



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

Dokumentet må ikke benyttes i utdrag eller til andre formål enn det dokumentet omhandler. Dokumentet må ikke reproduseres eller leveres til tredjemann 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 deals with. The document shall not be copied, in parts or in whole, or be given to a third party without the proprietor's consent. No changes or amendments to the document shall be made without consent from NGI.

Til: **NVE Region Sør**
v/: **Eirik Traae**
Fra: **Norges Geotekniske Institutt**
Dato: **2007-09-26**
Prosjekt: **20041160 Sikkerhet mot leirskred. Lier kommune**
Utarbeidet av: **Tonje Eide Helle**

Tittel: **Heving av bekkebunn i Vellingbekken**

Innhold

1	INNLEDNING	2
2	STABILITETSANALYSER	2
	2.1 Topografi og grunnforhold	2
	2.2 Skjærstyrke	2
	2.3 Analysemetode	3
3	RESULTATER	3
4	KONKLUSJONER	4
5	REFERANSER	5

Tegninger

- 013 Stabiliserende tiltak Vellingbekken
- 106 Profil E-E Tverrprofil Vellingbekken. Stabilitet
- 107 Profil F-F Tverrprofil Vellingbekken. Stabilitet

Kontroll- og referanseside

1 INNLEDNING

NGI har på oppdrag fra NVE Region Sør beregnet nødvendig heving av bekkebunnen i Vellingbekken for å oppnå tilfredsstillende stabilitet av området.

Vellingbekken går gjennom flere kvikkleiresoner. Kvikkleiresonene Renskaug og Renskaug Nordre er begge klassifisert til faregradklasse *høy*, konsekvensklasse henholdsvis *mindre alvorlig* og *alvorlig*, og risikoklasse henholdsvis 3 og 4, ref. /1/. Under den store nedbørsperioden og flommen i juli 2007 ble det observert flere utglidninger og erosjonssår langs skråningene.

I Vellingbekkens nedre del går bekken gjennom kvikkleiresonene Renskaug Søndre og Østdal. Begge sonene er i faregradklasse *middels*, konsekvensklasse henholdsvis *alvorlig* og *mindre alvorlig*, og risikoklasse henholdsvis 3 og 2, ref. /1/. Det ble under flommen ikke rapportert om utglidninger langs disse sonene, men anlegget fullføres i sin helhet til samløpet av Lierelva.

Dette notatet omhandler stabiliserende tiltak langs Vellingbekken for å heve sikkerheten til krav om "forbedring" i de utbygde områdene i henhold til vedlegg 2 i NVE's retningslinjer for planlegging og utbygging i fareområder langs vassdrag, ref. /2/.

2 STABILITETSANALYSER

2.1 Topografi og grunnforhold

Renskaug Nordre er utbygd med et boligfelt på toppen av skråningen ned mot Vellingbekken. Bebyggelsen ligger enkelte steder på skråningskanten. Renskaug har spredt bebyggelse, og mesteparten av bebyggelsen ligger lenger inne på plataet. Sonene har begge svært bratte skråninger ned mot Vellingbekken, med større høydeforskjeller på vestsiden av bekken mot sonen Renskaug.

Renskaug Søndre og Østdal er ikke blitt videre undersøkt i forbindelse med sikringstiltakene. Skråningshøyden og -helningen er omtrent lik i de to sonene. Høyden har avtatt i forhold til Renskaug. Sonen Østdal har ingen bebyggelse, mens Renskaug Søndre er bebygd med to gårdsbruk.

For beskrivelse av grunnforholdene henvises til NGI-rapport nr. 83014-1, ref. /3/, og 20041160-3, ref. /4/.

2.2 Skjærstyrke

Det er utført stabilitetsanalyser i flere kritiske tverrprofil langs Vellingbekken. Profil E-E og F-F er rapportert i dette notatet. Se vedlagt tegning nr. 013.

Stabilitetsforholdene er bestemt på basis av den udrenerte skjærstyrke, s_u . Skjærstyrken er tolket fra CPTU i kvikkleireområdet, og fra SHANSEP der kvikkleiremektigheten avtar ut mot skråningen. Det er iberegnet et overkonsolideringsforhold (OCR) fra et antatt tidligere

terrengnivå på kote +52 i Renskaug og Renskaug Nordre, og kote +45 i Østdal og Renskaug Søndre. Grunnvannstand er satt til 3 m under terreng på platåene med minkende dybde mot Vellingbekken.

Shanseprofiler er beregnet fra følgende formel:

$$s_{uA} = \alpha p_0' \times OCR^m$$

hvor: $\alpha = 0,30-0,34$

$$m = 0,65-0,85$$

$$OCR = p_c' / p_0'$$

p_0' = effektivt overlagringstrykk

p_c' = forkonsolideringstrykk ut fra antatt tidligere terrengnivå

2.3 Analysemetode

Stabilitetsberegningene er utført med programmet Postograf. Postograf baserer seg på en likevektsbetraktning i bruddgrensetilstanden, "Limit equilibrium method" (LEM).

Beregningene er utført med sirkulære glideflater. I beregningene er det tatt hensyn til at leire er et anisotrop materiale, det vil si at skjærstyrken varierer med glideflatens helning. På grunnlag av erfaringstall fra forsøk på en rekke norske leirer er forholdet mellom styrkeverdiene for de ulike sonene satt til:

$$s_{uD} = 0,7 s_{uA} \text{ og } s_{uP} = 0,4 s_{uA}$$

Det er utført beregninger med stabiliserende tiltak som fører til en "forbedring" i henhold til vedlegg 2 i NVE's retningslinjer for planlegging og utbygging i fareområder langs vassdrag, ref. /2/.

3 RESULTATER

Det er utført stabilitetsberegninger av flere profiler langs Vellingbekken. De mest kritiske presenteres i dette notatet. Prinsippskisser for tiltak for ulike strekninger langs Vellingbekken er vist på tegning nr. 013.

3.1.1 Profil E-E

Profil E-E er det mest kritiske profilet i elveskråningen på østsiden av Vellingbekken, i sonen Renskaug Nordre. Den beregningsmessige sikkerheten av dagens terreng er 0,99. Skråningen er i labil likevekt.

Ved å øke den beregningsmessige sikkerheten i henhold til ”forbedring” må sikkerheten økes med 10 %, til 1,10. Tilfredsstillende sikkerhet oppnås ved å legge ut en motfylling som vist på tegning nr. 106. Dette tiltaket er representativt for tiltak i bekkens midtre del som vist på tegning nr. 013.

3.1.2 Profil F-F

Profil F-F befinner seg på vestsiden av Vellingbekken, i sonen Renskaug. Profilet har større høydeforskjeller enn Profil E-E. Den beregningsmessige sikkerheten av profilet er 0,79. Stabiliteten av skråningen er labil.

Ved en heving av bekkebunnen som foreslått for Profil F-F (tegning 107), forbedres ikke den beregningsmessige sikkerheten. Det er flere kritiske glidesirkler i skråningen, hvorav den ene har utgående i nivå ovenfor det planlagt sikrede nivået. Det vil bli svært kostbart å heve sikkerheten for denne glidesirkelen med motfylling. Det mest prisgunstige og praktiske blir trolig å senke terrenget i toppen av skråningen.

Ved å dose ned toppen av skråningen med 2 m til kote +46 i Profil F-F, vil den beregningsmessige sikkerheten økes til 0,86. Dette tilsvarer en forbedring på 8,9 %. De neddoste massene kan benyttes til anlegging av ny vegetasjon langs Vellingbekken. Massene kan også inngå som del av den ekstra motfyllingen på 1,5 m tykkelse langs Renskaug Nordre. Massene vil være lett eroderbare og må derfor ikke komme i kontakt med bekken og utsettes for erosjon.

Områder som bør neddoses er avmerket på tegning nr. 013. Ved neddosering av terrenget må massene føres nedover skråningen i ravedalene hvor terrenget er betydelig slakere.

4 KONKLUSJONER

De stabiliserende tiltakene er beregnet i henhold til krav om ”forbedring”. Dette oppnås langs sonene Renskaug Nordre og Sønner ved å heve bekkebunnen med 3 m. I tillegg må sidene av nytt bekkeløp heves med ytterligere 1,5 m stein i ulike bredder nedover Vellingbekken som vist på prinsippskissene på tegning nr. 013. Tiltak for nedre del som skissert fortsettes til kulvert under Vestsideveien ved Eikenga.

I kvikkleiresonen Renskaug anbefales en neddosering av toppen av skråningen for å heve den beregningsmessige sikkerheten.



5 REFERANSER

- /1/ Norges Geotekniske Institutt (2005)
Risiko for kvikkleireskred, Lier kommune. Stabilitet og forslag til sikringstiltak.
Rapport nr. 20041160-1, datert 26. oktober 2005

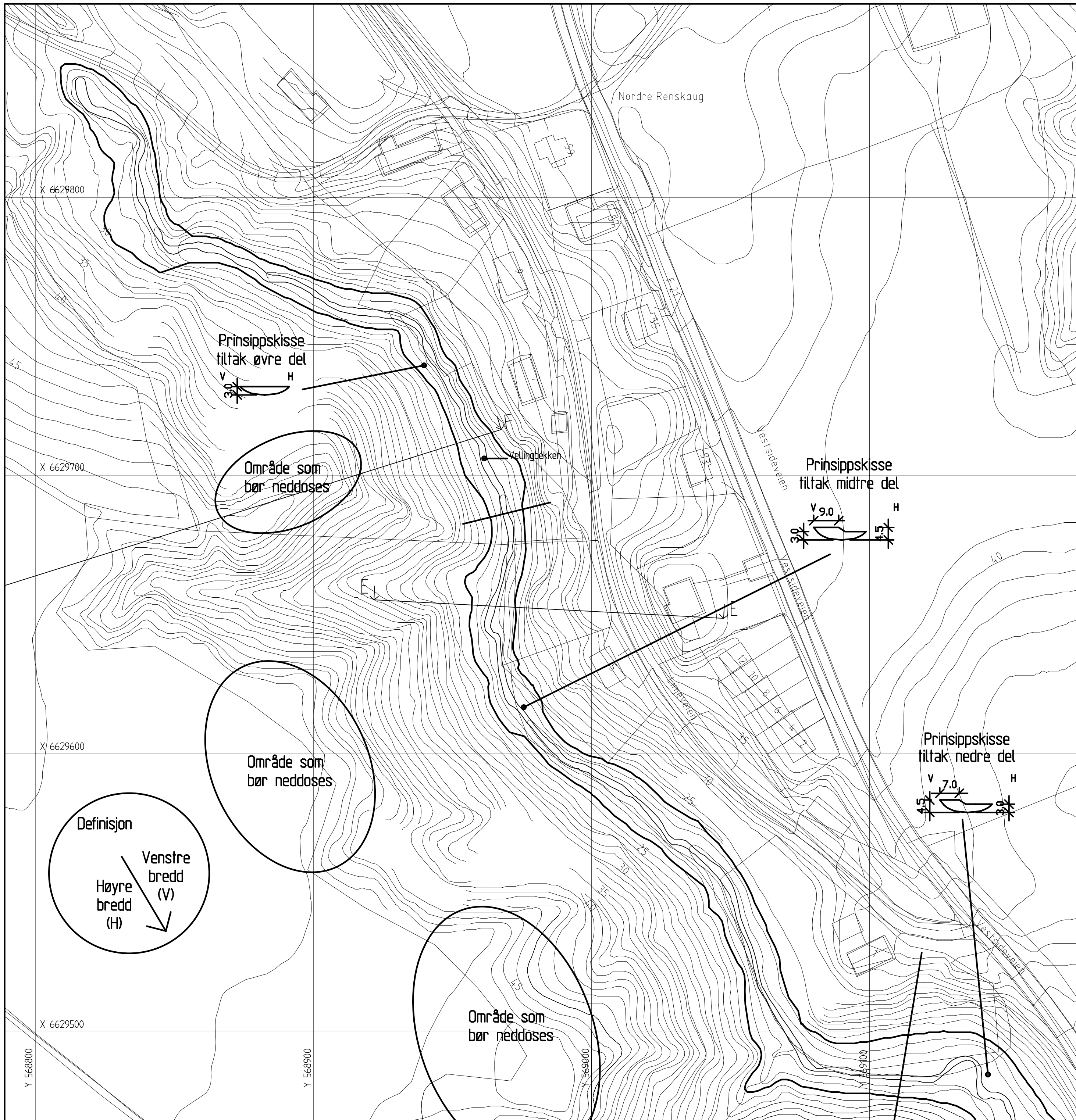
- /2/ Norges Vassdrags- og Energidirektorat (2007)
Retningslinjer for planlegging og utbygging i fareområder langs vassdrag.
Foreløpig utgave.
Retningslinjer nr. 1 2007

- /3/ Norges Geotekniske Institutt (1988)
Kartlegging av områder med potensiell fare for kvikkleireskred. Rapporten
omfatter kartblad Lier. M = 1: 50 000.
Rapport nr. 83014-1, datert 1. juli 1988

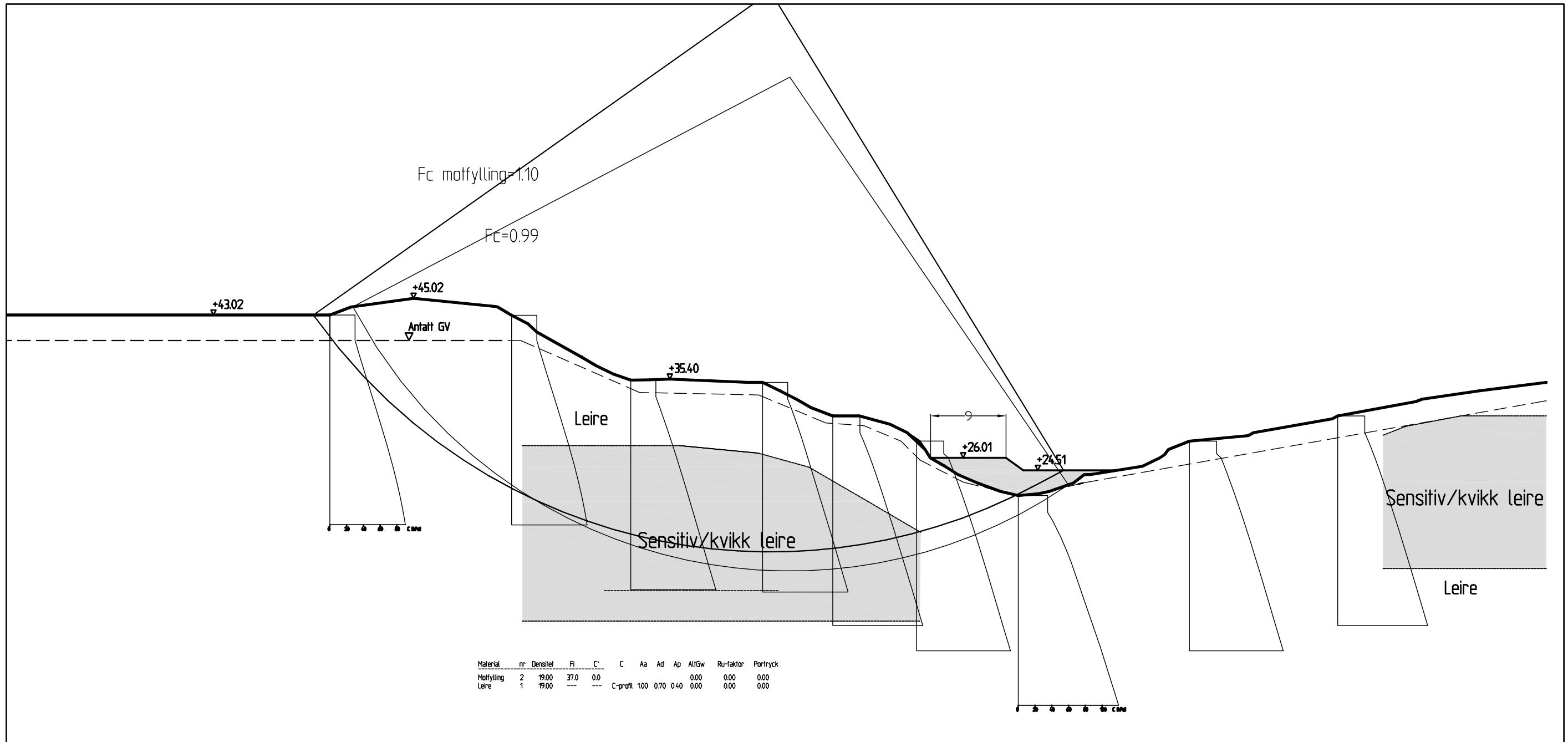
- /4/ Norges Geotekniske Institutt (2007)
Vurdering av skredfare som følge av flom – Eikenga og Linjeveien
Rapport nr. 20041160-3, datert 20. august 2007



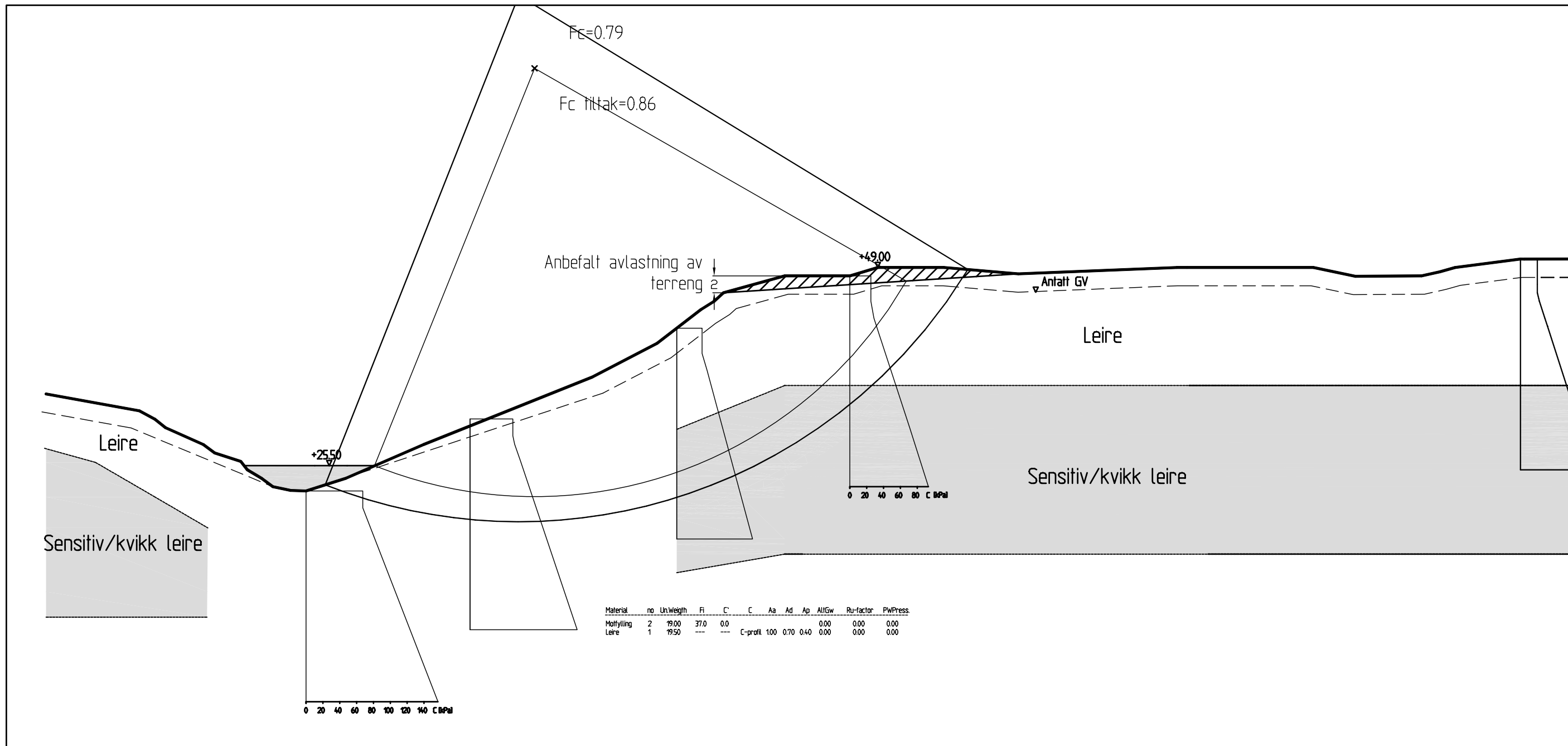
Tegninger



Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
SIKKERHET MOT LEIRSKRED LIER KOMMUNE		Status Original format A-2 Tegningens filnavn \2004\1160\2007\013.dwg Målestokk 1 : 1000			
STABILISERENDE TILTAK VELLINGBEKKEN					
NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT Postboks 3930 Ullevål Stadion, 0806 OSLO Sognsveien 72 Tlf: 22 02 30 00 Fax: 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato 26.09.2007 Oppdragsnr. 20041160	Konstr./Tegnet Tegningsnr. 013	Kontrollert Rev.	Godkjent



Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Konfr.	Godkj.
SIKKERHET MOT LEIRSKRED LIER KOMMUNE		Status			
Profil E-E Tverrprofil Vellingbekken Stabilitet		Original format A-3		Tegningens filnavn ...\\2007\Vellingbekken2007_ProfilE.dwg	
Norges Geotekniske Institutt Postboks 3930 Ullevål Stadion, 0806 OSLO Sognsveien 72 Tlf: 22 02 30 00 Fax: 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato 26.09.2007	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
		Oppdragsnr. 20041160	Tegningsnr. 106	Rev.	



Material	no	Un	Weight	Fi	C	C	Aa	Ad	Ap	AllGw	Ru-factor	PwPress
Mottylling	2	19.00	37.0	0.0						0.00	0.00	0.00
Leire	1	19.50	---	---	C-profil	100	0.70	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
SIKKERHET MOT LEIRSKRED LIER KOMMUNE		Status			
Profil F-F Tverrprofil Vellingbekken Stabilitet		Original format A-3			
Norges Geotekniske Institutt Postboks 3930 Ullevål Stadion, 0806 OSLO Sognsveien 72 Tlf: 22 02 30 00 Fax: 22 23 04 48 www.ngi.no		Tegningens filnavn ..\2007\Vellingbekken2007_ProfilE.dwg		Målestokk 1:500	
Dato 26.09.2007		Konstr./Tegnet Oppdragsnr. 20041160		Kontrollert Godkjent Rev.	
Tegningsnr. 107					



Kontroll- og referanseside/ Review and reference page



Dokumentinformasjon/Document information					
Dokumenttittel/Document title Heving av bekkebunn i Vellingbekken			Dokument nr/Document No. 20041160		
Dokumenttype/Type of document		Distribusjon/Distribution		Dato/Date 2007-09-26	
<input type="checkbox"/> Rapport/Report <input checked="" type="checkbox"/> Teknisk notat/Technical Note		<input type="checkbox"/> Fri/Unlimited <input checked="" type="checkbox"/> Begrenset/Limited <input type="checkbox"/> Ingen/None		Rev.nr./Rev.No.	
Oppdragsgiver/Client NVE Region Sør					
Emneord/Keywords quick clay, slope stability, risk assessment					
Stedfesting/Geographical information					
Land, fylke/Country, County Buskerud			Havområde/Offshore area		
Kommune/Municipality Lier			Feltnavn/Field name		
Sted/Location Vellingbekken			Sted/Location		
Kartblad/Map 1814 IV			Felt, blokknr./Field, Block No.		
UTM-koordinater/UTM-coordinates 32VNM695290					
Dokumentkontroll/Document control					
Kvalitetssikring i henhold til/Quality assurance according to NS-EN ISO9001					
Rev./ Rev.	Revisjonsgrunnlag/Reason for revision	Egen- kontroll/ Self review av/by:	Sidemanns- kontroll/ Colleague review av/by:	Uavhengig kontroll/ Independent review av/by:	Tverrfaglig kontroll/ Inter- disciplinary review av/by:
0	Original dokument	TEH	OG		
Dokument godkjent for utsendelse/ Document approved for release		Dato/Date 26.09.2007		Sign. Prosjektleder/Project Manager Odd Gregersen	