





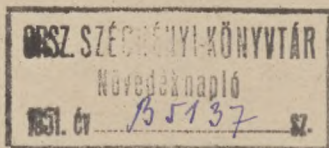
A BUDAPESTI INVARDRÓTMÉRÉS

ÍRTA

OLTAY KÁROLY
EGYETEMI NYILV. RENDES TANÁR

AKADÉMIAI KIADÓ
BUDAPEST, 1951

218151



Felelős szerkesztő: Hazay István

Akadémiai Kiadó (Budapest, VI., Sztálin-út 31). Felelős: Mesttyán János

Budapest nyomda, V., Gerlőczy-u. 2. — 10409 — Felelős vezető: ifj. Puskás Ferenc

ELŐSZÓ

Budapest új városmérésének a szó valóságos értelmében alapvető feladata volt annak a hosszúságnak a szabatos megállapítása, amely kiindulásul szolgált az új városmérés valamennyi hossz- és területmeghatározásában.

Az ilyen alaphosszak megmérésében, az úgynevezett *alpvonalmérésekben* természetesen mindig az elérhető legnagyobb pontosságra kell törekedni, s ezért az alpvonalmérés a legkényesebb geodéziai műveletek közé tartozik.

Az alpvonalmérésre külön szerkesztett, sok mellékfelszereléssel ellátott műszer, az *alpvonalmérő készülék* szolgál. Ennek legfontosabb része az a fémen kijelölt alaphossz, amelynek a mérés vonalába való ismételt elhelyezésével határozzuk meg a hosszúságot. Az alaphosszúság fémből készült rúdon, szalagon vagy dróton van kijelölve.

A fém anyaga a modern készülékben mindig az *invaracél* nevű nikkelacél ötvözet, amelyet bámulatosan kis hőtágulású együtthatója miatt használnak.

A készülék egyszerűsége és a mérés gazdaságossága szempontjából különösen jónak bizonyultak az invardrótos készülékek és a modern alpvonalmérőgyakorlat úgyszólván kizárólag ezeket használja.

Sajnos, amikor a budapesti alpvonalmérést meg kellett volna kezdeni, ilyen berendezés Magyarországon nem volt.

Újat beszerezni, azt gondosan átvizsgálni, nem lett volna előnyös, mert akkor a tulajdonképpeni városmérést csak több év múltán lehetett volna megkezdeni. Az invaranyag s így az invardrót is nagyon kényes, megbízhatóságáról és használhatóságáról csak hosszú időn át végzett temperáló, rázó és egyéb műveletekkel, továbbá hosszú időt kívánó egyéb kísérlettel és próbákkal lehet és kell meggyőződni. Ezért a budapesti alpvonalmérés *kellő időben való megmérése csak úgy volt lehetséges, hogy egy már sokat használt s a tapasztalatok szerint jól bevált külföldi invarkészüléket kölcsönveszünk s a mérést ezzel hajtjuk végre.*

A külföldi készülékek között különösen jónak bizonyult a *finn Geodéziai Intézet* négydrótos műszere, amellyel 1923 óta több mint 20 alapvonalat mértek (minden egyes dróttal mintegy 260 000 métert mértek végig).

Kérésre a *finn Geodéziai Intézet* vezetője — *Bonsdorff Toivo Ilmari* tanár — szívesen rendelkezésemre bocsátotta a készüléket és vállalta az egyes drótok mérés előtti és utáni komparálását is, mert megfelelő berendezés nálunk erre sem állt rendelkezésre.

Ezért e helyen köszönetet kell mondanom *Bonsdorff* tanárnak, valamint a finn Geodéziai Intézet kiváló tudósainak *Uno Pesonen*, *V. R. Ölander*, *R. A. Hirvonen* és *Pentti Kalaja* kartársaknak, akik a drótok finnországi komparálását mintaszerűen végezték el.

Az alapvonalmérés hazai munkájában mind az előkészítésekben, mind a mérésekben *Vincze István* műegyetemi adjunktus, *Kürti Vilmos*, *Balthazár László* és *Tóth László* műegyetemi tanársegédek vettek részt. A nagy lelkesedéssel, körültekintéssel és kitartó szorgalommal végrehajtott munkájuknak köszönhető az a nagy szabotosság, amelyet elértünk s amelyről a továbbiakban részletesen beszámolunk.

A mérési eredmények feldolgozásában, az összefoglaló grafikonok és egyéb rajzok készítésében még résztvettek *Hönyi Ede*, *Sipos Béla*, ifj. *Bartók Béla* okl. mérnökök is.

Lelkiismeretesen végzett eredményes munkájukért e helyen is elismerésemet fejezem ki.

Ugyancsak köszönettel tartozom *Esztó Péter* és *Tárczy-Hornoch Antal* egyetemi tanároknak, akik kérésemre foglalkoztak a láncgörbe korrekciók szabatos megállapításának fontos kérdésével s e téren olyan eredményeket értek el, hogy a külföldi tudományos körök részéről is méltó elismerést érdemeltek ki.

Végül különös hálával tartozom az újjáalakult *Magyar Tudományos Akadémiának*, hogy e munka kiadását lehetővé tette. A régi Akadémiától több ízben kértem anyagi támogatást a munka kiadásához, de kedvező eredményre nem jutottam, mert ilyen célokra nem találtak pénzügyi fedezetet. Az új Akadémiának csak bejelentettem, hogy a munkám nyomtatásra kész állapotban van s erre, minden kérés és utánjárás nélkül az Akadémia felvette programjába a munka kiadását és azonnal intézkedett a kinyomtatás mielőbbi megkezdése iránt. Így az Akadémiánkban meghonosított új szellemnek köszönhetem, hogy ezzel a munkával a nyilvánosság elé léphetek.

Budapesten, 1950. december.

Oltay Károly

I. RÉSZ

AZ ALAPVONAL, A RAJTA LEVŐ ÉPÍTMÉNYEK, A HASZNÁLT MŰSZEREK LEÍRÁSA ÉS AZOK FONTOSABB ADATAI

1. §. Általánosságok az alapvonal helyéről és a mérés berendezéséről

A budapesti alapvonal helyének kiválasztásában, hosszának megállapításában, végpontjainak kijelölésében, továbbá a mérés-végrehajtás módozatának megállapításában mindig az a törekvés vezetett, hogy a hosszmerések szokásos szabályos hibáit a lehetőségig elkerüljük, illetőleg csökkentjük.

A mérés zavartalanságának biztosítására az alapvonal helyéül a szentendrei sziget déli végét választottuk, ahol 3576 méter hosszúságban eléggé vízszintes pálya állt rendelkezésünkre.

Az alapvonalnak és környékének helyszínrajzát az 1. ábra, az alapvonal hosszszelvényét pedig a 2. ábra tünteti fel.

Amint a 2. ábra mutatja a méréspálya magasságkülönbségei nem nagyok, az indexközök átlagos magasságkülönbsége 0,16 m; a legnagyobb magasságkülönbség 0,71 m; egyáltalán 0,50 m-nél nagyobb magasságkülönbség csupán 8 volt.

Az alapvonal hosszát kerek számú (149) huszonnégy méterre választottuk, amivel elkerültük az újabb hibaforrást jelentő »végső darab« mérését (rövidebb dróttal, vagy fémrúddal).

Az alapvonal két végpontját falazott pilléren jelöltük ki ugyanolyan indexcsappal, mint amilyen az indexcölöpökön volt. Ezért az első és utolsó indexközt ugyanúgy mérhettük, mint a többi.

Mérésünkben teljesen elmaradt a vetítés, ami a mérés gyorsításán kívül egy fontos hibaforrás megszüntetését is jelenti.

A méréseket földbe fúrt lyukakba helyezett cölöpök indexein végeztük.

Ezt nemcsak azért tettük, mert a komparálásra szolgáló finn alapvonalon is hasonló módon történt a mérés, hanem azért is, mert így egyrészt az indexek magasságkülönbségét szabatosabban

határozhattuk meg, másrészt pedig módunkban volt az *indexek egyenesbeállítását is nagyon gondosan elvégezni*. Ezzel két nagyon veszedelmes szabályos hiba hatását csökkenthettük.



1. ábra. Az alapvonalnak és környékének helyszínrajza

A cölöpindexes mérés további előnyei :

1. *Általa erősen kisebbíthettük a talajelhajlások hatását, mert ezek értéke a mélyen behelyezett s három oldalról megtámasztott cölöpökön sokkal kisebb, mint a statívindexek esetében.*

2. *Általa a mérés gyorsabb lett s emellett a mérés végrehajtása alatt az észlelőknek csak az indexközők mérésével kell foglalkozniuk, a statívindexeknek elhelyezése, a mérés alatt vonalba állítása és beszíntezése teljesen elmarad.*

Kétségtelen, hogy ilyen körülmények között a tulajdonképpeni drótmérés szabatosabban végezhető el.

Az egyeneskítűzés szabatosátétele céljából a két végső pilléren (AD és AE) kívül még három közbülső pillért is elhelyeztünk, egymástól ugyancsak kerek számú 24 méterre.

Ezeket a továbbiakban A , K , F -el jelöljük.

Az AD és A között 40, az A és K között 34, a K és F között 35, a F és AE között pedig 40 huszonnégyméteres indexköz van.

A közbülső pilléreken (A , K , F), az előzetes kítűzés után, gondos szögméréssel állapítottuk meg az index helyzetét s azután ezeket használtuk fel a cölöpindexek vonalba helyezésekor.

A négy pillérindex az alapvonalat *négy szakaszra* bontja fel, amit egyrészt a méréskor előnyösen felhasználhattunk észlelő csoportok váltására, másrészt előnyös volt a pontossági vizsgálatok céljaira is.

A drótmérés végrehajtási programjának megállapításakor arra törekedtünk, hogy az lehetőségig egyezzen azzal az eljárással, amelyet a komparálásakor a finn próbaalapvonalon alkalmaztak.

A mérési körülmények azonossága biztosíthatja azt, hogy mind a két mérésben a szabályos hibák hatása ugyanakkora legyen s így a végeredményben csupán csekély értékkel szerepeljen.

2. §. Az alapvonalon végzett előzetes hosszmerések és hosszmeghatározások

Az alapvonal kítűzését megelőzően Rédey László mérnök az országos háromszögelés pontjaiból szögméréssel vezette le az alapvonal hosszát.

E méréshez távolabbi és közelebbi országos háromszögelési pontokat használt fel.

Eredményei az 1. számú összefoglaló táblázatban az 1., 2. és 3. pontok alatt találhatók meg.

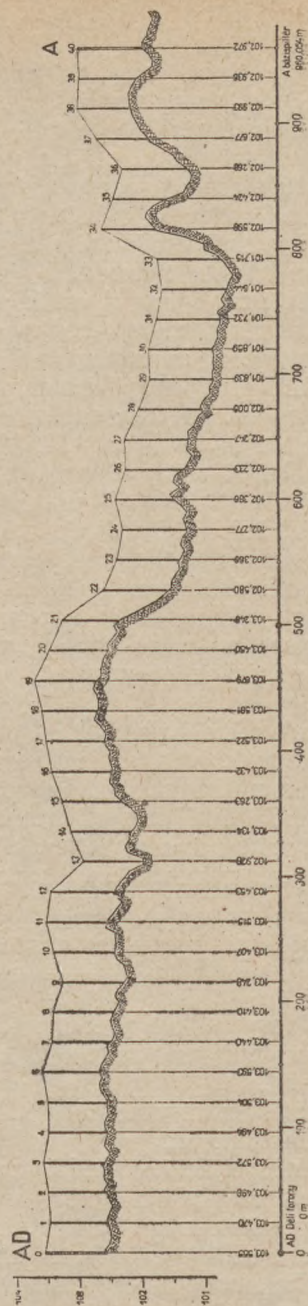
A végpontok megjelölése után egyszerű, 20 m-es acélszalaggal végeztük el a szükséges előzetes kítűzéseket.

Ez alkalommal az egész alapvonal hosszát is megállapítottuk.

BUDAPEST SZÉKESFŐVÁROS ALAPVONALÁNAK HOSSZSZELVÉNYE.

1 SZAKASZ

AD-A.

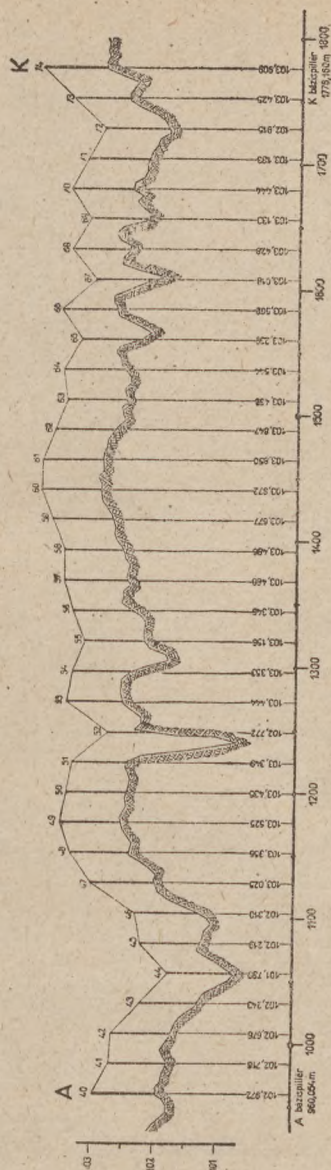


2. ábra. Az alapvonal hosszszelvénye

BUDAPEST SZÉKESFŐVÁROS ALAPVONALÁNAK HOSSZSZELVÉNYE.

2. SZAKASZ.

A-K.

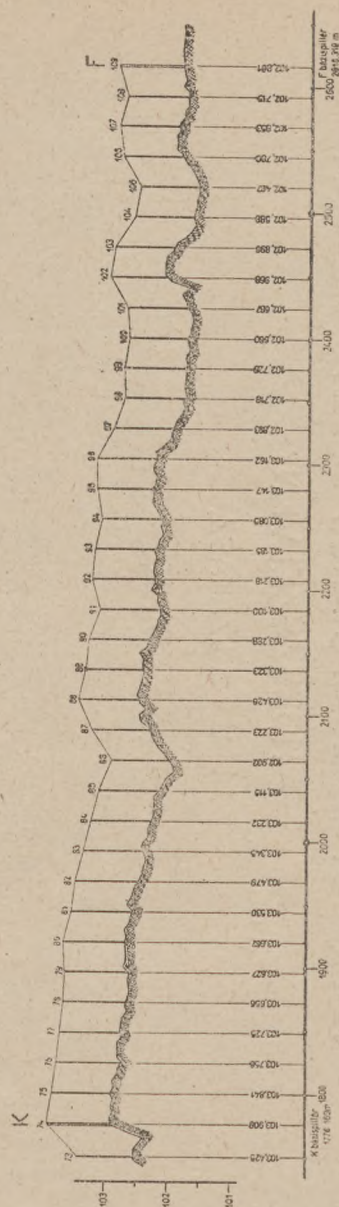


2. ábra. Az alapvonal hosszszelvénye

BUDAPEST SZÉKESFŐVÁROS ALAPVONALÁNAK HOSSZSZELVÉNYE.

3. SZAKASZ.

K-F.



2. ábra. Az alapvonal hosszszelvénye

Ezt az értéket tartalmazza a 4. pont. Ez a mérés részletekben történt, a szalagvégpontokat acélszögekkel jelöltük meg.

A szakaszpillérek és az egyes indexcölöpök kitűzése komparált mérőlécekkel történt — itt az egyenes kitűzése a szakaszpillérek között jelzőkarókkal ment végbe — hajlás tekintetbe vételére pedig libellás léchajlasmérőt használtunk.

A lécmérést kétszer végeztük el, adatait az 5., 6. és 7. rovatban találjuk meg.

Az alábbi táblázatban az egyes hosszmerések eltéréseit az invardrótmérés végeredményétől is feltüntettük. Ez a később végzett drótmérés eredményül

3576,316 m

értéket adta.

1. táblázat. Az előzetes hosszmeghatározások összefoglalása

F. sz.	A meghatározás módja	Alapvonal hossza	ε	ε (relatív)
1.	Trig. meghatározás távolabbi pontokból	3576,29 m	+ 26 mm	1/138 000
2.	Trig. meghatározás közlebbi pontokból	,06	+ 256	1/14 000
3.	Trig. meghatározás együttesen	,18	+ 136	1/26 300
4.	Szalagmérés	3575,22	+ 1096	1/3 260
5.	I. Lécmérés	3576,382	— 66	1/54 200
6.	II. Lécmérés	,512	— 196	1/18 200
7.	A két lécmérés közepe ..	,447	— 131	1/27 300

A szalag- és lécmérésekre azonban ki kell emelnem, hogy azok nem voltak folyamatosak, azaz a mérés végrehajtása, a kitűzéssel kapcsolatosan, részletekben történt.

Az elért pontosság így is nagyon kielégítő, mert a fenti eltérések a drótmérés nagy szabatoságú értéke alapján, *valóságos* hibáknak tekinthetők.

3. §. Az alapvonal és a rajta levő építmények

Budapest alapvonalának helyét a *szentendrei* sziget déli végén, *Szigetmonostor* község határában jelöltük ki.

A két végpont (AD és AÉ), valamint az alapvonal AD—A szakasza és az F—AÉ szakasz fele a *Fővárosi Vízművek* területén fekszik (1. ábra), a többi Szigetmonostor községnek »Alsó Rétek«, »Felső Rétek« és »Medgyes« nevű dűlőiben, a mérés ideje alatt még magánterületen.

A főváros a Vízművek bővítésére időközben újabb területeket szerzett meg s ezért ezidő szerint már az egész alapvonal a Vízművek védett területére került.

Ez a körülmény az alapvonalon létesített és a komparálás céljából a jövőben is felhasználható építmények fennmaradása és megőrzése szempontjából rendkívül előnyös.

Az alapvonal két végpontjának kiválasztásakor három főszempontot tartottunk szem előtt:

1. hogy a két végpont távol legyen egymástól és lehetőleg magaslati helyen legyen,

2. hogy a két végpont közti távolság a 24 m-nek egész számú többszöröse legyen,

3. hogy az alapvonal fejlesztését egyszerű hálózattal, szabatosan tudjuk elvégezni.

A második követelmény elérése céljából az ideiglenesen megválasztott végpontok koordinátáit fölös számú hátrametszés útján az országos háromszögelés rendszerében állapítottuk meg.

Az erre vonatkozó méréseket Rédey László végezte.

A déli AD végpont megválasztása után a mérések alapján Rédey tűzte ki az északi AE végpontot.

Mérései alapján kitűzött két végpont távolsága

3576,18 m

vagyis a 149×24 métert 18 cm-rel haladja meg.

Az alapvonal azimutja a déli irányra vonatkoztatva, $34^\circ 8,5'$.

Az alapvonal végpontjait kemény mészkőből készült pillérekbe (3. ábra) cementezett bronztesteken jelöltük ki. Ezek négyzetkeresztmetszetűek 43 mm oldalhosszal; belül 14 mm átmérőjű hengeres furat van. A furat belső 28 mm átmérőjű részén csavarmentek vannak s ebbe csavarható bele az indexcsapos rész (3. ábra, jobboldal), amelyet az alapvonalmérésnél használtunk.

A szögmérést végzünk, ahhoz keresztvívessel ellátott kisebb bronztest szolgál (5. ábra, jobboldal felül).

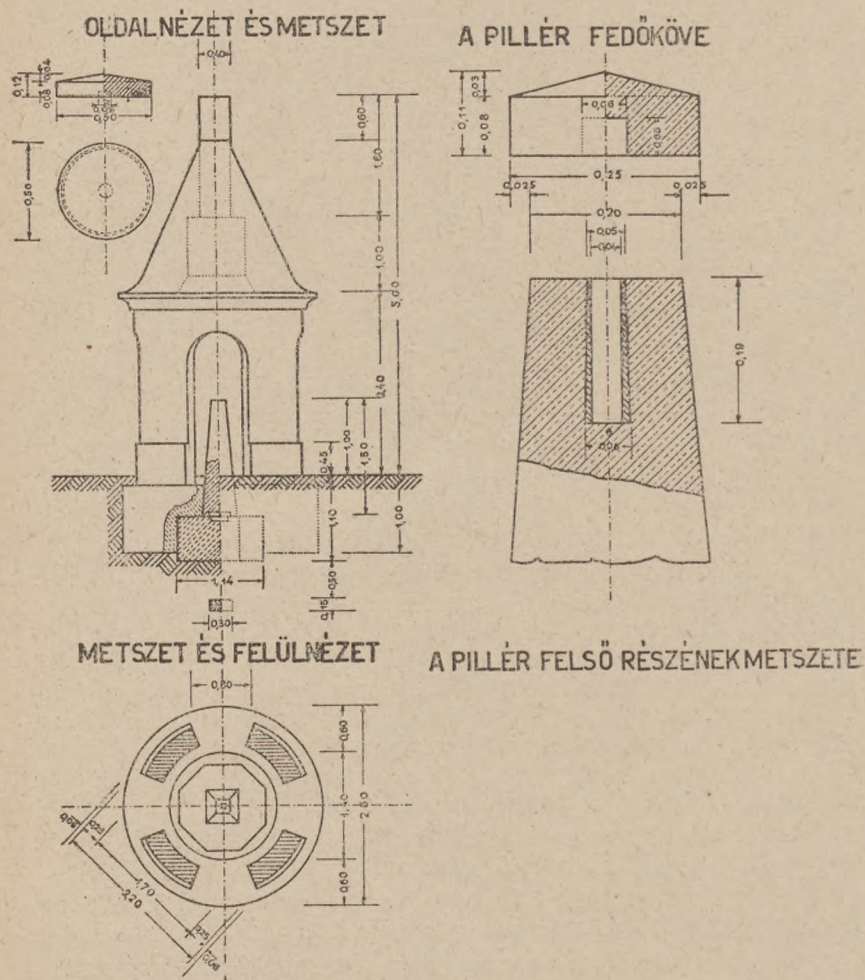
A furatba helyezhető a pontjelző szára is (5. ábra baloldal). A végpontjelzések képeit a 6. ábra mutatja.

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 pillér szabályos nyolcszög keresztmetszetű, 0,60 m magaságú beton alapon áll.

A beton alap vasarmatúrával bír; szemközti vízszintes lapjainak távolsága 1,14 m.

AZ ALAPVONALVÉGPONT PILLÉRE ÉS TORNYA



3. ábra. Alapvonaltorony a végpontpillérrel



4. ábra. Az alapvonalatorony képe (fénykép)



az

vo
kő
ke

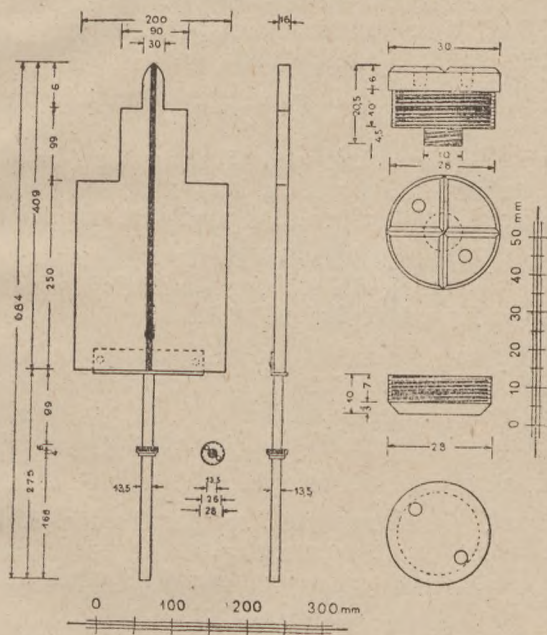
vég

vég
eltér

103,555 m

104,737 m.

A BÁZIS VÉGPONTOK JELEI



5. ábra. Az alapvonalvégpontok jelei

A pillér alatt levő két földalatti jelzés, a tulajdonképpeni végpontjelzéssel nagyon gondosan egy függőlegesbe került, az eltérés azonban esetleg 0,5 mm-t is kitéhet.

Ezért az alapvonal egyenesében még két-két *biztosító jelzést* helyeztünk el, amelyeknek a bázisvégpontoktól való távolságát közvetlen lécmérésekkel $\pm 0,1$ mm, pontossággal állapítottuk meg.

E *biztosító jelzések* részletei a 7. ábrán láthatók.

Földfúróval 2,20 m mélységű, felül 0,30 m alul 0,20 m átmérőjű lyukat fúrva, központosan 47 mm belvilágú vascsövet helyeztünk el s azután a megmaradt közt jól csömöszölt betonnal töltöttük ki. A vascső felső részére erősített lezáró cső közepén bronzcsap van. A bronzcsap felső részére *nikkel* lemezt forrasztottunk s ezen finom keresztvonalak metszése jelzi a pontot. A bronzcsap is bronz fedőkupakkal van lezárva. A biztosító jelzés védelmére öntöttvasból készült szekrény szolgál, amelyet a betoncsőtől teljesen függetlenül készített 0,76 \times 0,76 m keresztmetszetű, 0,27 m magas betontestre fakoszorú közvetítésével erősítettünk.

A biztosító jelzések elhelyezése és a pontok távolsága a 8. ábrán látható.

Az alapvonalvégponttól való távolságukat 5 m-nél valamivel kevesebbre állapítottuk meg azért, hogy a távolságokat a szokásos 5 m-es mérőléccl, egy lécfekvésből gondosan megállapíthassuk.

E biztosító jelzések lehetővé teszik a pillérpont helyzetének mindenkori ellenőrzését, tehát olyan *biztosítójelzések*, amelyek a pillér megbolygatása nélkül használhatók.

Az alapvonalkitűzésnek, továbbá az alapvonalfejlesztésnek szabatos végrehajtására a pillérek fölé *toronyokat* építettünk, hogy a torony felső részén központosan elhelyezett pilléren a teodolit, illetve a heliotrop közvetlenül elhelyezhető legyen.

A toronyok részletei és méretei a 3., 4. és 8. ábrából láthatók.

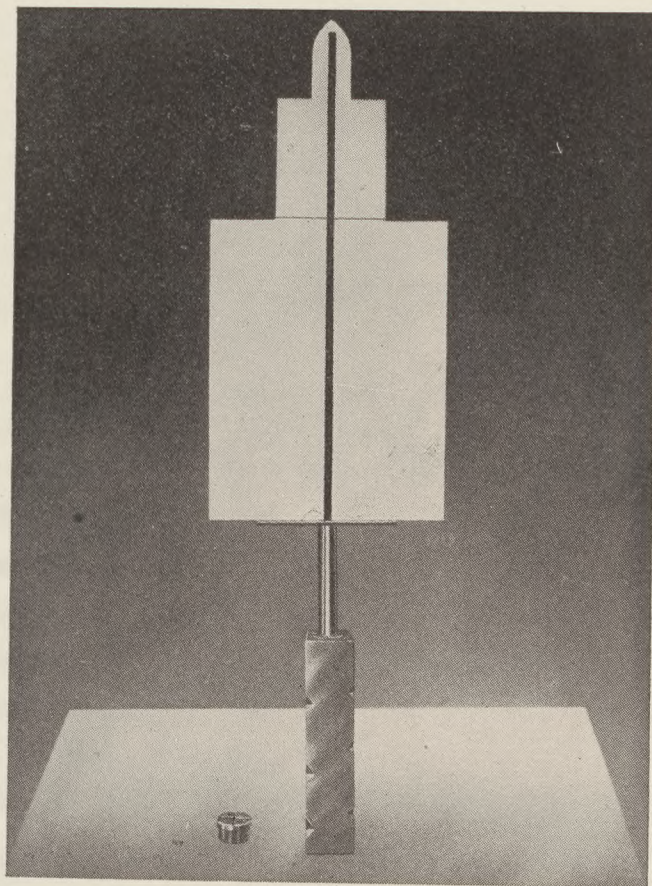
A torony teteje a terep fölé 5 m-re emelkedik (3. ábra), alapozása teljesen független az alapvonal pillér alapozásától, mert a vasarmatúrával készült betonalap gyűrűszerűen veszi körül a pillér alapfalát.

A torony felső része, körkeresztmetszetű pillérben végződik, amelynek átmérője 0,40 m. A pillér közepén ugyan olyan bronz megjelölés van, mint az alapvonal pilléren.

A toronyokat Rédey László tervezte és építette.

A toronyok köré a mérés alatt — ideiglenesen — faállványzat készült az észlelők részére (4. ábra).

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



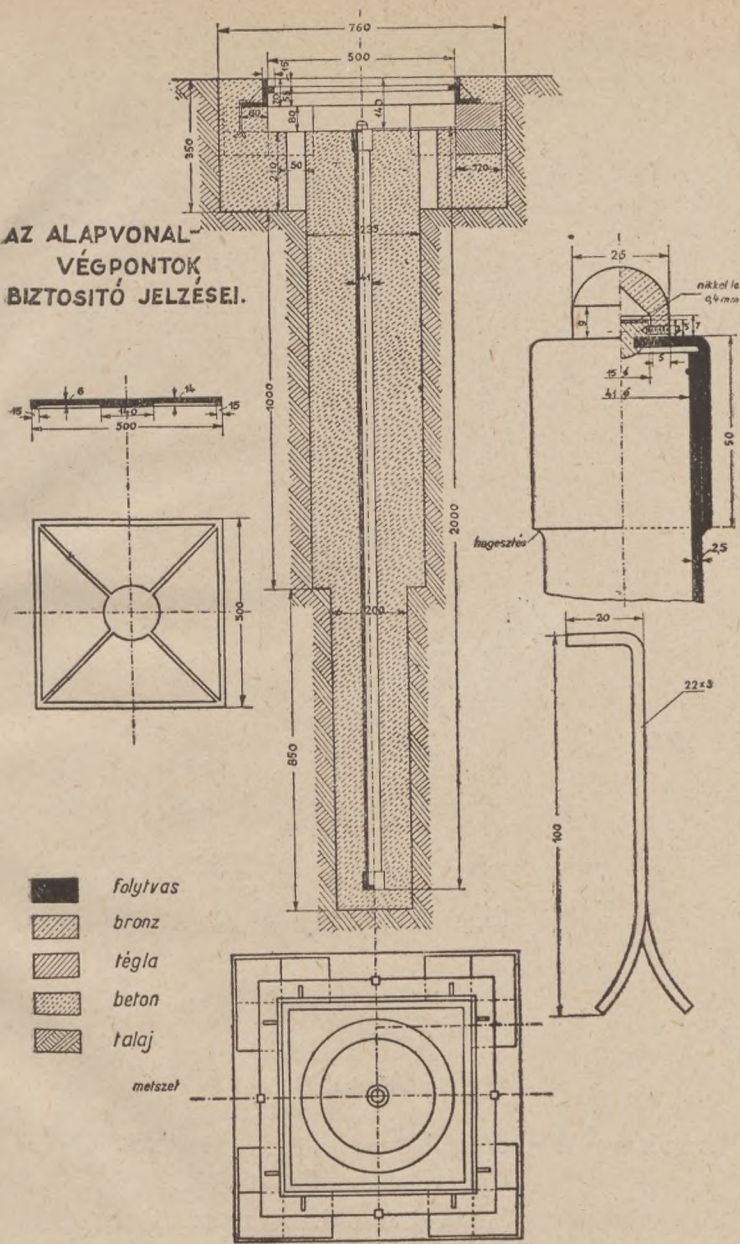
6. ábra. A végpontjelzések képei (fénykép)







**AZ ALAPVONAL-
VÉGPONTOK
BIZTOSÍTÓ JELZÉSEI.**

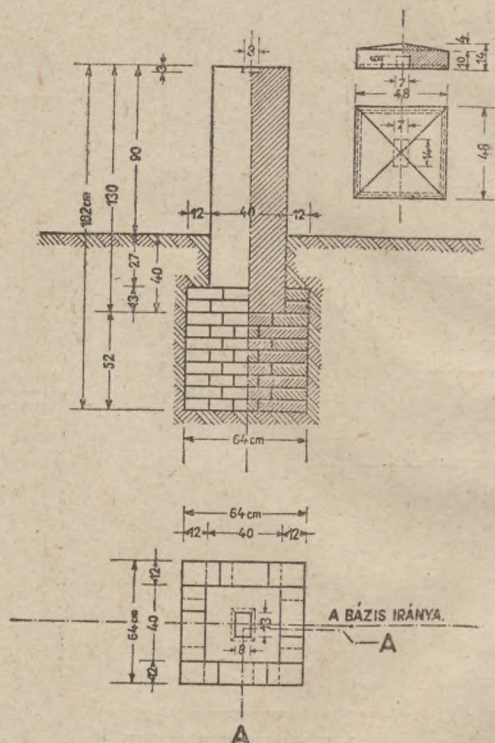


7. ábra. Az alapvonalvégpontok külpontos biztosító jelzései

SZAKASZ-PILLÉR.

OLDALNÉZET ÉS
(A-A) METSZET.

A FEDŐKŐ ALAKJA
ÉS MÉRETEI.



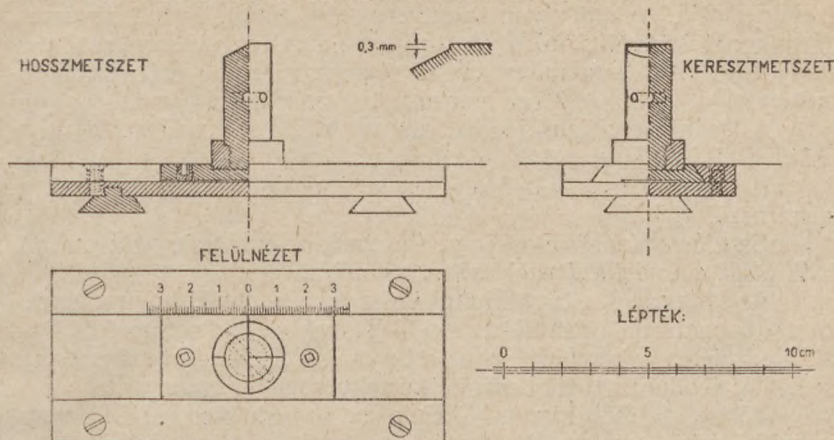
ALAPRAJZ.

9. ábra. Szakaszpillér

4. §. Az alapvonal kitűzése. Szakaszpillérek, indexcölöpök építése és vonalba állítása

Az alapvonalat három közbülső ú. n. szakaszpilléren (A, K és F) elhelyezett szabatos pontjelöléssel négy szakaszra osztottuk fel, részben a cölöpindexeknek az egyenesbe való szabatos beállítása

A SZAKASZ-PILLÉREKEN ELHELYEZETT MOZGATHATÓ INDEX-CSAP.



10. ábra A szakaszpillérre helyezett állítható indexcsap

céljából, részben azért, hogy a pontossági vizsgálatokra megfelelő részletadatokat kaphassunk.

Az A, K és F szakaszvégpontok egyúttal az alapvonal közbülső biztosító pontjelzései is, amelyek későbbi drótkomparálások, vagy egyéb kísérleti vagy összehasonlító mérések céljára is fel használhatók.

A szakaszpillérek rajzát és méreteit a 9. ábra mutatja.

A $40 \times 40 \times 117$ cm méretű betonpillért 64×64 cm keresztmetszetű és 52 cm magas téglalapra helyeztük s azt 13 cm magasságban ugyancsak téglával körülfalaztuk.

Az alapfal fenékrésze így 92 cm-el került a terep színe alá.

A pillér felső részébe különleges bronzból készült pontjelölést cementeztünk be, olyat, amelyen az indexcsap ± 35 mm határok közt szabatosan elmozgatható s a véglegesnek elfogadott állásában meg rögzíthető.

A bronzból készült beállítható csapberendezés részleteit a 10. ábra, perspektív képét pedig a 11. ábra mutatja.

A berendezés egy, felül fecskefark hornyolással ellátott alaplamezből áll, amelyet alul kiálló szárnyak segítségével szilárdan be lehet cementezni a szakaszpillér megfelelően kivésott felső részébe. Az alaplamez felső részén lévő hornyok közt szánkoszerűen egy

másik lemez mozgatható, amely közepén a szabványosított indexcsapot hordja. Az indexcsap becsavarással kerül a helyére, de onnan bármikor el is távolítható — alatta — az index tengelyében, szabatos pontjelölés van. Az alaplemez felső része szintben egyező a szánkóéval s itt — rajta — 7 cm hosszúságban mm osztás van.

A szánkón a pontjelölés alapvonallirányú vonásának meghosszabításában indexet helyeztünk el.

A szánkó bármely helyzetében két surlódó (frikciós) csavarral rögzíthető.

Ez a berendezés biztosítja az indexnek az egyenesbe való szabatos beállítását a teodolittal való szögmérés útján.

Az indexcsap eltávolítható volta arra szolgál, hogy a teodolitot központosan odaállíthassuk — ahová az indexcsap kerül — a hossz mérés végrehajtásakor. Ugyanis elsőrendű szögmérésre szolgáló teodolittal többszörös körfekvésben megállapíthatjuk a $\Delta\alpha$ szöget s ebből kiszámíthatjuk az indexhelyzetnek az alapvonaltól való Δp távolságát a

$$\Delta p = \frac{1000}{\rho''} \frac{a b}{a + b} \Delta\alpha$$

képlettel, amely a Δp -ét mm-ben adja, ha az a -t és b -t méterben, a $\Delta\alpha$ -t pedig hatvanas másodpercben kifejezve írjuk be.

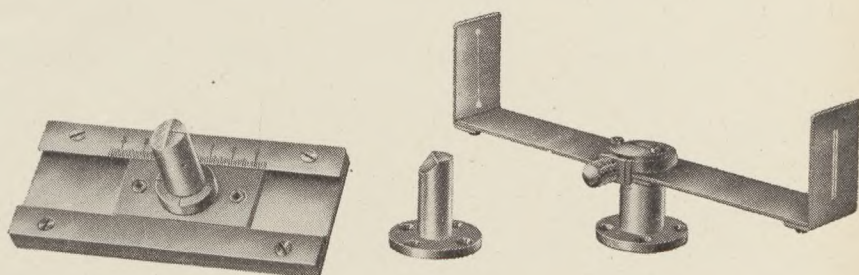
A kiszámított Δp -vel eltolva a szánkót, az index az alapvonalba kerül.

Mi a szakaszpillérek indexeinek vonalba állítását a következő eljárással végeztük el.

Minden egyes pilléren először egy Ertel-féle 6"-es teodolittal jelöltük ki az egyenest. A távcső nagyítása 25-szörös volt. Ezután becementeztük az alaplemezt úgy, hogy a skála 0 vonása (a közepe) a kijelölt egyenesbe került.

Most az elsőrendű szögmérésben alkalmazott Wild-féle precíziós teodolittal (leolvasó képesség 0,02'', távcső nagyítás 40) két két körfekvésben megmértük az Északi pillér, Műszerállás, Déli pillér, Déli pillér, Műszerállás, Északi pillér szögeket, amelyek együttesen horizontzárlatot adnak. A levezethető két érték közepével számítottuk a Δp -t; ezzel az értékkel eloltuk a szánt és ebben a helyzetében megrögzítettük. Most újra megmértük a horizontzárlatot adó szögeket, de ezúttal minden szöget négy körfekvésben mértük.

A kiadódó szögekből számítottuk ki a végleges Δp értéket, amelyet beállítva, megkaptuk a szánkónak és egyúttal az indexcsapnak végleges helyzetét.



11. ábra. A szakaszpillér indexcsapjának képe (fénykép)

12. ábra. A szakaszpillér indexcsapjának vonalba állítására szolgáló hüvelyes d'optra



és

a l

A

tol
pü
mé

vo
ad

-ét

ut

mu

Az egyenesbe állásban elérhető megbízhatóság

$$\mu_{\Delta p} = \frac{1000}{\varrho''} \frac{a}{a+b} \mu_{\Delta \alpha}$$

és pedig az A és F pontra nézve

$$\mu_{\Delta p} = 3,4 \mu_{\Delta \alpha}$$

a közbülső K pontra nézve pedig

$$\mu_{\Delta p} = 4,3 \mu_{\Delta \alpha}$$

A megbízhatóság tehát a $\mu_{\Delta \alpha}$ értékektől függ.

Szögmérésünk megbízhatóságára vonatkozólag az alábbi adatokat közölhetők. Az egyes körfekvésekben nyert értékeknek a közé-püktől való eltérések alapján — *egyetlen* szögmérés középhibája — méréseinkben a következő volt:

az A ponton	$\pm 1,60''$,	illetve	$\pm 0,54''$
az K „	$\pm 1,96''$,	„	$\pm 0,76''$
az F „	$\pm 0,49''$,	„	$\pm 1,45''$

A végeredményül levezetett szögérték középhibája pedig

az A ponton	$\pm 0,42''$
az K „	$\pm 0,51''$
az F „	$\pm 0,36''$

Megemlítem továbbá, hogy a horizontzárlatok záróhibája

az A ponton	$-0,77''$
az K „	$-0,17''$
az F „	$+0,81''$

volt, amely értékek a fentinel valamivel kisebb középhibákat adnak, nevezetesen $\pm 0,38''$ -et, $\pm 0,08''$ és $\pm 0,40''$ -et.

Ezek szerint a $\mu_{\Delta p}$ legkedvezőtlenebb értékét, azaz

$$\pm 0,5''$$

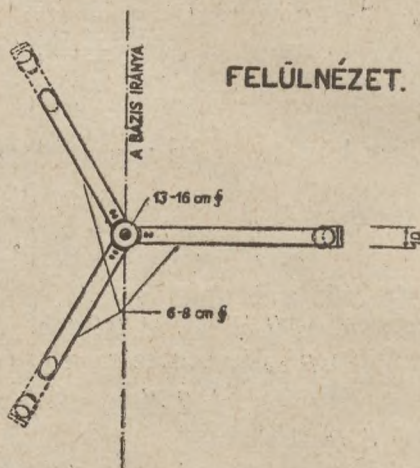
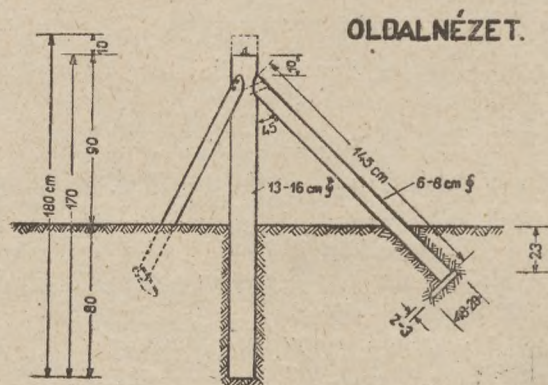
-ét számítva, a $\mu_{\Delta p}$ értéke

az A ponton	$\pm 1,7$ mm
az K „	$\pm 2,2$ mm
az F „	$\pm 1,7$ mm

A szakaszpillérek megépítése és a rajta levő indexek beállítása után helyeztük el az *indexcölöpöket* és az *indextesteket*.

Az *indexcölöpök* méreteit és elhelyezésük módját a 13. ábra mutatja.

INDEX-CÖLÖP.

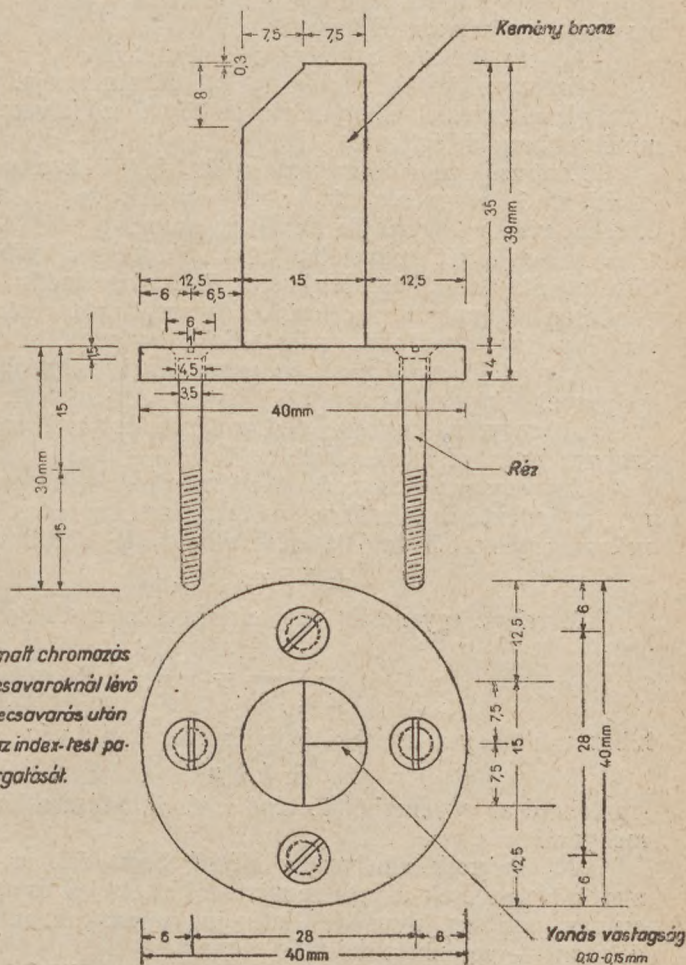


13. ábra. Indexcölöp

A cölöpök 13—16 cm átmérővel, fenyőfából készültek, hosszuk 180 cm. Ezeket földfúróval fúrt lyukakba helyeztük el úgy, hogy a földbe került rész hossza 80 cm legyen. Elhelyezésük után azokat három 6—8 cm átmérőjű és 145 cm hosszú dúccal támasztottuk meg. A

INDEX CSAP

OLDALNÉZET



A feljes felület matt chromozás
sal. A leerősítő csavaroknál lévő
1mm-es játék a becsavarás után
is lehetővé teszi az index-test pa-
rányj elforgatását.

FELÜLNÉZET

14. ábra. Indextest

dúccokat, alul keresztdeszkával ellátva, a földbe ástuk, felül pedig szögekkel erősítettük az indexcölöphöz. A két dúc közül kettőt a vonal irányában, a harmadikat pedig merőlegesen helyeztük el, amit főleg azért tettünk, hogy a mérés alatt bekövetkező *talajelhajlások* hatását megszüntethessük, illetve a legkisebbre csökkentjük. A cölöp elhelyezése után felső részét lefűrészeltük, ügyelve arra, hogy az elvágott lap vízszintes legyen.

Az *indextesteket* a cölöpkre erősítettük.

Ezek alakját és méreteit a 14. ábra mutatja.

Az indextestek elhelyezésénél a következő követelményeket kell minél jobban kielégíteni:

1. törzsük függőleges legyen, 2. középelük a vonal irányába kerüljön, 3. egymástól 24 m-re legyenek és ami a legfontosabb, 4. tengelyük bele kerüljön az alapvonalba.

Az első két műveletet hüvelyes szelencés libellával, illetve hüvelyes dioptrával (12. ábra) végeztük el, a harmadikra egy előzetesen gondosan komparált acéldrótot használtunk, amelynek végein skálák voltak, az utolsót pedig *teodolittal* végzett beintéssel értük el.

A teodolit mindig az indexhez legközelebb álló pillérre volt helyezve, tehát a leghosszabb irányzás 480 m volt.

A nagyobb távolságú indexcölöpek beintését mindig a másik szakaszvégpontról is ellenőriztük.

Az egyenesbehelyezés ellenőrzésekor sehol sem engedtünk meg az indextörzs felénél nagyobb eltérést, vagyis az egyes indexeknek az egyenesből való kitérése mindenütt kisebb volt

$$\pm 7,5 \text{ mm-nél.}$$

Mivel az egyenestől való eltérés a 24 m-es hosszánál

$$\frac{\Delta^2}{2 \times 24} = \frac{\Delta^2}{48}$$

hibát eredményez, azért a fenti értéket alapul véve, 24 méterenként

$$\pm 1,2 \mu$$

-ra tehető az egyenesből történő kitérés hatása a hossz mérés eredményére.

Az indexek elhelyezése eléggé hosszadalmas művelet volt, mert a légrezgések elkerülése miatt a kitűzéseket és azok ellenőrzését csupán teljesen nyugodt levegőjű napszakokban — leginkább délután — végezhetjük el.

Az indexek elhelyezésekor gondosan ügyeltünk arra is, hogy a köztük levő távolság ne különbözzön sokban 24 métertől.

Ezért a már elhelyezett cölöpkön egy jól komparált és ugyan csak 10 kg-al feszített acéldróttal jelöltük ki a 24 m végpontjait

zö-
nal
leg
sok
löp
az

kell

ba
bb,

tve
sen
ein
el.
olt

sik

nk
ek-

ént

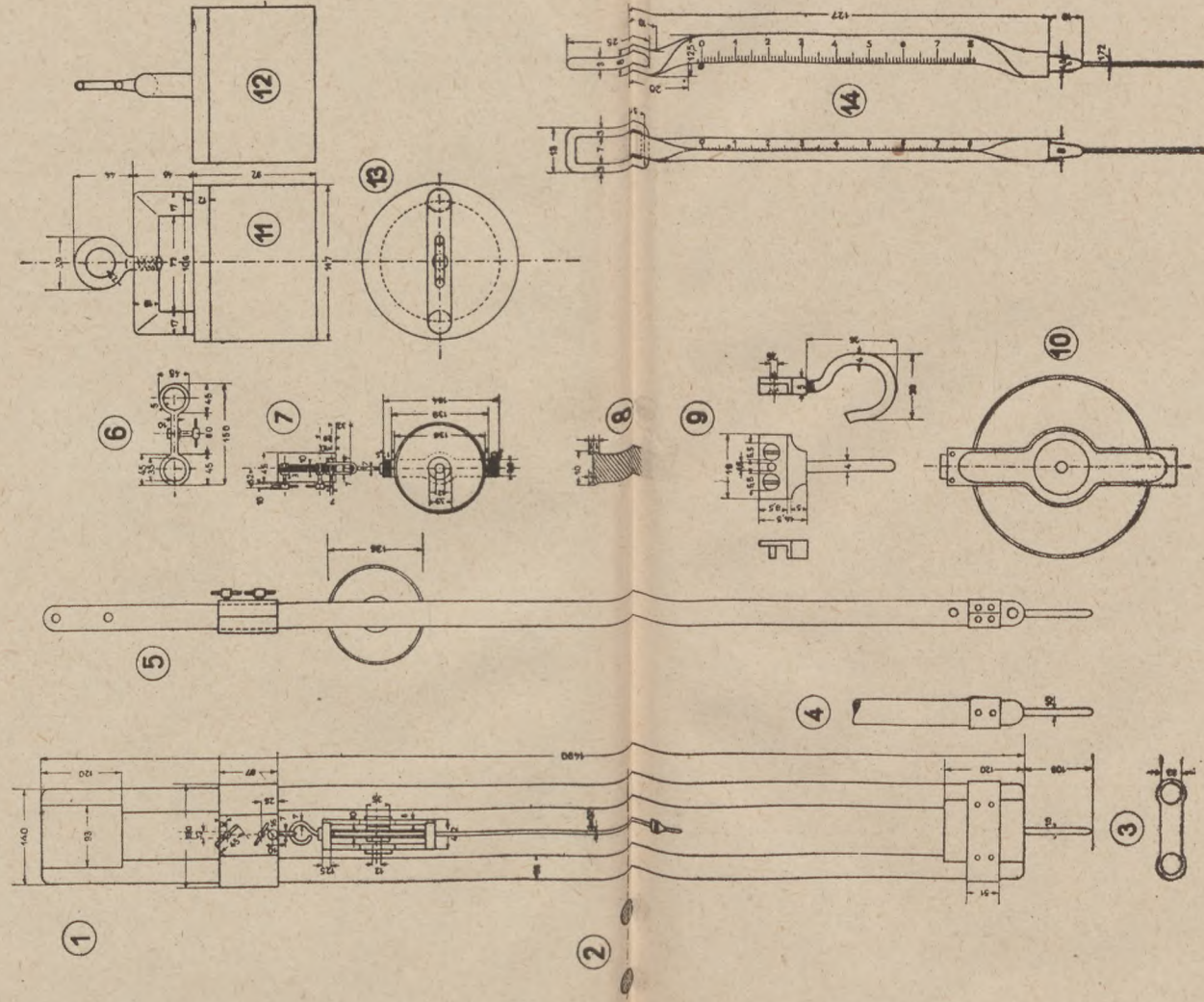
ed-

olt,
sét
abb

y a

an-
ait





15. ábra. A feszítőberendezés és a súlyok.



s
lel

elt

vo

tet

há

kív
fes
ha
pá

(7.
eg
va

far
ke
és
ho
po

rés
rés
he
ke
né
és

va

s azután az indestestet mindig úgy helyeztük el, hogy az index lehetőleg a kijelölt végpontok fölé kerüljön.

Az elhelyezés gondosságát igazolja az, hogy a 24 m-től való eltérések átlaga

az	AD—A szakaszon	5,1 mm
az	A—K	« 3,2 mm
az	K—F	« 6,5 mm
az	F—AÉ	« 1,3 mm

volt, az egész alapvonalra vonatkoztatva pedig az átlagos érték

4,0 mm-t

tett ki.

A legnagyobb eltérés 35,4 mm, 1 cm-nél nagyobb eltérés csupán három volt (11,0 mm, 35,4 mm és 34,4 mm).

5. §. A szalagfeszítő berendezés és a feszítő tömegek

Az alapvonalmérés végrehajtásához a négy invardróton kívül *Bonsdorff* rendelkezésünkre bocsátotta a készülékhez tartozó feszítő berendezést és a súlyokat is úgy, hogy a budapesti mérés végrehajtása ugyanazzal a felszereléssel történt, amellyel a helsinki komparálás.

Feszítő állványul a *Wittram*-tól származó berendezés szolgált (15. ábrán 1 és 5 mutatja az oldalnézeteket), a berendezést nagy egyszerűsége mellett, az is jellemzi, hogy a drót feszítése, magassági, valamint vízszintes állítása nagyon gyorsan és biztosan végezhető el.

A feszítőállvány két, 35 mm átmérőjű, hengeres kemény farúdból áll (a 15. ábrán 1, 4 és 5 mutatja az oldalnézeteket, 2 a keresztmetszeteket, 3 és 4 pedig egyes részleteket), amelyek felül és alul fapofákkal vannak mereven egybekapcsolva olyképpen, hogy külső szélük egymástól 140 mm távolságban van. Az alsó pofából 10 × 103 mm méretű acélsúcs nyúlik ki.

A két rúdon felül egy szánkó mozoghat (a 15. ábrán az 1 és 5 részen az oldalnézeteket, a 6 részen a vízszintes metszeteket, a 7 részen a hosszmetsetet látjuk), a szánkót két csavarral bármely helyzetben rögzíteni lehet. Erre a szánkóra, csuklósan megfogott kerettel a csiga van rászerezve (a 15. ábrán 1 és 5, 7 és 10 részén oldalnézetben, a 8 részen pedig metszetben látjuk), amely a feszítő drótot és a ráakasztott súlyt hordja.

A csiga kerete (a 15. ábrán 10) a szánkóhoz csuklószerűen van kapcsolva.

A keret közepén van a csiga tengelye. Ez a tengely a surlódásnak a lehetőségig való csökkentése céljából *golyós csapágyba* van szerelve.

A csigán átvett dróton — alul — kampó van (részletek a 15. ábra 9 részén láthatók), ebbe akasztható be a feszítő tömeg.

A feszítő tömeg szerkezete és méretei az 15. ábra 11, 12 és 13 részén vannak feltüntetve, amelyen a feszítő tömeg kétféle oldalnézetben (11 és 12) és felülnézetben (13) látható.

6. §. A mérésben használt invardrótok adatai

A Carpentier cégtől származó 634, 635, 636 és 637 számú invardrótok hőkezelése 1913-ban volt Breteuil-ben.

A drótok 1922. év novemberében, tehát mintegy 9,5 év után kerültek a finn Geodéziai Intézet tulajdonába.

Első komparálásuk 1921. év novemberében Breteuil-ben történt s e szerint itt, 10 kg feszítő erő mellett, + 15 C°-nál a dróthosszak így adódtak :

a 634 drót hossza	24 m + 0,06 mm,
a 635 « «	+ 0,79 «
a 636 « «	+ 0,54 «
a 637 « «	+ 0,44 «

A 10 kg természetesen a breteuili nehézségi gyorsulásnak megfelelő erőt jelent.

A drótok anyaga a *Guillaume-féle invaracél* (36% Ni és 64% Fe); átmérőjük 1,71 mm.

Rugalmassági modulusuk *Guillaume* szerint $1,55 \times 10^6$ kg/cm²-nek vehető.

Folyóméter súlyuk, ha az invaracél sűrűségét 8,0 g/cm³-nek vesszük, 18,3 gramm.

A drótok végein levő skálákon 82 mm hosszban mm beosztás van (a 15. ábrán 14 mutatja a drótvéget a beosztással felülnézetben és oldalnézetben).

A beosztások 0 vonása mind a két skálán a baloldalon van.

A drótok rugalmas megnyúlása 10 kg hatására 7 mm-t tesz ki.

A drótok behajlása a középén (nyílmagasság), vízszintes tartás esetében

$$0,125 \text{ m}$$

A drótok hőmérsékleti állandóit ugyancsak Breteuilben állapították meg.

$$E \text{ szerint : } h_t = h_0 (1 + 0,000\,000\,060\,t - 0,000\,000\,000\,03t^2)$$

Ezek az adatok azonban téveseknek bizonyultak s *Bonsdorff* 1930. évi megállapítása a következő egyenlethez vezetett:

$$h_t = h_0 (1 - 0,000\,000\,061\,t + 0,000\,000\,000\,65\,t^2)$$

Ennek az egyenletnek megfelelően $+15^\circ$ -nál a *lineáris hő-tágulási együttható* egy m -re és egy Celsius fokra

$$- 0,000\,000\,041\,m,$$

azaz 24 m -re és egy Celsius fokra

$$- 1,0\,\mu$$

Az együttható tehát negatív és feltűnően kis értékű.

A finn *Geodéziai Intézet* később újra foglalkozott a hőmérsékleti állandók meghatározásával, felhasználva az időközben felgyűlt mérési anyagot s 1938. május 2-án közölte velünk az új hőmérsékleti állandókat, illetve az azok alapján készített redukciós táblázatot.*

Ez a táblázat a következő:

2. táblázat. Hőmérsékleti redukciók.

+	5°	+	8,7 μ	+	21°	—	9,5 μ
	6		8,2		22		11,4
	7		7,6		23		13,4
	8		7,0		24		15,5
	9		6,3		25		17,6
	10		5,5				
+	11°	+	4,5 μ	+	26°	—	19,9 μ
	12		3,6		27		22,2
	13		2,4		28		24,7
	14		1,3		29		27,2
	15		0,0		30		29,8
+	16°	—	1,4 μ	+	31°	—	32,6 μ
	17		2,8		32		35,3
	18		4,4		33		38,2
	19		6,0		34		41,2
	20		7,7		35		44,3

Bár az eltérés az 1930-as állandókhoz viszonyítva csekély, a már elvégzett számításokat átjavítottuk úgy, hogy a 12. táblázatban a

* A táblázat megjelent a Baltic Geodetic Commission Special Publication No 1. Measuring of seven base-lines of the Baltic Polygon executed in the Year 1929. By Ilmari Bonsdorff, Helsinki 1930. 23—25. oldal.

hőmérsékleti javítások már a fenti táblázat adatai alapján vannak megállapítva.

A drótokra vonatkozólag meg kell említenem, hogy a 636 számú drót a balti alapvonalak mérése alkalmával 1929. VI. és IX. között megsérült és hosszában majdnem $90\ \mu$ -t kitevő megnagyobodás állott be továbbá, hogy a 637. számú drót — a 1932. IX. és X. közötti szállítás alatt — levált a szállítódobról s a megérkezés alkalmával annyira összegubancolva találták, hogy csak hosszas munka árán sikerült a ládából kivenni és rendbehozni.

A drót hossza majdnem $325\ \mu$ -al rövidebb lett, ami arra mutat, hogy a dróton számos kisebb gyűrődés keletkezett.

A 634—637 invardrótokat eddig már többször kom arálták.

A komparálások eredményeit a 3. táblázatban foglaltam össze.

A drótok megfeszítése $10\ \text{kg}$ -ra vonatkozik. Az esetleg kisebb vagy nagyobb tényleges feszítő erőnek megfelelő dróthosszat $10\ \text{kg}$ -ra redukálendő, empirikus úton is megállapították, hogy a feszítő erőben $1\ \text{gramm}$ változásnak $1,0\ \mu$ hosszváltozás felel meg.*

A finn Geodéziai Intézet a 634—637 drótokkal a következő alapvonalakat mérte:

1. 1923-ban Saltvik (2615 m), Hanko (5882), a kilométeres középhiba $\pm 0,42\ \text{mm}$.
2. 1925-ben Laptrask (4032 m), $\mu_{km} = \pm 0,47\ \text{mm}$.
3. 1928-ban Jaaski (3239 m), Maaninka (4605 m), $\mu_{km} = \pm 0,32\ \text{mm}$.
4. 1930-ban Ilmajoki (6193 m), $\mu_{km} = \pm 0,12\ \text{mm}$.

A Baltische Geodätische Commission 1929-ben 7 alapvonalat mért ezekkel a drótokkal:

Schubin (Lengyelország, 5119 m),
Szwieksznie (Lengyelország, 6466 m),
Ösel (Esztország, 6267 m),
Hanko (Finnország, 5882 m),
Enköping (Svédország, 6884 m),
Öland (Svédország, 6000 m),
Lolland (Dánia, 6768 m),

Ezenkívül a következő alapvonalakat mérték ezekkel a drótokkal:

1925-ben Libau (Lettország), Mitau (Lettország), Riga (Lettország).

* Lásd a 27. oldal lábjegyzetében idézett közlemény 40. oldalát.

1926-ban Tallin (Esztország),
1929-ben Potsdam (Németország),
1931-ben Libau, Mitau, Riga,
1931-ben Strahlsund (Németország), Potsdam (Németország),
1933-ban Lolland, Öland, Asserbo (Dánia, 960 m-es próbabázis).

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

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

7. §. Vizsgálatok a drótok instabilitására

634, 635, 636 és 637 számú drótok eddigi komparálásának eredményeit a 3. táblázatban foglaltuk össze.

E táblázat adatai Ilmari Bonsdorff, *Die Länge der Versuchsbasis von Helsinki und Längenveränderungen der Invardrähte 634—637* című tanulmányából valók, a tanulmány mint a finn Geodéziai Intézet 20. számú közleménye 1934-ben hagyta el a sajtót.

A táblázat adataira vonatkozólag meg kell jegyezni, hogy a 636. számú drót, 1929. júniusában végzett komparálás után megsérült (a sérülésre közelebbi adatom nincs) s ez okozta a hosszban bekövetkezett 91 μ -t kitevő meghosszabbodást. A 637-es drót pedig az 1932. IX. 8. és X. 15. közötti időszakban szállítás alatt a dobról levált és annyira összegubacolódott, hogy csak nehezen lehetett szekrényéből kivenni és rendbehozni. Ez idézte elő a 324 μ -t kitevő megrövidülést. A 634, 635 és 636 drótokon 1932. októberében erősebb gyűrődéseket találtak, amelyeket 1933. januárjában helyrehoztak, ez magyarázza a 634-nél és a 636-nál bekövetkezett 89 és 179 mikront kitevő hossznagyobbodást.

A táblázatban vastag szedéssel azokat a komparálásokat tüntettük fel, amelyeket laboratóriumban, normálméterrel való közvetlen összehasonlítással végeztek. A többieket a *santahaminai*, illetve *nummelai* próbaalapon végezték.

A táblázatban \triangle az egymásra következő komparálási eredmények különbségeit, Δ pedig az időtaggal megjavított eredmények különbségeit jelenti.

A laboratóriumokban végzett hosszösszehasonlítások eredményeit külön is egybefoglaltuk a 4. táblázatban. Ezek különösen értékesek azért, mert 6 állam különböző etalonjának felhasználásával mentek végbe.

A 3. táblázat adatai alapján készültek a 16. ábrán feltüntetett grafikonok, amelyek úgy az egyes drótokra, mint a drótközépre rajzban szemléltetik az alaphosszúságban bekövetkezett megváltozásokat.

A 3. táblázat adataiból mindenek előtt megállapíthatjuk az állandó hossznagyobbodás átlagos értékét.

A táblázat adatai szerint az egymásra következő komparálások között bekövetkező változás (ingadozás) átlagban

a 634 drótnál	$\pm 33 \mu\text{-t}$
a 635 „	$\pm 31 \text{ „}$
a 636 „	$\pm 38 \text{ „}$
a 637 „	$\pm 27 \text{ „}$
a drótközépnél pedig	$\pm 25 \text{ „}$

tesz ki.

Az átlagok kiszámításakor mellőztem azokat az értékeket, amelyeknél a drótok hosszát a gyűrődések megszüntetésével megváltoztatták (a 634, 635 és 636 drótoknál az 1932. X. 20. és 1933. V. 4. komparálás közöttieket), továbbá azokat, amelyek a drót megsérülése következtében származott bizonytalanság (a 636 drótnál az 1929. VI. 28. és IX. 6. közöttit, a 637 drótnál a 1932. IX. 8. és X. 15. közöttit).

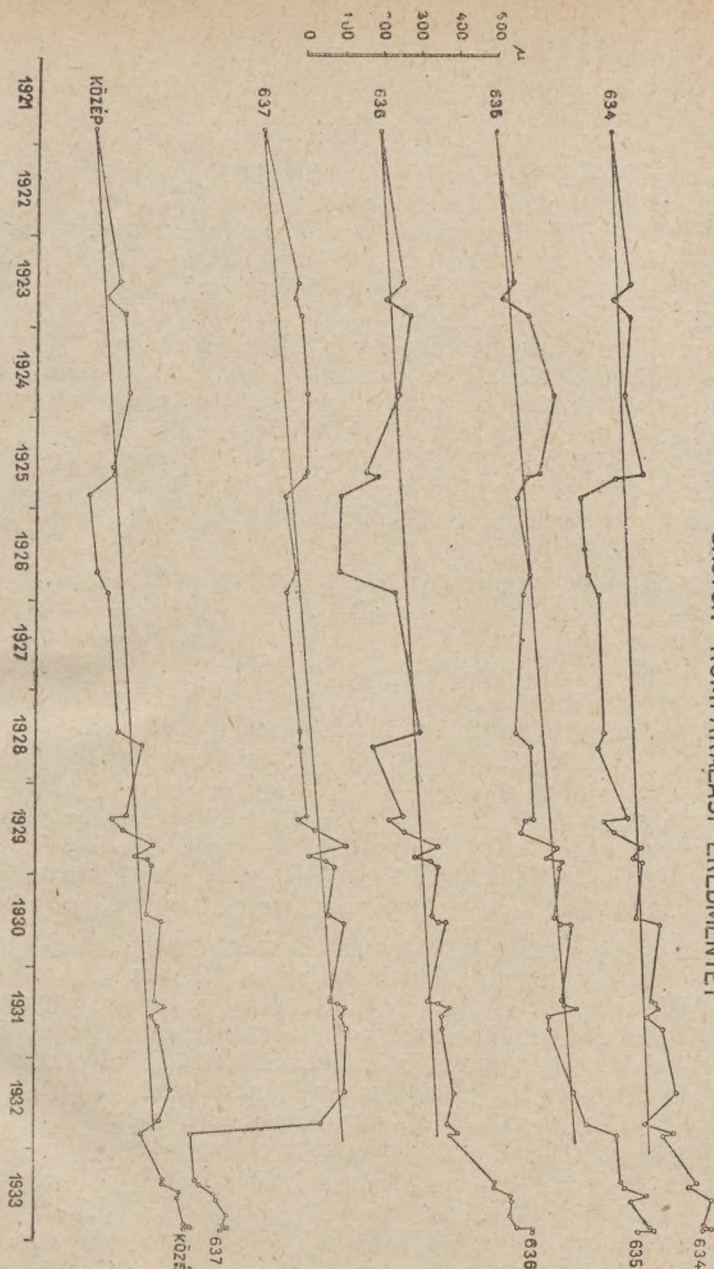
Ezek az ingadozások részben a komparálás hibáiból származnak, részben pedig a dróthossz valóságos megváltozásaiából. Az utóbbiak okai lehetnek a mérés és a szállítás közben keletkező drótygyűrődések (amelyek következtében a dróthossz rövidül), továbbá a rázások, a fel- és lecsavarások miatt előálló molekuláris változások, amelyek éppen úgy idézhetnek elő hosszmegnagyobbodást, mint hosszcsökkenést (Bonsdorff tapasztalatai szerint az invardrótok mérés közben megrövidülnek, fel- és lecsavarás közben pedig meghosszabbodnak).

Az utóbbi változások miatt az invardrótok anyaga tulajdonképpen *instabil*, ami az invarötvözet nem homogén voltával, továbbá készítésének körülményeivel van összefüggésben.

Ugyanis az invarötvözetek mikroszkópai és mikrokémiai vizsgálatai szerint az invaranyag kétfázisú ötvözet, amelyben az alaptömeg egy nikkelen gazdag fázis (az ú. n. ténit), a másik pedig ebbe ágyazott, vasban gazdag fázis (az ú. n. kamazit). Az invardrótok hőmérsékleti kezelése megzavarja a két fázis egyensúlyi helyzetét s azt bizonyos mértékben labilissá teszi.

Ez a megzavart egyensúlyi helyzet okozza egyrészt azt, hogy a drót, vagy szalagszerű invarötvözet a kiegyenlítődés folyamata alatt állandóan hosszabbodik, másrészt pedig azt, hogy termikus,

A 634-637 DRÓTOK KOMPARÁLÁSI EREDMÉNYEI



16. ábra. A dróthosszak grafikonjai

de különösen mechanikus hatásokra esetleg nagyon jelentékeny hosszváltozások következhetnek be. Az utóbbi még az olyan drótoknál, vagy szalagoknál is beállhat, amelyeket használatba vétel előtt termikus kezelésnek (temperálásnak), továbbá mechanikus hatásoknak (rázásoknak) vetettek alá.

Jól látható az ilyen hatás a 637 drótnál, amelynek hossza, — lecsavarodott állapotban való szállítás közben — 1932. IX. 8. és 1932. X. 15. között 324μ -val rövidült, ami a dróthosszúság $1/80\,000$ -ed része

Az állandó meghosszabbodás értékének megállapítására első meghatározásnak az 1921. évi Breteuil-it, a 634, 635 és 636 drótnál utolsónak a helsinki 1932. X. 20-at, a 637 drótnál a charlottenburgi 1932. IX. 8. meghatározást vettük.

Tehát a 634, 635 és 636 drótoknál 132 hónap az időköz, a 637-nél és a drótközépnél pedig 130 hónap.

Ha most az ilyen értelemben vett első és utolsó dróthossz különbségéből számítunk, akkor

a 634 drót meghosszabbodása 1 hónap alatt	$+ 1,1 \mu$
a 635 „ „ „ „	$+ 2,5 \mu$
a 636 „ „ „ „	$+ 1,4 \mu$
a 637 „ „ „ „	$+ 1,2 \mu$
végül a drótközép „ „ „ „	$+ 1,4 \mu$

Ha pedig kiegyenlítéssel állapítjuk meg a $D = At$ egyenest ahol D a dróthosszat, t pedig az időt jelenti, akkor

a 634 drót meghosszabbodása 1 hónap alatt	$0,9 \mu$
a 635 „ „ „ „	$1,7 \mu$
a 636 „ „ „ „	$1,2 \mu$
a 637 „ „ „ „	$1,7 \mu$
a drótközép „ „ „ „	$1,3 \mu$

Az utóbbi érték elég közel van Bonsdorff megállapításához és e szerint az évi meghosszabbodás átlagban 12μ -ra tehető.

A dróthosszak táblázatából látható, hogy az első finnországi alaponalmérések után valamennyi drótnál hosszcsökkenés következett be. A drótok gyakoribb használata ezután következett be s ezért kiszámítottuk a hosszmegnagyobbodást az első 7 komparálás elhagyásával 84, illetve 82 hónapot kitevő időközzel.

Ismét az első és utolsó dróthossz-ból számítva

a 634 drót meghosszabbodása 1 hónap alatt	$2,6 \mu$
a 635 „ „ „ „	$3,2 \mu$
a 636 „ „ „ „	$3,4 \mu$
a 637 „ „ „ „	$1,3 \mu$
a drótközép „ „ „ „	$2,3 \mu$

3. táblázat. Az eddig végzett drótkomparálások összefoglalása.

A drótkomparálás			Dróthossz 15°-nál: 24 m + . . . mikron														
f. sz.	helye	időpontja	634	Δ	Δ'	635	Δ	Δ'	636	Δ	Δ'	637	Δ	Δ'	Közép	Δ	Δ'
1	Breteil	1921. XI.	+ 60	+ 50	+ 23	+ 790	+ 45	+ 18	+ 540	+ 62	+ 35	+ 440	+ 86	+ 59	+ 458	+ 60	+ 34
2.	Helsinki	1923. V. 28.	+ 110	— 40	— 42	+ 835	— 27	— 29	+ 602	— 44	— 46	+ 526	— 8	— 10	+ 518	— 30	— 32
3.	"	1923. VIII. 1.	+ 70	+ 45	+ 41	+ 808	+ 66	+ 62	+ 558	+ 64	+ 60	+ 518	+ 17	+ 13	+ 488	+ 48	+ 44
4.	"	1923. X. 11.	+ 115	— 13	— 29	+ 874	+ 68	+ 52	+ 622	— 32	— 48	+ 535	+ 15	— 1	+ 536	+ 10	— 6
5.	"	1924. IX. 21.	+ 102	+ 46	+ 32	+ 942	— 34	— 48	+ 590	— 80	— 94	+ 550	+ 10	— 4	+ 546	— 14	— 51
6.	"	1925. VIII. 6.	+ 148	— 68	— 69	+ 908	— 31	— 32	+ 510	+ 29	+ 28	+ 560	— 8	— 9	+ 532	— 20	+ 1
7.	"	1925. VIII. 16.	+ 80	— 92	— 95	+ 877	— 27	— 30	+ 539	— 93	— 96	+ 552	— 58	— 61	+ 512	— 67	— 70
8.	"	1925. XI. 3.	— 12	+ 18	— 6	+ 850	+ 34	— 10	+ 446	— 6	— 30	+ 494	+ 34	— 10	+ 445	+ 20	— 4
9.	"	1926. IX. 11.	+ 6	+ 26	+ 21	+ 884	— 17	— 22	+ 440	+ 144	+ 139	+ 528	— 30	— 35	+ 465	+ 30	+ 26
10.	"	1926. XI. 27.	+ 32	+ 16	— 27	+ 867	— 20	— 63	+ 584	+ 64	+ 21	+ 498	+ 40	— 3	+ 495	+ 25	— 18
11.	"	1928. VI. 8.	+ 48	— 8	— 12	+ 847	+ 41	+ 37	+ 648	— 120	— 124	+ 538	— 3	— 7	+ 520	— 22	+ 63
12.	"	1928. VII. 28.	+ 40	+ 75	+ 54	+ 888	+ 6	— 15	+ 528	+ 76	+ 55	+ 535	+ 19	— 2	+ 498	+ 44	— 67
13.	"	1929. V. 12.	+ 115	— 65	— 76	+ 894	— 17	— 18	+ 604	— 31	— 32	+ 554	— 20	— 21	+ 542	— 34	— 34
14.	Varsó	1929. V. 19.	+ 50	+ 26	+ 23	+ 877	— 15	— 18	+ 573	+ 29	+ 26	+ 534	+ 44	+ 41	+ 508	+ 22	+ 18
15.	Helsinki	1929. VI. 28.	+ 76	+ 74	+ 9	+ 862	+ 98	+ 93	+ 602	+ 91*	+ 86*	+ 578	+ 87	+ 82	+ 530	+ 87*	+ 82*
16.	"	1929. IX. 6.	+ 150	— 20	— 22	+ 960	— 30	— 32	+ 693	— 53	— 55	+ 665	— 105	— 107	+ 617	— 52	— 54
17.	Breteil	1929. X.	+ 130	+ 21	+ 18	+ 930	+ 41	+ 38	+ 640	+ 41	+ 38	+ 560	+ 52	+ 49	+ 565	+ 39	+ 36
18.	Helsinki	1929. XI. 7.	+ 151	+ 3	+ 2	+ 971	— 8	— 9	+ 681	+ 14	+ 13	+ 612	+ 14	+ 13	+ 604	+ 5	+ 5
19.	"	1929. XI. 22.	+ 154	— 14	— 29	+ 963	— 9	— 24	+ 695	— 11	— 26	+ 626	— 12	— 27	+ 609	— 11	— 27
20.	"	1930. VI. 6.	+ 140	+ 48	+ 46	+ 954	+ 14	+ 12	+ 684	+ 22	+ 20	+ 614	+ 36	+ 34	+ 598	+ 30	+ 28
21.	"	1930. VII. 3.	+ 188	+ 3	+ 3	+ 968	+ 19	+ 19	+ 706	+ 13	+ 13	+ 650	— 1	— 1	+ 628	+ 9	+ 9

3. táblázat. Az eddig végzett drótkomparálások összefoglalása

A drótkomparálás			Dróthossz 15°-nál: 24 + . . . mikron														
f. sz.	helye	időpontja	634	Δ	Δ'	635	Δ	Δ'	636	Δ	Δ	637	Δ	Δ'	Közép	Δ	Δ'
22.	Helsinki	1930. VII. 6.	+ 191	— 15	— 38	+ 978	— 11	— 34	+ 719	— 46	— 69	+ 649	— 29	— 52	+ 637	— 26	— 48
23.	«	1931. V. 10.	+ 176	+ 12	+ 12	+ 976	— 2	— 2	+ 673	+ 21	+ 21	+ 620	+ 14	+ 14	+ 611	+ 11	+ 11
24.	«	1931. V. 12.	+ 188	+ 7	+ 5	+ 974	+ 37	+ 35	+ 694	+ 34	+ 32	+ 634	+ 23	+ 21	+ 622	+ 26	+ 23
25.	Varsó	1931. VI. 1.	+ 195	— 29	— 32	+ 1011	— 75	— 78	+ 728	— 22	— 25	+ 657	— 7	— 10	+ 648	— 34	— 36
26.	Helsinki	1931. VII. 10.	+ 166	+ 39	+ 35	+ 936	+ 1	— 3	+ 706	+ 4	0	+ 650	+ 10	+ 6	+ 614	+ 14	+ 10
27.	«	1931. VIII. 31.	+ 205	+ 34	+ 16	+ 937	+ 67	+ 49	+ 710	+ 28	+ 10	+ 660	— 1	— 19	+ 628	+ 32	+ 13
28.	Charlottenburg	1932. V. 5.	+ 239	— 76	— 86	+ 1004	+ 40	+ 30	+ 738	— 10	— 20	+ 659	— 57	— 67	+ 660	— 26	— 35
29.	Charlottenburg	1932. IX. 8.	+ 163	+ 73	+ 70	+ 1044	+ 63	+ 60	+ 728	+ 25	+ 22	+ 602	— 324*	— 327*	+ 634	— 40*	— 44*
30.	Helsinki	1932. X. 15.	+ 236	— 27	— 27	+ 1107	+ 10	+ 10	+ 753	— 21	— 21	+ 278	— 24	— 24	+ 594	— 16	— 15
31.	Helsinki	1932. X. 20.	+ 209	+ 89*	+ 74*	+ 1117	+ 21*	+ 6*	+ 732	+ 119*	+ 104*	+ 254	+ 13	— 2	+ 578	+ 60*	+ 44*
32.	«	1933. V. 4.	+ 298	— 20	— 21	+ 1138	0	— 1	+ 851	— 1	— 2	+ 267	+ 15	+ 14	+ 638	— 1	— 2
33.	Kopenhága	1933. V. 12.	+ 278	+ 38	+ 35	+ 1138	+ 58	+ 55	+ 850	+ 45	+ 42	+ 282	+ 32	+ 29	+ 637	+ 43	+ 41
34.	Helsinki	1933. VI. 30.	+ 316	+ 20	+ 19	+ 1196	— 40	— 41	+ 895	+ 1	0	+ 314	+ 10	+ 9	+ 680	+ 18	— 3
35.	«	1933. VII. 10.	+ 336	— 8	— 13	+ 1156	+ 29	+ 24	+ 896	— 5	— 10	+ 324	+ 30	+ 25	+ 698	— 8	+ 6
36.	«	1933. IX. 13.	+ 328	— 8	— 11	+ 1185	+ 19	+ 16	+ 891	+ 25	+ 22	+ 354	— 12	— 15	+ 690	+ 5	+ 3
37.	«	1933. XI. 1.	+ 320	+ 15	+ 14	+ 1204	+ 9	+ 8	+ 916	+ 36	+ 35	+ 342	+ 11	+ 10	+ 695	+ 18	+ 17
38.	Helsinki	1933. XI. 11.	+ 335	— 21	— 22	+ 1213	— 36	— 37	+ 952	+ 1	0	+ 353	— 14	— 15	+ 713	— 17	— 19
39.	Moszkva	1933. XI. 23.	+ 314			+ 1177			+ 953			+ 339			+ 696		
Algebrai összeg				+ 165	— 179		+ 366	+ 92		+ 203	— 66		+ 223	— 63		+ 131	— 143
Abszolút értékek összege				1213	1135		1164	1164		1353	1330		1001	921		887	919

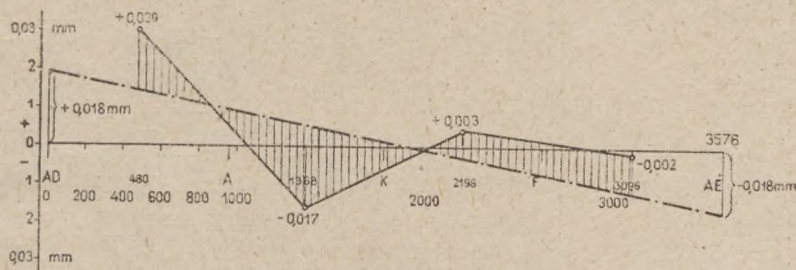
A *)-al jelölt értékek az összegezésből kihagyattak.

Ezek szerint úgy látszik, hogy a drótok intenzívebb használata alatt a meghosszabbodás nagyobb értékű.

A dróthosszak átlagos ingadozásának megállapítására a havonta $1,4 \mu$, illetve $2,3 \mu$ értékű hosszmegegyeztetéssel az egyes dróthossz értékeket redukáltuk ugyanarra az időpontra — éspedig az első komparálására —, azaz 1921. nov. 1-ére.

Az így nyert értékek közötti eltéréseket, vagyis a dróthosszak ingadozását két egymásra közvetlenül rákövetkező komparálás között a 3. táblázatban a Δ' rovatban, továbbá grafikusan a 17. ábrán állítottuk egybe.

A DRÓTOK HOSSZVÁLTOZÁSÁNAK GRAFIKUS KIEGYENLÍTÉSE



17. ábra. A dróthosszak ingadozása

A 17. ábra világosan mutatja, hogy az ingadozások az időtől már függetlenek s feltűnően véletlen jellegűek.

Ugyanis számtani közepük

- a 634 drótra — 5μ
- a 635 „ + 2μ
- a 636 „ — 2μ
- a 637 „ — 2μ
- a drótközépre — 1μ

Ami most már az átlagos ingadozást illeti, az

- a 634 drótra $\pm 31 \mu$
- a 635 „ $\pm 31 \mu$
- a 636 „ $\pm 37 \mu$
- a 637 „ $\pm 25 \mu$
- a drótközépre $\pm 25 \mu$

4. táblázat. A laboratóriumban végzett drótkomparálások

A drótkomparálás			Dróthossz 15 C°-nál = 24 m + mikron									
f. sz.	helye	ideje	634	Δ	635	Δ	636	Δ	637	Δ	közép	Δ
1	Breteuil	1921. XI.	+ 60		+ 790		+540		+440		+458	
				-10		+87		+33		+ 94		+50
14	Warsó ..	1929. V. 19.	+ 50		+ 877		+573		+534		+508	
				+80		+53		+67		+ 26		+57
17	Breteuil	1929. X.	+130		+ 930		+640		+560		+565	
				+61		+57		+79		+ 89		+72
22	Helsinki	1930. VII. 6.	+191		+ 987		+719		+649		+637	
				-15		-11		-46		- 29		-26
23	Helsinki	1931. V. 10.	+176		+ 976		+673		+620		+611	
				+19		+35		+55		+ 37		+37
25	Warsó	1931. VI. 1.	+195		+1011		+728		+657		+648	
				+44		- 7		+10		+ 2		+12
28	Charlot- tenburg	1932. V. 5.	+239		+1004		+738		+659		+660	
				-76		+40		-10		- 57		-26
29	Charlot- tenburg	1932. IX. 8.	+163		+1044		+728		+602		+634	
				+73		+63		+25		-324		-40
30	Helsinki	1932. X. 15.	+236		+1107		+753		+278		+594	
				+42		+31		+97		+ 4		+43
33	Kopen- hága	1933. V. 12.	+278		+1138		+850		+282		+637	
				+57		+75		+102		+ 71		+76
38	Helsinki	1933. XI. 11.	+335		+1213		+952		+353		+713	
				-21		-36		+ 1		- 14		-17
39	Moszkva	1933. XI. 23.	+314		+1177		+953		+339		+696	
Algebrai összeg			+254				+387		+413		+223	+278
Abszolút értékek összege ...			498				495		525		423	416
Abszolút értékek átlaga			45				45		48		38	38

Meg kell jegyezni, hogy a fenti ingadozások középértékének megállapításakor ugyancsak figyelmen kívül hagytuk azokat az értékeket, amelyeknél külső beavatkozás — szállítási baleset — okozta a nagyobb változást.

Ezek szerint az egymásra következő komparálások közötti átlagos dróthosszingadozás a négy drót közepében

$$\pm 25 \mu$$

értékű.

Az ingadozások részben reális *hosszváltozásokból*, részben a komparálás hibáiból származnak. Mivel az utóbbiaknak megfelelő

középhibát a drótközépben

$$\pm 14 \mu$$

-nak vehetjük, azért a hosszváltozásból származó ingadozás

$$\pm \sqrt{25^2 - 2 \times 14^2} = \pm 15 \mu$$

-ra tehető.

Megjegyzem, hogy *Bonsdorff* tapasztalata szerint a dróthossz függ a drótfektetések számától, továbbá a fel- és lecsavarások számától. Az erre vonatkozó értékeket a fenti anyag alapján számította ki s eszerint 100 drótfektetés — $4,0 \mu$, egy fel és lecsavarás pedig $+ 4,2 \mu$ hosszváltozást idéz elő (az értékek középhibái $\pm 1,9 \mu$ és $\pm 1,3 \mu$). Ezekkel is redukálva az alaptáblázatban szereplő dróthosszakat, szerinte a drótkomparálás ingadozása $\pm 30 \mu$, a drótok gondos kezelése esetén pedig $\pm 24 \mu$ -t tesz ki, ami alig tér el az általunk tapasztalt értéktől.

Az eddigiek alapján megállapítható, hogy akkor, ha az alaponalmérést két komparálás között végezzük el, a dróthossz ingadozásból származható bizonytalanság nagy átlagban $1/2\,000\,000$ -od értékűnek vehető.

Egyébként fontos volna részletes vizsgálatokat végezni arra vonatkozólag, hogy a drótfekvéseknek és a fel- és lecsavarásoknak *Bonsdorff* által felvetett hatása milyen mértékű és hogy e hatás kiküszöbölése, illetve csökkentése, a drótok gondos kezelésén kívül, milyen módszerekkel, vagy a berendezés milyen megváltoztatásával lehetséges.

Intézet
(szept.
mérés
A két

próbaa
irányú

kell el
432,02

hamina

ték le,
előtt 19
1933. a

szerint

Ala

Numme
Numme

az egész
hossz

II. RÉSZ.

AZ ALAPVONALMÉRÉS

1. §. A dróthosszúságok megállapítása (komparálás)

A mérésben használt négy drót komparálását a *finn Geodéziai Intézet* végezte el és pedig először közvetlenül a budapesti mérés előtt (*szept. 18., 19., 20-án*), másodszor pedig közvetlenül a budapesti mérés befejezése után (*okt. 18., 19. és 20-án*).

A két komparálás között egyhónapi időtartam volt.

A komparálás *Nummela* községben levő, észak-déli fekvésű próbaalapvonalon történt. Ez az alapvonal az erdő egyik, észak-déli irányú átvágásában fekszik, tehát szélmentes helyen.

Hossza 864,121 m.

Közepén kevésbé törik s ezért végigmérését két szakaszban kell elvégezni. Ezek közül az egyik hossza 432,095 m, a másiké 432,026 m.

Finnország eddigi próbaalapvonala a *Helsinki* mellett, *Santa-haminán* volt.

A nummelai próbaalapvonal hosszát drótméréssel innen vették le, és pedig két méréssorozattal; az egyiket az első komparálás előtt 1933. szeptemberében, a másodikat a második komparálás után 1933. október végén végezték el (18. ábra).

Az eredmények *Bonsdorff Ilmari* 1933. évi írásbeli közlése szerint a következők:

5. táblázat. Komparálások.

Alapvonal	I. mérés 1933. szept.	II. mérés 1933. okt.	Közép
Nummela I. rész	432,095 00 m	432,094 87 m	432,094 93 m
Nummela II. rész	432,026 26 m	432,026 26 m	432,026 26 m
az egész alapvonal hossza	864,121 26 m	864,121 13 m	864,121 19 m

Magának a santahaminai próbapvonalnak hossza

720,018 45 m

ennek középhibája *Bonsdorff* szerint

$\pm 0,1$ mm

-re tehető, azaz mintegy 1/7 000 000-odra.

A komparálásokat két észlelő, *Ölander* V. R. és *Hirvonen* R. A. végezte.

A mérés cölöpindexekkel történt.

A mérési eredményeket a 6. táblázatban foglaltuk össze.

E táblázatban az 5. oszlop előjelei a drótfekvéseket jelentik és pedig a + jellel a 0 skála déli fekvését, a — jellel a 0 skála északi fekvését jelöltük; a két betű pedig az észlelőket jelenti; elsőnek írtuk az előlhaladót. Tehát például -HÖ azt jelenti, hogy a 0 skála északon volt (a haladás értelme szerint a jobboldalon), elől volt *Hirvonen*, hátul *Ölander*.

A redukciók számításában »hajlás« alatt csupán a főtag $-\frac{1}{2B} \Sigma \Delta m^2$ szerepel, a többi tagokat a kötélgörbe deformációját is elhanyagolták, mert a magasságkülönbségek egészen kisértékűek voltak.

A 10 kg-ra való redukálás a szeptemberi tömegkomparálás adatai alapján történt; e szerint

az 1-jelű tömeg 10 kg + 0,20 g,

a 2 « « 10 kg + 2,70 g

A fenti értékek *Breteuil* nehézség gyorsulására ($\varphi = 48^\circ 50'$) vonatkoznak.

A személyes hiba a mérésekből van megállapítva.

A mérés tehát a dróthosszakra a következő értékeket szolgáltatja :

7. táblázat. Komparálások.

Drót	I. mérés 1933. IX. 18—20.	II. mérés 1933. X. 18—20.	Eltérés II—I.	Közép
634	24 m + 0,288 mm	24 m + 0,288 mm	0 μ	24 m + 0,288 mm
635	+ 1,140	+ 1,157	+ 17	+ 1,148
636	+ 0,909	+ 0,932	+ 23	+ 0,920
637	+ 0,314	+ 0,311	— 3	+ 0,312
közép	+ 0,663	+ 0,672	+ 9	+ 0,667

6. táblázat. A finnországi drótkomparálások adatai és eredményei. I.

Szakasz	Drót	Kelet	A mérés iránya	A drót-fekvés és észlelők	Hőmérséklet	A leolvasások összege	Redukciók								Hossz 432 m + . . . mm	Különbség	Közép	Közép	Drótállandó + 15 C°-nál			
							Vetítési hiba		Hő- mérséklet	Hajlás	Feszítő- erő	Nehézségi erő	Személyi hiba	Összeg								
							Déli vég	Északi vég														
																				mm		
II.	634.	IX. 18.	S→N	— ŐH	+ 14,1	+ 29,43	+ 0,29	+ 0,36	+ 0,02	— 9,18	+ 0,02	+ 0,13	— 0,32	+ 20,75	+ 26,26	+ 5,51						
N→S			+ ŐH	+ 14,4	+ 29,35	+ 0,29	+ 0,36	+ 0,01	— 9,18	+ 0,02	+ 0,13	+ 0,32	+ 21,30	+ 26,26	+ 4,96							
IX. 19.		S→N	+ HŐ	+ 12,9	+ 30,18	— 0,44	+ 0,59	+ 0,04	— 9,18	+ 0,02	+ 0,13	— 0,32	+ 21,02	+ 26,26	+ 5,24	+ 5,05				+ 5,18	+ 0,288	
		N→S	— HŐ	+ 12,7	+ 30,28	— 0,44	+ 0,59	+ 0,04	— 9,18	+ 0,02	+ 0,13	+ 0,32	+ 21,76	+ 26,26	+ 4,50							
635.		IX. 18.	S→N	+ HŐ	+ 13,0	+ 14,13	+ 0,29	+ 0,36	+ 0,04	— 9,18	+ 0,02	+ 0,13	— 0,32	+ 5,47	+ 26,26	+ 20,79						
			N→S	— HŐ	+ 11,2	+ 14,03	+ 0,29	+ 0,36	+ 0,07	— 9,18	+ 0,02	+ 0,13	+ 0,32	+ 6,04	+ 26,26	+ 20,22						
		IX. 19.	S→N	— ŐH	+ 12,5	+ 14,91	— 0,44	+ 0,59	+ 0,05	— 9,18	+ 0,02	+ 0,13	— 0,32	+ 5,76	+ 26,26	+ 20,50				+ 20,54	+ 20,52	+ 1,140
			N→S	+ ŐH	+ 12,7	+ 14,13	— 0,44	+ 0,59	+ 0,04	— 9,18	+ 0,02	+ 0,13	+ 0,32	+ 5,61	+ 26,26	+ 20,65						
636.		IX. 19.	S→N	— HŐ	+ 10,7	+ 18,28	— 0,46	+ 0,74	+ 0,08	— 9,18	+ 0,02	+ 0,13	+ 0,32	+ 9,93	+ 26,26	+ 16,33						
			N→S	+ HŐ	+ 10,7	+ 19,23	— 0,46	+ 0,74	+ 0,08	— 9,18	+ 0,02	+ 0,13	— 0,32	+ 10,24	+ 26,26	+ 16,02						
		IX. 20.	S→N	+ ŐH	+ 12,3	+ 17,58	— 0,39	+ 0,59	+ 0,05	— 9,18	+ 0,02	+ 0,13	+ 0,32	+ 9,12	+ 26,26	+ 17,14				+ 16,53	+ 16,36	+ 0,909
			N→S	— ŐH	+ 12,9	+ 18,73	— 0,39	+ 0,59	+ 0,04	— 9,18	+ 0,02	+ 0,13	— 0,32	+ 9,62	+ 26,26	+ 16,64						
637.		IX. 19.	S→N	+ ŐH	+ 11,1	+ 29,04	— 0,46	+ 0,74	+ 0,07	— 9,18	+ 0,02	+ 0,13	+ 0,32	+ 20,68	+ 26,26	+ 5,58						
			N→S	— ŐH	+ 11,6	+ 29,66	— 0,46	+ 0,74	+ 0,06	— 9,18	+ 0,02	+ 0,13	— 0,32	+ 20,65	+ 26,26	+ 5,61						
		IX. 19.	S→N	+ ŐH	+ 12,7	+ 28,24	— 0,44	+ 0,59	+ 0,04	— 9,18	+ 0,02	+ 0,13	+ 0,32	+ 19,72	+ 26,26	+ 6,54				+ 5,70	+ 5,664	+ 0,314
			N→S	— ŐH	+ 12,5	+ 30,33	— 0,44	+ 0,59	+ 0,05	— 9,18	+ 0,02	+ 0,13	— 0,32	+ 21,18	+ 26,26	+ 5,08						

6. táblázat. A finnországi drótkomparálások adatai és eredményei II.

Szakasz	Drót	Kelet	A mérés iránya	A drótfekvés és észlelők	Hőmérséklet	A leolvasások összege	Redukciók								Hossz 432 m + ... mm	Különbség	Közép	Közép	Drótállandó + 15 °C-nál
							Vetítési hiba		Hő-mérséklet	Hajlás	Feszítő-erő	Nehézségi erő	Személyi hiba	Összeg					
							Déli vég	Északi vég											
I.	634.	IX. 18.	S→N	— HŐ	+ 14,1	+ 98,50	+ 0,09	— 0,29	+ 0,02	— 9,08	+ 0,02	+ 0,13	+ 0,32	+ 89,71	+ 94,93	+ 5,22			
			N→S	+ HŐ	+ 14,4	+ 98,70	+ 0,09	— 0,29	+ 0,01	— 9,08	+ 0,02	+ 0,13	— 0,32	+ 89,26	+ 94,93	+ 5,67			
		IX. 19.	S→N	+ ŐH	+ 12,9	+ 97,48	+ 0,50	+ 0,44	+ 0,04	— 9,08	+ 0,02	+ 0,13	+ 0,32	+ 89,85	+ 94,93	+ 5,08			
			N→S	— ŐH	+ 12,7	+ 97,99	+ 0,50	+ 0,44	+ 0,04	— 9,08	+ 0,02	+ 0,13	— 0,32	+ 89,72	+ 94,93	+ 5,21	+ 5,30		
	635.	IX. 18.	S→N	+ ŐH	+ 13,0	+ 83,11	+ 0,09	— 0,29	+ 0,04	— 9,08	+ 0,02	+ 0,13	+ 0,32	+ 74,34	+ 94,93	+ 20,59			
			N→S	— ŐH	+ 11,2	+ 83,40	+ 0,09	— 0,29	+ 0,07	— 9,08	+ 0,02	+ 0,13	— 0,32	+ 74,02	+ 94,93	+ 20,91			
		IX. 19.	S→N	— HŐ	+ 12,5	+ 81,90	+ 0,50	+ 0,44	+ 0,05	— 9,08	+ 0,02	+ 0,13	+ 0,32	+ 74,28	+ 94,93	+ 20,65			
			N→S	+ HŐ	+ 12,7	+ 83,40	+ 0,50	+ 0,44	+ 0,04	— 9,08	+ 0,02	+ 0,13	— 0,32	+ 75,13	+ 94,93	+ 19,80	+ 20,49		
	636.	IX. 19.	S→N	— ŐH	+ 10,7	+ 86,75	+ 0,50	+ 0,46	+ 0,08	— 9,08	+ 0,02	+ 0,13	— 0,32	+ 78,54	+ 94,93	+ 16,39			
			N→S	+ ŐH	+ 10,7	+ 86,90	+ 0,50	+ 0,46	+ 0,08	— 9,08	+ 0,02	+ 0,13	+ 0,32	+ 79,33	+ 94,93	+ 15,60			
		IX. 20.	S→N	+ HŐ	+ 12,3	+ 86,47	+ 0,87	+ 0,39	+ 0,05	— 9,08	+ 0,02	+ 0,13	— 0,32	+ 78,53	+ 94,93	+ 16,40			
			N→S	— HŐ	+ 12,9	+ 85,93	+ 0,87	+ 0,39	+ 0,04	— 9,08	+ 0,02	+ 0,13	+ 0,32	+ 78,62	+ 94,93	+ 16,31	+ 16,18		
	637.	IX. 19.	S→N	+ HŐ	+ 11,1	+ 96,96	+ 0,50	+ 0,46	+ 0,07	— 9,08	+ 0,02	+ 0,13	— 0,32	+ 88,73	+ 94,93	+ 6,20			
			N→S	— HŐ	+ 11,6	+ 97,02	+ 0,50	+ 0,46	+ 0,06	— 9,08	+ 0,02	+ 0,13	+ 0,32	+ 89,43	+ 94,93	+ 5,50			
		IX. 19.	S→N	+ HŐ	+ 12,7	+ 98,31	+ 0,50	+ 0,44	+ 0,04	— 9,08	+ 0,02	+ 0,13	— 0,32	+ 90,04	+ 94,93	+ 4,89			
			N→S	— HŐ	+ 12,5	+ 96,64	+ 0,50	+ 0,44	+ 0,05	— 9,08	+ 0,02	+ 0,13	+ 0,32	+ 89,02	+ 94,93	+ 5,91	+ 5,62		

6. táblázat. A finnországi drótkomparálások adatai és eredményei. III.

Szakasz	Drót	Kelet	A mérés iránya	A drót-fekvés és észlelők	Hőmér-séklet	A le-olvasások összege	Redukciók							Hossz 432 m + ... mm	Különbség	Közép	Közép	Dróttállandó + 15 C°-nál	
							Vetítési hiba		Hő-mérséklet	Hajlás	Feszítő-erő	Nehézségi erő	Személyi hiba						Összeg
							Déli vég	Északi vég											
II.	634.	X. 19.	S→N	+ HŐ	+ 7,8	+ 30,13	+ 0,41	+ 0,14	+ 0,14	— 9,19	+ 0,02	+ 0,13	— 0,53	+ 21,25	+ 26,26	+ 5,01			
N→S			— HŐ	+ 8,8	+ 29,20	+ 0,41	+ 0,14	+ 0,12	— 9,19	+ 0,02	+ 0,13	+ 0,53	+ 21,36	+ 26,26	+ 4,90				
X. 20.		S→N	— HŐ	+ 5,1	+ 28,50	+ 0,16	+ 0,58	+ 0,20	— 9,19	+ 0,02	+ 0,13	+ 0,53	+ 20,93	+ 26,26	+ 5,33				
		N→S	+ HŐ	+ 5,1	+ 29,77	+ 0,16	+ 0,58	+ 0,20	— 9,19	+ 0,02	+ 0,13	— 0,53	+ 21,14	+ 26,26	+ 5,12	+ 5,09				+ 5,18	+ 0,288
635.	X. 19.	S→N	— ŐH	+ 8,2	+ 14,10	+ 0,41	+ 0,14	+ 0,13	— 9,19	+ 0,02	+ 0,13	— 0,53	+ 5,21	+ 26,26	+ 21,05				
		N→S	+ ŐH	+ 7,9	+ 13,60	+ 0,41	+ 0,14	+ 0,14	— 9,19	+ 0,02	+ 0,13	+ 0,53	+ 5,78	+ 26,26	+ 20,48				
	X. 20.	S→N	+ ŐH	+ 4,3	+ 13,41	+ 0,16	+ 0,58	+ 0,22	— 9,19	+ 0,02	+ 0,13	+ 0,53	+ 5,86	+ 26,26	+ 20,40				
		N→S	— ŐH	+ 4,	+ 13,70	+ 0,16	+ 0,58	+ 0,23	— 9,19	+ 0,02	+ 0,13	— 0,53	+ 5,10	+ 26,26	+ 21,16				+ 20,77	+ 20,82	+ 1,157
636.	X. 18.	S→N	+ HŐ	+ 8,3	+ 19,00	+ 0,26	+ 0,05	+ 0,13	— 9,19	+ 0,02	+ 0,13	— 0,53	+ 9,87	+ 26,26	+ 16,39				
		N→S	— HŐ	+ 8,3	+ 17,47	+ 0,26	+ 0,05	+ 0,13	— 9,19	+ 0,02	+ 0,13	+ 0,53	+ 9,40	+ 26,26	+ 16,86				
	X. 19.	S→N	— HŐ	+ 6,3	+ 17,13	+ 0,42	+ 0,16	+ 0,18	— 9,19	+ 0,02	+ 0,13	+ 0,53	+ 9,38	+ 26,26	+ 16,88				
		N→S	+ HŐ	+ 6,2	+ 18,25	+ 0,42	+ 0,16	+ 0,18	— 9,19	+ 0,02	+ 0,13	— 0,53	+ 9,44	+ 26,26	+ 16,82				+ 16,74	+ 16,78	+ 0,932
637.	X. 18.	S→N	— ŐH	+ 8,3	+ 30,60	+ 0,26	+ 0,05	+ 0,13	— 9,19	+ 0,02	+ 0,13	— ,053	+ 21,47	+ 26,26	+ 4,79				
		N→S	+ ŐH	+ 8,3	+ 28,33	+ 0,26	+ 0,05	+ 0,13	— 9,19	+ 0,02	+ 0,13	+ 0,53	+ 20,26	+ 26,26	+ 6,00				
	X. 19.	S→N	+ ŐH	+ 7,7	+ 27,98	+ 0,42	+ 0,16	+ 0,15	— 9,19	+ 0,02	+ 0,13	+ 0,53	+ 20,20	+ 26,26	+ 6,06				
		N→S	— ŐH	+ 6,8	+ 29,23	+ 0,42	+ 0,16	+ 0,17	— 9,19	+ 0,02	+ 0,13	— 0,53	+ 20,41	+ 26,26	+ 5,85				+ 5,68	+ 5,59	+ 0,311

6. táblázat. A finnországi drótkomparálás adatai és eredményei. IV.

Szakasz	Drót	Kelet	A mérés iránya	A drótfekvés és észlelők	Hőmérséklet	A leolvasások összege	Redukciók							Hossz 2 432 m + ... mm	Különbség	Közép	Közép	Drótállandó + 15 C°-nál	
							Vetítési hiba		Hő-mérséklet	Hajlás	Feszítő-erő	Nehézségi erő	Személyi hiba						Összeg
							Déli vég	Északi vég											
							mm												
I.	634.	X. 19.	S→N	+ ŐH	+ 7,8	+ 98,20	+ 0,27	— 0,41	+ 0,14	— 9,09	+ 0,02	+ 0,13	+ 0,53	+ 89,79	+ 94,93	+ 5,14			
			N→S	— ŐH	+ 8,8	+ 98,80	+ 0,27	— 0,41	+ 0,12	— 9,09	+ 0,02	+ 0,13	— 0,53	+ 89,31	+ 94,93	+ 5,62			
		X. 20.	S→N	— ŐH	+ 5,1	+ 98,85	+ 0,21	— 0,16	+ 0,20	— 9,09	+ 0,02	+ 0,13	— 0,53	+ 89,63	+ 94,93	+ 5,30			
			N→S	+ ŐH	+ 5,1	+ 98,13	+ 0,21	— 0,16	+ 0,20	— 9,09	+ 0,02	+ 0,13	+ 0,53	+ 89,97	+ 94,93	+ 4,96	+ 5,26		
	635.	X. 19.	S→N	— HŐ	+ 8,2	+ 82,53	+ 0,27	— 0,41	+ 0,13	— 9,09	+ 0,02	+ 0,13	+ 0,53	+ 74,11	+ 94,93	+ 20,82			
			N→S	+ HŐ	+ 7,9	+ 83,24	+ 0,27	— 0,41	+ 0,14	— 9,09	+ 0,02	+ 0,13	— 0,53	+ 73,77	+ 94,93	+ 21,16			
		X. 20.	S→N	+ HŐ	+ 4,3	+ 83,37	+ 0,21	— 0,16	+ 0,22	— 9,09	+ 0,02	+ 0,13	— 0,53	+ 74,17	+ 94,93	+ 20,76			
			N→S	— HŐ	+ 4,2	+ 82,32	+ 0,21	— 0,16	+ 0,23	— 9,09	+ 0,02	+ 0,13	+ 0,53	+ 74,19	+ 94,93	+ 20,74	+ 20,87		
	636.	X. 18.	S→N	+ ŐH	+ 8,3	+ 86,33	+ 0,40	— 0,26	+ 0,13	— 9,09	+ 0,02	+ 0,13	+ 0,53	+ 78,19	+ 94,93	+ 16,74			
			N→S	— ŐH	+ 8,3	+ 87,33	+ 0,40	— 0,26	+ 0,13	— 9,09	+ 0,02	+ 0,13	— 0,53	+ 78,13	+ 94,93	+ 16,80			
		X. 19.	S→N	— ŐH	+ 6,3	+ 87,43	+ 0,31	— 0,42	+ 0,18	— 9,09	+ 0,02	+ 0,13	— 0,53	+ 78,03	+ 94,93	+ 16,90			
			N→S	+ ŐH	+ 6,2	+ 86,40	+ 0,31	— 0,42	+ 0,18	— 9,09	+ 0,02	+ 0,13	+ 0,53	+ 78,06	+ 94,93	+ 16,87	+ 16,83		
	637.	X. 18.	S→N	— HŐ	+ 8,3	+ 97,57	+ 0,40	— 0,26	+ 0,13	— 9,09	+ 0,02	+ 0,13	+ 0,53	+ 89,43	+ 94,93	+ 5,50			
			N→S	+ HŐ	+ 8,3	+ 98,90	+ 0,40	— 0,26	+ 0,13	— 9,09	+ 0,02	+ 0,13	— 0,53	+ 89,70	+ 94,93	+ 5,23			
		X. 19.	S→N	+ HŐ	+ 7,7	+ 98,72	+ 0,31	— 0,42	+ 0,15	— 9,09	+ 0,02	+ 0,13	— 0,53	+ 89,29	+ 94,93	+ 5,64			
			N→S	— HŐ	+ 6,8	+ 97,50	+ 0,31	— 0,42	+ 0,17	— 9,09	+ 0,02	+ 0,13	+ 0,53	+ 89,15	+ 94,93	+ 5,78	+ 5,50		

Amint látható két drótnál következett be reálisnak vehető meghosszabodás, t. i. a 635-nél $+ 17 \mu$, a 636-nál pedig $+ 23 \mu$.

A számtani közepek eltérése csupán 9μ , azaz a számtani közep-től az eltérés $4,5 \mu$, ami mintegy $1/6\,000\,000$ -odnak felel meg.

Ez az érték eléggé egyezik azzal az értékkel, amelyet a drót-közép hosszának egyhavi változására rendelkezésre álló régebbi adatokból megállapítottunk.

De méréseink redukálására nem a fenti táblázat értékeit használtuk fel.

Ugyanis 1938. májusában Bonsdorff tanár levelében értesített arról, hogy a santahaminai alapvonal hosszának végleges értéke

$$720,01965 \text{ m}$$

s ennek megfelelően a nummelai alapvonal hossza

$$864\,121,91 \pm 0,06 \text{ mm}$$

Ezzel és az új hőmérsékleti állandókkal számítva a drótállandók értékei a következők:

8. táblázat. A drótállandók értékei.

A drót száma	634	635	636	637	közép
Első komparálás	0,308	1,159	0,937	0,335	0,685
Második komparálás	0,307	1,178	0,954	0,333	0,693
Különbség (II—I.)	— 1	+ 19	+ 17	— 2	+ 8

A végleges drótállandók a következők:

634 számú drót hossza	$+ 15 \text{ C}^\circ$ -nál	.....	24 m	$+ 0,3075 \text{ mm}$
635 „ „ „	$+ 15 \text{ C}^\circ$ „	.....	24 „	$+ 1,1685 \text{ „}$
636 „ „ „	$+ 15 \text{ C}^\circ$ „	.....	24 „	$+ 0,9455 \text{ „}$
637 „ „ „	$+ 15 \text{ C}^\circ$ „	.....	24 „	$+ 0,3340 \text{ „}$

Számításainkat tehát ennek megfelelően megváltoztattuk, úgy hogy a végleges redukálás számítása a fenti értékekkel történt.

*

A drótok hosszváltozására nézve még megjegyzem, hogy a budapesti mérések előtt és utána, megmértük a drótokkal a műegyetemi geodéziai intézet komparátortermében levő fali indexek távolságát.

E távolságra a mérés előtt, szept. 28-án, $+ 18,1 \text{ C}^\circ$ helyiség-hőmérséklet mellett

$$24 \text{ m} + 9,850 \text{ mm}$$

hosszat kaptunk, a mérés után pedig, október 6-án, $+ 17,9^{\circ}\text{C}$ helyiséghőmérséklet mellett a hossz

$$24\text{ m} + 9,535\text{ mm}$$

volt, ami a drótokra szintén *hosszmegnagyobbodást* jelent.

Ugyanis, ha a helyiséghőmérsékletben bekövetkezett $0,2^{\circ}\text{C}$ változást a faltest hőmérsékletében is ugyanakkorának vesszük, akkor a téglafaltest tágulási együtthatóját $0,000008$ -nak feltételezve, a második komparálás alkalmával

$$24\text{ m} + 9,542\text{ mm-t}$$

kellett volna kapnunk, ami $0,007\text{ mm}$ -el *nagyobb*, mint a drótokkal levezetett érték.

2. §. A drótmérés programja és végrehajtásának leírása

A drótmérést négy észlelő végezte: Vincze István adjunktus, Kürti Vilmos, Balthazar László és Tóth László tanársegéd.

A mérés racionális végrehajtására két mérőcsoportot szerveztünk: az egyikbe tartoztak Vincze és Balthazar (V, B csoport), a másikba Kürti és Tóth (K, T csoport). Hogy az észlelők ne fáradjanak ki túlságosan, minden csoport *egyfolytában csupán egy alapvonal-szakaszt* mért (34, 35, illetve 40 indexközt).

Minden csoportváltási szakaszon belül (a szakasz közepén) az észlelők helyet cseréltek.

A leolvasás szabályos hibáinak kiküszöbölésére ezenkívül még a *drótvégeket is felcseréltük* úgy, hogy az első váltási szakaszon a 0 skála 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 ugyanazzal a dróttal *oda* (délről északra) és *vissza* (északról délre) végeztük.

A visszamérésben először a 0 skála volt délen, azután (két szakaszon) északon, az utolsó szakaszon pedig ismét *délen* volt.

A mérés sémája a következő volt:

a) Odamérés:

AD—A szakasz, VB csoport 0 skála délen,
A—K « KT « 0 « északon,
K—F « VB « 0 « «
F—AÉ « KT « 0 « délen.

b) Visszamérés:

AÉ—F szakasz, VB csoport 0 skála délen,
F—K « KT « 0 « északon,
K—A « VB « 0 « «
A—AD « KT « 0 « délen.



18. ábra. A drótok komparálása a nummelai próbaalapvonalon (fénykép)

vo
ho

ut

sú
lee

»ke
ele
ká
ska

leg
lef

gyú
ész
(há
mm
s rö
a sk

de
nag

álló
vára

nyol

a dr

Az egyes szakaszok közepén az észlelők helyet cseréltek.

Minden oda-vissza mérést még egyszer megismételtünk.

A drótsorrend a következő volt :

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

Így minden egyes dróttal négy értéket vezettünk le az alapvonalhosszra, vagyis a két méréssel és a négy dróttal az alapvonalhosszra összesen 16 értéket kaptunk.

A drótmérés végrehajtása részletesen a következő volt :

1. Odamérés

0 vég hátul, 24 m vég elől.

1. A feszítőállvány csúcsa a pillértől 0,5m-re helyezendő el ; utána erősen be kell szűrni a földbe.

2. A súly szalagját a csigához szorítva (*letartás*), a munkás a súlyt, az észlelő a drótot beakasztja. A feszítőállványt hátrafelé leengedik, hogy a skála a megfelelő helyzetbe jusson az index mellé.

3. Ha a beakasztás *»letartva«* megvan, az elől álló munkás *»kész«*-t kiált s erre a hátulsó munkás *»most«* jelszavára, elől és hátul elengedik a súlyt és a drótot. Ezután a feszítőállványt kezelő munkások mind a két drótvégen úgy állítják az állványt, hogy a drótskála pontosan az index mellé, annak magasságába kerüljön.

4. A drót közepénél elhelyezkedő jegyzőkönyvvezető az esetleg lengő drótot a jegyzőkönyv odatartásával (nem kéz érintéssel!) lefékezi és nyugalmi állapotra hozza.

5. Az elől álló észlelő a drótskálát beállítja (a beakasztott gyűrűt érintve) és ha rendben van, *»kész«*-t kiált. Erre a hátul levő észlelő *»most«* jelszavára egyszerre leolvassák az indexek állását (három számot mondanak t. i. a cm-t, a mm-t és a becsült tized mm-t ; a jegyzőkönyvvezető az adatokat tizedespont nélkül felírja s rögtön számítja a különbséget). A hátul levő észlelőnek nem szabad a skálához hozzányúlni!

6. A skála beállítása és leolvasása háromszor ismétlendő meg, de ha a rögtön számított különbségeknél az eltérés 2 tized mm-nél nagyobb, akkor még egy, esetleg két beállítás és leolvasás végzendő.

7. A súlyt hordó szalag a csigához szorítandó, s utána az elől álló munkás *»kész«* kiáltása után, a hátul álló munkás *»most«* jelszavára a drótot és a súlyt lekapcsolják.

A drótot az észlelők, a súlyokat egy-egy és a feszítőállványokat ugyancsak egy-egy munkás viszi.

A drótvégeket magasan kell tartani, a földet vagy növényzetet a drótoknak nem szabad érintenie. Rázások elkerülendőek.

8. A csoport által egyfolytában mérendő hossz fele után az észlelők helyet cserélnek, hogy a leolvasásbeli személyes jellegű hiba hatása kiküszöböltesse.

II. Visszamérés

Mindig az $A\bar{E}$ ponton kezdődik.

A dróthelyzet ugyanaz, vagyis most a 0 vég kerül előre, és a 24 m-es vég hátra. Az egyes műveletek ugyanazok mint előbb.

Az egyfolytában mérendő hosszúság felét elérve az észlelők helyet cserélnek.

*

A mérésre használt drótot *közvetlen a mérés előtt kell a dobról levenni ; lecsavaráskor végig kell törölni egy vászondarabbal.*

A mérés befejezése után *a drót a dobra azonnal felcsavarandó, e művelet közben is vászondarabbal megtörölendő.*

*

A levegő hőmérsékletét higanyhőmérővel mértük minden szakaszon *háromszor* (a mérés megindításakor, az észlelőcsere alkalomával s végül, amikor a csoport a szakaszt befejezte). A higanyhőmérő szállítható meteorológiai házikóban volt elhelyezve, s a mérés alatt az észlelő váltásának megfelelő helyen helyezték el. Itt történt a leolvasás.

*

A mérés végrehajtásakor kivételesen nagy gondot fordítottunk a drótok *kiméletes* kezelésére ; tekintettel voltunk arra, hogy a *drót a mérés lelke*, s ezért azt mint precíziós műszert kell kezelni.

Nagyon ügyeltünk a drótok kiméletes és szabatos fel- és lecsavarására, továbbá arra, hogy a drót mérés közben rázkódtatásokat ne szenvedjen és tisztátalanságok ne rakódjanak rá.

Nagy gonddal ügyeltünk arra, hogy drót a földet, vagy más tárgyat ne érintsen.

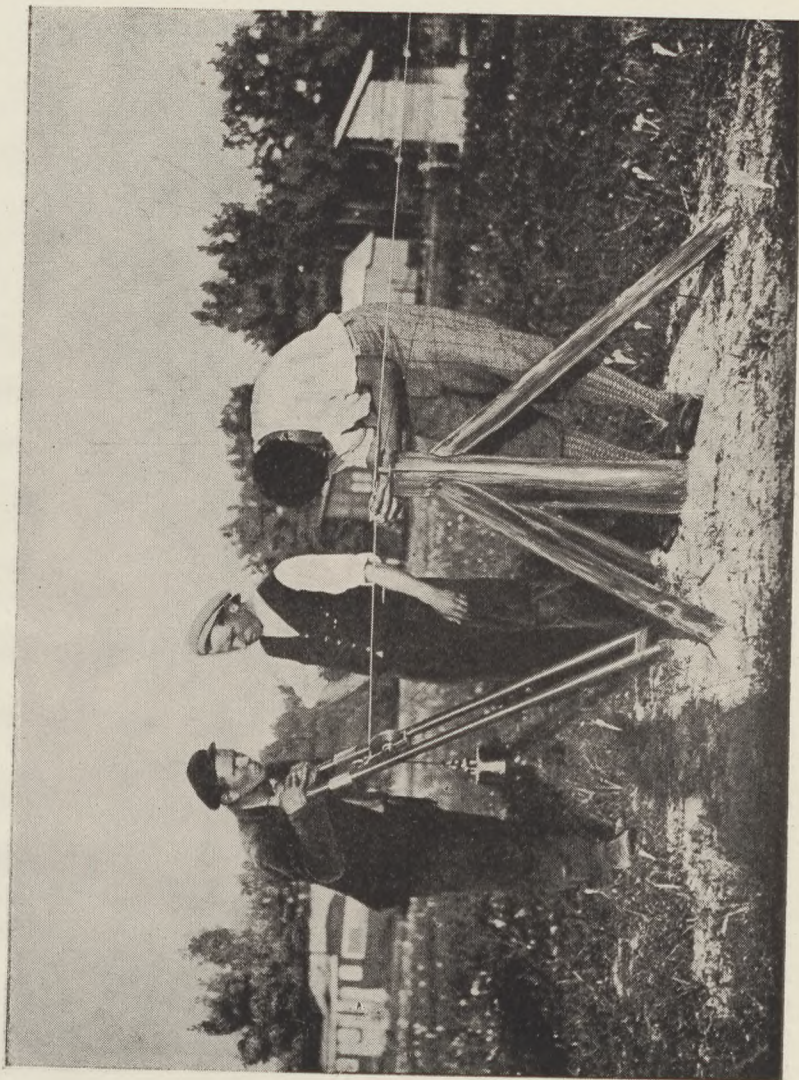
Arra is vigyáztunk, hogy a drótokat kézzel ne érintsük.

Hasonló óvatossággal kezeltük a feszítő súlyokat is.

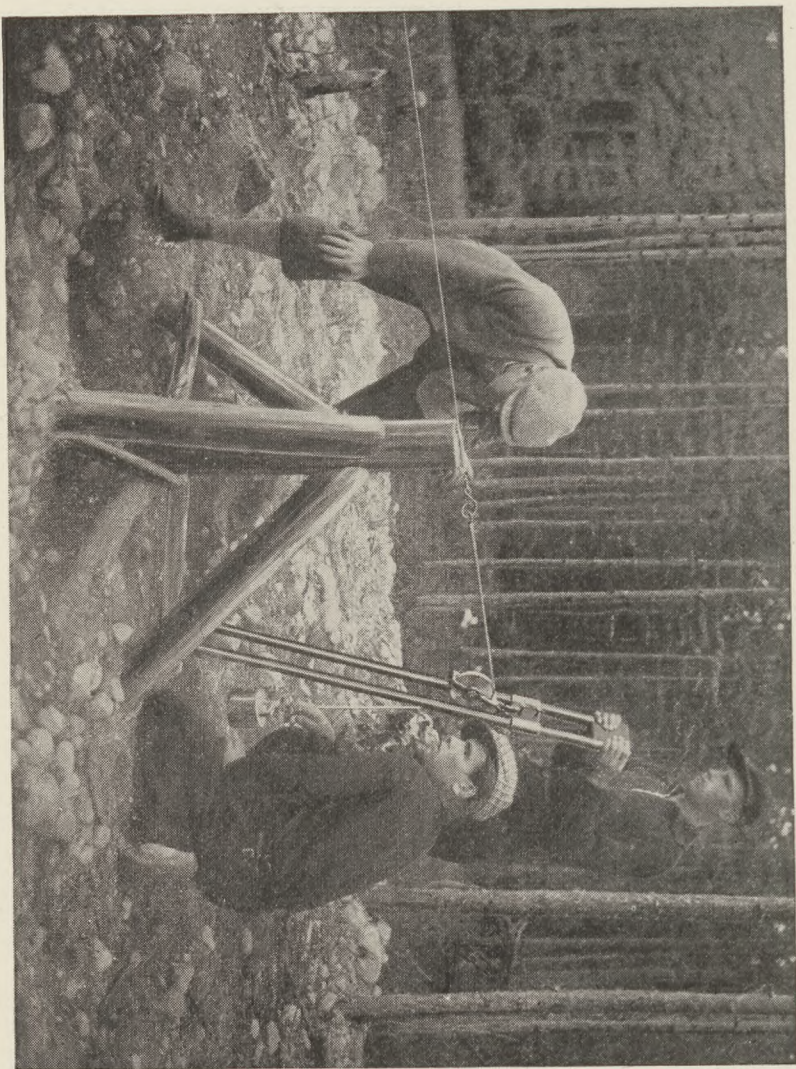
Ezeket a használatbavétel előtt gondosan letöröltük ; használatuk közben földre helyezni nem volt szabad, mindegyiket egy-egy munkás kézben vitte egyik drótállásból a másikba, s az elhelyezés előtt puha törlővel óvatosan megtörölte.

*

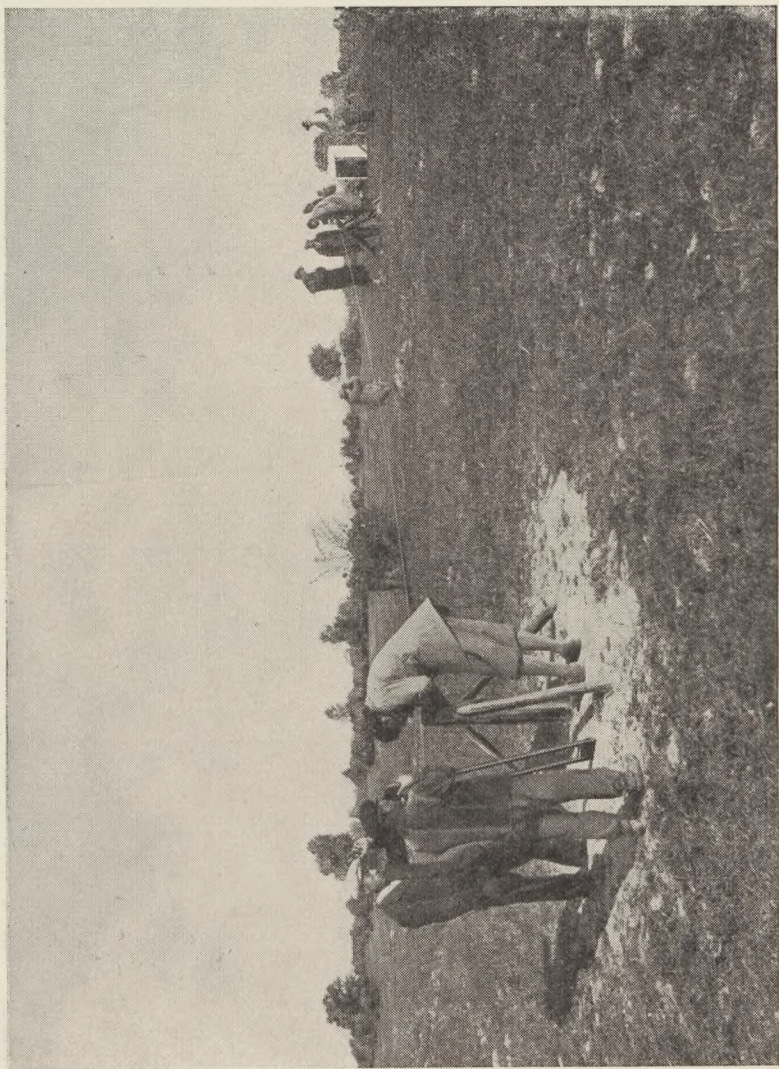
A mérés végrehajtásának egyes részleteit a 19., 20., 21. és 22. ábrák mutatják.



19. ábra. A mérés végrehajtása (fénykép)



20. ábra. A mérés végrehajtása (fénykép)



21. ábra. A mérés végrehajtása (fénykép)



22. ábra. A mérés végreajtása (fénykép)

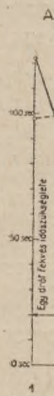
3. §

azt,
csav
vége

jegy
tal

moza

fekv
s gr
23.



74 m
az á

Kür

3. §. A drótok fel- és lecsavarásának, továbbá a drótfektetéseknek adatai a budapesti mérés ideje alatt

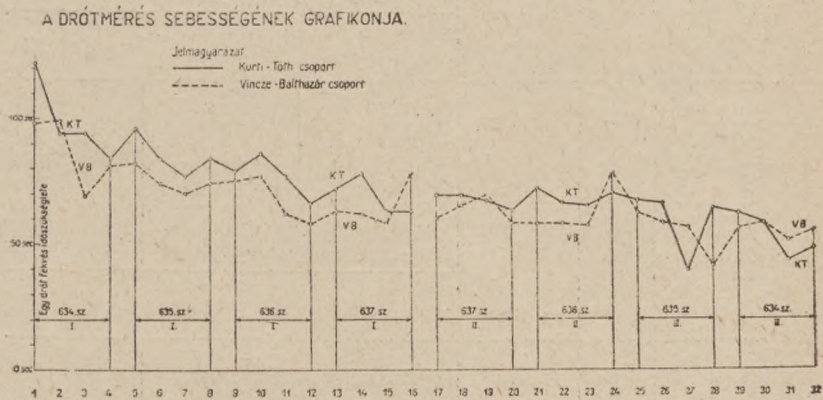
A 9. táblázatban a további vizsgálatok céljaira egybeállítottuk azt, hogy a budapesti mérés ideje alatt az egyes drótokat hányszor csavartuk a dobra, továbbá, hogy velük hány drótfektetést végeztünk.

4. §. A drótmérés sebessége

Mivel minden szakasz megkezdésekor és befejezésekor feljegyeztük az időt, módunkban van szabatosan megállapítani a dróttal való mérés sebességét.

Természetesen a közlendő időadatok a mérés előtt elhelyezett mozdulatlan cölöpindexek végigmérésére vonatkoznak.

A rendelkezésre álló időadatokból megállapítottuk egy drótfekvés átlagos idejét s ezeket a 10. táblázatban foglaltuk egybe s grafikusán — a két észlelőcsoportot egymástól elkülönítve — a 23. ábrán tüntettük fel.



A 23. ábra szerint az első mérés alkalmával

a) egy drótfekvés átlagos ideje a Vincze—Baltház csoportnál 74 mp, egy drótfekvés átlagos ideje a Kürti—Tóth csoportnál 82 mp, az átlagos érték pedig 78 mp volt.

b) egy km mérési ideje a Vincze—Baltház csoportnál 57^m 13^s, a Kürti—Tóth csoportnál 57^m 15^s, az átlagos érték pedig 54^m 14^s volt.

9. táblázat. Drótfekvések és a felcsavarások száma

Keltezés	A drót száma	A fel és lecsavarások száma	Adatok a drótfekvésre	
			Mely alkalommal	A drótfekvések száma
1933. IX. 28.	634	8	Komparálás Budapesten	1
1933. IX. 28.			Mérés	91
1933. IX. 29.			Mérés	207
1933. X. 4.			Mérés	40
1933. X. 4.			Mérés	184
1933. X. 5.			Mérés	74
1933. X. 5.			A mérés bemutatása	21
1933. X. 6.			Komparálás Budapesten	1
Összesen 619				
1933. IX. 28.	635	6	Komparálás Budapesten	1
1933. IX. 29.			Mérés	116
1933. IX. 30.			Mérés	182
1933. X. 3.			Mérés	109
1933. X. 4.			Mérés	189
1933. X. 6.			Komparálás Budapesten	1
Összesen : 598				
1933. IX. 28.	636	7	Komparálás Budapesten	1
1933. IX. 30.			Mérés	51
1933. IX. 30.			Mérés	138
1933. X. 1.			Mérés	109
1933. X. 3.			Mérés	258
1933. X. 3.			Mérés	40
1933. X. 6.			Komparálás Budapesten	1
Összesen : 598				
1933. IX. 28.	637	7	Komparálás Budapesten	1
1933. X. 1.			Mérés	109
1933. X. 1.			Mérés	115
1933. X. 2.			Mérés	263
1933. X. 2.			Mérés	109
1933. X. 6.			A mérés bemutatása	34
1933. X. 6.			Komparálás Budapesten	1
Összesen : 632				
Összesen		28	2447	

c) az egy óra alatt mérhető hossz a Vincze—Balthazár csoportnál 1172 m, a Kürti—Tóth csoportnál 1048 m, az átlagos érték tehát 1110 m.

Az első mérés alkalmával egy drótfekvés időtartamának maximuma 122 mp, minimuma pedig 58 mp volt.

A második mérés alkalmával

a) egy drótfekvés átlagos ideje a Vincze—Balthazár csoportnál 59 mp, a Kürti—Tóth csoportnál 62 mp, az átlagos érték pedig 60 mp volt ;

b) egy km mérési ideje a Vincze—Balthazár csoportnál $40^m 48^s$, a Kürti—Tóth csoportnál $42^m 53^s$, az átlagos érték pedig $41^m 50^s$ volt ;

c) az egy óra alatt mérhető hossz a Vincze—Balthazár csoportnál 1471 m a Kürti—Tóth csoportnál 1399 m, az átlagos érték tehát 1435 m.

A második mérés alkalmával egy drótfekvés időtartamának maximuma 78 mp, minimuma pedig 39 mp volt.

Ha mindkét mérésből számítunk átlagokat, akkor

a) egy drótfekvés átlagos ideje a Vincze—Balthazár csoportnál 66 mp, a Kürti—Tóth csoportnál 72 mp, az átlagos érték 69 mp ;

b) egy km mérési ideje a Vincze—Balthazár csoportnál $46^m 0^s$, a Kürti—Tóth csoportnál $50^m 4^s$, az átlagos érték $48^m 2^s$;

c) az egy óra alatt mérhető hossz a Vincze—Balthazár csoportnál 1322 m a Kürti—Tóth csoportnál 1224 m, az átlagos érték pedig 1273 m.

Természetesen az elérhető átlagos munkasebességre jellemzőbbek a második mérés adatai, mert ekkor már mind az észlelők, mind a segédkező munkások megszerezték a kellő gyakorlatot.

Érdekes megemlíteni, hogy az egy drótfekvés megmérésénél legkisebb időtartama a Vincze—Balthazár csoportnál 41 mp, a Kürti—Tóth csoportnál pedig 39 mp volt. Ezeknek megfelelően egy km hossz mérési ideje 28 perc, és 27 perc, az egy óra alatt mérhető hossz pedig 2107 m, és 2215 m.

Ez a munkateljesítmény azonban nem lehet állandó, mert csak úgy tudták elérni, hogy a drótot és a feszítő felszerelést futva vitték egyik állásból a másikba.

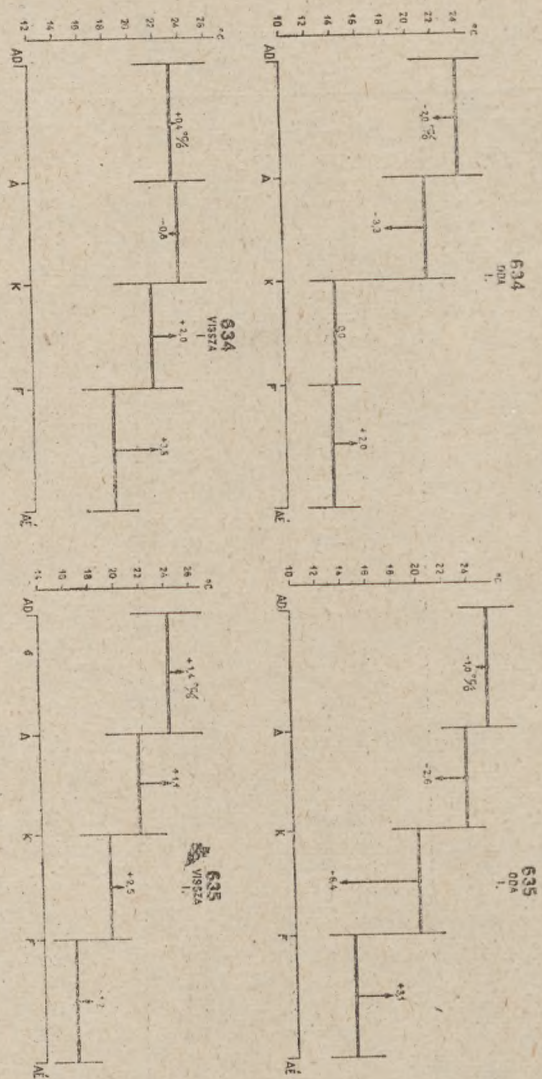
Mindenesetre megállapítható, hogy egy drótfekvést nagy átlagban egy perc alatt lehet mérni és ennek megfelelően egy km hossz mérési ideje 42 perc ; egy óra munkateljesítménye pedig 1450 m.

10 táblázat. A drótmérés sebessége. I.

Észlelők	Drót száma	Szakasz	Szakasz időtartama perc	Drótfekvés száma	Egy drótfekvés időtartama másodperc
V. B.	634. I.	AD—A	65 ^m	40	98 ^a
K. T.		A—K	69	34	122 max.
V. B.		K—F	58	35	99
K. T.		F—AÉ	63	40	94
V. B.		AÉ—F	46	40	69
K. T.		F—K	55	35	94
V. B.		K—A	46	34	81
K. T.		A—AD	56	40	84
V. B.	635. I.	AD—A	55	40	82
K. T.		A—K	53	34	96
V. B.		K—F	43	35	74
K. T.		F—AÉ	56	40	84
V. B.		AÉ—F	47	40	70
K. T.		F—K	45	35	77
V. B.		K—A	42	34	74
K. T.		A—AD	56	40	84
V. B.	636. I.	AD—A	50	40	75
K. T.		A—K	45	34	79
V. B.		K—F	45	35	77
K. T.		F—AÉ	57	40	86
V. B.		AÉ—F	41	40	62
K. T.		F—K	45	35	77
V. B.		K—A	33	34	58 min.
K. T.		A—AD	44	40	66
V. B.	637. I.	AD—A	42	40	63
K. T.		A—K	41	34	72
V. B.		K—F	36	35	62
K. T.		F—AÉ	52	40	78
V. B.		AÉ—F	39	40	58 min.
K. T.		F—K	37	35	63
V. B.		K—A	44	34	78
K. T.		A—AD	42	40	63

10. táblázat. A drótmérés sebessége. II.

Észlelők	Drót száma	Szakasz	Szakasz időtartama perc	Drótfekvés száma	Egy drótfekvés időtartama másodperc
V. B.	637. II.	AD—A	40 ^m	40	60 ^s
K. T.		A—K	39	34	69
V. B.		K—F	38	35	65
K. T.		F—AÉ	46	40	69
V. B.		AÉ—F	46	40	69
K. T.		F—K	39	35	67
V. B.		K—A	33	34	58
K. T.		A—AD	42	40	63
V. B.	636. II.	AD—A	39	40	58
K. T.		A—K	41	34	72
V. B.		K—F	34	35	58
K. T.		F—AÉ	44	40	66
V. B.		AÉ—F	38	40	57
K. T.		F—K	38	35	65
V. B.		K—A	44	34	78 max.
K. T.		A—AD	47	40	70
V. B.	635. II.	AD—A	41	40	62
K. T.		A—K	38	34	67
V. B.		K—F	34	35	58
K. T.		F—AÉ	44	40	66
V. B.		AÉ—F	37	40	56
K. T.		F—K	23	35	39 min.
V. B.		K—A	23	34	41
K. T.		A—AD	43	40	64
V. B.	634. II.	AD—A	37	40	56
K. T.		A—K	35	34	62
V. B.		K—F	34	35	58
K. T.		F—AÉ	39	40	58
V. B.		AÉ—F	34	40	51
K. T.		F—K	25	35	43
V. B.		K—A	31	34	55
K. T.		A—AD	32	40	48



24. ábra. Léghőmérsékletek és gradiensek

11. táblázat. Hőmérsékleti adatok. I.

I. mérés												
A mérés sorszáma	A drót száma	A mérés iránya	Szakasz	Hőmérs. leolv. (C°)	A leolv. időpontja (C°)	A mérés időtart. (Perc)	Hőmérs. különbs. (C°)	Hőmérs. vált. pro óra (C°)	Átlagos hőmérs. a szakaszon (C°)	Atl. hőm. gradiens a szakaszon (C°/óra)		
634		Vissza	AD—A	+ 25,0	15h 5m	36	—0,8	—1,3	+ 24,0	— 2,0		
				+ 24,2	15 41	29	—1,3	—2,7				
				+ 22,9	16 10							
			A—K	+ 22,9	16 10	34	—1,0	—1,8	+ 21,3	— 3,3		
				+ 21,9	16 44	35	—2,8	—4,8				
				+ 19,1	17 19							
			K—91	+ 17,0	17 25	27	—2,0	—4,4	+ 16,0	— 0,0		
				+ 15,0	17 52							
			91—F	+ 11,0	7 0	31	+ 2,2	—4,3	+ 12,1			
				+ 13,2	7 31							
				F—AE	+ 13,2	7 31	32	—0,5			—0,9	+ 13,7	+ 2,0
			+ 12,7		8 3							
			+ 15,3		8 34	31	+ 2,6	+ 5,0				
			AÉ—F	+ 16,8	8 37	23	+ 2,0	+ 5,2	+ 18,4	+ 3,5		
				+ 18,8	9 0							
				+ 19,5	9 23	23	+ 0,7	+ 1,8				
			F—K	+ 20,3	9 26	28	+ 1,8	+ 3,9	+ 21,5	+ 2,0		
				+ 22,1	9 54							
		+ 22,1		10 21	27	0,0	0,0					
		K—A	+ 24,0	10 33	23	—0,4	—1,0	+ 23,7	— 0,8			
			+ 23,6	10 56								
			+ 23,4	11 19	23	—0,2	—0,5					
		A—AD	+ 23,3	11 20	28	—0,2	—0,4	+ 23,3	+ 0,4			
			+ 23,1	11 48								
			+ 23,6	12 16	28	+ 0,5	+ 1,1					
		635		Vissza	AD—A	+ 26,5	14 48	28	—1,8	—3,9	+ 25,6	— 1,0
						+ 24,7	15 16					
+ 25,6	15 43					27	+ 0,9	+ 2,0				
A—K	+ 25,0				15 48	26	—1,3	—3,0	+ 23,8	— 2,6		
	+ 23,7				16 14							
	+ 22,7				16 41	27	—1,0	—2,2				
K—F	+ 22,2				16 43	20	—2,4	—7,2	+ 19,9	— 6,4		
	+ 19,8				17 03							
	+ 17,7				17 26	23	—2,1	—5,5				
F—116	+ 16,1				17 27	13	—0,3	—1,4	+ 16,0	+ 3,1		
	+ 15,8				17 40							
	11—6AÉ				+ 11,6	7 02	21	+ 1,4			+ 4,0	+ 13,4
+ 13,0					7 23							
+ 15,5					7 45	22	+ 2,5	+ 6,8				
AÉ—F	+ 16,1				7 50	23	+ 0,6	+ 1,6	+ 16,6	+ 1,2		
	+ 16,7				8 13							
	+ 17,0				8 37	24	+ 0,3	+ 0,8				
F—K	+ 18,1				8 41	23	+ 1,9	+ 5,0	+ 19,4	+ 2,5		
	+ 20,0			9 04								
	+ 20,0			9 26	22	0,0	0,0					
K—A	+ 21,2			9 28	22	+ 0,9	+ 2,5	+ 21,8	+ 1,1			
	+ 22,1			9 50								
	+ 22,0			10 10	20	—0,1	—0,3					
A—AD	+ 23,8			10 14	28	+ 0,2	+ 0,4	+ 24,3	+ 1,4			
	+ 24,0			10 42								
	+ 25,1			11 10	28	+ 1,1	+ 2,4					



11. táblázat. Hőmérsékleti adatok. II.

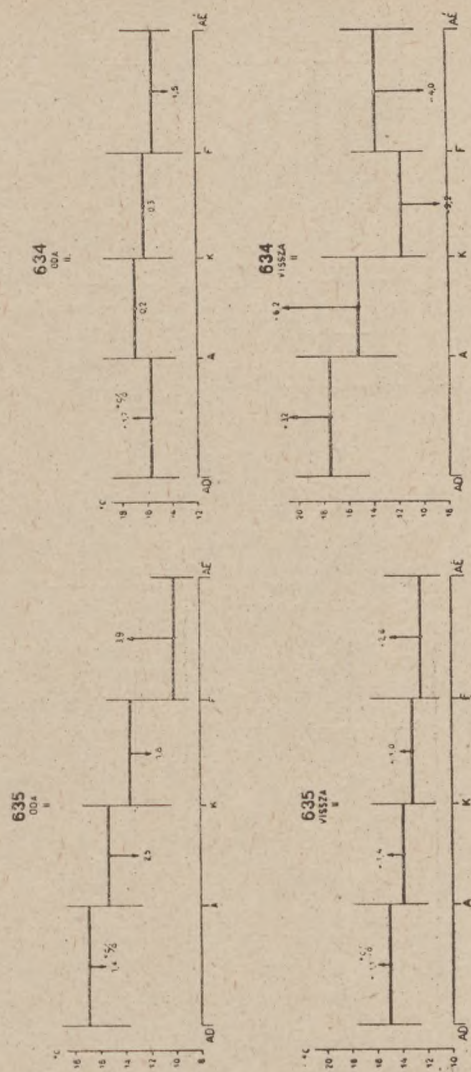
I. mérés											
A mérés sorszáma	A drót száma	A mérés iránya	Szakasz	Hőmérs. leolv. (C°)	A leolv. időpontja	A mérés időtart. (Perc)	Hőmérs. különbs. (C°)	Hőmérs. vált. pro óra (C°)	Átlagos hőmérs. a szakaszon (C°)	Átl. hőm. gradiens a szakaszon (C°/óra)	
636	Oda	AD—A	+	22,6	11 ^h 19 ^m	25	+ 1,0	+ 2,4	+ 23,3	+ 1,3	
			+	23,6	11 44						
			+	23,7	12 09	25	+ 0,1	+ 0,2			
		A—51	+	23,3	12 11	14	+ 0,3	+ 1,3	+ 23,4		
			+	23,6	12 25						
			+	26,0	14 31	17	— 0,4	— 1,4			
		51—K	+	25,6	14 48	14	+ 0,3	+ 1,3	+ 25,8	+ 0,4	
			+	25,9	15 02						
			+	26,0	15 04	21	— 0,6	— 1,7			
		K—F	+	25,4	15 25				+ 25,4	— 1,4	
			+	24,9	15 49	24	— 0,5	— 1,2			
			+	24,6	15 53	25	+ 0,4	+ 1,0			
		F—AÉ	+	25,0	16 18				+ 24,3	— 1,1	
			+	23,3	16 50	32	— 1,7	— 3,2			
			+	23,0	16 53	21	— 2,0	— 5,7			
		AÉ—F	+	21,0	17 14				+ 19,9	— 9,2	
			+	16,8	17 34	20	— 4,2	— 12,6			
			+	12,1	7 20	21	+ 2,6	+ 7,4			
	F—K	+	14,7	7 41	24	+ 2,1	+ 5,2	+ 14,5	+ 6,3		
		+	16,8	8 5							
		+	17,0	8 6	16	+ 0,3	+ 1,1				
	K—A	+	17,3	8 22	17	+ 0,7	+ 2,5	+ 17,4	+ 1,8		
		+	18,0	8 39							
		+	17,9	8 42	22	+ 0,5	+ 1,4				
	A—AD	+	18,4	9 04				+ 18,9	+ 3,3		
		+	20,3	9 26	22	+ 1,9	+ 5,2				
	637	Oda	AD—A	+	20,1	9 36	20	+ 1,9	+ 5,7	+ 21,6	+ 3,8
				+	22,0	9 56					
				+	22,7	10 18	22	+ 0,7	+ 1,9		
			A—K	+	22,9	10 24	22	+ 1,5	+ 4,1	+ 23,9	+ 1,9
				+	24,4	10 46					
				+	24,3	11 05	19	— 0,1	— 0,3		
			K—F	+	24,2	11 08	16	+ 1,3	+ 4,9	+ 25,2	+ 2,8
				+	25,5	11 24					
				+	26,1	12 15	51	+ 0,6	+ 0,7		
F—AÉ			+	25,1	15 11	24	+ 0,3	+ 0,8	+ 24,5	— 2,0	
			+	25,4	15 35						
			+	23,1	16 03	28	— 2,3	— 4,9			
AÉ—F			+	23,4	16 08	19	— 0,4	— 1,3	+ 22,2	— 5,0	
			+	23,0	16 27						
			+	20,1	16 47	20	— 2,9	— 8,7			
F—K			+	21,0	16 50	18	— 0,3	— 1,0	+ 19,9	— 4,6	
			+	20,7	17 08						
			+	18,1	17 27	19	— 2,6	— 8,2			
K—A		+	11,8	6 53	19	+ 1,4	+ 4,4	+ 13,3	+ 4,4		
		+	13,2	7 12							
		+	15,0	7 37	25	+ 1,8	+ 4,3				
A—AD		+	16,0	7 41	20	+ 0,4	+ 1,2	+ 16,9	+ 3,0		
		+	16,4	8 01							
		+	18,2	8 23	22	+ 1,8	+ 4,9				

11. táblázat. Hőmérsékleti adatok. III.

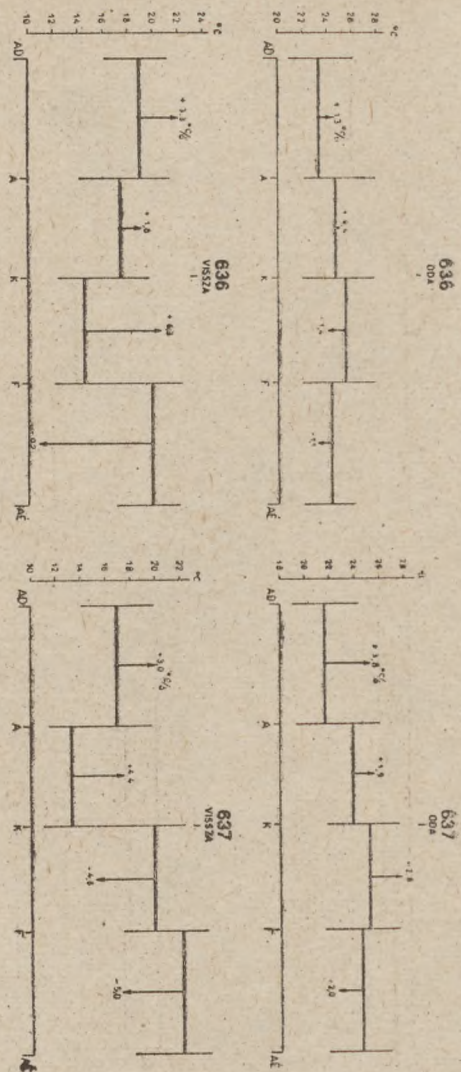
II. mérés												
A mérés sorszáma	A drót száma	A mérés iránya	Szakasz	Hőmérs. leolv. (C°)	A leolv. időpontja	A mérés időtart. (Perc)	Hőmérs. különbs. (C°)	Hőmérs. vált. pro óra (C°)	Átlagos hőmérs. a szakaszon (C°)	Átl. hőm. gradiens a szakaszon (C°/óra)		
635		Oda	AD—A	+ 17,3	15 ^h 27 ^m	20	—0,3	—0,9	+ 16,9	— 1,4		
				+ 17,0	15 47	21	—0,7	—2,0				
				+ 16,3	16 8							
			A—K	+ 16,2	16 13	20	—1,1	—3,3	+ 15,3	— 2,5		
				+ 15,1	16 33	18	—0,5	—1,7				
				+ 14,6	16 51							
			K—F	+ 14,2	16 53	17	—0,8	—2,8	+ 13,6	— 1,8		
				+ 13,4	17 10	17	—0,2	—0,7				
				+ 13,2	17 27							
			F—AÉ	+ 8,5	7 22	20	+ 2,1	+ 6,3	+ 10,1	+ 3,9		
				+ 10,6	7 42	24	+ 0,6	+ 1,5				
				+ 11,2	8 6							
		Vissza	AÉ—F	+ 11,2	8 9	18	+ 0,8	+ 2,7	+ 12,5	+ 2,6		
				+ 12,0	8 27	50	+ 2,2	+ 2,6				
				+ 14,2	9 17							
			F—K	+ 14,6	9 22	13	—3,7	—17,1	+ 13,2	+ 1,0		
				+ 10,9	9 35	10	+ 3,2	+ 19,2				
				+ 14,1	9 45							
			K—A	+ 13,7	9 51	13	+ 0,2	+ 0,9	+ 13,9	+ 1,4		
				+ 13,9	10 4	10	+ 0,3	+ 1,8				
				+ 14,2	10 14							
			A—AD	+ 14,5	10 26	22	+ 0,7	+ 1,9	+ 15,0	+ 1,1		
				+ 15,2	10 48	21	+ 0,1	+ 0,3				
				+ 15,3	11 9							
634		Oda	AD—A	+ 15,1	11 30	17	+ 0,8	+ 2,8	+ 15,7	+ 1,7		
				+ 15,9	11 47	20	+ 0,2	+ 0,6				
				+ 16,1	12 7							
			A—K	+ 16,8	14 26	17	+ 0,9	+ 3,2	+ 17,0	— 0,2		
				+ 17,7	14 43	18	—1,1	—3,7				
				+ 16,6	15 1							
			K—F	+ 16,3	15 3	16	+ 0,1	+ 0,4	+ 16,3	— 0,3		
				+ 16,4	15 19	18	—0,3	—1,0				
				+ 16,1	15 37							
			F—AÉ	+ 15,9	15 44	19	—0,3	—0,9	+ 15,5	— 1,5		
				+ 15,6	16 3	20	—0,7	—2,1				
				+ 14,9	16 23							
		Vissza	AÉ—F	+ 14,7	16 30	16	—0,7	—2,6	+ 13,7	— 4,0		
				+ 14,0	16 46	18	—1,6	—5,3				
				+ 12,4	17 4							
			F—K	+ 12,3	17 7	13	—0,5	—2,3	+ 11,7	— 3,2		
				+ 11,8	17 20	12	—0,8	—4,0				
				+ 11,0	17 32							
			K—A	+ 13,2	9 12	15	+ 2,9	+ 11,6	+ 15,2	+ 6,2		
				+ 16,1	9 27	16	+ 0,2	+ 0,8				
				+ 16,3	9 43							
			A—AD	+ 16,8	9 46	16	+ 0,5	+ 1,9	+ 17,5	+ 3,2		
				+ 17,3	10 2	16	+ 1,2	+ 4,5				
				+ 18,5	10 18							

11. táblázat. Hőmérsékleti adatok. IV.

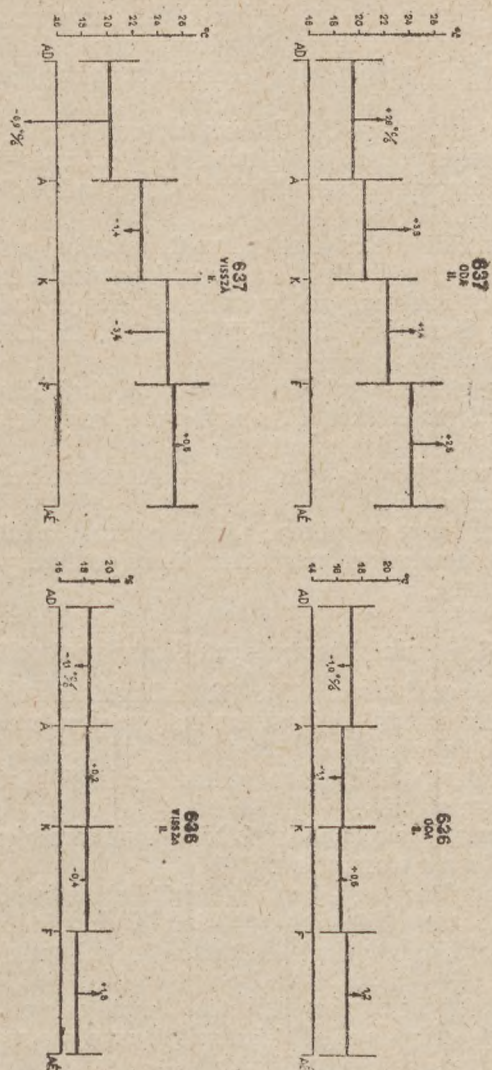
A mérés sorszáma	A drót száma	A mérés iránya	Szakasz	Hőmérs. leolv. (C°)	A leolv. időpontja	A mérés időtart. (Perc)	Hőmérs. különbs. (C°)	Hőmérs. vált. pró óra (C°)	Átlagos hőmérs. a szakaszon (C°)	Átl. hőm. gradiens a szakaszon (C°/óra)
II. mérés	637	Oda	AD—A	+ 18,5	8 ^h 25 ^m	19	+ 1,3	+ 4,1	+ 19,5	+ 2,6
				+ 19,8	8 44	21	+ 0,4	+ 1,1		
			A—K	+ 19,2	9 10	20	+ 1,0	+ 3,0	+ 20,4	+ 3,8
				+ 20,2	9 30	19	+ 1,5	+ 4,7		
			K—F	+ 21,7	9 49	19	+ 1,7	+ 5,4	+ 22,2	+ 1,4
				+ 23,0	10 11	19	— 0,8	— 2,5		
		Vissza	F—AÉ	+ 22,2	10 30	20	+ 0,9	+ 2,7	+ 24,0	+ 2,5
				+ 23,1	10 32	26	+ 1,0	+ 2,3		
			AÉ—F	+ 24,0	10 52	22	+ 0,3	+ 0,8	+ 25,2	+ 0,5
				+ 25,0	11 18	24	+ 0,1	+ 0,2		
			F—K	+ 25,0	11 22	21	— 0,4	— 1,1	+ 24,7	— 3,4
				+ 25,3	11 44	18	— 1,7	— 5,7		
			K—A	+ 25,4	12 8	17	— 1,4	— 4,9	+ 22,7	— 1,4
				+ 25,5	15 28	16	+ 0,6	+ 2,2		
			A—AD	+ 25,1	15 49	18	— 2,4	— 8,0	+ 20,3	— 6,9
				+ 23,4	16 07	24	— 2,3	— 5,8		
				+ 23,4	16 07	16	+ 0,6	+ 2,2		
				+ 22,7	16 47	18	— 2,4	— 8,0		
				+ 20,3	17 05	24	— 2,3	— 5,8		
				+ 18,0	17 29	24	— 2,3	— 5,8		
	636	Oda	AD—A	+ 17,6	7 6	19	— 0,8	— 2,5	+ 17,1	— 1,0
				+ 16,8	7 25	20	+ 0,2	+ 0,6		
			A—K	+ 17,0	7 45	22	+ 0,2	+ 0,6	+ 16,4	— 1,1
				+ 17,0	7 49	19	— 0,9	— 2,5		
			K—F	+ 16,1	8 11	16	+ 0,1	+ 0,3	+ 16,2	+ 0,6
				+ 16,2	8 30	18	+ 0,2	+ 0,7		
		Vissza	F—AÉ	+ 16,4	9 07	22	+ 0,6	+ 1,6	+ 16,7	+ 1,2
				+ 16,2	8 33	22	+ 0,6	+ 1,6		
			AÉ—F	+ 16,8	9 12	22	+ 0,3	+ 0,8	+ 17,3	+ 1,8
				+ 17,1	9 34	19	— 0,2	— 0,6		
			F—K	+ 18,0	10 2	19	+ 1,3	+ 4,1	+ 18,1	— 0,4
				+ 18,1	10 21	19	— 0,3	— 0,9		
			K—A	+ 18,3	10 45	22	+ 0,5	+ 1,4	+ 18,2	+ 0,2
				+ 18,0	11 4	22	— 0,4	— 1,1		
			A—AD	+ 18,0	11 23	26	— 0,7	— 1,6	+ 18,4	— 1,1
				+ 18,9	11 25	21	— 0,2	— 0,6		
				+ 18,5	11 47					
				+ 18,1	12 9					



25. ábra. Léghőmérsékletek és gradiensek



26. ábra. Léghőmérsékletek és gradiensek



27. ábra. Léghőmérsékletek és gradiensek

5. §. A léghőmérsékletek és gradienseik

A levegő hőmérsékletét pléh-házikóval, az úgynevezett meteorológiai burával letakart higanyhőmérőről olvastuk le. A hőmérő burájával együtt mindig a mérendő szakasz közepén volt felállítva.

A leolvasás élessége $0,1$ Celsius fok volt.

Mindig feljegyeztük a hőmérséklet leolvasás időpontját is, mert ennek alapján kiszámíthattuk a hőmérsékleti *gradiensek* átlagos értékeit.

A hőmérsékletmérés eredményeit, továbbá a hőmérsékletek és gradiensek átlagos értékeit az 11. táblázat tartalmazza.

Az egyes szakaszokra vonatkozó *átlagos* hőmérsékleteket minden drótra és mérésre külön-külön a 24., 25., 26., 27 ábrákon is egybefoglaltuk.

Az ábrákon a szakasz közepén vektorral ábrázoltuk a hőmérsékleti gradiens *átlagos* értékét »Celsius fok pro óra« értelemben s mellé jegyeztük előjelét és nagyságát.

Megjegyzem, hogy a gradiensek átlagos értékeit mind extrapolálással számítottuk.

A hőmérsékletre vonatkozó adatok azokban a táblázatokban is megtalálhatók, amelyek a mérés adatait és eredményeit tartalmazzák (12. táblázat.).

6. §. A mérési eredmények és azok redukálása

A mérési eredményeket a 12. táblázatban foglaltuk össze. E táblázatok a redukciókat és az azokkal megjavított eredményeket is magukba foglalják.

A redukálás módját és a redukciók különböző válfajait az alábbiakban ismertetjük.

a) A szomszédos cölöpindexek közti ferde távolságok (kötélgörbehúrok) redukálása a vízszintesre.

A különböző magasságban levő cölöpindexek ferde távolságait, vagyis a drótgörbe (kötélgörbe) húrjait a cölöpindexek gondosan mért magasságkülönbségeinek felhasználásával redukáltuk a vízszintesre.

E célból először a megfelelő drótállandók figyelembevételével két drót mérési eredményeiből kiszámítottuk a szomszédos indexek térbeli ferde távolságait és pedig a

$$24 + \Delta$$

alakban, vagyis minden indexközre — előjelre helyesen — megállapítottuk a Δ értékeket.

12. táblázat. A mérési adatok összefoglalása. I.

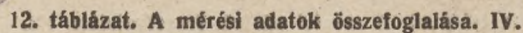
A mérés száma		A drót száma	A mérés iránya	Szakasz	Dátum	Észlelők	Jegyző	0 skála helyzete	Drótfekvések száma	A mérés időtartama percben	Meteorológiai adatok			Leolvasáskülönbségek összege mm	Redukciók				Összeg mm	A mért szakasz hossza mm	Az alapvonal hossza	Közép	Megjegyzés		
											Időjárás	Szélsebesség m/sec.	Átl. lég hőmérséklet °C												
														C _I hűrferdeség miatt	C _{II} behajlás változásai miatt	C _{III} hőmérséklet miatt	C _{IV} drótállandók miatt								
														mm										mm	
I. mérés		634	Oda (Észak felé)	AD—A	1933. IX. 28. p. m.	V B	T D	40	65	De-rült csendes	1,3	+ 24,0	+ 79,0330	— 49,1354	+ 0,0074	— 0,6200	+ 12,3000	+ 41,5850	960 041,5850						
				A—K		K T	B É	34	69		1,3	+ 21,3	+ 98,9080	— 80,3024	+ 0,0154	— 0,3424	+ 10,4550	+ 28,7336	816 028,7336						
				K—91 91—F		V B	T É	35 17 18	27 31		—	+ 16,0	+ 219,2240	— 16,0797	— 0,0337	— 0,0238 + 0,0626	+ 10,7625	+ 213,9119	840 213,9119						
				F—AÉ		K T	B D	40	63		2,1	+ 13,7	+ 33,4680	— 14,7695	+ 0,0035	+ 0,0652	+ 12,3000	+ 31,0672	960 031,0672	3 576 315,30					
			Vissza (Dél felé)	AÉ—F	IX. 29. a. m.	V B	T É	40	46	De-rült csendes	1,6	+ 18,4	+ 33,7730	— 14,7695	+ 0,0035	— 0,2016	+ 12,3000	+ 31,1054	960 031,1054						
				F—K		K T	B D	35	55		0,9	+ 21,5	+ 218,9190	— 16,0797	— 0,0037	— 0,3658	+ 10,7625	+ 213,2323	840 213,2323						
				K—A		V B	T D	34	46		0,8	+ 23,7	+ 101,7490	— 80,3024	+ 0,0154	— 0,5056	+ 10,4550	+ 31,4114	816 031,4114						
				A—AD		K T	B É	40	56		1,4	+ 23,3	+ 76,8350	— 49,1354	+ 0,0074	— 0,5612	+ 12,3000	+ 39,4458	960 039,4458	3 576 315,19	3 576 315,25				
		635	Oda	AD—A	IX. 29. p. m.	B V	T D	40	55	De-rült csendes	1,2	+ 25,6	+ 45,0350	— 49,1354	+ 0,0074	— 0,7592	+ 46,7400	+ 41,8878	960 041,8878						
				A—K		T K	B É	34	53		1,1	+ 23,8	+ 70,0030	— 80,3024	+ 0,0154	— 0,5127	+ 39,7290	+ 28,9323	816 028,9323						
				K—F		V B	T É	35	43		0,9	+ 19,9	+ 186,9340	— 16,0797	— 0,0337	— 0,2636	+ 40,8975	+ 211,4545	840 211,4545						
				F—116 116—AÉ		K T	B D	40 7 33	13 43		— 2,0	+ 16,0 + 13,4	+ 0,1460	— 14,7695	+ 0,0035	— 0,0098 + 0,0647	+ 46,7400	+ 32,1749	960 032,1749	3 576 314,45					
			Vissza	AE—F	IX. 30. á. m.	V B	T D	40	47	De-rült csendes enyhe szél	1,6	+ 16,6	— 0,5140	— 14,7695	+ 0,0035	— 0,0896	+ 46,7400	+ 31,3704	960 031,3704						
				F—K		K T	B É	35	45		2,2	+ 19,4	+ 186,7580	— 16,0797	— 0,0337	— 0,2338	+ 40,8975	+ 211,3083	840 211,3083						
				K—A		V B	T É	34	42		1,9	+ 21,8	+ 71,3540	— 80,3024	+ 0,0154	— 0,3747	+ 39,7290	+ 30,4213	816 030,4213						
				A—AD		K T	B D	40	56		1,2	+ 24,3	+ 42,7080	— 49,1354	+ 0,0074	— 0,6452	+ 46,7400	+ 39,6748	960 039,6748	3 576 312,77	3 576 313,61				

ORszágos Meteorológiai Intézet Könyvtára



12. táblázat. A mérési adatok összefoglalása III.

II. m é r é s																								
A mérés száma	A drót száma	A mérés iránya	Szakasz	Dátum	Észlelők	Jegyző	0 skála helyzete	Drótfekvések száma	A mérés időtartama percben	Meteorológiai adatok			Leolvasáskülönbségek összege mm	Redukciók				Összeg mm	A mért szakasz hossza mm	Az alapvonal hossza	Közép	Megjegyzés		
										Időjárás	Szélsebesség m/sec.	Alt. lég hőmérséklet C		C hűrferdeség miatt	C behajlás változásai miatt	C hőmérséklet miatt	C drótállandók miatt							
														mm						mm				
637	Oda	AD—A	X. 2. a. m.	V B	T D	40	40	De-rült	1,5	+ 19,5	+ 77,6350	— 49,1354	+ 0,0074	— 0,2740	+ 13,3600	+ 41,5930	960 041,5930							
				K T	B É	34	39		1,2	+ 20,4	+ 99,3680	— 80,3024	+ 0,0154	— 0,2863	+ 11,3560	+ 30,1507	816 030,1507							
				V B	T É	35	38		1,1	+ 22,2	+ 217,7980	— 16,0797	— 0,0337	— 0,4130	+ 11,6900	+ 212,9616	840 212,9616							
				K T	B D	40	46		0,9	+ 24,0	+ 32,4200	— 14,7695	+ 0,0035	— 0,6200	+ 13,3600	+ 30,3940	960 030,3940					3 576 315,10		
		F—AÉ	V B	T D	40	46	De-rült cseendes	0,9	+ 25,2	+ 33,2270	— 14,7695	+ 0,0035	— 0,7224	+ 13,3600	+ 31,0986	960 031,0986								
			K T	B É	35	39		2,0	+ 24,7	+ 216,2400	— 16,0797	— 0,0337	— 0,5940	+ 11,6900	+ 211,2226	840 211,2226								
			V B	T É	34	33		1,0	+ 22,7	+ 100,1970	— 80,3024	+ 0,0154	— 0,4352	+ 11,3560	+ 30,8308	816 030,8308								
			K T	B D	40	42		0,6	+ 20,3	+ 76,2630	— 49,1354	+ 0,0074	— 0,3296	+ 13,3600	+ 40,1654	960 040,1654					3 576 313,32	3 576 314,21		
	AÉ—F	X. 2. p. m.	V B	T D	40	46	De-rült cseendes	0,9	+ 25,2	+ 33,2270	— 14,7695	+ 0,0035	— 0,7224	+ 13,3600	+ 31,0986	960 031,0986								
			K T	B É	35	39		2,0	+ 24,7	+ 216,2400	— 16,0797	— 0,0337	— 0,5940	+ 11,6900	+ 211,2226	840 211,2226								
			V B	T É	34	33		1,0	+ 22,7	+ 100,1970	— 80,3024	+ 0,0154	— 0,4352	+ 11,3560	+ 30,8308	816 030,8308								
			K T	B D	40	42		0,6	+ 20,3	+ 76,2630	— 49,1354	+ 0,0074	— 0,3296	+ 13,3600	+ 40,1654	960 040,1654					3 576 313,32	3 576 314,21		
	636	Oda	AD—A	X. 3. a. m.	V B	T D	40	39	Enyhe felhős kis (nyugati) szél	3,6	+ 17,1	+ 54,4000	— 49,1354	+ 0,0074	— 0,1184	+ 37,8200	+ 42,9736	960 042,9736						
					K T	B É	34	41		3,9	+ 16,4	+ 79,9590	— 80,3024	+ 0,0154	— 0,0666	+ 32,1470	+ 31,7524	816 031,7524						
					V B	T É	35	34		6,6	+ 16,2	+ 195,6270	— 16,0797	— 0,0337	— 0,0558	+ 33,0925	+ 212,5473	840,212 5473						
					K T	B D	40	44		8,2	+ 16,7	+ 9,9750	— 14,7695	+ 0,0035	— 0,0952	+ 37,8200	+ 32,9338	960 032,9338					3 576 320,21	
F—AÉ		V B	T D	40	44	Enyhe felhős kis (nyugati) szél	8,2	+ 16,7	+ 9,9750	— 14,7695	+ 0,0035	— 0,0952	+ 37,8200	+ 32,9338	960 032,9338	3 576 320,21								
		K T	B D	40	44		8,2	+ 16,7	+ 9,9750	— 14,7695	+ 0,0035	— 0,0952	+ 37,8200	+ 32,9338	960 032,9338	3 576 320,21								
		V B	T D	40	38		változó hőzet nyugati szél Erős nyugati szél	7,3	+ 17,3	+ 8,7010	— 14,7695	+ 0,0035	— 0,1312	+ 37,8200	+ 31,6238	960 031,6238								
		K T	B É	35	38			6,8	+ 18,1	+ 199,7810	— 16,0797	— 0,0337	— 0,1596	+ 33,0925	+ 216,6005	840 216,6005								
V B	T É	34	44	6,6	+ 18,2	+ 80,2950		— 80,3024	+ 0,0154	— 0,1605	+ 32,1470	+ 31,9945	816 031,9945											
K T	B D	40	47	6,2	+ 18,4	+ 53,8140		— 49,1354	+ 0,0074	— 0,2016	+ 37,8200	+ 42,3044	960 042,3044	3 576 322,52	3 576 321,37									



Az alapvonal hossza : 3 576 316,50 mm

Ezután a $24 + \Delta$ értékeket redukáltuk a vízszintesre. A megfelelő redukció

$$C_1 = (24 + \Delta) (1 - \cos \alpha) = (24 + \Delta) \left(1 - \sqrt{1 - \frac{m^2}{(24 + \Delta)^2}}\right)$$

vagyis sorbafejtve és rendezve

$$C_1 = -\frac{m^2}{2(24 + \Delta)} - \frac{m^4}{8(24 + \Delta)^3} - \dots$$

A magasabbrendű tagokat elhanyagolhatjuk, mert a mi esetünkben a második tag is csupán 9 esetben volt nagyobb $0,5 \mu$ -nál (összegük $7,1 \mu$ volt).

A redukálás során a második tagban a Δ érték elhanyagolható, mert $m = 1 \text{ m}$ és $\Delta = 0,10 \text{ m}$ esetén $0,1 \mu$ nagyságú az ezáltal elkövetett hiba (ha $m = 2,0 \text{ m}$ és $\Delta = 0,08 \text{ m}$, akkor a hiba $1,4 \mu$ -t tesz ki, ha $m = 2,0 \text{ m}$ és $\Delta = 0,05 \text{ m}$, akkor a hiba $0,9 \mu$). Így mi az alábbi képletet használtuk

$$C_1 = -\frac{m^2}{2(24 + \Delta)} - \frac{m^4}{8 \times 24^3}$$

A számítás egyszerűsítése céljából az első tagot átalakíthatjuk, ugyanis

$$\frac{m^2}{2(24 + \Delta)} = \frac{m^2}{2 \times 24} \frac{1}{1 + \frac{\Delta}{24}} = \frac{m^2}{2 \times 24} \left(1 - \frac{\Delta}{24} + \frac{\Delta^2}{24^2} - \dots\right)$$

vagyis a magasabbrendű tagokat elhanyagolva

$$= \frac{m^2}{2 \times 24} - \frac{m^2}{2 \times 24} \frac{\Delta}{24} + \frac{m^2}{2 \times 24} \frac{\Delta^2}{24^2}$$

Ezt bevezetve a C_1 képletbe, az így alakul

$$C_1 = -\frac{m^2}{2 \times 24} + \frac{m^2 \Delta}{2 \times 24^2} - \frac{m^2 \Delta^2}{2 \times 24^3} - \frac{m^4}{8 \times 24^3}$$

vagyis

$C_1 = -20833,33 \text{ m}^2 + 868,06 \text{ m}^2 \Delta - 36,17 \text{ m}^2 \Delta^2 - 9,04 \text{ m}^2$, amely képletbe a m és a Δ méterben írandó be, amikor is a C_1 -et mikronban kapjuk meg.

A mi esetünkben a harmadik tag egyszer sem ért el számbavehető értéket, mert az m legnagyobb értéke $0,883 \text{ m}$ volt, az ehhez tartozó Δ véletlenül ugyancsak a legnagyobb érték volt, t. i. $0,035 \text{ m}$, ezekre nézve a harmadik tag értéke $0,04 \mu$, azaz teljesen elhanyagolható.

b) A kötélgörbe behajlásváltozása miatt szükséges redukció. (C_{II})

A kötélgörbe behajlása megváltozhat:

1. ha egyenlő magasságú indexek esetén nem a drótskála két O vonása kerül az indexek fölé, vagyis ha az egyenlő magasságú indexek távolsága nem egyenlő a dróindexek közti kötélgörbehúrral;

2. ha a két leolvasási hely közt m magasságkülönbség van. Ugyanis az utóbbi esetben a szimmetriás kötélgörbe asszimmetriássá deformálódik, ami a behajlás kisebbedését vonja maga után.

A két változásnak megfelelő redukciókat az *Esztó-Hornoch*-féle képletből számítottam és pedig az első behajlásváltozást a

$$-\frac{B_0^2 \delta}{8 \left(\frac{P}{p}\right)^2}$$

képlettel, a másodikat pedig a

$$\frac{B_0 m^2}{24 \left(\frac{P}{p}\right)^2}$$

képlettel, amelyekben B_0 a drótskálák O vonásai közti húr hossza vízszintes tartás mellett (vagyis a drótnak a komparálásból származó alaphossza) P a feszítő súly, p a drót folyóméterenkinti súlya, a δ pedig az a hossz, amellyel a cölöpindexek közt fekvő drót hosszabb, vagy rövidebb, mint a drótskálák O vonásai közötti távolság (számítható a drótskálakon tett leolvasásokból).

A drót megnyúlása miatt szükséges javítás az *Esztó-Hornoch*-féle képletből

$$\frac{m}{E F} G + \frac{B_0^2 G m}{12 p \left(\frac{P}{p}\right)^3}$$

amelyben E a drót rugalmassági modulusa, F a drót keresztmetszete, G pedig a kapcsolószerkezet súlya. A többi betű jelentése megegyezik a már előbb közöltekkel.

A megfelelő állandó számértékeket ($P = 10$ kg, $p = 0,01714$ kg, $\frac{P}{p} = 583$, $G = 0,0715$ kg.) behelyettesítve, továbbá B_0 -t 24-nek véve,

$$C_{II} = -211,8 \delta + 2,94 m^2 + (2,00 + 0,95) m = -211,80 \delta + 2,94 m^2 + 2,95 m$$

amely képlet a redukciókat mikronokban adja, ha az m -t is, a δ -t is méterben kifejezve írjuk be.

13. táblázat. I. A cölöpindexek ferde távolságának redukálása a vízszintesre

Szakasz	m mm	Δ mm	$-\frac{m^3}{2 \times 24}$ mm	$-\frac{m^4}{8 \times 24^3}$	$+\frac{m^2 \Delta}{2 \times 24^2}$	Redukció a vízszin- tesre C- mm
AD— 1	113,4	+ 4,400	— 0,268		0,0000	— 0,268
1— 2	28,3	+ 5,283	— 0,017		0	— 0,017
2— 3	74,6	+ 5,346	— 0,116		0	— 0,116
3— 4	78,4	+ 5,468	— 0,128		0	— 0,128
4— 5	9,4	+ 7,125	— 0,002		0	— 0,002
5— 6	89,8	+ 2,592	— 0,168		0	— 0,168
6— 7	153,0	+ 6,908	— 0,488		+ 1	— 0,488
7— 8	30,6	+ 5,350	— 0,020		0	— 0,020
8— 9	162,0	+ 4,636	— 0,547		+ 1	— 0,547
9—10	159,2	+ 6,934	— 0,528		+ 2	— 0,528
10—11	107,8	+ 6,277	— 0,242		+ 1	— 0,242
11—12	61,7	+ 5,296	— 0,079		0	— 0,079
12—13	524,8	+ 5,984	— 5,7378	— 0,0007	+ 14	— 5,737
13—14	205,3	+ 5,516	— 0,878		+ 2	— 0,878
14—15	129,8	+ 1,716	— 0,351		0	— 0,351
15—16	169,2	+ 11,050	— 0,596		+ 3	— 0,596
16—17	89,9	+ 5,016	— 0,168		0	— 0,168
17—18	58,2	+ 6,192	— 0,071		0	— 0,071
18—19	98,0	+ 4,075	— 0,200		0	— 0,200
19—20	228,1	+ 4,433	— 1,084		+ 2	— 1,084
20—21	205,0	+ 0,017	— 0,876		0	— 0,876
21—22	665,3	— 1,150	— 9,2213	— 0,0018	— 4	— 9,223
22—23	213,8	+ 1,008	— 0,952		0	— 0,952
23—24	89,6	— 3,658	— 0,167		0	— 0,167
24—25	109,2	— 1,483	— 0,248		0	— 0,248
25—26	153,4	+ 0,208	— 0,490		0	— 0,490
26—27	14,8	— 1,218	— 0,005		0	— 0,005
27—28	241,3	— 1,392	— 1,213		— 1	— 1,213
28—29	167,4	— 3,108	— 0,584		— 1	— 0,584
29—30	19,9	+ 1,608	— 0,008		0	— 0,008
30—31	126,8	— 1,300	— 0,335		0	— 0,335
31—32	87,6	— 1,206	— 0,160		0	— 0,160
32—33	71,2	— 2,227	— 0,106		0	— 0,106
33—34	883,0	— 35,425	— 16,2435	— 0,0055	— 240	— 16,273
34—35	174,9	+ 34,358	— 0,637		+ 9	— 0,636
35—36	156,0	+ 0,450	— 0,507		0	— 0,507
36—37	409,7	— 1,324	— 3,497		— 2	— 3,497
37—38	315,4	— 0,618	— 2,072		— 1	— 2,072
38—39	57,0	— 1,400	— 0,068		0	— 0,068
39—A	36,4	— 1,384	— 0,028		0	— 0,028
Összeg	6769,2	+ 90,353	— 49,1066	— 0,0080	— 0,0214	— 49,1360
Átlag	169,2	+ 2,259				
Absz. érték átlag		5,103				

13. II. táblázat. A cölöpindexek ferde távolságának redukálása a vízszintesre
(folytatás)

Szakasz	m mm	Δ mm	$-\frac{m^2}{2 \times 24}$ mm	$-\frac{m^4}{8 \times 24^3}$	$+\frac{m^2 \Delta}{2 \times 24^2}$	Redukció a vízszin- tesre C mm
A-41	255,7	+ 3,450	- 1,362		+ 0,0002	- 1,362
41-42	40,8	+ 2,750	- 0,035		0	- 0,035
42-43	432,6	+ 2,650	- 3,899		+ 4	- 3,899
43-44	454,2	+ 5,734	- 4,298		+ 10	- 4,297
44-45	430,6	+ 0,800	- 3,863		+ 1	- 3,863
45-46	90,8	+ 5,942	- 0,172		0	- 0,172
46-47	714,6	+ 3,083	- 10,6386	- 0,0024	+ 14	- 10,640
47-48	331,4	+ 2,288	- 2,288		+ 2	- 2,288
48-49	169,2	+ 4,042	- 0,596		+ 1	- 0,596
49-50	90,6	+ 3,681	- 0,171		0	- 0,171
50-51	85,5	+ 4,983	- 0,152		0	- 0,152
51-52	577,6	+ 1,842	- 6,9505	- 0,0010	+ 5	- 6,952
52-53	672,1	+ 1,333	- 9,4108	- 0,0018	+ 5	- 9,412
53-54	90,6	+ 3,975	- 0,171		0	- 0,171
54-55	197,0	+ 3,958	- 0,809		+ 1	- 0,809
55-56	189,8	+ 3,092	- 0,751		+ 1	- 0,751
56-57	142,2	+ 2,900	- 0,421		+ 1	- 0,421
57-58	1,6	+ 2,017	- 0,000		0	- 0,000
58-59	190,9	+ 3,542	- 0,759		+ 1	- 0,759
59-60	194,6	+ 2,850	- 0,789		+ 1	- 0,789
60-61	21,6	+ 3,350	- 0,010		0	- 0,010
61-62	203,5	+ 1,916	- 0,863		+ 1	- 0,863
62-63	188,6	+ 4,773	- 0,741		+ 1	- 0,741
63-64	85,3	+ 2,040	- 0,152		0	- 0,152
64-65	304,6	+ 3,567	- 1,933		+ 3	- 1,933
65-66	328,8	+ 4,653	- 2,252		+ 4	- 2,252
66-67	549,7	+ 0,575	- 6,2952	- 0,0008	+ 2	- 6,296
67-68	409,7	+ 4,600	- 3,497		+ 7	- 3,496
68-69	294,8	+ 4,650	- 1,811		+ 4	- 1,811
69-70	311,0	+ 3,700	- 2,015		+ 3	- 2,015
70-71	261,0	+ 2,294	- 1,419		+ 1	- 1,419
71-72	267,6	+ 5,625	- 1,492		+ 3	- 1,492
72-73	509,4	+ 2,684	- 5,4060	- 0,0006	+ 6	- 5,406
73-K	484,0	+ 1,027	- 4,8803	- 0,000496	+ 2	- 4,881
Összeg	9572,0	+ 110,366	- 80,3024	- 0,007096	+ 0,0086	- 80,3009
Átlag	281,5	+ 3,246				
Absz. értékátlag		3,246				

13. III. táblázat. A cölöpindexek ferde távolságának redukálása a vízszintesre
(folytatás)

Szakasz	m mm	Δ mm	$-\frac{m^2}{2 \times 24}$ mm	$-\frac{m^4}{8 \times 24^3}$	$+\frac{m^2 \Delta}{2 \times 24^2}$	Redukció a vízszin- tesre C mm
K—75	67,6	+	7,196	— 0,095	0,0000	— 0,095
75—76	85,4	+	8,245	— 0,152	+	— 0,152
76—77	31,0	+	4,193	— 0,020	0	— 0,020
77—78	68,9	+	7,016	— 0,099	0	— 0,099
78—79	28,9	+	6,292	— 0,018	0	— 0,018
79—80	34,6	+	6,742	— 0,025	0	— 0,025
80—81	132,1	+	4,400	— 0,364	+	— 0,364
81—82	50,4	+	5,167	— 0,053	0	— 0,053
82—83	134,2	+	8,792	— 0,375	+	— 0,375
83—84	113,4	+	4,426	— 0,268	0	— 0,268
84—85	116,8	+	7,192	— 0,284	+	— 0,284
85—86	213,0	+	5,683	— 0,945	+	— 0,945
86—87	321,4	+	7,133	— 2,152	+	— 2,151
87—88	202,7	+	6,593	— 0,856	+	— 0,856
88—89	103,0	+	5,984	— 0,221	+	— 0,221
89—90	34,6	+	5,042	— 0,025	0	— 0,025
90—91	188,4	+	6,466	— 0,739	+	— 0,739
91—92	118,1	+	6,975	— 0,291	+	— 0,291
92—93	32,6	+	7,208	— 0,022	0	— 0,022
93—94	100,4	+	5,130	— 0,210	0	— 0,210
94—95	62,4	+	6,481	— 0,081	0	— 0,081
95—96	14,2	+	6,283	— 0,004	0	— 0,004
96—97	268,6	+	6,409	— 1,503	+	— 1,503
97—98	175,4	+	6,908	— 0,641	+	— 0,641
98—99	10,9	+	8,666	— 0,002	0	— 0,002
99—100	68,4	+	5,527	— 0,098	0	— 0,098
100—101	27,0	+	5,325	— 0,015	0	— 0,015
101—102	281,0	+	7,475	— 1,645	+	— 1,644
102—103	72,2	+	5,901	— 0,109	0	— 0,109
103—104	308,0	+	7,312	— 1,976	+	— 1,975
104—105	91,0	+	6,571	— 0,173	0	— 0,173
105—106	283,1	+	8,167	— 1,670	+	— 1,669
106—107	72,9	+	6,600	— 0,111	0	— 0,111
107—108	138,1	+	6,183	— 0,397	+	— 0,397
108—F	146,2	+	7,966	— 0,445	+	— 0,445
Összeg	4196,9	+	227,649	— 16,084	+	— 16,0797
Átlag	119,9	+	6,504			
Absz. értékátlag			6,504			

13. IV. táblázat A cölöpindexek ferde távolságának redu kálása a vízszintesre (folytatás)

Szakasz	m mm	Δ mm	$-\frac{m^2}{2 \times 24}$ mm	$-\frac{m^4}{8 \times 24^3}$	$+\frac{m^2 \Delta}{2 \times 24^2}$	Redukció a vízszin- tesre C_I mm
F—110	68,4	+ 0,466	— 0,097		0,0000	— 0,097
110—111	5,6	+ 1,106	— 0,001		0	— 0,001
111—112	140,8	+ 2,075	— 0,413		0	— 0,413
112—113	97,0	+ 1,716	— 0,196		0	— 0,196
113—114	42,0	+ 1,608	— 0,037		0	— 0,037
114—115	64,7	+ 1,983	— 0,087		0	— 0,087
115—116	14,6	— 1,605	— 0,004		0	— 0,004
116—117	106,0	+ 1,208	— 0,234		0	— 0,234
117—118	288,4	+ 0,842	— 1,733		+ 1	— 1,733
118—119	365,4	+ 2,108	— 2,782		+ 2	— 2,782
119—120	279,2	+ 0,375	— 1,624		0	— 1,624
120—121	6,8	+ 0,654	— 0,001		0	— 0,001
121—122	58,3	+ 2,708	— 0,071		0	— 0,071
122—123	115,1	+ 0,925	— 0,276		0	— 0,276
123—124	79,8	+ 1,946	— 0,133		0	— 0,133
124—125	84,4	— 0,458	— 0,148		0	— 0,148
125—126	4,5	+ 2,600	— 0,000		0	— 0,000
126—127	5,1	+ 1,110	— 0,001		0	— 0,001
127—128	43,8	+ 1,017	— 0,040		0	— 0,040
128—129	123,1	+ 0,558	— 0,316		0	— 0,316
129—130	110,1	+ 1,117	— 0,253		0	— 0,253
130—131	78,0	+ 0,562	— 0,127		0	— 0,127
131—132	121,8	+ 1,016	— 0,309		0	— 0,309
132—133	71,4	+ 0,300	— 0,106		0	— 0,106
133—134	105,6	+ 2,216	— 0,232		0	— 0,232
134—135	22,9	+ 1,300	— 0,011		0	— 0,011
135—136	117,0	+ 0,425	— 0,653		0	— 0,653
136—137	217,6	+ 2,000	— 0,986		+ 1	— 0,986
137—138	112,0	+ 1,225	— 0,261		0	— 0,261
138—139	49,4	+ 1,967	— 0,051		0	— 0,051
139—140	66,6	+ 0,716	— 0,092		0	— 0,092
140—141	14,4	+ 1,500	— 0,004		0	— 0,004
141—142	151,2	+ 1,100	— 0,476		0	— 0,476
142—143	196,0	+ 1,838	— 0,800		+ 1	— 0,800
143—144	23,8	+ 1,850	— 0,012		0	— 0,012
144—145	56,5	— 0,308	— 0,067		0	— 0,067
145—146	59,3	+ 0,352	— 0,073		0	— 0,073
146—147	42,8	+ 0,716	— 0,038		0	— 0,038
147—148	78,9	+ 2,667	— 0,130		0	— 0,130
148—AE	301,6	+ 0,483	— 1,895		0	— 1,895
Összeg	4049,9	+ 45,984	— 14,770		+ 0,0005	— 14,7695
Átlag	101,2	+ 1,150				
Absz. értékátlag		1,268				

A redukciósámításokban a δ helyett a Δ értékeket vettük, ami elegendő megközelítést adott. Ugyanis

$$\Delta = \delta + C_k,$$

ahol C_k a komparálási korrekció, (a drót 0 vonásainak távolsága = $= 24 m + C_k$).

A C_k értéke a négy drót közepére csupán 0,689 mm volt.

A behajlásváltozás miatti C_{II} redukció a mi esetünkben, tekintettel a kis m és Δ értékekre, továbbá a Δ -ák változó előjelére, végeredményben nem sokat tett ki, t. i.

$$\text{az } AD-A \text{ szakaszon} + 7,4 \mu$$

$$\text{az } A-K \text{ szakaszon} + 15,4 \mu$$

$$\text{a } K-F \text{ szakaszon} - 33,7 \mu$$

$$\text{az } F-\bar{A}\bar{E} \text{ szakaszon} + 3,5 \mu.$$

Az egész alapvonalra vonatkozó értéke $-7,4$ mikron volt.

c) *A hajlás és a drótgörbe deformálódás hatásainak együttes számítása.*

Az előzők alapján számított $C_I + C_{II}$ redukció bizonyos elhanyagolások alapján keletkezett s ezért jónak láttuk az egész számítást ellenőrizni a teljes *Eszto-Hornöch*-féle képlettel is. E képlet szerint

$$C_I + C_{II} = -20\,833,33 m^2 + 868,06 \delta m^2 - 9,04 m^4 - \\ -211,80 \delta + 2,94 m^2 + 2,95 m,$$

ahol δ jelenti azt az értéket, amivel az egyenlő magasságú indexek távolsága B_0 -tól, azaz az egyenlő magasságú indexek közt kifeszített drót 0 vonásainak távolságától eltér. Az m alatt a szomszédos indexek magasságkülönbsége értendő.

A képlet első három tagja a szomszédos cölöpindexek közti ferde távolságokat redukálja a vízszintesre, a következő két tag a behajlás miatti, az utolsó tag pedig a drót megnyúlása miatti javítás.

Az alábbi számításainkban B_0 -nak a négy drót komparált hosszainak számtani közepét vettük és pedig

$$B_0 = 24,000689 m,$$

a δ -kat pedig a $(\Delta - 0,689)$ -nek megfelelőeknek vettük. E felvételekkel végeztük el a számítást az összes indexközökre. A nyert értékek szakaszonként összefoglalva

$$C_I + C_{II} \text{ az } AD-A \text{ szakaszra} - 49,13 \text{ mm}$$

$$C_I + C_{II} \text{ az } A-K \text{ szakaszra} - 80,28 \text{ mm}$$

$$C_I + C_{II} \text{ a } K-F \text{ szakaszra} - 16,11 \text{ mm}$$

$$C_I + C_{II} \text{ az } F-AE \text{ szakaszra} - 14,76 \text{ mm}$$

Vagyis az egész alapvonalra

$$C_I + C_{II} = -160,28 \text{ mm.}$$

Ezzel szemben a mi számításunk szerint

$$C_I = -160,2861 \text{ mm}$$

$$C_{II} = -74$$

$$C_I + C_{II} = -160,29 \text{ mm,}$$

ami gyakorlatilag az előzővel teljesen egyezik.

d) *A hőmérsékletváltozás miatti redukció (C_{III}).*

Ezek értékeit a drót komparáláskor megállapított hőmérsékleti koefficienssekkel és a mérés alatti léghőmérsékletekkel számítottuk ki.

e) *A drótállandók miatti redukció (C_{IV}).*

A mérés előtt és a mérés után a nummelai próbabázison történt a drótok komparálása, vagyis az úgynevezett drótállandók megállapítása. A komparálás részleteit, valamint a redukálásban felhasznált drótállandó értékeket a 39. oldalon közöltük.

f) *A feszítőerő változása miatti redukció*

A feszítőerő változása egyrészt megnyújtja a drótot, másrészt pedig a behajlást változtatja meg, ami szintén közelíti, vagy távolítja a drót két skálájának 0 indexét.

Ha a feszítő súly változik meg, akkor mind a két hatás érvényesül, ha a drót önsúlya változik (nedvesség, tisztátalanság stb.), akkor csak a behajlás változik, ha végül a nehézséggyorsulás változik, akkor ez főleg a megnyúlást változtatja.

Úgy az elmélet, mint a tapasztalat alapján a szokásos méretű 24 m hosszú drót hosszváltozása — 10 kg feszítőerő esetén, — 1 g feszítőerő változásra 1 μ -t tesz ki, azaz a hosszúság 1/24 000 000-át. Ebből a behajlás változás mintegy 0,3 μ -t, a nyúlásváltozás mintegy 0,7 μ -t tesz ki.

A mi esetünkben a két feszítő tömeg breteuili súlya

$$10000,20 \text{ gr}$$

és

$$10002,70 \text{ gr,}$$

azaz a feszítőerő 10 kg-tól 1,45 grammal tér el. Ennek — 1,45 μ , azaz 1/16 500 000-ed hosszváltozás felel meg, ami kétségkívül elhanyagolható mennyiség.

g) A nehézség gyorsulás változása miatti redukció

A drótkomparálás eredményei Breteuil nehézség gyorsulására vonatkoznak.

Mivel Breteuil földrajzi szélessége $48^{\circ}50'$, magassága pedig 70 m , a budapesti alapvonal középszélessége $47^{\circ}37'$, átlagos magassága 104 m , azért sem a szélességek, sem a magasságok között nincs olyan különbség, amely a nehézség gyorsulás értékét érzékenyen befolyásolná.

Ugyanis Breteuil nehézség gyorsulása a Helmert-féle 1901-es képlet alapján

$$g_{\text{Breteuil}} = 980,940 \text{ cm/mp}^2.$$

A budapesti alapvonalé

$$g_{\text{Budapest}} = 980,820 \text{ cm/mp}^2,$$

E szerint a nehézséggyorsulás-különbség $+0,120 \text{ cm/mp}^2$, ami feszítőerőváltozásban $1,2$ grammnak felel meg. Ezért a nehézséggyorsulás miatti redukció $0,7 \times 1,2$, azaz

$$+0,84 \mu,$$

azaz $1/28\ 600\ 000$ -ed, ami kétségkívül elhanyagolható.

h) Redukció a skálák megnyúlása miatt

Erre a redukcióra Tárczy-Hornoch Antal tanár hívta fel a figyelmemet.

A drót végén lévő skálák a feszítőerő hatására rugalmasan megnyúlnak s ezért a beosztásrészek a súly beakasztása után, hibátlan osztás esetén sem lehetnek mm -el egyenlők, hanem annál valami τ mérettel nagyobbak lesznek.

A Hooke törvény szerint a rugalmas megnyúlás

$$\Delta t = \frac{t P}{E f}$$

ahol a t a rúd hosszát, P a húzóerőt, E az anyag rugalmassági modulusát, f a keresztmetszetnek területét jelenti.

A rugalmas megnyúlás értékét Δt -t méterben kapjuk, ha t -t méterben, P -t kg -ban, E -t kg/cm^2 -ben, f -et cm^2 -ben helyettesítjük be. Ha t -t egyenlőnek vesszük $0,001\text{ m}$ -el, vagyis egy beosztás résszel, akkor

$$\Delta t = \tau = \frac{0,001 P}{E f}.$$

A mi esetünkben

$$\begin{aligned}P &= 10 \text{ kg} \\E &= 1,55 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2 \\f &= 0,028 \text{ cm}^2\end{aligned}$$

aminek megfelelően

$$\tau = 0,23 \mu$$

vagyis a 10 kg-al való feszítés alatt a beosztás egy mm-e $(1 + \tau)$ mm-el, azaz 1,00023 mm-el egyenlő.

Vízszintes tartás mellett az indextávolság B a következő:

$$B = B_0 + \Delta_e + \Delta_h = B_0 + \Delta_e (1 + \tau) - \Delta_h (1 + \tau)$$

azaz

$$B = B_0 + \Delta + \tau \Delta$$

A beosztás rész megnyúlása következtében előálló hiba a τ -val és a Δ -val arányos.

Előjele változhat, mert a Δ negatív értékű is lehet.

Mivel úgy a Δ -ák, mint azok algebrai összegei rendelkezésre állanak, a $\tau \Delta$ érték egyszerűen számítható és tekintetbe vehető.

A mi méréseinkben

$$\text{az } AD-A \text{ szakaszon } \Sigma \Delta = + 90,353 \text{ mm}$$

$$\text{az } A-K \text{ szakaszon } \Sigma \Delta = + 110,366 \text{ „}$$

$$\text{az } K-F \text{ szakaszon } \Sigma \Delta = + 227,649 \text{ „}$$

$$\text{az } F-AE \text{ szakaszon } \Sigma \Delta = + 45,984 \text{ „}$$

$$\text{vagyis összesen } + 474,352 \text{ mm}$$

aminek 109 μ , azaz 0,109 mm felel meg az egész alapvonal hossza. Mivel ez az érték a teljes hossz 1/36 000 000-odát teszi ki, tekintetbe vétele mellőzhető.

III. RÉSZ

AZ ALAPVONALMÉRÉS VÉGEREDMÉNYE ÉS PONTOSSÁGI VIZSGÁLATOK

1. §. Az alapvonalmérés végeredményének levezetése. Adatok a végeredmény pontosságára

Az alapvonalmérés eredményeit az alábbi 14 számú táblázat
negyedik oszlopában foglaltuk össze.

14. táblázat. Az alapvonalhosszra kapott eredmények összefoglalása

Drót	Mérés	Irány	Hossz mm	λ mm
634	I.	Oda	3576 315,30	+ 1,20
		Vissza	315,19	+ 1,31
635		Oda	314,45	+ 2,05
		Vissza	312,77	+ 3,73
636		Oda	317,15	— 0,65
		Vissza	318,22	— 1,72
637	II.	Oda	314,12	+ 2,38
		Vissza	316,82	— 0,32
637		Oda	315,10	+ 1,40
		Vissza	313,32	+ 3,18
636		Oda	320,21	— 3,71
		Vissza	322,52	— 6,02
635		Oda	319,85	— 3,35
		Vissza	314,66	+ 1,84
634		Oda	318,18	— 1,68
		Vissza	316,06	+ 0,44
Közép			3576 316,50	

E táblázat tartalmazza a λ értékeket is, amelyeket azzal a feltevéssel
állapítottunk meg, hogy az egyes mérési eredményeket egyenlő
súlyúnak vettük.

E feltevéssel az alapvonal hossza

3 576 316,50 mm

1

A pontosságra nézve pedig egyetlen mért érték középhibája

$\pm 2,71$ mm

2

azaz kereken 1/1 300 000-ed.

2

A végeredmény középhibája pedig

$\pm 0,68$ mm

azaz 1/5 250 000-ed.

A 2. és 3. alatti középhibák azonban nem középteljes hibák, így nem is jellemzők 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 alapvonalértékek legfontosabb hibái 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 redukálásból származó szabályos hibák (kígyózó mérés a függőleges síkban).

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

Ez a két szabályos hiba a mi mérési berendezésünk mellett mint állandó hiba szerepel, mert valamennyi mérést ugyanazon a térbeli vonalon végeztünk s mert a vízszintesre való redukálás minden mérésben ugyanazon értékekkel történt.

5. Az észlelők személyes, szabályos leolvasási hibái.

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

7. A feszítőerő mérés alatti szabályos megváltozásából származó szabályos hosszváltozások (szélnyomásból, drótvégek lefogásából, harmatból stb.).

8. Az invaranyag nem stabil voltából származó szabályos hosszváltozások.

9. A hőmérséklet változásából származó szabályos jellegű hosszváltozások.

ma

szab

talár

zásó

az á

szeri

közé

észle

arra

jelle

hibák

kifej

közül

időb

válto

érték

amely

mért

alatt

vetke

mért

cölöp

dett

nézve

ből n

legkis

alapo

AD—

szaka

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 feszítőerő mérés alatti megváltozásaiból származó szabálytalan hosszváltozások.

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

16. Az indexcölöpök elmozdulásából származó véletlen változások.

Ezek szerint a fenti középhibákban *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.

Mivel azonban 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, mert a 16 érték közül csak három szeles érték van, a többi 13 érték szélmentes időből származik.

Az invaranyag nem stabil voltából származó szabályoshosszváltozás (8) a mérés előtt és utána végzett komparálások középértékeinek felhasználása miatt szintén véletlen jellegűnek vehető.

Továbbá kétségkívül kis középértékű az a szabályos hiba is, amely a hőmérsékletmérés ugyancsak szabályos hibáiból származik, mert a 11. táblázat szerint 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* (nem beásott) s három oldalról megtámasztott erős cölöpöket használtunk, másrészt, mert a talaj mindenütt jól üllepedett homokréteg volt. Külön kísérleteket a talajelhajlás mértékére nézve nem végeztünk, azonban ilyen hatás méréseink eredményeiből nem kizárható. Ugyanis a talajelhajlás hatása kétségkívül a legkisebb azokban az indexközökben, ahol az egyik végpont mélyre alapozott, falazot oszlop, a másik végpont pedig cölöp. Ilyenek az AD—1, 39—A, A—41, 73—K, K—75, 108—F, F—110, 148—AÉ szakaszok. Ha lényeges talajelhajlás következett volna be — a

tisztán cölöpvégpontú szakaszokban —, akkor nyilvánvalóan ezekben a szilárdabb szakaszokban a hosszúságokra kisebb középhibákat kell kapnunk, mint a többiekben.

A 25. táblázat adatai szerint egy indexköz meghatározásának középhibája $\pm 0,093$ mm. Ugyanez ezen értékek a fenti szilárdabb közökre nézve

$\pm 0,070$	mm
$\pm 0,101$	«
$\pm 0,110$	«
$\pm 0,086$	«
$\pm 0,120$	«
$\pm 0,102$	«
$\pm 0,147$	«
$\pm 0,088$	«

amit átlagban $\pm 0,108$ mm-t tesz ki, vagyis nem hogy kisebb volna, hanem ellenkezőleg nagyobb, mint az átlagos érték, tehát talaj-elhajlási hatás nem állapítható meg.

Összefoglalva az eddigieket kétségtelen, hogy a végeredményül levezetett alapvonalérték középhibája nem tartalmazza az első négy állandó részt, vagyis a középteljes hiba (μ) esetünkben tulajdonképpen a következő:

$$\mu = \sqrt{a_1^2 + a_2^2 + a_3^2 + a_4^2 + 0,68^2}.$$

Ha tehát a valóságos megbízhatóságot akarjuk megismerni, akkor a fenti négy állandó hiba nagyságát kell megállapítani.

Itt kétségteljesen a legkritikusabb rész az a_1 érték meghatározása, ami tudniillik a drótkomparálási hiba állandó részét jelenti. Ennek értékére pontos adataim nincsenek, de mert az etalonok komparálását $\pm 0,3 \mu$ — $\pm 0,5 \mu$ középhibával lehet elvégezni, azért az a_1 értéke dróthosszankint $\pm 7 \mu$ — $\pm 12 \mu$ között változhatik. Ha a középértéket $\pm 10 \mu$ -t veszem — s ez a feltétel kétségteljesen megtehető, tekintettel arra a nagy gondra, amellyel a finn Geodéziai Intézet a komparálásokat végzi, akkor

$$a_1 = \pm 1,49 \text{ mm.}$$

Az a_2 , vagyis a súlykomparálásból származó állandó hiba gondos súlykomparálás esetén mindig kis értékű. Ugyanis, ha a súlymeghatározás középhibáját $\pm 0,5$ grammnak vesszük, ennek egy drótfekvésben $\pm 0,5 \mu$ felel meg, tehát az a_2 értéke a végeredményben $\pm 0,07$ mm értékűnek vehető.

Az a_3 a vízszintesre való redukálásból származó állandó hiba. Ennek az értéke méréseinkben szintén kicsiny, egyrészt, mert a szomszédos indexek magaskülönbségét mindenütt — többszörös

méréssel — néhány 0,1 mm pontossággal állapítottuk meg, másrészt, mert a kedvező terep miatt nem voltak nagyobb magasságkülönbségek. Ugyanis a 43—50. táblázatok szerint az abszolút magasságkülönbségek átlagos értéke 0,168 m volt.

A 43—50. táblázatok alapján a szintezésre megállapított összes μ_m értékekből számítva a redukció középhibája egy drótfekvésben

$$\mu_c = \frac{m}{2} \mu_m = \pm 1,1 \mu$$

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 ± 10 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 tekintetbevé mondhatjuk, hogy az alapvonalmérésünk középteljes hibája, elegendő megközelítéssel

$$\mu = \sqrt{1,49^2 + 0,07^2 + 0,16^2 + 0,60^2 + 0,68^2} = \pm 1,75 \text{ mm}$$

azaz kerekén 1/2 000 000-od.

A fenti hibavizsgálat világosan mutatja a drótmérés nagy előnyét, vagyis azt, hogy a mérés középvetlenül hibája feltűnően kis érték.

Az állandó hatások közül a legveszedelmesebb a drótkomparálásból származó s ezért az abszolút pontosság fokozása csak a komparálás pontosságának fokozásával érhető el.

2. §. Végeredményszámítás súlyokkal, illetve a szelesértékek elhagyásával

A rendelkezésre álló egyes értékekből (14. táblázat) a végeredményt különböző súlyok felvételével, illetve egyes értékek elhagyásával is számíthatjuk.

A teljesség kedvéért az erre vonatkozó számításokat is elvégeztük s a felvett kilenc esetre megállapítható érték- és pontosság-adatokat az alábbiakban a—i alatt állítottuk össze.

a) Egyenlő súllyal valamennyi érték végeredménye (64. oldal);

$$3\,576\,316,50 \text{ mm} \pm 0,68 \text{ mm}$$

b) Csupán az első mérést véve vagyis az alábbi táblázatban levő értékeket tekintve ;

15. táblázat

F. sz.	Mérési eredmény	Súly	λ
1.	3 576 315,30 mm	1	+ 0,20
2.	5,19	1	+ 0,31
3.	4,45	1	+ 1,05
4.	2,77	1	+ 2,73
5.	7,15	1	— 1,65
6.	8,22	1	— 2,72
7.	4,12	1	+ 1,38
8.	6,82	1	— 1,32

A végeredmény

$$3\,576\,315,50\text{ mm} \pm 0,63\text{ mm.}$$

c) csupán a második mérést véve, azaz az alábbi táblázat értékeit tekintve ;

16. táblázat

F. sz.	Mérési eredmény	Súly	λ
1.	3 576.315,10 mm	1	+ 2,39
2.	3,32	1	+ 4,17
3.	20,21	1	— 2,72
4.	22,52	1	— 5,03
5.	19,85	1	— 2,36
6.	4,66	1	+ 2,83
7.	8,18	1	— 0,69
8.	6,06	1	+ 1,43

A végeredmény

$$3\,576\,317,49\text{ mm} \pm 1,13\text{ mm.}$$

d) csupán a Vincze—Balthazár csoport által végzett méréseket tekintve, a végeredmény (72. oldal) ;

$$3\,576\,317,47\text{ mm} \pm 0,45\text{ mm.}$$

e) csupán a Kürti—Tóth csoport által végzett méréseket tekintve, a végeredmény (72. oldal) ;

$$3\,576\,315,52\text{ mm} \pm 1,40\text{ mm.}$$

f) a II. mérésben három olyan egyszerű meghatározás van, amelyben a szél hatása kétségtelen (635 oda, 636 oda és 636 vissza). Ezeket félsúllyal véve ;

levő

17. táblázat

F. sz.	Mérési eredmény	Súly	pl	λ
1.	3 576 315,30 mm	1	5,30	+ 0,74
2.	5,19	1	5,19	+ 0,85
3.	4,45	1	4,45	+ 1,59
4.	2,77	1	2,77	+ 3,27
5.	7,15	1	7,15	— 1,11
6.	8,22	1	8,22	— 2,18
7.	4,12	1	4,12	+ 2,12
8.	6,82	1	6,82	— 0,78
9.	5,10	1	5,10	+ 0,94
10.	3,32	1	3,32	+ 2,72
11.	20,21	0,5	10,10	— 4,17
12.	22,52	0,5	11,26	— 6,48
13.	19,85	0,5	9,92	— 3,81
14.	4,66	1	4,66	+ 1,38
15.	8,18	1	8,18	— 2,14
16.	6,06	1	6,06	— 0,02

Összeg : 14,5 232,62

Ebben az esetben a végeredmény

$$3\,576\,316,04\text{ mm} \pm 0,60\text{ mm.}$$

g) elhagyva a három szeles értéket s a többi egyenlő súllyal véve ;

18. táblázat

F. sz.	Mérési eredmény	λ
1.	3 576 315,30 mm	+ 0,19
2.	5,19	+ 0,30
3.	4,45	+ 1,04
4.	2,77	+ 2,72
5.	7,15	— 1,66
6.	8,22	— 2,73
7.	4,12	+ 1,37
8.	6,82	— 1,33
9.	5,10	+ 0,39
10.	3,32	+ 2,17
11.	4,66	+ 0,83
12.	8,18	— 2,69
13.	6,06	— 0,57

Ez esetben a végeredmény

$$3\,576\,315,49\text{ mm} \pm 0,47\text{ mm.}$$

h) elhagyva a két széles értéket (636 oda és 636 vissza) ;

19. táblázat

F. sz.	Mérési eredmény	λ
1.	3 576 315,30 mm	+ 0,50
2.	5,19	+ 0,61
3.	4,45	+ 1,35
4.	2,77	+ 3,03
5.	7,15	— 1,35
6.	8,22	— 2,42
7.	4,12	+ 1,68
8.	6,82	— 1,02
9.	5,10	+ 0,70
10.	3,32	+ 2,48
11.	9,85	— 4,05
12.	4,66	+ 1,14
13.	8,18	— 2,38
14.	6,06	— 0,26

Ez esetben a végeredmény

$$3\ 576\ 315,80\ \text{mm} \pm 0,54\ \text{mm}.$$

i) a második méréssel nyert összes értékeket fél súllyal véve ;

20. táblázat

F. sz.	Mérési eredmény	Súly	λ
1.	3576 315,30 mm	1	+ 0,86
2.	5,19	1	+ 0,97
3.	4,45	1	+ 1,71
4.	2,77	1	+ 3,39
5.	7,15	1	— 0,99
6.	8,22	1	— 2,06
7.	4,12	1	+ 2,04
8.	6,82	1	— 0,66
9.	5,10	0,5	+ 1,06
10.	3,32	0,0	+ 2,84
11.	20,21	0,5	— 4,05
12.	22,52	0,5	— 6,36
13.	19,85	0,5	— 3,69
14.	4,66	0,5	+ 1,50
15.	8,18	0,5	— 2,02
16.	6,06	0,5	+ 0,10

Ez esetben az eredmény

$$3\ 576\ 316,16\ \text{mm} \pm 0,62\ \text{mm}.$$

Összefoglalás

- a) Az összes értékek egyenlő súllyal
(16 értékből) $3\ 576\ 316,50\text{ mm} \pm 0,68\text{ mm}$.
- b) Csak az első mérés értékei
(nyolc értékből) $5,50\text{ mm} \pm 0,63\text{ mm}$.
- c) Csak a második mérés értékei
(nyolc értékből) $7,49\text{ mm} \pm 1,13\text{ mm}$.
- d) Csak a Vincze—Balthazar csoport értékei
(nyolc értékből) $7,47\text{ mm} \pm 0,45\text{ mm}$.
- e) Csak a Kürti—Tóth csoport értékei
(nyolc értékből) $5,52\text{ mm} \pm 1,40\text{ mm}$.
- f) A három szeles érték félsúllyal
(16 értékből) $6,04\text{ mm} \pm 0,60\text{ mm}$.
- g) Elhagyva a három szeles értéket
(13 értékből) $5,49\text{ mm} \pm 0,47\text{ mm}$.
- h) Elhagyva a két szeles értéket
(14 értékből) $5,80\text{ mm} \pm 0,54\text{ mm}$.
- i) A második mérés értékeit félsúllyal számítva
(16 értékből) $6,16\text{ mm} \pm 0,62\text{ mm}$.

Az első értéket vettük véglegesnek, az ettől való eltérések a következők:

b) esetben	+	1,00 mm,	azaz	.....	1/3	600 000
c) „	—	0,99 mm,	„	.....	1/3	600 000
d) „	—	0,97 mm,	„	.....	1/3	600 000
e) „	+	0,98 mm,	„	.....	1/3	600 000
f) „	+	0,46 mm,	„	.....	1/7	800 000
g) „	+	1,01 mm,	„	.....	1/5	600 000
h) „	+	0,70 mm,	„	.....	1/5	100 000
i) „	+	0,34 mm,	„	.....	1/10	500 000

Ezek az értékek, valamint az előbbi összefoglalás középhibái azt mutatják, hogy különböző súlyok felvételének, továbbá a szeles értékek elhagyásának sok jelentősége nincs és ez indokolja azt az eljárásunkat, amellyel mi az összes mérésekből számított valamennyi értéket egyenlő súlyúnak vettük és az ezekből számított középértéket fogadtuk el végeredménynek.

3. §. A mérési eredmények összefoglalása és középhibasámítás észlelőcsoportok szerint

Az alapvonalmérés már vázolt berendezése módot nyújt arra, hogy az alapvonal hosszát az egyes drótokkal kiszámíthassuk az észlelőcsoportok eredményeinek külön-külön való összegezésével

is. Tehát számíthatjuk az alapvonal hosszát külön a Vincze—Balthazár és külön a Kürti—Tóth csoportra nézve.

Ezek az értékek az alábbi 2 számú táblázatban vannak egybe foglalva.

21. táblázat. A mérési eredmények összefoglalása észlelőcsoportok szerint

Folyó- szám	Drót	Vincze — Balthazár		Kürti — Tóth		Eltérés a—b mm
		a mm	λ mm	b mm	λ mm	
1.	634	3 576 318,01	$- 0,54$	3 576 312,48	$+ 3,04$	$+ 5,53$
2.	635	315,13	$+ 2,34$	312,09	$+ 3,43$	$+ 3,04$
3.	636	317,51	$- 0,04$	317,85	$- 2,33$	$- 0,34$
4.	637	317,23	$+ 0,24$	313,71	$+ 1,81$	$+ 3,52$
5.	637	316,48	$+ 0,99$	311,93	$+ 3,59$	$+ 4,55$
6.	636	319,14	$- 1,67$	323,59	$- 8,07$	$- 4,45$
7.	635	318,72	$- 1,25$	315,79	$- 0,27$	$+ 2,93$
8.	634	317,55	$- 0,08$	316,70	$- 1,18$	$+ 0,85$
Közép		3 576 317,47		3 576 315,52		$+ 1,95$

Eszerint a Vincze—Balthazár csoport végeredménye

3 576 317,47 mm.

A Kürti—Tóth csoporté pedig

3 576 315,52 mm.

A kettő közötti eltérés tehát kerekén 2 mm, a végeredménytől való eltérés pedig kerekén 1 mm, azaz a teljes hosszaknak $1/3\,576\,000$ -ed része.

A táblázat tartalmazza az egyes értékek eltéréseit a megfelelő észlelőcsoport középértékétől (λ). E λ értékekből az egyes csoportokra nézve középhibákat számíthatunk és pedig a Vincze—Balthazár csoportra nézve egy alapvonalérték középhibája

$\pm 1,26$ mm.

A Kürti—Tóth csoportra nézve pedig

$\pm 3,95$ mm.

A két csoportot egybefoglalva egy alapvonalérték középhibája

$\pm 2,83$ mm,

azaz a hosszúság $1/1\,250\,000$ -ed része.

Az egyes csoportokra nézve még jellemzőbb értékeket kapunk, ha vesszük az ugyanazon drótra nyert értékek eltéréseit. Ugyanis ezek az értékek már mentesek a drót állandó hibáitól s így jellemzőbbek az egyes észlelőcsoportok személyes hibáira (de tartalmazzák a szél hatását is).

Ezek az eltérések »I. mérés kevesebb II. mérés« értelemben a Vincze—Baltházár csoportra nézve a következők:

a 634 drótra	+ 0,46 mm
« 635 «	— 3,59 mm
« 636 «	— 1,63 mm
« 637 «	+ 0,75 mm.

Vagyis ezekből számítva, egy alapvonalérték középhibája

$$\pm 1,42 \text{ mm (kerekén } 1/2 \text{ 500 000)}.$$

A Kürti—Tóth észlelőcsoportra nézve az eltérések:

a 634 drótra	— 4,22 mm
« 635 «	— 3,70 mm
« 636 «	— 5,74 mm
« 637 «	+ 1,78 mm.

Vagyis erre a csoportra nézve egy alapvonalérték középhibája

$$\pm 2,90 \text{ mm (kerekén } 1/1 \text{ 200 000)}.$$

Ezek az értékek főleg az egyes csoportok szabályos személyes hibáinak véletlen ingadozására nézve jellemzők. Ez az első csoportra nézve kedvezően kis értékű s véleményem szerint közel van ahhoz a szélső értékhez, amelyet nagyon gyakorlott, éles szemű észlelők a leggondosabb munkával egyáltalán elérhetnek.

A második csoport középhibája, noha nagyobb érték, de teljesen elfogadható, mert a 16 érték közepeként levezethető alapvonalhosszra $\pm 0,72 \text{ mm-t}$ ad, azaz kerekén $1/5000 \text{ 000-ot}$. A nagyobb értékek a két szeles nap hatásaként jelentkeznek, amikor a drótra ható oldalnyomás állandóan a vízszintes síkban öblösítette a drótot s így az egyes inextávolságokra a helyesnél nagyobb értéket adott. Ehhez járult még az is, hogy a szél okozta nehézségek (drótmozgások) miatt a méréseket ez a csoport nem tudta olyan gondosan végezni, mint a másik csoport (a gyakoribb drótlefogások miatt nagyobb feszítő erő ingadozások voltak).

Az összes értékekből számítva

$$\pm 2,29 \text{ mm-t}$$

kapunk, vagyis valamivel kisebbet, mint a 1 értékekből. Még kisebbet kapunk, ha elhagyjuk a 635 és 636 drótra kapott értékeket (mikor a szél nagyon erős volt). Ekkor a középhiba a két csoportra együttesen

$$\pm 1,65 \text{ mm,}$$

azaz kerekén $1/2 \text{ 200 000-ed}$.

A személyes hiba állandó részére (középtértékére) a fenti eltérésekből nem lehet következtetni, mert az azokból, mint állandó rész,

kiesik. Ámde, ha képezzük az eltéréseket az alapvonalmérés végeredményeitől, úgy ezekből némileg következtetni lehet a személyes szabályos hibának a drótállandók szabályos hibájának, továbbá a dróthosszváltozások és talajelhajlásokból eredő szabályos hibának állandó részére.

Ugyanis ezek az eltérések a Vincze—Balthazár csoportnál

- 1,51 mm
- + 1,37 mm
- 1,01 mm
- 0,73 mm
- + 0,02 mm
- 2,64 mm
- 2,22 mm
- 1,05 mm.

Az eltérések túlnyomóan negatív értékűek. Ezekből egy alapvonalmérés középhibája

$$\pm 1,63 \text{ mm.}$$

Ha tehát ezt középteljes hibának vesszük, azaz ha a fenti eltéréseket hibának tekintjük, akkor az állandó rész, a középvéletlen hibát $\pm 1,26$ -nak számítva,

$$\pm 1,03 \text{ mm.}$$

A Kürti—Tóth csoportnál pedig az eltérés

- + 4,02 mm
- + 4,41 mm
- 1,35 mm
- + 2,79 mm
- + 4,57 mm
- 7,09 mm
- + 0,71 mm
- 0,20 mm

Az eltérések inkább pozitív értékűek. Ezek szerint egy alapvonalmérés középhibája

$$\pm 4,09 \text{ mm.}$$

Ha ezt megint középteljes hibának tekintjük, akkor az állandó rész, a középvéletlen hibát $\pm 3,95$ -nek számítva

$$\pm 1,06 \text{ mm.}$$

Átlagban az állandó rész

$$\pm 1,04 \text{ mm-nek}$$

vehető, azaz kereken az alapvonalhosszúság $1/3\ 400\ 000$ -ed része.

Természetesen az így megállapított állandó rész (hibaközép-érték) nem lehet nagyon pontos, mert azzal a feltevessel vezettük le, hogy az összes mérések közepétől való eltérések a valóságos hibákkal azonosak. Az érték kicsisége azonban azt mutatja, hogy keletkezett szabályos hatások, a mérés berendezése következtében erősen véletlen jellegűekké váltak.

4. §. A mérési eredmények összefoglalása mérések és drótok szerint

Az alábbi 22 számú táblázatban a mérési eredményeket egybe-foglaltuk a két mérés szerint és az egyes drótok szerint.

22. táblázat. A mérés eredményeinek összefoglalása mérések és drótok szerint

Drót	Bázishossz		Eltérés (I—II.) mm	Közép mm	Közepék el- térése a vég- eredménytől mm
	az I. mérésből mm	a II. mérésből mm			
634	3 576 315,25	3 576 317,12	— 1,87	316,18	+ 0,32
635	313,61	317,26	— 3,65	315,44	+ 1,06
636	317,68	321,37	— 3,69	319,52	— 3,02
637	315,47	314,21	+ 1,26	314,84	+ 1,66
Közép	3 576 315,50	3 576 317,49	— 1,99	316,50	+ 3,04 — 3,02

E táblázatból látható, hogy az I. mérés végeredménye

3 576 315,50 mm,

a II. mérése pedig

3 576 317,49 mm,

az eltérés a kettő között 1,99 mm, vagyis a két érték számtani közepének, a végeredménynek középhibája

$\pm 1,00$ mm,

ami a hosszúság $1/3\ 576\ 000$ -ed részének felel meg.

A táblázatban feltüntetett I—II. különbségekből, amelyek a drótkomparálás hibáit nem tartalmazzák, kiszámítható a négy mérésből előállított »közép« középvéletlen hibája (nem tartalmazza a drótkomparálás hibáit).

Ez az érték

$\pm 1,41$ mm.

A közepeknek a maguk közepétől, vagyis a végeredménytől való eltérései alapján kiszámítható a középteljeshiba, amely tartalmazza a drótkomparálás véletlen hibáit is.

Ez az érték

$$\pm 2,09 \text{ mm.}$$

Ennélfogva a középhiba állandó része, vagy a drótkomparálás középvéletlen hibája

$$\pm 1,54 \text{ mm.}$$

Ezek az értékek mind négy, négy egyszerű mérés számtani közepére vonatkoznak.

Az állandó hibából egy dróthosszra

$$\pm 0,010 \text{ mm}$$

esik.

Ez az érték eléggé egyezik a 138. odalon a drótkomparálás középvéletlen hibájára közölt értékkel. A fenti táblázat egyes értékeit a mérést megelőző és követő két drótkomparálásából adódó drótállandók középértékeivel számítottuk.

Ha most az első mérést az első komparálás, a második mérést a második komparálás drótállandóival számítjuk, akkor az alábbi 23 számú táblázatban egybefoglalt értékeket kapjuk.

23. táblázat

	I. mérés	II. mérés	II—I.
634	3 576 315,32	3 576 317,05	+ 1,73
635	312,19	318,68	+ 6,49
636	316,41	322,64	+ 6,23
637	315,62	314,06	— 1,56
Közép	3 576 314,88	3 576 318,11	+ 3,22
3 576 316,50			

E táblázat szerint a két mérés végeredménye

és 3 576 314,88 mm

3 576 318,11 mm,

vagyis a kettő közötti különbség

3,22 mm.

A különbség tehát nagyobbodott s ezért nem mondhatjuk azt, hogy a drótállandók megváltozása csupán a budapesti mérés ideje alatt következett be, vagyis, hogy azt a budapesti alapvonalmérés műveletei okozták volna.

5. §. A mérési eredmények összefoglalása és középhibasámítás a mérés iránya szerint

Az alábbi 24 számú táblázatban összefoglaltuk a mérési eredményeket a mérés *iránya* szerint.

Az *oda* mérések *észak* felé haladóan, a *vissza* mérések *dél* felé haladóan végzett méréseket jelentenek.

24. táblázat. A mérési eredmények összeállítása a mérés iránya szerint

Drót	Mérés	Mérés »oda«	Mérés »vissza«	»Oda-vissza« különbség	Eltérés az összes mérések közepéből	
					»Oda«	»Vissza«
634 634	I.	3576 315,30	3576 315,19	+ 0,11	+ 1,50	+ 1,01
635 635		314,45	312,77	+ 1,68	+ 2,35	+ 3,43
636 636		317,15	318,22	— 1,07	— 0,35	— 2,02
637 637		314,12	316,82	— 2,70	+ 2,68	— 0,62
Közép	I.	3576 315,26	3576 315,75	— 0,50		
637 637	II.	3576 315,10	3576 313,32	+ 1,78	+ 1,70	+ 2,88
636 636		320,21	322,52	— 2,31	— 3,41	— 6,32
635 635		319,85	314,66	+ 5,19	— 3,05	+ 1,54
634 634		318,18	316,06	+ 2,12	— 1,38	+ 0,14
Közép	II.	3 576 318,34	3 576 316,64	+ 1,70		
Közép az összesből		3 576 316,80	3 576 316,20	+ 0,60		

Alapvonalhossz : 3 576 316,50 mm.

A táblázat szerint az *odamérések* közepe

3 576 316,80 mm.

A *visszaméréseké*

3 576 316,20 mm,

vagyis az eltérés + 0,60 mm (1/6 000 000).

Ebből számítva, a végeredmény középhibája
 $\pm 0,30 \text{ mm}$,
vagyis $1/11\ 900\ 000$.

Ez a kicsi érték azt mutatja, hogy az egyes *oda-* illetve *vissza-*értékek számtani közepe inkább csak véletlen hibákat tartalmaz.

A táblázat értékei különben módot nyújtanak arra, hogy az ugyanazon dróttal *oda* és *vissza* nyert értékek különbségeiből középhibákat számítsunk. Mivel az »*oda- kevesebb vissza-*«-értékek a drótkomparálás állandó hibáitól mentesek, az így számított középhibák hasonlóan mentesek lesznek azoktól.

E különbségek szerint *egyetlen* alapvonalmérés középhibája
 $\pm 1,80 \text{ mm}$,
egy *oda-* visszamérés számtani közepéé
 $\pm 1,27 \text{ mm}$

a végeredményé pedig :
 $\pm 0,45 \text{ mm}$.

Ha az *egyetlen* alapvonaleérték középhibáját az *összes* mérésekből vezetjük le (az egyes értékek eltérését számítva az összes értékek közepétől), akkor

$\pm 2,56 \text{ mm-t}$
kapunk.

Eszerint tehát a drótállandó középvéletlen hibája

$\sqrt{2,56^2 - 1,80^2} = \pm 1,84 \text{ mm}$,
vagyis egy drót hosszúságra
 $\pm 0,012 \text{ mm}$,

amely érték nagyon jól egyezik a *III. Rész 12.§-ban* közölt értékkel.

6. §. Az egyes indexközök mérésének megbízhatósága

Az egyes drótokkal tulajdonképpen a szomszédos indexek valóságos, térbeli távolságait mértük. E méréseket minden egyes alkalommal *háromszor* ismételtük meg, de ha az így kapott három érték közt $0,2 \text{ mm}$ -nél nagyobb eltérés volt, akkor a mérést *negyedszer*, esetleg *ötödször* is megismételtük.

Ilyen megismétlések aránylag kis számban fordultak elő : a *25. táblázat* szerint *háromszoros* ismétlést összesen *2182-öt* végeztünk, *négyszeresét 112-öt* (*5,1%*), *ötöszöröst* pedig *90-et* (*4,1%*), vagyis összesen *9,2%-nak* megfelelő esetben nem adott a *háromszoros* ismétlés kielégítő értéket.

Az utóbbiakra nézve a Vincze—Balthazár csoportnál 3,6% és 1,9% összesen 5,5% volt a túlismétlések aránya, a Kürti—Tóth csoportnál pedig 6,7% és 6,5%, azaz összesen 13,2% voltak a megfelelő értékek.

Megjegyzem, hogy a 636 és a 635 drót második oda és vissza mérése alkalmával erős nyugati szél volt.

A 636 drótnál 3,6—8,2 m/sec közt váltakozott a szél sebessége; ekkor a Vincze—Balthazár csoportban 9, illetve 20, összesen 29, a Kürti—Tóth csoportban pedig 30, illetve 44, összesen 74 volt a túlismétlések száma.

A 635 drótnál a Vincze—Balthazár csoportban 7, a Kürti—Tóth csoportban pedig 54 volt a túlismétlések száma. Tehát a szeles napokon 128 túlismétlést kellett végezni, ami az összes túlismétlések számának, 202-nek 63%-át teszi ki.

A megismétléssel nyert értékek eltérései lehetővé teszik, hogy a ferde indextávolságok meghatározására megállapíthassuk a középhiba nagyon megbízható értékeit.

E célból kiszámítottuk az egyes indextávolságok eltéréseit a középértékeiktől (λ) s ezeknek négyzetösszegeit ($[\lambda^2]$).

Ezek az egyes drótokra vonatkozólag az 26. táblázatban vannak összeállítva külön a háromszoros, külön a négyszeres és külön az ötszörös ismétlésekre. E táblázatba egyúttal az esetek számát és a főlös mérések számát is bejegyeztük.

A 27. táblázatban a $[\lambda^2]$ -ön kívül az egyes középhiba értékeket is egybeállítottuk drótok, továbbá észlelőcsoportok szerinti csoportosítással. Itt a μ_0 mindig egyetlenegy indextávolságmérésre vonatkozik.

Az 27. táblázat adatai szerint egyetlen (ferde) indextávolság meghatározásának középhibája 2182 háromszoros ismétlésből:

$$\pm 0,072 \text{ mm}$$

112 négyszeres ismétlésből:

$$\pm 0,123 \text{ mm},$$

90 ötszörös ismétlésből:

$$\pm 0,144 \text{ mm}.$$

Ezek közül természetesen a legmegbízhatóbb középhiba-érték az első, vagyis mondhatjuk, hogy egy ferde indextávolság középhibája

$$\pm 0,072 \text{ mm},$$

ami a mért hosszúság 1/334 000-ed részét teszi. A végeredményül

25. táblázat. Az eltérések négyzeteinek összeállítása drótok szerint

Drót száma		3 érték			4 érték			5 érték		
		$[\lambda\lambda]$ mm ²	Esetek száma	Fölös méré- sek száma	$[\lambda\lambda]$ mm ²	Esetek száma	Fölös méré- sek száma	$[\lambda\lambda]$ mm ²	Esetek száma	Fölös méré- sek száma
		1—4. sz.			1—4. sz.			1—4. sz.		
634	Oda	1,3000	127	254	0,7875	20	60	0,2440	2	8
	Vissza	1,3000	132	264	0,7203	13	39	0,5200	4	16
635	Oda	1,3267	131	262	0,4978	13	39	0,5160	5	20
	Vissza	1,2600	134	268	0,8150	14	42	0,0680	1	4
636	Oda	1,3200	131	262	0,6150	13	39	0,5040	5	20
	Vissza	1,1934	140	280	0,1325	4	12	0,3536	5	20
637	Oda	1,5534	138	276	0,2000	4	12	0,5256	7	28
	Vissza	1,5067	140	280	0,1750	3	9	0,3800	6	24
637	Oda	1,4533	137	274	0,1450	4	12	0,4616	8	32
	Vissza	1,4400	135	270	0,2075	5	15	0,6760	9	36
636	Oda	1,4734	139	278	0,1750	4	12	0,4840	6	24
	Vissza	1,5000	130	260	0,4425	9	27	0,8720	10	40
635	Oda	1,3000	140	280	0,0475	1	3	0,5040	8	32
	Vissza	1,5534	142	284	0,0775	2	6	0,4560	5	20
634	Oda	1,6000	142	284	0,0375	2	6	0,3720	5	20
	Vissza	1,5534	144	288	0,0675	1	3	0,4720	4	16
Összeg		22,6337	2182	4364	5,1431	112	336	7,4088	90	360

* Erős nyugati szél (3,6—8,2 m/sec)

** Nyugati szél (0,7—6,1 m/sec)

26. Az eltérések négyzeteinek egybeállítása az észlelőcsoportok szerint

Fölös méré- sek száma	Drót száma	Vincze—Balthazár						Kürti—Tóth							
		[$\lambda\lambda$] mm ²			Fölös mé- rések száma			[$\lambda\lambda$] mm ²			Fölös mé- rések száma				
		3	4	5	3	4	5	3	4	5	3	4	5		
			érték			érték			érték			érték			
8															
16	634	Oda	0,6533	0,4500	0,2440	124	33	8	0,6467	0,3375	—	130	27	—	
20		Vissza	0,5400	0,2025	—	140	12	—	0,7600	0,5178	0,5200	124	27	16	
4	635	Oda	0,6401	0,1525	0,1400	136	15	8	0,6866	0,3453	0,3760	126	24	12	
20		Vissza	0,6132	0,0500	0,0680	144	3	4	0,6468	0,7650	—	124	39	—	
20	636	Oda	0,5801	0,2725	—	136	21	—	0,7399	0,3425	0,5040	126	18	20	
28		Vissza	0,5933	0,0500	—	146	3	—	0,6001	0,0825	0,3536	134	9	20	
24	637	Oda	0,9200	—	0,1680	146	—	8	0,6334	0,2000	0,3576	130	12	20	
32		Vissza	0,6667	0,1275	0,1160	140	6	8	0,8400	0,0475	0,2640	140	3	16	
36	637	Oda	0,7533	—	0,0800	148	—	4	0,7000	0,1450	0,3816	126	12	28	
24		Vissza	0,6866	0,1975	0,1480	136	12	8	0,7534	0,0100	0,5280	134	3	28	
40	636	Oda	0,7200	0,0475	—	148	3	—	0,7534	0,1275	0,4840	130	9	24	
32		Vissza	0,7067	0,0775	0,5000	134	6	20	0,7933	0,3650	0,3720	126	21	20	
20	635	Oda	0,6667	0,0475	0,1080	146	3	4	0,6333	—	0,3960	134	—	28	
20		Vissza	0,7467	—	—	148	—	—	0,8067	0,0775	0,4560	136	6	20	
16	634	Oda	0,8067	0,0275	0,2680	142	3	12	0,7933	0,0100	0,1040	142	3	8	
360		Vissza	0,6734	0,0675	—	146	3	—	0,8800	—	0,4720	142	—	16	
Összeg			10,9668	1,7700	1,8400	2260	123	84	11,6669	3,3731	5,5638	2104	213	276	

μ_0 mm	$\pm 0,0700$	$\pm 0,120$	$\pm 0,148$	Vincze— Balthazár észlelő- csoport	$\pm 0,0745$	$\pm 0,126$	$\pm 0,142$	Kürti—Tóth észlelő- csoport
μ_0 egy indextávols.	$\pm 0,040$	$\pm 0,060$	$\pm 0,066$		$\pm 0,043$	$\pm 0,063$	$\pm 0,064$	

felhasznált — s három egyszerű értékből megállapított — közép-
érték középhibája pedig

$$\pm 0,042\text{mm},$$

azaz a hosszúság $1/572\ 000$ -e.

A fenti értékben kifejezésre jut a leolvasás véletlen hibája (az állandó hiba nem) a feszítőerő változás szabálytalan hibája, továbbá azok a véletlen hosszváltozások, amelyek egy indextávolság megmérése alatt, egyrészt a hőmérsékletváltozások miatt, másrészt az invaranyag nem stabil volta miatt bekövetkezhetnek. Kifejezésre jutnak még a talajelhajlás következtében fellépő indexközváltozások.

A drótállandók — állandó és véletlen hibái — nem jutnak kifejezésre, mert azok ugyanazon dróttal kapott értékek különbségében már nem szerepelnek.

Az egyes észlelők, személyes leolvasási szabályos hibái, a mérés berendezése miatt, mint véletlen hibák szerepelnek.

Ha az egyes észlelőcsoportokra nézve külön foglaljuk egybe a λ értékeket (26. táblázat), úgy ezek szerint a Vincze—Balthazár csoportra nézve

$$\pm 0,070\text{ mm},$$

azaz $1/343\ 000$,

a Kürti—Tóth csoportra vonatkozólag pedig

$$\pm 0,074\text{ mm},$$

azaz $1/324\ 000$,

egyetlen távolságmeghatározás középhibája.

A két értékek közötti eltérés nem számottevő s ezért az észlelő csoportok eredményeire külön súly felvétele nem vált szükségessé.

7. §. A középhibának a távolsággal való összefüggése

A budapesti alapvonalmérésben minden egyes indexközt minden dróttal négyszer mértünk meg (kétszer oda, kétszer vissza), tehát minden indexközre 16 mérési eredményt kaptunk.

A mérések megismétlésekor arra törekedtünk, hogy a szabályos hibaforrásokból származó hibák lehetőleg véletlen jellegűek legyenek, illetve lehetőleg kis értékkel szerepeljenek.

Kürti-Tóth
észlelő-
csoport

— közép-

hibája
hibája,
távolság
t, más-
zhettek.
index-

jutnak
különb-

ibái, a

egybe a
ulthazár

észlelő
égessé.

exközt
rissza),

szabá-
legűek

27. táblázat. A középhibák csoportosítása hótok szerint és észlelőcsoportok szerint

Drót száma	3 érték									4 érték									5 érték									
	Vincze—Balthazár			Kürti—Tóth			Vincze—Balthazár Kürti—Tóth			V.—B.			K.—T.			V.—B. K.—T.			V.—B.			K.—T.			V.—B. K.—T.			
	[λλ]	f.	μ ₀ mm	[λλ]	f.	μ ₀ mm	[λλ]	f.	μ ₀ mm	[λλ]	f.	μ ₀ mm	[λλ]	f.	μ ₀ mm	[λλ]	f.	μ ₀ mm	[λλ]	f.	μ ₀ mm	[λλ]	f.	μ ₀ mm	[λλ]	f.	μ ₀ mm	
634	Oda	0,6533	124	+0,072	0,6467	130	+0,070	1,3000	254	+0,072	0,4500	33	+0,11	0,3375	27	+0,112	0,7875	60	+0,114	0,2440	8	+0,175	—	—	—	0,2440	8	+0,175
	Vissza	0,5400	140	0,062	0,7600	124	0,078	1,3000	264	0,070	0,2025	12	0,13	0,5178	27	0,138	0,7203	39	0,136	—	—	—	0,5200	16	0,180	0,5200	16	0,180
635	Oda	0,6401	136	0,069	0,6866	126	0,074	1,3267	262	0,071	0,1525	15	0,10	0,3453	24	0,120	0,4978	39	0,113	0,1400	8	0,132	0,3760	12	0,177	0,5160	20	0,161
	Vissza	0,6132	144	0,065	0,6468	124	0,072	1,2600	268	0,069	0,0500	3	0,12	0,7650	39	0,140	0,8150	42	0,139	0,0680	4	0,130	—	—	—	0,0680	4	0,130
636	Oda	0,5801	136	0,065	0,7399	126	0,077	1,3200	262	0,071	0,2725	21	0,11	0,3425	18	0,138	0,6150	39	0,126	—	—	—	0,5040	20	0,159	0,5040	20	0,159
	Vissza	0,5933	146	0,064	0,6001	134	0,067	1,1934	280	0,065	0,0500	3	0,12	0,0825	9	0,096	0,1325	12	0,105	—	—	—	0,3536	20	0,133	0,3536	20	0,133
637	Oda	0,9200	146	0,079	0,6334	130	0,070	1,5534	276	0,075	—	—	—	0,2000	12	0,129	0,2000	12	0,129	0,1680	8	0,145	0,3576	20	0,134	0,5256	28	0,137
	Vissza	0,6667	140	0,069	0,8400	140	0,077	1,5067	280	0,073	0,1275	6	0,14	0,0475	3	0,126	0,1750	9	0,140	0,1160	8	0,120	0,2640	16	0,128	0,3800	24	0,126
637	Oda	0,7533	148	0,071	0,7000	126	0,074	1,4533	274	0,073	—	—	—	0,1450	12	0,110	0,1450	12	0,110	0,0800	4	0,141	0,3816	28	0,117	0,4616	32	0,120
	Vissza	0,6866	136	0,071	0,7534	134	0,075	1,4400	270	0,073	0,1975	12	0,12	0,0100	3	0,058	0,2075	15	0,118	0,1480	8	0,136	0,5280	28	0,137	0,6760	36	0,137
*) 636	Oda	0,7200	148	0,070	0,7534	130	0,076	1,4734	278	0,073	0,0475	3	0,12	0,1275	9	0,119	0,1750	12	0,121	—	—	—	0,4840	24	0,142	0,4840	24	0,142
	Vissza	0,7067	134	0,073	0,7933	126	0,079	1,5000	260	0,076	0,0775	6	0,11	0,3650	21	0,132	0,4425	27	0,128	0,5000	20	0,158	0,3720	20	0,136	0,8720	40	0,148
**) 635	Oda	0,6667	146	0,068	0,6333	134	0,069	1,3000	280	0,068	0,0475	3	0,12	—	—	—	0,0475	3	0,126	0,1080	4	0,164	0,3960	28	0,119	0,5040	32	0,126
	Vissza	0,7467	148	0,071	0,8067	136	0,077	1,5534	284	0,074	—	—	—	0,0775	6	0,114	0,0775	6	0,114	—	—	—	0,4560	20	0,151	0,4560	20	0,151
634	Oda	0,8067	142	0,075	0,7933	142	0,075	1,6000	284	0,075	0,0275	3	0,08	0,0100	3	0,058	0,0375	6	0,079	0,2680	12	0,149	0,1040	8	0,114	0,3720	20	0,136
	Vissza	0,6734	146	0,068	0,8800	142	0,079	1,5534	288	0,074	0,0675	3	0,12	—	—	—	0,0675	3	0,150	—	—	—	0,4720	16	0,172	0,4720	16	0,172

*) Erős nyugati szél (3,6—8,2 m/sec)

**) Nyugati szél (0,7—6,1 m/sec)



gok
ségna
közö

vonat

ahol
pont
egy k

2,00
2,60
2,60
2,60
2,30
2,00
1,80
1,60
1,40
1,20
1,00
0,80
0,60
0,40
0,20
0 —
Al

hog
közep
ordiná
a vas
és a 2

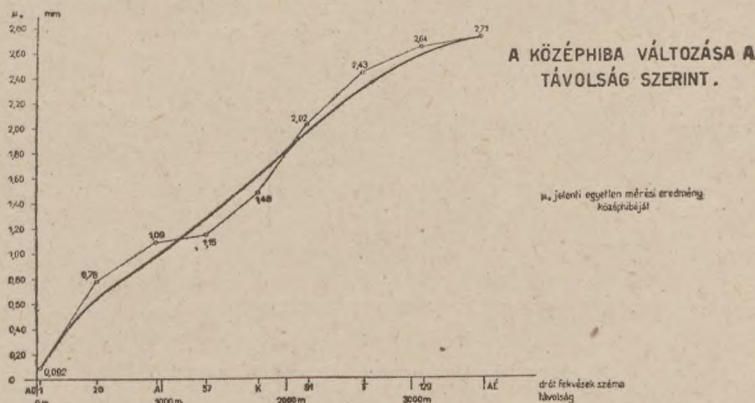
A megismétléssel nyert 16 érték módot nyújt a részlettávolságok középhibáinak megállapítására s ezzel annak a törvényszerűségnek megvizsgálására, ami a mért hosszúság és a középhiba között fennáll.

Az eltérésekből megállapított középhiba-értékek a következők :

24,0 m távolságra	$\mu_0 = \pm 0,09$ mm
480,0	« $\pm 0,78$ «
960,0	« $\pm 1,09$ «
1368,1	« $\pm 1,15$ «
1776,1	« $\pm 1,48$ «
2184,1	« $\pm 2,02$ «
2616,3	« $\pm 2,43$ «
3096,3	« $\pm 2,64$ «
3576,3	« $\pm 2,71$ «

E középhiba értékek mind a távolság egyszeri megméréseire vonatkoznak.

Grafikusan a fenti adatokat a 28. ábrán foglaltuk egybe, ahol a középhibák mint ordináták vannak felrakva. Az így nyert pontokat egyenes vonallal kötöttük össze. Az ábrába berajzoltunk egy kiegyenlítő görbe vonalat is, amelyet úgy állapítottunk meg,



28. ábra. A középhiba összefüggése a távolsággal

hogy az ordináta értékeket sorra pótoltuk azokkal a számtani közepekkel, amelyeket az ordináta értékből és két szomszédos ordináta értékből lehet levezetni (*Bruns-féle eljárás*). Így nyertük a vastagon kihúzott vonalat. Ez a vonal tulajdonképpen a 0,88 és a 2,26 ordinátájú pontok között értendő, de a teljesség kedvéért

meghosszabbítottuk a kezdő (0,09) és a végső (2,33) pontig is. Ez a *Bruns*-féle vonal eltünteti a kisebb ingadozásokat és kétségtelenül nagyon jól simul a mérési eredményekhez, tehát jól kifejezi azt a törvényszerűséget, ami — a mi esetünkben — a mért távolság és középhibája között fennáll.

A geodéziai gyakorlatban egyszerűbb törvényszerűségeket szokás alapul venni s az alábbiakban vizsgálat tárgyává tettük azt is, hogy ezek a törvényszerűségek mennyiben állanak fenn a mi mérési eredményeinkre.

1. Legegyszerűbb a lineáris arány feltételezése. Azaz

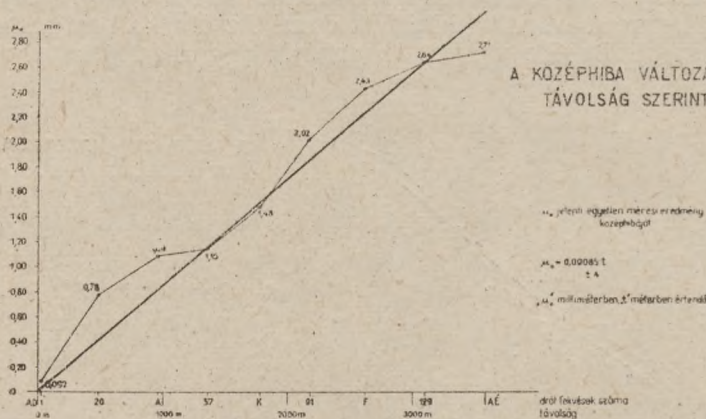
$$\mu_o = A t$$

vagy

$$\mu_o = A + B t$$

ahol t a távolságot jelenti.

A kiegyenlítő vonal az első esetben egy — a kezdő ponton áthaladó egyenes —, a második esetben egy általános fekvésű egyenes.



29. ábra. Egyenes mint kiegyenlítő vonal I.

Az első esetben mérési eredményeinkből a legkisebb négyzetek módszere szerint végzett kiegyenlítés alapján a

$$\mu_o = + 0,00085 t$$

egyenletet írhatjuk fel,

ahol az együttható középhibája

$$\pm 0,00004.$$

Ez az egyenes (29. ábra) csak a középső részre nézve jó kiegyenlítő vonal, a kezdő és a végső részre már nagyobb eltéréseket ad. A második esetben a

$$\mu_o = + 0,26 + 0,000\,75\,t$$

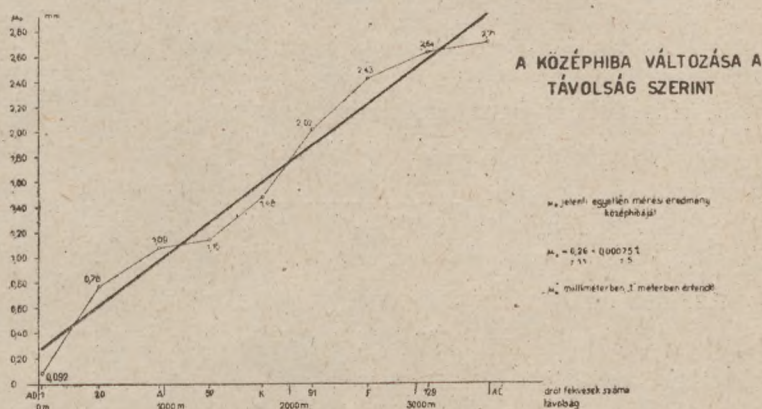
egyenletet kapjuk, amelyben az első tag középhibája

$$\mu_A = \pm 0,11$$

a második tag együtthatójáé pedig

$$\mu_B = \pm 0,00\,05$$

Ez az egyenes (30. ábra) a kezdő szakaszt kivéve eléggé megközelíti a valóságot.



30. ábra. Egyenes mint kiegyenlítő vonal II.

2. Parabolikus összefüggést feltételezve

$$\mu_o = A \sqrt{t}$$

Ez az összefüggés a mérési hibákra nézve azt jelenti, hogy azok csupán véletlen jellegűek.

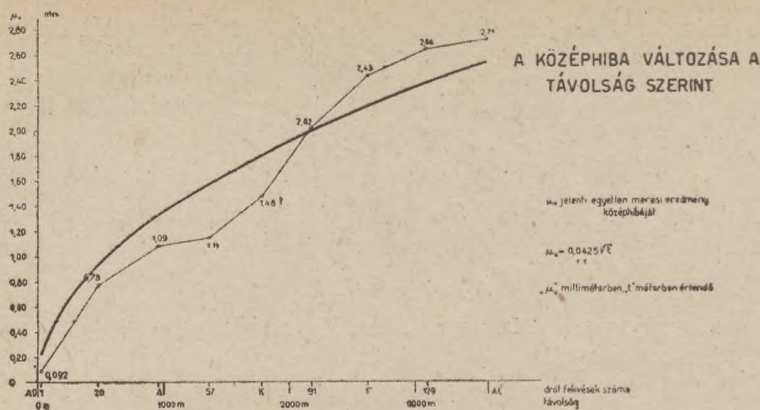
Mérési eredményeink alapján végzett kiegyenlítés szerint

$$\mu_o = 0,042 \sqrt{t}$$

ahol az együttható középhibája

$$\mu_A = \pm 0,01$$

A képletnek megfelelő parabola a 31. ábrán látható. Eszerint az eltérések eléggé jelentékenyek.



31. ábra. Parabola mint kiegyenlítő vonal

3. Hiperbolikus összefüggést feltételezve a

$$\mu_o = A t + B \sqrt{t}$$

vagy a

$$\mu_o = \sqrt{A^2 t^2 + B^2 (\sqrt{t})^2}$$

képletet vehetjük alapul.

Az első esetben a mi eredményeink alapján

$$\mu_o = 0,00048 t + 0,019 \sqrt{t}$$

a következő együttható-közéhibákkal

$$\mu_A = \pm 0,00008$$

$$\mu_B = \pm 0,004$$

A fenti képleteknek megfelelő hiperbola a 32. ábrán látható. A vonal elég egyenletes kiegyenlítést mutat, az eltérések 1000 m-ig egészen kicsinyek.

A második hiperbolikus összefüggésre a következő számértékeket kapjuk:

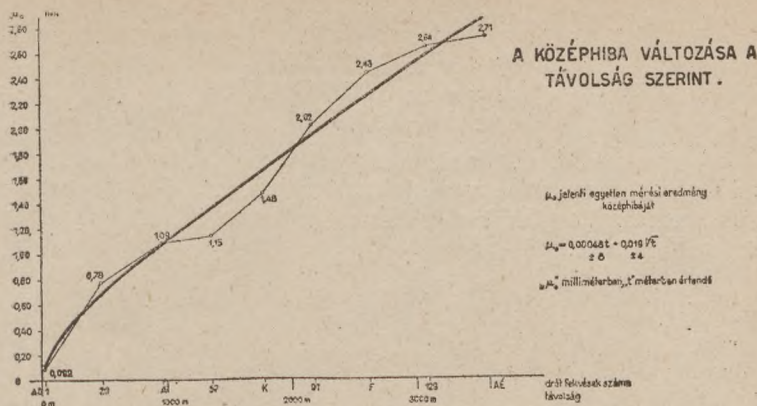
$$\mu_o = \sqrt{0,00067^2 t^2 + 0,027^2 t}$$

ahol az együttható közéhibái

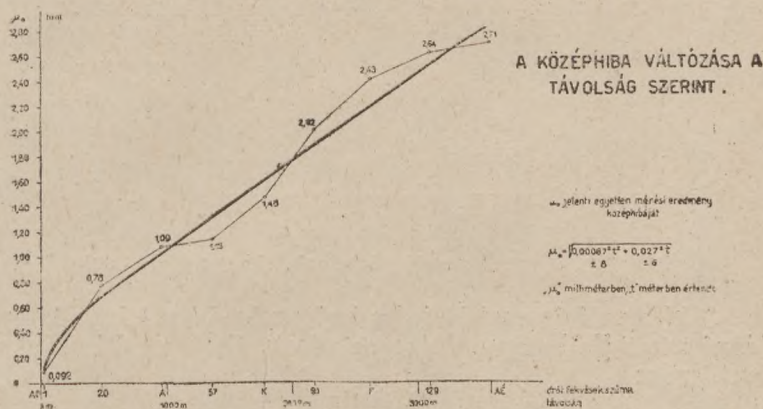
$$\mu_A = \pm 0,00000006$$

$$\mu_B = \pm 0,000036$$

A hiperbolát a 33. ábra mutatja. A kiegyenlítés elég jó s az eltérések csekélyek. A hiperbola eléggé lapult, 500 m-en túl már



32. ábra. Hiperbola mint kiegyenlítő vonal I.



33. ábra. Hiperbola mint kiegyenlítő vonal II.

alig tér el az egyenestől. Ebből is látszik, hogy a gyakorlat ama szokása, hogy a hosszérés középhibáját lineárisnak tekinti, a nagyobb távolságokra nézve eléggé indokolt.

4. A vizsgálatot kiterjesztettük egy negyedrendű görbére is, t. i. felvettük a következő függvényt

$$\mu_0 = At + Bt^2 + C\sqrt{t}$$

Mérési eredményeinkből kiegyenlítéssel meghatározva az A , B , C együtthatókat, az alábbi számértékeket kaptuk:

$$\mu_0 = 0,000\ 50\ t + 0,000\ 000\ 004\ t^2 + 0,018\ \sqrt{t}$$

A Bruns-féle vonalra is kiszámítva a $[\lambda \lambda]$ -t (λ -nak a μ_0 irányú eltéréseket véve) az alábbi értéket kapjuk:

$$0,09$$

vagyis legjobban ez a vonal simul a mérési eredmények vonalához.

*

A középhibának a távolsággal való összefüggésére végzett vizsgálatok szerint az *egyenes*, a *parabola* és a *hiperbola* közül a hiperbolával lehet a mérési eredményeket legjobban megközelíteni. A hiperbola erősen lapult úgy, hogy nagyobb távolságokban az egyenestől alig tér el. Ezért az invardrótmérésben is az a szabály-értényesül, hogy kisebb távolságokra a hiperbolás arány, nagyobb távolságokra a lineáris arány érvényesül, ami megfelel annak, hogy kisebb távolságok esetén inkább érvényesülnek a hosszmerés véletlen jellegű hibái, míg nagyobb távolságokban a távolsággal arányos szabályos hibák éreztetik hatásukat. A geodéziai gyakorlatnak ama szokása, amellyel kis távolságokra a gyökös arányt, nagyobb távolságokra a lineáris arányt használja fel, a fenti vizsgálatok szerint is teljesen jogosnak bizonyult.

8. §. A leolvasás hibáinak hatása. Az észlelők egyéni tizedbeosztása

1. A leolvasás hibáinak összetevői

Az invardrótokkal való alapvonalmérésben nagyon fontos szerepet játszik a leolvasási hiba.

Ugyanis a mérés lényeges része az, hogy az indexcölöpökön, vagy állványon levő indexvonások helyzetét meg kell állapítani a dróttal mereven kapcsolt két, mm-re osztott beosztáson. Vagyis minden egyes drótfekvésben két leolvasást kell tenni (1_b és 1_j) s ezekből, továbbá a dróthosszból (a 0 vonások távolságából) lehet megállapítani az indexek távolságát.

Ha a dróthossz d , továbbá, ha a beosztások végig számozottak úgy, hogy a 0 vonás mind a két beosztás ugyanazon oldalán van, akkor az indextávolság

$$d \pm (1_j - 1_b)$$

ahol a pozitív előjel veendő a 0—24 drótfekvésben, a negatív pedig a 24—0 drótfekvésben.

Ebből az következik, hogy az alapvonal hosszának kiszámításakor mindig leolvasás különbségeket használunk fel.

Ez azért fontos, mert a leolvasás különbségekből az állandó hibák kiesnek s a szabályos hibák hatása is kisebbedik az ellenkező előjel következtében.

Az invardrótmérésnek ez éppen egyik nagyon számottevő előnye.

Ez az egyik magyarázata annak a nagy szabátosságnak, ami az invardrótméréssel a gyakorlat igazolása szerint elérhető.

Kétségtelen azonban az is, hogy az invardrótmérésben a leolvasás pontosságának fokozása is nagyon fontos kérdés, mert ezzel van összefüggésben a drótmérés pontosságának fokozása.

A leolvasás pontosságának fokozása a szabályos leolvasási hibák kiküszöbölése útján végezhető el.

Ezért vizsgáljuk meg először is azt, hogy az invardrótmérés leolvasásait milyen szabályos hibák terhelik. Itt mindjárt megállapítható, hogy a minden leolvasásában egyforma értékű, tehát mindig állandó hibákra nem kell tekintettel lennünk, mert azok a különbségekből kiesnek. Ellenben nagyon fontosak a változó nagyságú szabályos hibák.

Az invardrótmérés legfontosabb leolvasási szabályos hibái a következők:

1. A beosztásvonások hibái, amelyek miatt a beosztás nem egyenletes beosztás.
2. Az index és a beosztásvonások közötti parallaxisból származó hiba.
3. A beosztás változó megvilágításából származó hiba.
4. A becslés személyes jellegű hibái.

2. A beosztásvonások hibái

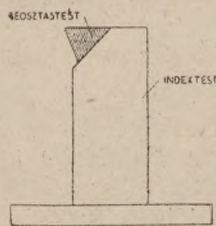
A beosztások osztógépen készülnek, tehát a beosztásvonások hibái kicsinyek és túlnyomóan véletlen jellegűek. Értékük mindig $0,01\text{ mm}$ alatt marad, amint azt az eddigi vizsgálatok igazolják.

Mindenesetre a beosztások — ezekre a hibákra nézve — előzetesen gondosan megvizsgálandók és ha azok $0,01\text{ mm}$ -nél nagyobbak, azokkal a leolvasások megjavítandók.

3. A parallaxis hatása

Az indexvonás parallaxisából már változó nagyságú szabályos hiba keletkezhet. Ezért a mérés végrehajtásakor ügyelni kell arra, hogy a parallaxis lehetőleg kicsi legyen, amit a drótbosztás megfelelő illesztésével könnyen el lehet érni. Mivel a beosztás lemezének

keresztmetszete mindig laposan ékszerű, azért az indextesten kis horony létesítendő amelynek magasságát úgy kell megállapítani, hogy az indexvonás a beosztás síkjába kerülhessen (35. ábra).



35. ábra. Indexcsap és beosztástest

4. A beosztás megvilágítása

A beosztás jó megvilágítása igen fontos. Ugyanis a megvilágítás a szabadban való észleléskor nehezen szabályozható úgy, hogy kedvező optimum keletkezhesen. Rendesen számolni kell egyoldalú megvilágítással hosszabb szakaszon át, amikor is ebből okvetlenül egyoldalú, szabályos hibák keletkeznek. Nagyon kedvezőtlen hatású a szemközi erős megvilágítás is.

A megvilágítás változásának egyik hatása az lehet, hogy az észlelő szemét erőlteti, tehát azt kifárasztja és az élességét csökkenti. A másik hatás pedig az lehet, hogy a beosztásvonásokon és az indexen fényékeket létesít, ami azután a becsléskor okoz egyoldalú hibákat.

A mérésben tehát egyenletes, jó világításra kell törekedni, különösen kerülni kell az oldalról jövő világítást. Ilyen esetekre célszerű, ha egy fehér kartonlapot, fényvetítőként vagy fényoszlatóként használunk. Az így előidézett szétszórt fénnel a szem kifáradását is megakadályozzuk, vagy annak bekövetkezését késleltetjük.

5. A becslés hibája

A becslés kellő gyakorlattal nagyon szabatosan végezhető el, de a tapasztalat szerint a becslésben mindig van szabályos rész, amely teljesen a becslést végző egyéntől függ.

A személytől való függőség miatt ezt a szabályos hibát személyes hibának szokás nevezni.

A becslés személyes hibája abban nyilvánul meg, hogy a különböző tizedek becslésekor különböző hibák merülnek fel, amelyek azonban ugyanazon észlelőnél mindig ugyanazok, vagy csak jelentéktelen eltéréseket mutatnak.

Vagyis minden észlelőnek *egyéni tizedes beosztása* (az ú. n. *decimdegvenlete*) van, amely eltér a helyes tizedes beosztástól, de amely ugyanazon észlelőre majdnem teljesen állandó mindaddig, amíg a legkisebb beosztásrész nagysága — továbbá az indexvonás és a beosztásvonások — vastagsága állandó.

Az *egyéni* (szubjektív) *tizedes beosztás* létezése és állandósága már régóta ismeretes tény.

Megnyilatkozik ez abban, hogy egy hosszú tizedbecsléssorozatban, amelyben az index helyzetét folyton, de tetszés szerint változtatjuk, az egyes tizedek *előfordulási száma* (*frekvenciája*, *gyakorisága*) nem ugyanaz, holott a hosszú sorozatban (legalább 1000, de célszerűbben 2000 egyes becslésből állóban) *teljesen állandónak* kellene lennie. Ez a változó gyakoriság, amely azonban ugyanazon észlelőre nézve mindig majdnem teljesen ugyanaz marad, arra mutat, hogy mindenkinek van egy nem egyenletes *egyéni tizedes beosztása*, vagyis az egyes egyének ugyanazon tizedeknél egyforma nagyságú és előjelű hibákat követnek el.

A tizedbecslés tehát mindig szabályos hibákkal jár.

Ez a szabályosság már régóta ismeretes.

Régi tapasztalat először is az, hogy a tizedbecslés pontossága függ az index helyétől; legpontosabb a becslés a középen és a két szélen, legkevésbé pontos a beosztásrész harmadik és a hetedik tizedénél; továbbá tapasztalat az is, hogy a beosztásrész első felében inkább kevesebbet, a beosztás második felében inkább többet becsülünk.

De ezenkívül a becslés *egyéni* (individuális) jelleget is mutat, azaz az egyes tizedeknél elkövetett hibák ugyanazon észlelőnél állandóan ugyanazok, amit jól mutat az, hogy hosszú becsléssorozatban az egyes tizedek gyakoriságai különbözők, de ugyanazon észlelőnél ugyanazon tizedre nézve állandók.

6. Bäckström vizsgálatai a tizedbecslésre

Az *egyéni tizedes beosztás* létezésére a leghatározottabban először *Bäckström H.* mutatott rá az *Über Dezimalgleichung beim Ablesen von Skalen* című tanulmányaiban, amelyek *Zeitschrift für Instrumentenkunde* 50. és 52. évfolyamában jelentek meg.

E tanulmányokban részletes összeállítást is találunk a becsléssel foglalkozó egyéb tanulmányokról.

Bäckström volt az első, aki csupán a becslési hiba megállapítására végzett nagyszabású kísérleteket. Ugyanis előtte, csupán gyakorlati célt szolgáló méréssorozatokból származó eredményeket vettek vizsgálat alá, amelyekben becslési hibákon kívül még a megvilágításból és a parallaxisból származó hibák is szerepeltek.

Bäckström ezeket kikapcsolta, mert célja az volt, hogy a becslési hibának az egyénnel való összefüggését állapítsa meg.

Ebből a célból kartonlapokra teljesen egyforma beosztásrészeket készített s ezekbe különböző elhelyezésű indexvonásokat tett. Az indexvonások vastagsága ugyanaz volt, mint a beosztásvonásoké. Az indexvonás meghosszabított része belenyúlt a beosztások közé s a vége alul színel a beosztásvonásokkal. Az indexvonások pontos helyét előzetesen megállapította és külön jegyzékbe jegyezte. Ilyen lapot különböző elhelyezésű indexekkel több százat készített s ezeken kellett a becsléseket elvégezni. Ezzel az eljárással tehát nemcsak a tizedek gyakoriságát lehetett megállapítani, hanem a becslési hibákat magukat is meg lehetett kapni.

E módszernél a megvilágítás és a parallaxis hatása nem szerepelt, a megállapított hibák a személytől függő becslési hibák voltak.

Hangsúlyoznom kell továbbá azt is, hogy *Bäckström* vizsgálatai úgynevezett szimmetriás beosztásokra vonatkoznak, amelyekben egyenlő vastagságú beosztásvonások és ugyanolyan vastag, azokkal párhuzamos indexvonások szerepelnek.

Bäckström a fenti módon több mint 100 személyt vizsgált meg. Megállapításai a következők voltak:

1. A különböző tizedek gyakoriságai (frekvenciái) különbözők.
2. A gyakoriságok ugyanazon észlelőre állandók.
3. A határvonásokhoz és a beosztásrész közepéhez szimmetriás tizedekre nézve a gyakoriságok egyformák.
4. Ugyanazon észlelőre a gyakoriságok állandósága hosszú idő alatt sem változik.
5. Különböző műszerekkel és kísérleti beosztásokkal végzett becslések gyakoriságai ugyanazon észlelőre nézve egymáshoz hasonlóak, de nem egyeznek egymással teljesen. Az eloszlás nagyon függ a beosztástípustól.
6. Különböző észlelőknél a gyakoriság eloszlása más és más.
7. A fenti sajátosságok arra mutatnak, hogy minden észlelő a beosztásrész tizedeit egyéni módon látja és érzékeli, azaz szubjektív tizedbeosztása van, amely nem egyenletes, de amely tizedbeosztás ugyanazon észlelőre állandó.
8. A beosztásrész szubjektív beosztása teljesen szimmetriás a beosztásvonásokhoz és a beosztásrész középvonásához.

További vizsgálatokat végzett a beosztásvonások vastagságának hatására nézve. E vizsgálatok szerint:

9. A tizedbecslési sorozat átlagos hibája változik a vonásvastagsággal. Legcélzerűbbnek látszik, ha a vonásvastagság a

beosztásrész egy tizedével egyenlő. Növekvő vonásvastagsággal a becslés hibája gyorsan nő s közeledik egy maximumhoz. A részletekre nézve megállapítható az egyéntől való függőség.

10. A becslési hibák fenti változásai a szubjektív beosztás változásaira vezethetők vissza. Általában az mutatkozik, hogy a vonásvastagság növelésével a szubjektív tizedcsoportok határai a beosztásrész közepe felé tolódnak el. Ilyen körülmények között a becslési hiba minimuma egyszerűen érthető. Kisebb vonásvastagság esetén a szubjektív tizedhatárok a beosztásvonások felé, míg erősebb vastagság esetén a beosztásrész közepe felé tolódnak el. Kell tehát közbül egy optimumnak lennie.

11. Megállapította továbbá, hogy hosszú becsléssorozatok esetében a becslést nem mérlegeléssel (megfontolással) végezzük el, hanem mintegy automatikusan (ösztonszerűen, kapásból becslünk). Egyes becslések esetén, ha van idő megfontolásra, vizsgálódásra, ezt meg is tesszük, de sorozatos észleléseknél ez elmarad. A tizedbecslés fiziológiai menetére nézve megállapította, hogy a beosztásrész közepén — úgy látszik — a szubjektív beosztásra nézve s ezzel a becsléshibára irányadó az a viszony, ami a beosztásvonás és az index közötti fehér mező és a beosztásrész egész fehér mezeje közt van. A beosztásvonás közvetlen közelében a beosztásvonás és az indexvonás szélessége szerepel a szubjektív beosztás keletkezésekor.

12. A relatív (skálarészben kifejezett) becsléshiba függ a beosztásrész nagyságától. Nagy beosztásrészek esetén ez asszimptotikusan közeledik egy legkisebb értékhez. Már 1,5 mm-nél is a hiba alig tér el ettől a minimális értéktől; kisebb beosztásrészek esetén a becslési relatív hiba erősen nő a kisebbbedéssel.

13. Ebből következik, hogy sűrű beosztás (kis beosztásrészek) esetén nagyítóval kell a beosztásrész nagyságát 1,5 mm-re felnagyítani.

14. Az abszolút becsléshiba (mm-ben) a beosztásrész kisebbbedésével folyton kisebbedik, dacára annak, hogy a relatív hiba ilyenkor erősen nő. Ha tehát egy mérést a lehető legpontosabban kell elvégezni, akkor a használt beosztás oly finom (sűrű) legyen, amilyenre csak osztani lehet.

15. Az abszolút becslési hiba a beosztásrész nagyságával lineárisan nő.

16. Az átlagos becsléshibának van egy alsó határa, amelyen alul nem juthatunk.

Bäckström kísérletei szerint ez az érték 0,011 mm és 0,008 mm közt van. Az eddigi irodalom ezt az értéket 0,01 mm-nek állapította meg, ami a fentivel jól egyezik.

17. A beosztásrész nagyságával változik az egyéni beosztás. Minél kisebb a beosztásrész, annál inkább eltolódnak a tizedhatárok a közép felé.

18. A legkisebb ($0,3\text{ mm}$) beosztásrész esetén is a véletlen becsléshibák kis szerepet játszanak. A fellépő becsléshibák az egyéni (szubjektív) beosztásból származnak.

19. Érdekes az a megállapítás is, hogy a zérus és a tizestizedre vonatkozólag a becslési hiba (vagyis az egyéni tizedbecslés eltolódása) gyakorlatilag 0-nak vehető. Hasonló sajátyságot állapított meg a beosztásrészt felező öttizedes vonás becsléshibájára nézve is.

Természetesen ezek a megállapítások csupán a becslési hibákra vonatkoznak, parallaxis és oldalvilágítás fennforgása esetén a 0 tized és a 10 tized becsléshibája nem lesz teljesen 0.

A becslési hiba átlagának a szimmetriás eloszlás miatt volta-képpen 0-nak kellene lennie.

De ez még a tisztán becslési hibák esetében sem következik be, tehát a becslési hiba nem tekinthető zérus középértékű hibának.

8. A budapesti alapvonalmérésből megállapítható egyéni tizedbeosztások.

Az egyes tizedek gyakoriságából következtetni lehet az egyes észlelők becslési hibáira és ezzel egyéni tizedbeosztásukat is meg lehet állapítani.

E célra a négy dróttal végzett és 16-szor ismételt budapesti alapvonalmérés gazdag anyagot adott, amelyből az egyes tizedek gyakoriságát a mérésben részt vett négy észlelőre (Vincze István adjunktus, Kürti Vilmos, Balthazár László és Tóth László tanársegédek) külön-külön eléggé szabatosan megállapítottuk.

Ámde hangsúlyoznom kell, hogy a mérési anyagból nem lehet a tiszta becslési hibát megállapítani, hanem a becslési hibáknak, a parallaxis hibájának és a megvilágításból származó hibáknak együttes hatásával kell számolnunk.

A mérési eredményekből minden egyes észlelőre 2000—2000 egyszerű becslést használtunk alapul s ezekből egyszerű összesámlálással megállapítottuk az egyes tizedek gyakoriságát.

Az így talált gyakorisági számokat, amelyeknek az egyes tizedekre vonatkozólag 200—200-zal kellene egyenlőnek lennie, redukáltuk 100-ra. Ezek az értékek az alábbi 29. táblázatban vannak egybefoglalva, grafikusán pedig a 37. ábrán.

Amint a táblázat adatai és az ábra vonalai mutatják, a tizedek gyakorisága a különböző tizedeknél és a különböző észlelőknél eléggé lényeges eltéréseket mutat, ami igazolja, hogy az egyéni tizedbeosztás csakugyan nem egyenletes s hogy az egyenletességtől való eltérés a különböző észlelőknél más és más.

A *Bäckström* által megállapított szimmetria-törvényt a gyakoriságtértekek elegendő szabatsággal követik, bár nem tisztán becslési hibákról van szó.

Az egyéniség hatása azonban szembetűnő, mert minden észlelőnél a gyakoriságok eloszlása más és más. Különösen érdekesen látszik ez például az egyik észlelőnél, akinél éppen a 0 gyakorisága — szemben az általános szabállyal — a legkisebb.

A tizedek nem egyenlő gyakorisága azzal magyarázható, hogy a tizedhatárok az egyéntől függő eltolódást szenvednek, azaz az egyéni tizedszélességek különböznek.

Az észlelők tizedbeosztása tehát nem egyenletes; egyes tizedsávok szélesebbek, egyesek pedig keskenyebbek, mint a beosztásrész tizede.

Minél nagyobb a gyakoriság, annál szélesebb a megfelelő tizedsáv, minél kisebb a gyakoriság, annál keskenyebb. Egyenletes (valóságos) tizedbeosztása csak annak van, akinél minden tized gyakorisága egyenlő egymással s ez az egyenlő érték azonos a tizedre végzett összes becslések egytizedével.

A *Grossmann*-féle gondolatmenetet¹ követve, tegyük fel, hogy a becslések száma 100, azaz egyetlenegy tizedre 10 becslés esik; tegyük fel továbbá, hogy a d tized gyakorisága n_d , akkor

$$\sum_{d=0}^9 \frac{n_d}{10} = 10$$

azaz

$$\sum_{d=0}^9 n_d = 100$$

Továbbá a d tized látszólagos l_d szélessége

$$l_d = \frac{n_d}{100}$$

A sáv szélesség változása csak úgy következhet be, hogy a tizedhatárok eltolódnak. Legyen s_d és s_{d+1} a tizedhatár eltolódása (becslési hiba) a d , illetve a $d+1$ tizednél, akkor a 35. ábra szerint

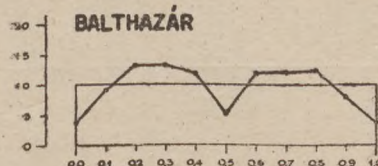
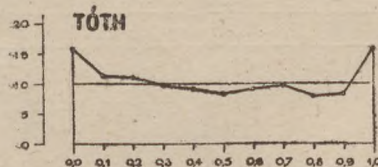
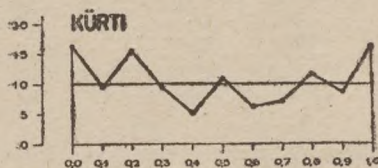
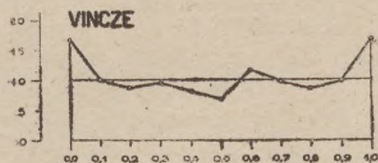
$$s_{d+1} = s_d + \frac{1}{2} \frac{n_d + n_{d+1}}{100} - 0,1$$

E képletben a pozitív előjel jobbra-, a negatív előjel pedig balra tolódást jelent, vagyis az így kiszámított értékek ellenkező előjellel a becslési hibát adják meg.

¹ *Grossmann E.*: Über Schätzungen nach Augenmass. Astr. Nachrichten. 170 № 4066. 1905

29. táblázat. A tizedek gyakorisága (100-ra vonatkoztatva)

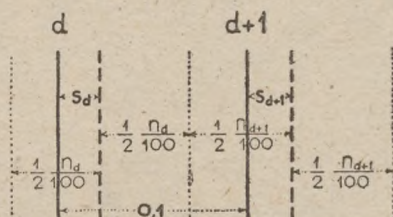
Észlelő	T i z e d e k									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Vincze	16,7	10,0	8,7	9,6	8,2	6,8	11,6	9,9	8,6	9,9
Kürti	16,2	9,4	15,5	9,4	5,2	10,8	6,4	7,1	11,4	8,6
Tóth	15,7	11,3	11,0	9,8	9,0	8,2	9,2	9,6	7,9	8,3
Balthazár	3,7	9,2	13,0	13,2	11,8	5,2	11,9	12,0	12,3	7,7



37. ábra. A tizedek gyakorisága

A fenti képletnek megfelelően 9 egyenlet írható fel, 10 ismeretlennel. Ez az egyenletrendszer tehát nem elegendő a tíz eltolódás (becslési hiba) meghatározására.

Ebből következik, hogy csak a gyakoriság értékéből nem lehet a becslési hibákat megállapítani, hanem ehhez legalább egy becslési hiba ismerete is szükséges.



36. ábra. A tizedhatárok eltolódása

Mivel a mi esetünkben egyetlen becsléshiba sem ismeretes, kénytelenek vagyunk a *Bäckström*-féle empirikus megállapításból kiindulni. *Bäckström* szerint ugyanis nagy megközelítéssel áll az, hogy $s_0 = 0$, sőt az esetek legtöbbszörében áll az is, hogy $s_5 = 0$. E feltételek természetesen csupán a becslési hibákra vonatkoznak, de megközelítőleg a leolvasási hibákra is.

30. táblázat. Tizedeltolódások $s_0 = 0$ feltevésével

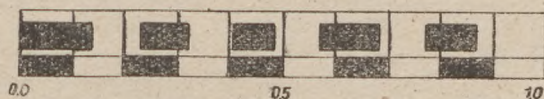
Tized	É s z l e l ő k			
	Vincze	Kürti	Tóth	Balthazár
	m i k r o n			
0,0	0	0	0	0
0,1	+ 33	+ 28	+ 35	— 36
0,2	+ 26	+ 52	+ 46	— 25
0,3	+ 17	+ 76	+ 50	+ 6
0,4	+ 6	+ 49	+ 44	+ 31
0,5	— 19	+ 29	+ 30	+ 16
0,6	— 27	+ 15	+ 17	+ 2
0,7	— 19	— 18	+ 11	+ 21
0,8	— 26	— 26	— 1	+ 42
0,9	— 33	— 26	— 20	+ 42
Átlag	— 4	+ 18	+ 21	+ 10
Abszolút értékek átlaga	21	32	25	22

Vegyük először a *Bäckström* szerint elképzelt legvalószínűbb feltevést azt, hogy

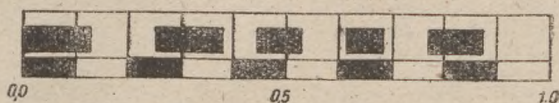
$$s_0 = 0.$$

E feltevéssel számítva a 30. táblázatban összefoglalt értékeket kapjuk, amelyek a becslési hibákat adják meg a 29. táblázatban egybefoglalt gyakorisági értékek alapján.

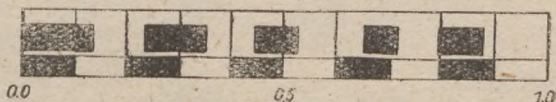
Vincze



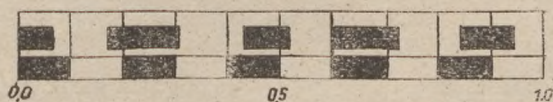
Kürti



Tóth

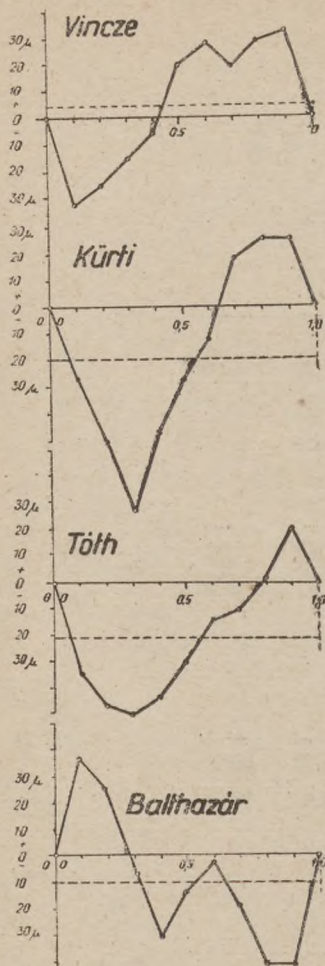


Balzház

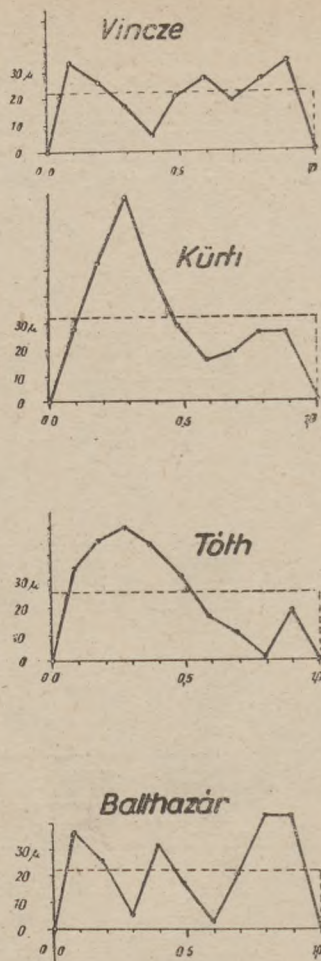


38. ábra. Személyi skálák

A 30. táblázat értékei alapján az egyéni tizedbeosztást az egyes észlelőkre a 38. ábra mutatja. Ezen az ábrán a felső részen vannak az



39. ábra. Becslési hibák



40. ábra. Becslési hibák abszolút értékei

egyéni tizedbeosztások (fekete, fehér mezőkkel) s mindegyik alatt megtaláljuk a helyes (egyenletes) tizedbeosztást is.

Ezenkívül a 39. ábrán külön feltüntettük az egyéni tizedbeosztás hibáit; a 40. ábrán pedig összeállítottuk a becslési hibák abszolút értékeit.

A fenti ábrákon jól láthatjuk a tizedbeosztás egyéni jellegét, mert az egyes tizedbeosztások különbözőek.

Természetesen tekintetbe kell venni azt, hogy ezek nem csupán becslési, hanem egyéb leolvasási hibákból is keletkezhetnek.

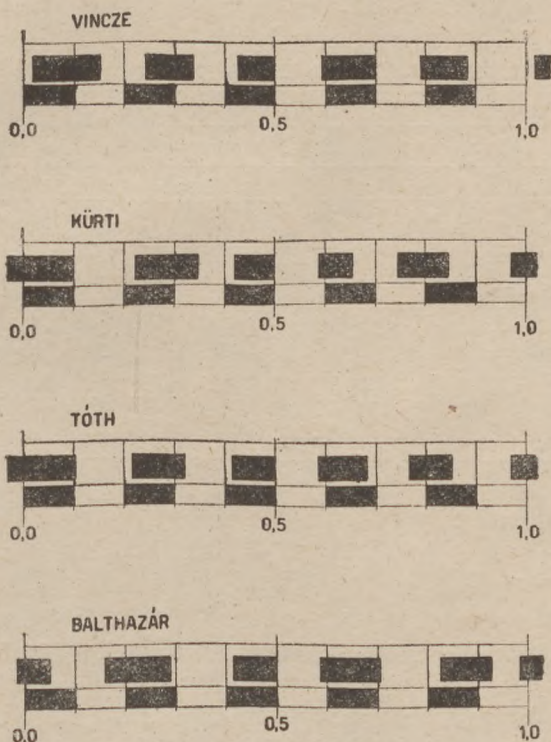
Feltűnő, hogy a becslés szabályos hibái kicsinyek.

A maximális értékek:

Vinczénél	0,033 mm
Kürtinél	0,076 mm
Tóthnál	0,050 mm
Balthazárnál	0,042 mm

vagyis nagyon közel egyenlők.

Az abszolút értékek átlagai az egyes észlelőknél 0,021, 0,032, 0,025 és 0,022; az összes észlelőket egybefoglalva az átlag 0,025 mm



41. ábra. Személyi skálák

A becslési hiba átlagos értékei:

Vinczénél	+ 0,004 mm
Kürtinél	+ 0,018 mm
Tóthnál	+ 0,021 mm
Balthazárnál	— 0,010 mm

Ezek szerint, ha feltételezhető, hogy a beosztás határvonásánál a becslési hiba 0, akkor a becslési hiba középértéke igen kicsiny, vagyis a becslési hiba megközelítőleg véletlen jellegű.

A tizedvonások eltolódását kiszámítottuk továbbá azzal a feltétellel is, hogy az eltolódás a beosztásrész közepén 0-val egyenlő, azaz

$$s_5 = 0.$$

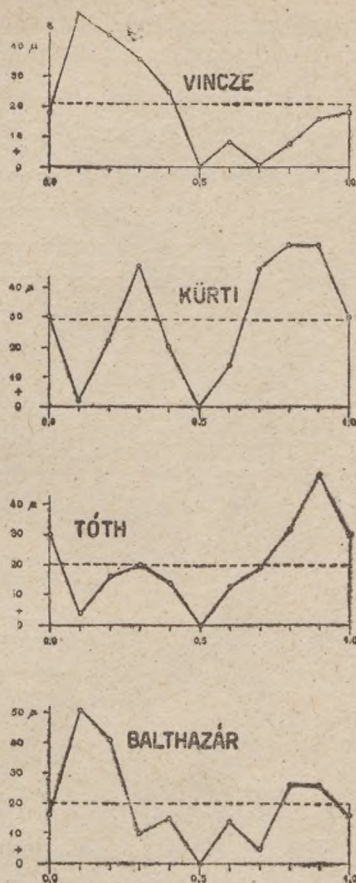
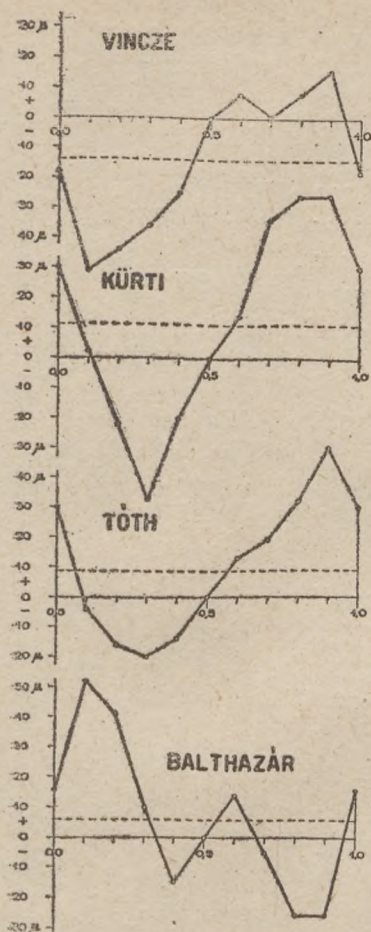
Az eltolódások értékeit a 31. táblázatban foglaltuk össze s a 41. ábrán grafikusán. Ez az ábra tehát az egyéni tizedbeosztást mutatja az egyes észlelőkre vonatkozólag.

31. táblázat. Tizedeltolódások ($S_5 = 0$ feltevéssel)

Tized	Észlelők			
	Vincze	Kürti	Tóth	Balthazár
	mikron			
0,0	+ 18	— 30	— 30	— 16
0,1	+ 51	— 2	+ 4	— 52
0,2	+ 44	+ 22	+ 16	— 41
0,3	+ 36	+ 47	+ 20	— 10
0,4	+ 25	+ 20	+ 14	+ 15
0,5	0	0	0	0
0,6	— 8	— 14	— 13	— 14
0,7	0	— 46	— 19	+ 5
0,8	— 8	— 54	— 32	+ 26
0,9	— 16	— 54	— 50	+ 26
Átlag	+14	— 11	— 9	— 6
Abszolút értékek átlaga	21	29	20	20

A 42. ábrán a becslési hibákat tüntettük fel, a 43. ábrán pedig a becslési hibák abszolút értékeit ábrázoltuk.

Amint látható, az egyéni tizedbeosztások jellege megmaradt, de a hibaértékek eltolódtak.



42. ábra. Becslési hibák

43. ábra. Becslési hibák abszolút értékei

A maximális értékek :

Vinczénél	0,051 mm
Kürtinél	0,054 mm
Tóthnál	0,050 mm
Balthazárnál	0,052 mm

Az abszolút értékek átlagai az egyes észlelőknél $0,021$, $0,029$, $0,020$ és $0,020$; az összes észlelőkét egybefoglalva az átlag $0,024$ mm.

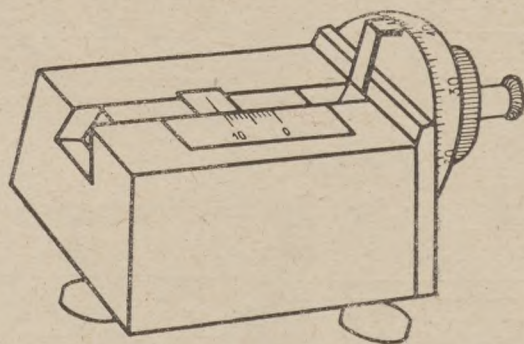
Az átlagos értékek most a következők:

Vinczénél	$-0,014$ mm
Kürtinél	$+0,011$ mm
Tóthnál	$+0,009$ mm
Balthazárnál	$+0,006$ mm

Az első feltevés ($s_0 = 0$) sokkal valószínűbb, mint a második, s azért a hibavizsgálathoz inkább az előző értékek használhatók fel.

9. Az egyéni tizedbeosztás megállapítása külön mérésekkel

Az alapvonalmérések befejezése után újabb kísérleteket végeztünk a becslési hibák értékeinek — helyesebben az egyéni tizedbeosztásnak — a megállapítására.



44. ábra. Készülék a becslési hiba meghatározására

Külön műszert készítettünk, amelyen egy indexet lehet mozgatni mm beosztás előtt úgy, hogy a mozgó csavar beosztott dobján az elmozdulás nagysága leolvasható (44. ábra). A csavarmenet magassága egyenlő egy beosztásrészrel; a csavar dobja 100 részre van osztva, tehát a dobosztáson a legkisebb beosztásrész 1000-ed része még megállapítható.

Az egyéni tizedbeosztást úgy állapítottuk meg, hogy az észlelő — egymásután — az indexet beállította $0, 1, 2 \dots 9$ tizedre, s tőle függetlenül egy másik észlelő leolvasta a mozgó csavar dobját.

Az indexbeállítást mindig ugyanolyan értelemben végeztük el, hogy a csavar holtmozgása mindig egyformán érvényesüljön.

Ez az eljárás, amelyet már *Volkmann*¹ is alkalmazott, teljesen más alapelvű, mint az, amelyik a gyakoriságból indul ki s ezt az eljárást nagyon kedvezően jellemzi az, hogy a tizedbeállítás hibájának nagyságát eléggé élesen állapítja meg.

Minden egyes tizedre, minden egyes észlelő 100—100 beállítást végzett s minden beállítás után a másik észlelő leolvasta a mikrométer csavar állását. A beállításokat mindig ugyanazon beosztásrészben belül végeztük el, hogy a határvonások osztási hibái ne szerepelhessenek. A beosztások vastagsága és az index vastagsága teljesen azonos volt az invardrót beosztásvonásaival, és az indexével.

Az egyes tizedbeállítások után nyert leolvasások közepei az alábbi táblázatban vannak egybefoglalva:

32. táblázat. Tizedbecslés külön műszerrel

Tizedek	Vincze	Kürti	Tóth	Balthazár
	mm			
4,0	3,950	3,979	3,960	3,949
4,1	4,060	4,089	4,070	4,023
4,2	4,146	4,176	4,172	4,134
4,3	4,242	4,263	4,274	4,238
4,4	4,347	4,344	4,368	4,340
4,5	4,445	4,430	4,458	4,425
4,6	4,548	4,505	4,544	4,506
4,7	4,661	4,592	4,636	4,607
4,8	4,764	4,699	4,741	4,726
4,9	4,842	4,812	4,839	4,855
5,0	4,933	4,949	4,946	4,945

A mikrométer csavarjának indexhibáját a 4,0 vonásra nyert 4 beállításértékből (mindegyik 100—100 egyszerű beállítás közepe) vezettük le. Négy ilyen értéket kaptunk az egyes észlelők csoportjából; ezek a következők:

+ 0,050 mm

+ 0,021 mm

+ 0,040 mm

+ 0,051 mm

A középérték tehát:

+ 0,040 mm \pm 0,007 mm.

¹ *Volkmann A. W.*: Über das Vermögen Größenverhältnisse zu schätzen. Bericht d. Sächs. Gesellschaft. 1858. S. 173—204.

A középértékkel megjavítottuk az egyes értékeket s ezeket az alábbi táblázatban foglaltuk össze :

33. táblázat. Megjavított tizedbecslések

Tizedek	Vincze	Kürti	Tóth	Balthazár
	mm			
4,0	3,990	4,019	4,000	3,989
4,1	4,100	4,129	4,110	4,063
4,2	4,186	4,216	4,212	4,174
4,3	4,282	4,303	4,314	4,278
4,4	4,387	4,384	4,408	4,380
4,5	4,485	4,470	4,498	4,465
4,6	4,588	4,545	4,584	4,546
4,7	4,701	4,632	4,676	4,647
4,8	4,804	4,739	4,781	4,766
4,9	4,882	4,852	4,879	4,895
5,0	4,973	4,989	4,986	4,985

A beosztásrész határvonásaira (4,0 és 5,0) kapott értékek eltéréseiből megállapítható a csavar hosszhibája (longitudinális hiba).

Ennek számértékei :

+ 0,017 mm
 + 0,030 mm
 + 0,004 mm
 + 0,014 mm

A középérték :

+ 0,016 mm \pm 0,005 mm.

A hosszhibával megjavított értékek a következők :

34. táblázat. Hosszhibával megjavított tizedbecslések

Tizedek	Vincze	Kürti	Tóth	Balthazár
	mm			
4,0	3,990	4,019	4,000	3,989
4,1	4,102	4,131	4,112	4,065
4,2	4,189	4,219	4,215	4,177
4,3	4,287	4,308	4,319	4,283
4,4	4,393	4,390	4,414	4,386
4,5	4,493	4,478	4,506	4,473
4,6	4,598	4,555	4,594	4,556
4,7	4,712	4,643	4,687	4,658
4,8	4,817	4,752	4,794	4,779
4,9	4,896	4,866	4,893	4,909
5,0	4,989	5,005	5,002	5,001

E táblázat szerint a tizedbeosztás hibái a következők :

35. táblázat. A tizedbecslés hibái

Tizedek	Vincze	Kürti	Tóth	Balthazár	Közepek
m i k r o n					
4,0	+ 10	— 19	0	+ 11	0
4,1	— 2	— 31	— 12	+ 35	— 2
4,2	+ 11	— 19	— 15	+ 23	0
4,3	+ 13	— 8	— 19	+ 17	+ 1
4,4	+ 7	+ 10	— 14	+ 14	+ 4
4,5	+ 7	+ 22	— 6	+ 27	+ 12
4,6	+ 2	+ 45	+ 6	+ 44	+ 24
4,7	— 12	+ 57	+ 13	+ 42	+ 25
4,8	— 17	+ 48	+ 6	+ 21	+ 14
4,9	+ 4	+ 34	+ 7	— 9	+ 9
5,0	+ 11	— 5	— 2	— 1	—
Átlagok (5,0 nélkül)	+ 2	+ 14	— 3	+ 22	+ 9
Abszolút értékek átlaga	+ 8	+ 32	+ 10	+ 24	+ 18

Megjegyzem, hogy a fenti értékek még magukban foglalhatják a dobbeosztás hibáit és a csavar periodikus hibáit.

A fenti táblázat értékei alapján elkészítettük az egyéni tizedbeosztásokat (45. ábra), a becslési hibák grafikonját (46. ábra) és a becslési hibák abszolút értékeinek grafikonját (47. ábra).

Ezek szerint a maximális értékek:

Vinczénél	0,017 mm
Kürtinél	0,057 mm
Tóthnál	0,019 mm
Balthazárnál	0,044 mm

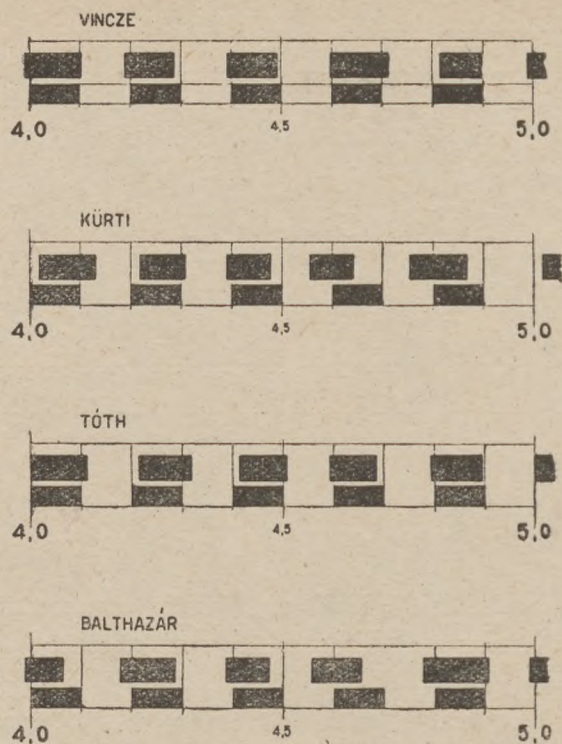
Ezekből az átlagos érték:

0,034 mm.

Az abszolút értékek átlagai az egyes észlelőknél 0,008, 0,032, 0,010 és 0,024 mm; az összes észlelőkét egybefoglalva az átlag 0,018 mm.

Az átlagos értékek az egyes észlelőkre vonatkozólag:

Vinczénél	+ 0,002 mm
Kürtinél	+ 0,014 mm
Tóthnál	— 0,003 mm
Balthazárnál	+ 0,024 mm



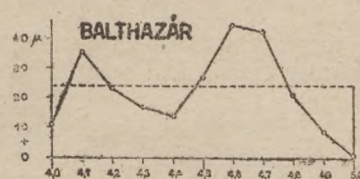
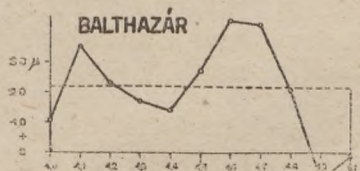
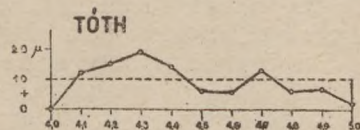
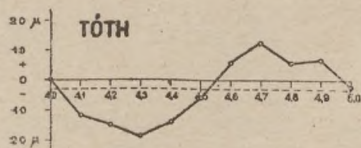
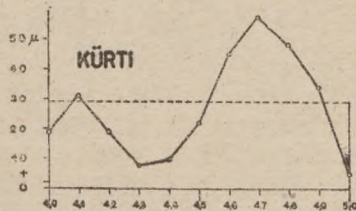
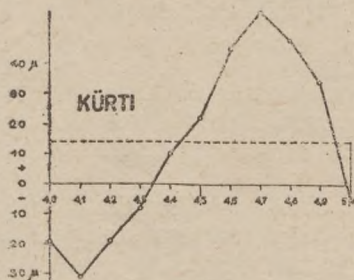
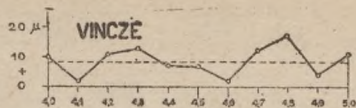
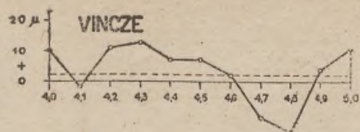
45. ábra. Személyi skálák

Az összes észlelőkre vonatkozólag az átlag:

$$+ 0,009 \text{ mm.}$$

Az egyéni tizedbeosztásokat és a becslési hibákat összevetve a gyakoriságokból megállapítottakkal mondhatjuk, hogy az ugyanazon észlelőre vonatkozó tizedbeosztások jellege eléggé egyezik egymással, vagyis az egyéniség erősen és egyformán jelentkezik.

Természetesen a kétféle meghatározásból azonos eredményeket nem várhatunk, hiszen az egyik (a gyakoriságból származó) a becslési hibán kívül egyéb leolvasási hibákat is tartalmaz, a másik pedig a csavar periodikus hibáját és a dobosztás hibáját is tartalmazza s az értékek beállításokból származnak, de mind a kettő jól



47. ábra. A becslési hibák abszolút értékei

mutatja azt, hogy a tizedbecslés függ az egyéntől s ezért a becslésből származó hiba szabályos jellegű, amelynek középértéke nem zérus.

A végzett vizsgálatok abban a tekintetben is megnyugtatók, hogy a becslés szabályos hibái kis értékűek.

Ez különösen a középértékükre vonatkozik.

Természetesen tekintetbe kell venni azt, hogy az észlelők nagy mérési rutinnal rendelkeztek.

Mindenesetre a becslési hibák szempontjából nagyon előnyös, ha az invardróttal történő mérésbe minél több észlelőt vonunk be,

mert így inkább meg van a lehetőség arra, hogy a becslési hibák véletlen jeleget kapjanak, így a középértékük közel jusson zérushoz.

Fontos továbbá az, hogy *egyéb leolvasási hibák ne érvényesülhessenek, a megvilágítás legyen kedvező és a parallaxis legyen csekély.*

9. § Az észlelőcsoportok személyes szabályos hibáinak meghatározása az oda- és visszamérések eltéréseiből

Az alapvonal 149 indexközére nyert hosszértékekből kiszámítottuk az egyes közökre nyert „oda—vissza” értelemben vett különbségek középértékeit s ezeket a 49. ábrán ordináták szerint felraktuk. Abszcissákként pedig a távolságok szerepelnek.

Mivel minden egyes indexközön 8 eltérés állapítható meg, tehát az ábrán, minden indexközön, a 8 érték átlaga szerepel.

Az ábrán alul a mérés sémáját is feltüntettük.

Az ábrán berajzoltunk egy kiegyenlítő vonalat is, amelyet Bruns-féle eljárással nyertünk, t. i. minden egyes ordináta helyett három szomszédos ordináta számtani közepét vettük.

Berajzoltuk továbbá az egyes váltási szakaszokra és a főszerkezetekre vonatkozó átlagos értékek egyenesét is.

A 49. ábra világosan mutatja az eltérések szabályos jellegét. E szabályosság a váltási szakaszokkal függ össze s ezért nyilvánvaló, hogy ezt a szabályosságot az egyes észlelőcsoportok szabályos hibái okozzák.

Ugyanis az oda- és a visszaméréseket ugyanazon dróttal végeztük, de mindig más észlelőcsoporttal, tehát az ugyanazon távolságra nyert két érték az észlelőcsoportok személyes hibáit és az egyoldalú megvilágításból, továbbá az index parallaxisából származó leolvasási hibákat is tartalmazza.

Az alábbiakban megkíséreltük a rendelkezésre álló mérési anyag segítségével együttesen megállapítani az egyes csoportok személyes szabályos hibáinak, az egyoldalú megvilágításnak, továbbá a parallaxisnak hatását. A továbbiakban ezeket együttesen a leolvasás szabályos hibájának fogjuk nevezni.

Értékének megállapításakor abból a feltevésből indulunk ki, hogy az oda-és vissza különbségek csupán a leolvasás szabályos hibáinak hatására keletkeznek.

Jelöljük ϵ_v -vel a Vincze—Balthazár-csoport leolvasási szabályos hibáját a 0—24 skálafekvésben (Vincze 0 skálánál, Balthazár a 24-es skálánál), és ϵ_k -val a Kürti—Tóth csoportét ugyancsak a fenti értelmezés szerint a 0—24 skálafekvésben. Ha feltesszük, hogy az észlelőváltással, továbbá a drót megfordításával a hibák előjele ellenkezőre változik, akkor nyilvánvalóan az »oda és vissza« külön-

ségben vagy az $(\varepsilon_v - \varepsilon_k)$, vagy az $(\varepsilon_v + \varepsilon_k)$ fog kifejezésre jutni és pedig pozitív vagy negatív előjellel az észlelők sorrendjének, illetve a skálafekvésnek megfelelően.

A szembenálló csoportok szerint az oda és vissza különbségeiben az alábbi sémák szerint jutnak kifejezésre az ε_v és ε_k értékek:

0 skála délen, 24-es skála északon

Oda mérés	Vissza mérés	Oda-Vissza
VB	KT	$+(\varepsilon_v - \varepsilon_k)$
BV	KT	$-(\varepsilon_v + \varepsilon_k)$
VB	TK	$+(\varepsilon_v + \varepsilon_k)$
BV	TK	$-(\varepsilon_v - \varepsilon_k)$
KT	VB	$-(\varepsilon_v - \varepsilon_k)$
KT	BV	$+(\varepsilon_v + \varepsilon_k)$
TK	VB	$-(\varepsilon_v + \varepsilon_k)$
TK	BV	$+(\varepsilon_v - \varepsilon_k)$

0 skála északon, 24-es skála délen

Oda mérés	Vissza mérés	Oda- és Vissza
VB	KT	$-(\varepsilon_v - \varepsilon_k)$
BV	KT	$+(\varepsilon_v + \varepsilon_k)$
VB	TK	$-(\varepsilon_v + \varepsilon_k)$
BV	TK	$+(\varepsilon_v - \varepsilon_k)$
KT	VB	$+(\varepsilon_v - \varepsilon_k)$
KT	BV	$-(\varepsilon_v + \varepsilon_k)$
TK	VB	$+(\varepsilon_v + \varepsilon_k)$
TK	BV	$-(\varepsilon_v - \varepsilon_k)$

Ha a mérés végrehajtásakor mindig az előre megállapított sémát tartottuk volna be, ami a 49. ábrán alul van feltüntetve, akkor az oda és vissza mérések különbségeiben mindig csak az $(\varepsilon_v + \varepsilon_k)$ szerepelt volna (pozitív, vagy negatív előjellel).

De a mérés végrehajtásakor többször el kellett térni a séma betartásától, ami a végeredmény szempontjából nem okozott semmi bajt, sőt azzal az előnnyel járt, hogy az oda és vissza mérések külön-

és

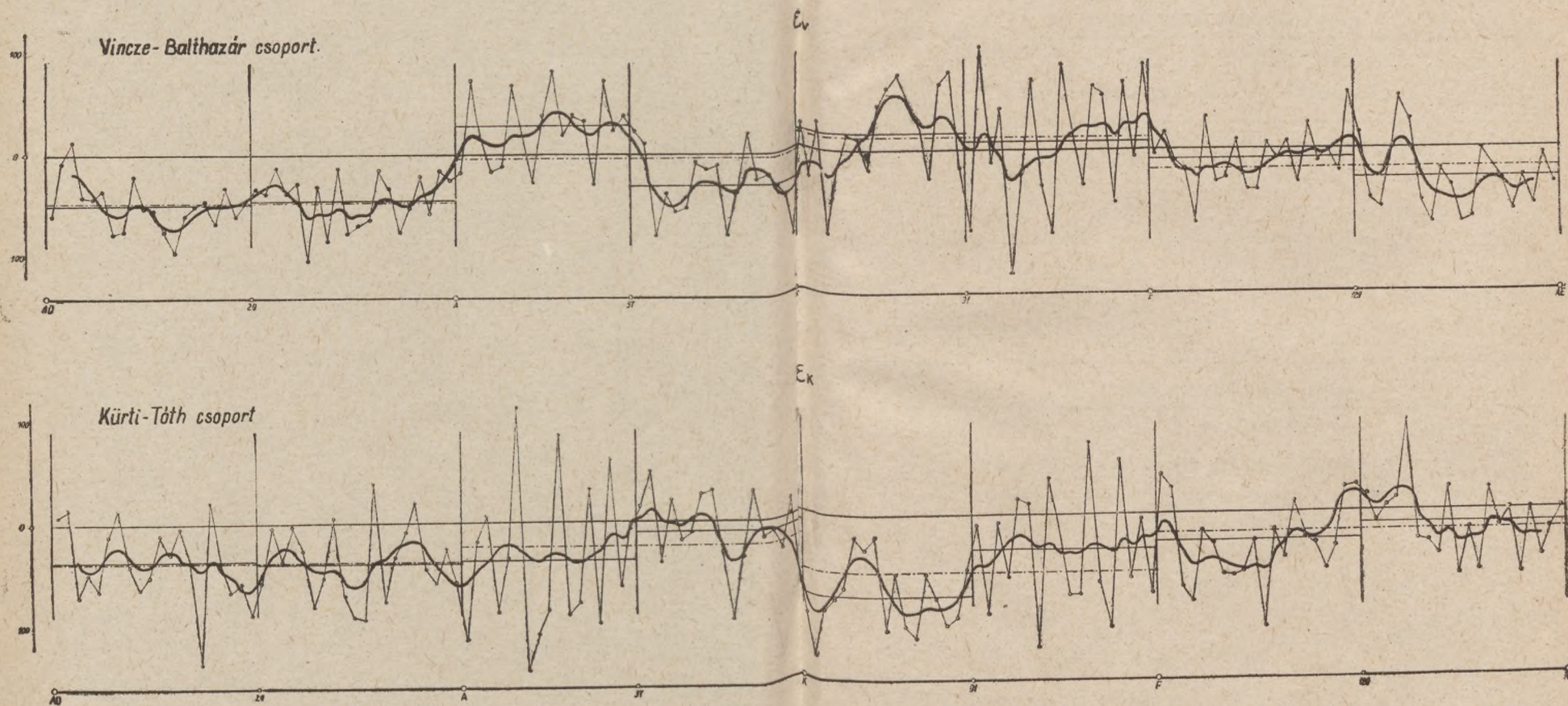
nak
dig
nb-

ekre
tani

íval
erős

ndó
den
már
völt

sre ;
unk



49. ábra. Az ϵ_v és ϵ_k értékek ábrázolása

s azu
egész

össze
kozó
külön

Vál
szak

AD-
20-

A-
57-

K-
91-

F-
129-

Vál
szak

AD-
20-

A-
57-

K-
91-

F-
129-

és (

a fő

Ezekből számítottuk ki az ε_v és ε_k értékeit az egyes indexközőkre s azután ezek átlagait a váltási szakaszokra, a főszakaszokra és az egész alapvonalra.

Az ε_v és ε_k így megállapított 149 értékét az 51. ábrán foglaltuk össze, ahol egyúttal a váltási szakaszokra és a főszakaszokra vonatkozó átlagos értékeket is feltüntettük. Ezek az átlagos értékek különben a következők:

36. táblázat. Vincze-Balthazár csoport

Szakasz		ε_v és középhibája			
Váltási szakasz	Főszakasz	Váltási szakaszból		Főszakaszból	
AD—20 20—A	AD—A	— 49 μ — 45	$\pm 5 \mu$ ± 6	— 47 μ	$\pm 4 \mu$
A—57 57—K	A—K	+ 24 — 31	± 9 ± 8	— 4	± 6
K—91 91—F	K—F	+ 16 + 8	± 11 ± 16	+ 12	± 9
F—129 129—AÉ	F—AÉ	— 9 — 31	± 7 ± 8	— 20	± 5
— 18 $\mu \pm 3 \mu$					

37. táblázat. Kürti—Tóth—csoport

Szakasz		ε_k és középhibája			
Váltási szakasz	Főszakasz	Váltási szakaszból		Főszakaszból	
AD—20 20—A	AD—A	— 38 μ — 38	$\pm 9 \mu$ ± 8	— 38 μ	$\pm 6 \mu$
A—57 57—K	A—K	— 37 — 10	± 18 ± 9	— 23	± 10
K—91 91—F	K—F	— 79 — 34	± 8 ± 14	— 56	± 8
F—129 129—AÉ	F—AÉ	— 26 — 10	± 10 ± 8	— 18	± 6
— 31 $\mu \pm 4 \mu$					

Az egész alapvonalra megadott értékek az összes ($\varepsilon_v + \varepsilon_k$ és $\varepsilon_v - \varepsilon_k$) értékekből vannak levezetve s ezért értékük kissé eltér a főszakaszokra számított értékek átlagaitól.

A táblázatban szereplő középhibákat azokból az eltérésekből számítottuk, amelyek az egyes értékek és a váltási szakasz középértéke között vannak.

Az ϵ_v és az ϵ_k értékek vázolt meghatározása természetesen csak közelítő értékeket szolgáltathat az ϵ_v és ϵ_k -ra, mert az oda és vissza különbségek nemcsak a csoportok szabályos hibáit, hanem egyéb szabályos és véletlen hibákat is tartalmaznak.

Ez kifejezésre jut a váltási szakaszok átlagos értékeire nyert középhibákban is.

Igy a Vincze—Balthazár csoportban a váltási szakaszok abszolút értékének átlaga 26, a megfelelő középhibáé pedig ± 9 ; a Kürthi—Tóth csoportnál pedig az abszolút értékek átlaga 39, a középhibáé pedig ± 11 .

Vagyis a középhibák elég nagy értékűek.

Az 49. ábrába berajzoltunk még egy kiegyenlítő vonalat is (vastag fekete görbe), amelyet úgy nyertünk, hogy minden egyes érték helyébe a saját és a két szomszédos érték számtani közepét raktuk fel. Célunk a véletlen jellegű hibák kiküszöbölése volt.

Az ábra jól mutatja, hogy ily módon megállapított leolvasási szabályos hibák, vagyis a csoportok személyes hibái, változó hibák. Az ábrából jól látszik az észlelő váltással, vagy a drótmegfordítással bekövetkező szabályosság.

A csoportok szabályos hibájának változása főleg a világitási viszonyok változására, illetve az észlelő szemének kifáradására vezethető vissza, továbbá arra, hogy a csoportok hibájában az egyes személyes hibák a különböző becslési helyeken különböző értékekkel szerepelnek.

E szabályos hiba kiküszöbölésére a legelőnyösebb volna az, ha a váltás, illetve a drótvégek felcserélése minden egyes indextávolságon azonnal végre lenne hajtva.

Ez azonban gyakorlatilag nem vihető keresztül, mert a mérés időtartalma erősen megnagyobbodna.

Mindenesetre a váltási szakaszoknak nem szabad hosszúaknak lenniök s ebből a szempontból is okvetlenül legalább négy észlelő alkalmazása szükséges.

Az ϵ_v és ϵ_k értékeket kiszámítottuk egy más csoportosítás alapul vételével is.

Ugyanis az előző számításban minden egyes indexközre, a 7 rendelkezésre álló »oda és vissza« különbségekből vezettük le az $(\epsilon_v + \epsilon_k)$ és az $(\epsilon_v - \epsilon_k)$ értékeket s ezekből indexközönként állapítottuk meg az ϵ_v és az ϵ_k átlagos értékét.

Az »oda és vissza« eltéréseket azonban egyes drótok szerint is csoportosíthatjuk. Ezt a csoportosítást grafikusan az 50—56.

38. I. táblázat. Az ε_v és ε_k számítása a váltási szakaszokra nyert »oda és vissza« különbségekből

634 számú drót		I. mérés					
		Észlelő csoport	Skála felvétele	Oda és vissza		$\varepsilon_v + \varepsilon_k$	$\varepsilon_v - \varepsilon_k$
AD—A	AD—20	VB KT	0—24 24—0	— 70 μ	$+$ ($\varepsilon_v + \varepsilon_k$)	— 70 μ	
	20—A	BV TK	0—24 24—0	$+$ 178	— ($\varepsilon_v + \varepsilon_k$)	— 178	
A—K	A—57	TK VB	24—0 0—24	— 39	— ($\varepsilon_v - \varepsilon_k$)		$+$ 39 μ
	57—K	KT BV	24—0 0—24	— 124	$+$ ($\varepsilon_v - \varepsilon_k$)		$+$ 124
K—F	K—91	BV KT	24—0 0—24	$+$ 48	$+$ ($\varepsilon_v - \varepsilon_k$)		$+$ 48
	91—F	BV TK	24—0 0—24	— 15	$+$ ($\varepsilon_v + \varepsilon_k$)	— 15	
F—AÉ	F—129	KT VB	0—24 24—0	$+$ 4	$+$ ($\varepsilon_v + \varepsilon_k$)	$+$ 4	
	129—AÉ	TK BV	0—24 24—0	— 11	— ($\varepsilon_v + \varepsilon_k$)	$+$ 11	
II. mérés							
AD—A	AD—20	BV KT	0—24	$+$ 93	— ($\varepsilon_v + \varepsilon_k$)	— 93	
	20—A	VB TK		— 67	$+$ ($\varepsilon_v + \varepsilon_k$)	— 67	
A—K	A—57	TK VB	24—0	— 2	$+$ ($\varepsilon_v + \varepsilon_k$)	— 2	
	57—K	KT BV		$+$ 8	— ($\varepsilon_v + \varepsilon_k$)	— 8	
K—F	K—91	VB TK	24—0	$+$ 72	— ($\varepsilon_v + \varepsilon_k$)	— 72	
	91—F	BV KT		— 14	$+$ ($\varepsilon_v + \varepsilon_k$)	— 14	
F—AÉ	F—129	KT BV	0—24	0	$+$ ($\varepsilon_v + \varepsilon_k$)	0	
	129—AÉ	TK VB		$+$ 28	— ($\varepsilon_v + \varepsilon_k$)	— 28	

39. táblázat. Az ε_v és ε_k számítása a váltási szakaszokra nyert »oda-vissza« különbségekből

635 számú drót		I. mérés				
		Észlelő csoport	Skála fekvés	Oda és vissza		$\varepsilon_v + \varepsilon_k$ $\varepsilon_v - \varepsilon_k$
AD—A	AD—20	BV TK	0—24	+ 52	— ($\varepsilon_v - \varepsilon_k$)	— 52
	20—A	VB KT		+ 62	+ ($\varepsilon_v - \varepsilon_k$)	+ 62
A—K	A—57	TK BV	24—0	— 73	— ($\varepsilon_v - \varepsilon_k$)	+ 73
	57—K	KT VB		— 11	+ ($\varepsilon_v - \varepsilon_k$)	— 11
K—F	K—91	BV KT	24—0	— 26	+ ($\varepsilon_v + \varepsilon_k$)	— 26
	91—F	VB TK		+ 34	— ($\varepsilon_v + \varepsilon_k$)	— 34
F—AÉ	F—129	KT VB	0—24	+ 21	— ($\varepsilon_v - \varepsilon_k$)	— 21
	129—AÉ	TK BV		+ 18	+ ($\varepsilon_v - \varepsilon_k$)	+ 18

II. mérés

AD—A	AD—20	BV KT	0—24	+ 82	— ($\varepsilon_v + \varepsilon_k$)	— 82	
	20—A	VB TK		+ 5	+ ($\varepsilon_v + \varepsilon_k$)	+ 5	
A—K	A—57	TK VB	24—0	+ 6	+ ($\varepsilon_v + \varepsilon_k$)	+ 6	
	57—K	KT BV		+ 90	— ($\varepsilon_v + \varepsilon_k$)	— 90	
K—F	K—91	VB TK	24—0	+ 121	— ($\varepsilon_v + \varepsilon_k$)	— 121	
	91—F	BV KT		+ 18	+ ($\varepsilon_v + \varepsilon_k$)	+ 18	
F—AÉ	F—129	KT BV	0—24	— 75	+ ($\varepsilon_v + \varepsilon_k$)	— 75	
	129—AÉ	TK VB		+ 54	— ($\varepsilon_v + \varepsilon_k$)	— 54	

ábrákon láthatjuk, amelyeken az egyes drótokra az egyes mérések alkalmával kapott oda és vissza különbségek vannak indexközönként felrakva.

Ezekből az értékekből ki lehet számítani az egyes váltási szakaszokra vonatkozó átlagos értékeket.

Mivel a váltási szakaszokon belül a csoportok személyes hibáinak hatása állandónak tekinthető, így minden egyes drótra ki lehet számítani az ε_v és ε_k átlagos értékét.

Az egyes drótokra vonatkozó »oda és vissza« eltérések, továbbá a megfelelő ($\varepsilon_v - \varepsilon_k$) értékek a táblázatban vannak összefoglalva.

40. táblázat. ε_v és ε_k számítása a váltási szakaszokra nyert »oda—vissza« különbségekből

636 számú drót		I. mérés					
		Észlelő csoport	Skála fekvés			$\varepsilon_k + \varepsilon_v$	$\varepsilon_k - \varepsilon_v$
AD—A	AD—20	VB KT	0—24	0	$+(\varepsilon_v - \varepsilon_k)$		0
	20—A	BV TK		+ 32	$-(\varepsilon_v - \varepsilon_k)$		- 32
A—K	A—57	TK VB	24—0	- 44	$+(\varepsilon_v + \varepsilon_k)$	- 44	
	57—K	KT BV		+ 25	$-(\varepsilon_v + \varepsilon_k)$	- 25	
K—F	K—91	VB TK	24—0	+ 13	$-(\varepsilon_v + \varepsilon_k)$	- 13	
	91—F	BV KT		- 57	$+(\varepsilon_v + \varepsilon_k)$	- 57	
F—AÉ	F—129	KT BV	0—24	- 70	$+(\varepsilon_v + \varepsilon_k)$	- 70	
	129—AÉ	TK VB		+ 93	$-(\varepsilon_v + \varepsilon_k)$	- 93	

41. táblázat. Az ε_v és ε_k számítása a váltási szakaszokra nyert „oda — vissza” különbségekből

637 számú drót		I. mérés					
		Észlelő csoport	Skála fekvés			$\varepsilon_v + \varepsilon_k$	$\varepsilon_v - \varepsilon_k$
AD—A	AD—20	BV KT	0—24	+ 106	$-(\varepsilon_v + \varepsilon_k)$	- 106	
	20—A	VB TK		- 92	$+(\varepsilon_v + \varepsilon_k)$	- 92	
A—K	A—57	TK BV	24—0	- 101	$-(\varepsilon_v - \varepsilon_k)$		+ 101
	57—K	KT VB		+ 77	$+(\varepsilon_v - \varepsilon_k)$		+ 77
K—F	K—91	VB TK	24—0	+ 82	$-(\varepsilon_v + \varepsilon_k)$	- 82	
	91—F	BV KT		- 50	$+(\varepsilon_v + \varepsilon_k)$	- 50	
F—AÉ	F—129	KT VB	0—24	- 57	$-(\varepsilon_v - \varepsilon_k)$		+ 57
	129—AÉ	TK BV		- 57	$+(\varepsilon_v - \varepsilon_k)$		- 57
II. mérés							
AD—A	AD—20	VB KT	0—24	+ 19	$+(\varepsilon_v - \varepsilon_k)$		+ 19
	20—A	BV TK		+ 51	$-(\varepsilon_v - \varepsilon_k)$		- 51
A—K	A—57	TK BV	24—0	- 31	$-(\varepsilon_v - \varepsilon_k)$		+ 31
	57—K	KT VB		- 23	$+(\varepsilon_v - \varepsilon_k)$		- 23
K—F	K—91	BV TK	24—0	+ 141	$+(\varepsilon_v - \varepsilon_k)$		+ 141
	91—F	BV KT		- 42	$-(\varepsilon_v - \varepsilon_k)$		+ 42
F—AÉ	F—129	KT VB	0—24	- 14	$-(\varepsilon_v - \varepsilon_k)$		+ 14
	129—AÉ	TK BV		- 25	$+(\varepsilon_v - \varepsilon_k)$		- 25

E táblázatok értékei alapján a váltási szakaszokra kapott átlagos értékekből az egyes drótokra az ε_v és ε_k alábbi értékeit számítottuk ki.

42. táblázat

Drót	ε_v	ε_k
634	-27μ	-14μ
635	-17	-28
636	-33	-17
637	-28	-55

Ha pedig egybefoglaljuk az összes értékeket, akkor 37 érték alapján

$$\varepsilon_v + \varepsilon_k = -49$$

és 25 érték alapján

$$\varepsilon_v - \varepsilon_k = +14$$

Vagyis az összes (56) érték alapján

$$\varepsilon_v = -17 \mu$$

$$\varepsilon_k = -32 \mu$$

ami az előzőkkel majdnem teljesen egyezik.

*

Az eddigiek alapján célszerűnek látszik a mérés programjának olyan megállapítása, amely mellett az $(\varepsilon_v + \varepsilon_k)$ és $(\varepsilon_v - \varepsilon_k)$ értékek gyakorisága teljesen egyforma.

Ez a mérés eredményére befolyással nincs, de viszont módot nyújt a ε_v és ε_k értékek megállapítására.

Ebből a szempontból a mérést a következő program szerint ajánlatos elvégezni:

Jelöljük A, B, C, D -vel az észlelőket, akkor a betartandó sorrend a következő:

Oda mérés			Vissza mérés		
0—24	drótfekvés	$AB,$	0—24	drótfekvés	CD
0—24	«	BA	0—24	«	DC
0—24	«	CD	0—24	«	BA
0—24	«	DC	0—24	«	AB

Oda mérés			Vissza mérés		
24—0	drótfekvés	AB	24—0	drótfekvés	CD
24—0	«	BA	24—0	«	DC
24—0	«	CD	24—0	«	BA
24—0	«	DC	24—0	«	AB

Ilyen program mellett mind a két drótfekvésben az első két érték ($\varepsilon_A - \varepsilon_C$)-ét adja, a második két érték pedig ($\varepsilon_A + \varepsilon_C$)-ét s ezért minden drótfekvésben két-két értéket kapunk a hibakülönbségre, illetve a hibaösszegre.

10. §. Az index-magasságkülönbségek hibáinak hatása

Indexek magasságkülönbségeit szintezéssel kétszer határoztuk meg, először a drótmérés megkezdése előtt, másodszor pedig közvetlenül a drótmérés befejezése után.

Az utóbbi mérést ellenőrző mérésnek szántuk; a tulajdonképpeni mérés az első volt.

Az első alkalommal minden szomszédos index magasságkülönbségét — azoktól egyenlő távolságra felállított szintező műszerrel — oda és vissza méréssel határoztuk meg, így minden magasságkülönbségre két-két értéket kaptunk. E szintezésben tekintettel a kis léctávolságokra mm-re osztott lécet használtunk s a leolvasáskor a 0,1 mm-t is becsültük.

Ezt a szintezést 149 műszerállásból végeztük el.

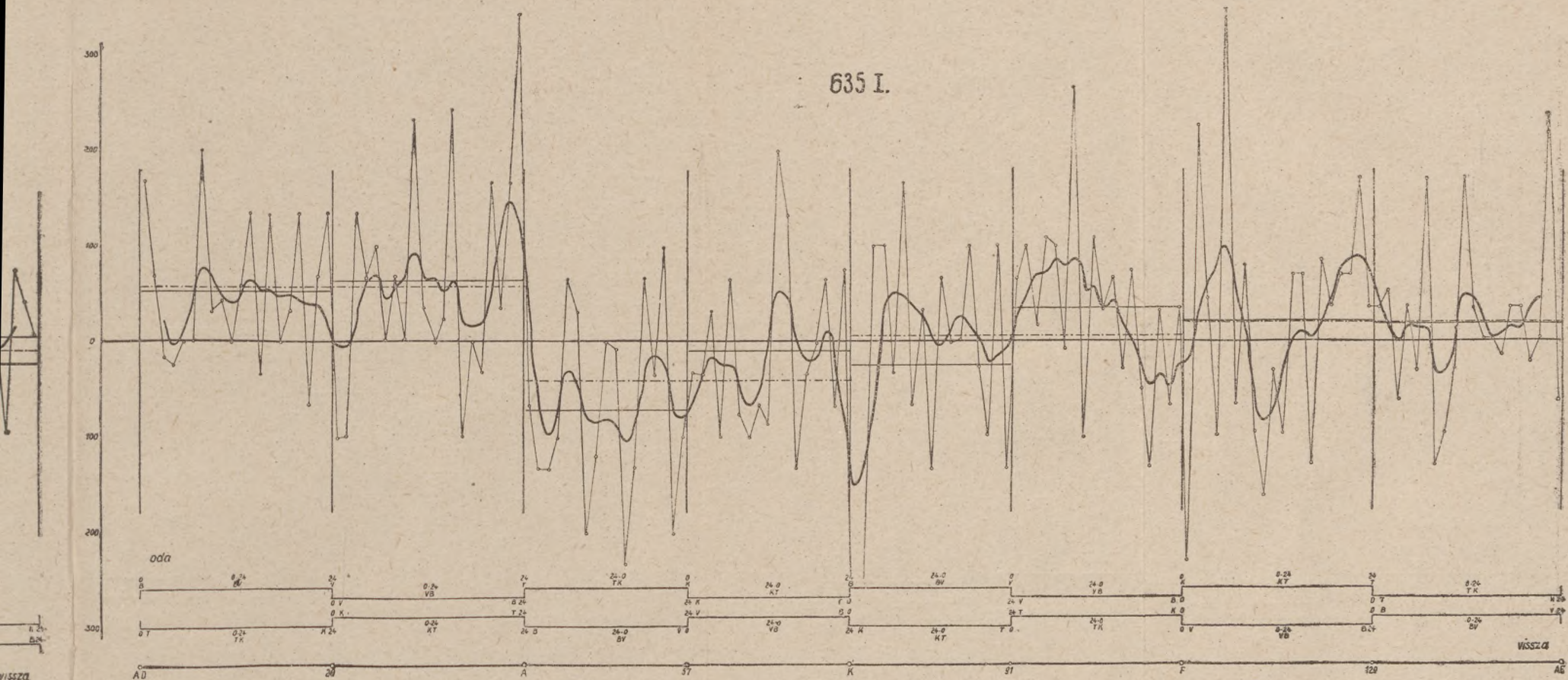
A második mérés alkalmával az egyes műszerállásokból a kötőpontok közti gondos középreállással — egyszerre több index magasságkülönbségét mértük — s ezt a mérést — bázisszakaszonként — ellenkező értelemben is megismételtük. Tehát ez esetben is két két értéket kaptunk minden egyes magasságkülönbségre. A második szintezésben cm-re osztott lécet használtunk s leolvasáskor mm-t becsültünk. A műszerállások száma az első bázisszakaszban 9—9, a másodikban 7—7, a harmadikban 7—7, a negyedikben 8—8 volt, azaz ez alkalommal összesen 62 műszerállásban végeztük el az oda és vissza szintezést. Egy műszerállásban 4, illetve 5 indexköz magasságkülönbségét mértük.

Az első mérés »oda és vissza« felé nyert értékeinek eltéréseit (Δ) az 43—46. táblázatok második oszlopában állítottuk egybe.

Az első és a második mérés eltéréseit (Δ') pedig a 47—50. táblázatok második oszlopában találjuk meg.

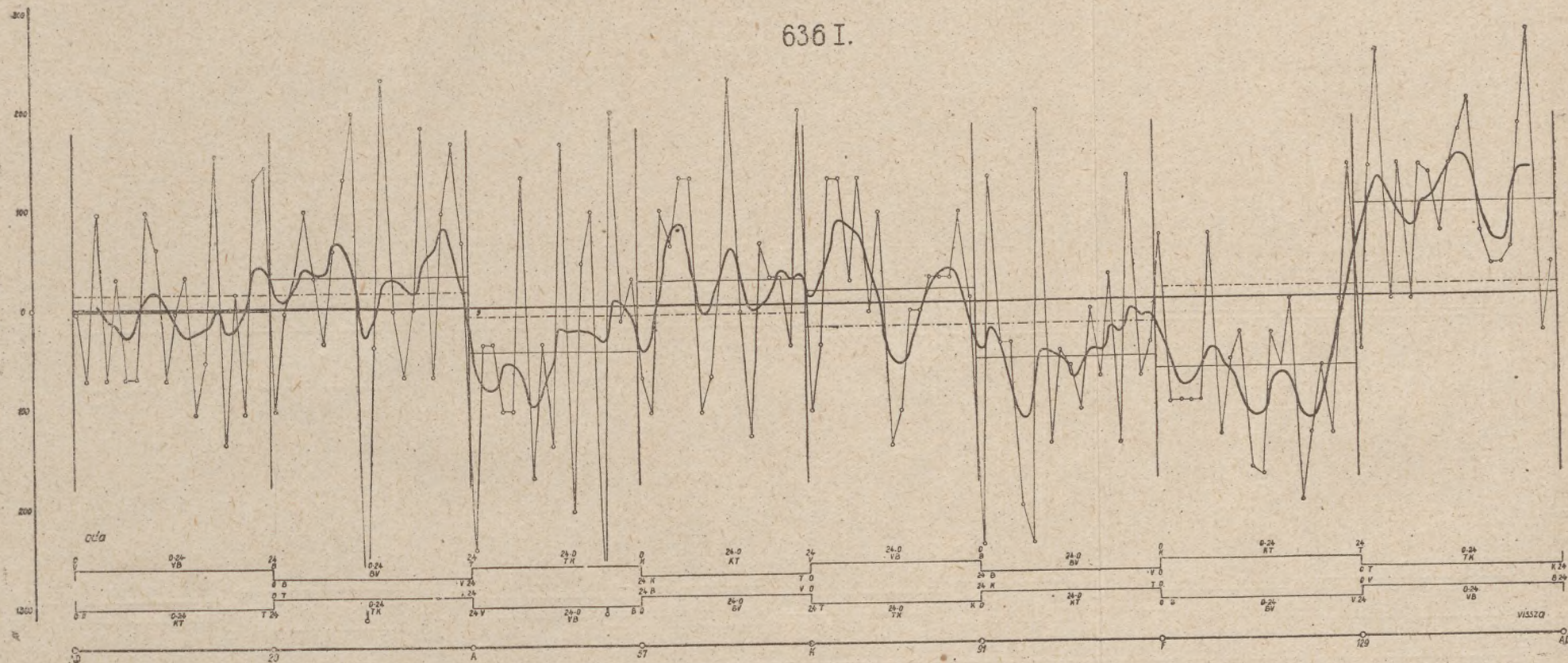
Mivel az első mérés sokkalta pontosabb, mint a második (a drótmérés utáni), azért végeredményül az első mérés közepeit fogadtuk el és használtuk fel.

635 I.



52. ábra. Az oda és vissza eltérések a 635 drót I. méréséből

636 I.



54. ábra. Az oda és vissza eltérések a 636 drót I. méréséből





láth

külö

A r

szá

köz

egy

köz

Az

me

szá

ah

A magasságmérés eredményeit a 2. ábra hosszszelvényrajzain láthatjuk.

A magasságkülönbségek abszolút értékeinek átlaga

az AD—A szakaszon	0,169 m,
A—K	« 0,282 m,
K—F	« 0,120 m,
F—AE	« 0,101 m,

Az egész bázisra nézve az átlag

$$0,168 \text{ m.}$$

Az egyes alapvonalszakaszokon a legnagyobb magasságkülönbségek a következők voltak :

az AD—A szakaszon	0,883 m,
A—K	« 0,715 m,
K—F	« 0,321 m,
F—AÉ	« 0,365 m,

A magasságkülönbségek tehát nem voltak nagyok.

Az első mérés oda és vissza értékeinek eltéréséből (Δ -ból) számíthatjuk a végeredményül felhasznált magasságkülönbségek középhibáit, a $\frac{\Delta}{2}$ értékeket. Ezek a táblázatok 3. oszlopaiban vannak egybeállítva.

Ezek szerint a szintezési eredmények középhibái a quadratikus közepek alapján

az AD—A szakaszon	$\mu_m = \pm 0,15 \text{ mm}$
A—K	« $= \pm 0,12 \text{ mm}$
K—F	« $= \pm 0,13 \text{ mm}$
F—AY	« $= \pm 0,11 \text{ mm}$

Az összes Δ értékekből pedig

$$\mu_m = \pm 0,13 \text{ mm.}$$

A szintezési eredmények középhibáiból, a $\frac{\Delta}{2}$ értékekből lehet megállapítani a vízszintesre való redukálás középhibáit.

Ugyanis a vízszintesre való redukció értéke — az átlagos számításhoz elegendő pontossággal a következő

$$c = \frac{m^2}{2 \times 24}$$

ahol m a magasságkülönbséget jelenti.

Ennél fogva

$$\mu_c = \sqrt{\left(\frac{2m}{2 \times 24}\right)^2 \mu_m^2} = \sqrt{\frac{m^2}{576} \cdot \frac{\Delta^2}{4}}$$

Vagyis i számú értékekből számítva, a μ_c -nek általános (generál) értéke

$$\mu_c = \sqrt{\frac{1}{i} \sum \frac{m_i^2 \Delta_i^2}{4 \times 576}}$$

Az egyes indextávolságokra vonatkozó μ_c értékeket ugyan-csak a 43–46. táblázatok tartalmazzák az utolsó oszlopban.

Ezek szerint:

$$\begin{aligned} \text{az AD—A szakaszon} &= \pm 1,09 \mu \\ \text{A—K} &= \pm 1,70 \mu \\ \text{K—F} &= \pm 0,88 \mu \\ \text{F—AÉ} &= \pm 0,52 \mu \end{aligned}$$

Az egész alapvonalra vonatkozólag pedig az összes 149 értékből

$$\mu_c = \pm 1,11 \mu$$

Ez az érték tekinthető a végeredményül levezetett alapvonalérték amaz állandó hibájának, amely benne a vízszintesre való redukálás hibáiból keletkezik.

A pontosságra vonatkozó vizsgálatainkban ezt az értéket használtuk fel.

A második mérést, amint említettük, ellenőrző mérésnek szántuk, mert meg akartunk győződni arról, hogy az indexek magasságkülönbségei változatlanok maradtak-e. Az eredmény — amint az táblázat adatai mutatják — megnyugtató volt, mert csak 14 esetben találtunk 2 mm-nél nagyobb eltérést, 3 mm-nél nagyobb 4 esetben volt (a legnagyobb eltérés 3,7 mm).

Ha az első és második mérés közötti eltéréseket képezzük, úgy az ezekből számítható középhiba

$$\begin{aligned} \text{az AD—A szakaszon } \mu_m' &= \pm 0,50 \text{ mm} \\ \text{A—K} &= \pm 0,46 \text{ mm} \\ \text{az K—F} &= \pm 0,75 \text{ mm} \\ \text{az F—AÉ} &= \pm 0,64 \text{ mm} \end{aligned}$$

Az egész alapvonalra vonatkozólag pedig

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

Mivel az első mérés sokkal pontosabb, mint a második, a fenti értéket, mint a második mérés megbízhatóságára jellemző számot tekinthetjük és ez a kis érték megnyugtató, mert igazolja, hogy magasságkülönbségváltozások nem következtek be.

43. táblázat. AD—A szakasz. Első mérés

Indexköz	Oda minusz Vissza Δ mm	$\mu_m = \frac{\Delta}{2}$ mm	$\frac{\Delta^2}{4}$
AD—1	—0,1	—0,05	0,00
1—2	+0,2	+0,10	0,01
2—3	—0,3	—0,15	0,02
3—4	+0,5	+0,25	0,06
4—5	+0,2	+0,10	0,01
5—6	—0,5	—0,25	0,06
6—7	—0,1	—0,05	0,00
7—8	—0,2	—0,10	0,01
8—9	+0,1	+0,05	0,00
9—10	—0,1	—0,05	0,00
10—11	—0,1	—0,05	0,00
11—12	+0,4	+0,20	0,04
12—13	—0,3	—0,15	0,02
13—14	—0,2	—0,10	0,01
14—15	—0,1	—0,05	0,00
15—16	—0,1	—0,05	0,00
16—17	+0,6	+0,30	0,09
17—18	+0,4	+0,20	0,04
18—19	0,0	0,0	0,00
19—20	0,0	0,00	0,00
20—21	+0,6	+0,30	0,09
21—22	+0,1	+0,05	0,00
22—23	—0,1	—0,05	0,00
23—24	+0,5	+0,25	0,06
24—25	—0,4	—0,20	0,04
25—26	+0,4	+0,20	0,04
26—27	+0,1	+0,05	0,00
27—28	+0,6	+0,30	0,09
28—29	—0,2	—0,10	0,01
29—30	0,0	0,00	0,00
30—31	+0,5	+0,25	0,06
31—32	+0,2	+0,10	0,01
32—33	+0,3	+0,15	0,06
33—34	—0,1	—0,05	0,00
34—35	—0,2	—0,10	0,01
35—36	+0,1	+0,05	0,00
36—37	0,0	0,00	0,00
37—38	+0,3	+0,15	0,02
38—39	—0,3	—0,15	0,02
39—A	—0,2	—0,10	0,01
		összeg	0,94

44. táblázat. A—K szakasz. Első mérés

Indexköz	Oda minusz Vissza Δ mm	$\mu_m = \frac{\Delta}{2} \text{ mm}$	$\frac{\Delta^2}{4}$
A—41	—0,2	—0,10	0,01
41—42	+0,1	+0,05	0,00
42—43	+0,2	+0,10	0,01
43—44	+0,3	+0,15	0,02
44—45	+0,1	+0,05	0,00
45—46	—0,1	—0,05	0,00
46—47	—0,3	—0,15	0,02
47—48	+0,1	+0,05	0,00
48—49	—0,3	—0,15	0,02
49—50	—0,3	—0,15	0,02
50—51	0,0	0,00	0,00
51—52	—0,2	—0,10	0,01
52—53	+0,1	+0,05	0,00
53—54	+0,1	+0,05	0,00
54—55	—0,1	—0,05	0,00
55—56	+0,1	+0,05	0,00
56—57	—0,3	—0,15	0,02
57—58	+0,3	+0,15	0,02
58—59	0,0	0,00	0,00
59—60	+0,1	+0,05	0,00
60—61	+0,1	+0,05	0,00
61—62	0,0	0,00	0,00
62—63	—0,5	—0,25	0,06
63—64	0,0	0,00	0,00
64—65	—0,3	—0,15	0,02
65—66	—0,1	—0,05	0,00
66—67	—0,1	—0,05	0,00
67—68	—0,4	—0,20	0,04
68—69	+0,4	+0,20	0,04
69—70	—0,5	—0,25	0,06
70—71	+0,1	+0,05	0,00
71—72	+0,3	+0,15	0,02
72—73	+0,2	+0,10	0,01
73—K	—0,3	—0,15	0,02
összeg			0,48

45. táblázat. K—F szakasz. Első mérés

Indexköz	Oda minusz Vissza Δ mm	$\mu_m = \frac{\Delta}{2}$ mm	$\frac{\Delta^2}{4}$
K—75	0,0	0,00	0,00
75—76	+ 0,1	+ 0,05	0,00
76—77	— 0,5	— 0,25	0,06
77—78	— 0,2	— 0,10	0,01
78—79	+ 0,2	+ 0,10	0,01
79—80	— 0,4	— 0,20	0,04
80—81	+ 0,6	+ 0,30	0,09
81—82	+ 0,1	+ 0,05	0,00
82—83	— 0,2	— 0,10	0,01
83—84	— 0,1	— 0,05	0,00
84—85	— 0,2	— 0,10	0,01
85—86	— 0,4	— 0,20	0,04
86—87	— 0,3	— 0,15	0,02
87—88	+ 0,4	+ 0,20	0,04
88—89	— 0,2	— 0,10	0,01
89—90	— 0,3	— 0,15	0,02
90—91	— 0,1	— 0,05	0,00
91—92	0,0	0,00	0,00
92—93	— 0,1	— 0,05	0,00
93—94	+ 0,3	+ 0,15	0,02
94—95	— 0,2	— 0,10	0,01
95—96	+ 0,2	+ 0,10	0,01
96—97	+ 0,1	+ 0,05	0,00
97—98	— 0,1	— 0,05	0,00
98—99	0,0	0,00	0,00
99—100	— 0,4	— 0,20	0,04
100—101	+ 0,3	+ 0,15	0,02
101—102	+ 0,4	+ 0,20	0,04
102—103	0,0	0,00	0,00
103—104	— 0,3	— 0,15	0,02
104—105	— 0,1	— 0,05	0,00
105—106	— 0,2	— 0,10	0,01
106—107	+ 0,2	+ 0,10	0,01
107—108	— 0,2	— 0,10	0,01
108—109	+ 0,3	+ 0,15	0,02
összeg			0,61

46. táblázat. F—AÉ szakasz. Első mérés

Indexköz	Oda minusz Vissza Δ mm	$\mu_m = \frac{\Delta}{2} \text{ mm}$	$\frac{\Delta^2}{4}$
F—110	—0,4	—0,20	0,04
110—111	+0,1	+0,05	0,00
111—112	—0,3	—0,15	0,02
112—113	—0,1	—0,05	0,00
113—114	—0,2	—0,10	0,01
114—115	0,0	0,00	0,00
115—116	+0,3	+0,15	0,02
116—117	—0,1	—0,05	0,00
117—118	—0,2	—0,10	0,01
118—119	—0,1	—0,05	0,00
119—120	—0,1	—0,05	0,00
120—121	+0,1	+0,05	0,00
121—122	+0,2	+0,10	0,01
122—123	+0,2	+0,10	0,01
123—124	—0,1	—0,05	0,00
124—125	+0,3	+0,15	0,02
125—126	0,0	0,00	0,00
126—127	—0,2	—0,10	0,01
127—128	+0,1	+0,05	0,00
128—129	—0,2	—0,10	0,01
129—130	+0,2	+0,10	0,01
130—131	+0,2	+0,10	0,01
131—132	+0,5	+0,25	0,06
132—133	+0,1	+0,05	0,00
133—134	—0,1	—0,05	0,00
134—135	+0,4	+0,20	0,04
135—136	0,0	0,00	0,00
136—137	+0,1	+0,05	0,00
137—138	+0,3	+0,15	0,02
138—139	—0,1	—0,05	0,00
139—140	—0,1	—0,05	0,00
140—141	0,0	0,00	0,00
141—142	+0,1	+0,05	0,00
142—143	+0,3	+0,15	0,02
143—144	—0,1	—0,05	0,00
144—145	—0,2	—0,10	0,01
145—146	—0,4	—0,20	0,04
146—147	+0,1	+0,05	0,00
147—148	0,0	0,00	0,00
148—AÉ	—0,2	—0,10	0,01
összeg			0,46

47. táblázat A—K szakasz

Indexköz	Első mérés minus Második mérés Δ' mm	$\frac{\Delta'}{2}$ mm	$\frac{\Delta'^2}{4}$
A—41	+ 0,7	+ 0,35	0,12
41—42	+ 0,8	+ 0,40	0,16
42—43	— 0,4	— 0,20	0,04
43—44	+ 0,2	+ 0,10	0,01
44—45	+ 0,1	+ 0,05	0,00
45—46	— 0,7	— 0,35	0,12
46—47	+ 0,6	+ 0,30	0,09
47—48	+ 0,4	+ 0,20	0,04
48—49	— 0,3	— 0,15	0,02
49—50	— 2,9	— 1,45	2,10
50—51	+ 1,0	+ 0,50	0,25
51—52	+ 0,1	+ 0,05	0,00
52—53	+ 1,1	+ 0,55	0,30
53—54	+ 0,1	+ 0,05	0,00
54—55	+ 2,0	+ 1,00	1,00
55—56	— 1,2	— 0,60	0,36
56—57	— 0,3	— 0,15	0,02
67—58	— 0,4	— 0,20	0,04
58—59	— 0,6	— 0,30	0,09
59—60	— 0,4	— 0,20	0,04
60—61	— 0,9	— 0,45	0,20
61—62	+ 0,5	+ 0,25	0,06
62—63	+ 0,1	+ 0,05	0,00
63—64	+ 0,8	+ 0,40	0,16
64—65	+ 1,1	+ 0,55	0,30
65—66	— 0,7	— 0,35	0,12
66—67	— 0,3	— 0,15	0,02
67—68	+ 0,7	+ 0,35	0,12
68—69	— 0,2	— 0,10	0,01
69—70	— 2,0	— 1,00	1,00
70—71	0,0	0,00	0,00
71—72	+ 1,1	+ 0,55	0,30
72—73	— 0,6	— 0,30	0,09
73—K	— 0,5	— 0,25	0,06
összeg			7,28

48. táblázat. K—F szakasz

Indexköz	Első mérés mi- nusz Második mérés Δ' mm	$\frac{\Delta'}{2}$ mm	$\frac{\Delta'^2}{4}$
K—75	+3,6	+1,80	3,24
75—76	—0,6	—0,30	0,09
76—77	—0,5	—0,25	0,06
77—78	+0,9	+0,45	0,20
78—79	—1,1	—0,55	0,30
79—80	—2,4	—1,20	1,44
80—81	+0,1	+0,05	0,00
81—82	—1,1	—0,55	0,30
82—83	+1,2	+0,60	0,36
83—84	—2,6	—1,30	1,69
84—85	—1,7	—0,85	0,72
85—86	+2,0	+1,00	1,00
86—87	—0,1	—0,05	0,00
87—88	+1,7	+0,85	0,72
88—89	—1,5	—0,75	0,56
89—90	+1,6	+0,80	0,64
90—91	+0,9	+0,45	0,20
91—92	+0,6	+0,30	0,09
92—93	—0,9	—0,45	0,20
93—94	—1,6	—0,80	0,64
94—95	+0,4	+0,20	0,04
95—96	+0,2	+0,10	0,01
96—97	—0,4	—0,20	0,04
97—98	+1,4	+0,70	0,49
98—99	+2,9	+1,45	2,10
99—100	+3,4	+1,70	2,89
100—101	+1,0	+0,50	0,25
101—102	—1,0	—0,50	0,25
102—103	—0,8	—0,40	0,16
103—104	—1,5	—0,75	0,56
104—105	+1,0	+0,50	0,25
105—106	—0,4	—0,20	0,04
106—107	—0,1	—0,05	0,00
107—108	+0,1	+0,05	0,00
108—F	+0,2	+0,10	0,01
összeg			19,58

49. táblázat. AD—A szakasz

Indexköz	Első mérés mi- nuszt Második mérés Δ' mm	$\frac{\Delta'}{2}$ mm	$\frac{\Delta'^2}{4}$
AD—1	—0,6	—0,30	0,09
1—2	—1,2	—0,60	0,36
2—3	+0,6	+0,30	0,09
3—4	+0,4	+0,20	0,04
4—5	—0,1	—0,05	0,00
5—6	—0,7	—0,35	0,12
6—7	+0,5	+0,25	0,06
7—8	+0,6	+0,30	0,09
8—9	0,0	0,00	0,00
9—10	—0,8	—0,40	0,16
10—11	—0,2	—0,10	0,01
11—12	+0,2	+0,10	0,01
12—13	—0,7	—0,35	0,12
13—14	—0,7	—0,35	0,12
14—15	+2,3	+1,15	1,32
15—16	—2,8	—1,40	1,96
16—17	+0,9	+0,45	0,20
17—18	+0,2	+0,10	0,01
18—19	+1,0	+0,50	0,25
19—20	—0,9	—0,05	0,20
20—21	+1,5	+0,75	0,56
21—22	+0,3	+0,15	0,02
22—23	+2,3	+1,15	1,32
23—24	+0,1	+0,05	0,00
24—25	—0,3	—0,15	0,02
25—26	+1,9	+0,95	0,90
26—27	—0,7	—0,35	0,12
27—28	—0,7	—0,35	0,12
28—29	+0,4	+0,20	0,04
29—30	+1,4	+0,70	0,49
30—31	+0,3	+0,15	0,02
31—32	+0,6	+0,30	0,09
32—33	+0,2	+0,10	0,01
33—34	+0,5	+0,25	0,06
34—35	+0,4	+0,20	0,04
35—36	—1,0	—0,50	0,25
36—37	+0,7	+0,35	0,12
37—38	+0,4	+0,20	0,04
38—39	+0,5	+0,25	0,06
39—A	—1,1	—0,55	0,30
össze			9,84

50. táblázat. F—AÉ szakasz

Indexköz	Első mérés mi- nusz Második mérés Δ' mm	$\frac{\Delta'}{2}$ mm	$\frac{\Delta'^2}{4}$
F—110	—0,6	—0,30	0,09
110—111	—1,9	—0,95	0,90
111—112.	+0,3	+0,15	0,02
112—113	—1,5	—0,75	0,56
113—114	+1,0	+0,50	0,25
114—115	+3,7	+1,85	3,42
115—116	+3,1	+1,55	2,40
116—117	—1,5	—0,75	0,56
117—118	—0,6	—0,30	0,09
118—119	—0,6	—0,30	0,00
119—120	—1,3	—0,65	0,42
120—121	+0,3	+0,15	0,02
121—122	+0,3	+0,15	0,02
122—123	+0,1	+0,05	0,00
123—124	+1,8	+0,90	0,81
124—125	+0,9	+0,45	0,20
125—126	—0,5	—0,25	0,06
126—127	+0,6	+0,30	0,09
127—128	—0,2	—0,10	0,01
128—129	—0,4	—0,20	0,04
129—130	+0,1	+0,05	0,00
130—131	0,0	0,00	0,00
131—132	—0,2	—0,10	0,01
132—133	—1,1	—0,55	0,30
133—134	—1,9	—0,95	0,90
134—135	—2,1	—1,05	1,10
135—136	+0,5	+0,25	0,06
136—137	+0,1	+0,05	0,00
137—138	+1,5	+0,75	0,56
138—139	+0,9	+0,45	0,20
139—140	—2,4	—1,20	1,44
140—141	—0,1	—0,05	0,00
141—142	+0,7	+0,35	0,12
142—143	0,0	0,00	0,00
143—144	+0,3	+0,15	0,02
144—145	—1,0	—0,50	0,25
145—146	—1,2	—0,60	0,36
146—147	+1,3	+0,65	0,42
147—148	+0,4	+0,20	0,04
148—AÉ	+1,6	+0,80	0,64
Összeg			16,53

11. § A szél hatása a drótmérés eredményére

Ha a drótmérést nemnyugvó levegőben végezzük, akkor számolnunk kell levegő mozgásával, a széllal. A levegő mozgása azonban bonyolult természeti jelenség, mert az csak kivételes esetben lesz áramlás, általában inkább örvénylő mozgásról van szó.

Ha csak *homogén, stationär* (az időtől független) áramlásról van szó, akkor a szél *statikai* hatásával kellene számolnunk.

Ez esetben tudniillik a szélnyomást mint egyenletes, a szél irányában ható terhelést lehet felfogni, amelynek hatása a *támaszok közt* a drót kiöblösödésében, azaz hosszmegegyobbodásában, a *támaszokon kívüli* részekben pedig a feszítő súly megegyobbodásában jelentkezik. Mivel az utóbbi a dróthossz megegyebbédését okozza, vagyis miatta ellenkező előjelű hosszváltozás áll be, azért statikai hatásnál bizonyos kompenzálódás áll elő. Ez arra a gondolatra vezethet, hogy a *támaszok között kívüli részeknek és pedig különösen a súly alakjának megfelelő megegyasztásával ezt a hatást esetleg ki is lehetne küszöbölni*. Kétségtelen, hogy ezzel a kérdéssel érdemes volna alaposabban foglalkozni,* mert ha a szabadban dolgozunk, légáramlásokkal mindig számolnunk kell.

A statikai hatás a feszítőcsiga felületén és csapján beálló súrlódást is megegyasztatja, ami ugyancsak a feszítőerő megegyasztásával jár.

Homogén áramlás esetében az erő nagysága, *örvénylő* mozgás esetén pedig az iránya is változik, tehát a drótot különböző irányú, lökésszerű hatások, impulzusok érik. Ezeknek elméleti úton való tekintetbevétele úgyszólván kilátástalan, de nagyon fontos volna — aerodinamikai laboratóriumokban — empirikus úton foglalkozni az e hatásra bekövetkező hosszváltozásokkal. Nagyon valószínű, hogy bizonyos kompenzáció itt is bekövetkezik.

A csigatengelyen és a csiga felső felületén beálló súrlódásokat az örvénylő mozgás is megegyasztatja, sőt ez utóbbi esetben a pulzatív erőlkések — a súrlódás megegyasztatásán kívül — a drótskálák nyugalombahozását is nagyon megegyehézik s a lecsendesítéskor szükséges gyakoribb drótlefogások ugyancsak feszítőerőváltozásokat hozhatnak létre.

Kétségtelen, hogy a légáramlások bizonytalan, számba nem vehető, de sem csekélynek, sem véletlennek tekinthető hosszválto-

* Ez meg is történt. Lásd Esztó Péter és Tárczy-Hornoch Antalnak a Bulletin Geodésique 1947 évi harmadik számában „On the influence of wind in connection with Jäderin wires“ c. tanulmányát Megjelent magyar nyelven is a Földmérési Közlemények 1950 évi 1—2. számában.

zásait el kell kerülni, s ezért csupán nyugodt, vagy legfeljebb minimálisan mozgó levegőben szabad a drótméréseket elvégezni. Ezért a légáramlás nagyságának megállapítására elhelyeztünk egy regisztráló anemométert s a drótmérés alatt ezzel mértük a szélerősséget.

A nyert értékeket a mérési eredmények egyik oszlopába fel is jegyeztük (51. táblázat).

Természetesen ez a szélesebségmérés csak általánosságban tájékoztató értékeket szolgáltat és semmiesetre sem alkalmas arra, hogy ezekből javításokat állapíthassunk meg. Ehhez az kellene, hogy minden drótfekvésben (mozgó készülékkel) mérjük a szél-nyomás átlagos nagyságát és irányát (vagy esetleg megfelelő készülékkel közvetlenül a drótírányra merőleges nyomás nagyságát), mert ezekből a statikai hatásra lehetne javításokat számítani.

Méréseinkből nagy általánosságban meg lehet állapítani azt, hogy körülbelül mekkora az a szélesebség, amely már a mérés érzékenységet felülmúló hatást hoz létre.

Ugyanis a második mérés alatt két drótnak a 636-nak és 635-nek észlelése közben volt erősebb a légmozgás. Az erre vonatkozó szélesebség adatait 51. táblázatban külön is egybefoglaltam. Itt megemlítem, hogy a szélesebségmérés az A pont közelében (lásd 6. oldalon 1. ábrát), tehát teljesen nyílt helyen történt, továbbá, hogy a »megjegyzések« első oszlopában foglaltakat a mérési jegyzőkönyvből írtuk ki, vagyis azok a szélre vonatkozó személynél (egyéni) megfigyelések voltak.

Mivel ugyanazon drótokkal csendes időben is mértünk, az ekkor kapott értékekkel való összehasonlításból a szél hatása is megállapítható.

E célból kiszámítottuk a 635 és a 636 drótra a »szeles« értékek és a »szélmentes« értékek különbségét és ezeket az 57. ábrán tüntettük fel. Az 57. ábrán láthatjuk a nyugati és északnyugati szélre vonatkozó védettséget, továbbá — tekintettel arra, hogy a »szélmentes« értékek sem voltak mindig teljesen szélmentesek — az A ponton mért szélesebségek különbségeit is.

Az 57. ábrán feltüntettük a váltási szakaszokra vonatkozó átlagokat is, amely értékek külön is össze vannak foglalva a... táblázatokban.

Ezek az összes értékek egy drótfekvésre, 24 m-re vonatkoznak.

E táblázat adatai szerint 4,3 m/sec szélesebségnek átlagban

20 μ

felel meg 24 méterenként, tehát a 149 drótfekvés eredményeképpen levezetett alapvonalhosszat a szél-nyomás miatt 2,98 mm-el hosszabbnak kapjuk.

l-
t
-
.
el

n
,
,
,
-
-
,

,
s

s
ó
l.
n
,
a
ó

z
s

k
-
e
-
A

ó
.
n

n
-



E számértékek világosan mutatják :

1. hogy a szél hatása már kisebb sebességek esetén is felülmúlja a mérés érzékenységet, tehát az alapvonal helyének kiválasztásakor az uralkodó szelektől való védettség igen fontos szempont ;

2. hogy a mérést nem tanácsos 4,0 m/sec-nál nagyobb szélesebségek mellett végezni.

A homogén, stationär áramlásnak megfelelő szélnyomás esetére Karl Reicheneder állapított meg képleteket a »Der Windeinfluss bei Basismessungen mit Invardrähten« című tanulmányában, amely a Mitteilungen des Reichamts für Landesaufnahme 1937. évfolyamának 2. számában jelent meg.

Ha a szélnyomás állandó irányú és nagyságú, akkor a szélnyomás három összetevőjével kell számolni, egy függőlegessel és két vízszintessel, utóbbiak közül az egyik beleesik a drót függőleges síkjába, a másik pedig arra merőleges,

Méréseink feldolgozása során összehasonlítást végeztünk eredményeink és Reicheneder megállapításai között.

A gyakorlatban ezek közül a legfontosabb a drót síkjára merőleges vízszintes komponens.

Ha csak erre vagyunk tekintettel, akkor a szélnyomás miatti javítás Reicheneder szerint

$$\Delta_s = - \frac{c^2 s^2 v^4 d^2 t_o^3}{96 H^2} \cdot \sin^4 \alpha$$

ahol c a légellenállás együtthatója,

« s a levegő sűrűsége,

« v a szél sebessége,

« d a drót átmérője,

« t_o az indexek távolsága,

« H a drótot feszítő erő,

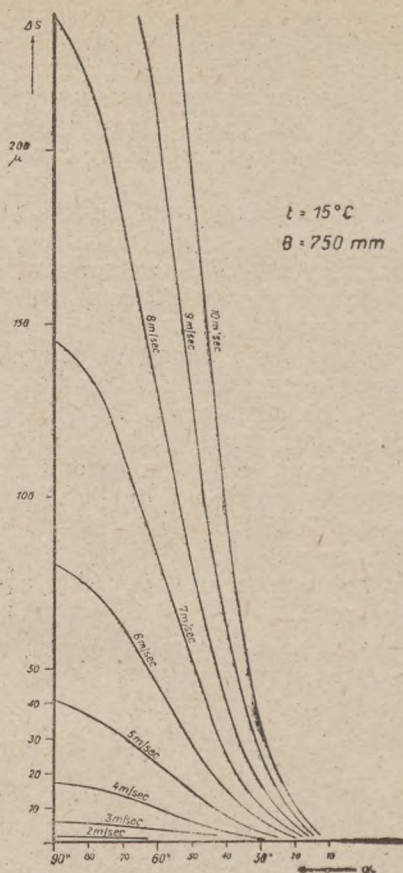
« α a szélnyomás vízszintes vetületének hajlása a drót függőleges síkjához.

A számítás megkönnyítésére Reicheneder három táblázatot ad meg a c^2 , a $\sin^4 \alpha$ és a kettő közt levő $\frac{s^2 v^4 d^2 t_o^3}{96 H^2}$ tagra, továbbá egy

grafikont is közöl, mely a 15° léghőmérséklet és 750 mm légnyomás mellett megadja a különböző szélesebségnek és α szögeknek a megfelelő javítást.

Ezt a grafikont a 58. ábra tünteti fel.

Mivel a mi esetünkben az α közel 70° volt, továbbá átlagosan $t = 15^\circ$ és $B = 750$ mm volt a léghőmérséklet, illetve a légnyomás, és $4,3$ m/sec a szélesebség, azért a Reicheneder-féle táblázatokból



58. ábra. A szélnyomás hatása

$$c^2 = 1,11$$

$$\frac{s^2 v^4 d^2 t_o^3}{96 H^2} = 22,5$$

$$\sin^4 \alpha = 0,778$$

a szélnyomás miatti javítás

$$\Delta_s = -19 \mu$$

ami az általunk nevezett átlagos értékkel 20μ -al feltűnően jól egyezik.

A szélnyomás hatásával utóbb megjelent tanulmányukban behatóan foglalkoztak Eszto Péter és Tarczy-Hornoch Antal is,

akik kimutatták, hogy Reicheneder megállapításai hibás feltételekből származtak és újabb összefüggéseket állapítottak meg.* Szerintük 4 m/sec szélsébségig elhanyagolható a szélnyomás okozta korrekció, hozzávetőlegesen vízszintes fekvésű drót és vízszintes szélirány mellett még akkor is, ha a szél a mérés irányára merőlegesen fúj. Növekvő irányeltérésnél a megengedett szélsébség is nő és így a méréseinkből levezetett eredmények ennek az elméletnek is megfelelnek.

51. táblázat. Szélerősségek a mérés alatt

A mérés sorszáma	A drót száma	A mérés iránya	Szakasz	Észlelők	Szélerősség m/sec	Megjegyzések	
						A mérési jegyzőkönyvben a szélre vonatkozó bejegyzés	A terepszakasz szélvédeltsége
II. mérés	636	Oda	AD—A	V—B	3,61	Gyenge szél	Részben nyílt terep
			A—K	K—T	3,86	« «	Részben védett terep (bokrok)
			K—T	V—B	6,62	Nyugati szél (enyhe szél)	Nyílt terep.
			F—AÉ	K—T	8,24	Nyugati szél (kis szél).	Részben védett terep (kukoricás)
		Vissza	AÉ—F	V—B	7,29	Nyugati szél	Részben védett terep (kukoricás)
			F—K	K—T	6,85	Nyugati szél (erős).	Nyílt terep
			K—A	V—B	6,57	Nyugati szél (erős)	Részben védett terep
			A—AD	K—T	6,17	Nyugati szél (erős)	Részben nyílt terep
	635	Oda	AD—A	V—B	6,07	Nyugati szél.	Részben nyílt terep
			A—K	K—T	5,98	« «	Részben védett terep
			K—T	V—B	5,89	« «	Nyílt terep
			F—AÉ	K—T	0,71	Csendes idő.	Részben védett terep
		Vissza	AÉ—F	V—B	1,01	Csendes idő	Részben védett terep
			F—K	K—T	1,64	« «	Nyílt terep
			K—A	V—B	2,36	Kis szél D	Részben védett terep
			A—AD	K—T	2,87	« « DK	Részben nyílt terep

* Lásd 131. oldal lábjegyzetét.

52. táblázat. A szélnyomás hatása. 636 drót I. és II., visszamérés

F. sz.	Szakasz	Észlelők	Szélsébség differencia m/sec	»Szélcsend« minusz »Szél«
1	AE—129	B—V	7,3	— 0,06 mm
2	129—F	V—B	7,3	+ 0,11
3	F—91	K—T	4,2	— 0,05
4	91—K	T—K	4,2	— 0,17
5	K—57	B—V	4,0	— 0,05
6	57—A	V—B	4,0	— 0,03
7	A—20	T—K	3,6	+ 0,02
8	20—AD	K—T	3,6	— 0,01
		Átlag	4,8	— 0,03

53. táblázat. A szélnyomás hatása. 636 drót I. és II., odamérés

F. sz.	Szakasz	Észlelők	Szélsébség differencia m/sec	»Szélcsend« minusz »Szél«
1	AD—20	V—B	2,8	— 0,04 mm
2	20—A	B—V	2,8	+ 0,03
3	A—57	K—T	2,8	— 0,04
4	57—K	T—K	1,6	— 0,003
5	K—91	B—V	4,0	— 0,03
6	91—F	V—B	4,0	0,00
7	F—129	K—T	6,8	0,00
8	129—AE	T—K	6,8	+ 0,01
		Átlag	4,0	— 0,01

54. táblázat. A szélnyomás hatása. 635 drót I. és II., odamérés

F. sz.	Szakasz	Észlelők	Szélsébség differencia m/sec	»Szélcsend« minusz »Szél«
1	AD—20	B—V	4,9	+ 0,02 mm
2	20—A	V—B	4,9	— 0,03
3	A—57	K—T	4,9	— 0,04
4	57—K	T—K	4,9	— 0,11
5	K—91	V—B	5,0	— 0,02
6	91—F	B—V	5,0	— 0,06
7	F—129	K—T	1,3	— 0,02
8	129—AE	T—K	1,3	+ 0,01
		Átlag	4,0	— 0,03

12. § A drótállandók (komparálás) állandó és középvéletlen hibája

A drótméréssel elérhető pontosságnak legfontosabb tényezője a drótkomparálás.

A dróthosszúságot, vagyis a drótbeosztások 0 vonásának vízszintes tartás mellett való távolságát D -vel jelölve, ennek meghatározása — invardrótmérés esetén elegendő pontossággal — a

$$D = D_0 + \tau (t - t_0)$$

képlet alapján történik, ahol D_0 jelenti a drótindexek távolságát t_0 hőmérsékletnél, τ pedig a drótanyag lineáris tágulási együtthatóját. A D_0 -t és a τ -t *drótállandóknak* szokás nevezni. Közülük különösen fontos a D_0 érték, mert a második tagból származó hiba egyrészt a τ kicsi volta miatt, másrészt az aránylag csekély $t - t_0$ különbségek miatt a mi esetünkben alig tesz ki számottevő értéket.

A D_0 meghatározását külön drótkomparátoron, vagy pedig a dróthosszúság 20—40-szeresét kitevő komparátor alapvonalon végzik. Az utóbbi hosszát, drótkomparátoron nagyon gondosan megvizsgált drótokkal, sokszoros ismétlés útján állapítják meg.

Mivel a D_0 invardrótok esetében nem teljesen állandó, a dróthosszúság pontossága nemcsak az alapnormálméter pontosságától, továbbá a komparáló mérések gondos keresztülvitelétől függ, hanem attól is, hogy a komparálást milyen gyakran végezzük el.

Kétségtelen, hogy a mérések alkalmával számított D értékek állandó, szabályos és szabálytalan hibákat tartalmaznak s ezért a D középhibája így írható

$$\mu_D = \sqrt{\alpha^2 + \mu_v^2}$$

ahol α -t a komparálás állandó hibájának μ_v -t pedig középvéletlen hibájának nevezhetjük.

Az α érték nagyságát főleg az alapméter (etalon) hibája befolyásolja, de ezenkívül kifejezésre jutnak benne a komparáló mérések szabályos hibáinak állandó részei is.

Az α értékére vonatkozó szabatos adataim nincsenek, de nagyon valószínű, hogy értéke 7μ és 12μ közt változhat, mert az etalonok komparálását $0,3 \mu$ — $0,5 \mu$ középhibával lehet elvégezni. Ha tehát az átlagos értéket, 10μ -t vesszük kiindulásul, úgy kétségtelen, hogy ez a valószínűségi értéktől nem nagyon térhet el. Sőt, ez az érték valószínűleg inkább felső határt jelent, mint átlagos értéket, mert a finnországi santahaminai 720 méteres próbabázis úgynevezett végleges hosszának középhibája

$$\pm 0,12 \text{ mm,}$$

ami dróthosszanként

$$\pm 4 \mu$$

-t jelent.

Már pedig a fenti középhiba nagyon reális középértelmezésnek tekinthető, mert a santahaminai alapvonal hosszúságát *hat* különböző ország alpméterével való összehasonlítás útján vezették le. Benne tehát kifejezésre jutnak a breiteuilli, varsói, charlottenburgi, helsinki, kopenhági és moszkvai alpméterek (etalonok) hibái is.

A μ_v középértelmezési hiba már szabatosabban állapítható meg. Ugyanis ennek értéke egyrészt az etalonokkal való mérésnek véletlen hibáitól függ, másrészt pedig azokról a véletlen hibáktól, amelyek a komparátoralapvonalnak a dróttal való végigmérésekor lépnek fel.

Az előbbiek valószínű értéke

$$\pm 1,0 \mu \sqrt{24} = \pm 4,9 \mu,$$

ami feltételezi, hogy az etalon mérés véletlen középhibája egy méterre $\pm 1,0 \mu$.

A fenti $\pm 4,9 \mu$ érték természetesen egy végigmérésre vonatkozik. Négy végigmérést feltételezve a középértelmezési hiba

$$\pm \frac{4,9}{\sqrt{4}} = \pm 2,4 \mu$$

értékűnek vehető.

A komparátoralapvonalnak dróttal való végigmérésében szereplő középértelmezési hibára nézve már határozott adataink vannak.

Ugyanis megállapítottuk, hogy az indextávolság egyszer történő megméréseinek középhibája

$$\pm 72 \mu$$

A laboratóriumban ez az érték kedvező körülmények miatt valószínűleg kisebb. A komparáláskor legalább huszonöt-szörös végigmérést végzünk s ezért a középértelmezési hiba

$$\pm \frac{72}{\sqrt{25}} = \pm 14 \mu$$

értékűnek vehető.

Ha a két középértelmezési hibát összetesszük, úgy mondhatjuk, hogy a drótállandók középértelmezési hibája a laboratóriumi komparálásokban

$$\pm \sqrt{2,4^2 + 14^2} = \pm 14 \mu$$

A drótállandók középértelmezési hibája kedvezőbben alakul, ha a komparálást próbaalapvonalon végezzük.

Ezért a finnországi, *próbaalapvonalon* végzett komparálások eredményei szerint, a drótállandók megadott és általunk felhasznált értékeinek középvéletlen hibái ennél sokkal kisebbek.

Ugyanis Finnországban először 1933. szeptember 18., 19. és 20-án, másodszor pedig 1933. okt. 18., 19. és 20-án minden dróttal kétszer-kétszer végigmérték a *nummelai* próbabázist, hogy a drótállandók D_0 tagját szabatosan megállapítsák. A 6. táblázat alapján az alábbi táblázatban állítottuk össze az oda és vissza kapott értékeket, azok eltérését, továbbá az ebből adódó legmegbízhatóbb javításokat.

55. táblázat. Drótkomparálások eltérései

Drót	Drótállandó		Eltérés	Legmegbízhatóbb javítás λ	λ^2
1933. szeptember 18 — 0					
634	oda vissza	+ 0,294 mm + 0,282 mm	+ 12 μ	+ 6 μ	36
635	oda vissza	+ 1,139 mm + 1,140 mm	— 1	— 0.	0
636	oda vissza	+ 0,899 mm + 0,919 mm	— 20	— 10	100
637	oda vissza	+ 0,312 mm + 0,316 mm	— 4	— 2	4
1933. október 18—20.				összeg	140
634	oda vissza	+ 0,292 mm + 0,283 mm	+ 9	+ 4.	20
635	oda vissza	+ 1,159 mm + 1,154 mm	+ 5	+ 2.	6
636	oda vissza	+ 0,935 mm + 0,930 mm	+ 5	+ 2.	6
637	oda vissza	+ 0,308 mm + 0,316 mm	— 8	— 4	16
				összeg	48

A fenti adatok alapján a drótállandók a drótkomparálásból származó középvetetlen hibája

$$\sqrt{\frac{140 + 48}{8}} = \pm 5 \mu.$$

Ez az érték sokkal kisebb, mint az előbbi módon megállapított érték, ami azzal magyarázható, hogy ez esetben minden dróttal $3 \times 60 = 180$ -szor végeztünk méréseket, tehát a véletlenhiba az egymérésre vonatkozó ± 72 -ről $\pm \frac{72}{\sqrt{180}} = \pm 5 \mu$ -ra csökken. Ez aztán az előbbi értékkel teljesen megegyezik.

13. § Vizsgálatok a drótok mérésalatti hosszváltozására

A dróthosszak mérésalatti szabályos jellegű megváltozása a hőmérséklet változásán, a drótokkal végzett mérési műveletek hatására (fel- és lecsavarás, rázás, változó feszítés), illetve gyűrődések keletkezésére, illetve a régi gyűrődések kiegyenesedésére s a dróttérhelés szabályos változásaira következhet be.

A hőmérséklet okozta hosszváltozás a mi invardróttjainkon keveset tesz ki és kielégítő módon tekintetbe vehető a mért léghőmérséklet alapján végzett megjavítás útján.

A mérés egyes műveletei következtében előálló rázások, torziók és gyűrődésképződések, vagy kiegyenesedések miatt a dróthossz is változásnak van kitéve.

Bonsdorff nagyon alapos és részletes vizsgálatai alapján arra az eredményre jutott, hogy a drótelhelyezéssel járó rázások és változó feszítések a dróthosszat megrövidítik, míg a fel- és lecsavarással előálló torzióváltozások azt megnövelik.

Számértékeket is megállapított.

Szerinte 100 drótfeszítés hatása egy drótra

$$- 4,0 \mu,$$

egy fel- és lecsavarás hatása pedig

$$+ 4,2 \mu.$$

E számértékek azonban csak közelítő értékeknek tekinthetők, mert középhibáik elég nagyok.

Ezek t. i. $\pm 1,9 \mu$ és $\pm 1,3 \mu$.

Mivel a mi méréseinkben egy drótot átlag 7-szer csavartunk fel és le, továbbá minden dróttal átlag 672 fektetést végeztünk, azért a *Bonsdorff*-féle hosszváltozási komponensek

$$- 24,5 \mu\text{-t},$$

illetve

$$+ 29,4 \mu\text{-t}$$

tesznek ki, azaz együttes hatásuk

$$+ 5 \mu.$$

Érdekes, hogy ez előjelre is, nagyságra is *eléggé egyezik a ké komparálás különbségével*, ami

$$+ 8 \mu\text{-t}$$

tesz ki.

Azonban a dróthasználatnak még más jellegű hatása is szerepelhet.

T. i. egyrészt, a gondatlan kezelés következtében, a drótokon gyűrődések keletkezhetnek, amik a dróthossz remanens jellegű kisebbedését idézhetik elő, másrészt, a *gyakori* feszítés következtében a már meglevő gyűrődések a mérés alatt kiegyenesedhetnek, ami a drót *rugalmas* volta miatt esetleg *nem remanens* jellegű hossz-növekedéssel járhat.

Az első hatás gondos kezeléssel kizárható, a másik hatással azonban számolni kell, mert a drótok mindig tele vannak apró, el nem tüntethető gyűrődésekkel.

Méréseink eredményeit vizsgálva megállapítottuk, hogy *a mérés alatt a dróthosszak kissé megnagyobbodtak, de nem remanens módon.*

Erre a vizsgálatra az *oda és vissza* végzett mérések eredményeinek összehasonlítása adott lehetőséget.

Ugyanis mi ugyanazzal a dróttal mindig — először *oda* — s aztán visszamértünk, tehát az *oda és a vissza* nyert hosszértékek különbségében a szabályos jellegű, egyoldalú hosszváltozások kifejezésre kell, hogy jussanak.

A vizsgálatra az *egyes szakaszokra* nyert *oda és vissza* különbségek átlagait használtuk fel.

Ezekből t. i. kiesnek azok a szabályos hibák, amelyek a leolvasásokat terhelik (becslés személyes hibája, egyoldalú megvilágítás hatása, az észlelő szemének fokozatos kifáradása stb.) és kiesik a drótfáradó hibája is, mert a különbségek mindig ugyanarra a drótra vonatkoznak (a szél hatása azonban nem esik ki a különbségből).

Ezeket, a *szakaszokra* vonatkozó »oda és vissza« különbségeket az egyes drótokra az 56 táblázatban foglaltam össze.

E táblázat adatai szerint *átlagosan* :

az <i>oda és vissza</i> különbségek az	<i>AD—A</i> szakaszon ..	$+ 1,16 \text{ mm-t}$
« « « « « «	<i>A—K</i> « ..	$- 0,59 \text{ mm-t}$
« « « « « «	<i>K—F</i> « ..	$+ 0,11 \text{ mm-t}$
« « « « « «	<i>F—AÉ</i> « ..	$- 0,09 \text{ mm-t}$

tesznek ki, vagyis az egy drótfekvésre vonatkozó értékek :

56. táblázat. »Oda-vissza« különbségek összeállítása az egyes szakaszokra

Drót és mérés	Szakasz	A szakasz hossza		Oda és vissza különbség mm	Közép a két mérésből mm
		Oda mm	Vissza mm		
634. drót I. m. (40 drótfektetés)	AD—A	960 041,58	960 039,45	+ 2,13	+ 1,34
(34 „	A—K	816 028,73	816 031,41	— 2,68	— 1,30
(35 „	K—F	840 213,91	840 213,23	+ 0,68	+ 0,80
(40. „	F—AÉ	960 031,07	960 031,11	— 0,04	+ 0,26
634. drót II. m	AD—A	42,35	41,79	+ 0,56	
	A—K	30,91	30,82	+ 0,09	
	K—F	12,97	12,04	+ 0,93	
	F—AÉ	31,96	31,41	+ 0,55	
635. drót I. m	AD—A	41,89	39,67	+ 2,22	+ 1,96
	A—K	28,93	30,42	— 1,49	+ 0,05
	K—F	11,45	11,31	+ 0,14	+ 1,25
	F—AÉ	32,17	31,37	+ 0,80	+ 0,18
635. drót II. m	AD—A	42,31	40,60	+ 1,71	
	A—K	32,01	30,42	+ 1,59	
	K—F	13,26	10,90	+ 2,36	
	F—AÉ	32,28	32,73	— 0,45	
636. drót I. m	AD—A	42,94	42,49	+ 0,45	+ 0,56
	A—K	30,01	30,61	— 0,60	— 0,42
	K—F	11,63	12,78	— 1,15	— 2,60
	F—AÉ	32,57	32,34	+ 0,23	+ 0,77
636. drót II. m	AD—A	42,97	42,30	+ 0,67	
	A—K	31,75	31,99	— 0,24	
	K—F	12,55	16,60	— 4,05	
	F—AÉ	32,93	31,62	+ 1,31	
637. drót I. m	AD—A	41,32	41,18	+ 0,14	+ 0,78
	A—K	30,87	31,56	— 0,69	— 0,68
	K—F	12,05	11,78	+ 0,27	+ 1,00
	F—AÉ	29,88	32,30	— 2,42	— 1,58
637. drót II. m	AD—A	41,59	40,17	+ 1,42	
	A—K	30,15	30,83	— 0,68	
	K—F	12,96	11,22	+ 1,74	
	F—AÉ	30,39	31,10	— 0,71	

- + 0,029 mm
 — 0,017 mm
 + 0,003 mm
 — 0,002 mm

Ezek az értékek arra mutatnak, mintha a mérés alatt a dróthosszban fokozatos, a hosszal arányos növekedés következett volna be.

Ez különösen jól látható az 17. ábrán, amelyen, lineáris változást feltételezve, az egyszerű, területazonos grafikus kiegyenlítéssel megállapított kiegyenlítő egyenest is berajzoltuk.

A grafikus kiegyenlítés szerint az alapvonal végigmérése alatt átlagosan

18 μ

nem remanens hossznövekedés állott elő.

Természetesen ez a számadat, mint abszolút érték csak kis megbízhatóságú, de valószínűvé teszi azt, hogy valami hatásra a dróthossz a mérés végén mindig nagyobb lett, mint volt a mérés kezdetén. Ilyen hatású lehet a gyűrődések rugalmas (nem remanens) kiegyenesedése, vagy az a feszítő erőváltozás, amit a drótokra rakódott nedvesség (harmat) okozott.

Ugyanis mi az első mérést, az odamérést túlnyomólag a kora délutáni órákban kezdtük el és az esti órákban fejeztük be, viszont a visszamérést túlnyomólag kora reggel kezdtük s a déli órákban fejeztük be.

A korai reggeli és a késő délutáni órákban a nagy víztömegű Duna-ágak közt fekvő mérés helyen erős harmatképződés szokott bekövetkezni. Vagyis az odamérés alkalmával a mérést száraz dróttal kezdtük, aztán a drót fokozatosan harmatos lett; a visszaméréskor pedig harmatos dróttal kezdtük, aztán a drót fokozatosan szárazabb lett. Tehát az odamérés első szakaszaiban a dróthossz normális volt, azután pedig fokozatosan hosszabbodott, a visszamérés első szakaszaiban pedig, a drótra ráakódott nedvesség miatt a dróthossz nagyobb értékű volt, azután fokozatosan szárazabb és rövidebb lett.

Ennek megfelelően kezdetben az odamérés a hosszra normális értéket adott, azután pedig folyton kisebb értéket kaptunk, legkisebbet pedig az utolsó szakaszban. A visszamérés pedig kezdetben kisebb értéket adott, aztán egyre nagyobbodott, megfelelően annak, ahogy a drót alaphossza folyton kisebb lett.

Az általunk talált, nem állandó jellegű drótmeghosszabbodás, vagy rövidülés tehát valószínűleg a drót harmatosodása, majd megszáradása folytán állott elő.

A drótokra ráakódó nedvesség hatása aránylag eléggé tekintélyes lehet, hiszen ha a drótot 0,1 mm vastag nedves réteg borítja,

akkor a súlya mintegy 16 grammal nő, ami a hosszúságban $0,32 \times 16 = 5,1 \mu$ változást és pedig nagyobbodást idézhet elő.

Ezért a drótmérésben nagyon kell ügyelni arra, hogy *harmatképződésre alkalmas körülmények közt ne mérjünk, vagy legalább is ilyenkor gyakran töröljük a drótot*. Ügyelni kell arra is, hogy *sem méréskor, sem továbbvitele alkalmából a drót ne érintkezessen harmatos növényzettel*.

14. §. Az invardrótokkal való hosszösszehasonlítás pontossága

Az invardrótokkal való alapvonalmérésnek — gazdaságos voltán kívül — nagy előnye az, hogy a mérés véletlen hibái bámulatosan kicsiny értékűek. Emiatt ez az eljárás kiválóan alkalmas hosszúságok összehasonlítására, mert ez esetben, amint az alábbi megfontolások igazolni fogják, a drótmérés állandó hibái és a szabályos hibák középértékei kiesnek, tehát az elérhető pontosság csupán a véletlen hibáktól függ.

Ha tehát egy geológiai szempontból nyugodt vidéken rövidebb egységbázist létesítünk s ugyanazzal a drótberendezéssel végigmérjük az egységbázist és a tetszőlegesen nagy területen fekvő, de összefüggő háromszöghálózat bázisait, úgy a bázisok hosszainak relatív pontossága a drótmérés középvéletlen hibájával lesz azonos.

Az ilyen eljárás nagyon alkalmas a felső geodéziai (fokmérési) háromszöghálózatok alapvonalainak egyazon egységben való nagyon szabatos és amellett nagyon gazdaságos kifejezésére.

Az invardrótokat rendszeren mérésre szokták használni, vagyis előzetesen laboratóriumban, vagy kinn a terepen (próbabázison) *megállapítják a drótok egyenleteit, amelyekből a dróthosszúság bármely hőfoknál nemzetközi méterben adható meg*. A drótmérést végrehajtva, a nyert mérési eredményből a drótegyenletek felhasználásával vezetjük le az alapvonal hosszát.

Az így nyert eredmény állandó, szabályos és szabálytalan hibákat tartalmaz, tehát középhibája ilyen alakban írható

$$\mu = \sqrt{\alpha^2 + \mu_v^2}$$

ahol α az állandó hibákból és a szabályos hibák középértékeiből tevődik össze, a μ_v pedig a 0 középértékű véletlen hibáknak megfelelő középhiba.

Az invardrótokkal végzett számos mérés hibaanalízise azt mutatja, hogy a α és a μ_v közül az α érték, nagyon gondos komparálás esetén is lényegesen felülmúlja a μ_v értéket.

Például az 1933. év őszén a finn Geodéziai Intézet drótjaival végzett budapesti alapvonalmérésben (3576 m) az állandó résznek, α -nak legfontosabb komponensei a következő értékűek voltak:

1. a hosszkomparálás állandó hibája $\pm 1,49 \text{ mm}$
2. a súlykomparálás állandó hibája $\pm 0,07 \text{ mm}$
3. az egyenes kitűzés állandó hibája $\pm 0,60 \text{ mm}$
4. a szintezés állandó hibája $\pm 0,16 \text{ mm}$

vagyis ezek quadratikuss összege alapján

$$a = \pm 1,62 \text{ mm}$$

Ezzel szemben a középvetetlen hiba, levezetve 16 egyes érték eltéréseiből

$$\mu_v = \pm 0,68 \text{ mm},$$

amely értékben a komparálás véletlen hibái is kifejezésre jutnak, mert a 16 értéket négy különböző dróttal állapítottuk meg.

A budapesti alapvonalmérésben használt drótokkal a finnországi *nummelai* próbavonalat is többször végigmérte *Bonsdorff* vezetése alatt álló *Geodéziai Intézet* úgy az alapmérés előtt, mint utána.

Vagyis a drótok szerepelhetnek, mint hosszmérők és szerepelhetnek, mint hosszösszehasonlító is.

Az előbbi esetben az alapvonal hosszát a nemzetközi (internacionális) méterben kifejezve kapjuk meg, az utóbbi esetben pedig a *nummelai* alapvonalhosszban, mint *egységben*.

A hosszösszehasonlítás lényege a következő.

Legyen h_0 az egység alapvonal hossza. Ezt az l hosszúságú dróttal végigmérve valami ν értéket kapunk mérési eredményül, azaz

$$h_0 = \nu l.$$

Legyen H a mérendő alapvonal hossza. Ezt az l hosszúságú dróttal végigmérve n értéket kapunk, azaz

$$H = \nu l.$$

Ebből következik, hogy

$$H = \frac{n}{\nu} h_0$$

Ennek az *összehasonlító* (relatív) mérésnek nyilvánvalóan előnye az, hogy a drót valódi hosszát nem kell ismerni, tehát a komparálás állandó hibájának nem lesz hatása a H -ra. A H -t ilyen módon a h_0 -val, illetve annak egységével fejezzük ki.

Nézzük meg, hogyan alakul a H középhibája, ha a h_0 -t hibátlanul vesszük, azaz ha a H -t a h_0 egységgel fejezzük ki.

Mivel magában a drótmérésben állandó, szabályos és szabálytalan hibák lépnek fel, azért

és

$$\mu_n = \sqrt{a_n^2 + \mu_{vn}^2}$$

$$\mu_v = \sqrt{a_v^2 + \mu_{vv}^2}$$

Jelöljük az l hosszúságú dróttal egy drótfekvésből nyert mérési eredmény középérteljes hibáját μ -vel, a középvéletlen hibáját μ_v -vel és a középhiba állandó részét a -val. Ezek között fennáll a következő összefüggés

$$\mu = \sqrt{a^2 + \mu_v^2} \quad (2)$$

Ha feltételezzük, hogy úgy az egységalapvonalon, mint a mérendő alapvonalon a drótmérést teljesen azonos körülmények között végeztük el, akkor az a értéke mind a két mérésben ugyanakkora, tehát v , illetve n drótfekvésre nézve

$$\begin{aligned} a_n &= n d \\ a_v &= v d \end{aligned} \quad (3)$$

Alkalmazzuk az 1. képletre a függvényérték középhibájának a szabályos hibákra általánosított képletét.

Eszerint

$$\mu_H = \sqrt{\left(\frac{\partial H}{\partial n}\right)^2 \mu^2 + \left(\frac{\partial H}{\partial v}\right)^2 \mu_v^2 + \left(\frac{\partial H}{\partial n} a_n + \frac{\partial H}{\partial v} a_v\right)^2}$$

de

$$\frac{\partial H}{\partial n} = \frac{h_o}{v}$$

és

$$\frac{\partial H}{\partial v} = -h_o \frac{n}{v^2} = -H \frac{1}{v}$$

Vagyis a 3. alattiakat is tekintetbe véve

$$\mu_H = \sqrt{\frac{H^2}{n^2} \mu_{vn}^2 + \frac{H^2}{v^2} \mu_{vr}^2 + \frac{H^2}{n^2} n^2 a^2 + \frac{H^2}{v^2} v^2 a^2 - 2 \frac{H^2}{nv} nra^2}$$

ahonnan

$$\mu_H = H \sqrt{\frac{\mu_{vn}^2}{n^2} + \frac{\mu_{vr}^2}{v^2}}$$

Ennélfogva a már említett feltételek mellett az összehasonlítással való mérés eredményéből kiesnek a drótmérés állandó hibái és a szabályos hibák középértékei, vagyis csupán a mérés véletlen hibáinak nagysága szabja meg a végeredmény pontosságát.

Lássunk most néhány számértéket.

A budapesti alapvonal megméréseivel kapcsolatosan az egység alapvonalon végzett mérések ($\nu = 36$) a $\mu_{\nu\nu}$ -re a következő értékeket szolgáltatottak:

634-es drót;	$\mu_{\nu 36} = \pm 0,000\ 005$
635-ös drót	$\mu_{\nu 36} = \pm 07$
636-os drót	$\mu_{\nu 36} = \pm 11$
637-es drót	$\mu_{\nu 36} = \pm 07$

Vagyis a quadratikuss közép:

$$\mu_{\nu, 36} = \pm 0,000,0078 \quad (5)$$

A kereken 3576 m hosszú budapesti alapvonal megmérésekor ($n = 149$) viszont egyetlen mérésre a következő értékeket kaptuk:

634-es drót	$\mu_{\nu 149} = \pm 0,000\ 024$
635-ös drót	$\mu_{\nu 149} = \pm 0,000\ 059$
636-os drót	$\mu_{\nu 149} = \pm 0,000\ 042$
637-es drót	$\mu_{\nu 149} = \pm 0,000\ 024$

Vagyis a quadratikuss közép

$$\mu_{\nu 149} = \pm 0,000\ 040 \quad (6)$$

Az 5. és 6. alatti érték behlyettesítésével

$$\mu_H = 3576 \sqrt{\frac{0,000\ 040^2}{149^2} + \frac{0,000\ 0078^2}{36^2}} = \pm 1,23\ \text{mm}$$

Ez az érték vonatkozik egy dróttal való mérésre. Négy drót esetében

$$\mu_H = \frac{1,23}{\sqrt{4}} = \pm 0,62\ \text{mm}$$

ami a hosszak közel hat milliomodát teszi ki.

Vagyis a budapesti alapvonal hosszát a nummelai egység-alapvonallal kifejezve, azaz a drótot hosszösszehasonlításra használva, az elért pontosság

$$1/6\ 000\ 000$$

Ha ellenben a drótot mint hosszmérőt alkalmazzuk, akkor az eredmény középhibája

$$\mu = \sqrt{\alpha^2 + \mu_{\nu}^2} = \sqrt{1,62^2 + 0,68^2} = \pm 1,75\ \text{mm},$$

ami közel

$$1/2\ 000\ 000$$

-odot tesz ki.

Vagyis, ha a budapesti alapvonal hosszát méterben fejezem ki, a pontosság $1/2\,000\,000$ -od, ha pedig a nummelai egységvonallal, akkor a pontosság 3-szor akkora, vagyis $1/6\,000\,000$ -od.

Ezek a számértékek is igazolják, hogy a nagyon gazdaságos drótmérés kiválóan alkalmas hosszösszehasonlításra, tehát arra, hogy az összefüggő országos főhálózatok alapvonalait egyazon egységalapvonalra vonatkoztatva fejezzük ki.

ezzem
onallal,

daságos
t, hogy
égalap-

IV. RÉSZ

A TORONYPONTOK TÁVOLSÁGÁNAK MEGÁLLAPÍTÁSA

A drótmérés közvetlen eredménye a két bázispillér pontjelöléseire vonatkozik. Ezek vízszintes (terepszinti) távolsága amaz érték, amelyet a mérés

3576,3165 m

-ben állapított meg.

Az alapvonal fejlesztése azonban a két toronypilléren levő pontjelölésből az ú. n. *toronypontokból* történt. A háromszögelés céljaira meg kellett állapítani ezek vízszintes távolságát éspedig az adriai középvízszin magasságára vonatkoztatva.

E célból meg kellett határozni a *torony*-pontoknak a mért alapvonal végpontjaira, a bázispontokra vonatkozó relatív helyzetét, azaz főleg az azokra vonatkozó alapvonal irányú vízszintes eltéréseit.

Ezt a központosításnak nevezhető műveletet kétféleképpen, több ízben megismételve végeztük el.

Az első mód a *közvetett, teodolitos levettetés* volt. Egy az alapvonalal párhuzamos külön rövid alapvonal két végpontjából szög mérés útján, tehát *közvetve* állapítottuk meg az eltérést.

Ezen a módon kétszer végeztük el a meghatározást, először közvetlenül az alapvonalmérés előtt, másodszor pedig utána.

Ezen kívül volt még egy előzetes meghatározás is, amelyet egy *Ertel*-féle 6" teodolittal végeztünk el. Az ezzel kapott eltéréseket (+ 3,32 mm és + 3,02 mm) nem használtuk fel, a szögmérő műszer kisebb pontossága miatt.

A második mód a *közvetlen vetítés* volt. Itt a tulajdonképpeni alapvonal végpontjára helyezett mm osztású lécen, erős nagyítású távcsővel bíró teodolittal, közvetlenül az eltérés nagyságát mértük meg.

Az utóbbit szintén *kétszer* végeztük el, 1. közvetlenül az alapvonalmérés után, 2. a külpontos biztosító jelek elhelyezése után.

Mind a két eljárásban Wild-féle precíziós teodolitot használtunk, amelynek vízszintes körén 0,2" volt közvetlenül leolvasható.

A két eljárás közül kétségtelenül az utóbbi szolgáltatja a pontosabb eredményt s ezért végleges redukálásra ezek számtani közepeit használtuk fel.

Az összes vetítések eredményeit az alábbi táblázatban állítottuk egybe, amelybe belevettük Rédey László meghatározását is, aki közvetlenül az építés befejezése után állapította meg az eltéréseket. Ez a két érték jól mutatja azt, hogy az építmény megülledése lényeges változást nem okozott.

57. táblázat. Vetítések eredménye az »Északi« alapvonalvégponton

F. sz.	A meghatározás időpontja		A meghatározás módja	Eltérés mm	Közepek mm
1.	1933. VII.	Közvetlen az építés után.	Starke teodolit (1")	+ 1,41	
2.	1933. IX. 12.	Alapvonal, mérés előtt	Wild teodolit (0,2")	+ 1,25	+ 1,88 + 0,64
3.	1933. X. 8., 9.	Alapvonal, mérés után.	Wild teodolit (0,2")	+ 2,52	
4.	1933. X. 10.	Alapvonal, mérés után.	közvetlen meghatározás.	+ 2,24	+ 1,89 + 0,35
5.	1933. XII. 2.	Alapvonal, mérés után.	közvetlen meghatározás.	+ 1,54	
Végeredményül a közvetlen meghatározások számtani közepét, azaz + 1,89 mm-t használtunk fel.					

58. táblázat. Vetítések eredménye a »Déli« alapvonalvégponton

F. sz.	A meghatározás időpontja		A meghatározás módja	Eltérés mm	Közepek mm
1.	1933. VII.	Közvetlen az építés után	Starke teodolit (1")	+ 2,20	
2.	1933. IX. 11.	Alapvonal, mérés előtt	Wild teodolit (0,2")	+ 2,62	+ 1,87 + 0,75
3.	1933. X. 7.	Alapvonal, mérés után	Wild teodolit (0,2")	+ 1,12	
4.	1933. X. 10.	Alapvonal, mérés után	közvetlen meghatározás	+ 3,05	+ 2,90 + 0,15
5.	1933. XII. 4.	Alapvonal, mérés után	közvetlen meghatározás.	+ 2,76	

Végeredményül ismét a közvetlen meghatározások közepét, azaz + 2,90 mm-t használtuk fel.

A toronypontokra való redukció ezek szerint

$$+ 0,048 \text{ m-t,}$$

tesz ki, amely érték középhibája

$$+ 0,38 \text{ mm-t.}$$

azaz kereken az alapvonalhossz 1/10 000 000-od részét teszi ki.

A déli alapvonal végpont (AD) földrajzi rendezőt az 1922. évi helyszíni megújítású 1 : 25 000 méretarányú topográfiai térképről mértük le. E szerint

$$\lambda = 19^{\circ}04'43,7''$$

kel. Gr-től

$$\varphi = 47^{\circ}35'38,0''$$

Az alapvonal középtengerszín feletti átlagos magasságát az alábbi adatok alapján számítottuk ki:

Az AD bázispont	tengerszín feletti magassága	103,583 m
« AE	«	104,765 m
« AD toronypont	«	107,555 m
« AE	«	108,737 m

A toronypontok átlagos magassága tehát

108,15 m.

A fenti adatok alapján a *toronypontok tengerszinti, vízszintes távolságát* az alábbiakban számítottuk ki:

Az alapvonal (AD—AÉ) mért hossza	3576,3165 m
Redukció a toronypontokra	+ 0,0048 m
A toronypontok vízszintes távolsága	3576,3213 m
Redukció a tengerszintre	— 0,0607 m
A toronypontok távolsága a tengerszinten ..	3576,2606 m

A toronypontokból való alapvonal fejlesztése céljára tehát az utóbbi érték, azaz

3576,2606 m.

használandó fel.

szintes

165 m

048 m

213 m

607 m

606 m

át az

V. RÉSZ

FÜGGELÉK

A szigetmonostori alapvonalmérés munkanaplója

Az alapvonalmérés előkészítése 1933. év elején kezdődött meg és közel nyolc hónapot igényelt. Ez idő alatt kikerestük az alapvonal helyét, megszereztük a drótmérőberendezést, megterveztük az építményeket és megterveztük és előkészítettük a drótméréshez szükséges pontjeleket, indextesteket stb. A tulajdonképpeni mérés 1933. aug. 18-án indult meg.

1933. aug. 18. Az alapvonal megszemlélése

Indulás a Műegyetemről autón, d. u. 15 órakor, Oltay tanár és Kürti tanársegéd. Az irtások közelítő megállapítása. (Meleg, napos idő). Visszaérkezés d. u. 19 órakor

19. A mérési felszerelés összeállítása

Műszervizsgálat és igazítás a tanszéken. (négy mérnök).

20. Mérési program megbeszélése

Műszervizsgálat és igazítás a tanszéken, Oltay tanár, Balthazar, Kürti, Tóth tanársegédek. Vincze adjunktus előzetes kiszállása Szigetmonostorra munkásfogadás és elszállásolás tárgyában.

21. Mérési felszerelés összeállítása

(Tanszéken négy mérnök)

22. Mérési felszerelés összeállítása

Vincze adjunktus kimegy Szigetmonostorra és lakást s ellátást elintézi. A tanszéken műszervizsgálat és igazítás, végzik Kürti, Balthazar és Tóth tanársegédek.

(A szigeten egy figuráns.)

23. *Kiköltözködés, berendezkedés*

A műszerfelszerelést a Műgyetem teherautója szállította ki a munkahelyre, a tanszék két altisztje kíséretében Vincze adjunktus felügyelete alatt. Rakodás kezdete a Műgyetemen reggel hat órakor, indulás 9 óra 30 perckor, érkezés a szigetre 12 óra 30 perckor. Kürti és Tóth tanársegédek a Műgyetemről villamoson indulnak ki d. e. 10 órakor, a szigetre a Vízművek csónakán déli 12 órakor érkeznek meg. D. u. az alapvonal déli harmadában lévő részen öt pont közelítő kitűzése Ertel—Wild f. teodolittal. A műszereket kísérő két műgyetemi altiszt közül Kis Balázs marad állandó kinntartózkodásra a szigeten. Meleg napos idő, erős szél egész napon át.

(Kürti és Tóth tanársegédek, egy figuráns.)

24. *Az alapvonal tisztogatása*

A munka az északi végpont felől indul meg. Kukoricás irtása; a Vízművek tulajdonát képező élősvény mintegy 80 lépés hosszban irtandó, a vonal középetáján nagyobb bokorcsoport. A közelítő egyenes kitűzésére használt műszer az Ertel—Wild féle teodolit. Az egyenes közelítő pontjainak cövekkel való megjelölése.

Eleinte borulat, később erős napsütés, egész délelőtt erős nyugati szél. D. u. a vonal középetáján lévő bokrok irtása, egy, a vonal középetáján levő pont ellenőrzése Ertel-féle 6"-es teodolittal.

D. u. 16 óra tájban nagy zivatar, utána derült időben folytatjuk az irtást.

(Kürti és Tóth tanársegédek, két figuráns.)

1933. aug. 25. *Az alapvonal tisztogatása*

Két, utunkat keresztező ól áthelyezése. Élősvény irtása mintegy 50 lépés hosszban; a vonalat 140 lépésenként a Wild-féle I. r. teodolittal kitűztük a déli harmadon. A kitűzéshez kettő méter hosszú fehér-fekete jelzőkarókat használtunk. A végpontok irányzására a torony felső pontján fehér tárcsákat helyeztünk el.

D. e. erős nyugati szél, d. u. a szél enyhül.

(Kürti és Tóth tanársegédek, négy figuráns.)

26. *Az alapvonal kitűzése*

A vonal kitűzése végig 140 lépésenként jelzőkarókkal,

Wild-féle I. r. teodolittal. Hosszmérés 50 m-es acélszalaggal 2000 m hosszon, 50 m-enként cövekelve, kék és piros, folytatólagos számozású gömbölyű és szögletes cövekkel. Oltay tanár felülvizsgálata. Derült napos idő.

(Kürti és Tóth tanársegéd, négy figuráns.)

27. *Az alapvonal kicövekelése*

A vonal végigmérése 50 m-es acélszalaggal és végig kicövekelve 50-enként. A vonal közelítő hossza: 3575,22 m. A cövekek szintezése Wild-féle II. r. szintezőműszerrel. Szintezés kezdete d. e. 11 óra estig két km hosszú szakasz szintezése készül el, a déli végponttól kiindulva. Oltay tanár felülvizsgálata.

Napos, meleg idő, enyhe szél

(Kürti és Tóth tanársegédek, három figuráns.)

28. *Cövekszintezés, központosítások*

Cövekszintezés befejezése d. e. 11 óra 30 perckor. Déli végpont központosításának ellenőrzése — szögmérés Ertel-féle 6"-es teodolittal. Tahiméteres hosszszelvény felvétele az ötödik cövektől a 28. cövekgig, Ertel—Wild-féle tahiméterrel. Az idő borus, hűvös, szélcsend.

(Kürti és Tóth tanársegédek, három figuráns.)

E napon megkezdjük a napi hőmérséklet észlelését, reggel 6 órakor, d. u. 13-kor és este 19-kor történt hőmérőleolvasásokkal. Észlelési sorrendben a hőmérséklet:

+ 13,9 + 25,5, + 18,0 C fok.

29. *Tahimetrálás, központosítások*

Tahiméteres hosszszelvény folytatása és befejezése. Az északi torony központosításának ellenőrzése, szögmérés két körfekvésben. Déli toronynál a központosítási bázisvégpontok távolságainak mérése öt m hosszú fehér, fekete és piros, fekete lécpárral, léchajlások libellás léchajlásmérővel mérve. Szintezés számítása.

Az idő enyhe, derült. Vincze adjunktus Dunakesziről jövet kinn volt.

Hőmérséklet: 14,1 — 22,8 — 17,8 C fok.

(Kürti és Tóth tanársegédek, három figuráns.)

30. Sárgarézsavarok beintése, számítások

Az 50 m-es cövekeken a déli toronytól kiindulva sárgarézsavarokat intettünk be az egyenesbe 500 m-ig. Szintezés és tahimétria számítása, hosszszelvény felrakása. D. u. a csavarok beintésének folytatása a 37. cövekig. Oltay, Szilágyi Béla, Papp Gyula megtekintik a munkálatokat. D. e. erős nap, d. u. borult, csendes idő.

Hőmérséklet : 11,2 — 27,0 — 19,0 C fok.

(Kürti és Tóth tanársegédek, három figuráns.)

1933. aug. 31. Lécmérés

A csavarok beintésének befejezése. Az alapvonal előzetes hosszmerése ötméteres lécpárral, csavartól-csavarig, 1200 m hosszon. Északi végponton a központosítási bázisvégpontok távolságának bemérése (Kürti és Tóth tanársegédek) ötméteres lécpárral, léchajlások libellás léczajlasmérővel mérve, úgy a bázisvégpontok mérésénél, mint az alapvonal mérésénél.

Hőmérséklet : + 10,0, + 24,0, + 19,0 fok.

(Kürti és Tóth tanársegédek, négy figuráns.)

1933. szept. 1. Lécmérés

Dél előtt a hosszmerés befejezése ötméteres lécpárral, délután az alapvonal tisztogatása s előkészítése az első lécmérés tapasztalatai alapján. Faanyag és cement megrendelése. Oltay tanár felülvizsgálata. Vincze adjunktus átmegy Szigetmonostor faluba kőműves és ács felfogadására. Léchajlások libellás léczajlasmérővel mérve. Derült idő.

Hőmérséklet : + 15,8, + 27,0, + 20,0 C fok.

(Kürti és Tóth tanársegédek, négy figuráns.)

2. Központosítás, lécmérés

Központosítási szögmérések pótlása, Ertel-féle 6"-es teodolittal. Hosszmerés megismétlése két helyen ötméteres lécpárral. Hosszmerés számítása. Dél előtt faanyag átvétele a Soroksári-úton. Vincze adjunktus délután 15 órakor, Balthazár tanársegéd d. u. 13 órakor indulnak a Műgyetemről, hogy a szigetre állandó kinntartózkodásra kijöjjenek, délután folyamán kiérkeznek. Este 19 óra tájban a faanyag megérkezik.

Hőmérséklet : + 15,9, + 26,2, + 19,0 C fok.

(D. e. Kürti és Tóth tanársegédek, d. u. még Vincze adjunktus és Balthazár tanársegéd, a létszám tehát négy mérnök és négy figuráns.)

3. Lécmérés

Az alapvonal második végigmérése ötméteres lécpárral, a mérést Kürti és Tóth tanársegédek végezték. Vincze adjunktus és Balthazár tanársegéd számítják a szintezés eredményeiből a magasságkülönbségeket miatti hosszredukciókat és az első lécmérés eredményét a délelőtti folyamán, d. u. pedig elhelyezik az »A« pontot. (Ertel—Wild-féle műszerrel, $n=2$, átállítás után a szög mérés megismétlése.) Az ácsmester a házban állásokat készít, elkészíti a bázispillérek zsaluzását, s a pillérek helyén a zsinórpalló kitérésénél segédkezik, a kőművessel együtt. Lécmérésnél a lécvégpontok magasságkülönbségeit szintezéssel fogjuk megállapítani.

Hőmérséklet: $+15,1$, $+19,0$ + $16,8$ C fok.

(Négy mérnök, négy figuráns, két mesterember.)

4. Lécvégpontok beszintezése

Kürti és Tóth tanársegédek Wild-féle II. r. szintezőműszerrel beszintezik a lécvégpontokat. Vincze adjunktus és Balthazár tanársegéd elhelyezik a »K« és »F« pontokat, Ertel-féle 6''-es műszerrel, $n=2$. A három bázispillér helyén a munkagödrök kiemelése és az alaptestek felfalazása. Oltay tanár felülvizsgálata. Az ácsok a tábornál előkészítik a báziscölöpöket.

Hőmérséklet: $+15,2$, $+21,2$, $+17,0$ C fok.

(Négy mérnök, négy figuráns, három mesterember.)

1933. szept. 5. Hosszmérés számítása, pillérbetonozás

Kürti és Tóth tanársegédek számítják a két lécmérés alapján az alapvonalban elhelyezett csavarok egymástól való távolságát. Bázispillérek betonozása Balthazár tanársegéd felügyelete mellett. Vincze adjunktus bemegy a faanyag további részének átvételére. D. u. megérkezik a második szállítmány faanyaga, este 19 óra tájban.

Hőmérséklet: $+14,1$, $+24,8$, $+17,0$ C fok.

(Négy mérnök, négy figuráns, négy mesterember.)

6. Hosszmérés számítása, pillérépítés

A bázispillérek zsaluzása és simítása, »A« ponton az

indexcsap elhelyezése, az indexcsapok elhelyezésére a parallaktikus szöget Ertel-féle 6"-es teodolittal mérték, $n = 4$. Az »AD« — »A« szakasz felén az indexcölöpök helyének kitűzése és kilenc darab indexcölöp elhelyezése. Az 50 m-es cövektől a kitűzési hosszakat kéziszalaggal mérték s a megfelelő távolságban jelzőkarót állítanak az egyenesbe. A jelzőkarók helyén központosan lyukat fúrnak 24 cm-es ásófúróval. Abba jön az indexcölöp, a távolság és az irány ismételt kontrollálásával. Ezeket a munkálatokat Vincze adjunktus és Balthazár tanársegéd végezték. Kürti és Tóth tanársegédek ezalatt számítják a hosszmerést. Egy indexcölöp elhelyezése kb. 30 percet vesz igénybe.

Hőmérséklet: + 13,9, + 23,2, + 17,0 C fok.

(Négy mérnök, négy figuráns, négy mesterember.)

7. Indexcölöpök elhelyezése, számítás

»K« és »F« pontokon indexcsapok — és 11 db. indexcölöp elhelyezése — az »AD« — »A« szakasz másik felén az indexcölöpök helyének kitűzése Vincze adjunktus és Balthazár tanársegéd által. Balthazár és Tóth tanársegédek befejezik a hosszmerés számítását, az alapvonal hossza a lécmérésből:

3 576,45 m-nek adódik.

Kürti tanársegéd reggel kilenc órára bemegy a tanszékre és d. u. 16 órára megy vissza a szigetre Oltay tanárral együtt. D. u. Oltay tanár felülvizsgálata. Napos, meleg idő.

Hőmérséklet: + 14,9, + 25,0, + 15,2 C fok.

(D. e. három, d. u. négy mérnök, egész nap négy figuráns és két mesterember.)

8. Indexcölöpök elhelyezése, számítás

Vincze adjunktus és Balthazár tanársegéd az »A« pontig elhelyezik az indexcölöpöket. Kürti és Tóth tanársegédek számítják a központosítási bázishosszakat, majd kitűzik az egyenest »A« és »K« között. Oltay tanár, Trájber műsz. főtanácsos és Pogány Kázmér főszerkesztő megtekintik a munkálatokat. Napos idő.

Hőmérséklet: + 8,2, + 21,0, + 16,2 C fok.

(Négy mérnök, négy figuráns, két mesterember.)

9. *Indexcölöpök elhelyezése, központosítás*

Kürti és Tóth tanársegédek az »A« és »K« pontok között elhelyeznek 17 indexcölöpöt. Vincze adjunktus és Balthazár tanársegéd a déli »A« pont központosítási szögméréseit végzik Wild-féle elsőrendű teodolittal, a parallaktikus szöget $n = 8$ ismétléssel mérve.

Hőmérséklet : + 4,8, + 21,0, + 16,1 C fok.

(Négy mérnök, öt figuráns, két mesterember.)

1933. szept. 10. *Indexcölöpök kitűzése, elhelyezése, központosítás*

Kürti és Tóth tanársegédek az »A« és »K« pontok között végig kitűzik az indexcölöpök helyét és a központosításhoz pótló szögméréseket végeznek Ertel-féle 6"-es teodolittal. Vincze adjunktus és Balthazár tanársegéd 12 db indexcölöpöt helyeznek el.

Hőmérséklet : + 9,0, + 28,0, + 15,8 C fok.

(Négy mérnök, öt figuráns, két mesterember.)

11. *Indexcölöpök elhelyezése, központosítás*

Vincze adjunktus és Balthazár tanársegéd a déli toronynál központosítási szögméréseket végeznek Wild-féle elsőrendű műszerrel, két limbuszfekvésben.

»A« és »K« pontok között 17 indexcölöp elhelyezése Kürti és Tóth tanársegédek által.

Hőmérséklet : + 7,6, + 23,7, + 18,9 C fok.

(Négy mérnök, öt figuráns, két mesterember.)

12. *Indexcölöpök elhelyezése, központosítás*

Kürti és Tóth tanársegédek »K« és »F« között 17 db indexcölöpöt helyeznek el és a cölöpök helyét a szakasz félhosszán kitűzik. Vincze adjunktus, és Balthazár tanársegéd központosítási szögméréseket végeznek Wild-féle I. r. teodolittal és »F«-től »ÁÉ« szakaszon Balthazár és Tóth tanársegédek kitűzik az indexcölöpök helyét.

Hőmérséklet : + 8,0, + 23,5, + 19,5 C fok.

(Négy mérnök, öt figuráns, két mesterember.)

13. *Cölöpözés, központosítás, számítások*

Vincze adjunktus és Balthazár tanársegéd befejezik az északi végponton a központosító szögméréseket a Wild-féle I. r. teodolittal és a műszert délután Hazay mérnök elszállítja. Kürti és Tóth tanár-

segédek »K« — »F« között az indexcölöpök helyét végig kitűzik, Vincze adjunktus, Balthazár és Kürti tanársegédek indexcölöpöket helyeznek el »AÉ« — »F« szakaszon és »F«-től délre négy db indexcölöpöt. A hosszszelvény felrakása, központosítás számítások.

Hőmérséklet: + 12,0, + 27,2, + 19,2 C fok.
(Négy mérnök, öt figuráns, két mesterember.)

14. Cölöpök elhelyezése, előkészítése, számítások

Kürti és Tóth tanársegédek »K« — »F« szakaszon végig elhelyezik az indexcölöpöket. Központosítási számítások, hosszszelvény felrakása. Cölöpök végleges magasságának megállapítása, cölöpfejek előkészítése az indexcsapok számára; fűrészelés, gyalulás, festés. Elkészült a déli szakaszon 17 cölöp Balthazár tanársegéd felügyelete mellett.

Hőmérséklet: + 14,6, + 23,0, + 18,0 C fok
(Négy mérnök, öt figuráns, két mesterember.)

15. Cölöpfejek előkészítése, számítások

»K« — »F« szakasz feléig cölöpök fejezetének előkészítése. Központosítási számítások, hosszszelvény felrakásának befejezése.

Hőmérséklet: + 12,8, + 18,0, + 15,0 C fok.
(Négy mérnök, négy figuráns, két mesterember.)

1933. szept. 16. Cölöpfejek előkészítése

»AD« — »A« szakasz cölöpjein az indexcsapok végleges helyének kijelölése, előzetes drótméréssel, (a használt drót a tanszék modellje), Ertel-féle teodolittal való beintéssel. Indexcölöpök fejezetének előkészítése »F«-ig.

Hőmérséklet: + 8,8, + 16,6, + 14,8 C fok.
(Négy mérnök, négy figuráns, két mesterember.)

17. Cölöpfejek előkészítése, indexcsapok elhelyezése

Az »A« — »K« szakaszon indexcsapok helyének kijelölése, »AD« — »A« szakaszon indexcsapok elhelyezése. Balthazár tanársegéd bemegy a tanszékre, délutánra visszajön.

Hőmérséklet: + 12,0, + 17,6, + 14,9 C fok.
(D. e. három, d. u. négy mérnök, egész nap négy figuráns.)

18. *Indexcsapok elhelyezése*

»K« és »F« között indexcsapok helyének kijelölése,
»A« és »K« között indexcsapok elhelyezése. Délután
Szilágyi Béla megsejlemléli a munkálatokat.
Hőmérséklet: + 13,0, + 18,3, + 10,2 C. fok.
(Négy mérnök, négy figuráns.)

19. *Indexcsapok elhelyezése*

Indexcsapok helyének kijelölése »F« — »AÉ« szakaszon »K« és »F« között indexcsapok elhelyezése.
Hőmérséklet: + 5,0, + 20,0, + 10,5 C fok.
(Négy mérnök, négy figuráns.)

20. *Indexcsapok elhelyezése, javítások*

Indexcsapok elhelyezésének befejezése az utolsó
»F« — »AÉ« szakaszon, 11 db hibásan elhelyezett
indexcölöp kiemelése s az »AD« — »A« szakaszon
négy darab visszahelyezése. Központosítás számítása.
Kiss B. altiszt elhozza a hőmérőházat Nógrád-
verőcéről.
Hőmérséklet: + 4,8, + 19,2, + 12,0 C fok.
(Négy mérnök, négy figuráns, egy éjjeliőr.)

21. *Cölöpök elhelyezése, indexcsapok színtezése*

Cölöpök visszahelyezése »K«-ig, indexcsapok színtezésének megkezdése »A«-tól »AD« felé. Esős nap,
amely erősen akadályozza a munkát.
Hőmérséklet: + 14,0, + 15,9, + 15,8 C fok.
(Négy mérnök, négy figuráns, egy éjjeli ő.)

22. *Indexcsapok színtezése*

Csapok színtezése »A« — »AD« között és »K«-tól »A«
felé kilenc műszerállás híján. Az újonnan elhelyezett
cölöpökön az indexcsapok elhelyezése. A mérőpálya
ezen a napon teljesen elkészül. Vincze adjunktus
bemegy Szigetmonostorra tárgyalni kártérítés stb.
miatt a főjegyzővel.
Hőmérséklet: + 15,7, + 26,1, + 20,0 C fok.
(Négy mérnök, négy figuráns, egy éjjeliőr.)

23. *Indexcsapok színtezése*

Az indexcsapok beszíntezése »K«-tól »F«-ig és »F«-
tól »AÉ« felé elkészül hat műszerállás híján. D. e.
Vincze adjunktus és Kürti tanársegéd a tanszéken
komparálják a tanszék drótmodelljét. Beérkezés a
Műgyetemre d. e. 9 órakor, kimenetel d. u. 13
órákor.

Hőmérséklet : + 15,9, + 30,4, + 20,0 C fok.
(D. e. kettő, d. u. négy mérnök, négy figuráns,
egy éjjeliőr.)

1933. szept. 24. *Indexcsapok szintezése*

Szintezési hiányok pótlása. Drótmérés gyakorlása a tanszék modelljével, a drót használat közben elszakad forrasztása és új komparálás válik szükségessé.
Hőmérséklet : + 15,3, + 24,0, + 20,0 C fok.
(Négy mérnök, négy figuráns, egy éjjeliőr.)

25. *Központosítási mérések, irodai munka*

D. e. a tanszéken Kürti és Balthazar tanársegédek komparálják a megforrasztott drótot, bemenetel a Műgyetemre d. e. 9 órakor, kijövetel d. u. 14 órakor. A szigeten a szintezés befejezése. Adminisztratív intézkedések, OTI ügyek stb. Hosszszelvény rajzolás. D. u. hossz mérés a déli torony központosító cövekjei között, ötméteres lécpárral, lécvégpontok szintezésével. Irtás a háromszögelés számára az Ezüsthely felé.
Hőmérséklet : + 14,0, + 23,9, + 19,0 C fok.
(D. e. kettő, d. u. négy mérnök, négy figuráns, egy éjjeliőr.)

26. *Szintezés, számítás*

»A« pillér indexcsap magasságának bekapcsolása a Vízművek magassági pontjába. 50 cm-nél nagyobb magasságkülönbségek újraszintezése, magasságkülönbségek számítása.
Hőmérséklet : + 15,0, + 24,0, + 18,8 C fok.
(Négy mérnök, négy figuráns, egy éjjeliőr.)

27. *Számítások, drótkomparálás*

Magassági redukciók kiszámítása, mérési eredmények rendezése, indexcsapok abszolút magasságának számítása. Vincze adjunktus reggel 9 órára bemegy a tanszékre a finn drótok komparálására.
Hőmérséklet : + 13,0, + 23,0, + 16,0 C fok.
(Három mérnök, négy figuráns, egy éjjeliőr.)

28. *Drótmérés megkezdése*

Csapmagasságok és magasságkülönbség miatti hossz-redukciók számítása. D. u. Oltay tanár és Vincze adjunktus kiszállítják a finn bázismérő felszerelést. A drótmérés gyakorlása és a drótmérés megkezdése

a 634. sz. dróttal. A hosszmerés »AD«-tól a 91 indexcölöpig történt.

Hőmérséklet: + 11,6, + 23,7, + 18,9 C fok.

(D. e. három mérnök, d. u. négy mérnök, öt figuráns, egy éjjeli őr.)

29. Drótmérés

634. sz. dróttal a teljes oda- és visszamérés, 635. sz. dróttal »AD«-tól a 116. indexcölöpig. D. e. Schubert és Hochstädter mérnökök megnézik a munkálatokat, d. u. Oltay és Szilágyi, Kempelen és Trájbér.

Hőmérséklet: + 9,0, + 24,8, + 18,0 C fok.

(Négy mérnök, négy figurás egy éjjeliőr.)

30. Drótmérés

635. sz. dróttal befejezve a teljes oda- és visszamérés, 636. sz. dróttal odamérés és vissza »F«-ig. D. u. Oltay és Tárczy-Hornoch megsemlélik a munkálatokat.

Hőmérséklet: + 10,5, + 25,7, + 17,2 C fok.

(Négy mérnök, négy figuráns.)

1933. okt. 1. Drótmérés

A visszamérés befejezése a 636. sz. dróttal, 637. sz. dróttal odamérés, drótfeszítőszalag szakadása miatt $\frac{3}{4}$ órás idővesztéssel, és visszamérés »K«-ig. Oltay, Tárczy-Hornoch, Banga és Petneházy látogatása.

Hőmérséklet: + 10,1, + 26,1, + 18,1 C fok.

(Négy mérnök, négy figuráns, egy éjjeliőr.)

2. Drótmérés

637. sz. dróttal befejezve az első visszamérés és teljesen elkészül ugyancsak a 637. sz. dróttal a második oda- és visszamérés. D. u. az Állami Térképészet látogatása Medvey vezetésével. Oltay tanár felülvizsgálata.

Hőmérséklet: + 11,8, + 24,6, + 16,8 C fok.

(Négy mérnök, öt figuráns, egy éjjeliőr.)

3. Drótmérés

636. sz. dróttal második teljes oda- és visszamérés 635. sz. dróttal odamérés »K«-ig. Oltay tanár felülvizsgálata.

Hőmérséklet: + 17,0, + 19,0, + 10,4 C fok.

(Négy mérnök, öt figuráns, egy éjjeliőr.)

4. Drótmérés

635. sz. dróttal befejezve a második oda- és visszamérés, 634. sz. dróttal odamérés és vissza »K«-ig. D. u. Oltay tanár felülvizsgálata. Mersich, Nagy Árpád, Sipos és Hönig tanársegédek és városmérő magánmérnökök látogatása. D. e. Papp Gyula is megtekinti a munkálatokat.

Hőmérséklet : 3,0 — 16,1 — 11,0 C fok.

(Négy mérnök, öt figuráns, egy éjjeliőr.)

5. Drótmérés befejezése

634. sz. dróttal d. e. befejeztük a második visszamérést és ezzel a drótmérés befejeződött. D. u. a Székesfőváros III. ügyoszt. mérnöki kara meglátogatta a mérést, bemutató drótmérések. Az Állami Térképészettől Hofhauser vezetésével három mérnök gyakorolta a drótmérést a tanszék modelljével. Oltay, Szilágyi és Kempelen műsz. főtanácsos megismerik a munkálatokat. A városi mérnökökkel együtt több magánmérnök és műegyetemi segéd-tanár látogatása.

Hőmérséklet : + 2,0, + 19,8, + 15,0 C fok.

(Négy mérnök, öt figuráns, egy éjjeliőr.)

6. Szintezés

Az indexcsapok második szintezése. Oltay tanár, Harrer alpolgármester és Janicsek műegyetemi magántanár társaságában megismerik a munkálatokat. D. u. Vincze adjunktus 13 órakor beviszi a Műegyetemre a finn drótokat, hol azokat Oltay tanárral együtt komparálják.

Hőmérséklet : + 13,5, + 20,1, + 10,8 C fok.

(D. e. négy, d. u. három mérnök, öt figuráns, egy éjjeliőr.)

7. Központosítás

D. e. központosítási szögmérés a Wild-féle I. r. teodolittal, Kürti, Balthazár és Tóth tanársegédek, d. u. 14 órakor Vincze adjunktus visszaérkezik a szigetre, miután Pesten a drótokat vasútra adták és d. u. Vincze adjunktus és Kürti tanársegéd szintezik a csapokat, Balthazár és Tóth tanársegédek a központosítási bázispontokat mérik be, ötméteres lécpárral, lécvégpontokat szintezve.

Hőmérséklet : + 2,8, + 20,7, + 13,2 C fok.

(D. e. három, d. u. négy mérnök, négy figuráns, egy éjjeliőr.)

1933. okt. 8. Szintezés, központosítás

Vincze adjunktus és Tóth tanársegéd az indexcsap magasságokat szintezik, Balthazár és Kürti tanársegédek az északi bázisvégponton központosítási szögmeréseket végeznek. Oltay tanár megsejleli a munkálatokat.

Hőmérséklet : + 4,8, + 20,4, + 17,2 C fok.

(Négy mérnök, négy figuráns, egy éjjeliőr.)

9. Központosítás

Balthazár és Kürti tanársegédek befejezik a szögmerést. Az »AÉ«-nél. D. u. esős idő gátolja a külső munkát, számítások. Tóth tanársegéd reggel 10 órakor végleg elhagyja a szigetet. Vincze adjunktus átmegy Újpestra anyagot vásárolni a végpontok bedeszázásához.

Hőmérséklet : + 13,2, + 18,0, + 16,7 C fok.

(Három mérnök, négy figuráns, egy éjjeliőr.)

10. Központosítás, csomagolás

Vincze adjunktus és Kürti tanársegéd elvégzik az északi végpont központosítási hosszmerését ötméteres lécpárral, lécvégpontokat szintezve. A drótmérés előtti és utáni indexcsap szintezések eredményének eltérése miatt megismételnék hét műszerállást, elvégzik a közvetlen levetítését az alsó és felső bázisvégpontoknak. Ezalatt a tábornál az altisztek, Kiss B. és az erre a napra kijött Kis I. végzik a mérési felszerelés becsomagolását, a figuránsok leszednek a cölöpökről az indexcsapokat. Balthazár reggel elhagyja a szigetet és d. e. 11 órakor beérkezik a tanszékre.

Hőmérséklet : + 15,6, + 19,3, + 16,8 C fok.

(Két mérnök, négy figuráns, egy éjjeliőr.)

11. Bevonulás

A Műgyetem teherautója reggel 9 órára a Vízművek I. sz. átemelőtelepére érkezik, a mérési felszerelést a Dunán két csónakon két-két rakományban átszállítják, s Vincze adjunktus, Kürti tanársegéd és a tanszék két altisztje az autón jönnek

be Budapestre. Érkezés a Műegyetemre d. u. 16 óra 30 perckor.

(Két mérnök, négy figuráns, egy éjjeli őr).

12. *Napszámosmunka*

(Öt figuráns.)

13. *Napszámosmunka*

(Négy figuráns.)

14. *Napszámosmunka*

(Négy figuráns.)

25. *Végpontok és pillérek lefedésére szolgáló kövek kiszállítása a munkahelyre*

Vincze adjunktus és Podsztrelen műszerész a tanszék két altisztjével a Műegyetem teherautóján mennek, indulás 9 órakor, visszaérkezés 16 órakor. Podsztrelen az északi végpont felső pontján a csavarmenetet javítja.

27. Vincze adjunktus és Podsztrelen műszerész 8 órakor indulnak a munkahelyre. Podsztrelen műszerész befejezi az »AÉ« felső pontján a pontjelölés csavarmenetének kiigazítását, s a furatot lefedő tárcsát elhelyezi. A fedőköveket szétfuvarozzák, Vincze adjunktus átveszi az ácsból a végpontok bedeszakázási munkáját, s a kőműves jelenlétében elhelyezi a végpontokon (alsón és felsőn) és az »A«, »K«, »F« pontokon a fedőköveket. A fedőkövek leerősítése vékony bauxitcementhabarccsal történt.

1933. nov. 15. *Aknafedelek szállítása Szentendre-szigetre a Műegyetem teherautójával. Indulás d. u. 14 órakor, visszaérkezés d. u. 18 órakor.*

(Vincze, Kis B.)

17. *Biztosító jelzések elhelyezésének kezdete. Indulás a Műegyetemről reggel 7 órakor. Estig a déli torony északi biztosító jelzése készül el és elkészül a déli munkagödör.*

(Vincze, Kis B.)

18. *Anyagszállítás az északi toronyhoz, az északi torony mindkét biztosító jelzése elkészül. Indulás 7 óra, visszaérkezés 18 óra.*

(Vincze, Kis B.)

20. *Anyagszállítás* a déli toronyhoz, elkészül az északi torony biztosító jelzésének tisztázása, s a déli torony déli biztosító jelzése, tisztázással együtt. Indulás 7 óra, visszaérkezés 17 óra.
(Vincze, Kis B.)

24. *Biztosító jelzések felülvizsgálata* s aknafal és biztosító jelésmag szétválasztási munkájának kiadása. Indulás 12 óra, érkezés 19 óra.
(Vincze)

25. Napszámos és kőműves dolgozik a fenti munkákon s a friss vésés vakolásán.

26. Ugyanaz.

27. Ugyanaz.

28. Ugyanaz. Vincze adjunktus kimegy átveszi a munkát, indulás 12 óra, érkezés 19 óra.

1933. dec. 1. Kiutazás a felső (II.) átemelőtelepre, műszerfelszereléssel a Műgyetem teherautójával. Északi torony biztosító jelzései távolságának a bemérése. Indulás 7 óra, visszaérkezés 19 óra.
(Vincze, Kürti, Kis I.)

2. Kiutazás a felső átemelőtelepre a toronyvetítés végrehajtására. Majd a déli toronymál biztosító jelzések távolságának megmérése. Indulás 7 óra, visszaérkezés 18 óra 45 perc. Este a Műgyetem teherautója a műszerfelszerelést (a Zeiss III. kivételével) visszaszállítja.
(Vincze, Kürti, Kis I.)

4. Kiutazás az I. számú átemelőtelepre, déli toronyvetítésének végrehajtása. Indulás 7 óra, visszaérkezés 16 óra.
(Vincze, Kürti, Kis I.)

2. A finnországi komparálás munkanaplója

1933. szept. 10—15. Utazás Budapestről Berlinen és Stettinen át Helsinkibe.

15—18. A komparálás előkészítése Helsinkiben.

18—20. Komparálás a nummelai próba alapvonalon.

22—26. Utazás Helsinkiből Stettinen és Berlinen át Budapestre. Az alapvonalmérőberendezést személypoggyászként szállítottuk.

1933. szept. 27., okt. 8. Alapvonalmérés Budapesten.

1933. okt. 9—14. Utazás Budapestről Varsón, Rigán és Tallinon át Helsinkibe. Az alapvonalmérőkészítélet csak Varsóig lehetett személypoggyászként szállítani, onnan gyorsárúként.

15—18. A második komparálás előkészítése Helsinkiben.

18—20. Második komparálás a nummelai próbaalapon.

TARTALOMJEGYZÉK

ELŐSZÓ	3
--------------	---

I. RÉSZ

Az alapvonal, a rajta levő építmények, a használt műszerek leírása és azok fontosabb adatai

1. §. Általánosságok az alapvonal helyéről és a mérés berendezéséről	5
2. §. Az alapvonalon végzett előzetes hosszmerések és hosszmeghatározások	7
3. §. Az alapvonal és a rajta levő építmények	12
4. §. Az alapvonal kitűzése. Szakaszpillérek, indexcölöpök építése és vonalba állítása	18
5. §. A szalagfeszítő berendezés és a feszítő tömegek	25
6. §. A mérésben használt invardrótok adatai	26
7. §. Vizsgálatok a drótok instabilitására	29

II. RÉSZ

Az alapvonalmérés

1. §. A dróthosszúságok megállapítása (komparálás)	37
2. §. A drótmérés programja és végrehajtásának leírása	40
3. §. A drótok fel- és lecsavarásának, továbbá a drótfektetéseknek adatai a budapesti mérés ideje alatt	43
4. §. A drótmérés sebessége	43
5. §. A léghőmérsékletek és gradienseik	52
6. §. A mérési eredmények és azok redukálása	52

III. RÉSZ

Az alapvonalmérés végeredménye és pontossági vizsgálatok

1. §. Az alapvonalmérés végeredményének levezetése. Adatok a végeredmény pontosságára	63
2. §. Végeredményszámítás súlyokkal, illetve a szeles értékek elhagyásával	67
3. §. A mérési eredmények összefoglalása és középhibaszámítás észlelőcsoportok szerint	74
4. §. A mérési eredmények összefoglalása mérések és drótok szerint ...	75

5. §. A mérési eredmények összefoglalása és középhibaszámítás a mérés iránya szerint	77
6. §. Az egyes indexközök mérésének megbízhatósága	78
7. §. A középhibának a távolsággal való összefüggése.	82
8. §. A leolvasás hibáinak hatása. Az észlelők egyéni tizedbeosztása... ..	89
9. §. Az észlelőcsoportok személyes szabályos hibáinak meghatározása az oda és vissza mérések eltéréseiből	110
10. §. Az index-magasságkülönbségek hibáinak hatása	120
11. §. A szél hatása a drótmérés eredményére	131
12. §. A drótállandók (komparálás) állandó és középvéletlen hibája... ..	137
13. §. Vizsgálatok a drótok mérésalatti hosszváltozására	140
14. §. Az invardrótokkal való hosszösszehasonlítás pontossága	144

IV. RÉSZ

A toronypontok távolságának megállapítása	149
---	-----

V. FÜGGELÉK

1. §. A szigetmonostori alapvonalmérés munkanaplója	153
2. §. A finnországi komparálás munkanaplója	167



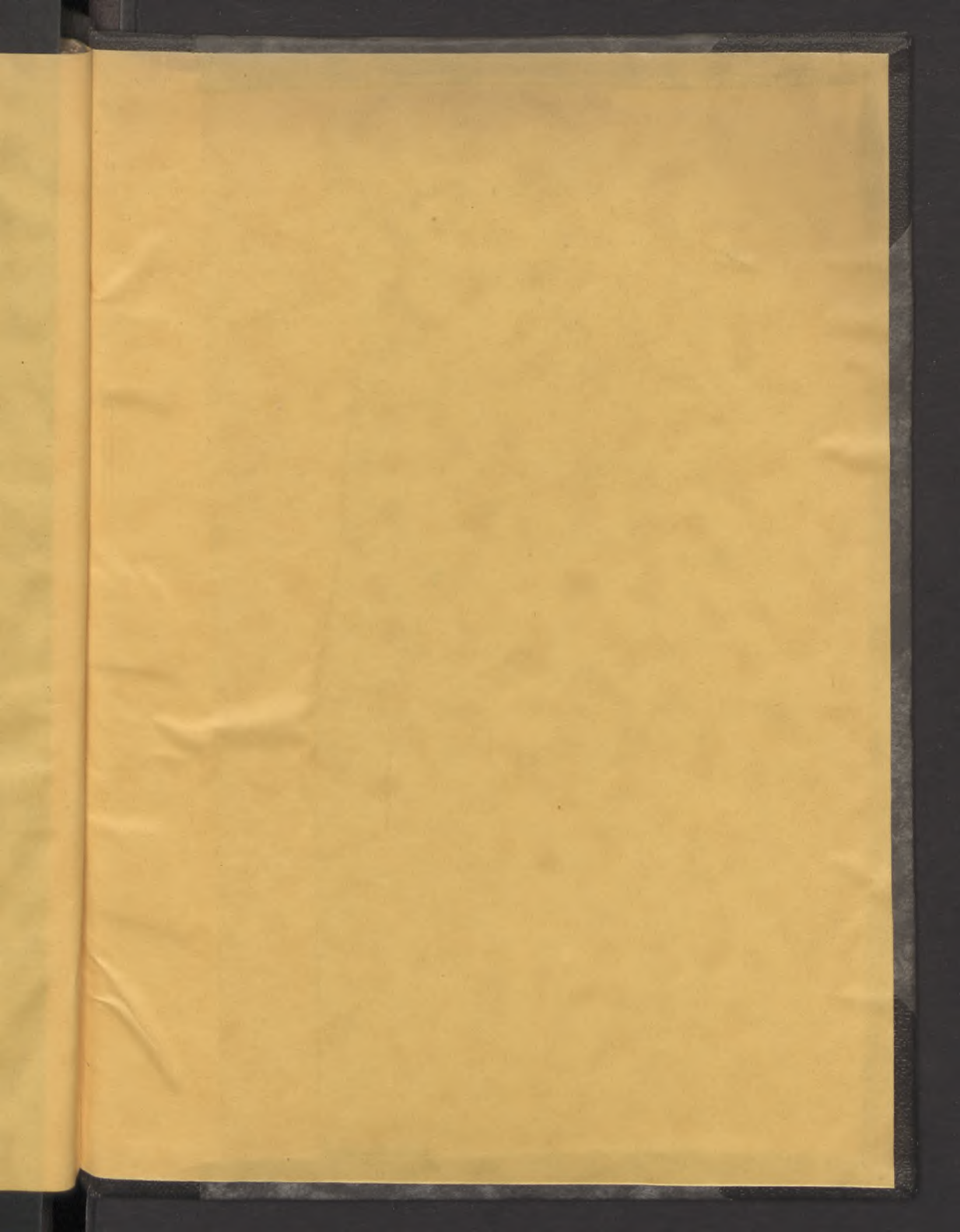
77
78
82
89

110
120
131
137
140
144

149

153
167





218151

OLTAY

A

budapesti
nyaradrótnérés