

Sørlandet sykehus Områdestabilitet

Sørlandet sykehus
Sørlandet sykehus, Områdestabilitet
Oppdrag nr: 1350016866
Rapport nr. 102

Dato: 30.09.2016

Fylke Vest Agder	Kommune Kristiansand	Sted Eg	UTM-sone 32V 04400 64474
Byggherre			
Oppdragsgiver Sørlandets sykehus			
Oppdrag formidlet av Lasse Grødum			
Oppdragsreferanse Oppdragsbekreftelse av 17.06.2016			
Antall sider 8	Tegn.nr 501 - 524	Antall bilag -	Antall vedlegg 3

Prosjekt-tittel

Sørlandet sykehus, Områdestabilitet

Rapport-tittel

Vurdering av sikringstiltak i kvikkleiresone
1888 Eg sykehus

Oppdrag nr: 1350016866	Rapportnr 102	Rev: 00	Dato: 30.09.2016	Kontr: ERPY
Oppdragsleder: Morten Tveit		Utarbeidet av: Morten Tveit		
SAMMENDRAG				
<p>Rambøll har utført reviderte stabilitetsberegninger av foreslåtte sikringstiltak i kvikkleiresone 1888 Eg sykehus etter supplerende grunnundersøkelser.</p> <p>De supplerende undersøkelsene dokumenterer stort sett tidligere antagelser om skjærstyrken i leira samt noe økt styrke i leira ved foten av skrâningen.</p> <p>For ny utbygning i sonen er det behov for stabiliserende tiltak. Det anbefales å videreføre eksisterende fylling i Otra mot båthuset rett nedenfor Bygg 1. Øvre del av fyllingen bør ligge på kote +3 og helningen ut i Otra må være 1:2,5 eller slakere. Fyllingen må bygges opp gradvis slik at det ikke blir for stor oppbygning av poretrykket i leira som kan forårsake initialutglidninger.</p> <p>Det er ikke utført vurderinger av hvordan fyllingen påvirker de hydrologiske forholdene i Otra, men påvirkning antas å være liten.</p>				

INNHold

1	INNLEDNING	- 5 -
1.1	OPPDRAG	- 5 -
1.2	INNHold	- 5 -
2	GRUNNFORHOLD, TOPOGRAFI OG GRUNNVANN.....	- 5 -
3	STABILITETSANALYSER.....	- 6 -
3.1	SUPPLERENDE STABILITETSANALYSER	- 6 -
3.1.1	AFI-analyse (drenert).....	- 6 -
3.1.2	ADP-analyse (udrenert)	- 6 -
3.2	FORESLÅTT SIKRINGSTILTAK	- 6 -
3.2.1	Motfylling langs Otra	- 6 -
3.2.2	Avlastning på topp av skråning.....	- 6 -
3.2.3	Avlastning kombinert med motfylling	- 7 -
3.3	VURDERING AV STABILITETEN ETTER ANBEFALT SIKRINGSTILTAK (MOTFYLLING)	- 7 -
3.4	POTENSIELLE UTLØSNINGS- OG SKREDMEKANISMER	- 7 -
4	VIDERE ARBEID	- 7 -
5	KONLUSJON	- 8 -
6	REFERANSER	- 8 -

TEGNI NGER

Tegn. nr.	Tittel	Målestokk
501	Oversiktskart	1: 50 000
502	Situasjonsplan – Stabiliserende tiltak - Motfylling	1: 1500
503	Situasjonsplan – – Stabiliserende tiltak - Avlastning	1: 1500
503	Situasjonsplan – Anbefalte stabiliserende tiltak	1: 1500
510	Profil B – Lagdeling	1: 400
511	Profil B – ADP-analyse – Dagens situasjon	1: 400
512	Profil B – AFI-analyse – Dagens situasjon	1: 400
513	Profil B – ADP-analyse – Stabiliserende tiltak, Motfylling	1: 400
514	Profil B – AFI-analyse – Stabiliserende tiltak, Motfylling	1: 400
515	Profil B – ADP-analyse – Stabiliserende tiltak, Avlastning	1: 400
520	Profil C – Lagdeling	1: 400
521	Profil C – ADP-analyse – Dagens situasjon	1: 400
522	Profil C – AFI-analyse – Dagens situasjon	1: 400
523	Profil C – ADP-analyse – Stabiliserende tiltak	1: 400
524	Profil C – AFI-analyse – Stabiliserende tiltak	1: 400

VEDLEGG

- 1 Tolking/presentasjon av CPTU – Udrenert skjærfasthet og OCR – Punkt R201
- 2 Tolking/presentasjon av CPTU – Udrenert skjærfasthet og OCR – Punkt R203
- 3 Tolking/presentasjon av CPTU – Udrenert skjærfasthet og OCR – Punkt R206

1 INNLEDNING

1.1 Oppdrag

Rambøll Norge AS, avd. Geo og Miljø har fått i oppdrag å utføre supplerende grunnundersøkelser og vurdering av sikringstiltak mot kvikkleireskred i sone 1888 Eg sykehusområde.

Områdestabilitet er tidligere utredet i henhold til NVEs veileder 7/2014: Flaum- og skredfare i arealplaner – *Veileder for vurdering av områdestabilitet ved utbygging på kvikkleire og andre sensitive/kvikke jordarter med sprøbruddegenskaper.*^[1] Utredningen er gitt i rapport G-rap-003.^[2]

1.2 Innhold

Rapporten inneholder stabilitetsvurderinger og anbefalte stabiliserende tiltak for å oppnå tilfredsstillende sikkerhet i forbindelse med ny utbygning.

2 GRUNNFORHOLD, TOPOGRAFI OG GRUNNVANN

Øvre deler av skråningen fra Bygg 1 og ned til Otra profil B består generelt av tre til fem meter sand, silt og tørrskorpe over leire og kvikkleire. I nedre del er mektigheten til sanden ca. to meter og under sanden er det påvist leire som i dybden går over til kvikkleire. Mektigheten på kvikkleira er opptil 15 til 20 meter og avtar mot øst under Otra og mot vest innover platået. Leira og kvikkleira er meget overkonsolidert og har en forholdsvis høy skjærstyrke i uomrørt tilstand.

Det er tidligere utført flere poretrykksmålinger som viser at poretrykket er ca. 60 % av hydrostatisk i øvre del av profilet. Hydraulisk piezometer nært Otra viser tilnærmet hydrostatisk poretrykk ved foten av skråningen.

Det vises til vedlagte stabilitetsberegninger og tidligere utarbeidet parameterrapport, G-rap-002 1350005219, for ytterligere beskrivelse av topografi, grunnforhold og grunnvann.

Stabiliteten i dagens situasjon for profil B tilfredsstillende ikke kravet som trengs for ny utbygning i sonen.

3 STABILITETSANALYSER

For vurdering av valg av profiler, materialfaktorer, materialparametere, lagdeling og poretrykksfordeling henvises det til Rambølls G-rap-002.^[4] Profil B supplert med tre dreietrykk- og trykksonderinger for vurdering av lagdeling og skjærstyrke til leira. Det er utført tre dreietrykksonderinger sør for profil B for å danne grunnlag for vurdering av stabiliteten mot søndre del av foreslått motfylling. I tillegg er det installert en poretrykksmåler nede ved Otra.

Tolkning av supplerende trykksonderinger er vist i vedlegg 1.

3.1 Supplerende stabilitetsanalyser

For oversikt over beregnede profiler henvises det til tegning 502. Det er utført stabilitetsberegninger for både langtids- (drenert) og korttidstilstanden (udrenert).

I tillegg til sirkulære skjærflater er det i profil B undersøkt stabiliteten for sammensatte glideflater. Disse er funnet til å være mindre kritiske enn de sirkulære glideflatene.

3.1.1 AFI-analyse (drenert)

Tabell 3.1 Resultater fra stabilitetsberegninger (drenert analyse)

Profil	Sikkerhetsfaktor - Dagens situasjon	Krav til sikkerhetsfaktor			Sikkerhetsfaktor - Etter tiltak
		Forbedring	Vesentlig forbedring	Anbefalt	
B	1,37	1,38	1,39	1,4	1,92 (Motfylling)
C	1,80	1,4	1,4	1,4	2,07 (Motfylling)

3.1.2 ADP-analyse (udrenert)

Ved beregning av stabiliserende tiltak er det valgt ikke å ta hensyn til en eventuell styrkeøkning i leira på grunn av pålastning i forbindelse med etablering av motfyllingen.

Tabell 3.2 Resultater fra stabilitetsberegninger (udrenert analyse)

Profil	Sikkerhetsfaktor - Dagens situasjon	Krav til sikkerhetsfaktor			Sikkerhetsfaktor - Etter tiltak
		Forbedring	Vesentlig forbedring	Anbefalt	
B	1,28	1,30	1,32	1,4	1,36 (Motfylling) 1,40 (Avlastning)
C	1,4	1,4	1,4	1,4	1,43 (Motfylling)

3.2 Foreslått sikringstiltak

Det er vurdert ulike sikringstiltak med en motfylling langs Otra, avlastning på topp av skråning samt en motfylling i kombinasjon med en avlastning.

3.2.1 Motfylling langs Otra

Det er gjort beregninger av stabiliteten ved en videreføring av eksisterende fylling. Området oppnår en tilfredsstillende stabilitet dersom det etableres en fylling til kote +3,0. Fyllingen kan ha en helning ut i Otra på 1:2,5.

3.2.2 Avlastning på topp av skråning

Ved kun avlastning på toppen av skråningen er det behov for omfattende utgraving. Det må graves inn ca. 10 meter inn i skråningen med en graveskråning på 1:2,25. Toppen av skråningen blir dermed ca. 25 meter nærmere eksisterende bygg 1. Omfanget er tilnærmet likt det som ble skissert i G-rap-004. Denne avlastningen vil medføre at all eksisterende infrastruktur ved skråningstoppen må flyttes. I tillegg kan det bli nødvendig å utføre

stabiliserende tiltak for fundamentene til Bygg 1 ettersom det blir behov for graving inn mot disse. Basert på tidligere dokumenter antas dette bygget fundamentert på trepeler.

Plataet utenfor Bygg 1 er også fredet av riksantikvaren.

3.2.3 Avlastning kombinert med motfylling

De utførte beregningene viser at tilfredsstillende stabilitet kan oppnås med kun motfylling eller kun avlastning av terreng. Det er mulig å redusere foreslått tiltak dersom en utfører det andre tiltaket i kombinasjon. Dersom det velges å utføre avlastning på toppen av skråningen, må denne utføres med stabil graveskåning som er slakere enn dagens situasjon. Ved en eventuell utgraving vil øvre vegetasjonslag fjernes. Dette har i dag en bindende virkning for overflatestabiliteten.

3.3 Vurdering av stabiliteten etter anbefalt sikringstiltak (motfylling)

Ettersom plataet på toppen av profilet er fredet, samt at det er en risiko for at en utgraving nært eksisterende bygg, kan medføre setningskader anbefales det å etablere en motfylling langs Otra. Dette vil være en naturlig videreføring av eksisterende fylling.

Anbefalt motfylling er en forlengelse av eksisterende motfylling/erosjonssikring som ble etablert i 1997/1998. Etter dette har det vært kontroll av fyllingen flere ganger. Det ble utført en regelmessig 5 års kontroll av denne av Multiconsult senest i 2014. Det er i geoteknisk notat beskrevet at «motfyllingen synes å være intakt» og det har ikke vært behov for utbedringer på fyllingen.^[8,9]

I henhold til kravet i TEK10 for utbygging i en faresone med faregrad middels skal det minimum utføres *Forbedring* av dagens stabilitet for å oppnå tilfredsstillende stabilitet for ny utbygging (K4-tiltak). Ettersom kvikkleiresonen 1888 omfatter eksisterende sykehusbebyggelse anbefalte Rambøll å benytte sikkerhetsfaktor, $F > 1,4$ som minstekrav for områdestabiliteten. Utførte beregninger viser at profil B oppnår en sikkerhetsfaktor på 1,36 og profil C på 1,43 i udrenert situasjon etter foreslått sikringstiltak. I drenert situasjon (langtidsstabilitet) er sikkerhetsfaktoren 1,92 og 2,07. Ettersom kritisk glidesirkel er ca. 120 meter lang vurderes det at reell sikkerhetsfaktor er et gjennomsnitt av profil B og C. Anbefalt motfylling tilfredsstiller dermed både kravet i TEK10 og tidligere anbefalinger.

3.4 Potensielle utløsnings- og skredmekanismer

Ettersom det ikke er registrert erosjon av betydning langs Otra i nyere tid, antas det som mest sannsynlig at eventuelle skred vil bli utløst av anleggsvirksomhet. Potensielle utløsningsmekanismer kan være oppfyllinger på topp av skråninger, utgravinger ved skråningsfot eller endringer i grunnvannsstrømmene. Inspeksjon av erosjon langs elvebunn er ikke utført.

4 VIDERE ARBEID

Ettersom det foreslås å utføre en utfylling i elva anbefales det å utføre en hydrologisk vurdering hvordan dette kan påvirke strømningsforholdene.

5 KONLUSJON

Rambøll har utført reviderte stabilitetsberegninger av foreslåtte sikringstiltak i kvikkleiresone 1888 Eg sykehus etter supplerende grunnundersøkelser.

De supplerende undersøkelsene dokumenterer stort sett tidligere antagelser om skjærstyrken i leira samt noe økt styrke i leira, ved foten av skrånningen.

For ny utbygning i sonen er det behov for stabiliserende tiltak. Det anbefales å videreføre eksisterende fylling i Otra mot båthuset rett nedenfor Bygg 1. Øvre del av fyllingen bør ligge på kote +3 og helningen ut i Otra må være 1:2,5 eller slakere. Fyllingen må bygges opp gradvis slik at det ikke blir for stor oppbygning av poretrykket i leira som kan forårsake initialutglidninger. Det bør installeres poretrykksmålere som overvåkes under fyllingsarbeidene.

Det er ikke utført vurderinger av hvordan fyllingen påvirker de hydrologiske forholdene i Otra, men påvirkning antas å være liten.

6 REFERANSER

1. NVE. Veileder: Sikkerhet mot kvikkleireskred. Datert april 2014.
2. Rambøll. Oppdragsnummer 1350005219. Områdestabilitet Eg sykehusområde. Rapport nr. 003 – Rev04. Kvikkleireutredning. Datert 01.02.2016
3. Rambøll. Oppdragsnummer 1350005219. Områdestabilitet Eg sykehusområde. Rapport nr. 001. Innledende arbeid. Datert 15.09.2014.
4. Rambøll. Oppdragsnummer 1350005219. Områdestabilitet Eg sykehusområde. Rapport nr. 002 – Rev01. Parameterrapport. Datert 02.15.2015
5. Multiconsult, kart: Orienterende kvikkleirekart søndre område med utvalg av foreliggende grunnboringer-Eg, Kristiansand og Orienterende kvikkleirekart nordre område med utvalg av foreliggende grunnboringer-Eg, Kristiansand, datert 22.1.2013.



00	22.09.2016		MTV	ERP	MTV
Rev.	Dato	Tekst	Utarb	Kontr	Godkj

Oppdrag nr. 1350016866 Målestokk: 1:50 000 Status:

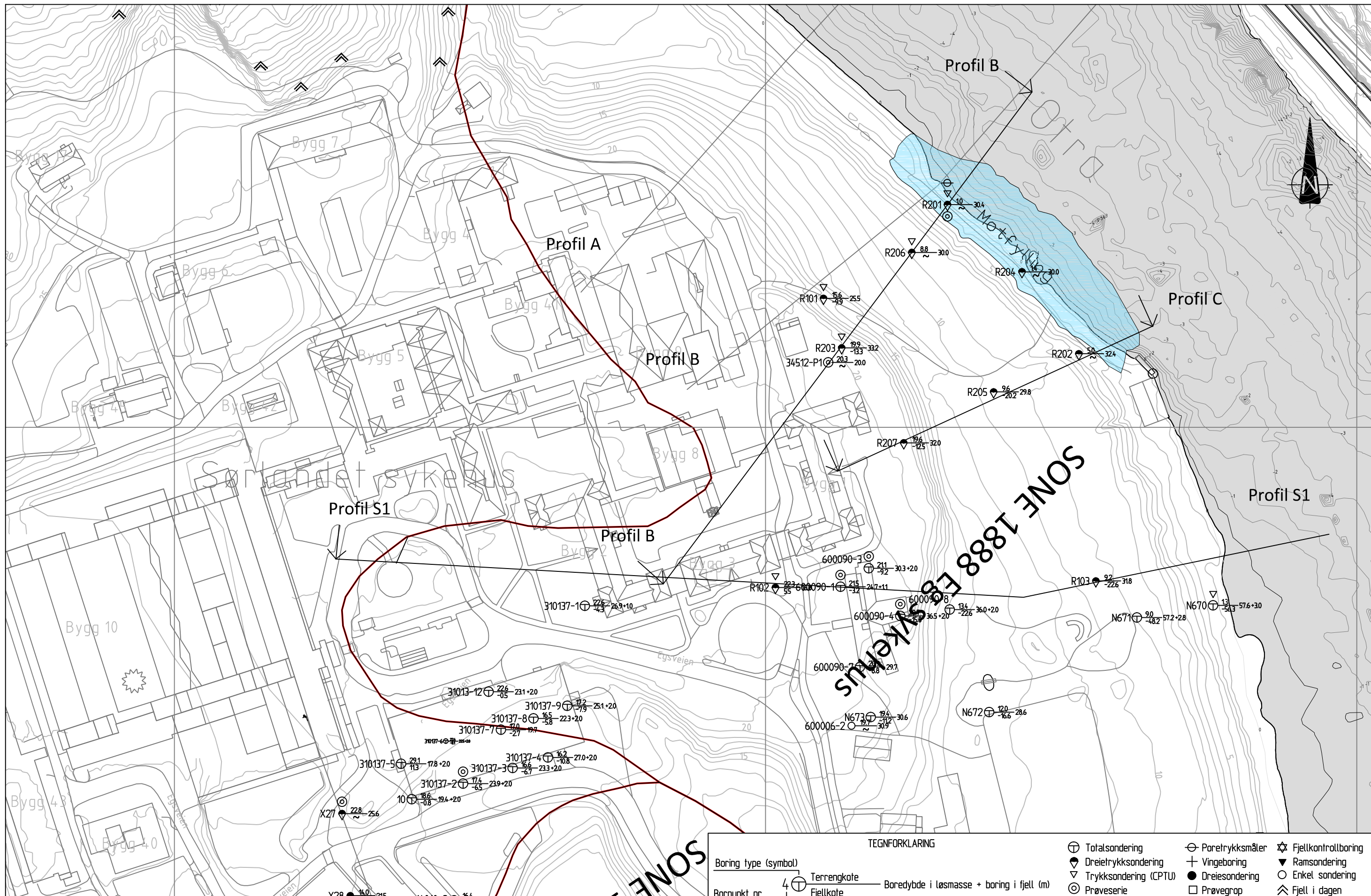
Sørlandet sykehus, Områdestabilitet
Sørlandet sykehus

Oversiktskart
UTM: 04400 64470 (Euref 89 - Sone 32V)

RAMBOLL

Rambøll Norge AS
P. b. 116
Henrik Wergelandsgate 29
4662 Kristiansand
TLF: 99 42 81 00 - FAX: 38 12 81 01
Tegning nr. Rev.

501 00



TEGNFORKLARING			
⊕ Totalsondering	⊖ Poretrykksmåler	☆ Fjellkontrollboring	
⊖ Dreietrykksondering	+ Vingeboring	▼ Ramsøndering	
▽ Trykksøndering (CPTU)	● Dreiesøndering	○ Enkel sondering	
⊙ Prøveserie	□ Prøvegrop	⤴ Fjell i dagen	

Boring type (symbol)	4 ⊕	Terrengkote	—	Boredybde i løsmasse + boring i fjell (m)	
Borpunkt nr.		Fjellkote	—		

22.09.2016	MTV	ERPY	MTV
REV. DATO ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS			

RAMBOLL
 Rambøll AS - Region Midt-Norge
 P. b. 9420 Sluppen
 Mellomila 79, N-7493 Trondheim
 TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60
 www.ramboll.no

OPPDRAG
 Sørlandets sykehus - Områdestabilisering

OPPDRAGSGIVER
 Sørlandets sykehus

INNHold
 Situasjonsplan - Stabiliserende tiltak

Motfylling

OPPDRAG NR. 1350016866	MÅLESTOKK 1:1500	BLAD NR. -	AV -
TEGNING NR. 502		REV. 0	



Boring type (symbol)		TEGNFORKLARING	
⊕	Terrengkote	⊕	Totalsondering
⊖	Fjellkote	⊖	Dreietrykkssondering
⊙	Boredybde i løsmasse + boring i fjell (m)	⊙	Trykksondering (CPTU)
		⊙	Prøveserie
		⊕	Poretrykksmåler
		+	Vingeboring
		⊙	Dreiesondering
		⊙	Enkel sondering
		⊙	Prøvegrøp
		⊙	Fjellkontrollboring
		⊙	Ramsondering
		⊙	Fjell i dagen

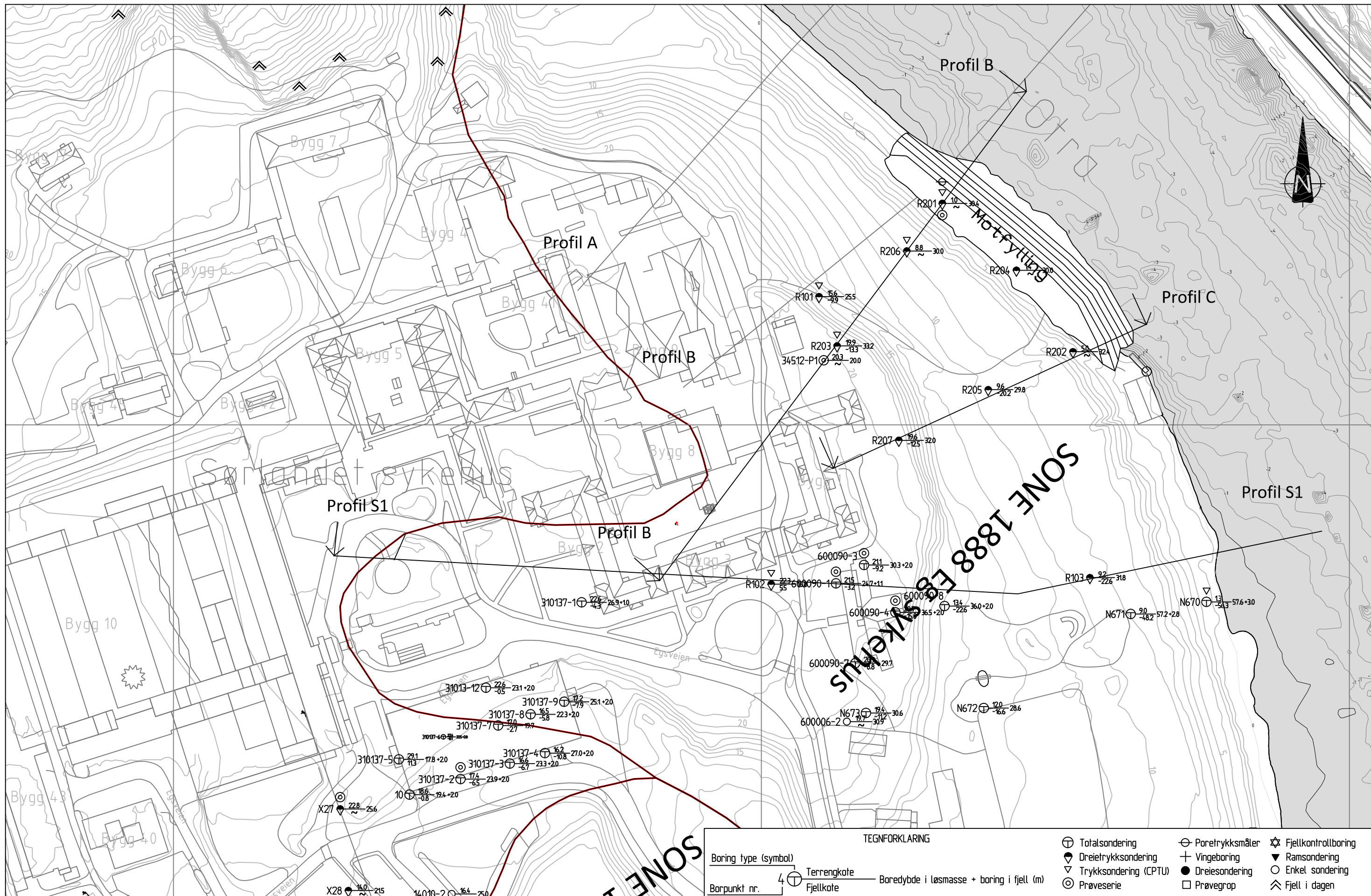
22.09.2016	MTV	ERPY	MTV
REV. DATO ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS			

RAMBOLL
 Rambøll AS - Region Midt-Norge
 P. b. 9420 Sluppen
 Mellomila 79, N-7493 Trondheim
 TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60
 www.ramboll.no

OPPDRAG
 Sørlandets sykehus - Områdestabilisering
 OPPDRAGSGIVER
 Sørlandets sykehus

INNHold
 Situasjonsplan - Stabiliserende tiltak
 Avlastning

OPPDRAG NR. 1350016866	MÅLESTOKK 1:1500	BLAD NR. -	AV -
TEGNING NR. 503		REV. 0	



TEGNFORKLARING			
⊕ Totalsondering	⊖ Poretrykksmåler	☆ Fjellkontrollboring	
⬇ Dreietrykksondering	+ Vingeboring	▼ Ramsondering	
▽ Trykksondering (CPTU)	● Dreiesondering	○ Enkel sondering	
⊙ Prøveserie	□ Prøvegrop	⤴ Fjell i dagen	

22.09.2016	MTV	ERPY	MTV
REV. DATO ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS			

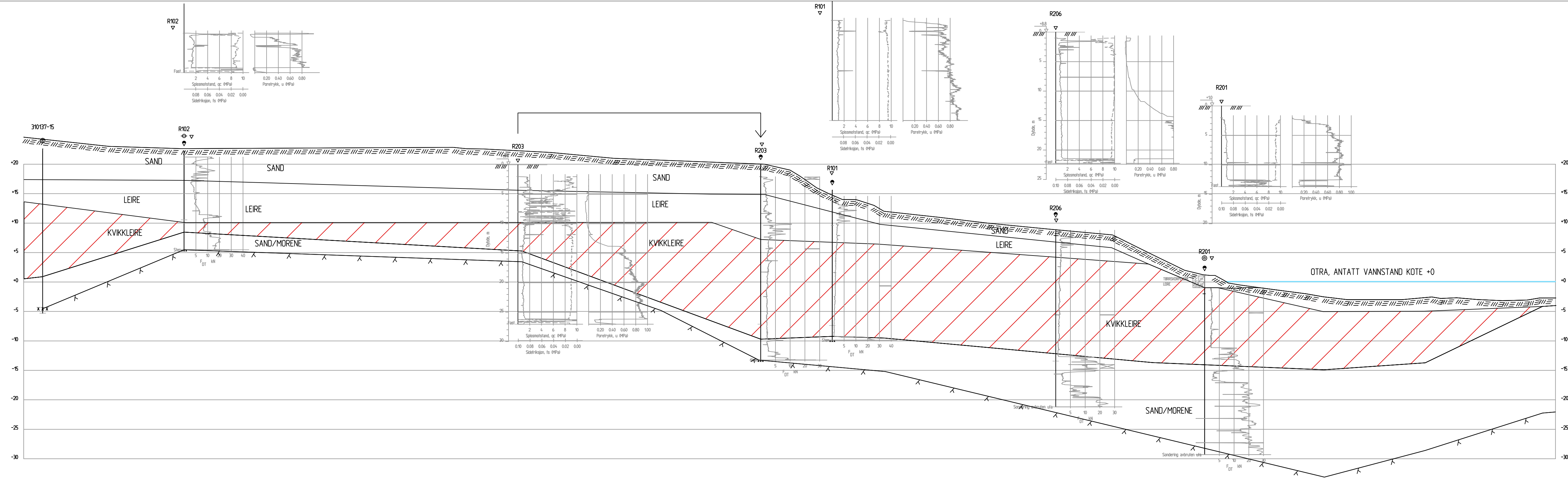
RAMBOLL
 Rambøll AS - Region Midt-Norge
 P.b. 9420 Sluppen
 Mellomila 79, N-7493 Trondheim
 TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60
 www.ramboll.no

OPPDRAG
 Sørlandets sykehus - Områdestabilisering

OPPDRAGSGIVER
 Sørlandets sykehus

INNHold
 Situasjonsplan

OPPDRAG NR. 1350016866	MÅLESTOKK 1:1500	BLAD NR. -	AV -
TEGNING NR. 504		REV. 0	



00	14.09.2016		MTV	ERP	MTV
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					

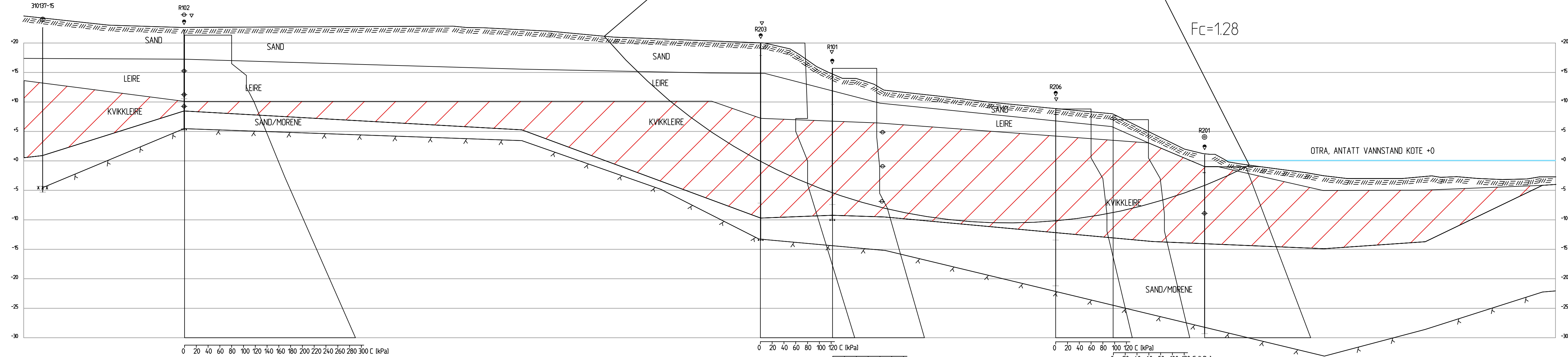
RAMBOLL
 Ramboll AS - Region Midt-Norge
 P.b. 9420 Sluppen
 Mellomilla 79, N-7493 Trondheim
 TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60
 www.ramboll.no

OPPDAG
 Sørlandet sykehus - Områdestabilisering
 OPPDRAGSGIVER
 Sørlandets sykehus

INNHold
 Lagdeling - Profil B
 Dagens situasjon

OPPDAG NR. 1350016866	MÅLESTOKK 1:400 (A3L)	BLAD NR.	AV
TEGNING NR.			REV.
510			0

Material	nr	Densitet	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Sand	5	17.50	32.0	0.0				
Leire	4	18.00	---	---	C-profil	1.00	0.65	0.37
Kvikkleire	3	17.00	---	---	C-profil	0.85	0.63	0.35
Morene	1	19.00	35.0	3.5				
Berg								



Basert på CPTU i R102 over kote +10,6
 Basert på Shanssep under kote +10,6

$\Delta p' = 200 \text{ kPa}$
 $\alpha = 0,32$
 $\beta = 0,80$ } Fra CPTU R102

Basert på CPTU i R203 over kote -6,0
 Basert på Shanssep under kote -6,0

$\Delta p' = 50 \text{ kPa}$
 $\alpha = 0,25$
 $\beta = 0,60$ } Fra CPTU R203

Basert på CPTU i R101 over kote -7,4
 Basert på Shanssep under kote -7,4

$\Delta p' = 120 \text{ kPa}$
 $\alpha = 0,25$
 $\beta = 0,70$ } Fra CPTU R101

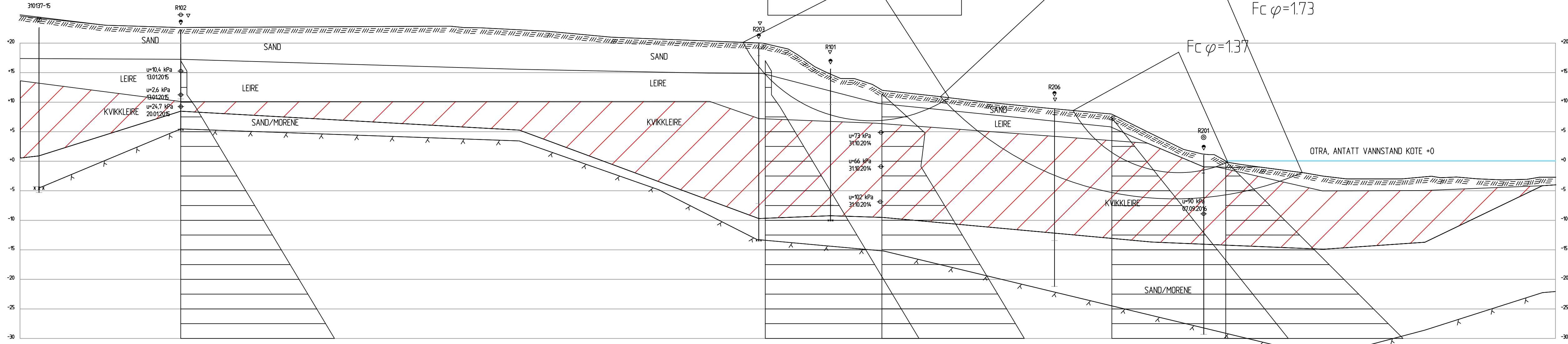
Basert på CPTU i R203 over kote -12
 Basert på Shanssep under kote -12

$\Delta p' = 180 \text{ kPa}$
 $\alpha = 0,25$
 $\beta = 0,70$ } Fra CPTU R203

Basert på CPTU i R201 over kote -11,5
 Basert på Shanssep under kote -11,5

$\Delta p' = 350 \text{ kPa}$
 $\alpha = 0,32$
 $\beta = 0,80$ } Fra CPTU R201

Material	nr	Densitet	Fi	C'
Sand	5	17.50	32.0	0.0
Leire	4	18.00	29.0	11.1
Kvikkleire	3	17.00	27.0	10.2
Morene	1	19.00	35.0	3.5
Berg				



Basert på målinger i R102 over kote +9,25
Antatt 60% av hydrostatisk under kote +9,25

Basert på målinger i R102 over kote +9,25
Antatt 60% av hydrostatisk under kote +9,25

Basert på målinger i punkt 1 ned til kote -6,8
Antatt 60% av hydrostatisk under kote -6,8

Basert på målinger i punkt R201 ned til kote -9
100% av hydrostatisk

00	21.09.2016		MTV	ERP	MTV
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					

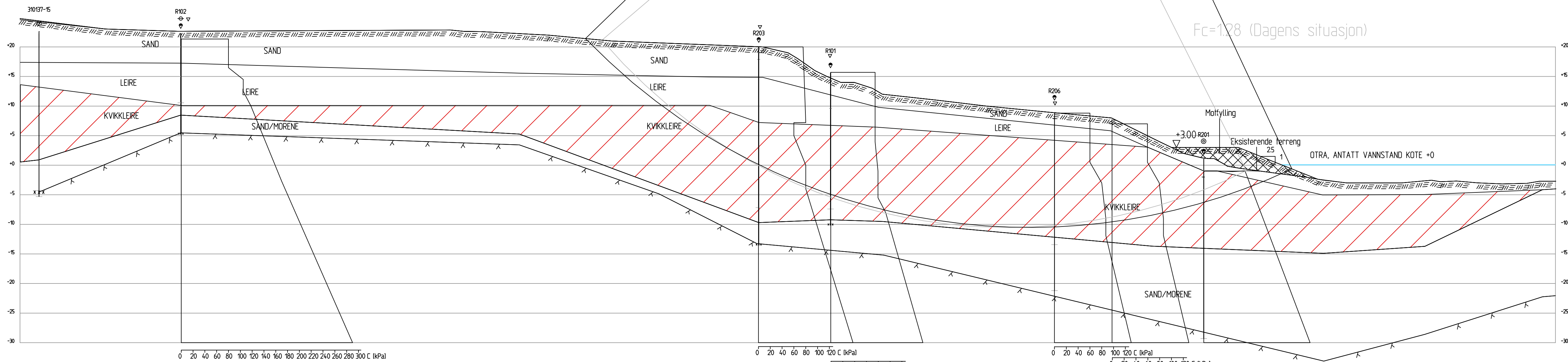
RAMBOLL
Ramboll AS - Region Midt-Norge
P.b. 9420 Sluppen
Mellomilla 79, N-7493 Trondheim
TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60
www.ramboll.no

OPPDRAG
Sørlandet sykehus - Områdestabilisering
OPPDRAGSGIVER
Sørlandets sykehus

INNHOLD
Stabilitetsberegning - Profil B
Dagens situasjon
AFI-analyse

OPPDRAG NR. 1350016866	MÅLESTOKK 1:400 (A3L)	BLAD NR.	AV
TEGNING NR.			REV.
512			0

Material	no	Un.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Fylling	2	19.00	42.0	5.0				
Sand	5	17.50	32.0	0.0				
Leire	4	18.00	---	---	C-profil	1.00	0.65	0.37
Kvikkleire	3	17.00	---	---	C-profil	0.85	0.63	0.35
Morene	1	19.00	35.0	5.0				
Berg								



$F_c=1.36$

$F_c=1.28$ (Dagens situasjon)

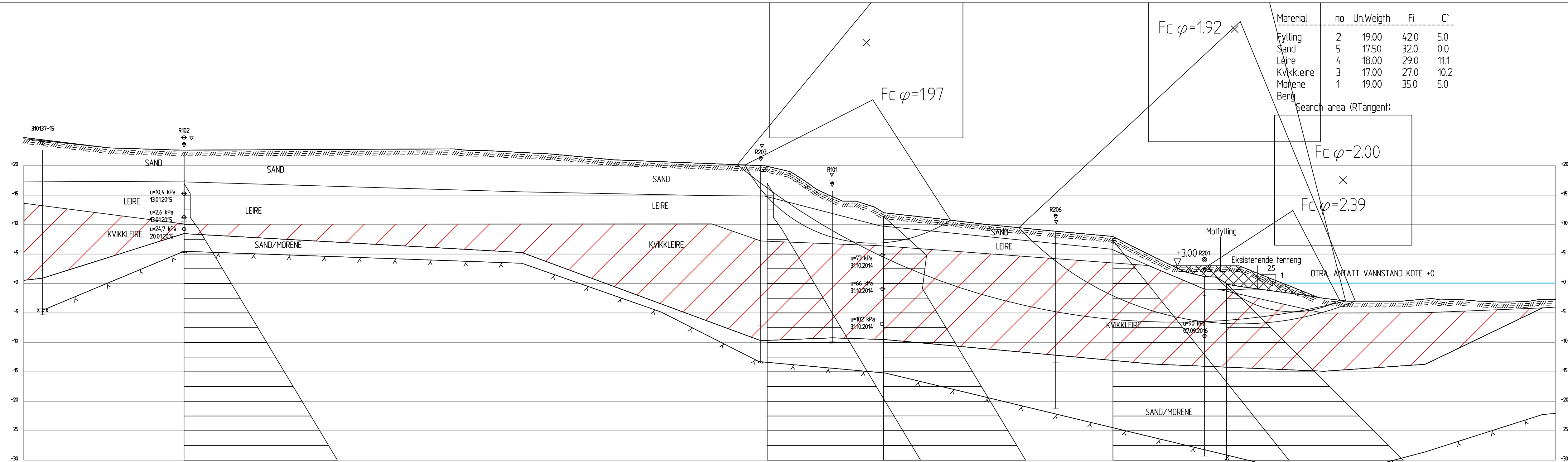
Basert på CPTU i R102 over kote +10,6
 Basert på Shansep under kote +10,6
 $\Delta p'=200$ kPa } Fra CPTU R102
 $\alpha=0,32$
 $\beta=0,80$

Basert på CPTU i R203 over kote -6,0
 Basert på Shansep under kote -6,0
 $\Delta p'=50$ kPa } Fra CPTU R203
 $\alpha=0,25$
 $\beta=0,60$

Basert på CPTU i R101 over kote -7,4
 Basert på Shansep under kote -7,4
 $\Delta p'=120$ kPa } Fra CPTU R101
 $\alpha=0,25$
 $\beta=0,70$

Basert på CPTU i R206 over kote -12
 Basert på Shansep under kote -12
 $\Delta p'=180$ kPa } Fra CPTU R206
 $\alpha=0,25$
 $\beta=0,70$

Basert på CPTU i R201 over kote -11,5
 Basert på Shansep under kote -11,5
 $\Delta p'=350$ kPa } Fra CPTU R201
 $\alpha=0,32$
 $\beta=0,80$



Material	no	Un.Weigth	Fi	C'
Fylling	2	19.00	420	5.0
Sand	5	17.50	320	0.0
Leire	4	18.00	290	11.1
Kvikkleire	3	17.00	270	10.2
Morene	1	19.00	350	5.0
Berg				

Basert på målinger i R102 over kote +9,25
Antatt 60% av hydrostatisk under kote +9,25

Basert på målinger i R102 over kote +9,25
Antatt 60% av hydrostatisk under kote +9,25

Basert på målinger i punkt 1 ned til kote -6,8
Antatt 60% av hydrostatisk under kote -6,8

Antatt 80% av hydrostatisk

Basert på målinger i punkt R201 ned til kote -9
100% av hydrostatisk

00	21.09.2016		MTV	ERP	MTV
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODR
TEGNINGSSTATUS					

RAMBOLL
Ramboll AS - Region Midt-Norge
P.b. 9420 Sluppen
Mellomilla 79, N-7493 Trondheim
TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60
www.ramboll.no

OPPDRAG
Sørlandet sykehus - Områdestabilisering

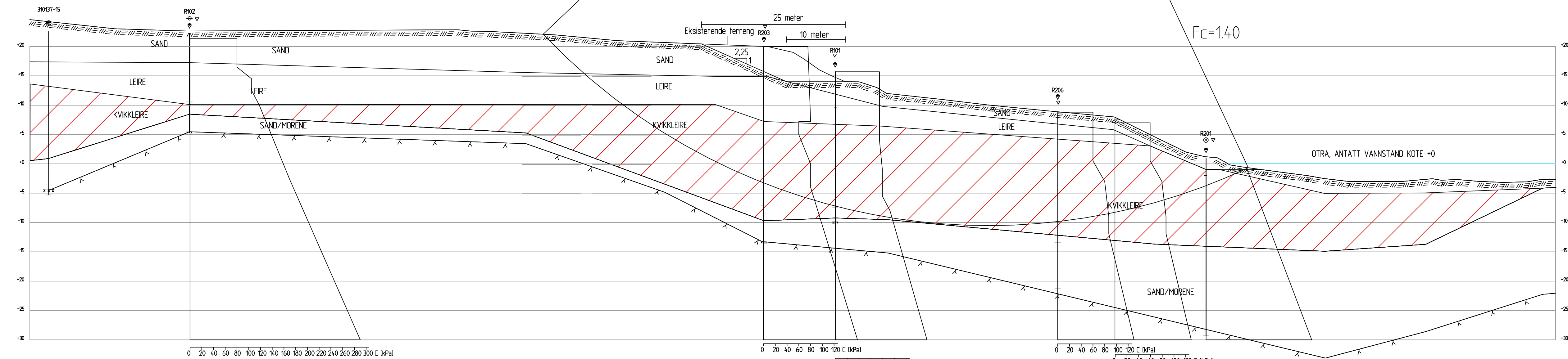
OPPDRAGSGIVER
Sørlandets sykehus

INNHold
Stabilitetsberegning - Profil B

Motfylling
AFI-analyse

OPPDRAG NR. 1350016866	MÅLESTOKK 1:400 (A3L)	BLAD NR.	AV
TEGNING NR. 514			REV. 0

Material	nr	Densitet	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Sand	5	17.50	32.0	0.0				
Leire	4	18.00	---	---	C-profil	1.00	0.65	0.37
Kvikkleire	3	17.00	---	---	C-profil	0.85	0.63	0.35
Morene	1	19.00	35.0	3.5				
Berg								



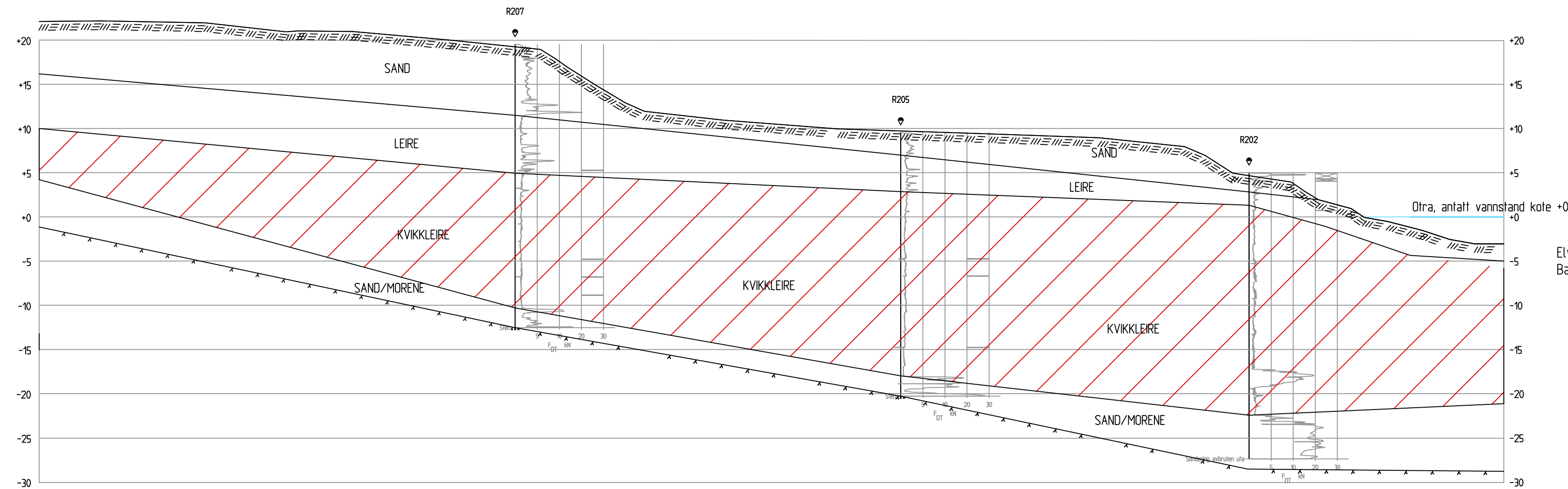
Basert på CPTU i R102 over kote +10,6
 Basert på Shanssep under kote +10,6
 $\Delta p' = 200 \text{ kPa}$
 $\alpha = 0,32$
 $\beta = 0,80$ } Fra CPTU R102

Basert på CPTU i R203 over kote -6,0
 Basert på Shanssep under kote -6,0
 $\Delta p' = 50 \text{ kPa}$
 $\alpha = 0,25$
 $\beta = 0,60$ } Fra CPTU R203

Basert på CPTU i R101 over kote -7,4
 Basert på Shanssep under kote -7,4
 $\Delta p' = 120 \text{ kPa}$
 $\alpha = 0,25$
 $\beta = 0,70$ } Fra CPTU R101

Basert på CPTU i R203 over kote -12
 Basert på Shanssep under kote -12
 $\Delta p' = 180 \text{ kPa}$
 $\alpha = 0,25$
 $\beta = 0,70$ } Fra CPTU R203

Basert på CPTU i R201 over kote -11,5
 Basert på Shanssep under kote -11,5
 $\Delta p' = 350 \text{ kPa}$
 $\alpha = 0,32$
 $\beta = 0,80$ } Fra CPTU R201



Otra, antatt vannstand kote +0
 Elvebunn er gjennomsnittlig på kote -3 utenfor profil.
 Basert på kart over elvebunn.

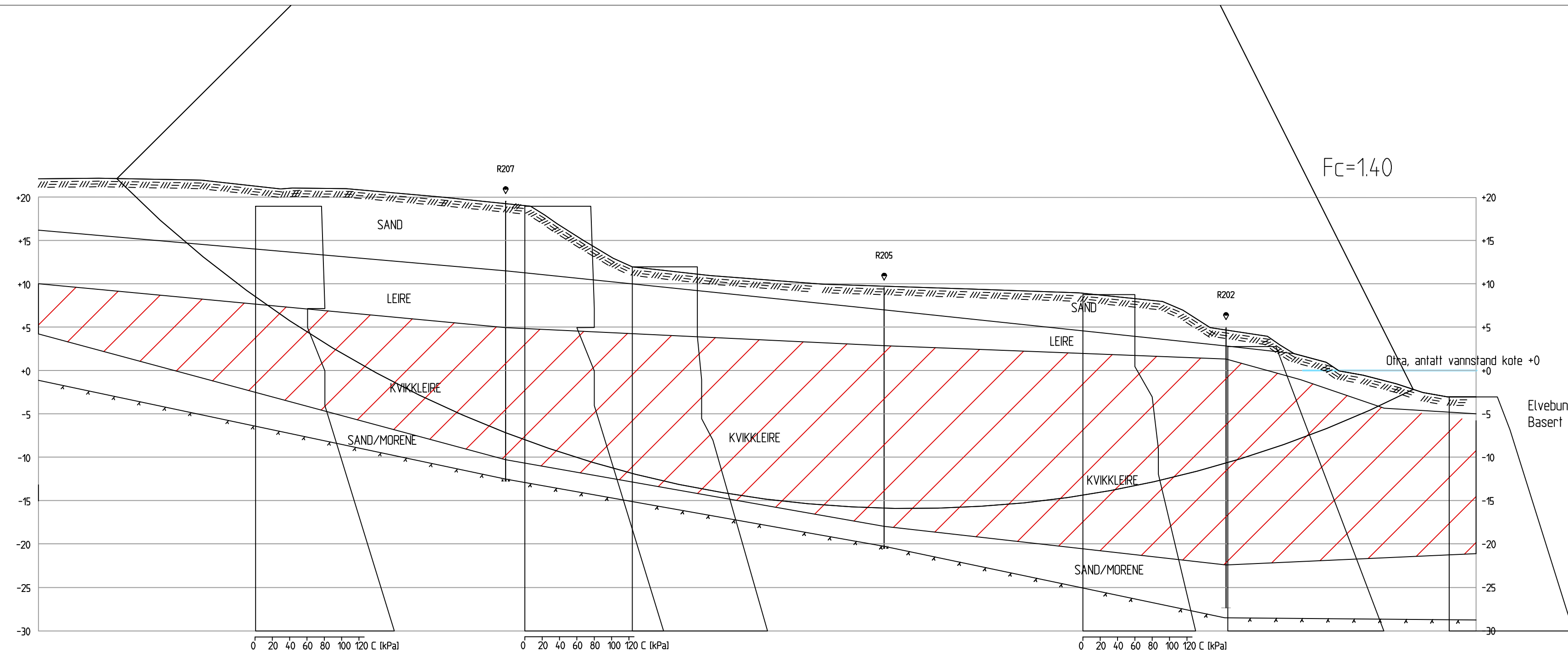
00	21.09.2016		MTV	ERP	MTV
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					

RAMBOLL
 Ramboll AS - Region Midt-Norge
 P. b. 9420 Sluppen
 Mellomlia 79, N-7493 Trondheim
 TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60
 www.ramboll.no

OPPDRA	Sørlandet sykehus - Områdestabilisering
OPPDRA	Sørlandets sykehus

INN	Lagdeling - Profil C
-----	----------------------

OPPDRA	MÅLESTOKK	BLAD	AV
1350016866	1:400 (A3L)		
TEG			REV.
520			0



Material	no	Un.Weigh	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Sand	1	17.50	32.0	0.0				
Leire	2	18.00	---	---	C-profil	1.00	0.65	0.37
Kvikkleire	3	17.00	---	---	C-profil	0.85	0.63	0.35
Morene	4	19.00	35.0	3.5				
Berg								

Ofra, antatt vannstand kote +0
 Elvebunn er gjennomsnittlig på kote -3 utenfor profil.
 Basert på kart over elvebunn.

Basert på CPTU i R203 over kote -6,0
 Basert på Shansep under kote -6,0
 $\Delta p' = 50 \text{ kPa}$
 $\alpha = 0,25$
 $\beta = 0,60$ } Fra CPTU R203

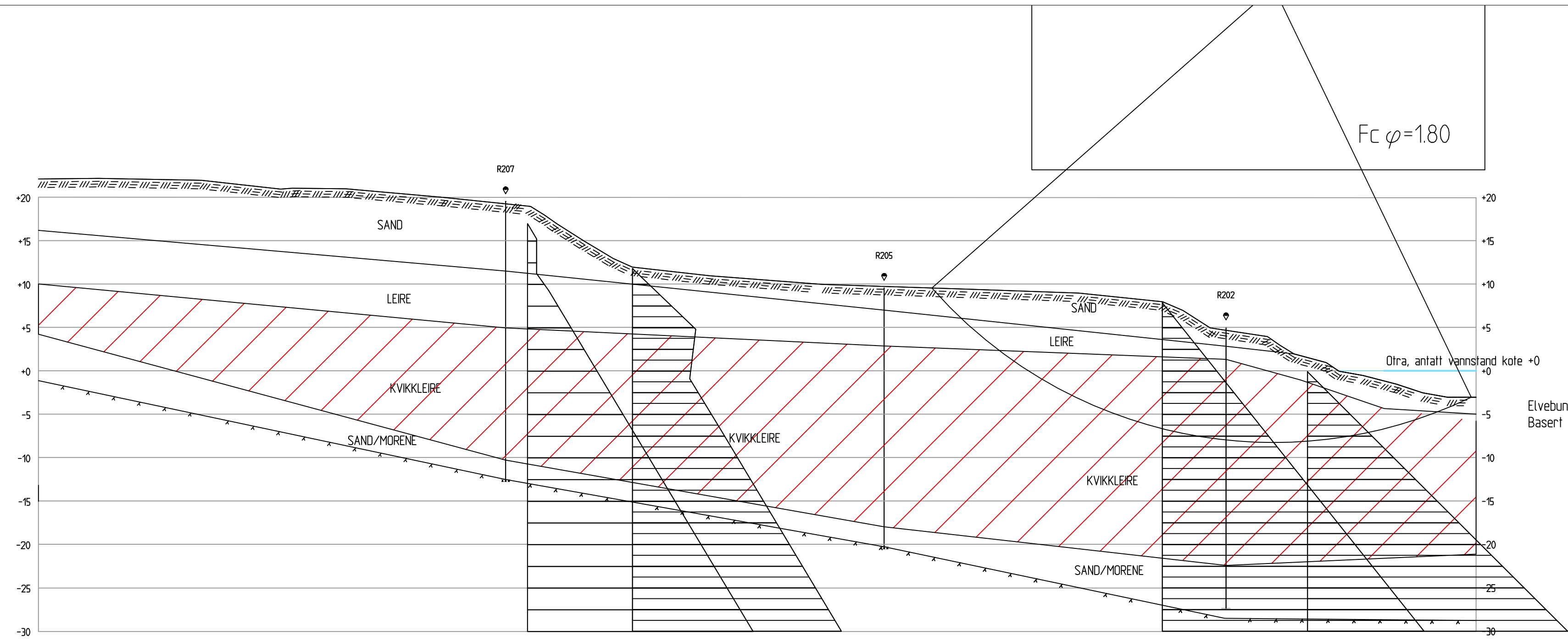
Basert på CPTU i R203 over kote -6,0
 Basert på Shansep under kote -6,0
 $\Delta p' = 50 \text{ kPa}$
 $\alpha = 0,25$
 $\beta = 0,60$ } Fra CPTU R203

Basert på CPTU i R101 over kote -7,4
 Basert på Shansep under kote -7,4
 $\Delta p' = 120 \text{ kPa}$
 $\alpha = 0,25$
 $\beta = 0,70$ } Fra CPTU R101

Basert på CPTU i R206 over kote -12
 Basert på Shansep under kote -12
 $\Delta p' = 180 \text{ kPa}$
 $\alpha = 0,25$
 $\beta = 0,70$ } Fra CPTU R206

Basert på CPTU i R201 over kote -11,5
 Basert på Shansep under kote -11,5
 $\Delta p' = 350 \text{ kPa}$
 $\alpha = 0,32$
 $\beta = 0,80$ } Fra CPTU R201

Basert på Shansep
 $\Delta p' = 400 \text{ kPa}$
 $\alpha = 0,32$
 $\beta = 0,80$ } Fra CPTU R201



Material	no	Un.Weigh	Fi	C'
Fylling	5	19.00	42.0	5.0
Sand	1	17.50	32.0	0.0
Leire	2	18.00	29.0	11.1
Kvikkleire	3	17.00	29.0	10.2
Morene	4	19.00	35.0	3.5
Berg				

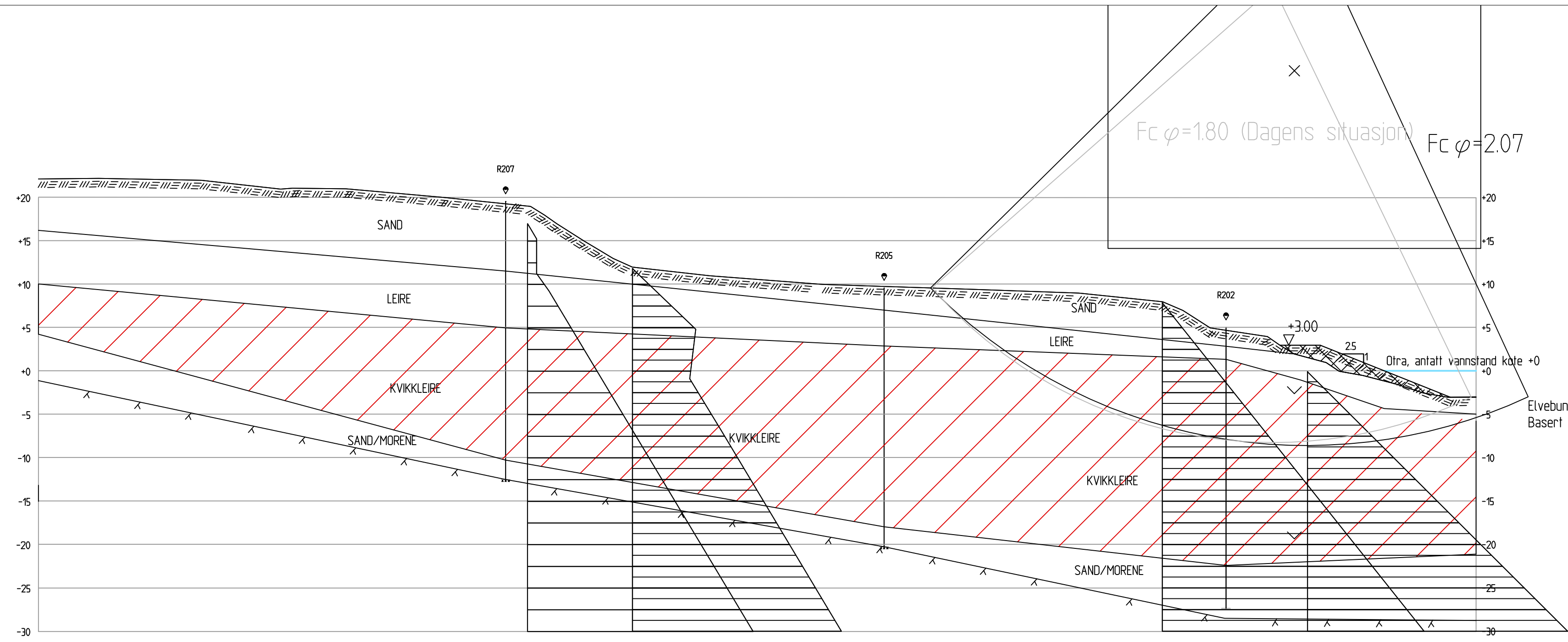
Otra, antatt vannstand kote +0
 Elvebunn er gjennomsnittlig på kote -3 utenfor profil.
 Basert på kart over elvebunn.

Basert på målinger i R102 over kote +9,25
 Antatt 60% av hydrostatisk under kote +9,25

Basert på målinger i punkt 1 ned til kote -6,8
 Antatt 60% av hydrostatisk under kote -6,8

Antatt 80% av hydrostatisk

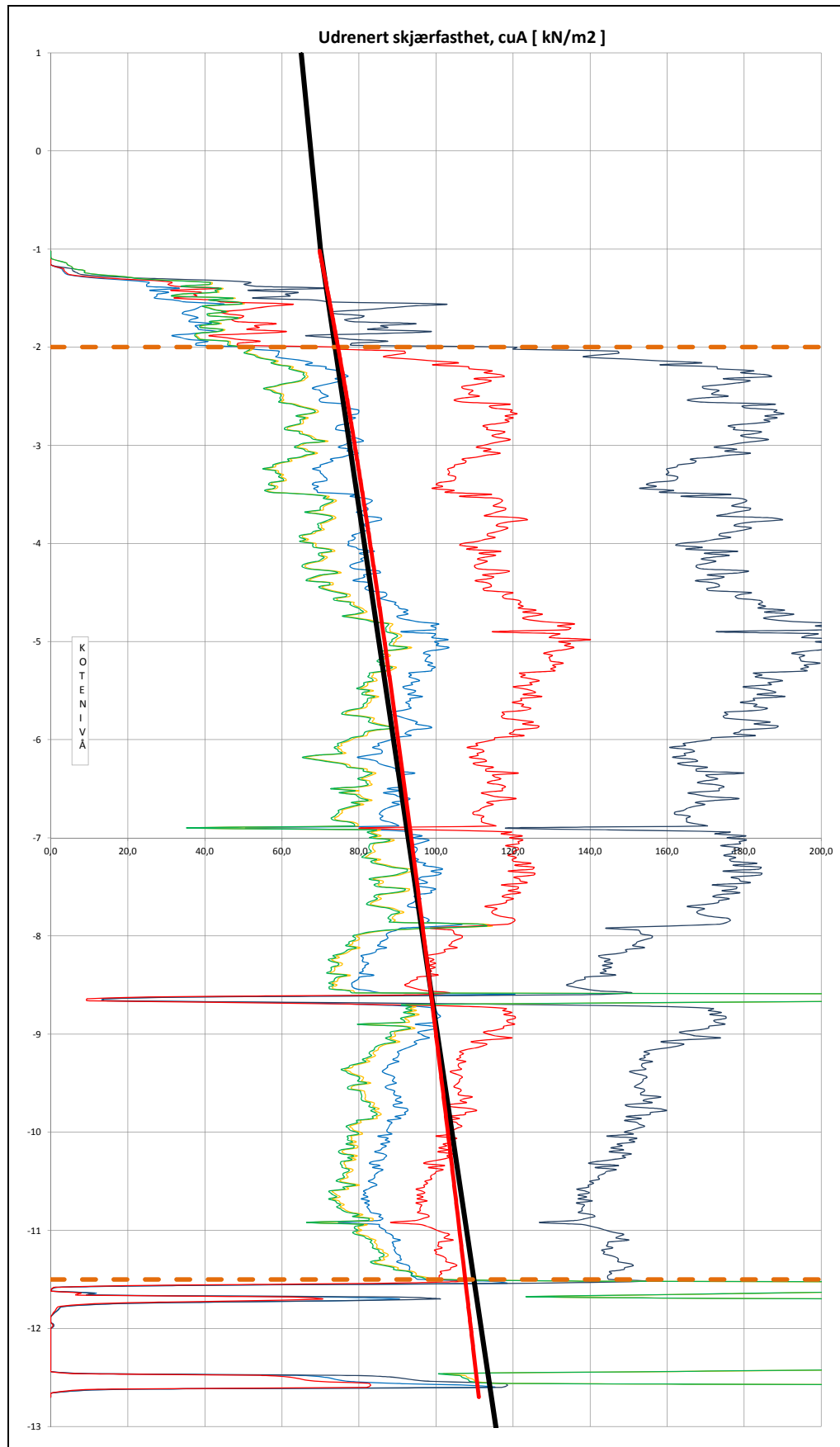
Basert på målinger i punkt R201 ned til kote -9
 100% av hydrostatisk



0 20 40 60 80 100 120 140 160 180 200 220 240 P (kPa)
 Basert på målinger i R102 over kote +9,25
 Antatt 60% av hydrostatisk under kote +9,25
 0 20 40 60 80 100 120 140 160 180 200 220 240 P (kPa)
 Basert på målinger i punkt 1 ned til kote -6,8
 Antatt 60% av hydrostatisk under kote -6,8

0 20 40 60 80 100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 P (kPa)
 Antatt 80% av hydrostatisk
 0 20 40 60 80 100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 P (kPa)
 Basert på målinger i punkt R201 ned til kote -9
 100% av hydrostatisk

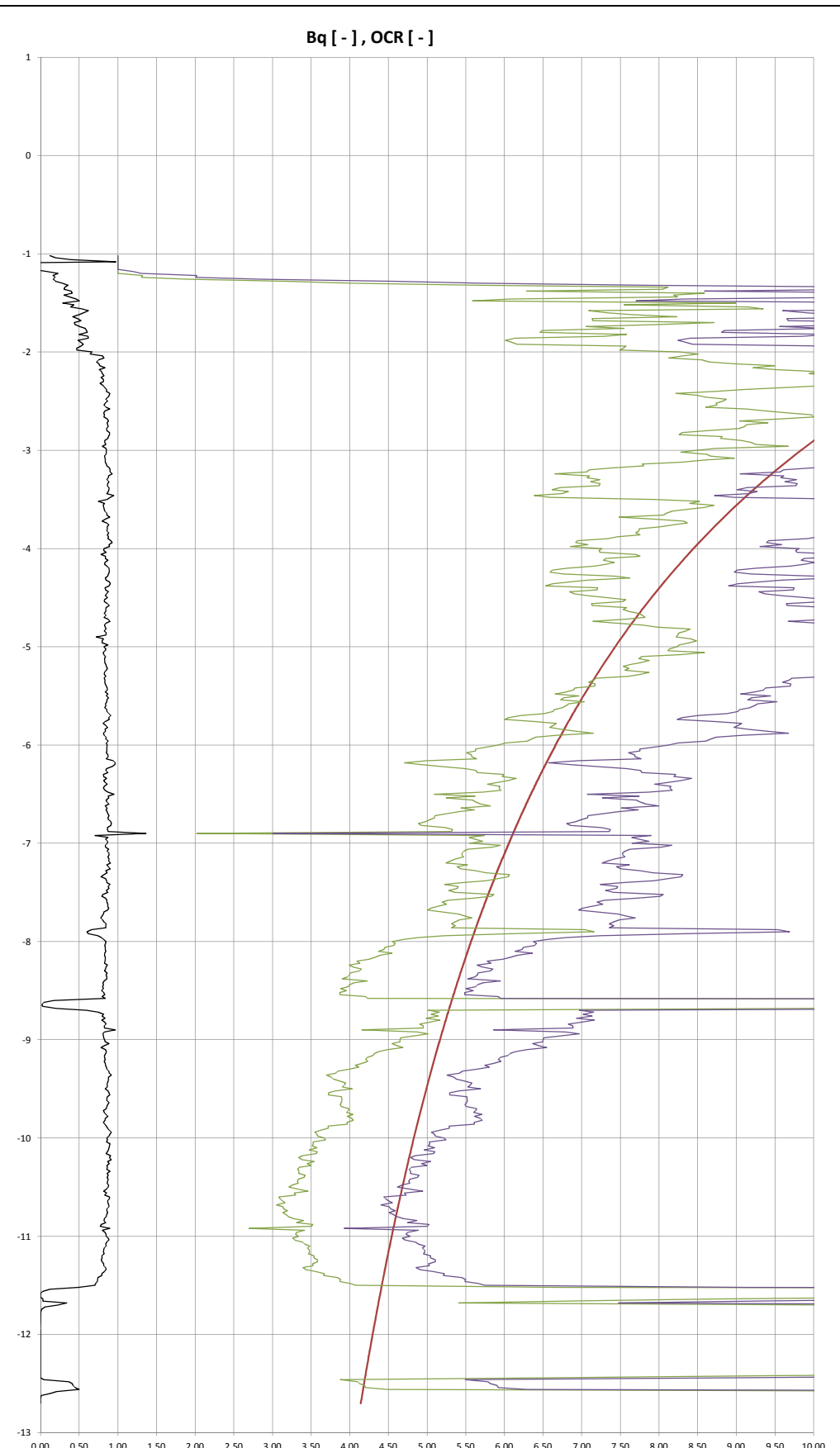
00	21.09.2016		MTV	ERPY	MTV	Rambøll AS - Region Midt-Norge P. b. 9420 Sluppen Mellomlia 79, N-7493 Trondheim TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60 www.ramboll.no	OPPDAG	Sørlandet sykehus - Områdestabilisering	INNHOLD	Stabilitetsberegning - Profil C	OPPDAG NR.	MÅLESTOKK	BLAD NR.	AV
REV.	DATE	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ		OPPDAGSGIVER	Sørlandets sykehus	Motfylling	AFI-analyse	1350016866	1:400 (A3L)		
TEGNINGSSTATUS											TEGNING NR.		524	REV.
														0




- $N_{du}=4.5 \cdot B_q$
- $N_{du}=6.9-4.0 \cdot \log(OCR+0.07 \cdot I_p) - St < 15$
- $N_{kt}=7.8+2.5 \cdot \log(OCR+0.082 \cdot I_p) - St < 15$
- $N_{du}=9.8-4.5 \cdot \log(OCR) - St > 15$
- $N_{kt}=8.5+2.5 \cdot \log(OCR) - St > 15$
- CAUA - treaksialforsøk
- Designlinje
- KL - øvre grense
- KL - nedre grense
- SHANSEP

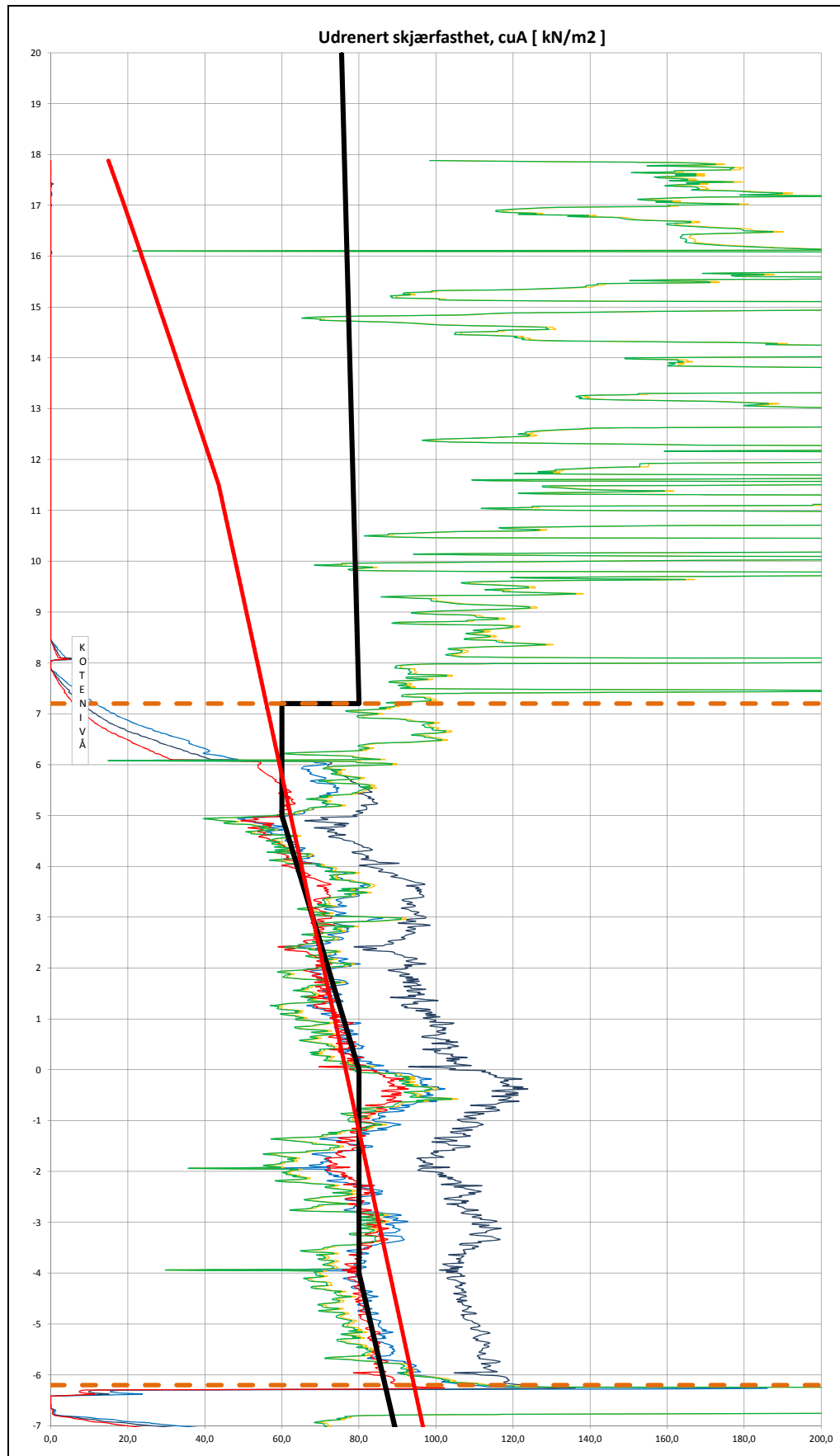
Shanshep - normalisering:
 Antatt tidligere overlaging (OCR): +350.0 kPa
 alfa=0.32
 Beta=0.80

Prøvedata:
Poretrykksutvikling:
 GV kote +0
 100% av hydrostatisk
 Basert på piezometer i R201



- Poretrykksparameter Bq
- OCR benyttet ved tolking av udrenert skjærstyrke
- OCR f(Q,St<15)
- OCR f(Q,St>15)
- OCR - ødometerforsøk (CRS)

	Sørlandets sykehus		Oppdrag	
	Områdestabilitet		1350016866	
	Borpunkt: R201	Terrengkote: 1	Tegn./kontr. MTV/ERP	Vedlegg 1
	Tolking/presentasjon av CPTU Udrenert skjærfasthet og OCR		Dato	Tegn. Nr.
		22.09.2016	-	

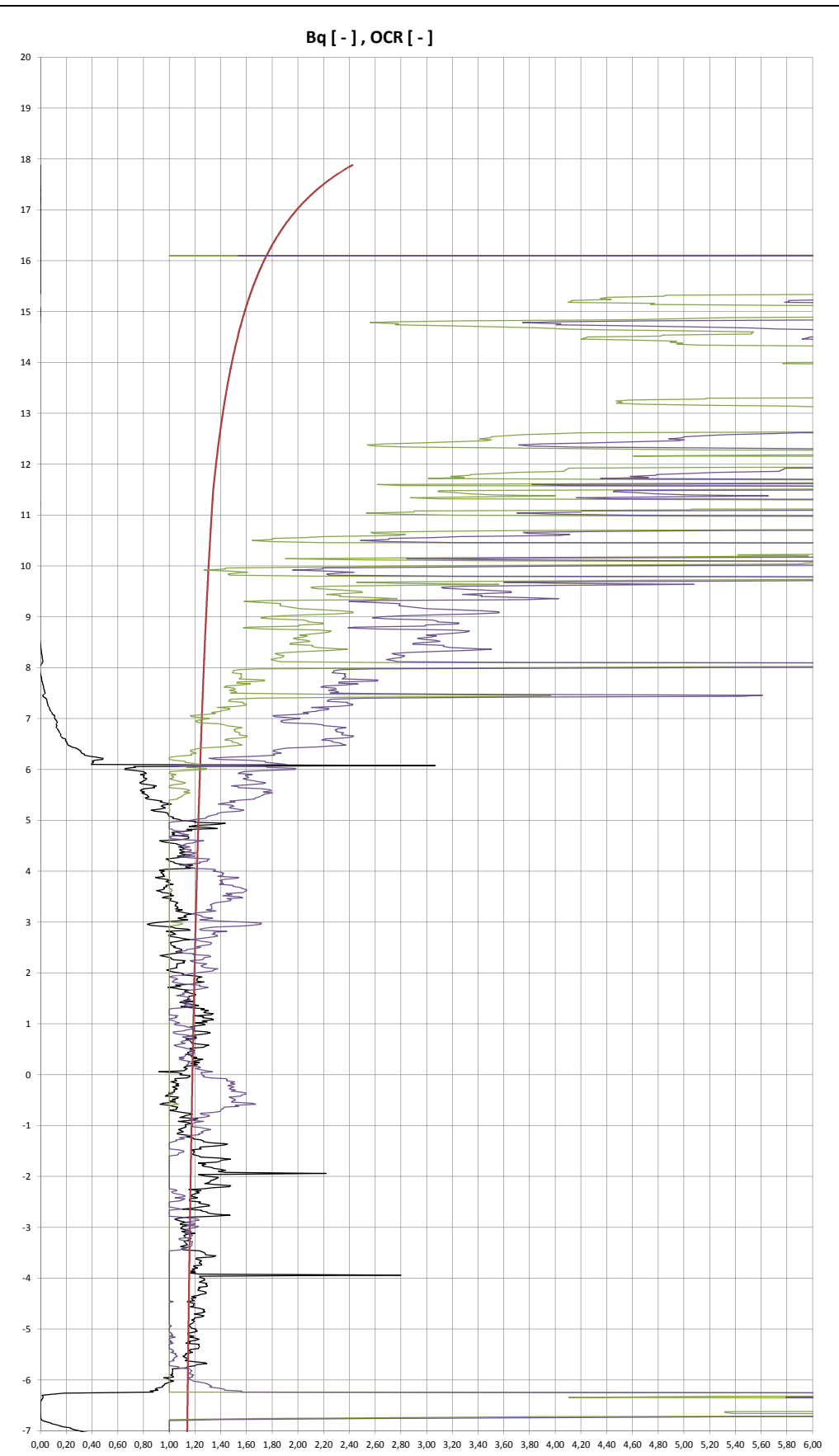


- $N_{du}=4.5 \cdot B_q$
- $N_{du}=6.9-4.0 \cdot \log(OCR)+0.07 \cdot I_p$ - $St < 15$
- $N_{kt}=7.8+2.5 \cdot \log(OCR)+0.082 \cdot I_p$ - $St < 15$
- $N_{du}=9.8-4.5 \cdot \log(OCR)$ - $St > 15$
- $N_{kt}=8.5+2.5 \cdot \log(OCR)$ - $St > 15$
- CAUA - treaksialforsøk
- Designlinje
- KL - øvre grense
- KL - nedre grense
- SHANSEP

Shanshep - normalisering:
 Antatt tidligere overlaging (OCR): +50.0 kPa
 alfa=0.25
 Beta=0.60

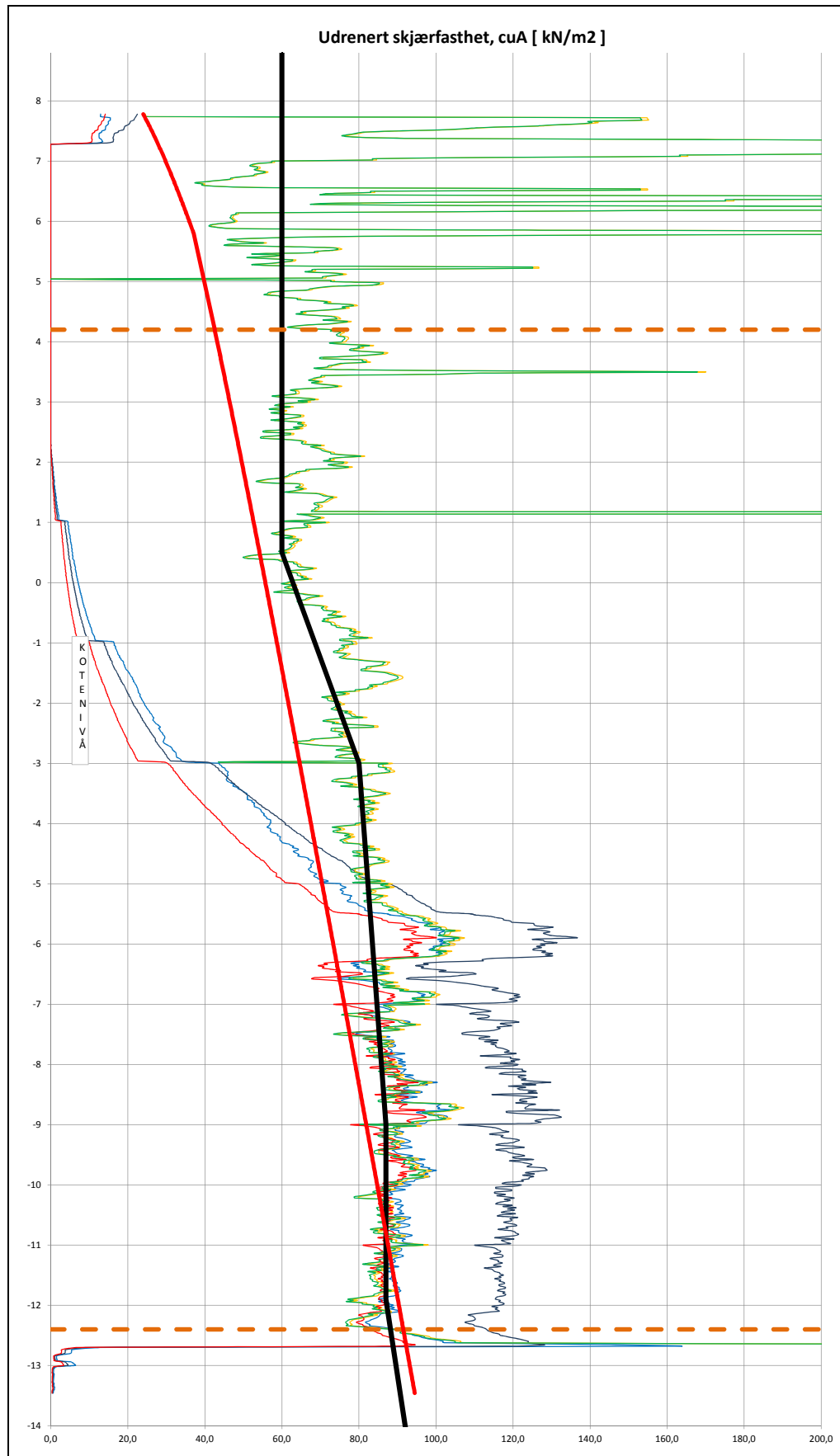
Prøvedata:

Poretrykksutvikling:
 GV kote +11,5
 Antatt 60% av hydrostatisk



- Poretrykksparameter Bq
- OCR benyttet ved tolking av udrenert skjærstyrke
- OCR f(Q,St<15)
- OCR f(Q,St>15)
- OCR - ødometerforsøk (CRS)

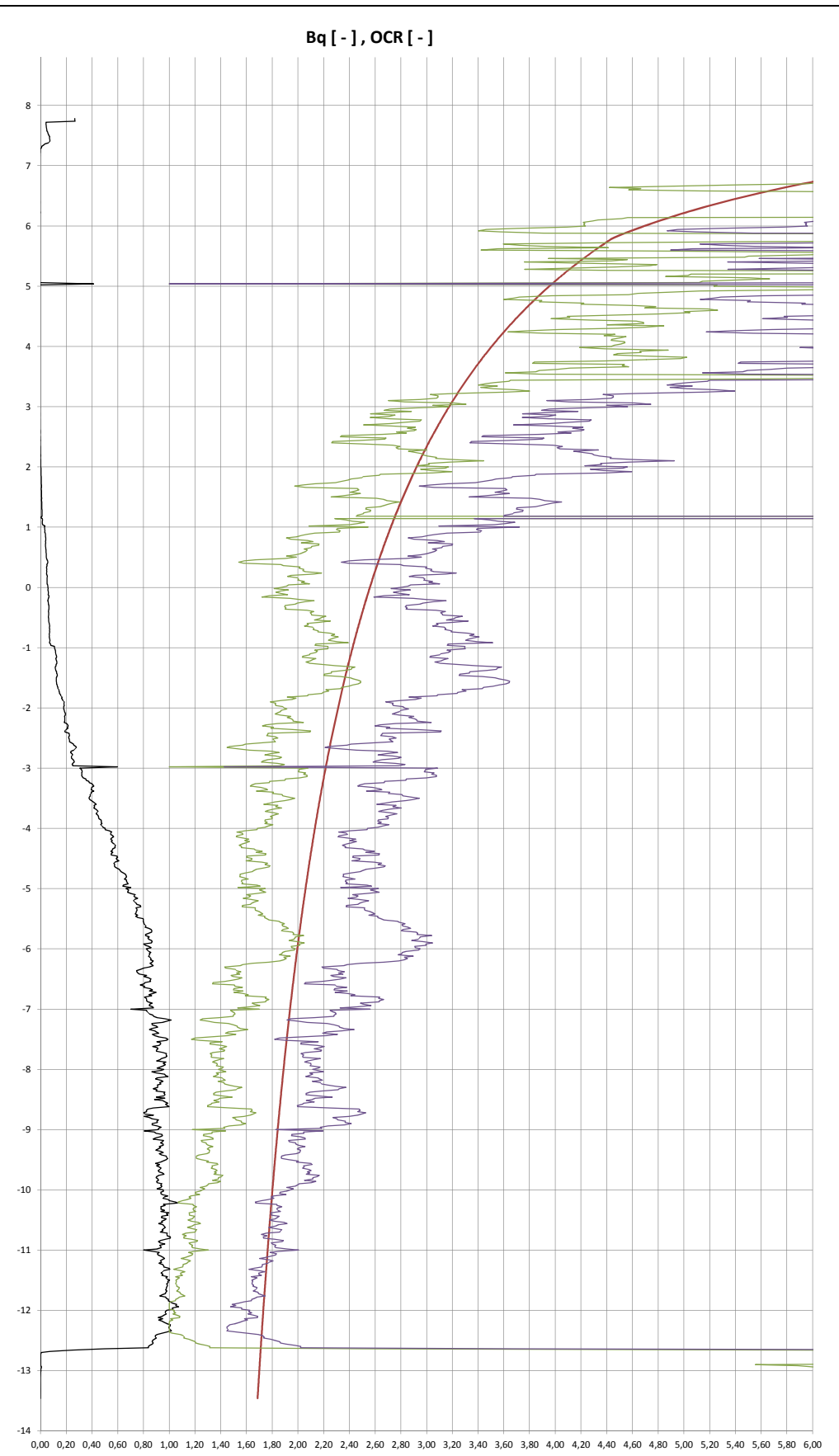
	Sørlandets sykehus		Oppdrag 1350016866
	Områdestabilitet		Tegn./kontr. MTV/ERP
	Borpunkt: R203	Terrengkote: 19,9	Vedlegg 2
	Tolking/presentasjon av CPTU Udrenert skjærfasthet og OCR		Dato 22.09.2016
			Tegn. Nr. -



- $N_{du}=4.5 \cdot B_q$
- $N_{du}=6.9-4.0 \cdot \log(OCR+0.07 \cdot I_p) - St < 15$
- $N_{kt}=7.8+2.5 \cdot \log(OCR+0.082 \cdot I_p) - St < 15$
- $N_{du}=9.8-4.5 \cdot \log(OCR) - St > 15$
- $N_{kt}=8.5+2.5 \cdot \log(OCR) - St > 15$
- CAUA - treaksialforsøk
- Designlinje
- KL - øvre grense
- KL - nedre grense
- SHANSEP

Shanshep - normalisering:
 Antatt tidligere terrengkote (OCR): +180.0 kPa
 alfa=0.25
 Beta=0.70

Prøvedata:
Poretrykksutvikling:
 Gv antatt 3 meter under terreng.
 65% av hydrostatisk



- Poretrykksparameter Bq
- OCR benyttet ved tolking av udrenert skjærstyrke
- OCR f(Q, St < 15)
- OCR f(Q, St > 15)
- OCR - ødometerforsøk (CRS)

	Sørlandets sykehus		Oppdrag 1350016866
	Områdestabilitet		Tegn./kontr. 3
	Borpunkt: R206	Terrengkote: 8,8	MTV/ERP 3
	Tolking/presentasjon av CPTU Udrenert skjærfasthet og OCR		Dato 22.09.2016
			Tegn. Nr. -