



KONTROLL- RAPPORT

Kvalitetssikring iht. NVE-veileder 1/2019:
«Sikkerhet mot kvikkleireskred»



Dato

01.03.2024

Oppdragsgiver

Lillestrøm kommune

Prosjekt

Bekkeåpning Skjetten 69/50 mfl. Lillestrøm
kommune

Dokumentnummer

50510-01-R

Revisjon

0

OPPDRA	Bekkeåpning Skjetten 69/50 mfl. Lillestrøm kommune
EMNE	Kvalitetssikring iht. NVE-veileder 1/2019: «Sikkerhet mot kvikkleireskred»
DOKUMENTNR.:	50510-01-R
REV.:	0 01.03.2024
TILTAKSKATEGORI NVE	K4
OPPDRA	Lillestrøm kommune

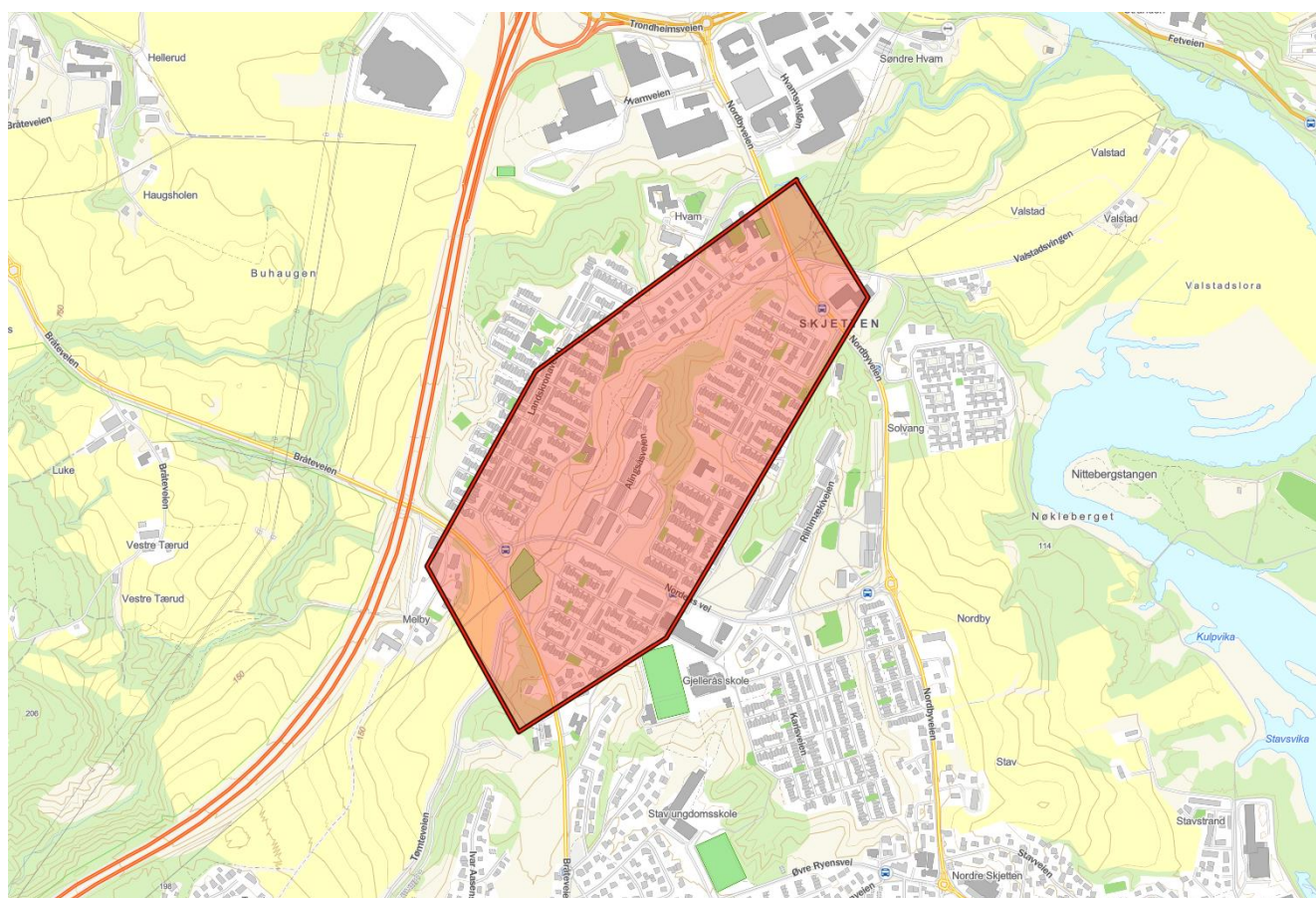
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV
0	01.03.2024	Første kommentarer RGT	Marco Wendt	Ismail Aricigil

SAMMENDRAG

Romerike Geoteknikk AS (RGT) har fått i oppdrag av Lillestrøm kommune å utføre uavhengig kontroll av geoteknisk utredning av områdestabilitet ifm. planlagt bekkeåpning i en ravine på gnr./bnr. 69/50 m.fl. på Skjetten i Lillestrøm kommune, jf. Figur 0. Utredningsrapport [1] er utarbeidet av SWCO Norge AS.

Kontrollen har sin bakgrunn i krav i NVE veileder 1/2019 «Sikkerhet mot kvikkleireskred» [2] og Byggteknisk forskrift TEK17 [3].

I forbindelse med utført kvalitetssikring er det funnet avvik som prosjekterende må svare ut/ta stilling til. Det vil også være nødvendig å oppdatere prosjekteringsrapporten. Svarene kan gis direkte i Tabell 4-2, gjerne i en [annen skriftfarge](#). Det lages en ny revisjon av kontrollrapporten i etterkant.



Figur 0: Topografi og bebyggelse rundt tiltaksområdet, **gnr./bnr. 69/50 m.fl. på Skjetten i Lillestrøm kommune**. Tiltaksområdet er markert med rød farge. Kilde: <https://lillestroem.kommunegis.no/>

Innholdsfortegnelse

1. Innledning/orientering	3
2. Grunnlag	4
3. Krav til kvalitetssikring iht. NVE-veileder	5
4. Kvalitetssikring iht. NVE-veileder 1/2019	5
4.1 Gjennomføring av kontrollen	5
4.2 Generelt.....	5
4.1 Kontroll av vurdering av områdestabilitet	6
4.2 Konklusjon	9
5. Referanser.....	10

1. Innledning/orientering

Romerike Geoteknikk AS (RGT) har fått i oppdrag av Lillestrøm kommune å utføre uavhengig kontroll av geotekniske utredning av områdestabilitet utført av SWECO Norge AS ifm. planlagt bekkeåpning i en ravine på gnr./bnr. 69/50 m.fl. på Skjetten i Lillestrøm kommune, jf. Figur 0.

Foreliggende kontrollrapport inneholder resultater fra utført uavhengig kvalitetssikring/kontroll av geotekniske vurderinger som er utført for å tilfredsstille krav ift. sikkerhet mot områdeskred iht. NVE-veileder 1/2019 [2].

2. Grunnlag

Dokumentene som er gjenstand for den uavhengige kontrollen, er listet opp i Tabell 2-1. Øvrig dokumentasjon som har blitt sendt over til RGT og som er relevant for oppdraget, fremkommer av Tabell 2-2.

Tabell 2-1: Dokumenter som er gjenstand for kvalitetssikringen

Dokumenteier	Tittel	Dato	Ref.
SWECO Norge AS	Datarapport – Grunnundersøkelser RIG_R01, rev. A02 «Skjetten Bekkeåpning», pr.nr. 10237458	08.09.2023	[4]

Tabell 2-2: Øvrig grunnlag

Dokumenteier	Tittel	Dato	Ref.
SWECO Norge AS	Geoteknisk rapport RIG-R01, rev. 02 "Bekkeåpning Skjetten totalentreprise", pr.nr. 10235757	27.11.2023	[1]

3. Krav til kvalitetssikring iht. NVE-veileder

Kravene til kvalitetssikring av utførte områdestabilitetsutredninger er gitt i kap. 4.9 i NVE-veileder 1/2019 «Sikkerhet mot kvikkleireskred» [2]. Kvalitetssikringen skal sikre tilstrekkelig faglig kvalitet på vurdering av områdestabilitet. Kvalitetssikringen skal også sikre at alle relevante problemstillinger er håndtert og dokumentere at utredninger er i samsvar med veilederen. Kvalitetssikringen benytter seg av *Vedlegg 1: Innhold i rapport for vurdering av områdestabilitet* som et utgangspunkt for hva som skal kvalitetssikres.

Kvalitetssikringen omfatter blant annet følgende vurderingene:

- ☞ Om faresonen er korrekt avgrenset og klassifisert etter faregrad, og at rett tiltakskategori er valgt.
- ☞ Om utførte grunnundersøkelser gir tilstrekkelig grunnlag for de geotekniske vurderingene.
- ☞ Tolkingen av jordparametere basert på tilgjengelig informasjon.
- ☞ Vurdering av utførte stabilitetsanalyser inklusiv benyttede lagdelinger/parametere og regnemodeller (uten egne detaljerte stabilitetsanalyser på terrengmodellen).
- ☞ Om valgte kritiske profiler for stabilitetsanalyser er dekkende, og vurdering av konklusjoner og begrunnelser ut fra situasjon og beregningsresultater.
- ☞ Vurdering av nødvendighet/effekt av foreslåtte og/eller planlagte stabiliserende tiltak og prinsipper for utførelse av disse (dersom aktuelt).

Kontrollen er utført ved å gå gjennom tilgjengelig grunnlag med hensyn på disse punktene, og resultatene er presentert i kap. 4.

Kontrollerende foretak (RGT) skal ikke gjennomføre egen utredning, men være uavhengig rådgiver for tiltakshaver for å sikre at utredningen har tilstrekkelig kvalitet. Den geotekniske konsulent som gjennomfører utredningen, har ansvar for å følge opp innspill fra den uavhengige kvalitetssikringen og står ansvarlig for det endelige produktet

4. Kvalitetssikring iht. NVE-veileder 1/2019

4.1 Gjennomføring av kontrollen

Kontrollen er utført ved å gå gjennom tilgjengelig grunnlag med hensyn til kulepunktene over. Resultatene er presentert i tabell 4-2. Tabellen tar hensyn til «Prosedyre for utredning av områdeskredfare» som presentert i [2], tabell 3.1.

4.2 Generelt

I det etterfølgende er det oppsummert resultatene fra gjennomgang av fremlagt dokumentasjon. Kommentarer/anmerkninger kan ha forskjellig status iht. Tabell 4-1.

Tabell 4-1: Forklaring kontrollstatus

Kontrollstatus	Beskrivelse
OK	Kontrollert og godkjent (evt. med kommentar). Gjelder også for tidligere merknader eller kommentarer som har blitt svart ut
1	Kontrollert og godkjent med merknad som prosjekterende kan vurdere å innarbeide.
2	Merknad som må innarbeides eller svares ut.
3	Anbefales ikke godkjent. Merknaden må svares ut og som regel innarbeides i oppdatert dokumentasjon. Svaret/oppdatert dokumentasjon sendes inn på nytt før godkjenning kan gis.

4.1 Kontroll av vurdering av områdestabilitet

Resultater fra utført kvalitetssikring er presentert i Tabell 4-2.

Tabell 4-2: Resultat fra utført kvalitetssikring.

Nr.	Kontrollpunkt	Kommentar/beskrivelse	Status
1	Innledning	Tiltaket er beskrevet, men noe vagt. Det er ikke nevnt nødvendig/vurdert omfang til graving for bekkeleiet ift. dimensjonerende flomvolumen. Det er heller ikke beskrevet dagens situasjon, dvs. rørdimensjon, situasjon ved inn- og utløp av bekkelukking samt hvordan dette er tenkt tilpasset etter utført tiltak.	1 
		Topografi, kvartærgeologi (NGU), samt tilgjengelig informasjon rundt registrert skredfare (NVE Skredatlas) er beskrevet. Gjengivelse av informasjon rundt flomfare fra Skredatlas savnes.	1 
		Tiltakskategori er valgt til K4 mtp. hyppig bruk av området for rekreasjon (turveier) og fritidsaktiviteter/idrett (bl.a. diskolf bane). Vi er enig i valg av tiltakskategori.	OK
2	Regelverk og krav	Det er funnet antydning til kvikkleire og sprøbruddmateriale ifm. utførte grunnundersøkelser. Lag/lommer av kvikkleire og sprøbruddmateriale er påvist i 2 stk. borpunkter.	OK
		Regelverk, med tilhørende sikkerhetskrav er definert. Sikkerhetskrav til terrengstabilitet er nevnt (dog litt bortgjemt) i teksten på slutten av rapporten.	OK 
3	Grunnlag – identifikasjon av kritiske skråninger og potensielt løснеområde	Topografi, kvartærgeologisk kart og grunnforhold er beskrevet. Tidligere utførte grunnundersøkelser er godt beskrevet.	OK
		Omkringliggende registrerte faresoner er beskrevet samt tidl. utredning av områdestabilitet og avgrensning av potensielle løснеområder etter «15H – prinsippet» for området som omtales som «Område sør» i rapporten, dvs. ved planlagt start på bekkeåpning.	OK
		Identifikasjon av mulige løснеområder etter «15H – prinsippet» for «Område nord» som er gjenstand for rapporten er ikke utført i rapporten. Det er dog i senere kapittel påvist at potensiell løснеområde ikke kan være større enn «5H». «5H – område» er vist med en figur i rapporten.	OK
4	Befaring	Det er nevnt i rapporten at har blitt gjennomført «en rekke befaringer i området». Men det savnes en kort sammendrag av de mest relevante observasjonene, og hva som var formål med befaringene. Bl.a. observasjoner rundt erosjon/overflateskred.	1 
5	Grunnundersøkelser	Det er utført grunnundersøkelser i 2023 som gir grei nok oversikt over grunnforhold. Det er dessuten gitt referanse til 4 stk. tidligere utførte grunnundersøkelser. Disse er tegnet inn i oversiktstegningene V101 og V102. Det savnes referanser til boringene som ble utført før 2023 på disse tegningene.	1 
		Omfang av utførte og tidligere grunnundersøkelser/grunnboring viser en god og representativ dekning av relevant område. Dette også mtp. relativ homogene grunnforhold.	OK

		Det bemerkes at det ikke har blitt utført poretryksmålingene i lag/lommer som antyder kvikkleire. Det har utelukkende blitt utført målinger i tørrskorpelag og forvitreingslag. Hva er grunnen til dette? Det påpekes at riktig tolkning av poretrykk slår bl.a. ut i tolkning av udrenert skjærstyrke fra CPTU data. Ang. labforsøk på jordprøvene stusser vi på hvorfor det ikke ble utført spesialforsøk (treaks, ødometer) for å verifisere antatte/vha. CPTU korrelerte parametere. Dette gjelder særlig etter hvor mening unødvendig konservativt antatte prekonsolideringsforhold. Det kan tenkes at skjærstyrken i leira kan økes en del på grunnlag av måling av OCR vha. ødometer slik at det i ytterste konsekvens ikke vil være nødvendig med grunnforsterkende tiltak. I tillegg ble kvikkleire hovedsakelig identifisert i grunnen ved lavere liggende deler av ravinen hvor OCR naturligvis er høyere enn på toppen. Det kommer heller ikke frem av rapporten om det evt. ble utført ødometere ifm. de 4 stk. tidligere utførte undersøkelsene. Se også kommentar under pkt. 8. OCR kan også enkelt vurderes vha. høyeste koter i omkringliggende/tilgrensende leirterreng. Det er ikke tatt opp prøver alle steder hvor sonderingene indikerer mulig kvikkleire. Men det er stort sett antatt/lagt inn lag og lommer av slikt materiale i dybder der sonderingene antyder kvikkleire i stabilitetsberegningene. Undersøkelsene er oppsummert i egen datarapport.	2  2  OK OK
6	Aktuelle skredmekanismer og avgrensning av faresone	Skredmekanismer er vurdert som rotasjonsskred basert på snitt gjennom tiltaksområdet. Vi er enig i denne vurderingen. Vi er generelt enig i avgrensning av løsneområdet etter «5H» prinsippet. Men vi påpeker at en slik avgrensning er svært konservativt mtp. at det er kun funnet lommer og (tilsynelatende) ikke gjennomgående lag av kvikkleire/sprøbruddmateriale. F.eks. ble det vurdert at det ikke foreligger kvikkleire i snittene O-O, N-N, M-M, L-L og A-A i det hele tatt. Hvorfor ble disse områdene da inkludert i avgrenset faresone? Vi anbefaler en revurdering av faresonen. Det kunne også vært meget nyttig å tegne et oversiktskart med alle identifiserte kvikkleirelommene. Iflg. Kap. 3.3.6 i [2] skal det gjøres rede for:  Mulig erosjon (også overflateerosjon) som kan utløse et initailskred  Sideveis skredutbredelse fra utenfor område liggende terreng som kan ramme tiltaksområde  Skråninger utenfor influensområde  Mulig skredutløp fra høyere liggende terreng Selv om noen av disse punktene tilsynelatende kan utelukkes uten dypergående vurderinger synes vi at det hører til en helhetlig utredning å nevne disse i respektivt kapittel. Det ble ikke sagt noe konkret om risiko av en mulig flomsituasjon som følge av dagens underdimensjonerte rør (stikkord erosjon). Denne risikoen bør evalueres kort både mht. erosjon og stabilitet pga. at en slik situasjon kan gi et mer kritisk bilde av dagens terrengstabilitet. Dette er omtalt i en kort	OK 3  2  1 

		setning i kap. 7 (Konklusjon) men bør vurderes utdypet noe (hører hjemme under kapittel «Aktuelle skredmekanismer og avgrensing av løснеområder».	
7	Klassifisering av faresone	Tiltaksområdet er vurdert til faregrad «middels». Mtp. mye konservativisme (se kommentarer over/nede) ber vi om en revurdering av dette. Vi ser en god mulighet for at faregraden, ved mer inngående undersøkelse/vurdering kunne bli «lav». Det står i tabell 2 i vedlegg 3 (Risiko- og faregradsvurdering) at det har blitt målt «Poreovertrykk på 10 kPa i bunnen av ravinen i en av målerne». Vi kan ikke se en slik måling i datarapporten. Vanligvis måles det relativt poreovertrykk i dypere lag på ravinebunn og relativt undertrykk på toppen. Dvs. en score på «2» i kombinasjon med vektall «+3» for poretrykk anses som konservativt/ikke påvist med relevante målinger. Vi ber om en revurdering av dette. Mtp. det som er bemerket under pkt. 5 anses valg av OCR som unødvendig/urealistisk konservativt. Vi ber om at SWCO tar stilling til dette og revurderer forholdet. Tekst under tabell 2 i vedlegg 3 gjengir en annen poengsum enn det som står i tabellen. Dette må rettes opp.	2  3  3  3 
8	Kritiske snitt og materialparametere	Som nevnt over er vi kritisk mtp. valg av OCR som kan ha stor påvirkning på design skjærstyrkeprofil, se kommentarene under pkt. 5. Vi ber om en revurdering. Romvekt i stabilitetsberegningene ble valgt til 19kN/m³ for alle lag. Labundersøkelsene viser at det ble målt opptil i underkant av 21kN/m³ i øvre jordlag. Hvorfor ble det ikke benyttet målte verdier? Vi ber om en revurdering. Vi ser at det ble lagt inn samme c-profil i beregningene både på toppen av skråningen og i bunnen. Pga. overkonsolideringseffekter vil skjærstyrke på bunnen alltid være høyere enn på toppen (SHANSEP prinsipp). Vi ber om en revurdering. Attraksjon/kohensjon i massene er svært lave/ konservative. Å sette verdier til 0 i tørrskorpe hvor det er målt styrke på delvis langt over 100kPa (rutineforsøk) er urealistisk og fører til alt for konservative beregninger som medfører dyre tiltak hvis «beregnet stabilitet» ikke holder mål. Vi er klare over at styrke i tørrskorpe ofte settes til 0 pga. mulighet for tørrskorpesprekker. Men slike er neppe gjennomgående på hele lengde ut av planet (2D beregning). En forsiktig avveining ville vært mer på sin plass. Kritiske snitt er tatt gjennom tiltaksområdet.	3  3  3  2  OK
9	Stabilitetsvurderinger	Dagens situasjon er beregnet. En kort kvalitativ vurdering av stabilitet i en mulig flomsituasjon, dvs. før tiltak er utført, kunne vært nyttig, se også kommentar pkt. 6, siste avsnitt. Det er ikke nevnt om beregningene ble utført med 3D-faktor (sidefriksjonsfaktor) eller ikke, og hvis ja hvor høy faktor. Det bør utføres en vurdering av geometrien på terreng mtp. valg av en fornuftig 3D-effekt. Eksempelvis ble det beregnet $F_c=1,54$ og $F_c=1,37$ i hhv. snitt K-K og L-L. Disse	1  3 

		snittene ligger like ved hverandre, men avviker rundt 10%. Her ville «3D-vurderingen» av stabiliteten mer riktig gjenspeiles som en middelvei av disse 2 beregningene. Og det er da etter vår mening ikke riktig å konkludere med at det trengs tiltak på grunnlag av at en ligger noe under kravet i en 2D beregning uten hensyn til 3D effekter.	
10	Stabiliserende tiltak	Det er kort nevnt mulige stabiliserende tiltak på generelt grunnlag og henvist til senere detaljering. Vi er enige i at omtalte stabiliserende tiltak vil forbedre stabiliteten i ravinene.	OK
11	Konklusjon	Vi er generelt enig i rapportens konklusjon. Men vi mener at det er en god mulighet for at stabiliteten i ravineskråningene er den del bedre enn rapporten gjengir, se kommentarene under respektive punkter over. Dette vil kunne føre til en annen utfall på rapportens konklusjoner.	3 

4.2 Konklusjon

Rapporten viser generelt en systematisk og oversiktlig vurdering av forholdene. Utførte grunnundersøkelser gir en god dekning av området og det er god grunn til å tro at grunnforholdene gjenspeiles på en realistisk måte.

Tolkning av CPTU dataene mht. udrenert skjærstyrke virker representativt og realistisk. Men vi mener at denne tolkningen må tilpasses reelle forkonsolideringsforholdene bedre. Bl.a. er det ikke tatt hensyn til høyre OCR ved tolkning og tilpasning av data på ravinebunn.

I stabilitetsberegningene må det brukes på lab målt romvekt. 3D-effekt må vurderes. C-profilene i bunnen av ravinen må tilpasses mht. SHANSEP prinsippet, dvs. høyre OCR-faktor på ravinebunn pga. erosjon av tidligere havbunn.

Faregradsvurdering må oppdateres mht. det oven stående. Dette gjelder også vurdering av poretrykk.

Generelt ser vi at det er mye konservativisme ved utført paramtervalg, valg av c-profiler, forbelastning og geometriske effekter i stabilitetsberegningene. **Hvis konservativ tilnærming fører til at det må gjøres dyre grunnforsterkende tiltak før bekkeåpningen kan gjennomføres bør en heller utvide undersøkelseomfang noe (stikkord poretrykksmåling i relevante dybder, måling av leiras overkonsolidering etc.) for å få et mer realistisk bilde av situasjonen og evt slippe dyre forberedende tiltak. «Ulempen» med unødvendig konservative vurderinger er også at boligområdene rett i bakkant/innenfor løseområdet «stempler» som mer rasutsatt enn realiteten tilsier. Det er en betydelig psykologisk og samfunnsøkonomisk side ved dette.**

5. Referanser

- [1] SWECO Norge AS, Geoteknisk rapport RIG-R01, rev.02 "Bekkeåpning Skjetten totalentreprise", pr.nr. 10235757, 27.11.2023.
- [2] NVE (2020), *Sikkerhet mot kvikkleireskred. Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper. Veileder 1/2019*, 2020.
- [3] Direktoratet for byggkvalitet, *Byggteknisk forskrift: TEK 17*.
- [4] SWECO Norge AS, Datarapport - Grunnundersøkelser RIG_R01, rev. A02: "Skjetten Bekkeåpning", pr.nr. 10237458, 08.09.2023.