



ÓBUDAI EGYETEM
ÓBUDA UNIVERSITY

Alba Regia Műszaki Kar
Geoinformatikai Intézet

SAKDOLOOZAT

FOIF mérőállomással végzett mérések
feldolgozása GeoEasyben

OE-AMK
2023

Hallgató neve: Szabó Márk Attila
Hallgató törzskönyvi száma: T000429/F112904/A-G



ÓBUDAI EGYETEM
ÓBUDA UNIVERSITY

Óbudai Egyetem
Alba Regia Műszaki Kar
Geoinformatikai Intézet

SZAKDOLGOZAT FELADATLAP

Hallgató neve: Szabó Márk Attila

Szakdolgozat száma: SZD22011414102278

Törzskönyvi száma: T000429/FI12904/A-G

Neptun kódja: XXXXXXXXXX

Szak: földmérő és földrendező mérnök

Specializáció: Geoinformatika specializáció

A dolgozat címe: FOIF mérőállomással végzett mérések feldolgozása GeoEasyben

A dolgozat címe angolul: Processing of FOIF total station measurements in GeoEasy

A feladat részletezése:

Ismeresse a Geoeasy nyílt forráskódú alsógeodéziai programcsomag felépítését. Tegyen javaslatot, egy az arra épülő fejlesztésre, ami lehetővé teszi a FOIF mérőállomások terepi mérési jegyzőkönyvének beolvasását.

Intézményi konzulens neve: Dr. Tóth Zoltán

Külső konzulens neve: Dr. Siki Zoltán

Munkahelye:

A kiadott téma elévülési határideje: 2024. 12. 15.

Beadási határidő: 2023. 05. 15.

A szakdolgozat: Nem titkos.

Kiadva: Székesfehérvár, 2023. 05. 08.



[Handwritten signature]

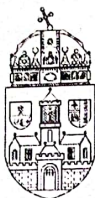
Intézetigazgató

A dolgozatot beadásra alkalmasnak találom: 2023. 05. 15.

[Handwritten signature]

belső konzulens

külső konzulens



HALLGATÓI NYILATKOZAT

Alulírott Szabó Márk Attila kijelentem, hogy a szakdolgozat saját munkám eredménye, a felhasznált szakirodalmat és eszközöket azonosíthatóan közöltem.

Egyéb jelentős segítséget nem vettem igénybe.

Az elkészült szakdolgozatban található eredményeket az egyetem és a feladatot kiíró intézmény saját céljára térítés nélkül felhasználhatja, a titkosításra vonatkozó esetleges megkötések mellett.

Kelt: Mezőhegy 2023.05.15.

Szabó Attila
hallgató aláírása

TARTALOMJEGYZÉK

TARTALOM

1 Bevezetés.....	1
2. Geodéziai Mérések.....	2
2.1 Mérőműszerek	2
2.2 Mérőállomások	3
2.3 Mérőállomásokkal való mérés.....	5
2.4 Mérőállomások programjai.....	7
2.4.1 Szabad álláspont létesítése.....	7
2.4.2 Poláris koordinátamérés.....	7
2.4.3 Kitűzés	9
2.4.4 Területszámítás	9
2.5 Mérőállomások adatformátumai.....	10
3. Feldolgozó Szoftverek.....	11
3.1 MATLAB/GNU Octave	12
3.2 Geodéziai feldolgozó szoftverek	14
4. GeoEasy	15
4.1 Nyílt forráskódú szoftverek	15
4.2 GitHub	15
4.3 Tcl/Tk	15
4.4 GeoEasy.....	16
5 FOIF mérések feldolgozása GeoEasyben	17
5.1 FOIF adatformátum	17
5.2 Mérések feldolgozása GeoEasy-ben.....	22
5.3 Miért nem volt eddig erre lehetőség?	23
5.4 Feldolgozáshoz szükséges program.....	24
5.5 Egy FOIF mérés beolvasása	26
6. Összegzés	28
6.1 Summary.....	30
7. Források.....	31

1 BEVEZETÉS

A geodézia, pontosabban gyakorlati geodézia feladata a Földön található természetes és mesterséges alakzatok, tereptárgyak, objektumok térbeli meghatározásával foglalkozik. Ahhoz, hogy ezt a feladatot el tudjuk végezni elengedhetetlen az alapvető geodéziai mérések elméletének elsajátítása, a geodéziai mérőeszközök felépítésének és használatának ismerete, valamint a használatukhoz szükséges informatikai szaktudás.

Az elmúlt évtizedekben egyre jobban elterjedtek a geodéziai mérőállomások, amelyek az eddig használt műszereket, az elektromos távmérőt a teodolitot, valamint egy számítógépet foglal magába. Ezekkel a műszerekkel gazdaságosan és egyszerűbben tudjuk elvégezni a méréseinket. Ahhoz, hogy ezekből a szög és távolságmérésekből koordinátát tudjunk előállítani számításokat kell elvégezni. A tudomány fejlődésének köszönhetően ezeket a számításokat már automatizáljuk különböző feldolgozó programokkal. A feldolgozáshoz különböző szoftvereket használhatunk, amik a műszereink mérési jegyzőkönyvét értelmezni tudják.

A szakdolgozatomban egy ilyen feldolgozó szoftver használatával és fejlesztésével fogok foglalkozni.

A gyakorlati mérések során egy olyan problémába ütköztem, hogy az általam preferált feldolgozó program nem tudta feldolgozni az egyetemen használt mérőállomásaink adatformátumát.

Ezért a dolgozat során a mérőállomás adatformátumát fogom elemezni, hogy megértssem mi alapján lehet beolvasni az adatokat a programba, majd szemléltetem az adatbeolvasáshoz készült program működését, a dolgozat végén pedig ellenőrzésképpen egy már ismert mérési jegyzőkönyvet betöltök, hogy össze lehessen hasonlítani a két adatállományt.

2. GEODÉZIAI MÉRÉSEK

A geodézia, mint tudomány feladata a Föld alakjának és méretének meghatározása, mesterséges létesítmények geometriai felmérése, valamint ábrázolása. Ezen belül a gyakorlati geodézia általános feladata a konkrét helymeghatározás. Ezek olyan eljárások, amelyekkel a földfelszín geometriai és topográfiai jellemzőit mérjük, például a terület nagyságát, a magasságot, és az alakját. Az ilyen mérések elengedhetetlenek számos területen, az építőiparban, térképezésben, telekommunikációs hálózatok és infrastruktúra tervezésében.

A geodéziai mérések során három főbb kategóriát különböztetünk meg. Ezek a területi mérések, a magassági mérések, valamint a hálózati felmérések. A területi mérések általában a földrészletek nagyságát határozza meg. Ezt a térképezésnél és a városi tervezésnél használjuk. A magassági mérések során a földfelszín vagy a pontok földfelszín feletti magasságát határozzuk meg, ami elengedhetetlen az építőiparban, főként a hidak, csatornák, vagy egyéb magassági létesítmények tervezésénél és építésénél.

A hálózati felmérések olyan mérések, amivel a földfelszín topográfiai jellemzőit határozzuk meg. Erre szükségünk van infrastruktúra tervezésekor, például úthálózatoknál vagy telekommunikációs hálózatok kialakításánál.

Ezeket az alsógeodéziai méréseket szintező- vagy digitális szintezőműszerrel, teodolittal, elektromos teodolittal, lézerszkennerekkel, GPS-szel, mérőállomásokkal, vagy egyéb speciális mérőeszközökkel végezzük.

A mérések eredményeit különböző számítógépes szoftverekkel dolgozzuk fel, valamint a kapott koordinátákat digitális térképeken vagy térinformatikai modelleken jelenítjük meg.

2.1 Mérőműszerek

A felmérés környezeti tényezőitől, valamint céljától függően különböző mérési eljárásokat alkalmazunk, ezekhez a módszerekhez pedig különböző mérőműszereket alkalmazunk.

A szintezőműszerekkel magasságkülönbségeket határozunk meg. A műszerrel pontosan mérhető, majd ezáltal később számítható a mérési pontok magassága, meghatározhatóak a meredekségi viszonyok és a magasságkülönbségek.

Teodolitokkal, a szintezőkkel ellentétben nem csak magasságkülönbségeket határozhatunk meg, hanem horizontális és vertikális szögeket is mérhetünk.

Ezeknek a műszereknek megjelentek a digitális változatai is, amelyek a leolvasást helyettünk végzik el, ezzel kieliminálva a mérést végző személy hibáját.

Az első összetettebb digitális műszer az elektronikus tahiméter volt. Ebben a műszerben kombinálták a digitális teodolitot, elektrooptikai távmérőt, egyszerűbb számítások elvégzésére alkalmas számítógépet, valamint az eredmények megjelenítésére alkalmas kijelzőt. Ezzel lehetővé vált a ferde távolság, a vertikális szögek és horizontális szögek mérése, a szükséges adatok meghatározása (például az álláspont koordinátái) és az eredmények egyidejű kiszámítása. A lézerszkennerek olyan mérőeszközök, amelyek távolságmérő lézerekkel működnek. A műszer lézersugarakat bocsát ki a mérési pont felé, majd ez visszaverődik a szkennerekhez, és a lézer megtett út távolságával, valamint a megtett út idejével számítja ki a mért pontok koordinátáit. [3]

A mérőállomások (Total Station) az elektronikus tahiméterek továbbfejlesztésével alakultak ki. Ezek a műszerek az eddigi összes digitális funkciót kombinálták, a távcsövet, az elektrooptikai távmérőt, a digitális szögmérést, az adatok feldolgozására szükséges számítógépet és az adatrögzítőt egy eszközbe. [3]

2.2 Mérőállomások

A mérőállomásoknak különböző típusai vannak pontosság és funkció alapján. Megkülönböztetünk manuális vezérlésű mérőállomásokat, valamint robot-mérőállomásokat.

A manuális mérőállomások nem rendelkeznek automatikus prizmakövetési funkcióval, a



2. ábra Leica FlexLine TS07 [2]



1. ábra GeoMax Zoom30 [4]

távcső vízszintes és függőleges mozgathatóságához kötő- és paránycsavart használunk. Ezek a mérőállomások költséghatékonyabbak, mint a robot-mérőállomások, viszont lassabb a munkavégzés vele és nem lehetséges az egy emberes munkavégzés.

A robot-mérőállomások esetében már a forgatást szervomotor végzi el helyettünk, tehát a mérést már akár egy emberrel is elvégezhető. Az irányzás történhet teljesen automatikusan is, rendelkezik prizmakövető funkcióval, célfelismeréssel, képes automatikusan első távcsőállítás után második távcsőállításban megirányozni, ami után már csak pontosítani kell a paránycsavarokkal. Általában rendelkeznek még prizmatotra



3. ábra Trimble S6 DR 300 [5]



4. ábra Leica Nova TS60 [6]

szerezhető Bluetooth-os távvezérlő egységgel, amivel tudjuk vezérelni a műszert mérés közben távolról teljesen egyedül.

A mérőállomásokkal végzett mérések eredményét belső vagy külső adatrögzítőn tárolják. Ezek a mérési adatok modellenként különböző fajta fájlformátumokban vannak tárolva. A fájlok kiterjesztése különböző módon vannak kódolva, ám bár ugyanazokat az adatokat tárolják. Ezek az adatok lehetnek fájlnev, álláspont pontszáma, pontok megadott/számított koordinátái, hőmérséklet, légnyomás, mérés elvégzésének ideje, mért szögek és távolságok.

Ezt a mérési jegyzőkönyvet ki kell exportálni a műszerből ahhoz, hogy fel tudjuk dolgozni. Ha a műszer csak belső adattároló egységgel rendelkezik, akkor a műszert egy számítógéphez kell csatlakoztatnunk az adatok kiolvasásához. Ez lehet adatkábel, vagy újabb műszerek esetében különböző vezeték nélküli megoldásokkal, például Bluetooth. Ha külső adattárolóval is rendelkezik, például SD-kártyával, CF-kártyával, akkor egy kártyaolvasóval át tudjuk másolni az adatokat a számítógépünkre. [1]

2.3 Mérőállomásokkal való mérés

Minden mérőállomás ugyanazokat a geodéziai mérési feladatokat látja el. Ezek a feladatok a szögmérések, valamint a távolságmérések. Ahhoz, hogy ezeket a méréseket és számításokat el tudják végezni, szükséges a műszer helyes felállítása és a beállítások leellenőrzése.

Minden mérés előtt szükséges egy olyan helyet választanunk a mérőállomásunk számára, ahonnan az összes, vagy a lehető legtöbb mérendő pont látható. Ezek után a műszert rátesszük a műszertalpra. A műszerállványt úgy kell felállítanunk, hogy az állványfejezet közel vízszintesen helyezkedjen el. A mérőállomásoknál már nincs szükség csöves libellára, hiszen a műszerekbe épített dőlésérzékelő képes eliminálni az állótengely ferdeségéből eredő hibát. [1]

Bekapcsolás után a műszer talpcsavarjaival be kell állítanunk az elektromos libellát, amit elég megközelítőleg beállítani, a dőlésérzékelők miatt. A mérőállomás a műszerhibákat meghatározza és ezekkel az értékekkel javítja a vertikális, valamint horizontális méréseinket is. Emiatt elegendő a méréseket csak egy távcsőállásban elvégezni, második távcsőállásos méréssel csak a mérési hibát tudjuk csökkenteni.

A műszer felállítása után ellenőriznünk kell a beállításokat a mérés fajtájától, valamint pontossági elvárásaihoz mérten. Ebben a menüpontban testreszabhatjuk a mérés adatait (dátum, helyszín), mérési jegyzőkönyv mentési módját, mértékegységeket, irányzási módokat stb.

Minden mérési jegyzőkönyv tartalmazza a munkaterület adatait, a mérés idejét és a mérést végző személyt. Ezt beállíthatjuk manuálisan is, de a mérőállomás automatikusan beállíthatja ezt. Fontos ellenőriznünk a mértékegység beállításokat is.

A legtöbb mérőállomás képes mérni 360 fokos osztással, valamint 400-as fokrendszerben is, tehát olyan szögmértékegységet alkalmazzunk, amellyel fel tudjuk dolgozni a mérésünket. Ezenkívül állítható a hosszmértékegység is, ami lehet méter, vagy foot (1 láb = 0,3048 méter). Ámbár ez az érték Magyarországon nem releváns, hiszen metrikus rendszert alkalmazunk.

A mérés mértékegységein kívül figyelniük kell a meteorológiai adatokra is. A két érték ami számunkra jelentős a légnyomás, valamint a hőmérséklet. Ha ezek az értékek nem pontosan vannak beállítva a műszerben, akkor hőmérséklet szempontjából 1° C kilométerenként 1mm, légnyomás szempontjából 1 Hgmm eltérés 0,4mm hibát okoz távméréskor. Ezt a két értéket ma már meg tudják mérni a mérőállomások is a mérés kezdetekor és beállítani azt. Ez elegendő pontosságot biztosít a kataszteri munkák elvégzéséhez. Mérnökgeodéziai méréseknél viszont gyakran előfordul, hogy ezeket az értékeket meg kell állapítanunk pontosan. [1]

A légnyomást barométerrel mérjük, mértékegysége a higanymilliméter (Hgmm). A másik alkalmazott mértékegysége pedig a Pascal, pontosabban hektoPascal (hPa), másnéven millibar. A két mértékegység átszámítása a következő: $760 \text{ Hgmm} = 1013,25 \text{ hPa}$

A hőmérsékletet hőmérővel mérjük. Ezt az értéket az esetek többségében Celsius fokban (°C) értelmezzük, kivéve az Egyesült Államokat, ahol a Fahrenheit skála a legelterjedtebb. Emellett még fontos megemlíteni a Kelvin skálát is, amit egyes tudományos vagy műszaki területeken alkalmaznak.

$$^{\circ}F = \left(\frac{9}{5}\right)^{\circ}C + 32 \quad 1K = 1^{\circ}C + 273,15 \quad ^{\circ}C = \left(\frac{5}{9}\right) * (^{\circ}F - 32)$$

Ha megbizonyosodtunk róla, hogy a mérésünkhöz szükséges beállításokat és adatokat kellő pontossággal beállítottuk, akkor elkezdhetjük a mérés folyamatát. A mérésekhez a mérőállomások különböző programjait alkalmazzuk. Ilyen programok például a poláris koordináta mérés, területszámítás, kitűzés, sokszögvonal mérés.

A geodézia egyik legalapvetőbb feladata a tájékozás, ezért ezt természetesen itt is el kell minden mérés előtt végeznünk. Ezt a mérés előtt általában a műszer felkínálja „orientation” elnvezéssel. A művelet során az ismert pontjainkra vízszintes szöget mérünk. Ezeknek a pontoknak a koordinátáit vagy előre betöltött fájlból választhatjuk ki

egy úgynevezett pontlistából, vagy közvetlenül a mérés közben beírjuk az irányzott pont számát, valamint koordinátáit. Az előbbi sokkal kifinomultabb módszer, hiszen elimináljuk a terepen való elírás hibáját, és sokkal időhatékonyabb is. Egyértelműen az álláspontunk tájékozásához szükség van a koordinátáira is. Ehhez vagy egy ismert ponton kell állnunk, vagy szabad álláspontot kell létrehoznunk.

2.4 Mérőállomások programjai

2.4.1 Szabad álláspont létesítése

A geodéziai mérések során mért részletpontok meghatározásához szükségünk van az alappontunk koordinátáinak pontos ismeretére. Ezt régebben előre meghatározott koordinátájú álláspontokkal végezték el. De a mérőállomások lehetővé és elvárttá tették az ismeretlen pontról való mérést és ennek a pontnak a koordinátáinak gyors kiszámítását, valamint nem kell állandósítanunk sem. Így sokkal egyszerűbb elvégezni a mérési feladatainkat, hiszen oda tudunk álláspontot létesíteni, ahonnan az összes, vagy legtöbb mérendő pont látható. Ezt a pontot úgy kell kiválasztanunk, hogy kellő pontossággal meg tudjuk határozni az álláspont koordinátáit, valamint kellő pontossággal be is tudjuk mérni a részletpontjainkat.

A szabad álláspontot többféleképpen meghatározhatjuk:

- Meghatározhatjuk három irányérték megméréssel, hátrametszéssel
- Két irányérték és egy távolság megméréssel, külpont meghatározása
- Két távolság mérésével ismert pontra, ívmetszéssel
- Több irányérték és távolság mérésével, kiegyenlítéssel

2.4.2 Poláris koordinátamérés

A geodézia egyik főfeladata szögekkel és távolságokkal megmért részletpontjaink koordinátáinak kiszámítása. Ehhez szükségünk van az álláspontunk koordinátáira, és a tájékozás elvégzésére. Az előfeltételek megléte után (bizonyos esetekben már a tájékozás megkezdése előtt) ki kell választanunk a mérőállomás részletpontmérés programját. Itt lehetőségünk van már feldolgozásra kész koordinátákat menteni a mérési jegyzőkönyvbe, vagy az eredményeinket nyers mérési adatokként lementeni. Az előbbi módszernél meg kell adnunk a tájékozási irányok koordinátáit is, hogy abból képes legyen a szoftver koordinátákat számítani, az utóbbi módszernél elegendő csak megmérni a tájékozó

irányokat, majd a szögekkel és távolságokkal irodában kiszámítani az eredményeket. Nyers adatok tárolásánál mindenképpen szükséges irodai utófeldolgozás az álláspont koordinátáinak meghatározásához, a tájékozás elvégzéséhez, és a részletpontok koordinátáinak kiszámítására.

A részletpontok beméréséhez tehát meg kell határoznunk az álláspontunk koordinátáit és a tájékozást elvégezni, vagy az ezekhez szükséges adatokat megmérni. A tájékozás elvégzéséhez szükségünk van egy vagy több ismert koordinátájú pontra. Ezeket a pontokat célszerűbb már a mérés megkezdése előtt előre betöltött pontlistából kiválasztani, így csökkenthetjük a terepen való elírás esélyeit. A mérni kívánt tájékozó irányokat ki kell választani a programban, majd azokra legalább vízszintes szöget, bizonyos esetekben magassági szöget, távolságot és jelmagasságot is mérni. Ezeket a műveleteket elvégezzük az összes tájékozó irányunkra, majd a műszer ezekből az adatokból meghatározza a középtájékozási szöget. A tájékozásnál lehetséges hiba lehet a tájékozási pont sérülése, elgévelt koordináta, hibás irányzás.

Az álláspont meghatározása és a tájékozás elvégzése után megkezdhetjük a részletpontok bemérését. Ehhez kiválasztjuk a részletpont programot, ha eddig nem kellett megtenni, vagy ezen a programon belül a mérés megkezdése lehetőséget. Ezeknek a pontoknak adunk különböző leíró adatokat, hogy a mért adatok egyértelműen felismerhessük a feldolgozás során. Ilyen leíró adatok például a pontszám és a pontkód. A pontszám egy egyszerű növekedő szám, a pontkód pedig egy előre meghatározott rendszer szerint rendelünk különböző értékekhez különböző jelentéseket (például numerikusan 1=burkolat, 2=kerítés stb.). Numerikus pontkód használatánál fontos, hogy egy előre meghatározott pontkód lista alapján dolgozzunk, főleg, ha nem egy ember végzi a mérést és a feldolgozást. Ezt a pontkód listát később bővíteni is lehet, ha speciális esetekkel találkozunk az észlelő. A legtöbb műszernél ezt a listát be tudjuk tölteni előre és kiválasztani a kívánt pontkódot a leírása alapján. Újabb műszereknél lehetséges alfanumerikus pontkódokat is használni, ez megkönnyíti a pontok jellegének leírását. Lehetőségünk van egyes feldolgozó szoftvereknél, hogy a növekedő pontszám alapján, ugyanolyan pontkóddal rendelkező pontokat automatikusan összekösse, ezzel is megkönnyítve a feldolgozást. A részletpontokhoz ezeken az adatokon kívül a jelmagasságot is rögzítjük. [1]

A mérések elvégzésekor lehetőségünk van ugyanazzal a pontszámmal új mérést végezni. Ez megtörténhet az észlelő hibájából, ellenőrzés szempontjából vagy mérés javítása miatt. Ahhoz, hogy újramérjünk egy pontot a pontszámot vissza kell írunk az előző pontszámra, hiszen általában mérésenként egyel növeli a pontszámot a műszer. A mérés ismétlésekor a műszerek általában felkínálják a lehetőséget, hogy közepelje az eddig leolvasott két értéket, felülírja az előző mérést, hagyja figyelmen kívül ezt a mérést vagy mentse le külön rekordként ezt az értéket. A javítást/közepelést képes elvégezni koordinátával és nyers mérési adatokkal is. Ha külön rekordként mentjük le, akkor ez nyers mérési adatoknál egy közepelési vagy kiegyenlítési lehetőséget biztosít az utólagos feldolgozásnál. [1]

Vannak olyan részletmérési feladatok is melynél nem fontos az abszolút koordináták meghatározása, elegendő a relatív koordináták megmérése is, tehát nem szükséges őket elhelyezni semmilyen geodéziai koordináta rendszerben, akár országos, akár helyi. Ilyen feladatok például egyes mérnökgeodéziai feladatok, ahol az eltéréseken van főként a hangsúly.

2.4.3 Kitűzés

A pontok koordinátáinak meghatározása mellett fontos feladat még az előre kiszámított koordináták kihelyezése a terepen. Ezt a feladatot előírt pontossággal kell végrehajtani. A kitűzéshez két féle adattal indulhatunk el, ez lehet koordináta, vagy irányszög és távolság. Ezeket az adatokat vagy előre irodában betölthetőek, vagy a helyszínen begépelhetőek.

A tájékozás elvégzése után ki kell választanunk a kitűzendő pontjainkat, vagy ennek listáját. Az első feladatunk, hogy a műszert addig forgassuk az állótengely körül amíg a kitűzendő irányérték és az aktuális irányérték meg nem egyezik. Ezután a fekvőtengely körül forgatjuk a távcsövet amíg a magassági szög értéke meg nem egyezik a kitűzendővel. Ezután irányba állunk a prizmával és addig mozgunk amíg a kitűzendő távolság értéke megegyezik a mért távolsággal.

2.4.4 Területszámítás

A mérőállomásokkal területszámítást is végezhetünk. A terület kiszámításához egy minimum 3 pontból álló poligont kell bemérni. A mérőállomás koordinátái nem

szükségesek ehhez a művelethez, hiszen relatív koordinátakülönbségeken alapul a számítás. Az építőipari munkák során gyakran szükség van kubatúra számításra, amihez egy referenciasíkot is definiálni kell, amivel kiszámolhatjuk egy földtömeg térfogatát.

2.5 Mérőállomások adatformátumai

Minden mérőállomás a gyártó által definiált környezetben tárolja a mérés adatait és körülményeit. Egyrészt tárolhatják a mérés idejét, környezeti tényezőket, a mérést végző személy nevét. Másrészt a mérőállomások természetesen tárolják a mérési adatokat egy mérési jegyzőkönyvben. Ez magába foglalja az álláspontot, annak koordinátáit, a tájékozó irányokat, a pontmagasságokat, a bemért részletpontok koordinátáit (ha megadott vagy kiszámolt koordinátájú állásponttal dolgozunk), a jelmagasságokat, a relatív magasságkülönbségeket, a ferde, illetve vízszintes távolságokat és a mért vízszintes, illetve magassági szögek értékeit.

Műszerenként változik ezeknek a tárolási módja. Ezek megértésére általában nincs szükségünk, csak akkor, ha nyers mérési adatokat mentünk le és utólagos irodai feldolgozással számítjuk a koordinátákat.

A leggyakrabban használt formátumban, amiben a mérési adatokat exportálják a .csv, illetve .txt adatformátumok, hiszen ezek egyszerűen olvashatóak szemmel is és szinte az összes feldolgozó program tudja értelmezni.

A .csv fájlok, ahogy a neve is mutatja egyszerű vesszővel elválasztott értékekkel tárolják az adatokat: *3,B1,302.5222,86.0206,39.6292,39.5343,4.3604*

álláspont,irányzott pont,vízszintes szög,magassági szög,ferde távolság,vízszintes távolság,relatív magasságkülönbség

A .txt fájlok szöveges fájlok, amiben a szövegek el lehetnek választva vesszővel, szóközzel vagy tabulátorral egymástól.

Ezekon a közös formátumokon kívül léteznek még saját gyártó által definiált kódolási módszerek az adatok tárolására, amik nehezen értelmezhetőek első ránézésre, de ezeknek is léteznek egyszerű „fordításai”.

Ilyen például a Leica GSI adatformátum. Ezt a fajta tárolási módot számos Leica műszer alkalmazza. A mérési adatokat egyszerűen ASCII szövegben tárolja, mérésenként egy sorban. Minden sor több blokknyi adatot tartalmaz, ezek egymástól szóközzel vannak elválasztva. A GSI-nek két különböző fajtája van GSI8 és GSI16. Ezek csak annyiban különböznek egymástól, hogy az adat blokkok, amiket tartalmaznak 8 vagy 16 bites, úgynevezett szavak lehetnek. Ez azt jelenti, hogy 8, illetve 16 karakterből állnak a különböző blokkok. Minden adatmező egy kóddal kezdődik, ami a tárolt adat fajtáját definiálja. Minden új mérési sort 11-es kód előz meg, ez tárolja az irányzott pont számát, a 21-es, illetve 22-es kód a horizontális és vertikális szöget jelenti, a 31-es a ferde távolságot, a 32-es a vízszintes távolságot, a 33-as pedig a magasságkülönbséget. Minden blokk után egy szóköz jelöli az új adat kezdetét. Az adatok úgy vannak felépítve, hogy a 8/16 karakteres blokkok üres karakterei nullákat tartalmaznak, így biztosítva a formátumhoz szükséges adat hosszát. Például ez egy PNC0055 pontra mért vízszintes és magassági szög értéke GSI16 formátumban:

110001+000000000PNC0055 21.002+0000000013384650 22.002+0000000005371500

[15] [16]

3. FELDOLGOZÓ SZOFTVEREK

Eredetileg a geodéziai mérések feldolgozásához különböző kézi számításokat kellett elvégezni. Ilyen számítások voltak például a derékszögű koordináta-rendszeres abcissza és ordináta értékek, a polárisan bemért pontok koordinátáinak kiszámítása a szögből és távolságból, különböző metszések számítása, szabad álláspont koordinátáinak kiszámítása. Ezek a műveletek nagyobb méréseknél időigényesek voltak, valamint az emberi hibalehetőséget is magában hordozták.

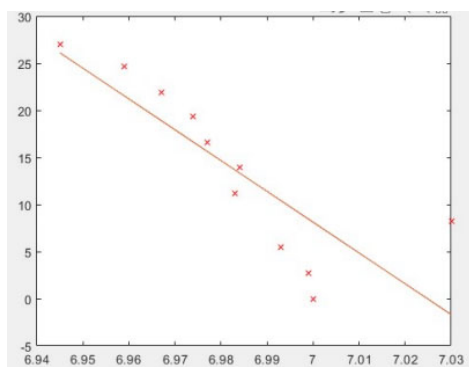
Az informatika, valamint a mérőműszerek fejlődésével ezeket az általunk végzett számításokat helyettesítettük különböző feldolgozó szoftverekkel. A legtöbb mérőállomás mérési jegyzőkönyvéhez használható valamilyen feldolgozó szoftver. Sajnos nincs egy egységes fájlformátum, amelyben minden modell tudja menteni a mérési adatait, ezért a gyártók saját szoftvereket készítenek, amik csupán a saját műszereik adatait ismeri fel. Ilyen programok például a Trimble Business Center, a Leica Infinity, a Topcon Magnet Office, Carlson Survey, stb.

A földmérők ahhoz, hogy a különböző fájlformátumú méréseket fel tudják dolgozni, különböző megoldásokat kellett kifejleszteni. Első részben már meglévő programok és programozási környezeteket alkalmaztak, hogy automatizálják a számításokat. Ilyen programok például az Octave és a MATLAB használata volt.

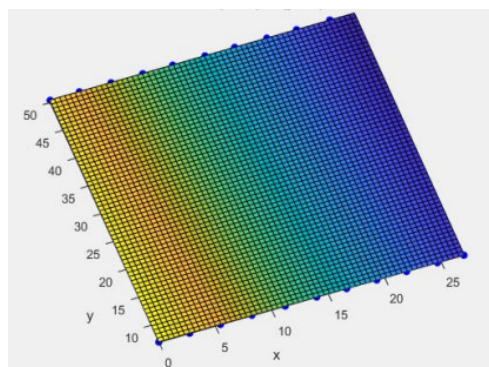
3.1 MATLAB/GNU Octave

A MATLAB (MATrix LABoratory) egy erős számítási és programozási környezet, amelyet nagyon sok területen alkalmaznak matematikai számításokra, adatfeldolgozásra, adatelemzésre. A 70-es évek elején kezdte el fejleszteni Cleve Moler egy matematika professzor, akkor még csak egyszerű hobbiként, hogy a számításokat megkönnyítse a diákjai számára. Kezdetben még nem egy programozói környezetként működött, csak egy egyszerű mátrix kalkulátorként. Később újraírták a programot C-ben és eszköztárakat fejleszteni hozzá, hogy széleskörűen tudják az emberek alkalmazni. [7][8]

Emiatt a széleskörű alkalmazási lehetőség használható a MATLAB különböző geodéziai számítások elvégzésére például koordináta transzformációkra, GPS adatok feldolgozására, koordináták számítására, távolságok és szögek számítására koordináta alapján, kiegyenlítés számítására. Ezeket a számítási adatokat és eredményeket meg is tudjuk jeleníteni hiszen grafikai felülettel is rendelkezik. Ez azt jelenti, hogy akár



5. ábra Regressziós egyenes ábrázolása MatLab-ban



6. ábra Regressziós sík ábrázolása MatLab-ban

vizualizálhatjuk az eredményeinket különböző 2 dimenziós, valamint 3 dimenziós ábrákon, szórás ábraként, síkként, különböző animációkként stb. [7][8]

0409	1	%GEO épülete körüli helyi hálózat számítása	
AdvancedInstallers	2	%5db zárt poligon	
am-et	3	%12 23 43 41 53 15 63 61 25 46	
AppLocker	4	Tav=[150;150;150;120;150;150;120;100;50;50]	
appraiser	5	dm_oda=[1.12199;0.46231;1.71900;0.13367;0.09986;1.48449;1.60082;0.01647;0.36335;0.11790]	
AppV	6	dm_vissza=[1.12153;0.46229;1.71881;0.13345;0.09968;1.48464;1.60070;0.01654;0.36342;0.11779]	
ar-SA	7	%észlelési differenciák	
bg-BG	8	d=dm_oda-dm_vissza	
Boot	9	%észlelési differenciák megengedett értéke (III.rend?)	
Bthprops	10	d_meg=3.6*sqrt(Tav./1000)	
catroot2	11	elteres=d-d_meg	
CatRoot	12	%észlelési differenciák halmozódása (III.rend? 2mm)	
CodeIntegrity	13	halmozodas=sum(d)/sum(Tav./1000)	
Com	14	%vonal km-es középpontja (III.rend? 1.2mm)	
config	15	km=sqrt(1/(4*8)*sum(d.*d./(Tav./1000)))	
Configuration	16	%L	
ContainerSettings...	17	L=[1.12176;0.46230;1.71890;0.13356;0.09977;1.48457;1.60076;0.01650;0.36339;0.11785]	
cs-CZ	18	%poligon záróhibák	
da-DK	19	%1-2-5-1	
DDFs	20	poligon(1)=L(1)+L(9)-L(6)	
de-DE	21	%2-3-5-2	
DiagSvc	22	poligon(2)=L(2)-L(5)-L(9)	
Dism	23	%1-5-3-4-1	
downlevel	24	poligon(3)=L(6)+L(5)-L(3)+L(4)	
drivers	25	%3-4-6-3	
DriverState	26	poligon(4)=L(3)+L(10)+L(7)	
DriverStore	27	%1-4-6-1	
DRVSTORE			

7. ábra MatLab számítás

A GNU Octave egy alapjaiban nagyon hasonló programozási nyelv a MATLAB-hoz. Ebben a környezetben is tudunk magas szintű számításokat és adatelemzéseket végezni. A legnagyobb különbség az az, hogy az Octave egy ingyenes és nyílt forráskódú alternatívát kínál. [9]

A nyílt forráskódú programok előnye, hogy bárki számára szabadon elérhető a forráskódja, tehát módosítható, terjeszthető, és felhasználható a felhasználási feltételek betartása mellett. Így a felhasználók tanulmányozhatják a kódot és továbbfejleszthetik azt. Ez segíti az innovációt, az együttműködést, és könnyen meg tudják egymással osztani a tudásokat a fejlesztők, valamint a felhasználókkal is. Mivel sok különböző ember dolgozik rajta, ezért általában ezek a szoftverek a legtöbb operációs rendszeren és készüléken elérhetőek, használhatóak. [9]

Az Octave lehetővé teszi a felhasználók számára, hogy saját függvényeket és scripteket hozzanak létre. Rendelkezik egy nyelvi szintű scriptelőnyelvvvel, ezzel hatékonyan megoldhatjuk különböző matematikai problémáinkat. Támogatott az objektumorientált programozás is.

3.2 Geodéziai feldolgozó szoftverek

A geodéziai mérések feldolgozásához számos szoftver létezik. Egyrészt léteznek a műszerek gyártói által fejlesztett saját feldolgozó szoftverek, másrészt pedig a felhasználók által fejlesztett programok, amelyekben többféle adatformátumot is fel tudunk dolgozni. Ilyen programok például a Total Open Station, GeoEasy, GeoZseni, GeoCalc, Geoprofi, RTKLIB.

4.GEOEASY

4.1 Nyílt forráskódú szoftverek

A nyílt forráskódú szoftverek olyan programok, amelyek forráskódja teljesen nyitott, mindenki számára elérhető. Ez azt jelenti, hogy a kód szabadon tanulmányozható, módosítható, fejleszthető, javítható és terjeszthető, amíg ezt a licenz feltételi szerint teszik. Az ilyen szoftverek nagyrészen ingyenesek letölthetőek és a felhasználói közösség alapján fejlődik, terjed és frissül. Ez lehetővé teszi a sokrétű fejlődést, és a decentralizált fejlesztés innovatív megoldásokhoz vezet.

A legismertebb nyílt forráskódú szoftverek közé tartozik a Linux operációs rendszer, Apache HTTP server webkiszolgáló alkalmazás, MySQL adatbázis kezelő rendszer, Python programozói nyelv, Firefox böngésző.

4.2 GitHub



8. ábra GitHub logó [11]

Ezek a programok általában ingyenesen letölthetőek a GitHub platformon keresztül.

Ezen az oldalon a fejlesztők tárolni, követni és meg tudják osztani a forráskódjaikat. Ezek lehetnek nyílt forráskódú vagy zárt forráskódú programok is. A GitHub lehetővé teszi

azt, hogy nyílt forráskódú programok esetében más felhasználók is elérjék a projekteket és részt tudjanak venni a fejlesztésében. A forráskódokhoz hozzá lehet adni dokumentációkat, eredményeket és egyéb fontos fájlokat, amik esetleg szükségesek a program futtatásához. [10][11]

4.3 Tcl/Tk

A Tcl és Tk együttesen egy programozó nyelv és grafikus felhasználó felületként fejlesztői eszközkészletet alkotnak. A Tcl az egyik legkorábbi és legrugalmasabb dinamikus programozónyelvek közé tartozik. A dinamikus nyelvek kiegészítői a rendszerkezelő programozói nyelvek, mint a C++ vagy Java. Az utóbbiak általában alacsony szintű feladatokra használják és a futtatási időn van a hangsúly, addig az előbbi nyelv interpretált és a bővíthetőség és az integráción van a hangsúly. Az ilyen fajta programozó nyelvek gyorsabban fejleszthetőek, legtöbbször rövidebbek és általában sűrűn végzett feladatokat tudnak automatizálni. A Tcl nyelvben emiatt könnyebben és

tisztábban olvasható kódot lehet írni, mint C-ben, mégis közel ugyanolyan gyorsan futnak.

A Tk használatával a fejlesztők grafikai felhasználói felületeket tudnak létrehozni a Tcl programokhoz. Az eszköztárat úgy készítették el, hogy később fejleszthető legyen. Tartalmaz különböző alapvető widgetet, mint például gombok, menük, szövegdozok, keretek, listák, képek megjelenítése. Ezek mellé az egyszerű widgetek mellé szabadon hozzáadhatnak a fejlesztők különböző interaktív és professzionálisabb eszközöket, amelyek jobb felhasználói élményt biztosítanak.

4.4 GeoEasy

A GeoEasy egy Tcl/Tk nyelvben írt geodéziai programcsomag, amely különböző mérőállomások által rögzített adatok feldolgozására képes. Lehetséges az alappontok, a bemért részletpontok koordinátáinak meghatározása, ezek grafikus megjelenítése, az eredmények kiértékelése jegyzőkönyvi formában, a mérési- illetve számítási jegyzőkönyv megjelenítésére, valamint ezek nyomtatására.

A programban jelenleg számos mérőállomás adatait lehetőségünk van feldolgozni, ilyenek például a Geodimeter, különböző Sokkia, Leica, Topcon formátumok, Trimble, SurvCE, Nikon formátumai. Ezenkívül még felismeri a Geodat 124 adatrögzítő formátumát, a GeoProfi mérési jegyzőkönyveit és koordinátajegyzékét, az AutoCAD DXF állományokat, valamint a szöveges állományokat, például ITR. A betölthető állományokon kívül egyszerűen manuális adatbevitellel is dolgozhatunk.

A GeoEasy program 2017-ig egy szabadalmaztatott program volt, viszont 20 év fejlesztés után nyílt forráskódú (open-source) licensze lett. [17][18][19]

5 FOIF MÉRÉSEK FELDOLGOZÁSA GEOEASYBEN

A szakdolgozatom témájának választásakor még nem volt lehetőség FOIF mérési adatokat tároló fájlokat feldolgozni a GeoEasy programban. Ez azért jelentett problémát számomra, mert csak egy feldolgozó programmal volt lehetőségem a méréseim feldolgozására, amiben az ellenőrzés nem volt lehetséges, valamint a pontok elhelyezkedésének grafikai megjelenítése sem. Ahhoz, hogy ezt meg lehessen oldani először értelmezni kellett a FOIF mérési jegyzőkönyvét.

5.1 FOIF adatformátum

A FOIF mérőállomások egy úgynevezett, .mes formátumú fájlban tárolja a mérési adatokat. A fájl egy egyszerű vesszővel elválasztott ASCII file amiben soronként különböző adatokat tárol, mint például a mérés neve, ideje, mért adatok, kommentek, számított koordináták, ahogyan ezt a .csv fájlokban is láthattuk korábban. Itt viszont az a legfőbb különbség, hogy első ránézésre nem minden adat jelentése egyértelmű számunkra, hiszen minden sor valamilyen betűvel kódolva van, amik az abban a sorban tárolt adatok fajtájára utal. Ezeknek a karaktereknek a jelentéseit általában a műszerhez járó használati útmutatóban találjuk vagy az interneten más földmérők tapasztalatai által ismerhetjük meg.

A FOIF RTS330 mérőállomáshoz kaptam egy dokumentációt, ami elmagyarázza a különböző értékek jelentését a fájlok sorain belül.

Az exportált mérési jegyzőkönyv első sora a mérés leíró adatait tartalmazza, mint például a mérés kezdetekor megadott név (ami egyezik a fájl nevével), különböző kommentek, mérés kezdeti ideje, méréskor keletkezett pontok száma, prizmaállandó és a környezeti tényezők.

VHA22,163,163,9,10,23,16,14,14,0,0,0,0,10012,190,95,7,1

9. ábra Mérési jegyzőkönyv kivágat 1

VHA22	163	163	9	10	23	16	14	14
Fájl neve	Érvényes pontok száma	Érvényes pontok + törölt pontok száma	Év	Hónap	Nap	Óra	Perc	Másodperc

0	0	0	0	10012	190	95	7	1
Irányított pont típusa	Táv mérés módja	Prizma típusa	Prizmaállandó	Légnyomás	Hőmérséklet (19,0)	Átlagos tengerszint feletti magasság	PPM	-

Ennek a sornak nincs semmilyen előtagja, így különbözteti meg ezeket az adatokat a műszer a mérési adatoktól.

A fájl második sora az álláspont adatait tartalmazza, ennek a sornak az első karaktere egy „A” betű. Ezután következik az álláspont neve, koordinátái, műszermagasság.

A,4,0.0000,0.0000,0.0000,1.6200,1,9,10,23,16,14,31,

10. ábra Mérési jegyzőkönyv kivágat 2

A	4	0.0000	0.0000	0.0000	1.6200
A	Pontszám	X koordináta	Y koordináta	Z koordináta	Műszermagasság

1	9	10	23	16	14	31
-	Év	Hónap	Nap	Óra	Perc	Másodperc

A következő sorok tartalmazzák az álláspont tájékozásának elvégzéséhez felhasznált adatokat, a tájékozási pont koordinátáit, valamint az azokra leolvasott szögértékeket. Ezek a sorok „B”, illetve „C” betűvel kezdődnek. A B betűvel kezdődő sor a leíró adatait tartalmazza a tájékozási iránynak, míg a C betűvel kezdődő, pedig a tájékozás szög, illetve távolsági értékeit.

```
B,DEFAULT,-----,0.0000,0.0000,0.0000,1,1,9,10,23,16,14,35,
C,DEFAULT,2130104,647649,0.0000,0.0000,0.0000,1.6900,0.0000,0.0000,0.0000,1,1,9,10,23,16,14,35,-----,
```

11. ábra Mérési jegyzőkönyv kivágat 3

B	DEFAULT	-----	0.0000	0.0000	0.0000	1
B	Pontszám	Leírás	X koordináta	Y koordináta	Z koordináta	-
1	9	10	23	16	14	35
-	Év	Hónap	Nap	Óra	Perc	Másodperc

C	DEFAULT	2130104	647649	0.0000	0.0000	0.0000	1.6900	0.0000	0.0000
C	Pontszám	Horizontális szög	Vertikális szög	Vízszintes távolság	Ferdetávolság	Magasságkülönbség	Jelmagasság	X koordináta	Y koordináta
0.0000	1	1	9	10	23	16	14	35	-----
Z koordináta	-	-	Év	Hónap	Nap	Óra	Perc	Másodperc	Pontkód

A következő sor a tájékozás eredményét mutatja meg és „D” betűvel van jelölve.

D,DEFAULT,DEFAULT,2130104,0,1,0,0,1,1,9,10,23,16,14,35,

12. ábra Mérési jegyzőkönyv kivágat 4

D	DEFAULT	DEFAULT	2130104	0	1	0	0
D	Álláspont	Tájékoztató pont	Tájékoztató irányérték	Első/második távcsőállás (0/1)	Tájékoztató irányok száma	HZ javítás	HZ szögek szórása
1	1	9	10	23	16	14	35
-	-	Év	Hónap	Nap	Óra	Perc	Másodperc

A részletpontokra menő irányértékeket és távolságokat az „F” betűvel jelölt sorok tárolják.

F,1,2130110,647636,26.0645,26.0645,0.0230,1.6900,11.3640,-23.4567,-0.0470,0,1,9,10,23,16,14,55,-----,

13. ábra Mérési jegyzőkönyv kivágat 5

F	1	2130110	647636	26.0645	26.0645	0.0230
F	Pontszám	Horizontális szög	Magassági szög	Vízszintes távolság	Ferde távolság	Magasságkülönbség

1.6900	11.3640	-23.4567	-0.0470	0	1	9
Jelmagasság	X koordináta	Y koordináta	Z koordináta	-	-	Év

10	23	16	14	55	0
Hónap	Nap	Óra	Perc	Másodperc	Pontkód

Akárhányszor pontkódot váltunk a műszer egy külön sorban rögzíti azt, és egy „U” betűvel jelöli ezt a változást. Gyakorlatilag a pontszámon és a pontkódon kívül

semmilyen adatot nem tárol. Az utolsó mezők a kódváltás idejét illusztrálnák, de valamilyen hibából 0 értékeket tárol.

U,4,0,-----,-----,-----,-----,-----,-----,-----,-----,1,0,0,0,0,0,0,

14. ábra Mérési jegyzőkönyv kivágat 6

U	4	0	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
U	Pontszám	Pontkód	Leírás	Info1	Info2	Info3	Info4	Info5	Info6

-----	-----	1	0	0	0	0	0	0
Info7	Info8	-	Év	Hónap	Nap	Óra	Perc	Másodperc

Ha egy pont mérése során nem szeretnénk távolságokat rögzíteni, csak horizontális, illetve magassági szöget, akkor a sor elejére egy „G” betű kerül. Ilyen mérésre akkor lehet szükség, ha a tájékozást utólagos feldolgozással, irodában szeretnénk elvégezni.

G,643001,1639376,642205,0.0000,0.0000,0.0000,0.0000,0.0000,0.0000,0.0000,1,1,9,10,23,15,42,51,0,

15. ábra Mérési jegyzőkönyv kivágat 7

G	6430 01	163937 6	64220 5	0.000 0	0.00 00	0.0000	0.0000	0.000 0	0.000 0
G	Ponts zám	Horizo ntális szög	Maga ssági szög	Vízsz intes távols ág	Ferd e távol ság	Magasságk ülönbség	Jelma gasság	X koordi náta	Y koordi náta

0.0000	1	1	9	10	23	15	42	51	0
Z koordináta	-	-	Év	Hónap	Nap	Óra	Perc	Másodperc	Pontkód

5.2 Mérések feldolgozása GeoEasy-ben

Ahhoz, hogy későbbiekben fel tudjuk dolgozni a FOIF mérőállomással végzett méréseinket a GeoEasyben, nem elegendő csak az adatformátum felépítését megismerni, a program alapvető működésével is tisztában kell lennünk.

A szoftver számos műszer adatformátumát felismeri, például egyes Geodimeter, Sokkia, Leica, Topcon, Trimble, Nikon gépek adatait. Ezenkívül még egyes magyar feldolgozó szoftverek mérési jegyzőkönyvével is kompatibilis, például Geoprofi, GeoCalc. Ezeken kívül pedig egyszerű szöveges fájlokat is tud használni, annyi különbséggel, hogy azoknál definiálnunk kell a mezők jelentéseit egy egyszerű párbeszédablakon keresztül. Ezek mellett használhatunk még DXF vagy DAT fájlokat is. Beolvasás után a program a többször előforduló pontszámú rekordokból csak az elsőt tárolja el. A betöltés után a program különböző menüpontjaival külön-külön megnyithatjuk a mérési jegyzőkönyvet, a (ha rendelkezünk vele) koordinátajegyzéket, megnézhetjük az észlelési adatokat is bizonyos formátumoknál. Alapvetően úgy van felépítve a program, hogy egyszerre ne egy ablakot alkalmazzunk. Egyidejűleg általában a számítási eredmények ablak, a grafikus ablak, a mérési jegyzőkönyv, valamint a koordinátajegyzék is meg van nyitva. [17][18][19]

A programmal a legtöbb geodéziai számítást el tudjuk végezni, ami egy átlagos felmérés feldolgozásához szükséges. Tájékozások, koordináta számítások, metszések, hálózatkiegyenlítések, sokszögvonalak, regresszió, transzformációk. Ezeket a számításokat minden menüben el lehet végezni az egyszerű munkavégzés érdekében. (screenshotok) Minden számítás végeredménye és a számítás menetét követni tudjuk a számítási eredmények ablakban, ezt szabadon ki is lehet másolni, valamint kinyomtatni.

A numerikus adatokon kívül a pontjaink térbeli elhelyezkedését is megnézhetjük a grafikus ablakban. (kép) Ebben az ablakban is lehet számításokat elvégezni, területet, távolságot számítani interaktívan a pontok kiválasztásával. (kép)

A műveletek használatát a későbbiekben egy egyetemi gyakorlat során végzett mérés feldolgozásával fogom megmutatni.

5.3 Miért nem volt eddig erre lehetőség?

Egyrészt azért nem volt erre még lehetőség, hiszen ezt az adatformátumot kevesen alkalmazták, valamint azokkal a műszerekkel, amik ebben a formátumban mentették a mérési adataikat, azokkal egyszerűen .txt-ben vagy .csv-ben is le lehetett menteni az adatokat és ezeket univerzálisan minden program felismeri. Valamint, ha már van működő univerzális formátum, akkor egy kevésbé használt formátum feldolgozására és megértésére egyáltalán nincs szükség.

Másrészt, ami nagyobb százalékban befolyásolja ezt, az pedig az utófeldolgozások mérések csökkenése. Manapság már mindenki egy felmérést úgy végez el, hogy az álláspontjának a koordinátáit ismeri, vagy szabad álláspont funkcióval kiszámítja. Ezután a mérőállomás a bemért részletpontok koordinátáit kiszámítja, így már csak a szerkesztés marad csak irodai munkaként.

Harmadik okból, pedig azért nem volt lehetőség még GeoEasyben feldolgozni, mivel más programokban ezzel a formátummal való munka már lehetséges volt, így nem volt szükség még egy programra, ami ismeri ezt a formátumot.

5.4 Feldolgozáshoz szükséges program

A probléma megoldásához először is el kellett dönteni, hogy lehet legegyszerűbben definiálni a mérési jegyzőkönyv tartalmát informatikai környezetben. Legelőször felismertük, hogy a rekordok egymástól vesszővel vannak elválasztva, és mindig ugyanannyi rekordot tartalmaz minden egyes sor. Tehát egy fajta rekordok mindig ugyanazon a helyezkednek el a sorokban. Ezért felosztottuk a mérési jegyzőkönyv rekordjait vesszőnként. Ez azt jelenti, hogy a vessző, mint elválasztó tag alapján egy listába szedtük a sorok adatait, ezáltal ezek a rekordok sorszámmal rendelkeznek a soron belül, így egyszerűen definiálni tudjuk, hogy hányadik mező melyik fajta adatot tartalmazza. Egyszerűbben fogalmazva, meghatároztuk, hány vessző után következik egy tetszőleges adat.

```
set bl [split [string trim $buf] ","]    ;# comma separated
set buflist ""
foreach a $bl {
    lappend buflist [string trim $a]
}
set n [llength $buflist]
```

A tagokra bontás után pedig a következő lépés az volt, hogy a különböző fajta rekordokkal rendelkező sorokat különböző módon kezeljük. Ahogy előzőleg írtam, a különböző adatokat tároló soroknak eltérő előtagja van. Ezek minden esetben az abc nagy betűi (A,B,C,D,E,F,G,U), vagy annak hiánya.

A vesszős felbontás után az első tag a különálló betű volt, ezért nagyon egyszerű volt ezt megoldani. Ezért kényelmesen csak az első karaktert kellett megvizsgáltatni a programban, hogy eldöntse milyen fajta rekordokat tartalmaz a sor és ennek következtében váltson a következőképpen:

```
switch -exact [lindex $buflist 0] {A B C D E F G H}
```

Az „A” betűvel kezdődő sorok minden esetben az állásponthoz tartozó adatokat tartalmazzák. Ezek az adatok a pontszám (pn), koordináták (x,y,z), műszermagasság (ih). Az adatok helyét definiálni kellett, hogy hányadik helyen helyezkednek el a sorban.

```

A {
    # station
    set pn [lindex $buflist 1]
    set x [lindex $buflist 2]
    set y [lindex $buflist 3]
    set z ""
    if {[string length [lindex $buflist 4]]} {
        set z [lindex $buflist 4]
    }
    set ih [lindex $buflist 5]
    AddCoo $fa $pn $x $y $z
    lappend obuf [list 2 $pn] ;# station number
    lappend obuf [list 3 $ih] ;# instrument height
}

```

A „B” betűvel jelölt sorok az előre beolvasott tájékozási irányok koordinátáit tartalmazzák, de ez számunkra nem hasznos a programba olvasás során, ezért egyszerűen kihagytuk.

A „C” betűvel kezdődő sorok a tájékozó pontra mért szöget, némely esetben távolságot tartalmazza. Ennek az adatai is gyakorlatilag kihagyhatók a mérési jegyzőkönyv beolvasásában.

A „D” betűvel jelölt sor pedig ennek a tájékozásnak az eredményét tárolja, ezért értelemszerűen ezt is kihagytuk.

```

C -
D -
E {
    # orientation measure/orientaion result/orientation
    adjustment/
}

```

Az „F” valamint „G” betűvel kezdődő sorok tárolják a legfontosabb adatokat, a részletpontokra mért szögeket és távolságokat. Vagy ismert koordinátájú álláspontnál ezeknek a pontoknak a már kiszámított koordinátáit is tartalmazza. Ezeket az adatokat nem volt elegendő beolvasatni a programmal, hiszen a szögek értékei nem egyértelmű módon vannak tárolva, ahogyan a legtöbb műszernél. Ezért a szögek értékeit át kellett váltani olyan formába, hogy a programon belül alkalmazható legyen. Ezt az átváltást a ró értékkel való osztással végzi el. Ez az érték a radián értéke szögmásodpercben, másnéven „ró másodperc”.

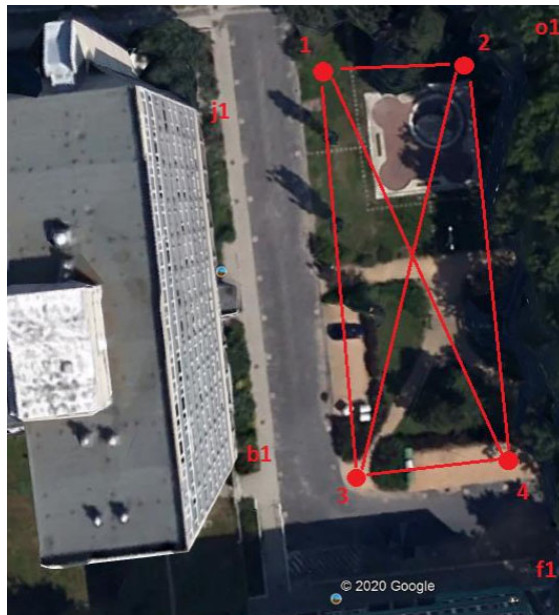
```
G {
    # angle and distance measurement
    set pn [lindex $buflist 1]
    set ha [expr {[lindex $buflist 2] / 2.0 / $RO}]
    set va [expr {[lindex $buflist 3] / 2.0 / $RO}]
    set sd [lindex $buflist 5]
    set th [lindex $buflist 7]
    set x [lindex $buflist 8]
    set y [lindex $buflist 9]
    set z ""
    if {[string length [lindex $buflist 10]]} {
        set z [lindex $buflist 10]
    }
}
```

A méréseinket automatikusan közepeli is a program, amennyiben ugyanarra a pontra több távcsőállásban mért értékek alapján. Ha egy pontra több fordulóból mértünk, akkor az összes méréseinket figyelembe véve írja be a közepelt értéket, viszont manapság a több forduló mérés nem gyakran fordul elő.

5.5 Egy FOIF mérés beolvasása

Az elkészült program modul ellenőrzésére a legjobb lehetőség egy teljes mérés feldolgozása. Ehhez egy egyetemi gyakorlaton mért vízszintes hálózatot fogok kiszámítani. Az eredeti feldolgozást is GeoEasyben készítettük el, de először GeoCalc programmal olvastuk be a műszer mérési jegyzőkönyvét, hiszen annak az adatformátumát ismeri a programunk. Mivel ezt már feldolgoztam egyszer, ezért egyszerűen ellenőrizhetünk úgy, hogy összehasonlítjuk, hogy ugyanolyan értékeket olvas-e be megfelelő helyekre, végül pedig megnézzük, hogy egyező koordinátákat kapunk-e a végén.

Az ellenőrző feladatunk egy vízszintes hálózat kiszámítása és kiegyenlítése lesz. A felméréshez a Gyümölcs utcai Nemes Nagy Ágnes kollégium előtt kellett 4 álláspontot létesíteni. Minden álláspontból egymásra mértünk három fordulóban két távcsőállásban, hogy minél pontosabb legyen a mérés, valamint, hogy utána ki is tudjuk egyenlíteni. A mérés során nem csak az álláspontok között mértünk, hanem a területen található főlíákra is. Ezeknek a pontoknak ismertek az EOY koordinátái, így ezt a hálózatot be is tudtuk illeszteni az országos hálózatba.



16. ábra Mérési terület

A mérés elvégzése után megnyitottam az eredeti (17. ábra) valamint a FOIF mérési jegyzőkönyvből beolvasott adatokat is (18. ábra), hogy összehasonlítsam az értékeket.

Álláspont száma	Pontszám Tájékoztató pont	Jelmagasság Műszer magasság	Írányérték Tájékoztató irány	Zenit szög	Ferde távolság Vízszintes távolság
4		1.620			
4	3	1.690	295-51-06	89-57-29	26.064
4	B1	0.000	302-52-31	86-02-18	39.629
4	1	1.600	3-55-44	90-08-13	53.403
4	2	1.610	28-57-26	90-06-37	52.160
4	F1	0.000	158-16-38	87-11-54	24.235
3		1.690			
3	B1	0.000	55-38-28	79-01-50	14.291
3	J1	0.000	114-02-28	86-44-49	49.165
3	1	1.600	132-31-55	90-10-13	49.919
3	2	1.610	154-29-57	90-06-57	59.560
3	O1	0.000	164-56-01	88-44-51	79.209
3	4	1.620	215-28-35	90-02-31	26.064
3	F1	0.000	235-52-11	88-34-21	46.884
1		1.600			
1	3	1.690	185-36-45	89-49-57	49.919
1	B1	0.000	201-54-46	86-37-53	48.770
1	J1	0.000	263-25-28	79-32-54	16.195
1	O1	0.000	73-51-12	87-38-54	45.731
1	2	1.610	82-11-43	89-56-13	22.905

14. ábra GeoCalc-ból importált mérési jegyzőkönyv

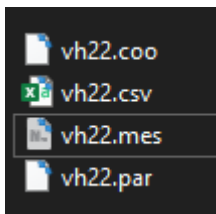
Álláspont száma	Pontszám Tájékoztató pont	Jelmagasság Műszer magasság	Írányérték Tájékoztató irány	Zenit szög	Ferde távolság Vízszintes távolság
4		1.620			
4	3	1.690	295-51-06	89-57-29	26.064
4	B1	0.000	302-52-31	86-02-18	39.629
4	1	1.600	3-55-44	90-08-13	53.403
4	2	1.610	28-57-26	90-06-37	52.160
4	F1	0.000	158-16-38	87-11-54	24.235
3		1.690			
3	B1	0.000	55-38-28	79-01-50	14.291
3	J1	0.000	114-02-28	86-44-49	49.165
3	1	1.600	132-31-55	90-10-13	49.919
3	2	1.610	154-29-57	90-06-57	59.560
3	O1	0.000	164-56-01	88-44-51	79.209
3	4	1.620	215-28-35	90-02-31	26.064
3	F1	0.000	235-52-11	88-34-21	46.884
1		1.600			
1	3	1.690	185-36-45	89-49-57	49.919
1	B1	0.000	201-54-46	86-37-53	48.770
1	J1	0.000	263-25-28	79-32-54	16.195
1	O1	0.000	73-51-12	87-38-54	45.731
1	2	1.610	82-11-43	89-56-13	22.905

18. ábra Eredeti FOIF mérési jegyzőkönyv

Ezen a két ábrán láthatjuk, hogy mind a GeoCalc-ból importált, mind az egy lépésben

beolvasott FOIF mérési jegyzőkönyvből ugyanazokat az adatokat ismerte fel a program és ezeket az adatokat a megfelelő helyre megfelelő formátumba írta. A mérés során nem rögzítettünk koordinátákat ezért ezeket nem tudom összehasonlítani, de ezeket az adatokat figyelembe véve azokat is fel tudja ismerni.

A program egy mérés beolvasása után a mentés gombra kattintva a beolvasott fájl nevével egyezően generál egy .COO valamint egy .csv formátumú koordináta jegyzőkönyvet és egy .PAR kiterjesztésű fájlt ami az opcionális mérési adatokat tartalmazza, például a műszer típusát, mérést végző személy nevét, a mérés idejét.



Ezt a műveletet is ellenőriztem és látható, hogy ezek a fájlok (z. ábra) hibátlanul elkészültek.

19. ábra Elkészült fájlok

6. ÖSSZEGZÉS

Szakdolgozatomban a FOIF RTS 330 mérőállomások adatainak feldolgozásával foglalkoztam. Ezek a mérőállomások saját adatformátummal rendelkeznek, amit a legtöbb feldolgozó program nem ismer fel. Ahhoz, hogy ezeket a méréseket feldolgozzuk eddig át kellett konvertálnunk egy másik kiterjesztésű fájlba, ezt a lépést akartam átlépni.

Ehhez egy nyílt forráskódú geodéziai feldolgozó szoftvert alkalmaztam, a GeoEasyt. A megoldáshoz elemeztem a mérőállomás adatformátumát, megállapítottam milyen elválasztó tagokkal és azonosítókkal rendelkezik. A fájl tanulmányozása után egy TCL nyelvben írt modullal ezeket az adatokat az előtagjuk, valamint sorszámuk alapján az adatokat be tudtuk olvasni a megfelelő helyre.

A dolgozat elkészítése közben betekintést nyerhettem a Tcl/Tk programnyelvek működésébe, különböző mérőállomások adatformátumainak felépítésébe, valamint a nyílt forráskódú szoftverek fejlesztésébe.

A dolgozatom célja volt, hogy ezekkel a műszerekkel végzett méréseket a későbbiekben GeoEasy-ben egyszerűen fel lehessen dolgozni. Ezzel egyszerűbbé válhat a feldolgozás azoknak, akik ezzel a szoftverrel szeretnék feldolgozni a méréseiket. Másrészt hasznos lehet a jövőbeli hallgatóknak, hogy több kompetens feldolgozó program közül választhatnak.

6.1 Summary

In my thesis, I worked on the processing of measurement data from the FOIF RTS 330 total stations. These stations have their own data format, which is not recognised by most processing programs. In order to work with these measurements, we had to convert them to a different file extension, a step I wanted to skip.

To do this I used an open source geodetic processing software, GeoEasy. For the solution, I analysed the data format of the measuring station, determined which separator tags and identifiers the records have. After studying the file, a module written in TCL language was used to read the data into the correct location based on their prefix and sequence number.

While working on the thesis, I was able to gain insight into the operation of the Tcl/Tk programming languages, the construction of data formats for various measuring stations, and the development of open source software.

The aim of my thesis was to make it easy to process measurements made with these total stations in GeoEasy. This will make the processing easier for those who want to work with their measurements in this software. On the other hand, it may be useful for future students to have a choice of several competent processing programs.

7. FORRÁSOK

- [1] Dr. Tarsoly Péter – Geodézia II.
- [2] <https://leica-geosystems.com/hu-hu/products/total-stations/manual-total-stations/leica-flexline-ts07>
- [3] https://nkerepo.uni-nke.hu/xmlui/bitstream/handle/123456789/16543/Geodeziai_alapismeretek_II.pdf;jsessionid=0EFDAA97A5819D44563B5EA4FE028364?sequence=1
- [4] <https://www.precision-geosystems.com/product/geomax-zoom30-pro-total-station-package/?v=f24485ae434a>
- [5] <https://totalstations.co/trimble-s6-dr-300-3-robotic-autolock-total-station/>
- [6] <https://leica-geosystems.com/hu-hu/products/total-stations/robotic-total-stations/leica-nova-ts60>
- [7] <https://hu.wikipedia.org/wiki/MATLAB>
- [8] <https://en.wikipedia.org/wiki/MATLAB>
- [9] <https://octave.org/about>
<https://edu.epito.bme.hu/local/coursepublicity/mod/book/view.php?id=46741&chapterid=28>
- [10] https://www.w3schools.com/whatis/whatis_github.asp
- [11] <https://github.com/about>
- [12] <https://www.tcl.tk/doc/>
- [13] <https://www.tcl.tk/about/language.html>
- [14] <https://hup.hu/old/tcl-tk/tcltk.htm>
- [15] https://totalopenstation.readthedocs.io/en/stable/input_formats/main.html
- [16] <http://www.agt.bme.hu/gis/math.html>
- [17] http://www.digikom.hu/szoftver/geo_easy.html
- [18] <http://www.digikom.hu/szoftver/help/geoeasy.pdf>
- [19] <https://github.com/zsiki/GeoEasy>