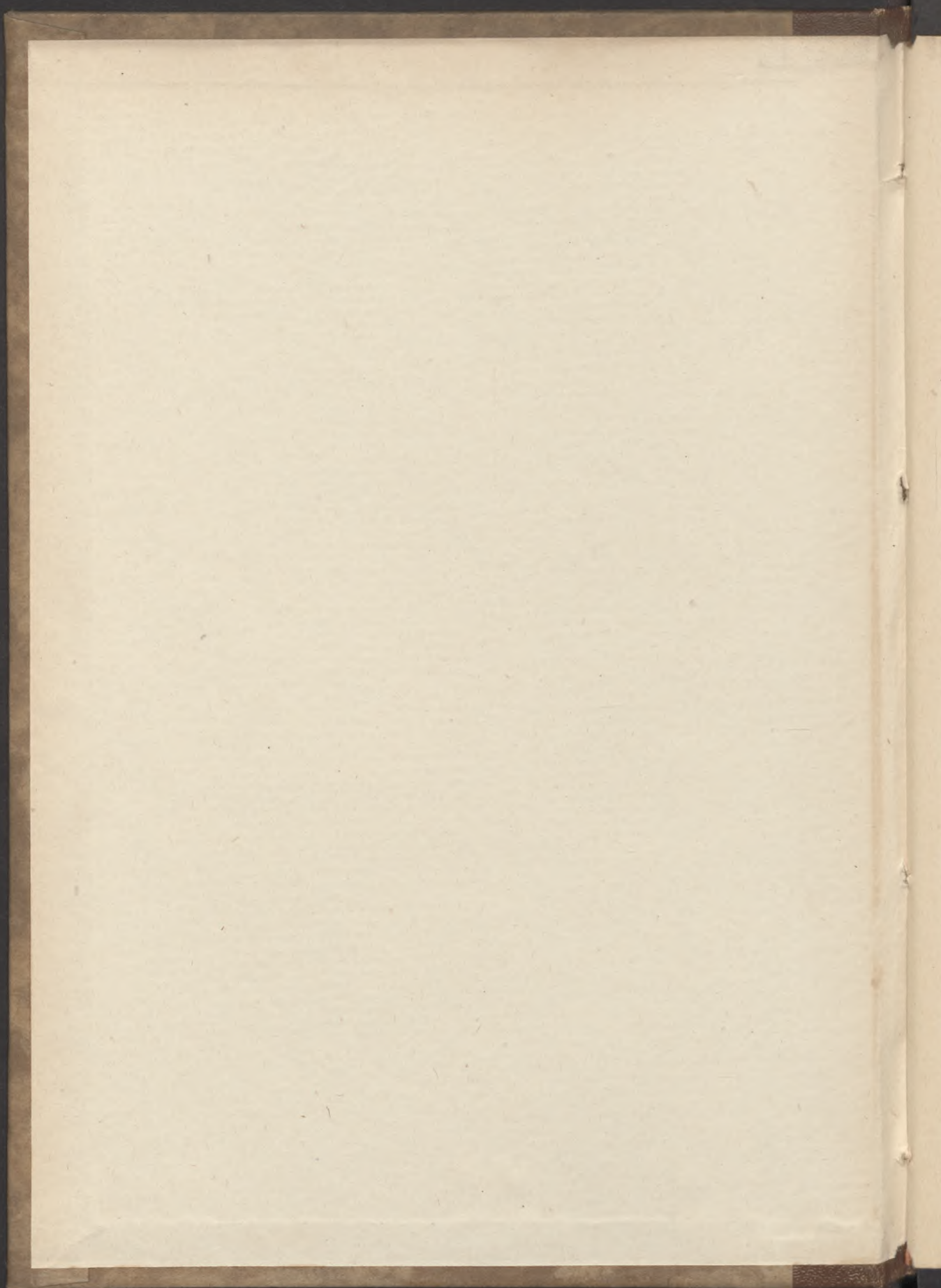
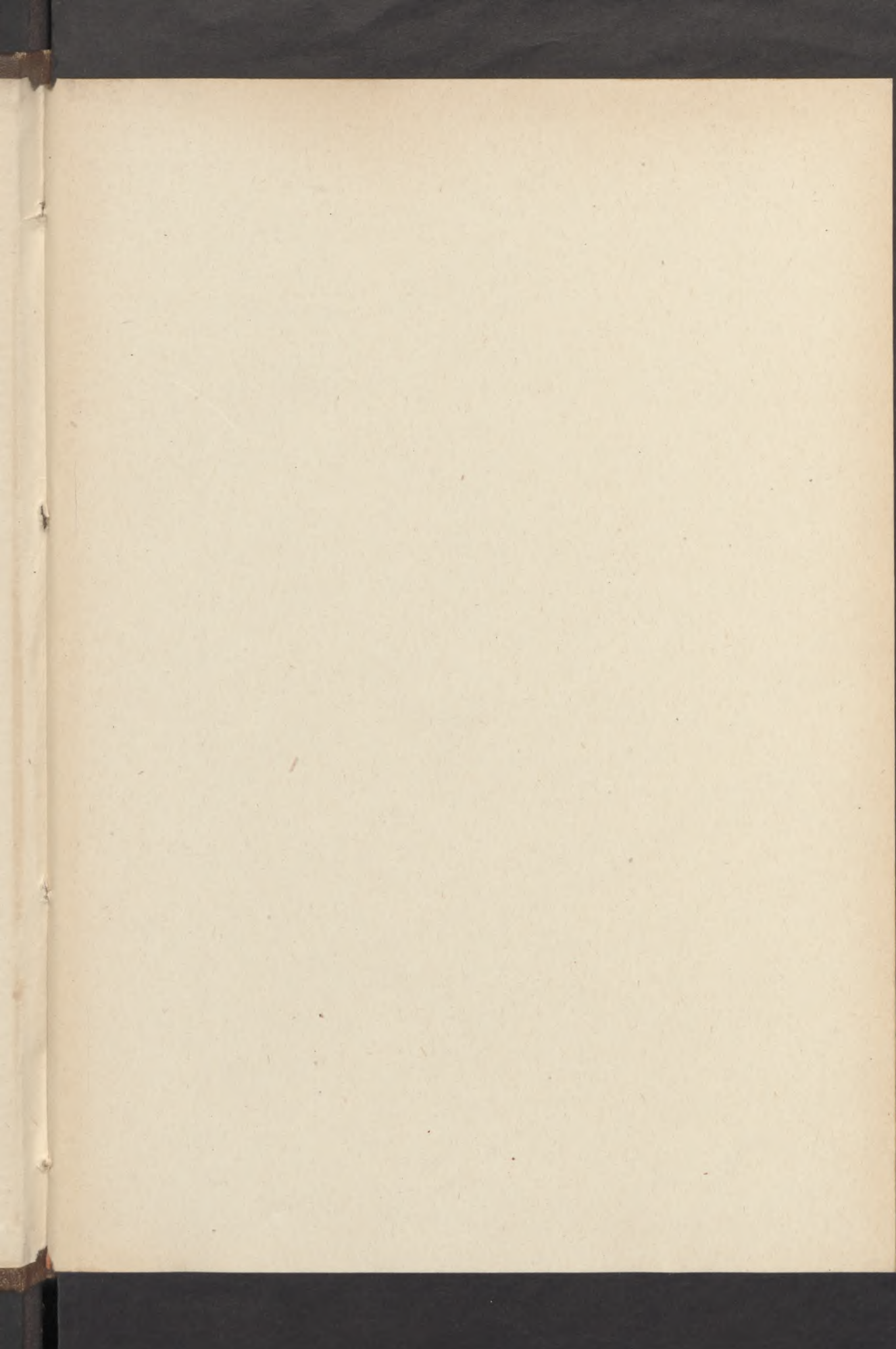
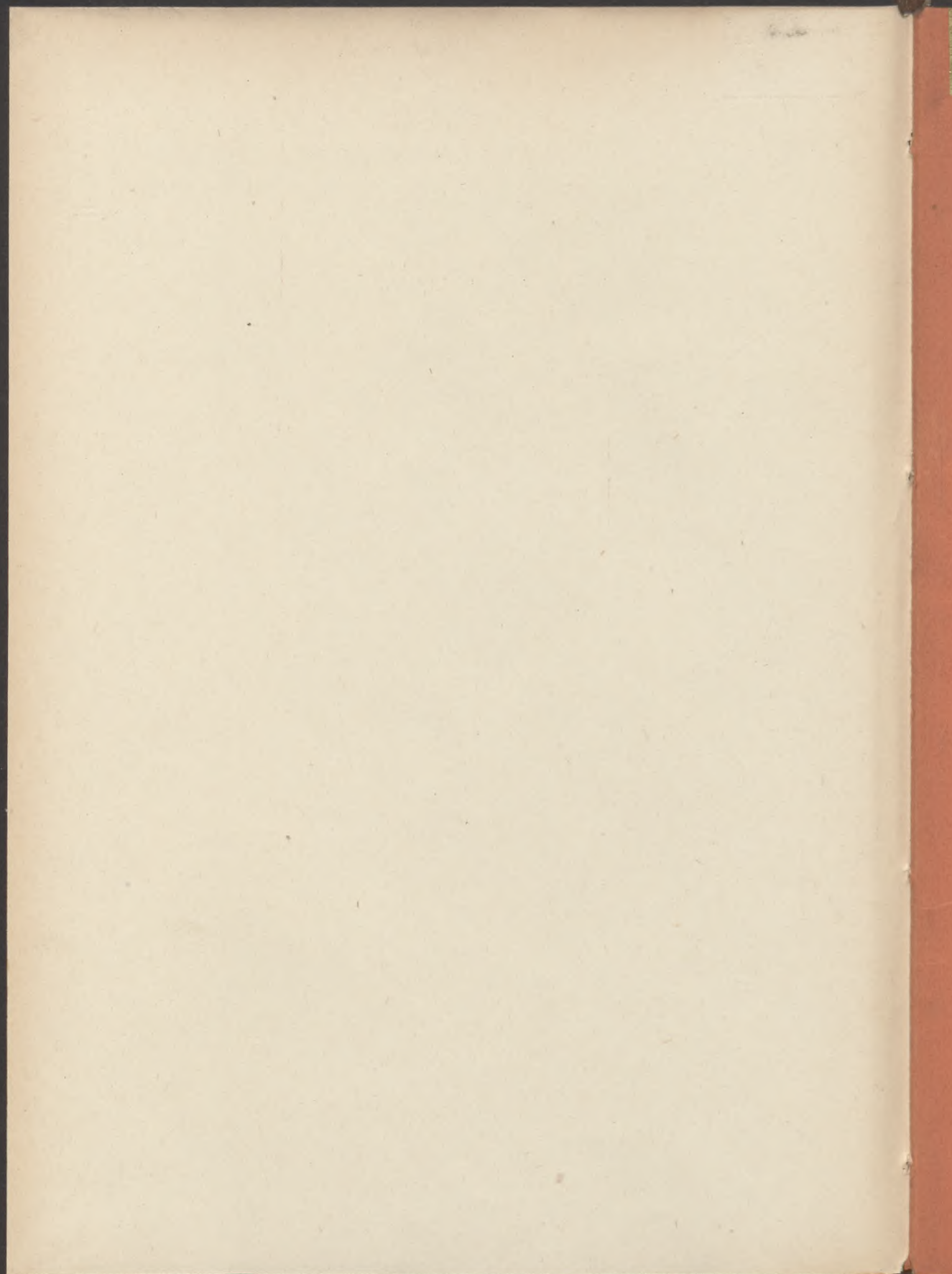


10.748
/5







10.748

10.748/5

A MAGYAR GEODÉZIAI INTÉZET KÖZLEMÉNYEI

V.

**A MAGYAR GEODÉZIAI INTÉZET
MŰKÖDÉSE
1932-TŐL 1936. VÉGÉIG**

IRTA

OLTAY KÁROLY

műegyetemi nyilv. rendes tanár
a Magyar Tudományos Akadémia I. tagja

KIADTA

**A MAGYAR GEODÉZIAI INTÉZET
1936**

THE UNIVERSITY OF CHICAGO

DEPARTMENT OF THE HISTORY OF ARTS

RECEIVED

THE UNIVERSITY OF CHICAGO

1911

A MAGYAR GEODÉZIAI INTÉZET KÖZLEMÉNYEI
V.

**A MAGYAR GEODÉZIAI INTÉZET
MŰKÖDÉSE
1932-TŐL 1936. VÉGÉIG**

IRTA

OLTAY KÁROLY

műegyetemi nyilv. rendes tanár
a Magyar Tudományos Akadémia I. tagja

KIADTA

**A MAGYAR GEODÉZIAI INTÉZET
1936**



10.748 /5



Könyvtár	
Könyvtár	
7	2150
SZ.	

Előszó.

A *Geodéziai Intézet* jelen közleménye annak a francia nyelvű jelentésnek eredeti, magyar szövege, amelyben az Intézet az *Union Géodésique et Geophysique Edinburgban* tartott 1936. évi kongresszusának számolt be az 1933—1936. periódusban teljesített felső geodéziai tevékenységéről.

A *Geodéziai Intézet* külső terepén csupán az 1933. év tavaszán és nyarán végezhetett gravitációs méréseket, mert a gravitációs hálózat további fejlesztésére szükséges mérésekre már dotáció nem állott rendelkezésre. E méréseket, valamint a páduai csatlakozó méréseket azokból az összegekből végezhetette, amelyeket a *Magyar Tudományos Akadémia, a m. kir. Vallás- és Közoktatásügyi Minisztérium* és a *Magyar Természettudományi Tanács* bocsátott rendelkezésre. Az Intézet nevében hálás köszönetemet fejezem ki e támogatásért, mely lehetővé tette, hogy a felső geodézia és geofizika fejlesztésére vonatkozó nemzetközi munkálatokban a Magyar Geodéziai Intézet is résztvehetett.

Az Intézet különben még mindig állandó személyzet és dotáció nélkül működik s ezért csak nagy erőfeszítéssel és sok energiát pazarló utánjárásokkal tudja végrehajtani a nemzetközi úton végzendő felső geodéziai világprogram reánk eső részét. Helyzete annál súlyosabb, mert a felső geodéziának Magyarország egy egyetemén sincs külön tan széke s így annak tudományos ápolásához szükséges gyakorlati működés is az Intézetre hárul. Reméljük, hogy illetékes köreink méltányolni fogják az Intézet működésének különösen nemzetközi szempontból való nagy jelentőségét s lehetővé fogják tenni azt, hogy a jövőben programszerűen, intenzívebb működést fejthessen ki.

A jelen közleményben beszámolunk arról az alapvonalmérésről is, melyet az Intézet a budapesti új budapesti városmérés elsőrendű háromszögelése részére végzett. E mérések részletes ismertetése külön műben fog megjelenni, ennek sajtó alá rendezése már megkezdődött.

E közleményben még nem számoltunk be a falazott pillérek függőleges mozgásainak tanulmányozására végzett megfigyeléseinkről, melyeknek feldolgozása most van folyamatban.

Az 1933—36. években az Intézet részéről mint IV. Közlemény egy munka hagyta el a sajtót 1934-ben. E munka címe:

„*Relative Schwerkraftmessungen zwischen Budapest und Padova*”.

Az Intézet működésében Vincze István és Kürti Vilmos adjunktus urak, továbbá Baltház László tanársegéd úr vettek részt. Kedves kötelességem e helyen is megköszönni lelkiismeretesen végzett eredményes munkálkodásukat.

Budapest, 1936. november.

Oltay Károly
műegyetemi ny. r. tanár.

Tartalomjegyzék.

<i>I. Gravitáció mérések invariabilis ingákkal</i>	7
1. Külső (mezei) állomásokon végzett mérések	7
2. Méréseredményeink összehasonlítása a Sterneck-féle értékekkel	10
3. A magyar gravitációs fő alapponton végzett mérések	10
4. Eddigi külföldi csatlakozó méréseink egybefoglalása	11
<i>II. Alapvonal mérés</i>	12
1. A mérésben használt invardrótok adatai	13
2. Általánosságok az alapvonal helyére és a mérés berendezésére	13
3. Az alapvonal és a rajta levő építmények	15
4. A drótmérés programja és végrehajtásának leírása	19
5. Az alapvonal mérés végeredménye. Vizsgálatok a mérés pontosságára	21

I. Gravitáció mérések invariabilis ingákkal.

1. Külső (mezei) állomásokon végzett mérések.

A Magyar Geodéziai Intézet 1933. év tavaszán és nyarán a magyar gravitációs hálózat fejlesztésére az ország nyugati részében először két, azután hat állomáson mérte meg az invariabilis ingákkal a nehézséggyorsulás értékét. Az állomások voltak: *Süttő, Vác, Marcali, Vése, Káloz, Simontornya, Csákvár és Sárbogárd.*

Kiindulásul ismét a magyarországi főalappont szolgált (Műgyetem, Geodéziai Intézet), ahol úgy az észlelések előtt (III. 28—III. 31., illetve V. 31—VI. 4.), mint közvetlen utána (IV. 14—IV. 16., illetve VII. 5—VII. 12.) megmértük az ingák lengésidejét. A megfelelő (redukált) értékek a következők voltak:

Inga	Budapest I. 1933. III. 28.— III. 31.	Budapest II. IV. 14.—IV. 16.	Budapest III. V. 31.—VI. 4.	Budapest IV. VII. 5.—VII. 12.
108	0,501 3906	0,501 3906	0,501 3910	0,501 3907
109	3928	3929	3932	3931
110	4079	4071	4075	4082
113	2705	2704	2710	2716
Középinga	0,501 3655	0,501 3653	0,501 3657	0,501 3659

A középingára kapott két-két érték eltérése tehát csupán

$$2 \times 10^{-7} \text{ mp-et}$$

tesz ki mind a két csoportban, vagyis az ingák invariabilitása teljesen kielégítő volt.

A külső állomásokon ismét ugyanazt a műszerfelszerelést használtuk, amit eddig. A Stückrath-féle ingák száma 108, 109, 110 és 113 volt. Koincidencia óra gyanánt a *Hoser*-féle *mp*-es kontaktusos ingaórát használtuk.

A külső állomásokon észlelt sorozatok, illetve egyszerű lengésideő megfigyelések száma a következő volt.

<i>Süttő</i> ,	április	5—7.,	8 sorozat,	32 egyszerű lengésideő
<i>Vác</i> ,	"	9—12.,	10 "	40 "
<i>Marcali</i> ,	június	11—14.,	8 "	32 "
<i>Vése</i> ,	"	15—17.,	7 "	28 "
<i>Káloz</i> ,	"	19—22.,	7 "	28 "
<i>Simontornya</i> ,	"	23—25.,	6 "	24 "
<i>Csákvár</i> ,	"	27—29.,	6 "	24 "
<i>Sárbogárd</i> ,	július	1—3.,	8 "	32 "

Vagyis a sorozatok száma átlag 7 volt.

A relatív ingamérésekben alapvető fontosságú órajárás-meghatározásokat ismét az eddigi módszerrel és gonddal végeztük el. Az órajárás

levezetésére felhasználtuk a *Bordeaux-i* (F. Y. L.) és a *Nauen-i* (D. F. Y.) állomások koincidencia időjeleit és a *Bureau International de l'Heure* definitív időkorrekcióit. Az egyes állomásokon végzett időösszehasonlítások száma a következő volt:

Süttő,	6 (F. Y. L.),	3 (D. F. Y.),
Vác,	8 „	3 „
Marcali,	8 „	2 „
Vése,	7 „	3 „
Káloz,	7 „	— „
Simontornya	7 „	3 „
Csákvár,	7 „	3 „
Sárbogárd,	7 „	3 „

Az órajárás, *Sárbogárdot* és *Marcalit* kivéve, nagyon egyenletes volt. *Sárbogárdon* és *Marcaliban* az órajárás mérés közben megváltozott, de a változást a sűrű időjelvétellel élesen meg lehetett állapítani s természetesen a végleges lengésidő megállapítását a helyes órajárásokkal végeztük el.

Az elért pontosság mértékére végzett vizsgálatok eredménye a következő.

1. A redukciós képletben szereplő állandók középhibája

$$\alpha_1 = \pm 0,27 \times 10^{-7} \text{ mp}$$

2. Az együttlengés meghatározás középérteljes hibája

$$\alpha_2 = \pm 1,0 \times 10^{-7} \text{ mp}$$

3. Az órajárás meghatározás középhibája

$$\alpha_3 = \pm 0,4 \times 10^{-7} \text{ mp}$$

4. Az ingahossz állandó megváltozásának középértéke

$$\alpha_4 = \pm 2,3 \times 10^{-7} \text{ mp}$$

5. A lengésidőmérés szabályos hibájának középértéke

$$\beta = \pm 4,6 \times 10^{-7} \text{ mp}$$

6. A lengésidőmérés középvetlen hibájának értéke

$$\mu_v = \pm 2,8 \times 10^{-7} \text{ mp}$$

A fenti értékek mind a lengésidő egyszeri megfigyelésére vonatkoznak.

Ezek szerint tehát *egyetlen* lengésidő meghatározás középérteljes hibája

$$\mu = \sqrt{\alpha_1^2 + \alpha_2^2 + \alpha_3^2 + \alpha_4^2 + \beta^2 + \mu_v^2} = \pm 6,0 \times 10^{-7} \text{ mp}$$

A végeredményül felhasznált lengésidő középhibája (μ_1) pedig a következő

$$\mu_1 = \pm 2,3 \times 10^{-7} \text{ mp}$$

Vagyis a levezetett nehézséggyorsulás különbségek középhibája

$$\mu_{\Delta g} = \pm 1,1 \times 10^{-5} \text{ m/mp}^2$$

A mérések végeredményeit — az állomások koordinátaival, továbbá a nehézséggyorsulás rendellenességeivel — az 1. táblázatban foglaltuk össze.

1. táblázat.

Esz.	Név 1	Állomások					Az észlelés éve 6	Potsdami rendszereben 7	g_0	g_0'	γ_0 (Helmert, 1901.) 10	$g_0'' - \gamma_0$ 11	$g_0' - \gamma_0$ 12	γ_0' (Intern., 1930.) 13	$g_0' - \gamma_0$ 14	$g_0 - \gamma_0$ 15
		Szélesség Σ	Hosszúság 3	Magasság 4	Közép sűrűség 5											
104	Süttő	47° 45' 33"	18° 27' 08"	+115,7	2,0	1933	980,870	980,906	980,896	980,865	+0,031	+0,041	+0,018	980,878	+0,018	+0,028
105	Vác	47 46 52	19 07 58	110,6	2,0	1933	865	899	890	867	+ 23	+ 32	+ 10	880	+ 10	+ 19
106	Marcali	46 34 47	17 24 22	142,49	2,0	1933	732	776	764	759	+ 5	+ 17	— 8	772	— 8	+ 4
107	Vése	46 24 48	17 17 34	158,821	2,0	1933	721	770	757	744	+ 13	+ 26	0	757	0	+ 13
108	Káloz	46 57 29	18 29 39	107,68	2,0	1933	791	824	815	793	+ 22	+ 31	+ 9	806	+ 9	+ 18
109	Simontornya	46 45 10	18 33 35	98,24	2,0	1933	784	814	806	775	+ 31	+ 39	+ 18	788	+ 18	+ 26
110	Csákvár	47 23 36	18 27 50	156,571	2,0	1933	817	865	852	832	+ 20	+ 33	+ 7	845	+ 7	+ 20
111	Sárbogárd	46 53 00	18 37 34	109,068	2,0	1933	774	808	799	786	+ 13	+ 22	0	799	0	+ 9
112	Padona	45 24 00	11 52 18	15,31	1,8	1933	656 ₂	660 ₀	659 ₈	652 ₀	+ 7 ₈	+ 8 ₉	— 5 ₇	665 ₆	— 5 ₇	— 4 ₆
	Referencia állomás Budapest	47 28 54	19 03 11	105,6	1,9	1908—9	852	885	877	841	+ 36	+ 44	+ 24	853	+ 24	+ 32

Az 1. és a 2. ábrán összefoglaltuk a Geodéziai Intézet által eddig végzett nehézséggyorsulás méréseket és pedig az 1. ábrán a pontok mellé a $g_0 - \gamma_0$, a 2. ábrán pedig a $g''_0 - \gamma_0$ értékek vannak feljegyezve, ahol γ_0 a Helmert-féle képlettel számított normális nehézséggyorsulást jelenti. Az ábrákon az 1933. évben végzett mérések eredményei vastag számokkal vannak kiemelve.

A két ábrába vékony görbe vonalakkal berajzoltuk az izogamma görbékét, amelyek megszerkesztésekor természetesen a 6 újabb értékre is tekintettel voltunk. Ezért ez a görbehálózat némileg eltér a legutóbbi, Lisabon számára készített jelentésünkben közölt hálózattól. Véglegesnek még ez sem tekinthető, mert egyes helyeken még az észleléseket sűríteni kell.

2. Méréseredményeink összehasonlítása a Sterneck-féle értékekkel.

Az 1933. évben észlelt állomások között két olyan van, amelyeken a Sterneck vezetése alatt álló k. u. k. Militär Geographisches Institut is végzett nehézséggyorsulásmérést. Ezek az állomások Vác és Marcali. A kétféle mérés eredményeinek összehasonlítására ismét a $g_0 - \gamma_0$ értékek használhatók fel, ahol a Sterneck-féle g_0 természetesen a potsdami rendszerbe számítandó át.

Az összehasonlítás adatai és eredményei az alábbiak:

Év	Katalo- gus szám	Állomás	Az állomás koordinátái Sterneck szerint			$(g_0 - \gamma_0)$		Oltay— Sterneck cm/mp^2
						Sterneck	Oltay	
			φ	λ	m	cm/mp^2		
1896	450	Vác	47° 46,7'	36° 47,7'	111	+ 30	+ 32	+ 2
1901	524	Marcali	46° 34,9'	35° 4,9'	130	+ 19	+ 17	— 2

Az egyezések feltűnően jók.

3. A magyar gravitációs főalapponton végzett mérések.

Az *Union Géodésique et Géophysique* felhívásának megfelelően a magyar (budapesti) főalappontot 1934. nyarán egybekapcsoltuk Olaszország gravitációs főpontjával, Páduával is. Ezáltal a budapesti főalappont már három külföldi főalapponttal van egybekapcsolva, nevezetesen Potsdammal, Béccsel és Páduával.

A páduai csatlakozó mérések részletes leírását a *Relative Schwerkraftmessungen zwischen Budapest und Padova* címen, mint a Magyar Geodéziai Intézet IV. közleményét tettem közzé (megjelent Budapesten, 1934-ben).

Méréseim szerint az olasz főalappont (Pádua) nehézséggyorsulása a potsdami rendszerben

$$980,655 \text{ cm/mp}^2$$

Megjegyzem, hogy Pádua és Potsdam között eddig két közvetlen összekapcsolást végeztek, ezek és eredményeik a következők:

1. Alessio (1907), $g_P = 980,654 \text{ cm/mp}^2$
2. Alessio, Silva, Reina és Cassinis, $\left. \begin{array}{l} (1909, 1912) \end{array} \right\} g_P = 980,658 \text{ cm/mp}^2$

Vagyis az általam talált érték Alessio első mérésének eredményétől csupán 1 miligalban tér el.

Páduára rendelkezésre áll még 10 különböző referencia állomásról végzett 14 nem közvetlen meghatározás. Ezek eredményeinek számtani közepe Páduára

$$g_P = 980,6594 \text{ cm/mp}^2$$

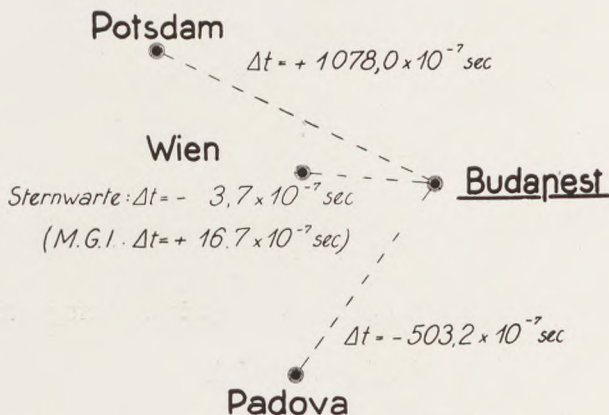
értéket ad.

Végül a Borrás-féle kiegyenlítésből származó érték, melyet eddig mint a páduai főalappont végleges értékét használták

$$g_P = 980,6584 \text{ cm/mp}^2$$

A fenti 5 érték közötti eltérés jól igazolja az országos főalappontok közötti újabb mérések és újabb hálózat-kiegyenlítés szükségességét.

$$\Delta t = t_{\text{Budapest}} - t$$



3. ábra.

4. Eddigi külföldi csatlakozó méréseink egybefoglalása.

A magyar gravitációs főalappontot eddig három ország főalappontjával kapcsoltuk egybe, nevezetesen Németországgal (Potsdam), Ausztriával (Wien) és Olaszországgal (Padova). Az összekapcsoló mérésekkel nyert lengésidő differenciákat a 3. ábrán foglaltuk össze. Ezek a következők:

$$\begin{array}{lll} t_{\text{Budapest}} - t_{\text{Potsdam}} & = & + 1078,0 \times 10^{-7} \text{ mp} \\ t_{\text{Budapest}} - t_{\text{Wien, Stw.}} & = & - 3,7 \text{ " } \\ t_{\text{Budapest}} - t_{\text{Padova}} & = & - 503,2 \text{ " } \end{array}$$

Bécsben a főalappont a volt k. u. k. Militär Geographisches Institut-

ban van. E két hely között a lengésidő differencia az eddigi mérések szerint

$$t_{M. G. I.} - t_{Stw} = -20,4 \times 10^{-7} \text{ mp}$$

tehát a magyar és az osztrák főalappontok közötti lengésidő különbség

$$t_{\text{Budapest}} - t_{\text{Wien, M. G. J.}} = +16,7 \times 10^{-7} \text{ mp}$$

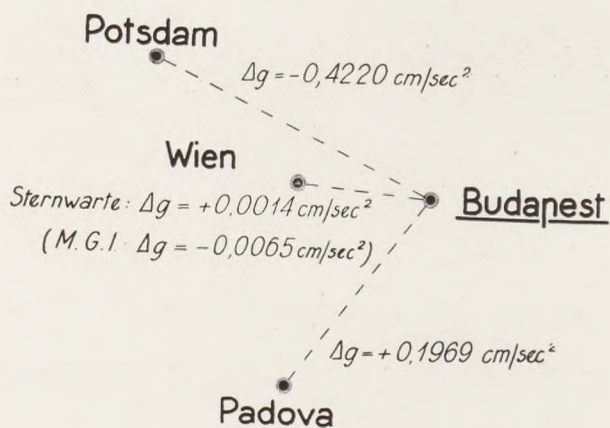
Ezekkel a lengésidő differenciákkal számítottuk a nehézséggyorsulás differenciákat, melyek a következők:

$$g_{\text{Budapest}} - g_{\text{Potsdam}} = -0,4220 \text{ cm/mp}^2$$

$$g_{\text{Budapest}} - g_{\text{Wien, M. G. I.}} = -0,0065 \text{ cm/mp}^2$$

$$g_{\text{Budapest}} - g_{\text{Padova}} = +0,1969 \text{ cm/mp}^2$$

$$\Delta g = g_{\text{Budapest}} - g$$



4. ábra.

Ezeket az eredményeket 3. és a 4. ábrán is egybefoglaltuk.

II. Alapvonalmérés.

Budapest új felmérésével kapcsolatosan szükségessé vált egy alapvonali szabatos megmérése. Az erre vonatkozó méréseket nagyon gondosan kellett elvégezni, mert ez a hossz szolgált a háromszögelési főhálózatnak s ezzel az összes hosszmeghatározásnak alapjául.

Ezt az alapvonalmérést 1933 őszén végeztük el a finnországi Geodéziai Intézet 634, 635, 636 és 637. számú drótjaival, melyeket Ilmari Bonsdorff tanár úr, a Geodéziai Intézet vezetője bocsátott rendelkezésemre. A finn kormánynak és különösen Bonsdorff tanár úrnak a leghálásabb köszönettel tartozunk az ő immár klasszikus drótjainak és a hozzá tartozó feszítő berendezésnek kikölcsönzéséért, de még inkább azért, mert szívesek voltak a mérés előtti és utáni komparálásokat is elvégezni a nummelai próbabázison. Szívességük nélkül a már nagyon sürgős bázismérést nem tudtuk volna idejében elvégezni, mert a magyar invardrót

felszerelés — mely a háború befejezésekor Josephstadtban volt — elkallódott s újonnan beszerzett, tehát még nem tanulmányozott invardrótokkal ezt az alapvető fontosságú bázismérést nem kockáztathattuk meg.

1. A mérésben használt invardrótok adatai.

A *Carpentier* műszerész cégtől származó 634, 635, 636 és 637. számú invardrótok hőkezelése 1913-ban volt Breteuil-ben. A drótok az 1922. év novemberében, tehát mintegy 9,5 év után kerültek a finn *Geodéziai Intézet* tulajdonába. Első komparálásuk az 1921. év novemberében Breteuilben történt.

A drótok anyaga a *Guillaume*-féle invaracél, átmérőjük 1,71 mm. Folyóméter súlyuk, ha az invaracél sűrűségét $8,0 \text{ g/cm}^3$ -nek vesszük, 18,3 gramm. A drótok végein levő skálákon 82 mm hosszban mm beosztás van. A beosztások 0 pontja mind a két skálán a baloldalon van.

A drótok hőmérsékleti állandóit ugyancsak Breteuilben állapították meg.

A finn *Geodéziai Intézet* a 634—637 drótokkal 1923-tól 1930-ig hat alapvonalat mért (Saltvik, Lapträsk, Jääski, Maaninka és Ilmajoki). Ugyancsak ezekkel a drótokkal a *Baltische Geodätische Commission* 1929-ben 7 alapvonalat mért (Schubin, Szwieksznie, Ösel, Hanko, Enköping, Öland és Lolland).

Ezenkívül még a következő bázisokat mérték ezekkel a drótokkal: 1925-ben *Libau, Mitau, Riga*, 1926-ban *Tallin*, 1929-ben *Potsdam*, 1931-ben *Libau, Mitau, Riga*, 1932-ben *Strahlsund, Potsdam*, 1933-ban *Lolland, Öland, Asserbo*.

Egyébként *Bonsdorff* professzor közlése szerint 1923. május 28-tól 1933. november 1-éig minden egyes drótot 10 870-szer használták indexközők mérésére, vagyis mindegyikkel 260 880 méter hosszat mértek.

A fenti adatok világosan mutatják, hogy ezek a drótok nemcsak régiek, de őket nagyon gyakran használták alapvonalak mérésére s ezért a megbízhatóságuk foka igen nagy.

A mérés végrehajtásakor ugyanazt a feszítő állványt és ugyanazokat a súlyokat használtuk, amit a finn *Geodéziai Intézet* alkalmazott eddigi alapvonalméréseiben.

2. Általánosságok az alapvonal helyére és a mérés berendezésére.

A budapesti alapvonal helyének kiválasztásában, hosszának megállapításában, végpontjai kijelölésében, továbbá a mérés végrehajtásának módjában arra törekedtünk, hogy a hosszmérések szokásos szabályos hibáit a lehetőségig elkerüljük, illetőleg kicsivé tegyük.

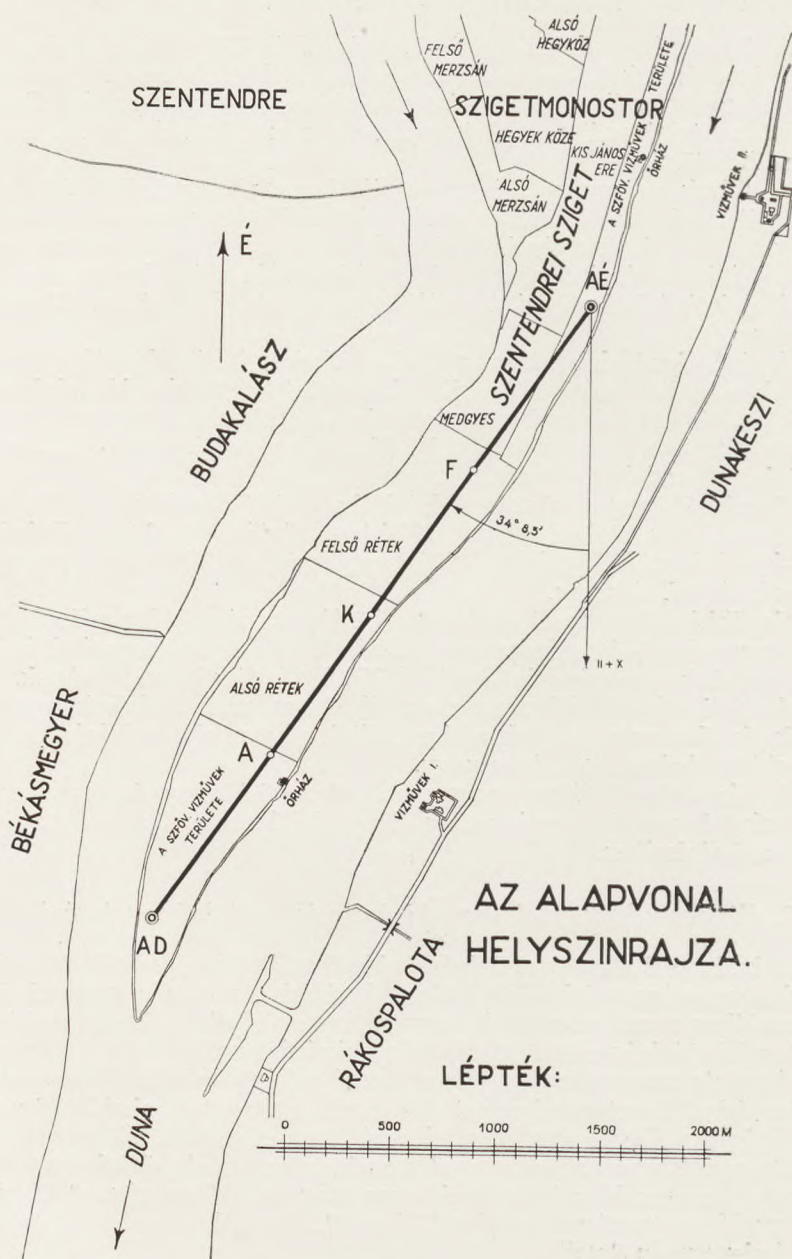
A mérés zavartalanságát biztosítandó a bázis helyéül a Budapesttől északra fekvő Szentendrei sziget déli végét választottuk, ahol 3576 méter hosszúságban eléggé vízszintes pálya állt rendelkezésre. (5. ábra.)

Ezen a terepen az alapvonal mentén a magasságkülönbségek nem nagyok, a szomszédos indexek átlagos magasságkülönbsége 0,17 m; a legnagyobb magasságkülönbség 0,71 m (0,50 m-nél nagyobb magasságkülönbség csupán 8 volt).

Az alapvonal hosszát huszonnégy méter kerek számú többesének

(149-szeresének) választottuk, amivel elkerültük a végső darab mérését (rövidebb dróttal, vagy invarrúddal), ami csak újabb hibaforrást jelent.

Az alapvonal két végpontját falazott pilléren jelöltük ki ugyanolyan indexcsappal, mint amilyen az indexcölöpökön is volt. Ezért az első és



5. ábra

utolsó indexközt is ugyanúgy mérhettük, mint a többi. Mérésünkben tehát teljesen elmaradt a vetítés, ami a mérés gyorsításán kívül ismét egy fontos hibaforrás megszüntetését jelenti.

A méréseket földbe fúrt lyukakba helyezett cölöpökre erősített indexeken végeztük. Ezt nemcsak azért tettük, mert a komparálásra szolgáló finn alapvonalon is hasonló módon történt a mérés, de azért is, mert így egyrészt az indexek magasságkülönbségét szabatosan lehetett meghatározni, másrészt pedig az indexek egyenesbe állítását is nagyon gondosan lehetett elvégezni. Evvel tehát két igen veszedelmes szabályos hiba hatását lehetett kisebbiteni. De a cölöp-indexes mérésnek még további előnyei is vannak. Általa erősen kisebbiteni lehet a talajelhajlások hatását, mert ezek értéke a mélyen behelyezett s három oldalról megtámasztott cölöpökön sokkal kisebb, mint a statív-indexek esetében. Általa a mérés gyorsabb lett, s amellet a mérés végrehajtása alatt az észlelőknek csak az indexközök mérésével kell foglalkozniuk, a statív-indexeknek a mérés alatti elhelyezése, vonalba állítása és beszíntezése teljesen elmarad. Kétségtelen, hogy ilyen körülmények között maga a drótmérés szabatosabban végezhető el.

Az egyenes kitézés szabatosá tétele céljából a két végső pilléren (AD és AE) kívül még három közbülső pillért (szakaszpillért) is elhelyeztünk, egymástól ugyancsak kerek számú 24 méterre. Ezeket a továbbiakban A , K , F -el fogjuk jelölni. Az AD és A közt 40, az A és K között 34, a K és F között 35, az F és AE között pedig 40 huszonnégy méteres indexköz van. A közbülső pilléreken (A , K , F), előzetes kitézés után, gondos szög mérészel állapítottuk meg az index helyzetét; a további kitézésekben ezeket nasználtuk fel a cölöpindexek vonalba helyezésekor. Ezek a pillérindexek az egész mérési hosszát négy szakaszra bontják fel, mit egyrészt a méréskor lehetett előnyösen felhasználni észlelő csoportok váltására, másrészt előnyösek voltak a pontossági vizsgálatok alkalmával.

A drótmérés végrehajtási programjának megállapításakor arra törekedtünk, hogy az a lehetőségig egyezzen avval az eljárással, amelyet a komparáláskor a finn próbaalapvonalon alkalmaztak. Ugyanis a mérési körülmények azonossága biztosíthatja azt, hogy mind a két mérésben a szabályos hibák hatása ugyanakkora legyen s így a levezetett végeredményben csupán csekély értékkel szerepeljen.

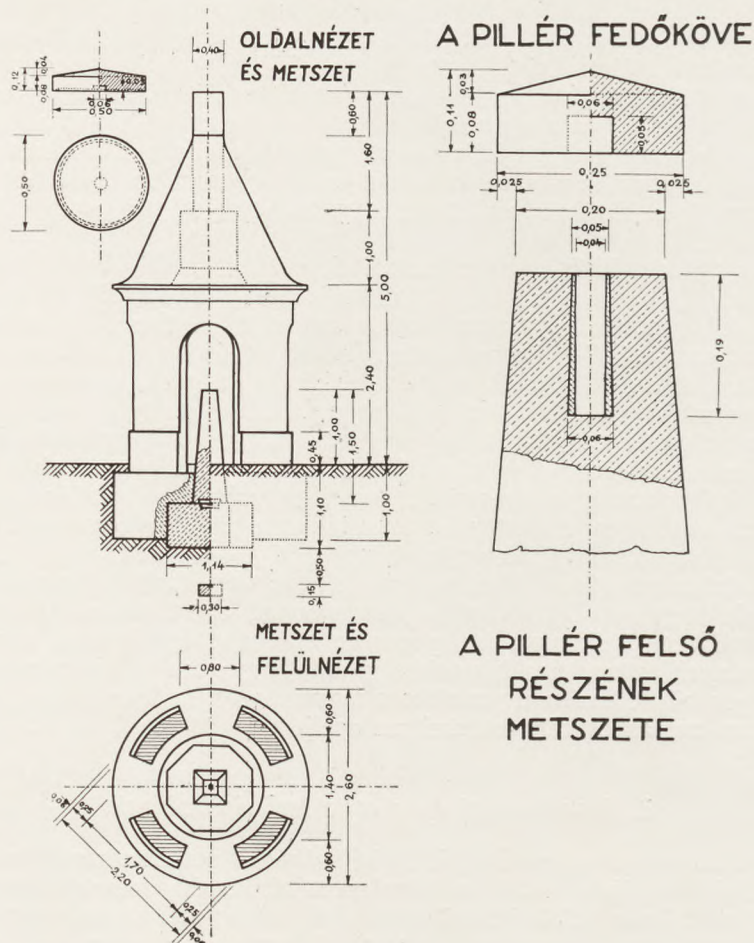
3. Az alapvonal és a rajta levő építmények.

Az alapvonal helyszínrajzát és két végének hosszmetszetét az 5. és a 7. ábrán láthatjuk. Az alapvonal végpontjait kemény mészköből készült pilléreken 14 mm belső átmérővel bíró 19 cm hosszú bronztestekkel jeöltük ki (6. ábra); a csövekbe csavarható bronztesten ugyanolyan indexcsap van, mint amelyet az indexcölöpökre helyeztünk. A pillér magassága 1,50 m, a felső keresztmetszet 20×20 cm, az alsóé pedig 45×45 cm; teteje a terep fölé 1,00 m-rel emelkedik. A pillért szabályos nyolcszög keresztmetszetű 0,60 m magasságú betonalapzatba helyeztük. A beton-alap armirozva van; szemközti lapjainak távolsága 1,14 méter.

A pillérlap magassága a tengerszín felett a déli végponton 103,555 m, az északi végponton 104,737 m.

Az alapvonal végpont függőlegese (bronzcsapon levő keresztvonalással) ki van jelölve a betontömb felső részébe betonozott kőkockán, továbbá a betontömb alatt, attól 0,50 m-re elhelyezett kemény mészkövön is.

AZ ALAPVONALVÉGPONT PILLÉRE ÉS TORNYA



6. ábra.

A mérés befejezése után a pillérre fedőkövet helyeztünk a végpont-megjelölés megvédésére.

A pillér alatt levő két földalatti jelzés a tulajdonképpeni végpont-jelzéssel nagyon gondosan egy függőlegesbe került, az eltérés azonban

esetleg így $0,5 \text{ mm}$ -t is kitehet. Ezért is a bázis vonalában még két-két biztosító jelzést helyeztünk el, amelyeknek a bázisvégpontoktól való távolságát közvetlen lécmérésekkel $\pm 0,1 \text{ mm}$ pontossággal állapítottuk meg.

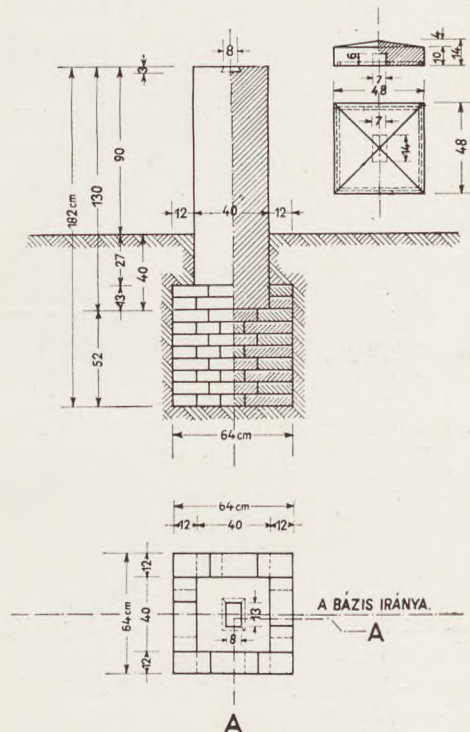
E biztosító jelzések részletei a 7. ábrán láthatók.

Az alapvonal végponttól való távolságukat közel 5 m -re állapítottuk

SZAKASZ-PILLÉR.

OLDALNÉZET ÉS
(A-A) METSZET.

A FEDŐKŐ ALAKJA
ÉS MÉRETEI.



ALAPRAJZ.

8. ábra.

meg és pedig azért, hogy a távolságokat 5 m -es léccel, egy lécfekvésből gondosan meg lehessen állapítani.

E biztosító jelzések lehetővé teszik a pillérpont helyzetének bármikor való ellenőrzését, tehát olyan biztosító jelzések, melyek a pillér megbolygatása nélkül használhatók fel.

Az alapvonal-kitűzés, továbbá az alapvonal-fejlesztés szabatos vég-

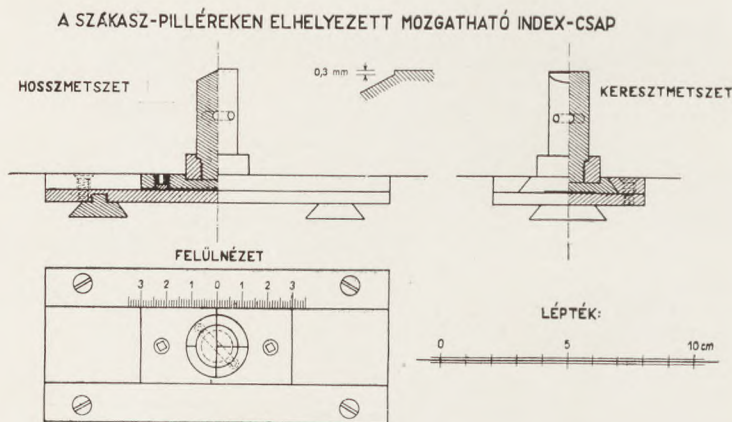
rehajtásának lehetővé tételére a pillérek fölé *tornyokat* építettünk, úgy, hogy a torony felső részén centrikusan elhelyezett pilléren a teodolit, illetve a heliotrop közvetlenül elhelyezhető legyen.

A tornyok részletei és méretei a 6. és 7. ábrából láthatók.

A tornyok köré a mérés alatt, tehát ideiglenesen faállványzat készült az észlelők részére.

A mérés befejezése után a toronypillért fedőkövel takartuk le, hogy a rajta levő pontjelölést megvédjük.

Az alapvonalat *három* közbülső pilléren (*A, K és F*) elhelyezett szabatos pontjelöléssel *négy* szakaszra osztottuk fel részben a cölöpindexeknek az egyenesbe való szabatos beállítása céljából, részben pedig azért, hogy a pontossági vizsgálatokra megfelelő részletadatokat kaphassunk. Az *A, K és F* szakaszvégpontok egyúttal az alapvonal *közbülső* biztosító pontjelzései is, melyeket a későbbi drótkomparálások, vagy egyéb kísérleti, illetve összehasonlító mérések céljára is fel lehet használni.



9. ábra.

A szakaszpillérek rajzát és méreteit a 8. ábra mutatja.

A pillér felső részébe különleges, bronzból készült pontjelölést cementeztünk be, olyat t. i., amelyen az index-csap ± 35 mm határok közt szabatosan elmozgatható s a véglegesnek elfogadott állásában megrögzíthető. Ez a berendezés lehetővé tette, hogy a szakaszindex szabatosan a bázisvonal függőleges síkjába kerüljön. (9. ábra.)

Az *indexcölöpök* 13—16 cm átmérővel, fenyőfából készültek (10. ábra), hosszuk 180 cm volt. Ezeket földfúróval fúrt lyukakba helyeztük el úgy, hogy a földbe került rész hossza 80 cm legyen. Elhelyezésük után három 6—8 cm átmérőjű és 145 cm hosszú dúccal támasztottuk meg azokat. A dúccokat, alul keresztdeszkával ellátva, a földbe ástuk, felül pedig szögekkel erősítettük az indexcölöphöz. A két dúc közül kettőt a vonal irányában, a harmadikat arra merőlegesen helyeztük el, amit főleg azért tettünk, hogy a mérés alatt bekövetkező *talajelhajlások* hatását megszüntethessük, illetve a legkisebbre redukáljuk.

ne fáradjanak ki túlságosan, minden csoport egyfolytában csupán egy bázisszakaszt mért (34, illetve 35, illetve 40 indexközt). Minden csoportváltási szakaszon belül, a szakasz közepén, az észlelők helyet cserélték. A leolvasás szabályos hibáinak kiküszöbölésére ezenkívül a drótvégeket is felcseréltettük úgy, hogy az első váltási szakaszon a drót 0 skálája délen volt, a 24-es pedig északon, a második és harmadik szakaszon a 0 volt északon, a 24 délen s végül az utolsó szakaszon ismét a 0 skála volt délen, a 24-es pedig északon. A mérést ugyanavval a dróttal oda (délről északra) és vissza (északról délre) végeztük. A visszamérésben először a 0 skála volt délen, azután (két szakaszon át) északon, az utolsó szakaszon pedig ismét délen volt.

Minden oda-visszamérést még egyszer megismételtünk.

A drótsorrend a következő volt:

634, 635, 636, 637 637, 636, 635, 634.

Ilyen módon tehát minden egyes dróttal *négy* értéket vezettünk le a bázishosszra, vagyis a két méréssel és a négy dróttal a bázisra összesen 16 értéket kaptunk.

A mérés végrehajtásakor nagyon nagy gondot fordítottunk a drótok kíméletes kezelésére; tekintettel voltunk arra, hogy a drótot okvetlenül, mint precíziós műszert kell kezelni. Nagyon ügyeltünk a drótok kíméletes és szabatos fel- és lecsavarására, továbbá arra, hogy a drót mérés közben rázkódtatásokat ne szenvedjen és tisztátalanságok ne rakódjanak rá. Hasonló óvatossággal kezeltük a feszítő súlyokat is. A drótokat, közvetlen a mérések előtt és utána, Finnországban a nummelai próbabázison komparálták. Ezeket a komparálásokat a finn Geodéziai Intézet végezte el.

5. Az alapvonalmérés végeredménye.

Vizsgálatok a végeredmény pontosságára nézve.

Az alapvonalmérés eredményeit a szokásos módon redukálva kaptuk a végeredményeket, melyeket az 1. táblázat negyedik oszlopában foglaltunk össze. E táblázat tartalmazza a λ értékeket is, amelyeket avval a feltevessel állapítottunk meg, hogy az egyes mérési eredményeket egyenlő súlyúaknak vettük. E feltevessel az alapvonal hossza (a középmagasságnak megfelelően)

3 576 313,72 mm . . . 1

A megbízhatóságra nézve a nyert 16 értéknek a végeredménytől való eltérései alapján *egyetlen* mért érték középhibája

2,32 mm . . . 2

azaz 1/1 540 000-ed.

A végeredmény középhibája pedig

$\pm 0,58$ mm . . . 3

azaz 1/6 250 000-ed.

Megjegyzem, hogy az I. mérés végeredménye

3 576 312,94 mm

1. táblázat.

A drót száma	A mérés száma	A mérés iránya	Mért hosszúság (mm)	Eltérés a középtől λ (mm)
634	I.	oda	3576 312,84	+ 0,88
		vissza	313,05	+ 0,67
635	I.	o	312,15	+ 1,57
		v	310,34	+ 3,38
636	I.	o	314,61	- 0,89
		v	314,66	- 0,94
637	I.	o	311,96	+ 1,76
		v	313,89	- 0,17
637	II.	o	312,55	+ 1,17
		v	311,07	+ 2,65
636	II.	o	316,52	- 2,80
		v	318,96	- 5,24
635	II.	o	316,82	- 3,10
		v	311,56	+ 2,16
634	II.	o	315,35	- 1,63
		v	313,18	+ 0,54
Közép: 3576 313,72				

a II. mérése pedig

3 576 314,50 mm

vagyis a két érték eltérése

1,56 mm

A 2., illetve 3. alatti középhiba azonban nem középteljes hiba, tehát szigorúan véve nem jellemző a levezetett alapvonalérték valódi pontosságára. Ugyanis ezeket a középtől való eltérésekből vezettük le, tehát bennük nem jutnak kifejezésre a mérés és a komparálás állandó hibái, továbbá a szabályos hibák 0-tól eltérő középértékei. A fenti értékek tehát jellemzők a szabályos hibákból eredő véletlen hibákra és a mérés szabálytalan hibáira, vagyis azokra a hibákra, amelyek zérus középértékűek.

A drótméréssel megállapított alapvonalértékekben a legfontosabb hibák az alábbiakban sorolhatók fel.

a) *Állandó* hibák:

1. A drótállandókban levő állandó hiba, amely származik a komparálás állandó hibájából és a komparálás szabályos hibáinak középértékéből.

2. A feszítő súly állandó hibája (a tömegkomparálás hibája).

b) *Szabályos* hibák:

3. A vízszintesre való redukálásból származó szabályos hibák (kigyózó mérés a függőleges síkban).

4. Az egyenesből való kitérés okozta szabályos hibák (kigyózó mérés a vízszintes síkban).

Ez a két szabályos hiba a mi mérési berendezésünk mellett voltaképpen mint állandó hiba szerepel, mert valamennyi mérést ugyanazon a

vonalon végeztük, s mert a vízszintesre való redukálás minden mérésben ugyanavval az értékkel történt.

5. Az észlelők személyes, szabályos leolvasási hibái.

6. A drótskálák megvilágításából (egyoldalú árnyékhataásokból) származó szabályos leolvasási hibák.

7. A feszítő erő mérés alatti szabályos megváltozásaiból származó szabályos hosszváltozások (szélnyomásból, drótvégek lefogásából stb.).

8. Az invaranyag nem stabil voltából származó szabályos hosszváltozások.

9. A hőmérséklet változásából származó szabályos jellegű hosszváltozások.

10. Az indexcölöpök elmozdulásából (talajelhajlás stb.) származó szabályos változások.

c) *Szabálytalan* hibák:

11. A leolvasások szabálytalan hibái.

12. A hőmérsékletmérésből származó szabálytalan hibák.

13. A drótállandók szabálytalan (illetve véletlen) hibái.

14. A feszítő erő mérés alatti megváltozásaiból származó szabálytalan hosszváltozások.

15. Az invaranyag nem stabil voltából származó szabálytalan jellegű hosszváltozások.

16. Az indexcölöpök elmozdulásaiból származó véletlen változások.

Ezek szerint a fenti középhibában nem jutnak kifejezésre az állandó hibák, amelyek közé tartoznak a mi mérési eljárásunk szerint az 1. és 2.-on kívül a 3. és 4. is, továbbá a szabályos hibák középértékei. Ámde, mert mi a mérés megfelelő berendezésével (több észlelő alkalmazása, észlelőcserék, drótvégek felcserélése stb.) arra törekedtünk, hogy a leolvasás szabályos hibái (5. és 6.) véletlen jellegűek legyenek, nyugodtan mondhatjuk, hogy a fenti középhibák a leolvasás szabályos hibáit is kifejezésre juttatják. Ugyancsak kifejezésre jut bennük a szélnyomás hatása (7.) is, (a 16 érték közül csak három „szeles” érték van, a többi 13 érték szélmertes időből származik). Az invaranyag nem stabil voltából származó szabályos hosszváltozás (8.) a mérés előtt és utána végzett komparálások középértékeinek felhasználása miatt szintén véletlen jellegűnek vehető. Továbbá kétségtől kívül kis középértékű az a szabályos hiba is, ami a hőmérsékletmérés ugyancsak szabályos hibáiból származik, mert a hőmérsékleti gradiensek az egyes mérések alatt nem voltak számottevők.

Az indexcölöpöknek az esetleges talajelhajlások miatt bekövetkező elmozdulásai méréseinkben alig számottevők egyrészt, mert mélyre befűrt s három oldalról megtámasztott erős cölöpöket használtunk, másrészt mert a talaj mindenütt jól üllepedett homokrétegből állott. Külön kísérleteket a talajelhajlás mértékére nézve nem végeztünk, azonban ilyen hatás méréseink eredményeiből nem konstatálható.

Ezek szerint a végeredményül levezetett alapvonalérték középhibája nem tartalmazza az első négy állandó részt, vagyis a középértékes hiba (μ) esetünkben tulajdonképpen a következő:

$$\mu = \sqrt{\alpha_1^2 + \alpha_2^2 + \alpha_3^2 + \alpha_4^2 + \mu_v^2}$$

Ha tehát a valószínűségi megbízhatóságot, azaz a középértékes hibát akar-

juk megismerni, akkor a fenti négy állandó hiba nagyságát kell megállapítani.

Itt kétségtől a legkritikusabb rész az α_1 érték meghatározása, ami t. i. a *drót-komparálási* hiba állandó részét jelenti. Ennek értékére pontos adataim nincsenek, de mert az etalonok komparálását $\pm 0,3 \mu - \pm 0,5 \mu$ középphibával lehet elvégezni, azért az α_1 értéke dróthosszankint $\pm 7 \mu - \pm 12 \mu$ között változhat. Ha a középpértéket $\pm 10 \mu$ -t veszem s ez a felvétel kétségtől megtehető, ha tekintettel vagyunk arra a nagy gondra, amellyel a finn Geodéziai Intézet a komparálásokat végzi, akkor

$$\alpha_1 = \pm 1,49 \text{ mm}$$

Az α_2 , vagyis a *súlykomparálásból* származó állandó hiba gondos súlykomparálás esetén mindig kis értékű. Ugyanis, ha a súlymeghatározás középphibáját $\pm 0,5$ grammnak vesszük, ennek egy drótfekvésben $\pm 0,5 \mu$ felel meg, tehát a végeredményben $\pm 0,07 \text{ mm}$ értékűnek vehető az α_2 értéke.

Az α_3 a *vízszintesre való redukálásból* származó állandó hiba. Ennek az értéke méréseinkben szintén kicsiny egyrészt, mert a szomszédos indexek magasságkülönbségét mindenütt — többszörös méréssel — néhány $0,1 \text{ mm}$ pontossággal állapítottuk meg, másrészt, mert a kedvező terep miatt nem voltak nagyobb magasságkülönbségek. Ugyanis az abszolút magasságkülönbségek *átlagos* értéke $0,168 \text{ m}$ volt.

A szintezésre megállapított összes μ_m értékekből számítva e redukció középphibája egy drótfekvésben

$$\mu_c = \frac{m}{l} \mu_m = \pm 1,1 \mu$$

vagyis a végeredményben szereplő érték

$$\alpha_3 = \pm 0,16 \text{ mm}$$

Az α_4 az *iránykitűzés* hibájából adódik. Az iránykitűzés gondos előkészítő munkával történt s ezért kétségtelen, hogy az egyes indexek $\pm 10 \text{ mm}$ -re a vonalban feküdtek. Ha ezt vesszük alapul, akkor egy drótfekvésben az iránykitűzésből származó hiba

$$\frac{\Delta^2}{2 \times 24} = \pm \frac{0,01^2}{48} = \pm 0,004 \text{ mm}$$

vagyis az egész hosszra nézve

$$\alpha_4 = \pm 0,60 \text{ mm}.$$

Mindezeket tekintetbe véve mondhatjuk, hogy az alapvonalmérésünk végeredményének *középteljes hibája*, elegendő megközelítéssel

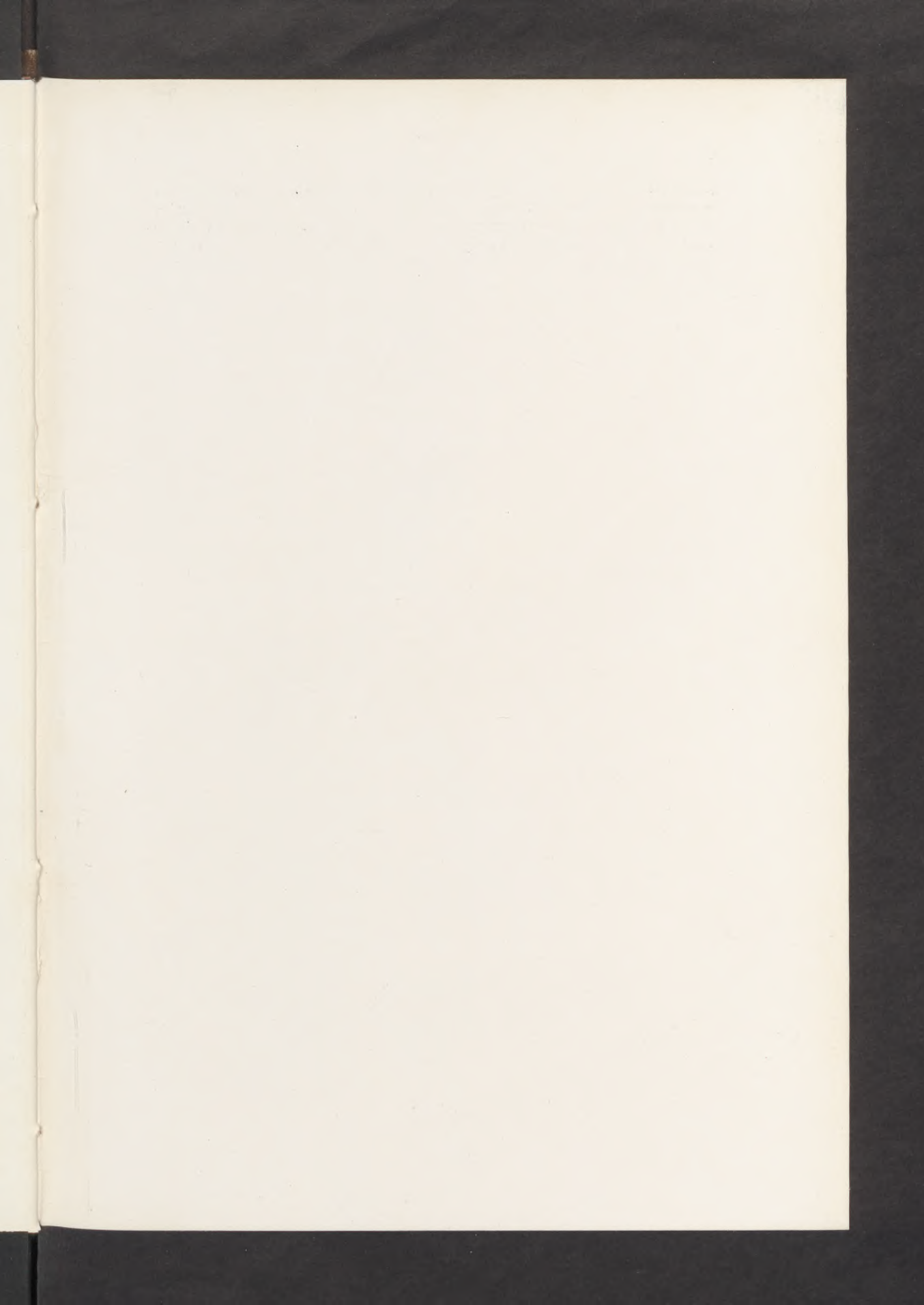
$$\mu = \sqrt{1,49^2 + 0,07^2 + 0,16^2 + 0,60^2 + 0,58^2} = \pm 1,72 \text{ mm}$$

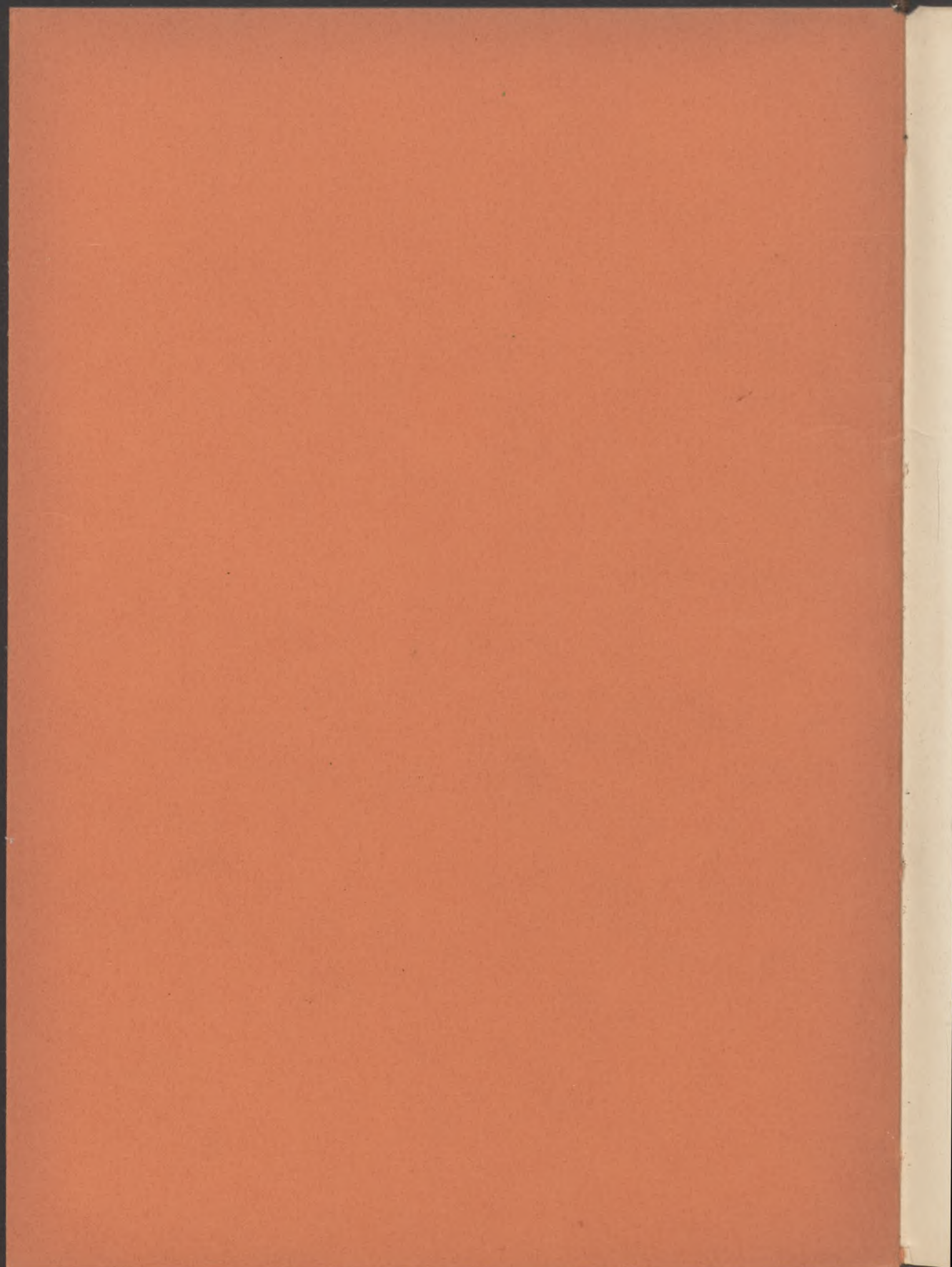
azaz $1/2 \text{ 000 000}$ -od.

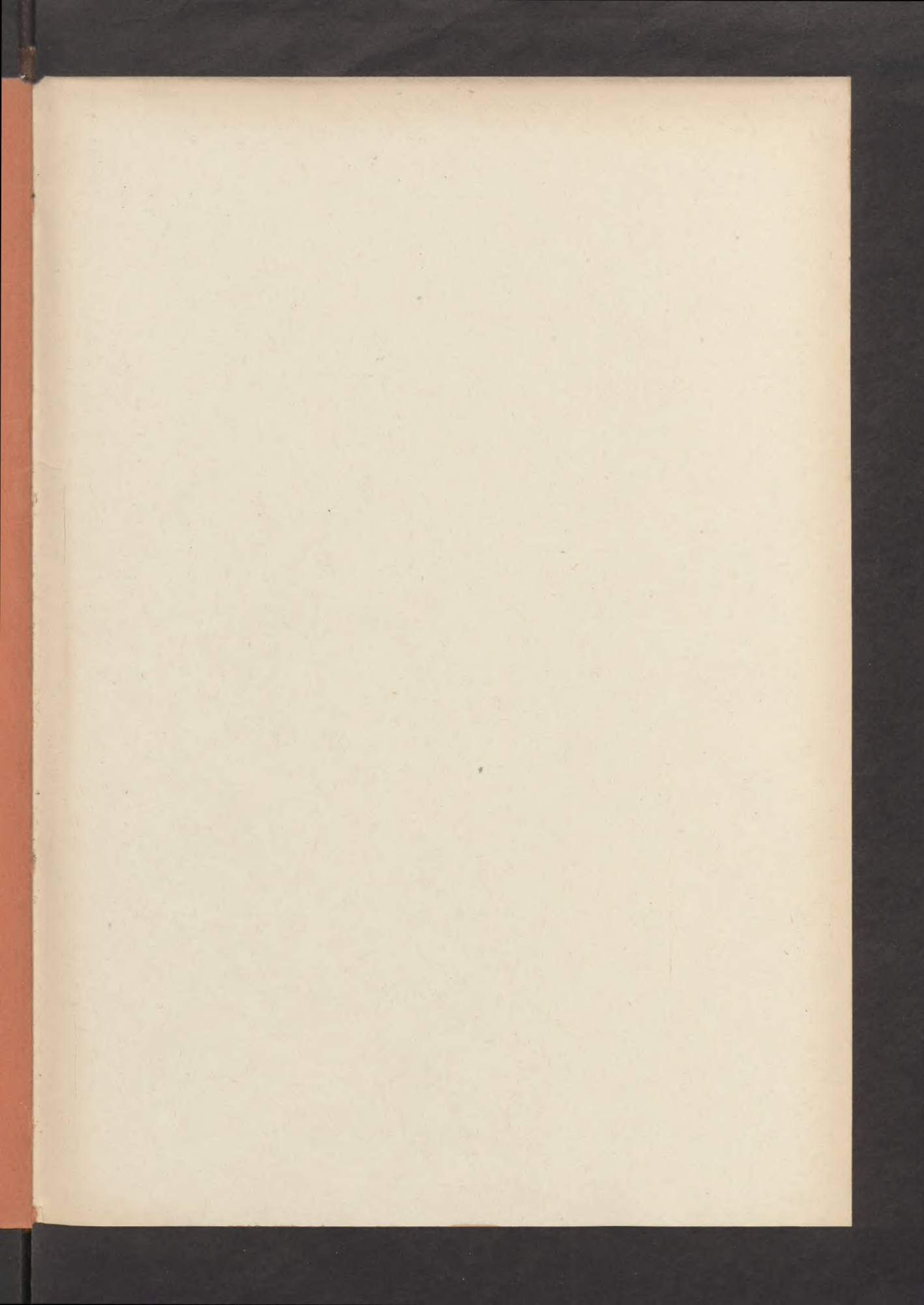
A drótmérés középvéletlen hibájának ($\pm 0,58 \text{ mm}$) és középteljes

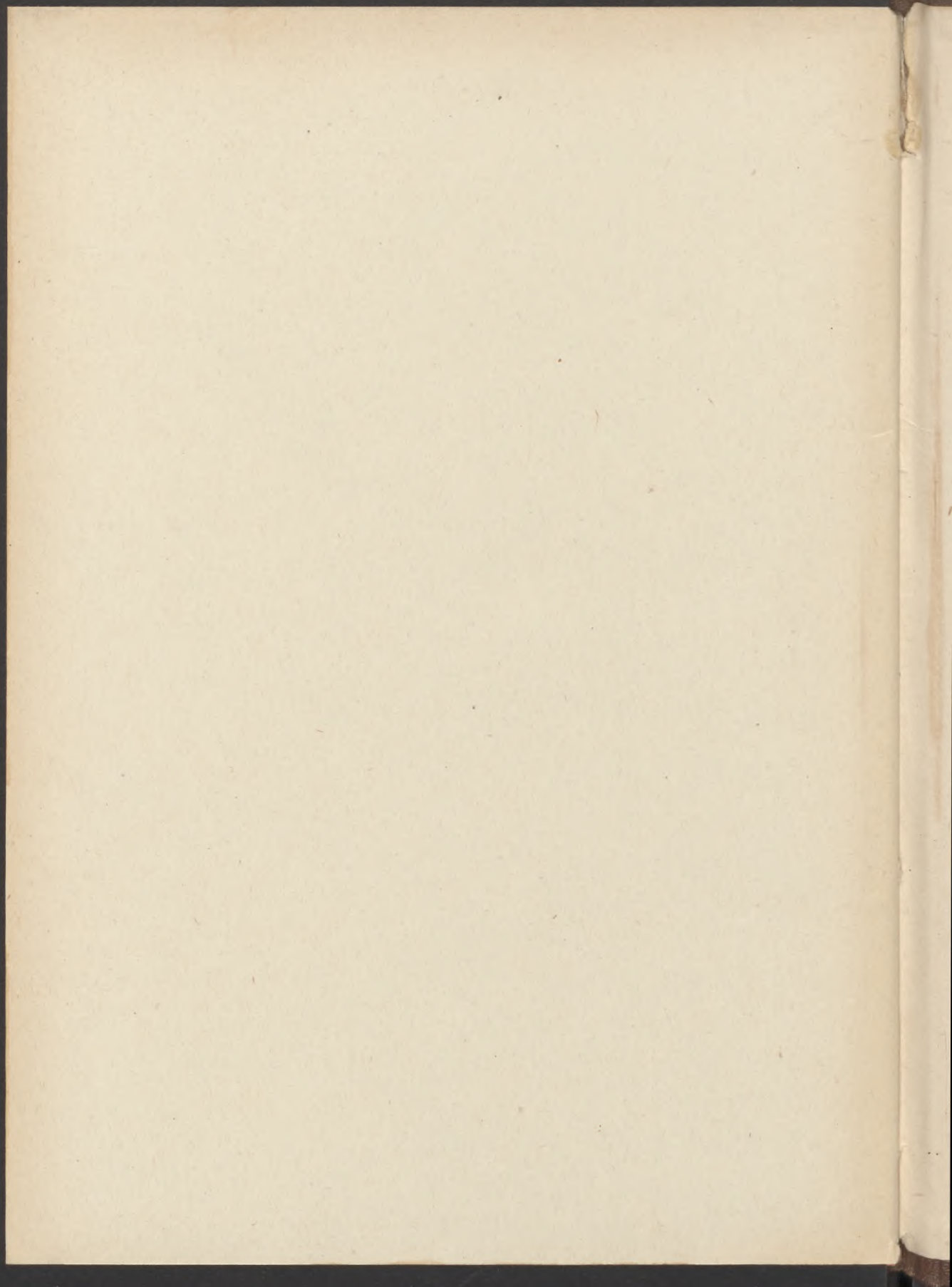
hibájának ($\pm 1,72 \text{ mm}$) egybevetése világosan mutatja, hogy az invar-drót-mérés kiválóan alkalmas hosszak összehasonlítására. Ugyanis ebben az esetben a mérés eredményében csupán a véletlen jellegű hibák szerepelnek, az állandók nem s ezért a hosszösszehasonlítás pontosságát a középvéletlenhiba jellemzi.











1941 MAR. - 1.

