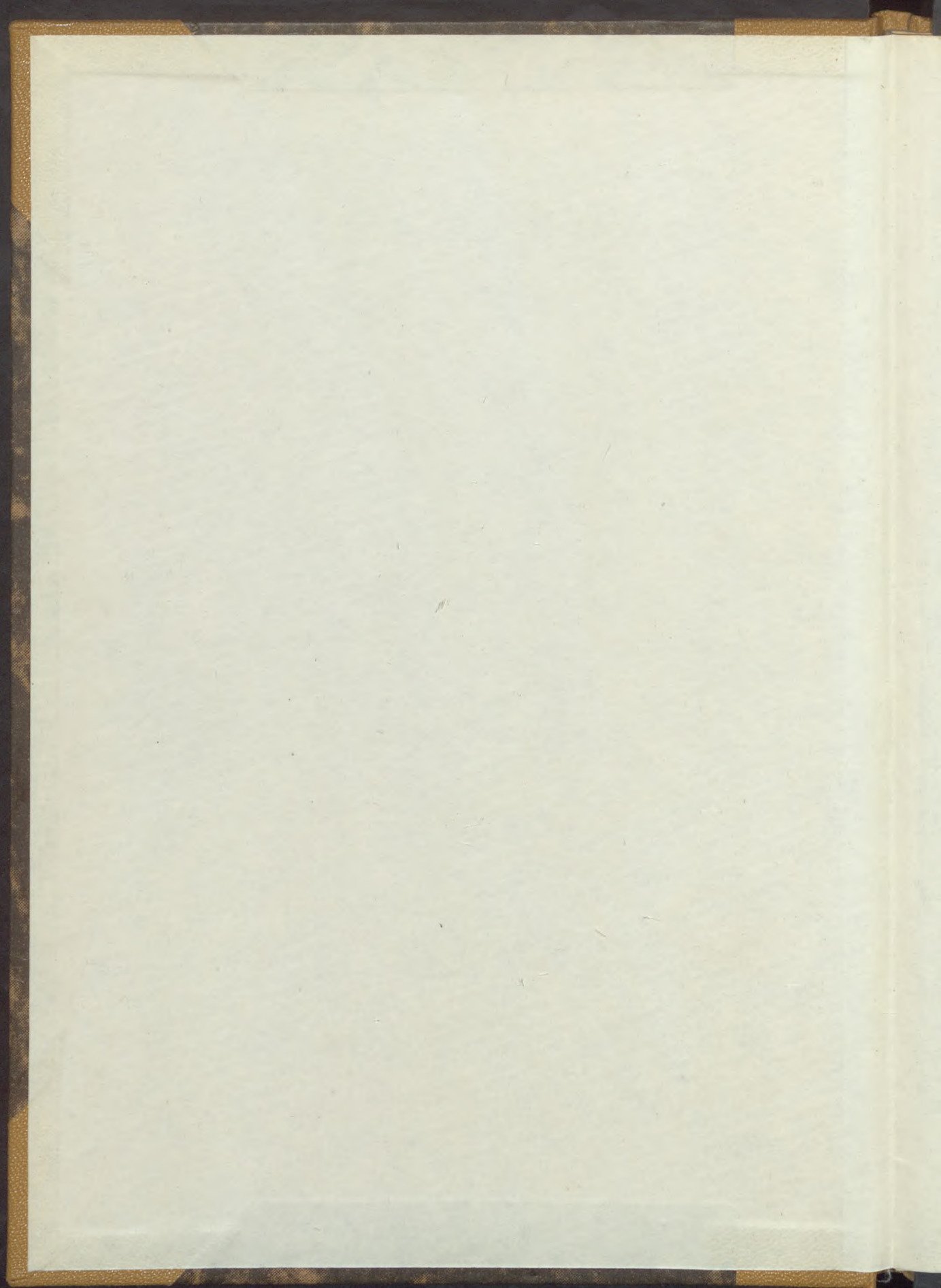
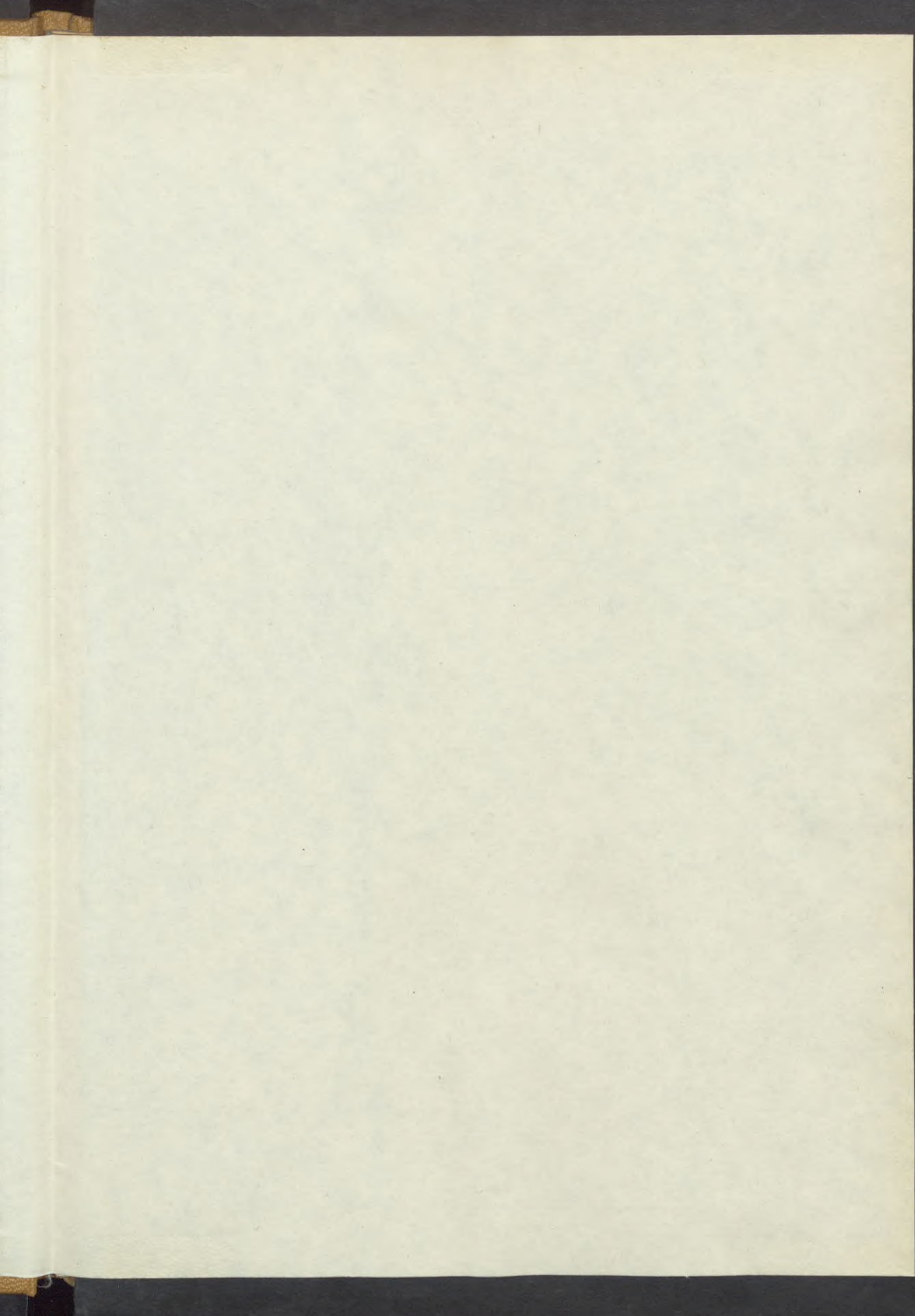


204.166





204166

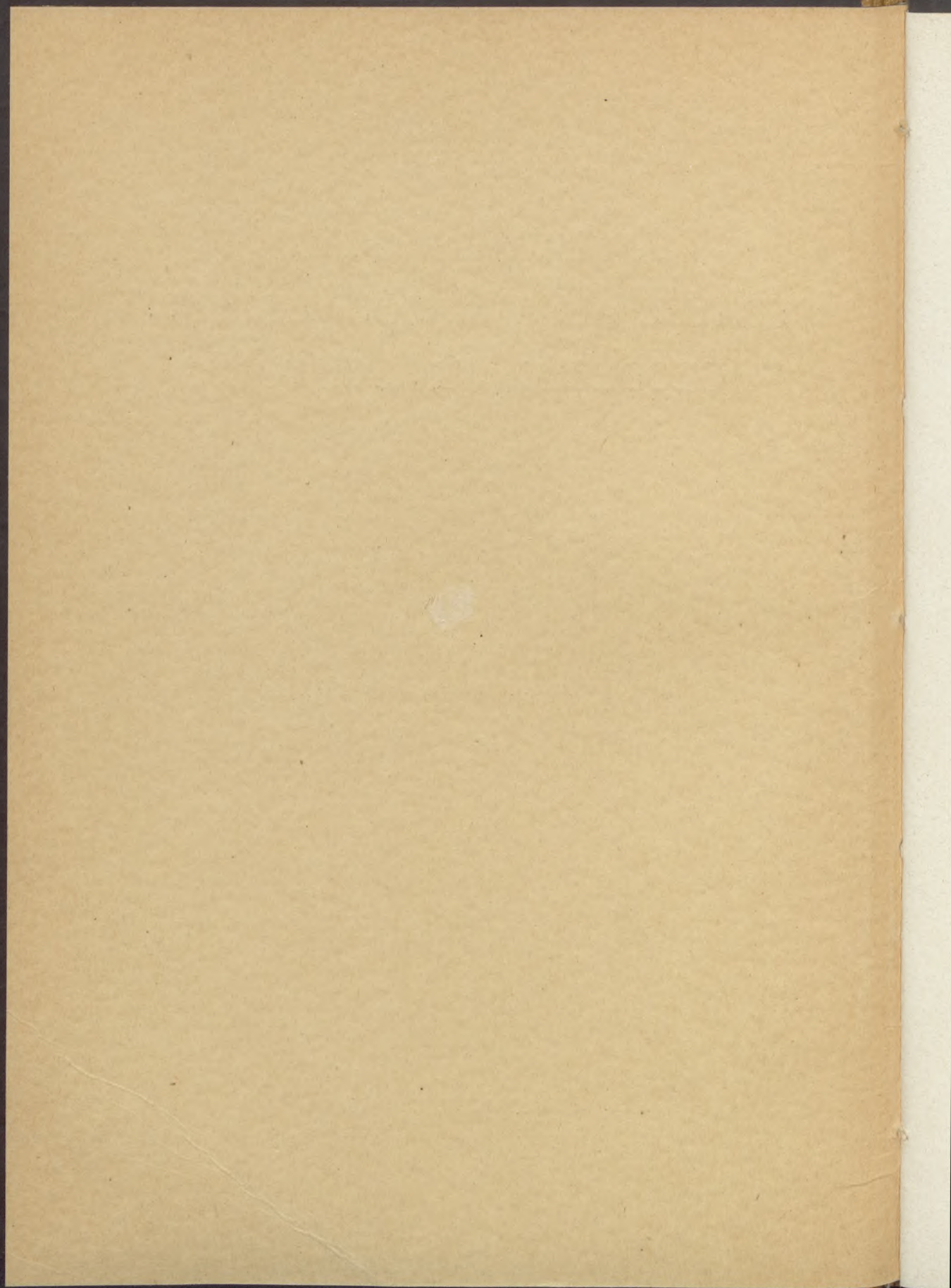
A SZABADSÁG-HÍD
ÉPÍTÉSE ALKALMÁBÓL VÉGZETT
GEODÉZIAI MUNKÁLATOK

IRTA

OLTAY KÁROLY

MŰEGYETEMI NY. R. TANÁR

BUDAPEST, 1948



A SZABADSÁG-HÍD
ÉPÍTÉSE ALKALMÁBÓL VÉGZETT
GEODÉZIAI MUNKÁLATOK

IRTA

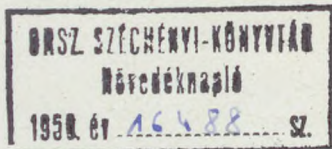
OLTAY KÁROLY

MŰEGYETEMI NY. R. TANÁR

BUDAPEST, 1948



204166



Felelős kiadó: *Oltay Károly*.
Budapest, XI., Műegyetem.

Valószínűnek tartom, hogy mérnökeinket érdekelni fogják azok a szabatos geodéziai mérések, melyeket az újjáépülő Szabadsághíd tervezése és építése alkalmából végezni kellett. Ezek ugyan csupán kis részletei a nagyszabású technikai műveletnek, a hidépítésnek, de a gondos elvégzésüket nyert adatok nélkül — különösen az új építési rendszer alkalmazása miatt — a megépítés nem ment volna olyan simán és gyorsan, mint ahogy az bekövetkezett.

Az új építési rendszer, mely szerint a főtartó egyes kereteinek és a közbefüggesztett résznek megépítése a parton történt s aztán úszódaruk illesztették be azokat a hídra, fokozott pontossági igényeket kívánt meg az egyes részek elkészítése alkalmából.

Ahhoz, hogy a pesti parton elkészített, egyenként 108 tonna súlyú befüggesztett övtartókat a tüneményes ügyességgel dolgozó hatalmas úszódaruk bámulatos rövid idő alatt beilleszték a Duna fölé szabadon, állványozás nélkül benyúló főtartókba, az volt szükséges, hogy a csapközepek távolsága milliméter rendű pontossággal ugyanaz legyen úgy a befüggesztett részen, mint a két szélső keret egymásfelé forduló függőleges rácsrúdján. Emiatt kellett a gyártás és az építés alatt számos, nagyon szabatos közvetlen és közvetett távolságmérést végezni.

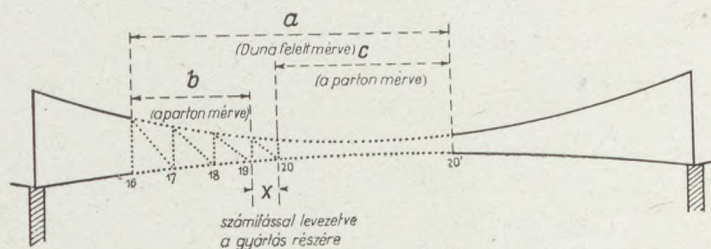
A szabatos gyártás első követelménye az volt, hogy a különböző munkahelyeken készült szerkezeti részek hosszadatai egységes mértékegységben (nemzetközi méterben) készüljenek el. Ezért a Műegyetem Geodéziai Intézete a gyártásban használt acélmérőszalagokat gondosan komparálta s hibáikat egy bizonyos hőmérsékletre és feszítő erőre megállapította. A komparálás eredményei azt igazolták, hogy ez a művelet nagyon is szükséges volt, mert egyes szalagok hossza számbaveendő módon eltért a nominális hosszától.

A tervezést megelőzően meg kellett állapítani, hogy a két pillér saruöntvényeinek távolságaiban a budai pillér oszlopának eldőlése miatt,

továbbá a pesti pillért ért aknatalálatok miatt változások következtek-e be és milyen mértékben. A tervezésben nehézséget okozott az is, hogy a Szabadsághíd első építésének *kiviteli* tervei az ostrom alatt teljesen elpusztultak s így nem lehetett tudni, hogy a pillértengelyek közti 175 m-es tervezési távolság az első megépítés alkalmából nem változott-e meg.

Legelőször tehát ezeket a kérdéseket kellett eldönteni s az erre vonatkozó méréseket s azok eredményeit fogom ismertetni az *I. Rész*-ben.

A következő teendő a megmaradt szélső keretek tengelytávolságainak (*1. ábrán a*) meghatározása volt. E célból függőleges, festett voná-



1. ábra.

sokkal megjelöltük a budai 16-os és a pesti 20' függőleges rácsrúd középvonalát, úgy az északi, mint a déli főtartón s távolságaikat trigonometriai úton megmértük. Ezek után a budai rakparton elkészített három budai keret szélső függőleges rácsrúdjaik tengelytávolságát (*1. ábrán b*) kellett közvetlen úton megmérni.

Ezalatt a pesti oldalon elkészült a befüggesztett tartó északi és déli része s ezeken megmértük a *csapközépek* szabatos távolságait (*1. ábrán c*). Itt is közvetett módszert kellett alkalmazni, mert közvetlen úton nem lehetett volna elérni a *mm-rendű* pontosságot.

E mérések eredményeinek egybevetésével ki lehetett számítani az utolsó budai konzolkeret függőleges rácsrúdjaik tengelytávolságát (*1. ábrán x*). Ennek a méretnek ismeretében és felhasználásával készült el az utolsó budai keret.

A budai keretek beépítése után kijelöltük a 20 és a 20' függőleges rácsrúdon a csapok helyét s *közvetett* úton meghatároztuk ezek távolságát úgy az északi, mint a déli részen.

E méréseket ismertetem a *II. Rész*-ben.

További vizsgálatot kellett végezni arra nézve, hogy a meglévő, illetve már beépített főtartók felső öve egymáshoz képest hogyan áll, vagyis, hogy tengelypontjai a budai és a pesti részen mennyire térnek el a hídtengeellyel párhuzamos egyenes vonaltól.

Az erre vonatkozó méréseket tárgyalja a *III. Rész*.

Végezetül a hídtengeley bemérésére és kitűzésére vonatkozó méréseket s azok eredményeit a *IV. Részben* ismertetem.

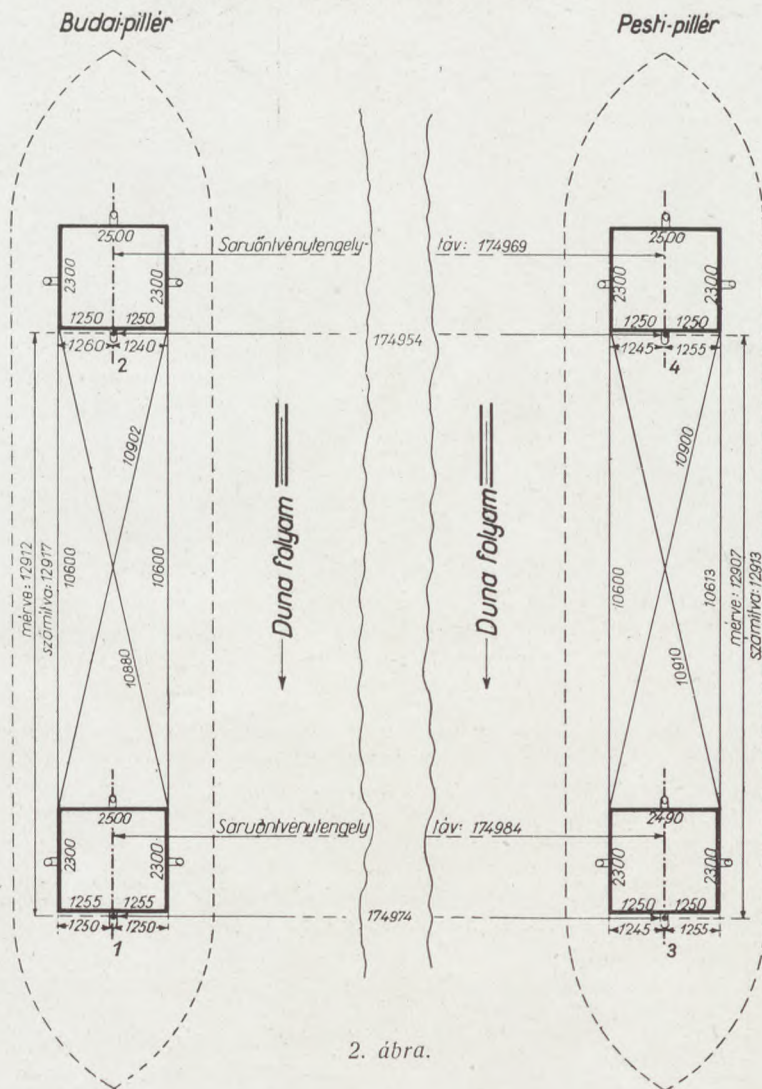
I. RÉSZ.

A Szabadság-híd sarutengely-távolságainak meghatározására
végzett szabatos közvetett távolság-mérések.

1. A mérések általános leírása.

A két mederpilléren lévő sarualzatok déli füleibe egy-egy vékony (10 mm-es) gondosan függőlegessé tett vascsövet heggesztettünk. E jelzőcsövek tengelyeit a rajzokon és a számításban 1, 2, 3, 4-gyel jelöltük és pedig 1 és 3-mal a déli, 2 és 4-gyel pedig az északi alzaton lévőket. Ezután a saru alzatokat és a jelzőcső-tengelyeket egymáshoz képest a pillérek végzett közvetlen hossz-mérésekkel bemértük.

A mérés eredményei a 2. ábrán találhatók meg.



2. ábra.

ságra, a keramitlapok fugáiba egy-egy szöget helyeztünk el, különösen ügyelve arra, hogy ezek középei a pontosan merőleges irányába kerüljenek.

E szögek közötti távolságokat, 4-szeres ismétléssel, a terepre helyezett lécekkel mértük végig, a 4 m-nél rövidebb maradék darabokat gondosan komparált mm-re osztott acélszalaggal határoztuk meg. A mérőléceket közvetlenül a mérés előtt és utána a Geodéziai Intézetben acél normálméterekkel és normálékkal komparáltuk.

A léchosszak a következőknek adódtak:

	1. léc	2. léc
Mérés előtt	4,002.979 m	4,002.989 m
Mérés után	4,003.054	4,003.049
Eltérés	0,075 mm	0,060 mm

A számításban a két érték számtani közepét vettük. A mérés vonalat beszínteztük, a magasságkülönbségek azonban annyira kicsinyek voltak, hogy emiatt a lécmérés eredményeit nem kellett megjavítani.

A lécmérés eredményei a következők:

287,275 3 m,
 280 3 „
 274 7 „
 275 7 „
 közép: 287,276 5 m.

Ennek az értéknek, a középtől való eltérésekből számított közép-
 véletlenhibája:

$$\mu_c = \pm 1,3 \text{ mm}$$

azaz a hosszúság 1/220 000-ed része.

Ez azonban a véletlen hiba, a középteljes hiba:

$$\mu_c = \sqrt{a^2 + \mu_v^2},$$

ahol a a középhiba állandó részét jelenti. Ez magában foglalja a mérés állandó hibáit és a mérés szabályos hibáinak középértékét. E komponensek közül a legjelentősebb a komparálásból származó állandó hiba, amit egy normálméterrel 1/100 000-re, két normálméter esetén pedig 1/140 000-edre lehet tenni. Azaz

$$a = \frac{0,01}{\sqrt{2}} 287 = \pm 2,0 \text{ mm}$$

Ennélfogva a mért alapvonal hosszának középteljes hibája:

$$\mu_c = \sqrt{2,0^2 + 1,3^2} = \pm 2,4 \text{ mm},$$

azaz a mért hosszúság 1/120 000-ed része.

A szögméréseket egy Zeiss-féle T II. jelzésű, kettős beosztású, üvegkörös teodolittal végeztük, hat, váltakozó kezdő állású körfekvés-

ben a méréseket két távcsőállásban hajtottuk végre. Teljesen önálló meghatározásra törekedve, minden második körfekvés után a teodolitot és a pontjelzőket *újra* felállítottuk. Szögmérés alatt a másik két pontot különleges, a szabatos felállítást lehetővé tevő pontjelzőkkel jelöltük meg.

A mérési eredmények a következők voltak:

Mérés	Szög	Szög	Szög	Szögzáróhiba
1.	77—57—34.6	57—09—40.8	44—52—41.6	+ 3.0"
2.	36.8	41.8	40.9	+ 0.5
3.	35.8	41.1	37.4	+ 5.7
4.	37.4	37.8	39.7	+ 5.1
5.	38.6	40.5	40.1	+ 0.8
6.	37.4	43.2	41.2	— 1.8
Közép	77°57'36,8"	57°09'40,9"	44°52'402"	+ 2,3"

A szögmérés pontosságát a szögzáró hibákból számítható *Ferrero*-féle középhiba jellemzi. Ez méréseinkből a következő értékkel adódott

$$\mu_{\varphi} = \pm 0,8''$$

E mérési eredmények alapján az előmetszésekhez szükséges alaphosszúság

$$I \text{ III} = 342,0784 \text{ m}$$

Ennek az értéknek középhibáját a függvényérték középhibájának tétele alapján megállapított alábbi képletből számítottuk ki:

$$\mu_b = b \sqrt{\frac{I}{c^2} \mu_c^2 + (\cotg^2 \beta + \cotg^2 \gamma) \frac{\mu^2}{\varrho'^2}} = \pm 0,0033 \text{ m},$$

ami a hosszúság 1/103 000-ed részét teszi ki.

A három pont közül az egyik (I) koordinátáit az 1466 számú fővárosi háromszögelési alapponton végzett mérésekből vezettük le, továbbá az I II irányt az I-en végzett szögméréssel tájékoztuk a főváros alappontrendszerébe.

E mérésekkel mind a három alappont belekerült a főváros délnyugati koordináta rendszerébe. A nyert koordináták a következők:

Pont	K o o r d i n á t á k	
	Y (nyugat)	X (dél)
I	— 493,058 m	+ 311,814 m
II	— 668,763 „	+ 539,092 „
III	— 801,381 „	+ 163,643 „

3. A jelzőcsövek tengelyeinek előmetszéssel való meghatározása.

Az erre vonatkozó szögméréseket az I és a III pontokról ugyanavval a Zeiss-féle T II. műszerrel és ugyancsak hat körfekvésben végeztük el.

A mérési eredmények az alábbiak:

Körfekvés	1		2	
1	62—28—22.6	21—02—05.9	65—57—46.1	23—01—50.0
2	23.0	06.6	44.5	52.4
3	19.6	08.0	45.9	51.0
4	23.6	05.9	46.6	50.2
5	18.0	06.0	41.0	49.8
6	19.0	05.6	40.8	50.1
Közép	62—28—21.0	21—02—06.3	65—57—44.2	23—01—50,6

Körfekvés	3		4	
1	32—22—29.9	51—54—03.4	34—53—21.5	53—35—02.8
2	31.3	06.8	20.9	03.7
3	28.3	08.6	18.3	08.6
4	31.2	05.8	23.2	04.7
5	29.7	05.9	19.0	04.8
6	28.0	07.6	19.2	04.4
Közép	32—22—29.7	51—54—06.4	34—53—20.4	53—35—04.8

Az előmetszés számításokat elvégezve, az egyes pontok koordinátái a székesfőváros alappont rendszerében a következők:

Pont	Y (nyugat)	X (dél)
1	— 497,069	+ 188,300
2	— 489,251	+ 178,017
3	— 636,257	+ 82,269
4	— 628,426	+ 72,001

Ezek szerint a meghatározandó 1,3 és 2,4 távolságok az alábbiak:

$$1,3 = 174,974$$

$$2,4 = 174,954$$

E meghatározásokra nézve ellenőrzés az, hogy az 1,2 és a 3,4 távolságokat a pilléreken közvetlenül is lemértük és azokat 12,912, illetve 12,907 m-nek találtuk. E szerint tehát

az 1,2 távolság közvetve mérve	12,917 m
közvetlenül mérve	12,912 „
az eltérés	— 5 mm
a 3,4 távolság közvetve mérve	12,913 m
közvetlenül mérve	12,907 „
az eltérés	— 6 mm

Az egyezés tehát teljesen kielégítő.

4. A sarutengelyek távolságának meghatározása.

A hidpillérekén végzett közvetlen hosszmerések alapján (2. ábra) kiszámíthatók a sarutengelyek távolságai:

Ezek az alábbiak:

az északi öntvény-tengelyek távolsága	174,969 m
a déli „ „ „	174,984 m

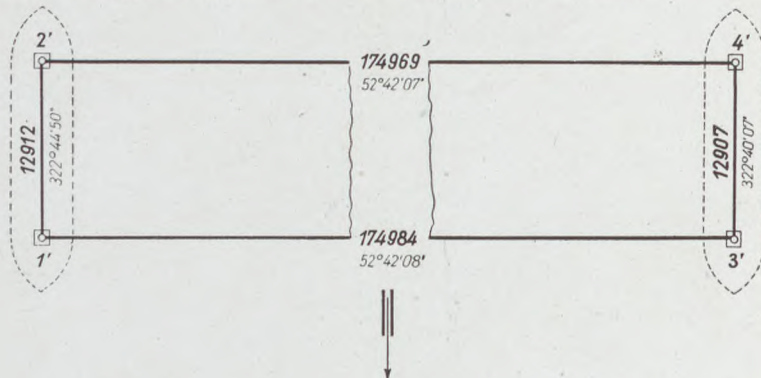
Ezek tehát méréseink végeredményei.

Ezek szerint a két pillér sarutengelyei észak felé konvergálnak, a konvergencia szöge

$$0^{\circ} 4' 43''.$$

Kelet-nyugati irányban a szögeltérés $1''$, vagyis gyakorlatilag 0-nak tekinthető.

A mérés eredményeit éspedig a sarutengely-pontokra vonatkoztatva a 4. ábrán foglaltuk egybe. A beírt szögértékek az illető oldalak irány-



4. ábra.

szögeit adják meg az alapul szolgáló délnyugati koordináta-rendszerben.

*

A fenti eredmények szerint:

1. a tervezési távolság (175 m) csak kis mértékben változott meg a megépítés alkalmából. A mutatózó eltérés átlagban 24 mm, azaz ennyivel rövidebb lett a hídnyílás.

2. A pillérek relatív helyzete az aknák és a vasoszlop eldőlése miatt nem változott meg.

5. Ellenőrző mérések a budapesti városmérés alappontjainak felhasználásával.

A teljesség kedvéért — de főleg a budapesti háromszög hálózat ostrom utáni állapotának kipróbálása céljából — a II. és a III. pontokat meghatároztuk a budapesti hálózat alappontjaiból kiindulva, fölös számú pontkapcsolásokkal.

A II. pontra 8 irányt választottunk, a főlös irányok száma 5. A szélső irányok közötti szög 150° volt. A kiegyenlítés adatai:

$$\begin{aligned}u &= \pm 1,4'' \\ \mu_y &= \pm 0,0030 \text{ m} \\ \mu_x &= \pm 0,0038 \text{ „} \\ \mu_{x,y} &= \pm 0,0048 \text{ „} \\ t &= 1,4 \text{ km} \\ \mu_{km} &= \pm 0,0034 \text{ m}\end{aligned}$$

A III. pontra 9 irányt használhattunk fel. A főlös irányok száma 6, a szélső irányok közötti szög 116° . A kiegyenlítés eredményei szerint:

$$\begin{aligned}\mu &= \pm 3,6'' \\ \mu_y &= \pm 0,0052 \text{ m} \\ \mu_x &= \pm 0,0054 \text{ „} \\ \mu_{x,y} &= \pm 0,0075 \text{ „} \\ t &= 0,9 \text{ km} \\ \mu_{km} &= \pm 0,0083 \text{ m}\end{aligned}$$

A II és a III-ra nyert koordináták az alábbiak:

Pont	Y	Eltérés	X	Eltérés
II	— 668,754 M	+ 9 mm	+ 539,087 m	+ 5 mm
III	— 801,373 M	+ 8 mm	163,656 m	+ 13 mm

Ezekből számítva az

I—III	távolság	342,066 m
I—II	„	287,267 „
II—III	„	398,167 „

Vagyis az eltérések az általunk meghatározott értéktől

$$\begin{aligned}&+ 12,4 \text{ mm,} \\ &+ 9,9 \text{ mm,} \\ &+ 15,3 \text{ mm.}\end{aligned}$$

Azaz átlagban (342 m távolságra) az eltérés

$$+ 13 \text{ mm}$$

Ezt az értéket egybevetve a pontmeghatározások középphibáival, megállapíthatjuk, hogy a székesfőváros alapponthálózata eléggé megbízhatóan felhasználható szabatos mérések esetére is, ami nagyon megnyugtató abból a szempontból, hogy az alapponthálózat szabatosága az ostrom behatásai következtében nem változott meg.

II. RÉSZ.

A budai szélső keretek (19—20) függőleges rácsrúdjai közti távolságok megállapítására végzett mérések.

A közbefüggesztett főtartó részek gyorsan és szabatosan végezhető beillesztése céljából a csapnyílások távolságának egyeznie kellett a konzolos részekben és a befüggesztett főtartó részekben.

Ezt úgy lehetett elérni, hogy az 1. ábrán x -el jelölt méretet, vagyis az utolsó budai főtartó keret függőleges rácsrúdjának középtávolságát, úgy az északi, mint a déli főtartókon, az a , b és c távolságok megállapítása után vezették le s és e méretekkel készítették el a budai parton ezeket a keretrészeket.

1. A szóbanforgó méretek közül a 16. és 19. oszlopok középtávolságát (a b méretet) a budai rakparton való elkészítése után *közvetlen* úton mértük meg.

A mérés invaracél mérőszalaggal $+26^\circ$ hőmérséklet mellett ment végbe. A szalagokat mérés előtt és utána gondosan komparáltuk.

A mérés eredményei az alábbiak:

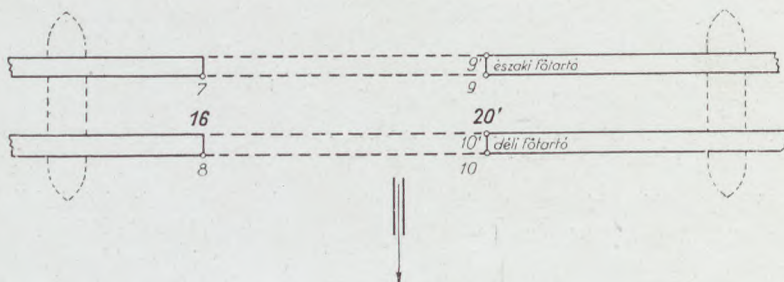
északi főtartó	16—17 közti távolság	9,177 m
	17—19 „ „	13,827 m
	Összesen	23,004 m

déli főtartó	16—17 közti távolság	9,178 m
	17—19 „ „	13,833 m
	Összesen	23,011 m

E szerint a déli főtartón a távolság 7 mm-el nagyobb, mint az északin.

2. A 16 és a 20' függőleges rácsrudak középvonalainak távolságát *közvetett* úton, az I—III alapvonal felhasználásával, előmetszéssel határoztuk meg.

A méréseket azokra a függőleges jelekre (vonásokra) végeztük, amelyeket a budai oldalon az oszlopok *déli*, a pesti oldalon pedig a kilátási nehézségek elkerülésére, az *északi*, belső oldalra festettek. Vagyis, amint az 5. ábra mutatja, a budai oldalon a 7 és 8 jelekre, a pesti olda-



5. ábra.

lon pedig a 9' és a 10' jelekre vonatkozott a mérés. A 9 és 9', továbbá a 10 és 10' közti távolság 0,862 méter volt s így a 9' és 10' meghatározása után e méretek segítségével a 9 és 10 pontok koordinátáit is kiszámíhattuk.

A szögméréseket a Zeiss-féle T. II. teodolittal ugyanúgy végeztük el, mint a háromszögelés alkalmával.

A szögmérés eredményei a következők:

Az előmetszés szögei (α az I ponton, β a III ponton)

a 7. pontra:	$\alpha = 55^{\circ}40'43,2$	$\beta = 27^{\circ}10'8,6''$
	47,2	6,0
	48,0	6,4
	45,9	7,8
	44,0	8,2
	45,4	6,5
	<hr/>	<hr/>
közép	45,6	közép 7,2

a 8. pontra:	$\alpha = 52^{\circ}07'3,6''$	$\beta = 25^{\circ}05'48,8''$
	6,6	42,9
	7,8	43,1
	7,4	45,0
	4,9	42,6
	5,8	42,0
	<hr/>	<hr/>
közép	6,0	közép 44,1

a 9' pontra:	$\alpha = 41^{\circ}53'21,4''$	$\beta = 39^{\circ}11'25,6''$
	25,4	23,0
	27,8	22,2
	30,3	27,4
	29,6	27,8
	30,2	28,0
	<hr/>	<hr/>
közép	27,4	közép 25,7

a 10' pontra:	$\alpha = 38^{\circ}55'37,4''$	$\beta = 37^{\circ}06'44,6''$
	40,6	40,8
	43,8	40,4
	45,1	43,4
	44,6	42,6
	46,8	39,8
	<hr/>	<hr/>
közép	43,0	közép 41,9

Ezek szerint az alapul választott délnyugati koordináta rendszerben a 7, 8, 9' és 10' pontok koordinátái a következők:

	Y	X
7 pont	— 516,743 m	+ 156,184 m
8 „	— 524,532 „	+ 166,407 „
9' „	— 576,585 „	+ 109,579 „
10' „	— 584,298 „	+ 119,697 „

Az utóbbiakból, a 0,862 távolság és a megfelelő irányszög segítségével a 9 és 10 pontok koordinátái kiszámíthatók. Az elvégzett számítás szerint e koordináták az alábbiak:

	Y	X
9 pont	— 577,107 m	+ 110,265 m
10 „	— 584,820 „	+ 120,383 „

Így tehát a 16 és 20' oszlopközepek közötti távolság (a), $21,6^\circ$ hőmérséklet mellett,

az északi főtartón 75,844 m,

a déli „ 75,849 m.

3. A befüggesztett rész két főtartója a pesti rakparton készült el. Amint kész volt, meg kellett mérni a csapközepek távolságát úgy az északi, mint a déli övrészen.

Szabatos mérést csak *közvetett* úton végezhattünk és pedig egy *alpvonal* segítségével, amelyet a keleti szerelési sinen jelöltünk ki.

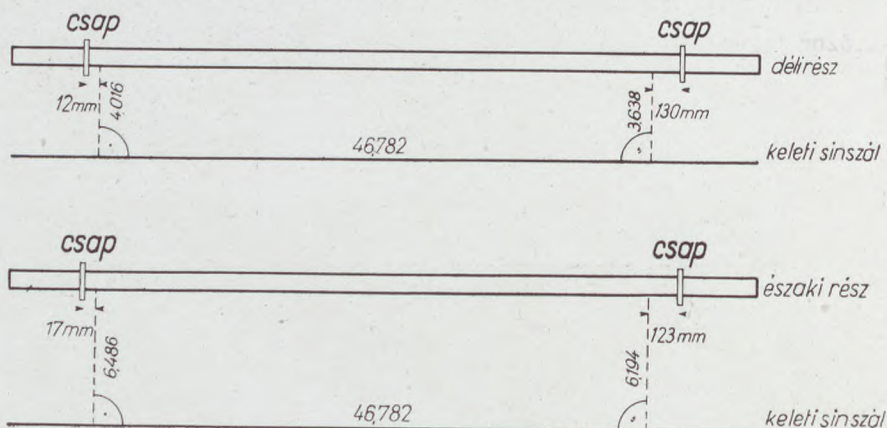
Az alpvonal mérése gondosan komparált *mérőlécekkel* történt; két mérést végeztünk, $21,5$ Celsius fok hőmérsékleten.

A két mérés eredménye,

oda: 46,782 m,

vissza: 46,782 m.

A mm-en belüli egyezés várható volt, mert a kitűnő mérőpályán a lécek illesztése nagyon szabatosan volt végezhető. Az alpvonalra merőleges iránynak műszerrel való kitűzése után megmértük a csapközepek távolságát az alpvonalra merőleges iránytól. A nyert méretek a 6. ábrán találhatók meg. Megmértük továbbá a csapközepek távolságát az alpvonaltól is, hogy az alpvonal hosszát átvihessük a csapközepek összekötő vonalára. E méretek szintén megtalálhatók a 6. ábrán. Az ebből számított redukció $+ 1,5$ mm-t tett ki.



6. ábra.

A fenti mérések szerint a csapközepek távolságai

a déli főtartó részen 46,925 m
az északi „ „ 46,922 m

Ellenőrzésül a csapközepek távolságait *közvetlen* úton, invar acél szalagokkal is megmértük. E mérések szerint $+23^\circ$ hőmérsékleten

a déli főtartó részen oda 46,928 m
vissza 46,932 m
közép 46,930 m

az északi „ „ oda 46,930 m
vissza 46,930 m
közép 46,930 m

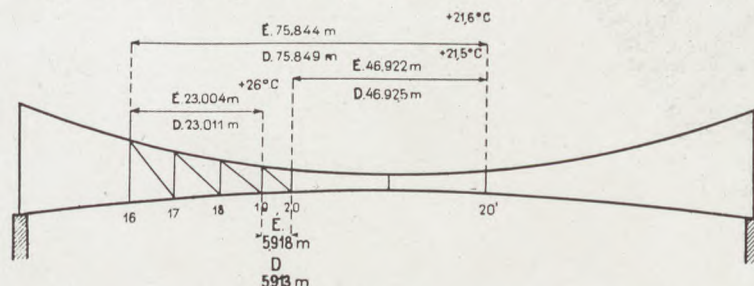
A közvetlen mérés nehézségei miatt ezek a mérési eredmények kevésbé megbízhatók, mint azok, amelyeket a szabatosabb meghatározásokat lehetővé tevő közvetett módszerrel kaptunk.

4. Az eddigi mérések eredményeit az alábbi táblázatban és a 7., illetve 8. ábrákon foglaltuk egybe.

	Északi főtartó	Déli főtartó	Hőmérséklet
Közbe függesztett rész hossza	46,922 m	46,925 m	$+21,5$
16—20' távolság	75,844	75,849	$+21,6$
16—19 távolság	23,004	23,011	$+26,0$

A távolságokat redukáltuk $+10^\circ$ Celsiusra. E szerint

	Északi főtartó	Déli főtartó	Hőmérséklet
Közbe függesztett rész hossza	46,916 m	46,919 m	$+10^\circ$
16—20' távolság	75,858	75,863 m	
16—19 távolság	22,999	23,006	



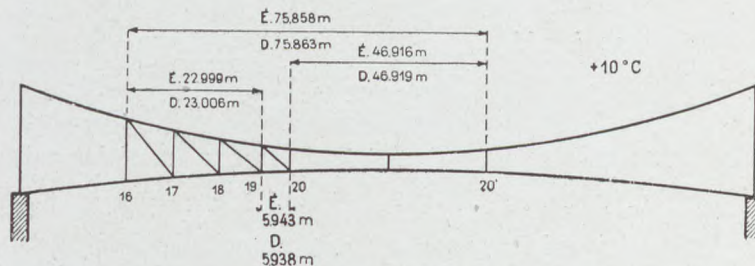
7. ábra.

Ezekből az adatokból ki lehet számítani az utolsó budai keret (19—20) oszlop távolságait, vagyis azokat a méreteket, amellyel az utolsó keret készítenő volt.

Ezek az alábbiak

északi főtartó 19—20 távolság 5,943 m
 déli „ „ „ 5,938 m

Ezek az értékek $+10^{\circ}$ hőmérsékletre vonatkoznak.



8. ábra.

5. Amikor a budai részen az összes kereteket beépítették, kijelöltük a 20 és 20' oszlopokon a csapok középeit s még a közbefüggesztett rész behelyezése előtt, trigonometriai úton megmértük ezek távolságát, úgy az északi, mint a déli főtartón.

A méréseket az I. és a III. fő alappontokból a Zeiss-féle szabatos teodolittal ugyanúgy mértük meg, mint a háromszögelés alkalmából tettük.

A szögmérés eredményei az előmetszés α , illetve β szögeire (az I. és a III. pontokon) a következők voltak:

20 észak	$\alpha = 49^{\circ}28'7,5''$	$\beta = 31^{\circ}16'15,7''$
	10,0	13,5
	10,2	11,0
	11,0	16,3
	11,8	15,6
	12,9	12,1
	közép 10,6	közép 14,0
20 dél	$\alpha = 46^{\circ}4'42,9''$	$\beta = 29^{\circ}8'43,8''$
	50,1	42,5
	49,0	41,2
	47,4	44,8
	53,1	41,8
	51,7	40,4
	közép 49,0	közép 42,9

20' észak	$\alpha = 41^\circ 54' 41,5''$	$\beta = 39^\circ 12' 20,7''$
	49,4	19,4
	48,9	17,9
	48,2	20,6
	52,1	15,8
	50,8	16,2
közép	48,5	közép 18,4
20' dél	$\alpha = 38^\circ 54' 21,7$	$\beta = 37^\circ 05' 42,2$
	28,2	39,9
	27,7	38,7
	27,2	43,4
	27,2	39,6
	28,1	36,2
közép	28,7	közép 40,0

A fenti szögeértékek és az I. és III. ismeretes koordinátái alapján az előmetszett pontok koordinátái az alábbiak:

Pont	Y	X
20 észak	- 539,207 m	+ 137,922 m
20 dél	- 547,022	+ 148,185
20' észak	- 576,523	+ 109,503
20' dél	- 584,348	+ 119 773

Vagyis a keresett távolságok + 20,5 Celsius fok hőmérsékleten:

az északi főtartón	46,905 m,
a déli „	46,908 m,

Redukálva + 10°-ra,

az északi főtartón	46,920 m,
a déli „	46,923 m,

Evvel szemben a parton fekvő befüggesztett részen a csaptávolságok:

az északi főtartón	46,916 m,
a déli „	46,919 m,

Vagyis az eltérés csupán 4 mm-t tesz ki.

Evvel tehát teljesen biztosítva volt az, hogy a befüggesztett részen levő csapok középtávolsága ugyanaz, mint a már a víz fölött álló csapok középtávolsága.

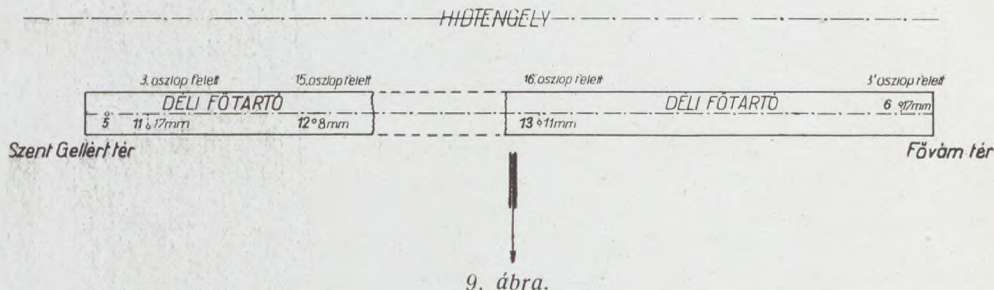
III. RÉSZ.

A déli főtartó tengelypontjaira vonatkozó mérések.

A budai főtartó konzolszerűen benyúló részeinek elkészülte után meg kellett vizsgálni, hogy a budai és a pesti főtartók felső övlemezének tengelypontjai egy egyenesbe esnek-e.

E célból a déli főtartó felső övén kijelöltük az övlemez közepét és pedig a *budai* részen a 3 és a 15 oszlop felett a 11 és 12-t, a *pesti* részen pedig a 3' és 16' oszlopok felett a 6 és 13-at. A budai oldalon bevettük az 5 pontot is, mely szintén az övlemez felső részén, annak közepén van elhelyezve.

A pontok vázlata a 9. ábrán van feltüntetve.



9. ábra.

Az 5, 11, 12, 13 és 6-tal jelölt tengelypontok bemérése részben háromszögeléssel, részben előmérés útján az I. és a III. háromszögelési főpontból történt. A szögméréseket megint a Zeiss-féle teodolittal ugyanígy végeztük el, mint a háromszögelés alkalmával.

Először az 5 és 6 pontokat háromszögeléssel mértük be.

Az erre vonatkozó szögmérések eredményei a következők:

Az 5 pontra

$\alpha = 101^\circ 47' 13,7''$	$\beta = 14^\circ 42' 44,5''$	$\gamma = 63^\circ 29' 58,8''$
17,2''	44,2''	59,2''
16,4''	46,3''	61,0''
12,2''	44,4''	59,7''
14,0''	44,6''	
21,4''	43,8''	
15,8''	44,6''	

A szögzáró hiba értéke: — 0,1''

A 6 pontra

$\alpha = 28^\circ 46' 46,1''$	$\beta = 71^\circ 20' 38,1''$	$\gamma = 73^\circ 52' 39,0''$
46,5''	37,7''	41,0''
45,2''	35,5''	35,6''
44,6''	38,7''	38,5''
43,6''	37,0''	
49,6''	35,1''	
45,9''	37,0''	

A szögzáró hiba: — 1,4''

Az előmetszésben α -val jelöljük az I. ponton, β -val a III. ponton lévő szöget.

A 11 pontra

$$\begin{array}{rcl} \alpha = 91^\circ 59' 15,4'' & \beta = 15^\circ 53' 45,7'' & \\ & 43,4'' & \\ & 44,1'' & \\ & 41,9'' & \\ & 44,6'' & \\ & 45,8'' & \\ \hline & 44,2'' & \end{array}$$

A 12 pontra

$$\begin{array}{rcl} \alpha = 54^\circ 24' 46,8'' & \beta = 24^\circ 10' 23,2'' & \\ & 20,0'' & \\ & 21,8'' & \\ & 19,6'' & \\ & 21,5'' & \\ & 22,1'' & \\ \hline & 21,4'' & \end{array}$$

A 13 pontra

$$\begin{array}{rcl} \alpha = 35^\circ 25' 56,8'' & \beta = 43^\circ 39' 12,4'' & \\ & 6,8'' & \\ & 8,6'' & \\ & 9,0'' & \\ & 7,4'' & \\ & 10,4'' & \\ \hline & 9,1'' & \end{array}$$

Az övközepek koordinátái tehát az alábbiak:

A pont száma	Y	X
5	— 434,022 m	+ 234,752 m
6	— 684,491 „	+ 43,961 „
11	— 447,364 „	+ 224,613 „
12	— 517,675 „	+ 171,047 „
13	— 609,280 „	+ 101,281 „

E koordináták alapján kiszámítottuk az egyes pontok távolságait az 5 ponton átmenő és a hídteneggellyel párhuzamos egyenestől (lásd IV.).

Az eltérések a következők:

11 pontnál	17 mm	(dél felé)
12 „	8 „	„ „
13 „	11 „	„ „
6 „	17 „	(észak felé).

Az eredményeket a 9. ábrába is bejegyeztük.

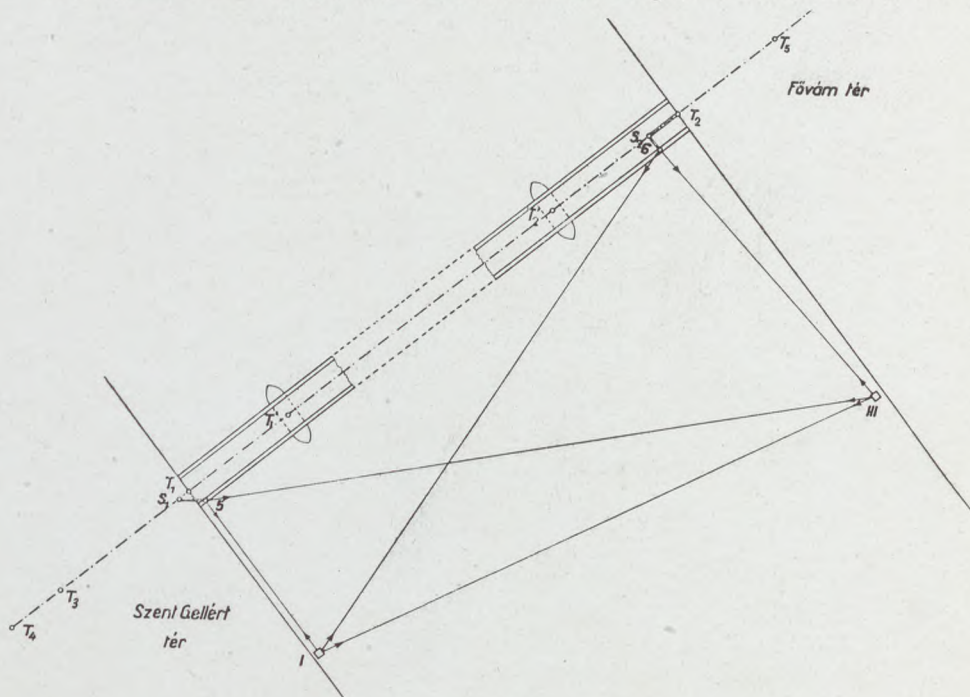
Evvel tehát eldőlt az a kérdés, hogy a tartók tengelypontjai mennyire térnek el az egyenestől a budai és a pesti részen. Az eltérések kicsi értékei szerint itt nem volt már aggodalomra ok s így evvel elhárult az utolsó bizonytalanság a közbefüggesztett rész elhelyezése előtt.

IV. RÉSZ.

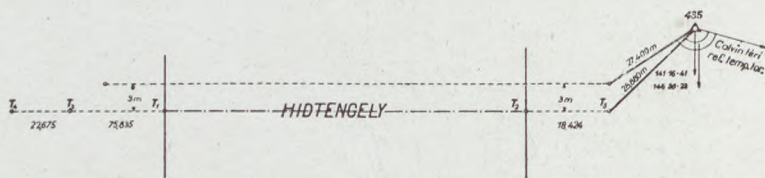
A hídtengely kitérésével kapcsolatos mérések.

A hídtengelynek a *budai*, illetve a *pesti* parti pilléren lévő T_1 , T_2 pontjait a hídépítés vezetősége tűzte ki. Elsősorban ezeket kellett bemérni, hogy megkapjuk koordinátáikat a mi koordináta rendszerünkben. Erre a célra felhasználtuk a déli főtartó felső övéén már meghatározott 5 és 6 jelű pontokat, melyek koordinátáit a *III. Rész*-ben már közöltük.

Kijelöltünk két segédpontot, S_1 és S_2 -t s ezeket és ezekből a T_1 és T_2 -t poláris koordináta méréssel határoztuk meg (10. és 11. ábra). A



10. ábra.



11. ábra.

szögeket — három körfekvésben — ismét a Zeiss-féle teodolittal, a hosszak közül az $5S_1$ és $6S_2$ -t vízszintesen tartott mérőléccel (lépcső-mérés), a többit pedig invaracél mérőszalaggal mértük.

A szögmérés vázlatát és eredményeit a 12. ábrán találjuk meg.

A hosszmerés eredményei az alábbiak:

Távolság	Odamérés	Visszamérés	Közép	Megjegyzés
$5S_1$	8,107 m	8,107 m	8,107 m	lépcsőmérés
S_1T_1			3,060 „	szalagmérés
$6S_2$	6,438 „	6,439 „	6,439 „	lépcsőmérés
S_2T_2			17,872 „	szalagmérés
T_1T_3	75,838 „	75,832 „	75,835 „	szalagmérés
T_3T_4	22,675 „	22,676 „	22,676 „	szalagmérés
T_2T_5			18,424 „	szalagmérés
$435-T_5$			28,880 „	szalagmérés
$435\text{—eltolt tengelypont}$			27,409 „	szalagmérés

Mérési eredményeink alapján tehát az egyes pontok koordinátái a következők:

Pont	Y	X
T_1	— 428,659 m	+ 230,741 m
T_2	— 694,504 „	+ 28,261 „
T_3	— 368,330 „	+ 276,690 „
T_4	— 350,291 „	+ 290,430 „
T_5	— 709,161 „	+ 17,098 „

Ellenőrzés céljából a hídtengely pontjait kitűztük a *budai* és a *pesti pilléren* (T_1' és T_2') is és a bemérés adatai alapján koordinátáikat kiszámítottuk.

Ezek az alábbiak:

Pont	Y	X
T_1'	— 492,417 m	+ 182,180 m
T_2'	— 631,604 „	+ 76,168 „

A T_1 és T_2 pontok koordinátái szerint a hídtengely irányszöge:

$$(T_1 T_2) = 232^\circ 42' 19''.$$

Evvel az irányszöggel tűztük ki az *építéshez* szükséges T_3 és T_4 , továbbá a *pesti* oldalon a T_5 pontokat.

A levezetett hídtengelyirányszög *ellenőrzésére* kiszámítottuk a T_1' és T_2' irányszögét is. Ez a következő értékű:

$$(T_1' T_2') = 232^\circ 42' 10''.$$

További ellenőrzésünk volt az, hogy 5 és 6 pontok összekötő vonalnak irányszögét is megállapítottuk, ez:

$$(56) = 232^\circ 42' 08''.$$

E szerint az ellenőrző mérések nagyon kedvező eredményre vezettek egyrészt azért, mert méréseinkhez jó kontrollt adtak; másrészt, mert

a különbözőképen kitűzött tengelyek gyakorlatilag egymással párhuzamosaknak bizonyultak. Ezt jól szemlélteti az is, hogy az önállóan megállapított mederpillér tengelypontok a T_1, T_2 egyenestől a *budai* pilléren 2 mm-re (délre), a *pesti* pilléren pedig 5 mm-re (északra) térnek el.

A Szabadság-híd építése alatt a hídtengety kitűzése az általunk megadott és megjelölt

$$T_1, T_2, T_3, T_4, T_5$$

pontokkal ment végbe. Ezenkívül az építési kitűzések meggyorsítására megadtuk a 3 m-rel északra eltolt tengelyt is, melyeknek pontjait a budai és a pesti pilléreken az oszopokat felül összekötő tartón is megjelöltük.

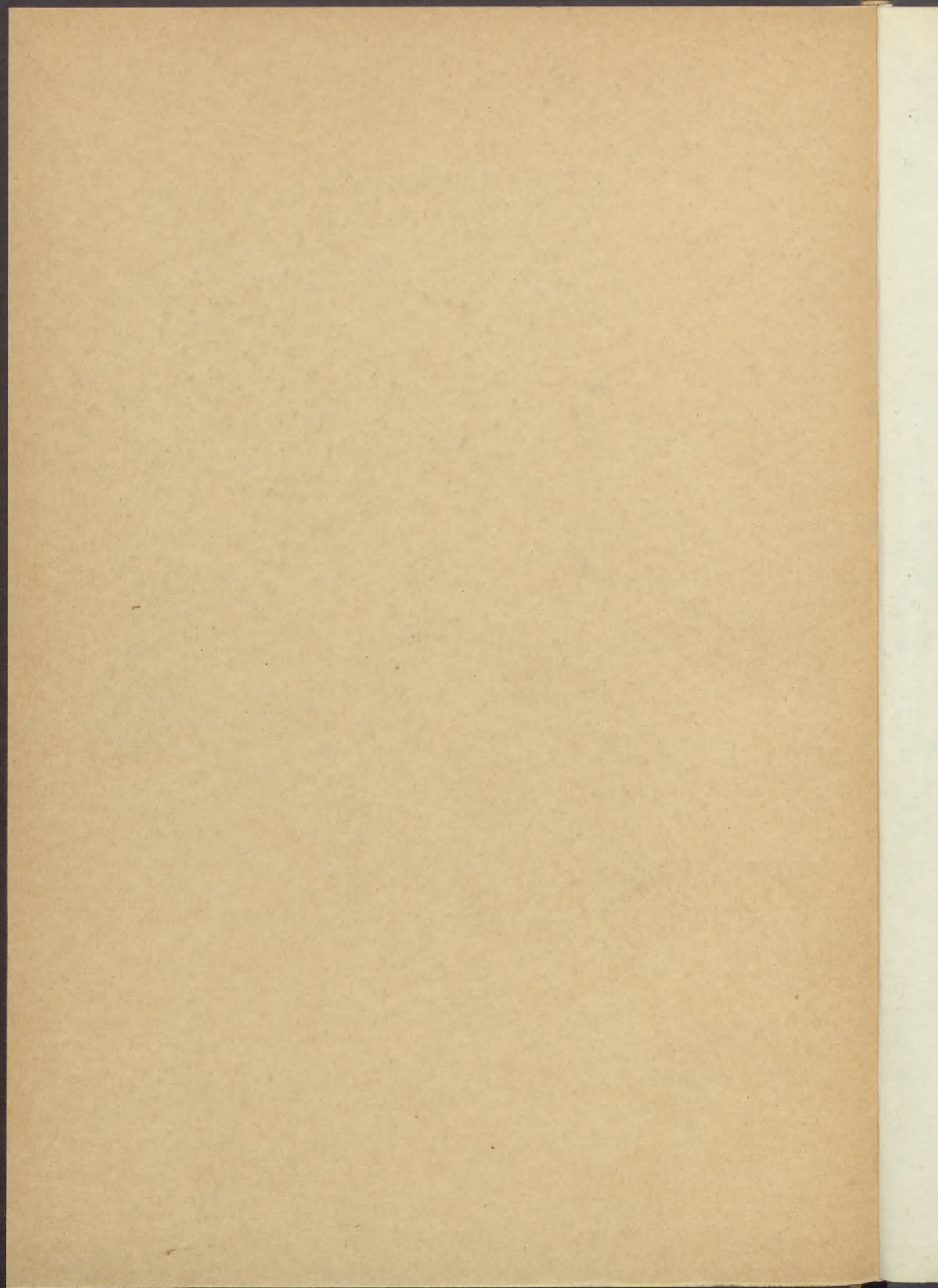
* * *

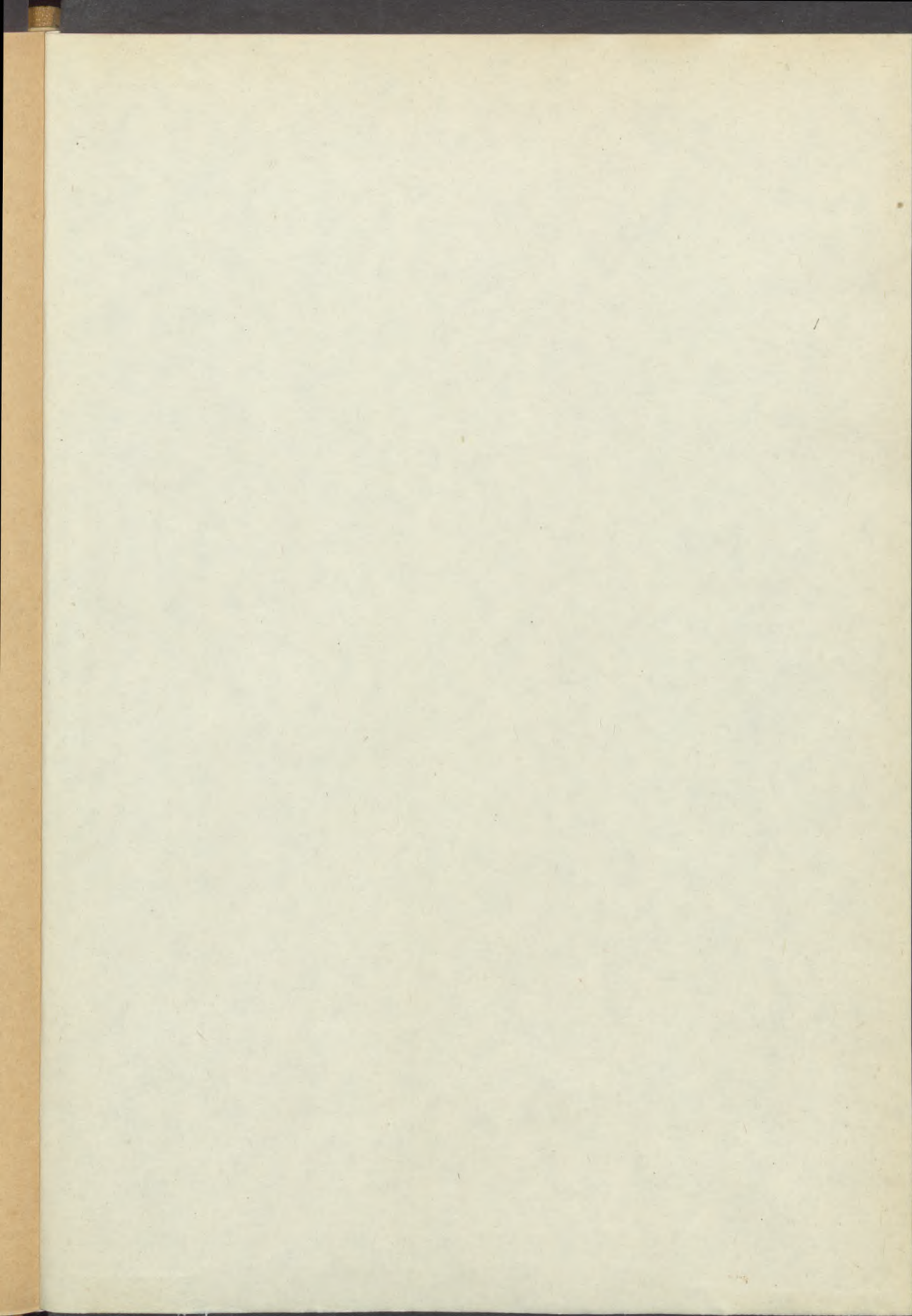
A Szabadság-híd építése alkalmával végzett geodéziai mérések fentebbi ismertetése jól mutatja azt, hogy a Szabadság-híd építése alkalmából sok felelősségteljes, szabatos és ellenőrzött mérést kellett végezni s bizony sokszor nagyon nehéz mellékkörülmények között. A kereskedelmi minisztérium hídépítési osztályainak vezetői *dr. Széchy Károly* és *dr. Haviár Győző*, valamint a Mávag hídépítési kirendeltségének kiváló mérnökei mindenben a legnagyobb segítségemre voltak. Különös köszönettel tartozom *Kürti Vilmos* úrnak, aki a komparálási munkák nagy részét végezte, de különösen *dr. techn. Hönyi Edének*, aki minden elismerést kiérdemlő mérési és számítási készségével lehetővé tette a mérések és számítások gyors és gondos elvégzését.

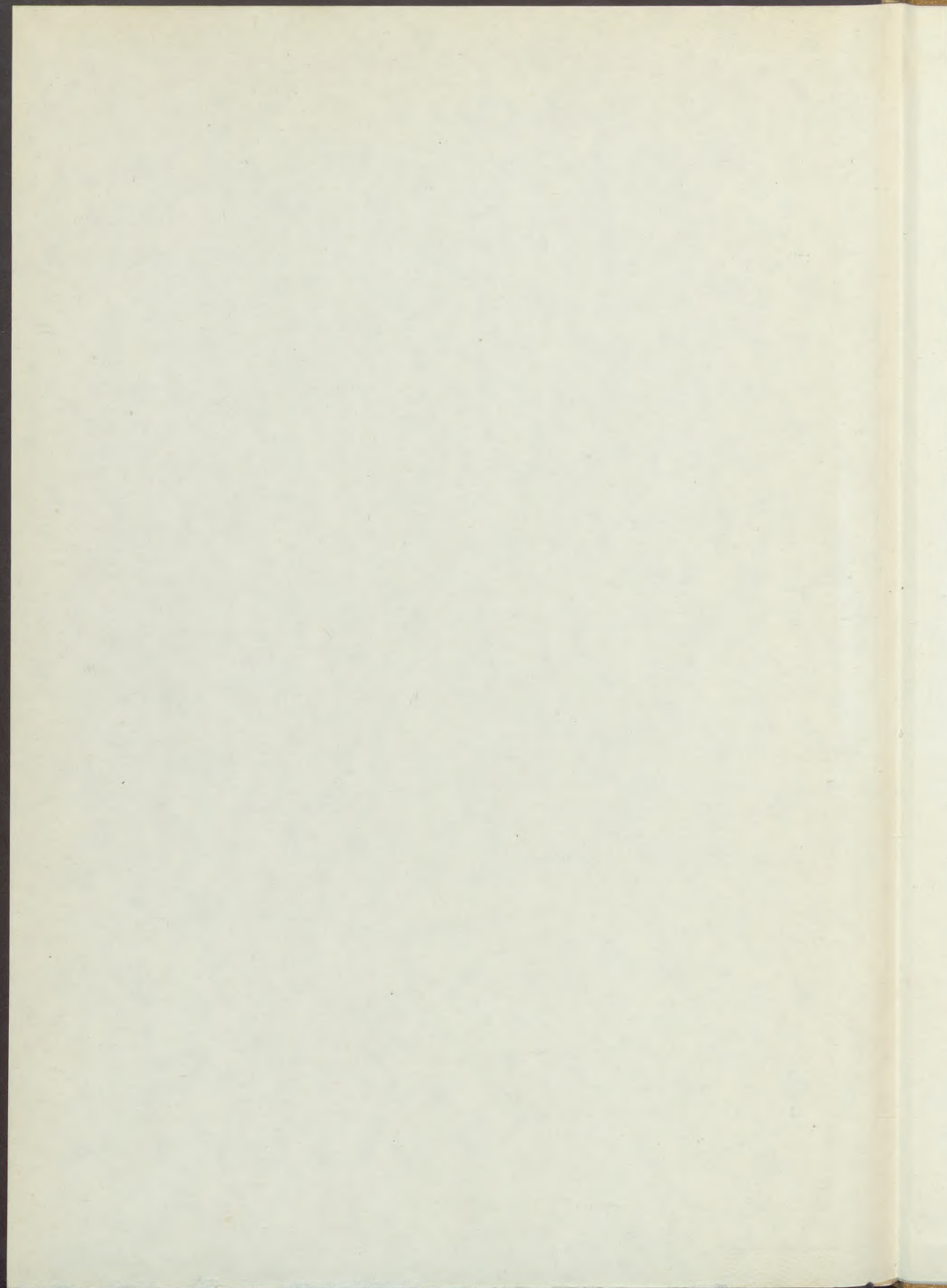












1972 SEP 13

