Vedlegg E

SAMMENSTILLING AV
SIKKERHETSFAKTORER FRA
STABILITETSBEREGNINGER UTFØRT FOR
SONEN MOSS HAVN

Innhold

E1 Beregnede sikkerhetsfaktorer for sonen Moss Havn 2

E1 Beregnede sikkerhetsfaktorer for sonen Moss Havn

Snitt	Dagens situasjon F_c	Dagens situasjon F_ϕ	Etter tiltak/ bygging F_c	Etter tiltak /bygging F_ϕ	Kommentarer
5	1,71	4,05			Tilstrekkelig beregnet sikkerhet. Bygging av IC SMS prosjektet har ingen innvirkning på sikkerhetsfaktoren. Konklusjon: Ingen stabilitetsforbedrende tiltak nødvendig.
8	2,11	4,80			Tilstrekkelig beregnet sikkerhet. Bygging av IC SMS prosjektet har ingen innvirkning på sikkerhetsfaktoren. Konklusjon: Ingen stabilitetsforbedrende tiltak nødvendig.
10	2,39	5,06			Tilstrekkelig beregnet sikkerhet. Bygging av IC SMS prosjektet har ingen innvirkning på sikkerhetsfaktoren. Konklusjon: Ingen stabilitetsforbedrende tiltak nødvendig.
11	1,75	4,04			Tilstrekkelig beregnet sikkerhet. Bygging av IC SMS prosjektet har ingen innvirkning på sikkerhetsfaktoren. Konklusjon: Ingen stabilitetsforbedrende tiltak nødvendig.
12	1,30	2,39	1,41[1] 2,83[2]	2,47[1] 4,87[2]	Beregnet sikkerhetsfaktor i dagens situasjon er lavere enn kravet. Det er planlagt avlasting mot øst for å forbedre stabilitet under byggefasen, det vises til rapport SMS-20-A-59008 (snitt 06_profil_11). Etter bygging vil utforming av permanent terreng medfører vesentlig økning i sikkerhetsfaktor. Konklusjon: Avlastning i øst vil forbedre stabiliteten i byggefasen. Ingen stabilitetsforbedrende tiltak er nødvendig i permanent fase utover allerede planlagt oppfylling av terrenget. [1)] Sikkerhet med avgraving for glideflate som berører IC SMS prosjektet under bygging [2)] Sikkerhet etter bygging av IC SMS prosjektet
14	1,19	2,16	1,25[1] 1,72[2]	2,39[1] 2,62[2]	Beregnet sikkerhetsfaktor i dagens situasjon er lavere enn kravet. Det legges til grunn forbedring av stabilitet med motfylling. Det etableres en motfylling som gir tilstrekkelig %-vis forbedring i anleggsfasen (denne vil bli økt noe i detaljprosjektering for å tilfredsstille krav om *vesentlig forbedring* som gitt i ny NVE veileder 1/2019), det

Snitt	Dagens situasjon F_c	Dagens situasjon F_ϕ	Etter tiltak/ bygging F_c	Etter tiltak /bygging F_ϕ	Kommentarer
					vises til rapport SMS-20-A-59008. Utforming av permanent terreng medfører tilstrekkelig forbedring av sikkerheten etter bygging. Konklusjon: Motfylling vil forbedre stabiliteten i byggefasen. Ingen stabilitetsforbedrende tiltak er nødvendig i permanent fase utover allerede planlagt oppfylling av terrenget. [1)] Sikkerhet med motfylling for glideflate som under bygging berører IC SMS prosjektet [2)] Sikkerhet etter bygging av IC SMS prosjektet
16	1,17	2,01	1,30[1] 1,58[2]	2,14[1] 3,19[2]	Samme vurdering som for snitt 14. Sikkerhetsfaktoren vil bli økt fra 1,58 til 1,60 i detaljprosjekteringen. Konklusjon: Motfylling vil forbedre stabiliteten i byggefasen. Ingen stabilitetsforbedrende tiltak er nødvendig i permanent fase utover allerede planlagt oppfylling av terrenget. [1)] Sikkerhet med motfylling for glideflate som under bygging berører IC SMS prosjektet [2)] Sikkerhet etter bygging av IC SMS prosjektet
18	1,31	2,53	1,37[1] 1,42[2]	2,60[1] 2,78[2]	Samme vurdering som for snitt 14 og 16. Konklusjon: Motfylling vil forbedre stabiliteten i byggefasen. Ingen stabilitetsforbedrende tiltak er nødvendig i permanent fase utover allerede planlagt oppfylling av terrenget. [1)] Sikkerhet med motfylling for glideflate som under bygging berører IC SMS prosjektet [2)] Sikkerhet etter bygging av IC SMS prosjektet
20	1,32	2,17	1,42[1] 1,60[2]	2,34[1] 2,49[2]	Beregnet sikkerhetsfaktor i dagens situasjon er lavere enn kravet. Det legges til grunn forbedring av stabilitet ved grunnforsterkning med kalksementpeler og jetpeler. Grunnforsterkningen vil også forbedre stabilitet i anleggsfasen, det vises til rapport SMS-20-A-59008 (snitt 06_profil_01). For skjærflater som går utenom KS-stabilisert sone gjelder F≥1,4, mens for skjærflater som går gjennom KS-stabilisert sone og som kan betegnes som både områdestabilitet og lokalstabilitet gjelder F≥1,6 i henhold til Bane NORs regelverk. Konklusjon: Grunnforsterkning vil forbedre sikkerheten.

Snitt	Dagens situasjon F_c	Dagens situasjon F_ϕ	Etter tiltak/ bygging F_c	Etter tiltak /bygging F_ϕ	Kommentarer
					[1] Sikkerhet etter bygging for glideflate som ikke berører IC SMS prosjektet [2] Sikkerhet etter bygging for glideflate som berører IC SMS prosjektet
22	1,16	2,36	1,24[1] >1,40[2] 1,38[3]	2,56[1] >1,40[2] 2,72[3]	Beregnet sikkerhetsfaktor i dagens situasjon er lavere enn kravet. Det skal installeres permanent spuntvegg til berg i Fjordveien. For å forbedre stabiliteten i anleggstiden skal det foretas midlertidig oppfylling i og rundt Fjordveien. For øvrig dimensjoneres spuntveggen for minimum sikkerhetsfaktor på 1,40 ettersom det har vist seg vanskelig å oppnå sikkerhetsfaktor >1,6 på grunn av store krefter i støttekonstruksjonen. Detaljprosjektering gjenstår. Skråningsstabiliteten bak spuntveggen vil bli økt fra 1,38 til 1,40 i detaljprosjekteringen. Konklusjon: Midlertidig oppfylling vil forbedre sikkerheten i anleggsfasen, mens permanent spunt vil forbedre sikkerheten til F>1,4 etter bygging, mens skråningsstabilitet og skjærflater bak spuntvegg vil ha F=1,4. [1] Sikkerhet etter midlertidig oppfylling i anleggsfasen [2] Sikkerhet etter bygging av IC SMS prosjektet (dimensjoneringsnivå for spuntvegg) [3] Sikkerhet etter bygging av IC SMS prosjektet (skråningsstabilitet bak spuntvegg)
24	1,14	2,16	1,22[1] >1,40[2] 1,53[3]	2,28[1] >1,40[2] 2,79[3]	Samme vurdering som for snitt 22. Spuntvegg dimensjoneres for minimum sikkerhetsfaktor 1,40. Konklusjon: Midlertidig oppfylling vil forbedre sikkerheten i anleggsfasen, mens permanent spunt vil forbedre sikkerheten til F>1,4 etter bygging, mens skråningsstabilitet og skjærflater bak spuntvegg vil ha F>1,4. [1] Sikkerhet etter midlertidig oppfylling i anleggsfasen [2] Sikkerhet etter bygging av IC SMS prosjektet (dimensjoneringsnivå for spuntvegg) [3] Sikkerhet etter bygging av IC SMS prosjektet (skråningsstabilitet bak spuntvegg)
26	1,03	1,86	1,20[1] >1,40[2] 1,41[3]	2,33[1] >1,40[2] 2,74[3]	Samme vurdering som for snitt 22 og 24. Spunten dimensjoneres for minimum sikkerhetsfaktor 1,40. Konklusjon: Midlertidig oppfylling vil forbedre sikkerheten i anleggsfasen, mens permanent spunt vil forbedre sikkerheten til F>1,4 etter bygging, mens skråningsstabilitet og skjærflater bak spuntvegg vil ha F>1,4 forutsatt at spunt forlenges opp over dagens terreng og det legges motfylling på baksiden.

Snitt	Dagens situasjon F_c	Dagens situasjon F_ϕ	Etter tiltak/ bygging F_c	Etter tiltak /bygging F_ϕ	Kommentarer
					[1)] Sikkerhet etter midlertidig oppfylling i anleggsfasen [2)] Sikkerhet etter bygging av IC SMS prosjektet (dimensjoneringsnivå for spuntvegg) [3)] Sikkerhet etter bygging av IC SMS prosjektet (skråningsstabilitet bak spuntvegg)
27	1,18	2,01	1,34[1] >1,40[2] 1,42[3]	2,06[1] >1,40[2] 2,40[3]	Samme vurdering som for snitt 22, 24 og 26. Spunten dimensjoneres for minimum sikkerhetsfaktor 1,40. Konklusjon: Midlertidig oppfylling vil forbedre sikkerheten i anleggsfasen, mens permanent spunt vil forbedre sikkerheten til F>1,4 etter bygging, mens skråningsstabilitet og skjærflater bak spuntvegg vil ha F>1,4. [1)] Sikkerhet etter midlertidig oppfylling i anleggsfasen [2)] Sikkerhet etter bygging av IC SMS prosjektet (dimensjoneringsnivå for spuntvegg) [3)] Sikkerhet etter bygging av IC SMS prosjektet (skråningsstabilitet bak spuntvegg)
28	1,07	2,11	1,22[1] 1,23[2] 1,44[3]	2,54[1] >1,40[2] 2,55[3]	Samme vurdering som for snitt 22, 24, 26 og 28. Spunten dimensjoneres for minimum sikkerhetsfaktor 1,40. Konklusjon: Midlertidig oppfylling vil forbedre sikkerheten i anleggsfasen, mens permanent spunt vil forbedre sikkerheten til F>1,4 etter bygging, mens skråningsstabilitet og skjærflater bak spuntvegg vil ha F>1,4. [1)] Sikkerhet etter midlertidig oppfylling i anleggsfasen [2)] Sikkerhet etter bygging av IC SMS prosjektet (dimensjoneringsnivå for spuntvegg) [3)] Sikkerhet etter bygging av IC SMS prosjektet (skråningsstabilitet bak spuntvegg)
29	1,44[1] 1,49[2]	2,18[1] 2,34[2]	1,90[3]	1,81[3]	Beregnet sikkerhet er >1,4 for dagens situasjon. For glideflater som berører sporområdet oppnås sikkerhet >1,6 ved hjelp av allerede planlagt oppfylling bak støttevegg nede på stasjonsområdet og dimensjonering av denne støtteveggen. I tillegg vil det bli installert grunnforsterkning bak støtteveggen som en del av den helhetlige løsningen, noe som bidrar til å øke sikkerheten ytterligere. Konklusjon: Glideflater som berører sporområdet oppnår sikkerhet >1,6 ved at støttekonstruksjon har kapasitet til å oppta ekstra laster fra skråningen. I tillegg bidrar grunnforsterkning til å forbedre stabiliteten. [1)] Dagens sikkerhet for glideflate som ikke berører sporområdet [2)] Dagens sikkerhet for glideflate som berører sporområdet

Snitt	Dagens situasjon F_c	Dagens situasjon F_ϕ	Etter tiltak/ bygging F_c	Etter tiltak /bygging F_ϕ	Kommentarer
					[3)] Sikkerhet etter bygging for glideflate som berører sporområdet
32	1,22	2,37	1,31[1] 1,65[2]	2,60[1] 2,62[2]	Beregnet sikkerhet er for lav i dagens situasjon. Glideflater som ikke berører sporområdet har udrenert sikkerhet >1,2. Kritisk glideflate berører sporområdet, og for disse glideflatene kan sikkerheten økes til >1,6 ved hjelp av grunnforsterkning bak støttevegg nede på stasjonsområdet. Konklusjon: Det vurderes som forsvarlig å ikke gjøre stabilitetsforbedrende tiltak for glideflater som ikke berører sporområde. Dette forutsetter derimot at risikoreduserende tiltak iverksettes for å unngå fremtidig forverring av sikkerheten i skråningen, se vedlegg I. For glideflater som berører sporområdet vil det bli prosjektert tiltak i form av grunnforsterkning som gir sikkerhetsfaktor >1,6 etter bygging. Detaljprosjektering gjenstår. [1)] Sikkerhet etter bygging for glideflate som ikke berører sporområdet [2)] Sikkerhet etter bygging for glideflate som berører sporområdet
35	1,27	2,46	1,31[1] 1,60[2]	2,58[1] 2,81[2]	Beregnet sikkerhet er for lav i dagens situasjon. Glideflater som ikke berører sporområdet har udrenert sikkerhet >1,2. Kritisk glideflate berører sporområdet, og for disse glideflatene kan sikkerheten økes til >1,6 ved hjelp av grunnforsterkning nede på stasjonsområdet. Konklusjon: Det vurderes som forsvarlig å ikke gjøre stabilitetsforbedrende tiltak for glideflater som ikke berører sporområdet. Dette forutsetter derimot at risikoreduserende tiltak iverksettes for å unngå fremtidig forverring av sikkerheten i skråningen, se vedlegg I. For glideflater som berører sporområdet vil det bli prosjektert stabilitetsforbedrende tiltak i form av grunnforsterkning som sikrer sikkerhetsfaktor >1,6 etter bygging. Detaljprosjektering gjenstår. [1)] Sikkerhet etter bygging for glideflate som ikke berører sporområdet [2)] Sikkerhet etter bygging for glideflate som berører sporområdet
39	1,10[1] 1,28[2] 1,66[3]	1,32[1] 2,36[2] 2,59[3]	1,66[4] 1,16[5] 1,29[6]	2,59[4] 1,33[5] 2,35[6]	I dette snittet er det tidligere (1971/72) /34, 35/ utført stabilitetsforbedrende tiltak i form av motfyllinger. I tillegg er det i IC SMS prosjektet blitt utført masseutskiftning i Steinullbakken /57/. Disse tiltakene gir tilstrekkelig prosentvis forbedring for lokale glideflater, men ingen forbedring av mer globale glideflater (men disse glideflatene har udrenert sikkerhetsfaktor >1,2). Ettersom ny NVE veileder 1/2019 krever *Vesentlig forbedring* anbefales det å foreta ytterligere masseutskifting i toppen av skråningen ved Rockwool slik den prosentvise

Snitt	Dagens situasjon F_c	Dagens situasjon F_ϕ	Etter tiltak/ bygging F_c	Etter tiltak /bygging F_ϕ	Kommentarer
					forbedringen økes med 5% i forhold til dagens situasjon. For øvrig har glideflater som berører sporområdet sikkerhet >1.6. Konklusjon: Det anbefales å foreta avgraving/masseutskifting på toppen av skråningen ved Rockwool for å øke sikkerheten. Ut over dette anbefales det å iverksette risikoreduserende tiltak for å unngå fremtidig forverring av sikkerheten i skråningen, se vedlegg I. Tiltak er ikke nødvending for å forbedre sikkerhet for glideflater som berører sporområdet. [1)] Dagens sikkerhet for lokal glideflate som ikke berører sporområdet [2)] Dagens sikkerhet for global glideflate som ikke berører sporområdet [3)] Dagens sikkerhet for glideflate som berører sporområdet [4)] Sikkerhet etter bygging for glideflate som berører sporområdet [5)] Sikkerhet med avgraving/masseutskifting for lokale glideflater som ikke berører sporområdet [6)] Sikkerhet med avgraving/masseutskifting for globale glideflater som ikke berører sporområdet
42	1,42[1] 1,64[2]	1,54[1] 2,45[2]	1,64[3]	2,45[3]	I dette snittet er det tidligere (1971/72) /34, 35/ utført stabilitetsforbedrende tiltak i form av motfyllinger. Beregninger viser at sikkerheten er tilfredsstillende i snittet. Konklusjon: Ingen stabilitetsforbedrende tiltak nødvendig. [1)] Dagens sikkerhet for glideflate som ikke berører sporområdet [2)] Dagens sikkerhet for glideflate som berører sporområdet [3)] Sikkerhet etter bygging for glideflate som berører sporområdet
46	1,55[1] 1,78[2]	1,49[1] 2,76[2]	1,78[3]	2,76[3]	Tilfredsstillende beregnet sikkerhet. Konklusjon: Ingen stabilitetsforbedrende tiltak nødvendig. [1)] Dagens sikkerhet for glideflate som ikke berører sporområdet [2)] Dagens sikkerhet for glideflate som berører sporområdet [3)] Sikkerhet etter bygging for glideflate som berører sporområdet

Snitt	Dagens situasjon F_c	Dagens situasjon F_ϕ	Etter tiltak/ bygging F_c	Etter tiltak /bygging F_ϕ	Kommentarer
48	1,87	2,84	1,87	2,84	Tilfredsstillende beregnet sikkerhet. Kritisk glideflate berører sporområdet. Konklusjon: Ingen stabilitetsforbedrende tiltak nødvendig.
51	1,66	3,03	1,66	3,03	Tilfredsstillende beregnet sikkerhet. Kritisk glideflate berører sporområdet. Konklusjon: Ingen stabilitetsforbedrende tiltak nødvendig
52	1,23[1] 1,45[2] 1,67[3]	1,53[1] 2,42[2] 2,65[3]	1,29[4] 1,24[5] >1,60[6]	1,55[4] 1,49[5] >1,60[6]	Beregnet sikkerhet er for lav i dagens situasjon for lokale glideflater som ligger ovenfor IC SMS prosjektet (gjelder glideflater som ikke berører prosjektet). Det er generelt vanskelig å foreta topografiske endringer i dette snittet, men det er trolig mulig å foreta oppfylling foran bolig i Carl Jensens vei 24 (gir tilstrekkelig prosentvis forbedring). Avgraving i toppen av skråningen er ikke mulig uten å rive bolig i Snorres vei 22. Stabilitetsberegningene med tiltak er ikke revidert etter forrige versjon av rapporten, og viser prosentvis *forbedring* og ikke *vesentlig forbedring* som kravet nå er i ny NVE veileder 1/2019. Dette har derimot ingen betydning ettersom det uansett ikke anbefales å gjøre tiltak i skråningen. Glideflater som berører planlagt ny VA-ledning har sikkerhet 1,45 i dagens situasjon, mens glideflater som berører sporområdet har sikkerhet 1,67 i dagens situasjon. Faktor for 3D-sidefriksjon er lagt inn som 1/100 = 0,01 i Geosuite. Konklusjon: Ettersom glideflater som ikke berører IC SMS prosjektet har udrenert sikkerhet >1,2 vurderes det som forsvarlig å ikke gjøre stabilitetsforbedrende tiltak i skråningen. Det forutsetter derimot at risikoreduserende tiltak iverksettes for å unngå fremtidig forverring av sikkerheten i skråningen, se vedlegg I. Glideflater som berører IC SMS prosjektet vil bli prosjektert slik at de vil oppnå en sikkerhetsfaktor >1,6 etter bygging. Detaljprosjektering gjenstår. [1)] Dagens sikkerhet for glideflate som ikke berører IC SMS prosjektet [2)] Dagens sikkerhet for glideflate som berører VA-ledning [3)] Dagens sikkerhet for glideflate som berører sporområdet [4)] Sikkerhet med motfylling ved skråningsfot for glideflate som ikke berører IC SMS prosjektet

Snitt	Dagens situasjon F_c	Dagens situasjon F_ϕ	Etter tiltak/ bygging F_c	Etter tiltak /bygging F_ϕ	Kommentarer
					[5)] Sikkerhet med avgraving ved skråningstopp for glideflate som ikke berører IC SMS prosjektet [6)] Sikkerhet etter bygging av IC SMS prosjektet for glideflater som berører sporområdet
53	1,31[1] 1,61[2]	2,01[1] 2,88[2]	1,34[3] 1,34[4] >1,60[5]	2,05[3] 2,23[4] >1,60[5]	Beregnet sikkerhet er for lav i dagens situasjon for lokale glideflater som ligger ovenfor IC SMS prosjektet (gjelder glideflater som ikke berører prosjektet). Det er generelt vanskelig å foreta topografiske endringer i dette snittet, men det er trolig mulig å foreta oppfylling foran bolig i Carl Jensens vei 18 (gir tilstrekkelig prosentvis forbedring). Avgraving i toppen av skråningen kan være mulig uten å rive boliger. Stabilitetsberegningene med tiltak er ikke revidert etter forrige versjon av rapporten, og viser prosentvis *forbedring* og ikke *vesentlig forbedring* som kravet nå er i ny NVE veileder 1/2019. Dette har derimot ingen betydning ettersom det uansett ikke anbefales å gjøre tiltak i skråningen. Snitt 53 berører ikke ny VA-ledning. Glideflater som berører sporområdet har sikkerhet 1,61 i dagens situasjon. Faktor for 3D-sidefriksjon er lagt inn som 1/100 = 0,01 i Geosuite. Konklusjon: Ettersom glideflater som ikke berører IC SMS prosjektet har udrenert sikkerhet >1,2 vurderes det som forsvarlig å ikke gjøre stabilitetsforbedrende tiltak i skråningen. Det forutsetter derimot at risikoreduserende tiltak iverksettes for å unngå fremtidig forverring av sikkerheten i skråningen. Glideflater som berører IC SMS prosjektet vil bli prosjektert slik at de vil oppnå en sikkerhetsfaktor >1,6 etter bygging. Detaljprosjektering gjenstår. [1)] Dagens sikkerhet for glideflate som ikke berører IC SMS prosjektet [2)] Dagens sikkerhet for glideflate som berører sporområdet [3)] Sikkerhet med motfylling ved skråningsfot for glideflate som ikke berører IC SMS prosjektet [4)] Sikkerhet med avgraving ved skråningstopp for glideflate som ikke berører IC SMS prosjektet [5)] Sikkerhet etter bygging av IC SMS prosjektet for glideflater som berører sporområdet
54	1,18[1] 1,48[2] 1,65[3]	1,46[1] 2,58[2] 2,93[3]	1,24[4] 1,22[5] >1,60[6]	1,53[4] 1,46[5] >1,60[6]	Samme vurdering som for snitt 52. Konklusjon: Ettersom glideflater som ikke berører IC SMS prosjektet har udrenert sikkerhet >1,2 vurderes det som forsvarlig å ikke gjøre stabilitetsforbedrende tiltak i skråningen. Det forutsetter derimot at risikoreduserende

Snitt	Dagens situasjon F_c	Dagens situasjon F_ϕ	Etter tiltak/ bygging F_c	Etter tiltak /bygging F_ϕ	Kommentarer
					tiltak iverksettes for å unngå fremtidig forverring av sikkerheten i skråningen, se vedlegg I. Glideflater som berører IC SMS prosjektet vil bli prosjektert slik at de vil oppnå en sikkerhetsfaktor >1,6 etter bygging. Detaljprosjektering gjenstår. [1)] Dagens sikkerhet for glideflate som ikke berører IC SMS prosjektet [2)] Dagens sikkerhet for glideflate som berører VA-ledning [3)] Dagens sikkerhet for glideflate som berører sporområdet [4)] Sikkerhet med motfylling ved skråningsfot for glideflate som ikke berører IC SMS prosjektet [5)] Sikkerhet med avgraving ved skråningstopp for glideflate som ikke berører IC SMS prosjektet [6)] Sikkerhet etter bygging av IC SMS prosjektet for glideflater som berører sporområdet
55	1,25[1] 1,72[2]	1,63[1] 2,69[2]	1,27[3] 1,30[4] >1,60[5]	1,63[3] 1,65[4] >1,60[5]	Beregnet sikkerhet er for lav i dagens situasjon for lokale glideflater som ligger ovenfor IC SMS prosjektet (gjelder glideflater som ikke berører prosjektet). Det er generelt vanskelig å foreta topografiske endringer i dette snittet, men det er trolig mulig å foreta oppfylling foran bolig i Carl Jensens vei 24 (gir tilstrekkelig prosentvis forbedring). Avgraving i toppen av skråningen er ikke mulig uten å rive bolig i Sturlas vei 1. Stabilitetsberegningene med tiltak er ikke revidert etter forrige versjon av rapporten, og viser prosentvis *forbedring* og ikke *vesentlig forbedring* som kravet nå er i ny NVE veileder 1/2019. Dette har derimot ingen betydning ettersom det uansett ikke anbefales å gjøre tiltak i skråningen. Snitt 55 berører ikke ny VA-ledning. Glideflater som berører sporområdet har sikkerhet 1,72 i dagens situasjon. Faktor for 3D-sidefriksjon er lagt inn som 1/100 = 0,01 i Geosuite. Konklusjon: Ettersom glideflater som ikke berører IC SMS prosjektet har udrenert sikkerhet >1,2 vurderes det som forsvarlig å ikke gjøre stabilitetsforbedrende tiltak i skråningen. Det forutsetter derimot at risikoreduserende tiltak iverksettes for å unngå fremtidig forverring av sikkerheten i skråningen, se vedlegg I. Glideflater som berører IC SMS prosjektet vil bli prosjektert slik at de vil oppnå en sikkerhetsfaktor >1,6 etter bygging. Detaljprosjektering gjenstår. [1)] Dagens sikkerhet for lokal glideflate som ikke berører IC SMS prosjektet

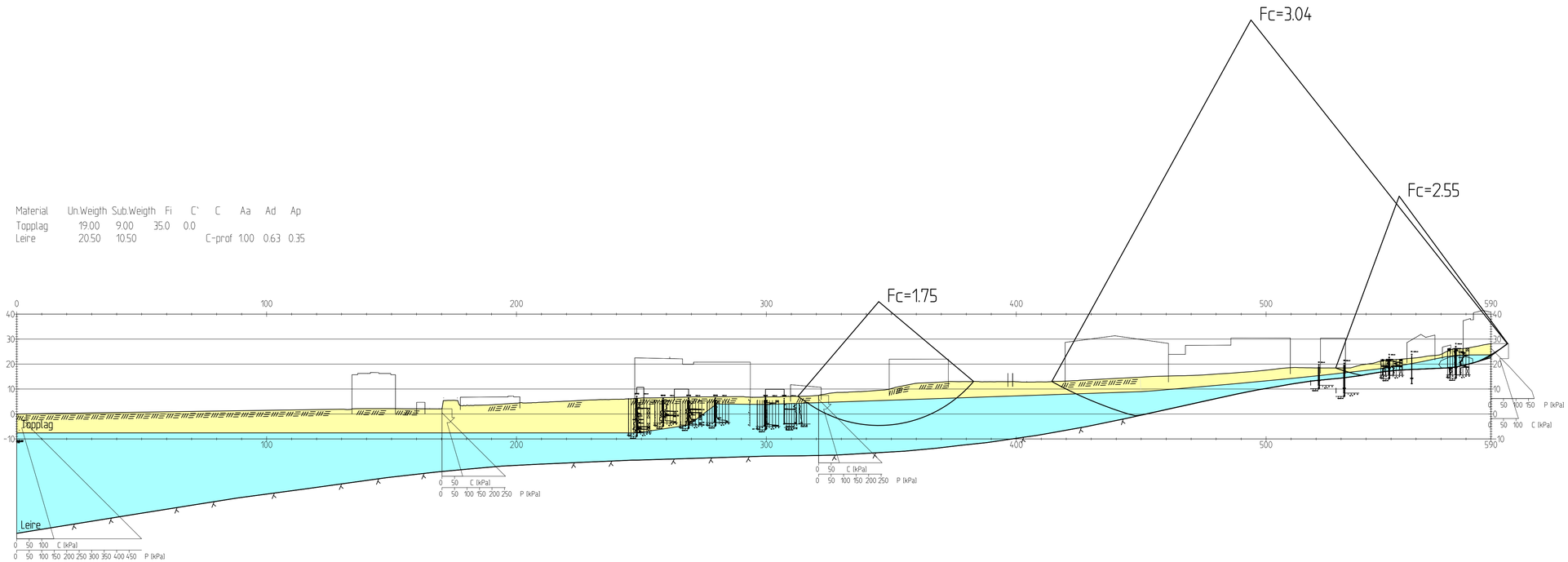
Snitt	Dagens situasjon F_c	Dagens situasjon F_ϕ	Etter tiltak/ bygging F_c	Etter tiltak /bygging F_ϕ	Kommentarer
					[2)] Dagens sikkerhet for global glideflate som berører sporområdet [3)] Sikkerhet med motfylling ved skråningsfot for lokal glideflate som ikke berører IC SMS prosjektet [4)] Sikkerhet med avgraving ved skråningstopp for lokal glideflate som ikke berører IC SMS prosjektet [5)] Sikkerhet etter bygging av IC SMS prosjektet for glideflater som berører sporområdet
57	1,23[1] 2,11[2]	1,82[1] 3,36[2]	1,28[3] 1,28[4] >1,60[5]	1,88[3] 1,86[4] >1,60[5]	Beregnet sikkerhet er for lav i dagens situasjon for lokale glideflater som ligger ovenfor IC SMS prosjektet (gjelder glideflater som ikke berører prosjektet). Det er generelt vanskelig å foreta topografiske endringer i dette snittet, men det er trolig mulig å foreta oppfylling inntil boligene i Carl Jensens vei 24 og 26 (gir tilstrekkelig prosentvis forbedring). Avgraving i toppen av skråningen er trolig også mulig, men ikke uten å rive garasjer i Sturlas vei 1 og 3. Stabilitetsberegningene med tiltak er ikke revidert etter forrige versjon av rapporten, og viser prosentvis *forbedring* og ikke *vesentlig forbedring* som kravet nå er i ny NVE veileder 1/2019. Dette har derimot ingen betydning ettersom det uansett ikke anbefales å gjøre tiltak i skråningen. Snitt 57 berører ikke ny VA-ledning. Glideflater som berører sporområdet har sikkerhet 2,11 i dagens situasjon. Faktor for 3D-sidefriksjon er lagt inn som 1/100 = 0,01 i Geosuite. Konklusjon: Ettersom glideflater som ikke berører IC SMS prosjektet har udrenert sikkerhet >1,2 vurderes det som forsvarlig å ikke gjøre stabilitetsforbedrende tiltak i skråningen. Dette forutsetter derimot at risikoreduserende tiltak iverksettes for å unngå fremtidig forverring av sikkerheten i skråningen, se vedlegg I. Glideflater som berører IC SMS prosjektet vil bli prosjektert slik at de vil oppnå en sikkerhetsfaktor >1,6 etter bygging. Detaljprosjektering gjenstår. [1)] Dagens sikkerhet for glideflate som ikke berører IC SMS prosjektet [2)] Dagens sikkerhet for glideflate som berører sporområdet [3)] Sikkerhet med motfylling ved skråningsfot for glideflate som ikke berører IC SMS prosjektet [4)] Sikkerhet med avgraving ved skråningstopp for glideflate som ikke berører IC SMS prosjektet [5)] Sikkerhet etter bygging av IC SMS prosjektet for glideflater som berører sporområdet
57B	1,17[1] 1,31[2]	1,66[1] 2,37[2]	1,17[4] 1,40[5]	1,66[4] 2,40[5]	Beregnet sikkerhet er for lav i dagens situasjon for lokale glideflater som ligger i skråningen ovenfor IC SMS prosjektet (gjelder glideflater som ikke berører prosjektet). Det er generelt vanskelig å foreta topografiske

Snitt	Dagens situasjon F_c	Dagens situasjon F_ϕ	Etter tiltak/ bygging F_c	Etter tiltak /bygging F_ϕ	Kommentarer
	1,66[3]	3,15[3]	1,24[6] >1,60[7]	1,93[6] >1,60[7]	endringer i dette snittet, men trolig mulig å foreta avgraving i toppen av skråningen. Motfylling i foten av skråningen er ikke mulig uten å rive bolig i Carl Jensens vei 26. Stabilitetsberegningene med tiltak er ikke revidert etter forrige versjon av rapporten, og viser prosentvis *forbedring* og ikke *vesentlig forbedring* som kravet nå er i ny NVE veileder 1/2019. Dette har derimot ingen betydning ettersom det uansett ikke anbefales å gjøre tiltak i skråningen. Glideflater som berører planlagt ny VA-ledning har sikkerhet 1,31 i dagens situasjon, mens glideflater som berører sporområdet har sikkerhet 1,66 i dagens situasjon. Faktor for 3D-sidefriksjon er lagt inn som 1/100 = 0,01 i Geosuite. Konklusjon: Ettersom glideflater som ikke berører IC SMS prosjektet har udrenert sikkerhet >1,2 vurderes det som forsvarlig å ikke gjøre stabilitetsforbedrende tiltak i skråningen. Dette forutsetter derimot at risikoreduserende tiltak iverksettes for å unngå fremtidig forverring av sikkerheten i skråningen, se vedlegg I. For glideflater som berører VA-ledning vil det bli prosjektert en motfylling som gir sikkerhetsfaktor >1,4. Glideflater som berører IC SMS prosjektet vil bli prosjektert slik at de vil oppnå en sikkerhetsfaktor >1,6 etter bygging. Detaljprosjektering gjenstår. [1)] Dagens sikkerhet for glideflate som ikke berører IC SMS prosjektet [2)] Dagens sikkerhet for glideflate som berører VA-ledning [3)] Dagens sikkerhet for glideflate som berører sporområdet [4)] Sikkerhet med VA-motfylling ved skråningsfot for glideflate som ikke berører IC SMS prosjektet [5)] Sikkerhet med VA-motfylling ved skråningsfot for glideflate som berører VA-ledning [6)] Sikkerhet med avgraving ved skråningstopp for glideflate som ikke berører IC SMS prosjektet [7)] Sikkerhet etter bygging av IC SMS prosjektet for glideflater som berører sporområdet
57C	1,37[1] 1,37[2] 1,63[3]	1,75[1] 1,85[2] 2,34[3]	1,43[4] >1,60[5]	1,86[4] >1,60[5]	Beregnet sikkerhet for lav for glideflate som berører VA-ledning. Konklusjon: Ingen egne områdestabilitetstiltak er nødvendig for glideflater som ikke berører IC SMS prosjektet. For glideflater som berører VA-ledning vil det bli prosjektert en motfylling som gir sikkerhetsfaktor >1,4.

Snitt	Dagens situasjon F_c	Dagens situasjon F_ϕ	Etter tiltak/ bygging F_c	Etter tiltak /bygging F_ϕ	Kommentarer
					Glideflater som berører IC SMS prosjektet vil bli prosjektert slik at de vil oppnå en sikkerhetsfaktor >1,6 etter bygging. Detaljprosjektering gjenstår. [1)] Dagens sikkerhet for glideflate som ikke berører IC SMS prosjektet [2)] Dagens sikkerhet for glideflate som berører VA-ledning [3)] Dagens sikkerhet for glideflate som berører sporområdet [4)] Sikkerhet med motfylling ved skråningsfot for glideflate som berører VA-ledning [5)] Sikkerhet etter bygging av IC SMS prosjektet for glideflater som berører sporområdet
57D	1,42[1] 1,42[2] 1,85[3]	1,60[1] 1,60[2] 2,27[3]	>1,60[4]	>1,60[4]	Tilfredsstillende beregnet sikkerhet. Glideflater som berører planlagt ny VA-ledning har sikkerhet minst 1,42 i dagens situasjon. Konklusjon: Ingen egne områdestabilitetstiltak er nødvendig. Glideflater som berører sporområdet har tilstrekkelig sikkerhet. [1)] Dagens sikkerhet for glideflate som ikke berører IC SMS prosjektet [2)] Dagens sikkerhet for glideflate som berører VA-ledning [3)] Dagens sikkerhet for glideflate som berører sporområdet [4)] Sikkerhet etter bygging av IC SMS prosjektet for glideflater som berører sporområdet
58	1,53[1] 1,53[2]	1,51[1] 1,51[2]			Tilfredsstillende beregnet sikkerhet. Glideflater som berører planlagt ny VA-ledning har sikkerhet minst 1,53 i dagens situasjon. Snitt 58 går parallelt med jernbanesporet og berører derfor ikke sporområdet. Konklusjon: Ingen egne områdestabilitetstiltak er nødvendig. [1)] Dagens sikkerhet for glideflate som ikke berører IC SMS prosjektet [2)] Dagens sikkerhet for glideflate som berører VA-ledning

Vedlegg F

STABILITETSBEREGNINGER FOR SONEN
MOSS SENTRUM



FORKLARINGER:

- Topplag
- Leire

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
0	Original	20.10.2020	ENi	ON	TFS

IC Sandbukta-Moss-Såstad
Vurdering av områdestabilitet

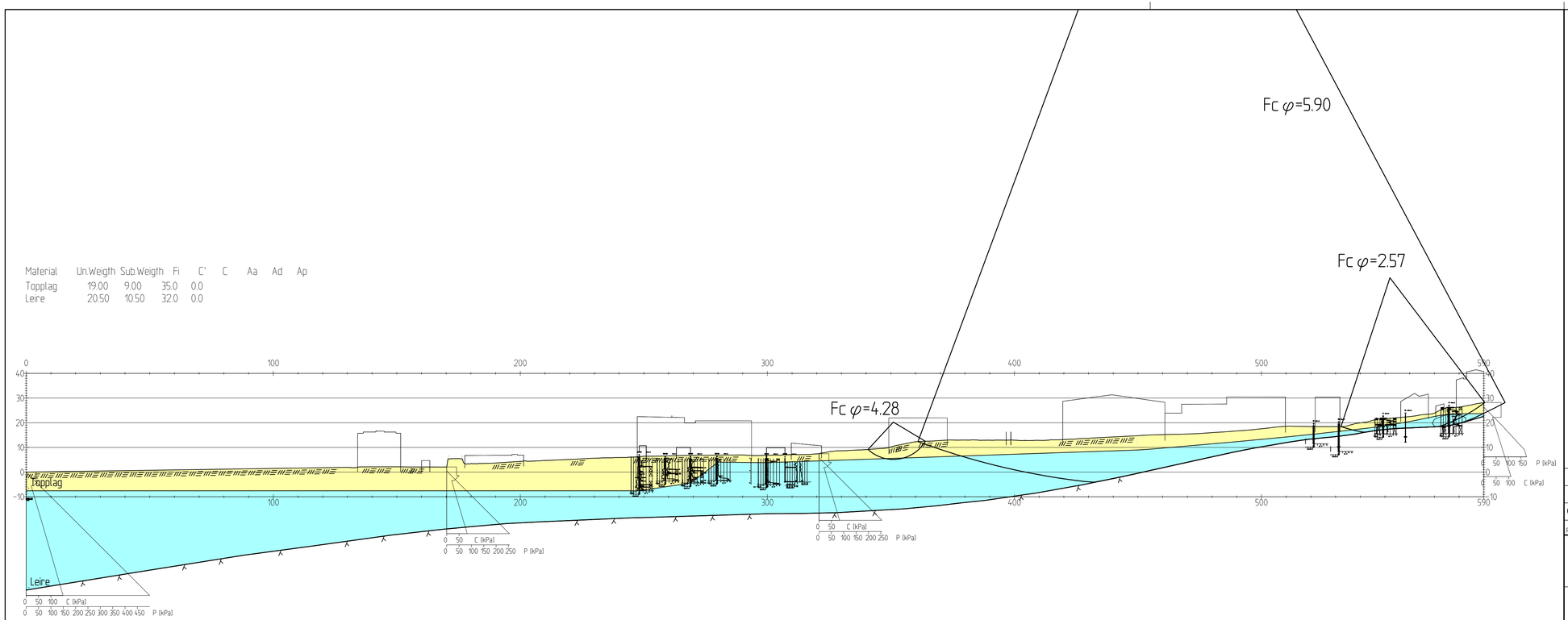
Beregningsdokumentasjon
Moss sentrum - Profil 1
Dagens tilstand, udrenert

Status
Original format: A3.1
Tegningens filnavn
Målestokk: 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

Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
20.10.2020	ENi	ON	TFS

Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.
20190539	F1	0



FORKLARINGER:

- Topplag
- Leire

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
0	Original	20.10.2020	ENi	ON	TFS

IC Sandbukta-Moss-Såstad
Vurdering av områdestabilitet

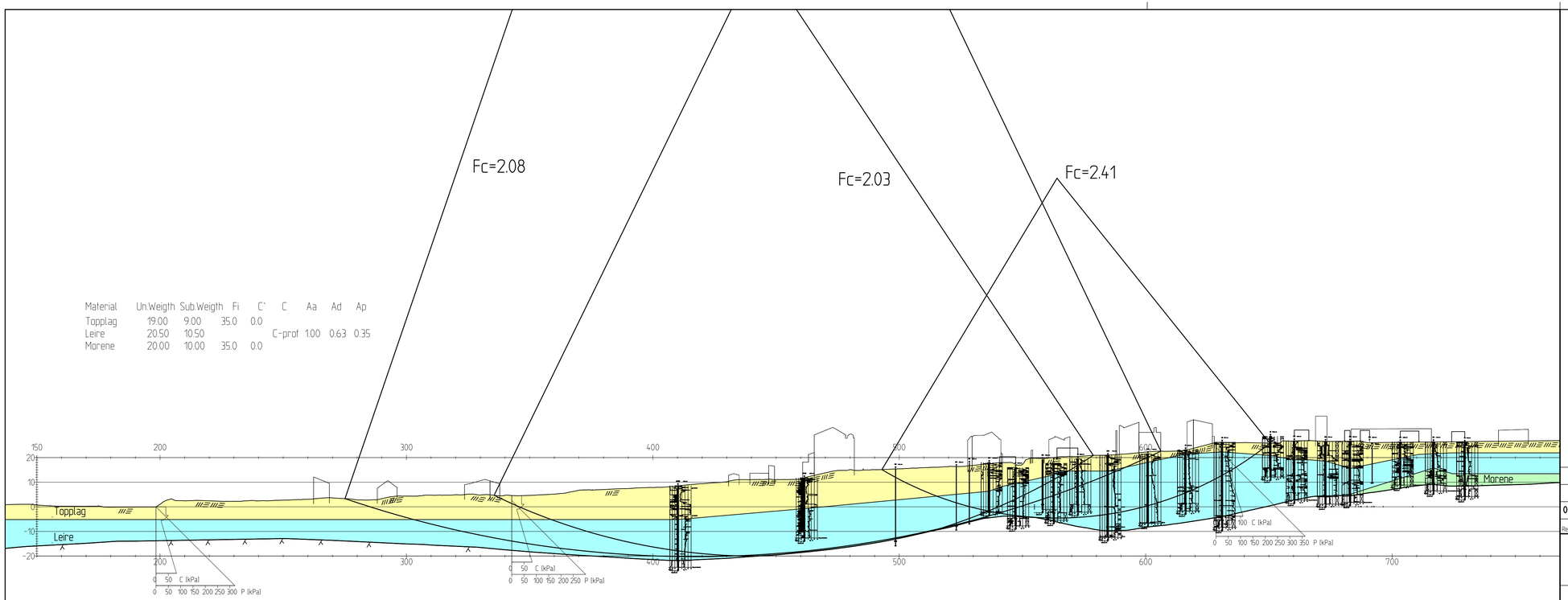
Beregningsdokumentasjon
Moss sentrum - Profil 1
Dagens tilstand, drenert

Status
Original format: A3.1
Tegningens filnavn:
Målestokk: 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

Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
20.10.2020	ENi	ON	TFS

Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.
20190539	F2	0



FORKLARINGER:

- Topplag
- Leire
- Morene

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
0	Original	20.10.2020	ENi	ON	TFS

IC Sandbukta-Moss-Såstad
Vurdering av områdestabilitet

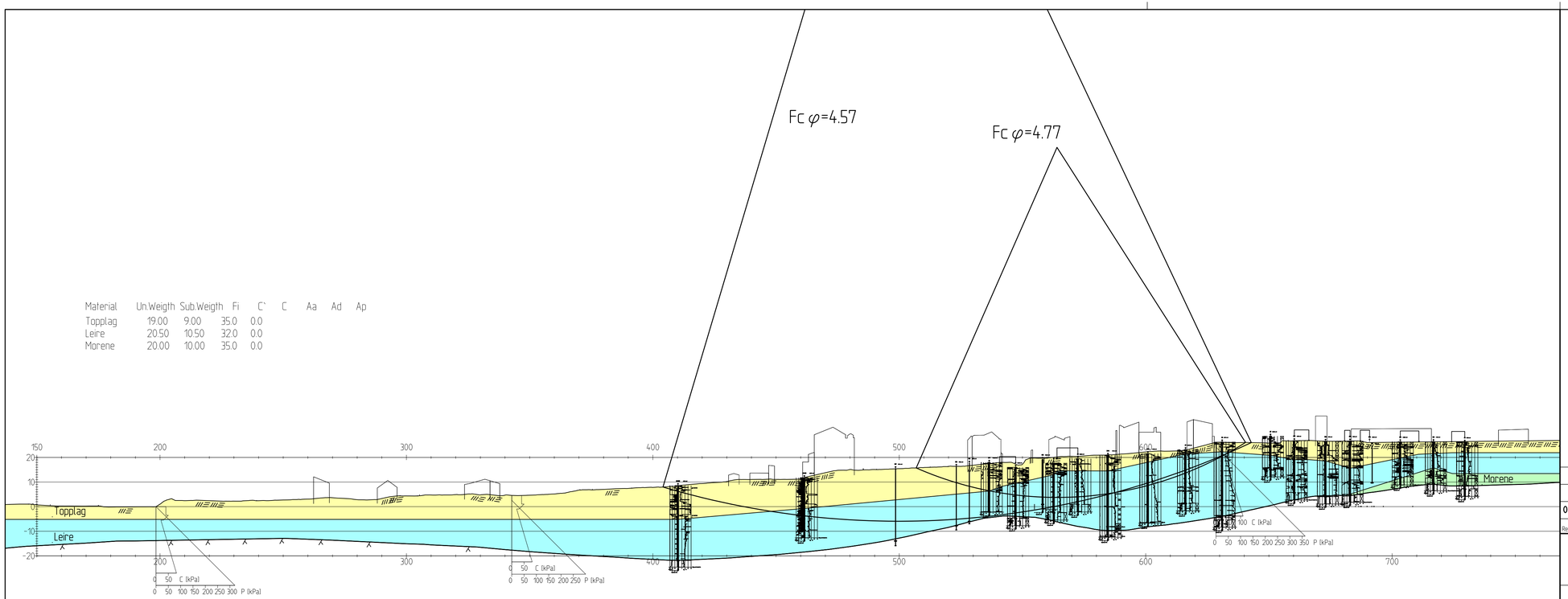
Beregningsdokumentasjon
Moss sentrum - Profil 4
Dagens tilstand, udrenert

Status
Original format: A3.1
Tegningens filnavn
Målestokk: 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

Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
20.10.2020	ENi	ON	TFS

Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.
20190539	F3	0



FORKLARINGER:

- Topplag
- Leire
- Morene

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
0	Original	20.10.2020	ENi	ON	TFS

IC Sandbukta-Moss-Såstad
Vurdering av områdestabilitet

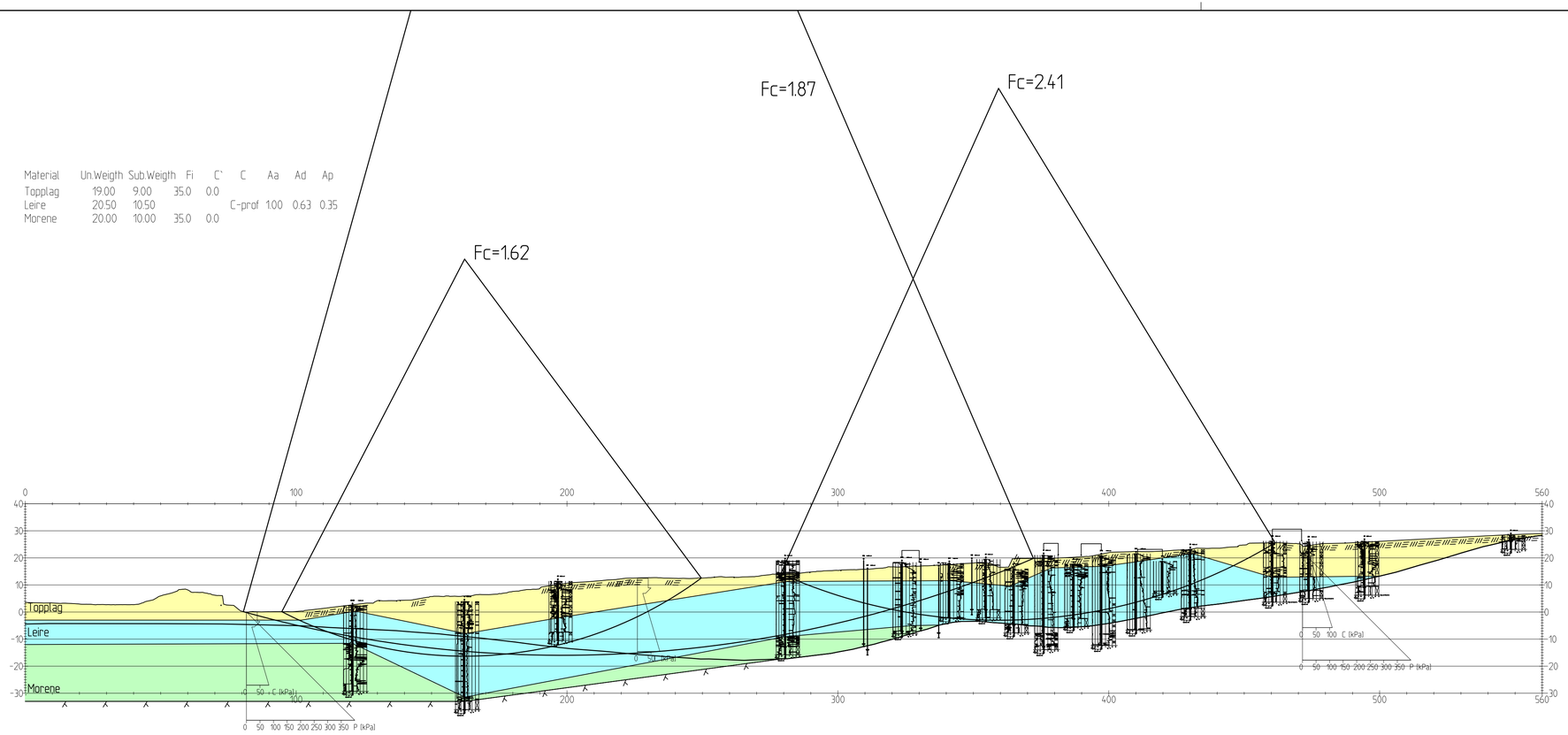
Beregningsdokumentasjon
Moss sentrum - Profil 4
Dagens tilstand, drenert

Status
Original format: A3.1
Tegningens filnavn
Målestokk: 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

Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
20.10.2020	ENi	ON	TFS

Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.
20190539	F4	0



FORKLARINGER:

- Topplag
- Leire
- Morene

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
0	Original	20.10.2020	ENi	ON	TFS

IC Sandbukta-Moss-Såstad
Vurdering av områdestabilitet

Beregningsdokumentasjon
Moss sentrum - Profil '7
Dagens tilstand, udrenert

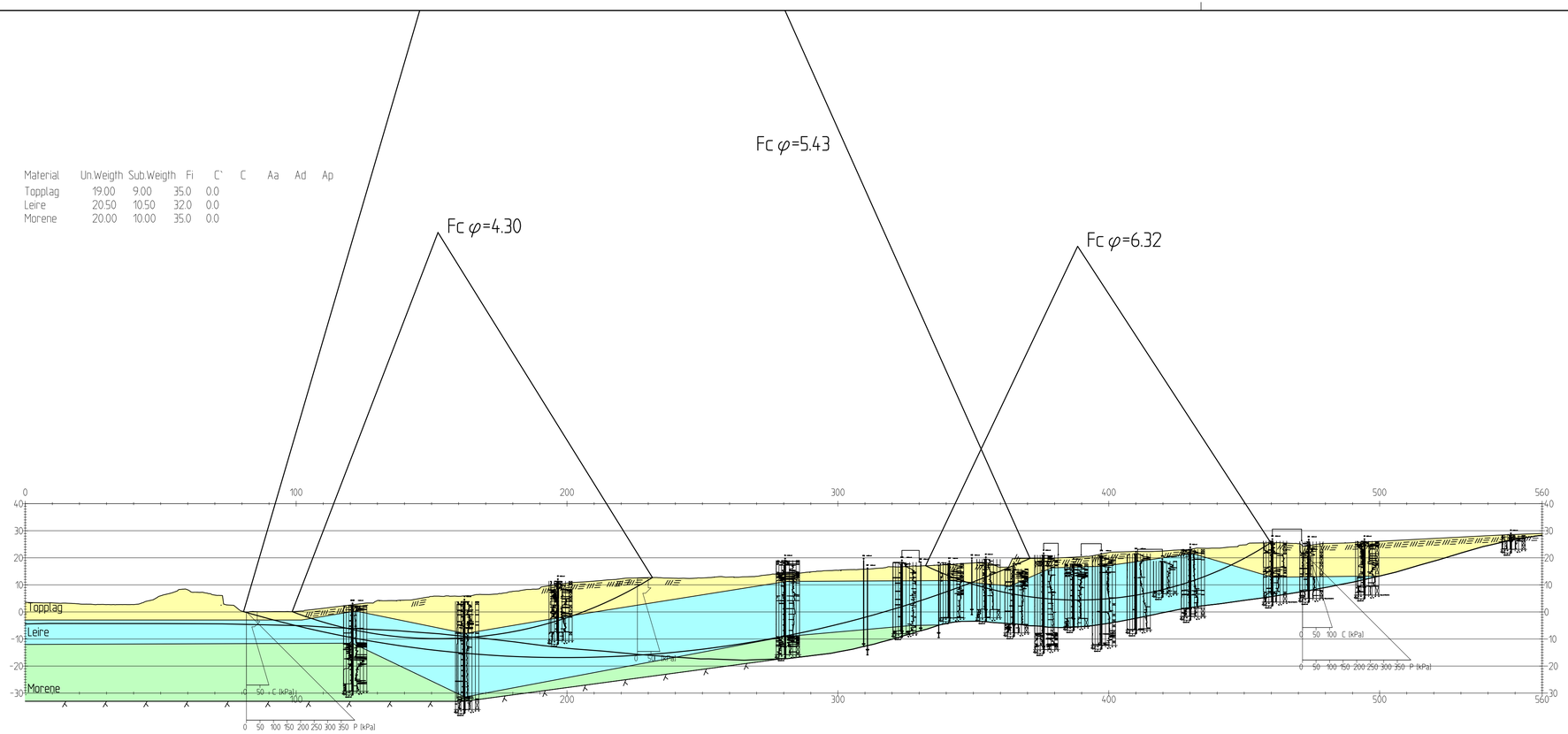
Status
Original format: A3.1
Tegningens filnavn
Målestokk: 1:1000

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

Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
20.10.2020	ENi	ON	TFS

Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.
20190539	F5	0

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C`	C	Aa	Ad	Ap
Topplag	19.00	9.00	35.0	0.0				
Leire	20.50	10.50	32.0	0.0				
Morene	20.00	10.00	35.0	0.0				



FORKLARINGER:

- Topplag
- Leire
- Morene

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
0	Original	20.10.2020	ENi	ON	TFS

IC Sandbukta-Moss-Såstad
Vurdering av områdestabilitet

Beregningsdokumentasjon
Moss sentrum - Profil 7
Dagens tilstand, drenert

Status
Original format: A3.1
Tegningens filnavn
Målestokk: 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

Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
20.10.2020	ENi	ON	TFS

Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.
20190539	F6	0

Vedlegg G

SAMMENSTILLING AV
SIKKERHETSFAKTORER FRA
STABILITETSBEREGNINGER UTFØRT FOR
SONEN MOSS SENTRUM

Innhold

G1 Beregnede sikkerhetsfaktorer for sonen Moss Sentrum 2

G1 Beregnede sikkerhetsfaktorer for sonen Moss Sentrum

Snitt	Dagens situasjon F_c	Dagens situasjon F_ϕ	Etter tiltak/ bygging F_c	Etter tiltak/ bygging F_ϕ	Kommentarer
1	1,75	2,57			Tilstrekkelig beregnet sikkerhet. Bygging av IC SMS prosjektet har ingen innvirkning på sikkerhetsfaktoren. Konklusjon: Ingen tiltak nødvendig.
4	2,03	4,57			Tilstrekkelig beregnet sikkerhet. Bygging av IC SMS prosjektet har ingen innvirkning på sikkerhetsfaktoren. Konklusjon: Ingen tiltak nødvendig.
7	1,62	4,30			Tilstrekkelig beregnet sikkerhet. Bygging av IC SMS prosjektet har ingen innvirkning på sikkerhetsfaktoren. Konklusjon: Ingen tiltak nødvendig.

Vedlegg H

KONTROLL AV TOPOGRAFI VED ROCKWOOL

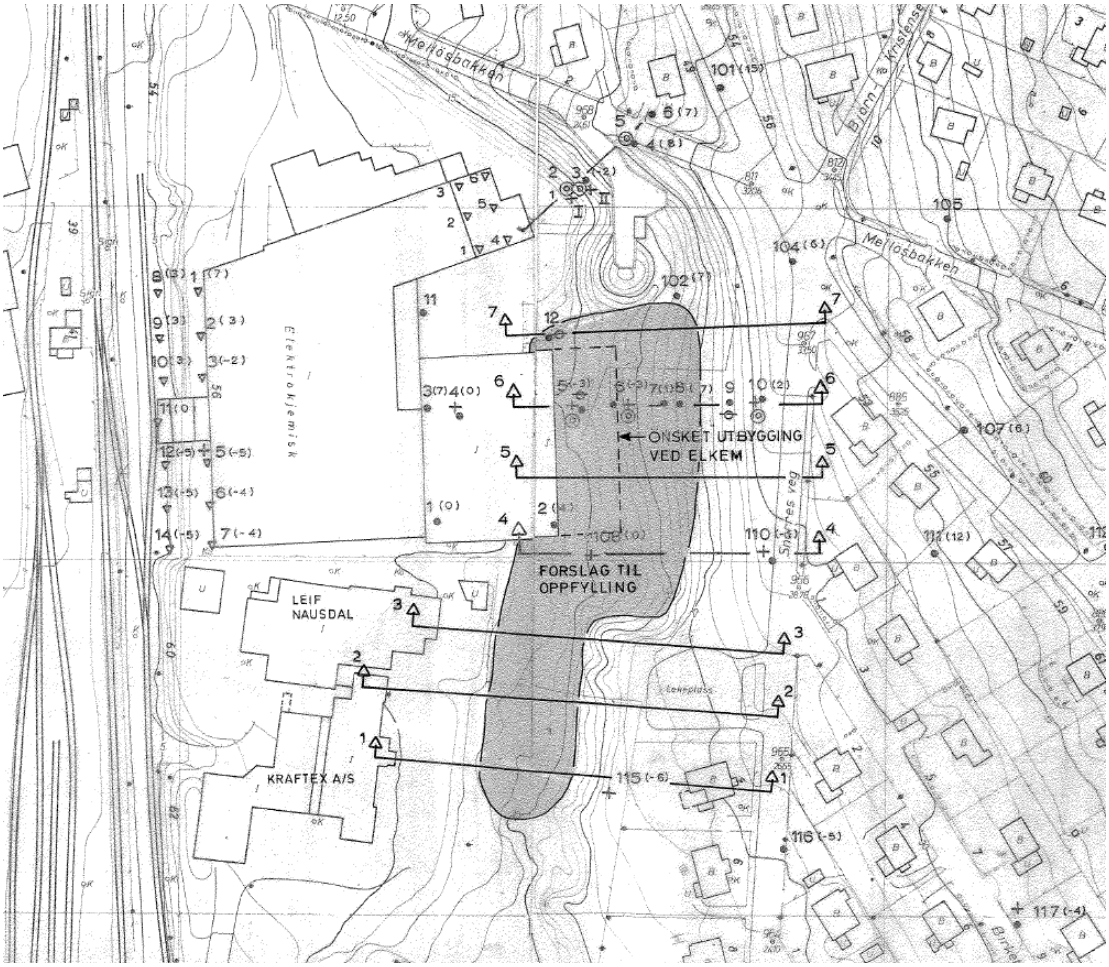
Innhold

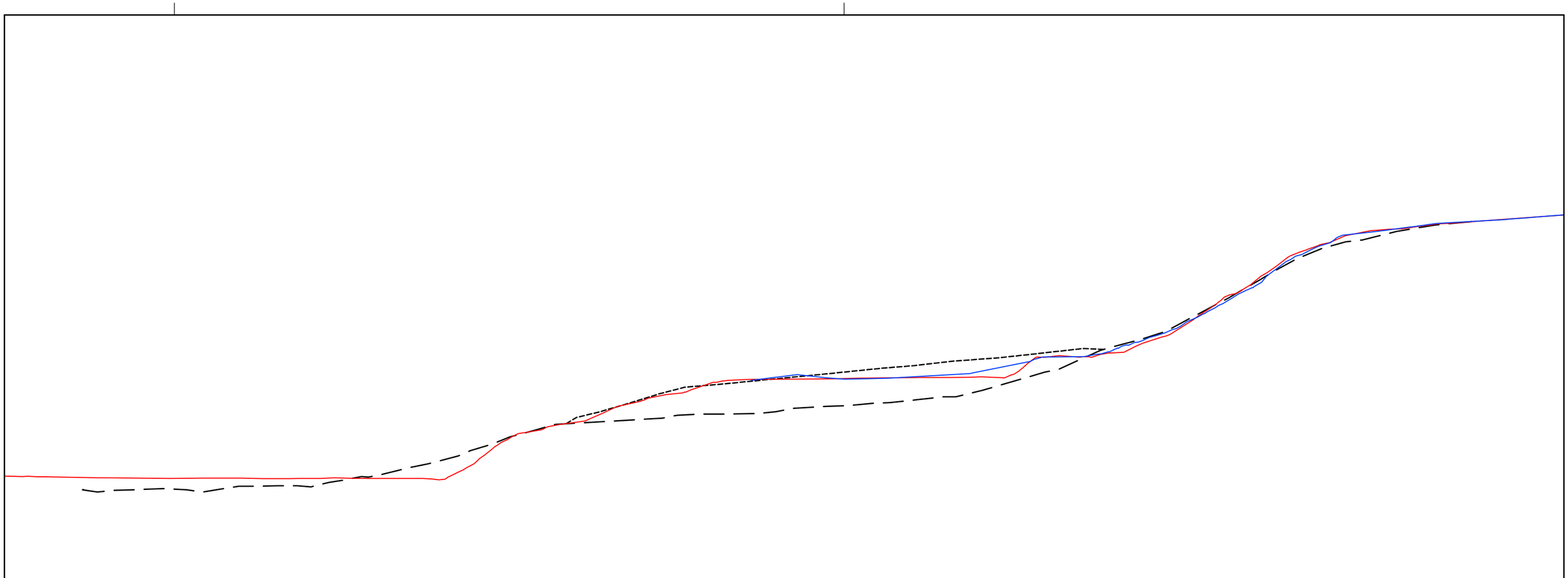
H1 Plassering av ekstra snitt ved Rockwool /35/ 2

Tegning

Tegning H101-H107 Sammenligning mellom nåværende terreng og prosjektert tiltak ved bygging av Rockwool fabrikken

H1 Plassering av ekstra snitt ved Rockwool /35/





FORKLARINGER:

- Terreng i 1971
- Prosjektert tiltak fra 1971
- Terreng nåtid (12_F_Terreng_2A_20.00_C3_P_00A.dwg)
- Terreng nåtid (200203_Kleberget-RockWool_Terrain Surface Update-DTM_NGI_Request.dwg)

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.

IC SMS Områdestabilitet Rockwool

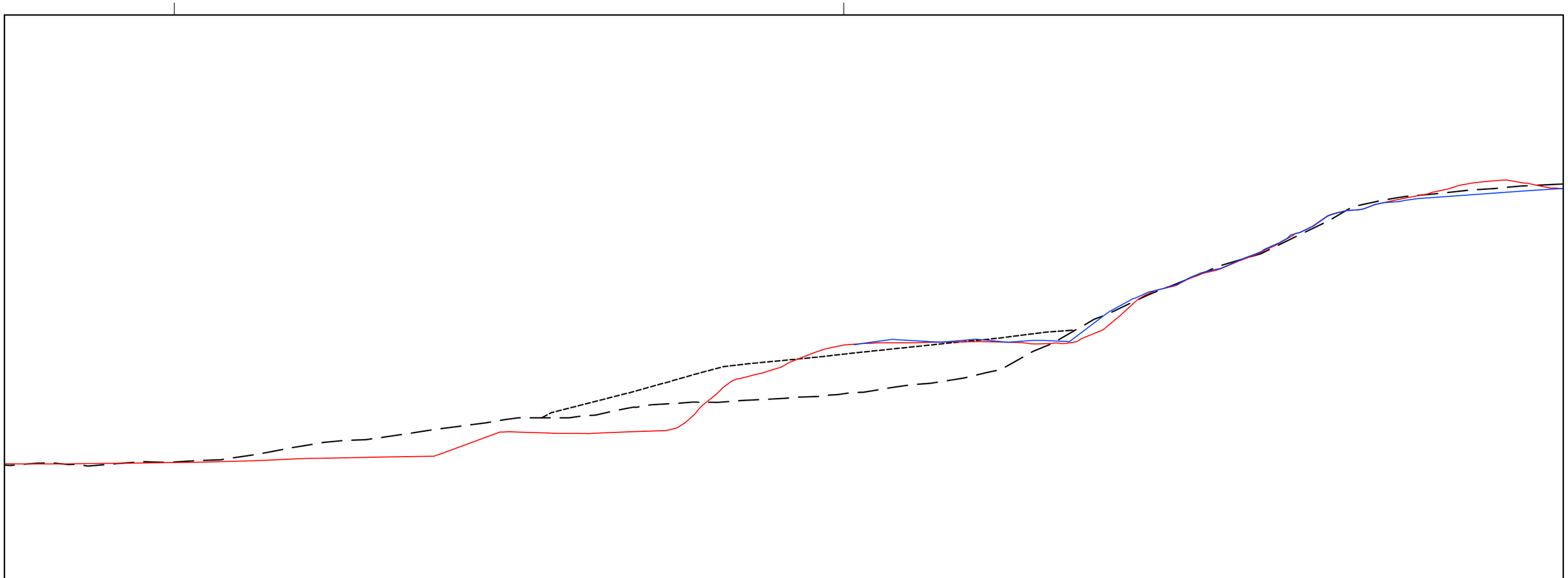
Sammenligning mellom nåværende terreng og prosjekterte tiltak ved bygging av Rockwool fabrikken
Profil 1

Status: —
Original format: A3
Tegningens filnavn: -
Målestokk: 1:200

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

Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
29.06.2020	PMo	ON	CHa

Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.
20190539	H101	02



FORKLARINGER:

- Terreng i 1971
- Prosjektert tiltak fra 1971
- Terreng nåtid (12_F_Terreng_2A_20.00_C3_P_00A.dwg)
- Terreng nåtid (200203_Kleberget-RockWool_Terrain Surface Update-DTM_NGI_Request.dwg)

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.

IC SMS Områdestabilitet Rockwool

Sammenligning mellom nåværende terreng og prosjekterte tiltak ved bygging av Rockwool fabrikken
Profil 2

Status

Original format
A3

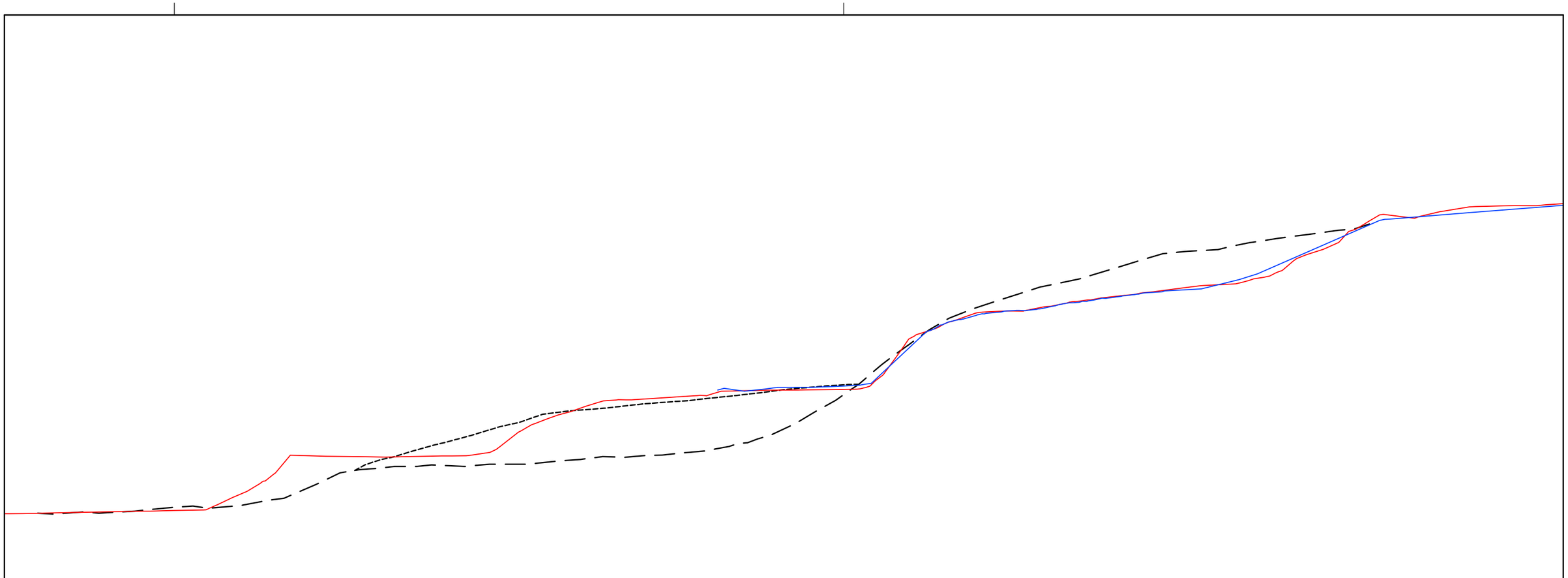
Tegningens filnavn

Målestokk
1:200

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

Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
29.06.2020	PMo	ON	CHa

Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.
20190539	H102	02



FORKLARINGER:

- Terreng i 1971
- Prosjektert tiltak fra 1971
- Terreng nåtid (12_F_Terreng_2A_20.00_C3_P_00A.dwg)
- Terreng nåtid (200203_Kleberget-RockWool_Terrain Surface Update-DTM_NGI_Request.dwg)

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.

IC SMS Områdestabilitet Rockwool

Sammenligning mellom nåværende terreng og prosjekterte tiltak ved bygging av Rockwool fabrikken
Profil 3

Status

Original format
A3

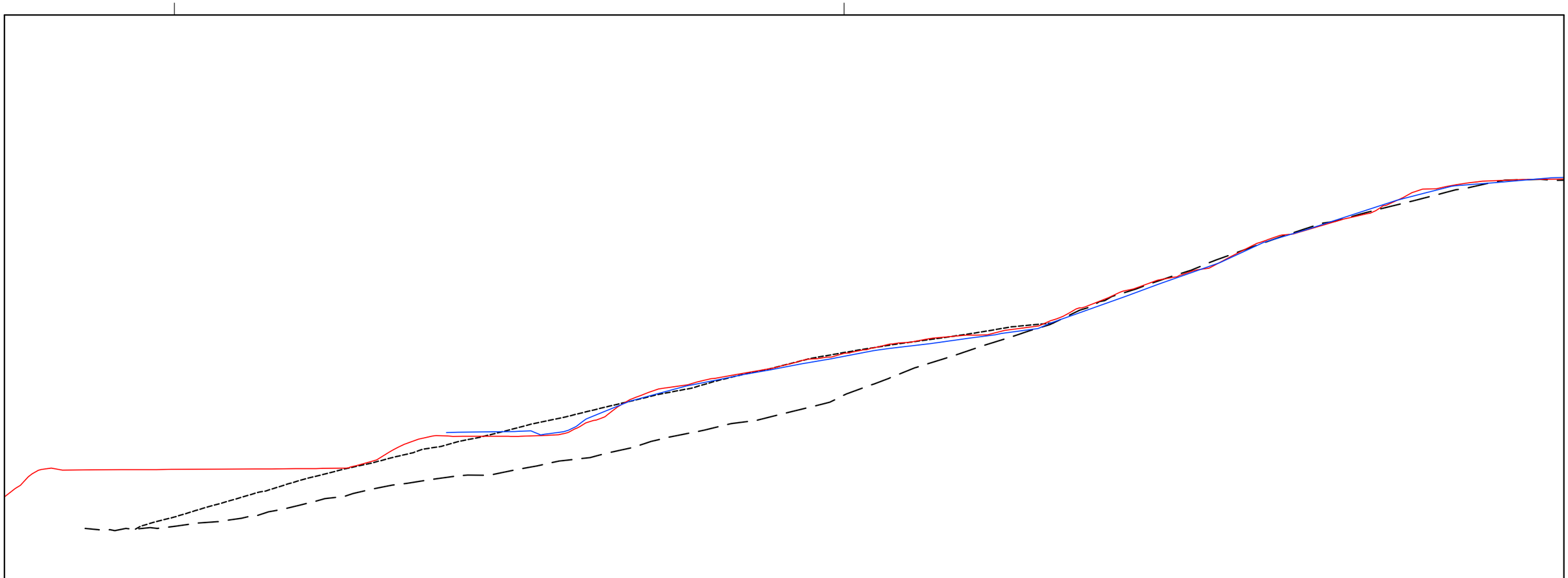
Tegningens filnavn

Målestokk
1:200

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

Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
29.06.2020	PMo	ON	CHa

Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.
20190539	H103	02



FORKLARINGER:

- Terreng i 1971
- Prosjektert tiltak fra 1971
- Terreng nåtid (12_F_Terreng_2A_20.00_C3_P_00A.dwg)
- Terreng nåtid (200203_Kleberget-RockWool_Terrain Surface Update-DTM_NGI_Request.dwg)

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.

IC SMS Områdestabilitet Rockwool

Sammenligning mellom nåværende terreng og prosjekterte tiltak ved bygging av Rockwool fabrikken
Profil 4

Status

Original format
A3

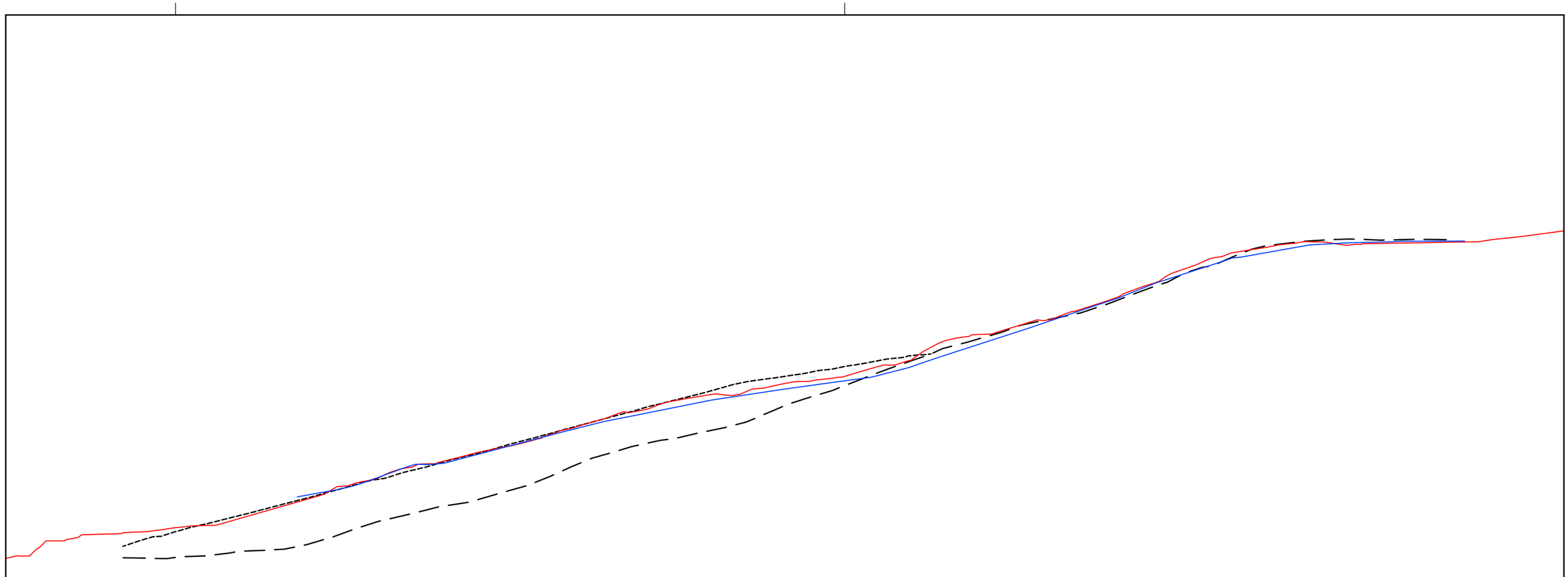
Tegningens filnavn

Målestokk
1:200

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

Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
29.06.2020	PMo	ON	CHa

Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.
20190539	H104	02



FORKLARINGER:

- Terreng i 1971
- Prosjektert tiltak fra 1971
- Terreng nåtid (12_F_Terreng_2A_20.00_C3_P_00A.dwg)
- Terreng nåtid (200203_Kleberget-RockWool_Terrain Surface Update-DTM_NGI_Request.dwg)

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.

IC SMS Områdestabilitet Rockwool

Sammenligning mellom nåværende terreng og prosjekterte tiltak ved bygging av Rockwool fabrikken
Profil 5

Status

Original format: A3

Tegningens filnavn

Målestokk: 1:200

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

Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
29.06.2020	PMo	ON	CHa

Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.
20190539	H105	02

FORKLARINGER:

- Terreng i 1971
- Prosjektert tiltak fra 1971
- Terreng nåtid (12_F_Terreng_2A_20.00_C3_P_00A.dwg)
- Terreng nåtid (200203_Kleberget-RockWool_Terrain Surface Update-DTM_NGI_Request.dwg)

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.

IC SMS Områdestabilitet Rockwool

Sammenligning mellom nåværende terreng og prosjekterte tiltak ved bygging av Rockwool fabrikken
Profil 6

Status

Original format
A3

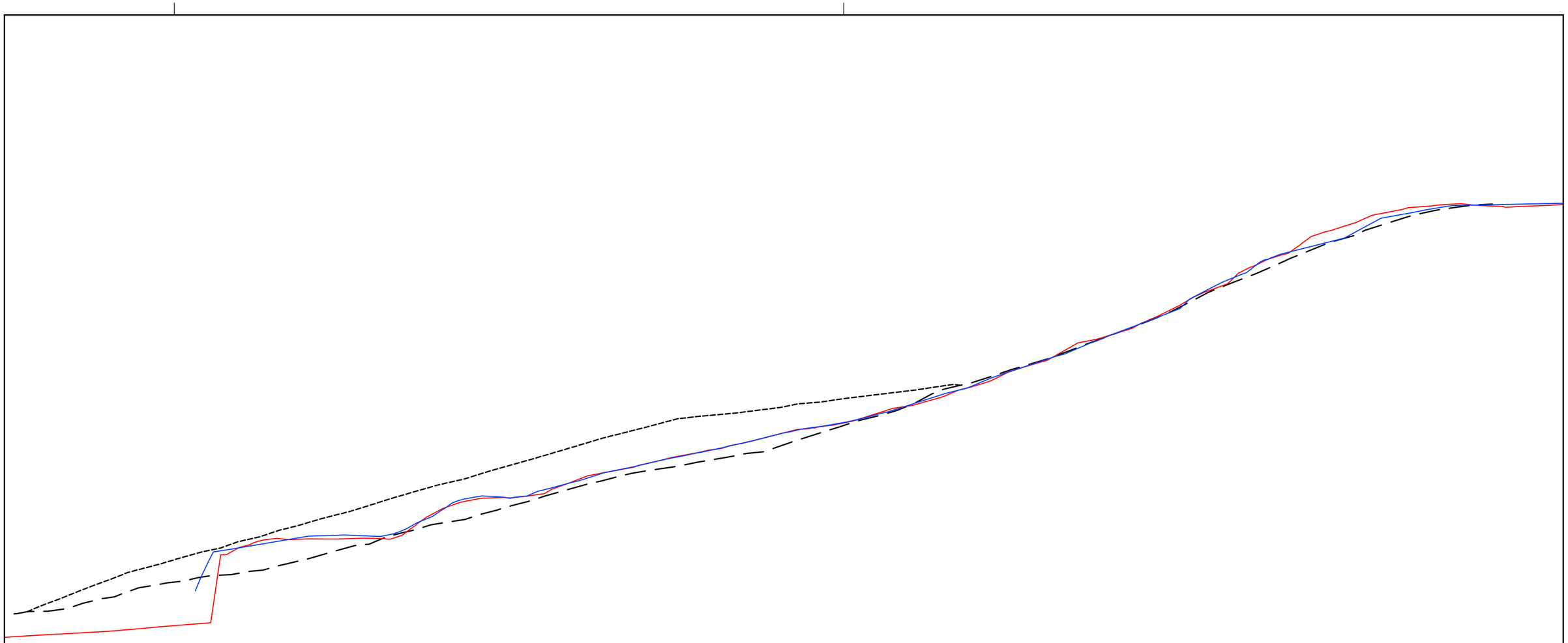
Tegningens filnavn

Målestokk
1:200

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

Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
29.06.2020	PMo	ON	CHa

Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.
20190539	H106	02



FORKLARINGER:

- Terreng i 1971
- Prosjektert tiltak fra 1971
- Terreng nåtid (12_F_Terreng_2A_20.00_C3_P_00A.dwg)
- Terreng nåtid (200203_Kleberget-RockWool_Terrain Surface Update-DTM_NGI_Request.dwg)

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.

IC SMS Områdestabilitet Rockwool

Sammenligning mellom nåværende terreng og prosjekterte tiltak ved bygging av Rockwool fabrikken
Profil 7

Status

Original format: A3

Tegningens filnavn

Målestokk: 1:200

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

Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
29.06.2020	PMo	ON	CHa

Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.
20190539	H107	02

Vedlegg I

SIKKERHETSPRINSIPPER FOR OMRÅDESTABILITET

NGI Teknisk notat

Til:	MossIA
v/	Carsten Rosskamp
Kopi til:	Bane NOR
Dato:	2020-09-30
Rev.nr. / Rev.dato:	3 / 2021-01-29
Dokumentnr.:	20190539-81-TN
Prosjekt:	IC SMS (Sandvika-Moss-Såstad)
Prosjektleder:	Tone Ratcliffe Smaavik
Utarbeidet av:	Ørjan Nerland
Kontrollert av:	Kjell Karlsrud

Sikkerhetsprinsipper for områdestabilitet

Innhold

1 Innledning 3
2 Regelverk 3
2.1 NS3480 (nå utgått) 3
2.2 Eurokode 7 (NS-EN 1997-1) 3
2.3 Bane NOR Teknisk Regelverk 4
2.4 Bane NOR Teknisk Designbasis for IC 5
2.5 Statens vegvesen Håndbok N200 og V220 6
2.6 NVE Veileder 7/2014 6
2.7 NVE Veileder 1/2019 8
3 Bruddflater som berører spor eller vei 10
4 Bruddflater som ikke berører spor eller vei 10
5 Delområder hvor det er meget vanskelig å tilfredsstille dagens regelverk 10
5.1 Kransen (beregningssnitt 10-29) 10
5.2 Stasjonsområdet (beregningssnitt 29-39) 12
5.3 Rockwool (beregningssnitt 39-51) 13
5.4 Kleberget (beregningssnitt 51-57) 14
6 Sikkerhet i anleggsfasen 15
7 Oppsummering 15
8 Referanser 16

Tegninger

Tegning 701 Oversikt over delområder hvor det er meget vanskelig å oppnå tilfredsstillende udrenert sikkerhet

Vedlegg

Vedlegg A	Stabilitetsberegninger for Stasjonsområdet
Vedlegg B	Stabilitetsberegninger for Rockwool
Vedlegg C	Stabilitetsberegninger for Kleberget

Kontroll- og referanseside

1 Innledning

Norges Geotekniske Institutt (NGI) er engasjert av MossIA som geoteknisk underrådgiver i Bane NOR prosjektet InterCity Sandbukta-Moss-Såstad (IC SMS). I den forbindelse mottok MossIA den 30. januar 2020 en endringsordre fra Bane NOR hvor MossIA er bedt om å foreta en full soneutredning i henhold til NVEs krav knyttet til vurdering av områdestabilitet. Soneutredningen skulle utføres basert på NVEs veileder 7/2014 /1-3/.

Første versjon (rev. 00E) av soneutredningen ble ferdigstilt den 6. februar 2020, mens andre versjon (rev. 01E) ble ferdigstilt den 3. juli etter at det var utført supplerende grunnundersøker. Etter dette ble det i enkelte beregningssnitt foretatt oppdatering av valgte jordparametere og utført nye reviderte stabilitetsberegninger, og en tredje versjon (rev. 02E) ble ferdigstilte den 23. oktober 2020. Etter noen mindre kommentarer fra Bane NOR ble en ny versjon (rev. 03E) ferdigstilt den 16. november 2020 /4/.

I desember 2020 kom NVE med en ny utgave av kvikkleireveilederen, NVE Veileder 1/2019 /5/. I den anledning mottok MossIA den 21. desember 2020 en ny endringsordre fra Bane NOR hvor de ble bedt om å foreta soneutredningen basert på ny NVE Veileder 1/2019 /6/.

Dette notatet gjennomgår regelverk knyttet til områdestabilitet for IC SMS prosjektet og beskriver beregnet sikkerhet for ulike delområder.

Det understrekes at alle kritiske bruddflater i kvikkleiresonen Moss Havn vil forbli uendret eller forbedret som følge av IC SMS prosjektet.

2 Regelverk

2.1 NS3480 (nå utgått)

Før Eurokode 7 ble innført i 2010 var det i de fleste tilfeller vanlig å benytte en materialfaktor for udrenerte jordparametere på $\gamma_m > 1,3$ /7/. Faktoren ble ofte økt når det var fare progressiv bruddutvikling (primært knyttet til områder med kvikkleire), og da typisk til 1,4.

2.2 Eurokode 7 (NS-EN 1997-1)

Ved innføring av Eurokode 7 /8/ ble krav om materialfaktor for udrenerte jordparametere økt til 1,4, se Figur 2-1, men også her anbefales det en høyere faktor hvis det er fare for sprøbruddmekanisme /8/, og da typisk 1,5.

Merk at fotnote d) i Figur 2.1 gir en åpning for prosentvis forbedring ved vurdering av skredfare og områdestabilitet.

Jordparameter	Symbol	Sett [b, c]	
		M1	*M2*
Friksjonsvinkel [a]	$\gamma_{\varphi'}$	1,0	1,25
Effektiv kohesjon	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
Udrenert skjærfasthet	γ_{cu}	1,0	1,4
Enaksial fasthet	γ_{qu}	1,0	1,4
Tyngdetetthet	γ_{γ}	1,0	1,0

[a] Denne faktoren gjelder for tan φ'

[b] Hvor det er mer ugunstig skal karakteristisk styrke av jord multipliseres med materialkoeffisienten.

[c] Materialfaktoren økes ut over ovenstående verdier når faren for progressiv bruddutvikling i sprøbruddmaterialer anses å være tilstede og når det kreves for å bringe den i overensstemmelse med anerkjent praksis for den anvendte analysemetoden og den foreliggende problemstillingen.

[d] Ved analyse av områdestabilitet slik forholdene framstår uten prosjekterte tiltak kan det hende at en vil finne en lavere initiell materialfaktor enn ovenstående krav. Slike tilfeller vurderes i forhold til skredfare og områdestabilitet. Det vil normalt forutsettes at det prosjekterte tiltak gjennomføres på en måte som gir uendret eller økt materialfaktor og slik at faktorer som kan utløse brudd eller skred unngås.

Figur 2-1 Krav til materialfaktor i henhold til Eurokode 7 (NS-EN 1997-1:2004/NA:2016) /8/

2.3 Bane NOR Teknisk Regelverk

Figur 2.2 viser utdrag av Bane NORs gjeldende Tekniske Regelverk (sist revidert i august 2020) /9/. For sprø bruddmekanisme og konsekvensklasse Meget alvorlig skal materialfaktoren være minimum 1,6 for bruddflater som kan berøre sporområder.

Når udrenert styrke baserer seg på prøver av høy kvalitet, enten direkte eller indirekte gjennom korrelasjoner til CPTU sonderinger /10/ har det etter hvert blitt aksept for at det foretas en viss nedjustering av udrenert styrke for å ta hensyn til sprøbruddeffekt, som blant annet anbefalt i /3/. Hvis udrenert styrketak er basert på forsøk på prøver av høy kvalitet (eller CPTU korrelasjoner knyttet opp mot det samme), som er nedjustert for sprøbruddeffekt, har det vært praksis å da benytte en normal materialfaktor på 1,4. Det vil si at en forhøyet materialfaktor på 1,6, som angitt i Bane NORs tekniske regelverk, bare benyttes hvis styrkene ikke allerede er nedjustert for sprøbruddeffekt.

c) Materialkoeffisient skal velges under hensyn til hvordan styrken er bestemt, hvordan bruddmekanismen virker, og hva som er anerkjent praksis.

- Partialfaktor γ_M er gitt i Tabell 2 for totalspenningsanalyse med ADP-metoden.
- Partialfaktor γ_M er gitt i Tabell 3 for effektivspenningsanalyse.

Tabell 2: Partialfaktor γ_M ved stabilitets- og bæreevneberegninger med ADP-metoden

Analysetype	Konsekvensklasse	Bruddmekanisme		
		Seigt	Nøytralt	Sprøtt
Totalspenningsanalyse, ADP-metoden	CC1 Mindre alvorlig	1,40	1,40	1,40
	CC2 Alvorlig	1,40	1,40	1,50
	CC3 Meget alvorlig	1,40	1,50	1,60

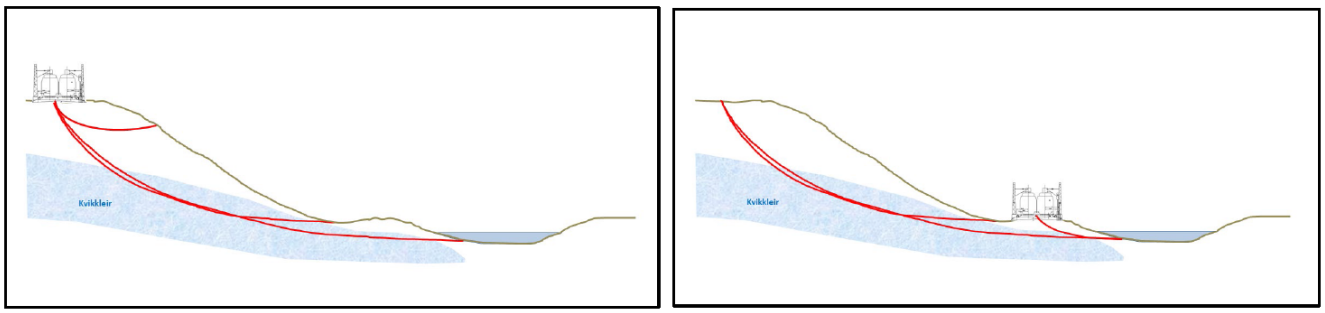
Tabell 3: Partialfaktor γ_M ved stabilitets- og bæreevneberegninger med effektivspenningsmetoden

Analysetype	Konsekvensklasse	Bruddmekanisme		
		Seigt	Nøytralt	Sprøtt
Effektivspenningsanalyse, aφ-metoden	CC1 Mindre alvorlig	1,25	1,30	1,40
	CC2 Alvorlig	1,30	1,40	1,50
	CC3 Meget alvorlig	1,40	1,50	1,60

Figur 2-2 Krav til materialfaktor i henhold til Bane NORs Tekniske regelverk /9/

2.4 Bane NOR Teknisk Designbasis for IC

I Bane NORs Tekniske Designbasis for InterCity-strekningene påpekes det at for IC-prosjekter skal alle bruddflater som berører spor med persontrafikk ha en materialfaktor som tilfredsstiller Bane NOR Tekniske regelverk for lokalstabilitet, se Figur 2-2. Eksempler på typiske bruddflater som berører spor er vist på Figur 2-3 nedenfor /11/. For øvrig presiserer Teknisk Designbasis at NVEs prosentvise forbedring i henhold til NVEs retningslinjer for bygging i områder i kvikkleire ikke ansees som tilstrekkelig for stabilitet av jernbanespor med persontrafikk.



Figur 2-3 Eksempel på bruddflater som berører sporet /11/

2.5 Statens vegvesen Håndbok N200 og V220

Statens vegvesen sin normal N200 *Vegbygging* setter krav til sikkerhetsnivå for lokalstabilitet ved geoteknisk prosjektering av vei /12/, se Figur 2-4. Valg av materialfaktor er avhengig av bruddmekanisme og konsekvensklasse, og er i tråd med Bane NORs regelverk.

Valg av geotekniske konsekvensklasse (CC) er gitt i Håndbok V220 *Geoteknikk i vegbygging* /13/. Det skal benyttes CC3 for vei med ÅDT > 8.000. I 2016 hadde Fjordveien en ÅDT på 11.000 /14/.

Tabell 205.1 Partialfaktorer for $\gamma_{M,\varphi'}$ og $\gamma_{M,c'}$ ved effektivspenningsanalyser

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

Tabell 205.2 Partialfaktorer for $\gamma_{M,cu}$ ved totalspenningsanalyser

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

* Eurokode 7 krever at $\gamma_{M,cu} \geq 1{,}4$ ved totalspenningsanalyser

Figur 2-4 Krav til materialfaktor i henhold til Statens vegvesen Håndbok N200 /12/

2.6 NVE Veileder 7/2014

For bygging i områder hvor grunnen består av sprøbruddmateriale kommer i tillegg NVEs retningslinjer med tilhørende veileder til anvendelse /2, 3/.

NVE 7/2014 opererer med ulike tiltakskategorier. Ny jernbane for IC SMS prosjektet ansees som et K4 tiltak iht. NVEs retningslinjer, noe som gjør at det stilles krav til materialfaktor >1,4, se Figur 2-5, eller prosentvis forbedring, se Figur 2-6. Faregradsklassifisering utført av NGI i IC SMS prosjektet har gitt sonen Moss Havn faregrad Middels, noe som iht. Figur 2-5 betyr at det alternativt kan benyttes Forbedring

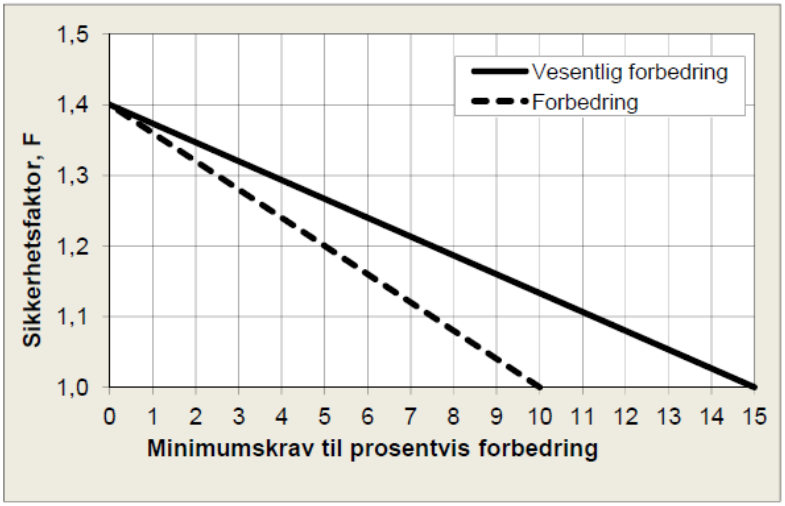
(ikke Vesentlig forbedring) dersom materialfaktoren er < 1,4. NVE 7/2014 differensierer ikke mellom materialfaktor for drenerte og udrenerte beregninger.

NVE 7/2014 anbefaler at aktiv skjærfasthet reduseres med 15% ved utledning av udrenert aktiv skjærfasthet fra blokkprøver eller fra trykksonderinger (CPTU) hvor tolkning av styrke er basert på korrelasjoner med blokkprøver. Slik reduksjon er iht. ny NVE Veileder 1/2019 ikke nødvendig dersom det ikke er sannsynlig at det kan skje forverring av stabiliteten i skråningen, se neste kapittel.

NVE 7/2014 angir at metoden med prosentvis forbedring kun kan benyttes ved å gjøre topografisk endringer eller bruke lette masser. Andre tiltak krever en absolutt sikkerhetsfaktor.

Tiltakskategori. **Type tiltak som inngår i tiltakskategorien**	**Hvordan oppnå tilfredsstillende sikkerhet for ulik faregrad**		
	Faregrad før utbygging: Lav	**Faregrad før utbygging: Middels**	**Faregrad før utbygging: Høy**
K2: Tiltak som er nevnt under kategori K1 når tiltaket vil påvirke stabiliteten negativt dersom det ikke gjennomføres stabiliserende tiltak utenom selve tiltaket. Dersom tiltaket medfører tilflytting av personer skal tiltaket plasseres i tiltakskategori K3 eller K4.	a) Stabilitetsanalyse som dokumenterer sikkerhetsfaktor for områdestabilitet F ≥ 1,4 *eller* b) Ikke forverring ** Kvalitetssikres av kollega.*		Stabilitetsanalyse som dokumenterer: a) Sikkerhetsfaktor for områdestabilitet F ≥ 1,4 *eller* b) Ikke forverring hvis F >1,2, *eller* c) Forbedring hvis F ≤1,2, se figur 5.1. Kvalitetssikres av uavhengig foretak*
K3: Tiltak som medfører tilflytting av personer med inntil to boenheter, begrenset personopphold eller tiltak med stor verdi (utover tiltak i K0-K2). Ved planlagt større tilflytting/ personopphold gjelder K4. Eksempler er bolighus og fritidsbolig med inntil to boenheter, større drifts-bygninger i landbruket, mindre utendørs publikumsanlegg, mindre næringsbygg, større VA-anlegg.	a) Stabilitets-analyse som dokumenterer sikkerhetsfaktor for områdestabilitet F ≥ 1,4 *eller* b) Ikke forverring** Kvalitetssikres av uavhengig foretak*	Stabilitetsanalyse som dokumenterer: a) Sikkerhetsfaktor for områdestabilitet F ≥ 1,4 *eller* b) Ikke forverring hvis F ≥1,2, *eller* c) Forbedring hvis F <1,2, se figur 5.1. Kvalitetssikres av uavhengig foretak*	Stabilitetsanalyse som dokumenterer: a) Sikkerhetsfaktor for områdestabilitet F ≥ 1,4 *eller* b) Forbedring hvis F < 1,4, se figur 5.1. Kvalitetssikres av uavhengig foretak*
K4: Tiltak som medfører større tilflytting/personopphold enn tiltak i K3 samt tiltak som gjelder viktige samfunnsfunksjoner. Eksempler er mer enn to eneboliger /fritidsboliger, rekkehus/boligblokk, bolig- og hyttefelt, skole og barnehage, sykehjem, større næringsbygg, kontorbygg, idretts- og industrianlegg, større utendørs publikumsanlegg, lokale beredskapsinstitusjoner.	Stabilitetsanalyse som dokumenterer: a) Sikkerhetsfaktor for områdestabilitet F ≥ 1,4 *eller* b) Forbedring hvis F < 1,4, se figur 5.1. Kvalitetssikres av uavhengig foretak*		Stabilitetsanalyse som dokumenterer: a) Sikkerhetsfaktor for områdestabilitet F ≥ 1,4 *eller* b) Vesentlig forbedring hvis F < 1,4, se figur 5.1. Kvalitetssikres av uavhengig foretak*

Figur 2-5 Krav til sikkerhetsnivå i områder med fare for skred i sprøbruddmaterialer iht. NVEs veileder 7/2014 /3/.



Figur 2-6 Krav til prosentvis forbedring ved topografiske endringer eller bruk av lette masser iht. NVEs veileder 7/2014 /3/.

2.7 NVE Veileder 1/2019

NVE har i lengre tid jobbet med å revidere sin veileder 7/2014. Revisjonen har i hovedsak bestått i å inkludere ny kunnskap og beste praksis basert på resultater fra prosjekter gjennomført under programmet NIFS (Naturfare, Infrastruktur, Flom og Skred). Første høringsutgave av revisjonen ble tilgjengelig for bransjen i februar 2019. Siden den gang er det gjort flere endringer, og endelig utgave av revidert kvikkleireveileder ble utgitt i desember 2020 /5/. Det er derimot på det nåværende tidspunkt fortsatt NVE veileder 7/2014 som er forankret i teknisk forskrift (TEK17), ettersom denne forskriften ikke er revidert enda. En kort beskrivelse av hvilken endring som er av betydning for IC SMS prosjektet følger nedenfor.

For K4 tiltak i faresoner med Middels faregrad er kravet om prosentvis forbedring økt fra Forbedring til Vesentlig forbedring (kap. 3.3.6), se Tabell 2-1.

Tabell 2-1 Krav til forbedring av sikkerhet iht. NVE Veileder 1/2019 /5/

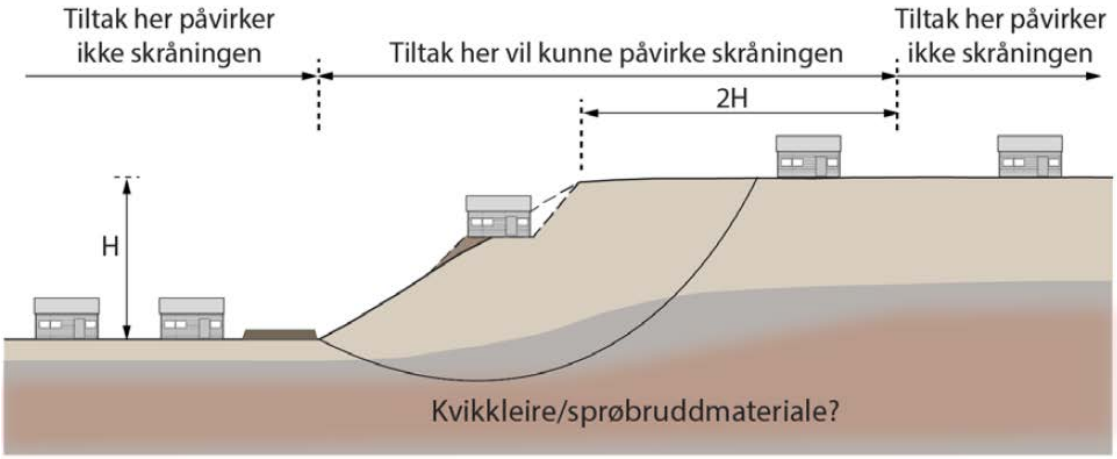
Tiltakskategori	Lav faregrad	Middels faregrad	Høy faregrad
K3	Ikke forverring	Forbedring	
K4	Forbedring	Vesentlig forbedring	

Det er i NVE 1/2019 differensiert mellom krav til sikkerhet for udrenerte, $F_{cu} > 1,4$, og drenerte beregninger, $F_{c\phi} > 1,25$, samt at det er satt krav til at tiltak som forverrer stabiliteten skal ha absolutt sikkerhetsfaktor på $F_{cu} > 1,4 \cdot f_s$ og $F_{c\phi} > 1,25$, hvor f_s lik 1,15 er sprøhetsforholdet som korrigerer for sprøbruddeffekt i de udrenerte beregningene.

Det skal ikke foretas korreksjon ved forbedret eller uendret stabilitet. Metoden innebærer en endring fra tidligere veileder hvor korreksjonen ble lagt på reduksjon av aktiv skjærfasthet i lag med sprøbruddmateriale. Ved denne endringen skal det ikke gjøres noen reduksjon i skjærfastheter i selve beregningen, men det gjøres istedenfor en reduksjon av resulterende sikkerhetsfaktor. En reduksjon av resulterende sikkerhetsfaktor vurderes ikke som nødvendig for IC SMS prosjektet ettersom alle utbyggingstiltak/grunnarbeider som har betydning for områdestabiliteten gjøres kompensert (forverrer ikke stabiliteten).

En annen endring fra dagens veileder er at det nå kan aksepteres en lavere sikkerhetsfaktor dersom tiltaket ligger utenfor influensområdet til kritiske skråninger (kap. 3.3.7). I slike tilfeller kan skråningene vurderes ved hjelp av drenerte stabilitetsberegninger (langtidsstabilitet), og $F_{c\phi} > 1{,}25$ er i så fall tilstrekkelig. I tillegg kreves det en robusthet mot mindre uforutsette spenningsendringer for udrenerte beregninger på $F_{cu} > 1{,}2$.

NVE Veileder 1/2019 definerer tiltak som ligger utenfor influensområdet som tiltak som ligger minimum 2·H (høyden til skråningen) fra toppen av skråningen, se Figur 2-7. Iht. denne definisjonen ligger IC SMS utenfor influenssonen i alle delområdene som ligger sør for Kransen, altså delområdene Stasjonsområdet, Rockwool og Kleberget, se kap. 5.2-5.4.



Figur 2-7 Terrengsnitt som viser prinsipp for når en skråning kan vurderes upåvirket av tiltaket (utenfor tiltakets influensområde) /5/

En annen endring er at den nye veilederen (kap. 3.3.2) åpner for at dersom forbedring av stabiliteten ikke er teknisk gjennomførbart eller får uforholdsmessige konsekvenser kan et tiltak planlegges og gjennomføres slik at det oppnås uendret eller økt stabilitet av skråningen sammenlignet med slik forholdene i skråningen var før utbygging. I slike tilfeller skal stabiliteten aldri forverres i forhold til opprinnelig tilstand, og alle faktorer som kan utløse brudd eller skred skal unngås.

3 Bruddflater som berører spor eller vei

Som beskrevet ovenfor krever Bane NORs og Statens vegvesens regelverk at bruddflater i kvikkleire som berører spor og vei skal ha en absolutt materialfaktor på >1,6, og at prinsippet om prosentvis forbedring ikke kan benyttes for slike bruddflater. Det har vist seg meget vanskelig å tilfredsstille dette kravet i Fjordveien hvor stabilitetsforbedrende tiltak i form av en permanent støttekonstruksjon ansees som eneste realistiske tiltak, se kap. 5 og Tegning 701.

4 Bruddflater som ikke berører spor eller vei

For bruddflater som ikke berører spor skal NVE Veileder 1/2019 benyttes, noe som for delområdet Kransen (hvor tiltaket er innenfor influenssone) innebærer krav om udrenert sikkerhet (F_{cu}) på >1,4 og en drenert sikkerhet ($F_{c\phi}$) på >1,25 eller en prosentvis *Vesentlig forbedring*, mens krav til sikkerhetsfaktor for øvrige delområder (hvor tiltaket er utenfor influenssonen) er F_{cu} >1,2 og $F_{c\phi}$ >1,25.

Utredning av områdestabiliteten i IC SMS prosjektet viser at stabiliteten er ivaretatt iht. krav gitt i NVE Veileder 1/2019 for alle bruddflater som ikke berører spor eller vei.

5 Delområder hvor det er meget vanskelig å tilfredsstille dagens regelverk

Delområder hvor det er meget vanskelig å tilfredsstille dagens regelverk er beskrevet nedenfor, og vist på Tegning 701. Det er differensiert mellom bruddflater som berører spor eller vei (Bane NORs og Statens vegvesens regelverk), se kap. 3, og bruddflater som ikke berører spor (NVEs regelverk), se kap. 4.

5.1 Kransen (beregningssnitt 10-29)

Stabilitetsberegninger viser at skråningen som ligger øst for Kransen har lav udrenert sikkerhet, gjelder beregningssnitt 12-29. Etter bygging vil jernbanen i dette området gå i en lukket betongtunnel, og området over tunnelen vil bli fylt opp. Ev. utglidning av ustabilt sideterreng i øst vil da i liten grad berøre jernbanen når IC SMS prosjektet er ferdig. Kritiske bruddflater vil derimot berøre den nye Fjordveien, og krav om sikkerhet på 1,6 ansees derfor også å gjelde for disse bruddflatene. I tillegg må sikkerheten ivaretas og forbedres i anleggsfasen.

5.1.1 Bruddflater i Kransen som berører spor eller vei

For Kransen vil bruddflater som berører spor/tiltaket bli forbedret ved hjelp av motfyllinger ved Høienhaldgata 1-9 og Nyquist gate 4-6, grunnforsterkning og motfylling ved Nyquist gate 5 og 5A og permanent støttekonstruksjon i Dr. Galtungs vei 1B-5 og Fjordveien 34. Det er meget vanskelig å tilfredsstille krav om sikkerhetsfaktor på 1,6 for den permanent støttekonstruksjon. Dersom 1,6 skal legges til grunn må prosjektering og dokumentasjon av støttekonstruksjonen baseres på følgende:

- Støttekonstruksjonen dimensjoneres for det ekstra mottrykket som bringer sikkerhetsfaktoren opp til 1,6 i en grenselikevektsberegning (utført i Geosuite Stability).

- Støttekonstruksjonen dimensjoneres for de krefter den blir utsatt for når styrken til jorda blir redusert med en faktor 1,6 i en c-ϕ reduksjon i en elementmetode-beregning (utført i Plaxis 2D).

I begge tilfellene vil kreftene bli for store i støttekonstruksjonen. I dette tilfellet anbefaler NGI at prinsippet om prosentvis forbedring benyttes, i tillegg til at den udrenerte sikkerhetsfaktoren bringes opp til >1,4 som er kravet gitt i NVE 1/2019.

NGI mener at prinsippet om prosentvis forbedring ikke behøver å være begrenset til å gjelde bruddflater som ikke berører spor, og gjelde terrengendringer eller lette masser, men også gjelde for veg, bane eller annen utbygging der det samlede tiltaket fører til en forbedring av sikkerheten i forhold til dagens situasjon. Grunnlaget for dette standpunktet ligger i hvilken betydning det har for sannsynligheten at en utglidning skal inntreffe når man vet at sikkerhetsfaktoren før tiltaket er minst 1,0 (skråningen står faktisk i dag), og dermed at tilhørende styrke er nedad begrenset til hva som gir en slik sikkerhetsfaktor. Dersom støttekonstruksjonen i Fjordveien forbedrer sikkerheten i skråningen med typisk 15%, som er det største kravet til prosentvis forbedring gitt i NVEs regelverk (se Figur 2-6), vil det eksempelvis for en 20 m høy skråning innebære at terrenget bak skråningstopp må heves 3 m for at sikkerheten skal bringes tilbake til dagens situasjon, noe som må betraktes som et relativt stort inngrep. Det er svært lite sannsynlig at så store inngrep vil kunne bli utført på kirkegården som ligger øst for Dr. Galtungs vei eller i småhusbebyggelsen i Dr. Galtungs vei. Iht. Byggesaksforskriften §4-1 kan det foretas terrengendringer på opptil 1,5 m i tettbygd strøk uten at saken må byggesaksbehandles.

Basert på vurderingene som er beskrevet ovenfor anbefaler NGI at den permanente støttekonstruksjonen i Fjordveien dimensjoneres for minimum 15% økning i sikkerhetsfaktor i forhold til dagens situasjon, og at den udrenert sikkerhetsfaktor i tillegg er på >1,4. En slik tilnærming vil kreve dispensasjon fra Statens vegvesen sitt gjeldende regelverk.

Det bemerkes at detaljering av denne støttekonstruksjonen med disse forutsetningene foreløpig ikke er ferdigstilt.

5.1.2 Bruddflater i Kransen som ikke berører spor eller vei

Det er for Kransen prosjektert stabilitetsforbedrende tiltak som vil sikre at alle bruddflater som ikke berører spor/tiltaket vil oppnå en sikkerhetsfaktor >1,4. NVEs regelverk vil derfor bli tilfredsstilt for Kransen for bruddflater som ikke berører spor.

5.2 Stasjonsområdet (beregningssnitt 29-39)

Skråningen som ligger øst for Stasjonsområdet har lav udrenert sikkerhet, gjelder beregningssnitt 29-39.

5.2.1 Bruddflater på Stasjonsområdet som berører spor

For Stasjonsområdet vil bruddflater som berører spor bli forbedret tilstrekkelig (>1,6) ved hjelp av oppfylling, grunnforsterkning og en permanent støttekonstruksjon.

5.2.2 Bruddflater på Stasjonsområdet som ikke berører spor

For Stasjonsområdet er det flere bruddflater som ikke berører spor som har lavere sikkerhet enn 1,4. Laveste sikkerhetsfaktor for bruddflater som ikke berører sporet er 1,31, og påtreffes i profil 32 og 35, se vedlegg A i dette tekniske notatet.

Detaljprosjekteringen viser at det er vanskelig å forbedre bruddflatene som ikke berører sporet i dette området uten å gjøre store inngrep i skråningen. For å oppnå tilstrekkelig prosentvis forbedring ved hjelp av terrengendringer vil det som minimum være nødvendig å rive bebyggelsen som ligger på nedsiden av Teglverksveien/Fjordveien eller bebyggelse som ligger på toppen av skråningen. Tiltak uten å gjøre terrengendringer vil kunne omfatte grunnforsterkning og/eller støttekonstruksjon i store deler av Fjordveien, noe som vurderes som teknisk og økonomisk svært vanskelig. Det er også en ikke ubetydelig sannsynlighet for at slike tunge inngrep vil forverre stabiliteten i skråningen midlertidig, og man har her ikke samme mulighet for å etablere en temporær motfylling i anleggsfasen slik tilfellet er i Kransen. NGI anbefaler derfor at det ikke gjøres tunge anleggsteknisk tiltak i dette området.

Det aktuelle delområdet har bruddflater som ikke berører sporet og som har udrenert sikkerhetsfaktor på 1,31 eller høyere etter at grunnforsterkning, oppfylling og den permanente støttekonstruksjonen er etablert. I uendret tilstand har kritisk bruddflate sikkerhetsfaktor 1,22, men denne berører sporet og vil bli forbedret betydelig i IC SMS prosjektet. I Kransen har skråningen så lav sikkerhetsfaktor som 1,03 i det mest kritiske snittet, og det er derfor grunn til å tro at dagens sikkerhet ovenfor Stasjonsområdet er ca. 15-20% bedre enn dagens sikkerhet i Kransen. I Kransen vil det bli gjort stabilitets-forbedrende tiltak, men NGI mener at det er forsvarlig å ikke gjøre tiltak i skråningen

som ligger øst for Stasjonsområdet så lenge det under og etter bygging av IC SMS prosjektet ikke foretas endringer i skråningen som forverrer stabiliteten. Følgende risikoreduserende tiltak anbefales for å forsikre seg om at forverring ikke skjer:

- Moss kommune setter strenge restriksjoner på bygging i skråningen. Terreng-endringer som forverrer stabiliteten skal ikke godkjennes. Beboerne som bor i og i nærheten av skråningen må gjøres kjent med restriksjonene.

- Det installeres poretrykksmålere og helningskanaler i skråningen før oppstart av kritiske grunnarbeider på Stasjonsområdet.

- Det foretas tett oppfølging i byggetiden av geotekniker når det skal foretas kritiske grunnarbeider på Stasjonsområdet.

- Alle grunnarbeider som utføres på Stasjonsområdet skal utføres kompensert, altså grunnarbeidene skal ikke forverre stabiliteten i anleggsfasen.

Anbefalingen ovenfor er i tråd med krav gitt i NVEs veileder 1/2019, og krever ikke dispensasjon fra regelverket. Dette ettersom IC SMS prosjektet er utenfor influenssonen i dette delområdet, noe som da innebærer at sikkerheten er tilstrekkelig iht. gjeldende regelverk ettersom en redusert udrenert sikkerhetsfaktor på >1,2 kan legges til grunn.

5.3 Rockwool (beregningssnitt 39-51)

Skråningen som ligger øst for Rockwool har bruddflater som ikke berører spor og som har lavere udrenert sikkerhetsfaktor enn 1,4, gjelder beregningssnitt 39.

5.3.1 Bruddflater på Rockwool som berører spor

Alle bruddflater ved Rockwool som berører spor har tilstrekkelig sikkerhet iht. Bane NORs tekniske regelverk.

5.3.2 Bruddflater på Rockwool som ikke berører spor

Øst for Rockwool viser stabilitetsberegninger at det er lokale bruddflater som går ned mot Rockwool som har lavere sikkerhet enn 1,4, se vedlegg B i dette tekniske notatet. For disse lokale bruddflatene er det tidligere utført stabilitetsforbedrende tiltak som gir prosentvis *Forbedring* iht. NVE 7/2014 /15-17/, men ikke tilstrekkelig forbedring iht. NVE 1/2019. NVE 1/2019 krever *Vesentlig forbedring* for K4 tiltak som skal bygges i kvikkleiresoner med faregrad Middels. Ytterligere tiltak for å forbedre disse lokale bruddflatene er derfor nødvendig, og masseutskifting med lette masser på toppen av skråningen i beregningssnitt 39 er trolig det mest aktuelle tiltaket, se tegning 701.

Stabilitetsberegningene viser at det også er globale bruddflater som har lavere sikkerhet enn 1,4, se vedlegg B i dette tekniske notatet, og hvor tidligere tiltak ikke har forbedret sikkerheten for disse bruddflatene. Den udrenerte sikkerhetsfaktoren er 1,28 for profil 39, men lenger sør (i profil 42) er sikkerhetsfaktoren tilstrekkelig ettersom den er 1,42. IC SMS prosjektet er utenfor influenssonen i dette delområdet, noe som da innebærer at en redusert udrenert sikkerhetsfaktor på >1,2 kan legges til grunn. Dersom det utføres stabilitetsforbedrende tiltak i form av masseutskifting med lette masser i toppen av skråningen i beregningssnitt 39 (i Steinullbakken/Fjordveien/Snorres vei) vil sikkerheten være tilstrekkelig iht. NVE veileder 1/2019 for delområdet Rockwool, men følgende risikoreduserende tiltak anbefales for å forsikre seg om at forverring i skråningen ikke skjer:

- Moss kommune setter strenge restriksjoner på bygging i skråningen. Terreng-endringer som forverrer stabiliteten skal ikke godkjennes. Beboerne som bor i og i nærheten av skråningen må gjøres kjent med restriksjonene.

5.4 Kleberget (beregningssnitt 51-57)

I skråningen ved Kleberget som ligger øst for påhugget til Carlbergtunnelen er det påvist kvikkleire og beregningsmessig sikkerhet lavere enn 1,4 for bruddflater som ikke berører spor, gjelder beregningssnitt 52-57.

5.4.1 Bruddflater på Kleberget som berører spor

Det vil for Kleberget bli prosjektert stabilitetsforbedrende tiltak som vil sikre at alle bruddflater som berører spor/tiltaket vil oppnå en sikkerhetsfaktor > 1,6. Bane NORs regelverk vil derfor bli tilfredsstilt for Kleberget.

5.4.2 Bruddflater på Kleberget som ikke berører spor

I skråningen som ligger mellom Carl Jensens vei og Sturlas vei/Snorres vei er det påvist en udrenert sikkerhet lavere enn 1,4. Dette er for bruddflater som ikke berører IC SMS prosjektet direkte, se vedlegg C i dette tekniske notatet.

Detaljprosjektering viser at det er vanskelig, men trolig mulig, å øke sikkerheten i denne skråningen ved hjelp av prosentvis forbedring uten å rive boliger. Tiltak, i form av oppfylling ved skråningsfot og masseutskiftning ved skråningstopp, vil derimot trolig innebære behov for omlegging av ledninger, rivning og reetablering av deler Carl Jensens vei, Sturlas vei og Snorres vei, rivning av garasjer og uthus i Sturlas vei 1 og 3, justering av innkjørsel til Carl Jensens vei 26 og midlertidig stengning av veier og innkjørsler. Andre tiltak som grunnforsterkning eller etablering av støttekonstruksjoner er ikke gjennomførbart i dette området uten rivning av boliger.

Den aktuelle skråningen har en høydeforskjell på 12-13 m, og en beregnet udrenert sikkerhetsfaktor er ca. 1,2. Forenklet kan man si at en ekstra oppfylling i toppen av skråningen eller avgraving i foten av skråningen på 2-3 m vil kunne føre til at skråningen går til brudd. Som tidligere nevnt kan det i Byggesaksforskriften §4-1 foretas terrengendringer på opptil 1,5 m i tettbygd strøk uten at det er behov for byggesaks-behandling. En terrengendring på 1,5 m vil kunne gi en betydelig reduksjon av sikkerheten til den aktuelle skråningen, og anbefales ikke. Dersom det skal foretas inngrep i skråningen bør det kun være inngrep som forbedrer stabiliteten.

NGI anbefaler at det for skråningen ved Kleberget benyttes samme tilnærming som for skråningene ved Stasjonsområdet. Det anbefales følgende risikoreduserende tiltak for skråningen ved Kleberget:

- Moss kommune setter strenge restriksjoner på bygging i skråningen. Terreng-endringer som forverrer stabiliteten godkjennes ikke. Beboerne som bor i og i nærheten av skråningen må gjøres kjent med restriksjonene.

- Det installeres poretrykksmålere og helningskanaler med automatisk overvåkning i toppen og i bunnen av skråningen før oppstart av kritiske grunnarbeider i påhuggsområdet.

- Det foretas tett oppfølging i byggetiden av geotekniker når det skal foretas kritiske grunnarbeider i påhuggsområdet.

- Alle grunnarbeider som utføres i påhuggsområdet må utføres kompensert, altså grunnarbeidene skal ikke forverre stabiliteten i noen anleggsfaser.

Det påpekes at forslaget som er beskrevet er i tråd med NVE Veileder 1/2019. Dette ettersom IC SMS prosjektet er utenfor influenssonen til den kritiske skråningen, noe som da innebærer at en redusert sikkerhetsfaktor kan legges til grunn.

6 Sikkerhet i anleggsfasen

Det skal ikke under noen omstendigheter og i noen anleggsfaser utføres grunnarbeider som forverrer stabiliteten i skråningene som ligger øst for IC SMS prosjektet. Kun grunnarbeider som utføres minimum 50 m vest for Værlegata kan utføres upåvirket av områdestabiliteten.

7 Oppsummering

Utredning av områdestabiliteten viser at IC SMS prosjektet ivaretar stabiliteten iht. krav gitt i NVE veileder 1/2019 for alle bruddflater.

For bruddflater som ikke berører spor og vei er dagens sikkerhet tilstrekkelig iht. NVE veileder 1/2019, bortsett fra i en lokal skråning like øst for Rockwool. Stabiliteten i dette området anbefales forbedret ved å utføre masseutskiftning med lette masser i Steinullbakken/Fjordveien/Snorres vei.

For bruddflater som berører spor og vei er det meget vanskelig å tilfredsstille Bane NORs og Statens vegvesens regelverk for foreslått permanent støttekonstruksjon i Fjordveien. NGI anbefaler at Bane NOR og Statens vegvesen aksepterer at denne konstruksjonen dimensjonere for en økning av sikkerheten på minimum 15% i forhold til dagens situasjon, samt en udrenert sikkerhetsfaktor på >1,4. Ved å øke den udrenerte sikkerhet i Kransen til >1,4 vil kravet gitt i NVE veileder 1/2019 være tilfredsstilt.

Det understrekes at alle kritiske bruddflater i kvikkleiresonen Moss Havn vil forbli uendret eller forbedret som følge av IC SMS prosjektet.

8 Referanser

/1/ Bane NOR (2020)
Endringsordre (VO). 960168 Sandbukta-Moss-Såstad
K.013011-VO-010, Soneutredning av områdestabilitet
Sendt dato: 30.01.2020. Kontrakt K.0113011 SMS2A – EPC Substructure

/2/ NVE (2011)
Retningslinjer 2/2011
Flaum- og skredfare i arealplaner, revidert 22. mai 2014

/3/ NVE (2014)
Veileder 7/2014 Sikkerhet mot kvikkleireskred
Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper

/4/ MossIA (2020)
Østfoldbanen VL, Sandbukta-Moss-Såstad. Km 56,075 – 66,410
Vurdering av områdestabilitet
Dokumentnr. SMS-00-A-59002, rev. 03E, datert 16. november 2020

/5/ NVE (2020)
Veileder 1/2019 Sikkerhet mot kvikkleireskred
Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper

/6/ Bane NOR (2020)
Endringsordre (VO). 960168 Sandbukta-Moss-Såstad
K.013011-VO-034, Forlengelse av VO-010 og ferdigstillelse av soneutredning

SMS-00-A-59002
Sendt dato: 21.12.2020. Kontrakt K.0113011 SMS2A – EPC Substructure

/7/ Norsk standard (1988)
NS3480 Geoteknisk prosjektering – Fundamentering, grunnarbeider og fjellarbeider

/8/ Norsk standard (2016)
NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2016
Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering
Del 1: Allmenne regler

/9/ Jernbaneverket (2020)
520 Prosjektering og bygging, Stabilitet

/10/ Karlsrud, K. and Hernandez-Martinez, F.G. (2013). Strength and deformation properties of Norwegian clays from high quality block samples. Can. Geot. J. 50:1-21

/11/ Bane NOR (2019)
Teknisk Designbasis for InterCity, rev. 05A, datert 15. august 2019

/12/ Statens vegvesen (2018)
Vegdirektoratet. Vegbygging. Normal. Håndbok N200

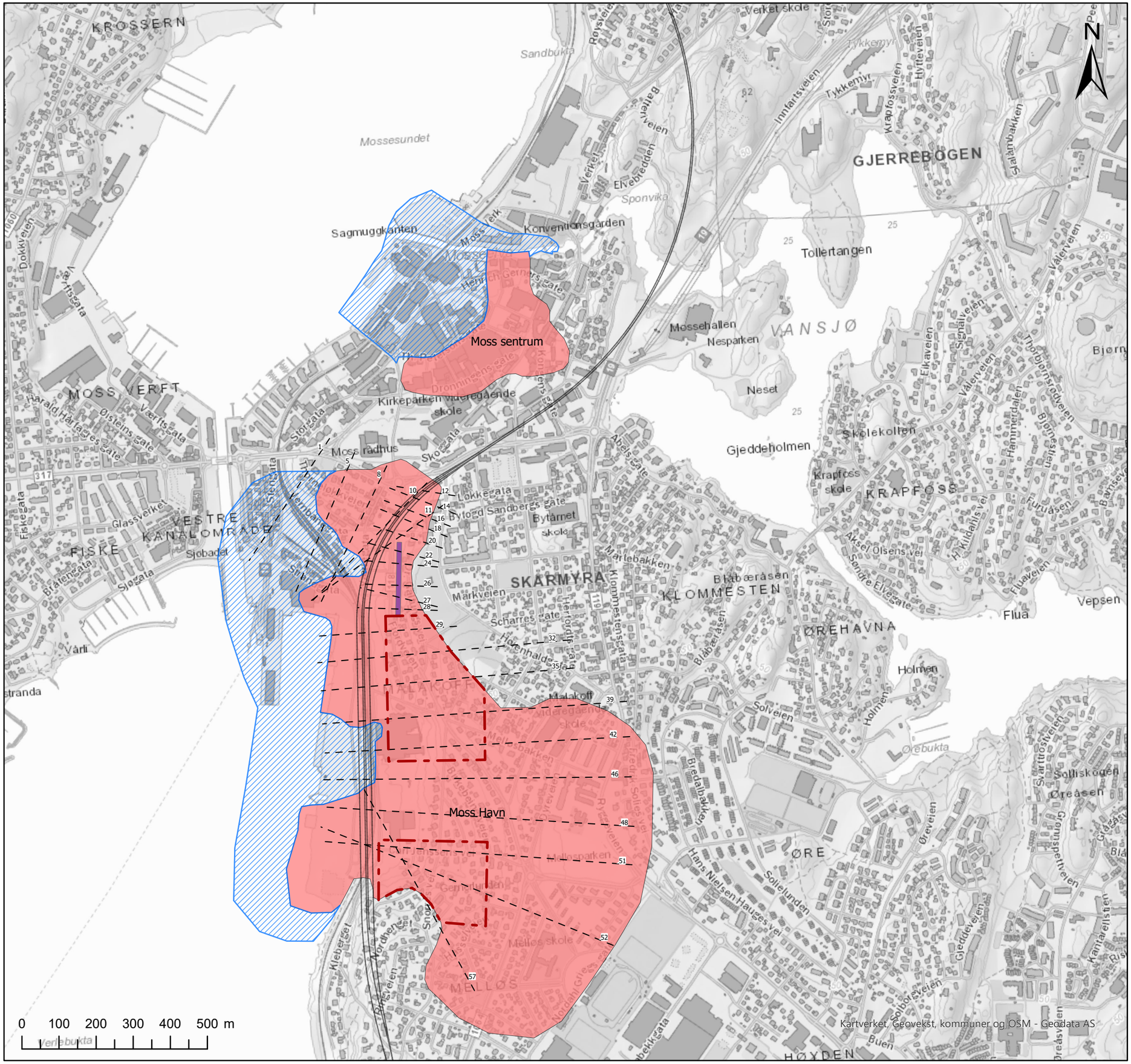
/13/ Statens vegvesen (2018)
Vegdirektoratet. Geoteknikk i vegbygging. Veiledning. HåndbokV220

/14/ Statens vegvesen (2017)
Region Øst. Strategi- veg og transportavdelingen. Mulighetsvurdering rv. 19 Moss. Rapport datert 3. november 2017

/15/ Rambøll/Sweco (2017)
Tegning nr. SMS-20-V33000 og SMS-20-V33001, rev. 01B, datert 1. feb. 2017

/16/ NGI (1971)
Vurdering av stabilitetsforholdene for skråning ned mot Elkem-Rockwool og for de innenforliggende arealer
Rapport nr. 66051, datert 18. mai 1971

/17/ NGI (1972)
Fjordveien, Moss. Forslag til oppfylling for å bedre stabiliteten av skråningen ned mot Elkem-Rockwool og de innenforliggende arealer
Rapport nr. 66051-2, datert 17. august 1972



Tegnforklaring

- Planlagte jernbanespor IC-SMS
- Beregningssnitt

Skredfaregradklasse

- 1 - Lav
- 2 - Middels
- 3 - Høy
- Utløpsområde kvikkleire

Stabilitetsforbedrende tiltak

- Permanent støttekonstruksjon i Kransen som gir minimum 15 % økning i sikkerhetsfaktoren i forhold til dagens situasjon, samt minimum sikkerhetsfaktor på 1,4.
- Arealer hvor terrenginngrep som forverrer stabiliteten ikke bør godkjennes

IC SMS (Sandbukta - Moss - Såstad)

Sikkerhetsprinsipp for områdestabilitet

Kvikkleirefaresoner med oversikt over delområder hvor det er meget vanskelig å oppnå tilfredsstillende udrenert sikkerhet.

Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
2021-01-28	ENi	ON	TFS

Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:10 000	ETRS 1989 NTM Zone 10

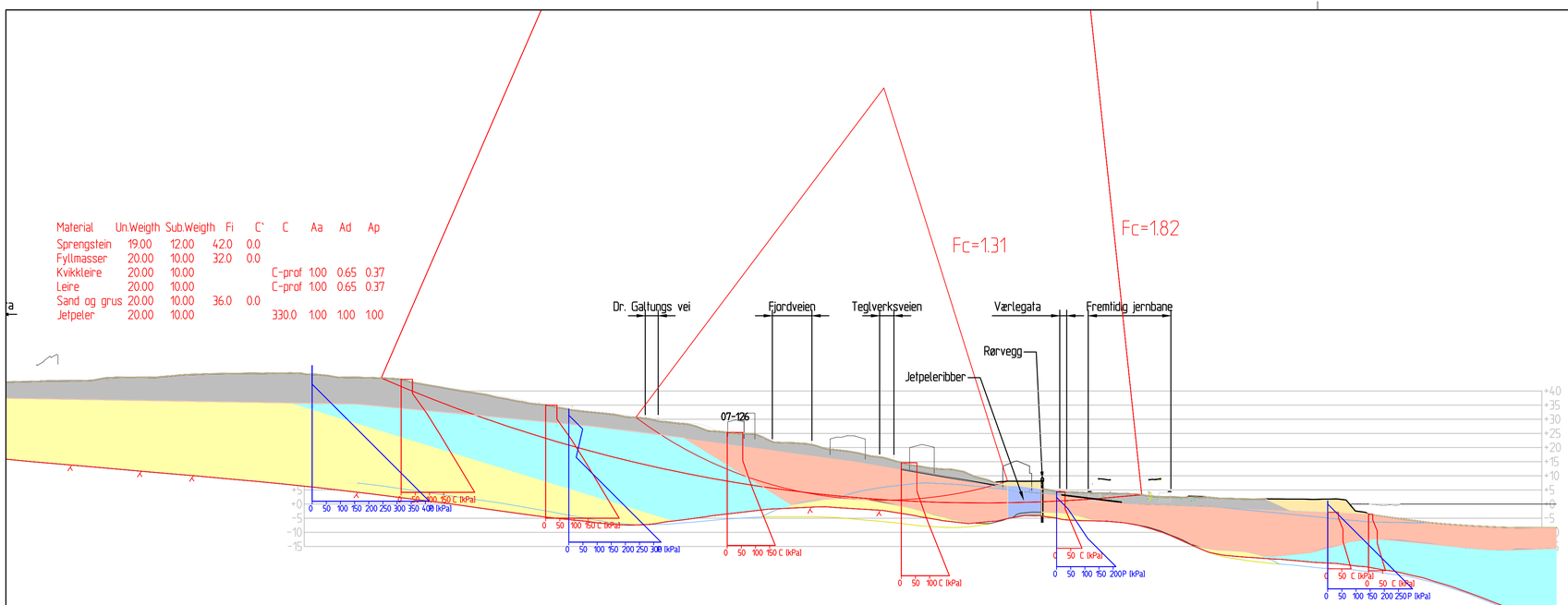
Rapportnr.	Kartnr.	Rev.
20190539-81-TN	701	02

NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT
Postboks 3930 Ullevål Stadion, 0806 OSLO
Sognsveien 72
Tlf: 22 02 30 00 Faks: 22 23 04 48
www.ngi.no

Vedlegg A

STABILITETSBEREGNINGER
STASJONSOMRÅDET

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C`	C	Aa	Ad	Ap
Sprengstein	19.00	12.00	42.0	0.0				
Fyllmasser	20.00	10.00	32.0	0.0				
Kvikkleire	20.00	10.00			C-prof	1.00	0.65	0.37
Leire	20.00	10.00			C-prof	1.00	0.65	0.37
Sand og grus	20.00	10.00	36.0	0.0				
Jetpeler	20.00	10.00			330.0	1.00	1.00	1.00



FORKLARINGER:

- Sand
- Leire
- Kvikkleire
- Morene
- Fyllmasser
- Sprengstein
- Jetpeleribber

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
1	Reviderte stabilitetsberegninger	23.10.2020	PFo/KjA	ON	TFS
0	Original	23.10.2020	PFo/KjA	ON	TFS

IC Sandbukta-Moss-Såstad
Sikkerhetsprinsipper for områdestabilitet

Beregningsdokumentasjon
Profil 32
Tiltak, udrenert

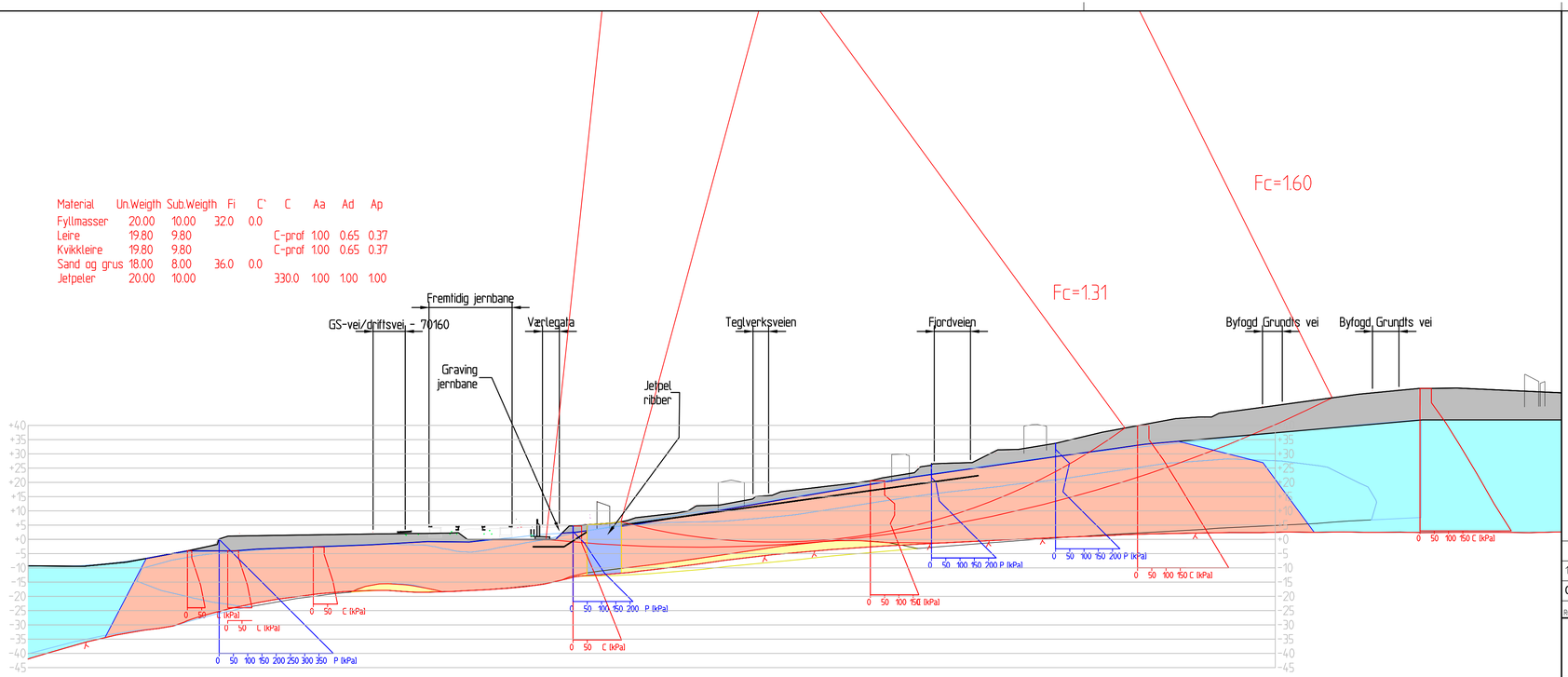
Status
Original format: A3.1
Tegningens filnavn: A1rev1_32_tiltak_udrenert_rev0.dwg
M.Bestokk: 1:1000

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

Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
23.10.2020	PFo/KjA	ON	TFS

Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.
20190539	A1	1

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C`	C	Aa	Ad	Ap
Fyllmasser	20.00	10.00	32.0	0.0				
Leire	19.80	9.80			C-prof	1.00	0.65	0.37
Kvikkleire	19.80	9.80			C-prof	1.00	0.65	0.37
Sand og grus	18.00	8.00	36.0	0.0				
Jetpeler	20.00	10.00			330.0	1.00	1.00	1.00



FORKLARINGER:

- Sand
- Leire
- Kvikkleire
- Morene
- Fyllmasser
- Jetpeleribber

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
1	Reviderte stabilitetsberegninger	23.10.2020	PFo/KjA	ON	TFS
0	Original	25.01.2020	ENi	ON	CHa

IC Sandbukta-Moss-Såstad
Sikkerhetsprinsipper for områdestabilitet

Beregningsdokumentasjon
Profil 35
Tiltak jetpeler, udrenert

Status
Original format A3.1
Tegningens filnavn
Målestokk 1:1000

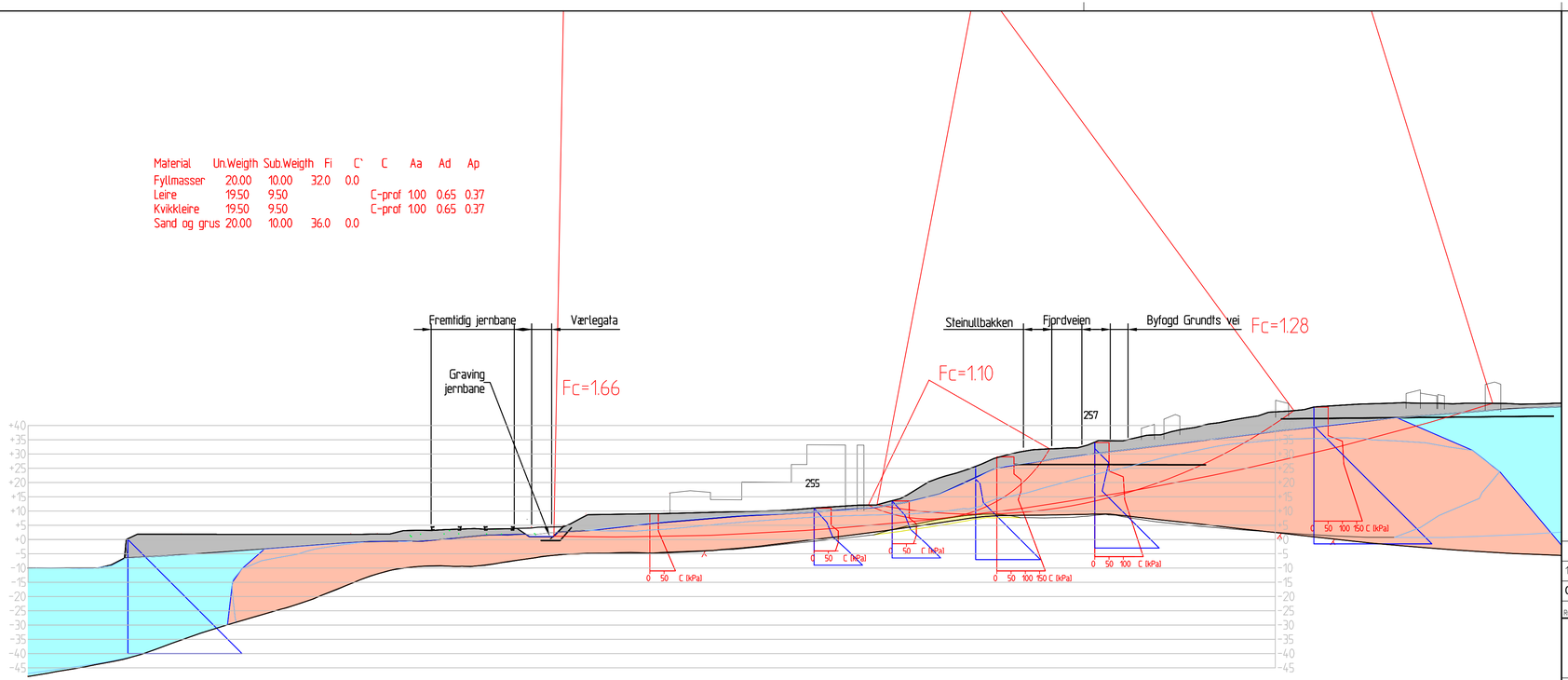
NGI
Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion
NO-0806 Oslo, Norway
T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48
www.ngi.no

Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
16.06.2020	E.W.A	ON	ON
Oppdragsnr. 20190539	Tegningsnr. A2		Rev. 1

Vedlegg B

STABILITETSBEREGNINGER ROCKWOOL

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C`	C	Aa	Ad	Ap
Fyllmasser	20.00	10.00	32.0	0.0				
Leire	19.50	9.50			C-prof	1.00	0.65	0.37
Kvikkleire	19.50	9.50			C-prof	1.00	0.65	0.37
Sand og grus	20.00	10.00	36.0	0.0				



FORKLARINGER:

- Sand
- Leire
- Kvikkleire
- Morene
- Fyllmasser

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
1	Reviderte stabilitetsberegninger	23.10.2020	PFo/KjA	ON	TFS
0	Original	25.01.2020	ENi	ON	CHa

IC Sandbukta-Moss-Såstad
Sikkerhetsprinsipper for områdestabilitet

Beregningsdokumentasjon
Profil 39
Dagens situasjon, udrenert

Status
Original format: A3.1
Tegningens filnavn
Målestokk: 1:1000

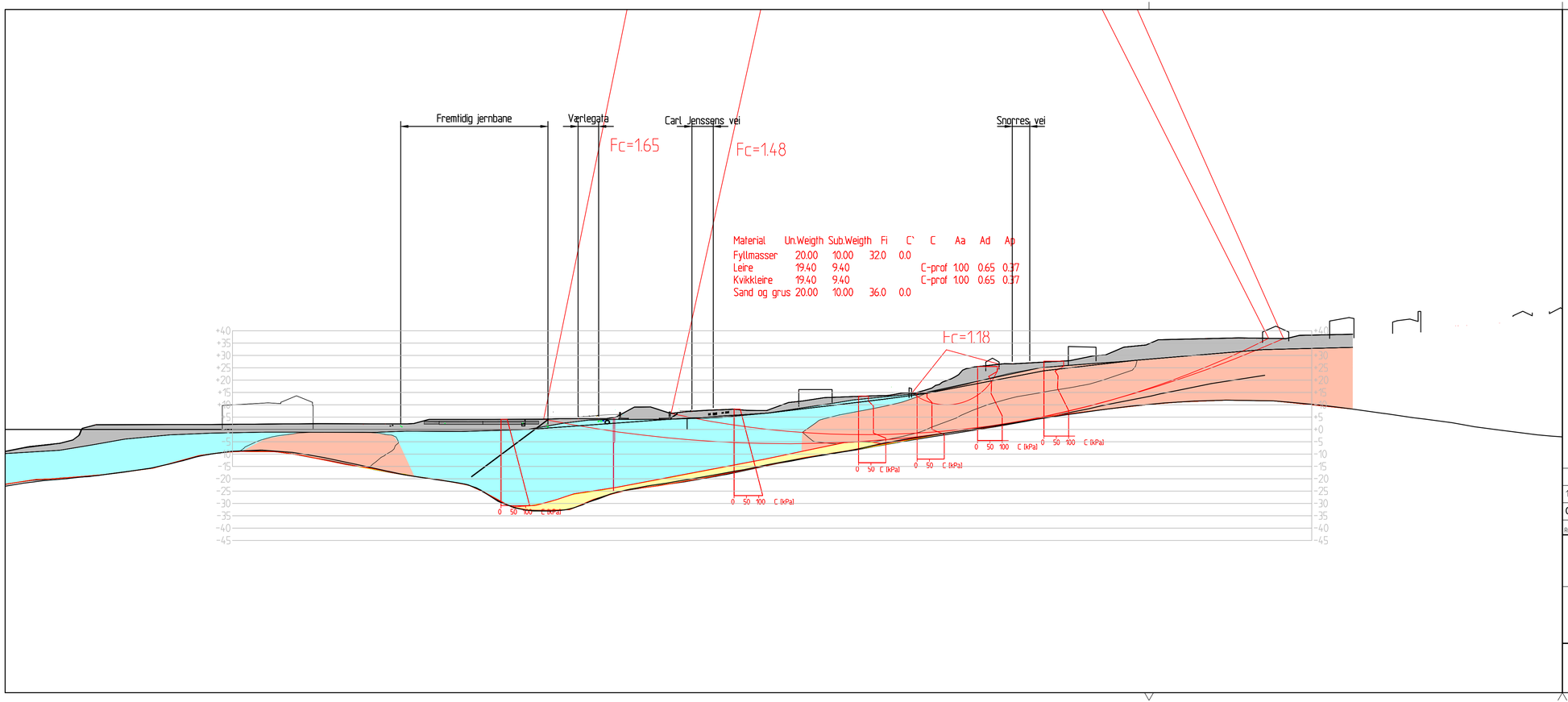
NGI
Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion
NO-0806 Oslo, Norway
T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48
www.ngi.no

Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
16.06.2020	EWA	ON	ON

Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.
20190539	B1	1

Vedlegg C

STABILITETSBEREGNINGER KLEBERGET



FORKLARINGER:

- Sand
- Leire
- Kvikkleire
- Morene
- Fyllmasser

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
1	Reviderte stabilitetsberegninger	23.10.2020	PFo/KjA	ON	TFS
0	Original	25.01.2020	ENi	ON	CHa

IC Sandbukta-Moss-Såstad
Sikkerhetsprinsipper for områdestabilitet

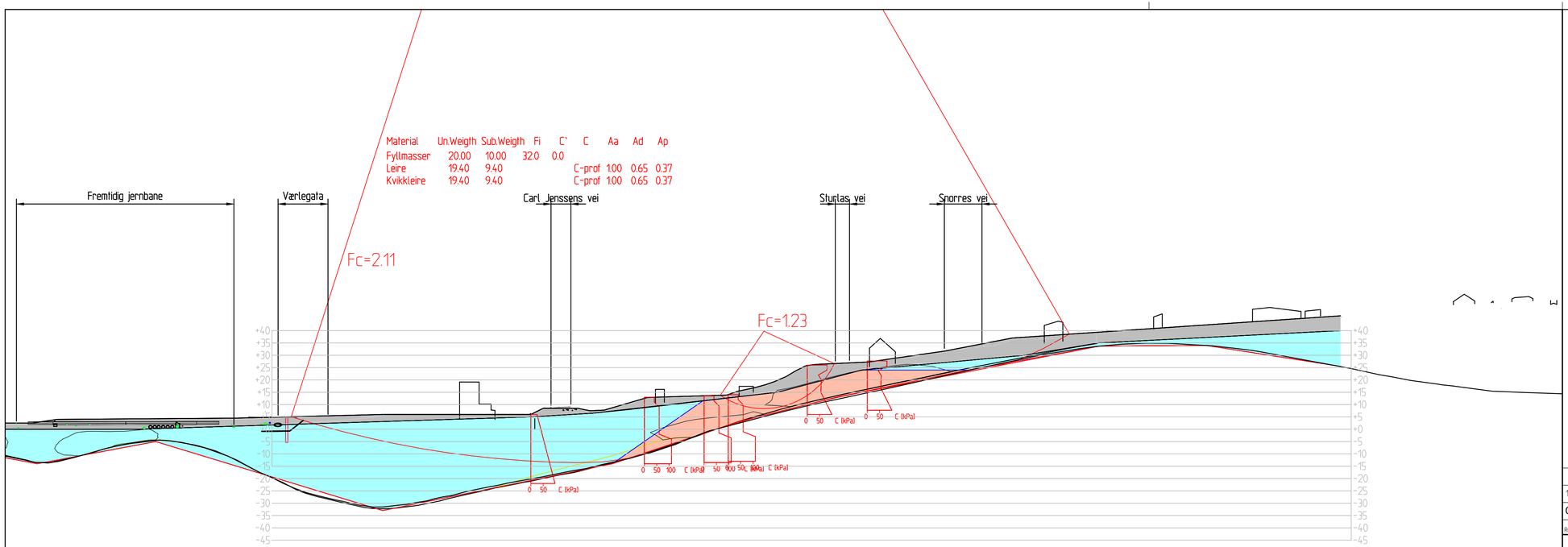
Beregningsdokumentasjon
Profil 54
Dagens situasjon, udrenert

Status
Original format A3.1
Tegningens filnavn
Målestokk 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

Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
16.06.2020	EWA	ON	ON

Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.
20190539	C1	1



FORKLARINGER:

- Sand
- Leire
- Kvikkleire
- Morene
- Fyllmasser

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
1	Reviderte stabilitetsberegninger	23.10.2020	PFo/KjA	ON	TFS
0	Original	25.01.2020	ENi	ON	CHa

IC Sandbukta-Moss-Såstad
Sikkerhetsprinsipper for områdestabilitet

Beregningsdokumentasjon
Profil 57
Dagens situasjon, udrenert

Status
Original format: A3.1
Tegningens filnavn
Målestokk: 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

Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
16.06.2020	EWA	ON	ON

Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.
20190539	C2	1

Kontroll- og referanseside/ Review and reference page

Dokumentinformasjon/*Document information*		
Dokumenttittel/*Document title* Sikkerhetsprinsipper for områdestabilitet		**Dokumentnr./*Document no.*** 20190539-81-TN
Dokumenttype/*Type of document* Teknisk notat / Technical note	**Oppdragsgiver/*Client*** MossIA	**Dato/*Date*** 2020-09-30
Rettigheter til dokumentet iht kontrakt/*Proprietary rights to the document according to contract* NGI		**Rev.nr. & dato/*Rev.no. & date*** 3 / 2021-01-29
Distribusjon/*Distribution* FRI: Kan distribueres av Dokumentsenteret ved henvendelser / FREE: Can be distributed by the Document Centre on request		
Emneord/*Keywords* Kvikkleire, regelverk		

Stedfesting/*Geographical information*	
Land, fylke/*Country* Norge, Østfold	**Havområde/*Offshore area***
Kommune/*Municipality* Moss	**Feltnavn/*Field name***
Sted/*Location* Moss sentrum	**Sted/*Location***
Kartblad/*Map* 1813 I, Horten	**Felt, blokknr./*Field, Block No.***
UTM-koordinater/*UTM-coordinates* **Sone:** 32 **Øst:** 594180 **Nord:** 6589226	**Koordinater/*Coordinates*** **Projeksjon, datum: Øst: Nord:**

Dokumentkontroll/*Document control*

Kvalitetssikring i henhold til/*Quality assurance according to NS-EN ISO9001*

Rev/ Rev.	***Revisjonsgrunnlag/Reason for revision***	**Egenkontroll av/ *Self review by:***	**Sidemanns-kontroll av/ *Colleague review by:***	**Uavhengig kontroll av/ Independent review by:**	**Tverrfaglig kontroll av/ *Inter-disciplinary review by:***
0	Originaldokument	2020-09-25 Ørjan Nerland	2020-09-25 Kjell Karlsrud		
1	Mindre endringer i tekst etter kommentarer fra Bane NOR	2020-10-02 Ørjan Nerland	2020-10-02 Kjell Karlsrud		
2	Revisjon etter endring av definisjon på influenssone mottatt på e-post fra NVE den 5. november 2020	2020-11-16 Ørjan Nerland	2020-11-16 Kjell Karlsrud		
3	Revisjon etter ny NVE Veileder 1/2019	2021-01-24 Ørjan Nerland	2021-01-25 Kjell Karlsrud		

Dokument godkjent for utsendelse/ *Document approved for release*	**Dato/*Date***	**Prosjektleder/*Project Manager***
	29. januar 2021	Tone Ratcliffe Smaavik

NGI (Norges Geotekniske Institutt) er et internasjonalt ledende senter for forskning og rådgivning innen ingeniørrelaterte geofag. Vi tilbyr ekspertise om jord, berg og snø og deres påvirkning på miljøet, konstruksjoner og anlegg, og hvordan jord og berg kan benyttes som byggegrunn og byggemateriale.

Vi arbeider i følgende markeder: Offshore energi – Bygg, anlegg og samferdsel – Naturfare – Miljøteknologi.

NGI er en privat næringsdrivende stiftelse med kontor og laboratorier i Oslo, avdelingskontor i Trondheim og datterselskap i Houston, Texas, USA og i Perth, Western Australia.

www.ngi.no

NGI (Norwegian Geotechnical Institute) is a leading international centre for research and consulting within 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 following sectors: Offshore energy – Building, Construction and Transportation – Natural Hazards – Environmental Engineering.

NGI is a private foundation with office and laboratory in Oslo, branch office in Trondheim and daughter companies in Houston, Texas, USA and in Perth, Western Australia

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 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 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.

NGI
OSLO
TRONDHEIM
HOUSTON
PERTH

NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT
NGI.NO

Hovedkontor Oslo
PB. 3930 Ullevål Stadion
0806 Oslo

Avd. Trondheim
PB. 5687 Torgarden
7485 Trondheim

T 22 02 30 00
F 22 23 04 48
NGI@ngi.no

BANK
KONTO 5096 05 01281
ORG.NR 958 254 318MVA

ISO 9001/14001
CERTIFIED BY BSI
FS 32989/EMS 612006

Vedlegg J

DESIGN STYRKEPROFIL BENYTTET TIL STABILITETSBEREGNINGER FOR STASJONSOMRÅDET, ROCKWOOL OG KLEBERGET

Innhold

J1 CPTU-tolkninger som inngår i stabilitetsberegningene 2
J2 Designprofil styrkeprofil for stabilitetsberegninger 5

J1 CPTU-tolkninger som inngår i stabilitetsberegningene

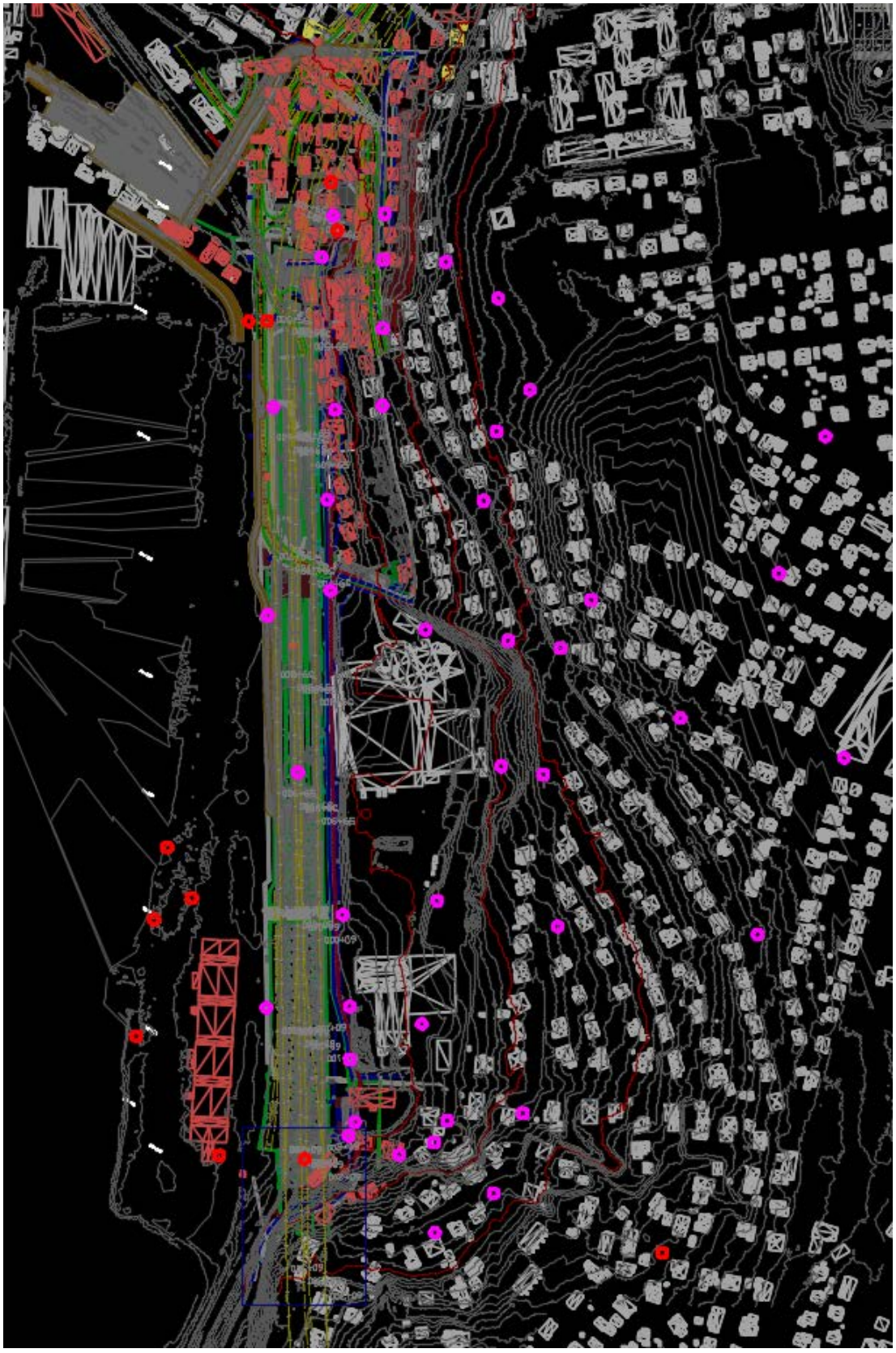
Tabell J1 og Tabell J2 lister opp alle CPTU-målinger som inngår i designprofilene og stabilitetsberegninger. Figur J1 viser hvor CPTU-målingene er utført. Som grunnlag for valg av designprofiler er det også benyttet resultater fra gode treaksialforsøk.

Tabell J1 CPTU-målinger som inngår i stabilitetsberegningene for Stasjonsområdet og Rockwool

CPT	Kote (m)
06-127	+33.1
07-049	+2.0
07-068	+4.1
07-097	+2.4
07-126	+25.4
07-128	+33.8
07-130	+49.1
07-132	+48.9
07-133	+23.9
07-134	+41.6
07-140	+27.3
07-141	+13.0
07-142	+13.7
252	+16.9
253	+31.6
254	+40.4
255	+11.2
256	+28.8
257	+34.0
258	+44.9
259	+20.6
260	+29.4
332	+2.5
405	+16.3
406	+14.0
407	+4.9
408	+4.7
409	+10.4
410	+6.1
411	+13.6
413	+27.7
433	+6.6
434	+4.7
435	+4.6
437	+4.7
438	+6.2

Tabell J2 CPTU-målinger som inngår i stabilitetsberegningene for Kleberget

CPT	Kote
07-097	+2.4
07-140	+27.3
07-141	+13.0
07-142	+13.7
408	+4.7
410	+6.1
411	+13.6
413	+27.7
437	+4.7
438	+6.2

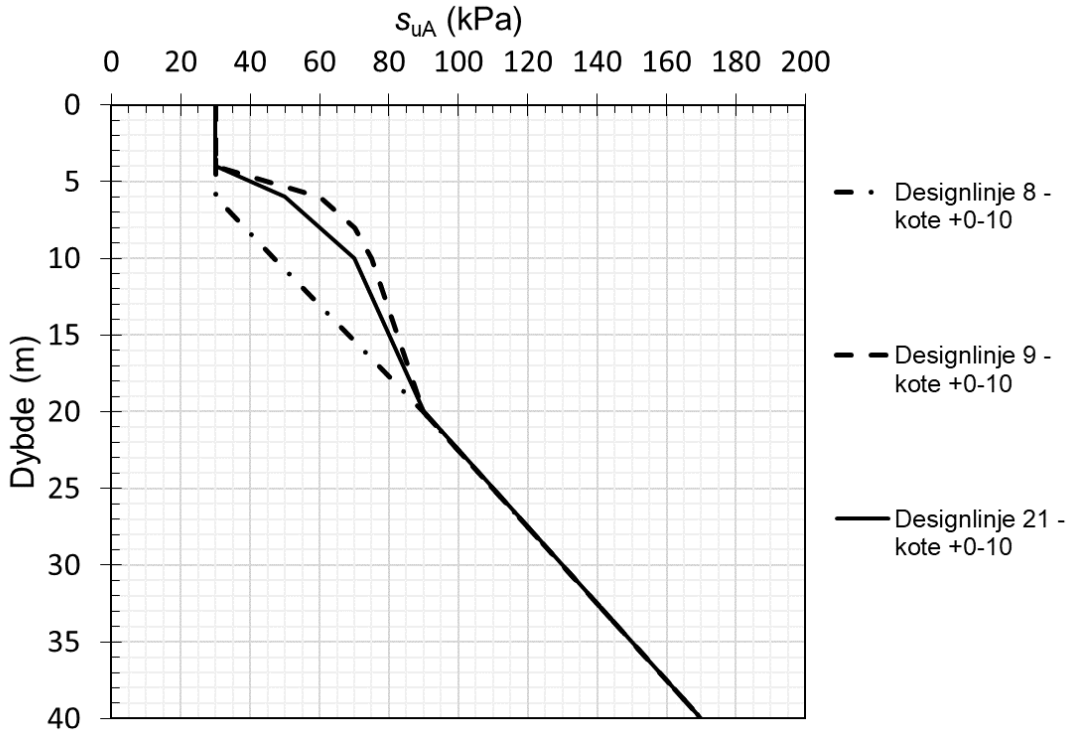


Figur J1 Kart som viser plassering av CPTU-målinger (lilla ring) som er inkludert i beregningene

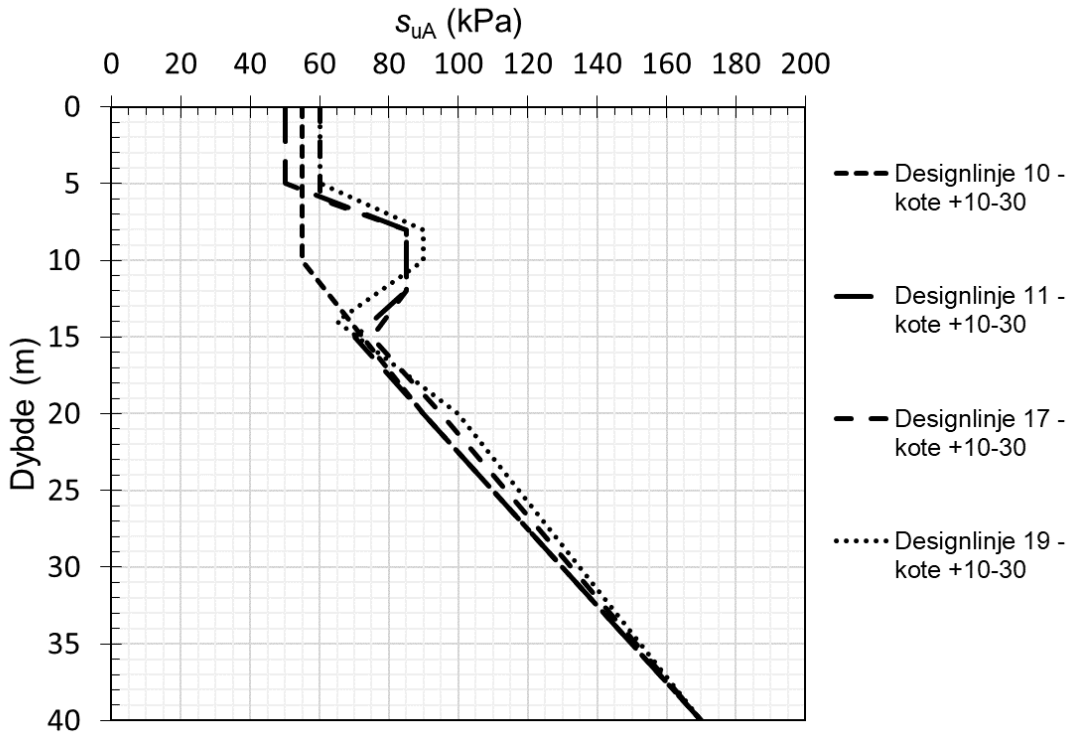
J2 Designprofil styrkeprofil for stabilitetsberegninger

Figur J2, Figur J3 og Figur J4 viser designlinjer for udrenert skjærstyrke etablert for Stasjonsområdet og Rockwool ut ifra kotenivå. Det er hensiktsmessig å dele inn i tre terrengkotenivå for å skille mellom de ulike CPTU-målingene og etablere designlinjer: kote +0 m til +10 m, kote +10 m til +30 m, og kote +30 m til +50 m. Tabell J3 viser hvilke designlinjer som er brukt i de forskjellige udrenerte stabilitetsberegningene for Stasjonsområdet og Rockwool. Figur J5 til Figur J36 viser hvilke CPTU-målinger som er tatt med i designlinjene etablert for hvert beregningssnitt.

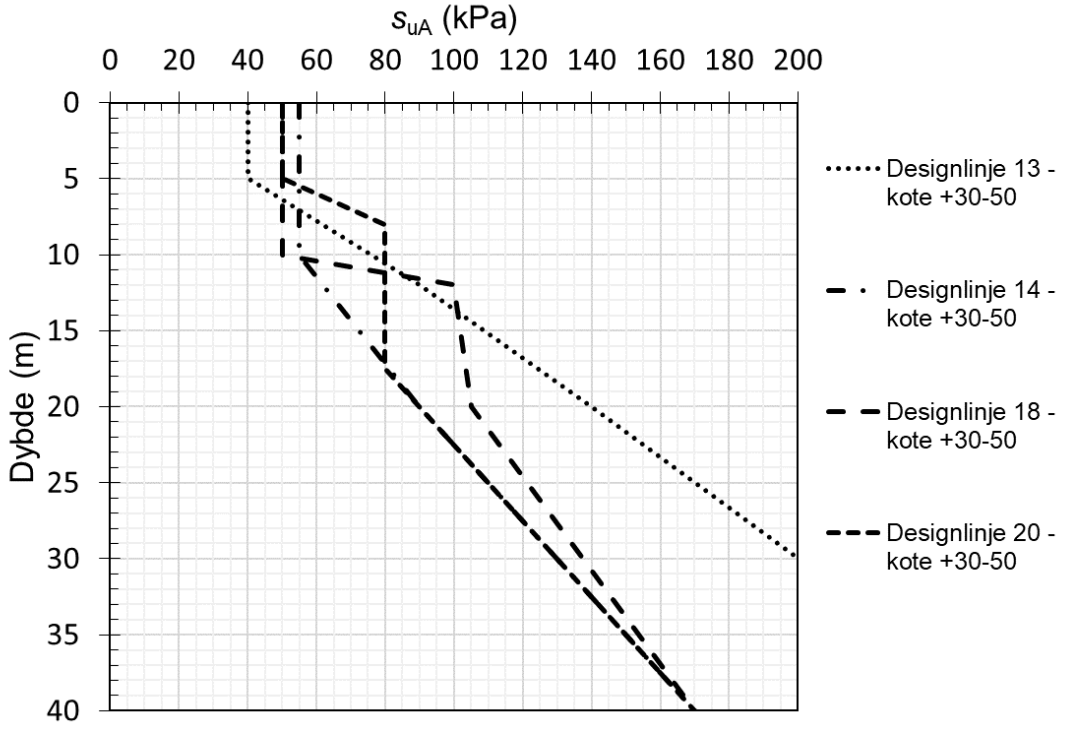
Figur J38 og Figur J39 viser designlinjer for udrenert skjærstyrke etablert for Kleberget, henholdsvis for foten og midtre del av skråningen. I dette området er også tolkninger av enkeltmålinger benyttet direkte. Tabell J4 viser hvilke styrkeprofil som er brukt i de forskjellige udrenerte stabilitetsberegningene for Kleberget.



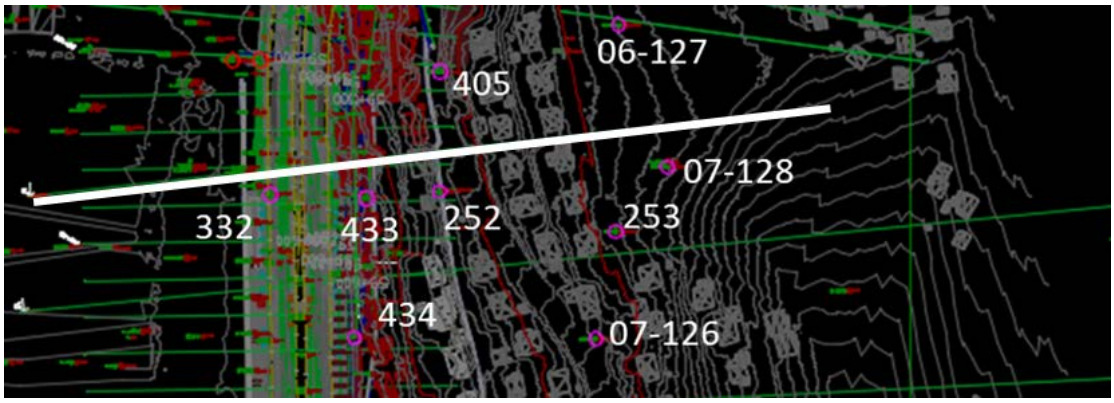
Figur J2 Designlinjer Stasjonsområdet og Rockwool, Kote +0 m til +10 m



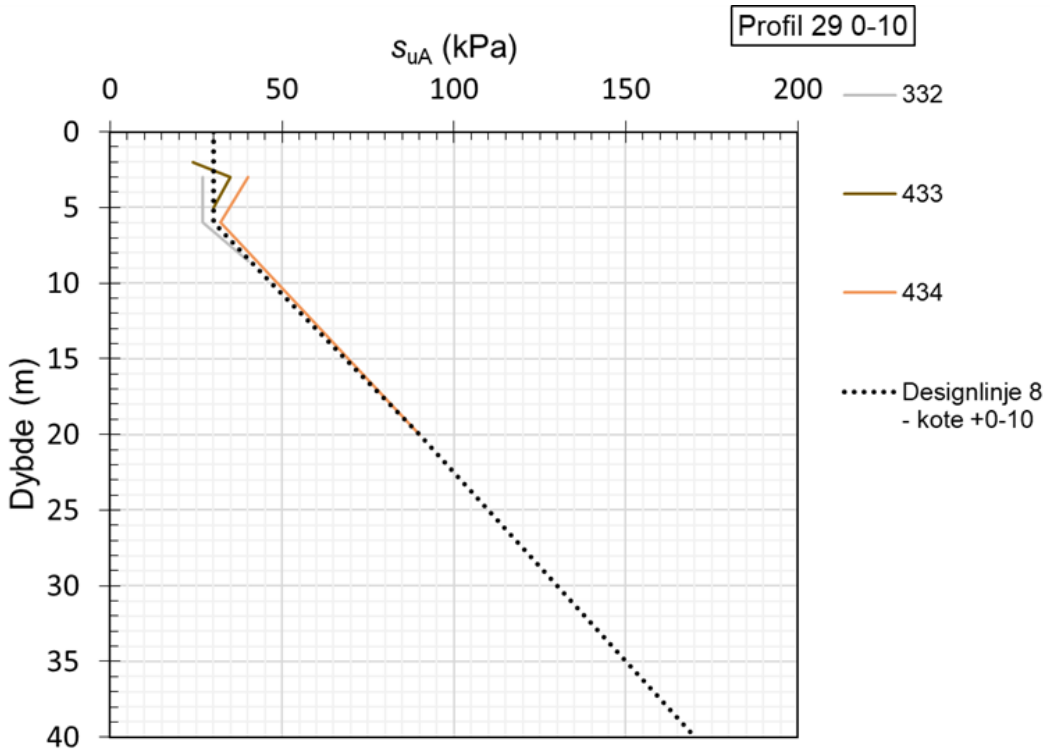
Figur J3 Designlinjer Stasjonsområdet og Rockwool, Kote +10 m til +30 m



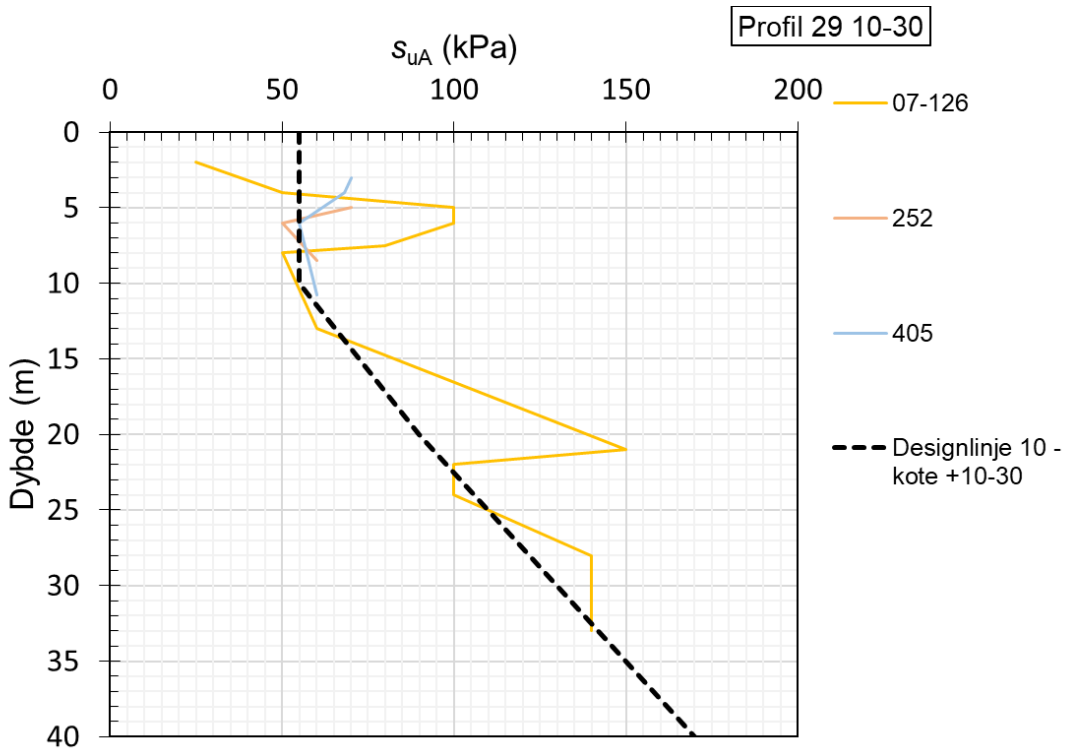
Figur J4 Designlinjer Stasjonsområdet og Rockwool, Kote +30 m til +50 m



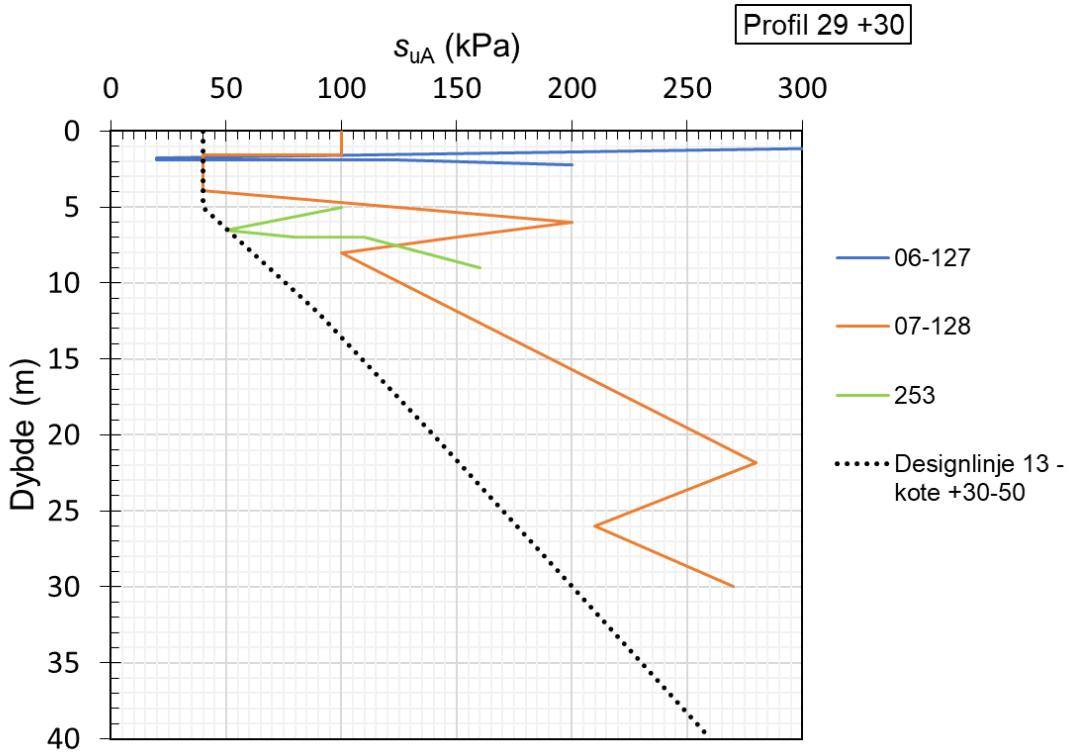
Figur J5 Profil 29, Kart som viser CPTU-målinger og beregningssnitt



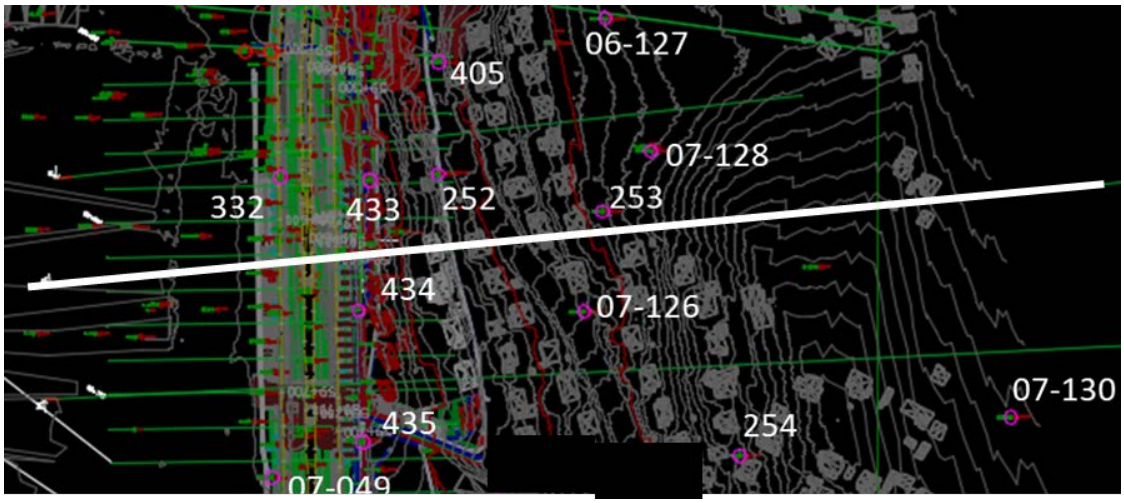
Figur J6 Profil 29, Kote +0 m til +10 m, Designlinje 8



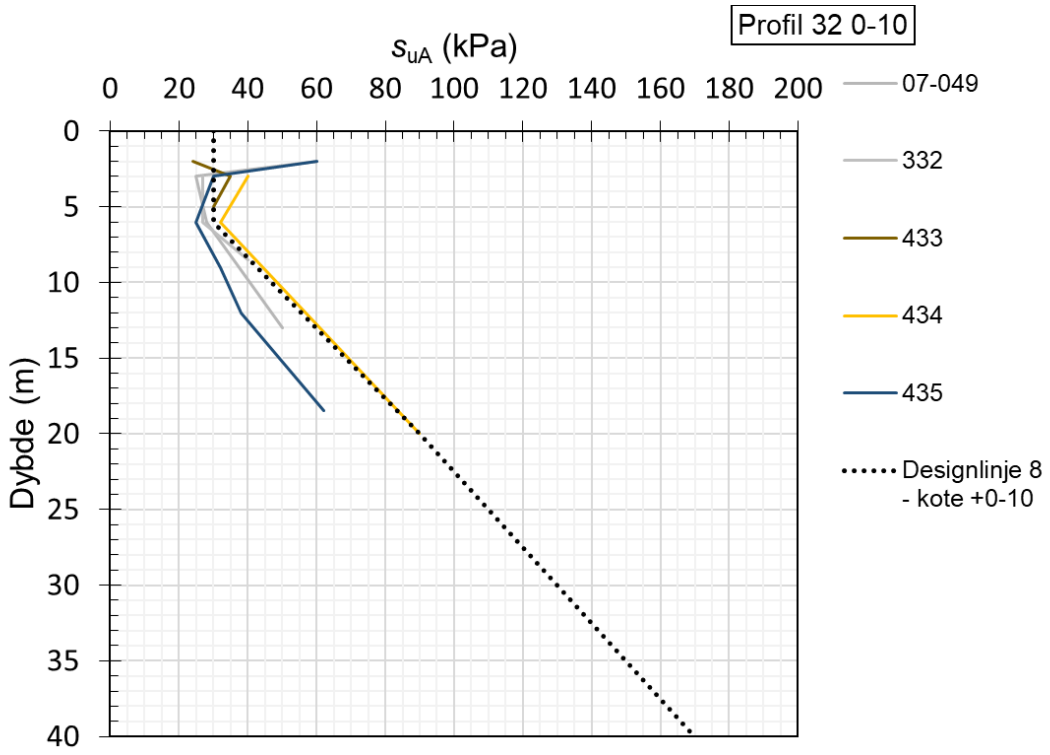
Figur J7 Profil 29, Kote +10 m til +30 m, Designlinje 10



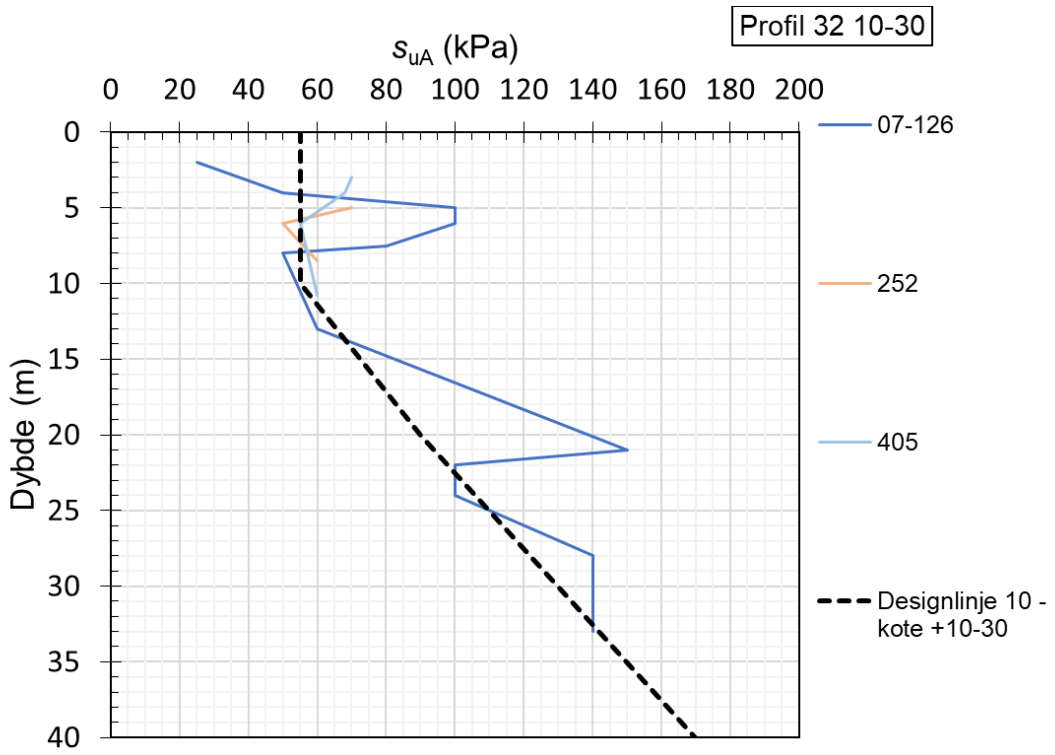
Figur J8 Profil 29, Kote +30 m til +50 m, Designlinje 13



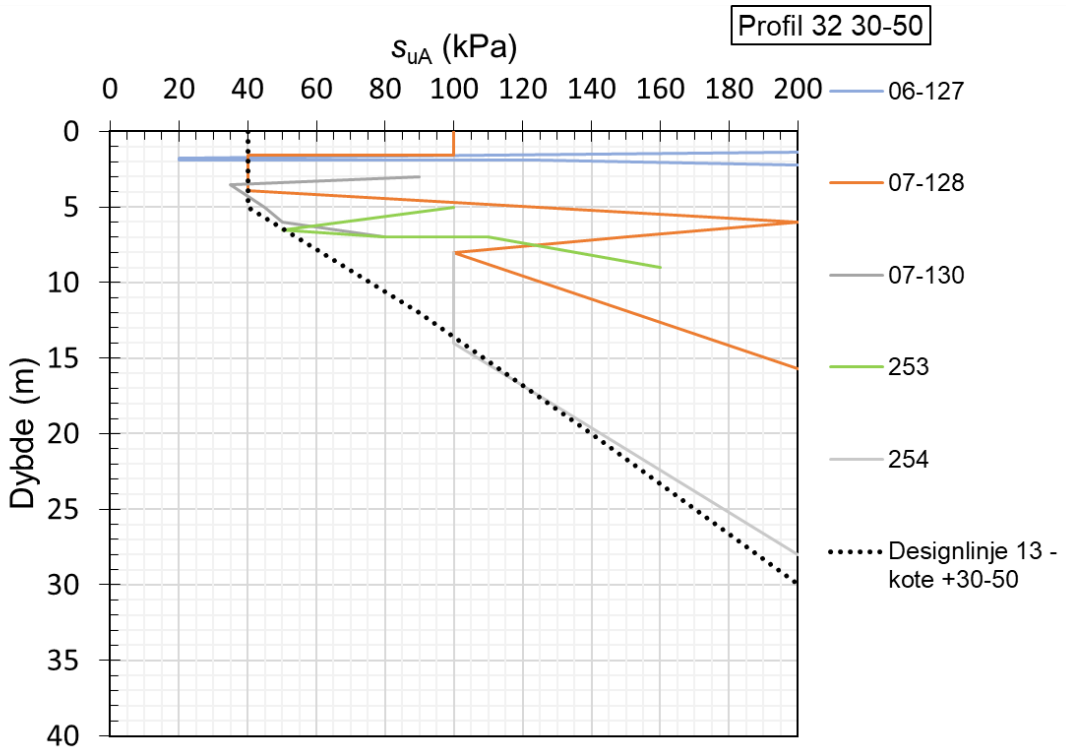
Figur J9 Profil 32, Kart som viser CPTU-målinger og beregningssnitt



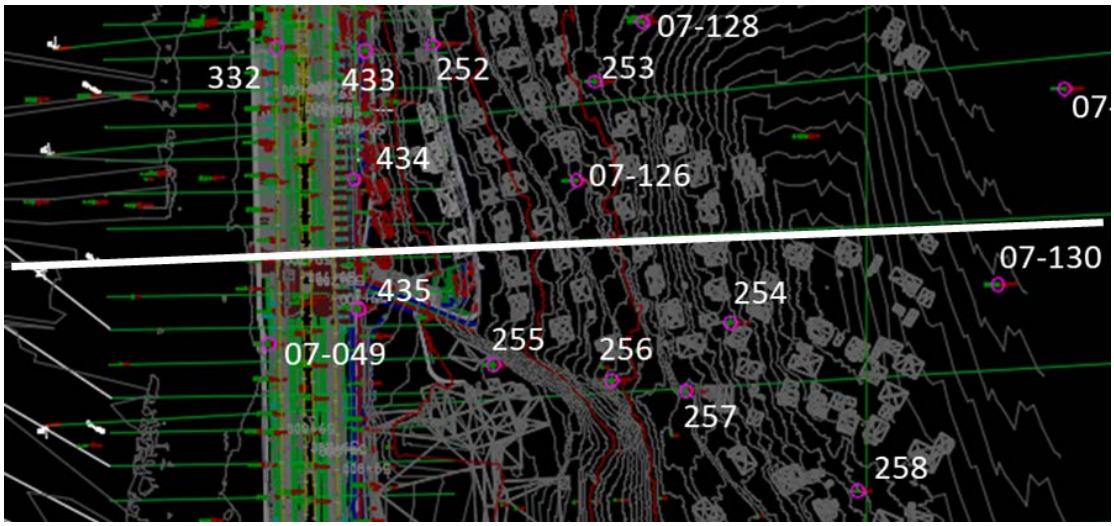
Figur J10 Profil 32, Kote +0 m til +10 m, Designlinje 8



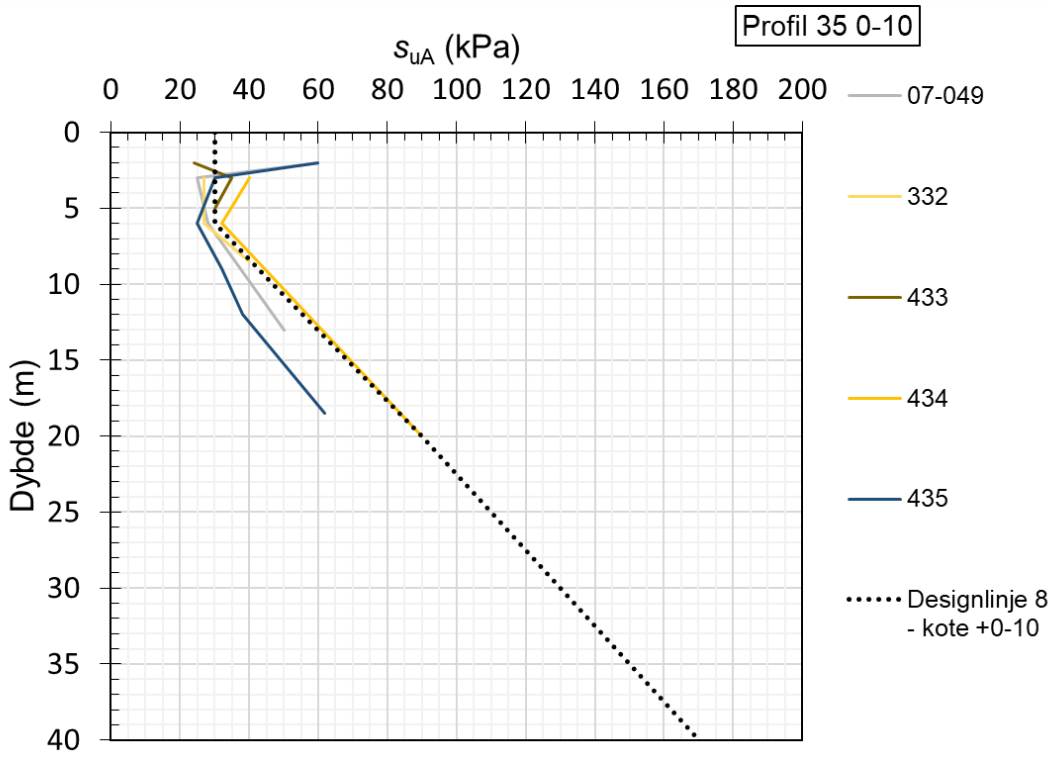
Figur J11 Profil 32, Kote +10 m til +30 m, Designlinje 10



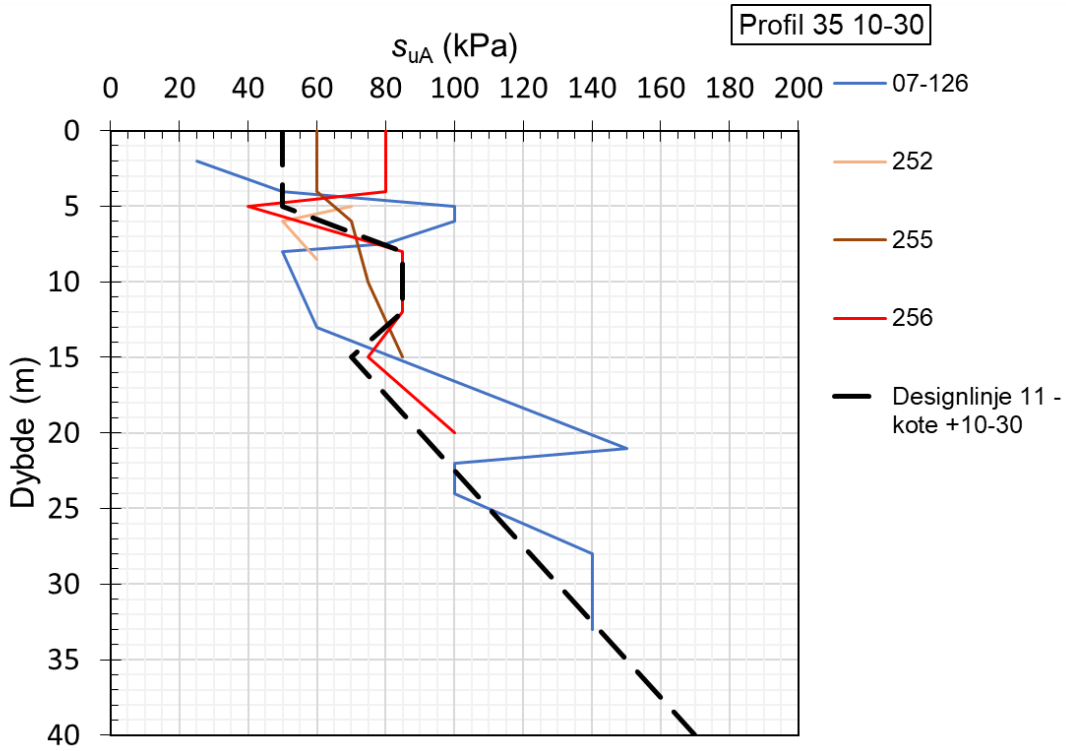
Figur J12 Profil 32, Kote +30 m til +50 m, Designlinje 13



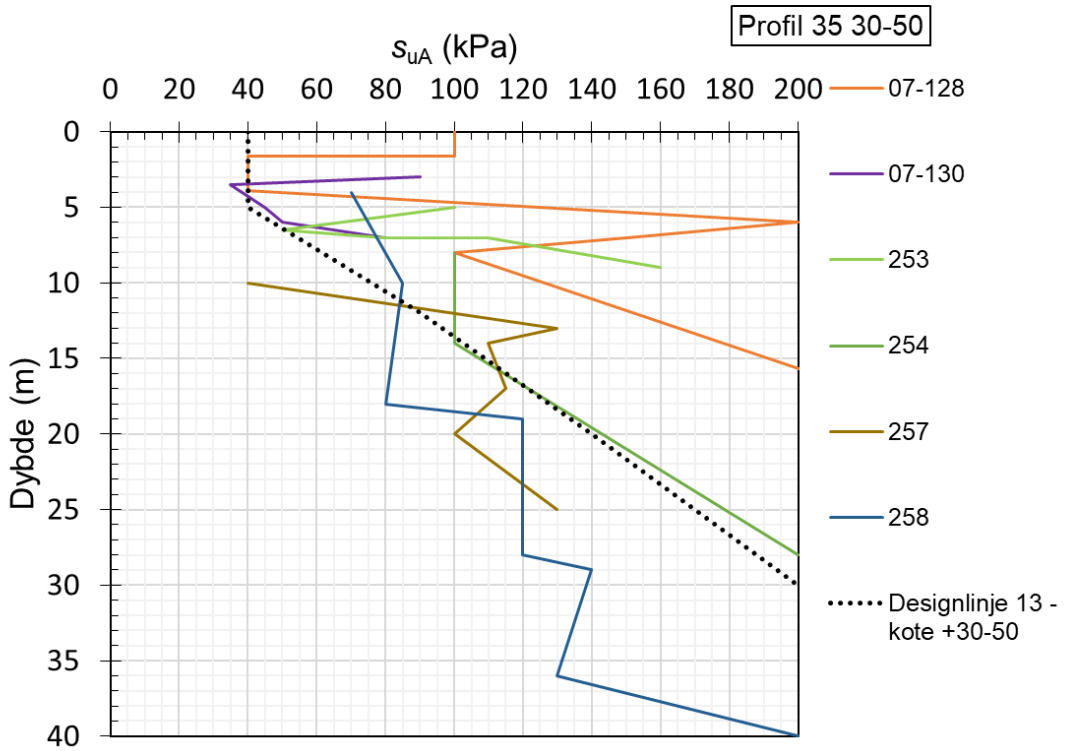
Figur J13 Profil 35, Kart som viser CPTU-målinger og beregningssnitt



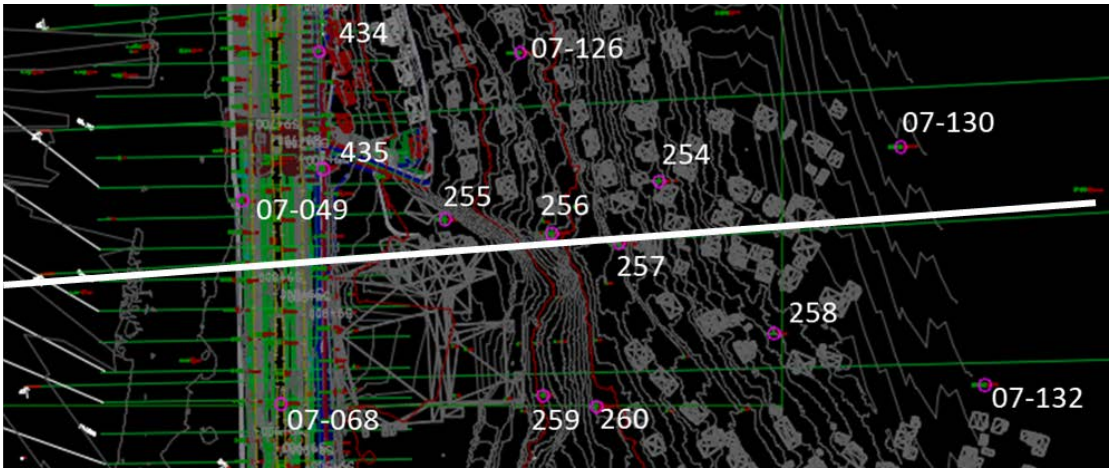
Figur J14 Profil 35, Kote +0 m til +10 m, Designlinje 8



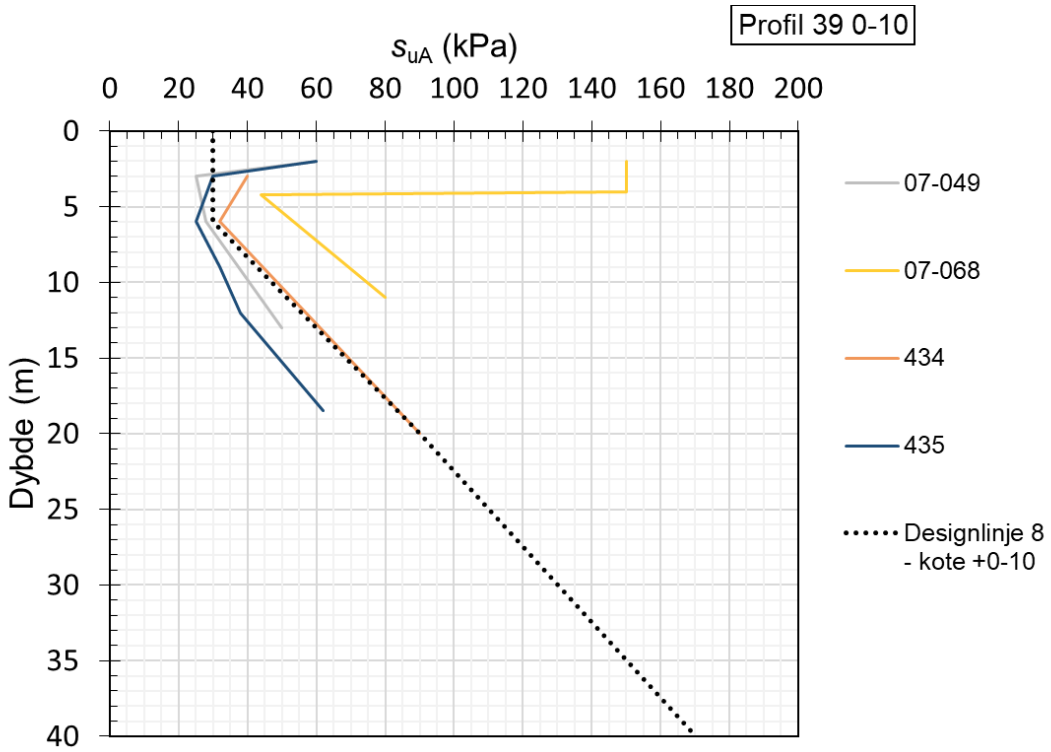
Figur J15 Profil 35, Kote +10 m til +30 m, Designlinje 11



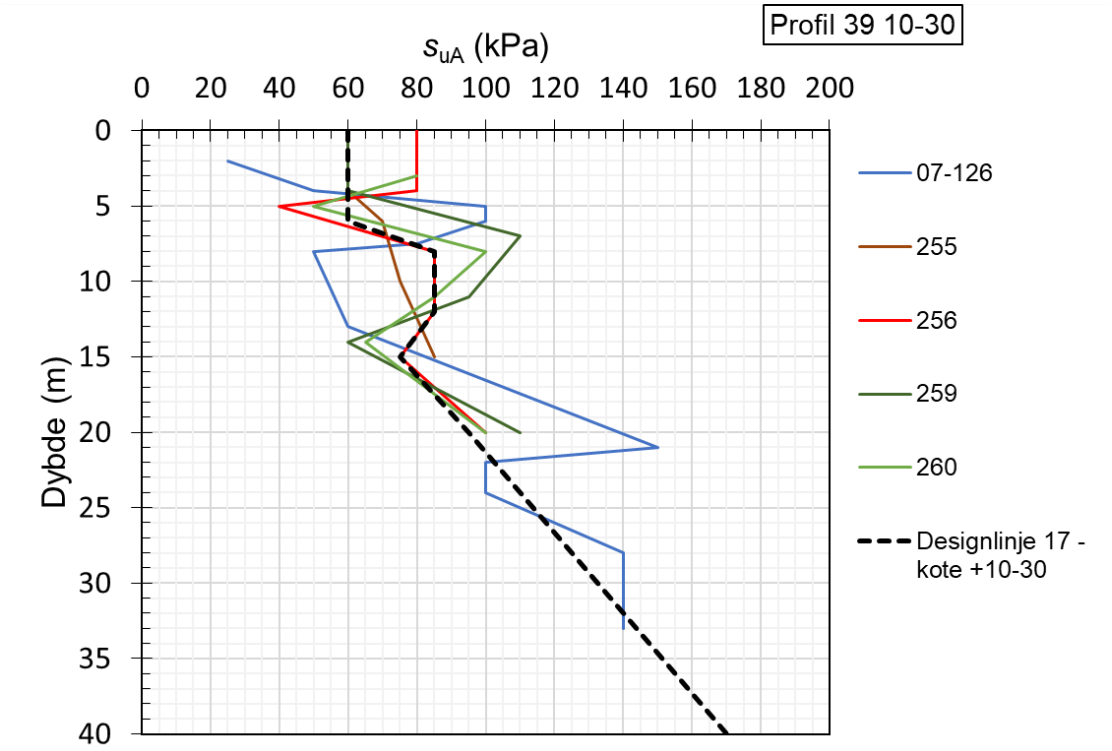
Figur J16 Profil 35, Kote +30 m til +50 m, Designlinje 13



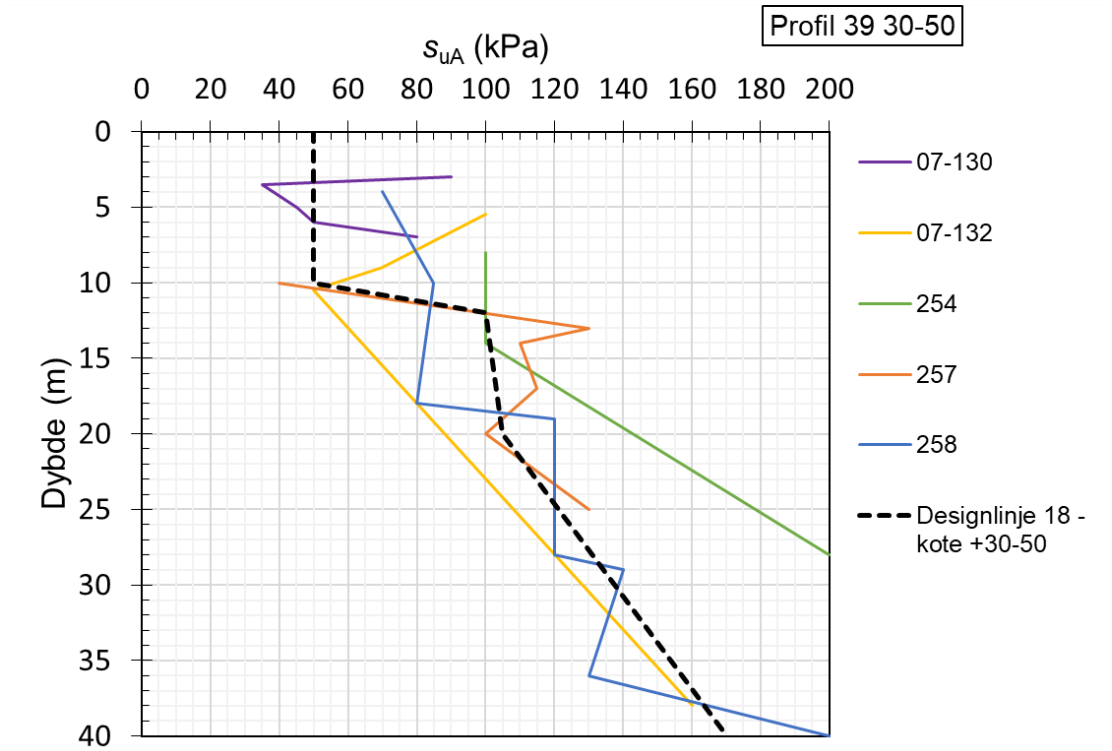
Figur J17 Profil 39, Kart som viser CPTU-målinger og beregningssnitt



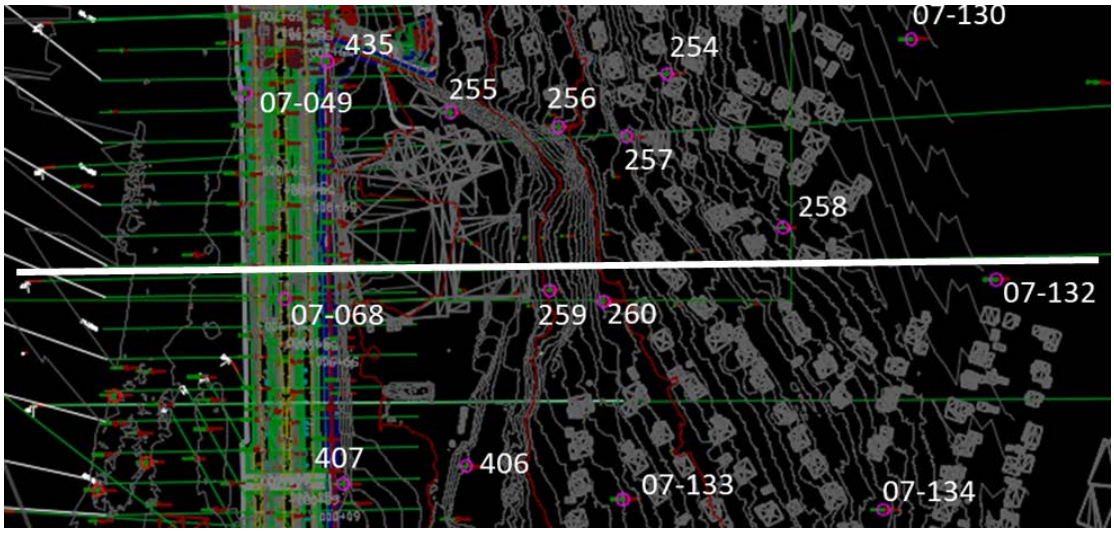
Figur J18 Profil 39, Kote +0 m til +10 m, Designlinje 8



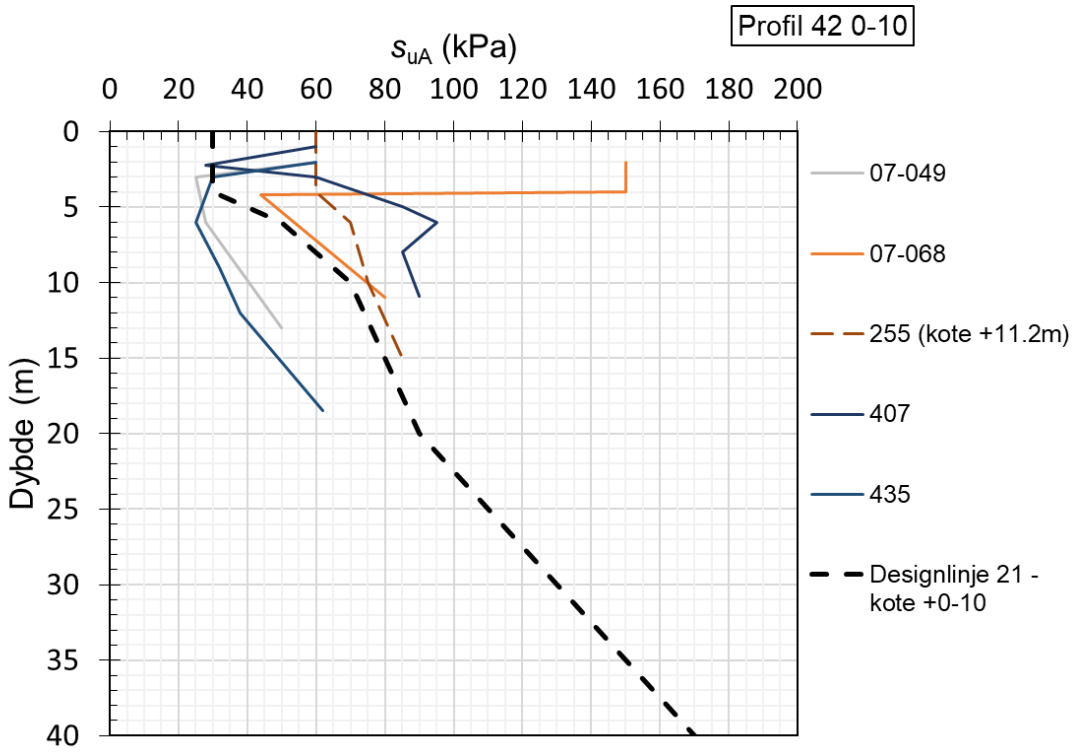
Figur J19 Profil 39, Kote +10 m til +30 m, Designlinje 17



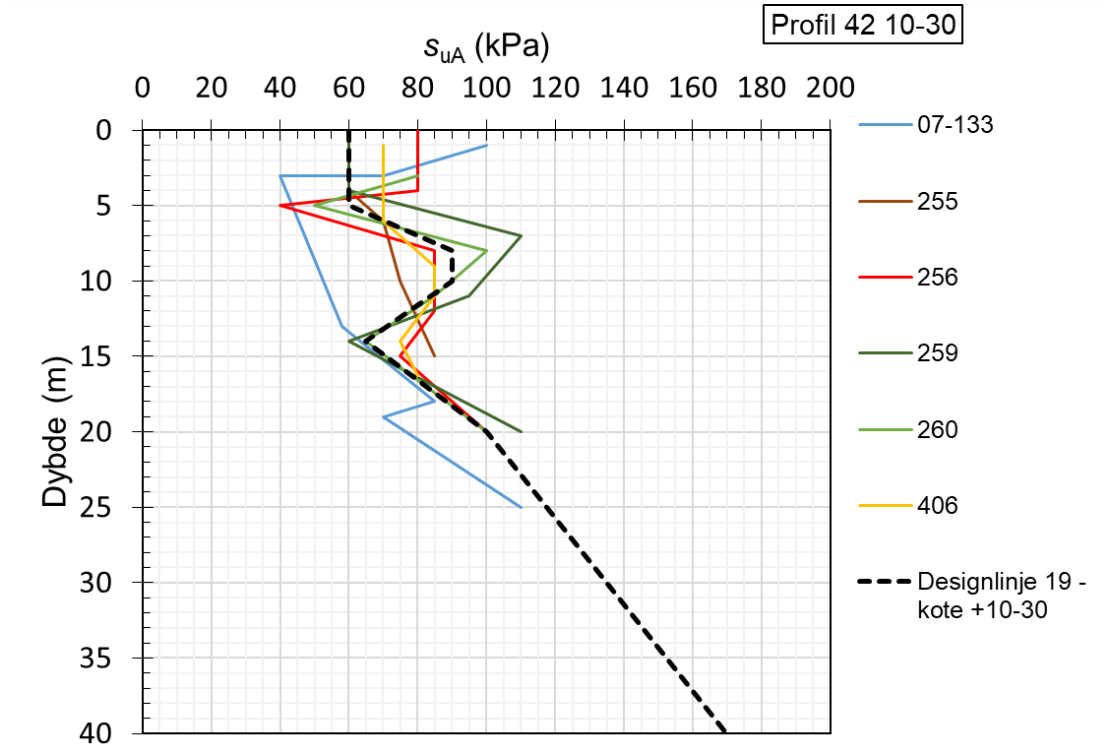
Figur J20 Profil 39, Kote +30 m til +50 m, Designlinje 18



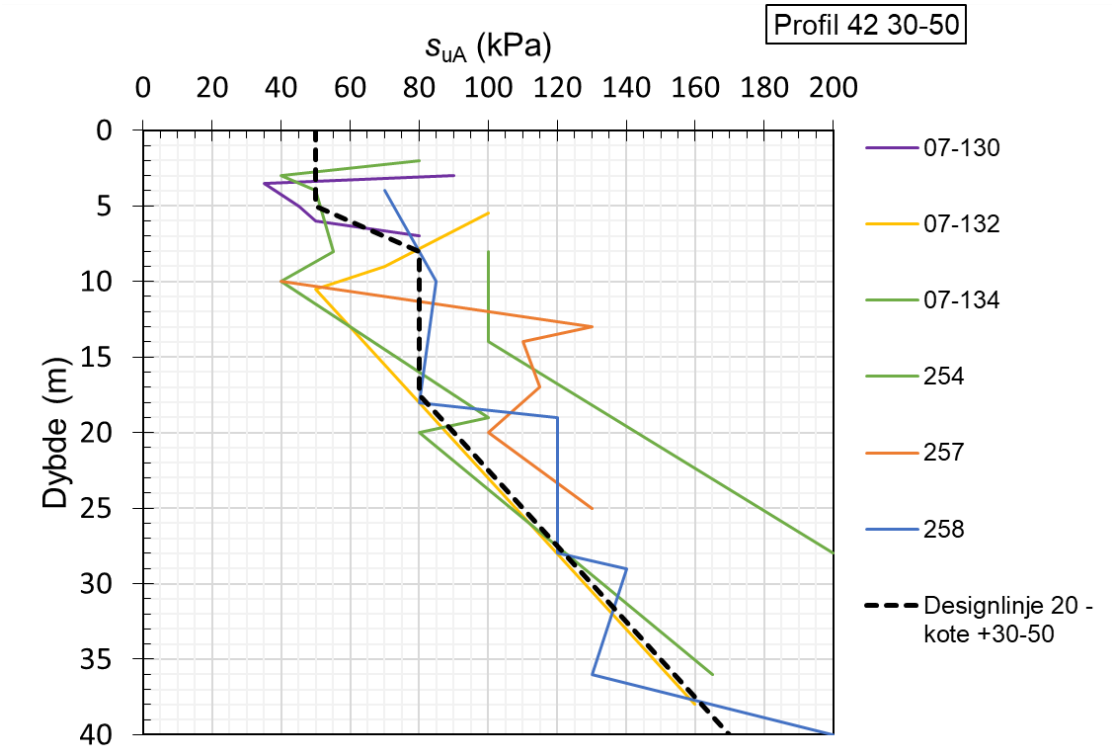
Figur J21 Profil 42, Kart som viser CPTU-målinger og beregningssnitt



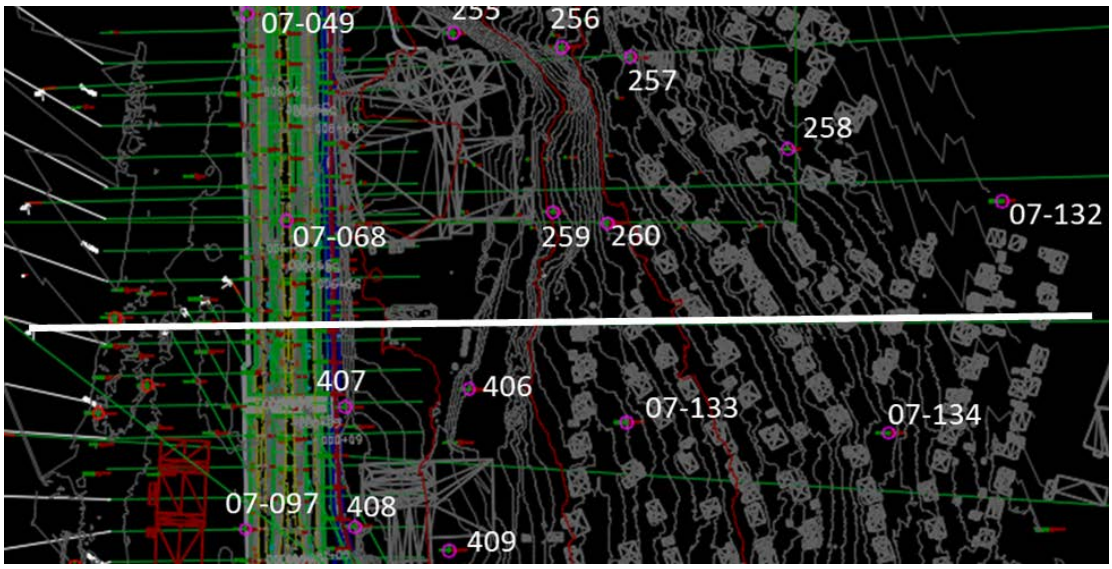
Figur J22 Profil 42, Kote +0 m til +10 m, Designlinje 21



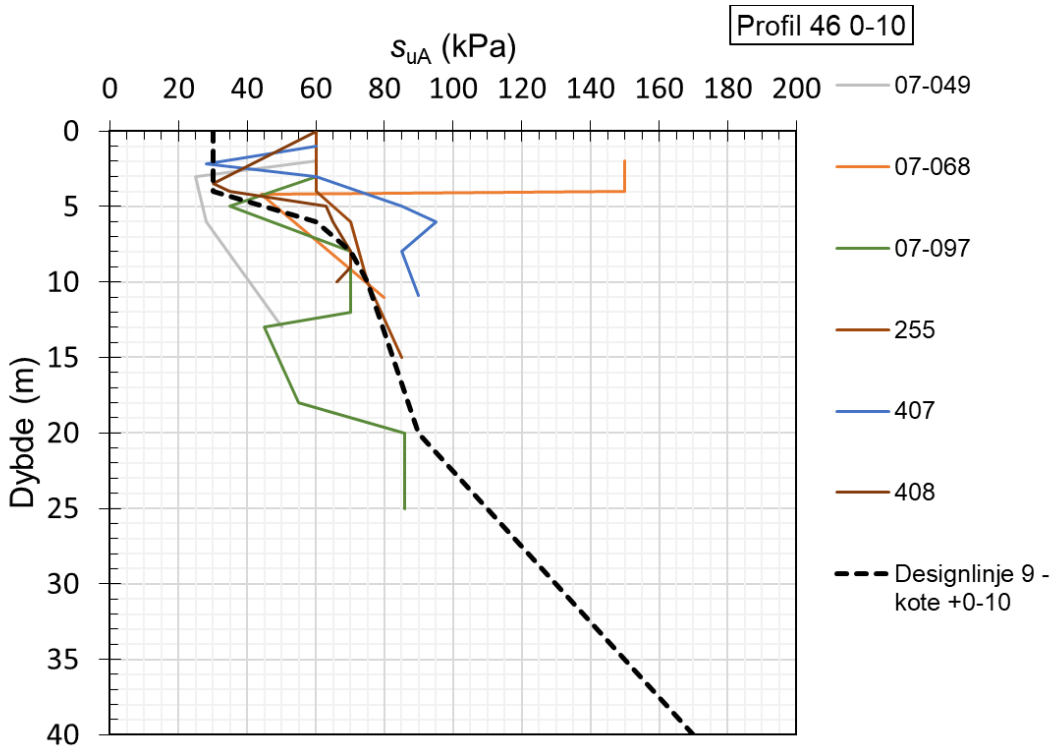
Figur J23 Profil 42, Kote +10 m til +30 m, Designlinje 19



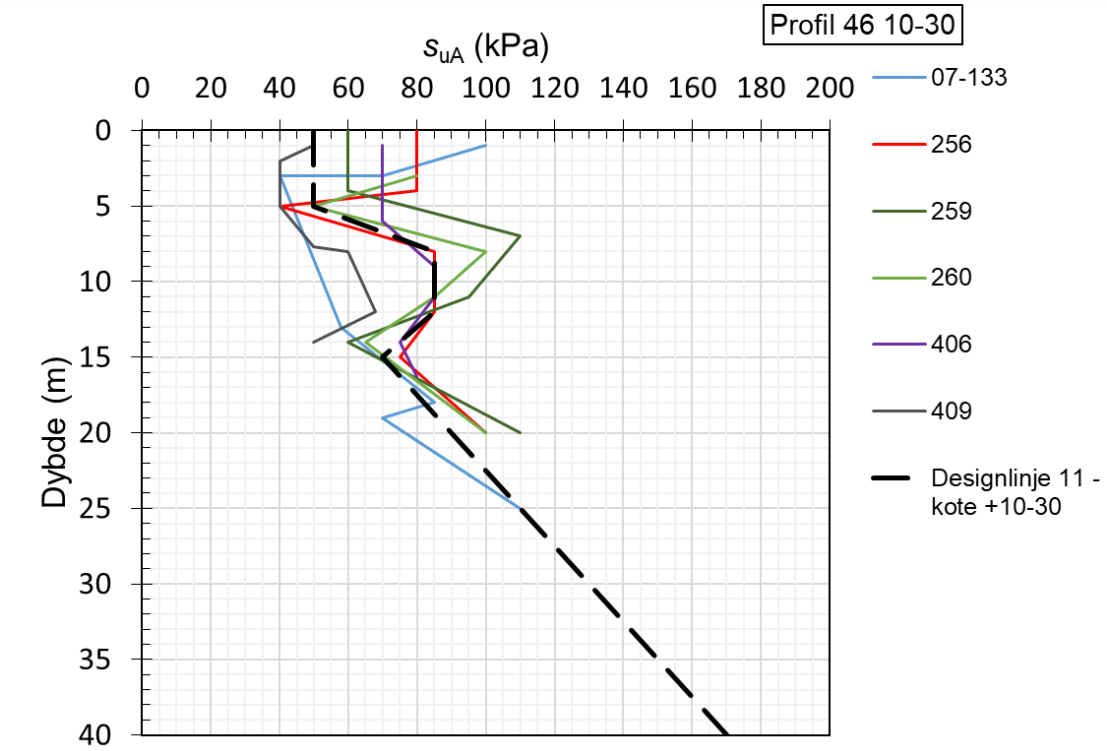
Figur J24 Profil 42, Kote +30 m til +50 m, Designlinje 20



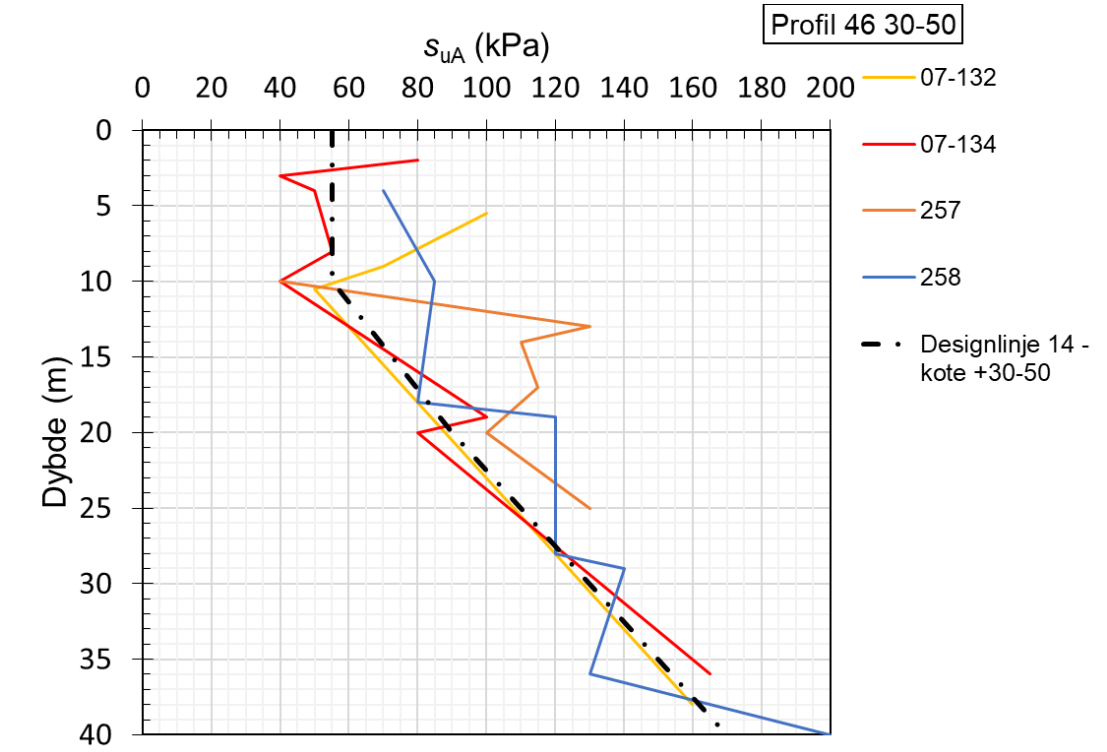
Figur J25 Profil 46, Kart som viser CPTU-målinger og beregningssnitt



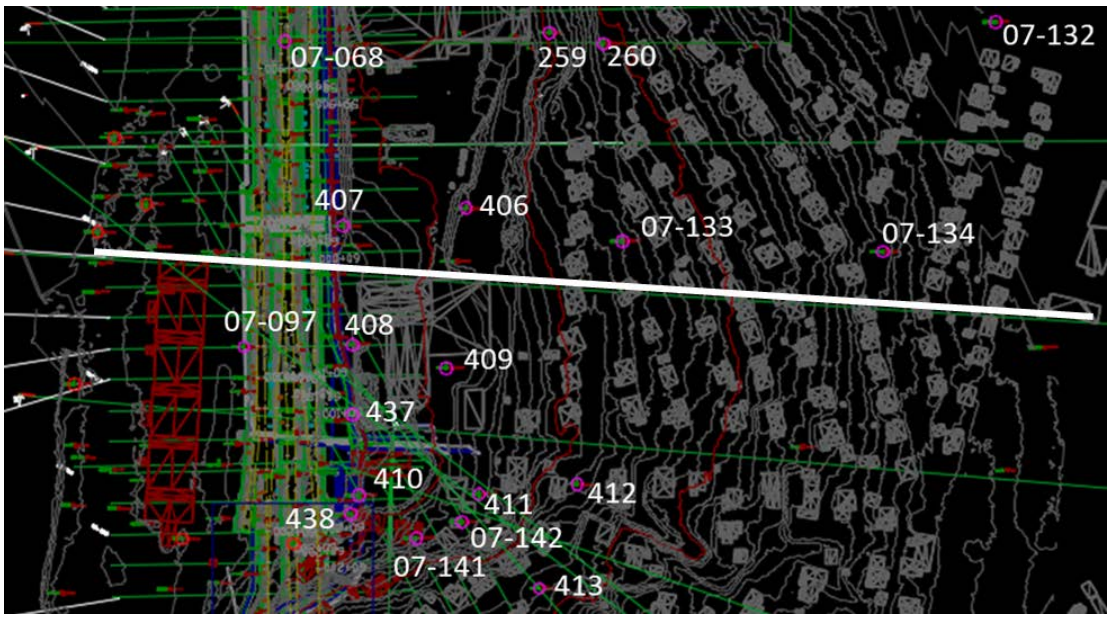
Figur J26 Profil 46, Kote +0 m til +10 m, Designlinje 9



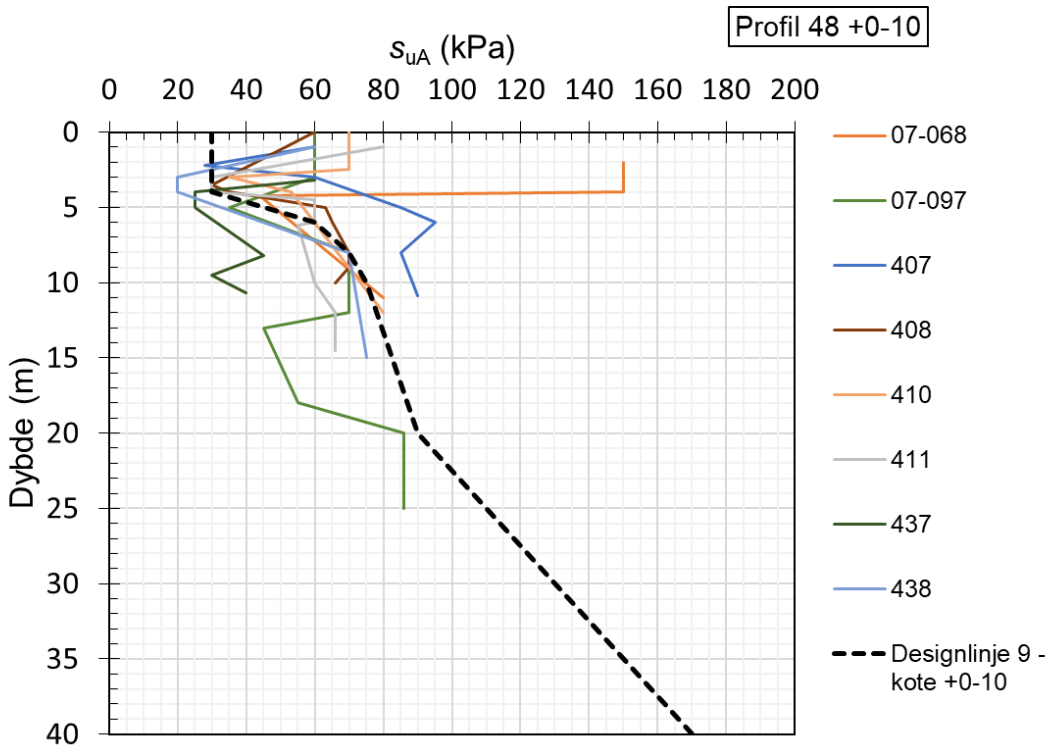
Figur J27 Profil 46, Kote +10 m til +30 m, Designlinje 11



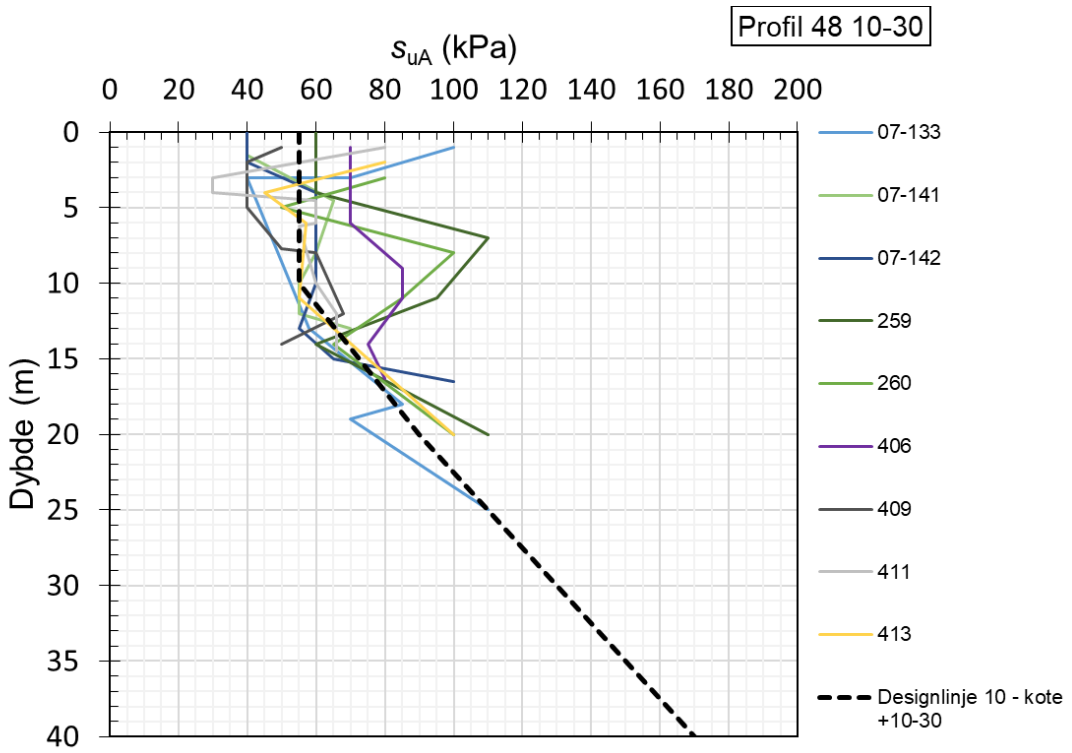
Figur J28 Profil 46, Kote +30 m til +50 m, Designlinje 14



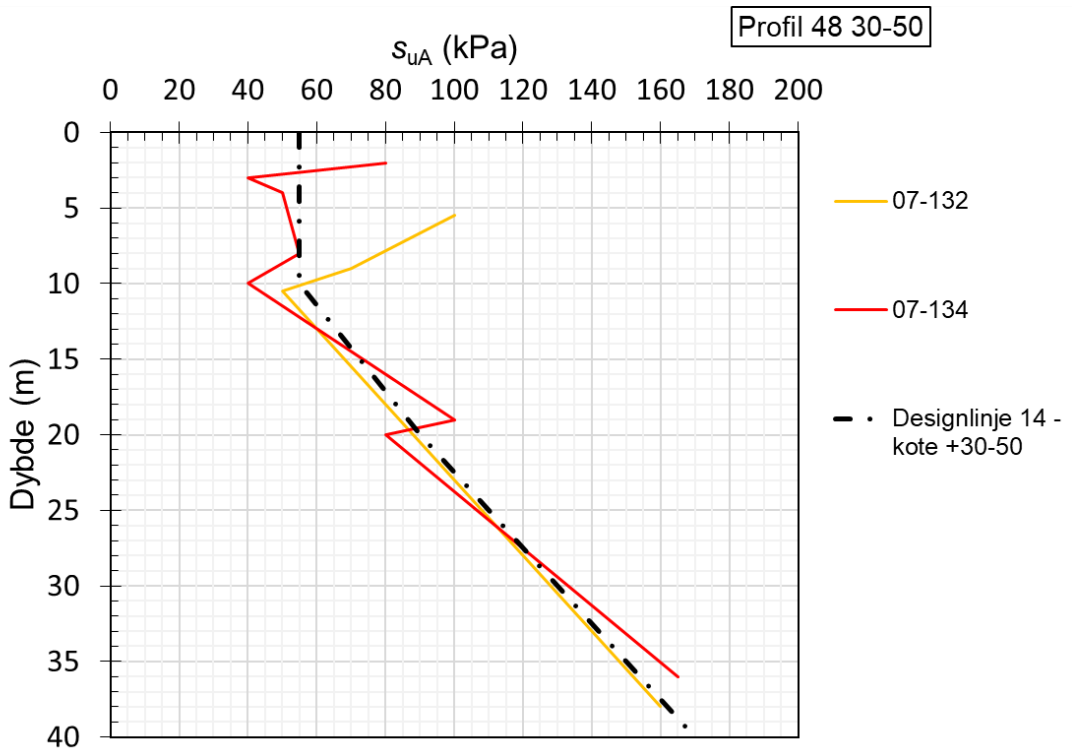
Figur J29 Profil 48, Kart som viser CPTU-målinger og beregningssnitt



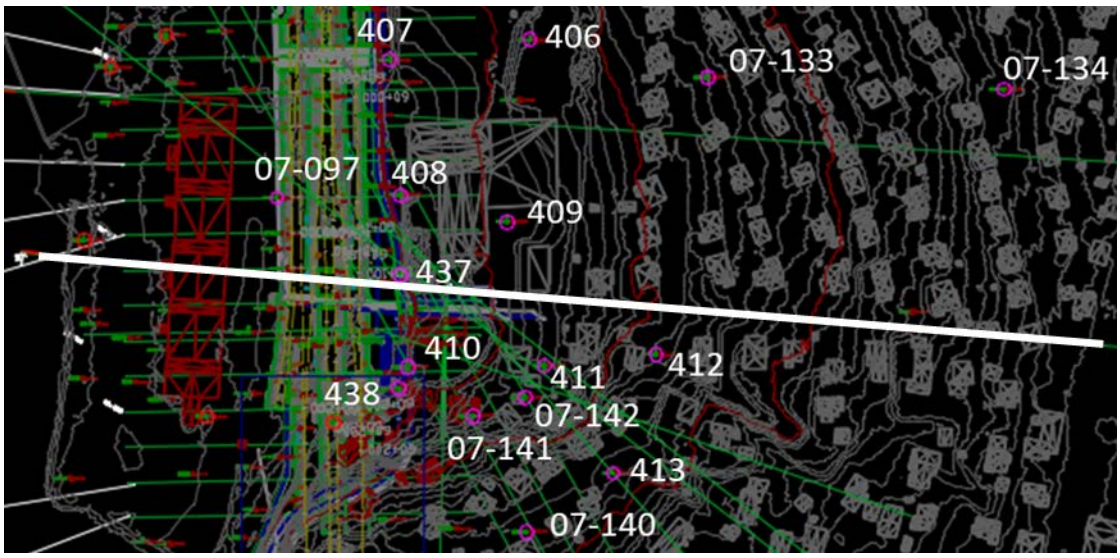
Figur J30 Profil 48, Kote +0 m til +10 m, Designlinje 9



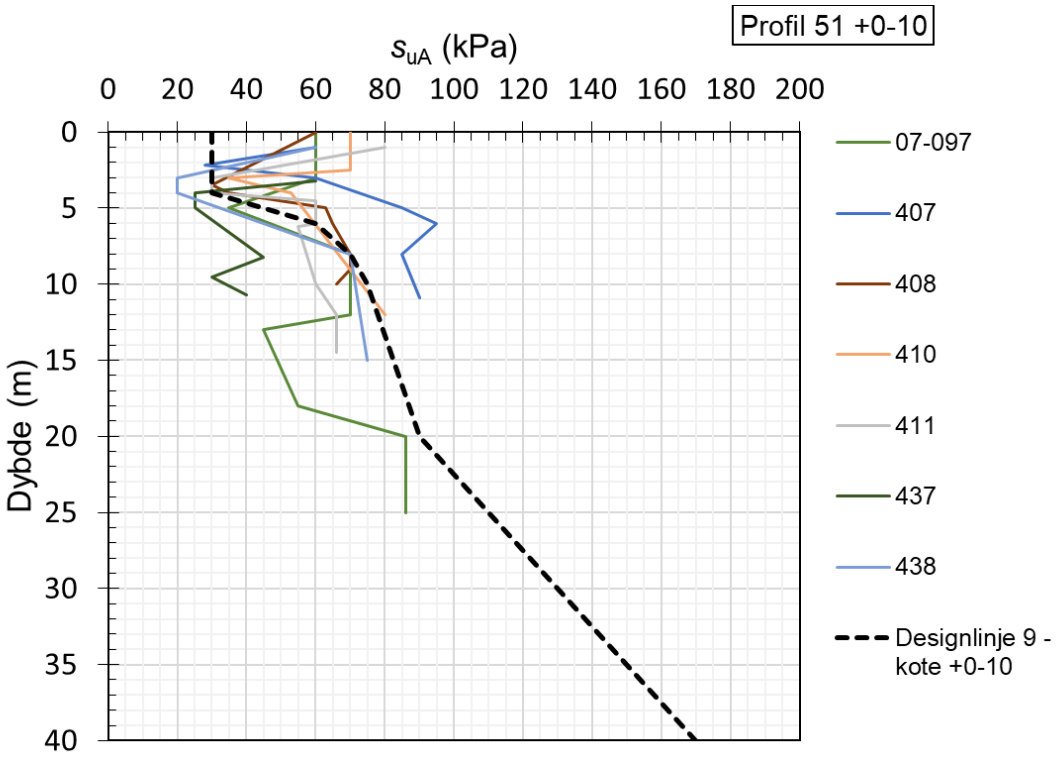
Figur J31 Profil 48, Kote +10 m til +30 m, Designlinje 10



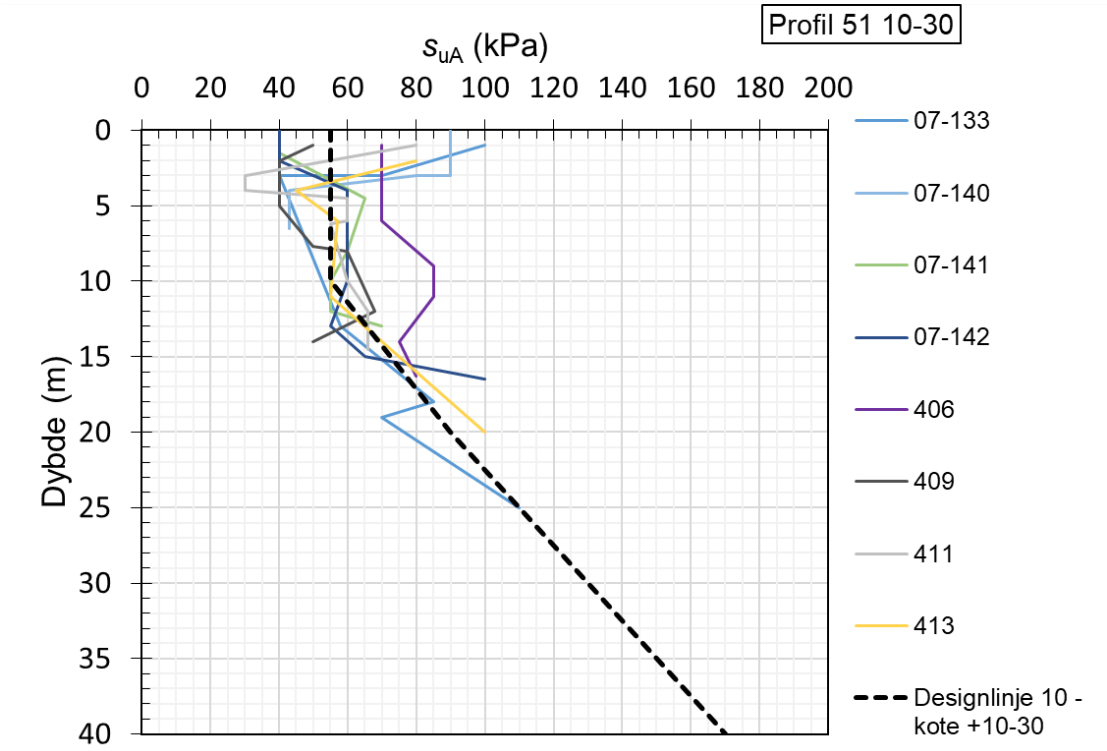
Figur J32 Profil 48, Kote +30 m til +50 m, Designlinje 14



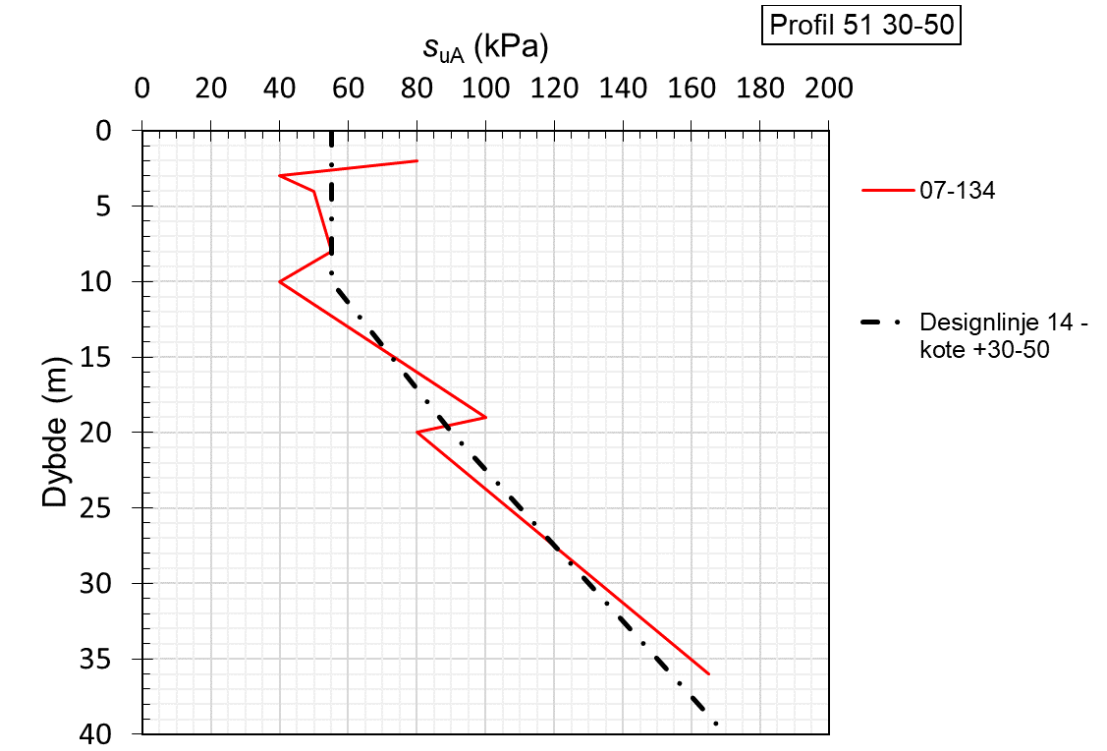
Figur J33 Profil 51, Kart som viser CPTU-målinger og beregningssnitt



Figur J34 Profil 51, Kote +0 m til +10 m, Designlinje 9



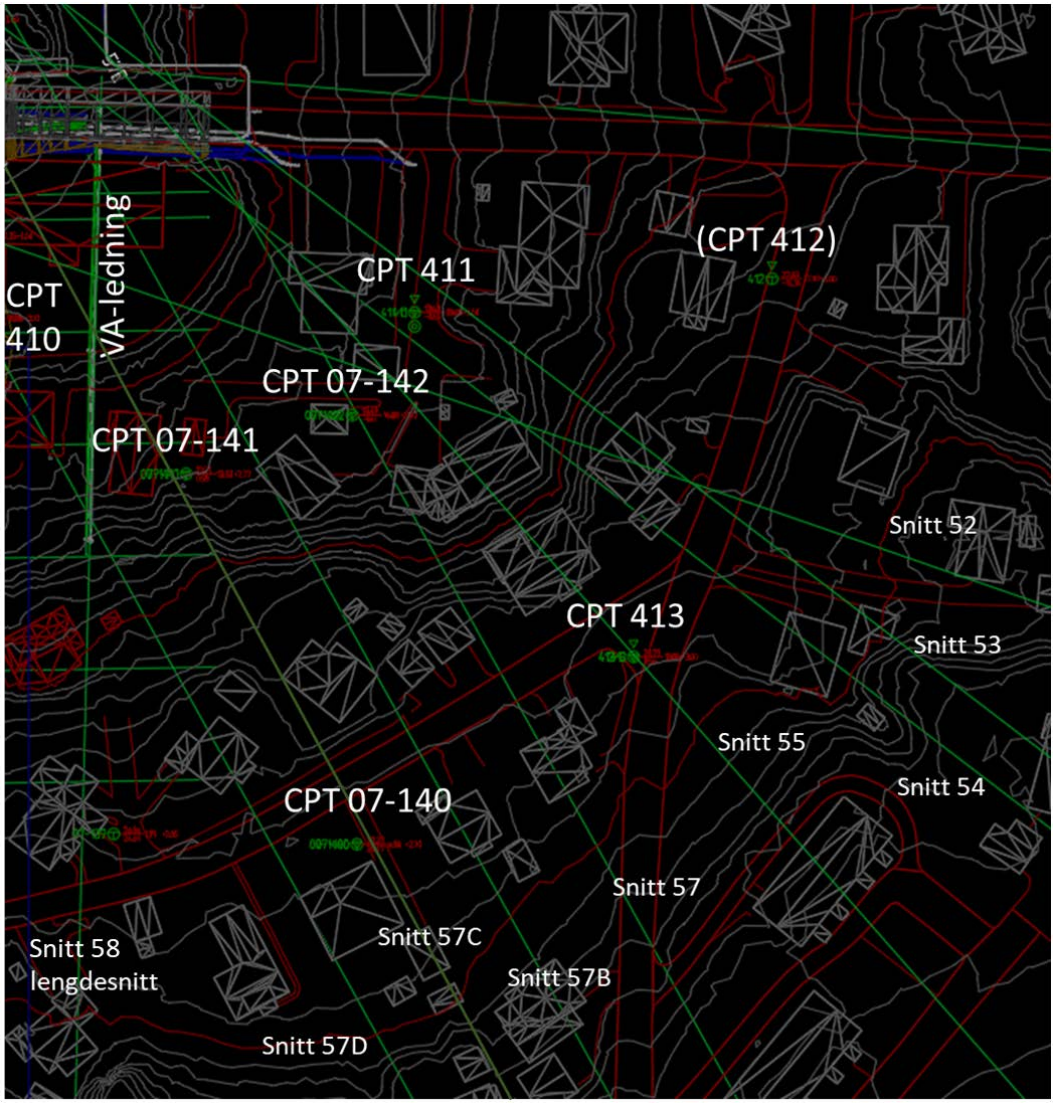
Figur J35 Profil 51, Kote +10 m til +30 m, Designlinje 10



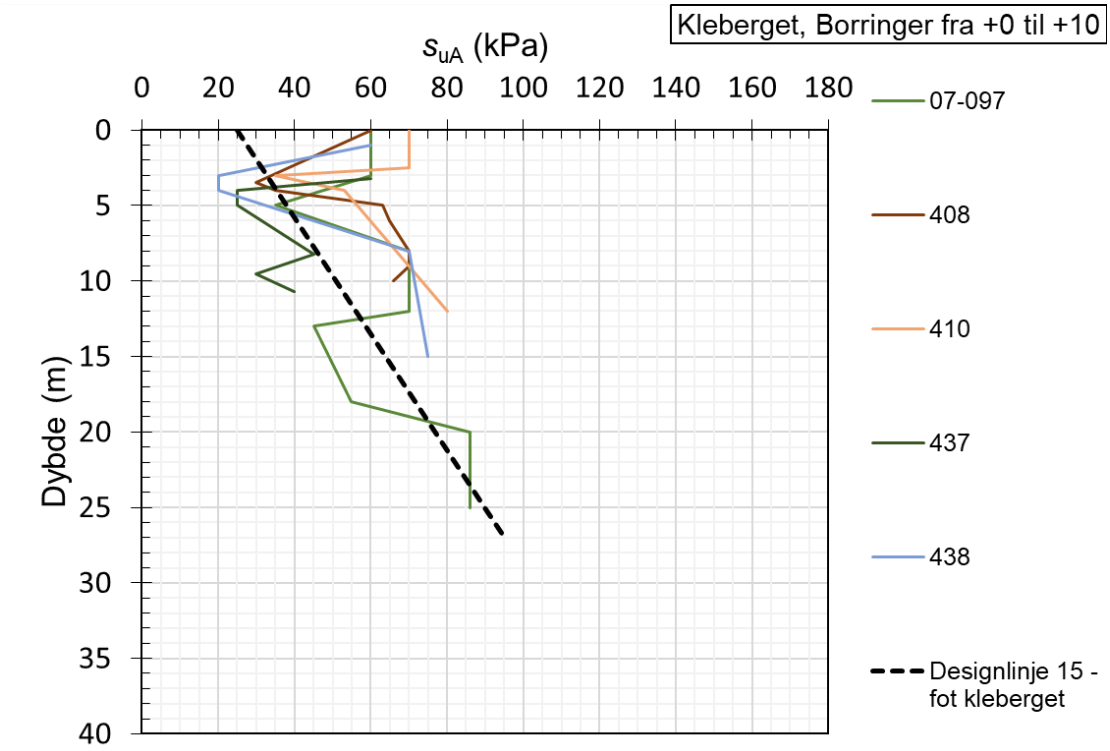
Figur J36 Profil 51, Kote +30 m til +50 m, Designlinje 14

Tabell J3 Styrkeprofil designlinjer benyttet i stabilitetsberegningene for Stasjonsområdet og Rockwool

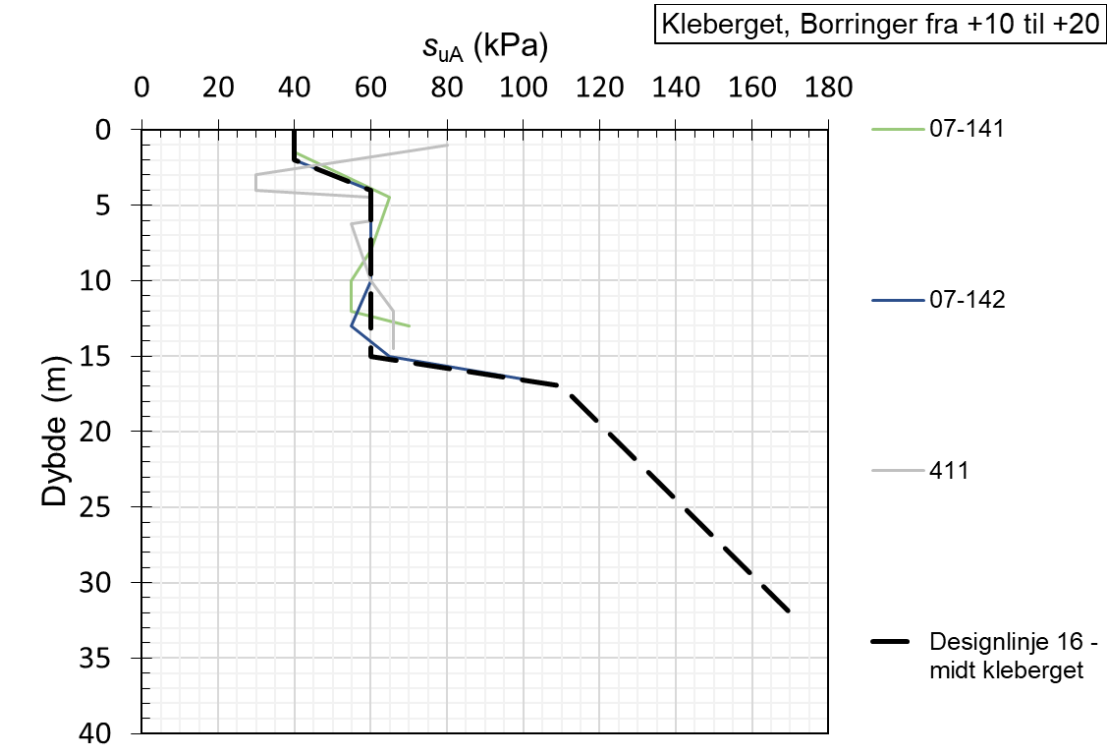
Profil	Kote +0m til +10m, designlinje	Kote +10m til +30m, designlinje	Kote +30m til +50m, designlinje
29	8	10	13
32	8	10	13
35	8	11	13
39	8	17	18
42	21	19	20
46	9	11	14
48	9	10	14
51	9	10	14



Figur J37 Kart som viser CPTU-målinger i forhold til beregningssnittene på Kleberget



Figur J38 Fot Kleberget, Designlinje 15 (sort stiplet linje)



Figur J39 Midtre Kleberget, Designlinje 16 (sort stiplet linje)

Tabell J4 Styrkeprofil benyttet i stabilitetsberegningene for Kleberget

Profil	Styrkeprofil
52	• Designlinje 15 - Fot • Designlinje 16 - Midtre • CPTU 413
53	• Designlinje 15 - Fot • CPTU 411 • Designlinje 16 - Midtre • CPTU 413
54	• Designlinje 15 - Fot • Designlinje 16 - Midtre • CPTU 413
55	• Designlinje 15 - Fot • Designlinje 16 - Midtre • CPTU 413
57	• Designlinje 15 - Fot • Designlinje 16 - Midtre • CPTU 413
57B	• Designlinje 15 - Fot • Designlinje 16 - Midtre • CPTU 07-140
57C	• CPTU 410 • CPTU 07-141 • CPTU 07-140
57D	• Designlinje 15 - Fot • CPTU 410 • CPTU 07-141 • CPTU 07-140
58	• Designlinje 15 - Fot • CPTU 410 • CPTU 07-141 • CPTU 07-140

Kontroll- og referanseside/ Review and reference page

Dokumentinformasjon/*Document information*		
Dokumenttittel/*Document title* Vurdering av områdestabilitet og forslag til tiltak		**Dokumentnr./*Document no.*** 20190539-11-R
Dokumenttype/*Type of document* Rapport / Report	**Oppdragsgiver/*Client*** Bane NOR	**Dato/*Date*** 2020-02-06
Rettigheter til dokumentet iht kontrakt/ *Proprietary rights to the document according to contract* Oppdragsgiver / Client		**Rev.nr.&dato/*Rev.no.&date*** 4 / 2021-01-29
Distribusjon/*Distribution* FRI: Kan distribueres av Dokumentsenteret ved henvendelser / FREE: Can be distributed by the Document Centre on request		
Emneord/*Keywords* Kvikkleire, soneutredning, NVE veileder 1/2109		

Stedfesting/*Geographical information*	
Land, fylke/*Country* Norge, Østfold	**Havområde/*Offshore area***
Kommune/*Municipality* Moss	**Feltnavn/*Field name***
Sted/*Location* Moss	**Sted/*Location***
Kartblad/*Map* 1813 I, Horten	**Felt, blokknr./*Field, Block No.***
UTM-koordinater/*UTM-coordinates* **Sone:** 32 **Øst:** 594180 **Nord:** 6589226	**Koordinater/*Coordinates*** **Projeksjon, datum: Øst: Nord:**

Dokumentkontroll/*Document control*
Kvalitetssikring i henhold til/*Quality assurance according to NS-EN ISO9001*

Rev/ Rev.	***Revisjonsgrunnlag/Reason for revision***	**Egenkontroll av/ *Self review by:***	**Sidemanns-kontroll av/ *Colleague review by:***	**Uavhengig kontroll av/ Independent review by:**	**Tverrfaglig kontroll av/ *Inter-disciplinary review by:***
0	Originaldokument	2020-02-06 Ørjan Nerland	2020-02-06 Carsten Hauser og Thomas Sandene		
1	Revisjon etter supplerende grunnundersøkelser	2020-07-02 Ørjan Nerland	2020-07-02 Thomas Sandene		
2	Noe endret sikkerhetsfilosofi, redusert utbredelse av sonen Moss Havn, reviderte stabilitetsberegninger for sonen Moss Havn, nye stabilitetsberegninger for sonen Moss Sentrum, reviderte tegninger og revidert risikoklasse	2020-10-20 Ørjan Nerland	2020-10-20 Thomas Sandene		
3	Revisjon etter kommentarer fra Bane NOR	2020-11-16 Ørjan Nerland	2020-11-16 Thomas Sandene		
4	Revisjon etter ny NVE veileder 1/2019	2021-01-29 Ørjan Nerland	2021-01-29 Thomas Sandene		

Dokument godkjent for utsendelse/ *Document approved for release*	**Dato/*Date***	**Prosjektleder/*Project Manager***
	29. januar 2021	Tone Ratcliffe Smaavik

NGI (Norges Geotekniske Institutt) er et internasjonalt ledende senter for forskning og rådgivning innen ingeniørrelaterte geofag. Vi tilbyr ekspertise om jord, berg og snø og deres påvirkning på miljøet, konstruksjoner og anlegg, og hvordan jord og berg kan benyttes som byggegrunn og byggemateriale.

Vi arbeider i følgende markeder: Offshore energi – Bygg, anlegg og samferdsel – Naturfare – Miljøteknologi.

NGI er en privat næringsdrivende stiftelse med kontor og laboratorier i Oslo, avdelingskontor i Trondheim og datterselskaper i Houston, Texas, USA og i Perth, Western Australia.

www.ngi.no

NGI (Norwegian Geotechnical Institute) is a leading international centre for research and consulting within 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 following sectors: Offshore energy – Building, Construction and Transportation – Natural Hazards – Environmental Engineering.

NGI is a private foundation with office and laboratories in Oslo, a branch office in Trondheim and daughter companies in Houston, Texas, USA and in Perth, Western Australia

www.ngi.no

OSLO
TRONDHEIM
HOUSTON
PERTH

NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT
NGI.NO

Hovedkontor Oslo
PB. 3930 Ullevål Stadion
0806 Oslo

Avd. Trondheim
PB. 5687 Torgarden
7485 Trondheim

T 22 02 30 00
F 22 23 04 48
NGI@ngi.no

BANK
KONTO 5096 05 01281
ORG.NR 958 254 318MVA

ISO 9001/14001
CERTIFIED BY BSI
FS 32989/EMS 612006