



ÓBUDAI EGYETEM
ÓBUDA UNIVERSITY

Alba Regia Műszaki Kar

Geoinformatikai Intézet

SAKDOLOOZAT

**A 30. számú vasútvonal 1923 és 1964-es
szelvények közötti szakaszának felmérési munkái**

OE-AMK

Hallgató neve: Bánki Antal András

2023

Hallgató törzskönyvi száma: T000247/FI12904/A-G



ÓBUDAI EGYETEM
ÓBUDA UNIVERSITY

Óbudai Egyetem
Alba Regia Műszaki Kar
Geoinformatikai Intézet

SZAKDOLGOZAT FELADATLAP

Hallgató neve: Bánki Antal András

Szakdolgozat száma: [REDACTED]

Törzskönyvi száma: T000247/FI12904/A-G

Neptun kódja: [REDACTED]

Szak: földmérő és földrendező mérnök (BSc)

Specializáció: Geoinformatika

A dolgozat címe: A 30. számú vasútvonal 1923 és 1964-es szelvények közötti szakaszának felmérési munkái

A dolgozat címe angolul: Survey works on the section of railway line No 30 between the 1923 and 1964 sections

A feladat részletezése:

Szakirodalom alapján ismertesse a vasúttal kapcsolatos geodéziai előírásokat!

Mutassa be a választott mintaterületet, valamint az elvégzendő feladatokat!

Végezze el a szükséges vízszintes és magassági méréseket!

Mutassa be az irodai feldolgozás lépéseit.

Készítse el a felmérési dokumentációt!

Foglalja össze munkája tapasztalatait.

Intézményi konzulens neve: Dr. Katona János

A kiadott téma elévülési határideje: 2026. 02. 10.

Beadási határidő: 2023. 12. 15.

A szakdolgozat: Nem titkos.

Kiadva: Székesfehérvár, 2023. 10. 24.



[Signature]

Intézetigazgató

A dolgozatot beadásra alkalmasnak találom: 2023. 12. 15.

[Signature]

belső konzulens

külső konzulens



ÓBUDAI EGYETEM
ÓBUDA UNIVERSITY

Alba Regia Műszaki Kar
Geoinformatikai Intézet

HALLGATÓI NYILATKOZAT

Alulírott hallgató kijelentem, hogy a dolgozat saját munkám eredménye, a felhasznált szakirodalmat és eszközöket azonosíthatóan közöltem. Az elkészült dolgozatban található eredményeket az Óbudai Egyetem és a feladatot kiíró intézmény saját céljára térítés nélkül felhasználhatja, a titkosításra vonatkozó esetleges megkötések mellett.

Kelt: Budapest, 2023. 12. 14.

.....
hallgató aláírása

Tartalomjegyzék

1	BEVEZETÉS	7
2	FELADAT BEMUTATÁSA	8
3	A MÁVTI – GEODÉZIAI OSZTÁLY BEMUTATÁSA	9
4	GEODÉZIA ÁLTALÁNOSÁGBAN	11
4.1	Geodézia jelentése	11
4.2	A földmérés Magyarországon	11
5	VASÚTI TERVEZÉSHEZ SZÜKSÉGES GEODÉZIAI FELADATOK	14
6	HELYSZÍN, TERVEZŐI IGÉNYEK BEMUTATÁSA	16
7	ALAPPONTHÁLÓZATOK MAGYARORSZÁGON	18
7.1	Alapponthálózatokról általánosságban	18
7.1.1	Alapponthálózat fogalma	18
7.1.2	Alapponthálózatokkal szemben támasztott követelmények	18
7.1.3	Állandósítás	18
7.2	Vízszintes Alapponthálózatok	19
7.2.1	Kialakítási elvek	19
7.2.2	Harmadik országos vízszintes alapponthálózat (EOVA)	20
7.2.3	Negyedrendű alapponthálózat	22
8	GNSS HÁLÓZATOK	24
8.1	IGS világhálózat	24
8.2	Országos GPS Hálózat (OGPSH)	24
9	GNSS TECHNOLÓGIA	26
9.1	Műholdcsaládok	26
9.1.1	GPS műholdak	26
9.1.2	GLONASSZ	26

9.1.3	Galileo.....	26
9.1.4	BeiDou	27
9.1.5	GNSSnet.hu	27
9.2	GNSS mérések	28
9.2.1	Abszolút helymeghatározás	28
9.2.2	Relatív helymeghatározás	28
9.2.3	Statikus, kinematikus mérés	29
10	SOKSZÖGVONAL, TRIGONOMETRIAI MAGASSÁGMÉRÉS.....	30
10.1	Sokszögvonall.....	30
10.2	Trigonometriai magasságmérés.....	30
11	ELŐKÉSZÜLETEK	32
12	MÉRÉS SORÁN HASZNÁLT MŰSZEREK.....	34
12.1	RUIDE RENO1 GNSS vevő:.....	34
12.2	Leica MS60 1” multistation:	36
13	MÉRÉS VÉGREHAJTÁSA	37
13.1	Mérőállomással való mérés	37
13.2	GPS-el való mérés	40
14	SZOFTVEREK BEMUTATÁSA.....	42
14.1	GeoEasy.....	42
14.2	AutoCad 2023 Map3D	42
15	IRODAI FELDOLGOZÁS.....	44
15.1	Sokszögvonall.....	44
15.2	Trigonometriai magasságmérés.....	47
15.3	GPS-es felmérés:	48
16	SZERKESZTÉS.....	49
17	ÖSSZEGZÉS	50

18	SUMMARY	51
19	HIVATKOZÁSOK.....	52

1 BEVEZETÉS

Szakdolgozatom témájaként egy olyan munkát választottam, amit a jelenlegi munkahelyemen (MÁV Tervezési Osztály) végeztünk el, és egy átfogóbb mérést tartalmaz egy felújítandó vasúti szakasról. A terület egy 4100 méteres szakaszt jelent, de részletes felmérés 1200 méterre készült. A szakdolgozatomban szemléltetni szeretném a vasútvonalon történő felmérés nehézségeit, különlegességeit, valamint szeretném bemutatni a tervezés során felmerülő geodéziai feladatokat, kihívásokat. Az elkészült munkarészek a 30-as számú vasúti vonal fejlesztéséhez készültek.

A felmérésben szerencsém volt a legmodernebb műszerekkel mérni, egy Leica MS60-as multistation-el, és egy Ruide Reni1-es GPS-szel. A műszerekről készítettem egy rövid leírást a szakdolgozatomban.

A mérendő terület Somogy és Zala megye határán található. A Kis Balaton közelsége miatt, a terület mocsaras jellegű. Nagy méretű árkok, átereszek, és töltések találhatóak, mind a szakszerű vízelvezetés céljából.

2 FELADAT BEMUTATÁSA

A MÁV Tervezői Osztályán belül a tervezők megkeresték a földmérő részleget, hogy a 30-as vasút vonalon, Sávoly és Zalakomár közé eső részen geodéziai felmérést kellene végeznünk. A felmérés oka, hogy a magas talajvíz miatt, a vasúti pálya megsüllyedhetett. Valamint alámosások keletkezhetnek. A mi feladatunk az volt, hogy a jelenlegi állapotról egy digitális tervezési alaptérképet készítsünk, amin később a tervezők tovább tudnak dolgozni. Kiemelten fontos a vágány pontos meghatározása mind vízszintes, mind magassági értelemben. Valamint szükségük van a tervezőknek a vasúti berendezésekre, valamint a pálya melletti környezetre.

A kapott kérés alapján két részre osztottuk a feladatunkat. Az első, mérés a vágány tengely felmérése. Itt csak a vágány tengely pozícióját kell bemérni, de azt minél pontosabban, hisz itt mutatható ki bármilyen változás a múltbéli állapothoz képest. Emiatt úgy döntöttünk, hogy ezt egy beillesztett sokszögvonallal fogjuk megmérni. Így el tudjuk érni a kellő pontosságot, és egy sokkal homogénebb mérést kapunk. A második mérés a környezet felmérése. Itt az elvárt pontosság jóval alacsonyabb, viszont a terület nagysága sokszorosa a vágány beméréséhez képest. Ezért ide egy gyorsabb mérési technológiát kell alkalmazni, ezért esett a választásunk a GPS-es felmérésre.

Ezt a komplex munkát szeretném bemutatni, az irodai adatgyűjtéstől elkezdve, a méréseken keresztül a leadott digitális tervezési alaptérképig.

3 A MÁVTI – GEODÉZIAI OSZTÁLY BEMUTATÁSA

A MÁV beruházásaival kapcsolatban a műszaki tervezői munkák zömét a MÁV Tervező Intézet végzi. Az egész ország területét lefedi, általában generál kivitelezői hatáskörben. Egy elég összetett és bonyolult műszaki szervezet, hisz az intézet öt irodán belül végzi a műszaki tervezési, és koordinálási feladatait. Az öt iroda a következőképpen épül fel:

1. **Pályatervező iroda**, ez az iroda foglalkozik a pálya és műtárgytervezéssel, és az ehhez kapcsolódó egyéb tervezési feladatokkal (talajmechanika, kisajátítás, geodéziai felmérések).
2. **Épület tervező iroda**, ez az iroda az épületekkel kapcsolatos külső, és belső gépészet tervezésével. (ennek a két irodának a tevékenysége az intézet kapacitásának több, mint 60%-át teszi ki.)
3. **Távközlési és Biztosító berendezési iroda**, a biztosító és távközlési feladatokat ellátó berendezések karbantartásával, telepítésével foglalkozik.
4. **Gép és felsővezeték tervező iroda**, az elektromos oszlopok, berendezések karbantartásával, tervezésével foglalkozik.
5. **Termelési iroda**, a tervek koordinálásával, és szállításával foglalkozik.

A pályatervező irodát és azon belül a geodéziai osztályt mutatnám be kicsit részletesebben. A geodéziai osztály komplexe munkát végez, mivel a hatáskörébe tartozik a terepi mérések elvégzése, azok dokumentálása, és a földhivatali irodai munkák (vázrajzok) elkészítése is. A terepi méréseket megszerkesztve általában az intézeten belül más irodáknak kell továbbítani, így ők tudják majd a továbbiakban azt alapul venni.

A terepi feladatok során legyen szó egy új vonal tervezéséről vagy egy már meglévő vonal felújításáról változatos feladatokkal kell szembe néznie a földmérőnek. Egy projektet a legelejétől szinte a végéig nyomon kell követni, hisz az első munka általában egy digitális alaptérkép elkészítése (a terep és a pálya állapotának a felmérése). Majd a későbbiekben az elkészült tervek alapján a kisajátítási vázrajzok kitűzésével, leadásával zárni a munkát.

A geodéziai osztályon belül, nagy általánosságban 3 munkakörre lehet osztani a földmérőket:

Egy osztályvezetőre, irodai dolgozókra, és a terepi dolgozókra.

Az osztályvezetőnek földmérő mérnöknek kell lennie, és emellett még fontosak a vezetői tapasztalatok is, hisz több ember áll az irányítása alatt. Emellett még elvárás, hogy meglegyen az ingatlanrendezői minősítése is, és ezen felül a mérnök kamarai tagsággal is rendelkezzen. Az osztályvezető feladata az itt dolgozók irányítása és felügyelete, a feladatok kiosztása valamint az elkészült munkák ellenőrzése.

Az irodai dolgozók, lehetnek mérnökök vagy technikusok. Az ő feladatuk a terepi mérések megszerkesztése, valamint az összes földhivatallal kapcsolatos munkát ők intézik. Vázrajzok szerkesztése, leadása.

És végül a terepi dolgozók, ez egy tágabb kör, ide beleértjük a kint dolgozó mérnököket, technikusokat, valamint ha a vasúti pályán kell munkát végezni akkor a figyelő őrköt, gépkocsi vezetőket. Feladatuk közé tartozik az összes terepi mérés elvégzése, kitűzések átadása, kinti jegyzőkönyvek vezetése. (Turáni, 2016)

4 GEODÉZIA ÁLTALÁNOSSÁGBAN

4.1 Geodézia jelentése

A geodézia egy görög eredetű szó, tükörfordításban Földosztást jelent. Többek között foglalkozik a föld felületének felmérésével, illetve magassági és vízszintes helymeghatározásával. Az egyik legősibb tudománynak számít, már az ókorból is vannak források a földmérési munkálatokról.

Magyarországon a geodéziát a Geodéta, vagy Földmérő végzi. Itthon ezt a két szakmát egynek tekintik, de külföldön találunk példát rá, hogy a két szakmát elkülönítik a köznyelvben. Más országokban a geodézia szót használják az geodézia elméletével foglalkozó tudományra, földmérés alatt pedig a geodézia gyakorlati részét értik.

Két nagyobb csoportra bonthatjuk, az egyik a felsőgeodézia, a másik pedig az általános geodézia. Míg előbbi nagyobb vonalakban a föld alakjának meghatározásával foglalkozik, addig az általános geodézia több műveletet foglal magában. Ilyen például a helymeghatározás, szögmérés, távolságmérés, magasságmérés.

Földmérési, geodéziai munkák során valamilyen pontmegjelölési módszert kell alkalmazni, amivel az alappontokat megjelöljük. Ezek lehetnek ideiglenes vagy állandó pontjelek. Ideiglenes például a szeg, vagy a kitűzőrúd, míg állandó pontjelnek egy templomtornyot, vagy egy kéményt is tekinthetünk. (Magyar Elektronikus Könyvtár) (Wikipedia)

4.2 A földmérés Magyarországon

Hazánkban lehet közép vagy felsőfokú Geodéta végzettséget szerezni. Középfokú végzettséget, technikumokban lehet szerezni, például a békéscsabai Vásárhelyi Pál Szakgimnáziumban, míg felsőfokút az Óbudai Egyetem Alba Regia Műszaki karán.

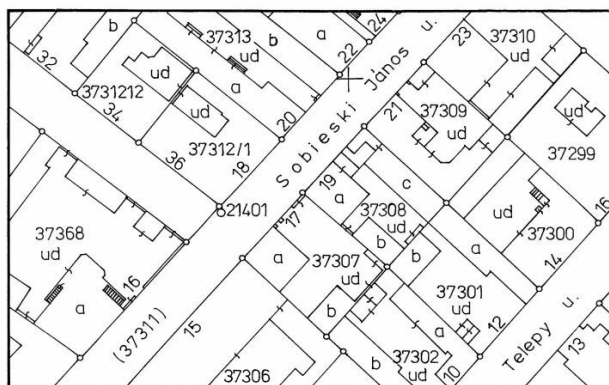
Az akkori birodalom teljes területét lefedő térkép az első katonai felmérés idején készült, 1763-1787 között. Mária Terézia rendelte el a térkép elkészítését, viszont befejezésekor már II. József ült a trónon. Az egész Birodalom területét, nagyjából 3400 db 1:28800-as méretarányú térképszelvény tartalmazta. (vazrajzkeszites.hu)



4.1 ábra: Sopron, első katonai felmérés forrás: (vazrajzkeszites.hu)

A második katonai felmérés ideje 1806-1869 közöttre tevődik. Az első felmérés tapasztalatait használták fel, és az ott tapasztalt hibákat küszöbölték ki. Ezzel egyidőben készült Magyarország második háromszögelési alapponthálózata, erről egy későbbi fejezetben írok részletesebben. A 19. században váltak szét a polgári, illetve a katonai célú geodéziai munkálatok, azonban a ma is használt alappontokra egészen a 20. század közepéig, pontosabban a II. Világháború befejezéséig kellett várni. (vazrajzkeszites.hu)

Az 1996. LXXVI. évi törvény hatására elkészítették az állami földmérési alaptérképet, ami az Egységes Országos Térképrendszerben, röviden EOTR-ben elkészített térkép, amin alapadatként szerepelnek többek között a közigazgatási és földrészlet határokat, valamint az ezekhez tartozó helyrajzi számokat. (vazrajzkeszites.hu)



4.2 ábra: Földhivatali alaptérkép, birtokhatárokkal, helyrajziszámokkal. forrás: (Magyar Elektronikus Könyvtár)

Magyarországon manapság nem indulhat semmilyen építkezés geodéziai felmérés elvégzése nélkül, ennek köszönhetően mind magánszemélyek, mind vállalatok, cégek

igénybe vehetik a földmérési szolgáltatásokat. Magánszemélyként igénybe vehető a földmérői szolgáltatás többek között olyan esetekben, amikor egy újonnan épített házat kell felvezetni a nyilvántartásba, ekkor épületfeltűntetést végez a földmérő, de telekalakításokkal kapcsolatos földmérési munkálatokkal is lehet keresni a földmérőket, mint például: telekcsoporthúzó, telekegyesítés, telekmegosztás, telekhatárrendezés. Egy újonnan vásárolt telek esetén érdemes telekhatár kitűzést kérni, hogy megtudjuk, pontosan a telekhatáron fut-e, a két telket elválasztó kerítés. A geodéták különböző műszereket használhatnak az imént felsorolt munkák elvégzéséhez, mint például mérőállomások, vagy GNSS vevők, azonban itthon is kezd elterjedni egyre szélesebb körben a lézerszkennerek, illetve a drónok. (vazrajzkeszites.hu)

5 VASÚTI TERVEZÉSHEZ SZÜKSÉGES GEODÉZIAI FELADATOK

Legelső lépésben még a terepi munkák elvégzése előtt az adatok összegyűjtése a feladatunk. Ezáltal már egy előzetes tervet lehet készíteni az adott felmérésről. Meg tudjuk, hogy hogyan lehet az érintett területet megközelíteni, láthatjuk a tulajdoni viszonyokat, előre tudjuk, hogy milyen műtárgyra lehet majd számítani, van-e útátjáró, és még nagyon sok hasznos információt. Az adatgyűjtés tartalmazza a területről az: ingatlan nyilvántartási térképeket, ortofotókat, google earth műhold felvételeket, közelben elhelyezkedő magassági és vízszintes alappontokat, valamint az adott területhez tartozó vasúti szakfelügyelet elérhetőségét. A megfelelő előkészítés hozzájárulhat a hatékonyabb és gyorsabb munkavégzéshez.

A leggyakoribb feladat a digitális tervezési alaptérkép készítése. A tervezési alaptérkép tartalmazza a tervezők által kijelölt területen belüli tereptárgyakat, műtárgyakat, közműveket, igény esetén a fákat, növényzetet, építményeket. Valamint a vasúti pályával kapcsolatos tereptárgyakat, és ingatlan nyilvántartási adatokat. És bármilyen adatot amit egyes speciális szakágú tervezők külön kérnek például felsővezetékek lézeres bemérése. Minden objektumot vízszintes és magassági értelemben is bemérünk geodéziai úton. A mai technikának köszönhetően nagy területeket lehet viszonylag gyorsan felmérni, és a felhasználóbarát tervező programok segítségével az adatokat feldolgozni. Majd ezeket a térképeket hamar továbbítani is lehet az adott szakági tervezőnek.

Vágány tengely, túlemelés mérése. Az egyik legfontosabb feladat a meglévő vasúti pálya pontos bemérése. Emiatt ezt csak mérőállomás segítségével mérjük. Ha egyenes szakasról van szó akkor a prizmat egy vágány közepelőre kell helyezni, majd a prizmat bemérni. Túlemelésre akkor kell figyelni amikor ívben mérünk. Ilyenkor a belső sínszál egy kicsit alacsonyabban fut, ezért nem használható a vágány közepelő. A prizmat a sínszál közepére kell helyezni és így tudjuk elvégezni a mérést.

Keresztszelvények mérése. A keresztszelvény fogalma: „A hossz-szelvényre általában merőleges sík és a terep metszészvonala. A keresztszelvény vonalába eső létesítményeket a keresztszelvény függőleges metszetben ábrázolja.” (15) A vasúti felmérések folyamán

általában egyenes szakasz mérésekor 50 méterenként, ívben meg 25 méterenként kell keresztshelvény szerűen mérni, ezeket a 100 méterenként elhelyezett vasúti shelvény kövekhez tudjuk viszonyítani. A terepnek a jellegzetes pontjait kell mérni, a vasúti zúzottkő ágyazatot, egy ároknak a tetejét, alját, ott ahol egyértelműen látszódik a magassági törés. Domborzattól függően oldal irányba a vasúti tengelytől, akár 50-60 méter távolságra is mérni kell, hogy jól látszódjanak az adott terepviszonyok.

Hossz shelvények. Vonalas létesítményeknél (út, vasút) használják. A hossz shelvény a vasúti tengely vonalára függőlegesen állított sík és a terep felszínének metszete.

Alappont hálózat kiépítése. Az alappontokat 150-200 méteres távolságban helyezzük el. Ezeket GPS segítségével mérjük be, 120 epochával a nagy pontosság elérése érdekében. Az alappontokat jól látható helyen helyezzük el, hogy lehetőleg ne takarja ki semmi, és a mérés során minden irányból lehessen rá tájékozni. Az alappont hálózat kiépítése után, ábrázoljuk ezeket egy vázlaton, hogy egy esetleges későbbi pótmérés alkalmával is meg tudjuk találni őket.

Hossz shelvény szintezés. Néhány esetben ha a tervezők külön kérik, és nagyon precíz munkát kívánnak meg, akkor a mért vonalas objektumot ellenőrzés képpen rá kell kötni az országos szintezési hálózatra. Ha magassági eltérést tapasztalunk a mi mérésünk és a szintezés között akkor a szintezést kell alapul venni.

A mért területen az 1940+50-es shelvényben egy vasúti útátjáró is található. Ezek bemérésére is különösen kell figyelnünk. A vasúti tengelytől 50-50 méter távolságra minimum el kell mérni, és felvenni az útburkolat széleit, a tengelyét, a kiemelt szegélyeket. Ezen felül figyelni kell az út mellett elhelyezett víztelenítő berendezésekre is. A vasúti átjáróban külön jelkulcsot kapnak a sorompók, vagy a ki nem biztosított átjárókban elhelyezett táblák (András kereszt). (Turáni, 2016)

6 HELYSZÍN, TERVEZŐI IGÉNYEK BEMUTATÁSA

Helyszín: A 30as vasútvonal 1861-ben épült. Székesfehérvártól indul, és a Balaton déli részén halad végig, egészen a horvát határig, Gyékényesig. A pálya többnyire egyvágányú, csak Székesfehérvár – Szabadbattyán között és, Szabadifürdő - Zamárdi felső között kétvágányú. A teljes vonal villamosított. Az érintett szakasz a 1923 és 1964-es szelvények közé esik. Azaz a hossza 4.1 km. A 4 km-es vonalon 2 nagyobb ív található, amik egy S alakzatra hasonlítanak.



6.1 ábra: Nyomvonal

A részletmérés a 1937 és 1949-es szelvények között kellett elvégezni. Az itt található terep, és pálya az igazán fontos, valamint egy fénysorompóval biztosított szintbeli útátjáró. A tervezőkkel minden munka előtt szóban történik meg az egyeztetés, az aktuális munkáról. Tervezői igények:

Általában a tervezői igények szakáganként változnak, hisz mindenkinek az a fontos ami hozzá tartozik. Így ha érkezik egy megkeresés a felsővezeték tervezőktől akkor tudjuk,

hogy az oszlopok, az elektromos szekrények, az aknák, és az elektromos kábelek bemérése kiemelten fontos lesz. Nagy általánosságban mindegyik irodát érinti az a vágány geometria bemérése. Ennek részletessége viszont már szakáganként is változhat. Minden esetben mérünk magasságot is, és a leadandó munkarészeket 3 dimenzióban szerkesztjük meg.

7 ALAPPONTHÁLÓZATOK MAGYARORSZÁGON

7.1 Alapponthálózatokról általánosságban

7.1.1 Alapponthálózat fogalma

„Alappontnak nevezzük a terepen jól azonosítható és időtálló módon megjelölt olyan pontot, amelynek helymeghatározó adatai kellő pontossággal ismertek egy definiált vonatkoztatási rendszerben. Megkülönböztetjük őket irányultságuk (vízszintes, magassági), rendűségük (pontosságuk), vonatkoztatási rendszerük (EOVA, OGPSH, EOMA, Bendefy) szerint.” (Lechner Tudásközpont)

Az alapponthálózatokat csoportosíthatjuk kiterjedésüktől függően is. Léteznek világ-, kontinentális-, országos és helyi hálózatok.

7.1.2 Alapponthálózatokkal szemben támasztott követelmények

- Állandó módon legyenek megjelölve
- Mozdulatlanok legyenek
- Nagy pontosságú helymeghatározó adatok
- Fölös méréssel lettek meghatározva
- Az érintett pontok ugyanabba a vonatkoztatási rendszerbe tartozzanak
- Jól dokumentált mérés és számítás

(Wikipedia)

7.1.3 Állandósítás

Az állandósítás célja, hogy olyan objektumot hozzunk létre, ami az alappontot megvédi, megőrzi.

Az alappontok jelölésére többféle pontjelölést használnak. Magassági alapponthálózatoknál gyakori pontjelölés a szintezési csap, vagy a szintezési kő, míg vízszintes hálózatoknál egy sima betonszeg, de akár egy templomtorony egy bizonyos pontja is használható alappontként.

Amennyiben egy alappont felhasználása már nem lehetséges, akkor az az alappont elpusztult. Ez előfordulhat mezőgazdasági területeken, munkagépek okozta kár folyamán, vagy akár sima vandalizmus áldozatául is eshetnek.

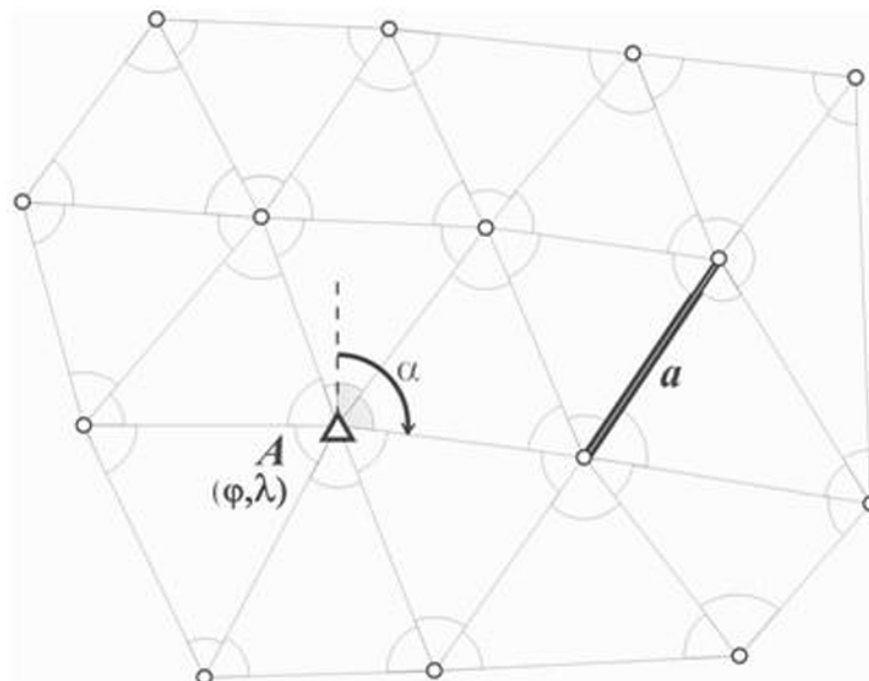
Fontosabb alappontokat a föld alá helyezik el, oly módon, hogy egy betonlap kerül rájuk, majd erre a betonlapra is egy vastag földréteget szórnak. Ezeket az alappontokat csak hálózat újraméréskor, vagy fontos munkáknál használják.

Az alappontok karbantartása, helyreállítása, pótlása a földhivatalok feladatai közé tartozik. (Wikipedia) (Gyenes, 2010)

7.2 Vízszintes Alapponthálózatok

7.2.1 Kialakítási elvek

A Vízszintes hálózatok kialakítására legjobban a háromszögelés módszere alkalmazható, ezek a háromszögek egymással érintkeztek, és a szögeiket kellett megmérni. Sokáig a teodolitot használták a geodéziában elsőszámú műszerként, szóval a háromszögelési módszer alkalmazása kézenfekvőnek tűnt. Fontos volt az egymással szomszédos pontok összelátása, ezért a pontokra pontjeleket helyeztek el. A háromszögeket a kiválasztott alappontok között mért szögek szárai képezik, ezek egy oldalukkal csatlakoznak egymáshoz. Így létrejön a háromszögelési hálózat, amiben található a háromszögelési pontok. Ezek a pontok a háromszögek csúcspontjai. (Busics, 2010)

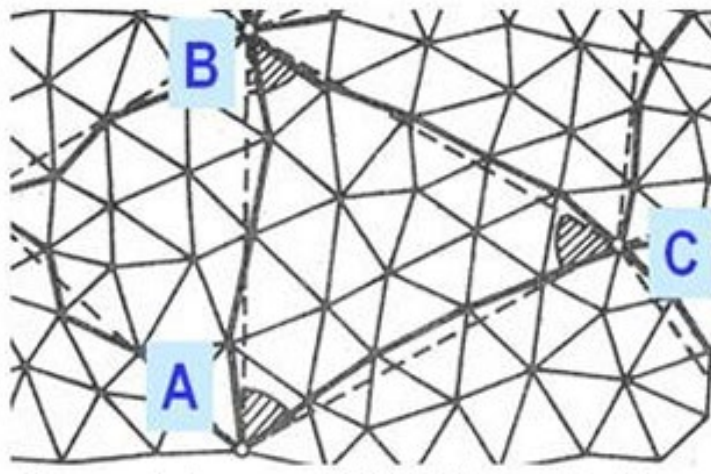


7.1 ábra: Háromszögelési hálózat forrás: (Busics, 2010)

7.2.2 Harmadik országos vízszintes alapponthálózat (EOVA)

Először 1948 és 1952 között egy elsőrendű háromszögekből álló láncolatot létesítettek, ami az országhatáron futott körbe. Ezt összekötötték egy úgynevezett merevítő láncsal, ami a Duna-Tisza közén futott, és ennek a láncnak a szögméréseit a második hálózat jegyzőkönyveiből másolták át. A kitöltő hálózat nem 30 km-es oldalhosszúságú másodrendű háromszögekből állt, hanem 7 km-es harmadrendű háromszögekből. Ennek az oka az volt, hogy gyorsítani kellett a munkát, és mivel rövidebbek voltak így az irányok, ezért az ezeknek megfelelő időjárási körülmények is gyakrabban adódtak. Regöczy Emil nevéhez köthető ez az ötlet.

A hálózat számítását az elsőrendű hálózat sűrűségének megfelelően végezték. A harmadrendű hálózatból kiválasztottak úgynevezett domináns pontokat, amik között a törésszöget a már meglévő mérési eredményekből levezették.



7.2 ábra: Domináns pontok, és az ezeket összekötő háromszög (107)

A kiépítés második szakasza a fejlesztés, és a végleges számítás volt. A '60-as években a távmérők elterjedésének köszönhetően, közvetlenül meg lehetett mérni az elsőrendű háromszögek oldalhosszait. A hálózatot összekötötték szomszédos országok alaphálózatával, 1973-ban végeztek a hálózat véglegesnek tekinthető kiegyenlítésével, számításával.

1972-ben új geodéziai alapok lettek létrehozva Magyarországon, amit Joó Istvánnak köszönhetünk. Bevezettek egy új paraméterű ellipszoidot, és egy új vetületi rendszert, az EOVI-t. Bevezették az új, ma is használatos térképrendszert is, az EOTR-t, aminek alapja 1:100000 arányú térképszelvények voltak. Nagyobb méretarány eléréséhez, a szelvények negyedelésével juthatunk. A katonai és a polgári vonatkoztatási rendszer ebben az időben elkülönült egymástól, létrejött a ma is használatos HD72-es vonatkoztatási rendszer.

Az EOVI-ban található negyedrendű főpontok, és iránypontok is. A negyedrendű pontok a harmadrendű háromszögek súlypontjánál találhatók. Ezeket a pontokat felhasználva próbáltak nagyobb összhangot elérni a harmad és a negyedrendű hálózatok között. A negyedrendű pontok sűrűsége 1pont/16km² volt, és átlagosan 4 km-re helyezkedtek egymástól a pontok. Az 1960-as évek végétől ezeket a pontokat megvizsgálták, és újra meghatározták a negyedrendű hálózat kiépítésével egyidőben. Ezeket a pontokat „B-pontoknak” is hívják, ami a beillesztésre utal.

Az iránypontok célja a tájékozás segítése volt. A hegytetőkről gyakran nem láthatók a terepszinten elhelyezkedő pontok az erdők kitakarásának köszönhetően, így ezekhez a

pontokhoz külön tájékozó pontokat telepítettek. Ezek voltak az iránypontok. Egy ponthoz két iránypontot állandósítottak, és a kettő iránypont irányának az alapponton bezárt szöge nagyjából derékszög volt. Az iránypontokra csak méterre kerekítve mértek távolságot, illetve nincsenek pontos koordinátái, csak nagy pontosságú irányszöge, amit az alappont iránysorozat mérésének köszönhetően állapítottak meg. Több iránypontot használnak OGPSH alappontként is. (Busics, 2010)



7.3 ábra: EOVA elsőrendű hálózata. forrás: (Busics, 2010)

7.2.3 Negyedrendű alapponthálózat

1950 és '93 között kiépítettek egy negyedrendű alapponthálózatot is. Célja, hogy minden mérési igényt kielégítő hálózatot hozzanak létre. Átlagban 1-2 km távolságra vannak egymástól a negyedrendű alappontok. 2 szakasza volt, 1945-1963-ig a régi hálózaton belül pontsűrítések elvégzése, majd 1963-1993-ig új hálózat létrehozása. A második szakaszban fokozták az alappontok fontosságát, a következő intézkedésekkel:

- Az állandósítási kőnél a vésett kereszt helyett furatos fémcsapot telepítettek.
- Bevezették a vasbetonlapos pontvédelmet
- Fajelek, és jelrudak helyett ideiglenes pontként csavarozott árbócot használtak.
- Új távmérő műszerek használata.

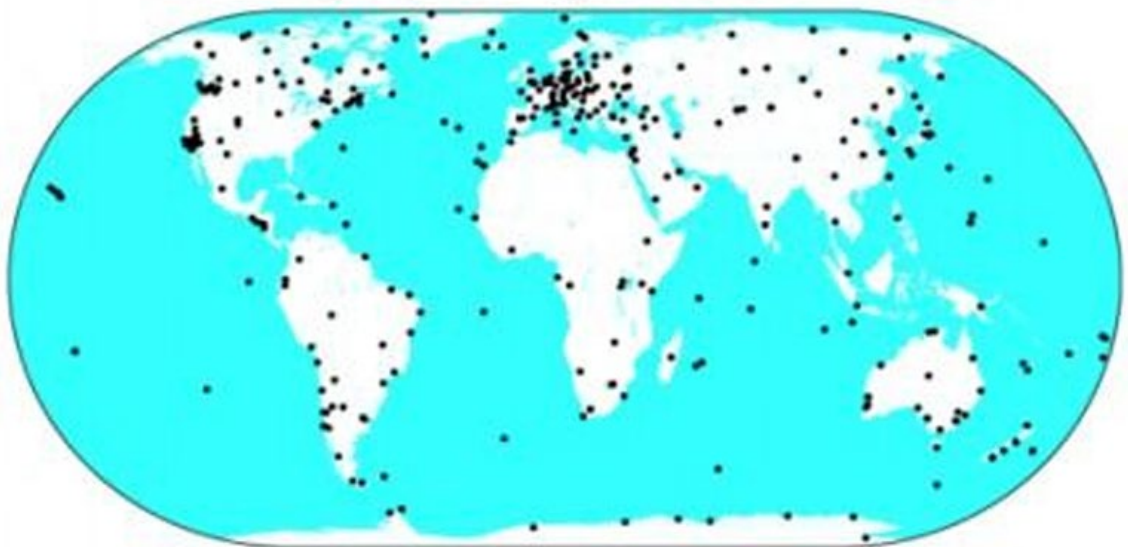
A távmérők megjelenésével elkezdődtek a sokszögvonala-hálózat mérések, amikkel a vonalas létesítményeket kiválóan lehetett követni.

A '90-es évek elejétől a GNSS mérési technológia a pontmeghatározás időtartamát jelentősen meggyorsította, ennek a külterületi szántóföldi, vagy egyéb fedetlen területeken végzett munkák miatt szükség is volt. GNSS méréssel összesen 4013 negyedrendű pont létesült. (Busics, 2010)

8 GNSS HÁLÓZATOK

8.1 IGS világhálózat

1993-ban alakult meg a Nemzetközi GPS Szolgálat, eredeti nevén az International GPS Service for Geodynamics, vagyis IGS. Az IGS-t obszervatóriumi körülmények között üzemelő permanens állomások alkotják. Az IGS volt az első rendszer, amit katonai felhasználástól függetlenül, világméretben hoztak létre, polgári célokra. Hivatalos működését 1994-ben kezdte, azóta folyamatosan fejlődik. Erre utal nevének változása is, ugyanis mai hivatalos neve: International Global Navigational Satellite System Service. Célja, hogy olyan minőségű GNSS terméket biztosítson, amely megfelelnek a követelményeinek, illetve, hogy több tudományterületen lehessen alkalmazni.



8.1 ábra: Az IGS állomásai forrás: (Busics, 2010)

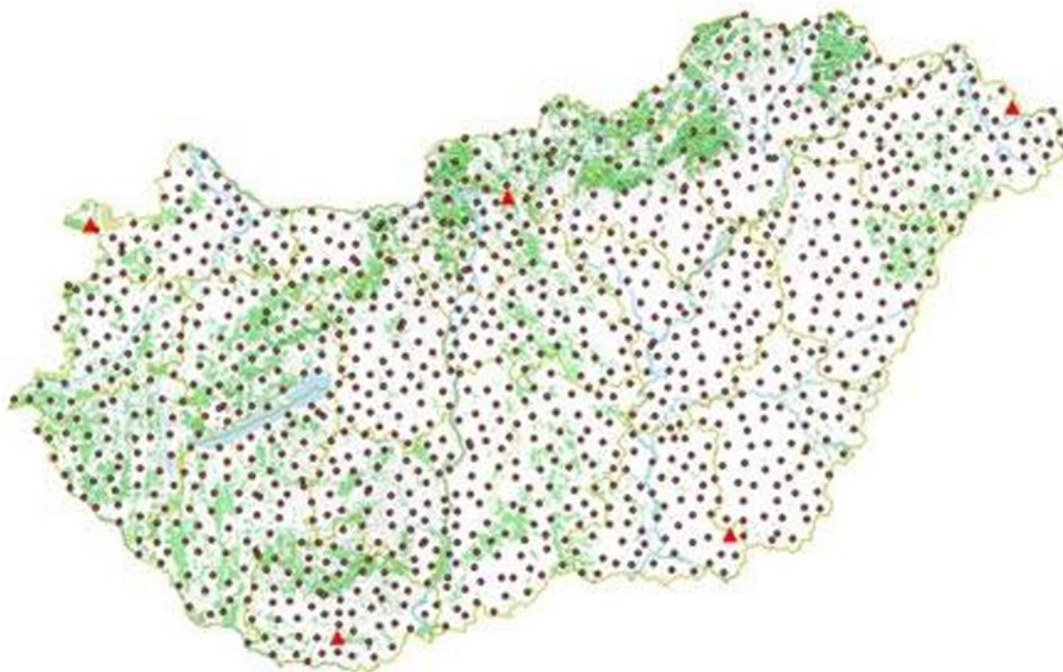
8.2 Országos GPS Hálózat (OGPSH)

1991-ben jött létre az OGPSH, vagyis az Országos GPS hálózat, melynek kerethálózata 24 pontból áll. Rendűség szerint az országos hálózatra, illetve egy kerethálózatra osztható szét. Az első kerethálózati mérésre is 1991 novemberében került sor, mind a 24 pont EOV koordinátákkal rendelkezik. A pontok telepítésénél az egyik fontos szempont az volt, hogy hálózatszerűen legyenek elosztatva a pontok, valamint a magassági és vízszintes

hálózatokkal meglegyen a kapcsolat. A mérések feldolgozása a TRIMBLE saját szoftverével, vagy a Berni Műszaki Egyetem által kiadott programmal történt.

A hálózat bővítése 1995-ben a Tiszántúlon, 1996-ban a Duna-Tisza közén, majd '97-ben a Dunántúlon. A telepített pontok átlagos távolsága kb. 9 km volt. A pontok koordinátáit statikus mérésekkel határozták meg, amelynek időtartama kb 1 óra volt, de ez két részre volt osztva, egy 40 és egy 20 perces időintervallumra. A kettő között kötelező volt újbóli pontraállást végrehajtani.

Az OGPSH-nak 1153 pontja van, mindegyik rendelkezik térbeli derékszögű, valamint földrajzi ellipszoidi koordinátával is. A pontleírások tartalmazzák az EOVS koordinátákat is, ugyanis nagyon sok pont az EOVS-ból lett átvéve, ezáltal megvoltak az EOVS koordinátáik. Mindemellett megadták a pontok Balti magasságát is, amit GPS mérésekből transzformáltak. Erre azért volt szükség, mert a pontok eredeti magassága trigonometriai módszerekkel lett meghatározva, ami sokkal pontatlanabb, mint a GPS meghatározás. (Busics, 2010)



8.2 ábra: OGPSH 1153 pontja. forrás: (Busics, 2010)

9 GNSS TECHNOLÓGIA

9.1 Műholdcsaládok

9.1.1 GPS műholdak

A Global Positioning System, röviden GPS az USA által, elsősorban katonai célokra fejlesztett és üzemeltetett navigációs rendszer. 24 műholdból áll, amik nagyjából 20.000 km magasságban keringenek a föld körül, és naponta 2-szer kerülnek meg a bolygót. Pályájuk kör alakú, gyakorlatban akkor a legjobb a jelek vétele, ha a műhold a horizont felett nagyjából 15 fokkal látható. A GPS-szel földön, vízen, levegőben végezhető háromdimenziós helymeghatározás. Méteres nagyságrendű a pontossága, de bizonyos mérési módszerekkel milliméteres pontosság is elérhető.

A rendszert 1973-ban fektették le Navstar műholdak segítségével. Célként tűzték ki, hogy a föld minden pontjáról egyszerre legalább 4 műhold látszódjon. Ez a 4 műhold elegendő is a helymeghatározáshoz, azonban a magasság meghatározásához, további 1 műhold szükséges. Szerencsére sík területen egyszerre akár 10 műhold is látható. (Wikipedia)

9.1.2 GLONASSZ

A GLONASSZ rendszert, teljes nevén a Global Navigation Sattelite Systemet az orosz űrvédelmi erők működtetik. A GLONASSZ hasonló a GPS-hez, ez is egy műholdas rádió navigációs rendszer. 24 műholdja van csakúgy, mint az amerikai rendszernek, és ezek a műholdak 65 fokos szöget zárnak be az egyenlítővel. Röppályájuk egy minimálisan alacsonyabban van, mint a GPS holdaknak, ugyanis, csak 19 ezer km magasságban repülnek. A földet 11 óra alatt kerülnek meg, és 2 frekvencián küldik a kód- és fázisadatokat. A röppályának köszönhetően a sarkvidéki területeken jobb a lefedettségük, mint a GPS műholdaknak. (Fogalomtar.hu)

9.1.3 Galileo

A Galileo is ez műholdas navigációs rendszer, amit az Európai Unió, illetve az Európai Hírügynökség üzemeltet. Célja, hogy az európai országoknak is legyen egy saját navigációs rendszere, ami független a GPS-től és a GLONASS-tól is. 2016-ban indult, 18 műhold tartozott hozzá, majd a teljes kiépítettség bekövetkeztével 24 műholdra bővült. A holdak kb 23 ezer km-re vannak a felszín felett, és 56 fokos hajlásszögű körpályán

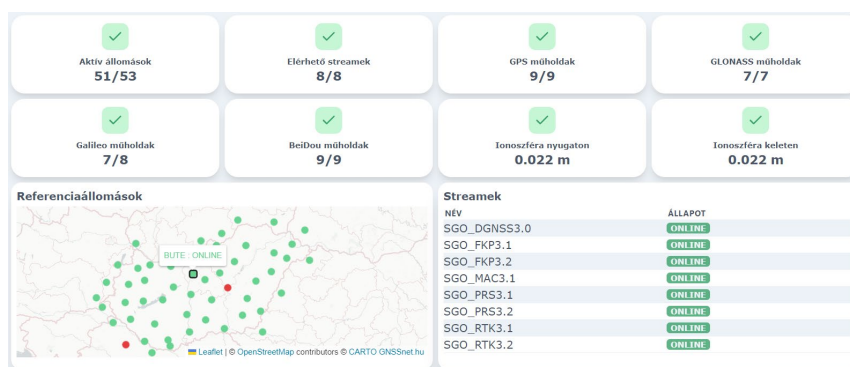
keringenek. Érdekesség a műholdakról, hogy mindegyik egy gyerekről kapta a nevét, akik, egy Európai Bizottság által szervezett rajzversenyt megnyertek. (Wikipedia)

9.1.4 BeiDou

A BeiDou a Kínai Népköztársaság által fejlesztett navigációs rendszer, melynek elnevezése a göncölszekér hét csillagának ősi nevéből származik. Az első rendszert a '90-es évek legvégén, a 2000-es évek elején hozták létre, a BeiDou-1 nevet kapta, amely 3 holdból állt. Elsősorban csak kínai megrendelők tudták igénybe venni a szolgáltatást. A második generáció a BeiDou-2 nevet kapta, és 35 mesterséges holdból áll. 2011-ben indult a második generációs működés, még csak 10 műhoddal. Manapság a világ összes országának elérhető már. 2015-ben elkezdték kiépíteni a 3. generációt is. Polgári használatban mindössze 10 méteres pontosságot tudunk elérni vele, azonban katonai felhasználásnál, ennél jóval pontosabb, 0,1 m pontosságot is meg lehet közelíteni. A holdak közül 5 egyenlítői szinkronpályán kering közepes magasságban, míg 3 pedig valamekkora szöget bezáró pályán. (Arany, 2017)

9.1.5 GNSSnet.hu

Itthon a Kozmikus Geodéziai Observatórium, röviden KGO hozta létre, és üzemelteti is egyben a magyar GNSS hálózatot, GNSSnet.hu-t. A mérési adatok valós időben kerülnek a GNSS szolgáltató központhoz, amiket együttesen egyenlítenek ki, és állítják elő a pontosabb terepi mérésekhez szükséges korrekciót. A gnssnet.hu honlapon a magyarországi alappontokról rengeteg információ található, mint például pontleírások, vagy hogy melyik alappont van offline, illetve online, valamint hogy mikor melyik ponton végeznek karbantartási munkálatokat. (GNSSNet.hu)



9.1 ábra: GNSSnet.hu pontleírások. forrás: (GNSSNet.hu)

9.2 GNSS mérések

GNSS méréseket pontosságuk szerint több csoportba oszthatjuk.

A többméteres, akár 10 méteres pontosságú kategória a navigációs vevők kategóriája. Ennek előnye, hogy azonnali rendelkezésünkre állnak, nem szükséges irodai feldolgozás. Ilyenek például az autókban használatos navigációs rendszerek is. Deciméteres pontosságot a térinformatikában szoktak használni. Centiméteres pontosságról beszélünk geodéziai célú GNSS vevők esetében. Milliméteres pontosságot a geodinamikai célú méréseknél tudunk elérni. (Ádám, Rózsa, & Takács, 2021)

9.2.1 Abszolút helymeghatározás

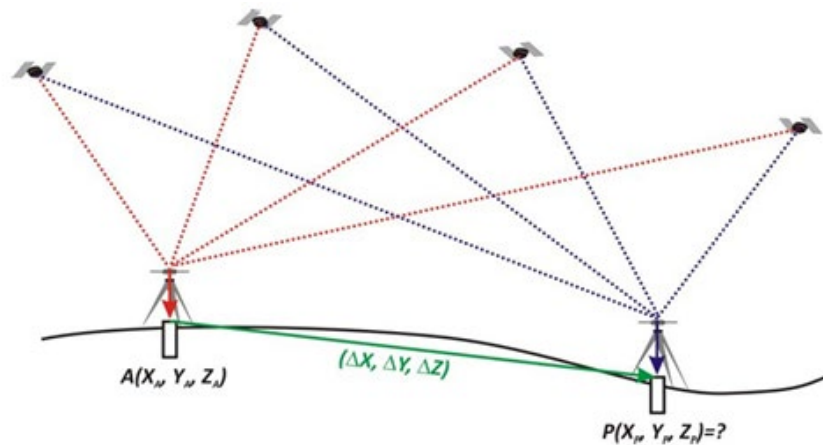
Egyetlen pont koordinátáinak meghatározása közben beszélünk abszolút helymeghatározásról. Csak ezen a ponton végzünk kód illetve fázismérést. Minimálisan észlelendő műholdak száma 4, ilyenkor megkapjuk az adott pont 3D-s koordinátáit. Legtöbb esetben kód-méréssel hajtjuk végre, de megvalósítható fázisméréssel is. (Ádám, Rózsa, & Takács, 2021)



9.2 ábra: Abszolút helymeghatározás elve. forrás: (Ádám, Rózsa, & Takács, 2021)

9.2.2 Relatív helymeghatározás

Ebben az esetben az ismert ponthoz viszonyítva határozzuk meg másik pontok koordinátáinak a különbségét. Ennél a mérésnél a legfontosabb, hogy a két pont, amelyek koordinátáinak a különbségét szeretnénk meghatározni, egy időben ugyanazt a műholdat kell, hogy lássák. Ha a relatív helymeghatározást kód-méréssel végezzük, akkor azt differenciális GPS mérésnek hívjuk. (Ádám, Rózsa, & Takács, 2021)



9.3 ábra: Relatív helymeghatározás elve. forrás: (Ádám, Rózsa, & Takács, 2021)

9.2.3 Statikus, kinematikus mérés

A statikus-abszolút mérés lényege, hogy egyetlen méréssel határozzuk meg a mozdulatlan antenna térbeli helyét. Akkor alkalmazható, ha nincsen geodéziai alappont a munkaterületen, azonban csak fázisméréssel lehet elérni a geodéziai pontosságot.

A kinematikus-abszolút mérés során, egy mozgó testen elhelyezett antenna helyzetét határozzuk meg. A helymeghatározás folytonos, jellemző pontossága 10-15 méter.

Statikus-relatív módszer során több vevő között létrejövő koordinátakülönbséget határozzunk meg, Ez volt az első elterjedt helymeghatározási módszer. (Ádám, Rózsa, & Takács, 2021)

10 SOKSZÖGVONAL, TRIGONOMETRIAI MAGASSÁGMÉRÉS

10.1 Sokszögvonala

A sokszögvonala a poláris pont számításra épül. Ehhez ismernünk kell egy adott pontról új pontra menő irány tájékozott irányértékét, és a két pont közötti távolságot. Az így megkapott új pont koordinátáin pontra tudunk állni, és tájékozásnak az előző alappontunkat tudjuk használni. Erről az alappontról az előző eljárás segítségével ismét meg tudjuk határozni a következő alappontunk koordinátáit. Ennek az eljárásnak köszönhetően, tetszőleges számú új pontot tudunk számítani. Általában vonalas jellegű létesítmények (út, vasút) felmérése, vagy kitűzési munkáinál alkalmazzák.

A sokszögvonala az alakja szerint két módon különböztetünk meg, a nyílt, és a zárt sokszögvonala. A nyílt sokszögvonala kezdő pontja eltér a végponttól. A zárt sokszögvonala kezdő és végpontja megegyezik. Általában a nyílt sokszögvonala használjuk, zárt sokszögvonala csak kényszerűség esetén alkalmazunk.

A nyílt sokszögvonala közül megkülönböztetjük: a szabad, egyszeresen tájékozott, kétszeresen tájékozott és beillesztett sokszögvonala.

Mi a beillesztett sokszögvonala használtuk, itt a kezdő és végponton nem történt tájékozó irány mérése. (Tarsoly & Tóth, 2010)

10.2 Trigonometriai magasságmérés

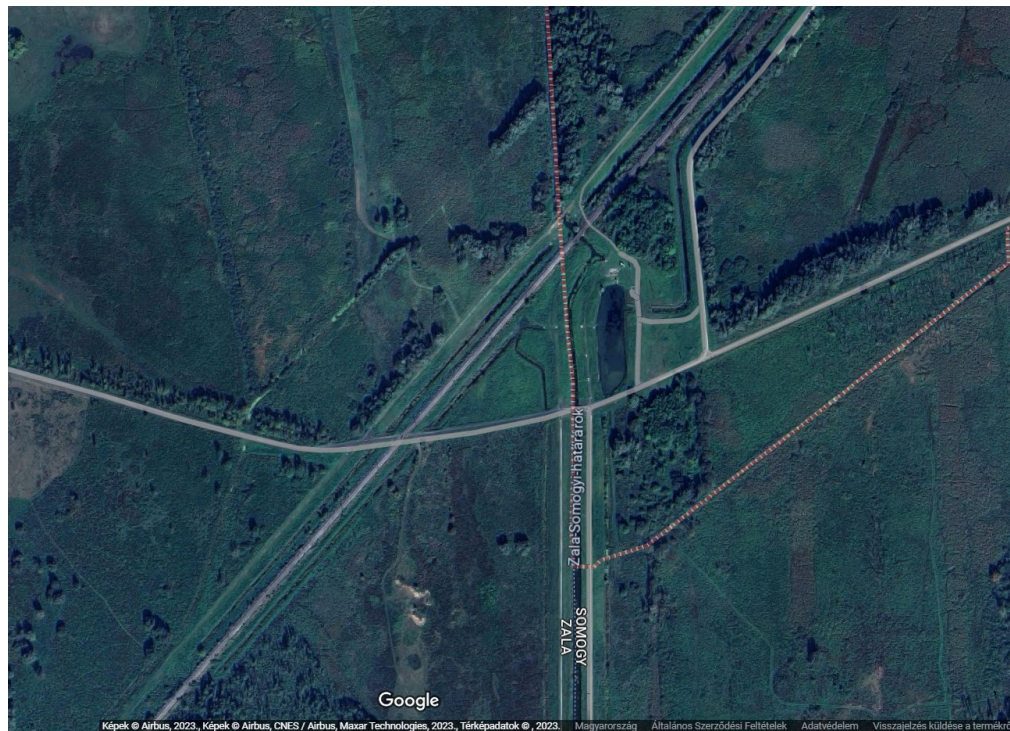
A trigonometriai magasságmérés két ismert pont magasság különbségét határozza meg, magassági vagy zenitszög segítségével. Mivel a beillesztett sokszögvonala segítségével, a sokszögpontok koordinátáit már meghatároztuk, így csak olyan pontok közt végzünk trigonometriai magasságmérést aminek adottak a koordinátái. A trigonometriai magasságmérés alkalmazásához a következő feltételek tartoznak:

- Ismernünk kell a két pont vízszintes távolságát
- A két pont összelátható legyen

A trigonometriai magasságmérésnek az előnye a mi esetünkben, hogy a nagy távolságokra (200 méter) lévő pontok között is tudjuk alkalmazni, és a pontok közötti távolságokat már ismerjük. A hátránya a szintezéssel szemben, hogy kevésbé pontos, de a vasút mellett a körülmények miatt ez a legégszerűbb megoldás.

11 ELŐKÉSZÜLETEK

Előkészületek: Mint minden munkánál, itt is azzal kezdtünk, hogy az irodából összegyűjtöttünk minden olyan adatot ami fontos lehet számunkra, ezáltal gyorsítjuk fel, és tesszük hatékonyabbá a kinti mérésünket. A Sávoly – Zalakomár szakaszon megnéztük először egy google earth-ös műholdképen, hogy hogyan tudunk bejutni a területre. Szerencsére nincs túl messze az M7-es autópályától, és a vízügyi hatóság karban tart egy földutat a vasút mellett, ami megkönnyebbíti a bejutásunkat.



11.1 ábra: Google műholdkép. forrás: (Google Earth)

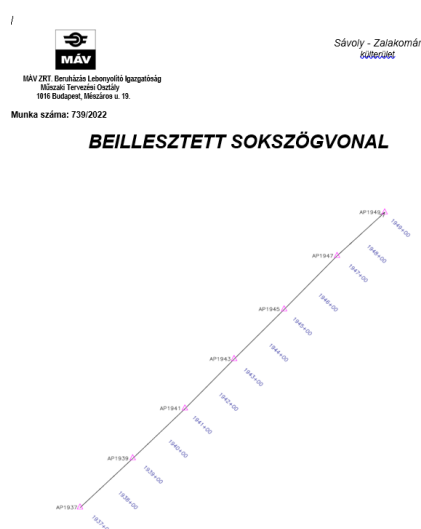
Emellett még a rendelkezésünkre áll egy ingatlan nyilvántartási alaptérkép is. Itt meg tudtuk tekinteni a helyrajzi számokat, a vasút melletti telkek elhelyezkedését, művelési ágakat illetve egyéb határokat (alrészlet határok, közigazgatási határok).



11.2 ábra: Ingatlannyilvántartási térkép

Az előkészületeknek köszönhetően a mérés menetét is előre meg tudtuk határozni. Összevetettük a mérési helyszín növényzeti viszonyait, terepi adottságait és a tervezői igényeket és úgy határoztunk, hogy a nagyobb pontosságot igénylő vasúti pályát sokszögeléssel, egy beillesztett sokszögvonallal mérjük meg. A kevésbé fontos, tereptárgyakat, földutat stb. meg GPS-szel, rtk módszerrel fogjuk megmérni.

A sokszögeléshez még a mérés előtt egy gyors vázlatot össze állítottam, amin feltüntettem a vonal irányát, a vasúti szelvényezést. A vázlatnak köszönhetően tudtuk, hogy hova helyezünk majd el alappontokat.

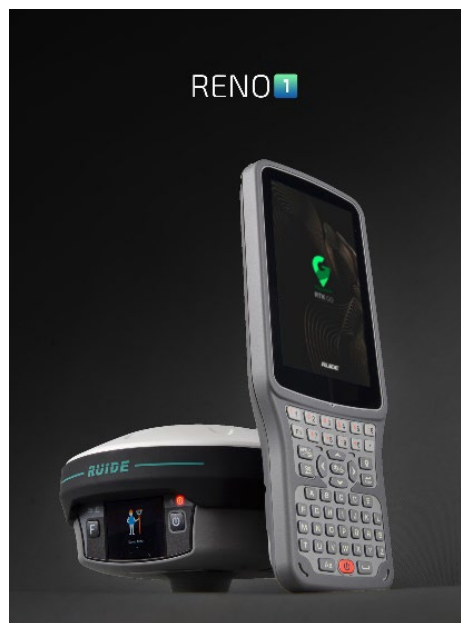


11.3 ábra: Beillesztett sokszögvonal vázlat

12 MÉRÉS SORÁN HASZNÁLT MŰSZEREK

2023 januárjában egy teljes vérfrissítésen esett át a földmérő osztály műszerparkja. A már öregnek mondható Leica 1200-as GPS-eket, és Leica TCR mérőállomásokat felváltotta a legkorszerűbb Ruide Reno1-es GNSS vevő, és egy Leica MS60 1"-es multistation, és emellett egy Leica RTC360-os lézerszkennerral bővült a műszerpark, bár ezt többnyire az építészek használják. A GPS és a mérőállomás is az egyik legpontosabbnak mondható a piacon.

12.1 RUIDE RENO1 GNSS vevő:



12.1 ábra: RUIDE RENO1. forrás: (Facebook)

A vevő Kínából érkezett és a RUIDE úgymond a zászlóshajójaként hivatkozik is rá. Már a vevőn is találhatunk egy OLED kijelzőt, amin sok hasznos információt le is tudunk olvasni. Ez a kijelző általában statikus mérésnél vagy URH rádiós bázis alkalmazásánál tud nagyon praktikus lenni. A vevőben egy integrált 10.000 mAh-s akkumulátor található, ami 12 órányi RTK mérést biztosít. Így két-három napnyi szinte folyamatos használatot is kibírja. Az akkumulátor töltésére egy USB-C konnektor tartozik. Emellett egy LEMO

port, és egy URH antennának a csatlakozója található. Valamint a 4G modemhez tartozó SIM kártya is az aljában kap helyet.

Pár hasznos tulajdonsága:

- xFill, ha a valós idejű korrekció valami miatt megszakadna, a vevő 5 percig még tudja tartani a FIX megoldást, és amint vissza áll a szolgáltatás a vevő azonnal vissza csatlakozik. Ez nekünk egy különösen hasznos funkció, mert sokat dolgozunk eldugott, nehezebben elérhető helyeken.
- A vevő valamennyi műholdrendszer jeleit képes venni.
- IMU alapú dőléskompENZátorral van ellátva, ami azt jelenti, hogy akár a 60 fokos bot ferdeség mellett is képes pontosan mérni, és 5 cm-en belül maradni. Ilyenkor a libellára sem kell odafigyelnünk. Ez praktikus, hogyha épület sarkokat, szeretnénk mérni.

A vevőhöz a RUIDE által biztosított H6-os vezérlőt kaptuk. Ami fontos volt számunkra, hogy egy viszonylag nagy 5"-os, nagy felbontású, színes érintőképernyős kijelző található rajta. Android alapú a rendszere és ennek köszönhetően gyors és egyszerű a kezelése. Van lehetőségünk még a mért pontokhoz képet csatolni a vezérlőn elhelyezett kamerának köszönhetően. A megmért adatokat bluetooth, wifi, vagy kábel segítségével is kiolvashatjuk a műszerből. (GPS-t akarok)

12.2 Leica MS60 1" multistation:



12.2 ábra: Leica MS60. forrás: (G2Survey)

Az első Leica multistationnek az MS50-nek a második generációs műszere az MS60. Ahogy a nevéből is látni lehet, ez nem csak egy hagyományos mérőállomás, hanem szkennelni is tud. A műszer 1" szögolvasási pontossággal rendelkezik, ami elegendő a nagy pontosságú feladatok elvégzéséhez is. Távmérésnél prizma 10 000 méterig, prizma nélkül 2000 méteres hatótávolságig képes pontosan mérni. Ezt a Wave Form Digitizer (WFD) módszernek köszönheti, ami ötvözi a időmérésen alapuló távmérés előnyeit, és a fázismérésen alapuló előnyöket.

A szkennelés funkcióval sokkal részletesebben és gyorsabban mérhetünk fel olyan objektumokat, amik hagyományos technikával, azaz a diszkrét pontok egyesével való bemérésével sokkal több időt venne igénybe. Például egy támfal, útburkolat pontos felmérése. Viszont az MS60 lézerszkennerek nem mondható, mivel 1000 pont / másodperces sebességgel képes rögzíteni, viszonyítva a Leica RTC360-as lézerszkennerekéhez képest, ami 1 millió pont / másodpercre is képes. Ezért az MS60-at kisebb felületek felmérésére használjuk.

A multistation egy-emberes robot üzemmódban is használható, Ilyenkor automatikusan követi a 360 fokos prizmat. A Dymic Lock funkciónak köszönhetően még takarás esetén sem kell megállnia a kezelőnek, és a műszer nem veszti el a jelet. (svajcipontosan.com)

13 MÉRÉS VÉGREHAJTÁSA

13.1 Mérőállomással való mérés

Miután mindent előkészítettünk, el is indultunk, magára a mérésre. Mivel a Sávoly – Zalakomár szakasz Budapesttől 182 kilométerre található, ezért már kora reggel el kellett indulnunk. Korán reggel találkoztunk a MÁV Tervező Intézetnél, és gyorsan megkezdtük a mérési felszerelés bepakolását a kocsiba. Az első napon az alappontok letétele, és bemérése, valamint a sokszögelés volt a feladatunk.

A feladatokhoz szükséges felszerelés a következő volt: Leica MS60 multistation, ruide reno1 H6-os kontrollerrel és GPS rúddal, 4 darab Leica műszerláb, 3 darab Leica kör prizma kényszerközpontosítóval, valamint egy teleszkópos bipod a GPS rúdhoz.



13.1 ábra: GNSS vevő

A munkaterületre való kiérkezés után el is kezdtük az első feladatunkat a GNSS alappontok telepítését. Mivel tudtuk, hogy egy beillesztett sokszögvonallal fogjuk

felmérni a pályát, ezért csak a 1937-es, és 1949-es szelvényhez tettünk le alappontot. Az alappontoknak és a sokszögpontoknak is az állandósítására karókat használtunk, aminek a közepébe hiltit helyeztünk el. Ahol esetleg nem tudtunk karót elhelyezni ott a kemény burkolatba hiltit ütöttünk, és azt festettük meg.

Az alappontok bemérése 120 epochával történt. Szerencsére a közelben nem volt semmi ami a jelet zavarná így magassági értelemben is 2 centiméteren belüli pontosságot tudtunk elérni. A két alappontot újra inicializálás után bemértük még egyszer, és a kiközepelt koordinátákkal tudtunk a későbbiekben számolni. A két koordinátát és a kiközepelést az alábbi táblázatban illusztrálom:

Ellenőrző pont						Mért pont					Eltérés		
Sorszám	Pontszám	Mérési módszer	Y	X	Z	Pontszám	Mérési módszer	Y	X	Z	Y	X	Z
1	1937	GPS	509888.136	139125.069	108.683	1937E	GPS újbóli inicializálás után	509888.135	139125.067	108.685	0.001	0.002	-0.002
2	1949	GPS	509072.291	138236.534	109.126	1949E	GPS újbóli inicializálás után	509072.293	138236.530	109.126	-0.002	0.004	0
Kiközepelt érték:													
			1937	509888.136	139125.068	108.684							
			1949	509072.292	138236.532	109.126							

13.1 táblázat: kiközepelt alappontok

Az Excelben láthatóak a pontok koordinátái, és a köztük lévő eltérés. A legtöbb helyen az eltérés csak 1-2 milliméter volt, a legnagyobb különbség az 1949-es pontnál volt megfigyelhető, de ott is csak 4 milliméter.

Majd a későbbi ellenőrzés céljából a sokszögpontokon (1939, 1941, 1943, 1945, 1947) is végeztünk mérést GPS-szel. Ezáltal össze tudjuk hasonlítani a két mérés közti különbséget.

Ezután a sokszögelés következett. A felmérő csapatunkba 5 fő tartozott bele, és a következőképpen oszlottak meg a feladatok: 1 fő foglalkozott a műszeres méréssel, 2 fő haladt a műszeres előtt és állt pontra a prizmákkal vagy a már bemért prizmákat vitte tovább, 1 fő csak a részlet pontok bemérésével foglalkozott nála volt egy 1.30-as prizma rúd és a vágánytengely beméréséhez használható vágány közepelő, és végül a MÁV-os előírásoknak megfelelően 1 főnek a figyelőóri szerepet kellett betöltenie, mivel felügyeletlenül nem lehet a pályán mérni. Nekünk most elég volt 1 figyelő ór mivel a mért vasútszakaszunk egyenesen halad, ha ívben kellett volna mérnünk akkor az ív elejére, és végére is ki kellett volna állítani egy-egy figyelő ört.

I.műszerállás		
<i>Pontjelleg</i>	<i>PSZ</i>	<i>Jelmagasság (m)</i>
AP	1939	1.338
KE	1937	1.30
KE	1941	1.352
RP	101	1.30
RP	102	1.30
RP	103	1.30
RP	104	1.30
RP	105	1.30
RP	106	1.30
RP (1940)	107	1.30

13.2 táblázat: 1. műszerállás

A mért értékeket a mérőállomás kínálta digitális adatrögzítőben mentettük. Az adatfeldolgozás csak később az irodában történt meg, GeoZseni v1.2 és GeoEasy 3.2.1 programok segítségével.

Az első műszerállást a 1939-es vasúti szelvény melletti karón létesítettük. Miután a pontra állás megtörtént és az állótengely is függőleges, megmérjük a műszermagasságot. Ez a karón elhelyezett hilti, és a műszer oldalán megjelölt vonal közötti távolság. Ezeket az adatokat felírjuk, és majd a későbbi irodai feldolgozásnál lesz szükség rájuk. Miután tudjuk a műszermagasságot megkezdjük a tájékozást. Elsőként mindig a vissza irányba tájékoztunk, jelen esetben a 1937-es ponton felállított prizmára. Majd az 1941-es ponton felállított prizma következett. Ha megvoltunk a tájékozással, elkezdhetjük mérni az adott állásból tervezett részletpontokat. A részletpontok számozását 101-től indítottuk. Kódja a VG azaz vágány tengely lett. Az első műszerállás mérései a következőképpen alakultak:

Itt látható, hogy a két tájékozás (KE) után hét részletpontot (RP) mértünk a vágánytengelyen. A vágánytengelyt pontosan 50 méterenként mértük. Az 1940-es szelvényben volt az utolsó részletpontunk. A következő részletpont már a II. műszerálláshoz már közelebb van.

II.műszerállás		
<i>Pontjelleg</i>	<i>PSZ</i>	<i>Jelmagasság (m)</i>
AP	1941	1.352

KE	1939	1.338
KE	1943	1.295
RP	108	1.30
RP	109	1.30
RP	110	1.30
RP 1942	111	1.30

13.3 táblázat: 2. műszerállás

Itt is ugyanúgy a tájékozással kezdtük meg a mérésünket, majd azután a részletpontok mérése következett. Összesen négy darab műszerállásunk volt, és huszonhat darab részletpontot rögzítettünk.

13.2 GPS-el való mérés

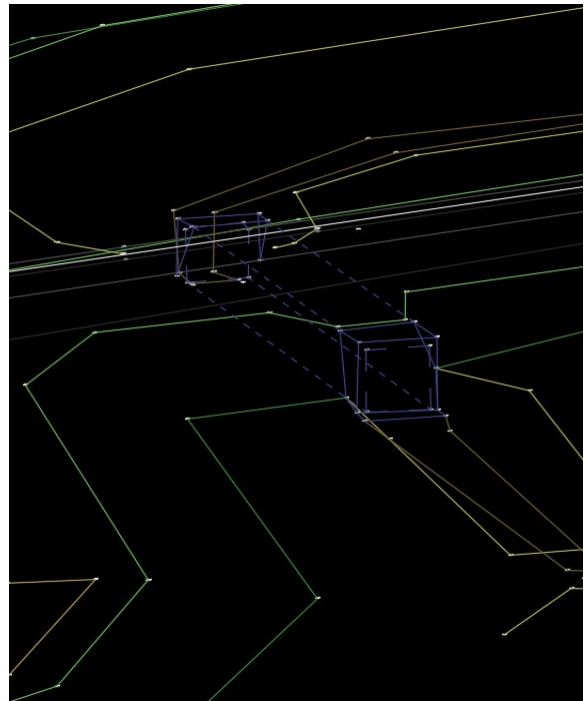
A felmérésünk második része a GPS-es mérésből állt. A mérést 4 főből álló csapattal végeztük el. A területet felosztottuk két részre. Az egyik rész a vasúti vonal jobb oldali szakaszát jelentette, a másik meg a balra eső oldalt. Két darab két fős csapatot alkottunk, úgy, hogy mindkét csapatban legyen egy-egy gyakorlott mérnök. A mérést két darab ruide renol-es gps-el hajtottuk végre. Mindegyik mért pontot pontkóddal láttuk el, így megkönnyebbítve majd a szerkesztést.

A GPS-es mérés közben külön kellett figyelni a terepi adottságokra, azok változásaira, valamint a keresztmetszvény mérésekre is. A már korábban megjelölt keresztmetszvényeknél mérni kellett a vasúti alépítmény, és felépítmény elemeit is. Ezekbe bele tartozik a vasút mellett található árok, rézsű, töltés, valamint a zúzottkő ágyazat is. Emellett külön figyelni kellett a pályán elhelyezett vasúti felsővezeték tartó oszlopokra, valamint a biztonsági berendezések maradéktalan bemérésére is.

Az útátjárónál külön figyelni kellett az útburkolati elemekre, a bodánra, a fénysorompókra. Valamint itt a terep viszonyok is megváltoztak.

Az útátjáró nyugati oldalától két leágazás is található. Ezek a vasúttal párhuzamosan futó földutakhoz vezetnek. A földút mentén a vízügyi hatóság kémlelő kutakat helyezett el, a talajvízszint figyelése érdekében. Ezeket a kutakat is be kellett mérnünk.

A területünk déli részén egy áteresz található. Az áteresz célja, hogy a nagy vízhozamú árokban található vizet átvezesse a vasúti töltés egyik feléről a másikba, anélkül, hogy az alámosná a vasúti töltést. A bemérését dőléskompenzátorral végeztük, így pontosan megtudtuk mérni a műtárgy sarkait. A lentebb található két képen látható a műtárgy, és annak az AutoCad-ben szerkesztett másolata.



13.2-13.3 ábra: Műtárgy és ábrázolása

A tervezők igényeihez mérten, a részletes felmérés az 1937, és 1949-es szelvények között kellett. De mindkét irányban további 1400 métert, és 1500 métert mérni kellett, de kizárólag a vasúti pályából. Ez a feladat már nem igényelt nagy pontosságot, ezért elég volt a GPS-es bemérés.

Mindkét irányban található egy ív és egy átmeneti ív is. Itt nem volt elég csak a vágány tengelyt rögzíteni, a túlemelés miatt a sínszalakat külön-külön is be kellett mérnünk.

14 SZOFTVEREK BEMUTATÁSA

14.1 GeoEasy

A GeoEasy egy feldolgozó szoftver, amely geodéziai mérések feldolgozására szolgál. Alappontok és részletpontok koordinátáit is ki tudjuk vele számítani, valamint a mérési és számítási jegyzőkönyveket is ki tudjuk nyerni a programból. A szoftverben található magyar nyelvű súgó, illetve oktatóanyag is.

A Geoeasy számtalan műszer adatait közvetlenül tudja fogadni, valamint lehetővé teszi a kézi adatbevitelt is. Az azonos méréshez tartozó adatokat, három különböző kiterjesztésű, azonban azonos nevű fájlban menti el. Kiterjesztések között szerepel a .GEO, ami a mérési eredményeket tartalmazza, a .COO amiben koordináták szerepelnek, valamint a .PAR kiterjesztés, amiben a járulékos adatok vannak. Ezeket az állományokat egyszerre tudja kezelni, és feldolgozni a program. A koordináták pontossága akár tizedmilliméterig is állítható.

GeoEasy többek között, a következő feladatokat tudja elvégezni: tájékozás, sokszögelés, magassági vonal, két egyenes metszése, hálózat kiegyenlítés.

A program eredményeket több formátumban is tud szolgáltatni, mint például: mérési eredmények listája, koordináta lista, számítási jegyzőkönyvek, dxf állományok, koordináta lista. (DigiKom)

14.2 AutoCad 2023 Map3D

Az AutoCad, egy CAD alapú jelenleg piacvezető mérnöki szoftver amit az Autodesk cég fejlesztett ki. Ez egy vektorgrafikus rajzoló program. Felhasználási köre kiterjed az építészettől kezdve a térinformatikai alkalmazásokig, ide beleértve a geodéziát is. Különböző modulokkal rendelkezik más-más szakágakhoz megfelelően.

Mi az AutoCad 2023 Map 3D programot használjuk az irodában, ennek nagy előnye, hogy nem csak a 2 dimenziós, megjelenítést és rajzolást segíti, hanem mindezt 3 dimenzióban is képesek vagyunk. Ez nekünk különösen fontos, hisz a kinti mérések alkalmával magassági koordinátákat is rögzítünk. Így képesek vagyunk a tervezőknek a

szerkesztés befejeztével, egy 3 dimenziós modellt átadni, ami nagyban segíti a munkájukat.

Az AutoCad által létrehozott fájlok .dwg kiterjesztésűek, amiket csak ez a program képes kezelni, de lehetőségünk van más programokkal is kompatibilis kiterjesztést alkalmazni, ilyen például a .dxf. Ezt már ITR-be is be tudjuk importálni, ami a földhivatallal kapcsolatos munkáknál nagy segítség. (Wikipedia)

15 IRODAI FELDOLGOZÁS

15.1 Sokszögvonala

A felmérést követően az irodai feldolgozás következett. A két műszerből ki kellett olvasni a mért adatokat. A mérőállomásból egy DBX fájlt olvastunk ki, amit a Leica Geo Office segítségével alakítottunk át, hogy később őket használni tudjunk a geozseni, és geoeasy programok segítségével. A fontos információk itt nekünk a sokszögpontok koordinátái, valamint a mért részletpontok koordinátái, hisz később ezek alkotják majd a vágány tengelyét. A geoeasy-be a következő jegyzőkönyvet tudtuk beolvasni:

AP 1939	---	1.338		
JM 1.352				
KE 1941	AP	12.5437	90.0544	203.008
JM 1.300				
KE 1937	AP	195.3918	90.0118	204.220
JM 1.300				
RP 101	VG	195.0017	89.5354	204.201
JM 1.300				
RP 102	VG	195.1318	89.5229	154.203
JM 1.300				
RP 103	VG	195.4137	89.4816	101.983
JM 1.300				
RP 104	VG	196.5921	89.3208	52.676
JM 1.300				
RP 105	VG	286.2621	79.1522	2.510
JM 1.300				
RP 106	VG	11.2912	89.3408	49.911
JM 1.300				
RP 107	VG	12.5258	89.4749	100.111
AP 1941	---	1.352		
JM 1.338				
KE 1939	AP	251.5213	89.5415	203.009
JM 1.295				
KE 1943	AP	74.3135	90.0236	223.568
JM 1.300				
RP 108	VG	250.4251	89.1821	55.254
JM 1.300				
RP 109	VG	162.5831	81.2459	2.503
JM 1.300				
RP 110	VG	76.1143	89.5045	48.396
JM 1.300				
RP 111	VG	74.4057	89.5908	99.227
AP 1943	---	1.295		
JM 1.352				

15.1 ábra: mérési jegyzőkönyv

Ez egy egyszerű, letisztult jegyzőkönyv, tartalmazza a pontszámokat a hozzájuk tartozó jelmagassággal, a pontkódokat, a vízszintes illetve magassági szögeket, és az adott állásponttól mért távolságokat. Az első pont az mindig az álláspontunk száma, és az ott

lemért műszermagasság. A következő két pont pedig a tájékozás, ami durván 200 méterre volt mindig. A részletpontok távolsága pedig nagyjából 50 méterenként változik.

A jegyzőkönyv leellenőrzése után beolvastuk a Geoeasy szoftverbe. A programon belül is meg tudtuk tekinteni a mérésünket, ami a következő képpen néz ki:

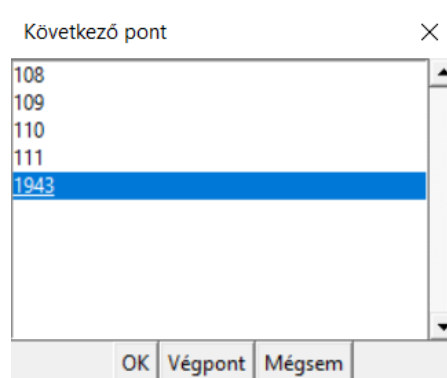
Álláspont száma	Pontszám Tájékoztató pont	Jelmagasság Műszer magasság	Írányérték Tájékoztató irány	Zenit szög	Ferde távolság Vízszintes távolság
1939		1.338			
1939	1941	1.352	12-54-37	90-05-44	203.008
1939	1937	1.300	195-39-18	90-01-18	204.220
1939	101	1.300	195-00-17	89-53-54	204.201
1939	102	1.300	195-13-18	89-52-29	154.203
1939	103	1.300	195-41-37	89-48-16	101.983
1939	104	1.300	196-59-21	89-32-08	52.676
1939	105	1.300	286-26-21	79-15-22	2.510
1939	106	1.300	11-29-12	89-34-08	49.911
1939	107	1.300	12-52-58	89-47-49	100.111
1941		1.352			
1941	1939	1.338	251-52-13	89-54-15	203.009
1941	1943	1.295	74-31-35	90-02-36	223.568
1941	108	1.300	250-42-51	89-18-21	55.254
1941	109	1.300	162-58-31	81-24-59	2.503
1941	110	1.300	76-11-43	89-50-45	48.396
1941	111	1.300	74-40-57	89-59-08	99.227
1943		1.295			
1943	1941	1.352	66-19-40	89-57-34	223.568
1943	1945	1.334	243-26-39	90-00-40	177.198

15.2 ábra: mérés áttekintése a GeoEasyben

Itt is ugyanazokat az információkat láthatjuk, csak a sokszögpontokra való méréseinket már piros színnel kiemelte nekünk.

A következő lépésben meg kellett adnunk a kezdő és a végpont koordinátáit (1937, 1949). Ezeket a koordinátákat már egy előző fejezetben kiközepelem.

Így, hogy a kezdő és végpontunknak megvannak a koordinátái, már ki tudjuk számolni a sokszögvonalat. A Számítások, sokszögvonat menüpontot kiválasztva meg tudjuk adni a sokszögvonat menetét. Itt ki kell választanunk a kezdő pontot, majd, hogy melyik sokszögpontot mértük az adott állásból.



15.3 ábra: sokszögvonat vonalvezetése

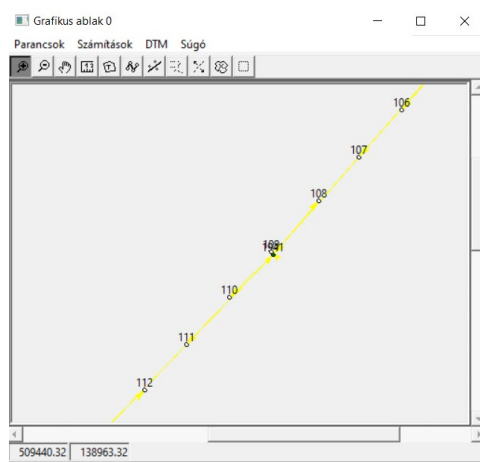
Majd ha megadtuk a végpontot is, a program megkérdezi, hogy magassági vonalat is számoljon-e. Ezt trigonometriai magasságméréssel hajtja végre, mivel mértük a zenitszöget, és a ferde távolságot is, és ismerjük a műszer és jelmagasságot.

A program egy számítási eredmények jegyzőkönyvet készít, ahol megtekinthetjük a sokszögpontok koordinátáit, és a maradék ellentmondásokat, és a hibahatárokat.

Számítási eredmények						
Fájl	Javítás	Táv. oda	Javítások	Y	X	
1937	0-00-00	-				
---				509888.136	139125.068	
1939	223-53-33	-				
---	177-15-19	204.220	-141.587 -147.170	-141.580 -147.162		
			0.003 0.002	509746.556	138977.906	
1941	221-08-52	203.009				
---	182-39-22	203.008	-133.580 -152.868	-133.573 -152.861		
			0.002 0.003	509612.983	138825.044	
1943	223-48-14	223.568				
---	177-06-59	223.568	-154.752 -161.352	-154.744 -161.344		
			0.003 0.003	509458.238	138663.700	
1945	220-55-13	177.198				
---	183-09-28	177.198	-116.066 -133.895	-116.060 -133.889		
			0.003 0.003	509342.178	138529.811	
1947	224-04-41	182.409				
---	177-18-54	182.409	-126.890 -131.041	-126.884 -131.035		
			0.003 0.002	509215.294	138398.777	
1949	221-23-35	-				
---		216.281	-143.009 -162.252	-143.002 -162.245		
			0.002 0.002	509072.292	138236.532	
				-815.844	-888.536	
		1206.684	-815.883 -888.579			
			0.016 0.015			
			0.019			
Hibahatárok			szögzáró "	hossz-záró cm		
Szabatos fősokszögvonal			-	19		
Szabatos melléksokszögvonal			-	24		
Belterületi fősokszögvonal			-	32		
Belterületi melléksokszögvonal			-	40		
Külterületi fősokszögvonal			-	44		
Külterületi melléksokszögvonal			-	56		

15.4 ábra: Számítási eredmények

A sokszögpontok koordinátái mellett megtalálhatóak az adott pont középpontjai, ez nagyjából minden pontnál 2-3 millimétert jelent. Ez betudható a zord időjárási körülményeknek, és a nagy vonatforgalomnak. Az vonalas záróhiba is 2 centiméter alatt maradt. Ezeket a pontokat később fel lehet még használni tájékozásra, ezért egy külön állományban is elmentjük őket. A GeoEasy grafikus megjelenítés opciót is felkínál. Itt megtekinthetjük, hogy minden pont megfelelően lett-e elhelyezve.



15.5 ábra: grafikus ablak

15.2 Trigonometriai magasságmérés

A trigonometriai magasságmérésnél a jegyzőkönyv a következő képpen alakult:

Pontszám	Távolság	Magasság különbségek			Javítás	Magasság
		Oda	Vissza	Átlag		
1937						108.684
---	204.210	-	-0.039	0.039	-0.002	
1939						108.722
---	202.998	-0.353	0.354	-0.353	-0.001	
1941						108.367
---	223.557	-0.112	0.101	-0.107	-0.001	
1943						108.259
---	177.189	-0.073	0.073	-0.073	-0.001	
1945						108.184
---	182.400	0.277	-0.285	0.281	-0.001	
1947						108.464
---	216.270	0.664	-	0.664	-0.001	
1949						109.126
	1206.625			0.451	-0.006	0.442
Hibahatár:	0.073					

15.6 ábra: magasság különbségek

Mivel a vasút mellett helyeztük el a sokszögpontokat, ezért nagy magasságkülönbségek nincsenek a pontok között. A pontosan 1206 méteres szakaszon fél centiméteres hiba keletkezett, ami bőven megfelel a tervezői igényeknek. Így megkaptuk a sokszögpontok vízszintes, és magassági koordinátáit is. Ezután már a részletpontok koordinátáit is ki tudta számolni. A kapott adatokat elmentettük, és AutoCad-be hívtuk be, hogy elkezdhessük a szerkesztést.

15.3 GPS-es felmérés:

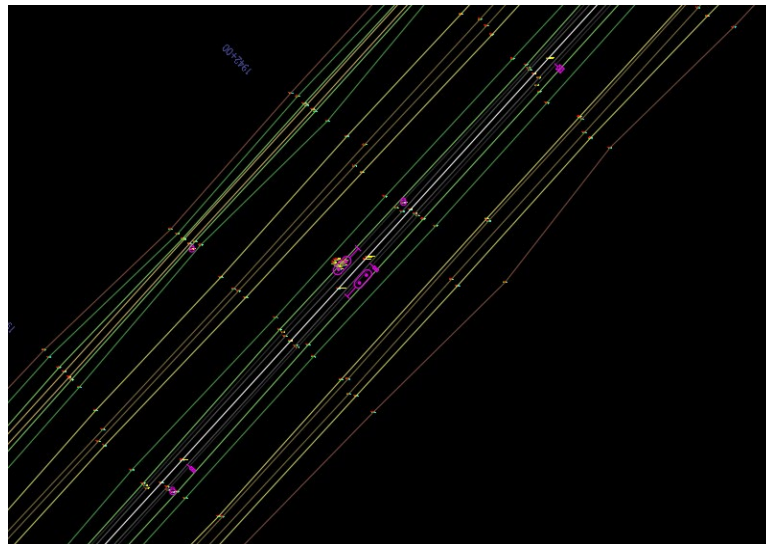
A GPS-szel mért pontokat, az exportálás után egy USB-C kábel segítségével ki is tudtuk olvasni. A korábbi beállításoknak köszönhetően egy olyan txt fájlt kapunk amit egy előre kialakított beolvasóba be is tudunk vinni, ennek köszönhetően az AutoCad-be való megnyitás során a pontokat egyből a hozzájuk tartozó koordinátákra helyezi, megírja külön fóliában a pontszámukat, pont kódot, a magasságot, a vízszintes és magassági hibát, és az antenna magasságot. Valamint ha a ponthoz tartozik jelkulcs, akkor azt is egyből ráhelyezi, és nem nekünk kell a jelkulcsokat egyesével letennünk. Ez meggyorsítja az adatok feldolgozását. A GPS-ből kiolvasott fájlnk a következő képpen néz ki:

7001	509706.470	138901.288	105.126	0.023:2.000:0	AROK/ATE/.
7002	509706.708	138901.390	104.080	0.023:2.000:0	AROK/ATE/.
7003	509706.308	138901.874	104.324	0.025:2.000:0	AROK/AA/.
7004	509707.043	138901.135	104.350	0.034:2.000:0	AROK/AA/.
7005	509715.655	138938.425	108.967	0.022:2.000:0	ZKT/./.
7006	509716.419	138937.515	108.450	0.026:2.000:0	ZKA/./.
7007	509717.394	138937.075	108.067	0.022:2.000:0	REZSU/RT/.
7008	509720.309	138933.930	106.636	0.032:2.000:0	REZSU/RA/.
7009	509723.786	138931.138	106.403	0.024:2.000:0	AROK/AT/.
7010	509728.830	138928.650	104.259	0.026:2.000:0	AROK/AA/.
7011	509756.621	138968.061	107.146	0.029:2.000:0	AROK/AT/.
7012	509759.559	138962.253	104.381	0.028:2.000:0	AROK/AA/.
7013	509752.608	138969.400	107.443	0.029:2.000:0	REZSU/RA/.
7014	509750.204	138971.907	108.193	0.041:2.000:0	REZSU/RT/.
7015	509749.973	138974.175	108.565	0.041:2.000:0	ZKA/./.

16 SZERKESZTÉS

Miután az állományokat behívtuk az AutoCad-be, meg tudtuk kezdeni a rajz szerkesztését. A pontokat magassági értelemben is elhelyezte az AutoCad így a 3dvonallanc funkció segítségével tudtuk úgy összekötni őket, hogy a magasságuk megtartsák. Először a vágány tengely pontjait kötöttük össze. Itt egyszerű dolgunk volt, mert nincsen kitérő ezen a vasúti szakaszon.

Ezután a zúzott kő ágyás, majd a terep pontok következtek. A pontkódoknak köszönhetően átlátható volt az állomány.



16.1 ábra: ábrázolás AutoCad-ben

A szerkesztés közben már jól kivehetőek a keresztaszelvény szerinti mérések. Az egyes rétegeknél különböző vonal stílust alkalmazunk, így ránézésre meg tudjuk állapítani, hogy melyik vonal melyik réteghez tartozik.

A jelkulcsokat az adott pontkódokhoz hozzárendeli magától a program, így ezeket már csak a megfelelő irányba kell beforgatni. Miután megrajzoltuk az állományt, átnéztük még egyszer, hogy minden pontot jó helyre kötöttünk-e, majd megírtuk a szelvényezést a vasúti pályára merőlegesen. A kész állományt megtekintette az osztályvezető is, és végül továbbítottuk a tervezőknek.

17 ÖSSZEGZÉS

A szakdolgozatom célja az volt, hogy betekintést adjak egy, a vasúttal kapcsolatos geodéziai felmérésbe. A munkát a tervezői igényektől kezdve, az alkalmazott mérési technikákon át, a leadott állományig próbáltam bemutatni. Többféle mérési módszert alkalmaztunk, az előnyeivel, és hátrányaival együtt.

Próbáltam betekintést nyújtani a tervezői intézet működésébe, és, hogy minden vasúttal kapcsolatos felmérés, milyen összetett mérnöki feladat. A tervező intézet megfelelő működéséhez elengedhetetlen a tapasztalt mérnökök alkalmazása, akik már több tíz éve vannak a szakmában. Nekik is köszönhető, hogy a mérést gyorsan és pontosan tudtuk elvégezni. A mérés során esetlegesen felmerülő problémákra egyből tudják a megoldást, és ezáltal tudok én is tanulni tőlük.

A felméréssel kapcsolatosan minden kitűzött célt sikerült elérnünk, és a kész állományokat megfelelő minőségben továbbítani a tervezők felé.

A mai modern technikának is köszönhetően egy ehhez hasonló mérés elvégzése pár napot vesz igénybe, ugyanakkor lépést kell tartani a megnövekedett munka mennyiségével is. A tapasztalt mérnök kollégáknak naprakészeknek kell lenniük a technikát illetően is, hisz a szakma folyamatosan fejlődik, a gyártók egyre hatékonyabb műszerekkel, és mérési módszerekkel állnak elő.

18 SUMMARY

The aim of my thesis was to provide insight into a geodetic survey related to railways. I strived to present the work from design requirements through applied measurement techniques to the submitted deliverables. We employed various measurement methods, outlining their advantages and disadvantages.

I pursued to offer an overview of the functioning of the design institute and the intricate engineering tasks involved in any railway-related assessment. The effective operation of the design institute relies crucially on the employment of experienced engineers with decades of industry experience. It is thanks to them that we were able to conduct the survey quickly and accurately. Their wealth of experience allows for immediate solutions to any issues that may arise during measurements, contributing to my learning as well.

In relation to the survey, we successfully achieved all set objectives and forwarded the completed datasets to the designers in the appropriate quality. With the aid of modern technology, a survey of this nature now takes only a few days; however, it is essential to keep pace with the increased workload. Experienced engineer colleagues must stay updated on technological advancements since the industry is in constant evolution, with manufacturers introducing ever more efficient tools and measurement methods.

19 HIVATKOZÁSOK

1. Ádám, J., Rózsa, S., & Takács, B. (2021). *GNSS elmélete és alkalmazása*.
2. Busics, G. (2010). *TÁMOP jegyzet*. Székesfehérvár: NyME-GEO.
3. *DigiKom*. (dátum nélk.). Forrás: https://www.digikom.hu/szoftver/geo_easyleiras.html
4. *Facebook*. (dátum nélk.). Forrás: www.facebook.com
5. *Fogalomtar.hu*. (dátum nélk.). Forrás: <https://www.fogalomtar.hte.hu/wiki/-/wiki/HTE+Infokommunikacios+Fogalomtar/GLONASS>
6. *G2Survey*. (dátum nélk.). Forrás: <https://www.g2survey.com>
7. *GNSSNet.hu*. (dátum nélk.). Forrás: <https://www.gnssnet.hu/>
8. *GPS-t akarok*. (dátum nélk.). Forrás: <https://gpstakarok2.wixsite.com/gpstakarok/ruide-reno1>
9. Gyenes, R. (2010). *TÁMOP jegyzet*. Székesfehérvár: NyME-GEO.
10. László, A. (2017). *A Kínai Népköztársaság űrtevékenysége*.
11. *Lechner Tudásközpont*. (dátum nélk.). Forrás: <https://lechnerkozpont.hu/oldal/foldmeresi-alappontok>
12. *Magyar Elektronikus Könyvtár*. (dátum nélk.). Forrás: <https://mek.oszk.hu/02100/02185/html/865.html>
13. *svajcipontosan.com*. (dátum nélk.). Forrás: <https://svajcipontosan.com/leica-nova-ms60-tobb-mint-meroallomas/>
14. Tarsoly, P., & Tóth Zoltán. (2010). *TÁMOP jegyzet*. Székesfehérvár: NyME-GEO.
15. Turáni, G. (2016). Vasútvonalak tervezésével kapcsolatos geodéziai munkák bemutatása. Székesfehérvár.
16. *vazrajzkeszites.hu*. (dátum nélk.). Forrás: <https://vazrajzkeszites.hu/foldmeres-tortenete/>
17. *Wikipedia*. (dátum nélk.). Forrás: <https://hu.wikipedia.org/wiki/Geod%C3%A9zia>

18. *Wikipedia*. (dátum nélk.). Forrás:

https://hu.wikipedia.org/wiki/F%C3%B6ldm%C3%A9r%C3%A9si_alappon

19. *Wikipedia*. (dátum nélk.). Forrás:

https://hu.wikipedia.org/wiki/Global_Positioning_System

20. *Wikipedia*. (dátum nélk.). Forrás:

[https://hu.wikipedia.org/wiki/Galileo_\(navig%C3%A1ci%C3%B3s_rendszer\)](https://hu.wikipedia.org/wiki/Galileo_(navig%C3%A1ci%C3%B3s_rendszer))

21. *Wikipedia*. (dátum nélk.). Forrás: <https://hu.wikipedia.org/wiki/AutoCAD>