

VERIFIKASJONSRAPPORT

UTFØRT 3.PARTS KONTROLL

UTREDNING AV OMRÅDESTABILITET I KVIKKLEIRESONER

Verifikasjonsrapport 6080570 nr. 01 dat.12.11.2009

NØKKELINFORMASJON:

OPPDRAGET

| | |
|------------------------|-----------------------------------|
| OPPDRAGSGIVER: | NVE Region Midt - Norge |
| PROSJEKT NAVN/NR: | Kvikkleireutredning sone 459 Lund |
| PLANSTATUS: | Utredning av kvikkleiresone |
| KOMMUNE/SONE NR./NAVN: | Melhus kommune/459/Lund |

KONTROLLØR

| | |
|------------------------|---------------------------------|
| RAMBØLL OPPDRAGSNR.: | 6080570 |
| RAMBØLL OPPDRAGSLEDER: | Rolf H. Røsand |
| RAMBØLL SAKSBEHANDLER: | Rolf H. Røsand/Stein-Are Strand |
| DATO UTFØRT KONTROLL: | 12.11.2009 |

KONTROLLANT

| | |
|--------------------|---|
| KONTROLLERT FIRMA: | Multiconsult AS |
| OPPDRAK NR./NAVN: | 413211/Kartlegging av kvikkleiresone 459 Lund, Melhus |
| SAKSBEHANDLER: | Erik Tørum/Rolf Sandven |

DOKUMENT(ER) SOM INNGÅR I UTFØRT KONTROLL

| DOKUMENT NR./DATO: | DOKUMENT TITTEL: | DATO MOTTATT: | UTARBEIDET AV: |
|-------------------------|--|---------------|-------------------------|
| 413211-1/ 09.01.2009 | Kartlegging av kvikkleiresone 459 Lund, Melhus. Datarapport grunnundersøkelser. | 16.03.2009 | Rolf Sandven/Erik Tørum |
| 413211-3/ 13.03.2009 | Kartlegging av kvikkleiresone 459 Lund, Melhus. Beregnings - og vurderingsrapport | 16.03.2009 | Rolf Sandven/Erik Tørum |

KORT BESKRIVELSE AV/BAKGRUNN FOR KONTROLLERT PROSJEKT

Rambøll Norge AS har på oppdrag fra NVE Region Midt - Norge utført uavhengig kontroll av Multiconsult AS sitt oppdrag 413211 "Kartlegging av kvikkleiresone 459 Lund, Melhus".

Den uavhengige kontrollen (3.partskontroll) er utført etter krav i NVEs retningslinjer 1/2008 "Planlegging og utbygging i fareområder langs vassdrag" med tilhørende teknisk veileder "Vurdering

av områdestabilitet ved utbygging på kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper”.

VERIFIKASJONSRAPPORT UTFØRT 3.PARTS KONTROLL. UTREDNING AV OMRÅDESTABILITET I KVIKKLEIRESONER

RESULTAT AV KONTROLL

Sammendrag fra sjekkliste Vedlegg nr. 01 til Verifikasjonsrapport 6070774 dat. 09.03.2009

| REF. ID-nr. I SJEKKLISTE | BESKRIVELSE | KONTROLL- STATUS ¹⁾ | KOMMENTAR ²⁾ |
|-----------------------------|--|-----------------------------------|-------------------------|
| 2 | Krav: Boreddybde > 1.5 x skråningshøyde v/skråningstopp, > 0.5 x skråningshøyde ved skråningsfot. Boreddybde for pkt. 5 (Profil A) er noe liten, men for antatte kritiske skjærflater anses det likevel akseptabel under den forutsetning at det antas kvikk/sensitiv leire under avsluttet sondering. Anses konservativt i så måte. | ANM | TA |
| 3 | Kvalitetsklasse ikke angitt eller vurdert, verken for laboratorieundersøkelser (f.eks. vurdert fra treaks) eller CPTU. | ANM | A |
| 8 | Ved tolkning av prekonsolideringsspenning (og OCR) fra CPTU er det ikke gitt noen referanse til hvilke korrelasjoner som er benyttet. | ANM | A |
| 9 | Utført ødometerforsøk (CRS) i pkt. 5 bør tolkes, og resultat bør sammenstilles og vurderes opp mot tolket prekonsolideringsspenning fra CPTU. Ut fra vår vurdering kan tolket pc' fra CPTU virke noe høy sammenlignet med ødometerforsøket. | ANM | A |
| 11 | - "Gyldighetsområdet" for poretrykksbasert tolkning av skjærstyrke fra CPTU er ikke oppgitt. - Bq - forhold sammenstilt med skjærstyrketolkning kunne vært nyttig for kontroll. | ANM | TA |
| 16 | Det er ikke tatt hensyn til årstidsvariasjoner ved bestemmelse av poretrykksforhold. Det anbefales at målinger av poretrykk blir videreført over lengre tid, gjerne med oppstart så snart som mulig. | ANM | TA |
| 17 | Design for udrenert skjærstyrke er valgt etter Shansep - prinsippet, med normaliseringsforhold lik 0.27 og spenningsekspONENT 0.85, og med prekonsolideringsspenning lik $\Delta p'$ lik 350 kPa. Etter vår mening er prekonsolideringsspenningen i høyeste laget, sammenlignet med resultat fra ødometerforsøk i pkt. 5. Likevel, da udrenert skjærstyrke er tolket basert på Bq - korrelasjoner, vil ikke prekonsolideringen influere denne tolkningen. Vi vurderer derfor valg av udrenert skjærstyrke som ok, da en ved valg av en lavere prekonsolideringsspenning kunne forsvart et høyere normaliseringsforhold ($\alpha=0.32 - 0.33$). | ANM | TA |
| 18 | Effektivspenningsparametre (frikjonsvinkel) er tolket/tatt ut | IG | A |

| | | | |
|----|--|-----|----|
| | ved relativt store tøyninger. Etter vår vurdering bør de drenerte styrkeparametrene tas ut ved mindre deformasjoner. | | |
| 21 | Ved beregning av stabilitet på totalspenningsbasis for profil B, tegning 104, bør dypere skjærflate vises, selv om denne beregningsmessig er over 1.4 og ikke nødvendigvis er den mest kritiske. | IG | A |
| 22 | Skjærflate som går i kvikkleira er ikke vist for totalspenningsanalysen (ADP) for profil B., se også ID 21. | ANM | TA |
| 23 | <ul style="list-style-type: none"> - Stabiliteten på effektivspenningsbasis bør sjekkes på nytt ved eventuell justering av effektivspenningsparametre, se ID nr. 17. - Hvis det ved videre registrering av poretrykksforhold (se ID nr. 16) registreres vesentlige avvik fra antatt hydrostatisk poretrykksfordeling, bør det gjennomføres nye beregninger. | ANM | F |
| 27 | Godkjennes med forbehold om at dyp skjærflate (ref. ID nr. 21 og 22) ikke er kritisk ($\gamma_m > 1.3$) | ANM | F |
| 30 | Som det fremgår i vurderingsrapporten er det i denne utredningen valgt å legge vekt på å dokumentere utbredelse av kvikkleire, samt å vurdere stabiliteten i antatt kritiske profiler. Det er ikke vurdert eventuelle fremtidige tiltak i sonen. Det konkluderes også med at sikkerheten er god mot kvikkleireskred innenfor sone for dagens situasjon. Dette er en konklusjon som vi deler, med forbehold om at eventuelle avklaringer knyttet til anmerkning for ID nr. 16, 17 og 23 ikke rokker på denne konklusjonen. Likevel mener vi at det bør poengteres klarere at eventuelle tiltak innenfor sona som havner i Tiltaksklasse K2 eller K3, vil kreve en stabilitetsforbedring i forhold til dagens situasjon ihht. tabell 4.2 i "veilederen". Det bør også vurderes om en beskrivelse av aktuelle tiltak skal medtas i rapporten. | ANM | F |
| 31 | På tegning av 1a og i kap. 4.6 i vurderingsrapporten er det henholdsvis vist og beskrevet forslag til endring av soneendring. Vi støtter opp om dette forslaget, unntatt i ett område: Ved dreietrykksondering 7 er sona endret, slik vi forstår det, basert på tolkning av dreietrykksonderingen og at denne viser med rimelig sikkerhet at det ikke er kvikk/sensitiv leire i dette området. Etter vår mening kan det derimot ikke utelukkes kvikk/sensitive lag i dette punktet. Vi mener dermed at dette området fortsatt bør medtas som en del av sonen. I tillegg foreslår vi at sonegrensa trekkes videre langs Lundesokna til pkt. 8, da det ikke kan utelukkes, selv om det ikke skulle være kvikkleire langs elvebredden, at området kan bli en del av et eventuelt skred utløst opp eller nedstrøms området. | ANM | TA |
| 33 | I tabell 4-3 er det på merknad/vurdering skrevet følgende; "Toglinjen ligger utenfor sonen og er derfor ikke tatt inn". Etter vår vurdering bør faktor "Toglinje, baneprioritet" tas med i vurdering av skadekonsekvens for sone Lund, da vi mener det | ANM | TA |

| | | | |
|--|--|--|--|
| | ikke kan utelukkes at jernbanelinja kan rammes av et eventuelt skred utløst i den vestlige delen av sona. Også ved en tenkt situasjon med skred ned mot Lundsokna, vil en eventuell oppdemning og påfølgende flomsituasjon kunne medføre fare for skade på jernbanebrua. | | |
|--|--|--|--|

| KONTROLLSTATUS ¹⁾ | FORKLARING: |
|------------------------------|--|
| OK | Kontrollert og godkjent (m/evt. kommentar) |
| ANM. | Kontrollert med anm. Godkjent med forbehold. |
| IG | Kontrollert IKKE godkjent (m/evt. kommentar) |
| IR | Ikke relevant (m/evt. kommentar) |

| KOMMENTAR ²⁾ : | KOMMENTAR-KATEGORI |
|---------------------------|---------------------------------|
| TS R | Teknisk spørsmål Råd |
| TA F | Teknisk anmerkning Forbehold |
| A MS | Avklares Manglende samsvar |
| | |

KONTROLL UTFØRT

Trondheim 12.11.2009

for

Rambøll Norge AS



Rolf H. Røsand
Oppdragsleder

SJEKKLISTE FOR 3.PARTS KONTROLL

UTREDNING AV OMRÅDESTABILITET I KVIKKLEIRESONER

Vedlegg nr. 01 til verifikasjonsrapport 6080166 nr. 01 dat.11.03.2009

Sjekklistens kontrollpunkter bygger på Norges Vassdrags- og Energidirektorat Retningslinjer, NVE nr. 1/2008: "Retningslinjer for planlegging og utbygging i faresoner langs vassdrag", med Vedlegget: Teknisk veileder for "Vurdering av områdestabilitet ved utbygging på kvikkleire og andre sensitive /kvikke jordarter med sprøbruddegenskaper".

NB! GJELDER 1. GANGS KONTROLL HVIS SJEKKLISTENS RAD FOR KONTROLL AV REVISJON (NR) IKKE ER UTFYLT.

KONTROLLTEMA : GRUNNUNDERSØKELSER. (Veilederens kap. 6).

| Enkeltboringer | | | | |
|----------------|---|----------------|-------------|---|
| ID nr | KONTROLLPUNKT | KONTROLLSTATUS | DATO & SIGN | STIKKORDSKOMMENTAR |
| 1 | Tolking av kvikkleire; metode | OK | 12.11.09 | Basert på DT, CPTU og Ø54 mm |
| | Kontroll av revisjon (nr.) | | | |
| 2 | Tilstrekkelig boreddybde i fht. topografi | ANM | 12.11.2009 | "krav": Boreddybde > 1,5 x skråningshøyde |
| | Kontroll av revisjon (nr.) | | | |
| 3 | Kvalitetsklasse kontrollert | ANM | 12.11.2009 | Kvalitetsklasse ikke angitt |
| | Kontroll av revisjon (nr.) | | | |

| Type undersøkelser | | | | |
|--------------------|---|----------------|-------------|-------------------------------------|
| ID nr | KONTROLLPUNKT | KONTROLLSTATUS | DATO & SIGN | STIKKORDSKOMMENTAR |
| 4 | DTR/Total -sondering for sonebegrensning/lagdelling | OK | 12.11.2009 | |
| | Kontroll av revisjon (nr.) | | | |
| 5 | CPT/Ø54mm eller Vingebor for parametertolkning | OK | 12.11.2009 | Basert på DT, CPTU og Ø54 mm/Ø76 mm |
| | Kontroll av revisjon (nr.) | | | |

| Omfang | | | | |
|--------|--|----------------|-------------|---|
| ID nr | KONTROLLPUNKT | KONTROLLSTATUS | DATO & SIGN | STIKKORDSKOMMENTAR |
| 6 | Tilstrekkelig mengde til å begrunne evt. soneendring | OK | 12.11.2009 | |
| | Kontroll av revisjon (nr.) | | | |
| 7 | Vurdert behov for undersøkelser utenfor sonen | OK | 12.11.2009 | Forutsatt ivaretatt i tilstøtende soner |
| | Kontroll av revisjon (nr.) | | | |

KONTROLLTEMA : KRAV TIL STABILITETSVURDERINGER (Veilederens kap. 7).

| Materialparametre for bruk i stabilitetsanalyser | | | | |
|--|--|----------------|-------------|--|
| ID nr | KONTROLLPUNKT | KONTROLLSTATUS | DATO & SIGN | STIKKORDSKOMMENTAR |
| 8 | Dokumentert grunnlag for valg av parametre | ANM | 12.11.2009 | For tolkning av pc'/OCR fra CPTU; manglende referanse til korrelasjon som er lagt til grunn. Ikke utført passivt treaksialforsøk for bestemmelse av SuA/SuD – forhold. |
| | Kontroll av revisjon (nr.) | | | |
| 9 | Konsolideringsforhold undersøkt fra terreng og evt. ødometer sammenholdt med OCR-verdi fra CPT | ANM | 12.11.2009 | Ikke beskrevet/presentert i vurderingsrapport. Utført ødometerforsøk bør sammenstilles med tolket pc' fra CPTU. OCR/pc' kan, etter vår vurdering, være tolket noe høyt basert på CPTU. |
| | Kontroll av revisjon (nr.) | | | |
| 10 | Tatt hensyn til anisotropi (tøyningskompatibilitet) | OK | 12.11.2009 | |
| | Kontroll av revisjon (nr.) | | | |
| 11 | Tolkning av udrenert skjærstyrke fra CPTU | ANM | 12.11.2009 | "Gyldighetsområde" for poretrykksbasert tolkning ikke gitt. NΔu og Nkt - faktorer |
| | Kontroll av revisjon (nr.) | | | |
| 12 | Justert skjærstyrke i forhold til evt. | IR | 12.11.2009 | Ikke utført, og heller ikke relevant for de |

| | terrengendringer | | | aktuelle problemstillinger |
|----|---|-----|------------|---|
| | Kontroll av revisjon (nr.) | | | |
| 13 | Reduksjon av s_u fra blokkprøver | IR | 12.11.2009 | Blokkprøver er ikke tatt opp |
| | Kontroll av revisjon (nr.) | | | |
| 14 | Reduksjon av s_u fra CPT for sensitive leirer | OK | 12.11.2009 | |
| | Kontroll av revisjon (nr.) | | | |
| 15 | Korreksjon av s_u for vingebor | IR | 12.11.2009 | Vingeboringer ikke utført |
| | Kontroll av revisjon (nr.) | | | |
| 16 | Tatt hensyn til årstidsvariasjoner ved poretrykksbestemmelser | OK | 12.11.2009 | Er ikke utført. Anbefales utført i fortsettelsen |
| | Kontroll av revisjon (nr.) | | | |
| 17 | Valg av designparametre – udrenert skjærstyrke | ANM | 12.11.2009 | Overkonsolideringsgrad ved bestemmelse av udrenert skjærstyrke etter Shansep – prinsippet. |
| | Kontroll av revisjon (nr.) | | | |
| 18 | Valg av designparametre – effektivspenningsparametre | IG | 12.11.2009 | Parametre tatt ut ved relativt store tøyninger fra treaks. |
| | Kontroll av revisjon (nr.) | | | |
| 19 | Valg av designparametre – anisotropiforhold (ADP) | OK | 12.11.2009 | Ingen støtte i passive treaksialforsøk (eller DSS – forsøk), men valgt ADP – forhold vurderes ok. |
| | Kontroll av revisjon (nr.) | | | |
| 19 | Valg av designparametre – romvekt etc. | OK | 12.11.2009 | |
| | Kontroll av revisjon (nr.) | | | |

| Profilvalg – bruddtyper | | | | |
|-------------------------|---|----------------|-------------|--|
| ID nr | KONTROLLPUNKT | KONTROLLSTATUS | DATO & SIGN | STIKKORDSKOMMENTAR |
| 20 | Profilplassering valgt ut fra OCR-forhold, største høydeforskjell, erosjonsforhold. | Ok | 12.11.2009 | Største høydeforskjell: Profil A Erosjonsforhold: Profil B |
| | Kontroll av revisjon (nr.) | | | |
| 21 | Lokal og global stabilitet undersøkt – funnet kritiske glideflater | IG | 12.11.2009 | Dyp skjærflate i Profil B |
| | Kontroll av revisjon (nr.) | | | |
| 22 | Alle aktuelle skredtyper vurdert | ANM | 12.11.2009 | Kvikkleireskred og overflatestabilitet er vurdert. Se forøvrig ID nr. 17 |
| | Kontroll av revisjon (nr.) | | | |

| Analyse | | | | |
|---------|---|----------------|-------------|---|
| ID nr | KONTROLLPUNKT | KONTROLLSTATUS | DATO & SIGN | STIKKORDSKOMMENTAR |
| 23 | Dagens situasjon – drenert jordoppførsel | ANM | 12.11.2009 | Bør revideres hvis observert poretrykksforhold avviker i vesentlig grad fra antagelse om hydrostatisk. Effektivspenningsparametre tatt ut ved store tøyninger. |
| | Kontroll av revisjon (nr.) | | | |
| 24 | Dagens situasjon – udrenert jordoppførsel. ADP eller s_{uD} | OK | 12.11.2009 | ADP |
| | Kontroll av revisjon (nr.) | | | |
| 25 | Anvendt beregningsprogram – grenselikevekt- eller elementmetode. | OK | 12.11.2009 | Grenselikevekt – GeoSuite (Beast) |
| | Kontroll av revisjon (nr.) | | | |
| 26 | Valgfri metode: Vurdering av skredfare ved beregning av skjærtøyning langs kritisk glideflate, og sammenligning med $\sigma - \epsilon$ kurver fra treaksforsøk | IR | 12.11.2009 | Ikke benyttet |
| | Kontroll av revisjon (nr.) | | | |

Sikkerhetsnivå – krav til dokumentasjon i hht veilederens tabell 4.1

| ID nr | KONTROLLPUNKT | KONTROLLSTATUS | DATO & SIGN | STIKKORDSKOMMENTAR |
|-------|---|----------------|-------------|---------------------------------|
| 27 | Beregnet materialkoeffisient γ_m | ANM | 12.11.2009 | Se ID nr 21 og 22 |
| | Kontroll av revisjon (nr.) | | | |
| 28 | Vist tiltakets nødvendige prosentvise forbedring ved $\gamma_m < 1,4$ | ANM | 12.11.2009 | Vurdering av sone, ikke tiltak. |
| | Kontroll av revisjon (nr.) | | | |

KONTROLLTEMA : KRAV TIL INTERN KONTROLL (Veilederens kap. 8).
Intern kontroll

| ID nr | KONTROLLPUNKT | KONTROLLSTATUS | DATO & SIGN | STIKKORDSKOMMENTAR |
|-------|--|----------------|-------------|--|
| 29 | Gjennomført internkontroll beskrevet og dokumentert. | OK | 12.11.2009 | Signerte tegninger og rapport - kontrollside |
| | Kontroll av revisjon (nr.) | | | |

KONTROLLTEMA : TILTAK (Veilederens kap. 9).
Tiltak

| ID nr | KONTROLLPUNKT | KONTROLLSTATUS | DATO & SIGN | STIKKORDSKOMMENTAR |
|-------|--|----------------|-------------|---|
| 30 | Ved behov: Tiltak for å bedre områdets stabilitet vurdert og dokumentert | ANM | 12.11.2009 | Tiltak for sikring av overflatestabilitet ved profil B er beskrevet. Krav til forbedring ved tiltak må poengteres. |
| | Kontroll av revisjon (nr.) | | | |
| 31 | Vurdert behov for soneendring | ANM | 12.11.2009 | Forslag til ny sonegrense langs Lundesokna |
| | Kontroll av revisjon (nr.) | | | |
| 32 | Vurdert behov for supplerende grunnundersøkelser | OK | 12.11.2009 | Det er bemerket at det må utføres supplerende undersøkelser, se kap 7. |
| | Kontroll av revisjon (nr.) | | | |
| 33 | Oppdatert skadekonsekvens- og faregradsevaluering (ROS-analyse) | ANM | 12.11.2009 | Skadekonsekvens: Jernbane |
| | Kontroll av revisjon (nr.) | | | |

MERKNADER

Helhetsvurdering/tilleggs kommentarer

| ID nr | KOMMENTAR |
|-------|--|
| 34 | <p>Tegninger:</p> <ul style="list-style-type: none">- Noen tegninger er delvis vanskelig lesbare. På tegning 1a er noen punktnummer, angivelse av terrengkote og boreddybde på en del av boringene, og noen profilnavn vanskelig å lese.- Målestokk 1:1000 (tegn 102 – 103) på "beregningstegninger" er noe upraktisk, da en del informasjon blir lite lesbar.- På "beregningstegningene" kan det være vanskelig å skille lagdeling, isolinjer og kotelinjer- Plassering av alle tidligere grunnundersøkelser som er nevnt i rapportens kapittel 4.1 kan med fordel tas med på oversiktsplanen (tegning 1a) |
| 35 | <p>Diverse:</p> <ul style="list-style-type: none">- Kapittel 4.3: Øvre poengverdi for klasse "Meget alvorlig" i skadekonsekvensvaluering er falt ut.- ADP – forhold i teksten, kap. 5.1.2.: S_U^{DSS}/S_U^A og S_U^P/S_U^A er byttet om. I tabell 5-1 og 5-2 vises riktig ADP – forhold. |

Dokumenter er kontrollert mot sjekkliste av:



Stein-Are Strand

Saksbehandler