

---

RAPPORT

# Områdestabilitetsvurdering Hølen

---

OPPDRAUGSGIVER

Vestby kommune

EMNE

Stabilitetsutredning Hølen sentrum

DATO / REVISJON: 26. mai 2020 / 00

DOKUMENTKODE: 10214789-01-RIG-RAP-03

---



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        | <b>Områdestabilitetsvurdering Hølen</b> | DOKUMENTKODE    | 10214789-01-RIG-RAP-03                |
| EMNE           | Stabilitetsutredning Hølen sentrum      | TILGJENGELIGHET | Åpen                                  |
| OPPDRAGSGIVER  | <b>Vestby kommune</b>                   | OPPDRAGSLEDER   | Monika Rødin Lund                     |
| KONTAKTPERSON  | Heidrun Kårstein                        | UTARBEIDET AV   | Monika Rødin Lund                     |
| KOORDINATER    | SONE: UTM 33 ØST: 258702 NORD: 6607866  | ANSVARLIG ENHET | Geoteknikk Samferdsel<br>101080, Oslo |
| GNR./BNR./SNR. | -                                       |                 |                                       |

## SAMMENDRAG

Multiconsult Norge AS har fått i oppdrag av Vestby kommune å utrede faren og risikoen for to kartlagte faresoner ved Hølen i Vestby kommune. Faresonene som er vurdert er 2123 Hølen sentrum sør og 2122 Ødgården. Beboerne i området er bekymret. Det er registrert setninger og sprekker i veien og erosjon i landbruksområdene. Terrenget er relativt bratt på begge sider av elven.

Tilgjengelige grunnundersøkelser og tidligere geotekniske vurderinger er gjennomgått. Ut fra grunnlaget som foreligger er det ingen grunn til endring av faresonenes utstrekning. Dersom det utføres grunnundersøkelser med opptak av prøveserier og installasjon av poretrykksmålere kan dette bekrefte eller avkrefte sammenhengende lag med kvikkleire og eventuelt gi mulighet for justering av faresonene. Da det ikke foreligger planer om vesentlige reguleringsendringer i området vurderes det ikke å være påkrevet med ytterligere grunnundersøkelser.

I faresonen Hølen sentrum sør er det observert erosjon i sammenheng med landbruksdrenering på jordet nord for Knapstadveien. Det anbefales at denne oppgraderes slik at det ikke utvikler seg sammenhengende kanaler på jordet. Arbeidene anbefales utført med seksjonsvis utgraving og i tørre perioder.

Det er i forbindelse med et ras under Hølen bruer planlagt erosjonssikring av elva Såna. Denne strekker seg ikke helt opp til enden av undersøkte faresoner. Da det er observert noe erosjon i elveløpet, spesielt i yttersvingen mot 2123 Hølen sentrum sør, anbefales det at planlagt erosjonssikring videreføres opp til brua.

|      |            |             |                   |                  |                   |
|------|------------|-------------|-------------------|------------------|-------------------|
|      |            |             |                   |                  |                   |
|      |            |             |                   |                  |                   |
|      |            |             |                   |                  |                   |
| 00   | 26.05.2020 | Utarbeidet  | Monika Rødin Lund | Tor Georg Jensen | Monika Rødin Lund |
| REV. | DATO       | BESKRIVELSE | UTARBEIDET AV     | KONTROLLERT AV   | GODKJENT AV       |

## INNHOLDSFORTEGNELSE

|          |                                      |           |
|----------|--------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>Innledning .....</b>              | <b>5</b>  |
| <b>2</b> | <b>Områdebeskrivelse .....</b>       | <b>5</b>  |
| 2.1      | Topografi.....                       | 5         |
| 2.2      | Kvartærgeologisk kart.....           | 6         |
| 2.3      | Utførte grunnundersøkelser .....     | 6         |
| 2.4      | Befaring.....                        | 8         |
| <b>3</b> | <b>Faresoner og risiko.....</b>      | <b>9</b>  |
| <b>4</b> | <b>Stabilitetsvurderinger .....</b>  | <b>10</b> |
| 4.1      | Hølen sentrum sør .....              | 10        |
| 4.2      | Ødegården .....                      | 11        |
| <b>5</b> | <b>Konklusjon og anbefaling.....</b> | <b>12</b> |
| 5.1      | Hølen sentrum sør .....              | 12        |
| 5.1.1    | Utstrekning av faresonen.....        | 12        |
| 5.1.2    | Erosjon .....                        | 13        |
| 5.2      | Øgården .....                        | 15        |
| 5.2.1    | Utstrekning av faresonen.....        | 15        |
| 5.2.2    | Erosjon .....                        | 16        |
| <b>6</b> | <b>Vedlegg.....</b>                  | <b>16</b> |
| <b>7</b> | <b>Referanser .....</b>              | <b>17</b> |

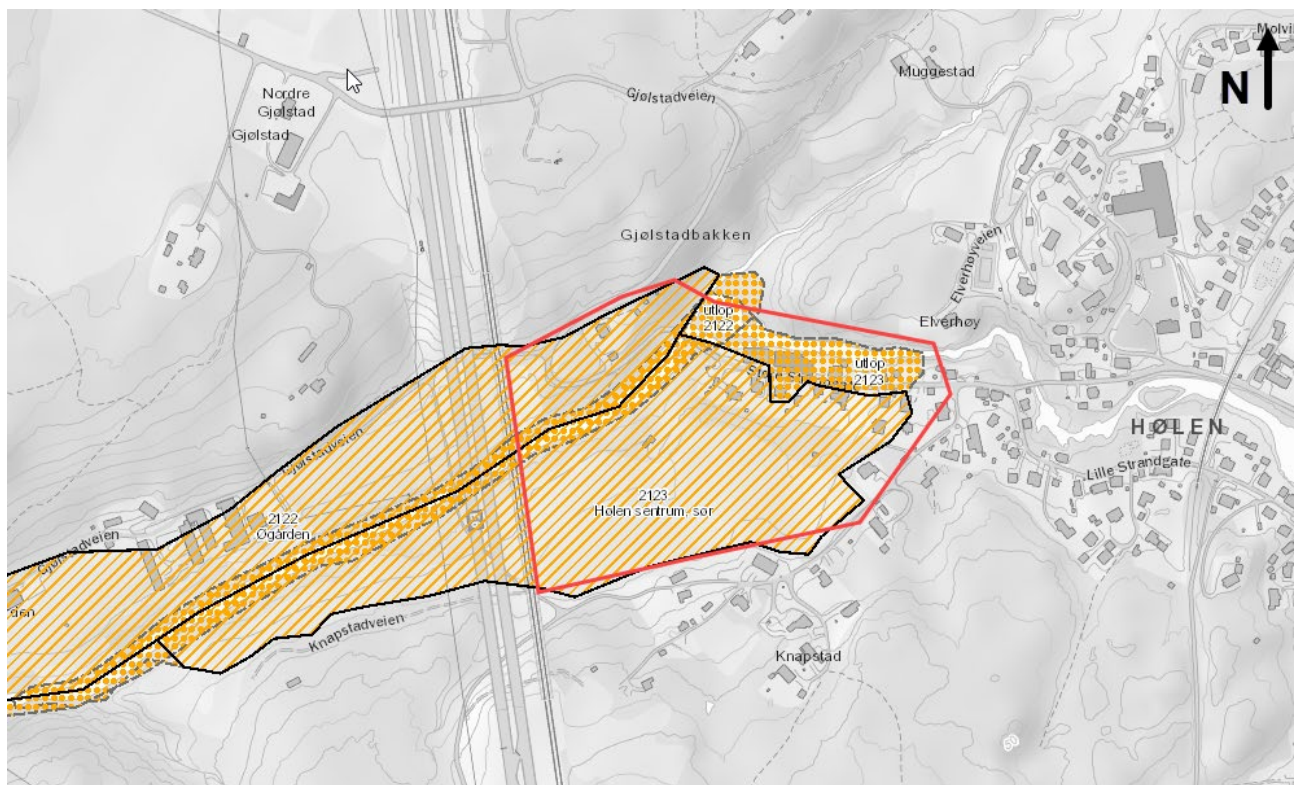
## 1 Innledning

Det er i Vestby kommune ved Hølen sentrum kartlagt to kvikkleiresoner 2123 Hølen sentrum sør og 2122 Ødgården. I forbindelse med disse sonene ønsker Vestby kommune mer informasjon om fare og risiko innenfor området vist i Figur 1-1.

Beboerne i området er bekymret. Det er registrert setninger og sprekker i veien og erosjon i landbruksområdene. Terrenget er relativt bratt på begge sider av elven.

Vestby kommune planlegger en omregulering av området, dette innebærer å fjerne en innregulert fritidsbolig og småbåthavn i elva.

Denne rapporten omhandler en vurdering av kartlagte faresone og en vurdering av fare og risiko.



Figur 1-1 Interesseområde for vurdering av fare og risiko ved Hølen er markert med rødt. Kartlagte faresoner er markert med oransje skravur [8].

## 2 Områdebeskrivelse

### 2.1 Topografi

Området, angitt med rød strek i Figur 1-1, ligger øst for Hølen bruer, E6 og jernbanen. Det høyeste punktet ligger ved Knapstadveien kt. +24,2. Elven Såna ligger på ca. kt. +7,4 like nedenfor Store Strandgate. De bratteste partiene har en helning på 16-25 grader.

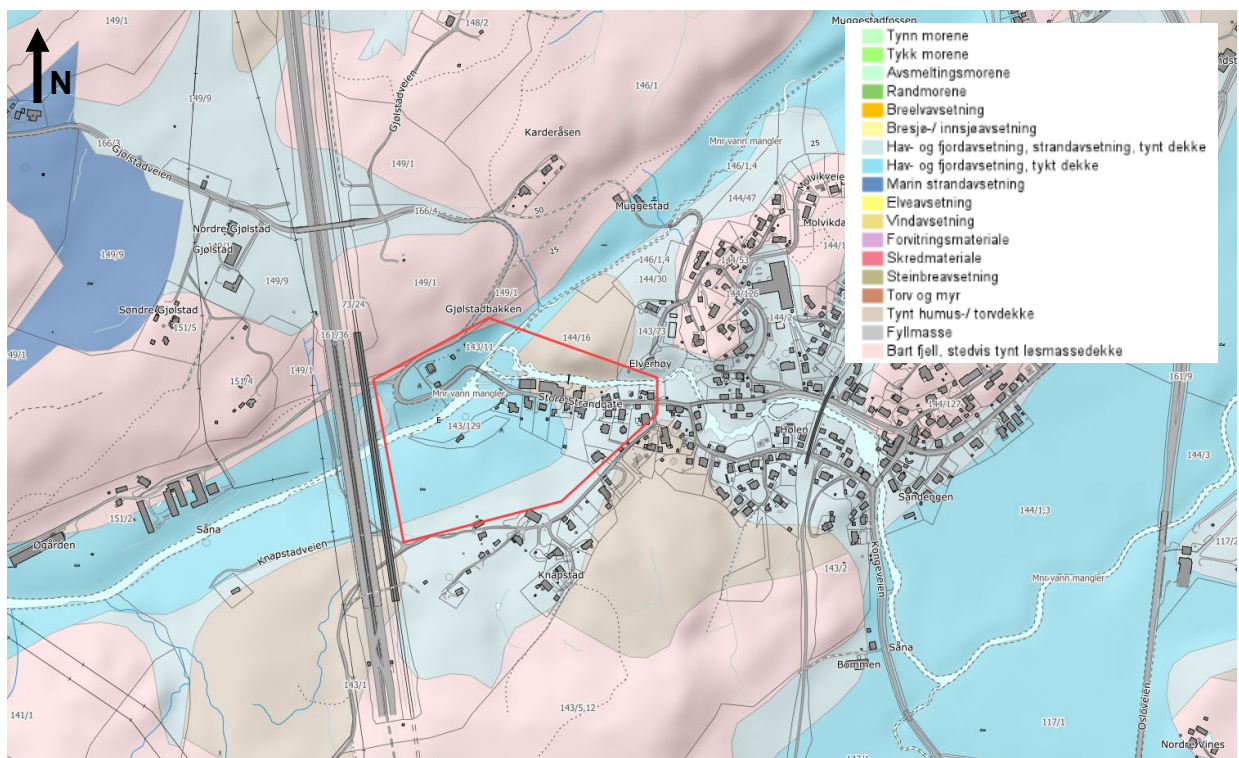
Området langs elven preget av småhusbebyggelse. Mellom småhusbebyggelsen og Knapstadveien er det et jordbruksområde.

Ut fra historiske flyfoto har det vært få/ingen terrengendringer i området siden 1950.

## 2.2 Kwartærgeologisk kart

I følge NGUs kvartærgeologiske kart ligger det aktuelle området i et område preget av tykk og tynn havavsetning, Figur 2-1. Havavsetninger består av finkornig materiale som silt og leire. I områdene rundt er det bart fjell/tynt løsmassedecke.

Det kvartærgeologiske kartgrunnlaget gir en visuell oversikt over landskapsformende prosesser over tid, samt løsmassenes overordnede fordeling. Utgangspunktet for disse oversiktskartene er i all hovedsak visuell overflatekartlegging, og kun i begrenset omfang fysiske undersøkelser. Kartene gir ingen informasjon om løsmassefordeling i dybden (for eksempel under fyllmasser) og kun begrenset informasjon om løsmassemektighet. For mer informasjon om kvartærgeologiske kart og anvendelse/kvalitet vises til [8].

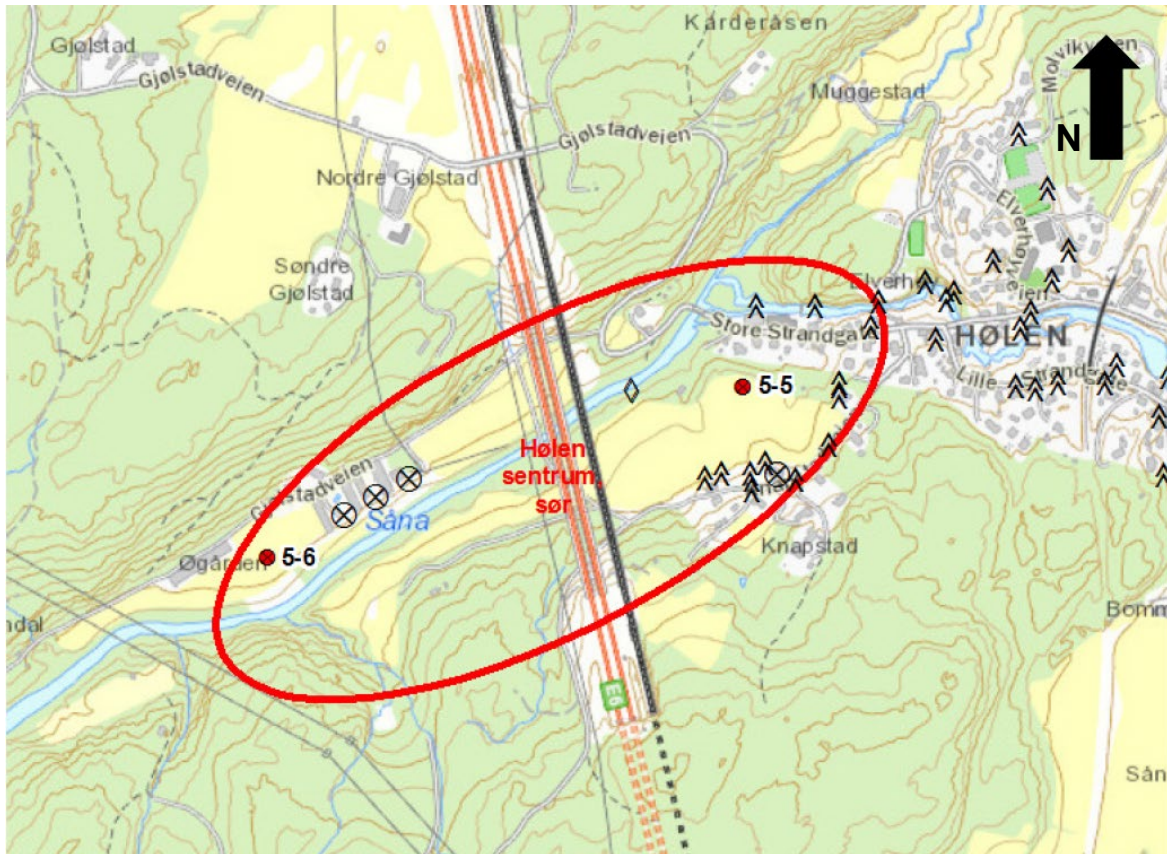


Figur 2-1 Kwartærgeologisk kart. Området av interesse ligger innenfor rødt omriss.

## 2.3 Utførte grunnundersøkelser

Det er utført flere grunnundersøkelser i området. Den nærmeste er utført i forbindelse med den regionale kvikkleirekartleggingen for Ski, Ås, Frogn og Vestby, [3], [4] og [5]. Figur 2-2 viser plassering av punkt 5-5 og kartlagt berg i dagen.

Utførte dreiesonering i 5-5 indikerer at massene består av leire/silt. Det er registrert meget liten sonderingsmotstand mellom 0-6 m. Prøveserie i samme punkt viser sprøbruddmateriale i flere dybder; 2-3 m, 7-8 m og i 9-10 m under terreng. I øvrige dybder er det ikke påvist sprøbruddmateriale eller det er ikke tatt opp prøver.

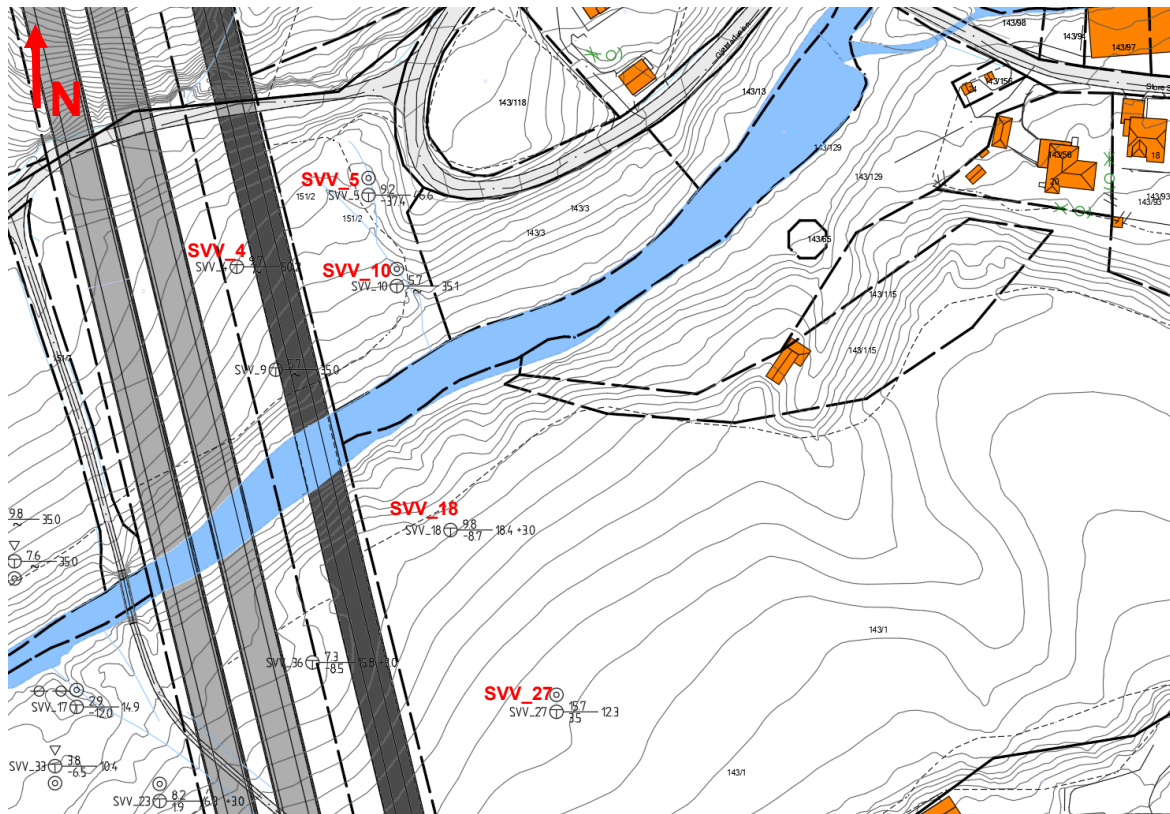


Figur 2-2 Grunnundersøkelser utført i forbindelse med regional kartlegging av kvikkleire [4].

Det er i forbindelse med et ras/utglidning vest for Hølen bruer utført flere grunnundersøkelser [7]. Det er fire sonderinger som er aktuelle for interesseområdet; SVV\_5, 10, 18 og 27 vist i Figur 2-3.

Borpunkt 5 og 10 er utført på nordsiden av Sana. Totalsondering i punkt 5 viser masser med lav sonderingsmotstand til store dyp. Prøveserien regnes som meget sensitiv, men ikke som sprøbruddmateriale. Massene består av silt og leire. Totalsondering 10 viser bløte masser i toppen, deretter øker sonderingsmotstanden med dybden. Massene består av siltig, humusholdig leire, og er ikke sensitive.

Totalsondering 18 er utført på sørsiden av Sana sammen med totalsondering 27. Totalsondering 18 viser relativt lav sonderingsmotstand i toppen, 0-5 m under terreng, deretter økende sonderingsmotstand med dybden. Totalsondering 27 viser jevnt lav sonderingsmotstand med dybden, noe som indikerer sprøbruddmateriale. Massene består av siltig leire med noe humusinnhold. Ut fra prøveserien kan massene karakteriseres som sprøbruddmateriale.



Figur 2-3 Grunnundersøkelser utført i forbindelse med raset vest for bruene over Såna [7]. Det er påvist sprøbruddmateriale i borpunkt SVV\_27. Det er tidligere funnet sprøbruddmateriale i et punkt i nærheten av SVV\_4 som ikke er tegnet opp her.

## 2.4 Befaring

Det ble den 12.2.2020 utført en befaring av området. Her ble det lagt vekt på registrering av erosjon, sprekkedannelser og andre tegn på ustabilitet innenfor interesseområdet. Bilder fra befaringen er vist i vedlegg A.

Det er på jordet ved faresonen Hølen sentrum sør, observert kraftig erosjon i forbindelse med landbruksdrenering. Det er også registrert bekker/avrenning som går direkte ut på jordet uten sikrings-/erosjonstiltak. Dette har medført store erosjonssår i terrenget. Og det største hullet som er observert er på ca. 4x2 m i bredde og en dybde på ca. 2 m.

Det er også registrert noe erosjon og små utglidninger langs Såna på strekningen mellom Hølen bruer og brua oppstrøms på begge sider av elvestrekket.

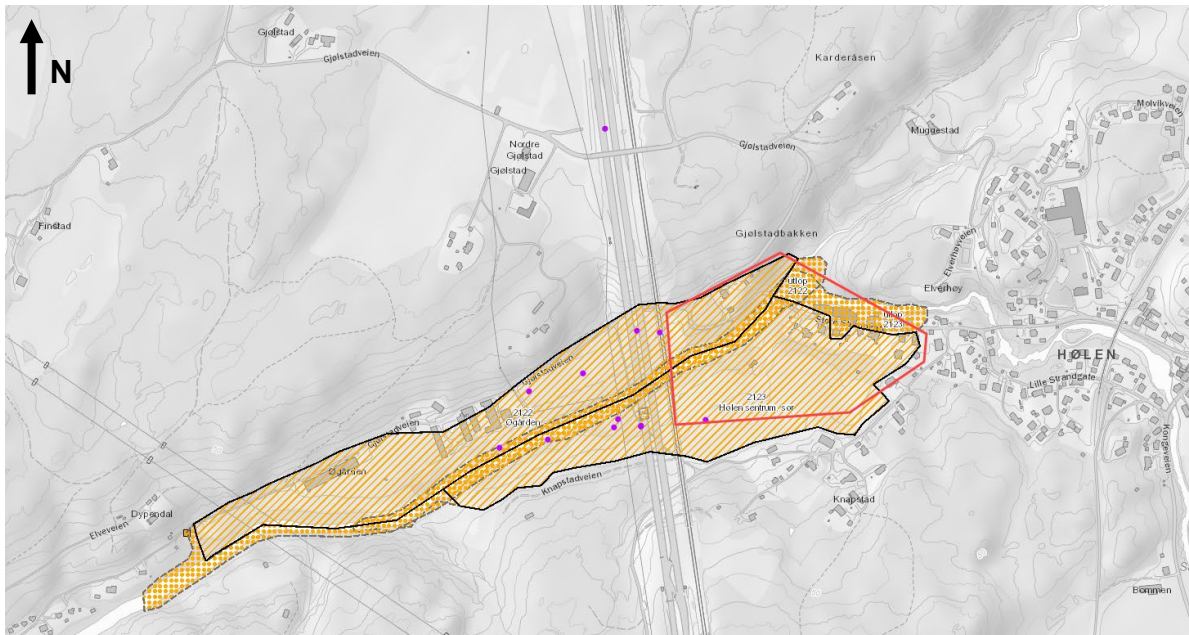
På vei opp mot Gjølstadveien 3 er det observert plastring etter en tidligere utglidning i skråningen opp mot eiendommen, selve skråningen har en helning på 1:1,5 eller brattere. Det er uvisst når denne utglidningen skjedde, men plastringen ser ut til å ligge stabilt. Det er også registrert en stikkrenne med fritt utløp og et ca. 40 cm høyt fall. Kommunen har fortalt at det tidligere har vært sprekker i asfalten, men under befaringen ble det observert at asfalten på strekningen mellom brua og avkjøringen til Gjølstadveien 48 ser ut til å være lagt nylig og det ble ikke observert noen sprekker i asfalten. Rekkverket langs strekningen står rett og det ble ikke observert tegn til betydelige deformasjoner i dette eller i resten av veien.

Det er ikke observert tydelige tegn til bevegelse i skråningene ned mot elven basert på vegetasjonen i området.



### 3 Faresoner og risiko

Faresonen 2123 Hølen sentrum sør er kategorisert med middels faregrad og risikoklasse 4. Faresonen 2122 Øgården er også kategorisert med middels faregrad og risikoklasse 4, Figur 3-1.



Figur 3-1 Kartlagte faresoner ved Hølen, kart fra NVE Atlas [8]. Lilla prikker viser kvikkleirepunkter fra Statens vegvesen. Interesseområdet er innenfor rødt omriss.

Faregradsklassen fastlegges ved at den gjenspeiler graden av usikkerhet med hensyn til områdets stabilitet og er avhengig av topografiske forhold, geotekniske forhold og terrengendringer, og gir en indikasjon på sannsynligheten for områdeskred [6]. Ved middels faregrad er det en middels sannsynlighet for at skred kan inntreffe. Ut fra vurderingene av faresonene er det vist at det er funnet mindre gunstige topografiske forhold, grunnundersøkelsene viser funn av sprøbruddmateriale og det er aktiv erosjon i Såna. Det er også registrert skredhendelser i området tidligere.

Vegvesenet har registrert følgende skredhendelser vest for bruene:

- 20. april 1997 på sørsiden
- 13. mai 2016 på nordsiden av elva
- 6. april 2018 på nordsiden av elva. Sprekkedannelser i området langs elva nedenfor Gjølstadveien 48.

Hvilken risikoklasse sonen havner i er avhengig av skadekonsekvens og faregrad, og risikoklassen indikerer også hva som må gjøres i det videre arbeidet innenfor og med sonen, dvs. i forbindelse med omreguleringer, utbygging osv. For soner i risikoklasse 4 vil det for framtidig planlagte tiltak innenfor sonen anbefales å utføre flere grunnundersøkelser og vurdere behov for stabilitetsanalyser og eventuelle stabiliserende tiltak [6].

Det er for de to sonene foreslått følgende videre arbeid i henhold til [3]:

- Ødegården: supplerende grunnundersøkelser for justering av soneutbredelsen, kontroll av tilstedeværelse av sammenhengende lag med sprøbruddmateriale og stabilitetsvurderinger.
- Hølen sentrum sør: Supplerende grunnundersøkelser for justering av soneutbredelse, kontroll av tilstedeværelse av sammenhengende lag med sprøbruddmateriale og stabilitetsvurderinger. I tillegg er det anbefalt å utføre tiltak for å bedre erosjonen ved ødelagte drenerør.

## 4 Stabilitetsvurderinger

I det følgende beskrives stabiliteten ut fra tilgjengelige grunnundersøkelser, tidligere vurderinger og observasjoner under befaringen. Der ikke annet er presisert henviser resultater fra stabilitetsberegninger til beregninger utført av Statens vegvesen, [7].

Stabiliteten av en skråning, enten lokalstabiliteten eller områdestabiliteten, gjengis som en sikkerhetsfaktor,  $F$ . Sikkerhetsfaktoren er en beregnet verdi for forholdet mellom det som stabiliserer og det som destabiliserer langs en glideflate. Dersom man har en sikkerhetsfaktor  $F=1$  er det akkurat likevekt mellom stabiliserende og destabiliserende krefter. Dersom  $F>1$  er det flere stabiliserende krefter og skråningen har en viss bestandighet, dvs. det er litt å gå på før skråningen beregningsmessig raser ut.

Naturlige skråninger ute i naturen vil ofte stå med en sikkerhetsfaktor nær 1, noe som innebærer at de har innstilt seg på en helning som (akkurat) ikke raser ut. Normale krav til sikkerhetsfaktor, der det utføres tiltak, etableres ny bebyggelse, veier, jernbane eller lignende, vil være i størrelse 1,4 – 1,6 noe avhengig av type tiltak. For kvikkleiresoner, hvor slike sikkerhetsfaktorer i praksis kan være uoppnåelige, kan man etter nærmere definerte regler[1] akseptere lavere sikkerhetsfaktorer dersom det gjennomføres tiltak som forbedrer stabiliteten.

### 4.1 Hølen sentrum sør

Det er funnet sprøbruddmateriale i 2 punkter innenfor interesseområdet i faresone Hølen sentrum sør. Disse er i hver sin ende av området. Det er ikke utført grunnundersøkelser opp mot Knapstadveien.

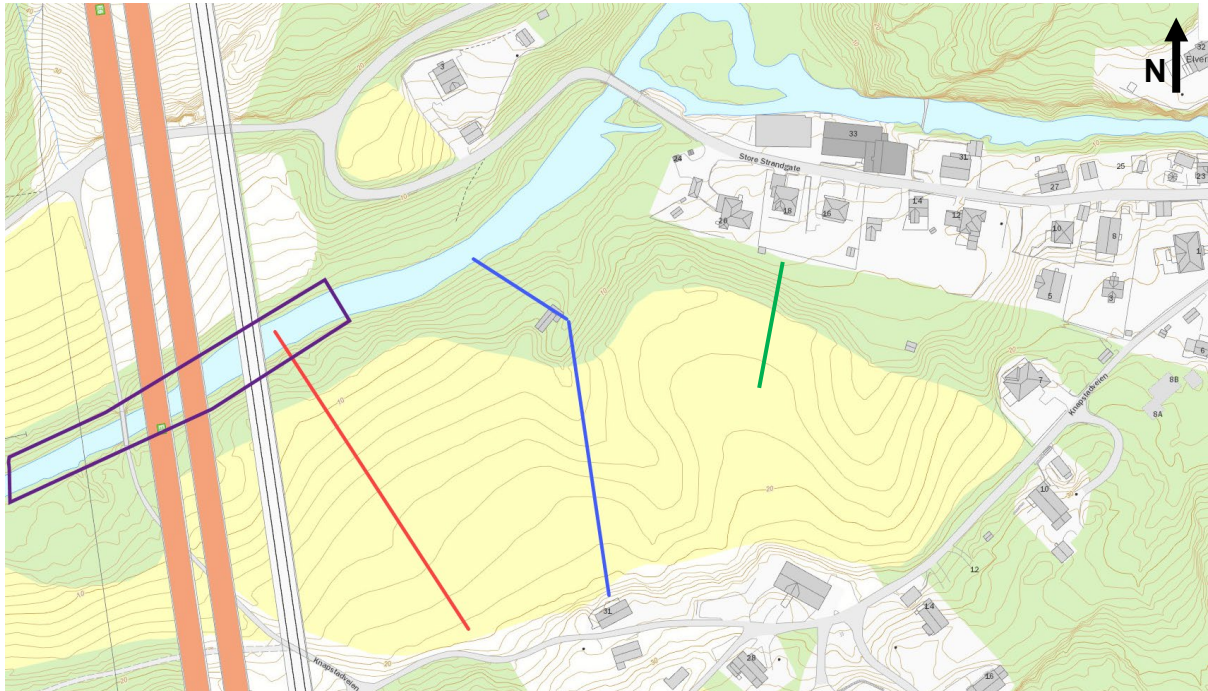
Figur 4-1 viser plasseringen av profilet for den mest relevante stabilitetsberegningen. Terrenget videre mot øst er tilnærmet likt som i beregningsprofilen fram til den blå streken. Det forventes derfor tilsvarende stabilitetsforhold fram til dette området dersom grunnforholdene ikke endres vesentlig. Omfanget av planlagte erosjonssikringstiltak er vist innenfor lilla område og er planlagt utført i løpet av 2020.

Stabilitetsberegninger som er utført i forbindelse med raset vest for Hølen bruer viser at stabiliteten på totalspenningsbasis ligger på ca.  $F=1,2$  både før og etter planlagte erosjonssikringstiltak [7]. Krav til sikkerhetsfaktor dersom det planlegges f.eks. boligutbygging på et slik område er  $F=1,4$  eller en prosentvis forbedring. Dette betyr at dersom det planlegges utbygging eller tiltak av en viss størrelse i området må stabiliserende tiltak vurderes for å oppnå krav i regelverk.

Øst for den blå streken i Figur 4-1 har man ikke nok grunnlag for å si noe om områdestabiliteten. Her må det utføres flere grunnundersøkelser for å kunne utføre områdestabilitetsberegninger.

Multiconsult har utført overslagsberegninger av lokalstabiliteten på skråningen ned mot eiendommene langs Store Strandgate. Overslagsberegningene viser en sikkerhetsfaktor  $F=1,2$  for lokal stabilitet av skråningen. En lokal utglidning i skråningen vil kunne utvikle seg til videre til et områdeskred. Nærmere vurderinger knyttet til dette vil som nevnt kreve supplerende grunnundersøkelser. Se Figur 5-4 og Figur 5-5 for presisering av lokal- og områdeskred.

Det er på jordet nedenfor Knapstadveien at det er observert erosjon i forbindelse med landbruksdrenering. På tidspunktet for befaringen er denne erosjonen kun punktvis og vurderes å ha liten påvirkning på stabiliteten av skråningen. Dersom erosjonen får utvikle seg videre over tid, og blir mer sammenhengende, vil dette kunne ha en negativ påvirkning på stabiliteten.



Figur 4-1 Rød strek viser ca. plassering av beregningsprofil i [7]. Blå streker viser avgrensning av lignende terrengforhold som beregningsprofilen. Planlagte erosjonssikringstiltak i elva gjennomføres innenfor lilla område og noe videre vestover. Grønn strek viser plassering av profil for overslagsberegning ned mot bebyggelse.

## 4.2 Ødegården

Det er ikke funnet sprøbruddmateriale i punktene SVV\_5 og SVV\_10 som er nærmest interesseområdet på nordsiden av Såna, se plassering i Figur 2-3. Det er antydning av sprøbruddmateriale i punktet mellom jernbanebru og vegbru, SVV\_4. Her er det også påvist sprøbruddmateriale i eldre grunnundersøkelser.

Stabilitetsberegninger som er utført i forbindelse med raset vest for Hølen bruer viser at stabiliteten på totalspenningsbasis ligger på ca.  $F=1,3$  både før og etter planlagte erosjonssikringstiltak [7]. Krav til sikkerhetsfaktor dersom det planlegges f.eks. boligutbygging på et slik område er  $F=1,4$  eller en prosentvis forbedring. Dette betyr at dersom det planlegges utbygging eller tiltak av en viss størrelse i området må ytterligere stabiliserende tiltak vurderes for å oppnå krav i regelverk.

Figur 4-2 viser plasseringen av profilen for den mest relevante stabilitetsberegningen. Terreng videre østover blir brattere enn i beregningsprofilen. Resultatene fra stabilitetsberegningene kan derfor ikke sammenlignes her. Generelt vil en brattere helning gi en lavere sikkerhetsfaktor dersom grunnforholdene er sammenlignbare.

Før befaringen ble Multiconsult gjort oppmerksom på at det var observert sprekker i asfalten og at kommunen var bekymret for at dette kunne være tidlige tegn på ustabilitet. Omfang av sprekker er ikke presisert. Under befaringen ble det ikke observert slike tegn, trolig grunnet relativt nytt asfaltdekke. Da rekkverk, asfaltdekke og vegetasjon ga indikasjon på en stabil tilstand, var vår vurdering er at det ikke er påvist noen tegn til begynnende utglidning i skråningen på tidspunktet for befaringen. Men, det vil være behov for grunnundersøkelser for å kunne bekrefte eller avkrefte disse observasjonene.



Figur 4-2 Rød strek viser ca. plassering av beregningsprofil i [7]. Blå streker viser avgrensning av lignende terrengforhold som beregningsprofilen. Planlagte erosjonssikringstiltak i elva gjennomføres innenfor lilla område og noe videre vestover.

## 5 Konklusjon og anbefaling

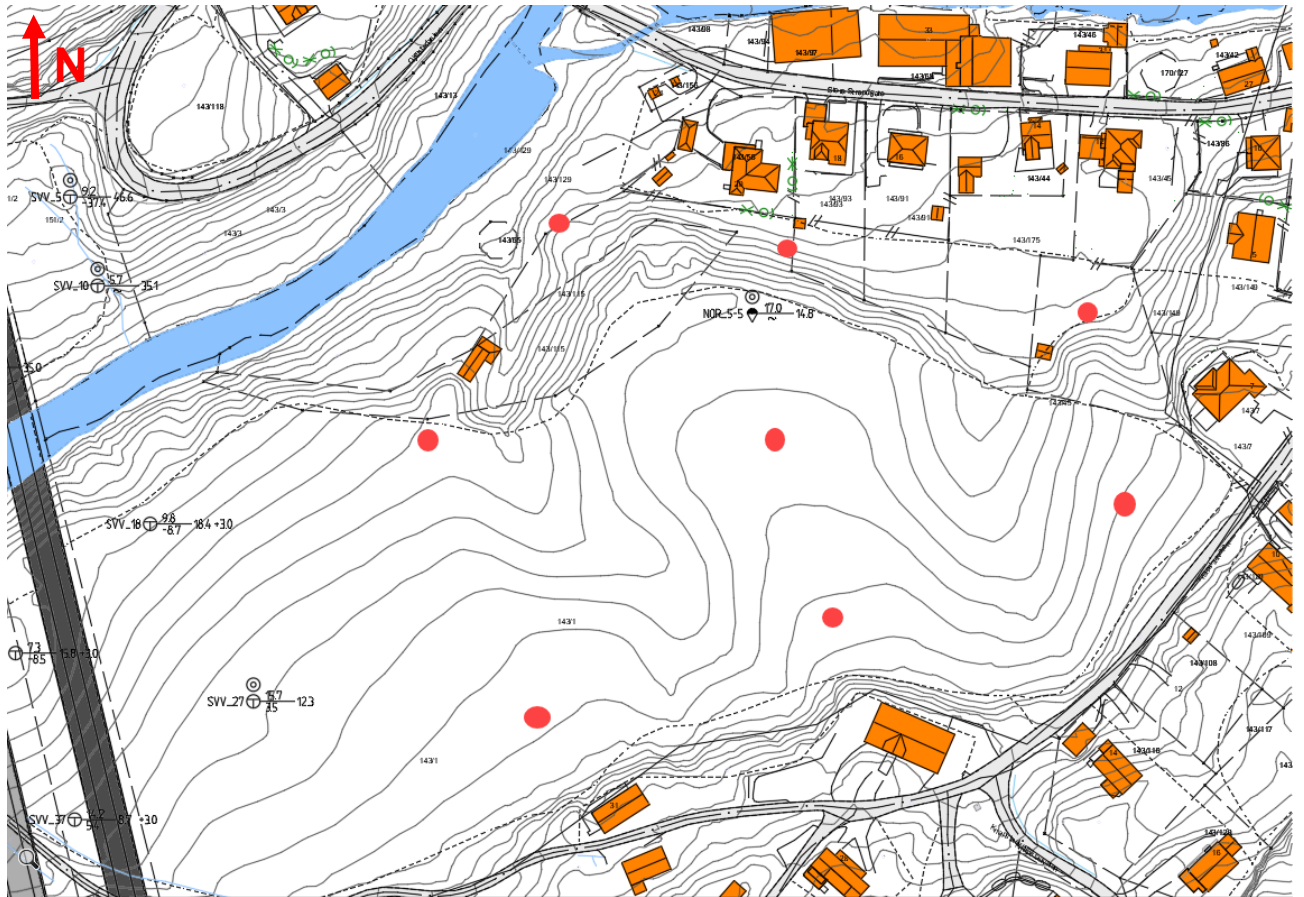
### 5.1 Hølen sentrum sør

#### 5.1.1 Utstrekning av faresonen

På bakgrunn av en gjennomgang av utførte grunnundersøkelser for Hølen bruer, samt fra den regionale kvikkleirekartleggingen og terrengkriterier anbefales det at sonens utstrekning ikke justeres. Det er ikke grunnlag for å konkludere nærmere vedrørende eventuelle sammenhengende lag av kvikkleire/sprøbruddmateriale.

Dersom det utføres flere grunnundersøkelser kan man avklare om det er sammenhengende lag med sprøbruddmateriale og ut fra dette vurdere en justering av sonen på nytt. Dersom det ikke blir funnet sprøbruddmateriale bakover i skråningen kan dette begrense løснеområdets utbredelse. Supplerende grunnundersøkelser vil også gi grunnlag for mer detaljerte stabilitetsberegninger for området.

Det ikke er planlagt tiltak eller vesentlige bruksendringer i området. Basert på dette vurderes det ikke som påkrevet å utføre grunnundersøkelser. Dersom det likevel ønskes supplerende grunnundersøkelser foreslås det plassering av punkter som vist i Figur 5-1 med opptak av prøveserier og poretrykkmålinger i utvalgte punkter som vurderes etter utførelse av innledende grunnundersøkelser. Omfanget er satt opp for å skaffe tilstrekkelig informasjon til å kunne utføre stabilitetsberegninger.



Figur 5-1 Anbefalt omfang av supplerende grunnundersøkelser er vist med røde prikker. Plassering av og behov for prøvepunkter og måling av poretrykk er ikke vurdert. Dette må vurderes etter innledende grunnundersøkelser.

### 5.1.2 Erosjon

Det ble observert vann på avveie og erosjon i landbruksdrenering på befaringen. Dette er også tydelig på flyfoto, se Figur 5-2. Det er varierende hvor tydelig erosjonsskadene er opp gjennom årene, men dette kan skyldes landbruksaktivitet.



Figur 5-2 Flyfoto fra 2017. Erosjon grunnet landbruksdrenering er markert med rødt.

Det anbefales at det utføres tiltak for å sikre at denne ikke utvikler seg til en sammenhengende dreneringskanal. Her kan råd og anbefalinger som beskrevet i «Veiledning ved små inngrep i kvikkleiresoner, [2]» følges.

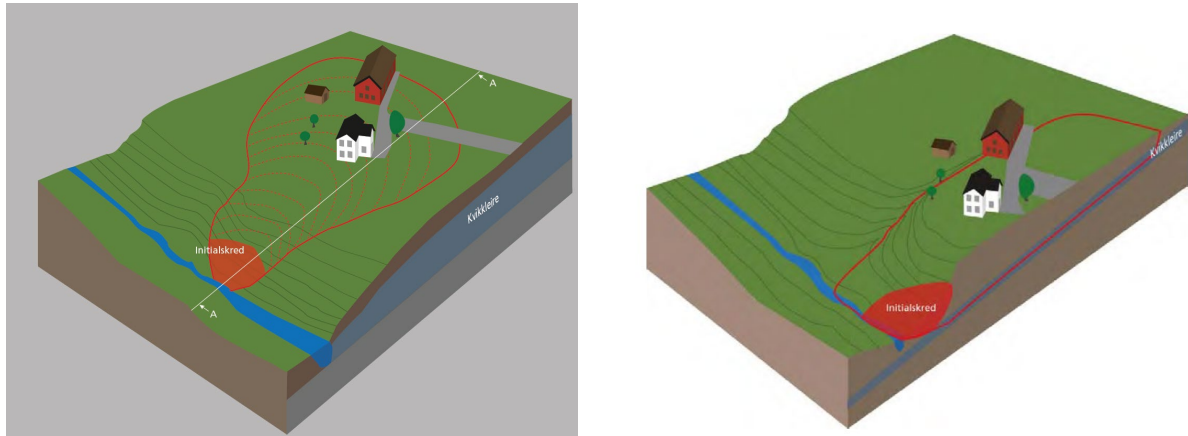
Veilederen beskriver at grøfter og drenering som legges i skråningens fallretning vil ha liten påvirkning på stabiliteten, men at utgravingen for etableringen av dreneringen må utføres seksjonsvis. Det er anbefalt en seksjonslengde på 6 m. Det er viktig at utløpet av stikkrennene avsluttes med terrengetilpasning og erosjonssikring. Utløpet må legges i flukt med terrenget, dvs. vannet må ikke få fritt fall på terrenget fra stikkrennen. Disse arbeidene bør utføres i tørre perioder, mai-august.

Det ble observert små utglidninger langs Såna. Statens vegvesens omfang av erosjonssikring er kun rundt bruene og strekker seg ikke videre nordøstover. Faresonen Hølen sentrum sør grenser inn mot et område i elva hvor det er yttersving, Figur 5-3. Her er også høydeforskjellen i elva størst og vannet kan komme med stor hastighet i flomsituasjoner. Det er dermed et stort potensiale for erosjon. Erosjon og undergraving av skråningen kan være en utløsende faktor for skred. Dersom det finnes sammenhengende lag med sprøbruddmateriale/kvikkleire bakover i skråningen kan et initialskred utvikle seg til et områdeskred, se prinsipper i Figur 5-4 og Figur 5-5. Det anbefales derfor at den planlagte erosjonssikringen forlenges opp mot brua i nordøst på begge sider av elva.

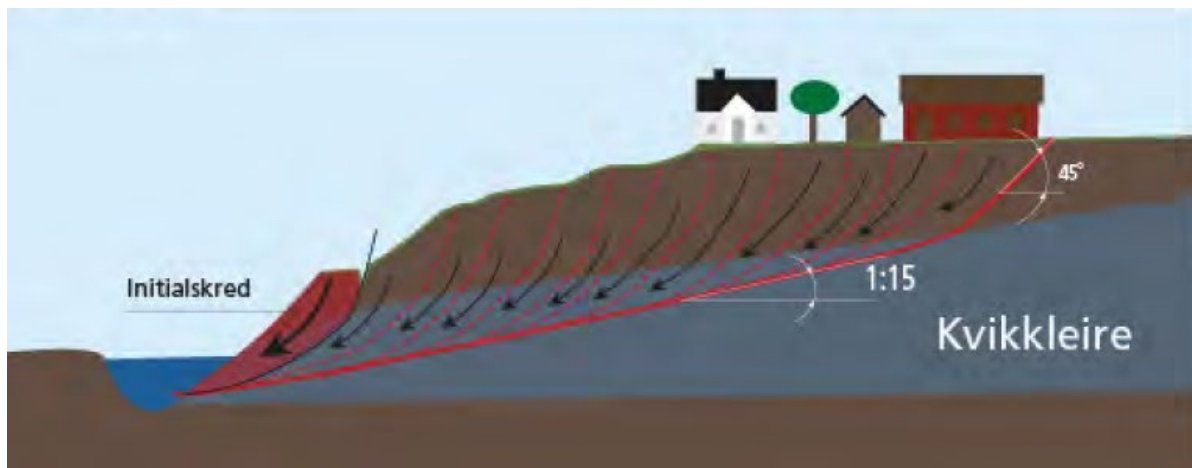
Et annet moment er at dersom store mengder skredmasser løsner og avsettes nedenfor skråningen i elva, kan dette medføre en oppdemming av elveløpet. Et brudd i denne demningen kan forårsake en flodbølge med etterfølgende skade nedstrøms.



Figur 5-3 Mulig fare for videre erosjon i yttersving.



Figur 5-4 Initialskred (lokalskred) og bakoverrettet skalkskred, venstre, og flakskred, høyre, [1].



Figur 5-5 Initialskred (lokalskred) i front og utvikling av et bakoverrettet skred ved forekomst ved sprøbruddmateriale/kvikkleire i bakenforliggende skråning [1].

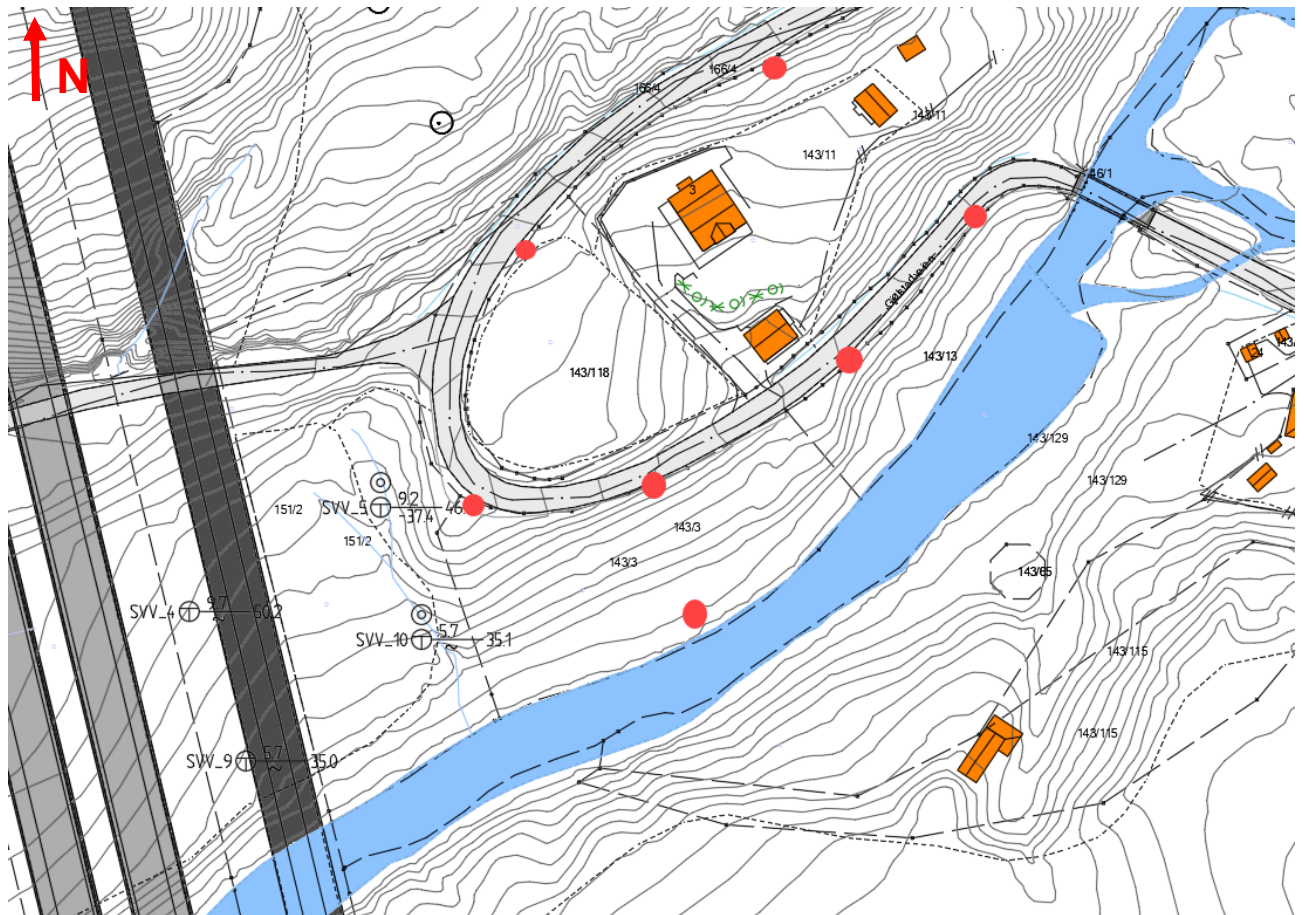
## 5.2 Øgården

### 5.2.1 Utstrekning av faresonen

På bakgrunn av utførte grunnundersøkelser for Hølen bruer, samt fra den regionale kvikkleirekartleggingen og terrengkriterier anbefales det at sonens utstrekning ikke justeres. Det er heller ikke her grunnlag for å konkludere nærmere vedrørende sammenhengende lag av kvikkleire/sprøbruddmateriale.

Dersom det utføres flere grunnundersøkelser kan man avklare om det er sammenhengende lag med sprøbruddmateriale og ut fra dette vurdere en justering av sonen på nytt. Dersom det ikke blir funnet sprøbruddmateriale bakover i skråningen kan dette begrense løснеområdet utbredelse.

Da det ikke er planlagt tiltak eller vesentlige bruksendringer i området vurderes det heller ikke her som påkrevet å utføre grunnundersøkelser. Dersom det ønskes grunnundersøkelser foreslås det plassering av punkter som vist i Figur 5-6 med opptak av prøveserier og poretryksmålinger i utvalgte punkter som vurderes etter utførelse av innledende grunnundersøkelser. Omfanget er satt opp for å skaffe tilstrekkelig informasjon til å kunne utføre stabilitetsberegninger.



Figur 5-6 Anbefalt omfang av supplerende grunnundersøkelser er vist med røde prikker. Plassering av og behov for prøvepunkter og måling av poretrykk er ikke vurdert. Dette må vurderes etter innledende grunnundersøkelser.

### 5.2.2 Erosjon

Stikkrennen som er observert med fritt utløp i skråningen ovenfor veien kan ved høy vannføring potensielt føre til erosjon i løsmassene. Da skråningen står med en helning på ca. 1:1,5 kan dette medføre ustabilitet og utglidning. Avhengig av løsmassene bak kan dette kun bli en liten utglidning av overflaten som observert andre steder eller et større områdeskred dersom det er sprøbruddmateriale i skråningen. Stikkrennen bør derfor utbedres. Dersom den legges i flukt med terrenget slik at det ikke lenger er fritt fall og dersom utløpet erosjonssikres med grov stein vil faren for erosjon reduseres.

Elven går her i yttersving og erosjonspotensialet er noe lavere. Det er observert små utglidninger og noe erosjon også på denne siden av Såna. Som beskrevet i 5.1.2 kan et initialskred få store konsekvenser dersom det er sprøbruddmateriale i massene bak. Det anbefales derfor at erosjonssikringen som er planlagt i forbindelse med E6 bruene forlenges til brua oppstrøms.

## 6 Vedlegg

| Vedlegg   | Beskrivelse  |
|-----------|--|
| Vedlegg A | Bilder og beskrivelse av observasjoner fra befaring. |



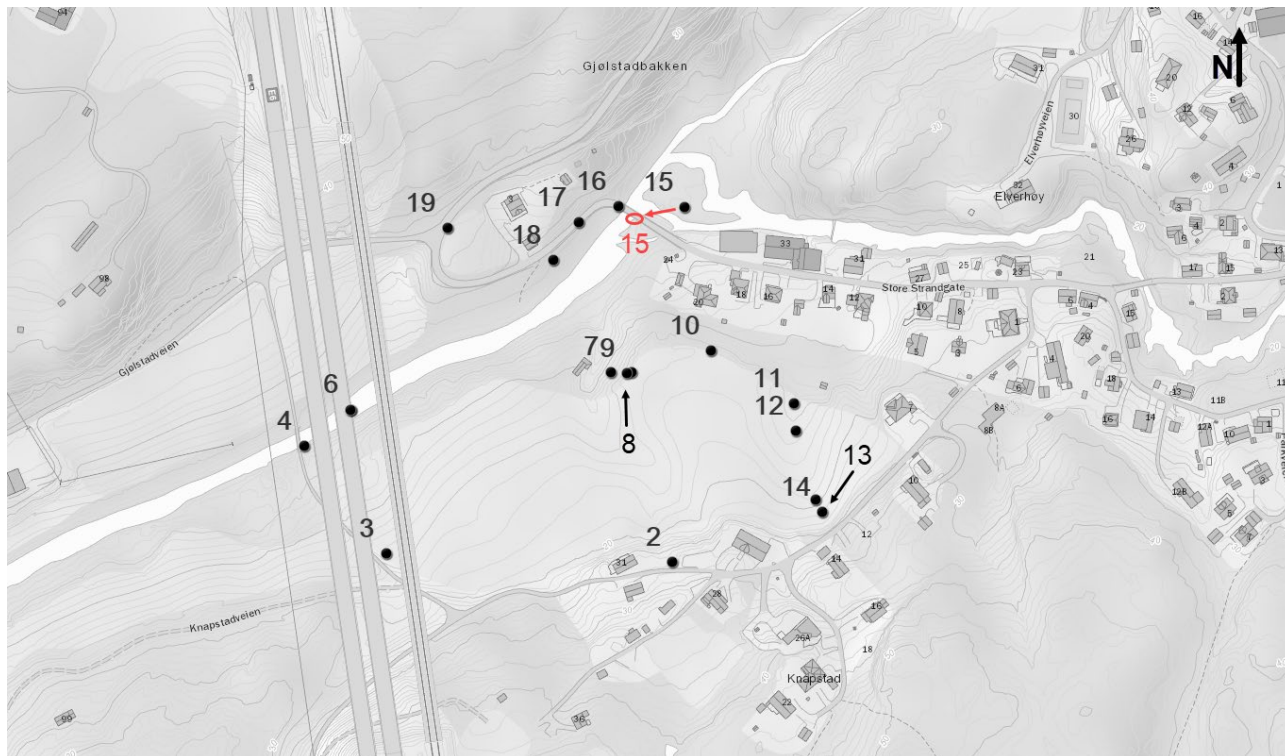
## 7 Referanser

- [1] Sikkerhet mot kvikkleireskred. Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper. NVE. Veileder 7/2014.
- [2] Program for økt sikkerhet mot kvikkleireskred. Veiledning ved små inngrep i kvikkleiresoner. NGI. Rapport nr. 2001008-62
- [3] Regional kvikkleirekartlegging, risiko for kvikkleireskred i Ski, Ås, Vestby og Frogn kommuner. NVE rapport nr. 1/2018. NGI dokument nr. 20160779-02-R Rev. 0. Datert 15.06.2018.
- [4] Kvikkleirekartlegging Ski, Frogn, Ås og Vestby. Befaringsrapport – Ski, Frogn, Ås og Vestby. Dokument nr. 20160779-01-R. NGI. Datert 16.11.2017
- [5] NVE kvikkleirekartlegging. Geoteknisk datarapport Ås, Ski, Frogn og Vestby. Oppdragsnr. 5171872. Dokumentnr. RA-RIG-01-Rev 03. Norconsult Fältgeoteknik AB. Datert 16.03.2018.
- [6] Program for økt sikkerhet mot leirskred. Metode for kartlegging og klassifisering av faresoner, kvikkleire. Rapport nr. 2001005-02 Rev 3. NGI, Datert 08.10.2008.
- [7] Geoteknisk rapport – ras ved E6 Hølen Bruer. Rapport nr. GEOT-10029. Statens vegvesen. Datert 22.11.2016
- [8] NVE atlas <https://atlas.nve.no/Html5Viewer/index.html?viewer=nveatlas#>

## Vedlegg A

### 1 Innledning

Dette vedlegget viser bilder fra befarings 12.2.2020. Kart med plassering av observasjonspunkter innenfor interesseområdet er vist i Figur 1. Et utvalg av observasjonene, som er relevante for denne rapporten, er vist i etterfølgende kapitler, med henvisning til numrene vist i Figur 1. Plassering av punktene kan avvike noe da det er benyttet GPS plassering med mobiltelefon. Dette er spesielt tydelig i punkt 15 der faktisk plassering er vist med rødt.



Figur 1 Befaringspunkter med bilder er vist med svart prikk. Rød skrift viser til faktisk plassering av punkter som avviker fra GPS plassering.

**Lokalitet 2**

Drenering/bekk fra stikkrenne ut mot jordet.



**Lokalitet 9**

Ulike bilder tatt mot forskjellige retninger for faresonen Hølen sentrum, sør.







**Lokalitet 10**

Sett fra kant av kvikkleiresone Hølen sentrum, sør. Øverste bildet er tatt mot øst, nederste i retning vest og mot elven Såna.





**Lokalitet 12**

Erosjon i forbindelse med landbruksdrenering. Det er også registrert erosjon i forbindelse med drenering ved lokalitet 11, 13 og 14, men ikke i like stor grad som ved lokalitet 12.









**Lokalitet 15**

Sett nedover elven Såna mot sør. Bildet er tatt fra brua over Såna.



**Lokalitet 16**

Plastring av tidligere utglidning i skråningen mot nordvest.



**Lokalitet 17**

Fritt utløp av stikkrenne med ca. 40 cm fritt fall. Det er utført noe plastring med sprengstein ved utløp.



**Lokalitet 18**

Bilde tatt mot sørøst over Såna. Noe spor etter erosjon i elvekant.

