

R 521 OPPFYLLING BRATTØRPIREN-BRATTØRMOLOEN-PIR 1
TRONDHEIM HAVN

1. INNLEDING

Denne undersøkelse er utført etter anmodning fra Trondheim havnevesen ved havneingeniør Tord Brabrand.

Det kan vises til konferanse på havnevesenets kontor 30.11.1978 og vår uttalelse i brev av 12.1.1979. I denne uttalelse gir vi uttrykk for at den påtenkte oppfylling ved Brattørpiren ikke skulle være betenkelig hverken med hensyn til den lokale stabilitet eller områdestabiliteten. Det ble imidlertid tilrådd utført grunnundersøkelse for kontroll av de forutsatte grunnforhold.

Denne undersøkelse tar sikte på å gi en beskrivelse av grunnforholdene og ut fra disse en vurdering av prosjektet.

2. UTFØRTE BORINGER

Borearbeidet er utført med avbrytelser p.g.a. værforhold i tiden 20.8 - 4.9.1979 under ledelse av boreformann Per Dyrdaahl.

Det er utført dreiesondering i 4 borpunkter nummerert 1-4, som det framgår av situasjonsplanen i bilag 1. Boreddybden er 13- 23m under sjøbunnen.

Fra 1 borehull er det dessuten tatt opp uforstyrrede prøver med 54 mm sylindrerprøvetaker. Prøvetakingen ble stoppet i 7m dybde på grunn av fastere grunn.

Borerresultatene er vist i profilene, bilag 2-4.

3. LABORATORIEUNDERSØKELSER

De opptatte prøver er i vårt laboratorium først klassifisert og beskrevet før det er utført rutinemessig bestemmelse av vanninnhold og rømvekt.

På 4 prøver, hvorav 1 av opplagt mudringsmateriale, er det dessuten utført kornfordelingsanalyse ved tørrsikting.

Rutinedata er framstilt i boreprofil, bilag 6 mens kornfordelingskurvene er vist på standard skjema bilag 7.

4. GRUNNFORHOLD

Boringene 1-3 langs prosjektert ytre fyllingsbegrensning viser liten sonderingsmotstand på de øverste 7-8m fra sjøbunnen. Videre i dybden er det økende dreiemotstand til middels til stor motstand. Ved boring 4 ble sonderboringen avbrutt i 13m dybde på grunn av sterk strøm og brekkasje av borerør. Ned til denne dybde var det boresynk uten dreining, det vil si spesielt løst lagret grunn.

Prøvetakingen i hull 2 viser et øvre lag med finsand over sand fra fraksjonene mellom sand og grusig grovsand. Sandavsetningene synes å være meget løst lagret i de øvre lag, med beregnet porøsitet n på ca 50% på grunnlag av målt romvekt på prøvene. Videre i dybden må det antas at lagringen blir gradvis fastere, men da vi ikke har fått opp prøver i dybden, kan dette ikke stadfestes tallmessig.

Det er god overensstemmelse mellom de her påviste grunnforhold og den beskrivelse av grunnen som er gitt i "Innstilling fra komiteen 1953/57 for grunnundersøkelser i Trondheim havneområde". Her beskrives grunnen på strekningen Ravnklo bru til og med Brattørpiren som grov, grusholdig sand.

5. STABILITET

a. Områdestabilitet

I forbindelse med områdestabilitet i Trondheim havneområde tenker en først og fremst på faren for nye undervannsskred av samme type som inntraff i 1888 og 1950. Denne skredtype betegnes "flyteskred" og kan sette meget store masser i bevegelse og anrette store skader når skredutviklingene med påfølgende flodbølge når land. Det er funnet ut at forutsetningen for utvikling av flyteskred er tilstedeværelsen av store mengder, løst lagrede finsand/grovsilt-avsetninger.

I sin innstilling har "komiteen 1953/57" konkludert med at strekningen fra Ravnklo bru til og med Brattørpiren er sikker mot undervannsskred på grunn av grunnens grovkornige sammensetning.

Da denne grunnundersøkelse har bekreftet forutsetningen om grunnforholdene som denne innstillingen bygger på, må også vår konklusjon bli at den prosjekterte oppfylling ikke er betenkelig med hensyn til områdets stabilitet.

b. Den lokale stabilitet

Lokalstabiliteten er vurdert på grunnlag av stabilitetsberegninger utført i karakterisk profil vist i bilag 5.

Fyllingsfronten er forutsatt utført som foreslått i brev fra Trondheim havnevesen datert 19.9.1979. Denne utførelsen består av en bunnterskel av sand med toppbredde 20m, høyde opptil ca 6m og skråningen 1:5. Bunnterskelen er tenkt bygd opp av mudringsmasse fra bassenget mellom Pir 1 og Pir II. Ved kornfordelingsanalyse er det påvist at dette materialet består av mellomsand/grovsand (bilag 7).

Videre opp til kote + 4 vil det bli bygd opp en steinfylling med skråning 1:2 på sjøsiden, 1:1 på landsiden.

Både original grunn og oppfylt masse er forutsatt å være rent friksjonsmateriale med følgende friksjonsvinkler:

Toppfylling av stein	$\phi = 40^\circ$
Bunnterskel av sand	$\phi = 35^\circ$
Original grunn	$\phi = 35^\circ$

Med antatt laveste vannstand på K-1.0 og poretrykk hydrostatisk økende fra K+1,0 er følgende sikkerhetsfaktorer mot utglidning beregnet (bilag 5):

Utglidning i oppfylt grunn $F=1,7$ (G1.fl.4)
 Utglidning i underliggende grunn $F=2,3-2,6$ (G1.fl. 1-3).

Med de antatte beregningsforutsetningene skulle det derfor ikke være stabilitetsmessig betenkelig å utføre den prosjekterte oppfylling.

De valgte friksjonsvinkler anses å være realistiske og heller på den sikre siden. Det største usikkerhetsmomentet er porevanntrykket som bygges opp i undergrunnen og fyllingsmaterialet under oppfyllingen. Når dette øker, avtar de effektive kontaktpenninger i grunnen og dermed mobiliserbar skjærkrefter eller friksjon. Ved beregningene er det forutsatt et maksimalt poreovertrykk på 2 t/m².

Med de påviste kornfordelingskurver for original grunn og oppfyllingsmaterialene (bilag 7), finner vi det lite trolig at det vil bygge seg opp større poreovertrykk ved de oppfyllingshastigheter som kan ventes. Og selv med større overtrykk enn forutsatt, er det god margin før sikkerheten blir betenkelig lav.

Ut fra dette mener vi at den prosjekterte oppfylling heller ikke er betenkelig når det gjelder den lokale stabilitet ved fyllingsfronten.

6. SAMMENDRAG OG KONKLUSJON

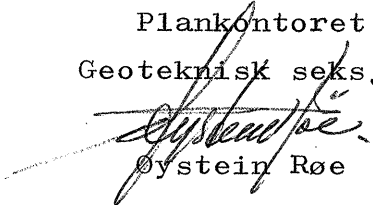
Grunnen i oppfyllingsområdet er påvist å bestå av sandavsetninger, fin til middels sand i de øvre lag, mellom-sand til grusig grovsand i dybden. Mudringmassen for bruk til bunnterskel består av mellom-sand/grovsand.

Grunnundersøkelsen har bekreftet beskrivelsen av grunnforhold som er gitt i " Innstilling fra komiteen 1953/57 for grunnundersøkelse i Trondheim havneområde". Dermed skulle utfyllingsområdet, på grunn av relativt grovkoring grunn, ikke være utsatt for undersjøiske skred (flyteskred). Områdestabiliteten kan derfor sies ikke å være betenkelig.

Lokalstabiliteten ved fyllingsfronten i beskrevet utførelse, er ved stabilitetsberegninger funnet å være tilfredsstillende så lenge det ikke oppstår ekstreme poreovertrykk under oppfyllingen. Med den aktuelle oppfyllingshastighet og sammensetning av grunn og oppfyllingsmateriale, anses det usannsynlig at så store poreovertrykk vil oppstå at sikkerheten blir betenkelig lav.

Geoteknisk seksjon står fortsatt til tjeneste i denne sak.

Plankontoret
Geoteknisk seksjon


Øystein Røe



OPPFYLING PIR I
TRONDHEIM HAVN
 SITUASJONSKART
 Dreiebooring
 Fjølvetaking
 Tidl. boringer kunnemeje 0.155-1 og 2
TRONDHEIM KOMMUNE
 GEOTEKNISK SEKSJON

MALESTORKE: 1:1000
 TEKN. AV: K.T.
 DATO: KONTR.:
 SAPP. NR.: 521
 BILDE: 1

TRONDHEIM HAVNEVESEN, Teknisk avd.
 Høyskolestr. Nr. 1238
 Etter målinger 77-78
 Nøstebakk Arkiv: Side: 7-12-78
 1:1000 Leddkart

Angitt av: 1971
 Angitt av: 1971

PIR I

PIR II

Se innplanting

PROFIL III

PROFIL II

PROFIL I

PROFIL IV

FREMtidig utfylling

N

1:1000

8

30

20

15

14

13

12

11

10

9

8

7

6

5

4

3

2

1

0

-1

-2

-3

-4

-5

-6

-7

-8

-9

-10

-11

-12

-13

-14

-15

-16

-17

-18

-19

-20

-21

-22

-23

-24

-25

-26

-27

-28

-29

-30

-31

-32

-33

-34

-35

-36

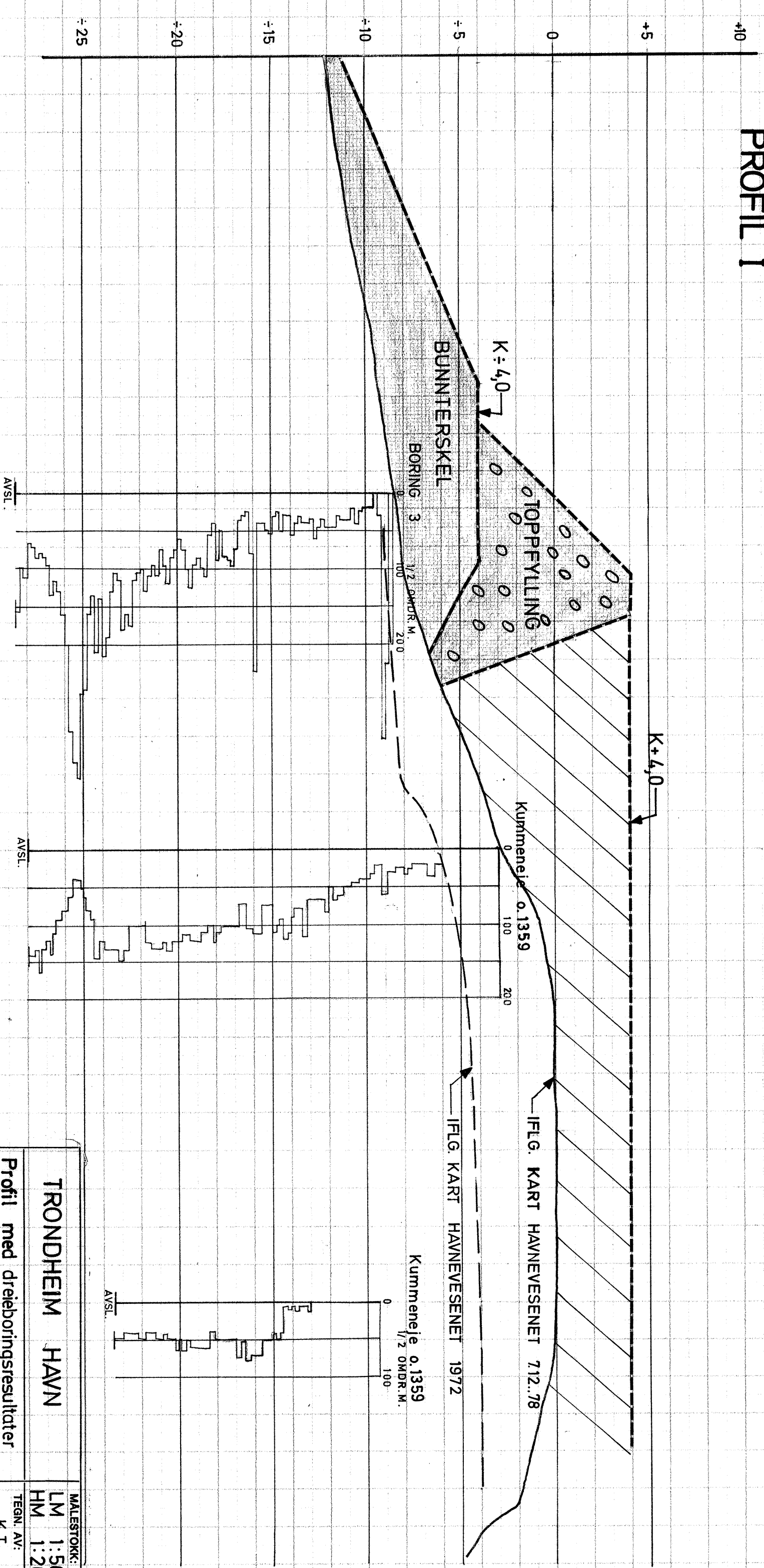
-37

-38

-39

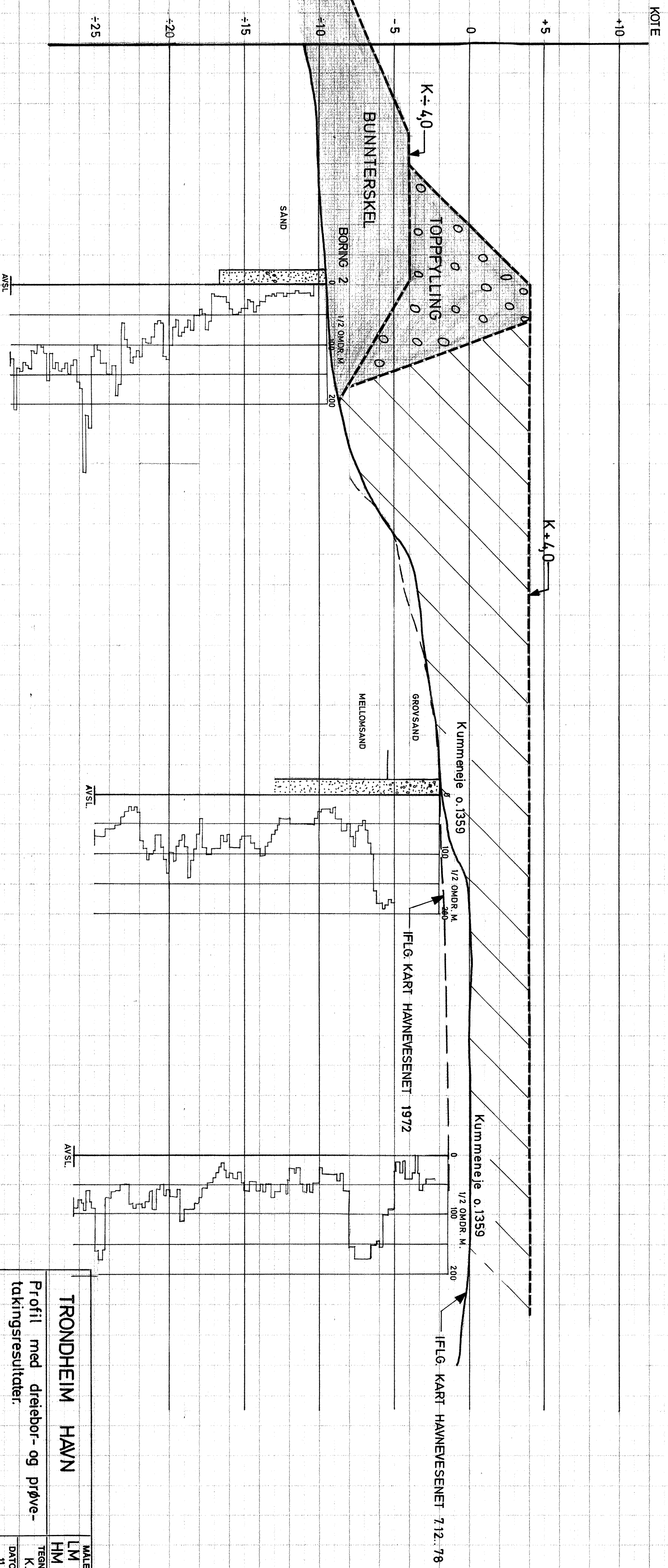
-40

KOTE
+10
PROFIL 1



TRONDHEIM HAVN		MALESTOKK:
Profil med dreieboringsresultater		LM 1:500
		HM 1:200
		TEGN. AV: K. T.
		DATO: 11.10.79
		KONTR.:
PROFIL 1		RAPP. NR.: 521
TRONDHEIM KOMMUNE		BILAG: 2
GEOTEKNISK SEKSJON		

PROFIL II



TRONDHEIM HAVN

Profil med dreiebor- og prøve-
takingsresultater.

PROFIL II

TRONDHEIM KOMMUNE
GEOTEKNISK SEKSJON

MALESTOKK:
LM 1:500
HM 1:200

TEGN. AV:
K. I.

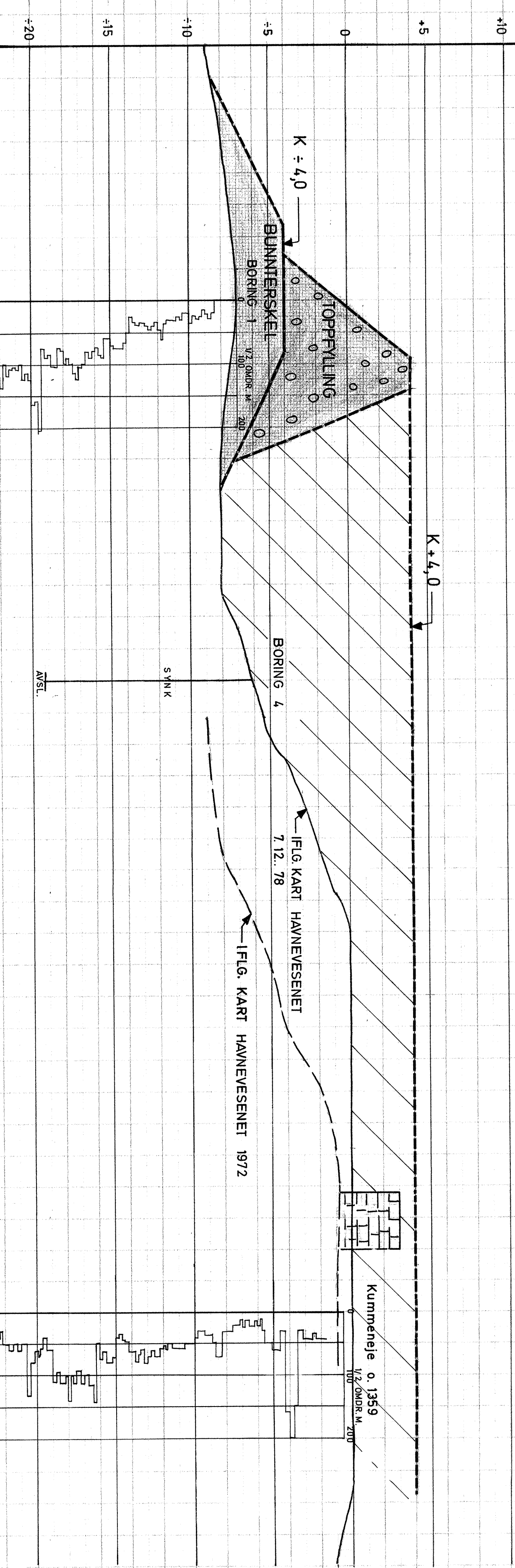
DATO:
11.10.79

KONTR.:

RAPP. NR.:
521

BILAG:
3

PROFIL III



MALESTOKK:
LM 1:500
HM 1:200

TRONDHEIM HAVN

Profil med dreieboringsresultater

PROFIL III

TRONDHEIM KOMMUNE
GEOTEKNISK SEKSJON

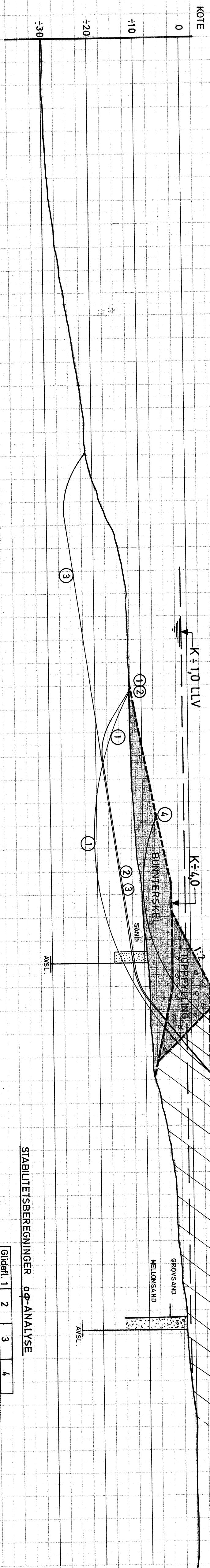
TEGN. AV: K.T.

DATE: 11.10.79

KONTR.:

RAPP. NR.: 521
BILAG: 4

PROFIL A



STABILITETSBEREGNINGER qφ-ANALYSE

BEREGNET SIKKERHETSFAKTOR

Glidefl. 1	2	3	4
F=2,3	F=2,4	F=2,6	F=1,7

TRONDHEIM HAVN		MALESTORKE:
STABILITETSBEREGNING		1: 500
TEGN. AV:		K. I.
DATO:		11. 9. 79
KONTR.:		
PROFIL A		
TRONDHEIM KOMMUNE		RAFP. NR.:
GEOTEKNISK SEKSJON		521
		BILAG:
		5

TRONDHEIM KOMMUNE
BORPROFIL

Hull : 2

Bilag : 6

Nivå : _____

Oppdrag : R. 521

Sted : TRONDHEIM HAVN

Prøveφ: 54 mm

Dato : 11.10.79

Dybde m	Jordart	Symbol	Pr. nr.	Vanninnhold w				Rom-vekt t/m^3	Skjærfasthet ved trykkforsøk				Sensi-tivitet		
				Plastisk område					Konusforsøk ∇	Vingeborring		+			
				20	30	40	50%			2	4			6	8
	SAND		1		○			(1,72)							
			2	PRØVE MISTET											
5			3		○			(1,80)							
			4												
10															
15															
20															
25															

REL. VEKTMENGE N AV KORN d
Gjennomgang i vektprosent

TRONDHEIM KOMMUNE		Sted		TR. HEIM	HAVN
Kornfordeling		Sted		HULL	2
		Dato		13. 9. 79	Bilag
		Sign.		FO.F/K.T	7
		Sak nr.		R. 521	

