

Til: Bø kommune, Bø i Telemark  
v/: Kristin Karlbom Dahle  
Kopi til:  
Dato: 28. oktober 2013  
Rev. nr./ Rev. dato: 0  
Dokumentnr.: 20130713-01-TN  
Prosjekt: Vurdering av utført sikring, kvikkleiresone i Bø sentrum, Bø i Telemark  
Utarbeidet av: Håkon Heyerdahl  
Prosjektleder: Håkon Heyerdahl  
Kontrollert av: Øyvind A. Høydal

Hovedkontor:  
Pb. 3930 Ullevål Stadion  
0806 Oslo

Avd Trondheim:  
Pb. 1230 Sluppen  
7462 Trondheim

T 22 02 30 00  
F 22 23 04 48

Kontonr 5096 05 01281  
Org. nr 958 254 318 MVA

[ngi@ngi.no](mailto:ngi@ngi.no)  
[www.ngi.no](http://www.ngi.no)

## Vurdering av utført sikring på nordsiden av Evjudalen

### Sammendrag

Ut fra mottatte profil- og plantegninger for utført sikring av skråningen nord for Evjudalen, anses sikringen tilstrekkelig langs størstedelen av skråningen. Et parti i vestre del av skråningen er imidlertid ikke tilstrekkelig sikret, ut fra NVEs retningslinjer. Prinsipielt er en sone ikke sikret før hele skråningen er sikret, da initialscred kan inntreffe i det dårligst sikrede partiet.

Basert på informasjon om utfyllinger og tidligere topografi nord for Evjudalen er det likevel mulig å avgrense en del av kvikkleiresonen nord for Evjudalen som anses tilstrekkelig sikret. Området er vist på vedlagt tegning.

### Innhold

<b>1</b>	<b>Innledning</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Foreslåtte og utførte stabiliserende tiltak</b>	<b>2</b>
2.1	Dokumentasjon på utført sikring	2
2.2	Annet grunnlagsmateriale	2
2.3	Vurderinger av materialer benyttet i motfylling	2
2.4	Vurdering av utført sikring	3
2.5	Sikret del av sonen ved delvis utførelse av stabiliserende tiltak	6
<b>3</b>	<b>Håndtering av byggesaker innenfor sikret kvikkleiresone</b>	<b>6</b>
<b>4</b>	<b>Referanser</b>	<b>7</b>

Tegning 1 Sikret del av sonen.

### Kontroll- og referanseside

## **1 Innledning**

Bø kommune har bedt NGI gjøre en vurdering av utført skråningssikring på nordsiden av Evjudalen, og vurdere hvilken del av kvikkleiresonen i Bø sentrum som med dette vurderes å være tilstrekkelig sikret. Kontaktperson for oppdraget er Kristin Karlbom Dahle.

NGI har tidligere utført grunnundersøkelser og stabilitetsberegninger for kvikkleiresonen i Bø sentrum på oppdrag for Bø kommune (ref. /1/). Det ble da foreslått å innsnevre kvikkleiresonen nord for Evjudalen. På bakgrunn av stabilitetsberegninger ble sikring foreslått, i form av motfylling i Evjudalen. Foreslått motfylling tilfredsstiller krav til områdestabiliteten i NVEs retningslinjer, som utløses ved planer om arealutvikling innenfor kvikkleiresonen (ref. /2/).

Ved utført sikring som foreslått, vil arealutvikling av sentrumsområdene innenfor kvikkleiresonen være mulig, men under visse betingelser, se avsnitt 3.

## **2 Foreslåtte og utførte stabiliserende tiltak**

### ***2.1 Dokumentasjon på utført sikring***

Bø kommune har utført arbeider med etablering av gangveger i Evjudalen. Arbeidene har også omfattet utlegging av motfyllinger. NGI har mottatt profiler og plantegninger for planlagt/utført sikring. Motfylling i østre del av skråningen er beskrevet i ref. /3/. Motfylling i vestre del av skråningen er beskrevet i ref. /5/ (erstatte første mottatte versjon av utført sikring, gitt i ref. /4/).

Det er ikke utført befaring i forbindelse med oppdraget for å kontrollere hva som faktisk er utført av sikring, og vurderingene er derfor kun basert på tilsendt materiale.

### ***2.2 Annet grunnlagsmateriale***

Multiconsult AS har oversendt eldre grunnundersøkelsesdata og skisser av utført oppfylling i vestre del av kvikkleiresonen på nordsiden av Evjudalen (ref. /6/).

Bø kommune oversendte 21.10.2013 topografisk kart med 1 m kotegrunnlag som viser situasjonen før oppfyllingene på nordsiden av Evjudalen ble utført.

### ***2.3 Vurderinger av materialer benyttet i motfylling***

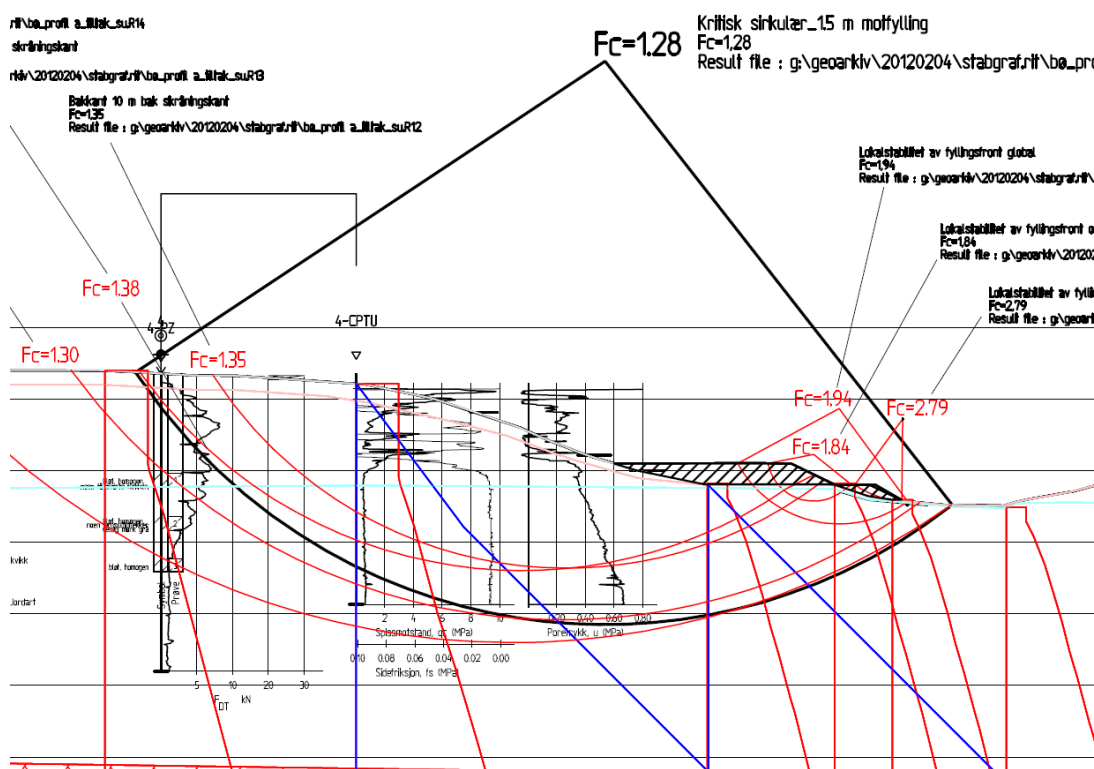
Ut fra ref. /3/ består utført oppfylling i østre del av skråningen delvis av stedlige masser, med drenslag av grus i underkant. Foreslått motfylling (ref. /1/) var forutsatt å bestå av steinmasser, som har bedre styrkeparametre enn stedlige masser. Likevel anses andre massetyper akseptable, da kritiske glideflater bryter ut foran motfyllingen. Det er derved i hovedsak vekten av motfyllingen som påvirker

stabiliteten. Noe dårligere drenerte styrkeparametre i fyllmassene enn forutsatt har da liten betydning.

## 2.4 Vurdering av utført sikring

For en vurdering av om utført oppfylling er tilstrekkelig, er utvalgte profiler fra ref. /3/ og /5/ sammenliknet med foreslått motfylling fra ref. /1/. Stabilitetsberegning og foreslått motfylling i et profil på nordsiden av Evjudalen (ref. /1/) er vist på Figur 1.

- ➔ Foreslått motfylling har et volum på ca.  $17 \text{ m}^3/\text{lm}$ , fordelt nokså symmetrisk over en fyllingsbredde på 20 m. Skråningen er nokså ensartet, slik at tilsvarende tiltak er foreslått for hele skråningen på nordsiden av Evjudalen (vest for bekkelukkingen).



Figur 1 Foreslått motfylling på nordsiden av Evjudalen (skravert areal) fra ref. /1/. Volum av motfylling er ca.  $17 \text{ m}^3/\text{lm}$  fordelt over en bredde på ca. 20 m.

For planlagt/utført sikring i hht. ref. /3/ og /5/ er fyllingsvolum over 20 m bredde nærmest skråningen estimert for utvalgte profiler, og sammenstilt i Tabell 1. Den øverste delen av Tabell 1 er basert på ref. /5/, og gjelder fra sonegrensen i vest og fram til stedet der gangvegen svinger sørover og krysser Evjudalen.

- Bekkelukking i vest - profil 100:
  - o Fra bekkelukking i vest og fram til ca. profil 100 er det ut fra materiale fra ref. /6/ fyllmasser. Grunnundersøkelser forut for oppfyllingen har påvist en ca. 1,5 m tykk sone med sprøbruddmateriale i 4,5-6 m dybde under bunn av Evjudalen, men boringene indikerer ikke kvikkleire bakover i den opprinnelig skråningen ned til 10 m under dalbunnen. Området er derfor ikke løsneområde for kvikkleireskred, og vurderes tilstrekkelig sikret. Profil 100 sammenfaller med foreslått avgrensning av oppfylling i tegning 012 i ref. /1/.
- Profil 100-150:
  - o Her er det ikke utført sikring i hht. tegning 012 i ref. /1/ utover vanlig vegprofil.
- Profil 150-250:
  - o På dette partiet utgjør utført sikring ca. 25-60 % av angitt sikringsbehov. Det er lagt til grunn "vesentlig forbedring" av stabilitetsforholdene sammenliknet med nå-situasjonen, i hht. NVEs retningslinjer (ref. /2/).
- Profil 250-520:
  - o Videre fram til punktet der gangvegen svinger sørover og krysser Evjudalen, er sikringen i hovedsak tilstrekkelig, med unntak av enkelte profiler. Helheten av sikringen anses likevel tilfredsstillende langs dette partiet. Eksempelvis er topografien noe gunstigere ved profil 320, slik at stabilitetsforholdene her antas bedre enn i brattere partier av skråningen.

Den nederste delen av Tabell 1 er basert på ref. /3/, og gjelder strekningen øst for stedet der gangvegen krysser Evjudalen.

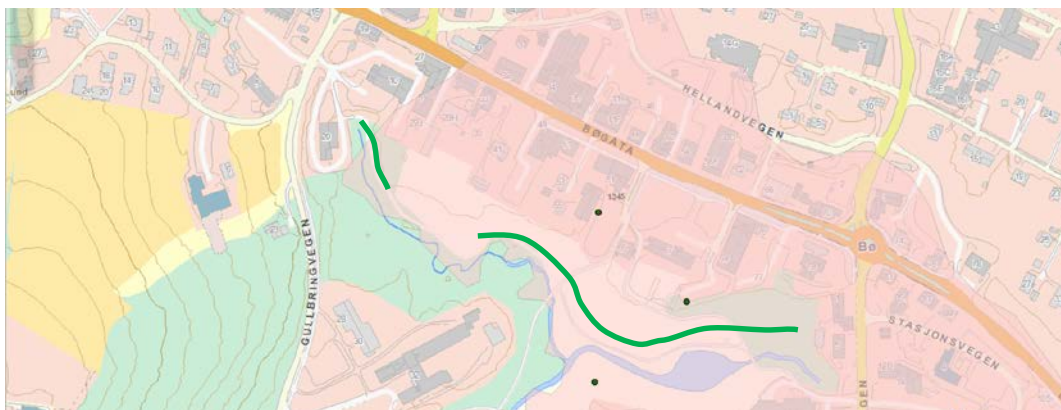
- Profil 0-40:
  - o På dette partiet er sikringen tilfredsstillende (noe større enn foreslått).
- Profil 40-bekkelukking i øst
  - o Tverrsnittet av oppfyllingen avtar noe øst for profil 40, men her blir også topografien gradvis mer gunstig, og behovet for sikring avtar da tilsvarende. Oppfylt areal i dette området (øst for gangvegen, vest for bekkelukkingen) samsvarer for øvrig godt med foreslått oppfylling skissert på tegning 012 i ref. /1/.

Tabell 1 Utført motfylling. Fyllingsvolum over 20 m bredde av motfyllingen.

Beskrivelse	Profil nr.	Ca. fyllingsvolum over 20 m fyllingsbredde (m <sup>3</sup> /lm)	Vurdering
Vest for gangveg og til soneregrense i vest (ref. /5/).	Bekkelukking-100	Ingen motfylling	Akseptabel basert på ref. /6/ (fyllmasser og ikke kvikkleire i skråningen)
	100-150	Ingen motfylling	Ikke tilstrekkelig ut fra ref. /5/.
	160	7	Ikke tilstrekkelig ut fra ref. /5/. Kun delvis sikring. Evt. avvik må diskuteres med NVE (ca. 20-60% sikring)
	180	10	
	200	4	
	220	5	
	240	8	
	260	18	
	280	12,5	Akseptabel basert på ref. /3/ og /5/.
	300	12	
	320	6	
	340	19	
	360	20	
	380	17	
	400	24	
	420	16	
	440	21	
	460	16	
480	8		
500	15		
520	5		
Øst for gangveg og til bekkelukking (ref. /3/).	10	22	
	20	21	
	30	21	
	40	18	
	50	11	
	60	5	

Oppsummering:

- Strekning fra bekkelukking i vest fram til profil 100, samt strekning fra profil 260 og fram til bekkelukking i øst vurderes tilstrekkelig sikret.
- Strekning mellom profil 100 og profil 260 ca. 150 m fram til soneregrensen mot vest er enten delvis sikret (60 m) eller usikret (90 m fra soneregrensen).
- Strekning med tilstrekkelig sikring er angitt med grønt på Figur 2 (avmerket strekning vest i sonen er oppfylt område hvor sonderinger ikke indikerer kvikkleire, jfr. diskusjon ovenfor).



Figur 2 Strekninger nord for Evjudalen med tilstrekkelig sikring angitt med grønt

### 2.5 Sikret del av sonen ved delvis utførelse av stabiliserende tiltak

Den del av kvikkleiresonen som ligger nord for Evjudalen kan vurderes som en separat sone, uavhengig av områdene på sørsiden av bekken. Utført sikring har forbedret stabiliteten betydelig langs et mer enn 300 m langt parti på nordsiden av Evjudalen, dvs. fra bekkelukking under Stasjonsvegen og vestover. Det gjenstår imidlertid et parti av skråningen som ikke er sikret tilstrekkelig.

En angivelse av sikret del av en kvikkleiresone basert på ufullstendig sikring av en skråning er usikker, nettopp ut fra hvordan kvikkleireskred opptrer. Sikkerheten kan antas å øke gradvis med økende avstand fra usikret del av skråningen, noe som i prinsippet si at sikkerheten vil være best lengst i øst. Det er likevel initialskredet det skal sikres mot. Når et kritisk parti ikke er sikret, kan situasjonen ikke sies å være tilfredsstillende for sonen nord for Evjudalen som helhet. Et brudd i usikret del av skråningen (hvor stabiliteten antas å være dårligst) må forventes å spres seg sideveis, også inn i partier av skråningen som er sikret.

Det oversendte kartet (ref. /7/), som viser detaljert topografi i Bø sentrum før oppfylling av tidligere raviner, gir imidlertid likevel adgang til å angi et sikret område, avgrenset av tidligere ravine som har strukket seg nordover og helt over Bøgata. Området øst for denne tidligere ravinen kan anses sikret, men området vest for ravinen må fortsatt vurderes som usikret, på tross av at deler av den videre skråningen er sikret. Jfr. vedlagte tegning nr. 1, hvor sikret område er skravert.

## 3 Håndtering av byggesaker innenfor sikret kvikkleiresone

For avgrenset område hvor tilstrekkelig sikring er etablert, vil det generelt være mulig å drive arealutvikling innenfor deler av nåværende kvikkleiresone i Bø sentrum.

Kvikkleiresonen i Bø sentrum vil imidlertid utgjøre en faresone med tanke på leirskred også etter utført sikring. Nye prosjekter innenfor sikret del av sonen må fortsatt forholde seg til NVEs retningslinjer (ref. /2/). Områdestabiliteten vil

imidlertid være løst for dagens topografi og belastningsforhold, for de arealer hvor sikringen har effekt.

For nye byggeprosjekter, må byggherre v/geoteknisk prosjekterende sørge for at kvikkleireproblematikken håndteres korrekt. Kvikkleireproblematikk vil inngå i ordinær prosjektering av geoteknisk løsninger (byggegrop, fundamentering, grøfter osv), men slike prosjekter ligger normalt utenfor virkeområdet til NVE-retningslinjene. Dersom prosjektet påvirker områdestabiliteten negativt, må retningslinjene i ref. /2/ likevel følges, selv om området fra før er sikret.

For byggesaksbehandling innenfor sikret del av sonen vil de viktigste punktene mhp. kvikkleireproblematikken således være følgende:

- ➔ Arealutvikling i sikret del av kvikkleiresonen er mulig så lenge områdestabiliteten ikke forringes, sammenliknet med tilstanden etter sikring. Tiltak som forbedrer, eller ikke forverrer, områdestabiliteten, kan realiseres.
- ➔ På reguleringsplan for området bør det fremgå at nye prosjekter innenfor sikret del av sonen forutsetter at områdestabiliteten ikke forringes.
- ➔ Dersom et prosjekt medfører at områdestabiliteten forringes, må prosjektet håndteres ut fra kravene i veiledningen (ref. /2/). Dvs. krav til minimumsfaktor for materialfaktor for områdestabiliteten gjøres gjeldende, eller det stilles krav til stabiliserende tiltak som angitt i NVEs veiledning, (ref. /2/), avhengig av tiltakstype og sonens faregrad<sup>1</sup>.

#### 4 Referanser

- /1/ NGI (2013): Geoteknisk utredning av kvikkleiresone 1345 Bø sentrum, Bø i Telemark. Stabilitetsvurderinger. Oppdrag for Bø kommune, Bø i Telemark. Rapport nr. 20120204-01-R, datert 23. mai 2013.
- /2/ NVE (2011): Retningslinjer 2/2011. Flaum- og skredfare i arealplanar. Revidert 15. april 2011. ISSN: 1501-9810.
- /3/ Asplan Viak (2013): Gangveger i Evjudalen, Bø. Oppdragsnr. 530697, tegning nr. TC 11, TF 02, T GH 08, TU 18 tom. 21 (alle tegninger rev. 01-B, datert 18.06.2013).
- /4/ Asplan Viak (2012): Konkurransesgrunnlag. Prosjekt Gangveger i Evjudalen, Bø kommune. Utgave 01.06.2012.

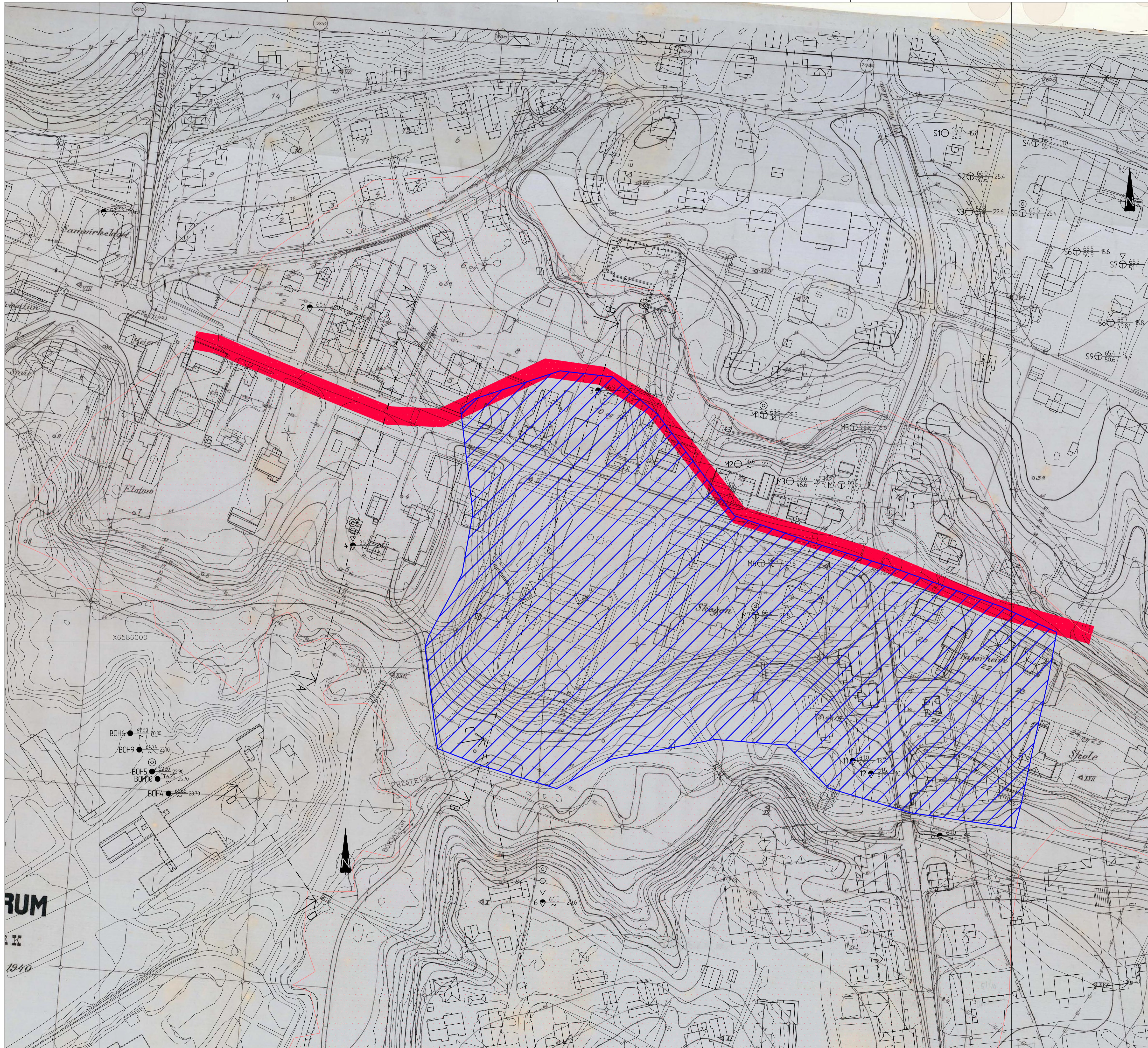
---

<sup>1</sup> Det pågår for tiden et revisjonsarbeid med NVE-veilederen, men dette er ennå ikke avsluttet.



- /5/ Asplan Viak (2013): Gangveger i Evjudalen. Oppdrag 530697, tegninger revidert 18.02.2013.
- /6/ Multiconsult AS. Grunnundersøkelsesdata fra Evjudalen i Bø sentrum, oversendt til Bø kommune pr. epost fra Arvid Straumsnes 17. oktober 2013 (5 sider). Videre sendt NGI samme dato.
- /7/ Knut Vik (1940?). Kart over Bø sentrum. Oppmålt 1939-40. M=1:1000, ekvidistanse 1 m. Oversendt fra Bø kommune 21. oktober 2013.





**FORKLARINGER:**

- |                  |                       |              |                    |
|------------------|-----------------------|--------------|--------------------|
| ● Dreiesonering  | ★ Fjellkontrollboring | ⊙ Prøveserie | ⊖ Poretrykksmåling |
| ○ Enkel sonering | ♦ Dreietrykksonering  | □ Prøvegrop  | ⚒ Fjell i dagen    |
| ▽ Trykksonering  | ⊕ Totalsonering       | +            | Vingeboring        |

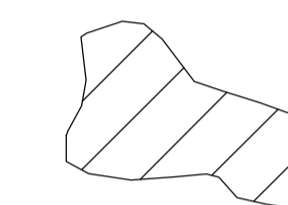
Borhull nr.      Terrenng (bunn) kote      Boret dybde + (boret i fjell)  
   Antall fjellkote



Foreslått justert soneline  
(jfr. NGI-rapport 20120204-2-R)



Utstrekning dagens kvikkleiresone



Område som anses sikret  
(jfr. NGI-notat 20130713-01-TN)

Tegningsfil:	Tegning:	Rev:
Sikret del av sonen	1	0

Rev	Beskrivelse	Date	Tegn	Kont	Godk
<p><b>Bø kommune (Bø i Telemark)</b>  <b>Kvikkleiresone i Bø sentrum</b></p>					
<p>Vurdering av utført sikring på nordsiden av Evjudalen          Sikret del av sonen</p>					
1:1000					
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no			Date 25.10.2013	Korrektur / Tegnet HHe	Godkjent OAH
Oppdrag nr. 20130713			Tegning nr. 1	Godkjent HHe Rev. 0	



# Kontroll- og referanseside/ Review and reference page



<b>Dokumentinformasjon/Document information</b>														
<b>Dokumenttittel/Document title</b> Vurdering av utført sikring, kvikkleiresone i Bø sentrum, Bø i Telemark Vurdering av utført sikring på nordsiden av Evjudalen						<b>Dokumentnr./Document No.</b> 20130713-01-TN								
<b>Dokumenttype/Type of document</b>		<b>Distribusjon/Distribution</b>				<b>Dato/Date</b> 2013-10-28								
Teknisk notat / Technical Note		Begrenset/Limited				<b>Rev.nr.&amp;dato/Rev.No.&amp;date</b> 0								
<b>Oppdragsgiver/Client</b> Bø kommune, Telemark														
<b>Emneord/Keywords</b> Kvikkleire, stabilitet, sikringstiltak														
<b>Stedfesting/Geographical information</b>														
<b>Land, fylke/Country, County</b> Norge, Telemark						<b>Havområde/Offshore area</b>								
<b>Kommune/Municipality</b> Bø i Telemark						<b>Feltnavn/Field name</b>								
<b>Sted/Location</b> Bø sentrum						<b>Sted/Location</b>								
<b>Kartblad/Map</b> 1614 I Bø						<b>Felt, blokknr./Field, Block No.</b>								
<b>UTM-koordinater/UTM-coordinates</b> Sone 32 N6585896 E503699														
<b>Dokumentkontroll/Document control</b>														
<b>Kvalitetssikring i henhold til/Quality assurance according to NS-EN ISO9001</b>														
<b>Rev./Rev.</b>	<b>Revisjonsgrunnlag/Reason for revision</b>					<b>Egen-kontroll/ Self review av/by:</b>		<b>Sidemanns-kontroll/ Colleague review av/by:</b>		<b>Uavhengig kontroll/ Independent review av/by:</b>		<b>Tverrfaglig kontroll/ Inter-disciplinary review av/by:</b>		
0	Originaldokument					HHe		OAH						
<b>Dokument godkjent for utsendelse/ Document approved for release</b>						<b>Dato/Date</b> 28. oktober 2013		<b>Sign. Prosjektleder/Project Manager</b> Håkon Heyerdahl						

NGI (Norges Geotekniske Institutt) er et internasjonalt ledende senter for forskning og rådgivning innen geofagene. Vi utvikler optimale løsninger for samfunnet, og tilbyr ekspertise om jord, berg og snø og deres påvirkning på miljøet, konstruksjoner og anlegg.

Vi arbeider i følgende markeder: olje, gass og energi, bygg, anlegg og samferdsel, naturskade og miljøteknologi. NGI er en privat stiftelse med kontor og laboratorier i Oslo, avdelingskontor i Trondheim og datterselskap i Houston, Texas, USA.

NGI ble utnevnt til "Senter for fremragende forskning" (SFF) i 2002.

[www.ngi.no](http://www.ngi.no)

NGI (Norwegian Geotechnical Institute) is a leading international centre for research and consulting in 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 oil, gas and energy, building and construction, transportation, natural hazards and environment sectors. NGI is a private foundation with office and laboratory in Oslo, branch office in Trondheim and daughter company in Houston, Texas, USA.

NGI was awarded Centre of Excellence status in 2002.

[www.ngi.no](http://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.



Hovedkontor/Main office:  
PO Box 3930 Ullevål Stadion  
NO-0806 Oslo  
Norway

Besøksadresse/Street address:  
Sognsveien 72, NO-0855 Oslo

Avd Trondheim/Trondheim office:  
PO Box 1230 Sluppen  
NO-7462 Trondheim  
Norway

Besøksadresse/Street address:  
Pirsenteret, Havnegata 9, NO-7010 Trondheim

T: (+47) 22 02 30 00  
F: (+47) 22 23 04 48

[ngi@ngi.no](mailto:ngi@ngi.no)  
[www.ngi.no](http://www.ngi.no)

Kontonr 5096 05 01281/IBAN NO26 5096 0501 281  
Org. nr/Company No.: 958 254 318 MVA

BSI EN ISO 9001  
Sertifisert av/Certified by BSI, Reg. No. FS 32989