RAPPORT

Åndalsnes - grunnundersøkelser og kvikkleireutredning

FARESONE 2389 JERNBANEGATA

DOK.NR. 20200050-02-R
REV.NR. 1 / 2020-10-26

NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT
NGI.NO

Ved elektronisk overføring kan ikke konfidensialiteten eller autentisiteten av dette dokumentet garanteres. Adressaten bør vurdere denne risikoen og ta fullt ansvar for bruk av dette dokumentet.

Dokumentet skal ikke benyttes i utdrag eller til andre formål enn det dokumentet omhandler. Dokumentet må ikke reproduseres eller leveres til tredjemann uten eiers samtykke. Dokumentet må ikke endres uten samtykke fra NGI.

Neither the confidentiality nor the integrity of this document can be guaranteed following electronic transmission. The addressee should consider this risk and take full responsibility for use of this document.

This document shall not be used in parts, or for other purposes than the document was prepared for. The document shall not be copied, in parts or in whole, or be given to a third party without the owner's consent. No changes to the document shall be made without consent from NGI.

Prosjekt

Prosjekttittel:	Åndalsnes - grunnundersøkelser og utredning av faresone 2389 Jernbanegata
Dokumenttittel:	Faresone 2389 Jernbanegata
Dokumentnr.:	20200050-02-R
Dato:	2020-08-17
Rev.nr. / Rev.dato:	1 / 2020-10-26

Oppdragsgiver

Oppdragsgiver:	Romsdalsgondolen
Kontaktperson:	Terje Vikås
Kontraktreferanse:	Oppdragsbekreftelse den 13.01.2020

for NGI

Prosjektleder:	Ragnar Moholdt
Utarbeidet av:	Ragnar Moholdt / Thi Minh Le
Kontrollert av:	Jean-Sebastien L'Heureux

Sammendrag

NGI har på oppdrag for Rauma kommune og Romsdalsgondolen utført en detaljert utredning av faresone 2389 Jernbanegata fra NVEs oversiktskartlegging av kvikkleiresoner. Faresonen ligger på Åndalsnes og dekker området rundt jernbanestasjonen og bebyggelsen i skråningen sør for stasjonsområdet, samt deler av havna.

Det er utført supplerende grunnundersøkelser i 15 borepunkter og foretatt befaring av det aktuelle området. I tillegg er tidligere grunnundersøkelsesrapporter gjennomgått.

Utredningen er gjort etter NVEs kvikkleireveileder 7/2014. Dette innebærer at utbredelsen av faresonen er vurdert med oppdatert kunnskap om grunn- og erosjonsforhold (løsne- og utløpsområder bestemmes). Videre er det foretatt en revidert klassifisering av faresonen med hensyn til faregrad, konsekvens og risiko. Stabilitetsberegninger er utført for å vurdere om det kan være skredfare i dagens situasjon og om det er behov for stabiliserende tiltak.

Utstrekningen av faresonen er redusert i sørøstre del (Parkveien – Skogstien), i *vest ved Sakariasgata og i havneområdet i nord. I sør foreslås det også å redusere utbredelsen av sonen litt selv om det er påvist kvikkleire i punkt 14. Liten mektighet av kvikkleire i skråningen begrenser utstrekningen av mulige løsneområder her.* Fremtidige grunnundersøkelser bør fokusere på området mellom Risengata og Fv. 64 (profil P3), for å se om kvikkleirelaget er sammenhengende eller om deler av arealet lengst sør kan tas ut av faresonen.

Utført faregradsevaluering gir faregrad "Lav" (på grensen til "middels"), konsekvensen er "meget alvorlig", og dette resulterer i at faresonen klassifiseres i risikoklasse 4 på en skala fra 1-5.

Beregningene som er utført tilsier god stabilitet i den vestlige delen av faresonen. I østre del av faresonen (Risengata og Parkveien øst for Vinkelgata) er beregnet sikkerhetsfaktor (stabilitetstall) lavere, men stabiliteten anses likevel som akseptabel for dagens situasjon.

Det er behov for å erosjonssikre en mindre bekk ovenfor Isfjordvegen, øst for enden av Parkvegen. Det anses ikke å være behov for stabiliserende sikringstiltak ut over dette (motfyllinger etc.) slik som stabilitetsforholdene er i dag.

NVEs kvikkleireveileder 7/2014 skal legges til grunn ved byggesaker innenfor faresonen (inklusive utløpsområder). Krav til utredninger og kontroll bestemmes ut fra tiltakskategorier (K0-K4). Med grunnlag i foreliggende rapport kan det forutsettes faregrad "Lav".

Utredningen har nå gjennomgått uavhengig kontroll, og endringer som følge av kontrollen er implementert i foreliggende revisjon av rapporten (rev. 1).

Innhold

1 Innledning 6
2 Grunnlagsdata 8
3 Terreng og grunnforhold 9
3.1 Kvartærgeologi og terreng 9
3.2 Jordarter og lagdeling 10
3.3 Kvikkleire 11
4 Soneavgrensing og klassifisering 12
4.1 Utstrekning av faresone 12
4.2 Faregrad, konsekvens og risiko 13
5 Sikkerhetskrav for planlagte tiltak 14
6 Grunnlag for stabilitetsberegninger 16
7 Stabilitetsvurderinger 16
8 Avgrensing av utløpsområde 17
9 Konklusjon 18
10 Referanser 20

Tegning

Tegning nr. 001	Oversiktskart	M = 1 : 100 000
Tegning nr. 010	Situasjonsplan med grunnboringer og profiler	M = 1 : 2 000
Tegning nr. 011	Situasjonsplan – løsne- og utløpsområde (etter detaljkartlegging)	M = 1 : 2 000
Tegning nr. 012	Situasjonsplan – anbefalte sikringstiltak	M = 1 : 2 000
Tegning nr. 100-106	Profil P1-P6. Grunnboringer og lagdeling	M = 1 : 500
Tegning nr. 200-202	Stabilitetsberegninger for profil P3, P3 og P5	M = 1 : 400

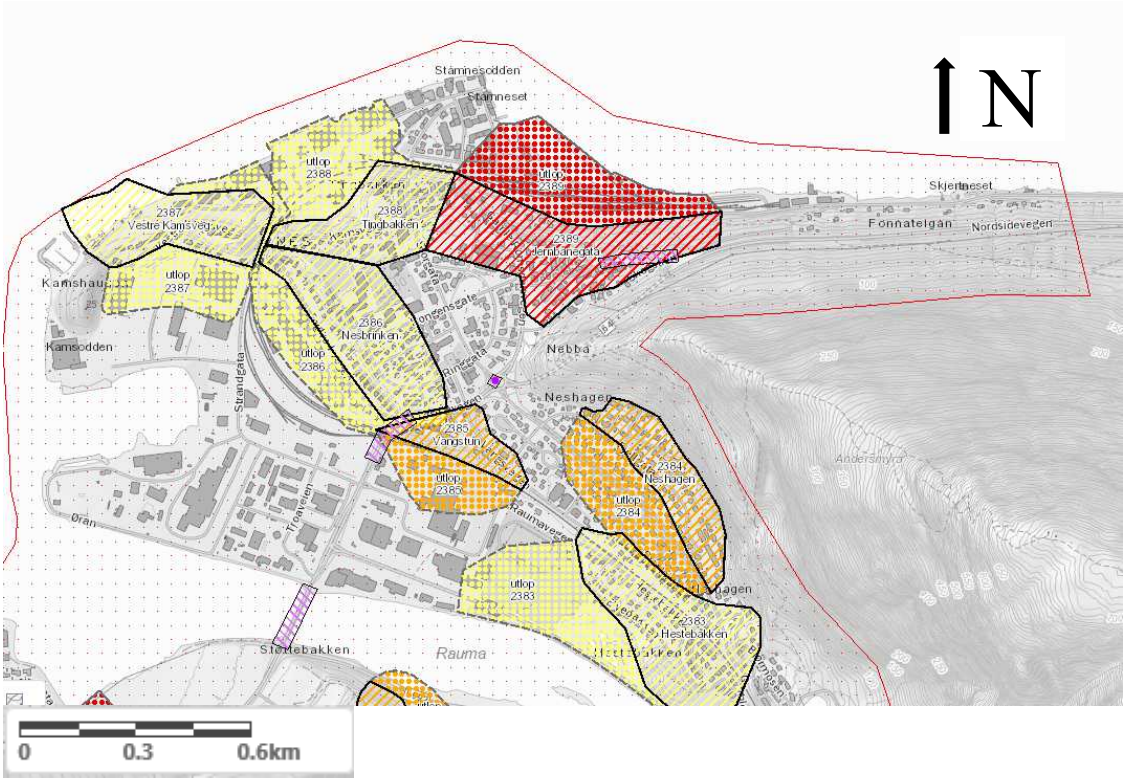
Vedlegg

Vedlegg A	Erosjon – oppsummering, bilder og kart med beskrivelse fra befaring
Vedlegg B	Skjema for klassifisering av faregrad, konsekvens og risiko
Vedlegg C	Tolkning av grunnundersøkelser
Vedlegg D	Teknisk notat 20200050-01-TN. Vurdering av kvikkleireforekomst og skredutløp mot Romsdalsgondolen.
Vedlegg E	Uavhengig kontroll. Korrespondanse og kontrollnotat.

Kontroll- og referanseside

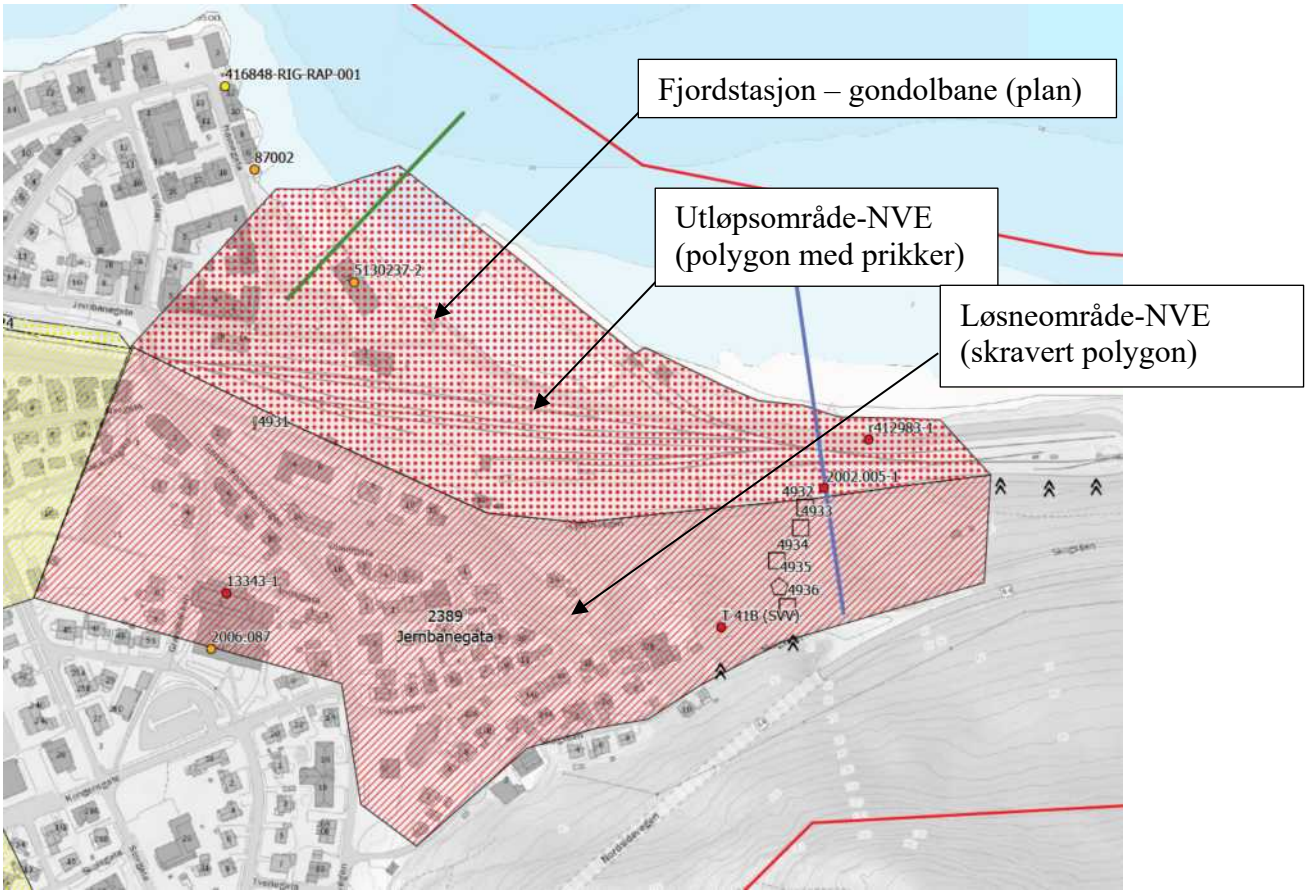
1 Innledning

NVE publiserte i desember 2019 nye kvikkleirekart for Rauma, [1]. De nye kvikkleirekartene angir faresoner med potensiell fare for kvikkleireskred basert på en oversiktskartlegging, [2]. Tidligere grunnundersøkelsesrapporter ligger til grunn for kartleggingen. I tillegg er det utført spredte grunnboringer innenfor noen av faresonene. Kvikkleirekartene indikerer at blant annet deler av Åndalsnes sentrum ligger innenfor ulike faresoner, se Figur 1.



Figur 1 Oversiktskart fra [1] som viser områder med potensiell fare for kvikkleireskred (rødt, gult og oransje). De enkelte kvikkleiresonene består et løsneområde (skravur) og et utløpsområde (prikker). Fargene angir antatt faregrad (rød=høy, oransje=middels og gul=lav).

NGI er engasjert av Rauma kommune og Romsdalsgondolen for å utføre detaljutredning av faresone "2389 Jernbanegata." Faresonen ligger på Åndalsnes i området rundt jernbanestasjonen, se tegning 001. Som vist på Figur 2, består faresonen av et løsne- og et utløpsområde. Boringene som ligger til grunn for faresonen er også vist.



Figur 2 Kart fra referanse [2] som viser plassering av borepunktene som ligger til grunn for opptegning av faresone 2389 Jernbanegata (røde og oransje punkter + firkanter). Sentralt i løsneområdet ligger Grandgata, Gamle Romsdalsvegen, Parkvegen, Risengata og Vinkelgata. Utløpsområdet dekker jernbanestasjonen og områdene rundt Tindesenteret og NATO-kaia.

For å fremskaffe tilstrekkelig informasjon om grunnforholdene for en detaljert utredning, er det utført supplerende grunnundersøkelser i 14 borpunkter. Undersøkelsene ble utført i slutten av januar 2020 av firmaet Geostrøm AS, [3].

I februar 2020 vurderte NGI spesifikt fare for skredutløp mot Romsdalsgondolen (fjordstasjonen), [4]. Foreliggende rapport omfatter en helhetlig utredning av skredfare i kvikkleiresonen. Utredningen omfatter beregninger og vurdering av stabilitetsforhold, faregrad og behov for skredreduserende tiltak. Utredningen er utført i henholdt til NVEs kvikkleireveileder nr. 7/2014, [5].

Utredningen har nå gjennomgått uavhengig kontroll, og endringer som følge av kontrollen er implementert i foreliggende revisjon av rapporten (rev. 1). Endringer er markert i kursiv og kontrollnotat er vedlagt (vedlegg E).

2 Grunnlagsdata

Geotekniske rapporter som NGI har lagt til grunn for vurderingene er oppsummert i Tabell 1 (under).

Tabell 1 Grunnlagsrapporter – grunnundersøkelser og geoteknikk

Rapport	Dato	Firma
NGI 2020 – rapport 20200050-01-R. «Åndalsnes – grunn-undersøkelser og utredning av faresone 2389 Jernbanegata. Grunnundersøkelser – datarapport.»	2020-06-02	NGI
NGI 2020, «Notat 20200050-01-TN. Vurdering av kvikkleire-forekomst og mulighet for skredutløp mot Romsdalsgondolen.»	2020-02-18	NGI
NVE 2019 - Ekstern rapport nr. 73/2019. «Oversikts-kartlegging av kvikkleire. Risiko for kvikkleireskred i Rauma kommune.»	2019-12-02	NVE
Norconsult 2018. Rapport 5183902-RIG01. «Geoteknisk datarapport. Nytt boligbygg Isfjordveien/Romsdalsveien, Åndalsnes kommune. »	2018-07-09	Norconsult
Norconsult 2013. Rapport 5130237-2 «Norsk Tindesenter Åndalsnes. Grunnundersøkelse. Geoteknisk rapport»	2013-05-14	Norconsult
Norconsult 2013. Rapport 5130237-3 «Norsk Tindesenter Åndalsnes. Supplerende grunnundersøkelse. Geoteknisk rapport»	2013-09-19	Norconsult
Multiconsult 2008. Rapport 412983-1. «Rauma kommune. Grunnundersøkelser Åndalsnes sentrum.»	2008-10-30	Multiconsult
Geovest – Haugland 2006. 2006087 notat nr. 2 «Åndalsnes kulturhus. Grunnforhold og fundamentering. Supplerende grunnundersøkelser. »	2006-08-28	Geovest - Haugland
Geovest – Haugland 2002. Rapport 2002.005-1. «Tankanlegg Åndalsnes. Grunnundersøkelse.»	2002-01-30	Geovest-Haugland
Geovest 1987. Rapport 87.002 «Havnegata 6 A/S. Grunn-undersøkelse for og fundamentering av forretningsbygg»	Mars 1987	Geovest
NSB 1960. GK 2723 «Åndalsnes stasjon. Grunnundersøkelser for nytt godshus og eventuelt utfylling av Huken»	1960-03-24	NSB
NSB 1952. «Grunnundersøkelse for utfylling av område innenfor ny østre kai, Åndalsnes». Tegning GK. 939, 1-7.	1952-04-23	NSB
NSB 1950. «Grunnundersøkelse for østre kai, Åndalsnes. Tegninger GK. 841/1-4».	1950-07-22	NSB

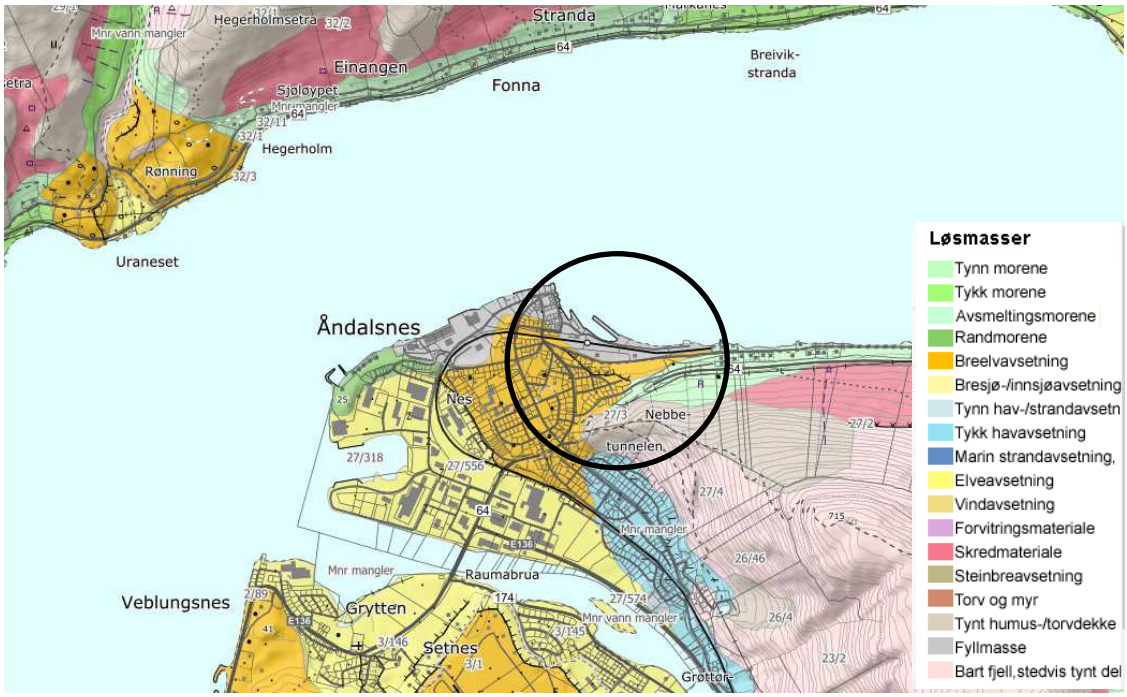
Terrengdata som er benyttet til opptegning av kart, profiler og stabilitetsberegninger er oppsummert i Tabell 2.

Tabell 2 Kart- og høydedata

Kilde	Nedlastet
Kartverket. Høydedata.no. Molde Aukra Fræna og Rauma 2014_Punkttetthet_DOM.tif (kotegrunnlag på land)	Februar 2020
Kartverket. Høydedata.no. NVE Rauma 2018_Punkttetthet_DOM.tif (kotegrunnlag i sjøen)	Februar 2020
Kartverket, Geovekst, kommuner og OSM – Geodata AS. Basiskart Norge. (landkart)	

3 Terreng og grunnforhold

3.1 Kvartærgeologi og terreng



Figur 3 Kvartærgeologisk kart fra NGU

Kvartærgeologisk kart fra NGU er vist på Figur 3 (over). Kartet viser hvilke løsmasser som påtreffes i terrengnivå. Løsmassene i dybden er undersøkt med grunnboringer (se neste avsnitt). Kartet indikerer breelvavsetninger (sand / grus / stein) i og på toppen av skråningen sør for stasjonsområdet. I det flate området rundt jernbanestasjonen og ut-over mot sjøen indikerer kartet fyllmasser. Marine avsetninger (leire) påtreffes ute i sjøen og under fyllmassene og breelvavsetningene (fremgår ikke av kartet). Opp mot Nesaksla er det kartlagt morene og tynt humus- / torvdekke i overgangen til bart fjell.

Skråningene sør for jernbanestasjonen er til dels bratte; 1:1-1:2 i vestre del og ca. 1:2 i østre del. Skråningshøyden er ca. 20 meter på land. Sjøbunnen har jevn helning ca. 1:5-

1:6 fra land og utover til ca. kote -25. Derfra blir helningen slakere videre utover til midten av Isfjorden (ca. kote -50).

3.2 Jordarter og lagdeling

Figur 4 viser nye og tidligere grunnboringer i faresonen. Kartet er vist i stor målestokk på tegning 010. Terrengsnitt som viser forholdene nede i grunnen er vist på tegning 100 - 106.

Figur 4 Plan detaljerte grunnundersøkelser. Fargekode boringer: Grønt – ikke kvikkleire, gult - mulig kvikkleire, oransje – antatt kvikkleire og rødt – påvist kvikkleire (prøver)

Grunnundersøkelser i faresone Jernbanegata indikerer at det er sand til varierende dybde i skråningen sør for stasjonsområdet (breelvavsetningen). Boringene viser at det er leire under sandmassene (marine avsetninger). Lengst vest er det minst 25 meter ned til leir-laget i punkt 17 (tilsvarer ca. kote -10). Mot sør og øst blir sandlaget tynnere og leiren / kvikkleiren ligger grunnere. I øst (punkt 6-11) er det leire helt opp i dagen ved foten av skråningen og under 2-6 meter med sand på toppen av skråningen. Sørover, der terrenget flater ut på toppen av skråningen, kiler sandlaget ut og leire påtreffes like under terreng (pkt. 13, 14 og 19).

Langs sjøkanten er det ca. 2-10 meter med silt og sand over leire. Også her er mektigheten av sandmasser størst mot vest, mens leirlaget ligger grunnere østover. Boringer ute i sjøen indikerer at sandlaget kiler ut og at det er leire helt opp til sjøbunnsnivå.

Det er berg i dagen i sørøst mot Nesaksla (langs Skogstien), jf. kvartærgeologisk kart på Figur 3 og bilde 22 (Vedlegg A). Dybdene til berg øker vestover (mer enn 35 meter i punkt 16) og nordover / utover i sjøen (mer enn 40 meter utenfor Østre kai).

3.3 Kvikkleire

Etter NVE 7/2014 [5] skal "sprøbruddmaterialer" behandles på samme måte som kvikkleire. Med "sprøbruddmateriale menes leire som ikke blir fullt så flytende som kvikkleire (c_u<2 kPa, kvikkleire har c_{ur}<0,5 kPa). For enkelhets skyld omtales begge deler som kvikkleire i dette notatet.

Forekomst av kvikkleire er indikert med fargekode på Figur 4 (over) og tegning 010 - 013. Rødt betyr at kvikkleire er påvist ved prøvetaking. Oransje boringer er antatt kvikkleire basert på tolkning av sonderingskurvene (avtagende bormotstand i leire). Gul er mulig kvikkleire tolket fra sonderingene (usikker tolkning). Grønn fargekode angir at det ikke er kvikkleire (antatt / påvist). Utstrekning av kvikkleire i dybden er vist på lagdelingsprofiler P1-P7 på tegning 100-106. Tolket / påvist kvikkleire er markert med skravur på profilene P1-P7.

Utførte boringer indikerer kvikkleire i et flertall av borpunktene (10 av 15 supplerende boringer). Boringene som ikke indikerer kvikkleire ligger langs Parkveien (boring 10-11). Ved et planlagt borpunkt i Skogstien (12) viste det seg å være berg i dagen. Sør for Parkveien stiger både terrenget og bergnivået bratt oppover mot Skogstien, og grunnforholdene er etter alt å dømme bedre. Borpunkt 17 ved Sakariasgata indikerer heller ikke kvikkleire. Boringen indikerer sand til stor dybde. Prøvene som er tatt langs og ute i sjøen viser heller ikke kvikkleire bortsett fra lengst i øst (boring M-5).

Det er også sand til relativt stor dybde langs det meste av skråningen ut mot jernbanen. "Mulig kvikkleire" ligger dypt (punkt M15, M16, 15 og 16). Mot sør og øst blir sandlaget tynnere og leiren / kvikkleiren ligger grunnere. Generelt har kvikkleirelaget fall nordover, dvs. utover mot sjøen.

I øst (punkt 6-11) er det leire og relativt bratt ut mot jernbanen. Her er det påvist kvikkleire i foten av skråningen (punkt 6 og 7). Boring 8 og 9 indikerer kvikkleire, mens prøver i punkt 10 viser at leira ikke er kvikk der. Boring 11 er nokså lik 10, og det antas ikke kvikkleire. Boringene tyder på at området rundt boring 9 er ugunstigst med tanke på kvikkleire. Vestover ser det bedre ut.

På toppen av skråningen lengst sør er det påvist kvikkleire ved prøvetaking i punkt nr. 14. I punkt 13 indikerer sonderingen mulig kvikkleire, men dette ble ikke påvist i de naverprøvene som ble tatt opp. Det er usikkert om eventuell kvikkleire vil bli med opp med denne prøvetakingsmetoden (det var ikke flere prøvesylindere på riggen).

4 Soneavgrensing og klassifisering

4.1 Utstrekning av faresone

Faresonene skal representere den maksimale utbredelsen av potensielle kvikkleireskred basert på erfaringsdata fra tidligere skredhendelser. Både løsne- og utløpsområder kartlegges. Et løsneområde og tilhørende utløpsområde utgjør tilsammen én faresone.

I østre del av faresonen er det påvist kvikkleire i liten dybde og med tilstrekkelig tykkelse til at det kan være potensiale for kvikkleireskred. Lengst vest er utbredelsen av kvikkleire så begrenset at potensielle skred vil være av begrenset omfang (Profil 1).

Forekomsten av kvikkleire indikerer at det er potensiale for at skred kan oppstå i østre del av faresonen (profil 3-7) og at det kan utvikle seg mot sørvest (langs profil 3) så langt som kvikkleirelaget er sammenhengende. Basert på terrengforholdene og morfologien av kvikkleirelaget anses de østre delene av faresonen som mest utsatt, mens områdene lenger vest og i sør er mindre utsatt.

Tegning 011 viser faresonen fra oversiktskartleggingen til NVE og foreslått ny avgrensing basert på supplerende undersøkelser. Foreslått avgrensing er vurdert ut fra tolket kvikkleireforekomst i profil P1-P7 (tegning 100-106) og med tanke på topografiske kriterier i referanse [5] og [6].

Lengst mot vest foreslås det å trekke ut et område rundt boring 17 fra faresonen. Boring 17 indikerer ikke kvikkleire.

Det foreslås å avgrense faresonen langs Parkveien i stedet for langs Skogstien i sørøst.

I sør foreslås det å redusere utbredelsen av sonen litt selv om det er påvist kvikkleire i punkt 14. Det er generelt liten mektighet av kvikkleire i skråningen i Profil 1 og 2 noe som begrenser utstrekningen av mulige løsneområder. For bestemmelse av løsneområdet, antas det å være kvikkleire i borpunkt 13. Skovelprøvene som er tatt i dette borpunktet viser ikke kvikkleire, men det er sannsynlig at eventuell kvikkleire vil renne vekk og ikke bli med opp av borehullet med denne prøvetakingsmetoden (det var ikke flere prøvesylindere igjen på boreriggen). Ved planlegging av fremtidige grunnundersøkelser bør det utføres flere kontrollboringer langs profil 3 for å verifisere eller avkrefte at kvikkleirelaget er sammenhengende i profilet (mellom boring 9 og 13). Området lengst sør kan trekkes ut av faresonen dersom kvikkleirelaget ikke er sammenhengende. Aktuelle parametere for vurdering av soneavgrensingen etter L/H-metoden er gitt i Tabell 3.

Tabell 3 Estimert maksimal lengde av løsneområde og skredutløp) basert på L/H-metoden [6]

Terreng-snitt nr.	Representativt snitt	Skråningshøyde [m]	Lengde løsneområde - L [m]	Lengde utløpsområde - Lu [m]
P2	C	20	5x20=100	0,5x100 = 50
P3*	B	20	110	0,5x110 = 55
P3**	B	20	15x20=300	0,5x300 = 150
P5	B	23	90	0,5x90 = 45

** Forutsatt at det ikke er kvikkleire i borpunkt 13 (kvikkleirelag kiler ut)*
*** Forutsatt at det er kvikkleire i borpunkt 13 (sammenhengende kvikkleirelag langs hele profilet)*

4.2 Faregrad, konsekvens og risiko

Det er utarbeidet en oppdatert evaluering av faregrad, konsekvens og risiko for sone 2389 Jernbanegata basert på ny kunnskap om grunn- og erosjonsforhold (jf. [3], samt Vedlegg A og B). Resultatet av evalueringen er oppsummert i Tabell 4.

Tabell 4 Oppdatert klassifisering av faresone 2389 Jernbanegata

Faregrad	Konsekvens	Risiko
Lav (16 poeng av maksimalt 51)	Meget alvorlig (31 poeng av maksimalt 45)	Risikoklasse 4 (klasse 5 er høyest)

Klassifiseringen er en kvalitativ evaluering i henhold til [5] og er nærmere beskrevet i [7]. Det flere faktorer som inngår i faregraden; tidligere skredaktivitet, skråningshøyde, geologisk forbelastning av leirmassene, poretrykk, kvikkleiremektighet, om leirmassene er sensitive, erosjonsforhold og eventuelle tidligere terrenginngrep. Faregraden evalueres i kritiske snitt (ugunstigste snitt) som i dette tilfellet er funnet å ligge i østre del av faresonen (profil P7, jf. tegning 010 og 013). Faregraden er bestemt for det snittet som samlet sett gir høyest poengsum når faktorene over summeres etter et poengsystem gitt i [7].

Faregrad "Lav" (like oppunder grensen for "middels") må ses i lys av at det er målt lave poretrykk (trykk i grunnvannet) og at det generelt er lite erosjon (naturlige prosesser som forverrer stabilitetsforholdene). Under befaring den 20. mai ble det registrert "litt" erosjon i en bekk i østre del av sonen (ovenfor Isfjordvegen, litt øst for enden av Parkvegen). Det anbefales å erosjonssikre denne bekken, jf. tegning 012. Det kan benyttes samfengte steinmasser (f.eks. 0-300 mm).

På grunn av mye bebyggelse i området vil et kvikkleireskred få "meget alvorlig" konsekvens. Dette påvirker i neste omgang risikoevalueringen, og evalueringen gir nest høyeste risikoklasse (klasse 4).

5 Sikkerhetskrav for planlagte tiltak

Ved planlegging av nye byggetiltak innenfor faresonene må det dokumenteres akseptabel sikkerhet mot skred etter Byggeteknisk forskrift (TEK 17 §7-3). NVE veileder 7/2014 gir anvisning for hvordan akseptabel sikkerhet skal dokumenteres. Dokumentasjonskravene har ikke tilbakevirkende kraft med tanke på eksisterende bebyggelse.

For nye tiltak er dokumentasjonskravene avhengig av tiltakskategori (K0-K4), dvs. at det er strengere krav for å bygge f.eks. en skole (K4) enn det er for å bygge eksempelvis en garasje (K0). I forbindelse med byggesak skal tiltakskategori fastsettes av geoteknisk fagkyndig.

For aktuelle tiltak i kategori K0, se eksempler på tiltak i Figur 5, må det stilles krav om at tiltakene skal følge anbefalinger i *Veiledning ved små inngrep i kvikkleiresoner* [8]. Tiltak i kategori K1 skal ikke påvirke områdestabiliteten negativt, og det må utføres tiltak for å forhindre erosjon. Vurderingene skal være kvalitetssikret.

Tiltakskategori. **Type tiltak som inngår i tiltakskategorien**	**Hvordan oppnå tilfredsstillende sikkerhet**
K0: Mindre byggverk og anlegg som medfører svært begrensede terrenginngrep eller laster og ingen tilflytning av personer. Eksempler er enkle garasjer, naust eller uthus som ikke er beregnet for tunge gjenstander eller kjøretøyer som vil gi betydelige terrenglaster, mindre veger som ikke medfører utfyllinger i toppen av skråninger eller skjæringer i bunnen av skråninger (eks. skogsbilveger og gårdsveger), mindre grøfter og lignende, mindre tilbygg og påbygg på eksisterende bebyggelse.	Tiltak skal følge anbefalinger i *Veiledning ved små inngrep i kvikkleiresoner.* (NGI-rapport 2001008-62,ref. /8/).
K1: Byggverk, terrenginngrep og anlegg av begrenset størrelse og tyngde (inkludert inventar) med lite personopphold. Selve tiltakene kan utføres med lette masser for å oppnå at stabiliteten ikke forverres. Eksempler er mindre driftsbygninger i landbruket og lagerbygg av begrenset verdi, mindre massedeponier, lokale VA-anlegg, private og kommunale veger og trafikksikkerhetstiltak, slik som gang- og sykkelveger, over- og underganger, tiltak i forbindelse med anlegg av midtdeler og lignende.	Tiltaket skal ikke påvirke område-stabiliteten negativt. Ved tvil om dette skal tiltaket flyttes til K2. Erosjon som kan gi negativ påvirkning på stabiliteten i tiltaksområdet skal stoppes ved erosjonssikring. Vurdering av tiltakets virkning på områdestabilitet kvalitetssikres av kollega.

Figur 5 Krav til dokumentasjon for tiltak i klasse K0 og K1 (utklipp fra [5] s. 27)

For tiltak i kategori K2-K3, se eksempler i Figur 6, har også sonens faregrad betydning for dokumentasjonskravene. For aktuell faregrad "Lav" (jf. kap. 4.2) vil det kreves stabilitetsanalyser som dokumenterer sikkerhetsfaktor ≥ 1,4, alternativt må analysene vise at stabiliteten ikke forverres av det planlagte tiltaket.

Tiltakskategori. Type tiltak som inngår i tiltakskategorien	Hvordan oppnå tilfredsstillende sikkerhet for ulik faregrad		
	Faregrad før utbygging: Lav	Faregrad før utbygging: Middels	Faregrad før utbygging: Høy
K2: Tiltak som er nevnt under kategori K1 når tiltaket vil påvirke stabiliteten negativt dersom det ikke gjennomføres stabiliserende tiltak utenom selve tiltaket. Dersom tiltaket medfører tilflytting av personer skal tiltaket plasseres i tiltakskategori K3 eller K4.	a) Stabilitetsanalyse som dokumenterer sikkerhetsfaktor for områdestabilitet F ≥ 1,4 *eller* b) Ikke forverring ** Kvalitetssikres av kollega.*		Stabilitetsanalyse som dokumenterer: a) Sikkerhetsfaktor for områdestabilitet F ≥ 1,4 *eller* b) Ikke forverring hvis F >1,2, *eller* c) Forbedring hvis F ≤1,2, se figur 5.1. Kvalitetssikres av uavhengig foretak*
K3: Tiltak som medfører tilflytting av personer med inntil to boenheter, begrenset personopphold eller tiltak med stor verdi (utover tiltak i K0-K2). Ved planlagt større tilflytting/ personopphold gjelder K4. Eksempler er bolighus og fritidsbolig med inntil to boenheter, større drifts-bygninger i landbruket, mindre utendørs publikumsanlegg, mindre næringsbygg, større VA-anlegg.	a) Stabilitets-analyse som dokumenterer sikkerhetsfaktor for områdestabilitet F ≥ 1,4 *eller* b) Ikke forverring** Kvalitetssikres av uavhengig foretak*	Stabilitetsanalyse som dokumenterer: a) Sikkerhetsfaktor for områdestabilitet F ≥ 1,4 *eller* b) Ikke forverring hvis F ≥1,2, *eller* c) Forbedring hvis F <1,2, se figur 5.1. Kvalitetssikres av uavhengig foretak*	Stabilitetsanalyse som dokumenterer: a) Sikkerhetsfaktor for områdestabilitet F ≥ 1,4 *eller* b) Forbedring hvis F < 1,4, se figur 5.1. Kvalitetssikres av uavhengig foretak*
K4: Tiltak som medfører større tilflytting/personopphold enn tiltak i K3 samt tiltak som gjelder viktige samfunnsfunksjoner. Eksempler er mer enn to eneboliger /fritidsboliger, rekkehus/boligblokk, bolig- og hyttefelt, skole og barnehage, sykehjem, større næringsbygg, kontorbygg, idretts- og industrianlegg, større utendørs publikumsanlegg, lokale beredskapsinstitusjoner.	Stabilitetsanalyse som dokumenterer: a) Sikkerhetsfaktor for områdestabilitet F ≥ 1,4 *eller* b) Forbedring hvis F < 1,4, se figur 5.1. Kvalitetssikres av uavhengig foretak*		Stabilitetsanalyse som dokumenterer: a) Sikkerhetsfaktor for områdestabilitet F ≥ 1,4 *eller* b) Vesentlig forbedring hvis F < 1,4, se figur 5.1. Kvalitetssikres av uavhengig foretak*

* Se kapittel 5.3.

** Det er ikke nødvendig med fullstendig utredning av sonen. Selve tiltaket kan utføres med et tilhørende stabiliserende tiltak for å oppnå "ikke forverring" av områdestabiliteten.

Figur 6 Krav til dokumentasjon for tiltak i klasse K2-K4 (utklipp fra [5] s. 27)

For større tiltak i kategori K4, vil det kreves stabilitetsanalyser som dokumenterer sikkerhetsfaktor ≥ 1,4. Alternativt kan det utføres stabiliserende sikringstiltak, og det må da dokumenteres med stabilitetsanalyser at områdestabiliteten forbedres som følge av tiltakene (positiv nettoeffekt). Kravene til forbedring av områdestabiliteten er nærmere spesifiserte i [5].

6 Grunnlag for stabilitetsberegninger

Stabilitetsberegningene er basert på grunnundersøkelser og terrengdata gitt i kapittel 2. For tolkning av lagdeling henvises det til tegning 100-106. Tolkning av beregnings-parametere er gitt i Vedlegg C.

7 Stabilitetsvurderinger

Det er utført stabilitetsberegninger med total- og effektivspenningsanalyse for å vurdere stabilitetsforholdene med tanke på korttidslaster og vedvarende situasjoner. Det er utført beregninger for profil P2, P3 og P5 (plassering av profiler er vist på tegning 010). Beregningsresultatene er oppsummert i Tabell 5. Beregningsmodellene er presentert på tegning 200-202. Sikkerhetsfaktor (F) lik 1,0 tilsier at det akkurat er likevekt. Tall større enn 1,0 angir sikkerhetsmarginen (forholdstallet mellom drivende og stabiliserende krefter i skråningen).

Tabell 5 Resultat av stabilitetsberegninger (dagens situasjon)

Profil	Totalspenningsanalyse	Effektivspenningsanalyse
P2 (vestre del av faresonen)	Fc=1.50 (sirkulær) Fc=2.12 (plan)	Fcø=1.81 (sirkulær)
P3 (østre del av faresonen)	Fc=1.31 (sirkulær) Fc=1.39 (plan)	Fcø=1.86 (sirkulær)
P5 (østre del av faresonen)	Fc=1.08* (sirkulær) Fc=1.20 (sirkulær) Fc=1.54 (plan)	Fcø=1.56* (sirkulær) Fcø=2.40 (sirkulær)

**Glideflaten går ikke gjennom kvikkleire*

Beregningene viser akseptabel stabilitet for dagens situasjon i Profil 2. Skråningen ned mot jernbaneområdet er bratt, og det kan være lav stabilitet i overflaten (beregningene omfatter dypere glideflater). Grunnen her består imidlertid av sand og grus, kvikkleire-laget ligger dypt, ca. 10-15 meter under foten av skråningen.

I Profil 3 og 5 er beregnet stabilitet lavere, jf. Tabell 5. Skålformede søkk i terrenget kan tyde på tidligere skredaktivitet. I dette området er det spesielt viktig at eventuelle bygge-tiltak; gravearbeider, fyllinger etc. som kan tenkes å påvirke stabilitetsforholdene vurderes nøye. Det må ikke utføres tiltak som påvirker områdestabiliteten negativt. For

dagens situasjon anses imidlertid stabilitetsforholdene som akseptable. Så lenge det ikke er noen påvirkninger vil skråningen være stabil. Det anses ikke å være behov for stabiliserende sikringstiltak ut over at bekken med registrert erosjon må sikres (se Tegning 012 og Vedlegg A). Stabilitetsberegningen i profil 5 anses som representativ også for den østligste delen av faresonen.

8 Avgrensing av utløpsområde

Faresonen skal inkludere utløpsområder, jf. [5]. En vurdering av utløpsområder er tidligere presentert i [4] som også er vedlagt denne rapporten (Vedlegg D). Foreslått endring av faresoneavgrensning, inkl. utløpsområder, er vist på tegning 011.

Estimert utløpsdistanse etter [6] for profil 2, 3 og 5 fremgår av Tabell 3, kapittel 4.1. Metoden bygger på erfaringsdata fra studier av tidligere skredhendelser. Det er flere faktorer som må vurderes for å kunne estimere utløpsdistansen. Skredvolumet, utbredelse av kvikkleire og andel kvikkleire versus andre jordarter har stor betydning. Det er også avgjørende hvor kvikkleiren ligger i skråningen og hvordan topografien er i utløpsområdet. I tillegg spiller leirens geotekniske egenskaper inn (bla. omrørt skjærfasthet – hvor flytende skredmassene blir).

At kvikkleirelaget ligger dypt er en gunstig forutsetning (gir kort utløp). Dette er tilfelle for vestre del av faresonen (profil P1-P2). Her viser grunnboringene kvikkleire fra ca. kote -5 - -10 i foten av skråningen.

I østre del av faresonen ligger kvikkleirelaget høyere, ca. kote 0 i foten av skråningen i P5 og videre østover. Det er ca. 5 meter ned til kvikkleirelaget i dette området. Østre del av faresonen er slik sett ugunstigst. Lengst øst har imidlertid kvikkleiren liten utbredelse oppover i skråningen (begrenset av berg). Liten utbredelse av kvikkleire tilsier begrenset skredvolum og kort utløp.

Det ugunstigste området ser ut til å være i skåningen nedenfor Risengata, mellom Vinkelgata og Parkveien, dvs. i profil P3 (tegning 102) i østre del av faresonen, se tegning 011 og 102. Boringene 6,7, 8 og 9 indikerer kvikkleire i ca. 5 meter dybde i foten av skråningen og i 10-15 meter dybde oppe ved Risengata. Tykkelsen av kvikkleire tilsier at flak- / rotasjonsskred er mest sannsynlig. Det aktuelle området er relativ smalt, mellom boring 10 og 16, som begge indikerer bedre grunnforhold er det ca. 130-140 meter. Boring nr. 9 er nok representativ for et atskillig smalere område enn dette. Estimert utløpsdistanse er avhengig av utbredelsen av kvikkleire på toppen av skråningen, sørvestover langs profil P3. Det er fortsatt usikkert om kvikkleireforekomsten er sammenhengende mellom boring 9,13 og 14. Tolkningen av boring 13 er som tidligere nevnt usikker ettersom sonderingene indikerer kvikkleire, mens opptatte skovelprøver ikke indikerer dette (kvikkleire kan ha rent vekk). Estimert utløplengde fra foten av skråningen blir 55 - 150 meter avhengig av om det forutsettes sammenhengende kvikkleire eller ikke. Den korteste utløpsdistanse på 55 meter anses som mest realistisk med tanke på aktuell bruddmekanisme og at skredporten eventuelt vil være trang. Utløps-

området vil uansett være begrenset til stasjonsområdet på Åndalsnes, og vil ikke omfatte bebyggelse i havneområdet. Utløpsretningen fra Profil P3 vil være mot nord-nordøst.

Foreslått justering av utløpsområdet innebærer at faresonen får mindre utstrekning mot nord (mot sjøen) enn angitt på NVEs kart fra oversiktskartleggingen.

9 Konklusjon

Det er foretatt supplerende grunnundersøkelser og befaring som grunnlag for en detaljert utredning av faresone 2389 Jernbanegata fra oversiktskartleggingen til NVE.

Grunnforholdene består i all hovedsak av sand og grus på toppen (breelvavsetning) over leire som til dels kan karakteriseres som kvikkleire (sprøbruddmateriale). Mektigheten av sand og grus er størst i vestre del av sonen. Her ligger leirmassene dypt. I øst og sør kiler sand- og grusmassene ut og leire påtreffes i mindre dybde.

Det er påvist / indikert kvikkleire i 10 av 15 supplerende borpunkter. Boringene som ikke indikerer kvikkleire ligger langs Parkveien (boring 10 og 11). Ved et planlagt borpunkt i Skogstien (12) viste det seg å være berg i dagen. Sør for Parkveien stiger både terrenget og bergnivået bratt oppover mot Skogstien, og grunnforholdene er etter alt å dømme bedre. Borpunkt 17 ved Sakariasgata indikerer heller ikke kvikkleire. I disse områdene foreslås det å redusere utstrekningen av faresonen fra oversiktskartleggingen. *I sør foreslås det å redusere utbredelsen av sonen litt selv om det er påvist kvikkleire i punkt 14. Det er generelt liten mektighet av kvikkleire i skråningen i Profil 1 og 2 noe som begrenser utstrekningen av mulige løsneområder.* Fremtidige grunnundersøkelser bør fokusere på området mellom Risengata og Fv. 64 (profil P3), for å se om kvikkleirelaget er sammenhengende eller om deler av arealet lengst sør kan tas ut av faresonen.

Foreslått justering av utløpsområdet innebærer at faresonen får mindre utstrekning mot nord (mot sjøen) enn angitt på NVEs kart fra oversiktskartleggingen. Dette skyldes først og fremst at kvikkleirelaget ligger dypt og at den mest realistiske bruddmekanismen vil være flak-/rotasjonsskred.

Under befaringen ble det generelt registrert lite erosjon. Erosjon er en naturlig prosess som kan forverre områdestabiliteten. "Litt" erosjon ble imidlertid registrert i en liten bekk som ligger ovenfor Isfjordvegen, langt øst i faresonen (litt øst for enden av Parkvegen). Det anbefales å erosjonssikre denne bekken helt ned til Isfjordvegen. Samfengte steinmasser (for eksempel 0-300 mm) kan benyttes.

Stabilitetsforholdene er undersøkt både med en kvalitativ faregradsevaluering og med stabilitetsanalyser basert på fysiske størrelser (vekt av jord og målt fasthet i leirmassene, friksjonsvinkel mm.). Begge metodene tilsier at de ugunstigste stabilitetsforholdene ligger i den østlige delen av faresonen hvor potensielle skred kan initieres skråningen ovenfor Isfjordvegen og utvikle seg mot sørvest på toppen av skråningen (langs profil P3).

Faregradevalueringen gir faregrad "lav" (på grensen til middels). Det skyldes først og fremst at det er lite erosjon, at det er målt lave poretrykk (pga. lav grunnvannstand) og at det er dypt til kvikkleire over store deler av faresonen. På grunn av mye bebyggelse i området gir evalueringen "meget alvorlig" konsekvens og nest høyeste risikoklasse (4 av 5).

Stabilitetsanalysene gir lavest sikkerhet i profil P3 og P5 i det samme området (den østlige delen av Risengata og Parkvegen). Beregnet sikkerhetsfaktor er her ca. 1,3, noe som er lavere enn ønskelig, men ikke kritisk lavt, og stabilitetsforholdene anses som akseptable for dagens situasjon. Det anses ikke å være behov for stabiliserende tiltak ut over nevnte erosjonssikring i dagens situasjon.

I det nevnte området er det spesielt viktig at eventuelle byggetiltak; gravearbeider, fyllinger etc. som kan tenkes å påvirke stabilitetsforholdene vurderes nøye. NVEs veileder [5] skal imidlertid også legges til grunn ved byggesaker innenfor resterende del av faresonen (inklusive utløpsområder). Etter [5] bestemmes krav til utredninger og kontroll av tiltakskategorier (K0-K4). Med grunnlag i foreliggende rapport kan det forutsettes faregrad "lav" noe som gjør at mange byggetiltak lar seg gjennomføre ved å påvise at områdestabiliteten ikke blir negativt påvirket. For større tiltak i kategori K4 kan det være nødvendig å dokumentere sikkerhetsfaktor F > 1,4. Alternativt kan det utføres stabiliserende tiltak for å oppnå "forbedring" av områdestabiliteten etter nærmere bestemmelser.

10 Referanser

[1] NVE, NVE Atlas. https://atlas.nve.no/Html5Viewer/index.html?viewer=nveatlas#.

[2] NVE 2019, «Ekstern rapport nr. 73/2019. Oversiktskartlegging av kvikkleire. Risiko for kvikkleireskred i Rauma kommune,» 02.12.2019.

[3] NGI 2020, «Åndalsnes - grunnundersøkelser og utredning av faresone 2389 Jernbanegata. 20200050-01-R Grunnundersøkelser - datarapport,» 2020-06-02.

[4] NGI, «Notat 20200050-01-TN. Vurdering av kvikkleireforekomst og mulighet for skredutløp mot Romsdalsgondolen,» 2020-02-18.

[5] Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) 2014, «Veileder 7/2014. Sikkerhet mot kvikkleireskred. Vurdering av områdestabilitet ved utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper».

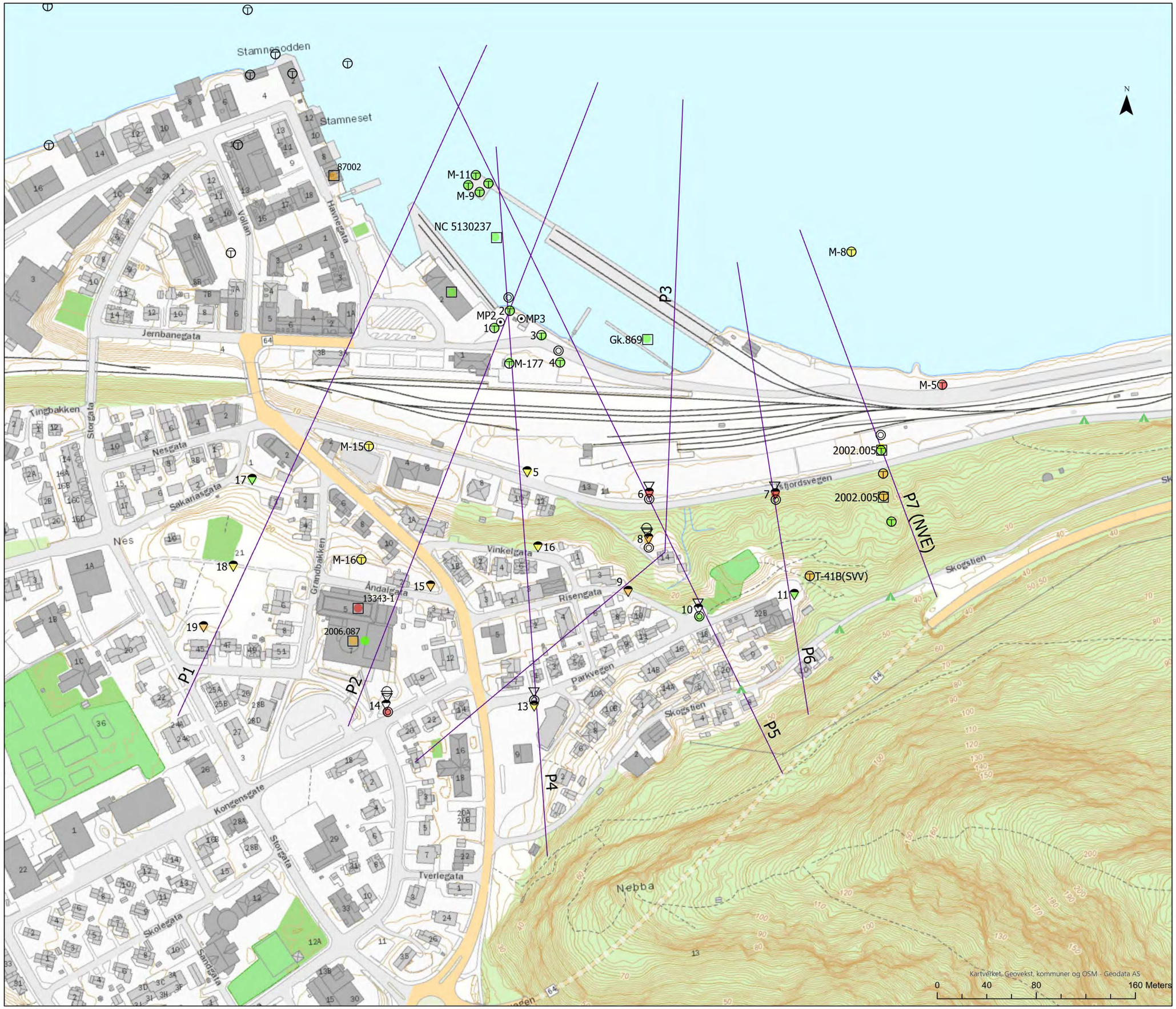
[6] NVE, Jernbaneverket og Statens vegvesen 2016, «NIFS-rapport 14/2016. Metode for vurdering av løsne- og utløpsområder for områdeskred».

[7] NGI 2001, «Program for økt sikkerhet mot leirskred. Metode for kartlegging og klassifisering av faresoner, kvikkleire».

[8] NGI, «Rapport 20001008-62. "Veiledning ved små inngrep i kvikkleiresoner."».

[9] NGI, 20190293-01-R Åndalsnes - gondolbane. Grunnundersøkelser, datarapport, 2019-06-07.

SVERIGE
NORGE
Kartverket, Geovekst, kommuner og OSM - Geodata AS
Andalsnes
Isfjorden
Innfjorden
Torvika
Torvikeidet
Klungnes
Grytten
Veblungsnes
Setnes-moen
Mjelva
Åk
Venjesdals-setra
Blånebba
Hole
Venja
Romsdals-hornet
Trollvegen
Trolltindan
Storgrovfjellet
Dronninga
Kongen
Karitinden
Gjerde
Vik
Griset
Griset-skolten
Svartebotts-tinden
Varden
Soggemoen
Isterdalen
Istra
Innfjorden
Lia
Ora
Siem
Gjerdset
Lerheim
Holmem
Holmem-stranda
Ytre Sandnes
Tarlgysa
Skarven
Skorga
Einangen
Fugle-haugen
Brevik-heia
Brevika
Norvikstølen
Ljøsådalen
Ingridsetra
Snortungen
Kvass-tinden
Grav-fjellet
Nebba
Hen
Grøtta
Liabygda
Kavli
Moa
Øvre
Dalsb
RAUMA
Store
Venjetinden
Kvanndals
Hennebygdalen
Hennebygdalen
Hennebygdalen



Tegnforklaring

Borepunkter

Temakode

- Dreiesondering
- Prøvepunkt
- Prøvegrop
- Dreietrykksondering
- CPT
- Fjellkontrollboring
- Totalsondering
- Innmålt punkt
- Enkelsondering
- Ramsondering
- Poretrykksmåling
- Vingeboring
- <all other values>
- Berg_i_dagen
- Ingen kvikkleire
- Mulig kvikkleire
- Antatt kvikkleire
- Påvist kvikkleire
- Profiler

Faresone 2389 Jernbanegata

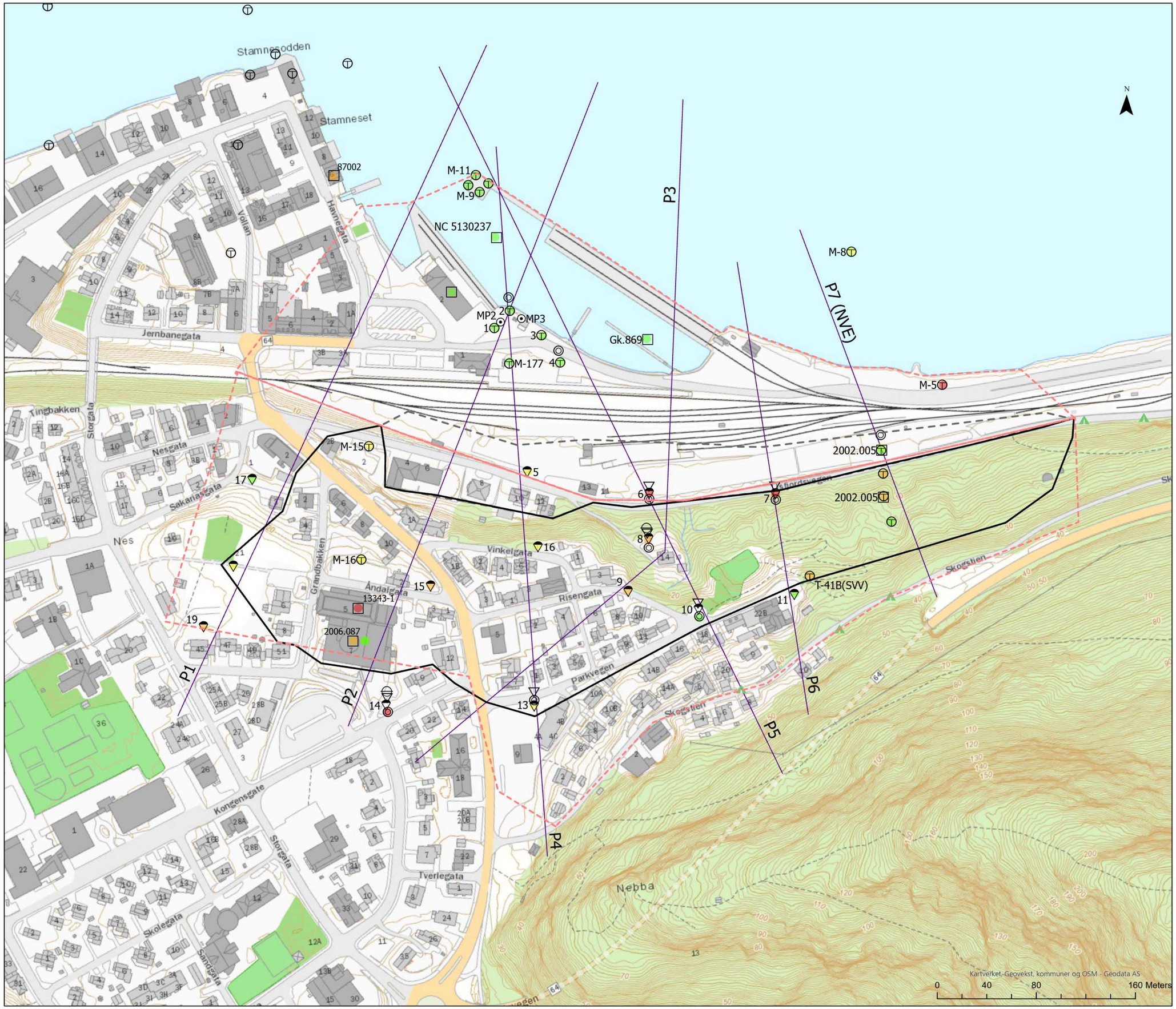
Situasjonsplan med grunnboringer og profiler

Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
2020-08-10	TLe	RMo	RMo

Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A2 1:2 000	ETRS 1989 UTM Zone 32N

Prosjektnr.	Kartnr.	Rev.
20200050	010	0

NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT
Postboks 3930 Ullevål Stadion, 0806 OSLO
Sognsveien 72
Tlf: 22 02 30 00 Faks: 22 23 04 48
www.ngi.no



Tegnforklaring

Borepunkter

Temakode

- Dreiesondering
- Prøvepunkt
- Prøvegrop
- Dreietrykksondering
- CPT
- Fjellkontrollboring
- Totalsondering
- Innmålt punkt
- Enkelsondering
- Ramsondering
- Poretrykksmåling
- Vingeboring
- <all other values>
- Berg_i_dagen
- Ingen kvikkleire
- Mulig kvikkleire
- Antatt kvikkleire
- Påvist kvikkleire
- Profiler
- Faresonegrense NVEs oversiktskartlegging, ref. /2/
- Utløpsområder - ny faresone
- Løsneområder - ny faresone
- GeocacheBasis

Faresone 2389 Jernbanegata

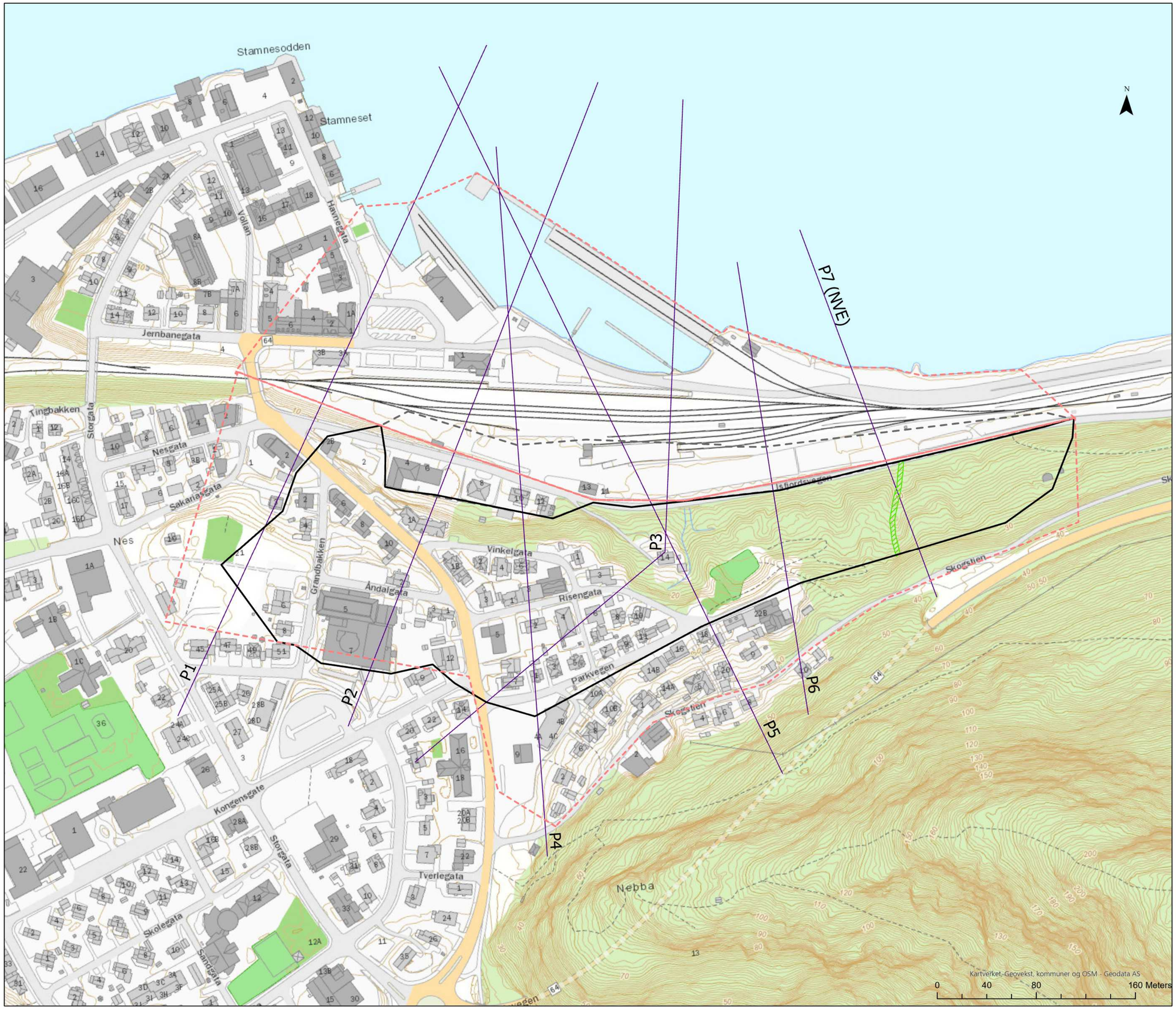
Situasjonsplan - løsne- og utløpsområde

Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
2020-10-14	TLe	RMo	RMo

Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A2 1:2 000	ETRS 1989 UTM Zone 32N

Prosjektnr.	Kartnr.	Rev.
20200050	011	1

NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT
Postboks 3930 Ullevål Stadion, 0806 OSLO
Sognsveien 72
Tlf: 22 02 30 00 Faks: 22 23 04 48
www.ngi.no



Tegnforklaring

- Profiler
- Faresonegrense NVEs oversiktskartlegging, ref. /2/
- Utløpsområder - ny faresone
- Løsneområder - ny faresone
- Erosjonsikringstiltak
- GeocacheBasis

Faresone 2389 Jernbanegata

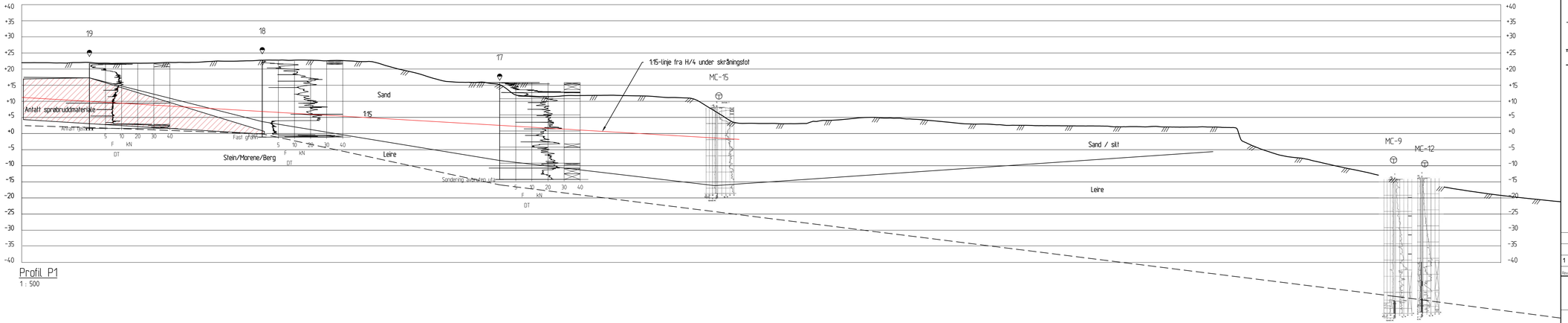
Situasjonsplan - anbefalte sikringstiltak

Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
2020-10-14	TLe	RMo	RMo

Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A2 1:2 000	ETRS 1989 UTM Zone 32N

Prosjektnr.	Kartnr.	Rev.
20200050	012	1

NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT
Postboks 3930 Ullevål Stadion, 0806 OSLO
Sognsveien 72
Tlf: 22 02 30 00 Faks: 22 23 04 48
www.ngi.no



Profil P1

1 : 500

FORKLARINGER:

- Dreiesondering
- Enkel sondering
- Trykksondering
- Fjellkontrollboring
- Dreietrykksondering
- Totalsondering
- Prøveserie
- Prøvegrop
- Vingeboring
- Poretrykksmåling
- Fjell i dagen
- Boring avsluttet
- Antatt stein, blokk eller fast grunn
- Antatt fjell, berg
- Boret i fjell
- ---------- Antatt fjellfartøp

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
1	Endret målestokk	10.07.2020	TLe	RMo	RMo

Status: –

Original format: A3 S

Tegningens filnavn: P1_rev0.dwg

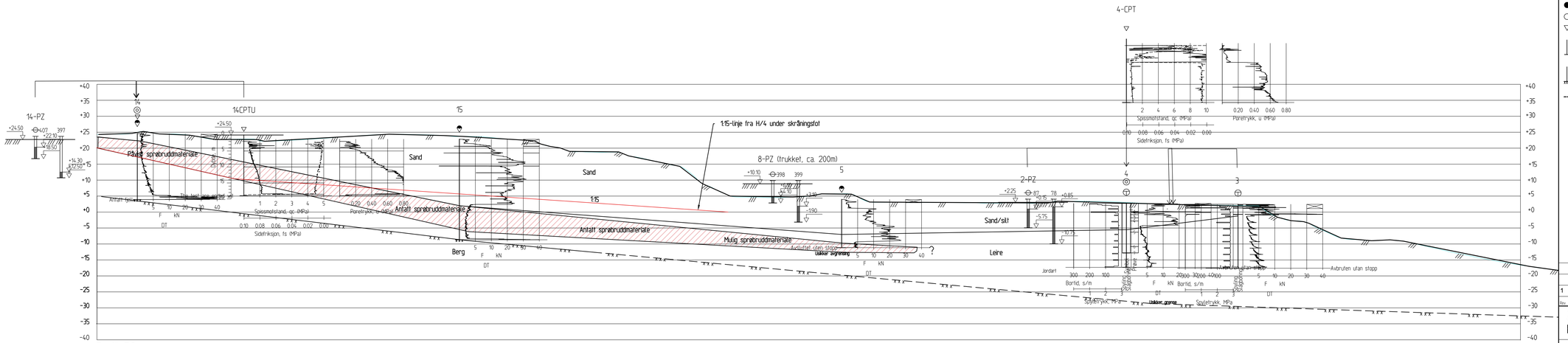
Målestokk: 1500

ÅNDALSNES - UTREDNING AV KVIKKLEIRESONE 2389 JERNBANEGATA

Kvikkleire utredning
Profil P1
inkl. eksisterende grunnundersøkelser
og suppleirende grunnundersøkelser (jan. 2020)

NGI
Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion
NO-0806 Oslo, Norway
T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48
www.ngi.no

Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
10.07.2020	TLe	RMo	RMo
Oppdragsnr.	Tegningsnr.		Rev.
20200050	100		1



Profil P2

1 : 500

FORKLARINGER:

- Dreiesondering
- Enkel sondering
- Trykksondering
- Fjellkontrollboring
- Dreietrykksondering
- Totalsondering
- Prøveserie
- Prøvegrop
- Vingeboring
- Poretrykksmåling
- Fjell i dagen
- Boring avsluttet
- Antatt stein, blokk eller fast grunn
- Antatt fjell, berg
- Boret i fjell
- ---------- Antatt fjellfartøp

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
1	Inkludert poretrykkmålinger	09.06.2020	TLe	RMo	RMo

Status: –

Original format: A3 ß

Tegningens filnavn: P2_rev1.dwg

Målestokk: 1500

ÅNDALSNES - UTREDNING AV KVIKKLEIRESONE 2389 JERNBANEGATA

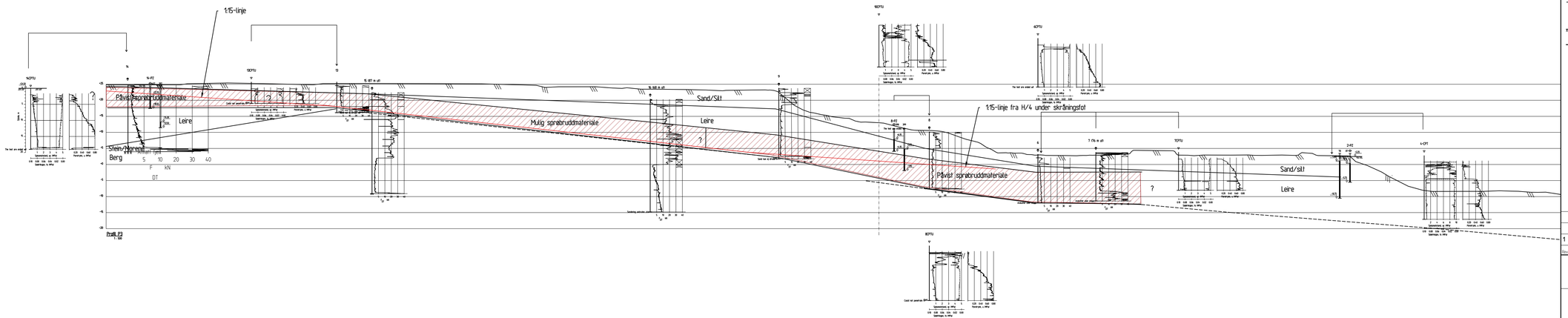
Kvikkleire utredning
Profil P2
inkl. eksisterende grunnundersøkelser
og suppterende grunnundersøkelser (jan. 2020)

NGI
Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion
NO-0806 Oslo, Norway
T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48
www.ngi.no

Oppdragsnr.	Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
20200050	10.07.2020	TLe	RMo	RMo

Tegningsnr: 101

Rev.: 1



FORKLARINGER:

- Dreiesondering
- Enkel sondering
- Trykksondering
- Fjellkontrollboring
- Dreietrykksondering
- Totalsondering
- Prøveserie
- Prøvegrop
- Vingeboring
- Poretrykksmåling
- Fjell i dagen
- Boring avsluttet
- Antatt stein, blokk eller fast grunn
- Antatt fjell, berg
- Boret i fjell
- Antatt fjellfartøp

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
1	Små endringer i lag-grensene	10.07.2020	TLe	RMo	RMo

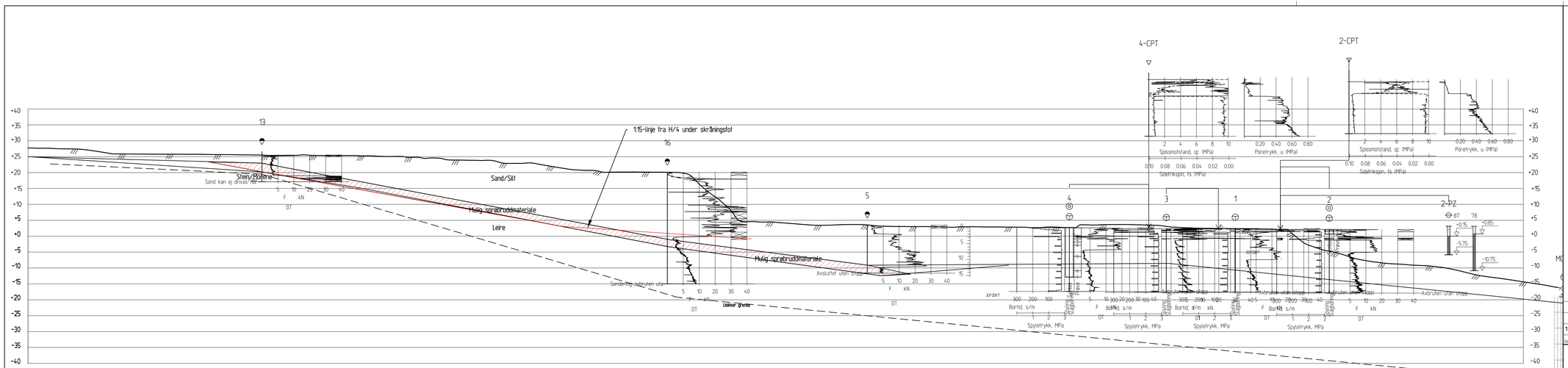
ÅNDALSNES - UTREDNING AV KVIKKLEIRESONE 2389 JERNBANEGATA

Kvikkleire utredning
Profil P3
inkl. eksisterende grunnundersøkelser
og supplerende grunnundersøkelser (jan. 2020)

Status: –
Original format: A3 ß
Tegningens filnavn: P3_rev1_ks.dwg
Målestok: 1500

NGI
Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion
NO-0806 Oslo, Norway
T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48
www.ngi.no

Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
10.07.2020	TLe	RMo	RMo
Oppdragsnr.	Tegningsnr.		Rev.
20200050	102		1



Profil P4

1 : 500

FORKLARINGER:

- Dreiesondering
- Enkel sondering
- Trykksondering
- Fjellkontrollboring
- Dreietrykksondering
- Totalsondering
- Prøveserie
- Prøvegrop
- Vingeboring
- Poretrykksmåling
- Fjell i dagen
- Boring avsluttet
- Antatt stein, blokk eller fast grunn
- Antatt fjell, berg
- Boret i fjell
- Antatt fjellfortap

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
1	Lagt til poretrykksmålinger	10.07.2020	TLe	RMo	RMo

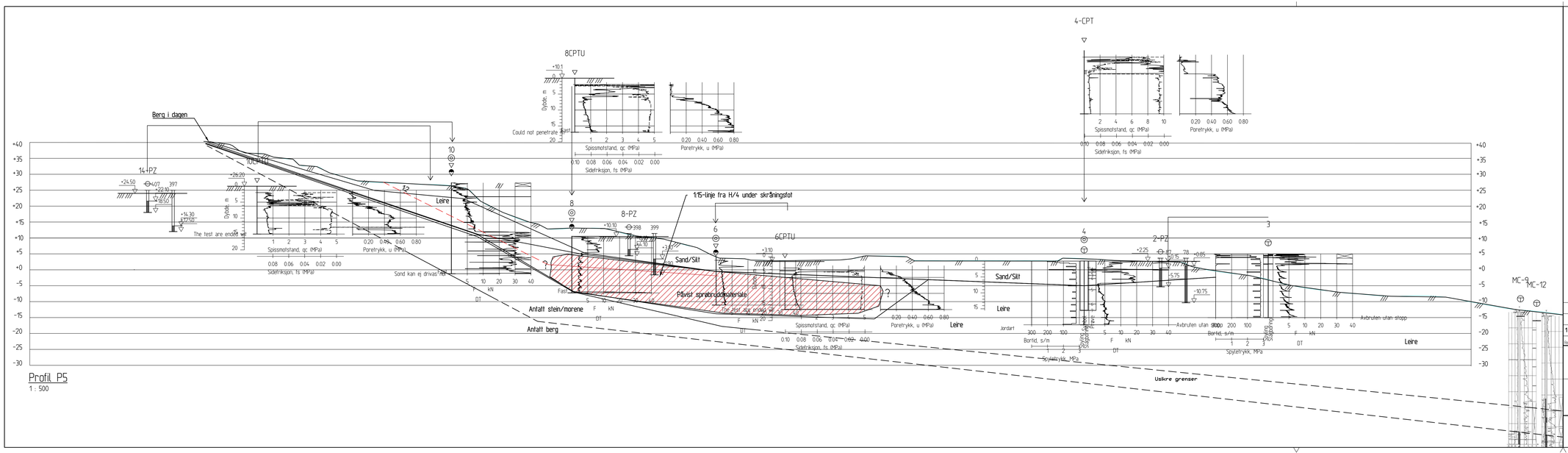
ÅNDALSNES - UTREDNING AV KVIKKLEIRESONE 2389 JERNBANEGATA

Kvikkleire utredning
Profil P4
inkl. eksisterende grunnundersøkelser
og supplerende grunnundersøkelser (jan. 2020)

Status: –
Original format: A3 S
Tegningens filnavn: P4_Rev1.dwg
Målestokk: 1500

NGI
Sognsveien 72 • PO Box 3930 Ullevål Stadion
NO-0806 Oslo, Norway
T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48
www.ngi.no

Opprettet	Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
	10.07.2020	TLe	RMo	RMo
Oppdragsnr.	Tegningsnr.			Rev.
20200050	103			1



Profil P5
1 : 500

FORKLARINGER:

- Dreiesondering
- Enkel sondering
- Trykksondering
- Fjellkontrollboring
- Dreietrykksondering
- Totalsondering
- Prøveserie
- Prøvegrop
- Vingeboring
- Poretrykksmåling
- Fjell i dagen
- Boring avsluttet
- Antatt stein, blokk eller fast grunn
- Antatt fjell, berg
- Boret i fjell
- ---------- Antatt fjellfartøp

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godk.
1	Endret av målestokk og opptegning av 1:5 linje	10.07.2020	TLe	RMo	RMo

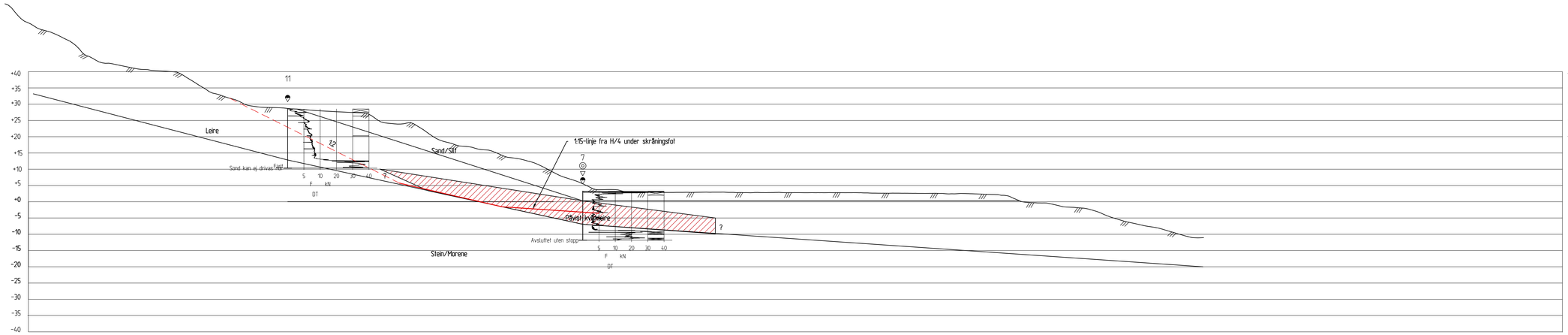
ÅNDALSNES - UTREDNING AV KVIKKLEIRESONE 2389 JERNBANEGATA

Kvikkleire utredning
Profil P5
inkl. eksisterende grunnundersøkelser
og suppleerende grunnundersøkelser (jan. 2020)

Status: –
Original format: A3,0
Tegningens filnavn: P5_rev1dwg
Målestok: 1500

NGI
Sognsveien 72 • PO Box 3930 Ullevål Stadion
NO-0806 Oslo, Norway
T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48
www.ngi.no

Dato Opprettet	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
10.07.2020	TLe	RMo	RMo
Oppdragsnr. 20200050	Tegningsnr. 104		Rev. 1



Profil P6

1 : 500

FORKLARINGER:

- Dreiesondering
- Enkel sondering
- Trykksondering
- Fjellkontrollboring
- Dreietrykksondering
- Totalsondering
- Prøveserie
- Prøvegrop
- Vingeboring
- Poretrykksmåling
- Fjell i dagen
- Boring avsluttet
- Antatt stein, blokk eller fast grunn
- Antatt fjell, berg
- Boret i fjell
- ---------- Antatt fjellfortap

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
1	Endret målestokk og 1:15 linje	10.07.2020	TLe	RMo	RMo

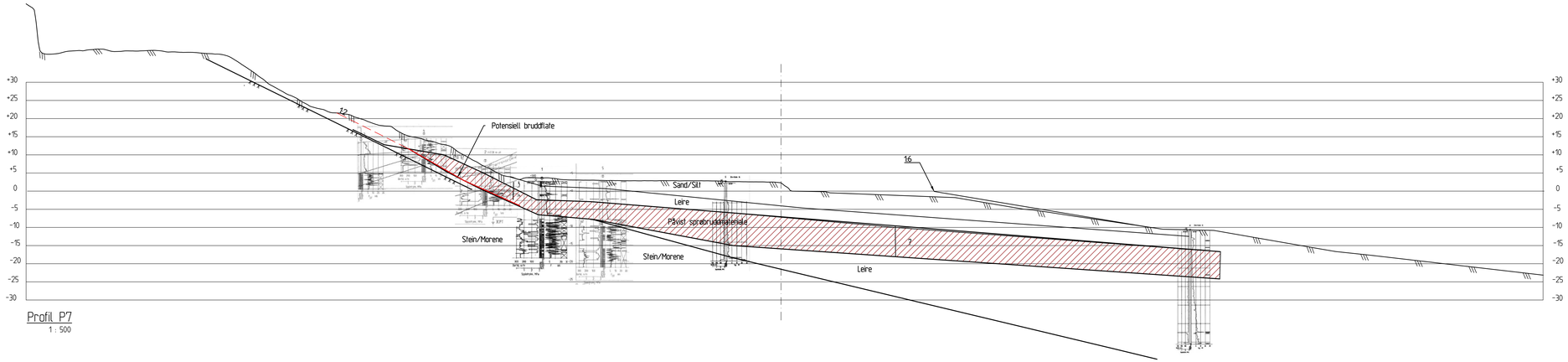
ÅNDALSNES - UTREDNING AV KVIKKLEIRESONE 2389 JERNBANEGATA

Kvikkleire utredning
Profil P6
inkl. eksisterende grunnundersøkelser
og suppterende grunnundersøkelser (jan. 2020)

Status: —
Original format: A3 ß
Tegningens filnavn: P6_rev1.dwg
Målestok: 1500

NGI
Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion
NO-0806 Oslo, Norway
T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48
www.ngi.no

Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
10.07.2020	TLe	RMo	RMo
Oppdragsnr.	Tegningsnr.		Rev.
20200050	105		1



Profil P7

1 : 500

FORKLARINGER:

- Dreiesondering
- Enkel sondering
- Trykksondering
- Fjellkontrollboring
- Dreietrykksondering
- Totalsondering
- Prøveserie
- Prøvegrop
- Vingeboring
- Poretrykksmåling
- Fjell i dagen
- Boring avsluttet
- Antatt stein, blokk eller fast grunn
- Antatt fjell, berg
- Boret i fjell
- ---------- Antatt fjellfartøp

Rev.	Beskrivelse	Date	Tegn.	Kontr.	Godkj.
		Status			
		—			
		Original format			
		A3 ß			
		Tegningens filnavn			
		P7_rev1_ks.dwg			

ÅNDALSNES - UTREDNING AV KVIKKLEIRESONE 2389 JERNBANEGATA

Kvikkleire utredning
Profil P7
inkl. eksisterende grunnundersøkelser
og supplerende grunnundersøkelser (jan. 2020)

Målestok: 1500

NGI
Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion
NO-0806 Oslo, Norway
T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48
www.ngi.no

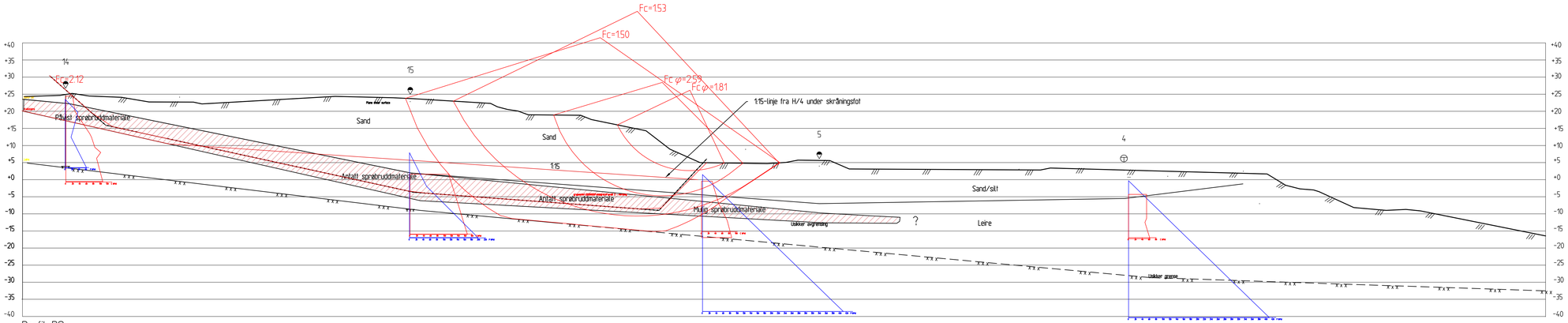
Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
10.07.2020	TLe	RMo	RMo
Oppdragsnr.	Tegningsnr.		Rev.
20200050	106		0

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C`
Sand/silt	18.00	8.00	33.0	0.0
Kvikkleire	19.00	9.00		
Leire	19.00	9.00		

	C	Aa	Ad	Ap
C-prof	0.85	0.63	0.35	
C-prof	1.00	0.63	0.35	

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C`
Sand/silt	18.00	8.00	33.0	0.0
Kvikkleire	19.00	9.00	26.0	0.0
Leire	19.00	9.00	28.0	0.0

C	Aa	Ad	Ap



Profil P2

1 : 500

FORKLARINGER:

- Dreiesondering
- Enkel sondering
- Trykksondering
- Fjellkontrollboring
- Dreietrykksondering
- Totalsondering
- Prøveserie
- Prøvegrop
- Vingeboring
- Poretrykksmåling
- Fjell i dagen
- Boring avsluttet
- Antatt stein, blokk eller fast grunn
- Antatt fjell, berg
- Boret i fjell
- ---------- Antatt fjellfartøp

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.

ÅNDALSNES - UTREDNING AV KVIKKLEIRESONE 2389 JERNBANEGATA

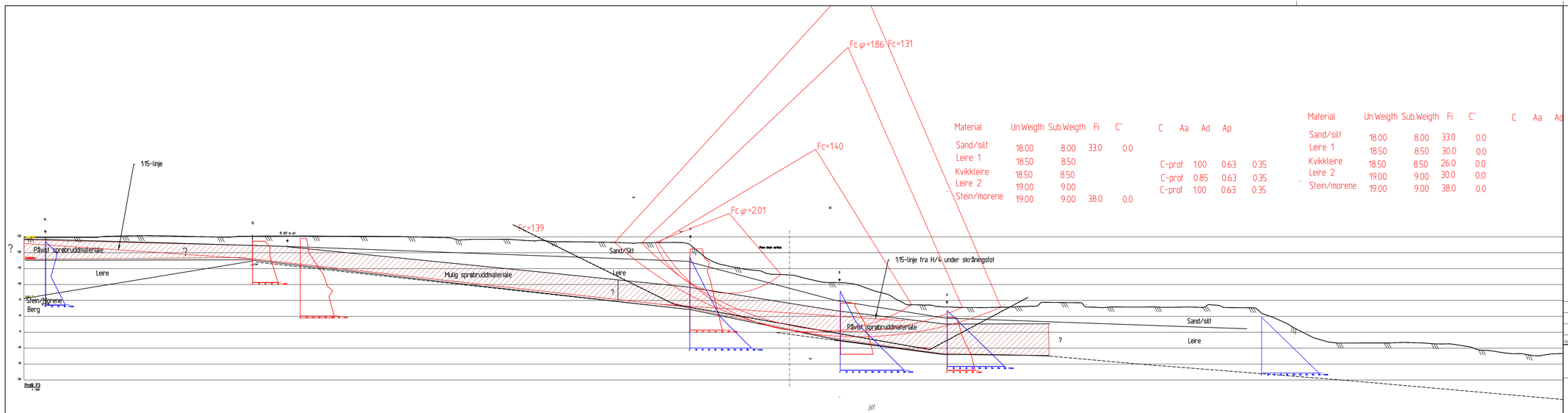
Kvikkleire utredning
Profil P2
Stabilitetsberegninger
Eksisterende situasjon

Status: -
Original format: A3,0
Tegningens filnavn: 200_P2_rev1.dwg
Målestokk: 1500

NGI

NGI
Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion
NO-0806 Oslo, Norway
T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48
www.ngi.no

Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
13.07.2020	TLe	RMo	RMo
Oppdragsnr.	Tegningsnr.		Rev.
20200050	200		0



Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C`
Sand/silt	18.00	8.00	33.0	0.0
Leire 1	18.50	8.50		
Kvikkleire	18.50	8.50		
Leire 2	19.00	9.00		
Stein/morene	19.00	9.00	38.0	0.0

	C	Aa	Ad	Ap
C-prof	1.00	0.63	0.35	
C-prof	0.85	0.63	0.35	
C-prof	1.00	0.63	0.35	

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C`	C	Aa	Ad
Sand/silt	18.00	8.00	33.0	0.0			
Leire 1	18.50	8.50	30.0	0.0			
Kvikkleire	18.50	8.50	26.0	0.0			
Leire 2	19.00	9.00	30.0	0.0			
Stein/morene	19.00	9.00	38.0	0.0			

FORKLARINGER:

- Dreiesondering
- Enkel sondering
- Trykksondering
- Fjellkontrollboring
- Dreietrykksondering
- Totalsondering
- Prøveserie
- Prøvegrop
- Vingeboring
- Poretrykksmåling
- Fjell i dagen
- Boring avsluttet
- Antatt stein, blokk eller fast grunn
- Antatt fjell, berg
- Boret i fjell
- Antatt fjellforløp

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.

Status
—
Original format
A3 0

ÅNDALSNES - UTREDNING AV KVIKKLEIRESONE 2389 JERNBANEGATA

Kvikkleire utredning
Profil P3
Stabilitetsberegninger
Eksisterende situasjon

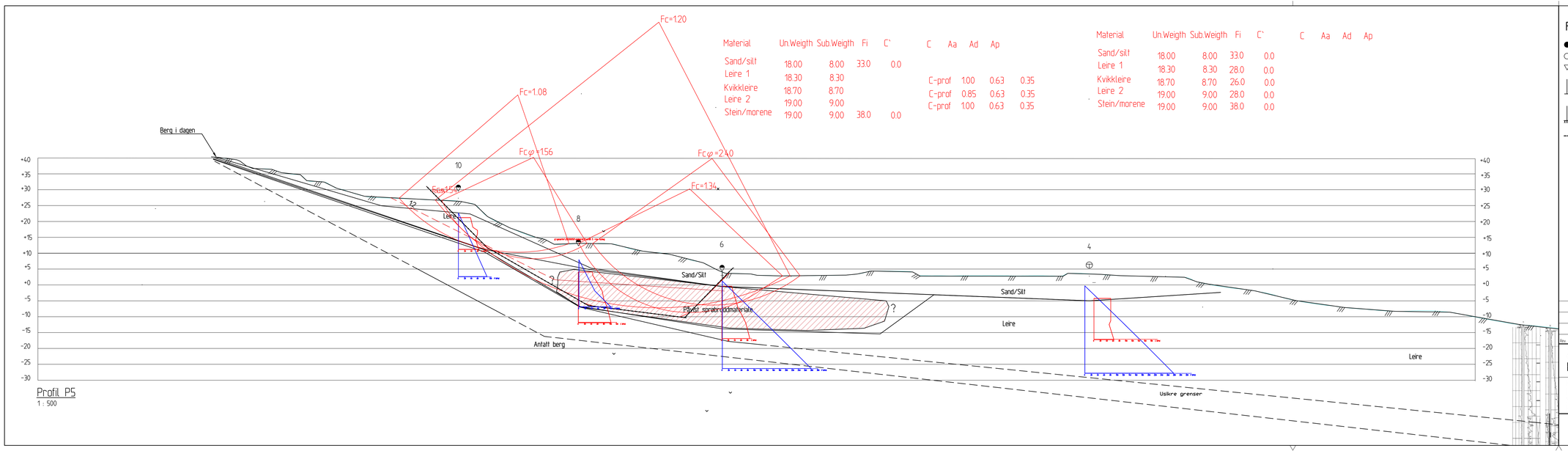
Tegnings filnavn
201_P3_rev1.dwg

Målestokk
1500

NGI

NGI
Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion
NO-0806 Oslo, Norway
T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48
www.ngi.no

Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
13.07.2020	TLe	RMo	RMo
Oppdragsnr.	Tegningsnr.		Rev.
20200050	201		0



Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Sand/silt	18.00	8.00	33.0	0.0				
Leire 1	18.30	8.30			C-prof	1.00	0.63	0.35
Kvikkleire	18.70	8.70			C-prof	0.85	0.63	0.35
Leire 2	19.00	9.00			C-prof	1.00	0.63	0.35
Stein/morene	19.00	9.00	38.0	0.0				

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Sand/silt	18.00	8.00	33.0	0.0				
Leire 1	18.30	8.30	28.0	0.0				
Kvikkleire	18.70	8.70	26.0	0.0				
Leire 2	19.00	9.00	28.0	0.0				
Stein/morene	19.00	9.00	38.0	0.0				

Profil P5
1 : 500

FORKLARINGER:

- Dreiesondering
- Enkel sondering
- Trykksondering
- Fjellkontrollboring
- Dreietrykksondering
- Totalsondering
- Prøveserie
- Prøvegrop
- Vingeboring
- Poretrykksmåling
- Fjell i dagen
- Boring avsluttet
- Antatt stein, blokk eller fast grunn
- Antatt fjell, berg
- Boret i fjell
- ---------- Antatt fjellfartøp

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.

ÅNDALSNES - UTREDNING AV KVIKKLEIRESONE 2389 JERNBANEGATA

Kvikkleire utredning
Profil P5
Stabilitetsberegninger
Eksisterende situasjon

Status: –
Original format: A3 S
Tegningens filnavn: 202_P5_rev1.dwg
Målestokk: 1500

NGI

NGI
Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion
NO-0806 Oslo, Norway
T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48
www.ngi.no

Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
14.07.2020	TLe	RMo	RMo
Oppdragsnr: 20200050	Tegningsnr: 202		Rev.: 0

Vedlegg A

EROSJON – OPPSUMMERING, BILDER OG KART MED BESKRIVELSE FRA BEFARING

Innhold

A1 Sone 2398 Jernbanegata **2**
A2 Befaringsbilder **3**

Tegning

Tegning nr. 013	Befaringskart med bildepunkter, registrert erosjon og kvartærgeologi	M = 1 : 2 000

A1 Sone 2398 Jernbanegata

Skjema for observasjoner ved befaring av faresoner

Kommune:	Rauma	Befaringsdato :	20.05.2020
Sone:	2398 Jernbanegata	Arbeid utført av (navn/firma):	NGI
		Ansvarlig (sign.)	RMo

Faktor	**Observasjon/beskrivelse**	**Kategori (sett x)**	
Erosjon	Jernbanegata er befart langs Isfjordsvegen, en sidebekk nær østre genser og i en mindre grad rundt sonegrenser i sør og vest (se kart nr. 013). Litt erosjon er observert langs sidebekken i øst. Det er leire langs sidene av bekken. Bekksidene tydelig erodert av vannstrøm (se bilde 10, 11 i vedlegg A). Bekkebunnen består generelt av leire og planrester og har sunket ned ca. 0,5 – 1 m. Ingen erosjon er observert i andre deler av sonen.	Aktiv	
		Noe	
		Litt	x
		Ingen	
Inngrep	Drenering fra høyere terreng er observert langs sidebekken. Det er en liten utfylling med stein ved krysset mellom bekken og Skogstien.	Stort	
		Noe	
		Lite	x
		Ingen	
Flombølge/ Oppdemming	Om det oppstås et skred kan skredmasser strømmer ned i Isfjorden og forårsake bølger. Det er bebyggelse i Einangen og Stranda på andre side av fjorden. Fjorden er bredere enn 1 km på tvers, da er det lite sannsynlig at flombølgen kan true bebyggelsene på andre siden.	Alvorlig	
		Middels	
		Liten	
		Ingen	x
Andre forhold	Berg i dagen er registrert langs sørvestre sonegrenser ved befaringen (bilde 22) og grunnundersøkelsen.		

A2 Befaringsbilder

Bilde 1

Bilde 2

Bilde 3

Bilde 4

Bilde 5

Bilde 6

Bilde 7

Bilde 8

Bilde 9

Bilde 10

Bilde 11

Bilde 12

Bilde 13

Bilde 14

Bilde 15

Bilde 16

Bilde 17

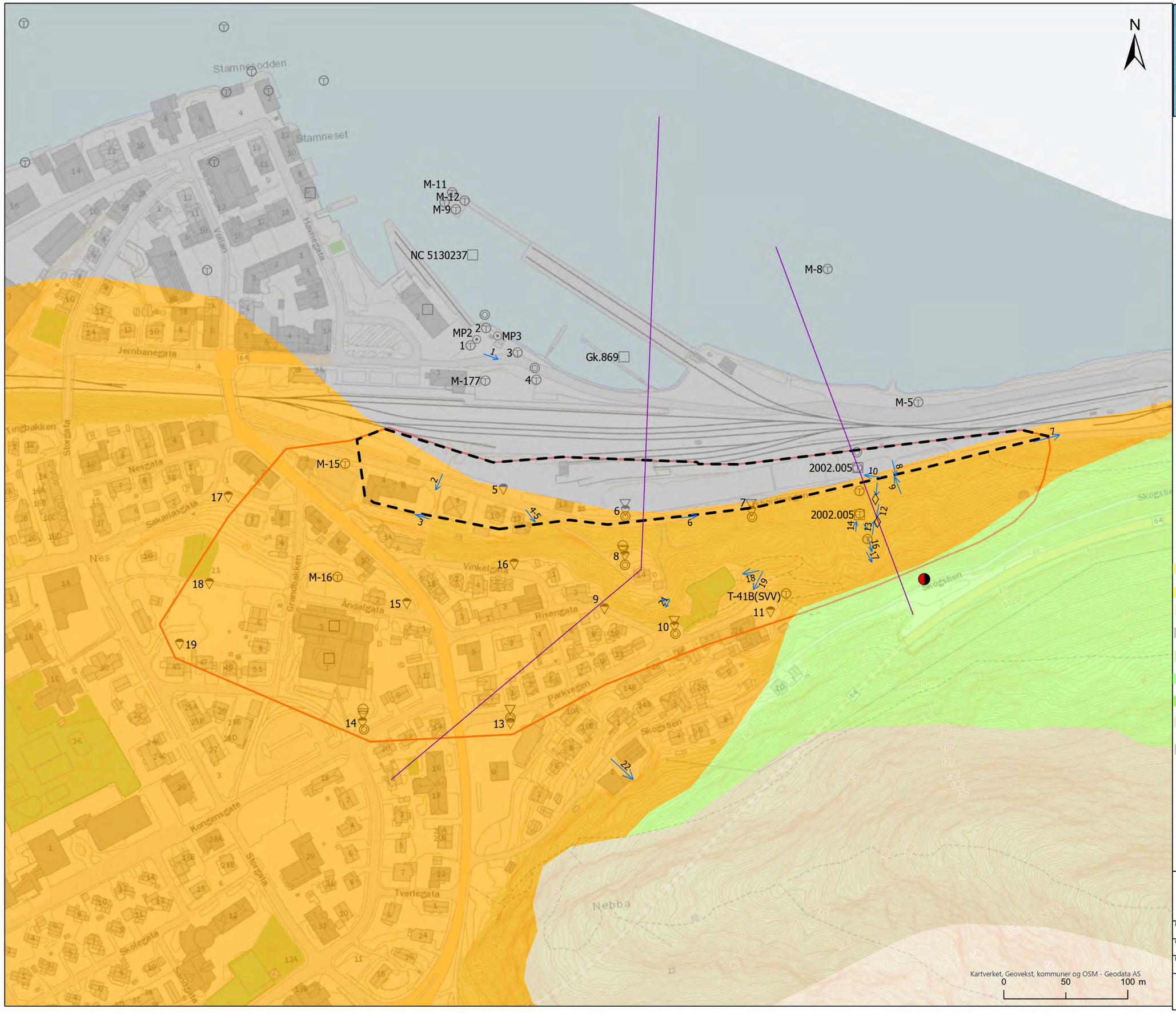
Bilde 18

Bilde 19

Bilde 20

Bilde 21

Bilde 22



Tegnfoklaring

- Befaringsbilder (pil angir bilderetning)
- Ny avgrensing av faresone
- Utløpsområder - ny faresone
- Erosjon i bekk
- Utfylling
- Antatt kritisk snitt

Borepunkter

Temakode

- Dreiesondering
- Prøvepunkt
- Prøvegrop
- Dreietrykksondering
- CPT
- Fjellkontrollboring
- Totalsondering
- Innmålt punkt
- Enkelsondering
- Ramsondering
- Poretrykksmåling
- Vingeboring
- <all other values>

Løsmasser

- Elve- og bekkeavsetning (Fluvial avsetning)
- Strandavsetning innsjø og/eller bresjø
- Breelv- og elveavsetning
- Fyllmasse (antropogent materiale)
- Morenemateriale, usammenhengende eller tynt dekke over berggrunnen
- Morenemateriale, sammenhengende dekke, stedvis med stor mektighet
- Rogenmorene
- Humusdekke/tynt torvdekke over berggrunn
- Sammenhengende løsmassedekke av flere jordarter.

Faresone 2389 Jernbanegata

Befaringskart

Utført 20.05.2020

Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
2020-08-14	TLe	RMo	RMo

Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A2 1:2 000	ETRS 1989 UTM Zone 32N

Prosjektnr.	Kartnr.	Rev.
20200050	013	0

NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT
Postboks 3930 Ullevål Stadion, 0806 OSLO
Sognsveien 72
Tlf: 22 02 30 00 Faks: 22 23 04 48
www.ngi.no

Vedlegg B

KLASSIFISERING AV FAREGRAD,
KONSEKVENS OG RISIKO

Innhold

B1 Skjema for klassifisering av faregrad 2
B2 Skjema for klassifisering av konsekvens 4
B3 Risikoklasse 5
B4 Referanser 5

B1 Skjema for klassifisering av faregrad

Faregrad er fastlagt slik at den gjenspeiler graden av usikkerhet med hensyn til område-stabilitet. Evaluering av faregrad er utført ved hjelp av tabell 1 under:

Tabell 1: Evaluering av faregrad (Utklipp fra ref. [1])

Faktorer	Vekt tall	Faregrad, score			
		3	2	1	0
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen
Skråningshøyde, meter	2	>30	20 – 30	15 – 20	<15
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2,0	>2,0
Poretrykk Overtrykk, kPa: Undertrykk, kPa:	3 -3	> + 30 > - 50	10 – 30 -(20 – 50)	0 – 10 -(0 – 20)	Hydrostatisk
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20
Erosjon	3	Aktiv/glidn.	Noe	Lite	Ingen
Inngrep: forverring forbedring	3 -3	Stor Stor	Noe Noe	Liten Liten	 Ingen
Sum		51	34	16	0
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %

Tabell 2: Evaluering av faregrad for kvikkleiresone 2389 Jernbanegata

Faktor	Beskrivelser	Faregrad	Score	Vekt-tall	Poeng
Skredaktivitet	Ingen registrerte jordskred på NVE Atlas i det aktuelle området. I østenden av Parkvegen er det to markerte skål-formasjoner i terrenget som kan indikere gamle skredgroper (vi har ikke kjennskap til om det alternativt kan ha vært uttak av sand og grusmasser her)	Lav	1	1	1
Skråningshøyde	Skråningen ned mot strandkanten (kote +0) har en total høydeforskjell på mellom 20 og 25 m.	20-25 m	2	2	4
Tidligere/ nåværende terrengnivå (OCR)	Antatt terreng er litt endret, men endringer varierer over området. Tolkede OCR fra ødometerforsøk og CPTU-ene tyder på OCR mellom 1,2 og 2 i leirmasse.	1,2 - 1,5	2	2	4
Poretrykk	Det er installert poretrykksmålere i to borepunkter i sonen, og en ved Fjordstasjonen til Romsdalsgondolen. Poretrykkmålerne viser noe poreunder-trykk i skråningen og nær hydrostatiske forhold nede ved fjorden.	-(20-50)	2	-3	-6
Kvikkleire-mektighet	Kvikkleiremektighet varierer over sonen. Boringene indikerer at mektigheten ligger mellon H/2 og H/4 i kritisk snitt.	H/2-H/4	2	2	4
Sensitivitet	Sensitivitet innmålt på forskjellige borepunkter. Resultatet viser sensitivitet mellom 15 og 220 i påvist kvikkleire.	>100	3	1	3
Erosjon	Litt erosjon observert langs en sidebekk i østre del.	Lite	1	3	3
Inngrep	Utfyllingen nedenfor Skogstien antas å ha medført en liten forverring av stabiliteten.	Liten	1	3	3
Sum - Eksisterende					**16**
% av maksimal poengsum	**LAV FAREGRAD**				**31 %**

B2 Skjema for klassifisering av konsekvens

Evaluering av skadekonsekvensklasse er utført ved hjelp av tabell 3 under:

Tabell 3: Evaluering av faregrad (Utklipp fra ref. [1])

Faktorer	Vekt-tall	Konsekvens, score			
		3	2	1	0
Boligenheter, antall	4	Tett > 5	Spredt > 5	Spredt < 5	Ingen
Næringsbygg, personer	3	> 50	10 – 50	< 10	Ingen
Annen bebyggelse, verdi	1	Stor	Betydelig	Begrenset	Ingen
Vei, ÅDT	2	>5000	1001-5000	100-1000	<100
Toglinje, baneprioritet	2	1 – 2	3 – 4	5	Ingen
Kraftnett	1	Sentral	Regional	Distribusjon	Lokal
Oppdemning/flom	2	Alvorlig	Middels	Liten	Ingen
Sum poeng		45	30	15	0
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %

Tabell 4: Evaluering av skadekonsekvensklasse for kvikkleiresone 2389 Jernbanegata

Faktor	**Beskrivelser**	**Konsekvens**	**Score**	**Vekt**	**Poeng**
Boligenheter	I henhold til SSB er det registrert 245 beboere i området	Tett >5	3	4	12
Næringsbygg	I sonens løsneområde ligger det en skole. Her er det registrert 243 skolebarn. Det er også registrert 18 industrilokaler / kontorer / butikker i sonen	> 50	3	3	9
Annen bebyggelse	Ingen annen bebyggelse er registrert.	Ingen	0	1	0
Veier	Fylkesvei 64 ligger i sonens løsneområde. Fylkesveien er registrert med ÅDT 7750 i henhold til Vegvesenet.	> 5000	3	2	6
Toglinje	658 m toglinje med bane-prioritet 4 i sonens utløps-område.	3-4	2	2	4
Kraftnett	Ingen kraftnett i henhold til NVE Kraftlinje	Lokal	0	1	0
Oppdemning	Sonen ligger ikke i et vassdrag	Ingen	0	2	0
Total poengsum					**31**
Prosent av maks	**MEGET ALVORLIG KONSEKVENS**				**69 %**

B3 Risikoklasse

Risiko er inndelt i fem klasser for å oppnå en god spredning av sonene mellom de fem flassene. Risikoklasse er bestemt basert på tallverdi for risiko som vist i utklippet under:

- Risikoklasse 1 omfatter alle soner med tallverdi fra 0 til 170
- Risikoklasse 2 omfatter alle soner med tallverdi fra 171 til 630
- Risikoklasse 3 omfatter alle soner med tallverdi fra 631til 1 900
- Risikoklasse 4 omfatter alle soner med tallverdi fra 1 901 til 3 200
- Risikoklasse 5 omfatter alle soner med tallverdi fra 3 201 til 10 000

Figur 1. Inndeling for de fem risikoklassene (Utklipp fra ref. [1])

For sone 2389 Jernbanegata er tallverdi beregnet som under:

Risiko = Faregrad x Skadekonsekvens = 31 x 69 = 2 139

Da klassifiseres sonen med risikoklasse 4.

B4 Referanser

[1] NGI, «Program for økt sikkerhet mot leirskred - Metode for kartlegging og klassifisering av faresoner, kvikkleire. Dok nr. 20001008-2 rev 3. Dato: 31.08.2001,» 2001.

Vedlegg C

TOLKNING AV GRUNNUNDERSØKELSER

Innhold

C1 Tolkning av romvekt og sprøbruddmateriale **2**
C2 Tolkning av CPTU **2**
C2.1 Overkonsolideringsnivå (OCR) 2
C2.2 Udrenert skjærfasthet (c_u^A) 2
C3 Tolkning av ødometerforsøk **2**
C4 Tolkning av treaksialforsøk **2**
C4.1 Udrenert skjærfasthet (c_u^A) 2
C4.2 Effektivspenningsparametere (a og f') 2
C5 Tolkning av poretrykksprofil **3**
C6 Referanser **3**

Figurer

Figur C1-C8 Borprofiler med tolkning
Figur C9-C24 Tolkning av udrenert skjærfasthet fra CPTU
Figur C25 Tolkning av ødometerforsøk
Figur C26-C28 Poretrykksprofiler

Tabeller

Tabell C1 Ødometerforsøk – målte og tolkede parametere

C1 Tolkning av romvekt og sprøbruddmateriale

Mektighet av sprøbruddmateriale i hvert borpunkt er tolket basert på prøveserie og variasjon i matekraft av dreietrykksondering i det samme punktet.

Tolkede borprofiler er vist som enkeltfigurer på figur C1-C8. Sprøbruddmateriale er markert med rød farge i borprofilene. Trendlinje for romvekt er angitt med rød strek.

C2 Tolkning av CPTU

C2.1 Overkonsolideringsnivå (OCR)

Tolkede OCR-profiler er vist som enkeltfigurer på figur C9-C24 (oddetall).

C2.2 Udrenert skjærfasthet (c_u^A)

Tolkede c_u^A-profiler er vist som enkeltfigurer på figur C9-C24 (partall), sammen med resultater fra laboratoriet.

C3 Tolkning av ødometerforsøk

Tabell C1 viser oppsummering av parametere fra tolkede ødometerforsøk.

Tolket ødometerforsøk er vist på figur C25

C4 Tolkning av treaksialforsøk

C4.1 Udrenert skjærfasthet (c_u^A)

Det er ikke utført treaksial-forsøk i dette prosjektet.

C4.2 Effektivspenningsparametere (a og f')

Effektivspenningsparametere er basert på anbefalte jordparametere vist i tabell 1 (under) fra SVV-Hb V220 (ref. [1])

Tabell 1: Anbefale effektive jordparametere (Utsnitt fra figur 2.39 SVV-Hb 220, 2018 [1])

Plassering		Materiale		Dim. tyngde-tetthet γ	Karakteristisk indre friksjonsvinkel φ		Attraksjon a
				kN/m³	grader	tan φ	kN/m²
Bak og foran landkar og støttemur	Tilførte komprimerte Masser *	Sprengstein **		19	42	0,90	0 - 10
		Grus		19	38	0,78	0
		Sand		18	36	0,73	0
	Naturlige, ikke komprimerte masser	Grus		19	35	0,70	0
		Sand		17	33	0,65	0
		Silt		18	31	0,60	0
		Leire og leirig silt	Fast ***	20	26	0,49	0
			Bløt ***	19	20	0,36	0
Under landkar-såle	Tilførte komprimerte Masser *	Sprengstein ** og ****		19	42/45	0,90/1,0	10
		Grus *****		19	38/40	0,78/0,84	10
		Sand		18	36	0,73	10
	Naturlige, ikke komprimerte masser	Grus	Fast	19	38	0,78	0-10
			Løs	18	36	0,73	0-5
		Sand	Fast	18	36	0,73	0-10
			Løs	17	33	0,65	0-5
		Silt	Fast	19	33	0,65	0-10
			Bløt	18	31	0,60	0-5
		Leire og leirig silt	Fast ***	19	26	0,49	0-20
			Bløt ***	19	20	0,36	0-5

* Gjelder lagvis utlagte og komprimerte masser på land.
** Sprengstein. Gjelder også maskinkult. Høyere verdier av a kan vurderes avhengig av steinstørrelse.
*** Leire (eller leirig silt), fasthetsparametrene må bestemmes på uforstyrrede prøver.
**** For sprengstein av god kvalitet brukt under landkaret kan den høyeste verdien benyttes.
***** For grus av god kvalitet brukt under landkaret kan den høyeste verdien benyttes.

C5 Tolkning av poretrykksprofil

Tolkede poretrykksprofiler er vist som enkeltfigurer på figur C26-C28.

C6 Referanser

[1] SVV, «Håndbok V220 - Geoteknikk i vegbygging.,» 2018.

Dybde (m)	Beskrivelse	Prøve	Forsøk	Vanninnhold (%) 10 20 30 40 50 60 70	Tyngdetetthet (kN/m³) 16 17 18 19 20	Porøsitet (%)	Humus (%)	Skjærfasthet (kN/m²) 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100	S_t Konus/ Ving
	SAND middels, noen leireklumper noen middels gruskorn, noe fyllmasser brungrå	1							
1.0	**LEIRE** grusig, sandig middels-stor grus, middels sand noe fyllmasser, brun	2		○					
2.0									
3.0									
4.0									
5.0									

NING

Plastisitetsgrense/Vanninnhold/F

0
15 5
10

D = Direkte skjærforsøk (DSS)

rsøk

øk

S_t

Borprofil

Borpunkt nr.: 2

Prøvetype: Poser

Dato: 2.2 moh

Dybde: 2 m

20200050-01-R

Figur nr.: C1

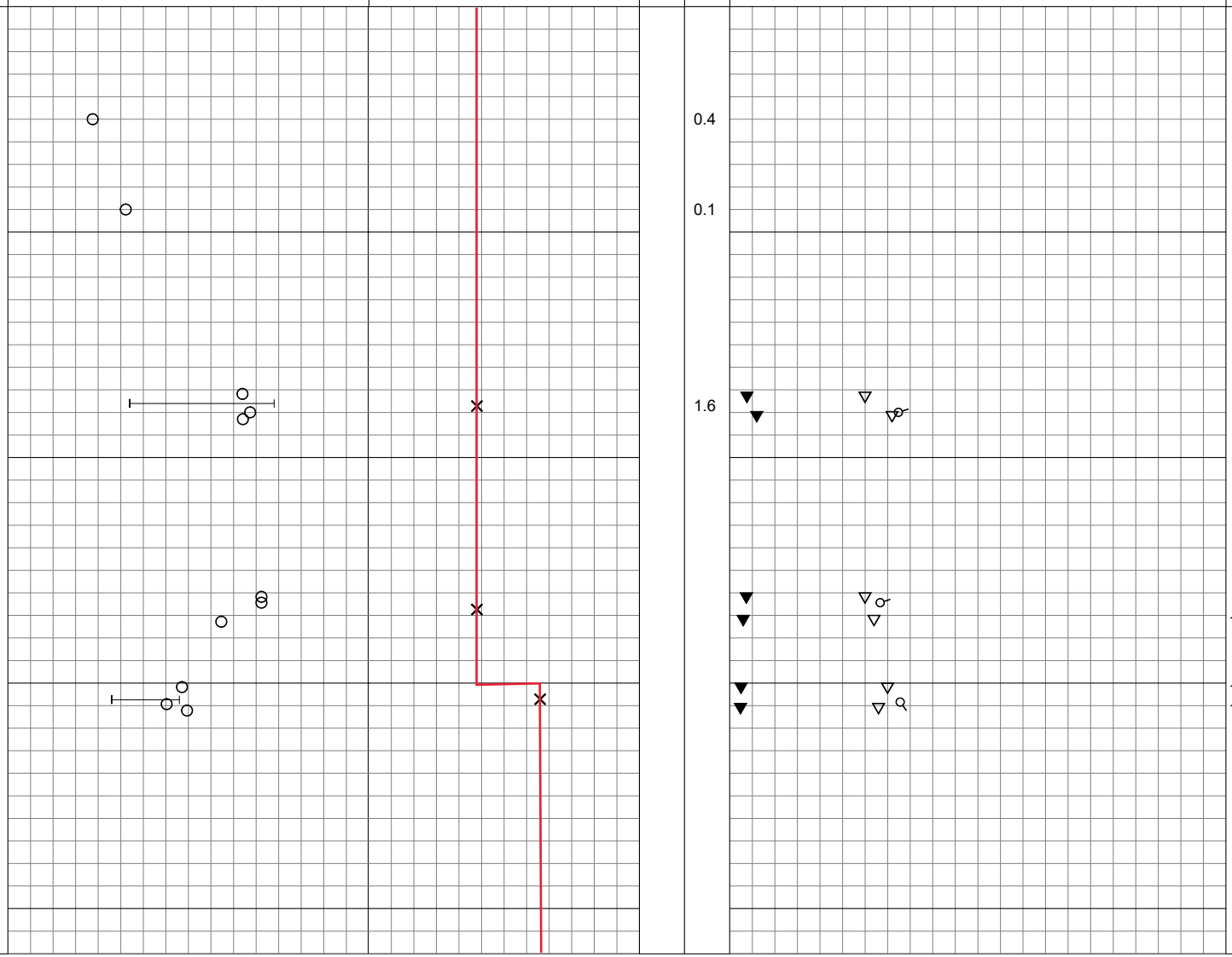
Dato

Tegnet av / kontr.: EvS / JRB

NGI

H:\LABDATA\2019\20190293\Index\Borprofil\BH2_Borprofil_5m.grf

Dybde (m)	Beskrivelse		Prøve	Forsøk	Humus (%)	S_t Konus
	LEIRE	sandig, siltig lys grå	1	K	0.4	
	SILT	finsandig lys grå	2			
5	SAND	fin, siltig lys grå	3	K	0.1	
	SAND	fin, siltig lys grå	4			
10	LEIRE	middels fast enkelte tynne sandlag mørk grå	5	K Ø	1.6	8 6
	LEIRE	middels fast mørk grå	6			8 11
15	LEIRE	middels fast mørk grå	7			14 14
20						



HING

Plastisitetsgrense/Vanninnhold/

D = Direkte skjærforsøk (DSS)

Borprofil

20200050-01-R

Figur nr. C2

Dato

Tegnet/kontr. EvS / JRB

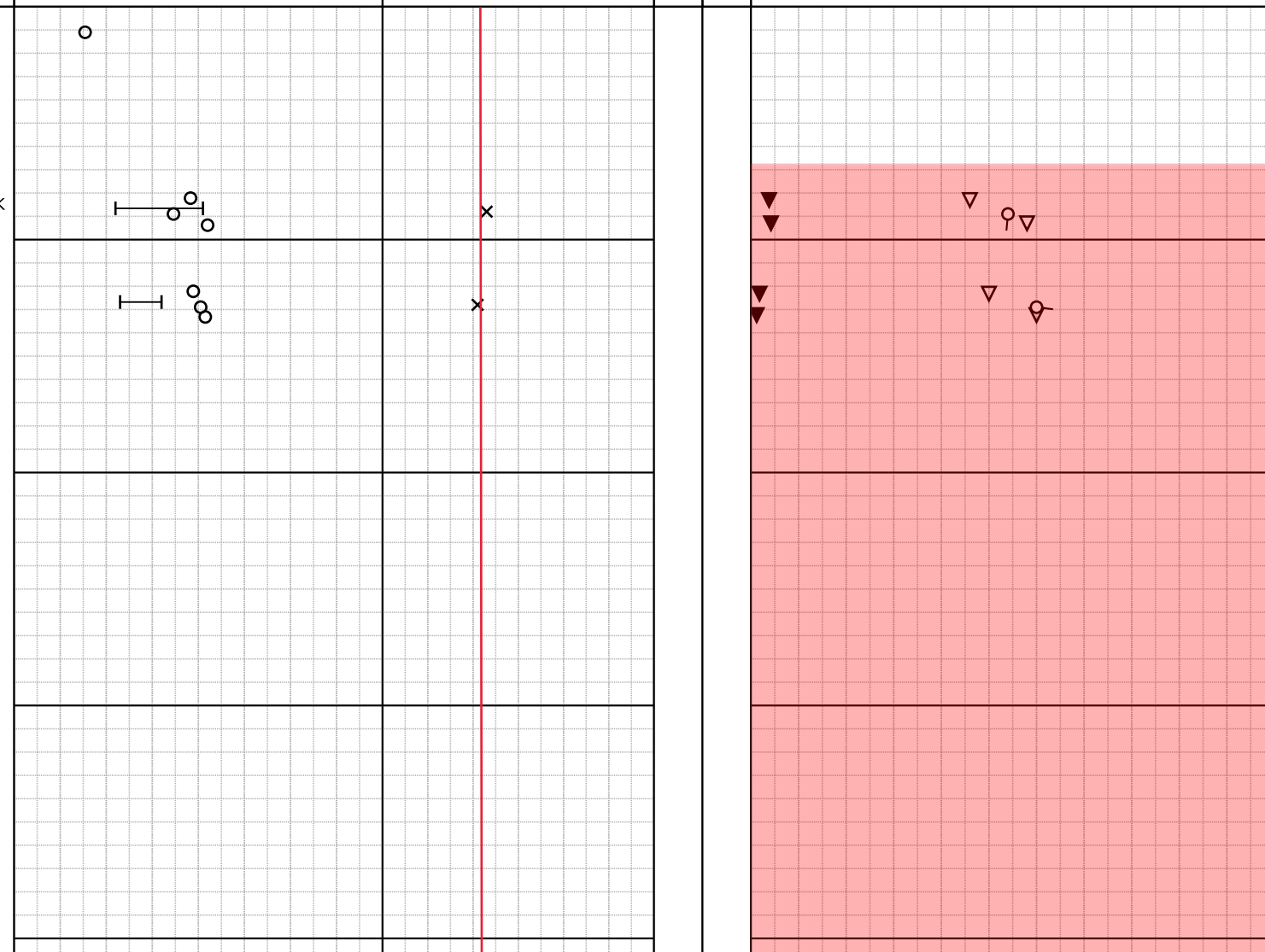
2.8 moh

4 m

NGI

H:\LABDATA\2019\201900293\Index\Borprofil\BH4_Borprofil_20m.grf

Dybde (m)	Beskrivelse	Prøve	Forsøk	S_t (konus)
	SAND — middels, brungrå	1		
5	LEIRE — siltig, bløt til middels fast, noen tynne siltlag, mørk grønngrå(GLEY1-4/10Y)	2	K	12 14
10	LEIRE — siltig, middels fast, noen tynne siltlag, mørk grønngrå(GLEY1-4/10Y)	3		28 50
15				
20				



Alle indeksresultatene er godkjent i KeyLAB

TEGNFORKLARING:

- Plastisitetsgrense/Vanninnhold/Flytegrense
- 15–10–5 Enaks. trykkforsøk/def.ved brudd
- ▽ Konusforsøk, uforstyrret
- ▼ Konusforsøk, omrørt
- + Vingeboring

S_t Sensitivitet

Ø = Ødometerforsøk

P = Permeabilitetsforsøk

K = Korngraderingsanalyse

T = Treaksialforsøk

K/S = Kalk/Sement stabilisering

D = Direkte skjærforsøk (DSS)

Software version Beta, 10.01.2020

Andalsnes - Gondolbane

Dokument nr. 20200050-01-R

Figur nr. C3

Borprofil Del 1 av 1

Borpunkt nr.: 6

Prøvetype:	poser / 54 mm
Terrengkote (moh):	3.1
Grunnvannstand (m):	-
Dato boret:	2020-01-23

Dato: 2020-02-11

Tegnet av: ThV

NGI

H:/LABDATA/2020/20200050/Index/Borprofil/20200050_6_Borprofil_Del 1 av 1_Rev0.pdf

Dybde (m)	Beskrivelse	Prøve	Forsøk	Vanninnhold (%) 10 20 30 40 50 60 70	Tyngdetetthet (kN/m³) 17 18 19 20 21	Porøsitet (%)	Humus (%)	Skjærfasthet (kN/m²) 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50	S_t (konus)
	LEIRE siltig, middels fast, mørk grønngrå (GLEY1-4/10Y)	1							9 11
5	KVIKKLEIRE siltig, bløt til middels fast grågrønn	2	K						220 120
10									
15									
20									

Alle indeksresultatene er godkjent i KeyLAB

Software version Beta, 10.01.2020

TEGNFORKLARING:

- Plastisitetsgrense/Vanninnhold/Flytegrense
- 15–0–5 / 10 Enaks. trykkforsøk/def.ved brudd
- ▽ Konusforsøk, uforstyrret
- ▼ Konusforsøk, omrørt
- + Vingeboring

S_t Sensitivitet

Ø = Ødometerforsøk

P = Permeabilitetsforsøk

K = Korngraderingsanalyse

T = Treaksialforsøk

K/S = Kalk/Sement stabilisering

D = Direkte skjærforsøk (DSS)

Andalsnes - Gondolbane

Borprofil Del 1 av 1

Borpunkt nr.: 7

Prøvetype: 54 mm

Terrengkote (moh): 3.7

Grunnvannstand (m): -

Dato boret: 2020-01-27

Dokument nr. 20200050-01-R

Figur nr. C4

Dato 2020-02-11

Tegnet av ThV

NGI

H:/LABDATA/2020/20200050/Index/Borprofil/20200050_7_Borprofil_Del 1 av 1_Rev0.pdf

Dybde (m)	Beskrivelse	Prøve	Forsøk	Vanninnhold (%) 10 20 30 40 50 60 70	Tyngdetetthet (kN/m³) 17 18 19 20 21	Porøsitet (%)	Humus (%)	Skjærfasthet (kN/m²) 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50	S_t (konus)
5	SAND fin, leirig enkelte sandlommer grønngrå	1							
10	LEIRE middels fast, siltig i toppen noen tynne siltlag mørk grå	2							2 12
15									
20									

Alle indeksresultatene er godkjent i KeyLAB

TEGNFORKLARING:

- Plastisitetsgrense/Vanninnhold/Flytegrense
- 15–5 (10) Enaks. trykkforsøk/def.ved brudd
- Konusforsøk, uforstyrret
- Konusforsøk, omrørt
- Vingeboring
- S_t Sensitivitet
- Ø = Ødometerforsøk
- P = Permeabilitetsforsøk
- K = Korngraderingsanalyse
- T = Treaksialforsøk
- K/S = Kalk/Sement stabilisering
- D = Direkte skjærforsøk (DSS)

Software version Beta, 10.01.2020

Andalsnes - Gondolbane

Borprofil Del 1 av 1

Borpunkt nr.: 8

Prøvetype: 54 mm

Terrengkote (moh): 10.1

Grunnvannstand (m): -

Dato boret: 2020-01-23

Dokument nr.	20200050-01-R
Figur nr.	C5
Dato	2020-02-11
Tegnet av	ThV

NGI

H:/LABDATA/2020/20200050/Index/Borprofil/20200050_8_Borprofil_Del 1 av 1_Rev0.pdf

Dybde (m)	Beskrivelse	Prøve	Forsøk	Vanninnhold (%) 10 20 30 40 50 60 70	Tyngdetetthet (kN/m³) 17 18 19 20 21	Porøsitet (%)	Humus (%)	Skjærfasthet (kN/m²) 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50	S_t (konus)
5	LEIRE tørrskorpeflekker, enkelte gruskorn og trerester olivengrå	1							
10	LEIRE siltig, middels fast mørk grå	2							8 12
	LEIRE siltig, middels fast mørk grå	3							10 10
15	LEIRE siltig, middels fast enkelte finsand- og siltlag mørk grå	4							13 11
20									

Alle indeksresultatene er godkjent i KeyLAB

TEGNFORKLARING:

- Plastisitetsgrense/Vanninnhold/Flytegrense
- 15–0–5 / 10 Enaks. trykkforsøk/def.ved brudd
- Konusforsøk, uforstyrret
- Konusforsøk, omrørt
- Vingeboring
- S_t Sensitivitet
- Ø = Ødometerforsøk
- P = Permeabilitetsforsøk
- K = Korngraderingsanalyse
- T = Treaksialforsøk
- K/S = Kalk/Sement stabilisering
- D = Direkte skjærforsøk (DSS)

Software version Beta, 10.01.2020

Andalsnes - Gondolbane

Borprofil Del 1 av 1

Borpunkt nr.: 10

Prøvetype: 54.0 mm / na mm

Terrengkote (moh): 24.5

Grunnvannstand (m): -

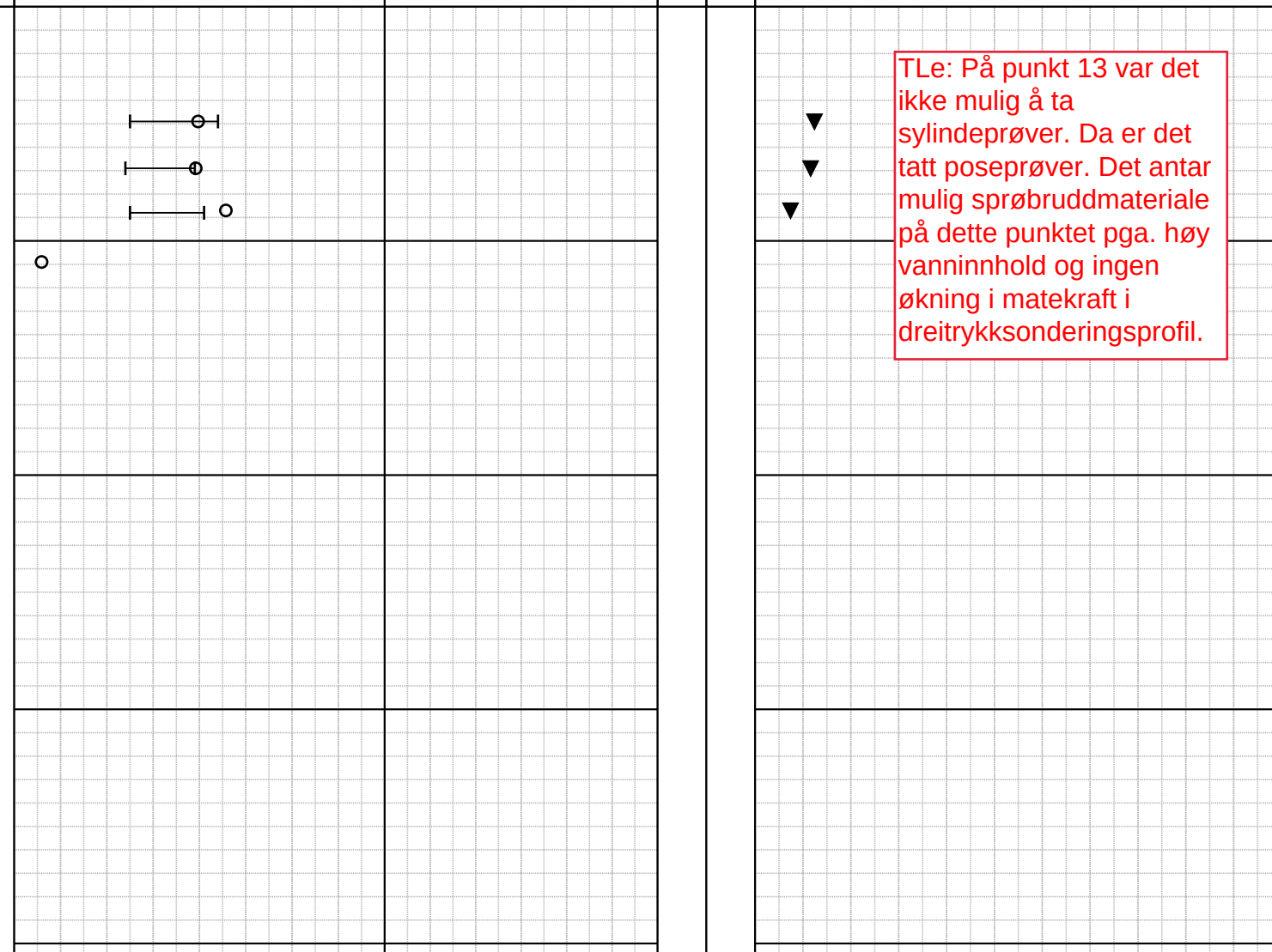
Dato boret: 2020-01-23

Dokument nr.	20200050-01-R
Figur nr.	C6
Dato	2020-02-11
Tegnet av	ThV

NGI

H:/LABDATA/2020/20200050/Index/Borprofil/20200050_10_Borprofil_Del 1 av 1_Rev0.pdf

Dybde (m)	Beskrivelse	Prøve	Forsøk
	LEIRE, tørrskorpe finsand lommer, enkelte fingruskorn, grå	2	
	LEIRE siltig, enkelte finsand lommer, enkelte fingruskorn, grågrønn	3	
	LEIRE siltig, noen middels sand, enkelte middels gruskorn, grågrønn	4	
5	LEIRE siltig, noen fin til middels gruskorn, enkelte sandlommer, grågrønn	5	
10	GRUS sandig, enkelte leireklumper, grå	6	
15			
20			



TLe: På punkt 13 var det ikke mulig å ta sylindeprøver. Da er det tatt poseprøver. Det antar mulig sprøbruddmateriale på dette punktet pga. høy vanninnhold og ingen økning i matekraft i dreitrykksonderingsprofil.

Alle indeksresultatene er godkjent i KeyLAB

TEGNFORKLARING:

- Plastisitetsgrense/Vanninnhold/Flytegrense
- 15–0–5 / 10 Enaks. trykkforsøk/def.ved brudd
- Konusforsøk, uforstyrret
- Konusforsøk, omrørt
- Vingeboring

S_t Sensitivitet
Ø = Ødometerforsøk
P = Permeabilitetsforsøk
K = Korngraderingsanalyse

T = Treaksialforsøk
K/S = Kalk/Sement stabilisering
D = Direkte skjærforsøk (DSS)

Software version Beta, 10.01.2020

Andalsnes - Gondolbane

Dokument nr. 20200050-01-R
Figur nr. C7

Borprofil Del 1 av 1
Borpunkt nr.: 13

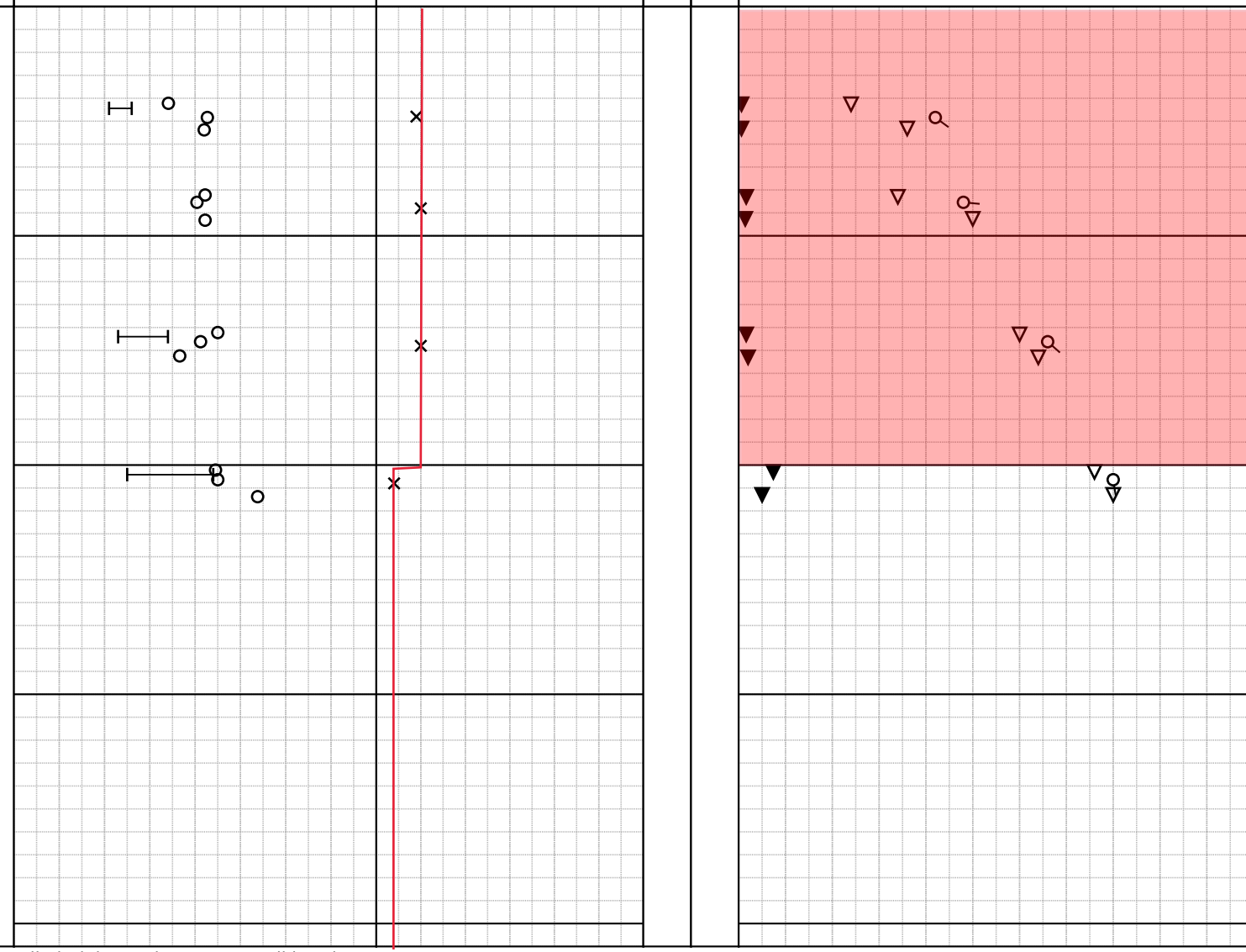
Prøvetype: poser
Terrengkote (moh): 24.5
Grunnvannstand (m): -
Dato boret: 2020-01-28

Dato 2020-02-11
Tegnet av ThV

NGI

H:/LABDATA/2020/20200050/Index/Borprofil/20200050_13_Borprofil_Del 1 av 1_Rev0.pdf

Dybde (m)	Beskrivelse	Prøve	Forsøk
	KVIKKLEIRE siltig, bløt, enkelte finsandlag/-lommer, enkelte planterester, noen tynne siltlag, grå (GLEY1-5/N)	1	
5	**LEIRE** siltig, bløt, grå (GLEY1-5/N)	2	
10	**LEIRE** siltig, middels fast, grå (GLEY1-5/N)	3	
15	**LEIRE** siltig, middels fast, grå (GLEY1-5/N)	4	
20			



Alle indeksresultatene er godkjent i KeyLAB

TEGNFORKLARING:

- Plastisitetsgrense/Vanninnhold/Flytegrense
- 15–5 (10) Enaks. trykkforsøk/def.ved brudd
- Konusforsøk, uforstyrret
- Konusforsøk, omrørt
- Vingeboring

S_t Sensitivitet

Ø = Ødometerforsøk
P = Permeabilitetsforsøk
K = Korngraderingsanalyse

T = Treaksialforsøk
K/S = Kalk/Sement stabilisering
D = Direkte skjærforsøk (DSS)

Software version Beta, 10.01.2020

Andalsnes - Gondolbane

Borprofil Del 1 av 1

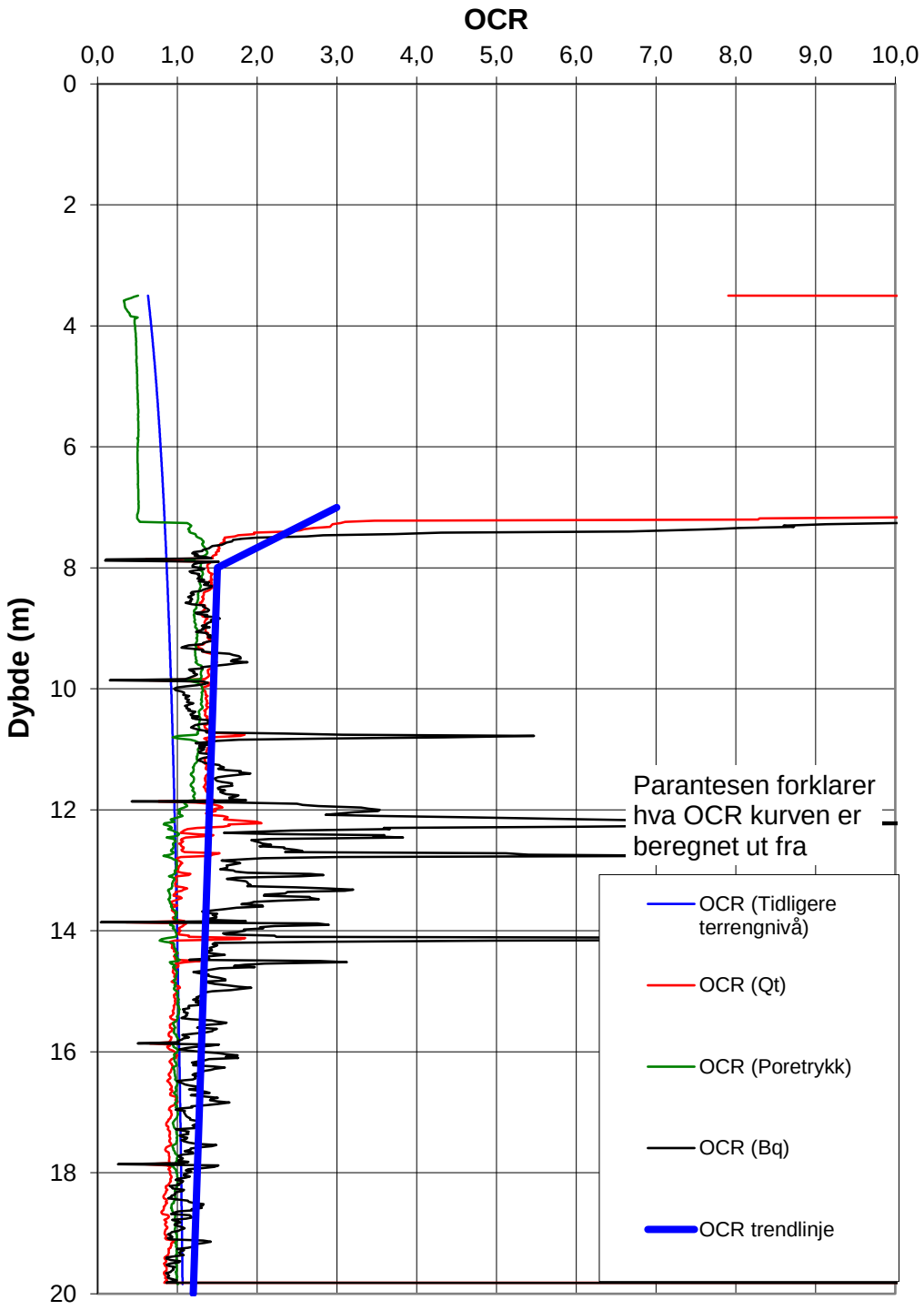
Borpunkt nr.: 14

Prøvetype: 54.0 mm / na mm
Terrengkote (moh): 24.5
Grunnvannstand (m): -
Dato boret: 2020-01-28

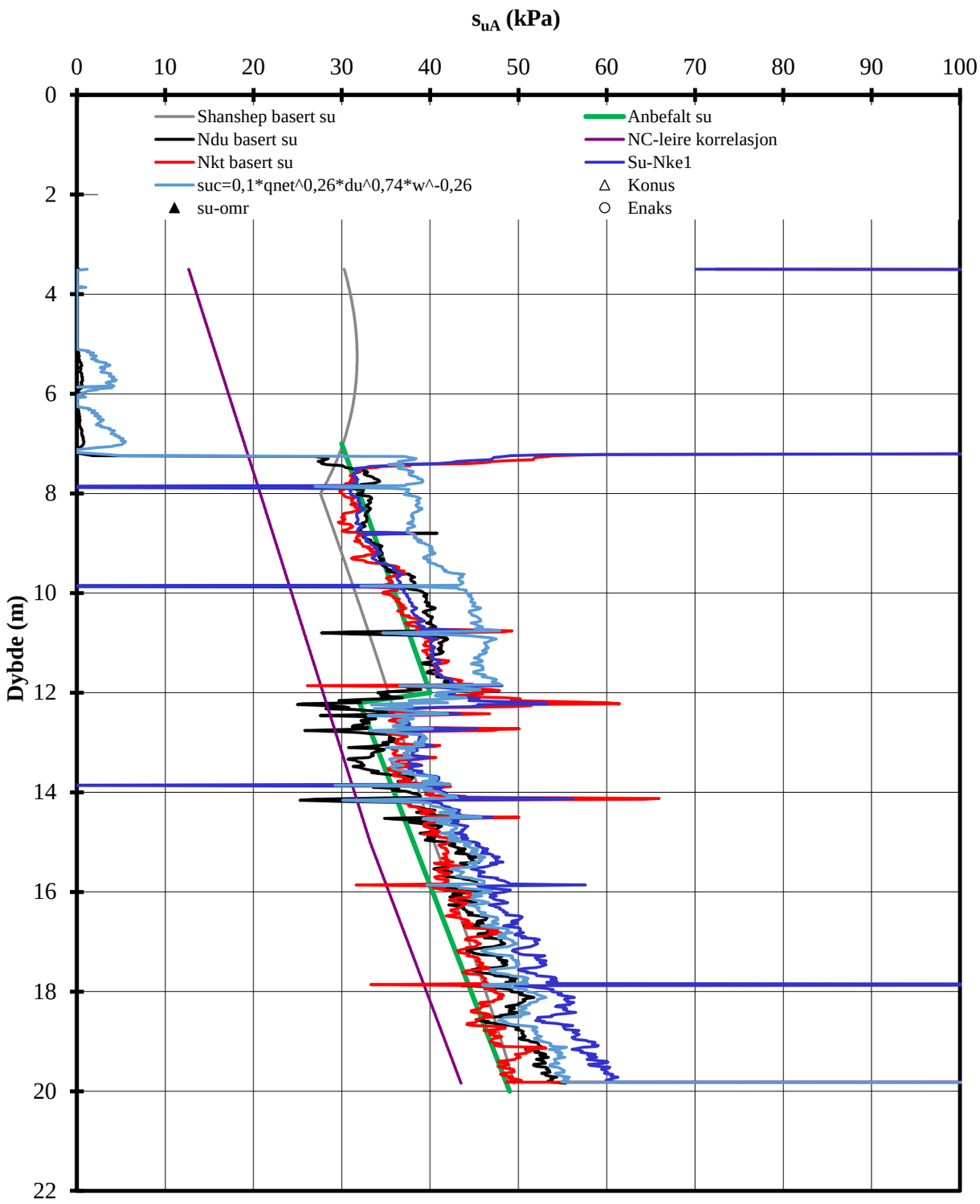
Dokument nr.	20200050-01-R
Figur nr.	C8
Dato	2020-02-11
Tegnet av	ThV

NGI

H:/LABDATA/2020/20200050/Index/Borprofil/20200050_14_Borprofil_Del 1 av 1_Rev0.pdf

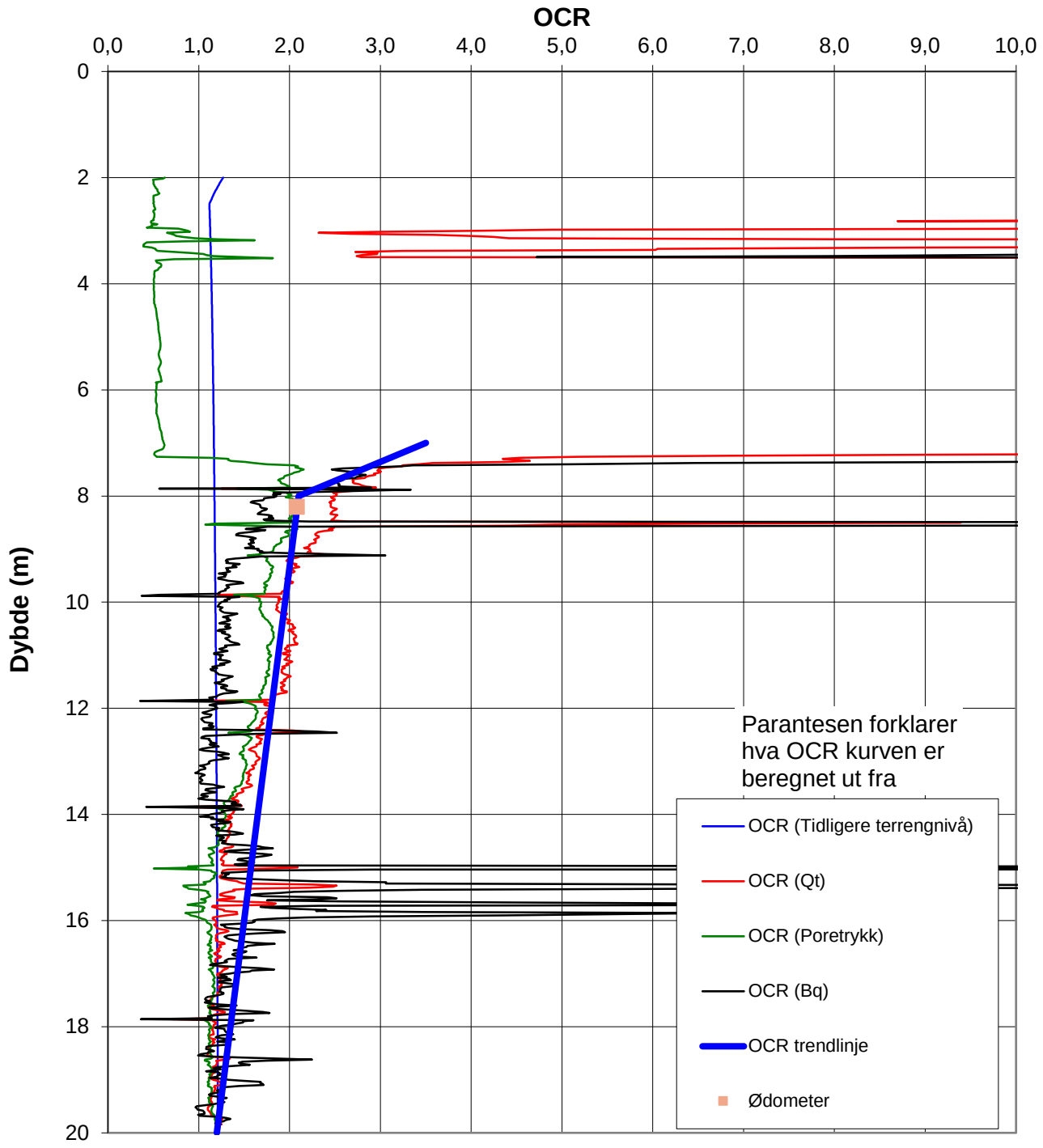


Faresone utretning - 2389 Jernbanegata	Rapport nr. 20200050	Figur nr. C9
OCR basert på CPTU-sondering	Tegner Tle	Dato 27.05.2020
Borhull 2	Kontrollert RMo	NGI
	Godkjent RMo	



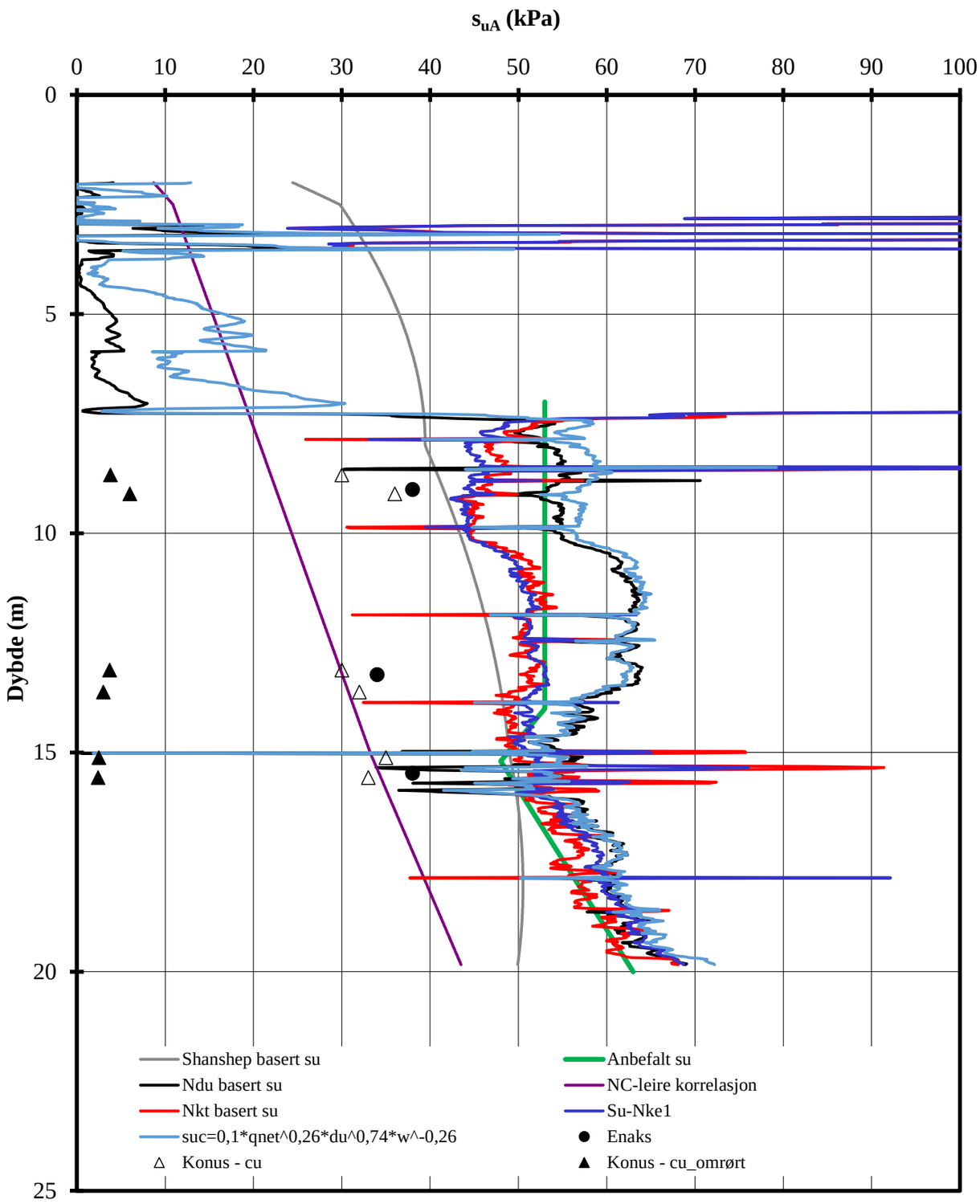
Terrengkote : 2,25 m

Faresone utretning - 2389 Jernbanegata	Rapport nr. 20200050	Figur nr. C10
Aktiv skjærstyrke basert på CPTU-sondering .	Tegner Tle	Dato 27.05.2020
Borhull 2	Kontrollert RMo	NGI
	Godkient RMo	



Terrengkote : 2,75 m

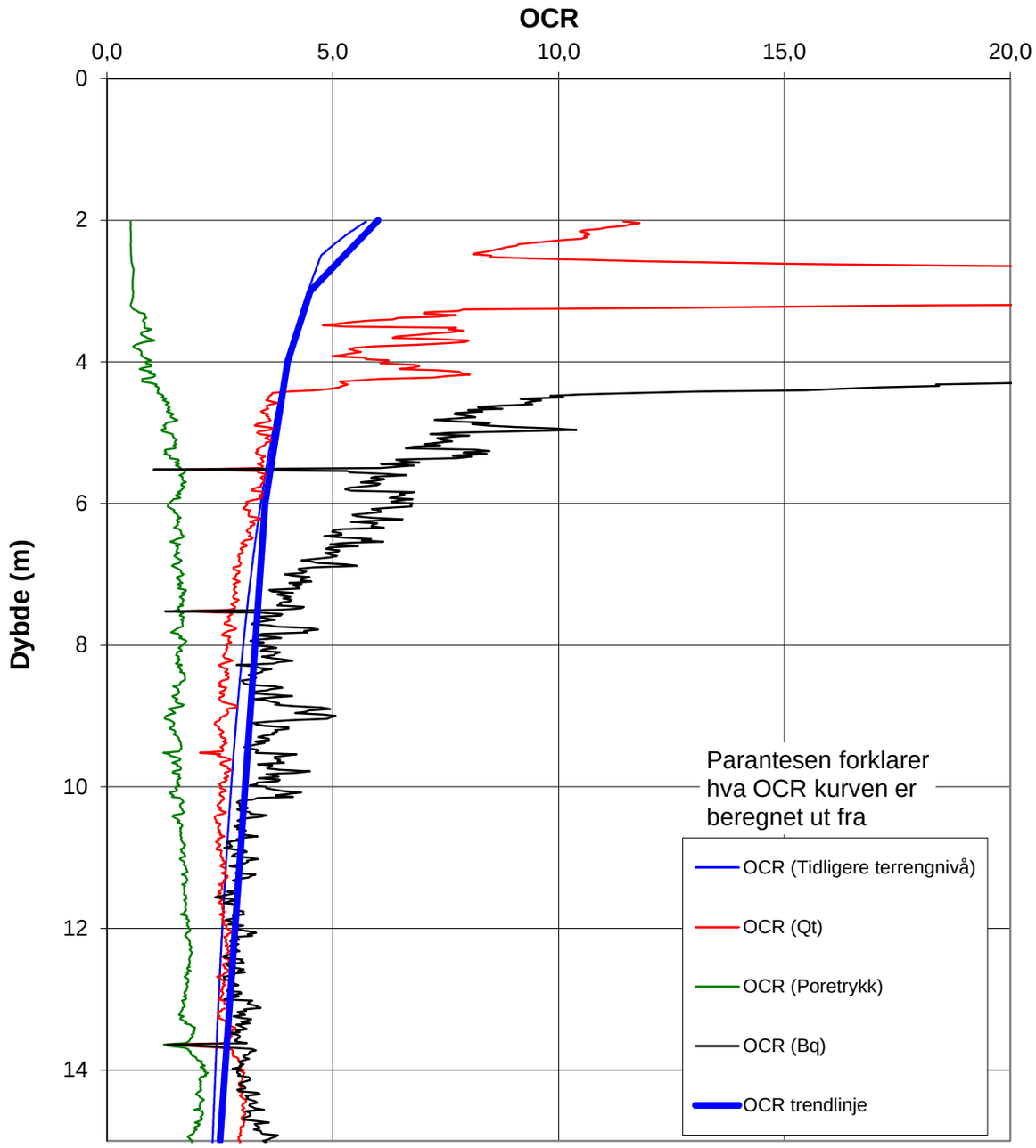
Faresone utretning 2389 Jernbanegata	Rapport nr. 20200050	Figur nr. C11
OCR basert på CPTU-sondering	Tegner Tle	Dato 27.05.2020
Borhull 4	Kontrollert RMo	NGI
	Godkjent RMo	



Terrengkote : 2,75 m

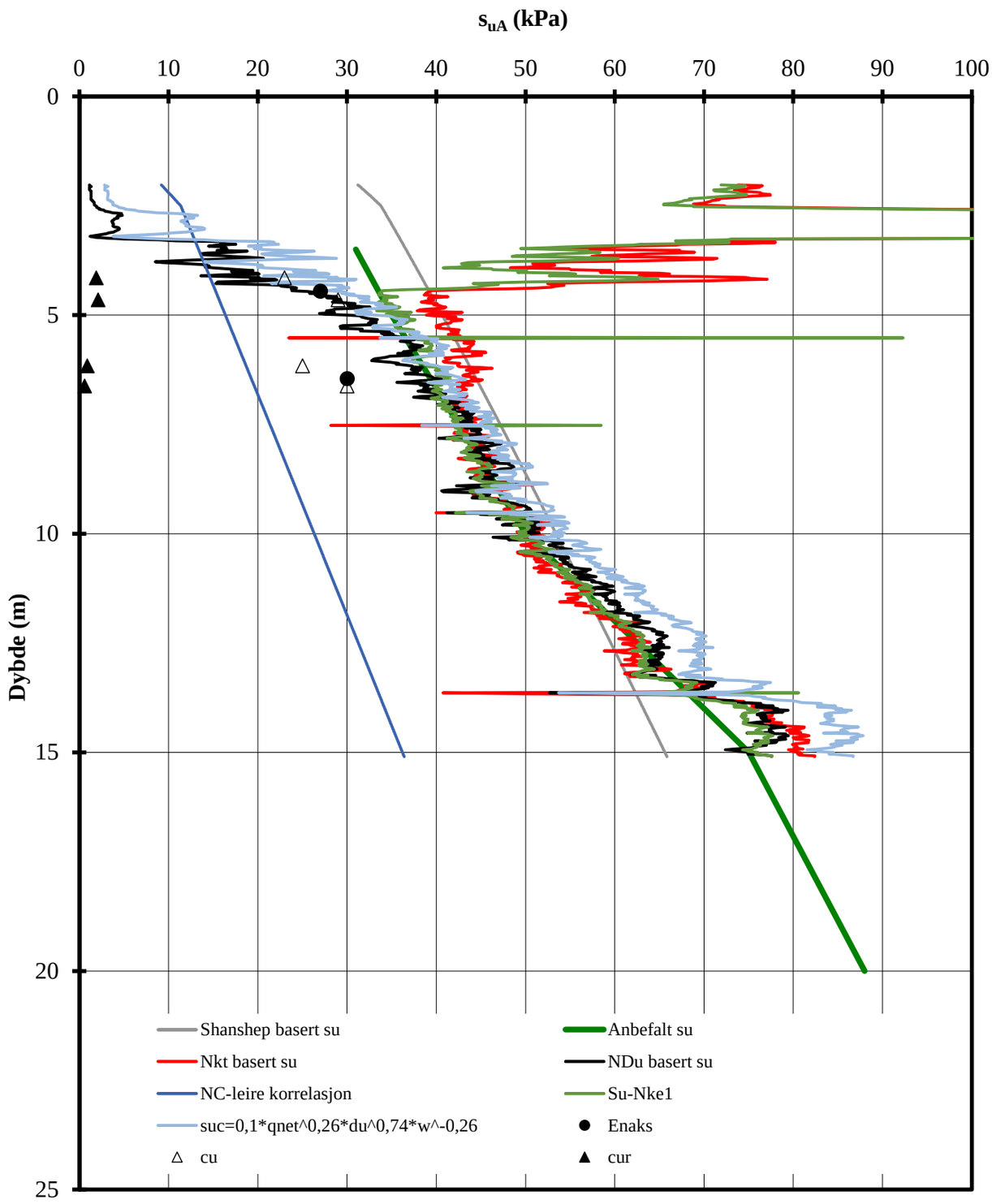
#VALUE!

Faresone utretning 2389 Jernbanegata	Rapport nr. 20200050	Figur nr. C12
Aktiv skjærstyrke basert på CPTU-sondering .	Tegner Tle	Dato 26.05.2020
Borhull 4	Kontrollert RMo	NGI
	Godkient Rmo	



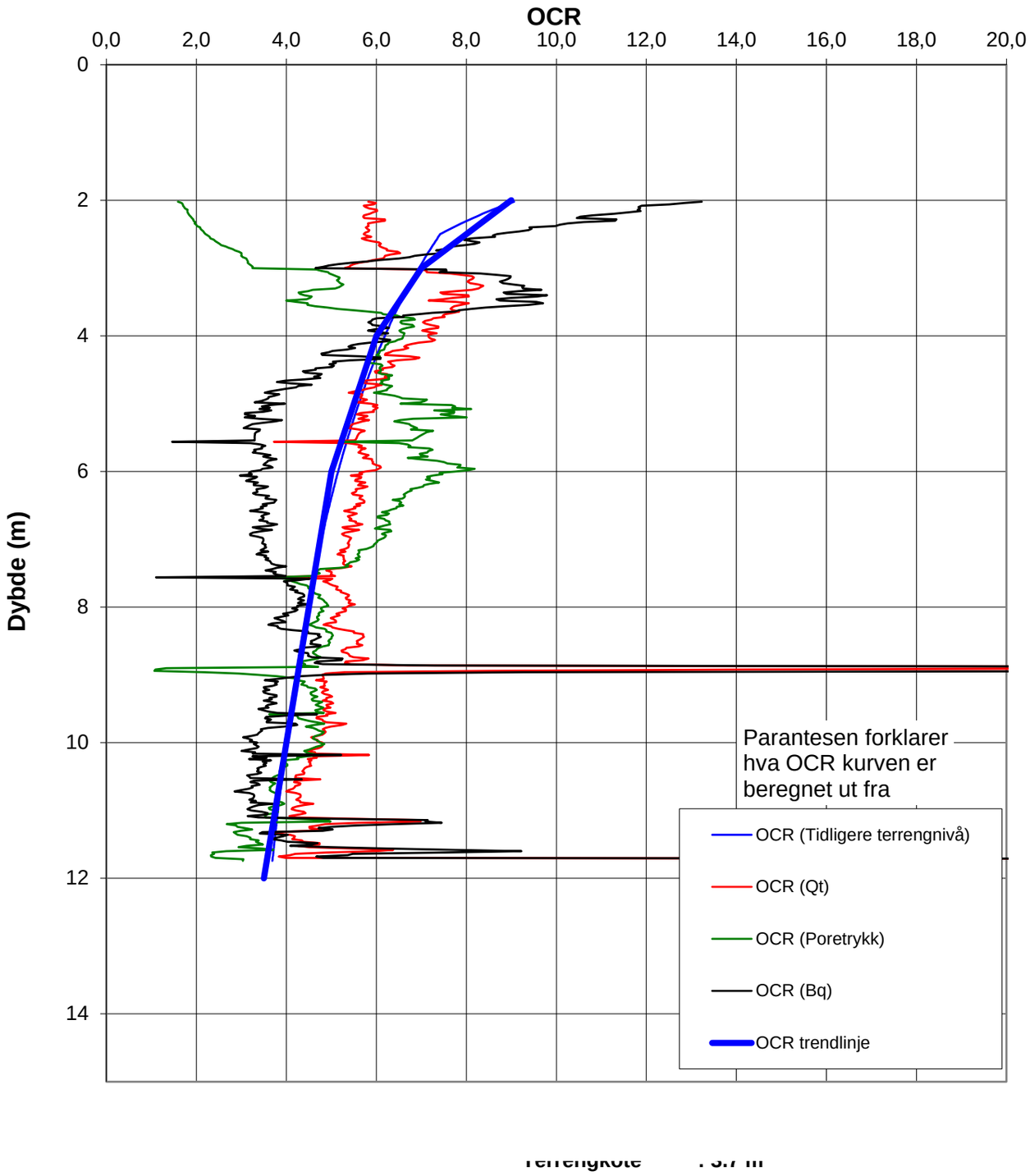
Terrengkote : 3,1 m

Faresone utretning 2389 Jernbanegata	Rapport nr. 20200050	Figur nr. C13
OCR basert på CPTU-sondering	Tegner Tle	Dato 27.05.2020
Borhull 6	Kontrollert RMo	NGI
	Godkjent RMo	

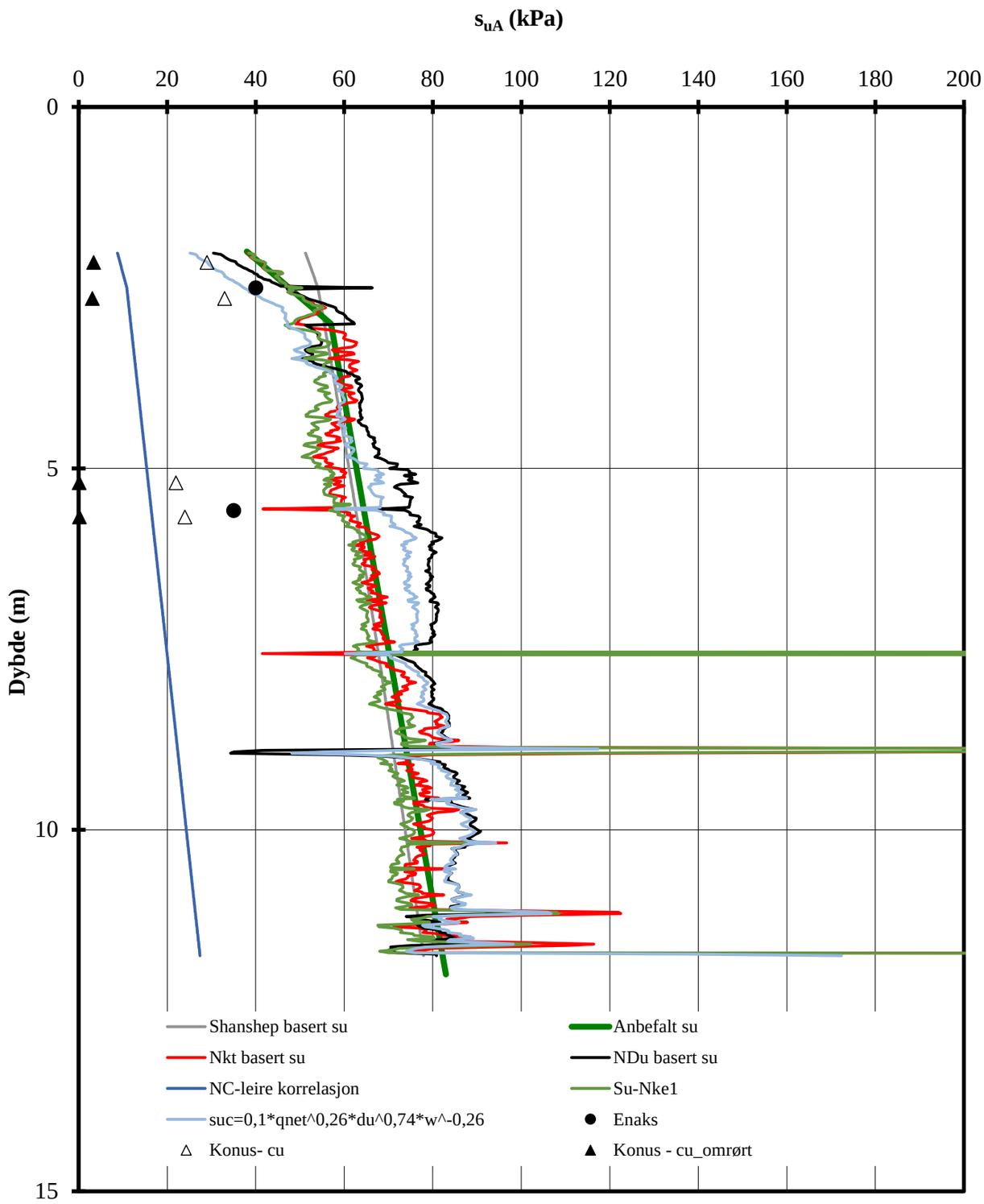


Terrengkote : 3.1 m

Faresone utretning 2389 Jernbanegata	Rapport nr. 20200050	Figur nr. C14
Aktiv skjærstyrke basert på CPTU-sondering og shanshep.	Tegner Tle	Dato 27.05.2020
Borhull 6	Kontrollert Rmo	NGI
	Godkient RMo	

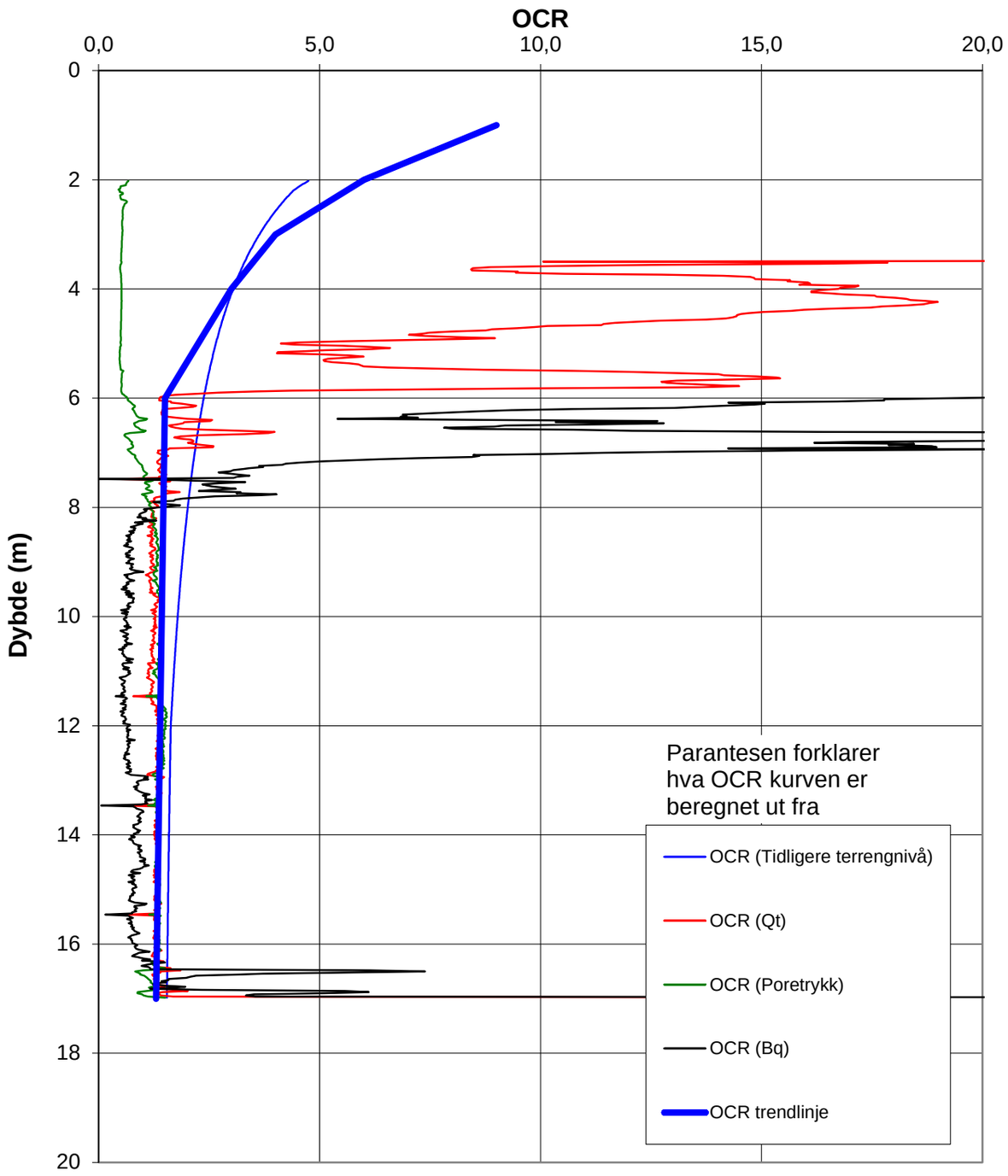


Faresone utretning 2389 Jernbanegata	Rapport nr. 20200050	Figur nr. C15
OCR basert på CPTU-sondering	Tegner Tle	Dato 27.05.2020
Borhull 7	Kontrollert RMo	NGI
	Godkjent RMo	



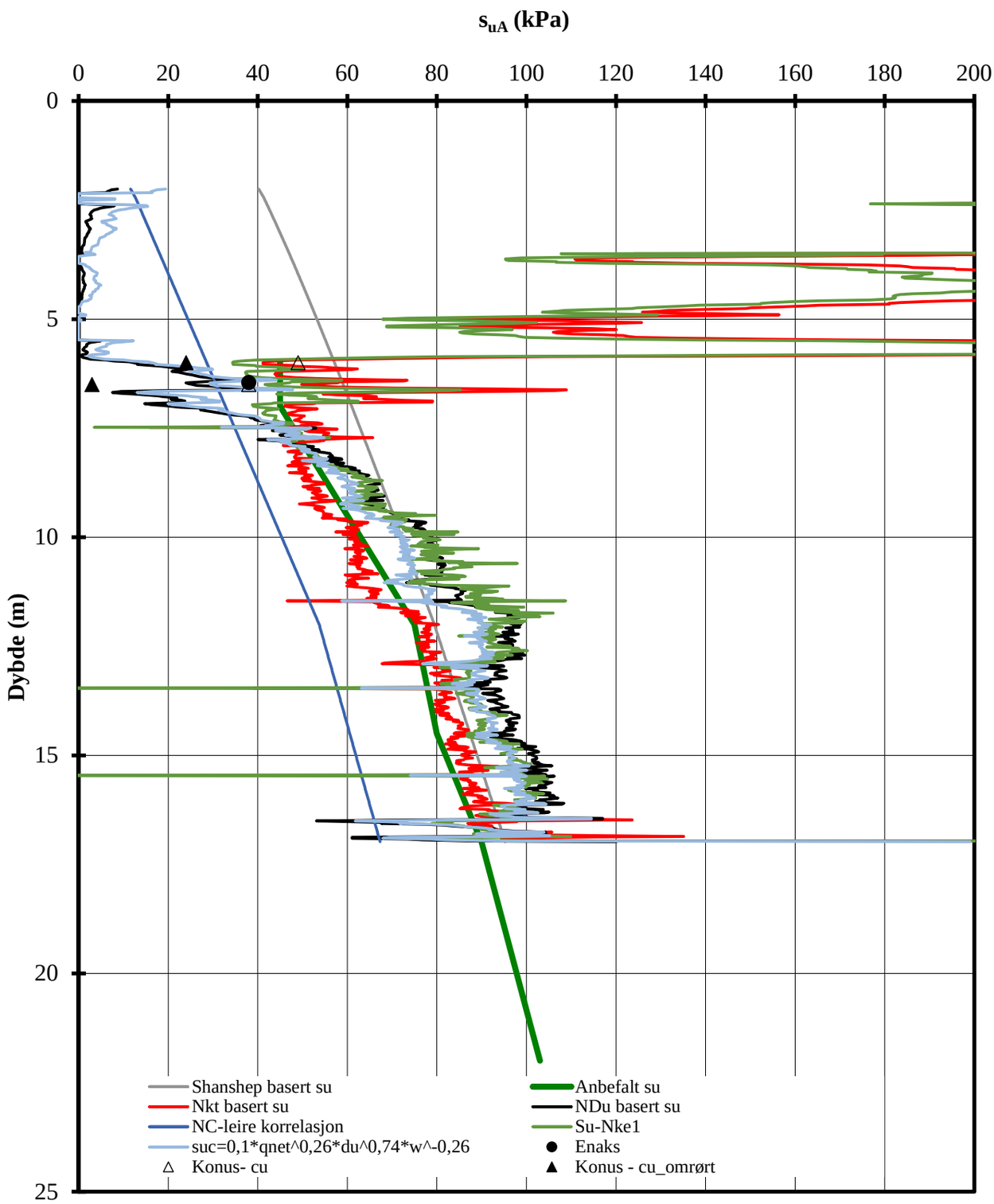
Terrengkote : 3.7 m

Faresone utretning 2389 Jernbanegata	Rapport nr. 20200050	Figur nr. C16
Aktiv skjærstyrke basert på CPTU-sondering og shanshep.	Tegner Tle	Dato 27.05.2020
Borhull 7	Kontrollert Rmo	NGI
	Godkient RMo	



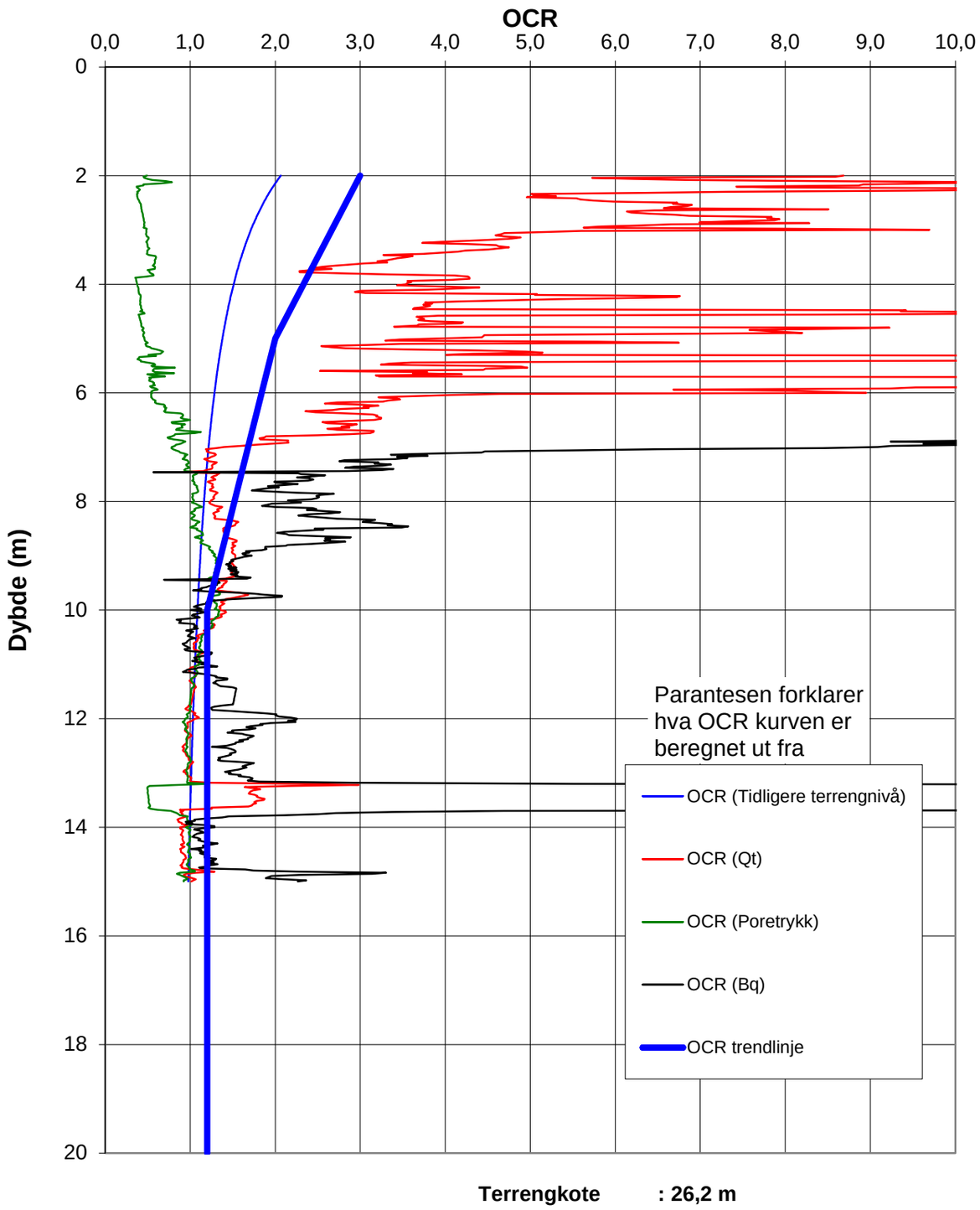
Terrengkote : 10,1 m

Faresone utretning 2389 Jernbanegata	Rapport nr. 20200050	Figur nr. C17
OCR basert på CPTU-sondering	Tegner Tle	Dato 27.05.2020
Borhull 8	Kontrollert RMo	NGI
	Godkjent RMo	

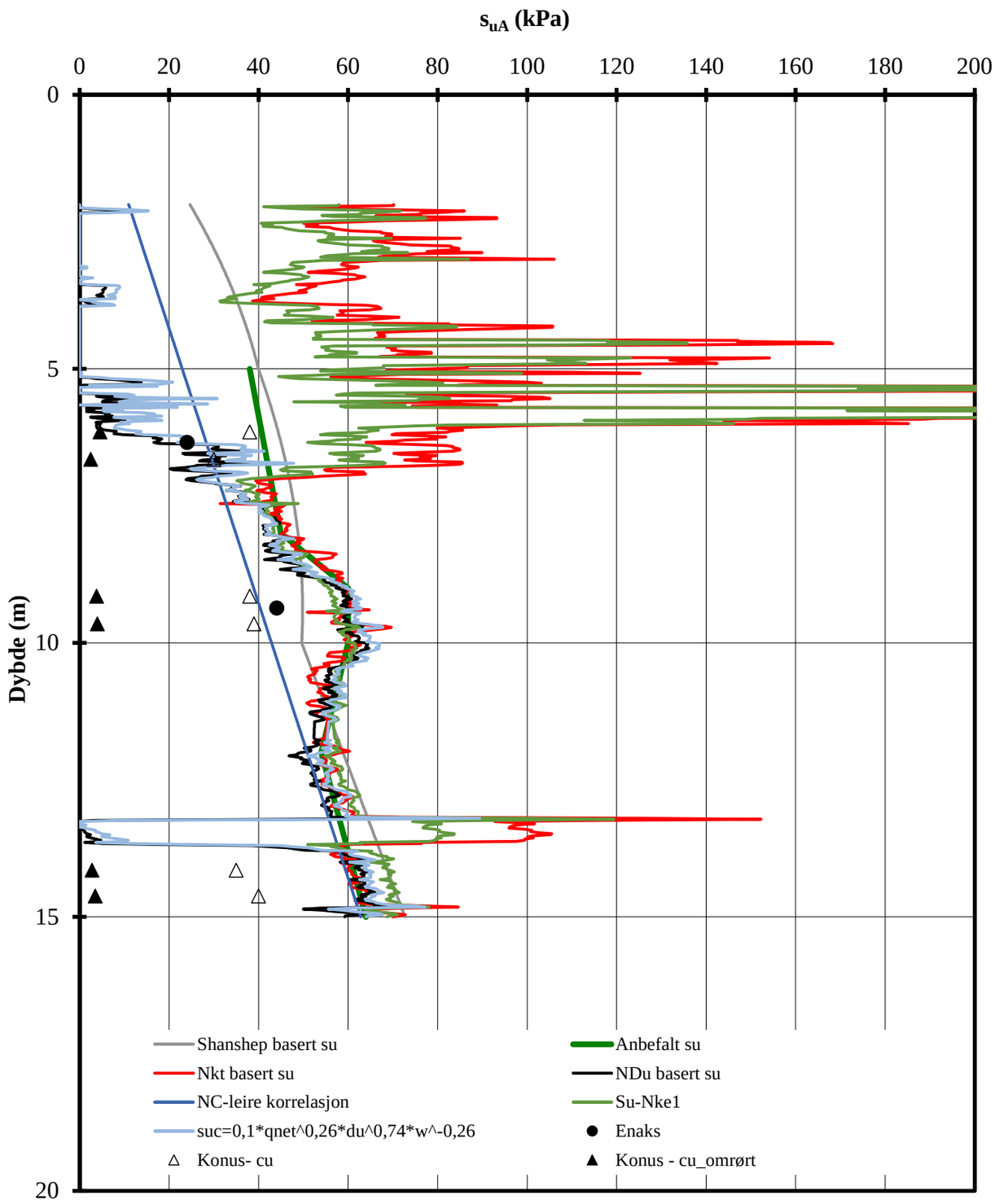


Terrengkote : 10.1 m

Faresone utretning 2389 Jernbanegata	Rapport nr. 20200050	Figur nr. C18
Aktiv skjærstyrke basert på CPTU-sondering og shanshep.	Tegner Tle	Dato 27.05.2020
Borhull 8	Kontrollert Rmo	NGI
	Godkient RMo	

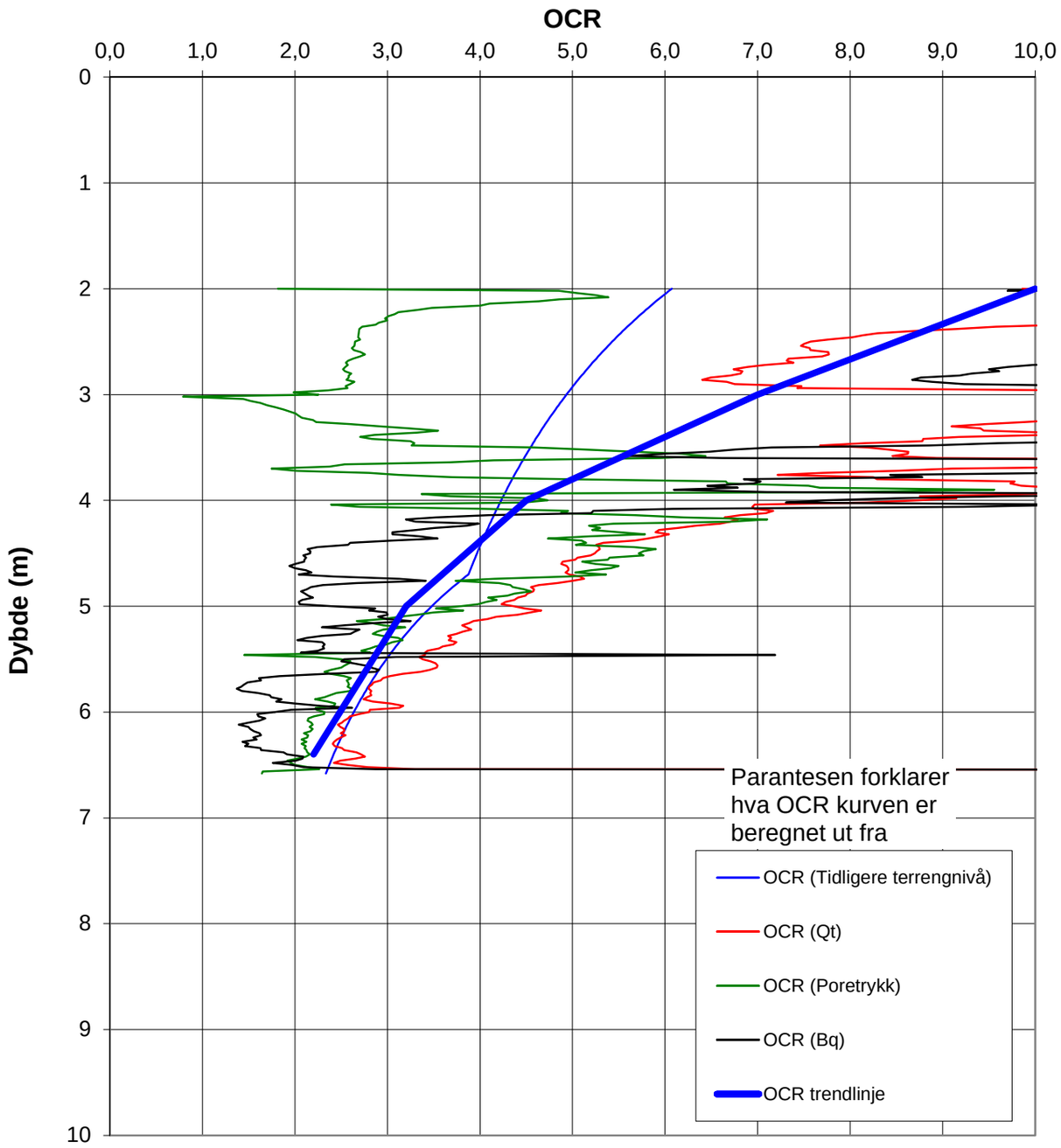


Faresone utretning 2389 Jernbanegata	Rapport nr. 20200050	Figur nr. C19
OCR basert på CPTU-sondering	Tegner Tle	Dato 27.05.2020
Borhull 10	Kontrollert RMo	NGI
	Godkjent RMo	



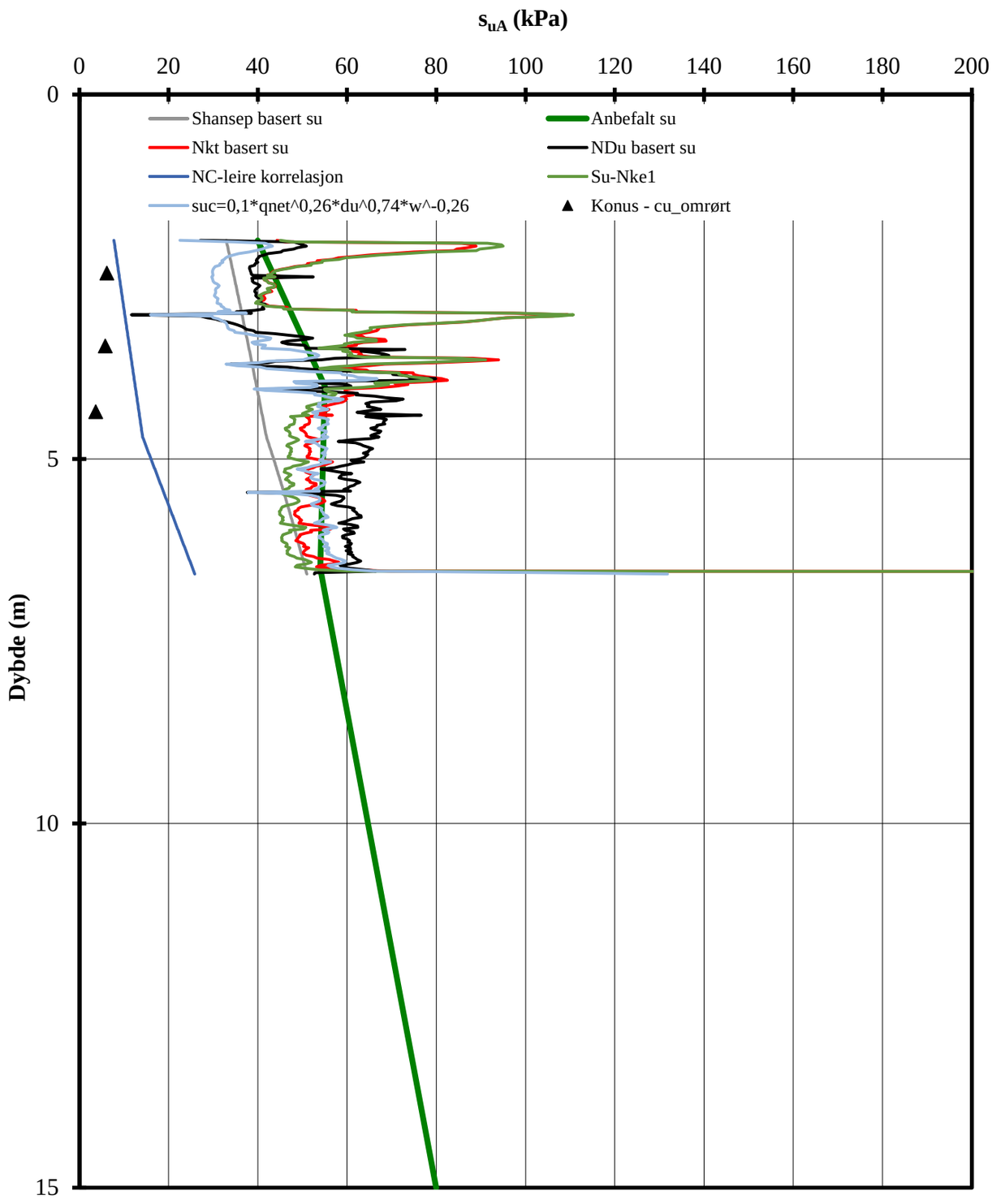
Terrengkote : 26,2 m

Faresone utretning 2389 Jernbanegata	Rapport nr. 20200050	Figur nr. C20
Aktiv skjærstyrke basert på CPTU-sondering og shanshep.	Tegner Tle	Dato 27.05.2020
Borhull 10	Kontrollert Rmo	NGI
	Godkient RMo	



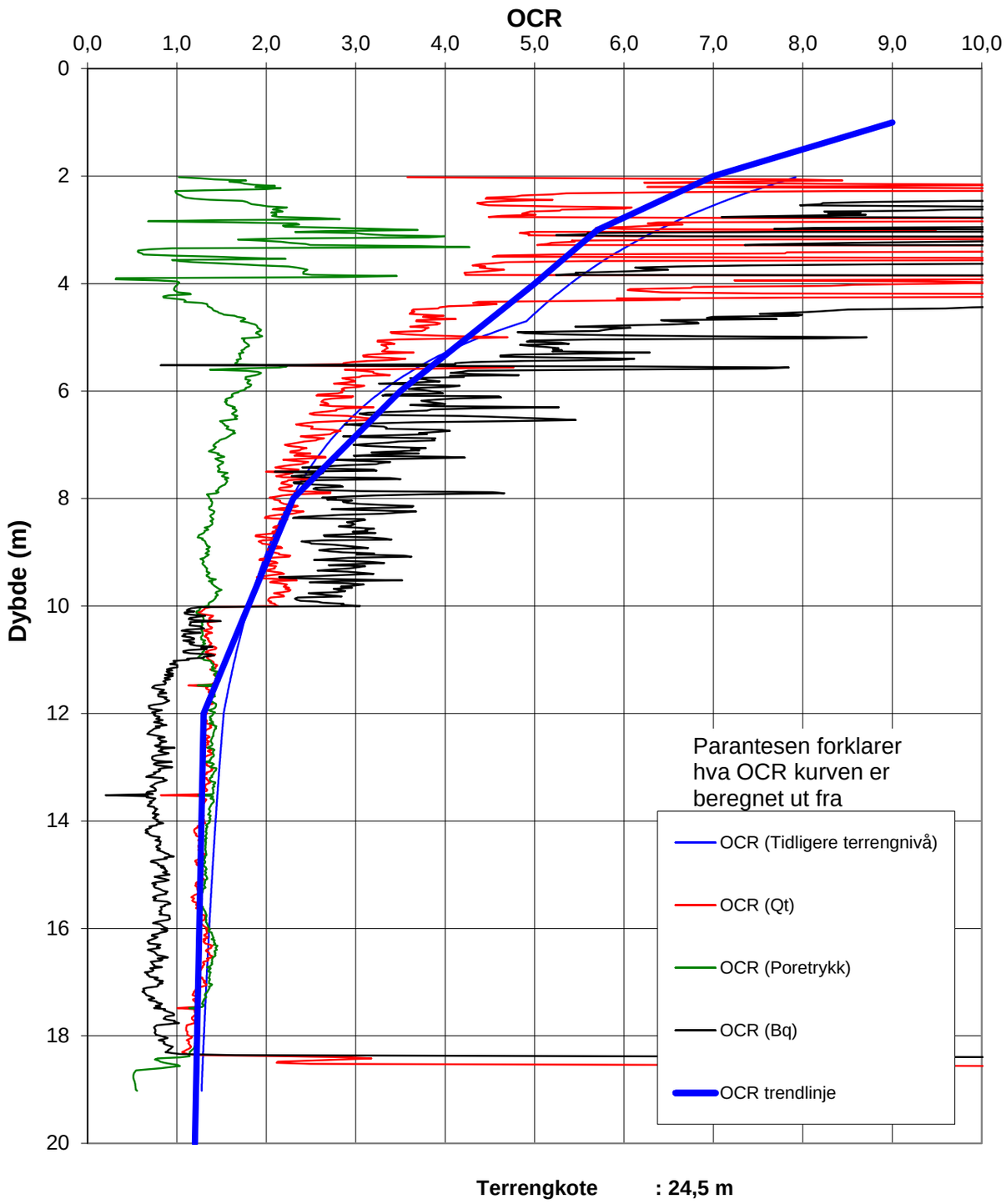
Terrengkote : 25,6 m

Faresone utretning 2389 Jernbanegata	Rapport nr. 20200050	Figur nr. C21
OCR basert på CPTU-sondering	Tegner Tle	Dato 27.05.2020
Borhull 13	Kontrollert RMo	NGI
	Godkjent RMo	



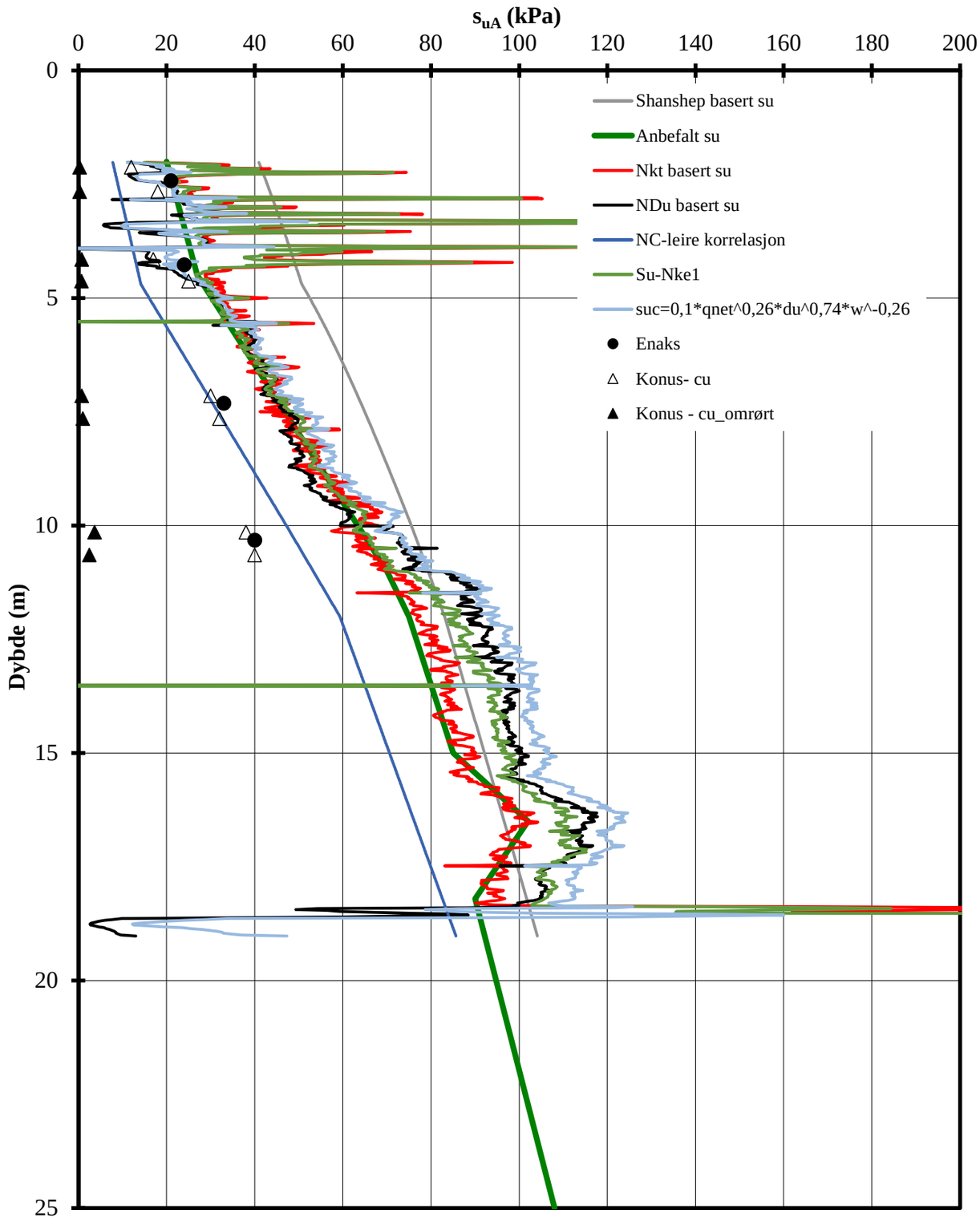
Terrengkote : 25,6 m

Faresone utretning - 2389 Jernbanegata	Rapport nr. 20200050	Figur nr. C22
Aktiv skjærstyrke basert på CPTU-sondering og shanshep.	Tegner Tle	Dato 27.05.2020
Borhull 13	Kontrollert Rmo	NGI
	Godkient RMo	



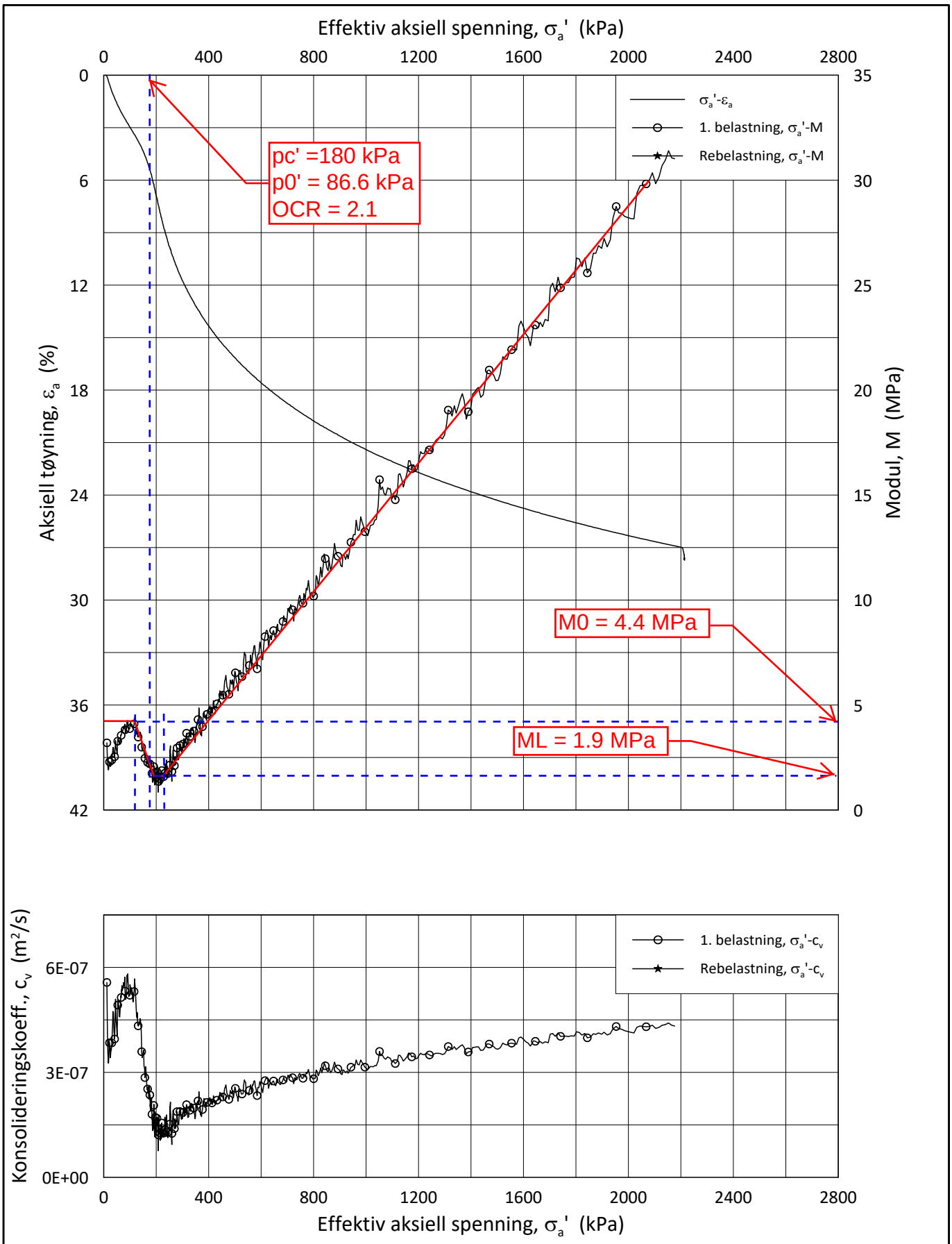
Terrengkote : 24,5 m

Faresone utretning 2389 Jernbanegata	Rapport nr. 20200050	Figur nr. C23
OCR basert på CPTU-sondering	Tegner Tle	Dato 27.05.2020
Borhull 14	Kontrollert RMo	NGI
	Godkjent RMo	



Terrengkote : 24.5 m

Faresone utretning - 2389 Jernbanegata	Rapport nr. 20200050	Figur nr. C24
Aktiv skjærstyrke basert på CPTU-sondering og shanshep.	Tegner Tle	Dato 27.05.2020
Borhull 14	Kontrollert Rmo	NGI
	Godkient RMo	

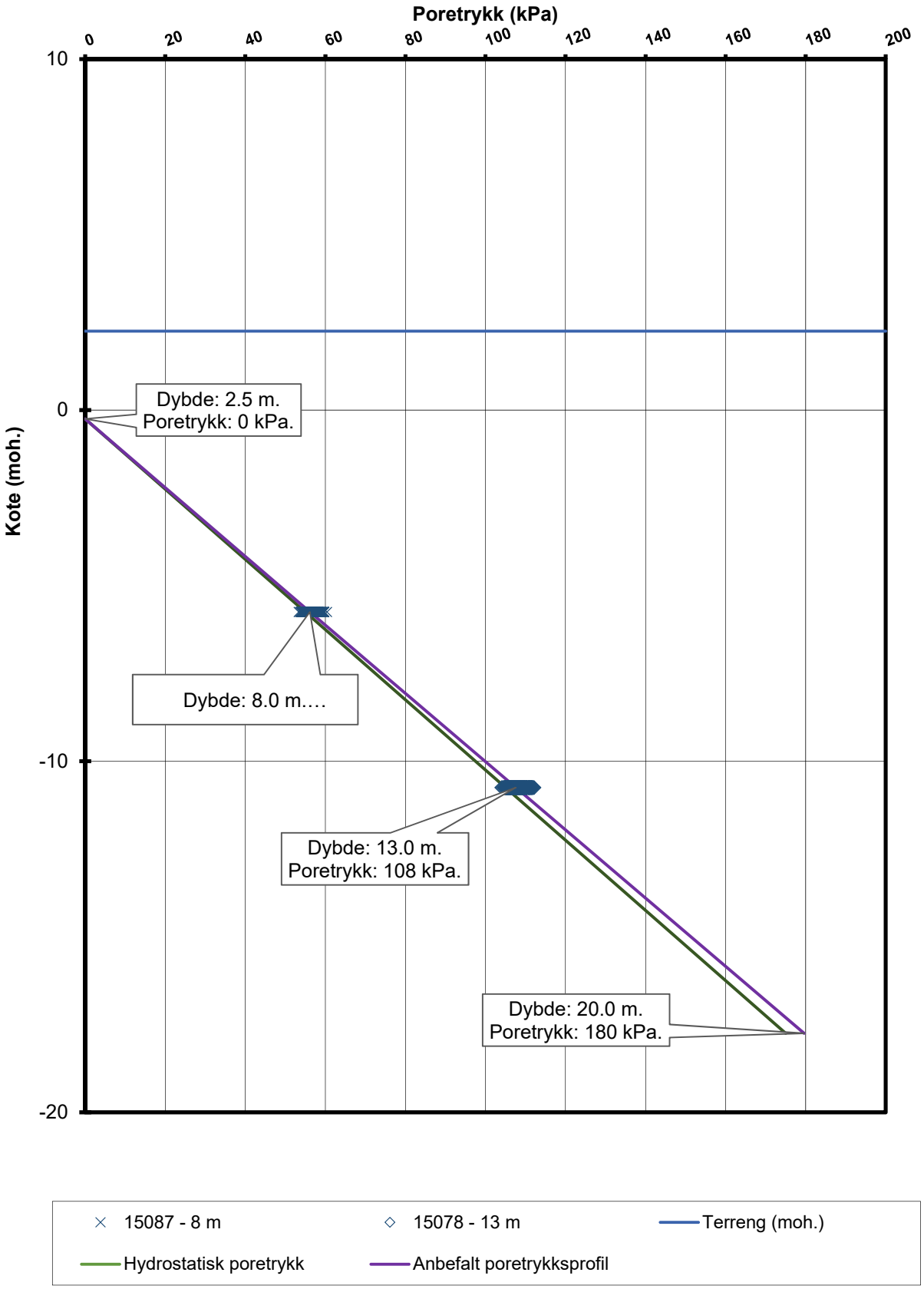


Date/Rev.: 2019-03-07/02

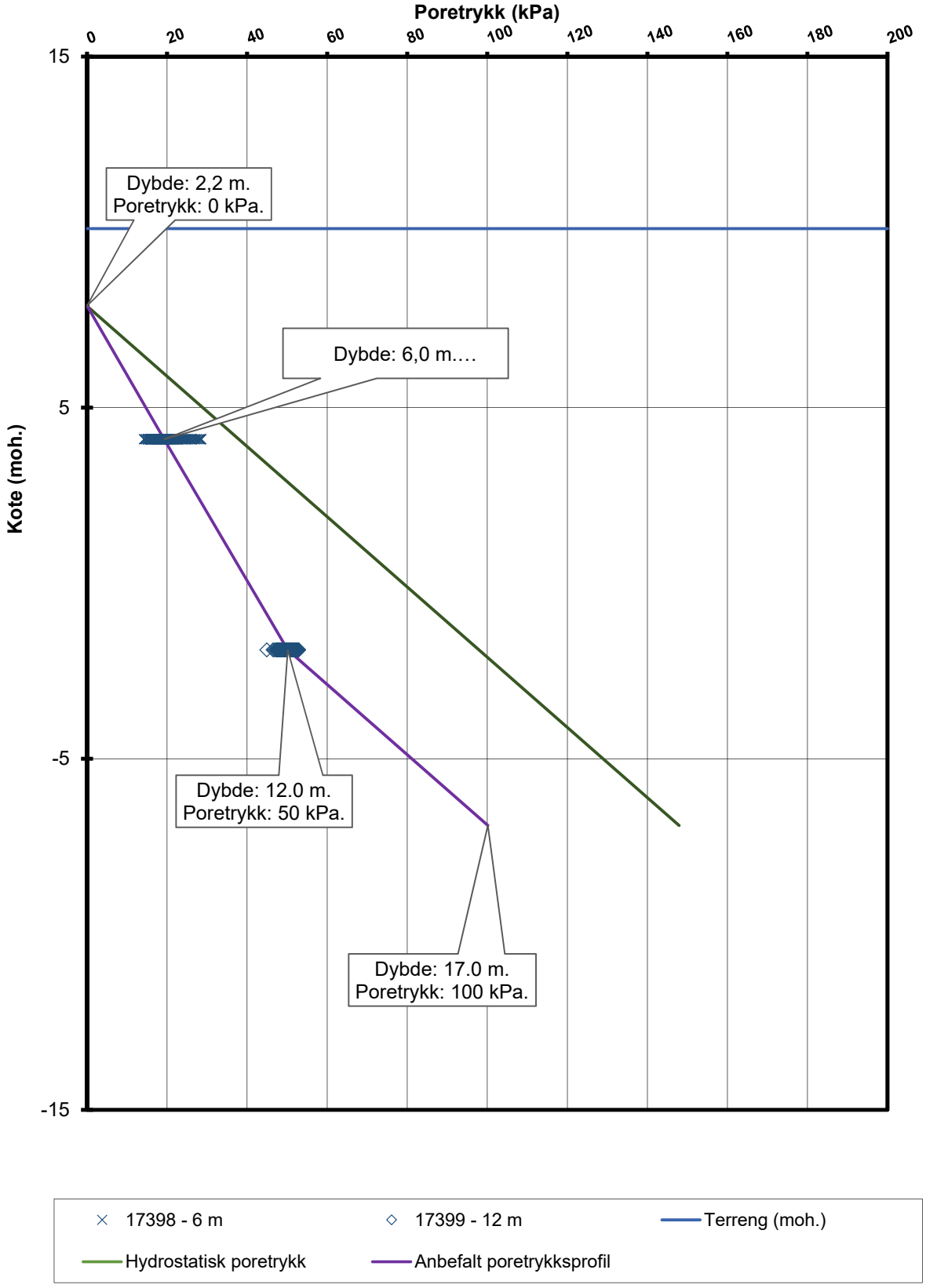
NS 8018:1993

Åndalsnes - gondolbane			Dokument nr. 20190293-01-R
Oedometer test: **CRS**	Borhull: **4**		Figur nr. C25
Sylinder: **5** Del: **A** Test: **1** Lab.: **NGI Oslo**	Dybde = **8.50** m p_0' = **95.0** kPa w_i = **49.7** % γ_i = **17.41** kN/m³	Utført: TLe Kontrolert: Godkjent:	Dato 2019-05-28 Tegnet av/Kontr. JRB FP

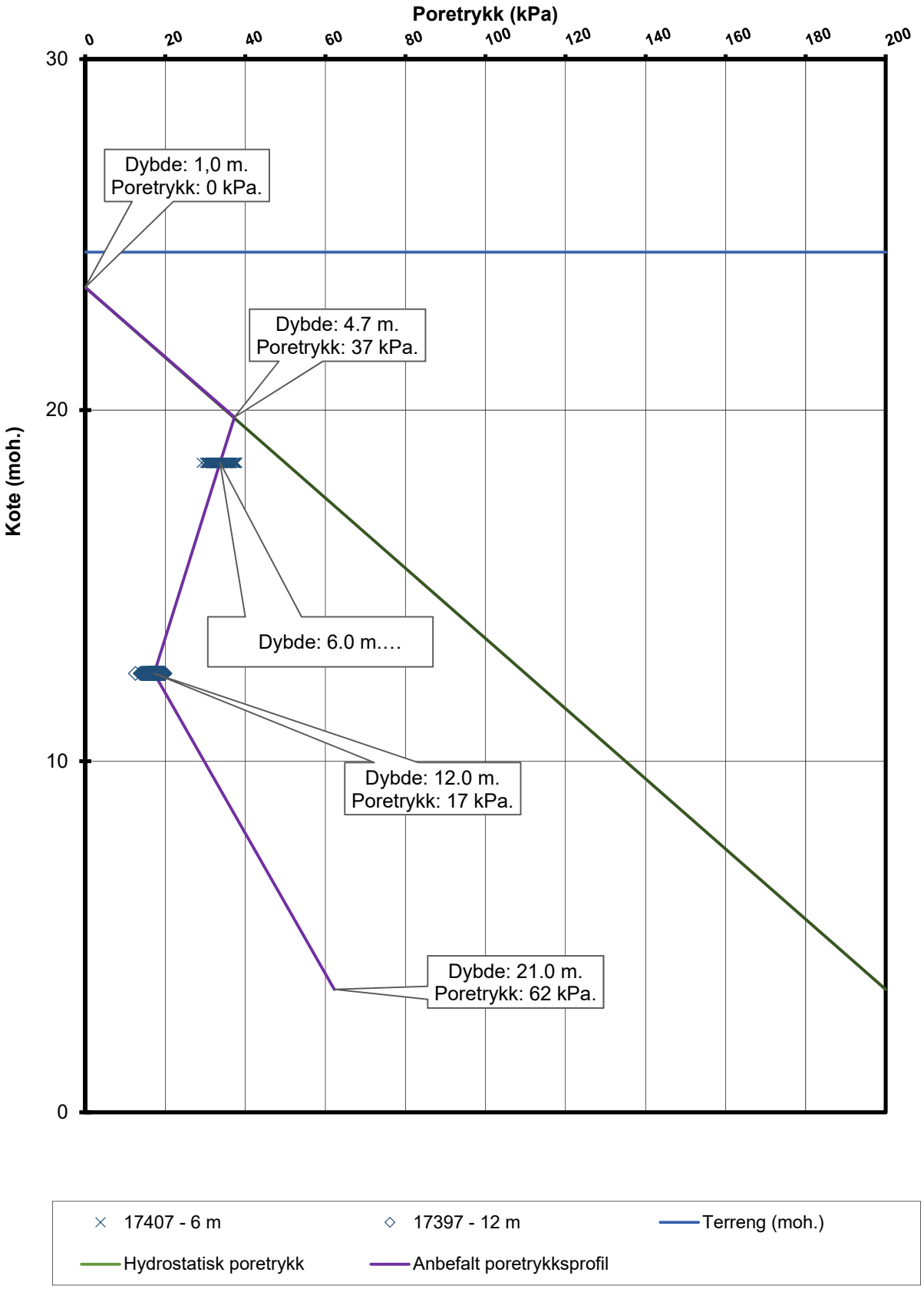
H:\LABDATA\2019\20190293\Oedom\20190293_4_5-A-1_LIN.grf



Åndalsnes - Faresone 2389	Rapport nr. 20200050	Figur nr. C26
Resultater fra elektriske poretrykksmålere (PVT) Borhull: 2 Terrengkote målere: 2.3 moh Dato for installasjon: 2019-05-15	Tegner Tle	Dato 2020-06-10
	Kontrollert Rmo	NGI
	Godkjent RMo	



Åndalsnes - Faresone 2389	Rapport nr. 20200050	Figur nr. C27
Resultater fra elektriske poretrykksmålere (PVT) Borhull: 8 Terrengkote målere: 10.1 moh Dato for installasjon: 2020-01-27	Tegner TLe Kontrollert RMo Godkjent RMo	Dato 2020-05-26 NGI



Åndalsnes - Faresone 2389	Rapport nr. 20200050	Figur nr. C28
Resultater fra elektriske poretrykksmålere (PVT) Borhull: 14 Terrengkote målere: 24.5 moh Dato for installasjon: 2020-01-28	Tegner TLe	Dato 2020-05-26
	Kontrollert Rmo	NGI
	Godkjent RMo	

Tabell C1 Ødometerforsøk, CRS

PRØVE ID			INDEKSPARAMETRE													TOLKEDE PARAMETRE										
Boring nr.	Sylinder del-test	Dybde m	Beskrivelse	wi %	wP %	wL %	**Ip** %	γ_i kN/m3	e0	Leir-innhold %	p0' kPa	e (p0')	**de/e0**	Prøve-kvalitet de/e0	pc' kPa	M0 Mpa	ML Mpa	pr' kPa	m	cv_{OC} m²/s	cv_{NC} m²/s	**OCR**	**M0/ML**	Prøve-kvalitet M0/ML	Figur ref.
4	5-A-1	8,50	Leire	49,7	27,0	59,0	32,0	17,41	1,34	54,9	86,6	1,28	0,047	2	180	4,4	1,9					2,08	2,32	1	D4-1

OPPDRAGSGIVER: Romsdalsgondolen
PROSJEKT: Åndalsnes - grunnundersøkelser og utredning av faresone 2389
PROSJEKTNR.: 20200050

NGI's criteria for sample quality				
OCR	$\Delta e/e_i$			
1-2	<0.04	0.04-0.07	0.07-0.14	>0.14
2-4	<0.03	0.03-0.05	0.05-0.10	>0.10
4-6	<0.02	0.02-0.03	0.035-0.07	>0.07
Quality	1	2	3	4

Table 2. Sample quality assessed on basis of modulus values from oedometer tests.

Sample quality	Ratio $\Delta e/e_0$	Ratio M_0/M_L
Very good to excellent	0–0.04	>2
Good to fair	0.04–0.07	1.5–2
Poor	0.07–0.14	1–1.5
Very poor	>0.14	<1

Vedlegg D

TIDLIGERE NOTAT [4] MED VURDERING
AV SKREDUTLØP MOT
ROMSDALSGONDOLEN

Innhold

D1 Tidligere notat med vurdering av skredutløp [4] 2

D1 Tidligere notat med vurdering av skredutløp [4]

NGI Teknisk notat

Til:	Romsdalsgondolen AS
v/	Oddbjørn Vassli
Kopi til:	Nordplan v/ Oddvin Myklebust
Dato:	2020-02-18
Rev.nr. / Rev.dato:	0 /
Dokumentnr.:	20200050-01-TN
Prosjekt:	Åndalsnes - grunnundersøkelser og utredning av faresone 2389 Jernbanegata
Prosjektleder:	Ragnar Moholdt
Utarbeidet av:	Ragnar Moholdt
Kontrollert av:	Alf Kristian Lund

Vurdering av kvikkleireforekomst og mulighet for skredutløp mot Romsdalsgondolen

Innhold

1	Bakgrunn	2
2	Supplerende grunnundersøkelser	3
3	Utstrekning av kvikkleire	4
4	Estimat av utløpslengde for potensielle skred	5
5	Vurdering	8
6	Konklusjon	9
7	Referanser	9

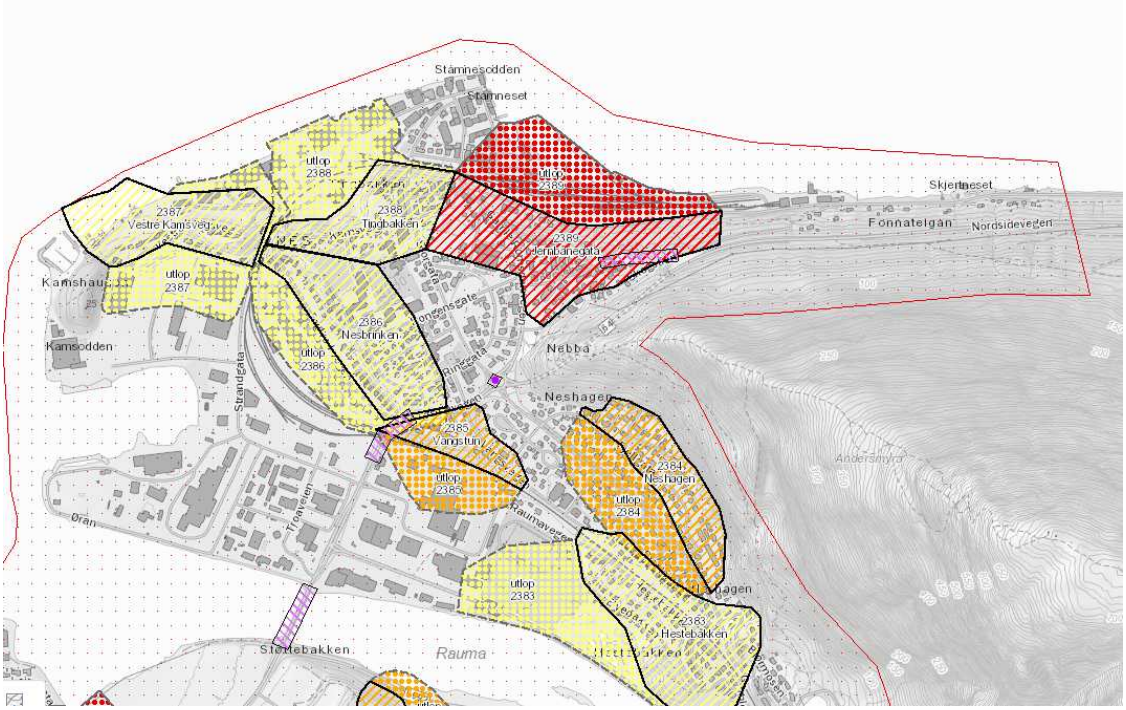
Vedlegg

Vedlegg A	Kart. Borpunkter og profiler. Tolkning av kvikkleire i borpunkter.
Vedlegg B1-B7	Terrengsnitt P1-P7. Utstrekning av kvikkleire (sprøbruddmateriale).
Vedlegg C	Kart. Borpunkter og profiler. Potensielle utløpsområder.

Kontroll- og referanseside

1 Bakgrunn

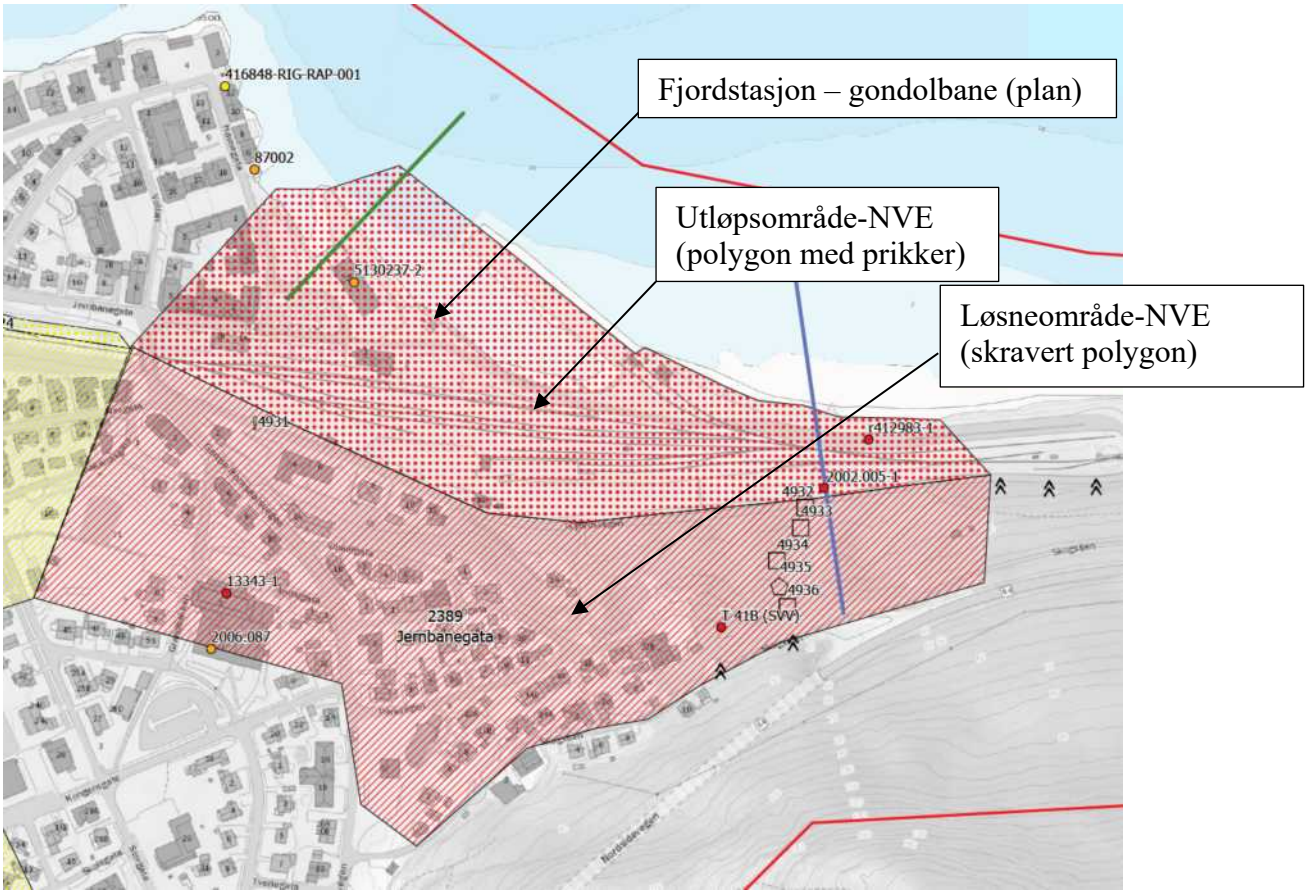
NVE publiserte i desember 2019 nye kvikkleirekart for Rauma [1]. De nye kvikkleirekartene angir faresoner med potensiell fare for kvikkleireskred basert på en oversiktskartlegging. Tidligere grunnundersøkelsesrapporter ligger til grunn for kartleggingen. I tillegg er det utført spredte grunnboringer innenfor noen av faresonene. Kvikkleirekartene indikerer at bla. deler av Åndalsnes sentrum ligger innenfor ulike faresoner, se Figur 1.



Figur 1 Oversiktskart som viser områder med potensiell fare for kvikkleireskred (rødt, gult og oransje). De enkelte kvikkleiresone består et løsneområde (skravur) og et utløpsområde (prikker). Fargene angir antatt faregrad (rød=høy, oransje=middels og gul=lav).

Ved planlegging av nye byggetiltak innenfor faresonene må det dokumenteres akseptabel sikkerhet mot skred etter Byggeteknisk forskrift (TEK 17 §7-3). NVE veileder 7/2014 gir anvisning for hvordan akseptabel sikkerhet skal dokumenteres. Dokumentasjonskravene har ikke tilbakevirkende kraft med tanke på eksisterende bebyggelse. For nye tiltak er dokumentasjonskravene avhengig av tiltakskategori (K0-K4), dvs. at det er strengere krav for å bygge f.eks. en skole (K4) enn det er for å bygge eksempelvis en garasje (K0).

Fjordstasjonen til Romsdalsgondolen ligger innenfor utløpsområdet for skred i kartlagt faresone 2389 Jernbanegata, se Figur 2. Fjordstasjonen kommer i tiltaksklasse K4, dvs. at de strengeste dokumentasjonskravene gjelder. Området ved Fjordstasjonen kan iht. NVEs kart potensielt bli oversvømt av skredmasser fra løsneområdet som ligger i høyereliggende terreng lenger mot sør.



Figur 2 Kart fra referanse [2] som viser plassering av borepunktene som ligger til grunn for opptegning av faresone 2389 Jernbanegata (røde og oransje punkter + firkanter). Sentralt i løsneområdet ligger Grandgata, Gamle Romsdalsvegen, Parkvegen, Risengata og Vinkelgata. Utløpsområdet dekker jernbanestasjonen og områdene rundt Tindesenteret og NATO-kaia.

Foreliggende notat inneholder en vurdering av om det kan være reell fare for skredutløp så langt som til fjordstasjonen. Vurderingen er basert på supplerende grunnundersøkelser i 15 borpunkter og tolkning av kvikkleireforekomst i det kartlagte løsneområdet. En helhetlig utredning av faresonen kommer i en senere rapport. Denne utredningen vil omfatte beregninger og vurdering av stabilitetsforhold, faregrad og behov for tiltak.

2 Supplerende grunnundersøkelser

Det fremgår av Figur 2 at kartlagt faresone dekker et stort areal og at grunnlaget er et fåtall boringer. I NVEs oversiktskartlegging er det antatt sammenhengende kvikkleire mellom borpunktene i hele løsneområdet (konservativ tilnærming). Når avstanden mellom borpunktene er stor, er det også usikkert om forekomsten av kvikkleire er sammenhengende (vanlig usikkerhet ifm. oversiktskartlegging). Utbredelsen av kvikkleire i løsneområdet er det som betyr mest for hvor stort utløpsområdet blir.

NGI har på oppdrag fra Romdalsgondolen AS utført detaljerte grunnundersøkelser innenfor faresone 2389 Jernbanegata. Resultatene fra grunnundersøkelsene er presentert i referanse [3]. Tidligere grunnundersøkelser har vist at det ikke er kvikkleire, men bløt leire ved Fjordstasjonen. De supplerende boringene (15 stk.) er derfor konsentrert i løsneområdet som er avmerket på NVEs kart. Grunnundersøkelsene er planlagt med tanke på at det skal utføres en detaljert utredning av faresonen etter NVE 7/2014, [4].

3 Utstrekning av kvikkleire

Figur 3 viser de nye boringene og tidligere boringer. Kartet er vist i stor målestokk i vedlegg A (bedre å se). Terrengsnitt som viser forholdene nede i grunnen er vist i vedlegg B1-B7.

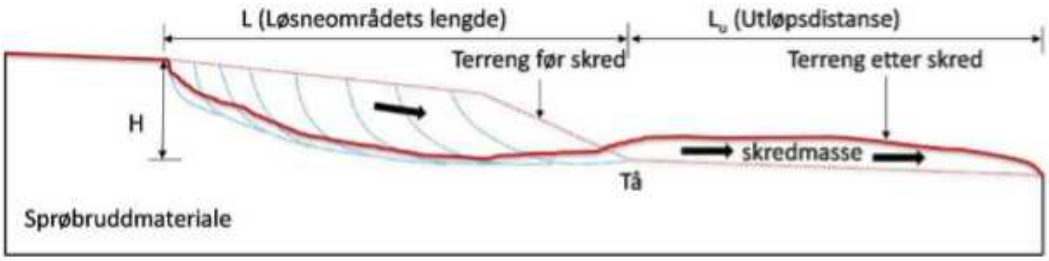
Figur 3 Plan detaljerte grunnundersøkelser. Fargekode boringer: Grønt – ikke kvikkleire, gult - mulig kvikkleire, oransje – antatt kvikkleire og rødt – påvist kvikkleire (prøver)

Forekomst av kvikkleire er indikert med fargekode på Figur 3 / vedlegg A. Rødt betyr at kvikkleire er påvist ved prøvetaking. Oransje boringer er antatt kvikkleire basert på tolkning av sonderingskurvene (avtagende bormotstand i leire). Gul er mulig kvikkleire tolket fra sonderingene (usikker tolkning). Grønn fargekode angir at det ikke er kvikkleire (antatt / påvist). Etter NVE 7/2014 skal "sprøbruddmaterialer" behandles på samme måte som kvikkleire. Med "sprøbruddmateriale menes leire som ikke blir fullt så flytende som kvikkleire (c_{uo}<2 kPa, kvikkleire har c_{uo}<0,5 kPa). For enkelhets skyld omtales begge deler som kvikkleire i dette notatet. På snittene P1-P7 i vedlegg B er tolket / påvist kvikkleire markert med skravur.

Utførte boringer indikerer kvikkleire i et flertall av borpunktene (10 av 15 supplerende boringer). Boringene som ikke indikerer kvikkleire ligger langs Parkveien (boring 10-13). Ved planlagt borpunkt 12 lengst sør viste det seg å være berg. Sør for Parkveien stiger både terrenget og bergnivået bratt og grunnforholdene er etter alt å dømme bedre. Borpunkt 17 ved Sakariasgata indikerer heller ikke kvikkleire. Boringen indikerer sand til stor dybde. Det er også sand til relativt stor dybde langs det meste av skråningen ut mot jernbanen. "Mulig kvikkleire" ligger dypt (punkt M15, M16, 15 og 16). Mot sør og øst blir sandlaget tynnere og leiren / kvikkleiren ligger grunnere. I øst (punkt 6-11) er det leire og relativt bratt ut mot jernbanen. Her er det påvist kvikkleire i foten av skråningen (punkt 6 og 7). Boring 8 og 9 indikerer kvikkleire, mens prøver i punkt 10 viser at leira ikke er kvikk der. Boring 11 er nokså lik 10, og det antas ikke kvikkleire. Boringene tyder på at området rundt boring 9 er ugunstigst med tanke på kvikkleire. Vestover ser det bedre ut. Området lengst øst har ikke utløpsretning mot fjordstasjonen.

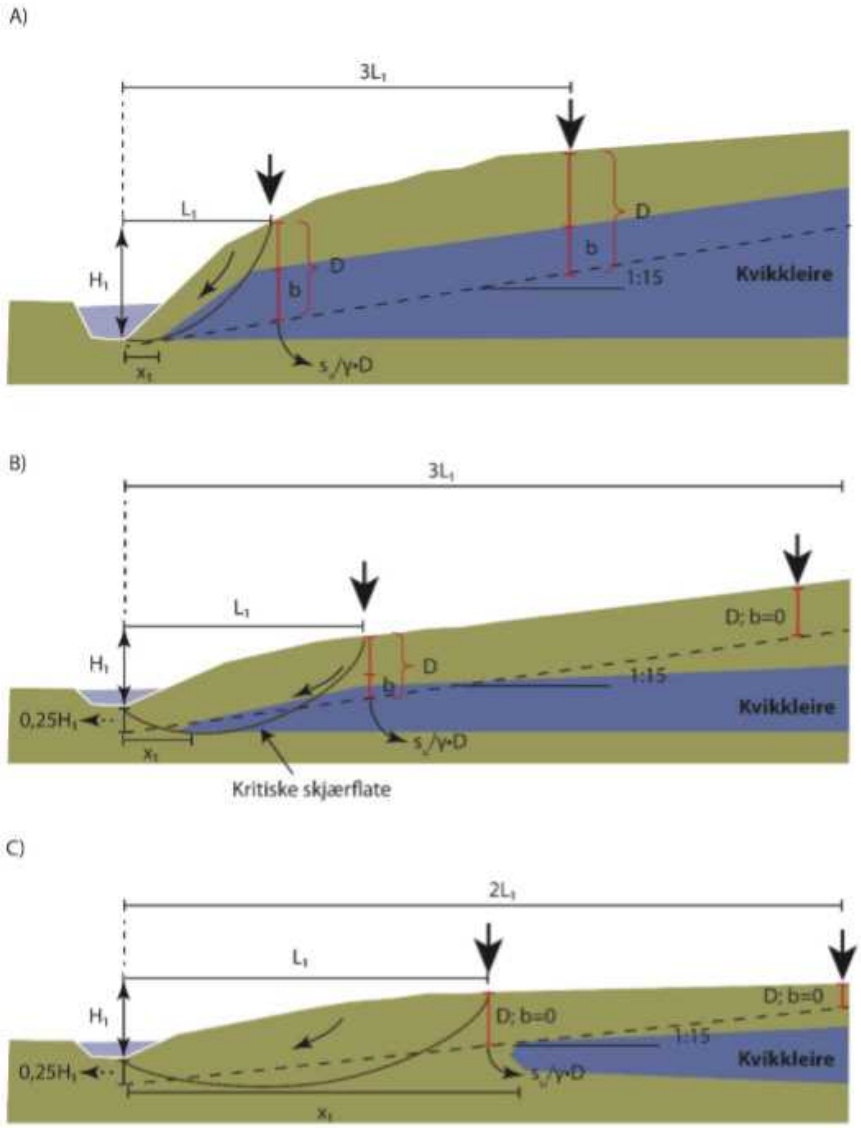
4 Estimat av utløpslengde for potensielle skred

NIFS 14/2016, ref. [5], beskriver en metode for vurdering av løsne- og utløpsområder for områdeskred. Figur 4 viser en prinsippskisse av løsne- og utløpsområdet.



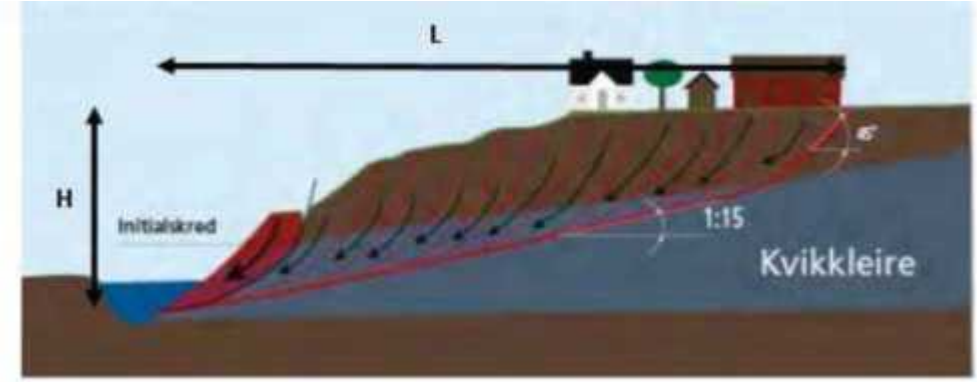
Figur 4 Løsne- og utløpsområde etter [5]

Størrelsen av løsneområder er i første rekke avhengig mektigheten av kvikkleire og hvor den ligger i skråningen, jf. Figur 5.



Figur 5 Prinsippskisse – utbredelsen av skred avhenger av kvikkleiras tykkelse og beliggenhet i skråningen. Skisse A) illustrerer forhold som gir store kvikkleireskred (lengde= 15xskråningshøyden), skisse B) gir middels store kvikkleireskred (lengde=10xskråningshøyden) og C) mindre kvikkleireskred (lengde=5xskråningshøyden)

Forskning som er gjort på historiske kvikkleireskred viser at skred som utvikler seg opp-over i terrenget gjennom en serie av skalkskred får lengst utløp ("retrogressive skred", jf. Figur 6). En forutsetning for å få retrogressive skred er at en stor andel av jordvolumet består av kvikkleire (> 40% over kritisk glideflate). Videre må de omrørte skredmassene bli så flytende at de renner unna (omrørt fasthet < 1kPa). Skredkanten får da ingen støtte i foten, og skredprosessen kan utvikle seg videre. Utløpslengden regnes å kunne bli 3 ganger lengden av løsneområdet i kanaliserende terreng (langs raviner etc.). I åpent terr-eng strømmer ikke skredmassene så langt og forholdstallet settes lik 1,5.



Figur 6 Prinsippskisse av bakovergripende skalkskred (retrogressivt skred)

Flak- og rotasjonskred opptrer når tykkelsen av kvikkleire er mindre og i tilfeller der skredmassene ikke blir like omrørt. Jordvolumet beveger seg da som et sammenhengende legeme. Typisk for rotasjonsskred er at terrenget synker ned på toppen av skråningene, og at terrenget presses opp ved skråningsfot. Omrøringsenergien er ikke stor nok til at skredgropa får tømt seg, og skredmassene vil i større grad demme opp for videre skredutvikling. Utløpslengden regnes da å kunne bli opptil halvparten av løsneområdets lengde.

For vurdering av utløpsområdet mot fjordstasjonen er alle boringene tolket mht. kvikkleireforekomst og mektighet. Tolket kvikkleire er så lagt inn på 7 opptegnede snitt gjennom terrenget på ulike steder i kvikkleiresonen. Plassering av terrengsnitt er vist på kart i vedlegg A og terrengsnittene er vist i vedlegg B. Maksimal lengde av potensielt løsne- og utløpsområde er estimert etter kriteriene over og oppsummert i Tabell 1.

Tabell 1 Estimert maksimal lengde av potensielle skredutløp, terrengsnitt P1-P7 (jf. vedlegg B og C)

Terreng-snitt nr.	Representativt snitt (Figur 5)	Skråning-shøyde [m]	Lengde løsneområde - L [m]	Lengde utløpsområde - Lu [m]	Avstand fjord-stasjon [m]
P1*	-	-	-	-	-
P2	C	20	5x20=100	0,5x100 = 50	100
P3**	B	20	110**	0,5x110 = 55	160
P4	C	20	5x20=100	0,5x100 = 50	> 100
P5**	B	23	90**	0,5x90 = 45	160
P6**	B	20-25	70**	0,5x70 = 35	220
P7***	B	20	50**	0,5x50 = 25	300

*Kvikkleireskred anses ikke som relevant i dette snittet pga. mektige sandavsetninger.
**Potensielt løsneområde begrenset av utstrekning av kvikkleire
***Ikke utløp mot fjordstasjonen. Profil P7 er tatt inn fra NVE rapport 73/2019, ref. [2].

5 Vurdering

Potensialet for skredutløp mot fjordstasjonen er vurdert under forutsetning om at det kan være dårlige stabilitetsforhold i kvikkleiresone 2389 Jernbanegata. Stabilitetsforholdene blir nærmere undersøkt og dokumentert i en senere rapport. Hittil er det kun utført innledende beregninger for å se hvor kritiske glideflater ligger i skråningene.

Det er utført 15 nye boringer i og på toppen av skråningene sør for Åndalsnes stasjon.

Boringene viser at det ligger en sandavsetning over leiravsetningen. Sandavsetningen er mektig vest for Gamle Romsdalsvegen og østover nesten fram til krysset mellom Vinkelgata og Risengata (snitt P1, P2 og P4). Her er det ca. 20 meter sand over leire på toppen av skråningen. I foten av skråningen er det ca. 10 m overdekning av sand over leire. Sonderingene tyder på at leira kan være kvikk. Sørover blir sandlaget tynnere og boringene viser leire helt opp mot terrengoverflata like sør for kulturhuset. Her er det tatt prøver som viser kvikkleire. Den mektige sandavsetningen vil imidlertid stenge for kvikkleira så den ikke får utløp mot fjordstasjonen. Erfaringsdata fra tidligere skredhendelser tilsier at det ikke vil kunne gå skred med utløp så langt som til fjordstasjonen under slike forhold.

Østover fra krysset mellom Vinkelgata og Parkveien blir sandlaget tynnere og leira ligger høyere i skråningen. Sonderingene i punkt 8 og 9 indikerer at det er leire og kvikkleire under ca. 5-6 meter med sand (se snitt P3). Det er tatt prøver i foten av skråningen som viser kvikkleire ca. 5 meter under terreng (pkt. 6 og 7). Mektigheten av kvikkleire på toppen av skråningen (punkt 9) tilsier at et potensielt skred vil bli av typen flak- eller rotasjonsskred (<40% kvikkleire). Erfaringsdata tilsier at flak- og rotasjonsskred ikke vil kunne få utløp så langt som til fjordstasjonen. Utløpsretningen er heller ikke direkte mot fjordstasjonen, men mer i nordøstlig retning. Dessuten tyder de nærliggende boringene (punkt 10-13) på at området med kvikkleire har begrenset utstrekning. I punkt 10 er det tatt prøver som viser leire, men ikke kvikkleire.

I skråningen mellom Isfjordsvegen og østre del av Parkvegen har kvikkleirelaget for liten utstrekning til at et potensielt skred kan få utløp helt fram til fjordstasjonen (se snitt P5). Dette gjelder også videre østover (snitt P6 og P7) hvor utløpsretningen heller ikke er i retning mot fjordstasjonen.

6 Konklusjon

Supplerende grunnundersøkelser i 15 borpunkter viser at forekomsten av kvikkleire i skråningen sør for jernbanestasjonen på Åndalsnes er mer begrenset enn antatt i NVEs oversiktskartlegging. Erfaringsdata fra tidligere skredhendelser tilsier at dybden til kvikkleire er for stor og at mektigheten er for liten til at potensielle skred skal kunne nå frem til fjordstasjonen.

7 Referanser

[1] NVE, NVE Atlas. https://atlas.nve.no/Html5Viewer/index.html?viewer=nveatlas#.

[2] NVE 2019, «Ekstern rapport nr. 73/2019. Oversiktskartlegging av kvikkleire. Risiko for kvikkleireskred i Rauma kommune,» 02.12.2019.

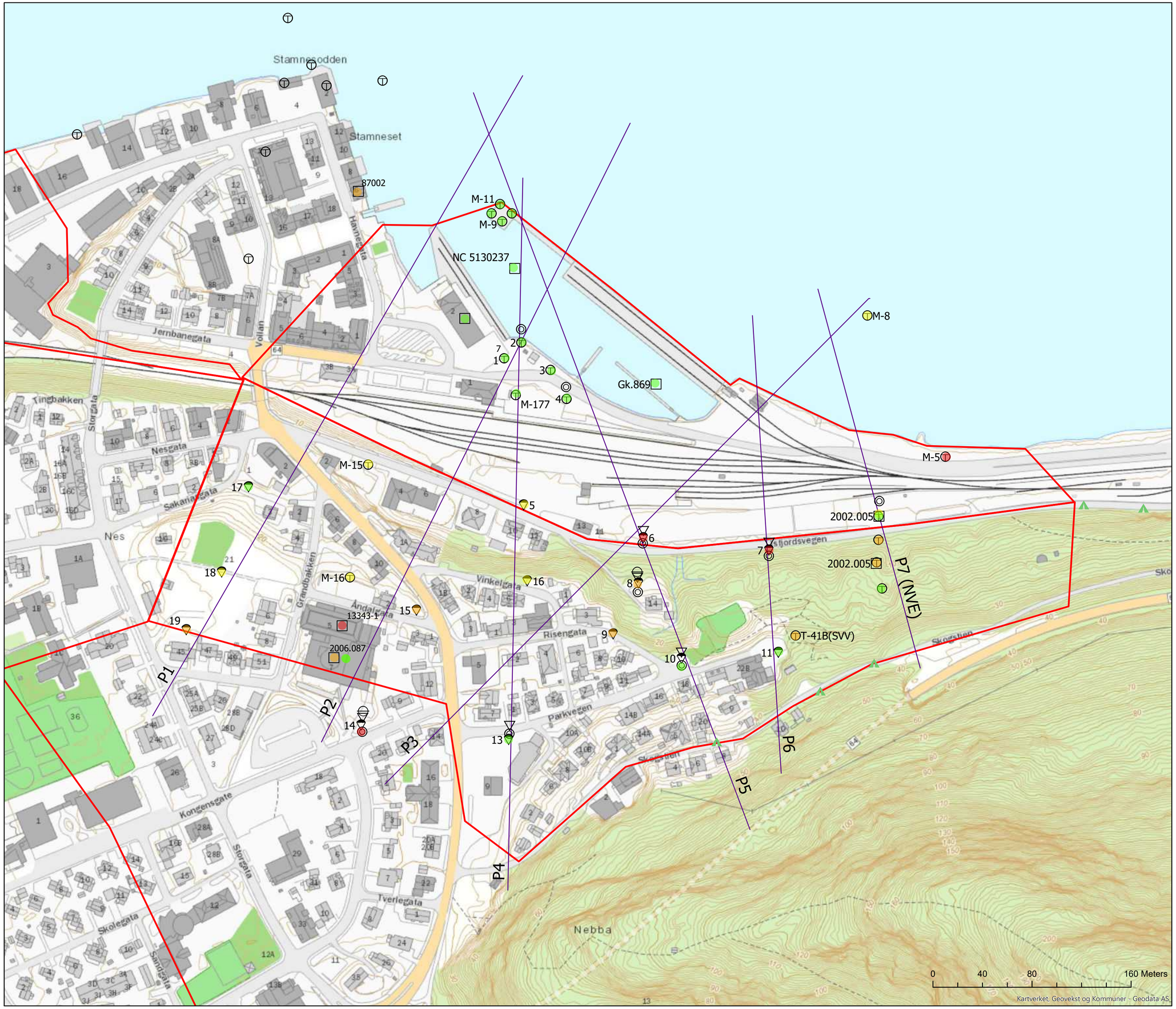
[3] NGI 2020, «Åndalsnes - grunnundersøkelser og utredning av faresone 2389 Jernbanegata. 20200050-01-R Grunnundersøkelser - datarapport.,» 2019-02-14 (foreløpig).

[4] Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) 2014, «Veileder 7/2014. Sikkerhet mot kvikkleireskred. Vurdering av områdestabilitet ved utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper».

[5] NVE, Jernbaneverket og Statens vegvesen 2016, «NIFS-rapport 14/2016. Metode for vurdering av løsne- og utløpsområder for områdeskred».

[6] NVE, Jernbaneverket og Statens vegvesen 2013, «Utstrekning og utløpsdistanse for kvikkleireskred basert på katalog over skredhendelser i Norge,» NIFS-rapport 21/2013.

[7] NGI 2019, «Dokumentnr. 20190293-03-TN Rev.01. Åndalsnes - gondolbane. Innledende geoteknisk vurdering av bunnstasjon,» 2019-08-23.



Tegnforklaring

Boringer

Temakode

- Dreiesondering
- Prøvepunkt
- Prøvegrop
- Dreietrykksondering
- CPT
- Fjellkontrollboring
- Totalsondering
- Innmålt punkt
- Enkelsondering
- Ramsondering
- Poretrykksmåling
- Vingeboring
- <all other values>
- Profiler
- Eksisterende NVE kvikkleiresone
- Berg_i_dagen
- Ingen kvikkleire
- Mulig kvikkleire
- Antatt kvikkleire
- Påvist kvikkleire

Faresone 2398 Jernbanegata

Stabilitetsutredning

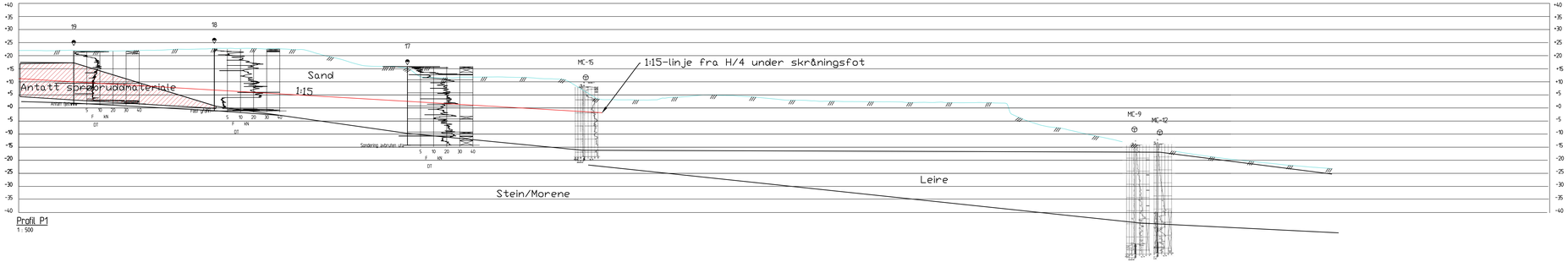
Borpunkter og profiler
Tolkning av kvikkleire i borpunkter

Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
2020-02-18	TLE	RMo	RMo

Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A2 1:2 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Kartnr.	Rev.
20200050	Vedlegg A	0

NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT
Postboks 3930 Ullevål Stadion, 0806 OSLO
Sognsveien 72
Tlf. 22 02 30 00 Faks: 22 23 04 48
www.ngi.no



Profil P1
1 : 500

FORKLARINGER:

- Dreiesondering
- Enkel sondering
- Trykksondering
- Fjellkontrollboring
- Dreietrykksondering
- Totalsondering
- Prøveserie
- Prøvegrop
- Vingeboring
- Poretrykksmåling
- Fjell i dagen
- Boring avsluttet
- Antatt stein, blokk eller fast grunn
- Antatt fjell, berg
- Boret i fjell
- ---------- Antatt fjellfortap

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.

Status
—

ÅNDALSNES - UTREDNING AV KVIKKLEIRESONE 2389 JERNBANEGATA

Kvikkleire utredning
Profil P1
inkl. eksisterende grunnundersøkelser
og suppterende grunnundersøkelser (jan. 2020)

Original format
A3 ß

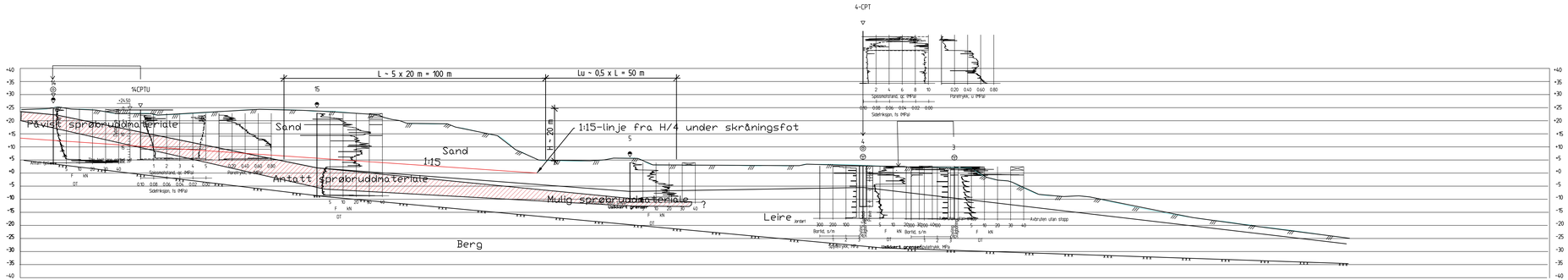
Tegningens filnavn
P1.dwg

Målestokk
1700

NGI

NGI
Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion
NO-0806 Oslo, Norway
T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48
www.ngi.no

Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
17.02.2020	TLe	RMo	RMo
Oppdragsnr.	Tegningsnr.		Rev.
20200050	B1		0



FORKLARINGER:

- Dreiesondering
- Enkel sondering
- Trykksondering
- Fjellkontrollboring
- Dreietrykksondering
- Totalsondering
- Prøveserie
- Prøvegrop
- Vingeboring
- Poretrykksmåling
- Fjell i dagen
- Boring avsluttet
- Antatt stein, blokk eller fast grunn
- Antatt fjell, berg
- Boret i fjell
- ---------- Antatt fjellforløp

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.

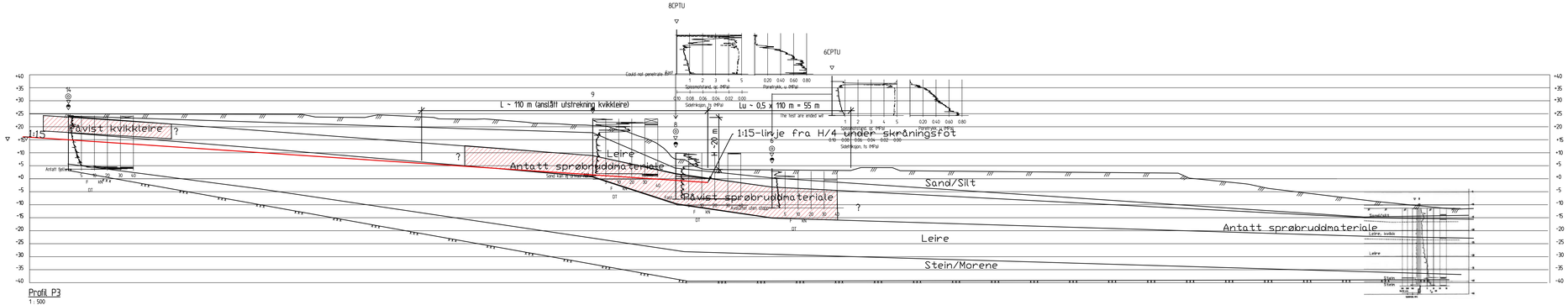
Status: —
Original format: A3 ß
Tegningens filnavn: P2.dwg
Målestok: 1700

ÅNDALSNES - UTREDNING AV KVIKKLEIRESONE 2389 JERNBANEGATA

Kvikkleire utredning
Profil P2
inkl. eksisterende grunnundersøkelser
og suppterende grunnundersøkelser (jan. 2020)

NGI
Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion
NO-0806 Oslo, Norway
T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48
www.ngi.no

Dato	Kontr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
17.02.2020	TLe	RMo	RMo
Oppdragsnr.	Tegningsnr.		Rev.
20200050	B2		0



FORKLARINGER:

- Dreiesondering
- Enkel sondering
- Trykksondering
- Fjellkontrollboring
- Dreietrykksondering
- Totalsondering
- Prøveserie
- Prøvegrop
- Vingeboring
- Porøvtrykksmåling
- Fjell i dagen
- Boring avsluttet
- Antatt stein, blokk eller fast grunn
- Antatt fjell, berg
- Boret i fjell
- ---------- Antatt fjellfartøp

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godk.

Status: –

ÅNDALSNES - UTREDNING AV KVIKKLEIRESONE 2389 JERNBANEGATA

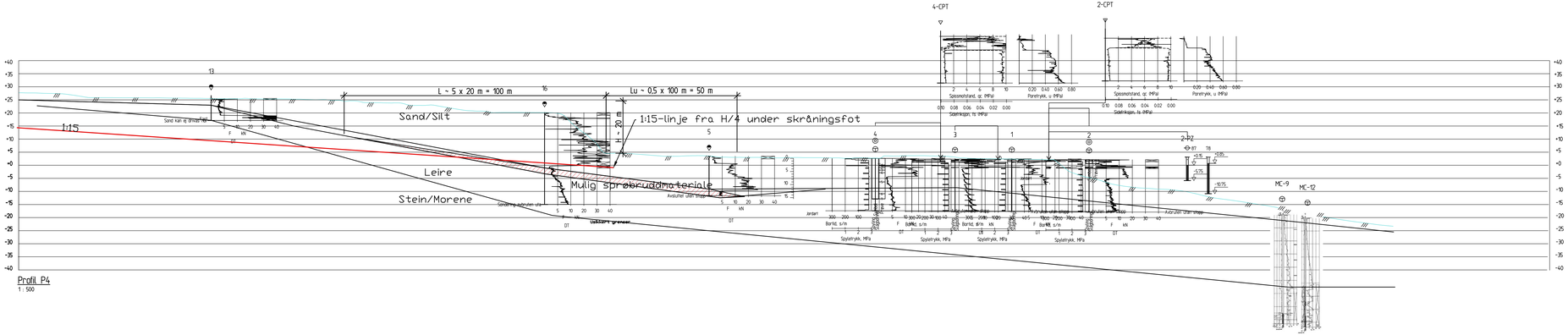
Kvikkleire utredning
Profil P3
inkl. eksisterende grunnundersøkelser
og supplerende grunnundersøkelser (jan. 2020)

Original format: A3,0
Tegningens filnavn: P3_ny.dwg
Målestok: 1:700

NGI

NGI
Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion
NO-0806 Oslo, Norway
T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48
www.ngi.no

Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
17.02.2020	TLe	RMo	RMo
Oppdragsnr.	Tegningsnr.		Rev.
20200050	B3		0



Profil P4
1 : 500

FORKLARINGER:

- Dreiesondering
- Enkel sondering
- Trykksondering
- Fjellkontrollboring
- Dreietrykksondering
- Totalsondering
- Prøveserie
- Prøvegrop
- Vingeboring
- Poretrykksmåling
- Fjell i dagen
- Boring avsluttet
- Antatt stein, blokk eller fast grunn
- Antatt fjell, berg
- Boret i fjell
- ---------- Antatt fjellforløp

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.

ÅNDALSNES - UTREDNING AV KVIKKLEIRESONE 2389 JERNBANEGATA

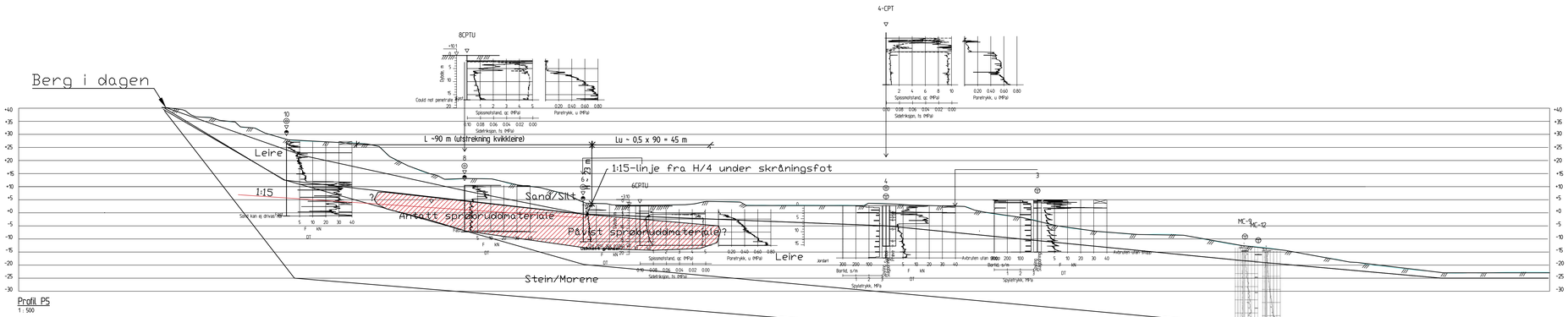
Kvikkleire utredning
Profil P4
inkl. eksisterende grunnundersøkelser
og suppterende grunnundersøkelser (jan. 2020)

Status: –
Original format: A3 ß
Tegningens filnavn: P4_ny.dwg
Mål/scale: 1700

NGI

NGI
Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion
NO-0806 Oslo, Norway
T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48
www.ngi.no

Oppdragsnr.	Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
20200050	17.02.2020	TLe	RMo	RMo
		Tegningsnr. B4		Rev. 0



FORKLARINGER:

- Dreiesondering
- Enkel sondering
- Trykksondering
- Fjellkontrollboring
- Dreietrykksondering
- Totalsondering
- Prøveserie
- Prøvegrop
- Vingeboring
- Poretrykksmåling
- Fjell i dagen
- Boring avsluttet
- Antatt stein, blokk eller fast grunn
- Antatt fjell, berg
- Boret i fjell
- ---------- Antatt fjellfartøp

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.

Status: –

Original format: A3 ß

Tegningens filnavn: P5_ny.dwg

ÅNDALSNES - UTREDNING AV KVIKKLEIRESONE 2389 JERNBANEGATA

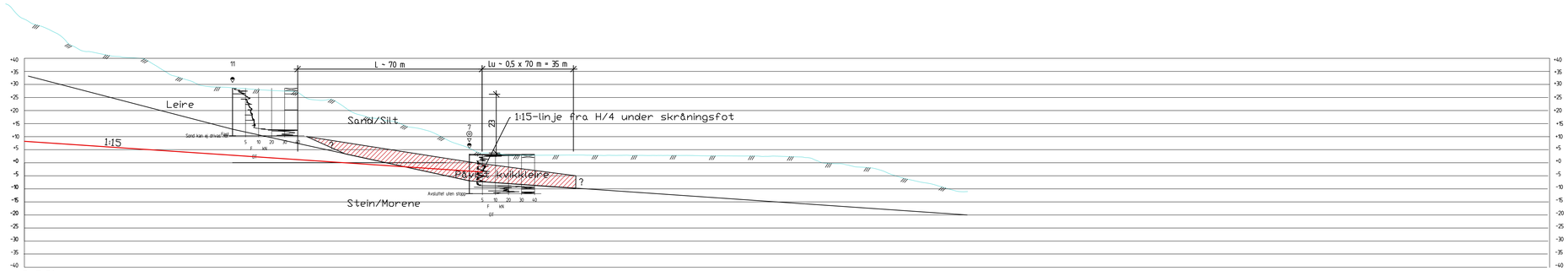
Kvikkleire utredning
Profil P5
inkl. eksisterende grunnundersøkelser
og suppterende grunnundersøkelser (jan. 2020)

M-Bestnr: 1700

NGI

NGI
Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion
NO-0806 Oslo, Norway
T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48
www.ngi.no

Dato	Kontr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
17.02.2020	TLe	RMo	RMo
Oppdragsnr.	Tegningsnr.		Rev.
20200050	B5		0



Profil P6
1 : 500

FORKLARINGER:

- Dreiesondering
- Enkel sondering
- Trykksondering
- Fjellkontrollboring
- Dreietrykksondering
- Totalsondering
- Prøveserie
- Prøvegrop
- Vingeboring
- Poretrykksmåling
- Fjell i dagen
- Boring avsluttet
- Antatt stein, blokk eller fast grunn
- Antatt fjell, berg
- Boret i fjell
- ---------- Antatt fjellforløp

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
		Status			
		—			
		Original format			
		A3 S			
		Tegningens filnavn			
		P6_ny.dwg			

ÅNDALSNES - UTREDNING AV KVIKKLEIRESONE 2389 JERNBANEGATA

Kvikkleire utredning
Profil P6
inkl. eksisterende grunnundersøkelser
og suppterende grunnundersøkelser (jan. 2020)

Målestok: 1:700

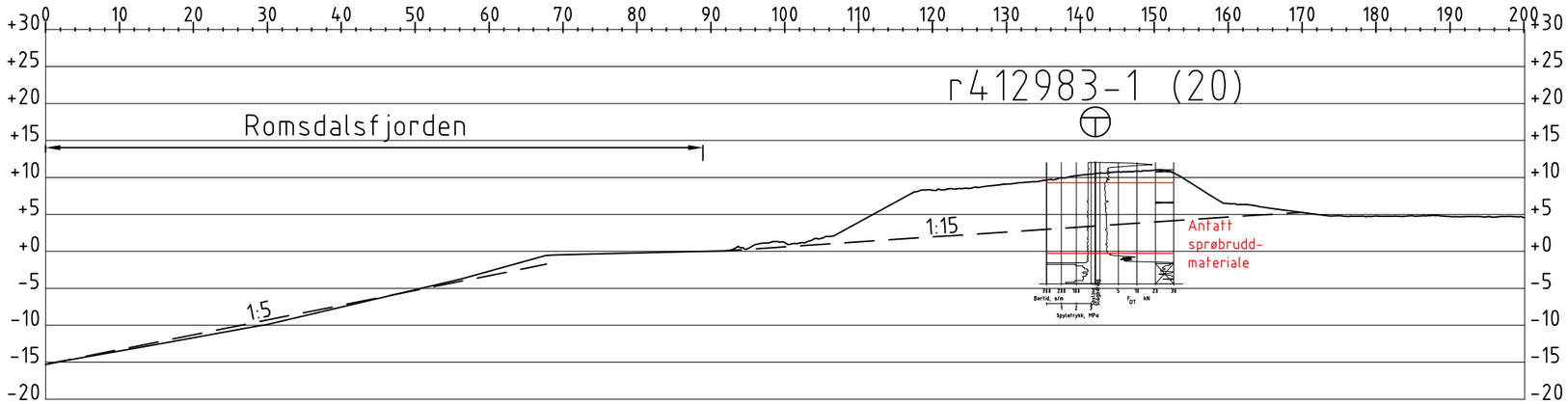
NGI

NGI
Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion
NO-0806 Oslo, Norway
T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48
www.ngi.no

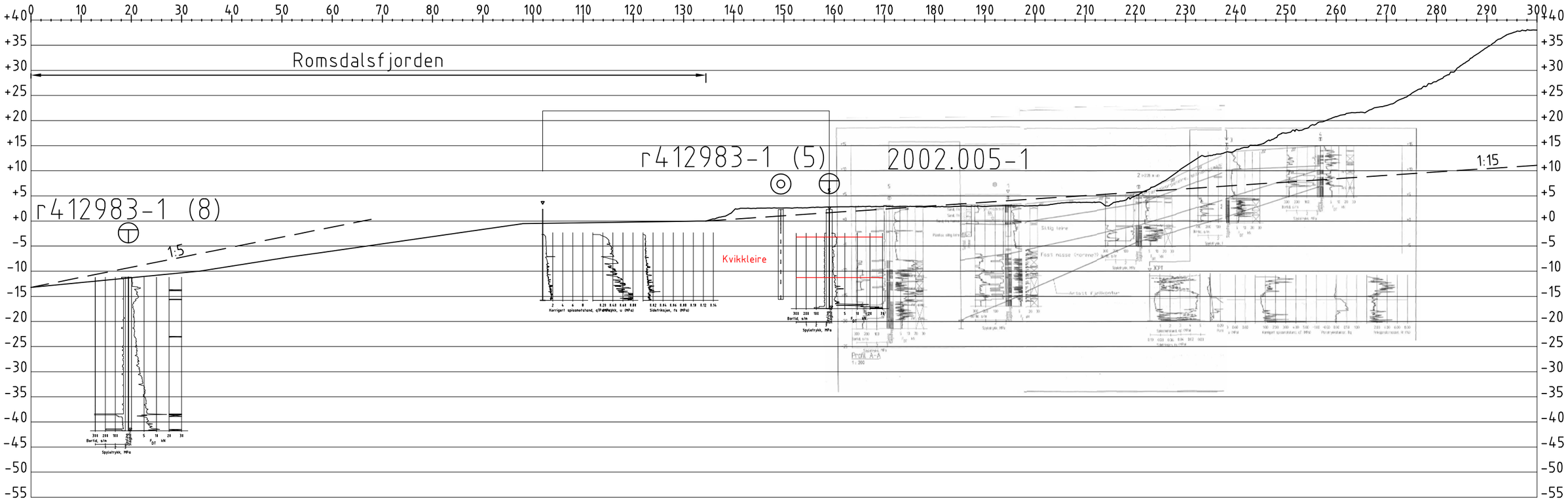
Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
17.02.2020	TLe	RMo	RMo
Oppdragsnr.	Tegningsnr.		Rev.
20200050	B6		0

Vedlegg B7

(fra NVE rapport 73 /2019)



2387 Vestre Kamsveg



2389 Jernbanegata Profil P7

TIDLIGERE BORINGER:

r412983-1: BORINGER FRA MULTICONSULT RAPPORT NR. 412983-1 - GRUNNUNDERSØKELSER ÅNDALSNES SENTRUM (2008)

2002.005-1: BORINGER FRA GEOVEST-HAUGLAND RAPPORT NR. 2002.005-1 - TANKANLEGG ÅNDALSNES (2002)

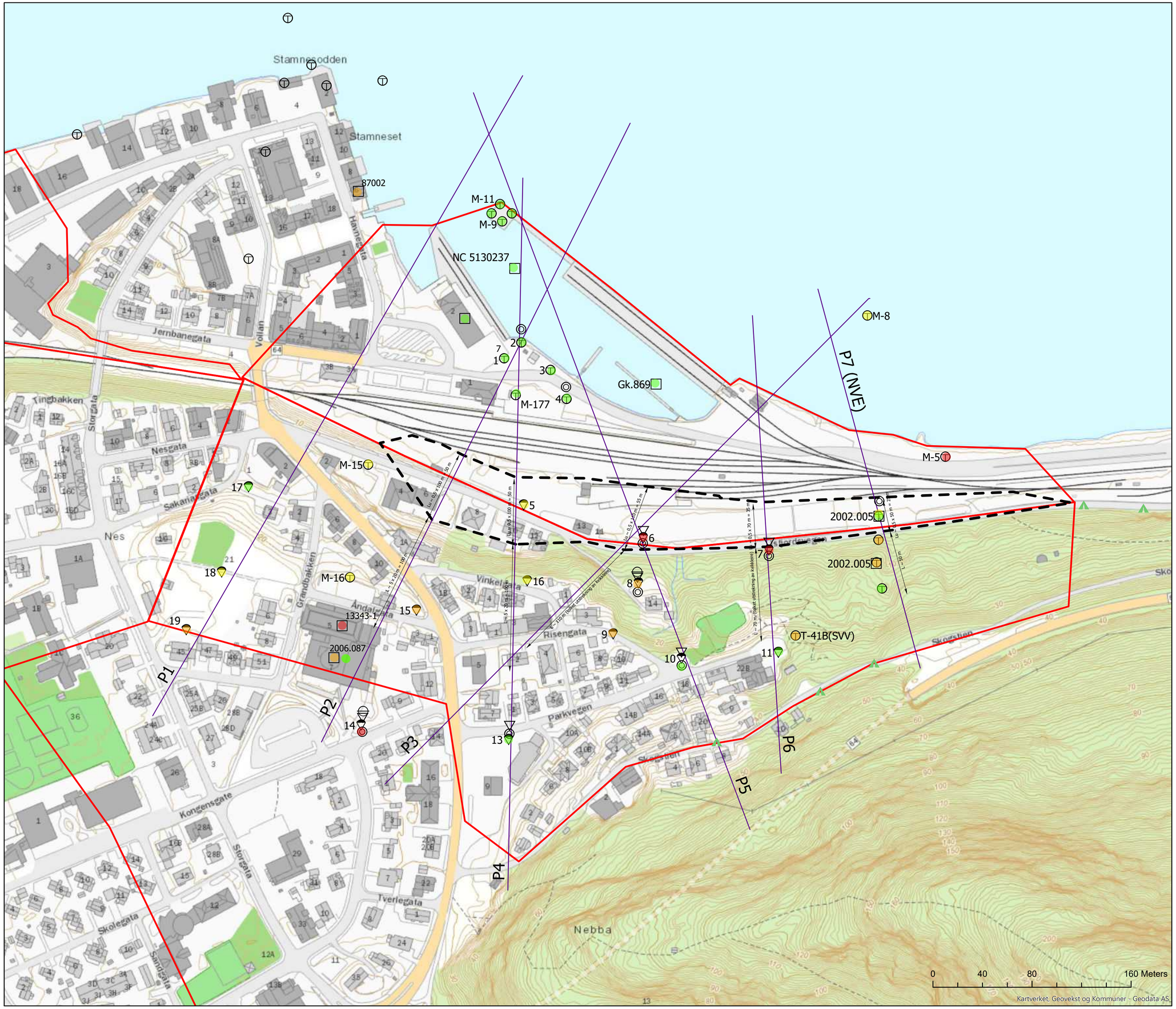
Rev.	Beskrivelse	Endr.liste	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.

Multiconsult
www.multiconsult.no

NORGES VASSDRAGS- OG ENERGIDIREKTORAT

REGIONAL KARTLEGGING AV KVIKKLEIRE FOR VESTLANDET
DELOMRÅDE A7 - ÅNDALSNES
KRITISK SNITT - 2387 VESTRE KAMSVEG, 2389 JERNBANEGATA

Status	Fag	Original format	Dato
SLUTTRAPPORT	RIG	A3	11.11.2019
Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Målestokk
AMG	CRH	HAN	1:800
Oppdragsnr.	Tegningsnr.		Rev.
10203549	VEDLEGG D-A7-8		00



Tegnforklaring

Boringer

Temakode

- Dreiesondering
- Prøvepunkt
- Prøvegrop
- Dreietrykksondering
- CPT
- Fjellkontrollboring
- Totalsondering
- Innmålt punkt
- Enkelsondering
- Ramsondering
- Poretrykksmåling
- Vingeboring
- <all other values>
- Profiler
- Eksisterende NVE kvikkleiresone
- Berg_i_dagen
- Ingen kvikkleire
- Mulig kvikkleire
- Antatt kvikkleire
- Påvist kvikkleire
- Potensielle utløpsområder
- målsetting

Faresone 2398 Jernbanegata

Stabilitetsutredning

Borpunkter og profiler
Potensielle utløpsområder

Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
2020-02-18	TLE	RMo	RMo

Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A2 1:2 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Kartnr.	Rev.
20200050	Vedlegg C	0

NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT
Postboks 3930 Ullevål Stadion, 0806 OSLO
Sognsveien 72
Tlf: 22 02 30 00 Faks: 22 23 04 48
www.ngi.no

Kontroll- og referanseside/ Review and reference page

Dokumentinformasjon/*Document information*		
Dokumenttittel/*Document title* Vurdering av kvikkleireforekomst og mulighet for skredutløp mot Romsdalsgondolen		**Dokumentnr./*Document no.*** 20200050-01-TN
Dokumenttype/*Type of document* Teknisk notat / Technical note	**Oppdragsgiver/*Client*** Romsdalsgondolen AS	**Dato/*Date*** 2020-02-18
Rettigheter til dokumentet iht kontrakt/*Proprietary rights to the document according to contract* NGI		**Rev.nr. & dato/*Rev.no. & date*** 0 /
Distribusjon/*Distribution* BEGRENSET: Distribueres til oppdragsgiver og er tilgjengelig for NGIs ansatte / LIMITED: Distributed to client and available for NGI employees		
Emneord/*Keywords* kvikkleireskred, løsneområde, utløpsområde		

Stedfesting/*Geographical information*	
Land, fylke/*Country* Norge, Møre- og Romsdal	**Havområde/*Offshore area***
Kommune/*Municipality* Rauma	**Feltnavn/*Field name***
Sted/*Location* Åndalsnes	**Sted/*Location***
Kartblad/*Map* 1320 III Rauma	**Felt, blokknr./*Field, Block No.***
UTM-koordinater/*UTM-coordinates* **Sone:** 32N **Øst:** 433079 **Nord:** 6938154	**Koordinater/*Coordinates*** **Projeksjon, datum: Øst: Nord:**

Dokumentkontroll/*Document control*
Kvalitetssikring i henhold til/*Quality assurance according to NS-EN ISO9001*

Rev/ Rev.	***Revisjonsgrunnlag/Reason for revision***	**Egenkontroll av/ *Self review by:***	**Sidemanns-kontroll av/ *Colleague review by:***	**Uavhengig kontroll av/ Independent review by:**	**Tverrfaglig kontroll av/ *Inter-disciplinary review by:***
0	Originaldokument	2020-02-14 Ragnar Moholdt	2020-02-17 Alf Kristian Lund		

Dokument godkjent for utsendelse/ *Document approved for release*	**Dato/*Date*** 18. februar 2020	**Prosjektleder/*Project Manager*** Ragnar Moholdt

NGI (Norges Geotekniske Institutt) er et internasjonalt ledende senter for forskning og rådgivning innen ingeniørrelaterte geofag. Vi tilbyr ekspertise om jord, berg og snø og deres påvirkning på miljøet, konstruksjoner og anlegg, og hvordan jord og berg kan benyttes som byggegrunn og byggemateriale.

Vi arbeider i følgende markeder: Offshore energi – Bygg, anlegg og samferdsel – Naturfare – Miljøteknologi.

NGI er en privat næringsdrivende stiftelse med kontor og laboratorier i Oslo, avdelingskontor i Trondheim og datterselskap i Houston, Texas, USA og i Perth, Western Australia.

www.ngi.no

NGI (Norwegian Geotechnical Institute) is a leading international centre for research and consulting within the geosciences. NGI develops optimum solutions for society and offers expertise on the behaviour of soil, rock and snow and their interaction with the natural and built environment.

NGI works within the following sectors: Offshore energy – Building, Construction and Transportation – Natural Hazards – Environmental Engineering.

NGI is a private foundation with office and laboratory in Oslo, branch office in Trondheim and daughter companies in Houston, Texas, USA and in Perth, Western Australia

www.ngi.no

Ved elektronisk overføring kan ikke konfidensialiteten eller autentisiteten av dette dokumentet garanteres. Adressaten bør vurdere denne risikoen og ta fullt ansvar for bruk av dette dokumentet.

Dokumentet skal ikke benyttes i utdrag eller til andre formål enn det dokumentet omhandler. Dokumentet må ikke reproduseres eller leveres til tredjemann uten eiers samtykke. Dokumentet må ikke endres uten samtykke fra NGI.

Neither the confidentiality nor the integrity of this document can be guaranteed following electronic transmission. The addressee should consider this risk and take full responsibility for use of this document.

This document shall not be used in parts, or for other purposes than the document was prepared for. The document shall not be copied, in parts or in whole, or be given to a third party without the owner's consent. No changes to the document shall be made without consent from NGI.

NGI

OSLO
TRONDHEIM
HOUSTON
PERTH

NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT
NGI.NO

Hovedkontor Oslo
PB. 3930 Ullevål Stadion
0806 Oslo

Avd. Trondheim
PB. 5687 Torgarden
7485 Trondheim

T 22 02 30 00
F 22 23 04 48
NGI@ngi.no

BANK
KONTO 5096 05 01281
ORG.NR 958 254 318MVA

ISO 9001/14001
CERTIFIED BY BSI
FS 32989/EMS 612006

Vedlegg E

UAVHENGIG KONTROLL –
DOKUMENTASJON

Innhold

E1 Kontroll – innledende vurdering av utløpsområder **2**
E1.1 Kontrollnotat 2
E2 Kontroll – helhetlig utredning **9**
E2.1 Kontrollnotat 9
E3 Korrespondanse **20**
E3.1 E-post 13. og 19. oktober 2020 20

E1 Kontroll – innledende vurdering av utløpsområder

E1.1 Kontrollnotat

Uavhengig kvalitetssikring av geoteknisk utredning

Sammendrag/konklusjon

Basert på mottatt og kontrollert dokument, er vår vurdering at faresone 2389 Jernbanegata har mindre utbredelse enn det som er antatt i NVE's oversiktskartlegging. Ut fra vurderinger basert på et stort antall tidligere skredhendelser i Norge er det ikke sannsynlig at skredmasser skal nå fram til planlagt posisjon for fjordstasjonen.

00	2020-02-26		ToDos	MaDBe	IngSim
Versjon	**Dato**	**Beskrivelse**	**Utarbeidet**	**Fagkontrollert**	**Godkjent**

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

1 Innledning

Norges Geotekniske Institutt (NGI) har utført geotekniske grunnundersøkelser og utredning av kvikkleire-faresone 2389 Jernbanegata i forbindelse med planlegging av fjordstasjon for Romsdalsgondolen på Åndalsnes i Rauma kommune.

Etter avtale med Romsdalsgondolen AS, Ref. 1, har Norconsult AS ansvaret for uavhengig kvalitetssikring etter NVE veileder 7/2014.

I første omgang gjelder kvalitetssikringen et innledende teknisk notat som vurderer om det er reell fare for skredutløp så langt som til fjordstasjonen.

2 Formål

Hensikten med kontrollnotatet er å dokumentere den uavhengige kvalitetssikringen som Norconsult har gjennomført på grunnlag av mottatt dokumentasjon.

3 Mottatt dokumentasjon

Dokumenter i *Tabell 1* er kontrollerte.

Tabell 1 *- Kontrollerte dokument*

Dokument	***Dato***	***Versjon***	***Utarbeidet av***
20200050-01-TN Teknisk notat	2020-02-18	0	NGI

Dokument i *Tabell 2* er ikke kontrollert i dette notatet, men ligger til grunn for vurderingene.

Tabell 2 *- Andre mottatte dokumenter*

Dokument	***Dato***	***Revisjon***	***Utarbeidet av***
20200050-01-R. Grunnundersøkelser, datarapport	2020-02-20	0	NGI

I tillegg til de formelle dokumentene i oppdraget har det foregått en e-postutveksling omkring sentrale tema i Teknisk notat, se Ref. *4* og Ref. *5*, Denne kommunikasjonen inngår i kontrollen, men de aktuelle diskusjonstemaene betraktes som lukkede poster i kontrollsammenheng og er derfor ikke gjengitt i det foreliggende notatet.

4 Omfang av kontroll

Den uavhengige kvalitetssikringen er hovedsakelig utført mot NVE veiledning 7/2014, Ref. *2* og NIFS rapport 14/2016, Ref. *3*.

Kontrollen av dokumentet har hovedsakelig summarisk omfattet:

- Tolking av sonderingsprofiler med tanke på indikasjon på sprøbruddmateriale.
- Tolking av boreprofiler fra laboratorieundersøkelser med tanke på dokumentasjon av kvikkleire og/eller sprøbruddmateriale samt representative verdier av tyngdetetthet og udrenert skjærfasthet.
- Tolking av terrengprofiler med lagdeling og utbredelse av kvikkleire/sprøbruddmateriale.

- Beregninger/vurdering av lengde på løsne- og utløpsområde.

Det er generelt ikke kommentert på utforming, språk, skrivefeil, etc.

Vurderinger, anbefalinger og konklusjoner som er omhandlet i andre dokumenter, som for eksempel datarapport er ikke kontrollert eller vurdert i dette notatet.

Egne beregninger har hovedsakelig bestått av håndberegninger/overslagsvurderinger og bruk av interne regneark.

Vi har vurdert det slik at det ikke er behov for å utføre egne beregninger av stabilitet.

Den gjennomførte uavhengige kvalitetssikringen er vist i vedlagte kontrollskjema med punktvise kommentarer og spørsmål der hvert punkt er klassifisert etter alvorlighetsgrad.

5 Konklusjoner

Vi mener at vurderinger og konklusjoner som er presentert i kapittel 5 og 6 i kontrollert dokument er riktige og faglig forsvarlige.

Det er således dokumentert at faresone 2389 Jernbanegata ikke har så stor utbredelse som antatt i NVE's oversiktskartlegging. Det er ikke sannsynlig at skredmasser fra ovennevnte faresone kan nå fram til den planlagt fjordstasjonen slik den er plassert i viste kartskisser.

6 Referanser

Ref. 1 Norconsult AS: Oppdragsbekreftelse datert 2020-02-04

Ref. 2 NVE veileder 7/2014: Sikkerhet mot kvikkleireskred. April 2014

Ref. 3 NVE Rapport 14/2016: Metode for vurdering av løsne- og utløpsområder for områdeskred

Ref. 4 Norconsult v. Torgeir Døssland: E-post datert 2020-02-21 til NGI med diverse spørsmål og kommentarer til tolking og klassifisering i henhold til NVE-rapport 14/2016 med hovedfokus på utløpslengde i profil 2.

Ref. 5 NGI v. Ragnar Moholdt: E-post til Norconsult med svar og kommentarer til ovenstående samt supplerende informasjon fra innledende stabilitetsanalyser

7 Vedlegg

A	Kontrollskjema Klassifiseringskoder	side 1 av 7
B	Kontrollskjema Emne: Teknisk notat 20200050-01-TN	side 2 av 7

VEDLEGG A

KLASSIFISERINGSKODER

Vurderingene klassifiseres etter kodene beskrevet nedenfor.

Klassifisering	Status Åpen (Å) Lukket (L)	Kontrollen lukkes med bakgrunn i tilsvar og endringer/revideringer
OK		
1		Vurdert som alvorlige forhold, feil, mangler eller kommentarer. Krever svar og trolig ny utgivelse av dokument for ny kontroll.
2		Vurdert som mulig alvorlige feil, mangler eller kommentarer. Krever svar.
3		Forhold som anses som enten mangelfulle eller alvorlige, men som vurderes til neppe å ha avgjørende konsekvens for konklusjoner i rapporten. Svar ønskes.
4		Mindre alvorlige feil, mangler eller kommentarer. Krever ikke svar eller dokument for ny kontroll. Her inngår eventuelt også orientering om vårt arbeid eller våre vurderinger.

VEDLEGG B

NOTAT

NGI
Oppdrag: Åndalsnes – grunnundersøkelser og utredning av faresone 2389 Jernbanegata
Emne: Vurdering av kvikkleireforekomst og mulighet for skredutløp mot Romsdalsgondolen
Dokumentkode: 20200050-01-TN
Rev.: 0
Dato: 2020-02-18

Nr.	Henvisning / beskrivelse	Utfyllende informasjon / kommentarer	Klassifisering	Status
1.	Utforming, språk, skrivefeil, etc.	Vi har generelt ikke kommentert på utforming, språk, skrivefeil og lesbarhet.	-	
2.	Tolking av sonderingsprofiler med hensyn på indikasjoner på sprøbruddmateriale	NB: Vi har bare vurdert de boringene som er utført for dette oppdraget. Gamle sonderinger fra tidligere oppdrag er ikke vurdert her. **Kommentar:** Vi er helt enige i fargekodingen på borplanen i Vedlegg A for alle borepunkt med unntak av posisjon 13. Dreietrykksonderinga viser klassisk indikasjon på sprøbruddmateriale mellom 1 og 4 m dybde. Se også kommentar under punkt 3.	3	
3.	Tolking av prøveprofiler med hensyn på dokumentasjon av kvikkleire/sprøbruddmateriale	**Kommentarer:** Se punkt 2. Prøveserien fra posisjon 13 viser skjærfasthet på omrørte prøver som er høyere enn definisjonsgrensa for sprøbruddmateriale, men vanninnholdet ved 4,5 m dybde er høyere enn flytegrensa. Kan det tenkes at skovlprøvene ikke gir pålitelige verdier slik at denne posisjonen burde vært klassifisert som Mulig kvikkleire?	3	
4.	Tolking av terrengprofiler med lagdeling og utbredelse av kvikkleire/sprøbruddmateriale. Figur B1 til B7.	**Kommentarer:** Se kommentarer under punkt 2 og 3. Dersom posisjon 13 tolkes som mulig sprøbruddmateriale vil denne tegningen måtte revideres.	4	
5.	Beregning/vurdering av løsne- og utløpslengde. Tabell 1, side 7.	**Kommentarer:** Det er angitt L=5x20 for profil P4. Det kan diskuteres om dette profilet heller vil havne i kategorien Middels L/H. Detaljene er avhengig av hvor den kritiske		

Nr.	Henvisning / beskrivelse	Utfyllende informasjon / kommentarer	Klassifisering	Status
		skjærflata havner. Med tolket utbredelse av kvikkleirelaget i Profil P4 vil det være denne utbredelsen som bestemmer løsnelengden (mellom 87 og 150 m alt etter hvor konservativt man interpolerer mellom borpunkt 16 og 13). Da vil utløpslengden bli mellom 43,5 og 75 m. Dersom borepunkt 13 blir tolket som mulig kvikkleire (se punkt 2 og 3 ovenfor), vil løsnedistansen bli større enn 150 men ikke større enn 10 x H d.v.s. 200 m. I så fall kan utløpslengden bli opp til 100 m. Avstanden til fjordstasjonen er minst 128 m, så det er fremdeles «god klaring». Denne kommentaren har således bare innvirkning på detaljene i linje P4 i Tabell 1. (evt. Tostjerners fotnote) Også profil P5 skulle muligens vært klassifisert til kategori Middels L/H, men her er det definitivt utbredelsen av kvikkleira som begrenser løsnelengden, slik det framgår av fotnoten til dette profilet.	4	

E2 Kontroll – helhetlig utredning

E2.1 Kontrollnotat

Notat

Norconsult

Oppdragsgiver: **Rauma kommune/Romsdalsgondolen**
Oppdragsnr.: **5201061** Dokumentnr.: **RIG-N03-J02**

Til: Terje Vikås
Fra: ToDos
Dato 2020-10-20

Faresone 2389 Jernbanegata; uavhengig kvalitetssikring iht. NVE kvikkleireveileder 7/2014

Sammendrag/konklusjon

Basert på mottatt og kontrollert dokument, er vår vurdering at faresone 2389 Jernbanegata har mindre utbredelse enn det som er antatt i NVE's oversiktskartlegging. Ut fra vurderinger basert på et stort antall tidligere skredhendelser i Norge er det ikke sannsynlig at skredmasser skal nå fram til planlagt posisjon for fjordstasjonen. Detaljert angivelse av utløpsområde på kartet kunne vist noe bedre samsvar med beregnede lengder i rapportteksten.

Områdestabiliteten i dagens situasjon er tilfredsstillende i vestre del av sonen.

I østre del er områdestabiliteten akseptabel, men tiltak som kan bidra til redusert sikkerhet må vurderes av geotekniker før arbeidet iverksettes.

Tekst som er tilføyd eller endret i forbindelse med versjon J02, er markert med blå skriftfarge.

Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent
J02	2020-10-20	Revidert etter tilsvar fra NGI og mottak av Rev. 1	ToDos	MaDBe	IngSim
J01	2020-09-29	For bruk	ToDos	MaDBe	IngSim

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

1 Innledning

Norges Geotekniske Institutt (NGI) har utført geotekniske grunnundersøkelser og utredning av kvikkleire-faresone 2389 Jernbanegata i forbindelse med planlegging av fjordstasjon for Romsdalsgondolen på Åndalsnes i Rauma kommune.

Etter avtale med Romsdalsgondolen AS, Ref. 1, har Norconsult AS ansvaret for uavhengig kvalitetssikring etter NVE veileder 7/2014.

Norconsult har tidligere utført kvalitetssikring av innledende teknisk notat som vurderer om det er reell fare for skredutløp så langt som til fjordstasjonen, se Tabell 2.

Foreliggende notat omhandler kvalitetssikring av endelig geoteknisk utredning, se Tabell 1.

2 Formål

Hensikten med kontrollnotatet er å dokumentere den uavhengige kvalitetssikringen som Norconsult har gjennomført på grunnlag av mottatt dokumentasjon.

3 Mottatt dokumentasjon

Dokumenter i Tabell 1 er kontrollerte.

Tabell 1 *- Kontrollerte dokument*

Dokument	***Dato***	***Revisjon***	***Utarbeidet av***
20200050-02-R	2020-08-17	0	NGI
20200050-02-R	2020-10-19	1	NGI

Dokument i Tabell 2 er ikke kontrollert i dette notatet, men ligger til grunn for vurderingene.

Tabell 2 *- Andre mottatte dokumenter*

Dokument	***Dato***	***Revisjon***	***Utarbeidet av***
20200050-01-TN Teknisk notat	2020-02-18	0	NGI
20200050-01-R. Grunnundersøkelser, datarapport	2020-02-20	0	NGI

I tillegg til de formelle dokumentene i oppdraget har det foregått en e-postutveksling omkring enkelte detaljer i utredningen, se Ref. 4 og Ref. 5, Denne kommunikasjonen inngår i kontrollen, men de aktuelle diskusjonstemaene betraktes som lukkede poster i kontrollsammenheng og er derfor ikke gjengitt i det foreliggende notatet.

4 Omfang av kontroll

Den uavhengige kvalitetssikringen er hovedsakelig utført mot NVE veiledning 7/2014, Ref. 2 og NIFS rapport 14/2016, Ref. 3.

Ifølge kapittel 5.3 i veiledning 7/2014 skal den uavhengige kvalitetssikringen av dokumentet hovedsakelig omfatte følgende tema:

1. Om faresonen er korrekt avgrenset og klassifisert etter faregrad, og at rett tiltakskategori er valgt.
2. Om utførte grunnundersøkelser gir tilstrekkelig grunnlag for de geotekniske vurderingene
3. Tolkingen av jordparametere basert på tilgjengelig informasjon
4. Vurdering av utførte stabilitetsanalyser inklusiv benyttede lagdelinger/parametere og regnemodeller, med enkle overslagsbetraktninger for grov stikkprøvekontroll (uten egne detaljerte stabilitetsanalyser på terrengmodellen).
5. Om valgte kritiske profiler for stabilitetsanayser er dekkende, og vurdering av konklusjoner og begrunnelser ut fra situasjon og beregningsresultater.
6. Vurdering av nødvendighet/effekt av foreslåtte og/eller planlagte stabiliserende tiltak og prinsipp for utførelse av disse

Gjennomført kvalitetssikring skal beskrives og dokumenteres.

Nærmere beskrivelse av kontrolltema

For punkt 1 er følgende tema vurdert:

- Beregninger/vurdering av lengde på løsne- og utløpsområde med støtte i Ref. 3.
  Samsvar mellom beregnede verdier og områdemarkering på kartet.

For punkt 3:
- Tolking av sonderingsprofiler med tanke på indikasjon på sprøbruddmateriale.
- Tolking av boreprofiler fra laboratorieundersøkelser med tanke på dokumentasjon av kvikkleire og/eller sprøbruddmateriale samt representative verdier av tyngdetetthet og udrenert skjærfasthet.
- Tolking av trykksonderinger for etablering av skjærfasthetsprofiler i stabilitetsanalysene.

For punkt 4:

- Tolking av terrengprofiler med lagdeling og utbredelse av kvikkleire/sprøbruddmateriale.

En god del av de aktuelle kontrollpunktene er behandlet i forbindelse med uavhengig kvalitetssikring av teknisk notat 20200050-01-TN, se Ref. 6, og vil derfor bare bli summarisk nevnt i foreliggende notat.

Det er generelt ikke kommentert på utforming, språk, skrivefeil, etc.

Vurderinger, anbefalinger og konklusjoner som er omhandlet i andre dokumenter, som for eksempel datarapport er ikke kontrollert eller vurdert i dette notatet.

Egne beregninger har hovedsakelig bestått av håndberegninger/overslagsvurderinger og bruk av interne regneark.

Vi har vurdert det slik at det ikke er behov for å utføre egne beregninger av stabilitet.

De forskjellige kontrollpunktene er nærmere kommentert i vedlagte kontrollskjema.

Den gjennomførte uavhengige kvalitetssikringen er vist i vedlagte kontrollskjema med punktvise kommentarer og spørsmål der hvert punkt er klassifisert etter alvorlighetsgrad.

5 Konklusjoner

Vi mener at vurderinger og konklusjoner som er oppsummert i kapittel 9 i kontrollert dokument er riktige og faglig forsvarlige.

Det er således dokumentert at faresone 2389 Jernbanegata kan revideres til en mindre utbredelse enn antatt i NVEs oversiktskartlegging. Det er ikke sannsynlig at skredmasser fra ovennevnte faresone kan nå fram til fjordstasjonen.

Områdestabiliteten i dagens situasjon er tilfredsstillende for vestre del av sonen og akseptabel for østre del av sonen. Det må ikke gjennomføres tiltak som kan påvirke stabiliteten i negativ retning uten nærmere geoteknisk vurdering.

Referanser

Ref. 1 Norconsult AS: Oppdragsbekreftelse datert 2020-02-04

Ref. 2 NVE veileder 7/2014: Sikkerhet mot kvikkleireskred. April 2014

Ref. 3 NVE Rapport 14/2016: Metode for vurdering av løsne- og utløpsområder for områdeskred

Ref. 4 Norconsult v. Torgeir Døssland: E-post datert 2020-09-16 til NGI med diverse spørsmål om profilplassering og om eventuell re-tolking av boreprofiler og laggrenser.

Ref. 5 NGI v. Ragnar Moholdt: E-post til Norconsult, datert 2020-09-16, med svar på spørsmål.

Ref. 6 Norconsult (2020): 5201061-RIG-N01 Uavhengig kvalitetssikring av geoteknisk utredning datert 2020-02-26

Ref. 7 NGI v. Ragnar Moholdt: E-post til Norconsult, datert 2020-10-08, med tilsvar til kontrollnotat versjon J01 datert 2020-09-29.

Ref. 8 Norconsult v. Torgeir Døssland: E-post datert 2020-10-13 til NGI med kommentarer til tilsvaret.

Ref. 9 NGI v. Ragnar Moholdt: E-post til Norconsult, datert 2020-10-19, med oversendelse av revidert rapport, Ref. 10) og kommentarer til Ref. 8.

Ref. 10 NGI. Dokument nr. 20200050-02-R Rev. 1/2020-10-19. Åndalsnes-grunnundersøkelser og kvikkleireutredning Faresone 2389 Jernbanegata.

Vedlegg

A	Kontrollskjema Klassifiseringskoder	side 1 av 5
B	Kontrollskjema Emne: Rapport 20200050-02-R	side 2 av 5

VEDLEGG A

KLASSIFISERINGSKODER

Vurderingene klassifiseres etter kodene beskrevet nedenfor.

Klassifisering	Status Åpen (Å) Lukket (L)	Kontrollen lukkes med bakgrunn i tilsvar og endringer/revideringer
OK		
1		Vurdert som alvorlige forhold, feil, mangler eller kommentarer. Krever svar og trolig ny utgivelse av dokument for ny kontroll.
2		Vurdert som mulig alvorlige feil, mangler eller kommentarer. Krever svar.
3		Forhold som anses som enten mangelfulle eller alvorlige, men som vurderes til neppe å ha avgjørende konsekvens for konklusjoner i rapporten. Svar ønskes.
4		Mindre alvorlige feil, mangler eller kommentarer. Krever ikke svar eller dokument for ny kontroll. Her inngår eventuelt også orientering om vårt arbeid eller våre vurderinger.

VEDLEGG B – versjon J02

NOTAT

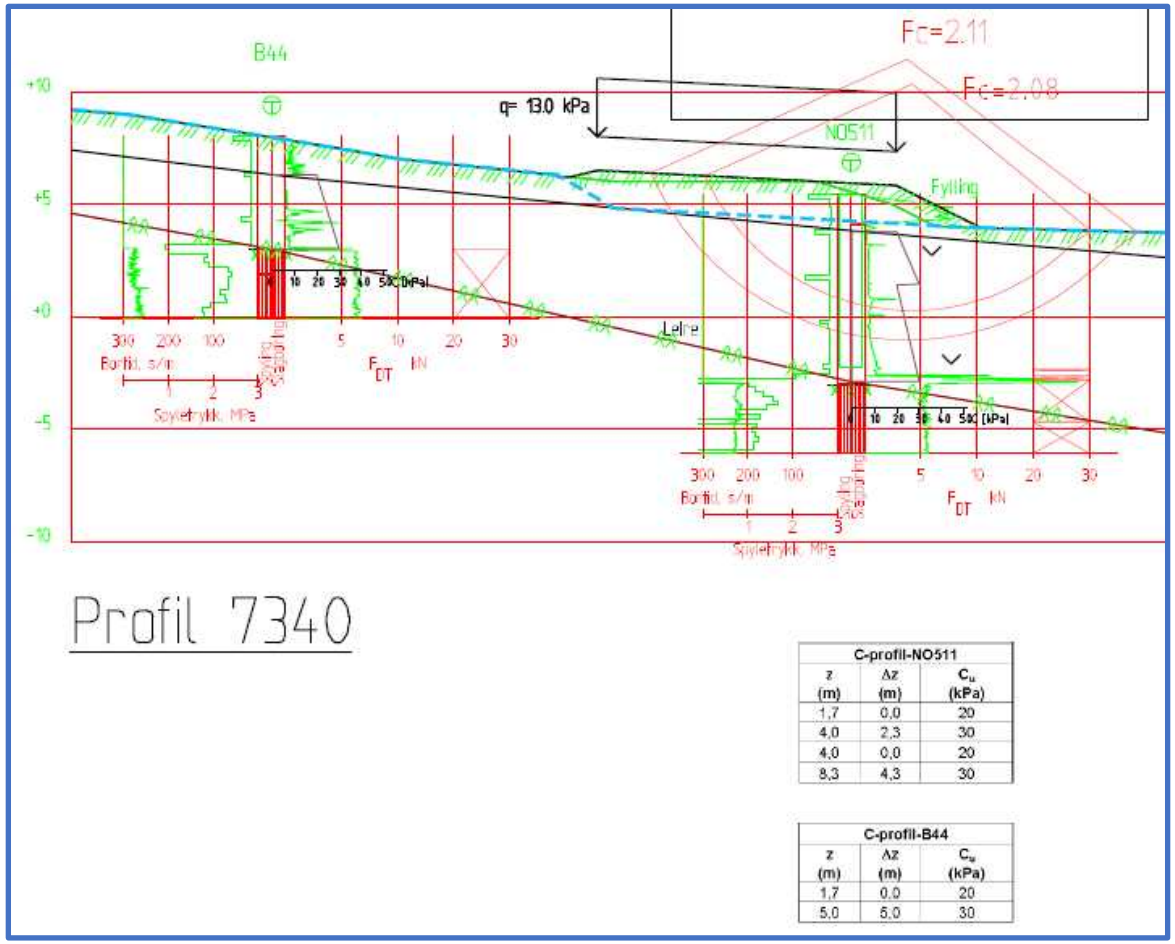
NGI
Oppdrag: Åndalsnes – grunnundersøkelser og kvikkleireutredning
Emne: Utredning av faresone 2389 Jernbanegata
Dokumentkode: 20200050-02-R
Rev.: 0 og 1
Dato: 2020-09-24 og 2020-10-19

Nr.	Henvisning / beskrivelse	Utfyllende informasjon / kommentarer	Klassifisering	Status
0	Utforming, språk, skrivefeil, etc.	Vi har generelt ikke kommentert på utforming, språk, skrivefeil og lesbarhet.	-	
1.1	Soneklassifisering	Faregrads- og konsekvensklassifisering er utført for det mest kritiske snittet. Vi har ingen merknader til den klassifiseringen som er gjort, men konstaterer at vurderingen av poretrykksforholdene er basert på piezometer som står nokså langt unna (200 m) det analyserte profilet. Dersom poreundertrykket i profil 7 ligger i størrelsesorden 0-20 kPa vil sonen bli klassifisert til middels faregrad, mens risikoklassen fremdeles ville være 4. En justering av faregradsklasse vil ha konsekvenser for kravregimet ved tiltakskategori K3, ellers ikke.	4	L
1.2	Soneavgrensing			
	Beregning/vurdering av løsne- og utløpslengde. Tabell 3, side 13.	**Kommentarer:** I teknisk notat var tabellen mer omfattende, i og med at også profil P6 og P7 var tatt med. Målt løsne- og utløpssone på tegning 011 stemmer ikke med tabellerte verdier, avvikene slår begge veger. Størst avvik i løsneområde er i P2 og i utløpslengde i P5. De beregnede løsne- og utløpslengdene ble kontrollert i forbindelse med teknisk notat, men siden den gang er det presentert resultater fra stabilitetsanalyser, og kritiske skjærflater er dermed kjent. Det gir grunnlag for stikkprøvekontroll av beregningene av disse lengdene. P5 ble utvalgt fordi dette profiler skiller seg litt fra de andre i og med den utpregede trappetrinnformen med to terrassenivåer. Et interessant aspekt ved dette er at analyser for den nederste terrassen gir b/D-forhold som tilsier retrogressivt skred og dermed L_u=1,5 * L. Løsnelengden begrenses av utbredelsen av kvikkleire. Ved skjønnsmessig interpolering i profilet kan denne stipuleres til 65 m og dermed vil utløpslengden bli inntil 98 m.	4	L

Nr.	Henvisning / beskrivelse	Utfyllende informasjon / kommentarer	Klassifisering	Status
		I tilsvar datert 2020-10-08 gjør NGI rede for hvordan de forstår NVE rapport 14/2016. Et vesentlig poeng her er at for profil P5 ligger så å si all kvikkleire i nivå under skråningsfot, og at en mulig skredgrop ikke vil kunne "tømme seg" ned til nivået for kritisk skjærflate (dyp i dette tilfellet). Det vil legge seg ikke-sensitive masser i bunnen av skredgropen. Derfor vurderes aktuell skredtype å være rotasjonsskred, og utløpslengden kan beregnes som 0,5*L som vist i dokument 20200050-02-R. Kartet med soneavgrensing (Tegning 011) er oppdatert i Revisjon 1 av utredningsrapporten (Ref. 10) På denne bakgrunn mener vi at dette kontrollpunktet nå kan lukkes.		
2	Undersøkelsesomfang	Vi mener at omfanget (antall og type) av undersøkelsen gir tilstrekkelig grunnlag for de geotekniske vurderingene		L
3.1	Tolking av sonderingsprofiler med hensyn på indikasjoner på sprøbruddmateriale	NB: Vi har bare vurdert de boringene som er utført for dette oppdraget. Gamle sonderinger fra tidligere oppdrag er ikke vurdert her. **Kommentar:** Temaet ble vurdert under kvalitetssikringen av Teknisk notat og våre kommentarer om tolking av posisjon 13 ble tatt til følge. Derfor er vi nå helt enige i fargekodingen på borplanen i tegning 010-013 for alle borepunkt		L
3.2	Tolking av prøveprofiler med hensyn på dokumentasjon av kvikkleire/sprøbruddmateriale	**Kommentarer:** Se punkt 3.1. Temaet ble vurdert under kvalitetssikringen av Teknisk notat og våre kommentarer om tolking av posisjon 13 ble tatt til følge. Derfor er vi nå helt enige i tolkingen av prøveprofilet.		L
3.3	Tolking av trykksonderinger for etablering av C-profiler til stabilitetsanalysene	Vedlegg C i rapporten presenterer tolkinger av 8 trykksonderinger med hensyn på OCR og C_{uC} (Rapporten bruker gammel notasjon S_{uA}). Vi observerer at anbefalt C-profil ligger noe på konservativ side i forhold til de teoretiske tolkingskurvene, særlig i posisjon 10 og 14 der anbefalt kurve ved store dybder nærmer seg NC-korrelasjonen, mens de teoretiske tolkingskurvene stort sett viser et rimelig samsvar med SHANSEP-basert kurve. Konklusjon: Litt konservative styrkeprofiler er i pakt med god ingeniørpraksis.	4	L
4.1	Tolking av terrengprofiler med lagdeling og utbredelse av kvikkleire/sprøbrudd-materiale, tegning 101-106.	**Kommentarer:** Se kommentarer under punkt 3.1 og 3.2. Temaet ble vurdert under kvalitetssikringen av Teknisk notat og våre kommentarer om endring av profil P4 ble tatt til følge. Profil P3 er		L

Nr.	Henvisning / beskrivelse	Utfyllende informasjon / kommentarer	Klassifisering	Status
		endret en del fra tidligere versjon og er derfor kontrollert på nytt. Ingen innvendinger mot den viste tolkingen.		
4.2	Bruk av C-profiler i stabilitetsanalysene Tegning 200-202	C-profilene i tegningene er kontrollert mot viste anbefalte kurver i vedlegg C. Vi observerer at når C-profiler er benyttet i tilgrensende profiler (eksempelvis punkt 9 der C-profilet er hentet fra punkt 10, eller punkt 15 der C-profilet er hentet fra punkt 14), er det kotehøyde og ikke dybde under terreng som styrer verdiene. Det kan argumenteres med at dette kan gi ugunstige styrkeverdier dersom en tenker at C-profilet burde være delvis styrt av dagens in-situ spenninger. Når profilet kopieres til et punkt med høyere terrengnivå, kunne en forvente noe høyere styrkeverdier enn det som framkommer av profilet. På tegning 201 er det litt pussig at C-profilet som er tolket fra punkt 14 og representerer punkt 15 er trukket inn i profil 3, fordi det ligger 87 m (målt til 101 m på tegning 011) utenfor profilet. Projeksjonen av punktet havner like i nærheten av punkt 13 i profilet, og det avviker nokså mye fra C-profilene både i 13 og 9. Men dette har praktisk talt ingen innvirkning på resultatene siden de kritiske skjærflatene ligger langt unna dette punktet. For øvrig vil vi gjerne slå et slag for bruk av tabellerte verdier for C-profiler under profilgrafikken, som vist på Figur 1 under denne tabellen.	4	L
4.3	Regnemodeller og valg av skjærflater	Beregningene er gjort med GeoSuite Stability som er bransjestandard og godt dokumentert. Noen ganger kan det være behov for å manipulere laggrenser for å oppnå at skjærflatene «tvinges» til å følge et spesielt lag. På tegning 200 skjærer kritisk sirkel ned i leirlaget under kvikkleira, der skjærfastheten er marginalt større. Det kunne være interessant å legge inn «fiktiv bergflate» i underkant av kvikkleirelaget for å se om det ville gi noe lavere sikkerhetsfaktor. (Likevel tvilsomt om den ville komme lavere enn 1,4). På alle de tre tegningene er det vist plane skjærflater. Det observeres at alle disse flatene har overraskende slak «inngangshelning» og bratt «utgangshelning». Det er ikke opplyst om denne geometrien er et resultat av optimaliseringsfunksjonen i programmet eller om de er gitt som input. Vi ville ha ventet at en justering av geometrien kunne gi noe lavere sikkerhetsfaktorer. Men ingen av de plane flatene viser så lave sikkerhetsfaktorer at de er avgjørende, og en justering av vinklene ville neppe ha endret på konklusjonen om laveste sikkerhetsfaktor for profilet. I kapittel 7 i rapporten savner vi en drøfting av valgte anisotropifaktorer for skjærfastheten i ADP-analysene, gjerne med henvisning til NVE-rapport 14/2014 fra NIFS-prosjektet.	4	L

Nr.	Henvisning / beskrivelse	Utfyllende informasjon / kommentarer	Klassifisering	Status
5	Er valgte profiler dekkende	Det er utført stabilitetsberegninger for 3 profiler og rapporten redegjør kort for begrunnelsen for valget av profiler. Profilene vurderes å være dekkende for sonen, og relevante fordi de dekker områdene med størst skredkonsekvens.		L
6	Stabiliserende tiltak	Rapporten anbefaler ikke andre stabiliserende tiltak enn erosjonssikring av bekken i østre del av sonen. Noe mer enn dette er heller ikke vurdert som relevant siden rapporten ikke behandler konkrete utbyggingsplaner.		L
7	Konklusjon, se kapittel 9	Konklusjonen gir en oversiktlig presentasjon av resultatene av utredningen. Spesielt vil vi bekrefte at vi er enige i forslaget om å redusere utstrekningen av faresonen slik den ble presentert etter oversiktskartleggningen. Vi er også enige i forslaget om å utvide sonen i et lite område lengst i sør.		L



C-profil-NO511		
z (m)	Δz (m)	C_u (kPa)
1,7	0,0	20
4,0	2,3	30
4,0	0,0	20
8,3	4,3	30

C-profil-B44		
z (m)	Δz (m)	C_u (kPa)
1,7	0,0	20
5,0	5,0	30

Figur 1. Eksempel på c-profil med tabellerte verdier under profilgrafikken.

E3 Korrespondanse

E3.1 E-post 13. og 19. oktober 2020

From: Ragnar Moholdt
To: Torgeir Døssland
Cc: Ingunn L. Simonhjell; Marie Drågen Belland; Thi Minh Hue Le; Jean-Sébastien L"Heureux
Subject: RE: Faresoneutredning 2389 Jernbanegata, Åndalsnes
Date: mandag 19. oktober 2020 15:46:00
Attachments: image004.png
image007.png
image008.png
image011.png
image013.png
image015.png
image016.png

Hei!
Se svar med rødt under og utkast til revisjon 1 av rapporten (20200050-02-R Rev. 1). Du finner rapporten på den samme mappen som jeg tidligere har delt med deg. Ser det greit ut nå? Fint om du kan oversende endelig kontrollnotat når dine spørsmål er avklart.

Mvh Ragnar

Med vennlig hilsen
RAGNAR MOHOLDT
Senioringeniør
M +47 917 23 461
T +47 22 02 30 00
NGI.NO

Tenk på miljøet før denne e-posten skrives ut

From: Torgeir Døssland <Torgeir.Dossland@norconsult.com>
Sent: tirsdag 13. oktober 2020 10:11
To: Ragnar Moholdt <Ragnar.Moholdt@ngi.no>
Cc: Ingunn L. Simonhjell <Ingunn.L.Simonhjell@norconsult.com>; Marie Drågen Belland <Marie.Dragen.Belland@norconsult.com>
Subject: RE: Faresoneutredning 2389 Jernbanegata, Åndalsnes

Hei, Ragnar!
Se våre svar med grønn skriftfarge inne i din tekst.
Et formalitetsspørsmål: Kan vi ta denne e-postkommunikasjonen inn som en offisiell del av kontrolldokumentasjonen? Ja, det er fint. Når dere har utarbeidet endelig kontrollnotat, legger vi det inn som vedlegg E i vår rapport og oversender den endelige versjonen til oppdragsgiver. Tidligere har vi vært vant til at det lages et formelt tilsvar som vi kvitterer ut med en ny kolonne i Vedlegg B.

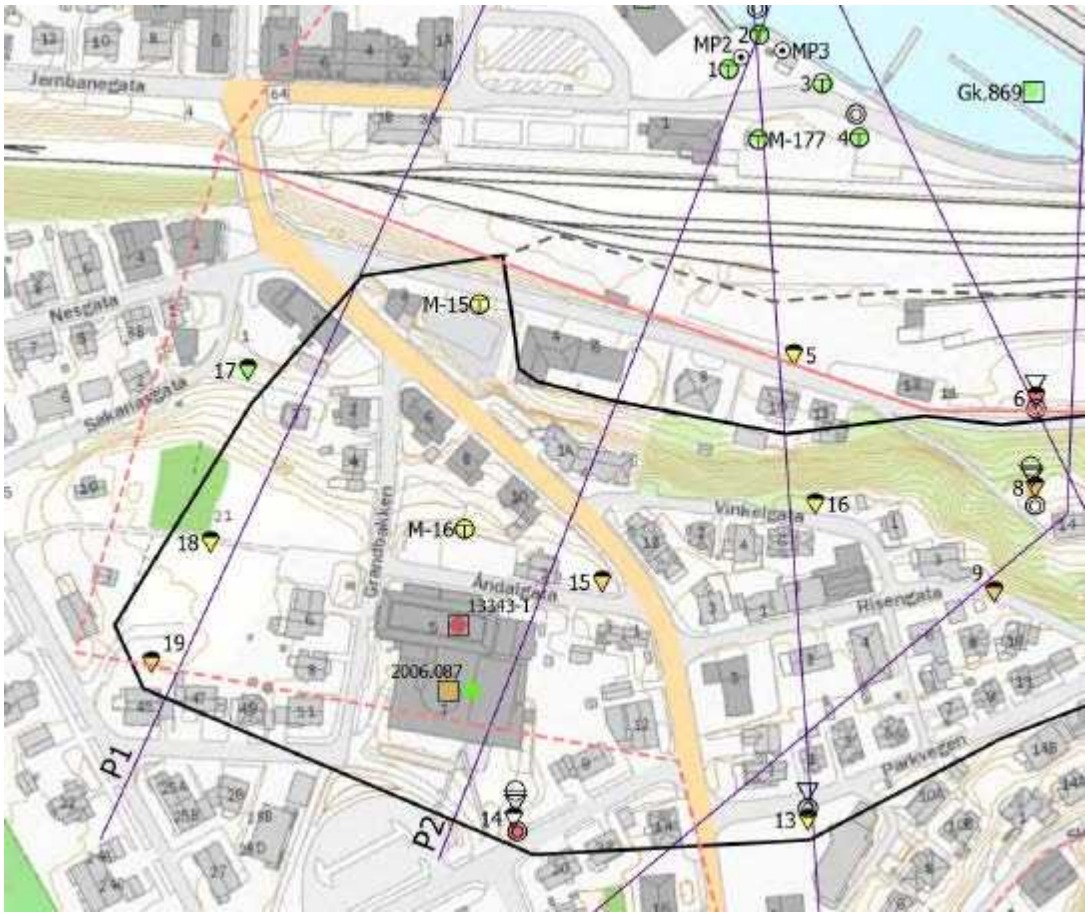
Med helsing
Torgeir Døssland
Dr. ing. geoteknikk
Tlf. +47 98 61 53 76
torgeir.dossland@norconsult.com

Norconsult AS
Grandfjæra 24
NO-6415 Molde

From: Ragnar Moholdt <Ragnar.Moholdt@ngi.no>
Sent: 8. oktober 2020 11:32
To: Torgeir Døssland <Torgeir.Dossland@norconsult.com>
Cc: Ingunn L. Simonhjell <Ingunn.L.Simonhjell@norconsult.com>; 'Terje Vikås' <terje@vollanprosjekt.no>; Thi Minh Hue Le <thi.le@ngi.no>; Jean-Sébastien L'Heureux <jean-sebastien.lheureux@ngi.no>
Subject: RE: Faresoneutredning 2389 Jernbanegata, Åndalsnes

Hei Torgeir!
Takk for tilbakemelding. Vi har gått gjennom kontrollnotatet og registrerer at dere er enige i konklusjonene og at de fleste av kommentarene er av mindre betydning (kategori 4) som vi velger å ikke bruke mer tid på. Dere har også noen kommentarer som dere ber om svar på (kategori 3). Vi hatt en intern diskusjon rundt disse spørsmålene. Se etterfølgende begrunnelse for våre valg og forslag til endringer.

Profil 2:
Her tilsier beregnet L/H – forhold i Profil 2 at utstrekningen av løsneområdet skulle ha vært noe mindre (L=100 m). Det er nok også det vi tror er mest realistisk, men pga. noe usikkerhet rundt tolkning av undersøkelsene i borpunkt 13 valgte vi å ta med et litt større område i søndre del av faresonen (jf. tidligere diskusjon rundt dette). Hvis dere er enige kan vi redusere utbredelsen litt i profil 2. Teoretisk grense vil gå gjennom kultursenteret. For å unngå å avgrense faresonen gjennom bygninger, syns vi det er mest naturlig å trekke grensen i bakkant av kulturhuset (dvs. omtrent som dagens soneavgrensing, se stiplet linje i figuren under). Er dere enige i den vurderingen?
Vår kommentar gjaldt at løsneområdet er tabellført til 100 m men er vist på kartet som ca. 182 m. (Vår måling på profiltegning viser for øvrig 204 m, men dette er basert på utstrekningen av kvikkleirelaget). Vi er enige i NGI sitt resonnementet, og anser dette delspørsmålet som lukket. Da reduserer vi løsneområdet i P2. Vi syns at det da også er naturlig å redusere utstrekningen litt i P1 (som er et gunstigere profil enn P2). Se reviderte tegninger – Kart 011 og 012, samt tekstendringer i kursiv.



Profil 5: Spørsmålet gjelder forutsatt bruddmekanisme og utløpsdistanse. Vi ser at din kontroll gir høyere b/D – forhold, antagelig ut fra NIFS 14/2016 - fig. 6.1, og som følge av at du tar utgangspunkt i det dypeste punktet på kritisk skjærflate. Vår vurdering er at så å si all kvikkleire ligger i nivå under skråningsfot (se figur med stabilitetsberegninger under), og at en mulig skredgrop ikke vil kunne "tømme seg" ned til nivået for kritisk skjærflate (dyp i dette tilfellet). Det vil legge seg ikke-sensitive masser i bunnen av skredgropen. Derfor mener vi at det vil være "konservativt nok" å ta ut b som kvikkleiremektigheten over en 1:15 – linje som har utgangspunkt 0,25xH under skråningsfot. Dette tilsier et lavere b/D – forhold som gir bruddmekanisme "flak og rotasjonsskred" (rotasjonsskred mest aktuelt her). Beregnet utløp blir da som beskrevet i rapport 20200050-02-R. Forøvrig er vår oppfatning at definisjonen av b/D – kriteriet er ment å være lik gjennom hele NIFS-rapporten 14/2016. Vi ser imidlertid at figurene kan oppfattes litt forskjellig i og med at 1:15-linjen ikke er indikert på Figur 6.1 slik som på Figur 2 i vedlegget. Ved undersøkelse av skrehendelsene som danner det empiriske grunnlaget for NIFS 14/2016 er det tatt utgangspunkt i bunnen av skredgropene for bestemmelse av L/H.

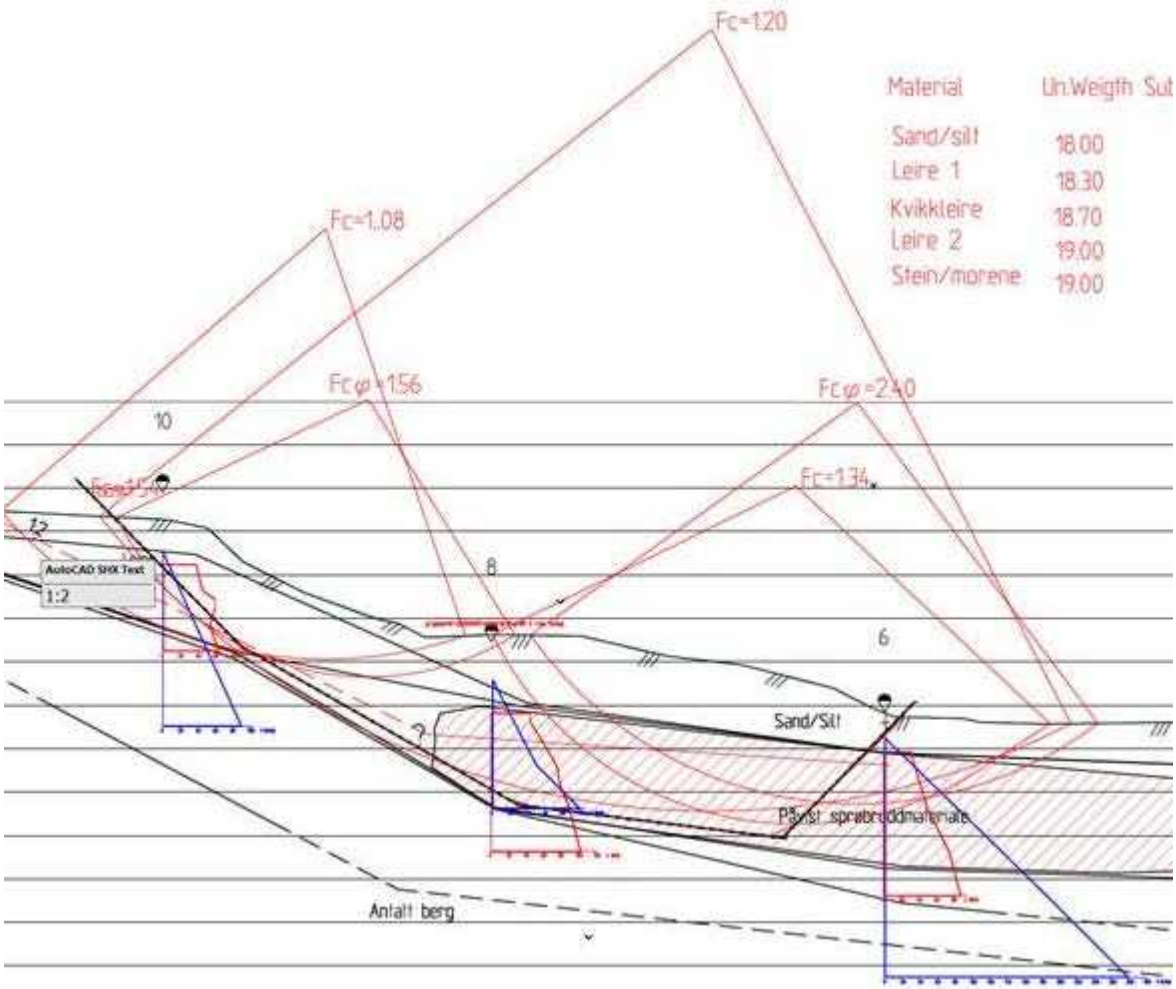
Vårt forslag er å beholde soneavgrensningen i profil 5 slik som vist på Kart 011 i rapport 20200050-2 fordi vi mener at det er mest realistisk. Er du enig i vår begrunnelse, eller mener du at dette blir for ukonservativt og at vi må justere soneavgrensningen? Jeg har forhørt meg litt, og slik jeg forstår det skal dette komme klarere fram i den nye revisjonen av kvikkleireveilederen som er på trappene.

Dette var en svært interessant redegjørelse, og litt oppsiktsvekkende at det er et forholdsvis alvorlig avvik mellom NIFS-rapporten 14/2016 og NGI sitt vedlegg til samme publikasjon. Burde ikke dette vært korrigert på en nettutgave?

Vi er enige i at kvikleira i profilet ligger dypt, det er bare så vidt 1:15-linja berører kvikkleira helt i

toppen av laget. Derfor mener vi på dette nye grunnlaget at det er riktig å vurdere utløpslengden slik den er vist på tegning 011.

Men hvis vi skal følge opp resonnementet om å tilpasse soneavgrensingen slik at en unngår at grensa skjærer gjennom bygninger, burde det være grunnlag for å revidere søndre soneavgrensing i profil 5, 6 og 7 slik at den følger Parkvegen. Alle disse profilene er karakterisert ved at utstrekningen av kvikkleire er begrenset i sørlig retning. Dette bekreftes også av de tabellerte verdiene i det tekniske notatet.
Denne detaljen er tilsynelatende spissfindig, men kan vise seg å være vesentlig for huseiere i Parkvegen som måtte ønske å sette i verk tiltak på eiendommene sine. Vi antar at NGI vil komme fram til en fornuftig og pragmatisk konklusjon på dette temaet, og vi vil derfor lukke post 1.2 i kontrollvedlegget (Vedlegg B). Vi er enige i dette, og har revidert soneavgrensingen slik at den følger Parkveien. Se reviderte tegninger – Kart 011 og 012, samt tekstendringer i kursiv.



Med vennlig hilsen
RAGNAR MOHOLDT
Senioringeniør

M +47 917 23 461
T +47 22 02 30 00
NGI.NO

Tenk på miljøet før denne e-posten skrives ut

From: Torgeir Døssland <Torgeir.Dossland@norconsult.com>
Sent: tirsdag 6. oktober 2020 16:02
To: Ragnar Moholdt <Ragnar.Moholdt@ngi.no>
Cc: Ingunn L. Simonhjell <Ingunn.L.Simonhjell@norconsult.com>; 'Terje Vikås' <terje@vollanprosjekt.no>
Subject: FW: Faresoneutredning 2389 Jernbanegata, Åndalsnes

Hei, Ragnar!
Vedlagt følger vårt kontrollnotat.

Med helsing
Torgeir Døssland
Dr. ing. geoteknikk
Tlf. +47 98 61 53 76
torgeir.dossland@norconsult.com

Norconsult AS
Grandfjæra 24
NO-6415 Molde

From: Terje Vikås <terje@vollanprosjekt.no>
Sent: 6. oktober 2020 15:38
To: Torgeir Døssland <Torgeir.Dossland@norconsult.com>
Cc: Ivar Sæter <ivar.saeter@xpro.as>
Subject: VS: Faresoneutredning 2389 Jernbanegata, Åndalsnes

Hei Torgeir.
Godt å se at konklusjonene er sammenfallende med NGI og dere må selvfølgelig sende kontrollrapporten til NGI

Med hilsen

Terje Vikås

VOLLAN prosjekt as
Vollan 10
6300 Åndalsnes
Tlf 90 72 12 12

Fra: Torgeir Døssland <Torgeir.Dossland@norconsult.com>
Sendt: onsdag 30. september 2020 17:18

Kontroll- og referanseside/ Review and reference page

Dokumentinformasjon/*Document information*		
Dokumenttittel/*Document title* Faresone 2389 Jernbanegata		**Dokumentnr./*Document no.*** 20200050-02-R
Dokumenttype/*Type of document* Rapport / Report	**Oppdragsgiver/*Client*** Romsdalsgondolen	**Dato/*Date*** 2020-08-17
Rettigheter til dokumentet iht kontrakt/ *Proprietary rights to the document according to contract* NGI		**Rev.nr.&dato/*Rev.no.&date*** 1 / 2020-10-26
Distribusjon/*Distribution* BEGRENSET: Distribueres til oppdragsgiver og er tilgjengelig for NGIs ansatte / LIMITED: Distributed to client and available for NGI employees		
Emneord/*Keywords* kvikkleire, faresone		

Stedfesting/*Geographical information*	
Land, fylke/*Country* Møre og Romsdal	**Havområde/*Offshore area***
Kommune/*Municipality* Rauma	**Feltnavn/*Field name***
Sted/*Location* Åndalsnes	**Sted/*Location***
Kartblad/*Map* 1320 III Rauma	**Felt, blokknr./*Field, Block No.***
UTM-koordinater/*UTM-coordinates* **Sone:** 32 N **Øst:** 433079 **Nord:** 6938154	**Koordinater/*Coordinates*** **Projeksjon, datum: Øst: Nord:**

Dokumentkontroll/*Document control*
Kvalitetssikring i henhold til/*Quality assurance according to NS-EN ISO9001*

Rev/ Rev.	***Revisjonsgrunnlag/Reason for revision***	**Egenkontroll av/ *Self review by:***	**Sidemanns-kontroll av/ *Colleague review by:***	**Uavhengig kontroll av/ Independent review by:**	**Tverrfaglig kontroll av/ *Inter-disciplinary review by:***
0	Originaldokument	2020-07-10 Ragnar Moholdt / Thi Minh Hue Le	2020-08-12 Jean-Sebastien L'Heureux		
1	Endringer som følge av uavhengig kontroll (jf. korrespondanse i vedlegg E)	2020-10-19 Ragnar Moholdt / Thi Minh Hue Le	2020-10-19 Jean-Sebastien L'Heureux		

Dokument godkjent for utsendelse/ *Document approved for release*	**Dato/*Date*** 26. oktober 2020	**Prosjektleder/*Project Manager*** Ragnar Moholdt

NGI (Norges Geotekniske Institutt) er et internasjonalt ledende senter for forskning og rådgivning innen ingeniørrelaterte geofag. Vi tilbyr ekspertise om jord, berg og snø og deres påvirkning på miljøet, konstruksjoner og anlegg, og hvordan jord og berg kan benyttes som byggegrunn og byggemateriale.

Vi arbeider i følgende markeder: Offshore energi – Bygg, anlegg og samferdsel – Naturfare – Miljøteknologi.

NGI er en privat næringsdrivende stiftelse med kontor og laboratorier i Oslo, avdelingskontor i Trondheim og datterselskaper i Houston, Texas, USA og i Perth, Western Australia.

www.ngi.no

NGI (Norwegian Geotechnical Institute) is a leading international centre for research and consulting within the geosciences. NGI develops optimum solutions for society and offers expertise on the behaviour of soil, rock and snow and their interaction with the natural and built environment.

NGI works within the following sectors: Offshore energy – Building, Construction and Transportation – Natural Hazards – Environmental Engineering.

NGI is a private foundation with office and laboratories in Oslo, a branch office in Trondheim and daughter companies in Houston, Texas, USA and in Perth, Western Australia

www.ngi.no

NGI

OSLO
TRONDHEIM
HOUSTON
PERTH

NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT
NGI.NO

Hovedkontor Oslo
PB. 3930 Ullevål Stadion
0806 Oslo

Avd. Trondheim
PB. 5687 Torgarden
7485 Trondheim

T 22 02 30 00
F 22 23 04 48
NGI@ngi.no

BANK
KONTO 5096 05 01281
ORG.NR 958 254 318MVA

ISO 9001/14001
CERTIFIED BY BSI
FS 32989/EMS 612006