1989
NGI

RAPPORT

HOTELLNESET, LONGYEARBYEN

GRUNNUNDERSØKELSER OG STABILITETS-VURDERING FOR NY LASTEKAI

Oppdragsgiver:
Store Norske Spitsbergen
Kulkompani A/S

880011-2 14. februar 1989

Norges Geotekniske Institutt
Norwegian Geotechnical Institute

NGI

RAPPORT

HOTELLNESET, LONGYEARBYEN

GRUNNUNDERSØKELSER OG STABILITETS-
VURDERING FOR NY LASTEKAI

Oppdragsgiver:
Store Norske Spitsbergen Kulkompani A/S

880011-2 14. februar 1989

S A M M E N D R A G

Utførte grunnundersøkelser synes å vise at grunnen består av løst lagrede sand- og grusmasser til stor dybde. På grunn av at sjøbunnen har en helning på nesten 1:2, er det ikke mulig av hensyn til stabilitetsforholdene å bygge en tradisjonell stagforankret spuntveggkai eller en cellespuntkai med 12 m vanndybde på dette sted. Fra et geoteknisk synspunkt synes en åpen kai fundamentert på stålrørspeler mest hensiktsmessig. Med tanke på at en massivkai er ønskelig med hensyn til isproblemer, har man i rapporten sett på en forankret spuntveggkai bakfylt med løs Leca, der imidlertid kaidekket må bæres av lange betongpeler. Alternativt kunne man bedre forholdene med hensyn til en massivkaikonstruksjon ved en omfattende oppfylling av sjøbunnen.

for NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT

Odd Gregersen

Gunnar Aas

Postal Address: P.O.B. 40 Tåsen N-0801 Oslo 8 Norway
Street Address: Sognsveien 72 Oslo
Telephone: National (02) 23 03 88 International + 47 2 23 03 88
Telex: 19 787 ngi n
Facsimile: National (02) 23 04 48 International + 47 2 23 04 48
Postal Giro Account No. 5 16 06 43
Bankers: Bergen Bank *Account No.:* 5096.05.01281

NGI

Stabilitetsberegninger basert på at sandavsetningen har en tyngdetetthet på 20 kN/m², en friksjonsvinkel på 35 grader og null attraksjon viser at en konvensjonell massivkai som f.eks. en bakforankret spuntvegg eller en cellespuntkonstruksjon med 12 m vanndybde på dette sted ikke vil få tilfredsstillende stabilitet. Den vesentligste årsak til dette er at sjøbunnen står med stor helning ned til over 20 m dybde. Vi har i dag ikke tilstrekkelig oversikt over bunnforholdene til å vurdere nødvendig volum av en stabiliserende oppfylling i sjøen som eventuelt ville muliggjøre bygging av en vanlig massivkai på Hotellneset.

For at kaiprofilet med dagens bunnforhold skal få tilstrekkelig sikkerhet, må mesteparten av tilleggslasten fra kaikonstruksjoner og nyttelaster i anslagsvis 25 m bredde bak kailinjen føres på peler til stor dybde eller fast grunn (permafrost). Det er i denne forbindelse nærliggende å tenke på en åpen kai med et betongdekke fundamentert på stålrørspeler.

Med tanke på de spesielle isproblemene på dette sted har man alternativt sett på en spesiell utførelse av en massivkai. Her forutsettes en stagforankret spuntvegg bakfylt med meget lette fyllmasser (løs Leca) med tyngdetetthet 10 kN/m³. Da en slik konstruksjon ikke kan oppta et bidrag til jordtrykk som følge av nyttelaster på kaien, må det anlegges et kaidekke som fundamenteres på peler. Siden disse pelene står omgitt av masser og ikke påvirkes av iskrefter, kan det her benyttes betongpeler.

En mer detaljert stabilitetsvurdering må skje parallelt med utarbeidelsen av et kaiprosjekt og således i samarbeide med byggherre og bygningsteknisk konsulent. Avhengig av hvilken kaitype som velges, må man samtidig vurdere hensiktsmessigheten av å utføre spesielle tilleggsundersøkelser som f.eks. trykksonderinger, som eventuelt kunne føre til en noe mer positiv vurdering av grunnforholdene.

GAa/kke/430/C

En mer omfattende beskrivelse av de utførte undersøkelser og beregninger er gitt i vedlegg A.

NGI står fortsatt til tjeneste i denne sak.

NGI

V E D L E G G A

INNHOLD side

GRUNNUNDERSØKELSER A-2

STABILITETSBEREGNINGER A-2

FIGURER

001 Situasjonsplan

002 Borprofil, hull 204

003 Jordtrykksberegning for spuntvegg i front av spesiell massivkai

004 Profil A-A og B-B med boringsresultater

005 Stabilitetsberegninger, åpen kai

006 Stabilitetsberegninger for spesiell massivkai

007 Stabilitetsberegninger for cellespuntkai

NGI

GRUNNUNDERSØKELSER

Etter oppdrag i brev av 25.03.88 fra Store Norske Spitsbergen Kulkompani A/S (SNSK) har Norges Geotekniske Institutt (NGI) i forbindelse med undersøkelsene i Sjøområdet utført grunnundersøkelser også for ny lastekai på Hotellneset. Undersøkelsene som ble utført i begynnelsen av mai 1988 under ledelse av borformann H. Bryøen, omfattet 4 dreiesonderinger og en prøveserie med beliggenhet som vist på situasjonsplanen, fig. 001.

Med hensyn til en beskrivelse av undersøkelsesmetoder og geotekniske betegnelser henvises til standardtilleggene i rapport 880011-1.

Som det fremgår av fig. 004, viser de utførte dreiesonderingen lav neddrivningsmotstand til omkring kote -35 hvor boringene ble avsluttet. I følge borformannens bedømmelse er løsavsetningen på Hotellneset forskjellige fra de i Sjøområdet og består hovedsakelig av løst lagret sand/grus-masser. De tre jordprøvene som ble tatt opp mellom 1,5 og 8,5 m dybde (kote -11,5 til -18,5) bestod (fig. 002) for en stor del av sand og grus. I dybdeintervallet fra 5,0 til 5,4 er imidlertid jordarten karakterisert som sterkt sand/grusblandet siltig leire. Den plutselige overgang fra leire i Sjøområdet til sand ved Hotellneset kan forklares ved at isfronten under tilbaketrekkingen stod i ro en periode ytterst i Adventfjorden og forårsaket en mektig israndavsetning tvers over fjorden.

STABILITETSBEREGNINGER

Ved de utførte stabilitetsberegninger for ny lastekai på Hotellneset er det forutsatt at grunnen består av sand til stor dybde. Det er regnet med en tyngdetetthet på 20 kN/m³ (neddykket 10 kN/m³), en friksjonsvinkel på 35 grader og null attraksjon. Skjærstyrkeparametrene er anslått forsiktig på grunnlag av generell erfaring, og

det er mulig man ved spesialundersøkelser, som f.eks. trykksondering, kunne komme til en noe mer positiv vurdering av grunnens beskaffenhet.

Laveste vannstand i sjøen er forutsatt på kote -1,5, mens det er antatt at grunnvannstanden i massene innenfor kaien på samme tid kan stå noe høyere, på kote 0.

Under de aktuelle forhold med 12 m vanndybde foran kaien og utenforliggende sjøbunn med helning ca. 1:2 til stor dybde, er det ikke praktisk mulig å bygge en tradisjonell stagforankret spuntveggkai. Hvis mulig av hensyn til isforholdene, synes derfor en åpen kaitype bestående av et betongdekke fundamentert på ståplrørspeler å være den mest hensiktsmessige løsning.

En nøyaktig stabilitetsberegning må skje parallelt med utarbeidelsen av et kaiprosjekt og må således baseres på et samarbeid med byggherre og bygningsteknisk konsulent. De foreløpige beregninger som er vist på fig. 005, synes å vise at man for å ha en beregningsmessig sikkerhet på 1,3 - 1,4 for jordprofilet under kaien, må regne med en bredde av pelefundamenterte kaikonstruksjoner på ca. 25 m. Bredden vil imidlertid kunne avhenge en del av hvordan man autfører avslutningen av kaien i bakkant (forankret spuntvegg, skråplate/friksjonsplate, pelefundamentert avlastningsplate), av fyllmassenes tygde og av kravet til nyttelast.

Hvis det av hensyn til isbelastninger er svært ønskelig å anlegge en massivkai, kunne man overveie å benytte en stagforankret spuntveggkai bakfylt med meget lette masser som f.eks. Leca. Ved en slik løsning måtte imidlertid kaidekket med nyttelaster i ca. 25 m bredde fundamenteres på (betong-) peler.

Under forutsetning av en tyngdetetthet av vannmettet Leca på 10 kN/m³ (neddykket 0), en friksjonsvinkel på 35° og en grunnvannstand på kote 0 bak spunten, kommer man fram til en nødvendig suntlengde i kailinjen

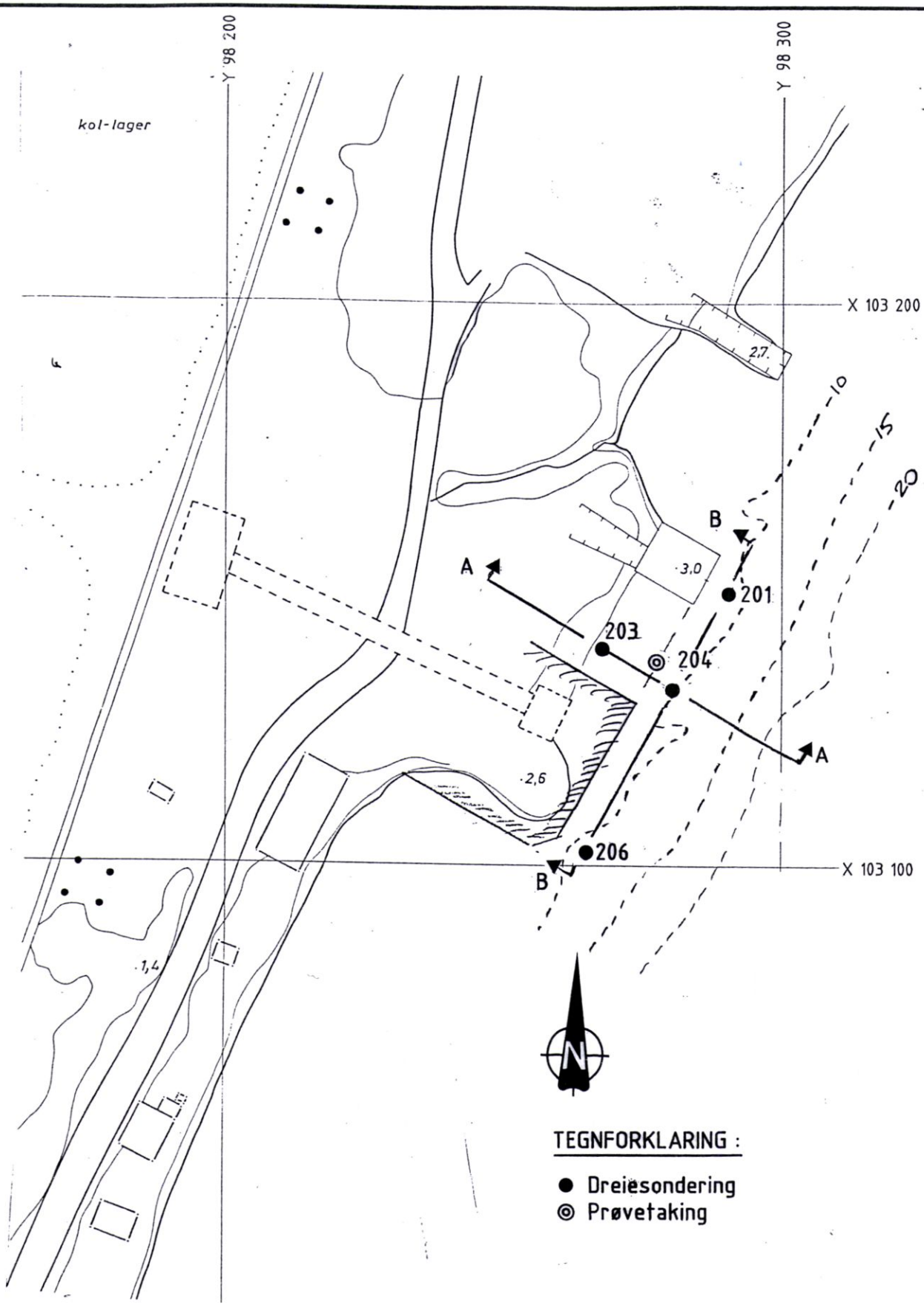
på ca. 25 m (fig. 003). Beregningsmessig bøyningsmoment er ca. 600 kNm/m og ankerkraft (i kote 0) ca. 270 kN/m. Fig. 006 indikerer en sikkerhetsfaktor på omkring den størrelse som kreves for potensielle glideflater som går under spuntfoten.

Man har også sett på muligheten av å utføre kaien som en cellespuntkonstruksjon. På fig. 007 er vist resultatene av stabilitetsberegninger for en slik kai, i det det er forutsatt celler med diameter 17 m (ekvivalent bredde = 15 m) fylt opp med friksjonsmasser med tyngdetetthet 20 kN/m³. Det er videre forutsatt lavvannstand i sjøen på kote -1,5, grunnvannstand i cellene og i den bakenforliggende fylling på kote 0 og en dimensjonerende terrenglast på 32 kN/m² bak cellerekken. Fra et stabilitetssynspunkt er det ugunstigst uten nyttelast på selve cellene.

Som man ser er beregningsmessig sikkerhetsfaktor så lav som ca. 1,0 for celler med spunt rammet ned til kote -15 i bakkant og kote -25 i forkant. Ved en forlengelse av alle spuntnåler med 5 m øker beregningsmessig sikkerhet med bare 10%. Den lave sikkerhet skyldes at jordtrykket mot yttersiden av cellerekken på grunn av sjøbunnens helning, er redusert med over 70% i forhold til ved en horisontal bunn på kote -12.

Det er foreløpig bare sett på faren for et grunnbrudd i massene under cellerekken. Med innspenningslengder av den størrelse det er tale om her, er det også et spørsmål om hvilke deformasjoner cellene utsettes for ved opptagelsen av jordtrykksbelastningene.

I prinsippet kunne forholdene med hensyn til å bygge massivkaier som bakforankret spuntveggkai eller cellespuntkai legges til rette ved at man fylte opp sjøbunnen med gode friksjonsmasser slik at man fikk et platå på kote -12 et stykke ut fra kailinjen. For å vurdere det nødvendige omfang av en slik utfylling måtte man ha kjennskap til bunnforholdene i fjorden videre utover fra -20 m-koten.



HOTELLNESET, LONGYEARBYEN	Rapport nr. 880011-2	Figur nr. 001
Situasjonsplan M = 1 : 1000	Tegner	Dato 89-02-13
	Kontrollert GAa	NGI
	Godkjent GAa	

001N. 12-87. 2000. TØRRKOPI. 4 3 2 1

Dybde, m	Jordart	Symbol	Prøve	Vanninnhold w, % (10 20 30 40)	Tyngdetetthet γ, kN/m³	Skjærstyrke s_u, kPa	Sensitivitet S_t
	GRUS, sandig SAND, siltig		2				
5							
	LEIRE, siltig GRUS, sandig		3		19,77		
	GRUS, sandig		4		20,89		
10							

HOTELLNESET, LONGYEARBYEN

Dato 89-02-10

Tegner

BORPROFIL

w_L, w_P = flyte- og utrullingsgrense

+ vingeboring
○ trykkforsøk
▽ konus

Hull 204
Terr. kote -9,9
Prøve Ø 54mm

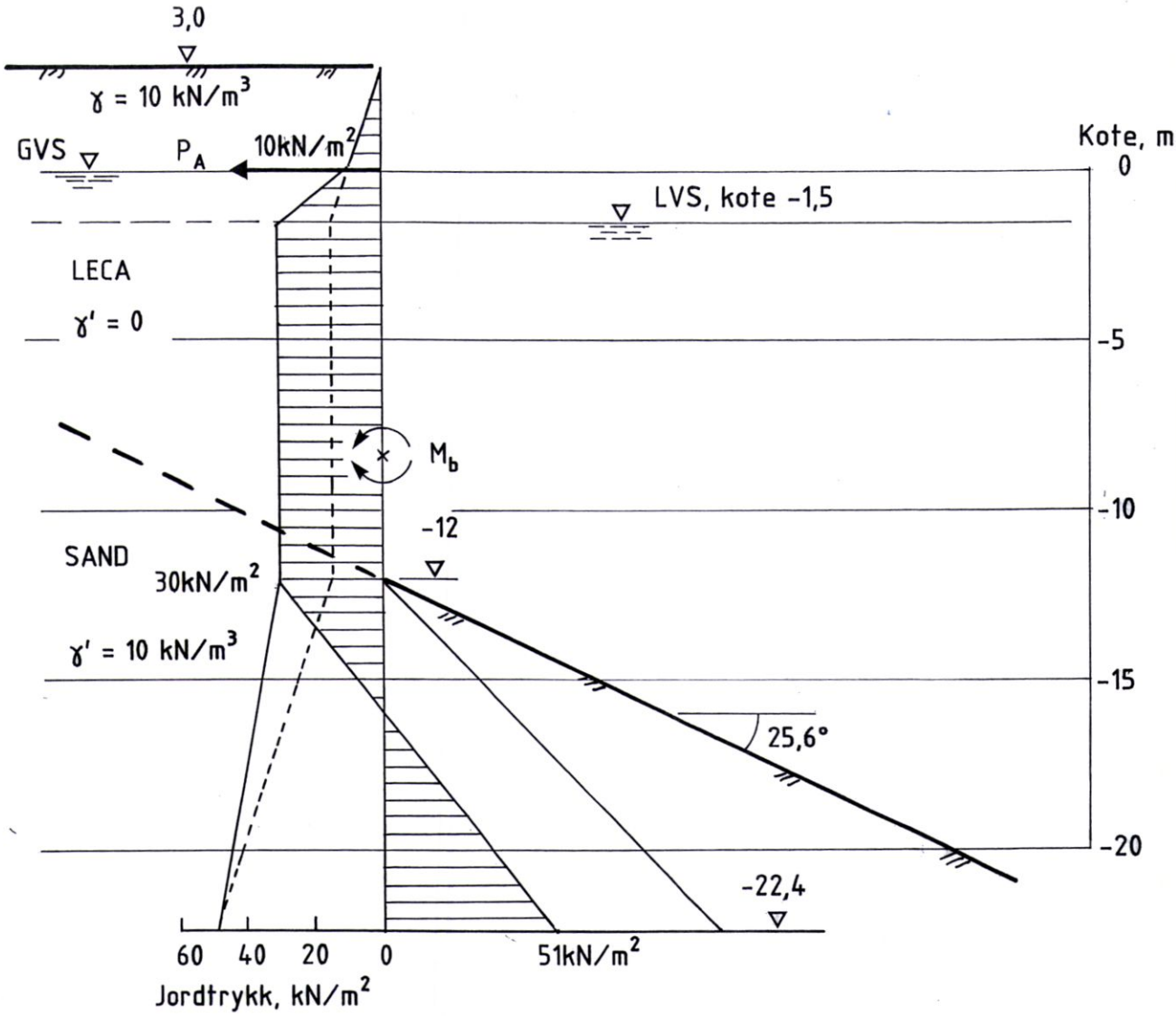
Godkjent GAa

Kontrollert GAa

Rapport nr. 880011-2

Norges Geotekniske Institutt

Figur nr. 002

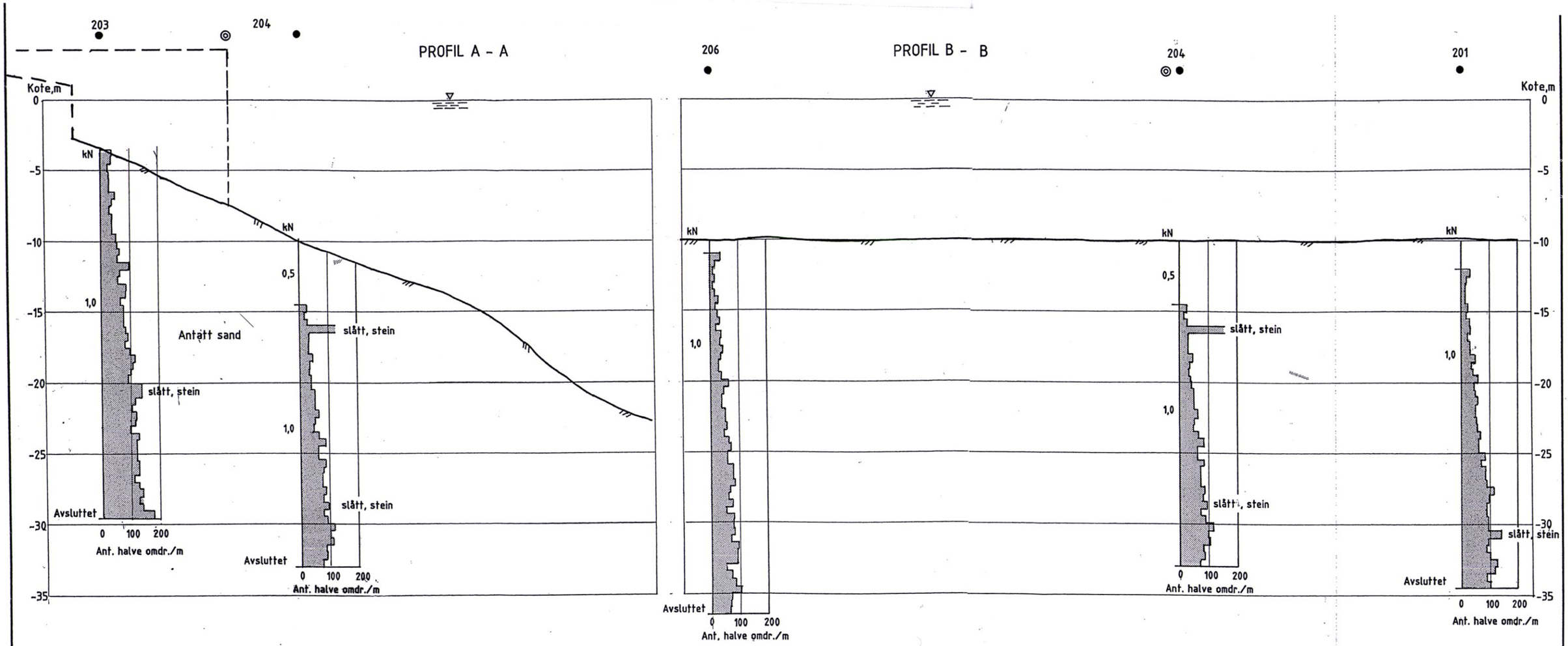


$M_b \approx 600$ kNm/m

$P_A \approx 270$ kN/m

HOTELLNESET, LONGYEARBYEN	Rapport nr. 880011-2	Figur nr. 003
Jordtrykksberegning for spuntvegg i front av spesiell massiv kai M = 1 : 200	Tegner	Dato 89-02-10
	Kontrollert 6A	NGI
	Godkjent 6.A.	

DOTN. 12-87. 2000. TØRRKOPI. 4 3 2 1

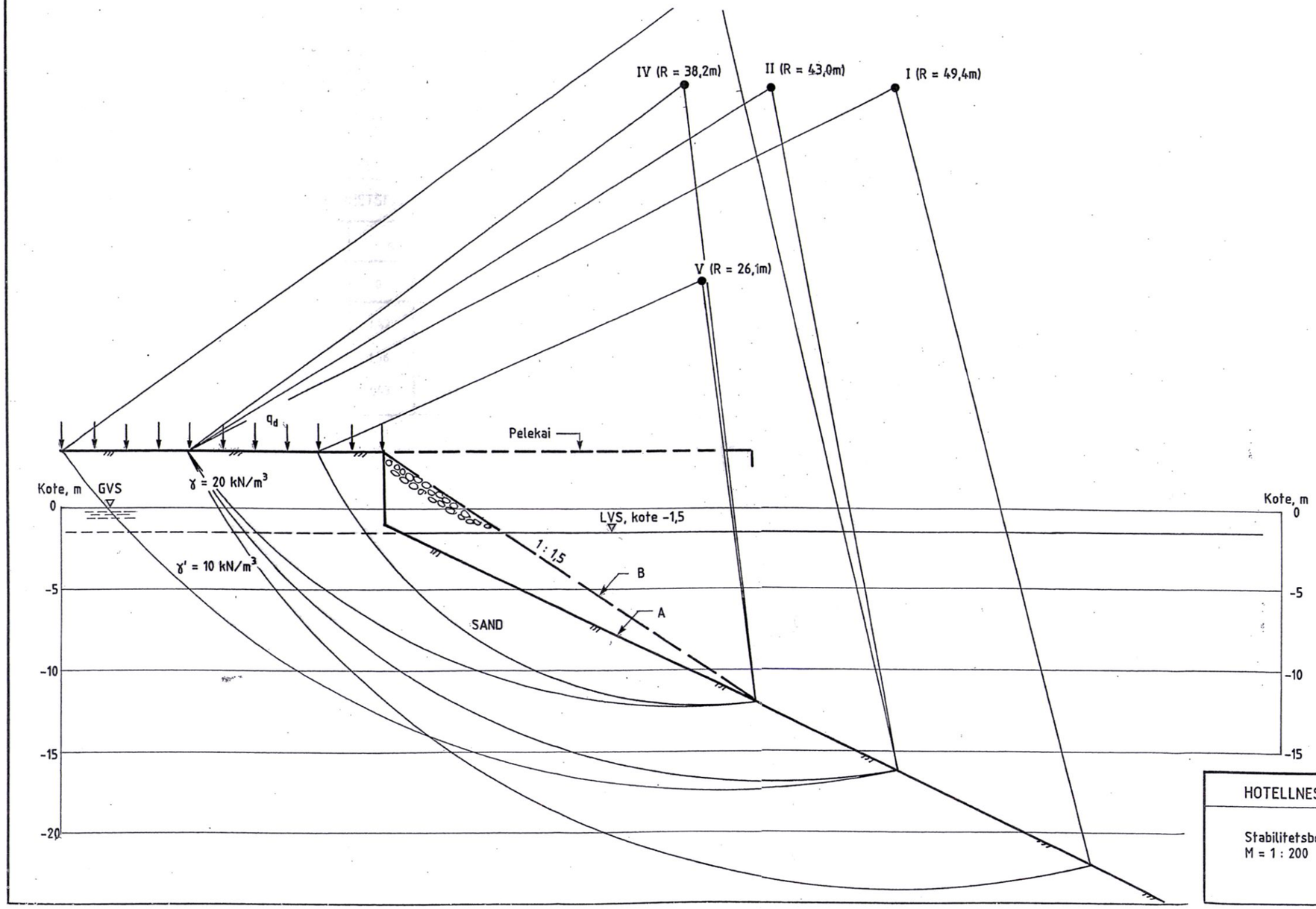


TEGNFORKLARING :

● Dreiesondering
◎ Prøvetaking

HOTELLNESET, LONGYEARBYEN	Rapport nr. 880011-2	Figur nr. 004
Profil A - A og B - B med boringresultater M = 1 : 200	Tegner	Dato 89-02-13
	Kontrollert	NGI
	Godkjent	

jema nr. 003. 02.85. 2000. Tørrkopi.



BEREGNEDE SIKKERHETSFAKTORER

TILFELLE	TERRENG A		TERRENG B	
SIRKEL \ q_d, kN/m^2	0	32	0	32
I	1,49	1,38	1,46	1,37
II	1,27	1,15	1,31	1,21
III	1,60	1,42	1,68	1,49
IV	1,38	1,16	1,55	1,33
V	1,33	1,18	1,34	1,24

HOTELLNESET, LONGYEARBYEN

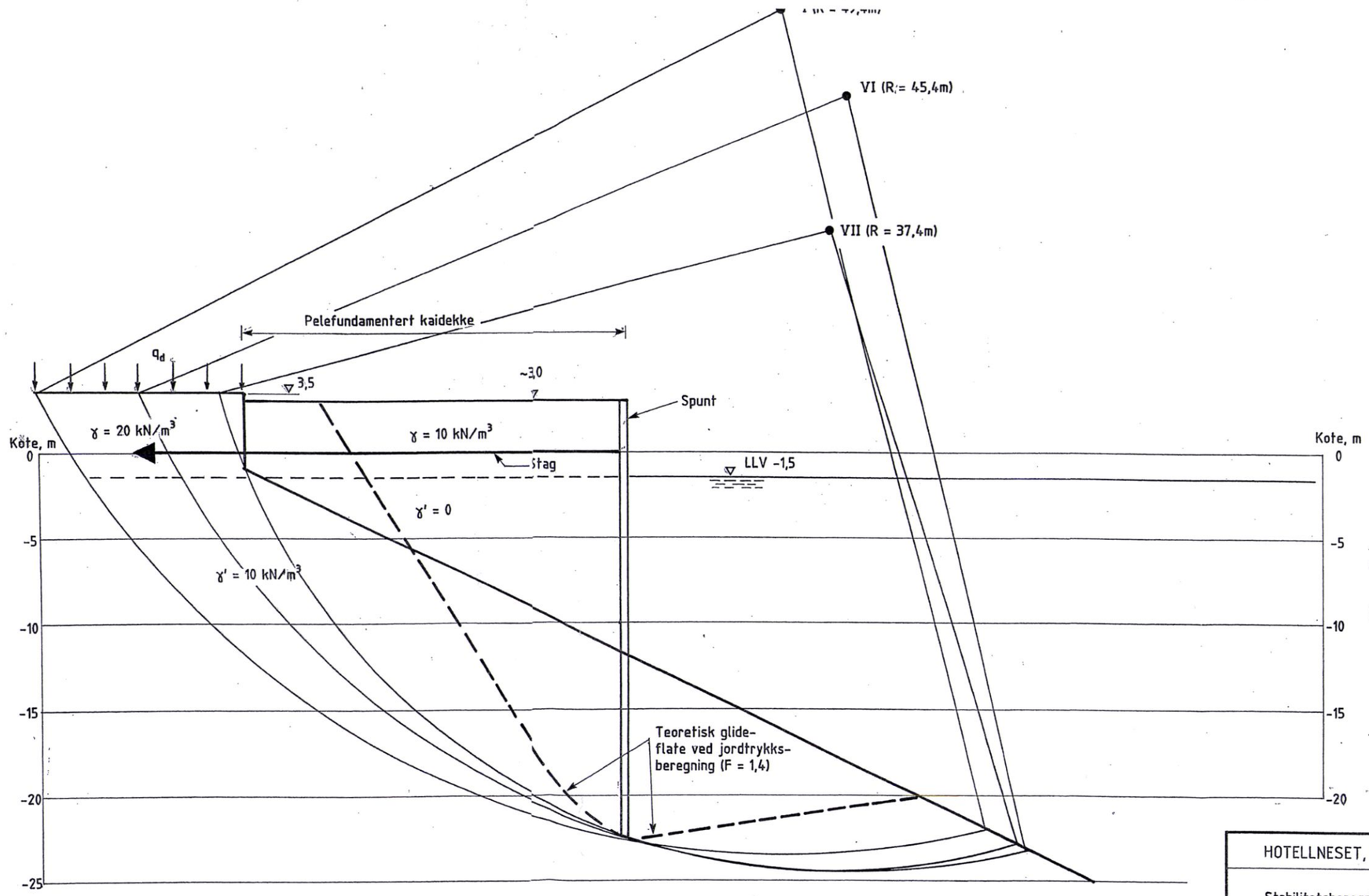
Stabilitetsberegninger, åpen kai
M = 1 : 200

Rapport nr. 880011-2
Tegner
Kontrollert GAn
Godkjent GAn

Fig. 005

Dato
89-09-13

Skjema nr. 003. 02.85. 2000. Terrkopi.



BEREGNEDE SIKKERHETSFAKTORER

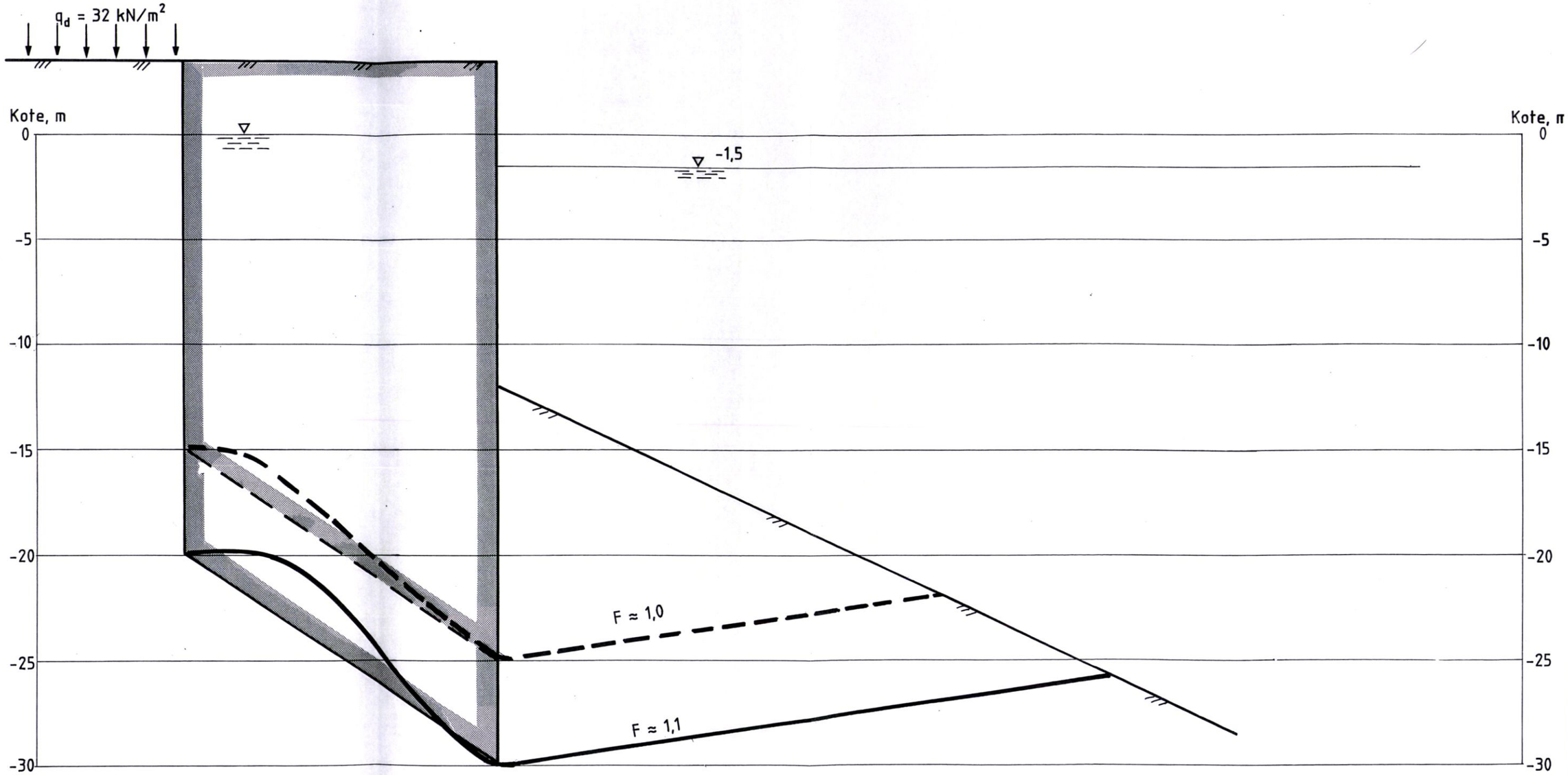
TILFELLE	q_d, kN/m²	
SIRKEL	0	32
I	1,42	1,33
VI	1,36	1,31
VII	1,43	1,41

HOTELLNESET, LONGYEARBYEN

Stabilitetsberegninger for spesiell massiv kai
M = 1 : 200

Rapport nr. 880011-2
Figur 006
Tegner
Dato 89-0
Kontrollert GAn
Godkjent GAn

Skjema nr. 003. 0285. 2000. Terrfopi



HOTELLNESET, LONGYEARBYEN	Rapport nr. 880011-2	Figur 00
Stabilitetsberegninger for cellespuntkai M = 1 : 200	Tegner	Dato 89-0
	Kontrollert GA	
	Godkjent G.A.	NG

NGI

REFERANSESIDE / Documentation page

RAPPORTNUMMER / Report Number 880011-2	[X] RAPPORT Report [ ] INTERN RAPPORT Internal Report
RAPPORTTITTEL / Report title HOTELLNESET, LONGYEARBYEN GRUNNUNDERSØKELSER OG STABILITETSVURDERING FOR NY LASTEKAI OPPDRAGSGIVER / Client Store Norske Spitsbergen Kulkompani A/S	DISTRIBUSJON (Distribution) [ ] FRI Unlimited [X] BEGRENSET Limited [ ] INGEN None
PROSJEKTLEDER / Project Manager O. Gregersen UTARBEIDET AV / Prepared by G. Aas	DATO / Date 14.02.89 REVISJON / Revision SIDER / Pages
EMNEORD / Keywords Sand, dock, stability	

GEOGRAFISKE OPPLYSNINGER / Geographical information

LANDOMRÅDER (Onshore)	HAVOMRÅDER (Offshore)
LAND, FYLKE / Country, County Spitsbergen	HAVOMRÅDE / Offshore area
KOMMUNE / Municipality Longyearbyen	
STED / Location	FELTNAVN / Field name
	STED / Location
KARTBLAD / Map	
UTM-KOORDINATER / UTM-coordinates	FELT, BLOKKNR. / Field, Block No.

149. 08-87. NGI.

NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT
er en privat stiftelse etablert i 1953, NGI er et nasjonalt og internasjonalt senter for forskning og rådgivning innen geofagene. NGI har følgende kompetanseområder:

* Fundamenter og undergrunnsanlegg

* Marine konstruksjoner

* Bergrom og tunneler

* Dammer

* Sikring mot skred

* Miljøvem og miljøgeoteknologi

* Reservoarmekanikk og borhullsteknologi

* Grunnundersøkelser og laboratorieundersøkelser

* Modell- og feltforsøk

* Måleteknisk instrumentering og tilstandskontroll

NORWEGIAN GEOTECHNICAL INSTITUTE
is an independent foundation established in 1953. NGI is a national and international center for research and consulting in the geosciences. NGI has the following areas of expertise:

* *Foundations and underground structures*

* *Offshore and nearshore structures*

* *Rock engineering and tunnelling*

* *Dam engineering*

* *Avalanches, landslides and safety measures*

* *Environmental geotechnical engineering*

* *Petroleum reservoir mechanics and borehole techn*

* *Site investigations and laboratory testing*

* *Model and field testing*

* *Field instrumentation and performance evaluation*