
RAPPORT

Krokstad sykehjem. RIG forprosjekt

OPPDRAGSGIVER

Drammen Eiendom KF

EMNE

Områdestabilitetsvurdering

DATO / REVISJON: 2021-12-15 / 00

DOKUMENTKODE: 10228034-01-RIG-RAP-001



Multiconsult

Denne rapporten er utarbeidet av Multiconsult i egen regi eller på oppdrag fra kunde. Kundens rettigheter til rapporten er regulert i oppdragsavtalen. Hvis kunden i samsvar med oppdragsavtalen gir tredjepart tilgang til rapporten, har ikke tredjepart andre eller større rettigheter enn det han kan utlede fra kunden. Multiconsult har intet ansvar dersom rapporten eller deler av denne brukes til andre formål, på annen måte eller av andre enn det Multiconsult skriftlig har avtalt eller samtykket til. Deler av rapportens innhold er i tillegg beskyttet av opphavsrett. Kopiering, distribusjon, endring, bearbeidelse eller annen bruk av rapporten kan ikke skje uten avtale med Multiconsult eller eventuell annen opphavsrettshaver.

RAPPORT

OPPDRAG	Krokstad sykehjem. RIG forprosjekt	DOKUMENTKODE	10228034-01-RIG-RAP-001
EMNE	Områdestabilitetsvurdering	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAGSGIVER	Drammen Eiendom KF	OPPDRAGSLEDER	Marina Jansen
KONTAKTPERSON		UTARBEIDET AV	Jo Forseth Indgaard
KOORDINATER	SONE: 33 ØST: 218625 NORD: 6635473	ANSVARLIG ENHET	10101020 Geoteknikk B&E
GNR./BNR./SNR.	238 / 259 / 0 / Drammen		

SAMMENDRAG

Drammen eiendom KF planlegger å bygge nytt sykehjem på et jorde vest for Krokstadelva sentrum. Tiltaket ligger under marin grense og det ble utført vurdering av områdestabilitet av Rambøll i 2013. Det kom en oppdatering av NVEs kvikkleireveileder i 2020 og Multiconsult har fått i oppdrag å gjøre oppdaterte vurderinger knyttet til områdestabiliteten etter denne veilederen, kalt NVEs veileder 1/2019 «Sikkerhet mot kvikkleireskred».

For å gjennomføre utgravingen kreves det sikring. Denne rapporten viser at sikring med kalksement er en gjennomførbart metode.

Oppsummert er kravene i NVEs veileder nr. 1/2019 oppfylt da det vurderes at planområdet:

- Ikke står i fare for å utløse et kvikkleireskred forutsatt at sikringstiltaket, for eksempel kalksementstabilisering etter beskrivelse i denne rapporten, utføres.
- Ikke står i fare for å bli involvert i skred som starter fra utenfor undersøkelsesområdet.
- Ikke ligger i utløpsområdet for skred fra utenfor egen tomt.

Det er utredet en kvikkleiresone for kvikkleireforekomsten på sykehjemstomten kalt «Krokstad Sykehjem.» Den plasseres i følgende klasser:

- Faregrad: Lav
- Skadekonsekvens: Mindre alvorlig
- Risikoklasse: 1 (tallverdi 0)

Vurderingen er gjort for dagens situasjon for en ubebygde tomt. Faresoneklassifiseringen må oppdateres etter ferdigstilling av tiltaket.

Denne rapporten må sendes på kvalitetskontroll av uavhengig foretak og sikringstiltaket beskrevet må detaljprosjekteres.

00	2021-12-15	Utarbeidelse	Jo Forseth Indgaard	Marina Jansen	Marina Jansen
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

INNHOLDSFORTEGNELSE

1	Innledning	5
2	Regelverk og krav	5
3	Grunnlag.....	5
3.1	Topografi.....	5
3.2	Kvartærgeologisk kart.....	6
3.3	Tidligere utførte grunnundersøkelser.....	7
4	Utredning av områdeskredfare	7
5	Vurdere skredmekanisme og avgrens løsne- og utløpsområder	8
5.1	Registrerte faresoner i området	8
5.2	Avgrens områder med mulig marin leire	9
5.3	Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred	9
5.4	Bestem tiltakskategori	9
5.5	Gjennomgang av grunnlag – identifikasjon av kritiske skrån timer og mulig løsneområde	10
5.6	Befaring.....	10
5.7	Gjennomfør grunnundersøkelser	10
5.8	Vurder aktuelle skredmekanismer og avgrens løsne- og utløpsområder	10
5.8.1	Skredmekanisme.....	10
5.8.2	Løsneområder	11
5.9	Utløpsområde	12
5.10	Klassifisering av faresone.....	12
5.11	Dokumentér tilfredsstillende sikkerhet	12
5.11.1	Før tiltak.....	13
5.11.2	For tiltak.....	13
5.11.3	Bakgrunn stabilitetsanalyser.....	15
6	Påvirkning fra utenfor planområdet.....	16
7	Konklusjon.....	16
8	Referanser	16

TEGNING

10228034-RIG-TEG

- 001 Borplan med markering av sannsynlighet for kvikkleire
- 002 Kart med markert avgrensning av løsne- og utløpsområde

VEDLEGG

Vedlegg 1 – Risiko- og faregradsvurdering

1 Innledning

Drammen eiendom KF planlegger å bygge nytt sykehjem på et jorde vest for Krokstadelva sentrum. Tiltaket ligger under marin grense og det ble utført vurdering av områdestabilitet av Rambøll i 2013. Det kom en oppdatering av NVEs kvikkleireveileder i 2020 og Multiconsult har fått i oppdrag å gjøre oppdaterte vurderinger knyttet til områdestabiliteten etter denne veilederen, kalt NVEs veileder 1/2019 «Sikkerhet mot kvikkleireskred» [1].

Grunnforholdene og tiltakets tiltakskategori (K4) innebærer at alle steg i prosedyren i NVE 1/2019 har måttet bli vurdert. I tillegg er det gjort vurderinger om det planlagte tiltaket er gjennomførbart, og om tiltaket kan bli påvirket av et områdeskred som starter utenfor egen tomt.

Rambøll gjennomførte en stabilitetsvurdering for sykehjemstomten i 2013 (se 6131655-2 «Krokstad sykehjem. Stabilitetsvurdering», datert 2013-12-09 [2]) og denne er brukt som grunnlag for deler av vurderingene presentert i denne rapporten.

2 Regelverk og krav

For den geotekniske vurderingen som følger i denne rapporten er prosedyren presentert i NVEs veileder 1/2019 fulgt. Følges denne prosedyren vurderes sikkerheten mot områdeskred i kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper. Prosedyren beskriver stegvis hvordan området bør undersøkes for å avdekke om tiltaket kan stå i fare for å bli berørt av et områdeskred. Videre beskrives hvordan aktsomhetsområder (områder med potensiell fare for skred) kan bli kartlagt, og videre hvilke krav bygging i slike aktsomhetsområder stiller.

Oppsummert kan kravene knyttet til kvikkleireproblematikk etter NVEs veileder nr. 1/2019 sies å være oppfylt om følgende verifiseres:

1. Bygging skal ikke utløse skred i kvikkleire.
2. Bygg skal ikke bli involvert i et kvikkleireskred som starter et annet sted, men som deretter suksessivt utvider seg.
3. Bygg skal ikke bli truffet av skredmasser fra et kvikkleireskred.

Vurderingene gjennomført i denne rapporten skal kvalitetssikres av uavhengig foretak.

Sikkerhet mot andre naturpåkjenninger som for eksempel flom og skred i bratt terreng er ikke behandlet i denne rapporten og må eventuelt ta hensyntas av andre videre i prosjektet.

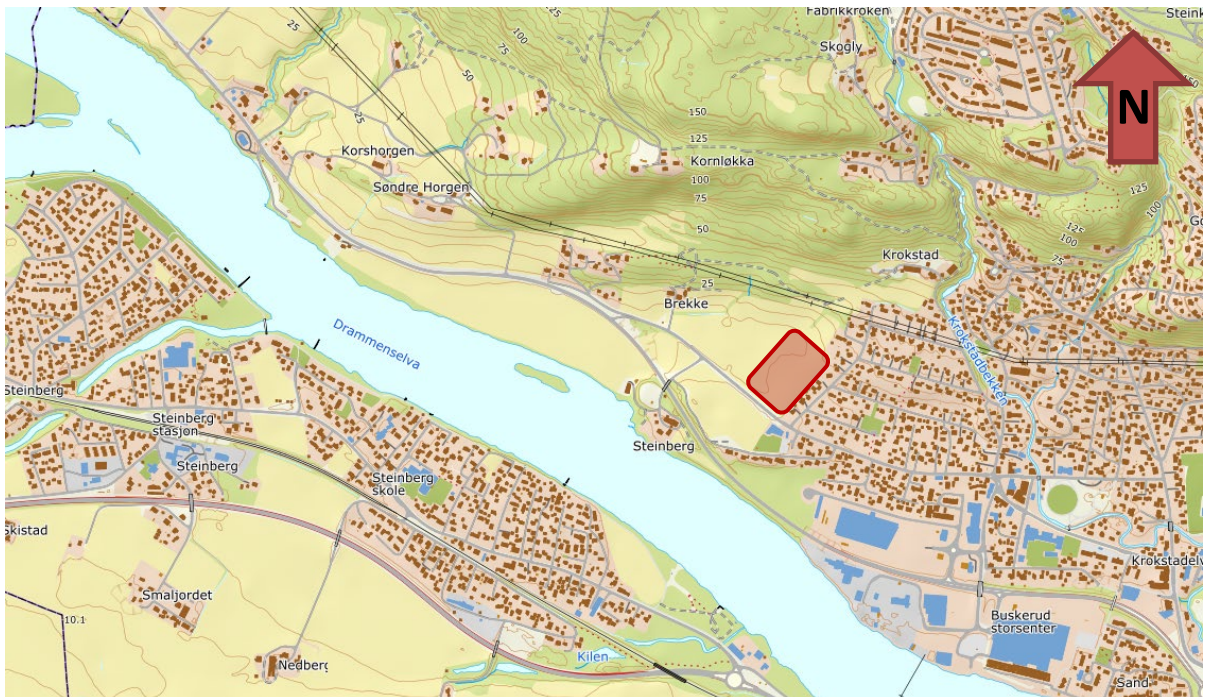
3 Grunnlag

3.1 Topografi

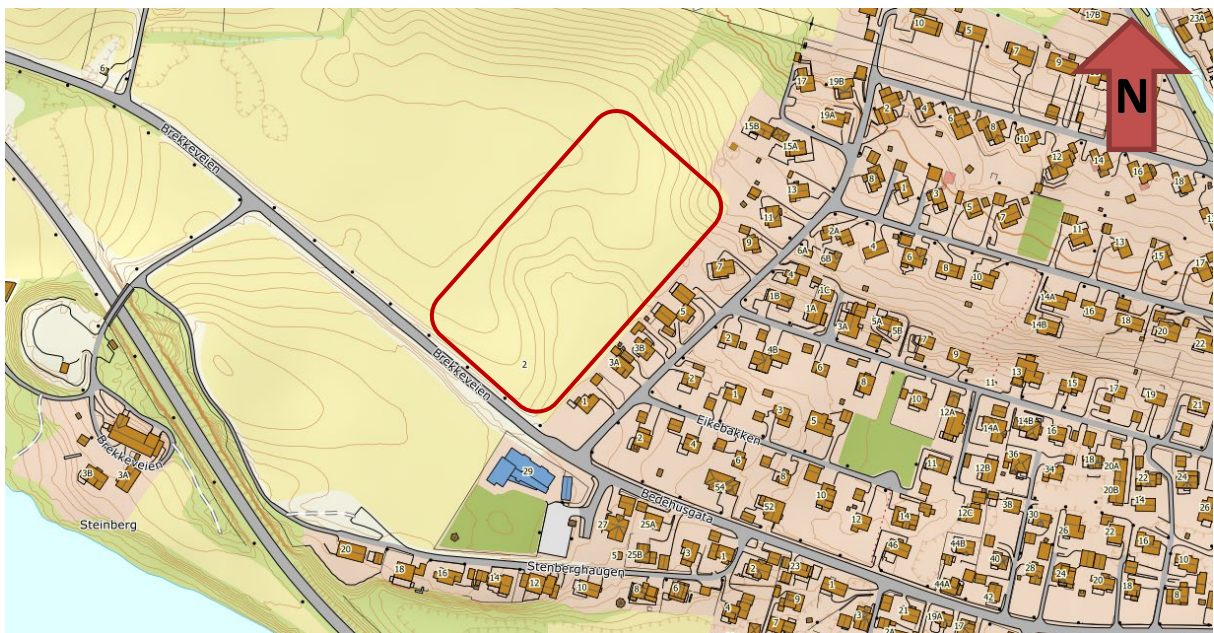
Planområdet ligger i det større bilde på et platå mellom Drammenselva i bunn (kote +2 i elvekant, 0,2 km sørvest for plangrensen) og dalskråningen opp mot Finnemarka (kote +150 for nærmeste topp, 0,6 km nord for plangrensen), se Figur 3-1.

Selve planområdet befinner seg på et jorde vest for tettstedet Krokstadelva. Terrenget strekker seg fra kote +9 i bunn i vest opp til kote +17 i nordøst. Området består av to mindre ravineformasjoner med en generell skråningshøyde på ca. 5 meter, se Figur 3-2.

Mot øst og vest er terrenget i hovedsak flatt. Mot nord heller terrenget bratt opp med en helning på ca. 1:4, mens det mot sør er flatt i 0,1 km før terrenget faller av med en 10 meter høy skråning med helning på opp mot 1:1,5.



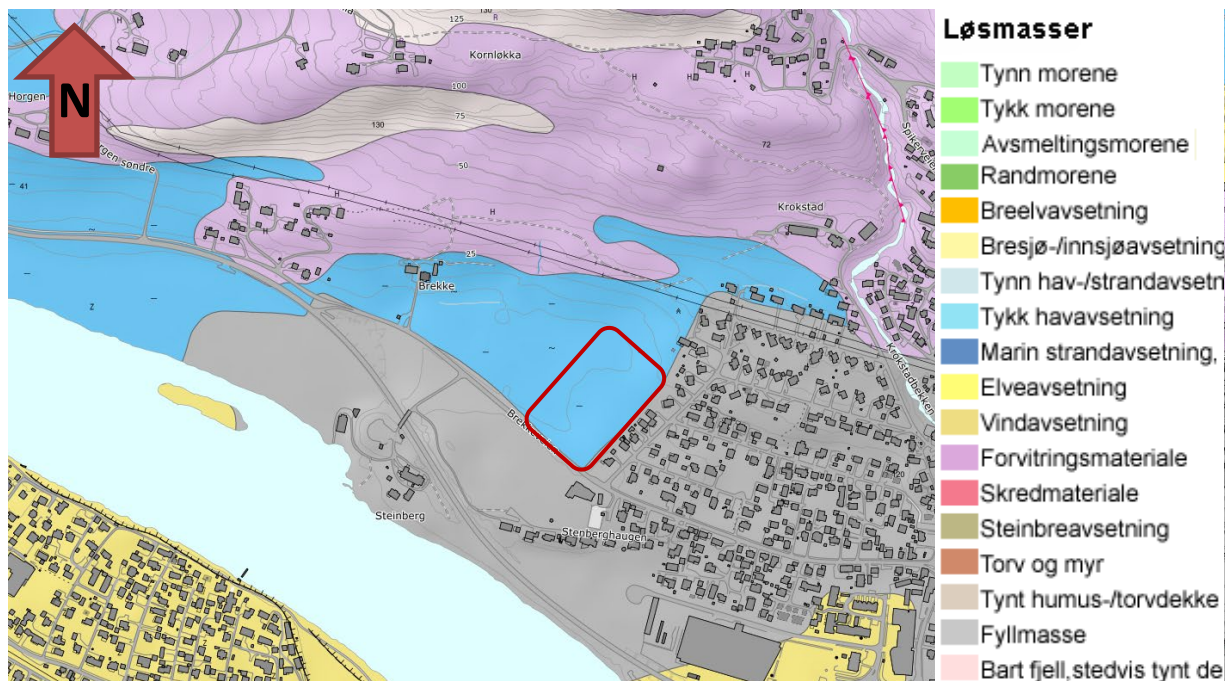
Figur 3-1 Oversiktskart hentet fra Norgeskart [3]. Planområdet er markert i rødt.



Figur 3-2 Detaljert oversiktskart over området.

3.2 Kvantærgeologisk kart

Kvantærgeologisk kart over området, se Figur 3-3, viser at planområdet består av tykk havavsetning. Havavsetning forventes å bestå av i hovedsak finkornig masser som leire og silt. Rett øst for planområdet består grunnen tilsynelatende av fyllmasser (tilførte eller sterkt påvirkede løsmasser).



Figur 3-3 Kvartærgeologisk kart hentet fra NGU [4]. Planområdet markert i rødt.

3.3 Tidligere utførte grunnundersøkelser

Det er gjennomført grunnundersøkelser i området i fire omganger. Disse er presentert i følgende rapporter:

- 10225392-01-RIG-RAP-001 «Fv. 283 Krokstad. Datarapport – Geotekniske grunnundersøkelser» av Multiconsult, datert 2021-05-25 [5]
- 10216196-02-RIG-RAP-001 «Krokstad Sykehjem. Datarapport – Geotekniske grunnundersøkelser» av Multiconsult, datert 2020-06-16 [6]
- 918/1 «Grunnundersøkelser for planlagt bebyggelse i Brekkeveien 2.» av GeoStrøm, datert 2013-05-21 [7].
- 6131655-1 «Krokstad sykehjem. Grunnundersøkelser Datarapport» av Rambøll, datert 2013-11-14 [8].

Borhullene er presentert på tegning -001 med ulike prefiks for hver enkelt rapport. På denne tegningen presenteres også en tolkning av hvert enkelt borehull om det anses sannsynlig at jorden har sprøbruddegenskaper (kvikkleire) i dette punktet. Markeringen er basert på følgende skala:

- Rød - Påvist kvikkleire i prøveserie eller sterke indikasjoner på totalsondering
- Oransje - Mulig kvikkleire basert på totalsonderinger
- Grønn - Påvist ikke kvikkleire i prøveserie eller ingen indikasjoner på kvikkleire i totalsondering

4 Utredning av områdeskredfare

Kapittel 3.2 i NVE-veilederen 1/2019 beskriver en prosedyre for vurderinger og avgrensning av aktsomhetsområdet for skredfare. Prosedyren inneholder totalt 11 punkter hvor de tre første er for å avgrense aktsomhetsområder og de sju siste for utredning av faresoner med tilhørende dokumentasjon.

Antall punkter i prosedyren som må behandles er avhengig av planfase og krav for nøyaktighet av utredningene. Dersom det under gjennomgang av prosedyren kan konkluderes med at det ikke er

fare for områdeskred er det ikke nødvendig å gå videre i prosedyren. Utredningen kan dermed avsluttes. I dette prosjektet har alle punktene måttet bli behandlet.

Tabell 1 oppsummerer gjennomgangen av prosedyren for vurdering av områdestabilitet for Krokstad sykehjem.

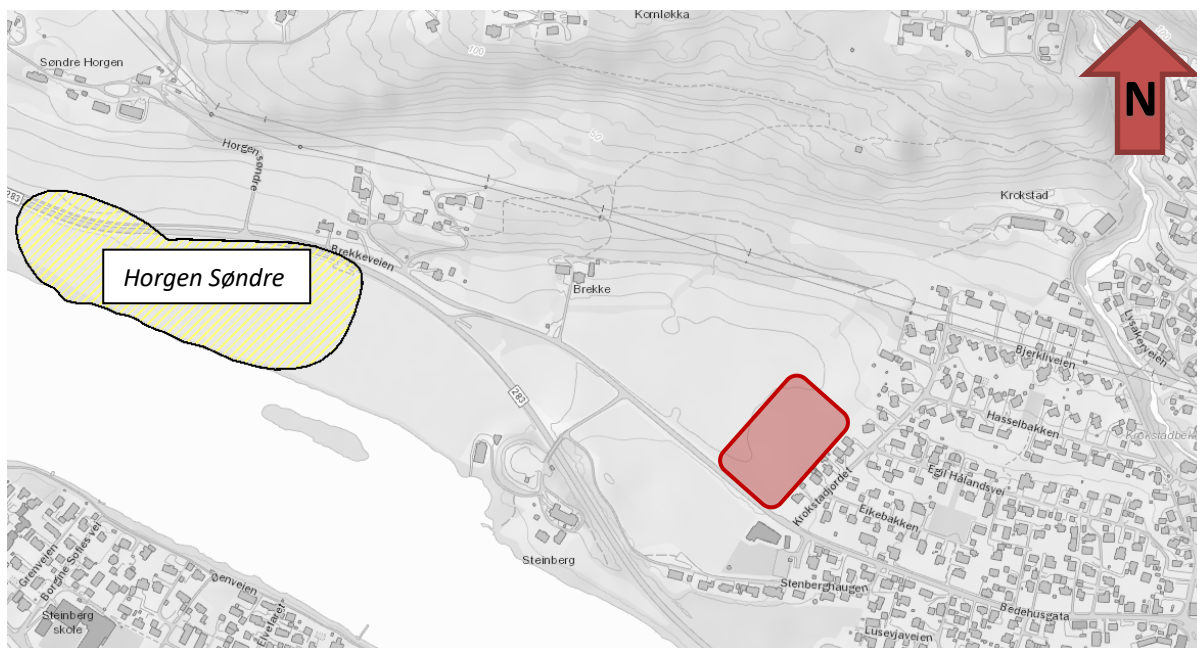
Tabell 1 Gjennomgang av prosedyre for utredning av områdestabilitet etter NVE 1/2019.

	Oppgave	Kommentar
1.	Undersøk om det finnes registrerte faresoner (kvikkleiresoner) i området.	Det ligger en kvikkleiresone ca. 0,5 km vest for planområdet, se kap. 5.1.
2.	Avgrens områder med mulig marin leire	Området med marin grense er avgrenset av NGUs kart «mulighet for marin leire» se kap. 5.2.
3.	Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred.	Avgrenset grovt ved å se på selve planområdet samt hele skråningen med marine avsetninger nord/nordøst og sør for planområdet.
4.	Bestem tiltakskategori	Sykehjemmet er plassert i tiltakskategori K4 da tiltaket medfører større personopphold.
5.	Gjennomgang av grunnlag – identifikasjon av kritiske skråninger og mulig løsneområde	Avgrenset til sentrale deler av området, se kap. 5.5 og Figur 5-3.
6.	Befaring	Befaring foretatt ved hjelp av Google streetview.
7.	Gjennomfør grunnundersøkelser	Grunnundersøkelser er utført i flere omganger og omfanget er vurdert som tilstrekkelig.
8.	Vurder aktuelle skredmekanismer og avgrens løsne- og utløpsområder	Relevant skredmekanisme antas være rotasjonsskred. Se kapittel 5.2 t.o.m. 5.4.
9.	Klassifiser faresone	Sonen er klassifisert, se vedlegg 1.
10.	Dokumentér tilfredsstillende sikkerhet	Sikkerheten for nåsituasjonen er tilfredsstillende. Det er behov for stabiliserende tiltak knyttet til tiltaket, se kap.
11.	Meld inn faresoner og grunnundersøkelser	Faresonen vil bli meldt inn etter gjennomført kvalitetssikring av uavhengig foretak.

5 Vurdere skredmekanisme og avgrens løsne- og utløpsområder

5.1 Registrerte faresoner i området

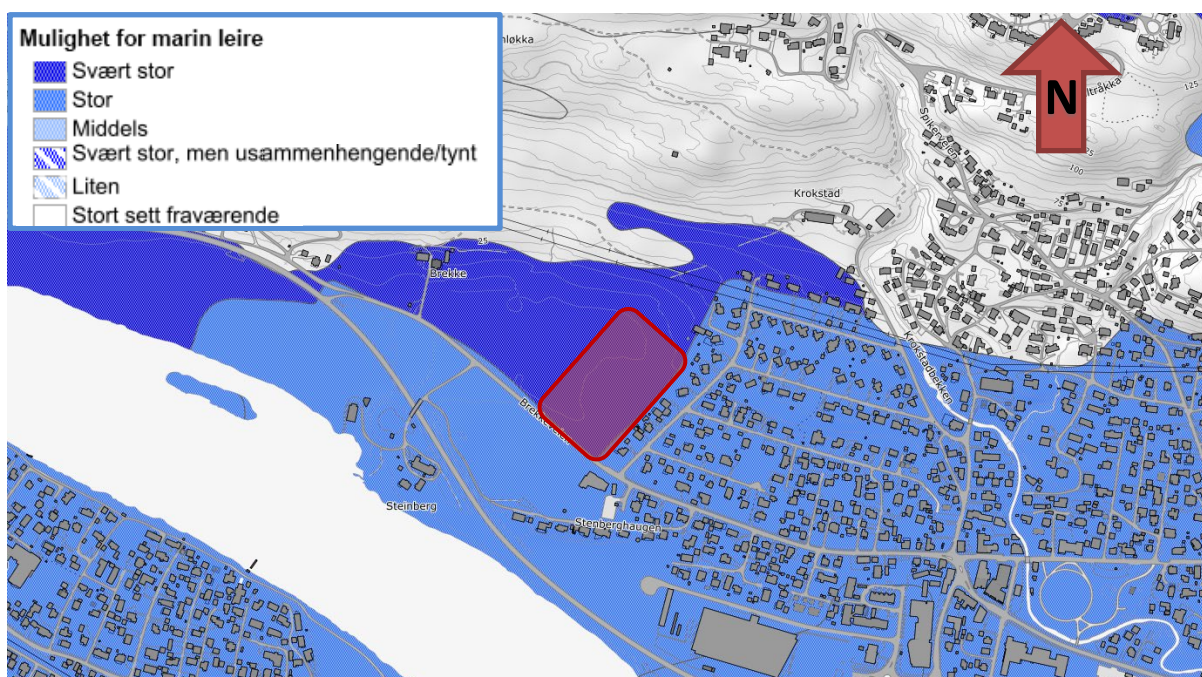
Den nærmestliggende kvikkleiresonen ligger ca. 0,5 km vest for planområdet. Sonen heter *Horgen Søndre* og er klassifisert med faregrad lav, konsekvens *mindre alvorlig* og plassert i *risikoklasse 2*.



Figur 5-1 Registrerte faresoner for kvikkleireskred i NVE Atlas [9].

5.2 Avgrens områder med mulig marin leire

Utsnitt fra NGUs kart mulighet for marin leire er presentert i Figur 3-4. Planområdet befinner seg i et område med svært stor mulighet for marin liere. Rett øst for området anses muligheten som stor.



Figur 5-2 Kartklipp fra NGUs kart "Mulighet for marin leire" [10]. Planområdet markert i rødt.

5.3 Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred.

Avgrenset grovt ved å se på selve planområdet samt hele skråningen (brattere enn 1:20) med marine avsetninger nord/nordøst og sør for planområdet.

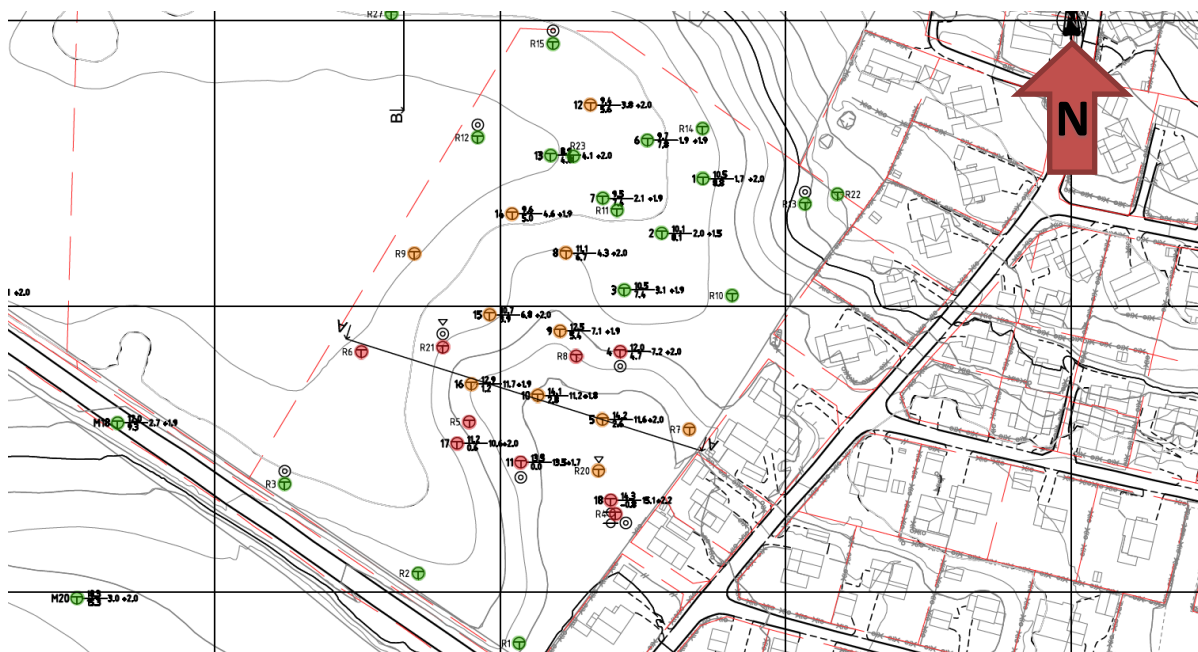
5.4 Bestem tiltakskategori

Sykehjemmet er plassert i tiltakskategori K4 da tiltaket medfører større personopphold.

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

Faresoner for kvikkleireskred er betegnelsen på utredede områder som har grunn- og topografiske forhold som kan innebære risiko for områdeskred.

Mot øst og vest er terrenget tilnærmet flatt, mens forekomsten av kvikkleire i området rundt tiltaket begrenser seg til et mindre område sentralt på planområdet, se Figur 5-1. Med den klare avgrensningen både mot nord og sør, og topografien mot øst/vest vil løsneområdet være bestemt av skrånningen tilsvarende den som er presentert i snitt A.



Figur 5-3 Utsnitt fra tegning -001 som viser planområdet med utførte grunnundersøkelser. Fargemarkering etter beskrivelse i kap 3.3.

5.6 Befaring

Befaring foretatt ved hjelp av Google streetview [11].

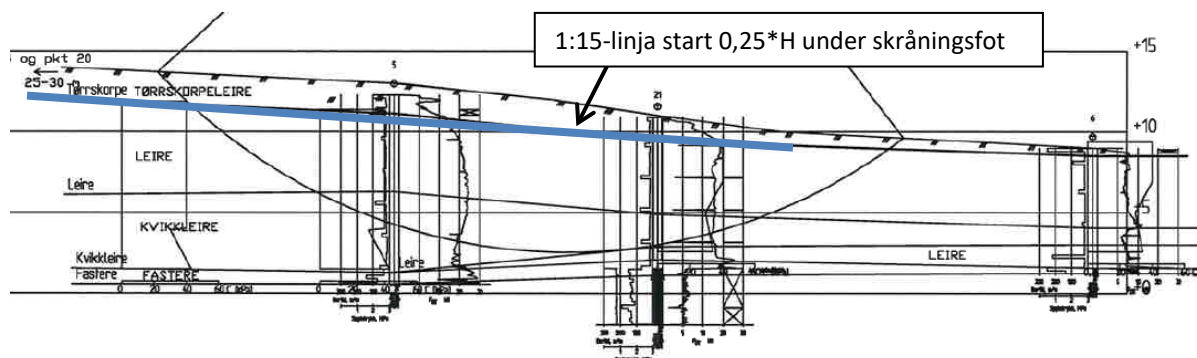
5.7 Gjennomfør grunnundersøkelser

Grunnundersøkelser er utført i flere omganger og omfanget er vurdert som tilstrekkelig.

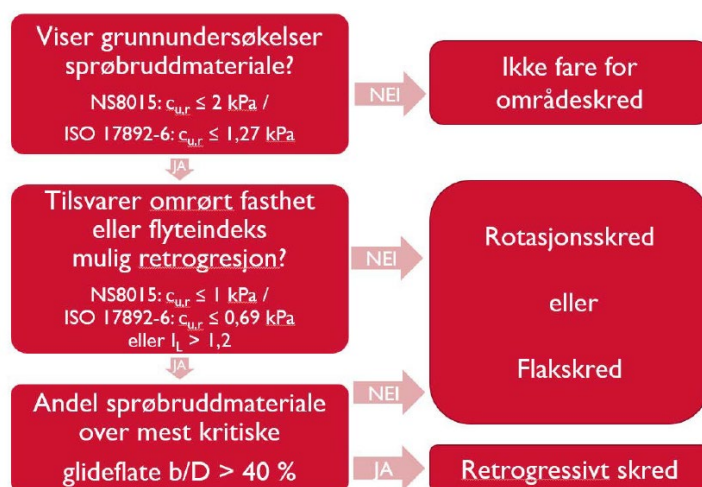
5.8 Vurder aktuelle skredmekanismer og avgrens løsne- og utløpsområder

5.8.1 Skredmekanisme

Ved å se på lagdelingen i det kritiske snittet i tegning nr. 205 i rapport 6131655, se Figur 5-4, kan det slås fast at største andel sprøbruddmateriale over 1:15-linjen fra 0,25 ganger skråningshøyden under skråningsfoten er langt under 40 %. Dette betyr at aktuell skredmekanisme for skrånningen er rotasjonsskred eller flakskred etter figur 4.3 i NVE 1/2019, se Figur 5-2.



Figur 5-4 Utsnitt fra profil A-A hentet fra tegning 205 i rapport 613165.



Figur 5-5 Flytskjema for vurdering av aktuell skredmekanisme. Tilsvare figur 4.3 i NVE 1/2019.

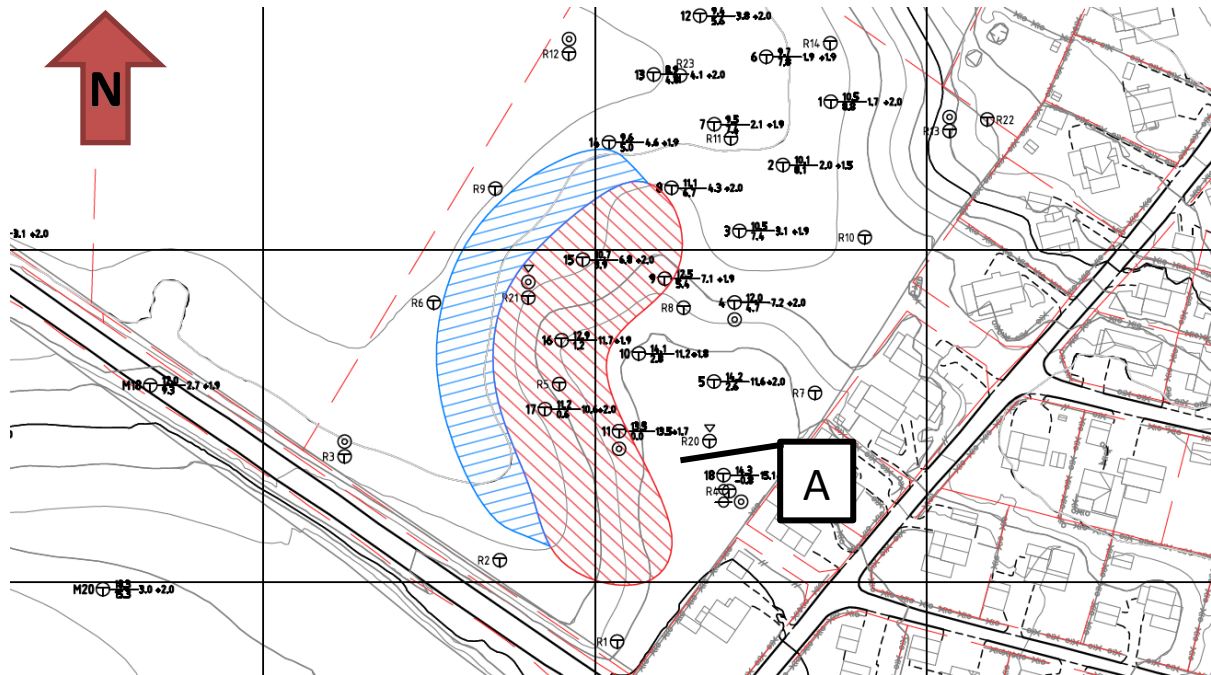
Videre vurderes rotasjonsskred å være den relevante skredmekanismen basert på at terrenget ikke er jevnt hellende, og at forekomsten av kvikkleire er dyp og tilsynelatende homogen.

5.8.2 Løsnedområder

Et løsnedområde er betegnelsen på det terreng som kan bli tatt med og inkludert i et områdeskred. Størrelsen på løsnedområdet blir bestemt ut fra antatt sannsynlig skredtype og erfaringsdata fra tidligere skred for samme skredtype.

Lengden til et rotasjonsskreds løsnedområde bestemmes konservativt til 5 x skråningshøyden, som i dette tilfellet blir 30 m.

Løsnedområdet er videre begrenset i planet til områder med påvist, eller antatt, sprøbruddmateriale. Se rød skravur i tegning -002 og Figur 5-6 for markering av løsnedområdet.



Figur 5-6 Utsnitt fra RIG-TEG-002 som viser avgrenset løsnområde i rødt og utløpsområdet i blått. Markering av A viser til samme punkt i planet i Figur 5-6, Figur 6-1 og Figur 6-2.

5.9 Utløpsområde

Utløpsområdet er betegnelsen på arealet hvor skredmassene kan avsettes nedstrøms løsnområdet.

Størrelsen på utløpsområdet bestemmes av empiriske relasjoner funnet i studier av historiske kvikkleireskred. For et rotasjonsskred er utløpsområdet 0,5 x løsnområdets lengde, som i dette tilfellet blir 15 m.

Se blå skravur i tegning -002 eller Figur 5-6 for markering av utløpsområdet.

5.10 Klassifisering av faresone

Sonen er gitt navnet *Krokstad sykehjem* og er klassifisert iht. NVE Ekstern rapport 9/2020 [12] for plassering i både faregrad-, skadekonsekvens- og risikoklasse. Vurderingen er presentert i detalj i Vedlegg 1.

Sonen plasseres i følgende klasser:

- Faregrad: *Lav*
- Skadekonsekvens: *Mindre alvorlig*
- Risikoklasse: *1 (tallverdi 0)*

Vurderingen er gjort for dagens situasjon for en ubebygde tomt. Faresoneklassifiseringen må oppdateres etter ferdigstilling av tiltaket.

5.11 Dokumentér tilfredsstillende sikkerhet

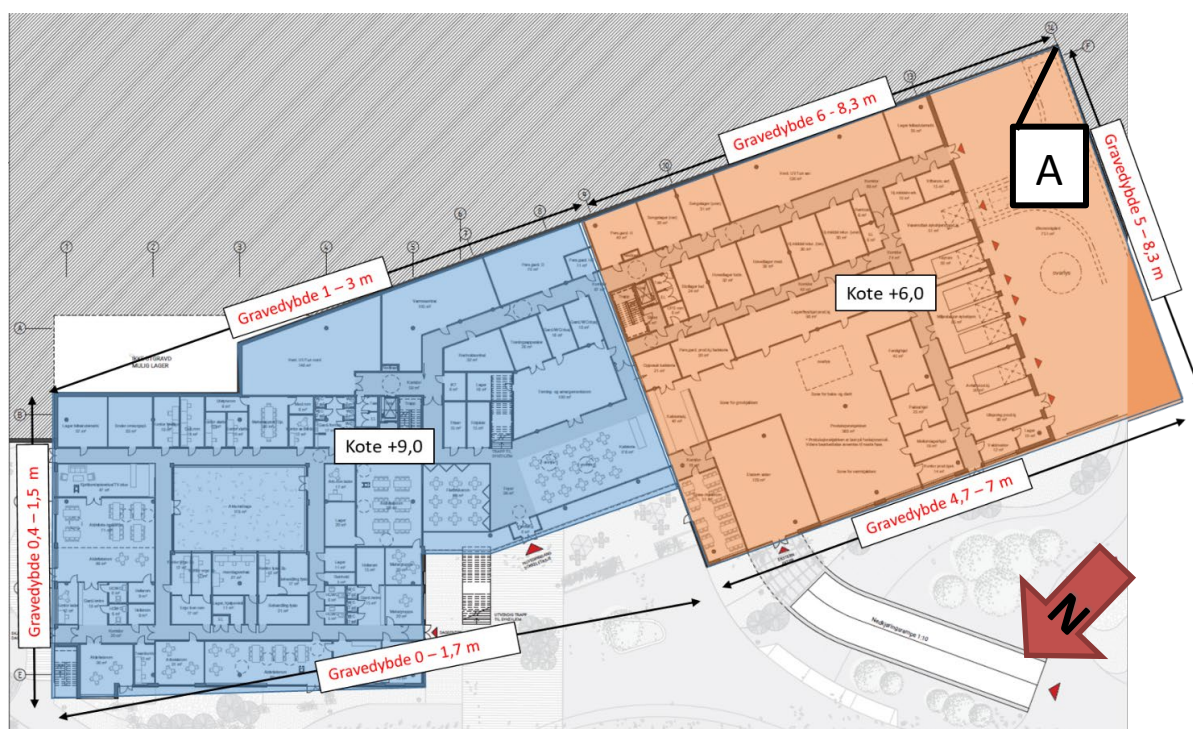
For tiltak i tiltakskategori K4 hvor det vil skje en forverring av stabiliteten kreves det absolutt sikkerhetsfaktor $F_{cu} \geq 1,61$ (udrenert/korttidsstabilitet) og $F_{c\phi} \geq 1,25$ (drenert/ langtidstabilitet) i alle faser av utbyggingen, samt i permanentfasen.

5.11.1 Før tiltak

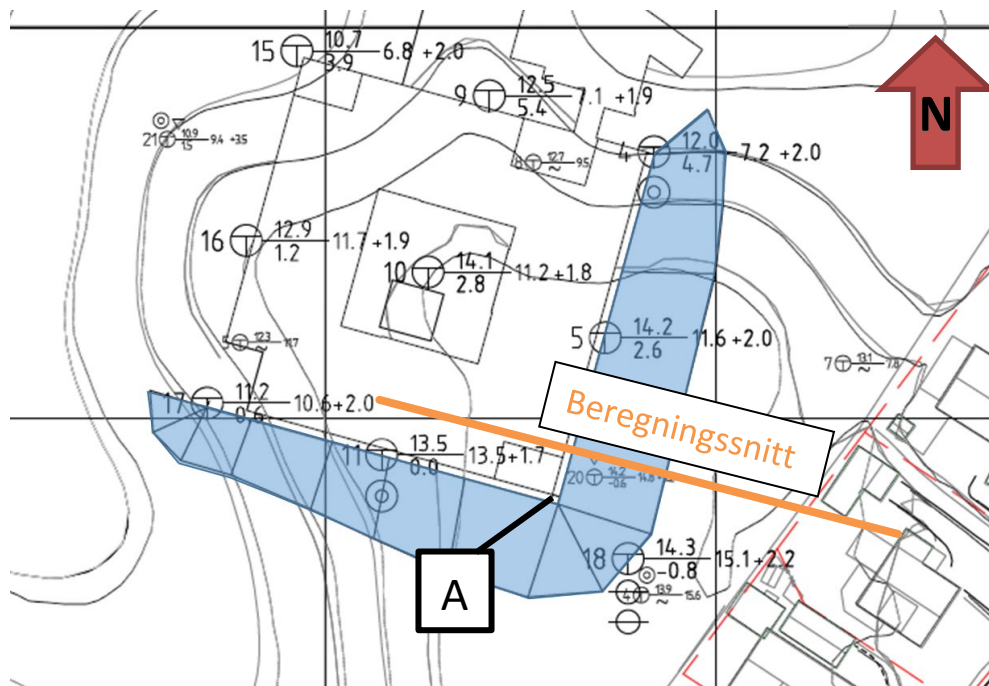
Sikkerheten for den kritiske skråningen (snitt A i Figur 5-3) på planområdet før utbygging er identifisert og behandlet av Rambøll i 2013, se rapport 6131655-2 «Krokstad sykehjem. Stabilitetsvurdering» [2]. Stabiliteten er beregnet til $F_{cu} = 2,34$ og $F_{c\phi} = 2,86$ som for begge tilfellene er betydelig over kravene om skråningsstabilitet.

5.11.2 For tiltak

Utgravingen som kreves for å oppføre sykehjemmet vil medføre gravedybder på opp mot ca. 8,3 meter, se Figur 6-1 og Figur 6-2 for illustrasjoner av gravedybder og hvor disse blir størst. Dypeste gravenivå (kote +6) tilsvarer omtrent overgangen mellom leire og kvikkleire. Denne utgravingen medfører en forverring av stabiliteten og det kreves derfor en absolutt sikkerhetsfaktor $F_{cu} \geq 1,61$. Drenert tilstand er ikke relevant da det er en midlertidig utgraving.



Figur 6-7 Planskisse som med graveplanum og omtrentlige utgravingsdybder. Markering av A viser til samme punkt i planet i Figur 5-6, Figur 6-1 og Figur 6-2.



Figur 6-8 Omtrentlig utstrekning av graveskråningen for utgraving til kote +6 for parkeringskjeller, forutsatt helning 1:1,5. Markering av A viser til samme punkt i planet i Figur 5-6, Figur 6-1 og Figur 6-2.

For å kunne utføre denne utgravingen med tilfredsstillende sikkerhet kreves det sikringstiltak. I denne fasen er sikring med kalksementpeler undersøkt og funnet å være en gjennomførbar løsning som gir tilfredsstillende sikkerhet.

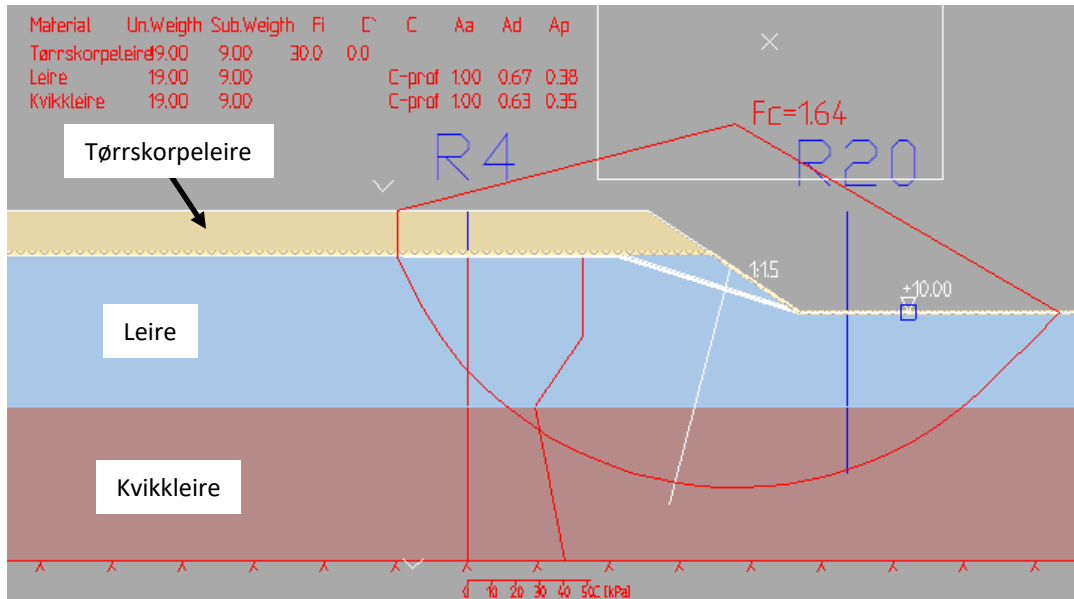
Den mest kritiske delen av byggegropen er undersøkt hvor total gravedybde er 8,3 meter (fra kote +14,3 til +6.) Konklusjonen er at ved bruk av graveskråninger på 1:1,5 kan første gravenivå være ned til kote +10 (se Figur 7-3) før det må installeres kalksementpeler 4,5 meter ut fra ytterkant på graveplanum fra kote +9 og ned til berg. Etter 28 dager herdetid eller dokumentert oppnådd skjærfasthet på minimum 80 kPa i den kalksementstabiliserte leiren kan det så graves åpent ned til endelig graveplanum på kote +6,0, se Figur 7-4.

Det forutsettes en dekningsgrad på 50 % som tilsvarer en gjennomsnittlig skjærstyrke på 80 kPa og 150 kPa for hhv. leire og kvikkleire etter 28 dager herdetid bestemt ut ifra laborieundersøkelser i 2020. Se kapittel 5.11.3 for utfyllende bakgrunn for stabilitetsberegningene.

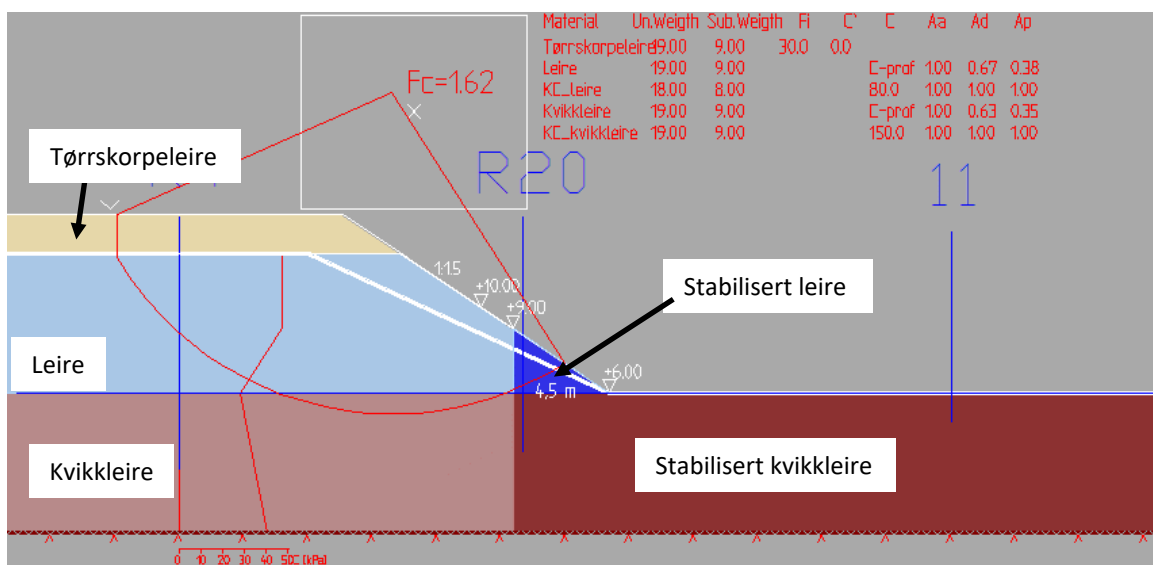
Presentert løsning er kun en av flere muligheter som kan oppnå tilstrekkelig sikkerhet. Løsningen er ikke optimalisert, men må ses på som et bevis på at stabilitetsutfordringene kan bli løst og at prosjektet er gjennomførbart ut ifra et områdestabilitetssynspunkt.

Bli det valgt å benytte kalksementstabilisering må løsningen detaljprosjekteres før arbeidene settes i gang. For å minimere bruken av kalksement bør løsningen optimaliseres ved å se på bruk av for eksempel slakere graveskråninger, spunt, flere laborieforsøk, lengre herdetid på laborieforsøk, avslaking, drenering, forbelastning mm.

Det gjøres også oppmerksom på at metodene på laborieforsøkene for å ta frem skjærstyrkeparameterne for kalksementstabilisert leire har blitt utviklet siden 2020. De nye metodene ville med stor sannsynlighet ha gitt høyere oppnådd skjærstyrke og således kunne redusert mengden kalksement brukt i prosjektet.



Figur 6-9 Utsnitt fra stabilitetsberegning for første gravenivå.



Figur 6-10 Utsnitt fra stabilitetsberegning for fullt utgravd byggegrøp.

5.11.3 Bakgrunn stabilitetsanalyser

Skjærstyrkeprofil

Skjærstyrkeprofil benyttet i beregningene er vist i Figur 6-3 og Figur 6-4. Skjærstyrkeprofilen er tolket fra utførte CPTU, prøveserie fra borpunkt 4 i 6131655-02, prøveserier fra borpunkt 4 og 11 i 10216196-02-RIG-RAP-001, samt erfaringsverdier fra norske leirer.

Konus- og enaksialforsøk viser at leirlaget over kvikkleira har en udrenert direkte skjærstyrke på ca. 30 kPa. Dette gir udrenert aktiv skjærstyrke på ca. 48 kPa. Minimumsverdier for udrenert skjærstyrke, $c_u A = 0,25 \cdot p_o'$, er benyttet fra erfaringsverdier for norske leirer [13].

Anisotropifaktorer

Anisotropifaktorer er basert på omforente sammenhenger med målt plastisitetindeks (I_p) [14].

KS-stabilisering

I forbindelse med grunnundersøkelsene i 2020 ble det utført innblandingsforsøk med kalksement fra borpunkt 11, fra dybde 5,5 m og dybde 10,5 m. Innblandingsforsøkene er utført med Multicem med innblandingsmengde 100 kg/m³ og det er benyttet 50 % CKD og 50 % sement.

Basert på utførte enaksialforsøk på kalk-/sementstabilisert leire er det målt en skjærstyrke etter 28 dager på ca. 160 kPa for laget av leire og ca. 300 kPa for laget av kvikkleire. Forutsatt en dekningsgrad på 50 % vil dette tilsvare en gjennomsnittlig skjærstyrke på hhv. 80 kPa og 150 kPa som er verdier benyttet i stabilitetsberegningene.

6 Påvirkning fra utenfor planområdet

Planområdet anses ikke stå i fare for å bli truffet av skredmasser fra et eventuelt områdeskred som starter i skråningen nord for planområdet da det ikke befinner seg sprøbruddeleire i denne skråningen. Se tegning -001 for klassifisering av borpunkter i nevnte skråning. Med bakgrunn i det omfattende grunnundersøkelsesprogrammet som er gjort i skråningene sett i sammenheng med NGUs kart «mulighet for marin leire», se Figur 5-2, anses dette være en konklusjon som er gyldig for hele skråningen som eventuelt ville ha hatt et utløpsområde over planområdet.

Planområdet står heller ikke i fare for å bli inkludert i et skred som starter utenfor området og suksessivt utvider seg til planområdet. Dette skyldes at det mellom den kritiske skråningen i sør og planområdet ikke er leire med sprøbruddkarakter.

7 Konklusjon

Oppsummert kan kravene i NVEs veileder nr. 1/2019 sies å være oppfylt:

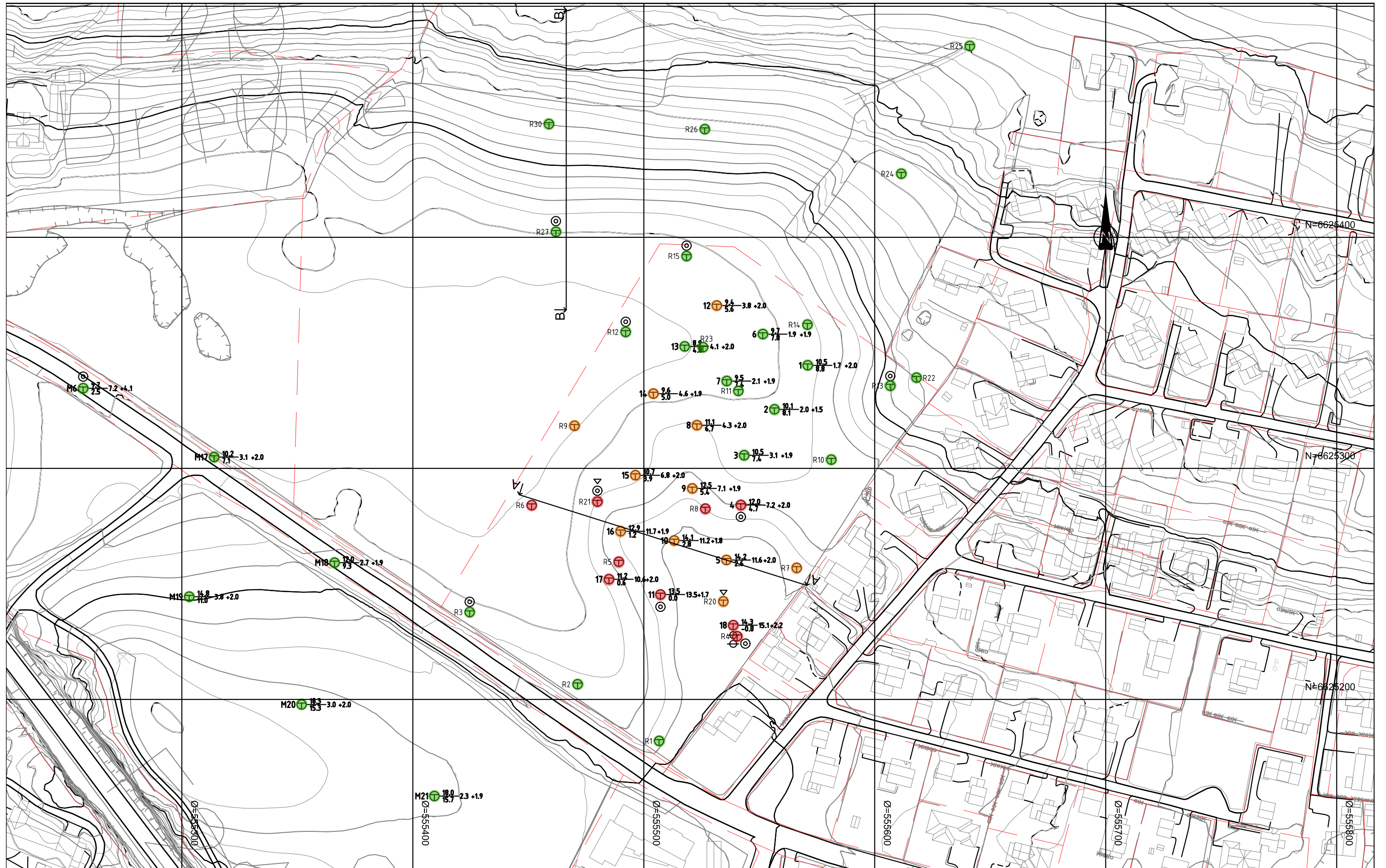
- Det vurderes at planområdet ikke står i fare for å utløse et kvikkleireskred om overnevnte sikringstiltak utføres.
- Det vurderes at planområdet ikke vil bli involvert i skred fra utenfor undersøkelsesområdet.
- Det vurderes at planområdet ikke vil bli påvirket av skredmasser fra et evt. skred i nærliggende kvikkleiresoner.

Det poengteres at denne rapporten må sendes på kvalitetskontroll av uavhengig foretak og at sikringstiltaket må detaljprosjekteres.

8 Referanser

- [1] Norges vassdrags- og energidirektorat, «Sikkerhet mot kvikkleireskred: Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper», NVE, Oslo, Veileder 1/2019, des. 2020.
- [2] Rambøll, «Krokstad sykehjem. Stabilitetsvurdering», 6131655–2, des. 2013.
- [3] Kartverket, «Norgeskart», *Norgeskart*. <http://www.norgeskart.no>
- [4] «NGU kvartærgeologisk kart». <http://geo.ngu.no/kart/losmasse/>
- [5] «Fv. 283 Krokstad. Datarapport – Geotekniske grunnundersøkelser», 10225392-01-RIG-RAP-001, mai 2021.
- [6] Multiconsult Norge AS, «Krokstad Sykehjem. Datarapport – Geotekniske grunnundersøkelser», 10216196-02-RIG-RAP-001, jun. 2020.
- [7] GeoStrøm, «Grunnundersøkelser for planlagt bebyggelse i Brekkeveien 2.», 918/1, mai 2013.
- [8] Rambøll, «Krokstad sykehjem. Grunnundersøkelser Datarapport», 6131655–1, nov. 2013.
- [9] (NVE) Norges vassdrags- og energidirektorat, «Kvikkleirekart NVE Atlas», *NVE Atlas*. <https://atlas.nve.no/Html5Viewer/index.html?viewer=nveatlas#>

- [10] NGU, «Mulighet for marin leire (MML)», NGU.
- [11] Google, «Google Maps m/street view (<https://maps.google.com/>)», *Google Maps*.
<https://maps.google.com/>
- [12] NVE, «Oversiktskartlegging og klassifisering av faregrad, konsekvens og risiko for kvikkleireskred : metodebeskrivelse», Ekstern rapport 9/2020, nov. 2020.
- [13] NIFS, «Valg av karakteristisk cuA-profil basert på felt- og laboratorieundersøkelser.», Rapport 77/2014, 2014.
- [14] V. Thakur *mfl.*, «En omforent anbefaling for bruk av anisotropifaktorer i prosjektering i norske leirer», Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE), Statens Vegvesen (SVV) og Jernbaneverket (JV), NIFS rapport 14/2014, jan. 2014. [Online]. Tilgjengelig på:
http://www.google.no/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CB4QFjAAahUKEwjph6iNrvPGAhWfKSwKHY6iCwM&url=http%3A%2F%2Fwebby.nve.no%2Fpublikasjoner%2Frapport%2F2014%2Frapport2014_14.pdf&ei=vPixVem5HYWjsgGOxa4Y&usg=AFQjCNFK2WfQ8A2IcC3AD4IL00vCX9K0vA&sig2=zUFtBvtv8oXiCiiVyGXPUA&bvm=bv.98476267,d.bGg



SYMBOLER

- Dreiesondering ✦ Fjellkontrollboring ⊙ Prøveserie/Skovlboring ⊕ Poretrykksmåling
 - Enkel sondering ⬇ Dreitrykkssondering □ Prøvegrop ▲ Fjell i dagen
 - ▽ Trykksøndering ⊕ Totalsøndering + Vingeboring
- Borhull nr. $\frac{\text{Terreng (bunn) kote}}{\text{Antatt fjellkote}}$ Boret dybde + (boret i fjell)
- Koordinatsystem: EUREF89, UTM-sone 32

Boringer uten prefix er hentet fra Multiconsults rapport 10216196-01-RIG-RAP-001
 Boringer med prefix M er hentet fra Multiconsults rapport 10225392-01-RIG-RAP-001
 Boringer 1-15 med prefix R er hentet fra GeoStrøms rapport 918-1 (Boringene er hentet fra scannet PDF og er derfor ikke helt nøyaktig plassert)
 Boringer 16-30 med prefix R er hentet fra Rambølls rapport 6131655-01 (Boringene er hentet fra scannet PDF og er derfor ikke helt nøyaktig plassert)
 Profiler hentet fra Rambølls rapport 6131655-02 (Profilene er hentet fra scannet PDF og er derfor ikke helt nøyaktig plassert)

- SANNSYNLIG KVIKKLEIRE/SPRØBRUDDMATR.
- MULIG KVIKKLEIRE/SPRØBRUDDMATR.
- ANTATT IKKE KVIKKLEIRE/SPRØBRUDDMATR.

Dev. Beskrivelse	Endr./Dato	Dato	Tegn. Kontr. Godkj.
Drammen Eiendom KF Krokstad sykehjem. RIG forprosjekt	Original	Format	RIG
	Status		
Situasjonsplan Markering kvikkleirepunkt	Skala		Godkjent
	1:1500		MARIS
www.multiconsult.no	Dato Oppdrag nr. 10228034-01	Kontr./Tegnet JOF1 Tegning nr. RIG-TEG-001	Godkjent MARIS Rev. 00



SYMBOLER

- Dreiesonering ✦ Fjellkontrollboring ⊙ Prøveserie/Skovlboring ⊕ Poretrykkmåling
 - Enkel sondering ⬇ Dreietrykkssondering □ Prøvegrop ▲ Fjell i dagen
 - ▼ Trykksone ⊕ Totalsonering + Vingeboring
- Borhull nr. Terreng (bunn) kote Boret dybde + (boret i fjell)
 Antatt fjellkote
- Koordinatsystem: EUREF89, UTM-sone 32

Boringer uten prefix er hentet fra Multiconsults rapport 10216196-01-RIG-RAP-001
 Boringer med prefix M er hentet fra Multiconsults rapport 10225392-01-RIG-RAP-001
 Boringer 1-15 med prefix R er hentet fra GeoStrøms rapport 918-1 (Boringene er hentet fra scannet PDF og er derfor ikke helt nøyaktig plassert)
 Boringer 16-30 med prefix R er hentet fra Rambølls rapport 6131655-01 (Boringene er hentet fra scannet PDF og er derfor ikke helt nøyaktig plassert)
 Profiler hentet fra Rambølls rapport 6131655-02 (Profilene er hentet fra scannet PDF og er derfor ikke helt nøyaktig plassert)

- Løseområde
- Utløpsområde

Dev. / Beskrivelse	Endr./Dato	Dato	Typ.	Kontroll.	Godkj.
Drammen Eiendom KF					
Krokstad sykehjem. RIG forprosjekt					
Situasjonsplan			Status		
Markering løse- og utløpsområde			A3		
Kvikkleiresonen "Krokstad sykehjem"			1:1500		
Date		Konstr./Tegnet		Kontrollert	
2021-12-01		JOF		MARIS	
Oppdragsnr.		Tegningsnr.		Godkjent	
10228034-01		RIG-TEG-002		MARIS	
www.multiconsult.no				00	

Vedlegg 1 Risiko- og faregradsvurdering

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.

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 «Krokstad sykehjem»

Faktorer	Vekttall	Score	Produkt	Merknad/vurdering
Tidl. skredaktivitet	1	0	0	Ingen skredaktivitet registrert i området på NGU løsmassekart
Skråningshøyde, m	2	0	0	Drivende høydeforskjell for dagens situasjon er <15 m.
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	2	4	Ødometerforsøk på 5,5 m dyp i BP21 viser OCR på ca. 1,5-1,65. (se 6131655-2). Velger konservativt score 2.
Poretrykk	3/-3	0	0	Ut ifra prøvetaking og trykksonderingene vurderes det være hydrostatisk poretrykk (se 6131655-2)
Kvikkleiremektighet	2	0	0	All kvikkleire ligger mer enn halve skråningshøyden under skråningsfot
Sensitivitet	1	3	3	Målt sensitivitet er over 100
Erosjon	3	0	0	Ingen vassdrag i området.
Inngrep	3/-3	0	0	Ingen inngrep på nåværende tidspunkt.
Sum poeng			7	FAREGRAD LAV

«Krokstad sykehjem» klassifiseres med **lav faregrad** for dagens situasjon.

2. Skadekonsekvensklasse

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

Evalueringen er gjort for sonen før utbygging av sykehjemmet. Etter utbyggingen må konsekvensklasser vurderingen oppdateres.

Evalueringene er utført iht. Tabell 1 under.

Tabell 3: Kriterier for skadekonsekvens etter NVEs Ekstern rapport nr. 9/2020 tabell 2.

Faktorer	Vekttall	Skadekonsekvens, score			
		3	2	1	0
Boligenheter, antall	4	Tett > 5	Spredt > 5	Spredt < 5	Ingen
Næringsbygg, personer	3	> 50	10-50	< 10	Ingen
Annen bebyggelse, verdi	1	Stor	Betydelig	Begrenset	Ingen
Vei, ÅDT	2	> 5000	1001-5000	100-1000	< 100
Toglinje, 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 4: Skadekonsekvensevaluering for kvikkleiresonen «Krokstad sykehjem»

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 veier i sonen.
Toglinje, bruk	2	0	0	Jernbane berøres ikke
Kraftnett	1	0	0	Intet kraftnett i sonen.
Oppdemning/flom	2	0	0	Ingen fare for oppdemning
Sum poeng			0	Skadekonsekvens MINDRE ALVORLIG

«Krokstad sykehjem» klassifiseres med alvorlig skadekonsekvens. Klassifiseringen gjelder for sonen før utbygging av sykehjemmet.

3. Risikoklasse

Vurdering av risikoklasse av kvikkleiresone «Krokstad sykehjem» 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 «Krokstad sykehjem»:

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

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