



SZAKDOLGOZAT

Tervezési alaptérkép készítése csa- ládi ház építéséhez

OE-AMK Hallgató neve: Boda Tibor Sándor

2023 Hallgató törzskönyvi száma: T000574/FI12904/A-G



ÓBUDAI EGYETEM
ÓBUDA UNIVERSITY

Óbudai Egyetem
Alba Regia Műszaki Kar
Geoinformatikai Intézet

SZAKDOLGOZAT FELADATLAP

Hallgató neve: Boda Tibor Sándor

Szakedolgozat száma: SZD2301261358122313

Törzskönyvi száma: T000574/F112904/A-G

Neptun kódja:

Szak: földmérő és földrendező mérnök

Specializáció: Geoinformatika specializáció

A dolgozat címe: Tervezési alaptérkép készítése családi ház építéséhez

A dolgozat címe angolul: Preparation of a planning base map for the construction of a family house

A feladat részletezése:

Ismertesse a dolgozatban bemutatott munka célját!

Adjon áttekintést a tervezési alaptérkép készítésére vonatkozó előírásokról!

Mutassa be a munkaterületet.

Ismertesse a tervezési alaptérkép készítésének feltételei, illetve lehetséges módjai.

Végezze el a szükséges helyszíni méréseket.

Mutassa be a mérési adatok feldolgozásának lépéseit!

Készítse el az épülettörléshez, ill. épületfeltúntetéshez szükséges munkarészeket!

Összegezze a munkája során szerzett tapasztalatokat.

Intézményi konzulens neve: Dr. Katona János

Külső konzulens neve: Aszalós László

Munkahelye: Geomen Kft.

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

Beadási határidő: 2023. 12. 15.

A szakdolgozat: Nem titkos.

Kiadva: Székesfehérvár, 2023. 10. 24.



Intézetigazgató

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

belső konzulens

külső konzulens



ÓBUDAI EGYETEM
ÓBUDA UNIVERSITY

Alba Regia Műszaki Kar
Geoinformatikai/Mérnöki/
Természettudományi és Szoftvertechnológiai Intézet

HALLGATÓI NYILATKOZAT

Alulírott hallgató kijelentem, hogy a szakdolgozat/diplomamunka 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: Várkonyi Zsolt 2024.04.18

.....
hallgató aláírása

Tartalomjegyzék

1.Bevezetés 1

2. A Projekt bemutatása 2

3.Az alaptérképekről..... 4

4. Az alaptérképkészítés lehetséges módjai 8

 4.1 GNSS technológia..... 8

 4.2 Mérés mérőállomással 12

 4.3 Szkennerek..... 19

 4.4 Hibrid technológiák 24

5. A felmérés folyamata 25

 5.1 A mérési metódus kiválasztása..... 31

 5.2 A gyakorlati felmérés 32

 5.3 A mért adatok, dokumentumok előkészítése, feldolgozása..... 34

6.Összefoglaló..... 46

7.Summary 47

8.Irodalomjegyzék 48

9.Ábrajegyzék 49

1. BEVEZETÉS

Számomra a téma választása azért esett a tervezési alaptérkép készítésére, mert előzetes munkatapasztalataim során többször volt alkalmam kivitelezni és feldolgozni ilyen típusú feladatokat, munkákat.

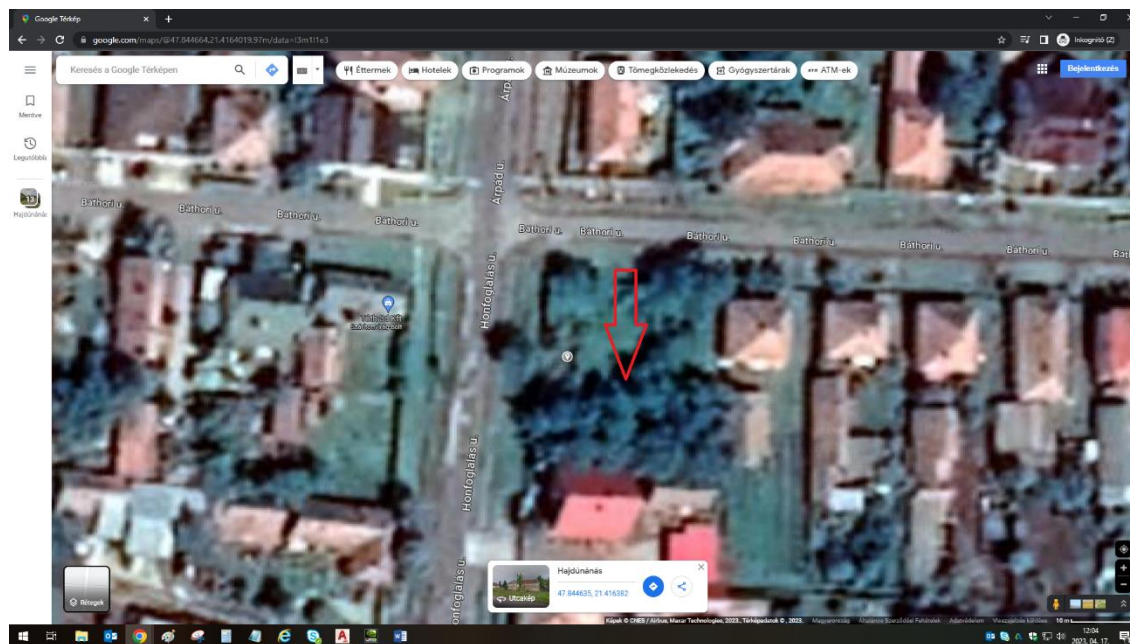
A tervező számára fontos, a pontos, hiteles információk szolgáltatása, a tervezési munka elősegítése, megkönnyítése végett. A tervező kérheti, esetleges nagyobb volumenű munkáknál kötelezhetik a tervezést végző személyt vagy csoportot a tervezési alaptérkép használatára. Ez a geodéziai anyag megalapozza a kivitelezésre kerülő épület munkafolyamatainak ellenőrzését, minősítését illetve későbbi – jelen esetünkben - épületfeltüntetését. Maga annak a megvalósulása, hogy egy családi ház formailag, jogilag, megfeleljen az építési, kivitelezési szabályoknak, helyességnek és én mind ebből kivehetem a részem, örömmel tölt el.

Sajnos a mostani tervezéseknél is tapasztalható, hogy a könnyebbség és költségcsökkenés végett hajlamosok eltekinteni az előzetes geodéziai munkáktól. Ennek a negatív hatását személyesen többször is tapasztaltam. Ami megerősítette bennem az előkészítési munka fontosságát.

Szakdolgozatom célja, bemutatni egy teljeskörű geodéziai munkát a meglévő épület törléséről, a tervezési alaptérkép elkészítéséről és a megépült családi ház épületfeltüntetéséről. Esetleg ösztönözve a tervezőket az ilyen irányú megrendeléseik növelése iránt.

2. A PROJEKT BEMUTATÁSA

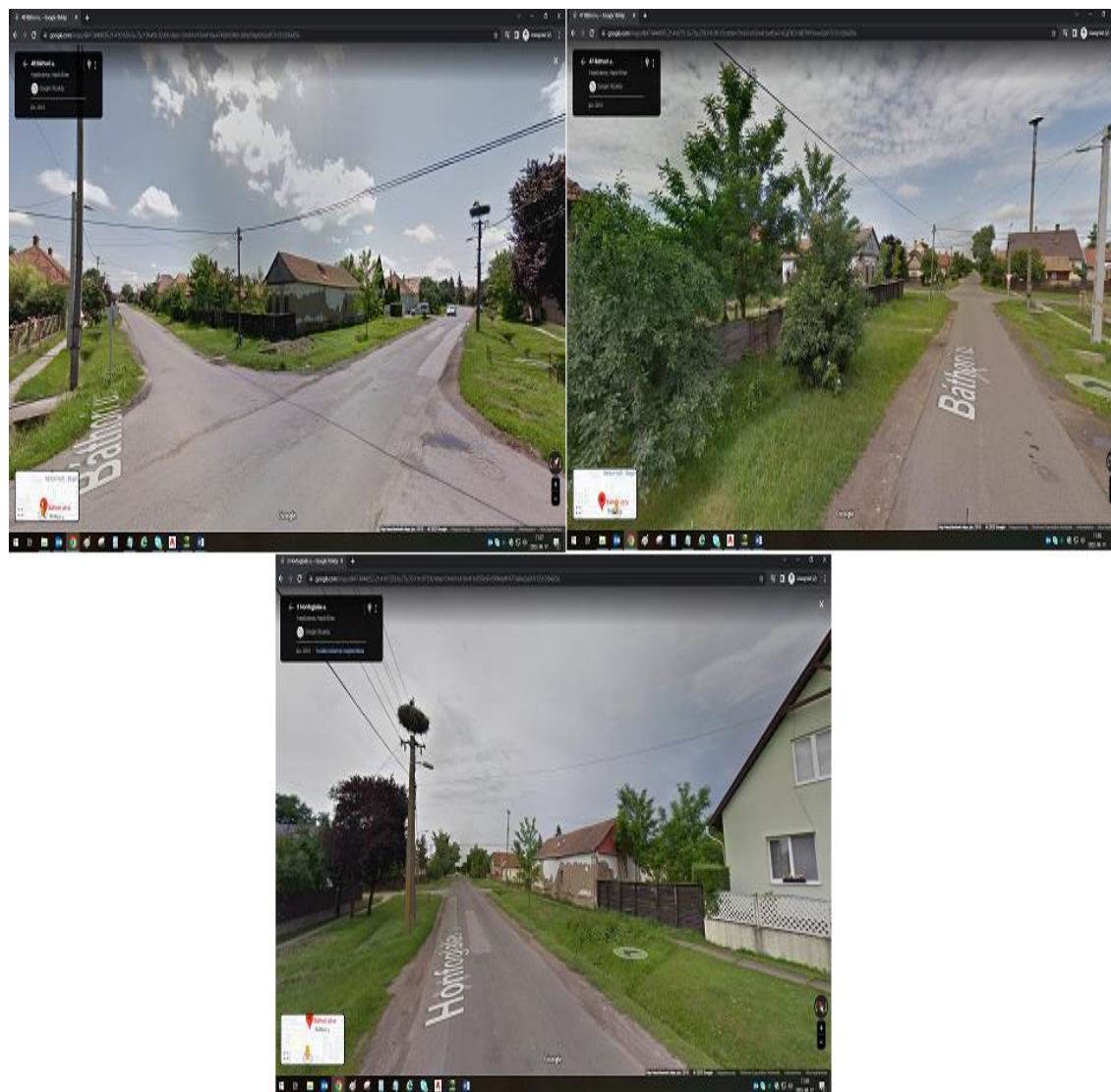
Hajdúnánás, Hajdú-Bihar Vármegyében található Debrecentől 40 km, Nyíregyházától 26 km-re az M3 as autópályához közel. A várost, történelmi mivoltából fakadóan, agrárstílus jellemez. Város szerkezete hagyományos hajdúvárosokat idéző kör-körös kialakítású. A városközpontban egy körforgalom is elhelyezkedik, innen a város pereme fele haladva van egy úgynevezett belső kisebb, illetve egy külső nagyobb körút. A projekt maga is egy külső körút és a Báthori utca találkozásán épült. Ebből adódóan sarki telekről van szó hosszú utcafronttal, melyen még a régi ház romjai, falainak maradványai álltak. A feladat pikantériájához még hozzátartozott, hogy a telken belül egy földhalom volt található, melyet mind a bemérés, digitális állománykészítés, mind a tereprendezés, tervezés során figyelembe kellett venni.



2.1 ábra: a telek felülnézetből – forrás: [1]

A tervező számára szükséges mind a vízszintes és a magassági értelemben vett pontok koordinátájának értelmezhető, jelen esetünkben digitális, rajzának biztosítása. Felkérték cégünket egy családi házhoz készülő tervezési alaptérkép készítésére, melynek terepi geodéziai munkáját teljes egészében, irodai feldolgozását részben én végeztem. A méréshez egy Topcon gyártmányú GNSS Hyper SR vevőt és egy Topcon GT 1003 gyártmányú

mérőállomást használtam. A terület alkalmas volt a vevő használatára, hiszen sem mesterséges sem természetbeni tereptárgyak nem zavarták a mérést. Ez azért volt nagy könnyebbség, mivel így az álláspont meghatározásához nem volt szükség a földhivatalnál nyilvántartott alappontokra. Teljes egészében az RTK-s vevővel megoldható volt a feladat. Ezt a téma kibontásánál részletesen fogom taglalni.



2.2 ábra: a 2013-as állapotot mutatja, mikor még állt a régi ház - forrás: [1]

3. AZ ALAPTÉRKÉPEKRŐL

Új ingatlanok, illetve épületek építésénél gyakran meg van a lehetősége arra, hogy a tervezőnek a tervezéshez szüksége lehet terepi felmérésre és az ebből előállított alaptérképre. A tervezési alaptérkép tartalmazza a jogi határokat, a meglévő helyszíni állapotot, a jelölni szükséges tereptárgyakat, fákat, közműveket és építményeket. A tervező számára fontos a telek domborzatának, esésének, emelkedésének pontos felmérése, hiszen nélküle nem tudná szakszerűen megtervezni az újonnan épülő épületet a közművek csatlakozását, az alapozás módját vagy helyspecifikusan az övezetbe tartozó magassági-oldaltávolsági korlátozásokat tartani. A földmérő szintvonalas térkép készítésével látványosabban tudja ábrázolni a terepviszonyokat. A szintvonalas térkép révén az építésznek lehetősége van felszíni csapadékvíz elvezetést is tervezni. A tervezési alaptérképpel optimálissá tehetjük a tervezést költséghatékonyság szempontjából, és egy részletes képet adhatunk annak a személynek, aki úgy tervez, hogy éppen nem is volt kint terepen. Az alaptérkép létrehozatala előtt az érintett telken, telkeken fellelhető létesítmények és szerelvények, mint például (víz,-gázvezeték utak, útburkolatok, épületek, kerítések, tűzcsap, csatorna, lefolyó, lámpa, támfalak, fák, szegélyek és más egyéb fontos mérendő terepi pontok) magassági és vízszintes értelmű (Magyarországon EOY-helyes) geodéziai bemérését végezzük. Tervezők részére digitális terepmodellt is szolgáltatathatunk. Tervezési alaptérképet minden tervezés előtt érdemes lehet készíttetni, mely alapját fogja képezni a későbbi tervező kollégák munkájának is. Ez a geodéziai munka rögzíti a tervezést megelőző állapotot is, amivel a meglévő illetve jövőbeli szomszédokkal, vagy hatósággal történő vitás szituációkban akár perdöntő is lehet. Forrás: [17]

A 2010. január elsejétől életbe lépett rendelet az alábbiak szerint rendelkezik: („246/2009. (XI.3.)”-es számú kormányrendelet, mely szabályozza a telekalakítási eljárást.) Megváltozott a munkát készítő és az őt minősítő földmérő jogosultsági feltételi rendszere is. A rendelet értelmében a földmérőnek szükséges teljeskörű jogosultságokkal bírnia, mint az ingatlanrendező mérnök és a geodéziai tervező mérnök. Ezen felül „Magyar Mérnöki Kamarai” tagsággal, ha ezeknek a pontoknak megfelel a földmérő, abban az esetben telekalakítási feladatot is végezhet. Érdemes megemlíteni, hogy 10% lejtés feletti területeken az építési engedélyek kiadásához kötelezően el kell készíteni a felmérést. Forrás: [18]

A megfelelő tervezői minősítést birtokló földmérő által minősített új tervezési alaptérkép a későbbi tervezési helyszínrajzok alapjául is szolgál. A már minőségtanúsított, korábban készült régebbi térképek kiegészített, aktualizált változata is lehet az új.

A tervezési alaptérképhez az érvényben lévő ingatlan-nyilvántartás adatbázisból nyert adat felhasználásával, a műszaki tervben megfogalmazott kritériumoknak megfelelően készül. Ezek a térképek digitálisan tovább szerkeszthetők a többi kolléga számára, és természetesen sokszorosíthatóak.

Nagyobb volumenű (mint például gyárak) tervezési alaptérképének készítésekor, illetve a meglévők kiegészítésénél, a generáltervező igényére szabottan (ehhez szükséges a folyamatos kapcsolattartás) a geodéták írásban részletes műszaki tervet készítenek.

A tervezési alaptérkép célja, hogy egy egységes alapot biztosítson a beruházások tervezéséhez, a megvalósulási térkép elkészítéséhez valamint magához a teljes tervezés kivitelezéséhez.

A tervezési segédletnek, mely egy kiegészítő értelmezést segítő irat, és a műszaki tervnek összhangban szükséges lennie.

A műszaki tervben leírtaknak tartalmaznia kell a tervezők számára szükséges alaptérképi kívánalmait, mind a magassági, és mind a vízszintes értelmű tartalmaknak az ábrázolását, feliratozást, jelkulcs használatot illetően. A kívánt és elvárt pontosságot, az adatállományok digitális, és fizikai formátumát, a készítendő munkarészek felsorolását és az igényelt minden további egyéb munkarészek leírását. A tervezők kérhetik a megjelenítésnél használatos rétegrendet illetve a saját használatú jelkulcsok elhelyezését is, ezért is érdemes egyeztetni velük.

Ha a tervezési alaptérképek készítésekor az építési főirányok ismertek (például egy ipartelep fejlesztésénél), akkor az építési főirányokkal párhuzamos, lokális koordináta-rendszerben megcsinálható a tervezési alaptérkép.

Az effajta térképek készítésekor szükséges kiegészítő méréseket végezni. Ezeknek a méréseknek célja az, hogy az érvényben lévő földhivatalnál rögzített adatokban bekövetkezett változásokat, valamint a beruházáshoz szükséges terepi adatokat egyértelműsíti.

A tervezési alaptérképek síkba fejtett rajzának szükséges tartalmaznia – a műszaki terv geodézia részénél a generáltervezővel előre egyeztetett – valamennyi olyan mesterséges és természetes, földfeletti és az alatti tereptárgyat, továbbá földalatti közmű vezetékeket, melyeknek a tervezés szempontjából jelentősége van, és számolni kell vele a későbbiekben. Közmű nyomvonalhoz tartozó építést-korlátozó szabályok, például a védőövezetek, szolgalmi jogok figyelembe vételével.

A földalatti vezetékek úgy kell ábrázolni, hogy az az egységes közműnyilvántartásba beilleszthető legyen, mely az e-közmű honlapján is elérhető („www.e-kozmu.hu”). A közművet üzemeltető intézmények térképeit, nyilvántartását illetve a vezetékkutató műszerekkel bemért, vagy ahogy azt a technológia utasítás is víz,-gáz,- elektromos szakágban előírja, feltárt állapotában (nyitott munkagödörben- melyet nyílt árkos bemérésnek is nevezünk) megtörtént helyszíni bemérés alapján kell.

A tervezési alaptérképeknek a „Z – koordinátái” azaz magassági értelemben a kótált pontokkal, digitális terepmodellel, és még az ezekből fakadó szintvonalakkal is el lehet látni, hogy mikor melyikre van szükség ez nyilván feladat függő. Nagyobb kiterjedésű esetleg nagyobb esésű beleterületi teleknél segítségre lehet a tervezésben. Szükséges feltüntetni, megjelölni mind a föld feletti és alatti tereptárgyaknak és létesítményeknek a magassági adatait.

A terv dokumentációknak a részét képezi a tervező által készített helyszínrajz és az építészeti-műszaki dokumentáció. Az alap adatot a hatályos állami földhivatali térképi nyilvántartásból kell venni. A helyszínrajzoknak kötelezően tartalmaznia kell a geodéziai szempontból lényeges elemeket, melyek a következők. Égtájjelölés, az ingatlannal közös határvonalú telkek ábrázolását, a tervezés alatt álló teleknek az összes meglévő földalatti és feletti építményét, illetve a tervezendő új építményt, méretarányosan ábrázolva (körvonalrajzzal, tetőidomok ábrázolásával és felhasználásuk, rendeltetésük megjelenítésével). A már meglévő építmények egymástól és a telekhatártól való távolságát, az épület magasságát fel kell tüntetni továbbá az elbontásra, felhagyásra kerülő közmű vezetékeket is úgyszintén meg kell jelölni.

A szomszédos telkeken az összes épületnek ugyanúgy a méretarányos rajzát, tetőidomát, továbbá az oldalkert felőli földalatti és földfeletti építmények körvonalrajzát ábrázolni kell a rendeltetésének megfelelő megjelöléssel.

A telek útkapcsolatát, közúthoz való kapcsolódását, mely biztosítja a személy- és gépkocsiforgalom számára a be- és kijárást, illetve a gépjármű parkolóknak a telken belüli elhelyezkedését is ábrázolni kell.

A magasság pontos meghatározásához a kiinduló szintmagasságnak megfelelő abszolút szintmagassági értéket, EOMA-ba érdemes megadnunk kimondottan a közmű csatlakozás szintjei végett. A viszonyításhoz a ± 0.00 relatív érték is hasznos és szembetűnő a kivitelés során, ebből egyértelműen látható, hogy az építmények és részei hogyan viszonyulnak a „meghatározott 0.00” magassághoz. A terepviszonyok ábrázolását a rájuk jellemző szintmagasságokkal valamint a 10 százaléknál nagyobb esésű területeken, a méterenkénti szintkülönbséget rétegvonalakkal kell feltüntetni.

A kivitelezési szakasz alapját a környékbeli alapponthálózat ellátottsága adja meg, ezért elsődleges feladat ezeknek a vizsgálata, bővítése, ha szükséges.

Az üzembe helyezésnél lévő geodéziai munkák felölelik a már kész épületek vizsgálatát, ellenőrző mérést és az üzemeltetés során bekövetkezett változások mérését, dokumentálását.

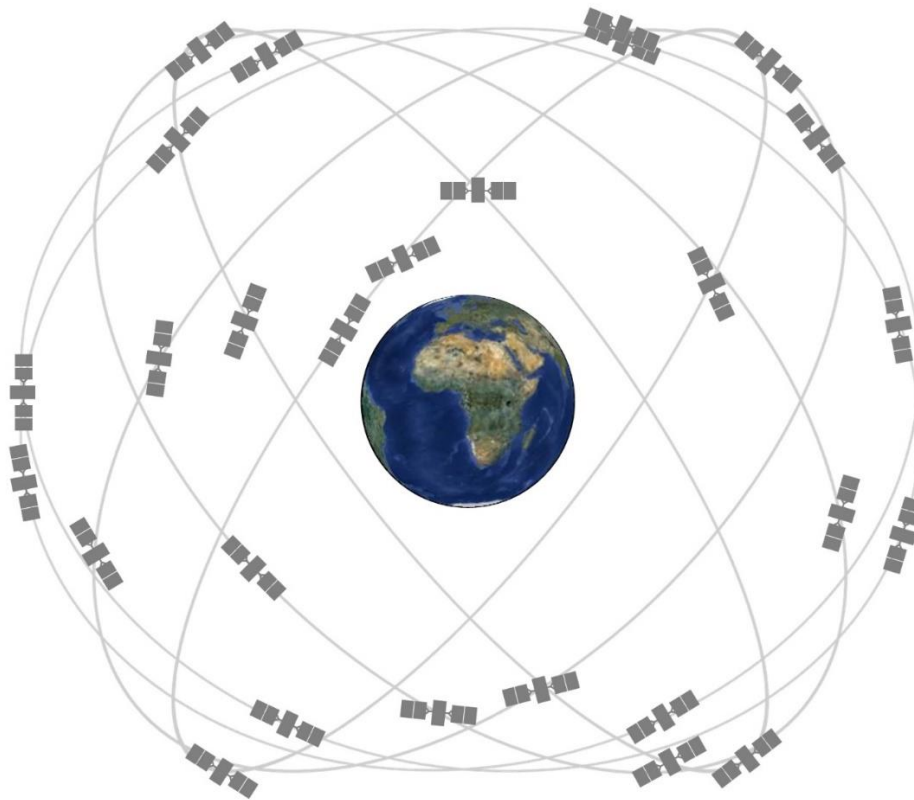
Ehhez kapcsolódik a geodéziai napló pontos vezetése, melyet a 2009-es Kormány rendelet tartalmaz, azon belül is a „191/2009. (IX. 15.)24.§ (2)”.

Ezeket a munkákat, munkafolyamatokat építési beruházásokon, vagyis mérnökgeodéziai illetve földmérési tevékenységet csak az a személy végezhet, aki az „Fttv.” felhatalmazása alapján kiadott, jogszabályban rögzített különbözeti vizsgát sikeresen tett. Építkezésen a beruházásokkal kapcsolatos geodéziai munkák végrehajtásának helyszíni irányítását, a „Magyar Mérnöki Kamara” által nyilvántartott névsorban megtalálható és GD-T, azaz geodéziai tervezői jogosultságot birtokló személy vezényelhet. Forrás: [10]

4. AZ ALAPTÉRKÉPKÉSZÍTÉS LEHETSÉGES MÓDJAI

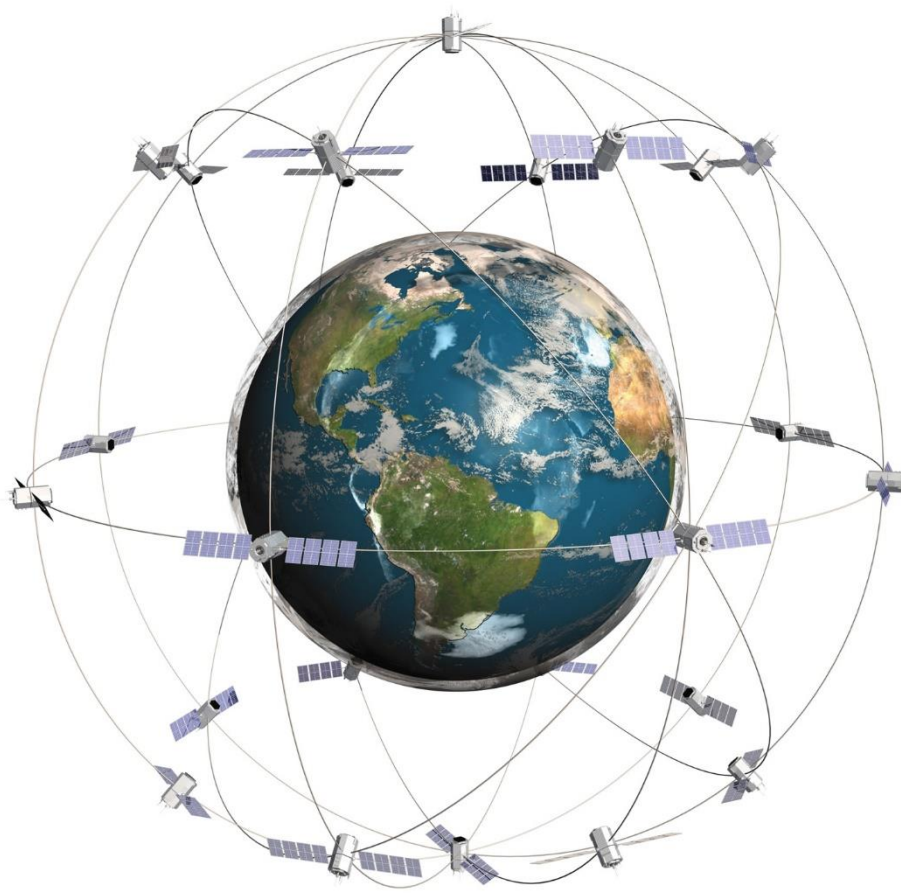
4.1 GNSS technológia

A GNSS rövidítés egy angol mozaik szó, mely a „Global Navigational Satellite System” kifejezést fedi, azaz világra kiterjedő navigációs műhold rendszer. Az Amerikai Egyesült Államok által 1972-ban elindított és 1973-ban kifejlesztett Navstar-GPS elnevezésű volt az első eredetileg katonai-védelmi, későbbiekben polgári felhasználási céllal teljeskörűen kiépített, navigációs rendszer. A rendszer 24 műholdból áll, a Föld elméleti tömegközéppontjához képest körülbelül 20 200 kilométerre helyezkednek el. Pályájuk, közel kör alakú, kis excentricitású forgási ellipszoid, az Egyenlítővel 55 fokos szöget zárnak be. Hat különböző pályán, pályánként négy műholddal. Keringési idejük picivel kevesebb, mint 12 óra, így egy nap alatt kétszer kerülnek meg a Földet. Az alábbi képen a GPS műholdak konstellációja látható:



4.1.1 ábra: az amerikai GPS műholdjainak konstellációja látható Forrás: [2]

A második kiépített rendszer az 1982-ben elindított szovjet Glonass elnevezésű rendszer volt. Itt is 24 műhold alkotja a teljes navigációs rendszert. A Föld elméleti tömegközéppontjához képest körülbelül 19 100 kilométerre keringenek. Inklinációjuk 64,8 fok, melyek 120 fokos szöget zárnak be egymáshoz képest. Három pályán, pályánként nyolc műholddal. Keringési idejük 11 óra 15 perc nagyságrendileg. Az alábbi képen a GPS és a Glonass műholdak konstellációja látható.



4.1.2 ábra: a GLONASS műholdak konstellációja látható Forrás: [3]

Őket követték az európai Galileo és a kínai Beidou műholdas rendszerek. Ezek mellett kiépítésre kerültek kiegészítő rendszerek Japánban és Indiában is. Forrás: [1]

Ennek a helymeghatározási módszernek az alapját az képezi, hogy a Föld körül keringő műholdak helyzete adott időpillanatokban ismertek és egy előre meghatározott vonatkoztatási rendszerhez hozzárendelhető. Ezt segítik és folyamatosan monitorozzák a földön („GBAS – Ground Based Augmentation System”) illetve az űrben telepített („SBAS – Satellite Based Augmentation System”) pályakövető állomások. Ezzel a technikával a műholdak adott időpillanatokban tekinthetők alappontoknak. A GNSS vevőnk a maga és az általa észlelt műholdak közötti távolságot méri, ezen adatokat felhasználva képes saját helyzetét meghatározni egy előre definiált koordináta-rendszerben. Vonatkoztatási rendszere a „WGS 84” alapfelülete az „IUGG 67” forgási ellipszoidon alapuló „HD72”, vetülete Magyarországon az „EOV” – Egységes Országos Vetületi rendszer.

A GNSS rendszer 3 részre osztható fel:

- Az alarendszerekre, melyek felölelik a navigációs műholdakat és a földön létesített követőállomásokat.
- A többi kiegészítő rendszernek alapja lehet földi vagy űrbe telepített. Működésük fő célja a pontosság és a takarékoság. Forrás: [2]
- A végfelhasználói részhez tartozik a vevő fizikálisan és a kezelőre, számítógépre telepített, működésükhöz szükséges szoftver. Forrás: [3]

Ahhoz, hogy néhány centiméteres pontossággal tudjunk helymeghatározást kivitelezni, szükségünk van arra, hogy ugyanabban az időpillanatban mérjük meg és számoljuk ki legalább négy műholdtól érkező jelekből a vevőnk távolságát. A négy műholdra azért van szükség, mert így lehet egyértelműen meghatározni a vevő helyzetét. Matematikailag a 3 műhold elégséges lenne, de az időmérésből fakadó – a vevőben elhelyezett kevésbé pontos óra – korrekció miatt szükséges a negyedik műholdra történő mérés is. Így nem csak a pontos helyzetünket határozzuk meg, de egyidejűleg a pontos időt megkapjuk. A valós idejű méréshez („RTK” – Real Time Kinematic) szükséges, hogy biztosított legyen egy bázis állomás, melyet Magyarországon többek között a FÖMI szolgáltat, de már különböző nagy cégek, mint KITE saját bázis állomással rendelkeznek, ezek elsősorban mezőgazdasági felhasználás céljából létesültek. Az „RTK” teszi lehetővé az azonnali kitűzés megvalósulását terepen, mely a minden napi munkának elengedhetetlen részévé vált. Ezt

megelőző technikai rendszerekkel csak az utólagos- vagy irodai előfeldolgozás után váltak elérhetővé a terepi mért koordináták, a kitűzést pedig el sem lehetett végezni előzetes számítások nélkül, mely a geodéziai pontosság igényét kimerítette volna. Ezen állomások a mérés elvégzésekor fiktívek is lehetnek, melyek úgy jönnek létre, hogy vevőnk vagyis a mi helyzetünket mérve, hozzánk közel lévő előre telepített vevők által (permanens állomás) számítódik. Ez egy bázisállomás, melyhez képest elmozdulás-vektorainkat mérve már transzformált, EOY-helyes koordinátákat fogunk kapni. Az alábbi képen a cégnél használt Topcon gyártmányú GNSS vevő látható:



4.1.3 ábra A képen egy Topcon gyártmányú HiperSR GNSS vevő látható Forrás: [4]

4.2 Mérés mérőállomással

A mérés maga a szög-és távolságmérésen alapszik. A ma használatos technikák eredete a középkorra-újkorra tehető amikor már megjelentek az első távcsövek. A teodolitok sokáig képezték részét a földmérési munkálatoknak. Ezeket váltják, váltották fel a ma széles körben elterjedt mérőállomások, mely magában foglalja a szögmérést, távolságmérést és egy beépített számítógépet, kijelzőt, szoftvert. Továbbá tartalmazhatnak kamerát, szkenneléshez szükséges technológiát, ahogyan fejlődik ezen iparág, úgy bővül kínálatuk és bennük foglalt felhasználhatóságuk. A beépített számítógép miatt már a terepen is használható információkhoz juthatunk.

A szögmérés elve, az ókorra tehető, a görögök már tudtak szöget mérni. A mai mindennapi használatban a kört 360 fokra felosztó, rendszert használjuk. Ezt a 360 fokot tovább osztották 60 szögpercre illetve még tovább a perceket 60 szög másodpercre. A még pontosabb mérések végett a másodpercet is tovább osztották tized, század szögmásodpercre. Ezeknek a meghatározása a műszerbe épített leolvasó rendszer segítségével valósul meg. A képen a cégnél használt Topcon gyártmányú mérőállomás látható:



4.2.1 ábra: a Topcon GT-1003 robot mérőállomás látható Forrás: [4]

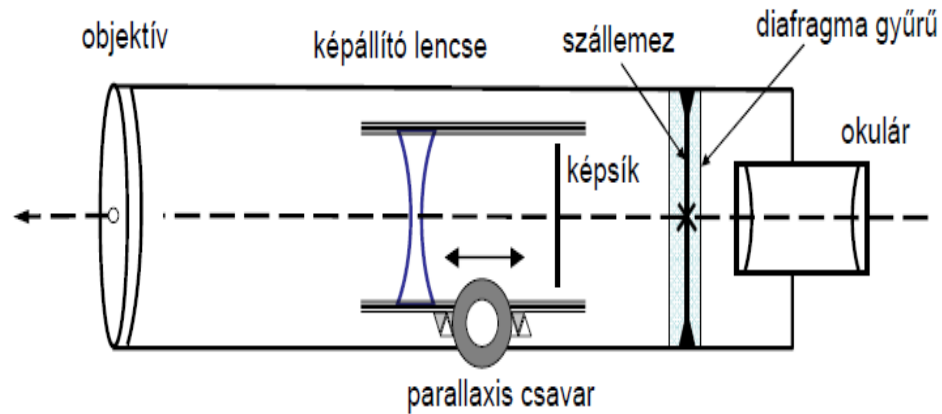
A mérőállomással történő mérés során több kritériumot is szem előtt kell tartani. A műszer felállítása nagy gondosságot igényel, hiszen, ha az állótengelyünk nem függőleges, abban az esetben fals méréseket fogunk produkálni. Ehhez nagy gyakorlat és precizitás szükséges. A műszerbe épített kompenzátorok és libella segítségével azonban ez a sarkallatos pont kiküszöbölhető.

4.2.1 A mérőállomás részei

A mérőállomás kettő fő szerkezeti egységből áll, az alhidádéból valamint a műszertalpból. Az alhidádé maga az állótengely körül tetszőlegesen háromszázhatvan fokban elforgatható. Azért, hogy a szögmérést pontosan a megjelölt, kitüntetett pont függőlegességben el tudjuk végezni, a mérőállomást úgy kell kötelezően felállítanunk, hogy állótengelyének meghosszabbítása a mérendő ponton menjen keresztül. A mérőállomást ezért többnyire háromlábú műszerállványon, esetleg műszeralátétre teszik. A műszertalp azért van, hogy biztosítsa a mérőállomás rögzítését, még akár valamilyen különleges műszeralátét-hez is.

4.2.2. A geodéziai távcső

A geodéziai távcsövet arra használjuk, hogy a messzire lévő tárgyak képét megnagyobbítsuk, így a valóságos látószögnél sokkal nagyobb, szemünkkel érzékelt látószögű kép előállítása lehetséges, amely szükséges a precíz irányzáshoz. A geodéziai távcsövek egy úgynevezett változtatható – a parallaxis csavar segítségével - fókusztávolságú, vagy más néven belső képállítású távcsövek, melyet az alábbi ábrán tekinthetünk meg.



4.2.2 ábra: a geodéziai távcső Forrás: [5]

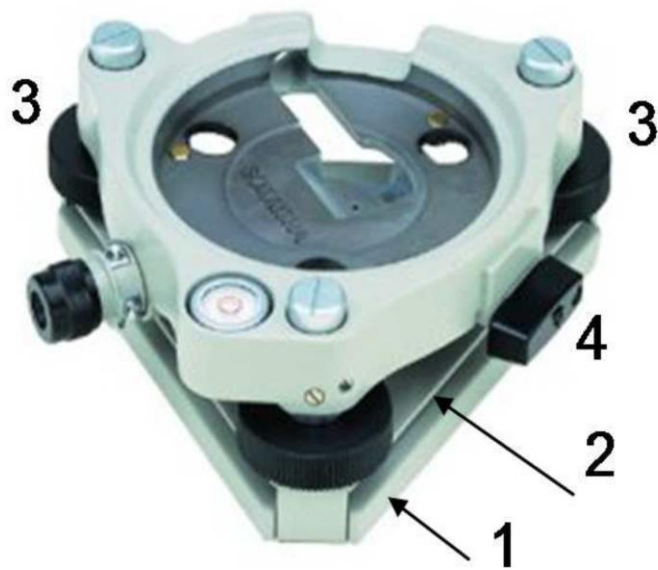
4.2.3. Kötő- és finombeállító szerkezeti elemek

A pontos, precíz irányzást a kismértékű elforgatást, elmozdulást az irányítócsavarok (paránycsavarok) teszik lehetővé. Ezek a berendezések többnyire a mérőállomás oldalsó részén találhatóak kényelmi szempontok miatt, hiszen így az észlelőnek nem szükséges a célról a szemét levenni miközben élesíti a képet.

4.2.4. A műszertalp és a kényszerközpontosító

A műszertalpra azért van szükség, hogy rögzíteni tudjuk a mérőállomást, vagy akár prizmát a műszerállványon vagy a műszeralátétén. A kényszerközpontosító feladata az, hogy lehetőséget adjon az alhidádé kicserélésére. Mindezt úgy biztosítva, hogy a helyettesítő eszköz ugyan abban a tengelybe kerüljön.

A kényszerközpontosítót az alábbi ábrán tekinthetjük meg:



4.2.3 ábra: a műszertalp látható Forrás: [5]

3/1.2.5. Libellák

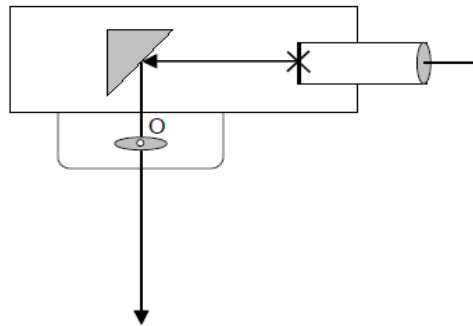
Az állótengely függőlegessé tételét libellák segítségével végezzük. A libellák a tengelyek és a síkok függőlegessé illetve vízszintessé tételét segítő eszközök, melyet az alábbi képen tekinthetünk meg:



4.2.4 ábra: a libella látható Forrás: [6]

3/I.2.6. Vetítőberendezések

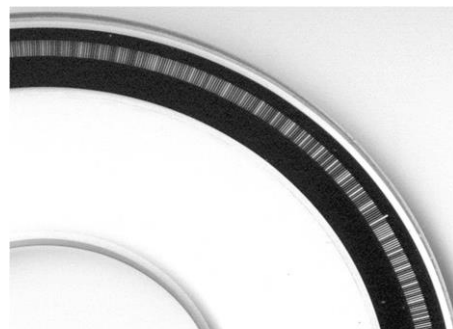
A vetítőberendezések azt a célt szolgálják, hogy az állótengely síkjának meghosszabbítása a mérendő ponton menjen keresztül. A mai mérőállomások túlnyomó részén két különböző fajtájú vetítőberendezést alkalmaznak. Az egyik, optikai úton történő vetítés, míg a másik esetben a sík vetítését a műszerbe épített lézergyforrással állítjuk elő. Ezek a lézervetítők. Az alábbi képen megtekinthetjük az effajta vetítő berendezést:



4.2.5 ábra: a vetítés elve látható Forrás: [5]

3/I.2.7. A vízszintes és a magassági kör

A vízszintes kör – melyet limbusz körnek is neveznek - a műszer törzsében, míg a magassági kör, az alhidádében helyezkedik el. A körök anyaga üveg, amelyre az osztásvonalakat fotográfiai úton viszik fel. A körosztások, az automatikus körleolvasás kivitelezése végett kódolt formában van jelen. A ma használatos vízszintes körök egysávú kódoltak, melyet az alábbi képen tekinthetünk meg:



4.2.6 ábra: a leolvasó kör osztásvonásai láthatóak Forrás: [5]

3/I.2.8. A műszerállvány

A mérőállomás a mérendő pont csúcsában a kényelmes mérés érdekében az észlelő magasságához viszonyítva kell felállítani. Ezt segíti a műszerállvány. A műszerállványnak a mérés idejére biztosítani kell a mérőállomás mozdulatlanságát. A műszerállvány két fő szerkezeti egységből áll, a műszerállvány fejezetéből és a háromágú műszerlábból. Az alábbi ábrán egy saját készítésű képen mutatom be:

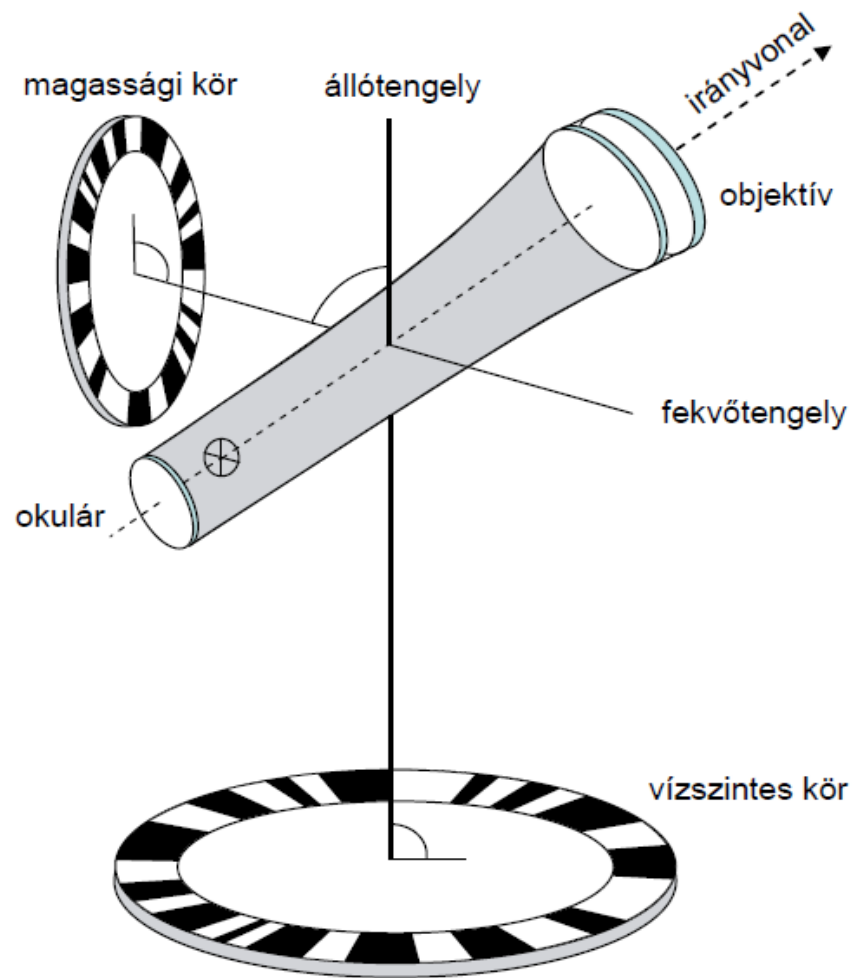


4.2.7 ábra: A háromlábú műszerállvány látható a képen Forrás: [4]

3/I.2.9. A teodolit

Végül, de nem utolsó sorban térnek ki a mérőállomás lelkére, a teodolitra, mely lehetővé teszi a precíz szögmérést. Ennek a működési elvét ismertetem, az alábbiakban. Ahhoz, hogy teodolittal pontos szögmérést tudjunk végezni vízszintes és a magassági értelemben, szerkezeti elemeiknek többértű geometriai feltételeknek kell megfelelnie.

A szerkezeti részek és a közöttük fennálló kapcsolatot az alábbi ábrán tekinthetjük meg:



4.2.8 ábra: a teodolit felépítése látható Forrás: [5]

A magassági és a vízszintes szögmérés leolvasásához szükséges két, kiosztással ellátott kör, amelyek szimilárisak egy egyszerű iskolai szögmérőhöz. Ezeket nevezzük a magassági és vízszintes körnek. A magyar szakirodalmakban a vízszintes kört limbuszkörnek is gyakorta nevezik. A térbeli irányok precíz méréséhez a térbeli mérendő pontokat pontosan kell megirányozni, ehhez pedig a már említett geodéziai távcső használata szükséges. A távcsövet elforgathatóvá kell tenni, kettő egymásra merőleges tengely körül. Ezt a két tengelyt, állótengelynek és fekvőtengelynek nevezzük.

4.3 Szkennerek

Alaptérképek készítésénél használható ez a technika is. Három nagy csoportra bonthatjuk őket: a földi, a légi és a mobil szkennelésre. A mindennapi munkára legelterjedtebb a földi szkennelők használata elsősorban a költségek miatt. Igaz ez a technológiai ágazat is folyamatos fejlődésen megy keresztül és mára egyre nagyobb teret hódítanak az úgynevezett „UAV-k” (Unmanned Aerial Vehicle) vagyis drónok használata építkezések, tervezések során.

Szkenneléshez azon drónok a legalkalmasabbak, melyek úgynevezett „LIDAR-al” (Light Detection and Ranging) felszereltek. Ezek használata előnyös lehet, amikor sűrűn beépített helyre terveznek. Folytatólagos, már meglévő épülethez építenek hozzá. Vagy kiterjedéséből fakadóan nagy területet, akár lakott területen kívül esőt kell előkészíteni tervezéshez. Ezt nyilván könnyebb „lerepülni”, mint gyalogosan megtenni. (Például egy domborzatmodellhez szükséges pontállomány.) Nagy előny a sebességük és a viszonylag gyorsan elkészülő pontfelhő. Ami egyben lehet a hátrány is, hiszen a nagy mennyiségű mért pontokhoz, utólagos kiértékelő munka szükséges. Kiválogatni a hasznos pontokat időigényes háttér munkát igényel. Mivel a pontok java része irreleváns, igaz ez beállítás függő is lehet, hogy milyen részletességgel, milyen sűrűn szeretnénk „letapogatni” az érintett területet. Forrás: [5]



4.3.1 ábra: egy LIDAR-al szerelt drón látható - Forrás: [7]

Működési elve

A lézerszkennelésről egy olyan folyamat, mely során a lézeres technológia segítségével olvassuk be a felületeket, tárgyakat. Működési elve megegyezik a lézeres távmérőéekkel, vagyis a fényforrás egy meghatározott irányba lézersugarat bocsát ki, mely visszaverődik a különböző felületekről. A visszaérkező jelek feldolgozása után adják meg a mért objektumféleséget. Segítségével mérhetőek a természetes és a mesterséges tereptárgyak. A módszer a leggyorsabban fejlődő távérzékelési eljárásként is ismert.

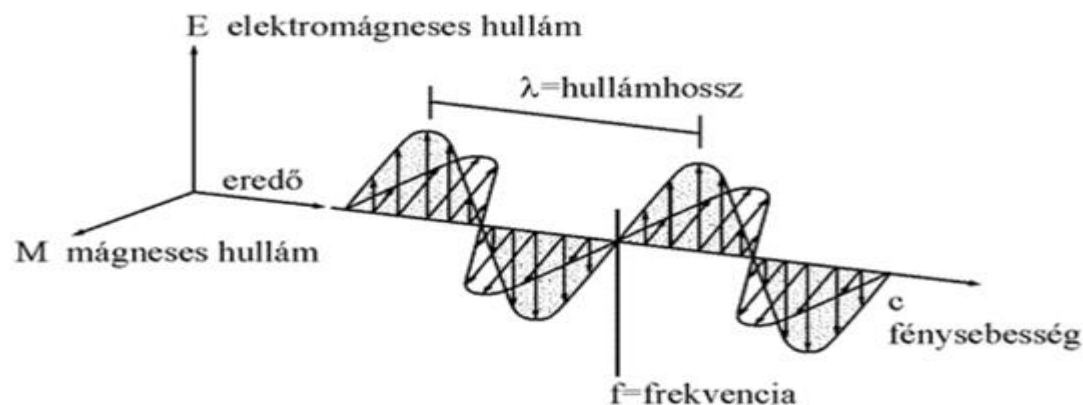
A lézer angol nyelvből származik, a „laser” betűszó magyar megfelelője, mely a „Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation” kifejezést takarja. Ez magyarra fordítva annyit tesz, mint „stimulált emisszióval (kibocsátással) történő fényerősítés”. A lézerfénynek van többek között olyan tulajdonsága is, melyek a fényben nem, illetve kisebb mértékben érzékelhetőek. Ez az ami különlegessé és népszerűvé teszi több iparágban is. Távérzékelésre a szakirodalmakban számos meghatározás született már, de a legáltalánosabb megfogalmazás szerint a távérzékelés olyan eljárás, mely során az információ gyűjtéséhez nem szükséges közvetlen kapcsolatot létesítünk az objektumokkal. A fogalom felöleli az információ gyűjtés folyamatát, és a szerzett adatok kiértékelésének munkáját is. A távérzékelés többféle képpen mehet végbe elektromágneses, szeizmikus vagy akár gravitációs módon is. Az optikai távérzékelési keretein belül megkülönböztetünk aktív és passzív adatgyűjtési rendszereket. Előbbi, a különböző objektumok felületének elektromágneses sugárzását és a Napból származó visszavert sugarakat használja fel (ebbe a csoportba tartozik a fotogrammetria). A passzív rendszer érzékeli a saját maga által kibocsátott sugárzás visszaverődését is. Ebből egyértelműen kitűnik, hogy a lézerszkennelés egy aktív módszer. A szkennerek maga bocsát ki elektromágneses jelet, amit visszaverődésük után képes rögzíteni. Forrás: [7]

A sugárzás fizikájának alapja

Elektromágneses sugárzás formájában testek folyamatosan energiát sugároznak. Az elektromágneses sugárzás időszakosan változó mágneses és elektromos tér. Transzverzális hullámokként terjednek a térben mindeközben impulzust és energiát szállítanak. Az ezzel egyidejűleg végbemenő visszaverődés és elnyelés egyensúlyi állapotot eredményez.

A folyamat függ a hőmérséklettől. Két összetevőből áll az elektromágneses sugárzás hulláma, a terjedés irányára és egymásra is merőlegesek:

(M): szinuszos mágneses hullám, valamint (E): szinuszos elektromos hullám, melyet az alábbi ábrán tekinthetünk meg:

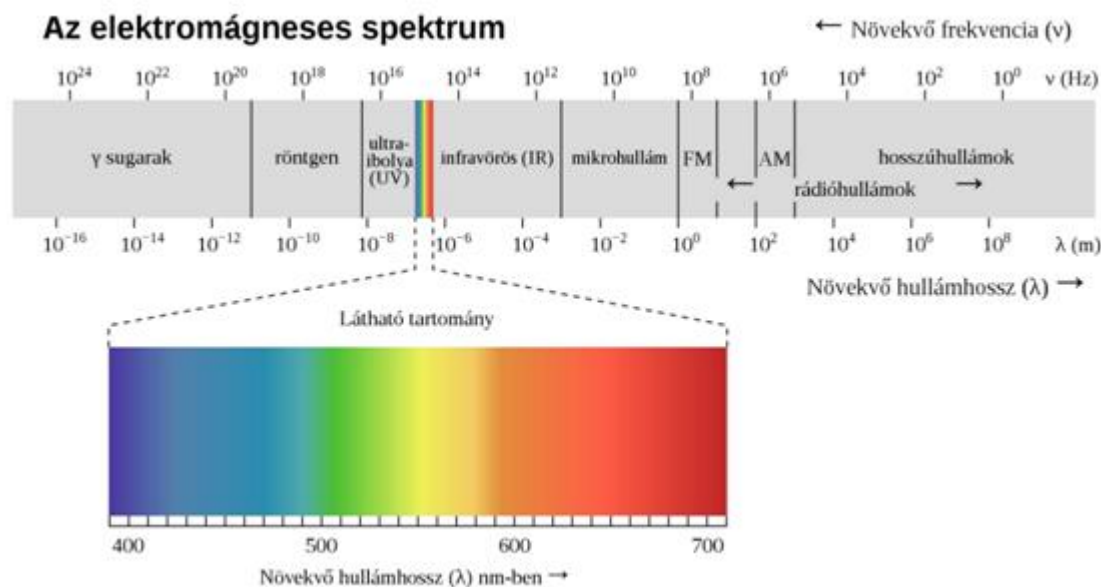


4.3.2 ábra: a mágneses és elektromos hullám modellje látható Forrás: [8]

Az elektromágneses sugárzást a hullámhossz, a frekvencia és a sebesség alapján jellemezhetjük. Frekvenciának (f) nevezzük a meghatározott idő alatt egy adott ponton átmenő csúcsok számát, hullámhossznak (λ) nevezzük a két szomszédos csúcs közötti távolságot. A fény terjedési sebessége egy állandó, ismert szám (körülbelül 299 970 km/s vákuumban), a frekvencia, a hullámhossz fordítottan arányosak egymással.

$c = f * \lambda$ egyenlőség írja le a köztük fennálló kapcsolatot.

f - a frekvencia, c - a fény terjedési sebessége (km/s), λ - a hullámhossznak a rövidítése. A testek elektromágneses sugárzást bocsátanak ki magukból, melyek hőmérsékletének az abszolút 0 fok (-273,15 Celsius fok) fölött kell lenniük. Az elektromágneses sugárzást két csoportra a mesterséges és a természetes sugárzásra bontható. Mesterséges sugárzásra akár a mindennapi életünkből is hozhatunk példát, ilyen az infralámpa, mikrohullámú sütő vagy a televízió által kibocsátott sugárzás. Az utóbbi csoportba az úgynevezett szoláris sugárzás tartozik, mely az az égbolt és a Nap által kibocsátott sugárzást jelöli, valamint ide sorolható a földfelszíni sugárzás is. Forrás: [7]



4.3.3 ábra: az elektromágneses spektrum és benne kiemelve a látható tartomány szerepel
Forrás: [9]

Ha az elektromágneses sugárzást a frekvencia és a hullámhossz alapján osztjuk fel, megkapjuk az elektromágneses spektrumot. Ennek a teljes spektrumnak távérzékelésnél azonban csak egy kis részét hasznosítjuk. A távérzékelésre felhasznált műszerek az alábbiak szerint csoportosíthatóak:

A („VIS” – Visible Spectrum) a látható spektrum tartománya, ($\lambda=0,4 - 0,7$ nanométer hosszú) ez az ami emberi szemmel érzékelhető. (NIR – „Near InfraRed”), közel infravörös tartomány, aminek hullámhossza ($\lambda=0,7 - 1,3$ nanométer) és az előző spektrális tartományhoz hasonlóan, a földfelszín által visszavert sugárzást foglalja magába.

A („MIR” - Mid-infrared), azaz a középső infravörös tartomány ($\lambda=1,3 - 3,0$ nanométer hosszú). Ennél a tartománynál is főként a felszín által visszavert, Napból érkező sugárzás a jelentős, de már érzékelhetőek a felszín által kibocsátott sugarak is.

A („FIR” - Far Infrared) a távoli infravörös tartomány ($\lambda=3,0 - 15$ nanométer hosszú), ahol már számottevő a kibocsátott sugárzás a földfelszín által. Forrás: [6]

4.3.1 Levegőből végzett lézerszkennelés

A technológia nevének eredete azonos volt a repülőből használt szkennerek megjelenésével, mert eleinte kizárólag a magasban hasznosítható fajtája volt. Megjelenésüknek teret nyitott a navigációs technikai eszközök hatalmas fejlődése. Az elmúlt 60 évben jelentek meg a „GNSS” és az „INS” rendszerek. A műszereket szállító légi járművek többfélék is lehetnek, melyek az alábbiak: „UAV” hőlégballon, repülőgép, helikopter. Fontos megjegyezni, hogy a drón irányításához különbözeti vizsga letétele szükséges, mely nélkül törvényesen nem vezethetünk ilyen kis repülőt. A helyszín biztosítása, és az ezzel járó szabályok betartása, mint terület igénylése, időpont kiválasztása akár egy külön szakdolgozati téma fejezet is lehetne, melyre most nem térek ki.

4.3.2 Földről végzett lézerszkennelés

A földi lézerszkennerek rendszerek mikor megjelentek, csak az állványra helyezett műszereket használták. A lézer használatának elterjedése elősegítette, hogy ez az ágazat is robbanásszerűen fejlődjön az elmúlt években. Ez lehetővé tette, hogy a földi lézerszkennerek már alkalmasak lettek arra, hogy ne csak statikus mérést lehessen velük végezni, hanem, lehetőség nyílt a dinamikus méréseknek a végrehajtására is.

4.3.3 Mobilizált lézerszkennelés

A tudomány tovább fejlődésnek az eredményeként a megjelent a mobil szkennelés. A technológia nagymértékben megegyezik a légi lézerszkenneléssel, viszont itt már több szenzoros érzékelésre van szükségünk. Az eljárás sajátossága magában foglalja, hogy folyamatosan mozgó járművekre legyenek szerelve. Kezdetekben személygépjárművek bizonyos részeit használták, mostanában már teherautókra és hajókra is telepíthetnek lézerszkennereket. Forrás: [7]

4.4 Hibrid technológiák

Már említettem, hogy van lehetőségünk a GNSS vevőt és mérőállomást kombinálva mérést végeznünk a terepen. Ha mérőállomásunkban beépített szervomotor található, akkor lehetőségünk van az úgynevezett „one-man system”, azaz egy személyes felhasználásra. Ezt a technológiát robot mérőállomásnak is nevezzük. Előnye, hogy a terepi mérés kivitelezését egy személy is el tudja látni, hiszen beállítástól függően a mérőállomás folyamatos lézer-kontaktot tartva prizmánkkal irányozza azt. Amint a mérendő ponthoz érünk, ott megállva pár másodpercet várva, az árbócot függőlegessé téve egy gombnyomással a vezérlőről mérést tudunk végezni, mivel a mérőállomásunk a prizma tengelyét irányozza. Ezelőtt a fejlesztés előtt, minimum két személyre volt szükség, aki a prizmát vitte, míg egy aki irányozta azt. De előfordult, hogy külön jegyzőkönyvvezető is volt a mérőállomás mellett, aki a pontokat jegyezte fel pontszámnak megfelelően, hogy a későbbi feldolgozást ezzel könnyítse meg, tegye egyértelművé. Emellett alkalmazhatóak az UAV-k bázisállomással, ahogy Kesik András kollegám is tette ezt munkája során. Így ezen összes technikát figyelembe véve, elég széleskörű választási lehetőségünk van tervezési alaptérkép készítéséhez. Nyilván a költségeket szem előtt tartva kell választani, hiszen ezek a technológiai vívmányok, millió forintos tételek.

5. A FELMÉRÉS FOLYAMATA

A tervezési alaptérkép készítéséhez geodéziai tervezői jogosultság szükséges, mely a 327/2015. (XI. 10.) Korm. rendelet 5.§ -ban megtalálható, miszerint „geodéziai tervező az a személy lehet, aki az Fttv. 29/B. § (4) bekezdés b) és c) pontjában foglalt feltételeknek megfelel, a lakóhelye szerinti területi kamara tagja, földmérő igazolvánnyal, a földmérési és térképészeti tevékenység végzéséhez szükséges szakképzettségről szóló 19/2013. (III. 21.) VM rendeletben meghatározott felsőfokú szakirányú szakképzettséggel, 5 év szakmai gyakorlattal, megfelelő referenciamunkákkal, valamint szakmai minősítő vizsgával rendelkezik.” Forrás: [8]

Első lépésben megigényeltük a telekre, szomszédjaira vonatkozó adatokat a Hajdú-Bihar Vármegyei Kormányhivatal Földhivatali Főosztály Földhivatali Osztály 2-től. Az alábbi formanyomtatvány segítségével, mely a földhivatal honlapján elérhető.

+

3/2018. (VI. 29.) AM-rendelet 1. melléklet

Földmérési és térképészeti adatok igénylése

ingatlan-nyilvántartási célra

Iktatószám:

(az adatszolgáltató szervezet megnevezése)

Igénylő adatai:		ÜGYFÉLKÓD:			
Neve: Boda Tibor Sándor					
Címe/székhelye:					
Személyazonosító okmány	megnevezése: Személyi igazolvány	száma:			
Statistikai azonosító számjelle:					
Jogosultság igazolása:	Földmérő Igazolvány száma:				
Az elektronikus kapcsolattartást biztosító e-mail cím:					
Költségvállaló adatai (amennyiben nem azonos az Igénylővel):					
Neve:					
Címe/székhelye:					
Statistikai azonosító számjelle:					
Igényelt adatok:					
Település:		Hajdúnánás			
Fekvés (külterület, belterület, zártkert):		kerület:			
Érintett földterület(ek) helyrajzi száma és darabszáma:					
Adatigénylés célja: Épületfeltüntetési vázrajz					
Változási vázrajz száma:					
Igényelt adatok tétel szerint (számla előkészítő)*:					
Sor-szám	Szolgáltatás kódja	Igényelt adat(ok) megnevezése:	Menny. (db.)	Egységár (Ft)	Ár összesen (Ft)
Kelt: 20.....évhónapnap ügyintéző aláírása P. H. *					
A díjmentesség igazolására vonatkozó megjegyzés: 					
Kelt: 20.....évhónapnap P. H.** kérelmező aláírása					
A fentiekben felsorolt adatok(ok)at átvettem: 					
Kelt: 20.....évhónapnap P. H.** átvevő aláírása					

* Az ingatlanügyi hatóság tölti ki!

** Jogi személy/egyéb szervezet esetén bélyegző lenyomatának helye

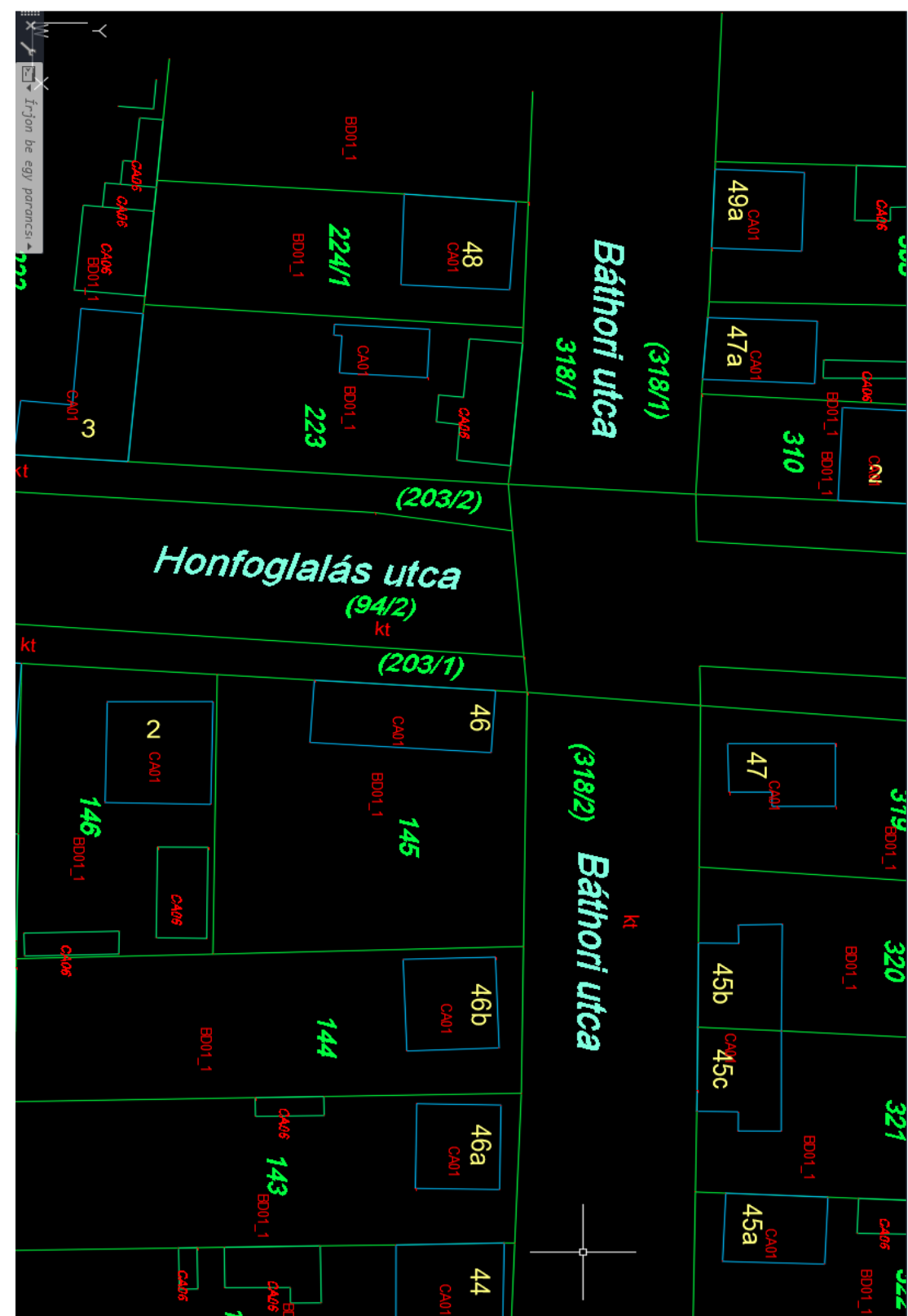
Megjegyzés: Az ingatlan-nyilvántartás tartalmában változást eredményező földmérési munkákhoz, valamint a kizérési munkákhoz igényelt földmérési és térképészeti állami alapadatok csak hitelesítve szolgáltatathatók!

5.1.1 ábra: A földhivatali adatkérő lap látható Forrás: [10]

Az adatigénylő lapnak számos adatot szükséges tartalmaznia ezek a „2. melléklet a 8/2018. (VI. 29.) AM rendelethez a földmérési és térképészeti adatigénylő lap tartalma egyéb célra” található meg. Forrás: [16].

A földmérési és térképészeti adatok szolgáltatására vonatkozó jogszabály a „25/2013. (IV. 16.) VM rendelet” 2.§-a alapján a következő: az ingatlan-nyilvántartás módosítását célzó földmérési tevékenységhez az adatszolgáltatás teljesítése előtt szükséges ellenőrizni az adatbázisban lévő adatoknak az összhangját. Tehát meg kell győződni arról, hogy a földhivatali ingatlan-nyilvántartás adatbázisában lévő adatok vajon megfelelnek-e a hiteles tulajdoni lapon szereplő és nyilvántartott területtel, adatokkal. Abban az esetben, ha a hiteles tulajdoni lapon a nyilvántartott adatok eltérnek az állami ingatlan-nyilvántartásban szereplő területi adatoktól olyan mértékben, mely az ebben a rendeletben megengedett tűréshatáron túlmutat, úgy az adott terület járási hivatalához tartozó földhivatal a földmérési, térképészeti tevékenységekről szóló 2012. évben kiadott „XLVI. 17. §-a” szerint köteles eljárni az ügyben. Az adatszolgáltatást az adott területhez tartozó járási hivatal földhivatali osztálya teljesíti. Az érintett földrészletre, valamint annak elhelyezkedésére vonatkozó adatokat is beleértve. Forrás: [9]

Az adatokat digitális formában kaptuk meg, mely az alábbi ábrán látható:



5.1.2 ábra: A földhivatali digitális térképi nyilvántartás látható a képen Forrás: [4]

A képen látható, hogy még a régi épület földhivatali ingatlan nyilvántartásból nem került ki, ezért az első munkafolyamat ennek az épületnek a törlése volt. Ehhez vázrajzot nem volt szükséges készíteni, mivel az érvényben lévő jogszabályok szerint, ha az adott telken minden épületet elbontanak, akkor földmérő által készített vázrajzra nincs szükség. Ellenben hatósági bizonyítványt kell a földhivatalhoz benyújtani, melyet a kormányhivatal ad ki. Cégünknel egy TOPCON HiPerSR GNSS vevő és hozzá hibrid technológia használatára alkalmas Topcon GT-1003 mérőállomás állt rendelkezésünkre. Az alábbi képen látható hibrid állapotban a vevő és a hozzá bluetooth-al kapcsolódó mérőállomás, kezelő.



5.1.3 ábra: A képen a cégnél használatos robot mérőállomás a hozzátartozó GNSS vevővel és kezelővel látható Forrás: [4]

Jól látható, hogy a prizmára (esetünkben: egy ATP 360) szerelt GNSS vevő, középpontja egy egyenesbe esik, ezzel biztosítva, a pontos műszertájékozást. A pontosabb pozícionálás érdekében használhatunk mini prizmát, amely az alábbi ábrán látható:



5.1.4 ábra: A miniprizma Forrás: [4]

Az elv, hogy a vevő közepelése után, a meghatározott koordinátára mérést végzünk a mérőállomással, úgy hogy a prizma tengelyét, középpontját irányozzuk, ezzel megadva a mérőállomás számára az alappontot. A prizma egy személyes („one-man system”) mérésnél egy árbócra van rögzítve melynek alja a mérendő pont csúcsán helyezkedik el. Ezt a folyamatot elvégezzük minimum háromszor, de a biztosabb álláspont meghatározása érdekében legalább ötször. Fontos méréstechnika lépés, hogy a választott pontok között legyen megfelelő távolság. A vevő számára ne legyen kitakarás, a mérőállomás számára a prizma és lézernyaláb között semmilyen zavaró tényező ne kerüljön, hiszen a levegőben lévő fénytörő „prizmák” már rontanak a mérési eredményeinken. Az alappontokat öt mérési álláspont meghatározásnál érdemes úgy választani, hogy a 360 fokos kört „lefedjük” a mérőállomás körül. Amint a pontjainkat megmértük, helyesnek ítéltük azokat, az előre telepített Magnet Field szoftver számítja ki a már kiegyenlített álláspontunkat. Ehhez a program, a kiegyenlítő számítások elvét használja, azon belül is a „II-ik” kiegyenlítési csoportot. Ami a közvetett mérések kiegyenlítése, vagyis adott pontról, több irányba történő mérésből adódó fölös többlet adatokat egyenlíti ki. [15]

5.1 A mérési metódus kiválasztása

Ahogy már fentebb említettem, lehetőségeket, terepviszonyokat, technológiai rendelkezésünkre állást, környezetet megvizsgálva a leggazdaságosabb, a legenergiahatékonyabb módszer a geodéziai RTK-s vevő használata volt mérőállomással. Így lehetőségem nyílt a hibrid módszer alkalmazására, az egyszemélyes mérés kivitelezéséhez mérőállomással. Csak néhol a természeti, és a mesterséges tereptárgyak jelentettek kisebb kitakarást a jó vétel számára. Ezek igaz alig, de zavarták a műhold jeleket, így a pontos mérés elvégzése érdekében arra döntöttünk, hogy a hibrid technológiát alkalmazzuk. A mérőállomás elhelyezését illetően még nem hívtam fel a figyelmet arra, hogy célszerű olyan helyen felállítani, ahonnan minden szükséges mérendő pontot elérünk egy álláspontból. Mivel az újbóli pozicionálás és álláspont meghatározás hibával terheli, terhelheti mérésünket. Ebből következtethető, hogy minden mérőállomásos munkánál célszerű arra törekedni, hogy minél kevesebb álláspontból oldjuk meg a ránk háruló feladatot.

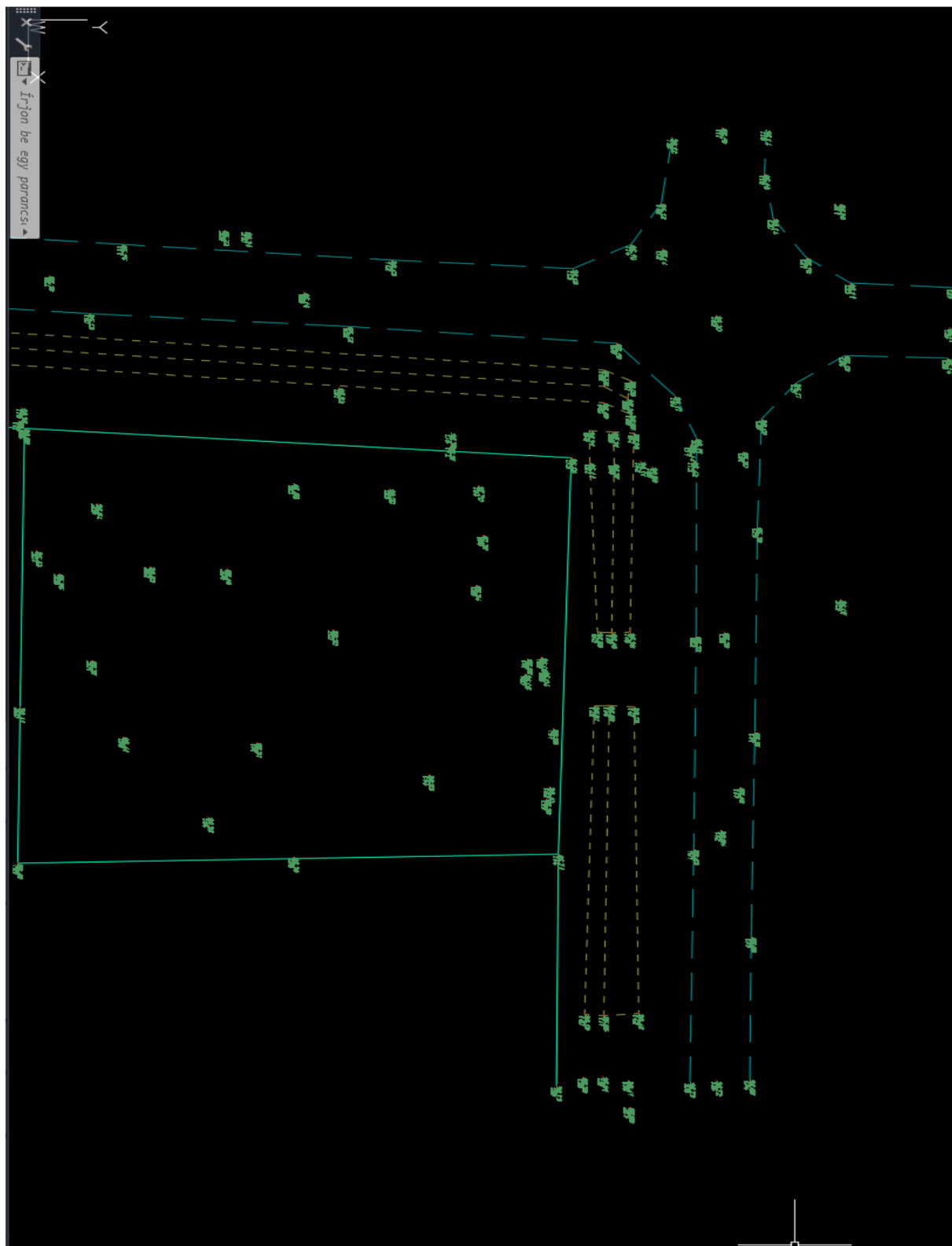
5.2 A gyakorlati felmérés

A mérést, ahogy fent említettem a mérőállomás megfelelő elhelyezésével kezdtük. A műszerállványt beállítottam, a libella és a mérőállomásba elhelyezett kompenzátor segítségével függőlegessé tettem, az állótengelyt. Így megkezdhattuk az álláspont meghatározását. Az előretelepített „Magnet Field” szoftvert használva a szükséges beállításokat elvégezve kezdtem a pozicionálást. Itt több lehetőség is van számunkra, de az általános EOVS-vetületi rendszert, a „HD72”-es (Hungarian Datum) alapfelületre állítjuk. A pontok sorrendje kelet, észak, magasság. A vevőre szerelt 360 fokos prizma egy a hozzá tartozó árbócon helyezkedett el. Egy személyes használat esetén célszerű saját magunkra irányozni és kiválasztani a követés funkciót, amivel a mérőállomás folyamatos lézer kontaktot fenntartva a prizmára, követi a mozgásunkat. Amint egy megfelelő és stabil ponthoz értem kis időt várva a precíz vevő helymeghatározás érdekében, az árbócra szerelt libella segítségével függőlegessé tettem a prizmát és a vevőt. Ezt követően a kezelőn megnyomtam a mérés indítása gombot, amivel a vevőm közepelt. Vagyis az elérhető műholdakról adatot gyűjtve meghatározta a tőlük lévő távolságát, majd a kiegyenlítést használva, a kiválasztott pont koordinátáját. Ehhez szükséges a magyarországi „FÖMI” szolgáltatás mely korrigálja a mérést, ezzel elérhetővé téve a centiméteres pontosságú GNSS mérést. Ez a folyamat egy többlépcsős munka, amit a „GNSS technológia” című fejezetbe már említettem. Ezután a szoftver automatikusan felajánlja a prizmára történő mérést is. Természetesen ezt a funkciót kiválasztva a mérőállomás lézernyaláb segítségével mérést végzett a prizmára is, így már „tudta”, hogy a pont koordinátájához milyen szögleolvasás és távolság érték tartozik. Fontos megjegyezni mérés technikai szempontból, hogy a mérés ideje alatt árbócunknak, vevőknek, prizmánknak mozdulatlanul kell maradniuk. Mivel minden elmozdulás hibával terheli az álláspontunk meghatározását. Ezt a folyamatot ötször megismételve, ügyelve hogy a mérőállomás körül a „360 fokos” kört lefedve, a vevőnk zavartalanul észlelhessen, határozzuk meg az álláspontunkat. Amint álláspontunk meghatározásra került elkezdhattuk a tervezési alaptérképhez szükséges pontok adatának gyűjtését. Immár két lehetőségünk is volta mérés kivitelezéséhez. Ahová a műhold jelek nem jutottak el zavartalanul, a mérőállomást használtuk. A felmérés során, a megrendelővel és tervezővel előre egyeztetett, minden releváns tereptárgy, úgymint kerítés, árok,

kandeláber, útburkolat, csomópont, felszíni közművek, aknák felmérésre kerültek. A szomszédos telekhatárokat mérés alapján a földhivatali állományból kapott szomszédos telekhatárokat mérés végeztem. Azt tapasztaltuk, hogy a kerítések a nyilvántartott adatokhoz képest hibahatáron belül vannak, így terület módosításra szükség nem volt. A pontos mérés elvégzése miatt a műszer újra inicializálása után ugyanazon a ponton legalább egy ismétlő mérést is végeztem. Az egész pont állománynak 10%-án, de ha a mérendő pontok száma nem éri el a 20-at abban az esetben minimum két ponton érdemes ezt megtennünk. Forrás: [10] Bár, a saját tapasztalatomból merítve, még egyszer sem fordult elő az újra inicializálás során, hogy méteres eltérések lettek volna két GNSS mérés között. Ez köszönhető a szolgáltatás infrastruktúra hatalmas fejlődésének.

Természetesen ezekre a kritériumokra figyelve kellett a terepi munkát végre hajtani. A telken belül, magassági pont adatokkal is el kell látni a geodéziai előkészítő munkát, ami ebben a családi ház tervezésnél jelentős szerepet játszott, hiszen a telken belül a régi épület helyén egy nagy föld halom volt található. Ezt a tervező úrnak figyelembe kellett vennie, mind költség számítás, mind terület rendezés szempontjából. Amit még nem említettem, de sok többlet terepi munkától megmenthet bennünket, hogy a mérés végeztével érdemes ellenőrző méréseket végrehajtani (legalább kettőn), mégpedig a tájékoztató pontokon. Ehhez természetesen az is kell, hogy a tájékoztató pontokat megjelöljük a mérés kezdése előtt, hogy a végén pontosan vissza tudjunk állni rá. Ez azért fontos, mert így megállapíthatjuk már terepen is a mérés végeztével, hogy történt-e jelentős műszer elmozdulás. Abban az esetben, ha igen, akkor még van lehetőségünk orvosolni a hibát azzal az egy kiszállással. Ha az ellenőrző mérést sűrűbben megcsináljuk, akkor nyilván részleteire bontva a mérést láthatjuk, hogy mikor történt elmozdulás, így csak azt az adott pont-halmazt kell újra mérni.

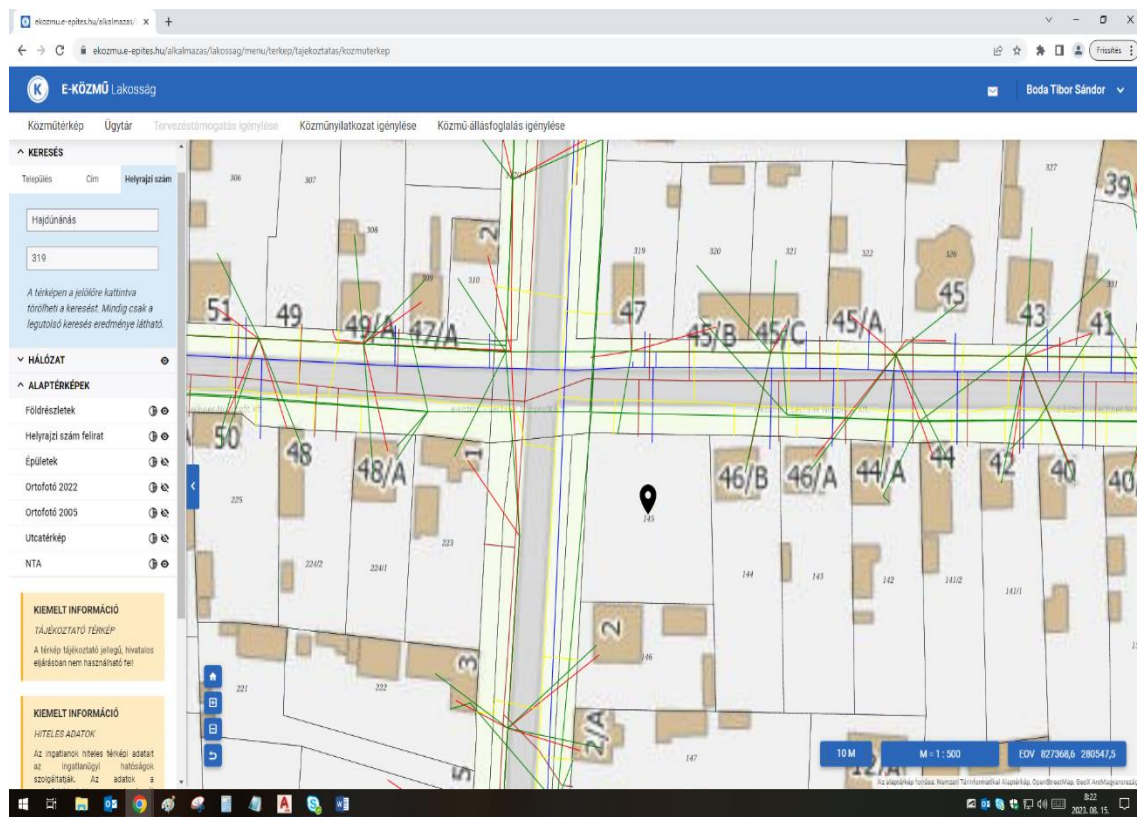
5.3 A mért adatok, dokumentumok előkészítése, feldolgozása



5.3.1 ábra: A képen a nyers terepi mérés pontmegírásokkal látható – Forrás: [4]

A terepi mérés végezetével a kezelőn beállítva kérhetünk már „dxf” illetve „txt” fájlformátumú kimeneti adatot. A pontállomány feldolgozása AutoCad-es „dwg” formátumba készült el. Igaz a koordinátajegyzék behíváshoz az ITR programot használtuk, mivel „txt” állományból könnyebben megoldható a feladat. Ezek a leírások, pontkódok alapján segítik az utó feldolgozást. Hiszen a terepi mérés és az irodai feldolgozás között eltelhet annyi idő amelyben már feledésbe merülnek, hogy mit is mértünk azon a ponton. Itt is tökéletesen látható, hogy a koordinátajegyzék alapján egyértelműen tudtuk hozzárendelni a pontokhoz tartozó attribútumokat. Az árok és az útburkolat szaggatott vonallal látható, a telekhatár folyamatos vonallal. Az egyéb pontok pedig magassági adatot, terepi jellemzőt vagy valamely közmű felszíni helyét mutatja. Ezek a későbbi ábrán jelkulcsokkal ellátva jelennek majd meg. A tervező kérheti az e-közműben található adatok egyidejű összemásolását a terepen mért pontokkal, esetünkben csak a mellékelt ábrát csatoltuk. Nyilván a megfelelő kamarai jogosultság birtokában a tervező több adathoz is hozzáfér az e-közmű rendszerén belül. Fontos információt szolgáltat a közművek bekötésének tervezésnél az ingatlan körüli ellátottság. Munkahelyemen tapasztaltam, hogy a hibás nyilvántartásból adódóan, úgy vélte a tervező, hogy a telken belül rendelkezésre áll a gázbekötés. Ezt, terepen senki nem ellenőrizte. A felszínen gázcsonk („felállás”) nem volt, úgy gondolták, hogy földi elzáróval van a telek ellátva. A családi ház felépült, amikor elérkezett az idő a fűtésrendszer kialakítására - a tervező a vélelmezett helytől megtervezte az ingatlan gáz ellátását - amely azonban a valóságban nem volt fellelhető. Ebből gyorsított eljárás keretén belül, az Opus Tígas Zrt. köteles volt kiépíteni egy leágazót a telken belül. Ez a megrendelő számára nyilván többlet időt és költséget jelentett, amely során a jogi fellépés sem volt kizárható.

Az alábbi képen az e-közmű nyilvántartás adott területre levetített közműhálózat ellátottságát mutatja be:

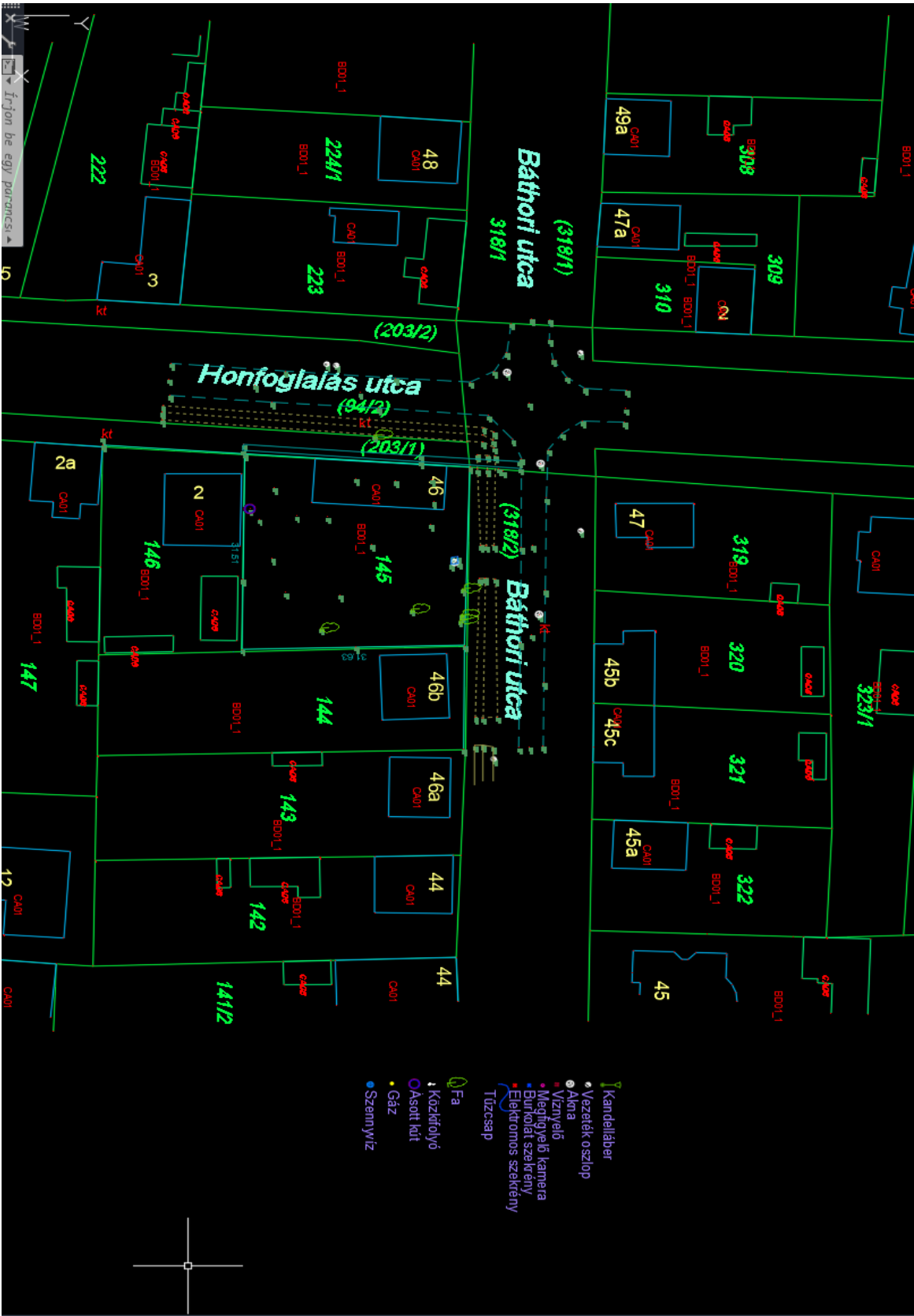


5.3.2 ábra: A képen az e-közmű nyilvántartása látható az érintett területre Forrás: [11]

A földtömegszámítást mi egy nyílt forrású QbaTura Forrás: [11], illetve a kezelőhöz tartozó Magnet Field Forrás: [12] nevű programmal szoktuk végezni. A számítása „Delauney-háromszögelés” módszerével történik. Ennek a módszernek az elve az alábbi: legyenek egy síkon vagy három dimenzióban a térben szabálytalanul elhelyezkedő pontjaink. Feltesszük, hogy az összes pont köré szerkeszthetők olyan sokszögek (poliéderek), amelyek belső pontjaik közelebb esnek a keresett pontokhoz, mint az összes többihez. Az ilyen tulajdonságokkal rendelkező idomok konvexek és folytonosan telítik meg a síkot, három dimenzióban a teret. Ebből következik az, hogy a poliéder oldallapjai merőlegesek lesznek a körülvevő pont többi másik pontokkal összekötő egyenesekre és egyben felezik őket. Ha az összes pontot összekötjük a fent említett szempontok szerint, abban az esetben, egy az optimálisához nagyon közeli háromszögfelbontást kaphatunk, ami legjobban modellezi a sík ilyen értelmű felbontását. Ezt a felbontást nevezzük „Delaunay-három-

szögelésnek”. A térbeli értelmezés során a szomszédosként meghatározott pontok összekötése egyértelmű hozzárendelés és optimális tetraéder felbontást eredményez, amivel már könnyebben számolható a felmérésre szánt objektum térfogata. Végeredményként ez az, amiért szükség van a Delaunay-háromszög elméletre. Forrás: [13]

A mérés utó-feldolgozását, ahogy már említettem ITR és AutoCad programok használatával készítettük el. A végtermék egy dwg fájl kiterjesztésű állomány lett. A programok közötti átjárhatóság több problémát is felvet, a szoftverek közötti konverzió egy külön ágat képvisel. Mi is tapasztaltuk, hogy az ITR fájlból létrejövő dxf minimális transzformációval kerül ki. Ez úgy derült ki, hogy a kezelőnk valamiért (nem jöttünk rá a hiba okára még) az AutoCadből létrehozott dxf fájlt nem olvasta be EOY-helyesen. Így muszáj volt azt az ITRbe behívni, majd onnan dxf export fájlként elmenteni a szükséges adatot. Ezt behívva a kezelőbe, pedig azt tapasztaltuk, hogy igaz minimálisan, de a pontok koordinátái között különbség mutatkozott. Itt a tervező által használatos jelkulcsokat elhelyeztük a megfelelő mért pontokra az egyértelműség, jól kivehetőség végett. (akna, fa, elektromos vezetékek – légkabel), mely az alábbi képen látható:



5.3.3 ábra: A képen a jelkulcsok, azok elhelyezései láthatóak Forrás: [4]

Itt ugye már jól látható az, amire feljebb utaltam, hogy a tervező által használatos jelkulcsokat elhelyeztük a rajzon, a terepen tapasztalt kerítést ráhelyeztük a nyilvántartott térképi állományra. Ahogy azt említettem az eltérés nem indokolt térképhelyesbítést. Amint ezek munkát elkészítettük, továbbítottuk a tervezőnek. Adategyeztetés végett természetesen folyamatos kapcsolat állt fent a tervező úrral.

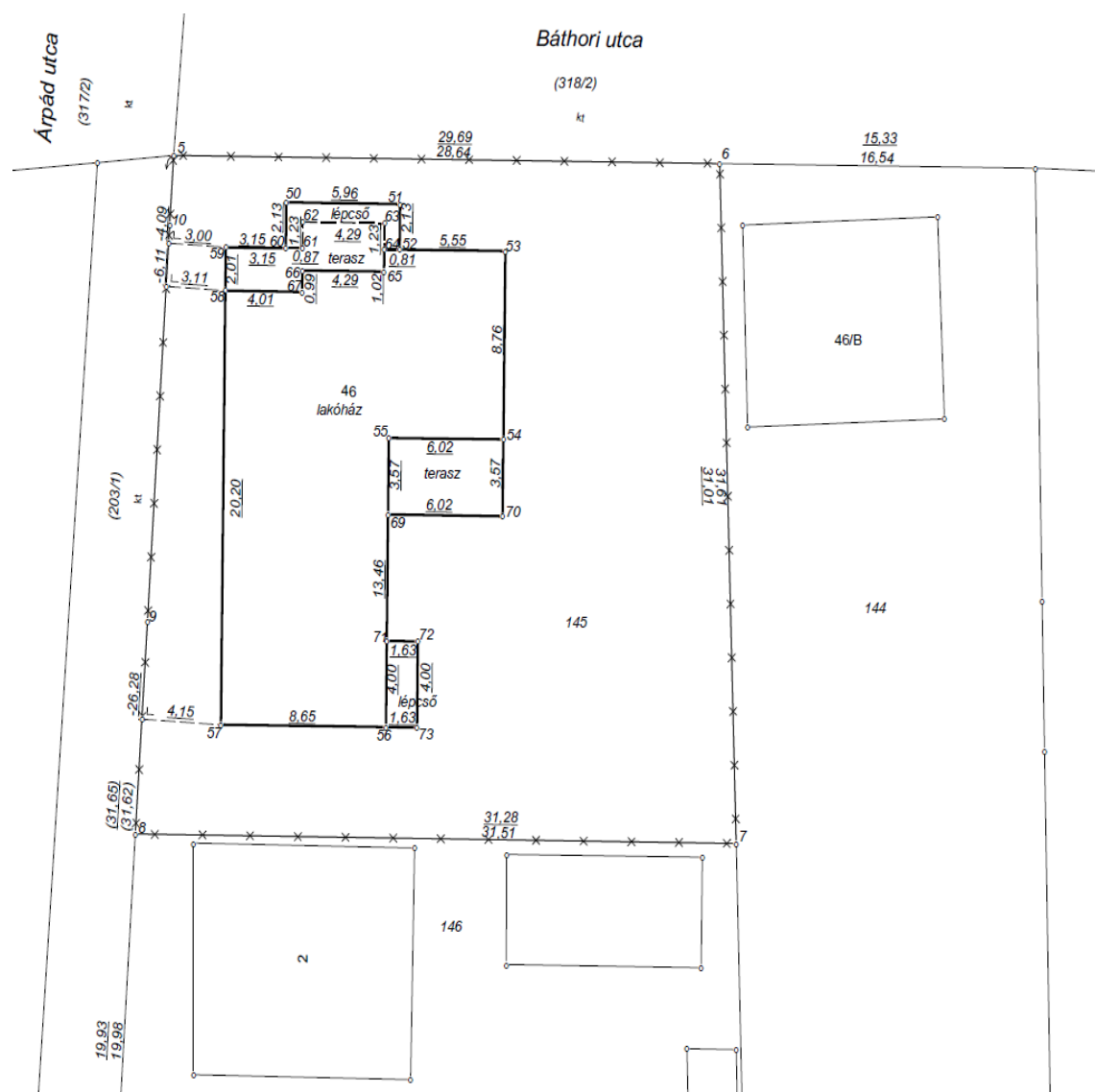
A lakóház kitűzésével is minket bíztak meg. A jelenleg érvényben lévő jogszabályi követelményeket betartva, nem készítettünk kitűzési vázrajzot. Hisz a szabály azt mondja ki, hogy minden telekhatárra épülő házról szükséges. Mivel ez láthatóan nem oda épült, így eltekinthettünk tőle. A kitűzés előkészítést én készítettem el AutoCad programban egy dxf fájl formátumban. Ehhez a tervező biztosította a tervrajzot, ami alapján a fal sarkainak pontjai felszerkeszthetővé váltak. Az irodai munka elkészülése után ismét kivonultunk terepre és a jól bevált hibrid módszert alkalmazva megjelöltük a kivitelező által kért sarokpontokat. Itt fontos megjegyezni, hogy célszerű a kivitelezővel felvenni a kapcsolatot, hiszen a munkát ők végzik, így azon pontok felvitele érdemes, amellyel az ő munkájuk folyamatát tudjuk legjobban megsegíteni. Természetesen a teljes családi ház alaprajzának koordinátáit felvittem, így még terepen is lehetett plusz pontokat kitűzni. Tapasztalat alapján, kérhetik a kivitelezők nagyobb családi ház esetében a belső teherhordó falak sarokpontjainak a kitűzését. A pillérek pontjainak a kitűzését. Mi általában egy alján kihegyezett, tetején megfestett fa cövekkel jelöljük a kért pontokat. Ha már az alap elkészült és felkérnek bennünket (ahogy itt is példa volt rá), egy újabb kivonulással a betonra Hilti-szeggel jelöljük a szükséges sarokpontokat. Ezeket meg is festjük körbe a jobb fellelhetőség érdekében. Egy alkalommal kellett gyorsan kivonulnunk, mely nem betervezett munka volt. Hajdúnánáson történt az eset mikor a friss betonba a vasszerelés helyét kellett megmutatnunk, kitűznünk. Ezek a későbbi pillérek alapjának szolgáltak. A kivitelező munkásai a betonba helyezték az előre összeszerelt betonacélt. Itt tapasztaltuk azt az eltérést, amivel az ITR program a transzformáció során „eltolta” a koordinátákat, mind keleti mind északi irányban.

A megépült családi ház épületfeltüntetői vázrajzának megvalósításához is bennünket bíztak meg. Jelen esetben egy újbóli kivonulással és méréssel oldottuk meg a feladatot. A Topcon GNSS vevőnket használtuk. Jogszabályi követelményeket betartva ellenőrzés

céljából ráértünk a kerítés töréspontjaira, egy-egy szomszéd kerítésére. Illetve a leg-alább két ellenőrző mérést is elvégeztük egy-egy kiválasztott ponton. Majd a családi ház falsíkjait vettünk fel a vevővel. Ehhez a hagyományos 50 méter hosszú szalagot használva megmértük a falak külső síkjának hosszait. Így állt össze az épületfeltüntetői vázrajz terepi munkája. Irodában pedig megszerkesztve ITR programmal, a szükséges attribútumokat, feliratokat elhelyezve, melynek a mérési eredménye, az alábbi képeken látható:



5.3.4 ábra: A képen a családi ház digitálisan feltüntetve látható Forrás: [4]

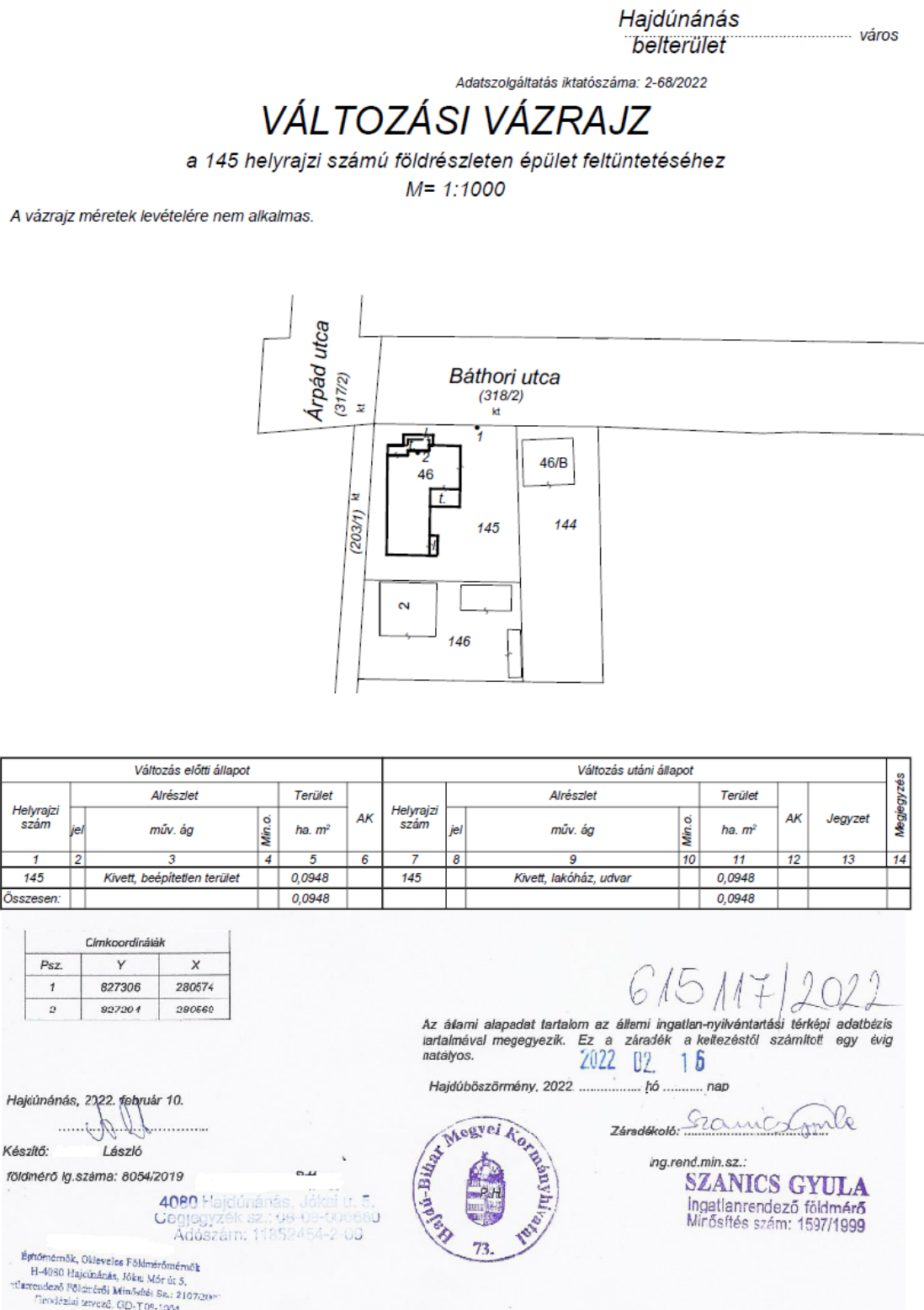


5.3.5 ábra: A képen a mérési vázlat látható Forrás: [4]

A mérési vázlaton feltüntetésre kerültek a terepen mért fal és kerítés hosszak illetve a nyilvántartott méretek. A házhoz tartozó és feltüntetés köteles teraszok, maga a lakóház megírással és a lépcsők.

Az épületfeltüntetési változási vázrajz - mely biztosítja az országos földhivatali nyilvántartásba való bekerülést – elkészültével benyújtottuk az illetékes (hajdúböszörményi) földhivatalba. Az ott lévő kolléga megvizsgálja, és ha mindent szabályszerűnek ítél, ellenjegyezi, lezáradékolja és ezzel egyidejűleg bekerül a központi nyilvántartásba.

A záradékolt változási vázrajz az elkészült munkáról az alábbi képen látható:



5.3.5 ábra: Záradékolt változási vázrajz Forrás: [4]

Az épület feltüntetési vázrajz is jogszabályhoz kötött, amit a „25/2013. (IV. 16.) VM rendelet 5.§”-ban találhatunk, miszerint, a vázrajzokat numerikus eljárással szükséges elkészíteni, változási állományait a magyar alappont hálózatra támaszkodva szükséges elkészíteni. Ezek mellett használhatóak a régebbi felmérésekből megállapított, a terepen, természetben fellelhető ötödrendű felmérési alappontoknak a koordinátái is. A változási vázrajzok készítésére vonatkozó előírások a „6.§”-ban találjuk, miszerint a rajzok készítése szakképzettséghez kötött tevékenység készítőjének a földmérési és térképészeti tevékenység szakmai követelményeiről szóló rendeletben meghatározott szakképzettségek valamelyikével rendelkeznie kell.” A változási állománynak és az épület feltüntetési vázrajznak tartalmaznia szükséges az újonnan létrejövő, illetve a már meglévő épületeknek a főbejáratait és az épületen belüli címkoordinátáját. Forrás: [9]

Ehhez egy táblázatba foglalva elkészítettük a koordinátajegyzéket, melyet ugyancsak csatolva megküldtünk a földhivatalhoz. Ebben szerepelnie kell a meglévő, felhasznált alappontoknak, az új mért, meghatározott pontoknak és a pontkódoknak. Az erre vonatkozó jogszabály: „8/2018. (VI. 29.) AM” rendelet 4. számú mellékletében a „pontkódok az ingatlan-nyilvántartási térképi adatbázisban” megtalálható. Forrás: [16]

Adatszolgáltatás:2-68/2022			Hajdúnánás belterület
Munkaszám: 22/2022			
Koordinátajegyzék			
Az 145 helyrajzi számú földrészleten épületfeltüntetéshez			
Meglévő pontok:			
5	827285.180	280574.720	4115
6	827313.820	280574.350	4115
7	827314.690	280542.720	4215
8	827283.180	280543.160	4115
9	827283.810	280553.050	4115
10	827284.980	280571.500	4115
Új pontok:			
50	827291.095	280572.534	3236
51	827297.059	280572.463	3236
52	827297.034	280570.335	3236
53	827302.586	280570.270	3236
54	827302.482	280561.514	3236
55	827296.467	280561.585	3236
56	827296.307	280548.130	3236
57	827287.658	280548.233	3236
58	827287.899	280568.428	3236
59	827287.923	280570.444	3236
60	827291.070	280570.406	3236
61	827291.937	280570.396	3236
62	827291.951	280571.625	3236
63	827296.241	280571.574	3236
64	827296.226	280570.345	3236
65	827296.214	280569.321	3236
66	827291.925	280569.372	3236
67	827291.913	280568.380	3236
69	827296.425	280558.015	3236
70	827302.440	280557.944	3236
71	827296.355	280552.130	3236
72	827297.985	280552.110	3236
73	827297.937	280548.111	3236
Hajdúnánás, 2022. február 10.			

5.3.6 ábra: A képen a koordinátajegyzék látható Forrás: [4]



5.3.8 ábra: A képeken a megépült családi ház látható Forrás: [4]

Ezzel a munkafolyamattal be is fejeződött a geodéziai munkakör. Lezáradékolás után több feladat nem hárult ránk. Büszkén mondhatom, hogy sikeresen teljesítettük azokat a munkákat, melyekkel megbíztak bennünket. Természetesen a kivitelezőt is dicséri a végeredmény, de látható, hogy egy gyönyörű családi ház építéséből vehettem ki a részem.

6. ÖSSZEFOGLALÓ

Több hasonló munkából vehettem már ki a részem, melyekre érintőlegesen is igaz, de utaltam. Örömmel tölt el az, hogy részese lehetek egy család terveinek, esetleg álmainak a megvalósulásában. A mérés nagy gondosságot igényel szem előtt tartva azt, hogy a megbízónk mit vár el. Illetve az adott terepviszonyokhoz mennyire szükséges a mi alkalmazkodásunk, milyen módszereket használjunk, hogy egy precíz munkát tudjunk átadni a tervezőnek. Számomra ez kezdetben nagyon sok segítséget igényelt, hiszen a terepen első alkalomkor a költségek csökkentése végett, kell felismerni minden olyan tereptárgyat, domborzati jellemzőt, amelynek felvétele szükséges a pontos tervezői munkához. Előfordult, hogy kimaradt a terepi felmérésből, olyan pont ami indokolta az újbóli kivonulást. Nyilván, amíg ez városon belül történik meg, nem jelent túl nagy többletköltséget, de időben, hatékonyságban bizony jócskán csökkenti az eredményességünket.

Köszönetet szeretnék mondani tanárainknak akik a három év alatt felkészítettek egy ilyen munka gondos kivitelezéséhez. Diáktársaimnak, akikkel együtt készülve, egymást segítve haladtunk előre a félévek során. Kollégámnak, aki biztosította a technikai hátteret a felméréshez, és szakmai gyakorlatával, tapasztalatával segítette ezt a munkámat, szakmai fejlődésemet is. Tanácsaival ellátva megkönnyítette a mérés utó feldolgozását, hiszen fontos, hogy amit terepen mérünk, milyen könnyedséggel tudunk az irodába feldolgozni. Gondolok arra, hogy a pontszámokat figyelembe véve egyszerre egy adott objektum csoportot, mint például útburkolat mérjük végig. Ezzel a hibalehetőségét csökkentve annak, hogy egy adott pontszámhoz rossz megjegyzést, pontleírást csatolunk, mely zűrzavart okozhat a nyers adatok feldolgozásában.

Végül látva az eredményeket, biztatnék minden tervezőt, kivitelezőt, hogy a gondos munka elvégzése végett bizzon meg több hasonló munkával bennünket, kollégáimat. A gondolatmenetet továbbvive el tudnám képzelni, hogy a későbbiekben, szabályban rögzítik a tervezési alaptérkép készítését minden újonnan épülő családi ház esetében.

7. SUMMARY

I have been able to take part in several similar works, which are tangentially true, but I have referred to them. It gives me joy to be a part of the realization of a family's plans or dreams. The measurement requires great care, keeping in mind what our client expects. Also, how necessary is our adaptation to the given field conditions, what methods should we use in order to be able to hand over a precise work to the designer. For me, this required a lot of help in the beginning, since the first time in the field, in order to reduce costs, it is necessary to recognize all landmarks and topography features that need to be recorded for accurate planning work. It happened that he was left out of the field survey, a point that justified the withdrawal again. Opening, as long as this is done within the city, does not mean too much additional cost, but it does reduce our effectiveness considerably in terms of time and efficiency.

I would like to thank my teachers who prepared me during the three years for the careful implementation of such work. To my fellow students, with whom we progressed during the semesters by preparing together and helping each other. To my colleague, who provided the technical background for the survey and helped my work and my professional development with his professional practice and experience. With his advice, he facilitated the post-processing of the measurement, as it is important how easily we can process what we measure in the field in the office. I am thinking of measuring a specific group of objects, such as a road surface, at the same time, taking the scores into account. In this way, we reduce the possibility of error by attaching a wrong comment or point description to a given score, which can cause confusion in the processing of raw data.

Finally, seeing the results, I would encourage all designers and contractors to entrust us, my colleagues, with more similar work in order to carry out the careful work. Continuing the train of thought, I could imagine that in the future, the preparation of the planning base map will be recorded in the rule for all newly built family houses.

8. IRODALOMJEGYZÉK

- [1] - Nagy G. J. - előadás jegyzet Műholdas Helymeghatározás
- [2] - Keri E. – Domborzatmodellezés vizsgálata c. szakdolgozat alapján OE-AMK 2021
- [3] - Busics Gy. - Helymeghatározás I.
- [4] - Csepregi Sz., Gyenes R., Tarsoly P. - GEODÉZIA I.
- [5] - Jancsó T. - előadás Fotogrammetria II.
- [6] - <http://www.geo.u-szeged.hu/~laci/ab-RS-jegyzet/ch01s02.html>
- [7] - Halász I. - Ipari padló mérése és minősítése földi lézerszkenneres technológiával c. szakdolgozat alapján OE-AMK 2021
- [8] - <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a1500327.kor>
- [9] - <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a1300025.vm×hift=20171002&txt-referer=A0800178.KOR>
- [10] - m.2. szakmai útmutató digitális tervezési alaptérkép tervezéséhez - <http://mmk-ggt.hu/fap/>
- [11] - <http://www.geodatis.hu/geo/qbatura>
- [12] - <https://www.topconpositioning.com/field-software-and-controllers/field-software/magnet-field>
- [13] - http://www.agt.bme.hu/tutor_h/terinfor/t27.htm
- [14] - Kesik A. - Tervezési alaptérkép készítése c. szakdolgozat alapján OE-AMK 2023
- [15] Detrekői Á. - (1991): Kiegyenlítő számítások (könyvtár)
- [16] - <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a1800008.am>
- [17] - <https://www.foldmeres-dunantul.hu/index.php/foldmeres-szolgalattasok/tervezesi-alapterkep>
- [18] - <https://www.foldetmerunk.hu/tervezesi-alapterkep-keszites>

9. ÁBRAJEGYZÉK

[1] Google térkép

[2] - <https://www.gps.gov/multimedia/images/constellation.jpg>

[3] - https://www.nwyachting.com/wp-content/uploads/2019/04/Hotire_GNSS.jpg

[4] - Saját kép

[5] - Csepregi Sz., Gyenes R., Tarsoly P.: GEODÉZIA I.

[6] - https://www.kiralyszerszam.hu/Sola_DF_30_specialis_libella_30mm-es_at-mero_rogzitheto-i522818.jpg

[7] - https://www.google.com/search?sca_esv=564320650&rlz=1C1BNSDhuHU1020HU1020&q=lidarral+szerelt+dr%C3%B3n&tbm=isch&source=lnms&sa=X&ved=2ahUKE-wjw3tP_t6KBaxWE_rSIHSm9C2QQ0pQJegQICxAB&biw=1920&bih=963#imgrc=hyARXvTetyXUhM

[8] - <http://www.geo.u-szeged.hu/~laci/ab-RS-jegyzet/ch01s02.html>

[9] - https://hu.wikipedia.org/wiki/L%C3%A1that%C3%B3_spektrum

[10] - <https://www.foldhivatal.hu/content/view/23/27/3>

[11] - <https://ekozmu.e-epites.hu/alkalmazas/lakossag/menu/terkep/tajekoztatas/koz-muterkep>

[12] - <https://jbsalessurveyequipment.co.uk/wp-content/uploads/2019/01/Hybrid-GT-SR-Kit.jpg>