

Nyugat-magyarországi Egyetem
Geoinformatikai Kar

Pontmeghatározási technológiák összehasonlító vizsgálata szimulációs módszerrel

TDK dolgozat

Konzulens:
Dr. Bácsatyai László
Egyetemi tanár

Készítette:
Patkó Gergely András
Nappali tagozat
Fm./fr., Geoinformatika

Székesfehérvár
2012

NYILATKOZAT

Alulírott **Patkó Gergely András**(neptun kód: **NMWI9B**) jelen nyilatkozat aláírásával kijelentem, hogy a Pontmeghatározási technológiák összehasonlító vizsgálata szimulációs módszerrelcímű

TDK dolgozat

(a továbbiakban: dolgozat)**önálló munkám**, a dolgozat készítése során betartottam *a szerzői jogról szóló 1999. évi LXXVI. tv.szabályait*, valamint az egyetem által előírt, a dolgozat készítésére vonatkozó szabályokat, különösen a hivatkozások és idézések tekintetében¹.

Kijelentem továbbá, hogy a dolgozat készítése során az önálló munka kitétel tekintetében a konzulenszt illetve a feladatot kiadó oktatót **nem tévesztettem meg.**

Jelen nyilatkozat aláírásával tudomásul veszem, hogy amennyiben bizonyítható, hogy a dolgozatot **nem magam készítettem**, vagy a dolgozattal kapcsolatban szerzői jogsértés ténye merül fel, a Nyugat-Magyarországi Egyetem **megtagadja a dolgozat befogadását és ellenem fegyelmi eljárást indíthat.**

A dolgozat befogadásának megtagadása és a fegyelmi eljárás indítása nem érinti a szerzői jogsértés miatti egyéb (polgári jogi, szabálysértési jogi, büntetőjogi) jogkövetkezményeket.

Székesfehérvár, 2012.11.26.

.....
Hallgató

-
1. ¹**1999. évi LXXVI. tv. 34. § (1)** A mű részletét - az átvevő mű jellege és célja által indokolt terjedelemben és az eredetihez híven - a forrás, valamint az ott megjelölt szerző megnevezésével bárki idézheti.
 2. **36. § (1)** Nyilvánosan tartott előadások és más hasonló művek részletei, valamint politikai beszédek tájékoztatás céljára - a cél által indokolt terjedelemben - szabadon felhasználhatók. Ilyen felhasználás esetén a forrást - a szerző nevével együtt - fel kell tüntetni, hacsak ez lehetetlennek nem bizonyul.

Tartalomjegyzék

Bevezetés.....	3
1. Digitális állományok.....	5
1.1. Rajzi állományok.....	5
1.2. Excel állományok.....	5
1.2.1. FOK függvény.....	5
1.2.2. INT függvény.....	5
1.2.3. KERÉKÍTÉS függvény.....	6
1.2.4. Szöghiírás fok rendszerben	6
1.2.5. HA függvény.....	6
1.2.6. Irányszög-számítás	7
1.2.7. RANDBETWEEN függvény	8
1.2.8. VÉL függvény.....	8
2. Hálózat létesítése	9
3. Fiktív mérések	11
3.1. Fiktív mérések létrehozása	11
3.2. Véletlen hibákkal terhelt mérési eredmények létrehozása	12
4. Excel-állományom munkalapjai	14
4.1. Poláris munkalap.....	14
4.1.1. Tájékozás	14
4.2. Pontkapcsolások munkalapjai	15
4.3. Nyomtatási munkalapok	15
4.4. Kiegyenlítési munkalap	16
4.5. Összesítő munkalap.....	17
5. Kiegyenlítések.....	18
5.1. Kiegyenlítés szoftverei.....	18
5.2. Kiegyenlítés GeoCalc-kal.....	18
5.3. Kiegyenlítés GeoEasy-vel.....	21

6.	F-próba	23
6.1.	<i>GeoCalc kiegyenlítése alapján történő F-próba</i>	23
6.2.	<i>GeoEasy kiegyenlítés alapján történő F-próba</i>	24
6.3.	<i>F-próba összefoglalása</i>	25
7.	Eredmények és Vizsgálatuk	26
7.1.	<i>Eltérés táblázatok</i>	26
7.2.	<i>Pontmeghatározási módszerek megbízhatóságának összehasonlítása</i>	29
7.3.	<i>Eredmények összegzése</i>	34
8.	Eredmények hasznosítása	36
8.1.	<i>Szabályos hibák</i>	37
8.1.1.	<i>Keresés F-próbával</i>	37
8.1.2.	<i>Keresés folytatása manuálisan</i>	39
8.2.	<i>Szabályos hibákkal terhelt eredmények összegzése</i>	40
9.	Alkalmazhatóság lehetőségei	41
	Irodalomjegyzék	43

Bevezetés

TDK dolgozatom céljának azt a feladatot választottam ki, hogy valamilyen módon összehasonlítsam megbízhatóságuk, pontosságuk alapján a különböző pontmeghatározási módszereket. Tehát azt szerettem volna kideríteni, hogy a Geodézia tantárgy során megtanult, majd a későbbiekben sokszor alkalmazott pontmeghatározási módszerek közül melyek a legmegbízhatóbbak és megbízhatóságuk szerint milyen sorrendbe állíthatók, valamint átlagosan mekkora különbségek vannak a megbízhatóságok között. Ehhez a célhoz – úgy döntöttem – a véletlen mérési hibákra alapuló szimulációs módszert alkalmazom. Azaz a vizsgálatomból kimaradtak a mérések szabályos hibái, mint például a refrakció, a félreirányzás vagy akár a rossz pontra állás.

A pontmeghatározási módszerek közül ki kellett hagynom a GNSS technológiát. Ennek oka kettős: Egyrészt nehéz a számítás lépéseit nem hagyományos GNSS feldolgozó szoftverrel elvégezni és mindezek előtt számítani a hibátlan méréseket és transzformálni (rontani) azokat. Másrészt TDK dolgozatom a vízszintes értelmű (2D) pontmeghatározási módszerek vizsgálatát tűztem ki célul, amibe a GNSS technológia térbeli (3D) pontmeghatározása nem fért volna bele.

Mindezek után az volt a kérdés, ezt a vizsgálatot, ezt a megbízhatósági sorba-rendezést a pontmeghatározási módszereknél hogyan tudom elvégezni mindenek előtt úgy, hogy nem vétek szabályos hibákat. Egy másik hasonlóan fontos kérdés a kezdeteknél az volt, hogyan lehet mindezeket a vizsgálatokat egy TDK dolgozat időkeretén belül elvégezni. A feltett kérdésekre a válasz a szimulációs módszer, azon belül egy fiktív hálózat és fiktív mérések létrehozása lett.

„A fiktív mérési eredmények alkotásának célja mindenkor a számítás egyszerűsítése és ez által a munkaszükséglet csökkentése, vagyis a gazdaságosság.”
[Hazay, 1968.]

Tehát a pontmeghatározási módszerek megbízhatóságának, pontosságának vizsgálatára egy fiktív hálózatot hoztam létre. A fiktív hálózatnak minden pontja ismert volt négy tizedes jegy élesen. Ezek közül a pontok közül egyet – figyelve a pontok elhelyezkedésére – kiválasztottam és kijelöltem, mint a későbbi feladatok keresett, ismeretlen koordinátájú pontját.

A fiktív hálózatban lévő mérések létrehozásához a matematikai szimuláció módszerét használtam. Ennek a módszernek a segítségével a minden pontról minden pontra megalkotott hibátlan (oda-vissza) szögleolvasási értékeket és távolságokat egy előre kiválasztott szögmérési valamint távolságmérési megbízhatósági középhiba alapján véletlen hibával terheltem meg. Így végül minden pontról minden pontra, oda és vissza is kaptam hibával terhelt, „rontott” szögleolvasási értékeket és távolságokat. A hibák mértéke a matematikai szimulációs módszer segítségével a normális eloszlásra jellemző tulajdonságokkal rendelkezik.

A TDK dolgozatom készítése során használtam az AutoCad, a Microsoft Office Word és Excel, a GeoCalc valamint a GeoEasy szoftvereket. A GeoEasy szoftver internetről letölthető (http://www.digikom.hu/szoftver/geo_easy.html), ingyenes demó verzióját használtam, míg a többi programot az egyetem székesfehérvári karán elérhető verzióban.

1. Digitális állományok

1.1. Rajzi állományok

TDK dolgozatom elkészítéséhez első lépésben az AutoCad nevű szoftvert használtam fel. A szoftverben új állományt hoztam létre, majd elhelyeztem a pontokat. (Részletek később a hálózat létesítésénél.) Ezek a pontok EOVS rendszerbeli fiktív, a valóságban nem megjelölt pontok, egy kivételével.

1.2. Excel állományok

Miután a Microsoft Office Excel programban új munkaállományt hoztam létre (.xlsx), bemásoltam a dwg-állományból (rajzi, AutoCad-es állomány) minden pont számát és a koordinátáit. Ezek a pontszámok és koordináták majdnem minden munkalapon megtalálhatóak, mint alapadatok; néhol kiegészülve a megbízhatósági értékekkel.

A hálózat létesítése, a hálózaton belül a mérési eredmények létrehozása, transzformálása (azaz „rontása”), a különböző pontmeghatározási módszerek számítása, a terepi mérés eredményei és számítása valamint a nyomtatásra formázott állományok létrehozása mind itt, ebben a munkaállományban, ezeken a munkalapokon történt. Mindössze a hálózatkiegyenlítéseket készítettem más szoftverekkel, de még az adatbeviteli maszkot is itt készítettem el a kiegyenlítésekhez.

A következőkben felsorolok és bemutatok a SÚGÓ információinak felhasználásával néhány fontosabb, a Microsoft Office Excel munkaállományomban általam alkalmazott függvényt:

1.2.1. FOK függvény

Feladata, hogy a radiánban adott szögértékeket fok értékre számítsa át. Erre azért volt szükségem, mert a Microsoft Office Excel radiánban számol, végig radiánban kellett dolgoznom. Ugyanakkor munkám során szerettem volna minden szögértéket hagyományos módon, fok rendszerben is megjeleníteni, amelyhez ennek a függvénynek az alkalmazása az első lépés.

1.2.2. INT függvény

Feladata, hogy a legkisebb egészre kerekítsen egy számot.

1.2.3. KERÉKÍTÉS függvény

Feladata, hogy adott számjegyre kerekítsen egy számot.

A függvény megjelenése a programban:

[KERÉKÍTÉS(„szám”;hány_számjegy)]

1.2.4. Szögkiírás fok rendszerben

A TDK dolgozatom számítása során mindenhol kiírtam a programmal, legalább egyszer minden szög értékét a radián mellett összetett fok formában, valamint külön fok, perc és másodperc formában. Ehhez az előző három függvényt használtam fel. Ez az alábbi formában jelenik meg a mezőkben (1.1. ábra és 1.2. ábra).

Eredeti radián érték	fok- perc-másodperc			Fok
„O6”	=INT(S6)	=INT((S6-P6)*60)	=KERÉKÍTÉS(((S6-P6-(Q6/60))*3600);0)	=FOK(O6)

1.1. ábra Szögkiírás fok-formátumban az Excel képleteimmel

	O	P	Q	R	S
1					
2					
3					
4					
5	δ(RAD)			δ(FOK-PERC-MP)	δ(tizedfok)
6	1.843188336	=INT(S6)	=INT((S6-P6)*60)	=KERÉKÍTÉS(((S6-P6-(Q6/60))*3600);0)	=FOK(O6)

1.2. ábra Példa a fok-kiíratásra az Excel-állományomból

A nyomtatáshoz létrehozott munkalapokon már a Microsoft Office Excel egy másik különlegességét is használtam, amely a felső duplavesszővel (”) és az és-jellel (&) dolgozva ad ki olyan formátumú eredményt, amelyre szükségem van.

1.2.5. HA függvény

„A HA függvény más értéket ad vissza, ha a megadott feltétel kiértékelésének eredménye igaz, és másikat, ha hamis.” [Microsoft Office Excel Súgó] Ezzel a függvénnyel feltételes vizsgálatokat hajtottam végre értékeken és képleteken.

1.2.6. Irányszög-számítás

Tapasztalatom szerint az irányszög számítására mindenki – aki egy kicsit is ért a Microsoft Office Excel függvényeihez és kellett már benne több alkalommal irányszöget számítani – készít egy saját megoldást, egy saját függvény és megjelenés verziót. Az én megoldásomban a HA, az ARCTAN, az ABS és a RADIÁN függvények szerepelnek. A HA függvény működését a fentiekben fejtettem ki.

Röviden a többiről:

- az ARCTAN függvény veszi egy radiánban vett szög értékének arctangensét;
- az ABS függvény veszi egy számérték abszolút értékét;
- a RADIÁN függvény veszi egy szög fok rendszerben vett értékét és radián értékre számolja át.

Szög negyed	Előjel		Irányszög
	ΔY	ΔX	
I.	+	+	$\delta = \alpha$
II.	+	-	$\delta = 180^\circ - \alpha$
III.	-	-	$\delta = 180^\circ + \alpha$
IV.	-	+	$\delta = 360^\circ - \alpha$

[=HA(L6>0;HA(M6>0;ARCTAN(ABS(L6/M6));RADIÁN(180)-ARCTAN(ABS(L6/M6)));HA(M6<0;RADIÁN(180)+ARCTAN(ABS(L6/M6));RADIÁN(360)-ARCTAN(ABS(L6/M6)))]

1.3. ábra Irányszög-számítás táblázata és a hozzá tartozó függvénysorom

Az 1.3. ábra jobb oldalán látható függvénymegoldás egybeágyazott függvényekkel a baloldalon látható táblázat szerint négy csoportra osztja az irányszög számítását. Az ARCTAN és a HA függvényekből ennél a megoldásnál összetettebb függvénysort is készítettem a feladatra, amely nem csak ezt a 4 lehetőséget kezeli, hanem azt a helyzetet is, amikor a ΔY és/vagy ΔX nullaértékűek. Ilyen eset a TDK dolgozatomban azonban nem fordult elő, ezért alkalmaztam ezt a rövidebb megoldást. Természetesen eredményül ebből a megoldásból mindig radián értéket kaptam.

1.2.7. RANDBETWEEN függvény

Feladata előre megadott számok közé véletlen egész számot eredményül adni. Ezt a függvényt használtam az álláspontok z_k -értékeinél teljesen véletlen fok, perc és másodperc értékek létrehozására.

A függvény megjelenése a programban:

[RANDBETWEEN(alsó,felső)]

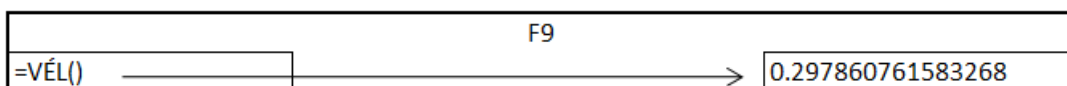
1.2.8. VÉL függvény

Egyenletes eloszlású 0 és 1 közötti véletlen számot ad eredményül.

A függvény megjelenése a programban:

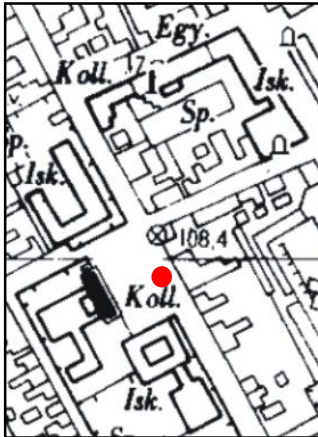
[VÉL()]

Itt fontosnak tartom megjegyezni, hogy mind a RANDBETWEEN, mind a VÉL függvény minden cellafrissítéskor újraszámolja a cella értékét. Viszont nekem elsődlegesen a feladatok elvégzéséhez és kiváltképpen a későbbi más szoftverekkel történő kiegyenlítéshez konkrét számokra volt szükségem. Ezért minden cellában, ahol a RANDBETWEEN vagy VÉL függvényt használtam, a szerkesztőlécra kattintottam és az F9-es billentyű lenyomásával a képletet lekötöttem, megszüntettem az állandó frissítést, azaz számmá alakítottam (1.4. ábra).



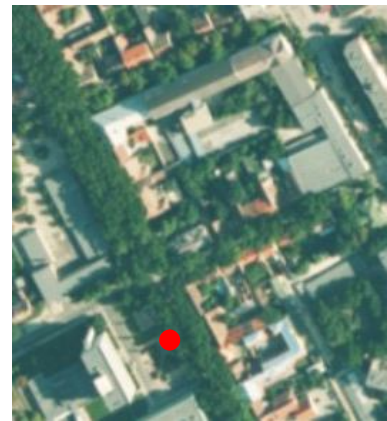
1.4. ábra VÉL függvény F9 billentyűvel való lekötésének képe

2. Hálózat létesítése



2.1. ábra 600-as pont térképen

Az egyetlen valóságban is létező pont a 600-as számot kapta a hálózatban. A valóságban a Gyümölcs utca és a Munkácsy Mihály utca kereszteződésénél, a Nemes Nagy Ágnes középiskolai lánykollégium előtti tér Gyümölcs utcai szélén található. Ez a pont koordinátáit tekintve és számozása alapján is megegyezik a Geodézia II. és Geodéziai Hálózatok tantárgyak keretein belül mért és számított sokszögvonál-csomóponttal. A pont koordinátáit a gyakorlatok alkalmával 2 tizedes jegy (cm) élesen kaptuk meg, míg én a számítások során azt 4 tizedes jegy (tized mm) éles számként kezeltem.

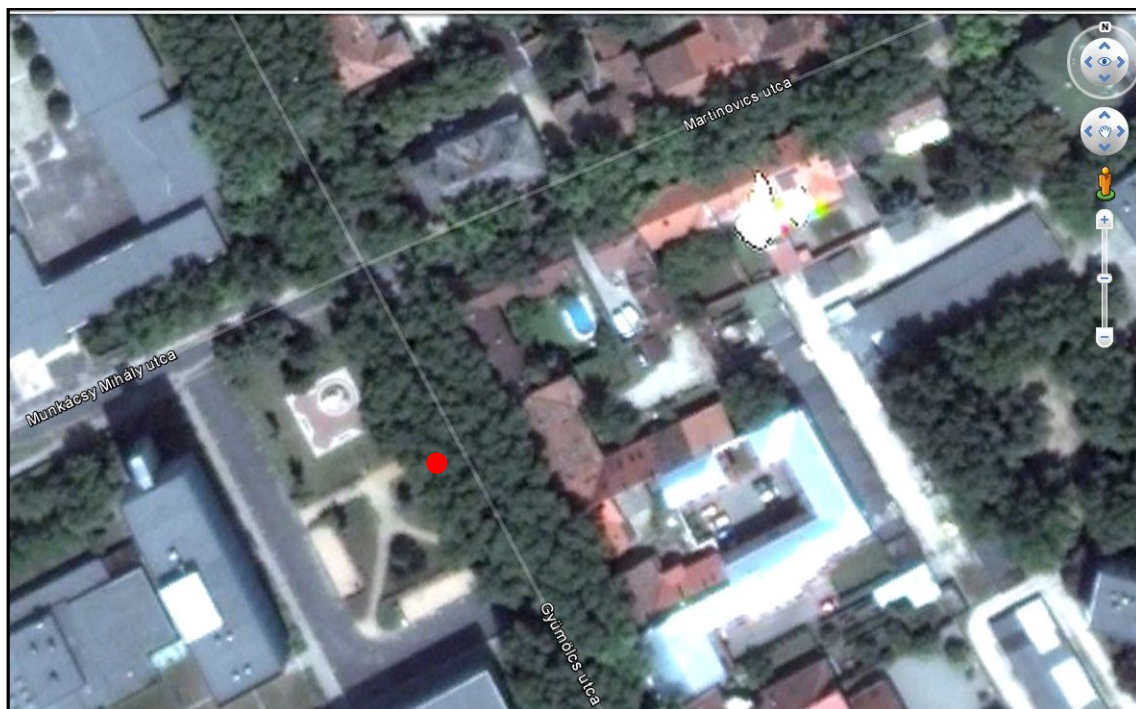


2.2. ábra 600-as pont ortofotón

Az első (600) pont lett a későbbi feladatokban a meghatározandó, ismeretlen pont. A másik öt pont (1001-1005) az elméleti alappont. Ezek fontos jellemzője, hogy tökéletes összelátással és kerethiba-mentességgel rendelkeznek (2.3. és 2.5. ábra).

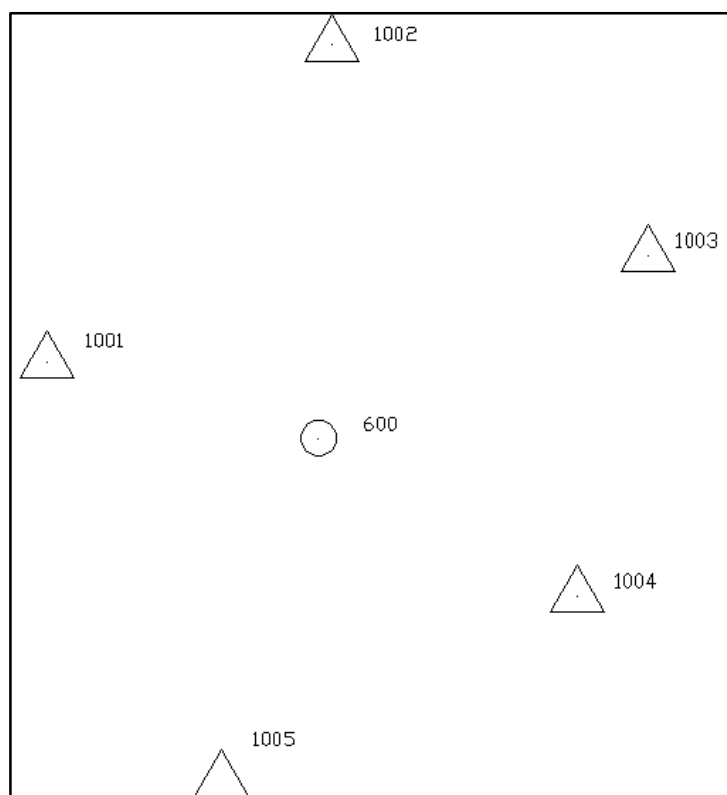
Pontszám	Y	X
600	602358.6100	204975.6400
1001	600301.5056	205550.2442
1002	602460.5027	207953.4406
1003	604850.6208	206352.1201
1004	604313.1633	203783.7116
1005	601628.6801	202370.5766

2.3 Hálózatom pontjai, koordinátái



2.4. ábra 600-as pont a GoogleEarth képen

Fontos megjegyeznem, hogy a hálózat egy pontjának a valóságban való elhelyezése nem változtat azon a tényen, hogy a hálózatot –amit a TDK dolgozatom elkészítéséhez felhasználtam – fiktív pontokból alkottam és fiktívnek is tekintem.



2.5. ábra Hálózatom pontjai

3. Fiktív mérések

A fiktív hálózatra – a különböző számítási módszerek alkalmazása előtt – létre kellett hoznom a pontok között fiktív mérési eredményeket is, melyek véletlen hibái megfelelnek a normális eloszlásnak.

Fontos megjegyezni, hogy TDK dolgozatom esetében a fiktív mérési eredményeknek a definíciója: valóságban nem létező, soha nem mért, szimulált mérési eredmények. Tehát nem azonos a következő, a fiktív mérési eredményekre használt régebbi magyarázattal:

„Mindazokat a mérésekből származó mennyiségeket, amelyeket több mérési eredmény egyszerű vagy súlyozott számtani közepeként hoztunk létre, vagy pedig egy vagy több mérési eredményéből valamely függvény (összefüggés, képlet) szerint állítunk elő, fiktív (képzett) mérési eredményeknek nevezzük.”

„Pl.: valamely hosszúság egyszeri megmérése valódi mérés, de ha többször mérjük meg a hosszúságot, csupán az egyes mérések tekinthetők valódinak, de az egyszerű vagy súlyozott számtani közepük – amennyiben nem ennek a meghatározása volt a kiegyenlítés végcélja, hanem ezt mint mérési eredményt más kiegyenlítésben felhasználjuk – már fiktív érték.” [Hazay, 1968.]

3.1. Fiktív mérések létrehozása

A fiktív mérési eredmények létrehozását az xlsx állományomban a „létesítés” munkalapon végeztem, ahova mindenekelőtt átvettem a koordinátákat a dwg állományból (alapadatok). Ezek a leendő alappontjaim: 1001, 1002, 1003, 1004, 1005 és az ismeretlen pont: 600. Az alapadatokhoz az előbb említett pontok koordinátái mellett beírtam egy előre kiválasztott műszernek (Sokkia SET 310) a szögmérési és távmérési megbízhatóságát.

Ezek után első lépésben minden ponton – a számításban: minden állásponton – képeztem a koordinátakülönbségeket ($\Delta Y; \Delta X$) minden irányzott pontra (Ip.). Ezek segítségével minden álláspontból minden irányzott pontra kaptam egy távolság (t) és egy irányszög (δ) értéket (II. geodéziai főfeladat). Majd minden állásponton meghatároztam egy elméleti limbuszkör-nullaosztás irányt, azaz a középtájékozási szöget (z_k).

A limbuszkör-nullaosztás irányt a RANDBETWEEN függvény segítségével alkottam meg, hogy minden állásponton véletlenszerűen kapjak egy fok, egy perc és egy másodperc értéket.

Következő lépésben az irányszögekből kivontam minden állásponton az állásponthoz tartozó középtájékozási szögeket. Így megkaptam a hibátlan – elméleti értékű – leolvasási szögértékeket (l_i).

Tehát eredményül minden pontról minden pontra volt egy-egy hibátlan, fiktív szögleolvasási értékem (l_i) és egy-egy ugyanilyen hibátlan, fiktív távolságértékem (t_i).

3.2. Véletlen hibákkal terhelt mérési eredmények létrehozása

Először a leolvasási szögeket majd a távolságokat transzformáltam valódi hibával terheltté. A probléma megoldásához a számítógépes matematikai szimuláció módszerét használtam [Bácsatyai, 2010].

A VÉL függvény segítségével a $[0;1]$ intervallumon egyenletes eloszlású r számokat generáltam. Majd alkalmaztam az alábbi képleteket:

$$l'_i = \left(\sum_{j=1}^k r_j - \frac{k}{2} \right) \cdot \sqrt{\frac{12}{k}}$$

Ebben a képletben k értékét (mely a felhasznált r értékek száma) 1-nek vettem mindenhol, mivel minden egyes képletnél csak egyszer ismételtam, generáltam r értékét. A 0 elméleti várható értékű és 1 elméleti szórású $N(0,1)$ normális eloszlású valószínűségi változók:

$$l_i = l'_i - \frac{1}{20 \cdot k} \cdot (3 \cdot l'_i - l'^3_i)$$

konvergencia-gyorsító transzformációval kaphatók meg. Innen a tetszőleges a_i elméleti értékű és σ_i szórású x_i változó az alábbi transzformációval adódik:

$$x_i = \sigma_i \cdot l_i + a_i$$

A szög mérés megbízhatóságának – azaz az előző képletben $\sigma_t = 3''$, míg a távmérés megbízhatósága $3 \text{ mm} + 2 \text{ ppm}$ értéket választottam. Ez alapján a lépés alapján elmondható, hogy a TDK dolgozatom az itt leírt megbízhatóságú műszerekhez határozza meg a különböző pontmeghatározási módszerek megbízhatóságát.

Ugyanakkor fontos megemlíteni, hogy miután az Excel-állományomban mindent visszahivatkozással írtam meg, így bármikor átírhatom a legelső munkalapon a megbízhatósági értékeket egy másik műszerre. Azaz bármilyen műszerre újraszámítható a TDK dolgozatom.

A fentebb említett megbízhatósági adatokat a Geodéziai mérési praktikumból [Busics, 2009] vettem át és az Excelben-állományban való számításhoz radiánba, valamint méterbe váltottam át, hisz a képletekben ezekre volt szükségem.

Az a_i elméleti értéket a szögeértékek esetében l -vel jelöltem, míg a távolságok esetében t -vel.

A képletet a távolságok transzformálásánál a 2 ppm miatt távolságarányos tényezővel egészítettem ki:

$$x_i = \left(0.003 + \frac{0.002}{1000 \cdot a_i} \right) \cdot l_i + a_i$$

A saját jelöléseimmel:

$$t_r = 0.003 \cdot l_i + \left(t_i \cdot \frac{0.002}{1000} \right) \cdot l_i + t_i$$

Minden álláspontról minden pontra „rontott” szögelolvasási értékeket és távolságokat kaptam. A már hibával rendelkező értékeket egy r alsóindexszel láttam el (l_r , t_r) jelezve, hogy ezek már a „rontott” értékek.

Ellenőrzésképpen a szögeértékeknél kivontam egymásból a hibátlan és a rontott értékeket, majd ezeknek a négyzetösszegét képeztem. Ezek összege nulla másodperc lett.

A hálózat és a fiktív mérések létrehozásának rész- és végeredményei a melléklet 1-4. táblázataiban találhatók.

4. Excel-állományom munkalapjai

A létesítés munkalapról már írtam az előző fejezetben, így azt itt már nem részletezem. Egy fontos különbség van jelölésben a létesítés és a többi munkalap között: A „rontott” r -rel jelölt szögleolvasási értékeket és távolságokat a további munkalapokon nem r -alsóindexszel jelöltem. Szögek esetében – mint a valós méréseknél – l_i -t írtam, míg a mért távolságokat t_m -mel jelöltem. A sima t távolságjelölések pedig a koordinátákból számított távolságokra vonatkoznak. A távolságok az egész TDK dolgozatomban méter dimenzióban vannak, kivétel, ahol mást nem jelzek.

4.1. Poláris munkalap

Ezen a munkalapon számoltam ki a poláris pontmeghatározást, azaz az öt darab 1000-es állásponttról az ismeretlen 600-as pont koordinátáit, mért távolság és a fiktív mérési eredmények által számított tájékozott irányérték segítségével (melléklet 7. táblázat).

4.1.1. Tájékozás

A konkrét számítások megkezdése előtt a „poláris” munkalapon elvégeztem egy tájékozást (melléklet 5-6. táblázat) minden adott ponton (1001-1005), melyekben már a hibával terhelt (transzformált) szögleolvasási értékeket használtam fel annak érdekében, hogy minden ismert álláspontból legyen egy tájékozott irányértékem (δ') az ismeretlen (maghatározandó, 600) pont irányába.

Az irányszög (δ) értékét az 1.2.6. fejezetben leírtaknak megfelelően számítottam, majd az irányszögek és a hibával terhelt szögleolvasási értékek (l_i) segítségével kiszámítottam a tájékozási szögeket (z_i), majd a középtájékozási szögeket (z_k) is és a tájékozások végén ellenőrzésképpen a lineáris eltéréseket (E).

Ezek után minden állásponton számítottam egy tájékozott irányértéket (δ') a 600-as pontra. Így minden ezres pontszámú alappontból lett egy tájékozott irányértékem és ehhez a létesítés munkalapról egy-egy hibával terhelt távolságértékem (t_{mi}), melyekkel koordinátakülönbségeket tudtam számolni (ΔY és ΔX). Ezeket hozzáadva a hozzájuk tartozó alappontok koordinátaíhoz, azaz elvégezve a poláris pontszámítás utolsó lépését, megkaptam 5 darab, az eredetitől pár milliméteren belül különböző 600-as pontkoordinátát.

4.2. Pontkapcsolások munkalapjai

A „belsőszöges előmetszés”, a „írányszöges előmetszés”, a „Collins hátrametszés”, az „írányszöges oldalmetszés”, az „ív-oldalmetszés” és az „ívmetszés” elnevezésű munkalapokon a munkalap nevének megfelelő pontkapcsolásokat számítottam ki.

A számítások lépései és jelölések megfelelnek a Geodézia Támop jegyzet 6. moduljának „4., Pontkapcsolások számítása” című fejezetben leírtaknak. (Némely esetekben Csepregi Szabolcs – Gyenes Róbert – Tarsoly Péter - Geodézia I. Kézirat leírásait is segítségül vettem.) Ahol azt a jegyzet írja, az ellenőrzéseket is elvégeztem.

Minden pontkapcsolásból annyit számítottam, hogy legalább egyszer minden álláspont szerepeljen bennük. Ez néhol 3 (egy esetben 6), néhol 2 koordinátapárost jelentett eredményként a számítások végén.

Az itt felsorolt munkalapokon található összehasonlító táblázatokban az eredeti 600-as koordinátáktól való eltérést számítottam.

A számítások és eredményük a mellékletben a 8-tól a 26. táblázatig találhatóak az eltéréstáblázatok pedig a 27-34. táblázatokban.

4.3. Nyomtatási munkalapok

A számozott „n” munkalapoknak (n1-10) az a céljuk, hogy a számítási táblázatok nyomtatóbarát és racionális módon álljanak össze. Például nem szerepelnek benne a radián szögértékek és a fok- perc-másodperc megjelenítését is esztétikusabbá tettem.

4.4. Kiegyenlítési munkalap

A „kiegy.maszk” munkalapon hoztam létre olyan formátumú „feliratokat”, melyek – egy szöveges dokumentumba (.txt) másolva – a kiegyenlítő programok számára beolvasható fájlokat eredményeznek. Így elkerültem mind a GeoEasy mind a GeoCalc esetében a mérési eredmények hosszadalmas begépelését.

Az itt látható szöveg azt hivatott mutatni, hogy a GeoCalc GMJ mérési eredményeket tároló fájljának (jegyzőkönyvnek) hogyan kell kinéznie, milyen formázással kell rendelkeznie a GeoCalc esetében:

```
1,1001,,,,,,0,,,,-1
2,600,64.36473,,,2135.8404,,,0,,,,-2
```

Első sorban egy álláspont (sorszám, pontszám, műszermagasság, álláspont kódja), míg a második sorban az első irányzott pont és a hozzá tartozó értékek (sorszám, pontszám, leolvasási szögérték tizedfokos formában, mért távolság, jelmagasság, irányzott pont kódja) láthatóak.

A következő szöveg pedig azt mutatja, hogy a GeoEasy GEO formátumú mérési eredményeket tároló fájljának miként kell kinéznie:

```
{2 1001}
{5 600} {7 1.12771213637273} {11 2135.8404}
{62 1002} {11 3230.5812} {21 0.0164640813020661}
```

Az első sorban egy álláspontot láthatunk (álláspont kódja és pontszáma). A második sorban egy irányzott pont és a hozzá tartozó értékek (irányzott pont kódja, pontszám, leolvasási szögérték kódja, a leolvasott szög radiánban 16 tizedes jegy élesen, a mért távolság kódja, a mért távolság) láthatóak, míg a harmadik sorban egy tájékoztató irány és a hozzá tartozó értékek (irányzott pont kódja, pontszám, a mért távolság kódja, a mért távolsagleolvasási szögérték kódja, a leolvasott szög radiánban 16 tizedes jegy élesen).

4.5. Összesítő munkalap

A számítások végeztével az „össz” nevezetű munkalapon helyeztem el az összes fiktív mérésből származó eredmény eltérését, azaz a hasznos végeredményeket egy helyen. Ide már a kiegyenlítések eredményeit is bemásoltam. (34. táblázat a mellékletben)

A táblázat alatt néhány előre szerkesztett diagramot is elhelyeztem. Utóbbiak az értékek változásával, frissítésével együtt változnak, frissülnek.

5. Kiegyenlítések

Miután elvégeztem a fiktív mérések segítségével a pontkapcsolások kiszámítását hátra volt még egy pontmeghatározási módszer: a kiegyenlítés.

5.1. Kiegyenlítés szoftverei

A kiegyenlítéseket a GeoCalc és a GeoEasy szoftverekkel végeztem el.

A GeoCalc két verzióját használtam: a 3-ast és a 3.5-öst. A 3.5-sel az előzetes munkákat végeztem, a mellékletek között már a 3-as verzió jegyzőkönyvei vannak, mert azokat könnyebben be tudtam illeszteni a TDK dolgozatomba, könnyebben lehetett formázni.

A másik program egy kevésbé ismert szoftver, a GeoEasy, melyet a DigiKom Kft. fejlesztett ki. Ennek a 2.05-ös, internetről ingyen letölthető, 30 napos demó verzióját használtam.



5.1. ábra GeoEasy indítóikonja

5.2. Kiegyenlítés GeoCalc-kal

A GeoCalc-kal történő kiegyenlítés előtt el kellett készítenem a mérési jegyzőkönyv fájlt. Ez a speciális formátum a GMJ, melyet a GeoCalc-ban a mérési adatok mérési jegyzőkönyvbe való kimentésével lehet létrehozni.

Ugyanakkor el akartam kerülni a fiktív mérési eredmények egyenként történő begépelését és az azzal együtt járó esetleges személyi hibákat. Ezért a 4.4-es fejezetben leírtak szerint egy txt formátumú szöveges dokumentumban másoltam be az Excel-állományom „kiegy.maszk” munkalapjának GeoCalc oszlopát. Ez az oszlop a GMJ formátumnak megfelelő formában jeleníti meg a mérési adatokat. (A részletes magyarázatra már ott kitértem.)

Miután a jegyzőkönyvet létrehoztam, beállítottam a GeoCalc fontosabb paramétereit: kiválasztottam a kezdő könyvtárat, munkaszámot generáltam, dátumot és nevet adtam meg, valamint vetület nélkülire állítottam a transzformációt.

A kiegyenlítés beállításainál a szögmérés és a távmérés megbízhatóságának az Excel-állományban szereplő előzetes megbízhatósági adatokat adtam meg. Átlagos távolságnak 3500 m-t állítottam be, míg az iránymérés súlyozását távolság függetlenre, a távmérés súlyozását távolságfüggőre állítottam. A számítás élességénél mindenhol a lehető legélesebb értékre váltottam.

5.2. ábra GeoCalc hálózatkiegyenlítés-beállítások

Mindezen beállítások megtörténte után elvégeztem a hálózat kiegyenlítését.

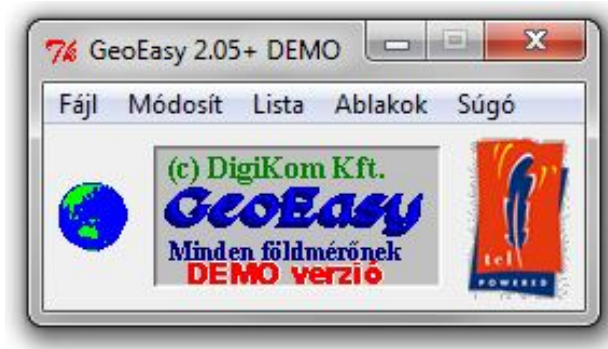
A kiegyenlítés néhány fontosabb jellemző adata:

- *Összes pont száma: 6*
- *Adott pontok száma: 5*
- *Új pontok száma: 1*
- *Mért irányok száma: 30*
- *Mért távolságok száma: 30*
- *Fölös mérések száma: 52*
- *Számításból kihagyott mérési eredmények száma: 0*
- *Íránymérés kiegyenlítés előtti középhibája = 3"*
- *Táv mérés kiegyenlítés előtti középhibája = 3 mm + 2 mm/km*
- *Súlyegység középhibája kiegyenlítés előtt = 3*
- *Íránymérés súlya távolságtól független*
- *Táv mérés súlya távolságtól függő*
- *Átlagos távolság = 3500 m*
- *Javítások súlyozott négyzetösszege = 449.373*
- *Pótnormálegyenletből = 449.372*
- *Súlyegység középhibája kiegyenlítés után = 2.94*
- *Relatív középhiba = 1/70165*

Ezekből az adatokból kitűnik, hogy az adott pontok és az új pontok száma is megfelel az általam létrehozott hálózatnak, valamint, hogy nem kellett kihagynom a mérési eredmények közül egyet sem. A hálózat kiegyenlítésének teljes jegyzőkönyve a mellékletek 27. oldalától található.

5.3. Kiegyenlítés GeoEasy-vel

A GeoEasy-vel történő kiegyenlítés előtt szintén el kellett készítenem a megfelelő mérési jegyzőkönyv fájlt (GEO formátum), úgy ahogyan azt a GeoCalc-nál is. Itt a koordinátajegyzék jegyzőkönyvfájlját is formáznom kellett. A cél – ahogyan a GeoCalc-kal történő kiegyenlítés előkészítésének esetében is – hogy csökkentsem a kiegyenlítés előkészületeinek időtartamát, valamint, hogy elkerüljek személyes, elgépelési hibákat. A meghatározó különbség a GeoCalc-hoz képest, hogy itt az Excel-állomány „kiegy.maszk” munkalapjának GeoEasy oszlopából vettem az adatokat.



5.3. ábra GeoEasy főablaka

A kiegyenlítés előtti beállításokról elmondható, hogy a GeoEasy esetében sokkal kevesebb beállítási lehetősége van. Természetesen a szögmérés és a távolságmérés megbízhatóságát, valamint az eredmények élességét itt is előre beállítottam (5.4. ábra).



5.4. ábra Számítási paraméterek beállítás GeoEasy-ben

A kiegyenlítés menüpontjait és lépéseit a program súgó-jából értettem meg és alkalmaztam.

A kiegyenlítés néhány fontosabb jellemző adata:

- *Írányok száma: 30*
- *Írányszögek száma: 6*
- *Távolságok száma: 10*
- *Összes mérés: 40*
- *Egyenletek száma: 40*
- *Ismeretlenek száma: 8*
- *Szabadságfok: 32*
- *Hálózati defektus: 0*
- *m_0 priori: 1.00*
- *m_0' aposteriori: 0.96*

Az alábbi ábra pedig azt mutatja, hogy síkban (xy, második oszlop) történt a kiegyenlítés. A második sorban jelölve, hogy a síkban egy pontot kellett kiegyenlíteni, kényszerkiegyenlítés nélkül (harmadik sor). A negyedik sorban pedig a fix, ismer síkkoordinátájú pontok száma (5). Az összesítés sorában megfigyelhetjük, hogy térbeli (xyz) vagy csak magassági (z) alappontok és kiegyenlítés nem volt.

<i>Koordináták</i>	<i>xyz</i>	<i>xy</i>	<i>z</i>
<i>Kiegyenlített:</i>	<i>0</i>	<i>1</i>	<i>0</i>
<i>Kényszerített*:</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
<i>Fix:</i>	<i>0</i>	<i>5</i>	<i>0</i>
<i>Összesen:</i>	<i>0</i>	<i>6</i>	<i>0</i>

A hálózat kiegyenlítésének teljes jegyzőkönyve a melléklet 33. oldalától olvasható.

6. F-próba

Az F-próba (Fischer próba) egy elemzés, melynek célja megállapítani, hogy elfogadhatóak-e a méréseink és a kiegyenlítés. Pontosabban: adott valószínűségi szinten ($p=?$) terhelik-e mérési eredményeinket szabályos hibák. Ezt a próbát mindig a kiegyenlítés után alkalmazzuk, és azt vizsgáljuk vele, hogy van-e szignifikáns különbség az előzetes és az utólagos középhibák között.

„Az F-próba. tegyük fel, hogy van egy $x_{11}, x_{12}, \dots, x_{1n_1}$, mintánk egy $N(m_1, \sigma_1)$ eloszlású és egy másik $x_{21}, x_{22}, \dots, x_{2n_2}$, az előzőektől független mintánk egy $N(m_2, \sigma_2)$ eloszlású sokaságból. Az $m_1, \sigma_1, m_2, \sigma_2$ paraméterek nem ismertek. Ellenőrizni akarjuk a $\sigma_1 = \sigma_2$ hipotézist.”[Prékopa, 1962]

Felhasználva a Valószínűségelmélet című könyvben írtakat, kiválasztottam egy valószínűségi szintet, amelyen igazolni akartam a hipotézist, miszerint a szabályos hibák mértéke nem okoz szignifikáns eltérést az előzetes és utólagos középhiba között.

Én erre a feladatra a 99%-os megbízhatóságot választottam. A felhasznált F-eloszlás táblázatot elhelyeztem a mellékletben (35. táblázat). Innen a sorok közül a végtelen értékűt választottam a nevezőnek a képletben, mivel az előzetes középhibát tekinthetjük úgy, hogy végtelen fölös mérésekből határozták meg (végtelen szabadságfok). Innentől viszont a két kiegyenlítés esetében eltérés mutatkozik.

6.1. GeoCalc kiegyenlítése alapján történő F-próba

Súlyegység középhibája kiegyenlítés előtt: 3

Súlyegység középhibája kiegyenlítés után: 2.94

$$F = \frac{\sigma_{\text{utólagos}}^2}{\sigma_{\text{előzetes}}^2} = \frac{2.94^2}{3^2} = 0.9604$$

Ezek után kikerestem a kiegyenlítés számítási jegyzőkönyvéből, hogy hány szabadságfokú volt. Ott 52-t találtam. Így az F-eloszlás táblázat oszlopai közül (számláléhoz tartozó érték) az 50-et és a 100-at, míg sorai közül (nevezőhöz tartozó érték) a ∞ -t választottam ki. Az így kikeresett mezőkből az 1,52-es értéket interpoláltam. Ez az érték nagyobb, mint az általam számolt F érték, így a hipotézisem bebizonyosodott, azaz nincs szignifikáns különbség az előzetes és az utólagos középhiba között. Így az eredményeket elfogadhatom, mérésünket nem terhelik szabályos hibák.

6.2. GeoEasy kiegyenlítés alapján történő F-próba

Súlyegység középhibája kiegyenlítés előtt: 1

Súlyegység középhibája kiegyenlítés után: 0.96

$$F = \frac{\sigma_{utólagos}^2}{\sigma_{előzetes}^2} = \frac{0.96^2}{1^2} = 0.9616$$

A szabadságfok száma pedig 32 a kiegyenlítési jegyzőkönyv alapján. Így az F-eloszlás táblázat oszlopai közül (számláléhoz tartozó érték) az 30-at és a 40-et, míg sorai közül (nevezőhöz tartozó érték) a ∞ -t választottam ki. Az így interpolált érték az 1,68 lett. Ez az érték szintén nagyobb, mint az általam számolt F érték, így a hipotézisem ismét bebizonyosodott, azaz nincs szignifikáns különbség az előzetes és az utólagos középhiba között. Így az eredményeket elfogadhatom, a GeoEasy kiegyenlítése sem mutatott ki szabályos hibákat.

6.3. F-próba összefoglalása

Mint azt eddig leírtam, a fiktív mérések létesítése során csak véletlen hibákkal rontottam a hibátlan mérést. Az F-próbával pedig a szabályos hibákkal kapcsolatban lehet levonni következtetéseket. Mégis úgy gondoltam, az a biztos, ha a hálózatot ezzel ellenőrzöm. Szerencsére, mint az látszik, a számításaimon és a GeoCalc F-próbáján (megtalálható: a kiegyenlítési jegyzőkönyvben) is, a próba 99%-os valószínűséggel elfogadható.

Globális teszt - F próba					
Súlyegység	középhibája	kiegyenlítés	előtt	=	3.00
Súlyegység	középhibája	kiegyenlítés	után	=	2.94
Fölös	mérések	száma	=		52
Elméleti intervallum értékei:			Alsó határ = 0.79 Felső határ = 1.26		
Súlyegység középhibájának intervalluma:			Alsó határ = 2.4 Felső határ = 3.8		
A globális teszt 99 %-os valószínűségi szinten elfogadható					

Ezt az eredményt – minden előzetes számítás nélkül – az is bizonyítja, hogy a súlyegység utólagos középhibája kisebb lett, mint az előzetes értéke.

Az F-próba használatát és még nagyobb hasznosságát TDK dolgozatom szempontjából később még részletezem.

7. Eredmények és Vizsgálatuk

Miután a Fischer-próba segítségével megbizonyosodtam arról, hogy a kiegyenlítések, a fiktív mérések megfelelnek az elvárásaimnak, elkezdhettem az eredmények elemzését.

7.1. Eltérés táblázatok

Az Excel-állományom minden pontkapcsolásos munkalapján elhelyeztem az eltérésekre, átlagokra vonatkozó táblázatot, az adott pontszámítási módszerrel kapcsolatosan.

Az eredmények ábrázolásához a számítások végeztével létrehoztam egy munkalapot „össz” néven (melléklet 34. táblázat). Ezen a munkalapon minden olyan pontmeghatározási módszer eredményeinek eltérése feltüntetésre kerül, mely a fiktív mérési eredményekből jött létre.

Alap.	Koordináta		Eltérések			Eltérések átlaga		
	<i>Y</i>	<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>X</i>	<i>D</i>	<i>Y</i>	<i>X</i>	<i>D</i>
1001	602358.6125	204975.6785	0.0025	0.0385	0.0386			
1002	602358.6032	204975.6402	-0.0068	0.0002	0.0068			
600 1003	602358.6134	204975.6338	0.0034	-0.0062	0.0071	0.0191	0.0195	0.0316
1004	602358.6317	204975.6756	0.0217	0.0356	0.0417			
1005	602358.5487	204975.6572	-0.0613	0.0172	0.0636			
Átlag	602358.6019	204975.6571	-0.0081	0.0171	0.0189			
Eredeti	602358.6100	204975.6400						

7.1. ábra Példa az eltérés-táblázatokra (Poláris pontszámítás eredményeinek eltérése)

A pontmeghatározás munkalapjaira beillesztett eltérés táblázatok egy mintára, egységesen készültek (pl.: 7.1. ábra). Az első oszlopban mindig megírtam, hogy a 600-as ponthoz köthető adatok fognak következni. A második oszlopnak ugyan munkalaponként más nevet adtam, de a benne szereplő számok azt hivatottak jelezni, hogy a következő oszlopokban látható adatok melyik alapponttról, melyik háromszögből vagy hátrametszés esetén melyik négyszögből lettek kiszámítva. A következő két oszlop az ezekhez tartozó *Y* és *X* koordinátákat jeleníti meg.

Ezek után két hármas-oszlop következik: az eltérések és az eltérések abszolút értékeinek átlaga.

Az eltérések Y és X értékeit úgy kaptam meg, hogy az adott sor Y és X 600-as koordinátájából kivontam a hibátlan, eredeti 600-as Y és X koordinátát („van mínusz kell”). A harmadik oszlopban lévő D értéket (lineáris eltérés) az ismert módon, Y és X irányú koordináta-eltérések négyzetösszegének gyökeként kaptam meg. Az alábbi képletek mutatják a számítást:

$$Y_{\text{eltérés}} = Y_i - Y_{\text{eredeti}}$$

$$X_{\text{eltérés}} = X_i - X_{\text{eredeti}}$$

$$D_{\text{eltérés}} = \sqrt{(Y_{\text{eltérés}}^2 + X_{\text{eltérés}}^2)}$$

Fontosnak tartom, hogy külön megemlítssem az „Átlag” sor esetét. Itt az előző bekezdésben leírtakig számoltam csak. Minden táblázatban, ebben a sorban vizsgálom, hogy ha az eredményeket egyenlő súllyal véve átlagolom, akkor az így kapott értékeknek (600-as Y és X koordináta) mennyi az Y , X irányú és a lineáris eltérése. Viszont ezeket az értékeket az „Eltérések abszolút értékeinek átlaga” oszlophármasnál már természetesen nem használtam fel.

Az 8.2. ábrán lehet látni, hogyan is néz ki az eddig leírt táblázat az Excel-állományom képleteivel. Itt az is látszik, hogy minden táblázatban szerepeltettem – szemléltetés végett – az eredeti 600-as koordinátákat is. Az 7.2. ábra utáni két képlettel pedig az átlagszámításomat mutatom be, mert az a képről nem egyértelmű.

	AN	AO	AP	AQ	AR	AS	AT
4			Koordináta		Eltérések		
5		Alap.	Y	X	Y	X	D
6		1001	=AK8	=AL8	=AP6-\$AP\$12	=AQ6-\$AQ\$12	=GYÖK(AR6^2+AS6^2)
7		1002	=AK9	=AL9	=AP7-\$AP\$12	=AQ7-\$AQ\$12	=GYÖK(AR7^2+AS7^2)
8		1003	=AK10	=AL10	=AP8-\$AP\$12	=AQ8-\$AQ\$12	=GYÖK(AR8^2+AS8^2)
9		1004	=AK11	=AL11	=AP9-\$AP\$12	=AQ9-\$AQ\$12	=GYÖK(AR9^2+AS9^2)
10		1005	=AK12	=AL12	=AP10-\$AP\$12	=AQ10-\$AQ\$12	=GYÖK(AR10^2+AS10^2)
11		Átlag	=ÁTLAG(AP6:AP10)	=ÁTLAG(AQ6:AQ10)	=AP11-\$AP\$12	=AQ11-\$AQ\$12	=GYÖK(AR11^2+AS11^2)
12	600	Eredeti	=C4	=D4			

7.2. ábra Eltéréstáblázat Excel-képletei (Poláris pontszámítás eredményeinek eltérései)

$$Y_{\text{átlag}} = \frac{\sum_{i=1}^n Y_i}{n}$$

$$X_{\text{átlag}} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$$

Végül az utolsó oszlophármas az összes kiszámított eredményre vonatkozik egy adott pontmeghatározási módszer esetén. Az Y és az X értékeket itt úgy kaptam, hogy az „Eltérések” oszlophármas „Átlag” sorát leszámítva minden Y és X értékének vettem az abszolút értékét, majd az abszolút értékeknek az egyszerű átlagát. Az utolsó, D oszlop az „Eltérések” D oszlopának – „Átlag” sorától megfosztott – átlaga. Az Y irány képlete (az X irány és a D érték is így keletkezik):

$$Y_{\text{Eltérések abszolút értékeinek átlaga}} = \frac{\sum_{i=1}^n |Y_{i(\text{eltérés})}|}{n}$$

Mivel a táblázatok formázása során az volt a cél, hogy olvasható betűméret mellett elférjenek a margók között, így a mellékletekben és a TDK dolgozatomban rövidítve, „Eltérések átlaga” néven szerepel ez az utolsó oszlophármas.

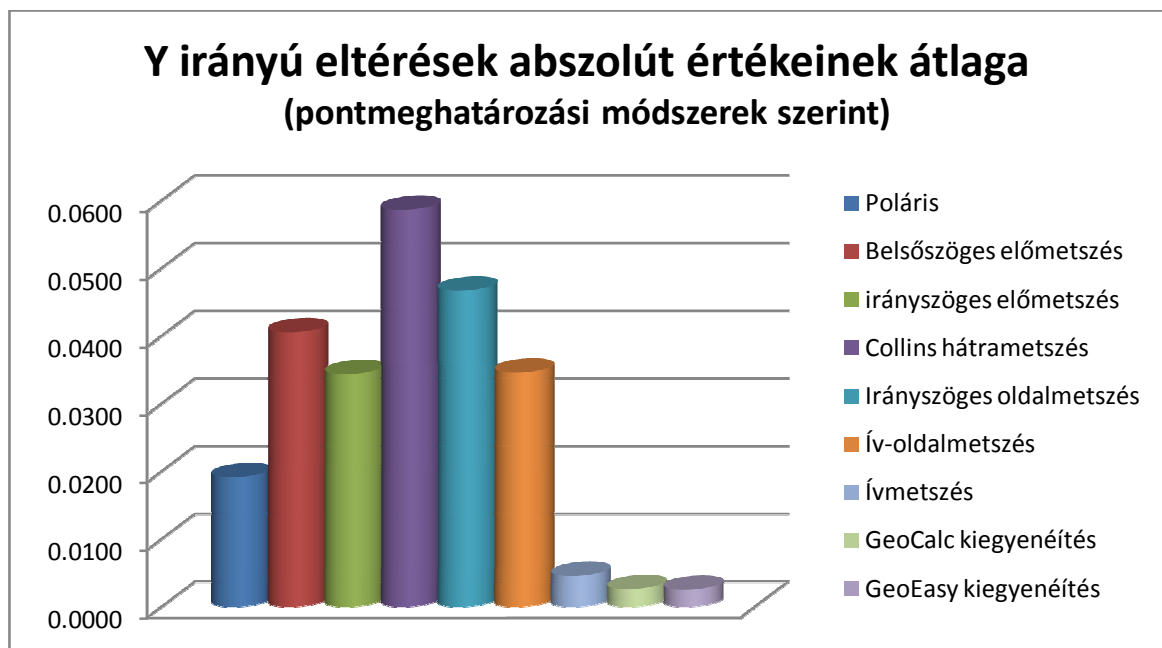
7.2. Pontmeghatározási módszerek megbízhatóságának összehasonlítása

Miután összesítve megkaptam az összes eltérést egy táblázatban, elkezdhettem az adatokat összehasonlítani, kiválasztani a legmegbízhatóbbat és a legkevésbé megbízhatót. Először a legmegbízhatóbb méréseket kerestem, azaz a számított eltérések közül a legkisebbet. Ehhez a „MIN” függvényt használtam az előző oldalon látható táblázaton.

A 7.3. ábrán látható, hogy melyek lettek a legkisebb eltérések az adott oszlopokban (az „Átlag” sorokat kihagyva).

	Eltérések abszolút értékei			Eltérések abszolút értékeinek átlaga		
	Y	X	D	Y	X	D
Minimumok	0.0020	0.0002	0.0054	0.0046	0.0030	0.0062

7.3. ábra Eltérések összesítő táblázatának minimumértékei



7.4. ábra Y irányú eltérések abszolút értékeinek átlaga

Ennek a vizsgálatnak az eredményeként megállapítható, hogy az elvárásaimnak megfelelően a két kiegyenlítéssel kaptam a legpontosabb koordinátákat. Tehát elmondhatom, hogy mind Y, mind X irányban, valamint a lineáris eltérés esetében is a két kiegyenlítés lett a legközelebb az eredeti 600-as koordinátákhoz.

Ha a két kiegyenlítéstől eltekintünk, az abszolút eltérések átlagában az Y, az X és a D értéke is az ívmetszés esetében volt a legkisebb. A 7.3. ábrában ezt a második oszlophármas mutatja.



7.5. ábra X irányú eltérések abszolút értékeinek átlaga

Az eredmények egyenként vett eltéréseinek abszolút értékeit vizsgálva Y és X irányban megállapítható, hogy a legkisebb értékeket itt is az ívmetszésekből kaptam meg (a másik és a harmadik háromszögből). Ugyanakkor a lineáris eltérés esetében itt az ív-oldalmetszés 1.2-es háromszögéből kaptuk a legkisebb eredményt. Ezek az adatok láthatók a 7.3. ábra első oszlop-hármasában.

Átlag	Eltérések abszolút értékei		
	Y	X	D
Minimumok	0.0046	0.0000	0.0046

7.6. ábra Eltérések átlagának minimumértékei

Kicsit eltérő eredményt kaptam, mikor minden pontmeghatározási módszernél kapott koordináták módszerenkénti átlagának eltéréseit vizsgáltam (7.6. ábra). Ezt a vizsgálatot az „Átlag” sorokra állított „MIN” függvénnyel végeztem. Az átlagok közül Y és D értéket vizsgálva ugyancsak az ívmetszésnél volt a legkisebb az eltérés, de X irányban az irányszöges oldalmetszésnél lett a legkisebb eltérés.

Mikor az eltérések abszolút értékeinek átlagait a „MAX” függvény segítségével vizsgáltam (azaz kikerestem a legnagyobb eltéréseket), Y , X és D értékek közül is a hátrametszésnél tapasztaltam a legnagyobb eltérést. A 7.7. ábra második oszlophármasában láthatók az adott oszlopok maximumértékei.

	Eltérések abszolút értékei			Eltérések abszolút értékeinek átlaga		
	Y	X	D	Y	X	D
Maximumok	0.0821	0.1102	0.1320	0.0586	0.0564	0.0833

7.7. ábra Eltérések összesítő táblázatának maximum értékei

Az eredmények egyenként vett eltéréseinek abszolút értékét vizsgálva Y irányban az irányszöges oldalmetszés 2. háromszögéből; X irányban az ív-oldalmetszés 2.2-es háromszögéből kaptam a legnagyobb értéket. A lineáris eltérés esetében szintén a 2.2-es ív-oldalmetszés háromszögéből kaptam a maximális értéket. Ezek az adatok láthatók a táblázat első oszlop-hármasában.

Átlag	Eltérések abszolút értékei		
	Y	X	D
Maximumok	0.0586	0.0434	0.0699

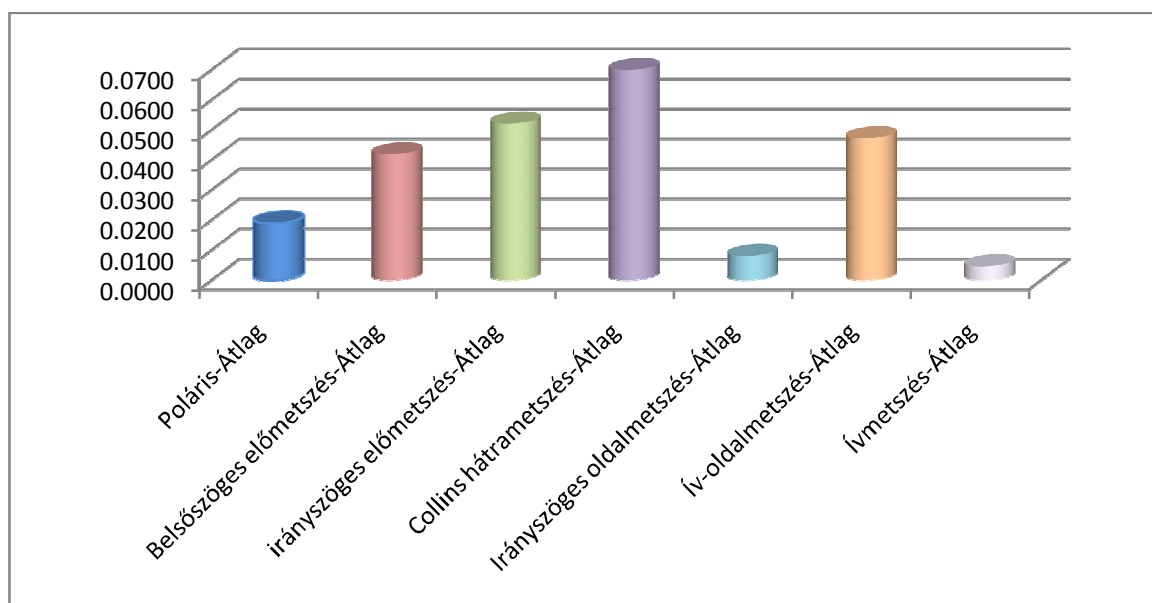
7.8. ábra Eltérések átlagainak maximumértékei

A pontmeghatározási módszerek eredményeinek átlagainak eltéréseit vizsgálva „MIN” helyett „MAX” függvénnyel a következő eredményeket kaptam: Y irányban a hátrametszés, X irányban az ív-oldalmetszés, D értéke esetén pedig szintén a hátrametszés eredményeinek átlagánál volt a legnagyobb az eltérés az eredeti koordinátához képest. Az átlagok maximum értékeit mutatja az adott oszlopokban a 7.8. ábra.

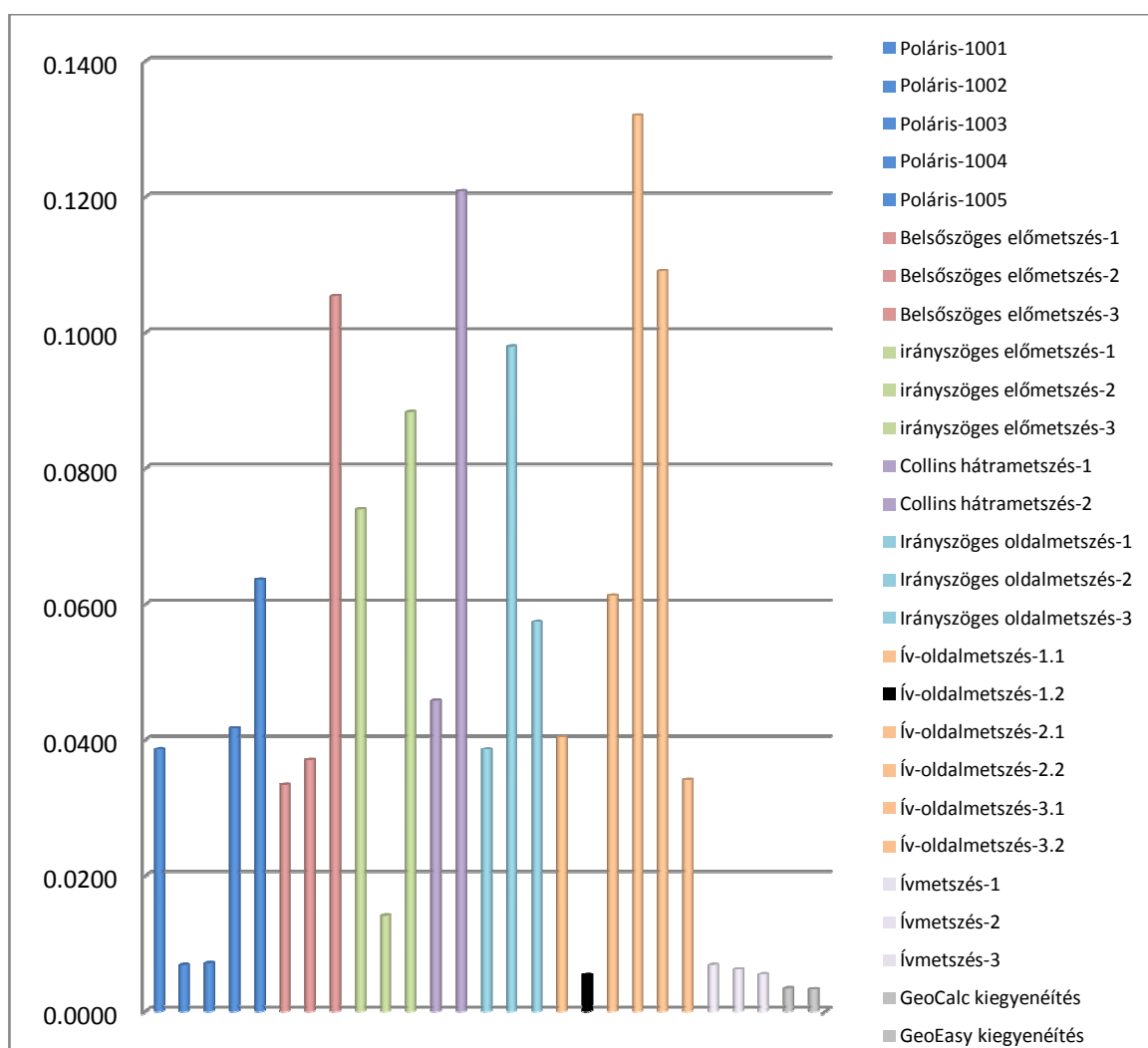
A fejezetben megjelenített és elemzett táblázatok mellett diagramokban (7.4., 7.5., 7.9., 7.10., 8.11. ábra) jelenítettem meg az Y és az X irányú és a lineáris eltéréseket.

A 7.7. és a 7.3. ábrák első oszlophármasának eredményei nem relevánsak, mert csak 1-1 számítás eredményeire vonatkoznak. Pusztán érdekességképpen jelenítettem meg és értelmeztem ezeket. Ugyanis az látszik, hogy az egyes mérések között nagyon nagy különbségek vannak az adott módszereken belül. Ez is bizonyítja, hogy ezeket az eredményeket felhasználni a módszerek megbízhatóságának vizsgálatánál nem érdemes. De az egyes módszereken belül kapott eredmények átlagainak eltérések szempontjából történő vizsgálata hasznos lehet.

A következő két diagram (7.9. és 7.10. ábra) azt hivatott mutatni, hogy milyen különbségek vannak, ha a lineáris eltéréseket vizsgáljuk minden egyes mérés esetén, vagy ha az átlagokat nézzük. (7.10. ábrán a legkisebb érték külön feketével van jelölve.)



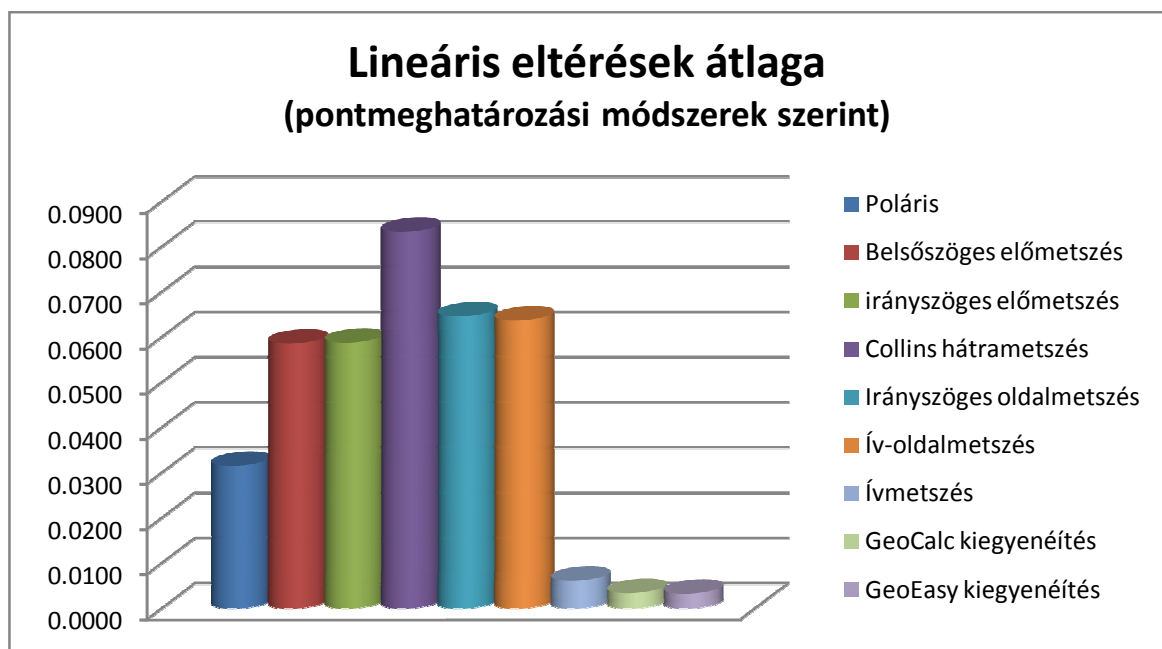
7.9. ábra Számítási módonként vett átlagok eltérései



7.10. ábra Egyes számítások eltérései

7.3. Eredmények összegzése

A fiktív mérések felhasználásával kapott megbízhatósági eredmények nem teljesen azt az eredményt mutatják, amire számítottam. Egyrészt persze az eredményeket elemezve megmutatkozott, hogy ténylegesen messze a legkevésbé megbízható, legpontatlanabb megoldás pontmeghatározásra a hátrametszés. Önmagában ennek a rég ismert ténynek ezzel az új módszerrel történő megerősítése miatt is sikeresnek nevezhető a TDK dolgozat. Az is bebizonyosodott, hogy a teljes hálózatra kiterjedő kiegyenlítések a legmegbízhatóbbak. Ezt két külön szoftverrel, két külön kiegyenlítési megoldással is sikerült eredményekkel igazolni. Tehát a kitűzött célt elértem.



7.11. ábra Lineáris eltérések átlaga

Ugyanakkor az, hogy az ívmetszés bizonyult a pontkapcsolások közül a legmegbízhatóbbnak, a legpontosabbnak mutatja, hogy a fiktív mérésekkel történő megbízhatóság-vizsgálat nem teljesen fedi le a valóságot. Azt mindenesetre bizonyítja az eredmény, hogy szigorúan geometriai alapon, csak véletlen hibákat megengedve, a legjobb eredményt akkor érünk el, ha csak távolságokat mérnénk. Ennek ellenére ez a valóságban nem így van. Tehát ebből az eredményből levonhatjuk azt a következtetést, hogy a nem véletlen hibák (legyen az pontra állás, refrakció miatti, stb. hiba) komolyabb hatással vannak a távmérésre, mint a szögmérésre. Ez is régen ismert információ volt, a TDK dolgozatom és ez a szimulált módszer csak megerősítette ezt.

Amennyiben úgy értelmezzük a végeredményt, hogy az egyenkénti eredményeket nem vesszük figyelembe a meghatározásokon belüli eltérések túl nagy szórása miatt; mind a meghatározási módszerek koordinátáinak átlagát nézve, mind a megbízhatósági módszerek egyenkénti koordinátáinak eltérésének átlagait nézve megállapíthatóak a következők:

- A hátrametszés a legmegbízhatatlanabb
- A kiegyenlítések a legmegbízhatóbbak
- Csak a pontkapcsolásokat nézve pedig az ívmetszés a legmegbízhatóbb (ha csak véletlen hibákkal számoltunk).

8. Eredmények hasznosítása

Miközben az ívmetszés túl jó eredményeit elemeztem, arra jutottam, hogy szabályos hibával is terhelhetem a fiktív mérési eredményeket. Annak érdekében, hogy a valósághoz még inkább hasonlónak tegyem a fiktív méréseimet, csak a távolságokat rontottam el szabályos hibával.

Ehhez mindenekelőtt a „létesítés” munkalapra elhelyeztem egy szabályos hiba értéket ppm- és m-dimenzióban feltüntetve.

Alapadatok			
	Ponszám	Y	X
	600	602358.6100	204975.6400
	1001	600301.5056	205550.2442
	1002	602460.5027	207953.4406
	1003	604850.6208	206352.1201
	1004	604313.1633	203783.7116
	1005	601628.6801	202370.5766
Szögmérés megbízhatósága:	3 "		1.45444E-05
Távmérés megbízhatósága:	3 mm	+	0.0030
	2 ppm		0.0020
Szabályos hiba:	0 ppm		0.0000

8.1. ábra Szabályos hiba az "Alapadatok" között

Ezek után kiegészítettem a távolság transzformáláshoz, hibával terheléséhez használt, 3. fejezetben leírt képletet az alábbi módon:

$$t_r = 0.003 \cdot l_i + \left(t_i \cdot \frac{0.002}{1000} \right) \cdot l_i + t_i$$



$$t_r = 0.003 \cdot l_i + \left(t_i \cdot \frac{0.002}{1000} \right) \cdot l_i + t_i + \left(\frac{\mu_{szabályos}}{1000} \cdot t_i \right)$$

Az eredeti Excel-állományban, amely alapjául szolgált TDK dolgozatom eddigi részének, ez a $\mu_{szabályos}$ szabályos hibát jelölő tag egyenlő nullával.

Az ezután létrehozott állományokat már csak digitálisan csatolom a TDK dolgozatomhoz, mert nagyon kevésben térnek el az eddig csatolt táblázatokról.

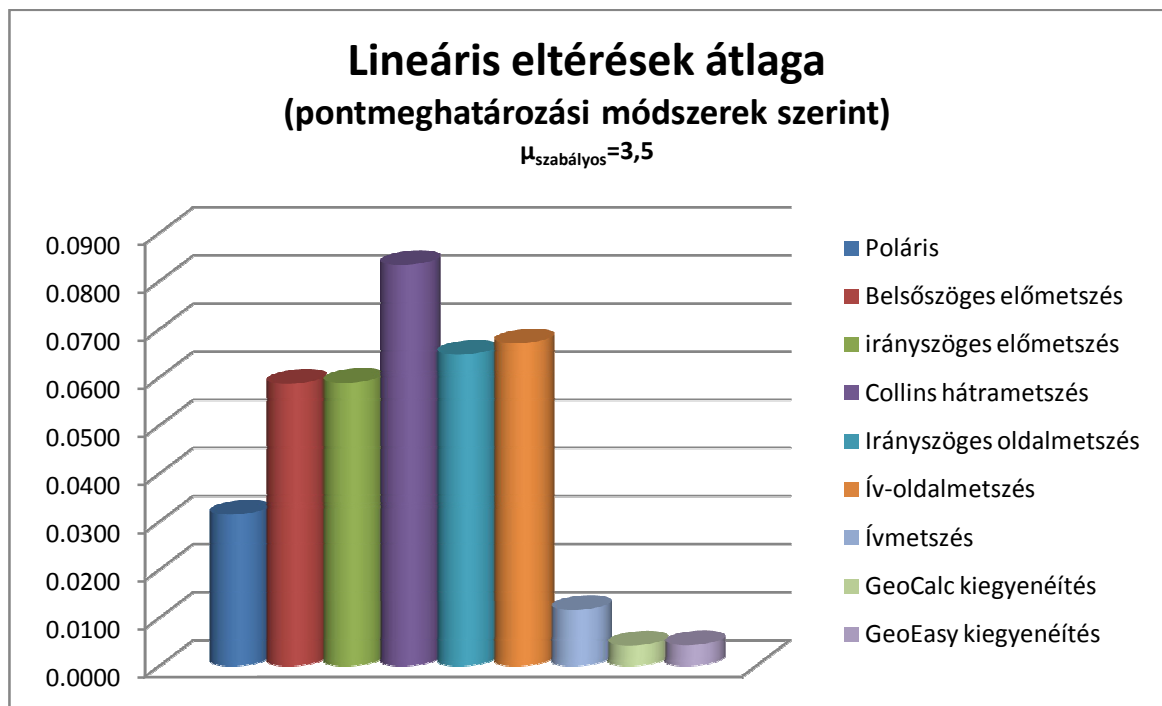
8.1. Szabályos hibák

Miután elhelyeztem a távolságot hibával terhelő képletben a szabályos hibára vonatkozó részt is, először azt kerestem meg, hogy körülbelül melyik a legnagyobb szabályos hiba, amely mellett az F-próba még éppen elfogadható. Ehhez a GeoCalc kiegyenlítési jegyzőkönyvében mutatott F-próba eredményeit használtam fel.

8.1.1. Keresés F-próbával

Az F-próbáról írtaknál már jeleztem, hogy később még fontos lesz ez a próba, annak ellenére, hogy akkor még szó sem volt szabályos hibákról. Nos, itt néhány szabályos hiba kipróbálása után arra jutottam, hogy $\mu_{\text{szabályos}}=3$ esetén még elfogadható az F-próba viszont $\mu_{\text{szabályos}}=4$ esetén már nem. Végül megpróbáltam a $\mu_{\text{szabályos}}=3,5$ -ös szabályos hibát. Erre még szintén azt kaptam eredményül, hogy elfogadható az F-próba, így ezzel számoltam tovább.

Az eredményeket meg lehet tekinteni a „szabályos hiba 3.5” nevű Excel-állományban és az ugyanilyen nevű kiegyenlítési jegyzőkönyvekben. Ezek az eredmények még mindig azt tükrözik vissza, hogy az ívmetszés a pontkapcsolások közül a legmegbízhatóbb (8.2. ábra).



8.2. ábra Lineáris eltérések átlaga 3.5 ppm-es szabályos hiba esetén

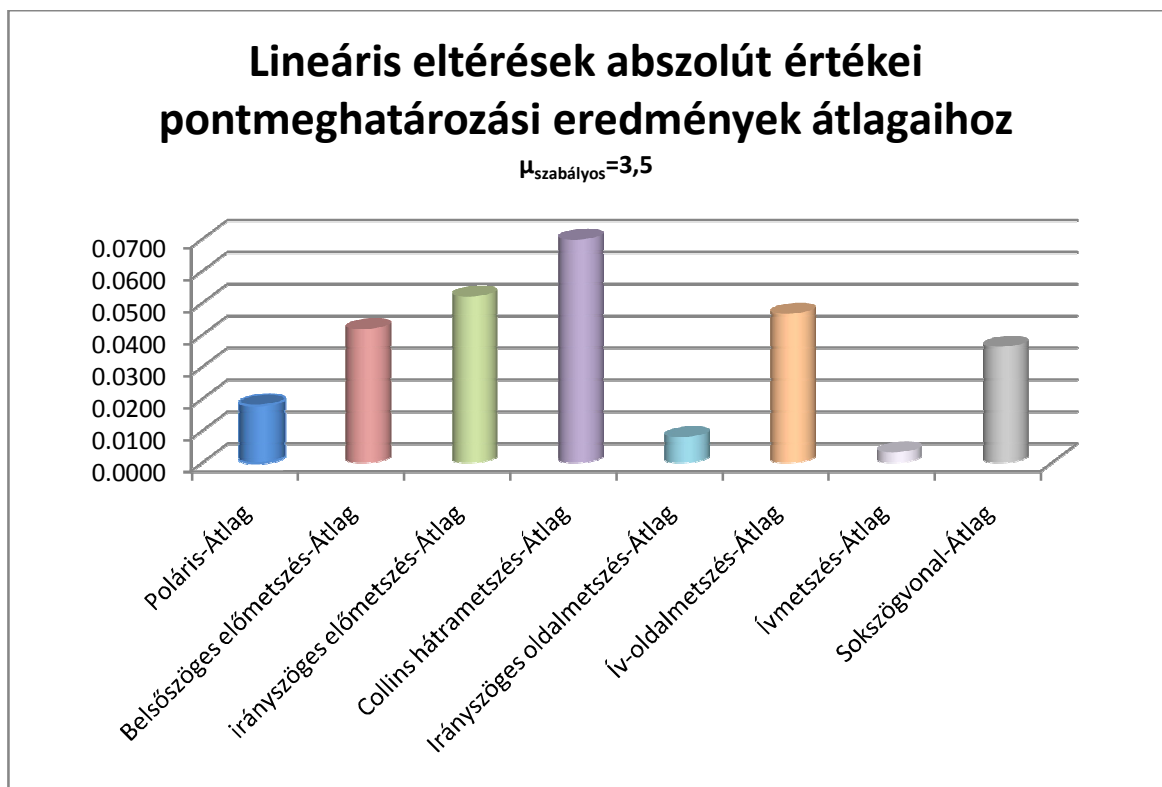
A F-próbát magam is kiszámoltam a 3.5 ppm-es szabályos hibával terhelt távolságú kiegyenlítések értékei alapján. Megállapítható, hogy mind a GeoCalc által számított kiegyenlítés szerint, mind a GeoEasy által számított szerint elfogadható az F-próba $p=0.99$ -es szinten. Ez esetben is a melléklet táblázatának 30-as, 40-es, 50-es és 100-as oszlopát valamint ∞ sorát használtam, a szabadságfokoknak megfelelően.

GeoCalc:

$$F_{3.5} = \frac{\sigma_{\text{utólagos}}^2}{\sigma_{\text{előzetes}}^2} = \frac{3.64^2}{3^2} = 1.472 < F_{(52;\infty)} \approx 1.52$$

GeoEasy

$$F_{3.5} = \frac{\sigma_{\text{utólagos}}^2}{\sigma_{\text{előzetes}}^2} = \frac{1.1^2}{1^2} = 1.210 < F_{(32;\infty)} \approx 1.68$$



8.3. ábra Számítási módszerek eredményeinek átlagának eltérései 3.5 ppm esetén

8.1.2. Keresés folytatása manuálisan

Mivel a 3.5 ppm-es szabályos hiba esetén is az ívmetszés maradt a legmegbízhatóbb pontkapcsolás, ezért elkezdtem a szabályos hibát egyenként növelni az Excel-állományomban. Minden egyes növelés után megnéztem a minimum függvények eredményét és a diagramokat. Eljutottam $\mu_{\text{szabályos}}=12$ értékig mire végre nem az ívmetszés lett a legmegbízhatóbb pontkapcsolás (8.4. és 8.5. ábra).

GeoCalc:

$$F_{12} = \frac{\sigma_{\text{utólagos}}^2}{\sigma_{\text{előzetes}}^2} = \frac{9.32^2}{3^2} = 9.6514 > F_{(52;\infty)} \approx 1.52$$

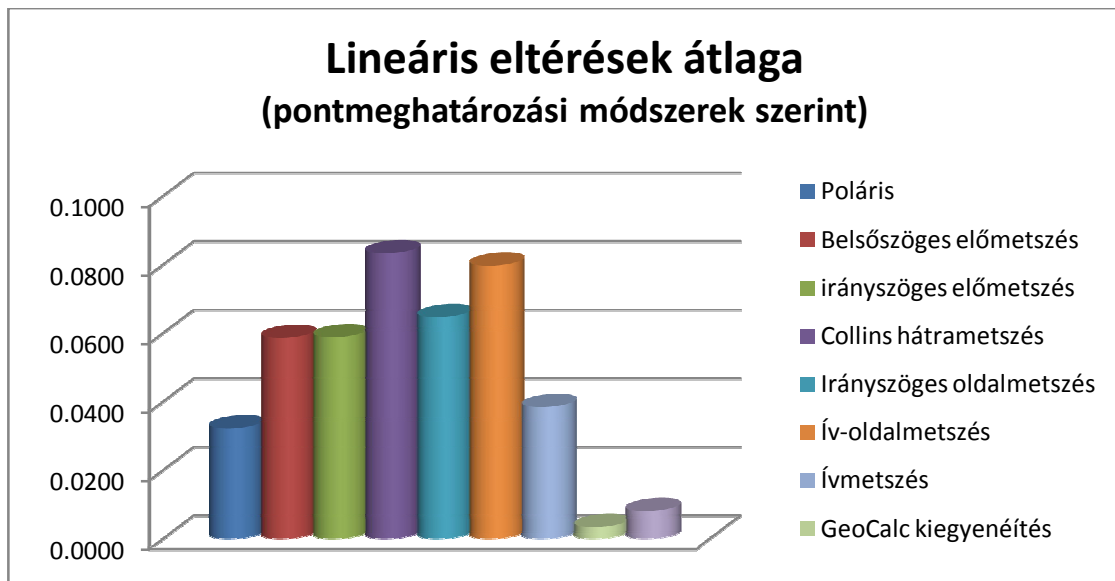
GeoEasy

$$F_{12} = \frac{\sigma_{\text{utólagos}}^2}{\sigma_{\text{előzetes}}^2} = \frac{2.24^2}{1^2} = 5.0176 > F_{(32;\infty)} \approx 1.68$$

	Eltérések abszolút értékei			Eltérések abszolút értékeinek átlaga		
	Y	X	D	Y	X	D
Minimumok	0.0025	0.0001	0.0068	0.0241	0.0182	0.0322
Maximumok	0.0994	0.1010	0.1417	0.0586	0.0577	0.0833

8.4. ábra 12 ppm szabályos hiba esetén az eltéréstáblázat maximumai és minimumai

8.2. Szabályos hibákkal terhelt eredmények összegzése



8.5. ábra Lineáris eltérések átlaga 12 ppm esetén

A 7.3-as fejezetnek ez az összegzés tulajdonképpen egy kiegészítése. Ott a TDK dolgozatom eredeti végcéljának elemzéseit, végeredményeit közöltem, majd azok alapján tovább fejlesztettem a dolgozatom kutatását. Mindezeket a 8. fejezetben írtam le, lépéseinek egymásutániségában követve a dolgozat korábbi fejezetekben leírtakat.

A szabályos hibával való terhelés eredményeinek vizsgálata alapján arra a következtetésre jutottam, hogy csak akkor lehet az ívmetszés, azaz a csak távmérésen alapuló pontkapcsolás megbízhatatlanabb legalább egy másik pontkapcsolásnál, ha messze túllépjük a Fischer-próba által $p=0.99$ -es szinten megszabott határokat. Ebben az esetben fordulhat elő, hogy a poláris pontszámítás esetén megbízhatóbb értékeket kapunk a lineáris eltérések átlagánál.

Összefoglalva, a távolságmérés szabályos hibával terhelése esetén csak szignifikáns előzetes-utólagos súlyegység középhiba eltérés esetén, azaz sok szabályos hibával érhető el, hogy az ívmetszés megbízhatóság szempontjából a második legyen. Ugyanakkor ebben az esetben az ív-oldalmetszés is sokat veszít megbízhatóságából, ezzel felzárkózik a hátrametszés után a második legmegbízhatatlanabb pontkapcsolássá.

Más eltérésadatokat tekintve még ennél is több szabályos hiba szükséges az ívmetszés megbízhatóságának csökkentéséhez.

9. Alkalmazhatóság lehetőségei

A digitális állományok között hagytam egy olyan Excel állományt, melyben a „VÉL” függvény sehol sincs – dolgozatomban említett F9-es módszerrel – lekötve. Ez azt jelenti, hogy a transzformáció, azaz a véletlen hibával való terhelés minden egyes frissítésre (pl.: F9 billentyű lenyomása) változást jelent a rontás irányában és mértékében minden egyes szög és minden egyes távolság esetében a „létesítés” és az „sszv” munkalapokon is. Valamint – természetesen a hivatkozásoknak hála – ezek a változó szögek és távolságok változnak a pontmeghatározási módszerek számításainál is, minden munkalapon. Ennek köszönhetően sokkal több adat kinyerhető az állományból, ha az „össz” munkalapra lépve minden egyes F9-es billentyű lenyomás után a kapott értékeket másoljuk. Így annyi eredményt kapunk, ahányszor ezt a lépést elvégezzük, ahányszor csak szeretnénk. A változásokat szemléletesebbé teszi, néhány – az állományban hagyott – diagram, mely az értékek változásával szintén frissül és az F9 billentyű lenyomogatásával figyelhetjük, hogyan változnak a véletlen hibák normális eloszlás szerinti változtatása következtében az eltéréseredmények.

Ennek a lehetőségnek a kiaknázásával tovább lehetne pontosítani a fiktív mérések alapján történő megbízhatósági vizsgálatot. Ezt úgy lehet értelmezni, hogy annyszor mértük újra (szimuláltuk újra) a szögeket és a távolságokat, ahányszor F9-et nyomtunk és mentettük az újeredményeket.

Egy másik alkalmazási lehetőséget már említettem, de még egyszer megjegyzem: Az előzetes megbízhatósági mérőszámok helyére más műszerek adatait is megadhatjuk, így bármely műszerre alkalmazható az Excel-állományom mind a statikus lekötött formában, mint a szabadon hagyott „VÉL” függvényes-formában is.

Szögmérés megbízhatósága:	3 "	1.45444E-05	
Táv mérés megbízhatósága:	3 mm	+	0.003
	2 ppm		0.002

9.1. ábra Megbízhatósági értékek

Egy másik alkalmazási, kiegészítési lehetősége dolgozatomnak, ha a sokszögvonali pontmeghatározási megbízhatóságát is megvizsgáljuk sokszögvonali-csomópontok esetében. Ez azért is lehet érdekes, mert utána ezt lehetne a legkönnyebben leellenőrizni egy terepi méréssel. Azaz összekötni dolgozatomat a valósággal, a valóságban fellépő hibákkal.

Makro programozás segítségével a létesítés munkalap sokkal egyszerűbb lehetne, kisebb helyen egyszerre több adatot tudnék megjeleníteni az Excel-állományon belül. Sőt néhányszor néhány cellás táblázatokba lehetne tömöríteni akár egy hátrametszést is.

Végül egy nagyobb távú lehetőség volna (természetesen csak a makro programozás megismerése után) a trigonometria, a szintezés és a GNSS technológia vizsgálata egy hálózaton belül, hasonlóan képzett fiktív mérésekkel, hasonlóan transzformált véletlen hibával ellátott értékekkel. Ebben az esetben 4 koordinátát kaphatnánk egy pontra: 3D + a geoidunduláció értéke.

Az eddigi *kutatás* a TALENTUM – Hallgatói tehetséggondozás feltételrendszerének fejlesztése a Nyugat-magyarországi Egyetemen c. TÁMOP – 4.2.2. B – 10/1 – 2010 – 0018 számú projekt keretében, az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

Irodalomjegyzék

- Bácsatyai László 2010.: Kiegyenlítő Számítások, 109 p.
- Bácsatyai László 2010.: Szimulációs Módszerek a Függőleges Földkéregmozgások Vizsgálatában, Geomatikai Közlemények, 7,
- Busics György 2009.: Geodéziai Mérési Praktikum kézirat, Székesfehérvár, 156 p.
- Csepregi Szabolcs – Gyenes Róbert – Tarsoly Péter 2011.: Geodézia I. kézirat, Székesfehérvár, 204 p.
- Hazay István 1968.: Kiegyenlítő számítások
- Prékopa András 1962.: Valószínűségelmélet Műszaki Alkalmazásokkal, Műszaki könyvkiadó, Budapest (3. kiadás, 1974), 440 p.
- Tarsoly Péter 2009.: Geodézia II. ideiglenes kézirat, Székesfehérvár, 156 p.
- Tarsoly Péter – Tóth Zoltán 2011.: Geodézia, 6 Geodéziai számítások, GED-6 TÁMOP modul, Székesfehérvár, 23 p.
- Sógók
 - Microsoft Office Excel Sógó
 - GeoEasy Sógó
 - GeoCalc Sógó

MELLÉKLETEK

Tartalomjegyzék

Táblázatok	3
<i>1. táblázat Hálózat létesítése (Koordináták) I.....</i>	<i>3</i>
<i>2. táblázat Hálózat létesítése (Koordináták) II.</i>	<i>4</i>
<i>3. táblázat Szimulált értékek I.</i>	<i>5</i>
<i>4. táblázat Szimulált értékek II.....</i>	<i>6</i>
<i>5. táblázat Tájékoztató I.....</i>	<i>7</i>
<i>6. táblázat Tájékoztató II.....</i>	<i>8</i>
<i>7. táblázat Poláris pontszámítás</i>	<i>9</i>
<i>8. táblázat Belsőszögös előmetszés I.....</i>	<i>10</i>
<i>9. táblázat Belsőszögös előmetszés II.</i>	<i>10</i>
<i>10. táblázat Belsőszögös előmetszés III.</i>	<i>11</i>
<i>11. táblázat Belsőszögös előmetszések ellenőrzése.....</i>	<i>11</i>
<i>12. táblázat Irányszögös előmetszés I.....</i>	<i>12</i>
<i>13. táblázat Irányszögös előmetszés II.....</i>	<i>12</i>
<i>14. táblázat Irányszögös előmetszés III.</i>	<i>13</i>
<i>15. táblázat Hátrametszés I.....</i>	<i>14</i>
<i>16. táblázat Hátrametszés II.</i>	<i>15</i>
<i>17. táblázat Hátrametszések ellenőrzése</i>	<i>16</i>
<i>18. táblázat Irányszögös oldalmetszés I.....</i>	<i>17</i>
<i>19. táblázat Irányszögös oldalmetszés II.....</i>	<i>17</i>
<i>20. táblázat Irányszögös oldalmetszés III.</i>	<i>18</i>
<i>21. táblázat Ív-oldalmetszés I.....</i>	<i>19</i>
<i>22. táblázat Ív-oldalmetszés II.</i>	<i>19</i>
<i>23. táblázat Ív-oldalmetszés III.</i>	<i>20</i>
<i>24. táblázat Ívmetszés I.....</i>	<i>21</i>
<i>25. táblázat Ívmetszés II.</i>	<i>21</i>

26. táblázat Ívmetszés III.	22
27. táblázat Poláris pontszámítás eltéréstáblázata	23
28. táblázat Belsőszöges előmetszés eltéréstáblázata.....	23
29. táblázat Irányszöges előmetszés eltéréstáblázata.....	23
30. táblázat Hátrametszés eltéréstáblázata.....	23
31. táblázat Irányszöges oldalmetszés eltéréstáblázata.....	24
32. táblázat Ív-oldalmetszés eltéréstáblázata.....	24
33. táblázat Ívmetszés eltéréstáblázata.....	24
34. táblázat Eltérések összefoglaló táblázata.....	25
35. táblázat Az F-eloszlás táblázata ($P = 0.99$).....	26
Kiegyenlítések	27
Hálózat kiegyenlítésének jegyzőkönyve (szabályos hiba = 0 esetén, GeoCalc-ban)	27
Hálózat kiegyenlítésének jegyzőkönyve (szabályos hiba = 0 esetén, GeoEasy-ban)	33
Digitális mellékletek listája.....	37

Táblázatok

1. táblázat Hálózat létesítése (Koordináták) I.

Áp.:	1001	600301.5056	205550.2442					Z_k:	40-59-34
Ip.:		Y	X	ΔY	ΔX	t	δ		l_i
600		602358.6100	204975.6400	2057.1044	-574.6042	2135.8484	105-36-23		64-36-49
1002		602460.5027	207953.4406	2158.9971	2403.1964	3230.5760	41-56-10		0-56-36
1003		604850.6208	206352.1201	4549.1152	801.8759	4619.2482	80-0-11		39-0-37
1004		604313.1633	203783.7116	4011.6577	-1766.5326	4383.3817	113-45-59		72-46-25
1005		601628.6801	202370.5766	1327.1745	-3179.6676	3445.5302	157-20-41		116-21-7
Áp.:	1002	602460.5027	207953.4406					Z_k:	337-24-27
Ip.:		Y	X	ΔY	ΔX	t	δ		l_i
600		602358.6100	204975.6400	-101.8927	-2977.8006	2979.5433	181-57-35		204-33-8
1001		600301.5056	205550.2442	-2158.9971	-2403.1964	3230.5760	221-56-10		244-31-43
1003		604850.6208	206352.1201	2390.1181	-1601.3205	2876.9588	123-49-16		146-24-49
1004		604313.1633	203783.7116	1852.6606	-4169.7290	4562.7833	156-2-38		178-38-11
1005		601628.6801	202370.5766	-831.8226	-5582.8640	5644.4928	188-28-28		211-4-1
Áp.:	1003	604850.6208	206352.1201					Z_k:	108-50-35
Ip.:		Y	X	ΔY	ΔX	t	δ		l_i
600		602358.6100	204975.6400	-2492.0108	-1376.4801	2846.8957	241-5-8		132-14-33
1001		600301.5056	205550.2442	-4549.1152	-801.8759	4619.2482	260-0-11		151-9-36
1002		602460.5027	207953.4406	-2390.1181	1601.3205	2876.9588	303-49-16		194-58-41
1004		604313.1633	203783.7116	-537.4575	-2568.4085	2624.0394	191-49-8		82-58-33
1005		601628.6801	202370.5766	-3221.9407	-3981.5435	5121.8737	218-58-50		110-8-15

2. táblázat Hálózat létesítése (Koordináták) II.

Áp.:	1004	604313.1633	203783.7116					Z_k:	222-9-29
Ip.:		Y	X	ΔY	ΔX	t	δ		l_i
600		602358.6100	204975.6400	-1954.5533	1191.9284	2289.3169	301-22-33		79-13-4
1001		600301.5056	205550.2442	-4011.6577	1766.5326	4383.3817	293-45-59		71-36-30
1002		602460.5027	207953.4406	-1852.6606	4169.7290	4562.7833	336-2-38		113-53-9
1003		604850.6208	206352.1201	537.4575	2568.4085	2624.0394	11-49-8		149-39-39
1005		601628.6801	202370.5766	-2684.4832	-1413.1350	3033.7107	242-14-14		20-4-45
Áp.:	1005	601628.6801	202370.5766					Z_k:	238-0-47
Ip.:		Y	X	ΔY	ΔX	t	δ		l_i
600		602358.6100	204975.6400	729.9299	2605.0634	2705.3933	15-39-10		137-38-23
1001		600301.5056	205550.2442	-1327.1745	3179.6676	3445.5302	337-20-41		99-19-54
1002		602460.5027	207953.4406	831.8226	5582.8640	5644.4928	8-28-28		130-27-41
1003		604850.6208	206352.1201	3221.9407	3981.5435	5121.8737	38-58-50		160-58-3
1004		604313.1633	203783.7116	2684.4832	1413.1350	3033.7107	62-14-14		184-13-27
Áp.:	600	602358.6100	204975.6400					Z_k:	184-35-50
Ip.:		Y	X	ΔY	ΔX	t	δ		l_i
1001		600301.5056	205550.2442	-2057.1044	574.6042	2135.8484	285-36-23		101-0-33
1002		602460.5027	207953.4406	101.8927	2977.8006	2979.5433	1-57-35		177-21-45
1003		604850.6208	206352.1201	2492.0108	1376.4801	2846.8957	61-5-8		236-29-18
1004		604313.1633	203783.7116	1954.5533	-1191.9284	2289.3169	121-22-33		296-46-43
1005		601628.6801	202370.5766	-729.9299	-2605.0634	2705.3933	195-39-10		11-3-20

3. táblázat Szimulált értékek I.

Áp.: 1001		l				l _r	t				t _r
Ip.:		r	L' _i	L _i	Eltérés ²		r	L' _i	L _i	Eltérés ²	
600		0.2852	-0.7441	-0.6531	0.0000	64-36-47	0.1557	-1.1926	-1.0985	0.0001	2135.8404
1002		0.5130	0.0451	0.0383	0.0000	0-56-36	0.6809	0.6265	0.5449	0.0000	3230.5812
1003		0.9233	1.4665	1.4042	0.0000	39-0-41	0.4305	-0.2408	-0.2054	0.0000	4619.2457
1004		0.6144	0.3963	0.3400	0.0000	72-46-26	0.1000	-1.3855	-1.3106	0.0002	4383.3663
1005		0.5711	0.2462	0.2100	0.0000	116-21-7	0.0003	-1.7310	-1.7307	0.0003	3445.5131
Áp.: 1002		l				l _r	t				t _r
Ip.:		r	L' _i	L _i	Eltérés ²		r	L' _i	L _i	Eltérés ²	
600		0.6461	0.5061	0.4366	0.0000	204-33-9	0.7484	0.8604	0.7632	0.0000	2979.5502
1001		0.6544	0.5348	0.4623	0.0000	244-31-44	0.0026	-1.7230	-1.7203	0.0003	3230.5597
1003		0.8867	1.3396	1.2589	0.0000	146-24-53	0.1130	-1.3406	-1.2600	0.0001	2876.9478
1004		0.9310	1.4931	1.4356	0.0000	178-38-15	0.3813	-0.4111	-0.3529	0.0000	4562.7790
1005		0.1129	-1.3409	-1.2603	0.0000	211-3-57	0.8505	1.2142	1.1216	0.0003	5644.5089
Áp.: 1003		l				l _r	t				t _r
Ip.:		r	L' _i	L _i	Eltérés ²		r	L' _i	L _i	Eltérés ²	
600		0.4104	-0.3102	-0.2652	0.0000	132-14-32	0.0549	-1.5417	-1.4937	0.0002	2846.8827
1001		0.2427	-0.8913	-0.7930	0.0000	151-9-34	0.8579	1.2397	1.1490	0.0002	4619.2623
1002		0.4885	-0.0399	-0.0339	0.0000	194-58-41	0.1731	-1.1325	-1.0353	0.0001	2876.9497
1004		0.2403	-0.8997	-0.8011	0.0000	82-58-31	0.2321	-0.9280	-0.8288	0.0000	2624.0326
1005		0.7786	0.9651	0.8653	0.0000	110-8-17	0.3585	-0.4901	-0.4224	0.0000	5121.8681

4. táblázat Szimulált értékek II.

Áp.: 1004		l				l _r	t				t _r
Ip.:		r	L' _i	L _i	Eltérés ²		r	L' _i	L _i	Eltérés ²	
600		0.8842	1.3310	1.2493	0.0000	79-13-7	0.6109	0.3841	0.3293	0.0000	2289.3194
1001		0.1902	-1.0731	-0.9739	0.0000	71-36-27	0.7064	0.7150	0.6260	0.0001	4383.3890
1002		0.9082	1.4140	1.3432	0.0000	113-53-13	0.0642	-1.5096	-1.4551	0.0003	4562.7656
1003		0.1106	-1.3488	-1.2691	0.0000	149-39-36	0.9189	1.4513	1.3864	0.0001	2624.0508
1005		0.6569	0.5435	0.4700	0.0000	20-4-47	0.0495	-1.5606	-1.5165	0.0002	3033.6969
Áp.: 1005		l				l _r	t				t _r
Ip.:		r	L' _i	L _i	Eltérés ²		r	L' _i	L _i	Eltérés ²	
600		0.1616	-1.1723	-1.0770	0.0000	137-38-19	0.6458	0.5052	0.4359	0.0000	2705.3970
1001		0.3110	-0.6547	-0.5705	0.0000	99-19-52	0.8897	1.3499	1.2704	0.0002	3445.5427
1002		0.6574	0.5452	0.4715	0.0000	130-27-43	0.3166	-0.6352	-0.5527	0.0001	5644.4849
1003		0.8021	1.0464	0.9467	0.0000	160-58-5	0.4300	-0.2425	-0.2068	0.0000	5121.8710
1004		0.8826	1.3253	1.2429	0.0000	184-13-31	0.5993	0.3442	0.2946	0.0000	3033.7134
Áp.: 600		l				l _r	t				t _r
Ip.:		r	L' _i	L _i	Eltérés ²		r	L' _i	L _i	Eltérés ²	
1001		0.4165	-0.2892	-0.2470	0.0000	101-0-33	0.2665	-0.8089	-0.7140	0.0000	2135.8432
1002		0.8004	1.0407	0.9410	0.0000	177-21-48	0.6163	0.4028	0.3456	0.0000	2979.5464
1003		0.7705	0.9370	0.8376	0.0000	236-29-21	0.4584	-0.1442	-0.1228	0.0000	2846.8947
1004		0.0196	-1.6643	-1.6451	0.0000	296-46-38	0.7064	0.7151	0.6261	0.0000	2289.3217
1005		0.7477	0.8579	0.7608	0.0000	11-3-22	0.4314	-0.2378	-0.2028	0.0000	2705.3916
Σeltérés=					0.0011						

5. táblázat Tájékoztató I.

Áp.: 1001								Z _k :	40-59-32	
Ip.:	I _i	ΔY	ΔX	t _i	δ	Z _i	p _i *z _i			
600	64-36-47							δ':	105-36-20	
1002	0-56-36	2158.9971	2403.1964	3230.5760	41-56-10	40-59-34	2.3113	2	3.2	
1003	39-0-41	4549.1152	801.8759	4619.2482	80-0-11	40-59-30	3.3048	-3	-6.9	
1004	72-46-26	4011.6577	-1766.5326	4383.3817	113-45-59	40-59-33	3.1361	1	2.2	
1005	116-21-7	1327.1745	-3179.6676	3445.5302	157-20-41	40-59-33	2.4651	1	1.7	
Áp.: 1002								Z _k :	337-24-26	
Ip.:	I _i	ΔY	ΔX	t _i	δ	Z _i	p _i *z _i			
600	204-33-9							δ':	181-57-36	
1001	244-31-44	-2158.9971	-2403.1964	3230.5760	221-56-10	337-24-26	19.0244	-1	-1.6	
1003	146-24-53	2390.1181	-1601.3205	2876.9588	123-49-16	337-24-23	16.9420	-3	-4.3	
1004	178-38-15	1852.6606	-4169.7290	4562.7833	156-2-38	337-24-23	26.8696	-3	-6.8	
1005	211-3-57	-831.8226	-5582.8640	5644.4928	188-28-28	337-24-31	33.2398	5	14.1	
Áp.: 1003								Z _k :	108-50-35	
Ip.:	I _i	ΔY	ΔX	t _i	δ	Z _i	p _i *z _i			
600	132-14-32							δ':	241-5-8	
1001	151-9-34	-4549.1152	-801.8759	4619.2482	260-0-11	108-50-37	8.7751	2	4.6	
1002	194-58-41	-2390.1181	1601.3205	2876.9588	303-49-16	108-50-35	5.4653	0	0	
1004	82-58-31	-537.4575	-2568.4085	2624.0394	191-49-8	108-50-37	4.9848	2	2.6	
1005	110-8-17	-3221.9407	-3981.5435	5121.8737	218-58-50	108-50-32	9.7298	-3	-7.7	

6. táblázat Tájékoztató II.

Áp.: 1004									Z _k :	222-9-29	
Ip.:	I _i	ΔY	ΔX	t _i	δ	Z _i	p _i *z _i				
600	79-13-7							δ':	301-22-36		
1001	71-36-27	-4011.6577	1766.5326	4383.3817	293-45-59	222-9-32	16.9961	3	6.6		
1002	113-53-13	-1852.6606	4169.7290	4562.7833	336-2-38	222-9-25	17.6916	-4	-9.1		
1003	149-39-36	537.4575	2568.4085	2624.0394	11-49-8	222-9-33	10.1745	4	5.2		
1005	20-4-47	-2684.4832	-1413.1350	3033.7107	242-14-14	222-9-28	11.7629	-1	-1.5		

Áp.: 1005									Z _k :	238-0-45	
Ip.:	I _i	ΔY	ΔX	t _i	δ	Z _i	p _i *z _i				
600	137-38-19							δ':	15-39-5		
1001	99-19-52	-1327.1745	3179.6676	3445.5302	337-20-41	238-0-49	14.3131	3	5.2		
1002	130-27-43	831.8226	5582.8640	5644.4928	8-28-28	238-0-46	23.4478	0	0		
1003	160-58-5	3221.9407	3981.5435	5121.8737	38-58-50	238-0-44	21.2768	-1	-2.6		
1004	184-13-31	2684.4832	1413.1350	3033.7107	62-14-14	238-0-43	12.6023	-2	-3		

7. táblázat Poláris pontszámítás

	Áp.		δ_i'	t_m	ΔY	ΔX		Y	X
	Y	X							
1001	600301.5056	205550.2442	105-36-20	2135.8404	2057.1069	-574.5657		602358.6125	204975.6785
1002	602460.5027	207953.4406	181-57-36	2979.5433	-101.8995	-2977.8004		602358.6032	204975.6402
1003	604850.6208	206352.1201	241-5-8	2846.8957	-2492.0074	-1376.4863	600	602358.6134	204975.6338
1004	604313.1633	203783.7116	301-22-36	2289.3169	-1954.5316	1191.9640		602358.6317	204975.6756
1005	601628.6801	202370.5766	15-39-5	2705.3933	729.8686	2605.0806		602358.5487	204975.6572
600	602358.6100	204975.6400					600	602358.6019	204975.6571

8. táblázat Belsőszöges előmetszés I.

1. sz. háromszög: 1001-1005-600			
$\delta_{1001-1005}$	157-20-41		
$\delta_{1005-1001}$	337-20-41		
$t_{1001-1005}$	3445.5302		
$l_{1001-1005}$	116-21-7		
$l_{1001-600}$	64-36-47		
$l_{1005-1001}$	99-19-52		
$l_{1005-600}$	137-38-19		
α	51-44-20		
β	38-18-27		
γ	89-57-13		
$\delta'_{1001-600}$	105-36-21	$t_{1001-600}$	2135.8285
600			
ΔY	ΔX	Y	X
2057.0924	-574.5730	602358.5980	204975.6712
$\delta'_{1005-600}$	15-39-8	$t_{1005-600}$	2705.4201
600			
ΔY	ΔX	Y	X
729.9179	2605.0946	602358.5980	204975.6712

9. táblázat Belsőszöges előmetszés II.

2. sz. háromszög: 1002-1003-600			
$\delta_{1002-1003}$	123-49-16		
$\delta_{1003-1002}$	303-49-16		
$t_{1002-1003}$	2876.9588		
$l_{1002-1003}$	146-24-53		
$l_{1002-600}$	204-33-9		
$l_{1003-1002}$	194-58-41		
$l_{1003-600}$	132-14-32		
α	58-8-17		
β	62-44-8		
γ	59-7-35		
$\delta'_{1002-600}$	181-57-33	$t_{1002-600}$	2979.5332
600			
ΔY	ΔX	Y	X
-101.8567	-2977.7917	602358.6460	204975.6489
$\delta'_{1003-600}$	241-5-8	$t_{1003-600}$	2846.8599
600			
ΔY	ΔX	Y	X
-2491.9748	-1376.4712	602358.6460	204975.6489

10. táblázat Belsőszöges előmetszés III.

3. sz. háromszög: 1005-1004-600			
$\delta_{1005-1004}$	62-14-14		
$\delta_{1004-1005}$	242-14-14		
$t_{1005-1004}$	3033.7107		
$l_{1005-1004}$	184-13-31		
$l_{1005-600}$	137-38-19		
$l_{1004-1005}$	20-4-47		
$l_{1004-600}$	79-13-7		
α	46-35-12		
β	59-8-21		
γ	74-16-28		
$\delta'_{1005-600}$	15-39-3	$t_{1005-600}$	2705.4460
600			
ΔY	ΔX	Y	X
729.8562	2605.1387	602358.5363	204975.7153
$\delta'_{1004-600}$	301-22-35	$t_{1004-600}$	2289.4190
600			
ΔY	ΔX	Y	X
-1954.6270	1192.0037	602358.5363	204975.7153

11. táblázat Belsőszöges előmetszések ellenőrzése

Ellenőrzés							
		ΔY	ΔX	$\delta(\text{RAD})$			Eltérés(")
1	1001-600	2057.0924	-574.5730	1.8432	α	0.9030	0.0000
	1005-600	729.9179	2605.0946	0.2732	β	0.6686	0.0000
2	1002-600	-101.8567	-2977.7917	3.1758	α	1.0147	0.0000
	1003-600	-2491.9748	-1376.4712	4.2077	β	1.0949	0.0000
3	1004-600	-1954.6270	1192.0037	5.2600	β	1.0322	0.0000
	1005-600	729.8562	2605.1387	0.2732	α	0.8131	0.0000

12. táblázat Irányszöges előmetszés I.

1. sz. háromszög: 1001-1005-600			
$\delta_{1001-1005}$	157-20-41		
$\delta_{1005-1001}$	337-20-41		
$t_{1001-1005}$	3445.5302		
$\delta'_{1001-600}$	105-36-20		
$\delta'_{1005-600}$	15-39-5		
α	51-44-21		
β	38-18-24		
γ	89-57-15		
$t_{1001-600}$	2135.7848		
600			
ΔY	ΔX	Y	X
2057.0533	-574.5507	602358.5589	204975.6935
$t_{1005-600}$	2705.4310		
600			
ΔY	ΔX	Y	X
729.8788	2605.1169	602358.5589	204975.6935

13. táblázat Irányszöges előmetszés II.

2. sz. háromszög: 1002-1003-600			
$\delta_{1002-1003}$	123-49-16		
$\delta_{1003-1002}$	303-49-16		
$t_{1002-1003}$	2876.9588		
$\delta'_{1002-600}$	181-57-36		
$\delta'_{1003-600}$	241-5-8		
α	58-8-20		
β	62-44-8		
γ	59-7-32		
$t_{1002-600}$	2979.5557		
600			
ΔY	ΔX	Y	X
-101.9000	-2977.8127	602358.6027	204975.6279
$t_{1003-600}$	2846.9079		
600			
ΔY	ΔX	Y	X
-2492.0181	-1376.4922	602358.6027	204975.6279

14. táblázat Irányszöges előmetszés III.

3. sz. háromszög: 1005-1004-600			
$\delta_{1005-1004}$	62-14-14		
$\delta_{1004-1005}$	242-14-14		
$t_{1005-1004}$	3033.7107		
$\delta'_{1005-600}$	15-39-5		
$\delta'_{1004-600}$	301-22-36		
α	46-35-9		
β	59-8-22		
γ	74-16-28		
$t_{1005-600}$	2705.4545		
600			
ΔY	ΔX	Y	X
729.8851	2605.1395	602358.5652	204975.7161
$t_{1004-600}$	2289.3948		
600			
ΔY	ΔX	Y	X
-1954.5981	1192.0045	602358.5652	204975.7161

15. táblázat Hátrametszés I.

1. sz. négyszög: 1001-1002-1003-600				
$\delta_{1001-1002}$	41-56-10			
$\delta_{1001-1003}$	80-0-11			
$\delta_{1002-1001}$	221-56-10			
$\delta_{1002-1003}$	123-49-16			
$\delta_{1003-1001}$	260-0-11			
$\delta_{1003-1002}$	303-49-16			
$t_{1001-1002}$	3230.5760			
$t_{1002-1003}$	2876.9588			
$t_{1003-1001}$	4619.2482			
$l_{1001-1002}$	0-56-36			
$l_{1001-1003}$	39-0-41			
$l_{1001-600}$	64-36-47			
$l_{1002-1001}$	244-31-44			
$l_{1002-1003}$	146-24-53			
$l_{1002-600}$	204-33-9			
$l_{1003-1001}$	151-9-34			
$l_{1003-1002}$	194-58-41			
$l_{1003-600}$	132-14-32			
$l_{600-1001}$	101-0-33			
$l_{600-1002}$	177-21-48			
$l_{600-1003}$	236-29-21			
α	76-21-15			
β	59-7-33			
γ	44-31-12			
δ'_{1001-c}	20-52-38			
t_{1001-c}	6402.0719			
C	ΔY	ΔX	Y	X
	2281.4971	5981.7469	602583.0027	211531.9911
δ'_{1003-c}	336-21-27			
t_{1003-c}	5654.4810			
C	ΔY	ΔX	Y	X
	-2267.6181	5179.8710	602583.0027	211531.9911
	ΔY	ΔX		
$\delta_{C-k}=\delta_{C-600}$	-122.5000	-3578.5505		
	181-57-38			
α^*	18-55-0			
ω	84-43-44			
t_{c-600}	6560.1729			
600	ΔY	ΔX	Y	X
	-224.4346	-6556.3327	602358.5681	204975.6584

16. táblázat Hátrametszés II.

2. sz. négyszög: 1005-1004-1003-600				
$\delta_{1005-1003}$	38-58-50			
$\delta_{1005-1004}$	62-14-14			
$\delta_{1003-1004}$	191-49-8			
$\delta_{1003-1005}$	218-58-50			
$\delta_{1004-1005}$	242-14-14			
$\delta_{1004-1003}$	11-49-8			
$t_{1005-1003}$	5121.8737			
$t_{1003-1004}$	2624.0394			
$t_{1004-1005}$	3033.7107			
$l_{1005-1003}$	160-58-5			
$l_{1005-1002}$	130-27-43			
$l_{1005-600}$	137-38-19			
$l_{1003-1005}$	110-8-17			
$l_{1003-1004}$	82-58-31			
$l_{1003-600}$	132-14-32			
$l_{1004-1005}$	20-4-47			
$l_{1004-1003}$	149-39-36			
$l_{1004-600}$	79-13-7			
$l_{600-1005}$	11-3-22			
$l_{600-1004}$	296-46-38			
$l_{600-1003}$	236-29-21			
α	74-16-44			
β	60-17-17			
γ	45-25-59			
$\delta'_{1005-cc}$	99-16-7			
$t_{1005-cc}$	6920.3638			
Cc	ΔY	ΔX	Y	X
	6830.0146	-1114.6008	608458.6947	201255.9758
$\delta'_{1003-cc}$	144-42-5			
$t_{1003-cc}$	6244.1080			
Cc	ΔY	ΔX	Y	X
	3608.0739	-5096.1443	608458.6947	201255.9758
	ΔY	ΔX		
$\delta_{Cc-k}=\delta_{Cc-600}$	-4145.5314	2527.7358		
	301-22-22			
α^*	22-6-15			
ω	83-37-0			
t_{Cc-600}	7144.7289			
600	ΔY	ΔX	Y	X
	-6100.1600	3719.5697	602358.5347	204975.5455

17. táblázat Hátrametszések ellenőrzése

Ellenőrzés			
$\delta_{600-1005}$	195-39-6	ΔY	ΔX
		-729.8546	-2604.9689
$\delta_{600-1004}$	121-22-22	ΔY	ΔX
		1954.6286	-1191.8339
$\delta_{600-1003}$	61-5-5	ΔY	ΔX
		2492.0861	1376.5746
α	74-16-44		
β	60-17-17		
Ellenőrzés			
$\delta_{600-1001}$	285-36-23	ΔY	ΔX
		-2057.0625	574.5858
$\delta_{600-1002}$	1-57-38	ΔY	ΔX
		101.9346	2977.7822
$\delta_{600-1003}$	61-5-11	ΔY	ΔX
		2492.0527	1376.4617
α	76-21-15		
β	59-7-33		

18. táblázat Irányszöges oldalmetszés I.

1. sz. háromszög: 1001-1002-600			
$\delta_{1001-1002}$		41-56-10	
$\delta_{1002-1001}$		221-56-10	
$t_{1001-1002}$		3230.5760	
$l_{600-1001}$		101-0-33	
$l_{600-1002}$		177-21-48	
γ		76-21-15	
$\delta'_{1001-600}$		105-36-20	
$\delta'_{1002-600}$		181-57-35	
α		63-40-10	
β		39-58-35	
Ellenőrzés		180-0-0	
$t_{1001-600}$		2135.8405	
$t_{1002-600}$		2979.5048	
		600	
ΔY	ΔX	Y	X
2057.1069	-574.5657	602358.6125	204975.6785
ΔY	ΔX	Y	X
-101.8902	-2977.7621	602358.6125	204975.6785

19. táblázat Irányszöges oldalmetszés II.

2. sz. háromszög: 1003-1004-600			
$\delta_{1003-1004}$		191-49-8	
$\delta_{1004-1003}$		11-49-8	
$t_{1003-1004}$		2624.0394	
$l_{600-1003}$		236-29-21	
$l_{600-1004}$		296-46-38	
γ		60-17-17	
$\delta'_{1003-600}$		241-5-8	
$\delta'_{1004-600}$		301-22-25	
α		49-15-59	
β		70-26-44	
Ellenőrzés		180-0-0	
$t_{1003-600}$		2846.9934	
$t_{1004-600}$		2289.3592	
		600	
ΔY	ΔX	Y	X
-2492.0929	-1376.5335	602358.5279	204975.5866
ΔY	ΔX	Y	X
-1954.6354	1191.8750	602358.5279	204975.5866

20. táblázat Irányszöges oldalmetszés III.

3. sz. háromszög: 1004-1005-600			
$\delta_{1004-1005}$		242-14-14	
$\delta_{1005-1004}$		62-14-14	
$t_{1004-1005}$		3033.7107	
$l_{600-1004}$		121-22-33	
$l_{600-1005}$		195-39-10	
γ		74-16-37	
$\delta'_{1004-600}$		301-22-36	
$\delta'_{1005-600}$		15-39-13	
α		59-8-22	
β		46-35-1	
Ellenőrzés		180-0-0	
$t_{1004-600}$		2289.2775	
$t_{1005-600}$		2705.4228	
		600	
ΔY	ΔX	Y	X
-1954.4979	1191.9435	602358.6654	204975.6551
ΔY	ΔX	Y	X
729.9853	2605.0785	602358.6654	204975.6551

21. táblázat Ív-oldalmetszés I.

1. sz. háromszög: 1001-1002-600			
$\delta_{1001-1002}$	41-56-10		
$\delta_{1002-1001}$	221-56-10		
$t_{1001-1002}$	3230.5760		
$l_{600-1001}$	101-0-33		
$l_{600-1002}$	177-21-48		
γ	76-21-15		
$t_{m1001-600}$	2135.8432		
α	39-58-35		
β	63-40-10		
$\delta_{1001-600}$	105-36-19		
600			
ΔY	ΔX	Y	X
2057.1102	-574.5642	602358.6158	204975.6800
$\delta_{1002-600}$	181-57-35	$t_{m1002-600}$	2979.5464
600			
ΔY	ΔX	Y	X
-101.8884	-2977.8038	602358.6143	204975.6368

22. táblázat Ív-oldalmetszés II.

2. sz. háromszög: 1003-1004-600			
$\delta_{1003-1004}$	191-49-8		
$\delta_{1004-1003}$	11-49-8		
$t_{1003-1004}$	2624.0394		
$l_{600-1003}$	236-29-21		
$l_{600-1004}$	296-46-38		
γ	60-17-17		
$t_{m1003-600}$	2846.8947		
α	49-15-55		
β	70-26-48		
$\delta_{1003-600}$	241-5-4		
600			
ΔY	ΔX	Y	X
-2491.9802	-1376.5332	602358.6406	204975.5869
$t_{m1004-600}$	2289.3217	$\delta_{1004-600}$	301-22-21
600			
ΔY	ΔX	Y	X
-1954.6260	1191.8182	602358.5373	204975.5298

23. táblázat Ív-oldalmetszés III.

3. sz. háromszög: 1004-1005-600			
$\delta_{1004-1005}$	242-14-14		
$\delta_{1005-1004}$	62-14-14		
$t_{1004-1005}$	3033.7107		
$l_{600-1004}$	296-46-38		
$l_{600-1005}$	11-3-22		
γ	74-16-44		
$t_{m1004-600}$	2289.3217		
α	46-35-7		
β	59-8-9		
$\delta_{1004-600}$	301-22-23		
600			
ΔY	ΔX	Y	X
-1954.6141	1191.8378	602358.5492	204975.5494
$t_{m1005-600}$	2705.3916	$\delta_{1005-600}$	15-39-7
600			
ΔY	ΔX	Y	X
729.8966	2605.0710	602358.5767	204975.6476

24. táblázat Ívmetszés I.

1. sz. háromszög: 1001-1002-600			
$t_{m600-1001}$	2135.8432		
$t_{m600-1002}$	2979.5464		
$\delta_{1001-1002}$	41-56-10		
$\delta_{1002-1001}$	244-31-44		
$t_{1002-1001}$	3230.5760		
α	63-40-14		
$\delta'_{1001-600}$	105-36-24		
600			
ΔY	ΔX	Y	X
2057.0982	-574.6071	602358.6038	204975.6371
Ellenőrzés			
ΔY	ΔX	$t'_{m600-1002}$	$t_{m600-1002}$
-101.8989	-2977.8035	2979.5464	2979.5464

25. táblázat Ívmetszés II.

2. sz. háromszög: 1003-1004-600			
$t_{m600-1003}$	2846.8947		
$t_{m600-1004}$	2289.3217		
$\delta_{1003-1004}$	191-49-8		
$\delta_{1004-1003}$	11-49-8		
$t_{1003-1004}$	2624.0394		
α	49-16-0		
$\delta'_{1003-600}$	241-5-9		
600			
ΔY	ΔX	Y	X
-2492.0128	-1376.4743	602358.6080	204975.6458
Ellenőrzés			
ΔY	ΔX	$t'_{m600-1004}$	$t_{m600-1004}$
-1954.5553	1191.9342	2289.3217	2289.3217

26. táblázat Ívmetszés III.

3. sz. háromszög: 1005-1001-600			
$t_{m600-1005}$		2705.3916	
$t_{m600-1001}$		2135.8432	
$\delta_{1005-1001}$		337-20-41	
$\delta_{1001-1005}$		157-20-41	
$t_{1005-1001}$		3445.5302	
α		38-18-29	
$\delta'_{1001-600}$		15-39-9	
600			
ΔY	ΔX	Y	X
729.9244	2605.0632	602358.6045	204975.6398
Ellenőrzés			
ΔY	ΔX	$t'_{m600-1001}$	$t_{m600-1001}$
2057.0989	-574.6044	2135.8432	2135.8432

27. táblázat Poláris pontszámítás eltéréstáblázata

Alap.	Koordináta		Eltérések			Eltérések átlaga		
	Y	X	Y	X	d	Y	X	D
600	1001	602358.6125	204975.6785	0.0025	0.0385	0.0386		
	1002	602358.6032	204975.6402	-0.0068	0.0002	0.0068		
	1003	602358.6134	204975.6338	0.0034	-0.0062	0.0071	0.0191	0.0195
	1004	602358.6317	204975.6756	0.0217	0.0356	0.0417		
	1005	602358.5487	204975.6572	-0.0613	0.0172	0.0636		
	Átlag	602358.6019	204975.6571	-0.0081	0.0171	0.0189		
Eredeti	602358.6100	204975.6400						

28. táblázat Belsőszöges előmetszés eltéréstáblázata

Háromszög	Koordináta		Eltérések			Eltérések átlaga		
	Y	X	Y	X	D	Y	X	D
600	1	602358.5980	204975.6712	-0.0120	0.0312	0.0334		
	2	602358.6460	204975.6489	0.0360	0.0089	0.0370	0.0405	0.0385
	3	602358.5363	204975.7153	-0.0737	0.0753	0.1054		
	Átlag	602358.5934	204975.6785	-0.0166	0.0385	0.0419		
	Eredeti	602358.6100	204975.6400					

29. táblázat Irányszöges előmetszés eltéréstáblázata

Háromszög	Koordináta		Eltérések			Eltérések átlaga		
	Y	X	Y	X	D	Y	X	D
600	1	602358.5589	204975.6935	-0.0511	0.0535	0.0740		
	2	602358.6027	204975.6279	-0.0073	-0.0121	0.0141	0.0344	0.0472
	3	602358.5652	204975.7161	-0.0448	0.0761	0.0883		
	Átlag	602358.5756	204975.6792	-0.0344	0.0392	0.0521		
	Eredeti	602358.6100	204975.6400					

30. táblázat Hátrametszés eltéréstáblázata

Alap	Koordináta		Eltérések			Eltérések átlaga		
	Y	X	Y	X	D	Y	X	D
600	1	602358.5681	204975.6584	-0.0419	0.0184	0.0458	0.0586	0.0564
	2	602358.5347	204975.5455	-0.0753	-0.0945	0.1209		0.0833
	Átlag	602358.5514	204975.6019	-0.0586	-0.0381	0.0699		
	Eredeti	602358.6100	204975.6400					

31. táblázat Irányszöges oldalmetszés eltéréstáblázata

Háromszög	Koordináta		Eltérések			Eltérések átlaga		
	Y	X	Y	X	D	Y	X	D
600	1	602358.6125	204975.6785	0.0025	0.0385	0.0386		
	2	602358.5279	204975.5866	-0.0821	-0.0534	0.0980	0.0467	0.0357
	3	602358.6654	204975.6551	0.0554	0.0151	0.0574		
	Átlag	602358.6019	204975.6400	-0.0081	0.0000	0.0081		
Eredeti	602358.6100	204975.6400						

32. táblázat Ív-oldalmetszés eltéréstáblázata

Háromszög	Koordináta		Eltérések			Eltérések átlaga		
	Y	X	Y	X	D	Y	X	D
600	1.1	602358.6158	204975.6800	0.0058	0.0400	0.0404		
	1.2	602358.6143	204975.6368	0.0043	-0.0032	0.0054		
	2.1	602358.6406	204975.5869	0.0306	-0.0531	0.0613	0.0346	0.0508
	2.2	602358.5373	204975.5298	-0.0727	-0.1102	0.1320		
	3.1	602358.5492	204975.5494	-0.0608	-0.0906	0.1091		
	3.2	602358.5767	204975.6476	-0.0333	0.0076	0.0341		
	Átlag	602358.5914	204975.5966	-0.0186	-0.0434	0.0472		
	Eredeti	602358.6100	204975.6400					

33. táblázat Ívmetszés eltéréstáblázata

Háromszög	Koordináta		Eltérések			Eltérések átlaga		
	Y	X	Y	X	D	Y	X	D
600	1	602358.6038	204975.6371	-0.0062	-0.0029	0.0068		
	2	602358.6080	204975.6458	-0.0020	0.0058	0.0062	0.0046	0.0030
	3	602358.6045	204975.6398	-0.0055	-0.0002	0.0055		
	Átlag	602358.6054	204975.6409	-0.0046	0.0009	0.0046		
Eredeti	602358.6100	204975.6400						

34. táblázat Eltérések összefoglaló táblázata

600		Eltérések			Eltérések abszolút értékeinek átlaga		
		Y	X	D	Y	X	D
Poláris	1001	0.0025	0.0385	0.0386	0.0191	0.0195	0.0316
	1002	-0.0068	0.0002	0.0068			
	1003	0.0034	-0.0062	0.0071			
	1004	0.0217	0.0356	0.0417			
	1005	-0.0613	0.0172	0.0636			
	Átlag	-0.0081	0.0171	0.0189			
Belsőszöges előmetszés	1	-0.0120	0.0312	0.0334	0.0405	0.0385	0.0586
	2	0.0360	0.0089	0.0370			
	3	-0.0737	0.0753	0.1054			
	Átlag	-0.0166	0.0385	0.0419			
írányszöges előmetszés	1	-0.0511	0.0535	0.0740	0.0344	0.0472	0.0588
	2	-0.0073	-0.0121	0.0141			
	3	-0.0448	0.0761	0.0883			
	Átlag	-0.0344	0.0392	0.0521			
Collins hátrametszés	1	-0.0419	0.0184	0.0458	0.0586	0.0564	0.0833
	2	-0.0753	-0.0945	0.1209			
	Átlag	-0.0586	-0.0381	0.0699			
Írányszöges oldalmetszés	1	0.0025	0.0385	0.0386	0.0467	0.0357	0.0647
	2	-0.0821	-0.0534	0.0980			
	3	0.0554	0.0151	0.0574			
	Átlag	-0.0081	0.0000	0.0081			
Ív-oldalmetszés	1.1	0.0058	0.0400	0.0404	0.0346	0.0508	0.0637
	1.2	0.0043	-0.0032	0.0054			
	2.1	0.0306	-0.0531	0.0613			
	2.2	-0.0727	-0.1102	0.1320			
	3.1	-0.0608	-0.0906	0.1091			
	3.2	-0.0333	0.0076	0.0341			
	Átlag	-0.0186	-0.0434	0.0472			
Ívmetszés	1	-0.0062	-0.0029	0.0068	0.0046	0.0030	0.0062
	2	-0.0020	0.0058	0.0062			
	3	-0.0055	-0.0002	0.0055			
	Átlag	-0.0046	0.0009	0.0046			
GeoCalc kiegyenlítés		-0.0026	0.0022	0.0034	0.0026	0.0022	0.0034
GeoEasy kiegyenlítés		-0.0025	0.0021	0.0033	0.0025	0.0021	0.0033

35. táblázat Az F-eloszlás táblázata (P = 0.99)

10	15	20	30	40	50	100	120	∞	$\frac{szf_1}{szf_2}$
6055,9	6157,0	6208,7	6260,4	6286,4	6302,3	6333,9	6339,5	6365,6	1
99,40	99,43	99,45	99,47	99,48	99,48	99,49	99,49	99,50	2
27,23	26,87	26,69	26,50	26,41	26,35	26,24	26,22	26,13	3
14,55	14,20	14,02	13,84	13,75	13,69	13,58	13,56	13,46	4
10,05	9,72	9,55	9,38	9,29	9,24	9,13	9,11	9,02	5
7,87	7,56	7,40	7,23	7,14	7,09	6,99	6,97	6,88	6
6,62	6,31	6,16	5,99	5,91	5,86	5,75	5,74	5,65	7
5,81	5,52	5,36	5,20	5,12	5,07	4,96	4,95	4,86	8
5,26	4,96	4,81	4,65	4,57	4,52	4,41	4,40	4,31	9
4,85	4,56	4,41	4,25	4,17	4,12	4,01	4,00	3,91	10
4,54	4,25	4,10	3,94	3,86	3,81	3,71	3,69	3,60	11
4,30	4,01	3,86	3,70	3,62	3,57	3,47	3,45	3,36	12
4,10	3,82	3,66	3,51	3,43	3,38	3,27	3,25	3,17	13
3,94	3,66	3,51	3,35	3,27	3,22	3,11	3,09	3,01	14
3,80	3,52	3,37	3,21	3,13	3,08	2,98	2,96	2,87	15
3,69	3,41	3,26	3,10	3,02	2,97	2,86	2,84	2,75	16
3,59	3,31	3,16	3,00	2,92	2,87	2,76	2,75	2,65	17
3,51	3,23	3,08	2,92	2,84	2,78	2,68	2,66	2,57	18
3,43	3,15	3,00	2,84	2,76	2,71	2,60	2,58	2,49	19
3,37	3,09	2,94	2,78	2,69	2,64	2,54	2,52	2,42	20
3,31	3,03	2,88	2,72	2,64	2,58	2,48	2,46	2,36	21
3,26	2,98	2,83	2,67	2,58	2,53	2,42	2,40	2,31	22
3,21	2,93	2,78	2,62	2,54	2,48	2,37	2,35	2,26	23
3,17	2,89	2,74	2,58	2,49	2,44	2,33	2,31	2,21	24
3,13	2,85	2,70	2,54	2,45	2,40	2,29	2,27	2,17	25
3,09	2,81	2,66	2,50	2,42	2,36	2,25	2,23	2,13	26
3,06	2,78	2,63	2,47	2,38	2,33	2,22	2,20	2,10	27
3,03	2,75	2,60	2,44	2,35	2,30	2,19	2,17	2,07	28
3,00	2,73	2,57	2,41	2,33	2,27	2,16	2,14	2,04	29
2,98	2,70	2,55	2,39	2,30	2,25	2,13	2,11	2,01	30
2,80	2,52	2,37	2,20	2,11	2,06	1,94	1,92	1,81	40
2,70	2,42	2,27	2,10	2,01	1,95	1,82	1,80	1,68	50
2,50	2,22	2,07	1,89	1,80	1,74	1,60	1,57	1,43	100
2,47	2,19	2,03	1,86	1,76	1,70	1,56	1,53	1,38	120
2,32	2,04	1,88	1,70	1,59	1,53	1,36	1,33	1,00	∞

Kiegyenlítések

1. Hálózat kiegyenlítésének jegyzőkönyve (szabályos hiba = 0 esetén, GeoCalc-ban)

A hálózat jellemző adatai

Összes pont száma : 6

Adott pontok száma : 5

Új pontok száma : 1

Mért irányok száma : 30

Mért távolságok száma : 30

Fölös mérések száma : 52

Számításból kihagyott mérési eredmények száma : 0

Íránymérés kiegyenlítés előtti középhibája = 3"

Táv mérés kiegyenlítés előtti középhibája = 3 mm + 2 mm/km

Súlyegység középhibája kiegyenlítés előtt = 3

Íránymérés súlya távolságtól független

Táv mérés súlya távolságtól függő

Átlagos távolság = 3500 m

Javítások súlyozott négyzetösszege = 449.373

Pótnormálegyenletből = 449.372

Súlyegység középhibája kiegyenlítés után = 2.94

Relatív középhiba = 1/70165

Maximális javítások kimutatása

Álláspont	Ir. pont	Jav. Hibahat.
-----	-----	-----
Íránymérés : 1002	1005	5.3" ()
Táv mérés : 1004	1002	17.3 mm ()

Statisztikai próbák durva hibák kimutatására

Valószínűségi szint = 99%

Globális teszt - F próba

Súlyegység középhibája kiegyenlítés előtt = 3.00

Súlyegység középhibája kiegyenlítés után = 2.94

Fölös mérések száma = 52

Elméleti intervallum értékei: Alsó határ = 0.79 Felső határ = 1.26

Súlyegység középhibájának intervalluma: Alsó határ = 2.4 Felső határ = 3.8

A globális teszt 99 %-os valószínűségi szinten elfogadható

Lokális teszt - u próba

		Statisztika		
Álláspont	Ir. pont	Szám.	Elméleti	Mérés
-----	-----	-----	-----	-----
600	1004	1.98	2.58	Írány

A lokális teszt 99 %-os valószínűségi szinten elfogadható

KOORDINÁTA-JEGYZÉK

Felhasznált vízszintes alappontok

Pontszám	Jelölés	Y	X
1001	600301.5056	205550.2442	
1002	602460.5027	207953.4406	
1003	604850.6208	206352.1201	
1004	604313.1633	203783.7116	
1005	601628.6801	202370.5766	

2012. évben meghatározott vízszintes alappontok

Pontszám	Jelölés	Y	X	my	Középhiba			
					mx	max	min	szög
		602358.6139	204975.6837	3.4	3.6	3.7	3.3	21°
		-0.0065	-0.0415					
600		602358.6074	204975.6422					

Álláspont száma : 1001

Jele :

Ir.pont Jelölés	Irányérték	Irányszög	Táj.szög	Távolság Mért Szám.	Jav. Hhat. mU Irány [mp] Távolság [mm]	Stat.	f
600	64.36470	105.36231	40.59361	2135.8400 2135.8453	3.0 5.3	1.3 3.3	1.14 0.83
1002	0.56360	41.56098	40.59338	3230.5810 3230.5760	0.7 -5.0	1.3 0.0	0.28 -0.53
1003	39.00420	80.00113	40.59293	4619.2460 4619.2482	-3.9 2.2	1.3 0.0	-1.44 0.18
1004	72.46260	113.45586	40.59326	4383.3660 4383.3817	-0.5 15.7	1.3 0.0	-0.18 1.33
1005	116.21070	157.20407	40.59337	3445.5130 3445.5302	0.6 17.2	1.3 0.0	0.21 1.74
zk = 40.59331							

Álláspont száma : 1002

Jele :

Ir.pont Jelölés	Irányérték	Irányszög	Táj.szög	Távolság Mért Szám.	Jav. Hhat. mU Irány [mp] Távolság [mm]	Stat.	f
600	204.33090	181.57353	337.24263	2979.5500 2979.5413	0.5 -8.7	1.3 3.6	0.17 -1.07
1001	244.31440	221.56098	337.24258	3230.5600 3230.5760	0.0 16.0	1.3 0.0	0.01 1.69
1003	146.24530	123.49160	337.24230	2876.9480 2876.9588	-2.8 10.8	1.3 0.0	-1.05 1.23
1004	178.38150	156.02379	337.24229	4562.7790 4562.7833	-3.0 4.3	1.3 0.0	-1.11 0.35
1005	211.03570	188.28281	337.24311	5644.5090 5644.4928	5.3 -16.2	1.3 0.0	1.98 -1.13
zk = 337.24258							

Álláspont száma : 1003

Jele :

Ir.pont Jelölés	Irányérték	Irányszög	Táj.szög	Távolság Mért Szám.	Jav. Hhat. mU Irány [mp] Távolság [mm]	Stat.	f	
600				2846.8830	0.7	1.3	0.27	0.80
	132.14320	241.05085	108.50365	2846.8969	13.9	3.5	1.76	0.83
1001				4619.2620	1.5	1.3	0.56	0.80
	151.09340	260.00113	108.50373	4619.2482	-13.8	0.0	-1.13	1.00
1002				2876.9500	-0.7	1.3	-0.27	0.80
	194.58410	303.49160	108.50350	2876.9588	8.8	0.0	1.00	1.00
1004				2624.0330	1.7	1.3	0.62	0.80
	82.58310	191.49084	108.50374	2624.0394	6.4	0.0	0.78	1.00
1005				5121.8680	-3.2	1.3	-1.17	0.80
	110.08170	218.58496	108.50326	5121.8737	5.7	0.0	0.43	1.00

zk = 108.50357

Álláspont száma : 1004

Jele :

Ir.pont Jelölés	Irányérték	Irányszög	Táj.szög	Távolság Mért Szám.	Jav. Hhat. mU Irány [mp] Távolság [mm]	Stat.	f	
600				2289.3190	-2.7	1.3	-1.01	0.79
	79.13070	301.22327	222.09257	2289.3203	1.3	3.3	0.18	0.80
1001				4383.3890	3.3	1.3	1.21	0.80
	71.36270	293.45586	222.09316	4383.3817	-7.3	0.0	-0.62	1.00
1002				4562.7660	-3.5	1.3	-1.31	0.80
	113.53130	336.02379	222.09249	4562.7833	17.3	0.0	1.42	1.00
1003				2624.0510	4.0	1.3	1.51	0.80
	149.39360	11.49084	222.09324	2624.0394	-11.6	0.0	-1.41	1.00
1005				3033.6970	-1.1	1.3	-0.41	0.80
	20.04470	242.14143	222.09273	3033.7107	13.7	0.0	1.51	1.00

zk = 222.09284

Álláspont száma : 1005

Jele :

Ir.pont Jelölés	Irányérték	Irányszög	Táj.szög	Távolság Mért Szám.	Jav. Hhat. mU Irány [mp] Távolság [mm]	Stat.	f
600				2705.3970	3.0	1.3	1.13 0.80
	137.38200	15.39095	238.00495	2705.3947	-2.3	3.7	-0.30 0.80
1001				3445.5430	2.2	1.3	0.84 0.80
	99.19520	337.20407	238.00487	3445.5302	-12.8	0.0	-1.30 1.00
1002				5644.4850	-0.3	1.3	-0.11 0.80
	130.27420	8.28281	238.00461	5644.4928	7.8	0.0	0.55 1.00
1003				5121.8710	-1.8	1.3	-0.68 0.80
	160.58050	38.58496	238.00446	5121.8737	2.7	0.0	0.21 1.00
1004				3033.7130	-3.2	1.3	-1.18 0.80
	184.13310	62.14143	238.00433	3033.7107	-2.3	0.0	-0.25 1.00

zk = 238.00464

Álláspont száma : 600

Jele :

Ir.pont Jelölés	Irányérték	Irányszög	Táj.szög	Távolság Mért Szám.	Jav. Hhat. mU Irány [mp] Távolság [mm]	Stat.	f
1001				2135.8430	0.7	1.4	0.28 0.78
	101.00330	285.36231	184.35501	2135.8453	2.3	3.3	0.36 0.78
1002				2979.5460	-2.1	1.3	-0.79 0.79
	177.21480	1.57353	184.35473	2979.5413	-4.7	3.6	-0.58 0.83
1003				2846.8950	-1.9	1.3	-0.73 0.79
	236.29210	61.05085	184.35475	2846.8969	1.9	3.5	0.25 0.83
1004				2289.3220	5.3	1.4	1.98 0.79
	296.46380	121.22327	184.35547	2289.3203	-1.7	3.3	-0.26 0.80
1005				2705.3920	-2.0	1.3	-0.73 0.79
	11.03220	195.39095	184.35475	2705.3947	2.7	3.7	0.36 0.80

zk = 184.35494

2. Hálózat kiegyenlítésének jegyzőkönyve (szabályos hiba = 0 esetén, GeoEasy-ban)

2012.10.27 15:30 - Vízsintes hálózat kiegyenlítés

Helyi geodéziai hálózat kiegyenlítés verzió: 1.9.05-svd / GNU g++

<http://www.gnu.org/software/gama/>

Hálózat leírás

GeoEasy 2D network

A kiegyenlítés általános jellemzői

Koordináták	xyz	xy	z
Kiegyenlített :	0	1	0
Kényszerített * :	0	0	0
Fix :	0	5	0

Összesen :	0	6	0
------------	---	---	---

Írányok száma :	30	Írányszögek száma :	6
Távolságok száma :	10		
Összes mérés :	40		

Egyenletek száma :	40	Ismeretlenek száma :	8
Szabadságfok :	32	Hálózati defektus :	0

m0 apriori : 1.00
m0' aposteriori : 0.96 [pvv] : 2.93477e+001

Statisztikai analízis

- aposteriori középhiba 0.96

- konfidencia szint 95 %

m0' aposteriori / m0 apriori: 0.958

95 % intervallum (0.756, 1.243) m0'/m0 értéket tartalmazza

m0'/m0 (távolság): 0.811 m0'/m0 (irány): 1.012

Egy mérés elhagyásávkai elérhető maximális csökkenés az m0"/m0 értékben : 0.900

Maximális studentizált javítás 2.15 eléri a kritikus értéket 1.95

szignifikancia szinten 5 % az észlelésnél #39

<direction from="600" to="1004" val=" 296-46-37.7760" stdev="2.9" />

Fix pontok

pont	x	y
1001	205550.244	600301.506
1002	207953.441	602460.503

1003	206352.120	604850.621
1004	203783.712	604313.163
1005	202370.577	601628.680

Kiegyenlített koordináták

i	pont	előzetes érték	javítás [m]	kiegy. érték	köz.hib	konf.i. [mm]
	600					
1	x	204975.65840	-0.01629	204975.64211	3.5	7.2
2	y	602358.56810	0.03940	602358.60750	3.3	6.7

Kiegyenlített tájékozási ismeretlenek

i	álláspont	előzetes [d]	javítás [d]	kiegy. [d]	köz.hib	konf.i. [ss]
3	1001	40-59-33.47	-0-00-00.27	40-59-33.20	1.3	2.5
4	1002	337-24-25.73	-0-00-00.14	337-24-25.60	1.2	2.5
5	1003	108-50-37.25	-0-00-01.64	108-50-35.61	1.2	2.5
6	1004	222-09-27.60	0-00-00.90	222-09-28.50	1.3	2.5
7	1005	238-00-45.50	0-00-00.83	238-00-46.33	1.2	2.5
8	600	184-35-50.01	-0-00-00.44	184-35-49.57	1.2	2.5

Hibaellipszisek középhibái és paraméterei

pont	mP	mXY	köz.hiba ellipszi			konf.hib. ellipsz		g	
=====	[mm]	[mm]	=====	a [mm]	b [mm]	=====	a' [mm]	b' [mm]	=====
600	4.8	3.4	3.6	3.2	20.6	9.2	8.3	5.1	

Kiegyenlített mérések

i	álláspont	irányzott pont	mért érték	kiegyenlített [m/d]	köz.hib konf.i.	
=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====
1	1001	600 táv.	2135.84040	2135.84546	3.2	6.6
2		600 ir.	64-36-47.38	64-36-49.95	1.3	2.6
3		1002 ir.	0-56-35.84	0-56-36.64	1.3	2.5
4		1003 ir.	39-00-41.36	39-00-38.05	1.3	2.5
5		1004 ir.	72-46-25.75	72-46-25.42	1.3	2.5
6		1005 ir.	116-21-07.20	116-21-07.47	1.3	2.5
7	1002	600 táv.	2979.55020	2979.54132	3.5	7.2
8		600 ir.	204-33-09.47	204-33-09.68	1.3	2.6
9		1001 ir.	244-31-44.11	244-31-44.25	1.2	2.5
10		1003 ir.	146-24-52.92	146-24-50.42	1.2	2.5
11		1004 ir.	178-38-15.29	178-38-12.26	1.2	2.5
12		1005 ir.	211-03-57.35	211-04-02.53	1.2	2.5
13	1003	600 táv.	2846.88270	2846.89689	3.4	7.0
14		600 ir.	132-14-32.32	132-14-32.84	1.3	2.6
15		1001 ir.	151-09-33.88	151-09-35.64	1.2	2.5
16		1002 ir.	194-58-41.05	194-58-40.41	1.2	2.5
17		1004 ir.	82-58-31.15	82-58-32.80	1.2	2.5
18		1005 ir.	110-08-17.27	110-08-13.98	1.2	2.5
19	1004	600 táv.	2289.31940	2289.32014	3.2	6.6
20		600 ir.	79-13-07.39	79-13-04.18	1.3	2.6
21		1001 ir.	71-36-26.71	71-36-30.12	1.3	2.5
22		1002 ir.	113-53-12.84	113-53-09.35	1.3	2.5
23		1003 ir.	149-39-35.71	149-39-39.90	1.3	2.5
24		1005 ir.	20-04-46.67	20-04-45.77	1.3	2.5
25	1005	600 táv.	2705.39700	2705.39467	3.6	7.3
26		600 ir.	137-38-19.36	137-38-23.13	1.3	2.6
27		1001 ir.	99-19-52.00	99-19-54.34	1.2	2.5
28		1002 ir.	130-27-42.62	130-27-41.80	1.2	2.5
29		1003 ir.	160-58-05.34	160-58-03.26	1.2	2.5
30		1004 ir.	184-13-31.15	184-13-27.94	1.2	2.5
31	600	1001 táv.	2135.84320	2135.84546	3.2	6.6
32		1002 táv.	2979.54640	2979.54132	3.5	7.2
33		1003 táv.	2846.89470	2846.89689	3.4	7.0
34		1004 táv.	2289.32170	2289.32014	3.2	6.6
35		1005 táv.	2705.39160	2705.39467	3.6	7.3
36		1001 ir.	101-00-32.65	101-00-33.58	1.3	2.6
37		1002 ir.	177-21-47.77	177-21-45.71	1.3	2.6
38		1003 ir.	236-29-20.87	236-29-18.88	1.3	2.6
39		1004 ir.	296-46-37.78	296-46-43.11	1.3	2.6
40		1005 ir.	11-03-22.10	11-03-19.89	1.3	2.6

Javítások és mérések elemzése

i	álláspont	irányzott pont	f[%]	v	v'	e-ész.	e-kie.
				[mm ss]		[mm ss]	
1	1001	600 táv.	53.6	5.055	0.8	6.4	1.4
2		600 ir.	54.2	2.577	1.0	3.3	0.7
3		1002 ir.	55.2	0.801	0.3	1.0	0.2
4		1003 ir.	55.2	-3.314	1.3	-4.1	-0.8
5		1004 ir.	55.2	-0.334	0.1	-0.4	-0.1
6		1005 ir.	55.2	0.270	0.1	0.3	0.1
7	1002	600 táv.	58.6	-8.880	1.1	-10.7	-1.8
8		600 ir.	54.8	0.213	0.1	0.3	0.1
9		1001 ir.	55.2	0.137	0.1	0.2	0.0
10		1003 ir.	55.2	-2.502	1.0	-3.1	-0.6
11		1004 ir.	55.2	-3.030	1.2	-3.8	-0.8
12		1005 ir.	55.2	5.183	2.1 k	6.5	1.3
13	1003	600 táv.	58.7	14.193	1.9	17.1	2.9
14		600 ir.	54.7	0.523	0.2	0.7	0.1
15		1001 ir.	55.2	1.765	0.7	2.2	0.4
16		1002 ir.	55.2	-0.647	0.3	-0.8	-0.2
17		1004 ir.	55.2	1.643	0.7	2.1	0.4
18		1005 ir.	55.2	-3.284	1.3	-4.1	-0.8
19	1004	600 táv.	55.3	0.738	0.1	0.9	0.2
20		600 ir.	54.3	-3.212	1.3	-4.1	-0.8
21		1001 ir.	55.2	3.406	1.4	4.3	0.9
22		1002 ir.	55.2	-3.485	1.4	-4.4	-0.9
23		1003 ir.	55.2	4.193	1.7	5.2	1.1
24		1005 ir.	55.2	-0.902	0.4	-1.1	-0.2
25	1005	600 táv.	55.5	-2.330	0.3	-2.9	-0.6
26		600 ir.	54.7	3.775	1.5	4.7	1.0
27		1001 ir.	55.2	2.344	0.9	2.9	0.6
28		1002 ir.	55.2	-0.826	0.3	-1.0	-0.2
29		1003 ir.	55.2	-2.077	0.8	-2.6	-0.5
30		1004 ir.	55.2	-3.216	1.3	-4.0	-0.8
31	600	1001 táv.	53.6	2.255	0.4	2.9	0.6
32		1002 táv.	58.6	-5.080	0.7	-6.1	-1.0
33		1003 táv.	58.7	2.193	0.3	2.6	0.5
34		1004 táv.	55.3	-1.562	0.2	-2.0	-0.4
35		1005 táv.	55.5	3.070	0.4	3.8	0.8
36		1001 ir.	53.4	0.932	0.4	1.2	0.3
37		1002 ir.	54.6	-2.064	0.8	-2.6	-0.5
38		1003 ir.	54.6	-1.990	0.8	-2.5	-0.5
39		1004 ir.	53.9	5.334	2.2 mk	6.8	1.4
40		1005 ir.	54.3	-2.212	0.9	-2.8	-0.6

Hibahatáron kívül eső mérések

i	álláspont	irányzott pont	f[%]	v	v'	e-ész.	e-kie.
				[mm ss]		[mm ss]	
39	600	1004 ir.	53.9	5.334	2.2 mk	6.8	1.4
12	1002	1005 ir.	55.2	5.183	2.1 k	6.5	1.3

Homogenizált javítások normalitás vizsgálata

Test Kolmogorov-Smirnov : 81.5 %

Feltételek száma : 1.2e+000

1. Digitális mellékletek listája

A Digitális mellékleteket egy CD-n helyeztem el a „TDK_PGA_2012” nevű mappában.

A mappa tartalma:

- Microsoft Office Word dokumentumban, „TDK_PGA_2012” néven a TDK dolgozatom nyomtatott része.
- Microsoft Office Word dokumentumban, „TDK-melléklet_PGA_2012” néven a TDK nyomtatott melléklete.
- „Microsoft Office Excel állományaim” mappa
 - „számítás_szábályos hiba mentes” Excel (xlsx) állomány:
a dolgozatom méréseit, számításait, szerkesztéseit tartalmazza nulla szabályos hiba mellett
 - „számítás_szábályos hiba 3.5” Excel (xlsx) állomány:
a dolgozatom méréseit, számításait, szerkesztéseit tartalmazza 3.5 ppm szabályos hiba mellett
 - „számítás_szábályos hiba 12” Excel (xlsx) állomány:
a dolgozatom méréseit, számításait, szerkesztéseit tartalmazza 12 ppm szabályos hiba mellett
 - „számítás_szábályos hiba vél” Excel (xlsx) állomány:
a dolgozatom méréseit, számításait, szerkesztéseit tartalmazza 0 ppm szabályos hiba mellett, frissítés hatására folyamatosan változó r értékekkel (le nem kötött VÉL függvény)

- „GeoCalc kiegyenlítések” nevű mappa:

Ebben a mappában mind a három mappa tartalmaz egy – a mappa nevének megfelelő szabályos hibájú – mérési jegyzőkönyvet (GeoCalc GMJ) és egy ehhez tartozó GeoCalc-os kiegyenlítési jegyzőkönyvet.

- „szabályos hiba mentes” mappa
- „szabályos hiba 3.5” mappa
- „szabályos hiba 12” mappa

- „GeoEasy kiegyenlítések” nevű mappa:

Ebben a mappában mind a három mappa tartalmaz egy koordinátajegyzéket (GeoEasy COO), egy – a mappa nevének megfelelő szabályos hibájú – mérési jegyzőkönyvet (GeoEasy GEO) és egy ehhez tartozó kiegyenlítési jegyzőkönyvet (LST). (Továbbá található benne egy PAR fájl is, amit a szoftver magának hoz létre. Ez mindenhol üres.)

- „szabályos hiba mentes” mappa
- „szabályos hiba 3.5” mappa
- „szabályos hiba 12” mappa