



ÓBUDAI EGYETEM
ÓBUDA UNIVERSITY

Alba Regia Műszaki Kar
Geoinformatikai Intézet

SZAKDOLGOZAT

**Tervezési alaptérkép készítése "Szakmai útmutató digitális tervezési alaptérképek készítéséhez"
c. javaslat alapján**

**OE-AMK
2023**

Hallgató neve:

Kesik András József

Hallgató törzskönyvi száma:

T000592/FI12904/A-G



ÓBUDAI EGYETEM
ÓBUDA UNIVERSITY

Óbudai Egyetem
Alba Regia Műszaki Kar
Geoinformatikai Intézet

SZAKDOLGOZAT FELADATLAP

Hallgató neve: Kesik András József

Szakedolgozat száma: [REDACTED]

Törzskönyvi száma: T000592/FI12904/A-G

Neptun kódja: [REDACTED]

Szak: földmérő és földrendező mérnök

Specializáció: Geoinformatika specializáció

A dolgozat címe: Tervezési alaptérkép készítése "Szakmai útmutató digitális tervezési alaptérképek készítéséhez" c. javaslat alapján

A dolgozat címe angolul: Creating a design base map based on the "Professional Guide for Creating Digital Design Base Maps" proposal

A feladat részletezése:

A MMK kamara által elkészített "Szakmai útmutató digitális tervezési alaptérképek készítéséhez" című ajánlás alapján készítse el egy konkrét beruházás tervezési alaptérképét.

Összegezze tapasztalatait.

Beadandó munkarészek: mérési, számítási munkarészek, tervezési alaptérkép

Intézményi konzulens neve: Dr. Tóth Zoltán

Külső konzulens neve: Lehoczky Máté

Munkahelye: LehoGeo Mérnökiroda Kft.

A kiadott téma elévülési határideje: 2025. 07. 10.

Beadási határidő: 2023. 05. 15.

A szakedolgozat: Nem titkos.

Kiadva: Székesfehérvár, 2023. 03. 29.



[Signature]

Intézetigazgató

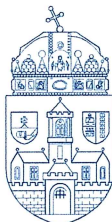
A dolgozatot beadásra alkalmasnak találom: 2023. 05. 15.

[Signature]

belső konzulens

[Signature]

külső konzulens



ÓBUDAI EGYETEM
ÓBUDA UNIVERSITY

Alba Regia Műszaki Kar
Geoinformatikai Intézet

HALLGATÓI NYILATKOZAT

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

Kelt: Fülöpszállás, 2023.05.12.

.....
hallgató aláírása

Tartalomjegyzék

1.	Bevezetés	1
2.	Digitális tervezési alaptérkép.....	2
3.	Szakmai útmutató digitális tervezési alaptérképek készítéséhez.....	4
4.	Mintaterületek bemutatása.....	7
4.1	Gyalog-, és kerékpáros nyomvonal felmérés	7
4.2	Közforgalmú út felmérése lakott területen belül.....	8
4.3	Közforgalmú út felmérése lakott területen kívül	8
5.	Geodéziai felmérés előkészítése	10
5.1	Országos Közúti Adatbank	10
5.2	E-Közmű adatok lekérése	10
5.3	Földhivatali térképmásolat beszerzése.....	11
6.	Geodéziai felmérés	14
6.1	Földi geodéziai.....	14
6.2	UAV technológia alkalmazása.....	20
6.3	Alkalmazott műszerek.....	30
6.3.1	Leica Sprinter 250M	30
6.3.2	Leica iCON gps 70	31
6.3.3	Leica iCON iCR80.....	32
6.3.4	DJI Phantom 4 RTK	35
7.	Adatfeldolgozás	40
7.1	Adatfeldolgozás az eddigi gyakorlatban	40
7.2	Adatfeldolgozás a szakmai útmutató alapján.....	42
7.3	Adatfeldolgozás ortofotó felhasználásával	44

8.	Alkalmazott szoftverek összehasonlítása.....	45
8.1.1	Agisoft Metashape	45
8.1.2	Virtual Surveyor	46
8.1.3	Autodesk Civil 3D	47
9.	Alaptérkép értelmezhetősége.....	49
10.	Összefoglaló.....	56
11.	Summary.....	57
12.	Irodalomjegyzék	58
13.	Ábrajegyzék	62
14.	Táblázatjegyzék	65
15.	Digitális mellékletek jegyzéke.....	66

1. BEVEZETÉS

A modern infrastruktúra fejlesztésében a geodézia és a térinformatika elengedhetetlen szerepet játszik. A digitális térképészeti módszerek és technológiák széleskörű elterjedése lehetővé tette a pontosabb és hatékonyabb tervezést és építést a tervezési és kivitelezési folyamatokban. Az innovatív fejlesztéseknek köszönhetően a hosszú munkafolyamatokat a korábbiakhoz képest a töredékére csökkenthetjük, ami különösen fontos a megrendelők igényeinek kielégítéséhez, akik minőségi és mihamarabbi teljesítést várnak el a piacon.

A Magyar Mérnöki Kamara Geodéziai és Geoinformatikai Tagozata 2022 októberében kiadta a "Szakmai útmutató digitális tervezési alaptérképek készítéséhez" című ajánlását. Az ajánlás megírásával az volt a céljuk, hogy segítsék a minőségi mérnöki munkát, bemutassák a jó gyakorlatot, valamint a digitális tervezési alaptérképek rétegszerkezetére és az alkalmazandó jelkulcsokra javaslatot fogalmazzanak meg. Az ajánlás révén megismerjük a tervezési alaptérképek készítésének folyamatát, rétegszerkezetét, jelkulcsrendszert, az ehhez használatos eszközöket, valamint az E-közmű adatszolgáltatás kezelésének módját.

A szakdolgozatomban a "Szakmai útmutató digitális tervezési alaptérképek készítéséhez" című ajánlás alapján készítem el egy konkrét beruházás tervezési alaptérképét. Bemutatom, hogy ezen ismeretek hogyan alkalmazhatóak a gyakorlatban, és az útmutató alapján hogyan készíthető el egy digitális tervezési alaptérkép.

Ezen kívül részletesen ismertetem a mintaterületeket, a felmérés előkészítését, a földi geodéziai felmérést, valamint az UAV technológia használatát, továbbá bemutatom az alkalmazott műszereket. A dolgozatban megtalálható az adatfeldolgozás részletes leírása, a feldolgozási módszerek és alkalmazott szoftverek összehasonlítása.

A szakdolgozat zárásaként összefoglalom az általam szerzett tapasztalatokat, amelyeket mintapéldákkal támasztok alá.

2. DIGITÁLIS TERVEZÉSI ALAPTÉRKÉP

A geodéziai tervezői minősítéssel (GD-T) rendelkező földmérő által minőségtanúsított új tervezési alaptérkép szolgál alapul a tervezők számára az építészeti és mérnöki tervek kidolgozásához, hogy a tervezett építmények és infrastruktúra pontosan illeszkedjenek a környező földrajzi viszonyokhoz és azok követelményeihez. A tervezési alaptérképek készítése szükséges, mivel az ingatlannyilvántartási alaptérképek csak állami alapadat-tartalommal rendelkeznek, ami azonban nem biztosít elegendő információt a tervezők számára.

A tervezési alaptérképnek az a célja, hogy egységes alapot szolgáltatson a beruházás részletes műszaki tervezéséhez, kivitelezéséhez, valamint a megvalósulási térkép elkészítéséhez.

A generáltervező szükségleteinek megfelelően ajánlott elkészíteni egy műszaki tervet. Ennek tartalmaznia kell a tervezők által elvárt vízszintes és magassági tartalmak ábrázolását, a pontossági követelményeket, az adatállományok formátumát, valamint a különböző kiegészítő munkarészek részletes leírását és felsorolását. A tervezők határozhatják meg a szerkesztésnél vagy megjelenítésnél használt rétegek sorrendjét és jelkulcsait.

A tervezési alaptérkép síkrajzának minden olyan természetes és mesterséges földfelszíni, földfeletti és földalatti tereptárgyat, valamint földalatti vezetékeket tartalmaznia kell, amelyek a tervezés szempontjából fontosak, és amelyekről már előzetesen írásban megállapodtak a generáltervezővel. Általában nem mérjük a föld alatti objektumok helyzetét, mert az ehhez szükséges kutatás túlságosan költséges és időigényes. Az ilyen jellegű mérésre csak konkrét megrendelés esetén kerül sor.

A tervezési alaptérképet magassági szempontból a feladat jellegétől függően digitális terepmodellel, vagy szintvonalakkal kell bemutatni, ha erre a geodéta külön megbízást kapott a generáltervezőtől. A tervezés során fontos föld feletti és földalatti tereptárgyak, létesítmények magassági adatait is fel kell tüntetni a tervezési alaptérképen. [1] Számos tervező ragaszkodik ahhoz, hogy a mért pontok mellett feliratok is szerepeljenek. Azonban úgy gondolom, hogy a feliratok már elavultak a jelenlegi tervezési technológiák szempontjából, és minden szakági tervezőnek lépést kell tartania a technológiai változásokkal, nem csak a földmérőknek.

A tervezési alaptérképnek nem csak megbízhatónak és precíznek kell lennie, hanem áttekinthetőnek is, hogy könnyen értelmezhető legyen. Ügyelni kell arra, hogy minden lényeges adat és információ szerepeljen a térképen anélkül, hogy túlzottan zsúfolt lenne. A megjelenítés fontos eleme a jelkulcsok alkalmazása.

3. SZAKMAI ÚTMUTATÓ DIGITÁLIS TERVEZÉSI ALAPTÉRKÉPEK KÉSZÍTÉSÉHEZ

A "Szakmai útmutató digitális tervezési alaptérképek készítéséhez" című, "A minőségi mérnöki munka segítése, a jó gyakorlat bemutatása, javaslat a térképek rétegszerkezetére és az alkalmazandó jelkulcsokra" alcímű útmutató készült a Magyar Mérnöki Kamara Geodéziai és Geoinformatikai Tagozatának gondozásában, a 2022. évi Feladat Alapú Pályázatok pénzügyi keretéből. A kiadvány 2022 októberében jelent meg Budapesten, és a kiadója a Magyar Mérnöki Kamara. A szorzat szerkesztője Wagner Ernő a Magyar Mérnöki Kamara elnöke. Az útmutató MMK FAP azonosítója: 2022/108-GGT. A szakdolgozatomban a nevek után zárójelben található számok a Magyar Mérnöki Kamara kamarai névjegyzékében szereplő egyedi kamarai azonosító számok, amelyek az adott személyhez kapcsolódnak.

Szerzők:

dr. Siki Zoltán (01-0796)

- okl. építőmérnök
- mérnökmatematikai szakmérnök

Csemniczky László (01-12335)

- okl. földmérő és térinformatikai mérnök

Holéczyné Kajtár Dóra (19-0111)

- okl. építőmérnök
- geodéziai és térinformatikai szakmérnök

Lehoczky Máté (19-01111)

- földmérő és földrendező mérnök
- digitális térségfejlesztés szakembere
- drónirányító és adatelemző szakmérnök

Répás Zoltán (11-01009)

- földmérő és földrendező mérnök

Tóth István (12-00389)

- földmérő mérnök

Lektorálta:

dr. Tóth Zoltán (07-1187)

- okl. földmérő és térinformatikai mérnök

Abban a szerencsés helyzetben vagyok, hogy a belső konzulensem, dr. Tóth Zoltán a szakmai útmutatónak a lektora, a külső konzulensem, Lehoczky Máté pedig az egyik szerzője. A szakdolgozat témáját közvetlenül ismerő személyek mélyebb rálátással rendelkeznek az anyagra és a téma részleteire, hiszen aktívan közreműködtek az útmutató létrejöttében. Ez lehetővé teszi, hogy értékes szakmai betekintést nyújtsanak számomra a legfrissebb trendekről, kutatási eredményekről, gyakorlati tapasztalatokról vagy az aktuális kérdésekről a témával kapcsolatban. Az ő támogatásukkal és véleményükkel megerősíthetem a dolgozatomban előadott érvek és eredmények szakmai relevanciáját és fontosságát.

A tervezési alaptérképek készítése az egyik kulcsfontosságú lépés az építési és infrastrukturális tervezési folyamatban. Készítésének a folyamata számos különböző geodéziai mérőeszközt és szoftvert igényel, hogy a tervezési alaptérképek megfelelően elkészüljenek és használhatók legyenek a tervezési és építési munkák során. Ez az útmutató bemutatja a tervezési alaptérképek készítésének folyamatát és a szükséges eszközöket, amelyek támogatják ezt a folyamatot.

Az útmutató először áttekintést ad a tervezési alaptérképek céljáról, és bemutatja a felmérés tartalmát, beleértve az ábrázolandó objektumokat, a szintvonalas térképet és a mért magasságok jelölését, valamint a föld alatti létesítmények felkutatását. Ezután ismerteti a digitális térképek formátumát, beleértve a földhivatali adatokat és az E-közmű adatokat, valamint a műszaki dokumentáció fontosságát.

A szerzők ezután bemutatják a digitális tervezési térképek rétegszerkezetét, és bemutatják az egységes digitális jelkulcs kialakításának fontosságát a tervezési alaptérképekben. Ezt követően gondosan ismertetik a tervezési alaptérkép készítését támogató eszközöket, beleértve a sablonokat, mintaállományokat, valamint a segédprogramokat a konverzióhoz, rajzi tartalom ellenőrzéséhez, rajzok átalakításához a sablonnak megfelelő formába, jelmagyarázat készítéséhez AutoCAD-ben, és a jelkulcsi jelek konvertálásához különböző formátumok között.

A következő részben részletesen bemutatják az E-közmű adatszolgáltatás kezelését, beleértve azt, hogy hogyan importáljunk az AutoCAD Map 3D és Civil 3D programokba, valamint hogyan készítsünk DXF fájlt SHP állományból.

Az irodalomjegyzék a felhasznált forrásokat tartalmazza, a mellékletek részben pedig megtaláljuk a digitális állományok listáját, a segédprogramok listáját, az ajánlott rétegkiosztást, a térképi jeleket, a segédprogramok letöltését és telepítését, a parancssori programok futtatását Windows rendszeren, valamint az AutoCAD vonaltípus definíciókat.

4. MINTATERÜLETEK BEMUTATÁSA

Szakdolgozatomban három mintaterületet vizsgálok, közülük a Bokod-Oroszlány közötti kerékpározható közutak tervezéséhez készült tervezési alaptérkép készítését szeretném részletesen bemutatni. Az említett projekten túl további két projektet is bemutatok példaként, az egyik a lakott területen belüli közforgalmú út felmérésére vonatkozik, míg a másik a lakott területen kívüli közforgalmú út felmérését tárgyalja.

4.1 Gyalog-, és kerékpáros nyomvonal felmérés

A szakdolgozatom témája részben egy korábbi projektem bemutatása, mely a Bokod-Oroszlány közötti kerékpározható közutak tervezési alaptérkép elkészítését ölelte fel.

A felmérési területet három szakaszra lehetett osztani, melyek a következők:

Az 1. szakasz a 81134 útszámú országos közút (Erőmű út, 6-os út) 0+936 szelvényétől tart a 0+000 szelvényéig, a Kis utca (8154) és a Fő utca (8143) között.

A 2. szakasz a 8143 útszámú országos közút (Fő utca, Bokodi úti dűlő) 7 + 908 szelvényétől tart a 5+205 szelvényig az Erőmű út (81134) és a Szent Borbála utca között.

A 3. szakasz 8143 útszámú országos közút (Bokodi út, Mindszenti utca, Rákóczi Ferenc út) 5+205 szelvényétől tart a 3+440 szelvényig, tehát a Szent Borbála utcától a körforgalomig, ahol a Táncsics Mihály út, Bánki Donát utca és Rákóczi Ferenc út találkoztak.

A felmérési feladatok az egyes szakaszokon különbözőek voltak, melyekről részletesen beszámolok a szakdolgozatomban.

Az első szakasz a 6-os út - Kis utca csomópontnál kezdődött, ahol a csatlakozások miatt 25 - 25 méteren szükséges volt mérni a kezdő csomópontot. Ezután a burkolaton haladva 5 pontos burkolatfelvételt kellett készíteni a megrendelő kérésére, valamint a burkolat szélétől 5 - 5 méterre egy-egy tereppontot rögzítettünk.

A második szakasz az Erőmű út - Fő utca csatlakozásában folytatódott. Itt a külterületi részen a feladat az volt, hogy részletesen felmérjük a 8143 útszámú országos közút északi oldalát, mivel itt tervezték a kerékpárutat, míg a déli oldalon csak a burkolatot és egy tereppontot kellett megmérni. A projekt keretében új önálló kerékpáros hidat terveztek a hidak környezetében, ezért részletes felmérésre volt szükség, beleértve a vízfolyásokat,

valamint a közúti hidat is. Önálló kerékpáros műtárgy tervezését irányozták elő az Által-ér-, az Erzsébet-ér-, valamint a Labanc-patak fölé.

A harmadik szakasz a 8143 útszámú országos közút és a Szent Borbála utca kereszteződéséből indult. A külterületen az előző, 2. szakaszra vonatkozó követelmények voltak irányadóak, míg Oroszlány belterületén még nem volt biztos, hogy egy önálló egyoldali kétirányú kerékpárút-, kétoldali irányhelyes kerékpárút-, vagy emelt kerékpársáv kerül megtervezésre, ezért a területről részletes tervezési alaptérképet készítettünk.

4.2 Közforgalmú út felmérése lakott területen belül

A Gátér-Pusztaszer összekötő út felmérését 2022 február első hetében végeztük el. A megrendelő a RODEN Mérnöki Iroda Korlátolt Felelősségű Társaság volt. A RODEN Kft.-t Kovács Márton (13-11149, 13-63667) irodaigazgató képviselte a projekt során. A RODEN Kft. 1991-ben alapított vállalkozás, amely magas szintű szakmai tapasztalattal rendelkezik és komplex tervezői és mérnöki szolgáltatásokat nyújt megrendelőinek. Az alapítása óta eltelt időszakban végzett magas szintű tervezési tevékenységnek köszönhetően a több mint 30 éves RODEN Mérnöki Iroda ma már hazánk egyik meghatározó cége a közlekedéstervezés terén.

Az útszakasz Bács-Kiskun vármegye Kiskunfélegyházi járásában található, Gátér településen. A 4518 jelű országos közút a Gátért Pusztaszerrel összekötő út. A feladatunk tervezési alaptérkép készítés volt a 4518 jelű országos közút 0+003 szelvényétől a 2+200 szelvényéig.

A meglévő burkolat általánosan középső 3 m szélességben 15 cm vastag rakott alaplól áll, míg a kétoldali szélesítésnél 15 cm vastag zúzottkő alap található legalább 1 réteg felületi bevonattal. A felmérési szakaszon nyílt árkos vízelvezetés található, amely főként az útburkolatról lefolyó csapadékvizek miatt jelentős mértékben feliszapolódott. Az árkok a felmérési szakaszon szikkasztó szerepet töltenek be.

4.3 Közforgalmú út felmérése lakott területen kívül

A Csengőd-Akasztó közötti összekötő út felmérését 2022 február első hetében sikeresen elvégeztük. A megrendelő a RODEN Mérnöki Iroda Korlátolt Felelősségű Társaság volt. A RODEN Kft.-t Kovács Márton (13-11149, 13-63667) irodaigazgató képviselte a projekt során.

Az útszakasz Bács-Kiskun vármegyében, a Kiskőrösi járásban található. Az 5303 jelű országos közút a Csengődöt Akasztóval összekötő út. A feladatunk tervezési alaptérkép készítés volt a 5303 jelű országos közút 38+000 szelvényétől a 40+895 szelvényéig.

Általában a meglévő burkolat típusa rakott alap, amelyet itatott aszfaltmakadámmal több réteg felületi bevonattal láttak el. A felmérendő szakaszon, hasonlóan a gátéri projekthez, nyílt árkos vízelvezetés jellemző, amely főként az útburkolatról lefolyó csapadékvizek miatt gyakran feliszapolódik. Az árkok az érintett szakaszon szikkasztó funkciót látnak el.

5. GEODÉZIAI FELMÉRÉS ELŐKÉSZÍTÉSE

Az előzetes adatgyűjtés során minden szükséges információt összegyűjtünk a geodéziai mérés megkezdéséhez. A felmérés előtti első feladat az útszakasz lehatárolása, amely magában foglalja a kiírásban szereplő kezdő és végpontok meghatározását, valamint az összes köztes szakasz és hozzá kapcsolódó elem, mint például műtárgyak, víztestek, és infrastruktúra, áttekintését. Az adatok előzetes begyűjtése és gondos elemzése révén már a geodéziai felmérés előtt eredményesen befolyásolhatjuk a tervezési alaptérkép minőségét és műszaki jellemzőit.

5.1 Országos Közúti Adatbank

Az Országos Közúti Adatbank (OKA) egy összetett térinformatikai, műszaki és szakértői rendszer, amely tartalmazza az állami kezelésű országos közutak adatait idővel változó módon. Ezek az adatok magukban foglalják az úthálózat nyilvántartását, térképi geometriáját, útpálya szerkezetét, keresztmetszeti és hossz adatait, az útpályához kapcsolódó objektumokat, műszaki létesítményeket, valamint a kézi és gépi mérésekből származó adatokat, amelyek további műszaki adatokat is tartalmaznak logikai kapcsolatok révén. [2] A geodéziai felmérés előkészítési folyamataiban a számunkra releváns információkat használjuk fel.

5.2 E-Közmű adatok lekérése

Az E-közmű adatok igényléséhez a <https://www.e-epites.hu/e-kozmu> portált használva lekérhető az érintett terület közműnyilvántartása. Az igényelt adatok .dxf és .shp formátumokban érkeznek, és egységes országos vetületi rendszerben (EOV) tartalmazzák a vezetékek nyomvonalakat és a kapcsolódó műtárgyak elhelyezkedését. Az adatbázisban található információk tartalmazzák többek között olyan attribútumokat is, mint például:

- vezetékek elhelyezkedése,
- vezetékek típusa,
- vezetékek anyaga,
- vezetékek fajtája,
- szolgáltató neve,
- védőtávolságok.

Az E-közmű igénylés során figyelniük kell arra, hogy vannak olyan szolgáltatók, akik nem kötelezettek térképi adatszolgáltatásra. Ezekről a szolgáltatókról nem kapunk pontos információt, így a helyszínen kell kitalálnunk, hogy melyik szolgáltatóról lehet szó.

5.3 Földhivatali térképmásolat beszerzése

A geodéta feladatai között általában nem szerepel a földhivatali térképmásolat beszerzése. Ez leggyakrabban a geodéziai felmérés mellékleteként található meg a tervdokumentációban. A földhivatali térképmásolat igénylésére az érintett Megyei Kormányhivatal illetékes szervénél van lehetőség, azonban a megléte nem alapvető feltétele a tervezési alaptérkép elkészítésének.

Amennyiben saját magunknak kell beszereznünk a térképmásolatokat, akkor az adatigénylést online formában is intézhetjük. A Földhivatal online rendszerének használatához először ügyfélkapus azonosításra van szükség, majd ezt követően beléphetünk a Földhivatal Online szolgáltatás oldalára. A belépést követően az elektronikus információs rendszer, amelyet a Lechner Nonprofit Kft. biztosít, áll rendelkezésünkre. Fontos kiemelni, hogy a rendszerben végzett felhasználói tevékenységek rögzítésre, naplózásra kerülnek, a jogosulatlan használat tilos és komoly büntetőjogi vagy polgárjogi felelősséggel járhat.

A kezdőlapon lévő szolgáltatások indítása lehetőséget választva megjelennek a Földhivatal online elérhető szolgáltatásai, melyek az alábbiak:

- Ingatlan keresése
- Ügyintézési folyamat követése
- Lekérdezett dokumentumok

Ha rendelkezünk földmérő igazolvánnyal, akkor további egy lehetőséggel egészül ki a lista, amely az egyszerűsített földmérési adatszolgáltatás. Ennek a menüpontnak a kiválasztásával adatszolgáltatást kérhetünk a földhivataltól, és megtekinthetjük korábban beadott földmérési adatszolgáltatás igényléseinket is. Az adatszolgáltatás megrendelése lehetőséget választva megjelenik az igénylési űrlap, amelyet ki kell töltenünk. Az űrlapon az adatszolgáltató szervezetet kell kiválasztanunk, és meg kell adnunk az igénylő és a költségvállaló adatait, valamint az igényelt adatokat.

Területileg illetékes adatszolgáltató szervezet lehet például:

- Bács-Kiskun Vármegyei Kormányhivatal Földhivatali Főosztály Földhivatali Osztály 5. (Kiskőrös)
- Fejér Vármegyei Kormányhivatal Földhivatali Főosztály Földhivatali Osztály 6. (Székesfehérvár)

Az igénylő és a költségvállaló adatai értelemszerűen kitöltendőek, számunkra az igényelt adatok a lényegesek. Ahhoz, hogy az adatigénylésünk teljes körű legyen, szükséges megadnunk a település, kerület és fekvés pontos adatait, valamint az érintett földrészletek helyrajzi számát, továbbá az adatigénylésünk célját is meg kell határoznunk.

Az adatigénylés céljai az alábbiak lehetnek:

- Államhatár változás
- Egyéb célra
- Épület önálló ingatlanná alakítása
- Épületbontás
- Épületfeltüntetés
- Használati megosztás
- Jog bejegyzése vagy törlése
- Jogok és jogi jellegek feljegyzése
- Kisajátítás
- Kitűzés
- Közigazgatási határ változás (megyehatár, település, kerület, fekvéshatár)
- Mérnökgeodézia
- Művelési ág változás
- Társasház- és szövetkezeti ház alaprajz
- Telekcsoporthoz újra osztása
- Telekegyesítés
- Telekfelosztás
- Telekhatár rendezés
- Tény feljegyzése vagy törlése

Az űrlap beadása előtt szükséges ellenőriznünk a felvitt adatok helyességét és pontosságát. Amennyiben minden adatot ellenőriztünk, az űrlap beadható. Miután az űrlapot sikeresen benyújtottuk, az adatigénylésünk összefoglalója megjelenik a korábban említett “beadott igénylések” menüpont alatt.

Üdvözljük:
Kijelentkezés
verzió: 1.6.0


Földhivatal Online

ÜGYFÉLSZOLGÁLAT
Telefon: 1818 (1-es menü 4-es menüpont)
Elérhető: 0-24 óra

Írjon nekünk
Hibabejelentés



Kezdőlap
Szolgáltatások
Földmérési adatszolgáltatás
Beadott igénylések

Az előző oldalakra történő visszalépéshez használja a fenti navigációs sávot! A böngésző Vissza gombja mindig a Kezdőlapot jeleníti meg.

Földmérési és térképészeti adatok igénylése
Változási vázrajz készítéséhez

Adatszolgáltató szervezet megnevezése	Csongrád Megyei Kormányhivatal Földhivatali Főosztály Makói Földhivatali Osztály					
Igénylő adatai			ÜGYFÉLKÓD			
Neve						
Címe/székhelye						
Személyazonosító okmány				megnevezése	személyazonosító igazolvány	száma
Statistikai azonosító számjele						
Jogosultság igazolása						
E-mail címe						
Költségvállaló adatai (amennyiben nem azonos az Igénylővel)						
Neve	GeodEASY Kft.					
Címe/székhelye	6085, Fülöpszállás Solti utca 15.					
Statistikai azonosító számjele	28751836749011303					
Igényelt adatok						
Település	FÖLDEÁK	Kerület	.			
Fekvés (külterület, belterület, zártkert)	külterület					
Érintett földrészelek helyrajzi száma	052/8, 052/13, 0115, 0117					
Adatigénylés célja	Egyéb célra					
Egyéb cél	Tervezési alaptérkép készítése					

1. ábra: Beadott igénylés ellenőrzése a Földhivatal online felületén [<https://info.foldhivatal.hu/>]

Miután az adatigénylésünket benyújtottuk, az illetékes földhivatal végzést, vagy valamilyen formában választ küld nekünk, amelyben részletezi, hogy hová, mekkora összeget és milyen közleménnyel kell befizetni. A befizetés után az ügyintézőnek vissza kell küldenünk az utalási igazolást, majd ezt követően kerül sor az adatszolgáltatásra. Sajnos, a földhivatalok nem egységesen kezelik az adatszolgáltatási feladatokat, ami sok esetben megnehezíti a mérnöki munkát. A földhivatal .dat formátumban szolgáltatja az igényelt anyagot, amelyet FreeTR-rel vagy ITR-rel nyithatjuk meg, majd szükség esetén menthetünk belőle .dxf formátumú fájlt.

6. GEODÉZIAI FELMÉRÉS

6.1 Földi geodéziai

A tervezési alaptérkép készítéssel az UVATERV Zrt.-től Szászvári János (01-3819) keresett meg. Szászvári János az UVATERV Zrt. irodavezető-helyetteseként dolgozik, számos szakmai végzettséggel rendelkezik, többek között földügyi informatikus szakmérnök, földmérő mérnök, útépitési és fenntartási mérnök, valamint geodéziai tervezői- és geodéziai szakértői minősítésekkel, amelyek bizonyítják széleskörű szakmai tudását és tapasztalatát.

Az együttműködés azzal kezdődött, hogy telefonon egyeztettünk Jánossal a geodéziai felmérés részleteiről, és kölcsönös szimpátia után János e-mailben elküldte a Bokod és Oroszlány közötti kerékpározható közutak tervezésére vonatkozó tervezési diszpozíciót, amelyben csupán annyi szerepelt, hogy szükséges a tervezési terület magassági és vízszintes geodéziai felmérése. Magassági értelemben balti alapszinthez viszonyított EOMA (Egységes Országos Magassági Rendszer) és vízszintes értelemben EOVS (Egységes Országos Vetületi Rendszer) rendszerekben, valamint, hogy szükséges a beszerezni a hiteles digitális földhivatali térképeket is. A tárgyi projekt kapcsán nem volt feladatom a földhivatali adatigénylés, ezt a feladatot a Megrendelőnek kellett intéznie. A tervezési alaptérképre vonatkozó Megrendelői igények tisztázása érdekében további egyeztetéseket folytattunk Jánossal.

A végleges megrendelői igények egyeztetése alapján elküldtem az ajánlatomat a tárgyi projektre, valamint a tervezett részletes ütemezést. A projekt ütemezése az alábbi 5 lépésből állt:

- alapponthálózat létrehozása, összeszintezése,
- geodéziai felmérés, szakasz drónos felmérése,
- felmért területek feldolgozása,
- a szakaszcímról készült ortofotó, DEM (Digital Elevation Model/Digitális Domborzatmodell) és tervezési alaptérkép munkaközi szállítása,
- fennmaradt geodéziai felmérés feldolgozása, végszállítás.

Az elküldött ajánlat és az ütemezés alapján az UVATERV Zrt.-től az Irodavezető helyettes megrendelte a tervezési alaptérkép készítését. A felmérés szempontjából kiemelten fontos szempont volt, hogy a teljesítésre csupán két hét állt rendelkezésre. A szűk határidő miatt nem engedhettük meg a pótmérést, ezért kértem a Megrendelőt, hogy amilyen gyorsan csak lehet, küldjék meg nekem a közút által kezelt szakaszokon az országos közúti adatbank által szolgáltatott adatokat, mint például a megállók, átkelési szakaszok, hidak, átereszek, vízfolyások, alapponthálózat, útpályaszerkezet adatok stb. A geodéziai felmérések során kiemelt figyelmet fordítottunk a pontos és megbízható méréstechnikai eljárások alkalmazására.

Az elfogadott árajánlat alapján megkötöttük a vállalkozási szerződést az UVATERV Zrt. irodavezetőjével, Vincze Gézáné Dalmával (01-9560), és meg is kezdtük a munkát. A tervezési feladatok végrehajtásánál szem előtt tartjuk a megfelelő szakértői hozzáértést és minősítést. Ennek megfelelően, a feladat típusától függően olyan geodéziai tervezők, illetve geodéziai szakértők vesznek részt a projektekben, akik rendelkeznek a szükséges minősítéssel. A geodéziai tervezői és szakértői minősítéssel rendelkező mérnökök közös munkája biztosítja a tervezési feladatok szakmai színvonalát, és hozzájárul a megfelelő minőségű tervezési dokumentációk elkészítéséhez a projekt sikeres megvalósítása érdekében.

A projektben a geodéziai tervezési feladatokat Fatér Gábor (01-17336) okleveles földmérő és térinformatikai mérnök végezte.

A lehatárolt munkaterületen a kezdő és a végszelvény ismeretében meghatározzuk a közelítő tengelyt. A közelítő tengely meghatározása szükséges ahhoz, hogy az Autodesk Civil 3D program segítségével a nyomvonal mentén mintavonalak segítségével szelvénykiosztást hozhassunk létre. A geodéziai felmérést az előzetesen elkészített szelvénykiosztás alapján kell végezni, hogy összhangban legyen a tervezési igényekkel. Ez különösen fontos, mivel a szakasz tengelynyomvonalának magassági tervezése a keresztaszelvények alapján történik. Ha a geodéziai felmérés egyenes szakaszokon 25,0 méterenként, íves szakaszokon pedig 12,5 méterenként történik, akkor a felületépítés során minimalizálhatók a felületi hibák. Természetesen sűrűbb szelvénykiosztás esetén még pontosabb felületmodell állna elő, azonban a tervezés során a keresztaszelvények területeinek átlagolása miatt erre nincs szükség.

A Civil 3D programmal történő feldolgozás metrikus rendszerben, EOY helyesen történik. A szelvénykiosztás elvégzéséhez először egy hozzávetőleges nyomvonalat kell létrehozunk tervezéssel, amely a lehető legjobban közelíti a valóságot. Ehhez a sokszögvonalból alkotott nyomvonalat a meglévő ívek mentén lekerekítjük, majd az ív paramétereit addig változtatjuk, amíg az illeszkedést a lehető legnagyobb mértékben optimalizálni tudjuk. Az átmeneti ív hosszával és a tiszta ív sugarának változtatásával közelítjük a meglévő állapotot. Az így létrehozott nyomvonal mentén lehet a szelvénykiosztást elvégezni.

A terepi mérés során az első lépés az alapponthálózat létrehozása, amely a teljes szakaszt lefedi. Az alapponthálózat lehetővé teszi a szakasz vízszintes, és magassági felmérését. A felmérés során a szelvénykiosztás alapján 100 méterenként összesen 56 szelvényben létesítünk alappontokat, melyeket megfestve a burkolatban pontjelölő szeggel állandósítottunk. Ezeknek az alappontoknak a vízszintes koordinátáit GNSS-vevő segítségével megmértük. Az alappontok kialakításakor a lehető legnagyobb pontosság elérése érdekében az alappont koordinátáját 2 x 60 EPOCHÁ átlagméréssel határoztuk meg. Az első mérési kör délelőttre, míg a második délutánra esett, így az alappontokat eltérő műholdkonstelláció mellett tudtuk meghatározni. Az GNSS széleskörű alkalmazása óta csak egyszer volt olyan napfoltmaximum, mint amilyen napjainkban tapasztalható. Ez az ionoszféra maradékhibáinak emelkedésével jár a szolgáltatói oldalon, és az inicializálási nehézségekkel és rosszul elvégzett inicializálással jár a felhasználói oldalon. Az aktuális helyzetben különös hangsúlyt kell fektetni az ellenőrző mérésekre. [3]

Az alappontok vízszintes helyzetének meghatározását követően, következett az alappontok magassági vonalvezetésének meghatározása. A magassági vonalvezetés meghatározása a területen elhelyezkedő magassági alappontok felhasználásával szintezéssel történt. A magyarországi magassági alapponthálózat adatait a Lechner Nonprofit Kft. gondozza és kezeli, a magassági alappontok megvásárolhatóak a <https://geoshop.hu/> oldalon. Az alábbi ábra bemutatja a felmérési területen elhelyezkedő alappontokat.

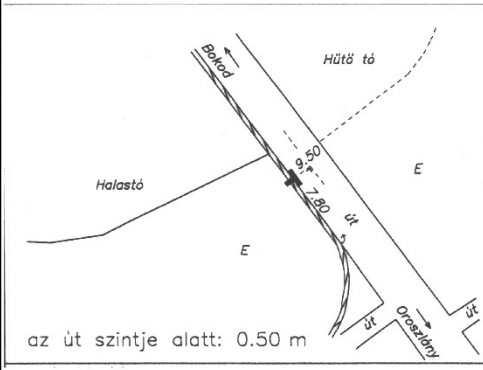


2. ábra: A felmérési területen található alappontok helyzete [<https://geoshop.hu/>]

A tárgyi felméréshez az alábbi magassági alappontokat alkalmaztuk:

- 0108107-1
- 0108108-1
- 0108109-1
- 0108111-1
- 0108112-1

Az alappont olyan terepi pont, amely jól azonosítható és időtálló módon van megjelölve, és amelynek helymeghatározó adatai kellő pontossággal ismertek egy meghatározott vonatkoztatási rendszerben. Az alappontokat az irányultságuk (vízszintes vagy magassági), a rendűségük és a vonatkoztatási rendszerük (EOVA, OGPSH, EOMA, Bendefy) szerint különböztetjük meg. Az első-, másod- és harmadrendű EOMA és Bendefy magassági alappontok, valamint a Bendefy harmadrendű kiegészítő hálózat pontjait a Magassági Alappontok Adatbázisa (MAG) tartalmazza. [3] A magassági pontleírás az adott pontra vonatkozó információkat tartalmazza. A mellékelt ábrán a 0108111-1 pontszámú pontnak a magassági pontleírása látható.

	Lechner Nonprofit Kft.	Magassági pontleírás	
		Pontszám: 0108111-1	
		Más azonosító: 022218	
		Megye: Komárom-Esztergom	
		Település: Bokod	
		Állandósítás: csap	
		COMA meghatározás éve: 1999	
		Bordély meghatározás éve: 1959	
		Helyszínelés: 2009, 2011	
		Magasság:	
		EOMA: 173.81 Bati: 173.822	
		EOV koordináta:	
		Y: 591713.0 X: 237963.0	
Helyszín leírása: Óroszlány - Bokod között az út DNy-i oldalán a volt halastó kőfalában az árapasztó zsilip mellett.			
Megjegyzés			

3. ábra: 0108111-1 pontszámú pont magassági pontleírása [<https://geoshop.hu/>]

A szintezés elvégzéséhez a Leica Sprinter 250M típusú digitális szintezőt és vonalkódos szintezőléceket alkalmaztunk, amelyeket részletesen bemutatok a 6.3.1 fejezetben.

A szintezési feladatot az alábbi szakaszokra bontva hajtottuk végre:

- I. szakasz: 0108112-1 és 0108111-1 magassági alappont között
- II. szakasz: 0108111-1 - 0108109-1 magassági alappont között
- III. szakasz: 0108109-1 - 0108108-1 magassági alappont között
- IV. szakasz: 0108108-1 - 0108107-1 magassági alappont között

Az alappontok burkolatban történő állandósítása után elkezdtük a szintezési feladatot, hogy a GNSS rendszerünkkel bemért alappontok pontos magasságértékeket kaphassanak, és a már meglévő magassági hálózathoz kapcsolódhassanak. A szintezési feladat hibáinak hatása jelentősen csökkenthető, ha betartjuk a szintezés szabályait. Az egyik ilyen szabály az, hogy az álláspontonként egyenlő műszer-léc távolságot alkalmazzuk, így csökkenthetjük az irányvonal ferdeségének hatását. Emellett fontos, hogy a szintezőléceket igazított szelencés libellával helyezzük függőleges helyzetbe, így a lécferdeség hatása nem

érvényesül. A fent felsorolt szabályok szigorú betartása mellett gondosan elvégeztük a vonalszintezést.

Az esti órákban precízen feldolgoztuk a mérési adatokat, amely magában foglalta az alappontok vízszintes, és magassági helyzetének a meghatározását. A GNSS vevővel mért alappontok átlagolásával meghatározásra kerültek az alappontok vízszintes koordinátái. A mért adatok feldolgozását a szintezés adatok feldolgozásával folytattuk. Az alappontokhoz előzetesen meghatároztuk a magasságot, majd a mérési jegyzőkönyvek kiszámítása során keletkező hibákat a szakaszok hosszának arányában ráosztottuk a szintezésre.

Az I. szakasz hossza 2976 méter volt a két magassági alappont között 8,459 méter volt az adott magasságkülönbség, és 8,458 méter volt a mért magasságkülönbség. A szintezésből következő 1 mm-es eltérést a mért távolságok arányában osztottuk szét az I. szakasz hossza mentén.

A II. szakasz hossza 1933 méter volt a két magassági alappont között 23,397 méter volt az adott magasságkülönbség, és 23,415 méter volt a mért magasságkülönbség. A szintezésből következő 18 mm-es eltérést a mért távolságok arányában osztottuk szét a II. szakasz hossza mentén.

A III. szakasz hossza 1120 méter volt a két magassági alappont között 1,796 méter volt az adott magasságkülönbség, és 1,804 méter volt a mért magasságkülönbség. A szintezésből következő 8 mm-es eltérést a mért távolságok arányában osztottuk szét a III. szakasz hossza mentén.

A IV. szakasz hossza 887 méter volt a két magassági alappont között 16,335 méter volt az adott magasságkülönbség, és 16,337 méter volt a mért magasságkülönbség. A szintezésből következő 2 mm-es eltérést a mért távolságok arányában osztottuk szét a IV. szakasz hossza mentén.

A GNSS mérések átlagolása után megkaptuk az alappontok vízszintes koordinátáit, míg a szintezési jegyzőkönyvből az alappontokhoz tartozó magassági értékek kerültek kinyerésre. Az így kapott adatokból előállt a végleges alappont hálózat, amely mérési alapként szolgált a tervezési alaptérkép elkészítése során.

A terepi mérést a Leica iCON iCR80 típusú robot mérőállomással hajtottuk végre, amelyet részletesen bemutatok a 6.3.3 fejezetben.

A mérés során a robotmérőállomást két ismert alappont között helyezzük el. Műszerállást a két alappont felező távolságában választjuk meg, így a mérőállomás helyzete 50 méterre lesz az alappontoktól. Két pont felhasználásával térbeli háromszögeléssel szabadálláspontot létesítettem, és sikeres tájékozás után a tableten valós időben követhető a prizmat a helyzete. Az iCON Site szoftvernek köszönhetően egyszerűen és hatékonyan lehet nyomon követni a szelvények elhelyezkedését és a prizma pontos pozícióját, ezáltal a mérési folyamat folyamatosan nyomon követhető, a feladat végrehajtása pedig gyors és hatékony. A mérési szakaszok hossza 100 méter, majd új műszerállás kerül felállításra. A műszerállások sűrítését a terep vagy a műtárgyak adottságainak figyelembevételével határozzuk meg.

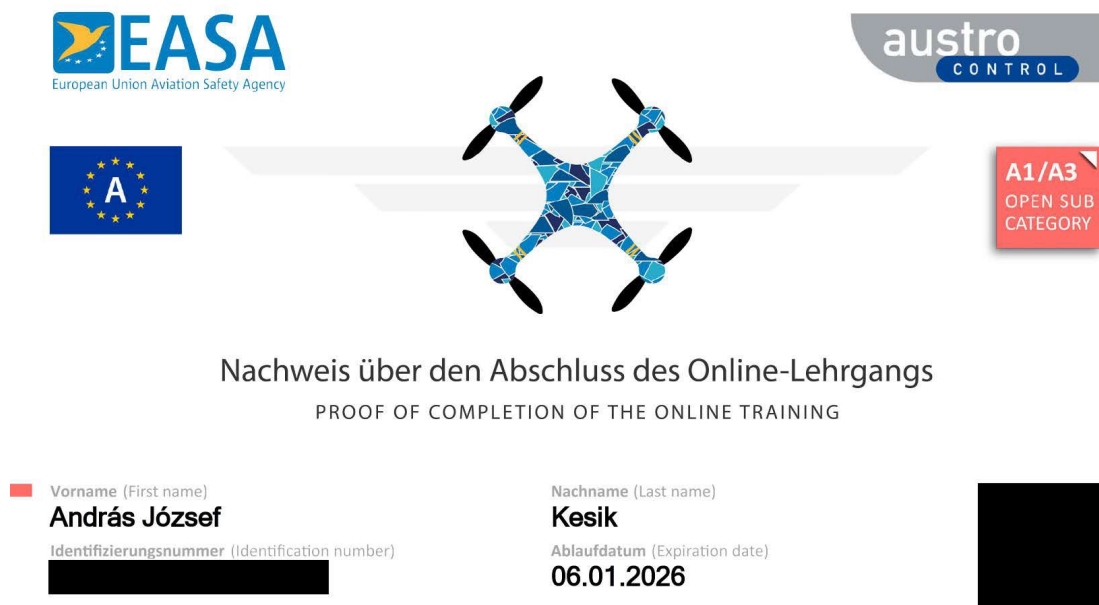
6.2 UAV technológia alkalmazása

Az elmúlt években az UAV (Unmanned Aerial Vehicle), azaz a pilóta nélküli légitárművek használata rohamosan elterjedt, legyen szó hobbi vagy szolgáltatói célú felhasználásról. Az egyre csökkenő árak és az egyszerűbb kezelhetőség miatt egyre vonzóbbá váltak a felhasználók számára. Ezzel párhuzamosan a drónozás szabályozása is szigorodott, mind az Európai Unió, mind pedig hazai szinten. Most már pontosan meghatározott szabályok szerint kell tevékenykedni a drónhasználat során, figyelembe véve, hogy ki, mit, mikor, hol és hogyan csinálhat. Nagyon fontos, hogy a távpilóták tisztában legyenek ezekkel a szabályokkal, és szigorúan tartsák be őket, mivel csak a biztonságos műveletek elvégzése mellett lehet elkerülni a súlyos büntetéseket, és megóvni magunkat a jogi következményektől. [4]

2021 február 10-től átalakultak a pilóta nélküli légitárművek, azaz a drónok, használatára vonatkozó szabályok Magyarországon. Az új drón törvényben szabályozzák a drónhasználattal kapcsolatos tevékenységeket az ország területén.

Az A1/A3 kategóriában való képzéshez először online oktatáson kell részt venni, majd sikeres vizsgát kell tenni. Ha a vizsga eredményes, akkor egy kompetencia tanúsítványt kap az illető, amely igazolja a megszerzett képesítést. A vizsgán a kérdések inkább

a légterek használatával, légterek szerkezetével kapcsolatos követelményekre fókuszálnak, ugyanakkor kevés gyakorlati felhasználást érintő kérdést kapunk. Fontos megjegyezni, hogy a tanúsítvány megszerzésének alsó korhatára 16 év. Mivel Magyarország az Európai Unió tagállamai közé tartozik, ezért más EU-s országban letett vizsgát is elfogadnak itthon a hatóságok. Ez által egy osztrák képzést abszolváltam, amelynek következtében 2021.01.06-án megszereztem az A1/A3 típusú osztrák jogosítványomat, mely a megszerzéstől számított öt évig érvényes.



4. ábra: A1/A3 osztrák távpilóta kompetenciatanúsítvány [saját ábra]

Az A2 tanúsítványra akkor van szükségünk, ha 500 grammos vagy annál nehezebb, de 2 kilogrammnál könnyebb, C osztályú besorolással nem rendelkező UA-t (Unmanned Aircraft), azaz a pilóta nélküli légi járművet reptetünk, és a műveleteket legalább 50 méteres távolságra tervezzük végrehajtani emberektől, valamint akkor, ha belterület felett szeretnénk repülési műveletet végrehajtani. Az Európai Unió szabályozása szerint az A2 jogosítvánnyal akár 4 kg-os drónokkal is repülhetünk, de csak akkor, ha ezeken van egy C osztályú jelölés.



5. ábra: A2 kategóriával kiegészített magyar távpilóta kompetenciatanúsítvány [saját ábra]

A repülés végrehajtásához a drónon kívül használok egy Apple iPad Air táblagépet, a felmérésekhez pedig a DJI által fejlesztett "DJI GS Pro" alkalmazást alkalmazom. A DJI GS Pro segítségével könnyedén készíthetünk automatizált repülési küldetések, tárolhatjuk az adatainkat a felhőben, és hatékony workflowt hozhatunk létre kollégáinkkal. Az alkalmazásban megvásároltam a "KML/SHP File Import" funkciót is, így lehetőségem van KML/SHP fájlokat importálni a GS Pro-ba, és a beimportált geometria alapján pontos repülési tervet készíteni, ezáltal a repülési keret és a repülési útvonal precízen és pontosan lesz meghatározva.

Az importált geometriától függően számos missziótípus közül választhatunk. Ha az importált geometria egy polygon, akkor lehetőségünk van "PhotoMap", "Virtual Fence" és "3DMap Area" típusú küldetéseket létrehozni. Ha az importált geometria egy polyline, akkor pedig a "WayPoint Route" típusú küldetést választhatjuk, amely lehetővé teszi egy útvonal mentén történő repülést és feladatok végrehajtását.

A képek vetületi rendszerbe való illesztése érdekében illesztőpontokra van szükségünk, melyeket a repülés előtt felfestéssel jelölünk meg, hogy az elkészült képek könnyen

azonosíthatóak legyenek. Illesztőpontként az alapponthálózat 56 előre meghatározott alappontját használtuk fel.



6. ábra: Terepi illesztőpont [saját kép]

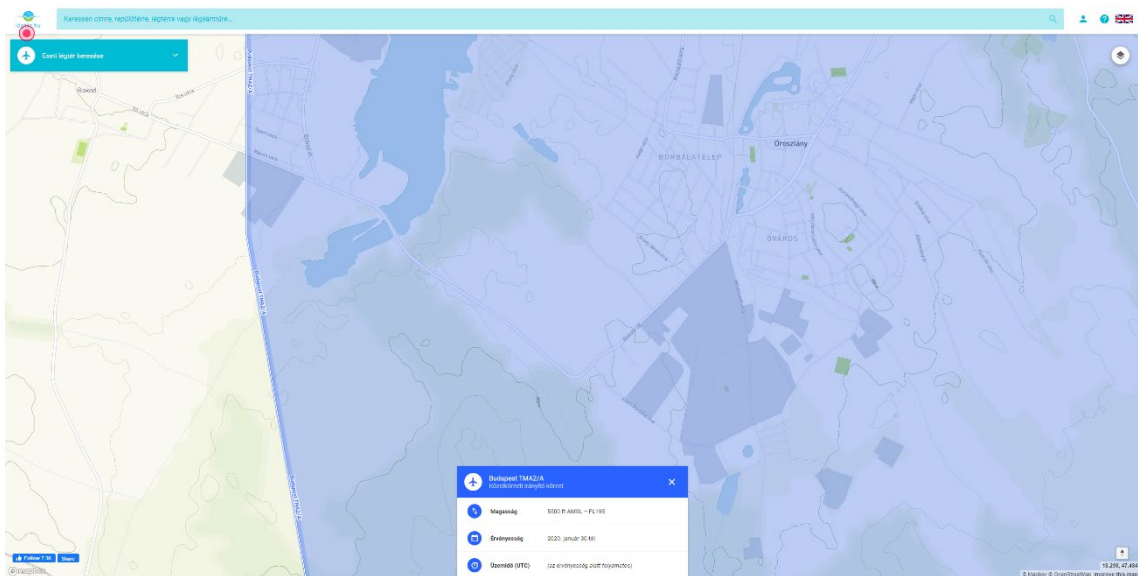
A geodéziai felmérésünket kiegészítve, az ortofotó és DEM elkészítéséhez a Phantom 4 RTK típusú drónt alkalmaztuk, melyben integrált valós idejű kinematikus (RTK) pozícionáló rendszer található.



7. ábra: Terepi mérés végrehajtása DJI Phantom 4 RTK drónnal, és D-RTK 2 GNSS bázissal [saját kép]

Az említett technológia lehetővé teszi a centiméteres pontosságot, azaz $1\text{ cm} + 1\text{ ppm}$ vízszintesen és $1,5\text{ cm} + 1\text{ ppm}$ függőlegesen. A drón az említett helyzeti pontossági szintet a metaadatokra alkalmazza, ami rendkívül pontos légi felvételek és 3D-s térképek előállítását teszi lehetővé. Az RTK pozicionálásnak köszönhetően a Phantom 4 RTK használatával végzett mérés során akár 75%-kal is csökkenhet a felmérési idő, mivel a méréshez sokkal kevesebb illesztőpont szükséges. A megfelelő feltételek mellett, akár egyetlen GCP (Ground Control Point/Földi illesztőpont) nélkül is végezhetünk pontos felmérést. [5] Ennek ellenére, véleményem szerint terepen GCP-k mérése elengedhetetlen a drónokkal végzett pontos felmérésekhez. Ezek az illesztőpontok javítják a pontosságot, és lehetővé teszik a drón-felvételek illesztését a földrajzi koordinátarendszerbe. Hiányuk esetén torzulások és pontatlanságok jelentkezhetnek a topográfiai adatokban. A fenti leírásomat kizárólag a gyártói és forgalmazói dokumentációk alapján fogalmaztam meg. A valóságban kimutatható, hogy ezek az eltérések nagyobbak lehetnek, és függenek megfelelő paraméterezésektől. Éppen ezért szükségesek más technológiájú ellenőrző mérések is, hogy biztosak legyünk abban, hogy az elvégzett feladat pontos és megfelelő.

A Budapest TMA2/A légteret érintettük a repülés során. A légtér típusa "Közelkörzeti irányító körzet". A légtérnél beszélhetünk alsó és felső határról, amelyek esetünkben 5500 ft AMSL (Above Mean Sea Level) és FL195 között vannak, lábmértékegységben megadva. A FL (Flight Level) jelölőt használják a légtereknél 9000 láb magasság felett. A jelenlegi légteret 2020. január 30-án hozták létre, korábban Magyarországon teljesen más volt a TMA (Terminal Control Area) szerkezet. A Budapest TMA2/A légtér folyamatosan üzemel, azaz az érvényességi idő alatt mindig számolnunk kell vele, amikor a művelet tervezéséről vagy végrehajtásáról van szó.



8. ábra: Budapest TMA2/A légtér [<https://terkep.legter.hu/>]

A felmérést végző drón egy olyan RTK pozicionáló rendszerrel van felszerelve, amely lehetővé teszi a valós idejű, néhány centiméteres pontosságú helymeghatározást. Az RTK rendszer előnye az, hogy minden egyes elkészült képhez centiméter élességgel hozzárendeli a drón pillanatnyi helyzetét.

A projekt során a felmérni kívánt szakasz DJI Phantom 4 RTK drónnal történő felmérésére került sor, melyhez repülési tervet készítettem. A repülési terv magában foglalja a repülési útvonalat, a repülési magasságot, a repülési sebességet, valamint a képek átfedési mértékét. A programozott repülés lehetővé teszi az emberi hibák kiküszöbölését, így megelőzhetők az esetleges figyelmetlenségből eredő hibák.

A szakirodalom 60%-os átfedést javasol soron belül és 30%-os átfedést sorok között. A nagyobb soron belüli átfedés szükséges a terep magassági változásai és a drón oldalirányú elmozdulása miatt. A sorok közötti átfedés biztosítja a terület teljes lefedettségét, valamint az átfedéssel garantálható, hogy minden terepi objektum legalább két képen szerepeljen a sztereomérés érdekében. [6] A "Passzív légi távérzékelési szolgáltatások tervezési segédlete" című útmutató szerint javasolt legalább kilencszeresen átfedő légifényképekkel lefedni a munkaterületeket és a várható hatásokkal érintett környező területeket. A mindennapi gyakorlatban én is ezt az átfedési arányt használom. [7]

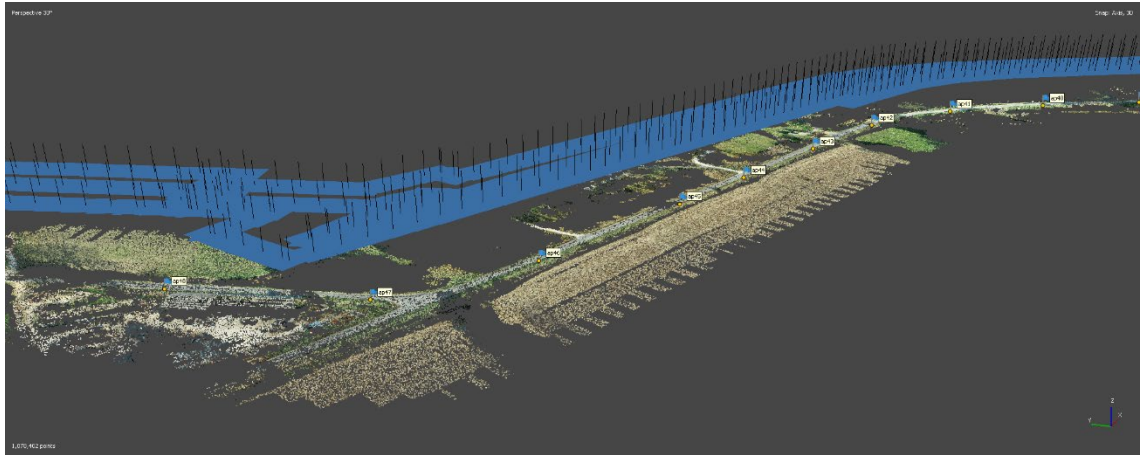
Ebben az esetben a képpárok párhuzamos átfedése 80%-os, míg a képsorok merőleges irányú átfedése 70%-os volt a repülési tengellyel. Ennek eredményeképpen egy adott illesztőpont számos képen szerepel, így a sugárnyaláb-kiegyenlítés sokkal pontosabb eredményt ad.

Az UAV által rögzített képek feldolgozásához a rendelkezésre álló szoftverek közül az Agisoft Metashape fotogrammetriai képfeldolgozó programot használtam. Az adatok feldolgozásakor alkalmazott szoftver a Structure from Motion (SfM) technológiát használja, mely lényege, hogy mozgó kamerával rögzített képek sorozatából állítja helyre a képen szereplő objektumok háromdimenziós koordinátáit.

Az adatfeldolgozás első lépése az, hogy a programba betöltjük a képeket. Ezt követően a programból kinyerjük a fényképek koordinátáit, majd az <https://eht2.gnssnet.hu/> oldal segítségével ETRS89/ETRF2000 forrás-rendszerből EOVS/EOVA cél-rendszerbe konvertáljuk a képkoordinátákat. A folyamat során a térbeli derékszögű (X, Y, Z) vagy ellipszoidi (GRS80) földrajzi koordinátákat (szélesség, hosszúság, magasság) ETRS89/ETRF2000 rendszerből HD72 rendszerbe konvertálják. Ezután vetületi egyenletek segítségével állítják elő a pontok EOVS sík koordinátáit. [7]

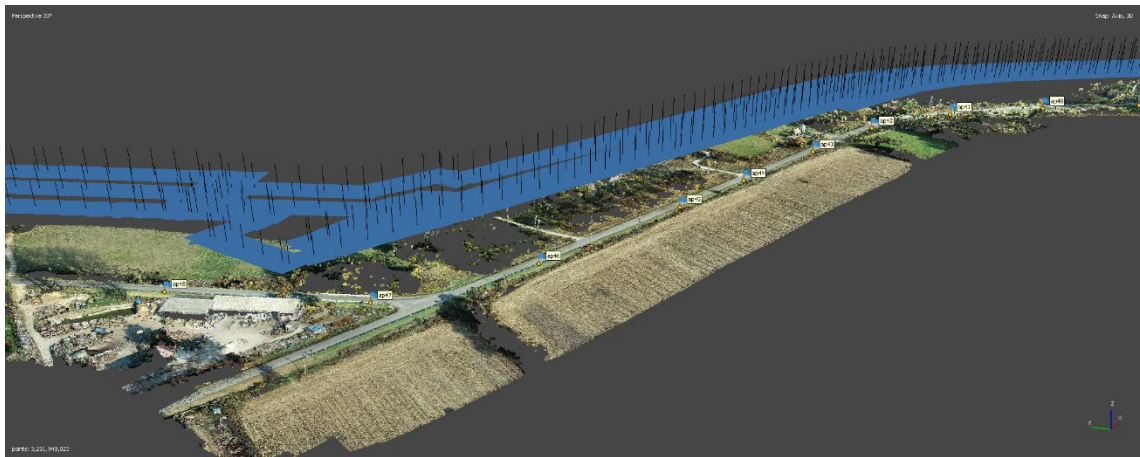
A transzformált koordinátákkal frissítjük a programban a képek helyzetét, majd elvégezzük a képek igazítását és elemzését. Lehetőségünk van a képek illesztésének minőségének beállítására, valamint a megkeresendő közös pontok számának meghatározására. A folyamat során a program olyan jellemző kulcspontokat keres, amelyek könnyen azonosíthatók más képeken is. Minden kulcspont rendelkezik egy számsorozatból álló leírással, illetve a képkoordinátákkal. Ezek segítségével a program azonosítja az egyes képeken

szereplő kulcspontokat és összekapcsolja őket, hogy meghatározhassa a képek egymáshoz viszonyított helyzetét. Ezt a folyamatot háromszögelésnek nevezik, és eredményeként létrejön a ritka pontfelhő. [8] [9]



9. ábra: Ritka pontfelhő, képek helye, illesztőpontok - Agisoft Metashape [saját ábra]

A ritka pontfelhő elkészítése után következik az illesztőpontok azonosítása, amelynek segítségével abszolút tájékozást végzünk a képek között. Szűrjük a képeket az illesztőpontok alapján, majd elvégezzük az azonosítást. Miután az illesztőpontok azonosítása és a ritka pontfelhő szűrése megtörtént, a kameraoptimalizálás következik, majd létrehozuk a sűrű pontfelhőt.

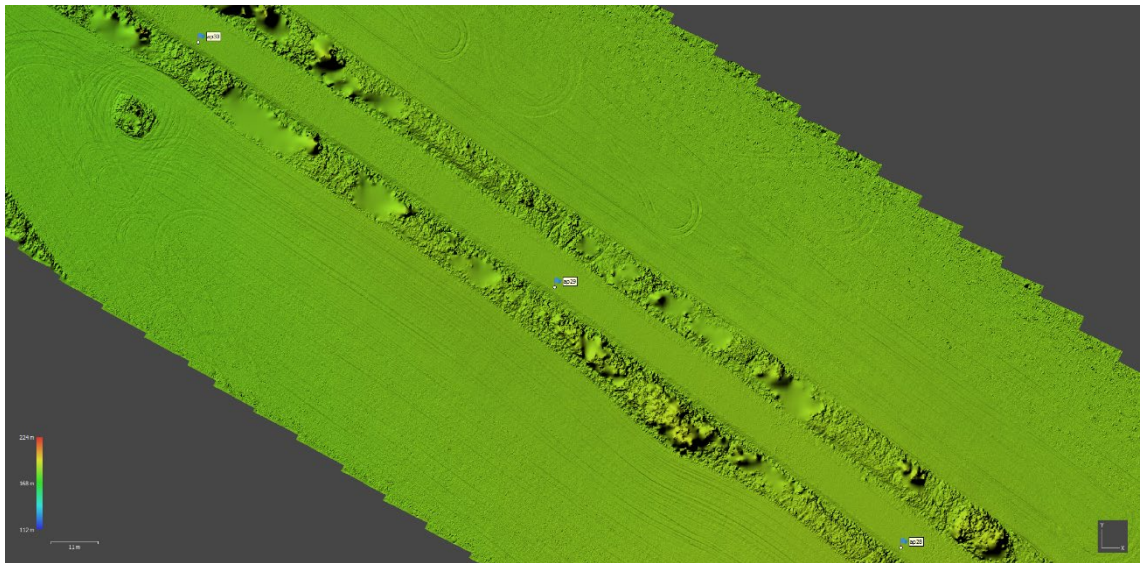


10. ábra: Sűrű pontfelhő, képek helye, illesztőpontok - Agisoft Metashape [saját ábra]

A sűrű pontfelhő alapján közvetlenül lehet építeni digitális domborzatmodellt (DEM) és ortofotót. Az én esetemben a sűrű pontfelhőből kiindulva egy 3D Mesh modellt készí-

tettem, később ezt használtam az ortofotó elkészítésének alapjául. Az ortofotók létrehozhatók DEM alapján is, azonban a tapasztalatok azt mutatják, hogy a Mesh alapján készített ortofotók szebbek, mivel az épületek falai, fák és oszlopok körül kevésbé torzul a geometria.

A sűrű pontfelhőből kiindulva elkészítettem a DEM-et.



11. ábra: Digitális domborzatmodell (DEM) - Agisoft Metashape [saját ábra]

Utolsó lépésként a Mesh modell felhasználásával elkészítettem az ortofotót.



12. ábra: Ortofotó - Agisoft Metashape [saját ábra]

Az ortofotó és domborzatmodell ellenőrzése után a telekhatárok mentén végrehajtottam az ortofotó vágását, majd a geodéziával kiegészített végleges anyagokat a megrendelő részére leszállítottam.

6.3 Alkalmazott műszerek

A felmérések során alkalmazott műszerek a GeodEASY Kft. tulajdonában vannak.

6.3.1 Leica Sprinter 250M

A Leica Sprinter 250M egy professzionális digitális szintező eszköz, amelyet a Leica Geosystems fejlesztett ki.



13. ábra: Leica Sprinter 250M digitális szintező [<https://leica-geosystems.com/>]

Az eszköz a magas pontosságú szintezési munkákhoz lett tervezve, például geodéziai- vagy építőipari felhasználásra. Az eszköz rendelkezik egy könnyen olvasható kijelzővel, amelyen a mérések és az eredmények könnyen követhetők. A felhasználóbarát kezelőfelület és az egyszerű működés lehetővé teszi a hatékony és pontos szintezési munkák elvégzését a tervezett eredmények elérése érdekében. Amennyiben a műsértípushoz megfelelő vonalkóddal ellátott teleszkópos alumínium szintezőléc azonos elemén mérve történik a szintleolvasás, az elérhető pontosság 1,0 mm/km. Ezen érték nem tartalmazza a lécz tagjainak folytonossági hibából adódó bizonytalanságot. Az eszköz ellenálló a por és víz bejutásának (IP55 védelmi osztály), így biztosítva a megbízhatóságot és tartósságot még nehezebb környezeti körülmények között is.

A Leica Geosystems a Leica Sprinterek forgalmazását megszüntette, de összességében a Leica Sprinter 250M egy megbízható és könnyen használható digitális szintező, amely ideális választás a precíz szintezési munkákhoz. [10]

6.3.2 Leica iCON gps 70

A Leica iCON gps 70 a legújabb GNSS technológiai fejlesztésekkel és inerciális mérőegységgel (IMU) rendelkezik.



14. ábra: Leica iCON gps 70 GNSS vevő [<https://leica-geosystems.com/>]

Ezen felül dőléskompenzáció is rendelkezésre áll bizonyos típusaiban, valamint jobban ellenáll a mágneses interferenciának, mint korábbi társai. Ez lehetővé teszi a hatékony munkavégzést a területen, és gyorsabb adatgyűjtést eredményez a felmérési feladatok során. Az időigényes eljárások megszüntetése révén a mérések minőség-ellenőrzése is javul, még olyan helyeken is, ahol korábban ez nem volt lehetséges.



15. ábra: Leica iCON gps 70 GNSS vevő és Leica iCON CC80 tablet számítógép [<https://leica-geosystems.com/>]

A masszív Leica iCON gps 70 GNSS rover és az erős, könnyű Leica iCON CC80 tablet számítógép szorosan összekapcsolódnak egymással. Az iCON CC80 modern felhasználói felülettel és 7 hüvelykes többfunkciós érintőképernyővel van felszerelve, amely napfényben is olvasható - mindez a terepi munka megkönnyítésére és a hatékonyság növelésére szolgál. Az iCON gps 70 jelenleg négy különböző értékesítési változatban érhető el, így a felhasználók szabadon választhatnak közöttük. [11]

6.3.3 Leica iCON iCR80

A Leica iCON iCR80 egy építőipari robot mérőállomás.



16. ábra: Leica iCON iCR80 robot mérőállomás [<https://leica-geosystems.com/>]

Az ATRplus rendszernek köszönhetően a legmodernebb technológiát alkalmazza a helyszíni hatékonyság maximalizálása érdekében, így az egyik legmegbízhatóbb automatizált célzási és célkövető technológiát kínálja a piacon. Az iCR80 kifinomult technológiájának köszönhetően egyszerűen és hatékonyan használható, egy személy is képes kezelni, így minden felhasználási területen kombinált megoldást biztosít.



17. ábra: Leica iCON iCR80 robot mérőállomás terepi mérés során [saját kép]

A szögmérés jellegétől függően, az eszköz képes 1", 2", vagy 5" pontossággal mérni. GPR1 és GPH1P típusú körprizmák esetében 1,5 méteres távolságtól 3500 méterig mérhetünk távolságot, míg a GRZ4 és GRZ122 típusú 360 fokos prizmák esetében ez az érték 2000 méterre csökken. Ezek az eredmények azonban csak optimális körülmények mellett érhetők el, hőmérséklet ingadozás nélküli borult, ködmentes időben, amikor a látótávolság kb. 40 km. A Leica iCON iCR80 robot mérőállomás két féle lézerváltozattal érhető el. Az R30-as változat lehetővé teszi, hogy 1,5 métertől 30 méterig mérjünk lézerrel, míg az R1000-es változat a beépített lézernek köszönhetően akár 1000 méterig is lehetővé teszi a távolságmérést. A mérőállomás pontossága prizma irányzása esetén 1 mm + 1.5 ppm, és az átlagos mérési idő 2.4 másodperc. Lézeres méréskor a pontosság 2 mm + 2 ppm, és az átlagos mérési idő 3 másodperc. 500 méter fölött a pontosság 4 mm + 2 ppm-

re csökken, és az átlagos mérési idő 6 másodpercig tart. A mérőállomás a terepen dolgozó földmérő megbízható társa lehet, köszönhetően az IP55 védettségének és a -20°C és $+50^{\circ}\text{C}$ közötti működési tartományának. [12]



18. ábra: Téli munkavégzés a Leica iCON iCR80 mérőállomással [saját kép]

6.3.4 DJI Phantom 4 RTK

A drónok jelenleg az egyik legelterjedtebb és legnépszerűbb megoldást kínálják a térképészet és földmérés terén, mivel hatékony és biztonságos módon teszik lehetővé a munkavégzést, amely szignifikáns előnyt biztosít az eddig alkalmazott módszerekkel szemben. A Phantom 4 RTK drón egy kompakt és hatékony eszköz, amely megfelelő odafigyeléssel és a szükséges geodéziai/fotogrammetriai szaktudással történő használattal tökéletesen megfelel a térképészet és földmérési feladatoknak. Magas felbontású kamerája és centiméter élességű RTK adatrögzítési képessége révén kiválóan alkalmazható az adatok precíz és pontos rögzítésére.



19. ábra: DJI Phantom 4 RTK [<https://www5.djicdn.com/>]

Fontosnak tartok megemlíteni néhány műszaki specifikációt a DJI Phantom 4 RTK drón-, gimbal-, kamera-, távirányító- és intelligens akkumulátor tekintetében, amelyeket a felhasználói kézikönyvből válogattam. A lista nem teljes, csak azokat az információkat tartalmazza, amelyek számunkra lényegesek.

1. táblázat: DJI Phantom 4 RTK drónra vonatkozó műszaki specifikációk

Drón	
Tömeg	1 391 g
Átlós mérete (légsavarak nélkül)	350 mm
Legnagyobb sebesség	50 km/h (P-mód); 58 km/h (A-mód)
Legnagyobb szélességtűrés	10 m/s
Repülési idő	Körülbelül 30 perc
Működési frekvencia	2,400 GHz - 2,483 GHz
Lebegési pontossági tartomány	RTK bekapcsolva: függőleges: $\pm 0,1$ m vízszintes: $\pm 0,1$ m RTK kikapcsolva: függőleges: $\pm 0,1$ m (vizuális helymeghatározással) $\pm 0,5$ m (GNSS helymeghatározással) vízszintes: $\pm 0,3$ m (vizuális helymeghatározással) $\pm 1,5$ m (GNSS helymeghatározással)
Kép pozíció eltolás	A kamera középpontja a drón fedélzeti D-RTK antennájának fázisközéppontjához képest a törzs tengelye alatt található és ez az információ már be van számítva a kép koordinátaiba.

2. táblázat: DJI Phantom 4 RTK gimballjára vonatkozó műszaki specifikációk

Gimball	
Stabilizálás	3 tengelyű
Szabályozható tartomány	Dőlés: - 90° és + 30° között

3. táblázat: DJI Phantom 4 RTK kamerájára vonatkozó műszaki specifikációk

Kamera	
Érzékelő	1 "CMOS; Effektív pixelszám: 20M
Objektív	FOV (látómező) 84° 8,8 mm (35 mm-es formátumnak megfelelő: 24 mm) f/2,8 - f/11 autofókusz 1 m - ∞
Mechanikus zársebesség	8 - 1/2000 s
Elektronikus zársebesség	1/2000 - 1/8000 s
Legnagyobb képméret	4864x3648 (4:3); 5472x3648 (3:2)

4. táblázat: DJI Phantom 4 RTK távirányítójára vonatkozó műszaki specifikációk

Távirányító	
Működési frekvencia	2,400 GHz - 2,483 GHz (Európa, Japán, Korea) 5,725 - 5,850 GHz (Egyesült Államok, Kína)
Adóteljesítmény (EIRP)	2.4 GHz CE / MIC / KCC: < 20 dBm 5,8 GHz SRRC / NCC / FCC: < 26 dBm

5. táblázat: DJI Phantom 4 RTK intelligens akkumulátorjára vonatkozó műszaki specifikációk

Intelligens akkumulátor	
Kapacitás	5350 mAh
Feszültség	15,2 V
Akkumulátortípus	LiPo45
Energia	89,2 Wh
Nettó tömeg	468 g

Ez a drón rendkívül precíz és pontos műszaki paraméterekkel rendelkezik, amelyek számos alkalmazási területen hasznosak lehetnek.

A mindössze 1 391 gramm tömege lehetővé teszi a drón számára, hogy könnyedén emelkedjen a levegőbe, és akadálytalanul mozoghasson a célterületeken. Az átlós mérete, légszavarak nélkül mérve, mindössze 350 milliméter, ami lehetővé teszi, hogy szűk területeken is hatékonyan használható legyen. Az üzemeltetési paraméterek közül kiemelkedik a legnagyobb sebesség, amely akár 50 km/óra is lehet (P-mód) vagy akár 58 km/óra (A-mód). Ez a gyorsaság biztosítja a drón számára, hogy gyorsan mozogjon a kijelölt területeken, és hatékonyan végezze a feladatait. Az időjárási körülmények sem jelentenek problémát ennek a drónnak, hiszen a legnagyobb szélesebségtűrése akár 10 m/s is lehet, ezáltal zord időjárási körülmények között is széles körben alkalmazható. A figyelemre méltó, körülbelül 30 perces repülési idejének köszönhetően lehetőségünk van hosszabb repülési missziókat végrehajtani anélkül, hogy gyakran kellene visszatérnünk a kiindulási pontra az akkumulátorcserék miatt. A működési frekvencia 2,400 GHz - 2,483 GHz között van, ami megbízható és stabil vezeték nélküli kommunikációt tesz lehetővé a drón és a vezérlő között. A lebegési pontossági tartomány is figyelemre méltó, amennyiben a RTK rendszer aktív. A DJI Phantom 4 RTK drón gimballja egy háromtengelyes rendszer, amely lehetővé teszi a precíz kamera irányítást a repülés során. A gimball döntés tartománya -90° és +30° között szabályozható. A kamera érzékelője egy 1"-es CMOS szenzor, amely 20 megapixeles effektív felbontással rendelkezik. Az objektív látómezője (FOV) 84°, és a fókusz távolsága 8,8 mm, ami 35 mm-es formátumra átszámítva 24 mm-nek felel meg. Az objektív rekesze állítható, lehetőséget nyújtva f/2,8 és f/11 közötti autofókusz

módra 1 métertől végtelenig. A legnagyobb képméret 4864x3648 képpont (4:3 képarányban) illetve 5472x3648 képpont (3:2 képarányban), lehetővé téve magas felbontású fotók készítését. Az akkumulátor kapacitása 5350 mAh, míg a feszültsége 15,2 V. Az akkumulátor típusa LiPo45, amely magas energiahatékonyságot és megbízhatóságot biztosít a drón számára. Az intelligens akkumulátor hosszú repülési időt tesz lehetővé, és optimalizált teljesítményt nyújt a Phantom 4 RTK drón számára a sikeres repülési és adatgyűjtési feladatok végrehajtásához.

7. ADATFELDOLGOZÁS

A következő pontokban bemutatom a rétegstruktúrát, amelyet korábban alkalmaztam, valamint a szakmai útmutató által ajánlott fóliakiosztást, emellett összegzem a tapasztalataimat az útmutató használhatóságáról.

7.1 Adatfeldolgozás az eddigi gyakorlatban

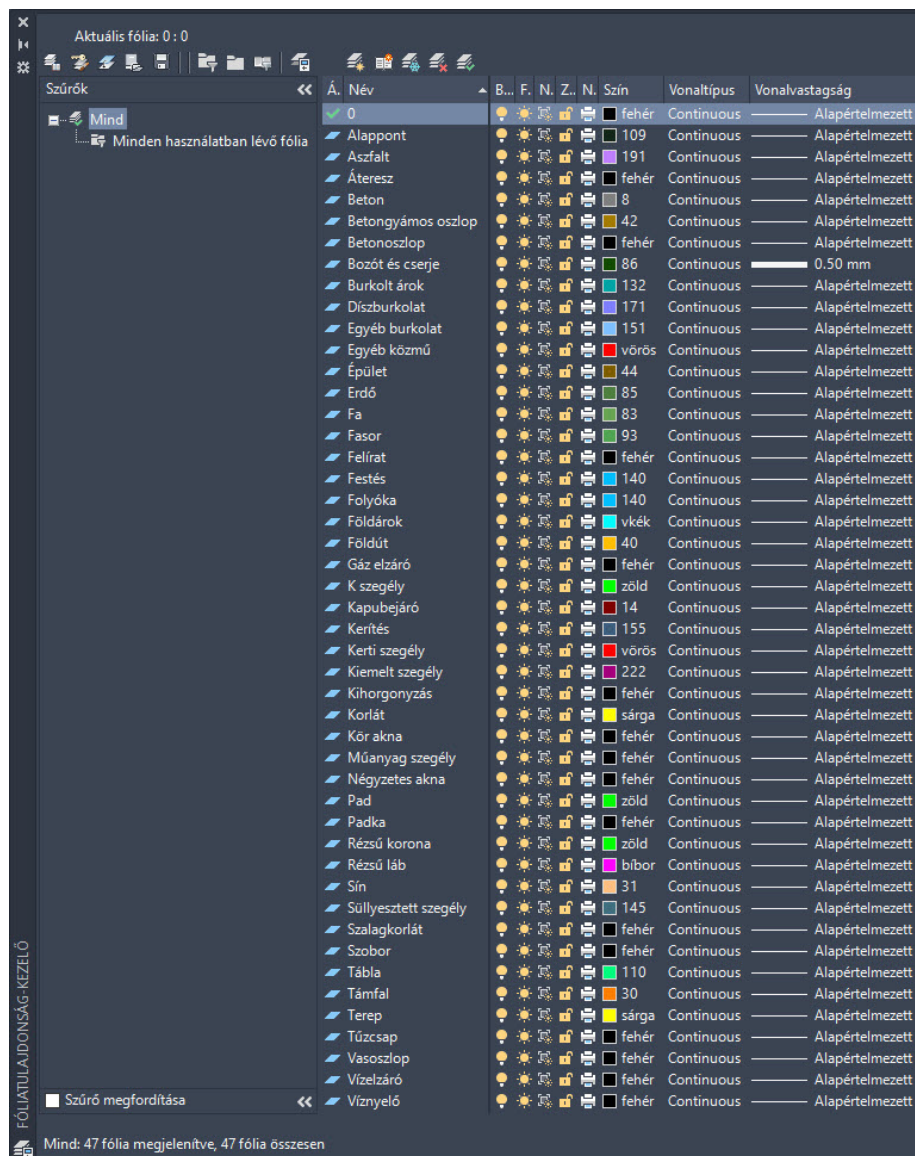
A felmérés után következik az adatok irodai feldolgozása. Az első lépés a mért adatok exportálása, amely általában egy .txt fájlba kerül, ami tartalmazza a pontok egyedi azonosítóját (pontszámát), keleti és nyugati koordinátáját, magasságát és a pontok leírását. A geodéziai felmérések feldolgozására több CAD program is rendelkezésre áll, én az Autodesk Civil 3D programot használtam. Miután a pontokat importáltam a szoftverbe, a pontleírás alapján szűröm és minden pont a hozzá tartozó fóliára kerül.

Az általam korábban alkalmazott fóliarendszer jóval egyszerűbb és kevésbé kifinomult, mint az útmutatóban javasolt. A fóliák nincsenek csoportosítva, így kevésbé rendezettek, és emiatt nehezebben áttekinthetők.

Példaként az alábbi fóliaelnevezéseket használtam korábbi projektek során:

- Alappont
- Aszfalt
- Áteresz
- Beton
- Burkolt árok
- Épület
- Fa
- Földárok
- Földút
- Kapubejáró
- Kerítés
- Padka
- Terep
- Víznyelő

Az alábbi 20. ábra mutatja a főlialistát, amelyet a Bokod - Oroszlány tervezési alap-
térkép készítése során használtam.



20. ábra: Az általam korábban használt főlialista - Autodesk Civil 3D [saját ábra]

Ezután összekötöm a fóliákon található pontokat 3D vonalláncokkal, a terepnek és a fóliakiosztásnak megfelelően. A 3D vonallánc helyett használhatunk vonalat is, azonban vonalláncot semmiképp sem, mert a vonalláncok csupán a síkbeli koordinátákat tartalmazzák, míg a 3D vonalláncok és vonalak mind a síkbeli, mind a magassági koordinátákat rögzítik. Ha minden fóliával elkészültem, ellenőrzöm az adatokat és szükség esetén javítom a hibákat. Ezzel létrejön a digitális tervezési alaptérkép.

7.2 Adatfeldolgozás a szakmai útmutató alapján

Az adatfeldolgozás menete lényegében megegyezik a korábbi gyakorlattal és a szakmai útmutatóban leírtakkal, azonban a folyamat során az ajánlott egységes blokk- és fóliarendszert alkalmazzuk, ami eltér az eddig használt rendszertől.

Az ajánlás szerinti fóliarendszer 14 fő kategóriát és 2 speciális kategóriát határoz meg.

A fő kategóriák az alábbiak:

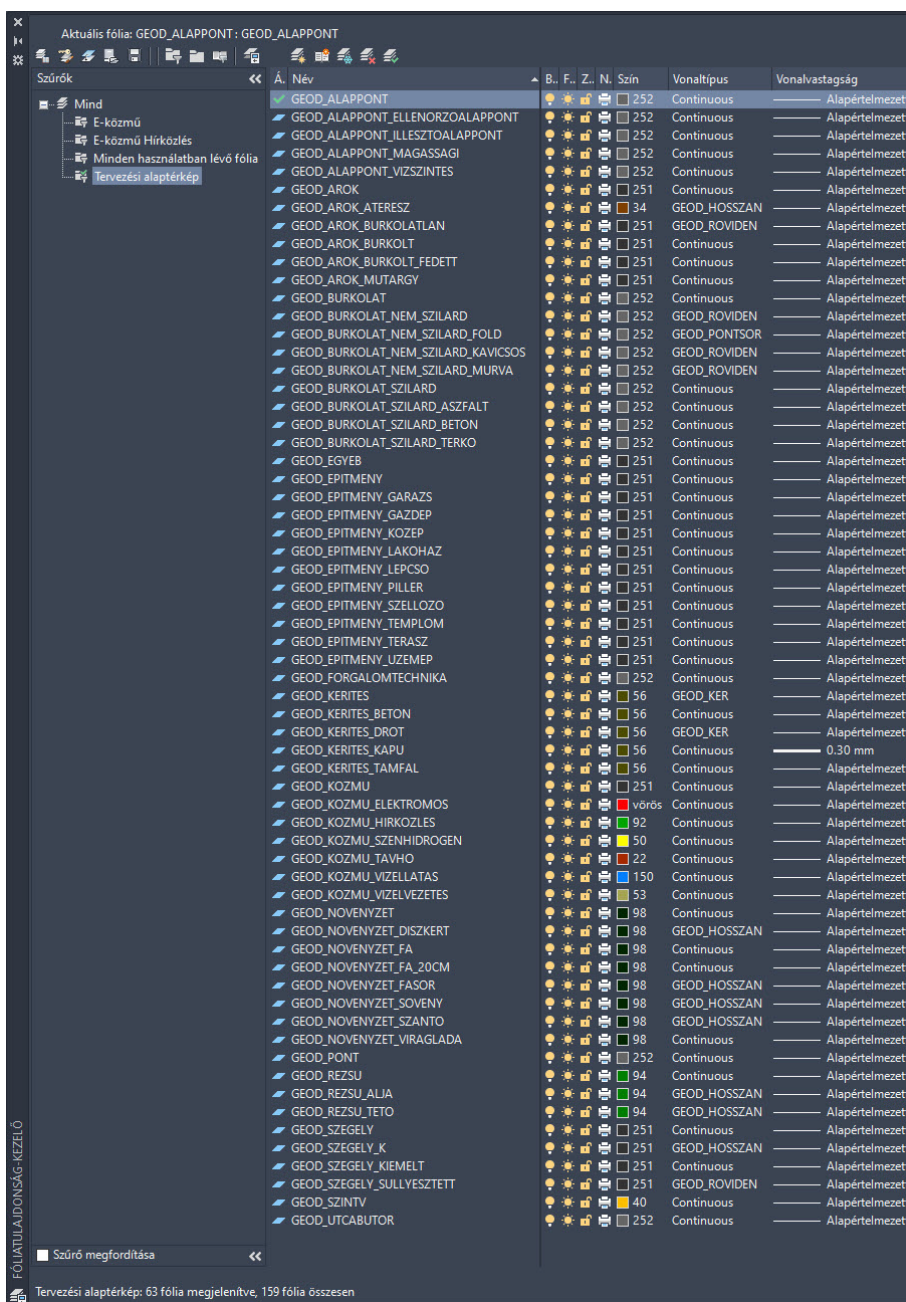
- GEOD_ALAPPONT
- GEOD_AROK
- GEOD_BURKOLAT
- GEOD_EGYEB
- GEOD_EPITMENY
- GEOD_FORGALOMTECHNIKA
- GEOD_KERITES
- GEOD_KOZMU
- GEOD_NOVENYZET
- GEOD_PONT
- GEOD_REZSU
- GEOD_SZEGELY
- GEOD_SZINTV
- GEOD_UTCABUTOR

A két speciális kategória pedig az E-közmű és az ingatlan-nyilvántartási térkép, az ezeken a fóliákon lévő objektumok nem közvetlen mérés eredményei, hanem adatigénylés útján kapott alapadat.

A két speciális kategória az alábbi fóliákat kapta:

- EKOZM
- FH

Az útmutató mellékleteként elkészített fóliarendszer 159 fóliát tartalmaz, melyből 63 fólia vonatkozik a tervezési alaptérkép készítésre, és 96 fólia az E-közmű adatokra. A 21. ábrán látható az útmutató tervezési alaptérképekre vonatkozó fóliarendszere.



21. ábra: Az útmutató tervezési alaptérképre vonatkozó fólialistája - Autodesk Civil 3D [saját ábra]

A fóliaszerkezet moduláris hierarchikus felépítésének kialakításával a szerkesztőknek az volt a céljuk, hogy a fóliarendszert későbbi bővítések szempontjából jól skálázhatóvá tegyék, ennek köszönhetően más típusú térképek is könnyedén integrálhatók a fóliarendszerbe. Egy korábbi projektemnél a megrendelői igény az volt, hogy az útburkolati jeleket az e-UT 04.03.12:2022 számú, „Útburkolati jelek és jelzőtestek tervezése és alkalmazása” című Útügyi Műszaki Előírás szerinti ábrázoljuk, így minden különböző útburkolati

jelnek új, az ÚME szerinti fóliát kellett létrehoznunk. Az útmutató szerinti fóliarendszerbe könnyedén beilleszthető egy ilyen forgalomtechnikai fólia, például „GEOD_FOR-GALOMTECHNIKA_U-A-05-A_ZAROVONAL” névvel.

Ha összehasonlítjuk egymás mellett a két fólialistát, feltűnő különbségek mutatkoznak. Az útmutató fóliarendszere sokkal jobban strukturált, elegendően részletes, a felépítése logikus és könnyen követhető, ami lehetővé teszi a könnyű bővítést, míg a saját fóliarendszerem jóval egyszerűbb, rendezetlen és kezdetleges.

Úgy vélem, hogy az ajánlott fóliarendszert könnyen igazíthatom a felmérési gyakorlathoz, és következő projektjeimen az ajánlásnak megfelelő fóliastruktúrát fogom használni, hogy biztosítsam a térképi tartalom állandóságát.

7.3 Adatfeldolgozás ortofotó felhasználásával

Az adatfeldolgozás ortofotó felhasználásával mindkét esetben megkönnyíthető a geodéziai adatok feldolgozása. A téves összekötésekből adódó hibák száma jelentősen csökkenthető, és ha sok mért ponttal kell dolgozni, akkor az adatfeldolgozás időtartama is lényegesen rövidíthető.

8. ALKALMAZOTT SZOFTVEREK ÖSSZEHASONLÍTÁSA

A piacon megtalálható számos szoftver különböző feladatok ellátására specializálódik, így a probléma hatékony megoldása érdekében fontos, hogy a feladat jellegétől függően megfelelő programot válasszunk ki, és a választott programokat komplexen alkalmazzuk. Fontos tudnunk, hogy melyik munkafolyamatot melyik programban érdemes elvégezni annak érdekében, hogy a folyamatok minél gyorsabban és költséghatékonyabban teljesüljenek.

8.1.1 Agisoft Metashape

Az Agisoft Metashape egy fotogrammetriai szoftver, amely segítségével hatékonyan lehet végezni a fényképfeldolgozást, digitális ortofotók és háromdimenziós modellek készítését. Az alkalmazás nemcsak a térinformatikai, légi fotogrammetriai és térképi feladatok megoldásában segít, hanem a háromdimenziós dokumentáció, vizuális effektusok előállítása és tárgyak paramétereinek, téradatainak közvetett méréséhez is hatékonyan felhasználható. [13]

Az Agisoft Metashape előnye, hogy rendelkezik egy felhasználóbarát kezelőfelülettel, amely lehetővé teszi a felhasználók számára, hogy könnyedén megtanulják a munkafolyamatokat. Fontos tudni azonban, hogy bár a felület egyszerűnek tűnik, az Agisoft Metashape egy professzionális fotogrammetriai szoftver, amely számos olyan beállítással rendelkezik, amelyek mélyebb elsajátításához sok gyakorlásra van szükség. Az egyes lépések részben automatizálhatók a Metashapeben, ami nagy segítség lehet nagyobb projektjeink során. Az automatizálásnak köszönhetően a felhasználói beavatkozást nem igénylő munkarészek feldolgozását a szoftver elvégzi, ezáltal akár éjszaka is dolgozhat a modellek elkészítésén, anélkül, hogy folyamatos felügyeletre lenne szükség. A Metashape további előnye, hogy a pontfelhő készítése után könnyen elvégezhetők rajta az apróbb digitalizálási feladatok. Ha nem csak nadir (talajra vetítve merőleges tengely) felvételek állnak rendelkezésünkre, hanem oblique (talajra vetítve ferde tengely) felvételek is, akkor bár hosszabb feldolgozási idővel kell számolnunk, de a pontfelhő sokkal részletesebb lesz. A ferde kameraszögből készült képek lehetővé teszik, hogy a fák alatti részletek és a házfalak is jobban kirajzolódjanak a modellben.

Az Agisoft Metashape hátrányaként említhető, hogy rendkívül teljesítményigényes szoftver, ezért a modellek létrehozásához nagy teljesítményű hardverre van szükség. Hiányában a feldolgozási folyamat időben a többszörösére nőhet. Az Agisoft Metashape a magas ára miatt nem mindenki számára elérhető. Bár a felhasználói felülete barátságos, a hatékony használatához hosszabb tanulási időre van szükség, hogy kihasználjuk a szoftver funkcióit és lehetőségeit. Az Agisoft Metashape támogatása korlátozott, a felhasználók általában a Facebook csoportokban (<https://www.facebook.com/groups/agisoft/>) segítenek egymásnak. Az említett csoportokban az Agisoft Metashape fejlesztői is aktívan részt vesznek a beszélgetésekben, így a felhasználók szakértői segítséget kaphatnak az esetleges problémáik megoldásához, valamint további tippeket és trükköket tanulhatnak a szoftver hatékonyabb használatához.

8.1.2 Virtual Surveyor

Az Agisoft Metashape szoftverből exportált digitális domborzatmodell és ortofotó könnyedén átalakítható egy gyors és interaktív környezetté a Virtual Surveyor program segítségével. A Virtual Surveyor az ortofotóból és a DEM-ből egy virtuális 3D környezetet hoz létre, amelyben lehetőség van mérések végzésére és a felmért terület elemzésére. A Virtual Surveyor program használatával könnyedén számíthatunk térfogat- és térfogatkülönbségeket, valamint elvégezhetjük a rajzi munkarészeket. A program lehetőséget nyújt továbbá arra, hogy a modellünkbe beilleszthessünk 3D modelleket is. A programnak köszönhetően a képi és magassági adatok egyszerűen és gyorsan megjeleníthetők a 3D virtuális környezetben, törésvonalak és mérési pontok rajzolhatók a 3D környezetben, valamint ezek az adatok exportálhatók CAD vagy GIS formátumokban. A program segítségével automatikusan létrehozhatunk egy ponthálót a kérdéses részekben, és elvégezhetjük a szintvonalak és lejtőkategóriák számítását. Ezen kívül lehetőség nyílik interaktív videós bemutató készítésére a felmért terepről. [14] A DEM, ortofotó és földi geodéziai mérések együttes vizualizálásával könnyedén kiszűrhetők a földi geodéziai mérési hibák, például a rosszul illeszkedő pontok, hiányzó mérések, vízszintesen hibásan mért pontok vagy rossz fólián rögzített pontok.

A Virtual Surveyor előnye, hogy hatékonyan dolgozhatunk vele, és gyorsan előállíthatunk nagy pontosságú térképeket, modelleket és egyéb adatokat. A program előnye, hogy lehetővé teszi az ortofotók, és domborzatmodellek gyors és egyszerű importálását,

valamint azok egybeolvasztását, így a modellben azonnal megjelenik minden textúra, szín és anyag, ami segíti az objektumok megkülönböztetését. A felület egyszerűen kezelhető, és a program gyorsan elsajátítható. Az oktató videók sokasága található a Virtual Surveyor YouTube csatornáján (<https://www.youtube.com/@VirtualSurveyor>), és rendszeresen tesznek közzé bemutató videókat a frissítésekről. További előnye, hogy számos adatformátumra lehet exportálni, hogy azokat más szoftverekben is kezelni lehessen. A Virtual Surveyor support csapata nagyon segítőkész, és gyorsan válaszolnak minden e-mailre, ötletre vagy megkeresésre.

A Virtual Surveyor hátránya, hogy egy viszonylag drága szoftver, ami az árérzékeny felhasználóknak gondot okozhat, ha nem rendelkeznek elegendő drónos felméréssel, hogy érdemes legyen előfizetni rá. A Virtual Surveyor hátránya, hogy korlátozott a munkavégzési lehetősége a DEM-en, így például a fák esetében a lombkorona alatt lévő részek levágása függőleges fallal történik egészen a terepszintig. Ezzel szemben az Agisoft Metashape előnye, hogy lehetőséget biztosít a mérésre, rajzolásra és digitalizálásra a pontfelhőn is. Ezen kívül, a szoftver értékesítése havi előfizetési modellben történik, viszont egyre több programot értékesítenek hasonló módon, és véleményem szerint ez a folyamatos fejlesztés és a fejlesztői csapat megtartásának kulcsa.

8.1.3 Autodesk Civil 3D

Az Autodesk Civil 3D tervező szoftver alkalmas a vonalas infrastrukturális létesítmények, például utak és vasútvonalak tervezésére, valamint terepmodellek készítésére és azokkal kapcsolatos számítási feladatok elvégzésére.

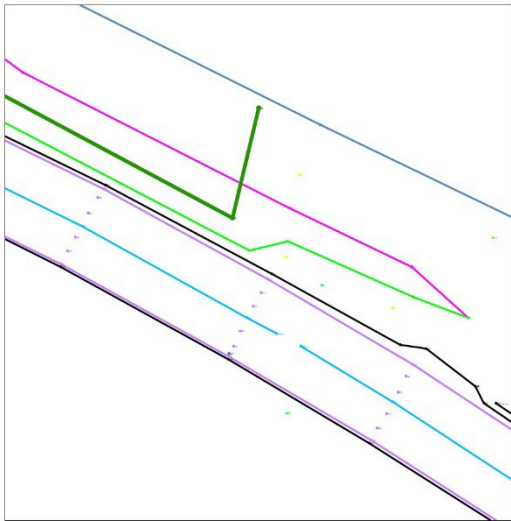
Az Autodesk Civil 3D előnye részben abban rejlik, hogy rendszeresen frissítik a szoftvert, így mindig a legújabb technológiákat kínálja a felhasználóknak. A Civil 3D-nek nagyon széleskörű felhasználási lehetőségei vannak, például a segítségével geodéziai felmérésekből pontos, szabálytalan háromszögekből álló TIN (Triangulated Irregular Network) modelleket lehet vele készíteni, ezen felül könnyedén elvégezhetők vele térfogat-számítási és tervezési műveletek, a legkönnyebektől a legbonyolultabbakig.

Az Autodesk Civil 3D hátrányai közé tartozik a magas ára, amely miatt gyakran olcsóbb alternatívákat választanak, például a BricsCAD-et vagy a ZWCAD-et. Ezenkívül a Civil 3D rendkívül erőforrásigényes, így a megfelelő számítógépre van szükség annak

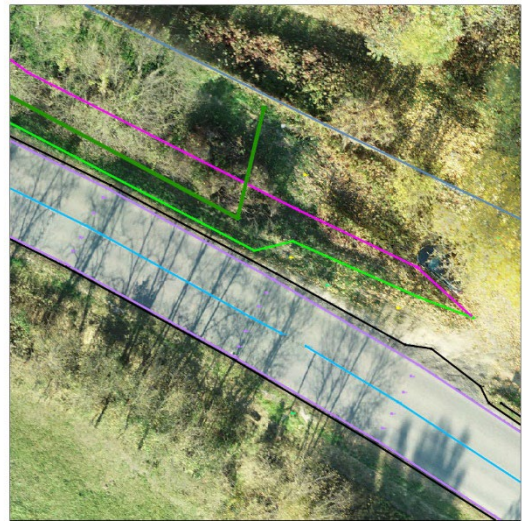
használatához. A Civil 3D rendkívül bonyolult szoftver, és sok időre van szükség a felhasználóknak ahhoz, hogy megfelelően elsajátítsák annak használatát. Ezen kívül, a pontfelhő feldolgozása és azzal való feladatok megoldása komplikált, és csak részben lehetséges a szoftverben, így az ilyen típusú feladatokhoz más programokat, mint például a korábban említett két szoftvert érdemes használni. Ez azt mutatja, hogy a kívánt célok elérése érdekében nem elegendő egyetlen szoftvert megtanulni, hanem a bonyolultabb problémák megoldásához több szoftver ismerete szükséges.

9. ALAPTÉRKÉP ÉRTELMEZHETŐSÉGE

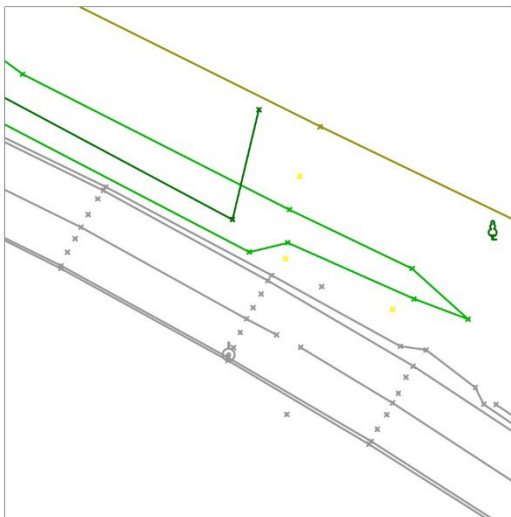
Az alábbiakban olyan példákat mutatok be, amelyek a 4. fejezetben ismertetett mintaterületeim tervezési alaptérképein alapulnak. A következő 1-4 példa alapján a Bokod-Oroszlány közötti tervezési alaptérképen mutatom be grafikusán az elkészült alaptérképet a saját földiarendszerem és az útmutató szerinti földiarendszer



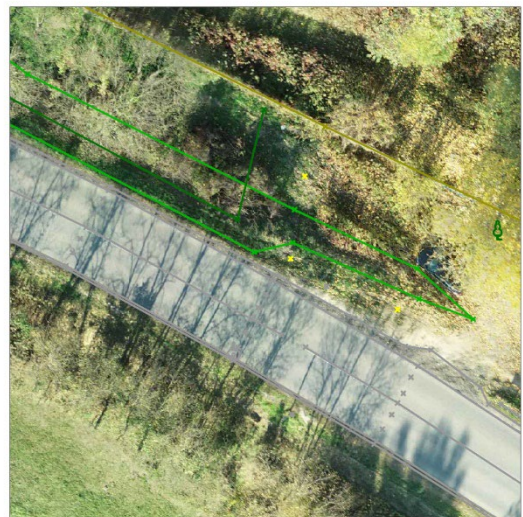
22. ábra: Tervezési alaptérkép saját földiakiosztással - Autodesk Civil 3D [1. példa] [saját ábra]



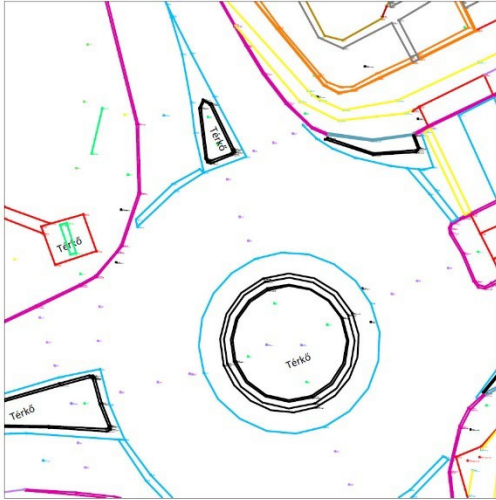
23. ábra: Tervezési alaptérkép saját földiakiosztással és ortofotóval - Autodesk Civil 3D [1. példa] [saját ábra]



24. ábra: Tervezési alaptérkép az útmutató szerinti földiakiosztással - Autodesk Civil 3D [1. példa] [saját ábra]



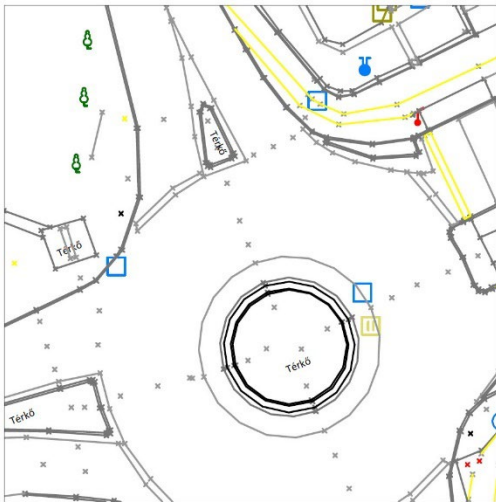
25. ábra: Tervezési alaptérkép az útmutató szerinti földiakiosztással és ortofotóval - Autodesk Civil 3D [1. példa] [saját ábra]



26. ábra: Tervezési alaptérkép saját főliakiosztással - Autodesk Civil 3D [2. példa] [saját ábra]



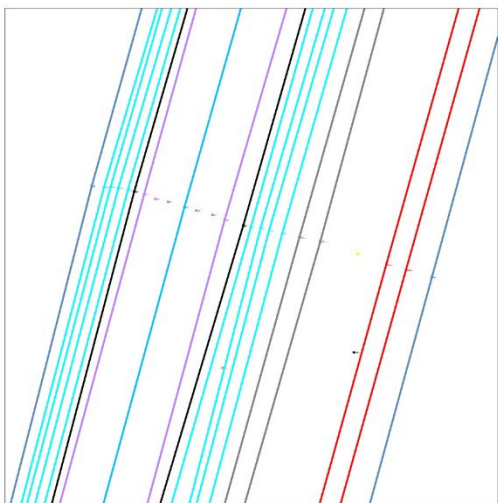
27. ábra: Tervezési alaptérkép saját főliakiosztással és ortofotóval - Autodesk Civil 3D [2. példa] [saját ábra]



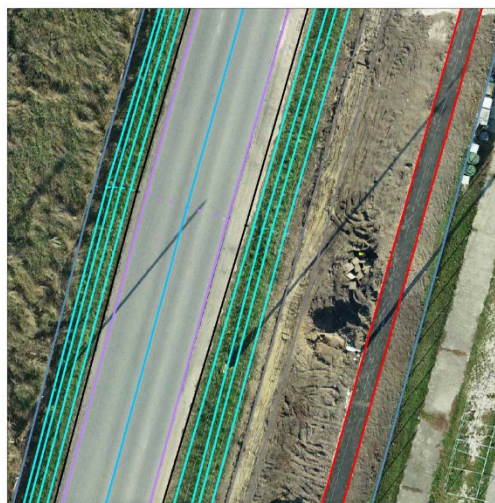
28. ábra: Tervezési alaptérkép az útmutató szerinti főliakiosztással - Autodesk Civil 3D [2. példa] [saját ábra]



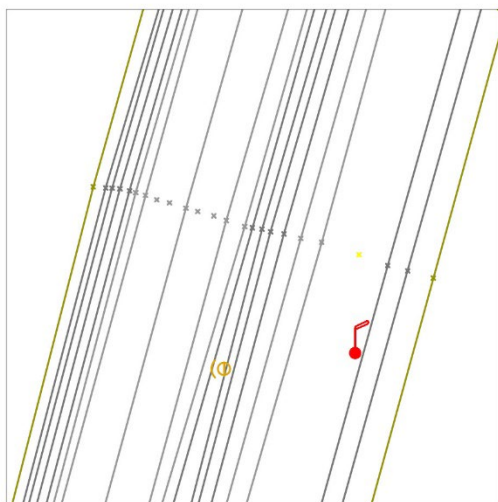
29. ábra: Tervezési alaptérkép az útmutató szerinti főliakiosztással és ortofotóval - Autodesk Civil 3D [2. példa] [saját ábra]



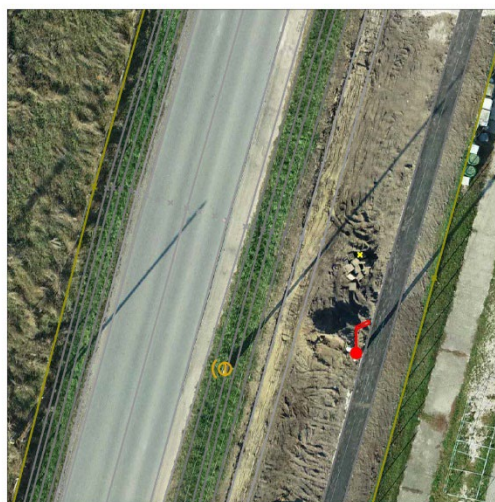
30. ábra: Tervezési alaptérkép saját főliakiosztással - Autodesk Civil 3D [3. példa] [saját ábra]



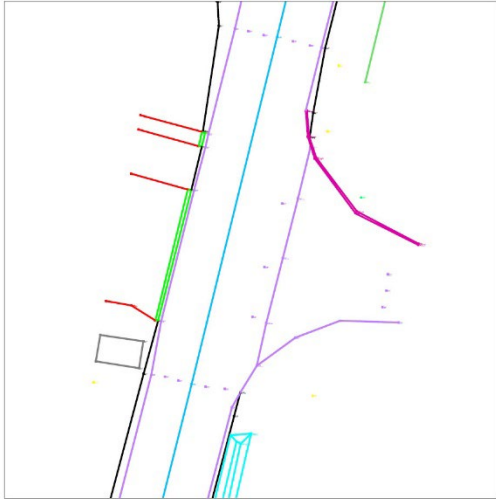
31. ábra: Tervezési alaptérkép saját főliakiosztással és ortofotóval - Autodesk Civil 3D [3. példa] [saját ábra]



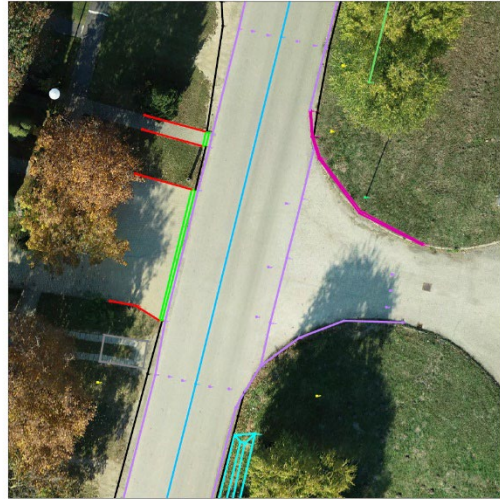
32. ábra: Tervezési alaptérkép az útmutató szerinti főliakiosztással - Autodesk Civil 3D [3. példa] [saját ábra]



33. ábra: Tervezési alaptérkép az útmutató szerinti főliakiosztással és ortofotóval - Autodesk Civil 3D [3. példa] [saját ábra]



34. ábra: Tervezési alaptérkép saját főliakiosztással - Autodesk Civil 3D [4. példa] [saját ábra]



35. ábra: Tervezési alaptérkép saját főliakiosztással és ortofotóval - Autodesk Civil 3D [4. példa] [saját ábra]

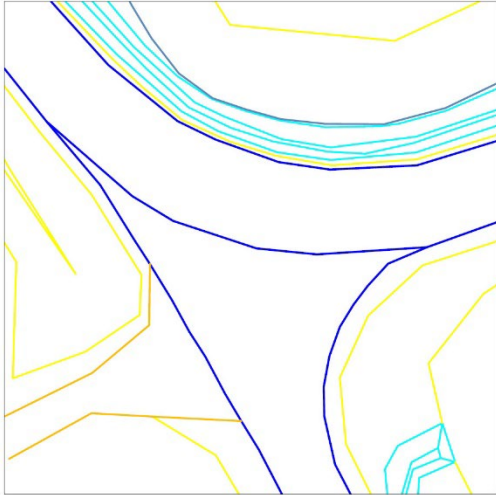


36. ábra: Tervezési alaptérkép az útmutató szerinti főliakiosztással - Autodesk Civil 3D [4. példa] [saját ábra]

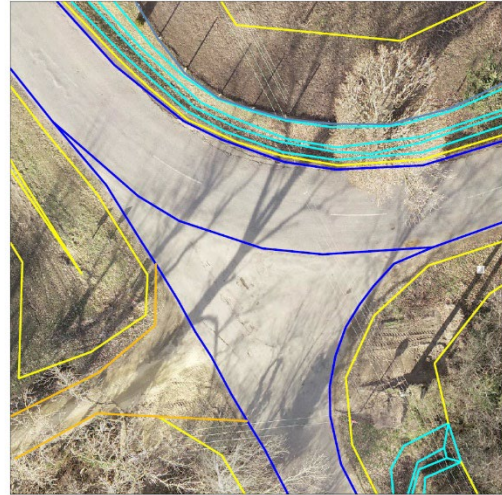


37. ábra: Tervezési alaptérkép az útmutató szerinti főliakiosztással és ortofotóval - Autodesk Civil 3D [4. példa] [saját ábra]

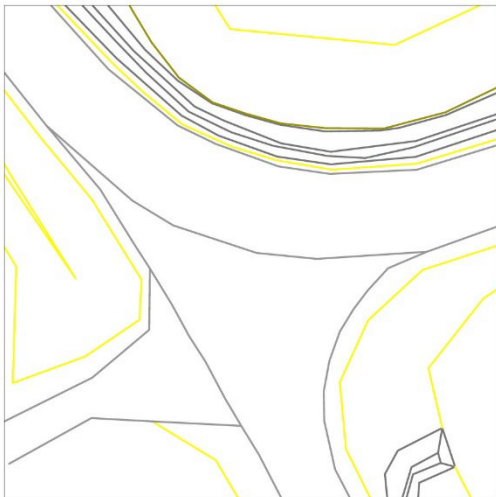
A következő példa alapján a 5303 jelű országos közút közötti tervezési alaptérképen mutatom be grafikusán az elkészült alaptérképet a saját földiarendszerem és az útmutató szerinti földiarendszer használatával, ortofotó alávétítéssel és nélküle.



38. ábra: Tervezési alaptérkép saját földiakiosztással - Autodesk Civil 3D [5. példa] [saját ábra]



39. ábra: Tervezési alaptérkép saját földiakiosztással és ortofotóval - Autodesk Civil 3D [5. példa] [saját ábra]

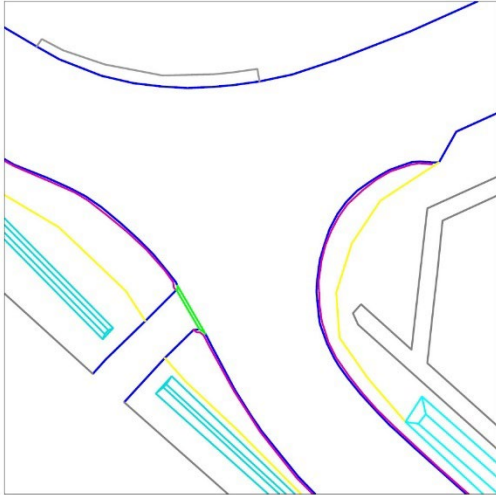


40. ábra: Tervezési alaptérkép az útmutató szerinti földiakiosztással - Autodesk Civil 3D [5. példa] [saját ábra]

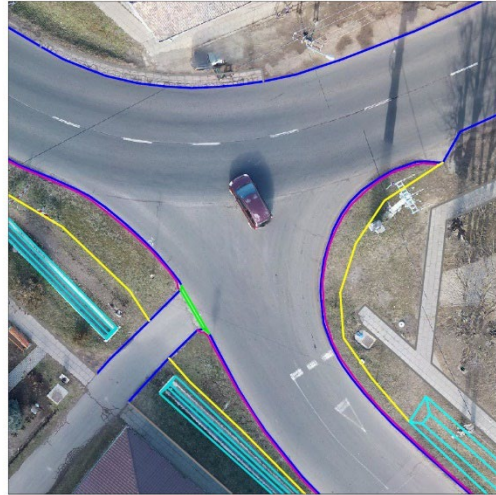


41. ábra: Tervezési alaptérkép az útmutató szerinti földiakiosztással és ortofotóval - Autodesk Civil 3D [5. példa] [saját ábra]

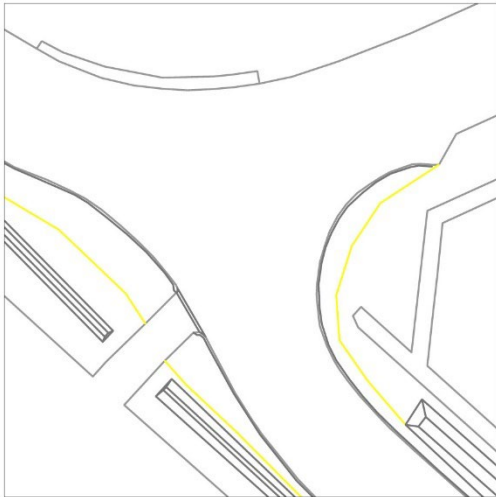
A következő példa alapján a 4518 jelű országos közút közötti tervezési alaptérképen mutatom be grafikusán az elkészült alaptérképet a saját földiarendszerem és az útmutató szerinti földiarendszer használatával, ortofotó alávétítéssel és nélküle.



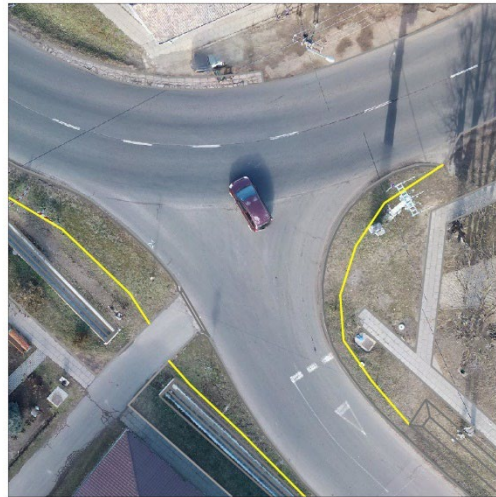
42. ábra: Tervezési alaptérkép saját földiakiosztással - Autodesk Civil 3D [6. példa] [saját ábra]



43. ábra: Tervezési alaptérkép saját földiakiosztással és ortofotóval - Autodesk Civil 3D [6. példa] [saját ábra]



44. ábra: Tervezési alaptérkép az útmutató szerinti földiakiosztással - Autodesk Civil 3D [6. példa] [saját ábra]



45. ábra: Tervezési alaptérkép az útmutató szerinti földiakiosztással és ortofotóval - Autodesk Civil 3D [6. példa] [saját ábra]

Az útmutató egyik hátrányának azt látom, hogy a választott színek nem eléggé informatívak. Úgy gondolom, érdemes lenne olyan színválasztást alkalmazni, amelyből az elkészült tervezési alaptérképen egyből világossá válik, hogy mit ábrázolt a geodéziai tervező. Az lenne az ideális, ha a vonalakra kattintás nélkül is értelmezhető lenne a tervezési alaptérkép. Általában a tervezési alaptérképek egyszínű, halvány szürke színnel jelennek meg a szakági tervek háttérében, de a szakági tervezés során fontos, hogy könnyen értelmezhető legyen az alaptérkép. Az útmutató nem korlátozza a fóliarendszer, a színek, és a vonaltípusok használatát, így a plasztikusság jegyében lehetőség van ezek módosítására.

Az útmutató másik hiányossága véleményem szerint a csekély számú táblakészlet, mivel csak 12 tábla van blokkokkal megkülönböztetve, ez azonban kevés ahhoz, hogy lefedjük a Magyarországon használatos összes közúti jelzőtáblát. Ebből kifolyólag vagy elhagynám a táblák blokkjainak ábrázolását, vagy a közúti jelzőtáblákat helyesen ábrázolnám. Az Autodesk Civil 3D szoftverben dinamikus blokkokként is létrehozhatjuk a táblákat, azonban a magyar jogszabályoknak megfelelő forgalomtechnikai táblakészletet is beszerezhetjük.

Az én álláspontom szerint rendkívül előnyös lenne, ha a tervezési alaptérképek készítése során egy egységes és általánosan elfogadott ajánlás szerint járnánk el, ezért javaslom, hogy használjuk az útmutatót az egységes geodéziai felmérések és a jobb minőségű tervezési alaptérképek elkészítésének érdekében.

10. ÖSSZEFOGLALÓ

A szakdolgozatomban három konkrét beruházás tervezési alaptérképét készítettem el a "Szakmai útmutató digitális tervezési alaptérképek készítéséhez" című ajánlás alapján. Részletesen bemutatam a mintaterületeket, a felmérés előkészületeit, a földi geodéziai felmérést, az UAV technológia alkalmazását, valamint bemutatam az alkalmazott műszereket. Részletesen leírtam, hogy hogyan készíthető el egy digitális tervezési alaptérkép az útmutató alapján, emellett a dolgozat tartalmazza a feldolgozási módszerek összehasonlítását és az alkalmazott szoftverek bemutatását.

Jelenleg a versenyszférában a tervezési alaptérképek tartalmát, a felhasznált fóliákat és blokkokat a megrendelő határozhatja meg. Mivel ő viseli az anyagi terheket, így jellemzően csak azokra a munkarészekre kíván pénz áldozni, amelyeket elengedhetetlennek ítél meg a számára szükséges tervezési cél eléréséhez.

A szakdolgozatom a tervezési alaptérkép készítéséről szól, de úgy látom, hogy nincs egy konkrét, egyértelmű definíció arra vonatkozóan, hogy mi is pontosan a tervezési alaptérkép, így szerintem érdemes lenne meghatározni egy definíciót a tervezési alaptérkép jelentésére vonatkozóan.

Véleményem szerint rendkívül előnyös lenne, ha a tervezési alaptérképek tekintetében egységes és általánosan elfogadott szabvány érvényesülne, amely tartalmilag és formailag egyaránt kielégíti a geodéziai vállalkozók és a megrendelők igényeit. Úgy gondolom, hogy bár az útmutató szerzői mind kiváló geodéziai szakemberek, de egy általánosan elfogadott fólia és jelkulcsrendszer kidolgozásához szükséges a Magyar Mérnöki Kamara többi szakcsoportjából is tervezők bevonása, és így elkészíthető egy olyan jelkulcs és fóliakészlet, amit aztán a megrendelők országosan elfogadhatnak, ezzel megteremtve a lehetőséget egy egységes tervezési alaptérkép létrehozásának.

Azt gondolom, hogy a „Szakmai útmutató digitális tervezési alaptérképek készítéséhez” című ajánlás egy átfogó, hiánypótló, rendkívül hasznos és alapos útmutatás a minőségi mérnöki munka segítésére, és a szerzők az egységes tervezési alaptérkép készítésének alapjait fektették le.

11.SUMMARY

In my thesis, I created the basic design maps for three specific investments based on the "Professional Guide to Digital Design Maps" recommendation. I presented in detail the sample areas, survey preparations, land surveying, the application of UAV technology, as well as the tools used. I provided a detailed description of how to create a digital design map based on the guide, as well as a comparison of processing methods and presentation of the software used.

Currently, in the private sector, the client can determine the content of the design maps, the layers and blocks used. Since they bear the financial burden, they typically only want to spend money on those parts of the job that they deem essential for achieving their design goals.

My thesis is about creating design maps, but I see that there is no specific, clear definition regarding what a design map actually is. Therefore, I think it would be worth defining what a design map means.

In my opinion, it would be extremely beneficial if there were a unified and generally accepted standard for design maps that satisfies the needs of surveying contractors and clients in terms of content and format. I believe that although the authors of the guide are all excellent surveying experts, involving designers from other professional groups of the Hungarian Chamber of Engineers is necessary to develop a generally accepted layer and legend system. This could result in a layer and legend set that clients can accept nationwide, thereby creating the opportunity for the creation of a uniform design map.

I think that the "Professional Guide to Digital Design Maps" recommendation is a comprehensive, groundbreaking, extremely useful, and thorough guide to assist in high-quality engineering work, and the authors have laid the foundations for creating a uniform design map.

12.IRODALOMJEGYZÉK

- [1] Holéczy Ernő, Kiss Albert Miklós, Kovács István, Dr. Takács Bence Géza és Dr. Tóth Zoltán, „M.2.-2021 MÉRNÖKGEODÉZIAI TERVEZÉSI SEGÉDLET,” Magyar Mérnöki Kamara, Budapest, 2021.
- [2] Magyar Közút Nonprofit Zrt., „ume.kozut,” 2023. [Online]. Available: <https://ume.kozut.hu/alapfogalmak>. [Hozzáférés dátuma: 17. 04. 2023].
- [3] Galambos István, „lechnerkozpont.hu,” Lechner Nonprofit Kft., 2. március 2023.. [Online]. Available: <https://lechnerkozpont.hu/cikk/gnss-rtk-meresek-es-az-ionoszfera-hogyan-alkalmazkodjunk>. [Hozzáférés dátuma: 10. május 2023.].
- [4] Lechner Nonprofit Kft., „geoshop.hu,” Lechner Nonprofit Kft., [Online]. Available: <https://geoshop.hu/products/alappont>. [Hozzáférés dátuma: 28. április 2023.].
- [5] L. T. K. F. Társaság, „legter.hu,” Légtér.hu Tanácsadó Korlátolt Felelősségű Társaság, [Online]. Available: <https://legter.hu/blog/dronozas-nyilt-kategoriaban/>. [Hozzáférés dátuma: 24 április 2023].
- [6] DJI Authorized Retail Store, „DJI Authorized Retail Store Budapest,” 2023.. [Online]. Available: <https://www.djiars.hu/termek/dji-phantom-4-rtk-dron-sdk-taviranyitoval>. [Hozzáférés dátuma: 17. 04. 2023.].
- [7] Engler Péter, *A légi fotogrammetria alapjai*, Nyugat-magyarországi Egyetem Geoinformatikai Kar, Székesfehérvár, 2011.
- [8] M. G. é. G. Tagozat, M. K. Tagozat, L. T. é. T. Egyesület, B. É. K. Á.-. é. F. Tanszék, Ó. A. R. M. Kar és Ó. A. R. M. K. G. Intézet, „Passzív légi távérzékelési szolgáltatások tervezési segédlete,” OE AMK GEO, Székesfehérvár, 2020..
- [9] Lechner Nonprofit Kft., „eht2.gnssnet.hu,” Lechner Nonprofit Kft., [Online]. Available: <https://eht2.gnssnet.hu/>. [Hozzáférés dátuma: 2. május 2023.].

- [10] Lehoczky Máté és Siki Zoltán, „Fotogrammetriai feldolgozószoftverek,” *Geodézia és Kartográfia*, %1. kötet 72. évf. 2.sz., pp. 23-27 DOI: 10.30921/ GK.72.2020.2.4, 2020.
- [11] Agisoft Metashape, „Agisoft Metashape User Manual Professional Edition, Version 2.0,” 2023. [Online]. Available: https://www.agisoft.com/pdf/metashape-pro_2_0_en.pdf. [Hozzáférés dátuma: 17. 04. 2023].
- [12] Leica Geosystems AG, „leica-geosystems.com,” [Online]. Available: <https://leica-geosystems.com/hu-hu/products/levels/digital-levels/leica-sprinter-150>. [Hozzáférés dátuma: 1. május 2023].
- [13] Leica Geosystems AG, „leica-geosystems.com,” [Online]. Available: <https://leica-geosystems.com/hu-hu/products/construction-tps-and-gnss/smart-antennas/leica-icon-gps-70-series>. [Hozzáférés dátuma: 26. április 2023].
- [14] Leica Geosystems AG, „leica-geosystems.com,” [Online]. Available: <https://leica-geosystems.com/hu-hu/products/construction-tps-and-gnss/robotic-total-stations/leica-icon-icr-80>. [Hozzáférés dátuma: 1. május 2023].
- [15] Datakart Kft., „datakart.hu,” Datakart Kft., [Online]. Available: http://www.datakart.hu/index.php?option=com_content&view=article&id=127&Itemid=392&lang=hu. [Hozzáférés dátuma: 3. május 2023].
- [16] Datakart Kft., „datakart.hu,” Datakart Kft., [Online]. Available: http://www.datakart.hu/index.php?option=com_content&view=article&id=120&Itemid=331&lang=hu. [Hozzáférés dátuma: 3. május 2023].
- [17] dr. Siki Zoltán, Csemniczky László, Holéczyné Kajtár Dóra, Lehoczky Máté, Répás Zoltán és Tóth István, „Szakmai útmutató digitális tervezési alaptérképek készítéséhez A minőségi mérnöki munka segítése, a jó gyakorlat bemutatása, javaslat a térképek rétegszerkezetére és az alkalmazandó jelkulcsokra,” Magyar Mérnöki Kamara, Budapest, 2022.

- [18] Dr. Ágfalvi Mihály, „Mérnökgeodézia 1.,” Nyugat-magyarországi Egyetem Geoinformatikai Kar, Székesfehérvár, 2010.
- [19] Dr. Ágfalvi Mihály, „Mérnökgeodézia 2.,” Nyugat-magyarországi Egyetem Geoinformatikai Kar, Székesfehérvár, 2010.
- [20] Dr. Ágfalvi Mihály, „Mérnökgeodézia 3.,” Nyugat-magyarországi Egyetem Geoinformatikai Kar, Székesfehérvár, 2010.
- [21] Dr. Ágfalvi Mihály, „Mérnökgeodézia 8.,” Nyugat-magyarországi Egyetem Geoinformatikai Kar, Székesfehérvár, 2010.
- [22] Dr. Ágfalvi Mihály, „Mérnökgeodézia 9.,” Nyugat-magyarországi Egyetem Geoinformatikai Kar, Székesfehérvár, 2010.
- [23] Dr. Ágfalvi Mihály, „Mérnökgeodézia 4.,” Nyugat-magyarországi Egyetem Geoinformatikai Kar, Székesfehérvár, 2010.
- [24] Dr. Detrekői Ákos és Dr. Ódor Károly, Ipari geodézia - I. rész, Budapest: Műegyetemi Kiadó, 1994.
- [25] Dr. Detrekői Ákos és Dr. Ódor Károly, Ipari geodézia - II. rész, Budapest: Műegyetemi Kiadó, 1998.
- [26] Alojz Kopáčik, Ján Erdélyi és Peter Kyrinovič, Engineering Surveys for Industry, Bratislava: Department of Surveying, Slovak University of Technology in Bratislava, 2020.
- [27] Kolozsvári Zita, „Útburkolat felújítás tervezés és geodéziai felmérés folyamata modern infrastruktúra tervezési módszerekkel,” Baja, 2022.
- [28] Balázsik Valéria, *Fotogrammetria: Távérzékelés fogalma, fotogrammetria és a távérzékelés kapcsolata*, Székesfehérvár: Nyugat-magyarországi Egyetem Geoinformatikai Kar, 2011.
- [29] Légi Térképészeti és Távérzékelési Egyesület, „acrsa,” 2021. [Online]. Available: <https://acrsa.org/hu/index.php/fogalomtar>. [Hozzáférés dátuma: 17. 04. 2023.].

[30] DJI, „PHANTOM 4 RTK User Manual,” DJI, 2020.

[31] DJI, „DJI GS Pro User Manual,” DJI, 2018.

13.ÁBRAJEGYZÉK

1. ábra: Beadott igénylés ellenőrzése a Földhivatal online felületén [https://info.foldhivatal.hu/].....	13
2. ábra: A felmérési területen található alappontok helyzete [https://geoshop.hu/].....	17
3. ábra: 0108111-1 pontszámú pont magassági pontleírása [https://geoshop.hu/]	18
4. ábra: A1/A3 osztrák távpilóta kompetenciatanúsítvány [saját ábra]	21
5. ábra: A2 kategóriával kiegészített magyar távpilóta kompetenciatanúsítvány [saját ábra]	22
6. ábra: Terepi illesztőpont [saját kép].....	23
7. ábra: Terepi mérés végrehajtása DJI Phantom 4 RTK drónnal, és D-RTK 2 GNSS bázissal [saját kép]	24
8. ábra: Budapest TMA2/A légtér [https://terkep.legter.hu/].....	25
9. ábra: Ritka pontfelhő, képek helye, illesztőpontok - Agisoft Metashape [saját ábra]	27
10. ábra: Sűrű pontfelhő, képek helye, illesztőpontok - Agisoft Metashape [saját ábra]	27
11. ábra: Digitális domborzatmodell (DEM) - Agisoft Metashape [saját ábra]	28
12. ábra: Ortofotó - Agisoft Metashape [saját ábra]	28
13. ábra: Leica Sprinter 250M digitális szintező [https://leica-geosystems.com/]	30
14. ábra: Leica iCON gps 70 GNSS vevő [https://leica-geosystems.com/]	31
15. ábra: Leica iCON gps 70 GNSS vevő és Leica iCON CC80 tablet számítógép [https://leica-geosystems.com/]	31
16. ábra: Leica iCON iCR80 robot mérőállomás [https://leica-geosystems.com/]	32
17. ábra: Leica iCON iCR80 robot mérőállomás terepi mérés során [saját kép]	33
18. ábra: Téli munkavégzés a Leica iCON iCR80 mérőállomással [saját kép].....	34
19. ábra: DJI Phantom 4 RTK [https://www5.djicdn.com/]	35
20. ábra: Az általam korábban használt földalista - Autodesk Civil 3D [saját ábra].....	41
21. ábra: Az útmutató tervezési alaptérképre vonatkozó földalistája - Autodesk Civil 3D [saját ábra].....	43
22. ábra: Tervezési alaptérkép saját földiakiosztással - Autodesk Civil 3D [1. példa] [saját ábra]	49
23. ábra: Tervezési alaptérkép saját földiakiosztással és ortofotóval - Autodesk Civil 3D [1. példa] [saját ábra]	49

24. ábra: Tervezési alaptérkép az útmutató szerinti földakiosztással - Autodesk Civil 3D [1. példa] [saját ábra]	49
25. ábra: Tervezési alaptérkép az útmutató szerinti földakiosztással és ortofotóval - Autodesk Civil 3D [1. példa] [saját ábra]	49
26. ábra: Tervezési alaptérkép saját földakiosztással - Autodesk Civil 3D [2. példa] [saját ábra]	50
27. ábra: Tervezési alaptérkép saját földakiosztással és ortofotóval - Autodesk Civil 3D [2. példa] [saját ábra]	50
28. ábra: Tervezési alaptérkép az útmutató szerinti földakiosztással - Autodesk Civil 3D [2. példa] [saját ábra]	50
29. ábra: Tervezési alaptérkép az útmutató szerinti földakiosztással és ortofotóval - Autodesk Civil 3D [2. példa] [saját ábra]	50
30. ábra: Tervezési alaptérkép saját földakiosztással - Autodesk Civil 3D [3. példa] [saját ábra]	51
31. ábra: Tervezési alaptérkép saját földakiosztással és ortofotóval - Autodesk Civil 3D [3. példa] [saját ábra]	51
32. ábra: Tervezési alaptérkép az útmutató szerinti földakiosztással - Autodesk Civil 3D [3. példa] [saját ábra]	51
33. ábra: Tervezési alaptérkép az útmutató szerinti földakiosztással és ortofotóval - Autodesk Civil 3D [3. példa] [saját ábra]	51
34. ábra: Tervezési alaptérkép saját földakiosztással - Autodesk Civil 3D [4. példa] [saját ábra]	52
35. ábra: Tervezési alaptérkép saját földakiosztással és ortofotóval - Autodesk Civil 3D [4. példa] [saját ábra]	52
36. ábra: Tervezési alaptérkép az útmutató szerinti földakiosztással - Autodesk Civil 3D [4. példa] [saját ábra]	52
37. ábra: Tervezési alaptérkép az útmutató szerinti földakiosztással és ortofotóval - Autodesk Civil 3D [4. példa] [saját ábra]	52
38. ábra: Tervezési alaptérkép saját földakiosztással - Autodesk Civil 3D [5. példa] [saját ábra]	53
39. ábra: Tervezési alaptérkép saját földakiosztással és ortofotóval - Autodesk Civil 3D [5. példa] [saját ábra]	53

40. ábra: Tervezési alaptérkép az útmutató szerinti fóliakiosztással - Autodesk Civil 3D [5. példa] [saját ábra]	53
41. ábra: Tervezési alaptérkép az útmutató szerinti fóliakiosztással és ortofotóval - Autodesk Civil 3D [5. példa] [saját ábra]	53
42. ábra: Tervezési alaptérkép saját fóliakiosztással - Autodesk Civil 3D [6. példa] [saját ábra]	54
43. ábra: Tervezési alaptérkép saját fóliakiosztással és ortofotóval - Autodesk Civil 3D [6. példa] [saját ábra]	54
44. ábra: Tervezési alaptérkép az útmutató szerinti fóliakiosztással - Autodesk Civil 3D [6. példa] [saját ábra]	54
45. ábra: Tervezési alaptérkép az útmutató szerinti fóliakiosztással és ortofotóval - Autodesk Civil 3D [6. példa] [saját ábra]	54

14.TÁBLÁZATJEGYZÉK

1. táblázat: DJI Phantom 4 RTK drónra vonatkozó műszaki specifikációk	36
2. táblázat: DJI Phantom 4 RTK gimballjára vonatkozó műszaki specifikációk	37
3. táblázat: DJI Phantom 4 RTK kamerájára vonatkozó műszaki specifikációk.....	37
4. táblázat: DJI Phantom 4 RTK távirányítójára vonatkozó műszaki specifikációk	37
5. táblázat: DJI Phantom 4 RTK intelligens akkumulátorjára vonatkozó műszaki specifikációk	38

15.DIGITÁLIS MELLÉKLETEK JEGYZÉKE

1. 1_ Szintezési jegyzőkönyv
2. 2_ Végleges alapponthálózat
3. 3_ Eredeti_ Tervezési alaptérkép_ Bokod-Oroszlány
4. 4_ Szakmai útmutató szerinti_ Tervezési alaptérkép_ Bokod-Oroszlány