

GEOTEKNISK KVIKKLEIREUTREDNING HØLANDSVEIEN

Områdestabilitetsvurdering

Lillestrøm kommune

December 2025



RAPPORT TITTEL:	GEOTEKNISK KVIKKLEIREUTREDNING HØLANDSVEIEN OMRÅDESTABILITETSVURDERING	DISTRIBUSJON:
		☒ ÅPENT
PROSJEKT:	Kvikkleireutredning Hølandsveien	☐ LUKKET
RAPPORT NR.:	24164001-RIG-RAP-04	PRODUKT ID-:
		☒ GODKJENNINGSPLIKTIG FRA OPPDRAGSGIVER

KONTROLL OG REVISJONSHISTORIE:					
REV.	DATO	BESKRIVELSE	ANSVARLIG	KONTROLL	GODKJENT
00	12.09.2025	Til gjennomgang med NVE	MAT	HLI	SOKS
01	04.12.2025	Revidering etter UAK	MAT	HLI	SOKS

UTARBEIDET AV: Maria Tran, Verkis AS	PROSJEKTLEDER: Solveig Tveter Bratlie, Lillestrøm kommune
---	--

UTARBEIDET FOR: Lillestrøm kommune  Lillestrøm kommune	UAVHENGIGKONTROLLØR: Jakob Bitsch Jensen/Anders Christensen, Niras AS
--	--

**SAMMENDRAG:**

Verkís er engasjert av Lillestrøm kommune som geoteknisk konsulent i forbindelse med kvikkleireutredning av to eksisterende faresoner: 705 Holen og 2938 Hølandsveien. Oppdraget omfatter også gjennomføring av geotekniske grunnundersøkelser. Denne rapporten omhandler vurdering av skredfare for eksisterende bebyggelse i sone 2938 Hølandsveien.

Tiltaksområdet ligger under marin grense. Grunnundersøkelsene avdekker lignende og sammenhengende lagdeling i flere borpunkter, og viser generelt at lagene er gjennomgående. Grunnforholdene beskrives som et øvre tørrskorpelag eller fyllmasse på 2 m, deretter lag av sprøbruddmateriale/kvikkleire og siltig sand. Det er påvist kvikkleire i flere borpunkter, og flere borpunkter som indikerer sprøbruddmateriale eller kvikkleire. Løsmassemekktigheten varierer mellom 2 m og 26 m. Det er avdekket berg i dagen i store deler av området. Det er ikke registrert erosjon i bekk/elv. Det er tidligere gått overflateglidning på området, hvor det er utført stabiliserende tiltak lokalt ved utglidningen.

Det er utført en soneutredning på eksisterende kvikkleiresone med bakgrunn i tilgjengelig grunnlag, befaringsgrunnundersøkelser og stabilitetsberegninger. Ny soneutredningen klassifiserer høy faregrad, alvorlig konsekvensgrad og risikoklasse 3, hvor avgrensning av sonen er revidert.

Stabilitetsberegninger viser ikke tilstrekkelig med stabilitet og ikke tilfredsstillende sikkerhet i henhold til krav fra NVE kvikkleireveileder. For videre utbygging i området skal det utføres stabiliserende tiltak, og det anbefales å supplere med grunnundersøkelser. Videre prosjektering skal vise til tilfredsstillende sikkerhet, og stabiliteten i området må forbedres med stabiliserende tiltak. Forbedring av skråningsstabiliteten skal innebære terrenginngrep som avlastning og/eller motfylling.

Tiltaket settes i tiltakskategori K4, og rapporten skal kvalitetssikres av et uavhengig foretak.

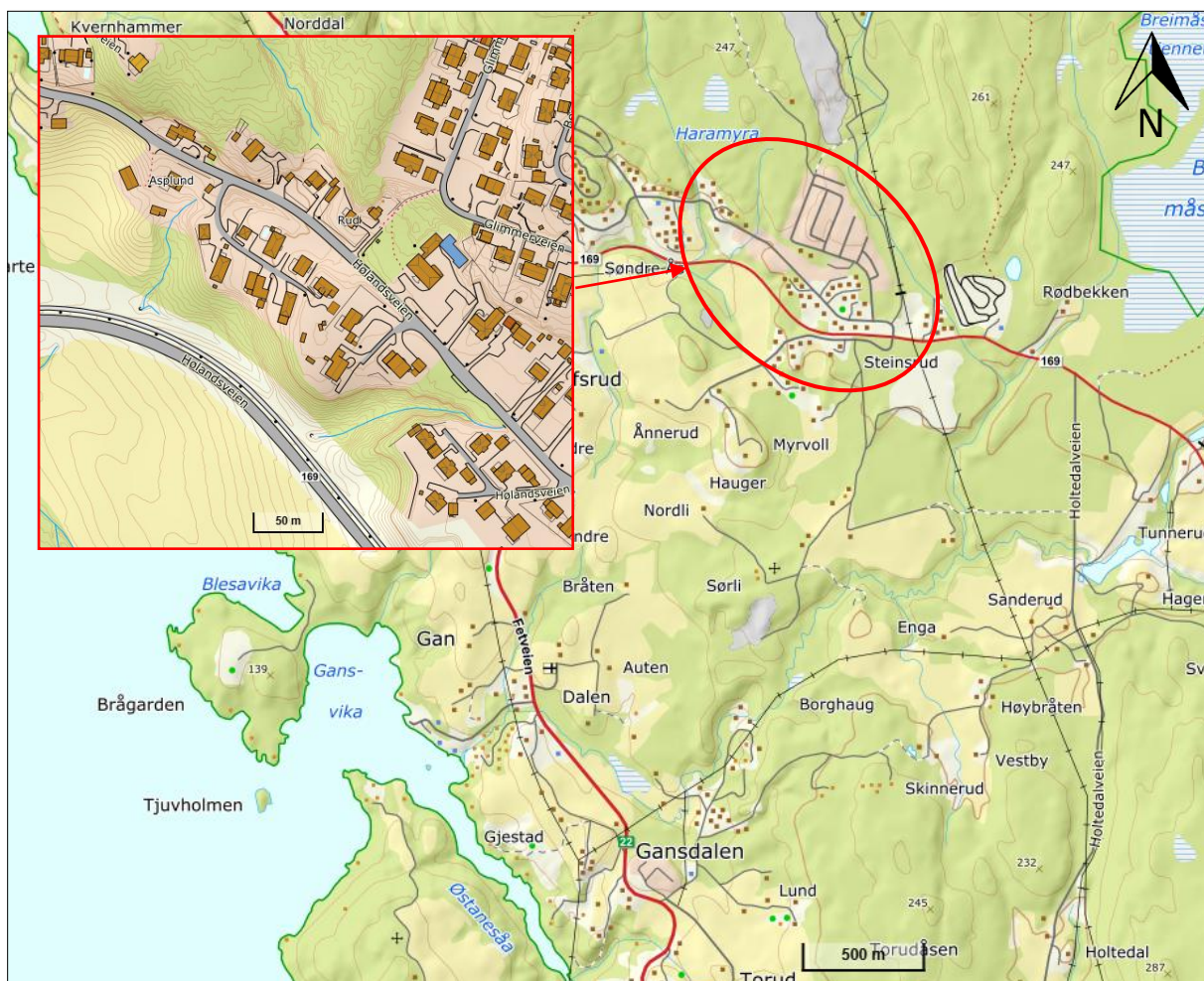
© Innhold fra rapporten kan kopieres delvis, men kilden skal nevnes.

Innhold

1	Innledning	1
1.1	Topografi	2
1.2	Løsmasser/Kvartærgeologisk kart	5
1.3	Marine grense	6
1.4	Registrert kvikkleiresone	7
1.5	Flomsone	9
1.6	Grunnundersøkelser	10
1.6.1	Tidligere grunnundersøkelser	10
1.6.2	Utførte grunnundersøkelser	12
1.7	Tidligere tiltak	13
1.8	Befaring	13
1.9	Lagdelling og kritiske snitt	14
2	Områdestabilitet iht. NVEs veileder 1/2019	17
3	Stabilitetsberegninger	24
3.1	Beregningsnitt, materialparametere og laster	24
3.2	Beregningsresultater	27
3.3	Videre arbeid	27
4	Konklusjon	28
	Referanser	30

1 Innledning

Verkís er engasjert av Lillestrøm kommune for en geoteknisk områdestabilitetsvurdering i Gan. Det skal utføres en kvikkleireutredning som omfatter en eksisterende kvikkleiresone 2938 Hølandsveien. Det aktuelle området er vist i Figur 1. Verkís har fått i oppdrag å utarbeide grunnleggende geoteknisk områdestabilitetsvurdering og supplerende grunnundersøkelser, og utføre en kvikkleireutredning i henhold til prosedyren beskrevet i NVEs kvikkleireveileder nr. 1/2019 [1] og NVE eksternrapport nr. 9/2020 [2].



Figur 1: Området for kvikkleireutredning ved Hølandsveien i Gan i Lillestrøm kommune (Norgeskart.no) [3].

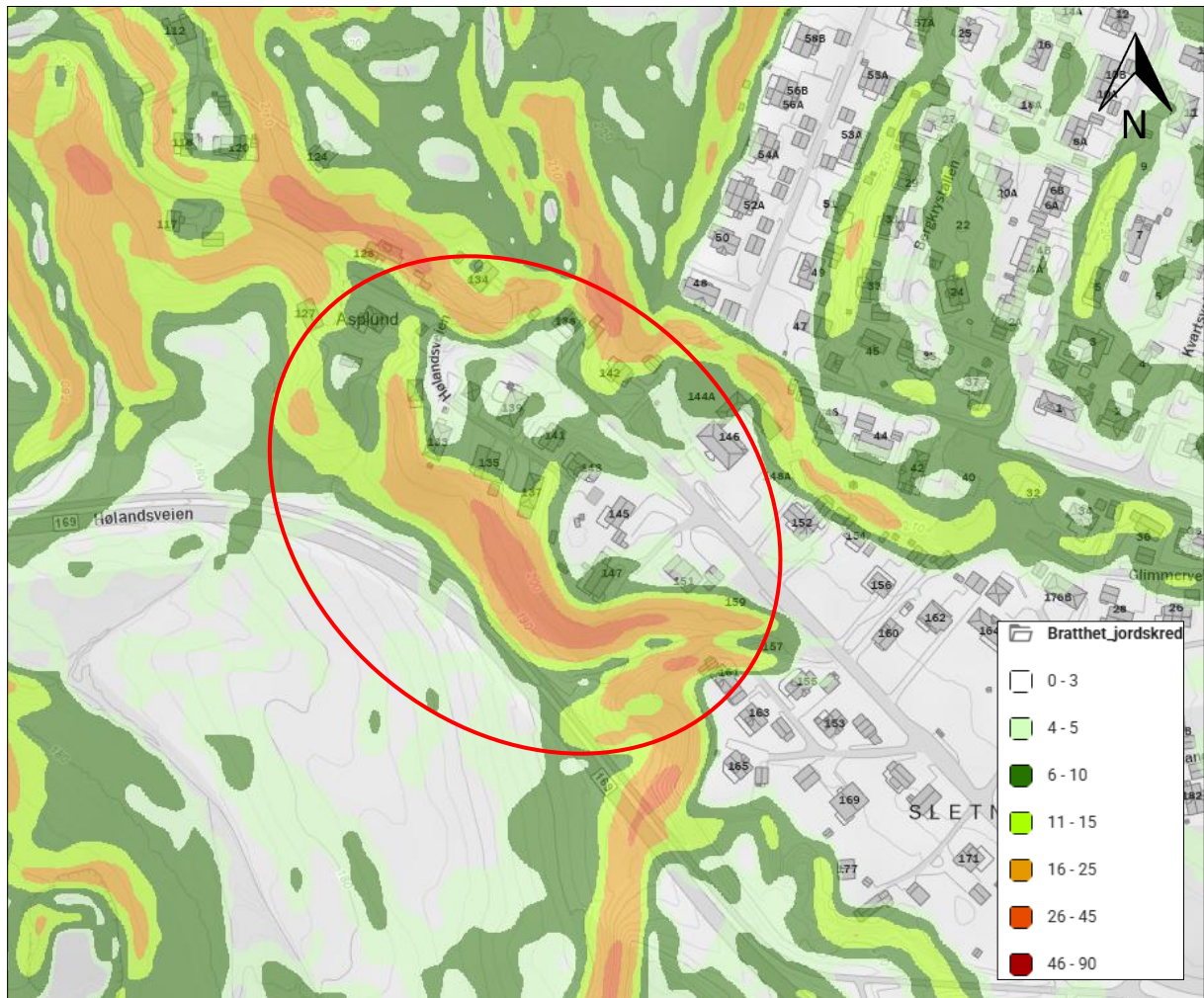
Foreliggende notat omhandler følgende:

- Beskrivelse av grunnforhold, topografi og løsmasser i tiltaksområdet
- Områdestabilitetsvurdering
- Kvikkleireutredning 2938 Hølandsveien
- Anbefalinger for videre arbeid

Merk at kvikkleireutredning av 2938 Hølandsveien er en del av områdestabilitetsvurderingen i området.

1.1 Topografi

Tiltaksområdet består av bratte skråninger, se Figur 2. Skråningene i området varierer fra 0 grader til opp mot 35 grader. Største skråningshøyde er ca. 20 m.



Figur 2: Bratthetskart hentet fra NVE Temakart som viser topografi [4].

Sørvest på området skråner terrenget ned mot fylkesvei 169 Hølandsveien.

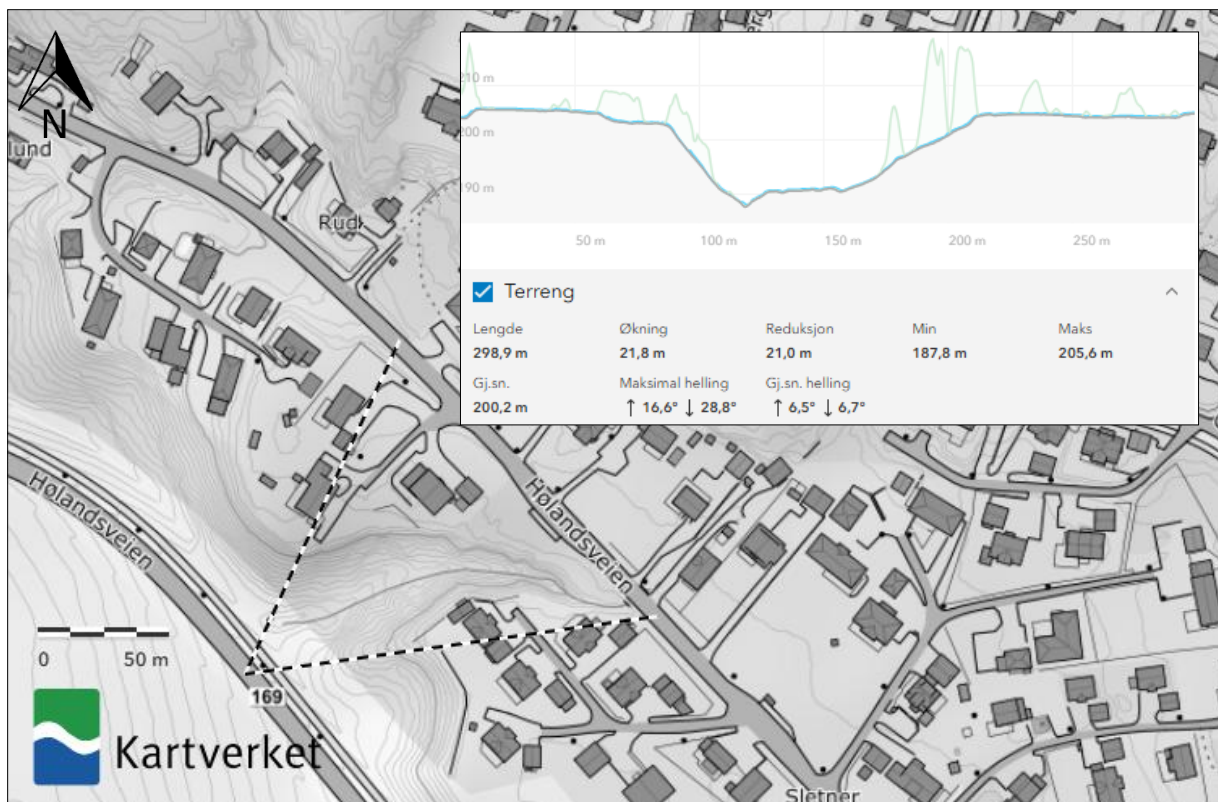
Kotene ved tiltaksområdet ligger mellom kote +180 til kote +210, se Figur 3, Figur 4 og Figur 5. Merk at snittene som er presentert (hentet fra Høydedata.no), ikke representerer virkeligheten, og at forholdet mellom x – og y-retning ikke er lik.



Figur 3: Topografi ved tiltaksområdet (høydedata.no) [2].



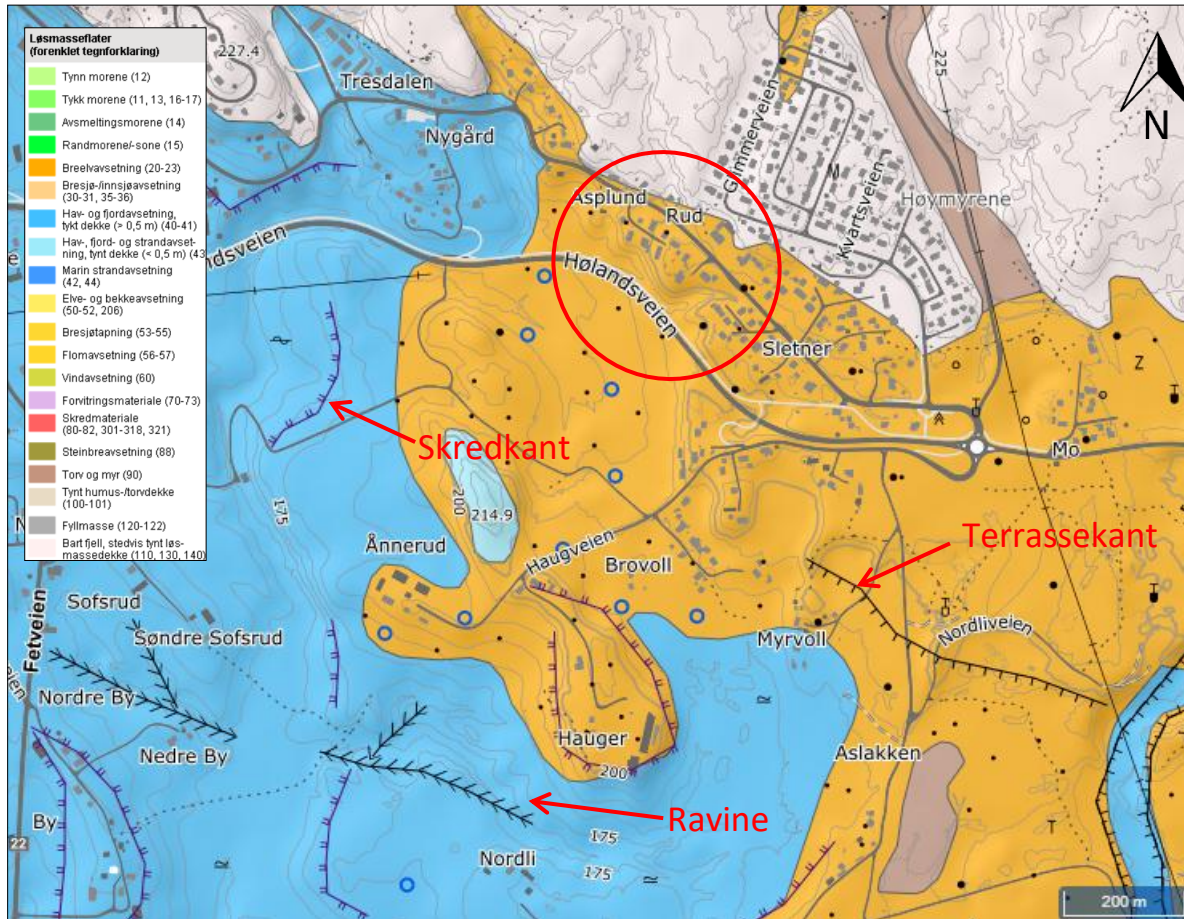
Figur 4: Topografi ved tiltaksområdet (høydedata.no) [2].



Figur 5: Topografi ved tiltaksområdet (høydedata.no) [2].

1.2 Løsmasser/Kvartærgeologisk kart

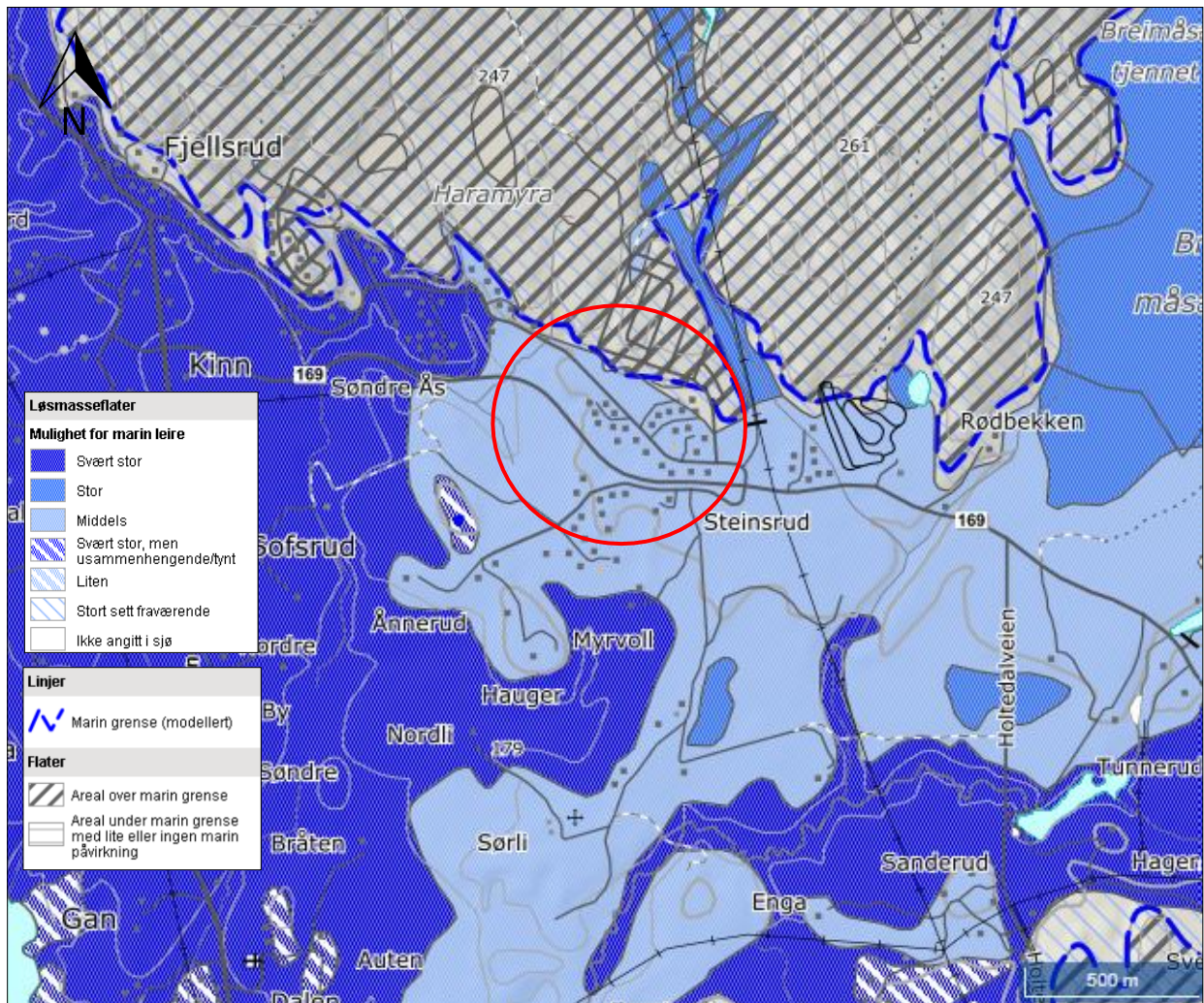
Kvartærgeologisk løsmassekart fra NGU indikerer at løsmassene i tiltaksområdet består av breelavsetning. Nærliggende områder viser hav- og fjordavsetning i sammenhengende tykt dekke, samt hav-, fjord- og strandavsetning. Nord for området er det antatt bart fjell, samt torv og myr. Området viser både raviner, skredkanter og terrassekanter.



Figur 6. Løsmassekart fra NGU [5].

1.3 Marine grense

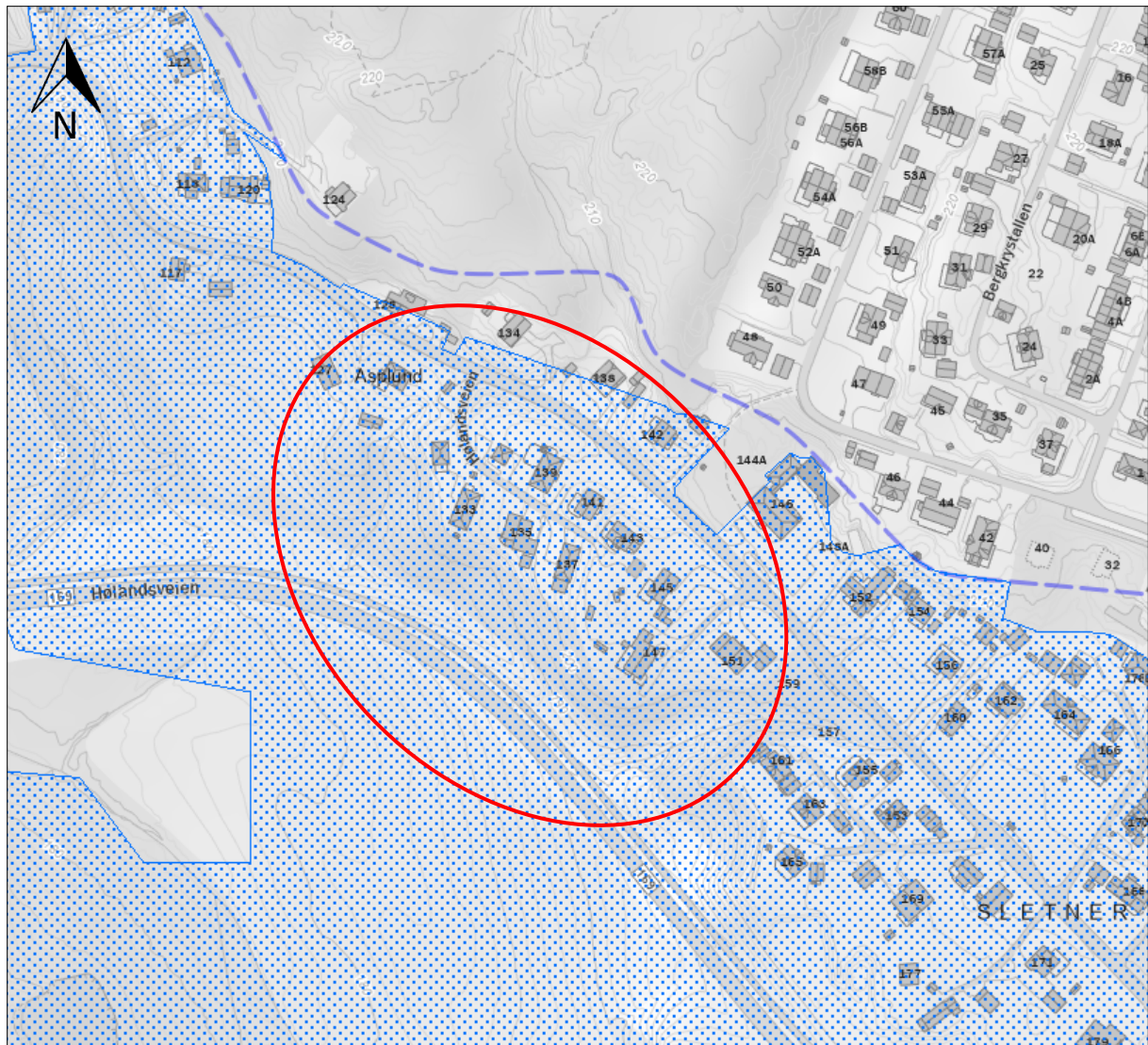
Området ligger under marin grense, se Figur 7. NGU viser middels mulighet for marin leire i dette området.



Figur 7: Kart over marin grense hentet fra NGU [5].

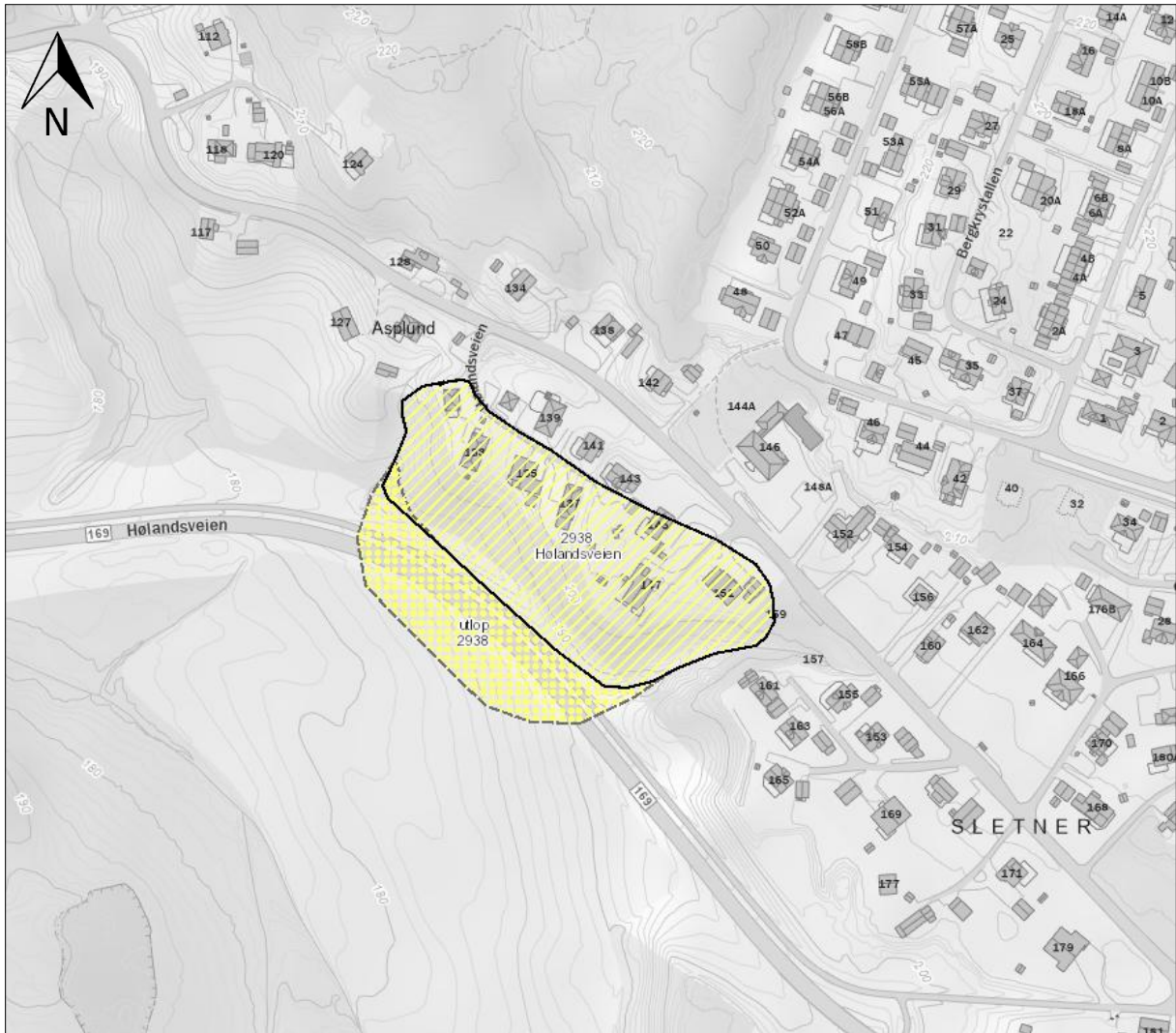
1.4 Registrert kvikkleiresone

Området ligger i et aktsomhetsområde for kvikkleireskred, se Figur 8.



Figur 8: Aktsomhetskart for kvikkleireskred hentet fra NVE Temakart [6].

Tiltaksområdet ligger i en eksisterende kvikkleiresone (2938 Hølandsveien), se Figur 9. Kvikkleiresone nr. 2938 «Hølandsveien» er en eksisterende faresone som ble sist oppdatert 2023 av Rambøll Norge AS. Sonen er klassifisert med faregrad «Lav», konsekvensklasse «Alvorlig» og risikoklasse «3». Faresonens plassering, avgrensning og faregrad er vist i Figur 9. Gult skravert område med linjer er løснеområde, og gult skravert område med prikker er utløpsområde.



Figur 9: Tiltaksområdet ligger i en eksisterende kvikkleiresone, hentet fra NVE Temakart Kvikkleire [6].

Denne rapporten omhandler ny vurdering av soneutredning basert på supplerende grunnundersøkelser. Videre soneutredning, se kap. 2 Områdestabilitetsvurdering eller notat 21464001-RIG-NOT-02-Soneutredning Hølandsveien [7].

1.5 Flomsone

Området i nordvest ligger i aktsomhetsområde for flom. Dette gjelder ved vannhøyde på 5-7 m.

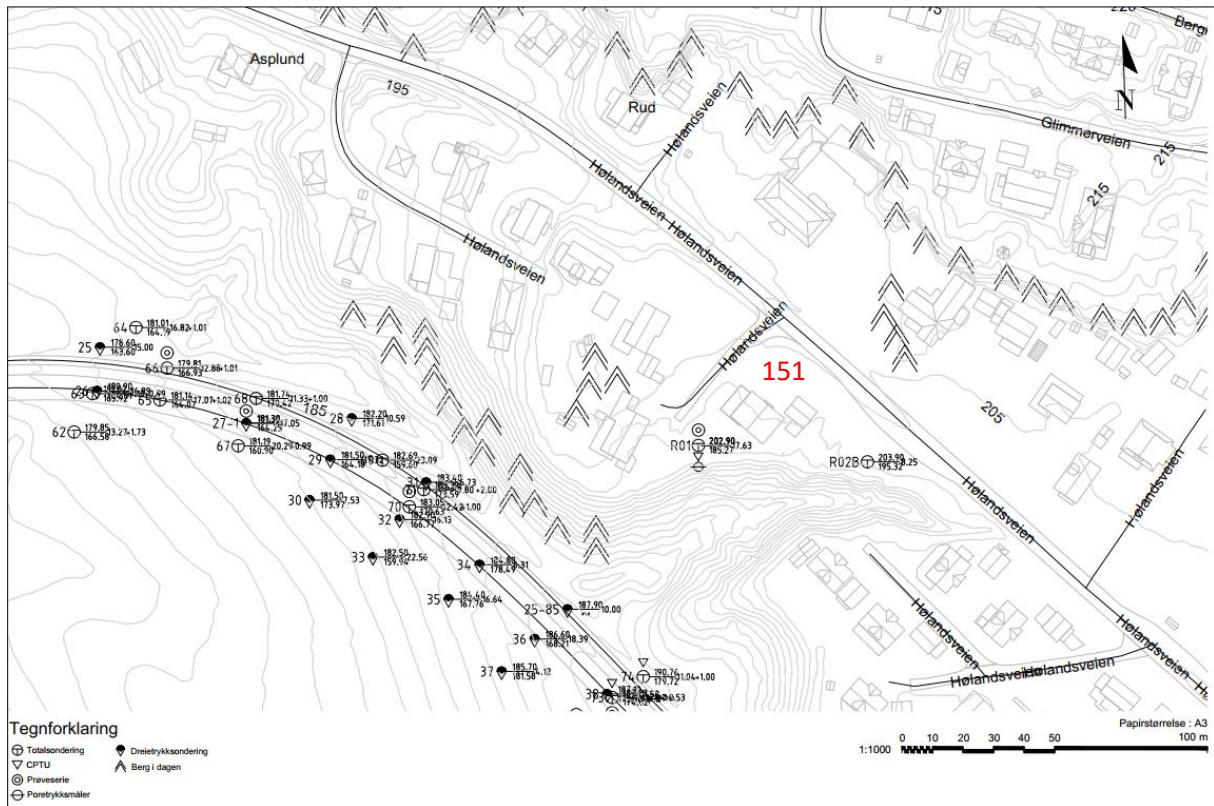


Figur 10: Aktsomhetskart for flom dekker deler av sonen [6].

1.6 Grunnundersøkelser

1.6.1 Tidligere grunnundersøkelser

Alle tilgjengelige grunnundersøkelser i og rundt planområdet er vist Figur 11.



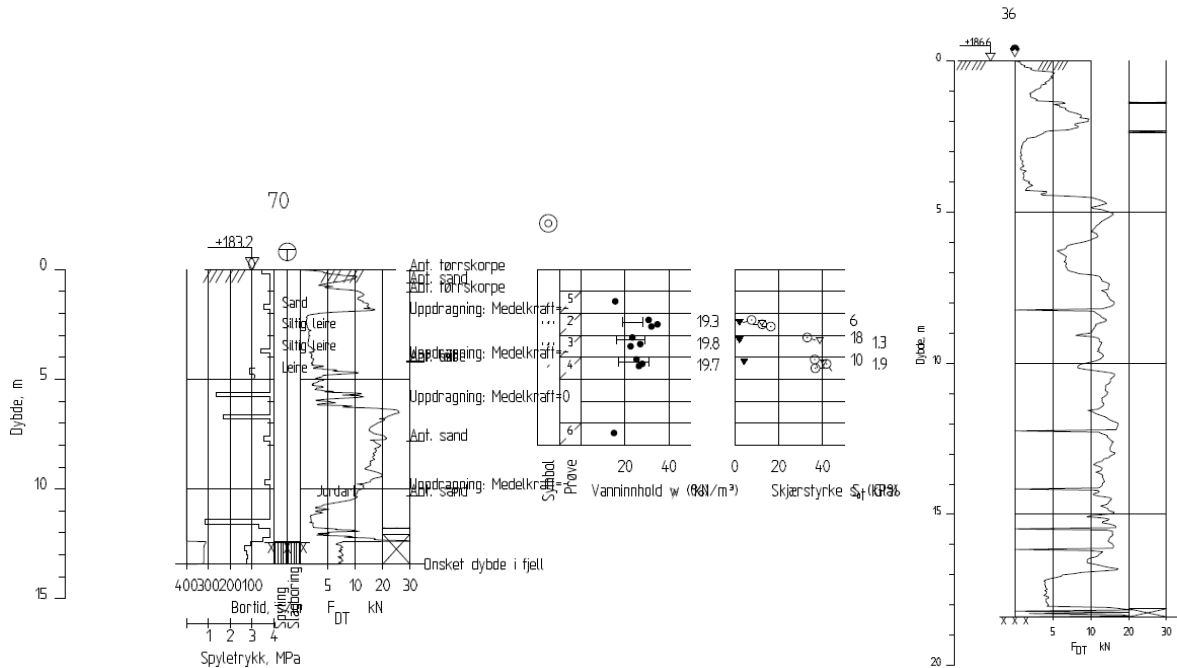
Figur 11: Kart over tidligere utførte grunnundersøkelser i området. Hølandsveien 151 er markert.

Tidligere grunnundersøkelser og geotekniske vurderinger i området er oppsummert i Tabell 1.

Tabell 1. Oversikt over eksisterende grunnundersøkelser og geotekniske vurderinger i området, ref. [8].

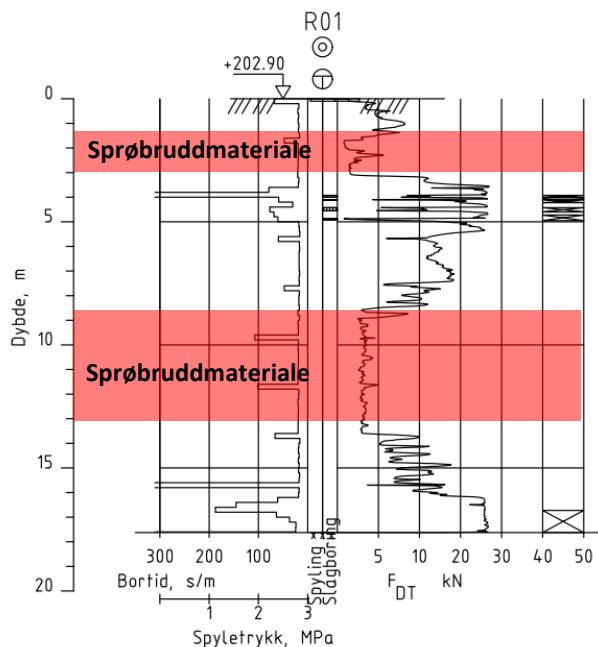
Rapportnr.	Navn	Utført av	Dato
110485	Fv. 169 Fjellsrud - Stensrud	Statens vegvesen	2016
3605 R1	Grunnundersøkelser. Hølandsveien 151, Lillestrøm kommune. Geoteknisk datarapport	GeoStrøm	22.05.2023
1350055758	Notat. Utglidning Hølandsveien 151	Rambøll	01.06.2023
1350055758	Befaringsnotat. Utglidning Hølandsveien 151	Rambøll	03.11.2023

Statens vegvesen har utført grunnundersøkelser langs fylkesveien 169 i forbindelse med veiutbygging. Undersøkelsene viser borpunkt 70 med tørrskorpeleire over et lag av sand over siltig leire med mulig sprøbruddsegenskaper, etterfulgt av et ca. 5 m tykt sandlag. Berggrunn ble truffet på 12,5 m dybde [9], se Figur 12. Flere av borpunktene viser dreietrykksøndering, se Figur 12. Borpunkt 36 viser dype dybder til berg på 18 m, og viser et bløte lag under tørrskorpe som indikerer sprøbruddmateriale/kvikkleire. Samme gjennomgående lag av sprøbruddmateriale/kvikkleire vises i flere borer i området.



Figur 12: Totalsondering av punkt 70 [9] og til høyre dreietrykkssondering av punkt 36 [8].

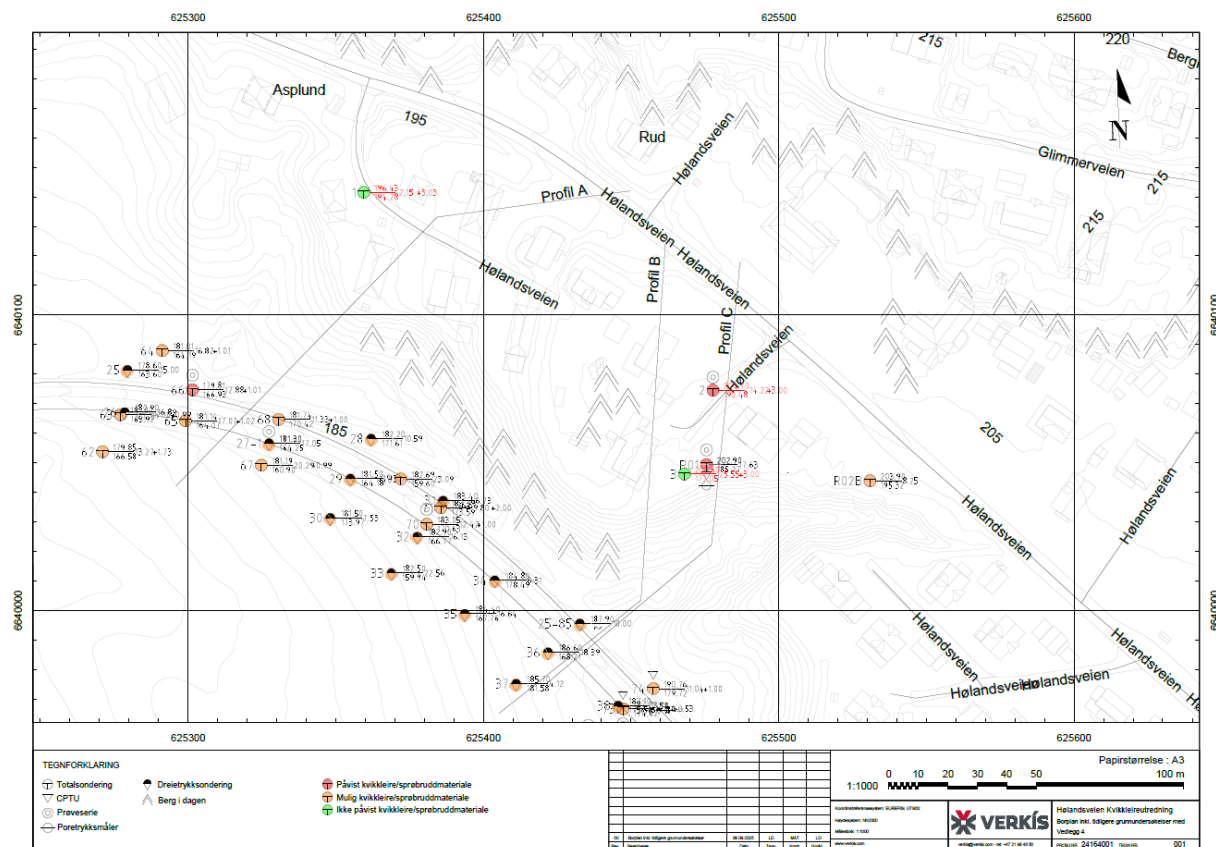
Etter en terrengutglidning ved Hølandsveien 151 (markert i Figur 11) i 2023 utførte GeoStrøm, i samarbeid med Rambøll, grunnundersøkelser på skråningstoppen. Grunnundersøkelsene viser siltig sand i de øverste 2 meterne, etterfulgt av et bløtt leirlag med sprøbruddsoppførsel mellom 2,4 og 2,8 m dybde. Videre med dybden består massene av siltig sand ned til ca. 9 m før et nytt leirlag med sprøbruddsegenskaper på ca. 5 m mektighet påtreffes. Antatt berg er påtruffet ved 17 m dybde [10], se Figur 13.



Figur 13: Til venstre totalsondering av punkt R01 [10].

1.6.2 Utførte grunnundersøkelser

Romerike Grunnboring utførte i mars 2025 grunnundersøkelser for kvikkleireutredningen 2938 Hølandsveien, se utklipp fra borplan i Figur 15. Programmet for undersøkelsene er utarbeidet av Verkis. Resultatene fra de geotekniske grunnundersøkelsene er presentert i datarapporten 24164001 RIG-RAP-02 Hølandsveien_Geoteknisk datarapport [11].

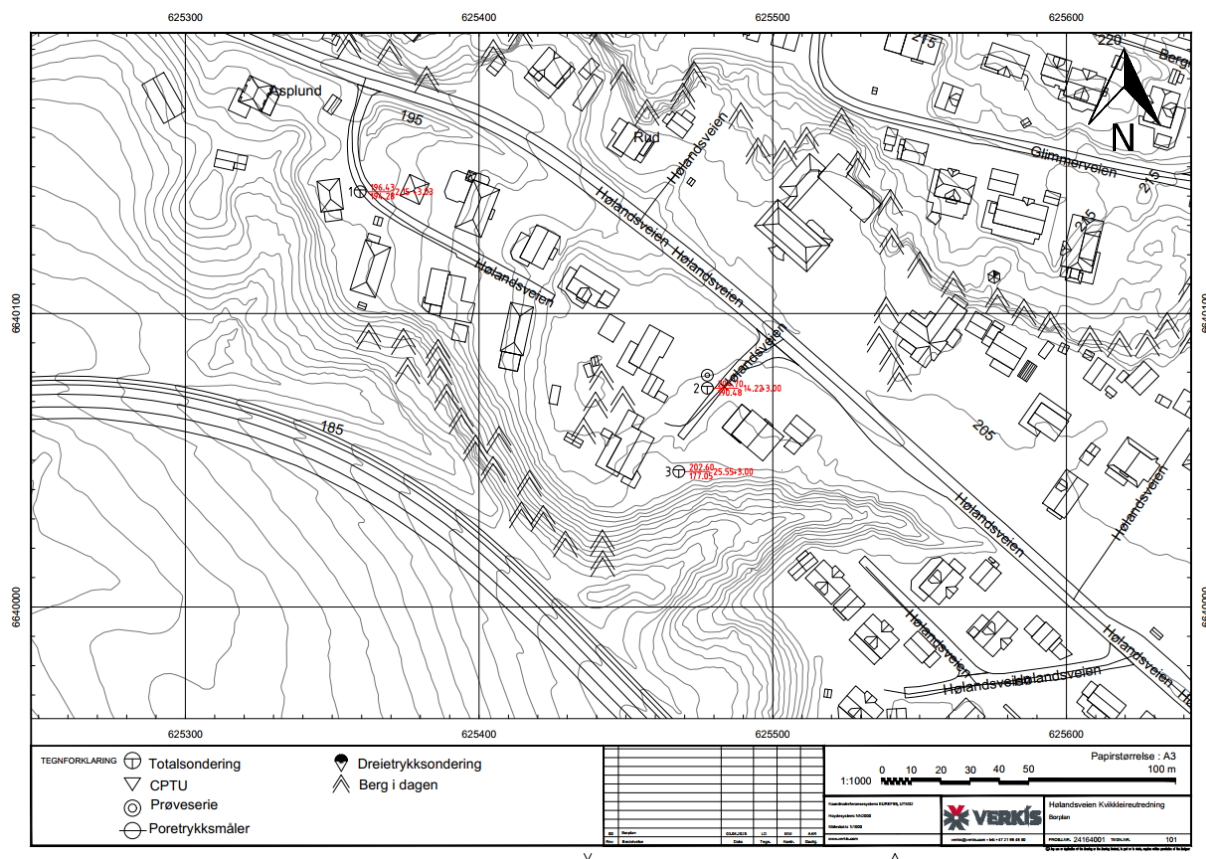


Figur 14: Borplan med tidligere grunnundersøkelser og utførte grunnundersøkelser, se datarapport [11].

Det ble utført 3 totalsonderinger og 2 sylinderprøver med rutineanalyse. Boringer der det er påvist kvikkleire/sprøbruddmateriale, eller hvor det er tolket kvikkleire/sprøbruddmateriale med høy sannsynlighetsgrad, er vist med rød farge. Boringer med mulig forekomst av kvikkleire er vist med oransje farge. Boringer med grønn farge angir punkt hvor prøveresultater viser ikke påvist kvikkleire, eller hvor det høyst sannsynlig ikke ligger kvikkleire/sprøbruddmateriale. Usikre boringer er ikke klassifisert iht. fargekodene. Det kan være pga. at sonderingene er avsluttet for grunt eller at de har stoppet i fast lag, o.l.

Utførte grunnundersøkelser viser at løsmassemektheten varierer mellom ca. 2,15 og 25,55 m i borpunktene. Borpunkt 1 viser siltig sand ned til 2 m dybde, hvor berg er påtruffet. Grunneieren av eiendommen på Hølandsveien 133, som ligger ved borehull 1, informerte borelederen om at ca. halve huset sto på fjell. Punkt 2 viser et topplag av siltig sand i de øvre 3 meterne, etterfulgt av et bløtt leirlag med sprøbruddmateriale imellom 4 og 6 m dybde. Prøver ved 4,3 m dybder viser kvikt materiale. Videre med dybden treffes det et hardt friksjonslag av antatt sand og stein, før massene igjen går over til siltig sand. Berg er registrert ved 14 m dybde. Borpunkt 3 viser øvre tørrskorpelag på 2 m, deretter masser av siltig leire ned til 7 m. Fra 7 til 25 m dybde er det påtruffet harde og faste masser, mulig morene, hvor det har blitt benyttet spyling, slagboring og økt rotasjon for å bore ned. I borpunkt 3 er

overgangen fra antatte morenemasser til antatt berggrunn noe utydelig grunnet morenens beskaffenhet.



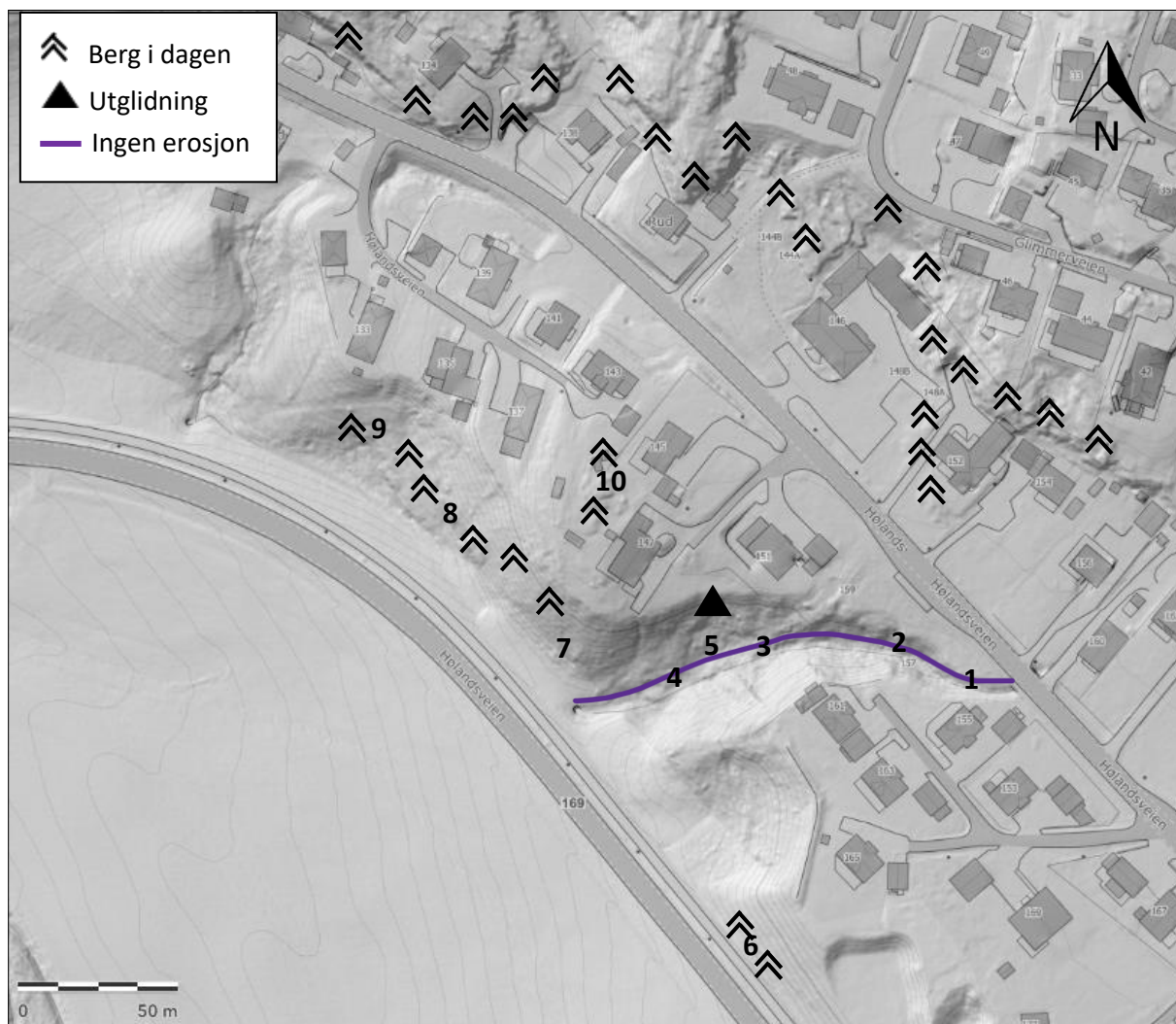
Figur 15: Borplan over utførte grunnundersøkelser [11].

1.7 Tidligere tiltak

I april 2023 gikk det en overflateutglidning i Hølandsveien 151 (se Figur 11) som var ca. 4-5 m bred og 20 m lang. Ifølge Rambøll, som var geoteknisk rådgiver for Lillestrøm kommune, bestod massene i rasgropen og i utløpssonen hovedsakelig av sand [12] [13]. Det er tidligere blitt gjennomført stabiliserende tiltak i utglidningsområdet i Hølandsveien 151. For å sikre raskanten mot videre utglidninger har raskanten blitt avlastet og terrenget slaket ut. Raskanten har blitt slaket ut med en helning på 1:1,5 til ca. 4,5 m bak raskanten. Det har i tillegg blitt lagt tyngre masser i skråningsbunnen som en motfylling. I toppen av skråningen er det benyttet lettere masser (glasopor). Ved å benytte tunge masser i bunnen av skråningen og lette masser i toppen av skråningen vil stabiliteten av skråningen forbedres. Tyngre masser i bunnen av skråningen vil virke som en motvekt for skråningen og forbedre stabilitet [12] [13].

1.8 Befaring

Det har vært gjennomført befaring i to omganger, 31. oktober 2024 og 10. april 2025. Det ble lagt vekt på å undersøke erosjonsforhold, berg i dagen, terrengendringer og andre faktorer som kan tyde på ustabilitet eller spille en vesentlig rolle i stabilitetssammenheng eller ved skredforløp. Observasjoner fra befaring er lagt til grunn for borplan, kritiske snitt og mulige løsneområder. Befaringsobservasjoner er vist i Figur 16 og dokumentert i et eget notat 24164001-RIG-NOT-02 Hølandsveien_Befaringsnotat [14].



Figur 16. Befaringskart med bildepunkter. Hentet fra befaringsnotatet [14].

1.9 Lagdeling og kritiske snitt

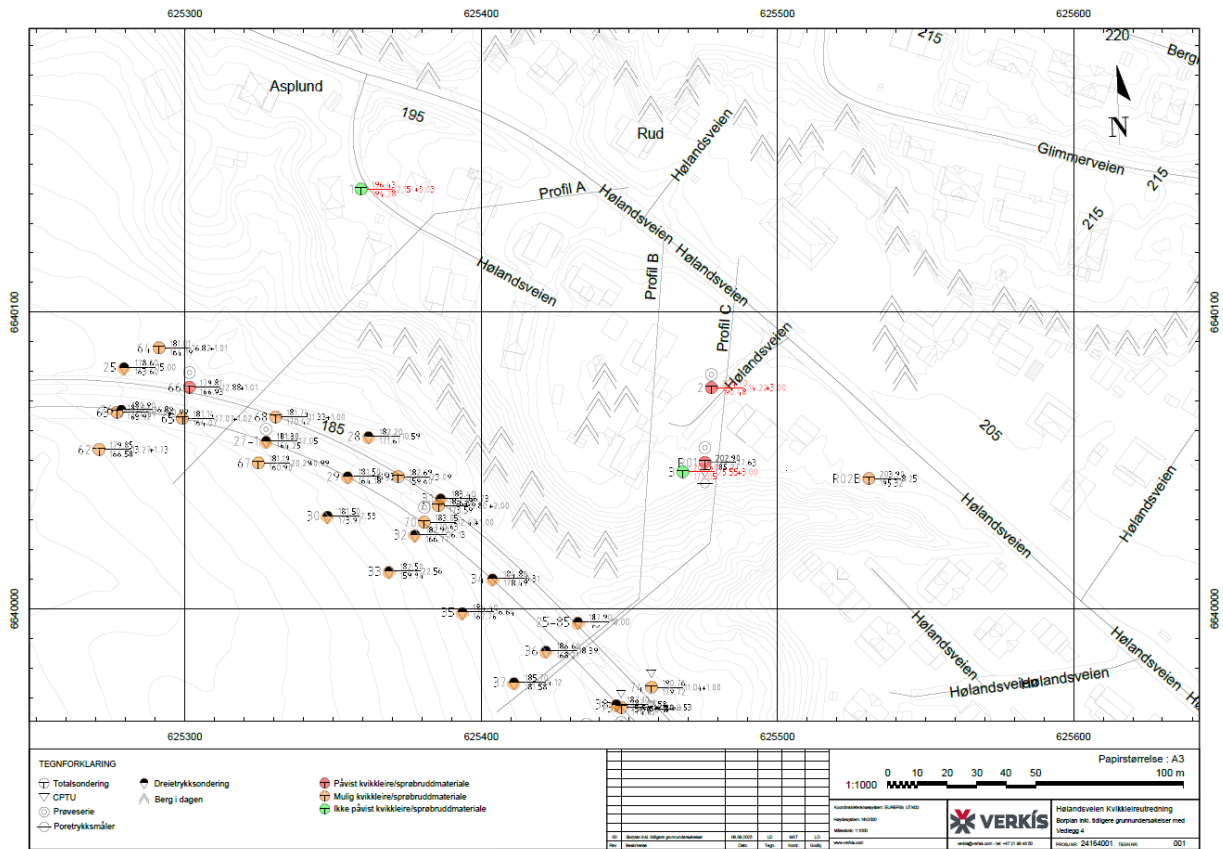
Grunnundersøkelsene viser at området består av lignende grunnforhold og lagdeling. Generelt viser det et øvre tørrskorpelag på 2 m, deretter varierende lagdeling av sprøbruddmateriale/kvikkleire og fiksjonsmasser lagvis. Sprøbruddmateriale/kvikkleire antyder lav og lik motstand mot dybden, og friksjonsmassene varierer fra siltig leire til siltig sand. Enkelte områder viser stein og grus. Dybde til berg viser dybder mellom 2 m og 25,5 m, samt store områder viser berg i dagen. Lagene er gjennomgående gjennom flere borpunkter.

Lagdeling og kritiske snitt er dermed basert på grunnundersøkelser, laboratorieresultater og erfaringsverdier fra SVV V220 [15], samt topografi og terreng. Kritiske snitt på området er vist i Figur 17, hvor snitt A, snitt B og snitt C er presentert. Merk at geotekniske plantegning og snitt er presentert i Vedlegg 4.

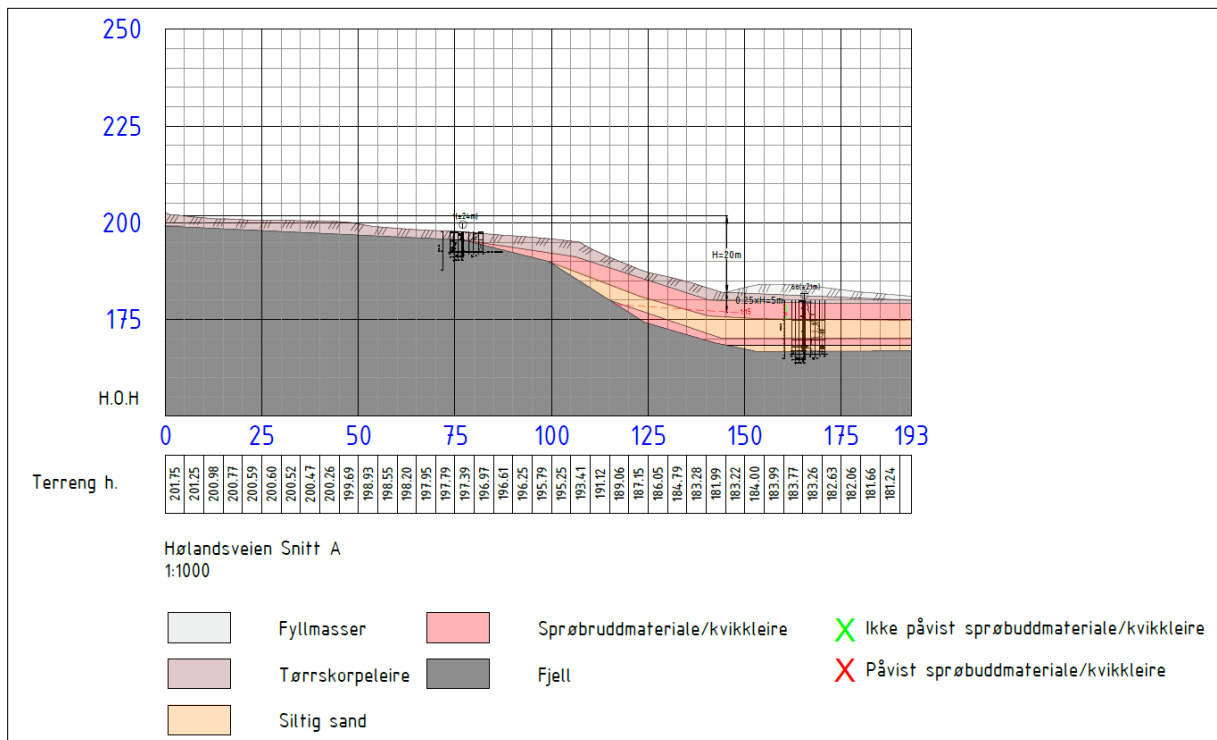
Merk at supplerende grunnundersøkelsene er begrenset, pga tidligere grunnundersøkelser, krevende tilkomst for borerigg og stort omfang av berg i dagen under befarings. Det presiseres at ytterligere grunnundersøkelser kan gi mer informasjon om grunnforhold, og basert på informasjonen som er



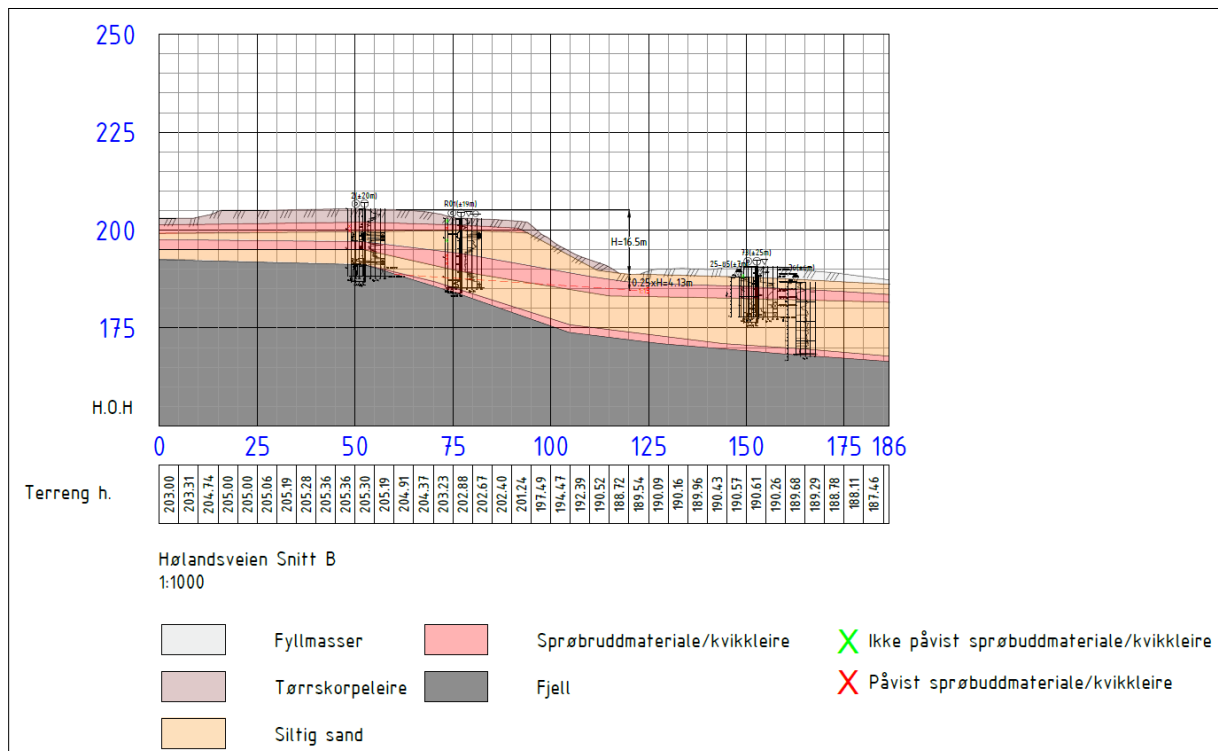
tilgjengelig indikerer vurderingene med noen usikkerheter. Grunnundersøkelsene vurderes som tilstrekkelig i denne fasen, men det anbefales å supplere med grunnundersøkelser i neste fase.



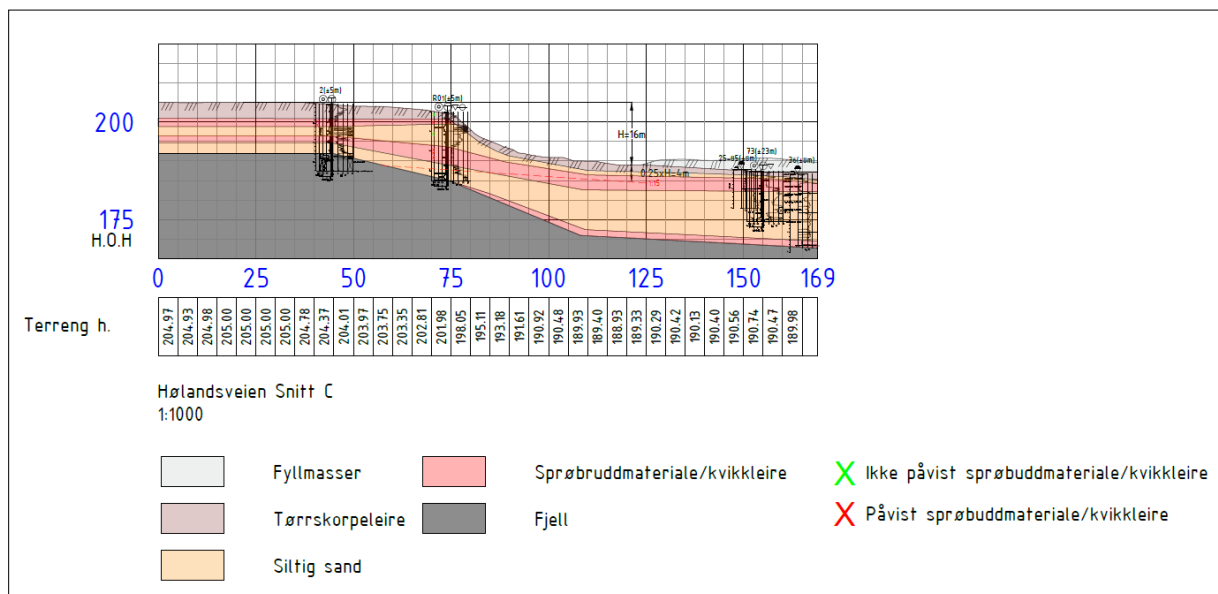
Figur 17: Plankart over kritiske snitt A, snitt B og snitt C.



Figur 18: Snitt A. Høyeste skråning er vurdert som ca. 20 m. Det er påvist sprøbruddmateriale/kvikkleire i området.



Figur 19: Snitt B. Høyeste skråning er vurdert som ca. 16,5 m. Det er påvist sprøbruddmateriale/kvikkleire i området.



Figur 20: Snitt C. Høyeste skråning er vurdert som ca. 16 m. Det er påvist sprøbruddmateriale/kvikkleire i området.

Merk at lagdeling og bergprofil er basert på antagelser og interpolering av grunnundersøkelser. Det presiseres at det kan være en usikkerhet i vurderingene, og at dette kan påvirke videre beregninger.

2 Områdestabilitet iht. NVEs veileder 1/2019

Områdestabiliteten er vurdert i henhold til NVEs veileder 1/2019 «Sikkerhet mot kvikkleireskred» [16]. Prosedyren består av 10 steg, der de 3 første stegene avklarer aktsomhetsområder og steg 4-10 er utredning av faresoner. Dersom man under gjennomgang av prosedyren kan avkrefte fare for områdeskred, er det ikke nødvendig å gå videre i prosedyren og utredningen kan avsluttes. En oppsummering er presentert i Tabell 2.

Alle figurer i tabellen under er hentet fra NVEs veileder 1/2019 «Sikkerhet mot kvikkleireskred» [16].

Tabell 2: Sammendrag av prosedyre for utredning av områdeskredfare. (Tabell 3.1 i NVE Veileder 1/2019).

Pkt .	Overskrift	Kommentar																									
1	Undersøk om det finnes registrerte faresoner (kvikkleiresoner) i området	Tiltaksområdet ligger i en registrert kvikkleiresone, 2938 Hølandsveien. Se detaljer fra kap. 1.4.																									
2	Avgrens områder med mulig marin leire	Tiltaksområdet ligger under marin grense, hvor det er antatt middels mulighet for marin leire. Tiltaket ligger i aktsomhetsområde for kvikkleireskredfare. Se detaljer fra kap. 1.4. Prosedyren forsetter fra punkt 4.																									
3	Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred	Område er utsatt for områdeskred, se punkt 2, hvor området ligger i et mulig løснеområde. Skråningshøyde H er opptil 20 m, som gir et løснеområde $20 \times H = 400$ m. Området ligger innenfor aktsomhetsområde for områdeskred. Merk at denne skråningen er vurdert til tross for brattere skråninger på grunn av påvist berg i dagen i disse områdene.  <table><tr><th colspan="5">Terreng</th></tr><tr><td>Lengde</td><td>Økning</td><td>Reduksjon</td><td>Min</td><td>Maks</td></tr><tr><td>135,7 m</td><td>3,4 m</td><td>18,2 m</td><td>188,6 m</td><td>205,6 m</td></tr><tr><td>Gj.sn.</td><td>Maksimal hellning</td><td>Gj.sn. hellning</td><td colspan="2"></td></tr><tr><td>197,6 m</td><td>↑ 4,1° ↓ 25,7°</td><td>↑ 2,3° ↓ 10,0°</td><td colspan="2"></td></tr></table> Figur 21: Skråningshøyde H på ca. 20 m.	Terreng					Lengde	Økning	Reduksjon	Min	Maks	135,7 m	3,4 m	18,2 m	188,6 m	205,6 m	Gj.sn.	Maksimal hellning	Gj.sn. hellning			197,6 m	↑ 4,1° ↓ 25,7°	↑ 2,3° ↓ 10,0°		
Terreng																											
Lengde	Økning	Reduksjon	Min	Maks																							
135,7 m	3,4 m	18,2 m	188,6 m	205,6 m																							
Gj.sn.	Maksimal hellning	Gj.sn. hellning																									
197,6 m	↑ 4,1° ↓ 25,7°	↑ 2,3° ↓ 10,0°																									



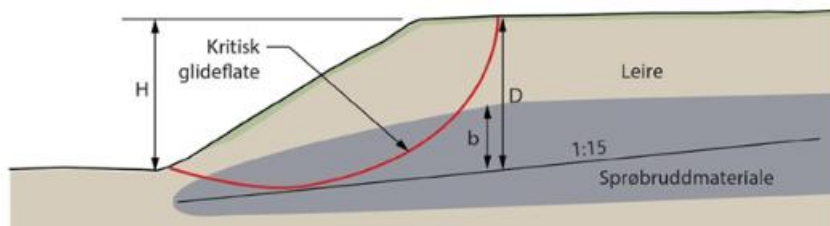
		Området er vurdert som ikke mulig utløpsområde for høyere terreng rundt, da dette ligger over marin grense og løsmassekart viser berg.																								
4	Bestem tiltakskategori	Tiltakskategori K4 på grunn av tiltak i området medfører større tilflytting/personopphold enn to boenheter. <table><tr><th>Tiltaks-kategori</th><th>Type tiltak</th></tr><tr><td>K0</td><td>Små tiltak som medfører svært begrensede terrenginngrep. Lite personopphold. Ingen tilflytting av personer Garasjer, naust, tilbygg/påbygg til eksisterende bebyggelse, frittstående uthus, redskapsbod, landbruk- og skogsveger</td></tr><tr><td>K1</td><td>Tiltak av begrenset størrelse. Lite personopphold. Ingen tilflytting av personer Mindre driftsbygninger i landbruket, lagerbygg av begrenset verdi, lokale VA-anlegg, private og kommunale veger, mindre parkeringsanlegg og trafikksikkerhetstiltak (G/S-veg, midtdeler)</td></tr><tr><td>K2</td><td>Tiltak som kun innebærer terrengendring; utgraving, opp- og utfylling og masseflytting Massedepotier, komposteringsanlegg, bakkeplanering/nydyrking, massetak, andre massefyllinger</td></tr><tr><td>K3</td><td>Tiltak som medfører tilflytting av personer med inntil to boenheter, større byggverk med begrenset personopphold eller tiltak med stor verdi Bolighus/fritidsbolig med inntil to boenheter, større driftsbygninger i landbruket, lagerbygg med større verdi, mindre nærings- og industribygg, mindre utendørs publikumsanlegg, større VA-anlegg</td></tr><tr><td>K4</td><td>Tiltak som medfører større tilflytting/personopphold, samt tiltak som gjelder viktige samfunnsfunksjoner Bolighus/fritidsboliger med mer enn to boenheter, sykehjem, sykehus, skoler, barnehager, idrettshaller, utendørs publikumsanlegg og nærings- og industribygg</td></tr></table> Figur 22: Tabell over tiltakskategori [16]. For tiltak i tiltakskategori K4 ved middels faregrad (se kap. 1.3.) kreves sikkerhetsfaktor $F_{cu} \geq 1,40 \cdot f_s$ og $F_{c\phi} \geq 1,25$, hvor f_s er sprøhetsforholdet som korrigerer for sprøbruddeffekt i de udrenerte beregningene. Tiltak i K4 med lav faregrad kreves en forbedring av sikkerhetsfaktor, se Tabell 3. Tabell 3: Krav til forbedring av sikkerhetsfaktor [16]. <table><tr><th>Tiltakskategori</th><th>Lav faregrad</th><th>Middels faregrad</th><th>Høy faregrad</th></tr><tr><td>K3</td><td>Ikke forverring</td><td colspan="2">Forbedring</td></tr><tr><td>K4</td><td colspan="2">Forbedring</td><td>Vesentlig forbedring</td></tr></table> Prosentvis forbedring av sikkerhetsfaktor er vist i Figur 23. Prosentvis forbedring kan bare oppnås ved bruk av topografiske endringer og/eller ved bruk av lette masse. Dersom det velges å bedre området med grunnforsterkning eller spunt, må en oppnå sikkerhetsfaktor $F_{cu} \geq 1,40 \cdot f_s$ og $F_{c\phi} \geq 1,25$ etter at sikringstiltaket er utført.	Tiltaks-kategori	Type tiltak	K0	Små tiltak som medfører svært begrensede terrenginngrep. Lite personopphold. Ingen tilflytting av personer Garasjer, naust, tilbygg/påbygg til eksisterende bebyggelse, frittstående uthus, redskapsbod, landbruk- og skogsveger	K1	Tiltak av begrenset størrelse. Lite personopphold. Ingen tilflytting av personer Mindre driftsbygninger i landbruket, lagerbygg av begrenset verdi, lokale VA-anlegg, private og kommunale veger, mindre parkeringsanlegg og trafikksikkerhetstiltak (G/S-veg, midtdeler)	K2	Tiltak som kun innebærer terrengendring; utgraving, opp- og utfylling og masseflytting Massedepotier, komposteringsanlegg, bakkeplanering/nydyrking, massetak, andre massefyllinger	K3	Tiltak som medfører tilflytting av personer med inntil to boenheter, større byggverk med begrenset personopphold eller tiltak med stor verdi Bolighus/fritidsbolig med inntil to boenheter, større driftsbygninger i landbruket, lagerbygg med større verdi, mindre nærings- og industribygg, mindre utendørs publikumsanlegg, større VA-anlegg	K4	Tiltak som medfører større tilflytting/personopphold, samt tiltak som gjelder viktige samfunnsfunksjoner Bolighus/fritidsboliger med mer enn to boenheter, sykehjem, sykehus, skoler, barnehager, idrettshaller, utendørs publikumsanlegg og nærings- og industribygg	Tiltakskategori	Lav faregrad	Middels faregrad	Høy faregrad	K3	Ikke forverring	Forbedring		K4	Forbedring		Vesentlig forbedring
Tiltaks-kategori	Type tiltak																									
K0	Små tiltak som medfører svært begrensede terrenginngrep. Lite personopphold. Ingen tilflytting av personer Garasjer, naust, tilbygg/påbygg til eksisterende bebyggelse, frittstående uthus, redskapsbod, landbruk- og skogsveger																									
K1	Tiltak av begrenset størrelse. Lite personopphold. Ingen tilflytting av personer Mindre driftsbygninger i landbruket, lagerbygg av begrenset verdi, lokale VA-anlegg, private og kommunale veger, mindre parkeringsanlegg og trafikksikkerhetstiltak (G/S-veg, midtdeler)																									
K2	Tiltak som kun innebærer terrengendring; utgraving, opp- og utfylling og masseflytting Massedepotier, komposteringsanlegg, bakkeplanering/nydyrking, massetak, andre massefyllinger																									
K3	Tiltak som medfører tilflytting av personer med inntil to boenheter, større byggverk med begrenset personopphold eller tiltak med stor verdi Bolighus/fritidsbolig med inntil to boenheter, større driftsbygninger i landbruket, lagerbygg med større verdi, mindre nærings- og industribygg, mindre utendørs publikumsanlegg, større VA-anlegg																									
K4	Tiltak som medfører større tilflytting/personopphold, samt tiltak som gjelder viktige samfunnsfunksjoner Bolighus/fritidsboliger med mer enn to boenheter, sykehjem, sykehus, skoler, barnehager, idrettshaller, utendørs publikumsanlegg og nærings- og industribygg																									
Tiltakskategori	Lav faregrad	Middels faregrad	Høy faregrad																							
K3	Ikke forverring	Forbedring																								
K4	Forbedring		Vesentlig forbedring																							

		Figur 23: Krav til prosentvis forbedring av sikkerhetsfaktor, F_{cu} og $F_{c\phi}$ [16]. Kravet for prosentvis forbedring gjelder alle skredmekanismer som kan berøre tiltaket, og gjelder for alle potensielle glideflater som før tiltak har lavere sikkerhet enn kravet. Ved særlig stor kompleksitet, spesielt ugunstige grunnforhold, utfordrende topografi og stor konsekvens bør større forbedring vurderes. Tiltak kategoriseres i tiltakskategori K4 og skal kvalitetssikres av et uavhengig foretak.
5	Gjennomgang av grunnlag – identifikasjon av kritiske skråninger og mulig løснеområde	Identifisering av kritiske skråninger og mulige løснеområder vurderes basert på tidligere grunnundersøkelser og geotekniske vurderinger av grunnlag. Området består av ravedaler med bratte, kuperte skråninger. Skråningshøyder ved tiltaket er opptil ca. 20 m. Potensielle løснеområder for retrogressivt områdeskred med lengde $L = 15 \cdot H$ vurderes for grunnlag for befaringsundersøkelser og stabilitetsberegninger, se Figur 24. Et eventuelt mulig løśnieområde vil da være 225 m fra skråningsfot. Figur 24: Avgrensning av maksimalt løøgneområde for et retrogressivt skred. Løgneområdets lengde $L = 15 \cdot H$ [16]. Merk at avgrensning av løøgneområde vurderes nøyere i steg 8.
6	Befaring	Det er utført befaringsundersøkelser 31.10.2024 og 10.04.2025, se befaringsnotat [14] og Vedlegg 2.

		Notatet oppsummerer berg i dagen på store deler av området. Det er ikke observert erosjon i bekken. Det er utført store terrenginngrep nedenfor området, hvor det er bygget ut fylkesvei. I skråningen ved Hølandveien 151 er det tidligere gått et skred, som er beskrevet av Rambøll. Skredet var en overflateutglidning, ca. 4-5 m bredt og 20 m langt. Massene bestod hovedsakelig av sand. Det er utført stabiliserende tiltak i skråningen hvor det er blitt avlastet og terrenget er slaket ut med helning 1:1,5. Det er lagt inn en motfylling. På befaring ble det observert at skråningene bærer preg av deponert hageavfall, sannsynligvis tilført fra nærliggende eiendommer. I tillegg er det observert private drenerør i toppen av bratte skråninger fra enkelte eiendommer. Slike inngrep påvirker skråningsstabiliteten negativt og øker faren for erosjon.
7	Gjennomfør grunnundersøkelser	Utført mars 2025. Grunnundersøkelsene består av 3 borpunkter, og viser varierende dybder mellom 2 m og 25,5 m til berg. Løsmassene viser et øvre tørrskorpelag på 2 m, deretter et siltig leirlag over noe friksjonsmasser. Det er kun tatt prøver i borpunkt 2 som har påvist kvikkleire ved 4 m dybde, samt sprøbruddmateriale mellom 4,5 m og 6 m dybde. Alle borpunktene er tatt ved plataået, og ikke i bunn av skråning.
8	Vurder aktuelle skredmekanismer og avgrens løsne- og utløpsområde	Aktuelle skredmekanismer i sprøbruddmateriale er bl.a. avhengig av terrengforhold, sprøbruddmaterialets beliggenhet og leiras omrørte fasthet. Metodikk for bestemmelse av aktuell skredmekanisme er presentert i Figur 25. Utløpsområdets utstrekning er avhengig av aktuell skredmekanisme, løsneområdets størrelse og terrengforholdene i utløpsområdet. <pre> graph TD A[Viser grunnundersøkelser sprøbruddmateriale? NS8015: $c_{u,r} \leq 2 \text{ kPa}$ / ISO 17892-6: $c_{u,r} \leq 1,27 \text{ kPa}$] -- JA --> B[Tilsvarende omrørt fasthet eller flyteindeks mulig retrogresjon? NS8015: $c_{u,r} \leq 1 \text{ kPa}$ / ISO 17892-6: $c_{u,r} \leq 0,69 \text{ kPa}$ eller $I_L > 1,2$] A -- NEI --> C[Ikke fare for områdeskred] B -- JA --> D[Andel sprøbruddmateriale over mest kritiske glideflate $b/D > 40 \%$] B -- NEI --> E[Rotasjonsskred eller Flakskred] D -- JA --> F[Retrogressivt skred] D -- NEI --> E </pre> Figur 25: Flytskjema for vurdering av aktuell skredmekanisme [16].

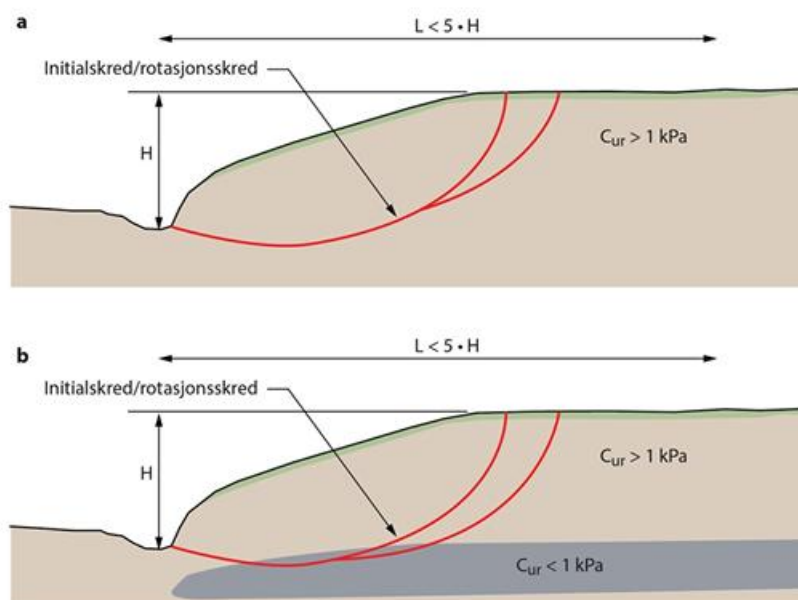
Grunnundersøkelser i området viser sprøbruddmateriale/kvikkleire, og det er antatt fare for områdeskred. Videre er det vurdert muligheten for ulike skred, hvor det er vurdert fare for rotasjonsskred.

Kritisk snitt viser at forholdet b/D er rundt 40 % og kritisk glideflate vurderes som rotasjonsskred om det er mindre enn 40% og retrogressivt om forholdet er større enn 40%. Dette må vurderes videre i stabilitetsberegninger.



Figur 26: Andel sprøbruddmateriale over kritisk glideflate (b/D) i ravineterreng, rotasjonsskred [16].

For avgrensning av løсне- og utløpsområde er det vurdert rotasjonsskred på grunn av tykkelse og dybder med sprøbrudd/kvikkleire. Det er tidligere konservativt vurdert løснеområde som $L = 15 \cdot H$ for retrogressivt skred, se steg 5. Løснеområdet er vurdert videre som $L = 5 \cdot H$, hvor største skråningshøyde er 20 m.



Figur 27: Prinsipp for avgrensning av løśnieområdet for et rotasjonsskred i a) homogen leire og b) når det er mindre enn 40 % sprøbruddmateriale over kritisk glideflate [16].

Løśnieområde er dermed beregnet til $L = 100$ m.

		Figur 28: Utløpslengden L_u [16]. Utløpsområde for rotasjonsskred beregnes som $0,5 \cdot$ løsneområde, som gir et utløpsområde på 50 m.
9	Klassifiser faresoner	Faresoner klassifiseres med faregrad og konsekvens. Utløpsområdene får samme faregrad som løsneområdet. Konsekvens klassifiseres samlet for sonens løsne- og utløpsområde. For tidligere klassifiserte faresoner skal klassifiseringen (faregrad og konsekvens vurderes på nytt). Figur 29: Løsneområdets lengde og utløpsdistanse [16]. Tiltaksområdet ligger allerede i en sone «2938 Hølandsveien» med lav faregrad, alvorlig konsekvens og risikoklasse 3, se Figur 9. Det er påvist kvikkleire/sprøbruddmateriale ved utførte grunnundersøkelser og det er derfor vurdert ny faresone, og eksisterende sone anbefales å revideres. Faresonens reviderte klassifisering er endret: - Faregrad: Høy - Konsekvensklasse: Alvorlig - Risikoklasse: 3 Se rapport for detaljer rundt oppdatert soneutredning [17] og Vedlegg 3.

		 Figur 30: Utkast av ny soneutredning. For tiltak i tiltakskategori K4 som ligger innenfor aktsomhetsområder, skal beregnet faregrad avgjøre sikkerhetskrav. For tiltakskategori K4 ved høy faregrad er det krav til vesentlig forbedring av sikkerhetsfaktor. Dette utføres ved topografiske endringer og /eller masseutskiftning. Det kreves absolutt sikkerhetsfaktor $F \geq 1,4 \cdot f_s$ for udrenert stabilitetsanalyse og $F \geq 1,25$ for drenert stabilitetsanalyse. Merk at f_s er sprøhetsforholdet som korrigerer for sprøbruddeffekt i de udrenerte beregningene, hvor $f_s = 1,15$.
10	Dokumentér tilfredsstillende sikkerhet	Stabilitetsberegninger gjennomføres og sikkerhet dokumenteres iht. sikkerhetskravene i Figur 23. Hvis sikkerheten er for lav, skal mulige sikringstiltak vurderes for å oppnå tilfredsstillende sikkerhet. Stabilitetsberegninger er beskrevet i kap. 3. Soneutredningen, inkludert beregning av dagens stabilitet, og stabilitet med sikringstiltak for å oppnå tilfredsstillende sikkerhet dokumenteres. Vurderinger skal kvalitetssikres av uavhengig foretak. Føringer for detaljprosjektering og anbefaling til videre arbeid skal beskrives.
11	Meld inn faresoner og grunnundersøkelser	Grunnundersøkelser er meldt inn i NADAG. Eksisterende faresoner anbefales å oppdatere på grunn av påvist kvikkleire/sprøbruddsmateriale, samt enkelte områder med ikke påvisning av kvikkleire/sprøbruddsmateriale som kan argumenteres for innskrenkning av kvikkleiresone.

3 Stabilitetsberegninger

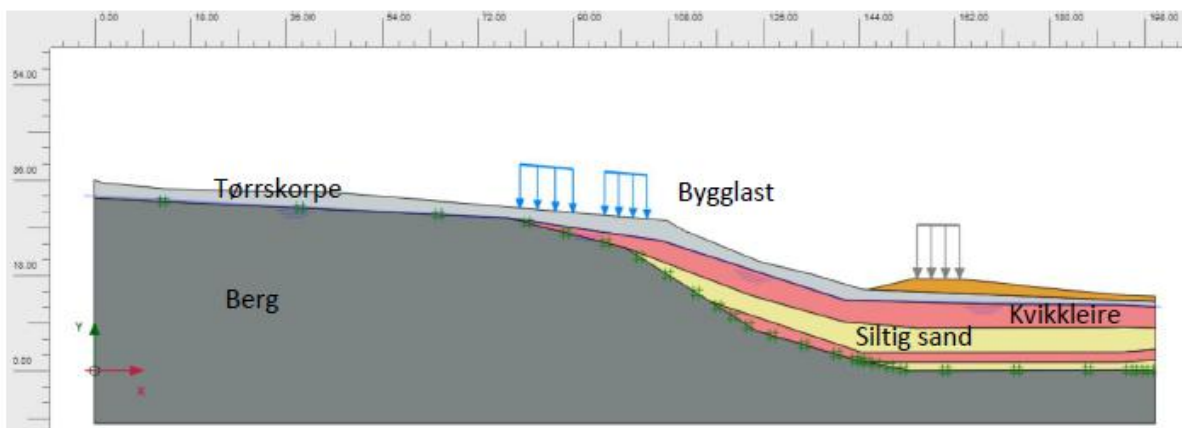
For tiltakskategori K4 skal stabiliteten tilfredsstillende krav i henhold til NVE kvikkleireveilederen 1/2019, punkt 3.3.4 i veilederen. Hvis tiltaket forverrer stabiliteten skal det kreves absolutt sikkerhetsfaktor $F \geq 1,4 \cdot f_s$ for udrenert stabilitetsanalyse og $F \geq 1,25$ for drenert stabilitetsanalyse. Merk at f_s er sprøhetsforholdet som korregerer for sprøbruddeffekt i de udrenerte beregningene, hvor $f_s = 1,15$.

Vurdering av skråningsstabilitet må utføres med stabilitetsberegninger i udrenert/totalspenningsanalyse (korttidsstabilitet) og drenert/effektivspenningsanalyse (langtidsstabilitet). Områdestabilitetsvurdering må utføres for vurdering av kvikkleireskred i området, samt skal lokalstabiliteten vurderes for etablering av VA-anlegg. Både områdestabiliteten og lokalstabiliteten skal tilfredsstillende krav iht. veilederen.

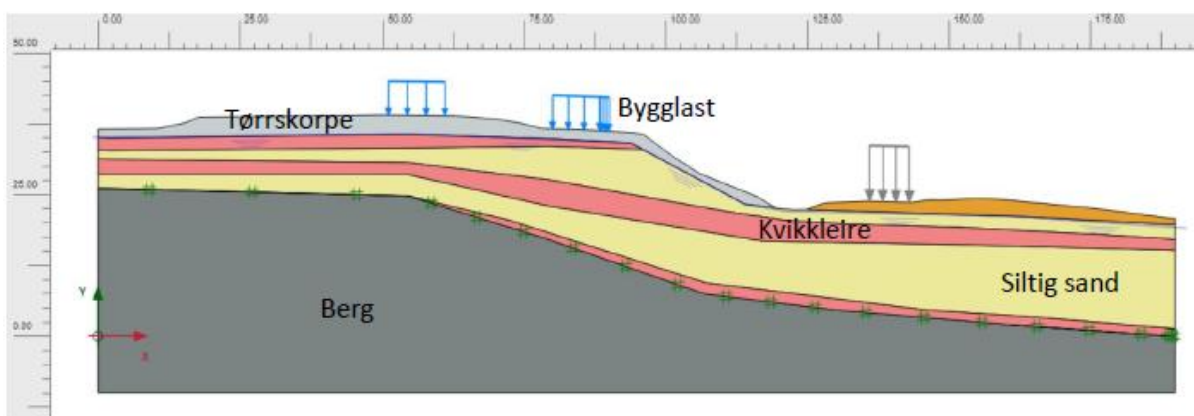
3.1 Beregningssnitt, materialparametere og laster

Lagdeling og valg av materialparametere er basert på grunnundersøkelser, laboratorieresultater og erfaringsverdier fra SVV V220 [15]. Snittegningene A, B og C er presentert i Figur 18, Figur 19 og Figur 20. Se Vedlegg 4 for alle tegninger av plankart med snitt og snittene. Under vises modell av beregningene i Plaxis.

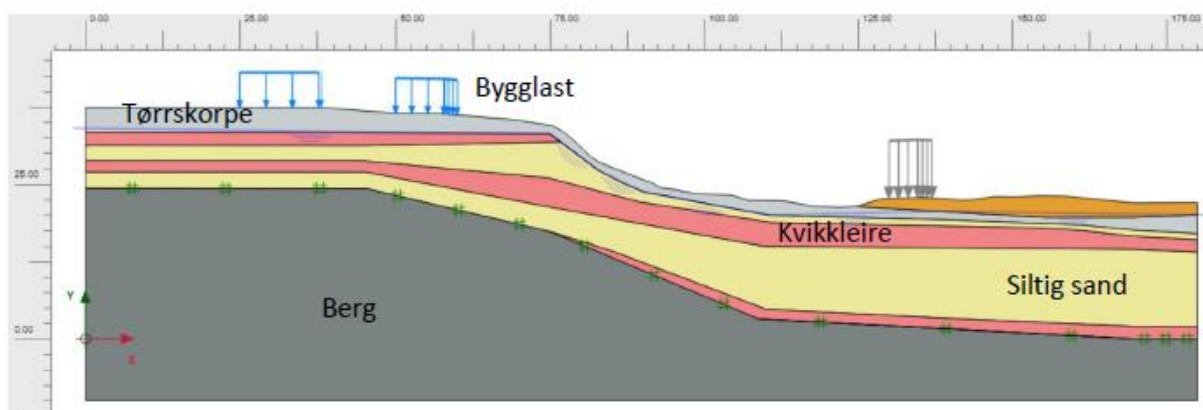
Grunnvannstand er vurdert til 2 m under terreng, under tørrskorpelag.



Figur 31: Beregningssnitt A.



Figur 32: Beregningssnitt B.



Figur 33: Beregningssnitt C.

Det er antatt bygglast på 20 kPa fra bebyggelse, med lastfaktor 1,0 for permanent ugunstig laster. Det er ikke antatt veglast/trafikklast eller terrenglast. Trafikklast fra fylkesvei virker gunstig mtp skråningsstabiliteten, og er neglisjert i beregninger pga at det er variabel last.

Materialeparametere for de ulike snittene er presentert i tabellene under, hvor Tabell 4 representerer materialeparametere for jordmodellen Hardening Soil Udrenert for tørrskorpelag og fyllmasselag. Tabell 5 representrer materialparametere for jordmodell NGI-ADP Udrenert for sprøbrudd/kvikkleire og leire, mens Tabell 6 viser for jordmodell Hardening Soil Udrenert/Drenert for sprøbrudd/kvikkleire og leire.

Tabell 4: Materialparametere (Hardening Soil Drenert) for tørrskorpe og fyllmasse.

Jordparametere	Tørrskorpe	Fyllmasse
Jordmodell	Hardening Soil	Hardening Soil
Dreneringstype	Drenert	Drenert
Tyngdetetthet, unsat	20 kN/m ³	19 kN/m ³
Tyngdetetthet, sat	20 kN/m ³	19 kN/m ³
E-modul, E50Ref	20E3 kN/m ²	20E3 kN/m ²
E-modul ødometer, EoedRef	20E3 kN/m ²	20E3 kN/m ²
E-modul unloading/reloading, EurRef	60E3 kN/m ²	60E3 kN/m ²
Poisson ratio, v	0,2	0,2
Power m	1	1
Cohesion, C ref	5 kN/m ²	5 kN/m ²
Cohesion, c_inc'	2,5 kN/m ² /m	2,5 kN/m ² /m
Yref, vertical ref, kote	*Varierer	*Varierer
Friksjonsvinkel, phi	33 grader	42 grader
psi	0 grader	0 grader



Tabell 5: Materialparametere (NGI-ADP Udrenert) for sprøbrudd/kvikkleire og leire.

Jordparametere	Sprøbrudd/kvikkleire	Siltig sand
Jordmodell	NGI-ADP	NGI-ADP
Dreneringstype	Udrenert C	Udrenert C
Tyngdetetthet, unsat	18,5 kN/m ³	18 kN/m ³
Gur/SuA	250	650
Vu (nu)	Default (0,495)	Default (0,495)
SuAref	25-35 kN/m ²	65 kN/m ²
SuAinc	2,5 kN/m ² /m	5 kN/m ² /m
Yref, vertical ref, kote	*Varierer	*Varierer
SuP/SuA	0,35	0,40
SuDSS/SuA	0,63	0,70
Gamma fC	1,0	1,0
Gamma Fe	2,0	2,0
Gamma fDSS	1,5	1,5
Tau/Su_A	0,7	0,7

Tabell 6: Materialparametere (Hardening Soil Udrenert/Drenert) for sprøbrudd/kvikkleire og leire.

Jordparametere	Sprøbrudd/kvikkleire	Siltig sand
Jordmodell	Hardening Soil	Hardening Soil
Dreneringstype	Udrenert/ Drenert	Udrenert/ Drenert
Tyngdetetthet, unsat	18,5 kN/m ³	18 kN/m ³
Tyngdetetthet, sat	18,5 kN/m ³	18 kN/m ³
E-modul, E50Ref	15E3 kN/m ²	15E3 kN/m ²
E-modul ødometer, EoedRef	15E3 kN/m ²	15E3 kN/m ²
E-modul unloading/reloading, EurRef	30E3 kN/m ²	45E3 kN/m ²
Poisson ratio, v	0,2	0,2
Power m	1	1
Cohesion, C ref	1 kN/m ²	1 kN/m ²
Cohesion, c_inc'	1,5 kN/m ² /m	1,5 kN/m ² /m
Yref, vertical ref, kote	*Varierer	*Varierer
Friksjonsvinkel, phi	25 grader	31 grader
psi	0 grader	0 grader

Merk at tørrskorpe skal ha attraksjon 0 kPa og friksjonsvinkel 30 grader, og dermed kohesjon 0 kPa i henhold til SVV Håndbok 016 [18]. Beregninger med følgende parametre gir i enkelte beregninger brudd i overflaten, enten overflateutglidning eller bæreevne under last. Det er dermed økt kohesjon til 5 kPa og friksjonsvinkel 33 grader. Beregningsresultater viser da mer realistisk bruddmekanismen, hvor bruddet går gjennom skråningen enten som rotasjonsskred eller retrogressivt skred i dypere dybder. I enkelte beregninger viser snittene samme bruddmekanisme og SF som med kohesjon 0 kPa og friksjonsvinkel 33 grader. Det har vært en prioritet å se på bruddmekanisme som går i dypere dybder, enn ved overflaten.

3.2 Beregningsresultater

Det er utført stabilitetsberegninger i Plaxis 2D med jordmodell NGI-ADP (udrenert analyse) og Hardening Soil (udrenert og drenert analyse). Resultater er presentert i Tabell 7. Merk at beregninger viser resultater med antatt last fra eksisterende bebyggelse. Kravene til sikkerhet skal tilfredsstillende plan- og bygningslovens (pbl), § 28-1 Byggegrunn, miljøforhold mv, og Forskrift om tekniske krav til byggverk (TEK17), andre del – Naturpåkjenninger, uteareal og ytre miljø – Kap. 7. Sikkerhet mot naturpåkjenninger, § 7-3 Sikkerhet mot skred [16].

Tabell 7: Beregningsresultater fra stabilitetsberegning i udrenert og drenert tilstand.

Dreneringstype	Udrenert		Drenert
Jordmodell	NGI-ADP	Hardening Soil	Hardening Soil
Snitt A	1,38	1,52	1,80
Snitt B	1,04	1,08	1,13
Snitt C	1,16	1,19	1,28

Beregningene viser ikke tilfredsstillende sikkerhet for skråningsstabiliteten i området. Krav til sikkerhetsfaktor for udrenert/totalspenningsanalyse er $SF > 1,4$ og for udrenert/effektivspenningsanalyse $SF > 1,25$. Områder hvor det er forventet sprøbruddsmateriale skal det korrigeres med sprøbruddseffekt $f_s = 1,15$ for udrenert analyse.

Bruddmekanisme for snittene viser typiske rotasjonsskred. Enkelte området viser bruddmekanisme som går langs bløte lag og strekker seg lenger fra skråningen, som kan indikere en blanding mellom flaskred og retrogressivtskred. Se Vedlegg 5 for utklipp av Plaxisberegninger med bruddmekanisme, deformasjoner og sikkerhetsfaktor.

3.3 Videre arbeid

Stabilitetsberegninger viser ikke tilstrekkelig med stabilitet og ikke tilfredsstillende sikkerhet i henhold til krav fra NVE kvikkleireveileder. Det anbefales å supplere med grunnundersøkelser i videre arbeid. Supplerende grunnundersøkelser bør tilpasses tiltak som skal utføres, men bør innebære flere trykksøndering, samt prøvetaking og labtester som ødometertest og treaks. Det bør settes ned flere poretrykksmålere.

Videre prosjektering skal vise til tilfredsstillende sikkerhet, og stabiliteten i området må forbedres ved stabiliserende tiltak. Forbedring av skråningsstabiliteten skal innebære avlastning og/eller motfylling.



4 Konklusjon

Det er utført en områdestabilitetsvurdering ved Hølandsveien for Lillestrøm kommune, i forbindelse med kvikkleireutredning. Tiltaket er under marin grense, og ligger i en eksisterende kvikkleiresone. Tiltaksområdet kvalifiseres i tiltakskategori K4 og områdestabilitetsvurdering skal kvalitetssikres av et uavhengig foretak.

Det er utført supplerende grunnundersøkelser som viser generelt dybder til berg mellom 2 m og 26 m. Lagdelingen beskrives som varierende, men gjennomgående i flere borpunkter. Grunnforholdet beskrives som et øvre tørrskorpelag eller fyllmasselag på 2 m dybde, deretter lagvis med siltig sand og sprøbruddmateriale/kvikkleire. Det er påvist et sammenhengende lag av sprøbrudd/kvikkleire i flere borpunkter. Store deler av området viser berg i dagen. Det er utført en soneutredning på eksisterende kvikkleiresone, hvor sonen er oppdatert. Det har tidligere gått en overflateutglidning ved området, hvor det er utført stabiliserende tiltak.

For tiltak i tiltakskategori K4 skal skråningsstabiliteten vise tilfredsstillende sikkerhetskrav i henhold til NVEs kvikkleireveilederen [16]. Tiltak i området krever en forbedring av sikkerheten. Områdestabilitetsvurdering viser ikke tilstrekkelig med sikkerhet, og en eventuell utbygging som krever terrenginngrep har behov for sikringstiltak for å forbedre skråningsstabiliteten. Det presiseres at vurderingene er basert på tilgjengelig data og at det gir en usikkerhet i beregninger og vurderinger. Det anbefales derfor å supplere med grunnundersøkelser i neste fase.



Vedlegg

Vedlegg 1 – Datarapport 2025

Datarapport – 24164001-RIG-RAP-01-Datarapport

Vedlegg 2 – Befaringsnotat

Befaringsnotat Holen – 24164001-RIG-NOT-01- Befaringsnotat Holen

Vedlegg 3 – Soneutredning

Soneutredning Holen – 24164001-RIG-NOT-03- Soneutredning Holen

Vedlegg 4 – Geotekniske tegninger

Geoteknisk plantegning og snitt

Vedlegg 5 – Beregninger

Plaxisberegninger – Kritisk bruddsirkel med SF

Referanser

- [1] NVE, *Veileder 1/2019 Sikkerhet mot kvikkleireskred. Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper.*
 - [2] NVE, «Ekstern rapport 9/2020. Oversiktskartlegging og klassifisering av faregrad, konsekvens og risiko for kvikkleireskred.,» 2020.
 - [3] Kartverket, «Norgeskart,» [Internett]. Available: www.norgeskart.no.
 - [4] NVE, «Temakart Bratthetskart,» [Internett]. Available: <https://temakart.nve.no/tema/bratthet>.
 - [5] NGU, «Løsmasser - Nasjonal løsmassedatabase,» [Internett]. Available: https://geo.ngu.no/kart/losmasse_mobil/.
 - [6] NVE, «NVE Atlas,» [Internett]. Available: <https://atlas.nve.no/>.
 - [7] Verkis, «24164001-RIG-NOT-02-Soneutredning Hølandsveien,» 2025.
 - [8] NGU, «NADAG - Nasjonal database for grunnundersøkelser,» [Internett]. Available: https://geo.ngu.no/kart/nadag_mobil/.
 - [9] Statens Vegvesen, «110485 Fv. 169 Fjellsrud - Stensrud,» 2016.
 - [10] GeoStrøm, «3605 R1 Rapport - Grunnundersøkelser - Hølandsveien 151,» 22.05.2023.
 - [11] Verkis, 24164001 RIG-RAP-002 Hølandsveien. Geoteknisk datarapport, 2025.
 - [12] Rambøll, «G-NOT-001 1350055758 Notat - Utglidning Hølandsveien 151,» 01.06.2023.
 - [13] Rambøll, «1350055758 Befaringsnotat. Utglidning Hølandsveien 151.,» 03.11.2023.
 - [14] Verkis AS, 24164001-RIG-NOT-02 Befaringsnotat Hølandsveien., 2025.
 - [15] Statens Vegvesen , Håndbok V220 - Geoteknikk i vegbygging, Vegdirektoratet, 2023.
 - [16] Norges vassdrags- og energidirektorat, «Veileder nr. 1/2019, Sikkerhet mot kvikkleireskred,» Norges vassdrags- og energidirektorat, Oslo, 2020.
 - [17] Verkis AS, 2024-075-24164001-RIG-NOT-01-Soneutredning - Holen, Lillestrøm kommune, 2025.
 - [18] Statens vegvesen , Håndbok 016 - Geoteknikk i vegbygging, Vegdirektoratet , 2009.
 - [19] Kartverket, «Høydedata,» [Internett]. Available: www.hoydedata.no.
 - [20] NGU, «NADAG,» Nasjonal database for grunnundersøkelser, [Internett]. Available: geo.ngu.no/kart/nadag_mobil/.
 - [21] NVE, «Temakart NVE faresoner,» Norges Vassdrags- og energidirektorat, [Internett]. Available: temakart.nve.no/tema/faresoner.
 - [22] Statens Vegvesen , Håndbok V221 - Grunnforsterkning, fyllinger og skråninger, Vegdirektoratet , 2014.
 - [23] NGI, Kartlegging av områder med potensiell fare for kvikkleireskred, 1989.
-