-C, mot kanalen, forverrer tiltaket stabiliteten, men sikkerhetsfaktoren er større enn påkrevd sikkerhetsfaktor.

Det er ikke fare for områdestabilitet etter oppførelse av tiltakene og det vil kreve betydelig terrenginngrep langs de kritiske skråningene og økt belastning på topp eller i bunn av skråningene for å utløse et områdeskred.

Tabell 12: Beregnet sikkerhetsfaktor ved stabilitetsberegninger i *GeoSuite Stability*.

Terreng-profil	Vedlegg nr.	Beregnings-metode	Material-faktor, γ_m	Påkrevd sikkerhet til γ_m	Situasjon og merknad
A-A	4A	a ϕ	1,83	1,25	Dagens Situasjon - CPTu
		ADP	2,57	1,40	
C-C mot sjøen	5	a ϕ	4,46	1,25	Dagens Situasjon - CPTu
		ADP	4,33	1,40	
C-C mot kanalen	5A	a ϕ	6,08	1,25	Dagens Situasjon - CPTu
		ADP	6,40	1,40	
F-F	6	a ϕ	4,66	1,25	Etter tiltak - CPTu
		ADP	4,37	1,61	
F-F	6	a ϕ	1,82	1,25	Dagens Situasjon - CPTu
		ADP	2,31	1,40	
F-F	6	a ϕ	1,82	1,25	Etter tiltak - CPTu
		ADP	2,31	1,40	

10. Konklusjon

Langs de kritiske skråningene 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 og 12 er det registrert fast fjell i dagen under befarings. Imidlertid tiltak K1 (fortau langs fylkesveg) påvirker ikke stabiliteten til skråning 13 og denne skråningen ligger utenfor innfluensområdet for tiltak K4 (boligfelt). Videre er bekken ved bunnen av skråningen erosjonssikret. Disse skråningene er dermed ikke kritiske, og det er ingen fare for områdeskred. Dersom kunden på et senere tidspunkt vil utgrave ved bunnen av skråningene 12 eller 13, må dette vurderes i samråd med en geoteknisk fagperson.

Ved kritiske skråninger 1, 2, 3 og 4 er det ikke observert fjell ved befarings. Kritiske skråninger 2 og 4 representerer samme skråning og fordi skråning 4 er brattere enn skråning 2, er det bestemt å bare vurdere stabilitet for skråning 4 som er mer kritisk. Tiltaksområdet ligger i et mulig løseområde til disse skråninger. I tillegg ligger tiltaksområdet i et mulig utløpomsråde til disse skråninger.

Det er kartlagt tre faresoner Botneset 1, Botneset 2 og Botneset 3. De tre faresonene har lav faregrad og skadekonsekvensklasse er mindre alvorlig for faresoner Botneset 1 og Botneset 2, og alvorlig for faresone Botneset 3. Risikoklasse er satt til risikoklasse 1 for faresoner Botneset 1 og Botneset 2, og risikoklasse 2 for faresone Botneset 3.

Tiltak K4 (boligfelt) påvirker ikke stabiliteten, da boligene er plassert på berg i dagen eller friksjonsmasse, og det finnes ingen sprøbruddmateriale der Tiltak K4 er plassert.

Tiltak K1 (fortau langs fylkesveg og omlegging av avkjørsel) påvirker derimot stabiliteten. SGC har gjennomført stabilitetsberegninger som viser tilstrekkelig stabilitet for de kritiske skråningene både i dagens situasjon og med tanke på tiltaket.

Områdestabiliteten er vurdert som ivaretatt.

Dersom kunden ved en senere anledning vil utføre terrenginngrep, for eksempel oppfylling på skråningstopp eller utgraving ved skråningsbunn, må dette vurderes i samråd med geoteknisk fagkyndig.

Selv om lagdeling ut ifra grunnundersøkelser viser lag med sprøbruddegenskaper forsvinner i nivå lik eller litt under eksisterende vei, er det mulig at det fins sprøbruddmateriale over dette nivå. Dersom gjennom vei utvidelse, dvs. graving eller skjæring, kommer man til et lag som kan mistankes på leire/sprøbruddmateriale skal geoteknikker kontaktes.

Lokal stabilitet, på grunn av vei utvidelse, er ikke vurdert i denne rapporten. Dette må tas hensyn til når det blir aktuelt.

Siden denne vurderingen av et K4 tiltak avslutter ved steg 10 i prosedyren er det krav til uavhengig kvalitetssikring av dette notatet.

11. Referanser

- Ref-1: Norges vassdrags- og energidirektorat (2020) *Veileder nr. 1/2019 Sikkerhet mot kvikkleireskred*. Tilgjengelig fra:
<https://publikasjoner.nve.no/veileder/2019/veileder2019>
- Ref-2: Plan- og bygningsloven (2008), *Lov om planlegging og byggesaksbehandling, §28-1 og §29-5*.
- Ref-3: Direktoratet for byggkvalitet (2017) *TEK17 §7-1 Byggteknisk forskrift, Sikkerhet mot naturpåkjenninger*.
- Ref-4: Direktoratet for byggkvalitet (2017) *TEK17 §10-2 Byggteknisk forskrift, konstruksjonssikkerhet*.
- Ref-5: L'Heureux, 2012: *A study of the retrogressive behavior and mobility of Norwegian quick clay landslides*, publisert i 11th International Symposium on Landslides.
- Ref-6: Moholt, R. (2020) *Oversiktskartlegging og klassifisering av faregrad, konsekvens og risiko for kvikkleireskred – Metodebeskrivelse NGI*. (Ekstern Rapport nr. 9/2020). Majorstuen i Oslo: Norges vassdrags- og energidirektorat.
- Ref-7: Statens vegvesen (2022) *Vegnormal N200 Vegbygging*. Tilgjengelig fra:
<https://viewers.vegnorm.vegvesen.no/product/859942/nb> (Hentet: oktober 2023).
- Ref-8: Statens vegvesen (2023) Trykksonderingsregneark (CPTu). Tilgjengelig fra:
<https://www.vegvesen.no/fag/teknologi/geofag/geoteknikk/cptu/> (Hentet: oktober 2023).
- Ref-9: Statens vegvesen (2023) *N-V220 Geoteknikk i vegbygging*. Tilgjengelig fra:
<https://viewers.vegnorm.vegvesen.no/product/859978/nb> (Hentet: oktober 2023).
- Ref-10: Alikarami R., (2023) *Datarapport for grunnundersøkelse ved Botnneset i Masfjorden kommune*. (2023-12-382 00r) Bergen: Sunnfjord Geo Center.
- Ref-11: Thakur, V. et al. (2014) *Naturfareprosjektet Dp. 6 Kvikkleire – En omforent anbefaling for bruk av anisotropifaktorer i prosjektering i norske leirer*. (NIFS-rapport 2014/14). Majorstuen i Oslo: Norges vassdrags- og energidirektorat.

Internettsteder:

NVE spørsmål-og-svar-om-kvikkleireveilederen

<https://www.nve.no/om-nve/spoer-nve/om-kvikkleire/sporsmal-og-svar-om-kvikkleireveilederen/>

Kart, satellittbilder og topografiske profil:

Kartverket, <http://www.norgeskart.no>

<http://www.hoydedata.no>

Google <http://www.google.com/maps>

Geologiske og klimatiske data:

Norges geologiske undersøkelse, <http://www.ngu.no>

Grusdatabasen http://www.geo.ngu.no/kart/grus_pukk

GRANADA-grunnvannsdatenbanken
Norges vassdrags- og energidirektorat,
NVE Tverrprofil database
Forskrifter:
Direktoratet for byggkvalitet

<http://www.geo.ngu.no/kart/granada>

<http://www.atlas.nve.no>

<http://www.temakart.nve.no>

Vedlegg 1: Tegningsforklaring

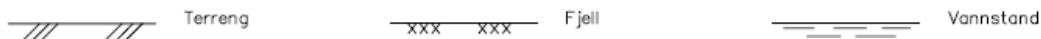
Symbol	Metode	Anmerkning	Symbol	Metode	Anmerkning
●	2401 Dreiesondering	Sondering m. registrering av motstand.	■	2410 Setningsmåling	Nivellementspunkt.
⊙	2402 Prøveserie	Prøvene tatt med boringsredskap (skovbor, prøvetager, diamantkjernebor m.m.)	⊖	2411 S.P.T.	Standard Penetration Test
□	2403 Prøvegrop	Prøvene tatt i gropvegg.	⊛	2412 Fjellkontroll-boring	Boring ned til og i fjell.
⊗	2404 Prøvebelastning	Peler, terrengplater, fundamenter o.l.	⊕	2413 Poretrykksmåling	Inkludert måling av grunnvannstand.
○	2405 Enkel sondering	Sondering uten registrering av motst., f.eks. spyleboring, slagboring m.m.	⊗	2414 In situ permeabilitetsmåling	Infiltrasjonsforsøk, prøvepumping m.m.
⦿	2406 Dreietrykksondering	Maskinsondering med automatisk registrering.	+	2415 Vinge-boring	Måling av uomrørt og omrørt udrenert skjærstyrke.
▽	2407 CPTU	Sondering der spissmotstand, lokal friksjon og poretrykk registreres under nedpressing	⊔	2416 Elektrisk sondering	Elektrisk motstand, korrosivitet etc.
⊗	2408 Skruplateforsøk	Kompressometer o.l.	⊞	2417 Helningsmåling	Inklinometer.
▼	2409 Ramsondering	Sondering der borstang slås ned. Stangdiameter, loddvekt og fallhøyde er normert. Q_0 registreres.	⊕	2418 Totalsondering	Kombinasjonsboring gjennom løsmasser og fjell.

NIVÅER OG DYBDER (i meter)

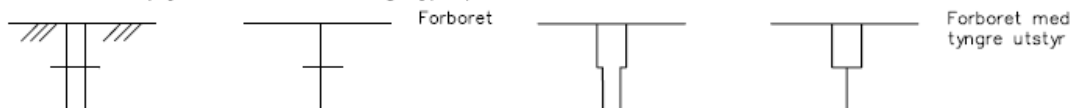
$$\begin{array}{l} \star \\ \times \\ \star \end{array} \frac{12,8}{-5,7} 18,5+3,0$$

Over linjen : kote terreng eller elvebunn, sjøbunn ved boring i vann (12,8).
 Ut for linjen : boret dybde i løsmasser (18,5). Evt. boret dybde i fjell angis etter plusstegn (+3,0).
 Under linjen : sikker fjellkote.

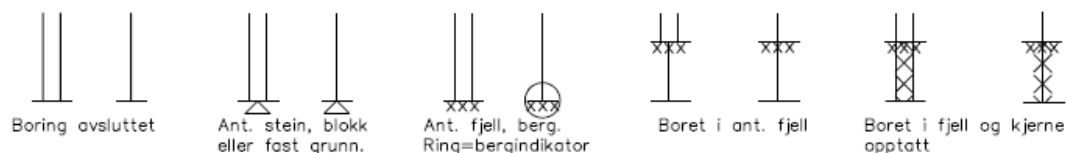
OPPTEGNING I PROFIL Generelt



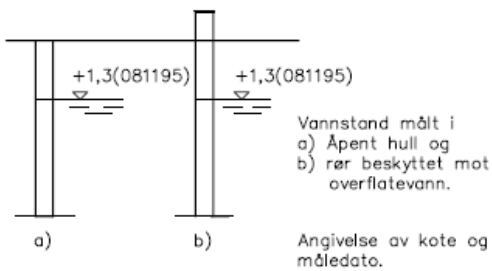
FORBORING (Gjelder alle sonderingstyper)



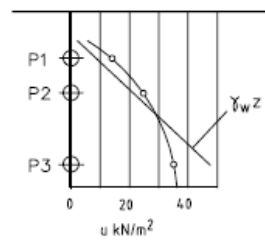
AVSLUTNING AV BORING (Gjelder alle sonderingstyper)



GRUNNVANNSTAND



PORETRYKK

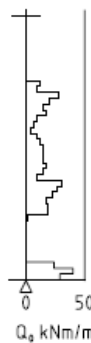


Poretrykk, u, fremstilles i et diagram. En teoretisk linje for hydrostatisk trykkfordeling $\gamma_w z$ kan vises.

VANNSTAND

HFV Høyeste flomvannstand
HRV Høyeste regulerte vannstand
LRV Laveste regulerte vannstand
HHV Høyeste høyvannstand
LLV Laveste lavvannstand
HV Normal høyvannstand
LV Normal lavvannstand
MV Normal middelvannstand
V Vannstand (dato angis)
GV Grunnvannstand (dato angis)

RAMSONDERING



Rammemotstanden Q₀ angis som brutto rammeenergi i kNm pr. m synk av boret.

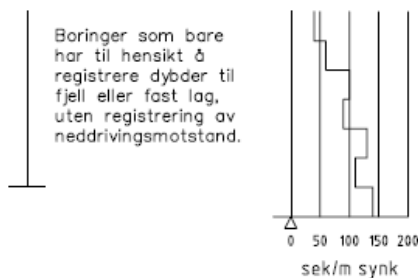
$$Q = \frac{W \times H}{s}$$

der W = Tyngde av lodd (kN)

H = Fallhøyde (m)

s = Synk i m pr. slag

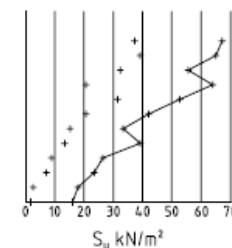
ENKEL SONDERING



Boringer som bare har til hensikt å registrere dybder til fjell eller fast lag, uten registrering av neddrivingsmotstand.

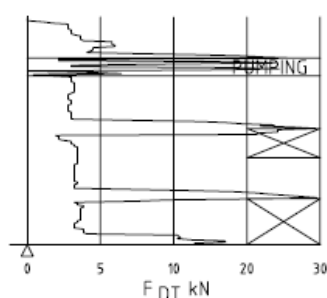
Ved enkel sondering med slagbormaskin og sondering med fjellrigg kan synk vises som sek/m.

+ VINGEBORING



Borhullet markeres med enkel tykk strek. Skjærstyrken s_u og s'_u angis i kN/m² med tegnet +. Verdier merka (+) ansees ikke representative. Verdien som angis er den kalibrerte område og uomrørte skjærstyrke.

DREIETRYKKSUNDERING



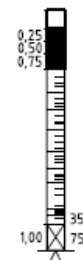
Vanlig boring med 25 omdr./min.

Pumping

Økt rotasjon

Borhullet markeres med en enkel tykk strek. Målt nedpressingskraft er vist som funksjon av dybden. Kraften er registrert ved automatisk skriver.

DREIESONDERING

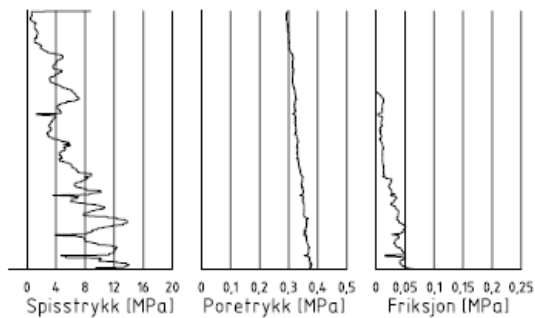


Forboringdybde markeres og diameter angis i mm. Vertikallasten i kN angis på borhullets v. side. Endring i belastning vises ved tverrstrekk. Synk uten dreining markeres med skyggelegging eller raster.

Hel tverrstrekk for hver 100 halv-omdreining. Halv tverrstrekk for hver 25 halv-omdreining. Mindre enn 100 halv-omdreining vises ved å skrive ant. halv-omdr. på h. side. Neddriving ved slag på boret vises m. kryss, slagant. og redskap kan angis. Endret neddrivingsmåte vises m. hel tverrstrekk.

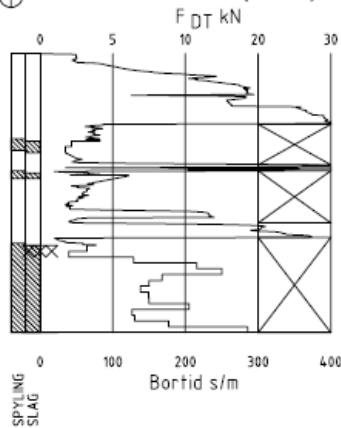


▽ CPT / TRYKKSONDERING



Trykkspondering med poretrykksmåling og friksjonsmåling. Borhullet markeres med en tykk strek hvor spissmotstandskurven tegnes inn. Poretrykkskurven og friksjonskurven tegnes inn i høvelig nærhet til spissmotstandskurven. Skala velges etter (opptredende) målte spenninger.

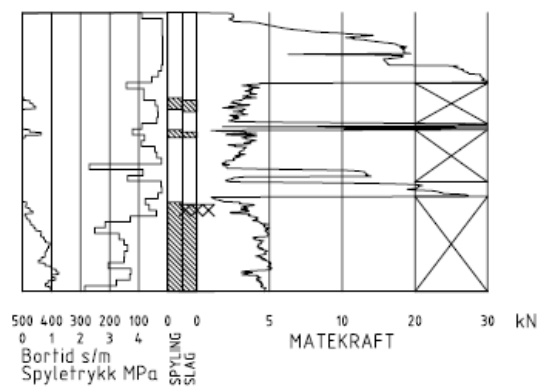
⊕ TOTALSONDERING (alt. 1)



Metoden er en kombinasjon av dreietrykkspondering og fjellkontrollboring, med 57 mm borkrone.

Målt nedpressingskraft vises som funksjon av dybden der hvor boringen er utført med prosedyre som for dreietrykkspondering. Økt rotasjonshastighet vises med kryss for denne delen av boringen.

⊕ TOTALSONDERING (alt. 2)



Ved boring med slag og spyling markeres dette med skravur. Bortid tegnes i blokker for hver 0,2m, evt. 1,0m (alternativ 1). Alternativt kan nedpressingskraft tegnes også for denne delen av boringen. Bortid tegnes da i blokker for hver 0,2m, evt. 1,0m, på motsatt side av diagrammet (alt. 2).

KODELISTE

Data som registreres kan kompletteres med borlederens egne inntrykk. For å hjelpe borlederen finnes det en kodeliste som anbefales brukt. Kodene kan om ønskelig tegnes til høyre for bordiagrammet. Disse koder benyttes:

GENERELLE KODER

- 00 Foreg. kode feil, skal være kode...
- 01 Startnivå for følgende kode
- 02 Metodebytte ved fortsatt sondering i samme hull (komb. m. ang. ny met.)
- 03 Ytterligere info. finnes

ANMERKNINGSKODER

- 10 Stoppnivå for tidligere forsøk (komb. m. stoppkode).
- 11 Lengre opphold i sond. (mer enn 5min.)
- 12 Dreining ikke utført fra det markerte nivå.
- 13 Sonden synker uten loddets vekt (ramsond.).
- 14 Sonden synker med loddets tyngde.
- 15 Sonderingsmotstand registreres ikke.
- 16 Stopp for poretrykksutjevning (CPT).
- 17 Poretrykksutjevning avsluttet.

FRIE KODER (EKSEMPEL)

- 60 Borstangen bøyer seg.
- 61 Trolig grunnvannsnivå.
- 62 Markert mottrykk under oppbygging.
- 63 Slutt mottrykk.

BEDØMMELSESKODER

- 30 Fyllmasse
- 31 Tørrskorpe
- 32 Leire
- 33 Silt
- 34 Sand
- 35 Grus
- 36 Morene
- 37 Torv
- 38 Gytje
- 40 Forekomst av stein
- 41 Stein, blokk eller berg.
- 42 Sluttnivå for stein eller blokk.

MASKINTEKNISKE KODER

- 70 Økt rotasjon begynner
- 71 Økt rotasjon avsluttet
- 72 Spyling begynner
- 73 Spyling slutter
- 74 Slag starter
- 75 Slag slutter
- 76 Slag og spyling starter samt.

- 77 Slag og spyling slutter samt.
- 78 Pumping starter
- 79 Pumping slutter

STOPPKODER

- 90 Sondering avsl. uten å ha oppnådd stopp.
- 91 Fast grunn, sond. kan ikke drives videre etter norm. pros.
- 92 Ant. stein eller blokk
- 93 Ant. berg
- 94 Avsl. etter boret ønsket dybde i fjell.
- 95 Brudd i borstenger eller spiss.
- 96 Annen material- eller mask.feil
- 97 Boring avsl. (årsak notert)



☉ PRØVESERIE
Materialsignatur (iht. NGF)

Fjell	Stein og blokk	Grus	Sand
Silt	Leire	Skjell	Fyllmasse
Trerester Sagflis	Matjord	Torv Planterester	Gytje, dy (vannavsatt)

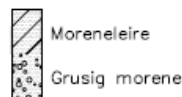
Anmerkning

T = tørrskorpe
Leire: R = resedimenterte masser
K = kvikkleire

Ved blandingsjordarter kombineres signaturene.

Morene vises ved skyggelegging.

Eks.:



For konkresjoner kan bokstavsymboler settes inn i materialsignaturen.

Ca = kalkkonkresjoner
Fe = jernkonkresjoner
AH = aurhelle

SYMBOLER FOR LABORATORIEDATA

Laboratoriebestemmelser	Bokstav-symbol	Tegn-symbol	Anmerkninger
Materiale			Jordarter beskrives i samsvar med retningslinjer gitt av NGF. Hovedbetegnelsen skrives med store bokstaver.
Vanninnhold Naturlig vanninnhold Plastisitetsgrense Flytegrense Flytegrense konus	W W _P W _L W _F	• 	Angis i masseprosent av tørrstoff. Metode skal angis.
Tyngdetetthet / densitet Tyngdetetthet Densitet Tørr densitet Korndensitet	γ ρ ρ _d ρ _s		Tyngdetetthet kN/m ³ . Densitet t/m ³ . γ (kN/m ³)
Porøsitet Poretall	n e		
Skjørstyrke, udrenert Konusforsøk, uomrørt Konusforsøk, omrørt Enkelt trykkforsøk	s _{uk} s _{u'k} s _{ut}	▼ ▼ ∞	Symbolet settes i () hvis verdien ikke ansees representativ. Aksialdeformasjon ved brudd (ε _f) angis i % slik: $\frac{15-\phi-5\%}{10}$
Sensitivitet	S _t		Metode bør angis.
Organisk materiale Innhold av organisk karbon Glødetap Humusinnhold Formulingsgraden	O _c O _{gl} O _{Na} vP		Angis i masseprosent av tørrstoff før forsøk. Bestemt ved NaOH-metoden. Klassifisering etter von Post skala H ₁ –H ₁₀

Forøvrig benyttes bokstavsymboler vedtatt av The International Society of Soil Mechanics and Foundation Engineering.

Vedlegg 2

Borpunktsoversikt: Botnenseset i Masfjorden kommune. Koordinatsystem: EUREF89 UTM32 NN2000.

Borhull	x-koordinat	y-koordinat	z-koordinat	Metode	Stopp	Løsmasser (m)	fjell (m)	Dato
1	6745107.924	298207.062	9,979	Tot.	94	3,59	3	02.10.2023
1PR	6745107.924	298207.062	9,979	Poseprøver	90	1	-	05.10.2023
2	6745116.119	298265.210	15,738	Tot.	94	9,91	2,99	02.10.2023
2PR	6745116.119	298265.210	15,738	Poseprøver	90	1	-	05.10.2023
3	6745134.684	298402.491	13,36	Tot.	94	9,84	2,99	02.10.2023
3-cpt	6745134.684	298402.491	13,36	Cpt	90	4,51	-	04.10.2023
3PR	6745134.684	298402.491	13,36	54 mm prøver/ Poseprøver	90	3,5	-	05.10.2023
4	6745117.097	298330.092	18,348	Tot.	94	7,92	2,99	02.10.2023
5	6745115.804	298423.932	21,059	Tot.	94	10,55	3,04	02.10.2023

Sonde og utførelse

Sondennummer	51506	Boreleder	K.Strandlind
Type sonde	Envi	Temperaturendring (°C)	
Kalibreringsdato	03.04.2023	Maks helning (°)	1,7
Dato sondering	04.10.2023	Maks avstand målinger (m)	0,01
Filtertype			

Kalibreringsdata

	Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk
Maksimal last (MPa)	50	1	2
Måleområde (MPa)	50	1	2
Skaleringsfaktor	-	-	-
Oppløsning 2 ¹² bit (kPa)	-	-	-
Oppløsning 2 ¹⁸ bit (kPa)	-	-	-
Arealforhold	0,6900	0,0060	
Kalibreringsavvik (%)	0,05	-	-
Temperaturområde (°C)	-		

Nullpunktskontroll

	NA	NB	NC
Registrert før sondering (kPa)	0,0	0,0	0,0
Registrert etter sondering (kPa)	76,0	-0,2	-1,1
Avvik under sondering (kPa)	76,0	0,2	1,1
Beregnet avvik under sondering (kPa)	6,2	0,0	0,0
Maksverdi under sondering (kPa)	12369,0	82,3	282,9


Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012

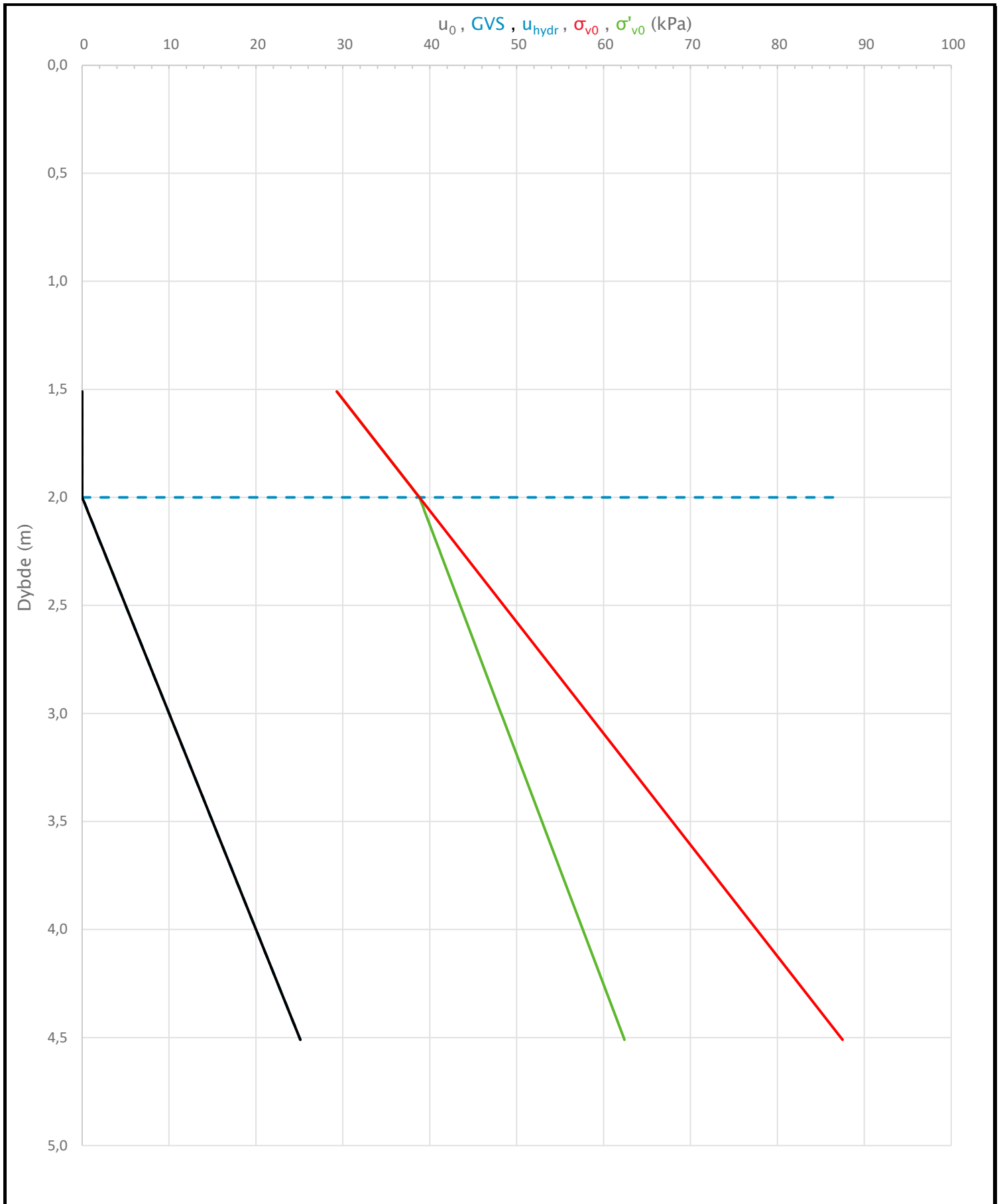
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
Samlet nøyaktighet (kPa)	82,2	0,7	0,2	0,2	1,1	0,4
Tillatt nøyaktighet klasse 1	35	5	5	10	10	2
Tillatt nøyaktighet klasse 2	100	5	15	15	25	3
Tillatt nøyaktighet klasse 3	200	5	25	15	50	5
Tillatt nøyaktighet klasse 4	500	5	50	20		
Anvendelsesklasse	2	1	1	1	1	1
Anvendelsesklasse måleintervall	1					
Anvendelsesklasse	1					

Måleverdier under kapasitet/krav

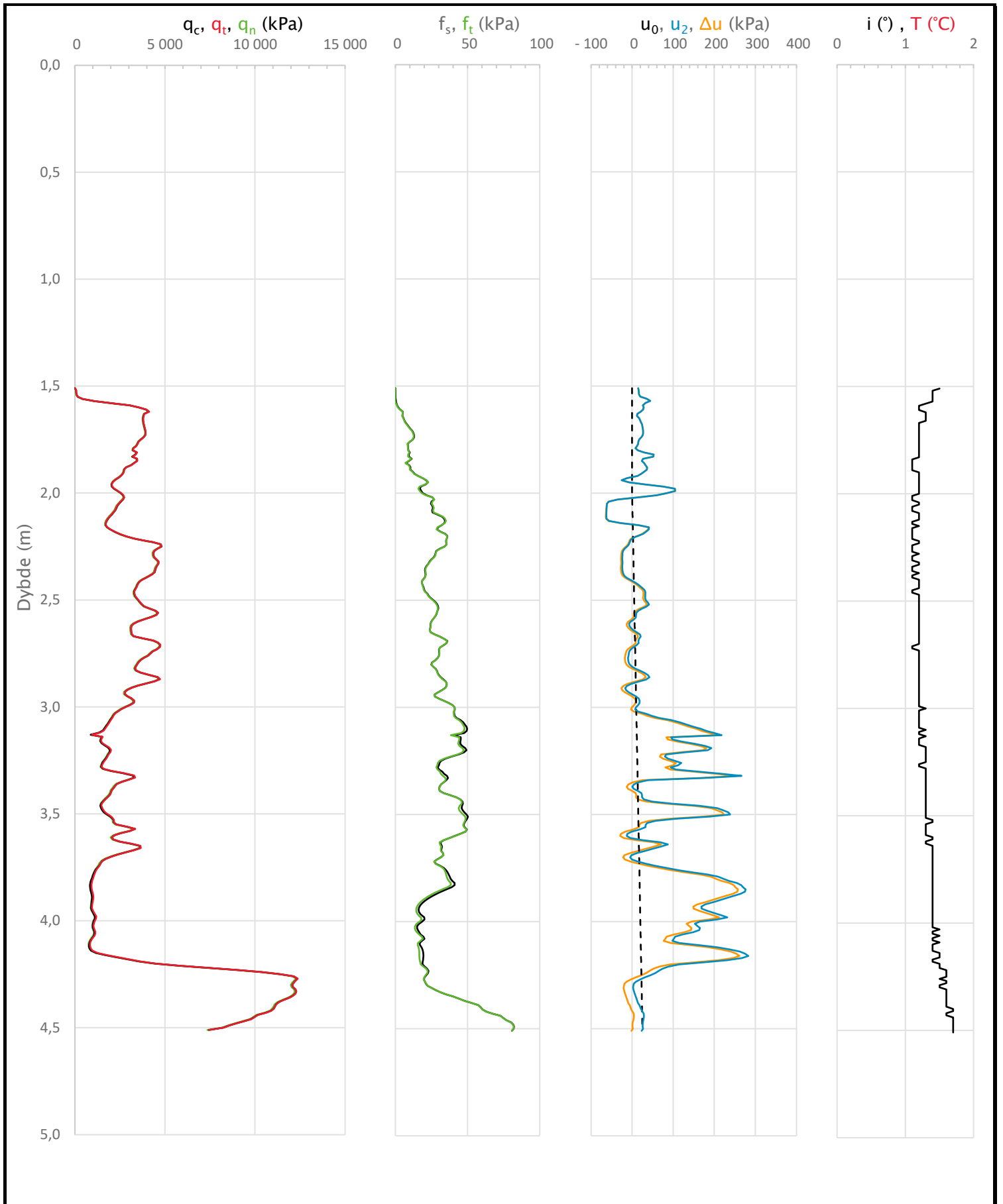
Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk	Helning	Temperatur
OK	OK	OK	OK	-


Kommentarer:

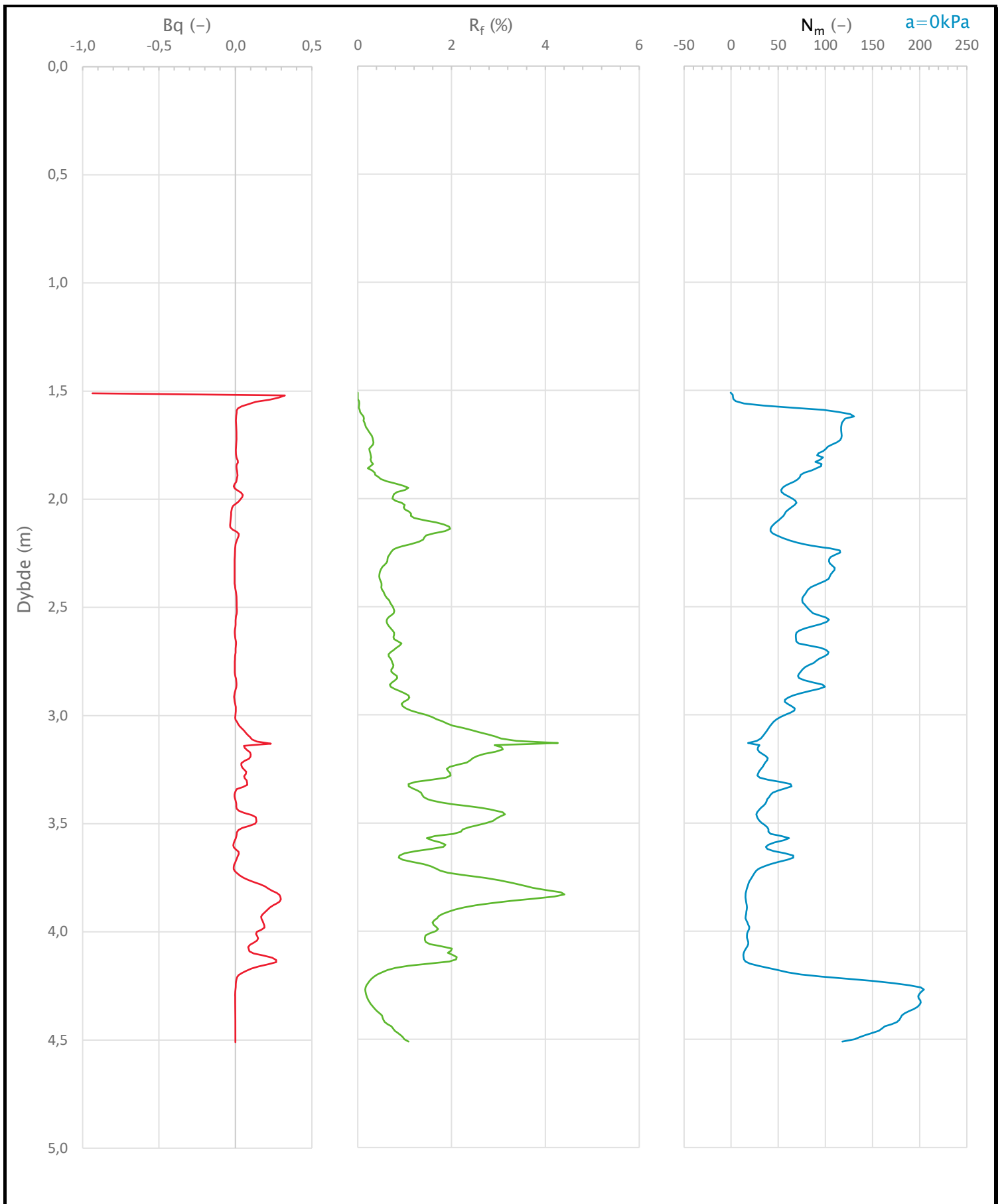
Prosjekt	Prosjektnummer: 2022-12-382 Rapportnummer: 2022-12-382-01r			Borhull	Kote 1,5-4,5
Botnaneset				3	
Innhold	Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet			Sondennummer	51506
 Statens vegvesen	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	Reza Alikarami	Andrews Omari		Figur	1
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon		
	Ekstern konsulent	04.10.2023	Rev. dato		




Prosjekt		Prosjektnummer: 2022-12-382 Rapportnummer: 2022-12-382-01r		Borhull	Kote 1,5-4,5
Botnaneset				3	
Innhold				Sondennummer	
In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger				51506	
 Statens vegvesen	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	Reza Alikarami	Andrews Omari		1	
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur	
Ekstern konsulent	04.10.2023	Rev. dato	2		



Prosjekt		Prosjektnummer: 2022-12-382 Rapportnummer: 2022-12-382-01r		Borhull	Kote 1,5-4,5
Botnaneset				3	
Innhold				Sondennummer	
Måledata og korrigerte måleverdier				51506	
 Statens vegvesen	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	Reza Alikarami	Andrews Omari		Figur	3
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon		
	Ekstern konsulent	04.10.2023	Rev. dato		



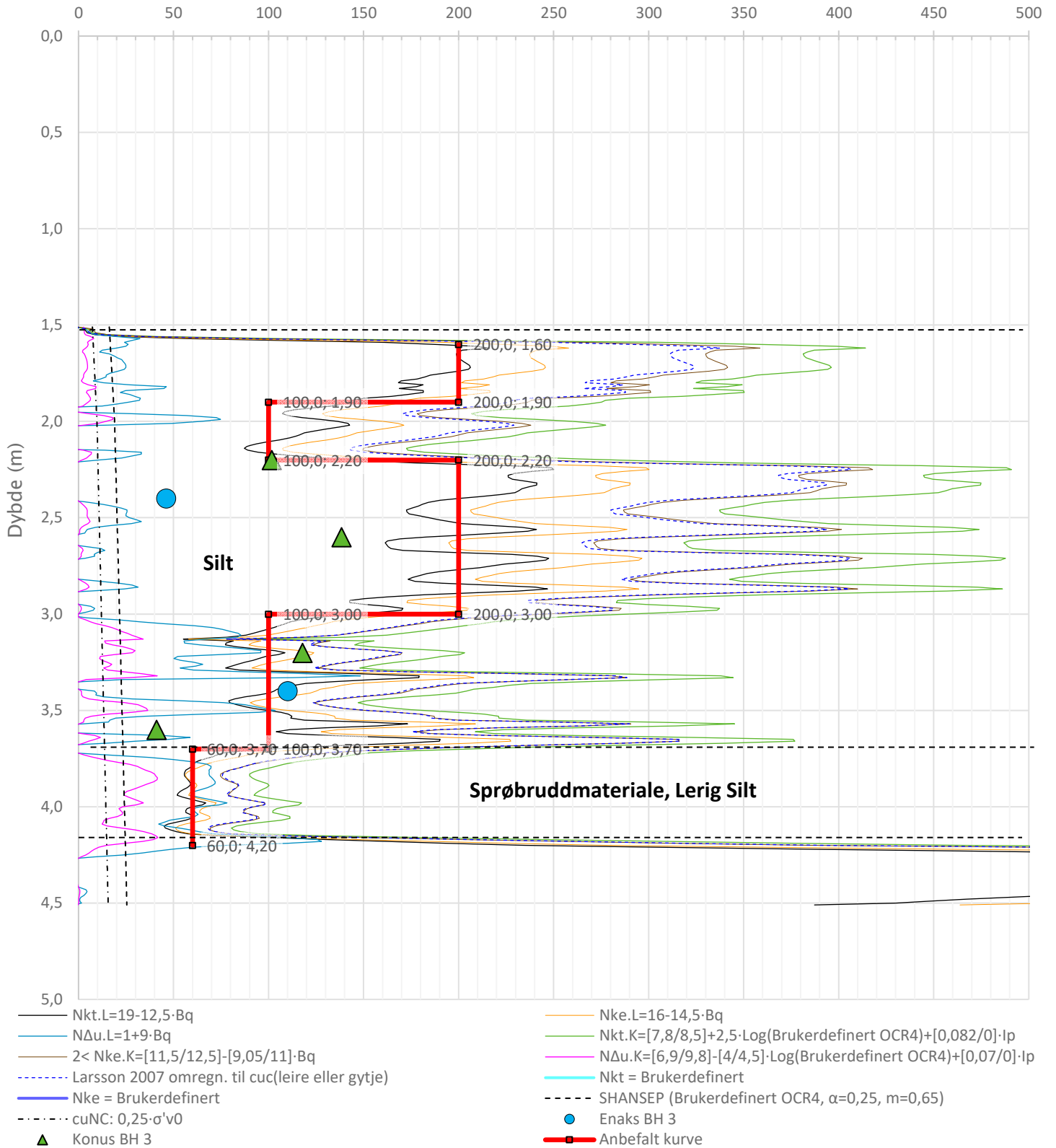
Prosjekt		Prosjektnummer: 2022-12-382 Rapportnummer: 2022-12-382-01r		Borhull	Kote 1,5-4,5
Botnaneset				3	
Innhold				Sondennummer	
Avledede dimensjonsløse forhold				51506	
 Statens vegvesen	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	Reza Alikarami	Andrews Omari		Figur	4
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon		
	Ekstern konsulent	04.10.2023	Rev. dato		


Anisotropiforhold i figur:

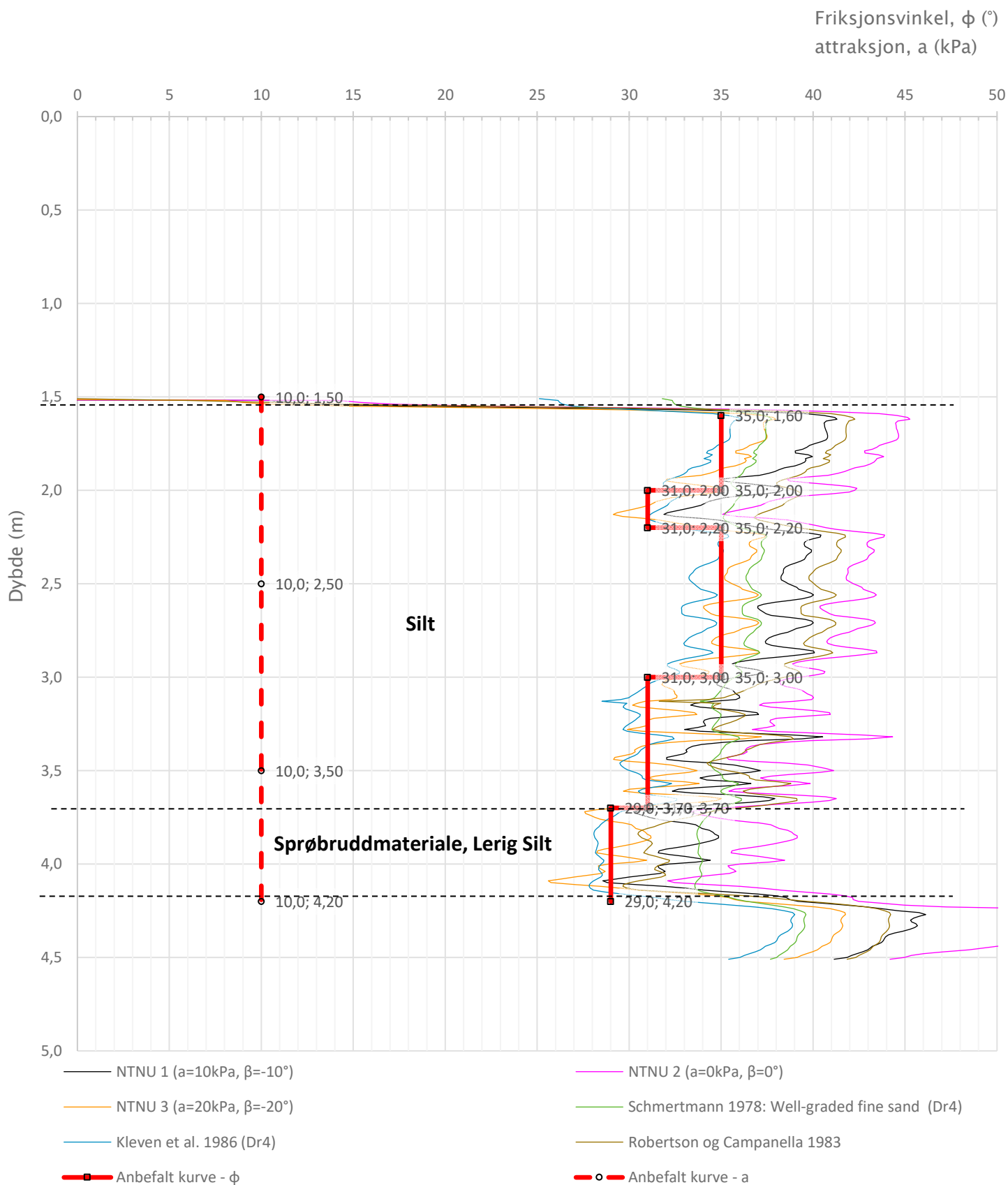
Enaks BH 3: $c_{uc}/c_{ucptu} = 0,630$


Konus BH 3: $c_{ufc}/c_{ucptu} = 0,630$

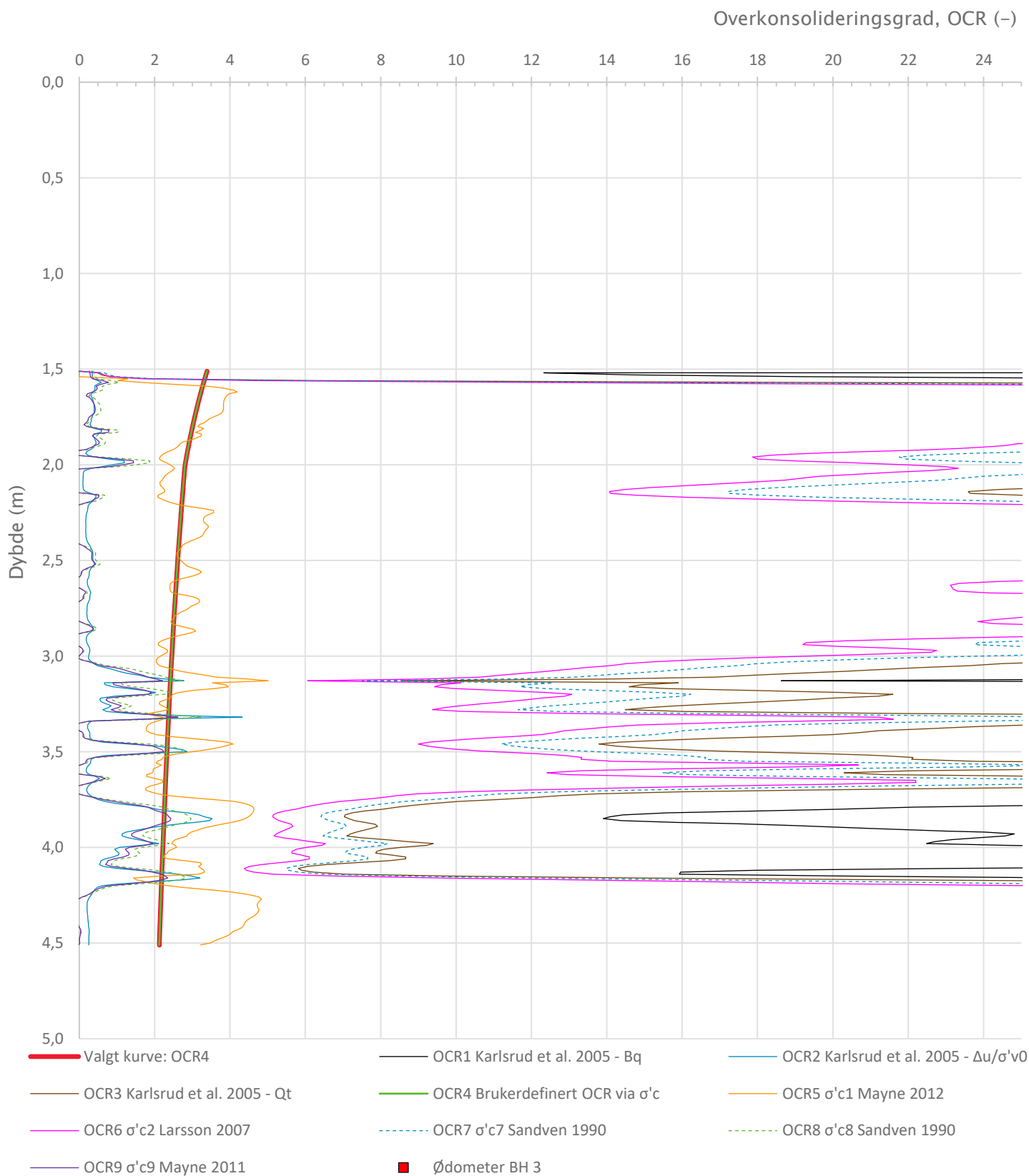
Udrenert aktiv skjærfasthet, c_{ucptu} (kPa)




Prosjekt	Prosjektnummer: 2022-12-382 Rapportnummer: 2022-12-382-01r		Borhull	Kote 1,5-4,5
Botnaneset			3	
Innhold	Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet		Sondennummer	51506
 Statens vegvesen	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse
	Reza Alikarami	Andrews Omari		1
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur
	Ekstern konsulent	04.10.2023	Rev. dato	5

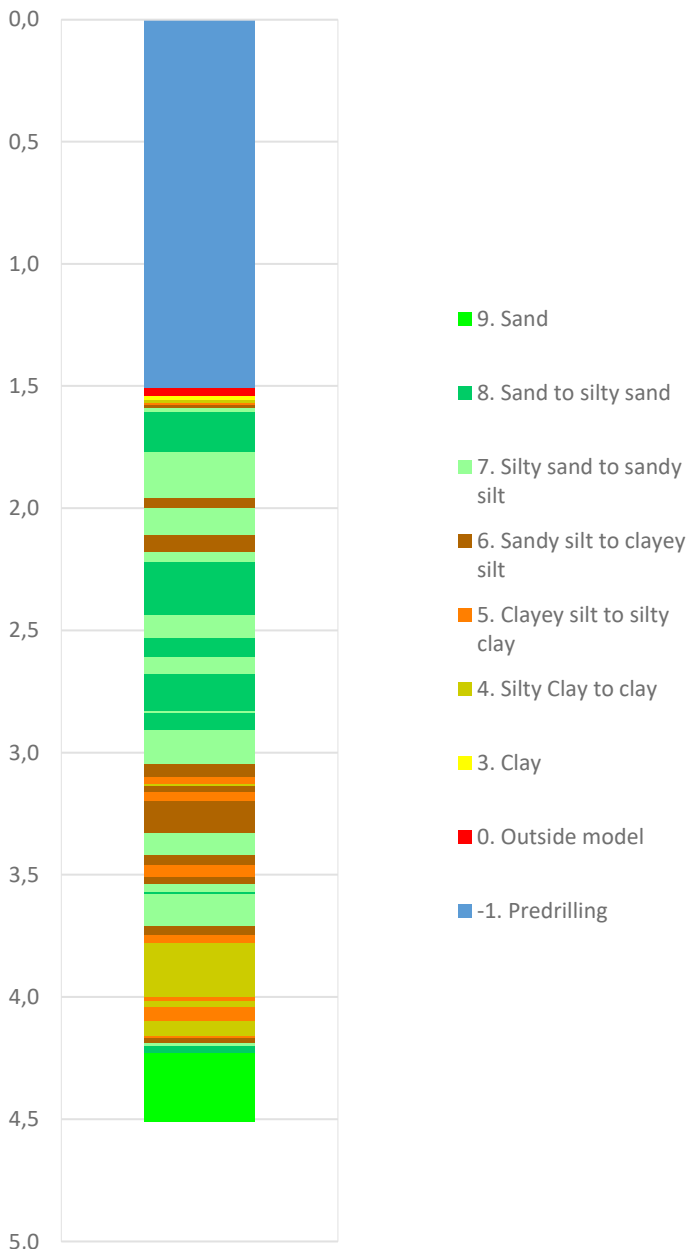


Prosjekt Botnaneset		Prosjektnummer: 2022-12-382 Rapportnummer: 2022-12-382-01r		Borhull Kote 1,5-4,5 3
Innhold Tolkning av friksjonsvinkel og attraksjon				Sondennummer 51506
 Statens vegvesen	Utført Reza Alikarami	Kontrollert Andrews Omari	Godkjent	Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 04.10.2023	Revisjon Rev. dato	Figur 6

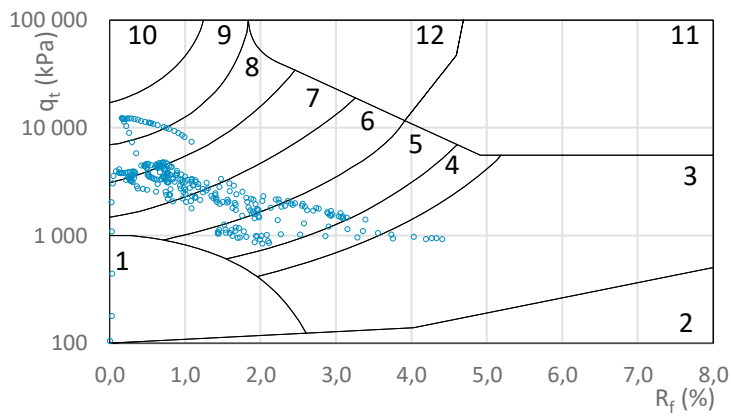
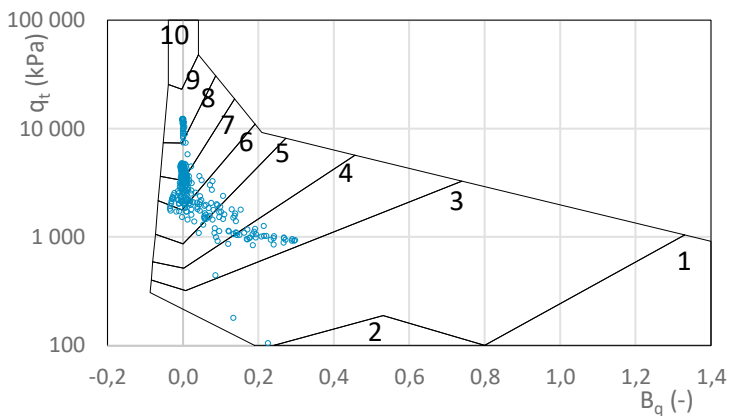
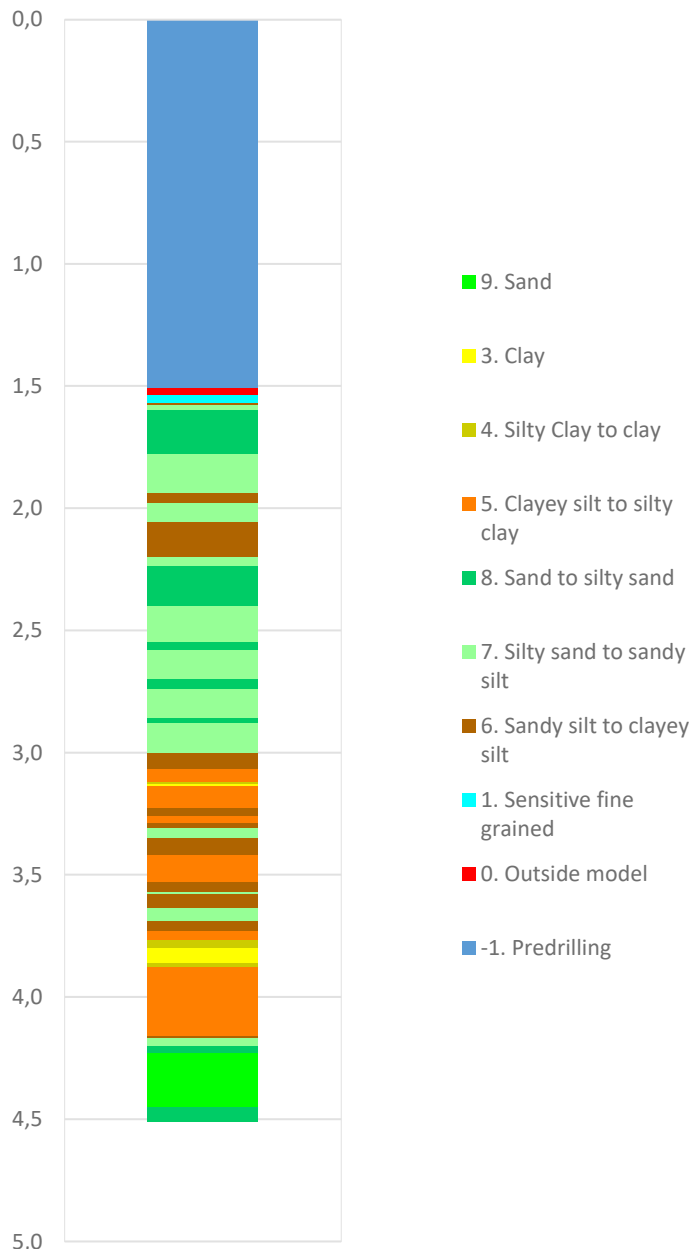



Prosjekt		Prosjektnummer: 2022-12-382 Rapportnummer: 2022-12-382-01r		Borhull	Kote 1,5-4,5
Botnaneset				3	
Innhold				Sondenummer	
Overkonsolideringsgrad, OCR				51506	
 Statens vegvesen	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	Reza Alikarami	Andrews Omari		Figur	7
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon		
	Ekstern konsulent	04.10.2023	Rev. dato		

Robertson et al. 1986 (Bq-qt)

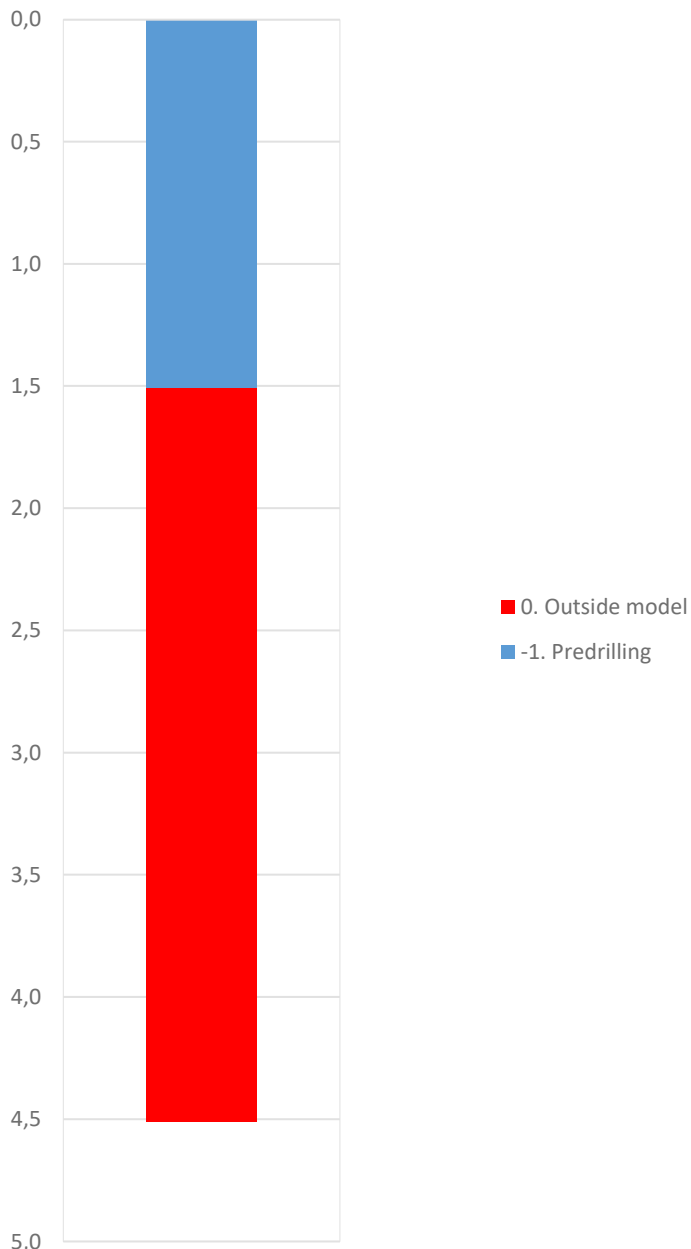


Robertson et al. 1986 (Rf-qt)

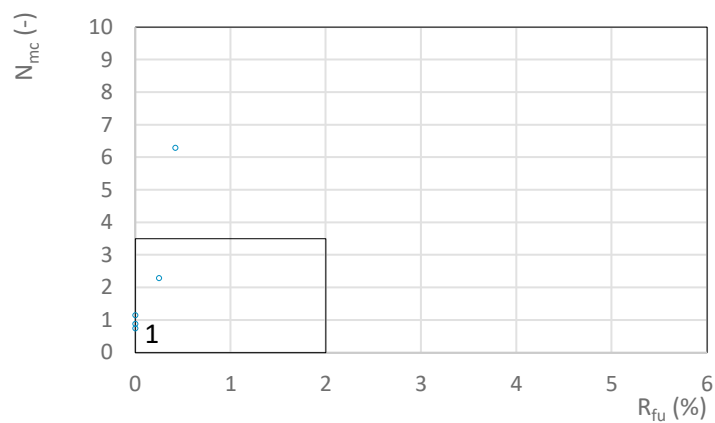
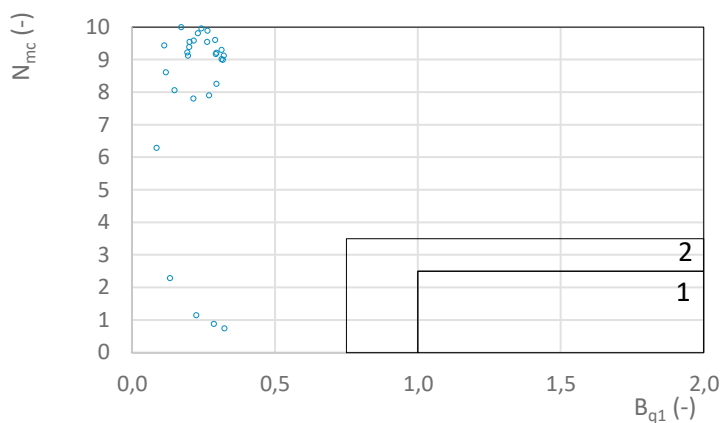
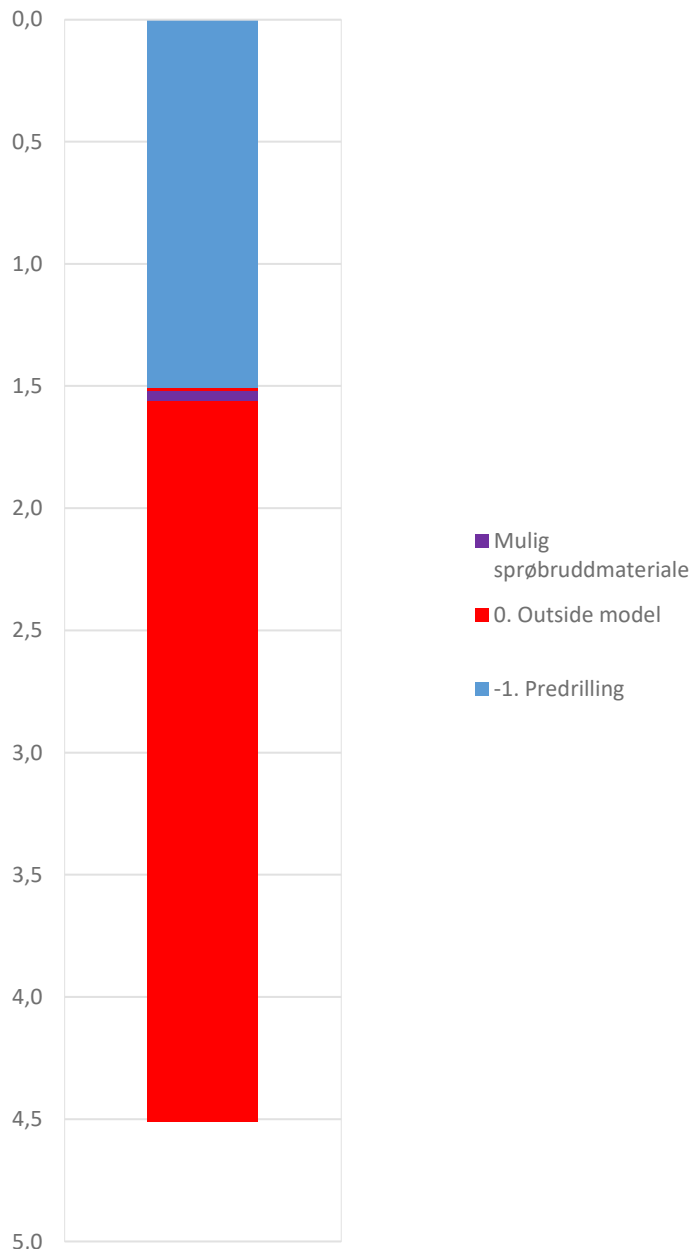


Prosjekt		Prosjektnummer: 2022-12-382 Rapportnummer: 2022-12-382-01r		Borhull	Kote 1,5-4,5
Botnaneset				3	
Innhold				Sondennummer	
Jordartsklassifisering etter Robertsson et al. 1986				51506	
 Statens vegvesen	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	Reza Alikarami	Andrews Omari		Figur	8
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon		
Ekstern konsulent	04.10.2023	Rev. dato			

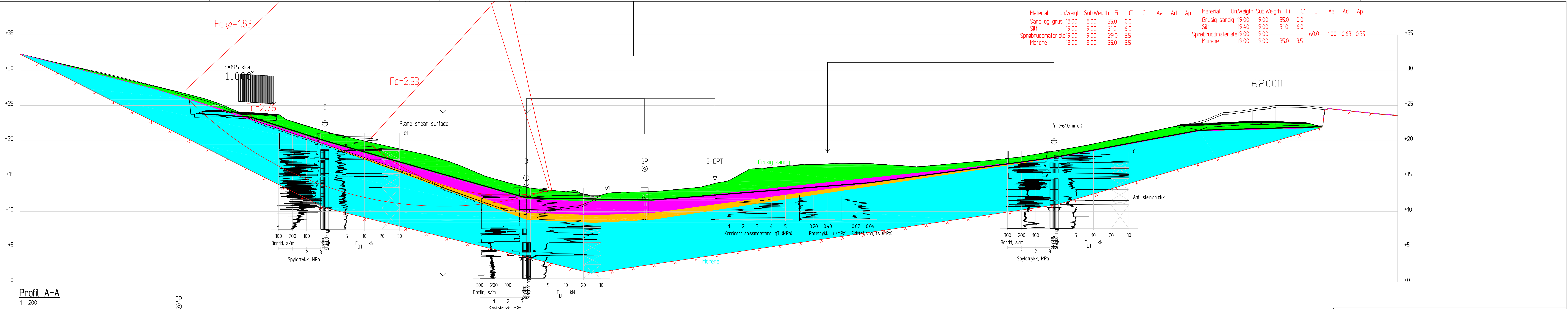
NIFS 2015 (Bq1-Nmc)



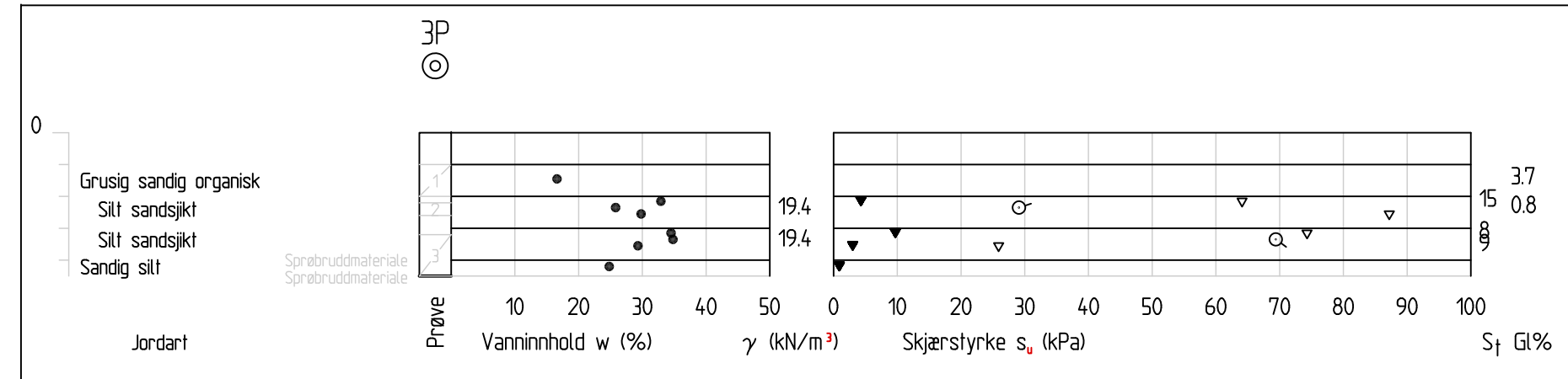
NIFS 2015 (Rfu-Nmc)



Prosjekt		Prosjektnummer: 2022-12-382 Rapportnummer: 2022-12-382-01r		Borhull	Kote 1,5-4,5
Botnaneset				3	
Innhold		Jordartsklassifisering etter NIFS 2015 – detektering av sensitive materialer		Sondennummer	51506
 Statens vegvesen	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	Reza Alikarami	Andrews Omari		Figur	9
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon		
	Ekstern konsulent	04.10.2023	Rev. dato		



Profil A-A
1: 200



F=2.53
Udrenert-Sirkulær glideflate

Fc=2.76
Udrenert Plane glideflate (Sammensatt glideflate)

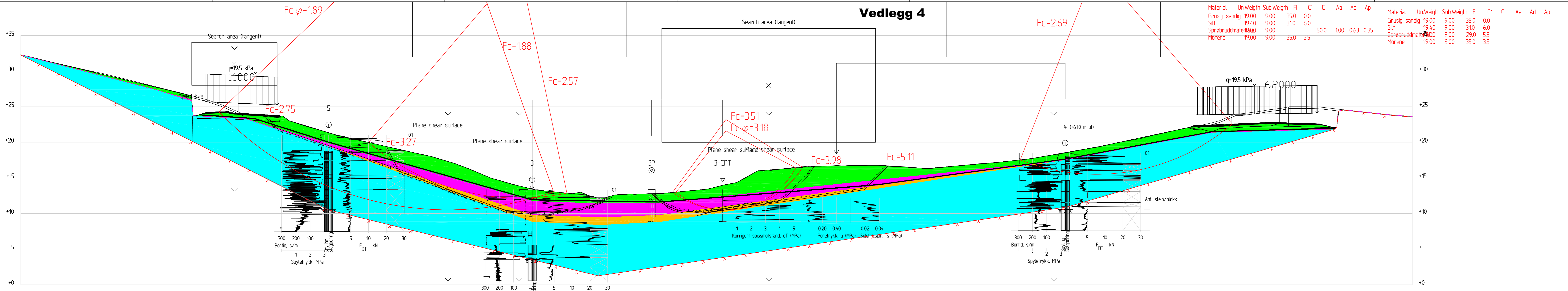
Fcφ=1.83
Dreneret-Sirkulær glideflate

c:\users\reza\sunnfjord geo center as\felles - 01 prosjekt\aktive\2022-12-382 osv ism. regulering av bustadfelt på botnaneset, masfjorden kommune\05 geosuite\stabgraf\ni\profile a-a - ny - eks.dwg

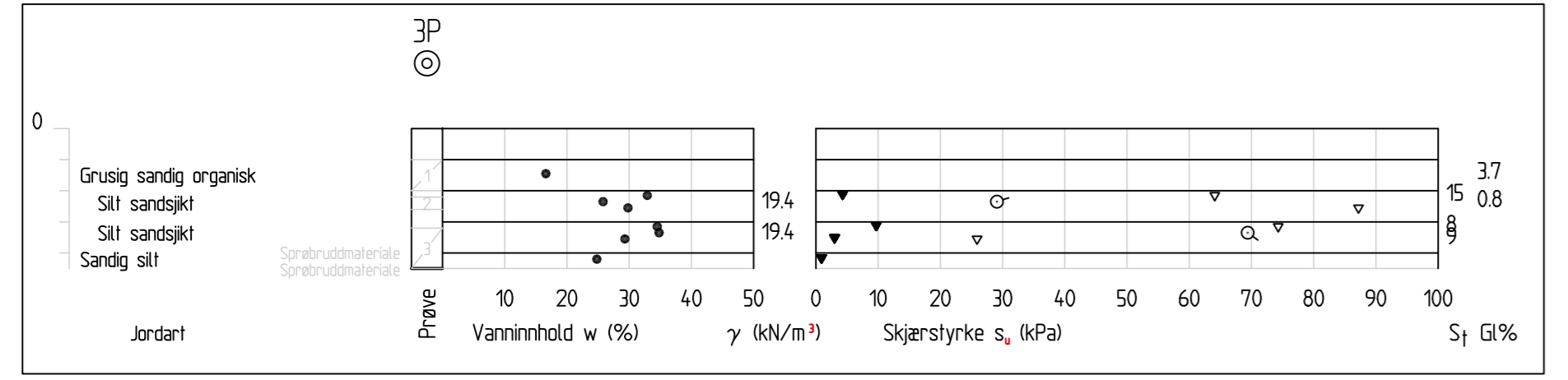
Revisjon Revisjonen gjelder		Dato	12.04.2022
Sunnfjord Geo Center		Oppdragsgiver	Smestad Eiendom AS
RIG Smestad Førde, Sunnfjord kommune		Prosjektnummer	2021-08-253
Områdestabilitet vurderinger		Målestokk (format)	1:200 (A0)
Byggesak		Koordinatsystem	EUREF89 UTM33/ NN2000
Tegnet av	Kontrollert av	Godkjent av	Tegningsnummer / revisjonsbokstav
Andrews	Alice	-	T02

Vedlegg 4

Material	Un.Weigh	Sub.Weigh	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap	Material	Un.Weigh	Sub.Weigh	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Grusig sandig	19.00	9.00	35.0	0.0					Grusig sandig	19.00	9.00	35.0	0.0				
Silt	19.40	9.00	31.0	6.0					Silt	19.40	9.00	31.0	6.0				
Sprøbruddmateriale	19.00	9.00	35.0	6.0	1.00	0.63	0.35		Sprøbruddmateriale	19.00	9.00	29.0	5.5				
Morene	19.00	9.00	35.0	3.5					Morene	19.00	9.00	35.0	3.5				



Profil A-A
1 : 200

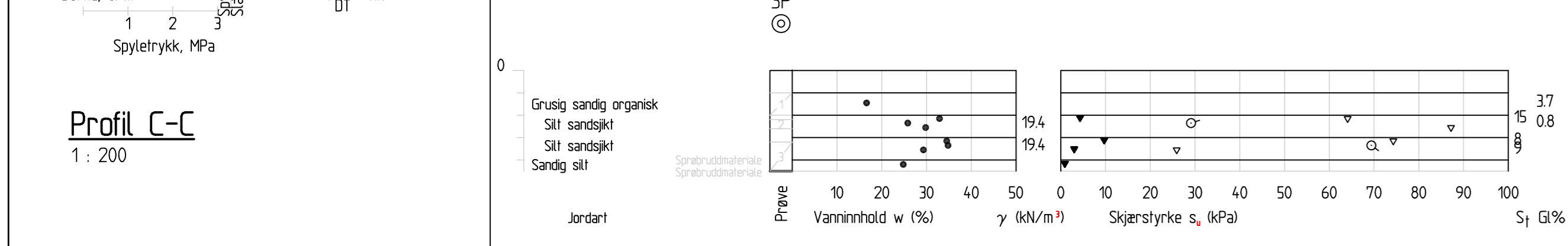
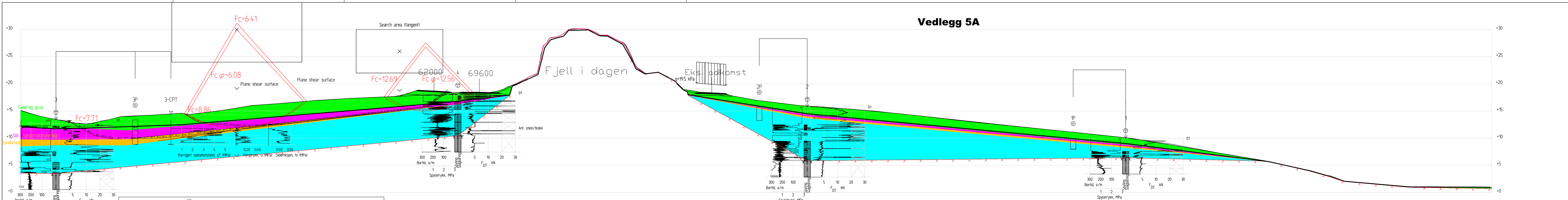


- Fc=1,88 Sirkulær 1
- Fc=2,57 Sirkulær 2
- Fc=1,89 Sirkulær-drenert
- Fc=2,75 Plane 1
- Fc=3,27 Plane 2
- Fc=3,18 Høyre-drenert
- Fc=5,11 Høyre-plane 2
- Fc=3,98 Høyre-plane 1
- Fc=3,51 Høyre - Sirkulær 1
- Fc=2,69 Høyre-drenert 2

c:\users\andrews\one\drive - sunnfjord geo center as\dokumenter\geosuite\05 geosuite\stabgraf.rtf\profile a-a - ny.dwg

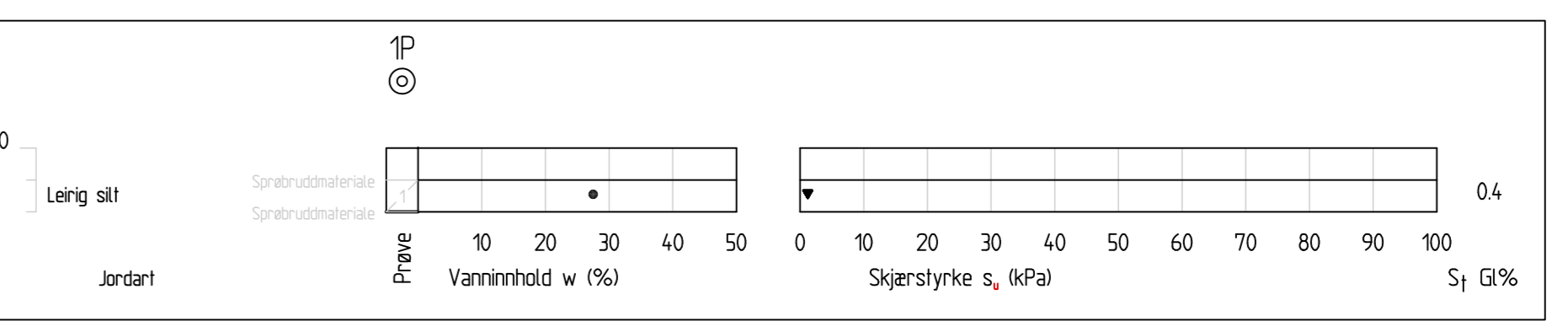
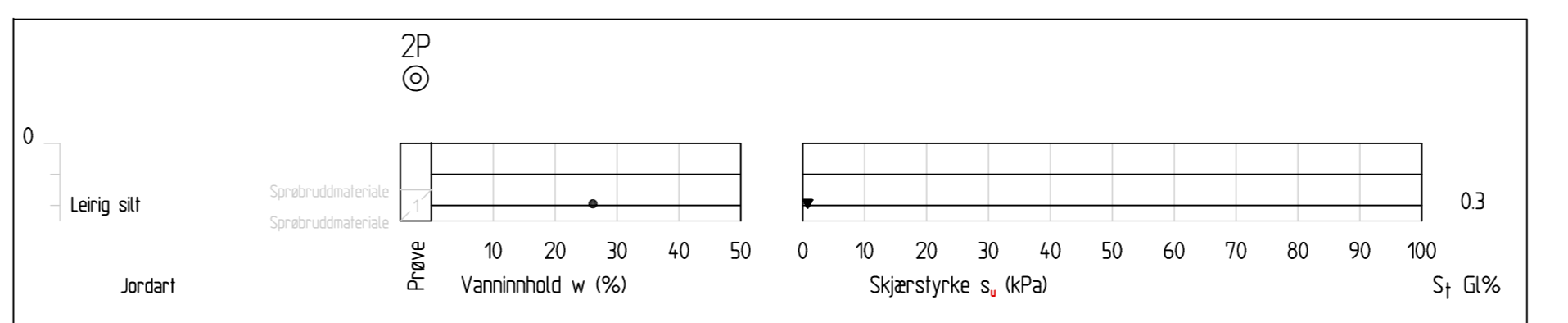
Revisjon		Revisjonen gjelder	
Dato	12.04.2022	Oppdragsgiver	Smestad Elendom AS
Prosjektnummer	2021-08-253		
Målestokk (format)	1:200 (A0)		
Koordinatsystem	EUREF89 UTM33/ NN2000		
Tegnet av	Kontrollert av	Godkjent av	
Andrews	Allce	-	
Tegningsnummer / revisjonsbokstav	T02		

Vedlegg 5A



Material	Un.Weight	Sub.Weight	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Sand og grus	18.00	8.00	35.0	0.0				
Silt	19.00	9.00	31.0	6.0				
Sprøbruddmateriale	9.00	9.00	29.0	5.5	60.0	1.00	0.63	0.35
Morene	18.00	8.00	35.0	3.5				

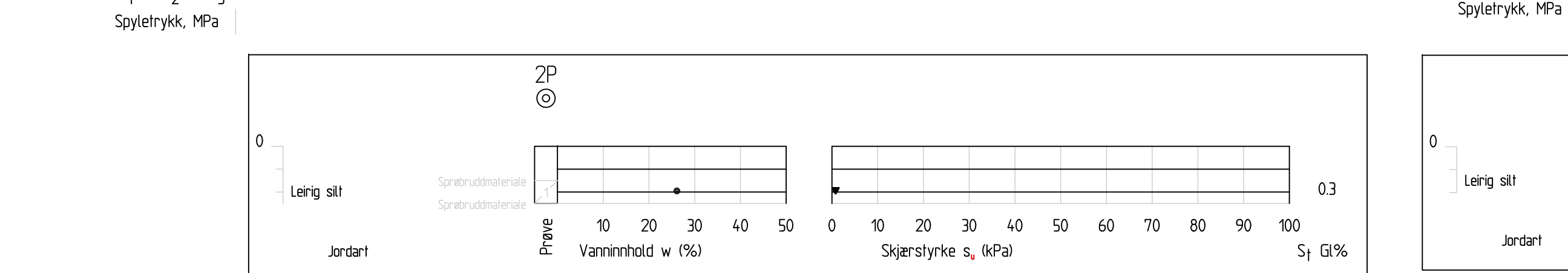
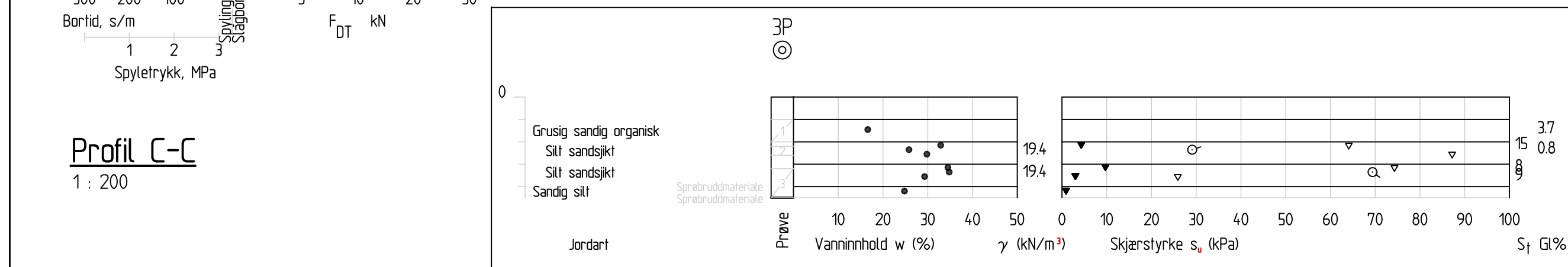
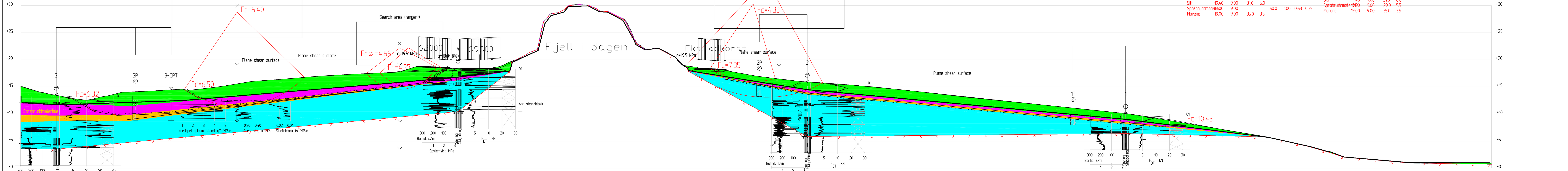
$F_c=6.41$ Udrenert-Sirkulær glideflate	$F_c=8.86$ Udrenert-Plane glideflate (sammensatt glideflate)	$F_c=12.69$ Udrenert-Sirkulær glideflate
$F_{ci}=6.08$ Drenert-Sirkulær glideflate	$F_{ci}=7.71$ Udrenert-Plane glideflate (sammensatt glideflate)	$F_{ci}=12.56$ Drenert-Sirkulær glideflate



Revisjon		Revisjonen gjelder	
Sunnfjord Geo Center		Dato	12.04.2022
RIG Smestad Førde, Sunnfjord kommune		Oppdragsgiver	Smestad Eiendom AS
Terrengprofil A-A		Prosjektnummer	2021-08-253
Områdestabilitet vurderinger		Målestokk (format)	1:200 (A0)
Byggesak		Koordinatsystem	EUREF89 UTM31 NN2000
Tegnet av	Kontrollert av	Godkjent av	Tegningsnummer / revisjonsbokstav
Andrews	Alice	-	T02

Vedlegg 5

Material	Un.Weigh	Sub.Weigh	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap	Material	Un.Weigh	Sub.Weigh	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Sand og grus	19.00	9.00	35.0	0.0					Sand og grus	19.00	9.00	35.0	0.0				
Silt	19.40	9.00	31.0	6.0					Silt	19.40	9.00	31.0	6.0				
Sprøbruddmateriale	19.00	9.00	35.0	3.5	60.0	1.00	0.63	0.35	Sprøbruddmateriale	19.00	9.00	29.0	5.5				
Morene	19.00	9.00	35.0	3.5					Morene	19.00	9.00	35.0	3.5				



Profil C-C
1:200

Jordart	Plane	Vanninnhold w (%)	γ (kN/m³)	Skjærstyrke s _v (kPa)	S _t (%)
Grusig sandig organisk					3.7
Silt sandig					15
Silt sandig					0.8
Sandig silt					
		19.4			
		19.4			

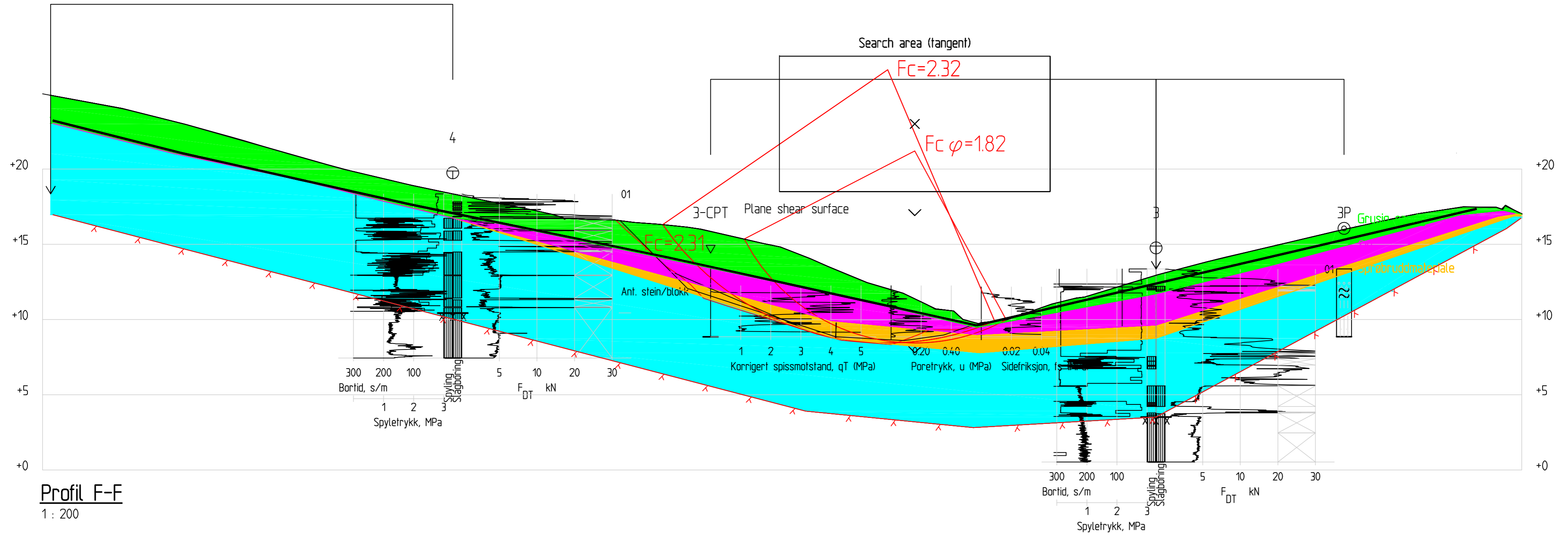
F _c =6.32	F _{cti} =4.46
Venstre-plane2	Høyre-drenert
F _c =6.50	F _c =4.33
Venstre-plane 1	Høyre-sirkulær
F _{cti} =4.66	F _c =10.43
Venstre-sirkulær1-drenert	Høyre-plane2
F _c =4.37	F _c =7.35
Venstre-sirkulær1	Høyre-plane1
F _c =6.40	
Venstre-sirkulær2	

c:\users\andrewsmani\onedrive - sunnfjord geo center as\dokumenter\geosuite\05 geosuite\stabgraf\rit\profile c-c.dwg

Revisjon		Revisjonen gjelder	
Sunnfjord Geo Center		Dato	11.12.2023
OSV ism. regulering av bustadfelt på Botnaneset, Masfjorden kommune		Oppdragsgiver	Masfjorden kommune
Terrengeprofil C-C		Prosjektnummer	2022-12-382
Områdestabilitet vurderinger		Målestokk (format)	1:200 (A0)
Reguleringsplan		Koordinatsystem	EUREF89 UTM32/ NN2000
Tegnet av	Kontrollert av	Godkjent av	Tegningsnummer / revisjonstokstav
Reza	Andrews	-	T03

Vedlegg 6

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap	Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Grusig sandig	19.00	9.00	35.0	0.0					Grusig sandig	19.00	9.00	35.0	0.0				
Silt	19.40	9.00	31.0	6.0					Silt	19.40	9.00	31.0	6.0				
Sprøbruddmateriale	19.00	9.00	35.0	60.0	1.00	0.63	0.35		Sprøbruddmateriale	19.00	9.00	29.0	5.5				
Morene	19.00	9.00	35.0	3.5					Morene	19.00	9.00	35.0	3.5				



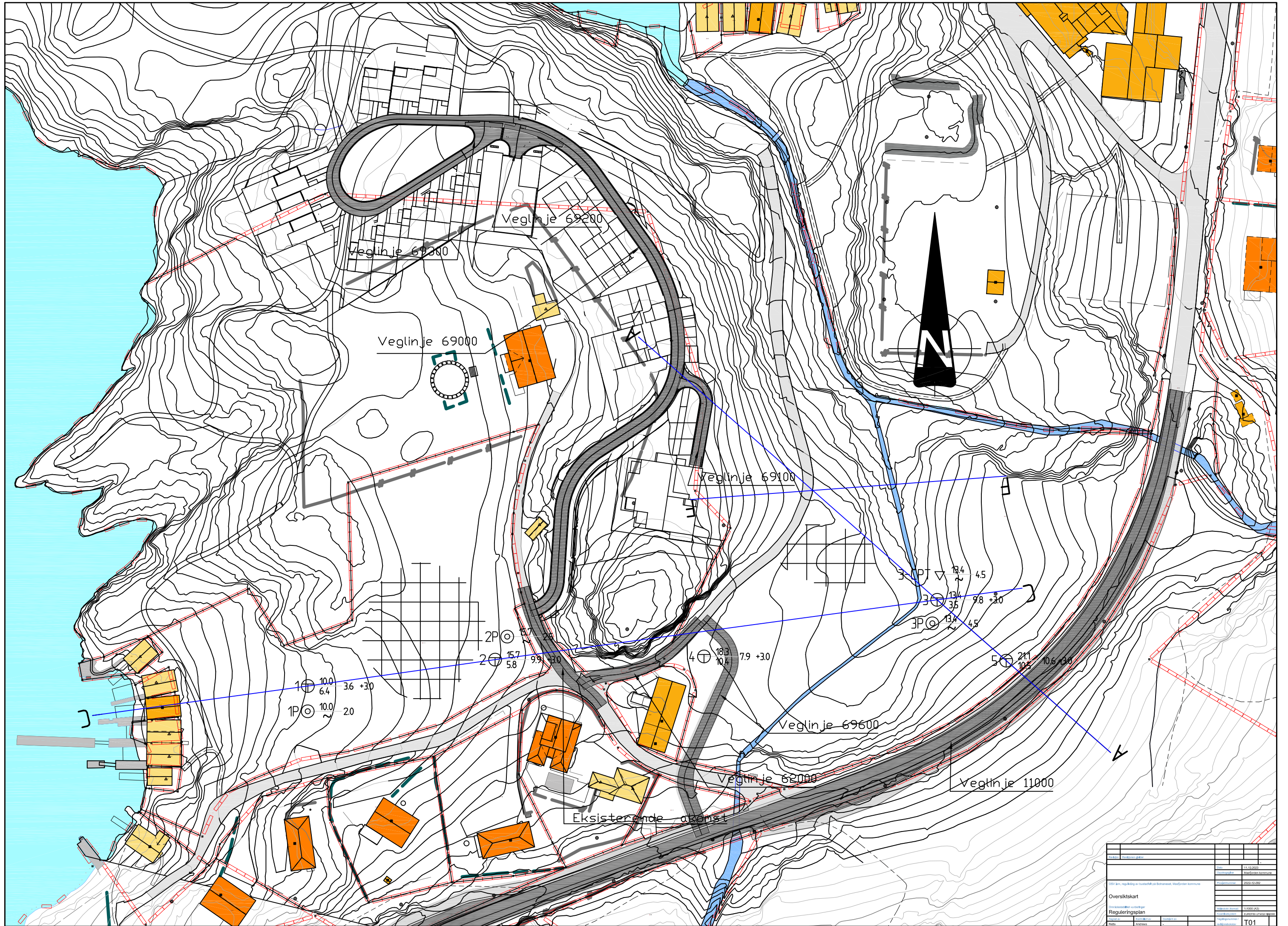
c:\users\andrewsomari\onedrive - sunnfjord geo center as\dokumenter\geosuite\05 geosuite\stabgraf.rit\profile f-f.dwg

$F_c = 2.31$
opt

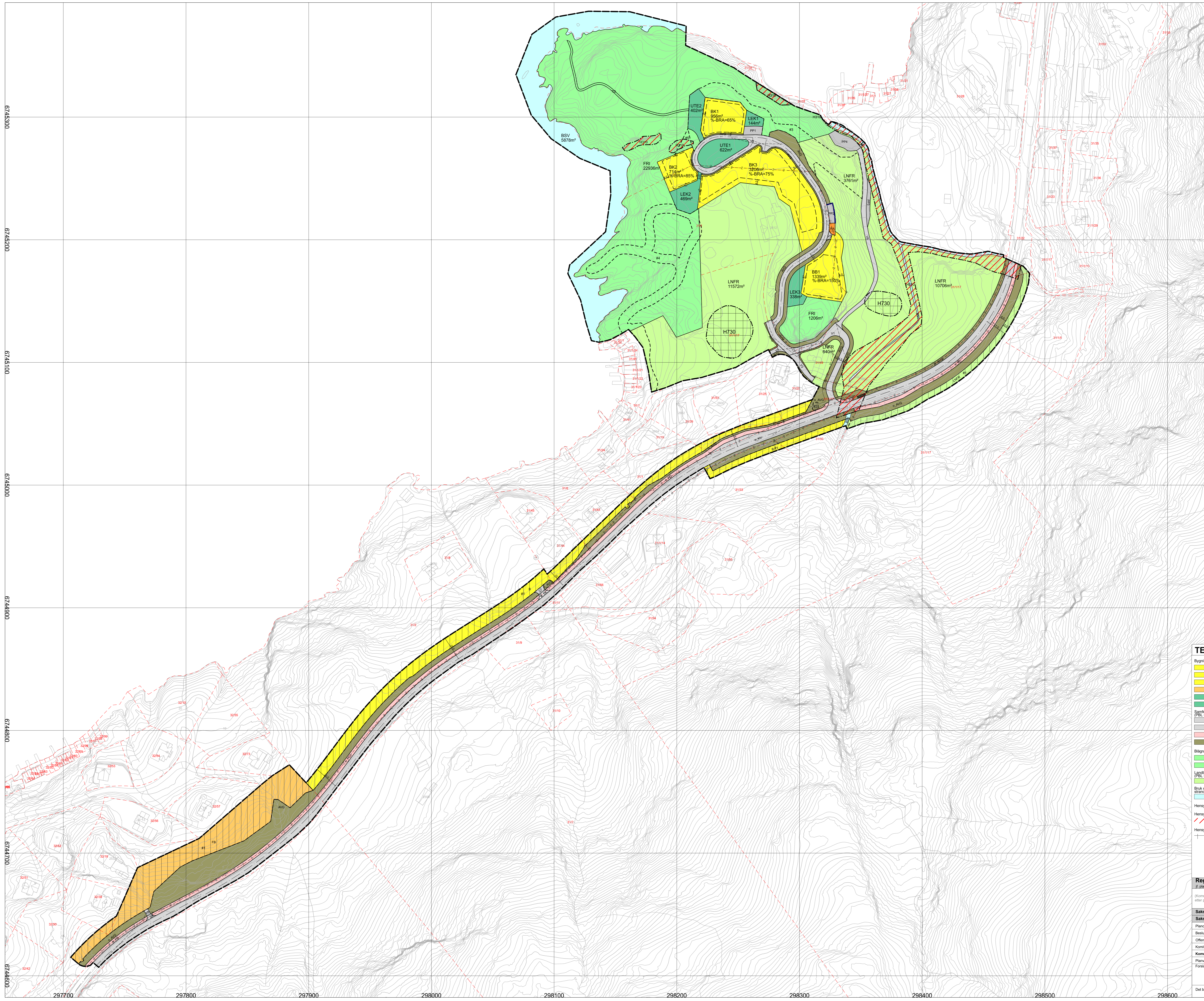
$F_{c\phi} = 1.82$
Drenert

$F_c = 2.32$
Sirkulær

Revisjon		Revisjonen gjelder	
Dato		11.12.2023	
Oppdragsgiver		Masfjorden kommune	
OSV Ism. regulering av bustadfelt på Botnaneset, Masfjorden kommune		Prosjektnummer 2022-12-382	
Terrengprof F-F			
Områdestabilitet vurderinger			
Reguleringsplan		Målestokk (format) 1:200 (A0)	
		Koordinatsystem EUREF89 UTM32/ NN2000	
Tegnet av	Kontrollert av	Godkjent av	Tegningsnummer / revisjonsbokstav
Reza	Andrews	-	T04



Prosjekt	Regulering av...	Dato	11.12.2022
Oppdragsleder	...	Oppdragsinstans	...
Utarbeidet av	...	Skala	1:500 (A3)
Revisjon	...	Prosjekt	T01



TEGNFORKLARING

Bygninger og anlegg (PBL § 12-6, nr. 1)

- Bustader (110)
- Bustader-konsentrert-småhus (112)
- Bustader-blokker (113)
- Fritidsbustad (120)
- Utoverplanlagt (100)
- Leilingshus (110)

Samferdselsanlegg og teknisk infrastruktur (PBL § 12-6, nr. 2)

- Veg (2010)
- Køyeveg (2011)
- Fortau (2012)
- Annan veggrunn - grenseav (2019)

Bilgarstruktur (PBL § 12-6, nr. 3)

- Turstig (303)
- Fronneste (304)

Landbruks-, natur- og friluftsmål og reindrift (PBL § 12-6, nr. 5)

- Utsatt areal for regulerings tiltak for landbruk og reindrift
- Bruk og vern av søe og vassdrag med tilhørende strandsoner (PBL § 12-6, nr. 6)
- Bråk og støymåling og vassdrag med strandsoner (PBL § 12-6, nr. 7)

Hensynssoner (PBL § 12-6)

- Hensynssoner (PBL § 12-6)
- Rør- og vassdrag
- Hensynssoner (PBL § 12-6)
- Bæredyktighet etter lov om kulturminner

Plankart 1 av SOSI ver. 4.5.2

- Plangrense
- Formålsgrense
- Poi Midlerdig bygge og anleggsområdegrense
- Faresignegrense
- Områdegrense
- Egdesgrense som skal oppheves (1204)
- Byggingrense (1211)
- Fraktinge (1222)
- Bru (1252)
- Måle og avstandslinje (1259)
- Stenging av avkjørsle (1241)

BASISKART

- Egdesgrense
- Eksisterende bygg
- Godkjent tiltak
- Geodetisk grunnlag: UTMZ2_Esnet 60
- Geodetisk hegggrunnlag: NN2000
- Side utkastet basiskart
- Elevasjons: 1m
- Kartmålestokk: 1:1100 ved arkformul A0

Reguleringsplan, detaljregulering for:
 jf. plan- og bygningslovens (pbl) kap.12

(Kommunetegnet legges inn her eller planvedtak)

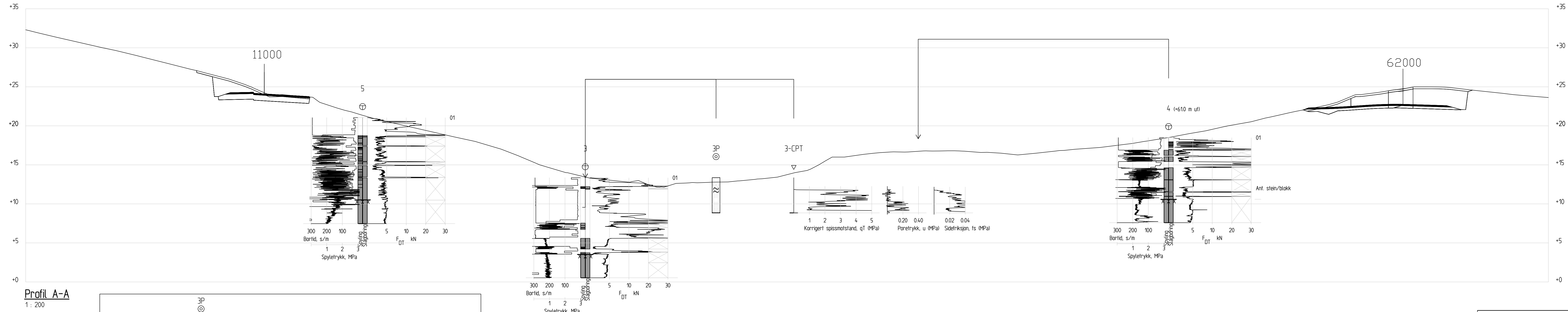
Botnenseset
 Nasjonal arealplan-ID xxxx

Saksbehandler	Dato	Plankart datert	Føresegner datert
Planoppsett kunnngort			
Beslutning, offentlig ettersyn			
Offentlig ettersyn, fra - til			
Kommunestyrets vedtak			
Planvedtak kunnngort			
Forstalsattilr:	Utleidertid av:	Saksnummer:	xxxx
		Side revisjonsdato plankart:	23.10.2023

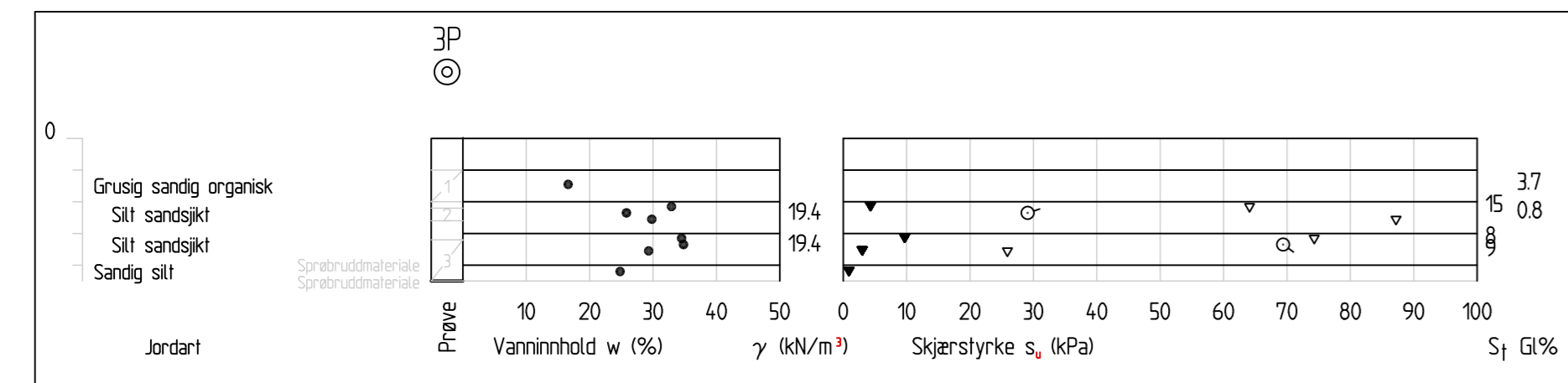
Det bekreftes at plankartet er i samsvar med kommunestyrets vedtak: _____

Arvdelingsbøker _____

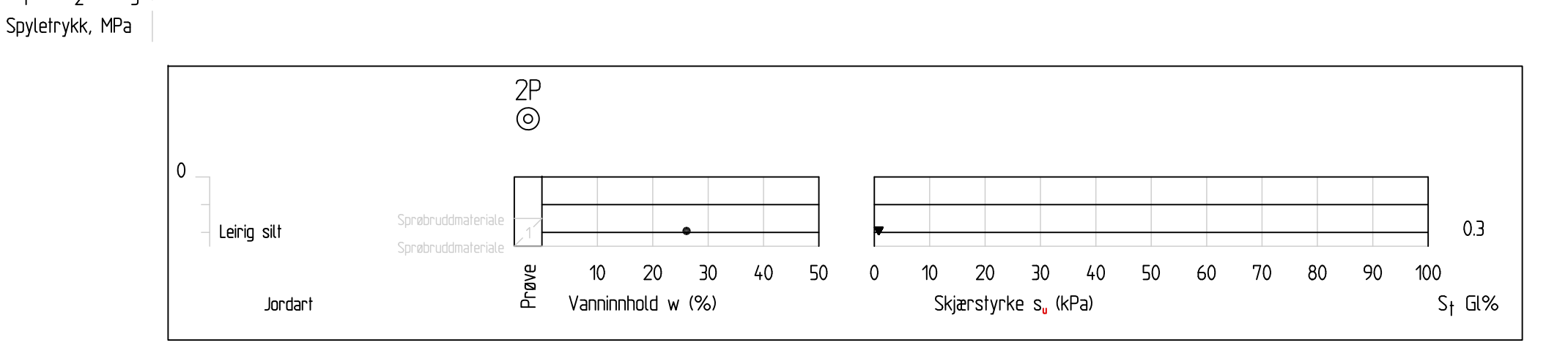
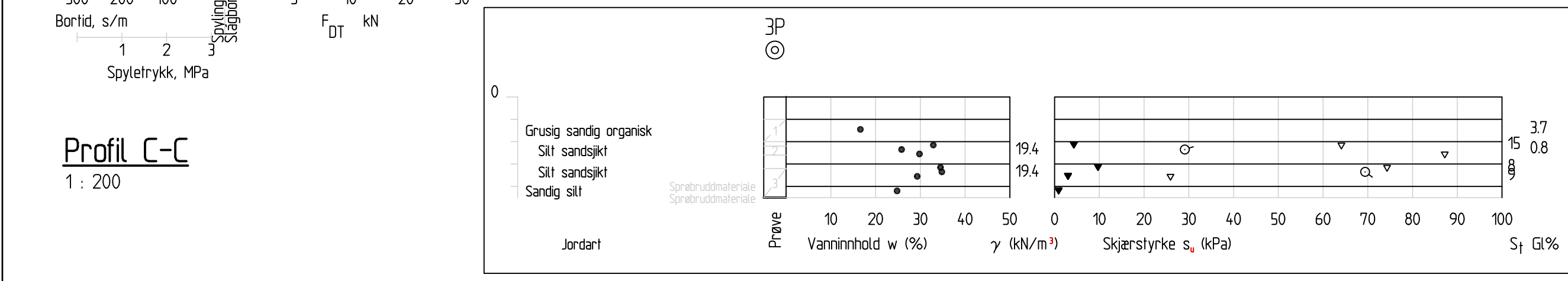
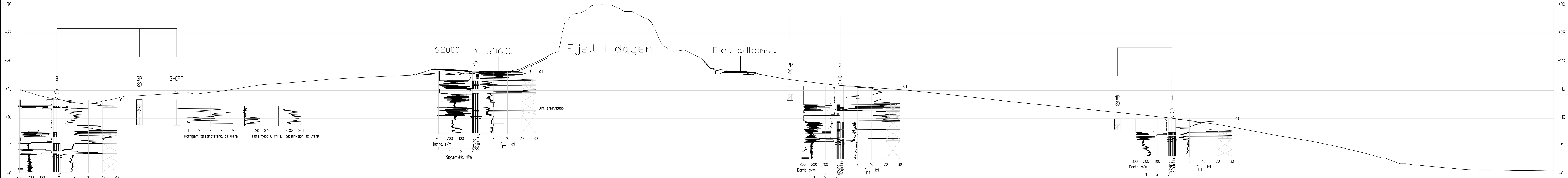




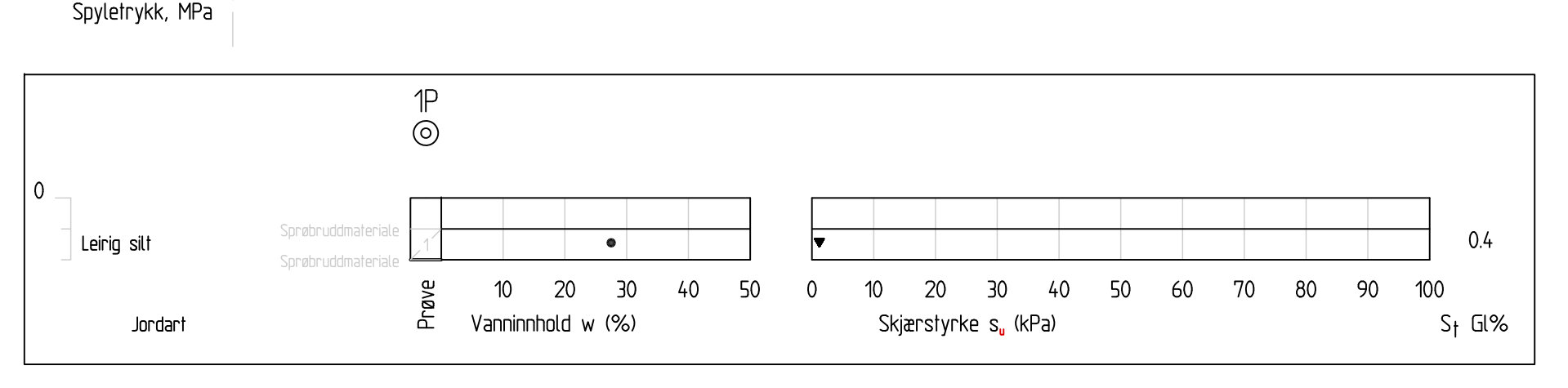
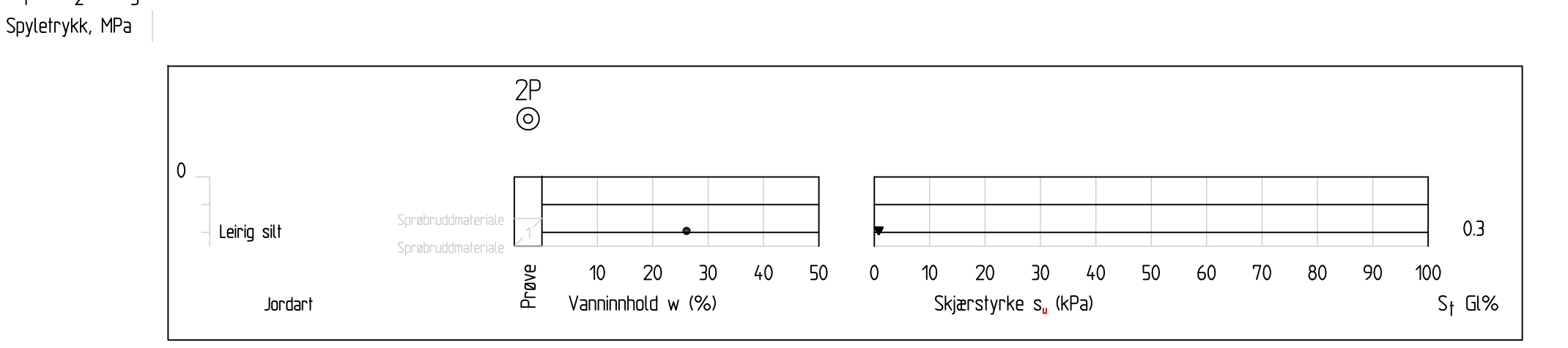
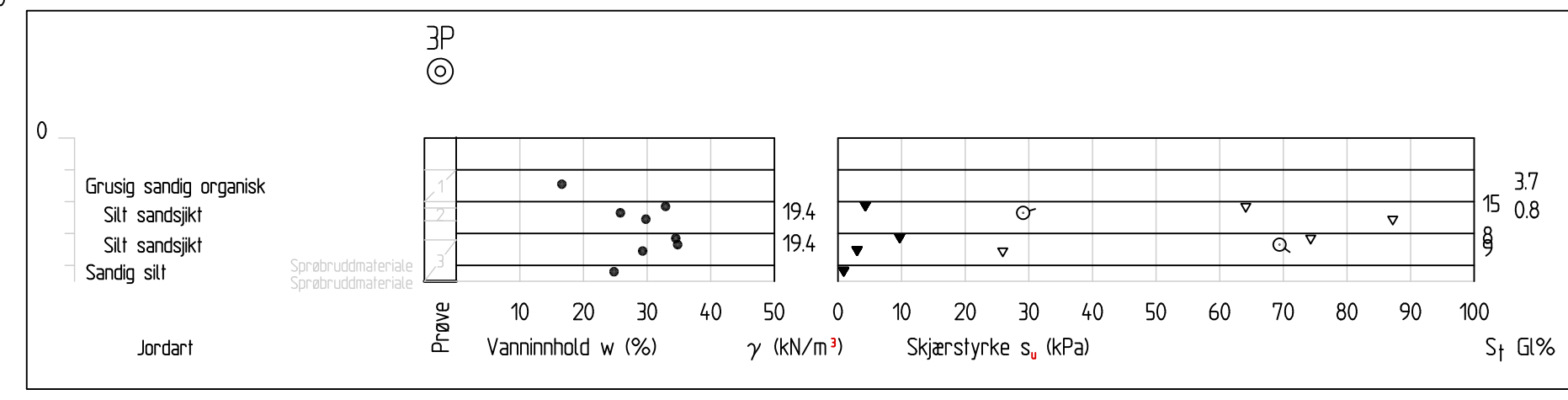
Profil A-A
1 : 200



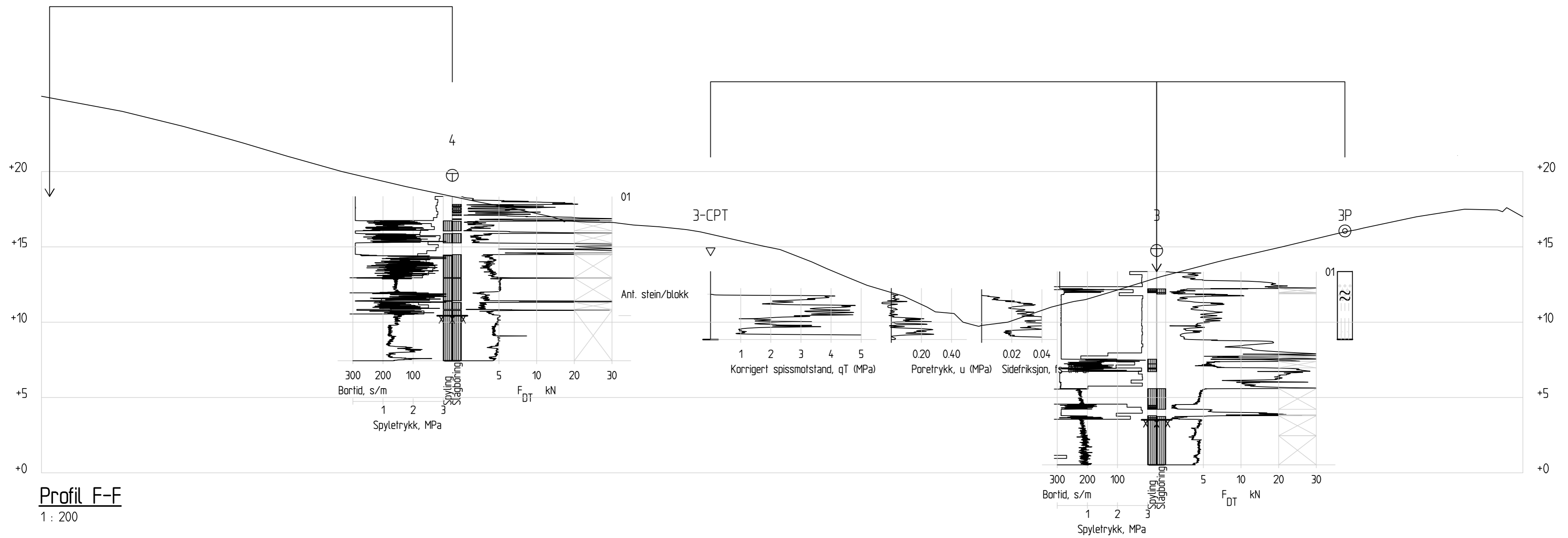
Revisjon		Revisjonen gjelder		-	
Sunnfjord Geo Center		Dato	02.11.2023		
OSV ism. regulering av bustadfelt på Bolnaneset, Masfjorden kommune		Oppdragsgiver	Masfjorden kommune		
Terrenghog A-A		Prosjektnummer	2022-12-382		
Områdestabilitet vurderinger		Målestokk (format)	1:200 (A0)		
Reguleringsplan		Koordinatsystem	EUREF89 UTM32/ NN2000		
Tegnet av	Kontrollert av	Godkjent av	Tegningsnummer /	revisjonsbokstav	
Reza	Andrews	-	T02		



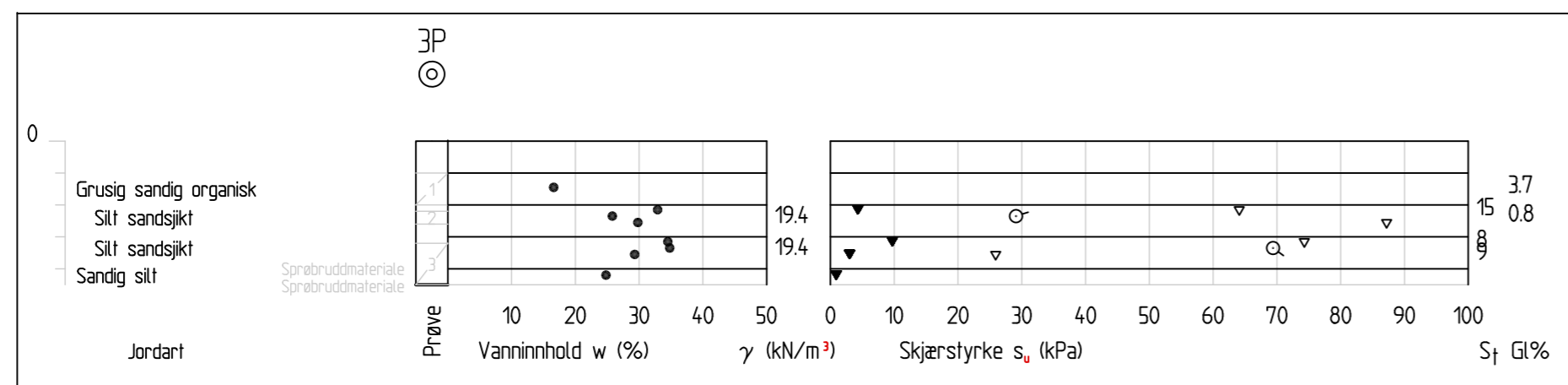
Profil C-C
1: 200



Revisjon		Revisjonen gjelder		-	
Sunnfjord Geo Center		Dato	11.12.2023		
OSV ism. regulering av bustadfelt på Botnaneset, Masfjorden kommune		Oppdragsgiver	Masfjorden kommune		
Terrengprofil C-C		Prosjektnummer	2022-12-382		
Områdestabilitet vurderinger		Målestokk (format)	1:200 (A0)		
Reguleringsplan		Koordinatsystem	EUREF89 UTM32/ NN2000		
Tegnet av	Kontrollert av	Godkjent av	Tegningsnummer / revisjonsbokstav	T03	
Reza	Andrews	-			



Profil F-F
1 : 200



Revisjon	Revisjonen gjelder				
		Dato	11.12.2023		
OSV lsm. regulering av bustadfelt på Botnaneset, Masfjorden kommune		Oppdragsgiver	Masfjorden kommune		
Terrengprof F-F		Prosjektnummer	2022-12-382		
Områdestabilitet vurderinger		Målestokk (format)	1:200 (A0)		
Reguleringsplan		Koordinatsystem	EUREF89 UTM32/ NN2000		
Tegnet av	Kontrollert av	Godkjent av	Tegningsnummer / revisjonsbokstav	T04	
Reza	Andrews	-			