

Nr. 18/2022

Utredning av fare for kvikkleireskred, Ask, Gjerdrum kommune

Multiconsult



NVE Ekstern rapport nr. 18/2022

Utredning av fare for kvikkleireskred, Ask, Gjerdrum kommune

Utgitt av: Norges vassdrags- og energidirektorat

Forfatter: Multiconsult

Forsidefoto: Ask sentrum. Foto: Jostein Hauge/Gjerdrum kommune

ISBN (online): 978-82-410-2245-6

ISSN (online): 2535-8235

Saksnummer: 202117576

Sammendrag: På oppdrag fra NVE har Multiconsult gjennomført en soneutredning av kvikkleiresonene i Ask sentrum som ble berørt av kvikkleireskredet på Ask 30.12.2020: 94 Ask Vestre, 85 Fjeldstad og 470 Hønsisletta. Soneutredningen dokumenterer sikkerheten mot kvikkleireskred for bebyggelsen i disse tre sonene. Utredningen viser at store deler av området utgår som faresone, og kun mindre soner gjenstår. Innenfor sonene i sentrum er beliggenheten av kvikkleira så dyp at det ikke kan forekomme bakovergripende skred (retrogressive skred), og det er begrensede rotasjonsskred som er aktuell skredmekanisme. Det er utført stabilitetsberegninger i områder med bebyggelse, som viser at det ikke er fare for skred mot eksisterende bebyggelse i sonene i sentrum.

Emneord: Kvikkleire, kvikkleireskred, farekartlegging, geoteknisk vurdering, Ask, Gjerdrum

Norges vassdrags- og energidirektorat
Middelthuns gate 29
Postboks 5091 Majorstuen
0301 Oslo

Telefon: 22 95 95 95
E-post: nve@nve.no
Internett: www.nve.no

september, 2022

Forord

Tidlig på morgenen den 30. desember 2020 ble Ask sentrum i Gjerdrum kommune rammet av et stort kvikkleireskred. Et areal på cirka 240 x 700 meter skled ut, inkludert deler av boligfeltet i Nystulia. Skredmassene fortsatte ca. 2 km nedover bekkedalen. Det er anslått at ca. 1,35 million m³ jordmasser raste ut denne morgenen.

Skredet berørte tre markerte faresoner på Ask: 94 Ask Vestre, 85 Fjeldstad og 470 Hønsisletta. I etterkant av skredet bestemte NVE å gjennomføre en detaljert soneutredning av disse tre sonene, for å dokumentere sikkerheten mot kvikkleireskred for bebyggelsen i Ask sentrum. Oppdraget er utført av Multiconsult, som har inngående kunnskap om grunnforholdene på Ask. Det er gjennomgått uavhengig kvalitetssikring av Norconsult.

Hamar, 19. september 2022



Brigt Samdal
direktør
Skred- og vassdragsavdelingen



Toril Hofshagen
regionsjef
NVE Region Øst

RAPPORT

Utredning av fare for kvikkleireskred, Ask, Gjerdrum kommune

OPPDRAAGSGIVER

NVE

EMNE

Faresoneutredning geoteknikk

DATO / REVISJON: 16. september 2022 / 02

DOKUMENTKODE: 10223695-08-RIG-RAP-001



Multiconsult

Dette dokumentet har blitt utarbeidet av Multiconsult på vegne av Multiconsult Norge AS eller selskapets klient. Klientens rettigheter til dokumentet er gitt for den aktuelle oppdragsavtalen eller ved anmodning.

RAPPORT

OPPDRAAG	Faresoneutredning Ask Gjerdrum	DOKUMENTKODE	10223695-08-RIG-RAP-001
EMNE	Faresoneutredning geoteknikk	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAAGSGIVER	NVE	OPPDRAAGSLEDER	Roger Kristoffersen
KONTAKTPERSON	Ellen Elizabeth Davis Haugen	UTARBEIDET AV	Morten Hovind
KOORDINATER	Sone: UTM 32 Øst: 613400 Nord: 6660600	ANSVARLIG ENHET	10101080 Seksjon Geoteknikk Samferdsel
GNR./BNR./SNR.	/ / / Gjerdrum		

SAMMENDRAG

Multiconsult Norge AS er engasjert av Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) for å utrede fare for kvikkleireskred som kan berøre Ask sentrum i Gjerdrum kommune. Utredningen er gjennomført i etterkant av skredet på Ask 30.12.2020, for å dokumentere sikkerheten for bebyggelsen i de tre eksisterende kvikkleiresonene som ble berørt av skredet: Sone 94 Ask Vestre, 85 Fjeldstad og 470 Hønsisletta. Sikkerhet mot skredgropa er håndtert gjennom oppfølgingen og sikringen etter skredet. Det er sikkerhet mot kvikkleireskred utløst andre steder i disse kvikkleiresonene som nå er vurdert. Det vurderte område er avgrenset i rapporten. Soneutredningen er gjort iht. NVE veileder 1/2019.

Det er utført supplerende grunnundersøkelser i 33 borpunkt, som i tillegg er sammenstilt alle de tidligere undersøkelsene på Ask. Boringene viser at grunnen i området består av siltig leire med mektighet opp til flere ti-talls meter. Det er lagt vekk på opptak av prøver for sikker påvisning av kvikkleire. I et flertall av prøvene er det påvist ikke kvikkleire/sprøbruddmateriale. Enkelte steder er det påvist kvikkleire.

Grunnundersøkelsene gir grunnlag for å redusere utstrekningen av de eksisterende kvikkleiresonene i og rundt Ask sentrum. Innenfor sonene i sentrum er det delvis påvist ikke kvikkleire. Hvor det er funnet kvikkleire, så er beliggenheten så dyp at det ikke kan forekomme bakovergripende skred (retrogressive skred). Det er begrensede rotasjonsskred som er aktuell skredmekanisme, og sonegrensene er justert slik at sonene blir begrenset nær skråninger. Det er i hovedsak gjort følgende endringer:

Sone 85 Fjeldstad blir delt i tre mindre soner «Fjeldstad», «Fjeldstad vest» og «Hønsigutua sør». Store deler av eksisterende sone utgår.

Sone 94 Ask Vestre reduseres til en mindre faresone i nord mot 471 Berger «Fjellinna vest», resten av eksisterende sone utgår.

Sone 470 Hønsisletta reduseres til to mindre soner «Ingelstun» og «Hønsisletta sør», resten av eksisterende sone utgår.

Det er utført befaringer for vurdering av erosjon for faregradsklassifisering og som grunnlag for vurdering av behov for erosjonssikring. I sonene i sentrum er det ingen erosjon eller utført erosjonssikring.

I tillegg til utredning av de tre eksisterende sonene som grenser inn mot skredområdet, er det gjort noen vurderinger i tilstøtende områder i andre eksisterende soner, og det er utført befaringer for vurdering av erosjon og behov for erosjonssikring:

Sone 93 Kyken reduseres da vestlig del mot Ask sentrum utgår.

Sone 82 Hammer blir beholdt som før.

Sone 471 Berger blir redusert i sør med ny sone «Fjellinna vest».

I de nye sonene «Fjellinna vest», «Ingelstun» og «Kyken» er det utført stabilitetsberegninger i områder med bebyggelse. Beregningene viser at det er tilfredsstillende sikkerhet for eksisterende bebyggelse i sonene Fjellinna Vest og Ingelstun, men stabiliteten tilfredsstiller ikke kravene til etablering av nye bebyggelse. Stabilitetsberegningene ved Kyken viser lav beregnet sikkerhet. I tillegg er det pågående erosjon i denne sonen, og NVE går videre med å vurdere behov for og omfang av sikring i området ved eksisterende bebyggelse. Et eventuelt skred utløst på Kyken vil ikke kunne forplante seg opp til bebyggelsen i Ask sentrum, siden det er påvist at det ikke er kvikkleire.

02	16.09.2022	Endret etter kommentarer fra NVE	Morten Hovind	Anders Gylland	Marit Isachsen
01	24.06.2022	Revisjon etter uavhengig kvalitetssikring	Morten Hovind	Anders Gylland	Marit Isachsen
00	27.05.2022	Utarbeidet	Morten Hovind	Anders Gylland	Marit Isachsen
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

INNHOLDSFORTEGNELSE

1	Innledning	5
2	Grunnlag	6
3	Områdebeskrivelse og grunnforhold	6
3.1	Områdebeskrivelse	6
3.2	Grunnforhold	7
4	Vassdrag og erosjon	8
5	Prosedyre for utredning av områdeskred	9
5.1	Undersøk om det finnes registrerte faresoner i området	10
5.2	Avgrens områder med mulig marin leire	11
5.3	Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred	11
5.4	Bestem tiltakskategori	11
5.5	Gjennomgang av grunnlag – identifikasjon av kritiske skråninger og mulig løsneområde	12
5.5.1	Inndeling av områder	12
5.6	Befaring	13
5.7	Gjennomfør grunnundersøkelser	13
5.7.1	Område 1 – Fjelstad	16
5.7.2	Område 2 – Hønsigutua sør	17
5.7.3	Område 3 – Hønsigutua nord	18
5.7.4	Område 4 – Kyken	19
5.7.5	Område 5 – Fjellinna vest	21
5.7.6	Område 6 – Ingelstun	22
5.7.7	Område 7 – Skredområdet	24
5.8	Vurder aktuelle skredmekanismer og avgrens løsne- og utløpsområder	27
5.8.1	Område 1 – Fjelstad	29
5.8.2	Område 2 – Hønsigutua sør	31
5.8.3	Område 3 – Hønsigutua nord	32
5.8.4	Område 4 – Kyken	33
5.8.5	Område 5 – Fjellinna vest	34
5.8.6	Område 6 – Ingelstun	36
5.8.7	Område 7 – Skredområdet	38
5.9	Klassifiser faresoner	40
5.10	Dokumentér tilfredsstillende sikkerhet	40
5.11	Meld inn faresoner og grunnundersøkelser	41
6	Konklusjon	41
7	Referanser	43
7.1	Grunnundersøkelser	43
7.2	Annet	43

Tegninger

10223695-08-

RIG-TEG-001	Borplan med områdeinndeling	1 side
RIG-TEG-002	Faresoner: løsne- og utløpsområder	1 side
RIG-TEG-003	Nye faresoner med eksisterende soner	1 side
RIG-TEG-004	Borplan med snitt	1 side
RIG-TEG-100 til -106	Plantegning over hvert område	7 sider
RIG-TEG-700 til -718	Tolket lagdeling	15 sider
RIG-TEG-800 til -802	Beregninger	3 sider

Vedlegg

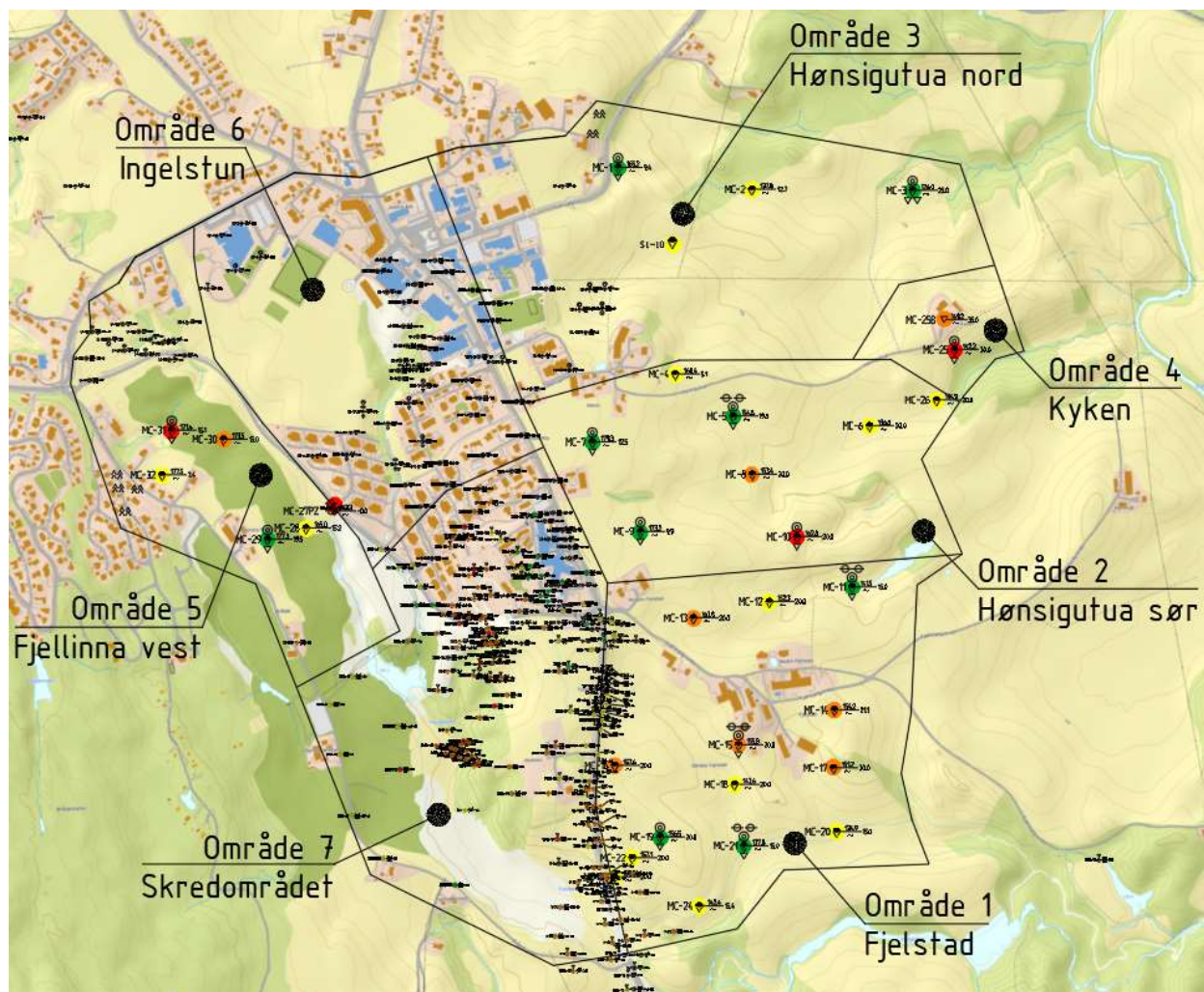
- Vedlegg A – Tekniske beregninger
- Vedlegg B – Befaring og erosjonsvurderinger
- Vedlegg C – Klassifisering av faresoner
- Vedlegg D – ERT-målinger Kyken kvikkleiresone

1 Innledning

Multiconsult Norge AS er engasjert av Norges Energi- og Vassdragsdirektorat (NVE) for å utrede fare for kvikkleireskred som kan berøre Ask sentrum. Utredningen er gjort iht. NVE veileder 1/2019, og kalles en soneutredning. Oppdraget ble bestilt i etterkant av skredet på Ask 30.12.2020, for å dokumentere sikkerheten for bebyggelsen i de tre eksisterende kvikkleiresonene som ble berørt av skredet: Sone 94 Ask Vestre, 85 Fjeldstad og 470 Hønsisletta. Utredningen tar ikke for seg ikke skredområdet, men kartlegger mulig fare for kvikkleireskred fra andre kanter.

Området for vurdering er inndelt i 7 delområder, Figur 1-1 viser det vurderte området og delområdene.

I rapporten videre er det brukt begrepet områdeskred, som er en fellesbetegnelse på skred i kvikkleire eller andre jordarter med sprøbruddegenskaper (sprøbruddmateriale). Begrepene «kvikkleireskred» og «områdeskred» kan for alle praktiske formål benyttes om hverandre. Begrepet kvikkleire brukes i denne rapporten for enkelthets skyld som samlebetegnelse på leire som kan inngå i et områdeskred.



Figur 1-1: Oversikt over området som er vurdert for kvikkleireskredfare, med inndeling av delområde 1-7 med utførte grunnundersøkelser.

2 Grunnlag

Grunnlag er presentert i referanselisten i kapittel 7.

Grunnundersøkelser er presentert i avsnitt 7.1. Annet relevant grunnlag er presentert i avsnitt 7.2.

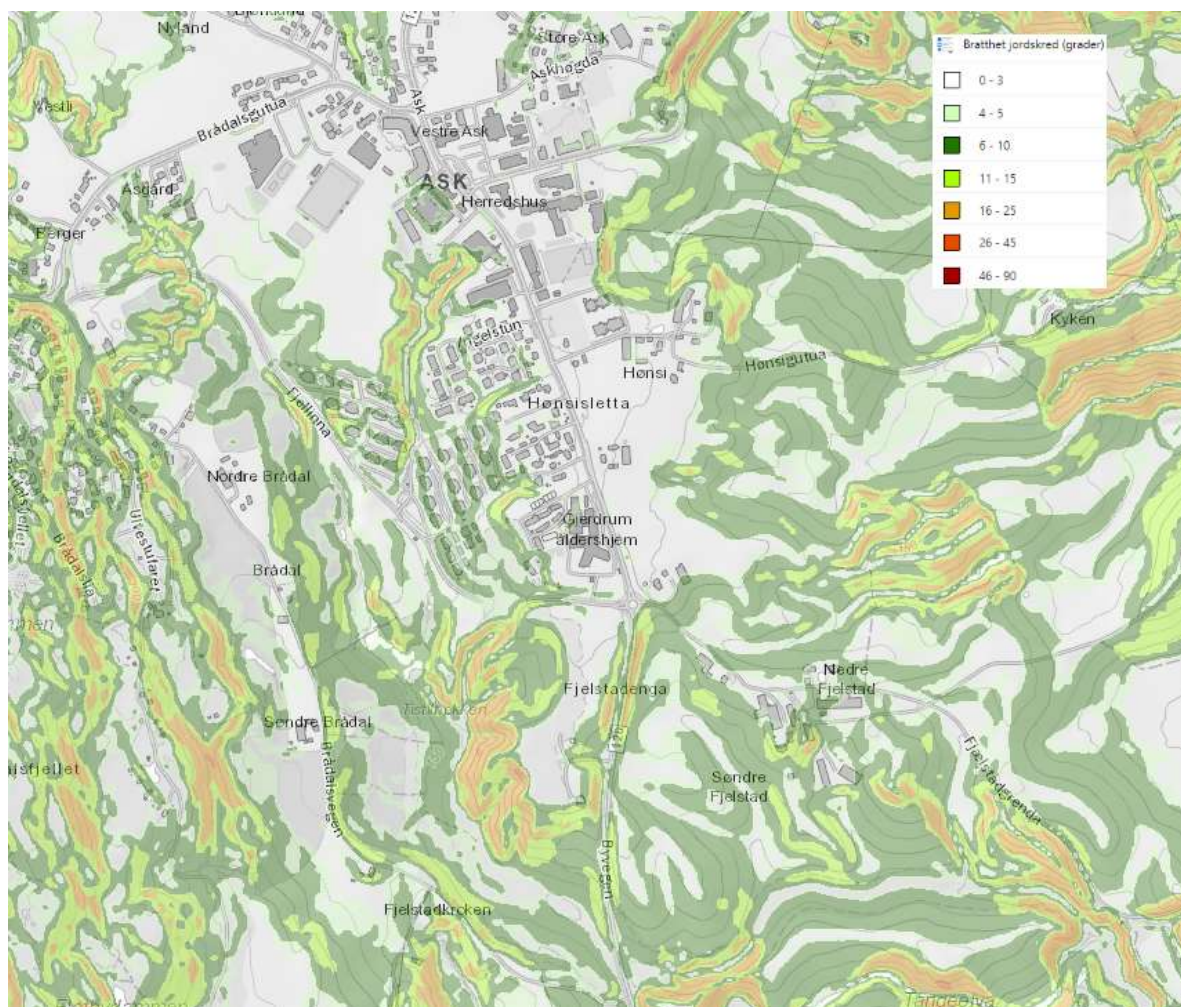
Terrengmodell er utført av Terratec AS i 2020 og hentet fra Høydedata.no, ref. [34].

3 Områdebeskrivelse og grunnforhold

3.1 Områdebeskrivelse

Området rundt Ask sentrum består av gårdsbruk i øst og nord og golfbane i vest. I Ask sentrum er det tettbebygd sentrumsområde med diverse leilighetsblokker, skoler etc. Sør for Ask sentrum gikk det et kvikkleireskred 30. desember 2020 som hadde utløp sør og videre øst over Fv120. Det foregår i dag arbeider med å rydde opp etter skredet/sikre skredområdet.

Området utenfor Ask, spesielt i øst, er preget av raviner. Ravinene er har generelt en bratthet i størrelsesorden 6-15 grader. Enkelte steder er det brattere; mellom 16-25 grader. Terrenget varierer mellom kote +135 til +180. De største lokale høydeforskjellene er på ca. 20 m. Figur 3-1 viser terrenghelning i grader i området.



Figur 3-1: Terrenghelning i grader for området rundt Ask før kvikkleireskredet 30. desember 2020.

3.2 Grunnforhold

Grunnen består av et topplag av tørrskorpeleire generelt med mektighet mellom 1-3 m. Under dette er det stedvis mange ti-talls meter med siltig leire som varierer mellom å være lite sensitiv til kvikk. Det er stedvis svært dypt til antatt berg.

Tilgjengelige grunnundersøkelser består i stor grad av dreietrykkssonderinger som ikke påviser berg, men er avsluttet i møte med et fast materiale, eksempelvis morene. Følgelig er dybden til antatt berg i stor grad ukjent. Det er utført refraksjonsseismikk på deler av området rundt skredgropen, ref. [29]. Sonderingene viser imidlertid at det er kortere til berg rundt Ask sentrum, fra rundkjøring ved Gjerdrum bo- og behandlingssenter og nordover langs fylkesvegen, enn det er øst, sør og vest ute på jordene og golfbanen, hvor det kan være opp mot 50 m til berg, se Figur 3-2.

Område rundt Fjelstad:

Grunnundersøkelser utført i område 1 - Fjelstad, viser at grunnen består av et topplag av tørrskorpeleire med ca. 3 m tykkelse. Under dette viser opptatte prøveserier generelt et lag av middels fast siltig leire med uomrørt skjærfasthet på rundt 25-30 kPa ned til 15 m under terreng.

Område rundt Kyken og Hønsigutua:

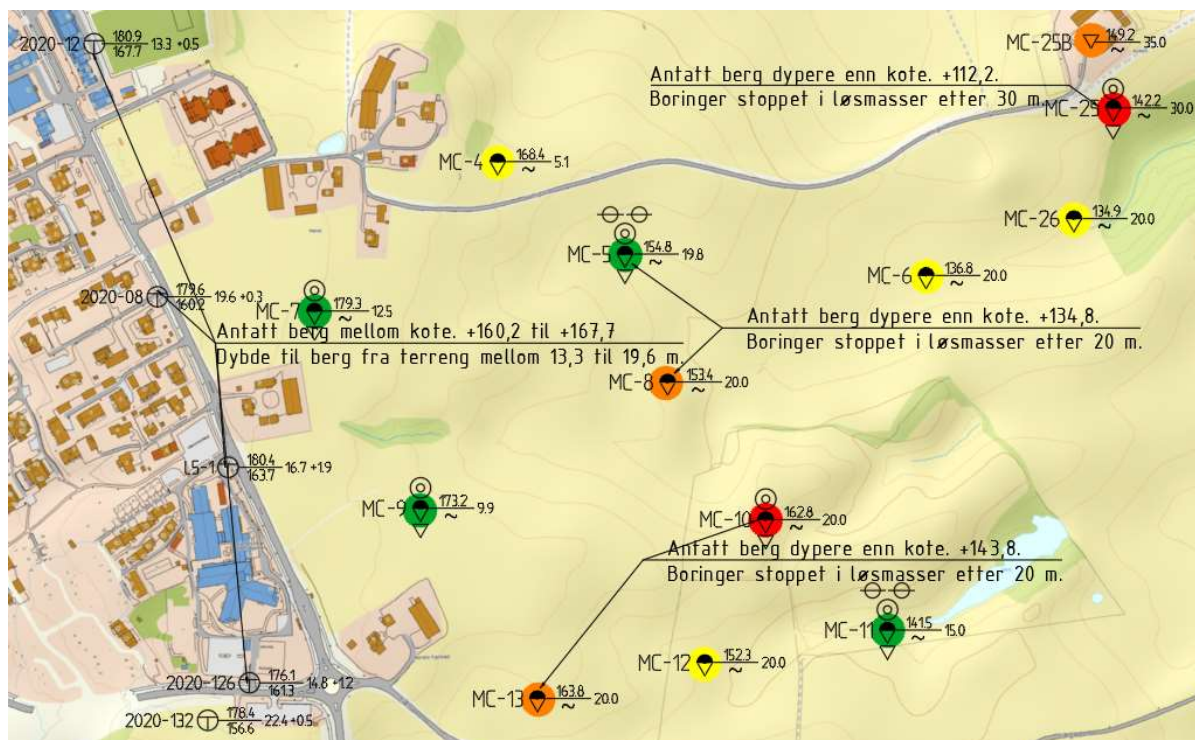
Grunnundersøkelser utført i område 2 – Hønsigutua sør, område 3 – Hønsigutua nord og område 4 – Kyken, antyder kortere dybde til antatt berg eller et fast lag i vest. Grunnen består av et ca. 3 m tykt topplag av tørrskorpeleire etterfulgt av et lag med bløt til middels fast leire med omrørt skjærfasthet på 20-30 kPa ned til ca. 20 m under terreng. Opptatte prøveserier i borpunkt MC-10 viser kvikkleire fra 18 m dybde.

I område rundt Kyken viser opptatte prøveserier i borpunkt MC-25 middels fast leire med uomrørt skjærfasthet mellom 40-45 kPa ned til 15-16 m under terreng. Under dette laget er det kvikkleire.

Område rundt Fjellinna og Brådal:

Grunnundersøkelser utført i område 5 – Fjellinna vest, viser at grunnen består av et topplag av tørrskorpeleire med ca. 2-3 m tykkelse. Under dette viser opptatte prøveserier generelt et lag av bløt til middels fast siltig leire med uomrørt skjærfasthet i størrelsesorden 15-30 kPa. I MC-31 er leiren kvikk fra 6 m.

Grunnforholdene er nærmere beskrevet i kapittel 5.7.



Figur 3-2: Boringer til venstre viser korterte dybde til berg rundt Ask sentrum enn boringene utført i øst.

4 Vassdrag og erosjon

Vassdrag og erosjon er omtalt i Vedlegg B. Det er enkelte vassdrag i området som både viser tegn til litt eller ingen erosjon og kraftig erosjon. Foreslåtte erosjonstiltak er beskrevet i vedlegget.

Område 5 – Fjellinna vest

Bekkene i området ligger flatt og har lite til ingen erosjon. Ved høyere vannføring ledes vannet vekk i rør. Det er ikke behov for tiltak.

Område 6 – Ingelstun

Bekken ved Ingelstun er erosjonssikret. Ingen tegn til erosjon eller fremtidig erosjon. Det er ikke behov for tiltak.

Område 4 – Kyken

Bekken ved Kyken har tegn på kraftig erosjon. I tillegg til dette er det beregningsmessig lav sikkerhet for skråningen ned mot bekken. Dersom det ligger kvikkleire ugunstig til kan det være fare for områdeskred. Det anbefales å erosjonssikre bekken.

Vurderinger viser at et eventuelt skred på Kyken ikke vil kunne nå Ask sentrum. Skredmekanisme og avgrensing av løsneområde for Kyken er presentert i avsnitt 5.8.4. NVE går videre med å vurdere behov for og omfang av sikring i området ved eksisterende bebyggelse.

5 Prosedyre for utredning av områdeskred

NVE veileder 1/2019 «Sikkerhet mot kvikkleireskred» kapittel 3.2 beskriver prosedyre for identifisering og avgrensning av kvikkleireområder med potensiell skredfare (aktsomhetsområder, punkt 1-3) og avgrensning og faregradsevaluering av faresoner (utredning av faresoner, punkt 4-11).

Tabell 5-1 viser overskrift for punktene i prosedyren for utredning av aktsomhetsområder og faresoner.

Tabell 5-1 Prosedyre for utredning av aktsomhetsområder og faresoner [35].

Punkt	Oppgave
1	Undersøk om det finnes registrerte faresoner (kvikkleiresoner) i området
2	Avgrens områder med mulig marin leire
3	Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred
4	Bestem tiltakskategori
5	Gjennomgang av grunnlag – identifikasjon av kritiske skråninger og mulig løsneområde
6	Befaring
7	Gjennomfør grunnundersøkelser
8	Vurder aktuelle skredmekanismer og avgrens løsne- og utløpsområder
9	Klassifiser faresoner
10	Dokumentér tilfredsstillende sikkerhet
11	Meld inn faresoner og grunnundersøkelser

I kapittel 3.4 i NVE veileder 1/2019 står det:

[...] Ved å gjennomføre den første delen (steg 1-3) av prosedyren i kap. 3.2, kan det i enkelte tilfeller tidlig konkluderes med at planlagte byggeområder vil ligge utenfor områder med fare for områdeskred. [...]

Dersom gjennomgang av pkt. 1 til 3 kan avkrefte fare for områdeskred, vil man kunne konkludere og avslutte utredningen ved pkt. 3.

Dersom vurderinger i pkt. 3 viser at det er en potensiell fare for områdeskred innenfor delområdet, må man gå videre med pkt. 4 til 11 i prosedyren.

En oppsummering av de områdestabilitetsvurderingene som er gjort, med konklusjon, er presentert i Tabell 5-2.

Tabell 5-2: Oppsummering av områdestabilitetsvurderingene etter NVE veileder 1/2019, ref. [35].

Punkt	Overskrift	Referanse	Kommentar
1	Undersøk om det finnes registrerte faresoner i området	Avsnitt 5.1	Områdene ligger i eksisterende faresoner.
2	Avgrens områder med mulig marin leire	Avsnitt 5.2	Hele området har stor sannsynlighet for marin leire.
3	Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred	Avsnitt 5.3	Tatt utgangspunkt i eksisterende soner.

4	Bestem tiltakskategori	Avsnitt 5.4	Det er ikke bestemt tiltakskategori ettersom denne utredningen er for å utrede faresoner
5	Gjennomgang av grunnlag	Avsnitt 5.5	Terrengforhold og tidligere grunnlag er benyttet for å etablere snitt som deler inn området rundt Ask sentrum i totalt 7 områder.
6	Befaring	Avsnitt 5.6 og Vedlegg B	Befaring er utført for å undersøke erosjonsforhold i bekker og vassdrag tilknyttet faresonene.
7	Gjennomfør grunnundersøkelser	Avsnitt 5.7	Supplerende grunnundersøkelser er utført og resultatene fra dette sammen med tilgjengelige grunnundersøkelser er beskrevet for hvert delområde.
8	Vurder aktuelle skredmekanismer og avgrens løsne- og utløpsområde	Avsnitt 5.8	Hvert område er vurdert for skredmekanisme og løsne- og utløpsområde der kvikkleirens beliggenhet og terrengforhold vurderes å utgjøre fare for områdeskred. Det har resultert i seks faresoner.
9	Klassifiser faresoner	Avsnitt 5.9	Faresonene er klassifisert følgende: «Fjelstad vest», middels faregrad, mindre alvorlig konsekvens. «Hønsigutua sør», middels faregrad, mindre alvorlig konsekvens. «Kyken», høy faregrad, mindre alvorlig konsekvens. «Fjellinna vest», lav faregrad, mindre alvorlig konsekvens. «Ingelstun», middels faregrad, alvorlig konsekvens. «Hønsisletta sør», middels faregrad, alvorlig konsekvens.
10	Dokumentér tilfredsstillende sikkerhet	Avsnitt 5.10	Det er utført beregninger i mest kritiske snitt. Dagens beregnede sikkerhet viser dårlig stabilitet ved Kyken, og noe bedre stabilitet ved Ingelstun og Fjellinna.
11	Meld inn faresoner og grunnundersøkelser	Avsnitt 5.11	Gjøres etter uavhengig kvalitetssikring

5.1 Undersøk om det finnes registrerte faresoner i området

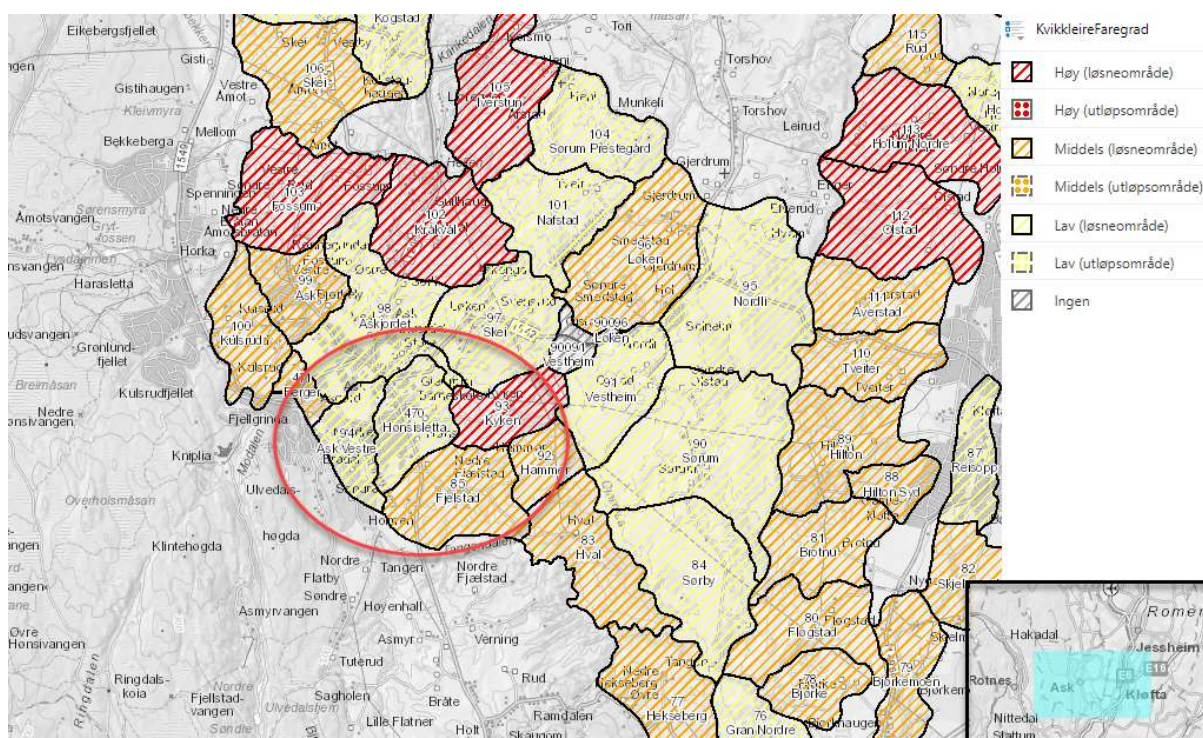
Hele Ask sentrum og området rundt ligger i registrerte faresoner som grenser til hverandre, dette vises på NVE Atlas (Figur 5-1). Følgende faresoner ligger øst/sør for sentrum:

- 85 Fjelstad Middels faregrad
- 93 Kyken Høy faregrad
- 470 Hønsisletta Lav faregrad
- 98 Askjordet Lav faregrad
- 97 Skei Lav faregrad

Område i vest ligger i følgende faresoner:

- 94 Ask Vestre Lav faregrad
- 471 Berger Middels faregrad

Historikk rundt kvikkleiresone på Ask er beskrevet i NVE-rapport 02/2021 [36].



Figur 5-1: Kartlagte faresoner rundt Ask sentrum.

5.2 Avgrens områder med mulig marin leire

Hele området har svært stor mulighet for marin leire, som store deler av Romerike for øvrig jf. NGUs kart «Marin grense og mulighet for marin leire» [30].

5.3 Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred

Områdene ligger innenfor flere eksisterende soner. En revidert faresonevurdering er utført i denne rapporten. Det er tatt utgangspunkt i eksisterende soner.

5.4 Bestem tiltakskategori

Det er ikke bestemt tiltakskategori ettersom denne utredningen er for å utrede faresoner og skal følge alle stegene i NVE Veileder 1/2019 og bestemme sikkerhet for dagens bebyggelse.

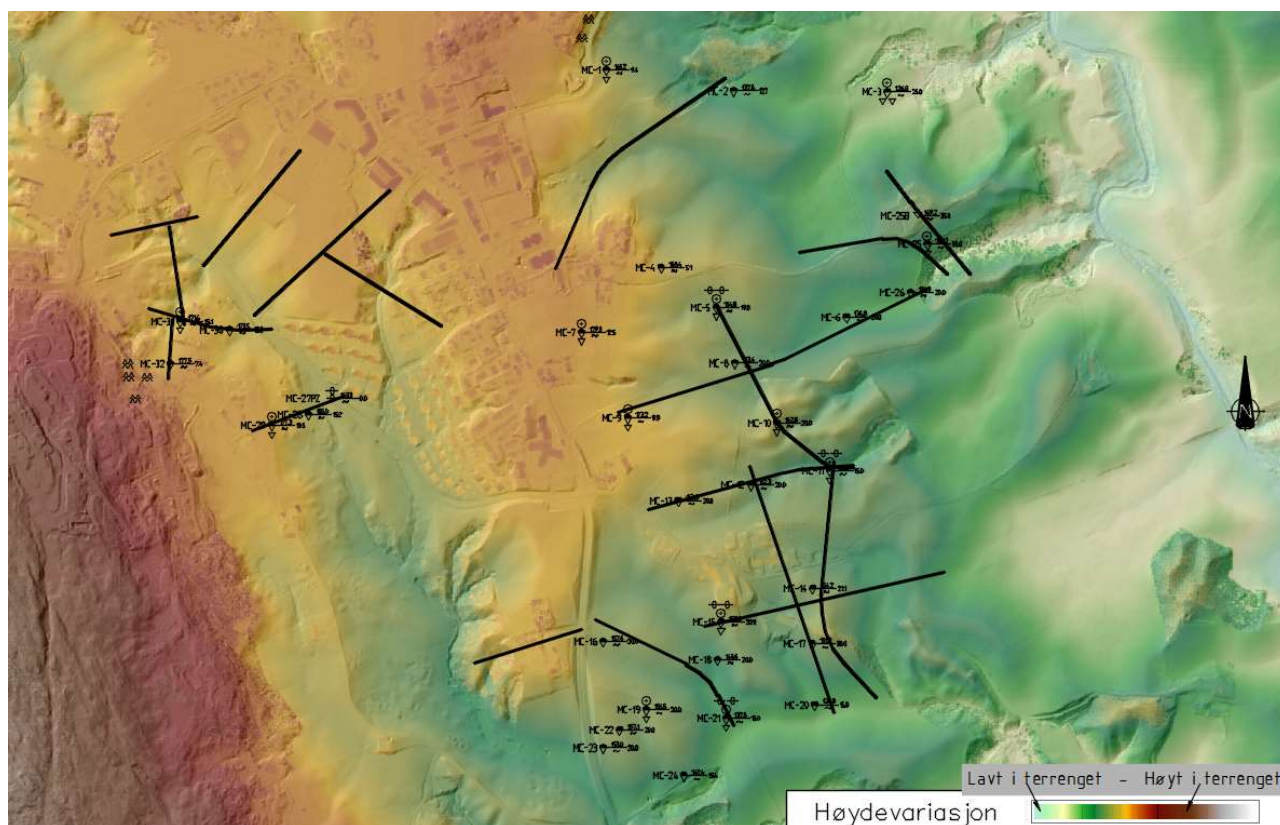
5.5 Gjennomgang av grunnlag – identifikasjon av kritiske skråninger og mulig løснеområde

Områdene ligger innenfor eksisterende soner. I henhold til prosedyrens pkt. 5, skal avgrensningen av tidligere registrerte soner verifiseres iht. dagens kartgrunnlag. For dette tilfellet gjøres dette med revisjon av faresonene.

Hensikten med denne delen av utredningen er å identifisere kritiske skråninger hvor skred kan initieres og eventuelt utvikle seg bakover eller sidevegs til områdeskred som kan berøre Ask sentrum og nærliggende bebyggelse. Iht. NVE veileder 1/2019 skal det avgrenses et område tilsvarende $L=15H$ i dette trinnet, hvor L er utstrekningen bakover fra skråningsfot i plan og H er skråningshøyde.

Området rundt Ask sentrum er svært preget av raviner med flere mulige kritiske skråninger, og det er også vurdert skråninger utenfor dagens sonegrenser.

Figur 5-2 viser høydevariasjon sammen med plassering av grunnundersøkelser og aktuelle snitt. Snittene er lagt der det er størst høydeforskjell og bratthet og for kartlegging av sprøbruddmateriale. Enkelte snitt har stor utstrekning for å få en bedre forståelse av sammenhengene løsmasselag.



Figur 5-2: Høydevariasjon over Ask med valgte snitt og grunnundersøkelser for soneutredningen. Hvit og grønn farge ligger lavere i terrenget enn gul og rød farge som ligger høyere i terrenget. Kart fra Høydedata.no.

5.5.1 Inndeling av områder

Området rundt Ask sentrum er blitt inndelt i totalt 7 områder, se Figur 1-1. Inndelingen er basert på tolket grunnforhold fra utførte grunnundersøkelser i kapittel 5.7 og topografi. Grunnforhold og mulige sprøbruddforekomster for hvert område omtales i avsnitt 5.7.1 t.o.m. 5.7.7. Eventuelle sprøbruddforekomster og områder der terrengforhold tilsier fare for områdeskred beskrives videre for soneutredning i kapittel 5.8.

5.6 Befaring

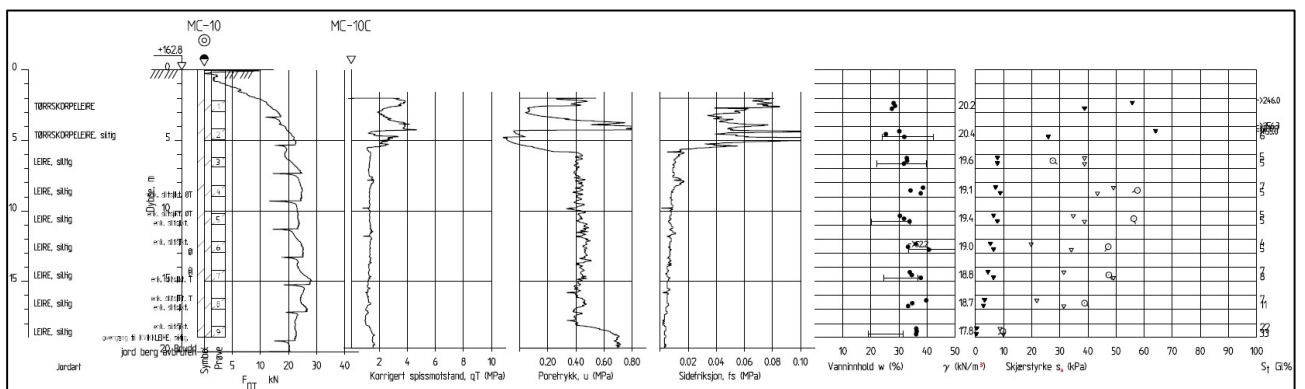
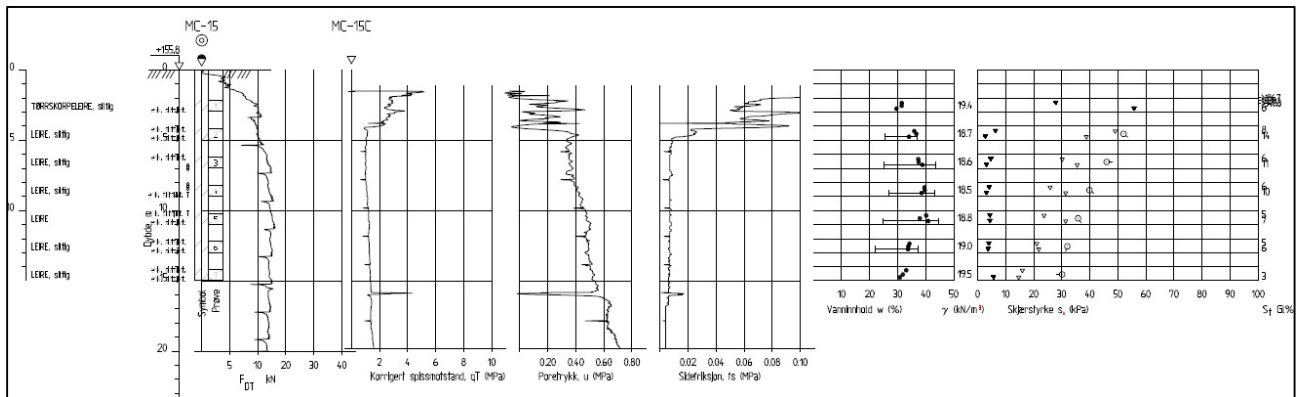
Befaring er gjennomført i hovedsak for å kartlegge eventuell erosjon og som grunnlag for å vurdere behov for sikringstiltak mot erosjon. Se Vedlegg B for mer angående befaring.

5.7 Gjennomfør grunnundersøkelser

Det er gjennomført et omfattende grunnundersøkelsesprogram. Generelt viser grunnundersøkelsene at løsmassene i området består av et topplag på 2-4 m mektighet med tørrskorpeleire. Under dette er det siltig leire med varierende mektighet. Enkelte steder er det i den siltige leiren påvist sprøbruddmateriale/kvikkleire.

Utførte sonderinger i felt (dreietrykksonderinger og CPTU) er vanskelige å tolke med tanke på mulig identifisering av sprøbruddmateriale. Det er derfor tatt opp omfattende mengder prøver som er analysert i laboratoriet for å påvise/avkrefte sprøbruddmateriale. Figur 5-3 er representativt for grunnforholdene i området og oppførselen til den siltige leiren på en sonderingstegning. Punktet har topplag av tørrskorpeleire ned til ca. 3 m. Under dette følger siltig leire ned til 20 m hvor sonderingen er avsluttet. Fra ca. 11 m dybde begynner sonderingsmotstanden å flate ut og avta, noe som vanligvis er en indikasjon på sprøbruddmateriale. Opptatte prøveserier viser likevel omrørt skjærfasthet på rundt 3-5 kPa i dybden med synkende sonderingsmotstand, noe som er mye fastere enn kvikkleire/sprøbruddmateriale (0,33 kPa/1,27 kPa). I andre grunnundersøkelser utført rundt Ask sentrum ser man tilsvarende oppførsel for den siltige leiren. Men det er også funnet liknende tilfeller, men hvor prøver viser at leiren er kvikk, se Figur 5-4 hvor leiren er kvikk fra 18-19 m dybde.

På bakgrunn av beskrivelsen over, er det derfor lagt vekt på analyse av prøveserier for sikker identifisering av kvikkleireforekomster. En oppsummering av antatt/påvist sprøbruddmateriale/kvikkleire fra grunnundersøkelser utført i forbindelse med denne utredningen er presentert i Tabell 5-3. Digitaliserte grunnundersøkelser er presentert på borplan i tegning RIG-TEG-001, relevante ikke-digitaliserte grunnundersøkelser er presentert i hvert avsnitt i kapittel 5.7.



Figur 5-4: Dreietrykksondering, CPTU og prøveserie i borpunkt MC-10. Overgang til kvikkleire fra 18-19 m.

Tabell 5-3: Oversikt over omtrent kotenivåer på topp av tolket lag med sprøbruddmateriale. Se RIG-TEG-001 for borpunktene plassering.

Borpunkt	Terrengkote	Kote siltig leire	Kote sprøbrudd	Sprøbrudd?
Område 1 – Fjælstad				
MC-14	154,2	151,2	142,4	Ja, antatt
MC-15	155,8	152,8	140,7	Ja, antatt under dypeste prøve
MC-16	157,6	154,6	147,8	Ja, antatt
MC-17	151,2	147,2	132,0	Ja, antatt
MC-18	143,8	140,3	-	Nei, antatt
MC-19	156,5	153,1	-	Nei, prøve
MC-20	134,9	130,9	-	Nei, antatt
MC-21	136,3	134,7	-	Nei, prøve
MC-22	157,1	154,1	-	Nei, antatt
MC-23	153,0	150,0	-	Nei, antatt
MC-24	142,2	140,2	-	Nei, antatt

MC-11	141,5	139,0	-	Nei, prøve
MC-12	152,3	149,3	-	Nei, antatt
MC-13	163,8	160,8	152,4	Ja, antatt
Område 2 – Hønsigutua sør				
MC-4	168,4	165,3	-	Nei, antatt
MC-5	154,8	153,3	-	Nei, prøve
MC-6	136,8	133,5	-	Nei, antatt
MC-7	179,3	177,3	-	Nei, prøve
MC-8	153,4	150,9	144,1	Ja, antatt
MC-9	171,6	168,2	-	Nei, prøve
MC-10	162,7	160,7	145,5	Ja, prøve
Område 3 – Hønsigutua nord				
MC-1	165,2	163,0	-	Nei, prøve
MC-2	137,8	133,0	-	Nei, antatt
MC-3	126,0	121,0	-	Nei, prøve
Område 4 – Kyken				
MC-25	142,2	140,5	127,2	Ja, prøve
MC-25B	149,2	147,2	130,7	Ja, antatt
MC-26	134,8	131,6	-	Nei, antatt
Område 5 – Fjellinna vest				
MC-27*	163,4	160,6	157,4	Ja, prøve
MC-28	165,0	162,0	-	Nei, antatt
MC-29	177,4	174,4	-	Nei, prøve
MC-30	173,5	172,5	162,2	Ja, antatt
MC-31	171,6	170,4	165,6	Ja, prøve
MC-32	177,5	176,4	-	Nei, antatt
Område 6 – Ingelstun				
Tilstrekkelig med tidligere utførte grunnundersøkelser. Ingen supplerende grunnundersøkelser ifm. denne rapporten. I hovedsak benyttet rapporter fra NGI ref. [11], Løvlien ref. [23] og [24] og Rambøll ref. [28].				
Område 7 – Skredområdet				
Tilstrekkelig med tidligere utførte grunnundersøkelser. Ingen supplerende grunnundersøkelser ifm. denne rapporten. I hovedsak benyttet rapporter fra Multiconsult ref. [2], NGI ref. [5], Viken Fylkeskommune ref. [1] og SVV ref. [16].				

*Tilsvare totalsondering 2020-39 i ref. [2].

5.7.1 Område 1 – Fjølstad

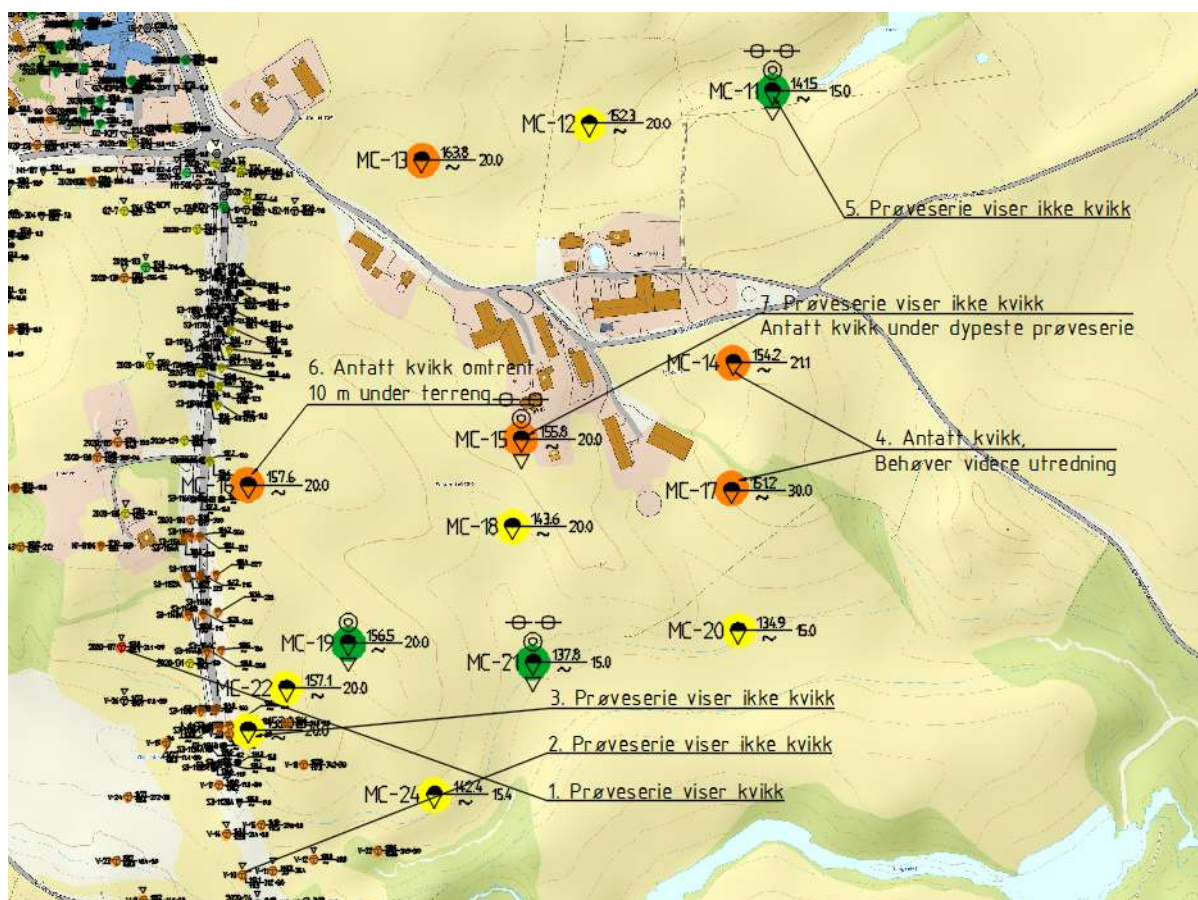
Område 1 – Fjølstad ligger sør-øst for Ask, se Figur 5-5. Vest for Fv. 120 er det gjort funn av kvikkleire i opptatte prøveserier ([1], [2]). Øst for Fv. 120 viser opptatte prøveserier i borpunkt MC-19, MC-21 og MC-15 ingen kvikkleire, selv i tilfeller med synkende sonderingsmotstand som beskrevet i kapittel 5.7. Grunnundersøkelser gjort av Viken fylkeskommune, ref. [1], i det lavtliggende området øst for fylkesveien viser heller ikke kvikkleire. Kvikkleireforekomster vest for Fv. 120 omtales videre i område 7 – skredområdet.

Det er antatt kvikkleire fra 11,5 m, 10 m og 15 m i hhv. MC-13, MC-15 og MC-16. Dette området ligger høyt i terrenget og det er ikke gjort funn av sprøbruddmateriale i opptatte prøver ved skråningsfoten. Beliggenheten av antatt sprøbruddmateriale sammen med terrengforhold ved MC-13, MC-15 og MC-16 er videre omtalt i kapittel 5.8.

Det er i øst antatt kvikkleire i MC-14 og MC-17 på bakgrunn av synkende sonderingsmotstand fra hhv. 11,5 og 21,0 m dybde. Her er det ikke tatt opp prøver. Aktuelle skredmekanismer og løsne-/utløpsområde for et eventuelt skred med MC-14 og MC-17 er videre omtalt i kapittel 5.8.

En beskrivelse av grunnforholdene i området er gitt under og henviser til Figur 5-5.

1. Opptatte prøver i borpunkt 26, ref. [1], påviser kvikkleire fra 12 m dybde.
2. Sør på Fv. 120 viser prøver i borpunkt 14, ref. [1], ikke kvikkleire.
3. Øst for Fv. 120 viser prøver i borpunkt 21, ref. [1], ikke kvikkleire. Dette samsvarer med prøveseriene utført i forbindelse med foreliggende faresoneutredning i MC-19, MC-21 og MC-15.
4. Dreietrykksonderingene utført øst for Fjølstad har synkende sonderingsmotstand og antas kvikk. Det er ikke tatt opp prøver i nærheten som kan avkrefte eller bekrefte dette. Det er følgelig antatt forekomster av kvikkleire øst og nord for MC-14 og MC-17. Dette utredes videre for aktuell skredmekanisme og løsne-/utløpsområde i kapittel 5.8.
5. Nord for Fjølstad er det ikke funnet kvikkleire i borpunkt MC-11, og avgrenser antatte kvikkleireforekomster fra MC-14 i sør. Det er tegnet opp et snitt for å vurdere antatt sprøbruddmateriale i MC-13 sammen med terrengforhold i skråningen ned mot MC-12 og MC-11, se kapittel 5.8.
6. Nord på Fv. 120 antyder dreietrykksondering i MC-16 kvikkleire/sprøbruddmateriale ettersom sonderingsmotstanden synker fra 10 m dybde. Punktet er vurdert opp mot dette sprøbruddmaterialets beliggenhet sammen med terrengforhold i kapittel 5.8.
7. Opptatte prøver i borpunkt MC-15 viser at leiren ikke er kvikk ned til 15 m dybde. Dreietrykk og CPTU viser synkende spissmotstand og sidefriksjon sammen med økt poretrykk fra ca. 10 m dybde ned til 20 m dybde. Det er følgelig antatt sprøbruddmateriale i dyden under prøvene.



Figur 5-5: Utførte borer med fargelegging for kvikkleirestatus for område 1 Fjelstad. Rød – kvikkleire påvist, oransje – kvikkleire antatt, gul – antatt ikke kvikkleire, grønn – påvist ikke kvikkleire. Se tegning RIG-TEG-005.

5.7.2 Område 2 – Hønsigutua sør

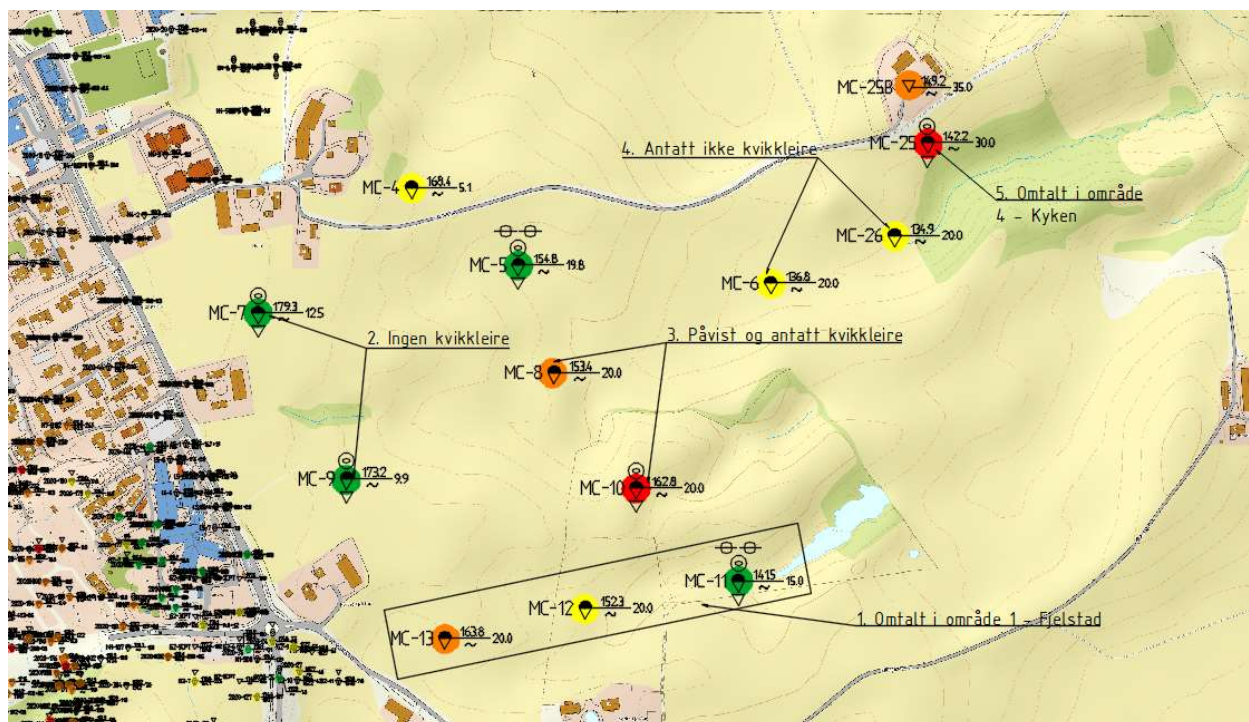
Område 2 – Hønsigutua sør ligger øst for Ask sentrum, se Figur 5-6. I vest mot Ask sentrum i borpunkt MC-7 og MC-9 er det tatt prøveserie i hele dybden og det er ikke funnet kvikkleire/sprøbruddmateriale. Midt på området er det påvist kvikkleire i MC-10 i dybde 18-19 m og antatt fra dybde 9 m i MC-8. Dette er videre utredet i kapittel 5.8 for skredmekanisme og løsn-/utløpsområde. I øst er det ikke antydning til kvikkleire i MC-26 og MC-6 ned til 20 m under terreng. Generelt ligger funn av kvikkleire på kote ca. +145 - +144. Fra utførte grunnundersøkelser er kvikkleireforekomstene avgrenset i vest ved MC-9.

Boringene MC-7 og MC-9 er stanset som følge av møte med fast grunn og kan antyde at berget stiger vestover mot Ask, noe som også samsvarer med tidligere utførte grunnundersøkelser og seismikk, ref. [5] og [29].

En beskrivelse av grunnforholdene i området er gitt under og henviser til Figur 5-6.

1. Boring MC-11 til MC-13 er omtalt i kapittel 5.7.1 og avgrenser muligheten for et eventuelt områdeskred fra MC-11 og inn mot Ask.
2. MC-7 og MC-9 avgrenser kvikkleireforekomster i vest og inn mot Ask.
3. Det er påvist kvikkleire i MC-10 og antatt kvikkleire i MC-8. Kvikkleiren ligger forholdsvis dypt på ca. kote +145 - +144. Kvikkleirelaget kan antas å ha utbredelse østover og det er behov for en vurdering av skredmekanisme og tilhørende løsn- og utløpsområde.

4. I nord-øst er det ikke funnet antydning til kvikkleire i MC-6 og MC-26. Borpunktene stopper muligheten for et eventuelt områdeskred fra MC-26 og inn mot Ask.
5. Det er gjort funn av kvikkleire i MC-25 som omtales videre i avsnitt 5.7.4 område 4 – Kyken.



Figur 5-6: Utførte borer med fargelegging for kvikkleirestatus for område 2 Hønsigutua sør. Rød – kvikkleire påvist, oransje – kvikkleire antatt, gul – antatt ikke kvikkleire, grønn – påvist ikke kvikkleire. Se tegning RIG-TEG-006.

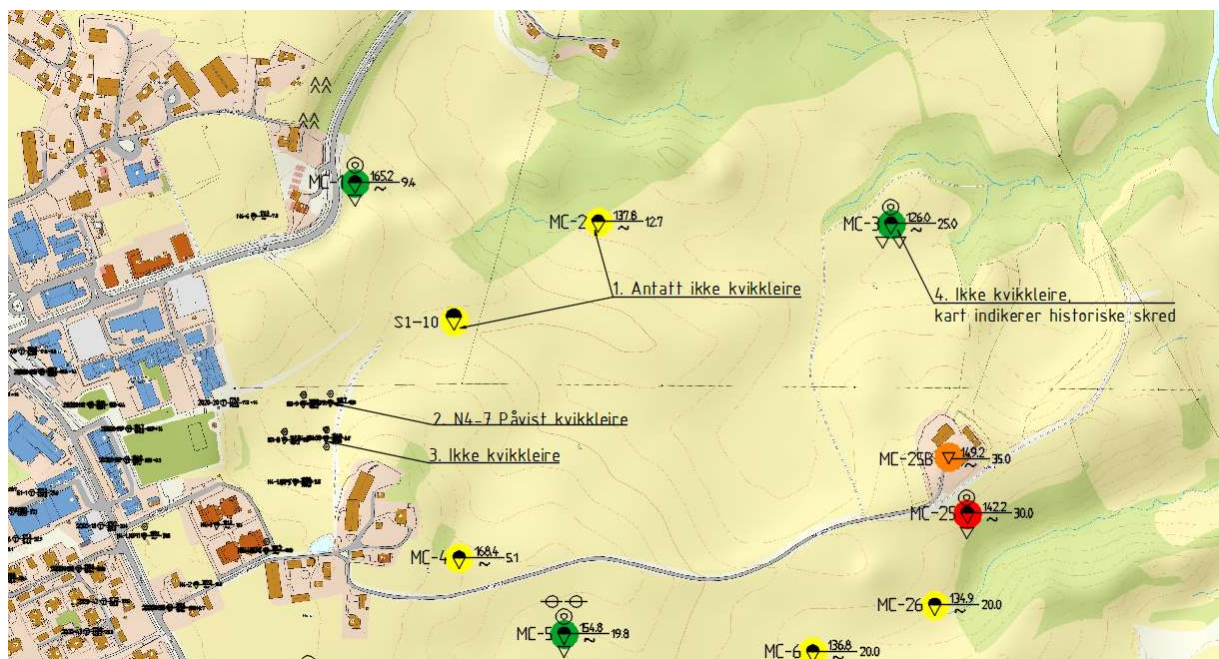
5.7.3 Område 3 – Hønsigutua nord

Område 3 – Hønsigutua nord ligger øst for Ask, se Figur 5-7. Det er ikke gjort funn eller antydning til sprøbruddmateriale i utførte borer i forbindelse med faresoneutredningen. Tidligere grunnundersøkelser i vest har ett punkt, N4-7 med påvist kvikkleire fra 6 m dybde. Opptatte prøveserier i nærliggende borpunkt i vest og sør viser ikke kvikkleire. Et snitt fra Ask i retning nord-øst gjennom N4-7 med tolket lagdeling er vurdert av NGI i NVE ekstern rapport 1/2021 om evakuering etter kvikkleireskredet i Gjerdrum, ref. [31]. Rapporten konkluderte med at kvikkleiren ikke medfører skredfare for bebyggelsen på Skjønhaugtunet. Basert på tilgjengelige grunnundersøkelser er kvikkleiren vurdert lokal og det er ikke fare for områdeskred mot Ask i dette området.

En beskrivelse av grunnforholdene i området er gitt under og henviser til Figur 5-7.

1. Borpunkt MC-2 og S1-10 [13] viser ikke antydning til sprøbruddmateriale.
2. Opptatte prøveserier i N4-7 påviser kvikkleire [10], det gjør imidlertid ikke andre nærliggende prøver. Skredfare er tidligere omtalt i NVE ekstern rapport 1/2021 [31] og vurderingen om at det ikke er skredfare består.
3. Opptatte prøveserier i borpunkt C1-9 og C1-10 [4] viser ikke kvikkleire/sprøbruddmateriale og avgrenser kvikkleirelaget inn mot Ask.
4. Det er ikke gjort funn av kvikkleire i borpunkt MC-3. På bakgrunn av antatt tidligere skredaktivitet i området rundt, se Figur 5-8, er det valgt å anta kvikkleire ut mot bekken i nord og øst for å vurdere en aktuell skredmekanisme og løсне- og

utløpsområde i retning mot Kyken. Dette er vurdert videre i avsnitt 5.8.4 i område 4 - Kyken.



Figur 5-7: Utførte borer med fargelegging for kvikkleirestatus for område 3 Hønsigutua nord. Rød – kvikkleire påvist, oransje – kvikkleire antatt, gul – antatt ikke kvikkleire, grønn – påvist ikke kvikkleire. Se tegning RIG-TEG-007.



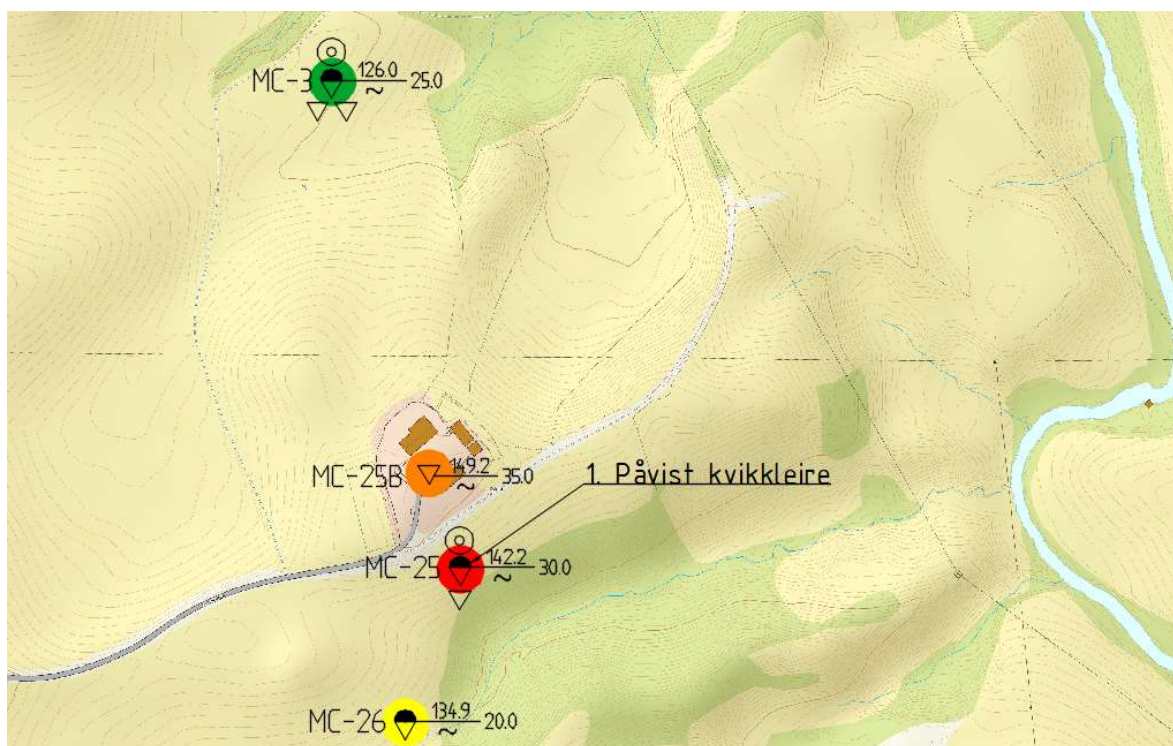
Figur 5-8: Dybdeforhold vist med skyggerelieff, antydning til skredhistorikk ved borpunkt MC-3 og Kyken.

5.7.4 Område 4 – Kyken

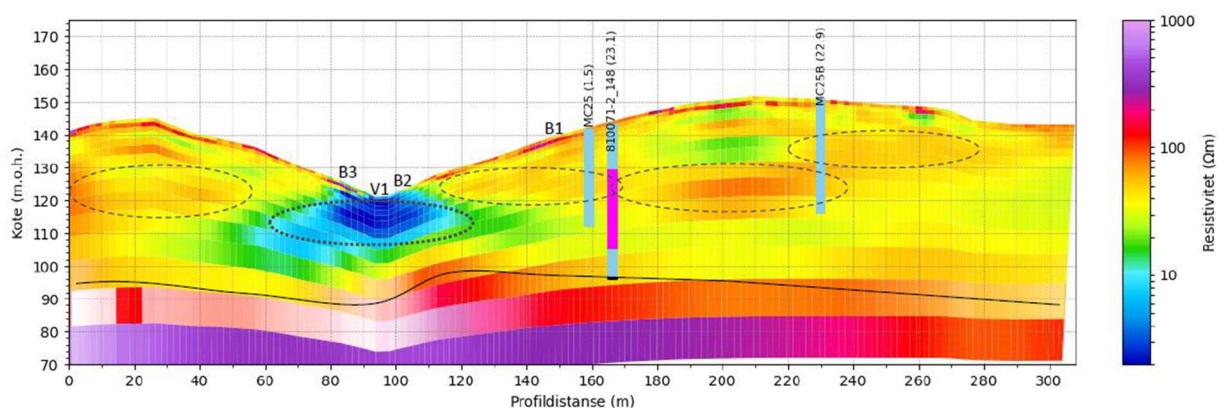
Område 4 – Kyken ligger øst for Ask, se Figur 5-9. Grunnundersøkelser antyder kvikkleire opp mot gården «Kyken» (MC-25B). Opptatte prøveserier viser kvikkleire i MC-25 fra 16 m dybde, dette

samsvarer med et fall i sidefriksjon vist på CPTU som skjer 15 m under terreng. Kvikkleiren er tolket fra 15 m dybde i MC-25. I MC-25B er det tolket at utstrekningen av kvikkleire stiger noe høyere innover mot Kyken gård. Det er en tidligere utført sondering som ble utført i nærhet av bebyggelsen på Kyken og indikerer også sprøbruddmateriale ref. [9], nøyaktig plassering av dette punktet er ukjent.

1. Borpunkt MC-25 viser kvikkleire og behøver å utredes videre for skredmekanisme og løsne- og utløpsområde. Kvikkleireutstrekningen er begrenset til høydedraget på Kyken og begrenses av borpunktene MC-6 og MC-26 hvor det ikke er funnet antydning til kvikkleire. Disse og flere borpunktene uten kvikkleire stopper muligheten for et eventuelt områdeskred fra Kyken og inn mot Ask. Se kapittel 5.8 for videre utredning.
2. I etterkant av boringene på Kyken ble det utført måling av elektrisk resistivitet (ERT) i grunnen i et profil på tvers av ravinen sør for Kyken, se Figur 5-10 og vedlegg D. Målingene under bekken i ravinen viser lav resistivitet (lavere enn $10 \Omega\text{m}$), dette kan bety et høyere saltinnhold. På grunnlag av dette er det grunn til å tro at det ikke er sammenhengende kvikkleire under ravinen.



Figur 5-9: Utførte boringer med fargelegging for kvikkleirestatus for område 4 Kyken. Rød – kvikkleire påvist, oransje – kvikkleire antatt, gul – antatt ikke kvikkleire, grønn – påvist ikke kvikkleire. Se tegning RIG-TEG-008.



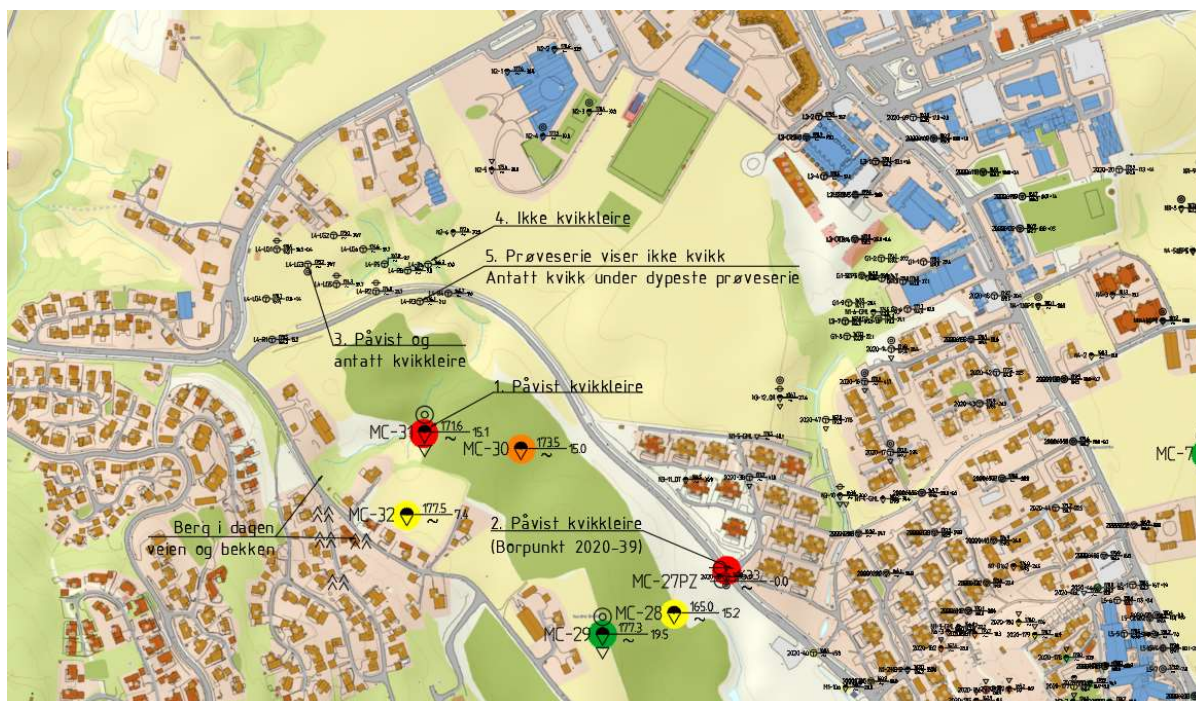
Figur 5-10: Utklipp fra NGI-rapport 0200909-19-TN ERT-målinger Kyken kvikkleiresone som viser lavere resistivitet i grunnen under bekken, noe som tilsier at det antakelig ikke er sammenhengende kvikkleire under ravinen.

5.7.5 Område 5 – Fjellinna vest

Område 5 – Fjellinna vest ligger i nord for golfbanen, vest for Ask, se Figur 5-11. Det er gjort funn av kvikkleire langs veien Fjellinna. Langs Brådalsveien er det ikke påvist eller antydning til kvikkleire, og det er registrert berg i dagen videre vestover. Opptatte prøveserier viser at kvikkleiren ligger på ca. kote +165 til +168 nord og sør for Fjellinna. Lenger sør-øst ligger kvikkleiren på kote +157.

En beskrivelse av grunnundersøkelsene i området er gitt under og henviser til Figur 5-11.

1. Opptatte prøveserier i MC-31 viser kvikkleire fra 6 m dybde (kote +165). Kvikkleirelaget antas å ha utbredelse østover til MC-30 og nord for Fjellinna. I vest avgrenses punktet av MC-32 og registrert berg i dagen.
2. Det er påvist kvikkleire i MC-27 ved tidligere utførte grunnundersøkelser i samme punkt (tidligere navngitt 2020-39). Opptatte prøveserier viser at kvikkleiren ligger ca. 6,0 m under terreng tilsvarende kote +157. Det er ikke funnet antydning til kvikkleire i høyereliggende punkt (ref. MC-28 og MC-29). Basert på grunnundersøkelsene er det vurdert at kvikkleiren ikke vil ha utbredelse til Nordre Brådal i vest.
3. Nord for Fjellinna viser tidligere utførte grunnundersøkelser påvist kvikkleire i et punkt og antatt kvikkleire i flere, se Figur 5-12, ref. [22]. Prøveserien viser at kvikkleirelaget ligger ca. 10,5 m under terreng, tilsvarende kote +168. Ettersom funnet av kvikkleire sammensvarer godt med borpunkt MC-31 kan det være et sammenhengende kvikkleirelag under Fjellinna.
4. I nord-øst viser tidligere opptatt prøveserie i R1-6 ikke kvikkleire ned til 15 m, ref. [27] og Figur 5-12.
5. Opptatte prøver i borpunkt R1-3 viser at leiren ikke er kvikk ned til 15 m dybde. Dreietrykk og CPTU viser synkende spissmotstand og sidefriksjon sammen med økt poretrykk fra ca. 18 m dybde ned til 20 m dybde. Det er følgelig antatt sprøbruddmateriale fra 18 m dybde.



Figur 5-11: Utførte borer med fargelegging for kvikkleirestatus for område 5 Fjellinna vest. Rød – kvikkleire påvist, oransje – kvikkleire antatt, gul – antatt ikke kvikkleire, grønn – påvist ikke kvikkleire. Se tegning RIG-TEG-009.



Figur 5-12: Tidligere utførte grunnundersøkelser nord for Fjellinna. Prefiks L- ref. [22] og R- ref. [27]. Rød – kvikkleire påvist, oransje – kvikkleire antatt, gul – antatt ikke kvikkleire, grønn – påvist ikke kvikkleire.

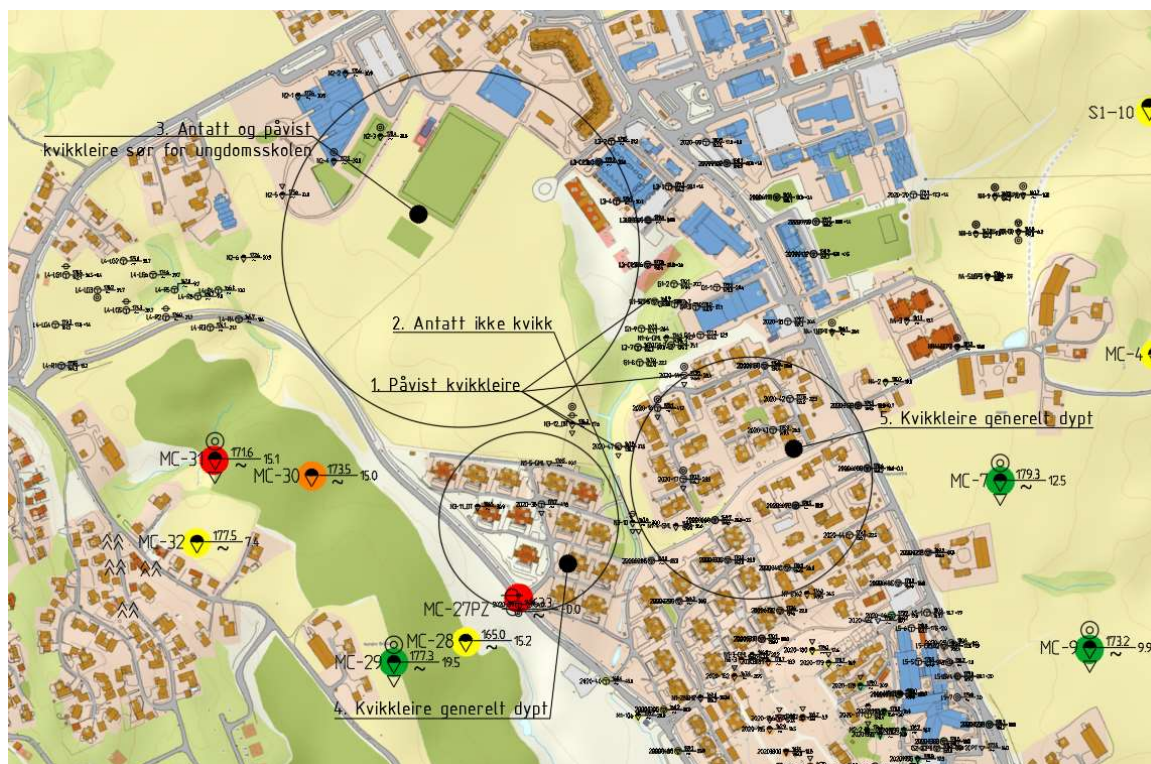
5.7.6 Område 6 – Ingelstun

Område 6 – Ingelstun ligger på vestsiden av fylkesveien mellom Gjerdrum Barneskole og Gjerdrum bo- og behandlingssenter, se Figur 5-13. Det går en bekk i rør i området og det er tidligere oppfylt i forbindelse med utbygging. Dette utgjør en betydelig forbedring av stabiliteten. Området er tidligere vurdert i forbindelse med akuttfasen etter skredet, se NVE ekstern rapport nr. 2/2021 [32]. Utførte grunnundersøkelser viser antatt sprøbruddmateriale/kvikkleire fra mellom kote +155 og +160, ca. 7-10 m under terreng ved bekken.

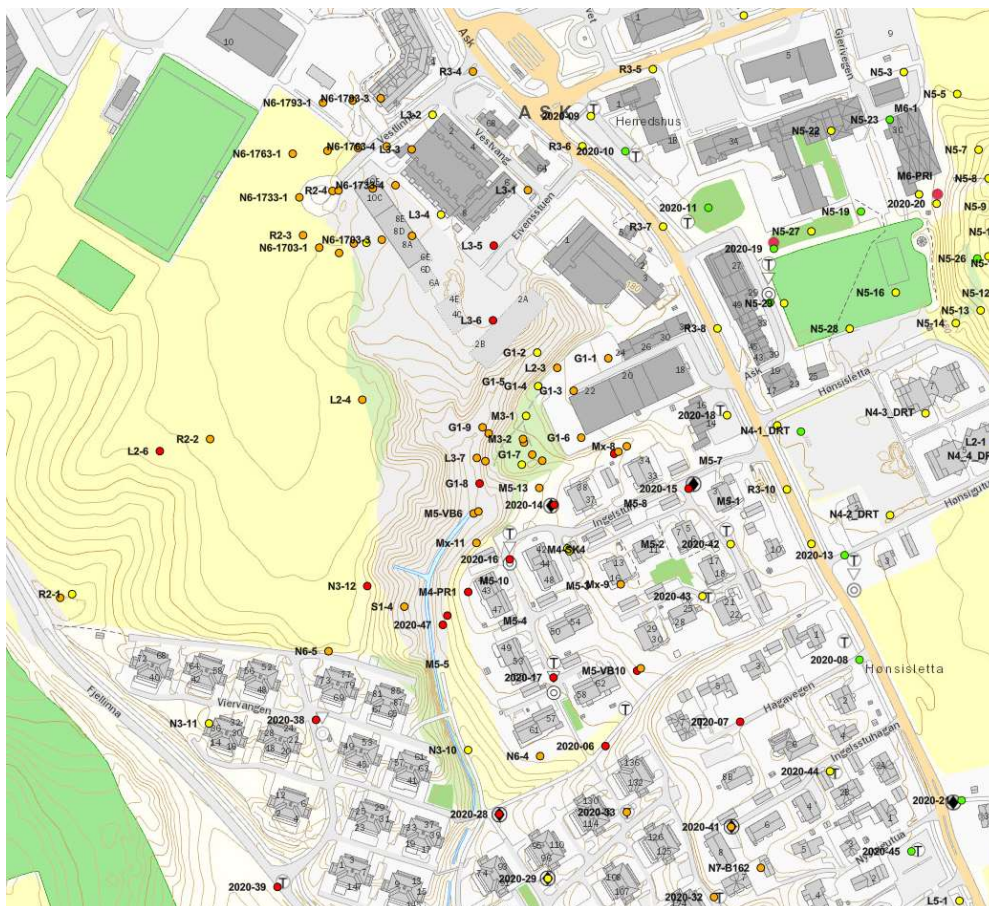
Basert på terreng og topografi fra tidligere kart er området oppfylt rundt bekken [12]. Eksakt mektighet på fyllmassene, og sammensetning, er ikke kjent.

En beskrivelse av grunnundersøkelsene i området er gitt under og henviser til Figur 5-13:

1. Kvikkleire er påvist i flere punkter i nordre del av bekken med beliggenhet mellom 7-10 m under terreng (se bla. datarapport [11]). Området er tidligere vurdert i ekstern rapport 2/2021 [32], og er videre vurdert i denne soneutredningen i kapittel 5.8.
2. Det er i sør langs bekken ikke antydning til sprøbruddmateriale i sondering gjort ned til 30 m dybde i borpunkt N3-10, ref. [11].
3. Figur 5-14 viser utførte sonderinger på jordene sør for ungdomsskolen fra ref. [23], [24] og [28]. Grunnundersøkelser viser at kvikkleiren ligger ca. 10-15 m under terreng i boring L2-6 og R2-2, i kote +167,5. Ved Fjellinna i sør-vest viser boring R2-1 ingen antydning til kvikkleire ned til 32 m dybde. Ettersom kvikkleiren ligger dypt og det ikke er antydning til sprøbruddmateriale ved Fjellinna, vil det ikke være fare for områdeskred som starter ved Fjellinna og løsner i retning jordene sør for ungdomsskolen. Det er gjort en nærmere vurdering i kapittel 5.8.
4. Under bebyggelsen øst for bekken på Ingelstun ligger kvikkleiren dypt, og med liten helning bakover fra ravinen.
5. Under bebyggelsen vest for bekken på Viervangen ligger kvikkleiren dypt. I borpunkt 2020-38 er det påvist kvikkleire fra 15 m.



Figur 5-13: Tidligere utførte boringer med fargelegging for kvikkleirestatus for område 6 Ingelstun. Rød – kvikkleire påvist, oransje – kvikkleire antatt, gul – antatt ikke kvikkleire, grønn – påvist ikke kvikkleire.



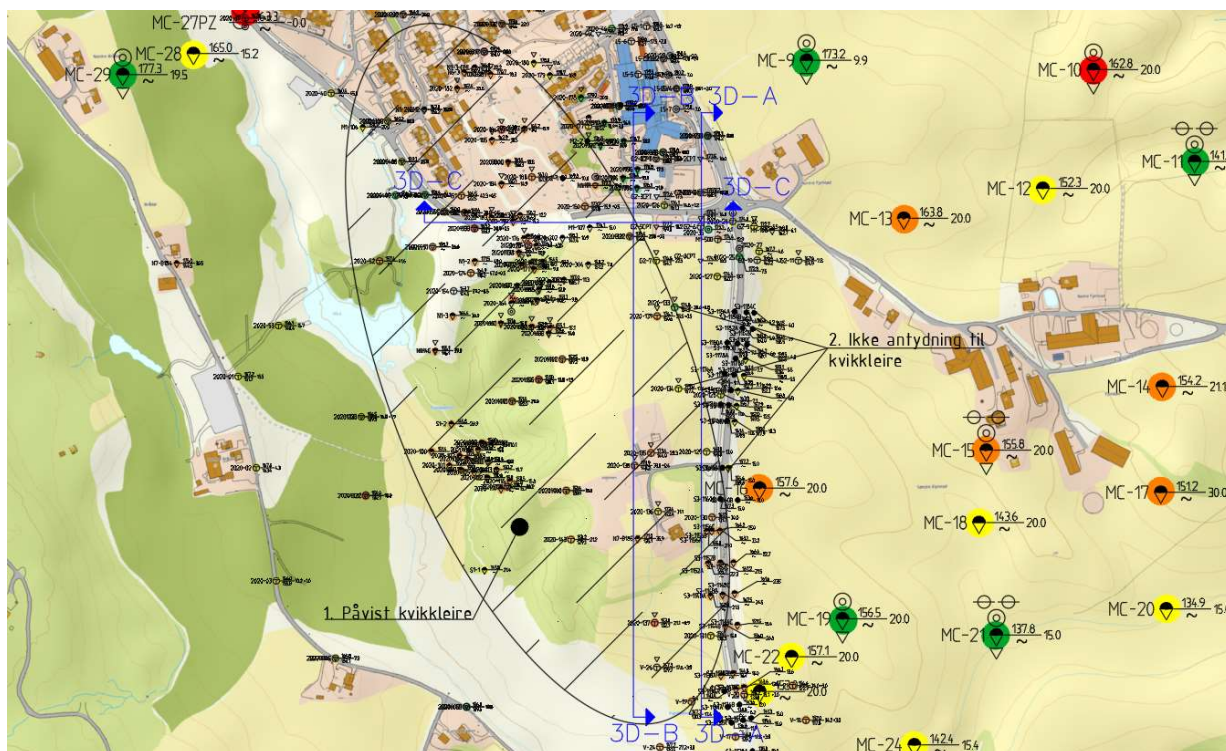
Figur 5-14: Tidligere utførte grunnundersøkelser. Prefiks L- ref. [23] og R- ref. [28]. Rød – kvikkleire påvist, oransje – kvikkleire antatt, gul – antatt ikke kvikkleire, grønn – påvist ikke kvikkleire.

5.7.7 Område 7 – Skredområdet

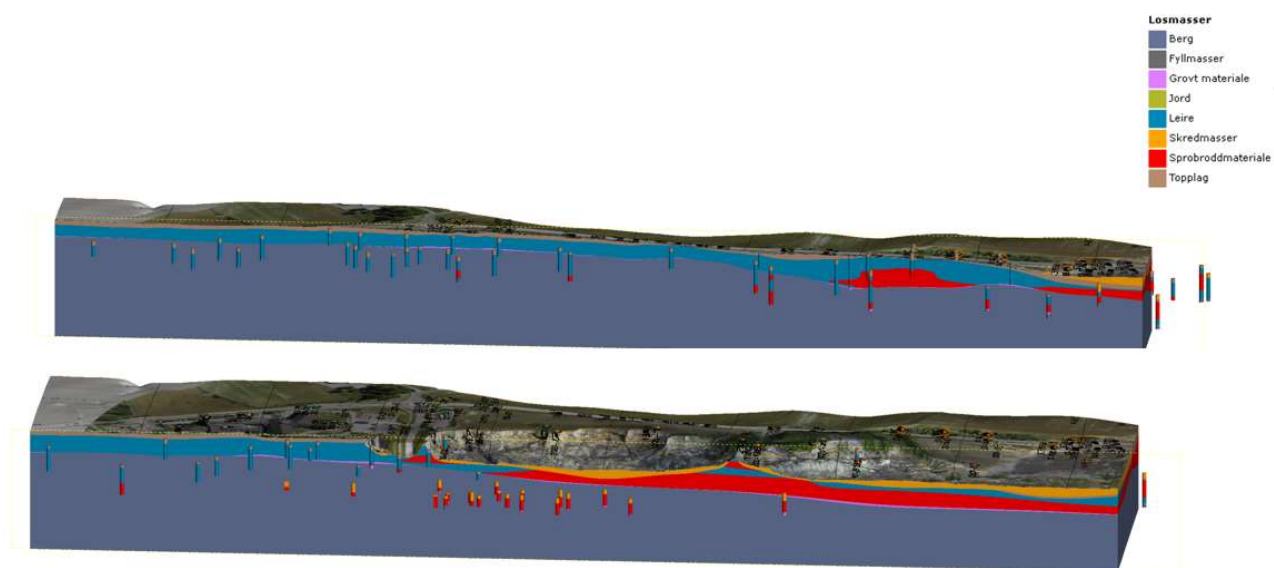
Område 7 – Skredområdet omfatter området rundt Holmen og løснеområde til leirskredet fra 30. desember 2020, hvor det er gjennomført mange grunnundersøkelser, se Figur 5-15 og Figur 5-18. Det ligger en del kvikkleire igjen under skredmassene, men mengden og beliggenheten er noe usikkert. I forbindelse med skredet har det blitt utarbeidet en 3D-modell som viser lagdeling basert på tolkede grunnundersøkelser, se Figur 5-16. Modellen viser at det er kvikkleire i store deler av gropen, i nord mot Nystulia og i øst ved Holmen hvor kvikkleiren har utstrekning ut mot Fv120.

I forbindelse med skredet utarbeidet Multiconsult en rapport om mulig maksimal videre skredutbredelse, se vedlegg 4 i rapport [33]. Denne er lagt til grunn for vurdering av aktuell skredmekanisme og løсне- og utløpsområde. Det er fortsatt store høydeforskjeller i området, som kan muliggjøre et eventuelt områdeskred hvor det er kvikkleire i grunnen. Dette området er nå under sikring for å hindre dette.

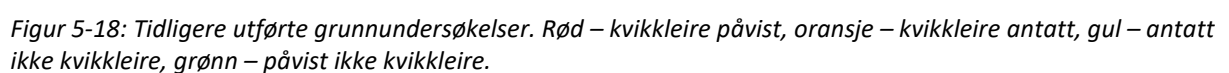
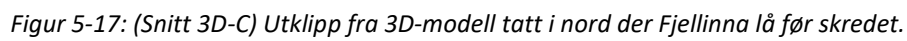
1. Det er påvist kvikkleire i flere punkter i hele skredområdet, se blant annet ref. [2]. Ved Nystulia i nord er det påvist og antatt kvikkleire i en stor mengde punkter. Et uklipp tatt fra 3D-modellen (snitt 3D-C) er vist i Figur 5-17.
2. Nord for Holmen viser grunnundersøkelser ingen antydning til at kvikkleiren/sprøbruddmateriale har utstrekning mot Fv120 og videre østover. Dette vises også på 3D modellen i Figur 5-16 (snitt 3D-A og 3D-B).



Figur 5-15: Tidligere utførte borer med fargelegging for kvikkleirestatus for område 7 Skredområdet. Rød – kvikkleire påvist, oransje – kvikkleire antatt, gul – antatt ikke kvikkleire, grønn – påvist ikke kvikkleire. Blå snitt viser plassering til utklippene fra 3D-modellen.



Figur 5-16: Øverst (Snitt 3D-A): utklipp fra 3D-modell nær nordgående Fv120 viser dyptliggende kvikkleire ved Holmen. Nederst (Snitt 3D-B): utklipp fra 3D-modell inn i gropa viser kvikkleire under leire og/eller skredmasser.

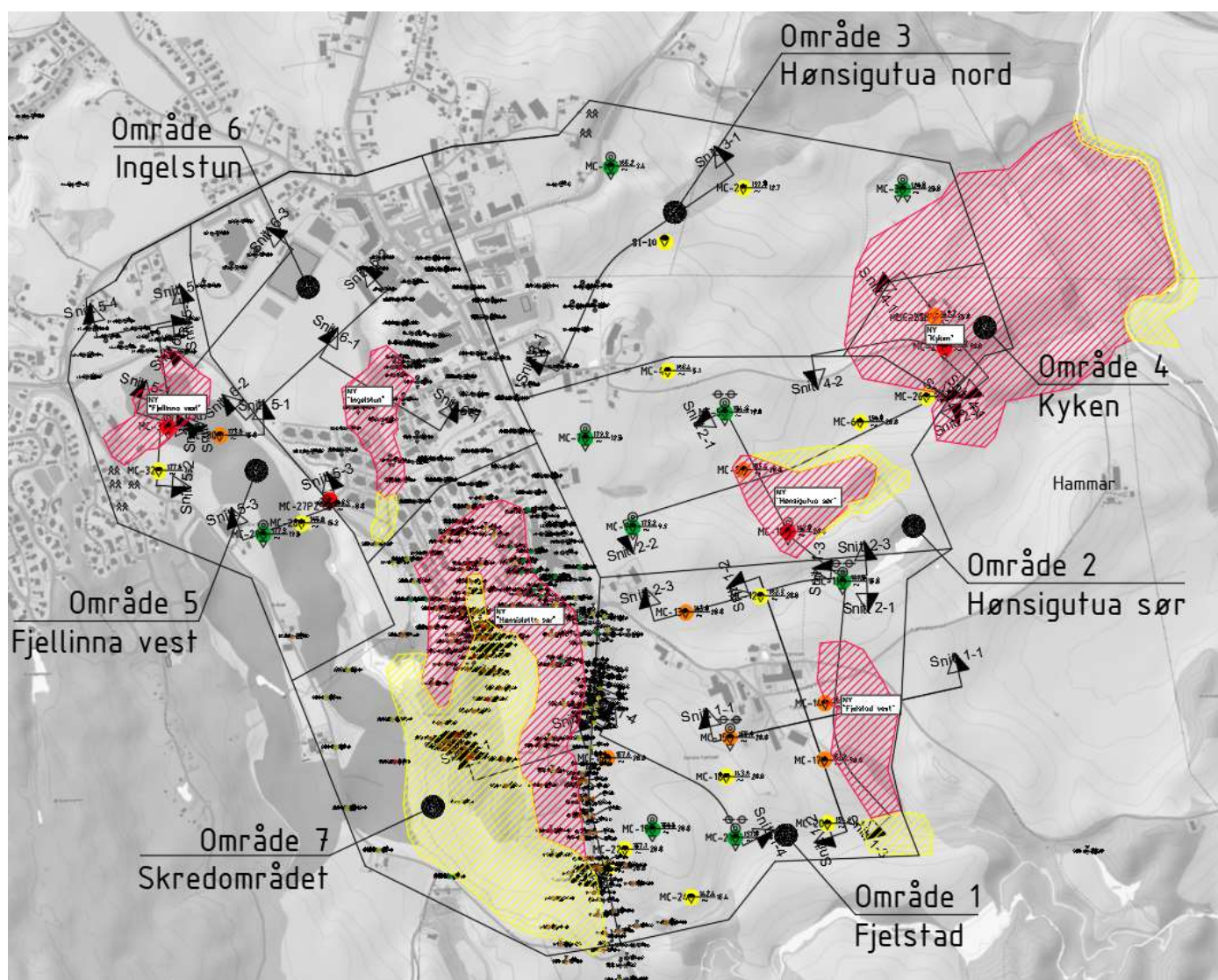


5.8 Vurder aktuelle skredmekanismer og avgrens løсне- og utløpsområder

I dette kapittelet vurderes avgrensingen av faresonene i henhold til steg 8 i prosedyren i NVE veilederen, ref. [35]. Avgrensningen blir utført basert på en vurdering av aktuelle skredmekanismer, og det tegnes opp både løсне- og utløpsområder. Aktuelle løснеområder tar utgangspunkt i funn eller antydning til kvikkleire i delområdene som er tidligere definert i kapittel 5.7. Skredmekanismene vurderes ut ifra sprøbruddmaterialets beliggenhet, topografi og fasthet. Utløps- og løснеområde er avhengig av aktuell skredmekanisme. Skredmekanismene er beskrevet i NVE Veileder 1/2019 kapittel 4.

Vurdert løсне- og utløpsområde er oppsummert i Figur 5-19. Hvert enkelt område er vurdert enkeltvis i avsnitt 5.8.1 til 5.8.7.

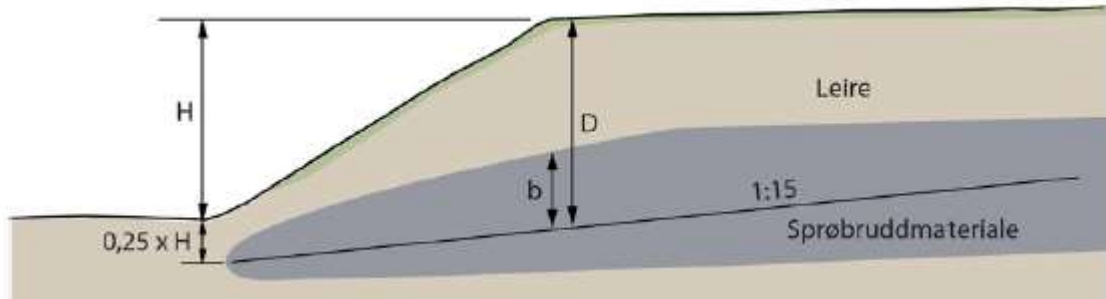
Vurderinger gjort utenfor områdeavgrensningen er basert på eksisterende faresoner og terrengforhold. Det vurderte området er avgrenset i Figur 5-19. Enkelte soner er delvis innenfor og utenfor denne avgrensningen. Områder utenfor avgrensningen beholder området sin opprinnelige sone og områder innenfor avgrensningen får en ny vurdering og sone.



Figur 5-19: Vurdert løсне- og utløpsområde for alle delområdene med vurderte snitt og grunnundersøkelser. Enkelte tilgjengelige grunnundersøkelsene er ikke digitalisert, og kommer ikke frem på tegningen.

Metode for vurdering av skredmekanisme

NVE Veileder 1/2019 sier at andelen sprøbruddmateriale i tilfeller der beregnet kritisk glideflate er dyp eller det ikke er utført stabilitetsberegninger kan bestemmes ved å tegne en 1:15 linje plassert $0,25 \times H$ under skråningsfoten. Der H er total høyde av skråningen. Se prinsipp i Figur 5-20.



Figur 5-20: Utklipp av Figur 4.5 i ref. [35] viser metode for å vurdere andel sprøbruddmateriale over mest kritisk glideflate ved dype glideflater eller hvor det ikke er utført stabilitetsberegninger.

Skredmekanismen er vurdert retrogressiv dersom andelen sprøbruddmateriale over mest kritisk glideflate, b/D , er over 40 %. I tilfeller hvor andelen er under 40 % er aktuell skredmekanisme rotasjonsskred eller flakskred.

Metoden er benyttet for flere snitt i denne rapporten for å vurdere aktuell skredmekanisme. For vurdering av løснеområde for retrogressive skred er NGI-metoden anvendt. Løснеområde for rotasjonsskred er $5 \times H$, ref. kapittel 4.5.3 i NVE Veileder 1/2019.

5.8.1 Område 1 – Fjelstad

Figur 5-21 viser profiler med tolket lagdeling og påtegnet en 1:15 linje startet 0,25 x H under skråningsfot, der H er høyden til skråningen. Under er det gitt en vurdering av hvert snitt.

Snitt 1-1: I vest viser prøver ned til 15 m i MC-15 at det ikke er sprøbruddmateriale. Under 15 m er det antatt sprøbruddmateriale. Dreietrykksonderingen er avsluttet i løsmasser og løsmassetyper og mektighet ned til berg er ukjent. Ved MC-17 og MC-14 er det tolket sprøbruddmateriale. Sprøbruddmaterialets beliggenhet mellom borpunktene vurderes å ligge dypt nok til å ikke utgjøre fare for områdeskred.

Videre øst, ved veien Fjælstadgrenda, vurderes det at sprøbruddmateriale og terrengforholdene ikke tilsier fare for retrogressivt skred. Andelen sprøbruddmateriale over mest kritisk glideflate vurderes å være under 40 % basert på en 1:15 linje plassert 0,25xH under skråningsfot, aktuell skredmekanisme er dermed rotasjonsskred eller flakskred. Det er ikke tegn til svake/bløte lag, rotasjonsskred er derfor ansett som den aktuelle skredmekanismen.

Området rundet gårdsplassen Hammar i nord-øst er også vurdert for løsne- og utløpsområde for et eventuelt rotasjonsskred eller flakskred.

Snitt 1-2: MC-20 viser at det ikke er sprøbruddmateriale i skråningsfoten, og dermed ikke fare for et områdeskred i sørlig retning.

Terrenget er relativt flatt ved bebyggelsen på Fjelstad, og sprøbruddmateriale ligger for dypt og skråningene er ikke tilstrekkelig høye/bratte for å utgjøre fare for områdeskred.

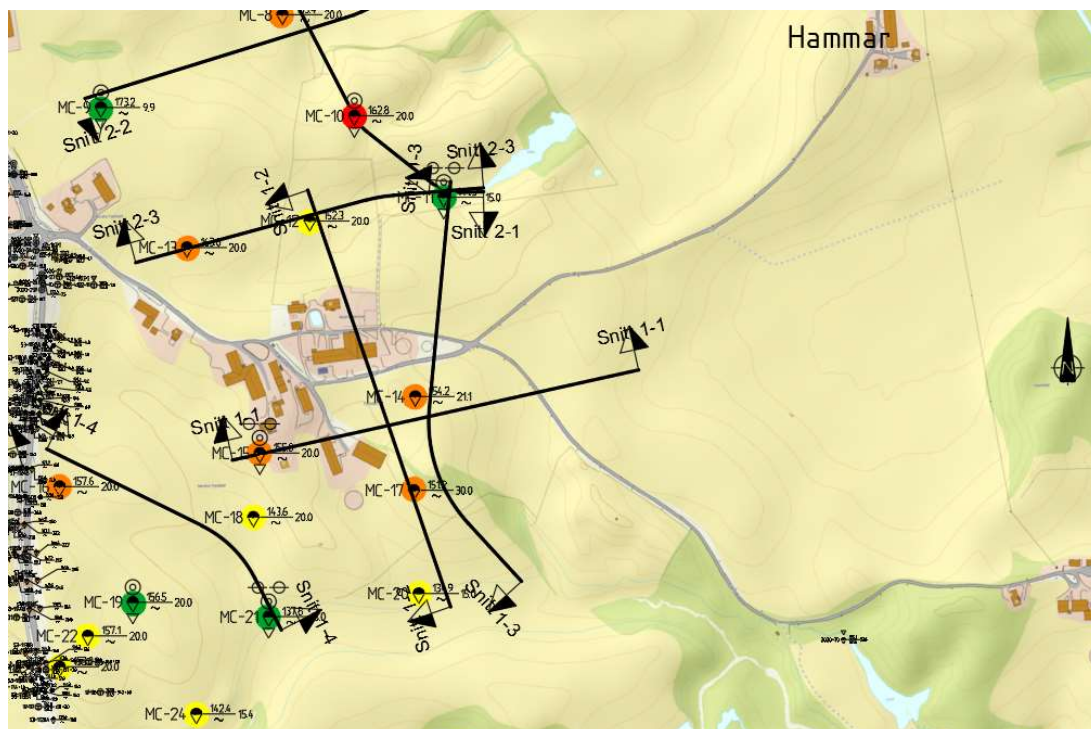
Snitt 1-3: Det er tolket sprøbruddmateriale øst for MC-20 i bunn av skråningsfoten. Dette medfører at det er fare for rotasjonsskred eller flakskred i skråningsfoten. Det er ikke identifisert svake lag, rotasjonsskred er derfor ansett som den aktuelle skredmekanismen.

I nord mellom borpunkt MC-14 og MC-11 er det en nedsenkning i terrenget. Sprøbruddmateriale kan forekomme i nedsenket og på bakgrunn av sprøbruddmaterialets antatte beliggenhet og skråningen inn mot Fjelstad er det fare for rotasjonsskred.

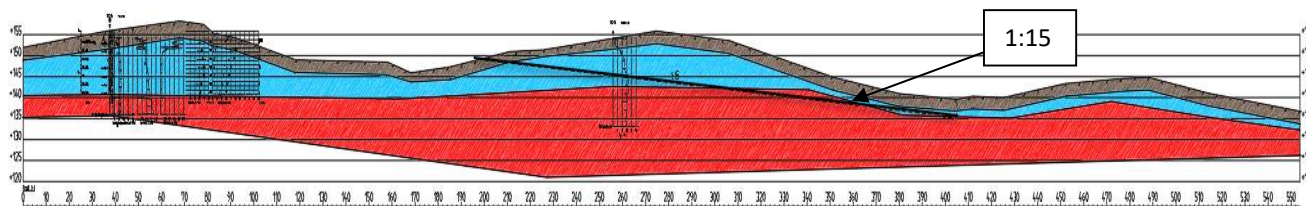
Snitt 1-4: Beliggenheten til antatt kvikkleire i MC-16, basert på tolket lagdeling, er for dyp til å utgjøre fare for områdeskred.

Løsne- og utløpsområde for vurderingene ovenfor er presentert i Figur 5-19.

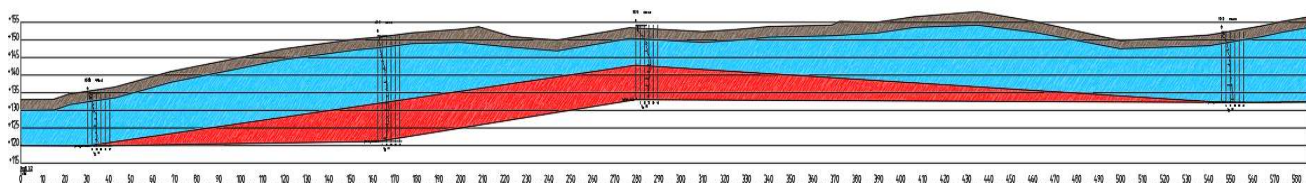
Plantegning



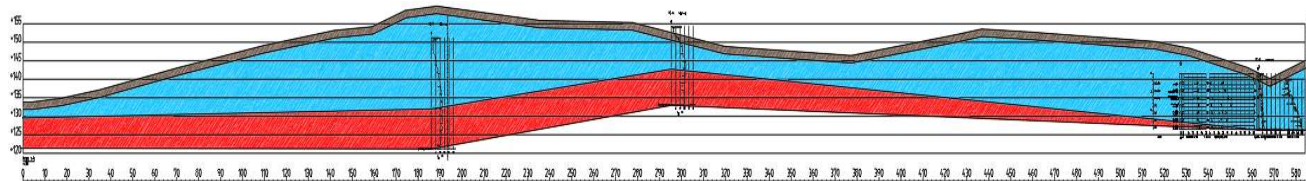
Snitt 1-1



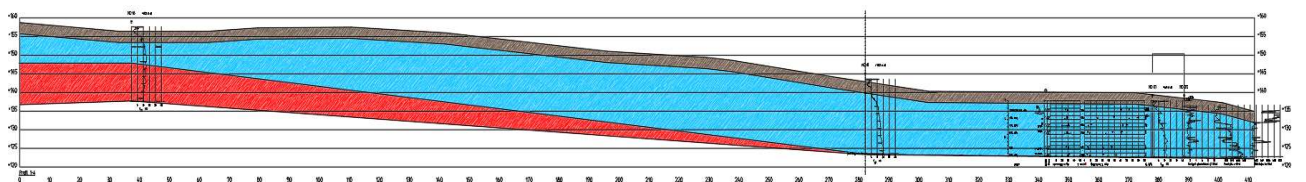
Snitt 1-2



Snitt 1-3



Snitt 1-4



Figur 5-21: Profiler med tolket lagdeling. Profil 1-1 er tegnet med 1:15 linje plassert 25 % av skråningshøyden under skråningsfot. Brun farge er tørrskorpeleire, blå er leire, rød er sprøbruddmateriale.

5.8.2 Område 2 – Hønsigutua sør

Figur 5-22 viser profiler med tolket lagdeling og påtegnet en 1:15 linje startet 0,25 x H under skråningsfot, der H er høyden til skråningen. Under er det gitt en vurdering av hvert snitt.

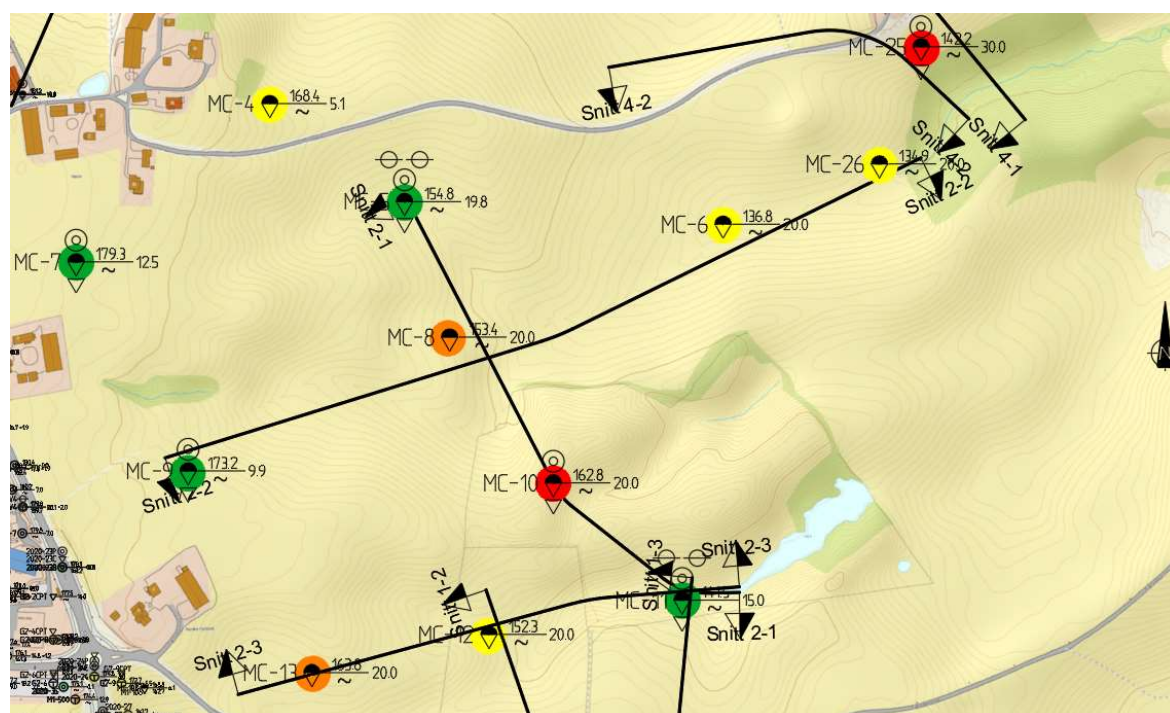
Snitt 2-1: I sør viser grunnundersøkelser i MC-11 intet sprøbruddmateriale ned til 15 m under terreng. MC-11 er avsluttet i løsmasser og løsmasseyper og mektighet ned til berg er ukjent dypere enn 15 m. Videre nordover er det gjort funn av kvikkleire. Linje 1:15 tegnet 0,25xH under skråningsfot mellom MC-10 og MC-8 viser at det er fare for områdeskred, basert på kvikkleirens beliggenhet og terrengforhold. Andelen sprøbruddmateriale under toppen av skråningen er ikke stor nok til at det er fare for retrogressivt skred. Det er ikke tegn til svake lag, rotasjonsskred er derfor ansett som den aktuelle skredmekanismen.

Snitt 2-2: Beliggenheten til antatt kvikkleire, basert på tolket lagdeling, er for dyp for å utgjøre fare for områdeskred. Sprøbruddmaterialets utstrekning er ukjent mellom MC-8 og MC-6, på bakgrunn av dette vurderes det fornuftig å anta at eventuelt sprøbruddmateriale ligger høyere enn tegnet på snitt 2-2. Dette gir muligheten for et rotasjonsskred i østlig retning fra MC-8.

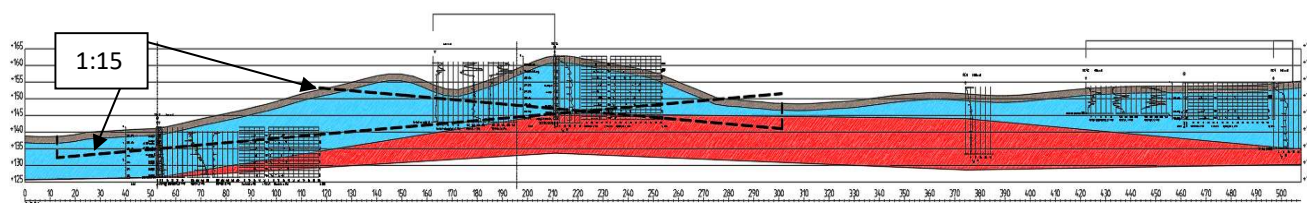
Snitt 2-3: Beliggenheten til antatt kvikkleire i MC-13 er for dyp til å utgjøre fare for områdeskred.

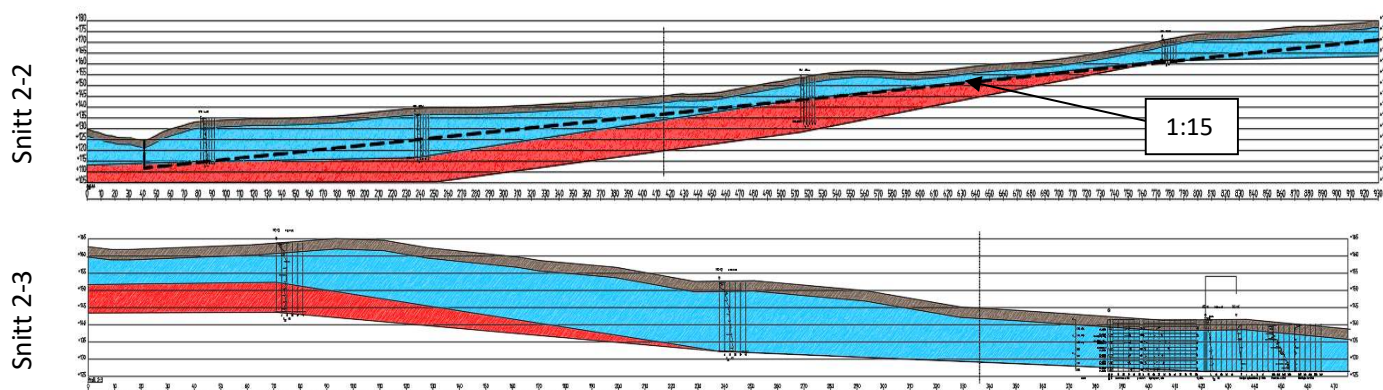
Løsne- og utløpsområde for vurderingene ovenfor er presentert i Figur 5-19.

Plantegning



Snitt 2-1





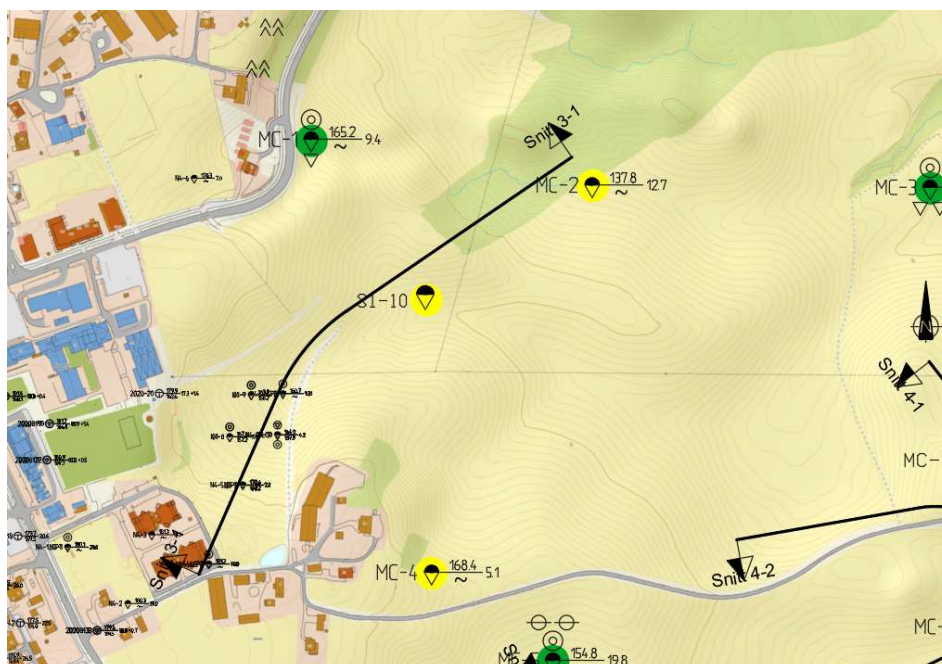
Figur 5-22: Profiler med tolket lagdeling. Profil 2-1 og 2-2 er tegnet med 1:15 linje plassert 25 % av skråningshøyden under skråningsfot. Brun farge er tørrskorpeleire, blå er leire, rød er sprøbruddmateriale.

5.8.3 Område 3 – Hønsigutua nord

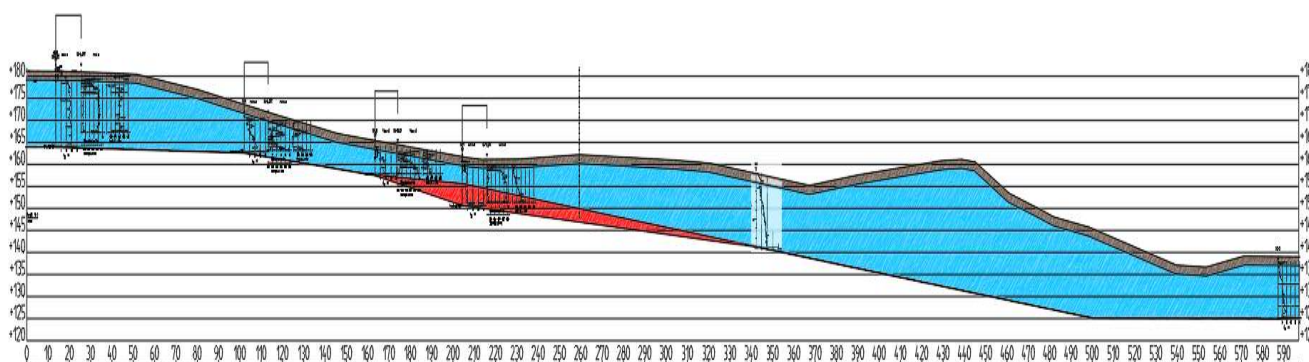
Figur 5-23 viser profil med tolket lagdeling. På bakgrunn av kvikkleirens beliggenhet og begrenset utstrekning basert på nærliggende sonderinger, vurderes det å ikke være fare for et områdeskred inn mot Ask.

Det behøves dermed ikke å utrede aktuell skredmekanisme og løсне-/utløpsområde.

Plantegning



Snitt 3-1



Figur 5-23: Profil med tolket lagdeling. Brun farge er tørrskorpeleire, blå er leire, rød er sprøbruddmateriale

5.8.4 Område 4 – Kyken

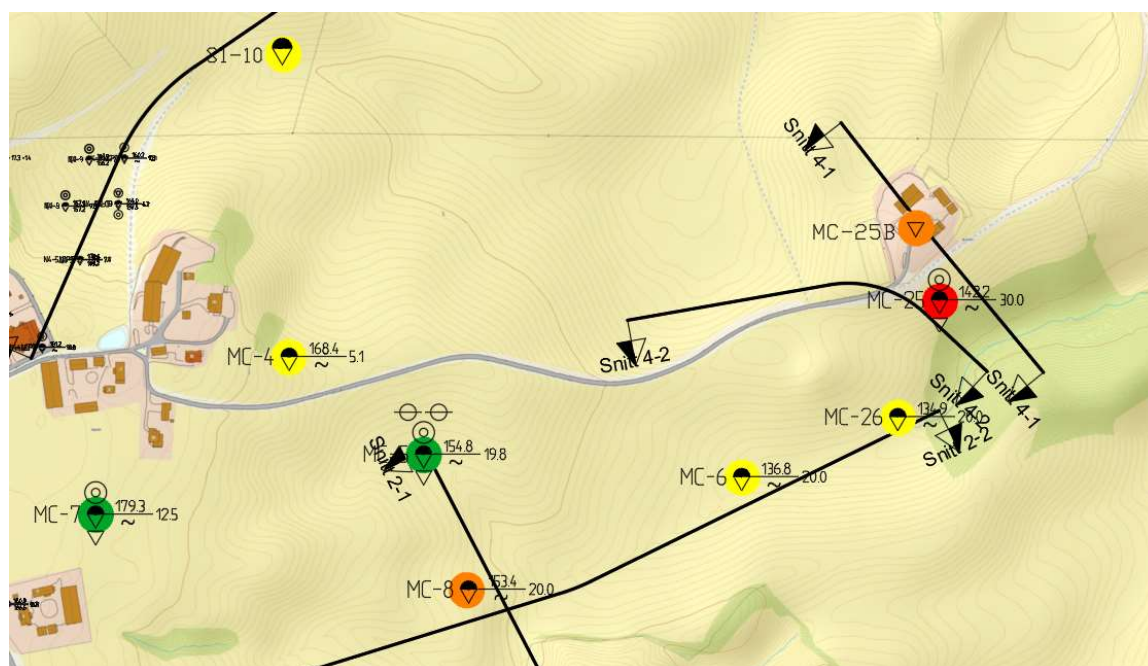
Figur 5-24 viser profiler med tolket lagdeling og påtegnet en 1:15 linje startet 0,25 x H under skråningsfot, der H er høyden til skråningen. Under er det gitt en vurdering av hvert snitt.

Snitt 4-1: Ved Kyken viser opptatte prøver i MC-25 kvikkleire fra 16 m, dette samsvarer med et fall i sidefriksjon vist på CPTU som skjer 15 m under terreng. Kvikkleiren er tolket fra 18,5 m dybde i MC-25B. En 1:15 linje tegnet 0,25xH under skråningsfot viser at andelen av sprøbruddmateriale under topp av skråningen er ca. 42 % og tilstrekkelig for retrogressivt skred. Aktuell skredmekanisme for et eventuelt skred er vurdert til å være retrogressivt. I vurderingene er det ikke tatt hensyn til ERT-målingene (vedlegg D) som indikerer at det ikke er sammenhengende kvikkleire under ravinen, se kap. 5.7.4.

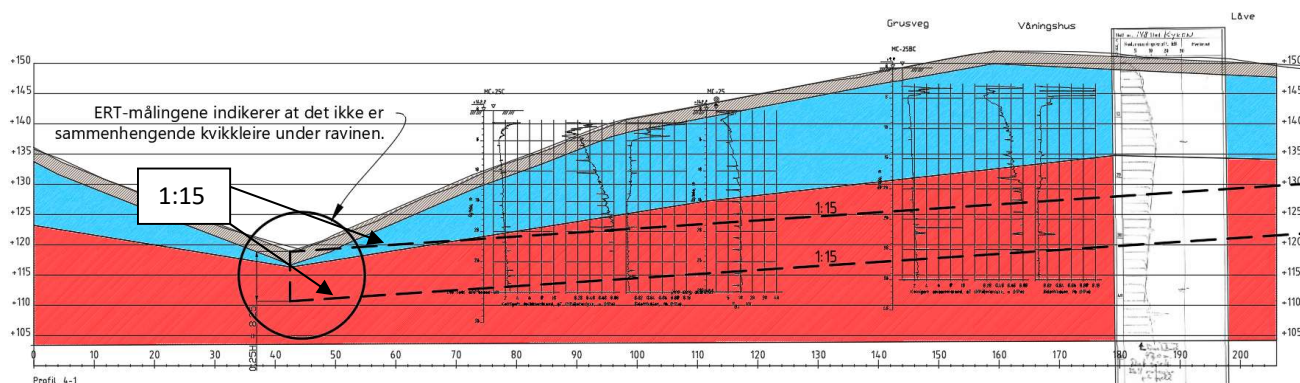
Snitt 4-2: Snittet viser NGI-metoden opp mot bebyggelsen i Ask og avgrenser mulig retrogressivt skred. Et retrogressivt skred vurderes å kunne ha ca. 290 m løsneområde i retning Ask.

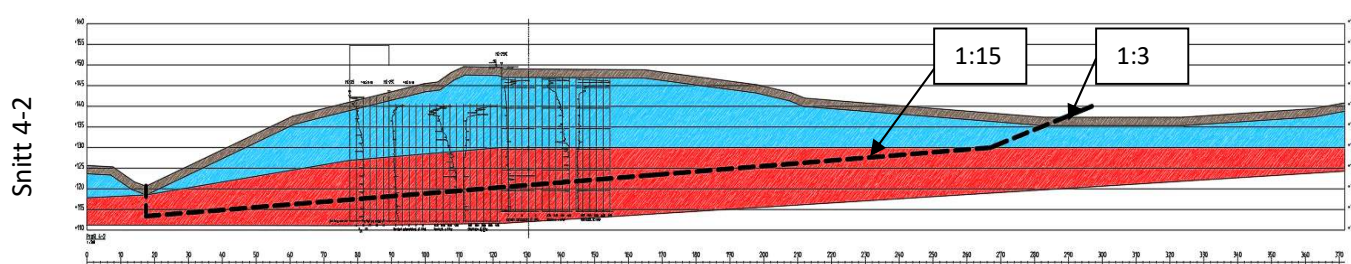
Løsne- og utløpsområde for vurderingene ovenfor er presentert i Figur 5-19.

Plantegning



Snitt 4-1





Figur 5-24: Profiler med tolket lagdeling. Profil 4-1 og 4-2 er tegnet med NGI-metoden. Snitt 4.1 er videreført for å fullføre 1:15 og 1:3, men det er ikke presentert i figuren. Brun farge er tørreskorpeleire, blå er leire, rød er sprøbruddmateriale

5.8.5 Område 5 – Fjellinna vest

Figur 5-25 viser profiler med tolket lagdeling. Under er det gitt en vurdering av hvert snitt.

Snitt 5-1: Det er påvist kvikkleire i MC-31. Dette kvikkleirelagets beliggenhet videre nord-vest er usikker. En mulig glideflate kan gå gjennom sprøbruddmaterialet. Andelen av sprøbruddmateriale er ansett begrenset til å være under 40 %, det er ikke tegn til et svakt lag og følgelig er aktuell skredmekanisme vurdert til å være rotasjonsskred. Denne skredmekanismen er vurdert aktuell for området med lignende terrengforhold i nærhet av MC-31.

I øst ved Fjellinna viser borpunkt R2-1 ingen antydning til sprøbruddmateriale. Av den grunn er det antatt at sprøbruddmaterialet ligger for dypt rundt Fjellinna til å utgjøre fare for områdeskred fra MC-30 og inn mot Fjellinna.

Snitt 5-2: Forekomst av sprøbruddmateriale mellom borpunktene MC-31 og MC-32 er usikkert. Vurderingen rundt området ved MC-31 er lik som ved Snitt 5-1 – det er fare for rotasjonsskred.

Snitt 5-3: I borpunkt MC-29 og MC-28 er det ikke påvist sprøbruddmateriale. Sonderingene er avsluttet i løsmasser, men eventuelt sprøbruddmateriale i større dybder vil være for dypt til å utgjøre fare for områdeskred.

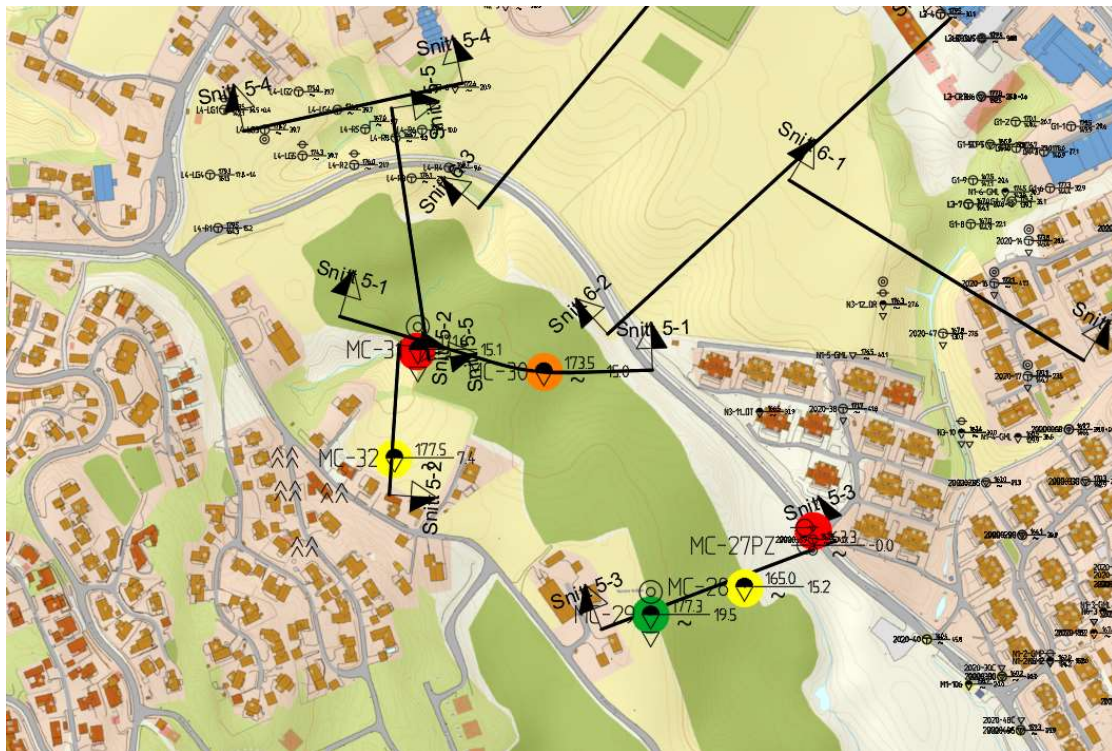
Det er tidligere tatt opp prøveserie i borpunkt 2020-39 [2] utført i samme punkt som MC-27. I øst ved Fjellinna viser opptatte prøveserier i 2020-39 kvikkleire mellom 6-7 m under terreng. Skråningshøyden vest og øst for MC-27 er på ca. 4 m. NVE Veilederen sier at det må være en høydeforskjell på 5 m for at det skal være fare for områdeskred. Det er også vurdert at sprøbruddmateriale ligger for dypt for at et skred i retning MC-28 skal kunne være mulig. På bakgrunn av dette vurderes det å ikke være fare for områdeskred i profilet.

Snitt 5-4: Sprøbruddmateriale ligger 10 m under terreng. I forhold til sprøbruddmaterialets beliggenhet og terrengforholdene, vurderes det å ikke være fare for områdeskred.

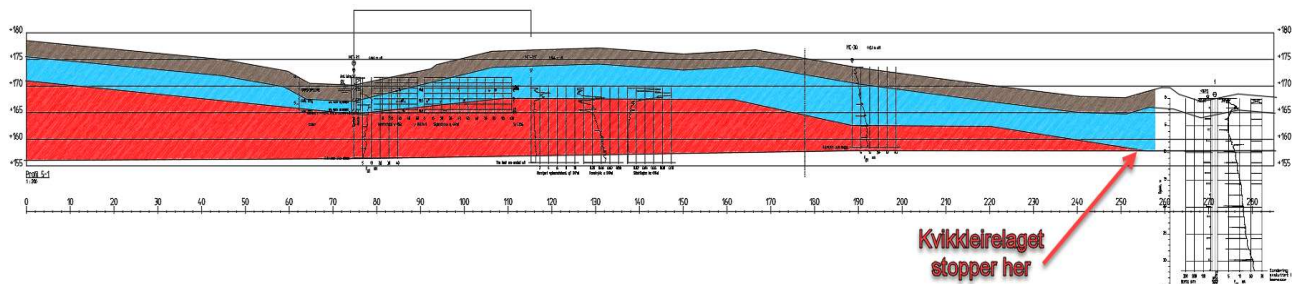
Snitt 5-5: Snitt 5-5 er valgt for å undersøke betydningen av et eventuelt sammenhengende lag av sprøbruddmateriale nord og sør for Fjellinna. Basert på sprøbruddmaterialets beliggenhet og terrengforhold vurderes det at det ikke er fare for at et skred sør for Fjellinna ved MC-31 kan forplante seg til nordsiden av veien.

Løsne- og utløpsområde for vurderingene ovenfor er presentert i Figur 5-19.

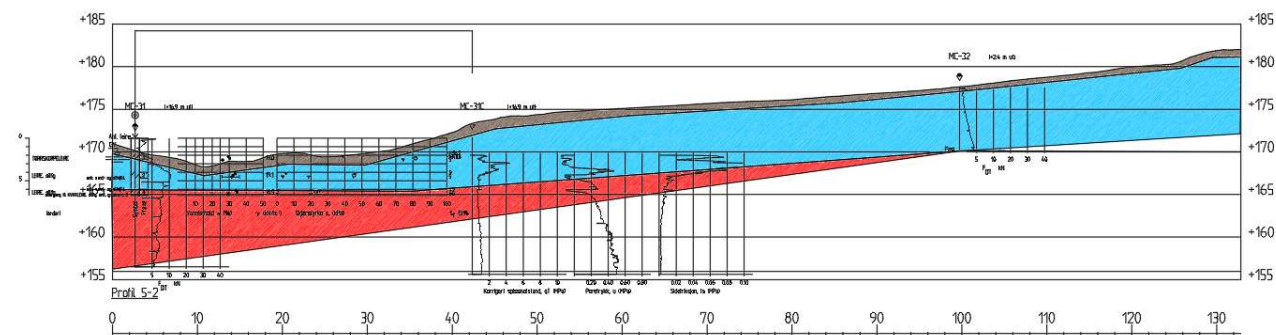
Plantegning



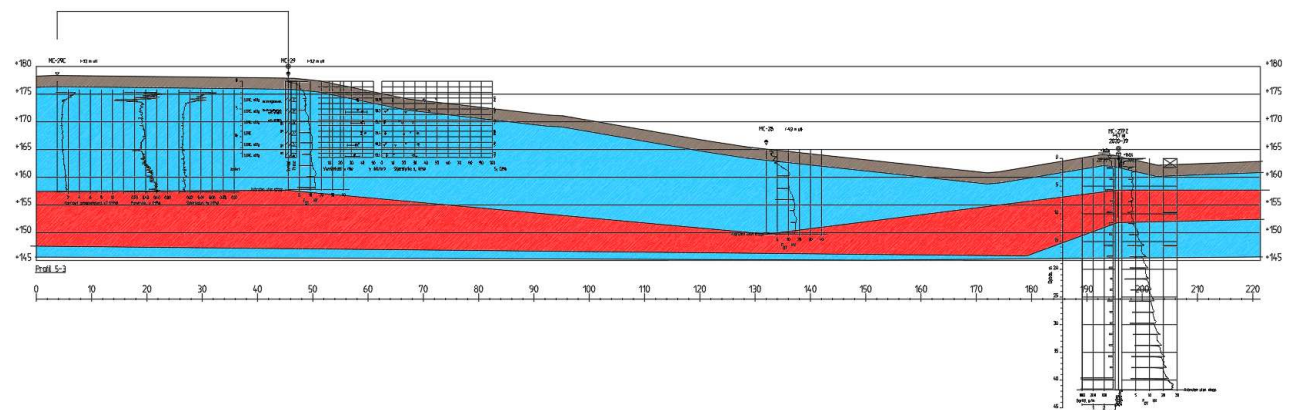
Snitt 5-1

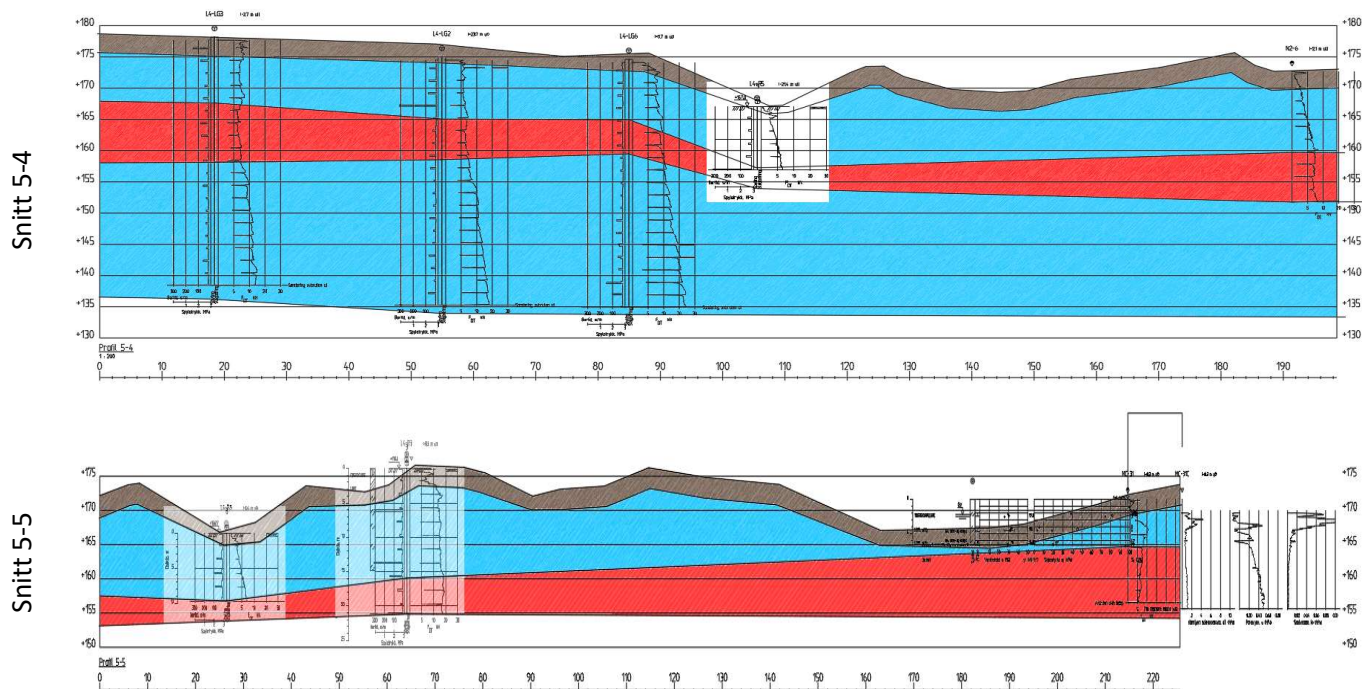


Snitt 5-2



Snitt 5-3





Figur 5-25: Profiler med tolket lagdeling. Snittene er dypere enn opptegnet da bergdybde er ukjent, nevnes spesielt 5-1 der sonderingen lengst øst tolkes som ikke sprøbruddmateriale. Brun farge er tørrskorpeleire, blå er leire, rød er sprøbruddmateriale

5.8.6 Område 6 – Ingelstun

Figur 5-26 viser plantegning og profiler med tolket lagdeling. Det er flere sonderinger som ikke er digitalisert på plantegningen, men inkludert i profilene. Sonderingene er markert på Figur 5-14 i avsnitt 5.7.6 om grunnforhold. Under er det gitt en vurdering av hvert snitt.

Snitt 6-1: Snitt 6-1 ligger på tvers av bekken mellom Vestvang og Ingelstun. Tidligere kart viser at området er oppfylt rundt bekken. Det er knyttet usikkerhet til grunnforholdene rundt bekken, både på grunn av usikkerhet rundt oppfylling og kvikkleirens beliggenhet. Det er tegnet høydekurver etter en tidligere borplan, ref. [12], og lagt denne modellen inn i snittet.

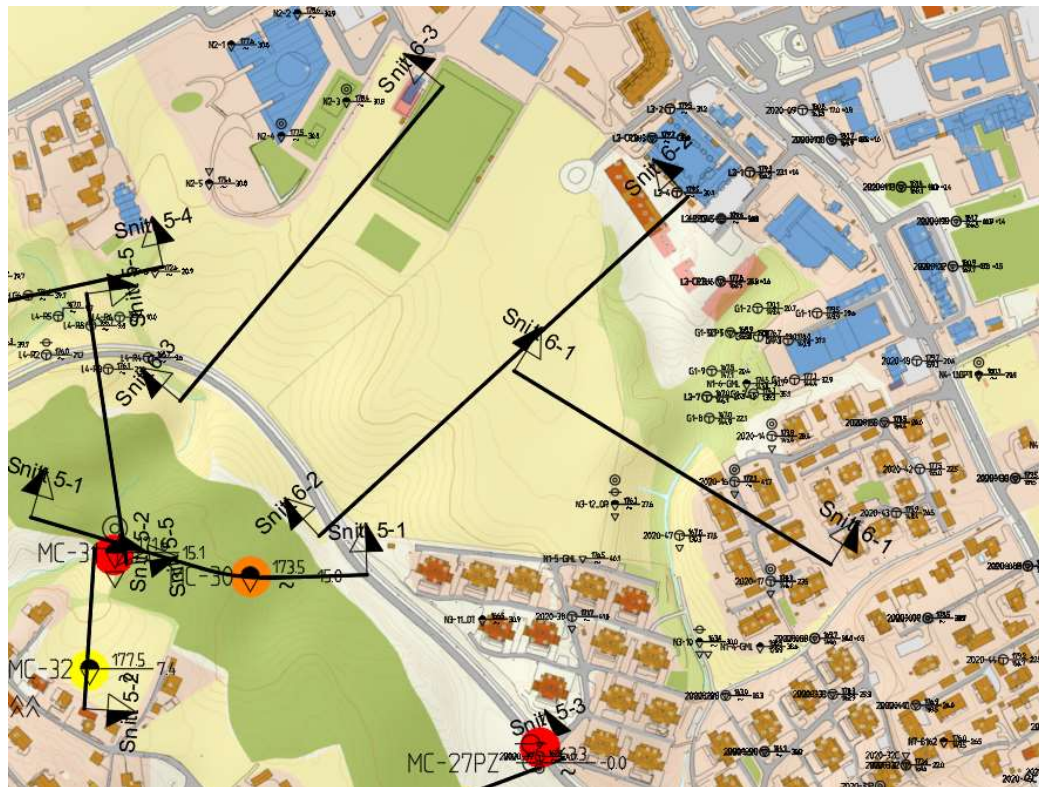
Basert på beliggenheten til antatt sprøbruddmateriale og terrengforholdene rundt området er det vurdert at det ikke kan gå et retrogressivt skred med løsneområde ved bekken. Det er ikke tegn til svake lag. Aktuell skredmekanisme er rotasjonsskred nord og sør for snitt 6-1.

Snitt 6-2: Det eksisterer tidligere borer fra Løvlien og Rambøll ref. [23], [24] og [28], se Figur 5-14. På bakgrunn av terrengforhold og beliggenheten av antatt sprøbruddmateriale vurderes det at det ikke er fare for områdeskred fra Vestvang mot Fjellinna.

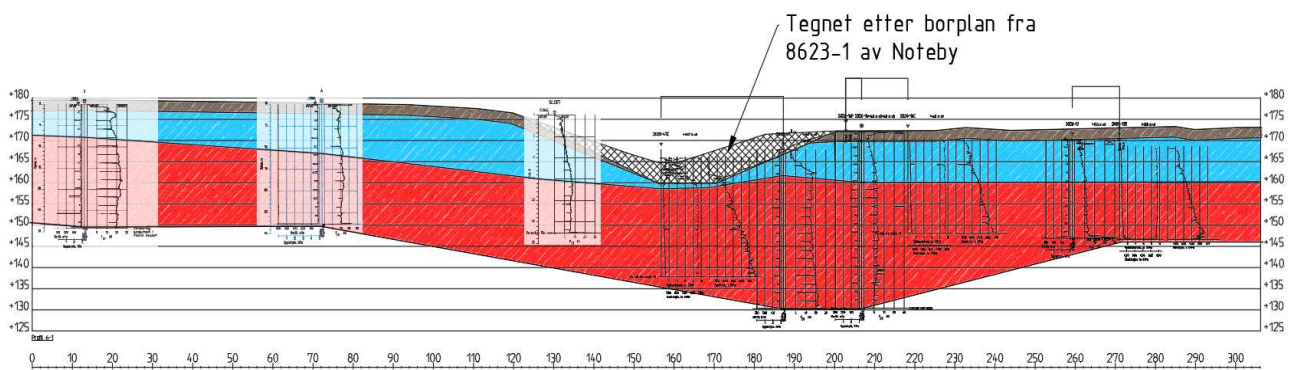
Snitt 6-3: Beliggenheten til antatt kvikkleire mellom Fjellinna opp mot fotballbanen ved ungdomsskolen er for dyp til å utgjøre fare for områdeskred.

Løsne- og utløpsområde for vurderingene ovenfor er presentert i Figur 5-19.

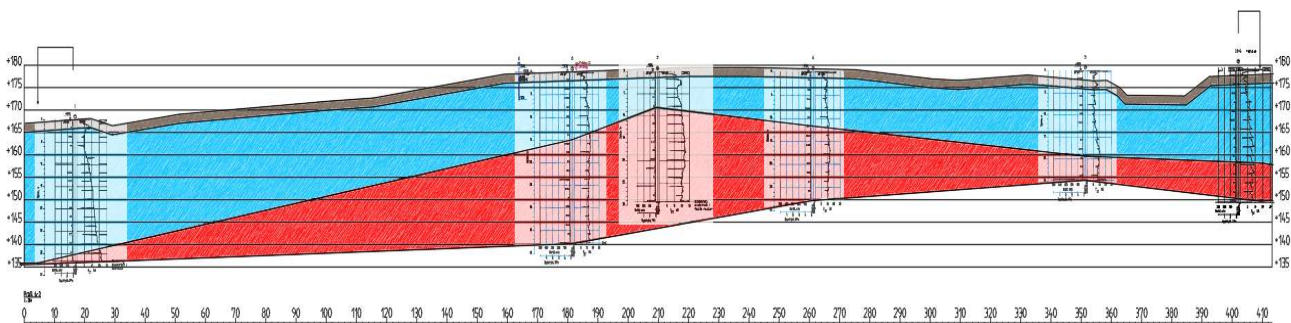
Plantegning



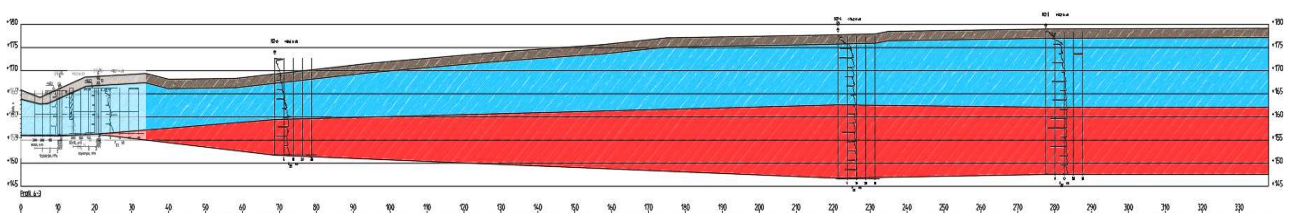
Snitt 6-1



Snitt 6-2



Snitt 6-3



Figur 5-26: Profiler med tolket lagdeling. Snittene er dypere enn opptegnet da bergdybde er ukjent. Tidligere grunnundersøkelser er lagt inn, og har en noe usikker beliggenhet. Brun farge er tørrskorpeleire, blå er leire, rød er sprøbruddmateriale. Skravur viser oppfylt, tegnet etter borplan fra ref. [12].

5.8.7 Område 7 – Skredområdet

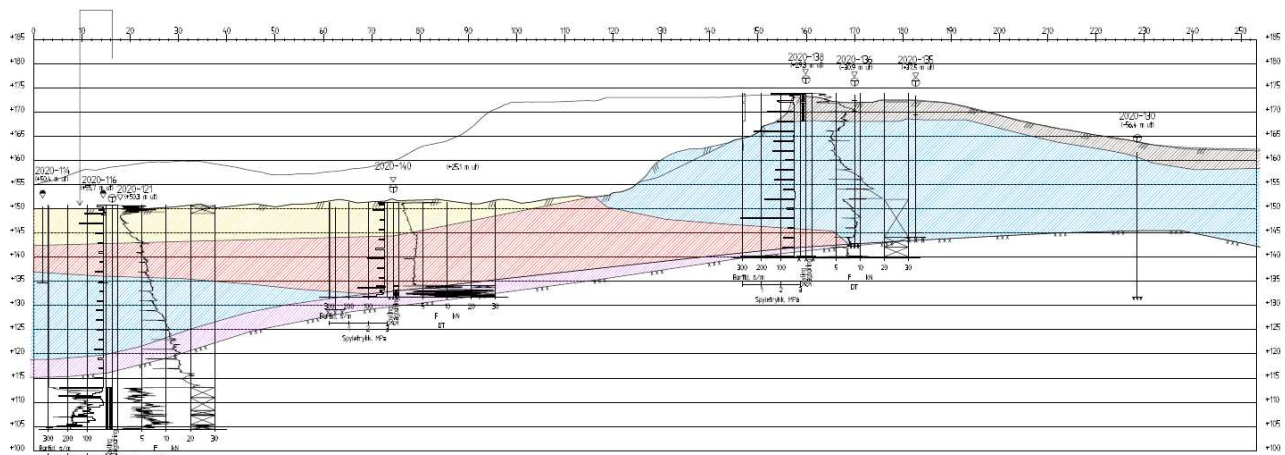
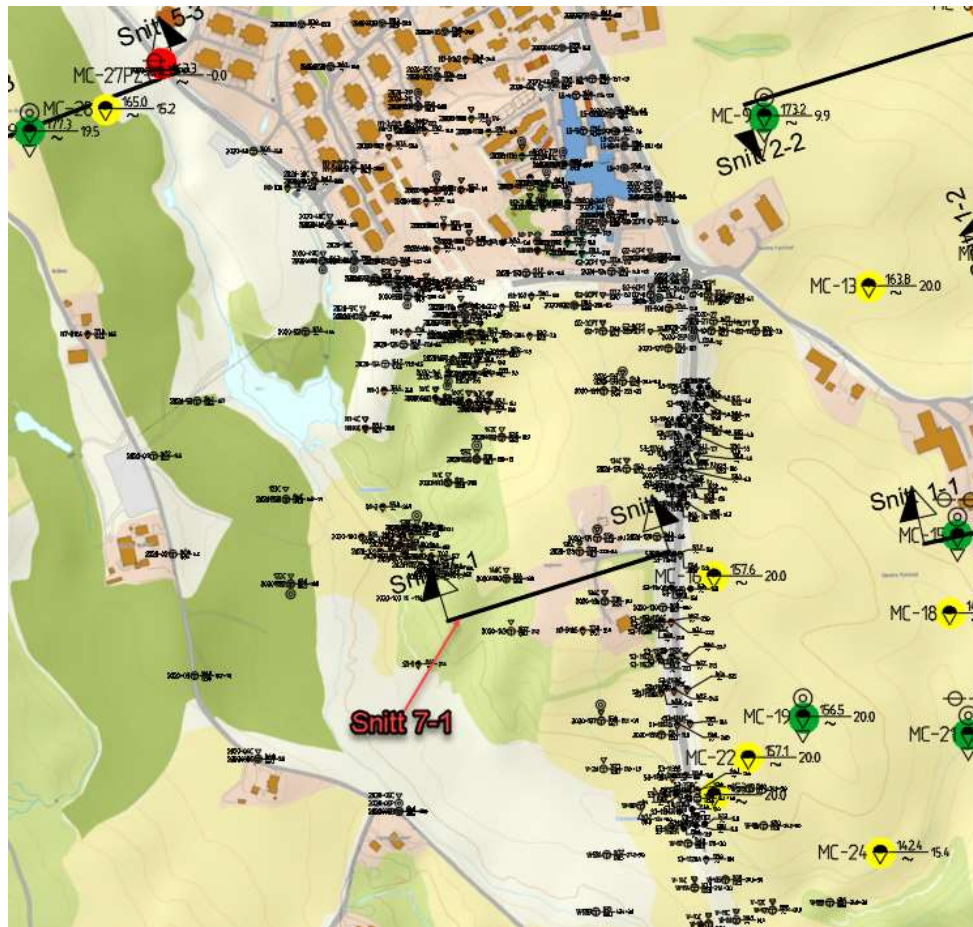
Figur 5-27 viser plantegning og profil med tolket lagdeling. Terrenget er tatt utgangspunkt i før etablering av sikringstiltak. Området er tidligere vurdert for maksimal skredutbredelse som del av arbeidene i akutfasen etter skredet [33]. For løsne- og utløpsområde er det tatt utgangspunkt i den vurderingen.

Snitt 7-1: Snitt 7-1 viser at kvikkleiren ligger nært terreng med et overliggende lag av skredmasser. Mektigheten til skredmassene er noe usikker, og kommer ikke tydelig frem på utførte CPTU-sonderinger som indikerer en jevn økning i udrenert skjærfasthet med dybden også i skredmassene.

Basert på beliggenheten til antatt sprøbruddmateriale og terrengforholdene i området er det vurdert at aktuell skredmekanisme er rotasjonsskred inn mot skredgropen. Basert på tidligere vurderinger av maksimal skredutbredelse er løsne- og utløpsområde tegnet i Figur 5-19.

Løsne- og utløpsområde for vurderingene ovenfor er presentert i Figur 5-19.

Snitt 7-1



Side 39 av 44

5.9 Klassifiser faresoner

Faresonene klassifiseres følgende, vist i Tabell 5-4 og i Vedlegg C.

Tabell 5-4: Faregrad-, konsekvensgrad- og risikoklasseevaluering.

Sone	Faregrad / score	Konsekvensgrad / score	Risikoklasse / score
Fjelstad vest	MIDDELS / 21	MINDRE ALVORLIG / 0	1 / 0
Hønsigutua sør	MIDDELS / 25	MINDRE ALVORLIG / 0	1 / 0
Kyken	HØY / 34	MINDRE ALVORLIG / 6	3 / 889
Fjellinna vest	LAV / 15	MINDRE ALVORLIG / 6	2 / 392
Ingelstun	LAV / 14	ALVORLIG / 12	2 / 627
Hønsisletta sør	HØY / 27	ALVORLIG / 15	3 / 1765

5.10 Dokumentér tilfredsstillende sikkerhet

Aktuelle stabilitetsberegninger er valgt på bakgrunn av områder med konsekvens for et eventuelt områdeskred. Dette gjelder områdene Kyken, Fjellinna vest, Ingelstun og Hønsisletta sør. Hønsisletta sør er beregnet tidligere i forbindelse med sikringstiltak etter kvikkleireskredet, det er dermed ikke behov for en ny stabilitetsberegning.

Utførte stabilitetsberegninger for av snitt 4-1, 5-1 og 6-1 er presentert i Vedlegg A.

Kyken, snitt 4-1:

Resultatet fra beregningene for snitt 4-1 på Kyken viser at skråningen står med dårlig stabilitet. Innledende beregninger med konservative parametere viste en urealistisk lav sikkerhet. CPTU og prøveserie viser forholdsvis like resultater for både 2020-137 og MC-25. Geologisk forhistorie vurderes også å være sammenlignbar da begge punktene ligger i skråninger skapt av erosjon i bekkefar. Ut fra dette er det valgt å bruke parametere hentet fra borpunkt 2020-137 i skredgropen for å nå en realistisk sikkerhet i snitt 4-1.

Beregnet sikkerhet for skråningen er $F_{cu}=1,00$ for udrenerte analyser og $F_{c\phi}=1,01$ for drenerte analyser. Det er ikke uvanlig at høye og bratte skråninger i leirterreng har lav beregningsmessig sikkerhet, men det anbefales at det utføres erosjonssikring av bekken i nedkant av gården, for å unngå en videre forverring av stabiliteten. Ravinen er svært ufremkommelig, og det er ikke utført grunnundersøkelser nede i ravinen. Vedlegg D viser måling av elektrisk resistivitet (ERT) i snitt 4-1, som ble utført i etterkant av boringene. Målingene under bekken i ravinen viser lav resistivitet (lavere enn 10 Ωm), som kan bety et høyere saltinnhold. På grunnlag av dette er det grunn til å tro at det ikke er sammenhengende kvikkleire under ravinen. Dette er ikke tatt hensyn til i stabilitetsberegningene. For å vurdere i hvilken grad det bør sikres i ravinen, så anbefales det å se på muligheten for å få inn en borerigg ned i ravinen, det må trolig utføres en del skogrydding og etableres anleggsvei for å få til dette. NVE behandler denne saken videre.

Fjellinna vest, snitt 5-1:

Resultatet fra beregningene for snitt 5-1 vest ved Fjellinna viser at skråningen ned mot vassdraget har en sikkerhet på $F_{cu}=1,19$ for udrenerte og $F_{c\phi}=1,93$ for drenerte analyser.

Ingelstun, snitt 6-1:

Resultatet fra beregningene for snitt 6-1 ved Ingelstun i Ask viser at skråningen ned mot bekken har en sikkerhet på $F_{cu}=1,11$ for udrenerte og $F_{c\phi}=1,14$ for drenerte analyser.

5.11 Meld inn faresoner og grunnundersøkelser

Faresoner meldes inn etter uavhengig kvalitetssikring.

6 Konklusjon

Multiconsult har gjennomført en soneutredning av kvikkleiresonene i Ask sentrum som ble berørt av kvikkleireskredet på Ask 30.12.2020: 94 Ask Vestre, 85 Fjeldstad og 470 Hønsisletta.

Soneutredningen dokumenterer sikkerheten mot kvikkleireskred for bebyggelsen i disse tre sonene.

Utredningen viser at store deler av området utgår som faresone, og kun mindre soner gjenstår.

Innenfor sonene i sentrum er beliggenheten av kvikkleira så dyp at det ikke kan forekomme bakovergripende skred (retrogressive skred), det er begrensede rotasjonsskred som er aktuell skredmekanisme. Det utført stabilitetsberegninger i områder med bebyggelse, som viser at det ikke er fare for skred mot eksisterende bebyggelse sonene i sentrum. Beregningene viser at stabiliteten ikke tilfredsstiller kravene til etablering av nye bebyggelse. For sonen «Hønsisletta» rundt skredområdet er det gjort stabilitetsberegninger i forbindelse med prosjektering av sikringstiltaket, slik at tilfredsstillende sikkerhet oppnås når anlegget er ferdig.

Soneutredningen viser følgende endringer:

- Sone 85 Fjeldstad blir delt i tre mindre soner «Fjeldstad», «Fjeldstad vest» og «Hønsigutua sør». Store deler av eksisterende sone utgår.
- Sone 94 Ask Vestre reduseres til en mindre faresone i nord mot 471 Berger «Fjellinna vest», resten av eksisterende sone utgår (med unntak av delen som inngår i sone «Ingelstun»).
- Sone 470 Hønsisletta reduseres til to mindre soner «Ingelstun» langs bekken mellom Ingelstun og Viervangen og en sone rundt skredgropa «Hønsisletta sør». Resten av eksisterende sone utgår.

Det er utført befaringer for vurdering av erosjon for faregradsklassifisering og som grunnlag for vurdering av behov for erosjonssikring. De nye sonene behøver ikke erosjonstiltak da det er lite til ingen erosjon i området. Bekken gjennom skredområdet håndteres gjennom sikringstiltaket.

I tillegg til utredning av de tre eksisterende sonene som grenser inn mot skredområdet, er det gjort noen vurderinger i tilstøtende soner for å vurdere om skred i disse kunne forplante seg inn mot Ask sentrum. Det er utført befaringer for vurdering av erosjon og behov for erosjonssikring:

- Sone 93 Kyken reduseres da vestlig del mot Ask sentrum utgår. Et eventuelt skred utløst på Kyken vil ikke kunne forplante seg opp til bebyggelsen i Ask sentrum
- Sone 82 Hammer blir beholdt som før.

- Sone 471 Berger blir redusert i sør med ny sone «Fjellinna vest» og resterende del av sonen avgrenses langs områdeavgrensningen.

Stabilitetsberegningene ved Kyken viser lav beregnet sikkerhet. I tillegg er det pågående erosjon i denne sonen, og NVE går videre med å vurdere behov for og omfang av sikring i området ved eksisterende bebyggelse.

Rapporten er kvalitetssikret av Norconsult.

7 Referanser

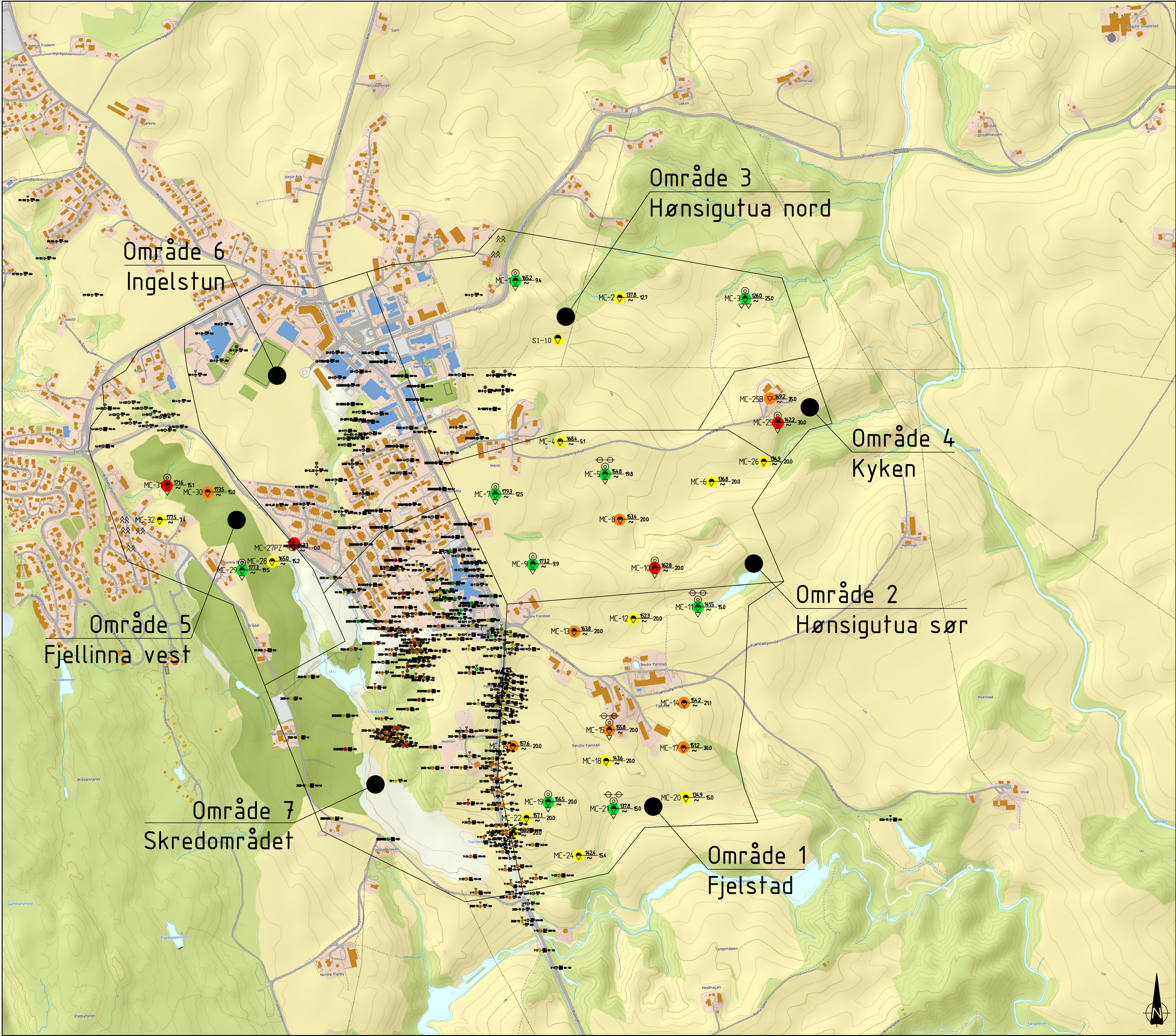
7.1 Grunnundersøkelser

- [1] Viken fylkeskommune, 2021, Fylkesvei 120 Ask, Gjerdrum - Geotekniske grunnundersøkelser datarapport. Rapport: GEOT-2021-009-B, revisjon: 0.
- [2] Multiconsult Norge AS, 2021, 10223695-02-RIG-RAP-002 Geoteknisk datarapport.
- [3] Multiconsult, 1980, 18783-1 Sykehjem. Grunnundersøkelser. Geoteknisk vurdering.
- [4] COWI, 2018, A117623 Skjønhaugtunet GU.
- [5] NGI, 2021, 20200909-01-R Akuttbistand skred Ask, Gjerdrum. Grunnundersøkelser – Datarapport.
- [6] NGI, 2004, 20031570 Boligfelt B9 Ask sentrum, Gjerdrum kommune. Stabilitetsforhold på området syd for Gjerdrum aldershjem.
- [7] NGI, 2003, 20021504-2: Reguleringsplan for Ask sentrum. Grunnundersøkelser – datarapport.
- [8] NGI, 1991, 910025-01 Riksvei 120 Ask Gjerdrum. Grunnundersøkelser og vurdering av geotekniske hovedproblemer.
- [9] NGI, 1994, 810071-2 Kartlegging av områder med potensiell fare for kvikkleireskred.
- [10] NGI, 2016, 20150756 Skjønhaugtunet, Ask, Gjerdrum kommune. Geoteknisk vurdering.
- [11] NGI, 2016, 20150630-01-R Byggefelt B10 på Viervangen – Ask, Gjerdrum kommune. Grunnundersøkelser – datarapport.
- [12] Noteby, 1970, Gjerdrum kommune Industrifelt syd for Ask, rapportnr. 8623-0.
- [13] SVV, 1991, Riksvei 120 Ask Gjerdrum 910025-1.
- [14] SVV, 1978, Grunnundersøkelser for omlegging av Rv. 120 ved Ask i Gjerdrum C624A-1.
- [15] SVV, 1980, Rv. 120 Omlegging ved Ask sentrum i Gjerdrum C624A-2.
- [16] SVV, 1969, C395 Redegjørelse om grunnforholdene for omlegging av Rv 120 Bråtesletta – Ask. Del 2: Profil 1115-1190 Ulvedal.
- [17] SVV, 1969 C398 Redegjørelse om grunnforholdene for omlegging av Rv 120.
- [18] SVV, 2003, CD922-1 Fv 428 Bøndenenes hus – Askenga.
- [19] SVV, 2009, CD922-2 Fv 428 Kløftaveien. Geoteknisk rapport.
- [20] Løvlien Georåd, 2008, 08-56 rapport nr. 1 Bilagshefte. G/S vei. Rv. 120 Bråtesletta – Ask, Gjerdrum kommune.
- [21] Løvlien Georåd, 2014, Rapport 14-65 nr. 1 Gjerdrum bo- og behandlingssenter.
- [22] Løvlien Georåd, 2016, Rapport 15460 nr. 1 Brodalsjordet, Gjerdrum.
- [23] Løvlien Georåd, 2013, Rapport 12-308 nr. 1 Ask Gjerdrum.
- [24] Løvlien Georåd, 2013, Rapport 13-12 nr.1 Maxbotomten Ask.
- [25] Geostrøm, 2014. 1050 Gjerdrum.
- [26] Geostrøm, 2014. 1216 Gjerdrum.
- [27] Rambøll, 2016. Gjerdrum kommune KV1-KV2, Datarapport fra grunnundersøkelse. Rapport nr. 1350013126-G-RAP-001.
- [28] Rambøll, 2017. Kv. 4 Gjerdrum, Datarapport fra grunnundersøkelse. Rapport nr. 1350019013-001.
- [29] Argeo Survey AS, 2021. ARG21014-02 Refraksjonsseismikk, Gjerdrum. Innsamling og tolkning av refraksjon- og overflatebølgeseismikk over leirskredet i Gjerdrum.

7.2 Annet

- [30] Nasjonal løsmassedatabase (2017), Norges geologisk undersøkelse.
- [31] NVE, 2021, Geoteknisk vurdering av evakuerte delområder etter kvikkleireskredet i Gjerdrum, 30.12.2020. Ekstern rapport nr. 1/2021.

- [32]NVE, 2021, Geoteknisk vurdering av evakuerte delområder etter kvikkleireskredet i Gjerdrum, 30.12.2020. Ekstern rapport nr. 2/2021.
- [33]Multiconsult Norge AS, 2021, 10223695-01-RIG-NOT-001, Vurderinger knyttet til evakuering av delområdene B, D, F og G (inkl. Vestvang, Ingelstun, Nystulia) som følge av kvikkleireskredet utløst 30.12.2020, revisjon 02.
- [34]Høydedata.no, 2020. Gjerdrum Ullensaker Nannestad 5pkt 2020, utført av Terratec AS.
- [35]Norges vassdrags- og energidirektorat, 2020, NVE Veileder 1/2019 – Sikkerhet mot kvikkleireskred: vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper.
- [36]Norges vassdrags- og energidirektorat, 2021, NVE Rapport nr. 2/2021 – Skredet ved Ask 30.12.2020: NVEs bidrag i saker om arealbruk og andre tiltak i Gjerdrum kommune.



FORKLARING

TEGNFORKLARING:

● DREIESONDERING

○ ENKEL SONDERING

▼ RAMSONDERING

▽ TRYKKSONDERING

⊕ TOTALSONDERING

⊙ PRØVESERIE

□ PRØVEGROP

⬇️ DREIETRYKKSONDERING

⊠ SKRUPLATEFORSØK

+

+ VINGEBORING

⊕ PORETRYKKMÅLING

⬇️ KJERNEBORING

⬇️ FJELLKONTROLLBORING

⬇️ BERG I DAGEN

KARTGRUNNLAG:
KORDINATSYSTEM:
HØYDEREFERANSE:

DIGITALT KART FRA NORGESKART
EUREF89, zone UTM 32
NN2000

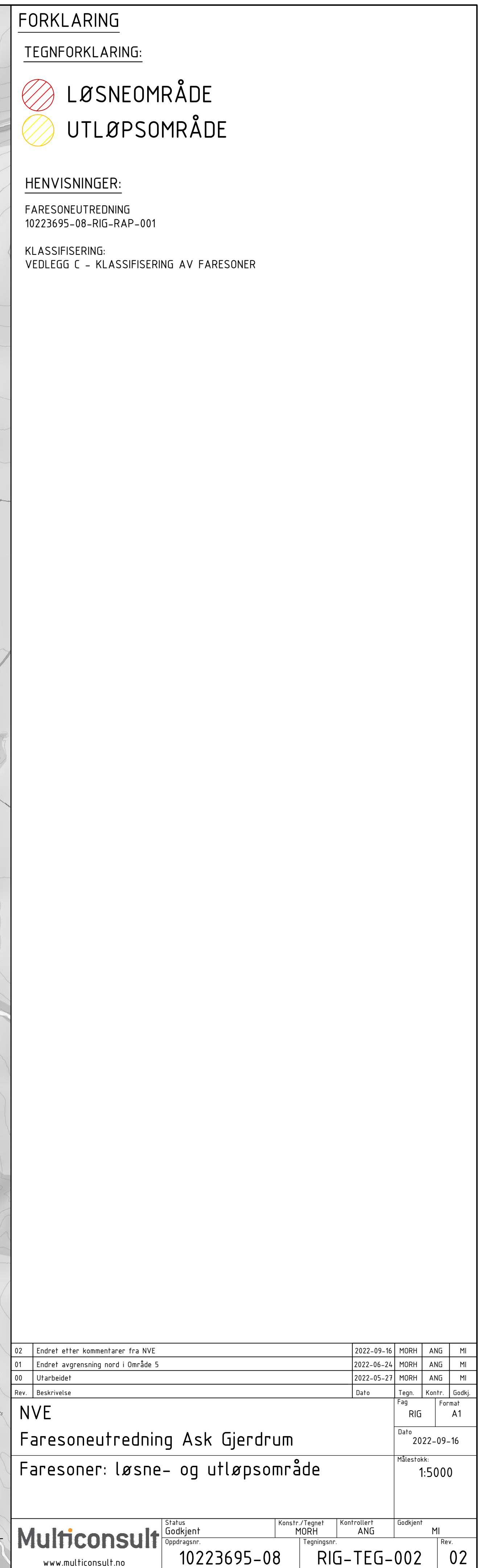
EKSEMPEL
BP 10 $\frac{430}{282}$ 14.8 + 2.4 — BORET DYBDE + BORET I BERG
ANTATT BERGKOTE

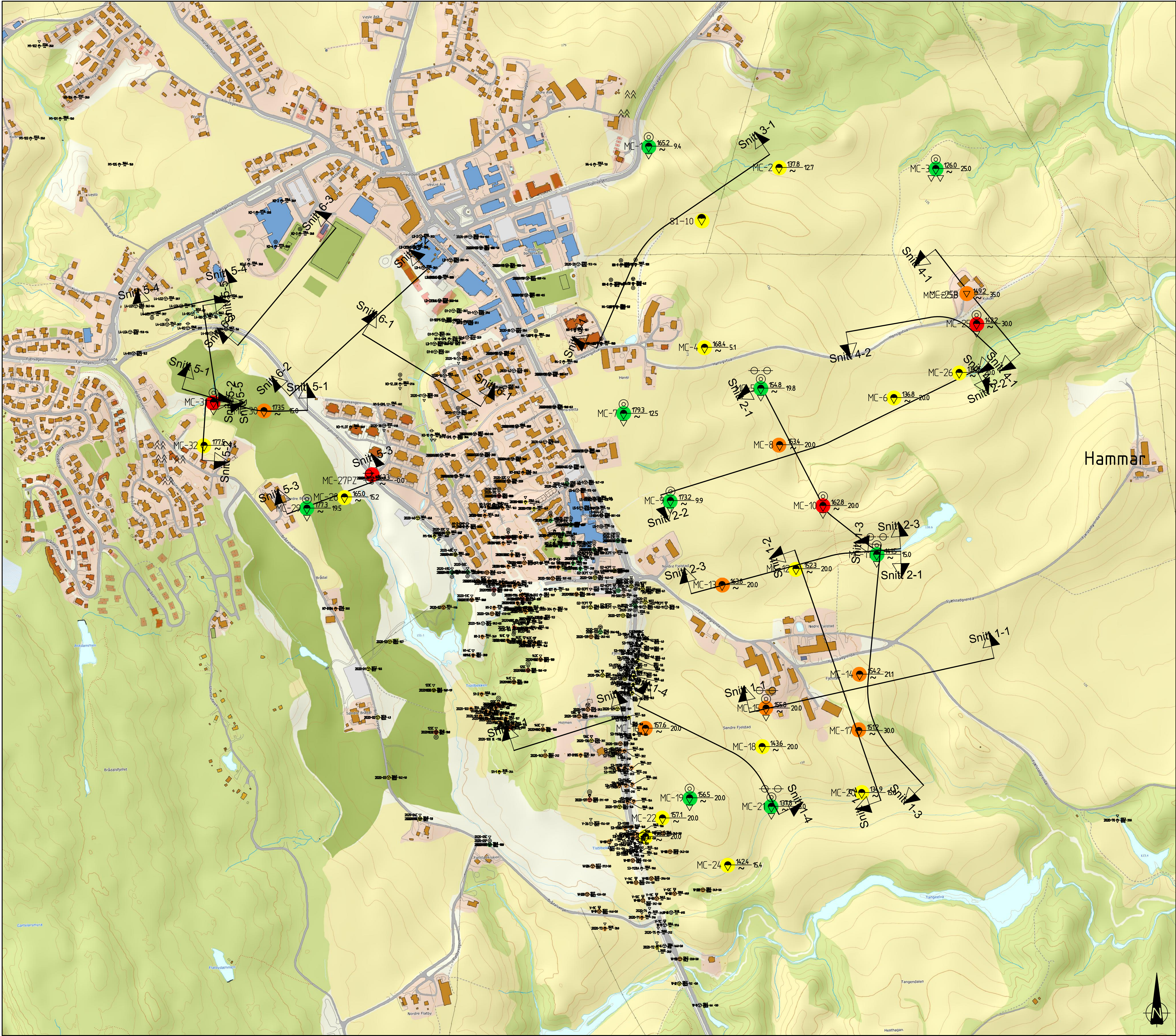
KLASSIFISERING AV BORPUNKT:

- PÅVIST KVIKKLEIRE/SPRØBRUDDMATERIALE
- ANTATT KVIKKLEIRE/SPRØBRUDDMATERIALE
- ANTATT IKKE KVIKKLEIRE/SPRØBRUDDMATERIALE
- IKKE PÅVIST KVIKKLEIRE/SPRØBRUDDMATERIALE

\\ns2-nasat\01\Prosjekt\10223695\08\10223695-08-03 ARBEIDSPRÅNE\10223695-08-04 TEKNISKE\01\Profiloppføring H1\rapport\Name- og utførelsesplan_jftekart.dwg - Layout: 001 (A1).
Rev: 00, Dato: 2022-06-24

01	Endret avgrensning nord i Område 5, lagt til beskrivelse for oransje farge	2022-06-24	MORH	ANG	MI
00	Utarbeidet	2022-05-27	MORH	ANG	MI
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
			RIG		A1
NVE			Date		
Faresoneutredning Ask Gjerdrum			2022-06-24		
Borplan			Målestokk:		
Med områdeinndeling			1:5000		
Multiconsult		Status Godkjent Oppdragsnr.	Konstr./Tegnet MORH	Kontrollert ANG	Godkjent MI
www.multiconsult.no		10223695-08	Tegningsnr.	RIG-TEG-001	Rev.
					01





FORKLARING

TEGNFORKLARING:

- DREIESONDERING

○ ENKEL SONDERING

▼ RAMSONDERING

▽ TRYKKSONDERING

⊕ TOTALSONDERING

⊗ PRØVESERIE

□ PRØVEGROP

⬇️ DREIETRYKKSONDERING

⊠ SKRUPLATEFORSØK

+

⊕ PORETRYKKMÅLING

⊗ KJERNEBORING

★ FJELLKONTROLLBORING

⌘ BERG I DAGEN
- KARTGRUNNLAG:
KORDINATSYSTEM:
HØYDEREFERANSE:

DIGITALT KART FRA NORGESKART
EURF89, sone UTM 32
NN2000

TERRENGKOTE/SJØBUNNKOTE

BP 10 430 282 14.8 + 2.4 — BORET DYBDE + BORET I BERG

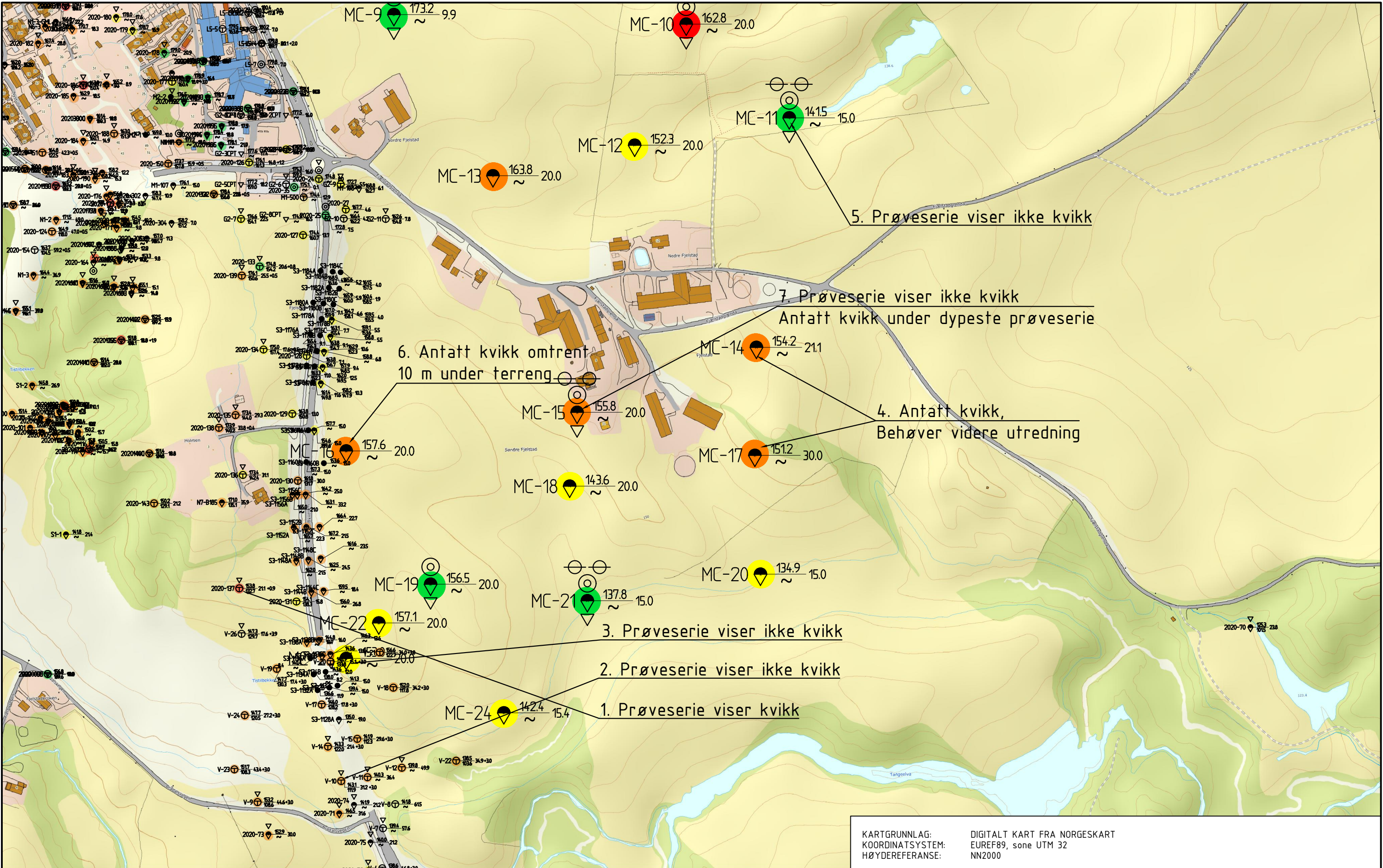
ANTATT BERGKOTE
- KLASSIFISERING AV BORPUNKT:
- PÅVIST KVIKKLEIRE/SPRØBRUDDMATERIALE

● ANTATT KVIKKLEIRE/SPRØBRUDDMATERIALE

● ANTATT IKKE KVIKKLEIRE/SPRØBRUDDMATERIALE

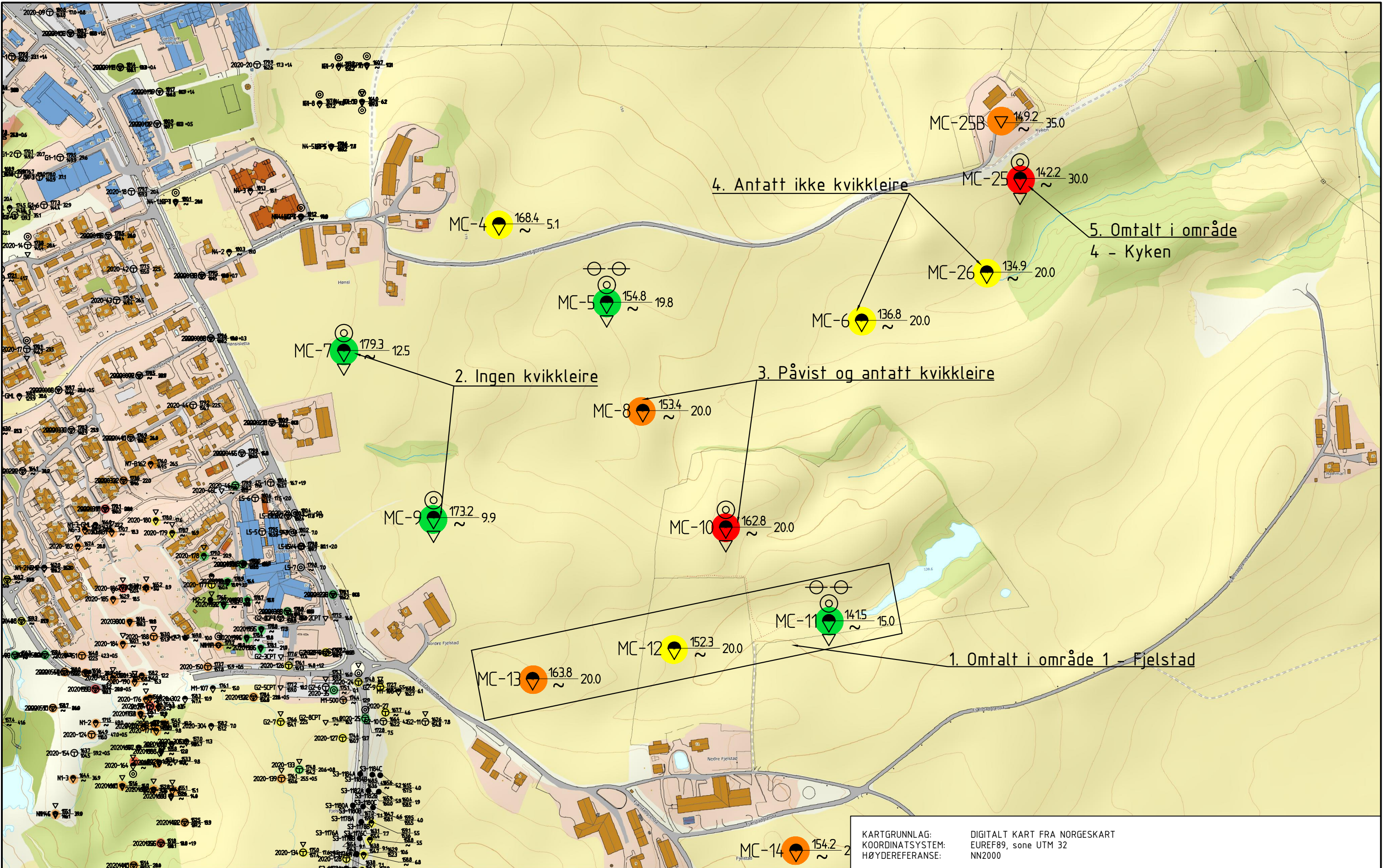
● IKKE PÅVIST KVIKKLEIRE/SPRØBRUDDMATERIALE
- | | | | | | | |
|--------------------------------|-------------|---|---------------------|-----------------|-------------|------|
| 01 | | Supplert med snitt 1-4, 2-3, 5-5 og 6-3 | 2022-06-24 | MORH | ANG | MI |
| 00 | | Utarbeidet | 2022-05-27 | MORH | ANG | MI |
| Rev. | Beskrivelse | Date | Tegn. | Kontr. | Godkj. | |
| | | | RIG | | Form | A1 |
| NVE | | | Date | | | |
| Faresoneutredning Ask Gjerdrum | | | 2022-06-24 | | | |
| Borplan | | | Målestokk: | | | |
| Med snitt | | | 1:4.000 | | | |
| Multiconsult | | Status Godkjent Oppdragsnr. | Konstr./Tegnet MORH | Kontrollert ANG | Godkjent MI | Rev. |
| www.multiconsult.no | | 10223695-08 | Tegningsnr. | RIG-TEG-004 | | 01 |

C:\Users\morth\appdata\local\Temp\AcPublish_27360\Område_1-7_zoom_1.dwg, - Plottet av: morth, Dato: 2022.06.24, kl 14:18



						NVE	Status	Godkjent	Fag	RIG	Originalt format	Dato
						Faresoneutredning Ask Gjerdrum	Konstr./Tegnet	MORH	Kontrollert	ANG	Godkjent	2022-06-24
						Område 1 Fjelstad	Oppdragsnr.	10223695-08	Tegningsnr.		MI	Målestokk
						Plan	10223695-08		RIG-TEG-100			1:4000
00	Utarbeidet	2022-06-24	MORH	ANG	MI							Rev.
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.							00

C:\Users\mornh\appdata\local\Temp\AcPublish_27360\Område_1-7_zoom_1.dwg, - Layout: [Område2]; - Plottet av: mornh, Dato: 2022.06.24, kl 14:18



00	Utarbeidet	2022-06-24	MORH	ANG	MI
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.

Multiconsult
www.multiconsult.no

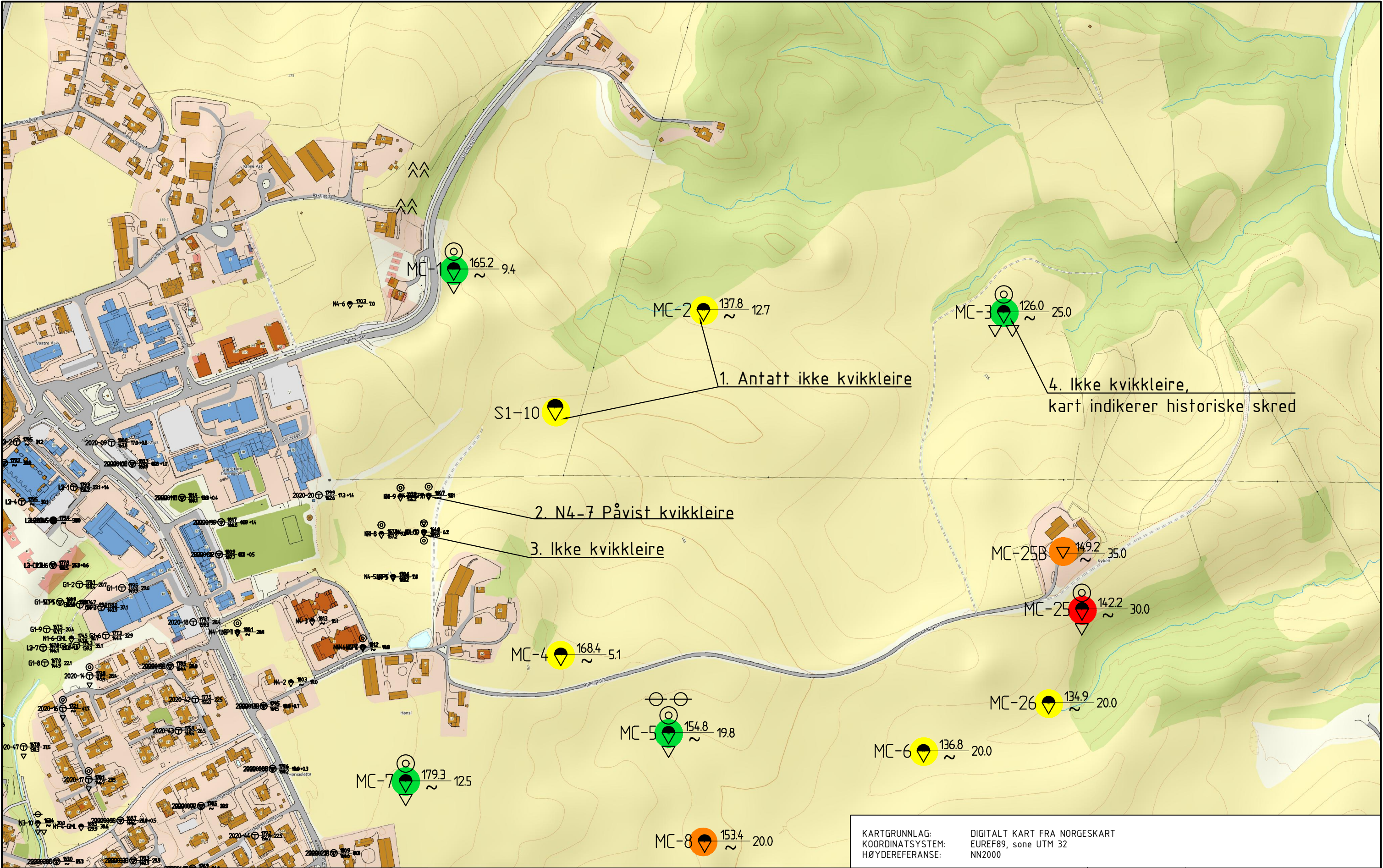
NVE
Faresoneutredning Ask Gjerdrum
Område 2 Hønsigutua sør
Plan

KARTGRUNNLAG:
KOORDINATSYSTEM:
HØYDEREFERANSE:

DIGITALT KART FRA NORGEKART
EUREF89, sone UTM 32
NN2000

Status	Godkjent	Fag	RIG	Originalt format	A3	Dato	2022-06-24
Konstr./Tegnet	MORH	Kontrollert	ANG	Godkjent	MI	Målestokk	1:4000
Oppdragsnr.	10223695-08	Tegningsnr.	RIG-TEG-101	Rev.	00		

C:\Users\mornh\appdata\local\Temp\AcPublish_27360\Område_1-7_zoom_1.dwg, - Layout: [Område3]; - Plottet av: mornh, Dato: 2022.06.24, kl 14:18



KARTGRUNNLAG:
KOORDINATSYSTEM:
HØYDEREFERANSE:

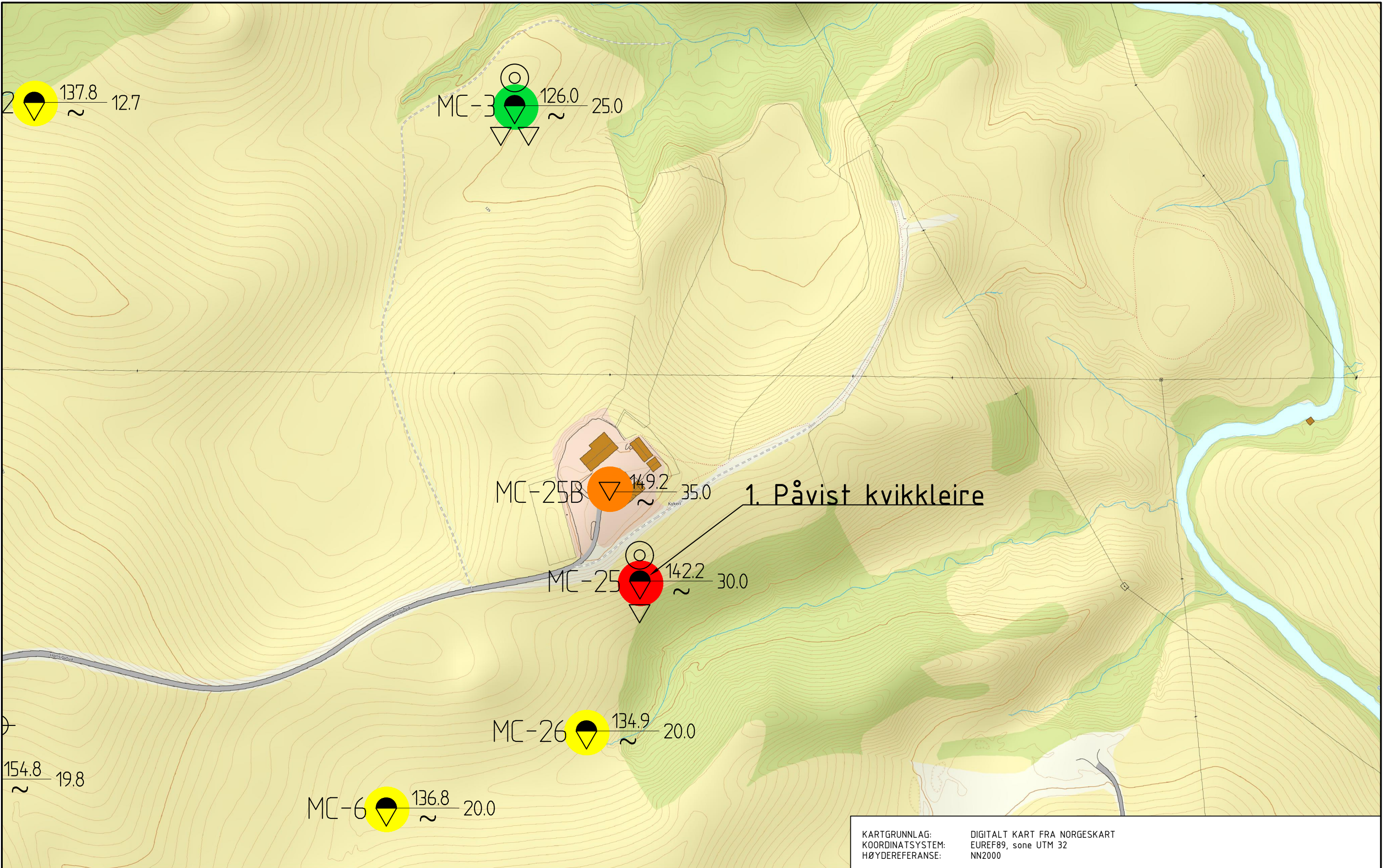
DIGITALT KART FRA NORGESKART
EUREF89, sone UTM 32
NN2000

00	Utarbeidet	2022-06-24	MORH	ANG	MI
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.

Multiconsult
www.multiconsult.no

NVE
Faresoneutredning Ask Gjerdrum
Område 3 Hønsigutua nord
Plan

Status	Godkjent	Fag	RIG	Originalt format	A3	Dato	2022-06-24
Konstr./Tegnet	MORH	Kontrollert	ANG	Godkjent	MI	Målestokk	1:4000
Oppdragsnr.	10223695-08		Tegningsnr.	RIG-TEG-102		Rev.	00

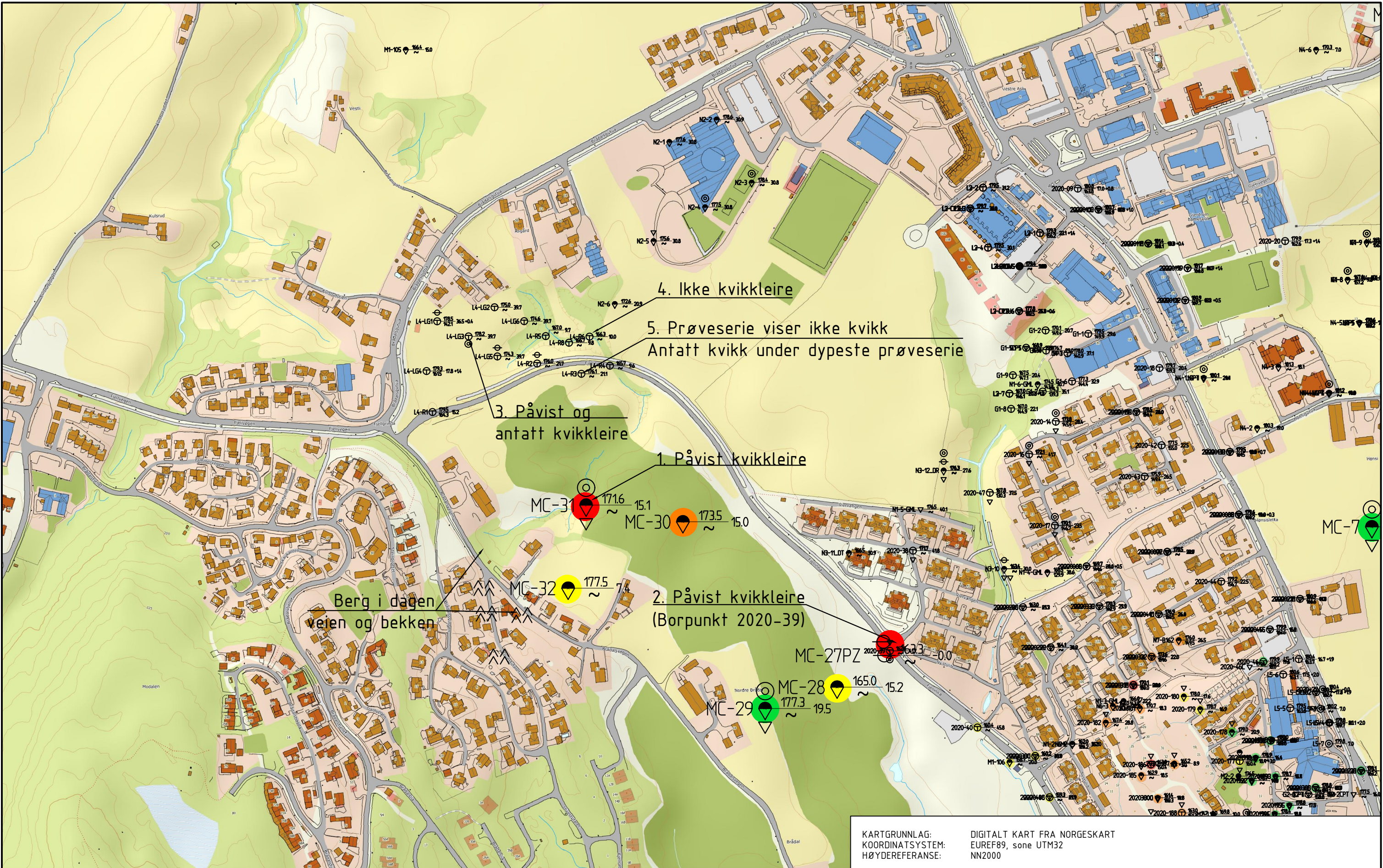


KARTGRUNNLAG:
KOORDINATSYSTEM:
HØYDEREFERANSE:

DIGITALT KART FRA NORGESKART
EUREF89, sone UTM 32
NN2000

						Multiconsult www.multiconsult.no	NVE Faresoneutredning Ask Gjerdrum Område 4 Kyken Plan	Status Godkjent	Fag RIG	Originalt format A3	Dato 2022-06-24
								Konstr./Tegnet MORH	Kontrollert ANG	Godkjent MI	Målestokk 1:2500
00	Utarbeidet	2022-06-24	MORH	ANG	MI			Oppdragsnr. 10223695-08	Tegningsnr. RIG-TEG-103		Rev. 00
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.						

C:\Users\mornh\appdata\local\Temp\AcPublish_27360\Område5\ - Plottet av: mornh, Dato: 2022.06.24, kl 14:18



KARTGRUNNLAG:
KOORDINATSYSTEM:
HØYDEREFERANSE:

DIGITALT KART FRA NORGEKART
EUREF89, sone UTM32
NN2000

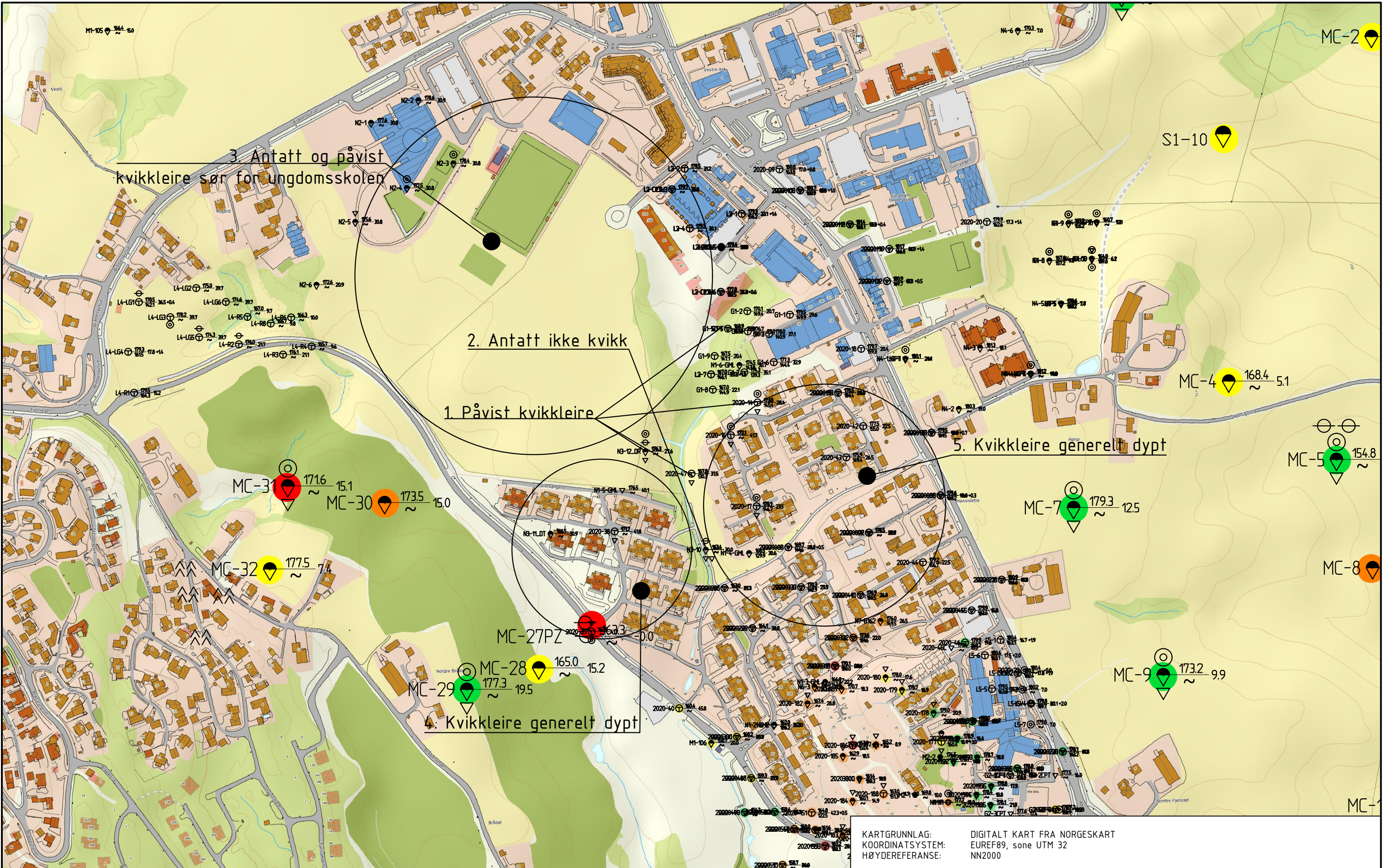
00	Utarbeidet	2022-06-24	MORH	ANG	MI
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.

Multiconsult
www.multiconsult.no

NVE
Faresoneutredning Ask Gjerdrum
Område 5 Fjellinna vest
Plan

Status	Godkjent	Fag	RIG	Originalt format	A3	Dato	2022-06-24
Konstr./Tegnet	MORH	Kontrollert	ANG	Godkjent	MI	Målestokk	1:4000
Oppdragsnr.	10223695-08	Tegningsnr.	RIG-TEG-104	Rev.	00		

C:\Users\mornh\appdata\local\Temp\AcPublish_27360\Område_1-7_zoom_1.dwg, - Layout: [Område6]; - Plottet av: mornh, Dato: 2022.06.24, kl 14:18



KARTGRUNNLAG:
KOORDINATSYSTEM:
HØYDEREFERANSE:

DIGITALT KART FRA NORGEKART
EUREF89, sone UTM 32
NN2000

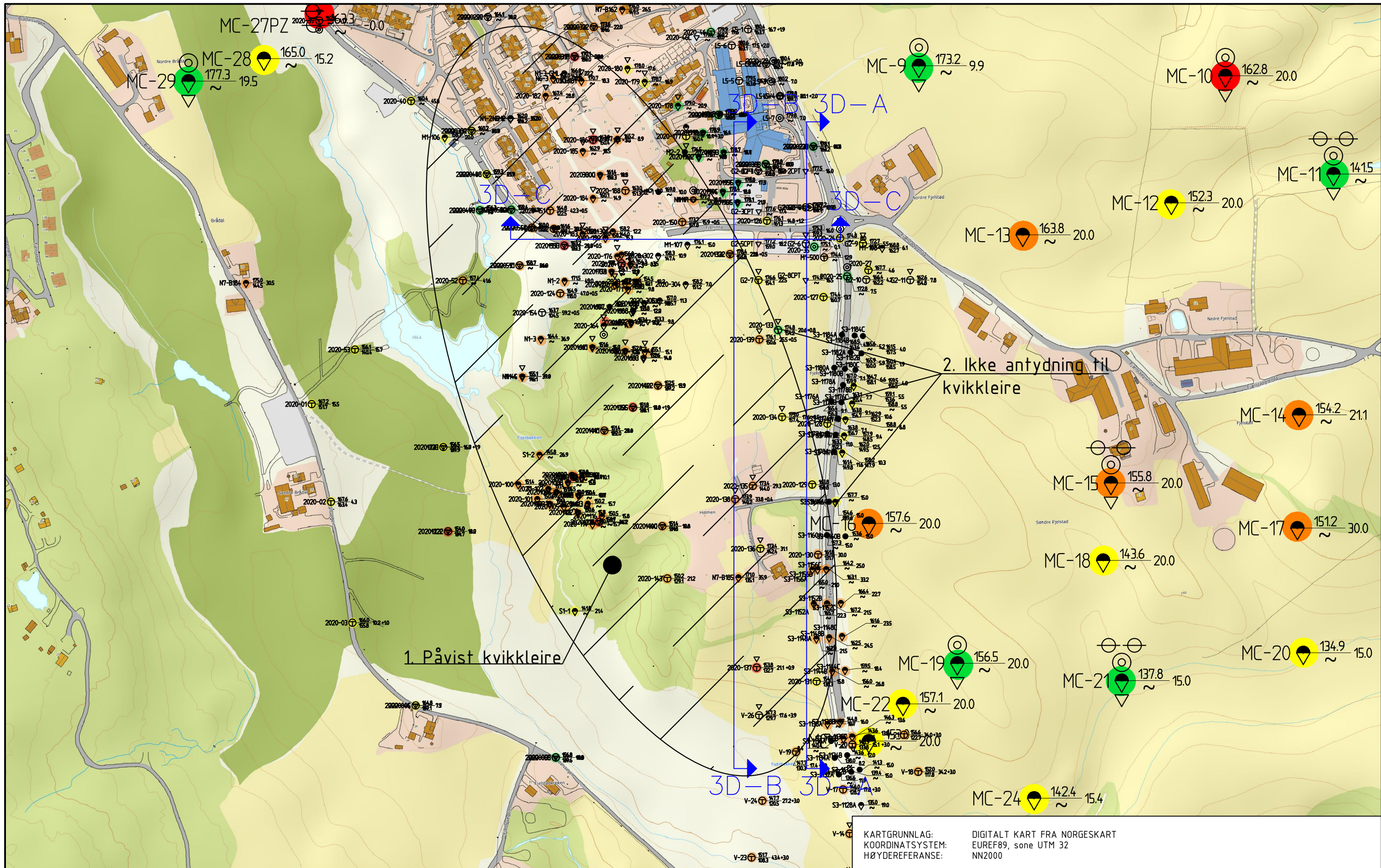
00	Utarbeidet	2022-06-24	MORH	ANG	MI
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.

Multiconsult
www.multiconsult.no

NVE
Faresoneutredning Ask Gjerdrum
Område 6 Ingelstun
Plan

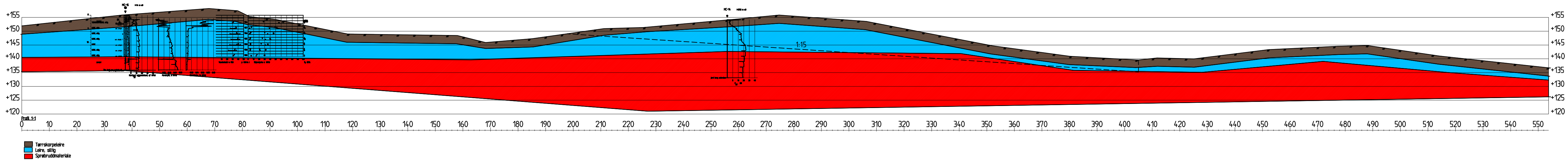
Status	Godkjent	Fag	RIG	Originalt format	A3	Dato	2022-06-24
Konstr./Tegnet	MORH	Kontrollert	ANG	Godkjent	MI	Målestokk	1:4000
Oppdragsnr.	10223695-08	Tegningsnr.	RIG-TEG-105	Rev.	00		

C:\Users\mornh\appdata\local\Temp\AcPublish_27360\Område_1-7_zoom_1.dwg, - Layout: [Område7]; - Plottet av: mornh, Dato: 2022.06.24, kl 14:19



					Multiconsult www.multiconsult.no	NVE	Status	Godkjent	Fag	RIG	Originalt format	A3	Dato	2022-06-24			
						Faresoneutredning Ask Gjerdrum Område 7 Skredområdet Plan	Konstr./Tegnet	MORH	Kontrollert	ANG	Godkjent	MI	Målestokk	1:4000			
00	Utarbeidet	2022-06-24	MORH	ANG			MI	Oppdragsnr.		10223695-08		Tegningsnr.		RIG-TEG-106		Rev.	00
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.			Godkj.										

\\ns12-nasun-01\Prosjekt\010223\10223695-08\10223695-08-03 ARBEIDSONOMRADE\10223695-08 RIG\10223695-08-04 TEGNINGER\91 Proflopplegging til rapport\Profil 1-1.dwg. - Layout: 600 (A3LL); - Plottet av: morh, Dato: 2022.06.21 kl. 11:10

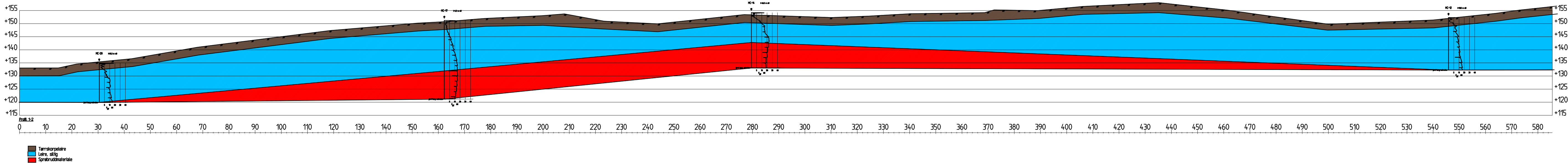


01	Påtegnet sprøbruddmateriale mellom kt. +135 til +140 i MC-15	2022-06-24	MORH	ANG	MI
00	Utarbeidet	2022-05-27	MORH	ANG	MI
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.

Multiconsult
www.multiconsult.no

NVE	Status Godkjent	Fag RIG	Originalt format A3LL	Dato 2022-06-24
Faresoneutredning Ask Gjerdrum	Konstr./Tegnet MORH	Kontrollert ANG	Godkjent MI	Målestokk 1:800
Tolket lagdeling	Oppdragsnr. 10223695-08	Tegningsnr. RIG-TEG-700	Rev. 01	
Snitt 1-1				

\\ns12-nasun-01\Prosjekt\010223\10223695-08\10223695-08-03 ARBEIDSMÅRADE\10223695-08-04 TEGNINGER\91 Profloppfigning til rapport\Profil 1-2.dwg. - Layout: 600 (A3LL); - Plottet av: morh, Dato: 2022.05.24 kl 13.42



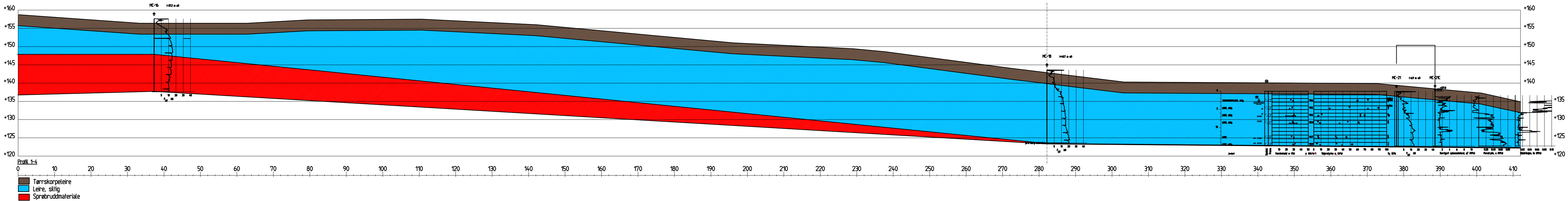
00	Utarbeidet	2022-05-27	MORH	ANG	MI
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.

Multiconsult
www.multiconsult.no

NVE
Faresoneutredning Ask Gjerdrum
Tolket lagdeling
Snitt 1-2

Status Godkjent	Fag RIG	Originalt format A3LL	Dato 2022-05-27
Konstr./Tegnet MORH	Kontrollert ANG	Godkjent MI	Målestokk 1:800
Oppdragsnr. 10223695-08	Tegningsnr. RIG-TEG-701	Rev. 00	

\\nsiv2-nasun-01\Prosjekt\10223\10223695-08\10223695-08-03 ARBEIDSSOMRAADE\10223695-08\10223695-08-04 TEGNINGER\91 Profiloppfølging til rapport\Profil 1-4.dwg. - Layout: 1600 (A3LL); - Plottet av: morh; Dato: 2022.06.21 kl. 12:28

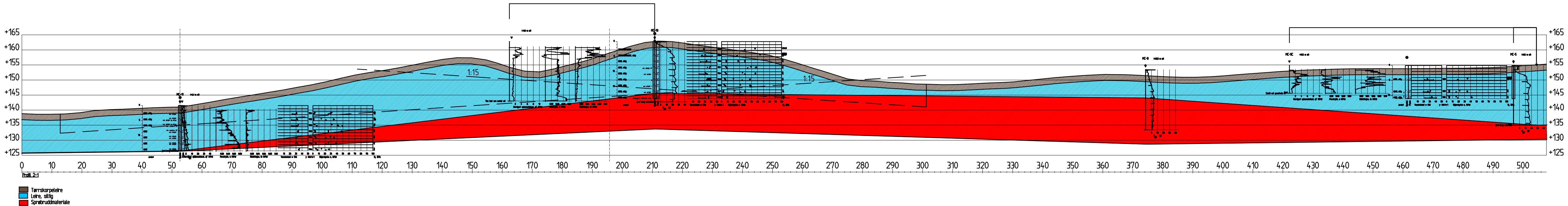


00	Utarbeidet	2022-06-24	MORH	ANG	MI
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.

Multiconsult
www.multiconsult.no

NVE
Faresoneutredning Ask Gjerdrum
Tolket lagdeling
Snitt 1-4

Status Godkjent	Fag RIG	Originalt format A3LL	Dato 2022-06-24
Konstr./Tegnet MORH	Kontrollert ANG	Godkjent MI	Målestokk 1:600
Oppdragsnr. 10223695-08	Tegningsnr. RIG-TEG-703	Rev. 00	



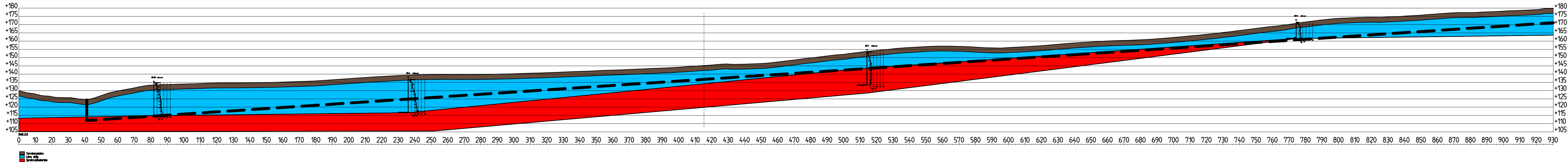
01	Nytt tegningsnr., tidligere -703	2022-06-24	MORH	ANG	MI
00	Utarbeidet	2022-05-27	MORH	ANG	MI
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.

Multiconsult
www.multiconsult.no

NVE
Faresoneutredning Ask Gjerdrum
Tolket lagdeling
Snitt 2-1

Status	Godkjent	Fag	RIG	Originalt format	A3LL	Dato	2022-06-24
Konstr./Tegnet	MORH	Kontrollert	ANG	Godkjent	MI	Målestokk	1:800
Oppdragsnr.	10223695-08	Tegningsnr.	RIG-TEG-704	Rev.	01		

\\ns12-nasun-01\Prosjekt\010223\10223695-08\10223695-08-03 ARBEIDSMÅRADE\10223695-08-04 TEGNINGER\91 Profilopplegning til rapport\Profil 2-2.dwg. - Layout: 1600 (A3LL); - Plottet av: morf; Dato: 2022.06.21 kl 12:31



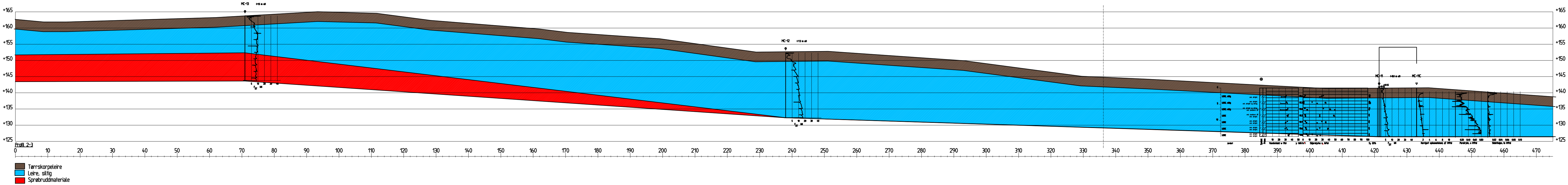
01	Nytt tegningsnr., tidligere -704	2022-06-24	MORH	ANG	MI
00	Utarbeidet	2022-05-27	MORH	ANG	MI
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.

Multiconsult
www.multiconsult.no

NVE
Faresoneutredning Ask Gjerdrum
Tolket lagdeling
Snitt 2-2

Status	Godkjent	Fag	RIG	Originalt format	A3LL	Dato	2022-06-24
Konstr./Tegnet	MORH	Kontrollert	ANG	Godkjent	MI	Målestokk	1:1250
Oppdragsnr.	10223695-08	Tegningsnr.	RIG-TEG-705	Rev.	01		

\\nsiv2-nasun-01\Prosjekt\010223\10223695-08\10223695-08-03 ARBEID\SRAM\10223695-08-04 TEGNINGER\91 Profilopplegning til rapport\Profil 2-3.dwg, - Layout: 1600 (A3LL); - Plottet av: morf, Dato: 2022.06.21 kl 12:33



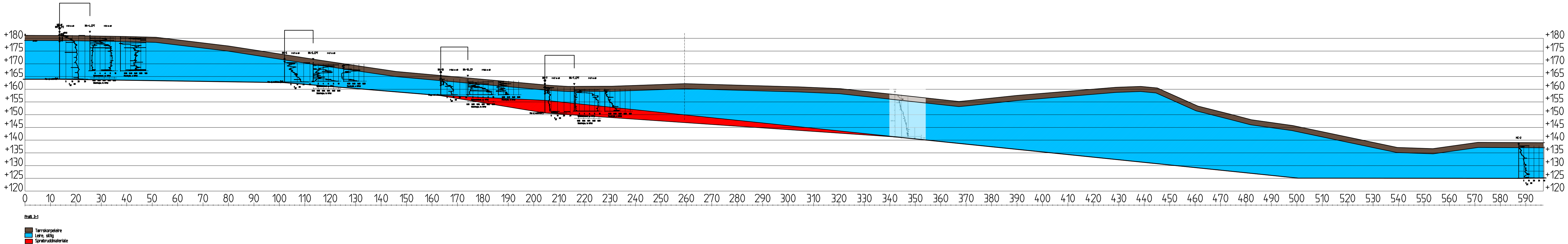
00	Utarbeidet	2022-06-24	MORH	ANG	MI
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.

Multiconsult
www.multiconsult.no

NVE
Faresoneutredning Ask Gjerdrum
Tolket lagdeling
Snitt 2-3

Status	Godkjent	Fag	RIG	Originalt format	A3LL	Dato	2022-06-24
Konstr./Tegnet	MORH	Kontrollert	ANG	Godkjent	MI	Målestokk	1:600
Oppdragsnr.	10223695-08	Tegningsnr.	RIG-TEG-706	Rev.	00		

\\ns12-nasun-01\Prosjekt\010223\10223695-08\10223695-08-03 ARBEIDSONMÅRADE\10223695-08 RIG\10223695-08-04 TEGNINGER\91 Profilopplegning til rapport\Profil 3-1.dwg. - Layout: 600 (A3LL); - Plottet av: morh, Dato: 2022.06.21 kl 12:35



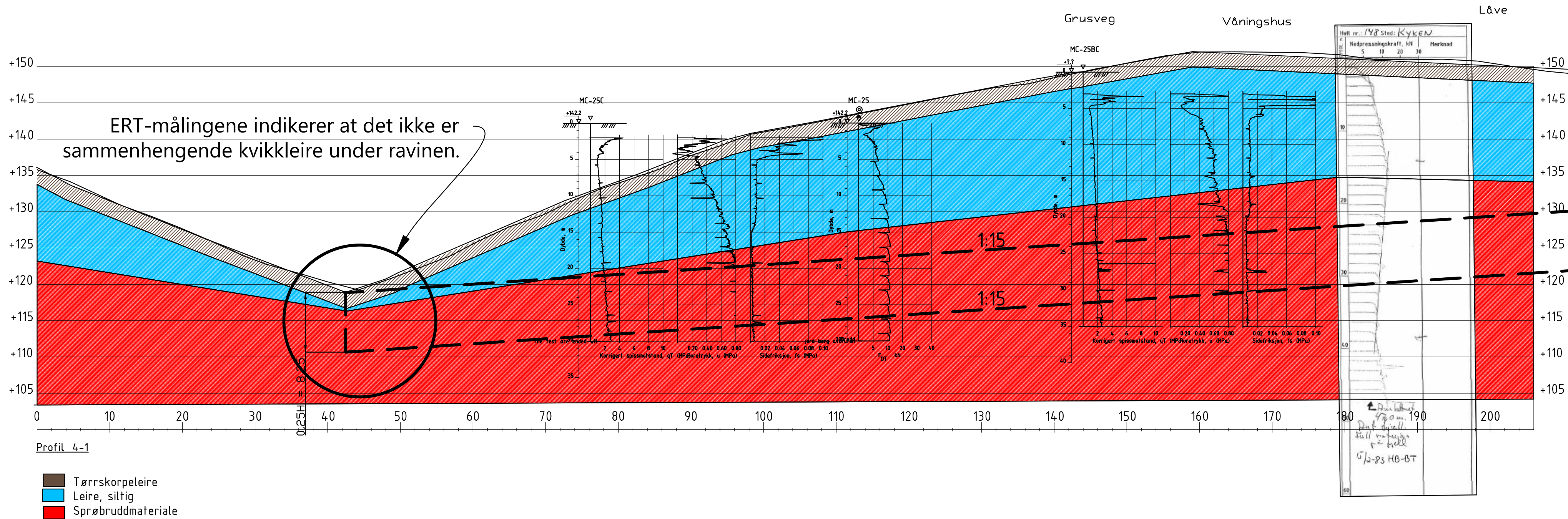
01	Nytt tegningsnr., tidligere -705	2022-06-24	MORH	ANG	MI
00	Utarbeidet	2022-05-27	MORH	ANG	MI
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.

Multiconsult
www.multiconsult.no

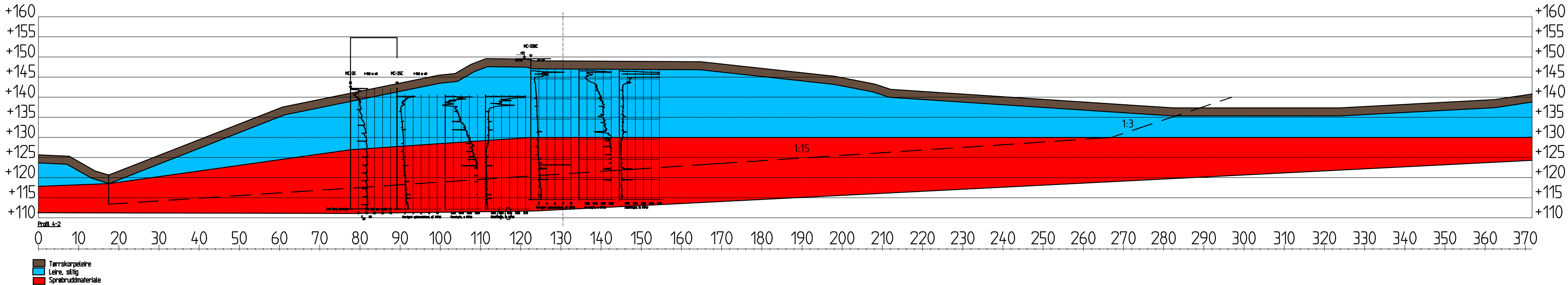
NVE
Faresoneutredning Ask Gjerdrum
Tolket lagdeling
Snitt 3-1

Status	Godkjent	Fag	RIG	Originalt format	A3LL	Dato	2022-06-24
Konstr./Tegnet	MORH	Kontrollert	ANG	Godkjent	MI	Målestokk	1:800
Oppdragsnr.	10223695-08	Tegningsnr.	RIG-TEG-707	Rev.	01		

\\ns2-nasuni-01\Prosjekt\010223\10223695-08\10223695-08-03 ARBEID\BOMRADE\10223695-08-04 TEGNINGER\91 Profilopptegning til rapport\Profil 4-1.dwg, - Layout: 1600 (A3L); - Plottet av: morh, Dato: 2022.09.13 kl 9:38



\\ns2-nasuni-01\Prosjekt\010223\10223695-08\10223695-08-03 ARBEID\SOMRADE\10223695-08 RIG\10223695-08-04 TEGNINGER\91 Profilopptegning til rapport\Profil 4-2.dwg, - Layout: 600 (A3L), - Plottet av: morh, Dato: 2022.06.21 kl 12:38

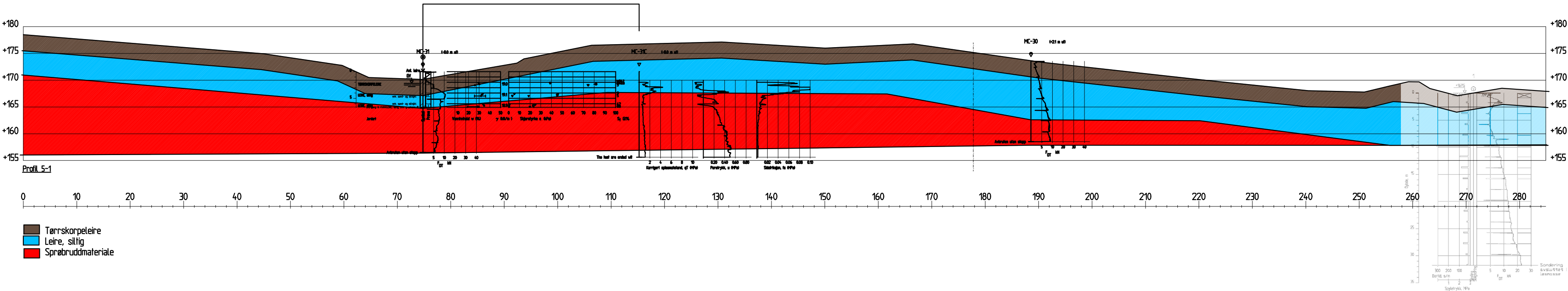


01	Nytt tegningsnr., tidligere -707	2022-06-24	MORH	ANG	MI
00	Utarbeidet	2022-05-27	MORH	ANG	MI
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.

Multiconsult
www.multiconsult.no

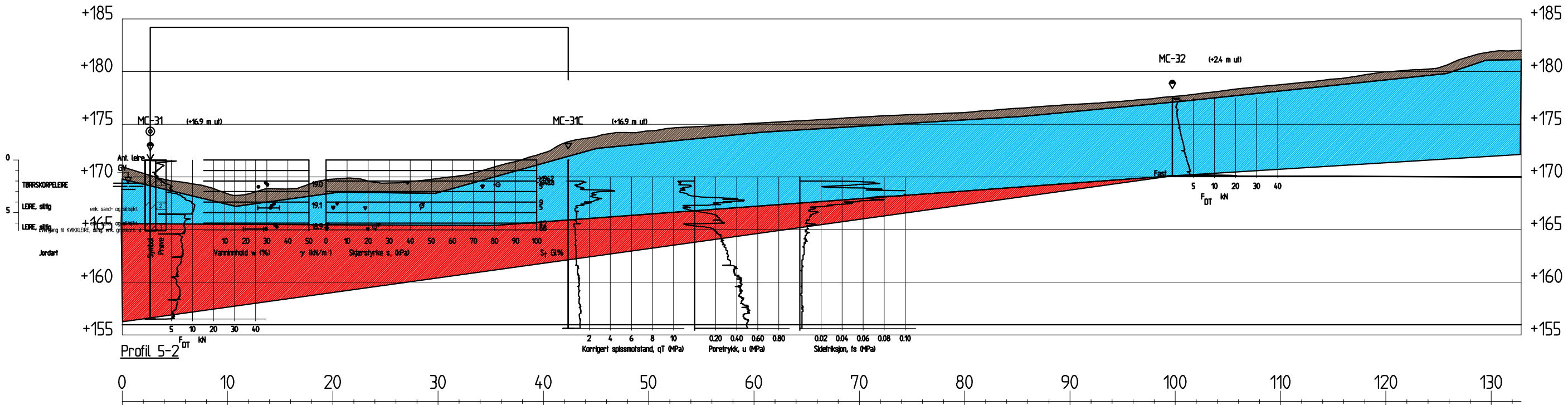
NVE
Faresoneutredning Ask Gjerdrum
Tolket lagdeling
Snitt 4-2

Status	Godkjent	Fag	RIG	Originalt format	A3L	Dato	2022-06-24
Konstr./Tegnet	MORH	Kontrollert	ANG	Godkjent	MI	Målestokk	1:800
Oppdragsnr.			Tegningsnr.			Rev.	
10223695-08			RIG-TEG-709			01	



						 www.multiconsult.no	NVE	Status	Godkjent	Fag	RIG	Originalt format	A3L	Dato	2022-06-24
01	Nytt tegningsnr., tidligere -708	2022-06-24	MORH	ANG	MI		Faresoneutredning Ask Gjerdrum Tolket lagdeling Snitt 5-1	Konstr./Tegnet	MORH	Kontrollert	ANG	Godkjent	MI	Målestokk	1:600
00	Utarbeidet	2022-05-27	MORH	ANG	MI			Oppdragsnr.	10223695-08		Tegningsnr.	RIG-TEG-710		Rev.	01
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.										

\\ns2-nasuni-01\Prosjekt\010223\10223695-08\10223695-08-03 ARBEID\SOMRADE\10223695-08 RIG\10223695-08-04 TEGNINGER\91 Profilopptegning til rapport\Profil 5-2.dwg, - Layout: 1600 (A3L), - Plottet av: morh, Dato: 2022.06.22 kl 17:38



- Tørreskorpeleire
- Leire, siltig
- Sprøbruddmateriale

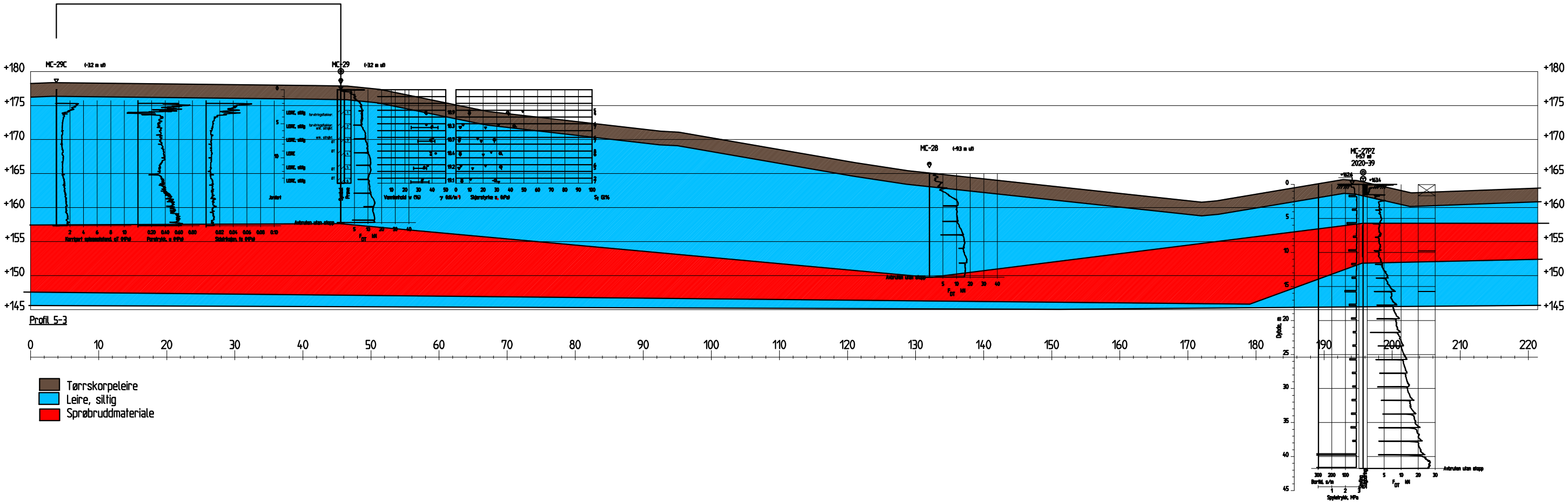
01	Hevet løsmasser til kt. +170 i MC-32, nytt tegnr., tidligere -709	2022-06-24	MORH	ANG	MI
00	Utarbeidet	2022-05-27	MORH	ANG	MI
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.

Multiconsult
www.multiconsult.no

NVE
Faresoneutredning Ask Gjerdrum
Tolket lagdeling
Snitt 5-2

Status	Godkjent	Fag	RIG	Originalt format	A3L	Dato	2022-06-24
Konstr./Tegnet	MORH	Kontrollert	ANG	Godkjent	MI	Målestokk	1:400
Oppdragsnr.	10223695-08	Tegningsnr.	RIG-TEG-711	Rev.	01		

\\ns2-nasuni-01\Prosjekt\010223\10223695-08-03 ARBEID\SOMRADE\10223695-08-04 TEGNINGER\91 Profilopptegning til rapport\Profil 5-3.dwg, - Layout: 1600 (A3L), - Plottet av: morh, Dato: 2022.06.21 kl 12:42



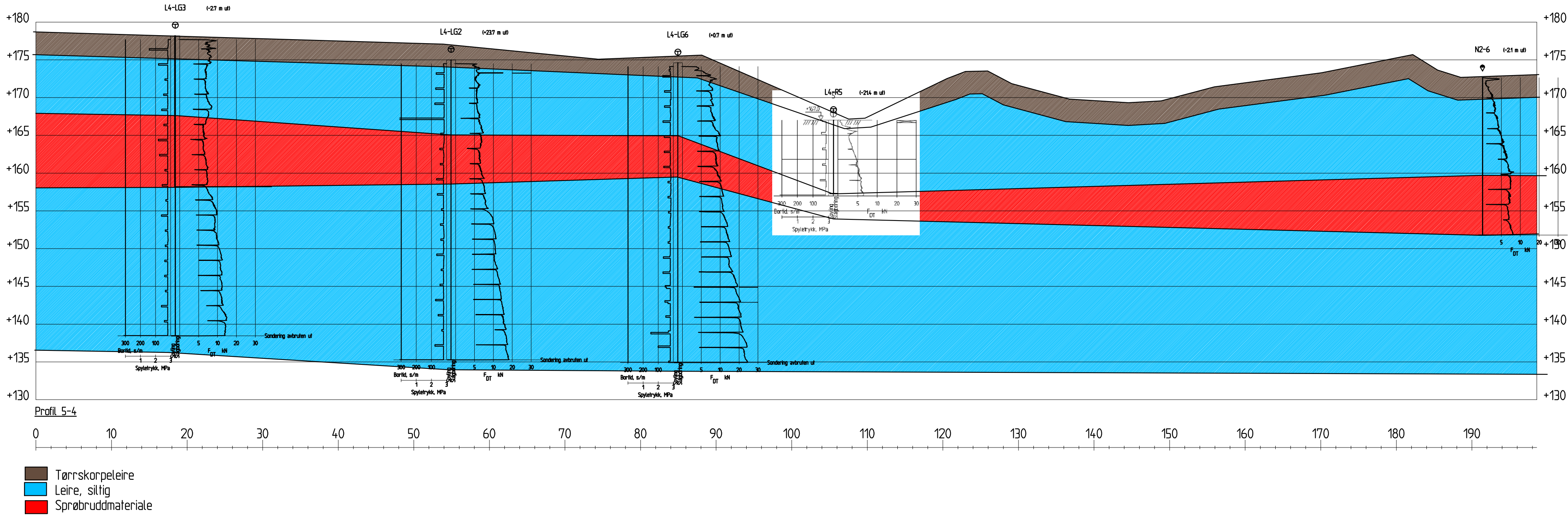
01	Nytt tegningsnr., tidligere -710	2022-06-24	MORH	ANG	MI
00	Utarbeidet	2022-05-27	MORH	ANG	MI
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Konfr.	Godkj.

Multiconsult
www.multiconsult.no

NVE
Faresoneutredning Ask Gjerdrum
Tolket lagdeling
Snitt 5-3

Status	Godkjent	Fag	RIG	Originalt format	A3L	Dato	2022-06-24
Konstr./Tegnet	MORH	Kontrollert	ANG	Godkjent	MI	Målestokk	1:600
Oppdragsnr.			Tegningsnr.			Rev.	
10223695-08			RIG-TEG-712			01	

\\ns2-nasuni-01\Prosjekt\010223\10223695-08\03 ARBEID\SOMRADE\10223695-08-04 TEGNINGER\91 Profilopptegning til rapport\Profil 5-4.dwg, - Layout: 1600 (A3L), - Plottet av: morh, Dato: 2022.06.21 kl 12:43



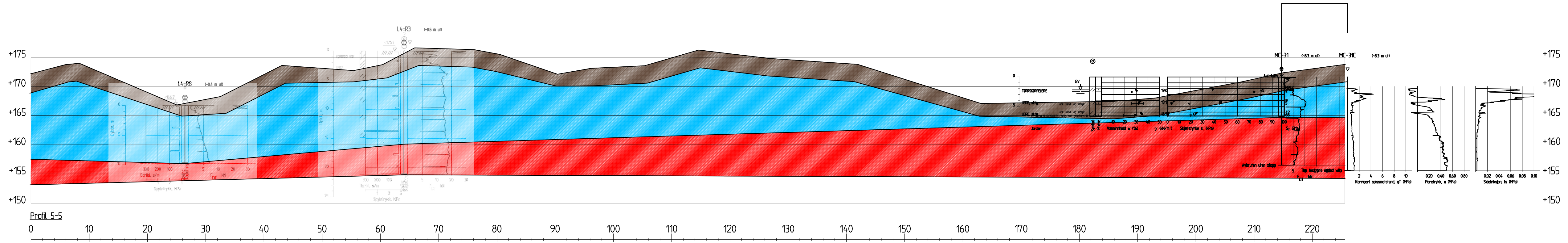
01	Nytt tegningsnr., tidligere -711	2022-06-24	MORH	ANG	MI
00	Utarbeidet	2022-05-27	MORH	ANG	MI
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Konfr.	Godkj.

Multiconsult
www.multiconsult.no

NVE
Faresoneutredning Ask Gjerdrum
Tolket lagdeling
Snitt 5-4

Status	Godkjent	Fag	RIG	Originalt format	A3L	Dato	2022-06-24
Konstr./Tegnet	MORH	Kontrollert	ANG	Godkjent	MI	Målestokk	1:400
Oppdragsnr.	10223695-08		Tegningsnr.	RIG-TEG-713		Rev.	01

\\nsiv2-nasun-01\Prosjekt\010223\10223695-08\10223695-08-03 ARBEIDSMÅRADE\10223695-08-04 TEGNINGER\91 Profilopplegning til rapport\Profil 5-5.dwg. - Layout: 1600 (A3LL); - Plottet av: morf; Dato: 2022.06.21 kl. 12:44



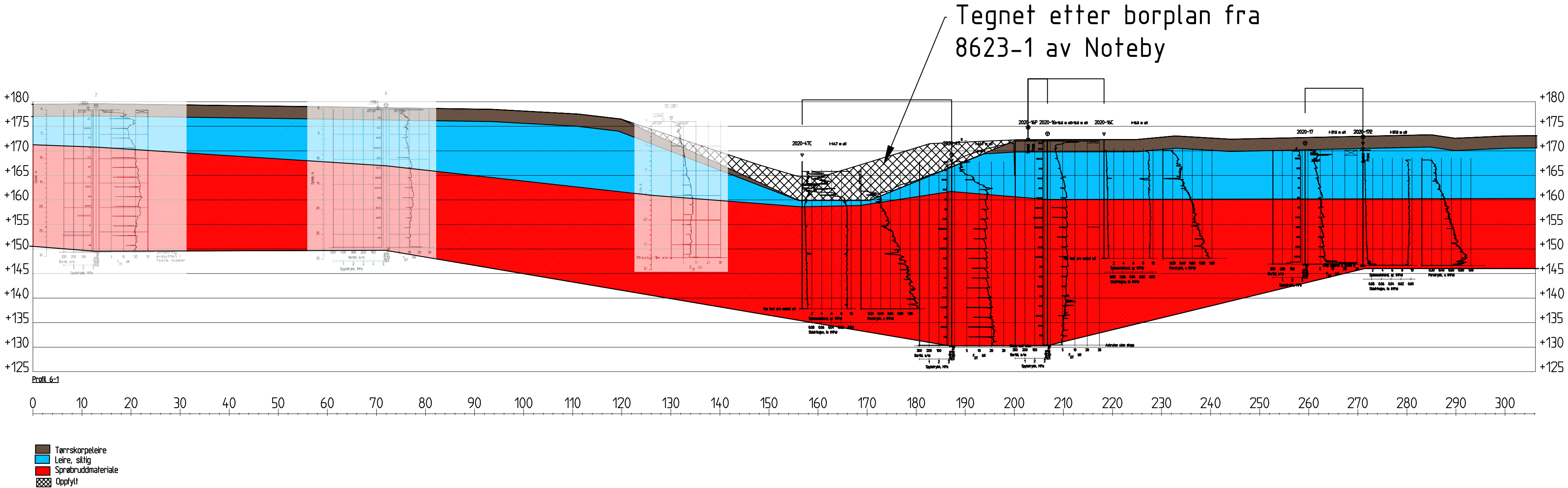
00	Utarbeidet	2022-06-24	MORH	ANG	MI
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.

Multiconsult
www.multiconsult.no

NVE
Faresoneutredning Ask Gjerdrum
Tolket lagdeling
Snitt 5-5

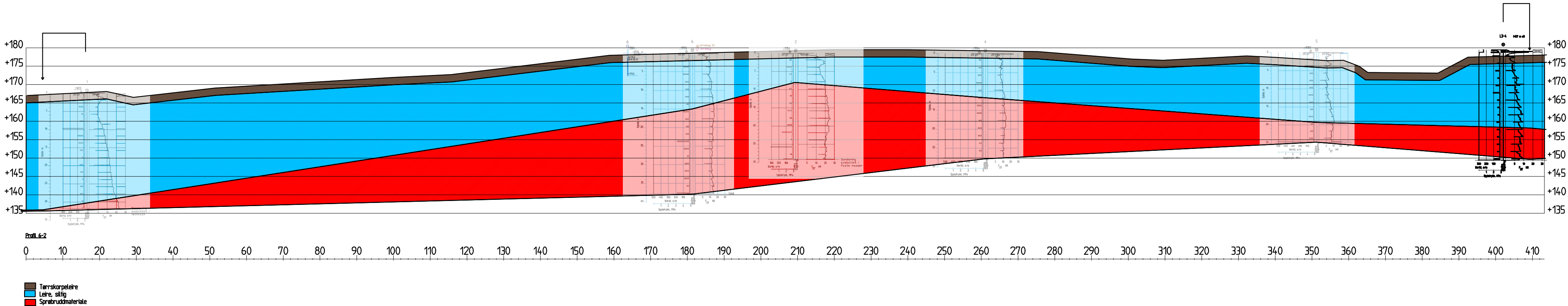
Status	Godkjent	Fag	RIG	Originalt format	A3LL	Dato	2022-06-24
Konstr./Tegnet	MORH	Kontrollert	ANG	Godkjent	MI	Målestokk	1:400
Oppdragsnr.	10223695-08	Tegningsnr.	RIG-TEG-714	Rev.	00		

\\ns2-nasuni-01\Prosjekt\010223\10223695-08\10223695-08-03 ARBEIDSMÅL\10223695-08-04 TEGNINGER\91 Profilopptegning til rapport\Profil 6-1.dwg, - Layout: 1600 (A3L), - Plottet av: morh, Dato: 2022.06.21 kl 12:45



						Multiconsult www.multiconsult.no	NVE	Faresoneutredning Ask Gjerdrum Tolket lagdeling Snitt 6-1	Status	Godkjent	Fag	RIG	Originalt format	A3L	Dato	2022-06-24
01	Nytt tegningsnr., tidligere -712	2022-06-24	MORH	ANG	MI				Konstr./Tegnet	MORH	Kontrollert	ANG	Godkjent	MI	Målestokk	1:600
00	Utarbeidet	2022-05-27	MORH	ANG	MI				Oppdragsnr.		Tegningsnr.		Rev.			
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.				10223695-08		RIG-TEG-715		01			

\\ns2-nasuni-01\Prosjekt\010223\10223695-08\10223695-08-03 ARBEID\SOMRADE\10223695-08-04 TEGNINGER\91 Profilopptegning til rapport\Profil 6-2.dwg, - Layout: 600 (A3L); - Plottet av: morh, Dato: 2022.06.21 kl 12:46



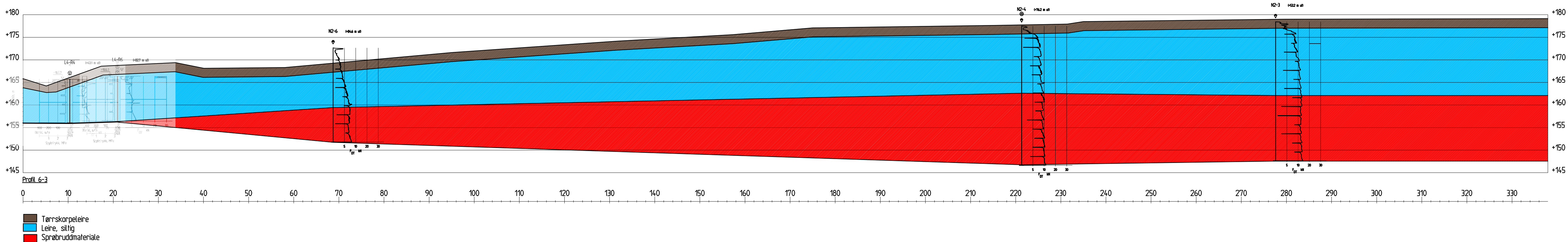
01	Nytt tegningsnr., tidligere -713	2022-06-24	MORH	ANG	MI
00	Utarbeidet	2022-05-27	MORH	ANG	MI
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.

Multiconsult
www.multiconsult.no

NVE
Faresoneutredning Ask Gjerdrum
Tolket lagdeling
Snitt 6-2

Status Godkjent	Fag RIG	Originalt format A3L	Dato 2022-06-24
Konstr./Tegnet MORH	Kontrollert ANG	Godkjent MI	Målestokk 1:800
Oppdragsnr. 10223695-08		Tegningsnr. RIG-TEG-716	Rev. 01

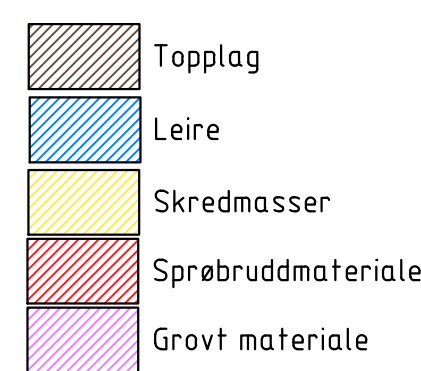
\\ns12-nasun-01\Prosjekt\010223\10223695-08\10223695-08-03 ARBEIDSMÅL\10223695-08-04 TEGNINGER\91 Profilopplegning til rapport\Profil 6-3.dwg, - Layout: 1600 (A3LL); - Plottet av: morf, Dato: 2022.06.21 kl 12.48



00	Utarbeidet	2022-06-24	MORH	ANG	MI
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.

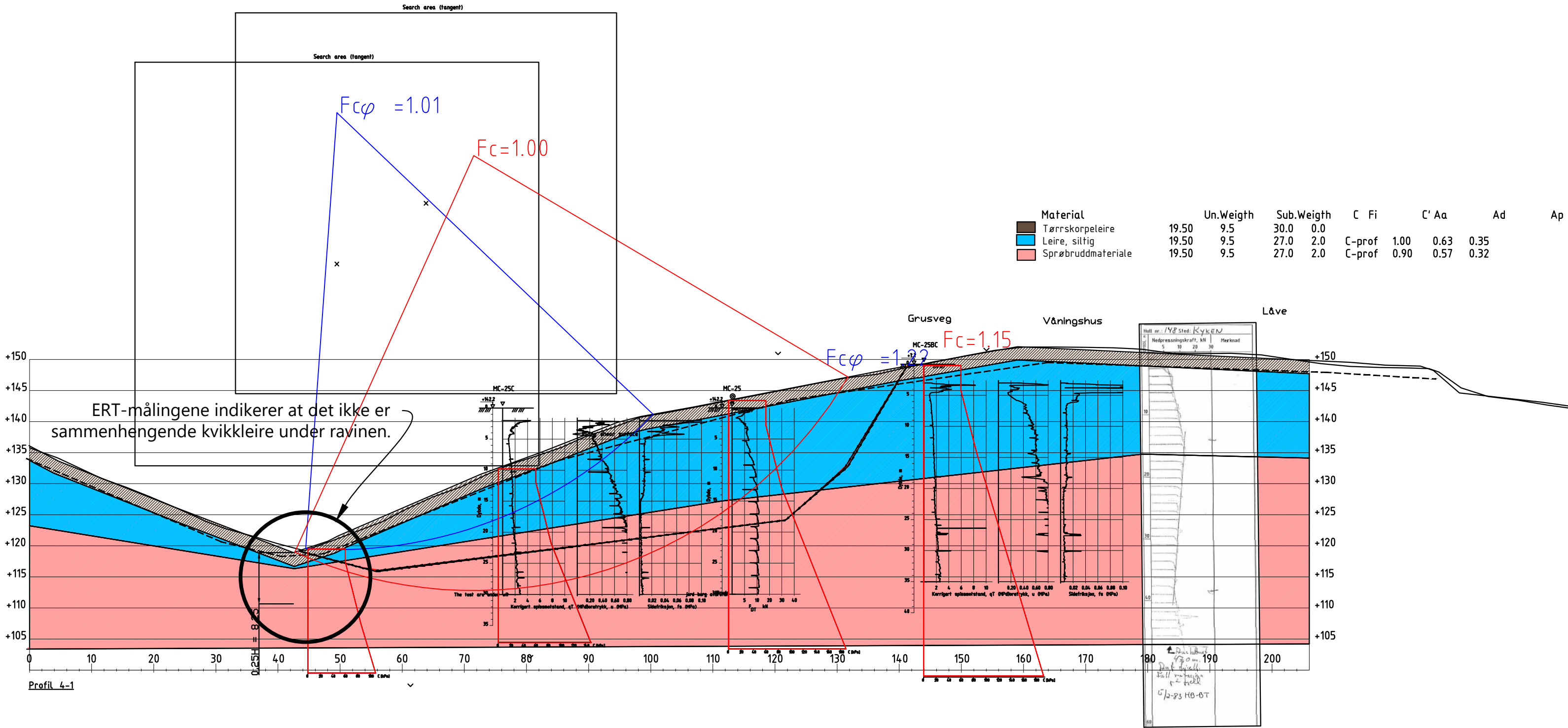
Multiconsult
www.multiconsult.no

NVE	Status Godkjent	Fag RIG	Originalt format A3LL	Dato 2022-06-24
Faresoneutredning Ask Gjerdrum	Konstr./Tegnet MORH	Kontrollert ANG	Godkjent MI	Målestokk 1:500
Tolket lagdeling Snitt 6-3	Oppdragsnr. 10223695-08	Tegningsnr. RIG-TEG-717	Rev. 00	



01	Nytt tegningsnr., tidligere - 714	2022-06-24	MORH	ANG	MI
00	Utarbeidet	2022-05-27	MORH	ANG	MI
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn	Kontr.	Gjeld.
NVE			Fag		
			RIG	Format A1	
Faresoneutredning Ask Gjerdrum			Dato		
			2022-06-24		
Tolket lagdeling Snitt 7-1			Målestokk:		
			A1/1:400 A3/1:800		
 www.multiconsult.no		Status	Gjodkjent	Konstr./Tegnet	Kontrollert
		Oppdragsnr.	MORH	ANG	Gjodkjent
 www.multiconsult.no		Tegningsnr.		Rev.	
		10223695-08		RIG-TEG-718	01

\\ns2-nasuni-01\Prosjekt\10223\10223695-08-03 ARBEIDSBRADE\10223695-08 RIG\10223695-08-04 TEGNINGER\91 Profilopptegning til rapport\Beregninger\Profil 4-1.dwg, - Layout: (600 (A3L)); - Plottet av: morh, Dato: 2022.09.15 kl 10:04



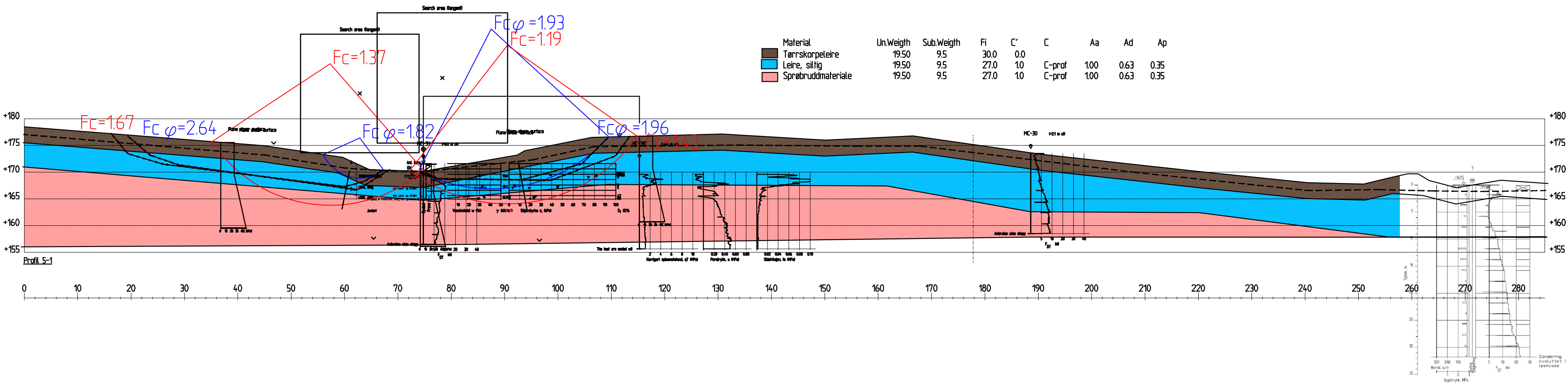
02	Endret etter kommentarer fra NVE	2022-09-16	MORH	ANG	MI
01	Endret etter uavhengig kontroll	2022-06-24	MORH	ANG	MI
00	Utarbeidet	2022-05-27	MORH	ANG	MI
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.

Multiconsult
www.multiconsult.no

NVE
Faresoneutredning Ask Gjerdrum
Stabilitetsberegning
Snitt 4-1

Status	Godkjent	Fag	RIG	Originalt format	A3L	Dato	2022-09-16
Konstr./Tegnet	MORH	Kontrollert	ANG	Godkjent	MI	Målestokk	1:600
Oppdragsnr.	10223695-08		Tegningsnr. RIG-TEG-800		Rev. 02		

\\ns2-nasuni-01\Prosjekt\010223\10223695-08\10223695-08-03 ARBEIDSMAPPE\10223695-08-04 TEGNINGER\91 Profilopptegning til rapport\Beregninger\Profil 5-1.dwg, - Layout: 600 (A3L); - Plottet av: morh, Dato: 2022.06.24 kl. 14:03



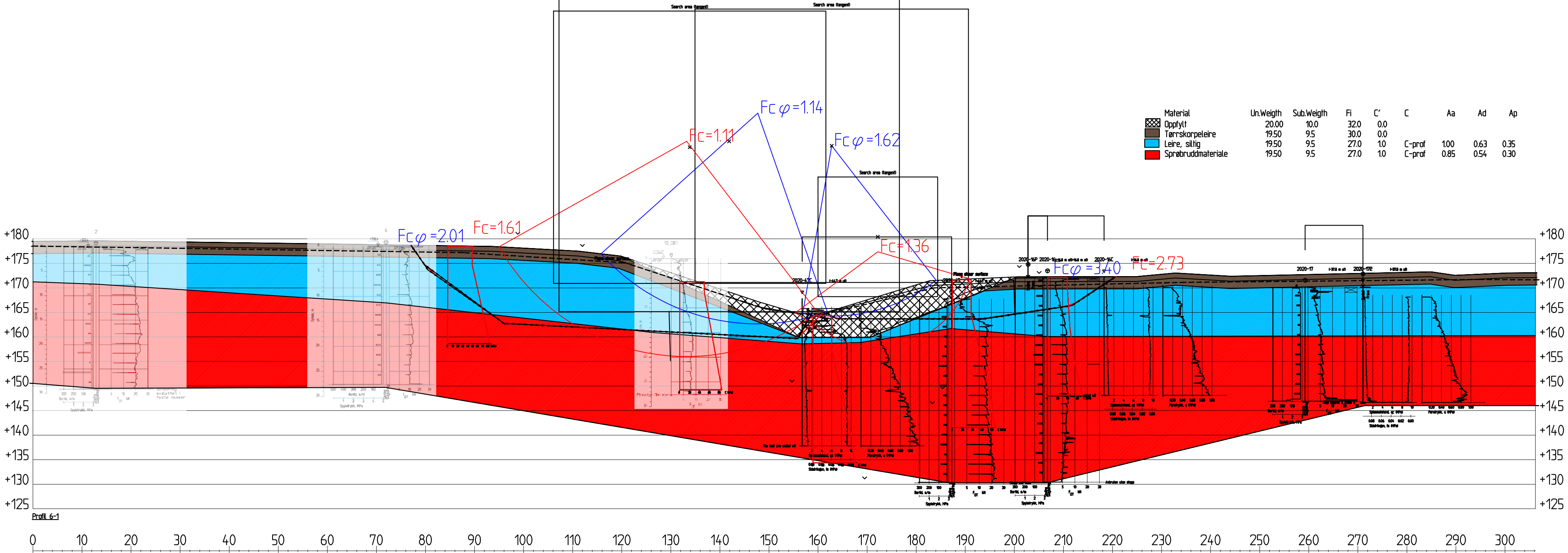
00	Utarbeidet	2022-05-27	MORH	ANG	MI
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Konfr.	Godkj.

Multiconsult
www.multiconsult.no

NVE
Faresoneutredning Ask Gjerdrum
Stabilitetsberegning
Snitt 5-1

Status	Godkjent	Fag	RIG	Originalt format	A3L	Dato	2022-05-27
Konstr./Tegnet	MORH	Kontrollert	ANG	Godkjent	MI	Målestokk	1:600
Oppdragsnr.	10223695-08	Tegningsnr.	RIG-TEG-801	Rev.	00		

\\ns2-nasuni-01\Prosjekt\010223\10223695-08\ARBEDSOMRAADE\10223695-08\10223695-08-03 ARBEIDSMAPPADE\10223695-08\10223695-08-04 TEGNINGER\91 Profilopptegning til rapport\Beregninger\Profil 6-1.dwg, - Layout: 600 (A3L); - Plottet av: morh, Dato: 2022.06.23 kl 12:59



01	Endret etter uavhengig kontroll	2022-06-24	MORH	ANG	MI
00	Utarbeidet	2022-05-27	MORH	ANG	MI
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.

Multiconsult
www.multiconsult.no

NVE
Faresoneutredning Ask Gjerdrum
Stabilitetsberegning
Snitt 6-1

Status	Godkjent	Fag	RIG	Originalt format	A3L	Dato	2022-06-24
Konstr./Tegnet	MORH	Kontrollert	ANG	Godkjent	MI	Målestokk	1:600
Oppdragsnr.	10223695-08		Tegningsnr.	RIG-TEG-802		Rev.	01

VEDLEGG A – TEKNISK BEREGNING

Innhold

1	Innledning	2
2	Beregningsprogram	2
3	Grunnforhold og topografi	2
3.1	Topografi.....	2
3.2	Grunnforhold	4
4	Grunnlag	5
4.1	Lagdeling og jordparamtere	5
4.2	ADP-faktorer	5
4.3	3D-effekter.....	6
5	Beregninger	7
5.1	Skjærfasthetsprofil	7
6	Resultater.....	15
7	Referanser.....	15

TEGNINGER

Beregningssnitt 4-1	10223695-08-RIG-TEG-800_rev02	1 side
Beregningssnitt 5-1	10223695-08-RIG-TEG-801_rev00	1 side
Beregningssnitt 6-1	10223695-08-RIG-TEG-802_rev01	1 side

02	16.09.2022	Endret etter kommentarer fra NVE	Morten Hovind	Anders Gylland	Marit Isachsen
01	24.06.2022	Endret etter uavhengig kontroll	Morten Hovind	Marit Isachsen	Marit Isachsen
00	27.05.2022	Utarbeidet	Morten Hovind	Anders Gylland	Marit Isachsen
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

1 Innledning

Foreliggende vedlegg oppsummerer stabilitetsberegninger som er utført i GeoSuite Stability.

2 Beregningsprogram

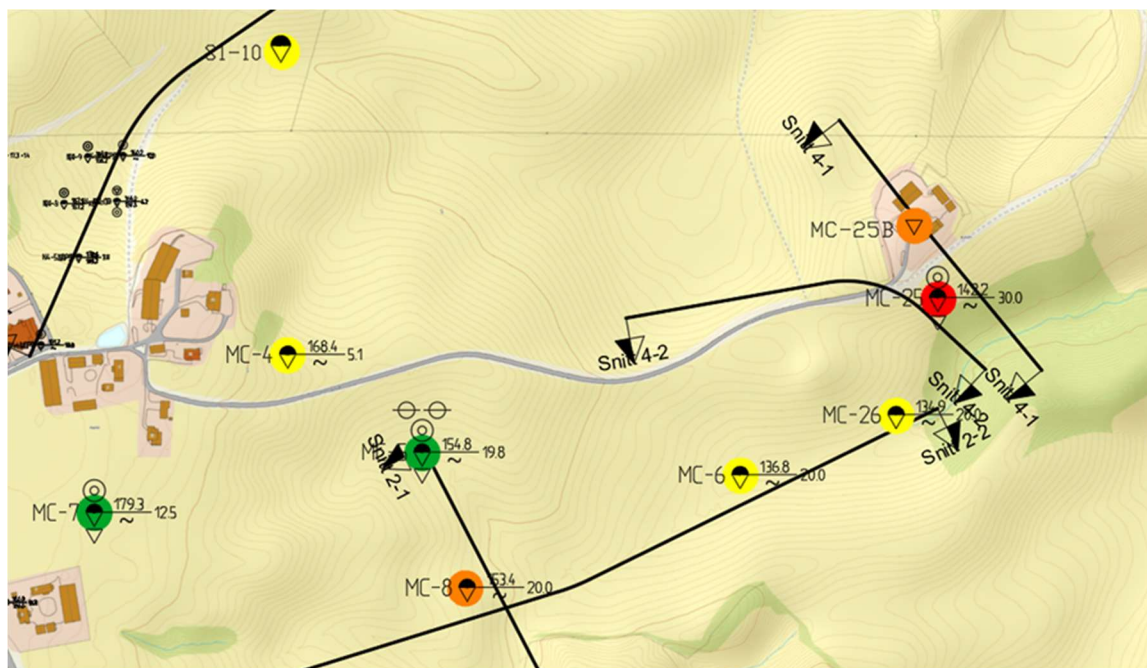
Beregningene er utført i GeoSuite Stability versjon 22.01.1.0. GeoSuite Stability er et 2D stabilitetsberegningsprogram basert på programmet BEAST, med mulighet for ivaretagelse av 3D effekter. Beregningsmetoden er basert på en lamellmetode som tilfredsstiller både kraft- og momentlikevekt. Det finnes flere måter å søke etter kritisk glideflate. En av de mest brukte er valget der det søkes etter en kritisk, sirkulær glideflate med utgangspunkt i et brukerdefinert område for sirkelsentrum. Det er også mulig å definere egne glideflater i programmet. I tillegg kan programmet automatisk justere valgte, kritiske sirkulære glideflater til optimaliserte, sammensatte glideflater. I det foreliggende arbeidet er det søkt etter sirkulære og sammensatte skjærflater.

3 Grunnforhold og topografi

3.1 Topografi

Beregningssnitt 4-1:

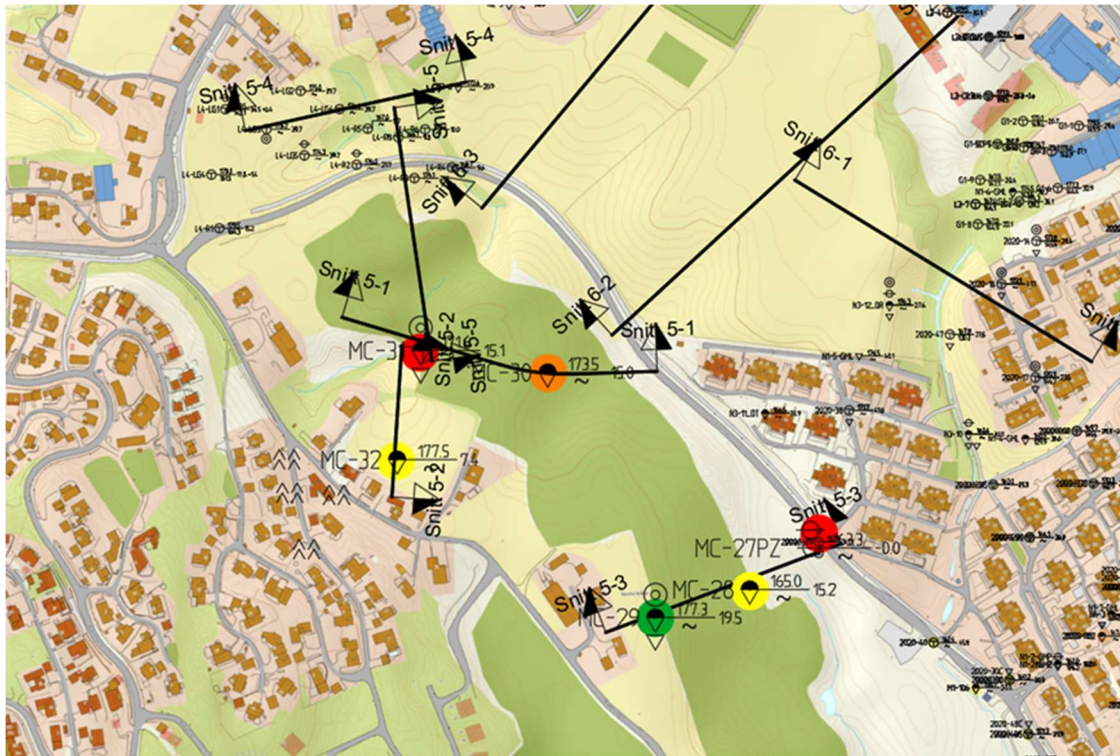
I området ved Kyken, øst for Ask, faller terrenget ned mot et vassdrag. Terrenget har en helning på 1:2,5 og en høydeforskjell på 33 m. Se Figur 3-1 for plassering av snittet.



Figur 3-1: Plassering av snitt 4-1.

Beregningssnitt 5-1:

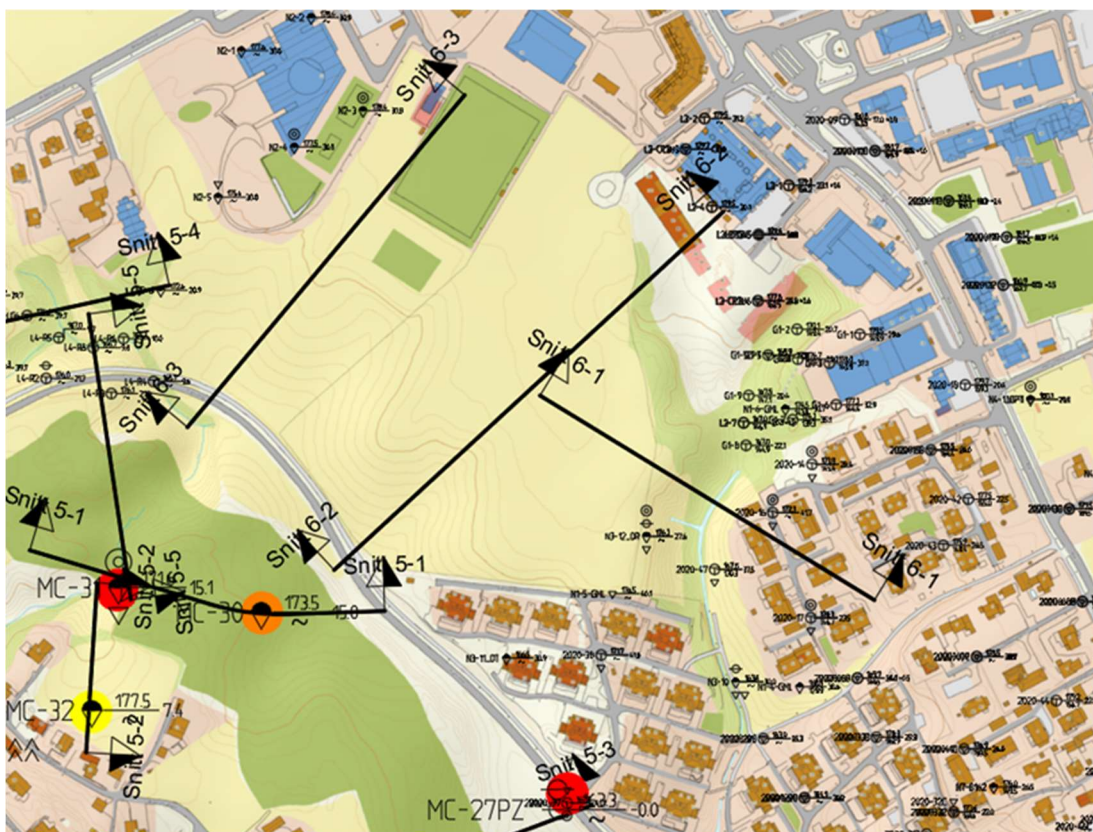
I området sør for Fjellinna, vest for Ask, heller terrenget ned mot en bekk. Terrenget har største helning på 1:4,5 og en høydeforskjell på ca. 6,5 m i øst. I vest stiger terrenget jevnt med helning 1:11,5. Se Figur 3-2 for plassering av snittet.



Figur 3-2: Plassering av snitt 5-1.

Beregningsnitt 6-1:

I området i Ask sentrum ved Ingelstun heller terrenget ned mot en bekk. Terrenget i vest har en helning på 1:3 og høydeforskjell på 13 m. I øst heller terrenget 1:3,4 med høydeforskjell på 6,5 m. Se Figur 3-3 for plassering av snitt.



Figur 3-3: Plassering av snitt 6-1.

3.2 Grunnforhold

Beregningssnitt 4-1:

Grunnundersøkelser viser at kvikkleiren ligger ca. 15 m, kote +127,2, under terreng i borpunkt MC-25. Høyere i terrenget antas det at kvikkleiren stiger til kote +130,7 ved borpunkt MC-25B. Det er antatt at kvikkleiren ligger ca. 2,5 m under terreng i skråningsfoten.

Løsmassene består av et 2-3 m tykt topplag med tørrskorpeleire. Under dette laget er det middels fast leire ned til ca. 15 m. Leiren blir så bløt og kvikk fra 15 m ned til 30 m dybde. Leiren har et vanninnhold på 30 % i hele dybden. Det er ikke gjort grunnundersøkelser under 30 m dybde.

ERT-målingene indikerer at det ikke er sammenhengende kvikkleire under ravinen. Dette er ikke hensyntatt i stabilitetsberegningene.

Beregningssnitt 5-1:

Grunnundersøkelser viser at kvikkleiren ligger ca. 6 m, kote +165,6, under terreng i borpunkt MC-31. Det er antatt at kvikkleiren stiger noe til dybde 9 m, ca. kote 167,7, under skråningstopp.

Løsmassene består av et 3 m tykt topplag med tørrskorpeleire. Under dette laget er det bløt til middels fast leire med et vanninnhold på 30 %. Leiren blir kvikk fra 6 m dybde.

Det er tidligere utført et treaksialforsøk nord for Fjellinna presentert i rapport 1350013126-G-RAP-001 av Rambøll. Forsøket viser at leiren har en friksjonsvinkel på ca. 27°.

Beregningssnitt 6-1:

Grunnundersøkelser viser at kvikkleiren ligger ca. 6 m, kote +161,7, under terreng i borpunkt 2020-47. Det er antatt basert på andre nærliggende grunnundersøkelser at kvikkleiren ligger på omtrent samme nivå.

Løsmassene består av 2,5 m tykt topplag med tørrskorpeleire. Under dette laget er det bløt leire, som blir kvikk fra dybde 6 m. Leiren har et vanninnhold på rundt 30 %.

Grunnvannstand:

Grunnvannstand er tolket til å være på omtrent på høyde til nærliggende vassdrag for alle beregningssnitt. Det antas at grunnvannet stiger i skråningen og ligger mellom 2-3 m under terreng. Avlesning av poretryksmålere i borpunkt MC-27, MC-5, MC-15, MC-11 og MC-21 plassert spredt utenfor Ask, viser at det generelt er en hydrostatisk poretryksfordeling. Et unntak er MC-5 hvor avlesningen viser et tydelig poreovertrykk. Det er antatt hydrostatisk poretrykkfordeling for beregningene.

4 Grunnlag

4.1 Lagdeling og jordparametere

Lagdelingen er basert på grunnforholdene beskrevet i kapittel 3.2. Tørrskorpe laget er ansett om drenert, mens de resterende lagene er beregnet som både drenert og udrenert.

Tolket skjærfasthetsprofil er vist i avsnitt 5.1.

Jordparameterne benyttet er presentert i Tabell 4-1 til Tabell 4-3. Innledende beregninger for snitt 4-1 viste en urealistisk lav sikkerhet, det var derfor nødvendig å øke kohesjonen til $C'=2,0$ kPa. I de andre beregningene kunne en mer konservativ kohesjon på 1 kPa benyttes.

Tabell 4-1: Parametere benyttet for stabilitetsberegning i snitt 4-1.

Lag	ρ [kN/m ³]	ρ' [kN/m ³]	ϕ [°]	C' [kPa]	C_u [kPa]
Tørrskorpeleire	19,50	9,50	30,0	0,0	-
Leire, siltig	19,50	9,50	27,0	2,0	c-profil
Kvikkleire	19,50	9,50	27,0	2,0	c-profil

Tabell 4-2: Parametere benyttet for stabilitetsberegning i snitt 5-1.

Lag	ρ [kN/m ³]	ρ' [kN/m ³]	ϕ [°]	C' [kPa]	C_u [kPa]
Tørrskorpeleire	19,50	9,50	30,0	0,0	-
Leire, siltig	19,50	9,50	27,0	1,0	c-profil
Kvikkleire	19,50	9,50	27,0	1,0	c-profil

Tabell 4-3: Parametere benyttet for stabilitetsberegning i snitt 6-1.

Lag	ρ [kN/m ³]	ρ' [kN/m ³]	ϕ [°]	C' [kPa]	C_u [kPa]
Oppfylt	20,00	10,00	32,0	0,0	-
Tørrskorpeleire	19,50	9,50	30,0	0,0	-
Leire, siltig	19,50	9,50	27,0	1,0	c-profil
Kvikkleire	19,50	9,50	27,0	1,0	c-profil

4.2 ADP-faktorer

For leire er det også benyttet ADP-faktorer i udrenerte beregninger. ADP-faktorene brukt er $A_a=1,0$, $A_d=0,63$ og $A_p=0,35$, ref. [1].

For sprøbruddmateriale er det benyttet ADP-faktorer i udrenerte beregninger. For å unngå «trappetrinn» på skjærfasthetsprofilene ved lagdeling, er det valgt å redusere aktiv skjærfasthet ved bruk av ADP-faktorer i det aktuelle laget. Dette vil kunne gi bedre interpolering mellom skjærfasthetsprofiler i beregningsprogrammet GeoSuite Stability. Den reduserte skjærfastheten som følge av reduksjon i A_a -faktoren vises med stiplet linje på skjærfasthetsprofilene, se eksempelvis Figur 5-1. Forholdstallet til direkte og passiv skjærfasthet, henholdsvis A_d og A_p er redusert med samme forhold som A_a er redusert.

ADP-faktorene brukt for sprøbruddmateriale i snitt 4-1 er: $A_{a\text{-Snitt 4-1}} = 0,90$; $A_{d\text{-Snitt 4-1}} = 0,57$;
 $A_{p\text{-Snitt 4-1}} = 0,32$.

ADP-faktorene brukt for sprøbruddmateriale i snitt 5-1 er: $A_{a\text{-Snitt 5-1}} = 1,00$; $A_{d\text{-Snitt 5-1}} = 0,63$;
 $A_{p\text{-Snitt 5-1}} = 0,35$.

ADP-faktorene brukt for sprøbruddmateriale i snitt 6-1 er: $A_{a\text{-Snitt 6-1}} = 0,85$; $A_{d\text{-Snitt 6-1}} = 0,54$;
 $A_{p\text{-Snitt 6-1}} = 0,30$.

4.3 3D-effekter

Det er ikke benyttet 3D-effekter i stabilitetsberegningene.

5 Beregninger

Det er utført beregninger for sirkulære og sammensatte glideflate. Beregningene er gjort for både udrenerte og drenerte tilfeller. Stabilitetsberegningene er gjort for dagens situasjon.

5.1 Skjærfasthetsprofil

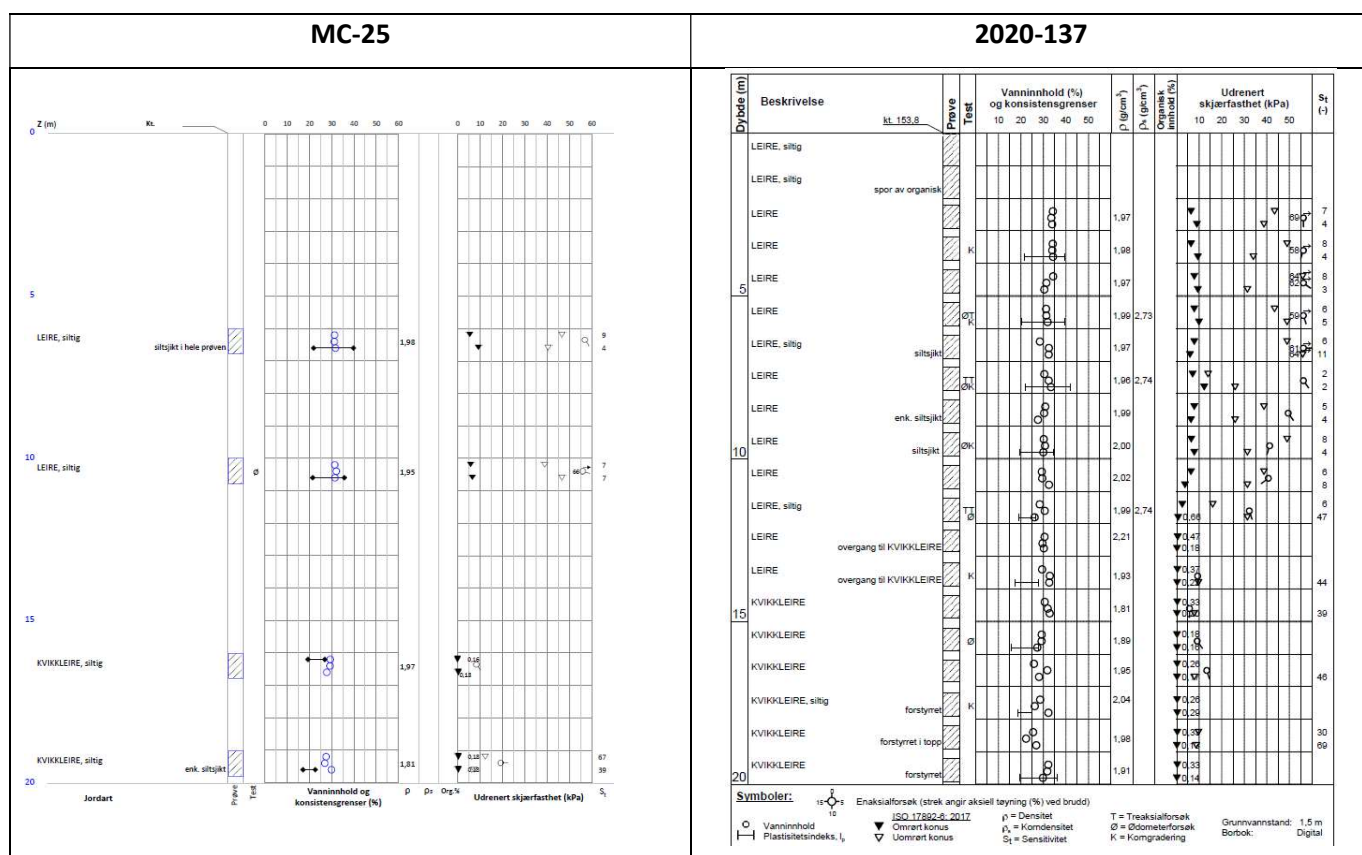
Beregningssnitt 4-1:

Innledende beregninger med konservative parametere viste en urealistisk lav sikkerhet. CPTU og prøveserie viser forholdsvis like resultater for både 2020-137 [2] og MC-25. Geologisk forhistorie vurderes også å være sammenlignbar da begge punktene ligger i skråninger skapt av erosjon i bekkefar. Ut fra dette er det valgt å bruke parametere hentet fra borpunkt 2020-137 i skredgroppen for å nå en realistisk sikkerhet i snitt 4-1. En sammenligning av prøveseriene og skjærfasthetsprofiler er vist i Tabell 5-1. Skjærfasthetsprofilene brukt i snitt 4-1 er dermed ikke ansett som konservative, men viser generelt at skråningen står med en dårlig sikkerhet. Tolket lagdeling i foten av skråningen er usikker ettersom det ikke er grunnundersøkelser der. Dersom det er riktig slik det er tolket på tegning RIG-TEG-800, med kvikkleire i skråningsfoten, og erosjon kan nå kvikkleiren, vil det være fare for områdeskred.

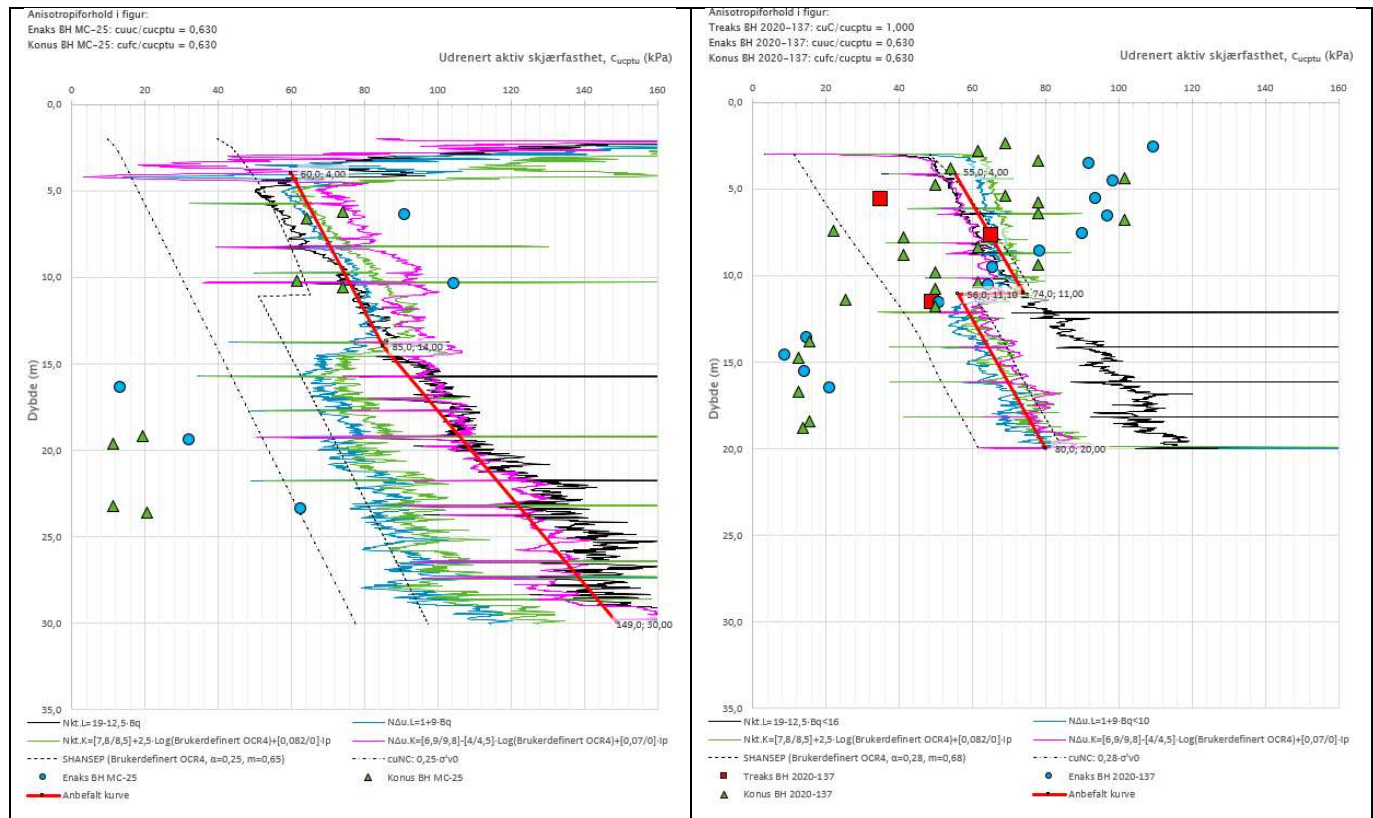
Skjærfasthetsprofilene benyttet for beregningssnitt 4-1, basert på CPTU og indekstester i borpunkt MC-25, MC-25B og 2020-137, er vist i til Tabell 5-2 og Figur 5-1 til Figur 5-2.

Det er valgt å følge linjene for poretrykk, $N\Delta u.K$ (lilla linje), da poretrykksresponsen er vurdert troverdig.

Tabell 5-1: Sammenligning av MC-25 og 2020-137.

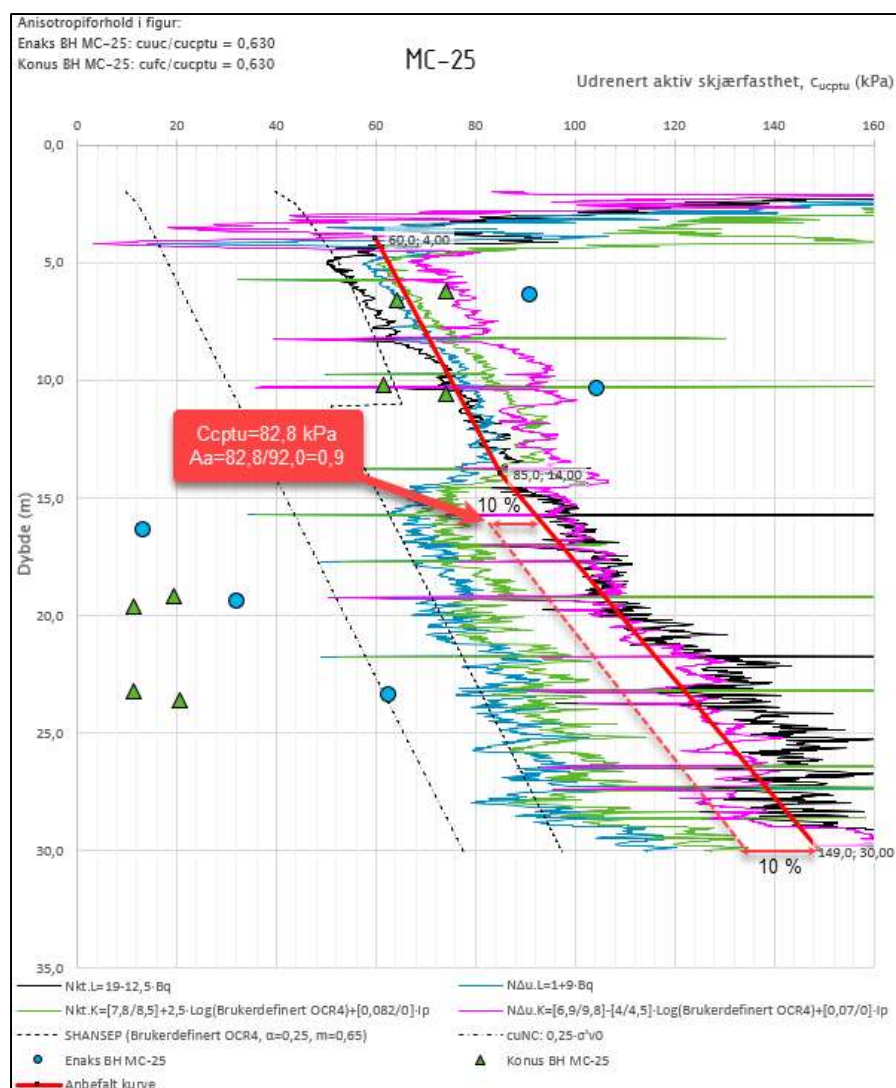


10223695-08-RIG-RAP-001 VEDLEGG A – TEKNISK BEREGNING



Tabell 5-2: Skjærfasthetsprofil i MC-25.

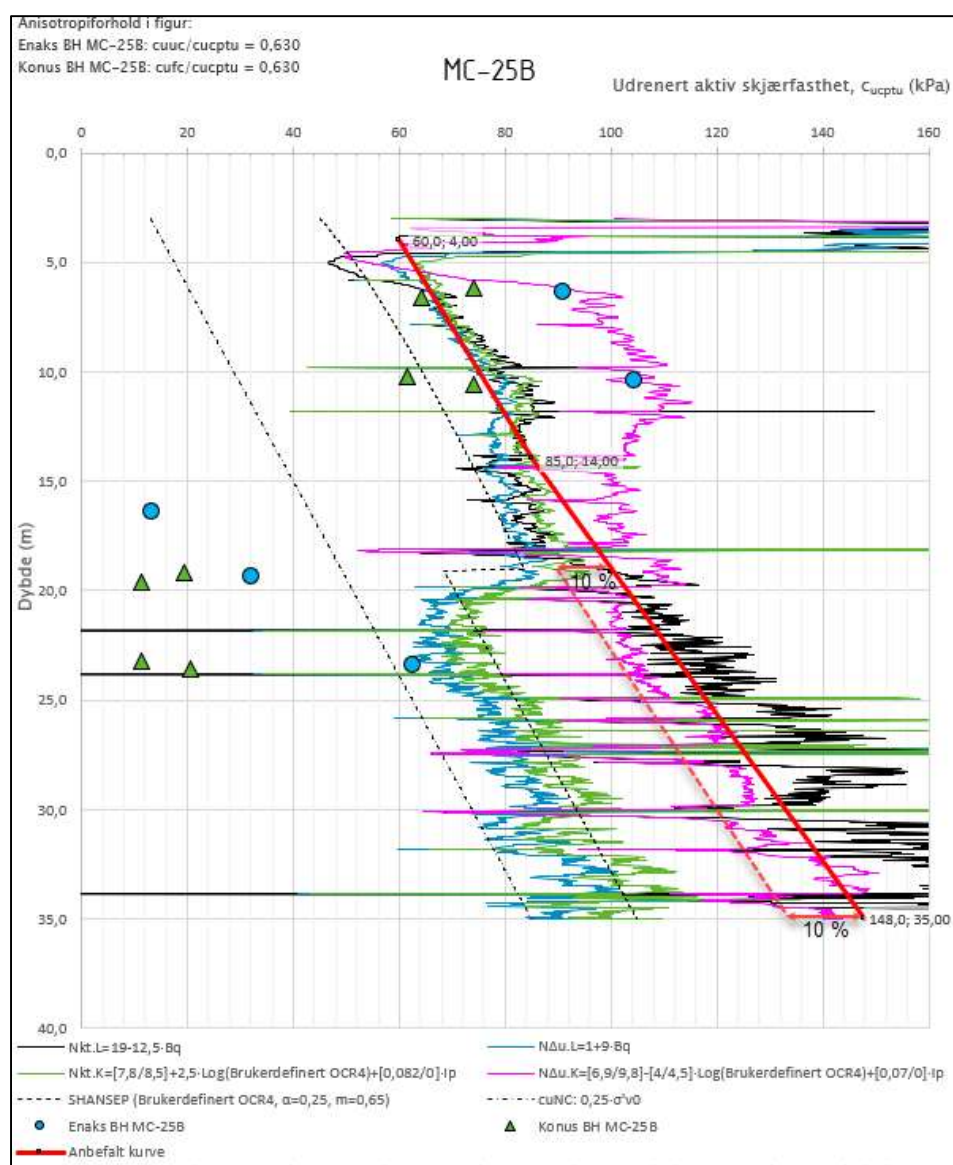
Dybde [m]	C_{uc} [kPa]
4,0	60,0
14,0	85,0
30,0	149,0



Figur 5-1: Skjærfasthetsprofil fra CPTU i MC-25. Skjærfastheten i kvikkleirelaget er redusert med 10 % ved å redusere A_a i beregningene. Enaks- og konusforsøk er justert til aktiv styrke.

Tabell 5-3: Skjærfasthetsprofil i MC-25B.

Dybde [m]	C_{uc} [kPa]
4,0	60,0
14,0	85,0
35,0	148,0



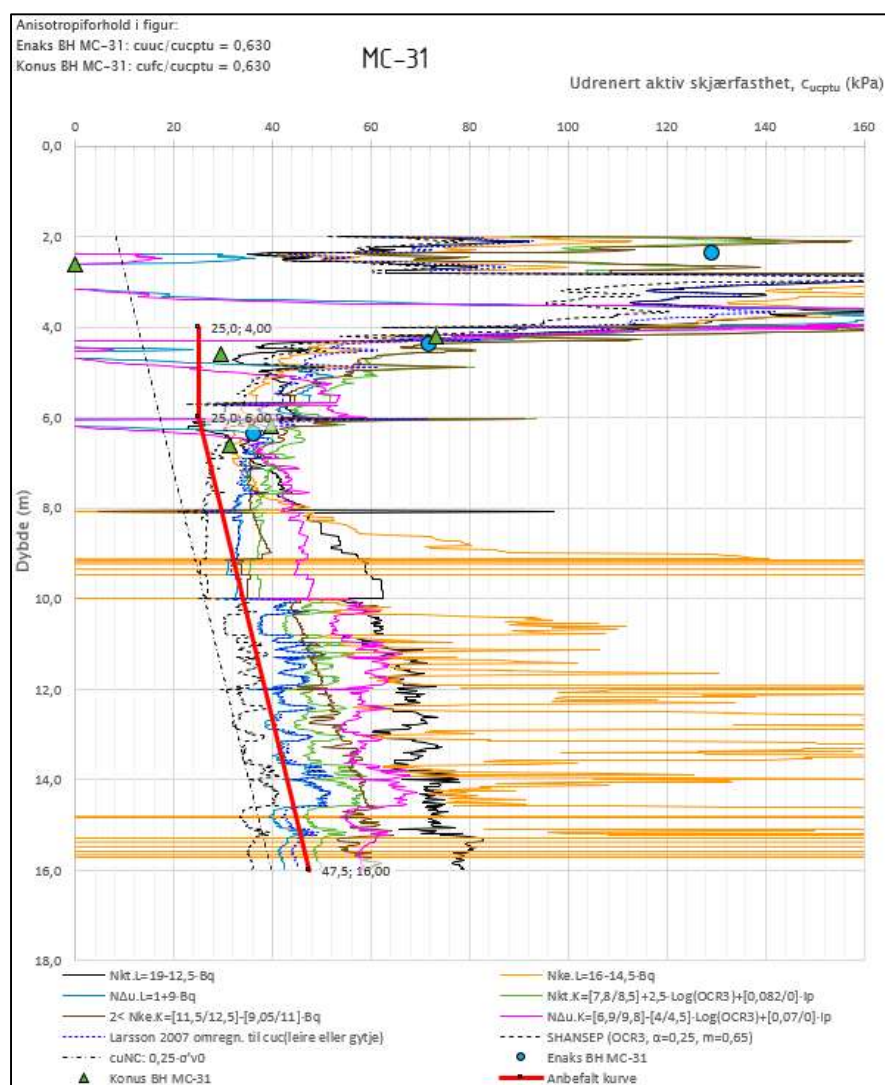
Figur 5-2: Skjærfasthetsprofil fra CPTU i MC-25B. Skjærfastheten i kvikkleirelaget er redusert med 10 % ved å redusere Aa i beregningene. Enaks- og konusforsøk er justert til aktiv styrke.

Beregningssnitt 5-1:

Følgende skjærfasthetsprofil er benyttet for beregningssnitt 5-1, basert på CPTU og indekstester i borpunkt MC-31. Valgt skjærfasthetsprofil er ansett konservativt og viser at skråningen står med forholdsvis god sikkerhet. Indekstester er gjort ned til 7 m dybde, under dette er det tatt utgangspunkt i at skjærfastheten stiger med $0,25 \cdot \sigma'_{v0}$. Se Tabell 5-4 og Figur 5-3.

Tabell 5-4: Skjærfasthetsprofil i MC-31.

Dybde [m]	C_{uc} [kPa]
4,0	25,0
6,0	25,0
16,0	47,5



Figur 5-3: Skjærfasthetsprofil fra CPTU i MC-31. Enaks- og konusforsøk er justert til aktiv styrke.

Beregningssnitt 6-1:

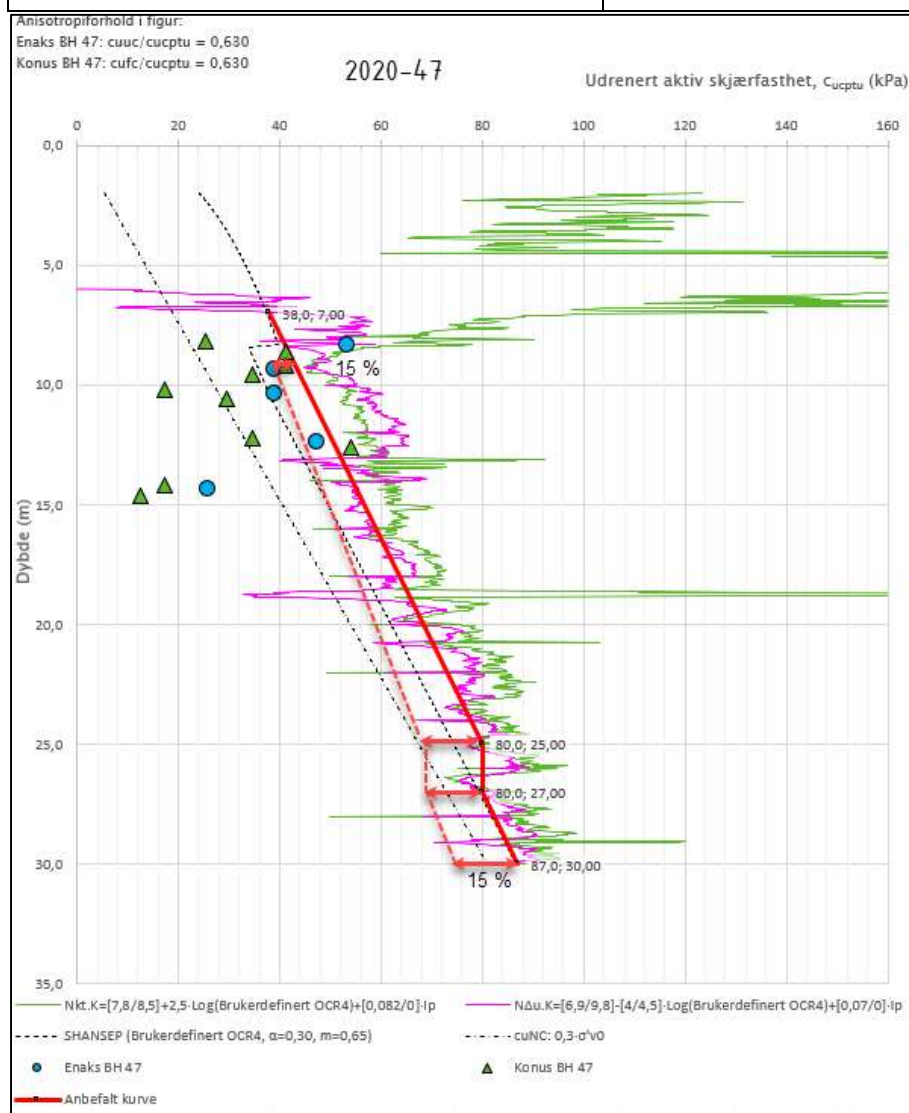
Følgende skjærfasthetsprofil er benyttet for beregningssnitt 6-1, basert på CPTU og indekstester i borpunkt 2020-47, 2020-16 og N3-12. Se Tabell 5-5 til Tabell 5-7 og Figur 5-4 til Figur 5-6.

Skjærfasthetsprofilene er valgt å reduseres med 15 % ettersom boring N3-12 viser et fall mellom 12 til 20 m. CPTU i N3-12 er hentet fra en eldre fil og dette har gjort databearbeiding utfordrende. På bakgrunn av at skjærfastheten er redusert 15 % er tolkede skjærfasthetsprofiler ansett konservative.

Det er valgt å følge linjene for poretrykk, $N\Delta u.K$, da poretrykksresponsen er vurdert troverdig.

Tabell 5-5: Skjærfasthetsprofil i 2020-47.

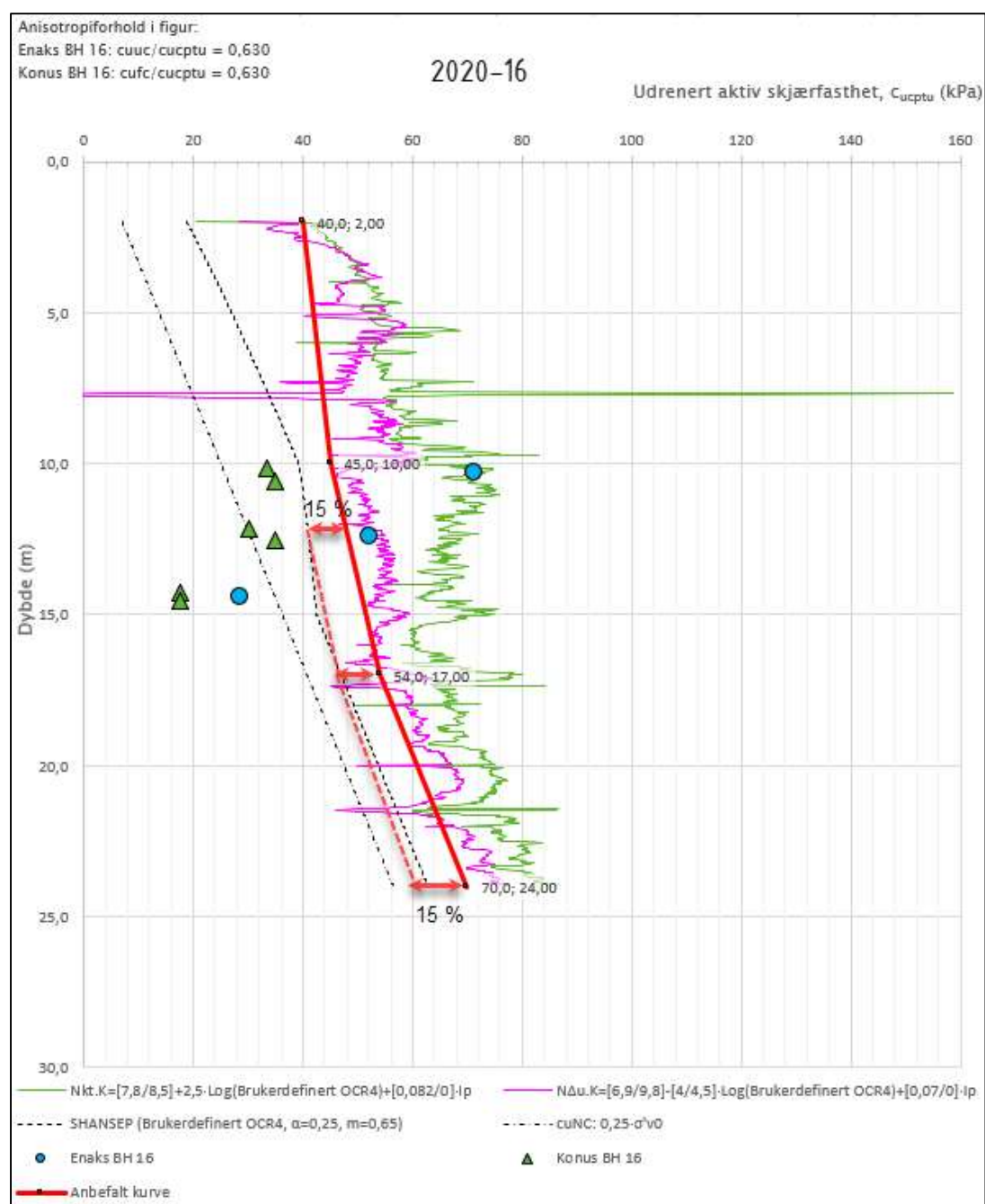
Dybde [m]	C_{uc} [kPa]
7,0	38,0
25,0	80,0
27,0	80,0
30,0	87,0



Figur 5-4: Skjærfasthetsprofil fra CPTU i 2020-47. Skjærfastheten i kvikkleirelaget er redusert med 40 % ved å redusere A_a i beregningene.

Tabell 5-6: Skjærfasthetsprofil i 2020-16.

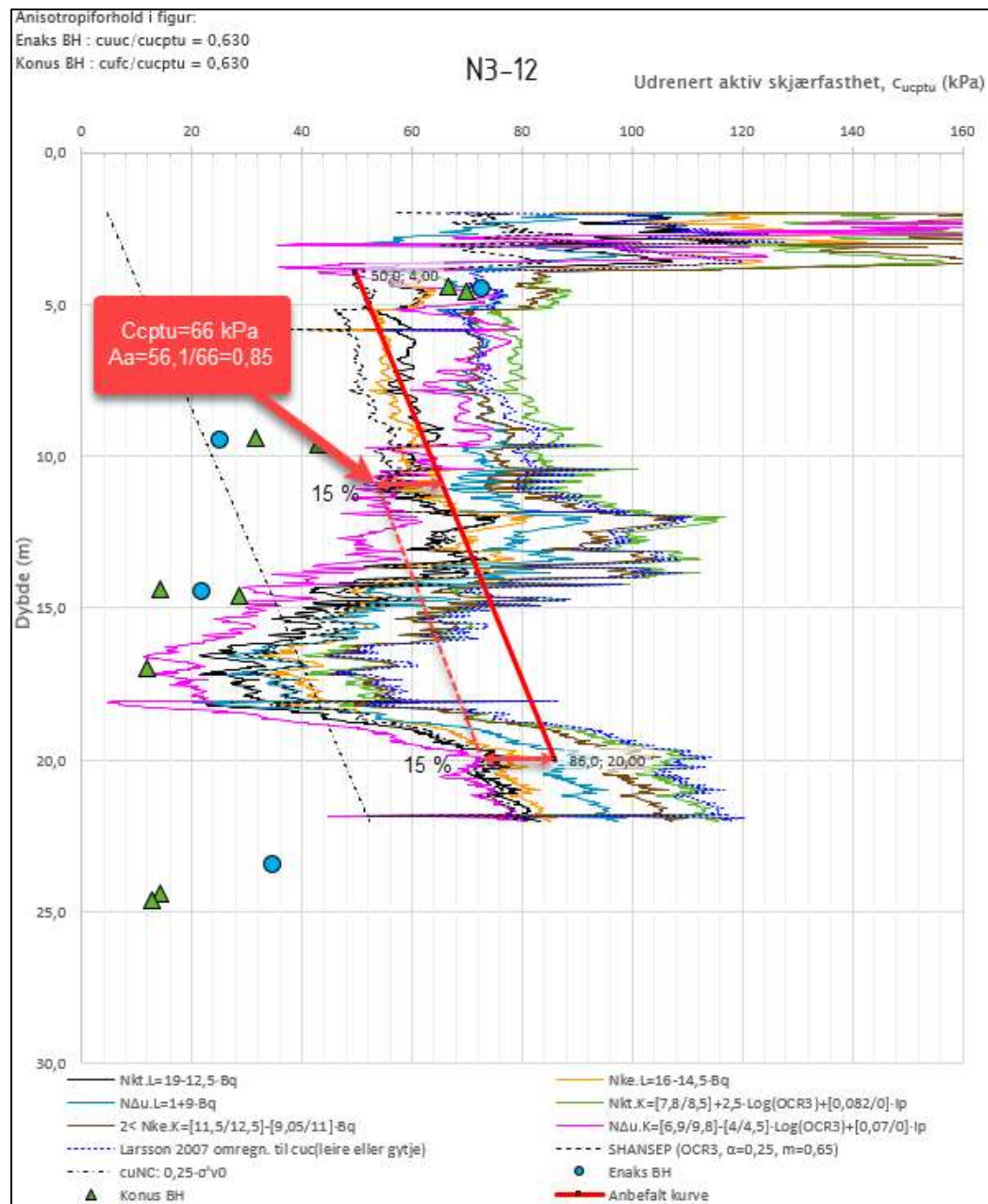
Dybde [m]	C_{uc} [kPa]
2,0	40,0
10,0	45,0
17,0	54,0
24,0	70,0



Figur 5-5: Skjærfasthetsprofil fra CPTU i 2020-16. Skjærfastheten i kvikkleirelaget er redusert med 40 % ved å redusere Aa i beregningene.

Tabell 5-7: Skjærfasthetsprofil i N3-12.

Dybde [m]	C_{uc} [kPa]
4,0	50,0
20,0	86,0

Figur 5-6: Skjærfasthetsprofil fra CPTU i N3-12. Skjærfastheten i kvikkleirelaget er redusert med 40 % ved å redusere A_a i beregningene.

6 Resultater

Stabilitetsberegninger er utført med drenert analyse for tørrskorpelaget, og drenert og udrenert analyse for andre masser. Beregningene er gjort både for en sirkulær og sammensatt glideflate.

Resultatene er vist i Tabell 6-1.

Tabell 6-1 Endelige resultater fra beregningene.

Beregning	Sikkerhetsfaktor Drenert	Sikkerhetsfaktor Udrenert
Beregningssnitt 4-1	1,01	1,00
Beregningssnitt 5-1	1,93	1,19
Beregningssnitt 6-1	1,14	1,11

Beregningene er vist på tegning RIG-TEG-800 til -802.

7 Referanser

- [1] NIFS 14/2014, 2014, En omforent anbefaling for bruk av anisotropifaktorer i prosjektering i norske leirer.
- [2] Multiconsult Norge AS, 2021, 10223695-02-RIG-RAP-002 Geoteknisk datarapport.

Vedlegg B Befaring og erosjonsvurdering

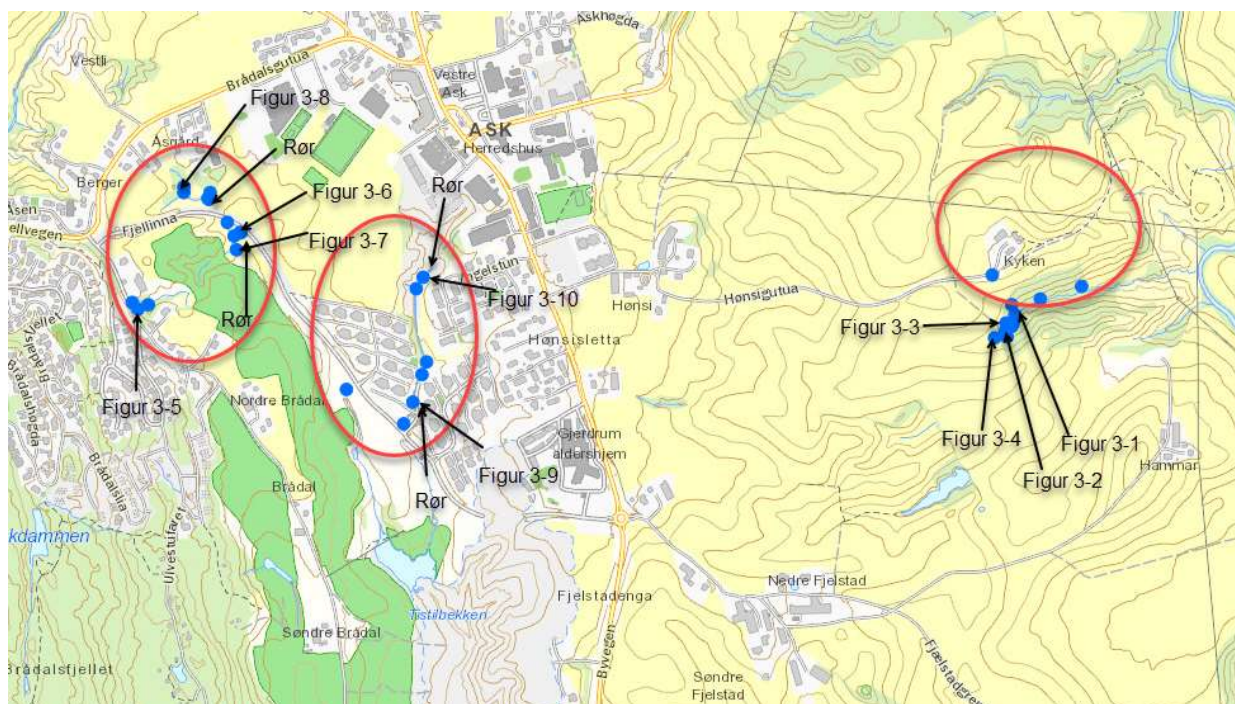
B.1 Innledning

Befaring ble gjennomført av Multiconsult fredag 20. mai 2022. Fokusområdet til befaringen var kartlegging av erosjonsforhold. På befaringstidspunktet var det tørt, noe det også har vært i flere dager i forkant.

Erosjonskategorier, med veiledende kriterier og kjennetegn, er basert på NVE Ekstern rapport Nr. 9/2020, kapittel 5 «Veiledning til evaluering av feltobservasjoner».

B.2 Befaringsområde

Bilder tatt fra befaringer er vist på kart i Figur 2-1. Områdene gjelder «4 – Kyken», «5 – Fjellinna vest» og «6 – Ingelstun». Områdene er valgt ut ifra resultatene fra faresoneutredningen og områder markert med vassdrag i nærhet av bebyggelse.



Figur 2-1: Blå punkter viser lokasjonen til bilder tatt under befaringen. Enkelte observerte rør er markert med pil.

B.3 Erosjonsforhold

4 – Kyken

Under tidspunktet befaringen ble utført var det lite vannføring. Undergraving av trær, veltede trær og overflateglidninger viser likevel at det har og kan fortsatt pågå kraftig erosjon ved større vannføring. Figur 3-1 og Figur 3-2 viser at trærne er undergravd, det ble observert tett med døde trær langs bekken. Figur 3-3 og Figur 3-4 viser at topplaget har løsnet og avdekket den underliggende leiren.



Figur 3-1: Undergraving av trær.



Figur 3-2: Undergraving av trær.



Figur 3-3: Overflateglidning.



Figur 3-4: Overflateglidning.

5 – Fjellinna vest

Vannføringen var liten under tidspunktet for befaringen.

Vest for golfbanen var det lite til ingen erosjon. Det ble observert større steiner ved utløpet til bekken, se Figur 3-5. Under befaringen ble det ikke gjort funn av erosjon lenger ned i bekkedraget.

Sør for Fjellinna ble det observert tilnærmet ingen vannføring. Figur 3-6 viser en overflateglidning ved veien. Opphavet til utglidningen er ukjent. Samme området har ingen tydelige tegn til erosjon, som vist på Figur 3-7. Det er lagt rør som vil lede vannet vekk ved høy vannføring. Terrengtet i området er flatt rundt bekken og det vurderes liten til ingen erosjon i området.

Nord for Fjellinna står trærne i hovedsak vertikalt, enkelte står litt på skakke, se Figur 3-8. Terrengtet i området er tilnærmet flatt rundt bekken. Det er liten til ingen erosjon i området nord for Fjellinna. Bekken går i rør videre østover.



Figur 3-5: Større stein ved utløp av rør.



Figur 3-6: Overflateglidning.



Figur 3-7: Tilnærmet ingen vannføring eller erosjon.

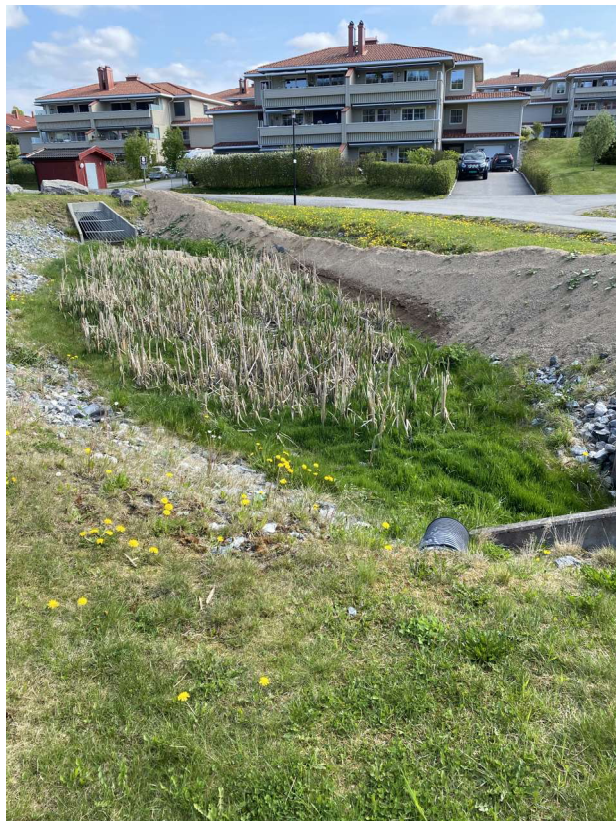


Figur 3-8: Trær står i hovedsak vertikalt, enkelte litt på skakke.

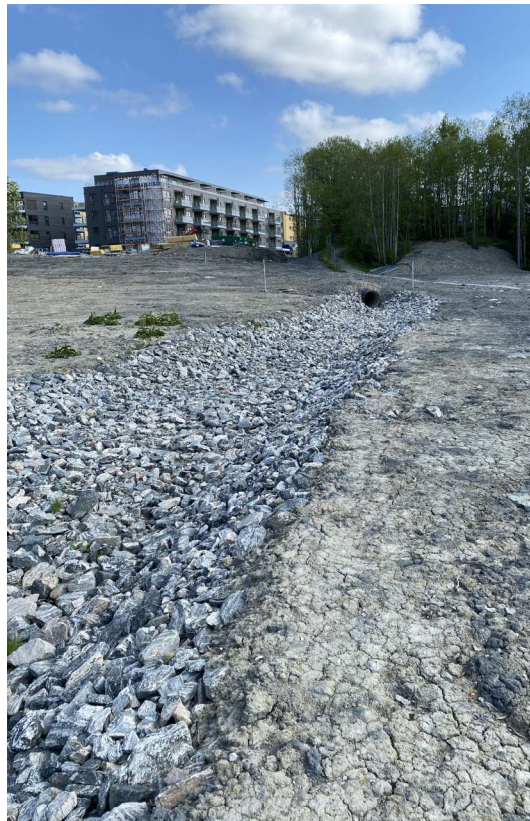
6 – Ingelstun

Bekken var tom for vann under tidspunktet for befaringen.

Vassdraget er plastret og erosjonssikret med stein i hele lengden. Bekken er lagt i rør under lokale veier, og renner ut i rør i sør og kommer ut fra rør i nord, se henholdsvis Figur 3-9 og Figur 3-10. På enkelte deler er det vegetasjon. Det vurderes at det er ingen erosjon for denne bekken.



Figur 3-9: Vegetasjon bremser vannhastighet.



Figur 3-10: Plastring.

B.4 Erosjonstiltak

Området 5 «Fjellinna vest» og området 6 «Ingelstun» behøver ikke erosjonstiltak da det er lite til ingen erosjon i området. Ved høyere vannføring vil vannet ledes i rør. Terrenget ved bekkene i området 5 er forholdsvis flatt.

Området 4 «Kyken» er det flere tegn på erosjon. For å forhindre videre erosjon bør det erosjonssikres.

B.5 Konklusjon

Område 4 – Kyken

Bekken ved Kyken har tegn på kraftig erosjon. I tillegg til dette er det beregningsmessig lav sikkerhet for skråningen ned mot bekken. Dersom det ligger kvikkleire ugunstig til kan det være fare for områdeskred. Det anbefales å erosjonssikre bekken.

Område 5 – Fjellinna vest

Bekkene i området ligger flatt og har lite til ingen erosjon. Ved høyere vannføring ledes vannet vekk i rør. Det er ikke behov for tiltak.

Område 6 – Ingelstun

Bekken ved Ingelstun er erosjonssikret. Ingen tegn til erosjon eller fremtidig erosjon. Det er ikke behov for tiltak.

Vedlegg C Klassifisering av faresoner

1. Faregradklasse

Faregradsevalueringene er utført iht. NVEs Ekstern rapport nr. 9/2020, datert 2020-11-27 «Oversiktskartlegging og klassifisering av faregrad, konsekvens og risiko for kvikkleireskred: metodebeskrivelse» [1].

Evalueringene er utført iht. Tabell 1. Resultat er vist i Tabell 2 til Tabell 7.

Tabell 1: Kriterier for faregradsevaluering etter NVEs Ekstern rapport nr. 9/2020 tabell 1.

Faktorer	Vekttall	Faregrad, score			
		3	2	1	0
Tidl. skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen
Skråningshøyde, m	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:	3	> +30	10-30	0-10	Hydrostatisk
Undertrykk, kPa:	-3	> -50	-(20-50)	-(0-20)	
Kvikkleiremektighet	2	> H/2	H/2-H/4	< H/4	Tynt lag
Sensitivitet	1	> 100	30-100	20-30	<20
Erosjon	3	Kraftig	Noe	Litt	Ingen
Inngrep: Forverring	3	Stor	Noe	Liten	Ingen
Forbedring	-3	Stor	Noe	Liten	
Sum		51	34	17	0
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %

Faresonene fordeles i faregradklasser etter samlet poengsum:

Lav faregrad	=	0 - 17 poeng
Middels faregrad	=	18 - 25 poeng
Høy faregrad	=	26 - 51 poeng

Tabell 2: Faregradsevaluering av kvikkleiresonen «Fjelstad vest»

Faktorer	Vekttall	Score	Produkt	Merknad/vurdering
Tidl. skredaktivitet	1	3	3	Det er tidligere skred i området.
Skråningshøyde, m	2	2	4	Drivende høydeforskjell for dagens situasjon er ca. 25 m.
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1	2	OCR 3,2 fra ett ødometerforsøk i MC-15, valgt score 1 konservativt for «lav».
Poretrykk	3/-3	2	6	PZ i MC-15 viser et overtrykk på ca. 25 kPa.
Kvikkleiremektighet	2	2	4	Kvikkleiren utgjør under halvparten av skråningshøyden på 25 m. Mektigheten er ukjent helt ned til berg.
Sensitivitet	1	2	2	Andre prøver viser generelt sensitivitet på 60-70 i kvikkleire.
Erosjon	3	0	0	Ingen erosjon.
Inngrep	3/-3	0	0	Skredmasser i skråningsfot virker stabiliserende. Valgt konservativt score på «ingen»
Sum poeng			21	FAREGRAD MIDDELS

«Fjelstad vest» klassifiseres med **middels faregrad** for dagens situasjon.

Tabell 3: Faregradsevaluering av kvikkleiresonen «Hønsigutua sør»

Faktorer	Vekttall	Score	Produkt	Merknad/vurdering
Tidl. skredaktivitet	1	3	3	Det er tidligere skred i området.
Skråningshøyde, m	2	2	4	Drivende høydeforskjell for dagens situasjon er ca. 21m.
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	3	6	OCR 1-1,2. Dårlige ødometerforsøk, vurdering basert på ødometerforsøk og CPTU-tolkning.
Poretrykk	3/-3	1	3	PZ i MC-11 viser et overtrykk på ca. 10 kPa.
Kvikkleiremektighet	2	2	4	Kvikkleiren utgjør under halvparten av skråningshøyden på 21 m. Mektigheten er ukjent helt ned til berg.
Sensitivitet	1	2	2	Målt sensitivitet er mellom 30-40 i borpunkt MC-10.
Erosjon	3	1	3	Befaring viser litt erosjon i terrenget.
Inngrep	3/-3	0	0	Historiske flyfoto viser utjevning av høyder for jorder rundt området. Omfanget er ukjent og det er valgt en konservativ score på «ingen».
Sum poeng			25	FAREGRAD MIDDELS

«Hønsigutua sør» klassifiseres med **middels faregrad** for dagens situasjon.

Tabell 4: Faregradsevaluering av kvikkleiresonen «Kyken»

Faktorer	Vekttall	Score	Produkt	Merknad/vurdering
Tidl. skredaktivitet	1	3	3	Det er tidligere skred i området.
Skråningshøyde, m	2	3	6	Drivende høydeforskjell for dagens situasjon er >30m.

Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1	2	OCR 2,5 fra ett ødometerforsøk i MC-25, valgt score 1 konservativt for «lav».
Poretrykk	3/-3	2	6	Ingen poretrykksmålere i nærheten. Valgt «noe» som er største poreovertrykk i de andre poretrykksmålerene i området.
Kvikkleiremektighet	2	3	6	Kvikkleiren utgjør over halvparten av skråningshøyden på ca. 33 m. Mektigheten er ukjent helt ned til berg.
Sensitivitet	1	2	2	Målt sensitivitet er mellom 30-70 i borpunkt MC-25.
Erosjon	3	3	9	Befaring viser kraftig erosjon.
Inngrep	3/-3	0	0	Historiske flyfoto viser igjenfylling av tidligere bekk samt beplantning av trær som bidrar til drenering. Valgt konservativt score for «ingen».
Sum poeng			34	FAREGRAD HØY

«Kyken» klassifiseres med **høy faregrad** for dagens situasjon.

Tabell 5: Faregradsevaluering av kvikkleiresonen «Fjellinna vest»

Faktorer	Vekttall	Score	Produkt	Merknad/vurdering
Tidl. skredaktivitet	1	0	0	Ingen tidligere skredhendelser i nærheten.
Skråningshøyde, m	2	0	0	Drivende høydeforskjell for dagens situasjon er <15 m.
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	3	6	OCR 1-1,2. Dårlige ødometerforsøk, vurdering basert på ødometerforsøk og CPTU-tolkning.
Poretrykk	3/-3	1	3	Vurderes som mellom 0-10 kPa overtrykk fra elektriske poretrykksmålinger i to dyp i MC-27.
Kvikkleiremektighet	2	2	4	Kvikkleiren utgjør under halvparten av skråningshøyden på 7,5 m. Mektigheten er ukjent helt ned til berg.
Sensitivitet	1	2	2	Målt sensitivitet er mellom 40-70 i borpunkt MC-31.
Erosjon	3	0	0	Befaring viser ingen erosjon.
Inngrep	3/-3	0	0	Igjenfylling av bekk i forbindelse med golfbanen, valgt konservativt score for «ingen».
Sum poeng			15	FAREGRAD LAV

«Fjellinna vest» klassifiseres med **lav faregrad** for dagens situasjon.

Tabell 6: Faregradsevaluering av kvikkleiresonen «Ingelstun»

Faktorer	Vekttall	Score	Produkt	Merknad/vurdering
Tidl. skredaktivitet	1	3	3	Det er tidligere skred i området.
Skråningshøyde, m	2	0	0	Drivende høydeforskjell for dagens situasjon er <15 m.
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	3	6	OCR 1-1,2. Antatt opprinnelig terreng.
Poretrykk	3/-3	0	0	Poretrykksmåler i borpunkt N3-12 er hydrostatisk med antatt grunnvannstand 4 m under terreng, ref. [3].

Kvikkleiremektighet	2	3	6	Kvikkleiren har mektighet på ca. 10 m med skråningshøyden på 13 m.
Sensitivitet	1	2	2	Målt sensitivitet er rundt 40-50 i borpunkt 12 ref, [3].
Erosjon	3	0	0	Befaring viser ingen erosjon.
Inngrep	3/-3	1	-3	Forbedring med igjenfylling av bekken og erosjonssikring.
Sum poeng			14	FAREGRAD LAV

«Ingelstun» klassifiseres med **lav faregrad** for dagens situasjon.

Tabell 7: Faregradsevaluering av kvikkleiresonen «Hønsisletta sør»

Faktorer	Vekttall	Score	Produkt	Merknad/vurdering
Tidl. skredaktivitet	1	3	3	Det er tidligere skred i området.
Skråningshøyde, m	2	3	6	Drivende høydeforskjell for dagens situasjon er >30 m.
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	2	4	OCR 1,2-1,5. Skredmasser vil være normalkonsolidert, men stabiliteten styres av de intakte massene med OCR 1,2-1,5.
Poretrykk	3/-3	2	6	Poretrykksmålere i skredgropen viser poreovertrykk på rundt 25 kPa i skråningsfot.
Kvikkleiremektighet	2	3	6	Kvikkleiremektigheten utgjør >H/2.
Sensitivitet	1	2	2	Målt sensitivitet er generelt mellom 30-70.
Erosjon	3	0	0	Tidligere elv er dekket med skredmasser. Ingen erosjon.
Inngrep	3/-3	0	0	Pågående stabiliserende inngrep. En revisjon av sonens utstrekning og faregrad bør gjøres når sikringstiltak er ferdigstilt og endelig bruk av området avklart. Valgt konservativt «ingen» ettersom sikringstiltakene ikke er ferdigstilt på nåværende tidspunkt.
Sum poeng			27	FAREGRAD HØY

«Hønsisletta sør» klassifiseres med **høy faregrad** for dagens situasjon.

2. Skadekonsekvensklasse

Skadekonsekvensevalueringen av kvikkleiresonen «Kjøsterud gård vest» er utført iht. NVEs Ekstern rapport nr. 9/2020, datert 2020-11-27 «Oversiktskartlegging og klassifisering av faregrad, konsekvens og risiko for kvikkleireskred: metodebeskrivelse».

Evalueringene er utført iht. Tabell 8 under.

Tabell 8: Kriterier for skadekonsekvens etter NVEs Ekstern rapport nr. 9/2020 tabell 2.

Faktorer	Vekttall	Skadekonsekvens, score			
		3	2	1	0
Boligheter, 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, bruk	2	Person- trafikk	Gods- trafikk	Normalt ingen trafikk	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 %

Faresonene fordeles i konsekvensklasser etter samlet poengsum:

- Mindre alvorlig = 0 - 6 poeng
- Alvorlig = 7 - 22 poeng
- Meget alvorlig = 23 – 45 poeng

Tabell 9: Skadekonsekvensevaluering for kvikkleiresonen «Fjelstad vest»

Faktorer	Vekttall	Score	Produkt	Merknad/vurdering
Boligheter, antall	4	0	0	Ingen bebyggelse.
Næringsbygg, personer	3	0	0	Ingen næringsbygg
Annen bebyggelse, verdi	1	0	0	Ingen bebyggelse
Vei, ÅDT	2	0	0	Lokalvei Fjelstadgrenda
Toglinje, bruk	2	0	0	Jernbane berøres ikke
Kraftnett	1	0	0	Intet kraftnett i sonen.
Oppdemning/flom	2	0	0	Ikke fare for oppdemning
Sum poeng			0	Skadekonsekvens MINDRE ALVORLIG

«Fjelstad vest» klassifiseres med mindre alvorlig skadekonsekvens. Klassifiseringen gjelder for sonen med dagens situasjon.

Tabell 10: Skadekonsekvensevaluering for kvikkleiresonen «Hønsigutua sør»

Faktorer	Vekttall	Score	Produkt	Merknad/vurdering
Boligheter, antall	4	0	0	Ingen bebyggelse.
Næringsbygg, personer	3	0	0	Ingen næringsbygg
Annen bebyggelse, verdi	1	0	0	Ingen bebyggelse
Vei, ÅDT	2	0	0	Ingen vei.
Toglinje, bruk	2	0	0	Jernbane berøres ikke
Kraftnett	1	0	0	Intet kraftnett i sonen.
Oppdemning/flom	2	0	0	Ikke fare for oppdemning
Sum poeng			0	Skadekonsekvens MINDRE ALVORLIG

«Hønsigutua sør» klassifiseres med mindre alvorlig skadekonsekvens. Klassifiseringen gjelder for sonen med dagens situasjon.

Tabell 11: Skadekonsekvensevaluering for kvikkleiresonen «Kyken»

Faktorer	Vekttall	Score	Produkt	Merknad/vurdering
Boligheter, antall	4	1	4	Gård «Kyken»
Næringsbygg, personer	3	0	0	Ingen næringsbygg
Annen bebyggelse, verdi	1	0	0	Ingen bebyggelse
Vei, ÅDT	2	0	0	Lokalvei Hønsigutua
Toglinje, bruk	2	0	0	Jernbane berøres ikke
Kraftnett	1	2	2	Regionalnett i sonen
Oppdemning/flom	2	0	0	Ikke fare for oppdemning
Sum poeng			6	Skadekonsekvens MINDRE ALVORLIG

«Kyken» klassifiseres med mindre alvorlig skadekonsekvens. Klassifiseringen gjelder for sonen med dagens situasjon.

Tabell 12: Skadekonsekvensevaluering for kvikkleiresonen «Fjellinna vest»

Faktorer	Vekttall	Score	Produkt	Merknad/vurdering
Boligheter, antall	4	1	4	Noen boligheter.
Næringsbygg, personer	3	0	0	Ingen næringsbygg
Annen bebyggelse, verdi	1	0	0	Ingen bebyggelse
Vei, ÅDT	2	1	2	Berører Fjellinna med antatt ÅDT på 100-1000.
Toglinje, bruk	2	0	0	Jernbane berøres ikke
Kraftnett	1	0	0	Intet kraftnett i sonen.
Oppdemning/flom	2	0	0	Ikke fare for oppdemning
Sum poeng			6	Skadekonsekvens MINDRE ALVORLIG

«Fjellinna vest» klassifiseres med mindre alvorlig skadekonsekvens. Klassifiseringen gjelder for sonen med dagens situasjon.

Tabell 13: Skadekonsekvensevaluering for kvikkleiresonen «Ingelstun»

Faktorer	Vekttall	Score	Produkt	Merknad/vurdering
Boligheter, antall	4	3	12	Tett bebyggelse.
Næringsbygg, personer	3	0	0	Ingen næringsbygg
Annen bebyggelse, verdi	1	0	0	Ingen bebyggelse
Vei, ÅDT	2	0	0	Kun små tilkomstveier.
Toglinje, bruk	2	0	0	Jernbane berøres ikke
Kraftnett	1	0	0	Intet kraftnett i sonen.
Oppdemning/flom	2	0	0	Ikke fare for oppdemning.
Sum poeng			12	Skadekonsekvens ALVORLIG

«Ingelstun» klassifiseres med alvorlig skadekonsekvens. Klassifiseringen gjelder for sonen med dagens situasjon.

Tabell 14: Skadekonsekvensevaluering for kvikkleiresonen «Hønsisletta sør»

Faktorer	Vekttall	Score	Produkt	Merknad/vurdering
Boligheter, antall	4	3	12	Tett bebyggelse.
Næringsbygg, personer	3	0	0	Ingen næringsbygg
Annen bebyggelse, verdi	1	0	0	Ingen bebyggelse
Vei, ÅDT	2	1	2	Berører Fjellinna med antatt ÅDT på 100-1000.
Toglinje, bruk	2	0	0	Jernbane berøres ikke
Kraftnett	1	1	1	Distribusjonsnett i sonen
Oppdemning/flom	2	0	0	Ikke fare for oppdemning
Sum poeng			15	Skadekonsekvens ALVORLIG

«Hønsisletta sør» klassifiseres med alvorlig skadekonsekvens. Klassifiseringen gjelder for sonen med dagens situasjon.

3. Risikoklasse

Vurdering av risikoklasse av kvikkleiresone «Kjøsterud gård vest» er utført iht. NVEs Ekstern rapport nr. 9/2020, datert 2020-11-27 «Oversiktskartlegging og klassifisering av faregrad, konsekvens og risiko for kvikkleireskred: metodebeskrivelse».

Tallverdien for risiko beregnes ved å multiplisere %-tallet for skadekonsekvens med %-tallet for faregrad. Risiko er inndelt i fem klasser:

- 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 631 til 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

Risikoklasse for kvikkleiresone «Fjelstad vest»:

- For dagens situasjon klassifiseres sonen i **Risikoklasse 1** (tallverdi 0)

Risikoklasse for kvikkleiresone «Hønsigutua sør»:

- For dagens situasjon klassifiseres sonen i **Risikoklasse 1** (tallverdi 0)

Risikoklasse for kvikkleiresone «Kyken»:

- For dagens situasjon klassifiseres sonen i **Risikoklasse 3** (tallverdi 889)

Risikoklasse for kvikkleiresone «Fjellinna vest»:

- For dagens situasjon klassifiseres sonen i **Risikoklasse 2** (tallverdi 392)

Risikoklasse for kvikkleiresone «Ingelstun»:

- For dagens situasjon klassifiseres sonen i **Risikoklasse 2** (tallverdi 627)

Risikoklasse for kvikkleiresone «Hønsisletta sør»:

- For dagens situasjon klassifiseres sonen i **Risikoklasse 3** (tallverdi 1765)

4. Referanse

- [1] NVE, «Oversiktskartlegging og klassifisering av faregrad, konsekvens og risiko for kvikkleireskred : metodebeskrivelse», Ekstern rapport 9/2020, nov. 2020.
- [2] Statens vegvesen, «Vegkart», *Vegkart*. www.vegvesen.no/vegkart
- [3] NGI, 2016, 20150630-01-R Byggefelt B10 på Viervangen - Ask, Gjerdrum kommune. Grunnundersøkelser - datarapport.

Til: Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE)
v/ Eirik Traaa, Christian Godoy Leiva
Dato: 2022-08-01
Rev.nr. / Rev.dato: 0
Dokumentnr.: 20200909-19-TN
Prosjekt: Akuttbistand skred Ask, Gjerdrum
Prosjektleder: Håkon Heyerdahl
Utarbeidet av: Asgeir Kydland Lysdahl
Kontrollert av: Saman Tavakoli, Kate Robinson

ERT-målinger Kyken kvikkleiresone

Innhold

1	Innledning	2
2	Gjennomføring ERT	2
2.1	Omfang	2
2.2	Feltarbeid	2
2.3	Datainnsamling	3
2.4	Innmåling	3
2.5	Prosessering	3
3	Poseprøver	3
4	Resultater	4
4.1	Presentasjon av resultatene	4
4.2	Tolkning og diskusjon	4
5	Referanser	6

Vedlegg

Vedlegg A	Oversiktskart
Vedlegg B	ERT-profil
Vedlegg C	Lab-resultater

Kontroll- og referanseside

1 Innledning

NGI ble bedt om å bistå NVE (Norges vassdrags- og energidirektorat) med å måle elektrisk resistivitet (ERT - elektroresistiv tomografi) i kvikkleiresonen Kyken i Gjerdrum kommune. Kyken er også en gård som ligger på et høydedrag noen hundre meter øst for Ask sentrum. Hensikten med oppdraget var å måle elektrisk resistivitet i ravinen sør for gården, og hvordan denne var i området rundt bekken der leira er spesielt utsatt for erosjon. Dette notatet er kun ment å dokumentere de ERT_målinene som her er gjort, slik at det kan danne et datagrunnlag for senere vurderinger.

Åsen og ravinen består av marine avsetninger og sensitiv leire er registrert i sonen. Av eksisterende grunnundersøkelser finnes en rekke sonderinger utført nylig av Multiconsult, samt en dreietrykksondering (no. 148) utført i 1983 (NADAG). Det er ingen sonderinger som gir sikker påvisning til berg, men dreietrykksonderingen fra 1983 indikerer stopp mot berg på ca. 47 m dybde. Det er ellers relativt bratt topografi ned mot ravinen og en liten bekk nederst i denne med svært liten vannføring.

NGI tok også tre poseprøver langs profilet og fikk disse analysert for saltinnhold.

Målingene inngår i en sidekartlegging og ble utført under hovedprosjektet "Akuttbistand skred Ask, Gjerdrum" som NGI har for NVE. Det er også utført to CPT-sonderinger, to dreietrykksonderinger og en prøveserie ved gården. En tolkning basert på disse boredataene var tilgjengelig for NGI i forkant av oppdraget, og viser intakt leire ned til ca. 15 m dybde, og sensitiv leire under det. Notatet presenterer resultatene og setter de i sammenheng med kjente korrelasjoner mellom elektrisk resistivitet, saltinnhold og sensitivitet.

2 Gjennomføring ERT

2.1 Omfang

Det ble utført to profiler langs samme trase i nord-sørlig retning over eiendommen og sørover gjennom ravinen (vedlegg A). Traseen ble valgt for å både dekke ønsket område og samtidig i størst mulig grad ivareta 2D-symmetrier som antas under tomografisk inversjon. Profilene ble utført med ulike elektrodeavstand og målelengde, for å få både stor undersøkelsesdybde, og samtidig høy oppløsning rundt bekken, dersom dette skulle vise seg å være nødvendig. Profil 1a var 320 m (4 m elektrodeavstand) og plassering av denne er vist på kart i vedlegg A. Profil 1b var 120 m (1.5 m elektrodeavstand) og ble målt fra 40 til 160 innad i denne.

2.2 Feltarbeid

Feltarbeidet ble utført tirsdag 12. juli 2022 av Cameron Penne, Sjur Beyer og Asgeir Kydland Lysdahl. Det var varmt vær og bakken var tørr og fast. De fleste elektrodene ble installert i jord/leire, mens noen ble installert på gårdsplassen som delvis var dekket

med grus. Disse ble drevet inn ved hjelp av slagbormaskin, og det ble helt litt vann over for å gi lav overgangsmotstand.

2.3 Datainnsamling

Et ABEM Terrameter LS2 ble brukt til målingene. Måleprotokoll (array) var Gradient Plus (Dahlin and Zhou, 2006) med 100% duty-cycle. På grunn av forventet mektighet med leire som normalt har høy ledningsevne, ble tillatt maksimalspenning satt til 600 V og effekt til 250 W. Det ble brukt ett bilbatteri per profil. Overgangsmotstandene var generelt lave (under 5 k Ω), som tilsier gode måleforhold. Det ble ikke observert noe som i betydelig grad kunne forstyrre målingene. Det ble heller ikke registrert noen negative måleverdier eller andre feilmålinger.

2.4 Innmåling

Profilene ble målt inn med en Trimble R12i differensiell GPS med nøyaktighet bedre enn 10 cm, ofte 1-2 cm. Topografien langs profilet legges inn i inversjonen for å gi riktig geometri til inversjonsnettet.

2.5 Prosessering

Foreslått tolket snitt ble modellert i Res2DMod for å studere den teoretiske resistivitetsfordelingen til dette. Innsamlede data ble prosessert i Res2DInv og AarhusInv med både L1-norm og L2-norm regulariseringsbetingelser, hvorav førstnevnte ble valgt som endelig resultat. Cellestørrelse ble satt til halvparten av elektrodeavstanden (hhvis 0.75 og 2 m). Vi forventer strukturer utstrakt i horisontal retning og prioriterte dette i inversjonen (horisontal/vertikal filter lik 0.2). Inversjonene for profil 1a konvergente etter 5-7 iterasjoner med RMS-residual på 1-2 prosent, som tilsier svært god modelltilpasning og pålitelige resultater. De to programmene ga også veldig like resultater.

3 Poseprøver

NGI tok tre poseprøver på ulike steder i ravinen for å måle saltinnholdet i disse, i tillegg til at det ble tatt en vannprøve i bekken (V1). Dette ble gjort for å bekrefte indikasjonene i ERT-profilet. Vannet i bekken var nesten stillestående og uklart. Prøve V1 var kun en in-situ måling med konduktivitet-meter i bekken. Poseprøve B1 ble tatt et stykke opp i ravinen på nordsiden, B2 rett nord for bekken og B3 litt opp i ravinen på sørsiden (vist på kart i vedlegg A). Det ble brukt spett og naverbor til å ta prøver på 0.7 til 1 m dybde. Poseprøvene ble analysert for vanninnhold og saltinnhold i laboratorium, ved ekstraksjon med ionebyttet vann (forhold 1:5), se vedlegg C.

4 Resultater

4.1 Presentasjon av resultatene

Resultatene fra ERT-profil 1a og 1b er vist i vedlegg B1, med Res2DInv L1 tomografi. Elektrisk resistivitet er plottet på en fargeskala fra 2 til 1000 Ωm . Profil 1b gir litt høyere oppløsning rundt bekken, men det ser ut til at fordelingen er relativt homogen i det området, så dette korte profilet bidrar ikke med så mye informasjon.

Verdiene ligger fra 5 til rundt 500 Ωm , og det er brukt en fargeskala som viser forskjeller spesielt i området 1-10 og 10-100 Ωm . Vi ser et 1-3 m tykt topplag med varierende verdier mellom 20 og 200 Ohm. Under det finner vi en relativt homogen fordeling med verdier rundt 30-90 Ωm ned til ca. kote 100, med unntak av området rundt bekken der verdiene er mye lavere, rundt 2-5 Ωm . Under dette øker verdiene opp mot 1000 Ωm , og dette kan være en indikasjon på overgang til berg. Tolkningen samsvarer med registrering av antatt berg i bunnen av dreietrykksondering 148. Det er likevel en usikker tolkning på så stor dybde.

4.2 Tolkning og diskusjon

Anomalien med lave verdier rundt bekken er merket med prikket linje på figur B1 i vedlegg B. Vi stoler på at grunnens elektriske ledningsevne virkelig er omtrent som profilet viser, at anomalien ikke er et resultat av målefeil, 3D-effekter eller andre beregningsfeil. Dette ble kontrollert med en syntetisk forover-modell. Elektrisk ledningsevne ble målt med et konduktivitet-meter i bekken til 1270 $\mu\text{S}/\text{cm}$ som tilsvarer 7,86 Ωm . I marine sedimenter er elektrisk ledningsevne hovedsakelig påvirket av følgende faktorer: Kornstørrelse, vanninnhold, type leirmineraler og porevannskjemi (NGTS-rapport 20160154-03-R). Det antas at grunnvannstanden ligger høyere enn bekken på hver side av ravinen, slik at det er vann tilgjengelig til å frigjøre elektrolyttene. Dermed indikerer målingene at anomalien rundt bekken skyldes betydelig høyere innhold av finstoff og/eller betydelig høyere saltinnhold. Det skal likevel ikke utelukkes at det er flere faktorer som spiller inn.

Det ble tatt tre poseprøver i ravinen med manuelt naverbor. Plasseringen til prøvene er vist i kart A1 og på profil B1. Disse ble analysert i laboratoriet for vanninnhold og saltinnhold, og resultatene er gitt Tabell 1 (og i vedlegg C).

Tabell 1 Målinger av vanninnhold, resistivitet og saltinnhold fra poseprøver

	Dybde	Vanninnhold	Ledningsevne	Resistivitet	NaCl-ekvivalenter
	(m)	(%)	($\mu\text{S}/\text{cm}$)	(Ωm)	(g NaCl/l porevann)
B1	0,50	24,3	28,3	353	0,3
B2	0,75	29,4	274	36,5	2,4
B3	1,00	27,6	18,6	538	0,2

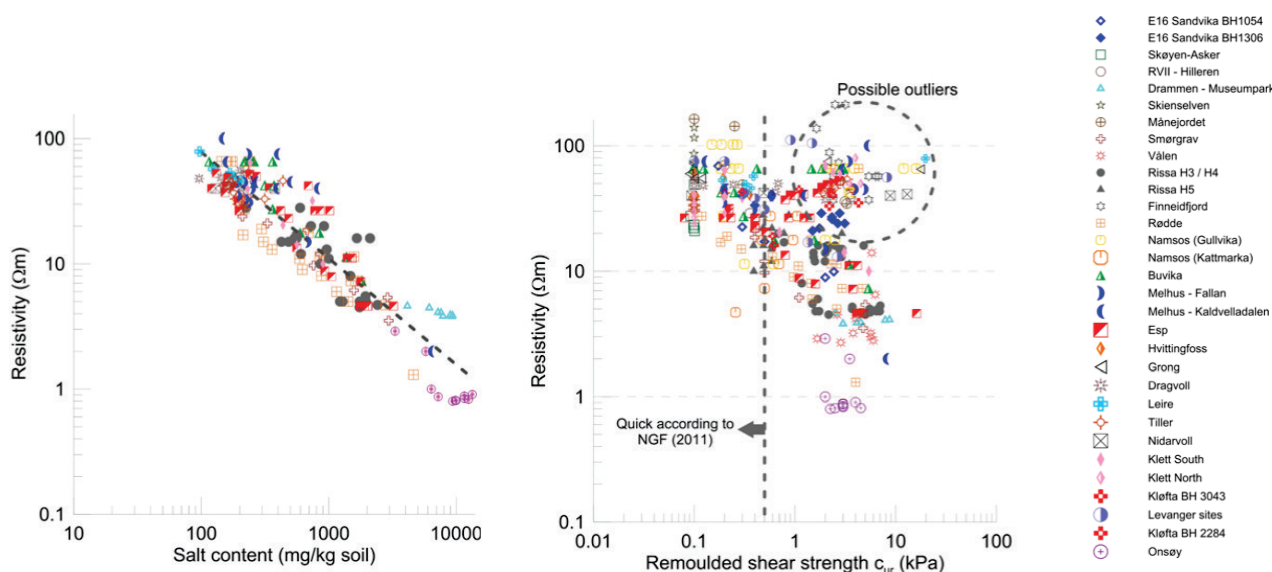
Prøvene er tatt bare i tørrskorpe og spesielt B1 og B3 viser veldig høy resistivitet (også ganske høyt i ERT-profilet). Det er usikkert om prøvene er tatt under grunnvannstanden, men like fullt demonstrerer prøvene at B2, som er tatt nede ved bekken, har betydelig høyere saltinnhold enn prøvene lenger opp på hver side av ravinen. Det er rimelig å anta at det forhøyede saltinnholdet brer seg utover i anomalien merket med prikket linje på figur B1 i vedlegg B.

I 2012 klassifiserte Solberg et al. leire grovt inn i tre kategorier basert på resistivitet (se Tabell 1): Intakt, marin leire opp til 10 Ωm , utvasket leire fra 10 til 100 Ωm , og tørrskorpeleire eller grovere sedimenter over 100 Ωm . I 2017 publiserte Long et al. en stor database (31 ulike prosjekt) med målinger av resistivitet, saltinnhold og sensitivitet fra leirprøver, der det går frem at resistivitet og saltinnhold er sterkt korrelert, mens det kun er noe korrelasjon mellom resistivitet og sensitivitet (se Figur 1). Disse resultatene stemmer også med NGI sin erfaring med at intakt leire kan ha både høye og lave resistivitetsverdier, men at sensitiv leire sjelden har resistivitet under 10 Ωm .

I snitt 4-1 fra Multiconsult er det tolket intakt leire ned til omtrent 15 m dybde og deretter sensitiv leire, som korresponderer med tolkningen i sondering 148 (markert med rosa i profilet i figur B1). Det er stedvis tegn til et skille i ERT-profilet som støtter denne tolkningen, og vi ser lommer med noe høyere resistivitetsverdier, markert med stiplet linje, som kan indikere lavere vanninnhold, mindre finstoff og/eller lavere saltinnhold. Det må understrekes at variasjonene er små, så tolkningen er usikker, og en eventuell variasjon i resistivitet trenger ikke være strengt korrelert til mekanisk styrke, som diskutert over.

Tabell 2 *Typisk resistivitetsverdier for ulike leir-materialer (Solberg et al. 2012)*

Resistivity (Ωm)	Main characterization	Description
1–10	Unleached marine clay deposits	The clay has been exposed to little leaching since deposition. The pores in the clay still contain salt water, which stabilize the structure. Because of the large concentration of ions in the pore water, the conductivity of the clay is good, and thus the resistivity values are low
10–100	Leached clay deposits	Sensitive clay develops as groundwater leaches ions from the marine clay. The electrical conductivity of the deposit is still high, but not as good as for the unleached marine clay. Other sediment features can give resistivity values similar to those of quick clay: further leached marine clay (not quick any-more), silt, and fine-grained till
>100	Dry crust clay deposits, coarse sediments, (bed-rock)	Dry crust clay; remoulded, dry clay from quick-clay landslides; and coarser materials like sand and gravel will have higher resistivity values than marine clay. Most bedrock types will have values of several thousand Ωm .



Figur 1 Korrelasjon mellom resistivitet og saltinnhold (venstre) og resistivitet og omrørt skjærstyrke (høyre), fra Long et al. (2017)

5 Referanser

Dahlin, Torleif and Bing Zhou, 2006: "Multiple-gradient array measurements for multichannel 2D resistivity imaging". Near Surface Geophysics 4, p. 113-123.

Long M, Pfaffhuber AA, Bazin S, Kåsin K, Gylland A, Montaflija A, 2017: "Glacio-marine clay resistivity as a proxy for remoulded shear strength: correlations and limitations". Quarterly J Eng Geol Hydrogeol QJEGH, 51, p. 63–78

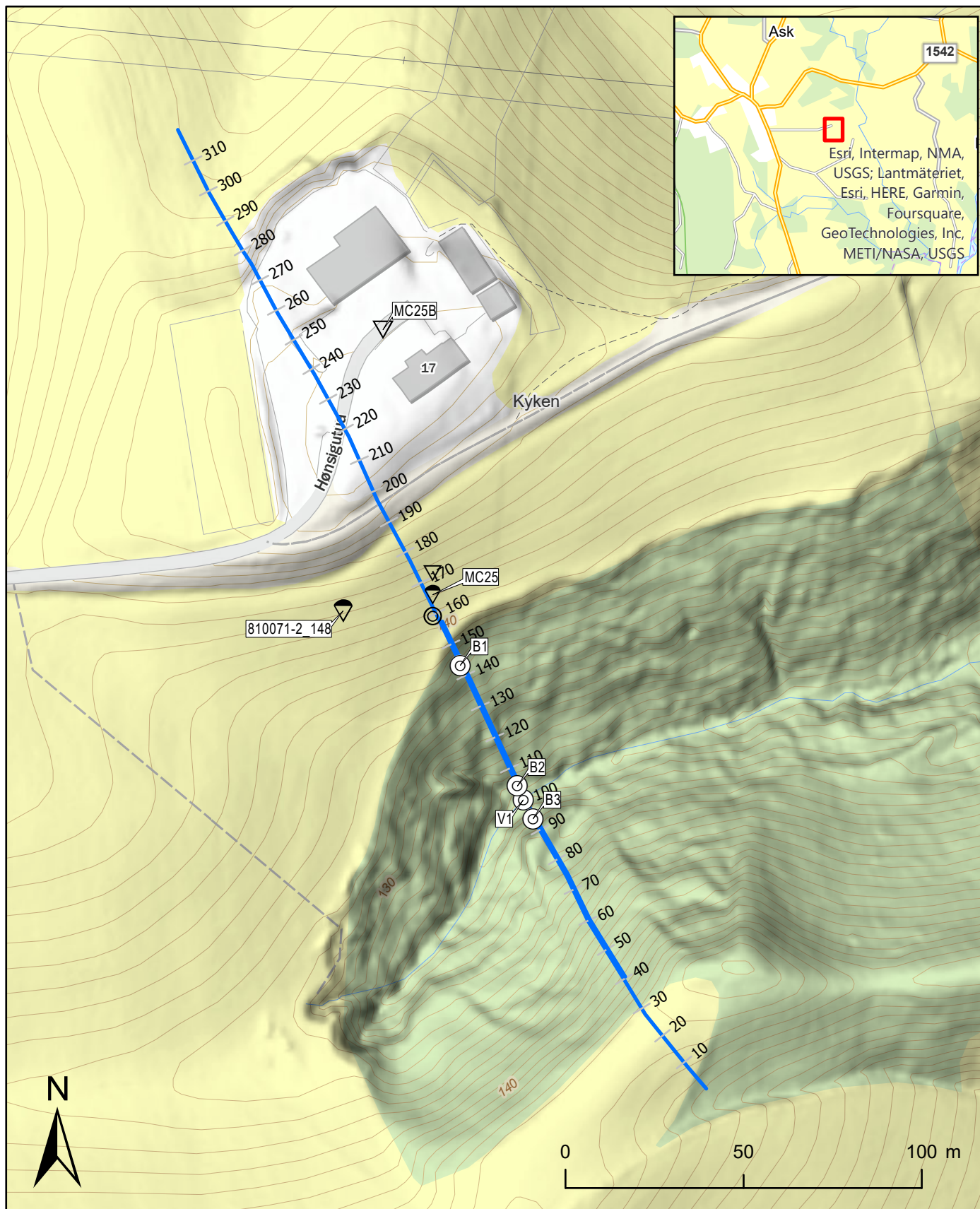
Norges Geotekniske Institutt, 2019: Norwegian GeoTest Sites: Standardization of in-situ tests and field work. 20160154-03-R, rev. 0, p. 25

Solberg I.-L., Hansen L., Rønning J.S., Haugen E.D., Dalsegg E., and Tønnesen J.F., 2012: "Combined geophysical and geotechnical approach to ground investigations and hazard zonation of a quick clay area, mid Norway". Bulletin of Engineering Geology and the Environment, 71(1), p. 119–133.

Vedlegg A

OVERSIKTSKART





Tegnforklaring

— ERT-profil

Kyken kvikkleiresone

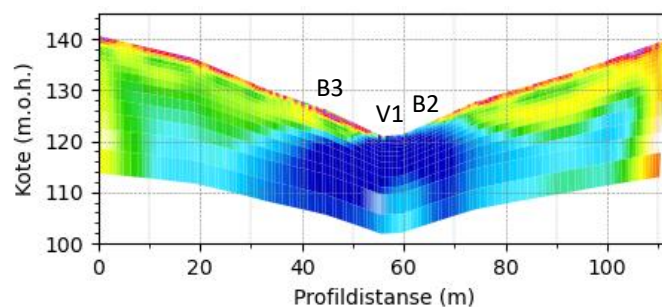
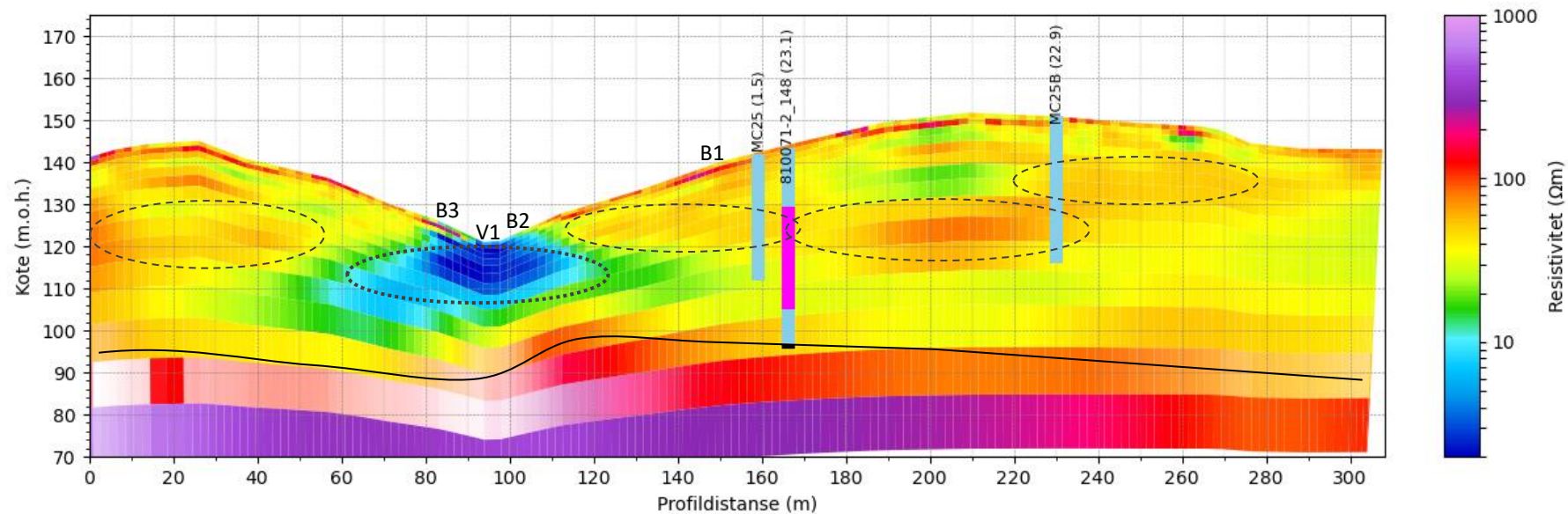
ERT-målinger

Oversiktskart

Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
2022-07-19	AOL	HAn	KaR
Original format og målestokk		Kartprojeksjon	
A4 1:1 500		ETRS 1989 UTM Zone 33N	
Prosjektnr.	Dokumentnr.	Kartnr.	Rev.
20200909	19-TN	A1	-
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

ERT-PROFIL



Tegnforklaring

- Mulig bergoverflate
- Lommer med mulig lavere saltinnhold
- Lommer med mulig høyere saltinnhold
- Grunnboring – leire (blå), kvikkleire (rosa), berg (svart)

Akuttbistand skred Ask, Gjerdrum

Resistivitetsmålinger med ERT Kyken kvikkleiresone, profil 1a og 1b

Dokumentnr.
20200909-19-TN

Figurnr.
B1

Dato
28.07.22

Tegnet av
AOL



Vedlegg C

LAB-RESULTATER

Ledningsevne / saltinnhold i jord (LLP0020)

 Prosjektnr.: **20200909, 110**

 Prosjekttittel: **Kyken**

 Type analyse: **Ledningsevne i jord**
 Ekstraksjon med
 ionebyttet vann

 Dato/sign.: **2022-07-18 EvS**

Dato/kontr.:

Prøvenavn	Ledningsevne ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Ledningsevne som NaCl-ekvivalenter	
		(g NaCl/l porevann)	(g NaCl/kg ts prøve)

Prøvenavn	Ledningsevne ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Ledningsevne som NaCl-ekvivalenter	
		(g NaCl/l porevann)	(g NaCl/kg ts)
B1	28.3	0.3	<0,1
B2	274	2.4	0.7
B3	18.6	0.2	<0,1

Kommentarer

Ledningsevнемålingen er blitt utført i et prøve:vann-forhold lik 1:5.

Vanninnhold - resultater

Generell info: Bestemmelse av vanninnhold utført i henhold til NS-EN ISO 17892-1:2014.
Laboratorieprosedyre LLP001.

Mal: H:\regneark\INDEX\vanninnhold.xltm

Ansvarlig: FP

Dato/Rev.nr.: 2016-01-13/08

Kontrollert av: EB

Boring	Tube	Part	Test	Dybde	Vekt vann	Vekt tørt materiale	Vanninnhold
				[m]	[g]	[g]	[%]
B1				0.50	11.6	47.9	24.3
B2				0.75	16.7	56.9	29.4
B3				1.00	13.6	49.3	27.6
Kyken						Dokumentnr. 20200909-110	
						Figurnr. C2	
						Dato 18/07/2022	beregnet/kontrollert AOL / EB
							

#VALUE!

Dokumentinformasjon/ <i>Document information</i>		
Dokumenttittel/<i>Document title</i> ERT-målinger Kyken kvikkleiresone		Dokumentnr./<i>Document no.</i> 20200909-19-TN
Dokumenttype/<i>Type of document</i> Teknisk notat / Technical note	Oppdragsgiver/<i>Client</i> Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE)	Dato/<i>Date</i> 2022-08-01
Rettigheter til dokumentet iht kontrakt/<i>Proprietary rights to the document according to contract</i> NGI		Rev.nr. & dato/<i>Rev.no. & date</i> 0
Distribusjon/<i>Distribution</i> BEGRENSET: Distribueres til oppdragsgiver og er tilgjengelig for NGIs ansatte / LIMITED: Distributed to client and available for NGI employees		
Emneord/<i>Keywords</i> Geofysikk, ERT, resistivitet		

Stedfesting/ <i>Geographical information</i>	
Land, fylke/<i>Country</i> Norge, Viken	Havområde/<i>Offshore area</i>
Kommune/<i>Municipality</i> Gjerdrum	Feltnavn/<i>Field name</i>
Sted/<i>Location</i> Kyken, Ask	Sted/<i>Location</i>
Kartblad/<i>Map</i>	Felt, blokknr./<i>Field, Block No.</i>
UTM-koordinater/<i>UTM-coordinates</i> Sone: 32 Øst: 613360 Nord: 6660425	Koordinater/<i>Coordinates</i> Prosjeksjon, datum: Øst: Nord:

Dokumentkontroll/ <i>Document control</i> Kvalitetssikring i henhold til/ <i>Quality assurance according to NS-EN ISO9001</i>					
<i>Rev/Rev.</i>	<i>Revisjonsgrunnlag/Reason for revision</i>	<i>Egenkontroll av/ Self review by:</i>	<i>Sidemanns-kontroll av/ Colleague review by:</i>	<i>Uavhengig kontroll av/ Independent review by:</i>	<i>Tverrfaglig kontroll av/ Inter-disciplinary review by:</i>
0	Originaldokument	2022-07-27 Asgeir Kydland Lysdahl	2022-07-28 Saman Tavakoli 2022-07-29 Kate Robinson		

Dokument godkjent for utsendelse/ <i>Document approved for release</i>	Dato/<i>Date</i> 1. august 2022	Prosjektleder/<i>Project Manager</i> Håkon Heyerdahl
---	---	--

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: GeoMiljø – Offshore energi – Naturfare – GeoData og teknologi

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: Geotechnics and Environment – Offshore energy – Natural Hazards – GeoData and Technology.

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 autentsiteten 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.



NVE

Norges vassdrags- og energidirektorat

.....

MIDDELTHUNS GATE 29
POSTBOKS 5091 MAJORSTUEN
0301 OSLO
TELEFON: (+47) 22 95 95 95

www.nve.no