

**Módszertani útmutató az elavult
ingatlan-nyilvántartási térképek korszerű
technológiákkal végzett felújításához**



**Magyar Mérnöki Kamara
Kiadványsorozata 63.**

**Módszertani útmutató az elavult ingatlan-
nyilvántartási térképek korszerű technológiákkal
végzett felújításához**

**MMK FAP azonosító:
2020/105-GGT**

Budapest, 2020. szeptember

A sorozat szerkesztője:
NAGY GYULA
a Magyar Mérnöki Kamara elnöke

Készült a Magyar Mérnöki Kamara Geodéziai és Geoinformatikai Tagozatának gondozásában, a 2020. évi Feladat Alapú Pályázatok pénzügyi keretéből.

A kiadvány a Magyar Mérnöki Kamara tulajdona. Másolása, teljes terjedelmében való közzététele csak a Kamara engedélyével lehetséges. Minden jog fenntartva.

Szerzők:
Holéczy Ernő
Oláh Róbert
Dr. Siki Zoltán
Dr. Takács Bence
Dr. Tóth Zoltán
Varga Tibor

Lektorálta:
Dr. Rózsa Szabolcs

Kiadó:

Magyar Mérnöki Kamara
1117 Budapest, Szerémi út 4.
info@mmk.hu, www.mmk.hu

TARTALOMJEGYZÉK

1. Vezetői összefoglaló.....	7
2. Bevezetés	9
3. Jogi és szakmai háttér.....	11
4. Felhasznált technológiák rövid bemutatása.....	14
4.1. Földi felmérés	14
4.2. Légifényképezés.....	14
4.2.1. Pilóta nélküli légi járművek.....	15
4.2.1.1. DJI Phantom 4 Pro	15
4.2.1.2. Birdie	16
4.2.2. Feldolgozó szoftverek.....	17
4.2.2.1. 3DSurvey	17
4.2.2.2. Agisoft Metashape	18
4.3. Mobil térképezés	18
4.4. Statikus lézerszkennelés	18
4.4.1. Leica C10 és P40 szkennerek.....	18
4.4.2. Cyclone.....	19
4.5. Kiértékelés, adatfeldolgozás	20
4.5.1. Point Cloud Scene (PCS)	20
4.5.2. CloudCompare (CC).....	21
5. Barnag település bemutatása.....	22
6. Terepi mérések előkészítése és végrehajtása.....	26
6.1. Repülési engedély beszerzése	26
6.2. Állami alapadatok igénylése	26
6.3. UAV felmérés 2020. 04.08.....	27
6.3.1. Illesztőpont mérés.....	27
6.3.2. Repülési terv és a repülés végrehajtása.....	29
6.3.3. Pontfelhő és ortofotó előállítás	30
6.3.3.1. 3DSurvey	31
6.3.3.2. Agisoft Metashape	33
6.4. Mobil térképezés (2020.05.15.)	35

6.5.	Alappont meghatározás (2020.06.11.).....	36
6.6.	Statikus lézerszkennelés (2020.06.26.).....	39
6.7.	Tömbkontúr elhatárolása (2020.07.08.).....	40
6.8.	Részletmérés GNSS technológiával (2020.07.08.).....	40
6.9.	Részletmérés mérőállomással (2020.07.14.).....	41
7.	Feldolgozás, kiértékelés.....	42
7.1.	Mobil térképezés pontfelhő kiértékelése	42
7.2.	Statikus lézerszkennerek pontfelhő kiértékelés	47
7.3.	UAV ortofotó és pontfelhő kiértékelése	51
7.4.	Térképszerkesztés.....	56
7.5.	Területszámítás, terület-összehasonlítás.....	61
7.6.	DAT adatbázis létrehozása	63
8.	Vizsgálatok, elemzések.....	64
8.1.	A hatályos digitális alaptérkép geometriai pontossága	64
8.2.	Illesztőpontok ellenőrző kiértékelése.....	65
8.3.	Részletpontok geometriai helyzetének vizsgálata.....	65
8.4.	Időráfordítások kimutatása	70
9.	Összefoglalás	73
9.1.	Légifényképezés pilóta nélküli légi járművekkel	73
9.2.	Mobil és statikus lézerszkennerek használata	73
9.3.	Alappontsűrítés	74
9.4.	Helyszínelés, tömbkontúr és földrészletek elhatárolása.....	74
9.5.	Földi felmérés.....	75
9.6.	Távérzékelési adatok kiértékelése.....	75
9.7.	Térképszerkesztés.....	76
9.8.	Területszámítás	76
9.9.	Minőség-ellenőrzés	77
9.10.	Geometriai adatok minősége, pontosság.....	77
9.11.	Javaslatok (ami jelen tanulmányba nem fért bele).....	77
10.	Irodalomjegyzék.....	79

1. Vezetői összefoglaló

Az állami ingatlan-nyilvántartási térképi adatbázis a nemzetgazdaság szempontjából fontos alap infrastruktúra. Nem csak a földmérő szakemberek, hanem más szakterületek tervező, szakértő mérnökei e térképi alapokon dolgoznak, közmű- és önkormányzati műszaki nyilvántartások, különböző hatósági feladatok alapjait képezik, és nem utolsósorban az állampolgárok tulajdoni garanciáit, a közhitelességet biztosítják. A mindennapokban számtalan példa akad arra vonatkozóan, hogy egyes települések, település részek térképei elavultak, nem ritkán több méteres eltérések adódnak a nyilvántartott térképi állapot és a valóság között. E problémák egyedi feloldása sokszor lehetetlen, vagy igen bonyolult eljárást igényel. A térképek elavultsága elsősorban a települések belterületén okoz gondot.

Az ingatlan-nyilvántartási térképek felújítása állami alapfeladatnak minősül a földmérési és térképészeti tevékenységről szóló 2012. évi XLVI. törvény 2. §-a szerint. Vélhetően a szűkös források, a felújítandó térképek nagy száma és az eddigi felújítási technológia költséges volta miatt, több, mint 10 éve nem történt térképfelújítás, új felmérés hazánkban.

Az elmúlt években egyre jobban elterjedtek a pilóta nélküli légi járművek (UAV, drón), amelyek légi fényképezésre alkalmas kamerát hordoznak. Ezek az eszközök a földmérés, térképkészítés terén is megjelentek, s kiterjesztették a fotogrammetria lehetőségeit, közelebb hozták azt a geodétákhoz. Szintén elterjedtek a lézerszkennerek technológiát használó mobil mérőrendszerek és a statikus (műszerállványra helyezett) lézerszkennerek.

Az állami földmérési alaptérképek készítési módszerei között jó ötven éve létezik a légi fényképek sztereo-fotogrammetriai kiértékelésével és földi kiegészítő mérések végzésével történő technológia, de mintegy 30 éve nem használatos. Az akkori technológia még repülőgépes légi fényképezésre és költséges fotogrammetriai kiértékelő műszerekre épült, amely eszközökkel pár nagyobb szakvállalat rendelkezett csak. A mai légi fotogrammetria eszköztára (UAV, szoftver, hardver) már messze nem elérhetetlen egy kisebb földmérő vállalkozás számára sem.

A mobil mérőrendszerek viszont igen komoly beruházást jelentenek, és a statikus lézerszkennerek ára is magas. Ennek ellenére egyre több vállalkozás rendelkezik ilyen eszközökkel.

Jelen munkánk célja az volt, hogy megvizsgáljuk az előbb felsorolt korszerű eszközökön alapuló, vagy azokat is felhasználó technológia mennyire használható az ingatlan-nyilvántartási térképek felújításához. Bár projektünk szakértői más geodéziai

feladatoknál már több éve használják ezeket az eszközöket, ez a feladat nekünk is új volt. Módszertani útmutatónk, vagy nevezhetjük tanulmányunk is, úgy jött létre, hogy egy konkrét település belterületén az alapoktól kezdve végig haladtunk a földmérési alaptérképek készítési munkafázisain, elvégeztük azokat, s ahol arra lehetőség adódott a korszerű technológiákat bevontuk. Az elvégzett munkánk tapasztalatait rögzítettük módszertani útmutatónkban.

Dokumentumunk elsősorban azoknak a mérnök kollégáinknak készült, akik potenciálisan résztvevői lehetnek majd a remélhetőleg újra induló állami alaptérkép készítési feladatoknak, akár a készítői, akár az átvevői oldalon, s nem utolsó sorban a döntéshozatal, jogalkotás oldalán.

Az elvégzett és a módszertani útmutatónkban dokumentált munkák során egyértelműen arra a következtetésre jutottunk, hogy korszerű eszközökön alapuló technológiák bevonhatók az elavult ingatlan-nyilvántartási térképek felújításába, a jelenlegi jogi szabályozások keretei között is. Tanulmányunk jogszabály módosítási javaslatot nem fogalmaz meg, hisz alapvetően ez nem volt feladatunk, de tapasztalatainkat szívesen felajánljuk a jogalkotás felé is.

Hangsúlyozzuk továbbá, hogy a korszerű technológiák használatával, gyorsabban, hatékonyabban fel lehet újítani a térképeket, mint az eddigi technológiákkal. Ez lényeges szempont lehet a felújítások tervezésénél. A szükséges ráfordítások összehasonlítását szintén tartalmazza dokumentumunk.

Tudjuk, hogy lesznek olyan kollégák, akik kétkedve, bizalmatlanul fogadják tanulmányunk megállapításait. Aki ezt azért teszi, mert nem bízik ezekben a technológiákban, annak azt mondjuk, mi is így indultunk neki a feladatnak, menet közben győződünk meg az új módszerek használhatóságáról. Pontosan a magunk meggyőzése miatt is végeztünk el nagyon sok vizsgálatot. Aki pedig úgy gondolja, hogy e technológiák használata a térképek pontosságát csökkenti, attól azt kérdezzük: Mi a jobb? Továbbra is méteres hibákkal terhelt térképekkel küszködni, vagy olyannal dolgozni, ahol köz számára fontos tömbhatáron minden rendben van, s a tömbbelsőben is maximum deciméteres eltérésekkel találkozhat.

2. Bevezetés

Ismert tény, hogy az állami földmérési alaptérképek egy része igen elavult, pontatlan. Az ilyen térképek legtöbbje közel 100 éves felmérésből származik. A 60-as, 70-es években elvégzett térképfelújítások nem javítottak, sokszor még rontottak a térképek pontossági viszonyain. A 2000-es években elvégzett digitális átalakításokkal a térképek a jelenlegi állami ingatlan-nyilvántartási térképi adatbázis alapjaivá váltak. Az állami térképi adatbázisok felhasználását sok esetben kötelezővé teszi a földmérési és térképészeti tevékenységről szóló 2012. évi XLVI. törvény, így műszaki tervezési, nyilvántartási feladatok kötelező elemeivé válnak a pontatlan geometriai adatok is. Példaként külön megemlíjtük az e-közmű rendszerét, ahol a közművezetékek valós geometriai helyzetéhez igen fontos a telekhatárok pontos ábrázolása. A Kamarához, ezen belül Tagozatunkhoz számos megkeresés érkezett az építésügy területén tevékenykedő tervezőktől, közművezetékek üzemeltetőitől, közmű hatóságoktól, hogy miként lehetne feloldani a pontatlan térképi alapadatokból származó ellentmondásos helyzetet. Tagozatunk szakmai véleménye, meggyőződése, hogy a probléma csak a pontatlan, elavult állami földmérési alaptérképek felújításával oldható meg.

Tanulmányunk célja az volt, hogy egy minta projekt keretében kidolgozzuk a térképfelújítások módszertanát. A projekt egy nem megfelelő pontosságú térképpel rendelkező konkrét kis település belterületi fekvésének egy részén valósult meg. Cél volt továbbá, hogy a megfelelő műszaki elvárások mellett egy költségghatékony, gyors technológiát dolgozzunk ki. A technológia vegye figyelembe korunk korszerű geometriai adatnyerési lehetőségeit, elsősorban a légi fotogrammetria nyújtotta megoldásokat és a lézer elven működő térszkennereket.

Az elvégzett munka során alapvetően azt kívántuk bizonyítani, hogy a korszerű adatnyerési technológiák miként tudják segíteni a két legköltségesebb munkafázist, az elhatárolást és a geometriai adatok meghatározását.

A projekt várt eredménye az lehet, hogy egy kisebb költségű, de műszakilag megfelelő technológia generálja a térképfelújításokat.

A közreműködő szakértőket azon elv szerint kértük fel, hogy képviselve legyen a központi földmérési és térképészeti szerv, a térképek állami átvételét és kezelését végző hatóság (földhivatal), a felsőoktatás és a vállalkozó mérnöki oldal is.

Jelen módszertani útmutató kidolgozásában, az elvégzett mérési és feldolgozási munkákban a FAP pályázatban nevesített szakértők mellett több szakember is részt vett:

- BME Általános- és Felsőgeodézia Tanszék: Dr. Égető Csaba
- ÓE Alba Regia Műszaki Kar, Geoinformatikai Intézet: Dr. Kovács Miklós
- Pannon Geodézia Kft.: Balogh József, Lehoczky Máté, Kajtár Dóra, Király Tamás, Mayerhofer Attila, Salamon Tamás, Szolga Attila
- Geodézia Kft.: Jókai Zoltán, Hajpál István

Köszönjük a kollégák munkáját!

3. Jogi és szakmai háttér

Az állami földmérési alaptérképek készítésére, felújítására vonatkozó jogi szabályozást a földmérési és térképészeti tevékenységről szóló 2012. évi XLVI. törvény (Fttv.) biztosítja. A törvény 2. §-a szerint az állami alapadatok előállítása, karbantartása állami alapfeladatnak minősül. A 3. § szerint az állami alapadatnak minősül többek között az állami földmérési alaptérképi adatbázis és az állami ingatlan-nyilvántartási térképi adatbázis.

Az állami földmérési alaptérképi adatbázissal bővebben a 10. fejezet (11. § és 12. §) foglalkozik.

12. § (2) *Új, helyszíni felmérésen alapuló állami földmérési alaptérképi adatbázis előállításakor minden esetben - **térképfelújításnál szükség szerint** - a földrészletek határvonalát elhatárolással kell megállapítani. Az elhatároláshoz távérzékelési adat is felhasználható.*

Jelen tanulmányunkat alapvetően a Fttv. előbb idézett bekezdésre alapozzuk. Szakmai körökben egyértelmű tény, hogy új földmérési alaptérképet földi eljárással, „újfelméréssel” lehet a legmegbízhatóbb módon létrehozni. Az újfelmérés elsősorban a tulajdonosi elhatárolás és az ingatlanokon végzett földi részletmérések miatt időigényes és ezáltal költséges feladat. Tanulmányunk a távérzékelési adatok felhasználásával kíván egy hatékonyabb, és emiatt kisebb költségű, de megfelelő műszaki minőségű technológiát modellezni az elavult térképi adatbázisok felújítására. Hangsúlyozzuk a felújítás fogalmát, amely nem azonos az új felméréssel.

Az állami földmérési alaptérképi adatbázis előállításának, felújításának részletes jogi szabályozás nem történt meg, bár sok esetben más szakmai jogszabályok előírásai alkalmazhatók. Ezek különösen:

- 15/2013. (III. 11.) VM rendelet a térképészetért felelős miniszter felelősségi körébe tartozó állami alapadatok és térképi adatbázisok vonatkoztatási és vetületi rendszeréről, alapadat-tartalmáról, létrehozásának, felújításának, kezelésének és fenntartásának módjáról, és az állami átvétel rendjéről
- 8/2018. (VI. 29.) AM rendelet az ingatlan-nyilvántartási célú földmérési és térképészeti tevékenység részletes szabályairól

A 15/2013. (III.11.) VM rendelet bár a címében magában hordozza az állami alapadatok – így térképek – létrehozásának, felújításának, kezelésének és fenntartásának módját, ezekre vonatkozó szabályozást nem tartalmaz. Az állami

alapadatok vonatkoztatási és vetületi rendszerére, az alappontokra, valamint a GNSS és irány- és távméréses részletmérésre ad szabályozást.

A 8/2018. (VI.29.) AM rendelet a már érvényben lévő ingatlan-nyilvántartási térképi adatbázisokkal kapcsolatos változásokat szabályozza. Az új térképi adatbázisok előállítása során a rendelet 4. melléklete a részletpontok kódolására ad útmutatást.

Az Fttv. 19. §-a szerint az állami távérzékelési adatbázisok részét képezik azok a digitális ortofotók és földi távérzékelési eljárással készült felvételek, amelyek állami alapfeladatokhoz, alapmunkákhoz felhasználásra kerülnek. Ezek az adatok csak a földmérési és térinformatikai államigazgatási szerv által elvégzett állami átvétel követően válnak az állami távérzékelési adatbázis részévé.

Az állami átvételi vizsgálatot az állami digitális távérzékelési adatbázisról szóló 29/2014. (III. 31.) VM rendelet szabályozza részletesen.

Jelen projekt keretei, időtartama nem tette lehetővé, hogy a készített távérzékelési adatbázisok valós állami átvételi vizsgálatra kerüljenek, de a minőség ellenőrzés kitért a rendelet előírásaira.

A légi távérzékelés engedélyezésének és a távérzékelési adatok használatának rendjéről szóló 399/2012. (XII. 20.) Korm. rendelet előírásait szintén alkalmazni kell az állami alapfeladatok, alapmunkák esetében. Jelen tanulmány készítése „kutatási” célú volt, ezért a rendelet előírásait, elsősorban a lombtalan repülésre rendelkezésünkre álló idő rövidsége miatt alkalmaztuk.

A 4/1998. (I. 16.) Korm. rendelet szól a magyar légtér igénybevételéről. Eseti légteret igényeltünk a később részletezettek szerint.

A fent felsorolt jogszabályokon kívül érvényben van az MSZ 7772-1 Digitális térképek szabvány (DAT). Bár a szabványok használata nem kötelező, de a DAT szabvány számos eleme vonatkozik a digitális új felmérésekkel és térképfelújítással történő térképkészítésre.

A kataszteri térképek felújítására a II. világháború után több szabályzat is kiadásra került. Ezek, a teljesség igénye nélkül:

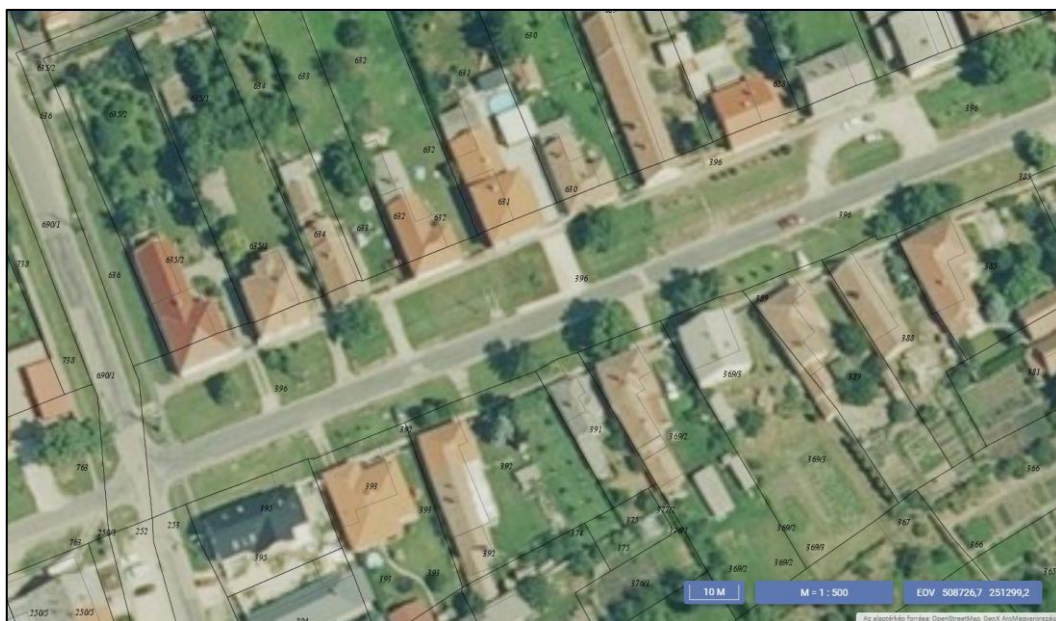
- 113/1/1957./**T.19**/ ÁFTH sz. utasítás /I. sz. magyarázat a kataszteri térképhelyesbítés irányelveihez/
- 223/1958./**T.16**/ ÁFTH sz. utasítás /II. sz. magyarázat a kataszteri térképfelújítás irányelveihez/

- 207/1962./**T.6.**/ ÁFTH sz. utasítás a földrendezéssel nem érintett területek földnyilvántartási adatainak rendezéséről
- 209/1962./**T.9.**/ ÁFTH sz. utasítás a belterületek és zártkertek kataszteri térképeinek felújítására
- 610/1966./**T.8.**/ ÁFTH számú Útmutató a fotogrammetriai anyagok készítésére és felhasználására a nagyméretarányú térképezésben
- 610/1/1966/**T.14.**/ ÁFTH utasítás a T.8. kiegészítésre
- 1208/1966/**T.14.**/ ÁFTH számú utasítás a belterületek és zártkertek térképeinek fotogrammetriai eljárással történő felújítására és földnyilvántartási adatainak rendezésére
- 40837/1973. OFTH szabályzat a földmérési alaptérképek készítésére (**F.1. szabályzat**, új felmérésre és térképfelújításra)

E szabályzatok különböző pontossági előírásokat, megengedett eltéréseket fogalmaznak meg. A legnegatívabb minősítéssel az ún. „207-es” T.6. utasítás szerint felújított térképek rendelkeznek. Ennek szemléltetésére az utasítás VIII. fejezet 46. § (7) bekezdése: „A természetben mért és térképről leolvasott vizsgálati méretek közötti megengedett legnagyobb eltérés

1. a földrészletek határvonalai vagy épületek között 2 öl
2. művelési ágak határvonalai vagy épületek között 3 öl.”

Az alábbi képen egy 207-es utasítás alapján felújított térkép részlete látható a 2018-as ortofotóval az e-közmű felületen. Laikus számára is jól látható, hogy nincs összhang a térképi és a természetbeni állapot között.



“207-es” térkép részlete az e-közműből

4. Felhasznált technológiák rövid bemutatása

4.1. Földi felmérés

A földi felmérési technológiáknál alapvetően két módszert különböztetünk meg, a hagyományos geodéziai műszerekkel (ma már mérőállomások) végzett felmérést és a műholdas helymeghatározáson alapuló geodéziai GNSS (Global Navigation Satellite Systems) pont meghatározásokat. A két technológia egymás mellett, egymást kiegészítve is működhet.

A mérőállomással végzett részletmérés felmérési alappontokra épül, amelyek a meglévő országos vízszintes alaphálózati pontokból kerülnek meghatározásra, vagy GNSS technológiával. A részletmérés kiegészítő mérőeszközei lehetnek a mérőszalag és a kézi lézer távmérők.

A geodéziai GNSS technológia alapelve, hogy két GNSS vevőre van szükség. Az egyik az ismert ponton lévő bázis vevő, a másik a meghatározandó ponton lévő rover vevő. A két vevő között a kapcsolatot URH készülék, vagy ma már inkább GSM kapcsolat biztosítja. Napjainkban részletmérésre szinte kizárólag a valós idejű (RTK) GNSS technológia használatos, amelyhez sokan használják a Lechner Tudásközpont által működtetett GNSS infrastruktúrát (gnssnet.hu szolgáltatást). A GNSS módszer kiegészítő mérőeszközei szintén a mérőszalag és a kézi lézer távmérők.

Szakemberek által működtetve, mindkét technológia cm-es pontosságot biztosít, eleget téve a földmérési alaptérképek készítésénél megkövetelt legszigorúbb pontossági előírásoknak is.

4.2. Légifényképezés

Légifénykép - repülőgépről, vagy más légi járműről (pl. helikopter, hőlégballon, motoros sárkány, pilóta nélküli légi jármű, UAV) fényképező kamerával (mérőkamerával) készült, a földfelszínt ábrázoló felvételek gyűjtőneve.

Légi távérzékelés - Olyan légi platformról történő érzékelési módszerek összessége, amelyek során a felvevő berendezés nem kerül közvetlen fizikai kapcsolatba a vizsgált felülettel, valamilyen erőter közvetít közöttük.

Légi fotogrammetria - a fotogrammetriának az az ága, amely a légifényképek készítésével és feldolgozásával foglalkozik.

Légifelvételek felhasználhatóságát befolyásoló tényezők - az időjárás, a légkör állapota (páratartalom, szennyezettség), a tárgytávolság (relatív repülési magasság), a

napszak, az évszak, a kamera típusa, a felhasznált film vagy a szenzor tulajdonságai, a függőleges tengelytől való eltérés, az optika torzításai, és a kamerarendszer tisztasága, kalibráltsága határozzák meg az egyes képkockák minőségét.

4.2.1. Pilóta nélküli légi járművek

A pilóta nélküli repülő szerkezetek, amelyek betáplált program és paraméterek alapján automatikusan hajtják végre küldetésüket, elnevezése többféle is lehet:

- Drón: felderítő/hadászati célú pilóta nélküli légi járművek
- UAV: pilóta nélküli légi járművek (Unmanned Aerial Vehicle)
- UAS: pilóta nélküli légi rendszerek (Unmanned Aerial System)
- RPAS: távolról irányított légi jármű rendszerek (Remotely Piloted Aircraft Systems).

A „köznyelvben” a drón elnevezés terjedt el, de helyesebb az UAV, vagy UAS elnevezés.

A pilóta nélküli eszközöket csoportosíthatjuk a felhasználásuk (katonai, polgári), a felépítésük (merevszárnyúak, kopterek, csapkodó szárnyúak, ballonok), az irányítási rendszerük (földi, GPS, kombinált), a hatótávolságuk (közel, kis, közepes, nagy), a repülés jellemző paramétereik (magasság, idő, sebesség), a meghajtó rendszerük (elektromos, belső égésű motorok, gázturbinás) és a szállított szenzorok (fényképező kamerák, multispektrális kamerák, videokamerák, hőkamerák, lézerszkennerek, radareszközök, szagérzékelők, stb.) szerint.

A felmérési munka során két rendelkezésre álló UAV-t használtunk. A Pannon Geodézia Kft. Birdy Geo+ típusú merev szárnyú gépét, illetve a BME Általános és Felsőgeodézia tanszék DJI Phantom 4 Pro típusú kopterét.

4.2.1.1. DJI Phantom 4 Pro

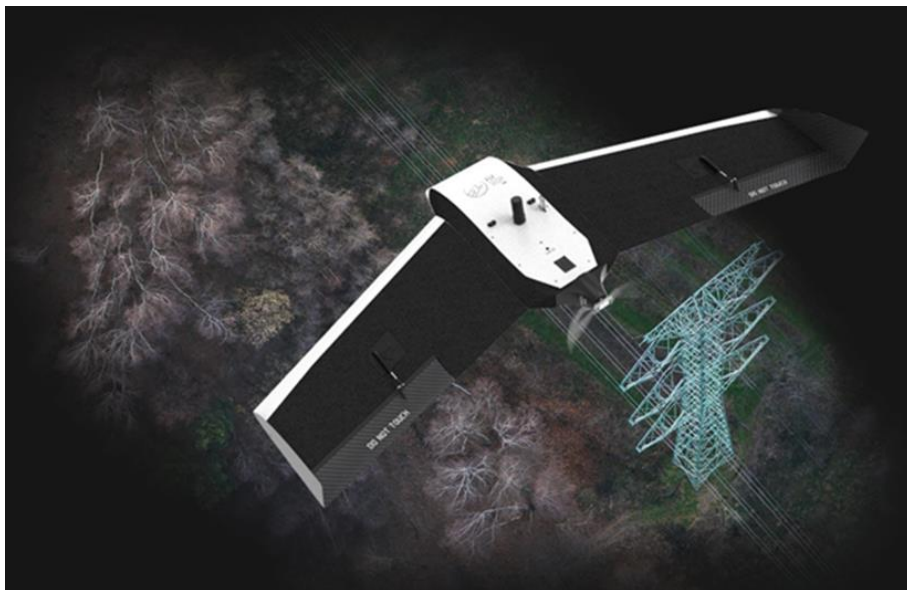
A DJI Phantom 4 Pro egy alacsonyabb árfekvésű, de már igényesebb munkák elvégzésére alkalmas, négy rotoros UAV. Egy megtervezett és a fedélzeti számítógépbe feltöltött küldetést autonóm módon képes végrehajtani. Egy akkumulátorral kb. 30 percet képes a levegőben tartózkodni. Ennél hosszabb repülési idő esetén képes visszatérni az indítási helyre és akkumulátor csere után folytatja a küldetést. Az 1"-es, 20 MPixeles CMOS kamera felfüggesztését egy három tengelyes stabilizátorral (gimbal) valósítják meg.



DJI Phantom 4 Pro

4.2.1.2. Birdie

A Birdie egy merevszárnyú UAS, VTOL (Vertical Take-Off and Landing, helyből fel és szállás) bővíthetőséggel. Közepes árfekvésű, 140-180 cm szárnyfesztávolságú eszköz maximum 60 perc repülési idővel, cserélhető szenzorral. Jelen projekt során egy Sony Alpha 6000 fényképezőgépet használtunk. A drón rendelkezik egy geodéziai GNSS vevő egységgel is, amely utófeldolgozással biztosítja a pontos képkoordináták meghatározását. Ehhez egy L1 frekvencián működő Emlid bázis vevőt használtunk.



Birdie

4.2.2. Feldolgozó szoftverek

Digitális fotogrammetria - digitális képek számítógéppel történő feldolgozása. Számítógép veszi át az emberi látás és felismerés szerepét, alapja a digitális vagy digitalizált kép. Elemei: digitális képállomány, digitális fotogrammetriai munkaállomás, amely kombinálja a számítógépes hardver és szoftver elemeket, a végtermék vektoros vagy raszteres adatállomány.

Digitális fotogrammetriai munkaállomás (Digital Photogrammetric Workstation) - a digitális fotogrammetriai kiértékelések eszközei. Hardver és szoftver elemekből állnak. A hardver egy nagy teljesítményű számítógép, amelyeket speciális kiegészítő eszközökkel (eszköztől függően pl. nagyfelbontású monitor, speciális videokártya, a térlátást segítő eszközök, 3D egér, szkennerek stb.) láttak el. A szoftverek rendszerprogramokból (pl. adatbevitel, tájékozások) és felhasználói programokból (térkiértékelés, ortofotó készítés, pontsűrítés, DDM mérés, stb.) állnak. A rendszerprogramok mindegyike szükséges a működtetéshez, míg a felhasználói programok modulrendszerűek, elegendő akár csak egy modul is a használatához.

Digitális fotogrammetriai kiértékelések - a digitális fotogrammetriában a korábbi kiértékelési módszerek digitális változataival találkozunk: interaktív egyképes kiértékelés (síkfotogrammetria), digitális ortofotó készítés (ortofotoszkópia), digitális térkiértékelés (sztereofotogrammetria), valamint adatelemzési területeken kiértékelésként említik még a digitális képelemzést.

4.2.2.1. 3DSurvey

A 3DSurvey-t 2011-ben kezdte el fejleszteni egy fiatal szlovén, nagyjából földmérőmérnökökből álló csapat. A szoftver forgalmazását 2014-ben kezdték el, Magyarországon is viszonylag sok felhasználója van. A jelenleg 11 fős cégen belül 3-5 fő kizárólag a fejlesztéssel foglalkozik. Sikerét a dinamikus és gyors felhasználói visszajelzéseken alapuló fejlesztéseknek és rugalmas terméktámogató hálózatuknak köszönheti. Kezdő felhasználók számára ideális választás, rendkívül felhasználóbarát. Folyamatosan fejlődő extra moduljaiban megtalálhatók az egyre részletesebb CAD-funkciók, pontfelhő osztályozás, felületmodell- és ortofotókészítés, térfogatszámítás, automatikus hossz-, és keresztmetszvény generálás. A szoftver egyedisége az illesztőpontokat automatikusan felismerő rendszere, melyhez saját típusú, kör alakú jeltárcsát biztosítanak. Ez a gépi látáson alapuló felismerés nagyban lerövidíti a manuális munka időtartamát.

4.2.2.2. Agisoft Metashape

Az Agisoft Metashape az egyik legelterjedtebb általános célú fotogrammetriai feldolgozó program. Alkalmas a hagyományos ortofotó előállítás mellett pontfelhők, digitális magasságmodellek számítására is. A fotogrammetriai funkciókon túl támogatja a pontfelhők osztályozását, vegetációs indexek számítását. A nagyfokú automatizálás mellett beépített Python fejlesztői környezet teszi még hatékonyabbá a mérnöki munkát.

4.3. Mobil térképezés

A mobil térképezést a Geodézia Kft. Leica Pegasus One mobil térképező (Mobile Mapping System, MMS) rendszerével végeztük. A rendszer főbb elemei a következők:

Lézerszkennner: Leica HDS 7000 fázisszkennner. A műszer sebessége: 1 millió pont/másodperc (50Hz forgási sebesség), relatív távmérési pontossága: <1 mm 25 m-ig; <10 mm 100 m-ig, hatótávolsága: max. 187 m; felbontása: max. 0,6×0,6 mm 10 m-en; 1,6×1,6 mm 25 m-en.

Helymeghatározó rendszer: a helymeghatározó rendszer alapja egy Novatel SPAN SE GNSS vevő, mely képes több mérőeszköz adatainak fogadására és tárolására. A helymeghatározás pontosságát a rendszer GNSS jelvesztés esetén a kerékkördulatszám-mérő (Distance Measuring Instrument, DMI) és az inerciális mérőrendszer (Inertial Measurement Unit, IMU) eszközök segítségével tartja szinten. A helymeghatározó rendszer pontossága a GNSS vevő pontosságával egyenértékű.

Kamerarendszer: A Pegasus One hat kamerával van felszerelve, a képek részben átfednek. Felbontásuk 1600 × 1200 pixel. A képek a hat kamerán egyazon időpillanatban készülnek. Minden fénykép esetében rögzítésre kerülnek a külső tájékozási elemek, amelyek felhasználásával átfedő képek esetén egyes részletek geometriai meghatározása is elvégezhető.

4.4. Statikus lézerszkennelés

4.4.1. Leica C10 és P40 szkennerek

A statikus vagy földi lézerszkennnerrel (Terrestrial Laser Scanner, TLS) történt felmérés elsődleges célja a minőségellenőrzés és nem a közvetlen adatnyerés volt. A szkennerekkel előállított pontfelhő megbízhatóbb, mint a fotogrammetriai kiértékelésből kapott pontfelhőé, így a minőségellenőrzés során a fotogrammetriai pontfelhő minősítésére használható.

A C10 szkennerek a 0-50 méter közötti tartományban (a pontok döntő többsége ebbe a tartományba esett) egy pontra vonatkozó meghatározásban 6 mm helyzeti, 4 mm távmérési és 12" iránymérési középhibát ad meg a gyártó. Ugyanezek az adatok, szintén 50 m-es távolságig, a P40 szkennerek esetén, 3 mm helyzeti, 2 mm távmérési és 8" iránymérési középhiba.



Földi lézerszkennerek

4.4.2. Cyclone

A Leica Cyclone szoftver-családja pontfelhők regisztrációjára, azok feldolgozására és publikálására nyújt különböző megoldásokat. Az általunk használt Cyclone – Navigator az alábbi lehetőségekkel bír:

- Különböző lézerszkennerek gyártók mérőeszközei által előállított felmérések beolvasása.
- A beolvasott pontfelhő állományok automatizált és manuális tisztítási lehetőségei.
- A különböző álláspontokból szkennelt pontfelhők egymáshoz történő illesztése (regisztrálása) a helyszínen bemért közös célpontok alapján vagy felhő alapú illesztési mód alkalmazásával.
- A regisztrált pontfelhő állományok tetszőleges koordináta rendszerbe történő transzformációja.
- A kész pontfelhő állomány publikációs/exportálási lehetősége különböző fájlformátumokba.

4.5. Kiértékelés, adatfeldolgozás

Elsősorban a pontfelhők és nagy mennyiségű fénykép feldolgozása, kiértékelése során alkalmazott számítógéppel szemben támasztott fontosabb minimum követelmények: 64 GB RAM, 500 GB szabad háttértár (lehetőleg SSD), Intel P7 processzor (6+ maggal).

Az ajánlott hardverekről elmondható, hogy a rendelkezésre álló memória növelése, az SSD háttértár használata és a processzor sebesség növelése jótékonyan hat a nagy méretű állományok kezelésénél, feldolgozásánál.

Munkafázis	Processzor	Memória	Háttértár	Videó kártya	Monitor	Operációs rendszer
A fotogrammetria feldolgozás (Agisoft Metashape/3DSurvey)	Intel i7, 6+ fizikai mag, 3.5+ GHz	64+ GB DDR4	szabad 256+ GB SSD	NVIDIA GeForce GTX+	24"	Windows 10
Pontfelhő illesztése, georeferálása	Intel i7, 4+ fizikai mag	32+ GB DDR4	szabad 256+ GB SSD	NVIDIA GeForce GTX+	24"	Windows 10
Kiértékelés (ITR/PCS)	Intel i5, 2+ fizikai mag	16+ GB DDR4	Szabad 128+ GB SSD	NVIDIA GeForce GTX+	2 x 24"	Windows 10

Az egyes munkafázisokhoz ajánlott minimum konfigurációk

Munkánk során az alábbi szoftverek használtuk:

4.5.1. Point Cloud Scene (PCS)

A PCS egy a DigiCart Kft. által fejlesztett pontfelhők kiértékelését támogató szoftver. A program egyszerre nyújt 2D és 3D megjelenítési lehetőséget, ez által földmérési célokra kifejezetten alkalmas. A szoftver nagy méretű pontfelhő állományokat csak 2D-ben jelenít meg, ezeknek egy kisebb szeletét lehet 3D-be kivágnak. Ezzel a megoldással takarékoskodik a számítógép erőforrásaival, a 3D-s megjelenítése viszont sokkal jobb, mint más hasonló szoftvereké.

A program .las kiterjesztésű pontfelhő állományok beolvasását támogatja.

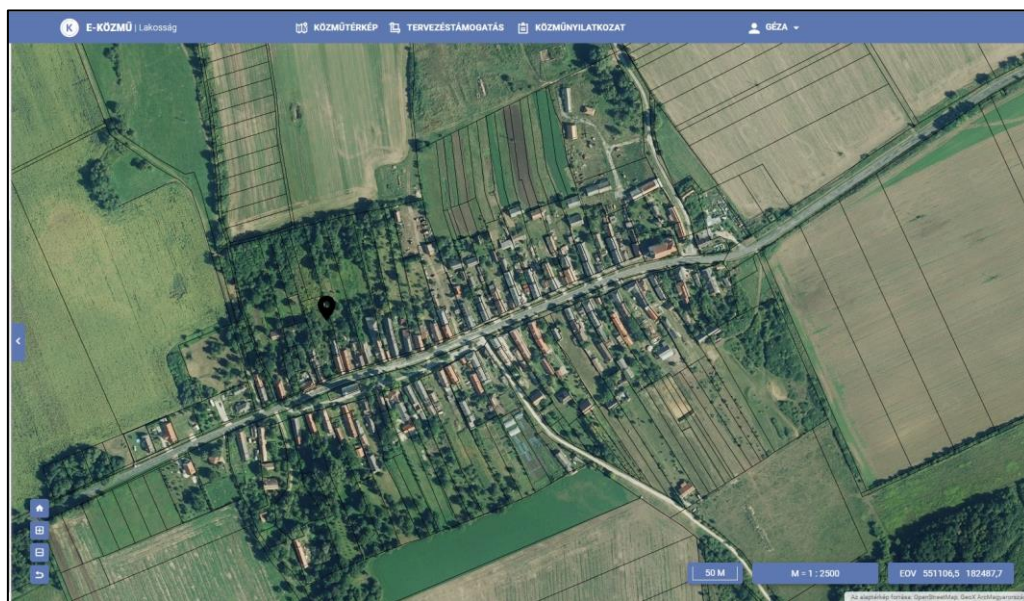
Az állomány vektorizációja alapvetően shape formátumban történik, így a kiértékelte objektumokhoz opcionálisan háttér adatbázis is tartozhat. A szoftver támogatja dxf és itr állományok beolvasását is, de ezek csak korlátozott funkciókkal kezelhetők. A kiértékelés nagyrészt manuális módon történik, ennek támogatásához több típusú rendszer, illetve néhány automatizált funkció is.

4.5.2. CloudCompare (CC)

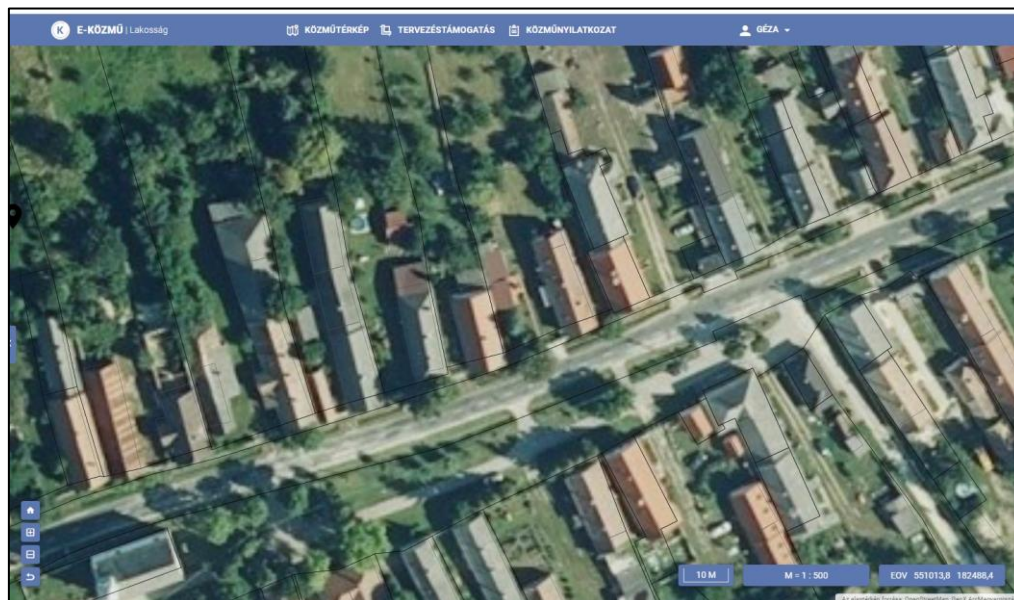
A CloudCompare egy pontfelhőt és háromszög hálót (mesh) kezelő és feldolgozó nyílt forráskódú szoftver. Eredetileg 3D pontfelhők illetve háromszög hálók összehasonlítására tervezték, később bővítették ki egy általános pontfelhő feldolgozó szoftverré. A széleskörű elterjedését a szabad, licenc díj nélküli felhasználás mellett a több platformon történő felhasználhatóság (Windows, Linux, Mac OS) és sokféle adatformátum kezelése indokolja. A munkák során a 2.10.3 illetve 2.11.0 verziót használtuk.

5. Barnag település bemutatása

Barnag község Veszprém megyében, Nagyvázsony közelében található. Az ingatlanok a települést átszelő Fő utcáról nyílnak, jellemzően oldalhatáros beépítési móddal. Jellemzője továbbá a településnek a közös udvar, melyen több külön helyrajzi számon lévő épület is található. A település korábban két falu volt, a keleti fele Németbarnag (katolikus) a nyugati fele Magyarbarnag (református).

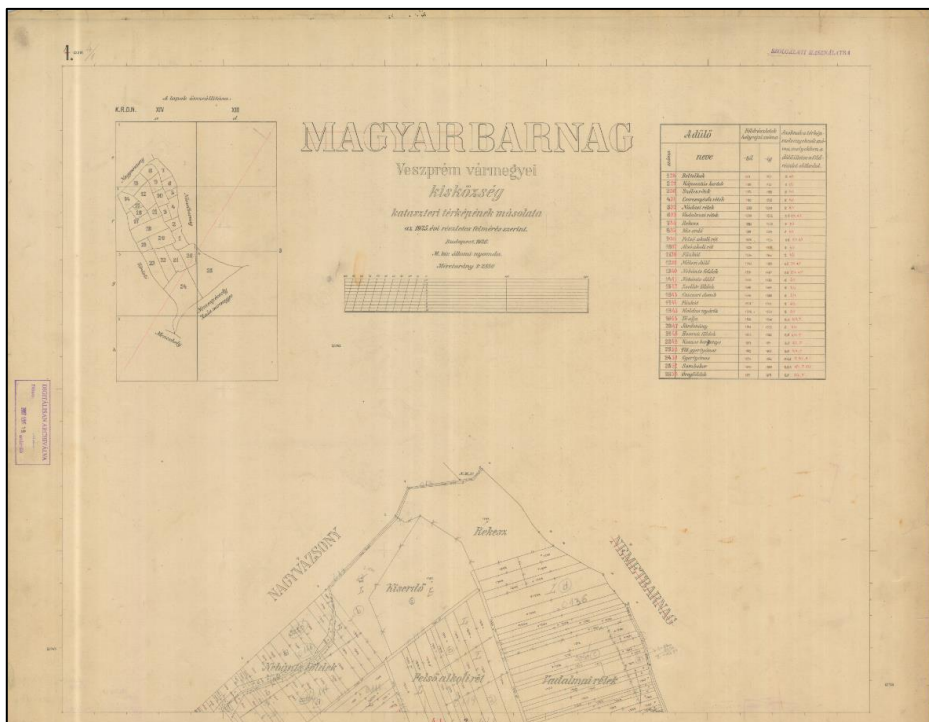


A település elhelyezkedése az e-közmű rendszeréből

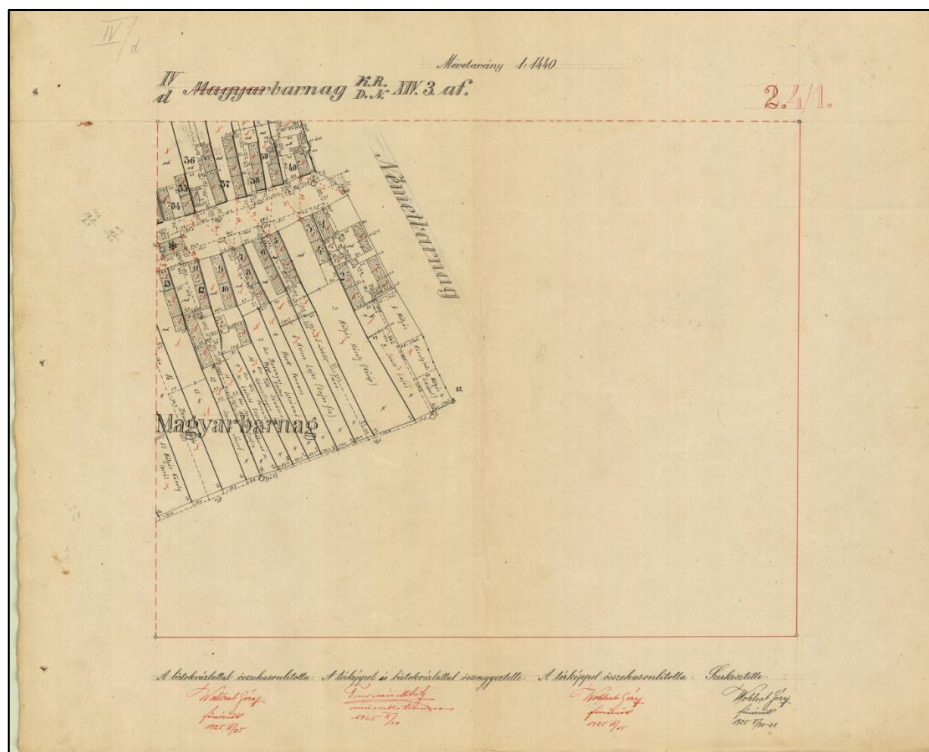


Utcarészlet

A település kataszteri felmérése 1925-ben történt. A felmérést alappontok között vezetett mérési vonalakra ortogonális mérési módszerrel hajtották végre, igen részletesen.



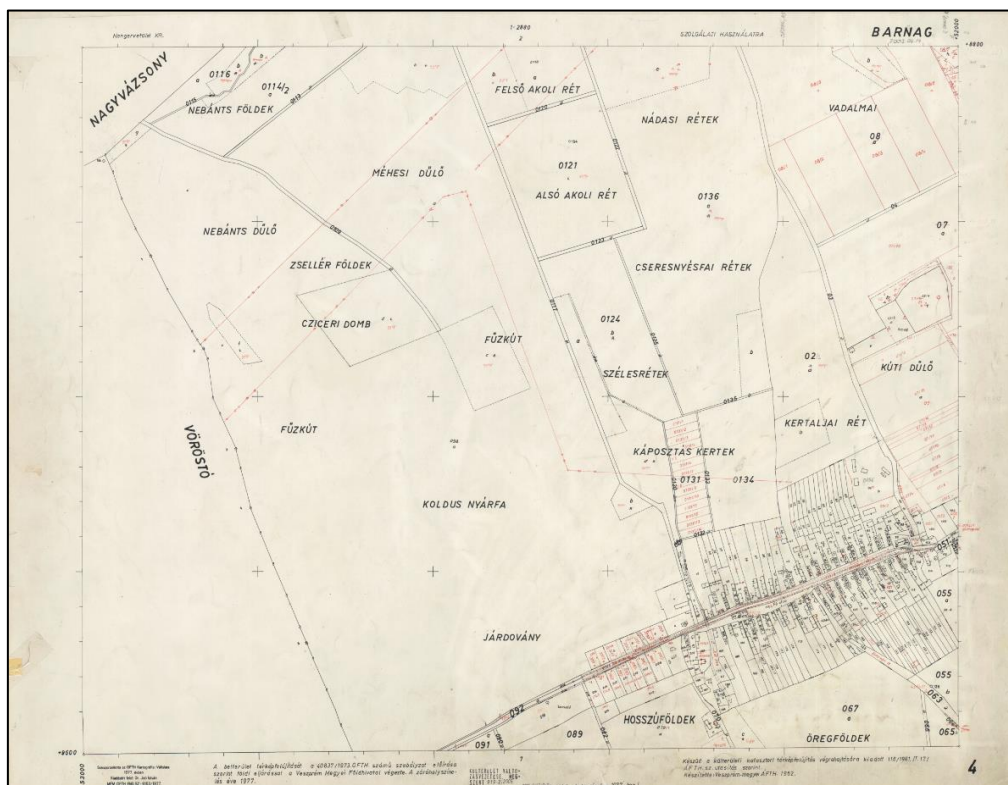
Az 1925-ös felmérés címlapja



Az 1925-ös felmérés felvételi előrajza

A kataszteri térkép felújítására 1977-ben került sor, a 40837/1973.OFTH. számú szabályzat előírásai szerint. (Közismertebb nevén az F.1. szabályzat) A felújítás során gyakorlatilag az eredeti (1925-ös) térképi határvonalakat vették át, maradt az 1:2880-as méretarány is. Ez a térkép képezte az alapját a 2007-es BEVET átalakításnak (digitalizálás).

Így a jelenlegi ingatlan-nyilvántartási térképi adatbázis egy közel 100 éves felmérésre épül.



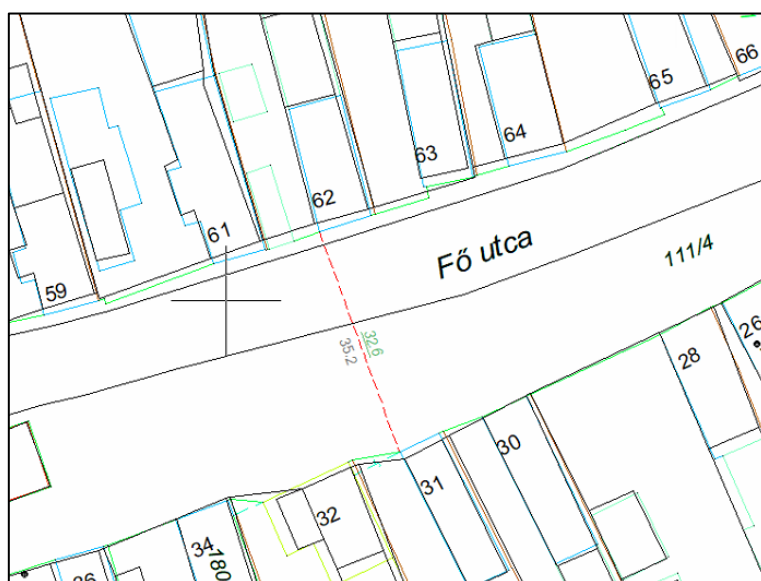
A belterület térképszelvénye az 1977-es térképfelújítás után



Az eredeti és a felújított térkép részlete

Azért ezt a települést választottuk a projekt helyszínéül, mert jól reprezentálja azokat az elavult térképeket, amelyek felújítása szükséges. E projekt témavezetője korábbi földmérési tevékenysége során többször is dolgozott Barnagon, ismertek volt számára a térkép igen heterogén pontossági viszonyai, a sokszor több méteres eltérések.

A kiválasztás másik indoka a település belterületének mérete (25 ha) volt. Mivel a projekt készítőinek szándéka az volt, hogy egy teljes belterületi fekvés kerüljön feldolgozásra, ez a területi mérték elegendőnek, kivitelezhetőnek tűnt a projekt megvalósítására.



Példa a térképi és természetbeni állapot eltérésére

6. Terepi mérések előkészítése és végrehajtása

6.1. Repülési engedély beszerzése

Tagozatunk a FAP pályázatot 2020. március 20-án nyújtotta be a MMK FAP Bizottság felé, s annak befogadásáról 2020. április 24-én kaptunk értesítést. Mivel a tervezett légifényképek akkor használhatók térképészeti célokra, ha azok készítésére lombtalan időszakban kerül sor, ezért a repüléssel nem tudtuk megvárni a pályázat befogadását, azt április 8-án elvégeztük. Ezt megelőzően, még 2020. február 27-én eseti légtér használati kérelmet nyújtottunk be a Honvédelmi Minisztérium Állami Légügyi Főosztály, mint katonai légügyi hatóság felé. Az engedélyt 2020. március 12-én kaptuk meg 2020. március 28 – 2020. április 26. közötti időszakra.

6.2. Állami alapadatok igénylése

A FAP projekt végrehajtásának alapfeltétele, hogy rendelkezésre álljanak a meglévő állami földmérési alapadatok. A földmérési és térképészeti tevékenységről szóló 2012. évi XLVI. törvény 6.§ (6) bekezdése szerint tudományos kutatási célra a földmérési és térképészeti tevékenységért felelős miniszter díjmentességet engedélyezhet. A MMK Geodéziai és Geoinformatikai Tagozat elnöke 2020. május 21-i keltezésű levélben fordult a Miniszterelnökséget Vezető Miniszter felé, kérve a díjmentesség megadását. A Miniszterelnökség Hatósági Ügyekért Felelős Helyettes Államtitkársága 2020. május 26-i levelében értesítette tagozatunkat a díjmentes adatszolgáltatás engedélyezéséről, jelezve, hogy az adatokat a Veszprém Megyei Kormányhivatal Földhivatali Főosztályától tudjuk beszerezni.

Az adatok átadás-átvételére 2020. június 4-én került sor. A következő adatokat bocsátották rendelkezésünkre:

- A feldolgozandó belterületi részre vonatkozó ingatlan-nyilvántartási térképi adatbázis (DAT)
- Az 1925. évi kataszteri felmérés térképei, felvételi előrajzai és egyéb munkarészei
- Az 1977. évi térképfelújítás térképei, mérési vázlatai és egyéb munkarészei.
- A belterületi fekvést érintő sajátos célú földmérési munkákat 1974-től (összesen 53 db.)

6.3. UAV felmérés 2020. 04.08.

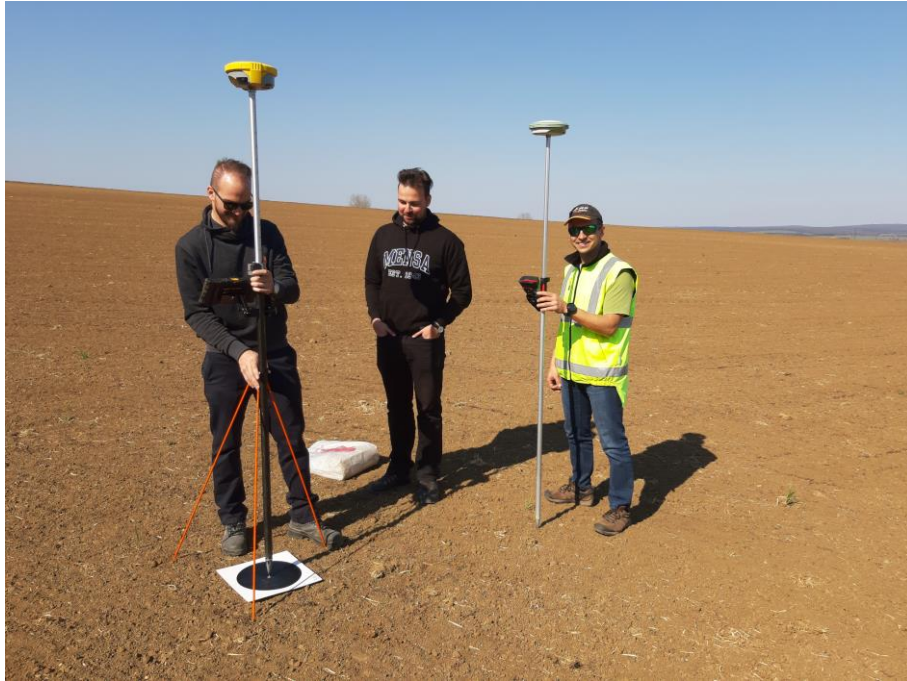
6.3.1. Illesztőpont mérés

GNSS technológiával összesen 18 pont mértünk, ezek egy részét illesztőpontként használtunk a fotogrammetriával létrehozott pontfelhő georeferálására, a többit a modell pontosságának ellenőrzésére használtuk.

Az illesztőpontokat a 3DSurvey szoftverhez ajánlott kör alakú jelekkel jelöltük meg, amelyeket szögekkel rögzítettünk a talajhoz. Az illesztőpontok koordinátáit Leica GS 14 (BME) és Geomax Zenith 25 Pro (Pannon Geodézia) GNSS vevőkkel határoztuk meg. A két vevővel egymástól függetlenül meghatároztuk a pontok koordinátáit GPS és Glonass műholdak felhasználásával, 10 epocha adatrögzítési idővel. Az antenna bototkat vasfiguránssal támasztottuk meg. A koordináta középhibák értéke 1-1.5 cm között volt.

A két mérés átlagos hibája terheli a fotogrammetriai feldolgozás eredményeit.

Pontszám	Átlag			Eltérés		
	Y	X	H	ΔY	ΔX	ΔH
1	551219.665	182831.885	278.754	0.011	0.012	-0.024
2	551111.316	182784.644	279.477	0.009	0.023	-0.043
3	551021.026	182750.115	279.259	-0.005	-0.014	-0.011
4	550940.385	182667.620	279.529	0.008	-0.013	0.001
5	550851.714	182614.895	278.754	0.030	0.008	-0.001
6	550717.479	182464.438	284.775	0.018	-0.015	-0.021
7	550575.495	182346.630	291.851	0.018	0.019	-0.024
8	550628.062	182224.306	294.861	0.014	0.036	-0.007
9	550760.555	182243.066	290.291	-0.004	0.028	-0.026
10	550956.510	182216.192	288.345	-0.018	0.004	-0.014
11	551088.535	182276.539	294.790	0.024	-0.004	-0.027
12	551250.422	182315.078	303.192	-0.028	0.017	-0.009
13	551057.037	182475.629	290.738	0.005	0.023	-0.042
14	550899.660	182419.956	284.705	0.010	0.031	0.000
15	550782.006	182383.339	285.005	-0.022	0.004	-0.024
16	551144.327	182512.856	293.031	0.010	0.003	-0.014
17	551381.139	182597.702	290.218	0.025	-0.011	-0.016
18	551419.313	182492.496	293.850	-0.004	-0.024	0.010
			átlag	0.006	0.007	-0.016



Illesztőpont mérés GNSS vevőkkel

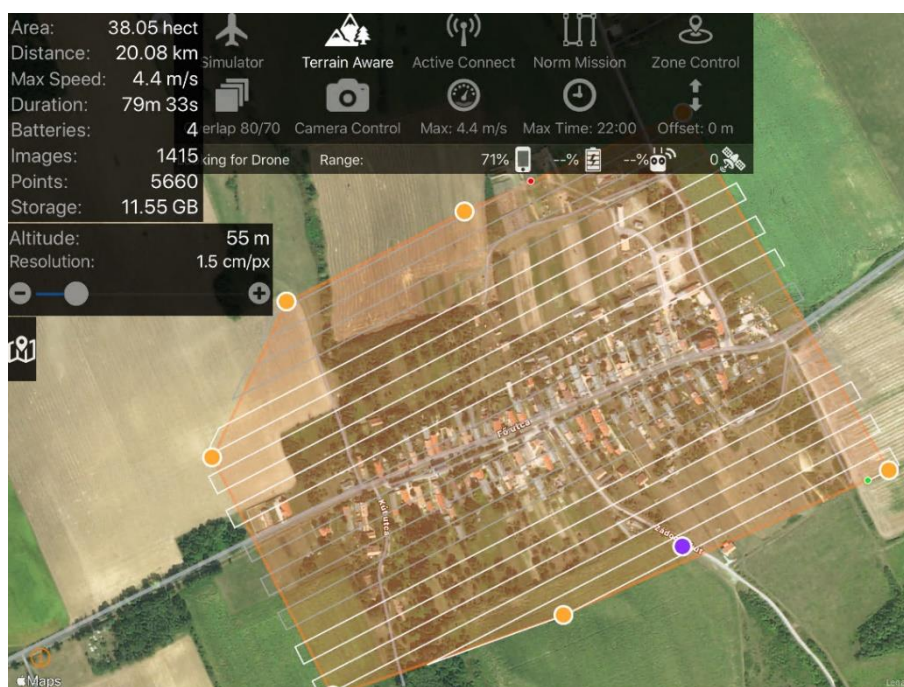
0 100 m



Az illesztőpontok elhelyezkedése

6.3.2. Repülési terv és a repülés végrehajtása

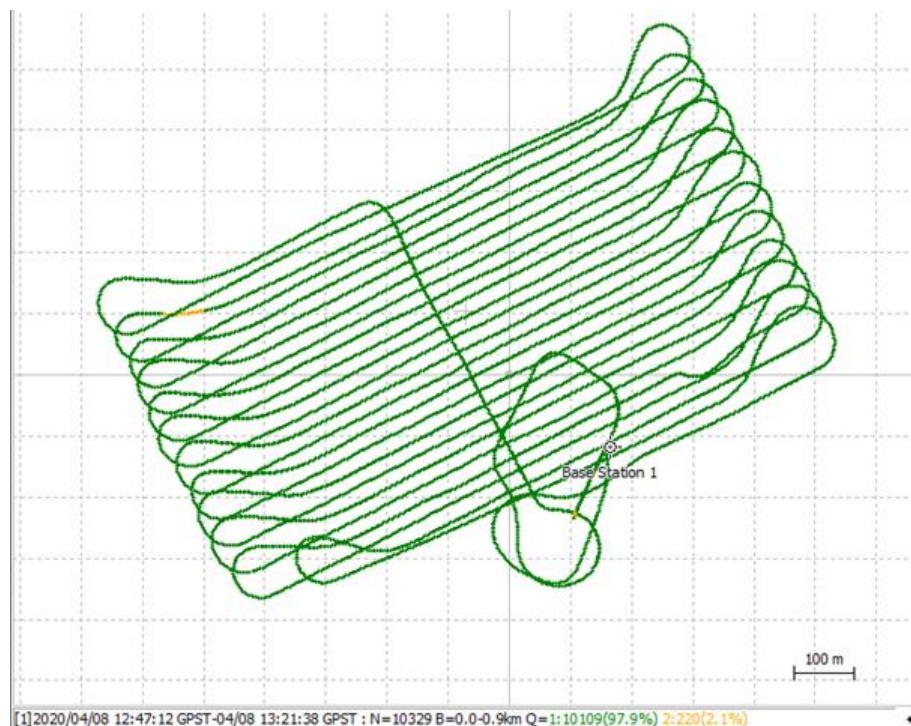
A DJI Phantom 4 Pro UAV-val nadír irányú és oblique (ferde tengelyű, 25 fokos) felvételeket készítettünk. A repülést a MapPilot programban terveztük meg. A sorokat a fő úttal közel párhuzamosan vettük fel. Az időjárás napos enyhén szeles volt. A felvételek terepi felbontása 1.5 - 2 cm, a legkisebb repülési magasság 55 m, a kopter nem követte a domborzatot, hanem közel azonos tengerszint feletti magasságban repült. Az átfedés a képek és a sorok között is 80% volt (ez a használt feldolgozó szoftverek által javasolt érték). Több mint 1400 nadír felvételt készítettünk. A fedélzeten csak navigációs pontosságot biztosító GNSS vevő volt, melyet a feldolgozásban mint előzetes értéket vettünk figyelembe. A 38 hektáros terület repülése 80 percet vett igénybe.



Repülési terv MapPilot programban

Birdie repülése során az UAS saját fejlesztésű repüléstervező szoftverét használtuk.

A bázis pozícióját RTK GNSS méréssel határoztuk meg. A kiértékelés hibáját növelheti, hogy nem ismerjük pontosan az alkalmazott GNSS antennák fáziscentrumainak egymáshoz képesti eltéréseit. A repülés során az átfedés a képek és a sorok között 75 % volt, a repülési magasság 110m a terep felett, amelynek meghatározásához a szoftver az SRTM domborzatmodellt vette alapul. Összesen 710 képet rögzítettünk mintegy 30 perc alatt. A terepi felbontás nagyjából 2.1cm volt. A fényképezés beállításai: ISO 200, 1/1000s, 5.6.



Repülési útvonal

6.3.3. Pontfelhő és ortofotó előállítás

Pontfelhő - Egy pontthalmaz háromdimenziós koordináta-rendszerben

Ortofotó - az ortofotó a perspektív és magassági torzulásoktól mentes átalakított kép. Előállításához szükség van fényképfelvétel(ek)re és a kép(ek)re eső terület magassági adataira. A magassági adatokat a digitális terepmodell tartalmazza, ami előállítható pl. térfotogrammetriai kiértékeléssel, geodéziai mérésekkel, esetleg RADAR vagy LIDAR segítségével. Korábban készült megfelelően pontos és részletes terepmodellt is alkalmazhatunk, amennyiben a térképezendő munkaterület domborzata nem változott. Az ortofotóról minden domborzati viszony mellett nagy pontosságú, vízszintes koordináták és adatok nyerhetők. Amennyiben az ortofotó előállításához digitális domborzatmodellt (amely, csak a terep felszínére ad magassági adatokat) használunk, akkor hagyományos, vagy egyszerű ortofotóról beszélünk. Ebben az esetben a felszínen értelmezett, tehát a földfelszínen található objektumok, és a kimagasló objektumok talppontjai kerülnek pontosan a helyükre, míg az utóbbi objektumok (magas fák és épületek, tornyok) az eredendően centrális vetítéssel készülő alapképek miatt a nadírtól távolodva, attól kifelé dőlnek, bár aljuk pontosan a megfelelő helyen található. Ez a perspektív torzulás a nadírtól kifelé és a felszíntől távolodva (a kiugró objektum magasságával) nő. Mivel az aljzati rész (talppont, épület esetében alapvonal) geometriai értelemben is a megfelelő helyén van, így az ortofotók elemzésekor, vektorizálásakor az objektumok földfelszínnel érintkező alapvonalát

mérhetjük, értékelhetjük ki. Amennyiben az ortofotó előállításához digitális felületmodellt (amely a tereptárgyak felszínére vonatkoztatott adatokat is tartalmazza) használunk, akkor **valódi (true) ortofotó**ról beszélünk. Ebben az esetben a terep felszínéből kiemelkedő tárgyak (pl. épületek) felső felületei vízszintes értelemben is torzulásmentes helyükre kerülnek. Ez a termék azonban nagyobb befektetést jelent repülési és feldolgozási kapacitásokban egyaránt.

6.3.3.1. 3DSurvey

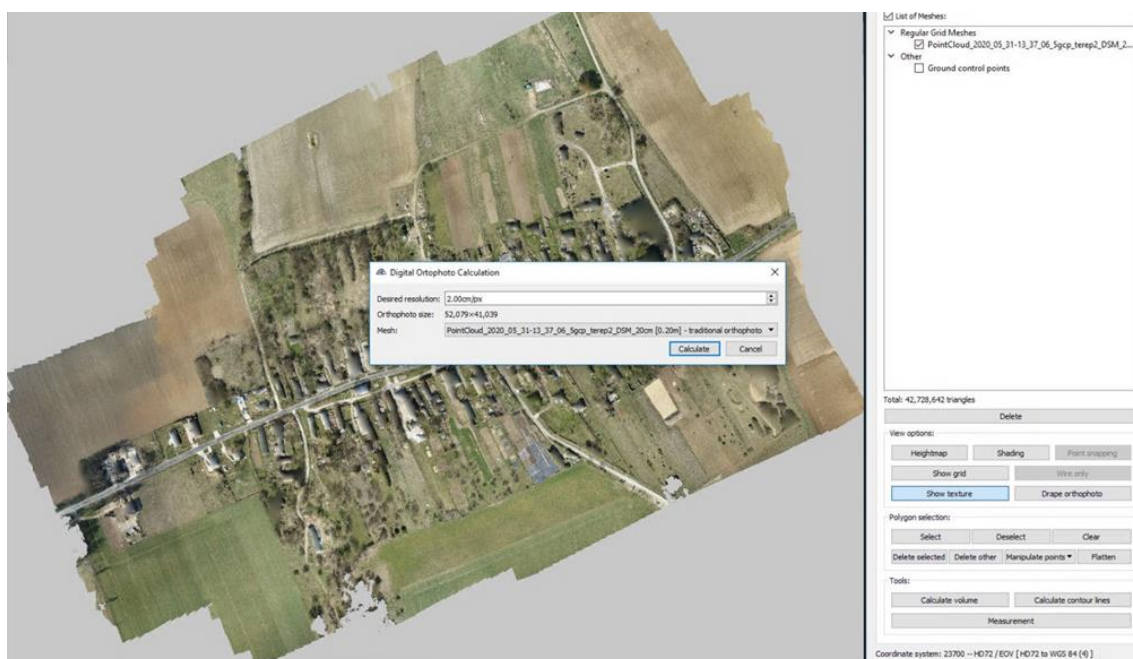
A DJI Phantom 4 Pro drónról készített képekből az 1, 7, 9, 13, 18 pontszámú illesztőpontok felhasználásával készítettünk ortofotót és pontfelhőt 3DSurvey szoftverrel. A pontfelhő több mint 450 millió pontot tartalmaz. A ferde tengelyű felvételeknek köszönhetően az épületek oldalfalain is sok pontot tudott a szoftver előállítani, mely az épületek kiértékelésénél hasznos.



A felhasznált illesztőpontok

pontszám	maradék ellentmondás [m]
1	0.003
7	0.002
9	0.006
13	0.003
18	0.001

Maradék ellentmondások a felhasznált illesztőpontokban



Ortofotó generálás



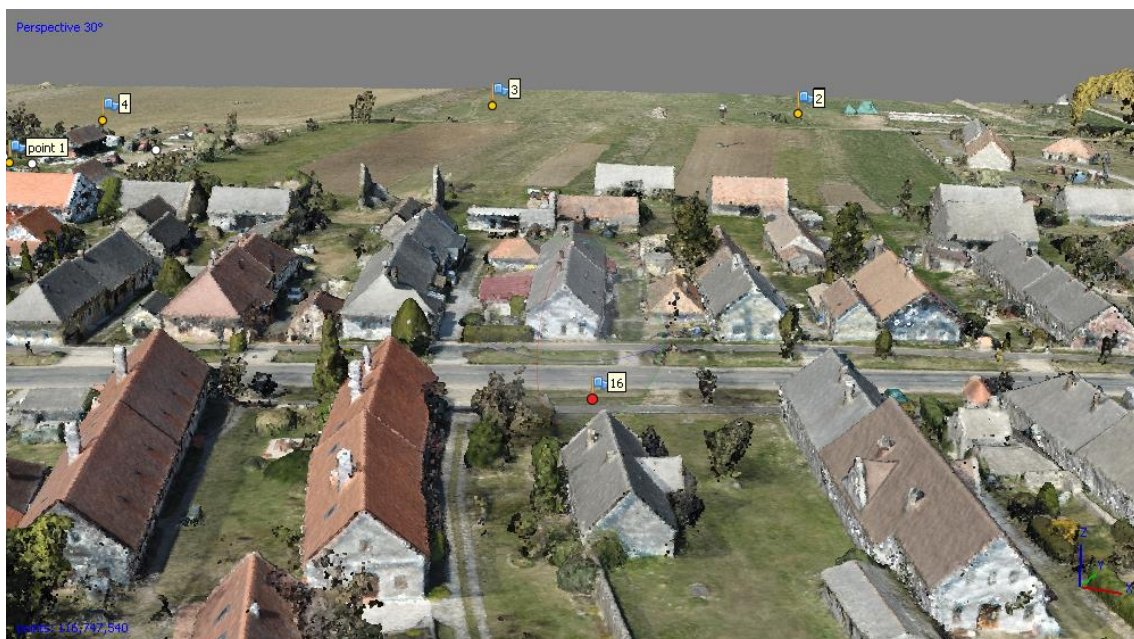
Pontfelhő részlet

6.3.3.2. Agisoft Metashape

Az Agisoft Metashape programjával történő feldolgozás során mindegyik (1-18) illesztőpont felhasználtuk. A képek kölcsönös és abszolút tájékozása után előállítottuk a település ortofotóját 2cm felbontás mellett, valamint egy sűrű pontfelhőt 117 millió pontból.



Felhasznált illesztőpontok a sűrű pontfelhőn megjelenítve



Sűrű pontfelhő részlet

Maradék ellentmondások az illesztőpontokon:

Pontszám	3d(m)	Y(m)	X(m)	h(m)
1	0.04	-0.03	0.03	0.01
2	0.02	-0.01	0.02	0.01
3	0.03	0.01	0.03	0.00
4	0.04	0.02	0.03	-0.00
5	0.03	0.01	0.03	-0.00
6	0.03	0.02	0.02	-0.01
7	0.02	0.01	0.01	-0.01
8	0.01	-0.01	-0.01	0.01
9	0.04	0.03	-0.02	0.02
10	0.04	0.03	-0.02	0.02
11	0.03	-0.00	-0.03	0.00
12	0.04	-0.00	-0.04	0.00
13	0.01	-0.01	-0.01	-0.00
14	0.02	0.00	-0.02	-0.01
15	0.03	0.03	0.01	-0.01
16	0.03	-0.02	-0.01	0.01
17	0.04	-0.03	-0.02	-0.00
18	0.04	-0.02	-0.02	-0.02



Ortofotó részlet

A merevszárnyú felvételeinek kiértékelése során a 10 cm-nél pontosabb kamera pozíciók ismeretében kevesebb illesztőponttal is nagyobb megbízhatóságú eredményt kaptunk. A jobb fényképezőgépnek köszönhetően az objektív geometriai és radiometriai torzulásokkal kevésbé terhelt. Feldolgozás során a kamera kalibrációs adatok megadása után állt elő a sűrű pontfelhő, amely 1.6 milliárd pontot tartalmaz a kivágott területen.



6.4. Mobil térképezés (2020.05.15.)

Felmérés:

A felmérésre 2020. május 15-én került sor. Az időjárás körülmények megfelelően alakultak, napos, fátyolfelhős idő. A település utcáin kevés a fa, így a GNSS jelvesztés minimális volt. A mobil térképező rendszerrel minden mérésnél a kijelölt útszakaszokat oda-vissza fel kell mérni, így csökkenthető az egyes tereptárgyak miatti kitakarás. Barnag településen 11 nyomvonalon összesen 4246.2 m hosszban készült pontfelhő és a hozzá kapcsolódó fényképek.

Utófeldolgozás:

Az utófeldolgozást a Lechner Tudásközpont GNSS hálózatának adatait felhasználva a Novatel „Inertial Explorer” szoftverével végeztük. Az utófeldolgozás során a munkaterület közelébe helyezett virtuális bázis adatainak segítségével az Inertial Explorer kiszámolta a nyomvonal pontok ETRS89 koordinátáit. A nyomvonal pontok koordinátáit felhasználva a Leica „Pegasus AutoPP” program felhasználásával kiszámítottuk pontfelhő pontjainak ETRS89 koordinátáit, amelyeket EOVS vetületre transzformáltunk.



Mobil mérőrendszer inicializálás közben Barnagon

6.5. Alappont meghatározás (2020.06.11.)

Barnag belterületét átszelő Fő utca mentén 4 db felmérési alappontot létesítettünk. Helyük kiválasztásánál a GNSS meghatározásra alkalmas helyzet mellett szempont volt, hogy a pontok összelátása biztosított legyen, a pontok között műszerállásokat lehessen létesíteni a részletméréshez.



Alappont áttekintő vázlat

A pontok állandósítása 3 pont esetében (1100, 1101, 1102) betonba fúrt és ragasztott fém pontjellel, egy pont (1103) estében FENO pontjellel történt.



Alappontok

Az alappontok meghatározása a 15/2013. (III.11.) VM rendelet előírásai szerint valós idejű GNSS észleléssel történt (LEICA GX1230 GPS+GLONASS rover). Az RTK fix megoldást követően – másodpercenkénti beállítással – 120 másodpercen keresztül.

A meghatározott koordináták:

pontszám	Y	X	M
1100	550760.38	182374.28	285.70
1101	551077.66	182486.11	291.18
1102	551249.64	182564.19	293.19
1103	551369.01	182577.12	291.08

És koordináta középhibák:

pontszám	dY	dX	dM
1100	0.005	0.008	0.010
1101	0.008	0.013	0.021
1102	0.006	0.017	0.009
1103	0.005	0.007	0.007

A meghatározás ellenőrzésére a 1100 és 1102 pontokon mérőállomással (LEICA TCRA 1103) irány és távmérést végeztünk a meghatározott szomszédos alappontokra és 43-1416 sz. IV. r. magaspontra (református templom). Mind az irányeltérések, mind a távolság eltérések hibahatáron belüliek.



Alappont meghatározás RTK GNSS vevővel

6.6. Statikus lézerszkennelés (2020.06.26.)

A statikus lézerszkennelést 2020. június 26-án hajtottuk végre 3 szkennerral (2 db. Leica C10, 1 db. Leica P40). A három szkennerral a belterület közterületi szakaszán haladtunk végig (a Fő utcán, a Zádorvári úton és a kálváriára vezető út belterületi részén). A kb. 20-25 méterenként létesített álláspontokról 10 cm/100 m felbontással készült pontfelhő. A felmérés gyorsítása érdekében fényképeket nem készítettünk a szkennerekkel, így csak az intenzitás értéket tartalmaz a pontfelhő a három dimenziós pozíció mellett. Igyekeztünk az álláspontokat úgy kialakítani, hogy az épületek között legyenek, így nem csak az utcafront, hanem részben a belsőségek is bekerültek a pontfelhőbe. A felmérés mintegy öt órát vett igénybe, az egyes műszerek mellett két-két fő dolgozott.

Pontfelhő illesztés:

A statikus lézerszkennerekkel készült pontfelhő állományokat Leica Cyclone Navigator szoftverrel illesztettük egymáshoz.

Az álláspontonkénti pontfelhők illesztése felhő alapú pontfelhő-pontfelhő regisztrációval történt. Ilyenkor a szomszédos álláspontokból készült pontfelhők közötti átfedések miatt vannak olyan élek és síkok, amelyek mindkét pontfelhőben leképződnek. Ezeket az átfedő éleket és síkokat kell manuálisan átfedésbe hozni a programban, majd az így átfedő több százezer pont alapján a szoftver optimalizálja az illesztést úgy, hogy a két pontfelhő a lehető legtöbb átfedő ponttal illeszkedjen. A 3 szkennerral készített pontfelhőket így illesztettük egymáshoz.

Az egyesített pontfelhőt ezután EOVR rendszerbe transzformáltuk az 1001-1004 alappontok felhasználásával. Mivel a terepi mérések során a helyszínen a meghatározott alappontokról részletes szkenneléseket végeztünk, így ezek alapján történt a transzformáció. A pontfelhő alappontokra való illeszkedésének pontosságát az alábbi táblázat mutatja:

pontszám	maradék ellentmondás [m]	hiba vektor
1102	0.028	(-0.019, -0.015, +0.014)
1101	0.038	(+0.010, +0.025, +0.026)
1103	0.042	(-0.037, -0.017, -0.011)
1100	0.055	(+0.045, +0.007, -0.030)



Felmérés lézerszkennerral

6.7. Tömbkontúr elhatárolása (2020.07.08.)

A tömbkontúr elhatárolása során arról gyűjtöttünk helyszíni információt, hogy földrészlethatárként melyik terepi pontokat fogadjuk el: pl. kerítés-oszlop, kerítés-lábazat sarka, épület sarok, esetleg valamilyen ideiglenes jelölés.

Ahol az ingatlanok oldalhatára és az utcafronti telekhatár metszéspontja a közterület felől nem látható egyértelműen (általában ereszvonalak esetén), ott egy diszkrét, pontszerű piros színű festéssel jelöltük a mérendő határpontot. A részletmérés, ill. kiértékelés segítése/ellenőrzése céljából az azonosított határpontok között folyamatos összemérést végeztünk.

Alkalmazott eszköz: DISTO távmérő.

Az elhatárolás mérési jegyzetén bejelöltük azokat a határszakaszokat, ahol birtokhatár-jelölések nem találhatók, a jogi határt vissza kell tervezni.

6.8. Részletmérés GNSS technológiával (2020.07.08.)

A tömbkontúr kisebb pontsűrűségű határszakaszain a részletmérést GNSS-RTK eljárással végeztük a GNSSnet.hu hálózati adatok felhasználásával. A műszer 5 cm-es 3D ponthiba alatt rögzítette a méréseket.

A részletpont-meghatározások ellenőrzéseit megismételt GNSS méréssel végeztük a részletponttól legalább 1-2 méterre elvégzett új inicializálással úgy, hogy az

inicializálás után a részletpontra visszaállva történt a mérés, illetve törekedtünk arra, hogy már polárisan meghatározott azonos ponton is végezzünk észleléseket.

6.9. Részletmérés mérőállomással (2020.07.14.)

A részletmérés a közterületi határok mentén a részletpont-sűrűség miatt célszerűen poláris eljárással történt.

Alkalmazott műszer: Leica TCRM1203+ mérőállomás.

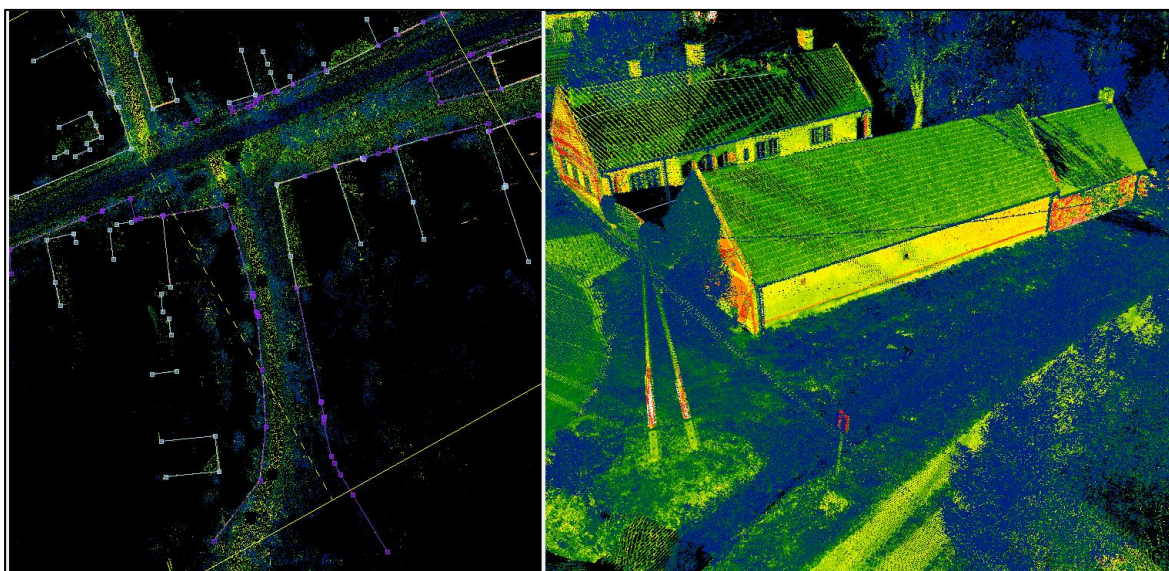
A műszer-álláspontokat a felmérési alappontok közé történő felállással, a műszer beépített „Szabadállás-Helmert” segédprogramjával határoztuk meg. A kiegyenlített távolságok jellemző javítása 1-2 cm volt.

A mérendő részletpontokra mini prizmat helyeztünk, belső töréspontokat lézerrel mértünk. Ellenőrzésül olyan „azonos” pontokat határoztunk meg, amelyekre két álláspontról is mértünk, valamint mindenhol ellenőrző tájékozást végeztünk.

7. Feldolgozás, kiértékelés

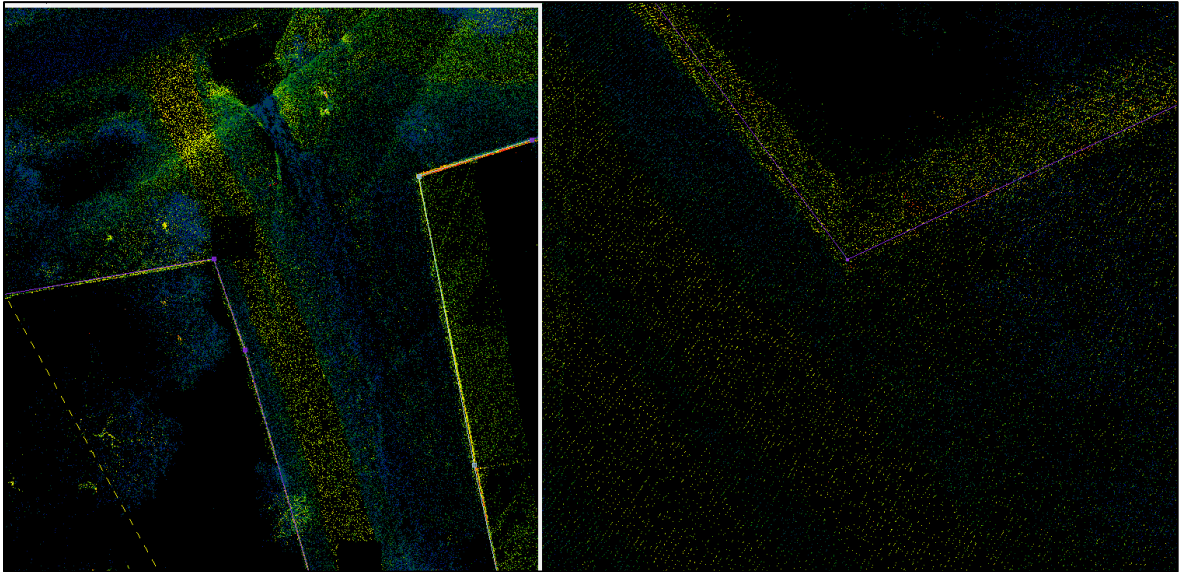
7.1. Mobil térképezés pontfelhő kiértékelése

A mobiltérképezéssel készített pontfelhő kiértékelése a PCS (Point Cloud Scene) szoftverrel történt. A szoftver a képernyőt megosztva egyszerre jeleníti meg a pontfelhőt 2D és 3D nézetben. Mindkét nézet hasznos a kiértékelés során. Az épületek, falak, kerítések jellemző pontjait (pl. sarkok) vektorizáltuk a szoftverben. Két réteget használtunk: épület és kerítés/fal. A szoftver a pontfelhő megjelenítésére több lehetőséget biztosít. Lehetőség van az objektumok valós színével megjeleníteni, de ez megnöveli a pontfelhő előállítás időigényét. Jelen projekt keretében ez nem történt meg. A valós színes megjelenítésnek inkább látvány értéke van, a kiértékelést nem teszi könnyebbé. Mi az intenzitás alapú megjelenítést használtuk a kiértékelés során.



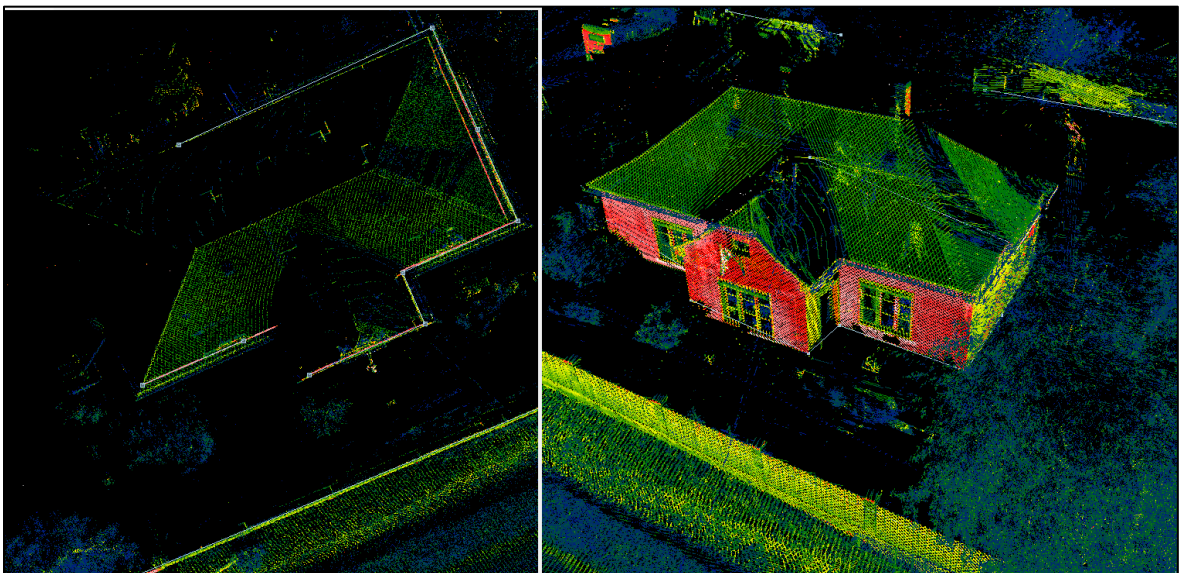
Pontfelhő részlet

A pontfelhő forgatásával és nagyításával megtalálható az a szög, melyből az adott részlet jól megfogható. Ez az élek esetében igen jól alkalmazható. Alább egy támfal sarok látható, amely mind 2D, mind 3D nézetben jól leképződik.



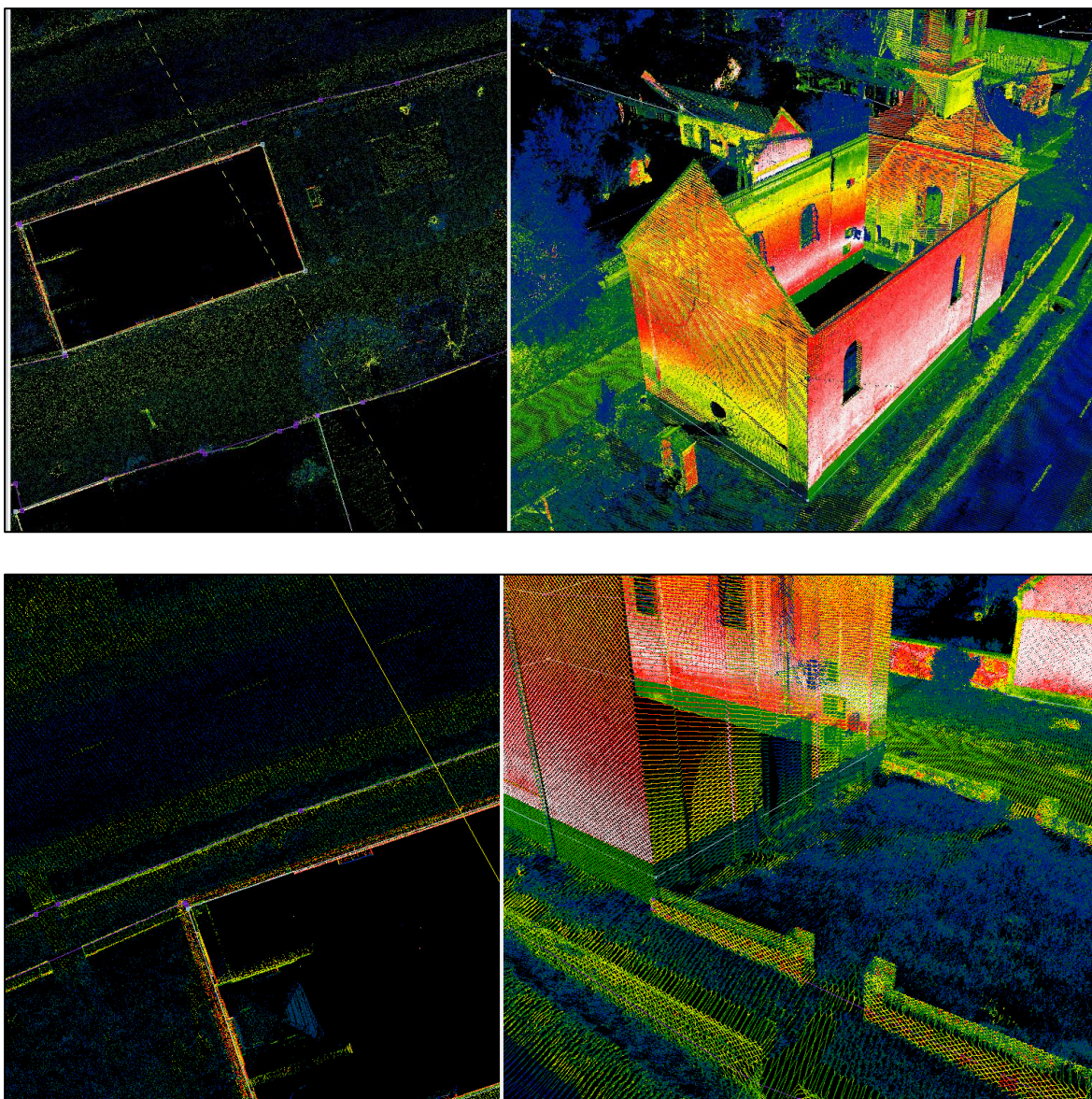
Támfal kiértékelése

Az utcafront kiértékelésén túl, igyekeztünk minél több épület sarkot meghatározni. Ahol a sarok már nem képződött le a pontfelhőben, ott a falsík egy pontját fogtuk meg. Mindezt a későbbiekben részletezésre kerülő fotogrammetriai kiértékelés minőség ellenőrzésre kívántuk felhasználni. A kiértékelés során lényegtelen volt a megfogott pont magassága, hisz 2D térképet készítettünk. Így minden pontot abban a magasságban fogtunk meg, ahol az a legmegbízhatóbb volt.



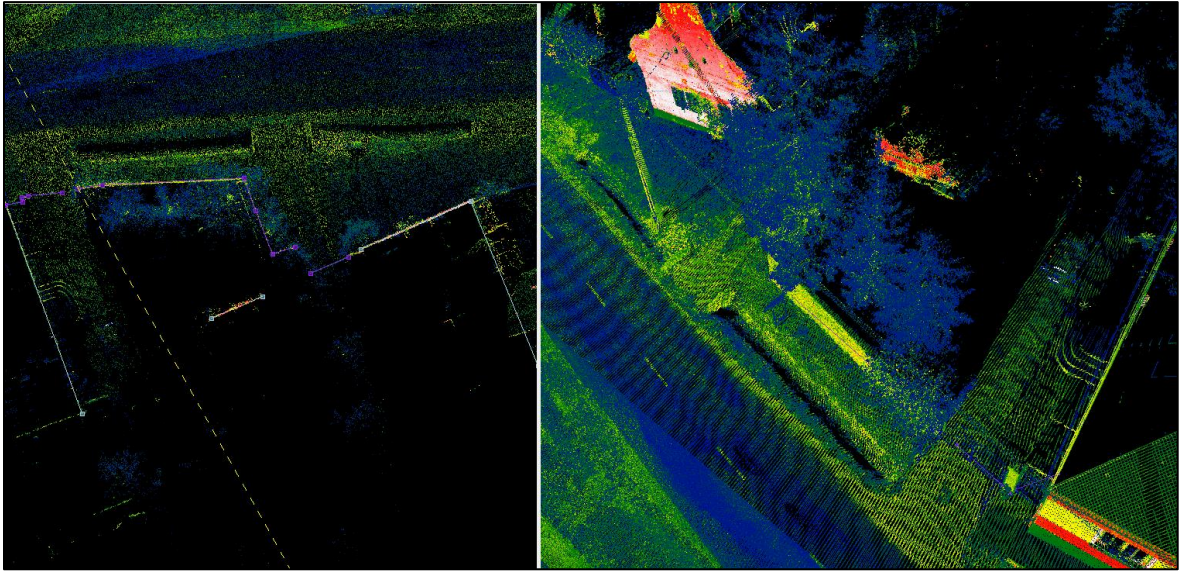
Épület kiértékelése

Az intenzitás érték is sokat segít a megfelelő pont kiválasztásában, de nagy segítség a pontfelhő élek mentén eltérő textúrája is. Ahol a növényzet nem zavart, az élek igen jól kirajzolódtak a pontfelhőben.



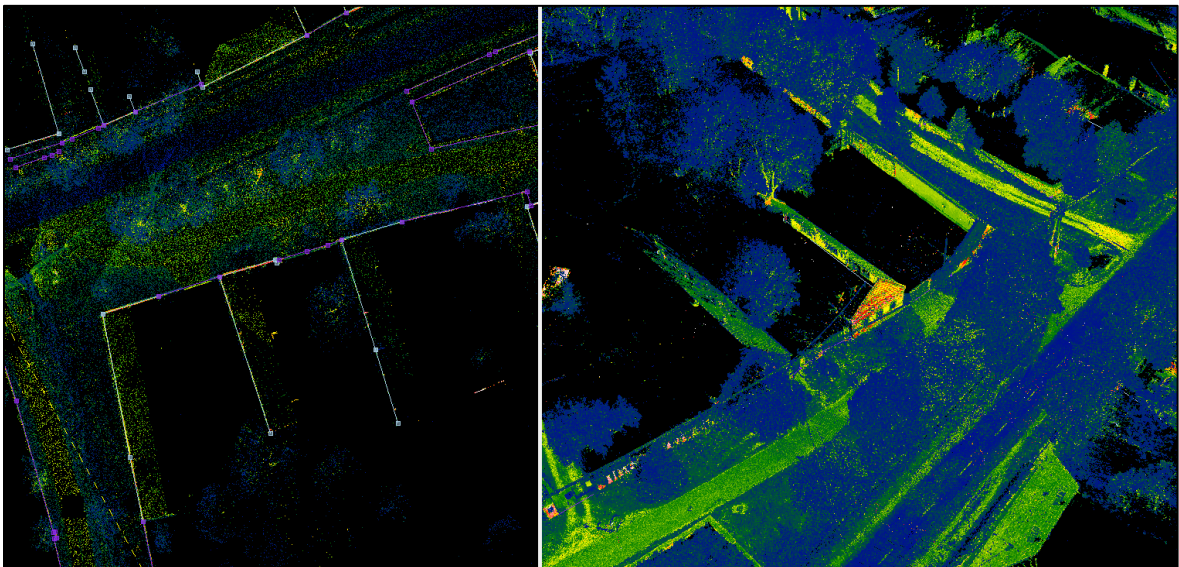
Élek leképződése a pontfelhőben

A mobil térképezésre május közepén került sor. Ekkora már kilombosodtak a fák. Ezért több esetben nem, vagy csak igen részletszegényen képződtek le az épületek. Később is megemlítjük majd, hogy ez a technológia akkor használható a legmegbízhatóbban, ha a mérésre lombtalan időszakban kerül sor.



A növényzet kitakar

A mobil eszközre szerelt szkennerek vízszintes értelemben nem forog 360 fokban, mint a statikus szkennerek, a haladási irányra fix szögben szkennel (szeleteket vesz fel). Ezért az utcafronton közel merőleges épületeknél csak az egyik bemenő fal képződött le megbízható módon.



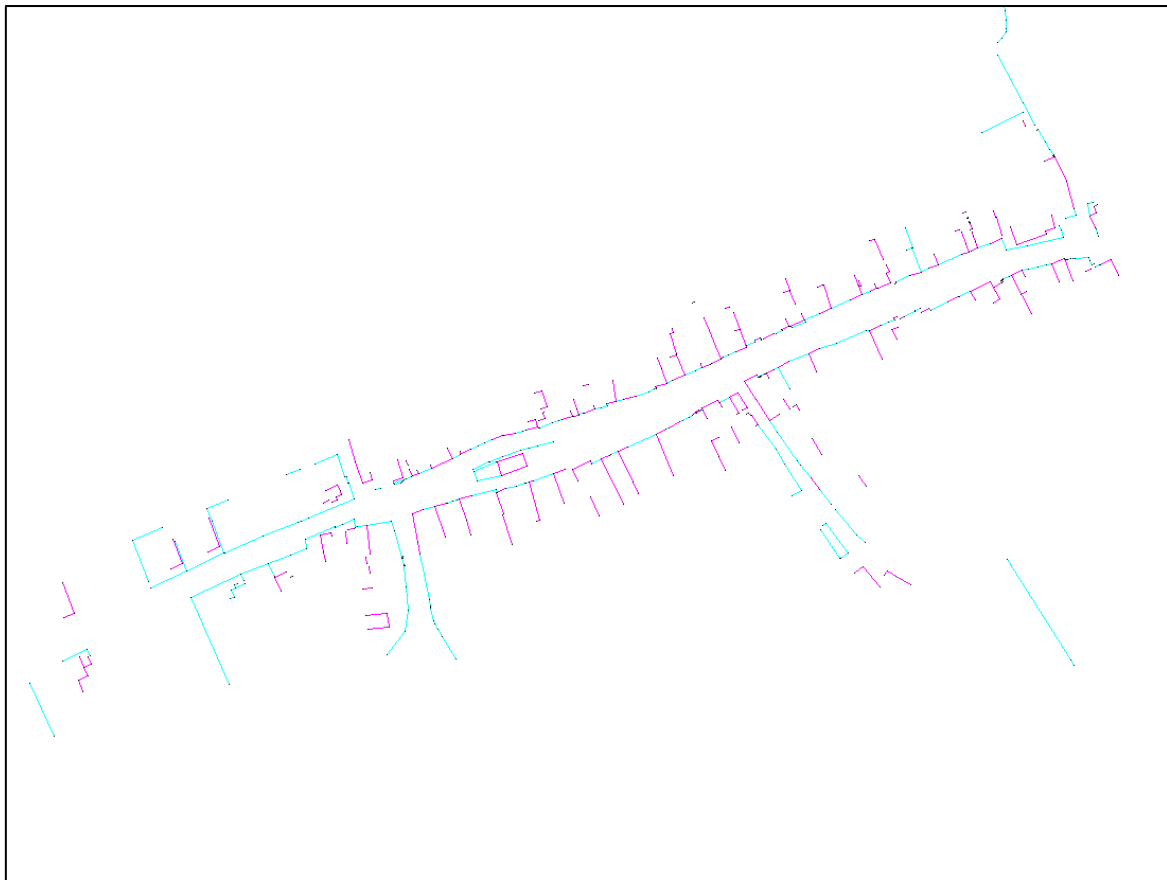
A mobil térképezés során a haladó gépkocsira erősített kamerák (6 db) folyamatosan fényképeket készítettek. (Előre, jobbra előre, balra előre, hátra, hátra jobbra, hátra balra.)

Ezek a képek igen nagy segítséget nyújtanak a pontfelhő helyes kiértékeléséhez. A későbbiekben is javasolni fogjuk a fényképek készítését, akkor is, ha a mobil technológia nem kerül alkalmazásra.



Mobil eszközről készített fénykép

A kiértékelés során meghatározott vonalakat a szoftverből shape formátumban exportáltuk, majd ITR szoftverbe beolvastuk.

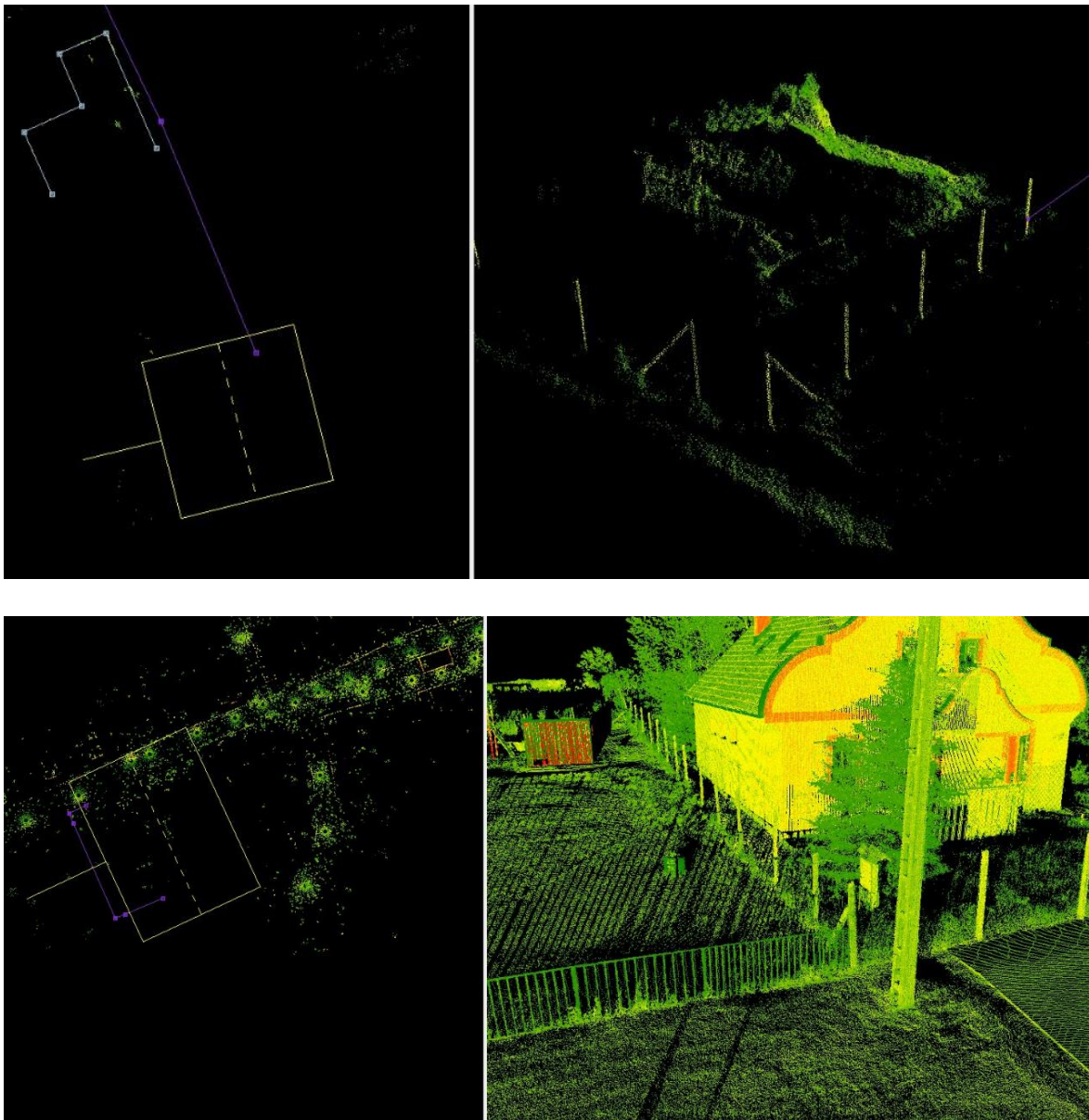


A mobil térképezés kiértékelésének végeredménye

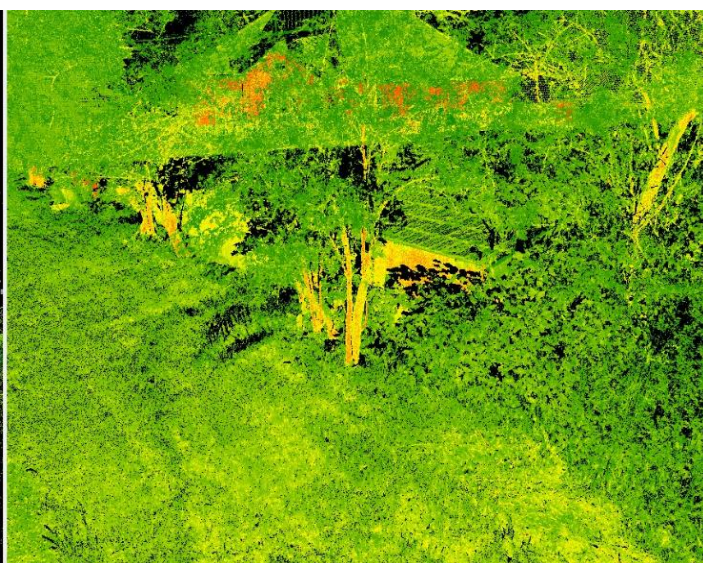
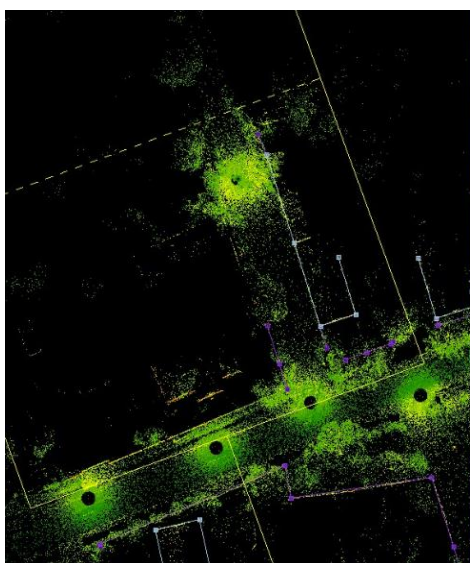
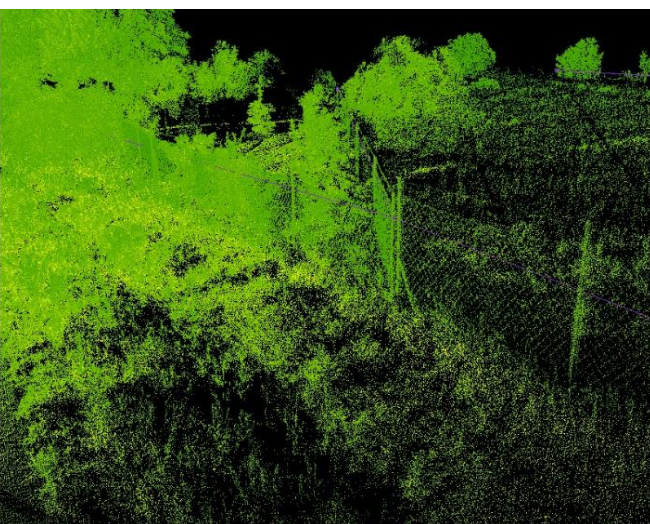
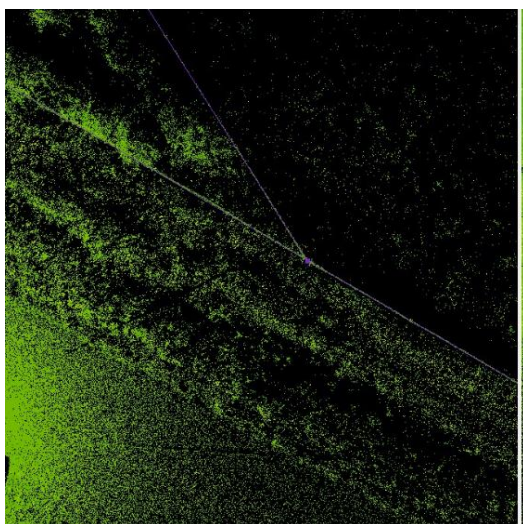
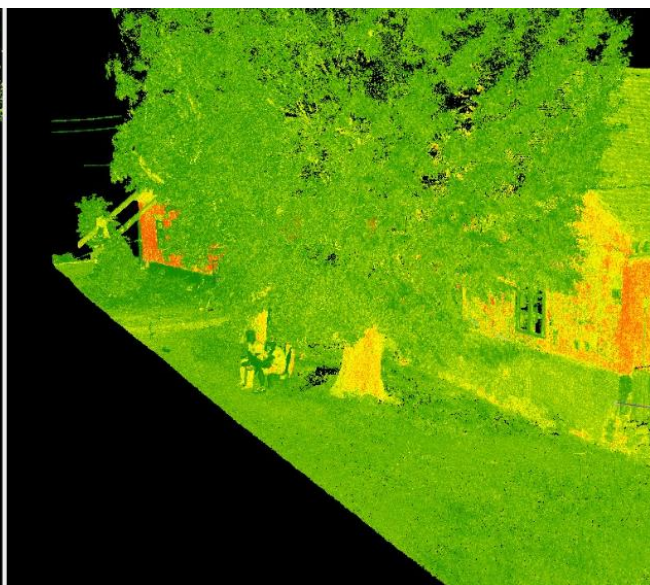
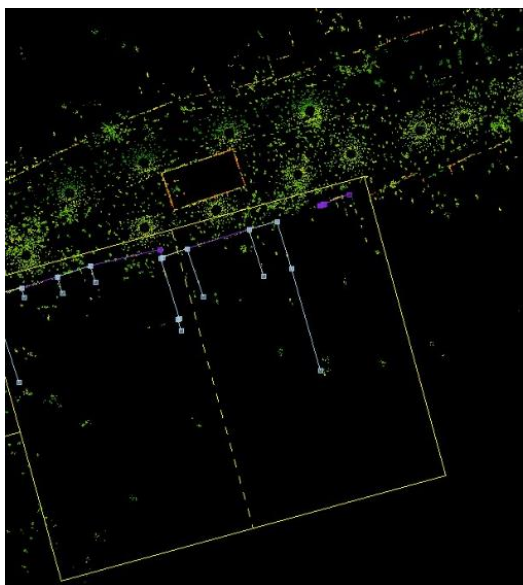
Az utcafront szinte teljes mértékben kiértékelésre került. A hiányzó részletek egy kiegészítő helyszíneléssel pótolhatók. Erre jelen projekt keretében nem volt szükség, hisz földi mérés is történt. Az épületek esetében az utcafronti épületek bemenő falsíkjait sok esetben sikerült megfogni, de az így meghatározott adatok nem elegendőek az épületek térképezéséhez. Kiegészítésük helyszíni méréssel, vagy fotogrammetriai technológiával történhet.

7.2. Statikus lézerszkennerr pontfelhő kiértékelés

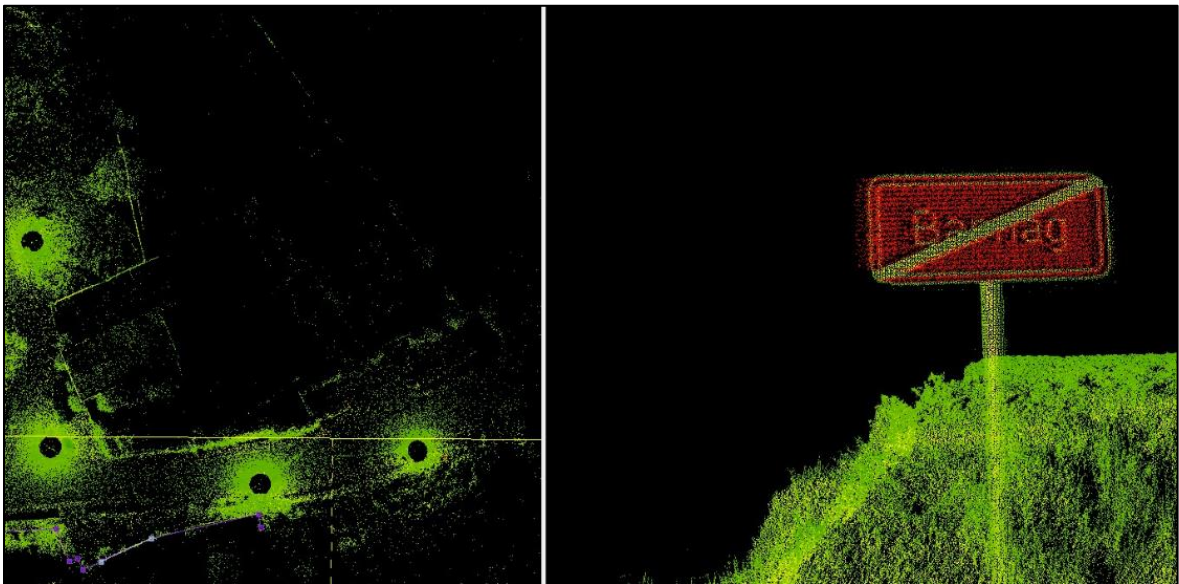
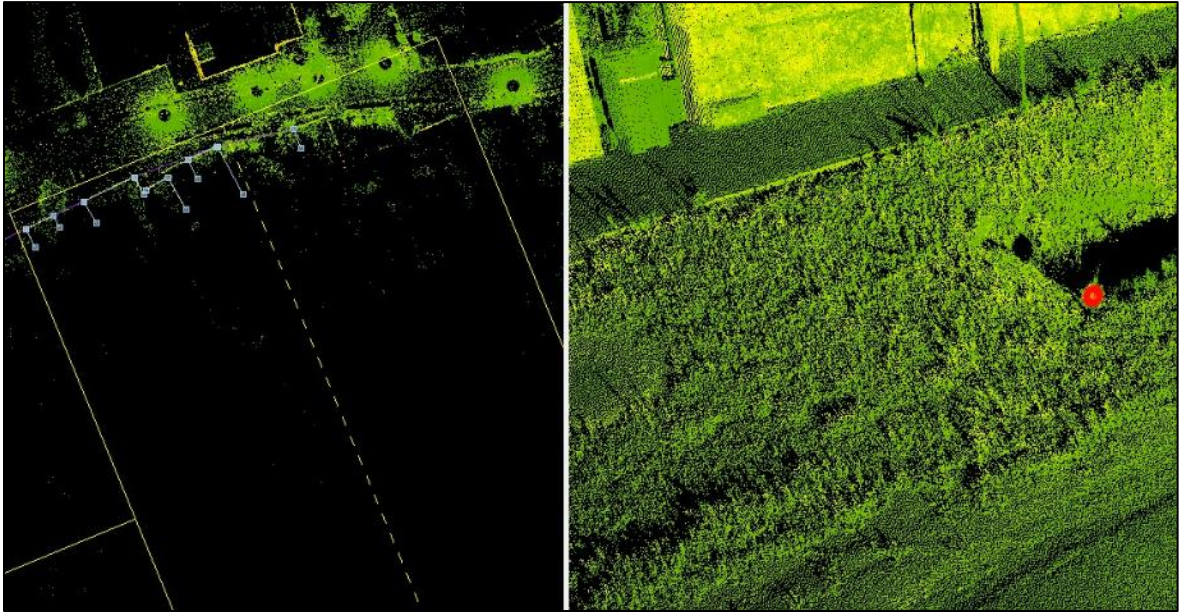
A statikus lézerszkennelésből származó pontfelhő kiértékelése hasonlóan történt, mint a mobil pontfelhőnél. Az ott leírtak itt is érvényesek. Alább pár példával mutatjuk be a feladat sajátosságait.



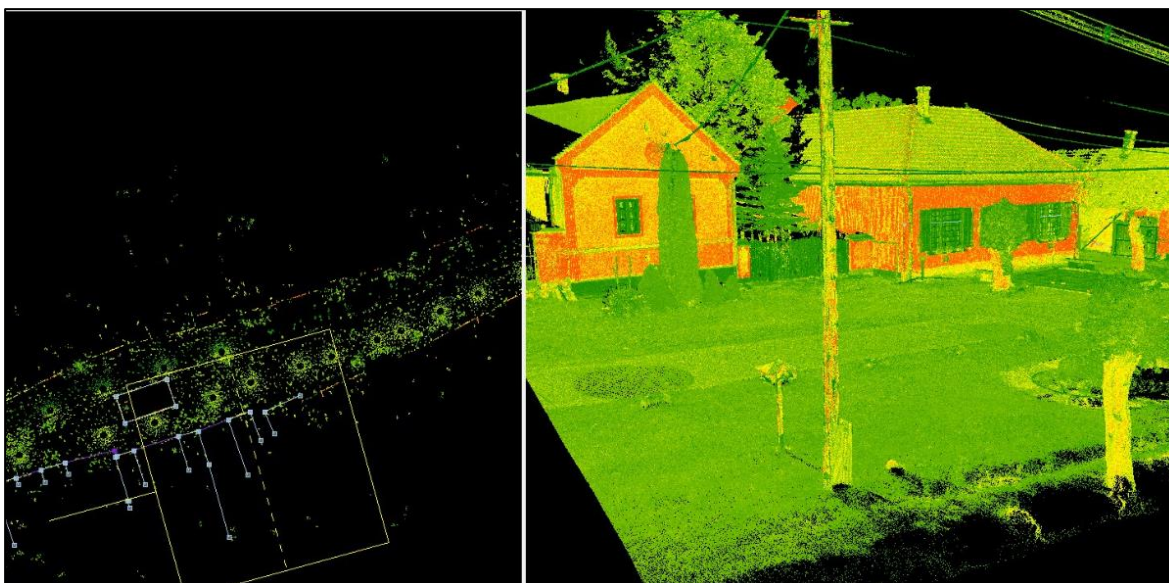
Jól kiértékelhető kerítés oszlopok, épületsarkok



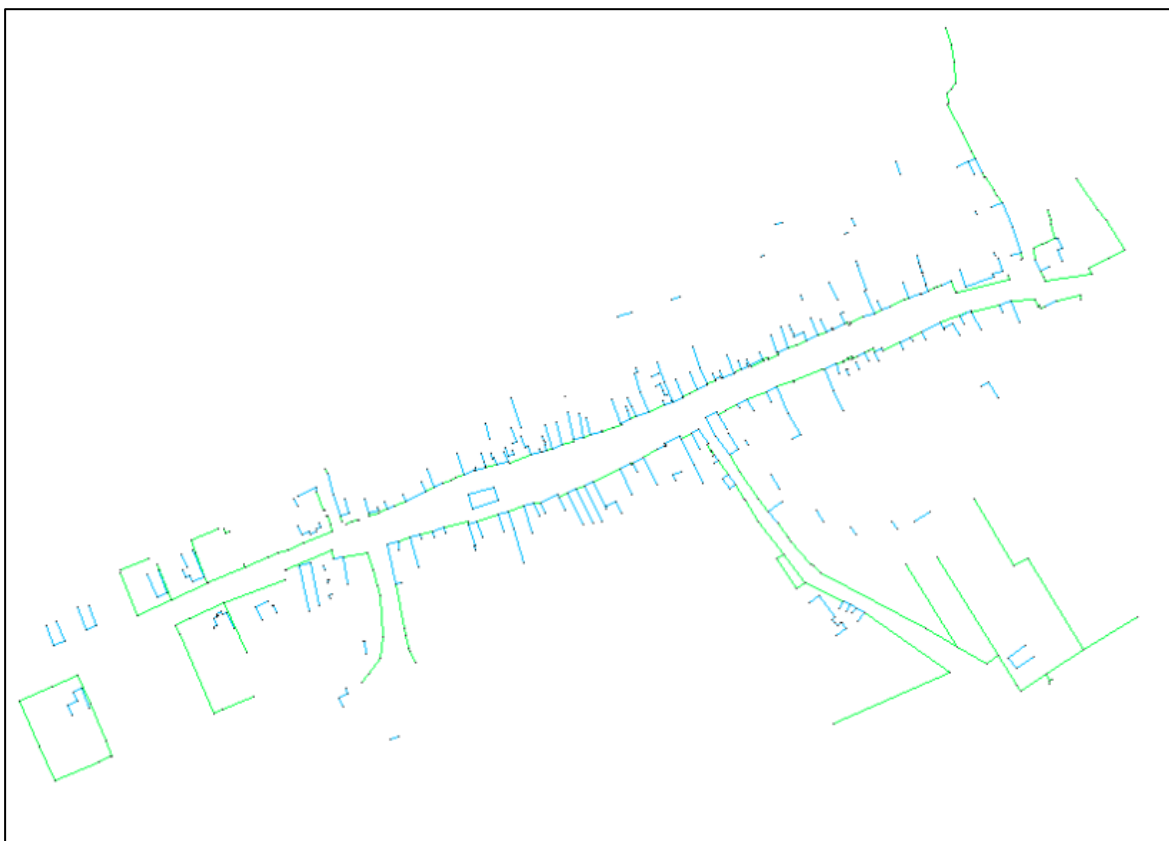
Zavaró növényzet



Illesztőpontokról (jeltárcsa), (KRESZ) táblákról magasabb intenzitás



A csak utcafronti szkennelés az épület teljes térképezésére nem alkalmas



A statikus lézerszkennelés kiértékelésének végeredménye

Összehasonlítva a két lézerszkennelési technológiát, megállapítható, hogy a statikus szkenneléssel mintegy 30 %-kal több objektum részlet (épület vonal) kiértékelése történt meg. A terepi idő ráfordítás azonban a statikus technológia esetében háromszoros a mobil technológiához képest. A feldolgozás közel azonos időt vesz igénybe.

7.3. UAV ortofotó és pontfelhő kiértékelése

A fotogrammetriai kiértékelés a Birdie merevszárnyú drón repüléséből származó ún. valódi ortofotó és pontfelhő segítségével történt, ITR szoftverrel. A valódi ortofotó jellemzője, hogy valamennyi képpont a valós helyén van. Az ITR szoftver a teljes ortofotót annak nagy mérete miatt nehézkesen kezelte, ezért azt négy részre vágtuk. Így már zavartalan volt a használatuk. Mivel a tömbkontúr és a külterület felőli hátsó birtokhatárok földi (mérőállomás, GNSS) méréssel meghatározásra kerültek, a fotogrammetriai anyagok kiértékelésének elsősorban a tömbbelsők vonatkozásában van jelentősége. A cél az volt, hogy az ingatlanokra ne kelljen mérések végzése miatt bemenni, mert a korábbi újfelmérési tapasztalataink alapján ez igen lassítja a munkát és így növeli a költségeket.

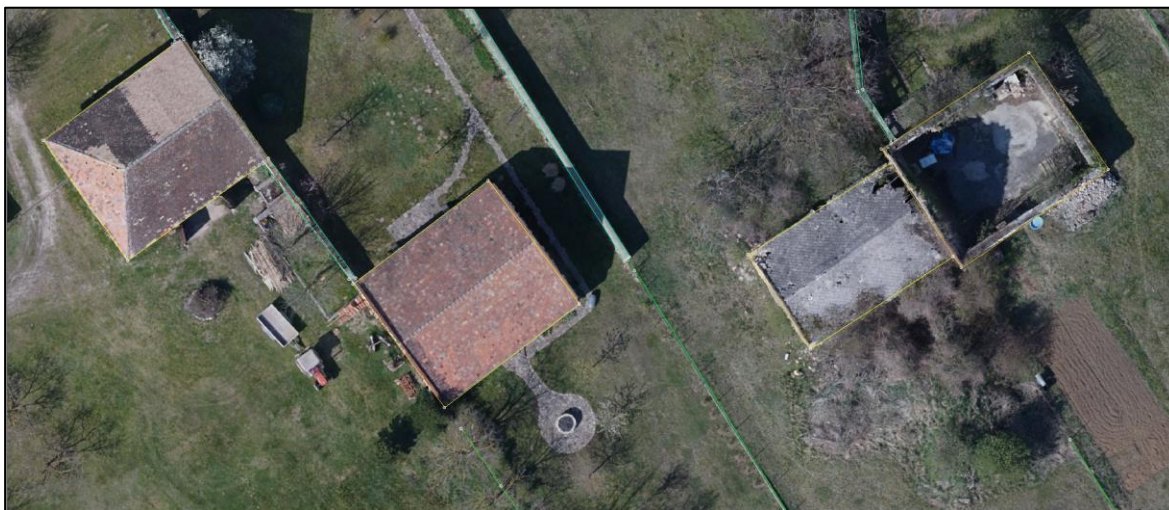


Ortofotó részlet a kiértékelt vektoros térképpel (ITR)

A tömbbelső birtokhatárok (kerítések, falak) az ortofotón nagyon jól láthatók és kiértékelhetők voltak. Kiértékeltek azokat a kerítéseket is, amelyekre műszeres mérés is történt. Ennek célja volt az ortofotóról történő meghatározás pontosságának vizsgálata. Az így ellenőrzött pontok átlagos eltérése 10 cm.

Szintén jól kiértékelhetők voltak a belső használatok. Gyakorlatilag egy kataszteri feladatokban járatos (ingatlanrendező földmérő minősítéssel rendelkező) mérnök kezében ez a technológia a földrészlet elhatárolás munkafázist is részben helyettesítheti.

A valódi ortofotón igen jól leképződtek az épületek tetővonalai, ezeket szerkesztettük meg a vektoros térképen. A módszer nem újkeletű, a sztereofotogrammetriai technológiával végzett új felméréseknél is ezt alkalmazták a 1970-80-as években. Az eresz méreteket helyszíni mérésekkel határozták meg, amelyekkel a tetővonalakat megjavították és a falsíkokat így térképezték.



Kerítések, falak kiértékelése



Épületek tetővonalának kiértékelése

Az épületek kiértékelésének második fázisában az eresz méretek meghatározása történt meg. Ehhez a BME Általános és Felsőgeodézia Tanszéke által DJI Phantom 4 Pro drón függőleges és ferde tengelyű (oblique) kamerával készített felvételekből

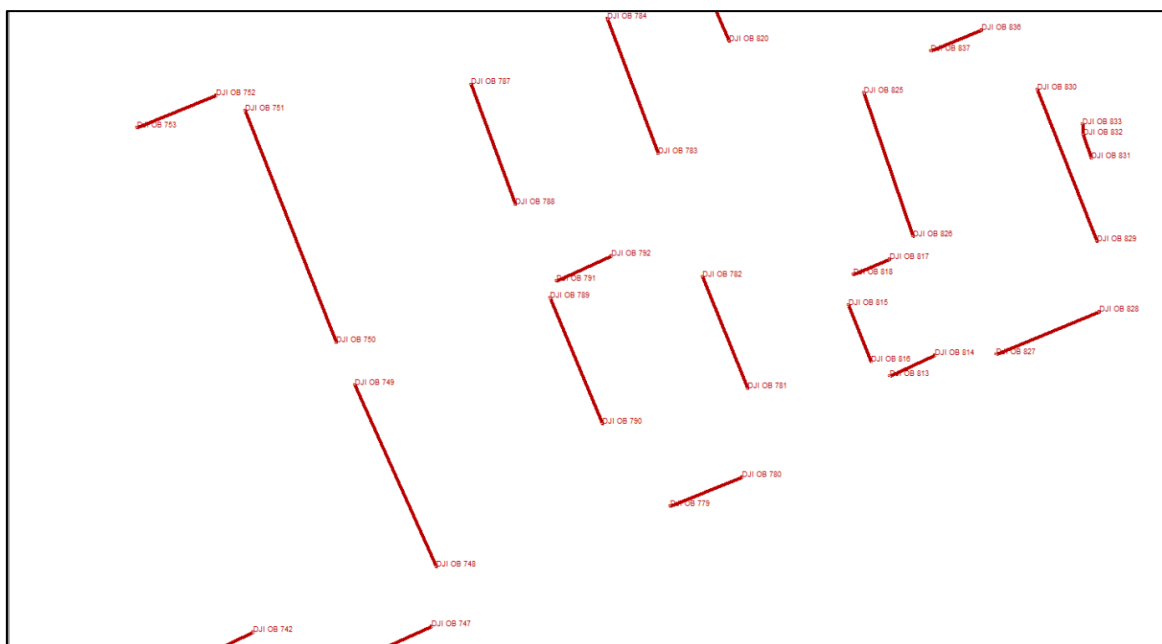
előállított pontfelhőjét használtuk fel. A ferde tengelyű kamerával jobban leképződtek az épületek falsíkjai a pontfelhőben. A pontfelhő kiértékelést a DigiCart Kft. által fejlesztett PCS (Point Cloud Scene) szoftverrel végeztük el. Ez a szoftver hasonlóan földmérő barát, mint társa, az ITR.

A PCS-ben történt feldolgozás során arra törekedtünk, hogy az épületek falsíkjait meghatározzuk. Ehhez elegendő volt, ha csak a falsík egy rövidebb darabját fogtuk meg, vektorizáltuk. Arról, hogy a vektor valóban a falsíkra esik, az épület forgatásával tudtunk meggyőződni. Mivel a vektorra csak 2D-ben volt szükségünk, különböző magasságokban is kiértékelhető volt a falsík. (A vektor két vége eltérő magassággal rendelkezik.)



Pontfelhő részletek a PCS szoftverben

A PCS szoftverben vektorizált falsík szakaszokat szintén ITR szoftverbe olvastuk be.



Falsík szakaszok az ITR-ben



Falsík szakaszok a kiértékelt tetővonalakkal együtt ITR-ben

A meghatározott falsík szakaszok adta eresz méretekkkel javítottuk a tetővonalal kiértékelt épületeket. Bizonyos fokú generalizálásra esetenként szükség volt.



Eresz méretekkel javított épületek

Barnag településen jellemző az oromfalas építkezés. A régebbi épületek között sok ilyen található. A valódi ortofotó segítségével az oromfal felülről kiértékelhető volt. Az oromfal falsíkját a pontfelhő segítségével is meg tudtuk határozni. Mivel az épületek utcafrontjára műszeres meghatározás is történt, a három különböző módszer összevethetővé vált. Azt tapasztaltuk, hogy ezeknél az épületeknél minimális az eltérés a három különböző vonal között.



A feldolgozás további menetét a térképszerkesztés fejezetben írjuk le.

7.4. Térképszerkesztés

A térképszerkesztés során a teljességre törekedtünk, célunk a teljes belterületi fekvés földmérési alaptérképének létrehozása volt. Ezt az állami alapadatok vonatkozásában elvégeztük. Kivételt képeznek a címadatok (házszámok) melyek jelen projekt szempontjából nem relevánsak.



Barnag község belterületének felújított földmérési alaptérképe

A térképszerkesztést szintén ITR szoftverben végeztük el, melyhez a következő adatokat, dokumentumokat használtuk fel:

- a jelenlegi ingatlan-nyilvántartási térképi adatbázis (BEVET digitalizálás)
- az 1925-ös felmérés felvételi előrajzai (kis mértékben)
- a rendelkezésünkre bocsátott sajátos célú geodéziai munkák adatai
- az általunk végzett műszeres részletmérés eredményét, beleértve a GNSS részletmérést is
- az UAV ortofotó és pontfelhő kiértékeléséből származó adatokat.

A térkép vázát a műszeres mérés eredményeinek felhasználásával készítettük el a tömbkuntúron és a külterület felőli oldalakon. A tömbbelsőök birtokhatárait az ortofotó kiértékelésből vettük át, ahol a természetbeni használat azonosítható volt. Ahol a földrészlet határ a természetben nem volt azonosítható, ott a „visszatervezés” szabályai szerint, a következők szerint jártunk el:

Abban az esetben, amikor a helyszínen mért környezet és az ingatlan-nyilvántartási térképi állapot összhangban volt, a térképi határvonal átvételével, vagy a térképi adatok felhasználásával történt.

Eltérés esetén a területi adatok alapján terveztük vissza az elméleti határvonalat.

Tömbös elcsúszás esetén segítségünkre voltak az eredeti felmérés felvételi előrajzain feltüntetett mérési adatok, amelyek segítségével sok esetben vissza lehetett állítani az eredetileg bemért/azonosított határvonalat.



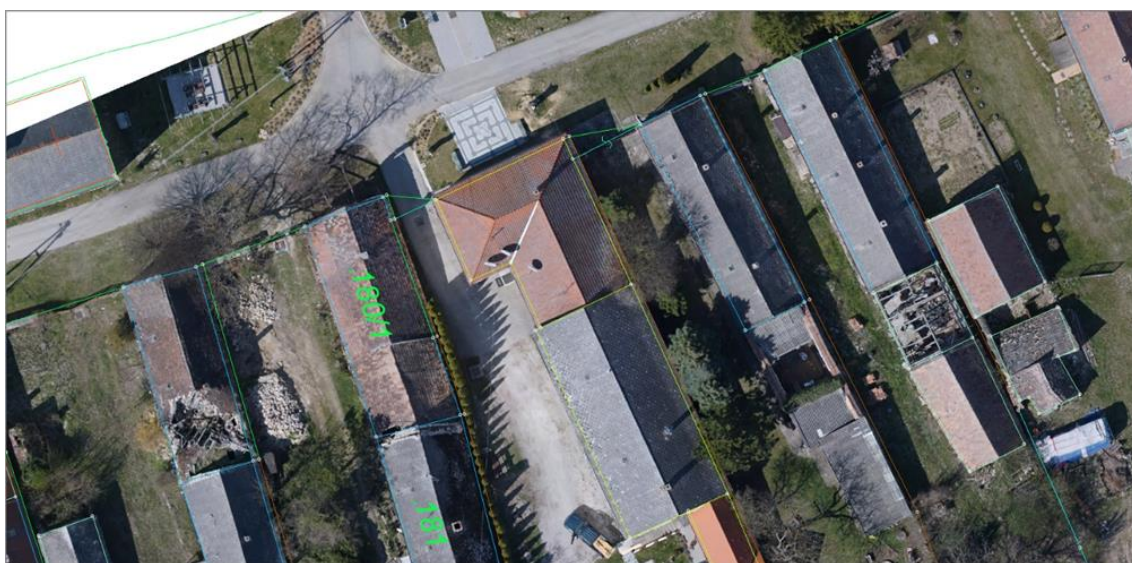
Terepen nem azonosítható határok visszatervezése

A község jellegzetessége, hogy sok esetben az épületek külön ingatlanok, önálló helyrajziszámmal, s több ilyen épülethez közös udvar tartozik. Az épület ingatlanok határvonalait az épületekkel együtt térképeztük, a közterület felőli oldalon a részletmérés adataiból, a tömbbelsők esetében a „drónos” kiértékelésből. Előfordult, hogy az épület ingatlan épülete már elbontásra került, de a földrészlet létezik az ingatlan-nyilvántartásban. Ilyen esetben az ingatlan határait visszaállítottuk.



Térképrészlet közös udvarral

Szintén jellegzetessége a településnek, hogy az épületek javarészt oldalhatáron állnak, vagy „csepegővel”, vagy anélkül. A csepegő létét az utcafronton történ elhatárolás, az ortofotón látható kerítések, falak és a felvételi előrajzok alapján állapítottuk meg.





Telekhatáron álló kút

Az épületek közterület felőli oldalait a műszerrel meghatározott részletpontokból térképeztük, a tömbbelsőekben a korábbi fejezetben részletesen leírt UAV kiértékelésből vettük át.

A térképen ábrázoltuk a jogi határral nem azonos, ún. „kapcsolt” kerítéseket is.

Az ITR-ben szerkesztett alaptérkép részletpontjait a 8/2018. (VI.29.) AM rendelet szerint kódoltuk. 3-mal kezdődő (numerikus értékű) kódot kaptak a földi meghatározású részletpontok, s a korábbi numerikus munkákból átvett pontok. 4-gyel kezdődő (grafikus értékű) kódot kaptak az fotogrammetriai (UAV) meghatározású pontok és a visszatervezett határvonalak pontjai. A feldolgozás során az a véleményünk alakult ki, hogy az UAV meghatározású pontok értéke a numerikus és grafikus pontosság közé sorolható be. Erre később, a vizsgálatok során még visszatérünk.



Kódolás

7.5. Területszámítás, terület-összehasonlítás

A megszerkesztett térképi állományra konzisztencia vizsgálatot végeztünk el a poligon zárások, helyes kötések vonatkozásában. Ezt követően a földrészletek területszámítása szintén az ITR szoftverrel történt, a következő rétegekre:

- 10 – mért, vagy korábbi munkarészből átvett földrészlet határvonal
- 11 – helyrajzszám
- 82 – visszatervezett földrészlet határvonal
- 310 – fotogrammetriai kiértékelésből származó határvonal

Sorszám	Helyrajzi szám	Terület	Kerekített
1	6	2160.766	2161
2	7	3941.240	3941
3	(8)	819.687	820
4	9	868.782	869
5	10	163.182	163
6	11	94.199	94
7	12	112.805	113
8	13	659.126	659
9	14	805.807	806
10	15	5342.577	5343
11	16	408.568	409
12	17	1450.966	1451
13	18	103.117	103
14	19	128.399	128
15	20	116.831	117
16	21	106.081	106
17	22	108.369	108
18	23	1265.993	1266
19	24	404.912	405
20	25	912.321	912

Területszámítási lista (részlet)

Rendelkezésünkre állt a 2007-ben, a BEVET digitális átalakítás során készített területkimutatás mely tartalmazza az ingatlan-nyilvántartásban szereplő területeket, a BEVET átalakítás (javarészt digitalizálás) során meghatározott területeket, és azok eltéréseit. Ezt a listát kiegészítettük az általunk létrehozott térkép földrészlet területeivel, figyelembe véve az időközi változásokat is.

sors z.	Ingatlan-nyilvántartás			BEVET (digitalizálás)					FAP projekt			
	Hrs z	Művelési ág	Terület	Hrs z	Művelési ág	Terület	Eltérés	%	Hrs z	Terület	Eltérés	%
1.	6	lakóház, udvar, gazdasági épület	2172	6	lakóház, udvar, gazdasági épület	2208	36	2%	6	2161	-11	-1%
2.	7	gazd. ép és udvar	3891	7	gazd.ép és udvar	4010	119	3%	7	3941	50	1%
3.	8	közút	698	8	közút	718	20	3%	(8)	820	122	15%
4.	9	lakóház, udvar, gazdasági épület	1051	9	lakóház, udvar, gazdasági épület	949	-102	10 %	9	869	-182	-21%
5.	10	beépítetlen terület	193	10	beépítetlen terület	153	-40	21 %	10	163	-30	-18%
6.	11	beépítetlen terület	112	11	beépítetlen terület	88	-24	21 %	11	94	-18	-19%
7.	12	beépítetlen terület	132	12	beépítetlen terület	113	-19	14 %	12	113	-19	-17%
8.	13	beépítetlen terület	733	13	beépítetlen terület	657	-76	10 %	13	659	-74	-11%
9.	14	árok	548	14	árok	590	42	8%	14	806	258	32%
10.	15	lakóház, udvar, gazdasági épület	5380	15	lakóház, udvar,3 gazdasági épület	5436	56	1%	15	5343	-37	-1%
11.	16	beépítetlen terület	418	16	beépítetlen terület	407	-11	3%	16	409	-9	-2%
12.	17	közös udvar	1374	17	4 gazdasági épület és közös udvar	1384	10	1%	17	1451	77	5%

Összehasonlító területkimutatás (részlet)

Megjegyezzük, hogy a BEVET átalakítás során meghatározott területek - véleményünk szerint helyesen - nem kerültek átvezetésre a tulajdoni lapon szereplő területi adatokban.

összes belterületi ingatlan	202		
lakóházas ingatlan		74	
<i>ebből csak épület ingatlan</i>			41
gazdasági épület ingatlan		10	
<i>ebből csak épület ingatlan</i>			3
hétvégi házas ingatlan		1	
középület ingatlan		7	
közös udvar		22	
beépítetlen terület		77	
közterület, út, árok		11	

Földrészlet statisztika

A „beépítetlen terület” megnevezésű ingatlanok viszonylag magas arányának az az oka, hogy a házas ingatlanok mögötti kertek külön helyrajzi számon vannak.

A területi eltérések százalékos kimutatását az alábbi táblázat tartalmazza. Ezek tételes vizsgálatára jelen projekt keretei között nem térünk ki, de túlnyomó részük a közel 100 év alatt megváltozott természetbeni birtoklásra vezethető vissza.

	nincs eltérés	5 % fölötti területi eltérés	10 % fölötti területi eltérés
összes földrészlet (202)	11	54	21
elhatárolható földrészlet (100)	9	14	5

Területi eltérések kimutatása

Vizsgáltuk továbbá azokat a földrészleteket, melyeknél az elhatárolást teljes méretékben el tudtuk végezni a földi felméréseink és a fotogrammetriai anyagok alapján. 100 ilyen földrészlet van. A 10%-ot meghaladó ingatlanok mindegyike, az 5 %-ot meghaladó ingatlanok közül 11 db ház ingatlan, ahol a tényleges falak képezik a földrészlet határvonalakat.

A belterületi fekvéshatáron a természetbeni használatot térképeztük. Ahol nem volt mérhető használat, ott átvettük a korábbi fekvéshatár adatokat. Az általunk térképezett fekvés terület 21 m²-rel tér el a jelenlegi ingatlan-nyilvántartási térképi adatbázisban lévő fekvéshatár területtől, és 156 m²-rel az ingatlan-nyilvántartási területek összegétől.

7.6. DAT adatbázis létrehozása

Elvégeztük a megszerkesztett térkép topológiai ellenőrzését. Az objektumféleségeket kódoltuk, majd az ITR szoftverrel létrehoztuk a DAT adatállományt.

8. Vizsgálatok, elemzések

8.1. A hatályos digitális alaptérkép geometriai pontossága

Ahogy a bevezetőben említettük a térképek geometriai pontossága sok esetben nem felel meg sem a társadalom jogos elvárásainak, sem a műszaki gyakorlat igényeinek. Azon túl, hogy az eltérések nem ritkán méteres nagyságúak, további nehézséget jelent, hogy egy településen belül is igen eltérő eltérésekkel találkozunk. Ez így van Barnag településen is.

Pl. a település nyugati részén numerikus munkavégzéssel alakítottak ki építési telkeket, illetve készítettek épületfeltüntetési vázrajzokat. Ezeket a telkeket, illetve épületeket néhány cm-es pontossággal ábrázolja a hatályos térkép. Ugyanakkor a település más részein a geometriai pontosság jóval szerényebb. Barnag település belterületén mintegy 280 pontból álló, reprezentatívnak tekinthető mintán vizsgáltuk a hatályos digitális térkép és az általunk felújított térkép eltéréseit, amelyeket a következő táblázatban látható adatokkal jellemezhetünk.

	eltérés hatályos DAT [m]
átlag	1.67
szórás	1.35
maximum	7.89
minimum	0.04

Hatályos és felújított térkép eltérései

A térképi és a természetbeni állapot közötti ellentmondások feloldására szakmai körökben többször felmerült, hogy egész tömbök transzformációjával lényegesen javítható a geometriai adatok pontossága. Tapasztalataink szerint a probléma ennél jóval összetettebb, egy-egy tömbön belül is igen változó eltérésekkel találkozhatunk.

8.2. Illesztőpontok ellenőrző kiértékelése

A DJI Phantom 4 Pro-val készített felvételekből generált ortofotóból és a pontfelhőből az illesztőpontok koordinátáit visszamértük, az eredményeket az alábbi táblázat tartalmazza. Az eltérések a pontok hibái mellett a mérés bizonytalanságát is tartalmazzák.

psz	GNSS koordináták			pontfelhő eltérések			ortofotó eltérések	
	Y	X	M	dY	dX	dM	dY	dX
1	551219.67	182831.89	278.75	0.00	0.00	-0.02	0.01	0.02
2	551111.32	182784.64	279.48	0.09	0.02	0.01	-0.02	-0.04
3	551021.03	182750.11	279.26	-0.02	-0.05	0.01	-0.03	-0.08
4	550940.39	182667.62	279.53	-0.08	-0.01	0.01	-0.03	-0.09
5	550851.71	182614.89	278.75	-0.06	0.06	-0.04	0.06	-0.02
6	550717.48	182464.44	284.77	-0.08	0.02	0.01	0.14	-0.05
9	550760.56	182243.07	290.29	-0.01	0.03	-0.02	0.02	-0.02
10	550956.51	182216.19	288.35	-0.13	0.00	-0.01	-0.03	-0.01
11	551088.54	182276.54	294.79	-0.08	0.01	-0.01	0.02	0.01
12	551250.42	182315.08	303.19	-0.04	0.04	0.01	0.00	0.03
13	551057.04	182475.63	290.74	-0.02	0.04	0.00	0.02	0.00
14	550899.66	182419.96	284.70	-0.02	0.02	-0.02	0.01	-0.01
15	550782.01	182383.34	285.00	-0.05	0.03	-0.01	0.01	-0.04
16	551144.33	182512.86	293.03	-0.03	0.02	0.01	0.03	0.01
17	551381.14	182597.70	290.22	0.03	0.00	0.00	0.04	-0.01
18	551419.31	182492.50	293.85	-0.03	-0.02	0.01	0.01	-0.02
			átlag	-0.03	0.01	0.00	0.02	-0.02
			szórás	0.05	0.03	0.02	0.04	0.03
			maximum	0.09	0.06	0.01	0.14	0.03
			minimum	-0.13	-0.05	-0.04	-0.03	-0.09

A pontfelhőből és az ortofotóból visszamért illesztőpont koordináták

8.3. Részletpontok geometriai helyzetének vizsgálata

A többféle adatgyűjtési technológia lehetővé tette azok nagytömegű összehasonlítását is, amennyiben egy-egy területrészt többféle felméréssel is kiértékelésre került. A Fő utca és környezetének tömbkontúrját a hagyományos (mérőállomás, GNSS) technológián túl a korábban említettek szerint mobil lézershakkennerrel, statikus lézershakkennerrel is felmértük. A kétfajta shakkenneres felmérés összehasonlítását egy kereskedelmi (AutoCAD) programhoz írt makróval végeztük. Az "algoritmus" a hagyományos földi felmérés pontjainak egy adott környezetében (0.5m) megkeresi a kétfajta shakkennelésből kiértékelt pontokat. Ha a legalább az egyik típusú shakkenneres mérésből talál azonos pontot, akkor azokat azonosnak kezeli. Amennyiben több pont

is a kiválasztási halmazba esik, úgy megjelöli azokat, csakúgy, mint azokat a földi felmérésből származó pontokat, amihez nem talált pontpárt. Ezeket utólag manuálisan ellenőriztük, elemeztük.



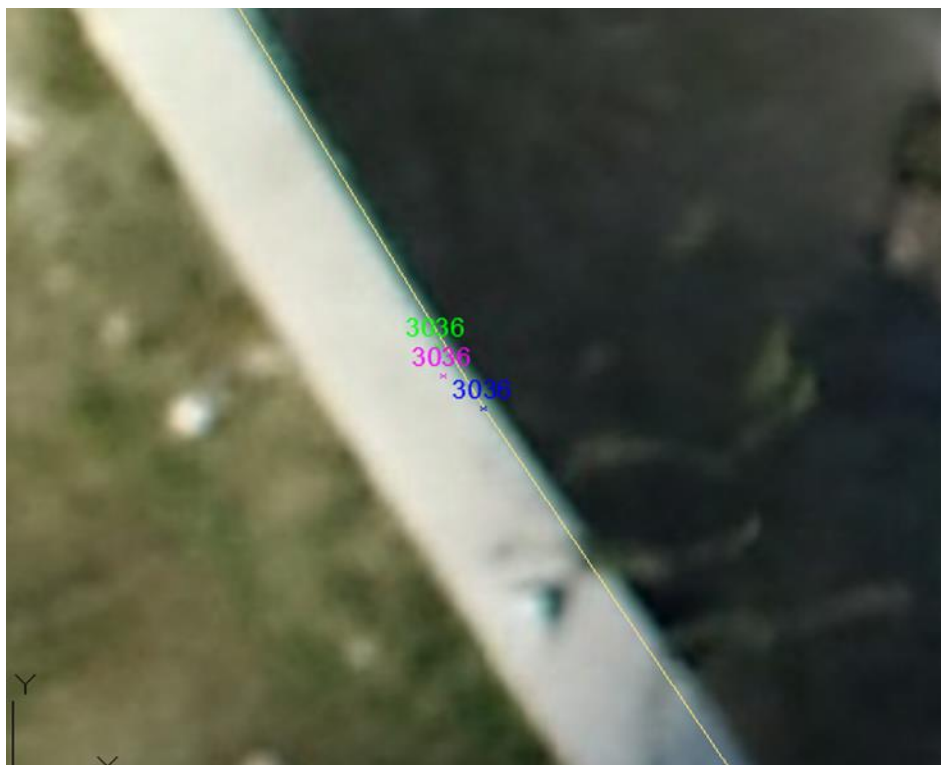
*Különböző forrásból származó részletpontok egy ortofotó kivágaton
(barna: földi, lila: mobil, zöld: statikus felmérés)*

A vizsgálatban ilyen módon mintegy 652 földi felmérésből származó pont, a mobil felmérésből 205 db, míg a statikus felmérésből 234 db került felhasználásra. A felmérések adottságai miatt ezek a pontok jellemzően a közterülettel érintkező földrészlethatárok és épületek sarokpontjai. Az azonos pontok alapján statisztikákat határoztunk meg a különböző forrásból származó pontok távolság eltéréseire.

	eltérés mobil [m]	eltérés statikus [m]
átlag	0.072	0.058
szórás	0.048	0.042
maximum	0.218	0.276

Jellemző eltérések a szkenneres eljárásoknál a földi felméréshez képest

A nagyobb eltérések elemzése kapcsán egyértelmű volt, hogy ezek a különféle felmérési technikák sajátosságaiból adódó elhatárolásbeli különbségek (a statisztikából ezeket kivettük). A következő ábrákon ezekre láthatunk példákat.



*Elhatárolásbeli eltérések a különböző felmérési technikák között
(kék: földi, lila: mobil, zöld: statikus felmérés)*



*Elhatárolásbeli eltérések a különböző felmérési technikák között
(kék: földi, lila: mobil, zöld: statikus felmérés)*

A vizsgálatot kiterjesztettük a fotogrammetriai felmérésből származó pontfelhőből kiértékelt pontokra is. Ezek jellemzően épület sarokpontok a kataszteri állományban.

Itt az összehasonlítás alapja a földi felmérés ellenőrző pontjai (24 db), illetve a mobil (44 db)-, a statikus szkennel (80 db) meghatározott épület részletpontok. Az eredményeket a következő táblázatban foglaltuk össze.

	eltérés földi [m]	eltérés mobil [m]	eltérés statikus [m]
átlag	0.178	0.095	0.101
szórás	0.101	0.045	0.055
maximum	0.521	0.192	0.236

Jellemző eltérések a képilllesztésen alapuló pontfelhő kiértékelésekor a többi felméréshez képest

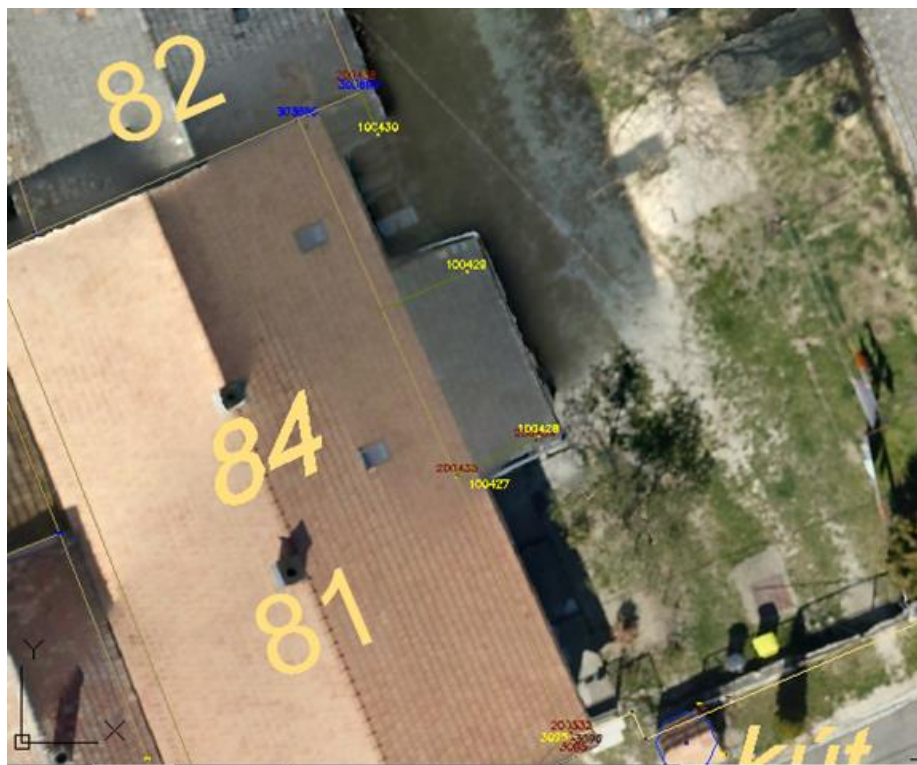
A földi ellenőrző felméréssel összevetve kiugró, mintegy 50 cm-es érték egy nehezen elhatárolható falsík esetén jelentkezett.

Mivel viszonylag alacsony volt a közös pontok száma, így kiterjesztettük a felmérést azon statikus, illetve mobil szkennelésből származó részletpontokra, amelyek nem töréspontok. Ezek jellemzően egy-egy épület a közterületről még kiértékelhető vonalpontjai az adott földrészleten belül. Az így kiválasztott pontoknál meghatároztuk azoknak a legközelebbi épülettől mért távolságát, majd ezekre a távolság eltérésekre vezettünk le statisztikákat. 284 további ellenőrző mérethez jutottunk, az eredményt a következő táblázatban foglaltuk össze:

	távolságetérés [m]
átlag	0.104
szórás	0.102

Jellemző távolságetérések épületeknél a képilllesztésen alapuló pontfelhő kiértékelésekor a többi felméréshez képest

Ez a módszer is alkalmasnak bizonyult a kiértékelések ellenőrzésére. A nagyobb eltéréseket természetesen az eltérő módon elhatárolt épülettartozékok okozták, ezeket kivettük a statisztikai számításból.



*Elhatárolásbeli eltérések a különböző felmérési technikák között
(kék: fotogrammetriai pontfelhő, sárga: mobil, barna: statikus felmérés)*

8.4. Időráfordítások kimutatása

Az alábbi táblázatban összefoglaltuk Barnag általunk elvégzett térképfelújításának munkafázisait és az azok időráfordításait.

munkafázis	idő ráfordítás (nap)	mérnök (fő)	technikus (fő)	mérnök (nap)	technikus (nap)
előkészítés (repülési engedély, adatok igénylése)	1	1		1	
légi fényképezés drónnal (illesztőpontok elhelyezése és meghatározása)	1	1	1	1	1
digitális ortofotó, pontfelhő előállítása (gépidő nélkül)	1	1		1	
mobil lézerszkennelés	1	1	1	1	1
mobil lézerszkennelés pontfelhő előállítás	1	1		1	
statikus lézerszkennelés	2	1	1	2	2
statikus lézerszkennelés pontfelhő előállítás	1	1		1	
alappontsűrítés	1	1	1	1	1
alappontsűrítés irodai munkák	1	1		1	
tömbkontúr elhatárolás (szalagos méréssel)	1	1	1	1	1
tömbkontúr földi felmérése	1	1	1	1	1
tömbkontúr szerkesztése	2	1		2	
mobil lézerszkennelés pontfelhő kiértékelés	2	1		2	
statikus lézerszkennelés pontfelhő kiértékelés	2	1		2	
ortofotó kiértékelése	2	1		2	
ferde tengelyű kamerával készült pontfelhő kiértékelése	2	1		2	
térképszerkesztés	4	1		4	
területszámítás, DAT	1	1		1	
záró munkálatok	1	1		1	
			összesen	28	7

Térképfelújítás időráfordítás

Jelen projektünkben a lézerszkenneres technológiák használhatóságát is vizsgáltuk. E technológiák hasznosak, de nem feltétlenül szükségesek. Esetünkben a minőség-ellenőrzéshez nyújtottak nagy segítséget. A következő táblázat a lézerszkenneléses technológiák nélkül tartalmazza a szükséges időráfordításokat.

munkafázis	idő ráfordítás (nap)	mérnök (fő)	technikus (fő)	mérnök (nap)	technikus (nap)
előkészítés (repülési engedély, adatok igénylése)	1	1		1	
légi fényképezés drónnal (illesztőpontok elhelyezése és meghatározása)	1	1	1	1	1
digitális ortofotó, pontfelhő előállítása (gépidő nélkül)	1	1		1	
alappontsűrítés	1	1	1	1	1
alappontsűrítés irodai munkák	1	1		1	
tömbkontúr elhatárolás (szalagos méréssel)	1	1	1	1	1
tömbkontúr földi felmérése	1	1	1	1	1
tömbkontúr szerkesztése	2	1		2	
ortofotó kiértékelése	2	1		2	
ferde tengelyű kamerával készült pontfelhő kiértékelése	2	1		2	
térképszerkesztés	4	1		4	
területszámítás, DAT	1	1		1	
záró munkálatok	1	1		1	
			összesen	19	4

Térképfelújítás időráfordítás (szkenner nélkül)

Korábbi évtizedek alatt szerzett tapasztalataink alapján a földi újfelmérések szükséges munkafázisa és azok százalékos aránya látható az alábbi táblázatban.

munkafázis	%
előkészítés, alappontsűrítés	10
elhatárolás	20
részletmérés, attribútum adatgyűjtés	30
feldolgozás, térképszerkesztés	20
területszámítás, DAT, minőségellenőrzés	15
záró munkálatok	5

A fenti táblázat alapján s a település konkrét adatai alapján a következő táblázatban egy újfelmérés időráfordítás becslést adunk meg a teljes településre.

munkafázis	idő ráfordítás (nap)	mérnök (fő)	technikus (fő)	mérnök (nap)	technikus (nap)
előkészítés	1	1		1	
alappontsűrítés	3	1	1	3	3
alappontsűrítés irodai munkák	3	1		3	
földrészlet elhatárolás (szalagos méréssel)	8	1	1	8	8
részletmérés	12	1	1	12	12
térképszerkesztés	8	1		8	
területszámítás, DAT, minőség-ellenőrzés	3	1		3	
záró munkálatok	2	1		2	
			összesen	40	23

A becslésből látható, hogy alapvetően a terepi elhatárolási és részletmérési munkafázisok növelik meg a szükséges időráfordítást, de növekszik az alappontsűrítés ideje is, hisz a részletmérések elvégzéséhez több alappont kell. (Korábbi tapasztalat: 1 alappont/hektár)

Megjegyezzük továbbá, hogy a becsült időráfordítások képzett, a technológiákban jártas az eszközöket rutinosan használó szakembereket feltételeznek.

9. Összefoglalás

Az alábbiakban az elvégzett munkafázisokban szerzett tapasztalatokat foglaljuk össze, illetve megállapításokat, javaslatokat teszünk.

9.1. Légifényképezés pilóta nélküli légi járművekkel

A pilóta nélküli légi járművekkel (drónokkal) végzett légifényképezés kis idő ráfordítással, hatékonyan végrehajtható. Nagy előnye ennek a technológiának, hogy kis magasságban történik a repülés, így igen nagy felbontású (terepi 2 cm) digitális ortofotó, pontfelhő készíthető. A növényzet nagyon befolyásolja a légifényképezésből származó ortofotóról, pontfelhőről való adatnyerést, ezért a hasonló feladatokat úgy kell tervezni, hogy a repülésre lombtalan időszakban, lehetőleg kora tavasszal kerüljön sor. Figyelembe kell venni a légtér használat és a légi távérzékelés engedélyezésének jogi szabályozását is az előkészítés során.

A légifényképező repülés előtt megfelelő számú illesztőpont elhelyezése és meghatározása szükséges. Az illesztőpontok száma és elhelyezkedése jelentősen befolyásolja a fotogrammetriai alapanyagok geometriai minőségét. Javasolt, hogy az illesztőpontok mellett olyan pontok is meghatározásra kerüljenek, melyek a fotó anyagok minőség-ellenőrzéséhez felhasználhatók.

A drónnal készített pontfelhők, digitális ortofotók a feldolgozandó terület teljes egészén jól használhatók. Nagy mértékben segíti a további feldolgozást, ha a függőleges tengelyű kamera helyzet mellett döntött kamera tengelyű repülés is történik, a falsíkok jobban leképeződnek a pontfelhőben. A digitális ortofotók feldolgozása során javasolt a valódi ortofotó előállítás a pontfelhőből generált felületmodell alapján.

9.2. Mobil és statikus lézerszkennerek használata

A mobil mérőrendszerek használata igényli a legkisebb terepi időráfordítást. Mivel a térképező rendszert hordozó gépkocsi az utcán halad, így elsősorban az utcafronti kerítésekről, épületek utcafronti falairól biztosít adatokat. A statikus lézerszkennerek használata időigényesebb, de az álláspontok megfelelő kiválasztásával olyan tömbön belüli adatok is nyerhetők, melyek felhasználhatók a tömbbelső térképezéséhez, minőség-ellenőrzéséhez. Ilyen adatok, kisebb mértékben ugyan, de a mobil rendszerrel is meghatározásra kerülnek. A légi távérzékeléshez hasonlóan itt is lényeges, hogy a szkennelés lombtalan időszakban készüljön.

Mindkét lézerszkenneres technológia igényel helyszínelést, kiegészítő adatok mérését, a kitakarások miatt ki nem értékelhető részletek miatt.

Pontossági szempontból vizsgálva a lézerszkenneres technológiákat, az a tapasztalatunk, hogy megbízhatóságuk közelíti a földi részletméréssel elérhető pontosságot.

A lézerszkenneres megoldások csak más technológiákkal kiegészítve használhatók a térképek felújításánál.

9.3. Alappontsűrítés

A földi felmérések végrehajtásához és a meglévő alaphálózathoz való kapcsolódás miatt felmérési alappontok állandósítása és meghatározása szükséges a vonatkozó jogszabály előírásai szerint. Azonban véleményünk szerint nem szükséges annyi alappontot meghatározni, mint a korábbi újfelméréseknél. Barnagi tapasztalatunk alapján 5 hektáronként 1 pont meghatározását javasoljuk, természetesen az adott település sajátosságait figyelembe véve. A pontok elhelyezését úgy javasoljuk, hogy közöttük műszerrel felállva az álláspontok koordinátái szabad álláspontként meghatározhatók legyenek.

9.4. Helyszínelés, tömbkontúr és földrészletek elhatárolása

Technológiáktól függetlenül javasoljuk, hogy a térképfelújítási munka egy helyszíneléssel kezdődjön. A helyszíneléskor már gyűjthetők, rögzíthetők attribútum adatok is, pl. házszámok. Nagyon sokat segít a későbbi feldolgozásban, ha képeket készítünk az ingatlanokról, különösen a tömbbelsőben lévő épületekről.

Véleményünk szerint a térképfelújítások leglényegesebb része a tömbkontúr pontos felmérése és térképezése. Ehhez elengedhetetlen az építési tömbök határvonalainak elhatárolása, beleértve a határvonalra kifutó földrészlet határpontok elhatárolását is. Esetünkben (és sok hasonló településnél is) jellemző az oldalhatáros beépítés, melyeknél az ún. „csepegők” elhatárolása is szükséges. A helyszínelést és a tömbkontúr elhatárolását javasolt egyszerre elvégezni. Az elhatárolt részletpontokat festéssel (vagy egyéb azonosítható módon) meg kell jelölni, hogy későbbi részletmérés ugyanazon pontra történjen. Az elhatárolás során az elhatárolt töréspontokat össze kell mérni, mérőszalaggal, kézi lézer távmérővel. Az összemérések a részletmérés minőségellenőrzéséhez felhasználhatók. A hatályos jogszabályok előírják, hogy a természetben nem jelölt I. rendű határpontokat – a tömbkontúr pontjai ilyenek – állandó módon, kövel, vagy csappal meg kell jelölni. Véleményünk szerint ezt a szabályozást indokolt átgondolni.

A földrészletek belső határvonalainak elhatárolása a légi fotogrammetriai anyagokból, elsősorban a digitális ortofotó felhasználásával javasolt, melyre a jelenlegi jogi

szabályozás lehetőséget biztosít. Kétségtelen tény, hogy a tulajdonosok bevonása az elhatárolási munkafázisba – inkább jogi szempontból – jobban biztosítja a közhitelességet, de igen munkaigényes, s így drágábbá teszi a térképfelújítást. Korábbi újfelmérési tapasztalatunk, hogy a tulajdonosi közreműködés mellett is szinte kizárólag a terepi használat került rögzítésre és térképezésre. Ez az ortofotó alapján is biztosítható.

Az elhatárolási munkafázist – az alkalmazott technológiától függetlenül - csak ingatlanrendező földmérő minősítéssel rendelkező szakember végezheti.

9.5. Földi felmérés

A tömbkontúr felmérésére, annak kiemelt jelentősége miatt, földi eljárást javasolunk. A földi felmérés egyaránt lehet hagyományos, mérőállomással történő részletmérés és GNSS technológiával végzett részletmérés. Esetünkben, mivel a falu fő utcáján az utcafronti épületek miatt nehezebb lett volna a GNSS részletmérés, a műszeres felmérést választottuk, melyet igen hatékonyan (1 nap alatt) el tudtunk végezni. A külterület felőli, nyíltabb tömbhatárokon a GNSS technológiát használtuk, szintén igen hatékonyan.

9.6. Távérzékelési adatok kiértékelése

Mint korábban írtuk, a fotogrammetriai (drónos) technológia termékei, a pontfelhő és a digitális valódi ortofotó a teljes területet leképezik, nagyon sok információt hordoznak. A természetben megjelölt határvonalak, elsősorban kerítések és esetünkben kőfalak jól, pontosan kiértékelhetők, a földrészlet határvonalak elhatárolhatók ingatlan-nyilvántartási célú földmérési munkákban járatos ingatlanrendező szakember szemével és tapasztalatával.

A drónos technológia legkényesebb része az épületek térképezése. Nem lenne gondunk, ha az épületek ábrázolása az ereszvonalakkal történne, s nem a falsíkokkal, hiszen a tetők határvonalai igen jól kiértékelhetők, a valódi ortofotónak köszönhetően vízszintes értelemben vett valós helyükön. Az ereszvonalas ábrázolásra van példa a magyar kataszteri térképezésben, 1904-ig az épületeket ereszvonaluk vetületével ábrázolták.

Projektünk során elvégeztük a tetővonalak (ereszvonalak) kiértékelését a digitális ortofotóból, majd a ferde tengelyű kamerával készített pontfelhőből a falsíkok kiértékelése történt meg. A falsíkok kiértékeléséből az eresz méretek adódtak, amelyekkel a tetővonalakból a falsíkok térképezhetővé váltak. (Ez a módszer sem új, az 1970-80-as évek sztereo-fotogrammetriai újfelméréseinél alkalmazták, ahol első

lépésben a tetővonalak kerültek kiértékelésre, majd az ereszek helyszíni mérésével pontosították a térképezést.)

A két lézerszkenneres technológiával készült pontfelhők kiértékelése között nincs különbség. A pontfelhőkben leképződött élek, objektumok pontosan meghatározhatók. A kitakart részek a helyszíni kiegészítő mérésekkel pontosíthatók. E módszerrel elsősorban a tömbkontúr térképezése oldható meg, de véleményünk szerint a tömbkontúr helyszíni elhatárolását nem tudja kiváltani.

A távérzékelési adatok feldolgozásához nagy segítséget nyújthatnak a helyszínelés során készített fényképek, és ahol rendelkezésre, állnak az interneten elérhető utcaképek. A mobil térképező rendszer 6 kamarával készíti fényképeket folyamatosan, melyek szintén jól használhatók.

A pontfelhők kiértékelése gyakorlatot igényel, bár e gyakorlatot és szemléletet egy térképkészítésben, kataszteri munkákban tapasztalt földmérő szakember viszonylag rövid idő alatt el tudja sajátítani. A kataszteri gyakorlat viszont igen fontos.

9.7. Térképszerkesztés

A térképszerkesztés vázát a földi felméréssel meghatározott tömbkontúr képezte. Ebbe bedolgozásra kerültek azok a sajátos célú (ma ingatlan-nyilvántartási célú) földmérési munkák, melyek numerikus módszerrel készültek. A rendelkezésünkre álló idő rövideje miatt a grafikus értékű munkákat nem vizsgáltuk. Esetünkben rendelkezésünkre álltak az eredeti felmérés felvételi előrajzai, melyek méreteit elsősorban a természetben nem megjelölt földrészlet határvonalak visszatervezéséhez használtuk fel. A térképszerkesztés során bedolgoztuk a drónos távérzékelésből kiértékelt adatokat, gyakorlatilag a természetben megjelölt földrészlet határvonalakat és épületeket. A részletpontok kódolása a 8/2018. (VI.29.) AM rendelet szerint történt. A földi felméréssel meghatározott pontokat numerikus értékűnek, a drónos anyagból nyert pontokat grafikus értékűnek kódoltuk.

9.8. Területszámítás

Az elvégzett területszámítás során az ingatlanok műszaki területét kaptuk. Ezeket összehasonlítottuk az ingatlan-nyilvántartásban szereplő területekkel. Az összehasonlításból különös következtetéseket nem lehet levonni, az eltérések nagy része a megváltozott természetbeni birtoklásból adódik, de szerepet játszik a korábbi felmérési technológiák megbízhatósága és az esetleges területszámítási hibák is. Mivel rendelkezésünkre állt a BEVET digitalizálás terület összehasonlítása, megállapítható

volt, hogy digitalizálással meghatározott műszaki területek és az ingatlan-nyilvántartásban bejegyzett területek között hasonló eltérések vannak.

9.9. Minőség-ellenőrzés

A minőség ellenőrzés két fő része a teljesség ellenőrzése és a geometriai adatok ellenőrzése. A teljesség ellenőrzéséhez a digitális ortofotó tökéletesen alkalmas. (Pl. megtörtén-e minden épület kiértékelése)

A geometriai adatok ellenőrzésére több megoldás javasolható. A földi felméréssel meghatározott részletpontok ellenőrizhetők újabb, a korábbi mérésektől teljesen független földi mérésekkel, az ellenőrzendő minta darabszám meghatározásával. Munkánk során ezt nem alkalmaztuk, a tömbkontúrok földi meghatározású pontjait a lézerszkenneres technológiákból származó pontokkal való összevetéssel ellenőriztük. Ez egyben a szkennerek technológiák ellenőrzését, vizsgálatát is biztosította.

Projektünk egyik leglényegesebb eleme a fotogrammetriai (drónos ortofotó, pontfelhő) technológiákból származó részletpontok geometriai helyzetének vizsgálata volt. Erre egyik megoldás az volt, hogy a külterület felőli részeken létesített GNSS kisalappontokról mérőállomással, prizma nélküli lézer üzemmódban határoztunk meg tömbbelsőben lévő épület sarokpontokat. Másik megoldásként felhasználtuk a két lézerszkennelés pontfelhőiből kiértékelt, szintén tömbbelsőben lévő épület sarokpontokat. A lézerszkennelésből kapott pontfelhők kiértékelésekor sok esetben a tömbbelsőben lévő épület sarokpontot nem tudtuk kiértékelni, de a falsíkok vonalát igen. Ezért fotogrammetriai technológia harmadik vizsgálatként drónos és a szkenneres falsíkokat vetettük össze. A vizsgálatok egyértelműen igazolják, hogy a fotogrammetriai kiértékelés megbízható adatokat ad.

9.10. Geometriai adatok minősége, pontosság

A földi felméréssel meghatározott tömbkontúr újfelmérés értékű, kielégíti az MSZ 7772-1 DAT szabvány T11 tűrési osztályának minőségi előírásait. Hasonló értékűnek ítéljük a bedolgozott numerikus munkákat. A fotogrammetriai kiértékelésből származó részletpontokat a DAT szabvány T12 tűrési osztályába soroljuk. A minőség-ellenőrzés tapasztalatai alapján a fotogrammetriai pontok geometriai minősége a T11 és a T12 tűrési osztályok között van.

9.11. Javaslatok (ami jelen tanulmányba nem fért bele)

Az épület falsíkok manuális azonosítása a pontfelhőben aprólékos feladat. Ezen a területen többféle félautomatikus technika alkalmazása gyorsítási lehetőséget ígér. Ez még további kutatási munkát igényel, amely jelen munka kereteit meghaladja.

Többször kitértünk a tulajdonosi elhatárolásra, de projektünkéből ezt a munkafázist annak időigénye, s így költségessége miatt kihagytuk. Hasznosnak tartanánk azonban egy tulajdonosi egyeztetést, melyre előre meghirdetett időpont(ok)ban a település alkalmas helyiségében kerülhetne sor. Az érdeklődő tulajdonosok a térképfelújítást végző földmérő mérnök számítógépén megtekinthetnék a digitális ortofotót és földrészletük elhatárolását. Az egyeztetésről jegyzőkönyvet lehet felvenni.

A pilóta nélküli légitárművekkel készített felvételek illetve az azokból levezetett valódi ortofotó, illetve színezett pontfelhő számos további felhasználási lehetőséget takar. Ezek közül csak néhányat említünk:

- közterületi többlet tartalom (közmű alaptérkép)
- település tervezés (szabályozási tervekhez)
- útkataszter
- önkormányzati vagyonkataszter

Tanulmányunk konkrét jogszabály módosítási javaslatokat nem fogalmaz (nem fogalmazhat) meg. Azonban több területen is rávilágítottunk arra, hogy indokolt lehet a jelenlegi szabályozások felülvizsgálata, pontosítása, melyek szakmai előkészítésben a MMK szakemberei, többek között jelen tanulmány készítői, készséggel a jogalkotás rendelkezésére állnak.

Módszertani útmutatónkat összefoglalva, az elavult ingatlan-nyilvántartási térképek korszerű technológiák bevonásával felújíthatók. Javasoljuk, hogy a tömbkontúr elhatárolással és földi felméréssel kerüljön térképezésre. A tömbön belüli tartalom a bedolgozható korábbi adatokból és pilóta nélküli légi járművekkel készített digitális ortofotó és pontfelhő kiértékeléséből előállítható. Az így elkészült földmérési alaptérkép állami átvételt követően alkalmas az ingatlan-nyilvántartás átalakítására.

A földi távérzékelési eljárások (lézerszkenneres technológiák) a felújításokba bevonhatók, a minőséget javítják. Gazdaságosságuk egyedi mérlegelést igényel.

10. Irodalomjegyzék

- [1] Boda G (2008): A digitalizált térképek tűréshatárai Geodézia és Kartográfia. 60 évf., 3. szám, pp. 21-26.
- [2] Busics Gy, Kiss A, Forgács Z (1998): Minőségbiztosítás a kataszteri térképkészítésben. Mérnöktovábbképző jegyzet SE FFFK
- [3] Engler P (szerk): Légi távérzékelési - Légi fotogrammetriai fogalomtár. <https://acrsa.org/hu/index.php/fogalomtar>, utolsó elérés: 2020. október 27.
- [4] Kraus K (1998): Fotogrammetria, Tertia Kiadó, Budapest.
- [5] Kulcsár L, Kunfalvi P (2015): Mobil térképező rendszer alkalmazása a hagyományos geodéziai feladatokban. Geodézia és Kartográfia. 67. évf., 5-6. szám, pp. 9-13.
- [6] Lehoczky M, Siki Z (2020): Fotogrammetriai feldolgozó szoftverek. Geodézia és Kartográfia. 72 évf., 2. szám, pp. 23-27.
- [7] Lovas T, Berényi A, Barsi Á (2012): Lézerszkennelés, Terc Kiadó.
- [8] Módszertani útmutató az igazságügyi földmérési szakértők részére, MÉM FTH 1987

A sorozat keretében eddig megjelent kiadványok

2017.

1.	NÉMETH András, MILÁVECH Richárd	Iparban használatos vízminőségek
2.	DR. SZILÁGYI Zsombor, DR. SZUNYOG István	Mérések a gáziparban
3.	DR. BARNA Lajos, EÖRDÖGHNE DR. MIKLÓS Mária, DR. SZÁNTÓ Zoltán, DR. BALLA József	A biztonságos ivóvízellátás megteremtésének tervezési eszközei
4.	BORBÁS Lajos Dr.	Felépítés elvű (additív) gyártástechnológiák a gépészetben
5.	BERENCSI Miklós, BERECHY Ákos, HORVÁTH László, KOVÁCS Gergely, MIHÁLFY Krisztina	Kerékpárosbarát közlekedéstervezés
6.	TÜDŐS Tibor, DR. VARJÚ György, DR. PETRI Kornél, GÁBOR András	A csillagpontkezelés legújabb külföldi és hazai eredményei (Útmutató és tervezési segédlet)
7.	DR. GARBAI László, DR. JASPER Andor, VÁRADI András	Fűtési és használati melegvíz-igények kockázati elvű méretezése példákkal
8.	KÁDI Ottó, DOHÁNY Máté, JÓZSA Bálint, LÁSZLÓ Csaba Tibor, JAKKEL Ottó	A közúti vasutak (villamos) tervezésével kapcsolatos kézikönyv

2018.

9.	BLAZSOVSZKY László	A gázfogyasztó készülékek égéstermék elvezetésével kapcsolatos szabályozások hiányosságai és ellentmondásai
10.	CSORDÁS Szilveszter, FORGÁCS Lajos Dr., PÓLYA Endre ifj., RÉV Zoltán, UDVARDY Péter	Orvostechnológiai továbbképzés ismeretanyaga
11.	NÁDASDY Tamás, EGYHÁZY Zita, KOVÁCS Ákos Sándor, SZECSŐ Dániel Géza	A közúti biztonsági audit (KBA) jelentések elkészítésének alkalmazási segédlete – A közúti infrastruktúra közlekedésbiztonsági kezeléséről szóló jogszabályhoz és utógazdálkodási előírásokhoz kapcsolódó értelmezési, kidolgozási és elfogadtatási javaslatrendszer
12.	DR. SZILÁGYI Zsombor, HORÁNSZKY Beáta	Földgáz kereskedelem (mérnöki segédlet)
13.	DR. SZILÁGYI Zsombor	Az energiahordozók jövője – kőolaj, földgáz, megújulók
14.	S. VÍGH Judit, DOHÁNY Máté	Magános közlekedők baleseti súlyosságának csökkentése mobil applikáció segítségével
15.	DR. BALIKÓ Sándor, DR. CSÜRÖK Tibor, NOVÁK Dániel, ORBÁN Tibor, DR. ZSEBIK Albin	Ötletlapok I. – Energiahatékonyság növelő ötletek egyszerű energetikai és gazdasági számításai
16.	DARABOS Zoltán, KOLTAI Henrik, SZABÓ Tamás, SZÁSZ Béla, VAJDA Sándor	Felvonók felújítása és átalakítása – Műszaki segédlet
17.	TÜDŐS Tibor, KRUPPA Attila	Alapozásföldelők új tervezési elvei és kivitelezési módszerei – Tervezési segédlet és kivitelezési útmutató
18.	FENYVESI Zsolt	Tűzvédelmi tervek tartalmi szabályainak átdolgozása

19. GÁBORI László Dr., BEINSCHRÓTH József Dr., NÓGRÁDI Gábor, RÁTKAY Tamás Nagyméretű informatikai beruházásoknál (fejlesztéseknél) ajánlott szoftveroldali tervdokumentációk tartalmi elemeinek meghatározása (I. – II. kötet)
20. DR. DIVÓS Ferenc Az élő fák stabilitása – mérnöki megközelítés – Élő fák, mint teherhordó faszerkezetek
21. DR. KARÁCSONYI Zsolt Faanyagok tartós szilárdsága
22. BARNÁ Lajos Dr., ERDEI István, JASPER Andor Dr., TAKÁCS Gyula Segédlet épületek csatorna-berendezéseinek tervezéséhez
23. ANTÓK Péter István, FÜZÉR Ferenc, SÁRKÖZI András Fényvezető kábelszakaszok műszaki-minőségi ajánlás gyűjteménye
24. JANCsó Béla, DR. KULCSÁR Alexandra, NÉMETH Gábor, DR. VÍMI Zoltán, DÉRI Lajos, SZIMANDEL Dezső Vízügyi engedélyezési eljárással kapcsolatos dokumentációk és engedélyeztetéssel kapcsolatos követelmények a 2018.01.01-én hatályba lépett 41/2017. (XII.29.) BM rendelet alapján
25. DR. TAKÁCS Bence, DR. SIKI Zoltán, DR. ÉGETŐ Csaba, BÉNYI László Mérnökgeodéziában alkalmazott alapponthálózatok – A jó gyakorlat bemutatása mintapéldákkal
26. DR. MÓCZÁR Balázs, LAUFER Imre, TÓTH Gergő, WOLF Ákos Korszerű támszerkezetek tervezése
27. HALÁSZ Györgyné Dr., CSERVENYÁK Gábor, TUCZAI Attila, VIRÁG Zoltán Különböző funkciójú épületek klimatechnikája II.
28. KÁDI Ottó, JÓZSA Bálint Kerékpáros balesetek létesítmények szerinti vizsgálata
29. GARBAI László Dr., JASPER Andor Dr., PELLER József Bendegúz Hőteljesítményátviteli tényező alkalmazása távhőrendszerek optimális szabályozásának modelljében
30. GARBAI László Dr., SÁNTA Róber Dr., JASPER Andor Dr. A kompresszoros hőszivattyúk optimalizálása – Tervezés és üzemeltetés
31. LADÁNYI Gábor Dr. Diagnosztika a karbantartásban
32. MÉSZÁROS János, MOLNÁR Tibor, RITZL András KIÜRÍTÉSI ÉS MENEKÜLÉSI ÚTVONALBA ÉPÍTETT AJTÓK tervezési segédlet (2018)

2019.

-
33. BLAZSOVSZKY László Földgáz elosztóvezetékek üzemeltetése
 34. DR. SZILÁGYI Zsombor A megújuló energiahordozók jövője Magyarországon
 35. FORGÁCS Lajos Dr., HAIDEGGER Tamás Dr., PÓLYA Endre ifj. Új fejlesztések, innovatív megoldások az orvostechnológia terén
 36. VARRÓ Beáta, DR. KIS András Magyarországon előforduló, épületekbe beépített faanyagokat károsító gombák vizsgálata és azonosítása DNS diagnosztikával
 37. MANNINGER Marcell, SZEPESHÁZI Attila, SCHEURING Ferenc, MOLNÁR György Munkatér határoló szerkezetek
 38. KORSÓS András, RÁDULY Zsolt A közterületi és belterületi térfigyelő kamerarendszerek tervezési irányelvei
 39. GERGELY Edit, DR. BEZEGH András Módszertani útmutató az üvegházhatású gázok közvetlen és közvetett kibocsátásának számítására
 40. DR. BEZEGH András, BITE Pálné Dr., GERGELY Edit Városi környezetvédelem (Fenntartható és okos városok)

- | | | |
|--------------|---|---|
| 41. | GÓDOR Balázs, DR. KÁSA László, SZÉKELY Bence | Híddaruk méretezési segédlete (2019.) |
| 42. | FÜRJES Andor Tamás, KOTSCHY András, NAGY Attila Balázs, CSOTT Róbert | Teremakusztikai méretezés gyakran előforduló szituációkban |
| 43. | DR. KARÁCSONYI Zsolt | Faanyagok tartós szilárdsága
Faanyagok szilárdságának változása az idő függvényében |
| 44. | DR. BALIKÓ Sándor, ORBÁN Tibor, VARGA Péter, DR. ZSEBIK Albin | Ötletlapok II. – Energiahatékonyság növelő ötletek egyszerű energetikai és gazdasági számításai |
| 45. | PRIMUSZ Péter, PhD. | Hajlékony útpályaszerkezetek méretezése talajstabilizációk figyelembevételével |
| 46. | NÉMETH Balázs, HÁMORI Sándor, KOSTYÁK Attila, VÍGH Gellért | Különböző funkciójú épületek klímatechnikája III.
Segédlet ipari épületek lég- és klímatechnikai rendszereinek tervezése |
| 47. | JANCSÓ Béla, KAVECZKI Gergely, KÓCZÁN Gábor, LABORCZI Tamás, KNOLMÁR Marcell, RAUM László | Csapadékvízgazdálkodás tervezési követelményei
Hogyan tervezzünk városi csapadékelvezető rendszereket |
| 48. | DOHÁNY Máté, SCHVANNER Norbert | Kerékpárosok sebességének felülvizsgálata jelzőlámpás csomópontokban |
| 49. | JÓZSA Bálint, S. VÍGH Judit | Sebességcsökkentés hatásainak vizsgálata gyorsforgalmi utakon |
| 50. | DR. ZSEBIK Albin, NOVÁK Dániel | Projektlapok I. – Energiahatékonyság növelő javaslatok projektlapjai |
| 51. | DR. MÓGA István | Beruházási projektek szabályozási és szabvány környezete, Tervezési követelmények meghatározása |
| 52. | DR. GÁBORI László, DR. BEINSCHRÓTH József, NÓGRÁDI Gábor, RÁTKAY Tamás | Informatikai Tervező szakmai minősítő rendszere (Informatikai szakmai terület illesztése a Mérnök Kamarai működési rendbe és rendszerekbe)
I. kötet: Konceptió és modell
II. kötet: Modell illesztése
III. kötet: Tudástár |
| 53. | VIRÁG Zoltán, GYURKOVICS Zoltán, SZAKÁL Szilárd, VIRÁG Zsolt, ORCSI Attila | Országos Tűzvédelmi Szabályzat épületgépész értelmezése a szakmai gyakorlatban
Segédlet a gyakorló épületgépész mérnökök számára I. |
| 2020. | | |
| 54. | DR. KISS Jenő, CSERMELY Gábor | JAVASLAT az egyszerű bejelentésű lakóépület megvalósításának – tervezés építés – módszerére |
| 55. | DR. SZILÁGYI Zsombor | A hidrogén a környezetbarát energiahordozó, Hidrogén az energetikában |
| 56. | VARGA Tamás, DR. SZEDENIK Norbert, DR. KOVÁCS Károly, KRUPPA Attila, KULCSÁR Lajos, KAPITOR György, TURI Ádám | A nem norma szerinti villámvédelem egységes műszaki követelményrendszerének kialakítása és javaslat a teljes villámvédelmi szabályrendszer jövőbeli egységesítésére |
| 57. | KÁDI Ottó | A gyalogosközlekedés közúti keresztezései |
| 58. | MOLNÁR Szabolcs | „Hulladékból konnektorba” A települési szilárd hulladék energetikai hasznosításának lehetőségei |

- | | | |
|-----|--|---|
| 59. | VÁRDAI Attila | Segédlet szabadidős létesítmények tartószerkezeti tervezéséhez |
| 60. | DR. BEJÓ László | Szénlábnyom-elemzés készítése a faiparban |
| 61. | JANCSÓ Béla, NÉMETH Gábor, SZIMANDEL Dezső | Szakmai útmutató vízellátási-művelési tervezők számára a 2020 január 1-én hatályba lépett „VIZEK keretrendszer” használatához |
| 62. | FELLEGI Zsóka, KARAFI Balázs, KOCH Edina, KOVÁCS Gábor, MURINKÓ Gergő, TÓTH Gergely József | Munkagödrök és földművek víztelenítése |
| 63. | HOLÉCZY Ernő, OLÁH Róbert, DR. SIKI Zoltán, DR. TAKÁCS Bence, DR. TÓTH Zoltán, VARGA Tibor | Módszertani útmutató az elavult ingatlan-nyilvántartási térképek korszerű technológiákkal végzett felújításához |
| 64. | DR. GÁBORI László, DR. MOLNÁR Bálint, NÓGRÁDI Gábor, RÁTKAY Tamás | Az Informatikai Tervező tervezési segédlete |
| 65. | NÁDASDY Tamás, TOMASCHEK Tamás, PALÁSTY István, SZECSŐ Dániel Géza | Dinamikus forgalomirányítás tervezői segédlete gyorsforgalmi úthálózat esetén |
| 66. | LENGYEL István | Szakmai útmutató szolgalmi jogok alapításához (mérnöki segédlet) |
| 67. | NÉMETH Balázs, SZLOVÁK Krisztián, VÍGH Gellért | Épületgépészeti tervezéshez praktikus, gyakorlati adatbázis |
| 68. | FÜRJES Andor Tamás, BORSINÉ Arató Éva, NAGY Attila Balázs, ILLYÉS László, BORSI Gergely | Teremakusztikai méretezés gyakran előforduló szituációkban (példatár) |
| 69. | DR. BORBÁS Lajos, GONDA Zoltán | Optikai feszültségvizsgálat – Kísérleti eljárás a konstrukció fejlesztésére, szerkezetek anyagfelhasználásának és teherviselésének optimalizálására |