

NOTAT RIG_N02_A01

KUNDE / PROSJEKT Bergen kommune Bussholdeplasser tilstandoppgradering	PROSJEKTLEDER Ingvild Urdal	DATO 16.01.2019
PROSJEKTNUMMER 10203222	OPPRETTET AV Stine Grimsrud Olsen	REV. DATO
UTARBEIDET AV Stine Grimsrud Olsen	SIGNATUR	KONTROLLERT AV André Nårstad
		SIGNATUR

1. Innledning

Bussholdeplassen på toppen av en skråning i nærheten av Solheimslien 40 i Bergen kommune skal oppgraderes, noe som kan føre til utglidninger av skråningen under arbeidet og etter oppgraderingen. Det har derfor blitt gjort en skråningsstabilitetsanalyse for å kartlegge stabilitetsforholdene.

Dette notatet presenterer resultater fra stabilitetsvurderingen av løsmasseskråningen på nedsiden av bussholdeplassen. Sweco har tidligere vært på befaring i området, og observasjonene fra befaringen er oppsummert i et eget notat 10203222-RIG-N01-A01 [1].

Vurderingene omfatter beregning av skråningsstabilitet med trafikklast, terrenglast og jordskjelvlaster for å se hvor mye stabil skråningen er med ulike påvirkninger.

Det har ikke tidligere blitt utført geotekniske grunnundersøkelser i området rundt bussholdeplassen.

2. Grunnlag

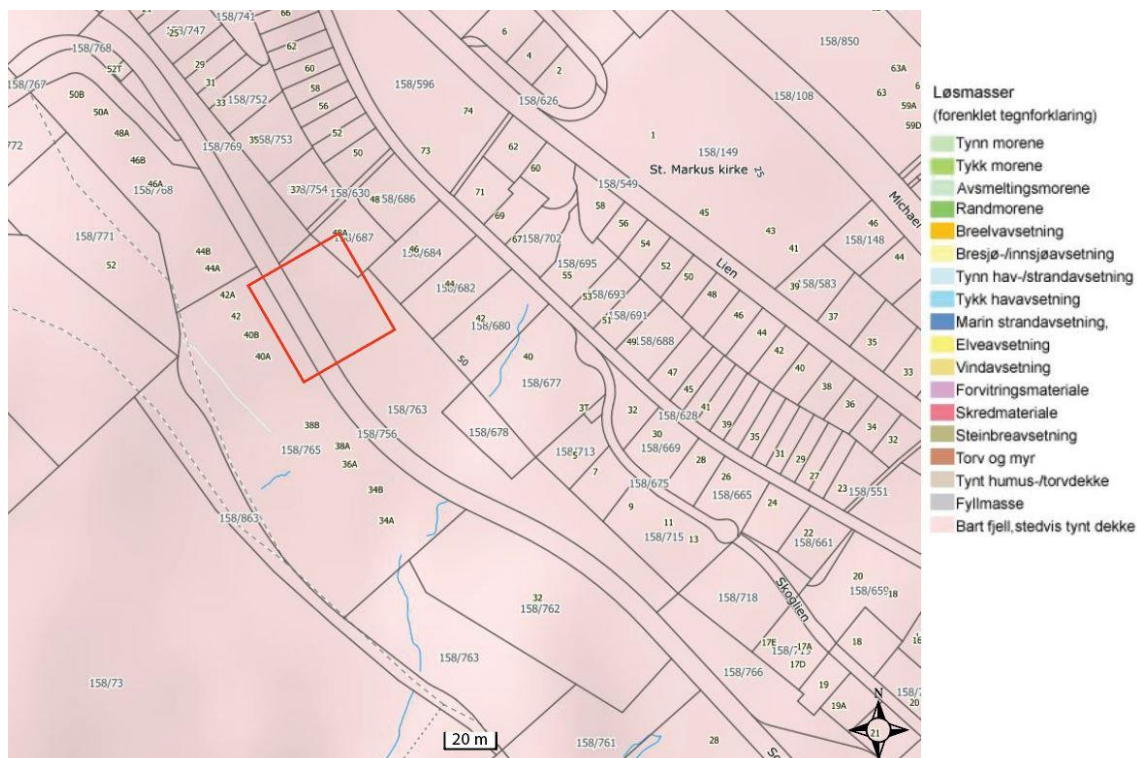
SOSI-filer fra området gir informasjon om områdets terreng og dermed skråningens geometri. Skråningstoppen ligger på kote +65, mens skråningsbunnen ligger på kote +51 (Se profil i Vedlegg 1). Dette gir en høydeforskjell på ca. 14 m mellom skråningstopp og skråningsbunn. Lengden på skråningen er ca. 25 m, noe som gir en gjennomsnittlig skråningsvinkel på ca. 29° (ca. 1:1,7).

3. Grunnforhold

Det er ikke gjort grunnundersøkelser på området. I følge NGUs løsmassekart består løsmassene i området av bart fjell, stedvis tynt dekke (se Figur 1). Berggrunnskart fra NGU viser at berggrunnen i området består av øyegneis til flaserigneis, for det meste granittisk, rød, biotittrik.

Det skal poengteres at løsmassekartet er laget basert på studier av flyfoto, LiDAR data, datainnsamling fra felt og i noen tilfeller laboratorieanalyser. Dvs. at det er en viss usikkerhet knyttet til løsmassemektingen og det kan stedvis være større enn det som fremkommer i kartet.

Det er ikke gjort noen grunnvannsmålinger ved bussholdeplassen. Grunnvannsnivået i skråningen er derfor ukjent.



Figur 1: Løsmassekart for området i nærheten av bussholdeplassen som skal oppgraderes. Området som undersøkes er markert med en rød firkant. Kart fra geo.ngu.no/kart/losmasse.

4. Forutsetninger

4.1 Krav til sikkerhet:

Arbeidet med å oppgradere bussholdeplassen kan føre til at stabilitetsforholdene i skråningen påvirkes negativt, og det foreligger en risiko for å utløse brudd i skråningen. Det ligger flere hus på nedsiden av skråningen. Det er derfor mulig at masser fra eventuelle utglidninger kan treffe husene nederst i skråningen.

Geoteknisk kategori 2 og konsekvens- og pålitelighetsklasse CC/RC 2 er valgt ved vurdering av skråningsstabilitet ved bussholdeplassen. Ifølge Figur 0.3 i Håndbok V220 (Tabell 2) er det for denne konsekvensklassen krav til en materialfaktor i stabilitetsberegningene på mellom 1,3 og 1,5 avhengig av bruddmekanisme. Løsmassene i området består trolig av mye morenemateriale, noe som ofte gir nøytralt brudd, og dermed en materialfaktor på 1,4 (Tabell 1).

Tabell 1: Partialfaktorer for γ_M ved effektivspennings- og totalspenningsanalyser [1]

Konsekvensklasse	Bruddmekanisme		
	Seigt, dilatant brudd	Nøytralt brudd	Sprøtt, kontraktant brudd
CC1 Mindre alvorlig	1,25 / 1,4 *	1,3 / 1,4 *	1,4
CC2 Alvorlig	1,3 / 1,4 *	1,4	1,5
CC3 Meget alvorlig	1,4	1,5	1,6

* NS-EN 1997-1:2004+NA:2008 krever at $\gamma_M \geq 1,4$ ved totalspenningsanalyser

4.2 Støttemur

En mur støtter opp bussholdeplassen i bakkant mot skråningen. Muren er ca. 17 m lang, og ca. 0,2 m tykk i topp med ukjent tykkelse i bunn. I beregningene er tykkelsen på muren satt til å være ca. 0,5 m. Muren er ca. 0,5-1,3 m høy, og i beregningene er høyden på muren satt til å være ca. 1 m.

Bilder av muren er vist i notatet fra befaringen [1].

4.3 Laster

Bussholdeplassen påvirkes av trafikk, og det vil derfor bli benyttet en trafikklast på 10 kPa iht. Statens vegvesens Håndbok V220 [1]. Det skal også benyttes en partialfaktor for lastene. Statens vegvesen anbefaler at denne er $\gamma_Q=1.3$ for all trafikklast [1].

Når det gjøres stabilitetsanalyser skal det ifølge håndbok V220 [1] benyttes en jevnt fordelt belastning på 10 kPa over hele vegens planeringsbredde hvis ugunstig, banketter inkludert.

I tillegg til trafikklasten er det også regnet med en ekstra last på 5 kPa som skal dekke mulig belastninger fra snølast og liknende. Terrenglasten har også en partialfaktor på $\gamma_Q=1.3$. Både trafikklasten og terrenglasten er fordelt langs vegens bredde og ut til ca. to meter fra muren.

Den seismiske grunntypen er satt til å være grunntype A, da det er antatt 5 meter til berg [3]. For å ta hensyn til jordskjelv er det lagt inn en jordskjelvlast i beregningene på 0.05 m/s^2 i horisontal retning, og $0,02 \text{ m/s}^2$ i vertikal retning. Når jordskjelvlaster er med i beregningen vil det være en kombinasjonsfaktor for trafikklast og terrenglast som reduserer disse lastene med henholdsvis 0,3 og 0,2.

4.4 Dybde til berg

Dybden til berg er ukjent. Dybden til berg som er benyttet i beregningene er basert på erfaring fra andre prosjekter Sweco har jobbet med i nærheten. Det blir derfor antatt at dybden til berg er omtrent 5 m.

4.5 Grunnvannsstand

Grunnvannsnivået er ukjent, og det settes derfor til ca. 1 m under terreng.

4.6 Grunnforhold

Det er ikke utført noen spesielle geotekniske undersøkelser for å fastslå jordartsparametere for løsmassene i skråningen. Basert på tidligere erfaringer antas det at løsmassene i hovedsak består av et topplag av organiske blandingsmaterialer (humusholdig lag i modellene) over fast velgradert materiale (morene).

På bakgrunn av informasjonen som er tilgjengelig om grunnforholdene på området, er følgende materialparametere valgt.

Tabell 2: Materialparametere brukt for stabilitetsberegninger ved bussholdeplassen i nærheten av Solheimslie 40.

Løsmassetype	Dybde [m]	Tyngdetetthet γ [kN/m ³]	Attraksjon a [kN/m ²]	Friksjonsvinkel ϕ [°]
Humusholdige masser	Ca. 0.5	18	6	29
Morene	Ca. 5	20	15	35
Mur	-	25	40	42

5. Geoteknisk vurdering av stabilitet

Det er utført beregninger der dybden til berg er satt til å være ca. 5 m. Massene i skråningen er delt opp i to lag, et humusholdig lag på toppen og et lag med morene over berg. Grunnvannsnivået er satt til å være ca. 1 m under terreng. Resultatet av beregningene er vist i Vedlegg 2.

5.1 Resultater av stabilitetsberegninger

Novapoint GeoSuite Stability har blitt brukt som beregningsprogram.

Beregninger:

Humuslaget i toppen av skråningen er satt til å være 0,5 m tykt, og ligger over et ca. 4,5 m tykt lag med morene over berg. Grunnvannet er satt til å være ca. 1 m under terreng. Profil av skråningen og plassering av profilet er presentert i Vedlegg 1.

Uten seismiske laster:

Lokalt rundt bussholdeplassen og vegen er skråningen stabil med en sikkerhetsfaktor på 1,85, når det ikke blir tatt hensyn til seismiske laster (Vedlegg 2). Denne sikkerhetsfaktoren er tilfredsstillende i henhold til statens vegvesens krav til en sikkerhetsfaktor på 1,4.

Dersom skråningsstabiliteten beregnes for hele skråningen som ett system, viser resultatet av beregningene en sikkerhetsfaktor på 1,32 uten seismiske laster (Vedlegg 2). I henhold til Statens vegvesens krav på 1,4 er sikkerhetsfaktoren for skråningen uten seismiske laster for lav. Sikkerhetsfaktoren i skråningen sett som ett system er lav, men skråningen har stått lenge, og sannsynligheten for at det skal gå et skred i hele skråningen er ikke så stor så lenge skråningen ikke påvirkes av seismisk aktivitet. Beregninger uten last viser også at terrenglasten og trafikklasten påvirker skråningsstabiliteten i hele skråningen (Vedlegg 3). Uten trafikk- og terrenglast har skråningen en sikkerhetsfaktor på 1,41. Det er derfor viktig at toppen av skråningen ikke belastes for mye under arbeidet med oppgraderingen da dette påvirker skråningsstabiliteten negativt.

Med seismiske laster

Lokalt rundt bussholdeplassen og vegen synker sikkerhetsfaktoren til 1,46 når det blir tatt hensyn til seismiske laster (Vedlegg 4). Stabiliteten i hele skråningen synker også til 1,20. Dette er en tilfredsstillende sikkerhetsfaktor i henhold til Statens vegvesens krav.

Så lenge det ikke er påvirkninger fra seismisk aktivitet er det lite trolig at det vil være lokale utglidninger i skråningen.

Tabell 3 Oppsummering av stabilitetsanalysen for bruddlast og ulykkeslast (seismisk).

Tilfelle	Stabilitet – lokalt	Stabilitet – hele skråningen	Krav
Bruddlast m. last	1,85	1,32	1,4
Bruddlast u. last	-	1,41	1,4
Seismisk	1,46	1,20	> 1,0

6. Tiltak

For å opprettholde sikkerheten i skråningen er det viktig at vann ikke føres på og ned i skråningen. En økning av poretrykket vil medføre lavere stabilitet, og det kan føre til lokale utglidninger i skråningen. At vannet dreneres bort fra skråningen er derfor en forutsetning for at stabiliteten i skråningen skal opprettholdes.

Referanser

- [1] S. N. AS, «10203222-RIG-N01-A01,» 2018.
- [2] Geoteknikk i vegbygging, Statens vegvesen HB V220, 2016.
- [3] «NS-EN 1998-1:2004+A1:2013+NA:2014 (Eurokode 8)».

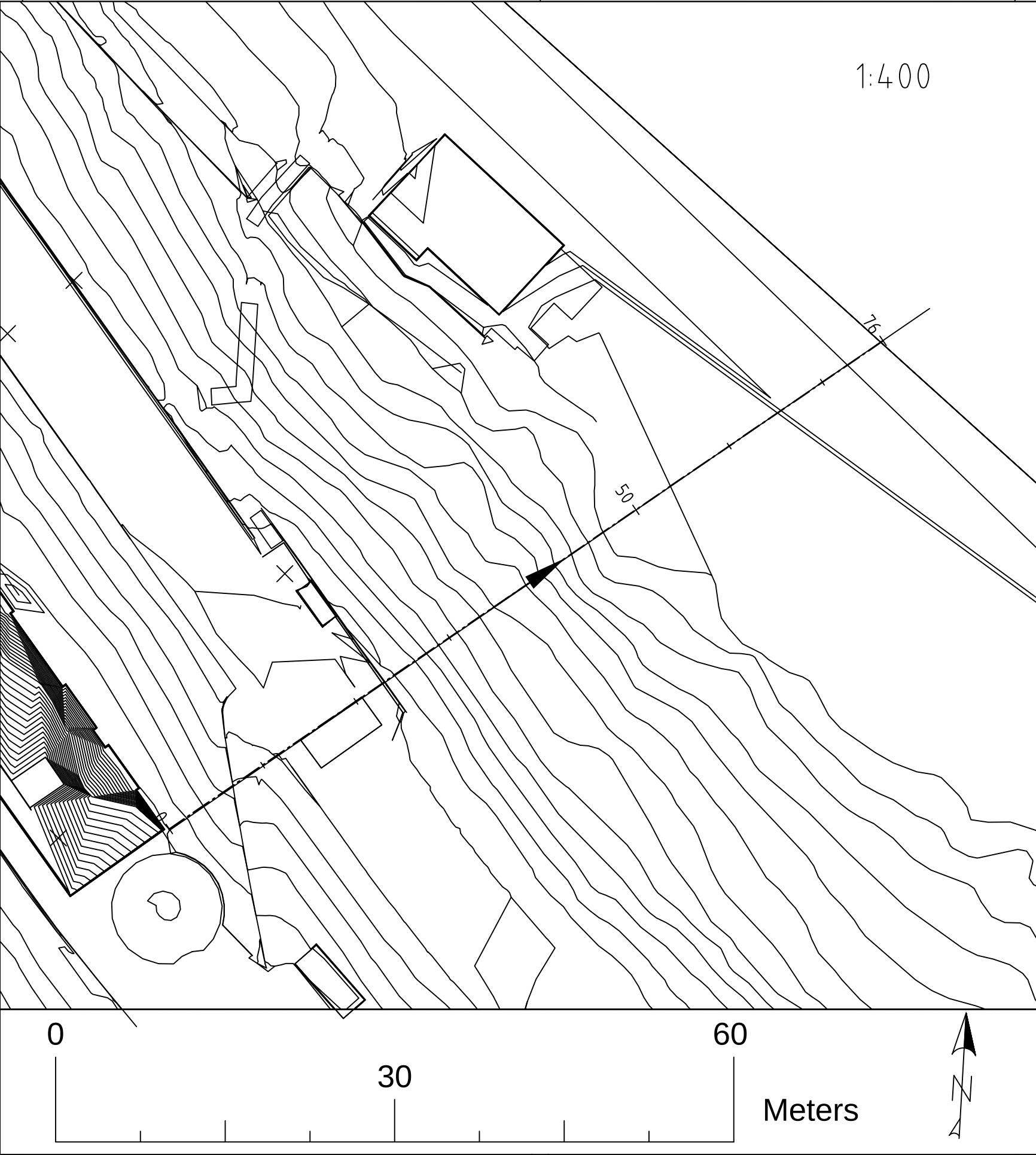
Vedlegg

Vedlegg 1 – Tegning med profil

Vedlegg 2 – Beregninger av skråningsstabilitet uten seismiske laster

Vedlegg 3 – Beregninger av skråningsstabilitet uten laster

Vedlegg 4 – Beregninger av skråningsstabilitet med seismiske laster



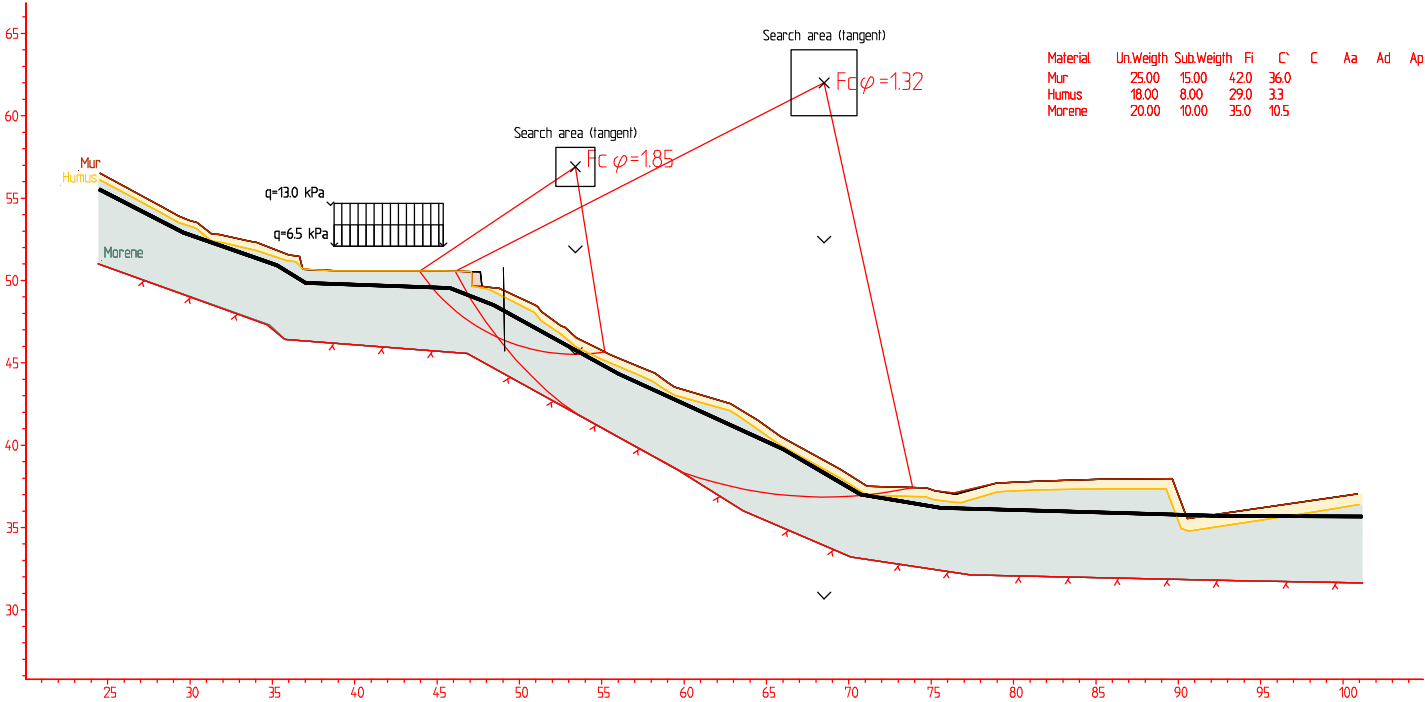
PROFIL: Snitt
SKALA L= 1000 H= 1000

80				
75				
70				
65				
60				
55				
50				
45				

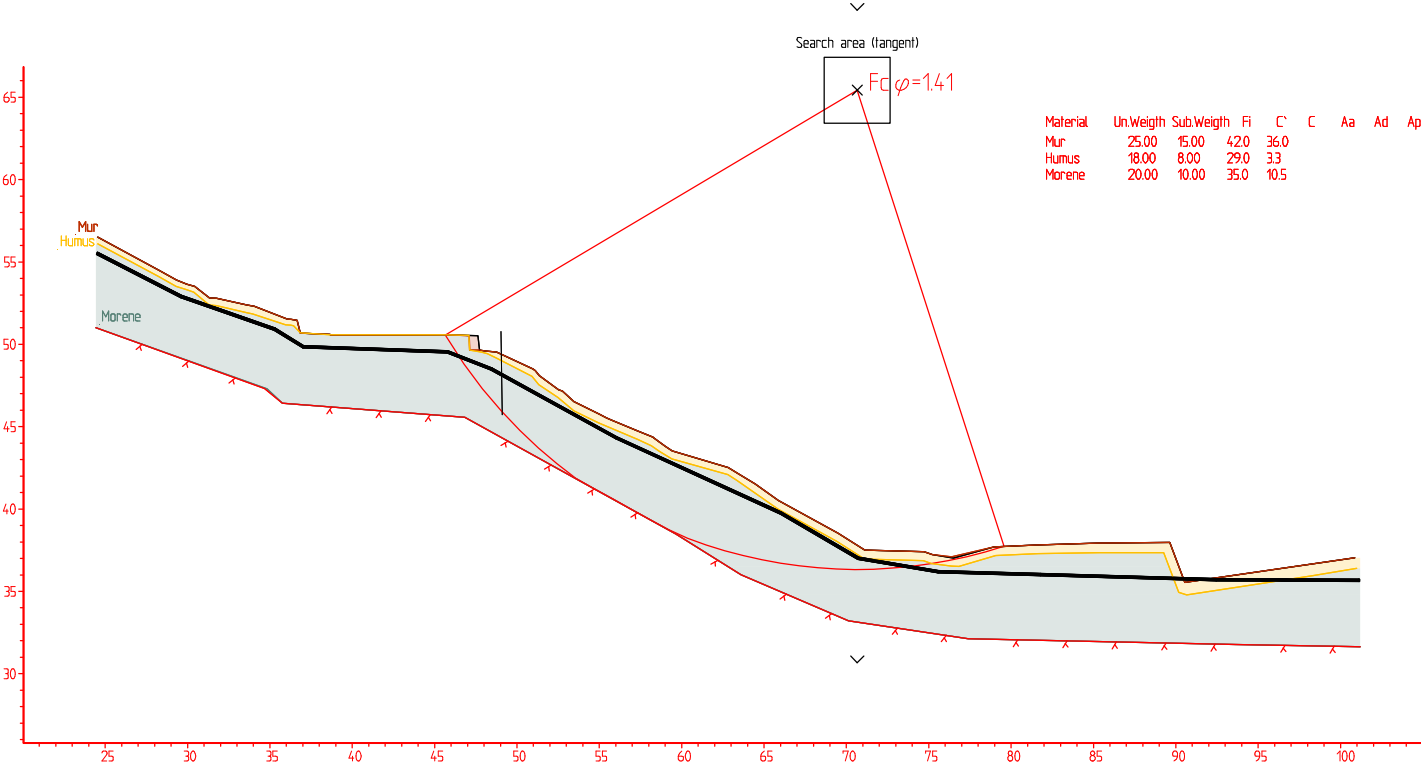
1:500

Status	Rev.	Endring	Utført	Kontr.	Ansv.	Dato	
			nostgo	nonars	nourda	09.01.2019	
Bussholdeplasser tilstandsoppgradering			Målestokk		Format		
			1:400/1:500		A3		
Geoteknisk stabilitetsanalyse			Oppdragsleder: Ingvild Urdal				
			Oppdragsnr. 10203222				
SWECO SWECO Norge AS Fantoftvegen 14P, 5072 Bergen TLF.: 55 27 50 00 FAX.: 55 27 50 00			Disiplin:	Løpenummer:		Status	Rev:
			GEO	RIG-1		X	00

VEDLEGG 2



VEDLEGG 3



VEDLEGG 4

