

# NOTAT

Oppdragsnavn **NVE-kontroll Boligområde Ler**  
Prosjekt nr. **1350034417**  
Kunde **Skifer Eiendom AS**  
Notat nr. **G-not-001**  
Versjon **02**  
Til **Bjørn Welde**  
Fra **Kristin Eikemo Opdal**  
Kopi **Runar Walberg og Knut Selberg**

Utført av **Kristin Eikemo Opdal**  
Kontrollert av **Helle Bråtteng Olsen**  
Godkjent av **Kristin Eikemo Opdal**

## UAVHENGIG KONTROLL AV OMRÅDESTABILITET ETTER NVE 2/2011 og 7/2014

Dato 01.09.2020

### 1. Oppdrag

På oppdrag fra Skifer Eiendom AS utfører Rambøll uavhengig kontroll for utredning av områdestabilitet for nytt boligområde på Ler, gnr/bnr 137/1, Melhus kommune. Planområdet ligger i sin helhet innenfor kvikkleiresonen Bortn med middels faregrad, og grunnundersøkelser dokumenterer sprøbruddmateriale på området. Områdestabiliteten må dermed utredes iht. NVEs retningslinje 2/2011 med tilhørende veileder 7/2014. Boligfeltet kategoriseres iht. veileder 7/2014 som et K4-tiltak "Tiltak som medfører større tilflytting/personopphold enn tiltak i K3 (inntil to boenheter) samt tiltak som gjelder viktige samfunnsfunksjoner" og veilederen krever da at det utføres uavhengig kvalitetskontroll av utredningen av områdestabilitet. Multiconsult ASA har gjennomført geoteknisk vurdering for reguleringsplan, herunder dokumentasjon av sikkerhet mot områdeskred.

Dette notatet oppsummerer våre kommentarer til utredningen. Vedlegg 1 viser Verifikasjonsrapport som omfatter alle våre kontrollpunkter.

Revisjon 01 omfatter uavhengig kontroll av tilsvar til kommentarer Rambøll hadde i G-not-001 (rev. 00). All ny tekst som er omfattet av rev. 01 er markert med kursiv.

*Revisjon 02 omfatter uavhengig kontroll av tilsvar til kommentarer Rambøll hadde i G-not-001 (rev. 01). All ny tekst som er omfattet av rev. 02 er markert med kursiv.*

Rambøll  
Kobbes gate 2  
N-7042 Trondheim

T +47 73 84 10 00  
F +47 73 84 10 60  
www.ramboll.no

## 2. Grunnlag

Følgende dokumenter er kontrollert:

418413-RIG-RAP-001 rev01 18.02.2020	Boligfelt Ler, Melhus kommune. Datarapport fra grunnundersøkelser.
418413-RIG-RAP-002 rev02 26.02.2020	Boligfelt Ler. Geoteknisk vurderingsrapport
418413-RIG-RAP-002 rev03 01.09.2020	<i>Boligfelt Ler. Geoteknisk vurderingsrapport</i>

## 3. Kommentarer til dokumentasjon

### 3.1 Terreng

Ingen kommentar. Det antas at innmålinger utført i NN1954 er omregnet til NN2000 der de er benyttet.

### 3.2 RIG-TEG-002

KUM1-7 er ikke opptegnet.

KUM1-6 og KUM1-7 bør vurderes avmerkes som «Mulig sprøbruddmateriale». OK

KUM2-7 bør opptegnes som «Påvist sprøbruddmateriale». OK

KUM2-3 er egentlig KUM2-4 og bør opptegnes som «Påvist sprøbruddmateriale» OK

KUM3-E bør opptegnes som «Påvist sprøbruddmateriale». OK

L2 bør opptegnes som «Påvist sprøbruddmateriale». OK

R20-1 mangler opptegning av CPTU og bør opptegnes som «Påvist sprøbruddmateriale». OK

R20-2 mangler bordybde etc. OK

R20-3 bør opptegnes som «Mulig sprøbruddmateriale». OK

1 bør vurderes avmerkes som «Mulig sprøbruddmateriale». (punkt J i Scandiaconsults rapport 600167-2, rett sør-vest for punkt 1, er det påvist sprøbrudd/kvikkleire fra ca. 3 -4 m under terreng). OK

### 3.3 ROS-analyse

Rambøll anmerker at det ikke er utført oppdatert ROS-analyse som hensyntar utbyggingen. Rambøll rev01: oppdatert ROS analyse i Vedlegg D, OK.

### 3.4 Tiltakskategori og krav til sikkerhet

Området ligger innenfor kvikkleiresone 450 Bortn med middels faregrad. Rambøll er enig i foreløpig klassifisering av tiltaket.

Det beskrives at planlagt utbygging ligger innenfor aktsomhetsområder for snøskred og jord- og flomskred. Det antas at reell skredfare for disse skredtypene er dokumentert i øvrig dokumentasjon som en del av reguleringsplanen.

Seismisk klasse

Multiconsult beskriver tiltaksområdet som grunntype D. Rambøll mener at deler av tiltaksområdet må vurderes som grunntype S2, og at eventuelle konsekvenser med hensyn på seismisk dimensjonering må vurderes, med tanke på lavblokken.

Rambøll rev01: Grunntype S2 er ikke vurdert og eventuelle konsekvenser av dette bør belyses.

*Rambøll rev02: Grunntype S2 vurdert og kommentert i revidert rapport. OK*

### 3.5 **Vurdering av hvorvidt tiltaksområdet kan påvirkes av skred som løsner utenfor tiltaksområdet**

Multiconsult skriver i 7.1 at «Erfaringsmessig begrenser kvikkleireskred seg til en terrenghelning større enn 1:15 fra initialskred» og at det på bakgrunn av dette ikke kan utelukkes at skred utløst langs Bortna kan strekke seg bakover til tiltaksområdet. Rambøll er enig i denne vurderingen.

Multiconsult skriver videre at erosjonssikring av Bortna har vært anbefalt i tidligere utredning (utført av Multiconsult), for å ivareta områdestabiliteten. Denne erosjonssikringen er ikke utført, og Multiconsult anbefaler heller ikke at den nå må utføres, når det skal gjennomføres tiltak i området. Multiconsult anbefaler en befaring langs Bortna for å kartlegge status for erosjonsforhold. Videre skrives det «Supplerende grunnundersøkelser i forbindelse med detaljprosjektering kan dessuten avgrense utstrekning mellom planområdet og Bortna.»

Rambøll anbefaler at befaring for å kartlegge erosjonsforholdene utføres i reguleringsplanfasen. Rambøll er av den oppfatning at sikkerheten mot at initialskred fra Bortna som kan strekke seg tilbake til tiltaksområdet ikke er dokumentert, og at dette er noe som må avklares i reguleringsfasen. Stabilitetsanalyser og/eller vurderinger av b/l-forhold må utføres. Dersom tilstrekkelig sikkerhet ikke kan dokumenteres, må det vurderes om sikring av Bortna før arbeidene i tiltaksområdet kan påstartes må inn i reguleringsbestemmelsene.

Rambøll rev01: Multiconsult har utført befaring langs Bortna høsten 2019. Ifølge Multiconsult er det ikke påvist forhold som utløser behov for erosjonssikring i forbindelse med planlagt utbygging. Vedlegg D kunne vært mer oversiktlig for å kunne dra konklusjonen om at det ikke er påvist forhold som utløser behov for erosjonssikring. Bildene i vedlegg D bør markeres på plankart for å viser hvor de er tatt. Det står en del motsigende utsagn i vedlegg D, både at det ikke er observert erosjon i midtre del av elva og at det er observert tegn på erosjon i bunnen av bratte skrån timer. Situasjonen omkring erosjon ved Bortna i området ved profil H og F må tydeliggjøres. Dette må utføres før vi kan lukke punktet. Om det er erosjon er Rambøll enig i at det må utføres supplerende grunnundersøkelser som kan dokumentere en avgrensning av kvikkleira mellom elva og planområdet før reguleringsplan godkjennes. Ikke godkjent

*Rambøll rev02: Vedlegg D anses som oversiktlig og beskrivende av situasjonen langs Bortna. OK*

### 3.6 Valg av stabilitetsprofil

Det er regnet stabilitet i profiler gjennom utbyggingsområdet. Rambøll etterlyser en vurdering av hvorvidt (deler av) utbyggingen kan ligge i utløpssonen for skred fra øvrige områder rundt utbyggingsområdet, og eventuelle konsekvenser for utbyggingen.

Rambøll rev01: Det er i revisjon 02 av vurderingsrapporten vurdert at planområdet ikke vil bli berørt av et potensielt kvikkleireskred utløst i nordre eller søndre deler av faresone "450 Bortn" eller omkringliggende kvikkleiresoner. Tilsvar OK

Det er krevende å få et inntrykk av framtidig terreng ut fra alle terrengkotene i RIG-TEG-002. Veganleggene og tilhørende fyllinger og skjæringer er også noe utydelige i denne tegningen, og det bes om at det utarbeides en mer tydelig tegning. Det etterspørres også at den planlagte bebyggelsen tegnes inn, både på plan og i snitt. Endelig vurdering av valg av stabilitetsprofil utføres når dette er framlagt.

Rambøll rev01: Vegtegninger og illustrasjonsplan fra arkitekt mottatt sammen med ny revisjon av vurderingsrapporten. Tegninger fremlagt er oversiktlige og gir et godt grunnlag for vurdering av valg av stabilitetsprofil. Stabilitetsprofilenes beliggenhet er vurdert som OK og dekker tilstrekkelig kritiske områder mtp. områdestabilitet. For videre vurderinger av hvert enkelt profil vises til avsnitt 3.7.

### 3.7 Stabilitetsberegninger

Det anbefales at det opptegnes på stabilitetsprofilene hvor langt inn boringene er trukket.

Rambøll rev.01: OK

Det oppgis i avsnitt 1.2.4 hvilke ADP-faktorer som benyttes for leire og sprøbruddmateriale med  $I_p < 10\%$ . For de øvre (i hovedsak ikke-sensitive leirmassene) er  $I_p$  målt til  $>10\%$  ifølge datarapporten. Det etterspørres en vurdering om hvorvidt dette er noe som må hensyntas.

Rambøll rev.01: OK.

Effektivspenningsparametere er oppgitt basert på utført treaksialforsøk (1 stk) og erfaringsverdier fra SVV håndbok V220. I henhold til nevnte håndbok er en attraksjon på  $a = 10$  kPa noe høyt for en bløt leire. En vurdering av valget bør legges fram, eventuelt bør det vurderes å kjøre flere forsøk.

Rambøll rev.01: Tilsvar OK, under forutsetning at dette dokumenteres i detaljfase med supplerende prøvetakinger.

Beregningene er utført med trafikklast. Byggelaster er ikke medtatt. Det antas derfor at det forutsettes at byggene skal oppføres kompensert, i de tilfellene hvor bygglast ikke er gunstig, selv om dette ikke er formulert noe sted i kontrollgrunnlaget. Det er mulig det også er tenkt at veger skal utføres kompensert (i de tilfeller hvor vegfyllingene er drivende) og at det også skal kompenseres for trafikklast? Rambøll mener at det må gjøres rede for hvordan tilfredsstillende stabilitet skal oppnås også med byggelaster og trafikklast, for at man skal kunne si at gjennomførbarheten av prosjektet er dokumentert i reguleringsplanfasen.

Rambøll rev.01: Tilsvar og ny revisjon OK

### Profil A-A

De fleste boringene er trukket langt inn, spesielt i nedre del. Det ser ut som at tolkningen av dybde sprøbruddmateriale er ikke-konservativ i øvre del av profilet. Hensikten med den planlagte fyllingen framgår ikke av grunnlaget. Er dette et massedeponi? Rambøll anbefaler at det settes krav til at det skal utføres grunnundersøkelser for detaljering av denne fyllingen i senere planfase.

Det er ikke framlagt beregninger for effektivspenningstilstanden for profil A-A og det er ikke framlagt dokumentasjon for ikke-sirkulære glideflater. Det etterspørres en vurdering av dette.

Rambøll rev.01: Det bør settes krav til at det utføres supplerende grunnundersøkelser for massedeponi i prosjekteringsfasen. Tilsvar OK.

### Profil B-B

Rambøll kan ikke se at boring 5 kan brukes for tolkning av lagdeling og materialparametere i profil B-B. R20-3 kan benyttes og indikerer sprøbruddmateriale i større dybde enn benyttet i stabilitetsberegningene per i dag.

Det kommenteres at glideflaten på af-basis endrer seg fra RIG-TEG-801.3 til RIG-TEG-801.5 uten vesentlige terrenginngrep (last på veg er lagt på).

Det etterspørres en vurdering av hvorvidt konseptet med prosentvis forbedring kan benyttes i et tilfelle som er lokalstabilitet, ikke områdestabilitet (øvre del av profilet). Det kan kanskje vurderes hvorvidt skred i den øvre delen i praksis vil utgjøre en fare for utbyggingen?

Det beskrives at nedplanering av terrengrygger, i nedre del av profilet, som i utgangspunktet har for lav sikkerhet, vil gi tilstrekkelig forbedring av sikkerhetsnivået til at utbygging kan tillates. Slike terrengrygger er ikke identifisert i kontrollgrunnlaget, hvor kun tilstrekkelig stabilitet i dagens situasjon er vist. Betyr dette at mer kritiske profiler enn det som er lagt fram er identifisert? Tilsvarende er ikke den påståtte tilstrekkelige sikkerheten dokumentert. Det skrives videre at «gjenfylling av omkringliggende ravinedaler kan tillates for å skape et landskapsarkitektonisk tilfredsstillende areal.» Det er uklart ut fra tegningsgrunnlaget om dette også gjelder for å skape utbyggbart terreng, utover den beskrevne gjenfyllingen av bekkedalen. Det bør vurderes å legge inn begrensinger for hva som kan fylles opp, eventuelt påpeke at lokalstabiliteten ved slik oppfylling (dersom det medfører riktighet at dette er lokalstabilitet) må dokumenteres i detaljeringsfasen.

Det er ikke framlagt dokumentasjon for ikke-sirkulære glideflater. Det etterspørres en vurdering av dette.

Rambøll rev.01: Rambøll er enig i argumentasjonen om at prosentvis forbedring kan benyttes for øvre del av skråningen så fremt det ikke er planlagt bebyggelse på toppen av skråningen. Dersom det skal etableres bebyggelse på toppen av skråningen må sikkerhet dokumenteres iht. Eurokode 7. Videre tilsvar og ny revisjon OK.

### Profil C-C

Tegning RIG-TEG-802.2 viser ADP-analyse, ikke  $a\phi$ -analyse.

Det oppgis i tabell 1-4 i vedlegg B at det er tilstrekkelig sikkerhet på  $a\phi$ -basis i øvre del, for eksisterende situasjon, samtidig som det oppgis en sikkerhetsfaktor på 1.04.

Er det behov for å regne på stabilitet av nedre del i anleggsfasen, eventuelt med hensyn på anleggstrafikk?

Rambøll rev.01: Tilsvar og ny revisjon OK

### Profil D-D

Det er ikke framlagt beregninger for dagens situasjon, noe som vurderes som greit. Det er framlagt beregninger for anleggsfase og permanentfase, men disse beregningene er ikke basert på den stabiliseringsmetoden som Multiconsult beskriver at kan være nødvendig for å få etablert adkomstvegen. Multiconsult skriver i tilknytning til stabilitetsberegningene i profil D-D at adkomstvegen kan etableres ved kalksementstabilisering. Det beskrives også at supplerende undersøkelser må gjennomføres i området og at resultatene fra disse kan medføre at veggen kan etableres uten kalksementstabilisering. Det er ikke dokumentert i Multiconsults vurdering at veggen virkelig kan etableres ved kalksementstabilisering, heller ikke hvilket omfang det i så fall er snakk om. Utbyggingen kan ikke gjennomføres uten at det etableres adkomst, og vi ser det som en vesentlig mangel ved det som skal være en vurdering på reguleringsplannivå, at gjennomførbarheten ikke er dokumentert. Kalksementstabilisering er også en kostnadsdrivende teknikk, og vi stiller spørsmål om hvorvidt dette virkelig er et realistisk tiltak.

Rambøll rev.01: Beregnede resultater avhenger av beliggenhet av kvikkleire og grunnvannstand. Rambøll anbefaler at de foreslåtte supplerende undersøkelsene utføres før reguleringsplan godkjennes. Vi vurderer at etablering av adkomstveg er gjennomførbar, men per nå foreligger det ikke nok grunnlag for å avgrense behovet for tiltak. Dette er en usikkerhet kostnadsmessig.

I anleggsfasen er det beregnet en glideflate med sikkerhet  $F_{\phi} = 1,25$ . Glideflaten går ned i lag med kvikkleire, og krav til sikkerhet er dermed ikke oppnådd.

Ikke godkjent.

*Rambøll rev.02: Det presiseres fra MC at usikkerheter vedrørende behov for stabiliserende tiltak er formidlet og akseptert av byggherre. Kalk-sement stabilisering er et alternativ om nødvendig. Omfang vil bli avklart ved supplerende grunnundersøkelser for prosjekteringsfasen. Tilsvar ok.*

### Profil E-E

Det beskrives i 7.2.6 at det skal etableres fylling i ravinedal, med inntil 8 meters høyde, og videre at forhold som masser, komprimering og liggetid må vurderes i senere planfase. En innledende vurdering av hvor lenge en slik fylling må ligge med hensyn på konsolidering, og dermed hvor lang tid det må påregnes før området kan utbygges, er tilrådelig å få med i en vurdering for reguleringsplan<sup>1</sup>. Det er trolig hensiktsmessig å få etablert denne fyllingen så tidlig som mulig i utbyggingsprosjektet, nettopp for å få gjort unna mest mulig konsolidering før utbygging av fase 4. Dette momentet er ikke hensyntatt i rekkefølgebestemmelse eller i stabilitetsanalysene.

Det er ikke framlagt dokumentasjon for ikke-sirkulære glideflater. Det etterspørres en vurdering av dette.

Rambøll Rev01: OK, ikke-sirkulære glideflater er vist og vurdert som ikke kritisk. Ang fylling i ravinedalen beskrevet i avsnitt 7.2.6 mener Rambøll fortsatt at en innledende vurdering av hvor lenge en slik fylling må ligge med hensyn på konsolidering, og dermed hvor lang tid det må påregnes før området kan utbygges, er tilrådelig å få med i en vurdering for reguleringsplan. Ikke godkjent.

*Rambøll Rev02: Tilsvar og innledende vurdering av fylling i ravinedalen med hensyn på konsolidering og hvor lang tid det må påregnes før området kan utbygges anses som ok.*

### 3.8 **Rekkefølgebestemmelser**

Det skrives i 7.3.2 at «Nedplanering og sikring av øvre skråninger i nordøstre del av planområdet må ferdigstilles før boliger i utbyggingstrinn 4 tas i bruk.» Rambøll stiller spørsmål om hvorvidt dette ikke må gjennomføres før anleggsfasen for å sikre tilfredsstillende stabilitet i denne. Det samme gjelder nedplaneringen beskrevet i 7.3.3, bør ikke sikringstiltakene gjennomføres før øvrig anleggsarbeid starter opp?

Rambøll Rev01: Avsnitt 8.4.2 og 8.4.3 bør omformuleres til å være i henhold med kommentar fra Multiconsult:

"Det vurderes tilstrekkelig at sikringstiltak i øvre del av profil B-B utføres før anleggsarbeid for utbyggingstrinn 4 påbegynnes, se Figur 7-2 i revidert vurderingsrapport. Dette forutsetter at det ikke gjøres noen tiltak ved skråningsfot som kan forverre nåværende stabilitet av øvre skråning i profil B-B."

"Nedplanering i skråningstopp må utføres før boliger og veg i skråningstopp etableres og tas i bruk (utbyggingstrinn 5, figur 8-2 i revidert vurderingsrapport)"

Ikke godkjent.

*Rambøll Rev02: Revidert avsnitt ok.*

### 3.9 **Grunnvannstand og poretrykk**

Det er målt noe poreundertrykk med dybden, men beregninger oppgis til å være utført med hydrostatisk poretrykk. Rambøll ser dette som en god vurdering.

<sup>1</sup> Dette gjelder ikke bare for profil E-E.

### 3.10 Øvrige kommentarer

- Datarapport inneholder ikke referanse til gårds- og bruksnummer. OK
- Vurderingsrapport bør oppdateres til å referer til datert versjon av datarapport. OK
- I vedlegg A, avsnitt 1.15 mangler tabell?. *mangler fortsatt tabell?OK*
- Skrivefeil for oppgitt friksjonsvinkel i avsnitt 1.3.1. OK
- Det beskrives at ravinedalen skal fylles igjen. Rambøll har ikke gjennomført befarings i området som en del av kontrolloppdraget. På kart er det opptegnet en bekk i bunn av denne ravinedalen. Dersom det er en åpen bekk i dalen i dag etterspøres vurdering av hvordan (og når) denne skal håndteres. Om en tidligere bekk allerede er lagt i rør, etterlyses vurdering av hvordan dette håndteres ved oppfylling. Tilsvare OK
- Det beskrives at det ikke er inkludert laster for planlagt bebyggelse og at laster fra bygninger må tas med i senere beregninger i prosjekteringsfasen. Beregninger med planlagt bebyggelse i representative snitt kan med fordel medtas, for at man på reguleringsplannivå får dokumentert hvorvidt områdestabiliteten kan ivaretas med eller uten kompensert fundamentering av byggene. Tilsvare og ny revisjon OK

### 3.11 Resultater

Rambøll mener at resultatene må oppdateres basert på kommentarer gitt i dette notatet og vedlagte verifikasjonsrapport.

## 4. Oppsummering

*Alle punkter med kommentarer er nå svart ut, og rapporten anbefales godkjent av Rambøll.*

### Referanser

- /1/ NVE, Retningslinje 2/2011, *Flaum- og skredfare i arealplanar*, 2011.
- /2/ NVE, Veileder 7/2014, *Sikkerhet mot kvikkleireskred*, 2014.
- /3/ NIFS rapport 14/2014, "En omforent anbefaling for bruk av anisotropifaktorer i prosjektering i norske leirer", 2014.

### Vedlegg

- 1 *Verifikasjonsrapport 3.part-rev.021 1350034613, Rambøll, 01.09.2020.*



# VERIFIKASJONSRAPPORT

## UTFØRT 3. PARTS KONTROLL

### UTREDNING AV OMRÅDESTABILITET I KVIKKLEIRESONER

Verifikasjonsrapport 1350034417 nr. 01 rev.02 dat. 01.09.2020

#### NØKKELINFORMASJON:

##### OPPDRAGET

OPPDRAKSGIVER:	Skifer Eiendom AS
PROSJEKT NAVN/NR:	NVE-kontroll Boligområde Ler
PLANSTATUS:	Reguleringsplan
KOMMUNE/SONE NR./NAVN:	Melhus kommune

##### KONTROLLØR

RAMBØLL OPPDRAGSNR.:	1350034417
RAMBØLL OPPDRAGSLEDER:	<i>Kristin Eikemo Opdal</i>
RAMBØLL SAKSBEHANDLER:	<i>Kristin Eikemo Opdal</i>
DATO UTFØRT KONTROLL:	26.06.2019
DATO UTFØRT REV. KONTROLL:	18.05.2020
DATO UTFØRT REV. KONTROLL:	01.09.2020

##### PROSJEKTERENDE

KONTROLLERT FIRMA:	Multiconsult ASA
OPPDRAK NR./NAVN:	418413 Boligfelt Ler
SAKSBEHANDLER:	Anne M. Olaussen

#### DOKUMENT(ER) SOM INNGÅR I UTFØRT KONTROLL

DOKUMENT NR./DATO:	DOKUMENT TITTEL:	DATO MOTTATT:	UTARBEIDET AV:
418413-RIG-RAP-001 rev00 12.06.2018	Boligfelt Ler, Melhus kommune. Datarapport fra grunnundersøkelser.	28.05.2019	Multiconsult ASA
418413-RIG-RAP-002 rev00 27.05.2019	Boligfelt Ler. Geoteknisk vurderingsrapport	28.05.2019	Multiconsult ASA
418413-RIG-RAP-001 rev01 18.02.2020	Boligfelt Ler, Melhus kommune. Datarapport fra grunnundersøkelser.	28.02.2020	Multiconsult ASA

418413-RIG-RAP-002 rev02	Boligfelt Ler. Geoteknisk vurderingsrapport	26.02.2020	Multiconsult ASA
418413-RIG-RAP-002 rev03 01.09.2020	Boligfelt Ler. Geoteknisk vurderingsrapport	01.09.2020	Multiconsult ASA

#### KORT BESKRIVELSE AV/BAKGRUNN FOR KONTROLLERT PROSJEKT

Rambøll Norge AS utfører på oppdrag for Skifer Eiendom AS uavhengig kvalitetssikring for utredning av områdestabilitet for nytt boligfelt på Ler, gnr/bnr 137/1, Melhus kommune. Planområdet ligger i sin helhet innenfor kvikkleiresonen Bortn med middels faregrad, og grunnundersøkelser dokumenterer sprøbruddmateriale på området. Områdestabiliteten må dermed utredes iht. NVEs retningslinje 2/2011 med tilhørende veileder 7/2014. Boligfeltet kategoriseres iht. veileder 7/2014 som et K4-tiltak "Tiltak som medfører større tilflytting/personopphold enn tiltak i K3 (inntil to boenheter) samt tiltak som gjelder viktige samfunnsfunksjoner" og veilederen krever da at det utføres uavhengig kvalitetskontroll av utredningen av områdestabilitet. Multiconsult ASA har gjennomført geoteknisk vurdering for reguleringsplan, herunder dokumentasjon av sikkerhet mot områdeskred.

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

## RESULTAT AV KONTROLL

#### Supplerende vurderinger/sammendrag

Se G-not-001 rev.02 1350034417 for vurdering og oppsummering av punktene.

**RESULTAT AV KONTROLL**

<b>KONTROLLSTATUS</b>	<b>FORKLARING</b>	<b>KOMMENTAR</b>	<b>KOMMENTAR-KATEGORI</b>
OK	Kontrollert og godkjent (m/evt. kommentar)	TS R	Teknisk spørsmål Råd
ANM.	Kontrollert med anm. Godkjent med forbehold.	TA F	Teknisk anmerkning Forbehold
IG	Kontrollert IKKE godkjent (m/evt. kommentar)	A MS	Avklares Manglende samsvar
IR	Ikke relevant (m/evt. kommentar)		

**KONTROLL UTFØRT**

Trondheim, 01.09.2020

for

Rambøll i Norge AS

Kristin Eikemo Opdal  
Oppdragsmedarbeider

## VERIFIKASJONSRAPPORT UTFØRT 3. PARTS KONTROLL

### UTREDNING AV OMRÅDESTABILITET I KVIKKLEIRESONER

Sjekklistens kontrollpunkter bygger på Norges vassdrags- og energidirektorat sine retningslinjer NVE 2/2011 "Flaum- og skredfare i arealplanar", med vedlegg 1 veileder 7/2014 "Sikkerhet mot kvikkleireskred".

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

### KONTROLLTEMA: GRUNNUNDERSØKELSER

Enkeltboringer					
ID nr.	KONTROLLPUNKT	KONTROLLSTATUS	KOMMENTAR	DATO & SIGN	KOMMENTAR
1	Tolking av kvikkleire; metode	OK			Tolking av sprøbruddmateriale er utført med anerkjent metodikk.
	Kontroll av revisjon nr. 1				
2	Tilstrekkelig boredybde ift. topografi	OK			
	Kontroll av revisjon nr. 1				
3	Kvalitetsklasse kontrollert	OK			(Kvalitetsklasse 2 i pkt 12)
	Kontroll av revisjon nr. 1				

Type undersøkelser					
ID nr.	KONTROLLPUNKT	KONTROLLSTATUS	KOMMENTAR	DATO & SIGN	KOMMENTAR
4	DTR-/totalsondering for sonebegrensning/lagdeling	OK			
	Kontroll av revisjon nr. 1				
5	CPTU/Ø54mm eller vingebor for parametertolkning	IG	MS		Mangler grunnlag for søndre del i profil D-D. Svar MC: Det stemmer at det ikke er utført CPTU i søndre skråningstopp i våre grunnundersøkelser. Styrkeprofil er basert på CPTU 5 i nordre skråning, samt CPTU i borpunkt H i Scandiaconsult rapport 600167-01 (ca. 40 m fra skråningstopp) og styrkeprofiler fra stabilitetsberegning i Figur 14 i Ramboll/NGI rapport 20051784-2 [3].
	Kontroll av revisjon nr. 1	OK	F	15.05.20	Tilsvar vurderes som OK. Presiseres i rapporten at det skal utføres supplerende grunnundersøkelser for prosjekteringsfasen. Sikkerheten for stabilitet

					<p>afi avhenger av grunnvannstand i søndre skråning. Måling av grunnvannstand må derfor gjøres før arbeid kan settes i gang, og det må foreligge plan for tiltak dersom grunnvannstand ligger høyere enn antatt. Rambøll mener også prøvetaking for å dokumentere kvikkleiras beliggenhet bør utføres før reguleringsplan godkjennes. Vi er imidlertid enige i at tiltaket er gjennomførbart, men per nå foreligger det ikke nok grunnlag for å avgrense behovet for tiltak. Dette er en usikkerhet kostnadmessig.</p>
--	--	--	--	--	--

### Omfang

ID nr.	KONTROLLPUNKT	KONTROLLSTATUS	KOMMENTAR	DATO & SIGN	KOMMENTAR
6	Tilstrekkelig mengde til å begrunne ev. soneendring	ANM.	TA		<p>Det kan vurderes å redusere utstrekning av sonen i øst, på bakgrunn av utførte undersøkelser.</p> <p>Svar MC: <i>Det er valgt å ikke tegne opp ny avgrensning av kvikkleiresone Bortna da justering av sone vil ikke ha noen betydning for vurderinger og konklusjoner knyttet til planlagt utbygging.</i></p>
	Kontroll av revisjon nr. 1	OK		15.05.20	Tilsvar vurderes som OK.
7	Vurdert behov for undersøkelser utenfor sonen	IG	MS		<p>Sikkerhet mot områdeskred fra Bortna er ikke avklart, og det må i den forbindelse vurderes behov for grunnundersøkelser.</p> <p>Svar MC: <i>Bortna er befart i oktober 2019, se vedlegg D i revidert vurderingsrapport. Det er ikke påvist forhold som utløser behov for erosjonssikring i forbindelse med planlagt utbygging.</i></p> <p><i>Vurdering av praktisk skredutbredelse er presisert i avsnitt 7.1 i revidert vurderingsrapport.</i></p>
	Kontroll av revisjon nr. 1	IG	A	15.05.20	<p>Multiconsult har utført befaring langs Bortna høsten 2019. Ifølge Multiconsult er det ikke påvist forhold som utløser behov for erosjonssikring i forbindelse med planlagt utbygging. Vedlegg D kunne vært mer oversiktlig for å kunne dra konklusjonen om at det ikke er påvist forhold som utløser behov for erosjonssikring. Bildene i vedlegg D bør markeres på plankart for å vise hvor de er tatt. Det står en del motsigende utsagn</p>

					i vedlegg D, både at det ikke er observert erosjon i midtre del av elva og at det er observert tegn på erosjon i bunnen av bratte skråninger. Situasjonen omkring erosjon ved Bortna i området ved profil H og F må tydeliggjøres. Dette må utføres før vi kan lukke punktet. Om det er erosjon er Rambøll enig i at det må utføres supplerende grunnundersøkelser som kan dokumentere en avgrensning av kvikkleira mellom elva og planområdet før reguleringsplan godkjennes.
	Kontroll av revisjon 03	OK		01.09.20	Revidert vedlegg D vurderes som en tilstrekkelig beskrivelse av situasjonen omkring Bortna.

## KONTROLLTEMA: KRAV TIL STABILITETSVURDERINGER

Materialparametere					
ID nr.	KONTROLLPUNKT	KONTROLLSTATUS	KOMMENTAR	DATO & SIGN	KOMMENTAR
8	Dokumentert grunnlag for valg av parametere	ANM.	TA		Etterspørres vurdering av valg av attraksjon i leira. Svar MC: Treksialforsøk i borpunkt 12 (tegning - 090.4) i et kvikkleirelag i øvre del av området, er tolket med attraksjon $a = 10$ kPa og $\tan\phi = 0,56$ . Vi har valgt å legge til grunn $a=10$ kPa også for øvrige lag med bløt leire. Lenger ned i planområdet er det ikke utført treksforsøk. Treksforsøk ved Fautgardsvegen på terrengplatået sør for området i Rambøll 1350009657-G-rap-002 rev-01 [4] er også tolket til $a=10$ kPa, men med noe lavere friksjonsvinkel.
	Kontroll av revisjon nr. 1	OK		15.05.20	Tilsvar vurderes som ok
9	Konsolideringsforhold undersøkt fra terreng og ev. ødometer sammenholdt med OCR-verdi fra CPTU	ANM	TA		Det er ikke dokumentert tolkning av OCR fra CPTU eller utført ødometerforsøk. Svar MC: Tolkning av OCR fra CPTU er vedlagt som tegning nr. -040.7, -041.7, -042.7, -043.7 og -044.8 i revidert vurderingsrapport. Rapport 20051784-2 [3] fra Rambøll/NGI anslår opprinnelig terreng i sone Bortna til kote +120 i nedre deler, stigende til kote +145 opp mot Våttåsen.
	Kontroll av revisjon nr. 1	OK		15.05.20	Tilsvar vurderes som OK
10	Tatt hensyn til anisotropi (tøyningskompatibilitet)	OK			

	Kontroll av revisjon nr. 1				
11	Tolkning av udrenert skjærfasthet fra CPTU	OK			
	Kontroll av revisjon nr. 1				
12	Justert skjærfasthet i forhold til ev. terrengendringer	OK			
	Kontroll av revisjon nr. 1				
13	Reduksjon av $s_u$ fra blokkprøver	IR			
	Kontroll av revisjon nr. 1				
14	Reduksjon av $s_u$ fra CPTU for sensitive leirer	OK			
	Kontroll av revisjon nr. 1				
15	Korreksjon av $s_u$ for vingebor	IR			
	Kontroll av revisjon nr. 1				
16	Tatt hensyn til årstidsvariasjoner ved poretrykksbestemmelser	OK			<p>Det bør kommenteres på grunnvannstandens mulige variasjon med årstiden.</p> <p>Svar MC: Årstidsvariasjon er kommentert i avsnitt 3.4 i 418413-RIG-RAP-002, og i revidert rapport er det også poengtert at hydrostatisk poretrykksfordeling med dybden er en konservativ antakelse pga. at målinger i 3 punkter viser undertrykk/drenerende lag i dybden.</p>
	Kontroll av revisjon nr. 1	OK		15.05.20	Tilsvar vurderes som OK
17	Valg av designparametere – udrenert skjærfasthet	OK			
	Kontroll av revisjon nr. 1				
18	Valg av designparametere - effektivspenningsparametere	ANM	TA		<p>Etterspørres vurdering av valg av attraksjon i leira.</p> <p>Svar MC: Se punkt 8 i tabellen</p>
	Kontroll av revisjon nr. 1	OK		15.05.20	Se punkt 8.
19	Valg av designparametere – anisotropiforhold (ADP)	OK			<p>Det oppgis i avsnitt 1.2.4 hvilke ADP-faktorer som benyttes for leire og sprøbruddmateriale med <math>I_p &lt; 10\%</math>. For de øvre (i hovedsak ikke-sensitive leirmassene) er <math>I_p</math> målt til <math>&gt;10\%</math> i følge datarapporten. Det etterspørres en vurdering om hvorvidt dette er noe som må hensyntas.</p> <p>Svar MC: Dette er en konservativ antakelse for de</p>

					<i>massene hvor <math>I_p</math> er høyere enn 10%.</i>
	Kontroll av revisjon nr. 1	OK		15.05.20	Tilsvar vurderes som OK
20	Valg av designparametere – romvekt etc.	OK			
	Kontroll av revisjon nr. 1				

### Profilvalg - bruddtyper

ID nr.	KONTROLLPUNKT	KONTROLLSTATUS	KOMMENTAR	DATO & SIGN	KOMMENTAR
21	Profilplassering valgt ut fra OCR- forhold, største høydeforskjell, erosjonsforhold.	IG	A		<p>Det er krevende å få et inntrykk av framtidig terreng ut fra alle terrengkotene i RIG-TEG-002. Veganleggene og tilhørende fyllinger og skjæringer er også noe utydelige i denne tegningen, og det bes om at det utarbeides en mer tydelig tegning. Det etterspørres også at den planlagte bebyggelsen tegnes inn, både på plan og i snitt. Endelig vurdering av valg av stabilitetsprofil utføres når dette er framlagt.</p> <p><i>Svar MC: Veger/boliger og terrenngrep er vist i to separate borplaner i revidert rapport. Planlagt bebyggelse er vist i borplan -002, og utstrekning av boliger og veger er markert i beregningsprofiler. Vegtegninger og illustrasjonsplan fra arkitekt oversendes tredjepartskontrollør sammen med dette notatet. Utsnitt av vegmodell i 3d fra Novapoint er vist i Figur 4-2 i revidert vurderingsrapport.</i></p>
	Kontroll av revisjon nr. 1	OK		15.05.20	Nye tegninger mottatt og viser god oversikt over tiltaket. Profilenes plassering er vurdert som OK, for nærmere vurdering av hvert enkelt profil vises til notat, G-not-001 1350034417.
22	Lokal og global stabilitet undersøkt – funnet kritiske glideflater	IG	MS		<p>Ikke vist ikke-sirkulære glideflater.</p> <p><i>Svar MC: Ikke-sirkulære glideflater er ikke funnet å være kritiske, men er vist i oppdaterte tegninger - 800.1 t.o.m. -804.4.</i></p> <p>Ikke dokumentert hvorvidt prosentvis forbedring kan brukes for lokalstabilitet (uten glideplan i kvikkleire).</p> <p><i>Svar MC: I profil B-B er det benyttet prosentvis forbedring for glidesirkel som ikke går gjennom kvikkleirelag. Det er ikke planlagt utbygging i toppen av skrånninga, og planlagt nedplanering er derfor kun stabiliserende tiltak for å oppnå tilstrekkelig sikkerhet for boliger og veg ved skråningsfot. Vi vurderer at det vil gi urimelig store krav til nedplanering og sikring dersom krav til absolutt sikkerhetsfaktor iht. Eurokode 7 skal</i></p>



					<p>oppfylles. Beregningsmessig stabilitet for eksisterende skråning er ca. <math>\gamma M = 1,0</math> med gjeldende antakelser om lagdeling og materialparametere. Supplerende grunnundersøkelser i forbindelse med prosjekteringsfasen kan gi grunnlag for mindre konservative antakelser i øvre del av skråning. Dersom det i senere fase av prosjektet blir aktuelt med boligutbygging i øvre del av profil B-B, må omfang av stabiliserende tiltak revurderes for å oppfylle sikkerhetskrav til lokalstabilitet for boliger i skråningstopp, hhv. 1,25 og 1,40 for drenert og udrenert beregning.</p> <p>Det beskrives at det ikke er inkludert laster for planlagt bebyggelse og at laster fra bygninger må tas med i senere beregninger i prosjekteringsfasen. Beregninger med planlagt bebyggelse i representative snitt kan med fordel medtas, for at man på reguleringsplannivå hvorvidt områdestabiliteten kan ivaretas med eller uten kompensert fundamentering av byggene.</p> <p>Svar MC: Avsnitt for antakelser og forbehold for bygningslaster og trafikklaste i Vedlegg C oppdatert. Bygningslaste på 10 kPa med lastfaktor 1,3 er inkludert i stabilitetsberegning. For leilighetsbygget er det forutsatt kompensert fundamentering pga. parkeringskjeller.</p>
	Kontroll av revisjon nr. 1	OK		15.05.20	<p>Rambøll er enig i argumentasjonen på at man kan bruke prosentvis forbedring for beregninger i profil B-B der det ikke er planlagt utbygging i toppen av skråningen, og planlagt nedplanering er kun stabiliserende tiltak for å oppnå tilstrekkelig sikkerhet for boliger og veg ved skråningsfot. Det må gjøres supplerende grunnundersøkelser for prosjekteringsfasen for å få tilstrekkelig grunnlag og unngå konservative antagelser i øvre del av skråningen</p> <p>Rambøll er enig i at dersom det i senere fase av prosjektet blir aktuelt med boligutbygging i øvre del av profil B-B, må omfang av stabiliserende tiltak revurderes for å oppfylle sikkerhetskrav til lokalstabilitet for boliger i skråningstopp iht. Eurokode 7. Dette er presisert i rev. 02 av rapporten.</p> <p>Bygningslast for ikke kompensert fundamenterte bygninger er tatt med i beregningsprofilene i rev 02.</p>
23	Alle aktuelle skredtyper vurdert	ANM	TA		<p>Relevante skredmekanismer er ikke kommentert.</p> <p>Svar MC: En vurdering av relevante</p>

					<i>skredmekanismer er vist i avsnitt 8.2 i revidert vurderingsrapport.</i>
	Kontroll av revisjon nr. 1	OK		15.05.20	Tilsvar OK.

**Analyse**

ID nr.	KONTROLLPUNKT	KONTROLLSTATUS	KOMMENTAR	DATO & SIGN	KOMMENTAR
24	Dagens situasjon – drenert jordoppførsel	ANM	TA		<i>Svar MC: Beregninger og resultater er oppdatert med bygningslaster.</i>
	Kontroll av revisjon nr. 1	OK		15.05.20	OK
25	Dagens situasjon – udrenert jordoppførsel. ADP eller $s_{ud}$	IG	A		<i>Svar MC: Beregninger og resultater er oppdatert med bygningslaster. Det er argumentert for bruk av prosentvis forbedring i profil B-B i punkt 22.</i>
	Kontroll av revisjon nr. 1	OK		15.05.20	Se punkt 22
26	Anvendt beregningsprogram – grenselikevekt- eller elementmetode.	OK			
	Kontroll av revisjon nr. 1				
27	<b>Modellering</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Lagdeling*</li> <li>– Tørrskorpe modellert (drenert analyse) med ev. vannfylt sprekk</li> <li>– Styrkeprofiler (nivåer, interpolasjon mm.)</li> <li>– GVS/poretrykksprofiler*</li> </ul>	IG	A		<p>Noe ikke-konservativ tolkning av kvikkleirelag. Flere boringer trukket langt inn.</p> <p><i>Svar MC: Mer konservativ tolkning av kvikkleirelag er lagt inn i profil B-B. Boring 5 er fjernet fra dette profilet, ettersom den var trukket for langt inn. Trukket avstand er oppgitt i beregningsprofiler, der trukket avstand er større enn ca. 2 m. Beregnet sikkerhetsfaktor er oppdatert, men økningen i tykkelsen på kvikkleirelaget var av liten betydning for beregningene.</i></p> <p>Det er ikke framlagt dokumentasjon for ikke-sirkulære glideflater. Det etterspørres en vurdering av dette.</p> <p><i>Svar MC: Ikke-sirkulære glideflater er ikke funnet å være kritiske. Eksempler på aktuelle ikke-sirkulære glideflater er nå vist i stabilitetsberegninger, tegning -800.1 t.o.m. -804.4</i></p> <p>Det er ikke framlagt beregninger for effektivspenningstilstanden for profil A-A.</p> <p><i>Svar MC: Effektivspenningstilstanden er ikke kritisk for profil A-A. Beregninger for eksisterende og planlagt terreng er likevel lagt med som tegning -800.3 og -800.4 i revidert rapport.</i></p>

				<p>Det er ikke klart hva som er formålet med fyllingen i profil A-A.</p> <p>Svar MC: <i>Formal for fylling i profil A-A er massedeponi for overskuddsmasser fra prosjektet. Dette er presisert i avsnitt 8.3.1 i revidert rapport.</i></p> <p>Rambøll kan ikke se at boring 5 kan brukes for tolkning av lagdeling og materialparametere i profil B-B. R20-3 kan benyttes og indikerer sprøbruddmateriale i større dybde enn benyttet i stabilitetsberegningene per i dag.</p> <p>Svar MC: <i>Multiconsult er enig, og endring i lagdeling i profil B-B er lagt inn. Se kommentar under punkt 27a.</i></p> <p>Det er uklart hvordan sikkerhetsfaktoren på af-basis går fra 1.59 til 1.88 (med tilhørende endring i glidesirkel) fra RIG-TEG-801.3 til RIG-TEG-801.5.</p> <p>Svar MC: <i>801.3 viser ADP-analyse, mens 801.5 viser aφ-analyse. aφ-analyse for planlagt terreng uten stabiliserende tiltak er ikke vist.</i></p> <p>Det beskrives at nedplanering av terrengrygger (i nedre del) av profilet som i utgangspunktet har for lav sikkerhet, vil gi tilstrekkelig forbedring av sikkerhetsnivået til at utbygging kan tillates. Slike terrengrygger er ikke identifisert i kontrollgrunnlaget, hvor kun tilstrekkelig stabilitet i dagens situasjon er vist. Betyr dette at mer kritiske profiler enn det som er lagt fram er identifisert? Tilsvarende er ikke den påståtte tilstrekkelige sikkerheten dokumentert. Det skrives videre at «gjenfylling av omkringliggende ravinedaler kan tillates for å skape et landskapsarkitektonisk tilfredsstillende areal.»</p> <p>Det er uklart ut fra tegningsgrunnlaget om dette også gjelder for å skape utbyggbart terreng, utover den beskrevne gjenfyllingen av bekkedalen. Det bør vurderes å legge inn begrensinger for hva som kan fylles opp, eventuelt påpeke at lokalstabiliteten ved slik oppfylling (dersom det medfører riktighet at dette er lokalstabilitet) må dokumenteres i</p>
--	--	--	--	--

				<p>detaljeringsfasen.</p> <p>Svar MC: <i>Kommentaren om nedplanering av terrengrygger i nedre del av profil B-B i avsnitt 1.4.2 i Vedlegg C Stabilitetsberegninger i opprinnelig rapport var plassert feil, og hører til avsnitt om øvre skråning.</i></p> <p><i>Dette er rettet i revidert rapport. Nedre skråning i profil B-B har tilstrekkelig sikkerhet både før og etter utbygging.</i></p> <p><i>&lt;&lt;Gjenfylling av omkringliggende ravedaler&gt;&gt; gjøres ikke for å skape utbyggbar flate. Det er i foreliggende planforslag ikke planlagt utbygging i øvre del av profil B-B. Det er presisert i avsnitt 8.3.2 i revidert rapport at dersom utbygging i øvre del av området ønskes senere, må det gjøres supplerende grunnundersøkelser og oppdaterte stabilitetsberegninger. Det er presisert at omfang og utførelse av sikringstiltak og terrengarrangeringer i øvre del av profil B-B må prosjekteres i forbindelse med byggesak.</i></p> <p>Tegning RIG-TEG-802.2 viser ADP-analyse, ikke a - analyse.</p> <p>Svar MC: <i>Tegning -802.2_rev01 ble ikke rettet i forbindelse med revidert rapport. Korrekt tegning -802.2_rev02 oversendes tredjepartskontrollør sammen med dette notatet.</i></p> <p>Det oppgis i tabell 1-4 i vedlegg B at det er tilstrekkelig sikkerhet på a<math>\phi</math>-basis i øvre del, for eksisterende situasjon, samtidig som det oppgis en sikkerhetsfaktor på 1.04.</p> <p>Svar MC: <i>Skrivefeil som er rettet i revidert rapport. Det stemmer at beregnet sikkerhetsfaktor er 1,04, men kommentar til &lt;&lt;Tilstrekkelig sikkerhet?&gt;&gt; er rettet til &lt;&lt;Nei&gt;&gt; i tabellen.</i></p> <p>Er det behov for å regne på stabilitet av nedre del i profil C-C i anleggsfasen, eventuelt med hensyn på anleggstrafikk?</p> <p>Svar MC: <i>Stabilitet i nedre skråning er noe lav for udrenert beregning i eksisterende situasjon. En antatt kritisk glidesirkel for nedre skråning etter planlagt nedplanering av terrengplatået med trafikklast i anleggsfasen er nå vist i tegning - 802.3 og -802.4.</i></p> <p><i>Forutsatt at normale forsiktighetsregler for anleggsarbeid i kvikkleireområde overholdes og mellomlagring av masser fra nedplanering avtales med geoteknisk prosjekterende, ser vi ikke at det er behov for ytterligere beregninger for anleggsfasen i forbindelse med reguleringsplan.</i></p> <p>Det er framlagt beregninger for anleggsfase og</p>
--	--	--	--	--

permanentfase i profil D-D, men disse beregningene er ikke basert på den stabiliseringsmetoden som Multiconsult beskriver at kan være nødvendig for å få etablert adkomstvegen. Multiconsult skriver i tilknytning til stabilitetsberegningene i profil D-D at adkomstvegen kan etableres ved kalksementstabilisering. Det beskrives også at supplerende undersøkelser må gjennomføres i området og at resultatene fra disse kan medføre at veggen kan etableres uten kalksementstabilisering. Det er ikke dokumentert i Multiconsults vurdering at veggen virkelig kan etableres ved kalksementstabilisering, heller ikke hvilket omfang det i så fall er snakk om. Utbyggingen kan ikke gjennomføres uten at det etableres adkomst, og vi ser det som en vesentlig mangel ved det som skal være en vurdering på reguleringsplannivå, at gjennomførbarheten ikke er dokumentert. Kalksementstabilisering er også en kostnadsdrivende teknikk, og vi stiller spørsmål om hvorvidt dette virkelig er et realistisk tiltak.

*Svar MC: Beregninger av anleggsfase og planlagt terreng viser at beregnet stabilitet av skjæringene er tilstrekkelig både for udrenert og drenert beregning. Det er ikke utført prøvetaking for sondering 2 i planlagt veglinje, og det er derfor usikkert om øvre grense for kvikkleirelaget ligger i nivå med vegplanum, eller dypere. I beregningene er det antatt at øvre grense for kvikkleirelaget ligger i vegplanum som en konservativ antagelse. Det er tilrådd kalksementstabilisering for å stabilisere graveplanum (ca. 0,5-1,0 m dybde). Dette for å unngå omrøring/oppbløting av vegplanum dersom supplerende grunnundersøkelser ikke kan påvise at øvre grense for sensitive masser ligger tilstrekkelig dypt under vegplanum. Prosjektering av eventuell stabilisering gjøres i forbindelse med byggesak. Det er avtalt i møte med oppdragsgiver v/ Bjørn Welde at begrenset omfang av kalksementstabilisering ved profil D-D vil utføres dersom nødvendig.*

Det beskrives i 7.2.6 at det skal etableres fylling i ravinedal, med inntil 8 meters høyde, og videre at forhold som masser, komprimering og liggetid må vurderes i senere planfase. En innledende

				<p>vurdering av hvor lenge en slik fylling må ligge med hensyn på konsolidering, og dermed hvor lang tid det må påregnes før området kan utbygges, er tilrådelig å få med i en vurdering for reguleringsplan. Det er trolig hensiktsmessig å få etablert denne fyllingen så tidlig som mulig i utbyggingsprosjektet, nettopp for å få gjort unna mest mulig konsolidering før utbygging av fase 4. Dette momentet er ikke hensyntatt i rekkefølgebestemmelse eller i stabilitetsanalysene.</p> <p>Svar MC: <i>Det skal brukes kvalitetsmasser i denne fyllinga, ikke gjenbruk av stedlige masser. Det er en naturlig for fremdrift i prosjektet at fylling og atkomstveg etableres tidlig i prosjektet, i utbyggingstrinn 1. Vi mener at øvrige detaljer angående masser, komprimering og liggetid av fyllingen kan prosjekteres i forbindelse med byggesak.</i></p>
Kontroll av revisjon nr. 1	IG	A	15.05.20	<p>RIG-TEG-801.3 og 801.1 har samme sikkerhetsnivå for øvre skråning til tross for utgraving for adkomstveg. Er det benyttet sideeffekter i beregningene vist i RIG-TEG-801.3 eller er utgravingen så beskjeden at den ikke gir noe utslag?</p> <p>Tegning RIG-TEG-804.3 viser eksisterende terreng ikke planlagt terreng, og a -analyse ikke ADP-analyse.</p> <p>Tegning RIG-TEG-804.4 viser ADP-analyse ikke a -analyse.</p> <p>Ang fylling i ravinedalen beskrevet i avsnitt 7.2.6 mener Rambøll at en innledende vurdering av hvor lenge en slik fylling må ligge med hensyn på konsolidering, og dermed hvor lang tid det må påregnes før området kan utbygges, er tilrådelig å få med i en vurdering for reguleringsplan.</p> <p>Flere boringer trukket langt inn i profil A, spesielt i nedre del. Det ser ut som at tolkningen av dybde sprøbruddmateriale er ikke-konservativ i øvre del av profilet. Rambøll anbefaler at det settes krav til at det skal utføres supplerende grunnundersøkelser for detaljering av massedeponiet i senere planfase.</p>

					Resterende tilsvar og oppdateringer OK.
	Kontroll av revisjon nr. 2	OK		01.09.20	Tilsvar ok.
28	Valgfri metode: Vurdering av skredfare ved beregning av skjærtøyning langs kritisk glideflate, og sammenligning med $\sigma - \epsilon$ kurver fra treaksforsøk	IR			
	Kontroll av revisjon nr. 1				

\* NVEs retningslinjer stiller ikke spesielle krav til lagdeling eller poretryksprofiler.

### Sikkerhetsnivå – krav til dokumentasjon iht. veilederens kapittel 5.2

ID nr.	KONTROLLPUNKT	KONTROLLSTATUS	KOMMENTAR	DATO & SIGN	KOMMENTAR
29	Beregnet materialkoeffisient $\gamma_m$	IG	A		Svar MC: <i>Materialkoeffisienter er oppdatert i tegninger -800.1 t.o.m. -804.4, og i tabeller i Vedlegg C.</i>
	Kontroll av revisjon nr. 1	IG		15.05.20	I profil D viser beregninger for anleggsfasen afisikkerhet lik 1,25. Glideflaten går ned i kvikkleirelaget, og krav til sikkerheten er dermed ikke oppnådd.
	Kontroll av revisjon nr. 2	OK		01.09.20	Det er presisert av MC at det er avklart med oppdragsgiver at det ved behov vil utføres kalksementstabilisering i søndre skråning for å oppnå tilstrekkelig stabilitet i anleggsfasen. Det er altså ikke snakk om kun innvisping/innfresing av kalk i traubunn for å unngå omrøring av masser under bygging av veg. Dersom prøvetaking ved planlagt veg i forbindelse med prosjektering påviser at overgang til kvikkleire ligger 1 m eller dypere under traubunn, vil beregnet sikkerhet i anleggsfasen være tilstrekkelig. Det vil da ikke være behov for stabilisering.  Tilsvar over vurderes som ok.
30	Vist tiltakets nødvendige prosentvise forbedring ved $\gamma_m < 1,4$	IG	A		Vurderes etter revisjon.  Svar MC: <i>Prosentvis forbedring for øvre del av profil B-B er vist i tegninger -801.1 og -801.4, og er vurdert i avsnitt 1.4.2 i vedlegg C.</i>
	Kontroll av revisjon nr. 1	OK		15.05.20	Tiltaket viser nødvendig prosentvis forbedring. Rambøll er enig i argumentasjonen på at man kan bruke prosentvis forbedring for beregninger i profil B-B der det ikke er planlagt utbygging i toppen av skråningen, se punkt 22.

## KONTROLLTEMA: KRAV TIL INTERN KONTROLL

## Intern kontroll

ID nr.	KONTROLLPUNKT	KONTROLLSTATUS	KOMMENTAR	DATO & SIGN	KOMMENTAR
31	Gjennomført internkontroll beskrevet og dokumentert	OK			
	Kontroll av revisjon nr. 1				

## KONTROLLTEMA: TILTAK

## Tiltak

ID nr.	KONTROLLPUNKT	KONTROLLSTATUS	KOMMENTAR	DATO & SIGN	KOMMENTAR
32	Ved behov: Tiltak for å bedre områdets stabilitet vurdert og dokumentert	IG	A		<p>Vurderes etter revisjon.</p> <p>Svar MC: Følgende stabiliserende tiltak er planlagt i forbindelse med utbygging, og er dokumentert ved stabilitetsberegning:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nedplanering av terrengrygg i øvre del av profil B-B</li> <li>• Gjenfylling av bekke-/ravedal mellom øvre skråning og nedre terrengplatåer.</li> <li>• Nedplanering av nedre terrengplatåer med ca. 2 m.</li> <li>• Kalksementstabilisering eller innfresing av kalk i vegplanum i profil D-D, dersom supplerende grunnundersøkelser i prosjekteringsfasen ikke avgrensner kvikkleirelaget.</li> <li>• Nedplanering av skråningstopp i forbindelse med etablering av veg og boliger langs øvre atkomstveg, profil C-C.</li> </ul> <p>Endelig omfang og detaljering av tiltakene avklares i prosjekteringsfasen.</p>
	Kontroll av revisjon nr. 1	OK		15.05.20	
33	Vurdert behov for soneendring	AMN	TA		<p>Er ikke vurdert.</p> <p>Svar MC: Nåværende undersøkelser gir grunnlag for å flytte deler av østre sonegrense noe vestover. Vi tilrår at forslag til endrede sonegrenser sendes inn når supplerende grunnundersøkelser er utført i forbindelse med prosjektering. De supplerende undersøkelsene vil gi bedre grunnlag for avgrensning av sonen.</p>
	Kontroll av revisjon nr. 1	OK		15.05.20	OK Basert på at soneendringen ikke vil ha noen praktisk betydning for planområdet, er Rambøll enig endring av sone kan utsettes til tilstrekkelig grunnlag foreligger ifm detaljprosjektering.
34	Vurdert behov for supplerende grunnundersøkelser	IG	MS		<p>Er vurdert, men framstår som noe vagt. Rambøll mener at behovet for flere undersøkelser i reguleringsfasen må vurderes.</p> <p>Svar MC: Vi mener at det er utført tilstrekkelige</p>



					undersøkelser for reguleringsfasen, hvor formålet er å vurdere skredfare og gjennomførbarhet av tiltaket. Det er behov for supplerende grunnundersøkelser i forbindelse med prosjektering. Dette er presisert i avsnitt 9 i revidert vurderingsrapport, og er nevnt for de aktuelle profilene i avsnitt 8.3.
	Kontroll av revisjon nr. 1	IG		15.05.20	Rambøll mener prøvetaking for å dokumentere kvikkeleiras beliggenhet for beregninger i profil D bør utføres før reguleringsplan godkjennes. Vi er imidlertid enige i at tiltaket er gjennomførbart, men per nå foreligger det ikke nok grunnlag for å avgrense behovet for tiltak. Dette er en usikkerhet kostnadmessig.
	Kontroll av revisjon nr. 2	OK			Se svar i punkt 29.
<b>35</b>	<b>Oppdatert skadekonsekvens- og faregradsevaluering (ROS-analyse)</b>	IG	MS		Er ikke lagt fram oppdatert analyse. Svar MC: Oppdatert ROS-analyse er vist i vedlegg D i revidert rapport. Resultater er oppsummert i avsnitt 5.3 i revidert vurderingsrapport.
	Kontroll av revisjon nr. 1	OK		15.05.20	

## MERKNADER

Helhetsvurdering/tilleggs kommentarer	
ID nr.	KOMMENTAR
36	<p>Det beskrives at ravedalen skal fylles igjen. Rambøll har ikke gjennomført befarings i området som en del av kontrolloppdraget. På kart er det opptegnet en bekk i bunn av denne ravedalen. Dersom det er en åpen bekk i dalen i dag etterspørres vurdering av hvordan (og når) denne skal håndteres. Om en tidligere bekk allerede er lagt i rør, etterlyses vurdering av hvordan dette håndteres ved oppfylling.</p> <p>MC Svar: Eksisterende bekk i ravedalen ligger åpent i ravinene. Det er kommentert i revidert rapport at bekken enten legges i rør under fylling, enten i nåværende terrengnivå, eller heves i fyllinga. Valg av løsning og prosjektering av denne gjøres i prosjekteringsfasen.</p> <p><b>Rambøll: OK</b></p>
37	<p>Det skrives i 7.3.2 at «Nedplanering og sikring av øvre skråninger i nordøstre del av planområdet må ferdigstilles før boliger i utbyggingstrinn 4 tas i bruk.» Rambøll stiller spørsmål om hvorvidt dette ikke må gjennomføres før anleggsfasen for å sikre tilfredsstillende stabilitet i denne. Det samme gjelder nedplaneringen beskrevet i 7.3.3, bør ikke sikringstiltakene gjennomføres før øvrig anleggsarbeid starter opp?</p> <p>Svar MC:</p> <p><b>Profil B-B:</b>  <i>Det er planlagt stegvis utbygging av veg, terrengarbeider og boliger. Det vurderes tilstrekkelig at sikringstiltak i øvre del av profil B-B utføres før anleggsarbeider for utbyggingstrinn 4 påbegynnes, se Figur 7-2 i revidert vurderingsrapport. Dette forutsetter at det ikke gjøres noen tiltak ved skråningsfot som kan forverre nåværende stabilitet av øvre skråning i profil B-B.</i></p> <p><b>Profil C-C:</b>  <i>Etablering av anleggsveg og etter hvert fylling i ravine-/bekkedalen i foten av øvre skråning i profil CC vil medføre en bedring av stabilitet i anleggsfasen i forhold til eksisterende situasjon. Det forutsettes at rensk av vegetasjon, legging av bekk i rør og etablering av anleggsveg og permanent fylling utføres tidlig i byggefasen. Forutsatt seksjonsvis utførelse av veggrøft i skråningsfot og fortløpende lukking av grøfta, er beregningsmessig stabilitet i anleggsfasen tilstrekkelig for øvre skråning. Nedplanering i skråningstopp må utføres før boliger og veg i skråningstopp etableres og tas i bruk (utbyggingstrinn 5, figur 8-2 i revidert vurderingsrapport).</i></p> <p><b>Rambøll: rapport må revideres slik at rekkefølgebestemmelsene er i tråd med kommentarer fra Multiconsult over. IG</b></p> <p><b>Rambøll 01.09.30: Rekkefølgebestemmelser oppdatert i ny revisjon, OK</b></p>

Dokumenter er kontrollert mot sjekklister av:

Digitally signed by  
 Kristin Eikemo  
 Opdal  
 Date: 2020.09.01  
 14:58:15 +02'00'

Kristin Eikemo Opdal

Digitally signed by Helle Bråtteng  
 Olsen  
 DN: cn=Helle Bråtteng Olsen,  
 c=NO, o=Rambøll Norge AS,  
 email=helle.b.olsen@ramboll.no  
 Date: 2020.09.01 15:04:47 +02'00'

Helle Bråtteng Olsen

Saksbehandlere