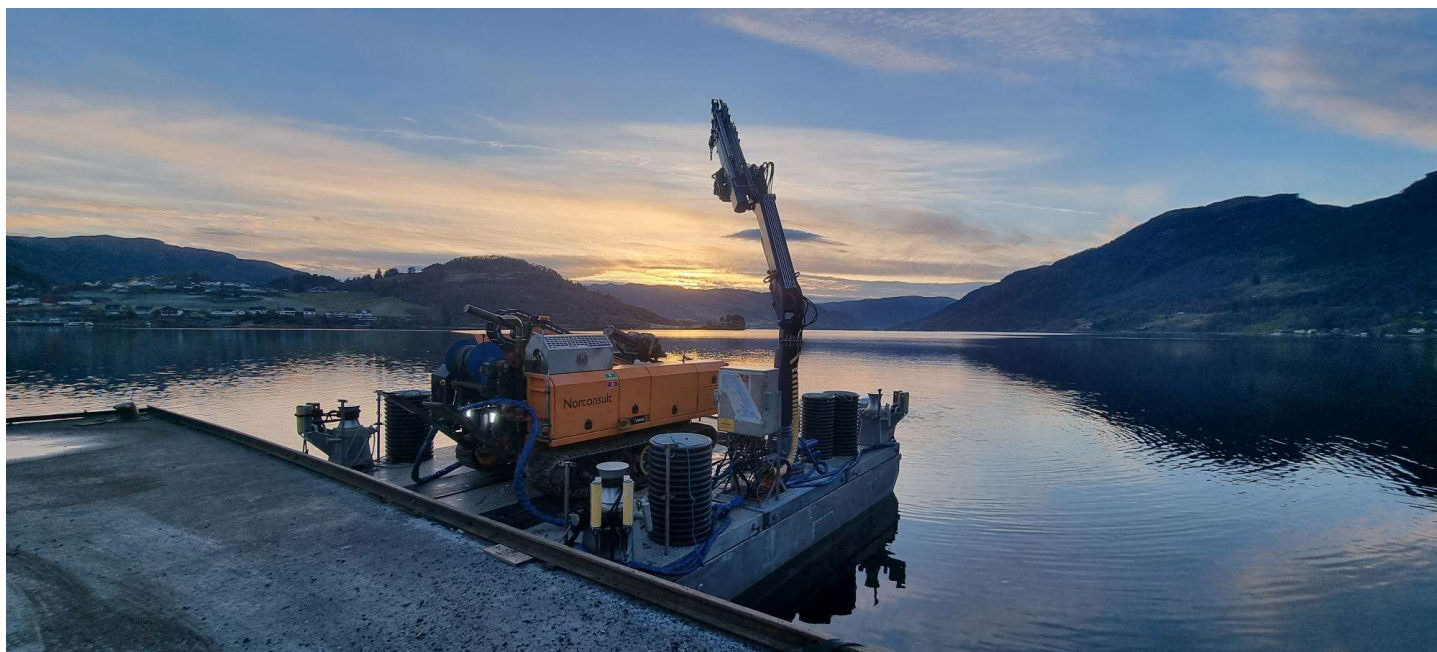


Etne kommune

► Etnesjøen torg- og kaiområde

Vurdering av områdeskredfare og innleiande geoteknisk vurdering

Oppdragsnr.: 52308386 Dokumentnr.: 52308386-RIG-R02 Versjon: J01 Dato: 2024-01-09



Etnesjøen torg- og kaiområde

Vurdering av områdeskredfare og innleiande geoteknisk vurdering
Oppdragsnr.: 52308386 Dokumentnr.: 52308386-RIG-R02 Versjon: J01

Oppdragsgjevar: Etne kommune
Oppdragsgjevares kontaktperson: Eileen Selland
Rådgjevar: Norconsult Norge AS, Valkendorfs gate 6, NO-5012 Bergen
Oppdragsleiar: Brynjar Øye
Fagansvarleg: Stephanie Lilleåsen Gjelseth
Andre nøkkelpersonar:

J01	2024-01-09	For bruk	BryOEy	StLGj	BryOEy
Versjon	Dato	Beskriving	Utarbeidd	Fagkontrollert	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidd av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandlar. Opphavsretten tilhøyrer Norconsult Norge AS. Dokumentet må berre nyttast til det føremål som er beskrive i oppdragsavtalen, og må ikkje kopierast eller gjerast tilgjengeleg på annan måte eller i større utstrekning enn formålet tilseier.

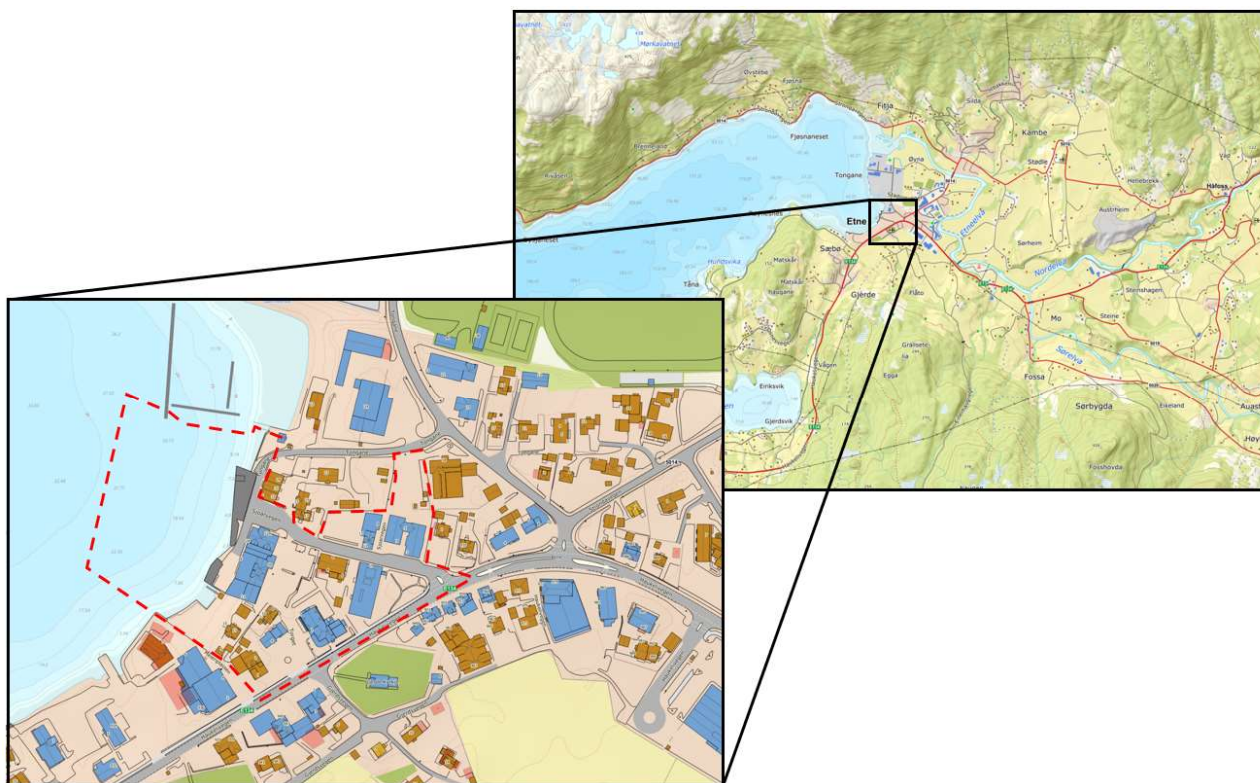
Innhold

1	Innleiing	4
2	Bakgrunn	5
3	Grunnforhold	6
3.1	Beskriving av område / terrengforhold	6
3.2	Lausmassekart	6
3.3	Tidlegare utførte grunnundersøkingar	7
3.4	Geotekniske grunnundersøkingar	8
4	Områdeskredfare	10
4.1	Styrande dokument	10
4.2	Utgreiing av områdeskredfare	10
4.3	Avgrensing av moglege lausne- og utløpsområde	11
5	Innleiande geoteknisk vurdering	13
5.1	Bygging av ny kai	13
5.2	Fundamentering av nye bygg og tilbygg	13
5.3	Opparbeiding av torg	14
5.4	Etablering av strandpromenade	14
6	Oppsummering / konklusjon	18
7	Referansar	19
8	Vedlegg	20

1 Innleiing

Norconsult er engasjert av Etne kommune for å vurdere områdeskredfaren og utføre innleiande geotekniske vurderingar i samband med reguleringsplan Etnesjøen kai- og torgområde på gnr/bnr 9/199 m. fl. i Etne kommune. Tiltaket omfattar riving og bygging av ny kai, opparbeiding av torg og strandpromenade i tillegg til etablering av parkeringskjellar under torget og fleire bygg i området. Plasseringa for planområdet er vist på Figur 1.

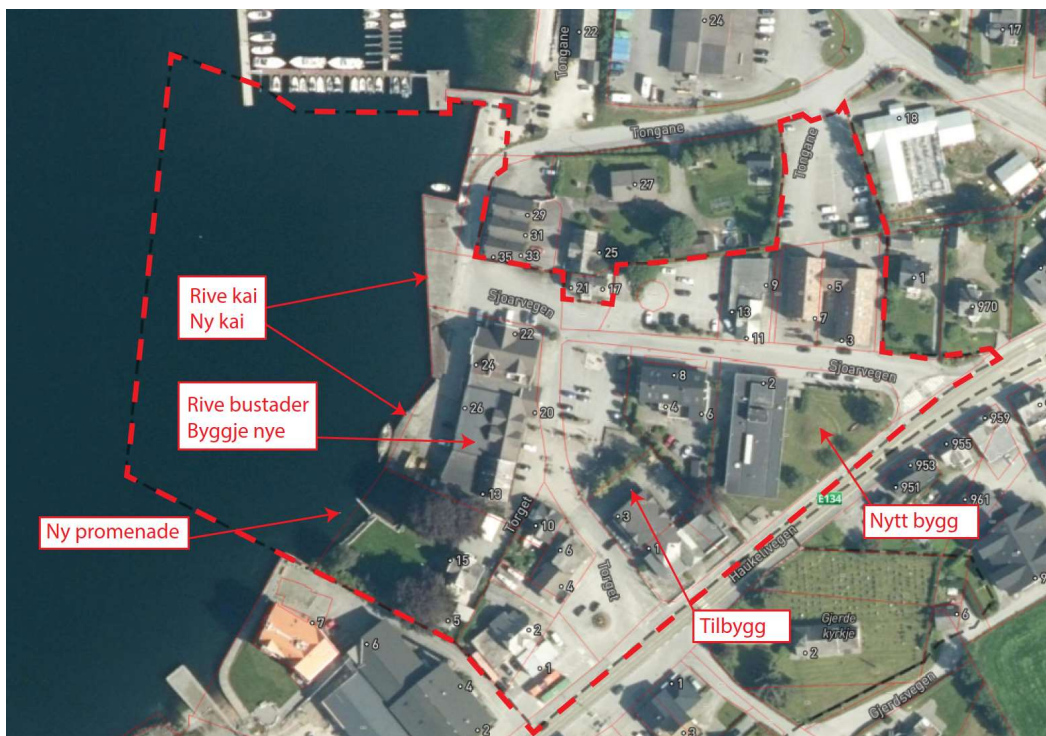
Denne rapporten beskriv utførte vurderingar i samband med vurdering av områdeskredfare i samsvar med NVE sin rettleiar 1/2019 («kvikkleireveiledningen») [1], samt innleiande geotekniske vurderingar knytt til dei skisserte tiltaka.



Figur 1: Aktuell område, planområdet skissert i raudt.

2 Bakgrunn

Planen omfattar riving av eksisterande kai i dårleg forfatning og bygging av ny. I tillegg skal planen legge til rette for etablering av ny promenade langs sjøen, og oppføring og utviding av fleire nye bygg i området. Utdrag frå mottatt planskisse er vist på Figur 2.



Figur 2: Mottatt skisse som viser planområdet og beskriving av tiltak.

3 Grunnforhold

3.1 Beskriving av område / terrengforhold

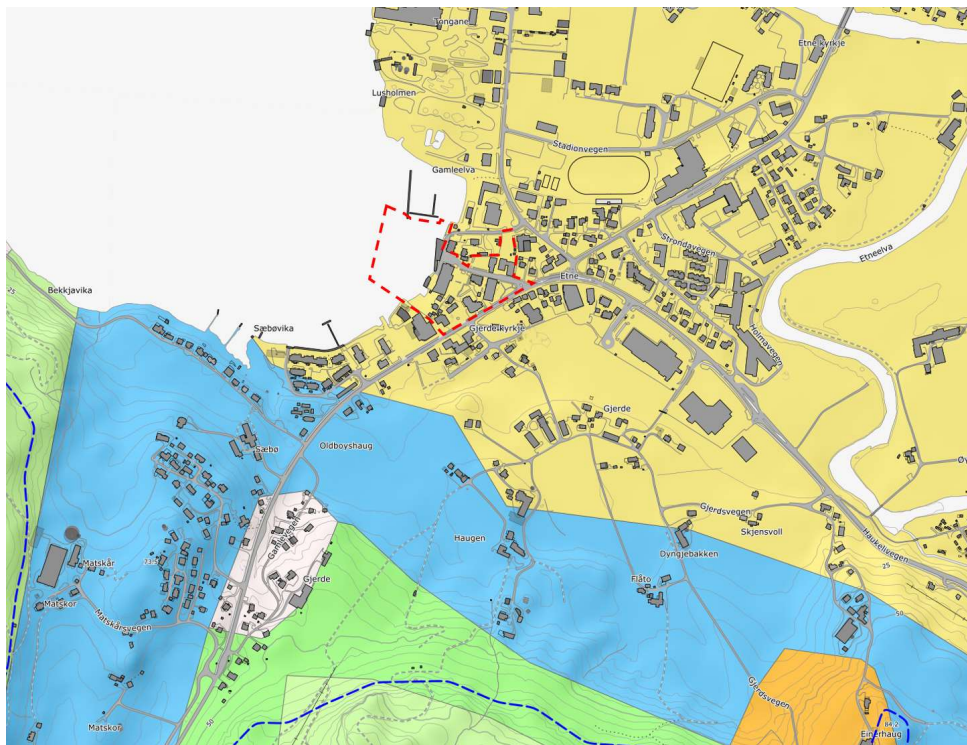
Det aktuelle området er avgrensa av sjøen mot nordvest og E134 mot søraust, og ligg mellom Meieriplassen i sørvest og vegen Tongane i nordaust. Terrengtet er relativt flatt, og varierer frå rundt kote +1 nærast sjøen til kote + 6 lengst aust. I sjøen fell botnen med helling rundt 1:2,5 ned til 20 meters djupne, før det slakar av noko. Rundt 150 meter sør for planområdet ligg ein haug/kolle som er rundt 12 meter høg. Det er her synleg berg i dagen og svært bratt helling, så dette er ikkje ei lausmasseskråning. Mot søraust er det ei skråning med om lag 7 meters høgde som stig opp mot vegen Haugen. Foten av denne skråninga ligg om lag 200 meter frå planområdet.

3.2 Lausmassekart

På Figur 3 er det vist eit aktuelt utdrag frå lausmassekartet til NGU, ref. [2]. Kartlegginga er gjort i grov målestokk 1:250 000. Lausmassekart syner at det grovt vurdert kan ventast elveavsetningar (gult) i området. Eit stykke sør for planområdet er det indikert marine avsetningar (blått) og morene (grønt).

Lausmassekartet til NGU gjev berre ein grov indikasjon på kva eit øvre lag i jordprofilen består av. For å få kjennskap til grunnens eigenskapar i djupna er det naudsynt med geotekniske grunnundersøkingar.

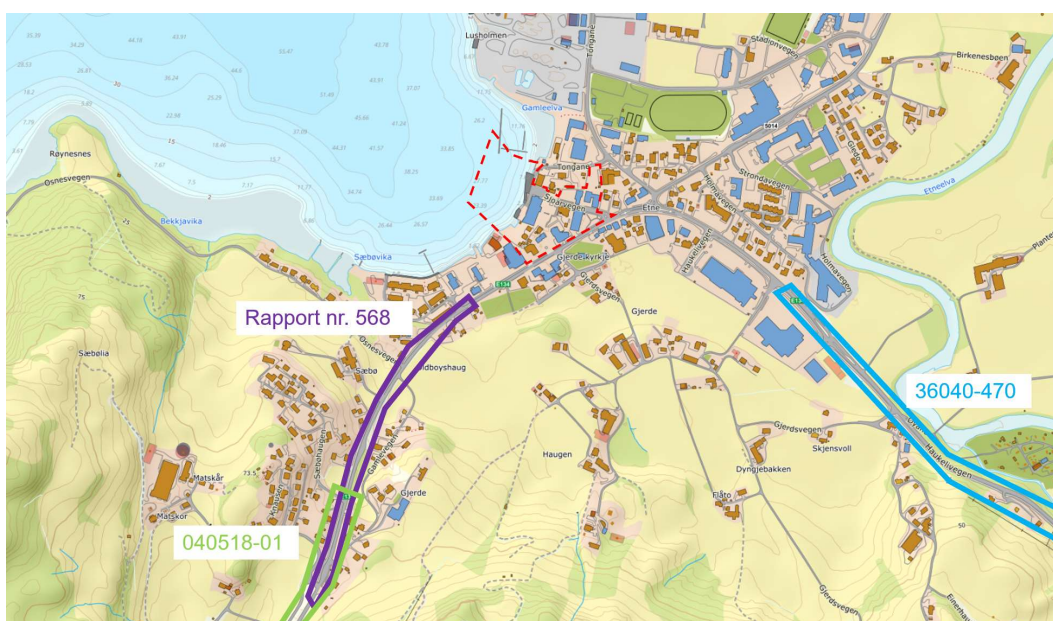
Området ligg under marin grense. Marin grense for området er på ca. kt. 70, vist med blå stipla linje på figur under.



Figur 3: Utdrag frå NGU lausmassekart [2].

3.3 Tidlegare utførte grunnundersøkingar

Det er ikkje registrert tidlegare utførte grunnundersøkingar innanfor det aktuelle området i nasjonal database for grunnundersøkingar (NADAG), men det er registrert undersøkingar i nærleiken [3]. Plasseringa for dei ulike undersøkingane er illustrert på Figur 4.



Figur 4: Illustrasjon, plassering av tidligere utførte grunnundersøkingar.

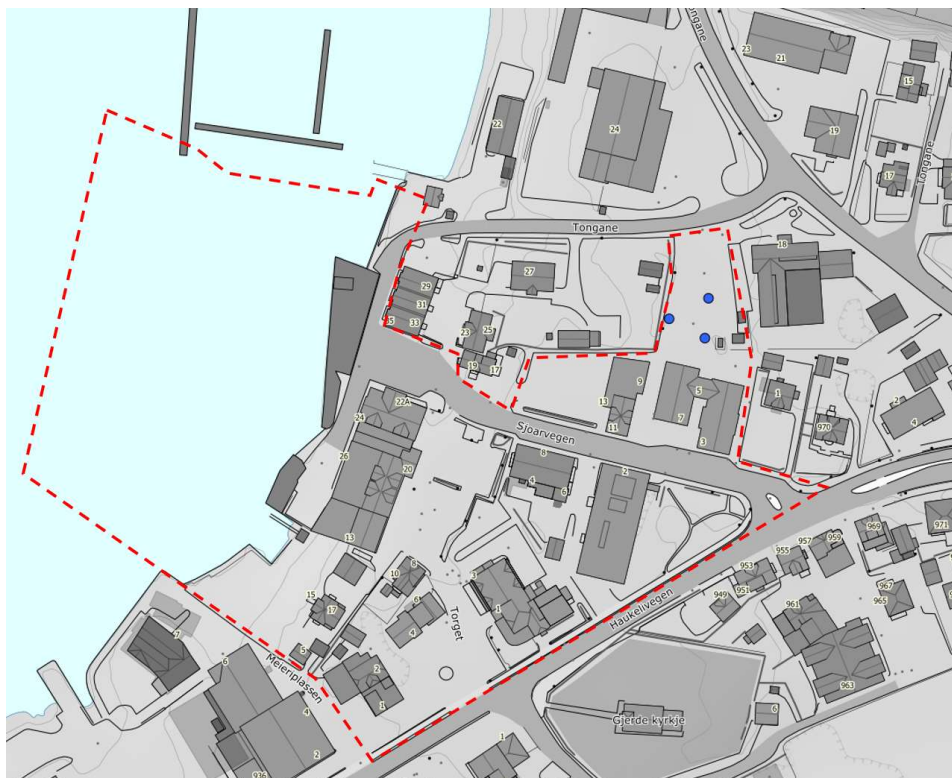
I samband med planlegging av ny gang- og sykkelveg langs E134 mot aust har Statens vegvesen i 2015 utført grunnundersøkingar frå rundt 400 meter mot aust og vidare langs E134. Resultata frå grunnundersøkinga er beskrivne i geoteknisk datarapport «36040-470 Geoteknisk datarapport for byggeplan. E134 Steine-Etne senter G/S veg» [4]. Undersøkingane består av totalsonderingar, og opptak av forstyrta og uforstyrta prøvar. Undersøkingane viser at grunnen lengst vest i det undersøkte området består av silt og sand, medan leireinnhaldet aukar mot aust. Det er påvist kvikkleire ved Moe bru, rundt 1,7 km søraust for planområdet.

Mot sør er det utført grunnundersøkingar av Statens vegvesen i 1985 i samband med planlegging av gang- og sykkelveg. Undersøkingane er utført langs E134 mot sørvest i avstand mellom rundt 150 – 900 meter frå planområdet. Resultata er beskrivne i geoteknisk datarapport «Rapport nr. 568 – Grunnundersøking. Etne-Matsgård – Gang- og sykkelveg» [5]. Det er utført enkle sonderingar, dreietrykkssonderingar, fjellsoneringar og tatt opp prøvar. Undersøkingane viser siltige/sandige massar i området nærast planområdet, med aukande leireinnhald mot sørvest.

Det er òg utført grunnundersøkingar i samband med planlegging av ny gang og sykkelveg langs E134 vidare mot sør i 2004. Grunnundersøkingar startar frå rundt 800 meter mot sørvest og strekker seg vidare langs E134. Resultata frå grunnundersøkinga er beskrivne i geoteknisk datarapport «Geoteknisk rapport nr. 040518-01 - E134 Hp 10 – Etne-Fiske – Gang- og sykkelveg» [6]. Undersøkingane består av totalsonderingar, vingebor og opptak av prøvar med ramprøvetakar. Grunnen i dette området består i hovudsak av siltige leirmaterialar.

Det er registrert 3 brønnar i planområdet i nasjonal grunnvassdatabase (GRANADA) [7]. Plasseringa for brønnane er vist på Figur 5. Alle brønnane viser liknande forhold. Massane i grunnen er beskrivne som sand

og grus ned til 37-40 meters djupne. Under dette er massane beskrivne som silt. Frå 70 meters djupne er det beskrive stor stein grus. I eit av punkta er det beskrive eit lag med blaut leire og grus frå 84 meters djup. Berg er registrert mellom 90 og 95 meter under terreng.



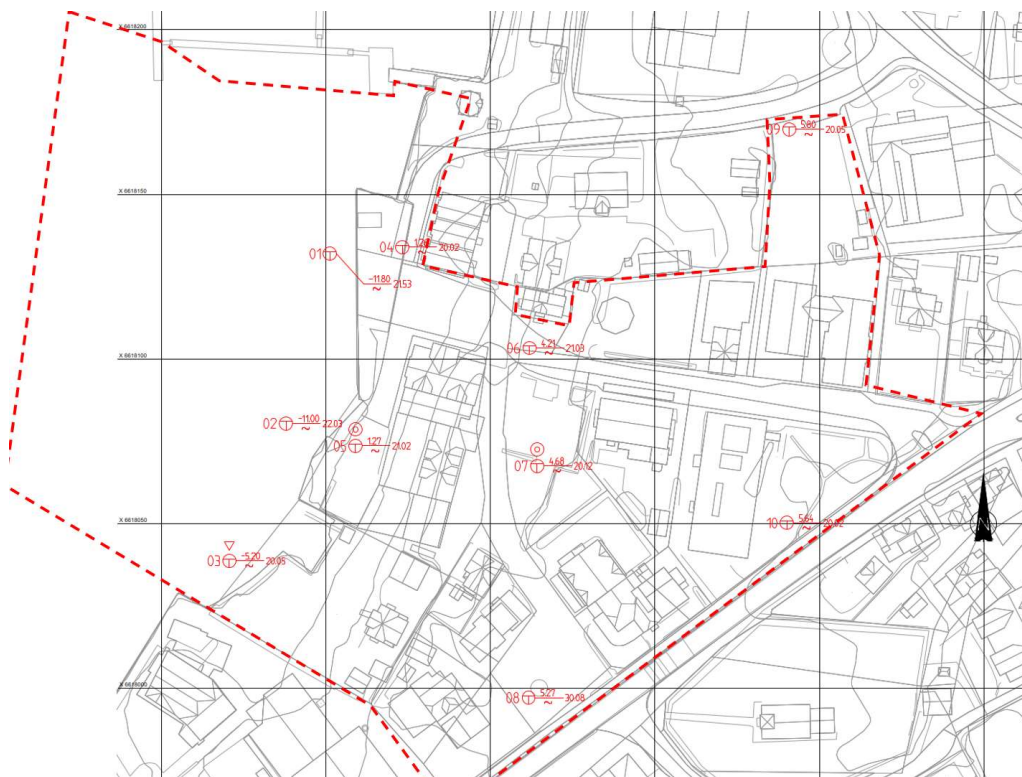
Figur 5: Utklipp frå GRANADA, NGU [7].

3.4 Geotekniske grunnundersøkingar

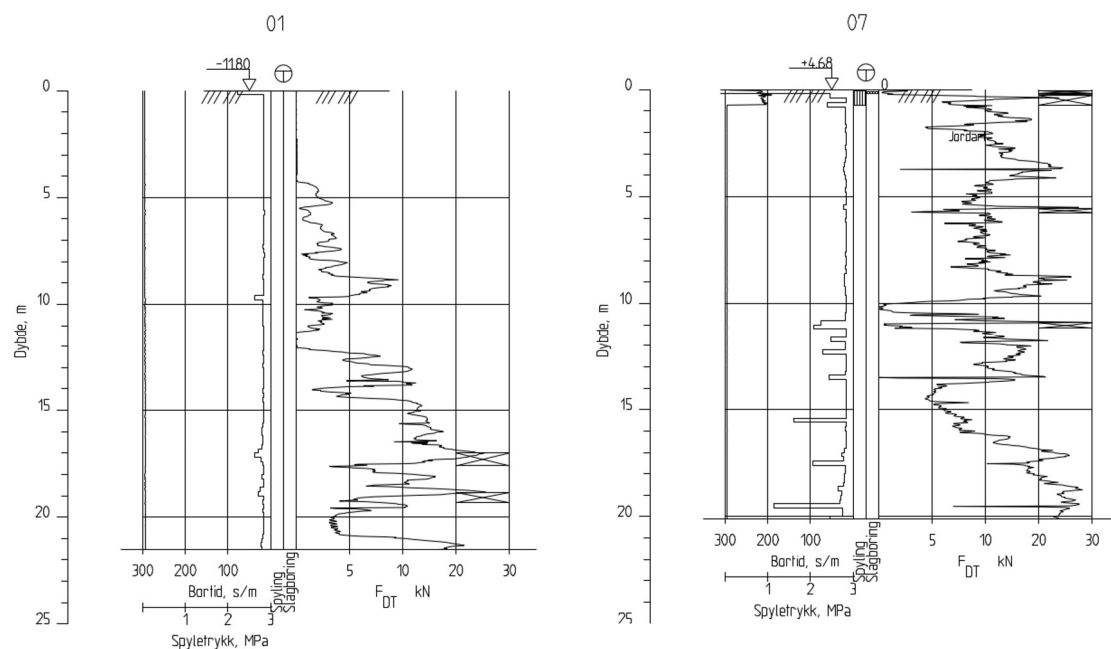
Norconsult har utført grunnundersøkingar med geoteknisk borerigg i samband med dette prosjektet. Resultata er beskrivne i geoteknisk datarapport 52308386-RIG-R01 [8]. Det er i alt utført 10 totalsonderingar, 1 trykksøndering og tatt opp representative prøvar i 2 posisjonar. 3 av posisjonane er plassert på sjøen.

Generelt viser sonderingane på land eit fast øvre lag på 0 – 3 meter med middels til svært stor sonderingsmotstand med utbreidd bruk av både spyling og slagboring. Boringane på sjøen viser eit øvre lag på 3 – 4 meter med svært lav sonderingsmotstand. Under det faste laget på land, og det lause laget i sjøen viser sonderingane middels sonderingsmotstand, med noko auking mot djupna. Prøver viser at desse massane består av grov sand med ein del gruskorn. Nokre av sonderingane indikerer nokre tynne lausare lag i djupna eit lag med rundt ein meters mektigheit mellom 5 og 15 meters djupne. Laget er synleg på mange av sonderingane, og ser ut til å falle mot sjøen. Prøve tatt opp frå posisjon 07 indikerer at laget består av sand og grus som grunnen for øvrig, massane er truleg laust lagra. Grunnvasstanden er ikkje registrert, men antatt å i stor grad fylgje tidevatn i sjøen. Då massane registrert øvst i jordprofilen er grove.

Utklipp frå borplan er vist på Figur 6. Sonderingsprofil frå posisjon 01 og 07, som er representative for grunnforholda, er vist på Figur 7.



Figur 6: Utklipp fra borplan.



Figur 7: Totalsondering 01 på sjø og 07 på land.

4 Områdeskredfare

NVE sin rettleiar nr. 1/2019 «Sikkerhet mot kvikkleireskred» gjev ein stegvis prosedyre for korleis ein utgreier fare for områdeskred.

Prosedyren kan grovt sett delast i to hovuddelar; Del 1 (aktsemdsområde), som omfattar steg 1-3, for innleiande vurderingar og avgrensing av aktsemdsområder for områdeskredfare, og del 2 (utgreiing av faresonar), som omfattar steg 4-11, for utgreiing av faresonar med tilhøyrande dokumentasjon. Steg 4-11, med tilhøyrande kvalitetssikring, krevjar geoteknisk kompetanse i samsvar med kap. 3.1 i rettleiaren. Steg 5-11 er utdjupa i kap. 4 Soneutredning.

Sikker byggegrunn (pbl § 28-1) med omsyn til fare for områdeskred, avklarast gjennom prosedyren og dokumentert i samsvar med det steget der avklaringa skjer. Desse vert presentert i Kapittel 4.2.

4.1 Styrande dokument

Følgjande dokument er vurdert å vere styrande for den geotekniske vurderinga:

- Plan og bygningsloven (PBL), derav Byggteknisk forskrift (TEK 17). Direktoratet for byggkvalitet. [9]
- Sikkerhet mot kvikkleireskred, veileder 1/2019. Norges vassdrags- og energidirektorat. [1]

I samsvar med TEK17 § 7.2 og § 7.3, skal byggverk plasserast, prosjekterast og utførast slik at det vert oppnådd tilfredsstillande sikkerheit mot skade eller vesentleg ulempe frå naturpåkjenningar (flaum, stormflo og skred).

Tiltakskategoriar med tilhøyrande krav til utgreiing og sikkerheit i rettleiinga til § 7-3 i TEK 17 for temaet kvikkleire, er omtalt og nærare utdjupa i NVE sin rettleiar 1/2019. Ved å ivareta krav til utgreiing i NVE sin rettleiar er krav i TEK17 med omsyn til områdestabilitet oppfylt.

4.2 Utgreiing av områdeskredfare

Vurderingane er presentert i Tabell 1.

Tabell 1: Prosedyre for utgreiing av områdeskredfare.

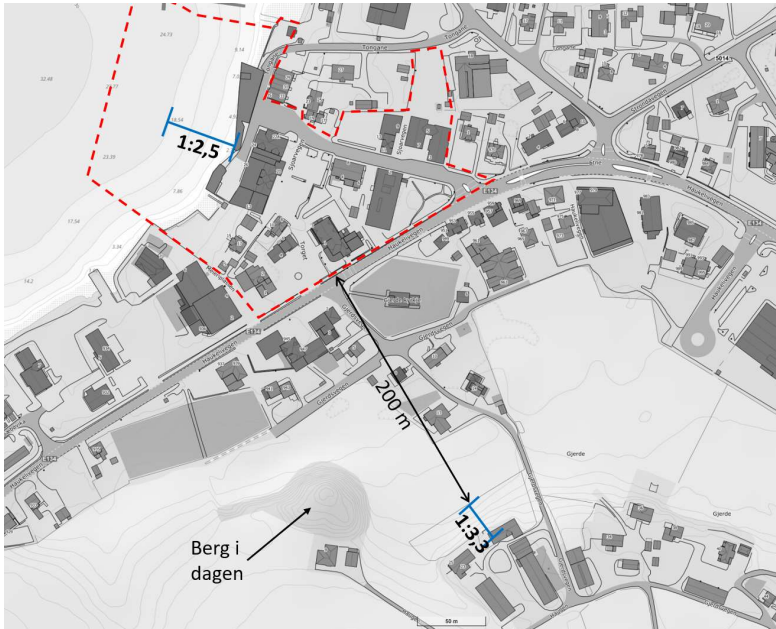
Steg	Prosedyre	Vurdering
1	Undersøk om det eksisterer registrerte faresonar (kvikkleiresonar) i området	Det eksisterer ingen registrerte kvikkleiresonar i planområdet eller i nærleiken [10]. Det er registrert kvikkleire i samband med grunnundersøkingar ved Moe bru, rundt 1,7 km sørvest for planområdet.
2	Avgrens områder med mogleg marin leire	Heile planområdet ligg under marin grense som ligg rundt kote +70 i området.
3	Avgrens områder med terreng som kan vere utsett for områdeskred	Terreng som kan vere utsett for områdeskred omfattar heile planområdet. Terrengen i heile området fell mot sjøen i nordvest og stig mot søraust.
4	Bestem tiltakskategori	Tiltaket omfattar bygging av bygg antatt å vere bustader i tillegg til bygging av ny kai og strandpromenade. Basert på dette er tiltaka vurdert å hamne i tiltakskategori K4. Det kunne vore vurdert lågare

Steg	Prosedyre	Vurdering
		tiltakskategori for nokre av tiltaka, men dette får ikkje betydning for den vidare utgreiinga.
5	Gjennomgang av grunnlag – identifikasjon av kritiske skråningar og mogleg lausneområde	<p>Det er ikkje registrert tidlegare utførte grunnundersøkingar i NADAG innanfor planområdet, men undersøkingar utført i nærleiken indikerer at massane i området består av silt og sand. Det er og registrert siltig leire og kvikkleire i nærleiken. Det er i GRANADA registrert 3 brønnar som viser at det er om lag 90 meter til berg i planområdet. Massane er beskrivne som grus og sand over siltige massar. Grunnforholda er nærare beskrive i kapittel 3.</p> <p>Basert på topografien er heile området vurdert å ligge i mogleg både lausneområde for områdeskred då planområdet ligg nært sjøen der botnen fell me helling rund 1:2,5 til 20 meters djupne før botnen slakar gradvis av.</p> <p>Området er vurdert til å ikkje ligge i utløpsområde for områdeskred på grunn av avstand til skråningar og stigning mot søraust. Avstand til skråning er vist på Figur 8.</p> <p>Vurdering av terrengforhold er beskrive i større detalj i kapittel 4.3 under.</p>
6	Synfaring	<p>Det er ikkje utført synfaring i samband med dette oppdraget. Det er ikkje vurdert erosjon i området. Det er ikkje sett etter berg i dagen, men basert på det tilgjengelege grunnlaget er det venta at dette ligg svært djupt i planområdet.</p> <p>Det vart uavhengig av synfaring vurdert som naudsynt å utføre geotekniske grunnundersøkingar med borerigg.</p>
7	Grunnundersøkingar	<p>Det er utført geotekniske grunnundersøkingar i totalt 10 posisjonar. Resultata er beskrivne i kapittel 3.4. Grunnundersøkingane viser at grunnen består av friksjonsmassar som for det meste ser bestå av sand og silt. Det er basert på undersøkingane vurdert at det ikkje er sensitive materialar i aktuelle lausneområde for områdeskred.</p> <p>Sikkerheita mot områdeskred er derfor vurdert som tilfredsstillande og utgreiinga avslutta etter steg 7 i samsvar med rettleiaren [1].</p>

Det vert konkludert med at det ikkje er fare for områdeskred i planområdet, og at sikkerheit mot områdeskred er tilfredsstillande i samsvar med NVE sin rettleiar 1/2019 [1].

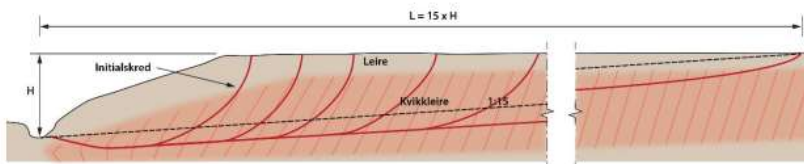
4.3 Avgrensing av moglege lausne- og utløpsområde

Det er identifisert 2 kritiske skråningar med omsyn til områdeskredfare. Plassering for skråningane er vist på Figur 8. Den fyrste skråninga er skråninga mot, og ut i, sjøen. Sjøbotnen har ei helling på rundt 1:2,5 ned til ca. kote - 20. Den andre skråninga ligg rundt 200 meter søraust for planområdet, og har høgde rundt 7 meter og helling rundt 1:3,3.

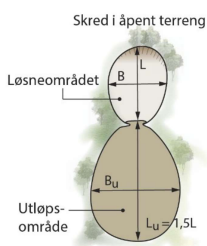


Figur 8: Plassering, kritiske skråningar.

Maksimal lengde for lausneområde for områdeskred er definert som 15 gonger skråningshøgda, avgrensa til kote - 25. Lengda for lausneområde er illustrert på Figur 9. Lengda til lausneområdet er målt frå foten av skråninga eller frå kote - 25 på sjøbotnen. I ope terreng er maksimal lengde for utløpsområde definert som 1,5 gonger lengda til lausneområdet, dette er illustrert på Figur 10.



Figur 9: Maksimal lengde for lausneområde. Henta frå NVE rettleiar 1/2019 [1].



Figur 10: Maksimal lengde for utløpsområde. Henta frå NVE rettleiar 1/2019 [1].

Skråninga/marbakken i sjøen inneber at eit område inntil rundt 300 meter frå sjøen ligg innanfor eit potensielt lausneområde for områdeskred. Dermed ligg heile planområdet i eit mogleg lausneområde for områdeskred.

Skråninga mot Haugen i sørvest er rundt 7 meter høg. Dette medfører at maksimal lengde for utløpsområdet for eit skred i denne skråninga er 157,5 meter. Foten av skråninga ligg rundt 200 meter frå planområdet. Basert på dette er det konkludert med at planområdet ikkje ligg i eit utløpsområdet for områdeskred.

5 Innleiande geoteknisk vurdering

Det er utført overordna innleiande geotekniske vurderingar for dei tiltaka som er beskrivne. Det er ikkje detaljert kunnskap om utforminga til dei ulike tiltaka, vurderingane er derfor generelle, og utført basert på antakingar. Det vil derfor vere behov for nærare vurderingar i samband med detaljprosjekteringa av dei ulike tiltaka.

Tiltaka i planområdet er beskrive som følgande:

Kommunen sine tiltak:

- Riving av dagens kai og bygge ny
- Opparbeiding av torg
- Etablering av strandpromenade

Private tiltak det er ynskt at planen skal legge til rette for:

- Parkeringskjellar under torget
- At bygningar i planområdet kan byggast med tilbygg og i høgda. Og at bygg kan rivast og det kan byggast nye.

Formålet med vurderingane beskrivne i denne rapporten er å vurdere om dei skisserte tiltaka er gjennomførlege, og belyse eventuelle usikkerheiter og spesielle risikoar og geotekniske problemstillingar som må takast omsyn til i neste fase.

5.1 Bygging av ny kai

Dagens kai er i dårleg forfatning, og det er ynskjeleg å rive denne og bygge ny.

Grunnundersøkingane viser eit øvre lag på sjøbotnen med svært laust lagra massar der sonderingsmotstanden er tilnærma null. Utført trykksøndering viser ingen poretrykksoppbygging, og tyder på at det er friksjonsmassar. Truleg er det siltige/sandige massar med låg lagringstettleik. Under det øvre laget verkar grunnen bestå av dei same sandige massane som på land. Det er ikkje registrert berg i samband med grunnundersøkingane, og truleg ligg det svært djupt.

Ny kai kan etablerast på ramma stålørspeler. Forholda er gunstige for ramming av pelar med eit øvre laust lag og aukande sonderingsmotstand mot djupna. På grunn av djupna til berg vil pelane verte avslutta i lausmassar, og bere lastene frå kaia, eigenlastar og påhengslaster som friksjon langs pelen og spissmotstand i enden. Naudsynt lengde og dimensjon for pelane er avhengig av størrelsen på lastene, og må bestemast i samband med detaljprosjektering. For val av dimensjon er motstand mot knekking for delen av pelen som vert ståande i vatn/luft utan sidestøtte kritisk. Stålørspelar armerast og vert støypt ut.

Kaien må forankrast horisontalt, enten ved hjelp av skråpeler eller friksjonsplate i lausmassar i bakkant. Bygg på innsida kan gjere det utfordrande å få plass til friksjonsplate med tilstrekkeleg areal, avhengig av størrelsen på lastene.

Det bør utførast supplerande grunnundersøkingar i samband med detaljprosjektering av kaien.

Behovet for erosjonssikring av skråninga under kaien må vurderast.

5.2 Fundamentering av nye bygg og tilbygg

Det er liknande grunnforhold over heile det undersøkte planområdet på land med eit øvre fast lag antatt å vere fyllmassar, over sandige massar. Det er utført prøvetaking i to posisjonar, posisjon 07 på torget og

posisjon 05 nær sjøen. I posisjon 07 viser prøvane sandige massar med organisk innhald under 1% frå ca. 1 meters djupne, medan i posisjon 05 er det registrert eit glødetap på 3,5% for massar frå 1,0 – 2,0 meters djupne og 2,4% frå 3,0 – 4,0 meters djupne. Generelt bør massar med organisk innhald fjernast før fundamentering med omsyn til setningar, omfanget av naudsynt masseutskifting skal vurderast i detaljprosjekteringsfase. Alternativt kan ein pelefundamentere. Basert på undersøkingane er har massane nærast sjøen eit høgare organisk innhald, medan det organiske innhaldet på torget ser ut til å vere lågt og ikkje problematisk for fundamentering. Det bør gjerast undersøkingar og vurderingar av organisk innhald i samband med kvart enkelt prosjekt for å kartlegge risikoen for setningar for konstruksjonar. Undersøkingar kan til dømes gjerast ved prøvegraving med gravemaskin. Behovet for miljøundersøkingar må vurderast.

Bygningar og tilbygg i området kan fundamenterast direkte i sandige massar. Dersom bygget som skal byggast på er fundamenterast på pelar bør ein vurdere å nytte same fundamenteringsmetode med omsyn til differansesetningar.

Tillate grunntrykk og naudsynt størrelse for fundament vurderast i samband med detaljprosjektering av dei enkelte tiltaka. Det må takast omsyn til seismisk påverknad ved prosjektering av konstruksjonar.

5.3 Opparbeiding av torg

Basert på resultatata frå grunnundersøkingane er det ingen spesielle geotekniske utfordringar knytt til opparbeiding av torget. Grunnundersøkingane viser sandige massar med lågt organisk innhald (0,7 - 0,9%) frå 1,0 meters djupne.

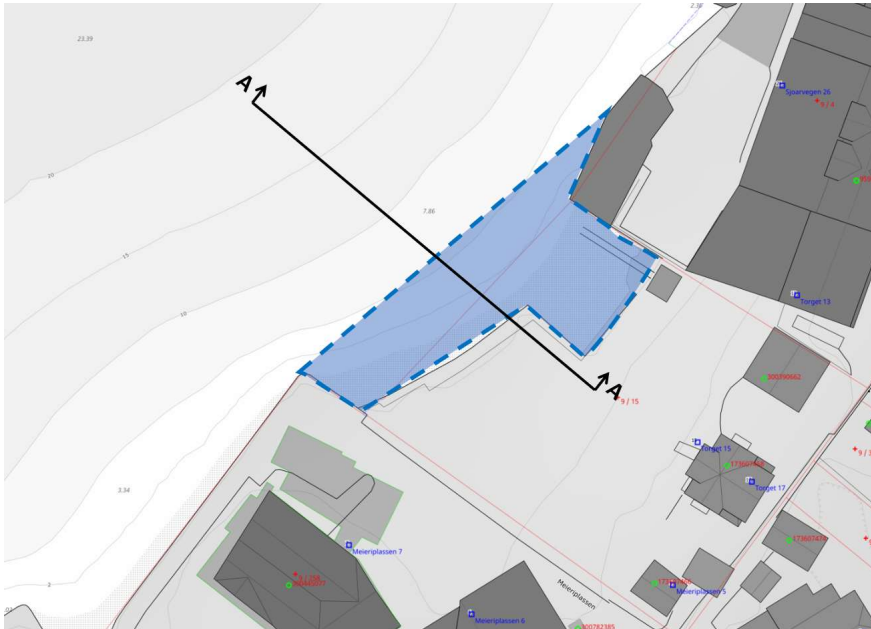
I samband med opparbeiding av torget er det eit ynskje om å etablere parkeringskjellar. Norconsult er ikkje kjent med planlagt størrelse og utforming for tiltaket. Vurderingane gjort her er derfor genrelle.

Mellom anna er naudsynt gravedjupne og kor nært parkeringskjellaren skal ligge til nabobygg avgjerande for kompleksiteten og kostnaden med utgraving av byggegrop. Generelt er anbefalt graveskråning for opne midlertidige utgravingar i sandmassar 1:1,5. Dersom parkeringskjellar skal ligge så nært nabobygg at den medfører undergraving av fundamenta kan det og vere behov for spunt for å sikre nabobygg mot skadar. Dette er og avhengig av fundamenteringsforholda for nabobygga, og om desse har kjellar eller ikkje.

Terrengnet på torget ligg omtrent på kote +4,5. Grunnvasstanden ligg truleg litt høgare enn kote 0. Dersom det skal gravast ut til djupare enn ca. kote 0 og det skal vere tørr byggegrop kan det verte behov for vasstett spunt.

5.4 Etablering av strandpromenade

Det er ikkje mottatt skisser eller planteikningar som viser plassering av fylling for strandpromenade, men det er opplyst at det er ynskjeleg at promenaden skal ligge utanfor tomtegrensa til gnr./bnr. 9/15. Det er basert på dette antatt ei plassering der fronten på fyllinga er plassert omtrent der det er 5 meter djupt. Det er førebels antatt ei fyllingshøgde opp til kote +1. Antatt plassering er skissert på Figur 11. Det er gjort stabilitetsvurderingar for fyllinga for å vurdere om tiltaket er gjennomførleg. Plasseringa for berekningsnittet er vist på skissa under.



Figur 11: Antatt utstrekning for sjøfylling. Plassering beregningsnitt.

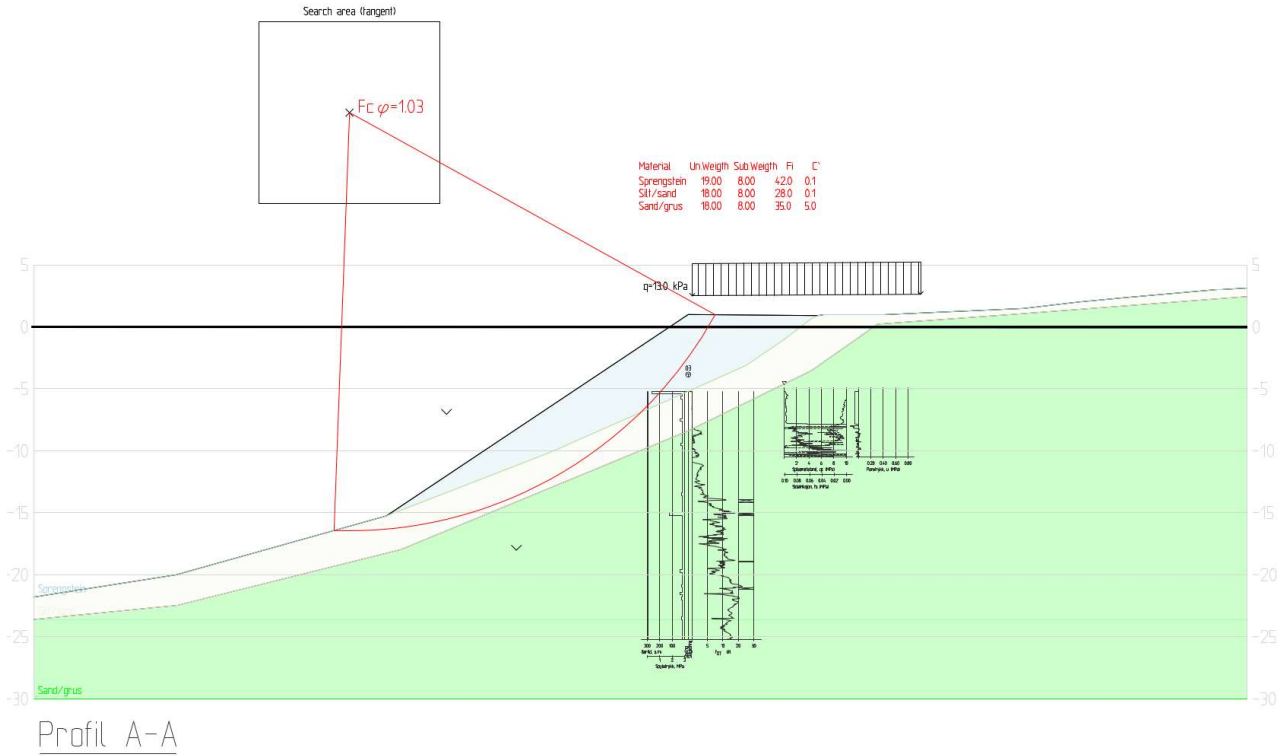
Følgande parameterar er lagt til grunn for vurderinga. Parameterar er valt basert på tolking av trykksoneering og erfaringsparameterar frå Statens vegvesen rettleiing N-V220 [11]. Tolking frå trykksoneering (CPTu) er vist i vedlegg A.

Tabell 2: Berekningsparameterar, lausmassar.

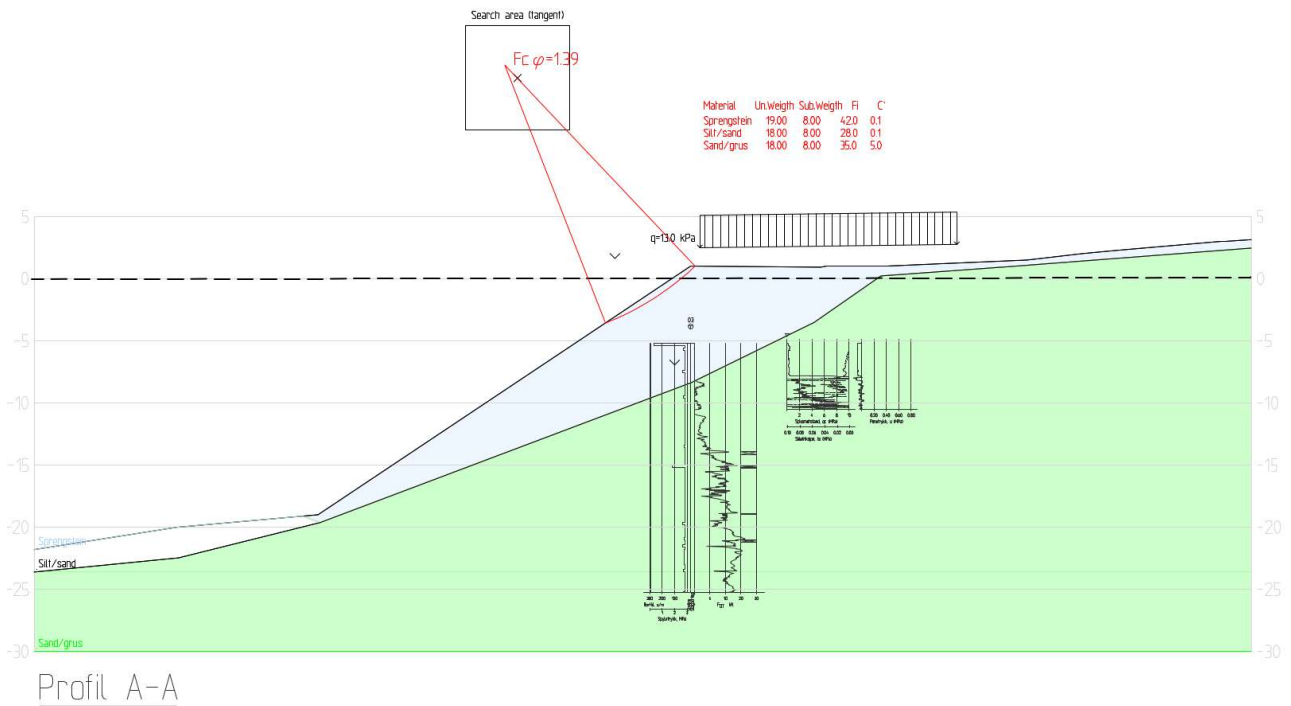
Massar	Laust lagra silt/sand	Sand/grus	Sprengstein
Friksjonsvinkel, ϕ	28°	35°	42°
Attraksjon, a	0 kPa	5 kPa	0 kPa
Tyngdetettleik, γ	18 kN/m ³	18 kN/m ³	19 kN/m ³

Det er lagt til grunn ei terrenglast på 10 kPa gonga med lastfaktor 1,3 for gang/sykkelveg i samsvar med Statens vegvesen handbok N200 [12].

Det er utført stabilitetsberekningar for to situasjonar, både med og utan fortregning/mudring. Berekninga er utført ved hjelp av berekningsverktøyet Geosuite Stability. Berekningsresultata er vist på Figur 12 og 13. Berekninga viser at dei lause massane øvst i jordprofilen må fortregast eller mudrast vekk for å oppnå tilfredsstillande stabilitet med sikkerheitsfaktor høgare enn 1,25 som er kravet i Eurokode 7 [13]. I berekninga med fortregning er det oppnådd tilfredsstillande stabilitet med berekna sikkerheitsfaktor lik 1,39. Brotet som oppstår i denne berekninga er eit overflate brot som oppstår grunna konservativ antatt attraksjon lik 0 for massar utfyllt i sjø i samsvar med Statens vegvesen V220 [11]. Ved antatt plassering for fylling og fronthelling 1:1,5 strekker foten for fyllinga seg ned til rundt kote -20.



Figur 12: Stabilitetsberegning, utan fortrengring/mudring.



Figur 13: Stabilitetsberegning, med fortrengring/mudring.

Ved utlegging av fylling er det behov for overvåking for å sikre at ein oppnår rett fronthelning og at det ikkje oppstår overheng som kan medføre stabilitetsproblem. Det må etablerast ein stabil fot for fyllinga, det kan verte behov for å nytte lekter for utfylling.

Fylling bør leggest ut med overhøgde for framskunding av setningar, og setningar bør overvåkast etter utlegging. Det vil oppstå eigensetningar i fyllinga den fyrste tida. Størsteparten av eigensetningar er venta å vere ferdig etter 6 månadar.

I samband med fylling i sjø vil det truleg vere behov for å utføre miljøtekniske undersøkingar av sjøbotnen i samband med søknad til statsforvaltar.

Fyllingsfronten må erosjonssikrast, dette bør vurderast nærare ved detaljprosjektering.

6 Oppsummering / konklusjon

Norconsult har på oppdrag frå Etne kommune vurdert områdeskredfaren og utført innleiande geotekniske vurderingar i samband med reguleringsplan Etnesjøen torg- og kaiområde i Etne. Planen legg til rette for bygging av ny kai og strandpromenade samt opparbeiding av torg og nybygg og tilbygg på eksisterande bygg i planområdet.

Utførte grunnundersøkingar viser at grunnen består av sandige massar. Undersøkingar i sjøen viser eit øvre blautt lag på 3 – 4 meter. Basert på tidlegare utført brønnboring er berg venta å ligge djupt.

Sikkerheita mot områdeskred er vurdert i samsvar med NVE rettleiar 1/2019 og funne å vere tilfredsstillande.


Det er utført innleiande geotekniske vurderingar for skisserte tiltak i planområdet. Ny kai kan fundamenterast på ramma stålørspelar. Nybygg kan direktefundamenterast i massane, mens tilbygg vert anbefalt fundamenterast med same metode som bygget som vert bygd på av omsyn til differansesetningar. Ved utgraving for parkeringskjellar må behovet for vasssett spunt vurderast. Etablering av strandpromenade kan gjerast ved fylling med sprengstein, blaute massar på sjøbotn må fortregast eller fjernast ved mudring.

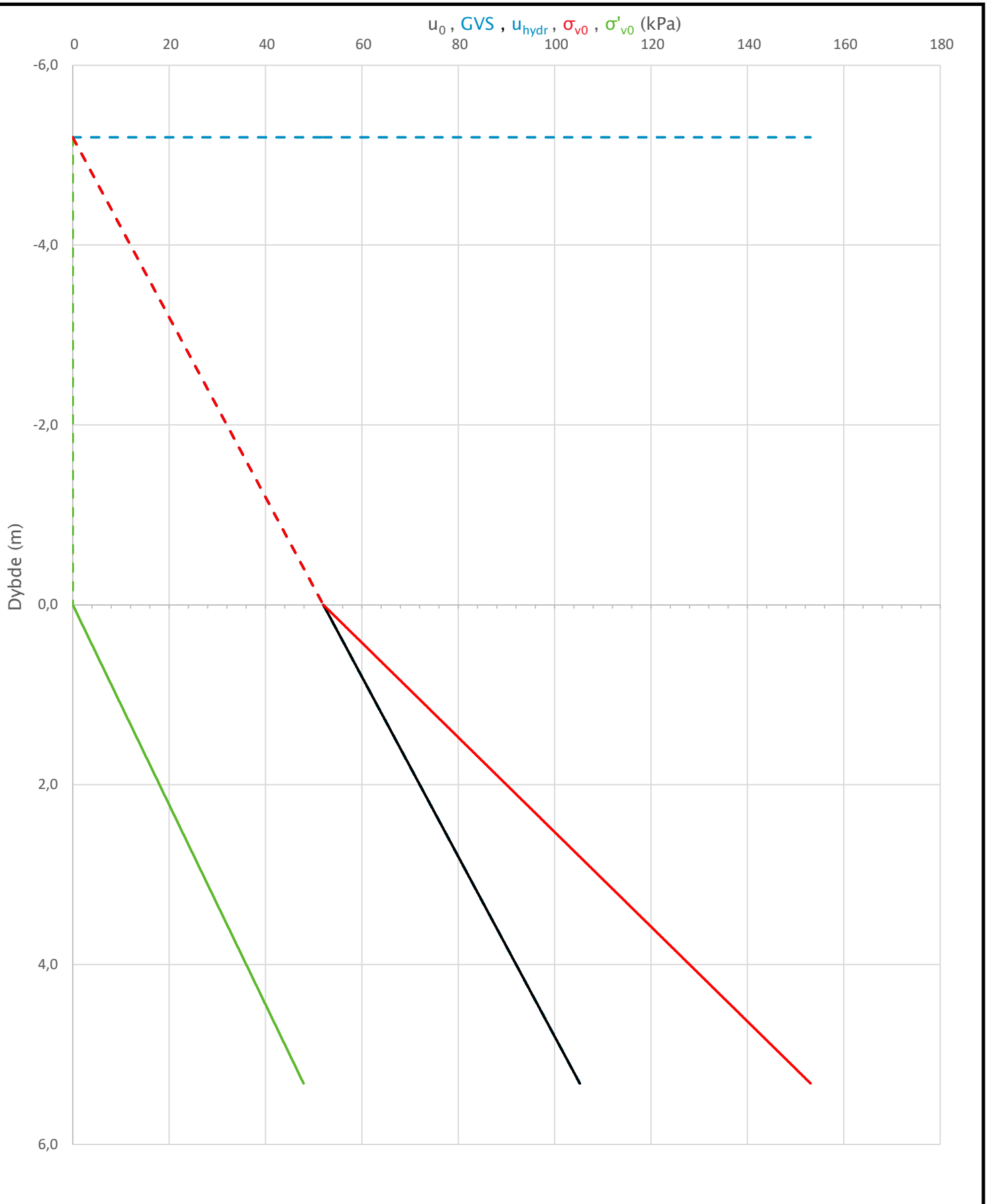
7 Referansar


- [1] NVE, «Sikkerhet mot kvikkleireskred. Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper. Rapport nr. 1/2019,» NVE, Oslo, 2020.
- [2] NGU, «Løsmasser - Nasjonal løsmassedatabase,» [Internett]. Available: http://geo.ngu.no/kart/losmasse_mobil/. [Funnen 21 12 2023].
- [3] NGU, «NADAG - Nasjonal database for grunnundersøkelser,» [Internett]. Available: <https://geo.ngu.no/kart/nadag/>. [Funnen 21 12 2023].
- [4] Statens vegvesen, 36040-470 Geoteknisk datarapport for byggeplan. E134 Steine-Etne senter G/S veg», 2015-04-23.
- [5] Statens vegvesen, Rapport nr. 568 – Grunnundersøkelse. Etne-Matsgård – Gang- og sykkelveg, 1985-02-01.
- [6] Statens vegvesen, Geoteknisk rapport nr. 040518-01 - E134 Hp 10 – Etne-Fiske – Gang- og sykkelvei, 2004-02-08.
- [7] NGU, «GRANADA - Nasjonal grunnvannsdatabase,» [Internett]. Available: https://geo.ngu.no/kart/granada_mobil/. [Funnen 21 12 2023].
- [8] Norconsult Norge AS, 52308386-RIG-R01 - Etnesjøen - Geoteknisk datarapport, 2024.
- [9] Direktoratet for byggkvalitet, Byggteknisk forskrift TEK17, Direktoratet for byggkvalitet, 2017.
- [10] NVE, «NVE Atlas,» NVE, [Internett]. Available: <https://atlas.nve.no/Html5Viewer/index.html?viewer=nveatlas#>. [Funnen 21 12 2023].
- [11] Statens vegvesen, Geoteknikk i vegbygging - Veiledning N-V220, 2023.
- [12] Statens vegvesen, Vegbygging - Vegnormal N200, 2022.
- [13] Standard Norge, NS-EN 1997-1:2004 + A1:2013 + NA:2020 - Eurokode 7 - Geoteknisk prosjektering. Del 1: Almenne regler, Standard Norge, 2016.

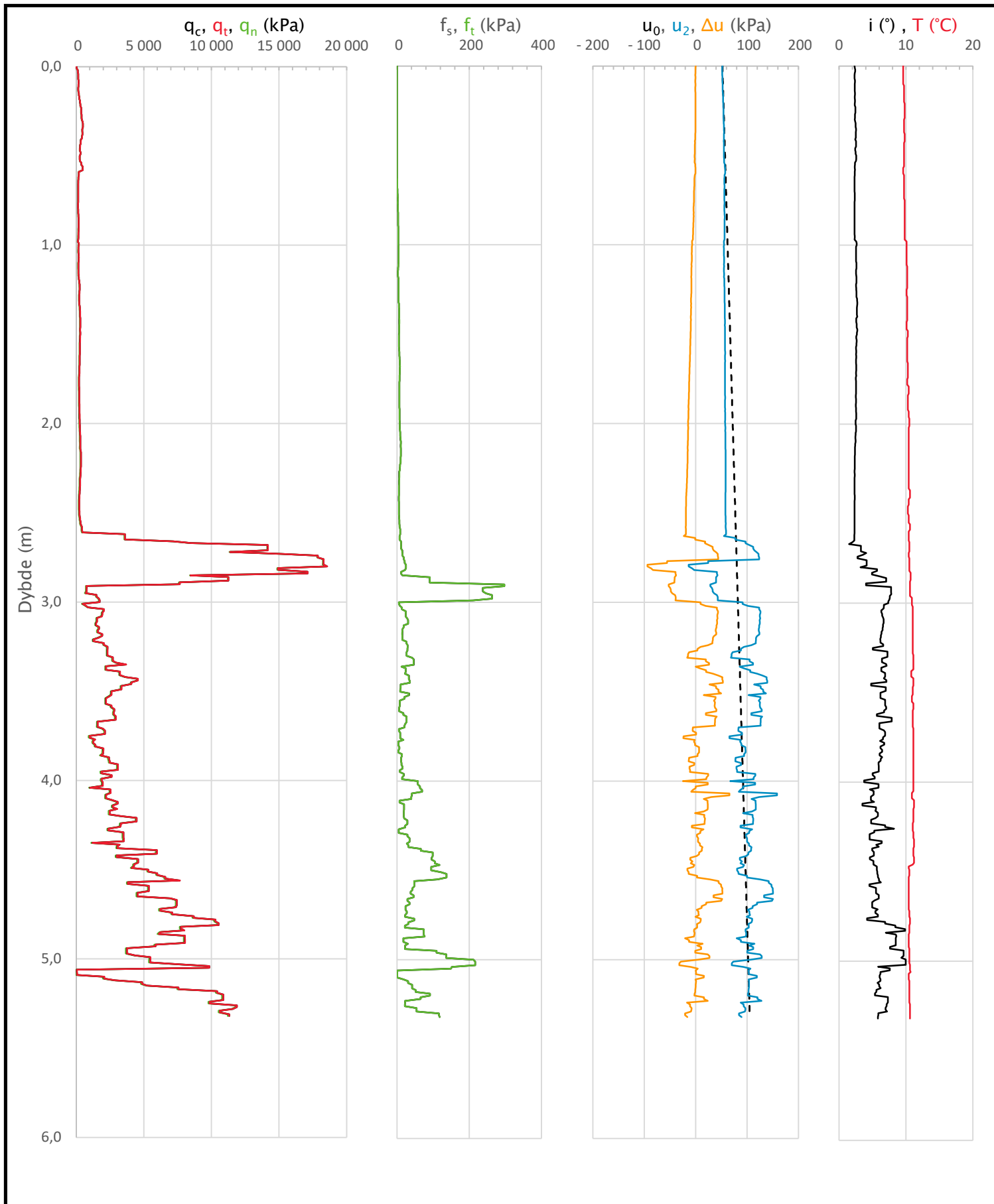
8 Vedlegg


- Vedlegg A: Tolking CPTU, pos. 03

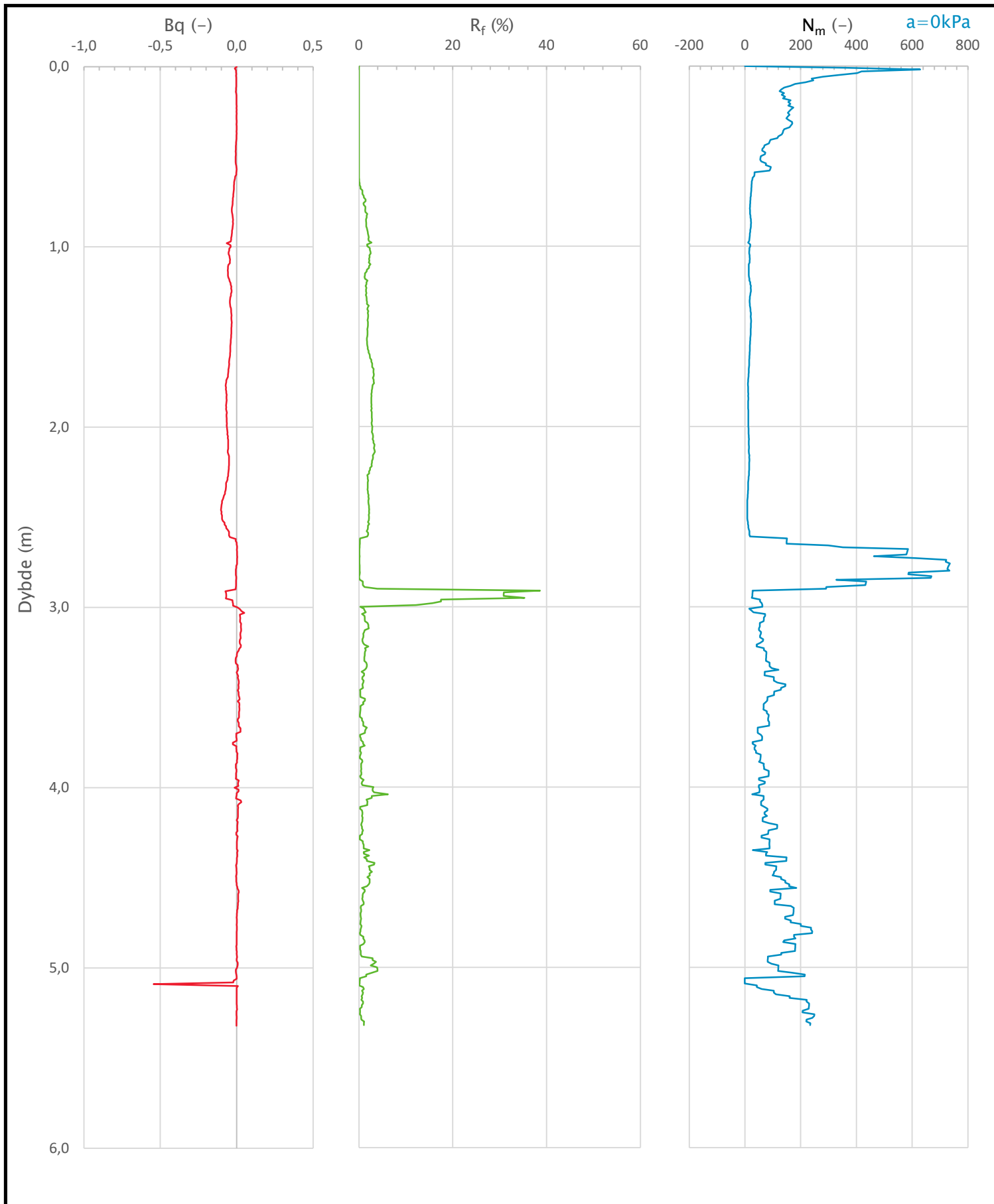
Sonde og utførelse						
Sondennummer	4627	Boreleder	Hagerup			
Type sonde	Nova	Temperaturendring (°C)	1,6			
Kalibreringsdato	2022-11-04	Maks helning (°)	10,0			
Dato sondering	2023-11-09	Maks avstand målinger (m)	0,01			
Filtertype	Spaltefilter					
Kalibreringsdata						
	Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk			
Maksimal last (MPa)	50	1	2			
Måleområde (MPa)	50	1	2			
Skaleringsfaktor	1286	3690	3431			
Oppløsning 2 ¹² bit (kPa)	-	-	-			
Oppløsning 2 ¹⁸ bit (kPa)	0,5933	0,0103	0,0222			
Arealforhold	0,8460	0,0000				
Maks ubelastet temp. effekt (kPa)	14,23	0,372	1,133			
Temperaturområde (°C)	40					
Nullpunktskontroll						
	NA	NB	NC			
Registrert før sondering (kPa)	7368,3	126,5	268,4			
Registrert etter sondering (kPa)	-43,3	0,1	0,2			
Avvik under sondering (kPa)	43,3	0,1	0,2			
Maksimal temperatureffekt (kPa)	0,6	0,0	0,0			
Maksverdi under sondering (kPa)	18567,3	297,1	158,6			
Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
Samlet nøyaktighet (kPa)	44,5	0,2	0,1	0,0	0,3	0,2
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	OK		
Kommentarer:						
Prosjekt	Prosjektnummer: 52308386 Rapportnummer: 52308386-RIG-R01				Borhull	Kote -5,2
Etnesjøen torg- og kaiområde					3	
Innhold					Sondennummer	
Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet					4627	
Norconsult 	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse		
	BryOEy	StLGj	BryOEy	1		
	Oppdragsgiver	Dato sondering	Revisjon	Figur		
	Etne kommune	2023-11-09	1	1		
			Rev. dato	2023-01-08		




Prosjekt		Prosjektnummer: 52308386 Rapportnummer: 52308386-RIG-R01		Borhull	Kote -5,2
Etnesjøen torg- og kaiområde				3	
Innhold		In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger		Sondennummer	4627
Norconsult 	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	BryOEy	StLGj	BryOEy	Figur	2
	Oppdragsgiver	Dato sondering	Revisjon		
	Etnesjøen kommune	2023-11-09	1		
			Rev. dato		
			2023-01-08		

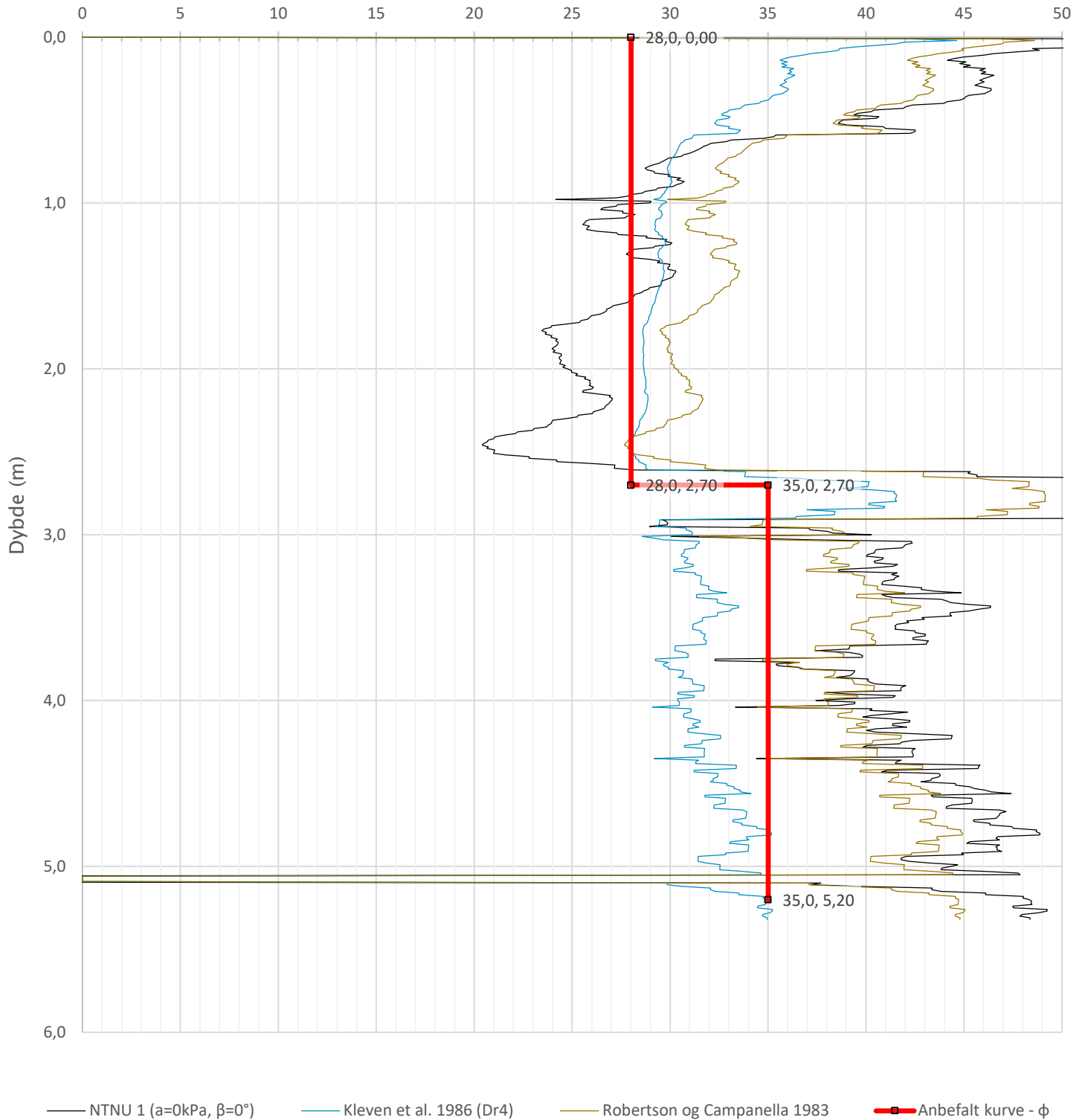



Prosjekt		Prosjektnummer: 52308386 Rapportnummer: 52308386-RIG-R01		Borhull	Kote -5,2
Etnesjøen torg- og kaiområde				3	
Innhold				Sondenummer	
Måledata og korrigerte måleverdier				4627	
Norconsult 	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	BryOEy	StLGj	BryOEy	1	
Oppdragsgiver	Dato sondering	Revisjon	Rev. dato	Figur	
Etnesjøen kommune	2023-11-09	1	2023-01-08	3	



Prosjekt		Prosjektnummer: 52308386 Rapportnummer: 52308386-RIG-R01		Borhull	Kote -5,2
Etnesjøen torg- og kaiområde				3	
Innhold				Sondennummer	
Avledede dimensjonsløse forhold				4627	
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	BryOEy	StLGj	BryOEy	1	
	Oppdragsgiver	Dato sondering	Revisjon	Figur	
	Etne kommune	2023-11-09	1	4	
			Rev. dato	2023-01-08	

Friksjonsvinkel, ϕ (°)
attraksjon, a (kPa)



Prosjekt		Prosjektnummer: 52308386 Rapportnummer: 52308386-RIG-R01		Borhull	Kote -5,2
Etnesjøen torg- og kaiområde				3	
Innhold				Sondennummer	
Tolking av friksjonsvinkel og attraksjon				4627	
Norconsult 	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	BryOEy	StLGj	BryOEy	1	
Oppdragsgiver	Dato sondering	Revisjon	Rev. dato	Figur	
Etnesjøen kommune	2023-11-09	1	2023-01-08	6	