



ÓBUDAI EGYETEM

**Alba Regia Műszaki Kar
Geoinformatikai Intézet**

SZAKDOLGOZAT / DIPLOMAMUNKA

ADATNYERÉSI TECHNOLÓGIÁK A TOPOGRÁFIAI TÉRKÉPEZÉSBEN

Konzulens: Balázsik Valéria

**OE-AMK
2021**

Hallgató neve:

Boros Ferenc

Hallgató törzskönyvi száma:

T000305/FI12904/A-G



ÓBUDAI EGYETEM

Alba Regia Műszaki Kar
Geoinformatikai Intézet

HALLGATÓI NYILATKOZAT

Alulírott szigorló hallgató kijelentem, hogy a szakdolgozat/diplomamunka saját munkám eredménye, a felhasznált szakirodalmat és eszközöket azonosíthatóan közöltem.

Egyéb jelentős segítséget nem vettem igénybe.

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

Kelt: Felcsút, 2021.12.12

.....
hallgató aláírása



ÓBUDAI EGYETEM
ÓBUDA UNIVERSITY

Óbudai Egyetem
Alba Regia Műszaki Kar
Geoinformatikai Intézet

SZAKDOLGOZAT FELADATLAP

Hallgató neve: Boros Ferenc

Szaktervezési száma: SZD20120110308761

Törzskönyvi száma: T000305/FI12904/A-G

Neptun kódja: XXXXXXXXXX

Szak: földmérő és földrendező mérnök

Specializáció: Geoinformatika specializáció

A dolgozat címe: Adatnyerési technológiák a topográfiai térképezésben

A dolgozat címe angolul: Data acquisition technologies in topographic mapping

A feladat részletezése:

Ismertesse a topográfiai térképek jellemzőit, felhasználási területeit, korábbi adatgyűjtési eljárásait!

Jellemezze az utóbbi években kialakult korszerű adatnyerési technológiákat, a digitális topográfiai térképezés munkafolyamatát!

Mutasson példákat a DITAB és DIKAB alkalmazási lehetőségeire.

Foglalja össze és értékelje a munka során szerzett tapasztalatait!

Intézményi konzulens neve: Balázsik Valéria

A kiadott téma elévülési határideje: 2023. december 15.

Beadási határidő: 2021. 12. 15.

A szakdolgozat: Nem titkos.

Kiadva: Székesfehérvár, 2021. 10. 28.

P.H.

Intézetigazgató

A dolgozatot beadásra alkalmasnak találom:

belső konzulens

külső konzulens

TARTALOMJEGYZÉK

1. BEVEZETÉS	6
2. TOPOGRÁFIAI TÉRKÉPEZÉS TÖRTÉNETE.....	7
3. TOPOGRÁFIAI TÉRKÉPEK JELLEMZŐI, FELHASZNÁLÁSI TERÜLETEI.....	8
3.1 Topográfiai térkép fogalma, jellemzői:	8
3.2 Topográfiai térképek felhasználási területei:	8
4. KORÁBBI ADATGYŰJTÉSI ELJÁRÁSOK	10
4.1 Topográfiai felmérési technológiák.....	10
4.2 Grafikus felmérések	10
4.2.1 Grafikus pontmeghatározás iránymetszéssel	13
4.2.2 Irány és távméréssel történő grafikus pontmeghatározás.....	13
4.2.3 Grafikus pontmeghatározás távolságméréssel	14
4.2.4 Magasságmérési módszerek	15
4.3 Numerikus felmérések	18
4.3.1 Optikai tahiméterrel történő mérés	19
4.3.2 Elektronikus tahiméterrel történő mérés	21
4.3.3 GPS-szel végzett mérés	21
4.4 Fototopográfiai technológiák	21
4.4.1 Kombinált eljárás	22
4.4.2 Differenciált eljárás.....	23
4.4.3 Univerzális eljárás	23
4.4.4 Áttekintés	24
5. KORSZERŰ ADATGYŰJTÉSI ELJÁRÁSOK	25
6. DIGITÁLIS TOPOGRÁFIAI TÉRKÉPEZÉS.....	26
6.1 Bevezetés	26
6.2 DTA-50 felújítása	26
6.3 DITAR	27
6.4 DITAR fejlesztése	30
6.5 Munkafolyamat	30
7. DITAB ÉS DIKAB, ALKALMAZÁSI LEHETŐSÉGEI	32
7.1 Állami topográfiai térképállományok 2013-ban	32
7.2 DTA-50	32
7.3 DITAB	33
7.4 DITAB-50 alkalmazása:	38

7.5 A projekt tovább fejlesztése és befejezése.....	38
7.6 DIKAB	38
7.7 DIKAB-50 alkalmazása:	40
8. FELMÉRÉSHEZ HASZNÁLT ESZKÖZÖK.....	41
8.1 Mérőállomás:.....	41
8.2 GPS:	41
8.3 LIDAR:	43
9. POLGÁRI TOPOGRÁFIAI TÉRKÉPEK	44
10. FELMÉRÉSI TECHNOLÓGIÁK ÖSSZEHAONLÍTÁSA.....	46
10.1 Korszerű, topográfiai célú felmérési technológiák:	46
10.2 Mérőállomás-LIDAR összehasonlítás:	46
10.3 LIDAR-UAV összehasonlítás:	49
11. ÖSSZEFOGLALÁS.....	52
12. SUMMARY	54
13. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS	56
14. IRODALOMJEGYZÉK.....	57
14.1 Források:	57
14.2 Ábrajegyzék:	57
14.3 Táblázatjegyzék:	58

1. BEVEZETÉS

A szakdolgozatom témájának az adatnyerési technológiák a topográfiai térképezésben-t választottam. A feladat célja a topográfia és a különböző adatnyerési eljárások ismertetése, a technológiák évek alatt bekövetkezett fejlődésének bemutatása. A szakdolgozatom során ismertetni fogom a topográfiai térképezés korszerű technológiai módszereit, a topográfiai térképek tulajdonságait és felhasználási területeit. Időrendben ismertetem a legkorábbi technológiáktól kezdve az adatnyerési eljárásokat a napjainkban használt módszerekig. Külön fejezetekben térek ki a DITAB, illetve DIKAB ismertetésére.

A szakdolgozatom témájának választásánál azt a szempontot vettem leginkább figyelembe, hogy az évek során tanult tantárgyakból, ismeretekből melyik az, amely a legjobban, leginkább felkeltette az érdeklődésemet, legszívesebben ásnám bele magamat mélyebben az adott témába. Ezen szempontok alapján esett a választásom a topográfiára, ezen belül is a topográfiai célú adatnyerési technológiákra. A célom az volt, hogy mélyebben belelássak ebbe a témába, több ismeretet szerezzek, amelyeket most szakdolgozat formájában mutatok be. Próbáltam úgy felépíteni a szakdolgozati ismertetést, hogy időrendi sorrendben haladva a legrégebbi technológiától kezdve a napjainkban alkalmazott korszerű technológiáig bemutassam az adatnyerési eljárásokat.

Magyarországon jelenleg is folyik az 1:50 000 méretaránynak megfelelő adatsűrűségű és adattartalmú, 1:25 000 méretaránynak megfelelő pontosságú topográfiai adatbázis létrehozásául szolgáló VII. katonai felmérés. A technológia a DTA-50 adatbázisra épül. A munka folyamán felújítások, valamint a már meglévő DTA-50 adatbázis modernizálása zajlanak. Így létrejön egy új digitális topográfiai adatgyűjtő rendszer. [1]

2. TOPOGRÁFIAI TÉRKÉPEZÉS TÖRTÉNETE

A topográfiai térképezés kezdete a második világháború előtti időszakra tehető, hiszen a háború előtt négy katonai felmérést végeztek el. Ezután 1953 és 1959 között új felmérések következtek, majd ezt követően 1984 és 1996 között egy felméréssel egyenértékű felújítás következett, ezt nevezték a IV. felmérésnek. Ezen felmérések eredményeként 1:25 000 méretarányú térképek születtek, amelyek Gauss-Krüger vetületi rendszerűek. Fontos megemlíteni, hogy egy térkép felújításáról akkor beszélünk, amikor a térképi tartalom egy adott része olyan mértékben változik, hogy jobban megéri egy új felmérést végezni, de a térkép többi része nem, vagy csak csekély mértékben változik. A felújítások befejeződése után csak két változás történt a katonai topográfiai térképezésben. Ezek közül az egyik, hogy megtörtént a térképek digitalizálása, így létrejött a DTA-50, amely egy digitális térképi adatbázis, a rövidítés is az elnevezésből (Digitális Térképi Adatbázis) ered. A DTA-50 adatbázis alapfelülete pedig a WGS84-es ellipszoid lett. A másik említésre méltó változás pedig, hogy a Magyar Honvédség Geoinformációs Szolgálat a Honvédelmi Minisztérium utasítására 2010-től megkezdte a DTA-50 adatbázis korszerűsítését, melynek során új felméréseket végeztek, amelyek 2019-ben befejeződtek. [1]

Topográfia a II. világháború után (lásd 1.táblázat).

Módszer	Térképtípus	Vetület	Méretarány	Időszak
Újfelmérés	polgári	vegyes	1 : 10 000	1952-1980
Felújítás	polgári	EOV	1 : 10 000	1976-1999
Újfelmérés	katonai	Gauss-Krüger	1 : 25 000	1953-1959
Helyesbítés	katonai	Gauss-Krüger	1 : 25 000	1968-1982
Felújítás	katonai	Gauss-Krüger	1 : 25 000	1984-1996
Helyesbítés	katonai	UTM	1 : 50 000	1998-2003

1.táblázat: II világháború utáni topográfia állapota (Patkó Gergely András, Magyarország új topográfiai felmérések)

3. TOPOGRÁFIAI TÉRKÉPEK JELLEMZŐI, FELHASZNÁLÁSI TERÜLETEI

3.1 Topográfiai térkép fogalma, jellemzői:

Topográfiai térképnek nevezzük azt a térképet, amely a terep domborzatát is ábrázolja. A tereptárgyakat megfelelő méretarányban és jelkulcs alkalmazásával próbálták a valós terepi helyükön ábrázolni. A tulajdoni viszonyokra nincs tekintettel, csak a terep jellegét veszi figyelembe. [4]

Topográfiai térképeknél a készítők mindig törekednek az alaprajz szerinti legpontosabb ábrázolásra, mindezek közben pedig közepes méretarányra is törekednek (1:50 000, 1:25 000), valamint ellátják ezeket a térképeket az egyezményes jelekkel, jelkulcsot alkalmazva. [4]

A topográfia, mint fogalom görög szavakból tevődik össze, mégpedig a toposz (hely, helyszín), valamint a grafein (rajzolás, leírás) szavakból. A topográfia célja a tereptárgyak felmérése, majd ezek térképi megjelenítése, ábrázolása. A topográfiai térkép a tereptárgyakat felülnézetből vízszintes vetületükben jeleníti meg. A tereptárgyakat méretarányuk szerint kicsinyítve ábrázolják, ha szükséges, akkor a megfelelő egyezményes jelekkel látják el a domborzattal együtt. [4]

3.2 Topográfiai térképek felhasználási területei:

Topográfiai területek felhasználási területei korábban:

- hadviselés
- hadszintér kiválasztása
- sereg mozgása
- hadműveletek megtervezése

Topográfiai térképek felhasználási területei napjainkban, a gazdaságban:

- erdőgazdálkodás
- vízügyi tervezések
- vízgyűjtők áttekintése

- árterületek ellenőrzése
- közlekedés
- út, vasút építési munkái
- energia ellátó hálózatok [4]

A topográfiai térképeket ott tudják előnyösen használni, ahol áttekinthetőek a terep mesterséges és természetes alakulatai, valamint domborzati viszonyai, de ennek ellenére kellően részletes és megfelelő a természetbeni helyzetnek. [4]

4. KORÁBBI ADATGYŰJTÉSI ELJÁRÁSOK

4.1 Topográfiai felmérési technológiák

Tartalom szempontjából a topográfiai térképeket négy összetevőre bonthatjuk. Ezek a síkrajz, domborzatrajz, névrajz, keretrajz. Felmérési technológiák kapcsán ezek közül a síkrajzról és a domborzatrajzról érdemes bővebben beszélni. A felmérési módszerek nagy változásokon mentek át az elmúlt évtizedek, évek során. A felmérési technológiák két nagy csoportra sorolhatók. Ezek a helyszíni felmérések és a fototopográfiai eljárások. [2]

A helyszíni felméréseknek kétféle lehetősége van: numerikus, vagy más szóval tahiméteres eljárás, vagy grafikus, azaz mérőasztalos eljárás. A fototopográfiai felmérésekre három fajtája: kombinált eljárás, differenciált eljárás, univerzális eljárás. [2]

4.2 Grafikus felmérések

A terepi mérések legrégebbi módszere a grafikus felmérés, melynek lényege, hogy a mérési eredményeket a terepen, közvetlenül a felmérési alaplagra felszerkesztjük és a méréssel egyidőben, folyamatosan rajzoljuk a térképet. Jegyzőkönyvbe is csak azokat a műszerleolvasásokat, vagy lécleolvasásokat rögzítjük, amelyek alapján a mérés közben számításokat tudunk végezni ahhoz, hogy az irányzott pontot térben ábrázolni tudjuk. [2]

A felmérés főbb módszerei: vízszintes iránymérés, távolság meghatározása, magasságkülönbségek meghatározása (irányzott pont és az álláspont között). A vízszintes iránymérést rajzlapon rögzítik. A távolságmérés meghatározása távméréssel történik. A magasságkülönbségeket szintezéssel, vagy trigonometriai magasságméréssel határozták meg. [2]

Előnye: a térkép közvetlenül a helyszínen készült.

Hátrányai: lassabb a numerikus felmérésnél. Az eredményeket csak papír alapon tárolták. Az időjárás nagyobb befolyásolási tényező, mint a numerikus felmérésnél. [2]

A vízszintek irányok ábrázolása mérőasztalon történt, melyek segítségével határozták meg a terepi pontokat. Az irányzás dioptrián keresztül történt, a poláris koordináta másik tagját a távolság adta meg, amelyet mérőlánccal, becsléssel, vagy lépéssel határoztak

meg. A későbbiekben ezeket a poláris koordinátákat iránymetszésekkel is meg tudták adni (hátrametszés, oldalmetszés, előmetszés). Az idő múlásával (1800-as évek) a dioptriát leváltotta a távcső, amellyel messzebbre és pontosabban lehetett az irányzásokat elvégezni. Mivel a mérőasztal közvetlen kapcsolatot biztosít a térkép és a felméréndő terep között, így könnyen fellelhetőek az adott hiányok, hibák és ezek helyben könnyen pótolhatóak, javíthatóak. A mostani digitális eszközök, módszerek közül egyik sem biztosít olyan közvetlen kapcsolatot a térkép és a terep között, mint a grafikus felmérés. A mérőasztal működése, használata nem függ a külső körülményektől. [2]

A mérőasztal (lásd 1. ábra) felszerelés: főbb részei: mérőasztal, távmérő lécz, tahiméteres vonalzó.

Ezen belül a mérőasztal részei: műszerállvány, középszerkezet, rajztábla, tájoló, szelencés libella. [2]



1. ábra: Mérőasztal

A mérés: A távmérő lécen és a magassági körön leolvasásokat végeztek, majd a magasságkülönbségeket és a vízszintes távolságokat kiszámították. A mért távolságot a vonalzóra felszerelhető léptékvonalzó segítségével tudták felszerkeszteni a rajzlapra. [2]
A mérőasztal felállítása: lényege, hogy a felszerelést egy olyan állásponton állítjuk fel, melynek a helyzete ismert. Egy pontot akkor tekintünk ismert helyzetűnek, ha ez a pont a terepen egyértelműen beazonosítható, a térképlapra a képe fel van szerkesztve. Az ismert pontokat a papíron tűszúrással jelölték, majd köré a pont jelét, számát és

magasságát ábrázolták. A mérőasztalt akkor tekintjük mérésre kész állapotúnak, ha a pontraállítás megtörtént, vízszintes helyzetbe van állítva, és a tájékozás megtörtént. [2]

Pontraállítás: a terepen található álláspontra, ha egy függőlegest állítanánk, akkor az átmenne a pont lapra szerkesztett képén. [2]

Vízszintessé tétel: a műszeren elhelyezett talpcsavarok segítségével a szelencés libellát középre állították, majd magassági értelemben a magassági kör indexlibelláját is beállították. [2]

Tájékozás: a függőleges tengely körüli forgatással biztosították, hogy a koordináta rendszer párhuzamos legyen a tereppel, tehát az álláspontról a különböző tereppontokat, tereptárgyakat párhuzamos állásban kapták meg a rajzlapon. A tájékozást ismert pontra végezték, vagy tájoló segítségével hajtották végre a folyamatot. A pontra állás és a vízszintessé tétel után egy ismert pontot először durva irányzással, majd paránycsavarok segítségével finoman megirányozták addig, ameddig a függőleges szál el nem metszette az ismert pontot. Érdemes megemlíteni, hogy tájékozásnál mindig a legtávolabbi, még látható ismert pontot vették számításba. [2]

Egy pont akkor használható álláspontként, ha a terepen könnyen beazonosítható, a műszer könnyen felállítható a ponton, a helyzete felszerkeszthető a térképre, vagy már fel is van rá szerkesztve. Ezen pontokat, melyek már megtalálhatóak a térképen, geodéziai, vagy más szóval háromszögelési pontoknak nevezzük. Átlagosan egy-másfél kilométer távolságban helyezkednek el egymástól, viszont ezek a távolságok túl nagyok, hiszen az optikai tahiméter maximum 250 méteres távolságba képes irányozni. Ennek függvényében a mérésekhez több álláspont szükséges, mint amennyi alapesetben a térképen fellelhető. Szükségessé váltak így új alappontok, másnéven kisalappontok, amelyeket alappontsűrítéssel határoztak meg. Ezen pontsűrítést mind magassági, mind vízszintes értelemben elvégezték. A vízszintes pontsűrítés történhet iránymetszéssel, irány és távolságméréssel, vagy csak távolságmérésekkel. [2]

4.2.1 Grafikus pontmeghatározás iránymetszéssel

Csak iránymetszéssel elvégzett alappontsűrítés háromfajta módszerrel végezhető el: előmetszés, oldalmetszés, vagy hátrametszés. [2]

Előmetszés esetében 2 ismert ponton szükséges felállni, viszont a meghatározni kívánt ponton nem kell felállni. Oldalmetszésnél 1 ismert ponton elég felállni, viszont ebben az esetben a meghatározandó ponton is fel kell állni. Hátrametszés esetén ismert alapponton nem állunk fel, csak az új ponton szükséges. [2]

4.2.2 Irány és távméréssel történő grafikus pontmeghatározás

Grafikus alappontsűrítést irány és távolságméréssel együttesen is lehet végezni. A távolságok mérését minden esetben tahiméterrel végezzük, ameddig az iránymérést mindig grafikusán. A folyamat során meghatározott pontok mennyiségétől és az adott pontokon történő tájékozás végrehajtási módszerétől függően három eljárást ismerünk. Poláris mérés: a meghatározni kívánt pontot egy ismert alapponttól határozzuk meg irány és távolságméréssel. A mérőasztalt pontra állítjuk az alapponton, tájékozunk más, már ismert pontokra, ezután megirányozzuk a meghatározni kívánt kisalappontot. A kisalapponton felállítjuk a távmérőlécezt, majd segítségével tahiméteres mérést végzünk, amellyel meghatározzuk a pontok távolságát, majd ezt a vonalzó éle mentén felrajzoljuk a térkép lapjára. Ezzel már meg is határoztuk a kisalappont helyzetét. Az általunk meghatározott kisalappontból ezt az folyamatot újra végrehajthatjuk, akár több irányban is, így több kisalappont helyzetét is meghatározhatjuk. A másodszorra elvégzett poláris méréssel meghatároztuk a kisalappontot, viszont erről a pontról több kisalappont poláris méréssel történő meghatározása már nem lehetséges. Ez azért van, mert a meghatározott kisalapponton a mérőasztal letájékozását csak az őt meghatározó pontra tudjuk végrehajtani (visszatájékozni), így viszont nincs ellenőrzésünk. [2]

Grafikus sokszögelés: előfordulhat az az eset, hogy a poláris méréssel meghatározott pontokkal nem tudjuk elérni a felmérni kívánt területünk végét. Ennél az esetnél, adott feltételek betartásával alkalmazhatjuk folytatólagosan a poláris mérési módszert. Ezen feltételek a következők:

- az egymás után következő kisalappontoknál a távolságmérést oda-vissza elvégezzük

- a mért sorozatot egy általunk ismert alappontba becsatoljuk, így ellenőrizhető lesz a mérésünk. [2]

Ugróállásos sokszögelés: a környezeti tényezők miatt előfordul, hogy csak rövid, tíz húsz méteres szakaszokat tudunk mérni, a tájékozás pedig csak az előző sokszögpontra végezhető. Tehát például 1:10 000-es méretarányánál a térképlapon csak néhány millimétert tudnánk jelölni. Ennek következtében a tájékozást tájoló segítségével hajtjuk ilyenkor véghez. Különböző álláspontokon végzett méréseknél igen sok időt vesz igénybe az egyik helyről a másik helyre való átállás a mérőműszerrel. Mivel rövid szakaszokat tudunk ebben az esetben csak mérni, így ez elég sok átállást eredményezne, lenne olyan állás is, ahonnan részletpont mérést nem kellene elvégeznünk. Ezért dolgozták ki az ugróállásos sokszögelést, ami azt jelenti, hogy csak minden második sokszögponton állítjuk fel a műszert, a tájékozást pedig tájoló segítségével végezzük el. [2]

4.2.3 Grafikus pontmeghatározás távolságméréssel

Az általunk meghatározni kívánt pontok helyzetét távolságmérés végrehajtásával is elvégezhetjük. Ez a módszer akkor használható, ha a távolságmérés hatótávolságán belül (200-250 méter) több számunkra ismert helyzetű alappont is található. A távolság mérésen alapuló meghatározó módszer nagy előnye az irányméréssel szemben, hogy az egyszer már megmért távolság az adott szakasz mindkét végpontján felhasználható a szerkesztéshez. [2]

Ívmetszés: ha tudjuk az általunk meghatározni kívánt pont távolságát három különböző ismert helyzetű alapponttól, akkor ezen távolságokat sugárként használva kört rajzolunk mind a három esetben. A három kör közös metszéspontja egyértelműen kirajzolja az új pont helyzetét. Ezt a módszert ívmetszésnek nevezzük. Abban az esetben, ha a meghatározandó pontunk helyzetét ismerjük más ismert alappontokhoz képest, akkor elegendő két ismert pontra a távolság meghatározása. Így két körünk lesz, amelyek egymást két helyen fogják metszeni. Azonban mivel nagyjából ismerjük az új pontunk helyzetét, így egyértelmű lesz, hogy a két metszéspont közül melyik rajzolja ki számunkra ténylegesen az új pont helyzetét. [2]

4.2.4 Magasságmérési módszerek

Topográfiai felméréseknél fontos a különböző objektumok, tereptárgyak, domborzat jellegzetes pontjainak a magassági meghatározása. Az általunk mért részletpontok magassági értelemben történő meghatározásához elengedhetetlen ismernünk a műszerálláspontok magasságát. Tehát a magasságmérést az adott alappontok magassági meghatározására, magassági alappontsűrítésre, részletpontok magassági meghatározására használjuk. [3]

A magasságmérést úgy értelmezzük, hogy egy kiválasztott alapszintfelület, középtengerszint (geoid) és az adott pontok helyi függőleges mentén mért távolsága, ezt nevezzük abszolút magasságnak. [3]

Méréseinkkel csak relatív magasságok megadására vagyunk képesek. Az abszolút magasság meghatározásához az adott területen ismernünk kell néhány magassági alappontot. Az ismert magasságú alappontokból és a relatív magasságokból már számíthatóvá válik az új pont abszolút magassága. [3]

Két pont között számított abszolút magasság értéke akkor pozitív, ha az irányzott pont magasabban helyezkedik el, mint az ismert magasságú alappontunk. Mivel a magassági alappont magassága ismert, így az új pontra mért magasságkülönbségből számítható az abszolút magasság. [3]

Magasságméréseket közvetlenül az adott tereppontok között nem tudunk elvégezni. Az álláspontunk fölé felállítjuk a műszerünket. A magasságkülönbségek mérése a műszer fekvőtengelyének magasságára vonatkoznak. A műszermagasságunk pozitív, mivel a műszerünk a pont felett áll. A tereppontok abszolút magasságához hozzá kell adnunk előjel helyesen a műszermagasságunkat, így megkapjuk a pontok műszerhorizont magasságát. A magasságkülönbségek meghatározására alkalmazott technikák:

Szintezés, tahiméteres magasságmérés, trigonometriai magasságmérés. Ezek a technikák más meghatározási módszeren alapulnak, így különböznek egymástól. [3]

Szintezés: szintezésnél a szintező műszerrel (lásd 2.ábra) egy vízszintes síkot állítunk fel, majd ehhez a síkhoz képest meghatározzuk a pontok függőleges magasságát. A vízszintes síkot a szintező műszer távcsövének vízszintessé tételével kapjuk meg. A függőleges magasságot pedig a meghatározni kívánt pontra helyezett mérőléc függőlegesen állításával kapjuk. A lécleolvasással megkapjuk közvetlenül a műszerhorizont és a tereppont magasságkülönbségét. Mivel a leolvasást milliméter élesen végezzük, így a magasságkülönbséget is ebben a mértékegységben kapjuk. [3]



2.ábra: Szintező műszer

Vonalszintezés: két általunk ismert magasságú pont között szintezési vonalat hozunk létre. Ezt nem azért hajtjuk végre, hogy ellenőrizzük a két pont magasságkülönbségét, hanem azért, hogy megbizonyosodjunk arról, hogy az utunk közben minél több beazonosítható magasságú pontot érintsünk, ezáltal megkönnyítve a többi pont magassági meghatározását. Viszont a vonalunk végére eső pontot ellenőrzésre használjuk. Ha az ellenőrzés elvégzése után hibahatáron belül vagyunk, akkor a többi magasság is elfogadott, ha viszont a hibahatáron kívülre esünk, akkor a mérésünk hibás. Ha a mérésünk hibahatáron belül van, akkor kiegyenlíthetjük a vonalunkat, ezzel megkapva a végleges magasságokat. Vonalszintezésnél próbálunk jól azonosítható pontokat használni, amelyeket majd idő elteltével is használni tudunk, ezekről a jegyzőkönyvben vázlatot készítünk. Tehát kijelenthető, hogy a vonalszintezéssel nem az ismert magasságú pontokat ellenőrizzük, hanem ezen magasságok felhasználásával ismeretlen magasságú pontok magasságát határozzuk meg. Vonalszintezés közben középleolvasással részletpontok magasságát is számíthatjuk majd. [3]

Mérőasztal használata szintező üzemmódban: ezen módszer úgy kivitelezhető, hogy a mérőasztalunk tahiméteres vonalzójának a távcsövének az irányvonalát, vagy a magassági körleolvasás értékét 0-ra állítjuk. A távcsőre rögzített libella segítségével vízszintessé tesszük a műszert, így a távcsövünk irányvonala egy olyan egyenest ad meg nekünk, amely vízszintes vonalú. [3]

Trigonometriai magasságmérés: trigonometriai magasságmérésnél a műszerhorizont és az alapszál által megírányzott pont magasságkülönbségét a két pont közötti vízszintes távolságának és a közöttük mért magassági szögnek segítségével számíthatjuk ki. [3]

Grafikus mérésnél a vízszintes távolságunkat a térképről vesszük, a magassági szögünket pedig tahiméterrel határozzuk meg. Ezen módszerrel viszonylag nagy magasságkülönbségeket, valamint nehezen megközelíthető pontok magasságát is könnyedén meghatározhatjuk. A trigonometriai magasságmérés technikáját használhatjuk ismert magasságú álláspontokról történő mérés esetében. Ilyenkor ismeretlen magasságú pontoknak, melyeket amúgy se tudnánk megközelíteni, meghatározzuk a magasságukat. Ezen módszerrel hátraméréssel meghatározhatjuk az ismeretlen álláspontunk magasságát is, úgy, hogy egy ismert magasságú pontra mérünk. [3]

Magassági szögmérést minden esetben két távcsőállásban végezzük, valamint minimum három ismert magasságú pontot bele kell venni a mérésünkbe. A számított magasságok közötti eltérés maximum 0,4 m-t nem lépheti túl. Ha ezen feltételek teljesülnek, akkor A magasságok súlyozott számtani középértéke lesz az eredményünk. A ponttávolságot négyzetre emelve, majd reciprokot véve a súlyt kapjuk. [3]

A következő táblázat (lásd 2.táblázat) a refrakció és a fölgörbület együttes hatását mutatja méter egységben.

	0 m	100 m	200 m	300 m	400 m	500 m	600 m	700 m	800 m	900 m
	-	-	-	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,04	0,06
1000 m	0,07	0,08	0,10	0,12	0,13	0,15	0,17	0,20	0,22	0,25
2000 m	0,27	0,30	0,33	0,36	0,39	0,43	0,46	0,50	0,53	0,57

2.táblázat: A földgörbület és a refrakció együttes hatása méter egységben (Mélykúti Gábor, Topográfia 8, Topográfiai felmérési technológiák II.)

Tahiméteres magasságmérés: tahiméteres magasságmérés esetében az alapszál, a magassági diagramok (+10, +20, +50, vagy -10, -20, -50), valamint a függőleges szál metszéspontjában hajtjuk végre a leolvasásunkat. Ez a mérési módszer viszonylag gyorsan elvégezhető. Magassági előremérésre, valamint részletpontok magasságának meghatározására alkalmazzuk ezt a módszert. Ha a tahiméteres léczünk 0 pontját be tudjuk állítani úgy, hogy annak a talpától való magassága megegyezzen a műszermagasságunkkal, akkor a számításunk igencsak leegyszerűsödik:

$$M_P = M_A + m$$

Előfordulhat azonban az az eset, hogy ezt a 0 értéket nem tudjuk így beállítani. Ilyenkor bele kell vennünk a képletünkbe a jelmagasság és a műszermagasság különbségét. A képletünk így a következő módon néz ki:

$$M_P = M_A + m - j_P, \text{ amely képletben } j_P \text{ a jelmagasság.}$$

Ha a leolvasást a 0 osztás értéke fölött végezzük, akkor a jelmagasság pozitív, ha a 0 osztás értéke alatt tesszük, akkor pedig a jelmagasság negatív lesz. [3]

4.3 Numerikus felmérések

A numerikus felmérést digitális felmérésnek is szokták nevezni, ez a terepi, helyszíni mérésnek egy lehetősége. Lényege, hogy a helyszínen minden lehetséges pontot, adatot rögzítünk, amely a későbbiekben segíthet az általunk megírányzott pont koordinátáinak a kiszámításában. A tahimetria azt a célt szolgálja, hogy az irányzott pontunk térbeli koordinátáit megkapjuk. Tehát a tahimetria egyben magassági és vízszintes mérés is. Ez alapján tehát a tahimetria minden olyan mérő műszerrel elvégezhető, amellyel térbeli koordinátákat mérünk. A nevéből is eredően a tahimetria alap műszere a már korábban megismert tahiméter. A tahiméterrel térbeli poláris adatokat, koordinátákat tudunk mérni.

A tahimétereket két nagy csoportra oszthatjuk: elektronikus tahiméter, vagy optikai tahiméter. Mivel a tahiméterrel térbeli koordinátákat határozunk meg, így a GPS is a tahiméterek közé sorolható. [3]

Ezek alapján tehát a numerikus mérések műszerei a következők lehetnek:

- optikai tahiméter,
- elektronikus tahiméter, másnéven mérőállomás,
- vagy a GPS [3]

A GPS-szel, valamint a mérőállomással elvégzett felméréseket digitális felméréseknek is szokták nevezni., mivel ennél az eljárásnál méréseinket közvetlenül digitális formátumban rögzítjük. [3]

A numerikus (digitális) felmérés előnyei a következők:

- egyszerű, gyors mérés,
- a mérési adatok közvetlenül tárolásra kerülnek, későbbi munkákhoz is könnyedén felhasználhatóak,
- a térkép, rajz közvetlenül a terepen is elkészíthető.

A numerikus (digitális) felmérés hátrányai a következők:

- ha a mérési adatokat a terepen csak rögzítjük, akkor a térkép, rajz szerkesztése, elkészítése csak később, irodában történik meg a terepen rajzolt manuálé (mérési vázlat) segítségével. Ebből adódóan sok mért pont esetén a megfelelő szerkesztés nagyon jó és részletes manuálét igényel.
- nem használja ki a fotogrammetriai technikák előnyeit. [3]

4.3.1 Optikai tahiméterrel történő mérés

Az optikai tahiméterrel történő méréshez nem elegendő egy személy, hanem mérő csapatot igényel, melynek tagjai:

- felmérésvezető,
- műszerkezelő,
- jegyzőkönyvvezető,
- segédmunkás.

Az optikai tahiméterrel végzett mérés maximálisan 200m távolságban lehetséges. [3]

Felmérésvezető:

Ez a személy adja meg a mérések sorrendjét, ő választja ki a bemérni kívánt részletpontokat, irányítja a munkásokat, akik a mérőlécet az adott részletpontokra teszik. Ő készíti a mért részletpontokról a manuálét azon sorszámokkal, amelyekkel megmérte az adott pontokat. Ezen mért pontokat a manuálén a terepnek megfelelően összeköti, így megkönnyítve a későbbi irodai feldolgozást. A felmérésvezető az a személy, aki a legtöbb, legnagyobb műszaki ismerettel rendelkezik a brigádban. [3]

Műszerkezelő:

A műszerkezelő feladata a műszer felállítása, letájékozása. Ő irányozza meg a kijelölt sorrendben a részletpontokat, majd leolvassa és bediktálja az eredményeket a jegyzőkönyv kezelőnek. A műszerkezelő folyamatos kapcsolatban van a felmérésvezetővel, így kizárva azt a hibát, hogy rossz sorszámmal kerül felírásra egy adott részletpont. [3]

Jegyzőkönyvvezető:

A jegyzőkönyv kezelő figyelmesen, egyértelműen rögzíti a leolvasott eredményeket, jelzi a műszerkezelőnek a felmerülő hiányokat, ellentmondásokat. [3]

Segédmunkás:

A segédmunkás folyamatosan követi a felmérésvezető utasításait, a mérőlécet függőleges helyzetben a részletpontra helyezi úgy, hogy a mérőléc a műszer felé legyen fordítva.

A terepi felmérés után a helyszínen mért adatokból és a helyszínen készített manuálé alapján a térkép, rajz szerkesztése következik. Első lépésben a különböző állásoról történő mérésekből koordinátákat számítunk. Ezután a megfelelő szoftverbe ezeket a pontokat behívva, a manuálé alapján a pontok összekötése következik. Végezetül a szükséges pontokra, objektumokra a megfelelő jelkulcsokat helyezzük. [3]

4.3.2 Elektronikus tahiméterrel történő mérés

Az elektronikus tahiméterrel történő mérés esetében sem elég egy személy a munka elvégzéséhez. Az optikai tahiméterrel történő méréshez hasonlóan itt is egy mérő csapat szükséges a feladat elvégzéséhez. A mérő csapat tagjai az optikai tahiméteres módszerhez hasonlóan a csapat itt is a felmérésvezetőből, műszerkezelőből és segéd munkásokból áll. Egyetlen különbség, hogy itt nincs szükség jegyzőkönyvvezető személyre, mivel az elektronikus tahiméter már képes tárolni a nyers mérési adatokat, így csökkentve a jegyzőkönyv kezelő figyelmetlenségéből adódó hibákat. [3]

Létezik olyan műszerrendszer, amely képes kiváltani, helyettesíteni a műszerkezelőt, vagy akár a segéd munkást. Ez úgy lehetséges, hogy létezik olyan mérőműszer, amely képes követni a prizma mozgását, így ez a két vagy akár több emberes feladat elvégezhető kevesebb személy részvételével is. Hasonlóan kiváltható a manuálé megrajzolása is, hiszen már léteznek olyan műszerek, amelyek kijelzőjén megjelennek a mérési eredmények, így a kijelző panelon könnyen összeköthetőek ezek a pontok egy úgynevezett tollal. [3]

4.3.3 GPS-szel végzett mérés

A GPS általunk kiválasztott üzemmódjával, üzembe helyezésével és egy mozgó antenna segítségével megkeressük a terepen mérendő pontokat, majd a mérési módszerünknek szükséges ideig méréseket végzünk. A mérések eredményét, amelyek lehetnek közvetlenül a pont koordinátái is, tároljuk, majd megkeressük a következő mérendő pontokat. A mérési eredmények tárolásán kívül a terepről manuálét (mérési vázlatot) készítünk, ami egy hordozható számítógépen történik. A topográfiai térképezés pontosságát ma már a GPS berendezések is el tudják végezni, a részletpontokon csak addig kell tartózkodnunk, ameddig a pont azonosítója megszületik, és a manuálén rögzítésre kerül a helyzete. A térkép végleges szerkesztése utófeldolgozással az irodában zajlik a mérési vázlat és a mérési eredmények alapján.

4.4 Fototopográfiai technológiák

Mivel a térképezési feladatokat hozzáértő, lelkes szakemberek végezték, akik próbálták mindig az éppen korszerű technológiák minden műszaki adottságát és eszközállományát

kiaknázni, így érthető, hogy 1952-től folyamatosan, egymásra épülő technológiák, rendszerek alakultak ki. Ennek okát a topográfiai technológiák fejlődését, korszerűsödését csak azok érthetik meg, akik ezen módszerek és eszközök ismeretével rendelkeznek. [3]

Korábban csak kis területek felmérésére képes műszerek (tahiméterek) álltak a szakemberek rendelkezésére, ezen műszerekkel történő méréseket numerikus méréseknek nevezzük. A numerikus felméréseket felváltották a grafikus mérések. Ezen grafikus méréseknél a szakemberek hasznára csak a terepen található ismert alappontok szolgáltak. A fotogrammetriai térképek közül csak a légifelvételek nagyított verzióihoz tudtak hozzájutni, valljuk be, már ez is nagy előre lépésnek számított a korábbiakhoz képest. [3]

A következő nagy mérföldkő az volt, amikor a légifelvételeket már mérési célokra is használni tudták. Eleinte képátalakítókát használtak, a későbbiekben pedig térkiértékelő műszereket alkalmaztak. A térkiértékelők megjelenésével kialakult három fototopográfiai módszer, amelyek a következők:

- kombinált eljárás,
- differenciált eljárás,
- univerzális eljárás [3]

A következő előrelépés az volt, amikor már nem csak sík képeket, hanem már a felmérésnek megfelelő méretarányban fototérképek elkészítése is lehetséges volt. Ez már önmagában is több fejlődésen is ment keresztül. A fototérkép elkészítését eredményező módszer Magyarország nagy területére alkalmazható volt. [3]

4.4.1 Kombinált eljárás

A fototérkép előállítását térképszelvény méretben lehetővé tette a kombinált eljárás létrejöttét. A fototérképet kézben vitték, minősítették, és ami nem volt egyértelműen azonosítható, azt mérték. Kiegészítő és ellenőrzőméréseket végeztek. A fototérképre felmérték, majd felrajzolták a domborzatnak a szintvonalrajzát a mérőasztal segítségével. Így a síkrajzot már csak azokon a helyeken kellett kiegészíteni mérésekkel, ahol az adott tereptárgy nem volt látható a fényképeken. Kijelenthető tehát, hogy a fototérkép nem csak

a tájékozást segítette, hanem kiváltotta a mérési feladat nagy részét, valamint nagy százalékban segítette a domborzatok felmérését, mivel a fényképeken az egyes területek, mint az utak, valamint egyes csapások vonalai jól kirajzolódtak. Az előzőek alapján tehát a topográfiai térképek kirajzolása már a terepen megtörtént. [3]

4.4.2 Differenciált eljárás

A sztereofotogrammetriai műszerek megjelenésével, lehetővé vált a térkiértékelés is, amely technológiai változást eredményezett. Ezek a műszerek biztosították számunkra, hogy az adott fényképezett terep térmodelljén lehessen a mérést elvégezni, a térbeli mérőjel végigvezethető volt a síkrajz vonalain, ezzel a térképezendő tárgyak, tereptárgyak alaprajza vonalas kiértékelés által előállíthatóvá vált. Mivel a műszer térbeli mérőjele adott magasságban is végigvezethető volt, így lehetővé vált a domborzat műszeres kiértékelése, ábrázolása szintvonalakkal. A térkiértékelő műszerek megjelenésével további két technológia is elérhetővé vált. Ezek közül az egyik a differenciált eljárás volt, amelyet úgynevezett mikrodomborzatos területeken lehetett alkalmazni. A mikrodomborzat azt jelenti, hogy kis magasságkülönbségű, de nagyon változatos domborzatról van szó. Mivel a magasságkülönbségek elenyészőek voltak, így a síkrajzot elő tudták állítani a fototérképek alapján, de rengeteg olyan részt tartalmazott a terület, amelyek domborzatrajának elkészítése időigényes lett volna, míg ezzel a módszerrel gazdaságosabb technológia kínálkozott. A differenciált elnevezés abból adódik, hogy az eljárás csak két különböző magasságú légifénykép alapján volt kivitelezhető. A terepen a differenciált eljárás elvégzésekor a következőkre kellett odafigyelni:

- fototérképi síkrajz minősítése,
- szintvonalak ellenőrzése, elkészítése
- kiegészítő, ellenőrző mérések elvégzése [3]

4.4.3 Univerzális eljárás

Az előbbieken említettem, hogy a térkiértékelésre képes műszerek megjelenésével két új technológiára volt kilátás, amelyből az egyik az imént ismertetett differenciált eljárás volt. A másik ilyen technológia az univerzális eljárás volt. Ezen módszernél a terepi munka a következő módon valósult meg:

- sztereomérési lap előállítása műszeres kiértékeléssel, majd ennek a helyszíni minősítése,
- lehetséges kiegészítő mérések elvégzése.

Kezdetben az univerzális eljárást dombvidékek és hegyvidékek mérésére használták, de a későbbiekben a technika fejlődésével, valamint a gazdaságos lehetőségek növekedésével a sík területekre is használták az eljárást. [3]

4.4.4 Áttekintés

A fotogrammetriai eljárások és a topográfiai felmérések főbb állomásai a következők:

- mérőasztalos felmérés elvégzése
- fototérkép előállítása
- térfotogrammetria kiértékelése [3]

Tehát a leírtak alapján arra a következtetésre jutottam, hogy a térképezési technológiák folyamatosan fejlődtek, mégpedig a következő sorrendben:

- grafikus eljárás:
síkrajz – mérőasztal felszerelés,
domborzatrajz – mérőasztal felszerelés
- kombinált eljárás:
síkrajz – fototérkép,
domborzatrajz – mérőasztal felszerelés
- differenciált eljárás:
síkrajz – fototérkép,
domborzatrajz – térfotogrammetria
- univerzális eljárás:
síkrajz – térfotogrammetria,
domborzatrajz – térfotogrammetria.

A felsorolásban a négy különböző technológia látható, valamint az adott technológiákon belül az, hogy a síkrajzhoz, illetve a domborzatrajzhoz milyen mérési módszereket alkalmaztak. [3]

5. KORSZERŐ ADATGYŰJTÉSI ELJÁRÁSOK

Mivel a technológia folyamatos fejlődésen ment át, így fontos megemlíteni a digitális feldolgozási módszereket, melyek lehetnek helyszíni, fototopográfiai, adatnyerési és feldolgozási eljárások is. [2]

A technológiai fejlődés következő lépcsőfokát a digitális térképezési technikák jelentették a topográfiában. Amikor az a feladatunk, hogy topográfiai térképeket újítsunk fel, akkor a következő technológiákat alkalmazhatjuk. [3]

Az elektronikus mérőállomások (elektronikus tahiméterek) regisztrálni képesek az általunk irányzott pont vízszintes, valamint magassági irányértékét is és ezen kívül a ferde távolságot is képes megadni számunkra. [3]

Egy adott pont koordinátáját meg tudjuk határozni GPS (Global Positioning System) vevővel is, a végtermékül kapott adatállományunk itt is ugyan olyan lesz, mintha elektronikus mérőállomással végeztük volna a felmérést. [3]

6. DIGITÁLIS TOPOGRÁFIAI TÉRKÉPEZÉS

6.1 Bevezetés

Mivel a technológia folyamatos fejlődésen ment át, így fontos megemlíteni a digitális feldolgozási módszereket, melyek lehetnek helyszíni, fototopográfiai, adatnyerési és feldolgozási eljárások is. [2]

A technológiai fejlődés következő lépcsőfokát a digitális térképezési technikák jelentették a topográfiában. Amikor az a feladatunk, hogy topográfiai térképeket újítsunk fel, akkor a következő technológiákat alkalmazhatjuk. [3]

Az elektronikus mérőállomások (elektronikus tahiméterek) regisztrálni képesek az általunk irányzott pont vízszintes, valamint magassági irányértékét is és ezen kívül a ferde távolságot is képes megadni számunkra. [3]

Egy adott pont koordinátáját meg tudjuk határozni GPS (Global Positioning System) vevővel is, a végtermékül kapott adatállományunk itt is ugyan olyan lesz, mintha elektronikus mérőállomással végeztük volna a felmérést. [3]

6.2 DTA-50 felújítása

A DTA-50 digitális térképi adatbázis felújításának munkafolyamata három részre bontható. [1]

Az első fázis az irodai felújítás. Itt az első lépés az aktualizálási adatok bedolgozása. Ez azt takarja, hogy olyan adatokat dolgoznak be, amelyeket más vállalatok, szervezetek saját infrastruktúrájuk raktározására hoztak létre. Ilyenek például a különböző vezetékek (elektromos, víz, gáz, olaj), vasutak, vizek, hidak nyomvonala, közigazgatási adatok. Ezek az adatbázisok nagy részben segítik a terepi munkákat, akárcsak az ortofotók. Az adatok ellenére is vannak olyan területek, melyek nem egyértelműek a kapott adatok alapján, vagy egyáltalán nem is található róluk semmilyen forrás. Ilyenkor az irodai személy ezeket a területeket kijelöli terepi felmérésre. [1]

Az irodai munkafolyamatok után következhet a második fázis, a terepi felmérés. A terepi munkálatok megfelelő előkészítéseket igényelnek. Az irodában kijelölt területek felmérésre kerülnek a terepen, tehát az eddigi bizonytalan részek is egyértelművé válnak, eldönthető lesz most már, hogy az adott területeken milyen objektumok, tereptárgyak találhatóak. A megfelelő minőségű és mennyiségű felmérések után következnek az ellenőrzések. Ezt úgy kell elképzelni, hogy az ortofotókból, vagy más adatokból beazonosítható objektumokat a terepen is megméri, majd a kettőt összehasonlítják, hogy a térképi és a terepi információk mennyire egyeznek, tehát a terepi felmérés egyfajta ellenőrzése is az irodai munkának. [1]

A felújítás harmadik és egyben utolsó munkafázisa a végtermék, vagyis a felújított szelvény előállítása, amely úgy történik, hogy a terepi adatokat bedolgozzák a már meglévő és ellenőrzött adatokkal együtt. Így létrejön a felújított, kartografált DTA-50 térképszelvény és az új adatbázisszerkezetű DITAB-50 (Digitális Topográfiai Adatbázis) térképszelvény. [1]

A terepi munkálatok során a DITAR rendszert használták, azaz a Digitális Terepi Adatgyűjtő Rendszert. A DITAR térképező koordinátarendszere UTM 33 és UTM 34 szelvények rendszerét használja, úgy, ahogy a DAT50 is. [1]

6.3 DITAR

A DITAR-t (Digitális Terepi Adatgyűjtő Rendszer) terepi felmérések során alkalmazták. A rendszer felépítése: szoftver, hardver, adatbázis, felhasználói felület. A térképezésnél alkalmazott vetületi rendszer itt is, akárcsak az DTA-50-nél, az UTM volt, amelyhez tartozó térképrendszer a 33-as és a 34-es 1:1 000 000 méretarányú szelvénye esik Magyarország területére.[1]

Fontos a felmérések szempontjából, hogy a hardver egy megerősített adatgyűjtő, hiszen a forrást, hideget, esőt és port is tökéletesen bírja. A műholdak (GPS, GLONASS) jeleit a GNSS vevő fogja, amely integrált és rendelkezik az SBAS támogatásával. A vevő nagyjából 4,5 m-es pontossággal bír, valamint rendelkezik SIM kártyával is, így az

internet wifi nélkül is tökéletesen működőképes az eszközön. Végezetül az is elmondható róla, hogy fényképezővel is fel van szerelve. [1]

Az adatbázist, valamint az adatbázishoz tartozó grafikus felhasználói felületet (GUI) folyamatosan fejlesztették. Ennek az volt az oka, hogy ez volt az országban az első olyan adatgyűjtési eljárás, amellyel a felmérés elejétől a végéig digitálisan történt. Mivel ez egy új rendszer volt, így a terepi használat, tapasztalatai alapján fejleszteni, újítani lehetett. A napjainkban már olyan szintre fejlesztették a rendszert, hogy ez valóban könnyíti a gyorsabb terepi munkavégzést. Ennek ellenére továbbra is próbálják fejleszteni a rendszert annak érdekében, hogy a felhasználó munkáját segítsék. [1]

A térinformatikusok kiértékelései alapján, ami nem egyértelmű számukra, azt úgynevezett kérdésként felteszik a terepi munkások számára (kérdőjellel jelölték az ilyen részeket), majd ezen kérdéseket a terepen megvizsgálták. Az ilyen kiértékelés során kérdést jelenthetett például, hogy a friss ültetés és a gyümölcsös nem volt egyértelműen elkülöníthető a kiértékelő számára. A terepi dolgozótól elvárt volt, hogy ortofotó olvasására képes legyen. [11]

Az előkartografált térkép alapján Geomédia szoftverben adatbázist készítenek (irodai előkészítés). Ekkor a dolgozók maguknak is kérdéseket tesznek fel, amelyeket a terepen majd megválaszolnak. Ilyen kérdéseket vethetett fel például az, hogy a 2012-es ortofotó alapján készítették elő az adatbázist, viszont a terepi munka csak 2014-ben történt meg. [11]

A terepi munkához egy GPS-szel ellátott tabletet használtak (Arcpad applikáció). Ezen a tableten a DITAR szoftvert alkalmazták, amely összetétele hasonló a DIKAB-éhoz. A DITAR az egy a terepi munkát végző személyek számára felhasználóbarát szoftver. [11]

A terepi előírás kimondja, hogy minden burkolt utat be kell járni (autóval). A minősítés és a mérés a Fieldbook nevű tableten zajlott. Ez a tablet objektumok esetében 7,5 méteres pontosságra képes, míg növényzet esetén 15-20 méteres pontossággal bír. A későbbi kiegészítő méréseket GPS-szel, vagy UAV-val végzik. Hidak mérésénél például lézeres

távmérőt (lásd 3.ábra) is alkalmaztak (hidak esetében hossz, szélesség és teherbírás szerepel a térképeken). [11]



3.ábra: Lézeres távolságmérő

A terepi dolgozóknak fel kellett tenniük a kérdést maguknak, hogy mi milyen magas lehet. Erre azért volt szükség, mert az 50 méternél magasabb objektumok (magassági akadály) magasságát meg kell adniuk (1 méter pontossággal). Ezek mérését lejtőszögmérővel, valamint távmérővel végezték (trigonometriai magasságmérés), de léteznek távmérővel egybeépített lejtőszögmérők (lásd 4.ábra) is. [11]



4.ábra: Távmerővel egybeépített lejtőszögmérő

A terepi munkák pontossági és tartalmi ellenőrzése után a mérés átkerül a terepes ellenőrzőhöz. Az ellenőrzések során figyelembe kell venni az időbeni eltéréseket, mivel az ortofotó, a terepi mérések és az ellenőrzés nem egy időben zajlott, így az idő elteltével már változások lehetségesek. Az ellenőrzések után a topográfus elvégezte a javításokat, majd ezt beküldte, és elkezdődött az irodai feldolgozás. [11]

A terepi munkák 2019-ben befejeződtek (2013-2019). [11]

6.4 DITAR fejlesztése

Mint korábban írtam, a DITAR folyamatos fejlesztés alatt áll napjainkban is, amelyeket legfőképp a terepi tapasztalatok alapján végeznek. A Microsoft bevezette a rendszerbe a Windows 8-at, amellyel átláthatóbbá, kezelhetőbbé vált a rendszer alapmenüje. Ezzel a terepi munka ismét valamivel gyorsabbá vált, mivel a kezelő könnyebben, gyorsabban megtalálja a megfelelő funkciót, vagy ablakot, amelyre szüksége volt. További fejlesztési lépés lehet, hogy már nem csak Windows alapon működtethető, hanem az Android bevezetése is lehetséges a rendszerbe. [1]

6.5 Munkafolyamat

Irodai felújítás:

- Aktualizálási adatok bedolgozása,
- Ortofotó alapján történő felújítás,
- Terepi kijelölés,
- Ellenőrzés (digitális és terepi).

Terepi felmérés:

- Előkészítés,
- Terepi felmérés,
- Tisztázás,
- Ellenőrzés (terepi, digitális, terepi).

Felújított szelvény:

- Terepi adatok bedolgozása,

- Felújított, kartografált DTA-50-es térképszelvény,
- Új adatbázisszerkezetű DITAB-50 térképszelvény,
- Ellenőrzés (Digitális, humán, adatbázisra és a kartografált állományra is). [1]

7. DITAB ÉS DIKAB, ALKALMAZÁSI LEHETŐSÉGEI

7.1 Állami topográfiai térképállományok 2013-ban

Ebben a táblázatban (lásd 3.táblázat) egy 2013-as állapot látható az állami topográfiai térképek helyzetéről hazánkban.

1 : 25 000	20 – 24 év
1 : 50 000	9 – 10 év
1 : 100 000	21 – 25 év
1 : 200 000	21 – 25 év
1 : 500 000	9 – 10 év
1 : 1 000 000	9 – 10 év

3.táblázat: Állami topográfiai térképállományok 2013-ban (Dr. Mihalik József (PhD.),
A DTA-50 felújítása)

7.2 DTA-50

A DTA-50 a Digitális Domborzat Modell (DDM), a Geodéziai Adatbázis, valamint az 1:50 000 méretarányú katonai topográfiai térképek vektorizálásával jött létre. A térkép jelkulcsi jelekkel történő ellátása, valamint a generalizálás azt mutatja, hogy kartográfiai szemlélettel alkották meg ezt az adatbázist. [8]

A DTA-50 felújítása szükségessé vált, mivel egy olyan topográfiai adatbázisra volt igény, amely megfelel a kor követelményeinek és kellően felhasználó barát is. A 2013-as évi állapot azt mutatta, hogy a DTA-50 eléggé elavult térképállomány, amely részben aktualizált volt, de eléggé forráshiányos. [5]

Rendelkezésre álló erőforrások a következők voltak:

- szakmai tudás, tapasztalat,
- szükséges, adott kapacitás egy része,
- alapanyagai: DTA-50, DDM-10, digitális ortofotók, numerikus és szöveges információk. [5]

A projekt célja az volt, hogy a rendelkezésre álló erőforrások segítségével egy olyan topográfiai adatbázist hozzanak létre, amely legalább részben kielégíti a kor követelményeit, valamint a felhasználók igényeit. Ezt a cél projektet DITAB (Digitális Topográfiai Adatbázis) projektnek nevezték. [5]

A DTA-50 10 adatbázisból épül fel (8+2). [11]

7.3 DITAB

A DITAB-50 egy új 1:50 000 méretarányú térképsorozat. Ennek az adatbázisnak a főbb jellemzői a következők:

- 1:50 000 méretarányú adattartalom,
- 1:25 000 méretarányú megfelelő pontosságú minden objektum, és minden elem a helyén van,
- topológiai szabályoknak megfelelő szerkezet,
- adatbázis szemlélettel készült,
- nemzetközi szabványoknak megfelelő,
- 1:50 000 méretarányú papír térképszelvény állítható elő belőle. [5]

A DITAB-50 projekt követelményei:

- pontos ortofotó alapja legyen,
- teljes körű terepi helyszínelés szükséges,
- 1:25 000 méretarányú megfelelő pontosságú legyen.

A követelmények teljesülésével ez a projekt egy új felmérésnek tekinthető. Ezt a felmérést Magyarország V. Katonai felmérésének is nevezzük. [5]

A DITAB-50 projekt előkészítése:

- technológia és dokumentáció kidolgozása,
- alapanyag, eszköz, szoftver beszerzése,
- munkakörülmények kialakítása,
- felkészítés, kiképzés, próbaüzem,
- A projekt elindulása 2014 januárjára tehető. [5]

A technológiai folyamatok 6 részre bonthatóak. A következőkben ezt a technológiai folyamatot fogom bemutatni.

Első rész: a folyamat első része az ortofotók beszerzése és ellenőrzése volt, amely 4-8 órát vett igénybe szelvényenként, majd következett az előkészítés, amely szelvényenként 70-80 órát vett igénybe. Az első részhez a felhasznált műszerek a következők voltak: Geomédia, mdb. [5]

Második rész: a folyamat második része a terepi helyszínelés volt, amelyre szelvényenként 100-110 óra is szükséges volt. A terepi helyszíneléshez a Fieldbook B1 tablet PC-t, valamint az Esri ArcPAD 10.2-t alkalmazták. [5]

Harmadik rész: a folyamat harmadik része a terepmunka eredményeinek a bedolgozása volt. Ez a folyamat nagyjából 45-50 órát vett igénybe szelvényenként. [5]

Negyedik rész: ebben a részben előállították a DIKAB-50-et, amely azt jelentette, hogy raszter és papír térképeket állítottak elő, majd ezeket kartografálták is. [5]

Ötödik rész: a folyamat ötödik része a nyomdai sokszorosítás volt. Ez a munkarész a digitális formakészítésből (CTcP), a nyomtatásból, valamint a kötetzeti munkából állt össze. [5]

Hatodik rész: a folyamat hatodik, utolsó része a DITAB-50 előállítása volt, tehát digitális térinformatikai raszter és papír térképeket készítettek. [5]

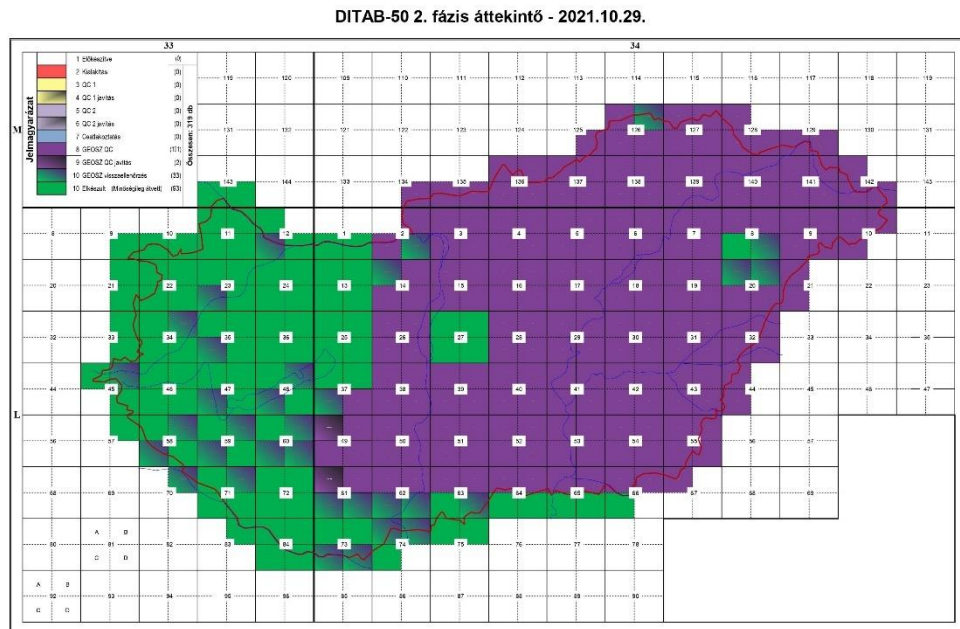
A munkafolyamat befejezésével már csak az ellenőrzés volt hátra. Minden munkafázisnál három szintű ellenőrzést végeztek, majd ezek után az esetleges hibákat javították és végezetül visszaellenőrzéseket végeztek. Az ellenőrzésekhez az ISO-9001-et alkalmazták. [5]

A DITAB-50 projekt munkafázisai:

- 2013 pilot területek

- 2014 irodai felújítás kezdete
- 2015 teljes ország lerepülése (bedolgozás a korábbi szelvényekbe)
- belső ellenőrzés
- kiértékelés
- helyszínelés
- ellenőrzés
- 2. szintű ellenőrzés
- Utólagos harmonizáció
- konverzió (DTA-ból DITAB-ba)
- attribútum adatok feltöltése (ortofotók, közutak, 50 m-nél magasabb tereptárgyak, km kövek értékei, stb.)
- utolsó ellenőrzés
- átadás a GEOS-nak ellenőrzésre [11]

A DITAB (Digitális Topográfiai Adatbázis) elkészítéséhez a DTA-50 adatállományát vették alapul. A szerkesztés megkezdéséhez nagy segítséget nyújtottak a színes digitális ortofotók, de ezen kívül lényeges volt még az ország területéről készült különböző adatbázisok (villanyvezeték hálózatok, közutak, stb.) megléte. A DITAB-50 megalapozásához fontos volt a kiértékelési útmutató is, amely nem analóg, hanem digitális formában áll rendelkezésre. A munkák megkezdésekor fontos szempont volt, hogy adott munkafolyamatokat lehessen egymással párhuzamosan is végezni, így a munkafolyamat idejét próbálták minimalizálni. A teljes munka könnyebb áttekinthetősége érdekében ehhez nyilvántartást készítettek, amelyben látható, hogy melyik szelvény milyen állapotban van a felújítás terén (lásd 5.ábra). [8]

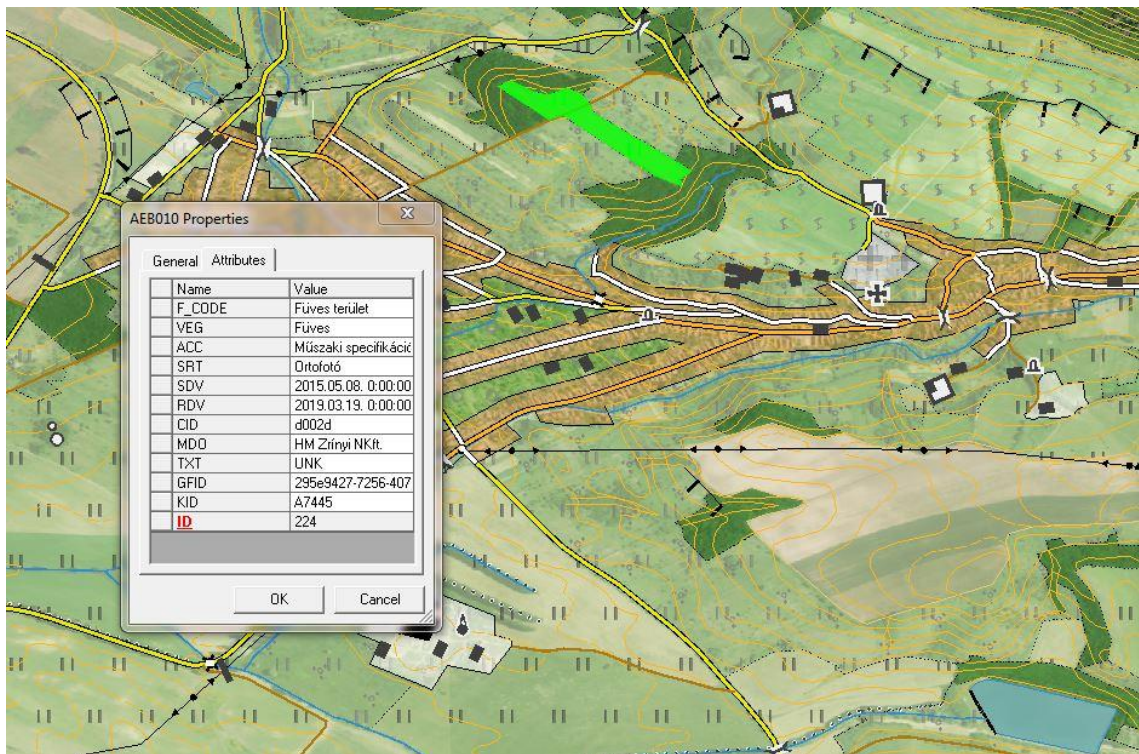


5.ábra: DITAB-50 áttekintő térkép (HM Zrínyi Nonprofit Kft.)

Nagyjából 80%-os ellenőrzöttségnél tartanak jelen állapotban (ezen ellenőrzéseket a GEOSZ (Magyar Honvédségi Geoinformációs Szolgálat végzi). A DITAB-50 adatbázis létrehozásánál többszintes ellenőrzést alkalmaznak, melyek a következők: osztály szintű ellenőrzés, 2. szintű ellenőrzés, GEOSZ végleges ellenőrzése. [11]

A munkafolyamatokat jelentősen megkönnyítette a 38/2021 Hm rendelet (07.30.), amely kimondja, hogy közvetlen kommunikáció állhat fent a térképezést elvégzők és a térképet igénylők között. [11]

A DITAB-50 létrehozásánál bővítették a kategóriákat, így részletesebb állományt tudnak létrehozni. Ilyen bővítések például a fiatal erdők, füves területek, fásipari ültetvények, stb. kategóriák (lásd 6.ábra). A DITAB-50 adatbázis szerkesztéséhez a Geomédia Professional szoftvert alkalmazzák, a felújítást UTM 33-ban, illetve UTM 34-ben végezték. [11]



6.ábra: Geomédia munkakörnyezete (HM Zrínyi Nonprofit Kft.)

Kiértékelés: egy szelvény ortofotóval történő kiértékelése nagyjából 6 hetet vett igénybe, majd ezen kiértékelés alapján történt meg a digitalizálás. Mint már említettem, a DTA-t vették alapul, viszont a domborzaton kívül minden más a helyére került mozgatóssal, mivel a digitális térkép ezt lehetővé teszi, míg az analóg térképen ez nem volt lehetséges (egyes elemek takarták volna egymást). [11]

A katonai topográfiai térképek teljes felújítása utoljára a 80-as években történt. Az akkori felújítás eredményei mára már ismét elavultak, így szükség volt egy újabb felújításra. A korábbi felújításban például még nem szerepeltek szántók, a mostaniban viszont már szerepelnek. [11]

A DITAB-50-nél fontos szempont volt az, hogy az ország teljes területe egybefüggő felületként készüljön el. [11]

Az 1.0 változatban csak az országhatárig készítették el az adatbázist, ellenben az 1.1-esnél már az országhatáron 100 méterrel túlnyúlnak majd, valamint ezt az adatbázist már

ArcGIS-ben fogják elkészíteni. Az 1.1 adatbázis jóval kevesebb terepi munkát fog igénybe venni a tervek szerint. [11]

A DITAB-50 1 adatbázisból áll, minden a helyén található a pontossági követelmények alapján. A végső cél az, hogy ne legyen szöveg, hanem attribútum adatok legyenek, majd a megírások a DIKAB-ban lesznek. [11]

7.4 DITAB-50 alkalmazása:

A DITAB-50 adatbázist állami, honvédelmi, polgári célú topográfiai és tematikus adattartalommal rendelkező térinformatikai rendszerek alapjaként alkalmazzák. Ezen kívül alkalmazták még állami topográfiai és egyéb célú tematikus térképészeti adatbázisok, valamint térképek készítésére is. [5]

7.5 A projekt tovább fejlesztése és befejezése

Az DITAB-50 adatbázis továbbfejlesztésének egyik lehetősége, hogy 1:25 000 méretaránynak megfelelő adatsűrűségű állami topográfiai adatbázist és térképet állítsanak elő. Majd ezt tovább fejlesztve minél kisebb méretarányú és ennek megfelelő adatsűrűségű topográfiai adatbázisokat és térképeket állítsanak elő. [5]

A projekt eredetileg tervezett befejezése 2018. december 31. volt. [5]

A felújítási munkálatokat 2020. februárjában fejezték be, azóta csak ellenőrzéseket végeznek szelvényenként. [11]

7.6 DIKAB

A topográfiai térképrendszernek az egyik alkotóeleme a DIKAB (digitális kartográfiai adatbázis). A topográfiai térképeket kartografálni is szeretnék, ezt nevezzük DIKAB-nak. A Digitális Kartográfiai Adatbázisok különböző méretarányú topográfiai térképek megjelenítését teszi lehetővé:

- 1 : 25 000,
- 1 : 50 000,

- 1 : 100 000,
- 1 : 200 000,
- 1 : 250 000. [6]

Felhasználás szempontjából megfelelnek különböző polgári és katonai alkalmazásokhoz. A DIKAB előállításával sokkal egyszerűbb és olcsóbb lett a topográfiai térképeknek a felújítása. Teljes mértékben megfelelnek a NATO-követelményeknek, mivel az adatbázisok különböző felbontásokban lesznek előállíthatóak. Ezen kívül a digitális kartográfiai adatbázisból előállított (az imént felsorolt méretarányokban) nyomtatott, vagyis analóg topográfiai térképek is megfelelnek a NATO-szabványainak. [6]

A szerkezeti felépítése nagymértékben hasonlít a DITAB-hoz. A DIKAB véglegesítése csak a mintatérképek véleményezése és széleskörű vizsgálata után történhet meg, csak a nyomtatott topográfiai térképek megjelenésének és tartalmának megtervezésével azonos időpontban hozhatók létre. [6]

A DIKAB létrehozására csak az objektum-orientált adatbázismodell és térinformatikai rendszer képes. [6]

A DIKAB létrehozása csak akkor fog elkezdődni, amikor a DITAB-50 ellenőrzései is teljesen befejeződnek. A Digitális Kartográfiai Adatbázis ArcGIS szoftverben fog készülni és félautomata lesz a tervek alapján. Kezdésének az időpontja még kétséges, lehetséges, hogy már idén, de jövőre már biztosan elkezdődik az elkészítése. [11]

A DIKAB drótvázás, valamint térképszerű a nézete, így egyből látható, hogy az adott szerkesztés megfelel-e a méretaránynak, kartografálható-e (ez még UTM-ben zajlik). Szelvény szerinti felosztása 16 egységes területre bontja (mindig a vízrajzzal kezdődik a sorszámozás), ugyan ezt a felosztást tervezik majd az ArcGIS-ben is. [11]

Az 1:50 000 méretarányban minden négyszög egy szelvénynek felel meg (319 darab ilyen egyforma nagyságú szelvényből áll). [11]

A HM Zrínyi Nonprofit Kft.-ben hallottak és tapasztaltak alapján elmondható, hogy DIKAB még nem készült el, jelenleg a korábbi raszteres állományok érhetőek el. [11]

7.7 DIKAB-50 alkalmazása:

DIKAB-50 változatai, alkalmazási lehetőségei terv szerint:

- katonai térképek 1 : 50 000 méretarányban,
- katonai vektoros adatbázisok 1 : 50 000 méretarányban,
- polgári térképek 1 : 50 000 méretarányban,
- polgári vektoros adatbázisok 1 : 50 000 méretarányban. [6]

8. FELMÉRÉSHEZ HASZNÁLT ESZKÖZÖK

8.1 Mérőállomás:

A mérőállomások (lásd 7.ábra) SD-kártyával vannak felszerelve, amelyre az adatok rögzítése és mentése történik. Így a műszer biztosítja a két irányú adatszolgáltatást, tehát a műszerből ki tudjuk olvasni az adatokat, valamint tudunk rá adatokat feltölteni. Amikor ezen kiolvasásokat, vagy beolvasásokat végezzük, akkor oda kell figyelni a kommunikációs paraméterekre, hogy a műszer felismerje az adatokat. [9]



7.ábra: Mérőállomás

A mérőállomás fel van szerelve egy dőlésérzékelővel. Ez a funkció jelez a műszerkezelőnek akkor, ha a műszer állótengelye nincsen jól beállítva. A mérőállomás képes meghatározni a különböző hibákat, majd ezekkel a hibákkal képes javítani a méréseinket, ezt nevezzük kompenzálásnak. Az újabb mérőállomásokon már ki vannak váltva a kötőcsavarok és az irányítócsavarok, ezt már egy motor végzi el helyettünk. A mérőállomás által rögzített adatokat két csoportra bonthatjuk, ezek a leíró adatok, valamint a számszerű mérési adatok. [9]

8.2 GPS:

A GPS-szel (lásd 8.ábra) történő helymeghatározást a műszer a saját vonatkoztatási rendszerében (WGS84) végzi. A műszer azonban olyan beépített programokkal van

ellátva, amely elvégzi a transzformációkat, így a felhasználó a koordinátákat más vetületi rendszerekbe transzformálhatja. [7]



8.ábra: GPS

A GPS a műholdakra elvégzett távolságmérésekkel, valamint a pontnak a térbeli koordinátáinak számításával megadja a műszer felhasználójának a térbeli helyzetét. [7]

GPS-ek csoportosítása a felhasználásuk szerint:

- turisztika,
- gépjármű navigáció,
- vízi járművek navigációja,
- légi járművek navigációja,
- egyedi, speciális alkalmazás. [7]

Alapszolgáltatások:

- pozíció meghatározása egy adott pillanatban (plusz mínusz 10 méteres vízszintes pontossággal,
- adott pont távolságának és irányának a megadása,
- pillanatnyi idő és sebesség megadása,
- adott pont ellipszoid feletti magasságának megadása,
- égtájak megadása (navigáció),
- megadott ponthoz való navigálás. [7]

A földmérésben használt GPS-ek egy „rover”-ből, valamint egy kezelő készülékből áll. A „rover”-t egy erre a célra használható mérőrúdra helyezzük általunk ismert magasságban. A kezelő készüléken pedig a különböző beállításokat, mérési funkciókat tudjuk használni.

8.3 LIDAR:

A LIDAR technológia a 90-es évek második felében jelent meg. A LIDAR rövidítés jelentése: Light Detection and Ranging, tehát a fény érzékelése és mérése. A LIDAR-t másnéven lézerszkennereknek is szokták nevezni. A lézerszkennerek működése hasonlít a radarhoz. Képes mérni a visszavert mágneses energiát az infravörös, a látható, valamint az ultraibolya tartományaiban. A lézerszkennerek nem függ az időjárástól, mivel nem a napsugárzást használja energiaforrásnak. A lézerszkennerekkel rögzített képünk tulajdonképpen egy 3 dimenziós pontfelhőnek felel meg. A mérési technológiához képest nem egy túl költségigényes módszer a lézerszkennelés, viszont elmondható, hogy például az UAV egy kevésbé költséges adatnyerési eljárás, amely megfelel kis területek felmérésére. [10]

Alkalmazási területei:

- beépített területek mérése,
- digitális felületmodell előállítás. [10]

9. POLGÁRI TOPOGRÁFIAI TÉRKÉPEK

A 70-es évektől hazánk területéről, a kataszteri térképekhez igazodóan, EOVS vetületi rendszerben és EOTR szelvényezéssel elkészültek a polgári topográfiai térképek 1:10 000-es méretarányban, analóg formában. Ezek digitális változatai nem digitális újfelméréssel, hanem csak a meglévő aktualizálásával, felújításával születtek meg, majd ezeket digitalizálták. Néhány szelvény kivételével, az egész országra kiterjedő, új felmérések alapján előállított 1:10 000-es digitális térképek elkészítése a jövő feladatai, tervei közt szerepel.

Mivel szelvényenként készültek el ezek a térképek, így előfordulhat, hogy az országhatárhoz közeli szelvényekre csak annyira kis mennyiségű adat kerülne, hogy ezeket a szelvényeket nem készítették el, helyette a szomszédos szelvényeket készítették el túldolgozással. Így ezeken a szelvényeken több mint egy szelvénynyi adat szerepel, viszont csak egy szelvénynek értelmezzük. Teljes egészében a Balatont ábrázoló szelvényeket nem készítették el. [12]

A természetes, illetve mesterséges objektumokat jelkulcsokkal és különböző színekkel jelölik, ábrázolják ezek a topográfiai térképek. [12]

1:25 000-es térképek is készültek, viszont ezek csak az ország 30%-át fedik le, ebben az 1:25 000-es méretarányban több térképet nem készítettek. [12]

Az 1:10 000-es polgári topográfiai térképek felelőse az agrárminiszter. Az AM háttérintézménye a Lechner Tudásközpont, amely most már a Miniszterelnökség alá tartozik.

A Lechner Tudásközpont az Egységes Országos Vetület-beli (EOV) térképeket Egységes Országosa Térképezési Rendszer (EOTR) szelvényezési rendszerében, raszteres formában szolgáltatja az alábbi méretarányokban:

- natív felbontású 1:10 000 (0,846 m/px)
- natív felbontású 1:25 000 (2 m/px)
- natív felbontású 1:100 000 (8,46 m/px)
- natív felbontású 1: 200 000 17 m/px)

A natív felbontás azt jelenti, hogy 300 dpi-s (dots per inch) felbontásból következnek. Ahogy már említettem az ország területéről az 1:25 000-es méretarányban csak 30%-os lefedettség készült el. [12]

10. FELMÉRÉSI TECHNOLOGIÁK ÖSSZEHASONLÍTÁSA

10.1 Korszerű, topográfiai célú felmérési technológiák:

A korszerű, topográfiai célú felmérési technológiák közül bemutatom a LIDAR-ral, a mérőállomással és az UAV alkalmazásával végzett méréseket egy mintaterületen, azok összehasonlításán keresztül. A mintaterület az Iszkaszentgyörgy és Csór közötti Iszka-hegyen található. A területen mesterséges objektumok nincsenek, a domborzat éles váltásoktól mentes, de változatos domborzati elemeket tartalmaz, gyér növényzetű, füves terület. A komplex terepgyakorlaton a terepet mérőállomással mértük fel, azon kívül rendelkezésemre állt egy korábbi projektnek köszönhetően a terület digitális domborzatmodellje és a területről UAV-val készített légifényképek.

Két összehasonlítást végeztem. Egyik esetben a mérőállomással meghatározott terepi részletpontok alapján előállított domborzatmodell és a LIDAR-ral kapott terepi pontokból generált domborzatmodell összehasonlítását végeztem el ez metszet alapján. Másik esetben az UAV-val készült légifényképek feldolgozásával állítottam elő a domborzatmodellt, és azt hasonlítottam össze egy LIDAR alapú modellel, ugyanazt a metszetet vizsgálva.

Az összehasonlításom során a következő statisztikai jellemzőket határoztam meg: átlagos eltérés, minimum eltérés, maximum eltérés, szórás.

Mindhárom adatnyerésből egy-egy szintvonalas térképet készítettem AutoCAD szoftver segítségével, majd ezekről a térképekről egy-egy metszetet készítettem, és az összehasonlításokat ezekre a metszetre végeztem el.

10.2 Mérőállomás-LIDAR összehasonlítás:

Ebben a részben a mérőállomással, valamint a LIDAR-ral végzett méréseket és azok összehasonlítását fogom összefoglalni. A mérőállomással végzett mérést fix alapponton való pontraállással és tájékozással hajtottuk végre úgy, hogy rácshálóban, valamint a

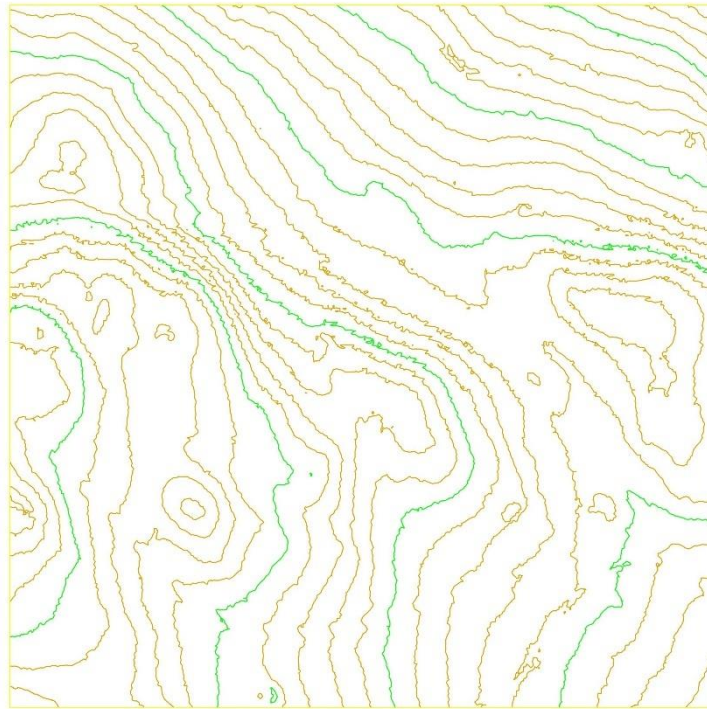
terep jellegzetes pontjait, idomvonalait mértük. A LIDAR-os mérés ezzel szemben egy lézerszkennerral előállított pontállomány, amely szabályos rácshálóban pásztázta, mérte fel az adott területet (200mx200m).

Mind a két mérést AutoCAD szoftverben dolgoztam fel szintvonalak kirajzolásával. A szintvonalakat 1 méteres alapszintközre állítottam, a főszintvonalak 5 méterenként láthatóak. A mérőállomással végzett mérés eredménye egy általam elvégzett korábbi feldolgozást mutat, a LIDAR-os felmérés megjelenítését az összehasonlításhoz készítettem el.

A mérőállomással végzett mérés szintvonalrajzán (lásd 9.ábra) megfigyelhető, hogy a LIDAR mérés szintvonalrajzához (lásd 10.ábra) képest egyszerűbb, ami azért van, mert a LIDAR mérés eredménye már az eredetileg mért pontokból levezetett 1 pont/m² sűrűségű, szabályos pontfelhőt, amely utófeldolgozás után egy letisztultabb, szebb térképet eredményez. Ezzel szemben a mérőállomással kapott pontállomány lényegesen ritkább (a pontok átlagos távolsága ~20 m) elhelyezkedésük szabálytalan.

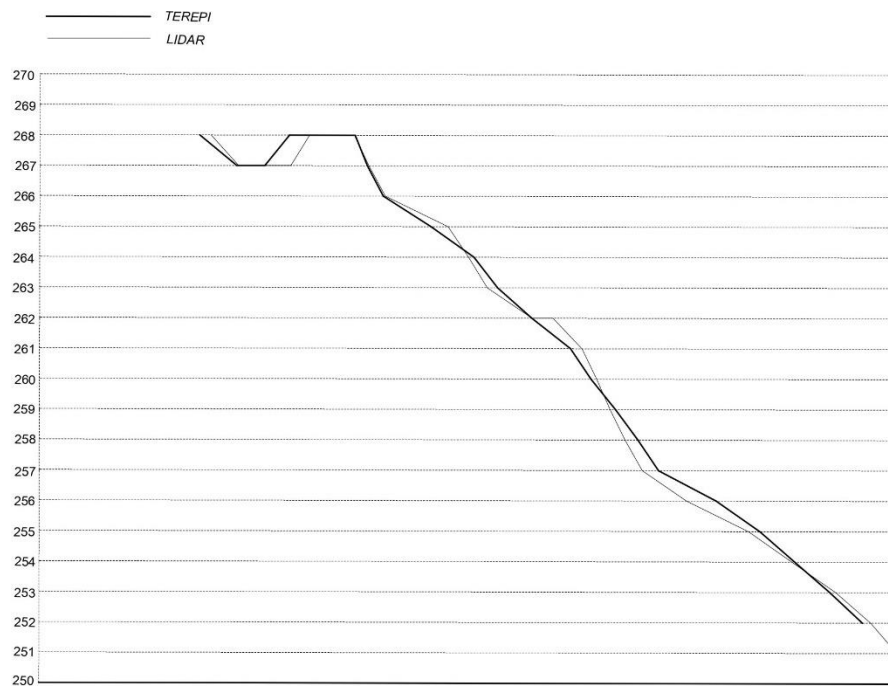


9.ábra: Mérőállomással végzett mérés alapján készült szintvonalrajz (saját kép)



10.ábra: LIDAR-ral végzett felmérés szintvonalrajza (saját kép)

A szintvonalas rajzok elkészítése után egy-egy hosszmetsetet készítettem mind a két szintvonalrajz alapján (lásd 11.ábra), majd ezeket hasonlítottam össze.



11.ábra: Hosszszelvény mérőállomás-LIDAR (saját kép)

Az összehasonlítás szempontjai:

- eltérés,
- átlag,
- minimum eltérés,
- maximum eltérés,
- szórás.

Az eltéréseket egy táblázatban mutattam ki (lásd 4.táblázat).

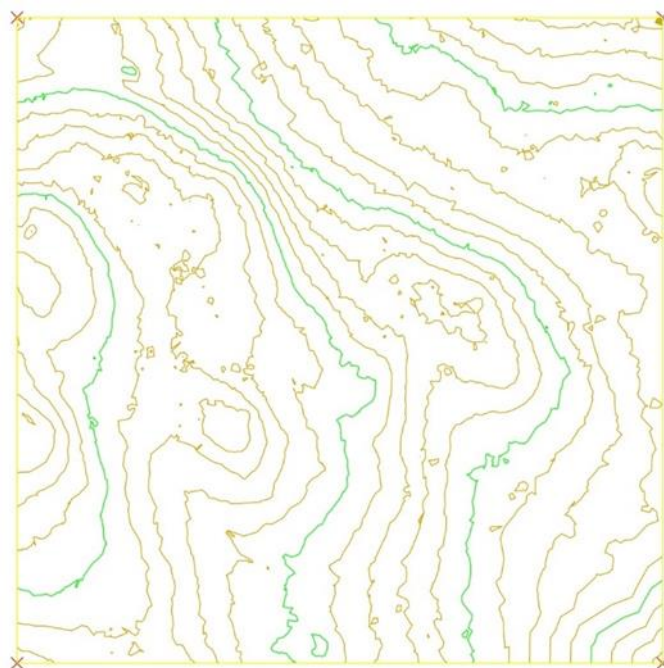
	előjeles eltérés(lidar-terepi)	abszolú eltérés	
1	1.58	1.58	átlag
2	0.628	0.628	3.141381
3	8.496	8.496	
4	6.646	6.646	min érték
5	-0.284	0.284	0.093
6	0.506	0.506	
7	0.67	0.67	max érték
8	5.606	5.606	9.81
9	-1.79	1.79	
10	-3.328	3.328	szórás
11	0.093	0.093	2.736351
12	3.856	3.856	
13	1.881	1.881	
14	-1.806	1.806	
15	-4.237	4.237	
16	-5.39	5.39	
17	-9.81	9.81	
18	-3.769	3.769	
19	-0.915	0.915	
20	1.921	1.921	
21	2.757	2.757	

4.táblázat: MÉRŐÁLLOMÁS-LIDAR eltérések (saját táblázat)

10.3 LIDAR-UAV összehasonlítás:

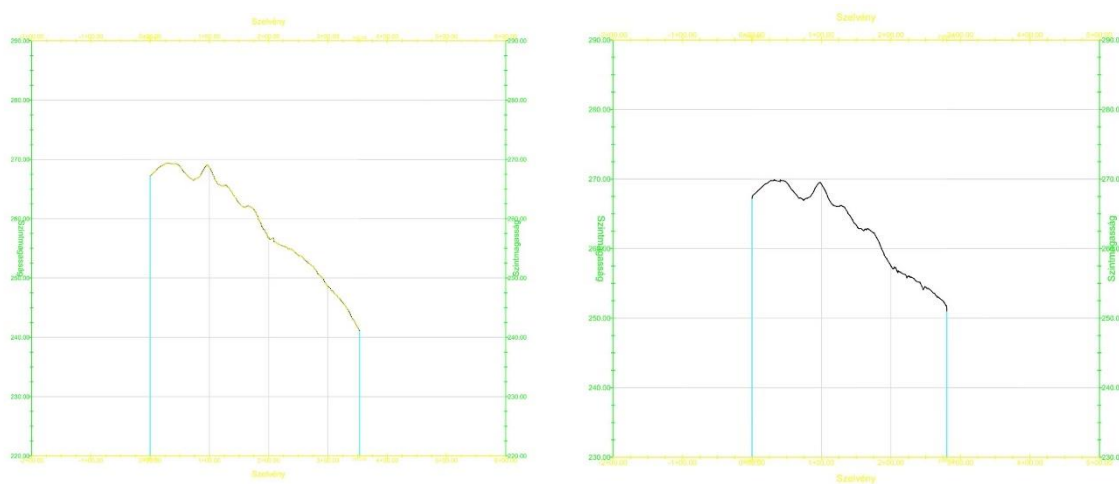
Ebben a részben az előbbihez hasonlóan összehasonlítást fogok végezni a LIDAR-ral, illetve az UAV-val végzett felmérések között.

Az UAV által készített, átfedő légifényképek feldolgozását az Agisoft nevű szoftverben végeztem el. Itt a fényképek összekapcsolása után egy sűrű pontfelhőt kaptam, amelyet leszűkítettem a vizsgált mintaterületre. Ezt a pontfelhőt AutoCAD szoftverben (ugyan úgy, mint a LIDAR pontfelhőt) dolgoztam fel, majd eredményül egy szintvonalrajzot kaptam (lásd 12.ábra).



12.ábra: UAV-val végzett felmérés szintvonalrajza (saját kép)

A szintvonalrajz elkészítése után az előbbiekhöz hasonlóan itt is készítettem egy hosszmetzet ábrát (lásd 13.ábra).



13.ábra: Hosszszelvény LIDAR (bal) és UAV (jobb) (saját kép)

Az előző szempontok alapján egy összehasonlítást végeztem a LIDAR-ral végzett mérés szintvonalrajzának és az UAV felmérés szintvonalrajzának metszetei alapján (lásd 5.táblázat).

	előjeles eltérések (lidar-uav)	eltérés (abszolút érték)	
1	-0.38432	0.38432	átlag
2	-0.45824	0.45824	0.529600833
3	-0.57572	0.57572	
4	-0.45803	0.45803	minimum érték
5	-0.53206	0.53206	0.38432
6	-0.4783	0.4783	
7	-0.66003	0.66003	maximum érték
8	-0.67195	0.67195	0.67195
9	-0.53647	0.53647	
10	-0.66551	0.66551	szórás
11	-0.50578	0.50578	0.01
12	-0.4288	0.4288	

5.táblázat: LIDAR-UAV eltérések (saját táblázat)

Az eltérések részben annak tudhatóak be, hogy az átlagosan 1400 méteres relatív repülési magasságból végzett LIDAR mérések abszolút pontossága 15-20 cm a repülési tengely, vagyis a nadír közelében, de attól távolabb ennél nagyobb hibát is eredményezhet. i

Végezetül elmondható, hogy az UAV felmérések eredményeként is kaphatunk részletes és nagy pontosságú domborzatmodellt, amely alapján jó minőségben készíthető el a terep szintvonalrajza. Mindkét eljárás kielégíti a topográfiai térképek pontossági igényeit. Nagyobb területet célszerűbb a LIDAR technológia alkalmazásával felmérni, de kisebb terület esetén jól alkalmazható és olcsóbb eljárást jelent az UAV-val készült nagyfelbontású légifényképek feldolgozásával előállított domborzatmodell és ortofotó, melyek alkalmasak a digitális topográfiai térképek domborzati és síkrajzi adatbázisának kialakítására.

11. ÖSSZEFOGLALÁS

A szakdolgozatom célja, hogy bemutassam az adatnyerés különböző technológiáit a topográfiai térképezésben.

A szakdolgozatomat az adatnyerési módszerek szerinti időrendben építettem fel, így bemutattam a topográfiai térképezés korábbi adatnyerési technológiáit, és ismertettem a napjainkban használt digitális adatnyerési módszereket is.

A szakdolgozati feladatom és a személyes motivációm ismertetését követően áttekintettem a topográfiai térképezés történetét a kezdetektől kiindulva, érzékeltetve a térképezési technológiák fejlődését.

Táblázatom összefoglaltam a II. világháború utáni időszak térképeit.

Külön fejezetben bemutattam a topográfiai térképek fajtáit, jellemzőit, illetve felhasználási területeit.

Összefoglaltam a topográfiai felmérési technológiákat, majd ezeket részletesen is ismertettem. A grafikus felmérésekkel kezdtem, itt megemlítettem a mérőasztal felszerelést, és röviden ismertettem a felmérés végrehajtását. Ezután a grafikus pontmeghatározást szemléltettem iránymetszéssel, majd kitértem a távolságmérés módszerére is. Következő lépésben a magasságmérési módszereket ismertettem, majd áttértem a numerikus felmérésekre. A numerikus felmérésekben belül részleteztem az optikai tahiméterrel történő mérést, az elektronikus tahiméteres mérést és a GPS-szel végzett mérést. Ezt követően részleteztem a fototopográfiai technológiákat. Itt megemlítettem a kombinált eljárást, a differenciált eljárást és az univerzális eljárást.

Dolgozatom további részében a korszerű adatgyűjtési eljárásokról írtam, majd áttértem a digitális topográfiai térképezésre. Először a DTA-50 felújításáról, majd részletesebben a DITAR-ról írtam.

A hetedik fejezet a DITAB-ról és a DIKAB-ról szól. A DTA-50 felújításának ismertetését követően részleteztem a DITAB-ot és alkalmazását, majd a DIKAB lényegét foglaltam össze.

A nyolcadik fejezetben a felmérésekhez használt különböző eszközöket mutattam be röviden

A kilencedik fejezet a polgári topográfiai térképek bemutatása, amely tartalmazza a felhasználásukat és méretarány szerinte elérhetőségüket.

Végezetül ismertettem a gyakorlatban elvégzett feladatomat, vagyis három különböző módszerrel elvégzett domborzat felmérés összehasonlítását. Ezek az adatnyerési módszerek azért alkalmasak topográfiai térképek készítésére, mert rövid idő alatt felmérhető az adott terület, valamint pontosságilag is megfelelnek a topográfiai térképek követelményeinek. Az UAV-val végzett mérés kevésbé költséges eljárás a LIDAR-hoz képest, és kis területek felmérésére megfelelő.

12. SUMMARY

The purpose of my thesis is to get an insight into and to show the different technologies of data acquisition used in topographic mapping.

I built up my thesis in chronological order starting from the earliest methods of data acquisition to the digital technology methods used these days.

In the first chapter I defined the purpose of my thesis and I also presented its structure, and my personal motivation can be seen. I explained the reason why I chose this topic and detailed my motivation as well.

In the second chapter I gave an insight into the history of topographic mapping. The past of topographic mapping, the beginnings, the formation, and also how it developed can be read here. Finally, I showed the maps from the years after the Second World War in a chart as well.

In the third chapter I presented the types of topographic maps in general and the properties and scopes of them, too.

In the fourth chapter, I presented the previously used data collection procedures, as I have already mentioned, in chronological order. I first summarized the topographic survey technologies and then detailed them one by one. I started with the graphic surveys, where I mentioned the equipment of the measuring table, I described the positioning and measurement with it. After that, I illustrated the graphical point determination by directional intersection, and also spoke of the method of distance measurement. Then I described the methods of height measurement and later switched to numerical surveys. Within the numerical surveys, I detailed the measurement with optical tachometer, the measurement with electronic tachometer, and the measurement with GPS. After that, I detailed the phototopographic technologies. I mentioned the combined procedure, the differentiated and the universal procedure as well.

In the next (fifth) chapter I spoke of the up-to-date data collection procedures and moved on to the sixth chapter, to digital topographic mapping. I first presented the modernization of DTA-50 and then spoke of DITAR in detail.

In the seventh chapter I wrote about DITAR and DIKAB. I spoke of the modernization of DTA-50, and detailed DITAB and its use. Finally I presented DIKAB in the same way as well.

In chapter eight I presented the different equipments used for surveying works.

In chapter nine I spoke of the different types of civil topography maps, I examined them considering their scopes and their natural scale. Lastly, in the tenth chapter I exhibited my practical task. I made a comparison among three different kind of measurements.

13. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Ezúton szeretnék köszönetet mondani elsősorban konzulensemnek, Balázsik Valéria tanárnőnek, hogy hasznos tanácsaival segítette a dolgozat elkészítését, valamint rengeteg időt szánt rám és szakdolgozatomra. Szeretnék még köszönetet mondani a HM Zrínyi Nonprofit kereskedelmi Kft.-nek, akik lehetőséget adtak, hogy betekintést nyerjek munkájukba, és nagyon sok hasznos ismerettel bővítették tudásomat. Ezen kívül szeretném megköszönni a családomnak azt a rengetek türelmet és támogatást, amit a szakdolgozatom írása alatt tanúsítottak felém és a legnehezebb pillanatokban is mellettem álltak.

14. IRODALOMJEGYZÉK

14.1 Források:

- [1] Patkó Gergely András, Magyarország új topográfiai felmérése
- [2] Mélykúti Gábor, Topográfia 7, Topográfiai felmérési technológiák I.
- [3] Mélykúti Gábor, Topográfia 8, Topográfiai felmérési technológiák II.
- [4] Mélykúti Gábor, Topográfia 3, Térképek jellemző tulajdonságai
- [5] Dr. Mihalik József (PhD.), A DTA-50 felújítása
- [6] Alabér László mérnök alezredes, A topográfiai térképrendszer átalakításának lehetőségei a Magyar Honvédség igényeinek és a NATO-csatlakozás követelményeinek figyelembevételével
- [7] Dr. Csepregi Szabolcs, Gyenes Róbert, Dr. Tarsoly Péter, GEODÉZIA I.
- [8] A DITAB-50 létrehozása és automatizált kartografálási lehetőségei
- [9] Dr. Tarsoly Péter, Geodézia 14., Mérőállomások
- [10] Balázsik Valéria, Fotogrammetria 1., A távérzékelés fogalma, a fotogrammetria és a távérzékelés kapcsolata
- [11] HM Zrínyi Nonprofit Kft.-vel tartott interjú alapján
- [12] <https://lechnerkozpont.hu/oldal/topografiai-terkep>

14.2 Ábrajegyzék:

1.ábra: Mérőasztal

Mélykúti Gábor, Topográfia 7, Topográfiai felmérési technológiák I.

2.ábra: Szintező műszer

<https://leica-geosystems.com>

3.ábra: Lézeres távolságmérő

<http://muszerhaz.hu/extechdt100m>

4.ábra: Távmérővel egybeépített lejtőszögmérő

<https://www.220volt.hu>

5.ábra: DITAB-50 áttekintő térkép

HM Zrínyi Nonprofit Kft.

6.ábra: Geomédia munkakörnyezete

HM Zrínyi Nonprofit Kft.

7.ábra: Mérőállomás

<http://navicom.hu/meroallomas/>

8.ábra: GPS

<https://globalgpsystems.com/gps-receivers/gps-rover-sets/>

9.ábra: Mérőállomással végzett mérés alapján készült szintvonalrajz

Saját kép

10.ábra: LIDAR-ral végzett felmérés szintvonalrajza

Saját kép

11.ábra: Hosszszelvény mérőállomás-LIDAR

Saját kép

12.ábra: UAV-val végzett felmérés szintvonalrajza

Saját kép

13.ábra: Hosszszelvény LIDAR (bal) és UAV (jobb)

Saját kép

14.3 Táblázatjegyzék:

1.táblázat: II világháború utáni topográfia állapota

Patkó Gergely András, Magyarország új topográfiai felmérések

2.táblázat: A földgömbület és a refrakció együttes hatása méter egységben

Mélykúti Gábor, Topográfia 8, Topográfiai felmérési technológiák II.

3.táblázat: Állami topográfiai térképállományok 2013-ban

Dr. Mihalik József (PhD.), A DTA-50 felújítása

4.táblázat: Mérőállomás-LIDAR eltérések

Saját táblázat

5.táblázat: LIDAR-UAV eltérések

Saját táblázat