



Prosjekt

Prosjekt: Risiko for kvikkleireskred, Sørum
kommune
Rapportnummer: 20051379-1
Rapporttittel: Stabilitetsvurdering
Dato: 13. januar 2009

Hovedkontor:
Pb. 3930 Ullevål Stadion
0806 Oslo

Avd Trondheim:
Pb. 1230 Pirsenteret
7462 Trondheim

T 22 02 30 00
F 22 23 04 48

Kontonr 5096 05 01281
Org. nr 958 254 318 MVA

ngi@ngi.no
www.ngi.no

Oppdragsgiver

Oppdragsgiver: NVE Region Øst
Oppdragsgivers
kontaktperson: Roar Øvre
Kontraktreferanse:

For NGI

Prosjektleder: Øyvind A. Høydal
Rapport utarbeidet av: Tonje Eide Helle og Magnus Rømoen

Sammendrag

Det er utført stabilitetsberegninger i 12 soner. Beregningene er gjort for antatt mest kritiske skråning og beskriver områdestabiliteten for sonen. Flere av sonene har for lav områdestabilitet. For soner med høy konsekvens bør en her vurdere tiltak. Imidlertid er det slik at kvaliteten eller grunnlaget for de geotekniske undersøkelsene er varierende slik at enkelte steder bør utføre nye grunnundersøkelser før en iverksetter sikringsanlegg.

For hver enkelt sone er det i databasen notert grad av erosjon. Det anbefales at slik informasjon samles systematisk og fotodokumenteres for hele elve- eller bekkestrekninger.

Innhold



Rapport nr.: 20051379-1
Dato: 2009-01-13
Rev. dato:
Side: 4 / Rev.: 0

1	Innledning	5
2	Felt- og laboratorieundersøkelser	5
3	Generell beskrivelse av grunnforholdene	6
3.1	Kvartærgeologi	6
3.2	Løsmassenes beskaffenhet	7
3.3	Leirens styrkeegenskaper	7
4	Stabilitetsanalyser	8
4.1	Analyseverktøy	8
4.2	Gran, sone nr 325	8
4.3	Vall, sone nr 6	9
4.4	Vilberg, sone nr 26.	10
4.5	Melvoll, sone nr 73	11
4.6	Mohagen sykehjem, sone nr 72	12
4.7	Frogner, sone nr 63	13
4.8	Skrøver, sone nr 62	14
4.9	Myrvoll, sone nr 64	14
4.10	Mjølnerud, sone nr 16	15
4.11	Norum, sone nr 15	16
4.12	Bjerke øst, sone nr 1072	17
4.13	Løren, sone nr 11	18
4.14	Bingen, sone nr 2	19
5	Videre arbeid	19
6	Referanser	20

Tegninger

010	Oversikt over soner, del 1
011	Oversikt over soner, del 2
012	Oversikt over soner, del 3
101	Profil A-A Gran
102	Profil B-B Gran
103	Profil D-D Vall
104	Profil F-F Vilberg
105	Profil G-G Vilberg
106	Profil H-H Melvoll
107	Profil I-I Mohagen Sykehjem
108	Profil J-J Frogner
109	Profil K-K Skrøver
110	Profil L-L Myrvoll
111	Profil N-N Mjønerud
112	Profil O-O Norum
113	Profil P-P Norum
114	Profil Q-Q Bjerke øst
115	Profil R-R Løren
116	Profil S-S Løren

Kontroll- og referanseside

1 Innledning

NGI har på oppdrag fra NVE Region Øst utført stabilitetsanalyser i utvalgte kvikkleiresoner i Sørums kommuner.

Grunnundersøkelsene for kartlegging av kvikkleiresoner ble i det aktuelle området utført mellom 1986 og 1988. I soner som med høy risiko eller høy faregrad i rapport "Risiko for kvikkleireskred, Sørums kommuner", rapport nr. 20001008-10, er det fulgt opp med supplerende undersøkelser høsten 2006. Disse undersøkelsene er grunnlaget for utførte stabilitetsanalyser.

2 Felt- og laboratorieundersøkelser

De tidligere utførte grunnundersøkelsene i området ble utført i forbindelse med den nasjonale kvikkleirekartleggingen, ref. /1/ og /2/.

Ut fra resultatene fra de opprinnelige grunnundersøkelsene ble det videre utført supplerende grunnundersøkelser. Disse ble utført av Løvlien Georåd, mens NTNU har utført laboratorieundersøkelsene, ref./3/. De supplerende undersøkelsene omfatter 11 dreietrykkssonderinger, 18 trykksonderinger (CPTU), 7 prøveserier og 9 hydrauliske poretrykksmålere i 5 ulike målepunkter.

Tabell 1 viser utførte feltundersøkelser i de sonene hvor det videre er utført stabilitetsberegninger. Boringer satt i parentes er boringer utført i forbindelse med de opprinnelige grunnundersøkelsene.

Borpunktene plassering er vist på kartene som er tegnet sammen med de ulike stabilitetsprofilene, tegning 101 til 116. Resultatene fra de supplerende grunnundersøkelsene er ikke tatt med i denne rapporten, men er presentert i ref. /3/.

Tabell 1 – Oversikt over supplerende grunnundersøkelser

Sonenavn	Borhull	Koordinater			Grunnundersøkelser			
		X	Y	Z	DRT	CPTU	PR	PZ
Gran	1 (139)	6652734.0	627839.3	141.3	(X)	X	X	X
	2	6652541.9	627965.1	120.7		X		
	3	6652550.4	628301.6	122.5	X			
Vall	4 (129)	6654961.2	626137.4	141.8	(X)	X	X	X
	5	6655022.7	626059.9	129.9		X		X
Løren	6	6655898.1	624512.2	130.2	X			
	7	6656061.2	624045.9	120.7	X	X		
	8	6655834.8	623907.3	118.2	X			
	9	6656178.7	624296.0	110.6	X	X		
Norum	10 (135)	6657070.1	624099.1	131.8	(X)	X		X
	11 (141)	6657889.9	624256.7	136.5	(X)	X		
	12	6657448.5	624543.8	133.6	X			
Mjølnerud	13 (153)	6658108.2	623622.4	122.2	(X)	X		
Vilberg	14 (291)	6656826.4	620322.6	142.8	(X)	X	X	X
Myrvold	15 (186)	6654798.2	619408.2	161.3	(X)	X		
Skrover	16 (189)	6654879.6	618074.1	130.1	(X)	X		
Frogner	17 (186)	6655608.8	617325.1	142.4	X (X)	X		X
	18	6655733.5	616941.0	104.1	X		X	
	19	6655776.6	616962.9	103.1	X		X	
	20	6655800.5	616957.3	103.4	X		X	
Melvoll	21 (206)	6656482.3	617313.2	138.3	(X)	X	X	X
	22	6656492.3	617230.0	126.2		X		
Lindeberg	23 (207)	6657224.7	618008.5	145.2	(X)	X		X
	24	6657153.4	618019.3	127.9		X		X
Bjerke øst	25 (209)	6657736.1	618374.3	151.2	X (X)	X		
DRT	- Dreietrykksondering							
CPTU	- Trykksondering							
PR	- Prøvetaking							
PZ	- Poretrykksmålere							

3 Generell beskrivelse av grunnforholdene

3.1 Kvartærgeologi

Løsmassene i Sørums kommune er dominert av leire, grus, sand og silt avsatt i slutten av siste istid. I tillegg kommer sandavsetninger langs Glomma (bla Sørumsand) som i dette perspektivet kan sees på som en pågående prosess. Under isavsmeltingen trakk iskanten seg trinnvis tilbake og ble liggende periodevis ved naturlige terskler der vannstrømningen under breen ble konsentrert og grovere materiale avsatt. Berger er et slikt område. Mellom lavereliggende områder var det ”terskler” som i dag stiger opp som åser med sparsomt dekke av morene. Havet sto da omtrent ved kote ~200 m. Mellom slike trinn eller terskler, ut i Romeriksfjorden ble det avsatt leire og siltige masser lagvis. Denne leira kan være mange 10-talls meter tykk og grunnvannstrømning har vasket ut salter av leira og gjort denne stedvis ”kvikk”. Silten eller Romeriksmjelen som ligger på toppen av denne tidligere havbunnen, er antatt å stamme fra dambrudd av den isdemte innsjøen Nedre

Glomsjø. Mjelen ligger i et lag opptil 1,5 m tykkelse. Mjelen er typisk på de større flater områdene som vi sier representerer gammel havbunnen.

3.2 Løsmassenes beskaffenhet

Dybden på boringene varierer mellom 6,7 og 35 m. De fleste har dog en mektighet på godt over 15 m. Boringene er i liten grad ført til fjell.

Avsetningen er relativt homogen leire med enkelte lag av silt og/eller finsand. Disse silt- og sandlagene kan gi gode dreneringsbetingelser i leiren, noe som igjen kan gi lavt poretrykk og/eller ikke-hydrostatisk oppbygning av grunnvannet mot dybden.

I perioden etter siste istid har det foregått erosjon- og skredaktivitet i det aktuelle området. Dette har medført at dagens terrengnivå stedvis er lavere enn opprinnelig. Geoteknisk betyr det at leiren i området som ligger lavere enn gammel havbunn er forkonsolidert. Forkonsolidert leire vil igjen ha en høyere styrke enn en normalkonsolidert leire i samme dybde. Konsolideringsforholdene vil dermed ha en direkte betydning for stabilitetsberegningene, ved at styrken i leira vil være høyere jo større overlagering man tidligere har hatt. En videre forklaring på dette kommer i neste kapittel om leirens styrkeegenskaper.

3.3 Leirens styrkeegenskaper

Stabilitetsforholdene er bestemt på basis av den udrenerte skjærstyrke, s_u . Skjærstyrken er tolket ut fra en kombinasjon av resultatene fra CPTU sonderingene og styrke beregnet ved hjelp av SHANSEP.

Skjærstyrken bestemt ved tolkningen av CPTU-forsøkene er kalibrert mot laboratorieforsøk på blokkprøver, og er tolket basert på målt poretrykk ($N_{\Delta u}$) og spissmotstand (N_{kt}). Det er gjort enkelte antagelser når det kommer til jordartsparemetrene.

SHANSEP skjærstyrkeprofilene er beregnet fra følgende formel:

$$s_{uA} = 0,32 p_0' \times OCR^{0,65}$$

hvor: $OCR = p_0'/p_c'$
 p_0' = effektivt overlageringstrykk
 p_c' = forkonsolideringstrykk ut fra antatt tidligere terrengnivå

For godt drenerte forhold, så kan denne formelen gi for lavt styrkeanslag fordi dagens p_0' er høyere enn p_c' . OCR er aldri lavere enn 1,0 slik at s_{uA} aldri er satt lavere enn $s_{uA} = 0,32 p_0'$

Antatt tidligere terrengnivå er vurdert for hver enkelt boring. Dette er gjort ved å se på de høyeste terrengformasjonene i det tilgrensende området til boringene.

For flere av profilene var det noe avvik mellom skjærstyrke tolket fra trykksonderinger og skjærstyrke utledet fra OCR. Dette kan skyldes forsøks tekniske forhold eller at massene har andre egenskaper enn korrelasjoner tilsier. Det er derfor gjort en vurdering i hvert enkelt tilfelle på hvilket skjærstyrkeprofil som skal benyttes.

4 Stabilitetsanalyser

4.1 Analyseverktøy

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

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

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

Siden beliggenheten/mektigheten av tørrskorpen er ukjent langs med profilene, er det primært brukt profiler med kun leire som materiale. Unntaket er i de tilfellene hvor mektigheten av friksjonsmaterialene er betydelig. Beregningsmessig vil betydningen av denne forenklingen av profilene ha minimalt å si på den beregnede sikkerhetsfaktoren.

NGI vil anse at en beregningsmessig sikkerhet på 1,4 vil være tilfredsstillende for de utførte stabilitetsberegningene.

4.2 Gran, sone nr 325

Det er utført stabilitetsberegninger langs med to ulike profiler i sonen. Profilgeometriene og beliggenhetene av profilene er vist på profil A-A, og B-B, figur 101 og 102.

4.2.1 Grunnforhold

I følge dreietrykksondering nr. 139 er det indikasjon på sensitiv/kvikk leire fra 4-10 m og 15-30 m. Boringen er avsluttet i antatt fjell/fast grunn på 30 m dybde.

Prøveserien viser imidlertid lite sensitiv leire ned til siste prøvesylinder på 17 m dybde. CPTU sonderingen i borhull 1 (139) indikerer sand/silt i de øvre 4-5 m.

Det er satt ned poretrykksmålere i 7 m og 15 m dybde i borhull 1 (139). Vannstanden på 7 m dybde er 3,0 m, mens den i 15 m dybde er 8,0 m. Poretrykket øker med 3,7 kPa/m mellom de to poretrykksmålerne. Trykkøkningen er dermed lavere enn en hydrostatisk trykkstilstand.

CPTU sonderingen i borhull 2 indikerer et sand-/siltlag i de øvre 6 m. Dreietrykksonderingen i borhull 3 indikerer siltig leire fra terreng til avsluttet boring på 20 m dybde. Det er antatt sensitiv/kvikk leire fra 9 m til 14 m dybde.

Opprinnelig terrengnivå i sonen er antatt til kote 142.

4.2.2 Beregningsresultater

Den beregningsmessige sikkerheten i profil A-A er på 1,47, og er således tilfredsstillende (se tegning nr. 101). I profil B-B er den beregningsmessige sikkerheten ikke helt tilfredsstillende med en sikkerhetsfaktor på 1,35 (se tegning nr. 102). Dette er en noe lav sikkerhetsfaktor. Tiltak må sees sammen med eventuell utbedring av vei. Ingen tiltak skal iverksettes uten at de fører til stabilitetsforbedring.

Etter revurdering av poretrykk og effekt av inngrep, klassifiserer sonen i faregradklasse middels. Sonen bør for øvrig deles langs riksvegen som følger ei ravine.

4.3 Vall, sone nr 6

For sonen Vall er det utført stabilitetsberegning langs med ett profil. Geometrien og beliggenheten av det aktuelle profilet er gitt i profil D-D, tegning 103. Sonen ligger øverst i en bekkedal som renner nord om Lørenfallet og har en rekke historiske skred.

4.3.1 Grunnforhold

Dreietrykksondering nr. 129 indikerer siltige masser ned til 10 m. Fra 10 m til 22 m er det indikert sensitiv/kvikk leire. Boringen er avsluttet på 58 m dybde uten å ha påtruffet fjell/faste masser. Silt-/sandlaget fremkommer også tydelig på CPTU sonderingen. Kvikkleire er påvist i prøveserien fra prøvesylindrene fra 10 m til 15 m dybde hvor prøvetakingen er avsluttet. Kvikkleira er meget sensitiv med en sensitivitet på 22 til 68.

CPTU sonderingen i borhull 5 indikerer siltige masser ned til 3 m dybde. Et markert sandlag befinner seg på 4 m dybde. Det er antatt at kvikkleiren befinner seg i underkant av dette sandlaget til avsluttet boring på 15 m dybde.

Det er installert poretrykksmålere i både borhull 4 og 5. I borhull 4 er de plassert på 9 m og 15 m dybde. På 9 m er vannstanden målt til 4,8 m under terreng, mens den på 15 m er målt til 8,0 m under terreng. Poretrykket øker med 4,7 kPa/m mellom poretrykksmålerne.

I borhull 5 er poretrykksmålerne plassert på 6 m og 12 m dybde. På 6 m dybde er vannstanden målt til 1,6 m under terreng, mens på 12 m dybde er den målt til 5,4 m under terreng. Poretrykket øker med 3,7 kPa/m mellom poretrykksmålerne.

I bunnen av skråningen er det naturlig nok overtrykk relativt til hydrostatisk. I et rør presset ned i grunnen ved bekken renner det vann over terreng. Under befaring ble det observert at vann kom opp av grunnen. Det er derfor antatt et poreovertrykk i forhold til hydrostatisk på 10 kPa i foten av skråningen.

Opprinnelig terrengnivå i sonen er antatt til kote 142.

4.3.2 Beregningsresultater

Den beregningsmessige sikkerheten er 0,99, og er således ikke-tilfredsstillende (se tegning nr. 103). Det er enkelte grunne glidninger i skråningene langs bekkedalen, og ravinegeometrien tilsier at skråningene nær labiltilstand. Hvis det er aktuelt med tiltak i sonen, må det utføres videre grunnundersøkelser og beregninger som viser at tiltak gir tilstrekkelig forbedring av sikkerheten. Det er mulig å heve bunnen av bekkedalen.

Sonen får litt lavere poengberegning, men ligger fortsatt i faregradsklasse høy.

4.4 Vilberg, sone nr 26.

For den aktuelle sonen er det utført stabilitetsberegning langs med to profiler. Beliggenheten og geometriene for profil F-F og G-G er gitt i tegning 104 og 105.

4.4.1 Grunnforhold

I følge dreietrykksondering nr. 291 er det indikasjon på sensitiv/kvikk leire fra 10-30 m. Boringen er avsluttet i antatt fjell/fast grunn på 41,4 m dybde. Dreietrykksondering 292, som også ligger innenfor sonen, indikerer sensitiv/kvikk leire fra 18-39 m. Denne boringen er avsluttet på 39 m, uten å treffe fjell/faste masser.

CPTU sonderingen i punkt 14 (291) indikerer relativt homogen leire langs med hele dybden, bortsett fra mellom 25,5 og 26,5 m, hvor det tydelig er et lag med drenerende masser, for eksempel sand eller silt.

Prøveserien som er tatt i punkt 14 (291) indikerer relativt homogen leire. Prøveserien består av totalt tre sylindere i intervallene 5-5,8 m, 7-7,8 m og 13-

13,8 m. Av disse tre er det kun den nederste som indikerer kvikkleire, med sensitivitet på 37-38.

I hull 14 er det installert 2 poretrykksmålere på henholdsvis 6 og 12 m dybde. På 6 m dybde er grunnvannstanden målt til tilsvarende ca 2 m under terreng, mens grunnvannet på 12 m dybde er målt til tilsvarende 3 m under terreng.

Opprinnelig terrengnivå i sonen er antatt til kote 160.

4.4.2 Beregningsresultater

Den beregningsmessige sikkerheten for profil F-F er 1,49 og således tilfredsstillende. For profil G-G derimot er sikkerheten ikke tilfredsstillende, da denne kun er 1,14. Det er flere mellomliggende skråninger ut mot samme bekkedalen med tilsvarende geometri og sikkerhet som profil G-G. Sikringstiltak/supplerende grunnundersøkelser må dermed vurderes. Faresonen er stor, og ved tiltak er det aktuelt å undersøke stabilitet og forekomts av kvikkleire i enkeltskråninger og vurdere om sonen kan underdeles.

Oppdaterte egenskaper senker faregrad fra faregradsklasse høy til middels (høyt i klasse middels).

4.5 Melvoll, sone nr 73

Det er utført stabilitetsberegning langs med ett profil i sonen Melvoll. Dette er profil H-H som er gitt i tegning 106.

4.5.1 Grunnforhold

Dreietrykksondering 206 indikerer sensitiv/kvikk leire fra ca 22 m til boringen er avsluttet på dybde 53.5 m.

CPTU sonderingen i punkt 21, som tilsvarende samme sted som punkt 206, indikerer relativt homogen leire langs med hele sonderingsdybden på 35. CPTU sonderingen i punkt 22 indikerer det samme, mens denne boringen er avsluttet på 25 m dybde.

Prøveserien som er tatt opp i punkt 21 inneholder 4 sylindere i intervallene 8-8,8 m, 10-10,8 m, 14-14,8 m og 18-18,8 m. Alle de fire sylindrene indikerer en middels fast leire med lav til middels sensitivitet.

I punkt 21 er det installert to poretrykksmålere på henholdsvis 7 og 14 m dybde. Den grunneste indikerer en beliggenhet av grunnvannet på ca 3 m under terreng, mens den dypeste indikerer en beliggenhet på mellom 5,3 og 6,7 m under terreng. Det er altså tydeligvis en drenering av grunnvannet mot dybden, som gjør at man ikke får en hydrostatisk oppbygning av grunnvannet.

Opprinnelig terrengnivå i sonen er antatt til kote 158. CPTU sonderingen indikerer styrke tilsvarende denne overkonsolideringen. Leira viser relativt stor styrke i øvre lag.

4.5.2 *Beregningsresultater*

Den beregningsmessige sikkerheten for profil H-H er 1,31 og således nær tilfredsstillende. Dokumentert sikkerhet må imidlertid opp på 1,4 før eventuelle tiltak i sonen kan utføres. Sikringstiltak eller mer omfattende grunnundersøkelser må dermed vurderes ved eventuelle tiltak.

4.6 Mohagen sykehjem, sone nr 72

I sonen Mohagen sykehjem er det utført stabilitetsberegninger langs med profil I-I. Geometrien og beliggenheten av profilet er vist på tegning 107.

4.6.1 *Grunnforhold*

Dreietrykkssondering 207 indikerer sensitiv/kvikk leire fra 12 m til boringen er avsluttet på 44,5 m dybde.

CPTU sonderingen 23 indikerer siltig leire med stor motstand de øvre 10 m, Unntaket er mellom 15 og 16 m dybde hvor det er drenerende lag, tolket som sand eller silt. Poretrykksresponsen indikerer sensitiv eller kvikkleire fra 19 m dyp og dypere. Styrkeprofilet tolket fra CPTU avviker fra normal overkonsolidert leire og det er derfor gjort beregninger med flere tolkninger.

I punkt 24 indikerer CPTU sonderingen relativ homogenleire ned til dybde 15 m, hvor sonderingen er avsluttet. Også her er det indikasjon på et drenerende lag, men her er beliggenheten 6 m under terreng.

I borpunkt 23 er det installert to poretrykksmålere på henholdsvis 8 og 15 m dybde. Den grunneste poretrykksmåleren indikerer en beliggenhet av grunnvannet på mellom 5 og 8 m under terreng. Den dypeste måleren indikerer et mer stabilt trykk på svarende til ~6 m vann. Det er med andre ord undertykk i skråningen..

For beregninger er opprinnelig terrengnivå benyttet både som kote 149 og 158.

4.6.2 *Beregningsresultater*

Den stabilitetsmessige sikkerheten for det beregnede profilet er 0,89 ved å anta tidligere terrengnivå til 149. Ved å legge inn tidligere terrengnivå til kote 158, er sikkerheten 1,08. Sikkerheten er derfor heller ikke tilfredsstillende selv om en legger inn et optimistisk styrkeprofil. Stabilitetsberegningen indikerer derfor at skråningen har ikke-tilfredsstillende sikkerhet mot boligområdet. Det bør tas prøver av massene for å verifisere styrkeparametre og eventuelt arbeides videre med mulighet for stabilisering av skråningen mot Jeksla.

Klassifisering av kvikkleiresonen er uendret, sonen er fortsatt i faregradsklasse lav.

4.7 Frogner, sone nr 63

For sonen Frogner er det utført stabilitetsberegning langs med ett profil. Geometrien og beliggenheten av det aktuelle profilet er gitt i profil J-J, tegning 108.

4.7.1 Grunnforhold

Dreietrykksonderingen utført i borhull 186 indikerer sand/grovere masser fra terreng og ned til 16 m dybde. Videre nedover er det leire, som antageligvis er sensitiv/kvikk fra 25 m dybde og ned til boringen er avsluttet i faste masser/fjell på 55 m dybde. En prøveserie som ble tatt på 30 m dybde i det samme punktet gir en sensitivitet på 30 og 105.

Dreietrykksonderingen i borpunkt 17, som tilsvare borpunkt 185, indikerer noe av det samme. Den viser at det er grovere masser ned til boringen er avsluttet på 20 m. CPTU sonderingen derimot viser relativt homogen leire fra 4 m dybde og ned til avsluttet sondering på 29 m. De øverste 4 m består av tørrskorpe/grovere masser. Hva denne forskjellen i grunnforhold mellom de ulike sonderingene skyldes er vanskelig å fastslå.

I borhull 17 er det også installert en poetrykksmåler i 16 m dybde. Denne viser et trykk på 3 m vann, som indikerer god drenering i skråningen.

Nede ved elva, rett nord for stabilitetsprofilet, er det utført 3 dreietrykksonderinger og tatt opp 3 prøvesylindere. Disse er tatt i borpunkt 18 (motsatt bredd), 19 og 20. Dreietrykksonderingene indikerer lite boremotstand fra terreng og ned til 8-9 m dybde, som vanligvis indikerer sensitiv/kvikk leire. Dette kan evt. også tolkes som en veldig løst lagret siltig sand. Dypere kommer masser som først indikerer lav sensitivitet, deretter noe høyere sensitivitet.

I de samme tre borpunktene er det tatt opp en prøvesylinder. En av sylindrene er tatt i dybdeintervall 4-4,8 m, mens de to siste er tatt i dybdeintervall 5-5,8 m. Den grunneste sylindren indikerer sand med enkelte gruskorn og plante- og treflisrester. De to dypere indikerer sand med treflis og humus i toppen mens det dypere er en siltig, lagdelt leire. Sensitiviteten i materialet er lav, med verdier fra 2 til 3. Det er dermed mest trolig at den lave sonderingsmotstanden er et resultat av veldig løst lagret sand med, enn at det er en sensitiv leire.

Opprinnelig terrengnivå i sonen er antatt til kote 147.

4.7.2 *Beregningsresultater*

Den beregningsmessige sikkerheten for stabilitetsprofilen er 1,14, se tegning 108. I teknisk notat 20001518 er stabiliteten beregnet til området 1,08- 1,15. Steinfyllingen som ble lagt var beregnet å gi 12-15 % forbedring, noe som i så fall anses som vesentlig. Vi tror imidlertid ikke at fyllingen sikrer hele skråningsfoten. Sikkerheten for skråningen er dermed ikke tilfredsstillende og supplerende undersøkelser og/eller sikringstiltak må dermed vurderes.

Det er ikke noen indikasjon på at det ikke er kvikkleire i elvebrinken mot Leira i boring 19 og 20. Det er imidlertid ikke tilsvarende topografi langs hele sonen mot Leira slik at en kan flytte sonegrensen vekk fra elva. Det er uklart hvor mye en kan trekke sonen opp fra elva ved borpunkt 19 og 20.

4.8 Skrøver, sone nr 62

Det er utført stabilitetsberegning langs med ett profil i sonen Skrøver. Dette er profil K-K som er gitt i tegning 109.

4.8.1 *Grunnforhold*

Dreietrykkssondering 189 indikerer sensitiv/kvikk leire fra 20 m dybde og ned til boringen er avsluttet på 38,5 m dybde

CPTU sonderingen i punkt 16, som omtrent tilsvarende plasseringen til borhull 189, indikerer fyllmasser/tørreskorpe i de øverste 5 meterne. Under dette er det relativt homogen leire ned til 25 m dybde, hvor boringen er avsluttet.

Opprinnelig terrengnivå i sonen er antatt til kote 147.

4.8.2 *Beregningsresultater*

Den beregningsmessige sikkerheten for profil K-K er 1,02 og ikke således tilfredsstillende. Skråningene ned mot Jeksla er her en av de bratteste og høyeste og en må betraktes å stå nær naturlig rasvinkel. Sikringstiltak eller mer omfattende grunnundersøkelser må vurderes ved bruk av området.

Faregradsklassifiseringen er uendret. Sonen er faregradsklassifisert i klasse middels.

4.9 Myrvoll, sone nr 64

Det er utført stabilitetsberegninger langs med ett profil i sonen. Geometriene og beliggenhetene av profilen er vist på profil L-L, figur 110.

4.9.1 *Grunnforhold*

Dreietrykkssondering nr 186 indikerer sensitiv/kvikk leire fra 13 m dybde og ned til boringen er avsluttet på 33 m.

CPTU sondering 15, som er tatt på samme lokasjon som dreietrykkssondering 186, indikerer tørrskorpe eller drenerte masser i de øverste 5 m, da CPTU-sonderingen mister metning i toppen. Under dette er det homogen leire ned til sonderingen er avsluttet på 25 m dybde. Selve styrkeprofilen avledet fra CPTU viser relativt høy styrke i øvre del og svak eller liten økning i nedre del. Det er usikkerhet knyttet til styrkeprofilen.

Opprinnelig terrengnivå i sonen er antatt til kote 165.

4.9.2 *Beregningsresultater*

Den beregningsmessige sikkerheten for stabilitetsprofilen er 1,08, se tegning 108. Det er også utført beregninger ved å anta normalkonsoliderte forhold med tilhørende lav styrke i toppen. Dette gir under 1,0 i sikkerhet. Stabilitetsberegningen indikerer uansett at skråningen har lav sikkerhet. For å få en bedre verifisering av sikkerheten bør det tas prøver av materialet. Tiltak i sonen må ikke utføres uten at tilstrekkelig sikkerhet er dokumentert.

Faregradsklasse er justert fra høy til middels.

4.10 Mjølnerud, sone nr 16

Det er utført stabilitetsberegning langs med ett profil i sonen Mjølnerud, profil N-N som er gitt i tegning 111.

4.10.1 *Grunnforhold*

Dreietrykkssondering 153 indikerer sensitiv/kvikk leire fra 10 m dybde og ned til 28 m dybde. Sonderingen er avsluttet på 31 m dybde.

CPTU sondering nr 13, som er utført på tilnærmet samme sted som dreietrykkssondering 153, indikerer fyllmasser/tørrskorpe for de øverste 5 m. Under dette er det stort sett leire ned til sonderingen er avsluttet på 30 m dybde. Unntaket er enkelte lag med grovere, drenerende masser på dybdeintervallene 8,5 til 9 m, 14 til 15 m, 19,5 til 21 m og 22,5 til 24 m.

Opprinnelig terrengnivå i sonen er antatt til kote 145.

4.10.2 *Beregningsresultater*

Den beregningsmessige sikkerheten for profil N-N er 1,87 og dermed mer enn tilfredsstillende. Sonen er for øvrig stor og enkeltskråninger må vurderes og

undersøkes ved hvert enkelt tiltak. Fortettet undersøkelser vil også kunne bidra til å underdele og endre sonegrenser. Det er i sonen registrert aktiv glidning i Rømtua. Selv om stabiliteten for større glidninger er god, så kan erosjon i seg selv sette i gang en bruddutvikling.

Det anbefales at erosjon og glidninger langs Rømtua dokumenteres sammenhengende.

Sonen endrer ikke faregradsklassifisering, faregrad høy.

4.11 Norum, sone nr 15

Det er utført stabilitetsberegninger langs med to ulike profiler i sonen. Profilgeometriene og beliggenhetene av profilene er vist på profil O-O og P-P, figur 112 og 113.

4.11.1 Grunnforhold

Dreietrykkssondering 135 viser sensitive, trolig kvikke masser mellom 15 og 25 m. Sonderingen er avsluttet i faste masser/antatt fjell på 40,5 m.

Dreietrykkssondering 141 viser bløt leire fra 4 m og sensitive, trolig kvikke masser mellom 19 og 28 m. Sonderingen er avsluttet i grus/stein på 34 m.

CPTU sondering 10 er utført på tilnærmet samme lokasjon som sondering nr 135. Sonderingen indikerer fyllmasser/tørskorpe i de øverste 3 m av profilet. Derfra og ned til boringen er avsluttet på 30 m er det relativt homogen leire. Unntaket er på 19,5 m dybde hvor det ser ut til å være et drenerende lag på ca 0,5 m, antageligvis bestående av silt/sand.

CPTU sondering 11, som er utført på tilnærmet samme lokasjon som dreietrykkssondering 141, har tilnærmet samme resultat. Fyllmassene/tørskorpen i toppen har tilnærmet samme mektighet og leiren herfra og ned er relativt homogen med et drenerende lag med ca 0,5 m mektighet. Forskjellen er at dette laget her ligger på ca 15,5 m dybde.

Porettrykksmålere ved borhull 10 viser 6 m vanntrykk på 15 m og 2 -4 m vanntrykk ved 10 m.

Opprinnelig terrengnivå i sonen er antatt til kote 145.

4.11.2 Beregningsresultater

Den beregningsmessige sikkerheten for profil O-O er 1,03, mens det for P-P er 1,58. Profil P-P som har tilfredsstillende sikkerhet, mens det for profil O-O mot Gjesterbekken må gjøres en vurdering på om det skal utføres supplerende grunnundersøkelser eller eventuelt noen sikringstiltak som øker

skråningssikkerheten. Det er flere skåninger i sonen som i sikkerhet vil ligge mellom disse to skråningene. Sonen er stor og ved tiltak må mulig skredutvikling og sikkerhet vurderes ut fra lokalisering i sonen.

Sonen er fortsatt klassifisert i faregradsklasse høy.

Det er registrert aktiv erosjon i Gjesterbekken. Dette bør dokumenteres med bilder og følges opp.

4.12 Bjerke øst, sone nr 1072

I sonen Bjerke øst er det utført stabilitetsberegninger langs med profil Q-Q. Geometrien og beliggenheten av profilet er vist på tegning 114.

4.12.1 Grunnforhold

Dreietrykksondering 209 indikerer sensitiv/kvikk leire fra 16 m og ned til boringen er avsluttet på 32,5 m.

Dreietrykksondering 25, som har tilnærmet samme lokasjon som dreietrykksondering 209, indikerer sensitiv/kvikk leire fra 15 m dybde og ned til sonderingen er avsluttet på 25 m.

I det samme borpunktet er det også utført en CPTU sondering, og denne indikerer fyllmasser/tørreskorpe i de øverste 4 m. Under dette er det relativt homogen leire ned til sonderingen er avsluttet på 25 m. Unntaket er på 5,5 og 18 m dybde hvor det er lag med mer drenerende masser. Mektigheten av disse er 0,5 til 1 m. Det er dessuten tydelig at leira er relativt siltig, da kurven for poretrykksmålingene til CPTU sonderingen er relativt taggete.

Opprinnelig terrengnivå i sonen er antatt til kote 158.

4.12.2 Beregningsresultater

Den beregningsmessige sikkerheten for stabilitetsprofilet er 1,09, se tegning 114. Det bør dermed utføres supplerende grunnundersøkelser for å verifisere skjærstyrken bedre, eller utføres sikringstiltak for å bedre skråningsstabiliteten. Profilet er tatt i en brattere mindre del av skåningen mot Jeksla. I et tidligere notat for ei regulert boligtomt, er stabiliteten beregnet til ~1,3 for lengre glidninger fra platået og ned til Jeksla. Ved tiltak skal sikkerheten positivt forbedres. Jeksla er tidligere foreslått lukket på strekningen.

Sonen er fortsatt i faregradsklasse høy.

4.13 Løren, sone nr 11

Det er utført stabilitetsberegninger langs med to ulike profiler i sonen. Profilgeometriene og beliggenhetene av profilene er vist på profil R-R og S-S, figur 115 og 116.

4.13.1 Grunnforhold

Dreietrykksondering 194 indikerer sensitiv/kvikk leire fra ca 10 m og ned til 25 m. Sonderingen er avsluttet på 31 m, uten at det er nådd fjell/faste masser.

Dreietrykksondering 6 er utført ca 150 m sørøst for dreietrykksondering 194. Resultatene av sonderingen er noe uvanlige, men det kan virke som det er sensitiv/kvikk leire mellom 10 og 20 m dybde. Sonderingen er avsluttet på 35 m, uten å treffe faste masser/fjell.

Dreietrykksondering 7 er avsluttet i faste masser/fjell på 16 m under terreng. Det er indikasjon på sensitive/kvikke masser fra rundt 10 m dybde og ned til sonderingen er avsluttet. CPTU sonderingen som er utført i samme punkt indikerer 3 m med fyllmasser/tørreskorpe, over en relativt homogen leire.

Dreietrykksondering 8 indikerer sensitive/kvikke masser fra rundt 15 m dybde og ned til 21 m dybde. Massene er antageligvis relativt siltig. Sonderingen er avsluttet på 25 m dybde, uten å treffe faste masser/fjell.

Dreietrykksondering 9 er avsluttet i faste masser/fjell på 6,7 m. Det er ikke indikasjon på sensitive/kvikke masser. CPTU sonderingen i samme punktet indikerer tørreskorpe/fyllmasser i de øverste ca 3,5 m. Under dette er det leire, med et drenerende, fastere lag på ca 5 m dybde.

Opprinnelig terrengnivå i sonen er antatt til kote 145.

4.13.2 Beregningsresultater

Skråningen i profil R-R har en beregnet sikkerhet på 1,74 mens sikkerheten for skråningen i profil S-S er 1,23, se tegning 115 og 116. Profil R-R har dermed tilfredsstillende sikkerhet, mens det for profil S-S må vurderes om man skal utføre supplerende grunnundersøkelser eller eventuelt utføre tiltak som øker sikkerheten til skråningen. Skråningen langs Holsbekken på nordsiden av Lørenfallet er flere steder nær rasvinkel og utsatt for grunne glidninger.

Vi har fått oppgitt at det har vært utført erosjonssikringsprosjekt i Rømua uten av NGI vet hva dette omfatter.

Sonen er klassifisert i faregradsklasse middels

4.14 Bingen, sone nr 2

Faresone Bingen var tidligere klassifisert i faregradsklasse lav. Det var da ikke tatt med en aktiv glidning i sonen ved Elverhøy, ref. /7/. Denne delen av faresonen er nå sikret mot denne typen glidninger både mot evja og Glomma(anleggsvei). Kvikkleire ligger imidlertid grunt lengre inne i faresonen og legger restriksjoner på alle tiltak.

Faresonen ligger som helhet i faregradsklasse middels.

5 Videre arbeid

For alle soner gjelder det at tiltak som gir bygningsmessige inngrep eller masseforflyting, så skal disse geoteknisk avklares. I soner der en har tilfredsstillende sikkerhet, vil det si at områdestabiliteten forøvrig i sonen er tilfredsstillende. Beregnet sikkerhet er vanligvis utført for antatt mest kritiske skråning i sonen og dette brukes for områdevurderingen. For mange av sonene er beregnet sikkerhet lav, og må dokumenteres høyere enten ved videre geotekniske undersøkelser eller tiltak.

Jeksla er gjennomgående sak i flere av sonene. Vegvesenet og Jernbaneverket har flere tiltak som krysser Jeksla. Det anbefales at fallforhold og erosjon i Jeksla dokumenteres sammenhengende uavhengig av faresoner slik at en har et grunnlag for å vurdere arealbruk og eventuelle sikringstiltak langs vassdraget.

En tilsvarende dokumentasjon anbefales også for Holsbekken og Rømua. Det er mulig at Holsbekken i dag har begrenset mulighet til å senke seg eller utløse dypere glidninger, men slik dokumentasjon bør samles. Det er mer eller mindre kontinuerlige faresoner langs denne bekken. Skjea skredet startet i denne bekken.

Enkelte av sonene er hovedsakelig langbrukseiendommer som f.eks Vilberg, Skrøver, Vall, Gran, Mjølnerud og Norum som typisk vil måtte kreve sikringstiltak eller nærmere utredning av skredfare ved f. eks omregulering til boligområde. Også ved andre tiltak som vei eller bru bør det kreves forbedret sikkerhet med fyllinger og bru/kulvertkapasitet som gjør at en kan ta høyde for seinere hevning av ravinebunnen.

Soner rund Frogner, og spesielt Mohagen sykehjem bør en gå videre med for å verifisere styrkeparametre. Tolkningen viser at det er usikkerhet i styrkeanslaget. Beregningene viser lavere sikkerhet enn det som vanligvis er ønskelig i bolignære områder og sikring kan være aktuelt for eksisterende bebyggelse.

6 Referanser

- /1/ NGI (1995)
Kartlegging av områder med potensiell fare for kvikkleireskred. Kartblad 1914 I Fet.
Rapportnr. 900010-1, datert 27. november 1995

- /2/ NGI (1990)
Kartlegging av potensiell fare for kvikkleireskred. Kartblad Ullensaker, M 1:50 000.
Rapportnr. 860019-1, datert 31. mai 1990

- /3/ Løvlien Georåd
Kvikkleiresoner – Sørum. Grunnundersøkelse
Geoteknisk rapport 06-139 nr. 1, datert 6. mars 2007

- /4/ Norges Geologiske Undersøkelse
Kvartærgeologisk kart på www.ngu.no

- /5/ Karlsrud, K., G. Aas, and O. Gregersen (1984).
Can we predict landslide hazards in soft sensitive clays? Summary of Norwegian practice and experiences.
International symposium on Landslides, Torino 1984. Proceedings, Vol. 1, pp. 107-130. Også publ. i: Norges Geotekniske Institutt, publikasjon 158.

- /6/ Karlsrud, K., T.Lunne, D.A.Kort and S.Strandvik (2005).
CPTU Correlations for Clays.
NGI rapport 20041198-1.

- /7/ NGI (2007)
Utglijning Elverhøy, Sørum sand – grunnundersøkelser og stabilitetsvurdering
Rapportnr. 20071270-1, datert 11. mai 2007




Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Klass.	Godk.
Risiko for kvikkleireskred Sørum kommune		Original format A-1 Tegningsnavn g:\20051379\autograf\1\ kart grunn			
Oversikt over soner		1500			
Del 1		15000			
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Lillelvd Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato 19.01.2008	Tegnet MK	Kontrollert OAV	Godkjent OAH
20051379-1		010	0		

20051379-01

TEGN. NR. 010




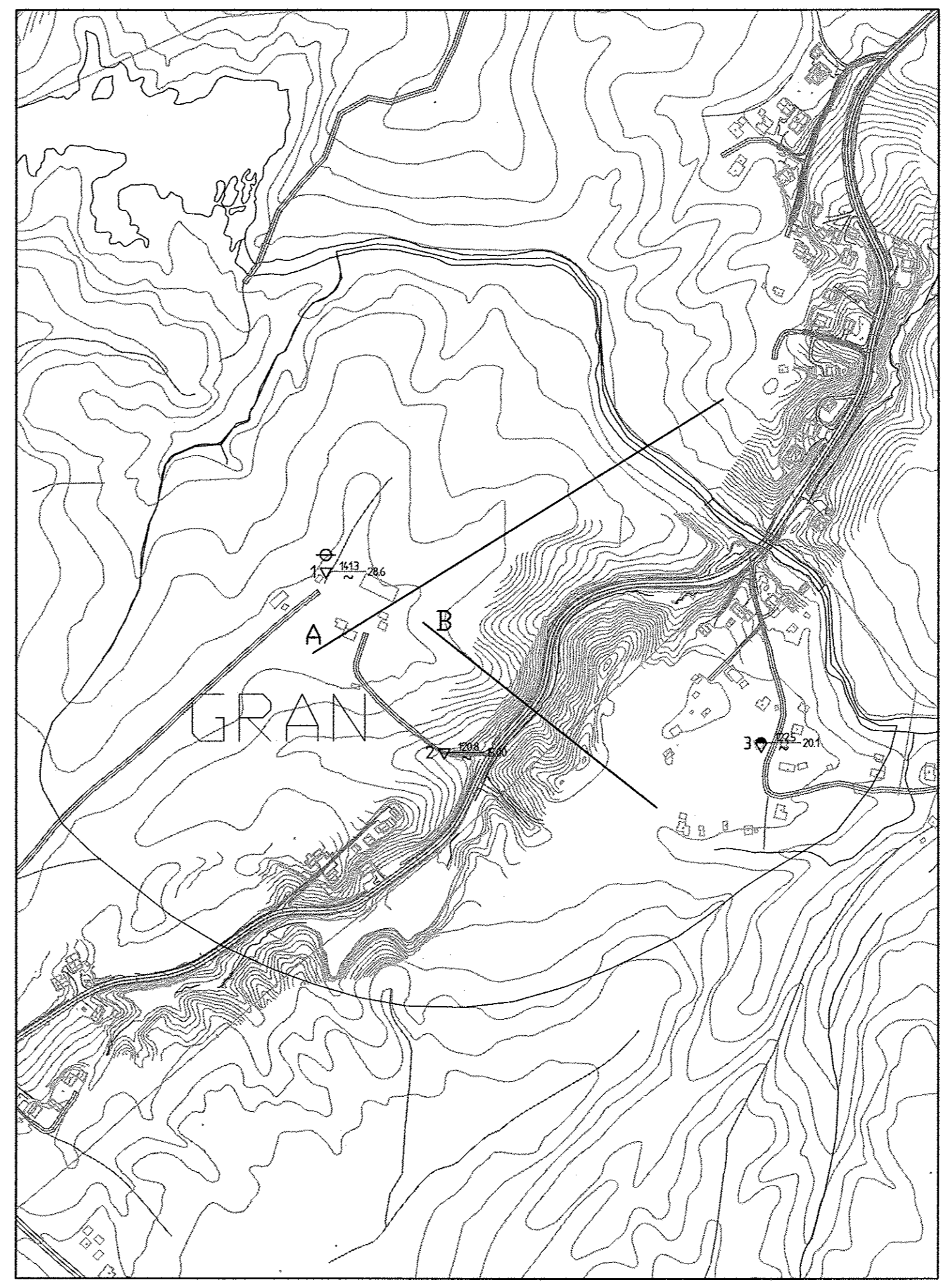
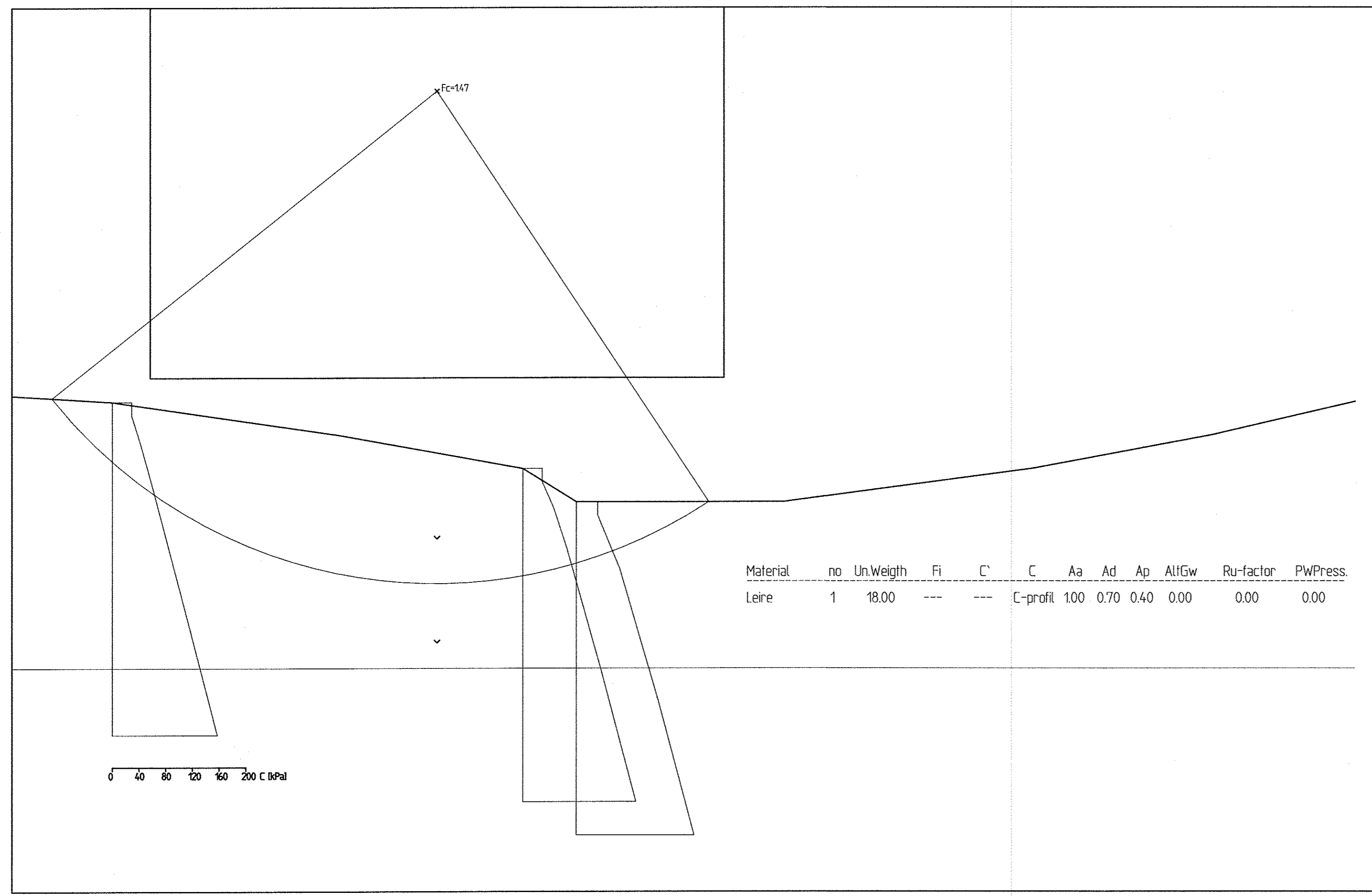
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn	Kontroll	Godkj.
Risiko for kvikkleireskred Sørum kommune		Status A-1 Tegningsnivå 1:20051379\autograf.ril\kartgrunnlag			
Oversikt over soner Del 2		1500 15000			
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Lilleulv Stadion NO-0808 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato 19.01.2008 Oppdragsnr. 20051379	Tegning MaR Tegning 011	Kontrollert OAH Rev. 0	Godkjent OAH Rev. 0

20051379-01

TEGN. NR. 011



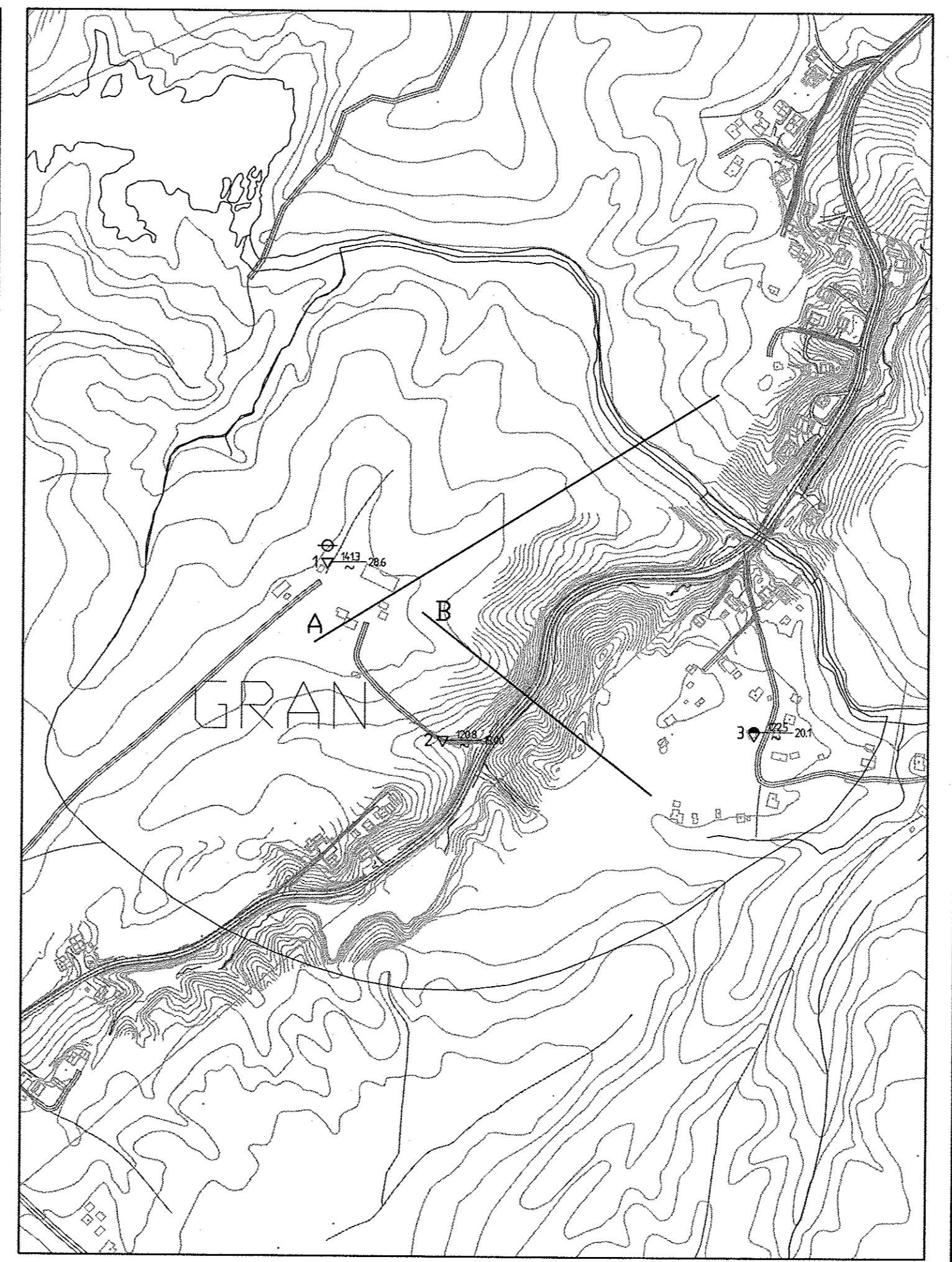
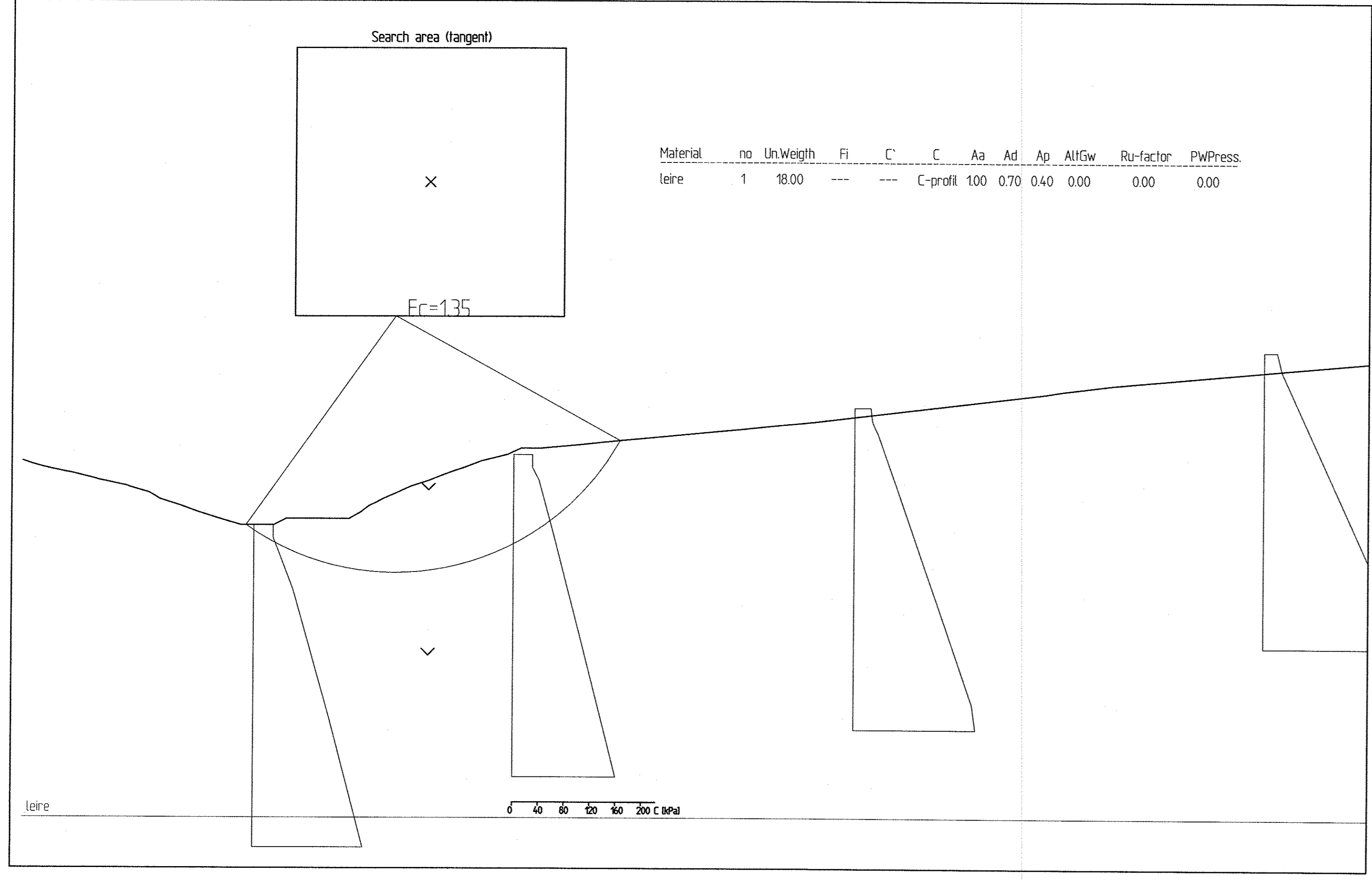
Rev.		Beskrivelse		Dato	Tegn	Kont.	Gis
				19.01.2008	MaR	OA	OA
Risiko for kvikkleireskred Sørums kommune				Original format A-1 Tegningsnavn g:\20051379\autograf.r1\kartgrunn.mxd Skala 1500 15000 			
Oversikt over soner				1500			
Del 3				15000			
NGI Sogneveien 72 - PO Box 3930 Lillelvt Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no				Dato	Utskrift / Tegnet	Kontrollert	Godkjent
20051379				19.01.2008	MaR	OA	OA
							0



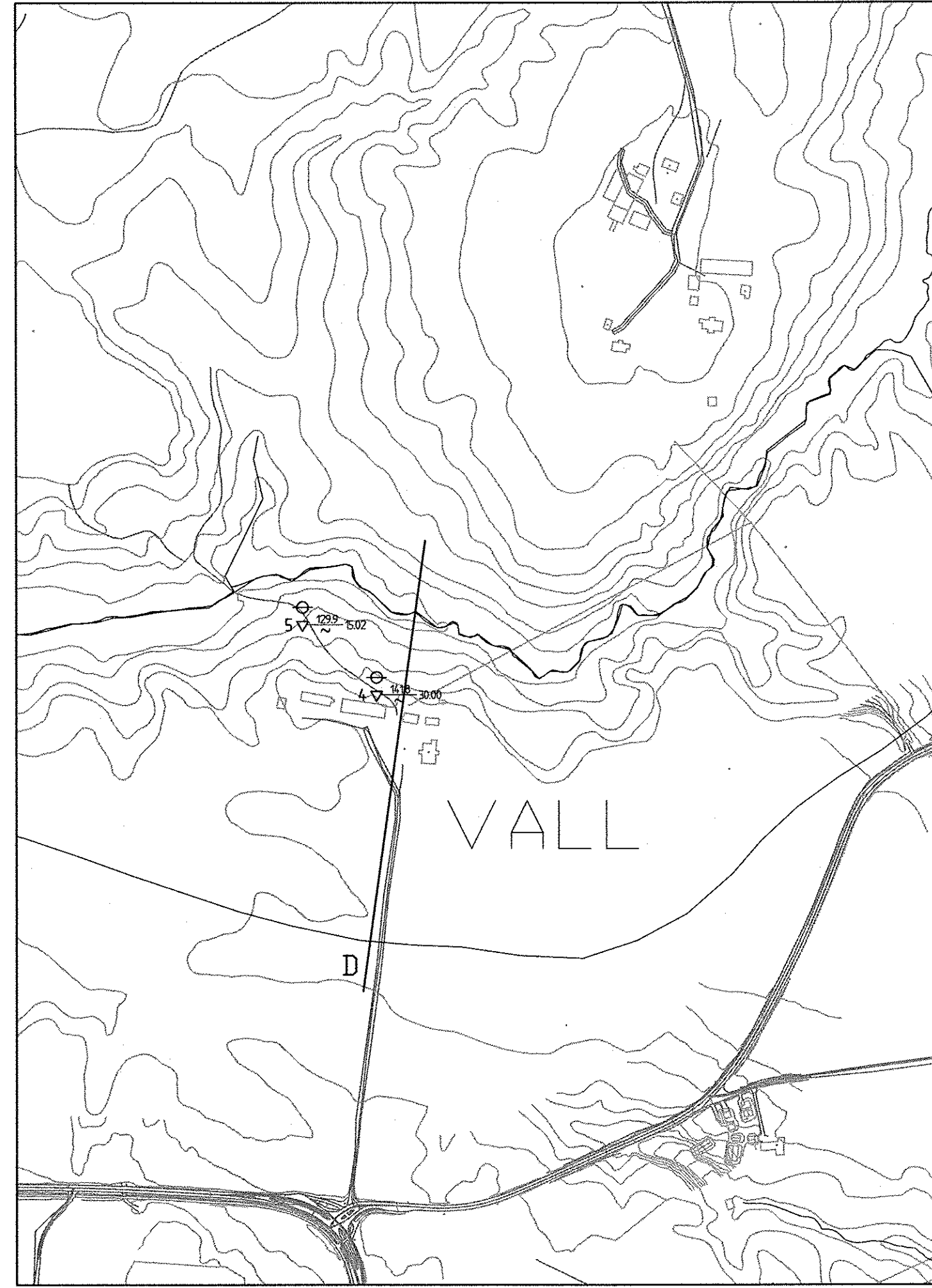
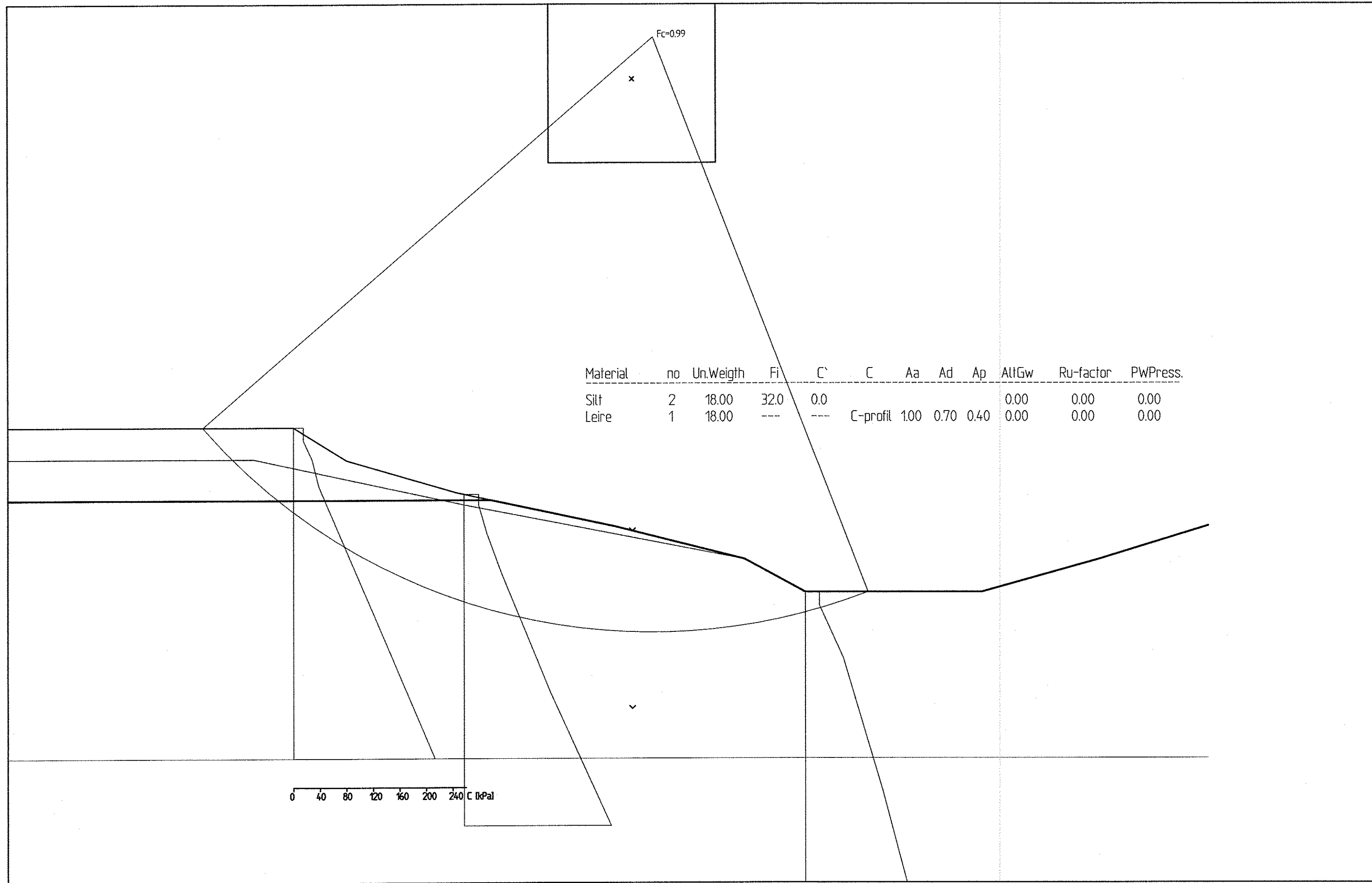
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
Risiko for kvikkleireskred Sørum kommune		Original format A-3L	Tegningens filnavn g:\...20051379\stabgraf.rit\Gran A		
Stabilitetsvurdering		Målestokk	NGI		
Gran, profil A-A		1500			
		15000			
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato 19.01.2008	Konstr./Tegnet MaR	Kontrollert OAH	Godkjent OAH
		Oppdragsnr. 20051379	Tegningsnr. 1	Rev.	0

20051379-01

Tegn.nr. 101



Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn	Kontr.	Godkj.
	Risiko for kvikkleireskred Sørum kommune				
	Stabilitetsvurdering				
	Gran, profil B-B				
		Original format A-3L		Tegningens filnavn g:\20051379\stabgraf.rif\Gran B	
		Målestokk	1500		
			15000		
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 19.01.2008	Konstr./Tegnet MaR	Kontrollert OAH	Godkjent OAH
		Oppdragsnr. 20051379	Tegningsnr. /	102	0

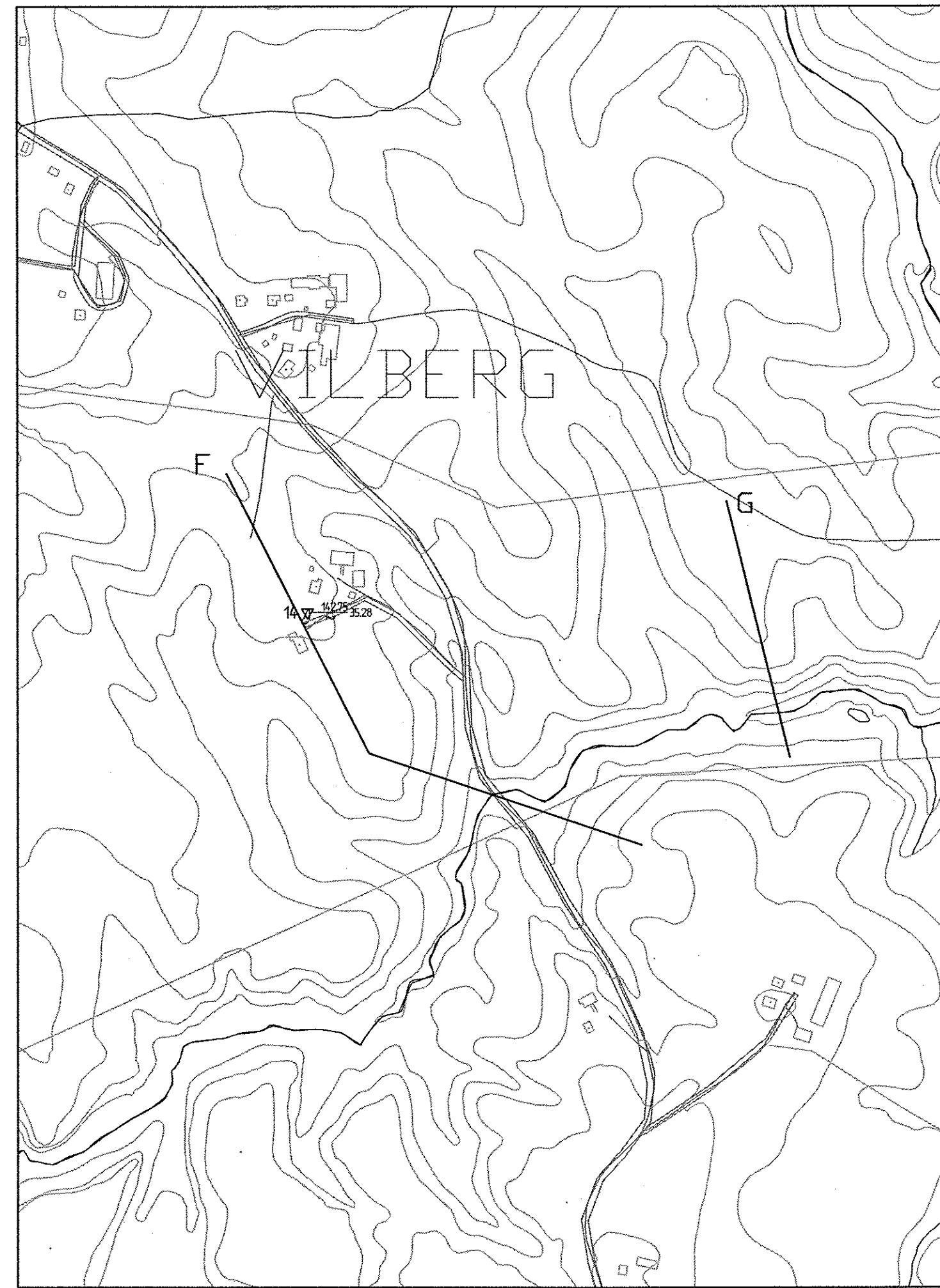
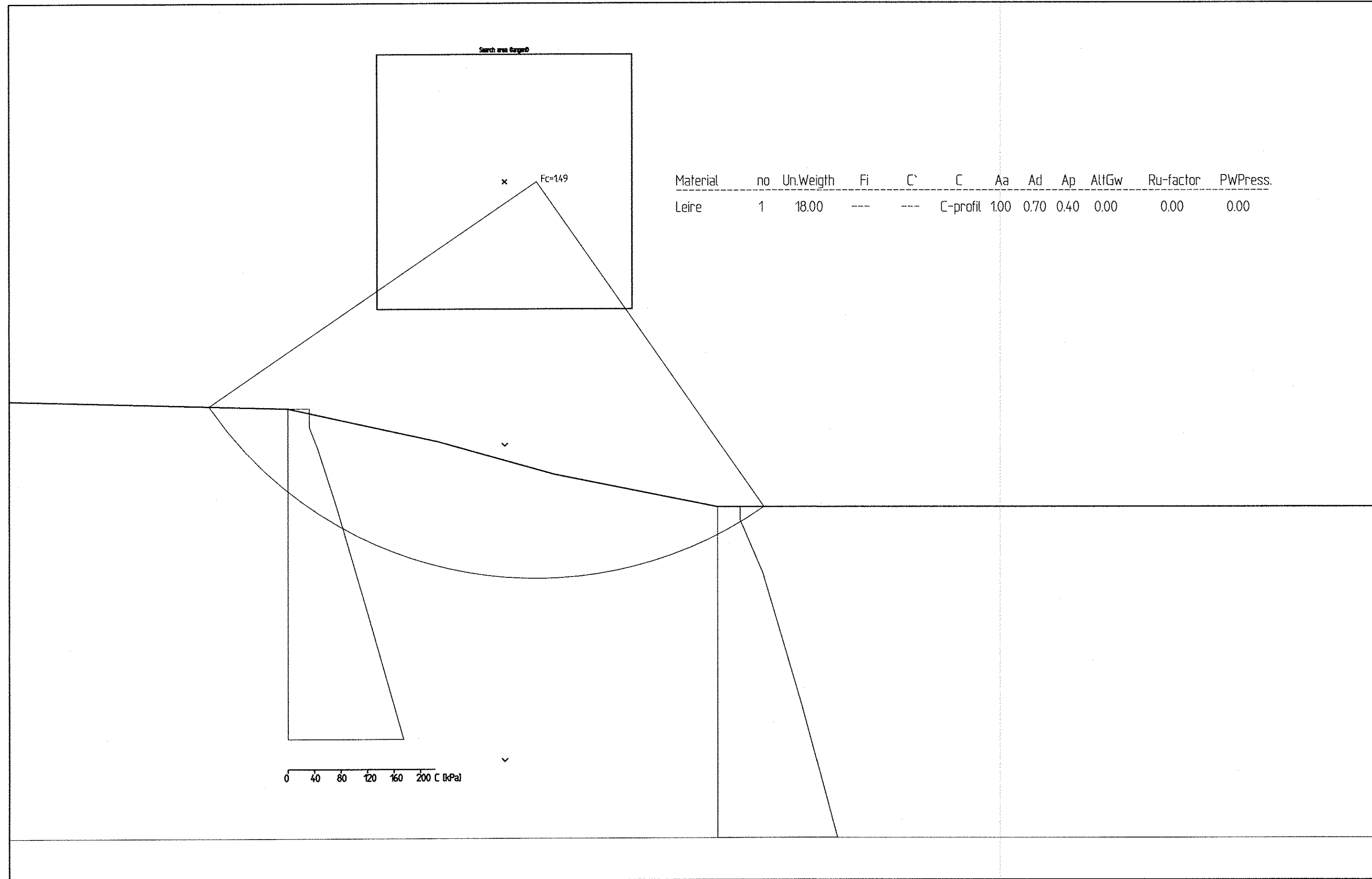



Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	Risiko for kvikkleireskred Sørum kommune	19.01.2008	MaR	0AH	0AH
	Stabilitetsvurdering Vall, profil D-D				
		Oppdragsnr. 20051379	Tegningsnr. 103		
					0

Original format
A-3L
Tegningens filnavn
g:\20051379\stabgraf.rvt\Vall D
Målestokk
1500
15000

NGI

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

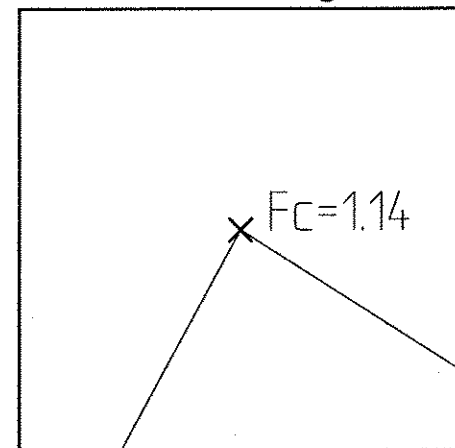


Rev	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
Risiko for kvikkleireskred Sørum kommune		Original format A-3L Tegningens tittelnavn g:\20051379\stabgraf.rit\Vilberg F2			
Stabilitetsvurdering		Målestokk 1:500 1:1500			
Vilberg, profil F-F		NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato 19.01.2008 Oppdragsnr. 20051379-	
		Konstr./Tegnet MaR		Kontrollert OAH	
		Tegningsnr. 104		Godkjent OAH	
				Rev. 0	

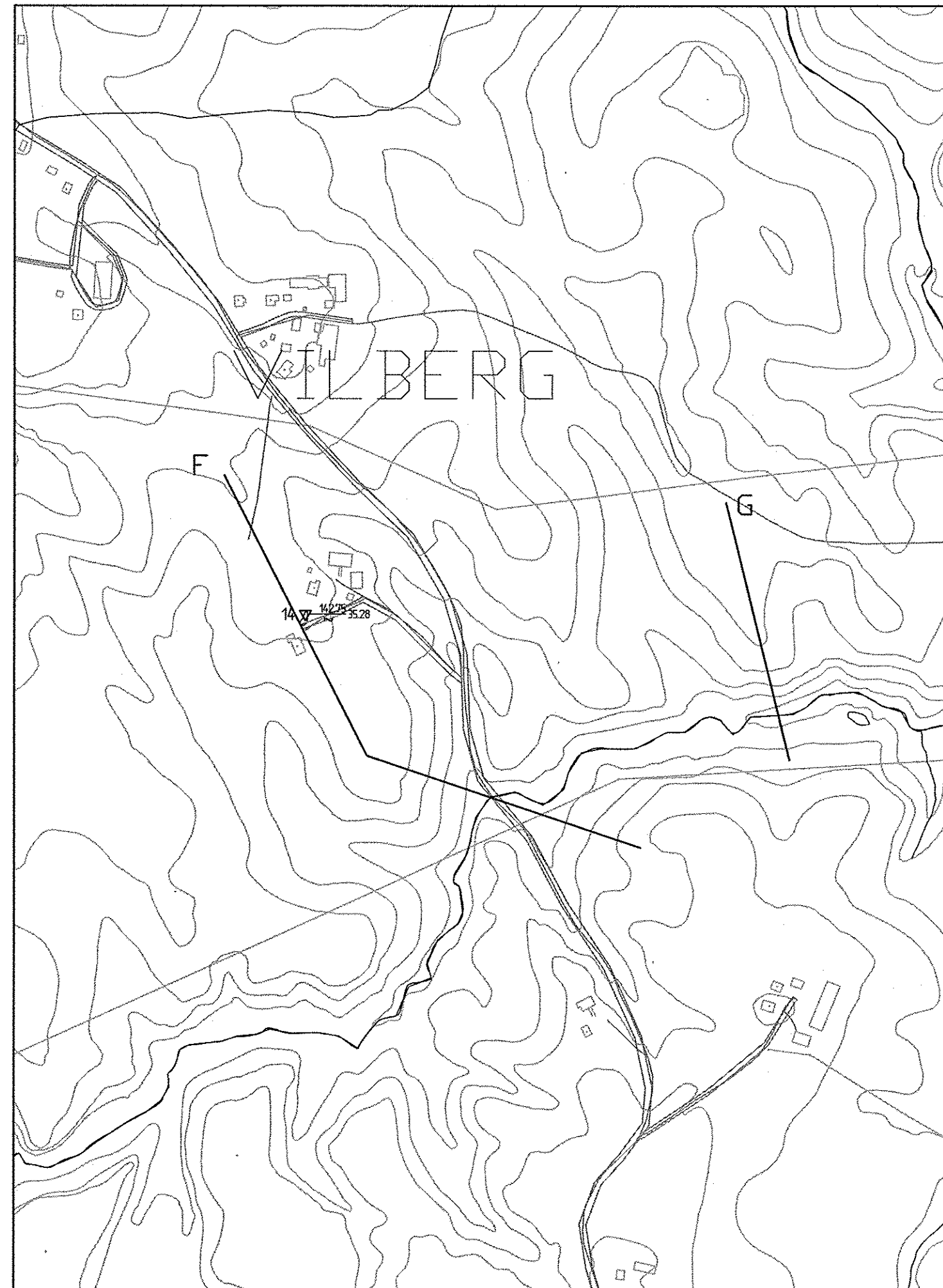
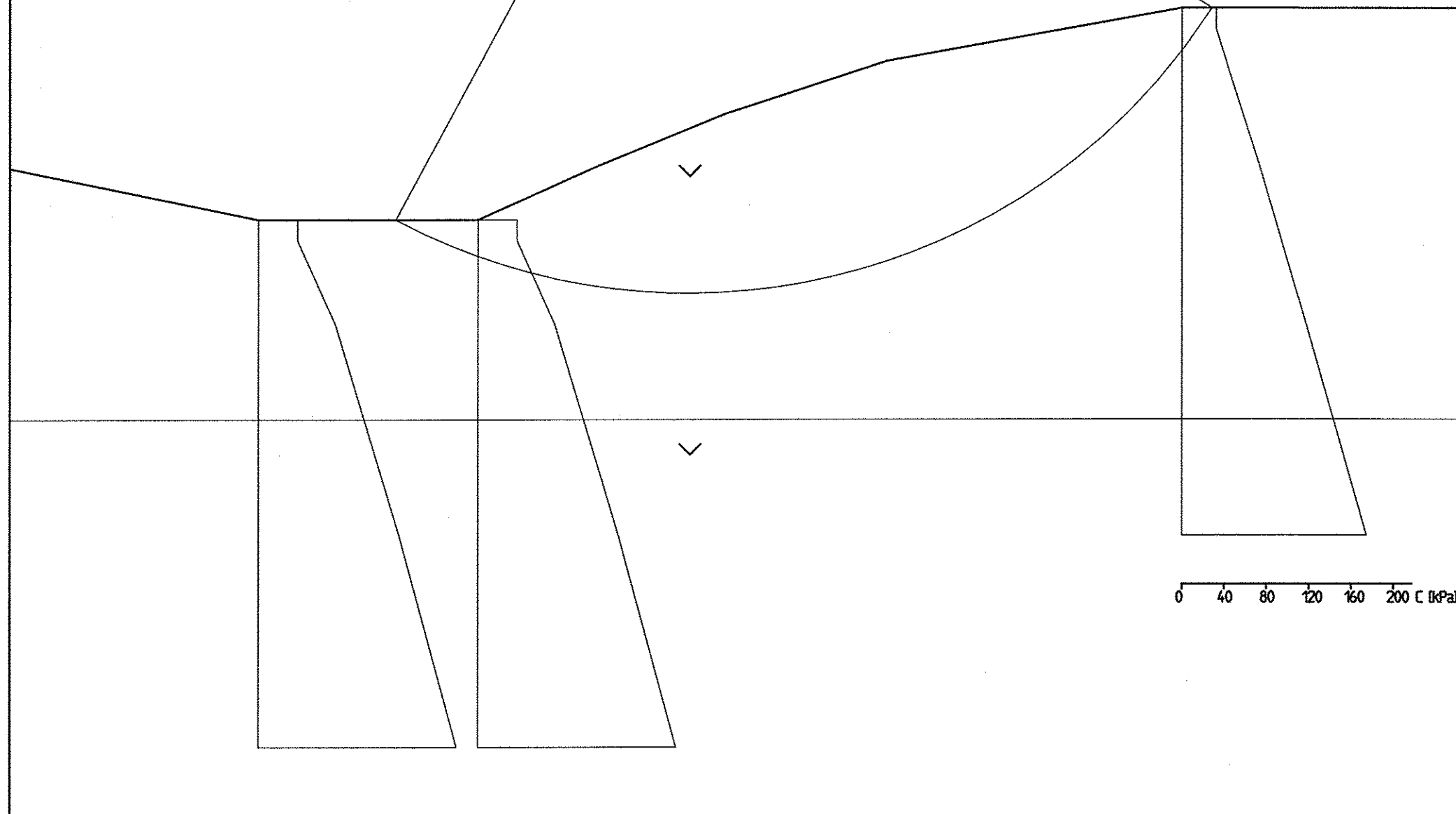
20051379-01

Tegnar. 104

Search area (tangent)



Material	no	Un.Weight	Fi	C	C	Aa	Ad	Ap	AltGw	Ru-factor	PWPress.
Leire	1	18.00	---	---	C-profil	1.00	0.70	0.40	0.00	0.00	0.00



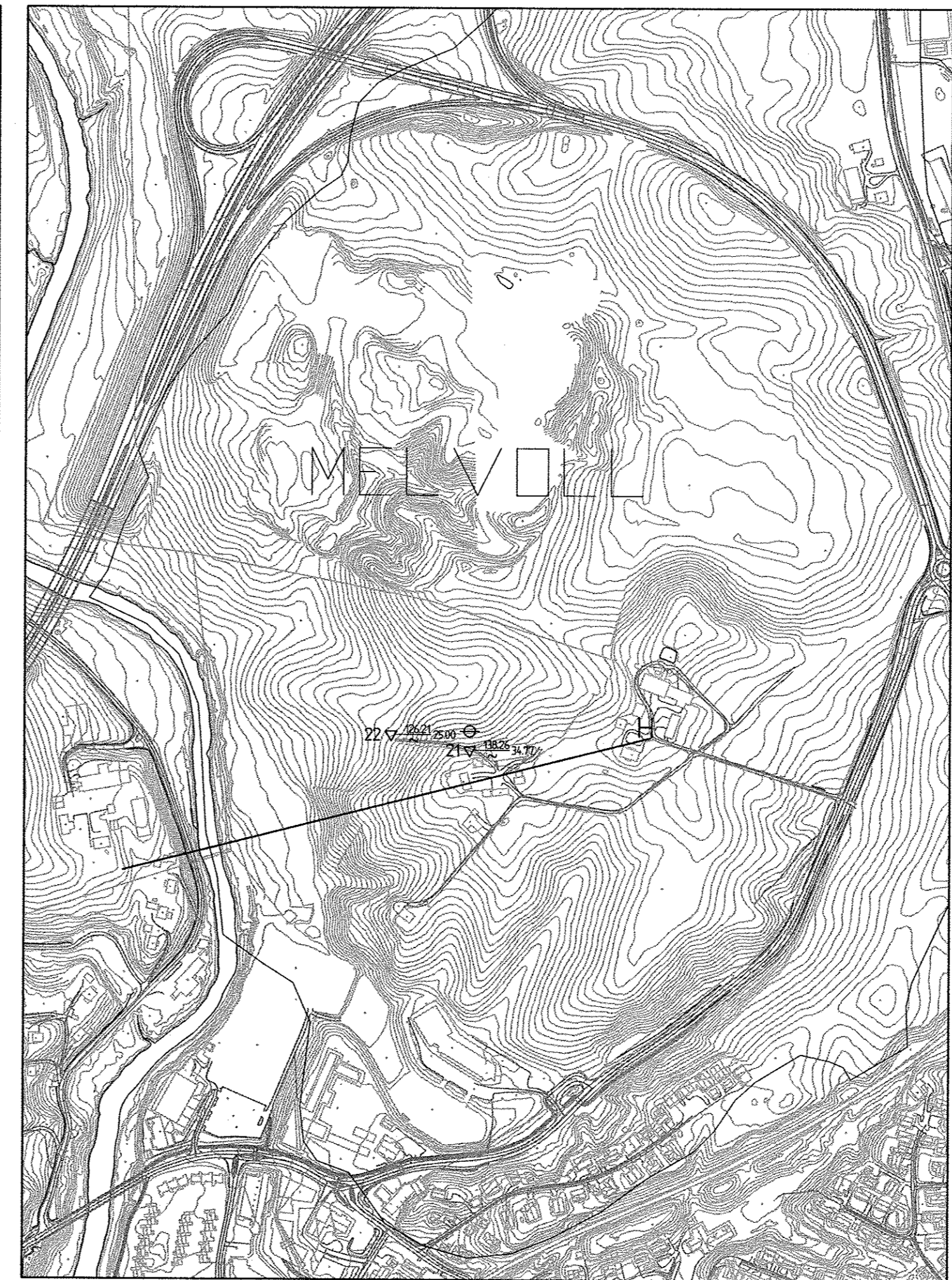
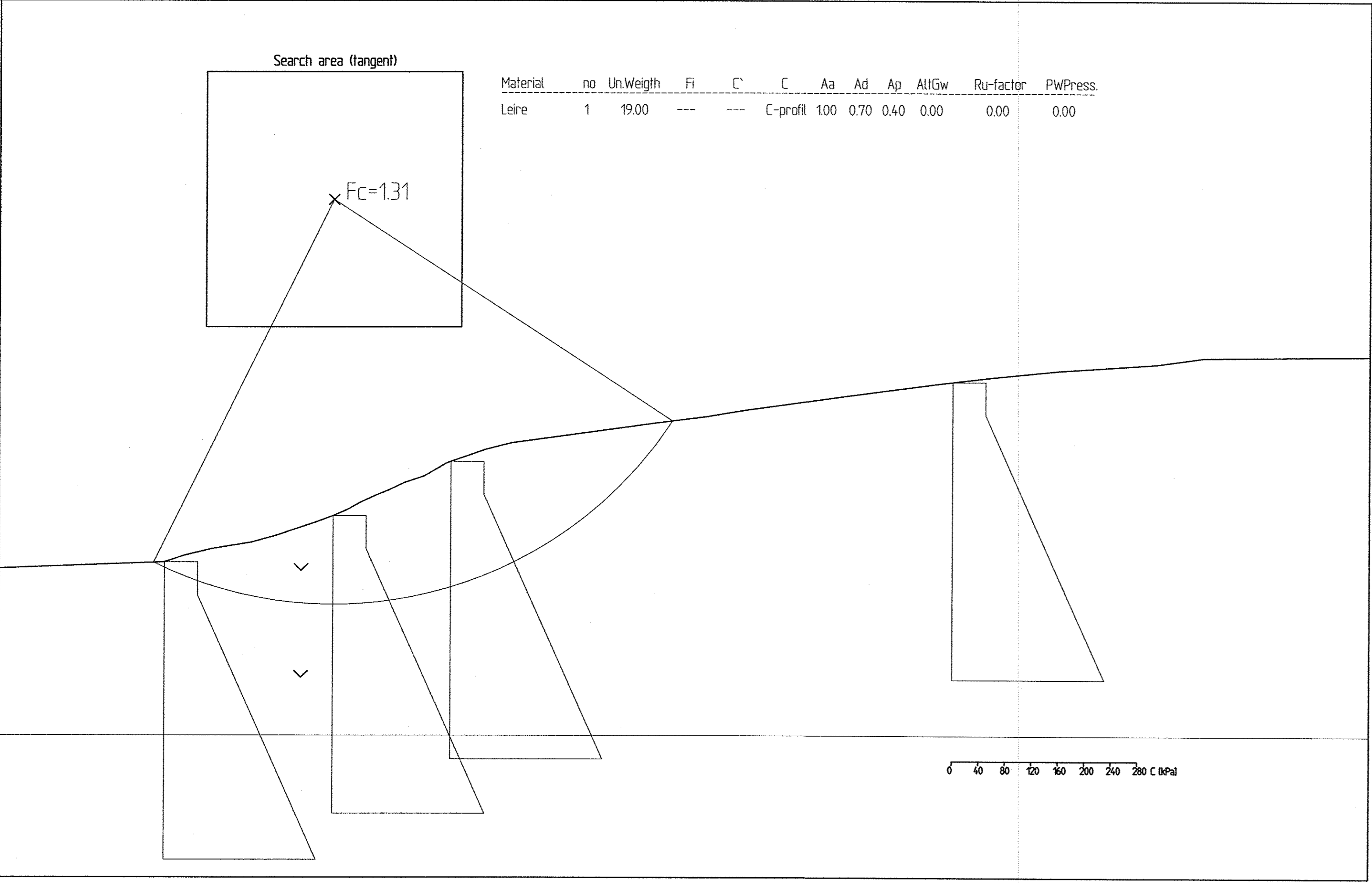
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
Risiko for kvikkleireskred Sørum kommune		Status Original format A-3L Tegningens filnavn g:\20051379\stabgraf.rvt\Vilberg G2			
Stabilitetsvurdering Vilberg, profil G-G		Målestokk 1:500 1:15000			
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato 19.01.2008	Konstr./Tegnet MaR	Kontrollert OAH	Godkjent OAH
Oppdragsnr. 20051379		Tegningsnr. 105		Rev. 0	

20051379-01

Tegn. nr. 105

20051379-01

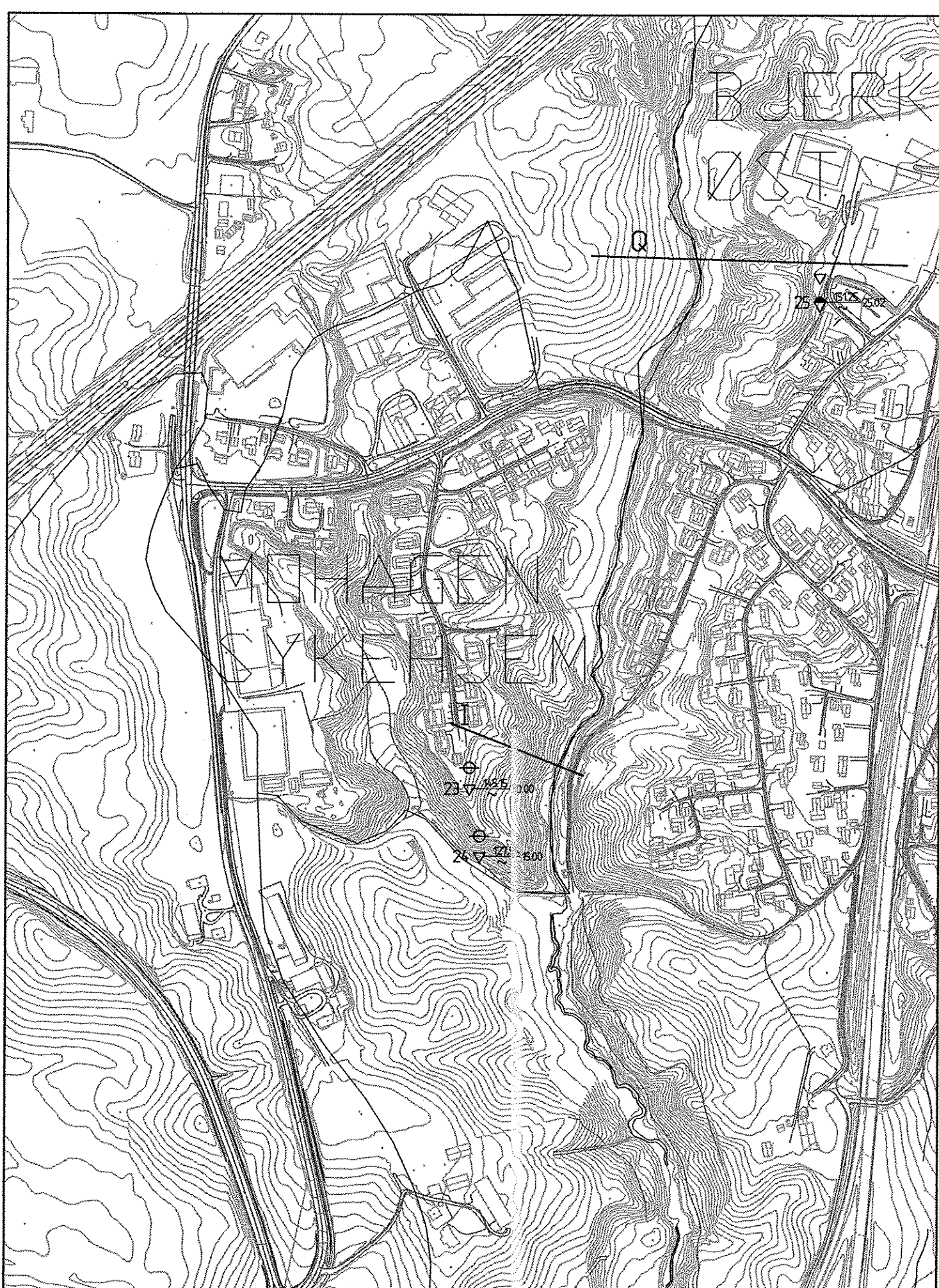
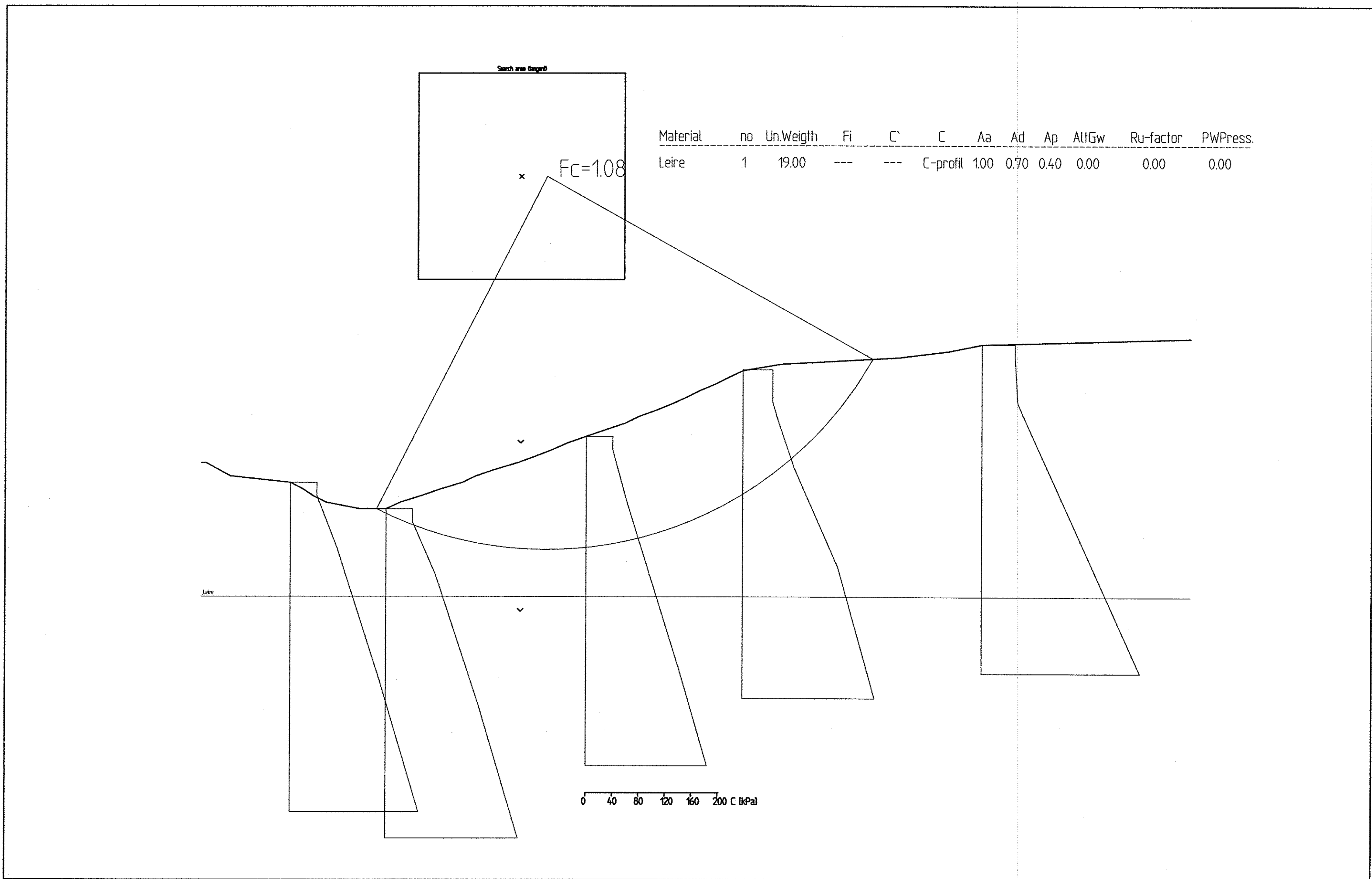
Tegn. nr. 106



Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	Risiko for kvikkleireskred Sørum kommune				
	Stabilitetsvurdering	1500			
	Melvoll, profil H-H	15000			
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
		19.01.2008	MaR	OAH	OAH
		Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.	
		20051379-1	106	0	

20051379-01

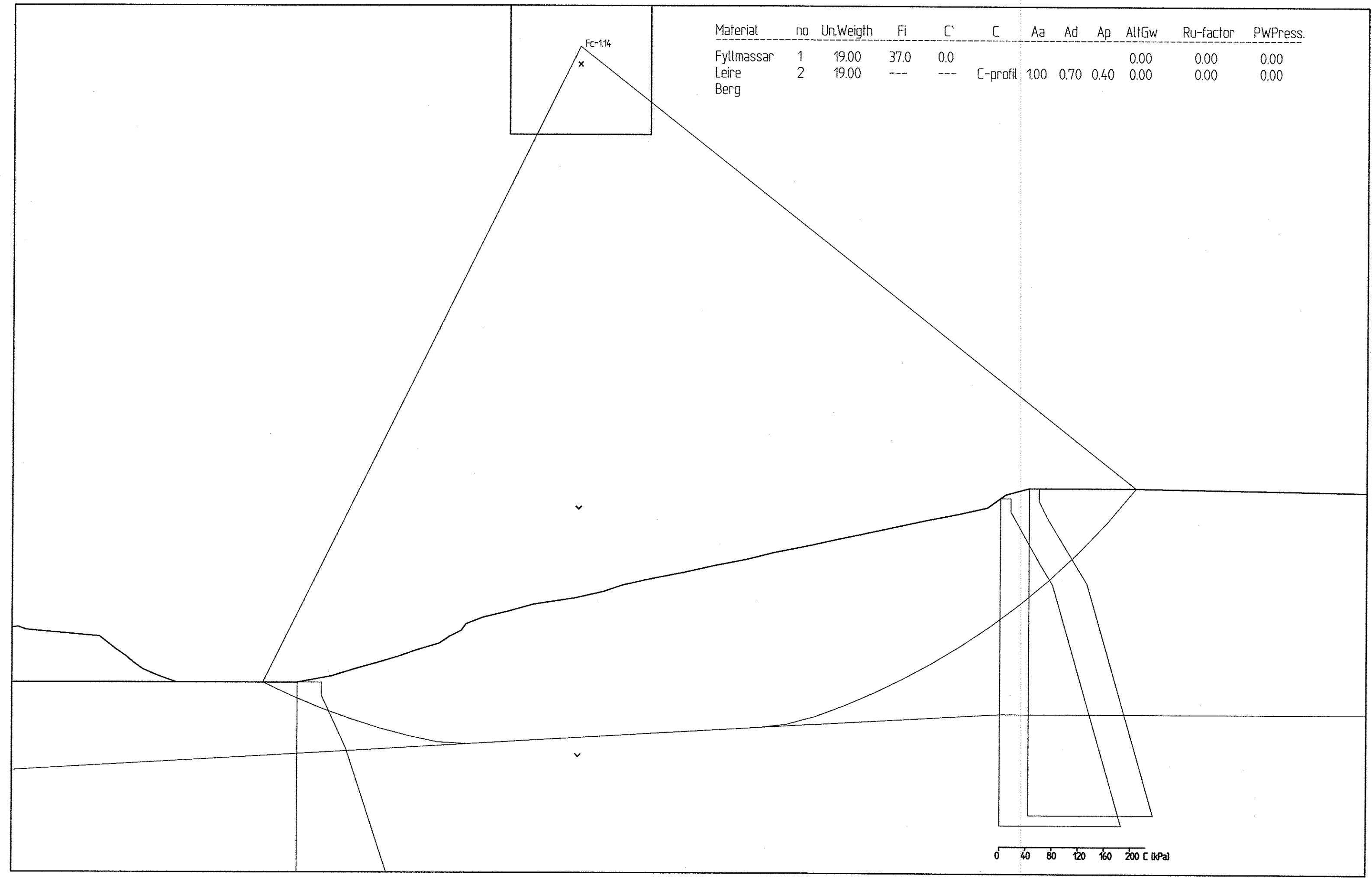
Tegn. nr. 107





Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
Risiko for kvikkleireskred Sørum kommune		Status Original format A-3L Tegningens tittel g:\20051379\stabgraf.rif\Linderberg I			
Stabilitetsvurdering		Målestokk 1500 15000			
Mohagen Sykehjem, profil I-I					
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 19.01.2008	Konstr./Tegnet MaR	Kontrollert OAH	Godkjent OAH
		Oppdragsnr. 20051379-1	Tegningsnr. 107	Rev. 0	

Material	no	Un.Weigth	Fi	C	C	Aa	Ad	Ap	AltGw	Ru-factor	PWPress.
Fyllmassar	1	19.00	37.0	0.0					0.00	0.00	0.00
Leire	2	19.00	---	---	C-profil	1.00	0.70	0.40	0.00	0.00	0.00
Berg											

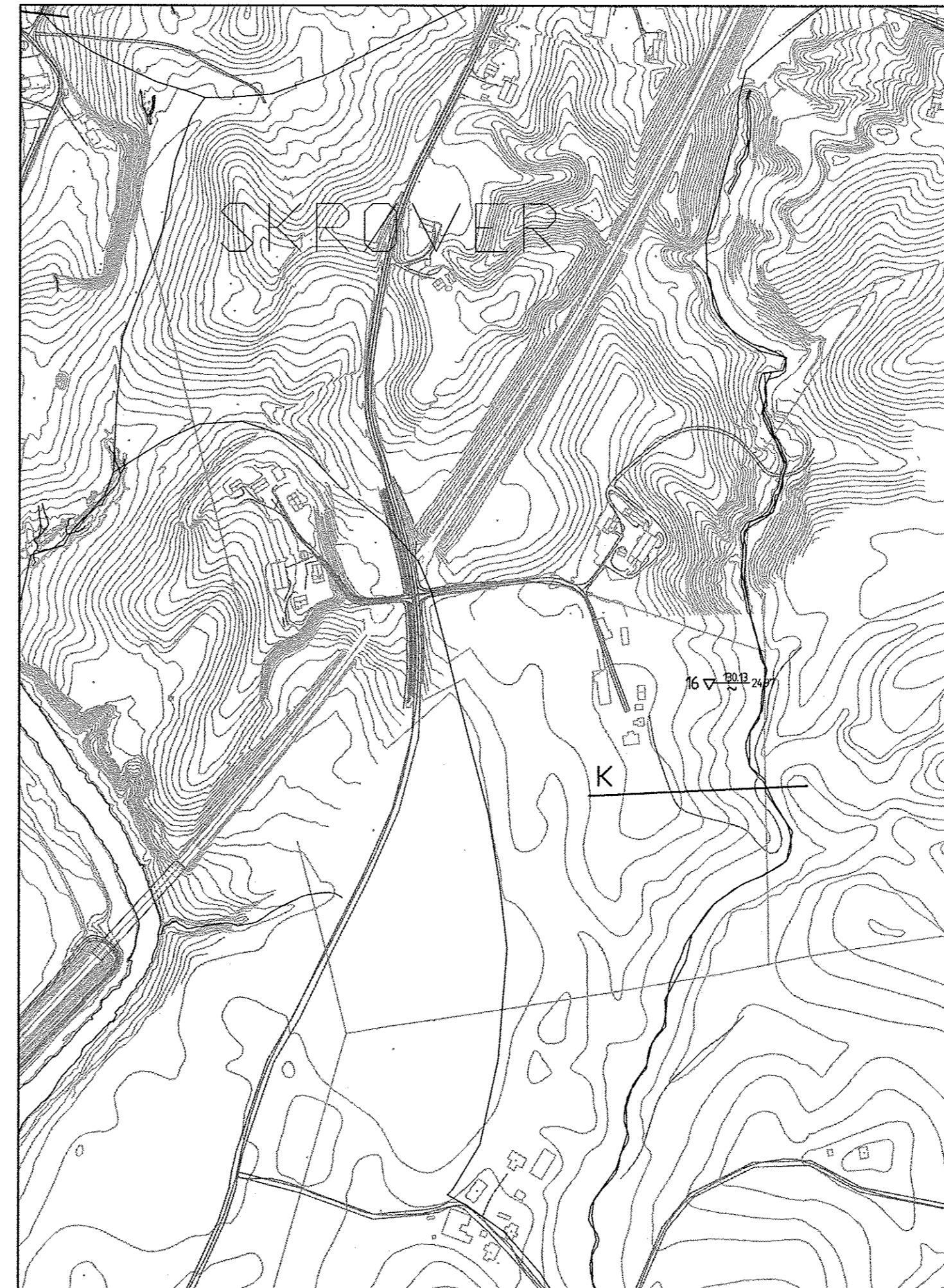
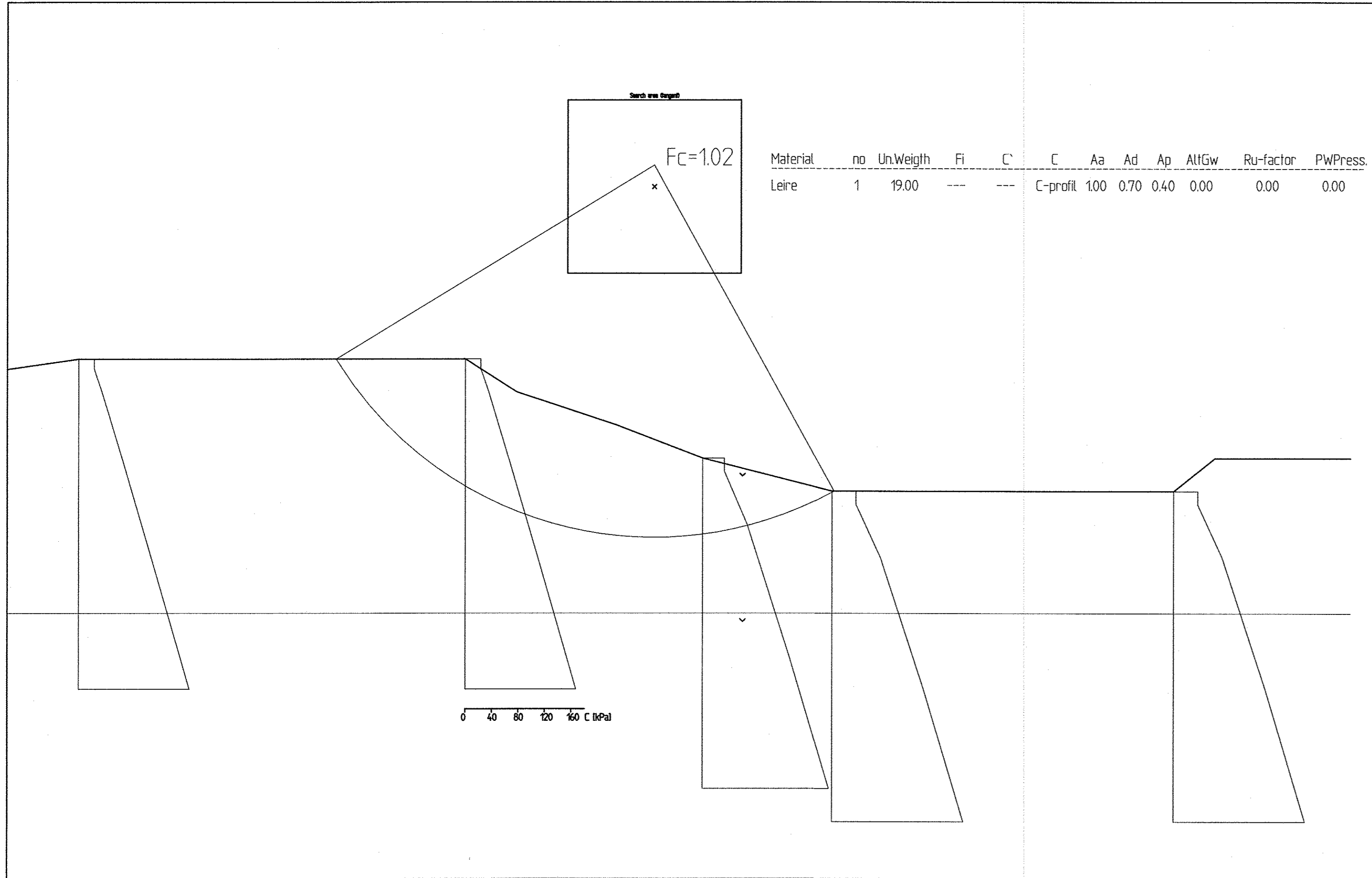
Fc=114
x



Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Konfr.	Godkj.
Risiko for kvikkleireskred Sørum kommune		Status Original format A-3L Tegningens filnavn g:\20051379\stabgraf.rit\Frogner J			
Stabilitetsvurdering		Målestokk 1500 15000			
Frogner, profil J-J					
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 19.01.2008	Konstr./Tegnet  MaR	Kontrollert OAH	Godkjent OAH
Oppdragsnr: 20051379		Tegningsnr: 108		Rev. 0	

20051379-01

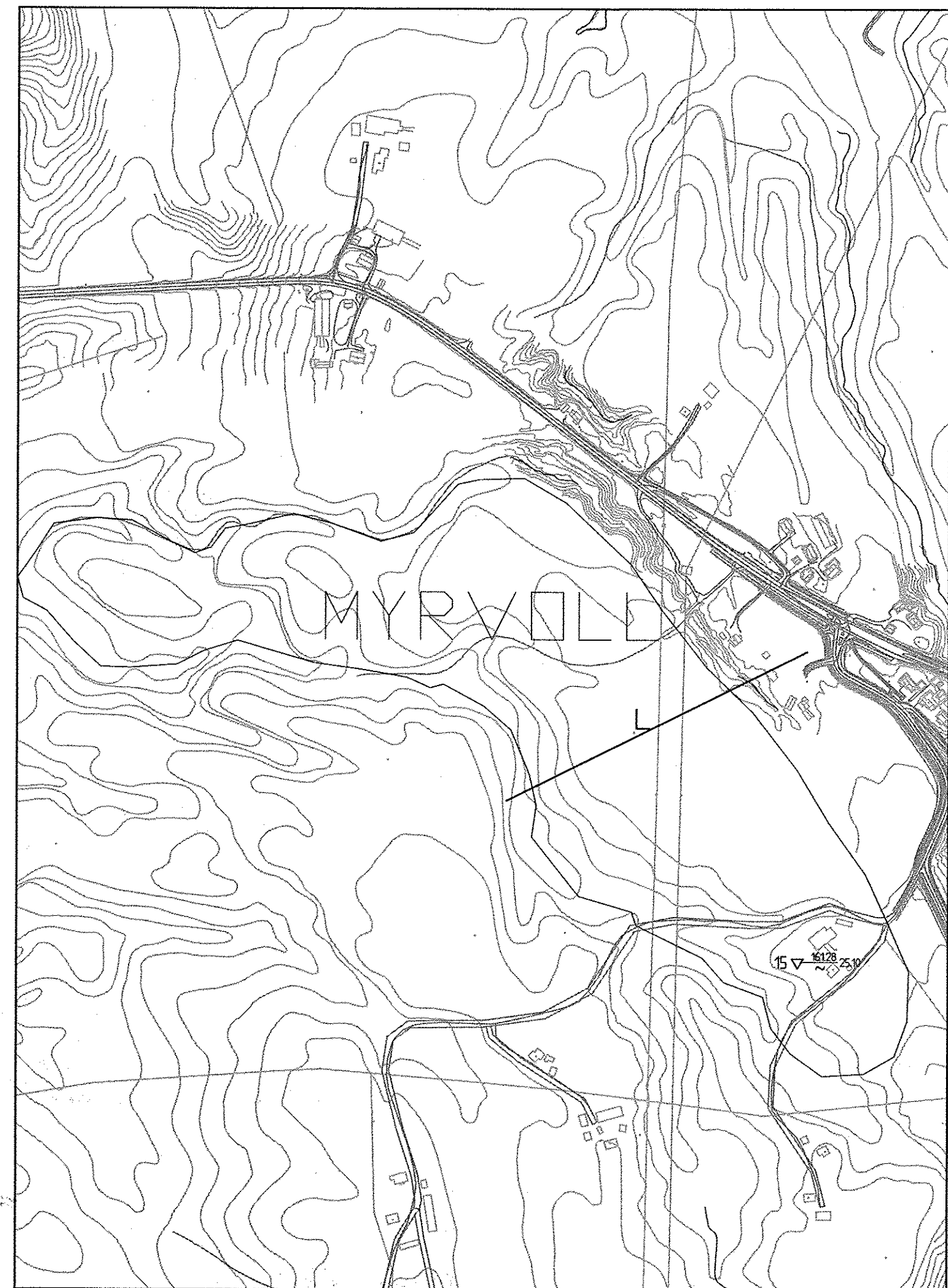
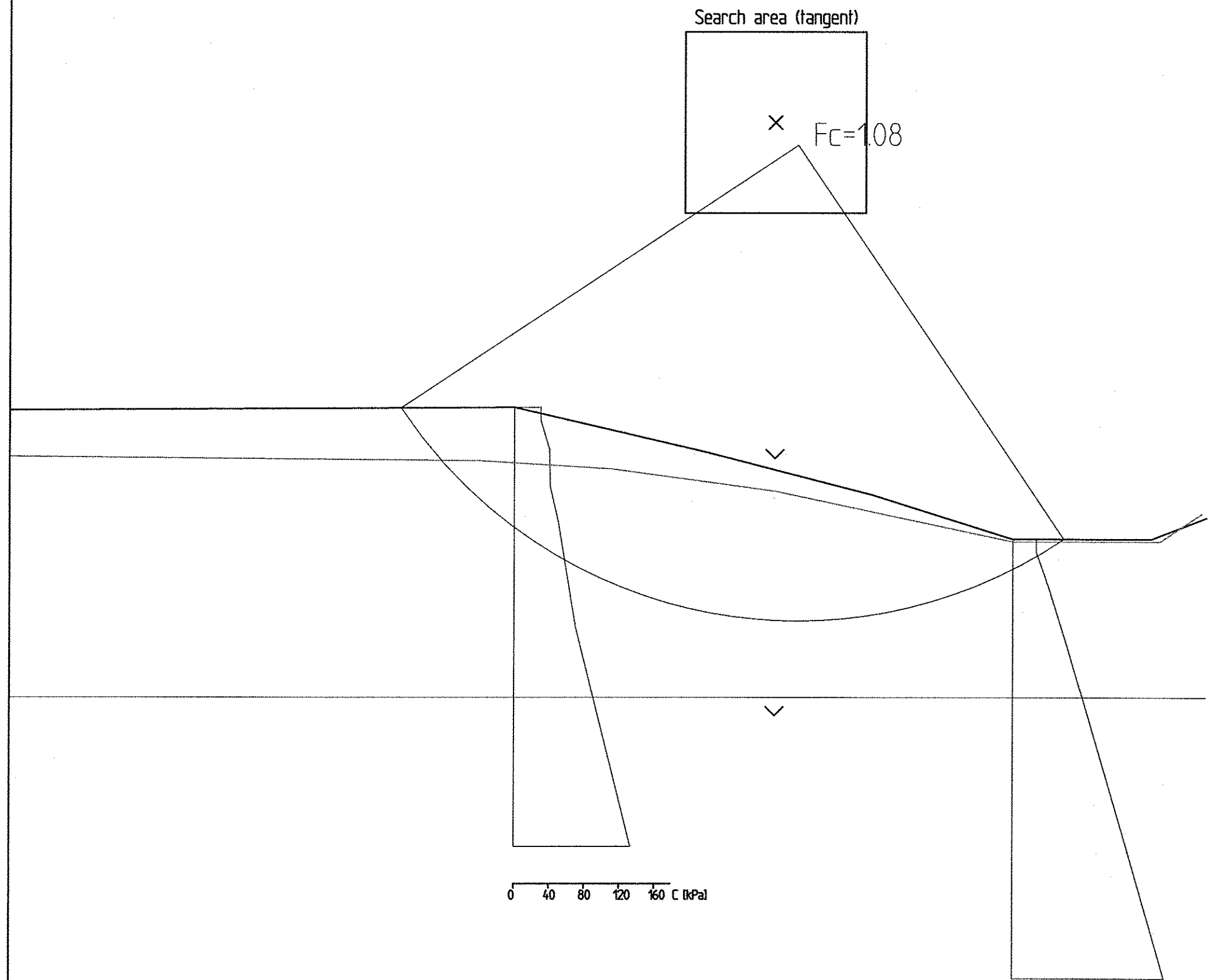
Tegn.nr. 108



Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
Risiko for kvikkleireskred Sørum kommune		Original format A-3L Tegningens filnavn g:\20051379\stabgraf.rit\Skrøver K			
Stabiliteitsvurdering Skrøver, profil K-K		Målestokk 1500 15000			
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 19.01.2008	Konstr./Tegnet 	Kontrollert OAH	Godkjent OAH
Oppdragsnr. 20051379-1		Tegningsnr. 109		Rev. 0	

20051379-01

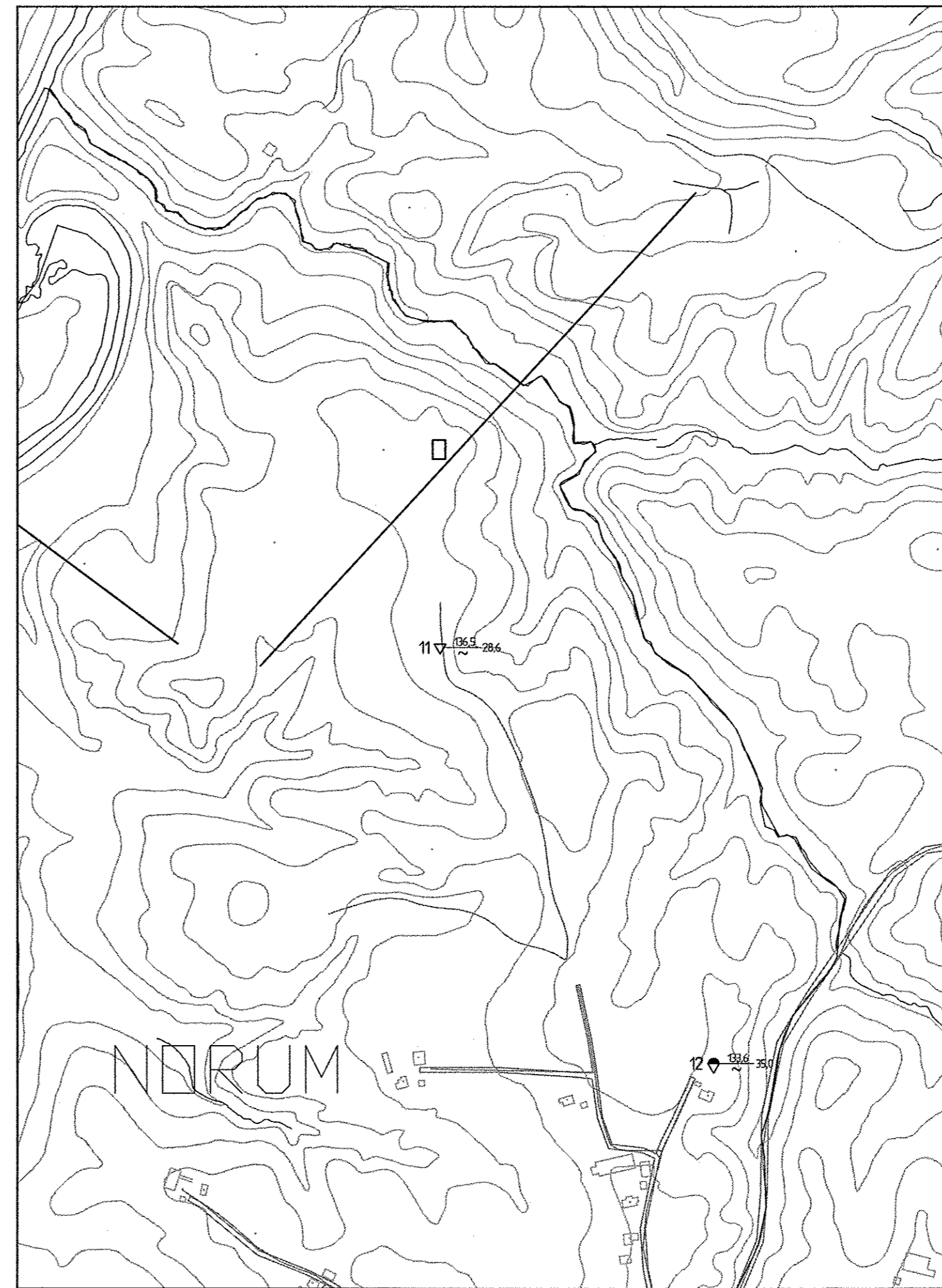
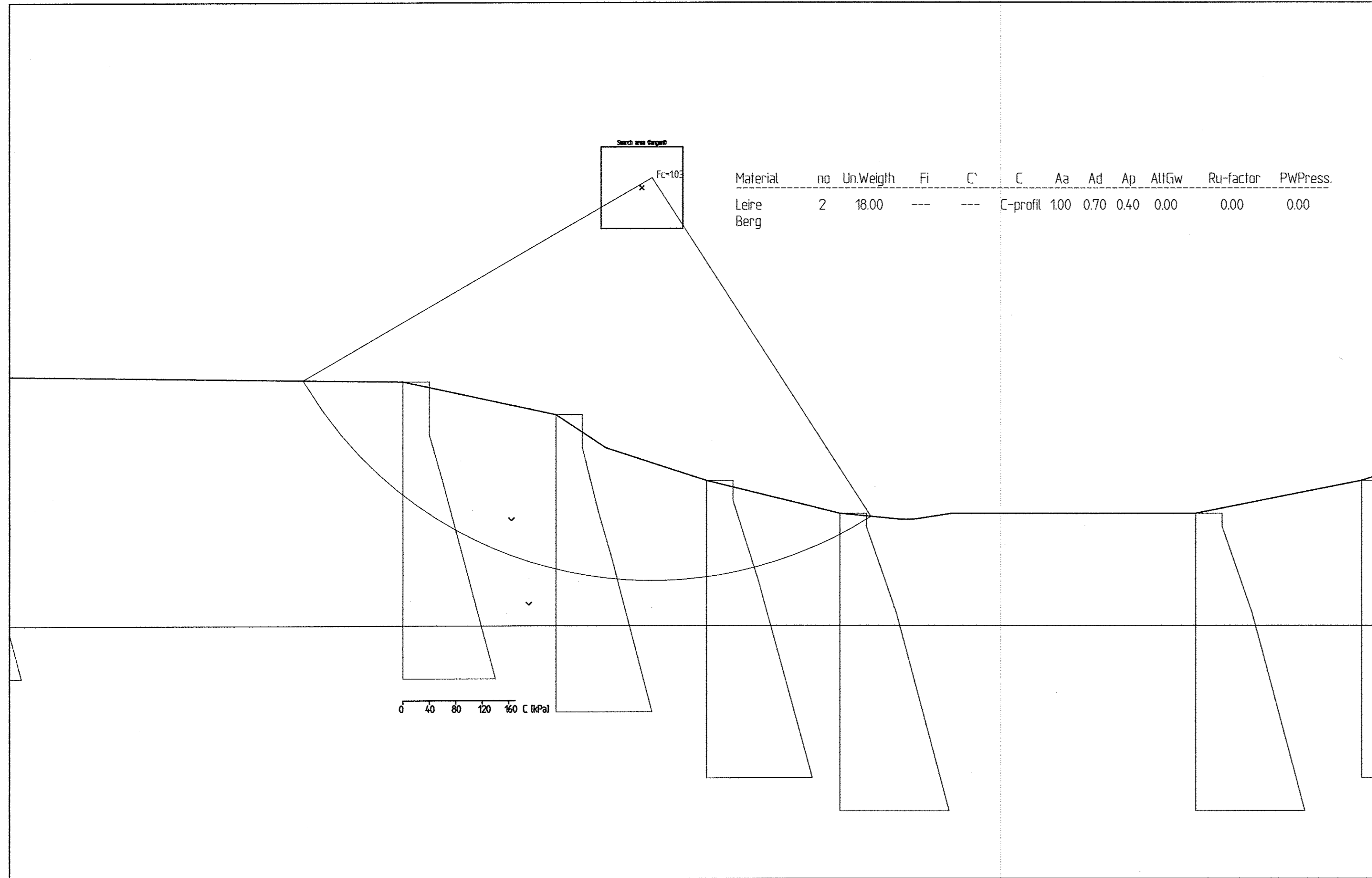
Tegn. nr. 109



Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
Risiko for kvikkleireskred Sørums kommun		Status			
Stabilitetsvurdering Myrvoll, profil L-L		Original format A-3L Tegningens filnavn g:\20051379\stabgraf.rtf\Myrvoll L			
		Målestokk			
		1500			
		15000			
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
		19.01.2008	MaR	OAH	OAH
Oppdragsnr.		20051379	Tegningsnr.	110	Rev.
					0

20051379-01

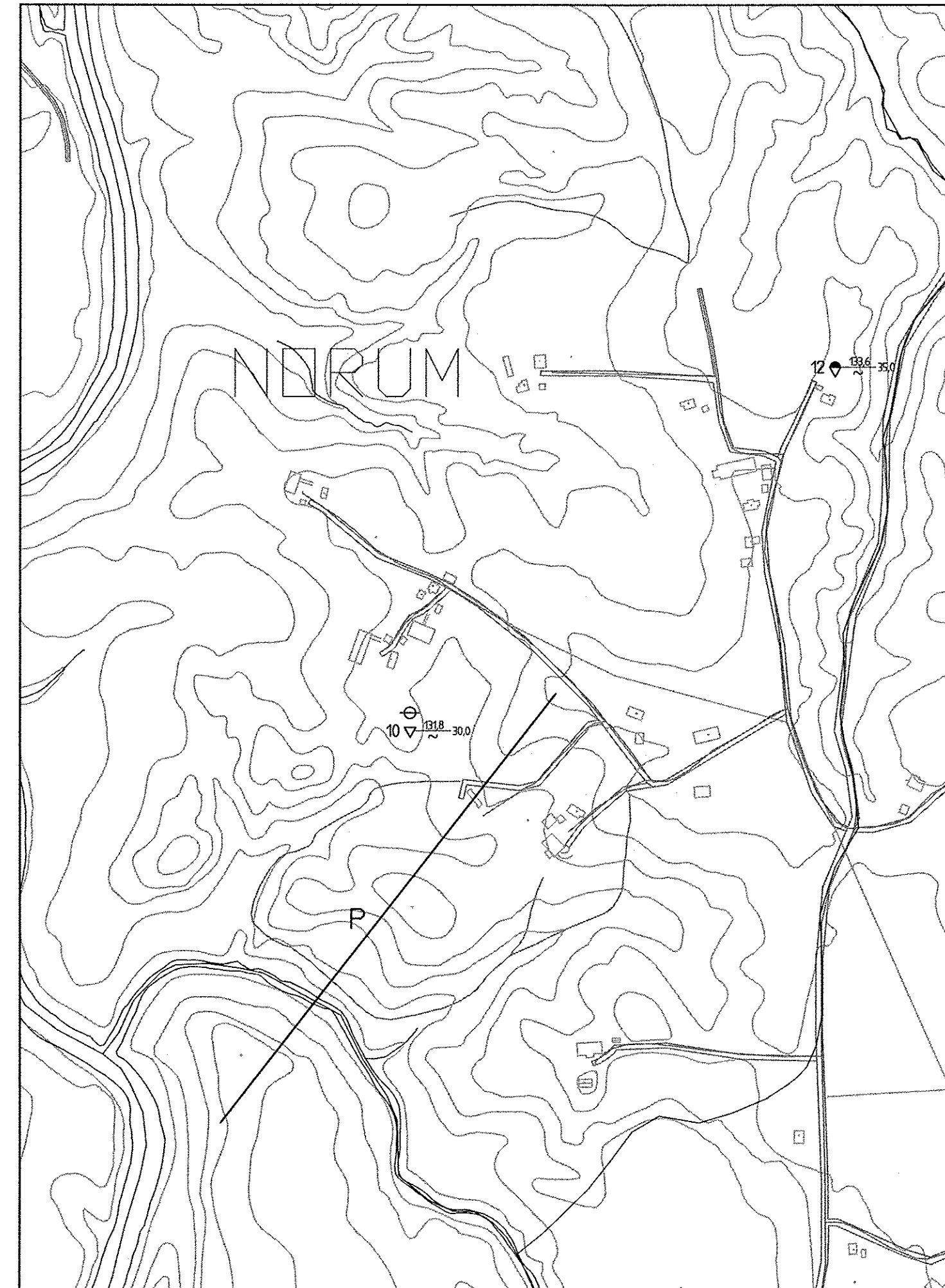
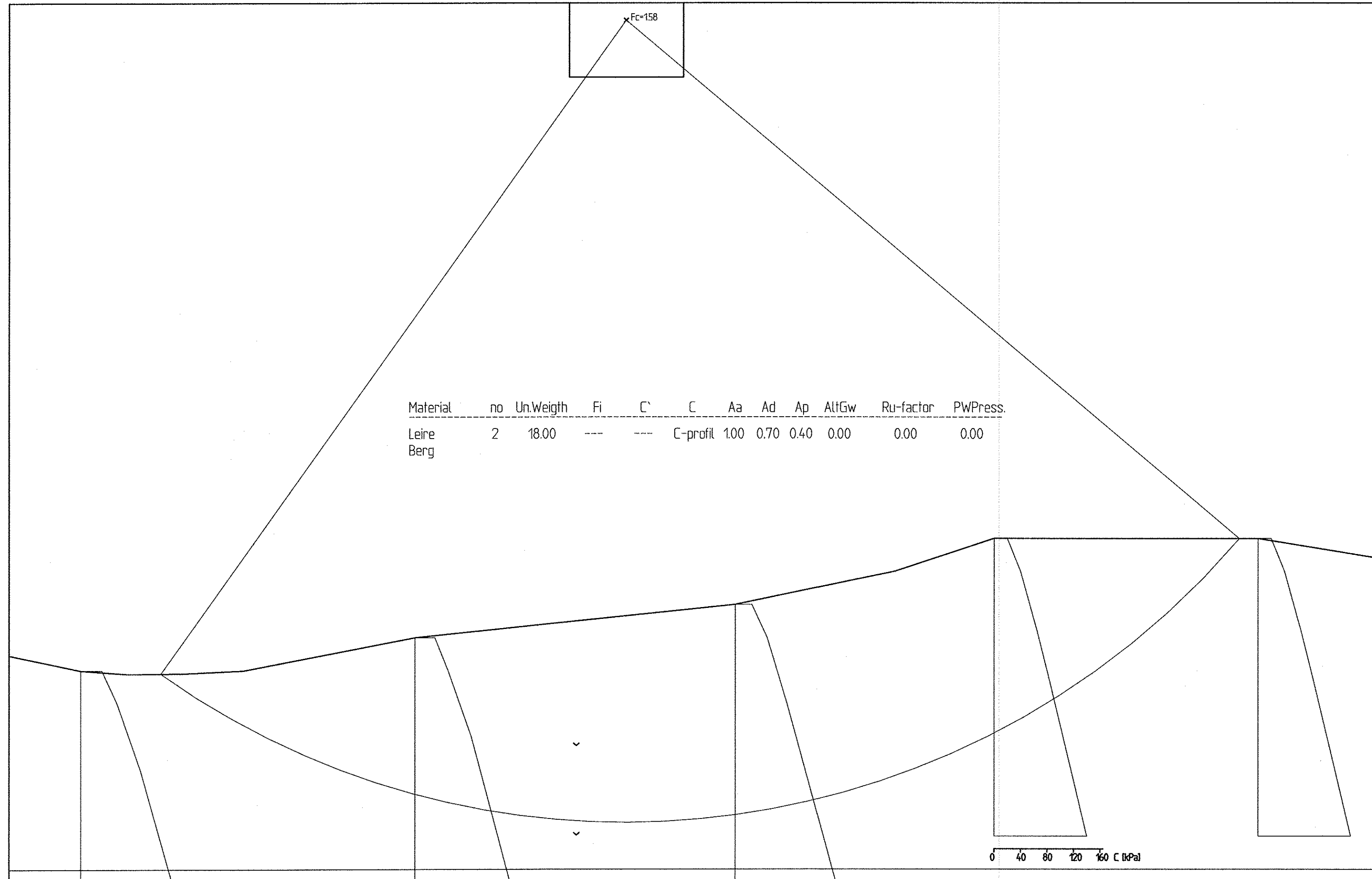
Tegn. nr. 110



Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	Risiko for kvikkleireskred Sørum kommune	19.01.2008	MaR	OA	OA
	Stabilitetsvurdering				
	Norum, 0-0				
	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	Oppdragsnr. 20051379-1	Konstr./Tegnet MaR	Kontrollert OA	Godkjent OA
		Målestokk 1500 1:5000			Rev. 0

20051379-01

Tegn.nr. 112



Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
Risiko for kvikkleireskred Sørum kommune		Original format A-3L Tegningens filnavn g:_20051379\stabgraf.rit\Norum P			
Stabilitetsvurdering		Målestokk			
Norum, P-P		1500			
		15000			
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
		19.01.2008	MaR	OAH	OAH
		Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.	
		20051379	113	0	

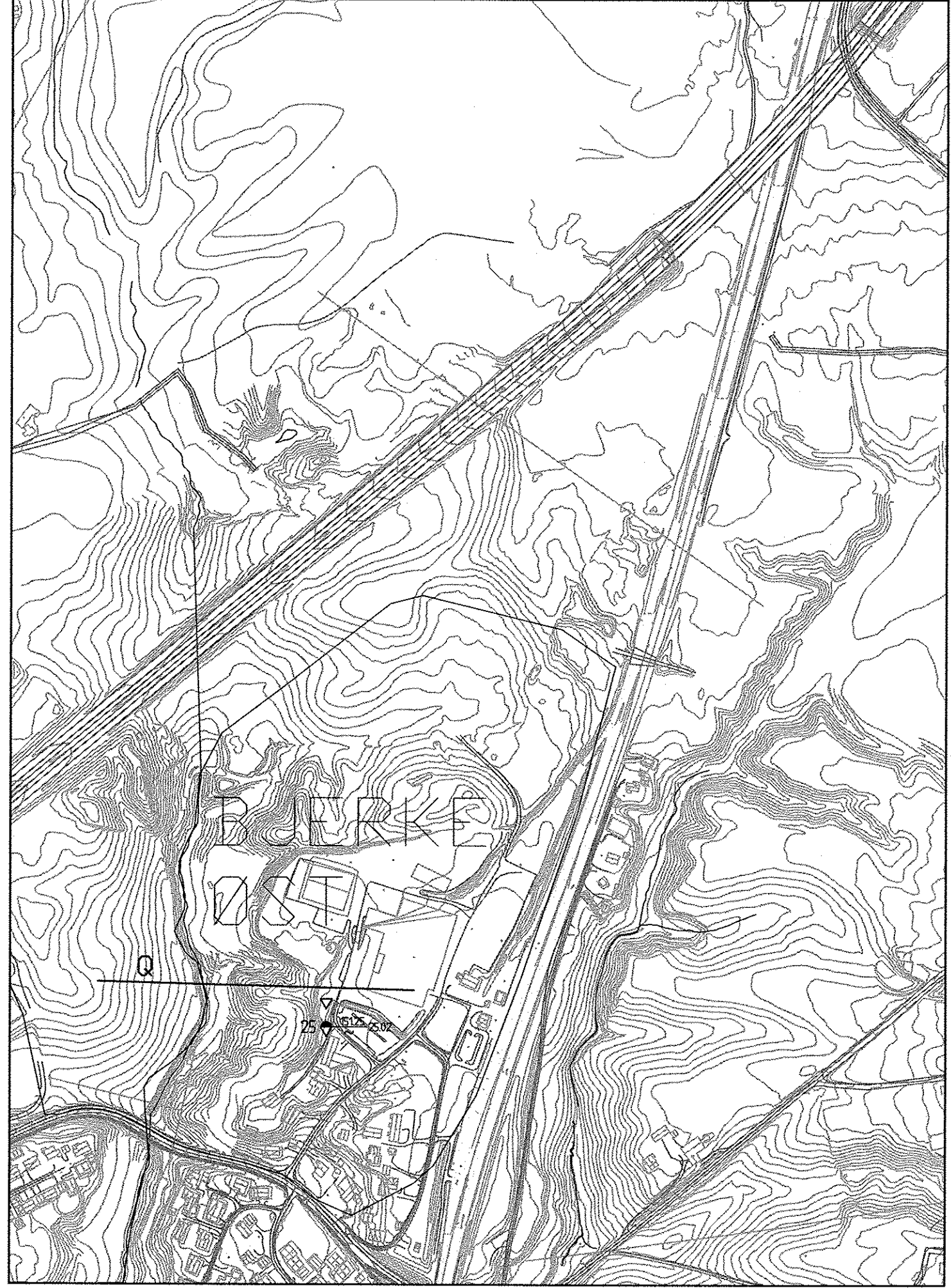
20051379-01

Tegn. nr. 113

Search area Berg
 $F_c = 1.09$

Material	no	Un.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap	AltGw	Ru-factor	PWPress.
Leire	2	18.00	---	---	C-profil	1.00	0.70	0.40	0.00	0.00	0.00
Berg											

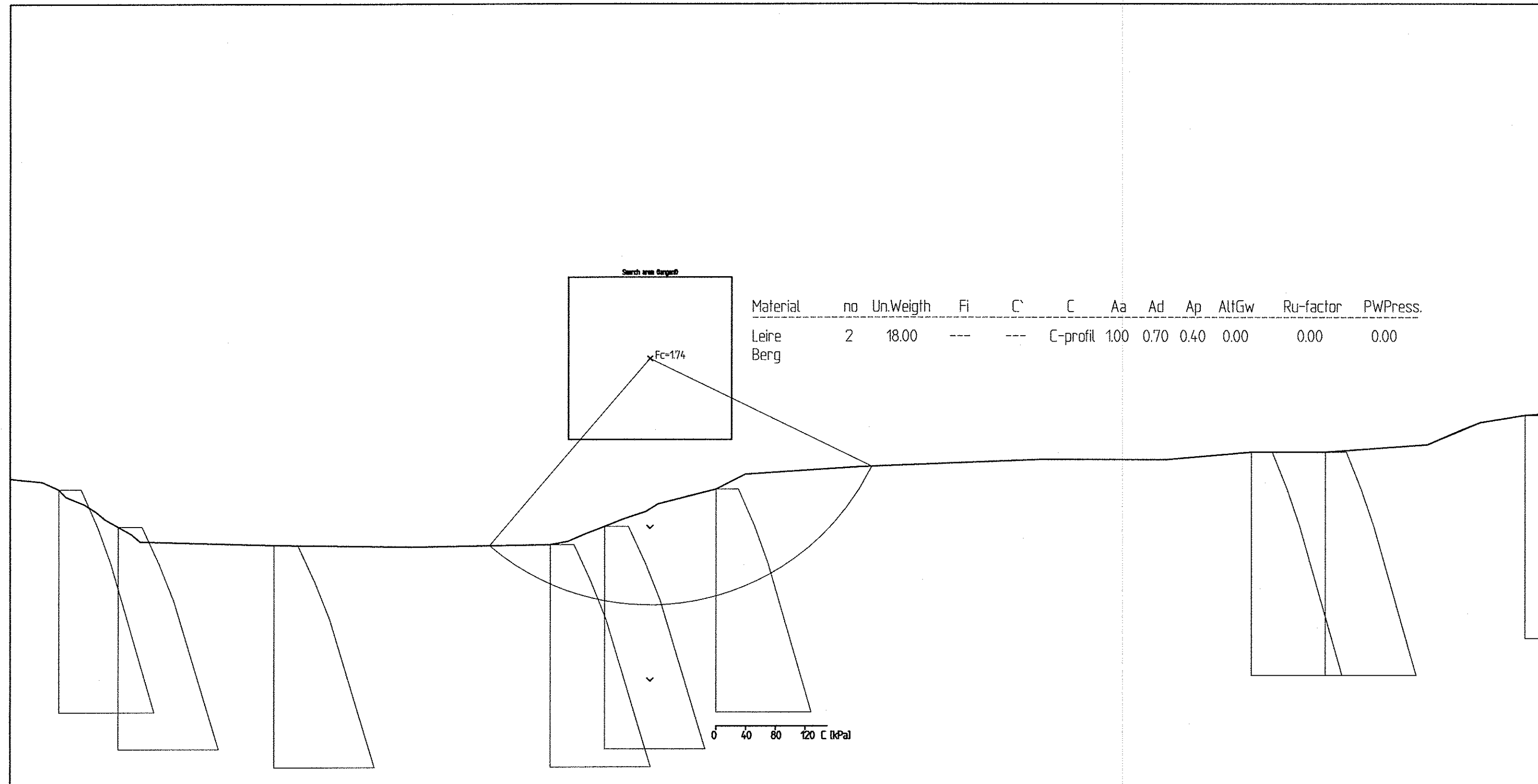
0 40 80 120 C (kPa)



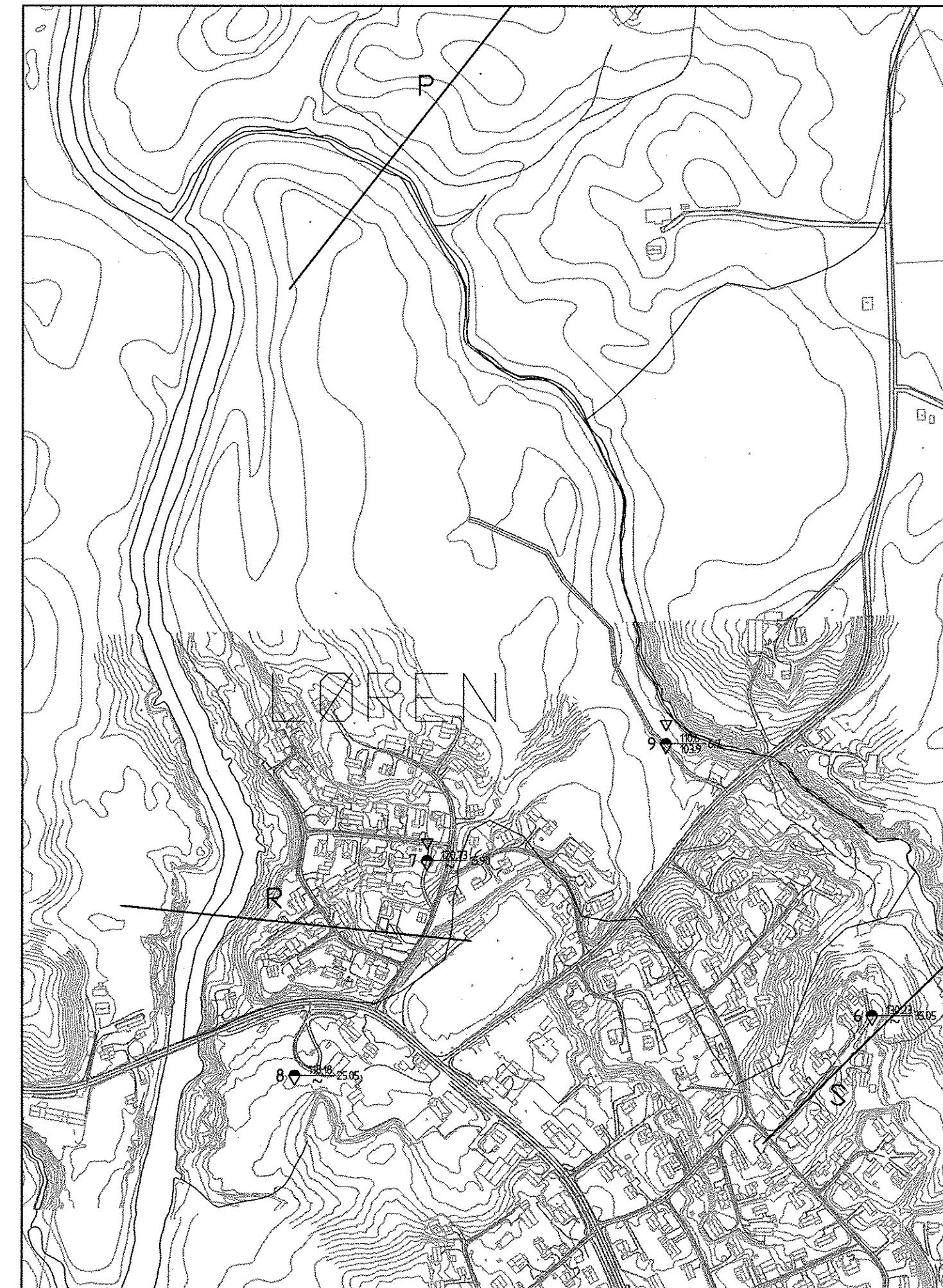
Rev	Beskrivelse	Dato	Tegn	Kontr.	Godkj.
Risiko for kvikkleireskred Sørum kommune		Original format			
Stabilitetsvurdering		A-3L			
Bjerke Øst, Q-Q		Tegningens filnavn			
		g:\20051379\stabgraf.rit\Bjerke Øst Q			
		Målestokk			
		1500			
		15000			
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato	Konstr. / Tegnet	Kontrollert	Godkjent
		19.01.2008	Van MaR	OAH	OAH
		Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.	
		20051379	114	0	

20051379-01

Tegn.nr. 114



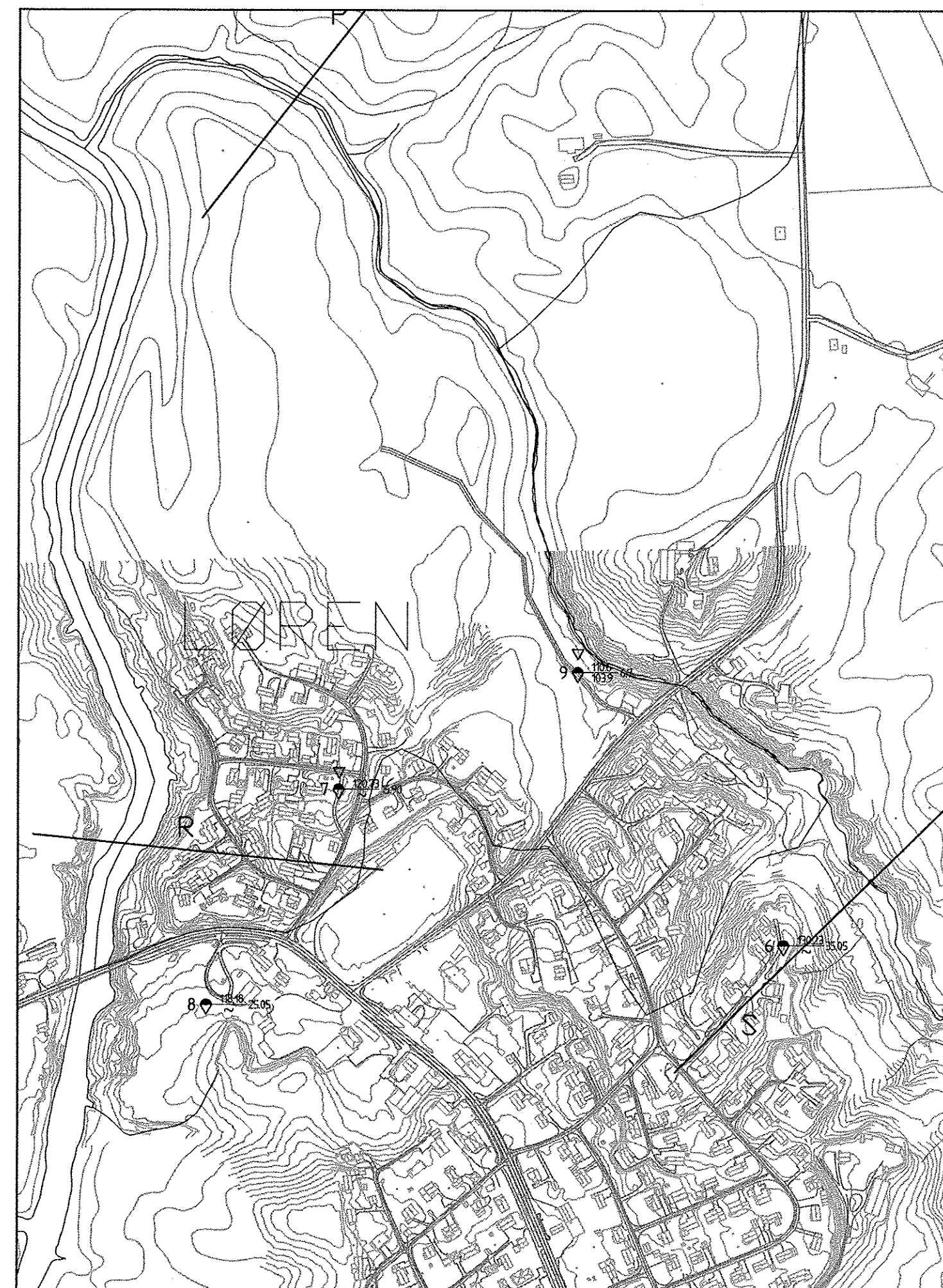
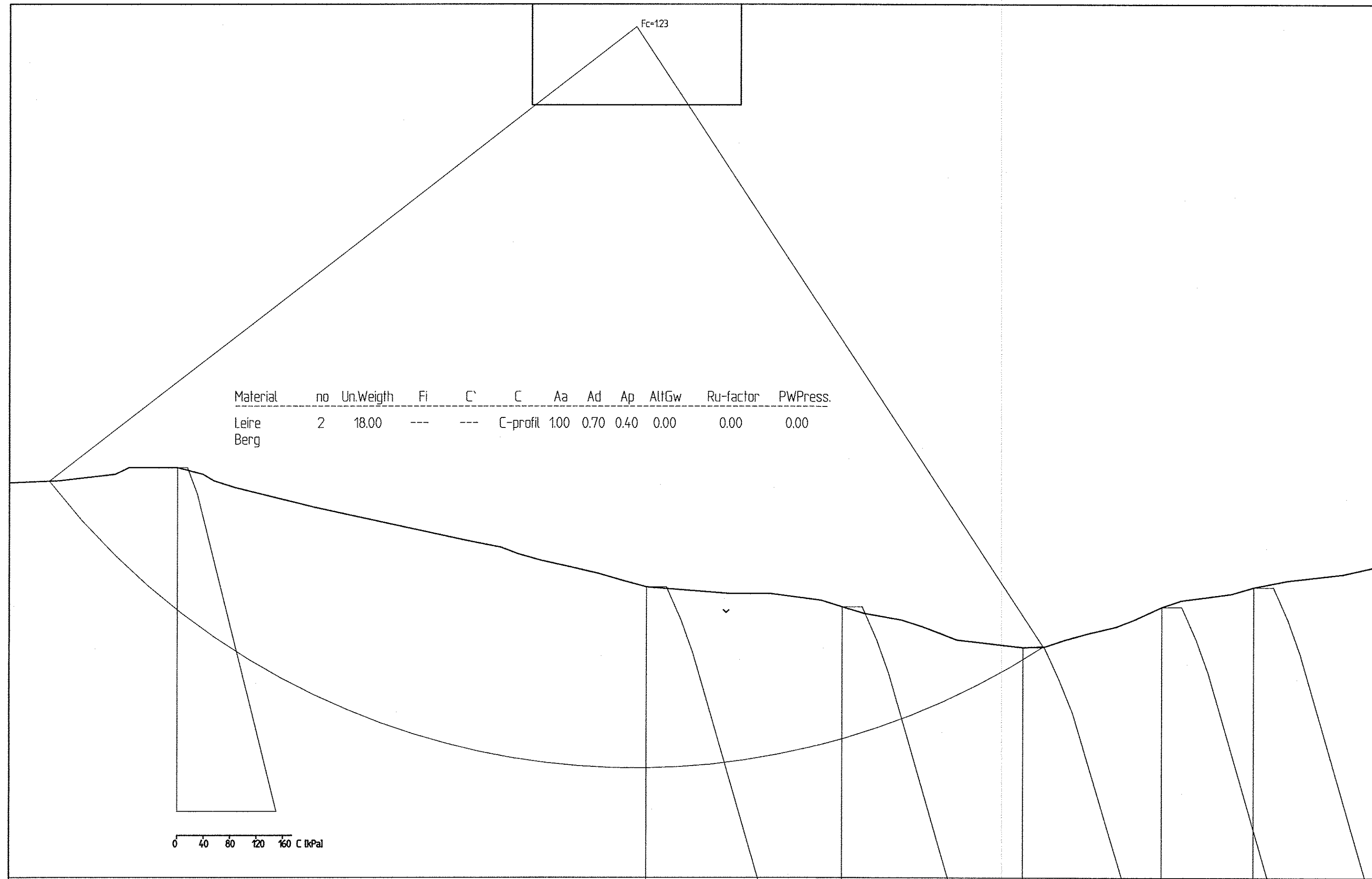
Material	no	Un.Weigh	Fi	C	C	Aa	Ad	Ap	AltGw	Ru-factor	PWPress.
Leire Berg	2	18.00	---	---	C-profil	100	0.70	0.40	0.00	0.00	0.00



Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
Risiko for kvikkleireskred Sørums kommune		Original format			
Stabilitetsvurdering Løren, R-R		A-3L			
		Tegningens filnavn			
		g:\20051379\stabgraf.rif\Løren R			
		Målestokk			
		1500			
		15000			
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
		19.01.2008	MaR	OAH	OAH
		Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.	
		20051379	115	0	

20051379-01

Tegn. nr. 115



Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Konfr.	Godkj.
Risiko for kvikkleireskred Sørums kommune		Original format			
Stabilitetsvurdering		A-3L			
Løren, S-S		Tegningens filnavn	g:\20051379\stabgraf.rit\Løren S2		
		Målestokk			
		1500			
		15000			
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
		19.01.2008	MaR	OAH	OAH
		Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.	
		20051379-1	116	0	

20051379-01

Tegn.nr. 116

Kontroll- og referanseside/ Review and reference page



Dokumentinformasjon/Document information					
Dokumenttittel/Document title Risiko for kvikkleireskred, Sørums kommun			Dokument nr./Document No. 20051379-1		
Dokumenttype/Type of document <input checked="" type="checkbox"/> Rapport/Report <input type="checkbox"/> Teknisk notat/Technical Note		Distribusjon/Distribution <input type="checkbox"/> Fri/Unlimited <input checked="" type="checkbox"/> Begrenset/Limited <input type="checkbox"/> Ingen/None		Dato/Date 13. januar 2009 Rev.nr./Rev.No. 0	
Oppdragsgiver/Client NVE Region Sør					
Emneord/Keywords quick clay, slope stability, risk assessment					
Stedfesting/Geographical information					
Land, fylke/Country, County Akershus			Havområde/Offshore area		
Kommune/Municipality Sørums kommun			Felt navn/Field name		
Sted/Location Sørums kommun			Sted/Location		
Kartblad/Map 1915 II, 2015 III			Felt, blokknr./Field, Block No.		
UTM-koordinater/UTM-coordinates 32VPM280600					
Dokumentkontroll/Document control					
Kvalitetssikring i henhold til/Quality assurance according to NS-EN ISO9001					
Rev./Rev.	Revisjonsgrunnlag/Reason for revision	Egenkontroll/ Self review av/by:	Sidemanns- kontroll/ Colleague review av/by:	Uavhengig kontroll/ Independent review av/by:	Tverrfaglig kontroll/ Inter-disciplinary review av/by:
0	Originaldokument	MaR <i>MaR</i>	OAH <i>OAH</i>		
Dokument godkjent for utsendelse/ Document approved for release		Dato/Date 2/3-09		Sign. Prosjektleder/Project Manager <i>Øyvind A. Høydahl</i> Øyvind A. Høydahl	