

Til: NVE Region Øst
v/ Jaran Wasrud
Kopi til:
Dato: 2016-02-25
Rev.nr. / Rev.dato: 0
Dokumentnr.: 20130449-03-TN
Prosjekt: Tredjepartskontroll, geoteknisk utredning av kvikkleiresoner i Trøgstad kommune
Utarbeidet av : Søren Holm, Håkon Heyerdahl
Prosjektleder: Håkon Heyerdahl
Kontrollert av: Bjørn Kalsnes

Tredjepartskontroll av utredningsrapporter

Sammendrag

Rambøll AS har utarbeidet utredningsrapporter for hhv. kvikkleiresonene 730 Skjennom, 744 Raknerud, 746 Sørby og 749 Skjønhaug. Rapportene gir en vurdering av soneavgrensning, soneklassifisering, stabilitetsforhold samt eventuelle tiltak som må prioriteres innen sonene. En oppsummering av våre kommentarer er gitt på slutten av dette notatet.

Generelle kommentarer er i hovedsak knyttet til følgende forhold:

- ↗ Utbredelse av kvikkleire med betydning for faresoner bør presenteres i kart.
- ↗ Kriterier for når sikring er nødvendige for skråninger, avhengig av beregningsmessig sikkerhet, synes noe uklare.
- ↗ Utløpsområder er ikke skissert konsekvent, bare enkelte steder. Disse bør enten medtas fullt ut, eller ikke i det hele tatt.
- ↗ Omfang av evt. stabiliserende tiltak ved utbygging innenfor sonene (K3/K4) bør dokumenteres i rapporten, selv om slike tiltak ikke anses nødvendig for eksisterende bebyggelse.
- ↗ Plantegninger bør vurderes redigert for å øke lesbarheten.

I tillegg er det gitt en del konkrete kommentarer til detaljer for hver enkelt rapport. Blant annet bør tolkning av kvikkleire revurderes for enkelte sonderinger.

Innhold

1	Innledning	3
2	Dokumenter til kontroll	3
3	Kontrollgrunnlag	4
4	Generelle kommentarer	5
4.1	Vurderinger og drøfting av beregningsforutsetninger	5
4.2	Påvist eller tolket kvikkleire	5
4.3	Tegninger	5
4.4	Språk	5
4.5	Utbredelse av kvikkleire	6
4.6	Behov for sikringstiltak	6
4.7	Utløpsområder	7
5	Kommentarer: Sone 730 Skjennom	7
5.1	Soneavgrensning	7
5.2	Soneklassifisering	8
5.3	Stabilitetsberegninger	8
5.4	Anbefalte tiltak	9
6	Kommentarer: Sone 744 Raknerud	9
6.1	Soneavgrensning	9
6.2	Soneklassifisering	10
6.3	Stabilitetsberegninger	10
6.4	Anbefalte tiltak	10
7	Kommentarer: Sone 746 Sørby	11
7.1	Soneavgrensning	11
7.2	Soneklassifisering	11
7.3	Stabilitetsberegninger	11
7.4	Anbefalte tiltak	12
8	Kommentarer: Sone 749 Skjønhau	12
8.1	Soneavgrensning	12
8.2	Soneklassifisering	13
8.3	Stabilitetsberegninger	13
8.4	Anbefalte tiltak	14
9	Oppsummering	14
10	Referanser	16

Kontroll- og referanseside

1 Innledning

Rambøll AS utfører utredning av kvikkleiresoner i Trøgstad kommune på oppdrag fra NVE Øst. NGI er bedt om å utføre tredjepartskontroll av utredningsarbeidet. Utredningsarbeidet foretas for sonene 730 Skjennom, 744 Raknerud, 746 Sørby og 749 Skjønhaug.

Grunnundersøkelsesprogrammet utarbeidet av Rambøll AS (ref. /1/) er gjennomgått tidligere av NGI (ref. /2/). Grunnundersøkelsene er utført av GeoStrøm AS, som i forbindelse med grunnundersøkelsene har utarbeidet en grunnundersøkelsesrapport (ref. /3/). I tillegg til de utførte grunnundersøkelsene i forbindelse med utredningsarbeidet er det også inkludert tilgjengelige data fra grunnundersøkelser utført av Rambøll AS i 2009 (ref. /4/) og Veglaboratoriet (Statens vegvesen) i 1967-68 (ref. /5/).

Basert på grunnundersøkelsene ble det av Rambøll AS utarbeidet en parameterrapport (ref. /6/) som grunnlag for vurdering av områdestabiliteten innen sonene, og denne er likeledes gjennomgått tidligere av NGI (ref. /7/). Basert på noen supplerende grunnundersøkelser, kommentarer fra tredjepartskontrollen og møte mellom Rambøll AS, NGI og NVE høsten 2014 har Rambøll AS utarbeidet en revidert utgave av parameterreporten (ref. /8/) som ligger til grunn for utredningsrapportene.

Dette notatet omhandler gjennomgang av de fire utredningsrapportene utarbeidet av Rambøll AS (ref. /9/, /10/, /11/, /12/). Rapportene gir en vurdering av soneavgrensning, soneklassifisering, stabilitetsforhold samt eventuelle tiltak som må prioriteres innen sonene.

Kontrollen skal generelt ikke være en gjentakelse av arbeidet utført av geoteknisk konsulent, men i hovedsak være en gjennomgang av vurderingen av de aktuelle problemstillingene og at dette er utført med tilstrekkelig kvalitet.

2 Dokumenter til kontroll

Følgende dokumenter er mottatt til kontroll:

/9/ Rambøll AS (2015): Trøgstad – Utredning av kvikkleiresoner. 730 Skjennom. Geoteknisk rapport. 730 Skjennom. Oppdrag nr. 6130582, rapport nr. 02, datert 08.12.2015, utført for NVE Region Øst.

/10/ Rambøll AS (2015): Trøgstad – Utredning av kvikkleiresoner. 744 Raknerud. Geoteknisk rapport. 744 Raknerud. Oppdrag nr. 6130582, rapport nr. 03, datert 02.12.2015, utført for NVE Region Øst.

/11/ Rambøll AS (2015): Trøgstad – Utredning av kvikkleiresoner. 746 Sørby. Geoteknisk rapport. 746 Sørby. Oppdrag nr. 6130582, rapport nr. 04, datert 02.12.2015, utført for NVE Region Øst.

/12/ Rambøll AS (2015): Trøgstad – Utredning av kvikkleiresoner. 749 Skjønhaug. Geoteknisk rapport. 749 Skjønhaug. Oppdrag nr. 6130582, rapport nr. 05, datert 02.12.2015, utført for NVE Region Øst.

Av utredningsrapportene fremgår at det er utarbeidet separate befaringsrapporter med beskrivelse av erosjonsforhold for alle sonene (ref. /14/ tom. /17/). Disse rapportene er imidlertid ikke mottatt som grunnlag.

3 Kontrollgrunnlag

Hensikten med de forrige rundene av tredjepartskontrollen har vært å sikre tilstrekkelig datagrunnlag for utredningsarbeidet og bli enige om beregningsgrunnlaget, slik at beregningene og vurderingene presentert i utredningsrapportene er basert på parametervalg som har vært gjennom tredjepartskontroll.

I parameterrapporten som NGI tidligere har mottatt til tredjepartskontroll, fremgår det at:

"Denne rapporten er rev. 0, for utsendelse til uavhengig kontrollør. Eventuelle endringer som følge av kommentarer fra uavhengig kontrollør vil bli inkludert i revidert utgave".

NGI har tidligere gitt kommentarer til tolkning og valg av parametere (ref. /7/) i parameterrapporten. Det fremgår av NVEs kvikkleireveiledning (ref. /13/) at:

"Den prosjekterende har ansvar for å følge opp innspill fra den uavhengige kvalitetssikringen og står ansvarlig for det endelige produktet".

Det har deretter vært opp til Rambøll AS å vurdere om noen av kommentarene gitt av NGI skulle tas til følge i en revidert utgave av parameterrapporten (ref. /8/). Et raskt gjennomsyn av rapporten tilsier at rapporten i hovedsak kun er endret på mindre punkter, og at mange av NGIs kommentarer ikke er tatt til følge. Forøvrig vil det her generelt ikke gis kommentarer til parametere presentert i utredningsrapportene, men henvises i stedet til tidligere tredjepartskontroll av parameterrapporten utført av NGI (ref. /7/).

Fra NGIs tredjepartskontroll av grunnundersøkelsesprogrammet (ref. /2/) fremgår det at grunnundersøkelsene generelt er vurdert å være tilpasset utredningsarbeidet med henblikk på omfang og typen av undersøkelser. Det er dog gitt enkelte kommentarer til undersøkelsesprogrammet, og generelt gis det her ikke (men med enkelte unntak) kommentarer til omfanget av grunnundersøkelsene.

Tredjepartskontrollen av utredningsrapportene vil hovedsakelig fokusere på kvalitetssikring av vurdering av soneavgrensning, soneklassifisering, stabilitetsforhold samt eventuelle tiltak som må prioriteres innen sonene. Der kvalitetssikringen krever

gjentagelse av kommentarer fra tidligere tredjepartskontroll eller supplerende kommentarer til grunnundersøkellesprogrammet eller parameterrapporten, er disse kommentarene innarbeidet i dette notatet.

4 Generelle kommentarer

4.1 Vurderinger og drøfting av beregningsforutsetninger

Rambølls utredningsrapporter gir begrenset innblikk i de geotekniske vurderingene som er gjort, i og med at det stedvis er svært begrenset med forklarende tekst, grafiske sammenstilling av data osv. Ved tredjepartskontroll av parameterrapporten (ref. /7/) ble mangel på tekstlige beskrivelser og vurderinger kommentert. Dette forholdet er ikke vesentlig endret i revidert parameterrapport (ref. /8/). De tekstlige beskrivelsene, inkludert sammenstilling av data, er knappe også i utredningsrapportene.

4.2 Påvist eller tolket kvikkleire

Anvendelsen av ordet "påvist" i forbindelse med sprøbruddmateriale i borpunktene er noe uklar i rapportene. Etter NGIs oppfatning bør ordet bare anvendes der hvor sprøbruddmateriale faktisk er påvist ved laboratorieforsøk, og ikke der kvikkleire er tolket basert på sonderinger. Sonderingene kan i stedet indikere sprøbruddmateriale, og gi anledning til antatt (og ikke påvist) sprøbruddmateriale.

4.3 Tegninger

For flere av tegningene er skala oppgitt, men også kartstørrelse bør vises (A1, A2 osv), særlig hvis målestokk ikke er vist på kartet.

Anvendt skravur for kvikkleiresoner (nye og gamle) er generelt ikke leservennlig, og gjør det til dels vanskelig å orientere seg i kartene, eksempelvis tegning 400. Tegning 500 er meget innholdsrik, noe som også gjør det vanskelig å orientere seg i tegningen.

Bedre lesbarhet kan oppnås ved å fjerne informasjon som ikke har med sonen på den aktuelle tegningen å gjøre.

4.4 Språk

Det er stedvis brukt noen uklare, tvetydige eller mangelfulle tekstpassasjer (varierer mellom rapportene). Rapportene kan med fordel gjøres mer leservennlig ved å gå gjennom teksten i rapportene. Så lenge teksten likevel er forståelig, anses dette ikke å inngå i kvalitetssikringen ved tredjepartskontroll (da dette ikke har innvirkning på anbefalingene gitt i utredningsrapportene). Det vil derfor være opp til Rambøll AS å utferdige endelige rapporter som de finner tilstrekkelig leservennlige.

4.5 Utbredelse av kvikkleire

Det viktigste resultatet av de utførte soneutredningene er foreslåtte endringer av kvikkleiresonenes utbredelse. Det er foreslått en rekke justeringer i soneavgrensningene, noe som er positivt der dette fjerner unødvendige hindre for fremtidig utnyttelse av arealer. Justeringene er i hovedtrekk fornuftige; samtidig er det på dette punktet at tredjepartskontrollen gir flest kommentarer, og dessuten har vært mest arbeidskrevende.

Det ville vært en fordel for brukerne av rapporten om datagrunnlaget var bearbeidet og presentert på en måte som ga bedre overblikk over utbredelse av kvikkleire innenfor sonene. Utbredelse av kvikkleire er generelt vist i beregningsprofiler, men ikke presentert i kart, noe som ville vært en stor fordel. Der det ikke er presentert profiler, er det enkelte steder gitt tekstlig vurdering av om det forekommer kvikkleire osv. i deler av eksisterende soner. Ved flere tilfeller har kontroll vist at konklusjonene ikke stemmer helt med grunnlagsdata. I slike tilfeller må foreslått sonejustering revurderes ut fra kommentarene.

4.6 Behov for sikringstiltak

4.6.1 Dagens situasjon / tiltak for å unngå forverring

Prinsipper for anbefaling av sikringstiltak er noe uklare. Eksempelvis er det i sone Sørby (profil B) lav beregningsmessig sikkerhet både for drenerte og udrenerte forhold (materialfaktor hhv. 1,04/1,11), men det foreslås kun erosjonssikring. Det er generelt ikke utført stabilitetsberegninger for å vise hvilke tiltak som er nødvendig for at kravene gitt i ref. /13/ skal følges. Hvis dette prinsippet legges til grunn, vil utredningsarbeidet kunne reduseres til kun befaring av erosjonsforhold, og ingen stabilitetsanalyser, da selv nær kritisk beregningsmessig sikkerhet kun resulterer i anbefaling om erosjonssikring.

4.6.2 Stabiliserende tiltak for eksisterende bebyggelse

For flere profiler er det beregningsmessig kritiske forhold for én av analysemåtene (drenert/udrenert). Kun for to profiler, der drenert analyse viser materialfaktor $< 1,0$, foreslås det stabilitetsforbedrende tiltak (profil B i sone Skjønhaug og 5C i sone Sørby).

Hvorvidt beregnet materialfaktor er såvidt over (som i profil B i sone Sørby) eller såvidt under 1,0 (som de to foran nevnte profilene) bør ikke gis avgjørende vekt. Særlig drenert sikkerhet er svært avhengig av usikre poretryksantakelser.

4.6.3 Sikring for evt. utbygging i sonen

Beregninger i rapportene er nesten utelukkende utført for dagens situasjon, som sammenliknes med krav i NVEs veiledning. Stabilitetsberegninger som viser nødvendige tiltak for å tilfredsstille NVEs krav gitt i ref. /13/ er bare unntaksvis foretatt. Delvis sammenliknes beregningsresultatene for stabilitet i dagens situasjon med krav til

tiltak i kategori K3, delvis gjøres det sammenlikning med krav til K3/K4. Uansett legges kravene til K3/K4 ikke til grunn for foreslåtte sikringstiltak, unntatt i enkelte tilfeller (profil B i sone Skjønhaug og 5C i sone Sørby).

Selv om sikring av eksisterende bebyggelse generelt sett ikke vurderes å rettferdiggjøre sikring iht. tiltakskategori K4, vil et estimat for nødvendig omfang av slike tiltak være relevant for brukerne av rapporten, bl.a. for vurdering av fremtidig utnyttelse, og ikke minst for vurdering av om slike sikringstiltak er realistiske og gjennomførbare. Beregning av slike tiltak i de aktuelle beregningsprofilene bør derfor utføres, også sett i lys av at dette krever nokså moderat ekstra arbeid når beregningsprofilene først er generert og ferdig tolket.

4.7 Utløpsområder

Utløpsområder er delvis skissert på tegningene. Enten bør utløpsområder skisseres konsekvent og gjennomgående for alle soner, eller så bør de ikke skisseres i det hele tatt. Generelt krever NVE at utløpsområder vises.

5 Kommentarer: Sone 730 Skjennom

I dette avsnittet er det angitt kommentarer basert på tredjepartskontrollen av utredningsrapporten for sone 730 Skjennom (ref. /9/).

5.1 Soneavgrensning

Det fremgår av avsnitt 4.1 at "det er vurdert som hensiktsmessig å dele sonen opp i to mindre soner". NGI er enig i at dette bør gjøres. Diskusjonen av oppdeling av faresone A i "nordlig og sørlig utløp" er noe uklar. Dersom skred fra den sørlige ravinene kan nå ravinene i nord, skal hele arealet uansett være med i faresonen, selv om skred som løsner i nord ikke vil forplante seg på tvers av hele sonen.

NGI er ikke helt enig i foreslått ny avgrensning av de to sonene. Denne uenigheten baserer seg på kommentar nr. 32 fra tredjepartskontrollen av parameterrapporten (ref. /7/). NGI mener det er indikasjon på sensitiv leire i bl.a. sonering 2-6 og 2-7 i relevant dybde (hhv. 22 og 15 m under terreng, og kanskje også grunnere i borpunkt 2-6). Ettersom det ikke er prøver som avkrefter mulig sensitiv leire i dybden, mener NGI at områdene omkring soneringene 2-6 og 2-7 bør vurderes inkludert i de to faresonene.

Terrenget og ravinene faller mot vest. Kvikkleire kan muligens slå ut mot terreng i vestre ende av nåværende sone, hvor terreng høyden er ca. kote 135. Eksempelvis er det i sonering 2-10 indikasjon på kvikkleire under ca. kote 136. I sonering 2-4 er det indikasjon på sensitiv leire under 6,5 m dybde (ca. kote 137,5). I sonering 2-5 er det

mulig sensitiv leire i 12-13 m dybde (ca. kote 154-155). I sondering 2-8 er det et tynt lag med mulig sensitiv leire i 13-14 m dybde (ca kote 160).

Som bakgrunn for vurdering av soneutbredelse bør det gis en samlet fremstilling (helst også på kart) med angivelse av hvor det er tolket eller påvist kvikkleire.

Vedrørende Rambølls rapport punkt 4.1, annet avsnitt: NGI kommenterte ved tredjepartskontroll av undersøkelsesprogrammet at sonderinger i den østlige (bebygde) delen av sonen burde prioriteres. Kommentaren ble ikke tatt til følge, og ingen boringer ble utført i det aktuelle området. Nå mangler man data for vurdering av soneutbredelsen nettopp i denne retningen.

Profilene 2D-2H for å vurdere løsneområder viser ikke antatt lagdeling og beliggenhet av sprøbruddmateriale. De har derfor begrenset geoteknisk interesse, utover å vise soneutbredelse på 15xH (som jo allerede ligger til grunn for gjeldende faresone).

5.2 Soneklassifisering

Det fremgår av avsnitt 4.2.1 og 4.2.2 i Rambølls rapport at soneklassifiseringen (vurderingene) av sonene er basert på profil 2B. Det forutsettes ved dette valget at også andre potensielle profiler innenfor sonen er vurdert.

For ROS-analyse av sone A og sone B er det ved vurderingen av faregradsklasse gitt en score på 3 for faktoren sensitivitet. Basert på prøveserie 2-2 er det grunnlag for en score på 2.

Dersom beregningsprofilen nord for ravinen roteres noe mot vest nede i ravinen, vil høydeforskjellen for profil 2B i sone A være større enn angitt høyde 18 m.

For ROS-analyse av sone B er det ved vurderingen av faregradsklasse gitt en score på 1 for faktoren skråningshøyde. Hvis faresonen endres til å innbefatte den vestlige delen av nåværende sone (med bl.a. sondering 2-6, jfr. kommentar i avsnitt 5.1), må valg av kritisk profil revurderes. For et profil i vestre del av nåværende sone vil scoren for høyde oppjusteres til 2.

5.3 Stabilitetsberegninger

Hvis sone B endres til å innbefatte den vestlige del av nåværende sone, jfr. kommentar i avsnitt 5.1, bør det vurderes å utføre stabilitetsberegninger langs et profil som omfatter skråningen nord for sondering 2-6. Denne skråningen er like bratt, og dessuten høyere, enn tilsvarende skråning i profil 2B.

For profil 2B i sone A bør det, som kommentert foran, vurderes om det valgte profilet for stabilitetsberegninger er det høyeste (og mest kritiske).

For beregningsprofilen presentert på tegning 210 er SHANSEP-parametere og tidligere overlagingstrykk ikke konsistent for de to styrkeprofilene i bunnen av ravinen, selv om de begge er basert på borpunkt 2-11 og er antatt å ha hatt den samme overlaging. Skjærfasthetsprofilene ser imidlertid like ut. En evt. redusert styrke i Su-profilen i foten av skråningen mot sør kan redusere udrenert materialfaktor (presentert materialfaktor er 1,09).

I Figur 211 er poretrykk på 80% av hydrostatisk poretrykksfordeling benyttet under bunnen av ravinen, hvilket generelt må sies å være uvanlig under bekkenivå. En diskusjon av dette og av om datagrunnlaget er tilstrekkelig for slike antakelser, bør gis.

5.4 Anbefalte tiltak

Det er ikke prioritert noen tiltak innenfor sonen, og det er heller ikke gjennomført stabilitetsberegninger for eventuelle tiltak. Rambøll har vurdert at det ikke er behov for sikringstiltak for å sikre eksisterende bebyggelse. Den minste sikkerhetsfaktor som er dokumentert er 1,09 for udrenert situasjon (kan evt. bli endret som følge av vår kommentar gitt foran). Det fremgår at registrert erosjon ikke forventes å ha stor betydning for stabiliteten av dagens skråning. NGI kan bare anta at dette er en fornuftig vurdering ut fra befaringsobservasjonene, som vi ikke har fått oversendt. Basert på disse forutsetningene synes vurderingen om at det ikke er behov for tiltak fornuftig, da pågående naturlige prosesser ikke antas å være kritiske mht. utløsning av skred.

Imidlertid gjenstår spørsmålet om kvikkleire kan ligge langt grunnere vest for beregningsprofil 2B, noe som ikke anses tilfredsstillende belyst i rapporten. Dette gjelder både umiddelbart vest for beregningsprofilen, og i flere punkter i vestre del av nåværende sone. Disse forholdene bør vurderes mer utførlig før evt. behov for tiltak avskrives fullstendig.

6 Kommentarer: Sone 744 Raknerud

I dette avsnittet er det gitt kommentarer fra tredjepartskontrollen av utredningsrapporten for sone 744 Raknerud (ref. /10/).

6.1 Soneavgrensning

Det fremgår av utredningsrapportens avsnitt 4.1 at det foreslås å redusere omfanget av eksisterende sone. Som kommentert for Skjennom, bør tolkning av forekomst av kvikkleire innenfor sonen presenteres bedre, som grunnlag for vurdering av soneavgrensning.

Foreslått avgrensning virker i prinsippet fornuftig. Før det konkluderes, vil vi imidlertid foreslå at lagdelingen lengst vest i sonen vurderes på nytt, nærmere bestemt lagdeling for profil som omfatter boringene 4-1, 4-2 og 4-5. Ut fra NGIs vurdering kan det ikke

utelukkes et lag med kvikkleire i dybden (dypere enn prøver tatt i borpunkt 4-1 og 4-5), i noenlunde samme nivå i alle disse punktene, og som muligens kan ligge grunt ned mot bekken nord for sonen. Det vises i den forbindelse til kommentar nr. 45 fra 3.parts-kontrollen av parameterrapport ("prøvetaking dekker ikke aktuelle jordlag"); ref. /7/.

Tegning 300 viser prøver i borpunkt 4-1 og 4-5. Disse ble utført ved supplerende grunnundersøkelser. I følge revidert parameterrapport (ref. /8/) skal prøvene ikke ha inneholdt sprøbruddmateriale. Dybden for prøvene er imidlertid ikke oppgitt.

Konklusjon i rapportens avsnitt 4.1 om at utløp av skred i trang ravine vil medføre at skredmassene stopper opp, forutsetter en implisitt antakelse om av hva slags masser som inngår i skredet, dvs. lagdeling ned mot ravinen/skråningsfoten.

6.2 Soneklassifisering

"ROS-analyse" av sonen virker fornuftig.

En enkelt bemerkning er at det ved vurderingen av konsekvensklasse er gitt en score på 1 for faktoren «vei». Scoren for denne faktor var 2 ved vurdering i 2004, og denne forskjellen bør kanskje forklares.

6.3 Stabilitetsberegninger

Omfanget av stabilitetsprofiler innen sonen virker fornuftig.

For beregningsprofilen presentert på tegning 320 bemerkes at ADP-faktorene for leire (materiale nr. 3) for profil 4D ikke er korrekte. Denne glidesirkelen er allerede beregningsmessig kritisk, og vil få en forverring.

Lagdelingen tilsier at det kan være verdt å forsøke med plane glideflater for profil 4D for å se om dette beregningsmessig er mer kritisk enn de viste sirkulære glideflatene (som går gjennom og ned under kvikkleirelaget).

6.4 Anbefalte tiltak

Innenfor sonen er det i utredningsrapporten prioritert å foreta erosjonssikring, som vil forhindre at stabiliteten forverres på sikt. Det er vurdert at det ikke er behov for stabilitetsforbedrende tiltak for å sikre eksisterende bebyggelse, og det er ikke gjennomført stabilitetsberegninger for belyse omfang av eventuelle tiltak. Den minste sikkerhetsfaktor som er dokumentert er rundt 1,0 for udrenert situasjon. Å foreta erosjonssikring innen sonen virker fornuftig, men beregnet sikkerhetsfaktor rundt 1,0 indikerer at skråningsstabiliteten er kritisk. Ut fra kommentarene gitt i avsnitt 6.3, kan beregnet stabilitet bli enda dårligere. For drenert tilstand er imidlertid stabilitetsforholdene beregningsmessig betydelig bedre. Hvorvidt beregningsmessig kritiske

forhold for udrenert analyse kan kompenseres av god drenert sikkerhet er et vesentlig spørsmål å ta stilling til.

Påstand i avsnitt 6.3 om at heving av bekken er utfordrende pga. lite fall, er vi uenig i. Det vil under forhold med flat ravinebunn være teknisk uproblematisk å heve bekken, forutsatt at dette gjøres sammenhengende gjennom ravinen. Evt. strekningsvis heving vil kunne gi noe oppstuvning oppstrøms tiltaket (muligens er det dette man sikter til), men noen vesentlig utfordring kan dette neppe sies å være.

7 Kommentarer: Sone 746 Sørby

I dette avsnittet er det angitt kommentarer basert på tredjepartskontrollen av utredningsrapporten for sone 746 Sørby (ref. /11/).

7.1 Soneavgrensning

Det fremgår av utredningsrapportens avsnitt 4.1 at det er foreslått å redusere omfanget av eksisterende sone. Den foreslåtte avgrensningen virker fornuftig. For beregningsprofil 5C er det dog indikert at kvikkleirelaget stiger noe mot sørvest, samtidig som dreietrykksondering i borpunkt 5-4 indikerer sensitiv leire, muligens i dybde 4-11 m, men mer trolig fra 19 m. Sistnevnte alternativ tilsvarer at det antakelig ligger kvikkleire helt opp til ca. kote 144. Kritisk glideflate i profil 5C går ned til underkant av kvikkleirelaget ved skråningsfot, dvs. ca. kote 131. Det bør vurderes om sonens utstrekning i dette området i tilstrekkelig grad har tatt hensyn til lagmektighet av kvikkleire, ut fra den antatte stigningen av kvikkleirelaget bakover i sonen.

Som for de øvrige soner, savnes en oversikt på kart over hvor det er tolket/påvist kvikkleire innenfor sonen. Det er påvist sprøbruddmateriale i prøveserie 5-6, forøvrig er det kun indikasjon på kvikkleire i sonderingene 5-1 tom. 5-5 (jfr. generell kommentar i avsnitt 4). I borpunkt 106, i foten av skråningen langs profil B, viser en prøveserie fra tidligere undersøkelser at det er kvikkleire. Sprøbruddmateriale er også påvist i prøver fra borpunktene 110 og 111 i foten av profil 5C. Det er verdt å merke seg at dreietrykksondering i 111 viser økende motstand i borpunkt 111 gjennom et lag med dokumentert sprøbruddmateriale.

7.2 Soneklassifisering

ROS-analyse av sonen virker fornuftig.

7.3 Stabilitetsberegninger

Omfanget av stabilitetsprofiler innen sonen virker fornuftig.

7.4 Anbefalte tiltak

Det fremgår av avsnitt 6.3.2 at det er anbefalt å utføre stabiliserende tiltak i profil 5C. Det er regnet på stabiliserende tiltak som oppfyller kravene til K3-tiltak ("forbedring"). For å sikre eksisterende bebyggelse virker det fornuftig å basere anbefalt tiltak på krav tilsvarende K3-tiltak.

Innenfor sonen er det i utredningsrapporten prioritert å foreta erosjonssikring langs etter Sønnabekken i den sørlige del av sonen, noe som vil forhindre at stabiliteten forverres på sikt. Den minste sikkerhetsfaktor som er dokumentert langs Sønnabekken er 1,03 for drenert situasjon, men det er vurdert at det ikke er behov for stabilitetsforbedrende tiltak, da det er antatt at et eventuelt skred i denne delen av sonen ikke vil påvirke bebyggelse. Å foreta erosjonssikring i denne del av sonen virker fornuftig, og på tross av beregnet sikkerhetsfaktor så lav som 1,03 virker det fornuftig ikke å prioritere stabilitetsforbedrende tiltak, da et eventuelt skred antakeligvis ikke vil påvirke bebyggelse.

Det fremgår av utredningsrapportens avsnitt 6.1.2 at det ikke anses nødvendig med tiltak for hele det skisserte området på tegning 400. Tegningen bør derfor oppdateres så den bare viser hvor det faktisk anbefales å utføre tiltak.

Det er også anbefalt i rapporten å foreta stabilitetsforbedrende tiltak i den nordlige del av sonen (profil 5C). Den minste sikkerhetsfaktor som er dokumentert er 0,91 for drenert situasjon, og udrenert analyse gir også nær beregningsmessig kritisk stabilitet. Det synes dermed fornuftig å prioritere tiltak i denne del av sonen.

For øvrig kan det være grunn til å kontrollere om de høye poretrykk som er rapportert i dette området faktisk stemmer (155 % av hydrostatisk poretrykk i nedre del av profil 5C, noe som bidrar sterkt til lav drenert sikkerhetsfaktor).

8 Kommentarer: Sone 749 Skjønhaug

I dette avsnittet er det angitt kommentarer basert på tredjepartskontrollen av utredningsrapporten for sone 749 Skjønhaug (ref. /12/).

8.1 Soneavgrensning

Det fremgår av avsnitt 4.1 at det er vurdert som hensiktsmessig å dele sonen opp i fire mindre soner. NGI er enig i vurderingen av at den store og geometrisk komplekse sonen bør kunne deles opp (dette er vanlig for mange av de opprinnelige sonene). Diskusjon av oppdelingen synes i hovedtrekk fornuftig.

I avsnitt 3.3 er det angitt at det "...ikke (er) påvist leire med sprøbruddegenskaper i den sørlige delen av eksisterende sone..". Dersom det ikke er tatt opp prøver, er det korrekt

at kvikkleire ikke er påvist. I deler av områdene som er tatt ut av opprinnelig sone, kan det imidlertid ut fra NGIs oppfatning ikke avskrives kvikkleire i dybden, dette gjelder områdene mot sørvest i eksisterende sone. At kvikkleire likevel ikke har betydning, må da begrunnes.

- ↗ I profil 6B indikerer sonderingene 6-4, 6-5 og 6-6 alle mulig kvikkleire i dybden. I 6-6 er det tatt opp en prøveserie; prøvene i dybde 17-22 m er ikke kvikke (tegning 540). Det kan imidlertid fortsatt være kvikkleire i vestre ende av profil 6B.
 - Denne tolkningen bør vurderes på nytt.
 - Et profil opp skråningen fra borpunkt 6-5 vil være relevant for å vurdere evt. soneutbredelse i dette området.
- ↗ Profil 6C: I borpunkt 6-3 er det prøve til 12 m, CPTU til 17,5 m mens dreietrykk indikerer mulig kvikkleire fra ca. 18 m (kote ca. 142). Dreietrykk i borpunkt 6-2 er ikke entydig, men kan antas kvikk i samme nivå som tolket fra dreietrykk i borpunkt 6-3. Borpunkt 6-1 må uten prøve antas å være kvikk under kote 137.
 - Betydning av evt. kvikkleire i disse punktene bør vurderes på nytt.

Borpunkt 6-12 indikerer kvikkleire (både dreietrykksondering og CPTU), men er i rapporten avskrevet som ikke-kvikk.

- ↗ Tolkningen bør revurderes.
- ➔ Ovenstående kommentar kan innebære at foreslått sonegrense for sone A bør revurderes, evt. at det vurderes en separat sone sør for sone A.

8.2 Soneklassifisering

For ROS-analyse av sone A, B og C er det ved vurderingen av faregradsklasse umiddelbart ikke gitt en konsistent score for faktoren poreovertrykk. Basert på kommentarene gitt til scoren, bør scoren ikke variere så mye som mellom 1-3. En score på 3 for sone A virker fornuftig, og det bør vurderes å øke scoren for sone B og C. Det vil være svært avgjørende hvorvidt valg av score for poretrykk baseres på poretrykksmålinger oppe på platået eller i målere installert ved skråningsfoten. Det er poretrykket ved kritisk glideflate som skal vurderes.

8.3 Stabilitetsberegninger

Omfanget av stabilitetsprofiler innen sonen virker fornuftig.

Det er ikke foretatt beregninger innenfor sone D, men det er henvist til en annen rapport som tilsier tilstrekkelig sikkerhet for skråningen mot vest (noen tidligere profiler er vist i parameterrapporten ref. /8/). Det forelegger ingen dokumentasjon for skråningen mot

øst, og derfor bør det utføres stabilitetsberegninger for denne skråningen i utredningsrapporten. Sone D antas i utredningsrapporten å ha dårligere stabilitet mot øst enn mot vest, og omfatter dessuten bebyggelse.

For stabiliserende tiltak i sone A bør det vurderes å gjøre beregninger også for profil 6H for å avgjøre om tiltak med avlastning på toppen av skråningen bør forlenges langs ryggen mot sørøst.

Poretrykksvurderingene i utredningsrapportens avsnitt 3.4 antyder at grunnvannet er forutsatt å stå i terreng for høyereliggende deler av sonen. Dette er det ikke dekning for ut fra dataene. Ut fra CPTU-sondering i borpunkt 6-3 er det indikasjon på tørrskorpe, dvs. lavere grunnvann enn terrengnivå. Leirprøver vil normalt kunne være mettet over grunnvannsnivå, og gir i seg selv dårlig indikasjon på poretrykksforhold og grunnvannslinjen. Dersom grunnvannsnivået ligger lavere enn forutsatt, vil poretrykket i realiteten ha større gradient enn antatt. De utførte stabilitetsberegningene kan i så fall være ukonservative, både for drenert og udrenert analyse.

8.4 anbefalte tiltak

Innenfor sone A er det prioritert å foreta stabilitetsforbedrende tiltak. Den minste sikkerhetsfaktor som er beregnet er 0,95 for udrenert situasjon og 0,93 for drenert situasjon. Tiltak i denne sonen synes derfor fornuftig. For å sikre eksisterende bebyggelse virker det dessuten fornuftig å basere tiltaket på krav tilsvarende K3-tiltak, dvs. "forbedring".

Det er ikke prioritert noen tiltak innen sone B og sone C. Den minste sikkerhetsfaktor som er dokumentert er 1,17 for udrenert situasjon. Det fremgår at registrert erosjon ikke forventes å ha stor betydning for stabiliteten av dagens skråning, uten at det vil bli varslet. Uansett antas et eventuelt skred i disse sonene ikke å ville påvirke bebyggelse.

Det er ikke anbefalt noen tiltak innenfor sone D. Dette er basert på at det er tilstrekkelig sikkerhetsfaktor for den vestlige skråningen og at det ikke er noen bekk som kan erodere i skråningsfot. Før tiltak kan avskrives innenfor sone D, bør det foretas stabilitetsanalyse for den østlige skråningen, jevnfør kommentar gitt i avsnitt 8.3.

9 Oppsummering

I tillegg til oppsummering av kommentarene for hver enkelt sone, vises det til de generelle kommentarene i avsnitt 4.

Skjennom

Sone 730 Skjennom er foreslått oppdelt i to mindre soner, og vurderingen virker fornuftig. NGI er ikke helt enig i den foreslåtte soneavgrensningen. NGI mener at flere

borpunkter vest i sonen indikerer kvikkleire, og at disse områdene bør vurderes inkludert i faresonen.

NGI har gitt enkelte kommentarer omkring soneklassifiseringen for de to nye sonene etter oppdeling av sonen. Evt. endring i henhold til kommentarene kan medføre at faregradsklassen blir lav i stedet for middels, mens vurdert konsekvensklasse og risikoklasse ikke vil bli endret.

Dersom ny vurdering medfører at områdene vest i sonen (e.g. ved borpunkt 2-6) inkluderes i justert faresone, bør det overveies å analysere stabilitetsforholdene i et ekstra profil, da skråningen rett nord for dette borpunktet er høyere enn i det evaluerte beregningsprofilen 2B

Det er ikke anbefalt noen tiltak innen sone 730 Skjennom, og dette virker fornuftig.

Raknerud

Sone 744 Raknerud er foreslått redusert i omfang. Foreslått avgrensning virker fornuftig.

Soneklassifiseringen synes også å være vurdert fornuftig, det er bare gitt en enkelt kommentar, som ikke har innflytelse på evaluert faregrads-, konsekvens- eller risikoklasse.

Omfanget av stabilitetsberegningene innen sonen virker fornuftig. Det bør vurderes å utføre beregninger med plane glideflater i profil 4D.

Det er anbefalt å erosjonssikre langs bekkeløp ved skråningsfot og dette virker fornuftig. I tillegg bør det vurderes behov for å foreta stabilitetsforbedrende tiltak, da laveste beregnede sikkerhetsfaktor ligger på ca. 1,00 (selv om drenert sikkerhet er relativt god).

Sørby

Sone 746 Sørby er foreslått redusert i omfang, og foreslått ny avgrensning virker fornuftig.

Soneklassifiseringen er også utført på fornuftig vis.

Omfanget av stabilitetsberegningene innen sonen virker fornuftig.

Det er prioritert å foreta erosjonssikring i den sørlige del av sonen, og stabilitetsforbedrende tiltak i den nordlige del av sonen. Dette virker fornuftig. Strekninger som faktisk foreslås erosjonssikret bør angis.

Skjønhaug

Sone 749 Skjønhaug er foreslått oppdelt i fire mindre soner og vurderingen synes i hovedsak fornuftig. En diskusjon av området sørvest i sonen bør gjøres, hvor flere boringer indikerer kvikkleire (profilene 6B og 6C, og også 6E).

NGI har gitt enkelte kommentarer omkring soneklassifiseringen for noen av de avdelte sonene, men endring i henhold til kommentarene vil ikke medføre at faregrads-, konsekvens- eller risikoklasse vil bli endret.

Det er anbefalt stabilitetsforbedrende tiltak innen foreslått sone A, mens ikke innenfor foreslåtte soner B, C og D. Dette virker fornuftig, men stabilitetsberegning av den østlige skråningen innenfor foreslått sone D kan muligens medføre at det bør vurderes tiltak også innenfor denne sonen.

10 Referanser

- /1/ Rambøll AS (2013): Oppdrag 60130582. Trøgstad – grunnundersøkelsesprogram. Vurderinger vedrørende borplan for grunnundersøkelser Trøgstad. G-not-001-Rev01, datert 2013-05-07, utført for NVE Region Øst.
- /2/ NGI (2013): Tredjepartskontroll, geoteknisk utredning av kvikkleiresoner i Trøgstad kommune. Tredjepartskontroll av grunnundersøkelsesprogram. Teknisk notat nr. 20130449-01-TN, datert 29. mai 2013, utført for NVE Region Øst.
- /3/ GeoStrøm AS (2014): Grunnundersøkelser i fire kvikkleiresoner i Trøgstad kommune, datert 25.3.2014.
- /4/ Rambøll (2009): GS-veg Trøgstad. Utredning av kvikkleiresoner i Trøgstad ihht. NVE 1/2008. Rapport nr. 1090317B-R01, datert 30.11.2009
- /5/ Veglaboratoriet (1968): Ras på RV 22 i Trøgstad. Oppdragsnr. B152, datert 15.11.1968.
- /6/ Rambøll AS (2014): Trøgstad – Utredning av kvikkleiresoner. 730 Skjennom, 744 Raknerud, 746 Sørby og 749 Skjønhaug. Geoteknisk rapport. Parameterrapport. Oppdrag nr. 6130582, rapport nr. 01, datert 17.06.2014, utført for NVE Region Øst.
- /7/ NGI (2014): Tredjepartskontroll, geoteknisk utredning av kvikkleiresoner i Trøgstad kommune. Tredjepartskontroll av parameterrapport. Teknisk notat nr. 20130449-02-TN, datert 3. oktober 2014, utført for NVE Region Øst.

- /8/ Rambøll AS (2015): Trøgstad – Utredning av kvikkleiresoner. 730 Skjennom, 744 Raknerud, 746 Sørby og 749 Skjønhaug. Geoteknisk rapport. Parameterrapport. Oppdrag nr. 6130582, rapport nr. 01, rev. 01, datert 05.10.2015, utført for NVE Region Øst.
- /9/ Rambøll AS (2015): Trøgstad – Utredning av kvikkleiresoner. 730 Skjennom. Geoteknisk rapport. 730 Skjennom. Oppdrag nr. 6130582, rapport nr. 02, datert 08.12.2015, utført for NVE Region Øst.
- /10/ Rambøll AS (2015): Trøgstad – Utredning av kvikkleiresoner. 744 Raknerud. Geoteknisk rapport. 744 Raknerud. Oppdrag nr. 6130582, rapport nr. 03, datert 02.12.2015, utført for NVE Region Øst.
- /11/ Rambøll AS (2015): Trøgstad – Utredning av kvikkleiresoner. 746 Sørby. Geoteknisk rapport. 746 Sørby. Oppdrag nr. 6130582, rapport nr. 04, datert 02.12.2015, utført for NVE Region Øst.
- /12/ Rambøll AS (2015): Trøgstad – Utredning av kvikkleiresoner. 749 Skjønhaug. Geoteknisk rapport. 749 Skjønhaug. Oppdrag nr. 6130582, rapport nr. 05, datert 02.12.2015, utført for NVE Region Øst.
- /13/ NVE (2014): Veiledning nr. 7-2014. Sikkerhet mot leirskred. Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper.
- /14/ Rambøll AS (2015): Trøgstad – Utredning av kvikkleiresoner. Geoteknisk rapport. Erosjonsrapport. 730 Skjennom. Oppdrag nr. 6130582, rapport nr. 06, datert 08.07.2015, utført for NVE Region Øst.
- /15/ Rambøll AS (2015): Trøgstad – Utredning av kvikkleiresoner. Geoteknisk rapport. Erosjonsrapport. 744 Raknerud. Oppdrag nr. 6130582, rapport nr. 07, datert 08.07.2015, utført for NVE Region Øst.
- /16/ Rambøll AS (2015): Trøgstad – Utredning av kvikkleiresoner. Geoteknisk rapport. Erosjonsrapport. 746 Sørby. Oppdrag nr. 6130582, rapport nr. 08, datert 08.07.2015, utført for NVE Region Øst.
- /17/ Rambøll AS (2015): Trøgstad – Utredning av kvikkleiresoner. Geoteknisk rapport. Erosjonsrapport. 749 Skjønhaug. Oppdrag nr. 6130582, rapport nr. 09, datert 08.07.2015, utført for NVE Region Øst.

Dokumentinformasjon/Document information		
Dokumenttittel/Document title Tredjepartskontroll av utredningsrapporter		Dokumentnr./Document no. 20130449-03-TN
Dokumenttype/Type of document Teknisk notat / Technical note	Oppdragsgiver/Client NVE Region Øst	Dato/Date 2016-02-25
Rettigheter til dokumentet iht kontrakt/Proprietary rights to the document according to contract Oppdragsgiver / Client		Rev.nr.& dato/Rev.no. & date 0
Distribusjon/Distribution BEGRENSET: Distribueres til oppdragsgiver og er tilgjengelig for NGIs ansatte / LIMITED: Distributed to client and available for NGI employees		
Emneord/Keywords Kvikkleiresoner, utredning		

Stedfesting/Geographical information	
Land, fylke/Country Norge, Akershus	Havområde/Offshore area
Kommune/Municipality Trøgstad	Felt navn/Field name
Sted/Location Skjennom, Raknerud, Søby, Skjønhaug	Sted/Location
Kartblad/Map	Felt, blokknr./Field, Block No.
UTM-koordinater/UTM-coordinates Sone: UTM32 Øst: 628344 Nord: 6620969	Koordinater/Coordinates Projeksjon, datum: - Øst: - Nord: -

Dokumentkontroll/Document control Kvalitetssikring i henhold til/Quality assurance according to NS-EN ISO9001					
Rev/Rev.	Revisjonsgrunnlag/Reason for revision	Egenkontroll av/ Self review by:	Sidemanns-kontroll av/ Colleague review by:	Uavhengig kontroll av/ Independent review by:	Tverrfaglig kontroll av/ Inter-disciplinary review by:
0	Originaldokument	2016-02-25 Søren Holm	2016-02-24 Bjørn Kalsnes		
		2016-02-22 Håkon Heyerdahl			

Dokument godkjent for utsendelse/ Document approved for release	Dato/Date 25. februar 2016	Prosjektleder/Project Manager Håkon Heyerdahl
--	--------------------------------------	---

NGI (Norges Geotekniske Institutt) er et internasjonalt ledende senter for forskning og rådgivning innen ingeniørrelaterte geofag. Vi tilbyr ekspertise om jord, berg og snø og deres påvirkning på miljøet, konstruksjoner og anlegg, og hvordan jord og berg kan benyttes som byggegrunn og byggemateriale.

Vi arbeider i følgende markeder: Offshore energi – Bygg, anlegg og samferdsel – Naturfare – Miljøteknologi.

NGI er en privat næringsdrivende stiftelse med kontor og laboratorier i Oslo, avdelingskontor i Trondheim og datterselskap i Houston, Texas, USA og i Perth, Western Australia.

www.ngi.no

NGI (Norwegian Geotechnical Institute) is a leading international centre for research and consulting within the geosciences. NGI develops optimum solutions for society and offers expertise on the behaviour of soil, rock and snow and their interaction with the natural and built environment.

NGI works within the following sectors: Offshore energy – Building, Construction and Transportation – Natural Hazards – Environmental Engineering.

NGI is a private foundation with office and laboratory in Oslo, branch office in Trondheim and daughter companies in Houston, Texas, USA and in Perth, Western Australia

www.ngi.no

Ved elektronisk overføring kan ikke konfidensialiteten eller autentisiteten av dette dokumentet garanteres. Adressaten bør vurdere denne risikoen og ta fullt ansvar for bruk av dette dokumentet.

Dokumentet skal ikke benyttes i utdrag eller til andre formål enn det dokumentet omhandler. Dokumentet må ikke reproduseres eller leveres til tredjemand uten eiers samtykke. Dokumentet må ikke endres uten samtykke fra NGI.

Neither the confidentiality nor the integrity of this document can be guaranteed following electronic transmission. The addressee should consider this risk and take full responsibility for use of this document.

This document shall not be used in parts, or for other purposes than the document was prepared for. The document shall not be copied, in parts or in whole, or be given to a third party without the owner's consent. No changes to the document shall be made without consent from NGI.

