

KÉT, ZAVARTALAN TALAJMINTÁK VÉTELÉRE SZOLGÁLÓ BERENDEZÉS ÖSSZEHASONLÍTÓ VIZSGÁLATA

Marczal László^X

1. Bevezetés

A talajmechanikai, mérnökgeológiai laboratóriumi vizsgálatok pontosságának, megbízhatóságának és a mérnöki tervezés céljaira való felhasználhatóságának sarkalatos pontja az, hogy vajon a megvizsgált minta állapota mennyiben felel meg az eredeti zavartalan állapotnak. Bátran mondhatjuk, hogy a különböző jellemzők számszerű értékeire felépített méretezés megbízhatósága attól függ, hogy milyen mértékben sikerült a kivett minták zavartalan voltát biztosítanunk. A laboratóriumi kísérletezés során a hibák sokkal könnyebben kiküszöbölhetők és felfedezhetők, a gondos munka sokkal könnyebben elérhető, mint a természetnél fogva durva üzemű feltáró-furási munkában. A furás és a mintavétel során elkövetett hibákat viszont a leggondosabb laboratóriumi vizsgálatokkal sem tudjuk felfedezni, még kevésbé kiküszöbölni.

A kérdés nagy jelentősége miatt örömmel kell üdvözölni minden olyan törekvést, amely a mintavétel megjavítását célozza.

A talajfeltárásokra vonatkozó szabványok, a minták zavartalanságát előmozdítani kívánó szándékkal, számos szabályt és előírást tartalmaznak. Minthogy a minták állapotát leginkább a viztartalom megnövekedése zavarhatja meg, az egyik legfontosabb előírás úgy szól, hogy laboratóriumi vizsgálatok céljaira szolgáló feltáró furásokat csak ún. "száraz" furással, vízöblítés alkalmazása nélkül szabad készíteni. Ez a különben természetes és ésszerű követelmény persze leszűkíti az alkalmazható furási módszerek körét.

^X BME Geotechnikai Tanszék

2. A feladat leírása

Ujabban azonban néhány olyan mintavevő berendezést konstruáltak, melyek ugyan öblítéssel, bentonitos zagy alkalmazásával végzik a furást, mégis úgy látszik, hogy a kivett minták minősége legalábbis eléri, de lehet, hogy meghaladja a hagyományos módszerekkel vett minták minőségét. Minthogy pedig ezek az új mintavevők furástechnológiai szempontból is számos előnyt jelentenek, célszerűnek látszik az általános gyakorlatba való bevezetésük. Mielőtt azonban erre sor kerülhetne, egyrészt vizsgálatokat kell végezni a régi, szabványban előirt mintavételi, ill. furási móddal és az új módszerrel vett minták összehasonlítására.

Igy került sor a **nemrég tervezett és üzembe helyezett F-62 típusu furó és mintavevő berendezés^x** vizsgálatára abból a célból, hogy a kivett minták megfelelnek-e igényesebb talajmechanikai, - kőzetmechanikai kísérletek végrehajtásához. A kísérletet a Budapesti Műszaki Egyetem Geotechnikai Tanszéke végezte.

Az összehasonlítás érdekében három, Budapesten kijelölt helyen két-két furást végzett el az Országos Földtani Kutató és Furó Vállalat; egyet száraz eljárással, a mintavételeket Maza-lán-féle mintavevővel végezve, egyet pedig, az előbbitől 1-1,5 m távolságban F-62 magcsővel. A kivett minták laboratóriumi vizsgálata szolgált azután az összehasonlítás alapjául. A furások adatai a következők:

^x L. Mérnökgeológiai Szemle 1967. november 33-40. old.

Láng-Szirmai: Korszerű talajfeltárási módszer a mérnökgeológiai, talajmechanikai vizsgálatokhoz.

Sor- szám	Hely	Mélység	Átmérő mm	Minták száma
1 a	Kilián-laktanya- udvara	30.0	165	39
1 b		30.0	145	46
2 a	Kisfaludy- köz	30.1	159	27
2 b		30.1	145	40
3 a	Kun Béla tér	30.1	165	31
3 b		30.1	145	53

a - száraz furás

b - furás bentonitos zagy-öblítéssel;
F-62 típusu magcsővel

A vizsgált 3 furásban a magkihozatal az alábbiak szerint alakult:

Furás helye	hossza (m)	kivett mag (m)	(%)
Kilián-udvar	30.0	21.2	70.7
Kisfaludy-köz	30.15	18.65	62.0
Kun Béla tér	30.15	24.95	82.9
Átlagosan			71.9

Az F-62 magfuróval ki nem hozott talajfajták:

Laza homok,
barna iszapos homok (laza)
homokos kavics,
kavics.

A furások feldolgozása alapján a három furásból (90,3 m=100%)

szemcsésnek minősített talaj 31.9 %
kötöttnek minősített talaj 68.1 % volt.

Mivel a magkihozatal 71,9 % volt, ez azt jelenti, hogy még a szemcsés talajokból is 11.9 % mag formájában kihozható volt.

3. Indextulajdonságok összehasonlítása

A három furás anyagából elvégeztük a szabványos azonosító vizsgálatokat (szemeloszlás, plasztikus index). A természetes állapotot jellemző tényezőket a magmintákból meghatároztuk, valamint a talajt alkotó fázisok (szilárd, viz és levegő) térfogati arányait. Az 1. ábrán mellékelt furásszelvényen a viztartalmat mindkét mintavétel alapján ábrázoltuk, s a térfogati alkotókat is egymás mellett tüntettük fel. Így a két furási módszer jól összehasonlítható. (M. Mazalán; F - F-62 magcső)

A legjellemzőbb indexeket: (viztartalom, hézag tényező, nyomószilárdság) külön-külön megvizsgáltuk a két furási és mintavételi eljárás függvényében.

Vizsgálati módszerünk lényege, hogy az azonos furásból, azonos mélységből vett párhuzamos magmintákból kiszámítottuk a viztartalom és hézag tényező értékeit, majd a Mazalán-mintavevővel vett minták alapján nyert értékek függvényében ábrázoltuk az F-62 magfurásból kapott értékeket. Egyezés esetén így 45° alatt hajló egyenest kellett volna kapnunk. Mivel természetesen mindkét esetben szórással kell számolni és a két furási eljárás is eltér egymástól, célunk az eltérés, korreláció számítása volt.

A viztartalom esetében (2. ábra) 50 adatpár állt rendelkezésre. A korrelációs tényező értéke $r = 0,72$ -re adódott, ami jó egyezést jelent.

A pontokra rajzolható kiegyenlítő egyenes - regressziós egyenes - egyenlete:

$$y = 0,60 x + 7,21$$

Az egyenes hajlásának eltérési szöge a 45° -os egyenestől

$$\delta = 14^{\circ}$$

Ez arra enged következtetni, hogy kis víztartalmak esetén valamivel nagyobb érték adódik az F-62 módszerrel vett minták alapján. Valószínű oka ennek az, hogy a kis víztartalmak főként szemcsés anyagokban jelentkeznek, és a szemcsék közé az öblítő iszapból víz szivároghat be, ami valamivel (de nem jelentősen) növeli a víztartalmat.

Kötött talajokban az eltérés egészen minimális és szemmel láthatóan a természetes szórás határain belül van. Így éppen ott, ahol a víztartalom ismerete lényeges, az F-62 magfuróval kapott víztartalmak teljes mértékben megbízhatóak.

A hézag tényező vizsgálata (3. ábra) során szintén 50 adatpár került feldolgozásra. Hasonló módszerrel határoztuk meg a korrelációs tényezőt, $r = 0,72$ adódott (akárcsak a víztartalomnál). Ez szintén jó egyezést jelent.

A regressziós egyenes egyenlete

$$y = 0,60 x + 0,23$$

Az eltérés szöge ismét

$$\delta = 14^{\circ}$$

Ebből ismét az látható, hogy kis értékek esetén az F-62 magfurásból kapott minták nagyobb hézag tényezőt adnak, mint a Mazalán-mintavevővel vett magok.

Magyarázat: Kis hézag tényező nagy tömörséget jelent és magasabb szilárdságot, keménységet. A minták tulnyomó része a kemény kiscelli agyagból került ki. Ilyen talajokban a Mazalán-mintavevő benyomása (sokszor beverése) nagy tömörödést, hézag tényező csökkenést idézhet elő. Így bizonyos, hogy itt az F-62

magfuróval vett minták adnak megbízhatóbb és éppen az összehasonlítás alapját képező Mazalán mintavételi eljárás kevésbé pontos eredményt.

A korrelációs számítás eredménye mindenesetre megnyugtató, a két furási módszer nem ad egymástól eltérő eredményeket és amennyiben a Mazalán-mintavevővel vett mintákat szabványosnak és megbízhatónak fogadjuk el, legalább olyan megbízhatónak kell elfogadnunk az F-62 magfurási eljárást.

4. A szilárdsági jellemzők összehasonlítása

A párhuzamos mintákon végzett kísérleteink során egyirányu nyomókísérleteket végeztünk a Kilián-udvarban végzett furások anyagából.

Sajnos a kemény, merev, palás és nem mindenütt azonos szerkezetű, valamint a mintavétel során is megzavart kiscelli agyag nyomószilárdsága jelentős szórást mutat. A rendelkezésre álló 10 adatpárból a korreláció mégis jónak bizonyult ($r = 0,75$) és a regressziós egyenes is igen közel áll a 45° -os egyeneshez. (Egyenlete: $y = 1,03 x + 0,29$)

Sajnos azonban az egyes értékek egymáshoz képest elég nagy eltérést mutattak, így további pontosabb értékelésnek nem volt értelme.

A nyirószilárdság vizsgálatára éppen az előzőekben leírtak miatt részletesebben nem lehetett kitérni. A rendelkezésre álló párhuzamos mintákon végzett 10 triaxiális nyomókísérletből csak két reprezentatív eredményt használhattunk fel. Ezek azonban érdekes jelenségre hívták fel a figyelmet. (4. és 5. ábra)

A Mazalán magvevőből kikerült minták nyirószilárdsága nagyobbra adódott. A növekmény a kohézió növekedésében jelentkezett, a surlódási szög gyakorlatilag azonos maradt.

Ez azt jelenti, hogy a főfeszültségi körök átmérője nagyobb, vagyis azonos oldalnyomáshoz nagyobb függőleges törőfeszültségi érték tartozik.

Mivel magyarázható a törőfeszültség megnövekedése?

Elméletileg lehetséges az alábbi magyarázat. Tétélezzük fel, hogy a minta előterhelést kapott oldalnyomás formájában. (Pl. a minta vétel során.) Ekkor további alakváltozás csak akkor jön létre, ha az előterhelésnél nagyobb oldalnyomást alkalmazunk.

A triaxiális kísérletnél azonban korlátozni kell az oldalnyomást a készülék teljesítőképességének maximumára, így a törés csak kisebb oldalnyomás mellett hajtható végre.

Az előterhelés után tehát expandáló állapotban lévő mintát törünk el, amelyben maradó alakváltozások és feszültségek lehetnek és csak nagyobb σ_1 törőfeszültséggel törhető el.

Egy példát az alábbi táblázat mutat be. A táblázat két minta vizsgálat eredményeit adja. Itt feltüntettük a minták jelét, a kísérletben alkalmazott oldalirányu nyomást ($\sigma_2 = \sigma_3$) s a törést előidéző függőleges σ_1 feszültséget, mindkét módon vett minta esetében. Ha az F-62 minta vizsgálati eredménye alapján megrajzoljuk a Mohr-féle köröket s azok burkolóját s most ehhez a burkolóhoz illesztünk egy olyan kört, mely a σ tengelyt a Mazalán-mintavevővel vett minta vizsgálatából kapott törőértéknél metszi.

A Mazalánnal vett minták tehát ugy viselkednek, mintha már $\sigma_3 = 1-3 \text{ kp/cm}^2$ oldalterhelés hatása alatt állnának.

Feltételezhető, hogy az előfeszültség a mintavétel módjából következik. A Mazalán-mintavevő falvastagsága 1.75 cm. Behatolás közben tehát a talajtömeg minden irányban összenyomja. A vágóél kialakítása ezt az összenyomódást kifelé irányítaná, ha a vágóél tökéletes élben végződne. Gyakorlatilag azonban a vágóél elkopik és az összenyomódás egy része a minta belseje irányában játszódik le. (7. ábra) Vizsgáljuk meg, mekkora oldalirányu σ_3 feszültség keletkezik a minta különböző értékű összenyomásakor.

A minta mérete: 12 cm átmérő.

Ha a hengeres minta sugara minden irányban Δr mm-el csökken; a lecsökkent átmérő $D - 2\Delta r = D - \Delta D$ és

$$\xi = \frac{\Delta D}{D} 100 \%$$

Ha a minta 12 cm átmérőjű

$$\Delta D = 1,2 \text{ mm} \quad \varepsilon_3 = 1 \% \text{ és}$$

$$\Delta D = 2,4 \text{ mm} \quad \varepsilon_3 = 2 \%$$

alakváltozást jelent.

Ismerve a talaj összenyomódási modulusát, számítható σ_3 értéke. A Poisson szám itt nem vehető figyelembe, mert nem ismerjük a függőleges irányban fellépő, surlódásból származó feszültséget és a keletkező ε_1 alakváltozást. Ha szabad függőleges kiterjedést tételeznünk fel (kedvezőbb eset, mert így σ_3 -re kisebb érték adódik.)

$$\sigma_3 = M \varepsilon_3 \quad \text{kemény agyag esetén}$$

$$M = 100-200 \text{ kp/cm}^2.$$

$$\text{Ha } M = 100 \text{ kp/cm}^2;$$

$$\sigma_3 = 100 \cdot \frac{\varepsilon_3 \%}{100} = \varepsilon_3 \%$$

$$\text{tehát, ha } \varepsilon_3 = 1 \% \quad \sigma_3 = 1 \text{ kp/cm}^2.$$

$$\text{ha } \varepsilon_3 = 2 \% \quad \sigma_3 = 2 \text{ kp/cm}^2.$$

Ez a változás a talajfizikai jellemzők változásában alig észrevehető!

Egy átlagminta mérete: 12 cm átmérő,
15 cm magasság

$$\text{térfogata: } V = \frac{12^2 \lambda}{4} = 15 = 1690 \text{ cm}^3$$

Az összenyomódás előtti minta méretei, ha $\varepsilon_3 = 1\%$,
vagyis

$$\Delta D = 1,2 \text{ mm}$$

$$D = 121,2 \text{ mm, így}$$

$$V = 1708 \text{ cm}^3, \quad \Delta V = 18 \text{ cm}^3 = 1.1 \%,$$

$$\text{ha } \varepsilon_3 = 2\%, \quad \Delta D = 2,4 \text{ mm}$$

$$D = 122.4 \text{ mm}$$

$$V = 1725 \text{ cm}^3, \quad \Delta V = 35 \text{ cm}^3 = 2.1 \%.$$

Az eltérés tehát alig haladja meg a súlymérés pontosságát. Hogy a valóságban mekkora lehet az összenyomódás, nem tudjuk, erre csak következtetni lehet, a jelenség elvi magyarázatát a fentiek adják meg.

Nagyságrendi becslés lehetővé tétele végett elvégeztük az alábbi kísérletet. Egy magfuróval vett mintából két teljesen egyforma, megbízható hengert vettünk. Az egyiket triaxiális készülékben $\sigma_3 = 6 \text{ kp/cm}^2$ oldalterhelésnek vetettük alá és egy napig így tartottuk. Az előterhelés levétele után a mintát $\sigma_3 = 2 \text{ kp/cm}^2$ oldalterhelés mellett eltörtük. A másik talajmintát előterhelés nélkül 2 kp/cm^2 oldalterhelés mellett, az előzővel azonos körülmények között törtük el.

Az előterhelt mintán nagyobb törőfeszültség adódott. A $\Delta\sigma_3$ előterhelés hatása kb. $0,5 \text{ kp/cm}^2$ -nek felelt meg.

Az elvégzett kísérletek számszerű összefüggést nem adnak, nem is adhatnak a kevés számú adat alapján, egyértelműen megállapítható viszont, hogy a Mazalán-mintavevővel vett talajminták a mintavétel módjából fakadóan a valóságosnál nagyobb nyirószilárdságot adnak és ez a mintavétel körülményeit vizsgálva természetellenes; az előterhelés, összenyomás következtében a valóságosnál nagyobb érték. E tekintetben az F-62 furási módszerrel előtérbe kell helyeznünk, mert a kettősfalu magcsővel vett minták nem kaphatnak oldalnyomást, legfeljebb a természetes feszültségi állapotuk alól tehermentesülnek. Ezt a körülményt azonban az oldalnyomás helyes megválasztásával el lehet hanyagolni.

5. A mintavevők értékelése

Az értékelés alapja a vizsgált kétfajta furási és mintavételi eljárás összehasonlítása. Nem akarunk abszolút értelemben vett értékelést adni, hanem a feladatkitűzésben irtakra szorítkozva az iszapöblítéses F-62 típusú magcsővel végzett furások talajmechanikai alkalmazhatóságára adunk választ.

Az MSZ 4488 előírásai szerint:

"a furás mindkét esetben (azaz rétegződés megállapítása és részletes talajvizsgálat céljára) csak száraz eljárással, béléscsőben végezhető olyan kiviteli eljárással, amely a kiemelt talajminták eredeti szerkezetét és vizeztartalmát a legkevésbé változtatja meg".

A laboratóriumi vizsgálatok eredménye alapján megállapítható:

- a) a vizeztartalomban nem mutatkozott lényeges eltérés a két eljárással vett mintákon;
- b) a tömörségre és eredeti szerkezetre jellemző hézag-tényező hasonlóképpen nem mutatott jelentős eltérést.
- c) A nyirószilárdsági vizsgálatok eredménye azt mutatta, hogy az F-62 magcsőből kikerült minták megítélésünk szerint a valósághoz közelebb álló eredményt adnak.
- d) A furási teljesítmény tekintetében vitathatatlan az F-62 berendezés előnye, mind gyorsaság, mind olcsóság tekintetében, e mellett a réteghatárok jobban követhetők és a rétegsor pontosabban megadható.
- e) A furás és mintavétel során az F-62 korona belsejében a talaj kevesebb mechanikai igénybevételnek van kitéve, mint a száraz furásnál és a tapasztalat szerint nagyobb százalékban van lehetőség magminták kihozatalára.

Fenti előnyökkel szemben egyetlen hátránya van az F-62 berendezésnek: ez a minták csomagolása.

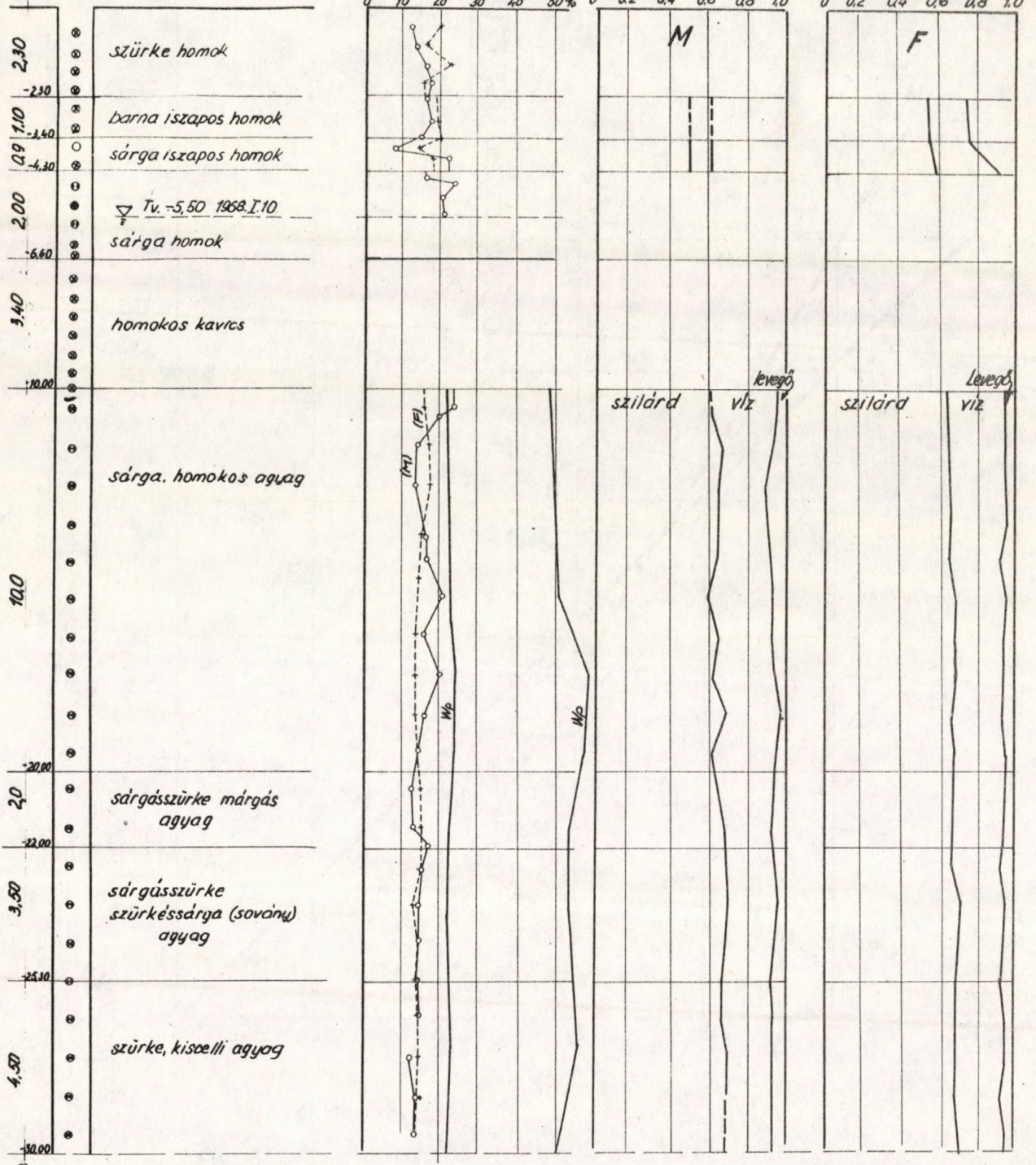
A magcsőből nehezebben nyerhető ki a talajminta és a szállítás, tárolás céljára szolgáló dobozba csak utólag helyezhető be kézi mozgatással. A dobozba került minta tehát már nem annyira zavartalan, mint amilyen állapotban a magcsőben volt.

E hátrányon azonban megfelelő technológia kidolgozásával lehet segíteni és mint a tapasztalat mutatja, gondos munkával

még így is megfelelő minőségű mintákat lehet a laboratórium számára csomagolni.

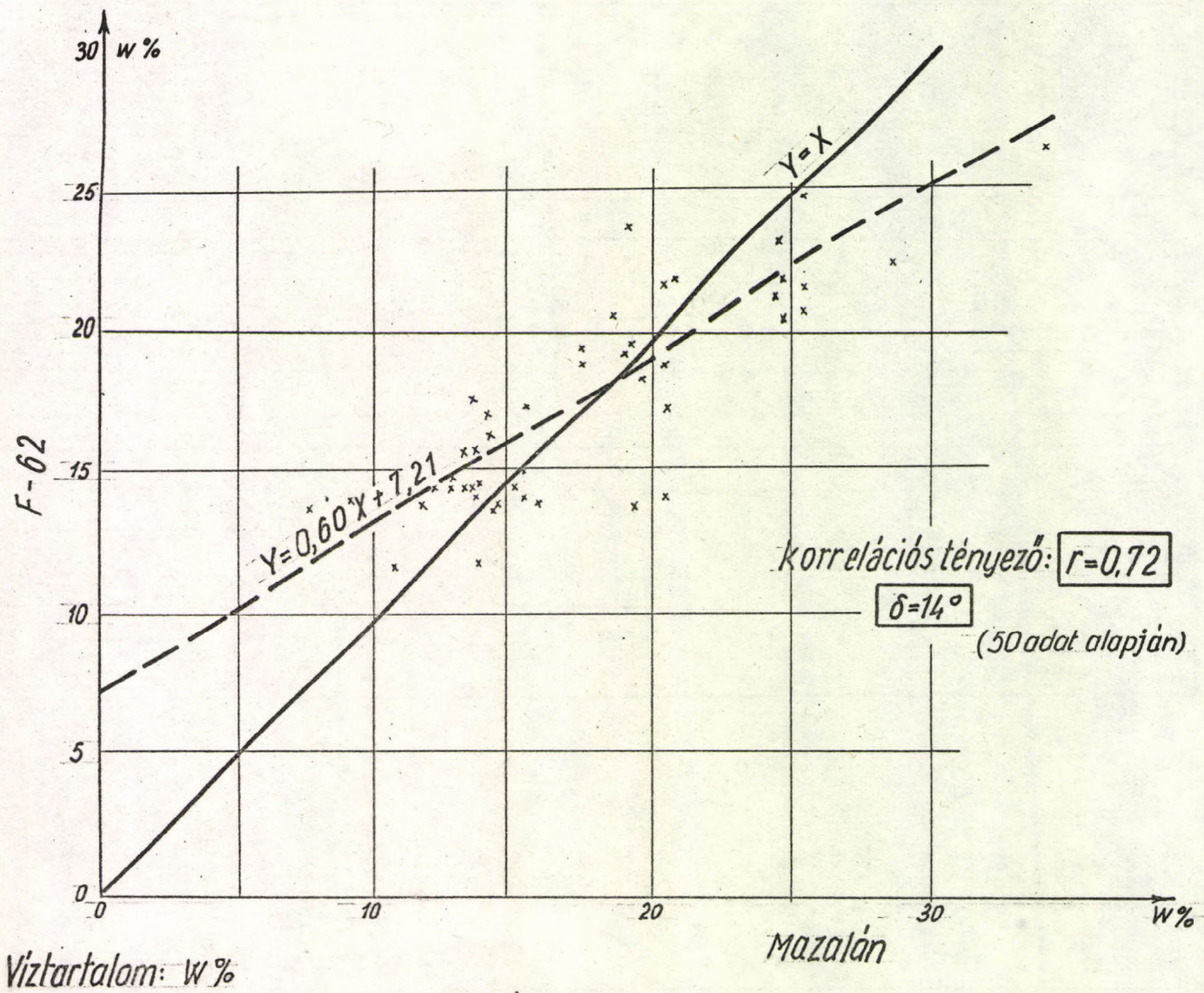
Összefoglalva az értékelés eredménye tehát az, hogy bár az F-62 berendezés a szabvány régi előírását (száraz eljárás) nem elégíti ki, a követelményeknek mégis megfelel és alkalmas szabványos részletes talajvizsgálat céljára végzendő kutatófurás végrehajtására.

1. fúrás (Kilián laktanya)



Jelmagyarázó

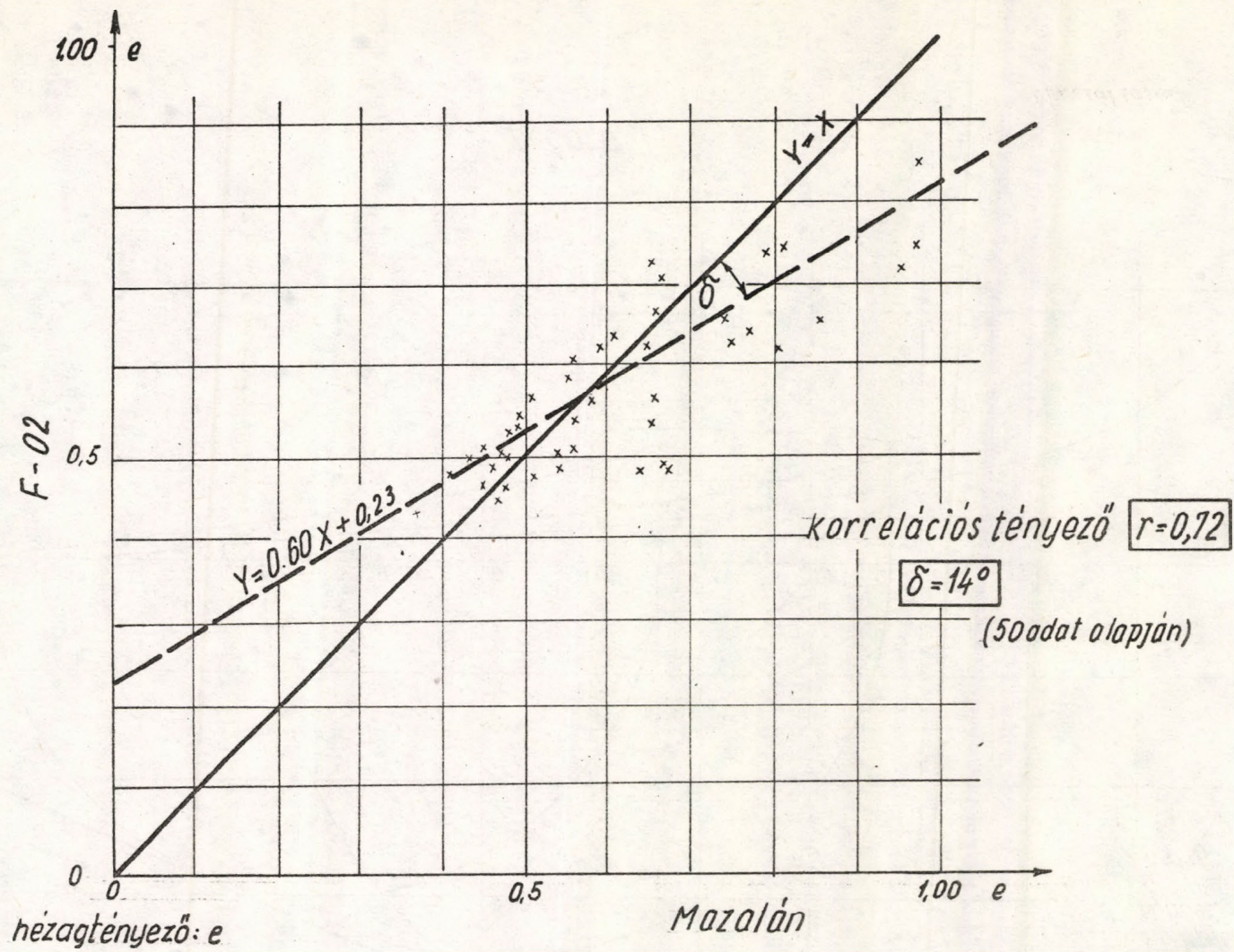
- kettős zavart minta
- kettős magvétel
- magvétel csak magfűrővel
- zavart mintavétel (csak M)
- magminta (csak F)



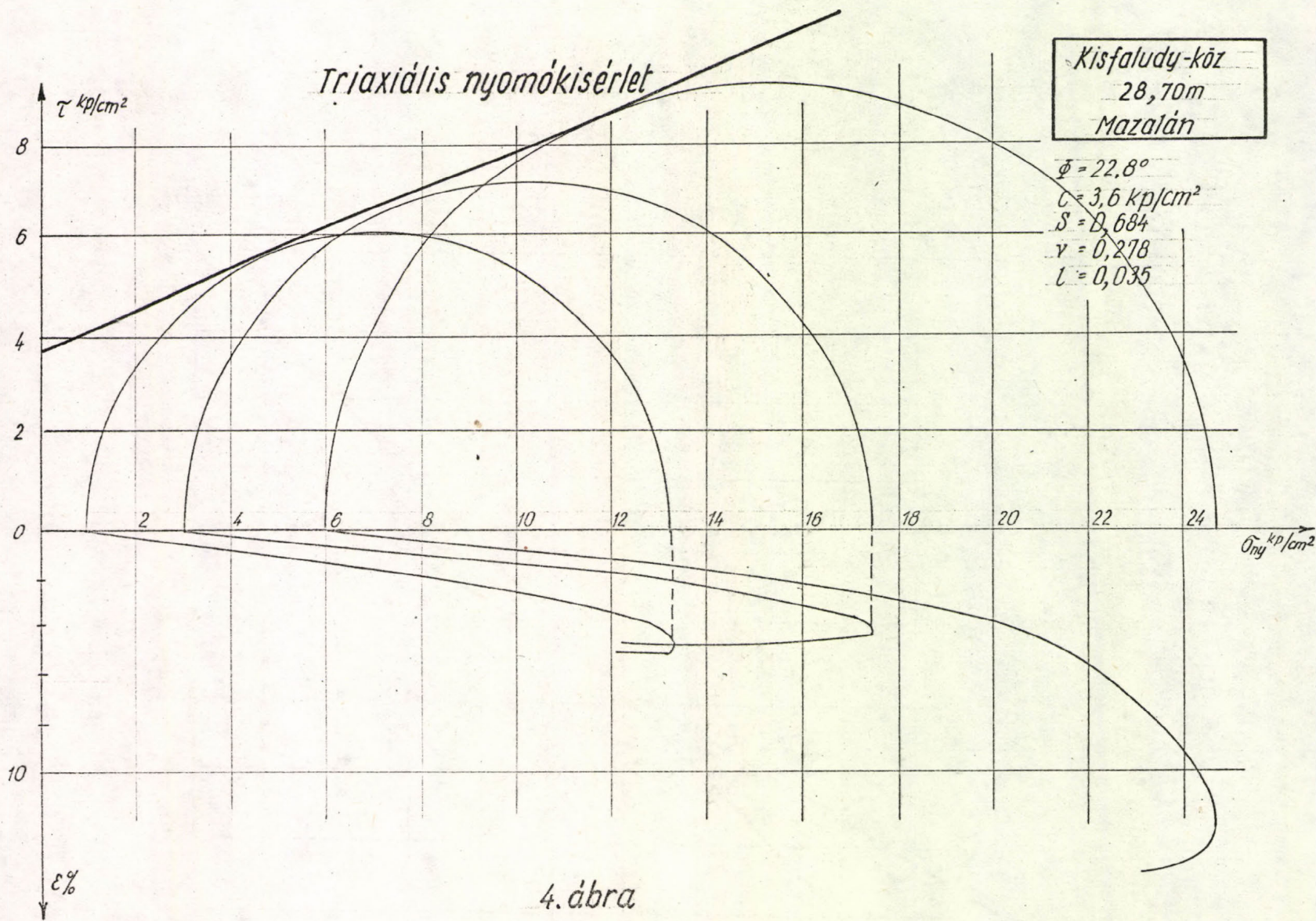
68/0500

2. ábra

Marczal László

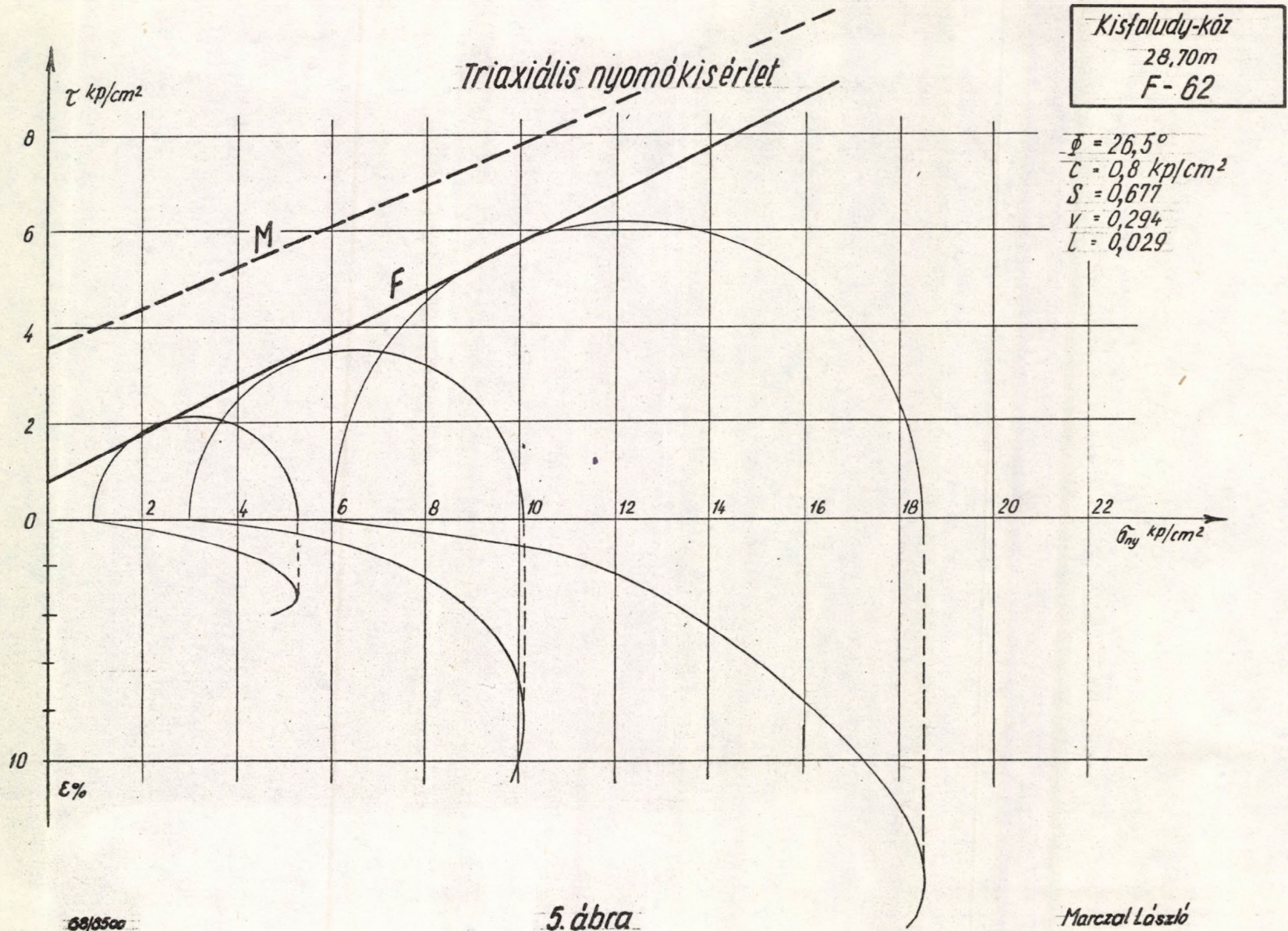


3. ábra

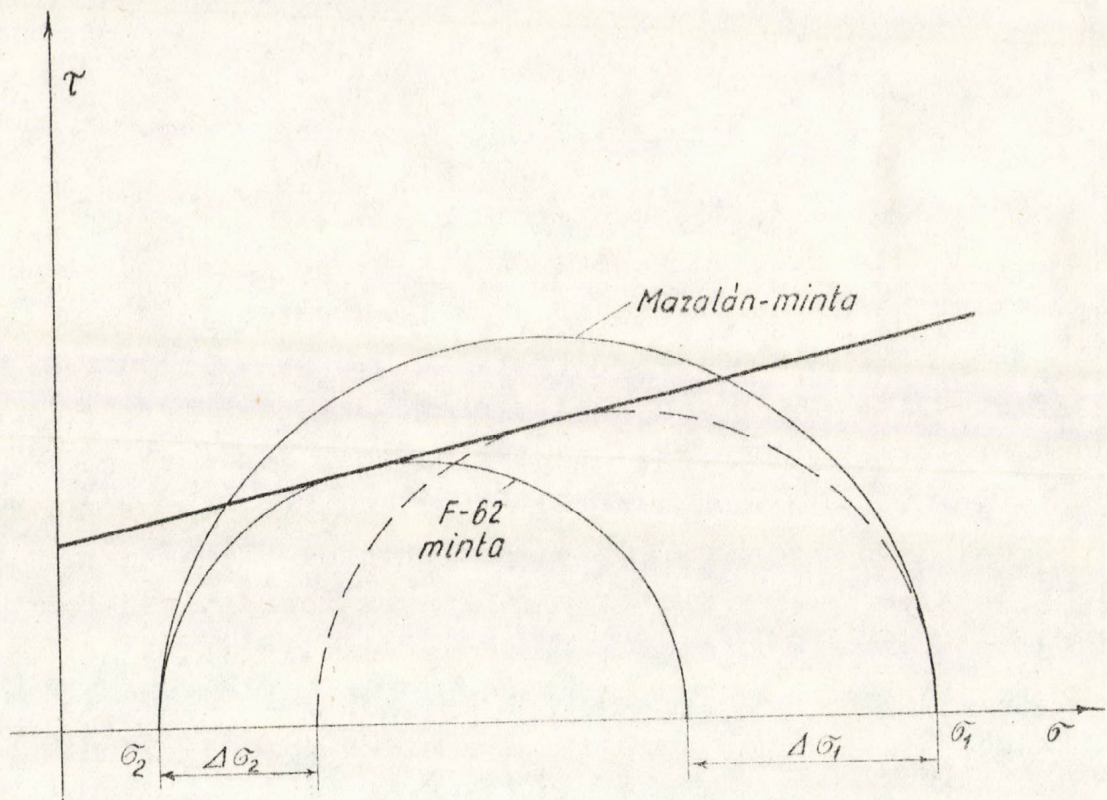


68/3500

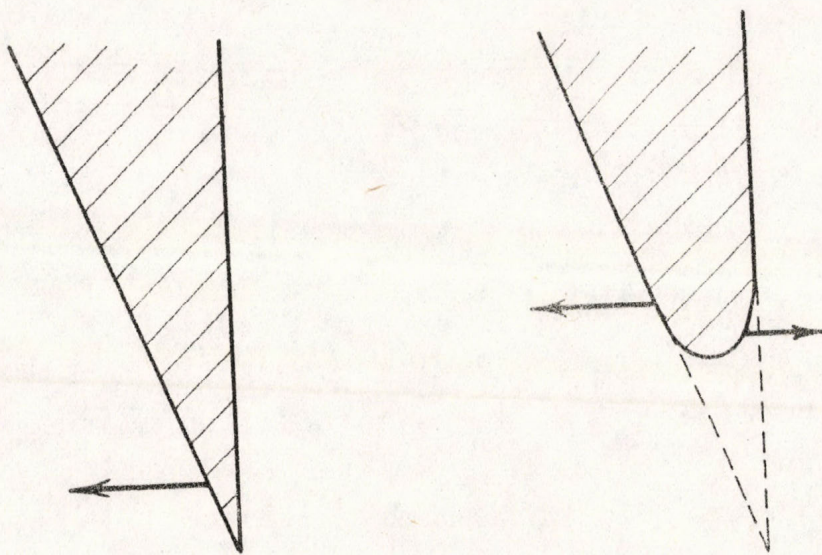
Marczal László



68/0500



6. ábra



7. ábra