

ÓBUDAI EGYETEM
ÓBUDA UNIVERSITY

Alba Regia Műszaki Kar

Geoinformatikai Intézet

SZAKDOLGOZAT

**Tervezési alaptérkép készítése
a 4244-es út felújítása kapcsán**

OE-AMK

2023

Hallgató neve: Juhász Tamás

Hallgató törzskönyvi száma: T000590/FI12904/A-G



ÓBUDAI EGYETEM
ÓBUDA UNIVERSITY

Óbudai Egyetem
Alba Regia Műszaki Kar
Geoinformatikai Intézet

SZAKDOLGOZAT FELADATLAP

Hallgató neve: Juhász Tamás

Szakdolgozat száma: [REDACTED]

Törzskönyvi száma: T000590/FI12904/A-G

Neptun kódja: [REDACTED]

Szak: földmérő és földrendező mérnök

Specializáció: Geoinformatika specializáció

A dolgozat címe: Tervezési alaptérkép készítése a 4244-es út felújítása kapcsán

A dolgozat címe angolul: Preparation of a Planning Base Map for the Reconstruction of the Road nr. 4244

A feladat részletezése:

1. Feladat ismertetése, útfelújítások szükségessége, időbeli amortizációjuk, utak sajátosságai.
2. Mérési terület ismertetése természet és társadalomföldrajzi szinteken.
3. Irodai adatgyűjtés, műholdfelvételekről, adatigénylések különböző adatbázisokból.
4. Terepbejárás, álláspontok előzetes meghatározása, alappontok felkeresése, forgalom felbecslése.
5. Szelvényezés elvégzése, majd az alappontok állandósítása.
6. Szintezés elvégzése EOMA-ra alapozva.
7. Mérőállomásos mérés az úttest a padkák között nagy pontossággal.
8. GNSS vevő ismertetése, majd a terep bemérése, közben a mért objektumok ábrázolhatósága.
9. Mérőállomásos mérés vízszintes és magassági kiegyenlítése.
10. Irodai szerkesztés autocad programmal, majd a feladat összegzése.

Intézményi konzulens neve: Dr. Katona János

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

Beadási határidő: 2022. 12. 15.

A szakdolgozat: Nem titkos.

Kiadva: Székesfehérvár, 2022. 10. 17.

P.H.

Intézetigazgató

A dolgozatot beadásra alkalmasnak találom: 2022. 12. 15.

belső konzulens

külső konzulens



ÓBUDAI EGYETEM
ÓBUDA UNIVERSITY

Alba Regia Műszaki Kar

Geoinformatikai/Mérnöki/
Természettudományi és Szoftvertchnológiai Intézet

HALLGATÓI NYILATKOZAT

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

Kelt: SARUAD 2023.05.10.

.....
hallgató aláírása

Tartalom

1. Bevezetés	6
2. Az útfelújítások jelentősége	7
2.1. Társadalmi megközelítés.....	7
2.2. Műszaki megközelítés.....	9
3. Utak geodéziai munkái	10
3.1 Általános áttekintés	10
3.2 Tervezési alaptérkép (vezérterv)	10
4. Adatgyűjtés.....	11
4.1. Google térkép	11
4.2. Kira.....	12
4.3. Geoshop.....	13
4.4. Saját térkép készítése	15
5. Terepbejárás	16
6. Szelvényezés	18
7. Vízsíntes alappontsűrítés.....	19
7.1. Hi-Target V200 GPS ismertetése.....	19
7.2. Vízsíntes alapponthálózat szükségessége.....	20
7.3. Vízsíntes alappontsűrítés véghezvitele.....	22
8. Magassági alappontsűrítés	24
8.1. Magassági alapponthálózat elmélete.....	24
8.1.1. Általános elvek	24
8.1.2. Az alappont hálózat bekapcsolás az országos magassági alapponthálózatba	25
8.2. Előkészületek	26
8.3. Színtezés elvégzése	27
8.4. Színtezés kiértékelése.....	28
9. Részletmérés	29
9.1. A részletmérés ismertetése	29
9.1.1. A részletmérés célja.....	29
9.1.2. Műszerválasztás a burkolat méréshez.	30
9.1.3. Munkavédelem	33

9.2 Burkolatmérés	33
9.3. Útburkolaton kívüli tartalom felmérése	38
10. Irodai adatkiértékelés	40
10.1. A mérési állomány kiexportálása	40
10.2. GeoCalc programmal való utófeldolgozás	42
10.2.1. Előzetes koordináták számítása	42
10.2.2. A mérés kiegyenlítése.....	43
11. A tervezési alaptérkép megszerkesztése	44
11.1. Digitális térképszerkesztő programok.....	44
11.2. Adatok behívása AutoCad-be	44
11.3. Egyszerű objektumok beszerkesztése	45
11.4. Komplexebb objektumok szerkesztése	46
11.5. Az informatív elemek lehelyezése	47
11.6. Ellenőrzés.....	48
12. Keresztshelvények elkészítése	48
12.1. Keresztshelvények szerkesztésének menete.....	48
12.2. Keresztshelvények elemzése	49
13. Az út-monitoring szükséglete	50
14. Összegzés.....	51
15. Felhasznált szakirodalmak	52
16. Digitális mellékletek	53

1. Bevezetés

A szakdolgozatom témája a 4244-es út felmérése és tervezési alaptérképének elkészítése útburkolat felújítás céljából. Ehhez hasonló projektekben dolgoztam az Alba Geotrade Zrt. cégnél több éven keresztül, így megfelelő ismeretet szereztem, hogy a szakdolgozatom elkészítsem a témában. Az évek alatt a járművek száma egyre csak nőtt, így a meglévő utakat is korszerűsíteni kell, ezért hatalmas összegeket fektet be az útfelújításokba Magyarország. A közbeszerzésen hirdetett útra a nyertes tervező cégnek szüksége van hiteles tervezési alaptérképre. Ennek az elkészítéséhez geodétákat bízunk meg, hogy szűk határidőn belül igényeket kielégítő pontossági kritériumoknak megfelelően a terep be legyen mérve, majd a mért adatok térinformatikai szoftverrel legyenek ábrázolva, amit aztán több célból tudnak hasznosítani a megrendelők. Mivel több útfelmérést készítettünk a cégnél, de nem engedélyezték a publikálását, vagy régebbi megrendelés volt, ezért úgy döntöttem, hogy egy valós utat mérek fel az eddigi megrendelések szerinti paraméterekkel. Az útfelmérések irodában adatgyűjtéssel kezdődnek, ezt követi terepen a helyszínbemérés, a szelvényezés, majd a GPS-el és a mérőállomással történő mérés. Ezeket követően újra az irodában CAD-ben kell megszerkeszteni a kinyert adatok alapján a kész tervezési alaptérképünket. Ezen felsorolt munkafolyamatok mutatják is, hogy mennyire változatos tud lenni egy ilyen munka elvégzése, illetve az objektumok bemérése kihívást is szokott okozni, mivel már előre kell gondolkodni az irodában való szerkesztésre tekintettel. Ezeken túl a rövid határidő miatt a tereptárgyakat minél kevesebb ponttal kell bemérni, de fontos, hogy ez az ábrázolhatóság rovására ez nem mehet.

2. Az útfelújítások jelentősége

2.1. Társadalmi megközelítés

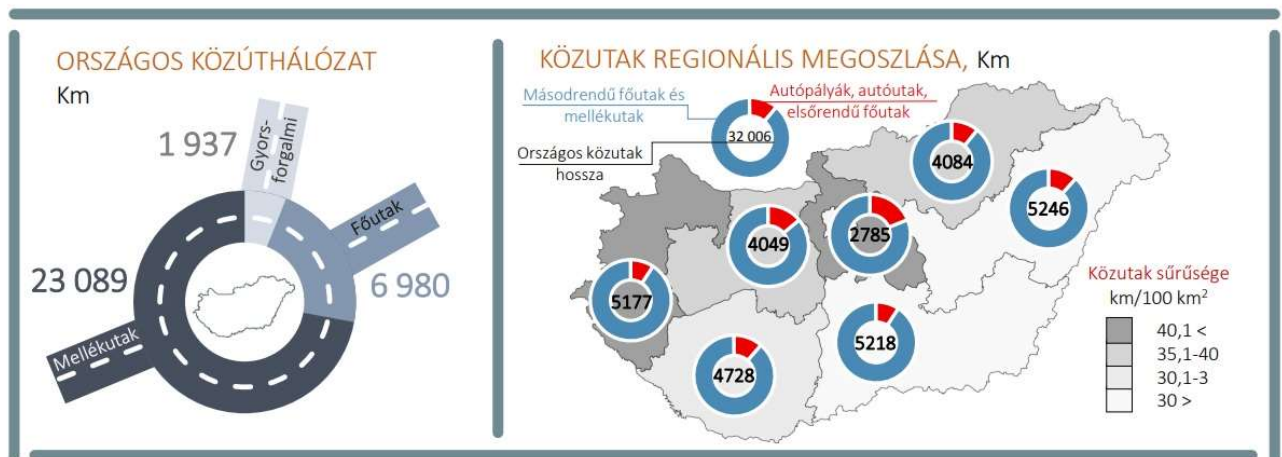
Egyre több gépjármű robog az utakon, így elkerülhetetlen az utak fejlesztése, karbantartása, korszerűsítése. A KSH adatai szerint a járművek száma évről évre gyarapszik.



1. ábra: Gépjárművek számának növekedése Magyarországon (forrás: KSH)

Az 1. ábra jól mutatja, hogy 2017-től 2018-ig 4.66%-os volt a növekedés, míg 2020-tól 2021-ig már csak 2.64%-os volt a növekedés. A járművek számának alakulását rengeteg tényező alakítja, mint például a koronavírus, ahol a kijárási tilalom miatt a személyautók száma csökkent a kihasználatlanság miatt, de a tehergépjárművek darabszáma növekedett a sok házhozszállítás miatt. Jelenlegi orosz-ukrán háború és az azt megelőző üzemanyagár növekedés következtében sokan kényszerültek eladni az személygépjárművüket. Viszont ezeknek az embereknek mégiscsak meg kell oldaniuk a mindennapi közlekedést, így vagy a biciklizést választják, vagy a tömegközlekedést, így ezen járművek száma is egyre növekszik. A lényeg, hogy növekszik a gépjárművek száma, a modernizációval és a népességnövekedéssel párhuzamosan. Ebből kifolyólag az utak terhelése is növekszik, ami korszerűsítés, karbantartás nélkül az utak pusztulását, leépülését okozza hosszabb távon.

Az úthálózat a műszaki infrastruktúrába tartozik, ami magában foglalja a közlekedési, hír és távközlési, ivóvíz és szennyvízkezelési, és az energiaellátási infrastruktúrát. A közlekedési infrastruktúrát tovább lehet bontani közúti, vasúti, vízi és légi közlekedésre. A közlekedéshálózat-fejlesztésre legjelentősebben befolyásoló tényezők a hazai és Európai Unió pénzügyi források, a közlekedés-fejlesztési koncepciók, és más ágazatok politikai irányai. Minden közlekedési utat egyidőben lehetetlenség felújítani, ezért útvonalakat több szempont alapján értékelnek, majd kiszűrhetők a leginkább fejlesztésre jogosult útvonalak. A főbb értékelési szempontok a megközelíthetőség kérdése, a közúthálózat minőségi és mennyiségi adatainak változása, illetve a személy és teherforgalom területi viszonyai.



2. ábra: A közúthálózat megoszlása Magyarországon

(forrás: Magyar Statisztikai Évkönyv, 2017)

Magyar Közút a beruházásai keretében hivatott az utak korszerűsítését elvégezni. A Magyar Közút Nonprofit Zrt. átfogó útfejlesztési csomagokat tesz közzé, amiket a Közbeszerzési Hatóság oldalán jelenítenek meg hirdetményekben. Jelenleg a mellékútvonalakat érintik ezek a beruházások, főképp vidéken az ott élők mindennapjaik megkönnyítésére, így elősegítve a forgalombiztonságot, és a rövidebb utazási időt. Ezek az elmaradott térségekben különösen fontosak, mivel a fejlett infrastruktúra bevonhatja a nagyobb vállalatokat, amik gazdasági fellendülést okozhatnak. A tavalyi évben közel rekordmagas, 1280 kilométer útfelújítás kezdődött meg. Az idei év ezen is túltesz a tervezett 1500 kilométernyi útbeavatkozással, ami 300 milliárd forint értékű.

2.2. Műszaki megközelítés

A magyarországi közutak átlagos életkora jóformán eléri a negyven évet, miközben az aszfaltutak feltételezhető élettartama 20 év körüli. Ez az adat önmagában is érzékelteti, hogy a közutak túlnyomó többségének állapota biztonságos közlekedésre alkalmatlan. Az előregedett utak nemcsak nehezítik a közlekedést, de esetenként közvetetten életveszélyesek is lehetnek. Így létfontosságúnak mondható az utak karbantartása. Az országos közúthálózat 98%-a rugalmas pályaszerkezetű rendszer, és valamilyen aszfaltburkolattal van ellátva. Ezeknek közel 50%-a „utántömörödő” aszfaltburkolat, aminek az adalékanyag (kőanyag) szemeloszlása nem folytonos, így végleges tömörségüket csak a forgalom tömörítő hatására, illetve a hígított bitumenben lévő hígítószer teljes elpárolgása következtében érik el. A merev útpályaszerkezet kellőképpen homogén, illetve rendszerint helyben készített betonból öntik ki. A burkolathibák egyik lényeges előidézője a forgalom nagysága, mivel tengelynyomások és azok ismétlődési száma nagy hatást gyakorolnak az úttestre. A másik lényeges rongáló tényező az időjárási elemek és víz okozzák. Az aszfaltburkolatok esetében az erős felmelegedés következtében deformációk, gyűrődések jöhetnek létre. Télen az esetleges fagyhatások miatt repedések keletkeznek, amik az aszfalt alá is lenyúlhatnak, ahol a kimosódás következtében képes foltokban beszakadni a burkolat, így kátyúk alakulnak ki az úttesten. A kivitelezés során felhasznált anyagok minősége és a pályaszerkezet teherbírásának függvényén sokak szerint az utak romlásának több mint 50%-át okozzák. Ezeket figyelembe véve a kivitelezés során indokolt a lelkiismeretes, szakértelemmel rendelkező munkaerő és az állandó műszaki ellenőrzés. [18]



3. ábra: Leggyakrabban előforduló úthibák

3. Utak geodéziai munkái

3.1 Általános áttekintés

Az utak a vonalas létesítmények közé tartoznak, ezen objektumok jellege különböző, mivel az utakon kívül ide tartoznak a vasuta, kötélpályák, gáz- és olajvezetékek, elektromos távvezetékek, vízvezetékek, csatornák, kommunális célú vonalas létesítmények. Az autóutak legjelentősebb pusztulását az erózió okozza, az aszfalt réseibe bekerülő víz télen megfagy és szétrepeszti a burkolatot. A geodéziai munkálatok a tervezéssel kezdődnek, ami tanulmánytervre, engedélyezési tervre, és kiviteli tervre bontható. Elsősorban a tanulmányterv és az engedélyezési terv a létesítmények nyomozásának kijelölésével kezdődnek. Megfelelő pontosságú alappont hálózatot kialakítva a tervezési felmérést kell elvégezni. A tervezési munka geodéziai munkáit követik a kivitelezés geodéziai feladatai. Legtöbbször ennek a munkafázisnak a különböző geometriai elemek kitűzéséből tevődik össze, mint a körívek, átmeneti ívek, egyenesek, illetve a vonalas létesítményhez tartozó műtárgyak, és egyéb létesítmények kitűzése. Ha nyomvonalat tűzünk, akkor általában a tengelyvonalat tűzzük ki, és ettől meg van adva a két oldaltávolság. Földmunkákhoz elegendő a néhány centiméteres pontosságú kitűzés, amihez elegendő a GPS-ek pontossága. Más felépítmény kitűzéséhez már centiméteren aluli pontosság szükséges, amihez mérőállomást kell alkalmazni. Az elkészült létesítmények felmérése, és későbbben a mozgásvizsgálatok a geodéziai munkák befejező lépése. A tervezési alaptérképhez nagyon hasonlít ez a munkafázis, itt viszont lényegesebb a létesítmény sajátosságait kifejező részletpontok. Az elkészült építményt milliméter pontosan kell bemérjük, a környezetét elegendő centiméter pontossággal felmérni. Íveket legalább öt ponttal kell mérni, ha rövidebbek. [2] [7]

3.2 Tervezési alaptérkép (vezérterv)

A tervezési alaptérkép horizontális értelemben az összes tervezett és meglévő ideiglenes és végleges, felszíni, földalatti és felszín feletti létesítményt ábrázolja az alaprajzokkal, jelkulcsi jelekkel, megnevezve a létesítményeket. A már megvalósult létesítményeket is képesek vagyunk rajta ábrázolni. Így a tervezési térkép lehetőséget ad arra, hogy a kivitelezett állapotot összehasonlítsuk a tervezett állapottal, amivel a kivitelezések

esetleges eltéréseit tudjuk kimutatni. A tervezési térkép lebonyolítása a generáltervező, vagy megbízottjának a munkája. Nagyméretarányú formában jelenik meg a térkép a rajzi megjelenítés következtében. Nagyobb beruházás esetén olyan sokféle létesítmény található a területen, hogy a rajzi megjelenítéskor azokat az objektumokat, amelyek nincsenek funkcionális vagy helyzeti kapcsolatban, önálló rajzi formában (leválogatva az egyes rétegeket) jelenítjük meg. Térkép ábrázolási módjait a Dat1-M2 szabályzat jelkulcsi melléklete alapján célszerű megválasztani. Lehetnek azonban speciális objektumok (pl. gázipari létesítmények), amelyek az adott szakágban elfogadott jelkulcsokkal kell ábrázolni. A tervezési alaptérkép a beruházás minden résztvevőjének fontos alapot nyújthat, ezért a térképről a fedvények leválogatásával speciális másolatok készülnek el időnként (adatszolgáltatás különböző tervezésekhez stb.). [8]

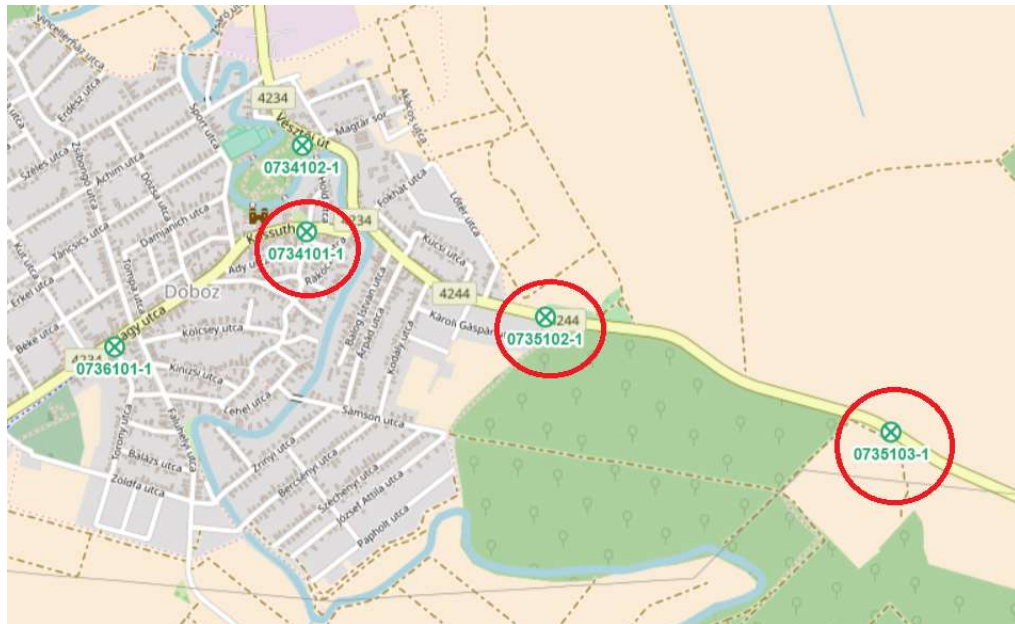
4. Adatgyűjtés

4.1. Google térkép

Az esetünkben a megrendelő Doboz település 4244-es útjának 6+817 és 4+817 szelvényei közötti részen fog útburkolat megerősítést véghezvinni, és ehhez kell készítsen tervezési alaptérképet. A tervezés geodéziája az adatgyűjtéssel kezdődik, ami meglévő topográfiai térképek felhasználásával készül. Az első két tervezési fázisban gyakran több variánst is megvizsgálunk, ezért ezeknek a munkafázisoknak igen nagy a térképigényük. Elsődlegesen már meglévő térképek felhasználásával történik az adatgyűjtés, de régebbi térképek megléte esetén új térképet célszerű készíteni. A megrendelő adatai alapján készítettem egy lehatárolást a műholdképre vetítve, a belterületi keresztező utak esetén 25 métert kell bemérni, míg a külterületi keresztező utaknál 50 métert. A köztes útszakaszon kerítéstől kerítésig, vagy az út tengelyétől nagyjából 15-15 métert.

4.3. Geoshop

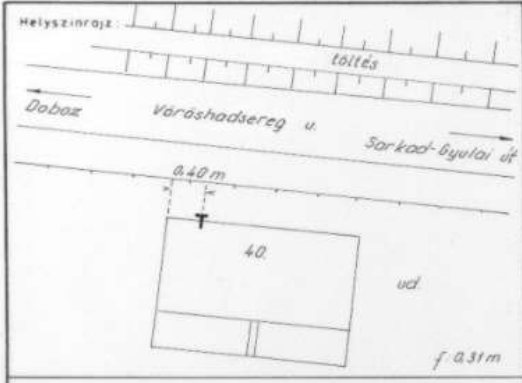
A geoshop.hu weboldalon ráközelítünk a mérési területünkre, és a magassági pontok láthatóságát aktiváljuk. Az útszakaszunkon egy darab EOMA pont van, de a két vége felől található még egy-egy, ami nem esik távol.



5. ábra: Fölkeresendő EOMA pontok a geoshop térképén.

A pontleírásokat ingyenesen letölthetjük, így a terepbejárásnál ezeket a pontokat fel kell keressük, és a meglévők adatait meg kell vásároljuk. A pontleírásokat pdf formátumban letöltve akár a terepen mobiltelefon használatával lehetséges alkalmazni. A dokumentumban a helyszín leírása röviden tájékoztatást az az alappont címére, lokális elhelyezésére, ami egy ábrán is látható, ami egy egyszerűsített térkép.

Ezeket túl tartalmazza a pont számát, a megyét, települést, állandósítás módját, vonatkoztatási rendszert, helyszínelések évét, vízszintes koordinátákat méter élesen, illetve az alapponthoz tartozó megjegyzést is. Az EOVS koordináták a nagy jelentőségűek, mivel így könnyedén át lehet konvertálni WGS84 rendszerbe és mobiltelefonos navigáció használatával a helyszínre lehet jutni. Valamint az is fontos információ, hogy milyen vonatkoztatási rendszerben vannak a jelek, mivel a Bendefy pontok megbízhatósága nem elfogadható számunkra, így az EOVS pontokat kell bevonni elsődlegesen a mérésünkbe. A helyszínelés évei azt mutatják, hogy mikor volt a magassági alappont ellenőrizve, de sajnos ez általában csak felkereséssel történik a rámerést hanyagolva, így ez sok esetben nem ad lényegi információt. [5]

	Lechner Nonprofit Kft.	Magassági pontleírás	
		Pontszám: 0735102-1	
		Más azonosító:	
		Megye: Békés	
		Település: Doboz	
		Állandósítás: csap	
		EOVS meghatározás éve: 1982	
		Bendefy meghatározás éve:	
Helyszínelés: 2012, 2014		Magasság:	
EOVS:		Balti:	
EOVS koordináta:		EOVS koordináta:	
Y: 818923.0		X: 156711.0	
Helyszín leírása: Vöröshadsereg u. 40 sz. Miklán Sándorné lakóép.-e u. felőli falában, 6.193 km-nél.			
Megjegyzés:			

6. ábra: Magassági pontleírás.

4.4. Saját térkép készítése

A Google Drive-on a saját fiókunk bejelentkezése után képesek vagyunk saját térképet létrehozni. Ide jelen esetben célszerű a Kirából lekérdezett végszelvények helyét kijelölni a kapott WGS84 koordináták felhasználásával, majd az EOMA pontok pontleírásban szereplő EOVS koordinátáit át kell transzformálni WGS84 vetületi rendszerbe. A psoft.hu weboldalon lehetőség van az említett transzformáció elvégzésére.

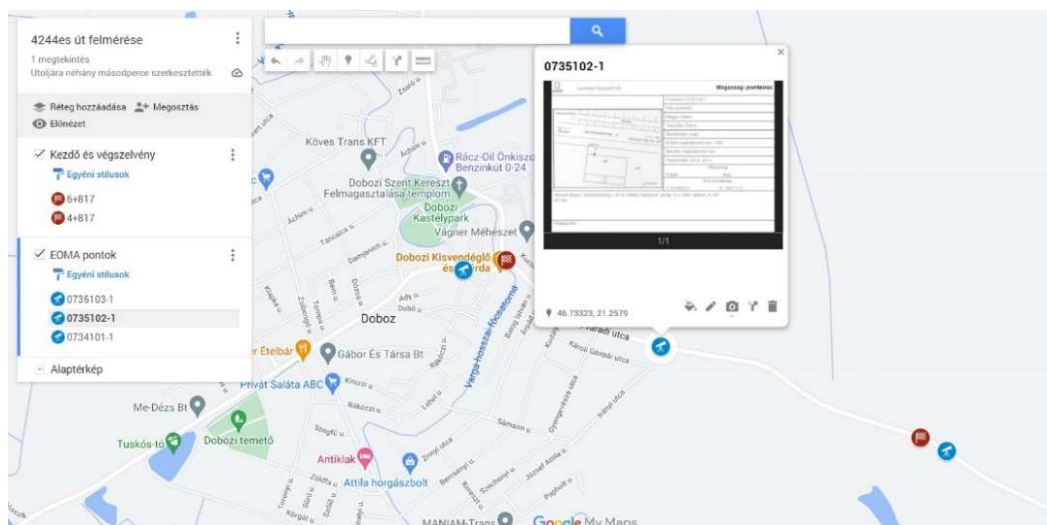
➔ EOVS - WGS'84 (GPS) koordináta átszámítás

Magyarországon manapság is, akárcsak régen, egyszerre több koordináta rendszer is használatban van. A **két leggyakrabban** alkalmazott rendszer a GPS mérések koordináta rendszere a **WGS'84**, valamint az **EOVS** (Egységes Országos Vetületi) rendszer.



7. Ábra: Koordináták áttanszformálása.

Előbb be kell írjuk a pontleírásban szereplő EOVS koordinátákat, majd ki kell válasszuk a „dd” formátumot. Itt akár meg is tudjuk jeleníteni térképen az adott síkbeli pozíciót, ha ez helyes, akkor ki kell másolni a hosszúságot és a szélességet a Google térképünkbe, de a tizedesjelenek pontnak kell lennie, illetve a hosszúság és szélesség közé vesszőt kell tegyünk, különben nem tudja értelmezni az applikáció az adott pozíciót. A térképre fölhelyezett jelölőket lehetőségünk van színeznünk, és egyedi ikonnal megjeleníteni őket.



8. ábra: Google saját térkép.

Az EOMA pontokhoz hozzá is rendeltem képként a pontleírásokat. Elneveztem a jelölőket, és csoportokba is bontottam őket, majd elneveztem a térképem. A megosztás gombbal kimásolhatjuk a linket, amit el tudunk küldeni bárkinek, de ehhez aktiválni kell az „A link birtokában bárki megtekintheti” funkciót.

5. Terepbejárás

A terepbejárást a szelvényezéssel, és az alappontok GNSS vevővel való bemérésével tettem egy napra. Első körben telefonon megnyitottam a térképem, amire elhelyeztem a végszelvények, illetve az EOMA pontok helyeit. A helyszínhez érve először felkerestem a 0735103-1es magassági alappontot. Megnyitottam a letöltött Magassági pontleírást is, de ennek segítségével sem találtam meg a pontot, valószínűleg megsemmisült. Kitűztem a 4+817 szelvényt amit a végszelvényemnek vettem. Kocsiba szállva fölkerestem a 0735103-2es alappontot.



9. ábra: 0735103-2es alappontot elhelyezkedése.

Ez a pont kerítésen belül helyezkedett el egy lakóingatlanon. A kapuhoz érve meg is láttam a falitárcsát, az épület sarkától nagyjából 40 centiméterre. Az ottlakók nem voltak otthon, így csak kerítésen kívülről tudtam szemügyre venni az alappontot, de már látszódott, hogy ezzel a ponttal lesznek komplikációk, mivel fölötté leszigetelték az épületet, így nem lehet közvetlenül odatenni majd a szintezőlécet, így valami módot kell majd kitaláljak ennek megoldására.

Tovább mentem a kezdőszelvényemhez, ami a 6+817-es út végszelvénye is egyben. Ezt kitűztem, majd elsétáltam a harmadik magassági alapponthoz. 0734101-1-es pont a templom oldalában volt, ezzel nem lesz gond úgy véltem. A térképen lévő jelöléseket fölkeresve az autóval meglehetősen lassan mentem, megfigyelve a terepi viszonyokat. A külterületi rész meglehetősen változékony ahhoz képest, hogy nagyjából csak 1 kilométer hosszúságú. Szántóföld, rét, bozótos és erdő található leginkább. A legfontosabb az erdei fák mérete, és a lombkoronájuk tömörsége, kiterjedése.



10. ábra: A növényzet sűrűsége.

Úgy láttam, hogy az eddigi műszerekkel amikkel mértem, szinte lehetetlen lesz az erdőben mérjek, így inkább mérőállomásos feladatnak tudnám be az erdő bemérését. A bokros részek viszont meglehetősen sűrűek voltak, de meghatározó objektumokat és terepi alakzatokat nem láttam bennük, így helyenként ahol lehet majd be kell menni mérni, de alapvetően elegendőnek láttam a bozótos részek körbemérését. A belterületen a centrum felé közeledve egyre sűrűbbek a mérendő objektumok, de szerencsére nem találtam különösebb nehézségeket. Fák és bokrok ugyan vannak, de nem olyan méretesek, hogy ne lehessen majd alattuk mérni. Épületekből sincs akkora, amely kitakarásával kellett volna számoljak. [13]

6. Szelvényezés

A mérési területen ki kell alakítani vízszintes és magassági alapponthálózatot, amiknek az országos alapponthálózattal konzisztenciában kell, hogy legyenek. Mivel az építkezéshez tartozó kitűzésekhez is felhasználhatóaknak kell lenniük általában 100 méterenként kis szöget az út tengelyébe, illetve 500 méterenként kell egy nagyszöget állandósítani maradandóbb helyen. Ez régebben vízszintes értelemben hosszúoldalú, és rövidoldalú sokszögeléssel történt, manapság már történhet fotogrammetriai módszerek felhasználásával, vagy GNSS technológiával is. Jelen esetben az utóbbi módszert használtam. A kezdőszelvénytől (ami most az út végszelvénye) úgynevezett mérőkerékkel 25 méterenként festünk egy vonalat az úttestre a tengelyre merőlegesen. Kanyarokban felező vagy harmadoló szelvényeket is fel kell venni, hogy az íveket megfelelő részletességgel tudjuk majd ábrázolni. 100 méterenként beütünk az út tengelyébe egy hilti szöget, és rámérünk a GPS-el 15 epochával. A kezdő szelvénybe, és 500 méterenként ütünk egy 5,5 centiméteres jelölőszöveget, amire 20 epochával mérünk.



11. ábra: Nagy és kis szegek a megfestésükkel.

A szögelt szelvényeket meg is kell festeni számokkal. Az egyszerűbb tájékozódás miatt helyi szelvényezést alkalmaztam, mivel az út végszelvénye nem osztható 25-el, így ezt vettem 2+000 szelvénynek és a 4+817 es útszelvény lett a 0+000 helyi szelvényem. Festéknek speciális aszfaltfestéket használtam, ami jól észrevehető, és elég tartósak, hogy egy hétig is lehessen őket látni. Egy ember akár 6-7 kilométert is tud egyedül szelvényezni egy nap alatt. Arra kell figyelni, hogy elegendő akkumulátor legyen nálunk, illetve a festékeket se pazaroljuk. Festés szempontjából az esős időjárás nem alkalmas, mivel nem

tud rászáradni a felületekre, és elmosódik. Túl nagy forgalom esetén is kerülendő a festés, mivel a száradó festék az járművek gumiabroncsaira tapad rá, valamint a sűrű forgalommal a megszáradt jelek is lekopnak. Ezeken túl a biztonság sem egy utolsó szempont. Ezek tükrében a szelvényezést lehetőleg ne egy ember végezze, hanem inkább kettő. Több szem többet lát elvén tudjuk egymást figyelmeztetni. Egyikőnk fest, szegel, a másik ember mér a GNSS műszerrel. Természetesen láthatósági mellény, és acélbetétes bakancs elengedhetetlen, illetve az élénk színű kobak is elég hasznos. A jeleket lehetőleg a kiemelt szegélyre fessük meg, mivel ezekről nincs mi lekoptassa, semmiféleképp ne a nyomvályúba jelöljük. Nagyszöveget a meglévő járdába, vagy kerékpárútba is üthetjük, mivel ott nincs olyan járműforgalom ami deformálhatja annak helyét. Figyeljünk, hogy a mérőkerék ne szaladjon meg, és ne csússzon meg, mert akkor a szelvények mérete el fognak térni az normális 25 méterestől. [16]

7. Vízzintes alappontsűrítés

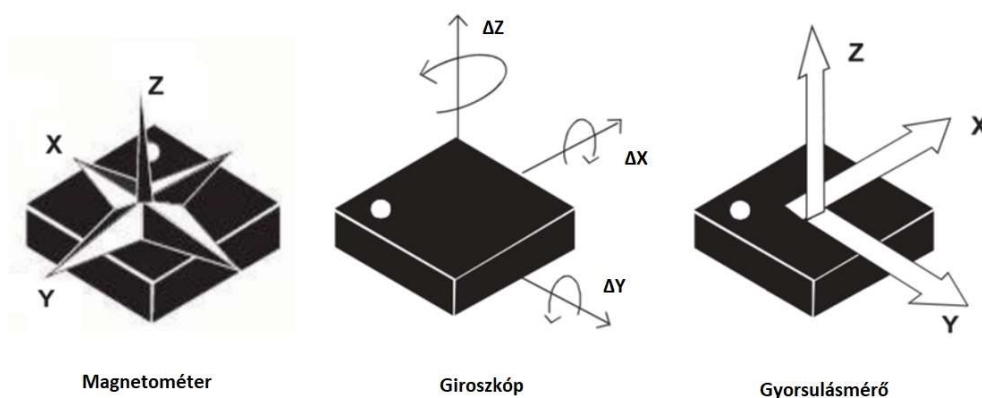
7.1. Hi-Target V200 GPS ismertetése

A műszer egyik szembetűnő újítása, hogy rendkívül kicsi és könnyű. A vevő átmérője nagyjából 13 cm, ez nagyon nagy segítség, ha sűrű erdőben kell mérjünk. Több mint 800 csatornán végzi a GNSS számítást. Ami lehetővé teszi a fedettebb térszíneken is az 1-2 centiméteres pontosság gyors elérését, a hatékony jelképzési és számítási megoldásoknak köszönhetően.



12. ábra: Hi-Target V200 vevő.

Ez az eszköz már beépített inerciális mérőegységgel (IMU-val) is rendelkezik, amely jellemzően giroszkópokból áll a szögsebesség mérésére, gyorsulásmérőkből a fajlagos erő/gyorsulás mérésére, illetve a magnetométerből, amely a mágneses mezők erejét és irányát méri meg. Ez egy 3 tengelyes gyorsulásmérőből, egy 3 tengelyes giroszkópmérésből és egy 3 tengelyes magnetométeres mérésből álló rendszer, amit 9 tengelyes inerciarendszernek neveznek.



13. ábra: A 9 tengelyes IMU komponensei.

Ez az IMU, vagy dőléskompENZátor több szempontból is hasznos újítás, egyrészt az árbócot nem kell függőlegesen tartasuk, például meredek medervonal mellett elegendő a GPS bot hegyét odaérinteni a mederfenékhez, és nem kell függőlegessé tennünk azt, amihez már bele kellene lépünk a vízbe. Másrészt, ha az internetkapcsolatunk vagy a korrekció szolgáltatás megszakad, az IMU rendszernek köszönhetően továbbra is képes a FIX pozíciót tartani, ez a Hi-Fix funkció. Elméletileg 5-10 percig, de az adatkapcsolat megszakadásától számítva egyre nő ez az eltérés. Végezetül ezek a korszerű újítások miatt választottam a Hi-Target V200-as vevőt, amihez még tartozik egy iHand55 adatgyűjtő kontroller is, ami el van látva a folyamatosan frissített Hi-Survey adatgyűjtő alkalmazással. A frissítéseknek köszönhetően újabbnál újabb funkciók kerülnek a műszerbe, mint például az AR kitűzés, ami már a készülék kamera képére ráilleszti a kitűzendő pont pozícióját, ezzel segítve a kitűzést. [12]

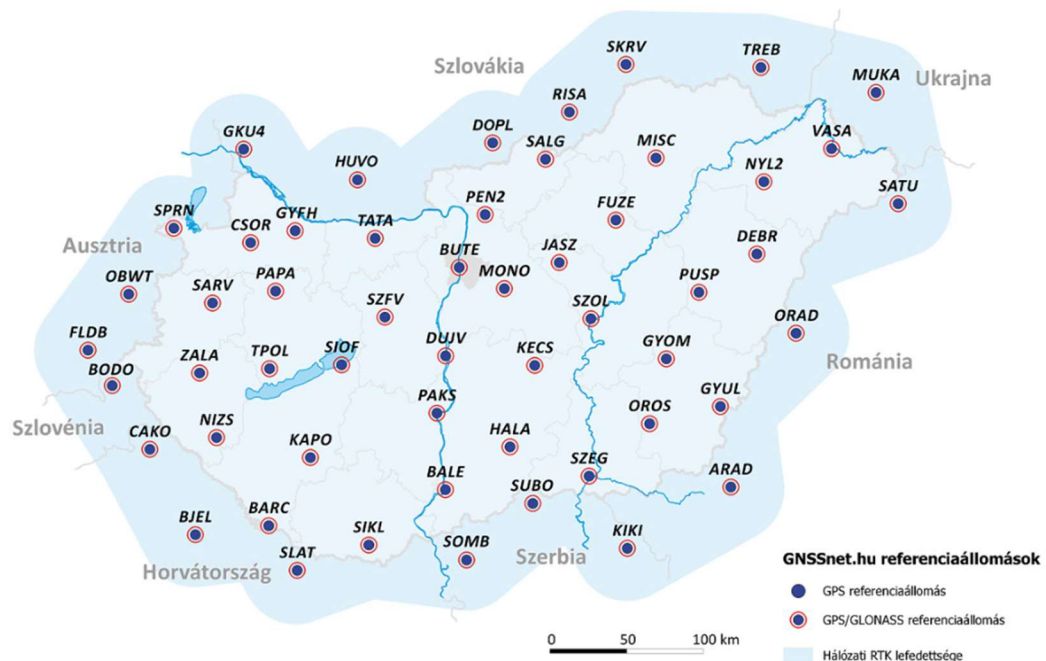
7.2. Vízszintes alapponthálózat szükségessége

A vízszintes alapponthálózatok kialakításának célja, hogy a különböző építmények, pl. lakóparkok, ipartelepek, vonalas létesítmények, földalatti terek stb. létesítéséhez, tervezéséhez, kivitelezési feladataihoz egységes geodéziai alapot nyújtson, ami

nélkülözhetetlen követelménye az építmények tervekben rögzített, gazdaságos megvalósításának. Más-más építmények eltérő geodéziai feladatai a beruházás jellegétől, területi kiterjedésétől, az építési technológiától, a terep adottságaitól függően különböző követelményeket követelnek meg az alapponthálózatok jellemzőivel (pontosságával, pontjainak állandósítási módjával) szemben. Elsősorban az országos vízszintes alapponthálózatot kell felhasználni a létesítmény alapponthálózataként. A mérnökgeodéziai munkákhoz rendelkezésre állnak az országos vízszintes hálózat (EOVA) pontjai, illetve a térbeli hálózat (OGPSH) pontjai, amely a kerethálózati pontokból és az országos alappontokból tevődik össze. Jelenleg a nagy kiterjedésű, vonalas létesítmény esetében, az EOVA pontjainak gyakori pusztulása miatt, nem található kellő számú alappont. Az alappontoknak ebben a rendszerében a szükséges pontsűrűség elérése érdekében két módszer merült föl. Az első, a megtalált EOVA pontokat felhasználva hagyományos módszerekkel alappont-sűrítést végzünk, de ez az eljárás manapság több szempontból sem hatékony. Mindenekelőtt a főalappontok szakszerű kibontását a mérés során különös gondossággal kell elvégezni. A kiásott munkagödröt a balesetek elkerülése érdekében jól láthatóan meg kell jelölni. A munkát úgy kell szervezni, hogy az akna minél rövidebb ideig legyen nyitott állapotban. A mérés végeztével a fedlap fölé a fejelőkövet és a földet tömörítve vissza kell temetni. Ezt a körülményes eljárást figyelembe véve a másik módszert választottam, ami az OGPS hálózat felhasználása volt az országos alapponthálózatba csatoláshoz. A nagy területi kiterjedésű beruházások alapponthálózat meghatározása érdekében gazdaságos, és gyors megoldást jelent a hazai OGPSH felhasználása. A magyar aktív GNSS hálózat bővülő permanens állomásai, a hálózat gyarapodó szolgáltatásai egyre hatékonyabb feltételeket jelentenek az alappontsűrítés terepen végzett munkáinak az elvégzésében. Korrekciókat mobilinternet segítségével az ország bármely részén használatba vehetjük, így a transzformációs paraméterek tulajdonában az OGPSH lehetővé teszi az átjárást az EOVA rendszerbe. [9] [15]

7.3. Vízsintes alappontsűrítés véghezvitele

A mérések közben figyelni kell, hogy a GPS bot függőlegesen maradjon, és vevő ne legyen túl magasra kihúzva a kilengés miatt. Ne legyenek magas objektumok körülöttünk, és a fák se nyúljanak a műszer fölé. Ha jobbnak látjuk, akkor a szögeket nem muszáj a



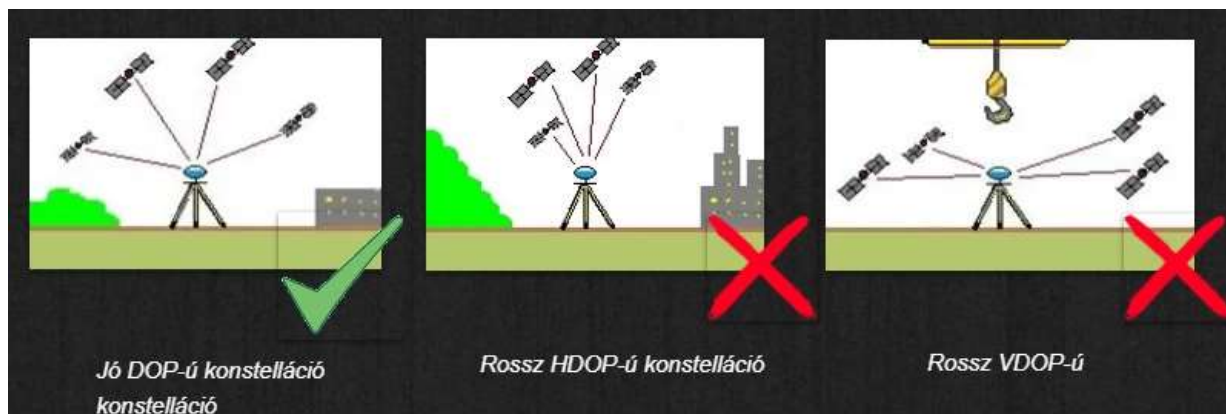
14. ábra: GNSSnet permanens állomásai.

szelvényekbe ütni, hanem valahová annak környezetébe, a hibát okozó tényezőket kiszűrve. Sajnos találkoztam már nem egyszer olyanval, hogy bemértem a szöget 15 epochával, és a műszer is közben 1-2 centiméteres hibát jelzett, de a tájékozásban utána több mint fél méteres hiba keletkezett, így körültekintőnek kell lennünk a szegek elhelyezését tekintve. Forró aszfaltba sem jó, mivel tavaly nyáron az egyik felméréndő aszfaltburkolatba az újam bele tudtam nyomni annyira elvesztette a szilárdságát. A fagyott aszfalt is kerülendő, mert nagyon rideg, és nem lesznek rövidtávon sem állandóak a pontjaink. Így a túl meleg és a túl hideg környezet sem megfelelő az alappontok állandósítására.



15. ábra: konfigurációs értékek a kontroller kezelőfelületén.

A vezérlőben különböző paramétereket van lehetőségünk megadni a mérést tekintve. A kontrollerben közepes epochának 30-at adtam meg. A PDOP határértéknek 3, ami a VDOP (vertikális) és HDOP (horizontális) a pontosságok hígulását mutatja meg. A DOP, vagyis Dilution Of Precision egy dimenzió nélküli szám, ami a helymeghatározásban szereplő műholdak elhelyezkedését mutatja meg egymáshoz képest. Ez a geometriát mutatja meg, mivel nem jó ha a műholdak és a vevő túl kicsi vagy túl nagy szöget zárnak be egymással.



16. ábra: Jó és rossz műholdgeometria.

Ugyanígy a földi mérésekben is kerülnünk kell ezeket a szélsőséges szögeket. Minél kisebb az érték annál pontosabb a mérésünk, így kiváló, ha 1-2 közötti az értékünk, ha 2-4 között van, akkor közepes, és 5-6 között még bizonyos mérésekre elegendő, de ez már inkább kerülendő, illetve ez okozhatja a fix pozíció esetleges lebegő mivoltát. A HRMS toleranciának 0.035 métert, a VRMS toleranciának pedig 0.055 métert adtam meg, ami a forrásadatokból a vízszintes helyzetének az átlagát számolja ki a műholdakról, ez a vízszintes és függőleges négyzetes középérték. [12] [14]

8. Magassági alappontsűrítés

8.1. Magassági alapponthálózat elmélete

8.1.1. Általános elvek

A különböző jellegű és kiterjedésű mérnöki építmények (utak, ipartelepek, lakóparkok stb.) magassági alapponthálózata azt a célt szolgálja, hogy az adott építési, vagy felújítási feladathoz megfelelő sűrűségben legyenek alappontok a részletpontok egységes rendszerben való magassági meghatározásához, kitűzéséhez. Az országos szintezési alappontok 1960 előtt Adriai magassággal voltak ellátva, majd a Szovjetunió egységessége miatt át kellett álljunk a Balti tengerszint feletti magasságra, ami 67.47 centiméterrel feljebb van az elődjénél. Az országos magassági alapponthálózati pontokra támaszkodva kell létrehozni beruházások magassági alapponthálózatát. A pontosság és a pontsűrűség függvényében meg kell vizsgálni, hogy az alappontok megfelelnek-e a megoldandó feladatok kritériumainak. A pontsűrűséget tekintve tudjuk, hogy az alapponthálózat elkészítése során arra törekedtek, hogy 4 km² -ként legyen egy felsőrendű

magassági alappont. A szomszédos szintezési alappontok közötti átlagos távolság belterületen 700 méter, külterületen 1200 méter. Itt a maximális ponttávolság nem haladhatta meg az átlagos távolság másfélszeresét. Ha a területünkön fennmaradtak az alappontok, akkor ez a pontsűrűség elegendő, hogy a felmérés szintezési alapponthálózatát erre építsük fel. A mérnökgeodéziai célunk pontossági feltételeinek megfel az I. és II. rendű országos magassági alapponthálózatok mellett a III. rendű is. Mivel a mérőállomásos felmérés fog támaszkodni az alappontjainkra, és ezen felmérésnek a területi kiterjedése 5 hektár alatti, így az M1 szabályzat kimondja, hogy az alapponthálózat helyett elegendő a területen minimum két alappontot létesíteni, illetve elegendő két szabatos építésű országos szintezési alappontot elfogadni, a magassági meghatározások kezdőpontjaként. Viszont a létesítmény lineáris alakja miatt a mérőállomással több álláspontban kell mérjünk, így jóval több alappontot vettem be a szintezési hálózatba. A szintezésből kimaradt alappontokat műholdas (GNSS) technika alkalmazásával terveztem meghatározni. Ezt a módszer több okból sem ajánlott az alkalmazása, mint például a gyakorlati magassági vonatkoztatási rendszer különbsége a GNSS technika vonatkoztatási rendszerétől, a geoid modell jellemzően gyenge pontossága, a légköri viszonyok jelterjedést befolyásoló problémás modellezhetősége. Ezek összességéként pontatlanabbak az így meghatározott magassági adatok. Ezen negatív tényezők ellenére egyre elterjedtebbek ezzel a módszerrel alkalmazott magasságmérések. Még a felsőrendű hálózatokban is egyre több szerepet kapnak a GPS-ek, így a felmérési alapponthálózatomhoz, kellő körültekintéssel alkalmas módszernek látom. [6] [10]

8.1.2. Az alappont hálózat bekapcsolás az országos magassági alapponthálózatba

A magassági alapponthálózat elkészítését az út tengelyébe levert szegek GNSS RTK-val való többepochás felméréssel, majd végül az országos magassági alapponthálózatba való bekapcsolást terveztem, de az utóbbi módszert már csak az alappontok belterületi szakaszára szűkítettem le. A szintezési vonalam a két EOMA pont között párhuzamosan fut a levert szegeimmel, így az erre a részre eső összes felmérési alappontom csomópontként fog szerepelni a szintezésben. [10]

8.2. Előkészületek

A magassági alapponthálózat kialakítását illetően nincs meghatározó újítás, a jelenben is mérnöki szintezéssel történik a legpontosabb eredmények érdekében. A mérőállomásos mérés fogja fölhasználni az alappontjainkat, amivel 7 méter széles sávban, padkától padkáig mérünk, így megközelítőleg egy 1,5 hektáros területet fed le. A mérést akár a magassági adatok hiányában is el tudjuk kezdeni, mivel az így kapott lokális, relatív magasságokat már könnyűszerrel be lehet illeszteni az EOMA rendszerébe. Az alappontok magassági hibáinak csökkentésének érdekében, ha nem is az egész távot, de egy nagyobb részét az útnak le szerettem volna szintezni. Előzetesen a helyszínbemjárás alkalmával az EOMA pontok felkeresésével lehelyszíneltem azokat. A három magassági alappontból csak két falitárcsát találtam, és ebből a kettőből is az egyik fölött nagyjából 5 centire fölényült az épület szigetelése, ami nagyjából 10 centiméteres volt. Ez a pont különösen fontos volt, mivel ez az útszakaszom közepén helyezkedett el, így elhatároztam, hogy mindenféleképpen megoldom valahogy eme pont bemérését is. A dolgom tovább nehezítette, hogy a fellelt két alappont kerítésen belül volt, és első alkalommal nem találtam otthon az ottlakókat, de reménykedtem benne, ha a szintezésre kerül a sor, akkor találkozom velük.

A mérés elvégzéséhez egy Trimble DiNi digitális szintezőt választottam, mivel ezt a műszert ajánlották nekem a pontossága, az üzemideje és a letisztult kezelőfelülete végett.



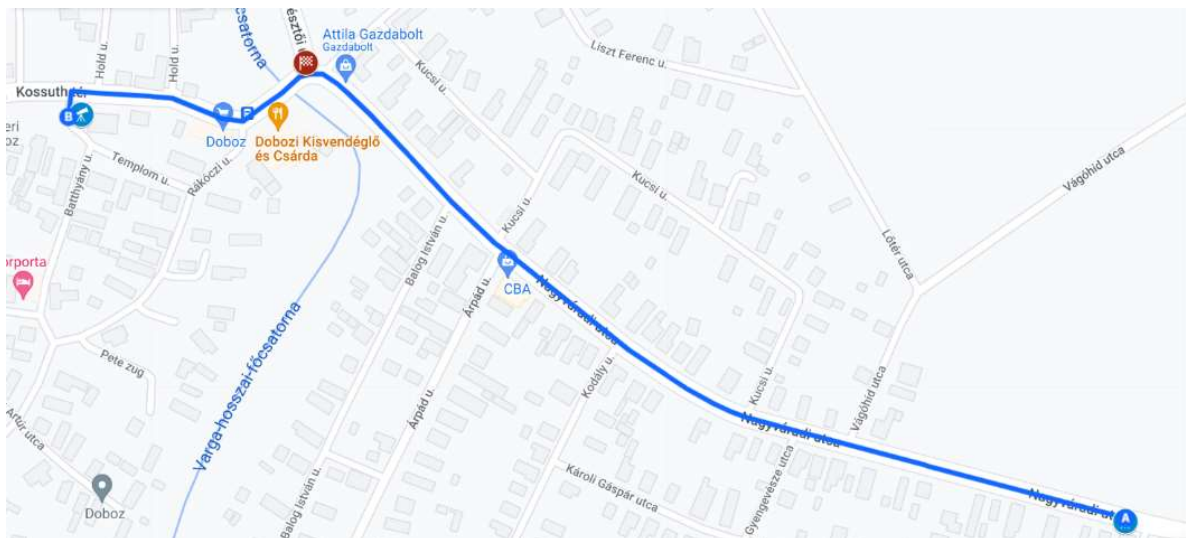
17. ábra: Trimble Dini a terepen.

Előzetesen már dolgoztam egy Leica Sprinterrel, de most erről lebeszéltek az iskolai műszer adatkiértékelés komplikáltsága miatt. Figuránsomnak az egyik dobozi diákom választottam, aki érdeklődik a szakma iránt. Átbeszéltem vele a mérés elméletét, mire kell odafigyelnie. [10]

8.3. Szintezés elvégzése

A diákkal megbeszéltünk egy reggeli időpontot a szintezéshez. Egyből a 0735103-les ponthoz mentünk, hátha otthon vannak, mert ha nincsenek, akkor a szintezési alapvonalunk túlsó végéről indultunk volna. Szerencsénkre pont otthon voltak. Vittem magammal egy egyenes pozdorja lapot, amire rátettünk egy szelencés libellát, így egy vízmértékhez vagy egy csöves libellához képest nem tengelyeknek, hanem a lap síkját tudtuk vízszintbe tenni.

A pozdorjalap falhoz legközelebb eső részére raktuk a szintezőlécet, mivel minél távolabb tesszük, annál nagyobb hibát vihet bele a mérésbe a lap vízszintestől való eltérése. Amint sikerült mérhetővé tenni az alappontot a műszerben új munkaállományt hoztam létre, és elindítottam a vonalszintezés programot.



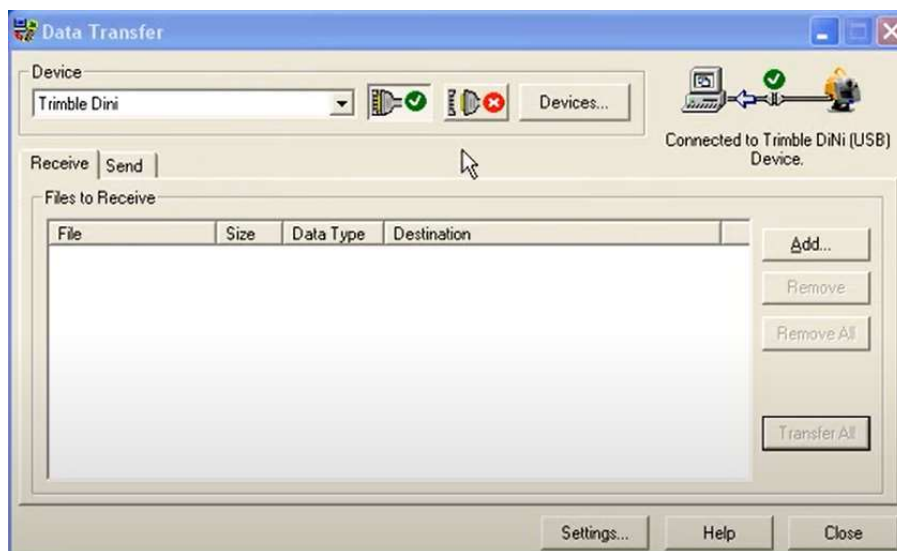
18. ábra: A szintezési vonal.

Az alappontot hátra iránynak mértem, a 0+700-as szeget közbenső pontnak vettem, majd a 0+600-as pontot előre iránynak. Ha ezzel megvoltunk, akkor át kellett álljunk, de figyelni kellett, hogy a műszerrel a két szeg között félútra álljunk.

Mivel a szelvényeink már meglehetősen lekoptak az útról, így meg kellett keressük a szegeket, és az oda szintezés során meg is festettük őket újra, hogy a vissza szintezésnél már ne kelljen keresni őket. A szelvényezett részen ez egyszerű volt, mivel csak 50 métert le kellett lépünk, majd a kezdőszelvény és a templom között már jobban kellett a távolságokra és a tereptárgyak kitakarására figyelni. Mivel ezen a részen már nem szegekre rakjuk a szintezőlécet, így vittünk magunkkal egy sarut, ami kötőpontokként használtunk. Arra is figyelniünk kellett, hogy páros számú álláspontot használjunk a talpponti hiba kiejtése érdekében. Amint elvégeztük az előre mérést a templomon lévő alappontra új vonalat adtunk hozzá az állományunkhoz. Átálltunk a műszerrel és most hátra mérést végeztünk a 0734101-es alappontra, majd elvégeztük a vissza szintezést. [4] [6]

8.4. Szintezés kiértékelése

A mérésünket kiexportáltuk a Trimble Data Transfer programmal, ami dat-ot volt képes előállítani, amit mi excel-ben meg tudtunk nyitni.



19. ábra: Data Transfer kezelőfelülete.

Igaz a műszer saját maga is ki tudná számítani a szintezést, de nekem még nem voltak meg az EOMA pontok magasságai, így utólag kellett ezt nekem megadni, amivel hozzácsatlakoztattam a mérésem az országos alapponthálózathoz. Excel táblázatba hívva a DAT állományt lehetőségem volt függvényeket használni a számításhoz. Első

körben szummáztam az előre és hátra méréseket, majd a Σ Hátra- Σ Előre kivonást elvégezve megkapjuk a „Van” értékünket, amiből ki kell vonjuk az EOMA kezdő és végpont közötti különbséget, vagy is a „Kell” értéket. Így megkapjuk a magassági záróhibát (Δ). Ez a hiba oda 2, vissza pedig 1 miliméteres volt a mérésben, így ezeket ráosztottam a távolság függvényében a legtávolabbra mért pontokra. Az oda és a vissza alappontjaink eredményének vettem a számtani közepét és ezeket vettem végeredményül a szintezésnek. [6] [9]

9. Részletmérés

9.1. A részletmérés ismertetése

9.1.1. A részletmérés célja

A részletes tervezéshez szükséges felmérés a következő feladat. A térképkészítés legelterjedtebb három módja a térképhelyesbítés, az áttérképezés és a részletmérés. Mi az utóbbit alkalmaztuk. Az aktuális állapotot tükröző helyszínrajzot kell elkészíteni a kiválasztott nyomvonal adott körzetéről, ami meglehetősen összetett feladatsor, mivel legalább négyféle adatgyűjtési módszert lehet megkülönböztetni. A négyféle módszer a Térképigitalizálás, a Fotogrammetriai adatgyűjtés, a Meglévő (numerikus és digitális) alapadatok felhasználása, továbbá a terepi adatnyerés. Mind a négyféle módszert alkalmaztam is legalább érintőlegesen. A terepi felmérés elvégzésekor az objektumok attribútumainak jelentős részét is be kell gyűjtsük, a geometriai adatok mellett. [13]

9.1.2. Műszerválasztás a burkolat méréshez.

Az útburkolat felmérését a Leica TCRP 1201+ robot mérőállomással végeztem el, mivel ez a munkafolyamat már centin belüli pontosságot igényel.



20. ábra: Leica TCRP 1201+ robot mérőállomás.

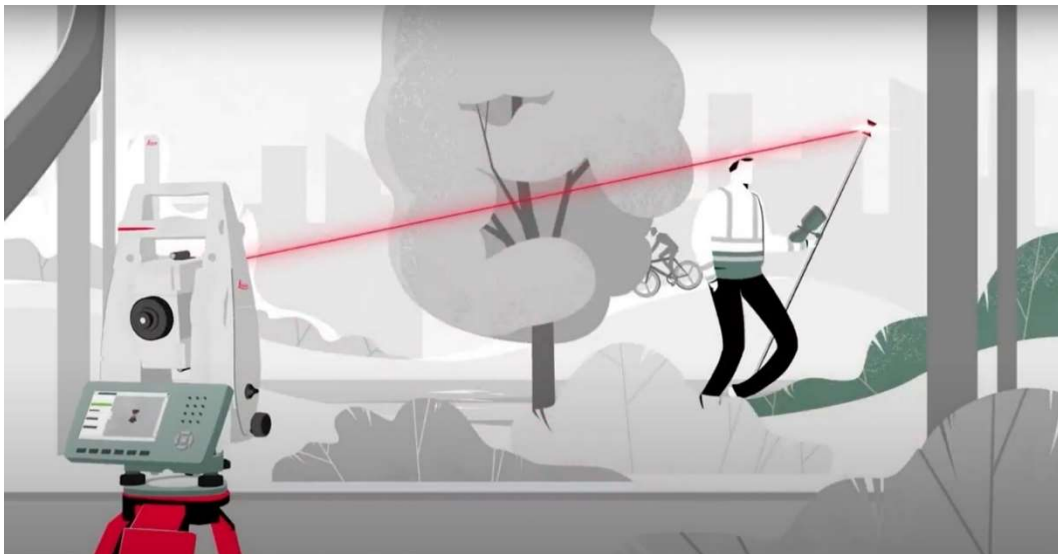
Igaz már a GNSS technológia is képes ezen pontosságra, de csak megfelelő körülmények között. Az országhatár közelsége, a többutas terjedés, az erdő, illetve a sűrű beépítettség mellett a műholdak konstellációja percről percre változása nem teszi lehetővé ezt a módszert. Más szempontból pedig a centin belüli pontosság csak vízszintes értelemben értendő, és magasságilag nem. A vertikális hiba elég szélsőséges is lehet. Sokan a fotogrammetriai felmérést is alkalmaznák itt, de ez a módszer sem bizonyult számomra kifizetődőnek, mert nincs még drón jogosítványom, nagyjából egy hónappal a repülés előtt jeleznem kellene az illetékes légtérnek a repülési szándékom, a pontfelhő kiértékelése hardver függő ezért jelen esetben még ez is időigényes lenne más részt a pontfelhőből az adatkinyerés is nagy odafigyelést és szakértelmet kíván magának. Még megemlíthetném a lézerszkennerral való mérést, de gazdaságilag ez sem kifizetődő, mivel magas az árak jelenleg, és itt is a pontfelhő szerkesztése túl sok időt venne el. Így a fentiek tudatában a mérőállomásos mérés mellett döntöttem. Ez a műszer a teodolitok modern megfelelője. A teodolitok szögmérésre alkalmas műszerek, de mára már elavultnak számítanak. A szögleolvasásuk is nagyjából fél szögperces pontosságú míg a jelenleg

kiválasztott mérőállomásnak már csak 1 szögmásodperces. Régebben távolságot mérőszalagot kifeszítve voltunk képesek meghatározni, míg a mérőállomásokban már lézeres távmérő van beépítve. Így az ISO 17123-4 es szabvány alapján sztenderd méréssel 1 milliméteres a távolságmérési hiba a jelenlegi műszerünknek. A teodolitokkal való mérés után saját magunknak kellett kiszámítani a koordinátákat, míg most lehetőségünk van már a terepen azonnal kész koordinátákat kapni. Sok új funkciót is kapott a mérőállomás, mint az „ATR” (Automatic Target Recognition – Automatikus Célpont Felismerés) Egy infravörös lézert fényt bocsájt ki a műszer, ami a reflektív felületekről visszaverődik, ami jelen esetünkben egy leica 360° prizma, és ez a műszerben egy képként képződik le a CMOS szenzoron.



21. ábra: Műszer szálkeresztje és a prizma középpontja közötti eltérés az ATR funkció közben.

A létrejött képet különböző algoritmusok kielemezik, majd kijelölik a prizmánk középpontját, végül a raszterkép pixelének segítségével meghatározzák a reflektor közepének képpozícióját a CMOS szenzoron. Ezután a program kiszámítja a folt középpontja és a műszer optikai tengelyközéppontja közötti különbséget, és a szögleolvasással, illetve a műszer dőlésével korrigálva a megírányzott pont vízszintes és magassági értelmű pozíciója meghatározható. Az hogy biztosítva legyen a hatékonyság, muszáj jó minőségű képnek leképeződni a CMOS szenzoron. Ha a lézer energiaszintje túl magas, akkor túlexponált lesz a kép, viszont ha túl alacsony lehetséges, hogy nem jelenik meg a prizma a képen, így lényeges befolyásoló tényező a lézer energiaszintje is. Nagyban befolyásolják a megfelelő energiaszint megválasztását a meteorológiai tényezők és a műszer-prizma távolság. Különböző reflektáló felületekre is ráfordulhat a műszer, mint például az autók fényszórója, még úgy is, hogy egy speciális jelfelismerő algoritmus elemzéseket végez sötét, szürke, valamint világos árnyalatú képek kombinációin, ezzel kiszűrve a releváns jeleket, mint az ablakok, KRESZ táblák, láthatósági mellények felületéről történő visszaverődést. A járművek fényszórójában is komplikáltabb prizmák vannak, ezért nehezebb őket kiszűrni. Ez ellen azzal tudunk valamiféleképpen védekezni, hogy a prizmarudat 2 méterre húztuk ki, a prizma kitakarását a fényszóróktól mentesítve. Ez a jelvesztés különösen a „Lock” (Zárolás) funkció működése alatt jelenthet fennakadást, mivel amint megtörténik a prizmavesztés, elkezd a műszer keresni azt egyre nagyobb négyzetet leírva.



22. ábra: A „Lock” funkció (forrás: Geoservis d.o.o.)

Ez egy dinamikusabb mérés esetén kizökkenti a mérőszemélyeket. A „Lock” funkció a prizmakövetést végzi el, ami a robot mérőállomás egyik alappilére. A műszer szervomotorjával összhangban folyamatos ATR-t használ az eszköz a prizma mozgásának lekövetésére. A robot mérőállomásokhoz tartozik egy kontroller is, ami jelen esetünkben nem állt rendelkezésre, de így is az említett funkciókkal kényelmesebbé lehetett tenni a mérőállomásos mérést. [6] [19]

9.1.3. Munkavédelem

Útméréseknél kötelező a védősisak, a láthatósági mellény és az acélbetétes bakancs használata munkavédelmi ruházat gyanánt, így mindet alkalmaztuk is a kollégámmal.



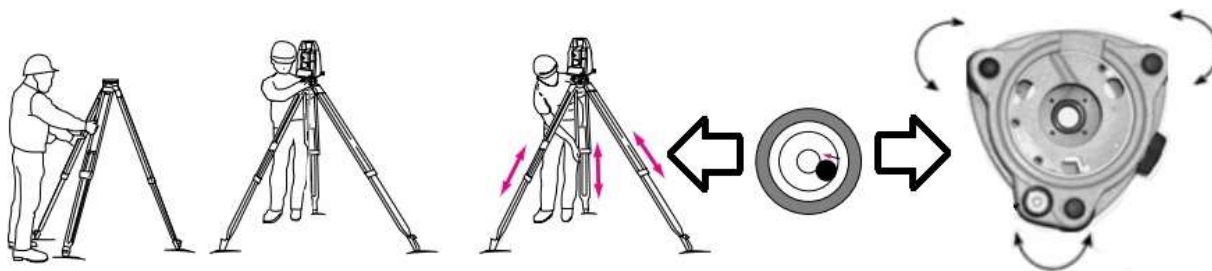
23. ábra: Munkavédelmi ruházat kötelező elemei.

A munkavédelmi sisaknak főlülről érkező tárgyaktól védene meg elsősorban, ami jelen esetünkben nem sűrűn szokott előfordulni útfelmérésnél, de az élénk sárga színe miatt az autósok erre is fel szoktak figyelni, így most is hasznos tud lenni a használata. A láthatósági mellény is az autósok figyelmeztetésére szolgál, ami fényvisszaverő csíkokkal el van látva. Az acélbetétes bakancs a lábunkat védi meg, ha árokalj bemérésénél a szúrós, vágó hulladékok közé kellene lépünk, vagy ha egy kocsi áthajtana rajta, akkor is sértetlenül tudjunk tovább dolgozni.

9.2 Burkolatmérés

Lehetőségünk van a GNSS RTK-val bemért hilti szegeink koordinátáink műszerbe importálására, de mi most a terepen gépeltük be a pontok koordinátáját, mert összesen csak 20 darab volt. A műszerünk felállítási pontjait már a helyszínbemjárásnál

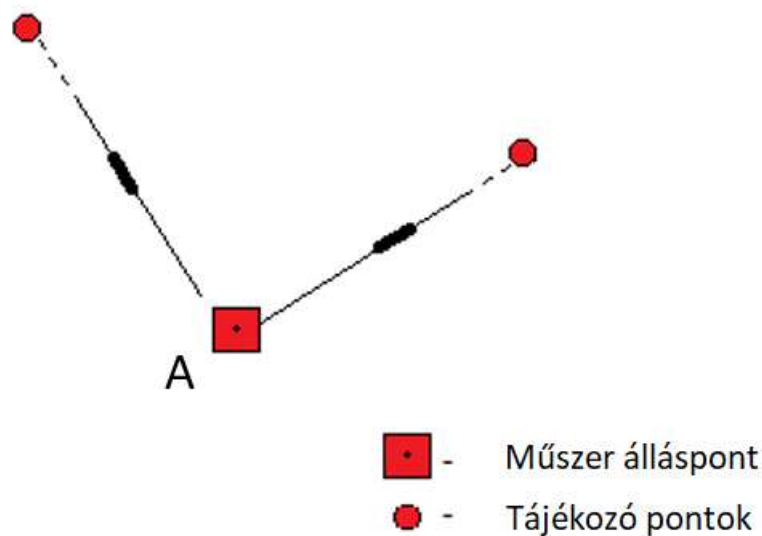
meghatároztuk. A műszerláb felállításával kezdünk, figyelve, hogy ne tudjuk lenyomni tövig a lábon található fém taposót, mert akkor nem leszünk kellő képpen stabilak. A műszerlábát kihúzzuk, de nem teljesen, majd tágasabbra nyitjuk a lábait és úgy tesszük le, hogy két közelebbi lába az úttal párhuzamos legyen, így a távolabbi lába pont merőleges lesz rá. Erre azért van szükség, hogy minél kevesebbszer kelljen a mérőállomások embernek átlépnie mérés közben a lábakat, így egy belerúgás általi elmozdulás valószínűségét csökkentjük le. A műszerláb tetejét közel vízszintesbe hozzuk, a lábak állításával, majd jól letapossuk őket. A műszert óvatosan rátesszük az állványra, majd a lábakon lévő csavarok kiengedésével és a lábak le-föl tolásával vízszintesbe hozzuk a szelencés libellát. Fontos, hogy a lábak állítása közben folyamatosan egyik lábunkkal tapossuk azt, nehogy elmozduljon. Ha ez kész, akkor bekapcsoljuk a műszert, és előhozzuk a digitális libellát, majd a talpcsavarokkal finomítunk rajta.



24. ábra: A műszer felállítása.

A műszerben beállítjuk a mérés időtartamára vonatkozó előrelátható hőmérsékletet és légnyomást. Új munkát hozunk létre a műszerben, és ezt beállítjuk „data”, illetve „measure job”-nak. A data job-ból az alappontjainkat veszi figyelembe, és a mérésünket a measure job-ban fogja tárolni. Mivel az első mérőállomások napunkon nagyjából 4 órát tudunk mérni, így manuálisan vittem be a tájékozó pontjainknak a koordinátáját, mert ennyi idő alatt nem fogunk túl sokszor fölállni, és nem vesz el a „pötyögés” sok időt tőlünk. Segédemnek a testvérem hívtam el, aki Fluidum kitermelő technikus végzettséget szerzett abban a középiskolában, ahol én is végeztem, és az ő tanulmányai alatt is tanultak földmérést, így reméltem, hogy kevesebb idő lesz őt betanítsam. Röviden ismertettem a mérőállomások mérés elvét, így kezdésként az öcsém vitte a prizmat a tájékozópontokra. Azért is ebben a felállásban kezdtünk mivel igaz, hogy dolgoztam már Leica mérőállomásokkal, de azok a jelenlegihez képest elavultnak számítanak, és még nekem

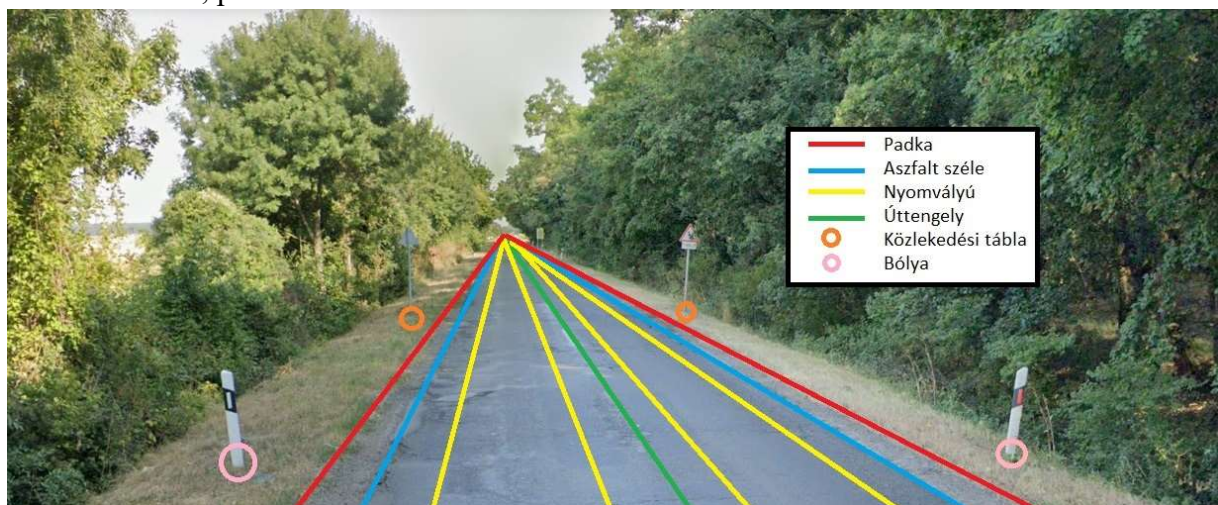
is föl kellett fedeznem a jelenlegi műszert. Tájékozáshoz szabad álláspontot létesítettünk, aminek az az elve, hogy egy ismeretlen ponton állunk föl, és innen végzünk távolság, illetve szögméréseket minimum 2 ismert koordinátájú pontra. Ezek mellett minimum három mérési eredmény szükséges, mivel nemcsak az álláspont Y és X koordinátáit kell meghatározni, hanem a mért irány sorozat középtájékozási szögét is, így három ismeretlen van. A három mért adat lehet két irány és egy távolság, ami a külpontos mérés, vagy lehet három irányt mérni három ismert pontra így hátrametszéssel tudjuk kiszámolni az ismeretlen adatokat.



25. Ábra: Szabad állásponton tájékozó irány és távmérés.

Fölös mérésekre van szükség az optimális meghatározáshoz, így több mérést végzünk, mint amennyi a geometriai megoldáshoz minimálisan elegendő lenne. Az ideális megoldás, ha a jó geometriát figyelembe véve, 3 pontnál többre rögzítünk irányt és távolságot. Ha lehetőség van rá, akkor a három pont és az álláspontunk ne zárjanak be túl nagy vagy túl kis szögeket, de ez lineáris objektumok mérésekor nehezen kivitelezhető feladat. A mérési eredményeinkből kiegyenlítéssel számítja a szabad álláspont koordinátáit a műszer. A prizma állandót a reflektorok közül kiválasztottuk a leica 360°-os prizmát aminek 0.0 a prizmaállandója. Az interneten rákerestünk a légnyomás értékére, illetve a hőmérsékletre a jelenlegi településünkön, és ezeket a paramétereket is betápláljuk, majd számítani fog a műszerünk egy PPM értéket. A menüben rámentünk a felmérés programra, ami alapértelmezetten rákérdez, hogy melyik álláspontot akarjuk

alkalmazni. Itt új álláspontot hoztunk létre. A műszer magasságát 0 magasságra állítottuk, mivel nem kellett megjelölnünk terepen. A jelmagasságnak a prizma magasságát állítottuk be. Megadtuk az álláspontunk pontszámát, ami jelen esetben 500-tól fog indulni. A tájékozó pontszámát beírva kikeresi a műszer, ha már létezik. Az esetünkben nem talált rá a keresett pontra, mivel be kellett táplálnunk az „input” paranccsal. Ha begépeztük a pontunk koordinátáját, akkor nagyjából megirányozzuk a prizmát, majd az „ALL” gomb lenyomásával már az említett „ATR” funkció megkeresi a reflektort, és elvégzi a szög és távolságmérést. A többi tájékozó pontunkra is mérve kiszámítja a mérési középhibákat, amik Y, X és Z értelműek. A magassági hiba általában nagyobb szokott lenni, mivel GNSS vevővel lettek meghatározva a pontjaink. Az Y és X hiba 10 milliméter alatt kell legyen, míg a magassági hibának 15 milliméter a maximális érték. Ha a hibaértékeink elfogadhatóak, elmentjük a tájékozást. A segédemmel cseréltünk felállást és újabban én prizmaztam, mivel így a mérőállomásos el tudja lesni a mérés tematikáját. A menüben kiválasztottuk a felmérés programot, és a mérendő pontok számának megadjuk az 1000-es számot, hogy innen induljanak. Jelmagasságnak 2 métert adunk, mivel jobb ha a prizmás ember fölé magasodik a prizma, nehogy ki legyen takarva a munkavédelmisakkal. Van egy meglévő pontkód listám, amiből a mérőállomásos mérésre vonatkozó kódokat már fejből tudom. Ez azért szükséges, hogy ne az út közepén keresgéljük ki a listából ezeket az értékeket. Az út felméréséhez amúgy is nagyjából elegendő 7-8 kódot fejben tartani, mivel nagyjából a két padka közötti részt fedte le a jelenlegi mérésünk. Vagyis tengelytől kifelé haladva úttengely, nyomvályú, nyomvályú, aszfalt széle, padka.



26. ábra: A mérőállomással mért útkomponensek.

A tengely kivételével ezeket kell az út másik felén is mérni, illetve mértük a közlekedési táblákat és az út szélét jelző vezetőoszlopokat. Ezek közelsége miatt a prizmás gyorsan oda tudta hozzájuk tenni a prizmabotot rajta a prizmával. Az irányzó dioptriával a mérőállomással megirányozzuk a prizmát, majd rányomunk a „dist” gombra, amivel automatikusan megkeresi a műszer a prizmát és követni is kezdi a prizmakövetés funkcióval, így nem kellett a parányicsavarokkal finomirányzást végezni. Az említett funkció segítségével a műszeres embernek, csak a pontkódokat kellett beírnia, és már mérhette is az adott pontot, és bele sem kellett nézzen az okulárba. Ezzel a méréstípussal két összeszokott ember nagyon gyorsan tud mérni, de nekünk folyamatosan kommunikálni kellett. A prizmás jelzett a pont kódjáról, a prizmabot függőlegessé tételéről is jelzett, és a műszeres ember nyugtázta a pont bemérését. Walkie Talkie-k hiányában telefonhívásban voltunk és bluetooth-os fülhallgatókkal könnyítettünk ezen hiányosságon, ami végül még mint kiderült sokkal hatékonyabb, mint a walky talky-s kommunikáció. Az adó-vevő eszközök egyszerre csak adni vagy csak venni tudják a jelet, míg a mi telefonos megoldásunk párhuzamosan tudta kezelni ezeket, így akár egyszerre is beszélhattünk, és még gombot sem kellett lenyomni hozzá. Az eddigi tapasztalataim alapján a walky talky-k eléggé körülményesek, például a gomb lenyomása után várni kellett egy másodpercet, különben a mondandó elejét nem közvetítette az eszköz. Ezt a problémát az elején mindenki elrontja és elég sok idő ehhez hozzászokni. A bluetooth-os fülhallgatók mindig csak egyik fülünkbe lehet bedugva, mivel muszáj volt az autókra és a környezetünkre is figyelni. Másrészt ezeknek a fülhallgatóknak az akkumulátoruk nagyjából 2-3 órát bírnak ki, és ha csak az egyiket használjuk, addig a párját tudjuk tölteni, így szinte kimeríthetetlenek lesznek. A mérést az aktuális álláspontunkról végzett két legtávolabbi tájékozópontunk között végeztük. Amint felmértük ezt a szakaszt konzultáltunk a társammal, hogy biztos ne maradjon el mérendő pont, majd óvatosan levettük a mérőállomást az állványról, majd kocsiba szálltunk, és a következő nagyjából 300 méteres szakaszunk közepére állítottuk föl a műszerünket. Ezáltal 150-150 méterre elláttunk, és négy szegre tudtunk tájékozást végezni, majd újra mértük a bemérendő pontokat. Fontos, hogy a legutolsó tájékozópontunk a következő álláspontunk kezdő tájékozása legyen, így teremtve kapcsolatot az álláspontjaink között, ami az utólagos feldolgozásnál volt lényeges. Ezt a módszert végeztük egészen a mérendő útszakaszunk végéig. [6]

9.3. Útburkolaton kívüli tartalom felmérése

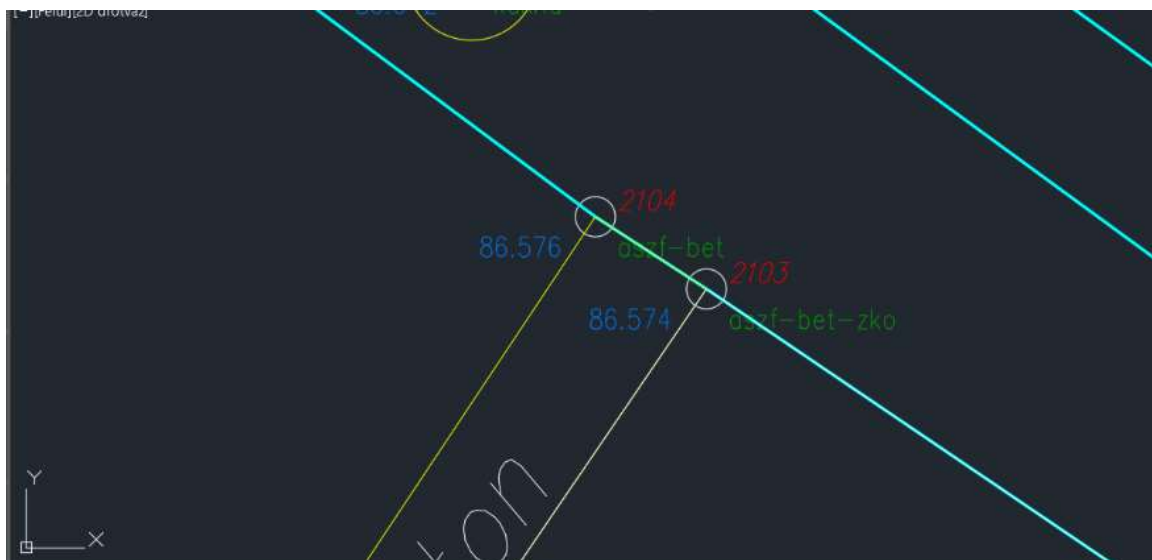
Az útburkolat bemérését követően elkezdhettem a GPS-es út burkolaton kívüli tartalom felmérését. Már a korábban említett Hi-Target V200-as műszerrel mértem. Ez a műszer az újításait figyelembe véve itt adta ki az igazi előnyét a koramúlt RTK-kkal szemben. A dőléskompensátor remekül működött, a műszer kis termete, és könnyű tömege is kényelmessé tették a mérést. A Hi-Fix funkciót használtam eleinte, mivel nem lehetett tudni mennyi időt is ölel majd fel a mérés az erdő méretét tekintve, így remélve a költséghatékonyságot. Ez lényegében azt jelentette, hogy nagyjából 5-10 percenként adta a műszernek adatkapcsolatot, amit aztán eltárolt és a benne lévő IMU rendszernek köszönhetően tudta tartani a Fix pozíciót. Ellenőrzésként az adatkapcsolat nyitása előtti pontot bemértem a korrekciók vételét követően is. A részletpontok megkülönböztetésére többen manuálát használnak, de egy ekkora mérést felölelő pontok száma több ezerre emelkedhet, így ez is rettentően időigényes lenne.

Ezért a jól bevált pontkódolás mellett döntöttem. A már meglévő pontkódlistám használtam, amiben bizonyos objektumcsoportokat alakítottam ki.

99	3gyki	három gyámos kitámasztás
100	beto	betonoszlop
101	betAoszl	A betű alakú betonoszlop
102	betik	iker beton oszlop
103	kibeto	kitámasztott betonoszlop
104	vtrav	vastraverz
105	vo	vasoszlop
106	tarfo	trafó
107		
108		
109		
110	eszekr	elektromos szekrény
111	vszekr	vasszekrény
112	gszekr	gázszekrény
113	tfül	telefonfülke
114	takna	telefonakna
115	kakna	körakna
116	akna	
117	lakna	lemezakna
118	makna	műanyagakna

27. ábra: Részlet a pontkódlistából.

Ezek között is hagyva ki üres helyeket, ha netalán új pontkódokat kellene felvenni. A terepi mérés közben előre kell gondolkozni, hogy amit mérünk, az az irodában is ábrázolható legyen. A csapatmunkában való összedolgozás érdekében az egységes mérési mód különösen fontos volt, mivel nem mindig a mérő személye szerkesztette be azt. Ezért úgy kell ábrázoljuk a terepi alakzatokat, hogy azok egyértelműek legyenek mindenkinek. Ezeket jobb minden munka előtt egyeztetni a kollégákkal. Ezek ellenére minél kevesebb ponttal kell bemérni az objektumokat a szűkös határidők miatt. Ez meglehetősen nehéz feladat, mivel egyértelműen, és a lehető legkevesebb ponttal kell ábrázolni az alakzatokat. Erre a célra a pontkódok kötőjelezését alkalmaztam, ami annyit tesz, hogy például burkolatváltások töréspontjait egy ponttal mérem be a burkolatok pontszámainak kötőjellel való összekapcsolásával.



28. ábra: A kötőjelezett pontkódok.

A GNSS felmérést követően a koordinátajegyzéket, és a mérési jegyzőkönyvet ki kellett exportálni, amit már a terepen megtettem, majd továbbítottam az email címemre. Az irodában lekértem a GNSS igazolásokat a méréseimhez a GNSSnet.hu weboldaltól. Az igazolásban jól látszódnak a hálózatra csatlakozások időpontjai.

 LECHNER TUDÁSKÖZPONT				
Igazolás a GNSSnet.hu hálózat használatáról földhivatali ellenőrzéshez				
Azonosító: 51937LCXy5x				
Cég név: Juhász Tamás e.v.				
Felhasználónév: juhasztamas				
Lekérdezett időszak: 2022-09-05 00:00 UTC - 2022-09-05 23:30 UTC				
Készült: 2022-10-11 08:31 UTC				
NTRIP Mountpoint	Belépés ideje[UTC]	Kilépés ideje[UTC]	Első pozíció	
			Lat [°]	Long [°]
SGO_FKP3.1	2022-09-05 14:08:28	2022-09-05 14:14:22	46.729760	21.272132
SGO_FKP3.1	2022-09-05 14:22:28	2022-09-05 14:24:32	46.729288	21.271666
SGO_FKP3.1	2022-09-05 14:32:10	2022-09-05 14:34:18	46.729662	21.272629
SGO_FKP3.1	2022-09-05 14:41:52	2022-09-05 14:44:04	46.729591	21.273177
SGO_FKP3.1	2022-09-05 14:52:35	2022-09-05 14:54:38	46.729905	21.272132
SGO_FKP3.1	2022-09-05 14:59:46	2022-09-05 15:02:08	46.730110	21.270607
SGO_FKP3.1	2022-09-05 15:09:22	2022-09-05 15:11:24	46.730453	21.269007
SGO_FKP3.1	2022-09-05 15:19:27	2022-09-05 15:22:24	46.730879	21.267226
SGO_FKP3.1	2022-09-05 15:27:43	2022-09-05 15:29:53	46.731659	21.265570
SGO_FKP3.1	2022-09-05 15:29:55	2022-09-05 15:32:13	46.731819	21.265242

29. ábra: GNSS igazolás a mérésről.

10. Irodai adatkiértékelés

10.1. A mérési állomány kiexportálása

Irodába visszaérve megkezdhettem az exportálást. A műszer által számított koordinátákat könnyűszerrel ki tudtam olvasni, de a mérési jegyzőkönyvvel adódtak problémák. 16 karakteres GSI fájl lenne a Leicákból kiexportálható mérési jegyzőkönyv, de ebben az állományban is csak GSI formátumban megjelenített koordinátákat tartalmazott a fájl. Megpróbáltam több GSI formátumban kiexportálni, de egyik eredmény sem felelt meg az elvárásomnak, mivel ez az állomány olyan formában kell legyen, hogy a GeoCalc program tudja kezelni. Több kollégával is konzultálva, felvettem a kapcsolatot a Leica Geosystems csapatával, hogy találjunk megoldást a problémára. Ők küldtek is két ftr kiterjesztésű format fájlt.

Ezeket műszerbe importálva kiexportáltam a mérési jegyzőkönyveket. Az egyik kész GSI már használhatóbb állapotba került, de további segítséget nem kérhettem a Leica munkatársaitól, mivel az már költséges lett volna, így a költséghatékonyság nevében elkezdtem jobban utánajárni. Megnyitva a format fájlt, szembetűnő volt az utolsó sor első fele, amely mintha kódok szerint exportálná ki a mérési adatokat.

```
@t:FRT
@i:System 1200
@v:1.00
@a:FormatManager generated
@c:Leica Geosystems AG
@d:Montag, Januar 12, 2004
@o:Format Manager 1.0
@l:System 1200_Field
%Ngsi16_polar
#WG
#LM
#TC
#PB
&W10000.000000000000
&L1000.000000000000
&T1.000000000000
&P1.000000000000
@Dd0000
@Df0000
@Ds0000
$1771000"*11%04.0f+%016.16s 21...2%#016.0f0 22...2%#016.0f0 31...0%#017.0f 51...%+013.0f%#04.0f ["004000103120110001027710
```

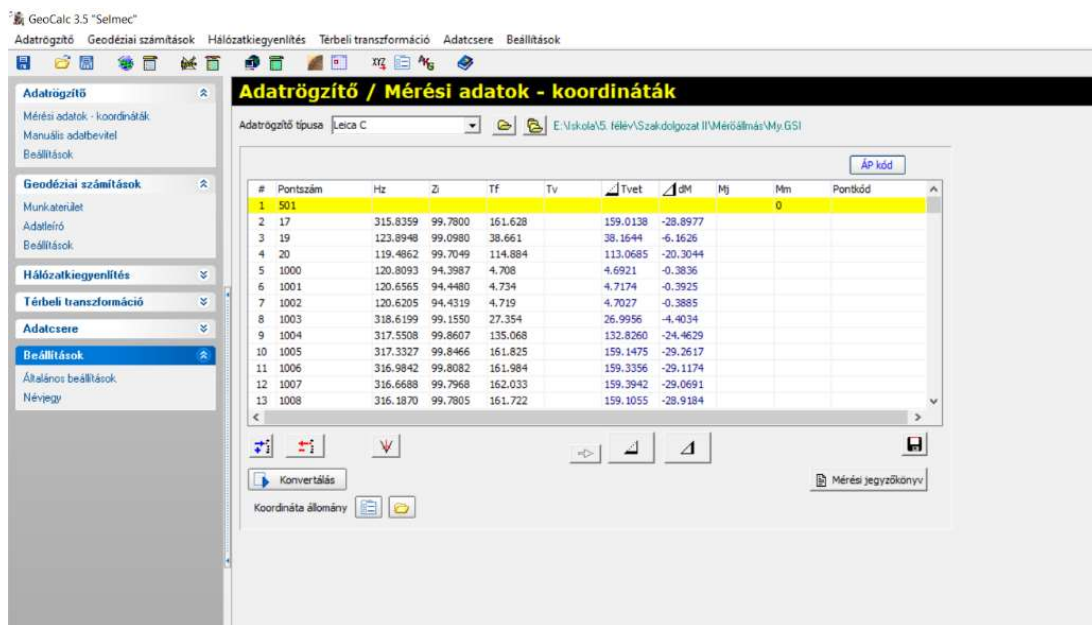
30. ábra: A Leica Geosystems csapatától kapott format fájl.

Az interneten is találtam GSI kódmagyarázatot, de rendelkeztem korábbról olyan GSI16 fájlal, amit a GeoCalc be tud olvasni, így az ebben lévő kódokat próbáltam kiírni, de észrevettem, hogy az álláspontoknál egy teljesen új sor van beszúrva. Itt újra elkezdtem keresgélni, és a Leica Survey Office programot találtam az interneten, hogy lehetséges lenne olyan formatfájlt előállítani, ami megfelel a célomnak. Sajnos ez a program is nagyon körülményes és elavultnak bizonyult. A fennálló problémára azt a javaslatot kaptam Dr. Tóth Zoltán Tanár Úrtól, hogy manuálisan szurkáljak be sorokat a megfelelő helyekre a meglévő GSI fájlomba. Ez a megoldás bizonyult megfelelőnek, mivel a GeoCalc már tudta kezelni az adatokat.

10.2. GeoCalc programmal való utófeldolgozás

10.2.1. Előzetes koordináták számítása

A GeoCalc programmal való feldolgozáshoz kellett készítenem egy koordinátaállományt az alappontjaimról. Ebben már a pontok magasságánál a szintezett magasságok szerepelnek. Elválasztó karakternek vesszőt (,) tettem, illetve ügyelnem kellett, a fájl rövid elérési útvonalára, és az ékezetes karakterek kerülésére a fájl és mappanevekben, különben a program összeomolhat. A GeoCalc szoftverbe lépve a „Mérési adatok – koordináták” menübe léptem, ahol kiválasztottam a „Leica C” adatrögzítő típust, majd betallóztam a módosított GSI-m. Látszólag nem is volt gond idáig, és elkezdtem a távolságredukciót és a magasságkülönbségeket számoltatni a programmal, majd a konvertálás után a „Geodéziai számítások” „Adatleíró” funkciójába léphettem át.



31. ábra: a GeoCalc kezelőfelülete.

Itt előbb vesztett pontokként kiszámítottam a szabad álláspontjaim koordinátáit, majd ezekre támaszkodva kiszámítottam a mért részletpontjaim koordinátáit is. Többszöri próbálkozásra sem sikerült megfelelő eredményt kapjak, ez a számítási jegyzőkönyvből is kitűnt, de az ITR6 szoftverbe beimportáltam az általam számított pozíciókat, majd a mérőállomás által számított koordinátákat és a két koordinátaállomány között több tíz méteres eltérés volt. Meglátásom szerint a két állománynak ugyan el kell térnie egymástól, de maximum centiméteres nagyságrenddel. A Konzulensemme, Dr. Katona János Tanár Úrral konzultálva észrevettük, hogy a mérési adatok nem fokrendszerben

vannak, hanem újfokrendszerben. Excel táblázat segítségével elég komplex függvények használatával át tudtam konvertálni fokrendszeres alakba. Újra behívva a mérési eredményeket már látszólag megfelelő végeredményt kaptam.

10.2.2. A mérés kiegyenlítése

A GeoCalc-ban a „Hálózatkiegyenlítés” fülön a „Munkaterületre” lépve ráfrissítettem a mérési adatokra, majd tovább léptem az „Előzetes számítások”-ra. Ahol az önálló hálózatnak a tájékozó iránysorozatba betáplált irányaira mért irányértékekből számított szögértékek kismértékben eltérést mutatnak a hálózat jóval pontosabb meghatározás során kapott kiegyenlített szögértékeihez képest. Így előzetesnek tekintjük az első tájékozás számításából az önálló hálózati irányokra kapott tájékozott irányértékeket. A további pontokként megjelöltem a mért részletpontjaim, de nem futott le a számítás, így tovább kerestem olyan hibák után, amik meggátolhatták a számítást. Sokszögvonal számításánál észrevettem, hogy nem vettem bele egy álláspontot, amit azért hoztam létre, mert két műszerállás nem volt összekapcsolva, nem volt átfedés a mérések között, ezért ott létesítenem kellett egy új álláspontot, amivel biztosítottam a két mérés közötti kapcsolatot, így állítva elő egy mérési vonalat, ami már kiegyenlíthető. A túl sok részletpont miatt nem sikerült csak az alappontokat és az álláspontokat kiegyenlítssem. A végleges tájékozott irányértékeket az előzetes tájékozott irányértékek és a kiegyenlített irányértékek alkalmazásával számítja ki a program.

AP	IP	Ht	Tvet	Javítás	Hibahatár	Statisztika	Javítás	Hibahatár	Statisztika	#
510	2-1	132.2605	168.889	-1	(49)	-0.20	5	(41)	1.21	14
	2	127.5710	69.223	2	(76)	0.16	-4	(26)	-1.04	15
	1	306.5930	30.793	2	(114)	0.34	1	(18)	0.17	16
	4	109.4150	31.565	-0	(113)	-0.07	-0	(18)	-0.04	17
	3	311.0040	69.915	-0	(76)	-0.04	-1	(26)	-0.18	18
	2-1	309.0500	169.884	0	(49)	0.05	1	(41)	0.13	19
512	5	284.2912	163.058	7	(50)	0.92	-6	(40)	-1.32	20
	6	286.3242	63.132	-26	(80)	-2.24	-8	(25)	-1.73	21
	7	97.1010	37.175	-23	(104)	-1.57	14	(19)	3.12	22
	8	101.3411	137.038	-6	(54)	-0.65	4	(37)	0.93	23
	9	101.2048	237.034	9	(41)	1.52	-30	(49)	-6.80	24
513	4	298.3322	83.147	5	(69)	3.44	-13	(29)	-3.44	25
	5	77.5110	20.560	-20	(140)	-3.44	-11	(14)	-3.44	26
	10	92.3725	69.129	-1	(76)	-	-5	(26)	-1.52	27
	9	288.1326	31.698	3	(112)	1.52	-5	(18)	-1.52	28

32. ábra: A vízszintes kiegyenlítés.

A közös pont koordinátáinak, és az így számított tájékozott irányértékek alkalmazásával az önálló hálózat pontjainak vízszintes koordinátái az országos rendszerben számíthatóak ki. Végezetül így lesz becsatolva a hálózatunk az országos vízszintes alapponthálózatba. A következő lépés a magassági kiegyenlítés volt, majd a részletpontokat kiszámítottam a program segítségével, és végezetül a számítási jegyzőkönyvet is kiexportáltam. A részletpontjaim koordinátáit is egy koordinátajegyzékbe mentettem ki. [3]

11. A tervezési alaptérkép megszerkesztése

11.1. Digitális térképszerkesztő programok

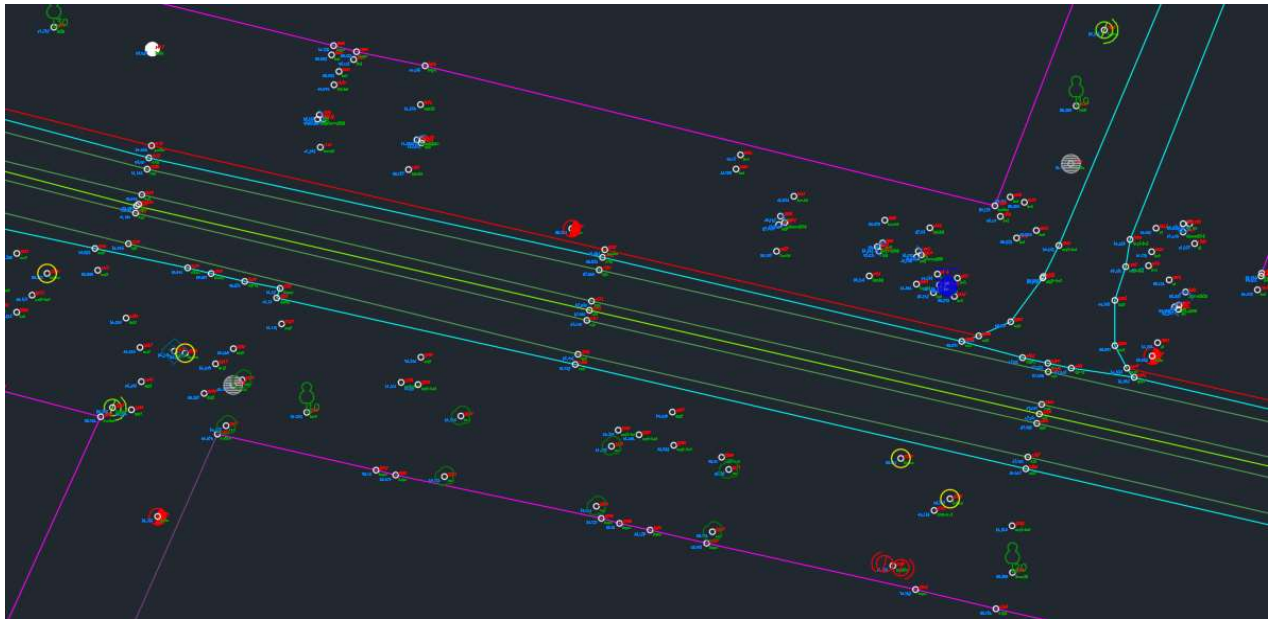
A térképezés digitális térkép esetén jól átgondolandó rajzszerkesztéssé egyszerűsödő feladat. Véghezvitelénél figyelembe kell venni az alkalmazott szerkesztő program tulajdonságait, lehetőségeit, illetve hogy miként állítjuk elő az adatbázist. A térképszerkesztők az alap- és részletpontokra, valamint az egyéb mérési információkra támaszkodva teszik lehetővé a digitális állomány elkészítését. Egyesek csupán a térkép megszerkesztésére használatosak, mint a jelen esetünkben az AutoCAD. Más szoftverek komplett térinformatikai rendszer-szoftverként használhatóak, amiket többnyire térképkezelőknek szokás nevezni.

11.2. Adatok behívása AutoCad-be

A kiegyenlítés végeredményéhez hozzá kellett rendelni a terepi pontkódokat, amiket terepen számokkal kellett kódolni, de az egyszerűbb szerkeszthetőség érdekében ezt átkonvertáltam betűkből álló kódokká. Az átalakításhoz ismét az excel táblázatot használtam, amiben összetett függvények segítségével elkészítettem a kész koordinátalistát. A függvények közül kiemelném a „keres” függvényt, ami ennek a műveletnek az alappillére volt. A koordinátafájlt beimportáltam az AutoCad programba, egy olyan lisp segítségével, ami lerak egy blokkot, amiben meg van írva a pont száma, a kódja és a magassága is. Fontos, hogy az említett lisp a blokkok középebe egy pontot is lerak.

11.3. Egyszerű objektumok beszerkesztése

Mivel az állományt behívva a térinformatikai szoftverbe eléggé átláthatatlan kuszaságot eredményezett, így az egyértelműbb objektumok összekötésével célszerű kezdeni a szerkesztést.

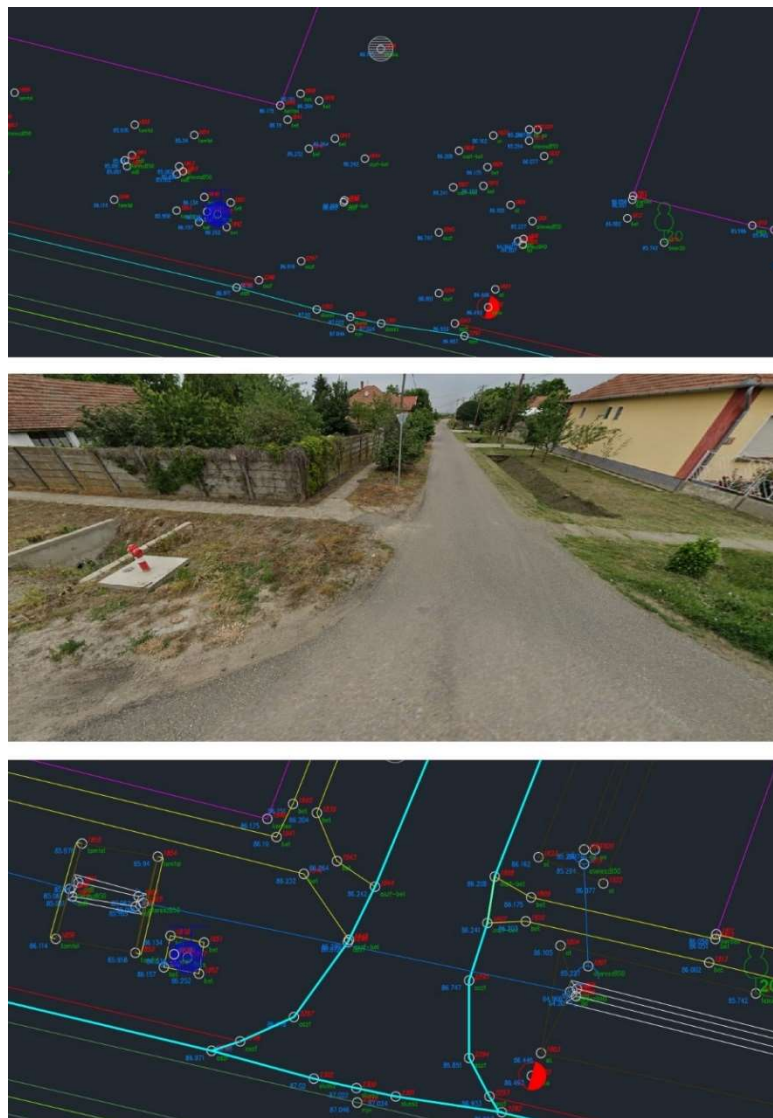


33. ábra: Az egyszerűbb objektumok.

Ezért előbb az útburkolat pontjait, majd a telekhatár pontokat kötöttem össze. Fontos, hogy a vonalak 3D vonallánccal legyenek összekötve, és ne sima vonallánccal, mivel azok csak 2 dimenziós objektumok. Ha az említett objektumok is ábrázolva lettek, következhetek a pont szerű objektumok, mint a kút, a körakna, vagy a fák. Ezekre a tereptárgyakra blokkokat helyeztem el. Az egyforma pontkódokra rászűrtem, és üres rajzállományban eredeti koordinátákra másoltam be, majd beillesztettem a megfelelő blokkot is, és a „Másol” paranccsal rámásoltam az összes pontra, majd kijelöltem az összes blokkot, és az eredeti állományba másoltam őket ismét a „Beillesztés az eredeti koordinátákkal” paranccsal. Így tettem az összes blokk szerű objektummá, majd folytattam a vonalszerű, és poligonszerű objektumok összekötését 3D vonallánccal.

11.4. Komplexebb objektumok szerkesztése

Amint összekötöttük a vonalakat és elhelyeztük a blokkokat, következhetett a komplikáltabb pontok összekötése, mint a burkolatok, árkok, rézsűk, amik már térlátást is igényelnek. Ezen objektumok megszerkesztése több szempontból is elég körülményes, egyrészt ezek elég sűrűn helyezkednek el egy gócban. Ha esetleg a terepen az objektum hiányosan lett felmérve, akkor tévútra is vihet minket a felmérés. A Street View segítségével a kérdéses részeket könnyűszerrel be lehetett szerkeszteni.



34. ábra: Street View a komplexebb vonalas és poligonszerű objektumok beszerkesztéséhez nyújtotta segítsége

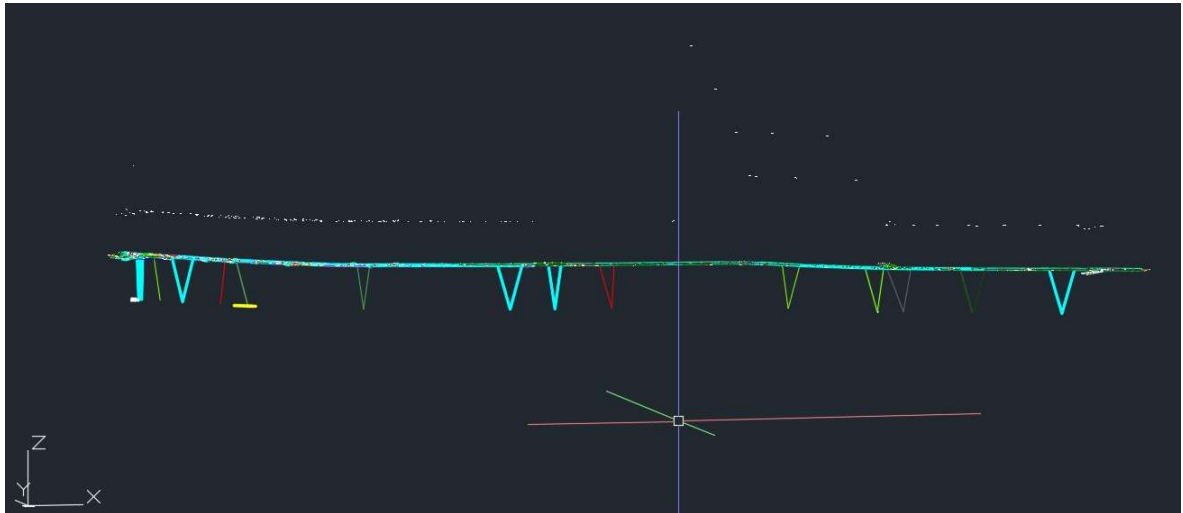
Ha sikerült az objektumokat beszerkeszteni, már csak az informatív adatok hiányoznak a rajzunkról, mint például a feliratok, amiket a poligonszerű objektumok belsejébe helyeztem le.



47

11.6. Ellenőrzés

Az informatív objektumok beszerkesztésével már majdnem elkészült a munkánk, már csak a hibaelemzés maradt hátra. Kezdeként végignéztem felülnézetben a szerkesztésem, majd elforgattam oldalnézetbe azt.



36. ábra: A szerkesztésem oldalnézetben.

Itt kitűnnek a rossz magasságra behúzott objektumok, és töréspontok. A töréspontokat egyenként kellett a helyükre igazítani, de a blokkokat, feliratokat és a sima vonalláncokat lehetett tömegesen is. Ezeknek az objektumoknak nem lényeges a magasságuk, csak az esztétika miatt kell őket közelítőleg megfelelő helyre igazítani.

12. Keresztszelvények elkészítése

12.1. Keresztszelvények szerkesztésének menete

Civil 3D programmal a mért pontokból modellt építettem, majd a megépített modellről keresztmetszeteket szedtem le automatizálva a folyamatot. Az fontos ehhez a művelethez, hogy a törésvonalakat, amik a terepen is törésvonalak (aszfalt széle, árok pontok, rézsűk, stb.) azokat előzetesen össze kell kötni 3D vonallánccal. Ezeket az előzetesen összekötött vonalakat törésvonalakként kell majd megadni a modellépítés során, és ez azért fontos, mert TIN modellt építettem, és így a háromszögeim nem mennek át a törésvonalaimon. Mivel az út egy amorf alakzatban fut, ezért egy peremvonalat is meg kellett adjak, hogy az ábrázolni kívánt területemből kiszűrjem a hibás háromszögeket a TIN modellből. Az út tengelyén kialakítottam egy nyomvonalat, és ki kellett jelöljem manuálisan, hogy hol húzza be a program a keresztmetszeteket, amik az út tengelyétől

30-30 méteres sávot fednek le. Végül a keresztaszelvényeket táblázatos formában meg tudtam jeleníteni.

12.2. Keresztaszelvények elemzése

A keresztaszelvények megjelenítésével, elsőnek végigfutottam, hogy kiszűrjem az esetleges durva hibákat. Egy 350 méteres szakaszon az út bal oldalán elírtam a jelmagasságot, így javítanom kellett.



37. ábra: Hibás szelvény, illetve a javítása.

Az ívekben a centrifugális erő kicsúsztató hatásának csökkentés érdekében az útpálya felületét egyoldalú esésben, túlemelésben alakították ki. Ez a szerkesztésem alapján ki is tudtam mutatni, hogy az út bal oldala az úttengely szintjéhez képest 2.7%-ot emelkedett, míg a jobb oldala megtartotta az 5.2%-os esést.



38. ábra: Kanyarban az út túlemelése.

13. Az út-monitoring szükséglete

Laikusként, úgy gondoltam, hogy mivel ez egy meglehetősen rossz állapotban lévő út, így a felmérésem alapján ez tükröződni fog, de a keresztszelvények nem ezt mutatják. Így arra a következtetésre jutottam, hogy más eljárásokat is használnak az útminőség kimutatására. Egy helyi tervezővel felvettem a kapcsolatot ez ügyben és több módszert is megemlített a részletmérés mellett. Elsősorban a Magyar Közút Nonprofit Zrt. narancssárga „útellenőrzés” feliratú mikrobusz a leggyakoribb ellenőrzési eljárás. Mint kiderült az útellenőr kocsik a 6/1998. (III. 11.) KHVM (az országos közutak kezelésének szabályozásáról szóló) rendeletet követve, meghatározott körzetbejárási terv alapján haladnak végig a kijelölt útszakaszokon. Az útellenőrzés célja a bejárt útvonalon az autó szenzorai és a benne ülő szakemberek jóvoltából a rendellenességek feltárása, majd ez alapján a felmerülő lokális rendellenességek naplózása, és akár az ott helyben való javítása. Ez nemcsak az úttestre, hanem annak környezetére is kiterjed, például az árkokra is. Egy másik megoldás az út behajlását mérő laborkocsi. Ez az eljárás az aszfaltréteg teherbíró képességét határozza meg. A magmintavétel is egy felmérési megoldás, ami során henger alakú darabokat vágnak ki az úttestből, és ezeket a mintákat elemzik tovább a laboratóriumokban. Ezzel a technikával is a teherbíróképeséget ellenőrzik elsősorban. A magmintavétel eljárással már volt szerencsém találkozni az egyik megbízásom idejében, mivel a geodéziai felméréssel egyidejűleg több burkolatra irányuló mérést is elvégeztetnek a megfelelő tervezés érdekében. A feltárások eredményeként a tervező eldönti az útfelújítás módszerét. Például a hajszáltrepedéseknél elegendő ráaszfaltozni, míg a tenyérnyi mozaikos részeket célszerű felmarni a meglévő burkolatot, viszont csak hengerelt aszfaltot lehet marni. A tervezést követően lehet pályázni az adott útszakasz rekonstrukciójára. Némely pályázatra elegendő csak projekttervet beadni, ami annyit tesz, hogy az alapját a műszaki szemle teszi ki. A részletesebb tervek előállításához kellenek a tervezési alaptérképek, amiket 5 évid lehet felhasználni, majd kétszer három évre lehet meghosszabbítani az érvényességét. Viszont évente újabbnál újabb pályázatokat írnak ki, így sok esetben minden tervezéshez külön geodéziai felmérést rendelnek meg. Így lehet, hogy az általam felmért útszakaszt is legalább két évente felméri. Értesüléseim szerint a közeljövőben a pályázatok és a hozzájuk fűződő felmérések száma gyarapodó tendenciát mutat már most is. [18]

14. Összegzés

A szakdolgozatom elkészítése és a témakörbe való elmélyedés olyan információkat adott számomra, amikkel 2 évnyi útfelmérés folytán sem találkoztam. Ma már más szemmel tekintek ezekre a mérnökgeodéziai feladatokra, eddig lehet nem vettük kellő odafigyeléssel ezeket a munkákat, de ezután precízebben meg tudom oldani az efféle feladatokat is. Nemcsak az utak geodéziájában kaptam hasznos tudást, hanem alapvetően a földméréssel kapcsolatban is. Mint például egy vízszintes és magassági alapponthálózat kialakítása, vagy az AutoCAD-ben a felületekkel való műveletek, de a mérőállomásokkal való mérést is sokkal áthatóbban el tudtam sajátítani. A közeljövőben, tervben vannak az útfelújításokra vonatkozó tervezési alaptérképek elkészítésének a megpályázása, amikre még jobban fel kell készülnem. A fotogrammetria egyre szélesebb körű alkalmazását követve meg szeretném szerezni a geodéziában hasznosítható drónokra vonatkozó jogosítványt, majd be is ruháznék egy eszközre is. A Vásárhelyi Pál Szakközépiskola mérőállomásai oktatási célokra kívül többnyire nem használhatóak geodéziai célokra, mivel már elég elavultak, „elkopottak” és én a pénzem nem ezekbe a műszerekbe szeretném invesztálni, hanem egy saját eszköz beszerzését látom ésszerűnek. Értesüléseim szerint a koronavírus járvány miatt minden útfelújítást befagyasztottak legalább két évre, ami az energetikai válság is elodáz, de a választások közeledtével várhatóan újra fellendül az utakat célzó beruházások. Ezeket a következtetéseket a 4244 út vezérterve elkészítésekor sikerült levonnom. Kezdő vállalkozóként is meg lehet oldani egy ilyesféle feladatot, alapszinten és rövidtávon. Hosszútávon már saját eszközparkra lenne szükség, hogy maradéktalanul és gördülékenyen elkészüljön egy tervezési alaptérkép.

15. Felhasznált szakirodalmak

- [1] Magyar Mérnöki Kamara, M.2. Mérnökgeodéziai Tervezési segédlet, 2011
- [2] Detrekői Á., Ódor K., Ipari geodézia, Műegyetemi Kiadó, 1994
- [3] Detrekői Á., Kiegyenlítő Számítások, Tankönyvkiadó, 1991
- [4] Tarsoly P., Geodézia 9.: Magasságok meghatározása, NymE GEO, 2010
- [5] Csepregi Sz., Gyenes R., Tarsoly P., Geodézia I., NymE GEO, 2013
- [6] Tarsoly P., Geodézia II., NymE GEO, 2013
- [7] Ágfalvi M., Mérnökgeodézia 1., NymE GEO, 2010
- [8] Ágfalvi M., Mérnökgeodézia 2., NymE GEO, 2010
- [9] Ágfalvi M., Mérnökgeodézia 3., NymE GEO, 2010
- [10] Ágfalvi M., Mérnökgeodézia 4., NymE GEO, 2010
- [11] Ágfalvi M., Mérnökgeodézia 8., NymE GEO, 2010
- [12] Busics Gy., Műholdas helymeghatározás, NymE GEO, 2011
- [13] Vincze L., Nagyméretarányú térképezés 1., NymE GEO, 2010
- [14] Horváth T., A magyarországi GNSS—infrastruktúrainfrastruktúra, BME Általános- és Felsőgeodézia tanszék, 2005
- [15] Busics Gy., Geodéziai hálózatok 1., NymE GEO, 2010
- [16] Busics Gy., Geodéziai hálózatok 2., NymE GEO, 2010
- [17] Bártfai Z., Közlekedési hálózatok, Szent István Egyetem, 2011
- [18] Kamarán K., Jellemző burkolati hibák fajtái, kialakulásuk okai, Nemzeti Szakképzési és Felnőttképzési Intézet, 2008
- [19] <https://svajcipontosan.com/ontanulo-leica-meroallomasok-az-atrplus-ereje-es-ami-mogotte-van/>

16. Digitális mellékletek

1. Részletpontok koordinátajegyzéke
2. Trigonometriai magassági hálózat kiegyenlítése
3. Mérési jegyzőkönyv
4. Számítási jegyzőkönyv
5. Tervezési alaptérkép a keresztmetszelvényekkel
6. Pontkódtáblázat