

RAPPORT

ALMEMOEN BOLIGFELT, HØNEFOSS

GRUNNUNDERSØKELSER OG VURDERING
AV STABILITETSFORHOLD

Oppdragsgiver: Ringerike kommune

900001-1

27 FEBRUAR 1990



RAPPORT
ALMEMOEN BOLIGFELT, HØNEFOSS
GRUNNUNDERSØKELSER OG VURDERING
AV STABILITETSFORHOLD

Oppdragsgiver: Ringerike kommune

900001-1 27 FEBRUAR 1990

Deres ref.: Bestillingsbrev av 1.12.1989, SH/tm

GRUNNUNDERSØKELSENE BEKREFTER AT DET ER KVIKKLEIRE I GRUNNEN PÅ HELE ALMEMOEN (KFR. KVIKKLEIREKARTLEGGING, HØNEFOSS, RAPPORT 81040-1). STABILITETSBEREGNINGER VISER AT SIKKERHETEN MOT RAS I KVIKKLEIREN (TIL 15 m DYBDE) ER DÅRLIG. OMFATTENDE RASVIRKSOMHET KAN I DAG INNTREFFE. UTBYGGING AV ALMEMOEN BETINGER SIKRINGSTILTAK LANGS TOPP SKRÅNING OVER STORE DELER AV OMRÅDET. AVLASTNING TIL 3 m DYBDE I 20 m BRED SONE VIL GI TILSTREKkelig SIKKERHET. BEBYGGELSEN Plasseres BAK AVLASTNINGSONEN. SONEN ER VIST PÅ SITUASJONSPLANEN. VEGETASJONEN I SKRÅNINGENE RUNDT ALMEMOEN MÅ SIKRES AV HENSYN TIL EROSJONSFAREN. SUPPLERENDE EROSJONSREDUSERENDE TILTAK ANBEFALES PÅ ENKELTE PARTIER. GRAVEARBEIDENE FOR LEDNINGSANLEGG OG BEBYGGELSE I SKRÅNINGEN MOT SYD MÅ UTFØRES ETTER GITTE RETNINGSLINJER OG UNDER KONTROLL.

for NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT


Odd Gregersen

OG/RBjH



Grunnen består av 3-5 m sand over ca. 12 m med sensitiv/kvikk leire. Derunder ligger det 30-40 m med lite sensitiv leire. Forholdene synes å være ganske ensartet under hele Almemoen og stemmer overens med våre tolkninger i forbindelse med kvikkleirekartleggingen. Almemoen er her klassifisert som "et område med potensiell fare for kvikkleireskred", kfr. rapport 81040-1, datert 1 september 1988.

Stabilitetsberegninger viser at sikkerheten for glidninger ned i den underliggende lite sensitive leiren er tilfredsstillende, se Fig. A5.

Sikkerheten for glidninger gjennom kvikkleiren er i dag ikke tilfredsstillende. Beregningsmessig er sikkerheten meget lav for initialras inn i kvikkleiren, $\gamma_m(F) \approx 1.0$. Da initialras vil kunne utvikle seg til større bakovergripende skred, er dette uakseptabelt for et boligområde. For å sikre området er det derfor nødvendig å hindre at initialras oppstår. På dette stedet er det to forhold som må oppfylles for å oppnå tilfredsstillende sikkerhet mot initialras. For det første må det foretas en terrengavlastning slik at spenningsnivået i leiren blir redusert. For å oppnå den ønskede effekt viser våre beregninger at det må avlastes til 3.0 m dybde i en 20 m bred sone. Sonen er vist på situasjonsplanen, Fig. A6. Det andre forholdet er at topografien i fremtiden ikke må endres slik at det får ugunstig innvirkning på stabilitetsforholdene. Ravineskråningene rundt Almemoen er bratte, for en stor del så bratte som 1:2 og lokalt så bratte som 1:1.5. Det må derfor forhindres at overflateglidninger og erosjon inntreffer. Den eksisterende vegetasjon i skråningene rundt Almemoen må opprettholdes. På partier med utilstrekkelig vegetasjon kan det bli aktuelt å foreta spesielle erosjonsreducerende tiltak. Et slikt tiltak kan være å tildekke skråningen med grusmasser, for eksempel kan avlastningsmassene benyttes.

Anleggsarbeidene oppe på selve plataet antas å bli relativt ukompliserte geoteknisk sett. Gravearbeider forventes å kunne utføres til 3.0-3.5 m dbyde uten store problemer. Dypere utgravninger kan kompliseres dersom en kommer ned under det øvre grunnvannstands nivået. Grunnen er ikke spesielt setningsømfintlig. Med de moderate tilleggsbelastningene som forventes i forbindelse med det foreliggende prosjektet, vil en således anta at setninger vil bli moderate og innenfor akseptable grenser.

Sandlaget som ligger fra terreng til 3-4 m dybde er ikke telefarlig. Dette gir stor frihet til valg av fundamenteringsløsning for boligene. Det vil således ligge godt til rette både for kjellerløse hus så vel som hus med kjeller. Grunnarbeidene bør her bli lite kostnadskrevenende.

Prosjektet forutsetter en betydelig byggevirkosomhet i skråningen mot syd. Denne virksomheten må nøye tilpasses de begrensninger som er gitt ved de vanskelige grunnforholdene på området. På situasjonsplanen er inntegnet kvikkleirelagets øvre og nedre begrensning i skråning tilsvarende henholdsvis kote 145 og 135. Innen dette dybdeintervallet vil det være spesielt viktig at alle bygningsmessige inngrep utføres med forsiktighet. Graving for ledningsanlegg bør planlegges og tilpasses forholdene. Ledninger som anlegges på tvers av terrengets fallretning medfører en vesentlig fare for utløsning av ras. Innenfor dybdeintervallet med kvikkleire bør slike ledninger unngås. Alternativt må ledningene enten anlegges som grunne ledninger eller gravearbeidene må utføres i korte seksjoner, kanskje 4-5 m. Tilbakefyllingsmasser komprimeres godt. Ledninger parallelt med fallretningen har mindre stabilitetsreducerende virkning. Også for disse ledningene vil det imidlertid være gunstig å redusere gravedybden innen dybdeintervallet for kvikkleiren.

Ekstra påpasselighet bør utvises under gravearbeider i kvikkleiren på grunn av faren for grunnvannserosjon. Dersom sandlagene i leiravsetningen eroderes, kan dette medføre deformasjoner og derved fare for ustabilitet i kvikkleiren.

Ved utgraving for kjellere for boligene blir problemstillingene for en stor grad de samme som for anlegg av ledningsgrøfter. Lange graveskråninger på tvers av fallretningen kan gi ustabilitet av bakenforliggende skråning. Kanskje må utgraving, støping og tilbakefylling utføres i seksjoner. Ved utgraving for boliger kan det i tillegg oppstå et stabilitetsproblem dersom gravemassene fylles ut i nedkant av tomta. Dette må vurderes i hvert enkelt tilfelle.

Graving i silt/finsand under grunnvannsnivået vil kunne gi en svak og lite bæredyktig gravebunn. Dette kan inntreffe i overgangen mellom sand og leire (fra kote 147 og nedover) og eventuelt i sandlagene i kvikkleiren. Problemet kan løses ved senking av grunnvannet/avskjæring av vanntilførselen til byggegruppen.

En mer detaljert vurdering av problemstillingen knyttet til ledningstraséer og enkelttomter forutsettes belyst nærmere når reviderte planer foreligger. Behovet for supplerende grunnundersøkelser antas for en stor del å kunne dekkes opp ved sjaktinger på strategiske steder.



Det er ytret ønske om å kunne infiltrere overflatevann i grunnen. Dette bør unngås idet konsentrasjoner av infiltrasjonsvann vil kunne gi lokale oppbygninger av poretrykk og derved forverrede stabilitetsforhold. Overflatevannet anbefales derfor ført ut av området kontrollert i ledningsanlegg.

Kornfordelingsanalyser av toppmassene i hull 10 viser at grunnen ned til ca. 4.0 m dybde ikke er telefarlig. Dette er trolig representativt for hele platået. Det anbefales imidlertid at det senere foretas en mer detaljert kartlegging av toppmassene. Dette gjøres ved et antall sjaktinger over det aktuelle området.

Geoteknisk oppfølging anses å være helt nødvendig av hensyn til sikkerhet og et teknisk godt resultat

Som det fremgår av det ovenstående er Almemoen geoteknisk sett et vanskelig område å bygge ut. For å oppnå et sikkert og teknisk sett godt resultat vil det være nødvendig med en nær kontakt med geoteknisk konsulent i alle faser av prosjektet.

Vi bør således trekkes inn i det videre prosjekteringsarbeidet. Når reviderte planer foreligger kan det bli aktuelt å foreta nærmere stabilitetsvurderinger av enkeltområder. Alle planer bør gjennomgås og kommenteres før igangsettelse. Vanskelige områder/prosjekter bør identifiseres og gis spesiell oppfølging. Alle ledningsanlegg bør føles opp slik at erfaring kan trekkes og optimale løsninger foreslås for gjennomføring av grunnarbeidene for den øvrige byggingen.

Grunnlagsmaterialet fremgår av Vedlegg A

Det er utført grunnundersøkelser og foretatt laboratorieundersøkelser. Resultatene er omtalt og beskrevet i den etterfølgende delen av rapporten, Vedlegg A. Likeledes er de utførte stabilitetsberegningene og grunnlaget for disse dokumentert samt at selve byggeprosjektet er gitt en beskrivelse.

VEDLEGG A - GRUNNLAGSMATERIALE

INNHALDSFORTEGNELSE

MARKARBEID OG LABORATORIEUNDERSØKELSER	s. A2
GRUNNFORHOLD	s. A2
STABILITETSBEREGNINGER	s. A3
PROSJEKTBSKRIVELSE	s. A4

TILLEGG

- TILLEGG I - Markundersøkelser - Boremetoder
- TILLEGG II - Laboratorieundersøkelser
- TILLEGG III - Tegnforklaring og normer for betegnelse
av jordarter

FIGURER

- Fig. A1 - Oversiktskart M = 1:50 000
- Fig. A2 - Borprofil, hull 10
- Fig. A3 - Kornfordelingsanalyser
- Fig. A4 - Profil A-A, M = 1:500
- Fig. A5 - Profil B-B, M = 1:200
- Fig. A6 - Profil B-B, M = 1:200 m/stabilitetsberegninger
- Fig. A7 - Situasjonsplan M = 1:2 000

MARKARBEID OG LABORATORIEUNDERSØKELSER

Markarbeidet ble utført i tidsrommet 15 - 22 september 1990 under ledelse av vår borformann Bjarne Fjell. Det ble i alt utført 6 dreie-trykksonderinger (boring 1-6) og 1 prøveserie med 54 mm prøvetager (boring 10) samt installert 3 poretrykksmålere ved boring 10 i dybde henholdsvis 8.5, 12.5 og 30.0 m under terreng.

Fra tidligere har Norges Geotekniske Institutt (NGI) utført 2 dreietrykksonderinger på området, boringene 9 og 10.

Beliggenheten av boringene fremgår av situasjonsplanen, Fig. A7.

De opptatte jordprøvene er undersøkt i NGIs laboratorium. Undersøkelsene har omfattet klassifisering, bestemmelse av vanninnhold, romvekt, udrenert skjærstyrke samt flyte- og utrullingsgrenser. I tillegg er det foretatt kornfordelingsanalyse på materiale ned til 5 m dybde.

Resultatene av laboratorieundersøkelsene er vist på Fig. A2 og A3.

Sammenstilling av undersøkelsesdataene er presentert på profilene A-A og B-B, Fig. A4 og A5.

For nærmere beskrivelse av felt- og laboratoriemetodene henvises til Tillegg I og II.

GRUNNFORHOLD

Almemoen er et platå på ca. kote 150, av størrelse ca. 300 x 600 m. Platået er avgrenset av bratte og høye skråninger i alle retninger. Brattest er det mot nord med en skråningshelning på 1:1.5 (ca. 34°) og størst høydeforskjell (50-60 m) mot nord og øst.

Grunnen består øverst av grusig mellomsand til 3.5 - 5.0 m under terreng, se Fig. A4. Derunder er det leire til 40-60 m under terreng. Trolig ligger det et gruslag over fjell. På de øverste 12-13 m er det flere sandlag i leiren. Sandlagene har tykkelse fra 0.1 til 1.0. I dette dybdeintervallet har leiren meget høy sensitivitet og kan tildels betegnes som kvikk. Vanninnholdet avtar

med dybden fra 40-45% til 30-35%. Plastisitetsindeksen er mellom 10 og 15. Romvekten varierer fra 18 til 19 kN/m³.

Udrenert skjærstyrke, målt i laboratoriet, øker relativt jevnt med dybden fra ca. 25 kPa i 6 m dybde til ca. 50 kPa i 15 m dybde. Det er påvist en viss tørrskorpeeffekt øverst i leirlaget.

De installerte poretrykksmålerne viser at hele platået er utdrenert til ganske store dyp. Våre registreringer som har gått ned til 25 m dybde har ikke påtruffet grunnvannsnivået. Dette er i god overensstemmelse med opplysninger om at det er foretatt boring etter vann til 60-70 m dybde uten at vann er påtruffet.

Det skal imidlertid bemerkes at det, i tider med stor vanntilførsel til grunnen, kan eksistere et øvre grunnvannsnivå i overgangen mellom det overliggende sandlaget og den sensitive leiren. Således kan det, til noen meters dybde, bygges opp et visst poretrykk. Vår måler i 8.5 m dybde indikerte et lite poretrykk 8.5 kPa i dette nivået. På Fig. A5 er vist teoretisk maksimal poretrykksfordeling. Likeledes er vist hydrostatisk poretrykksfordeling.

På borprofilet, Fig. A2, er vist forholdet mellom udrenert skjærstyrke og effektivt overlagstrykk (s_u/p_0'). Som det fremgår ligger s_u/p_0' -forholdet mellom 0.16 og 0.20. Beregningene er basert på de målte verdiene for poretrykk.

STABILITETSBEREGNINGER

Det er utført beregninger for kontroll av skråningsstabiliteten for området. Beregninger er foretatt for profil B-B, beliggende i skråningen mot nord, kfr. situasjonsplanen Fig. A7. Denne skråningen er den bratteste av ravineskråningene rundt Almemoen.

Beregningene omfatter glideflater til stor dybde under terreng, gjennom lite sensitiv leire. Likeledes er det foretatt beregninger av glidninger gjennom den overliggende kvikkleiren.

Beregningene av glidninger gjennom lite sensitiv leire er basert på effektivspenningsanalyse. Det er antatt en friksjonsvinkel, ϕ' , på 32° og en romvekt på 18.5 kN/m³. Den beregningsmessig ugunstigste glideflaten er vist på profil

B-B, Fig. A6. Som det fremgår viser beregningene en materialkoeffisient, γ_m , (sikkerhetsfaktor) på 1.5. Dette anses som tilfredsstillende.

Beregninger av glidninger gjennom kvikkleiren er basert på udrenert skjærstyrke (totalspenningsanalyse). For sensitive/kvikke leirer er udrenert skjærstyrke den kritiske terskelverdi for skjærspenning når brudd oppstår (mobiliseringsgraden av ϕ' er ikke noe mål for sikkerheten mot brudd for slike sprøbrudd-materialer). Beregningene viser at sikkerheten mot brudd er svært lav, materialkoeffisienten $\gamma_m \approx 1.0$. Sikkerheten er lav for glideflater som går inntil 25-30 m bak topp skråning. Dette er en helt uakseptabel sikkerhet for et bebodd område. For å bedre sikkerheten er det antatt en terrengavlastning til 3.0 m under terreng i 20 m bredde, øker materialkoeffisienten, γ_m , til ca. 1.3, hvilket anses som tilfredsstillende.

PROSJEKTBEKRIVELSE

Det regulerte området er vist på situasjonsplanen, Fig.A7. Foruten selve platået vil utbyggingen også omfatte skråningene mot syd og vest. Området skal stort sett bygges ut med småhus. Skråningen mot sydvest er planlagt utbygd med terrassehus. Oppe på platået er det prosjektert blokkbebyggelse. Alle husene skal bebygges med kjeller. Totalt omfatter prosjektet en størrelse av 300 boligenheter.


I tillegg vil utbyggingen omfatte nye adkomstveier samt nytt hovedledningsanlegg.



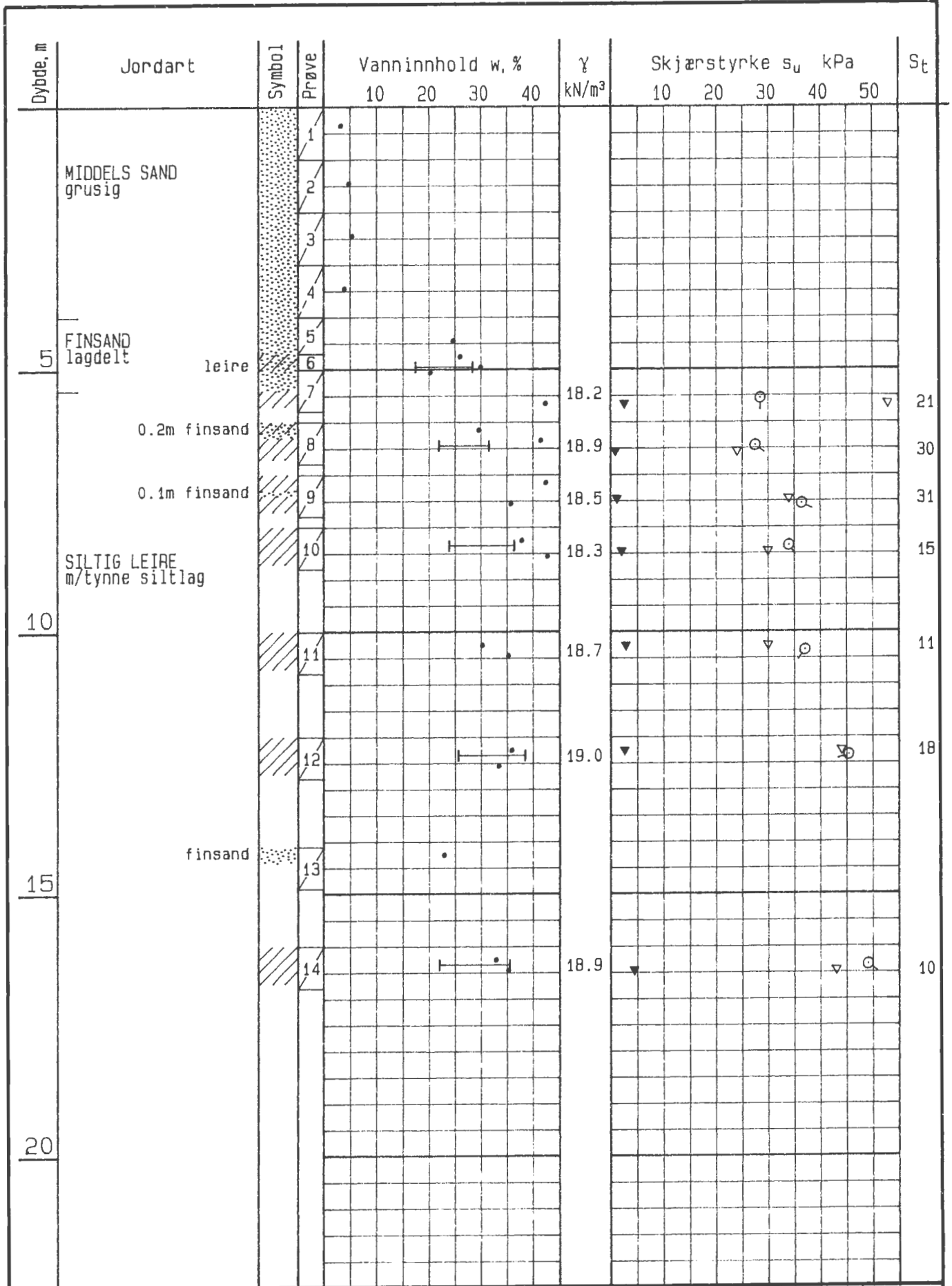
Kartreferanse: NGO-serie (M 711), kartblad 1815 III Hønefoss
 UTM-ref: NM 705 735


ALMEMOEN BOLIGFELT, HØNEFOSS

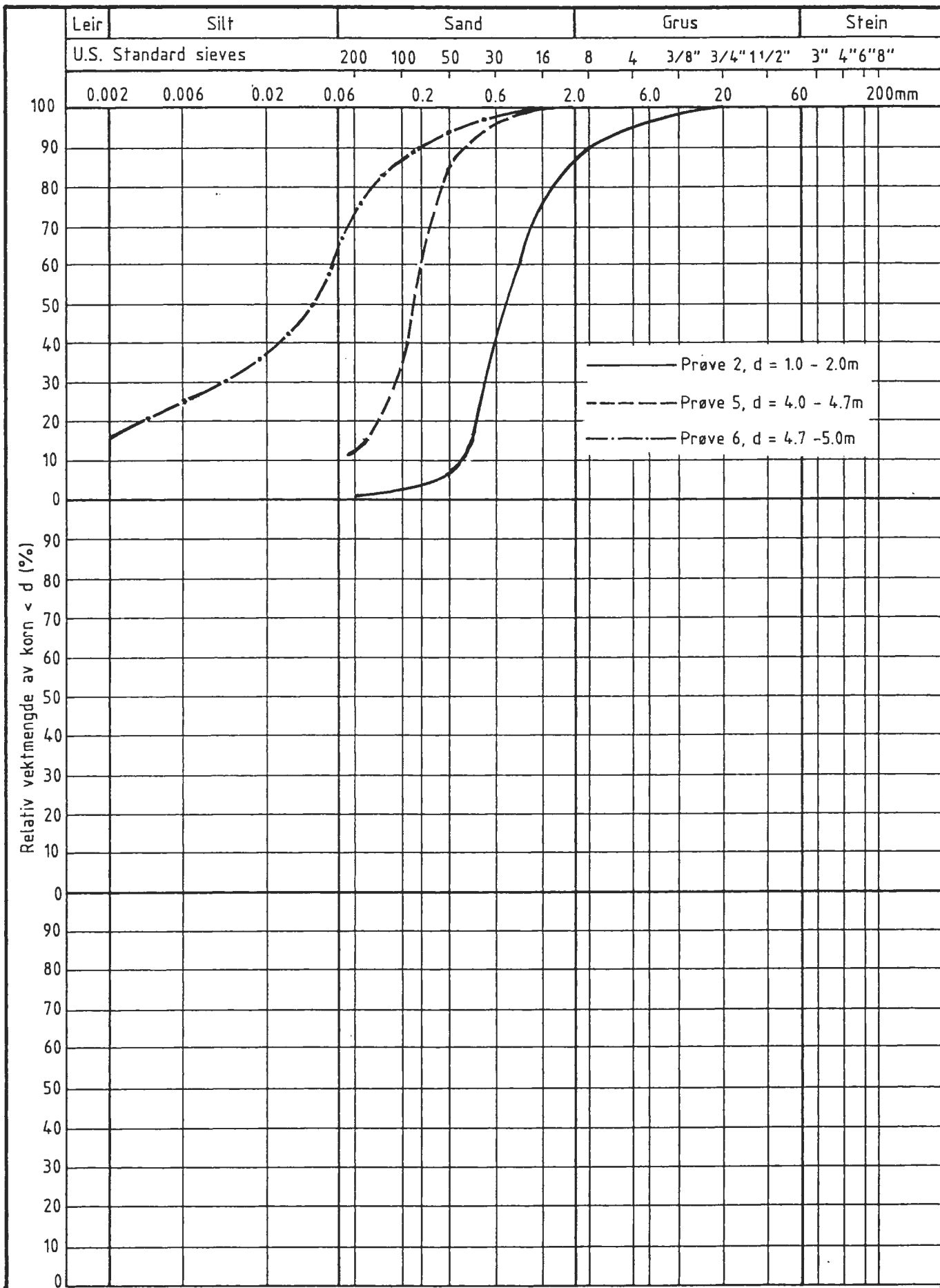
Oversiktskart
 M = 1 : 50 000

Rapport nr. 900001	Figur nr. A1
Tegner	Dato 12.03.90
Kontrollert	 NGI
Godkjent	

2
2



ALMEMOEN BOLIGFELT , HØNEFOSS		Rapport nr. 900001	Figur nr. A2
BORPROFIL		Tegner <i>P. M.</i>	Dato 130290
Hull: 10		Kontrollert <i>T. M.</i>	
Terr.kote: 150.5 m		Godkjent	
Prøvetype: 54mm		7	
• vanninnhold	— — utrullings- og flytegrense		
▼ konus omrørt	▼ konus uomrørt	○ trykkforsøk	



ALMEMOEN BOLIGFELT, HØNEFOSS

Rapport nr.
900001

Figur nr.
A3

Kornfordelingsanalyse, Hull 10.

Tegner

elo

Dato
08.03.90

Kontrollert

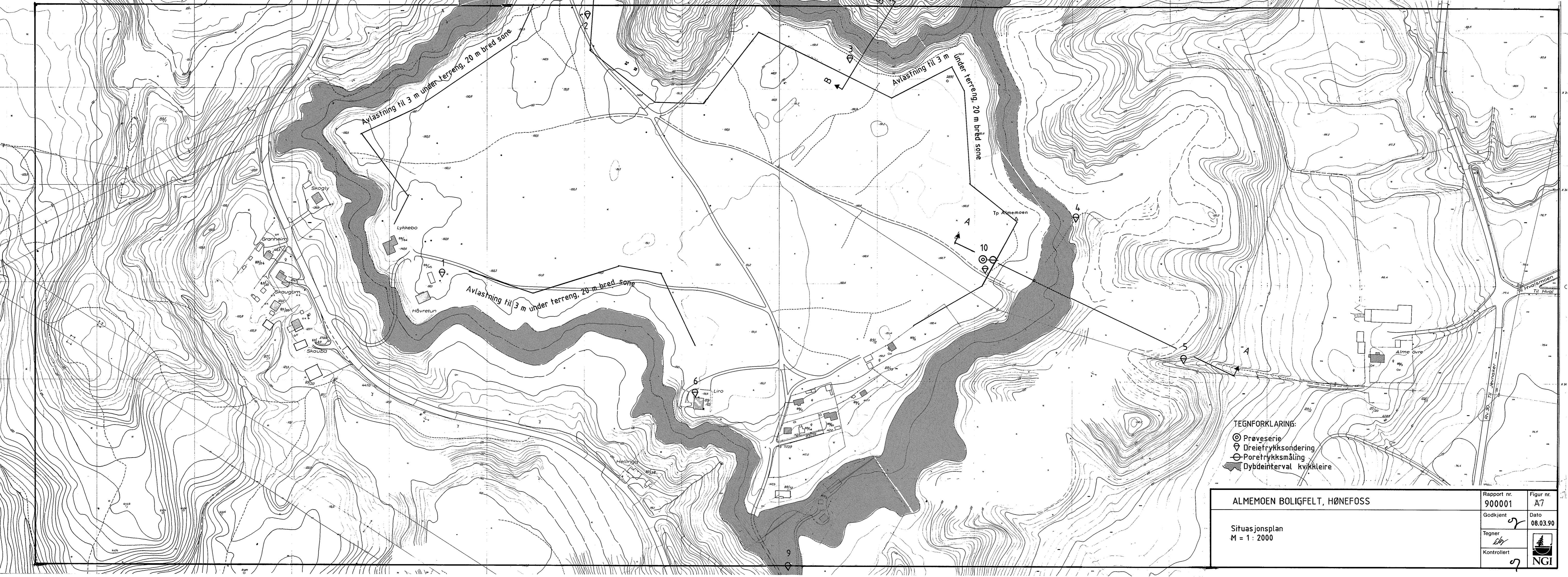
or

Godkjent

7



NGI




Avlasking til 3 m under terreng, 20 m bred sone

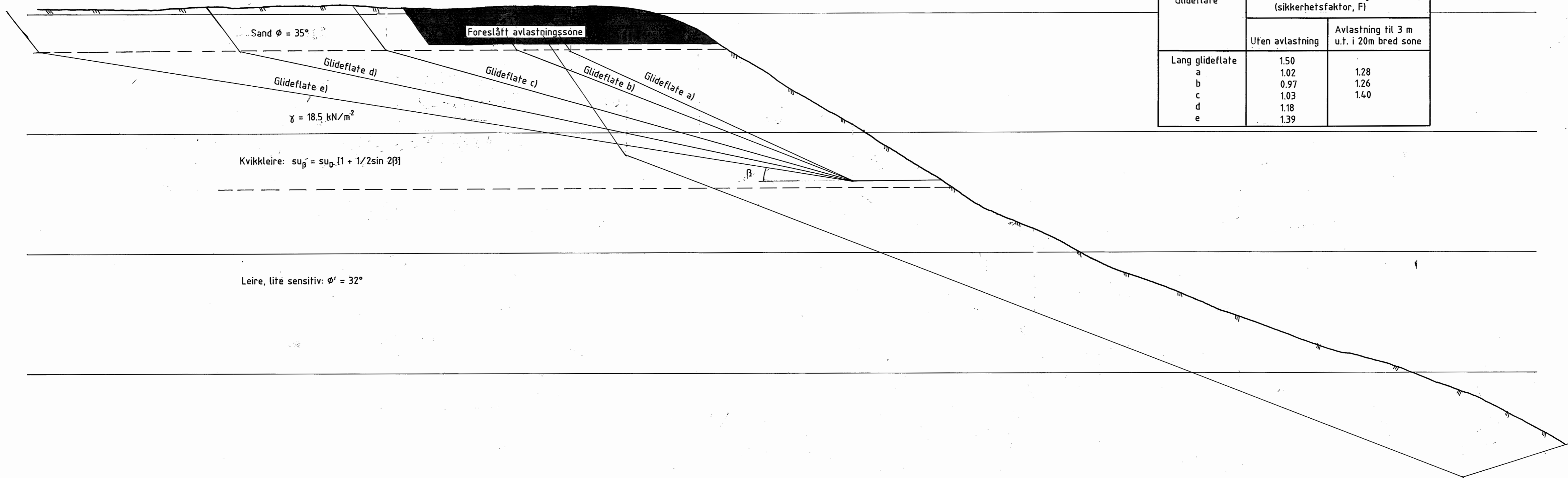
Avlasking til 3 m Under terreng, 20 m bred sone

Avlasking til 3 m under terreng, 20 m bred sone

TEGNFORKLARING:
 ⊙ Prøveserie
 ⊕ Dreieffektsone
 ⊖ Poretrykksmåling
 ▨ Dybdeinterval kvikkleire

ALMEMOEN BOLIGFELT, HØNEFOSS		Rapport nr. 900001	Figur nr. A7
Situasjonsplan M = 1 : 2000		Godkjent [Signature]	Dato 08.03.90
		Tegner [Signature]	 NGI
		Kontrollert [Signature]	

Ca byggeinje



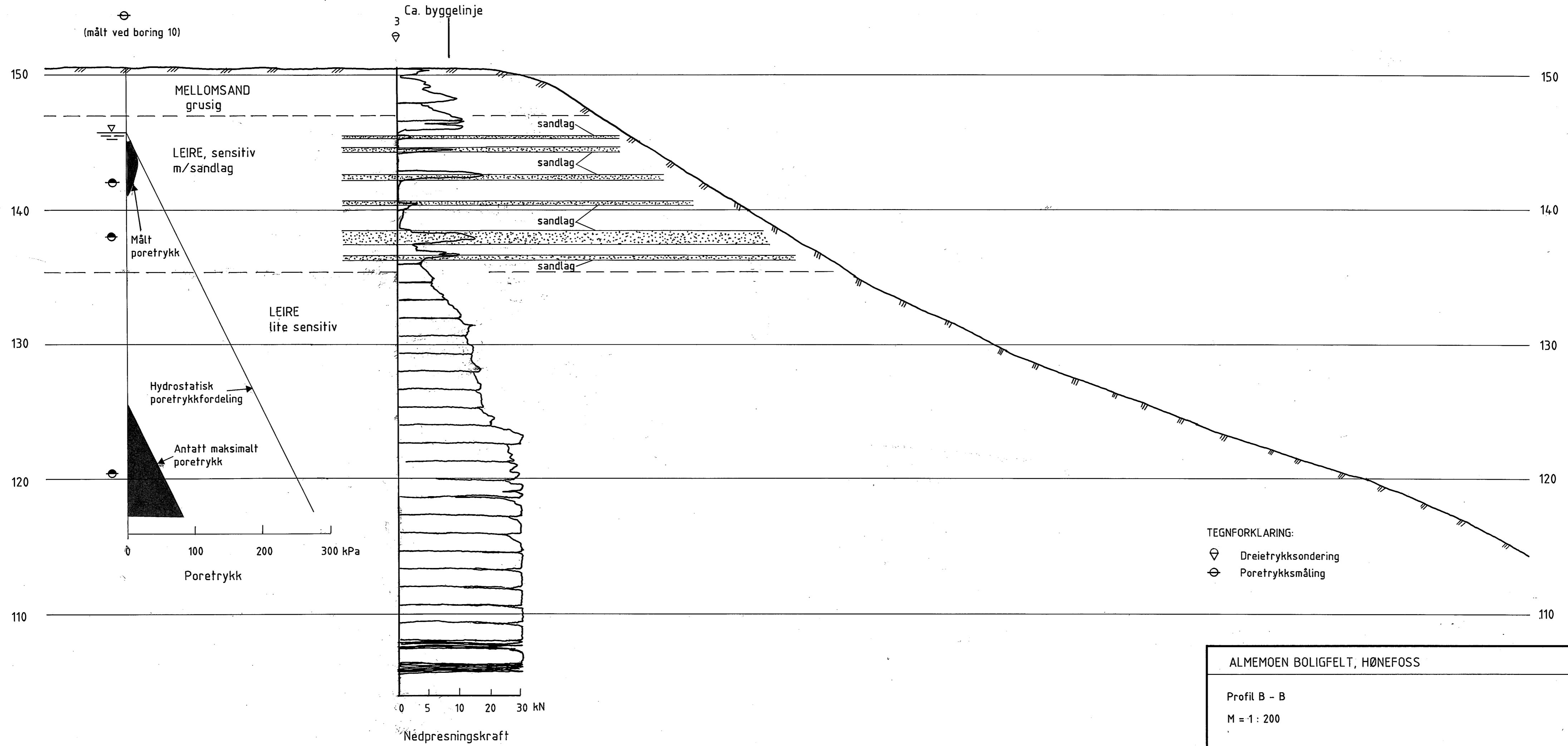
RESULTAT AV STABILITETSBEREGNINGEN		
Glideflate	Materialkoeffisient, γ_m (sikkerhetsfaktor, F)	
	Uten avlastning	Avlastning til 3 m u.t. i 20m bred sone
Lang glideflate	1.50	
a	1.02	1.28
b	0.97	1.26
c	1.03	1.40
d	1.18	
e	1.39	


Kvikkleire: $su_p = su_0 \cdot [1 + 1/2 \sin 2\beta]$

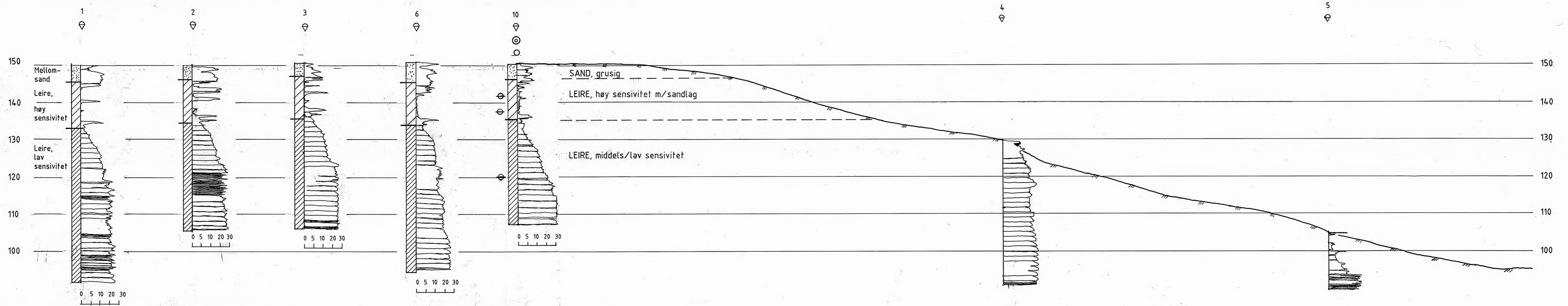
Leire, lite sensitiv: $\phi' = 32^\circ$

$\gamma = 18.5 \text{ kN/m}^2$

ALMEMOEN BOLIGFELT, HØNEFOSS	Rapport nr.	900001	Figur nr.	A6
	Godkjent	<i>[Signature]</i>	Dato	08.03.90
	Tegner	<i>[Signature]</i>		
	Kontrollert	<i>[Signature]</i>		
Profil B - B m/resultat av stabilitetsberegningen				
M = 1 : 200				
				NGI




ALMEMOEN BOLIGFELT, HØNEFOSS		Rapport nr. 900001	Figur nr. A5
Profil B - B		Godkjent 7	Dato 08.03.90
M = 1 : 200		Tegner elm	 NGI
		Kontrollert 7	



TEGNFORKLARING:

- ▽ Dreietrykkssondering
- ⊙ Prøveserie
- ⊖ Poretrykksmåling

ALMEMOEN BOLIGFELT, HØNEFOSS		Rapport nr. 900001	Figur nr. A4
Profil A - A		Godkjent <i>[Signature]</i>	Dato 08.03.90
M = 1 : 500		Tegner <i>[Signature]</i>	 NGI
		Kontrollert <i>[Signature]</i>	