



Bergvesenet rapport nr 7239	Intern Journal nr	Internt arkiv nr	Rapport lokalisering	Gradering
Kommer fra arkiv Grong Gruber AS	Ekstern rapport nr SINTEF STF60 F77077	Oversendt fra Grong Gruber a.s.	Fortrolig pga	Fortrolig fra dato:

Tittel

Omledning av Renseelva og Orelva, regulering av Østre Huddingsvann

Forfatter

Tesaker E., Arntzen A.

Dato År

Nov 1977

Bedrift (Oppdragsgiver og/eller oppdragstaker)

Grong Gruber AS

Kommune Røyrvik	Fylke Nord-Trøndelag	Bergdistrikt	1: 50 000 kartblad 19241	1: 250 000 kartblad Grong
--------------------	-------------------------	--------------	-----------------------------	------------------------------

Fagområde

Vannundersøkelser.

Dokument type

Forekomster (forekomst, gruvefelt, undersøkelsesfelt)

Grongfeltet

Jomaforekomsten

Råstoffgruppe

Malm/metall

Råstofftype

Cu, Zn

Sammendrag, innholdsfortegnelse eller innholdsbeskrivelse

Rapporten er fra Vassdrags- og havnelaboratoriet (VHL) og omhandler avstengning av Østre Huddingsvann og omledning av tilløpene ved hjelp av jeté og kanal/tunnel som et miljøtiltak i forbindelse med deponering av avgangsmassene.

Rapporten foreslår prosjektutforming i detalj basert på hydraulke beregninger og økonomisk analyse. Kanalens bunnivå er på k.461 som gir nødvendig jetéhøyde kote 466,05 resttilsaget til Ø. Huddingsvann blir regulert med luke.

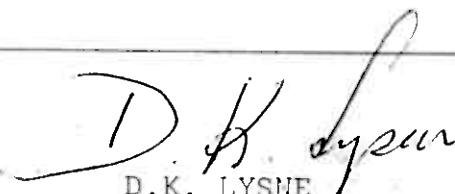
VHL**RAPPORT****SINTEF** RAPPORTNUMMER
STF60 F77077VASSDRAGS- OG HAVNELABORATORIET
VED NORGES TEKNISKE HØGSKOLE - TILSLUTTET SINTEFTILGJENGELIGHET
FORTROLIGKLÆBUVEIEN 153, TRONDHEIM
POST: 7034 TRONDHEIM - NTHTELEFON: (075) 92300
SINTEF: (075) 93000

RAPPORTENS TITTEL OMLEDNING AV RENSELELVA OG ORELVA. REGULERING AV ØSTRE HUDDINGVANN	DATO Nov. 1977
	ANTALL SIDER OG BILAG sider bilag
SAKSBEHANDLER / FORFATTER A. ARNTZEN/E. TESAKER	PROSJEKTLEDER <i>E. Tesaker</i> E. TESAKER
SEKSJON	PROSJEKTNUMMER 600884

OPPDRAAGSGIVER GRONG GRUBER A/S	OPPDRAAGSGIVERS REF.
--	----------------------

EKSTRAKT Avstengning av Østre Huddingvann og omledning av tilløpene ved hjelp av jeté og tunnel/kanal er under vurdering som miljøtiltak. Rapporten foreslår prosjektutforming i detalj basert på hydrauliske beregninger og økonomisk analyse. Kanalens bunnivå er lagt på kt. 461.00 som gir nødvendig jetéhøyde kote 466.05. Resttilsiget til Østre Huddingvann er regulert med luke.

STIKKORD
KANAL
VASSDRAGREGULERING
FORURENSING
HUDDINGVANN


D.K. LYSNE
Fagsjef

I N N H O L D S O V E R S I K T

	<u>Side</u>
1. PROSJEKTBEKRIVELSE	1
2. DATAGRNNLAG FOR PROSJEKTERING	2
3. DIMENSJONER/DESIGN	4
4. TILFØRSELSVEGER TIL ANLEGGENE	13
5. MASSEBEREGNING OG KOSTNADSKALKYLE	14
6. KOMMENTARER	15
7. BILAGSLISTE M/BILAG	17
REFERANSER	18

1. PROSJEKTBEKRIVELSE

Renseelva og Orelva skal ledes utenom et avstengt Østre Huddingvann. Følgende anleggsenheter inngår i reguleringen (se bilag 1):

- Jete.
Jetéen skal legges ut som steinfylling med tetningskjerne mot vanngjennomgang. Fyllingen skal fungere som blokkering mot og ledeskjerm for elvevannet.
- Tunnel/Kanal.
Samlet elvestrøm fra Renseelva og Orelva skal ledes inn i Vestre Huddingvann gjennom tunnelen/kanalen.
- Fyllinger for tetting av de naturlige strømningsløp mellom Østre og Vestre Huddingvann.
Naturlig strømningsløp består av Sund 1, 2 og 3 (spesielt avmerket på bilag 1). Fyllingene skal ha tetningskjerne mot vanngjennomgang.
- Lukesystem for kontrollert strømming mellom det avstengte Østre Huddingvann og Vestre Huddingvann.
Lukeenheten skal bygges i forbindelse med fyllingen over Sund 2.
- Det er ikke ansett som nødvendig med nødpassasje over eller gjennom jetéen i Østre Huddingvann.

2. DATAGRUNNLAG FOR PROSJEKTERING

2.1. Hydrologiske data

Det er benyttet data referert i Grong Gruber A/S utredning "Avgangsutslipp i Huddingvann" 1976, supplert med datautskrifter fra NVE for Huddingselv og Huddingvann 1960-69.

- Nedslagsfelt til Renselelva og Orelva: 123 km^2 .
- Nedslagsfelt til Huddingelv ved utløpet av Huddingvann: 184 km^2 .
- Dimensjonerende samlet flomvannføring i Renselelva og Orelva: $56.3 \text{ m}^3/\text{s}$. (kulminasjonsvannføring, 50 års hyppighet)
- Midlere samlet vannføring i Renselelva og Orelva: $7.8 \text{ m}^3/\text{s}$.
- Antatt typisk flomutviklingskurve i elvene er gitt på bilag 2.
- Sammenhengen vannstand - vannføring ved utløpet av Vestre Huddingvann er vist i bilag 3.

2.2. Data innsamlet ved grunnundersøkelser

For jetétracéen:

- Lengdeprofil langs bunnen i jetétracéen er gitt i bilag 4.
- Tverrprofilering viser at bunnen i praksis er plan i tverretningen langs hele jetétracéen.
- Grunnboringer viser at jetéen skal hvile på stabil sandgrunn. (Ref. 2 og 3.)
- Permeabiliteten i undergrunnen til jetéen er stort sett mindre enn 10^{-3} cm/s, men varierer både med lengdeprofil nr. og dybde i grunnen. Variasjonen er vist i bilag 5.

For tunneltracéen:

- Det er fjellgrunn i hele tunnelens lengde (se bilag 6).

For kanaltracéen:

- Grunnen består av løsmasser (myr) og fjell (se bilag 6).

For Sund 1:

- Grunnen består av silt. Lagtykkelse ~ 10 m. Antatt god bæreevne for fylling. Profiler er vist i bilag 7.

For Sund 2:

- Grunnen består av silt/sand. Lagtykkelse ~ 8 m. Antatt god bæreevne for fylling. Profiler er vist i bilag 7.

For Sund 3:

- Grunnen består av gytje/silt i ~ 10 m's tykkelse. Antatt dårlig bæreevne for fylling. Profiler er vist i bilag 7.

3. DIMENSJONER/DESIGN

3.1. Jeté

- Tracévalg.

Pkt. J9 (se bilag 1) er trukket lengst mulig ut mot Sund 1 for å gjøre kanalen kortest mulig. Tracéen er ellers trukket så langt ut mot marbakken som grunnforholdene tillater.

Koordinater for tracélinjen:

Punkt	Avst. fra J1	Y	X	Linjeelement
J1	0.00	30085.0	97172.0	Rett linje, l = 313.75m
J2	313.75	29892.3	97419.6	
JV1		29825.0	97506.0	} Sirkel R = 500 m, l = 215.62 m $\alpha = 24.7^\circ$
JC1		29497.7	97112.5	
J3	529.32	29727.8	97556.4	Rett linje, l = 587.43m
J4	1116.28	29206.2	97826.6	
JV2		29055.0	97905.0	} Sirkel R = 450 m, l = 325.61m $\alpha = 41.45^\circ$
JC2		28999.2	97427.0	
J5	1442.41	28889.8	97863.6	Rett linje, l = 72.06m
J6	1514.47	28819.7	97846.9	
JV3		28811.4	97844.6	} Sirkel, R = 30 m, l = 17.03m $\alpha = 32.52^\circ$
JC3		28811.6	97875.9	
J7	1531.50	28802.9	97847.2	Rett linje, l = 16.83m
J8	1548.33	28786.8	97852.1	
J9		28776.0	97835	Hjelpepunkt

- Bunnprofil langs tracéen.
Bunnprofilet er vist i bilag 4.
- Bredde topp jeté.
Av anleggshensyn bør bredden minst være 5 m. Det er videre tegnet inn snuplasser langs innersiden av jetéen for hver ca. 100 m.
- Kote topp jeté.
Jetéhøyden og bunn-nivået for tunnelen/kanalen bestemmes prinsipielt ved å minimalisere samlede kostnader for de to anleggsdelene. Dette er gjort i avsn. 3.3. Beregningene der viser at bunn i tunnel/kanal bør legges på ca. kt. 462.0 for best økonomi. Imidlertid varierer samlede kostnader lite og fordelene ved å velge en lav kanalbunn er åpenbare. Ut fra argumentasjonen i 3.2 er derfor bunnkote 461.0 valgt. Det gir iflg. bilag 15 høyeste vannstand bak jetéen på kt. 465.80. Kote topp jeté legges med 25 cm overhøyde på kt. 466.05.
- Byggmasse i jetéen.
Jetéen forutsettes lagt ut med masse fra gråbergtippen utenfor anlegget til Grong Gruber. Dekklaget på utsiden (sørsiden) må være minst 100 cm tykt og bestå av stein med middeldiameter (d_{50}) minst 50 cm. På innsiden kan det benyttes stein med $d_{50} = 30$ cm og lagtykkelse 50-60 cm. (Sml. bilag 8 og avsnitt 6.)
- Tetning av jetéen.
Det har blitt foreslått tre alternative tetningsmetoder.
I alle tilfeller er kravet: Tetningsutførelsen skal gi et varig vanntett jeté-tverrsnitt. Tetningslaget legges på innsiden (nordsiden) av jetéen.

Alternativ I:

Tetning med morene. Jetétverrsnittet bygges opp som vist på bilag 8. Det er mulig at jetéens bredde må økes til 6 m for å få lagt ut morenemassene.

Alternativ II:

Tetning med plastduk. Se bilag 8.

Alternativ III:

Tetning med myr. Det er sannsynlig at jetéens bredde må økes til minst 6 m for i det hele tatt å få lagt ut myrkjernen.

Alternativ II antas å være det rimeligste fordi en unngår utgraving og transport av andre materialer enn det som finnes i gruvens tippområder.

- Tetning av jetéens undergrunn.
Permeabilitetsmålingene gir relativt høye verider nær bunnen ved de lavere profilnr. Mellom profil 0 og profil 400 må derfor permeabiliteten kartlegges nøyere, før en avgjørelse om eventuell spunting kan tas. Spunting vil under ingen omstendighet være nødvendig under 1 m's dyp.

3.2. Tunnel/kanal

- Tracévalg (se bilag 1).

Tunnelinnløpet er koblet sammen med jetéens avslutning.

Lengdeaksen for tunnelen er litt vridd i forhold til rett vinkel med fjellryggens lengdeakse for å gjøre kanalen kortest mulig.

Kanalens lengdeakse er trukket inn til foten av fjellryggen slik at plastring av løsmasser i tracéen bare blir nødvendig langs kanalens høyreside (sett i strømretningen). Koordinater for tracélinjen:

Linjepunkt	Y	X	Linjeelement
T1	28800.0	97855.0	Rett linje
T2	28599.3	97923.8	
TV1	28570.1	97933.8	Sirkel, R = 30 m
TC1	28582.0	97875.5	
T3	28548.6	97914.5	Rett linje
T4	28527.5	97895.5	Rett linje
T5	28382.6	97829.4	

- Antatt lengdeprofil gjennom grunnen i tunnel/kanal-tracéen. Lengdeprofil er vist i bilag 6.
- Bunnbredde i tunnelen/kanalen.
Av anleggshensyn er bredden valgt til 9 m i tunnelen. Siden også kanalen i størstedelen av lengden skal gå i fjellgrunn, velges samme bunnbredde for kanalen, altså 9 m.
- Kote bunn tunnel/kanal. Bunn-nivået for tunnelen/kanalen og jeté høyden bestemmes prinsipielt ved å minimalisere samlede kostnader for de to anleggsdelene. Slik beregning er gjort i avsn. 3.3. Ut fra denne beregningen bør bunn tunnel/kanal velges på ca. kote 462.0. Av flere grunner som er diskutert i avsnitt 3.3 er det ønskelig å velge lavere bunnkoter. Bunnen er derfor valgt på kote 461.0.
- Tunneltverrsnitt og kanaltverrsnitt.
Tunneltverrsnittet er vist i bilag 9. Kanaltverrsnittet vil variere med grunnforholdene. To sannsynlige tverrsnittstyper er vist i bilag 14 i forbindelse med kanalplastring.
- Detaljutforming av tunnelinntaket.
Tunnelinntaket skal utstøpes med betongledemurer. Detaljtegninger er vist i bilag 10 A og 10 B.
- Detaljutforming av tunnelutløpet.
Detaljtegninger er vist i bilag 11 A og 11 B.

- Detaljutforming av kanalutløpet.
Detaljtegninger er vist i bilag 12 A og 12 B. Tegningene er basert på antatte bunn-dyp nedstrøms utløpet. Bunn-materialet ved utløpet er finkornig. For å unngå ukontrollert erosjon må det foretas bunnplastring. Omfanget av slik plastring kan først skisseres etter at bunnforholdene er blitt undersøkt.
- Plastring av kanalsidene.
Høyre kanalside må plastres opp til høyeste vannlinje. Høyeste vannlinje er vist i figur 13. Som plastringsmasse kan brukes stein fra gråbergstippen ved anlegget til Grong Gruber. Utførelse av selve plastringen er vist i bilag 14.

3.3. Valg av kote bunn tunnel/kanal og kote topp jeté

Som utgangspunkt for kostnadsberegninger ble bunnen i tunnelen/kanalen valgt å skulle ligge horisontalt. Dimensjonerende vannføring for tunnelen/kanalen er $56.3 \text{ m}^3/\text{s}$. Dimensjonerende vannstand i Vestre Huddingvann er satt lik største observerte flomvannstand, kt. 465.5. Kote topp jeté er i beregningene satt lik vannstanden oppstrøms tunnelen.

Optimalt bunn-nivå i tunnelen/kanalen er det nivå som gir kostnadsminimum for jeté + tunnel/kanal. Følgende variable størrelser velges:

KTb:	Kote bunn tunnel/kanal
KTt:	Kote topp jeté (= vannstand oppstrøms tunnelen + overhøyde)
VJ:	Volum av jeté
VT:	Samlet volum av både faste og løse masser i tunnelen/kanalen.
k:	Enhetspris (kr/m^3) for å legge ut jeté

- $a \cdot k$: Gjennomsnitts-enhetspris (kr/m³) for
det totale masseuttak i tunnelen/kanalen
- a : Forholdet mellom enhetsprisene for
tunnel/kanal og jeté
- P : Samlet kostnad for jeté og tunnel/kanal.

Følgende kostnadsfunksjon kan da settes opp:

$$P = k \cdot VJ + a \cdot k \cdot VT$$

Øvrige sammenhenger som må gjelde:

- $KTT = f(KTB)$ (Hydrauliske beregninger, se bilag 15)
- $VJ = f(KTT)$ (Masseberegning, se bilag 16)
- $VT = f(KTB)$ (Masseberegning, se bilag 17).
- $a = f(KTB)$ (At a varierer med KTB henger
sammen med at i tunnelen/kanalen fins det
anleggsmessig sett tre ulike massetyper:
- tunnelsprengmasse
- sprengmasser i kanaltracéen
- løsmasser i kanaltracéen.) Se bilag 18.

Dette formelapparatet kan bygges sammen og beregningsmessig
kommer en da fram til sammenhengen:

$$P = f(KTB) \quad (\text{se bilag 19}).$$

Kurvens laveste punkt (se bilag 19) gir da at optimalt nivå
for bunnen i tunnelen/kanalen er ca. kote 462.0.

Av flere grunner er det imidlertid ønskelig med lavere bunn-
kote i tunnelen:

- a. Flomvannstanden bak jetéen øker med bunnkoten. Det gir
større oversvømmelser. Forskjellen fra kt 461 til 462
utgjør ca. 30 cm (bilag 15).

- b. Det er ønskelig å holde jetéen så lav som mulig av estetiske hensyn
- c. Laveste punkt under brua over Renselelv ligger på kt. 466.4. Maksimalvannstanden bak jetéen for KTB = 642.0 er iflg. bilag 15 ca. 466.05, noe høyere ved brua. Dette gir tilstrekkelig klaring, men liten margin for drivende is, greiner etc.
- c. KTB = 462.0 gir liten margin for passasje under isen når tunnel og kanal er islagt (sml. avsnitt 3.6). I motsetning til i løsmassene på begge sider kan det heller ikke foregå noen selvjustering av bunnkotene i tunnel og kanal. Det er lite ønskelig med plutselig vannstandstigning p.g.a. isoppstuvning, da jetéens dekklag lett kan skades.

Kostnadsøkningen med å senke bunnkoten til 461.0 utgjør 2-3% av hele prosjektet. Bunnkote 461.0 er derfor valgt.

Ved å gå inn på diagrammet i bilag 15 finnes at topp jeté må ligge på minst kt. 465.80. Med overhøyde på 25 cm fastlegges topp jeté til kt. 466.05.

3.4. Fyllingene i Sund 1, 2 og 3

- Tracévalg.

Bunndybden varierer lite og korteste tverrstrekning over sundene velges derfor som fyllingstracé. Se bilag 7.

Koordinater for tracélinjene:

	Linjepunkt	Y	X	Linjeelement
Sund 1	F 1	28094.0	97658.0	Rett linje
	F 2	27979.0	97609.0	
Sund 2	F 3	27560.0	97426.0	Rett linje
	F 4	27389.0	97494.0	
Sund 3	F 5	26730.0	97197.0	Rett linje
	F 6	26631.0	97090.0	

- Byggmasse i fyllingene.

Fyllingene forutsettes utført som jetéen, bilag 8.

Krav til dekklag varierer imidlertid:

Sund 1 og 2: $d_{50} = 30$ cm, tykkelse 60 cm på begge sider.

Sund 3: $d_{50} = 50$, tykkelse 100 cm på begge sider.

- Tetning av fyllingene.

Samme tetningsutførelse som for jetéen, se bilag 8.

Det antas unødvendig med særskilt tetning under fyllingene.

3.5. Lukesystemet

Lukesystemet plasseres ved profil 107 i Sund 2. Bunnterskelen i lukeløpet legges i bunnterrengnivå for å sikre muligheten for gjennomstrømning under isen vinterstid. Med tanke på inspeksjon og vedlikehold bør det over lukeløpet anlegges en bærende konstruksjon, f.eks. en bro.

Detaljtegning av lukesystemet er vist i bilag 20.

- Funksjon.

Luken skal kunne stenge av vannet fra begge sider av fyllingen. Toppen av luke virker som en terskel hvor overflatevannet renner over med regulert overhøyde. Lukehøyden reguleres ved hjelp av lukespillet. Høyeste stilling på luke bør være 0.5 m over høyeste regulerte vannstand. Laveste stilling er valg 0.5 m over naturlig terskelhøyde på gjennomløpet. Luken må være vanntett for begge regninger mot sideføring og bunn, og all gjennomstrømning skal skje over luketoppen. Luke-spillet blir elektrisk drevet, men med mulighet for håndbetjening med sveiv.

- Utførelse.

Luken:

Lysåpning: bredde 4.0 m

Variasjon i høyde 3.5 m (kote 466.0 - 462.5)

Minste overhøyde 0.5 m med maksimal vannstand i

V. Huddingvann.

Luken utføres som en glideluke av kassekonstruksjon. På grunn av bunntetningen må luken ha slett frontplate og bakplate. Glidelisten påsveises både foran og bak.

Føringen

Glideflatene må lages av rustfritt materiale. Bunnterskel og sideføringer har gummitetning som ligger an mot lukens front og bakplate. Rommet under terskelen skal være tilgjengelige for vedlikehold og for plassering av slamrenseutstyr.

Lukespill

Luken manøvreres v.h.a. skruestenger koblet til de øvrige hjørnene. Begge opptrekksmutterne sammenkobles mekanisk via en felles aksel til spillenes snikkeveksler. Motoren forsynes med hydrodynamisk kobling for å sikre spillet mot overbelastning. Spillet skal ha uttak for hånddrift med sveiv i tilfelle strømbrudd.

3.6. Strømningsforhold når Huddingvann er islagt

Vannstanden i Huddingvannet er vinterstid ca. kt. 463.3. Med istykkelse på f.eks. 0.7 m (mars-april 1977) vil områder med bunn dyp høyere enn kt. 462.6 være bunnfrosset. Både tunneltilløpet og kanalutløpet ligger naturlig på ca. kt. 463.0. Vannføringen er liten under slike forhold og finner som regel veg under isen uten særlige komplikasjoner. Når vannføringen øker om våren, før isløsningen, kan det derimot oppstå problemer, om det meste av tilløpet og avløpet til tunnelen og kanalen er bunnfrosset. Det bør derfor graves grøfter i forlengelse av tunnel og kanal slik at det normalt er en gjennomgående renne som ikke blir bunnfrosset. Tverrsnittet bør være dimensjonert slik at en middels vannføring på $7-8 \text{ m}^3/\text{s}$ kan passere.

Vannstanden i Vestre Huddingvann vil da være minst kt. 463.8 (bilag 3), avhengig av isforholdene i Huddingelv, dvs. underkant av 70 cm tykk is kan ligge så lavt som kt. 463.1.

Ved kanalutløpet foreligger det sparsomme opplysninger om grunnforholdene. Et profil av fjellgrunnen tvers på kanal-tracéen antyder at en ved å dreie kanalutløpet noe mot nord som vist på fig. 1 og 12A kan grave til kt. 462.0 uten å måtte sprengje. Det gir ca. 8 m² fritt tverrsnitt under isen, eller ca. 1 m/s vannhastighet, som er en rimelig verdi. Plasseringen av kanalutløpet kan måtte tillempes noe under utførelsen.

Vannstanden i Østre Huddingvann vil avhenge sterkt av passasjen under isen. Er deler av kanal og tunnel isfri eller har tynn is kan fallet være under 10 cm mellom de to vann ved 8 m³/s. Grøften ved innløpet til kanalen bør derfor strekke seg helt til ca. profil 1250 (bilag 4) med bunn på ca. kote 462. Settes 1 m/s som maksimalhastighet vil det kreve 7.5 m bred grøft Dette er vist på fig. 1 og fig. 10A og B. Ved avslutningen nær profil 1250 må grøften gjøres noe bredere og skrås opp til naturlig terreng på kote 462.3.

4. TILFØRSELSVEGER TIL ANLEGGENE

Tracéen for anleggsvegen går fram av bilag 1. Veggen skal fram til Sund 2 være permanent med tanke på inspeksjon og vedlikehold av lukesystemet. Mellom sundene skal veggen føres over holmene. Før arbeidet med tunnelen/kanalen kommer i gang, må masse til vegbyggingen tas fra gråbergtippen utenfor anlegget til Grong Gruber.

Under anleggsperioden må det bygges fangdammer på begge sider av lukekonstruksjonen. Fangdammen på vestsiden utføres slik at den kan benyttes som anleggsveg for fyllingsarbeidene i Søndre Sund (Sund 3). Fangdammene utføres med plasttetning på samme måte som de permanente fyllinger, bilag 8.

Dersom det er ønskelig å opprettholde en permanent forbindelse over alle sundene, kan fangdammen på vestsiden gjøres permanent, men det må da legges inn kulvertrør med tilsammen minst 3 m² åpning ved lavvann når lukearbeidene er fullført. Fangdammen på østsiden av luka fjernes etter arbeidet.

5. MASSEBEREGNING OG KOSTNADSKALKYLE

I masseberegningen inngår teoretisk beregnede masser. Enhetsprisene er rettledeende og er basert på forespørsler hos forskjellige entreprenører. Langs tunnel/kanal-tracéen er masseberegningen basert på et antatt fjellprofil, vist i bilag 6. Aktuelle masser, enhetspriser og kostnader er vist i skjemaet nedenfor.

ANLEGGSDDEL	Beregnete masser	Enhetspris	Kostnader (kr)
Jeté, fylling	57000 m ³	30,-	1.710.000,-
Jeté, snuplasser	9000 m ³	30,-	270.000,-
Jeté, tetningsmaterial	10000 m ² (plast)	5,-	50.000,-
Jeté, tetning, utførelse	-	-	10.000,-
Tunnelinnløp, utstøpning	50 m ³	1500,-	75.000,-
Tunnelinnløp, mudring	3900 m ³	40,-	156.000,-
Tunnel, sprenging	9000 m ³	150,-	1.350.000,-
Tunnelutløp, utstøping	115.0	1500,-	173.000,-
Kanal, løsmasseuttak	12000 m ³	30,-	360.000,-
Kanal, sprenging	4300 m ³	60,-	258.000,-
Kanal, plastring	1400 m ³	30,-	42.000,-
Kanalutløp, mudring	1500 m ³	60,-	90.000,-
Luke m/tilbehør	-	-	500.000,-
Lukeløp og -fundament	36 m ³	1500,-	54.000,-
Maskinhus for lukespill	-	-	5.000,-
Fangdammer for luke	-	-	4.000,-
Gangbro over lukeløp	-	-	10.000,-
Fylling over sundene	20000 m ³	30,-	600.000,-
Tetningsmateriale	2500 m ²	5,-	13.000,-
Anleggsveg	17000 m ³	30,-	510.000,-
			6.240.000,-
Rigg	Antatt 20% av totale kostnader		1.250.000,-
Administrasjon, konsulent	-	-	210.000,-
Totale kostnader eks. merverdiavgift			7.700.000,-

6. KOMMENTARER

6.1. Overhøyde på fyllingen

Overhøyden er valgt 25 cm over det nivå som tilsvarer største observerte vannstand i Vestre Huddingvann. Det er forutsetningen at dette skal gjelde endelig høyde etter setninger. Dersom høy vannstand og vesentlig vind inntreffer samtidig, vil det oppstå bølgeoverskylling av fyllingene.

Vi har vurdert de vannmengder som kan passere fyllingene av den grunn, som uvesentlige for de forhold som prosjektet skal avhjelpe.

Bølgeoverskylling vil kunne forårsake lokale skader på toppflaten og dekklaget på innsiden av jetéen. Bredden av fyllingen er imidlertid så stor at faren for store skader med gjennombrudd synes svært liten. Selv om det skulle skje vil det neppe kunne oppstå vesentlige ulemper av den grunn siden vannstandsfor skjellene og de avstengte vannmasser er små.

Fyllingene er gjort så bred at de er lette å trafikkere. Det er også god adgang til materialer for rask reparasjon av en eventuell skade. Dersom erfaringene over en tid skulle vise at det er gunstig med høyere fyllinger, vil toppkoten kunne økes 75-100 cm på topppen av det foreslåtte profil, men da vil fyllingen senere være vanskelig å trafikkere for vedlikehold.

6.2. Luke i jetéen

Vi har vurdert om det er hensiktsmessig med en luke gjennom østre del av hovedfyllingen til Østre Huddingvann. Den eneste hydrauliske funksjon for en slik luke er som omledningsveg i tilfelle tunnelen skulle bli tettet av is under særlig uheldig kombinasjon av isgang og flom. De forholdsregler som er tatt med mudring av grøft i tilknytning til tunnelen gjør en slik

situasjon lite sannsynlig. Skadene på jetéen i tilfelle flommen går over den vil heller ikke bli alvorligere enn at de lett kan utbedres. Vi har derfor ikke funnet det nødvendig å ta med en slik luke.

6.3. Reguleringsreglement

Ved prosjekteringen har vi antatt at luka skal tjene følgende tre hovedhensikter:

- a. Under flom hindres alt tilløp til Østre Huddingvann fra Vestre Huddingvann.
- b. Når flommen går tilbake, reguleres avløpet fra Østre til vestre vann slik at det ikke oppstår unødvendige strømkonsentrasjoner som kan øke totaltransporten av forurensinger gjennom luken.
- c. Lukeoverkanten reguleres slik at det bare er vann fra overflatelaget i Østre Huddingvann som slippes, samtidig som vannhastigheter over ca. 1 m/s unngås i lukeområdet.

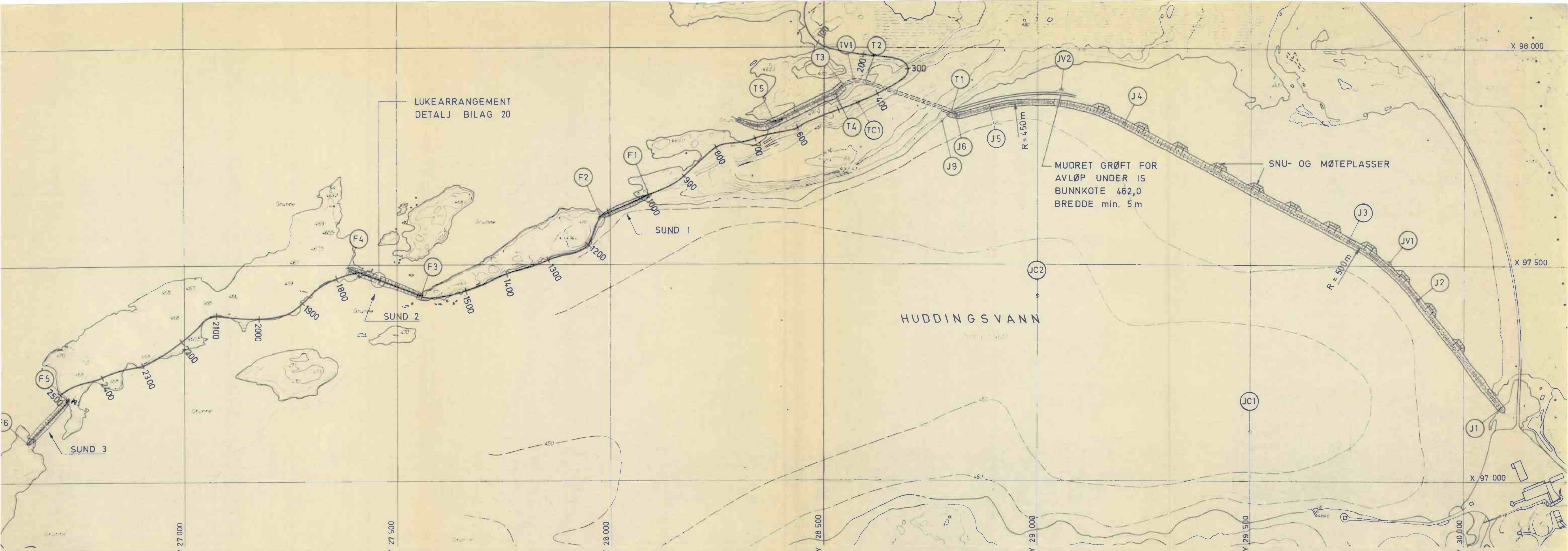
Hvordan reglementet for lukemanøvreringen skal utformes og gjennomføres i praksis har vi ikke tatt stilling til.

7. BILAGSLISTE

1. Plantegning.
2. Hydrograf for Renseelv + Orelv.
3. Vannføring - vannstand ved utløpet i V. Huddingvann.
4. Bunnlengdeprofil langs jeté.
5. Permeabilitet.
6. Lengdeprofil (grunnforhold) langs tunnelen/kanalen.
7. Lengdeprofil. Bunnprofil langs fyllingstracéene over sundene.
8. Oppbygging av jetétverrsnitt.
9. Tunneltverrsnitt.
- 10A. Detalj av tunnelinnløp (plan).
- 10B. Detalj av tunnelinnløp (snitt).
- 11A. Detalj av tunnelutløp (plan).
- 11B. Detalj av tunnelutløp (snitt).
- 12A. Detalj av kanalutløp (plan).
- 12B. Detalj av kanalutløp (snitt).
13. Plastring langs kanaltracéen. Høyeste vannlinje.
14. Plastringsutførelse.
15. Vannstand oppstrøms tunnel s.f.a. kote bunn tunnel/kanal.
16. Jetévolum s.f.a. kote topp jeté.
17. Volum av tunnel- og kanalmasser s.f.a. kote bunn tunnel/kanal.
18. Forholdet mellom enhetsprisene for jeté og tunnel/kanal.
19. Samlede kostnader for jeté og tunnel/kanal s.f.a. kote bunn tunnel/kanal.
20. Lukearrangement.

REFERANSER

1. Grong Gruber A/S: Avgangsutslipp i Huddingvann.
Jan. 1976.
2. Siv.ing. Ottar Kummeneje: Jeté for elveomløp Huddingvann.
Grunnundersøkelser. 3. juli 1975.
3. Siv.ing. Ottar Kummeneje: Jeté for elveomløp.
Supplerende grunnundersøkelser. 29. juli
1977.
4. Grong Gruber A/S: Div. oppmåling av bruprofiler, samt
profilering ved kanalutsløp 12. okt
1977 (notat).



LUKEARRANGEMENT
DETALJ BILAG 20

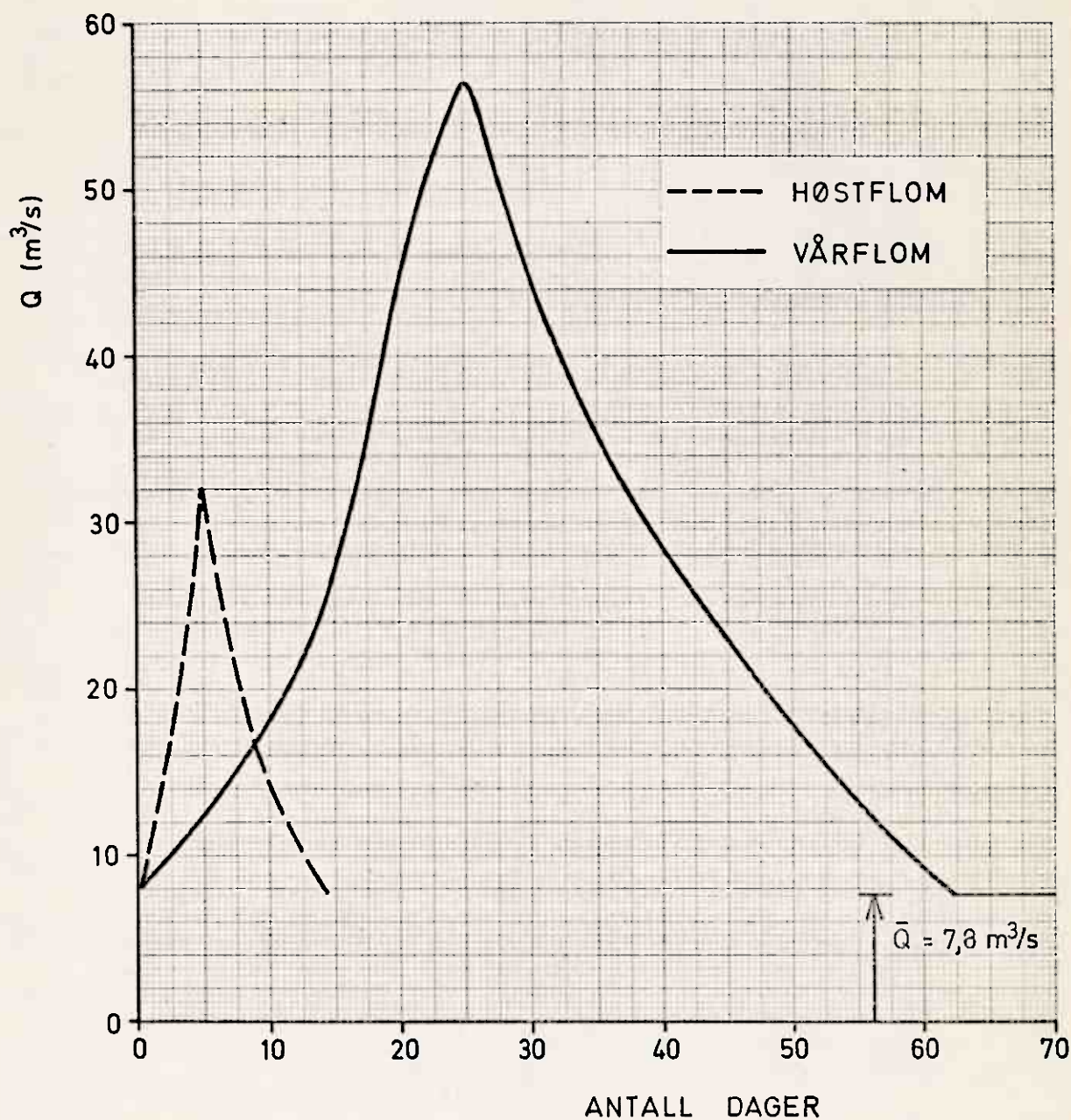
MUDRET GRØFT FOR
AVLØP UNDER IS
BUNNKOTE 462,0
BREDDE min. 5 m

SNU- OG MØTEPLASSER

HUDDINGSVANN

0 100 200 300 400 500 m

M = 1 : 5000



GRONG GRUBER A/s

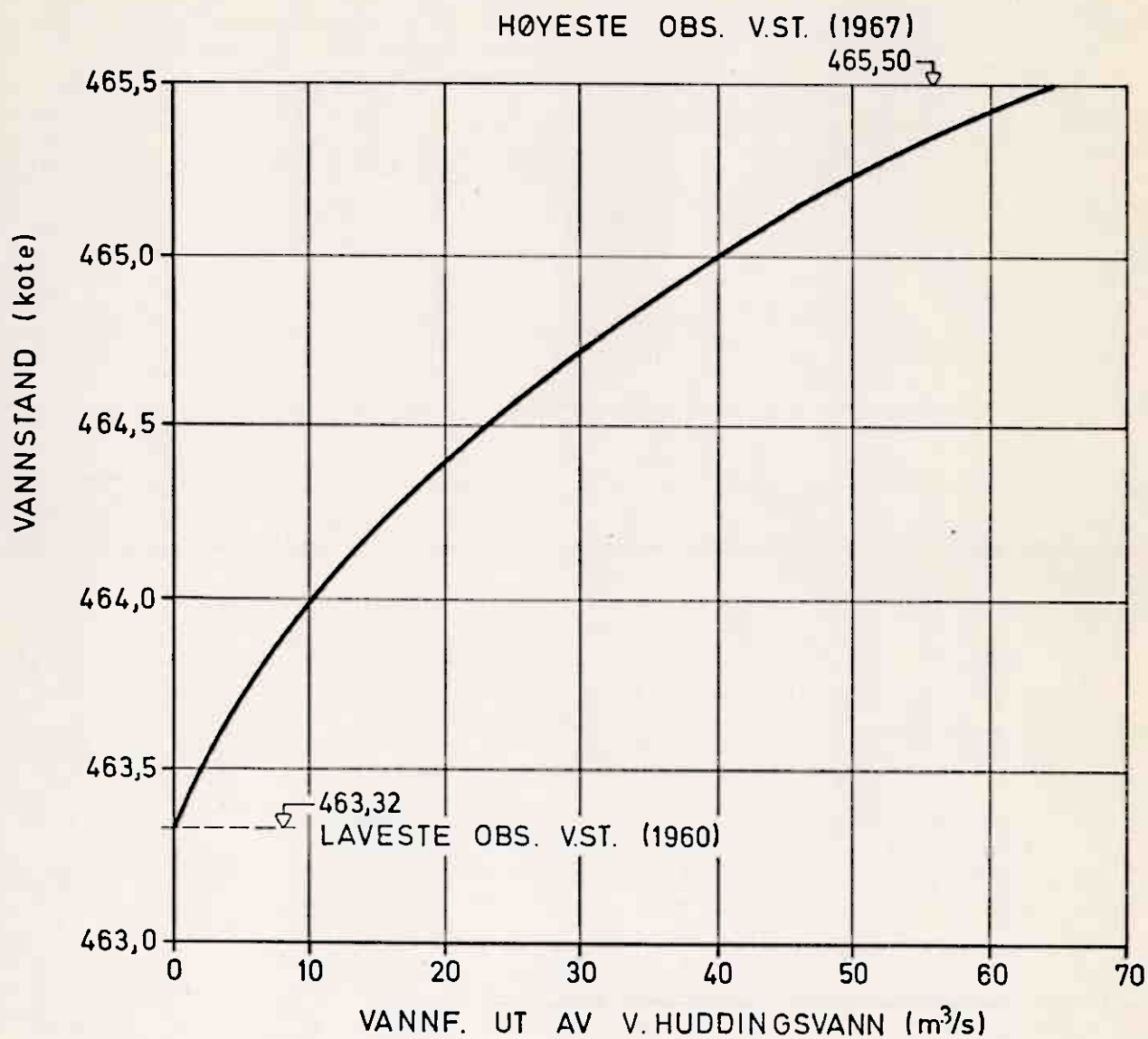
HYDROGRAF FOR TYPISK FLOM,
RENSELELVA OG ORELVA

VHL VASSDRAGS- OG HAVNELABORATORIET
VED NORGES TEKNISKE HØGSKOLE - TILSLUTTET SINTEF

60 0884

JUNI 1977

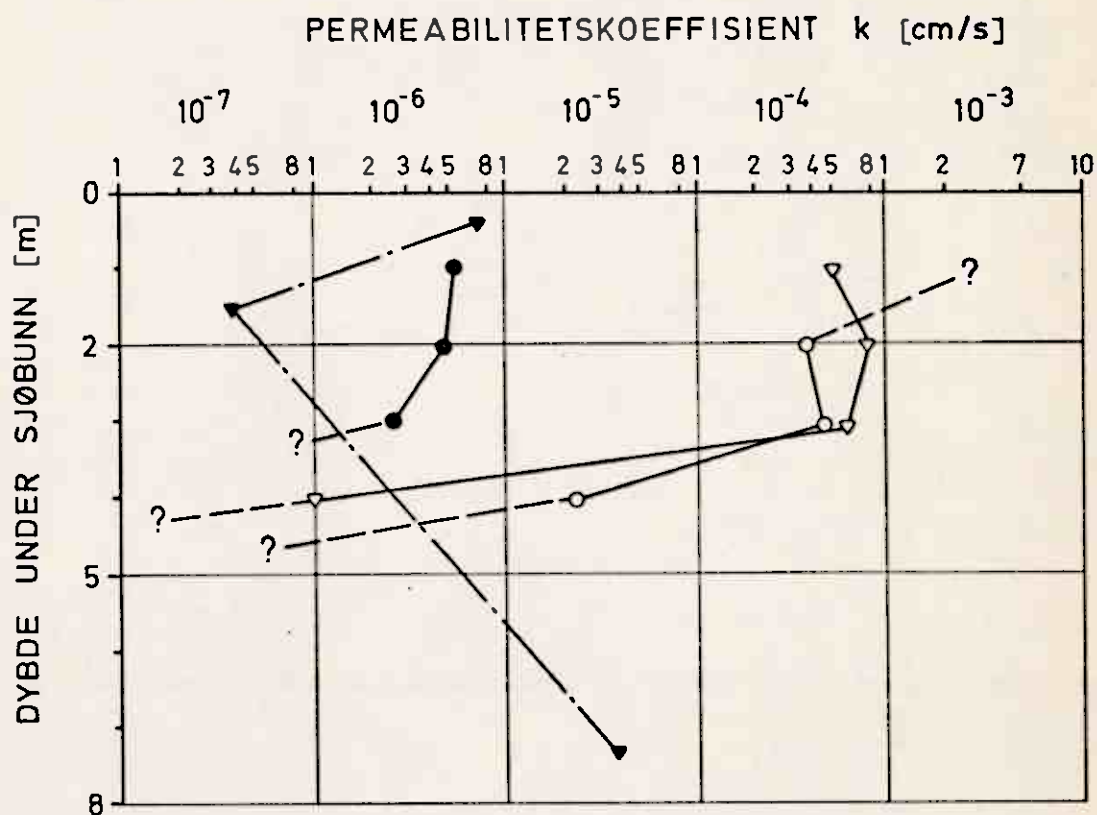
2



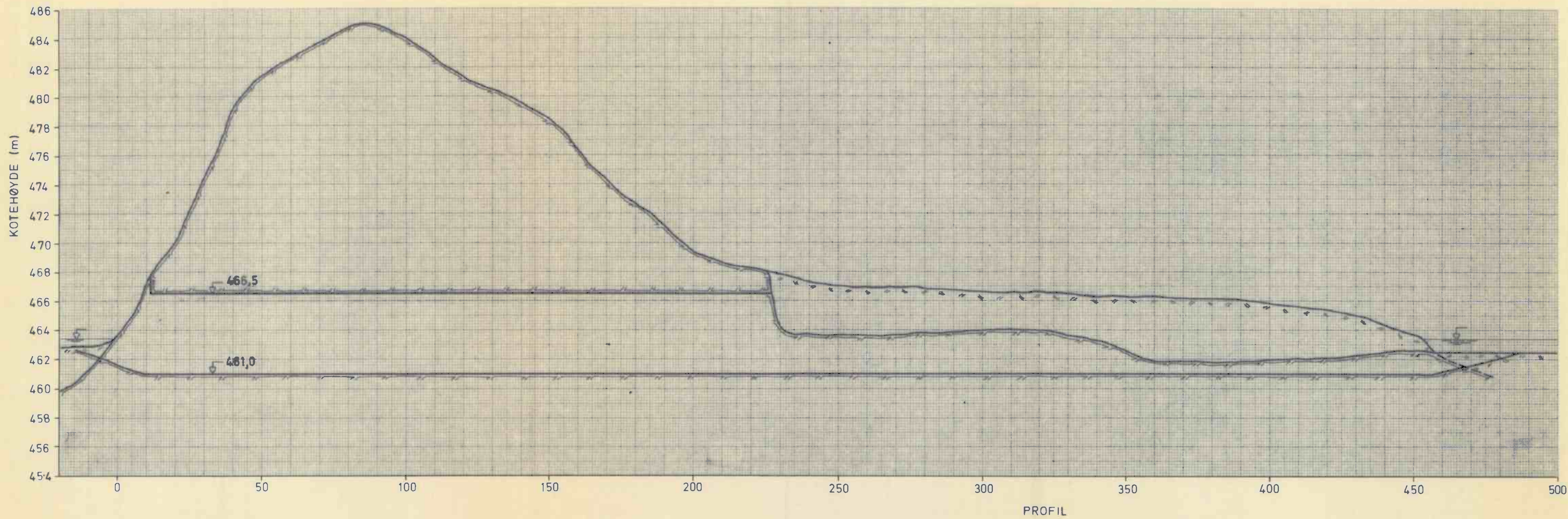
ANTATT VANNF. I RENSELELV + ORELV (m^3/s)

GRONG GRUBER A/S		VANNFØRING VANNSTAND UT AV VESTRE HUDDINGSVANN		3
VHL VASSDRAGS- OG HAVNELABORATORIET VED NORGES TEKNISKE HOGSKOLE - TILSLUTTET SINTEF		60 0884	JUNI 1977	





- pel 350 in situ
- ▽ pel 800 in situ
- pel 1400 in situ
- ▼ pel 1500 laboratoriemålinger



GRONG GRUBER A/S

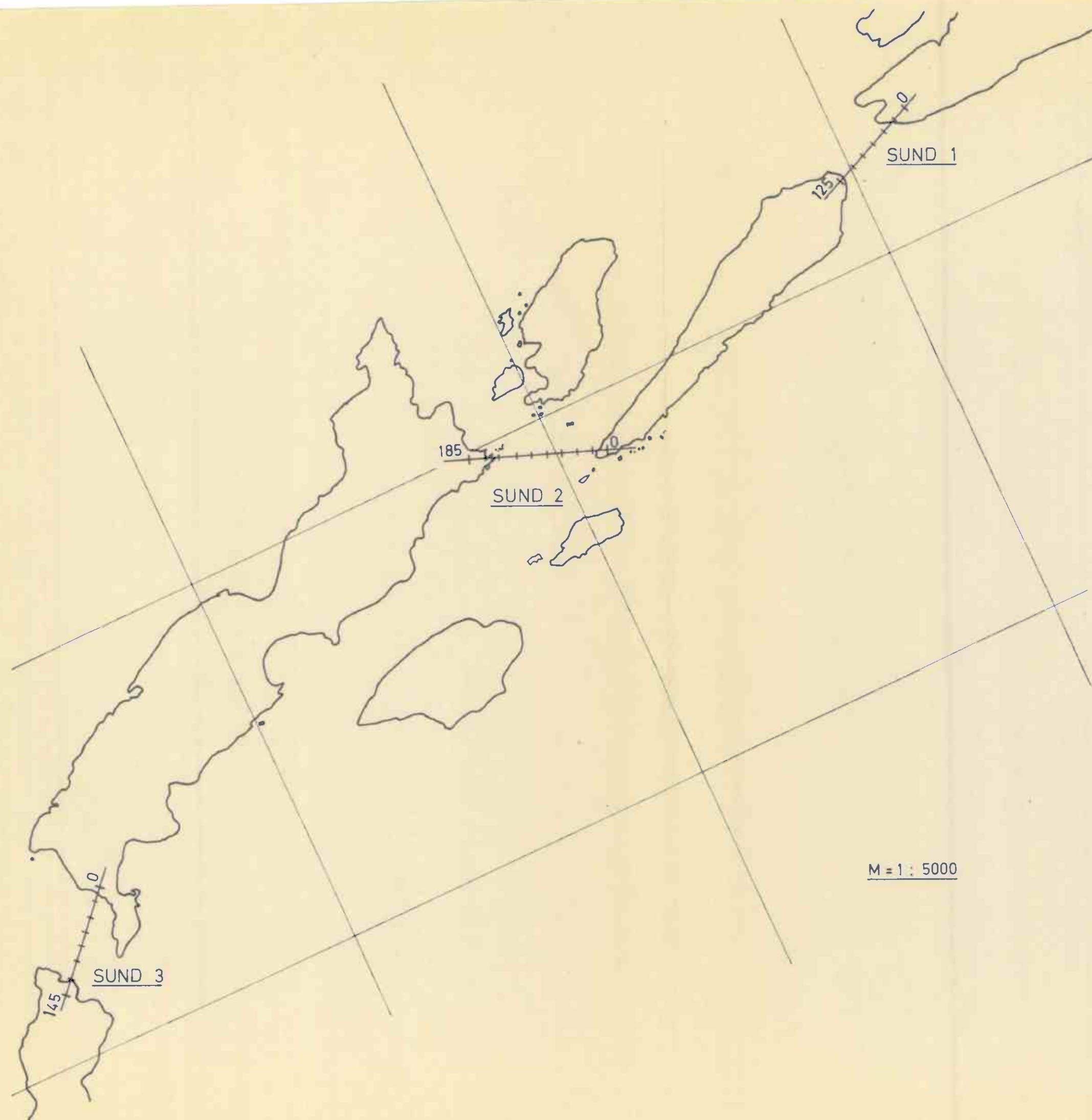
LENGDEPROFIL GJENNOM
TUNNEL/KANAL

VHL VASSDRAGS- OG HAVNELABORATORIET
VED NORGES TEKNISKE HØGSKOLE - TILSLUTTET SINTEF

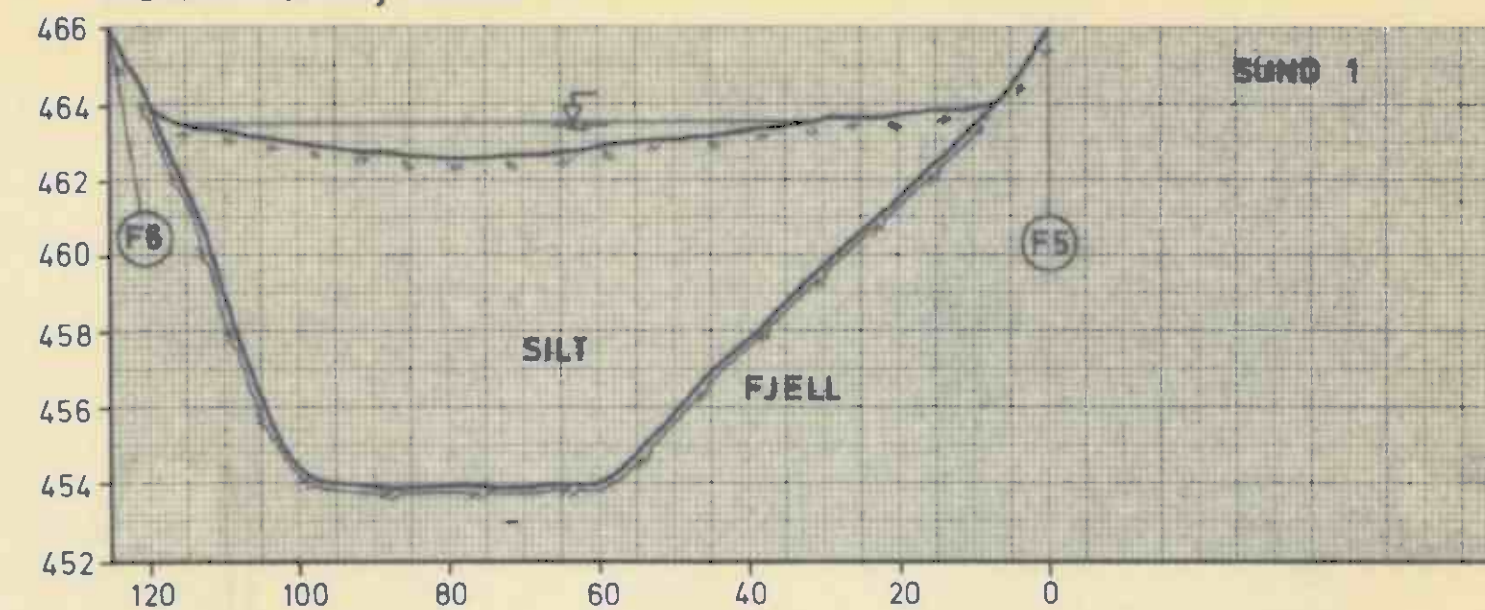
60 0884

JUNI 1977

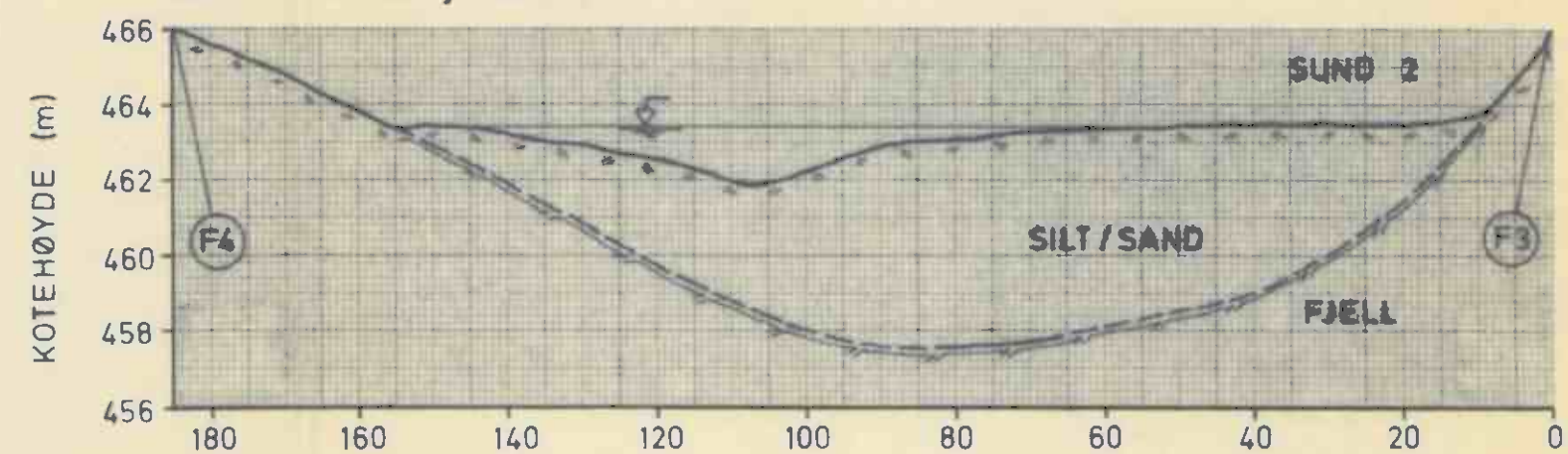
6



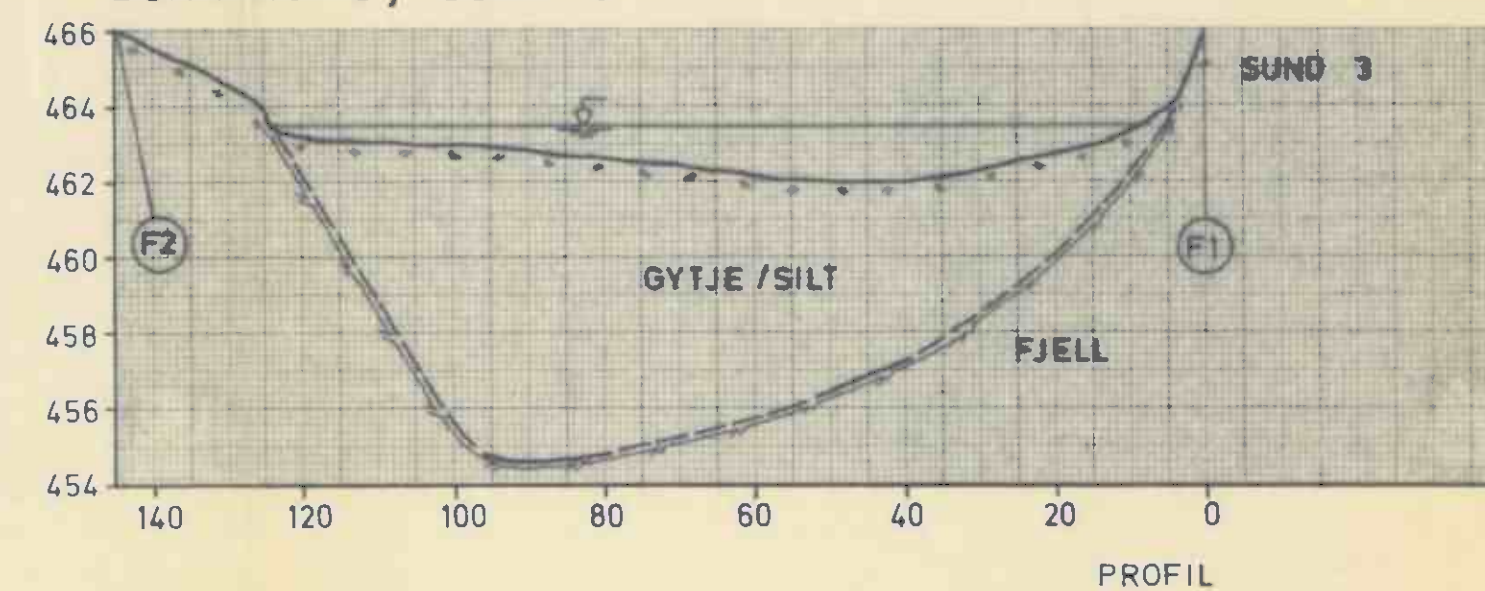
BUNNPROFIL, SUND 1

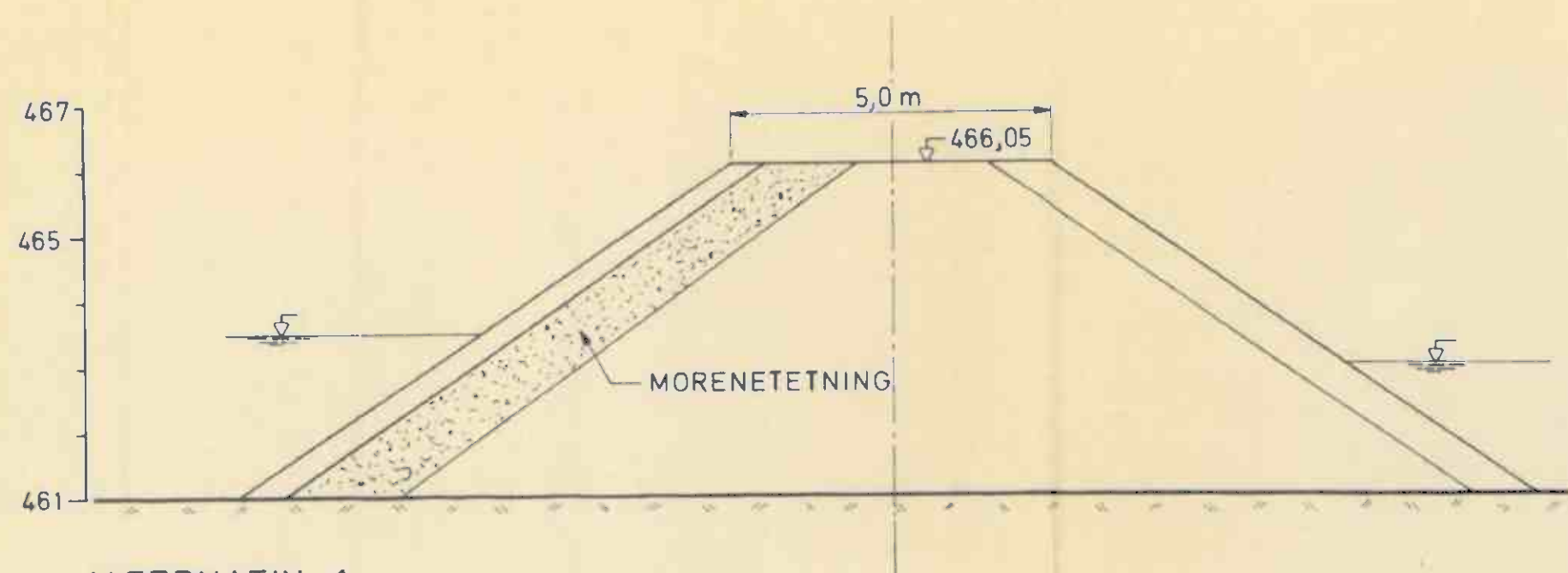


BUNNPROFIL, SUND 2

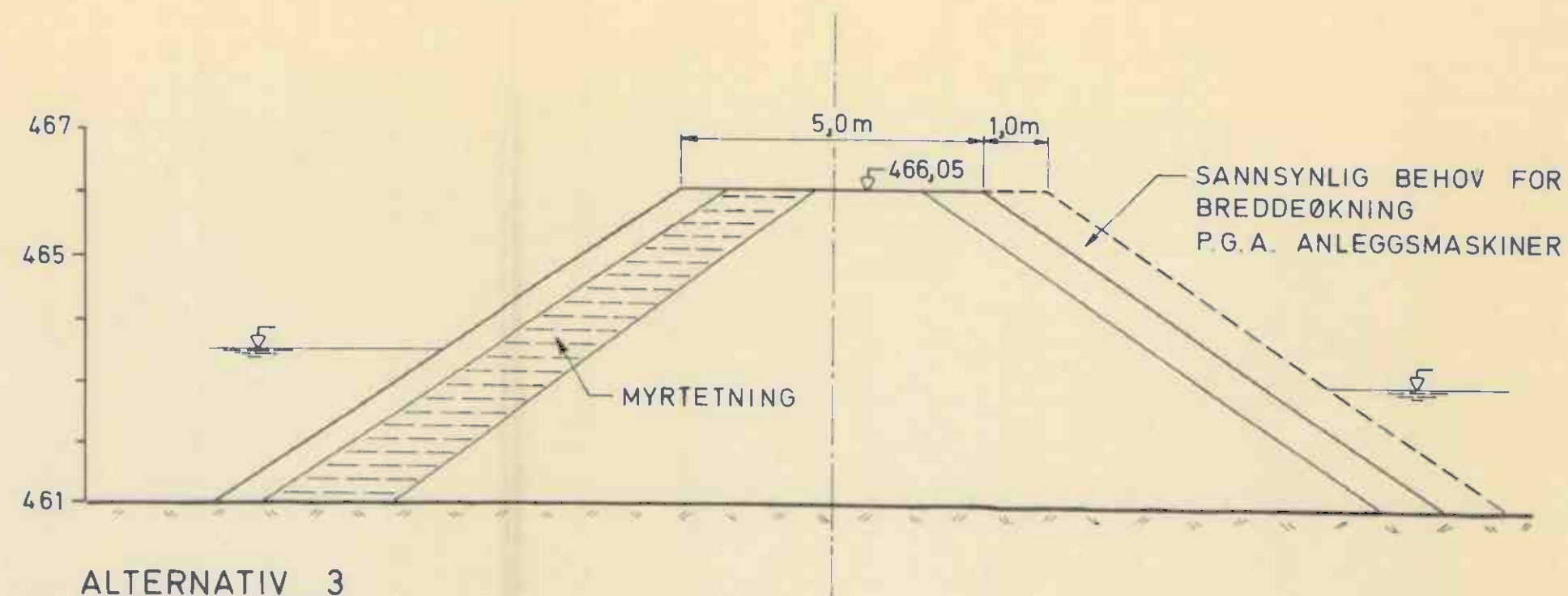


BUNNPROFIL, SUND 3

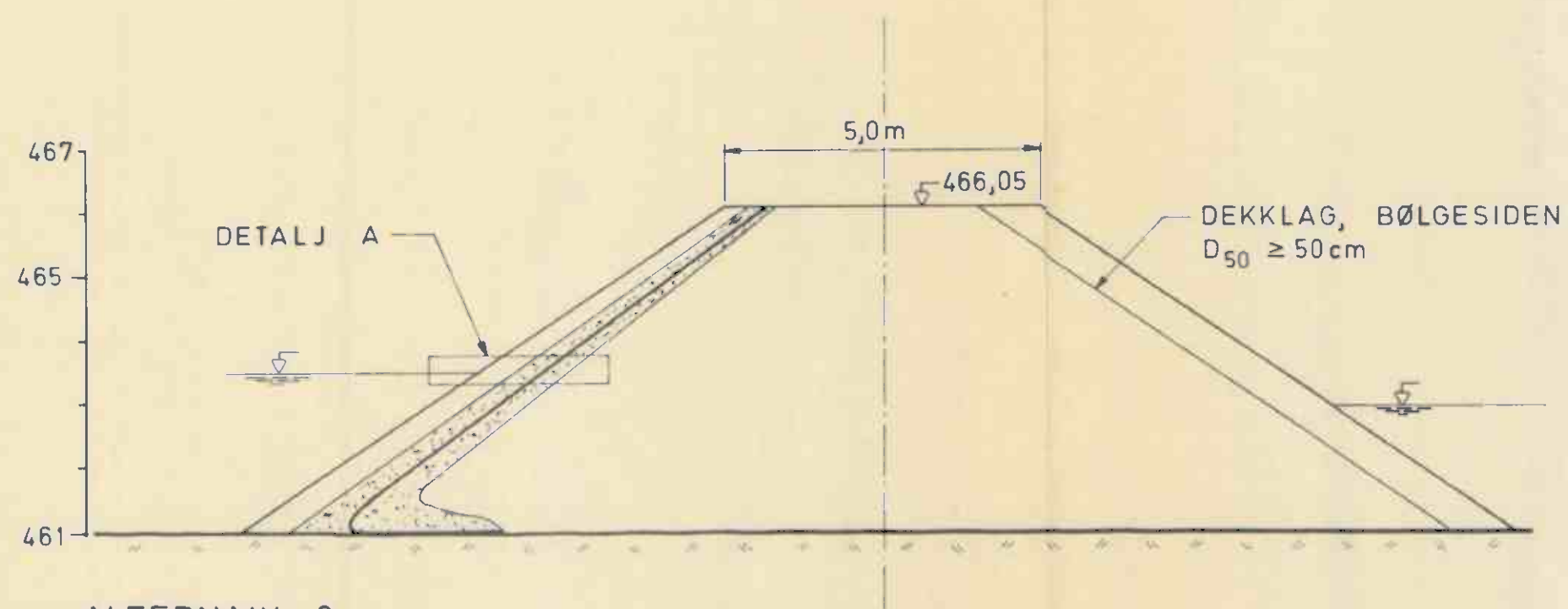




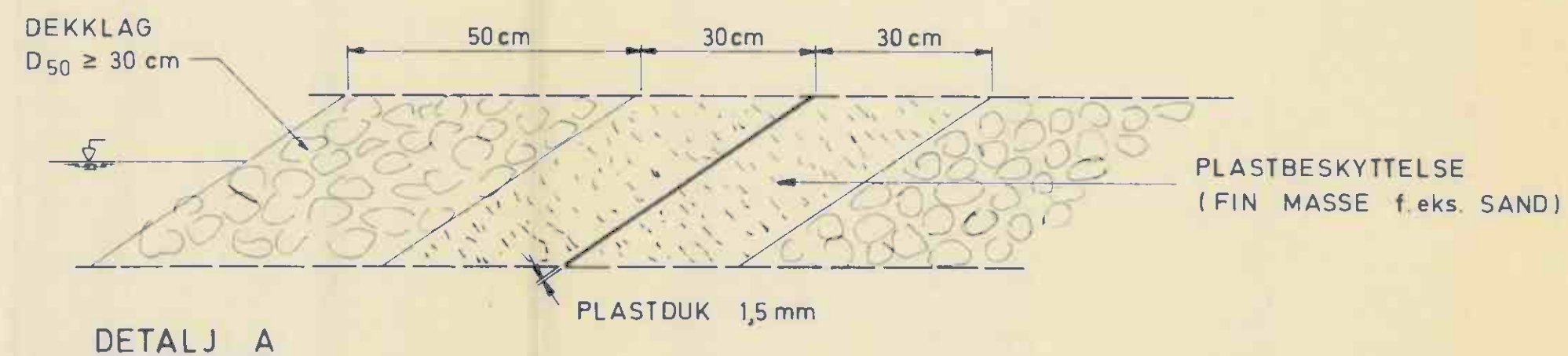
ALTERNATIV 1



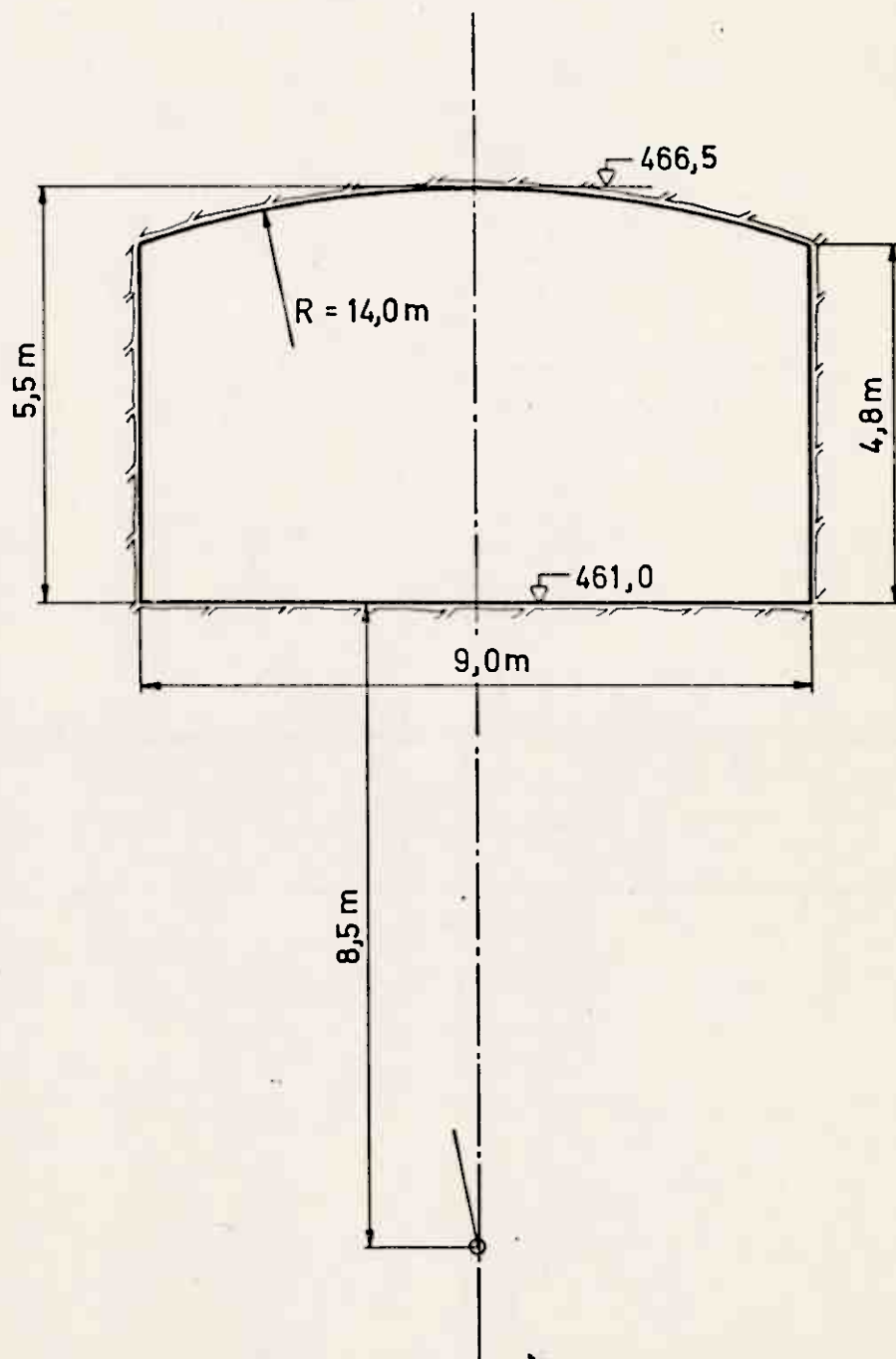
ALTERNATIV 3



ALTERNATIV 2



DETALJ A



GRONG GRUBER A/S

TUNNELTVERRSNITT

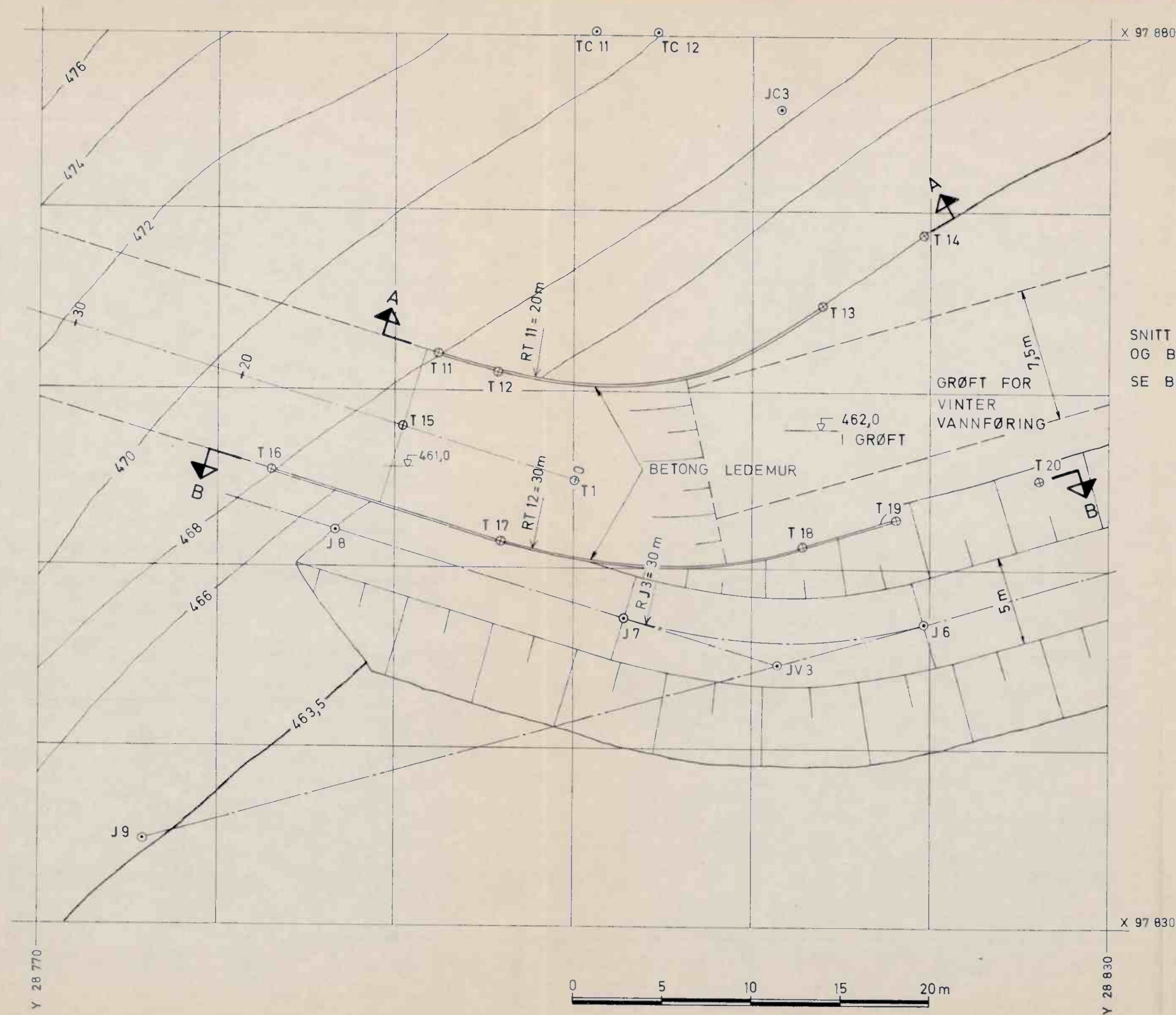
VHL

VASSDRAGS- OG HAVNELABORATORIET
VED NORGES TEKNISKE HØGSKOLE - TILSLUTTET SINTEF

60 0884

JUNI 1977

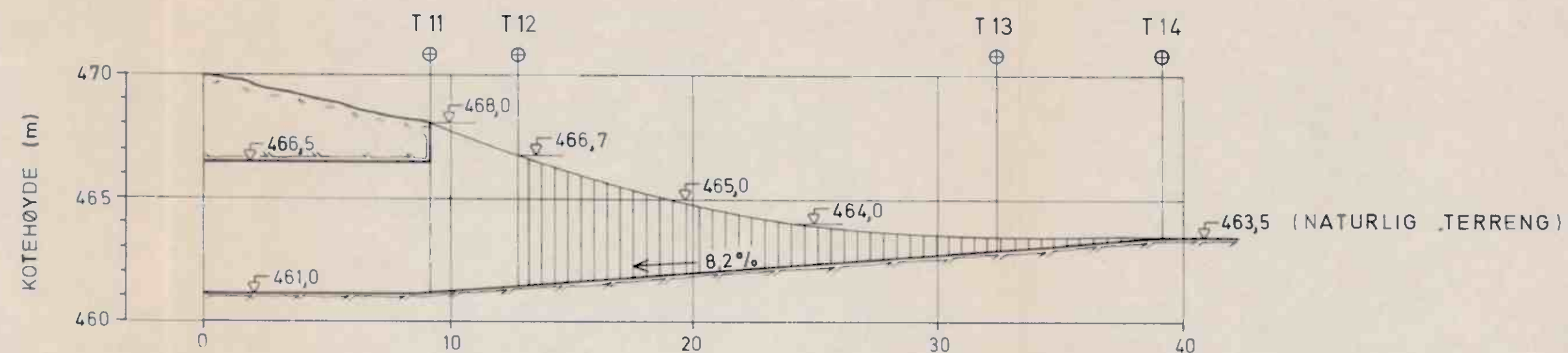
9



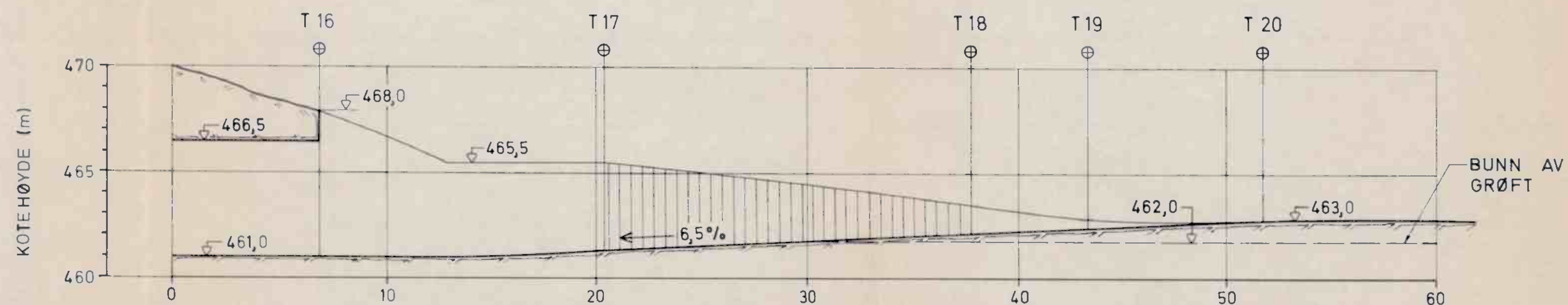
SNITT A-A
OG B-B,
SE BILAG 10B

PUNKT	Y	X
J6	28 819,7	97 846,9
JV3	28 811,4	97 844,6
J7	28 802,9	97 847,2
J8	28 786,8	97 852,1
J9	28 776,0	97 835,0
JC3	28 811,6	97 875,9
T1	28 800,0	97 855,0
T11	28 792,3	97 862,0
T12	28 795,8	97 861,0
T13	28 814,1	97 864,8
T14	28 819,6	97 868,9
T15	28 790,4	97 858,0
T16	28 783,1	97 855,5
T17	28 795,9	97 851,5
T18	28 812,8	97 851,3
T19	28 817,1	97 852,9
T20	28 826,1	97 855,0
TC 11	28 801,3	97 880,2
TC 12	28 804,6	97 880,2

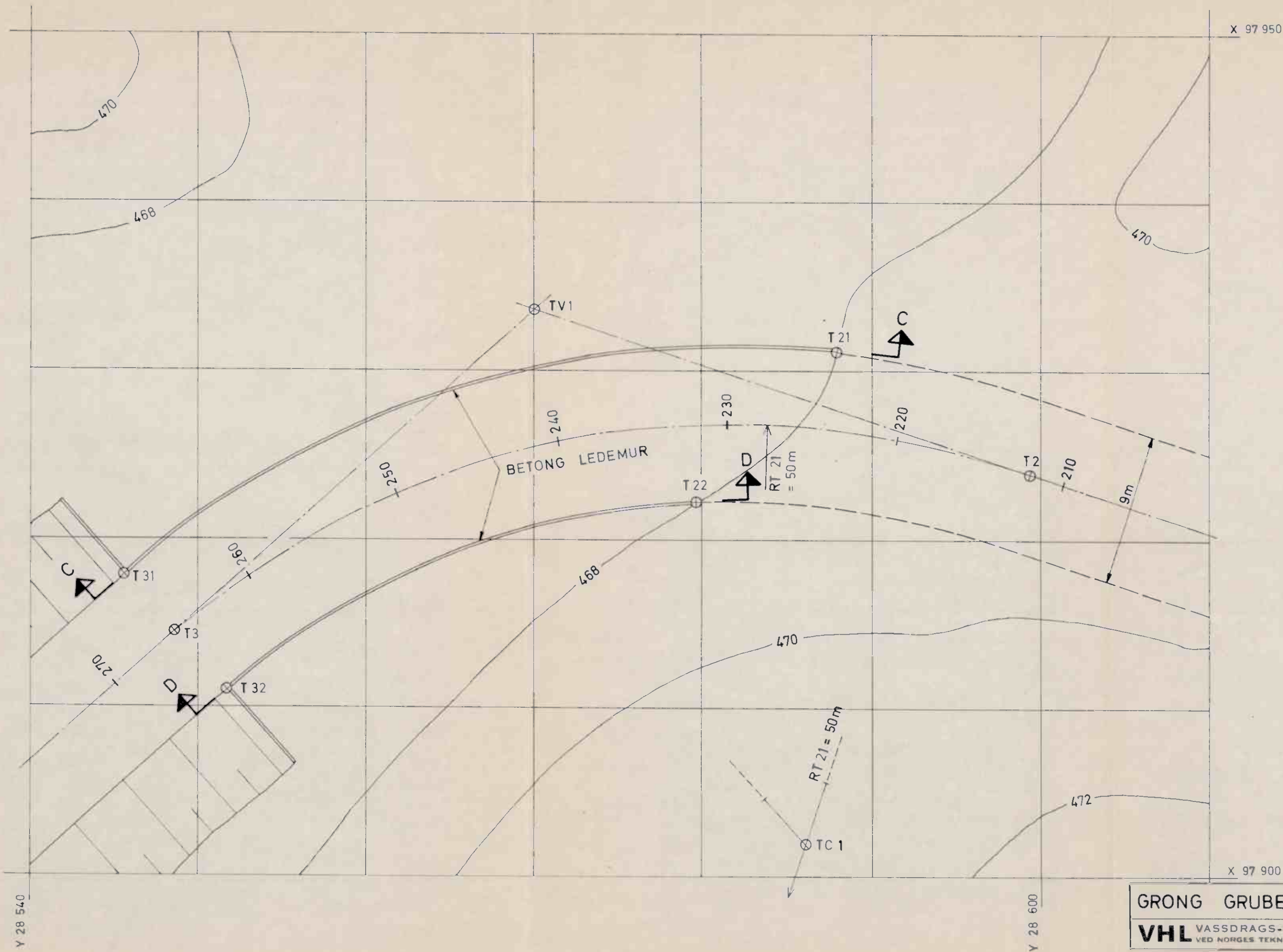
SNITT A-A



SNITT B-B

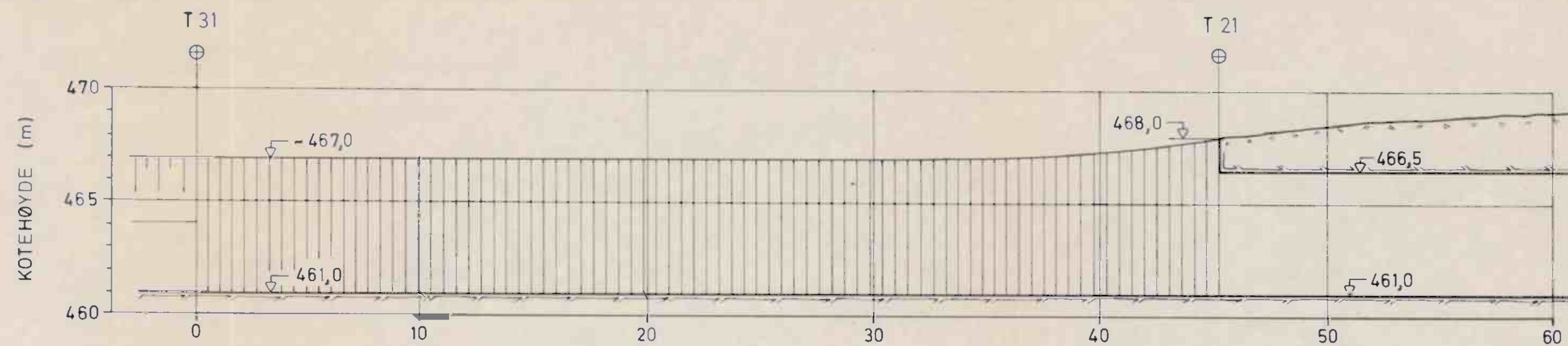


M = 1 : 20

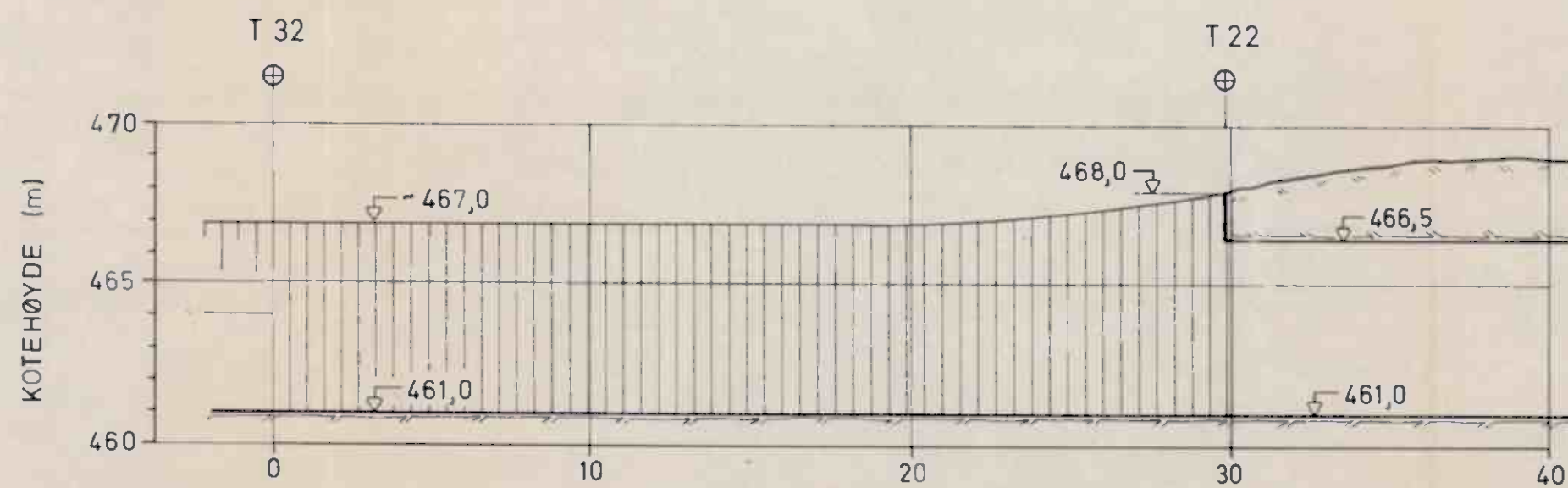


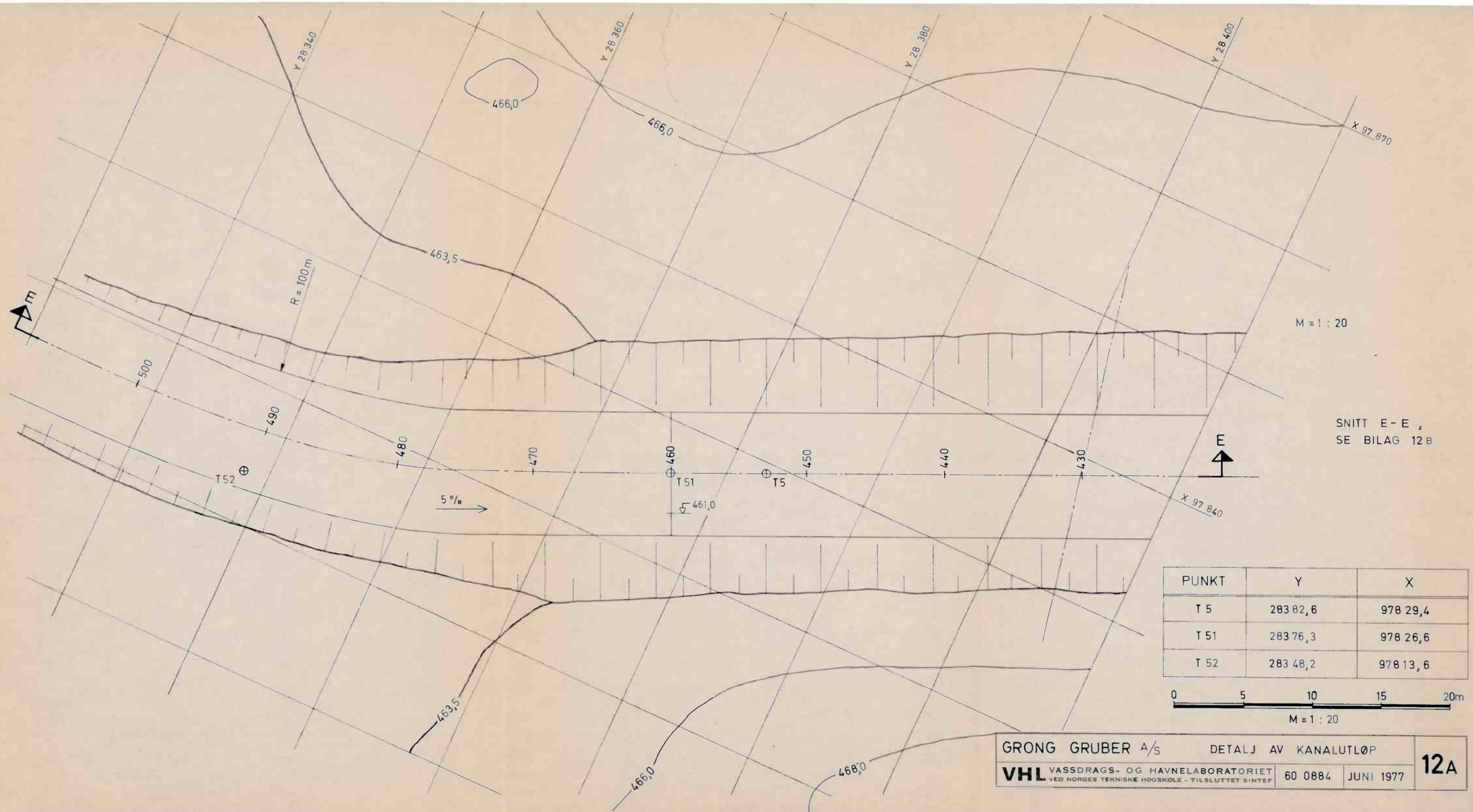
PUNKT	Y	X
T 2	28 599,3	97 923,8
T 21	28 587,9	97 931,0
T 22	28 579,5	97 922,2
TV 1	28 570,1	97 933,8
T 3	28 548,6	97 914,5
T 31	28 545,6	97 917,8
T 32	28 551,7	97 911,0
TC 1	28 582,0	97 875,5

SNITT C-C

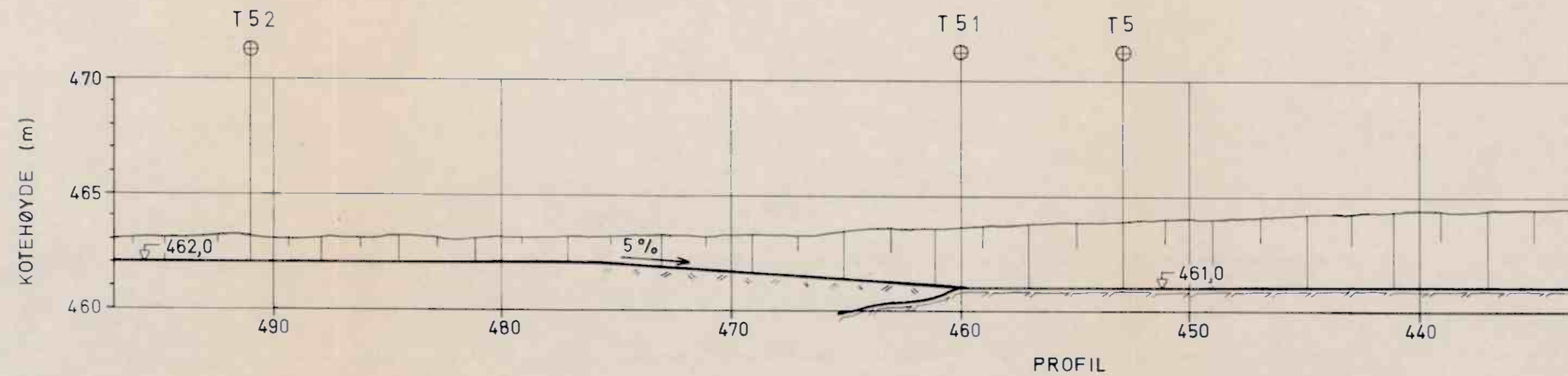


SNITT D-D

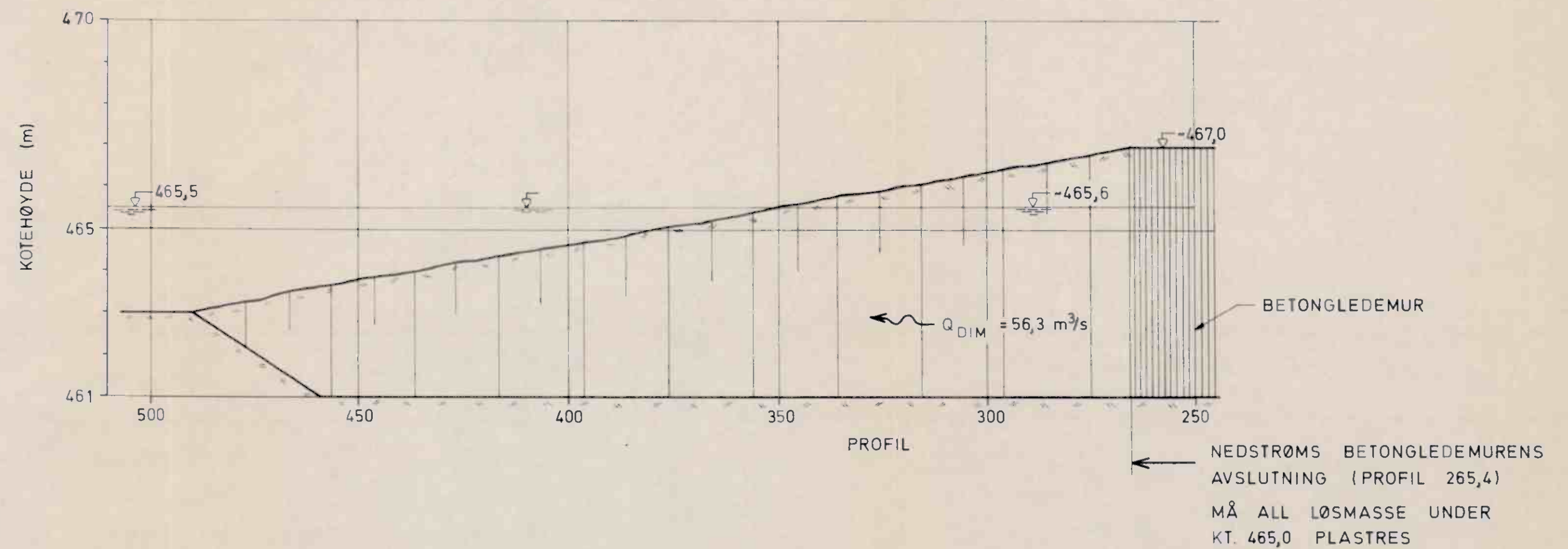




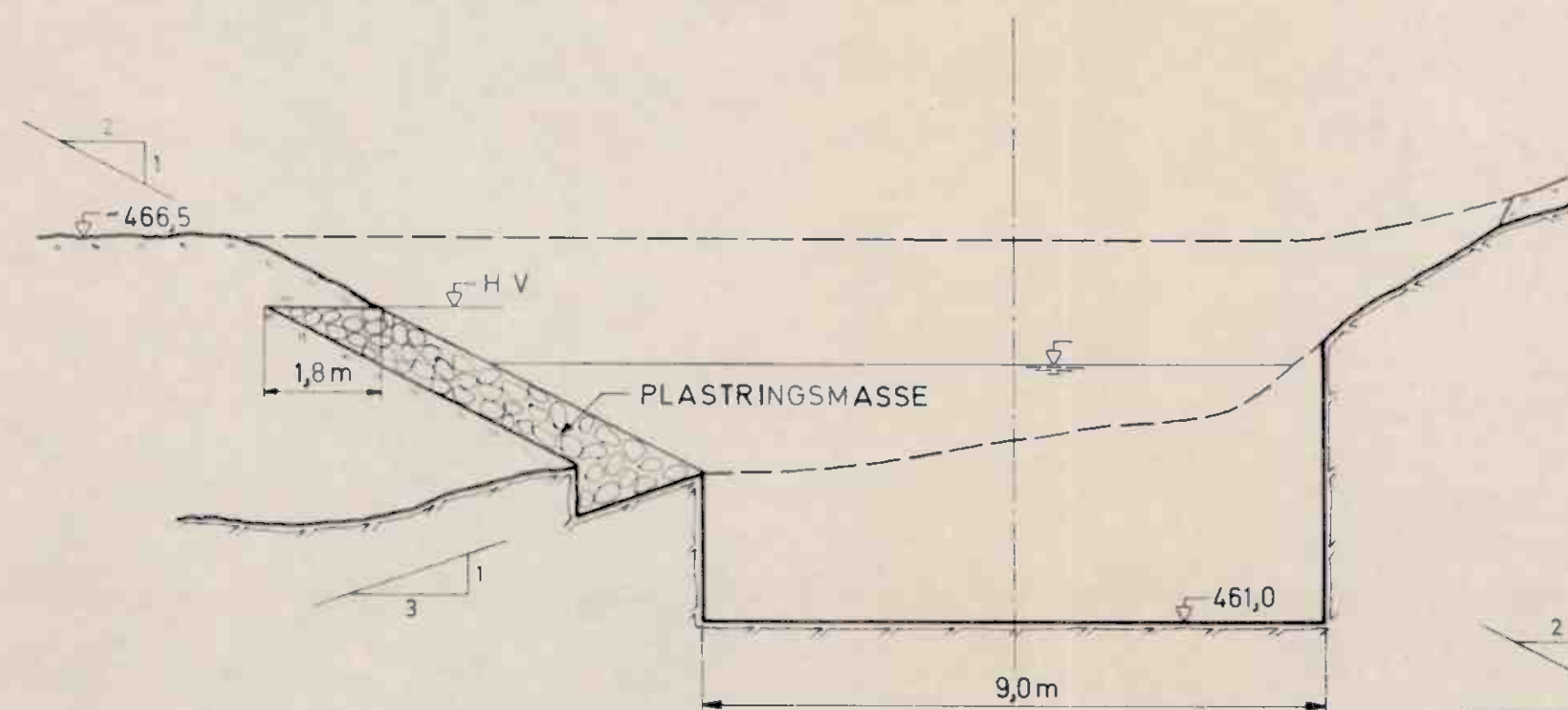
SNITT E-E



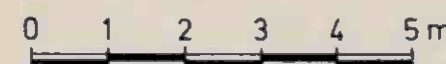
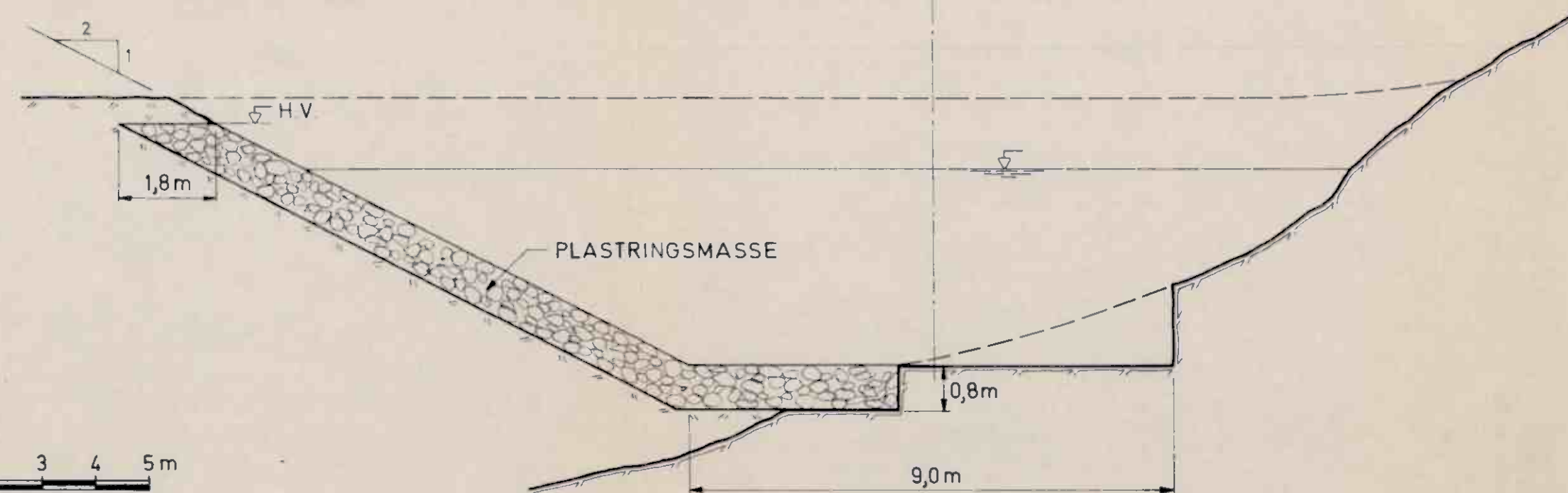
M = 1 : 20

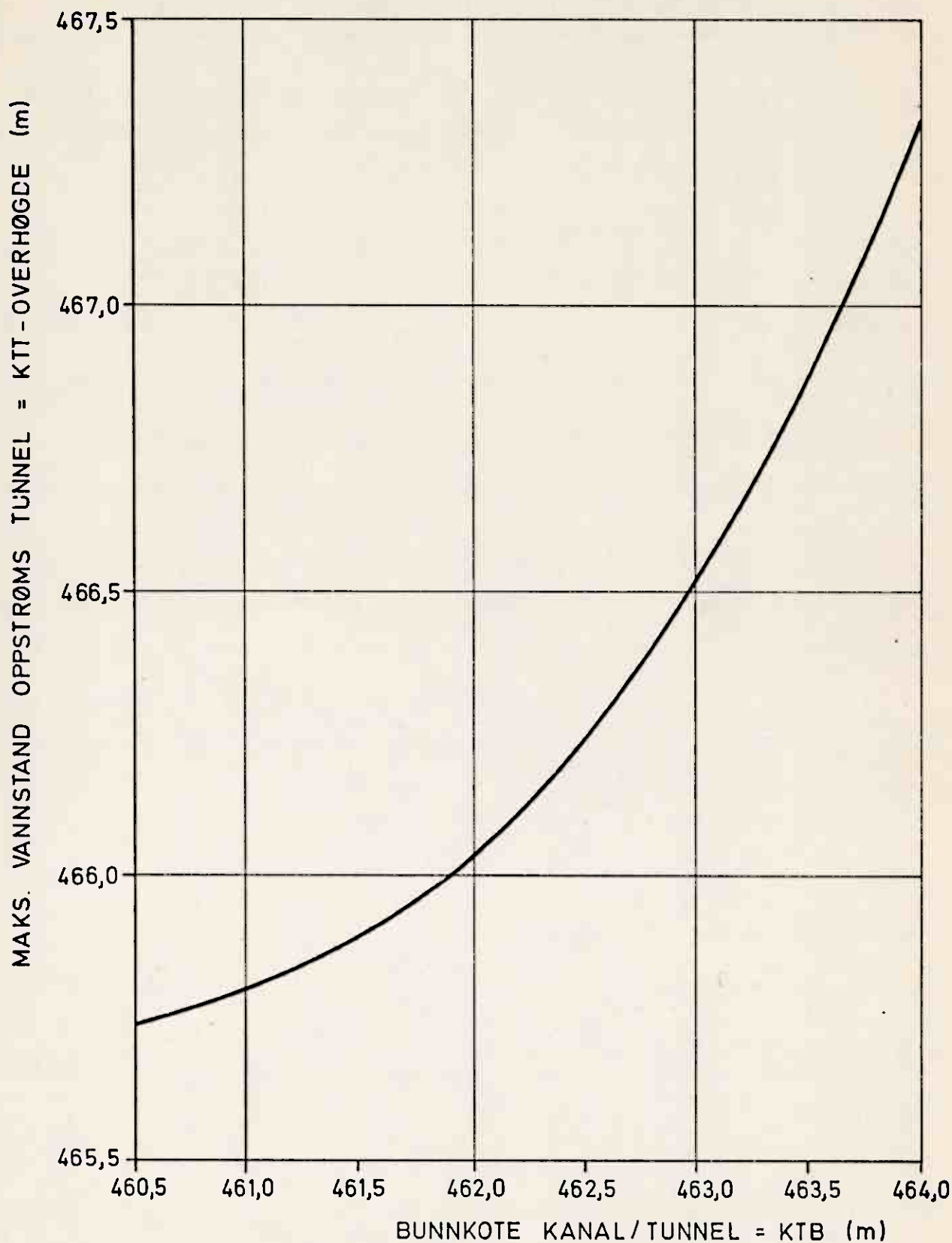


TVERRSNITTYPE 1



TVERRSNITTYPE 2





GRONG GRUBER A/S

VANNSTAND OPPSTRØMS
TUNNEL/KANAL

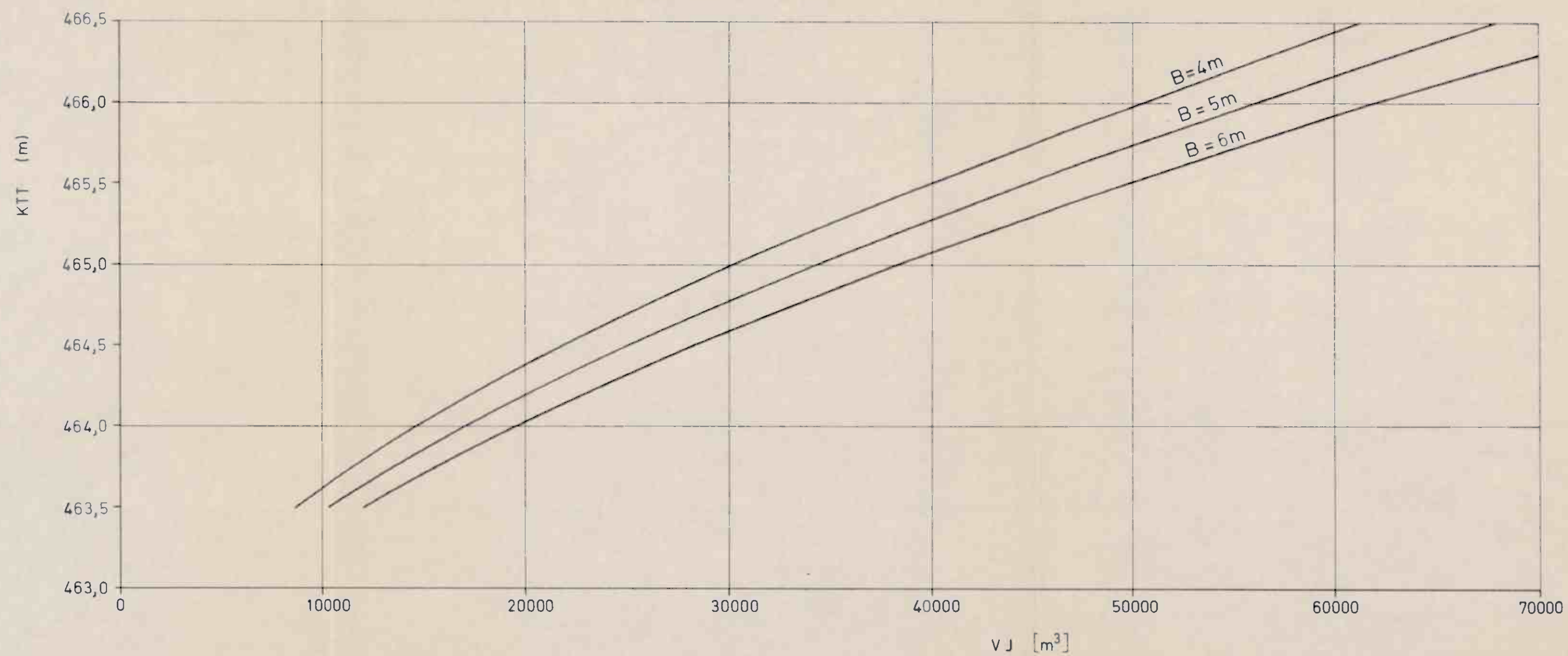
VHL

VASSDRAGS- OG HAVNELABORATORIET
VED NORGES TEKNISKE HØGSKOLE - TILSLUTTET SINTEF

60 0884

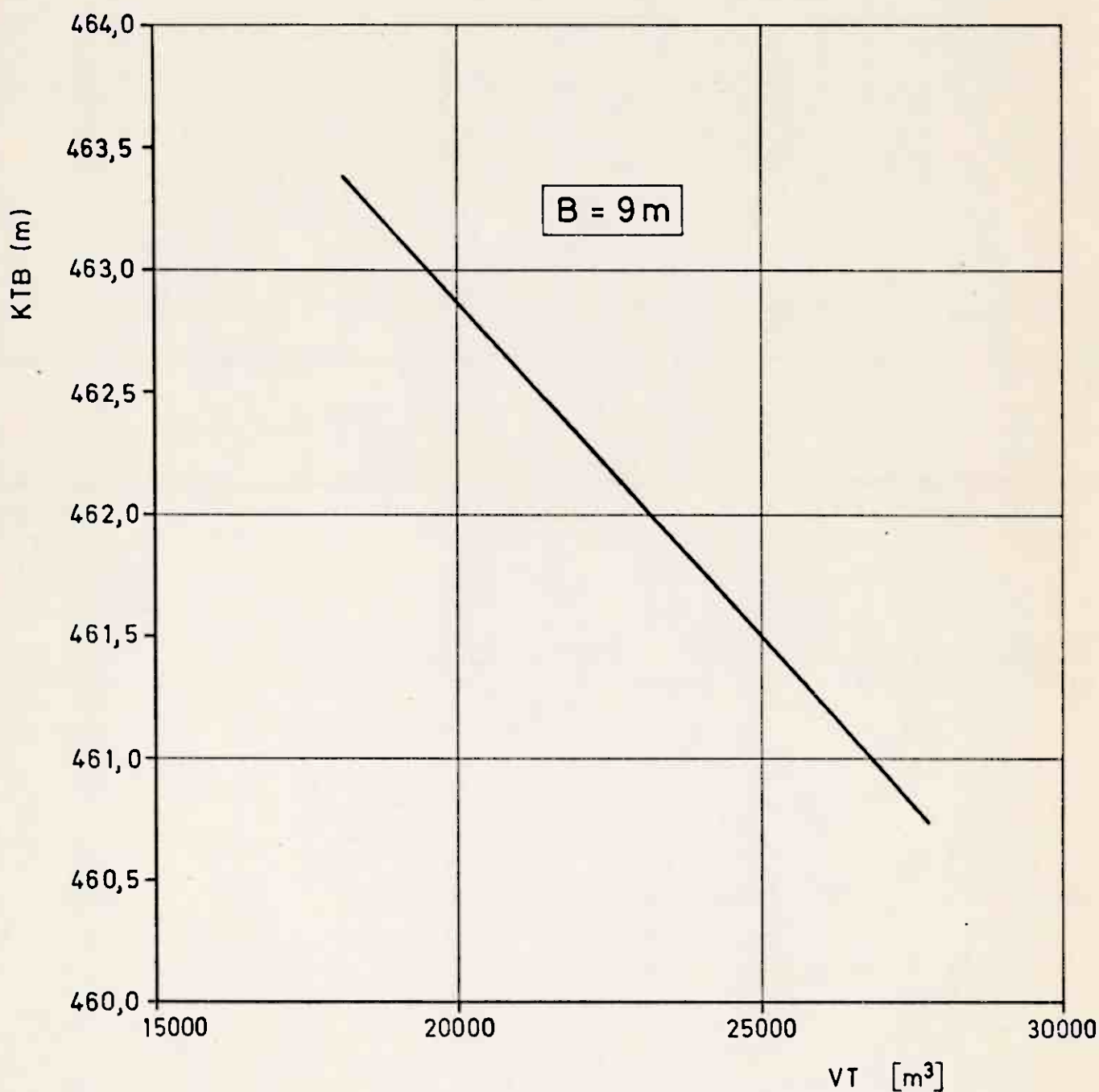
JUNI 1977

15



GRONG GRUBER A/S MASSEBEREGNING JETÉ

VHL VASSDRAGS- OG HAVNELABORATORIET 60 0884 JUNI 1977
VED NORGES TEKNISKE HØGSKOLE - TILSLUTTET SINTEF



GRONG GRUBER A/S

MASSEBEREGNING TUNNEL/KANAL

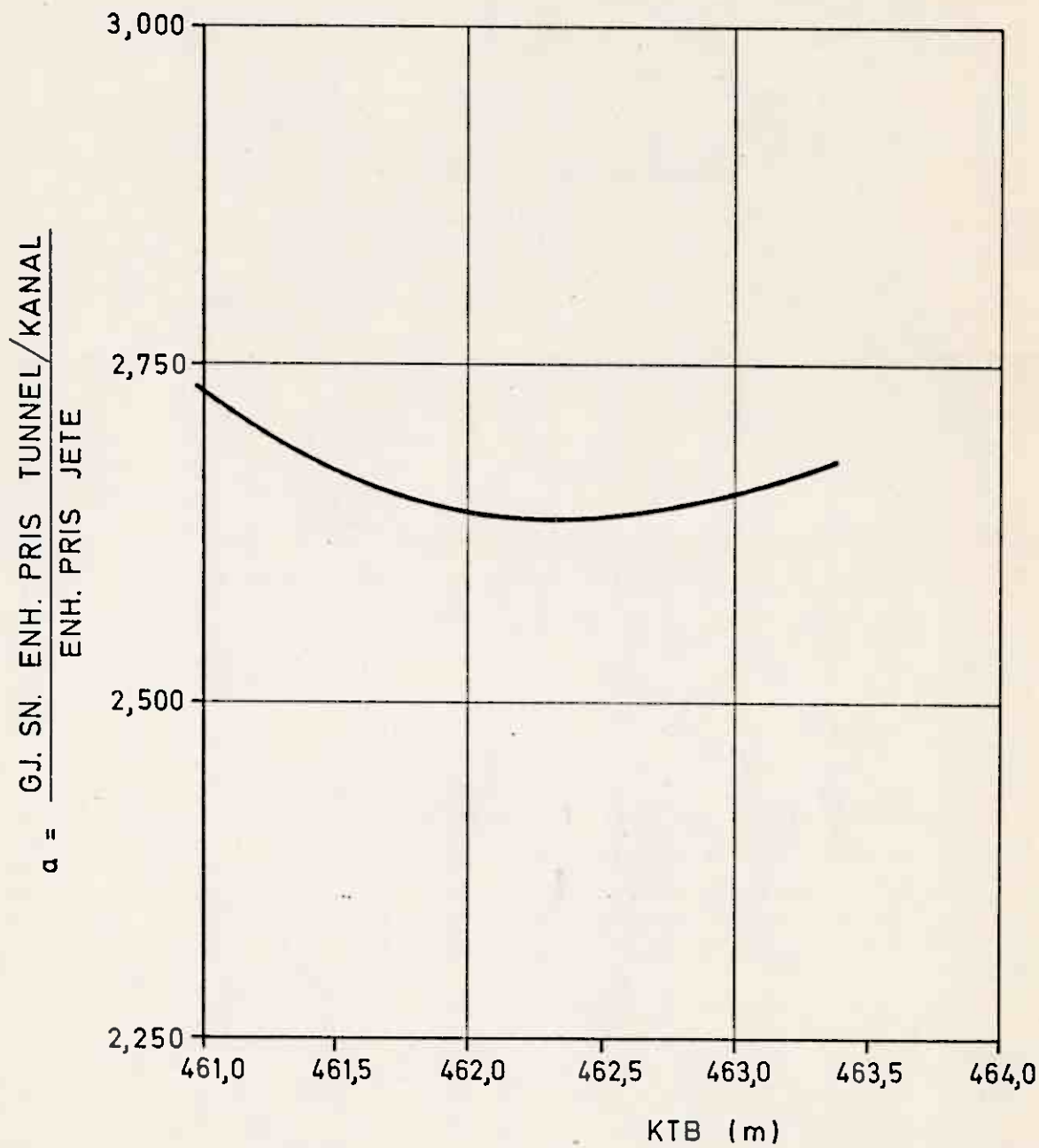
VHL VASSDRAGS- OG HAVNELABORATORIET
VED NORGES TEKNISKE HØGSKOLE - TILSLUTTET SINTEF

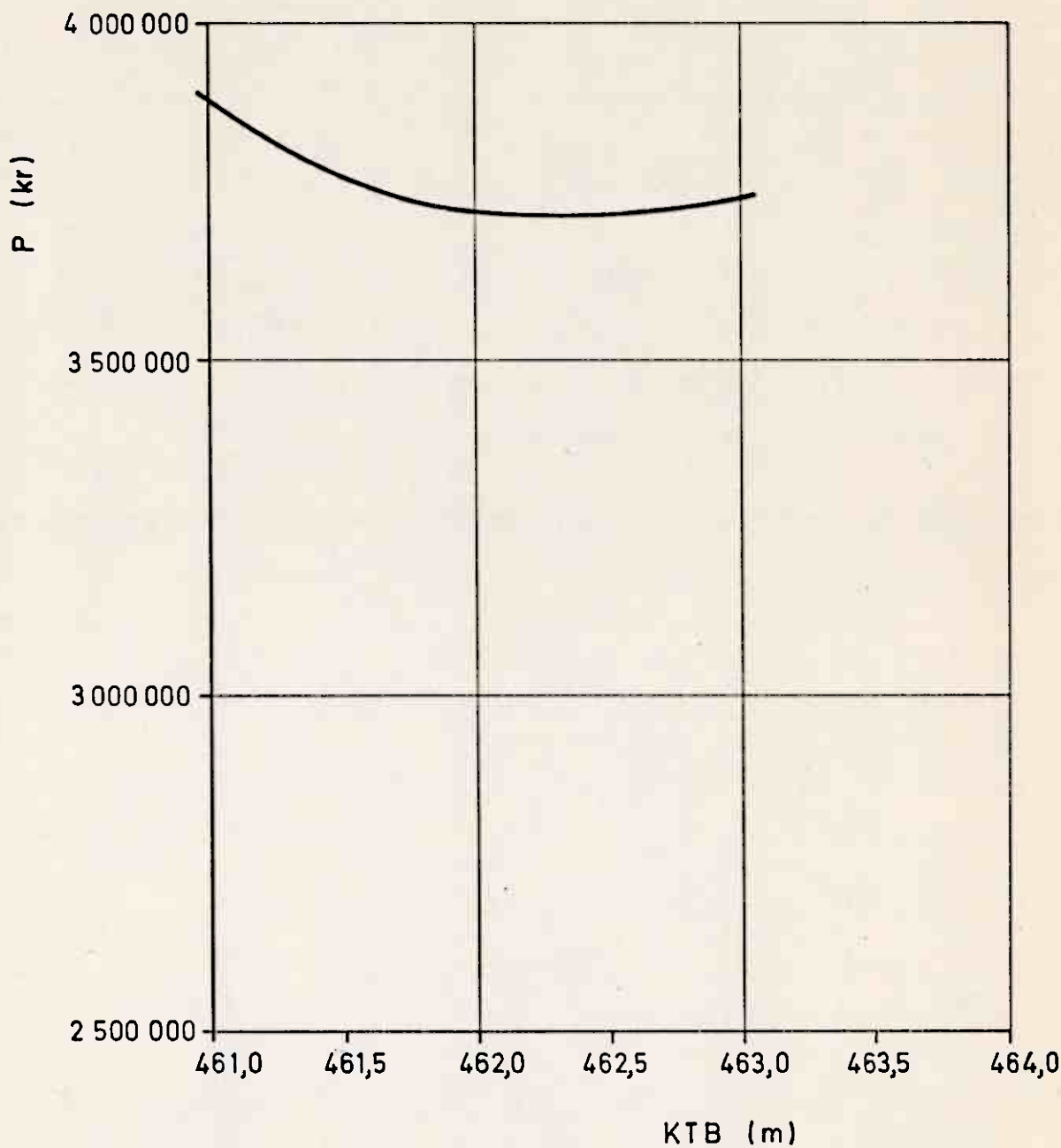
60 0884

JUNI 1977

17

BASERT PÅ:	JETE FYLLING	ENH. PRIS	k
	TUNNEL SPREGNING	——"——	5 k
	KANAL SPREGNING	——"——	2 k
	KANAL GRAVNING	——"——	k





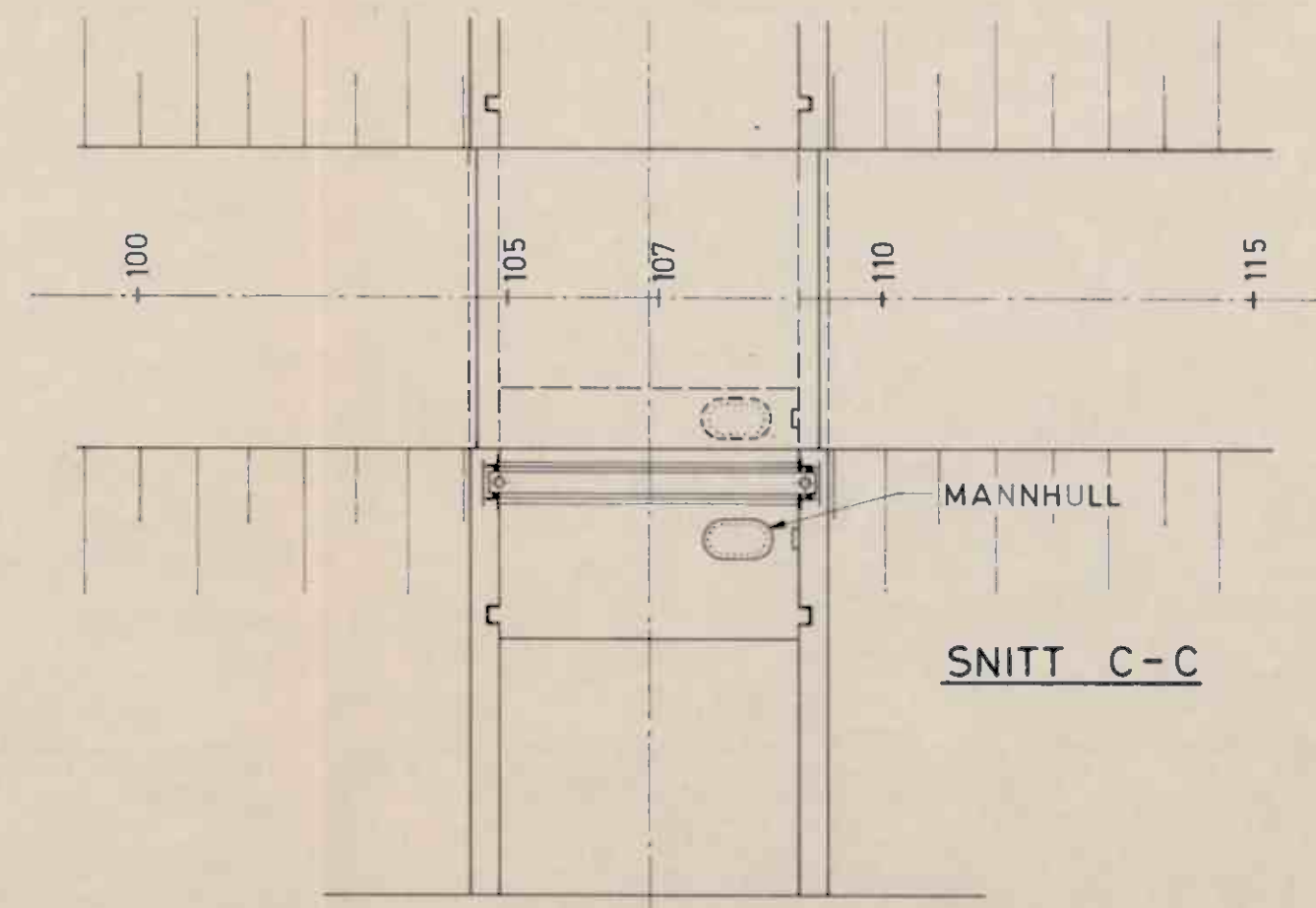
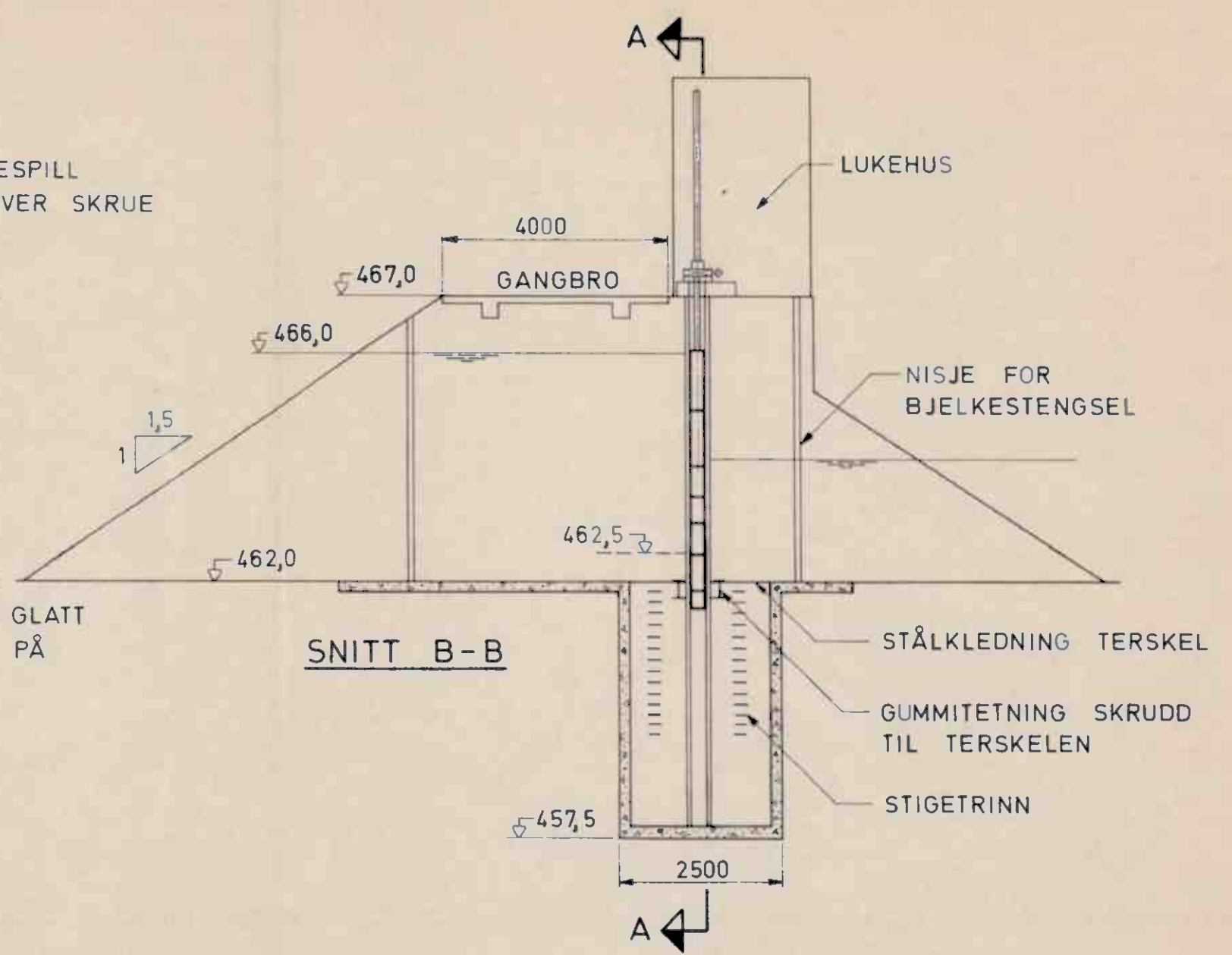
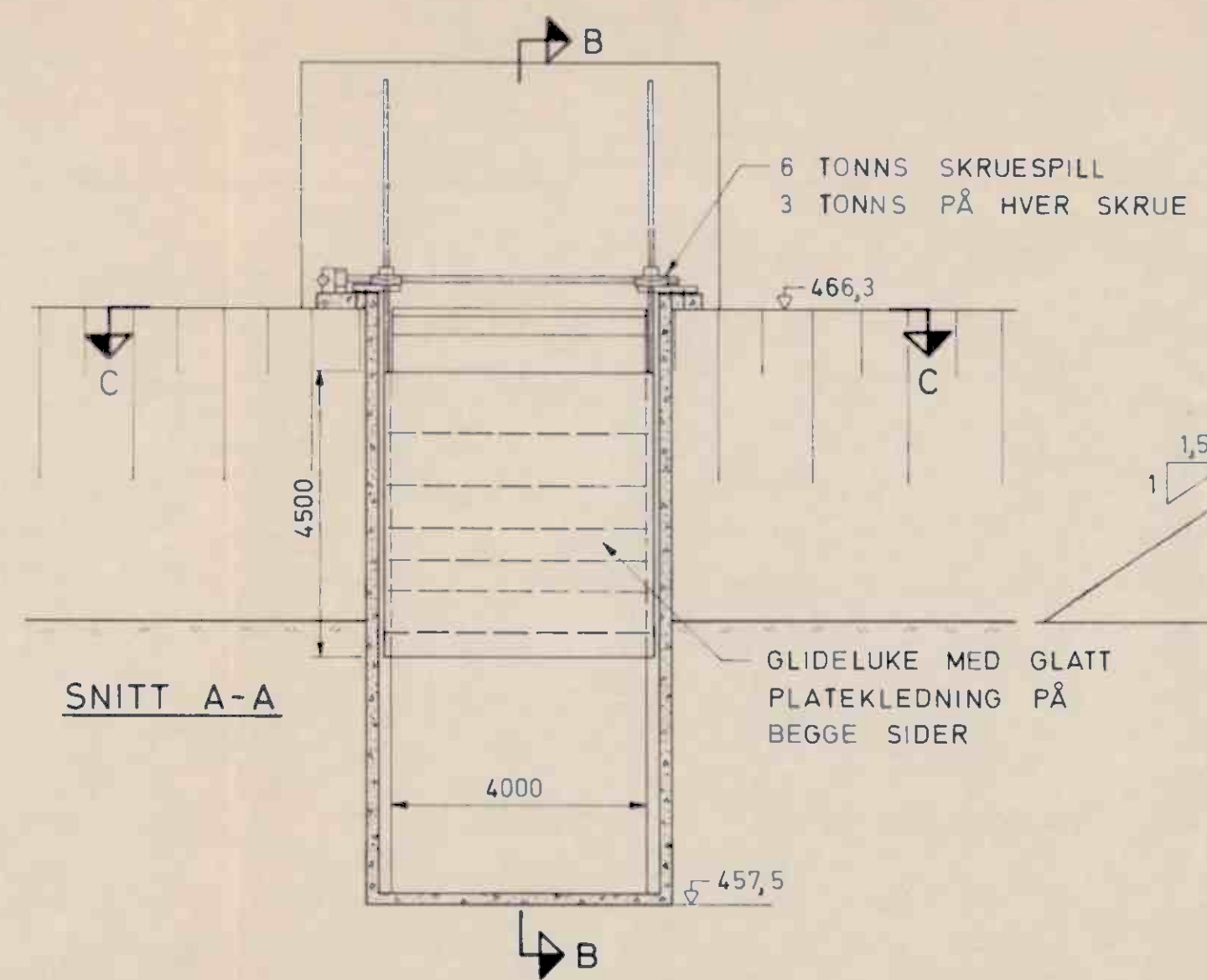
GRONG GRUBER A/S SAMLET KOSTNAD FOR SPRENGNING
GRAVN., FYLLING/TUNNEL KANAL/JETÉ

VHL VASSDRAGS- OG HAVNELABORATORIET
VED NORGES TEKNISKE HØGSKOLE - TILSLUTTET SINTEF

60 0884

JUNI 1977

19



HØYESTE LUKESTILLING kote 466,0
LAVESTE LUKESTILLING kote 462,5

LUKEFØRINGENE OPPVARMES MED VARMEKABLER

0 1000 2000 3000

ALLE MÅL i mm