

# Teknisk notat



Til: Telemark Vestfold Utvikling A/S  
v/ Morten Borge  
Kopi:  
Fra: NGI  
Dato: 25. januar 2012  
Dokumentnr.: 20120092-00-1-TN  
Prosjekt: Vestheimvegen, Porsgrunn  
Utarbeidet av: Øyvind Armand Høydal  
Prosjektleder: Øyvind Armand Høydal  
Kontrollert av: Håkon Heyerdahl

Hovedkontor:  
Pb. 3930 Ullevål Stadion  
0806 Oslo

Avd Trondheim:  
Pb. 1230 Pirsenetret  
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  
www.ngi.no

## Stabiliserende tiltak

### Innhold

<b>1</b>	<b>Innledning</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Krav til sikkerhet</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Stabilitetsanalyser</b>	<b>3</b>
3.1	Generelt	3
3.2	Beregninger dagens situasjon	3
3.3	Beregninger for forbedret situasjon	4
<b>4</b>	<b>Konklusjon og anbefalinger</b>	<b>6</b>

### Kontroll- og referanseside

## 1 Innledning

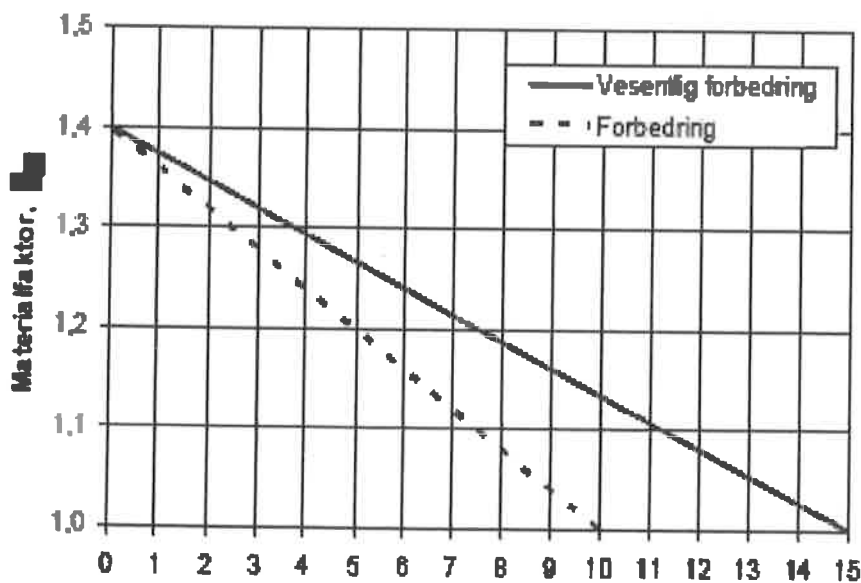
I 2007 utførte NGI grunnundersøkelser og stabilitetsvurderinger av tomteområde Eikelund vest for Porsgrunnselva (Ref 1:NGI rapport 20071089-1). Tomteområdet ligger i kvikkleirefasesonen Stadion. I Ref 1 ble det anbefalt at beregnet sikkerhet ble bedret med 7 % ved å senke terrenget. NGI er nå engasjert av Telemark Vestfold A/S for å vurdere en alternativ endring av geometrien.

## 2 Krav til sikkerhet

I NVE Retningslinjer 2/11, "Flaum og skredfare i arealplaner" er det en veileder for "Vurdering av områdestabilitet ved utbygging på kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper". Foreslåtte krav til sikkerhetsnivå avhenger av tiltaksklasse og faregrad til kvikkleiresonen.

Tiltaksklasse for nybygg er K3 er: "Tiltak som innebærer tilflytting av mennesker og tiltak som gjelder viktige samfunnsfunksjoner" og omfatter boliger, institusjoner, skoler, næringsbygg, VAR-anlegg, sentralt kraftnett o.l.

Etter at anbefalinger i Ref 1 ble utført har faregradklassen til faresonen Stadion blitt vurdert på nytt, bl.a. fordi NVEs sikringsanlegg er ferdigstilt. Faregradsklassen er i dag *lav*. Dette impliserer at en i stabilitetsvurderingen har krav til materialfaktor på 1,4 eller at en gjør stabiliserende tiltak som innebærer forbedring av stabilitetsforholdene, definert etter figur 3.1 i Ref2 (se nedenfor)



Figur 1 Minimumskrav til prosentvis endring av materialfaktor  $g_m$  ved topografiske endringer (fra Ref 2)



I Ref 1 ble det anbefalt 7 % forbedring (fra kurve *Vesentlig forbedring*) basert på faregradsklasse *høy*. Basert på dagens faregrad skal kurve *Forbedring* benyttes.

### 3 Stabilitetsanalyser

#### 3.1 Generelt

Stabilitetsberegningene er utført med programmet Postograf som er implementert i programpakken Geosuite, Ref. 3. Postograf baserer seg på en likevektsbetraktning i bruddgrensetilstanden, "Limit equilibrium method" (LEM).

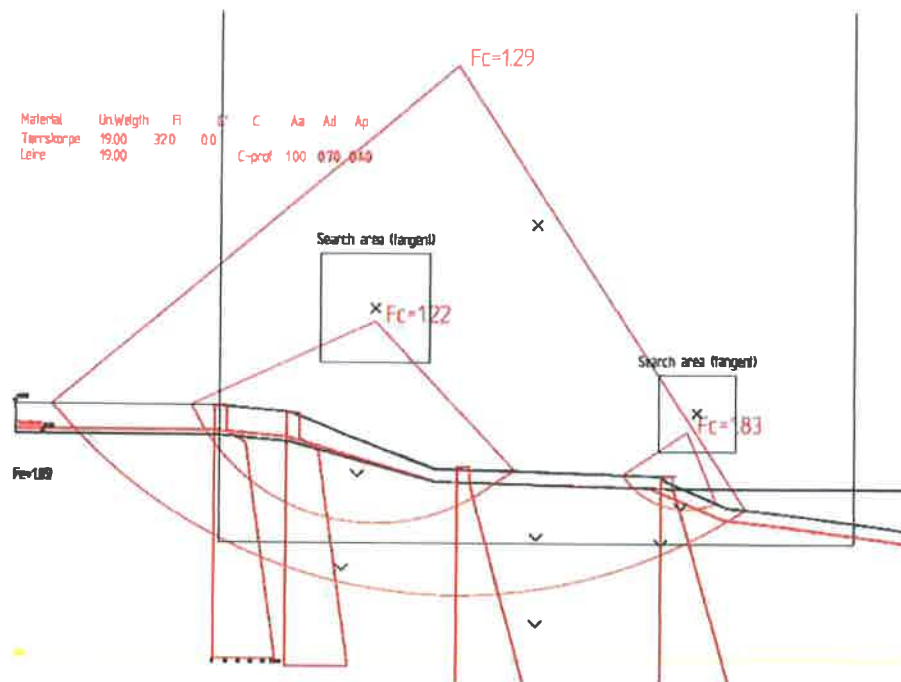
Beregningene er utført med sirkulære glideflater. Beregningene er utført for 1) dagens tilstand og 2) for en forbedret tilstand, avhengig av absoluttnivået beregnet i 1).

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 laboratorieforsøk på en rekke norske leirer er forholdet mellom styrkeverdiene for aktiv sone, den plane delen av glideflaten og passiv sone satt til:

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

#### 3.2 Beregninger dagens situasjon

Geometrien og styrkeprofilene er i prinsippet som i 2007, men beregningene er utført med en nyere versjon av stabilitetsprogrammet. Figur 2 viser at det i prinsippet er 3 kritiske sirkler som skal beregnes: 1) En storsirkel fra øvre platå med utgående i elva. 2) en sirkel fra øvre platå mot nedre platå, og 3) en sirkel fra nedre platå og ut i elva.



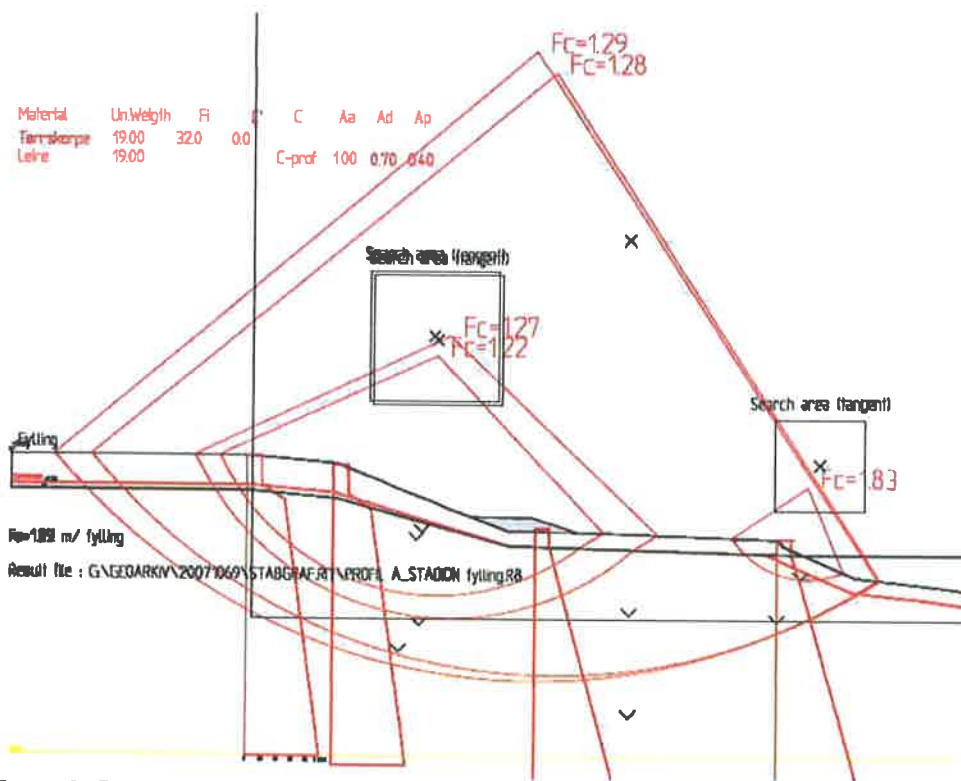
Figur 2. Beregning av dagens stabilitet.

Av Figur 2 ser en at de 3 beregnede sirklene har beregnet materialfaktorer henholdsvis 1,29, 1,22 og 1,86. Materialfaktoren for sirkel 3 er over 1,4 og dermed tilfredsstillende. Basert på figur 1 kreves det at sirkel 1) har 2,75 % forbedring mens sirkel 2 har 4,5 % forbedring, eller henholdsvis krav til materialfaktorer på 1,27 og 1,30.

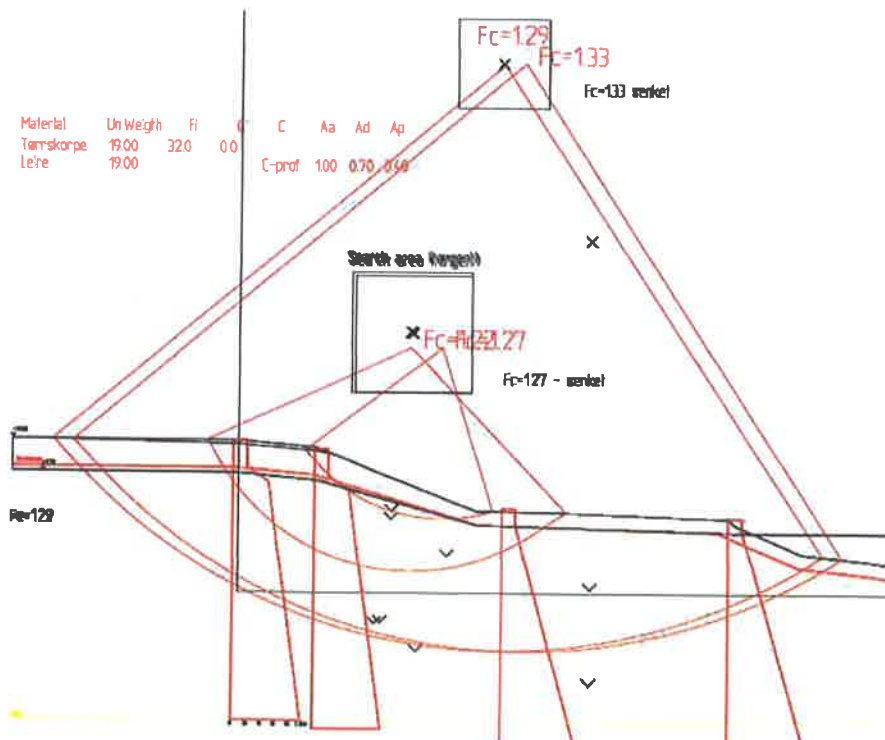
### 3.3 Beregninger for forbedret situasjon

Det er beregnet alternative løsninger for forbedret sikkerhet ved enten å senke øvre platå og/eller oppfylling i foten.

Figur 3 viser at en kan oppnå tilfredsstillende topografisk forbedring for sirkel 2 ved å bygge fotfylling, 2 m høy med 4 m toppbredde. Fyllingen har ikke vesentlig effekt på sirkel 1, dvs. beregningen viser faktisk marginalt lavere stabilitet, men dette antas hovedsakelig å skyldes en avrunding i beregningene.



Figur 3. Beregnet effekt av fylling.



Figur 4. Senket topp, 0,5 m de ytre 15 m, deretter mot null 45 m fra ytterkant skråning.

Figur 4 viser at en kan oppnå tilfredsstillende sikkerhet ved å senke toppen 0,5 m de ytre 15 m, og deretter skjære av toppen mot 0 de videre 30 m (senking over 45 m vist i figur 4). Dette anses å være et enkelt inngrep som bør kunne tilpasses en bebyggelsesplan. Massene som avlastes kan legges som fotfylling dersom drenslag legges ut under fyllingen. Etter senking er det de grunne sirkler eller skjærflater i tørrskorpa som vil være mest kritiske.

#### **4 Konklusjon og anbefalinger**

Området kan bebygges i henhold til Ref 2 dersom øvre flate tas ned 0,5 m i forkant (ytte 15 m), og deretter utkiling til 0 over en lengde på totalt 45 m fra ytterkant skråning. Det kan plasseres gravemasse i nedkant av øvre skråning dersom denne fyllingen utføres med underliggende drenering. Fotfyllingen har ikke særlig beregningsmessig effekt på den store sirkelen, men er gunstig for den mest ugunstige beregnede skjærflaten. Avlastning på toppen virker gunstig på både sirkel 1 og 2.

Bebyggelsesplan må utformes slik at stabiliteten blir ivaretatt både anleggsmessig og permanent. Utføres det masseutskifting med lette masser eller andre lette materialer, regnes netto effekten av dette på samme måte som ved fjerning av masse. Benyttet romvekt til toppmassene er  $19 \text{ kN/m}^3$ .

Drensvann fra området skal ikke infiltreres i grunnen, men føres ned til elv i sikret system. Slippes drensvann ut i skåningen må det påregnes grunne glidninger.

#### **Referanser**

Ref 1 NGI rapport 20071069-1, Grunnundersøkelser og stabilitetsvurdering Eiklund, datert 04.10.2007.

Ref 2 NVE Retningslinjer 2/11. Flaum- og skredfare i arealplaner.

Ref 3 Vianova(2009) GeoSuit, GS Stability, Version 5.0.5

# Kontroll- og referanseside/ Review and reference page



Dokumentinformasjon/Document information					
Dokumenttittel/Document title Stabiliserende tiltak			Dokument nr/Document No. 20120092-00-1-TN		
Dokumenttype/Type of document		Distribusjon/Distribution		Dato/Date 25.01.2012	
<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 Telemark Vestfold Utvikling AS v/ Morten Borge					
Emneord/Keywords Kvikkleire, faresone, topografisk forbedring					
Stedfesting/Geographical information					
Land, fylke/Country, County Telemark			Havområde/Offshore area		
Kommune/Municipality Porsgrunn			Felt navn/Field name		
Sted/Location Stadion, Vestheimvegen			Sted/Location		
Kartblad/Map Porsgrunn1913 III			Felt, blokknr./Field, Block No.		
UTM-koordinater/UTM-coordinates 32VNL3705751					
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:	Slidemanns- kontroll/ Colleague review av/by:	Uavhengig kontroll/ Independent review av/by:	Tverrfaglig kontroll/ Inter- disciplinary review av/by:
0	Originaldokument	oah	HHe		
Dokument godkjent for utsendelse/ Document approved for release		Dato/Date 25/1-2012		Sign. Prosjektleder/Project Manager 	

NGI (Norges Geotekniske Institutt) er et internasjonalt ledende senter for forskning og rådgivning innen geotagene. 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 og leder "International Centre for Geohazards" (ICG).

[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 and leads the International Centre for Geohazards (ICG).

[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.