

Notat

Oppdragsnavn **Innledende vurdering av erosjon og områdestabilitet i faresone 1935**

Kvalemoen

Prosjekt nr. **1350054033**

Kunde **Kristiansand kommune**

Notat nr. **G-NOT-001**

Versjon **00**

Til **Eirik Heddeland Martens**

Fra **Ernst Pytten**

Kopi

Utført av **Ernst Pytten**

Kontrollert av **Lise Storvann**

Godkjent av **Ernst Pytten**

1 Innledning

Dato 06.01.2023

Rambøll har fått i oppdrag fra Kristiansand kommune å gjøre en innledende vurdering av erosjon og områdestabilitet i faresone 1935 Kvalemoen. Bakgrunn for oppdraget er anbefaling om at det bør utføres sikringstiltak og ytterligere kartlegging så langt som mulig i «*Geoteknisk notat – Vurdering av områdestabilitet, Topdalsveien 265, Kristiansand*» utarbeidet av DMR.

Våre vurderinger er begrenset til ravinene langs Østerbekken og Prestebekken som vist på figur 1 og 2. Vurderingene er gjort på et begrenset underlag hvor supplerende grunnundersøkelser kan vise andre grunnforhold enn de vi har antatt, og dermed en annen sikkerhet enn det som er vurdert i dette notatet.

Kvikkleiresonene 1934 Vollane og 1935 Kvalemoen ble registrert under regional kartlegging av NGI på oppdrag for NVE i 2017. Dagens klassifisering av faresonene er vist i tabell 1

Tabell 1 klassifisering av faresonene

Kvikkleiresone	Faregradsklasse	Konsekvensgradsklasse
1934 Vollane	Middels	Alvorlig
1935 Kvalemoen	Middels	Meget alvorlig

Notatet beskriver erosjonen i ravedalene langs Østerbekken og Prestebekken, vurdering av områdestabilitet og om det er anbefales utført sikringstiltak i faresonene.

Grunnlagsdokumenter for vurderingen:

- 1) NGI, Rapport, Kvikkleirekartlegging Sørlandet, dok. nr. 20150471-07-R, rev. Nr. 0, datert 15.12.2015
- 2) Rambøll, Datarapport fra grunnundersøkelser, NVE, Kvikkleirekartlegging Kristiansand, delområde 7, rapport nr. 1350014266, 010rev01, datert 21.03.2017
- 3) NGI, Rapport, Kvikkleirekartlegging Sørlandet, dok. nr. 20150471-11-R, rev. Nr. 2, datert 23.06.2017

Confidential

- 4) DMR, Geoteknisk notat – Vurdering av områdestabilitet, Topdalsveien 265, Kristiansand, datert 22.03.2022

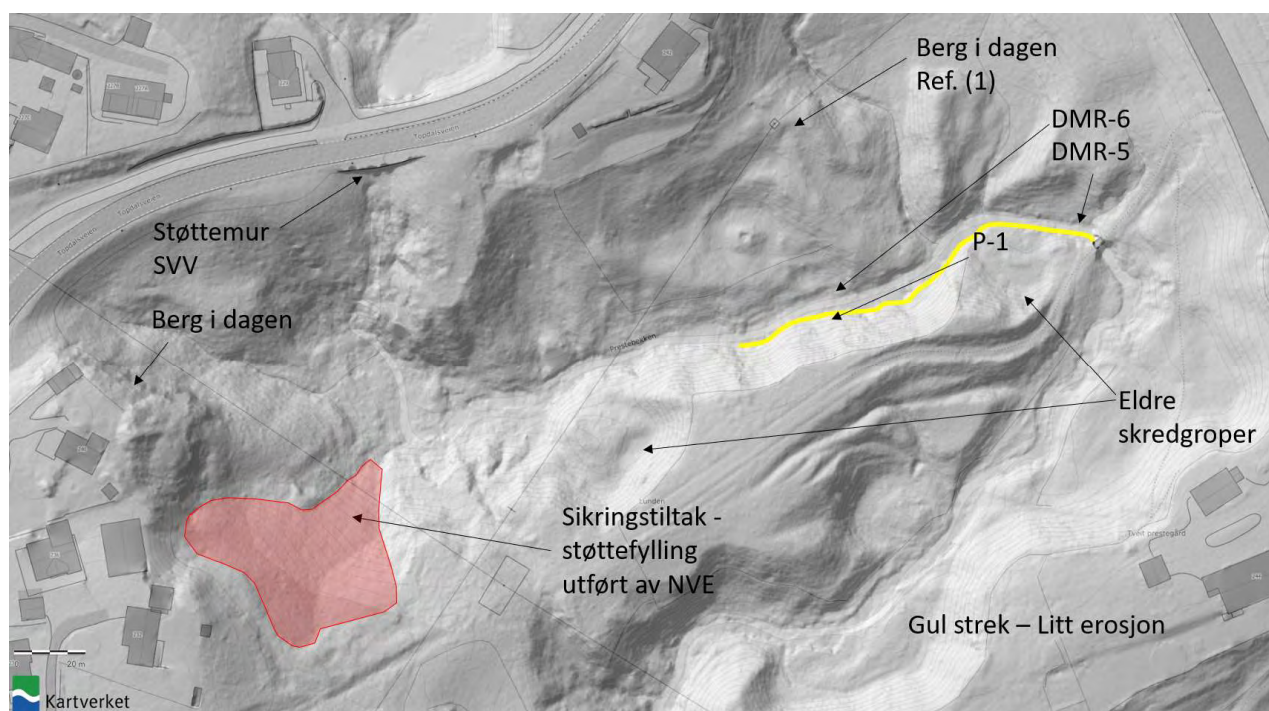
2 Erosjonsbefaring

13. desember 2022 ble det utført erosjonsbefaring i ravinedalene langs Østerbekken og Prestebekken. Befaringen ble utført av Rambøll v/ Ernst Pytten. Det ble ikke befart langs elvebredden til Tovdalselva.

NVEs Ekstern rapport nr. 9/2020, Oversiktskartlegging og klassifisering av faregrad, konsekvens og risiko for skred legges til grunn for vurdering av erosjon i ravinene.

Erosjonsbefaring i ravine langs Prestebekken

Ravinen ble befart fra broen og vestover mot Topdalsveien som markert med gul strek i figur 1. Det ble ikke befart fra broen og sør-øst over mot Topdalselva da det var skråningen mot Topdalsveien det tidligere ble registrert erosjon.



Figur 1 oversikt erosjonsbefaring langs Prestebekken, grunnlagskart: www.hoydedata.no

Feltobservasjoner:

Vannstand i bekk	Bekken var delvis dekket av is på befaringdagen. Vanndybde ble ikke målt, men så ut til å være liten.
Bunnsenkning/ djupåler	Det ble ikke registrert bunnsenkning eller djupåler på strekningen som ble befart. Bekken har liten høydeforskjell. Ifølge målinger på høydedata er det en høydeforskjell på ca. 2 meter fra bunnen av skråningen mot Topdalsveien til gangbrua over bekken, dvs. en strekning på over 200 meter. Vannet hadde liten hastighet på befaringdagen.
Misfarget vann i bekk	Ved aktiv erosjon er vannet misfarget i større eller mindre grad. På befaringdagen var vannet i bekken helt klart, noe som tilsier ingen aktiv erosjon med den vannføringen som var på erosjonsdagen

Erosjon	Det er erosjon langs bekkkantene på begge sidene av Prestebekken. Erosjonen vurderes til «litt erosjon». Bilde P-1 nedenfor viser erosjon, bildeplassering vist på figur 1.
Utglidninger	Det ble registrert noen eldre skredgroper i skråningene. Det er noen bøye trær som tyder på sig eller overflateglidninger. Dette gjelder spesielt skråning på sørsiden av ravinen i faresone 2502 Solsletta. Skredgropene vurderes ikke å være nye da de ser like ut på terrengscanninger fra 2020 og 2014 (www.hoydedata.no)
Berg i dagen	Det er tidligere registrert berg i dagen ved strømmast i skråningen mot Topdalsveien mot nord, og ved bolighus i Topdalsveien 232, se figur 1.
Tiltak i ravine	NVE har utført sikringstiltak (støttefylling) i skråningen mot Topdalsveien 232 og SVV har bygd støttemur i forbindelse med bygging av GS-veg, se figur 1.

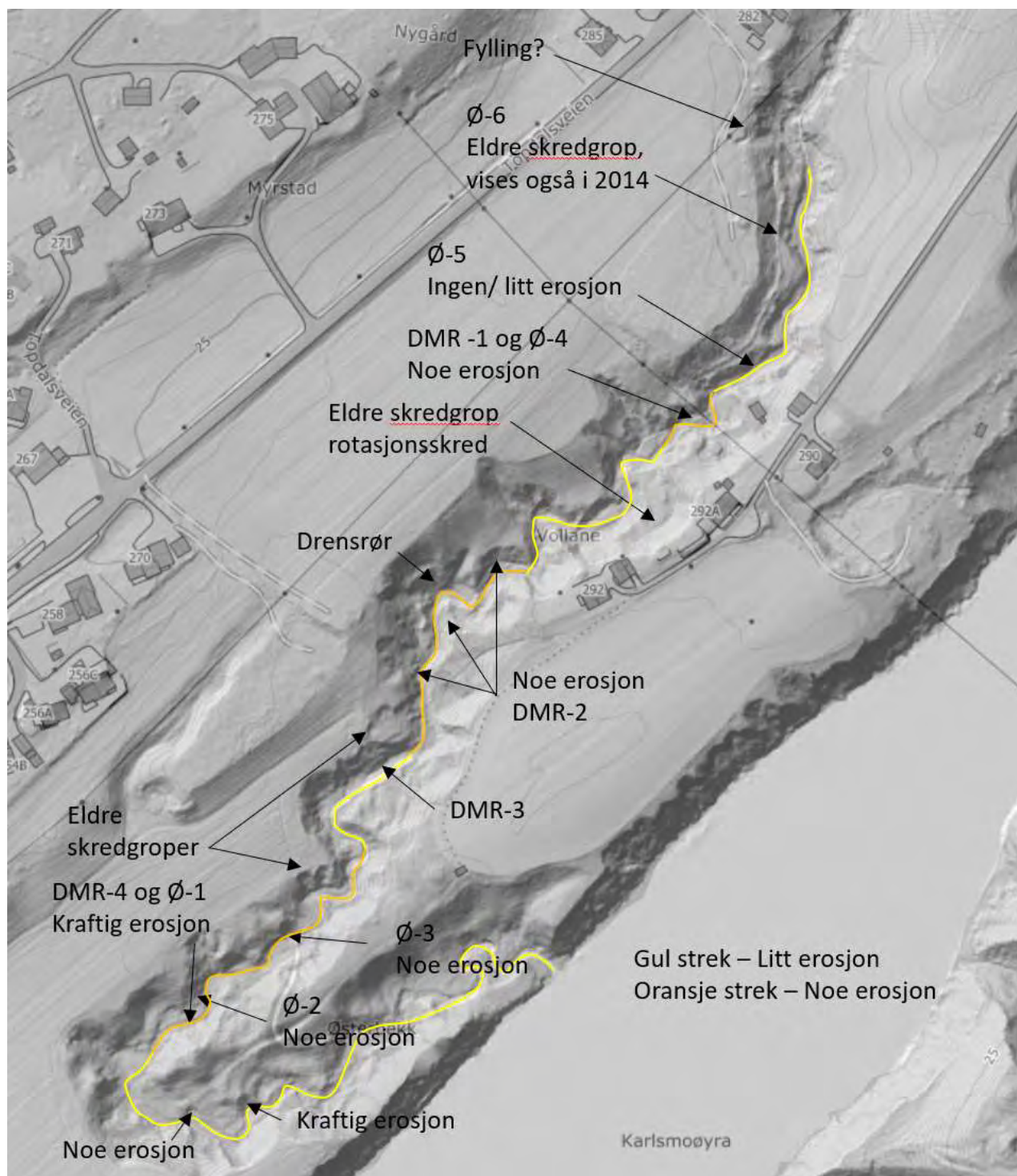


Bilde P-1 Viser Prestebekken sett mot vest, se figur 1 for plassering

I DMR sin rapport ble det registrert erosjon i to punkter langs Prestebekken. Det er synlig leire i det ene punktet, og erosjonen er vurdert å være lite erosjon. Bildene fra erosjonsbefaringen til DMR viser klart vann og dermed ikke tegn til aktiv erosjon.

Erosjonsbefaring i ravine langs Østerbekken

Ravinen ble befart fra Tovdalselva til like nedenfor Tovdalsveien 282 som markert med gul og oransje strek på figur 2.



Figur 2 oversikt erosjonsbefaring langs Østerbekken, grunnlagskart: www.hoydedata.no

Feltobservasjoner:

Vannstand i bekk	Øvre del av bekken var delvis dekket av is på befaringdagen. Vanndybde ble ikke målt, men bekken var grunn på hele strekningen.
Bunnsenkning/ djupåler	Det ble ikke registrert bunnsenkning eller djupåler på strekningen som ble befart. Bekken har liten høydeforskjell. Ifølge målinger på høydedata er det en høydeforskjell på ca. 13 meter fra bru/ kulvert i nord til utløp i Tovdalselva, dvs. en strekning på over ca. 1 km. Vannet hadde liten hastighet på befaringdagen.
Misfarget vann i bekk	Ved aktiv erosjon er vannet misfarget i større eller mindre grad. På befaringdagen var vannet i bekken helt klart, noe som tilsier ingen aktiv erosjon med vannføringen som var på erosjonsdagen
Erosjon	Generelt vurderes det å være litt og noe erosjon langs Østerbekken, med enkelte punkter med noe og kraftig erosjon. Områdene med noe erosjon er vist på figur 2 med oransje strek. Punkter med kraftig erosjon er markert med tekst.
Utglidninger	Det ble observert en del eldre skredgroper og rotasjonskred i skråningene. Skredgropene vurderes ikke å være nye da de ser like ut på terrengscanningene fra henholdsvis 2007, 2014 og 2020 (www.hoydedata.no)
Berg i dagen	Det ble ikke registrert berg i dagen langs ravinen ved Østerbekken
Tiltak i ravine	Det ble observert en drensledning som kom ut i skråningen mot vest, og et bygg i skråningen mot øst ved bolighus. Ifølge terrengscanningene fra høydedata, ser det ut til å være fylt ut masser i topp skråning ved Topdalsveien 282. Ellers så det ut til å være få tiltak i skråningen. Tiltakene er vist på figur 2.

I DMR sin rapport ble det registrert erosjon i fire punkter langs Prestebekken, se figur 2 hvor bildene er markert med DMR 1 – 4. DMR har vurdert at det er noe erosjonen i ravinen, noe som stemmer med vår vurdering. Bildene fra erosjonsbefaringen til DMR viser heller ikke misfarget vann og dermed ikke tegn til pågående aktiv erosjon.



Bilde Ø-1, kraftig erosjon i skråning mot øst og bilde Ø-2, noe erosjon i skråning mot vest



Bilde Ø-3 og Ø-4, noe erosjon i skråning mot vest



Bilde Ø-5, viser strekning med litt/ ingen erosjon og bilde Ø6, viser eldre skredgrop i skråning mot vest

Vurdering av erosjon

Vi har vurdert at langs Prestebekken er det litt erosjon og langs Østerbekken litt og noe erosjon. Selv om det er vurdert som ingen erosjon er det markert med gul strek på figur 2. Vår vurdering stemmer overens med vurderingene DMR har gjort. Dette stemmer også med vurderingene som er gjort i forbindelse med regional kartlegging utført av NGI.

Det var lite pågående og aktiv erosjon under befaringen, og det antas at bekkene eroderer i perioder med stor vannføring og mye nedbør.

3 Vurdering av områdestabilitet og behov for sikringstiltak

For vurdering av områdestabilitet benyttes utførte grunnundersøkelser fra NVEs regionale kartlegging i 2017 og terrengmodell fra høydedata.

Vi har valgt å ikke kommentere profilet DMR viser i sin rapport, da vårt profil 2 viser samme borpunkt og vurderes å være mer kritisk for stabiliteten til skråningen.

Det er gjort en innledende vurdering av aktuelle skredmekanismer for de ulike profilene i henhold til kapittel 4.5 i NVEs veileder 01/2019.

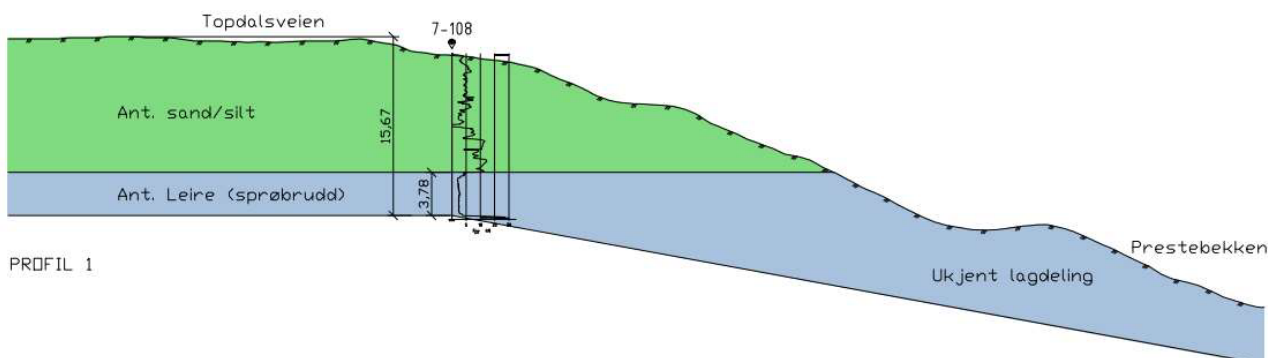
Profilene vist på figur 3 er de antatt mest kritiske for områdestabiliteten.



Figur 3 viser antatt mest kritiske profiler for områdestabilitet i forhold til erosjon i ravedalene og grunnundersøkelser fra NADAG

Vurdering profil 1

Profil 1 fra Topdalsveien 242 ned mot Prestebekken vurderes å være kritisk og representativ for skråningen i dette området. Det er antatt å være sprøbruddsmateriale fra ca. 12 til 16 meters dybde i borpunkt 7-108. Løsmasser og lagdeling ukjente og derfor antatt i skråningen ned mot Prestebekken.



Figur 4 Profil 1 fra Topdalsveien 242 mot Prestebekken

Vi vurderer at aktuell skredmekanisme i dette profilet er rotasjonsskred da andel sprøbruddsmateriale over mest kritisk glideflate er mindre enn 40% med utgangspunkt i sondering 7-108.

Vi vurderer at stabiliteten til skråningen er lav. Selv om stabiliteten antas å være lav må det en utløsende årsak til for at et skred kan gå.

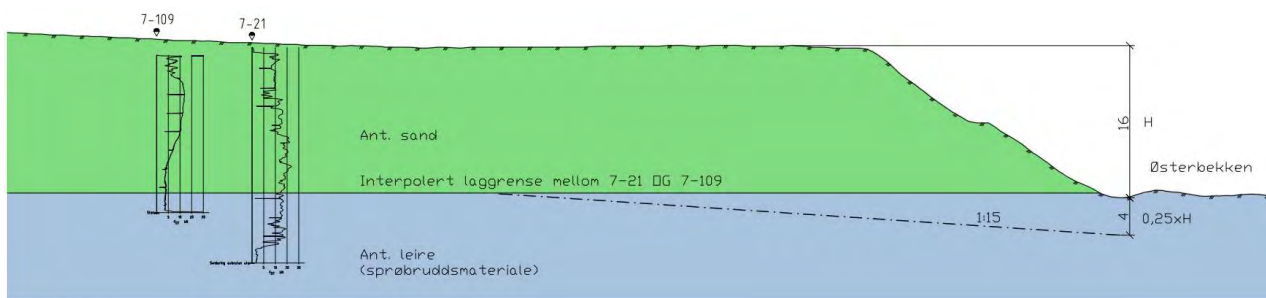
Det ble registrert litt eller ingen erosjon i Prestebekken.

Terrengscanninger fra www.hoydedata.no fra henholdsvis 2014, 2017 og 2020 viser ingen tydelige tegn til terrengforandringer i skråningen i denne perioden.

Så lenge det ikke utføres tiltak eller at det pågår naturlig erosjon som forverrer stabiliteten, vurderer vi at det ikke behøves umiddelbare tiltak for å sikre skråningen. Da stabiliteten antas å være lav anbefaler vi at det utføres supplerende grunnundersøkelser for å kartlegge løsmassene og få bedre oversikt over lagdeling. Grunnundersøkelsene vil danne grunnlag for å vurdere stabiliteten i skråningen mer presist, og ut fra dette vurdere behov for sikringstiltak.

Vurdering profil 2

Profil 2 er valgt da det er i dette området skråningshøyden er størst ned mot Østerbekken. DMR sitt profil går over to platåer og antas derfor ikke å være like kritisk. Det er ikke utført grunnundersøkelser i profilet, men løsmassene i borpunkt 7-21 og 7-109 vurderes å være representative. Lagdeling er interpolert mellom disse borpunktene.



PROFIL 2

Figur 5 Profil 2 mot Østerbekken

Ut ifra tolkning av borpunkt 7-21 og 7-109, antas det å ligge et lag av antatt sand/ silt ned til ca. bunn ravine ved Østerbekken. Under sand/ siltlaget, ca. i nivå med bunn ravine, antas det å ligge et lag med leire (sprøbruddsmateriale).

Vi vurderer at aktuell skredmekanisme i dette området er rotasjonsskred da andel sprøbruddsmateriale over kritisk glideflate er mindre enn 40%.

Det ligger ingen bolighus i nærheten av topp skråning.

Det er registrert noe erosjon og flere eldre skredgroper i skråningen mot Østerbekken.

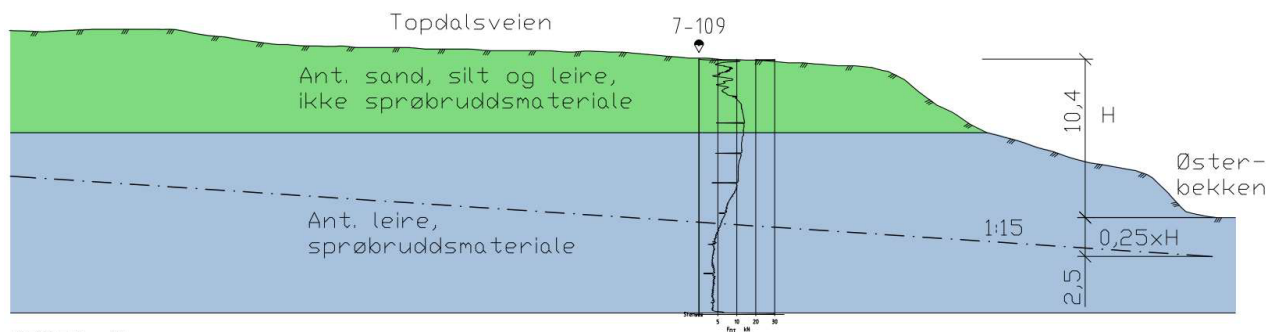
Terrengscanninger fra www.hoydedata.no fra henholdsvis 2014, 2017 og 2020 viser ingen tydelige tegn til terrengforandringer i skråningen.

Vi vurderer at stabiliteten til skråningen er lav, men at det ikke er behov for akutte sikringstiltak i denne delen av skråningen.

I dette området kan sannsynligvis dagens faresone reduseres dersom det utføres supplerende grunnundersøkelser og en detaljutredning av faresonen.

Vurdering profil 3

Profil er vurdert som representativ og kritisk for øvre del av ravine langs Østerbekken. I sondering 7-109 tolkes det å være et topplag av antatt sand/ silt masser over antatt leire og kvikkleire. Kvikkleirelaget antas å ligge fra ca. 5 meter under terreng og være ca. 12 meter tykt.

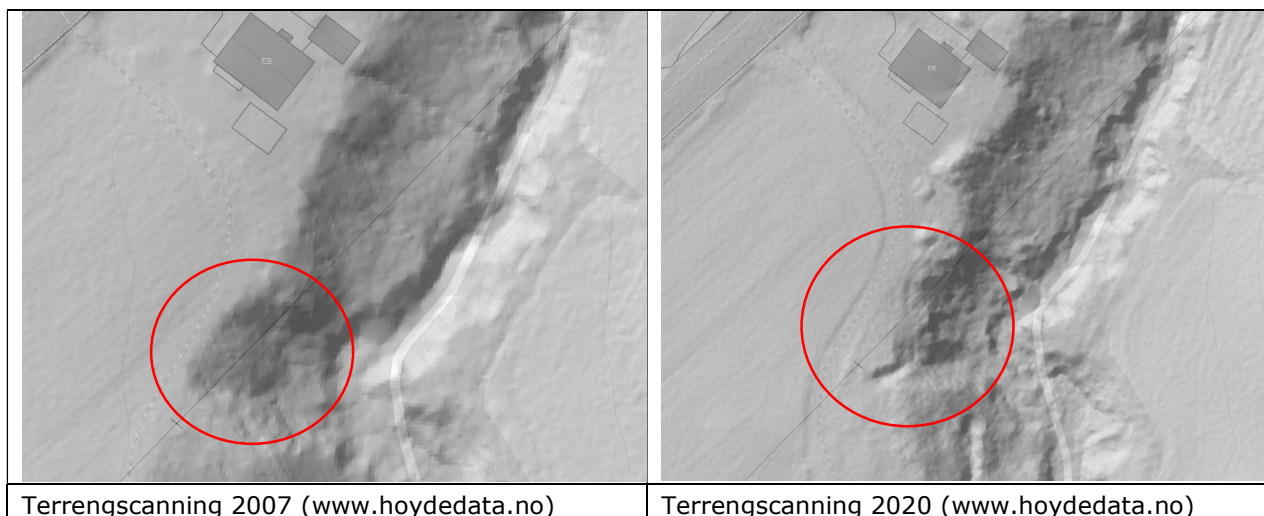


PROFIL 3

Figur 6 Profil 3 fra Topdalsveien mot Østerbekken

Det ligger flere bolighus ut mot skråningskanten, og det er registrert litt og noe erosjon i ravinedalen langs Østerbekken.

Ved sammenligning av terrengscanninger fra 2007 og 2020 ser det ut som det har blitt fylt ut masser i skråningen, noe som kan ha forverret stabiliteten. Ellers viser terrengscanninger fra www.hoydedata.no ingen tydelige tegn til terrengforandringer i skråningen.



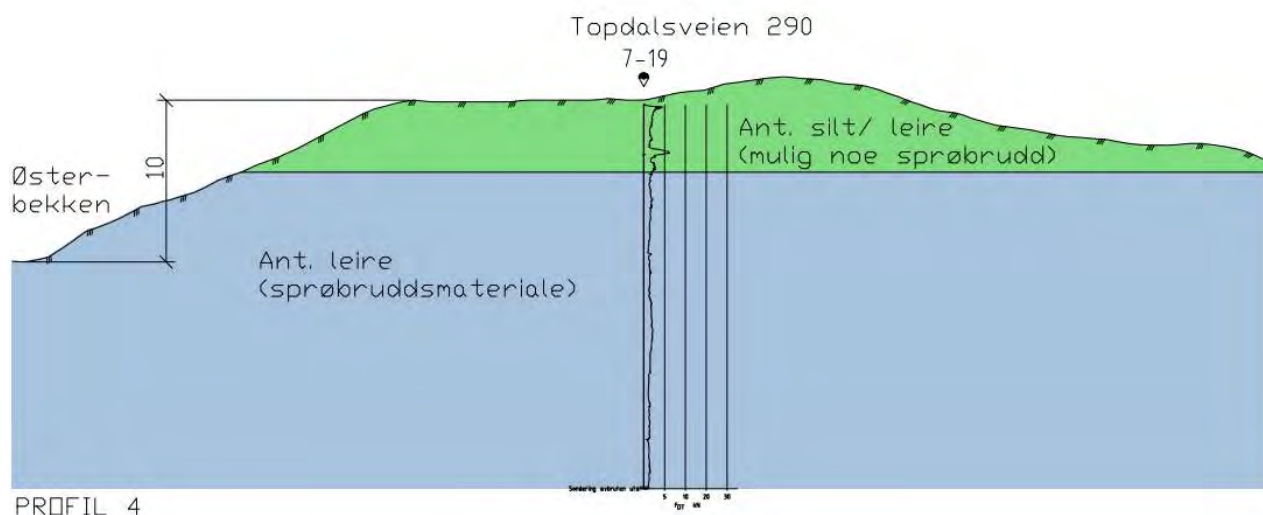
I dette profilet vurderes andel av sprøbruddsmateriale over kritisk glideflate å være mer enn 40%, og aktuell skredmekanisme er dermed retrogressivt skred.

Stabiliteten til skråningen vurderes å være lav, og det er fare for at erosjon kan utløse et kvikkleireskred i dette området.

I dette området anbefales det utført supplerende grunnundersøkelser og sannsynligvis sikringstiltak for å øke stabiliteten og forhindre erosjon som kan føre til et større skred. Det må ikke gjøres tiltak i skråningen som kan forverre stabiliteten ytterligere. Skråningen bør holdes under oppsikt spesielt i perioder med mye nedbør og stor vannføring i bekken inntil behov for sikringstiltak er nærmere utredet.

Vurdering profil 4

På grunn av tolkning av dreietrykkssondering 7-19 tar vi også med vurdering av ett profil i skråning øst for Østerbekken i faresonen 1934 Vollane.



Figur 7 Profil 4 fra Topdalsveien 290 mot Østerbekken

Sondring 7-19 viser et topplag på ca. 4 meter av antatt lagdelt sand, silt og leire som kan ha sprøbruddsegenskaper, over et lag med antatt kvikkleire til stor dybde. Det er registrert noe erosjon og eldre skredgroper i skråningen mot Østerbekken i dette området.

Stabiliteten til skråningen vurderes å være lav, og det er fare for at erosjon kan utløse et kvikkleireskred i dette området.

I dette området anbefales det utført supplerende grunnundersøkelser og sikringstiltak for å øke stabiliteten og forhindre erosjon som kan føre til et større skred. Det må ikke gjøres tiltak i skråningen som kan forverre stabiliteten ytterligere. Skråningen bør holdes under oppsikt, spesielt i perioder med mye nedbør og stor vannføring i bekken inntil behov for sikringstiltak er nærmere utredet.

4 Oppsummering og anbefaling til videre arbeider

Etter erosjonsbefaringen vurderer vi at det i Prestebekken er ingen og litt erosjon, mens det i Østerbekken er litt og noe erosjon. Det så ikke ut til å være bunnsenkning i noen av bekkene, eller misfarget vann.

Vi vurderer at det ikke er nødvendig med umiddelbare sikringstiltak i noen av skråningene. For øvre del av ravinen langs Østerbekken (se profil 3 og 4) anbefales det utført supplerende grunnundersøkelser og en mer detaljert vurdering av behov for sikringstiltak. Denne delen av ravinedalen bør holdes under oppsikt spesielt i perioder med mye nedbør og stor vannføring i bekken inntil behov for sikringstiltak er nærmere utredet.

Det bør også vurderes utført grunnundersøkelser i området ved Topdalsveien 242 (profil 1), for å kunne gjøre en mer presis vurdering av stabiliteten til skråningen. Denne skråningen vurderes å ha mindre sannsynlighet for skred enn skråningene i øvre del av Østerbekken.

Vi gjør oppmerksom på at vurderingene er begrenset til ravinene langs Østerbekken og Prestebekken som vist på figur 1 og 2. Vurderingene er gjort på et begrenset underlag og supplerende grunnundersøkelser kan vise andre grunnforhold enn de vi har antatt, og dermed en annen sikkerhet enn det som er vurdert i dette notatet.

Dersom det utføres supplerende grunnundersøkelser og en detaljutredning av faresonen, kan faresonen antakeligvis avgrenses og reduseres noe.