



Program for økt sikkerhet mot leirskred
**Risiko for kvikkleireskred på
Bragernes, Drammen kommune**

Stabilitetsanalyser – forslag til sikringstiltak

*Ragnar Moholt
Odd Gregersen
Kjell Karlsrud*

8
2005



OPPDRAGSRAPPORT A

Program for økt sikkerhet mot leirskred

Risiko for kvikkleireskred Bragernes,
Drammen.

20041343-1

26 januar 2005

Oppdragsgiver:

NVE Region Sør

Kontaktperson:
Kontraktreferanse:

Eirik Traae
Bestilling nr 006213 dat.
13.07.2004

For Norges Geotekniske Institutt

Prosjektleder:


Odd Gregersen

Rapport utarbeidet av:


Odd Gregersen

Kontrollert av:

Kjell Karlsrud

Ragnar Moholdt

Arbeid også utført av:



Sammendrag

Undersøkelsene har resultert i at faresone Bragernes nå er noe mindre i utstrekning enn det som opprinnelig ble angitt i ref. /2/. Den vesentligste reduksjonen i areal skyldes at området mellom elven og Tomtegata, nedenfor Peder Buchs gate, er tatt ut av sonen grunnet stor dybde til kvikkleire og små vanddyb ute i elven. For øvrig er det bare foretatt mindre endringer/justeringer i utstrekningen av sonen, figur 31 og 32.

Undersøkelsene bekrefter at det ligger kvikkleire under praktisk talt hele sonen, figur 23 til 26. Det er spesielt tre forhold som er ugunstige med hensyn til kvikkleiren i dette området:

- Overgangen til kvikkleire ligger for en stor del bare 3-4 m under terreng. Ved gravearbeider vil en derfor ofte komme ned i kvikkleire.
- Leiren blir helt flytende ved omrøring (høy sensitivitet). Dette øker faren for at grunnbrudd kan utvikle seg til et større skred.
- Kvikkleirelaget har stor mektighet, 15-25 m. Derved øker faren for dypere glidninger og derved store skred.

Undersøkelsene viser videre at poretrykkene (vanndrykkene) i leiravsetningen til dels er svært høye. Dette er ugunstig med hensyn til leirens styrke, figur 2 til 6.

Stabilitetsanalysene viser at det på deler av sonen er behov for tiltak for å oppnå/oppretholde en akseptabel sikkerhet mot skred. Faresone Bragernes er derfor delt inn i tre delsoner avhengig av dagens stabilitetsmessige tilstand, figur 31 og 32:

- Delsone I har god sikkerhet. Anleggsvirksomhet forventes ikke å medføre kritisk områdestabilitet. Ved anleggsvirksomhet stilles krav om sikker byggegrop og sikring av nabobygg.
- Delsone II har tilfredsstillende sikkerhet under dagens forhold. Forverring av sikkerheten må imidlertid unngås. Ved anleggsvirksomhet stilles krav om en viss forbedring av sikkerheten mot skred i alle faser av utbyggingen så vel som permanent.
- Delsone III har utilstrekkelig sikkerhet ut mot elven. Det anbefales utlagt en stabiliserende fylling ute i elven. Ny byggevirkosomhet bør ikke tillates før sikkerheten er bedret. Etter utlegging av motfylling, vil delsonen III inngå i delsonen I.

Vi ønsker å understreke at beregningsmaterialet for stabilitetsanalysene er NGIs tolkning/evaluering av det foreliggende grunnlagsmaterialet og at NGI ikke har noe ansvar for hvordan våre resultater måtte anvendes av andre.



Innhold

1	INNLEDNING	4
2	FELT - OG LABORATORIEUNDERSØKELSER	4
2.1	Dybdekartlegging	4
2.2	Grunnundersøkelser og laboratoriearbeider	4
3	BESKRIVELSE AV GRUNNFORHOLDENE	5
3.1	Kvartærgeologi	5
3.2	Terrengforhold, lagdeling og beskrivelse av løsmasser	5
3.3	Kvikkleire	6
3.4	Poretrykk	6
3.5	Styrkeegenskaper	7
4	STABILITETSBEREGNINGER	8
4.1	Stabilitet i profil A-A'	8
4.2	Stabilitet i profil B-B'	9
4.3	Stabilitet i profil C-C'	9
4.4	Stabilitet i profil D-D'	10
5	TILTAK / RESTRIKSJONER	10
5.1	Endring av sonens utstrekning	10
5.2	Inndeling i delsoner etter stabilitetsmessig tilstand	11
5.3	Delsone I	11
5.4	Delsone II	11
5.5	Delsone III	12
6	RETTIGHET TIL OG BRUK AV BEREGNINGSGRUNNLAGET	12
7	REFERANSER	13

Figurer

1	Oversiktskart M = 1 : 50 000
2-6	Sammenstilling av poretrykkmålinger
7-22	Skjærstyrkeprofiler basert på CPTU-forsøk
23-26	Profiler A-A', B-B', C-C' og D-D' Grunnforhold
27-30	Profiler A-A', B-B', C-C' og D-D' Stabilitetsberegninger
31	Situasjonskart M = 1 : 2 000
32	Ortofoto

Kontroll- og referanseside



1 INNLEDNING

På oppdrag for NVE foretar NGI risikoklassifisering av kvikkleiresoner i Trøndelag og på Østlandet. Sonene i Drammen kommune ble klassifisert i 2003. Resultatene er presentert i rapport 20001008-4, datert 11.05.2004, ref /2/. Av de 7 kartlagte sonene i Drammen har sone "Bragernes" kommet i høyeste risikoklasse ("middels" faregrad og "meget alvorlig" konsekvens). NVE og Drammen kommune besluttet derfor at det skulle foretas en undersøkelse av stabilitetsforholdene for denne sonen, samt å vurdere behovet for permanente sikringstiltak og restriksjoner/pålegg i forbindelse med fremtidig byggevirksomhet.

NGI har vært ansvarlig for gjennomføring av oppdraget. Våre arbeider har omfattet planlegging, oppfølging og gjennomføring av grunnundersøkelser, evaluering av data, stabilitetsanalyser, samt utarbeidelse av forslag til tiltak for å sikre mot skred. I tillegg er det foretatt dybdemåling i elven på den aktuelle strekningen.

2 FELT - OG LABORATORIEUNDERSØKELSER

2.1 Dybdekartlegging

Ny dybdekartlegging av elven ble utført i 2004 av firmaet Blom Maritime AS, Stavanger, se ref. /39/. Det er benyttet multistråle ekkolodd. Kartet har en ekvidistanse på 1 m.

Det tidligere dybdekartet over denne elvestrekningen er fra 1992. Kartleggingen ble foretatt med ekkolodd av firmaet Blom AS, på oppdrag fra Statens vegvesen. Også dette kartet har ekvidistanse 1 m, men nøyaktigheten er trolig noe dårligere enn på det nye kartet.

Resultatene av dybdemålingene inngår i evalueringen av stabilitetsforholdene og vurderingen av behovet for fremtidige sikringstiltak.

2.2 Grunnundersøkelser og laboratoriearbeider

Grunnundersøkelser og laboratoriearbeider er utført av NGI i perioden juli til oktober 2004. Grunnundersøkelsene har omfattet 14 dreietrykksonderinger, 11 trykksonderinger (CPTU), installering av poretrykkmålere i 9 borepunkter (20 piezometre) og opptak av 3 blokkprøver fra ett borepunkt.

Laboratorieundersøkelsene har, foruten rutineundersøkelser, omfattet bestemmelse av konsistensgrenser, triaksialforsøk (CAUC og CAUE), skjærforsøk (DSS-CCV), ødometerforsøk og bestemmelse av kornfordeling, se ref. /40/.

Det foreligger fra tidligere omfattende informasjon om grunnforholdene innenfor sonen. En rekke av disse undersøkelsene inngår i bakgrunns materialet for vurderingene i denne rapporten, se ref. /8/ til /35/.

3 BESKRIVELSE AV GRUNNFORHOLDENE

3.1 Kvartærgeologi

Løsmasseavsetningene på Bragernes består i det alt vesentlige av marine avsetninger med stor mektighet. Leire og silt er dominerende kornstørrelser. På grunn av landhevingen finnes disse avsetningene nå over havnivå. Landhevingen har her resultert i en utvasking av saltet som binder leirpartiklene sammen. Resultatet av denne utvaskingen er at det er blitt dannet kvikkleire. Den leirtypen har sprøbruddoppførsel og blir fullstendig flytende under omrøring.

Geologisk sett viser grunnundersøkelsene at leiravsetningen på Bragernes generelt er normalkonsolidert, det vil si at leiren ikke tidligere har hatt større last (vertikal effektivspenning) enn i dag. Det synes således generelt ikke å ha forekommet større skred eller erosjon som har medført avlastning av området utenfor elven.

3.2 Terrengforhold, lagdeling og beskrivelse av løsmasser

Resultatene av tidligere og nye undersøkelser er sammenstilt i profilene A-A', B-B', C-C' og D-D', figur 23-26.

Det undersøkte området utgjør strekningen mellom Holmenbrua i øst, Bybrua i vest og Cappelens gate i nord, se situasjonsplanen, figur 31. Terrenget stiger fra ca kote 2 nede ved elven til kote 15-20 ved Cappelens gate. Terrenghelningen er minst nede ved elven, 1:30, økende til 1:10 på deler av partiet ovenfor Engene. På strekningen fra Holmenbrua til litt forbi Erik Børresens gate er det, i forbindelse med veiprosjekter, de seneste årene fortatt betydelige utfyllinger i elven, profilene C-C' og D-D'. Dypeste elvebunn ligger her på henholdsvis kote -6 og -3. Lengst oppstrøms er det ikke foretatt vesentlig utfylling i nyere tid. Elvebunnen ligger her på kote -4 ved elvekanten, økende til kote -7 ca 40 m fra land. Sammenligning av tidligere (1992) og nye (2004) bunnkoter viser ingen påviselige endringer på strekningen fra Holmenbrua og opp til Erik Børresens gate. Videre oppstrøms, profilene A-A' og B-B', viser de nye dybdemålingene gjennomgående noe større vanddyb, ca 1 m større inne ved land og ca 0,5 m større lenger ut.

Grunnen er relativt ensartet over hele det undersøkte området. Under et topplag av fyllmasser ligger det et lag av silt/finsand og derunder plastisk leire, siltig leire med overgang til noe sand og grus over fjell. Mikropaleontologiske undersøkelser har vist at det siltige leirlaget er avsatt i sen-glacial tid, mens det plastiske leirlaget er avsatt i post-glacial tid.

Leiravsetningene utgjør den dominerende delen av løsmasseavsetningen på Bragernes. Overgangen til leire ligger 2-3 m under terreng på den øverste 2/3 av området, økende til 5-6 m ut mot elven. Tykkelsen på leirlaget er 40-45 m ut mot elven, avtagende til ca 25 m ved Engene og 10-15 m ved Thornegata. Under tørrskorpen ligger det et lag med plastisk leire. Mektigheten er stort sett mellom 4 og 6 m, med avtagende mektighet på den øverste delen av området. Den plastiske leiren har leirinnhold på 40-45 %. Den underliggende siltige leiren har mektigheter på 30-35 m ut mot elven, avtagende til ca 20 m ved Engene. Den siltige leiren har leirinnhold på noe under 30 %.

3.3 Kvikkleire

Utstrekningen av kvikkleire er markert med skravur på profilene A-A', B-B', C-C', og D-D', figur 23-26. Som det fremgår er kvikkleiren sammenhengende praktisk talt over hele området. Bare boringene lengst nordvest på området, boringene 1, 2 og 12 i figur 23 og 24 indikerer lav sensitivitet.

Det er tre forhold som en spesielt skal være oppmerksom på med hensyn til kvikkleiren på Bragernes:

- Overgangen til kvikkleire ligger bare 3-4 m under terreng. Ved gravearbeider vil en derfor ofte komme ned i kvikkleiren. Dette vil medføre anleggsmessige problemer, men også stabilitetsmessige problemer med fare for grunnbrudd i kvikkleiren.
- Leiren har gjennomgående en meget høy sensitivitet, for en stor del over 100. Ved omrøring vil leiren bli helt flytende. Dette innebærer at mindre initialscred/grunnbrudd lett vil kunne utvikle seg til å bli meget omfattende.
- Kvikkleirens mektighet er stor under hele området, ca 15 m ved Engene økende til ca 25 m nede ved elven. Den store mektigheten øker faren for at det kan inntreffe dype glidninger og derved store skred.

3.4 Poretrykk

Resultatene av poretrykkmålingene fremgår av profilene A-A', B-B', C-C' og D-D', figur 23-26. Målingene viser at det gjennomgående er relativt høye poretrykk over hele området, med stige høyder over terrengnivå i de fleste målerne. Dette fremgår også av figur 2, hvor målte poretrykk er vist i forhold til dybde under terreng ved samtlige målepunkter. Målingene er sammenliknet med en rent hydrostatisk poretrykkfordeling fra 2 m under terreng. Nesten samtlige målere viser overtrykk i forhold til hydrostatisk trykkfordeling. I gjennomsnitt ligger målerresultatene ca 20 kPa over hydrostatisk trykk. De høye poretrykkene skyldes kommunikasjon med grunnvannsregimet i Bragernesåsen.

For å avdekke eventuelle variasjoner i poretrykkforholdene over området, er målerresultatene i figur 3 også sett i forhold til terrengnivået ved de ulike målepunktene. Figur 3 viser at poreovertrykket varierer med terrengekoten.

Overtrykket er størst på den delen av området hvor terrenget ligger lavere enn ca kote 12, mellom Thornegata i øst/Engene i vest og elven. Høyest overtrykk er målt i området med terrengkote mellom +5 og +10. I figurene 4, 5 og 6 er målepunktene vist som stighøyde over terreng i forhold til terrengkote, for målere i henholdsvis 6, 12 og 18 m dybde. Figurene viser at det, i alle de tre dybdenivåene, er markert størst stighøyde i området der terrengkoten ligger mellom kote +5 og +10.

3.5 Styrkeegenskaper

Stabilitetsforholdene er bestemt på basis av den udrenerte skjærstyrke, s_u . Dette er den praktiske konsekvens av erfaringer fra skred og laboratoriedata på kvikkleire. Erfaringene viser at når opptredende skjærspenninger overskrider en kritisk terskelverdi, tilsvarende udrenert skjærstyrke, skjer det en eksplosiv poretrykkøkning og derved brudd i leiren, /36/.

Bestemmelse av udrenert skjærstyrke har i løpet av de seneste årene i økende grad blitt bestemt gjennom CPTU-forsøk. Korrelasjoner mellom CPTU resultater, udrenert skjærstyrke og overkonsolideringsforhold er utviklet for bløt til middels fast leire. Korrelasjonene er basert på sammenstilling av CPTU- resultater mot udrenert treaksial aktiv skjærstyrke, s_{uA} , og forkonsolideringstrykk bestemt på høykvalitets blokkprøver fra 17 ulike lokaliteter, /37/. Det foreligger korrelasjoner mellom udrenert skjærstyrke og ulike CPTU-faktorer. Sammenstillingene viser at poretrykkfaktoren, N_{du} , gir den mest konsistente korrelasjonen med udrenert skjærstyrke, og er derfor lagt mest vekt på i dette tilfellet.

For å sikre at korrelasjonene mellom laboratorie- og felldata er representative for kvikkleiren på Bragernes, er det tatt opp egne blokkprøver og utført triaksial-, direkte skjær- og ødometerforsøk. Resultatene bekrefter god overensstemmelse med de anvendte CPTU korrelasjoner.

Skjærstyrkeprofilene for de ulike borestedene er vist på figurene 7 til 22. De aktive skjærstyrkene, s_{uA} , er her vist både på grunnlag av poretrykkfaktor, N_{du} (sort kurve), spissmotstandfaktor, N_{kl} (rød kurve) og s_{uA}/p_o fra aktive triaksialforsøk på blokkprøver (lilla kurve). Karakteristisk styrke er bestemt på grunnlag av disse styrkeprofilene. I ikke-kvikk leire er karakteristisk styrke valgt å tilsvare anslått beste tilpasning (blå kurve). I kvikkleire derimot er karakteristisk styrke satt 15 % lavere enn beste tilpasning. Dette er gjort for å ta hensyn til potensiell styrkereduksjon på grunn av sprøbruddoppførselen til kvikkleiren, det vil si større fare for en progressiv bruddutvikling i kvikkleire enn i ikke-kvikk leire, /38/.

Ute i elva er masser erodert bort. Grunnen under elvebunnen er derfor overkonsolidert. Lokale korrelasjoner mellom aktuelle skjærstyrkeprofiler på land, basert på tolkning av nærmeste CPTU-sondering, og skjærstyrkeforholdene ute i elva er derfor etablert. Det er antatt at opprinnelig havbunnsnivå har ligget på kt. +2 ute i elven.

4 STABILITETSBEREGNINGER

Stabilitetsberegningene er utført med programmet Postograf. I tillegg er det, som kontroll, utført beregninger med elementprogrammet Plaxis.

Postograf baserer seg på en likevektsbetraktning i bruddgrensetilstanden, "Limit equilibrium method" (LEM), mens Plaxis finner sikkerhetsfaktoren ved å beregne nødvendig skjærstyrkereduksjon for å oppnå brudd for beregnede dagens skjærspenninger.

Beregningene med Plaxis og Postograf viser godt samsvar.

Beregningene er utført både med sirkulære og plane glideflater. Det er utført beregninger med vannfylt jordsprekk fra terreng og ned til 2 meter dybde. Videre er det utført beregninger både med og uten terrenglast. Terrenglasten er satt til 10 kPa og er plassert slik at den bare dekker den drivende delen av glideflaten.

I beregningene er det tatt hensyn til at leire er et anisotrop materiale, det vil si at skjærstyrken varierer med glideflatens helning. Anisotropiforholdet er bestemt ved laboratorieforsøk utført på blokkprøvemateriale for henholdsvis aktiv sone, for den plane delen av glideflaten og for passiv sone. Forholdet mellom styrkeverdiene for de ulike sonene er:

- $A_d = s_{uD}/s_{uA} = 0,70$ for plastisk leire og 0,60 for siltig leire
- $A_p = s_{uP}/s_{uA} = 0,37$ for plastisk leire og 0,28 for siltig leire

Beregningene, omtalt i det etterfølgende og vist på figurene 27 til 30, er utført med programmet Postograf. Faktorene A_a , A_d og A_p på figurene multiplisert med karakteristisk skjærstyrke.

Tabellen viser sammenstilling av beregningsresultatene:

Profil	Beregningsmessig sikkerhetsfaktor		
	Mot elven		I bakkant
	I dag	Motfylling	
A – A'	1,0	1,2	1,5
B – B'	1,1	1,2	1,4
C – C'	1,6	----	1,3
D – D'	2,7	----	1,2

4.1 Stabilitet i profil A-A'

Profilen strekker seg fra Drammenselva og opp til Cappelens gate mellom Amtmann Bloms gate og Schwenckegata. Elvebredden er her ikke omfattet av tidligere stabiliseringsarbeider utført i forbindelse med anleggelse av Nedre Strandgate.



Med terrenglaster som vist på figur 27, 26 kPa trafikklast i Nedre Strandgate og 10 kPa på terrenget bakenfor, blir beregningsmessig sikkerhet for lokale glideflater ut mot elven lav, $F \sim 1,0$. Sikkerheten er økende med økende avstand fra elven. For glideflater som går mer enn 50 m bakover er beregningsmessig sikkerhet $> 1,3$. Det bør gjennomføres sikringstiltak for å bedre den lokale sikkerheten og således redusere faren for bakovergripende skredutvikling, se kapittel 5.

For partiet fra Nedre Storgate og opp til Engene er sikkerheten i dag god, $F > 1,5$.

For den øverste delen av profilet, mellom Engene og Thornegata, er beregningsmessig sikkerhet uten terrenglast $F \sim 1,5$. Med ugunstig plassert terrenglast er sikkerheten $F \sim 1,3$. Her vurderes sikkerheten som tilfredsstillende for dagens situasjon.

4.2 Stabilitet i profil B-B'

Profilet strekker seg fra Drammenselva og opp til Cappelens gate mellom Schwenckegata og Erik Børresens gate. Elvebredden er her ikke omfattet av tidligere stabiliseringsarbeider utført i forbindelse med anleggelse av Nedre Strandgate.

Med terrenglaster som vist på figur 28, 26 kPa trafikklast i Nedre Strandgate og 10 kPa på terrenget bakenfor, blir beregningsmessig sikkerhet for lokale glideflater ut mot elven lav, $F \sim 1,1$. Sikkerheten er økende med økende avstand fra elven. For glideflater som går mer enn 50 m bakover er beregningsmessig sikkerhet $> 1,3$. Det bør gjennomføres sikringstiltak for å bedre den lokale sikkerheten og således redusere faren for bakovergripende skredutvikling, se kapittel 5.

For partiet fra Nedre Storgate og opp til Engene er sikkerheten i dag god, $F > 1,8$.

For øverste del av profilet, mellom Engene og Thornegata, er beregningsmessig sikkerhet uten terrenglast $F \sim 1,4$. Med ugunstig plassert terrenglast er sikkerheten $F \sim 1,3$. Her vurderes sikkerheten som tilfredsstillende for dagens situasjon.

4.3 Stabilitet i profil C-C'

Profilet strekker seg fra Drammenselva og opp til Cappelens gate mellom Gjetergata og Sundgata. Elvebredden er omfattet av tidligere stabiliseringsarbeider utført i forbindelse med anleggelse av Nedre Strandgate.

Beregningsmessig sikkerhet ut mot elven er tilfredsstillende pga. tidligere utfyllingsarbeider, $F \sim 1,6$.



For partiet fra Nedre Strandgate og opp til Nedre Storgate er sikkerheten i dag god, $F > 1,6$.

For øverste del av profilet, mellom Nedre Storgate og Cappelens gate, er beregningsmessig sikkerhet $F \sim 1,3$ uten terrenglast og $F \sim 1,2$ med ugunstig plassert terrenglast. Sikkerheten vurderes som akseptabel for dagens situasjon. Det bør imidlertid her stilles spesielle krav/restriksjoner ved utbygging, ettersom relativt beskjedne anleggsmessige inngrep vil kunne forverre stabiliteten betydelig, se kapittel 5.

4.4 Stabilitet i profil D-D'

Profilen strekker seg fra Drammenselva og opp til Cappelens gate mellom Peder Buchs gate og Søren Lemmichs gate. Elvebredden er omfattet av tidligere stabiliseringsarbeider utført i forbindelse med anleggelse av Nedre Strandgate.

Beregningsmessig sikkerhet ut mot elven er god pga. tidligere utfylling, $F \sim 2,7$.

For partiet fra Nedre Strandgate og opp til Nedre Storgate er sikkerheten i dag god, $F > 2,7$.

For øverste del av profilet, mellom Nedre Storgate og Thornegata er beregningsmessig sikkerhet $F \sim 1,2$ uten terrenglast og $F \sim 1,1$ med ugunstig plassert terrenglast. Sikkerheten vurderes som akseptabel for dagens situasjon. Det bør imidlertid her stilles spesielle krav/restriksjoner ved utbygging, ettersom relativt beskjedne anleggsmessige inngrep kan forverre stabiliteten betydelig, se kapittel 5.

5 TILTAK / RESTRIKSJONER

5.1 Endring av sonens utstrekning

Faresone Bragernes er tidligere angitt av NGI i 2004, se/2/. På grunnlag av de nye undersøkelsene er sonen nå en del mindre enn før, se situasjonsplanen figur 31 og ortofoto figur 32.

Den sydøstre del av sonen utgår. Dette gjelder området mellom Losjeplassen - Prins Oscars gate og Tomtegata – Drammenselven. De utførte undersøkelsene viser at dybden til kvikkleire her er stor, mer enn 20 m. Likeledes viser dybdemålingene i elven at vanddybden på denne strekningen bare er ca 6 m, hvilket gir en vesentlig mindre høydeforskjell enn minstekriteriet for en faresone (total høydeforskjell ca 10 m eller mer).

For øvrig er det foretatt mindre innsnevring av sonen mot øst og nord. Sammenlignet med anbefalingene gitt i 2004.

Flere av boringene lengst nordvest på området, se for eksempel boringene 1, 2 og 12, indikerer lav sensitivitet. Resultatene er imidlertid ikke entydige og vi har derfor her valgt å beholde dette området som en del av sonen.

5.2 Inndeling i delsoner etter stabilitetsmessig tilstand

Det er foretatt en inndeling av sonen i 3 delsoner i henhold til den sikkerhetsmessige tilstand stabilitetsanalysene har avdekket. Inndelingen i delsoner er vist på situasjonsplanen, figur 31 og ortofoto, figur 32. Grensene for delsonene er, av praktiske hensyn, lagt til gatesystemet i området.

5.3 Delsone I

Sikkerheten av området er i dag god.

Bygningsmessige inngrep skal her ikke kunne forårsake større skred. Eventuelle lokale grunnbrudd vil ikke forplante seg videre i vesentlig grad.

Krav til geoteknisk prosjektering vil omfatte:

- Dokumentasjon på stabilitet av byggegrop.
- Hensyn til/sikring av nabobygg.

5.4 Delsone II

Sikkerheten av området i dag er tilfredsstillende. Med den normale daglige aktiviteten som skjer i området, vil sikkerheten også i fremtiden være tilfredsstillende.

Sikkerheten må ikke forverres, idet en forverring av stabiliteten kan føre til at større skred blir utløst. Konsekvensen ved et skred vil kunne bli svært dramatisk, både fordi området er tett bebygd og fordi et skred, i verste fall, vil kunne utvikle seg til å bli svært omfattende.

En forverring av stabiliteten vil først og fremst kunne skje ved bygningsmessige inngrep. I og med at konsekvensene kan bli så store, må det derfor stilles strenge krav til godkjenning av utbyggingsprosjekter og til utførelse. Det bør kreves at gjennomføring av et hvert byggeprosjekt fører til en viss forbedring av sikkerheten mot skred i alle stadier av byggeprosessen så vel som permanent.

Noen/alle av følgende krav bør derfor stilles til geoteknisk prosjektering:

- Tilstrekkelige kunnskaper om de geotekniske forholdene fremskaffes.
- Stabilitetsanalyser utføres for fasene: før utbygging, i kritiske byggefaser og for permanent tilstand etter utbygging.
- Stadfestet utbyggingsekvens.

- Deformasjonsberegninger skal inngå i prosjekteringen og skal følges opp med målinger under utførelse. Dette gjelder spesielt for byggegroper/utgravinger.
- I forbindelse med peling må det stilles krav til å begrense massefortrengning og poretrykkoppbygning som følge av det. Dette må også følges opp med dokumentasjon under oppførelse.
- Det skal utføres målinger for å dokumentere tilfredsstillende stabilitet. Akseptgrenser skal fastlegges på forhånd.
- Avbøtende tiltak skal være planlagt, dersom akseptgrenser overstiges.

Det kreves at all geoteknisk prosjektering gjøres gjenstand for uavhengig kontroll.

5.5 Delsone III

På strekningen mellom Bybrua og Erik Børresens gate er sikkerheten ut mot elven i dag beregningsmessig ikke tilfredsstillende. Dybdmålingene viser dessuten at det her pågår noe erosjon, hvilket fører til en forverring av stabiliteten over tid. Denne strekningen ligger mellom det området som ble stabilisert i forbindelse med anleggelse av Nedre Strandgate i 90-årene og sikringsarbeidene utført oppstrøms Bybrua i 70-årene.

Det området som kan bli berørt av et eventuelt skred er markert på situasjonskart og ortofoto, figurene 31 og 32. Området har i dag ikke tilstrekkelig stabilitet til at ny byggeaktivitet bør tillates gjennomført.

Den mest hensiktsmessige måten å sikre dette område på vil være å legge ut en stabiliserende fylling ute i elven. Foruten å bedre stabiliteten, vil en fylling hindre videre erosjon i området.

Fyllingen, som vil omfatte en strekning på ca 220 m, bør strekke seg 30 m ut fra land og ha en tykkelse på minst 2 m, se figur 27 og 28. Teoretisk fyllingsvolum er 15 000 m³. Fyllingen vil bedre sikkerheten med ca 20 % for de kritiske glideflatene.

Med utlegging av fyllingen vil området få en tilfredsstillende sikkerhet. Ny byggevirksomhet vil kunne igangsettes samt at delsonen III derved vil bli sidestilt med delsonen I med hensyn til krav til geoteknisk prosjektering.

6 RETTIGHET TIL OG BRUK AV BEREGNINGSGRUNNLAGET

Grunnlagsmaterialet for stabilitetsanalysene er presentert i rapport 20041421-1, datert februar 2005. Stabilitetsanalysene er basert på en inngående tolkning/evaluering av dette materialet, og er NGIs forståelse av forliggende data. Vi vil derfor presisere at tolkninger/evalueringer utført av NGI ikke må anvendes av andre i fremtidige prosjekter, under henvisning til NGIs arbeid. Grunnlagsmaterialet må tolkes/evalueres selvstendig i hvert enkelt tilfelle.

NGI har ikke noe ansvar for hvordan andre måtte anvende vårt beregningsmateriale.

7 REFERANSER

- /1/ Norges Geotekniske Institutt (NGI), rapport 920027-1/2.
Kartlegging av områder med potensiell fare for kvikkleireskred.
Kartbladet Drammen 1814-III, M=1:50 000
Desember 1996
- /2/ Norges Geotekniske Institutt (NGI), rapport 20001008-4
Program for økt sikkerhet mot leirskred
Evaluering av risiko for kvikkleireskred
Drammen kommune
11 mai 2004
- /3/ Norsk geoteknisk forening, melding nr. 2,
Veiledning for Symboler og definisjoner i geoteknikk. Presentasjon
av geotekniske undersøkelser
Utgitt 1982.
- /4/ Berre, T. (1982)
Triaxial testing at the Norwegian Geotechnical Institute.
Geotechnical Testing Journal, Vol. 5, No. 1/2 pp. 3-17.
Also publ. in: Norwegian Geotechnical Institute.
Publication, 134, 1981, pp. 7-23
- /5/ Bjerrum, L. and A. Landva (1966)
Direct simple shear tests on a Norwegian quick clay
Geotechnique, Vol. 16, No. 1, pp. 1-20
Also publ. in: Norwegian Geotechnical Institute, Publication No. 70.
- /6/ Sandbækken, G., Berre, T. and Lacasse, S. (1986)
Oedometer testing at the Norwegian Geotechnical Institute
Consolidation of soils: Testing and Evaluation,
ASTM STP 892, R.N. Yong and F.C. Townsend, Eds., 1986
- /7/ Lacasse, S., Berre, T. and Lefebvre, G. (1985)
Block sampling of sensitive clays.
Proc. 11th Int. Conf. on Soil Mech. and Found. Eng.
San Fransisco, Vol. 2, pp. 887-892
Also publ. in: Norwegian Geotechnical Institute. Publication, 163, 1986
- /8/ Norges Geotekniske Institutt (NGI), rapport O.896-1
Stabilitetsundersøkelse av Nedre Bragernes, Drammen.
Sammenstilling av tidligere utførte undersøkelser.
20. november 1961



-
- /9/ Norges Geotekniske Institutt (NGI), rapport O.896-3
Grunnundersøkelser for prosjektert ny strandvei Brakerøya – Bybroen i Drammen.
12. juli 1963
- /10/ Norges Geotekniske Institutt (NGI), rapport 71029-1
Vurdering av stabilitetsforholdene langs Drammenselven på strekningen nedenfor Øvre Sund.
7. januar 1974
- /11/ Norges Geotekniske Institutt (NGI), teknisk notat 980022
Byggeplan Bragernesløpet
Geotekniske forhold ved utfylling i Drammenselva mellom Holmenbrua og Nygata
26. august 1998
- /12/ Norges Geotekniske Institutt (NGI), rapport 890088-1
Bragernes-prosjektet
6. desember 1990
- /13/ Norges Geotekniske Institutt (NGI), rapport 890088-2
Bragernesprosjektet
Hoveddel 1, Søren Lemmichs gate – Lier grense
Rev. 1, 13. mai 1992
- /14/ Norges Geotekniske Institutt (NGI), rapport 890088-3
Bragernesprosjektet
Hoveddel 2, Søren Lemmichs gate – Øvre Sund
Rev. 1, 13. mai 1992
- /15/ Norges Geotekniske Institutt (NGI), rapport 890088-4
Bragernesprosjektet
Delstrekning, Søren Lemmichs gate – Fayesgate
Rev. 1, 13. mai 1992
- /16/ Norges Geotekniske Institutt (NGI), rapport 890088-5
Bragernesprosjektet
Hoveddel 1, Tilbudsutgave
Rev. 1, 13. mai 1992
- /17/ Norges Geotekniske Institutt (NGI), rapport 890088-6
Bragernesprosjektet
Hoveddel 2, Tilbudsutgave
Rev. 1, 13. mai 1992



-
- /18/ Norges Geotekniske Institutt (NGI), rapport 890088-8
Bragernesprosjektet
Kloakkrammeplan 1986-1995
Gren- og stikningsledninger, nødoverløp
Egenregiarbeider, S. Lemmichsgt.- Konggt.
Grunnundersøkelser
20. januar 1993
- /19/ Norges Geotekniske Institutt (NGI), rapport 61/70
Grunnundersøkelser for nybygg
Engene 45, Drammen
28. september 1962
- /20/ Norges Geotekniske Institutt (NGI), rapport 61070-2
Sivilingeniør Arild Berg A/S
Grunnundersøkelser for nybygg Engene 45, Drammen
3. september 1985
- /21/ Norges Geotekniske Institutt (NGI), rapport O.567-1
Grunnundersøkelser for nytt tilbygg. Emil Jensen & Co.,
Torvet 12, Drammen
3. januar 1988
- /22/ Norges Geotekniske Institutt (NGI), rapport O.469
Grunnundersøkelser med stabilitetsanalyse for prosjektert veifylling i
Tomineborgdalen, Drammen
11. februar 1957
- /23/ Norges Geotekniske Institutt (NGI), rapport O.984
Grunnundersøkelser for Axel Helgeland i Søren Lemmichs gate 4
25. august 1961
- /24/ Norges Geotekniske Institutt (NGI), rapport O.730
Grunnundersøkelser for nytt tinghus, Engene 29-35, Drammen
11. mai 1959
- /25/ Norges Geotekniske Institutt (NGI), rapport O.510
Grunnundersøkelser og setningsmålinger for Det gamle rådhus,
Drammen
4. september 1957
- /26/ Norges Geotekniske Institutt (NGI), rapport 72040
Grunnundersøkelse for utvidelse av Rådhuset, Drammen
15. august 1972



-
- /27/ Norges Geotekniske Institutt (NGI), rapport 62/9
Drammen, Nedre Torvgate 15-17
Grunnundersøkelser for nybygg
22. juni 1962
- /28/ Norges Geotekniske Institutt (NGI), rapport 970095-1
Nytt politihus i Drammen
Grunnundersøkelser
3. oktober 1997
- /29/ Norges Geotekniske Institutt (NGI), rapport 980105-1
Bo- og servicesenter, Losjeplassen, Drammen
Grunnundersøkelser, datarapport
24. februar 1999
- /30/ Norges Geotekniske Institutt (NGI), teknisk notat 980105
Bo- og servicesenter, Losjeplassen, Drammen
Geotekniske dimensjoneringsparametere
14. mars 1999
- /31/ Norges Geotekniske Institutt (NGI), teknisk notat 980105
Bo- og servicesenter, Losjeplassen, Drammen
Vurdering av byggetomt mot Nedre Storgate
15. mars 1999
- /32/ Norges Geotekniske Institutt (NGI), rapport O.983
Grunnundersøkelser for ny presse ved Drammens Tidende og Buskerud
Blad
3. februar 1961
- /33/ NVK-Terraplan, rapport 00154.01, rev. 0
Sparebanken Øst Eiendom AS
Drammenshus Prosjektet
Grunnundersøkelser
26. februar 2001
- /34/ Multiconsult AS, rapport 111508-01, rev. 0 (foreløpig utgave)
Geoteknisk datarapport med presentasjon av tidligere og supplerende
grunnundersøkelser
11. november 2004
- /35/ Sivilingeniør Bjørn Strøm, prosjekt 1068
Drammen Rådhus, utvidelse mot nord – foreløpig rapport over
geotekniske tilleggsarbeider 14. juni 1985.



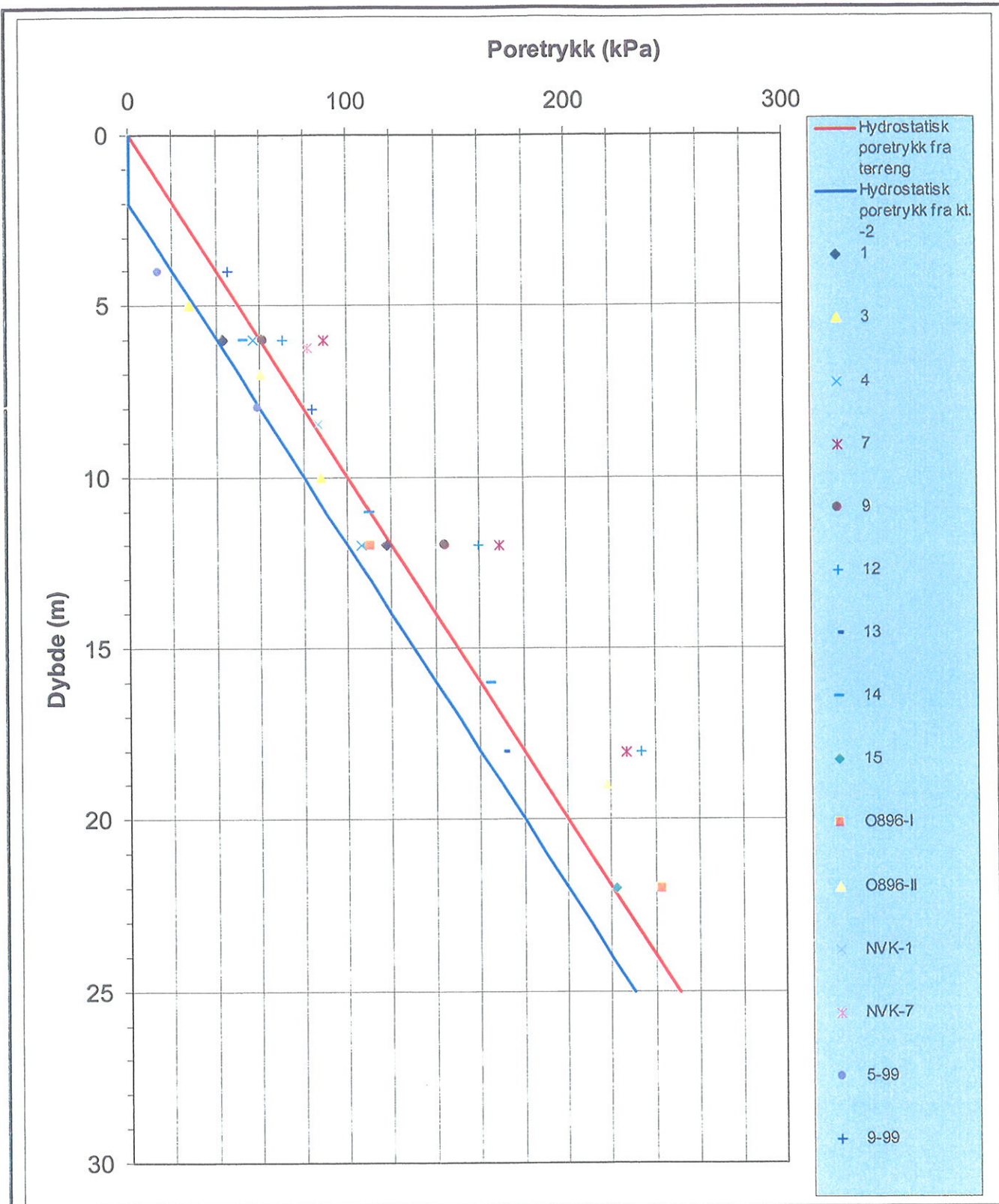
-
- /36/ Karlsrud, K., G.Aas and O.Gregersen (1984). *Can we predict landslide hazards in soft sensitive clays? Summary of Norwegian practice and experiences.* International Symposium on Landslides, Torino 1984. Proceedings, Vol. 1, pp. 107-130. Also publ. In: Norwegian Geotechnical Institute. Publication, 158.
- /37/ Karlsrud, K., T.Lunne, D.A.Kort and S.Strandvik (2005). *CPTU Correlations for Clays.* NGI-rapport 20041198-1. Vil bli publisert I Proc. International Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering.
- /38/ Karlsrud, K. (2003). *Skjærstyrkeegenskaper av leire og bruk i stabilitetsanalyser.* Stabilitetsanalyser av skråninger, skjæringer og fyllinger. Foredrag på NIF konferanse, mai 2003. NGI-rapport 20021633-2, 20 mai 2003.
- /39/ Blom Maritime (2004). *NVE region sør. Dybdekartlegging Drammenselva.*
- /40/ Norges Geotekniske Institutt (NGI), rapport 20041421-1 *Program for økt sikkerhet mot leirskred. Datarapport: Grunnundersøkelser Bragernes, Drammen 21 januar 2005.*



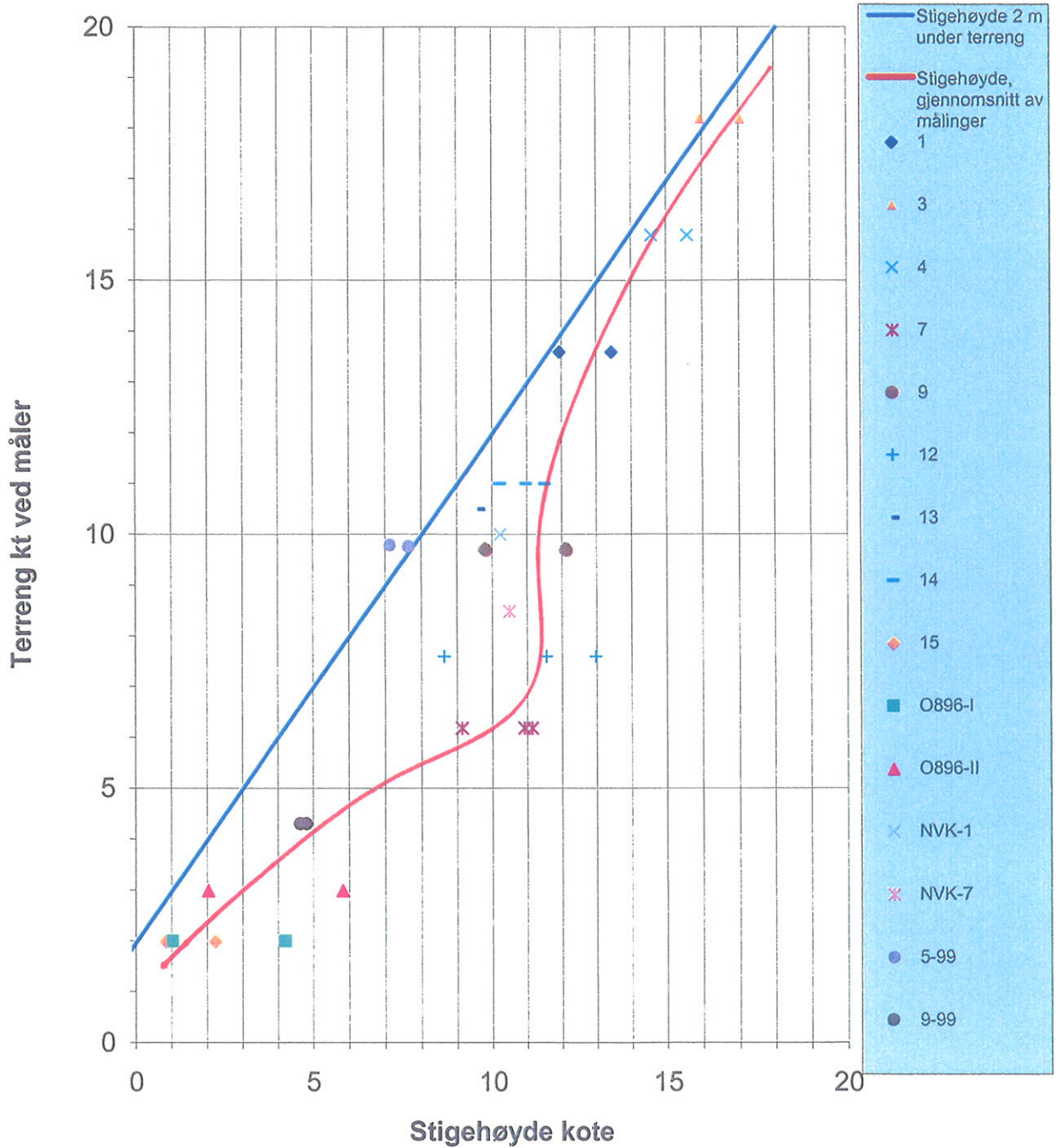
Kartblad N50: 1814 III Drammen

UTM koordinater: 32VNM682237

<p>PROGRAM FOR ØKT SIKKERHET MOT LEIRSKRED</p>	<p>Rapport nr. 20041343</p>	<p>Figur nr. 1</p>
<p>Oversiktskart</p>	<p>Tegner OG</p>	<p>Dato 2005-02-10</p>
<p>M = 1 : 50 000</p>	<p>Kontrollert <i>UK</i></p> <p>Godkjent <i>OG</i></p>	

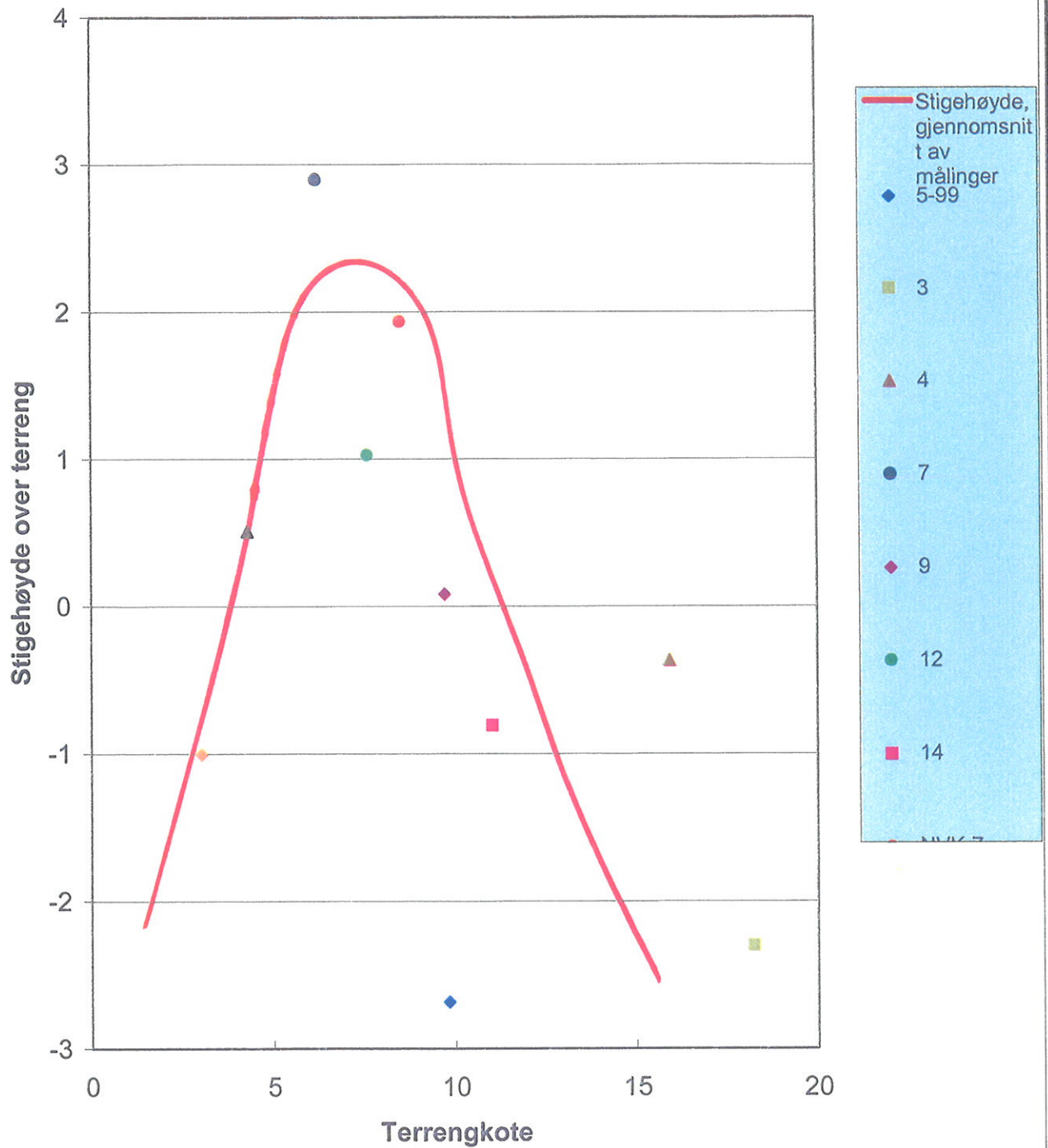


<p>PROGRAM FOR ØKT SIKKERHET MOT LEIRSKRED</p> <p>Sammenstilling poretrykksmålinger Poretrykk versus dybde</p>	Rapport nr. 20041343-1	Figur nr. 2	
	Tegner RMO <i>RMO</i>	Dato 2005-02-21	
	Kontrollert KK <i>KK</i>		
	Godkjent OG <i>OG</i>		



PROGRAM FOR ØKT SIKKERHET MOT LEIRSKRED Sammenstilling poretrykkmålinger Stigehøyde versus terrengkote	Rapport nr. 20041343-1	Figur nr. 3
	Tegner RMo <i>RMo</i>	Dato 2005-02-21
	Kontrollert KK <i>KK</i>	
	Godkjent OG <i>OG</i>	

Målere i 6 m dybde



PROGRAM FOR ØKT SIKKERHET MOT LEIRSKRED

Sammenstilling poretrykksmålinger i 6 m dybde
Stigehøyde versus terrengkote

Rapport nr.
20041343-1

Figur nr.
4

Tegner
RMO *RMO*

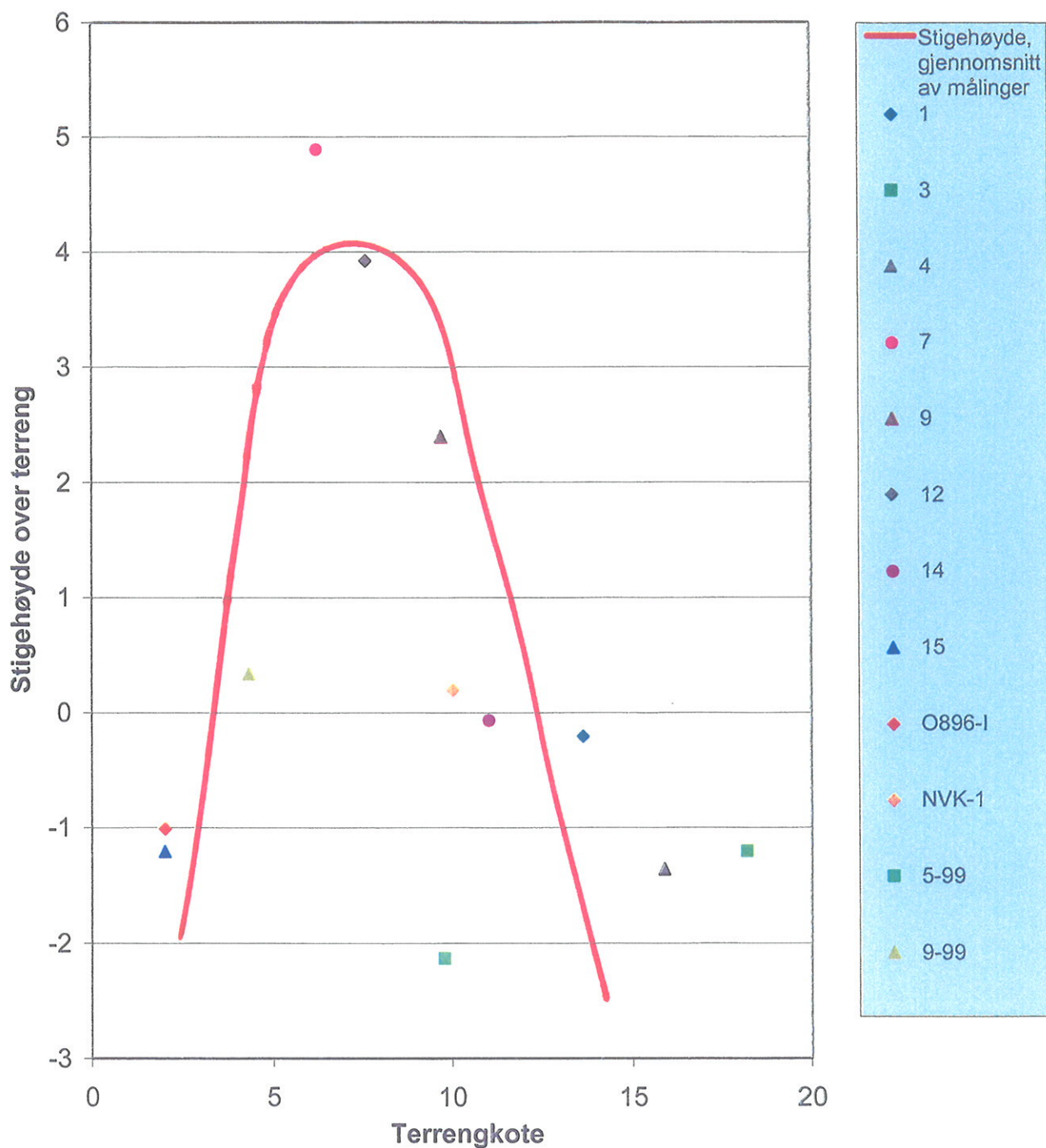
Dato
2005-02-21

Kontrollert
KK *KK*

Godkjent
OG *OG*



Målere i 12 m dybde



PROGRAM FOR ØKT SIKKERHET MOT LEIRSKRED

Sammenstilling poretrykkmålinger i 12 m dybde
Stigehøyde versus terrengkote

Rapport nr.
20041343-1

Figur nr.
5

Tegner
RMO *RMO*

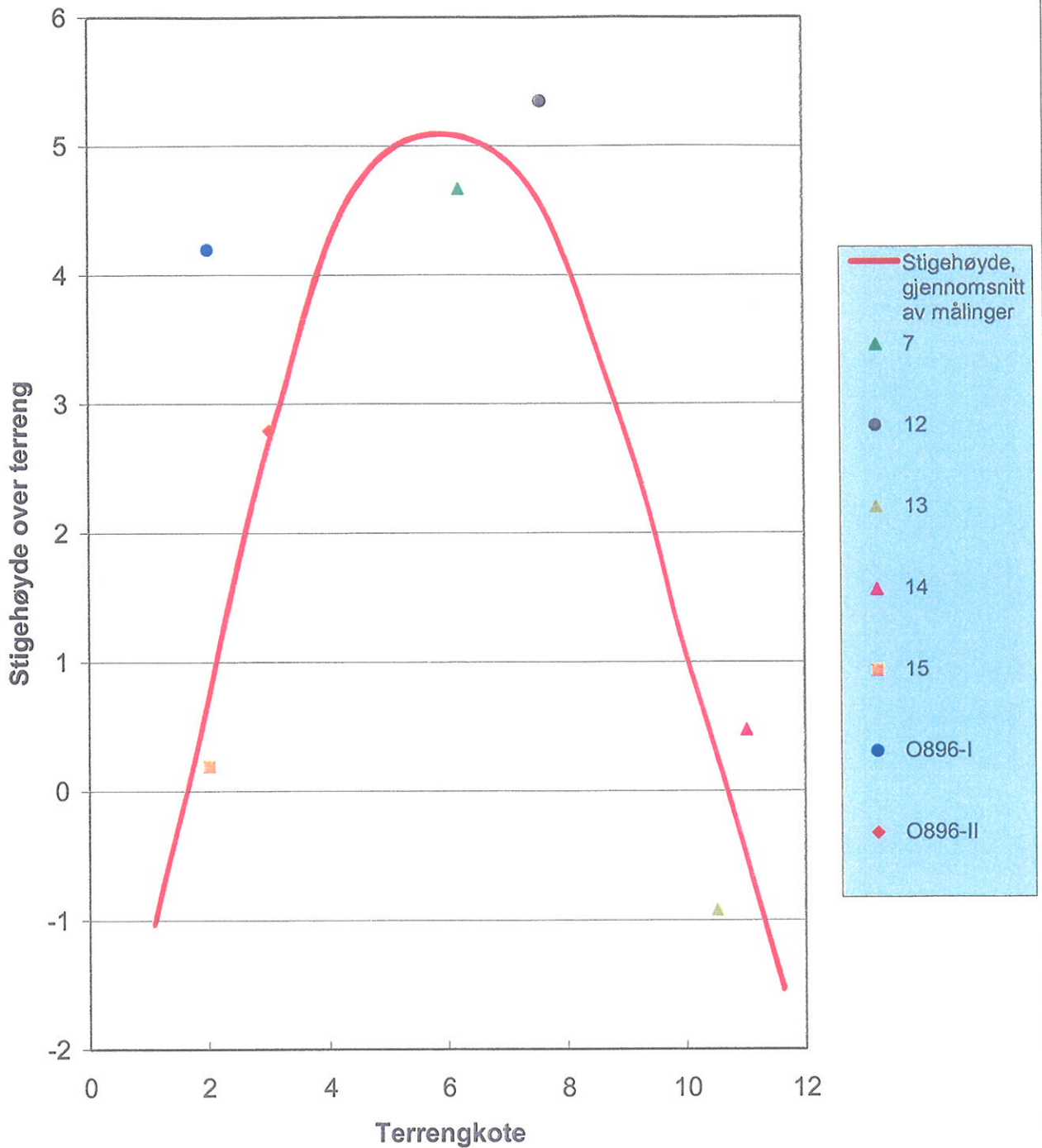
Dato
2005-02-21

Kontrollert
KK *KK*

Godkjent
OG *OG*



Målere i 18 m dybde



PROGRAM FOR ØKT SIKKERHET MOT LEIRSKRED

Sammenstilling poretrykkmålinger i 18 m dybde
Stigehøyde versus terrengkote

Rapport nr.
20041343-1

Figur nr.
6

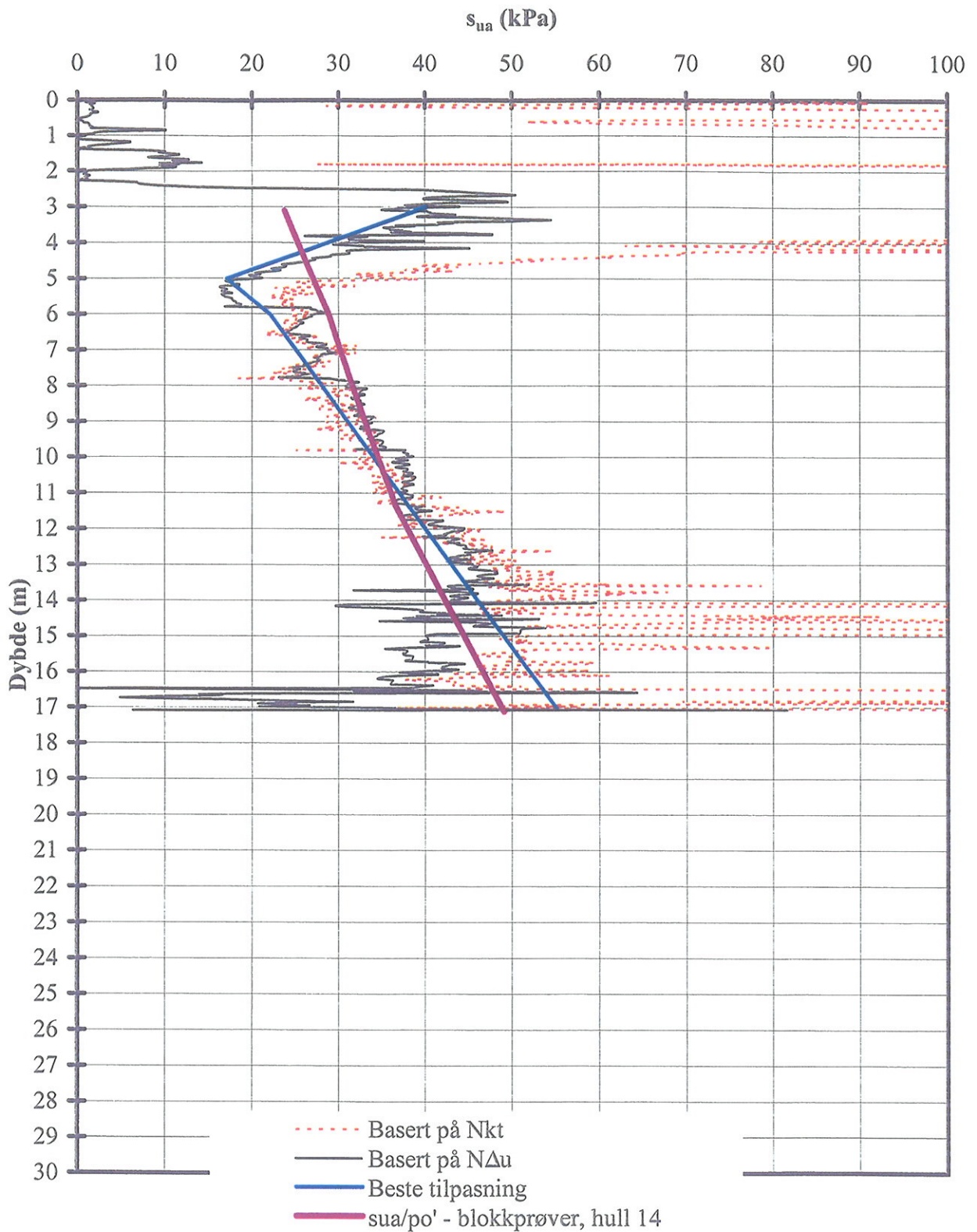
Tegner
RMO *RMO*

Dato
2005-02-21

Kontrollert
KK *KK*

Godkjent
OG *OG*





N_{kt} = 9,5
 N_{Du} = 8,4

Terrengekote : 13,6 m
 Grunnvannstand : 2,5 m under terreng

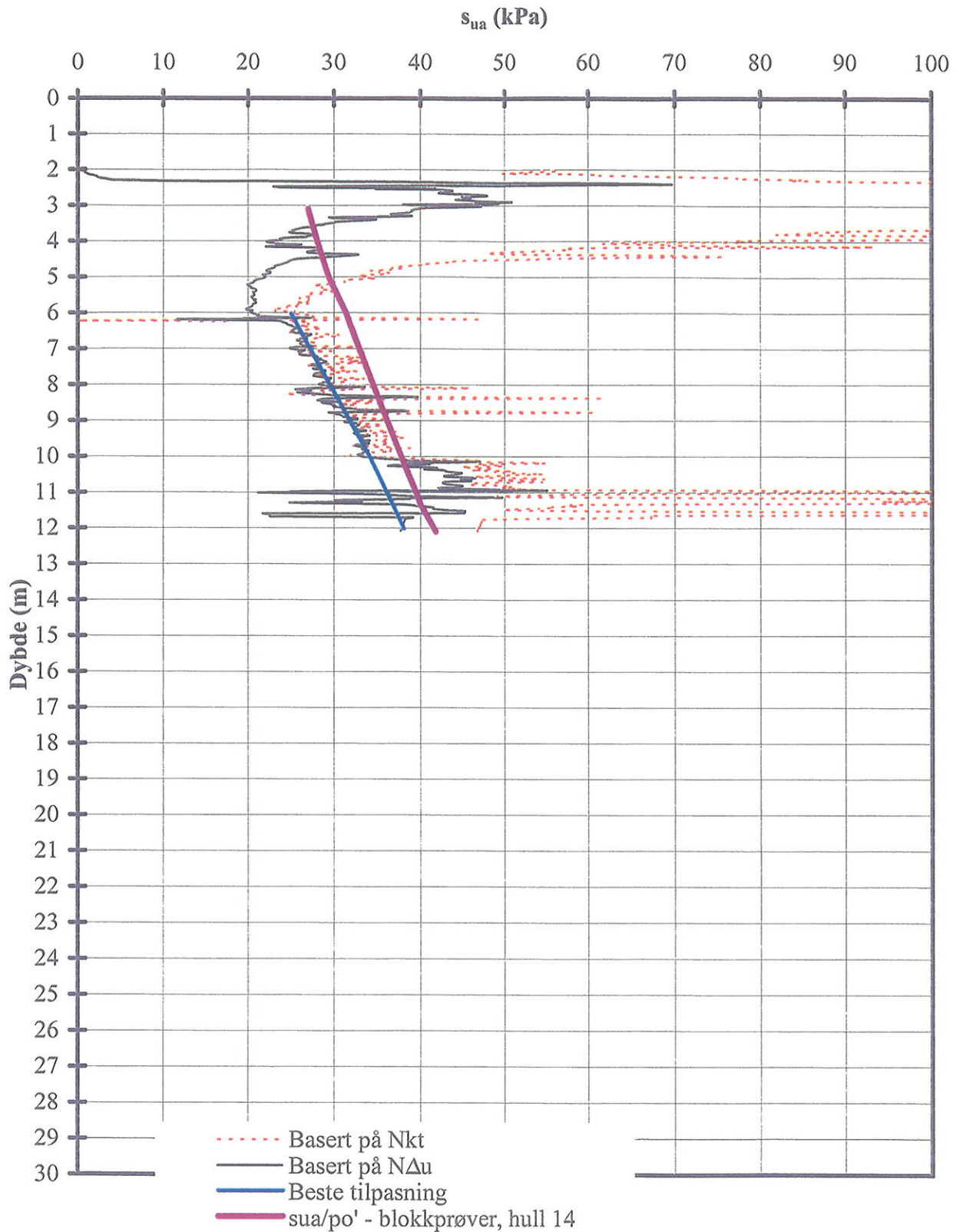
F:\p\2004\13\20041343\CPTU-tolkning\10-1_tolket.xls\Figur

Program for økt sikkerhet mot leirskred

Resultater fra CPT 1

Skjærstyrke tolket fra spissmotstand og poretrykksrespons

Rapport nr. 20041343-1	Figur nr. 7
Tegner Rmo <i>RMo</i>	Dato 21.02.05
Kontrollert KK <i>KK</i>	 NGI
Godkjent OG <i>og</i>	



N_{kt} = 9,5
 N_{Du} = 8,4

Terrengkote : 18,2 m
 Grunnvannstand : 3 m under terreng

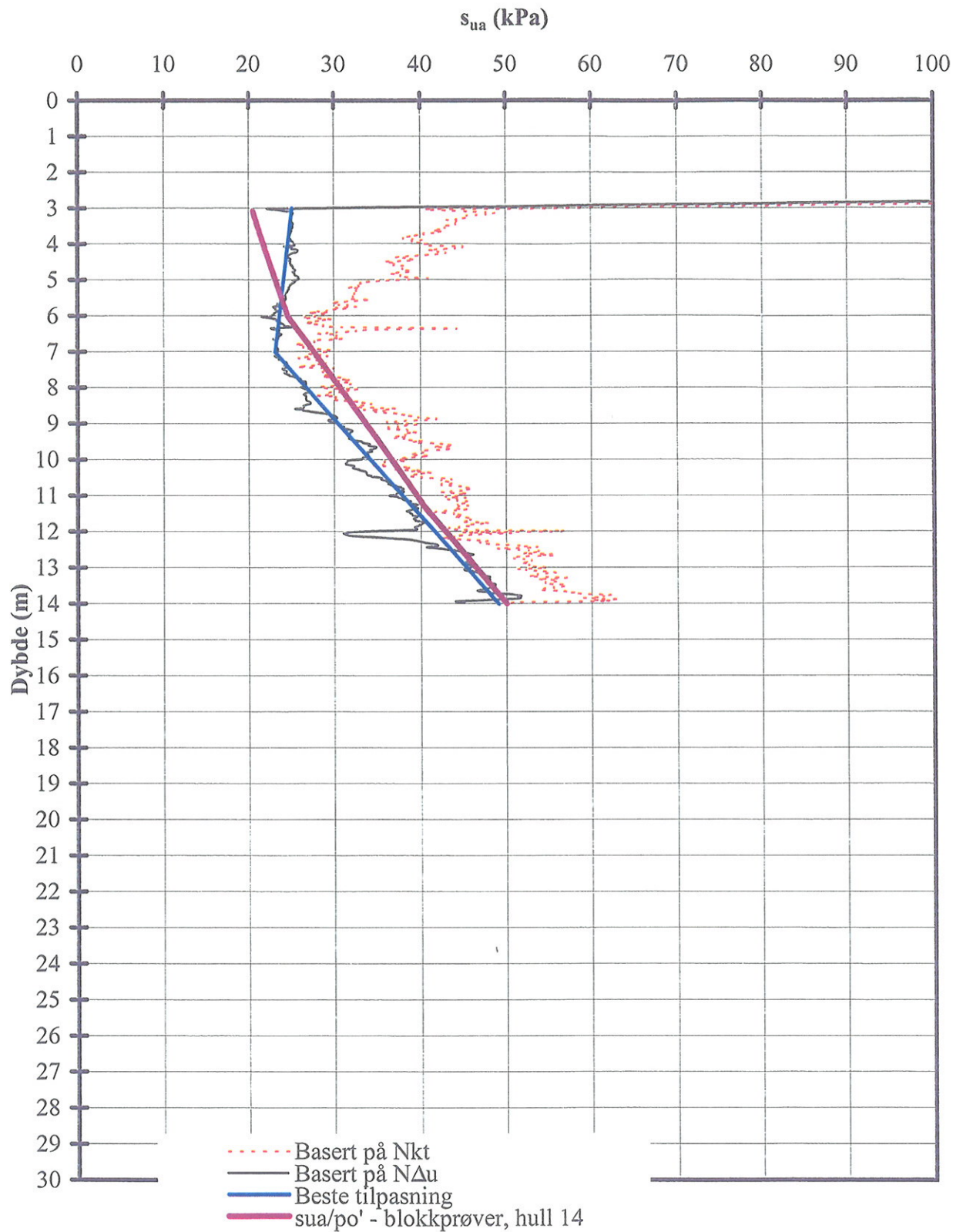
F:\p12004\13\20041343\CPTU-tolkning\10-1_tolket.xls\Figur

Program for økt sikkerhet mot leirskred

Resultater fra CPT 3

Skjærstyrke tolket fra spissmotstand og poretrykksrespons

Rapport nr. 20041343-1	Figur nr. 8
Tegner Rmo <i>RMo</i>	Dato 21.02.05
Kontrollert KK <i>KK</i>	
Godkjent OG <i>OG</i>	



N_{kt} = 9,5
 N_{Du} = 8,4


Terrengkote : 15,9 m
 Grunnvannstand : 2 m under terreng

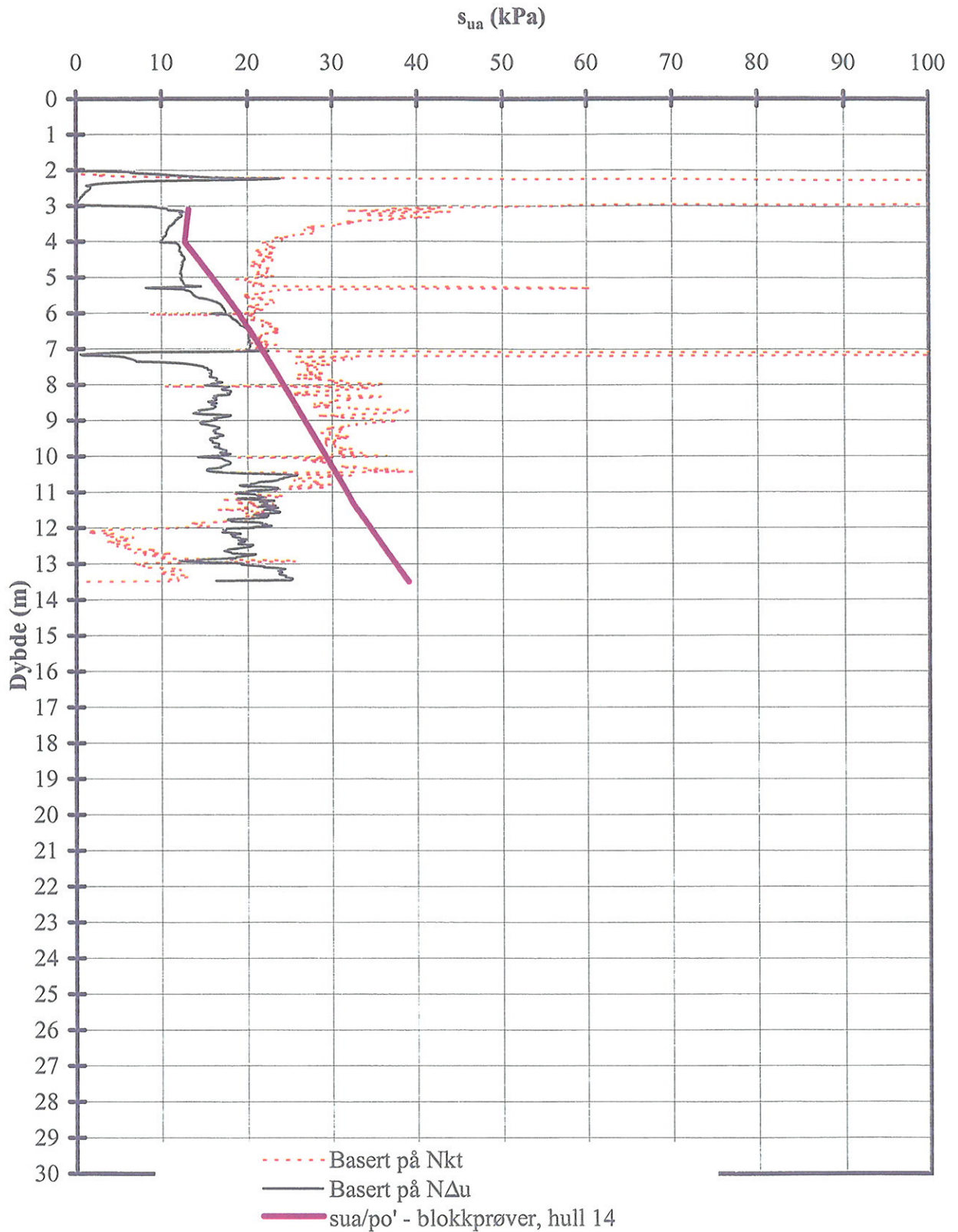
F:\p\2004\13\20041343\CPTU-tolkning\{10-1_tolket.xls\}Figur

Program for økt sikkerhet mot leirskred

Resultater fra CPT 4

Skjærstyrke tolket fra spissmotstand og poretrykksrespons

Rapport nr. 20041343-1	Figur nr. 9
Tegner Rmo <i>RMo</i>	Dato 21.02.05
Kontrollert KK <i>KA</i>	
Godkjent OG <i>J</i>	



N_{kt} = 9,5
 N_{Du} = 8,4

Terrengkote : 3,5 m
 Grunnvannstand : 1,5 m under terreng

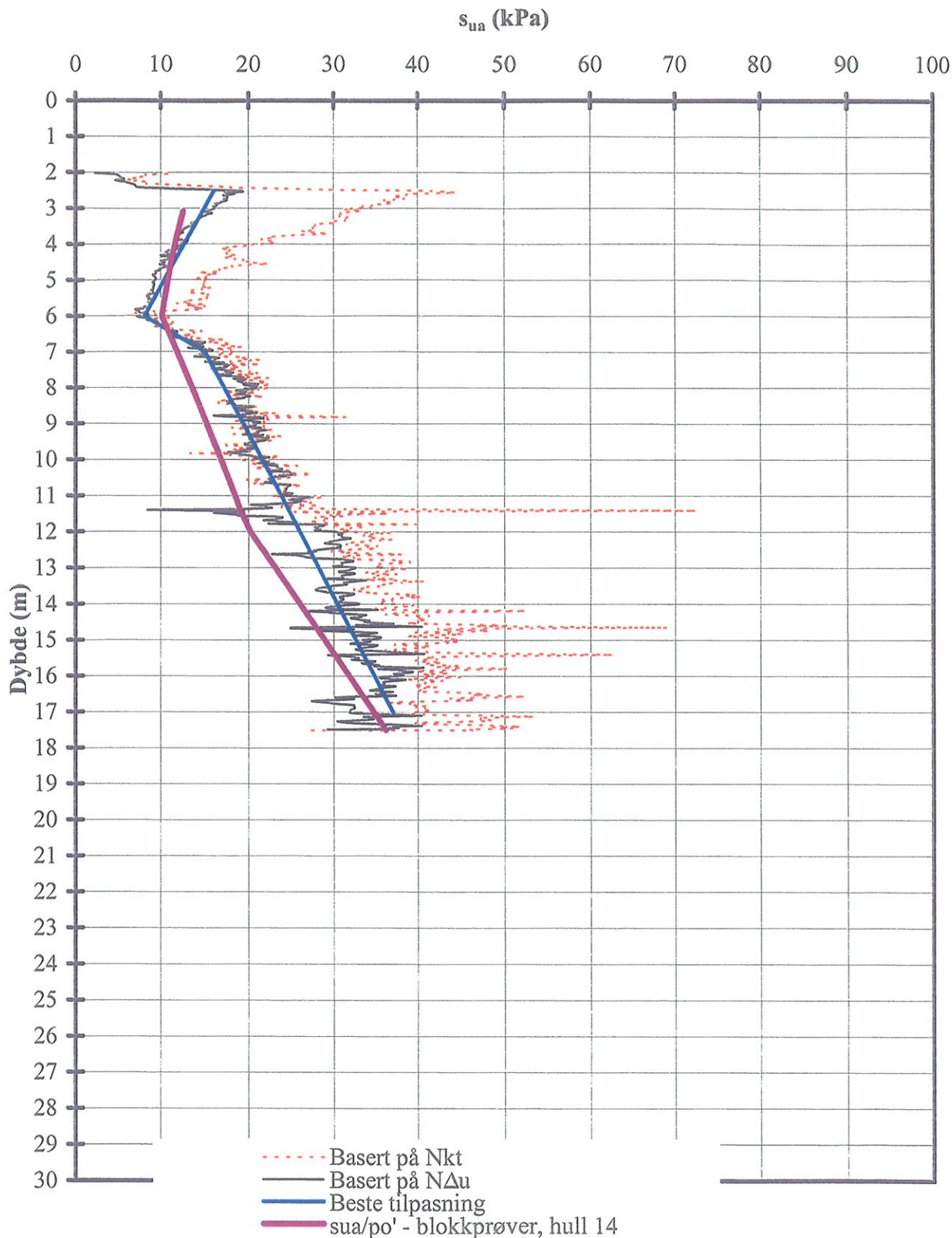
F:\p\2004\13\20041343\CPTU-tolkning\10-1_tolket.xls\Figur

Program for økt sikkerhet mot leirskred

Resultater fra CPT 5

Skjærstyrke tolket fra spissmotstand og poretrykksrespons

Rapport nr.	Figur nr.
20041343-1	10
Tegner	Dato
Rmo <i>RMo</i>	21.02.05
Kontrollert	
KK <i>KK</i>	
Godkjent	
OG <i>OG</i>	



N_{kt} = 9,5
 N_{Du} = 8,4

Terrengkote : 6,2 m
 Grunnvannstand : 1,5 m under terreng

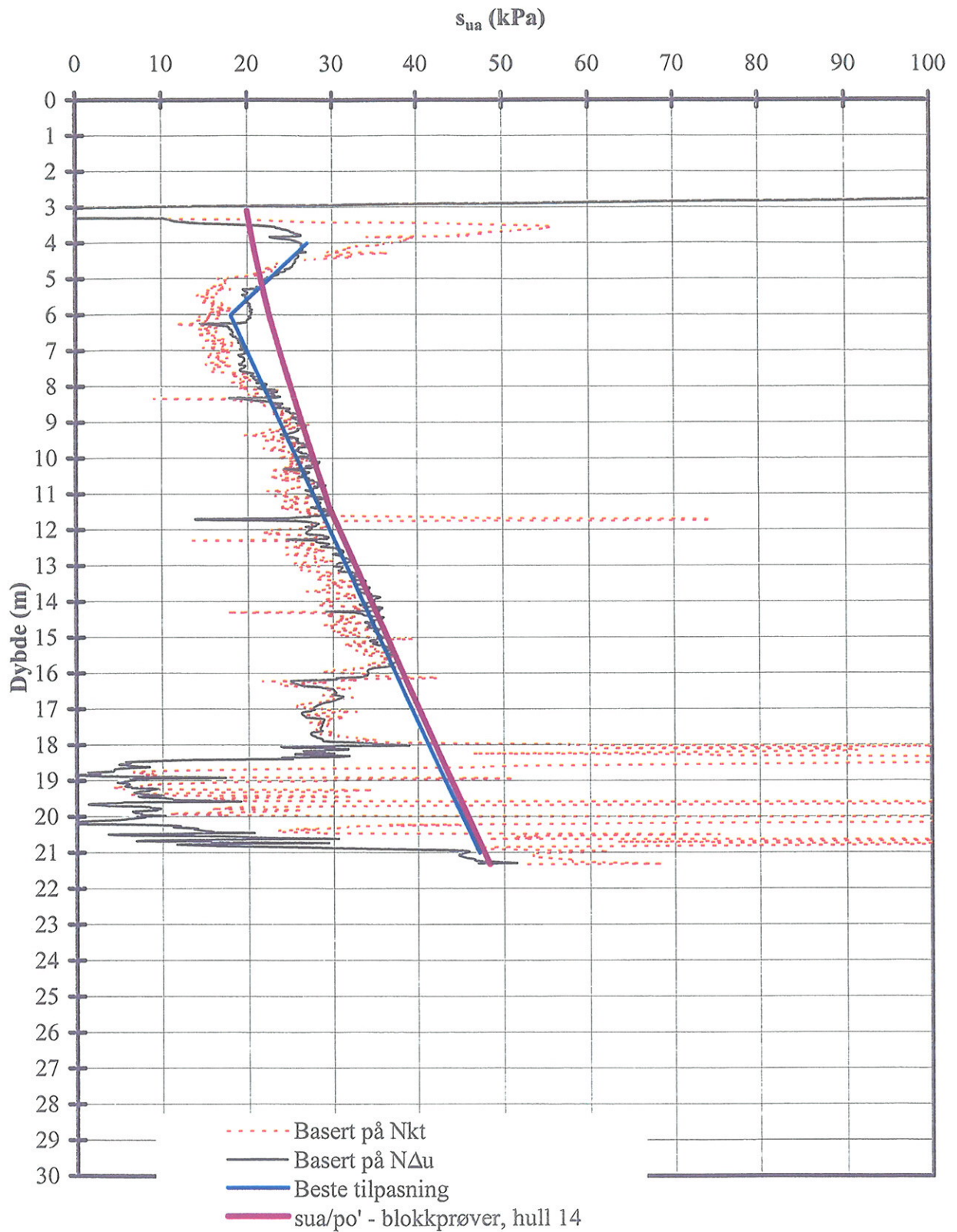
F:\p\2004\13\20041343\CPTU-tolkning\{10-1_tolket.xls}Figur

Program for økt sikkerhet mot leirskred

Resultater fra CPT 7

Skjærstyrke tolket fra spissmotstand og poretrykksrespons

Rapport nr. 20041343-1	Figur nr. 11
Tegner Rmo <i>RMo</i>	Dato 21.02.05
Kontrollert KK <i>kk</i>	
Godkjent OG <i>7</i>	



N_{kt} = 9,5
 N_{Du} = 8,4

Terrengkote : 9,7 m
 Grunnvannstand : 2 m under terreng

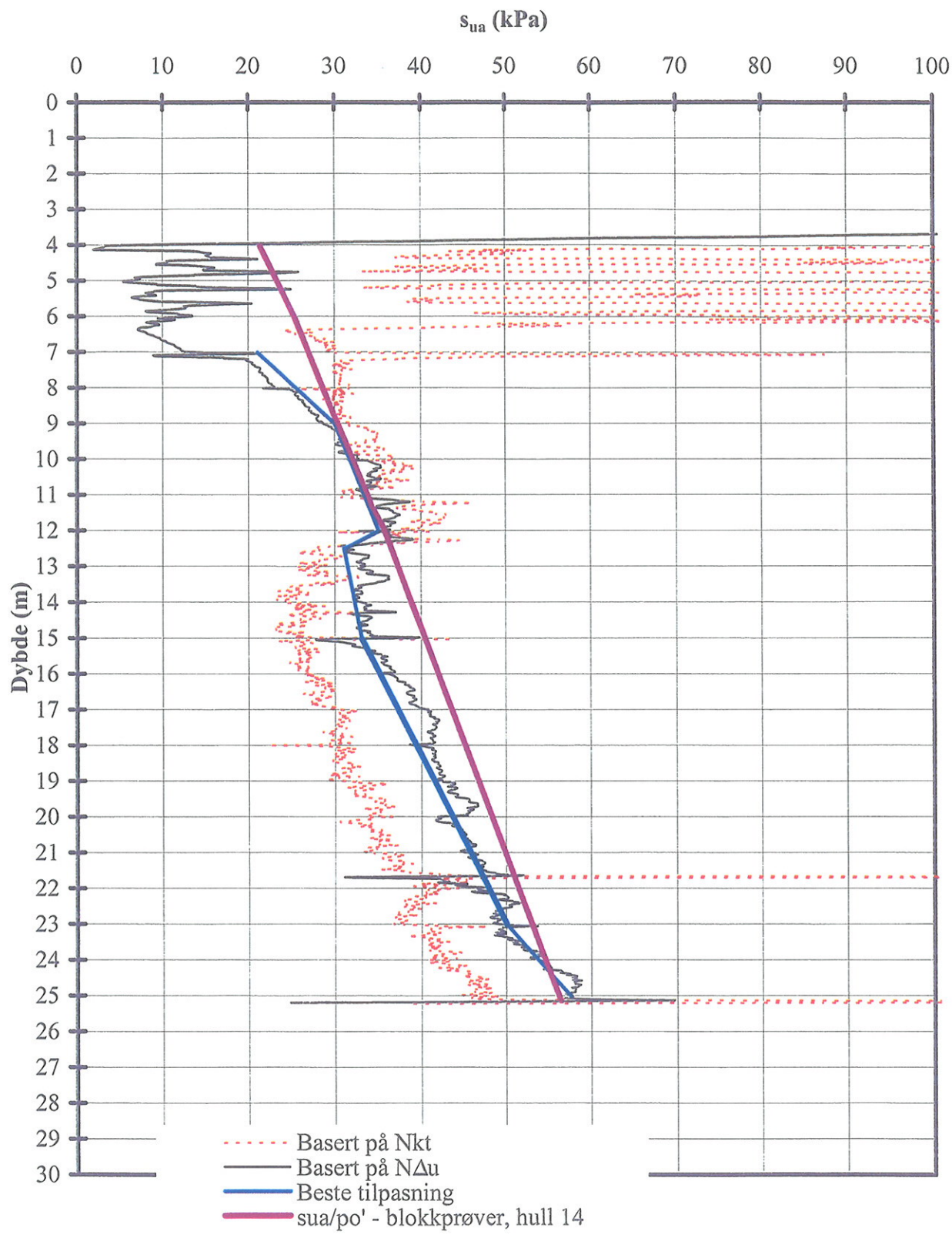
F:\p\2004\13\20041343\CPTU-tolkning\10-1_tolket.xls\Figur

Program for økt sikkerhet mot leirskred

Resultater fra CPT 9


Skjærstyrke tolket fra spissmotstand og poretrykksrespons

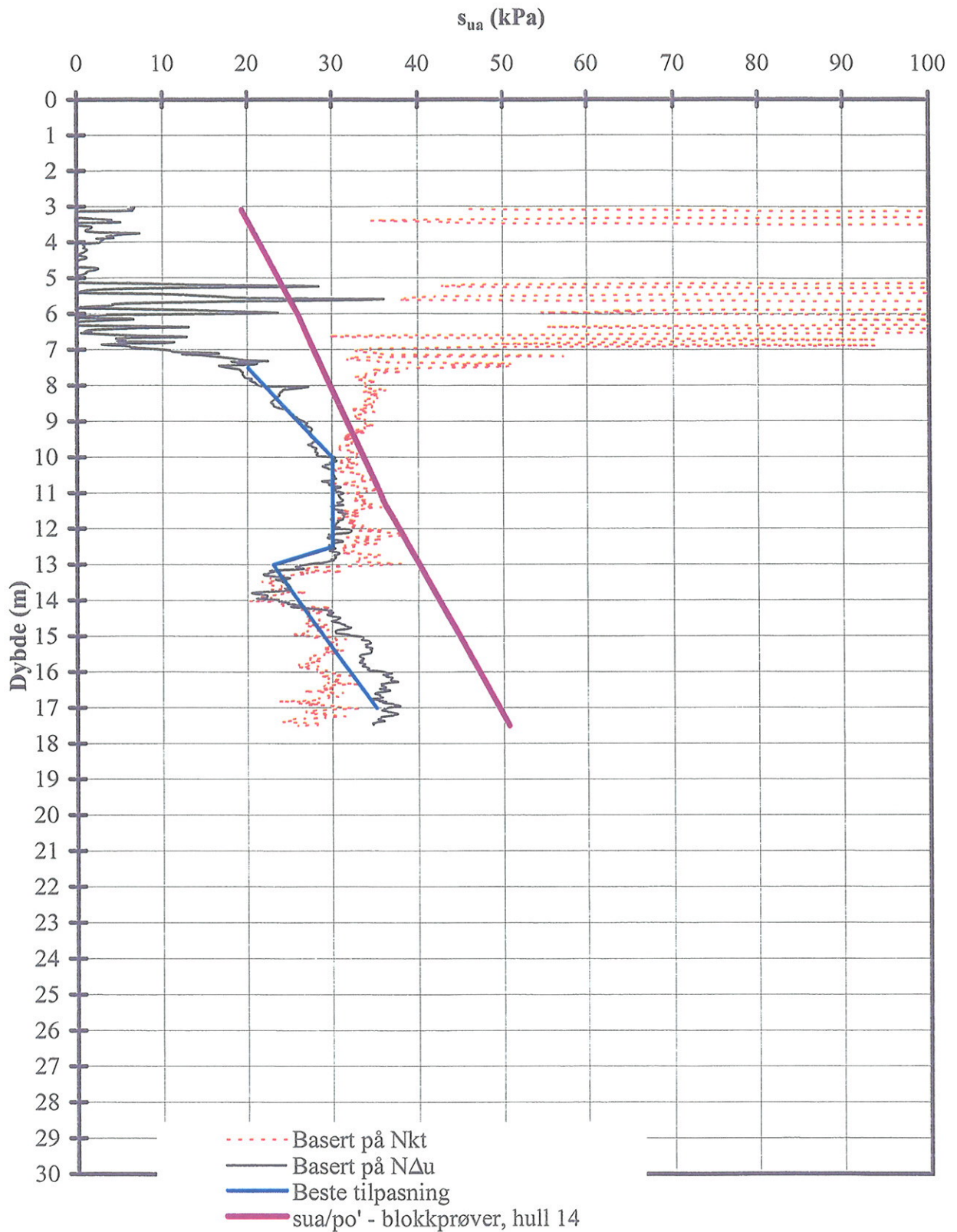
Rapport nr. 20041343-1	Figur nr. 12
Tegner Rmo <i>RM</i>	Dato 22.02.05
Kontrollert OG <i>W</i>	
Godkjent OG <i>J</i>	



N_{kt} = 9,5 Terrengekote : 1,9 m
 N_{Du} = 8,4 Grunnvannstand : 1,9 m under terreng

F:\p\2004\13\20041343\CPTU-tolkning\{10-1_tolket.xls\}Figur

Program for økt sikkerhet mot leirskred Resultater fra CPT 10 Skjærstyrke tolket fra spissmotstand og poretrykksrespons	Rapport nr.	Figur nr.
	20041343-1	13
	Tegner	Dato
	Rmo <i>RMo</i>	21.02.05
Kontrollert		
KK <i>KK</i>		
Godkjent	OG <i>OG</i>	



N_{kt} = 9,5
 N_{Du} = 8,4


Terrengekote : 1,7 m
 Grunnvannstand : 1,7 m under terreng

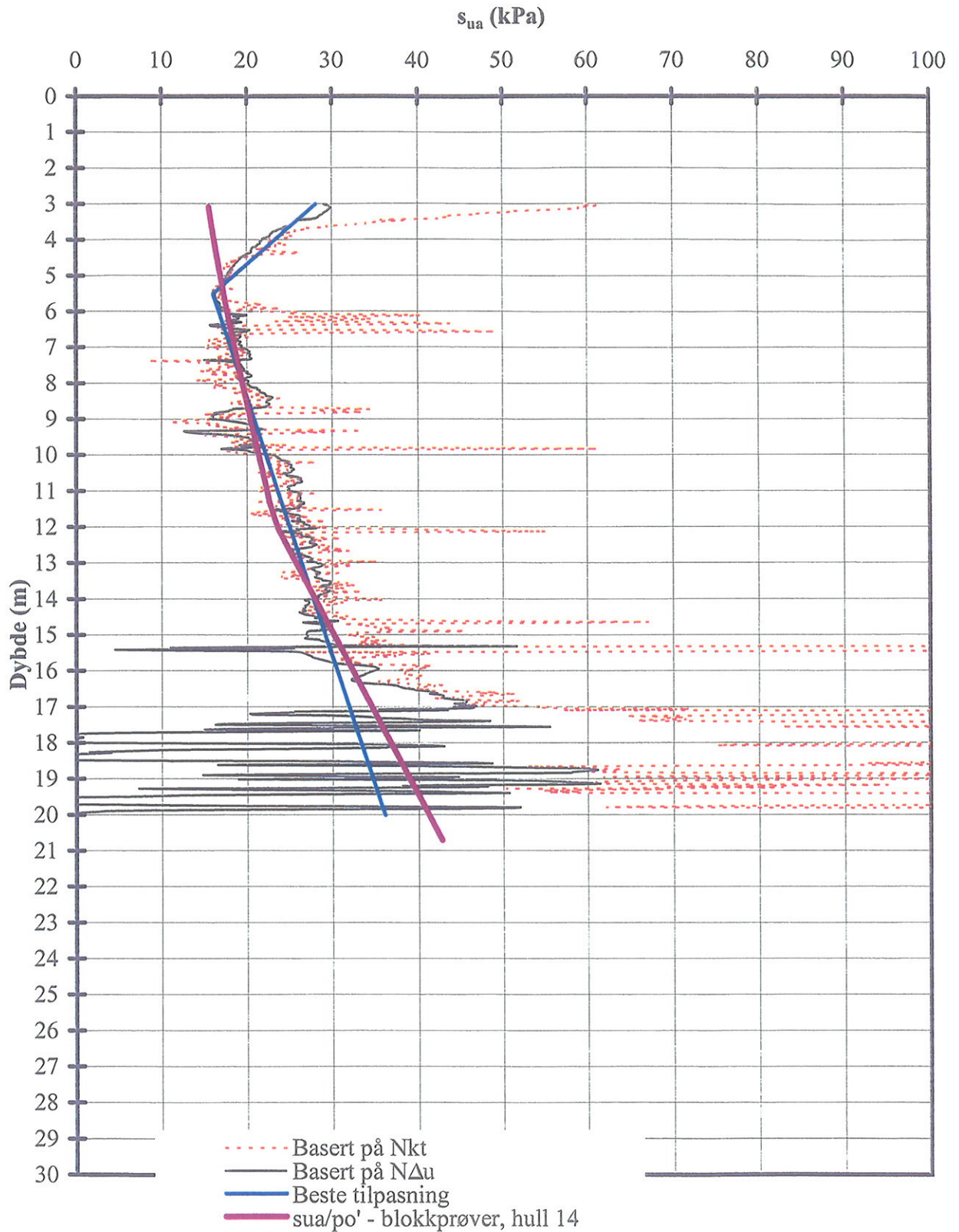
F:\p\2004\13\20041343\CPTU-tolkning\15-99.xls\Figur

Program for økt sikkerhet mot leirskred

Resultater fra CPT 11

Skjærstyrke tolket fra spissmotstand og poretrykksrespons

Rapport nr.	Figur nr.
20041343-1	14
Tegner	Dato
Rmo <i>RMo</i>	21.02.05
Kontrollert	
KK <i>kk</i>	
Godkjent	
OG <i>J</i>	



N_{kt} = 9,5
 N_{Du} = 8,4

Terrengkote : 7,6 m
 Grunnvannstand : 1,5 m under terreng

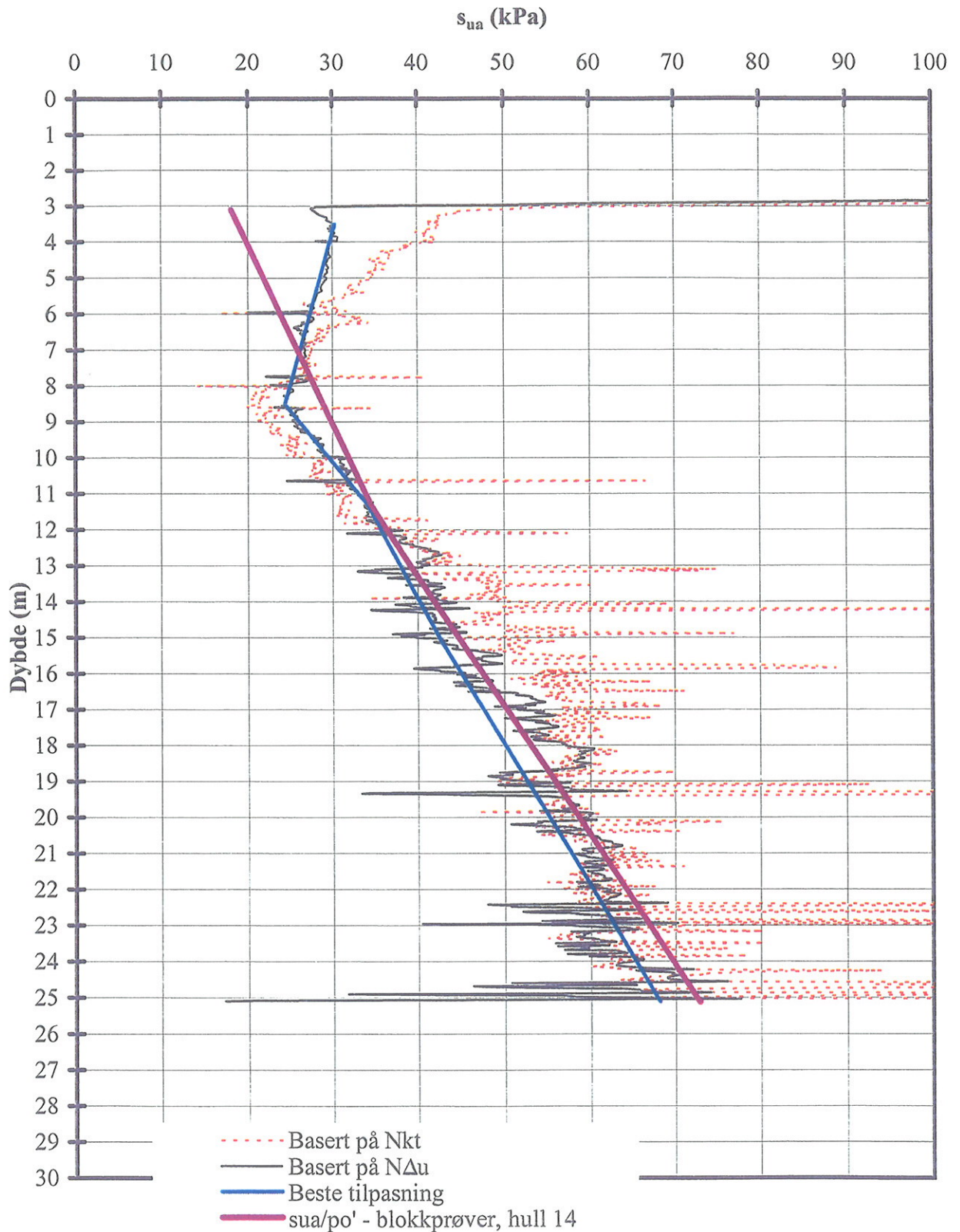
F:\p\2004\13\20041343\CPTU-tolkning\15-99.xls\Figur

Sikkerhet mor leirskred, Drammen

Resultater fra CPT 12

Skjærstyrke tolket fra spissmotstand og poretrykksrespons

Rapport nr.	Figur nr.
20041343-1	15
Tegner	Dato
Rmo <i>RMo</i>	21.02.05
Kontrollert	
KK <i>kk</i>	
Godkjent	
OG <i>og</i>	



N_{kt} = 9,5
 N_{Du} = 8,4

Terrengekote : 11 m
 Grunnvannstand : 1,5 m under terreng

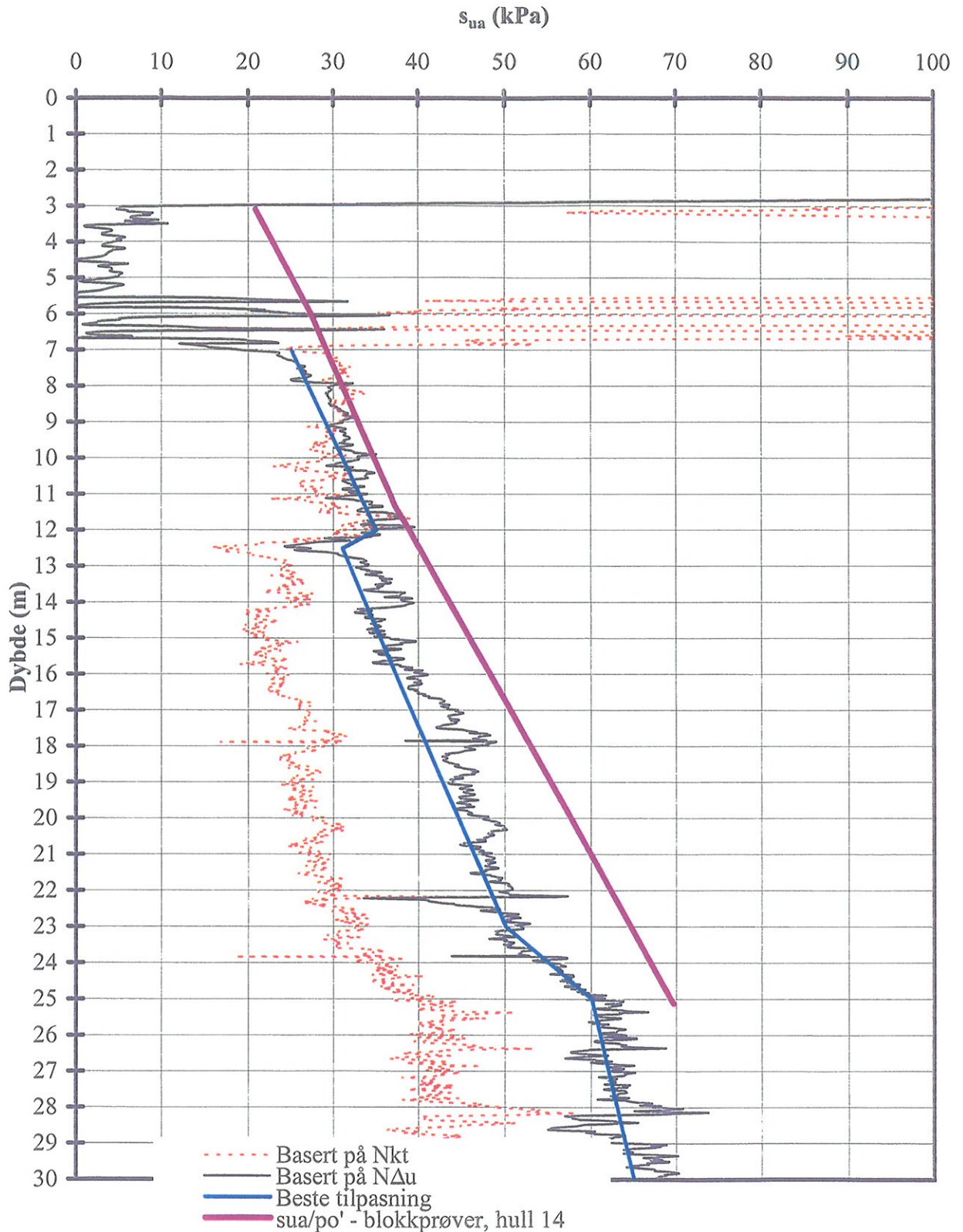
F:\p\2004\13\20041343\CPTU-tolkning\15-99.xls\Figur

Program for økt sikkerhet mot leirskred

Resultater fra CPT 14

Skjærstyrke tolket fra spissmotstand og poretrykksrespons

Rapport nr.	Figur nr.
20041343-1	16
Tegner	Dato
Rmo <i>RMo</i>	21.02.05
Kontrollert	
KK <i>KK</i>	
Godkjent	
OG <i>OG</i>	



N_{kt} = 9,5 Terrengkote : 2 m
 N_{Du} = 8,4 Grunnvannstand : 2 m under terreng

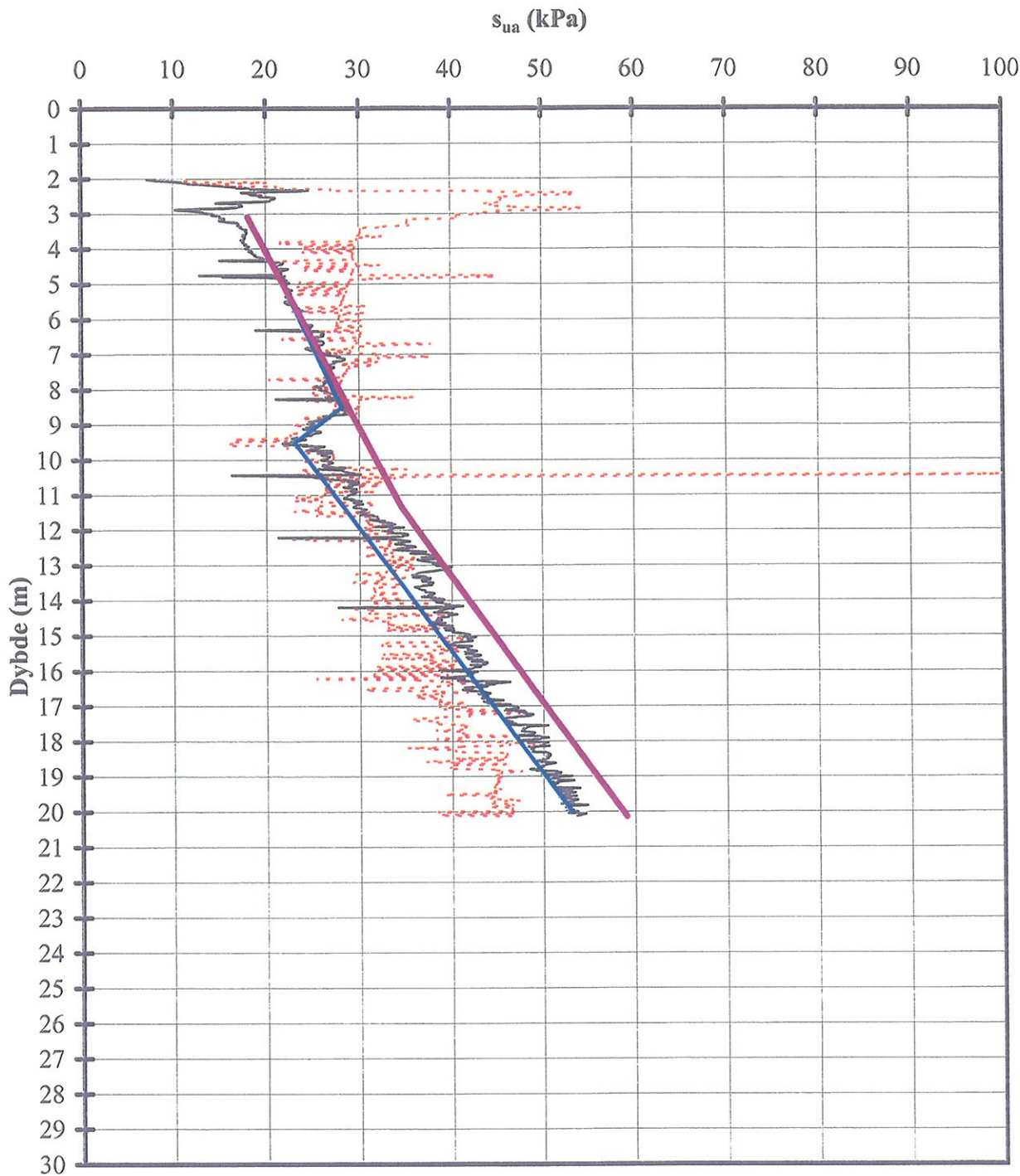
F:\p\2004\13\20041343\ICPTU-tolkning\15-99.xls\Figur

Program for økt sikkerhet mot leirskred

Resultater fra CPT 15

Skjærstyrke tolket fra spissmotstand og poretrykksrespons

Rapport nr. 20041343-1	Figur nr. 17
Tegner Rmo RM	Dato 21.02.05
Kontrollert KK	
Godkjent OG	



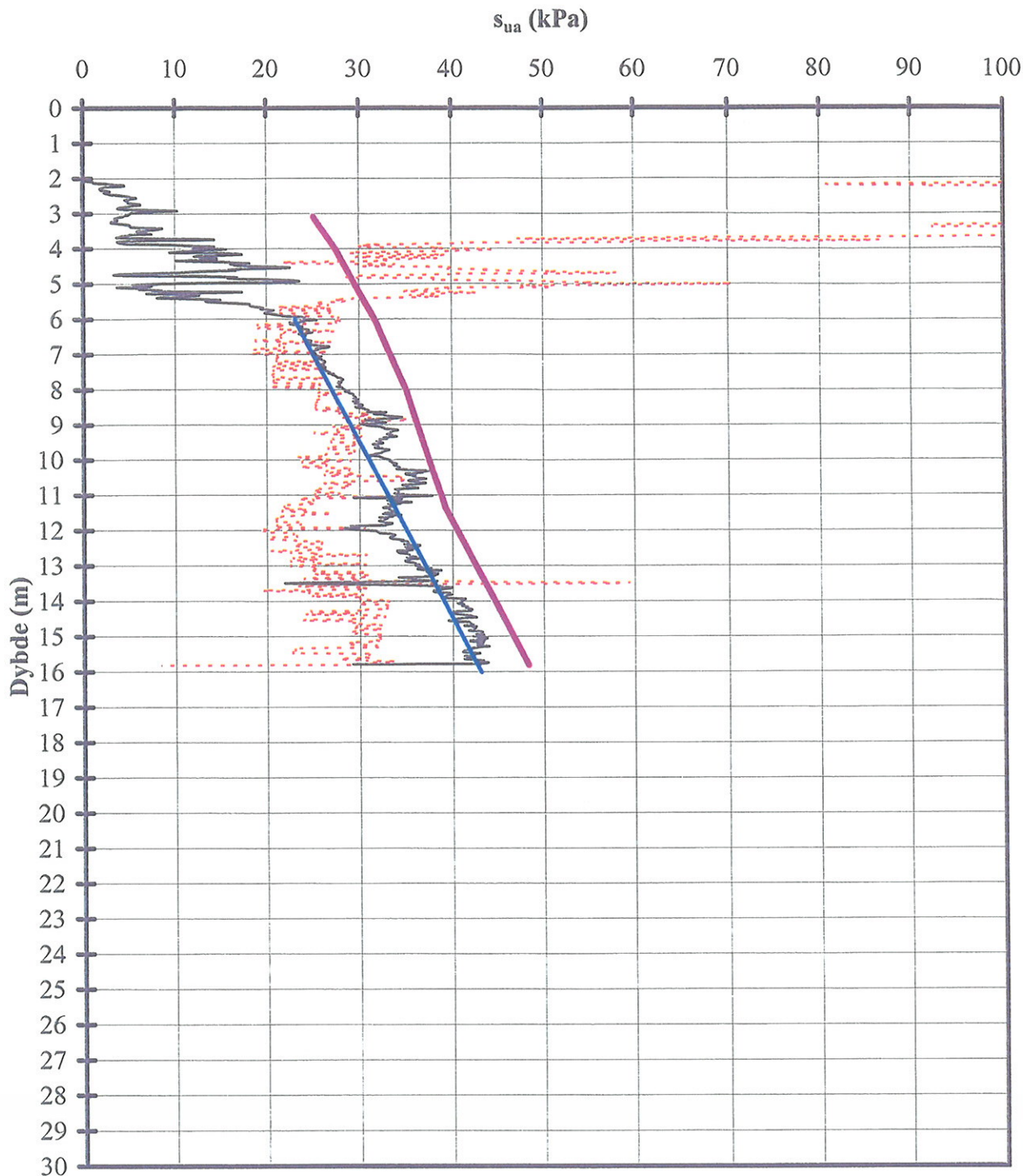
- Basert på Nkt
- Basert på $N_{\Delta u}$
- Beste tilpasning
- sua/po' - blokkprøver, hull 14

N_{kt} = 9,5
 N_{Du} = 8,4

Terrengkote : 7,17 m
 Grunnvannstand : 1,5 m under terreng

F:\p\2004\13\20041343\CPTU-tolkning\15-99.xls\Figur

Program for økt sikkerhet mot leirskred	Rapport nr. 20041343-1	Figur nr. 18
	Tegner Rmo <i>RMo</i>	Dato 21.02.05
Resultater fra CPT 1-99	Kontrollert KK <i>KK</i>	
Skjærstyrke tolket fra spissmotstand og poretrykksrespons	Godkjent OG <i>OG</i>	
Bo- og servicesenter Losjeplassen, Drammen	Boret dato: 12.01.99	



- - - - - Basert på Nkt
 — Basert på NΔu
 — Beste tilpasning
 — sua/po' - blokkprøver, hull 14

$N_{kt} = 9,5$
 $N_{Du} = 8,4$

Terrengkote : 9,88 m
 Grunnvannstand : 2,7 m under terreng

F:\p\2004\13\20041343\CPTU-tolkning\15-99.xls\Figur

Program for økt sikkerhet mot leirskred

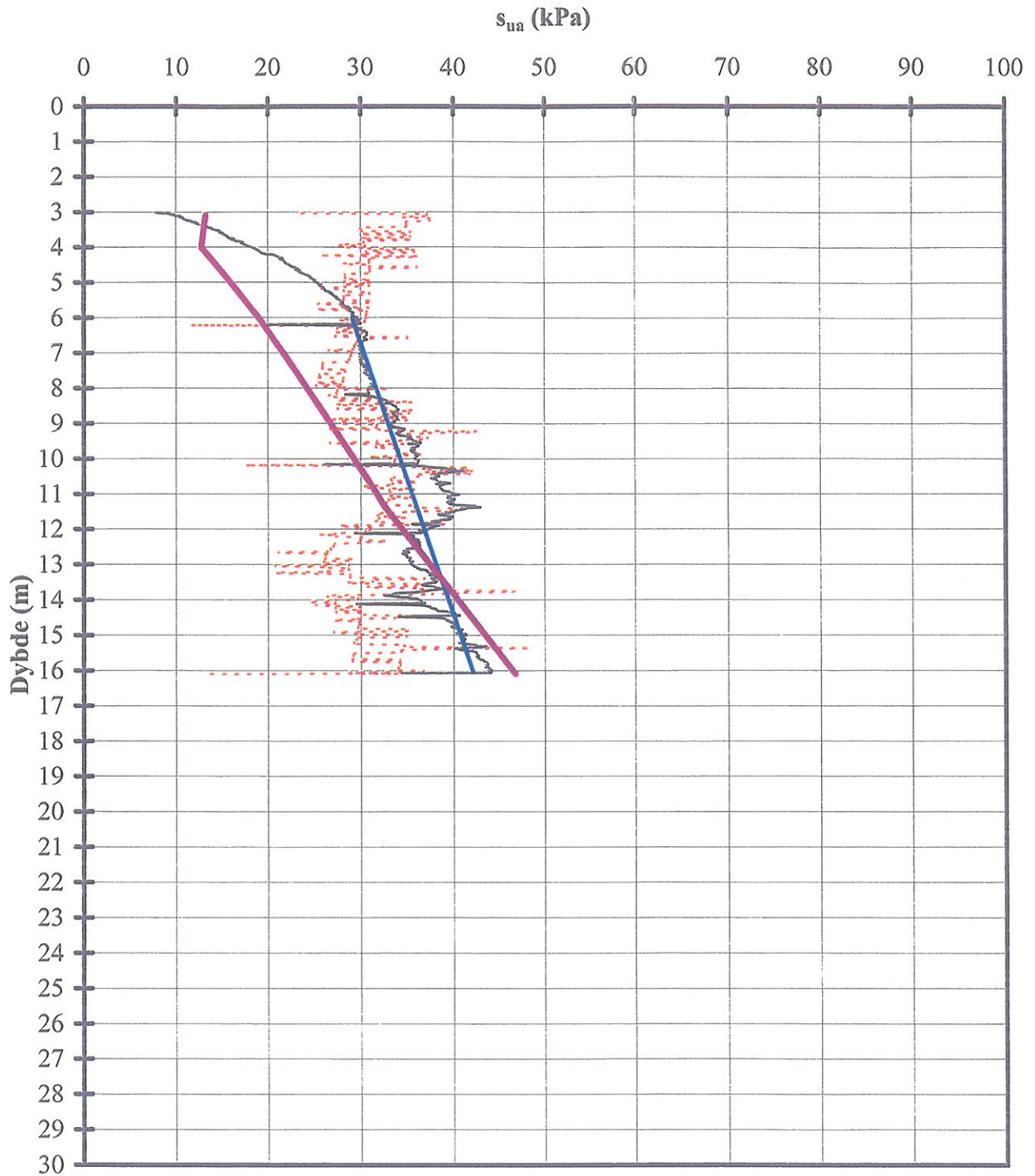
Resultater fra CPT 5-99

Skjærstyrke tolket fra spissmotstand og poretrykksrespons

Bo- og servicesenter Losjeplassen, Drammen

Boret dato: 14.01.99

Rapport nr. 20041343-1	Figur nr. 19
Tegner Rmo <i>RMo</i>	Dato 21.02.05
Kontrollert KK <i>KK</i>	 NGI
Godkjent OG <i>OG</i>	



- Basert på Nkt
- Basert på NΔu
- Beste tilpasning
- sua/po' - blokkprøver, hull 14

N_{kt} = 9,5
 N_{Du} = 8,4

Terrengekote : 4,33 m
 Grunnvannstand : 1,5 m under terreng

F:\p\2004\13\20041343\CPTU-tolkning\15-99.xls\Figur

Program for økt sikkerhet mot leirskred

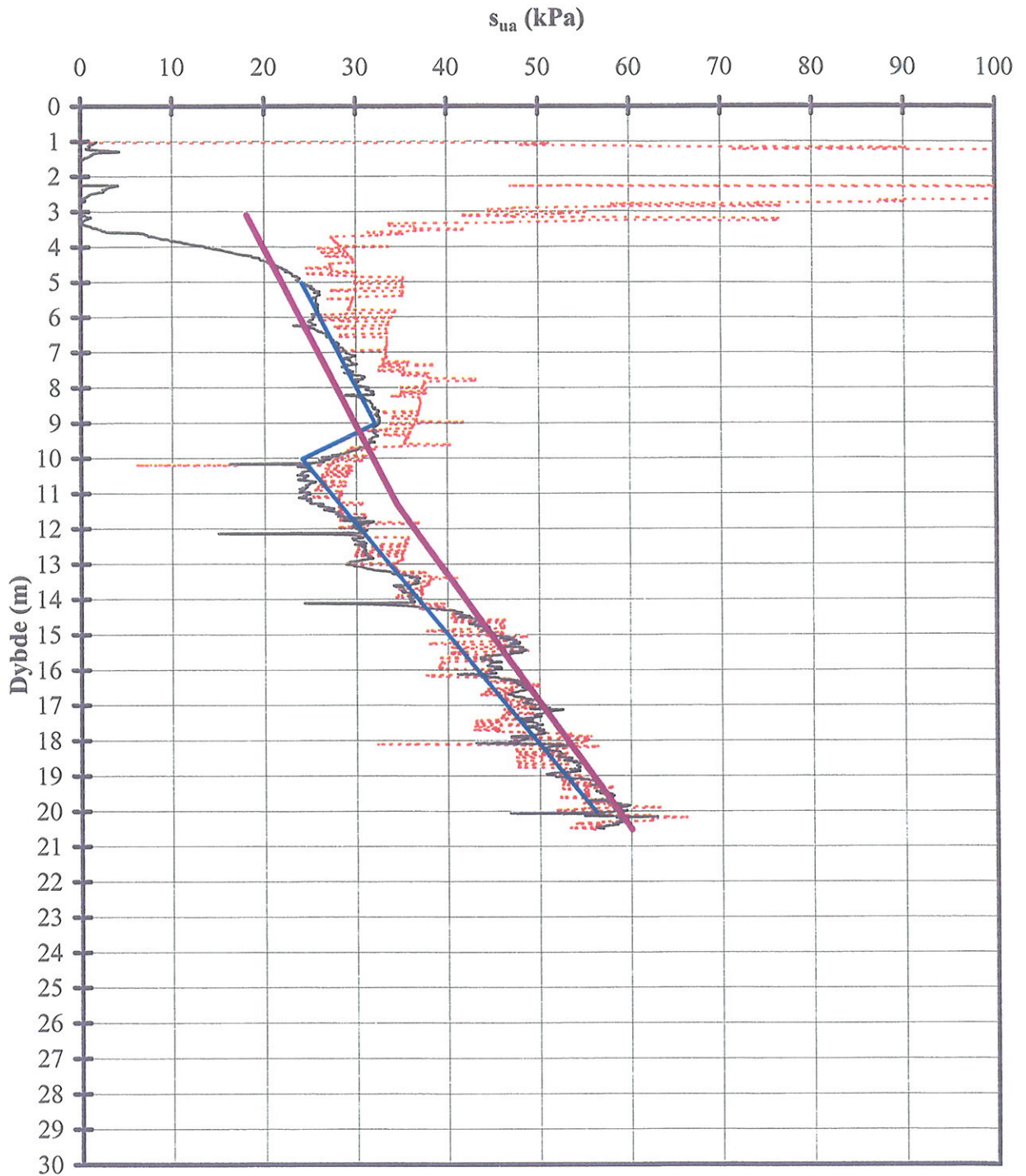
Resultater fra CPT 9-99

Skjærstyrke tolket fra spissmotstand og poretrykksrespons

Bo- og servicesenter Losjeplassen, Drammen

Boret dato: 15.01.99

Rapport nr. 20041343-1	Figur nr. 20
Tegner Rmo <i>RMo</i>	Dato 21.02.05
Kontrollert KK <i>KK</i>	
Godkjent OG <i>OG</i>	



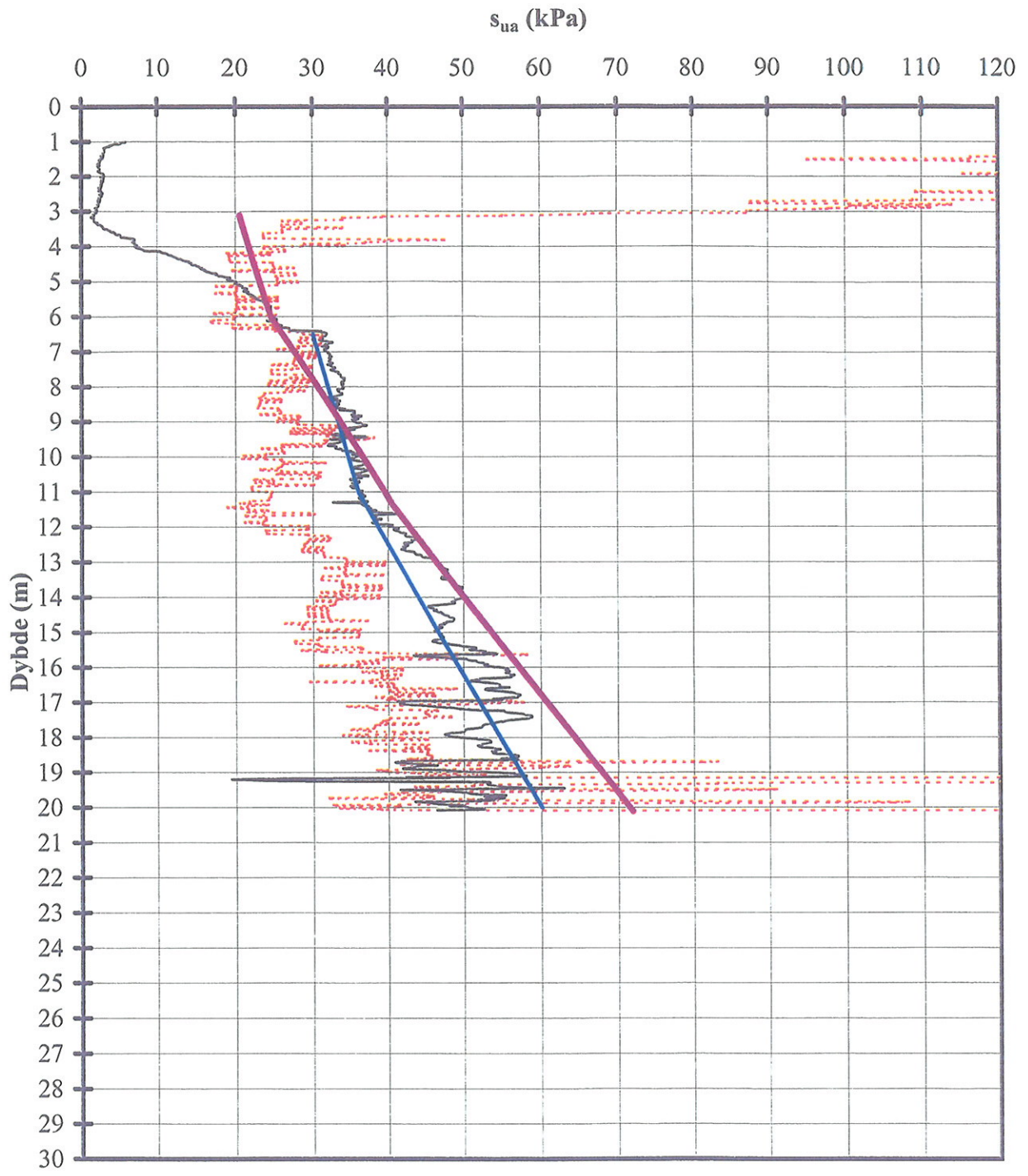
- Basert på Nkt
- Basert på NΔu
- Beste tilpasning
- sua/po' - blokkprøver, hull 14

N_{kt} = 9,5
 N_{Du} = 8,4

Terrengkote : 10,8 m
 Grunnvannstand : 1,5 m under terreng

F:\p\2004\13\20041343\ICPTU-tolkning\15-99.xls\Figur

Program for økt sikkerhet mot leirskred	Rapport nr.	Figur nr.
	20041343-1	21
Resultater fra CPT 12-99	Tegner	Dato
	Rmo <i>RMo</i>	21.02.05
Skjærstyrke tolket fra spissmotstand og poretrykksrespons	Kontrollert	
	KK <i>W</i>	
Bo- og servicesenter Losjeplassen, Drammen	Godkjent	
Dato boret: 15.02.99	OG <i>7</i>	



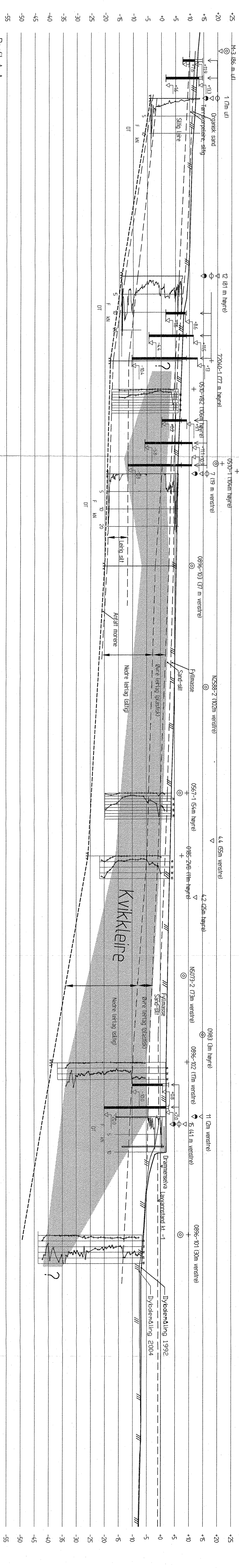
- Basert på Nkt
- Basert på NΔu
- Beste tilpasning
- sua/po' - blokkprøver, hull 14

N_{kt} = 9,5 Terrenkote : 14,9 m
 N_{Du} = 8,4 Grunnvannstand : 2 m under terreng

F:\p\2004\13\20041343\CPTU-tolkning\15-99.xls\Figur

Program for økt sikkerhet mot leirskred	Rapport nr.	Figur nr.
	20041343-1	22
Resultater fra CPT 15-99	Tegner	Dato
	Rmo <i>RMb</i>	21.02.05
Skjærstyrke tolket fra spissmotstand og poretrykksrespons	Kontrollert	
	KK <i>WU</i>	
Bo- og servicesenter Losjeplassen, Drammen	Godkjent	
Dato boret: 16.02.99	OG <i>07</i>	

THORREGATA
 RÅHUSGATA
 ENGENE
 NEDRE TORSGATE
 NEDRE STRØSGATE



Profil A-A

Tegnforklaring:

- 1-5 Sjøporede bærige eller i dette prosjektet
- ◊ Dreierkyskledning
- ▽ DTU-stødding
- ⊕ Vegetasjon
- ⊙ Paveiser
- ⊖ Peizometer

Rapport nr. 2004.134-3-1	Figur nr. 23
Tegner RNM/ML	Dato 21.02.05
Kontrollert KK/W	
Geokjølert 05/7	

Program for økt sikkerhet mot leirskred
 Profil A-A, grunnforhold
 M = 1 : 500

THORNEGATE

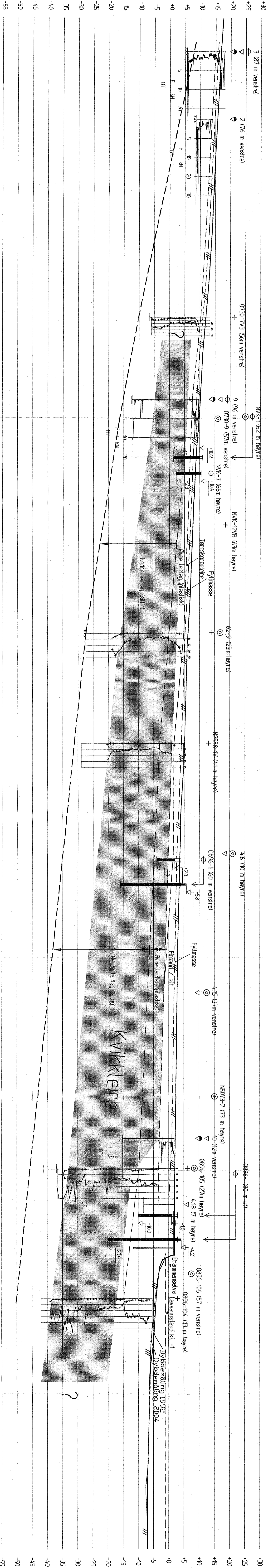
RÅDHUSGATE

ENKELT

NEDRE TORSGATE

NEDRE STORGATE

NEDRE STRANDGATE

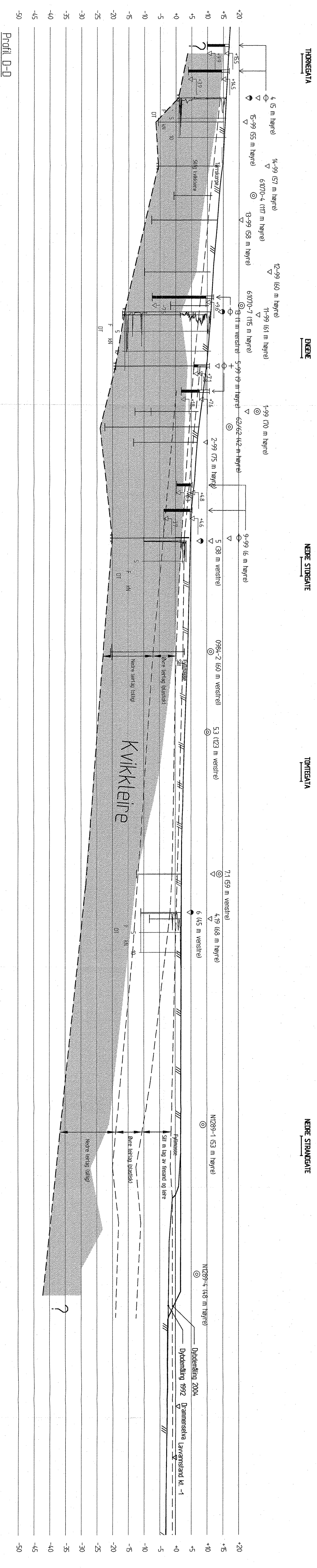


Profil B-B

Tegntorkeklaring:
 1-5: Supplerende boringer utført i dette prosjektet

- ▽ Dreiertrykssensering
- ▽ CPTU-sensering
- + Vingspining
- ⊙ Periserte
- ⊖ Paszometer

Program for økt sikkerhet mot lenskred	Figur nr. 24
Profil B-B, grunnforhold	
M = 1 : 500	
Report nr. 2004/343-1	
Tegner: RMO	Dato: 21.02.05
Kontrollert: KK	
Godkjent: OG	



Profil D-D

- Tegnforklaring:
- 1-5 Sjøporede borger uten i dette prosjektet
 - ☉ Dreiermåling
 - ▽ GPS-måling
 - + Væpning
 - ⊕ Provaser
 - ⊙ Personer

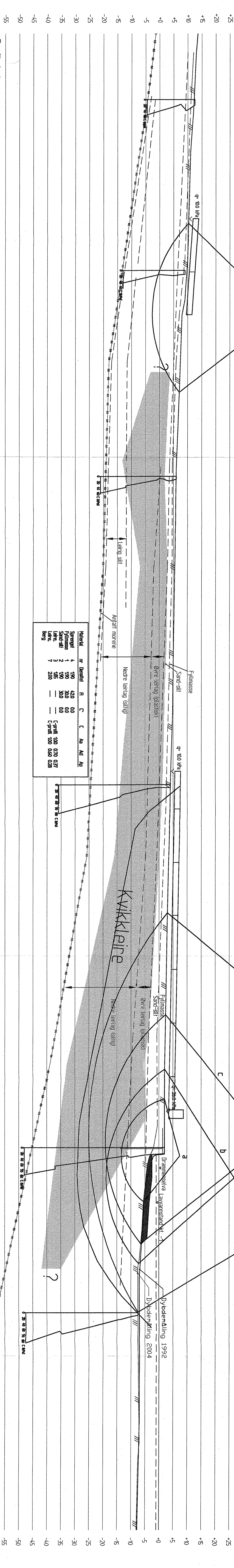
Rapport nr. 2004.1343-1	Figur nr. 26
Tegner RMA	Dato 21.02.05
Kontrollert KK	
Godkjent OG	

Program for økt sikkerhet mot leirskred
M = 1 : 500

THORREGATA RØDUSGATA ENGENE NEDRE TORREGATE NEDRE STORREGATE NEDRE STRANDGATE

Resultater av stabilitetsanalyse:

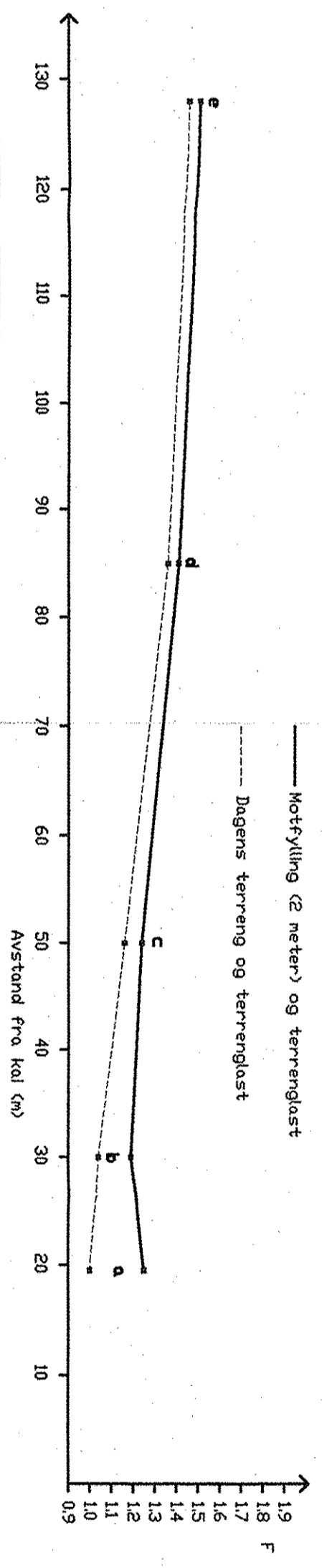
Kritisk glideflate	Beregnet sikkerhetsfaktor F
Uten last	1,53
Med last, 10 kPa	1,31



Profil A-A

Resultater av stabilitetsanalyse:

Glideflate	Beregnet sikkerhetsfaktor F				
	a	b	c	d	e
Dagens terrenng og terrenglast	1,0	1,04	1,16	1,36	1,46
Kotfylling (2 meter) og terrenglast	1,25	1,19	1,24	1,41	1,51



- a - kritisk glideflate med bakkant 19 m fra kalfrent
- b - kritisk glideflate etter utfylling
- c - kritisk glideflate med bakkant ca. 50 meter fra kalfrent
- d - kritisk glideflate med bakkant ca. 85 meter fra kalfrent
- e - plan glideflate med bakkant ca. 128 meter fra kalfrent

Program for økt sikkerhet mot leirskred
 Profil A-A, stabilitetsberegninger
 M = 1 : 500

Report nr.	2004/343-1	Figur nr.	27
Tegner	RHO	Dato	10/2/0205
Kontrollert	KK	NGI	
Godkjent	05		

THORNEGATA

EMEGNE

NEDRE STORGATE

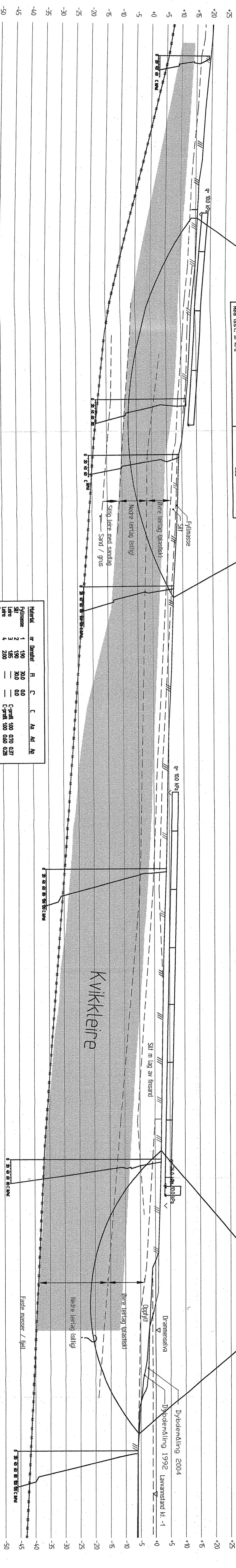
TOMTEGATA

NEDRE STRANDGATE

FC=155

Resultater av stabilitetsanalyse:

Kritisk glideflate	Beregnet sikkerhetsfaktor F
Uten last	1.32
Med last, 10 kPa	1.22



Profil C-C'

Material	n	Densitet	H	C	C	Aa	Ad	Ap
Fyllmasse	1	190	30.0	0.0	—	—	—	—
Silt	2	190	30.0	0.0	—	—	—	—
Lere	3	185	—	—	—	—	—	—
Berg	4	200	—	—	—	—	—	—

Fastle masser / fjell

Program for økt sikkerhet mot leikskred

Profil C-C', stabilitetsberegninger

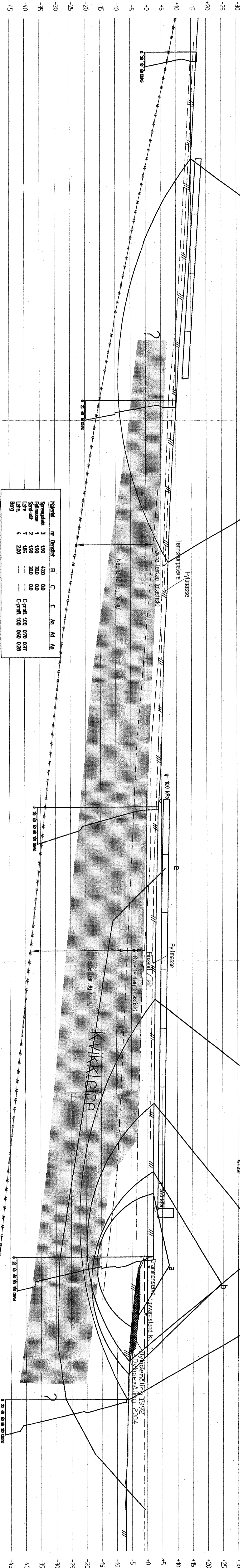
M = 1 : 500

Report nr	2004/943-1	Side nr	29
Reper	RMO	Dato	21.02.05
Kontrollert	KK	Godkjent	05

THORNEGATA RÅDHUSGATA ENEBNE NEDRE TORSGATE NEDRE STORGATE NEDRE STRANDGATE

Resultater av stabilitetsanalyse:

Glideflate	Beregnet sikkerhetsfaktor F
Kritisk glideflate	1,44
Kritisk glideflate med lokal last	1,20

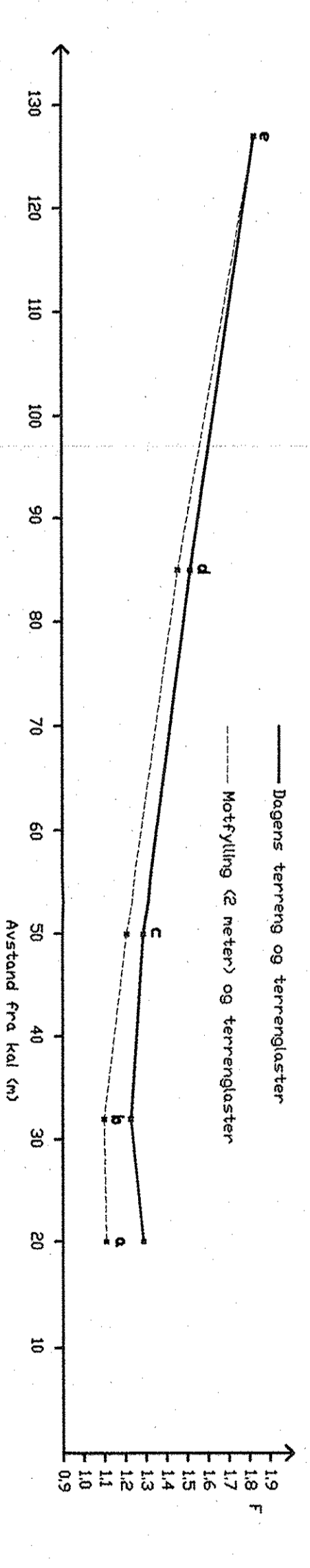


Material	n	Densitet	H	C	C	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅
Springsleir	3	190	420	0,0					
Fyllmasse	1	190	300	0,0					
Sand-silt	2	190	300	0,0					
Løse	7	185	—	—					
Berg	4	200	—	—					

C-profil 100 0,70 0,37
C-profil 100 0,60 0,28

Resultater av stabilitetsanalyse:

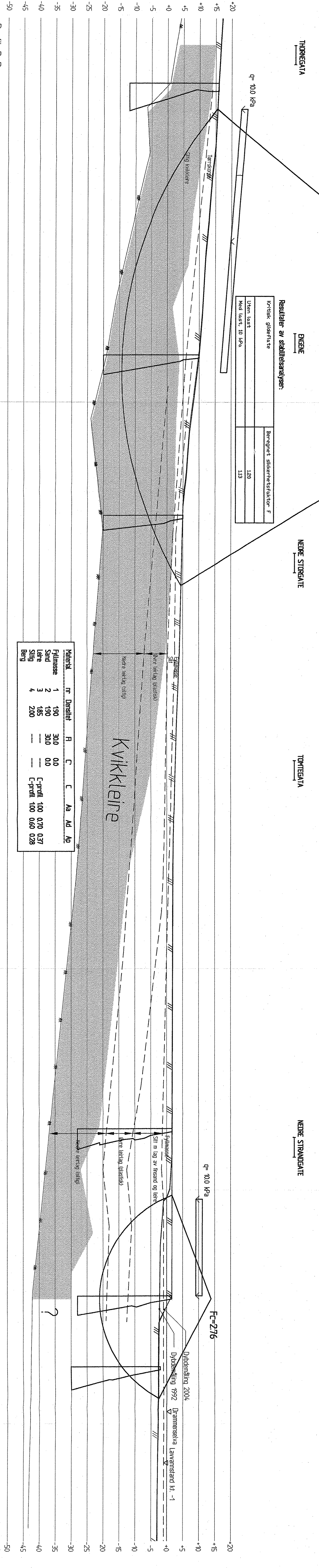
Glideflate	Beregnet sikkerhetsfaktor F				
	a	b	c	d	e
Dagens terreng og terrenglast	1,11	1,10	1,21	1,46	1,83
Motfylling (2 meter) og terrenglast	1,29	1,23	1,29	1,52	1,83



- a - Kritisk glideflate med bakkant ca. 20 meter fra kalfpront
- b - Kritisk glideflate etter utfylling ca. 50 meter fra kalfpront
- c - Kritisk glideflate med bakkant ca. 127 meter fra kalfpront
- d - Kritisk glideflate med bakkant ca. 127 meter fra kalfpront

Program for økt sikkerhet mot leirskred

Profil B-B, stabilitetsberegninger
M = 1 : 500



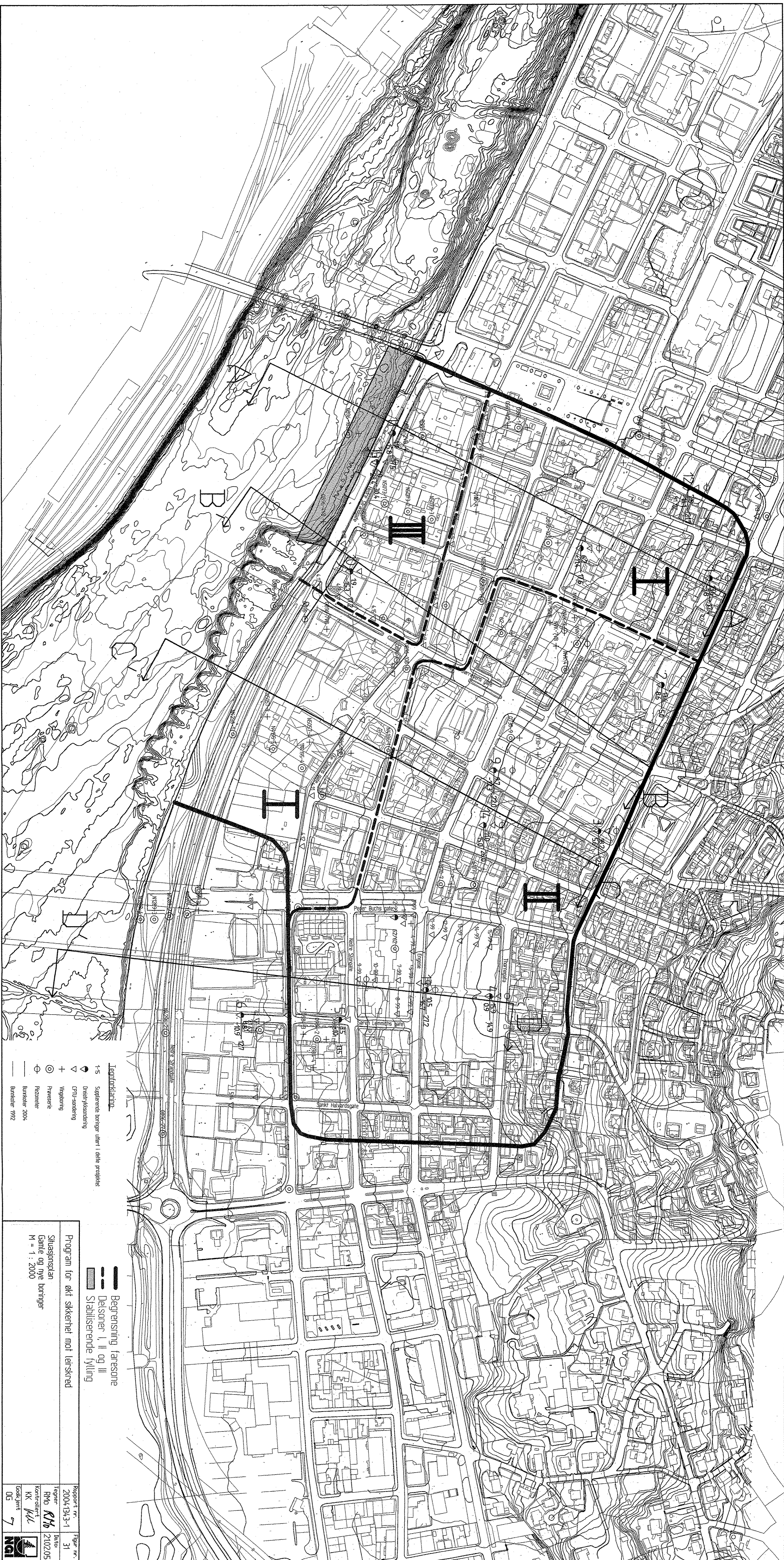
Resultater av stabilitetsanalysen:

Kritisk glideflate	Beregnet sikkerhetsfaktor F
Uten last	1,20
Med last, 10 kPa	1,13

Materiale	nr	Densitet	H	C	C	Aa	Ad	Ap
Fyllmasse	1	190	300	00	---	---	---	---
Sand	2	190	300	00	---	---	---	---
Lere	3	185	---	---	C-profil	100	0,70	0,37
Siltig Berg	4	200	---	---	C-profil	100	0,60	0,28

Profil D-D

Program for økt sikkerhet mot leirskred	Figur nr.	30
Profil D-D, stabilitetsberegninger	Report nr.	2004-13A-1
M = 1 : 500	Revisjon	R010
	Dato	27.10.2005
	Kontrollert	KK W/V
	Godekjent	05
	NGI	



Legende

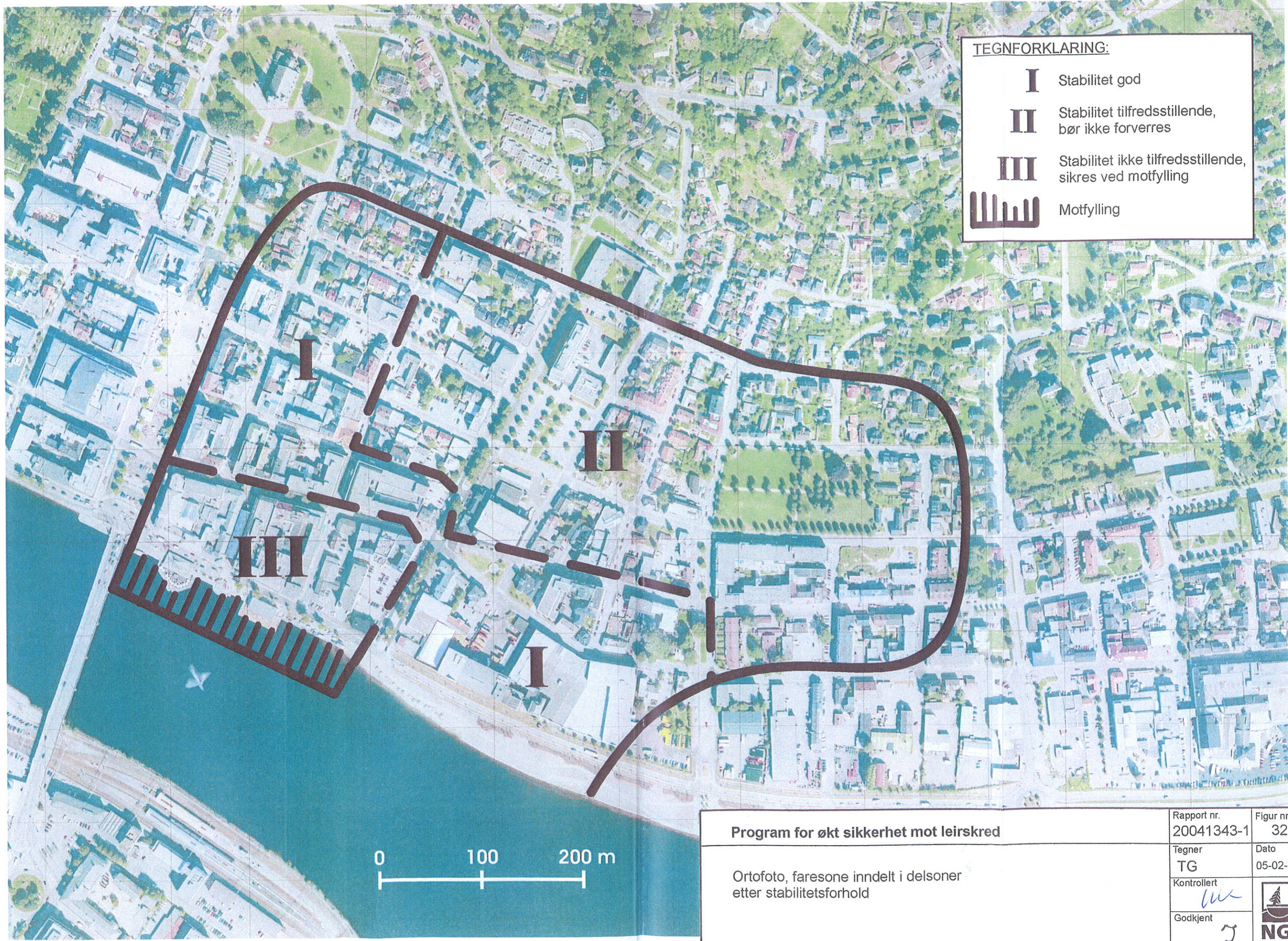
- 1-15 Sjupptente bornger utført i dette prosjektet
- Uteertrykskennetegn
- PTU-avvikling
- Vindgjerding
- Frøensete
- Peiznemer
- Bornkuler 2004
- Bornkuler 1992

- Begrensning faresone
- Delsoner I, II og III
- Stabiliserende fylling


Program for økt sikkerhet mot leirskred



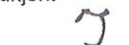
Situasjonsplan
Gamle og nye bornger
M = 1 : 2000

Report nr.	2004/1343-1	Figur nr.	31
Tegner	RMB	Dato	21.02.05
Kontrollert	KK		
Utskrevet	7		
Scale	05		



TEGNFORKLARING:

I	Stabilitet god
II	Stabilitet tilfredsstillende, bør ikke forverres
III	Stabilitet ikke tilfredsstillende, sikres ved motfylling
	Motfylling

Program for økt sikkerhet mot leirskred Ortofoto, faresone inndelt i delsoner etter stabilitetsforhold	Rapport nr. 20041343-1	Figur nr. 32
	Tegner TG	Dato 05-02-09
Kontrollert 		
Godkjent 		

Kontroll- og referanseside/ Review and reference page



Oppdragsgiver/Client NVE Region Sør	Dokument nr/Document No. 20041343-1
Kontraksreferanse/ Contract reference Bestilling nr 006213 dat. 13.07.2004	Dato/Date 26 januar 2005
Dokumenttittel/Document title Program for økt sikkerhet mot leirskred	Distribusjon/Distribution <input type="checkbox"/> Fri/Unlimited <input checked="" type="checkbox"/> Begrenset/Limited <input type="checkbox"/> Ingen/None
Prosjektleder/Project Manager Odd Gregersen	
Utarbeidet av/Prepared by Odd Gregersen	
Emneord/Keywords Kvikkleire, skjærstyrke, stabilitet, sikringstiltak	
Land, fylke/Country, County Norge, Buskerud	Havområde/Offshore area
Kommune/Municipality Drammen	Feltnavn/Field name
Sted/Location Bragernes	Sted/Location
Kartblad/Map 1814-III	Felt, blokknr./Field, Block No.
UTM-koordinater/UTM-coordinates 32VNM681233	

Kvalitetssikring i henhold til/Quality assurance according to NS-EN ISO9001							
Kontrollert av/ Reviewed by	Kontrolltype/ Type of review	Dokument/Document		Revisjon 1/Revision 1		Revisjon 2/Revision 2	
		Kontrollert/Reviewed		Kontrollert/Reviewed		Kontrollert/Reviewed	
		Dato/Date	Sign.	Dato/Date	Sign.	Dato/Date	Sign.
KK	Helhetsvurdering/ General Evaluation *	23/02-05	KA				
RMo	Språk/Style	23/02-05	RMo				
KK	Teknisk/Technical - Skjønn/Intelligence - Total/Extensive - Tverrfaglig/ Interdisciplinary	23/02-05	KA				
	Utforming/Layout						
OG	Slutt/Final	23/02-05	OS				
RMo	Kopiering/Copy quality	23/02-05	OS				

* Gjennomlesning av hele rapporten og skjønnsmessig vurdering av innhold og presentasjonsform/
On the basis of an overall evaluation of the report, its technical content and form of presentation

Dokument godkjent for utsendelse/ Document approved for release	Dato/Date 13.02.2005	Sign. Odd Gregersen
--	-------------------------	------------------------