

Fotogrammetria és lézer szkennelés – Milyen problémákra nyújthat megoldást?

Photogrammetry and Laser Scanning – What problems can it solve?

LUKÁCS Dávid-Attila ¹, KUSZÁLIK József ²

Dextra Capture SRL, Str. Baladei, nr.14, Cluj-Napoca, dextracapture@gmail.com, 0756 380 349,
<https://www.facebook.com/profile.php?id=dextracapture> ¹
Micro Mapper SRL, Aleea Peana nr. 3 apt. 25, Cluj-Napoca, office@micromapper.ro, 0731 359 929,
<https://www.micromapper.ro/> ²

Abstract

As entrepreneurs, we are always seeking the best solutions to emerging problems. New technologies bring us new opportunities, the application of which facilitates our problem-solving capabilities. In this study, we aim to shed light on some surveying techniques that contribute to faster and more accurate decision-making for architects, structural engineers and city planners.

Keywords: Photogrammetry, Laserscanning, Accuracy, Digital reconstruction

Kivonat

Vállalkozóként mindig egy felmerülő problémára keressük a lehető legjobb megoldásokat. Az új technológiák új lehetőségeket hoznak magukkal, melyek alkalmazása megkönnyítik a munkafolyamatokat is. Ebben a tanulmányban szeretnénk fényt deríteni néhány olyan felmérési technikára, amelyek hozzájárulnak az építészek, építőmérnökök és várostervezők gyorsabb és pontosabb döntéshozatalához.

Kulcsszavak: Fotogrammetria, Lézerszkennelés, Pontosság, Digitális rekonstrukció

ELMÉLETI HÁTTÉR

1.1 Hasonlóságok a két módszer között:

1. Adatgyűjtési eljárás: Mind a fotogrammetria, mind a lézerszkennelés alkalmazása során fizikai környezet térbeli adatainak gyűjtése történik.
2. Pontosság: Mindkét módszer nagyon pontos méréseket és modelleket képes nyújtani tárgyokról és terekről.
3. Vizualizáció: Mindkettő lehetővé teszi az építészek számára, hogy digitális formátumban jelenítsék meg és elemezzék a modellezett környezeteket.
4. Modellkészítés: Mindkét technika alkalmas 3D modellek létrehozására, melyeket tovább lehet használni tervezéshez, elemzéshez és bemutatáshoz.



1. ábra: Kolozsvári Szt. Mihály templom homlokzatfelmérés – Fotogrammetria (Dextra Capture SRL)

1.2 Különbségek a két módszer között:

1. Működési elv: A fotogrammetria fotók elemzésén alapul, fényképeket használ a modellek létrehozásához és a mérésekhez, míg a lézerszkennelés lézerekkel használ távolságok mérésére és pontfelhők létrehozására.
2. Felszerelés: A fotogrammetria általában fényképezőgépet vagy fényképezőgéppel felszerelt drónt igényel a képek rögzítéséhez, míg a lézerszkennelés speciális lézerszkennelési eszközöket használ.
3. Lefedettségi és részletességi: A lézerszkennelés általában nagyon részletes pontfelhőket biztosít, de lehetnek korlátai a lefedettség terén, míg a fotogrammetria nagyobb területeket képes lefedni, de esetenként részletességben és pontosságban alulmaradhat a lézerszkenneléses mérésekhez képest.

1.3 A felmérések lehetséges felhasználási területei:

1. Tervezés: Mind a fotogrammetria, mind a lézerszkennelés használható a meglévő tárgyak pontos rögzítésére, lehetővé téve a valóságban adatok beépítését a tervezési folyamatba.
2. Dokumentáció: Részletes és pontos feljegyzést biztosítanak a meglévő struktúrákról, amely elengedhetetlen a felújítási, helyreállítási és megőrzési projektekhez.
3. Helyszínanalízis: Az építészek felhasználhatják a fotogrammetria és a lézerszkennelés által nyert adatokat a helyszínanalízishez, a helyi adottságok megértéséhez és a tervezési döntések meghozatalához.
4. Vizualizáció és kommunikáció: Az ezekből a technikákból származó 3D modelleket felhasználhatják a vizualizációhoz, az ügyfeleknek tartott bemutatókhoz és a tervező csapattal való átláthatóbb kommunikációhoz.



2. ábra: Kolozsvári iskola keresztmetszete – lézeres felmérés
(MOD TOPO SERV SRL)

FELMÉRÉSEK PONTOSSÁGI ÉS HATÉKONYSÁGI ELEMZÉSE

2.1 Fotogrammetria – domborzatmodell pontossága

A fotogrammetriai alapú drónos felmérés pontossági vizsgálatát a geomorfológiai változások esetében Lukács Dávid-Attila a licensz dolgozatában elemezte.

A mérés során sikerült olyan pontos domborzatmodellt kapni, mely során ki lehet küszöbölni a klasszikus terepi felmérési módszert, így sokkal kevesebb munkával olyan pontos modellt lehet kapni, melyen többféle felmérés elvégezhető anélkül, hogy a szakértő ki kellene menjen újra terepre.

Az is kiderült, hogy milyen pontossággal lehet a drónos felméréseket alkalmazni időbeli változások kimutatására (pl: erózió, csuszamlás), így az időbeli változásokat vízszintes síkon 1.8 cm pontossággal meg lehet határozni (a pontosságot lehet javítani is igény szerint). A domborzatmodell függőleges pontossága 1.2cm lett. Ez által részletes szintgörbéket lehet kinyerni, melyekkel könnyebben megérthetőek a terepi sajátosságok. Szintgörbék mellett nyilván nagyon nagy segítséget nyújt a digitális magasság modell (DEM) és a digitális terepmodell (DTM), melyen láthatóak a domborzati alakzatok sokkal nagyobb felbontásban

Eredmények:

1. táblázat: Hagyományos vs. fotogrammetriai felmérés összehasonlítása (saját szerkesztés)

Felmérés típusa	Személy igénybevétele	Terepi munka időtartama	Feldolgozási időtartam	Össz időtartam	Szelvények száma	További mérésekre alkalmas
Fotogrammetria	1	2 óra 30 perc	2 óra	4 óra 30 perc	Korlátlan	Igen
Hagyományos felmérés	3	6 óra	5 óra	11 óra	Korlátozott (8 szelvény)	Nem, újabb terepi munkát igényel

A fotogrammetriai feldolgozás egy másik hasznos eredménye az ortofotó, mely a perspektivikus képeket, méretarány helyes és torzításmentes képként adja vissza.

2.2 Fotogrammetria – Homlokzat-felmérés pontossága

Mesteris diplomamunkában (Lukács Dávid-Attila, *Reconstituirea unei clădiri cu ajutorul tehnicilor fotogrammetrice (digitale) și reprezentarea acesteia în vederea valorificării în context arhitectonic*) épületfelmérés céljából lett alkalmazva a fotogrammetria. Pontosság vizsgálata végett, a végeredmény össze lett hasonlítva egy lézeres felmérés pontfelhőjével.

A fotogrammetriai modell és a lézerszkenneres modell között átlagosan 2 cm eltérés van. Egy 40m magas toronnyal rendelkező épületnél, ez a 2 cm elfogadható hibaérték.



3. ábra: Lézeres pontfelhő vs. Fotogrammetriás modell pontosság összehasonlítása
(forrás: Lukács Dávid diplomamunkájából)

2. táblázat: Fotogrammetria vs. lézerszkennelés vs. hagyományos felmérés homlokzat-felméréskor (saját szerkesztés)

Felmérés típusa	Személy igénybevétel	Terepi munka időtartama	Feldolgozási időtartam	Össz időtartam	Pontosság	ArhiCAD-ba betölthető file
Fotogrammetria	1	8 óra	70 óra	78 óra (3 nap, 6 óra)	~ 2cm	Részletes, színes Ortofotó/pont felhő
Lézeres felmérés	1	8	72 óra (3nap)	80 óra (3 nap, 8 óra)	1mm-2cm	Pontfelhő
Hagyományos felmérés	Legalább 2	6 - 8 óra	Nehezen felbecsülhető	Nehezen felbecsülhető	Nehezen felbecsülhető	Nincs

A felmérés következtében, a szakember egy pontos, egységes terméket kap a felmért épületről és kezdhet is neki a valóság „átkopírozásának” az iroda melegében. Ez a módszer segítségével, megszűnik a papír alapú felmérés bonyodalmas feldolgozása és leltározása ugyanakkor felgyorsítja a munkafolyamatokat, ezáltal megnö a hatékonyság.



4. ábra: Lézeres pontfelhő vs. Fotogrammetriás modell pontosság összehasonlítása
(forrás: Lukács Dávid diplomamunkájából)

2.3 Fotogrammetria – Ortofotó, DSM, DTM, szintvonalak - fix szárnyú drónnal

A fix szárnyú drónok nagyon hatékonyan használhatók nagy területek fotogrammetriai felmérésére, hiszen - modelltől függően - 1-2-3 és akár még több órán át fényképezhetnek-mérhetnek a levegőből egy akkumulátor segítségével. Több akkumulátorral tehát akár egész nap készíthetik a felvételeket a magasból.

Bemutatásra a Micro Mapper KFT Believer típusú fix szárnyú drónjának példáját szántam, amellyel Alexandru Ioan Cuza község négy településének bel- és külterületét, 29 négyzetkilométert, 1602 darab, 10 cm felbontású fényképpel fődte le 640 méter relatív magasságból 2 óra alatt, 72 km/h átlagsebességgel repülve. A drónos repülést 3 óras, 34 darab földi kontrollpont felmérésével egészítettük ki, ami a légifényképek pontos georeferenciálásához volt szükséges. Az irodai feldolgozása a képeknek 15 óra volt. Ezalatt elkészült a 10 cm-es felbontású ortofotó, a digitális felszínmodell (DSM), az osztályozott pontfelhő, a digitális terepmodell (DTM), valamint az 1 méteres alapszintvonalak.



5. ábra: 29 négyzetkilométeres, 10 cm felbontású ortofotó-térkép - Alexandru Ioan Cuza (IS) községben (Micro Mapper SRL)



6. ábra: Ortofotó részlet a templom körüli részről (Micro Mapper SRL) és

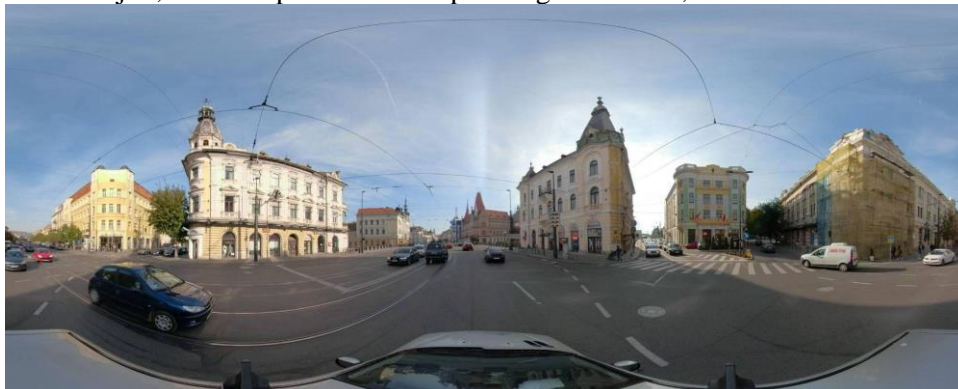
7. ábra: A terepen levő objektumok (torony, templom, házak, fák) magasság-térképe (Micro Mapper SRL)

A digitális felszín modellből (DSM - épületek, fák magasságát is tartalmazzák) kivonva a digitális terepmodell (DTM - amely csak a földfelszín magasságát tartalmazza) megkapjuk az épületek, fák, elősövények relatív magasságát. A digitális terepmodellből pedig kinyerhetők a szintvonalak a kívánt alapszintközzel. Alexandru Ioan Cuza község esetén, mivel a Szeret folyó első teraszán van és kevés szintkülönbség jellemzi, a szintvonalakat 1 méterenként generáltuk ki.

A naprakész és részletes ortofotó alapján digitalizáljuk a városrendezési tervhez szükséges topográfiai térképi elemeket térinformatikai formátumban.

2.3 Fotogrammetria – Utcafényképek - mobil térképészet segítségével

Hatékony terepi adatgyűjtő módszer, ha a települések utcáit autóval járjuk be és georeferenciált utcai fényképeket készítünk az összes épületről, helyszínről több szögből is. A 40 km-nyi utcahálót 17.000 fotóval fedtük le 2,5 óra terepi, illetve 2,5 óra irodai feldolgozással. Az utcafotók georeferenciálásához RTK korrekciójú GNSS-t használunk. Az így elkészített georeferenciált utcai fényképeket távolság és magasságmérésekre, különböző feliratok leolvasására (házsámok, közintézmények), illetve terepi elemek digitalizálására használjuk, de akár épület és utcafényképek megőrkítésére, dokumentálására is lehet használni.



8. ábra: Georeferenciált mérhető utcafényképek Kolozsvár belvárosában (Micro Mapper SRL)

LÉZERSZKENNERES ALKALMAZÁSI MÓDSZEREK

A lézerszkennerek a lehető legjobb pontossággal tükrözik vissza a valóságot. Ha a felmérést és feldolgozást végző szakember figyelmesen végzi munkáját, néhány milliméter pontos eredményt kap.

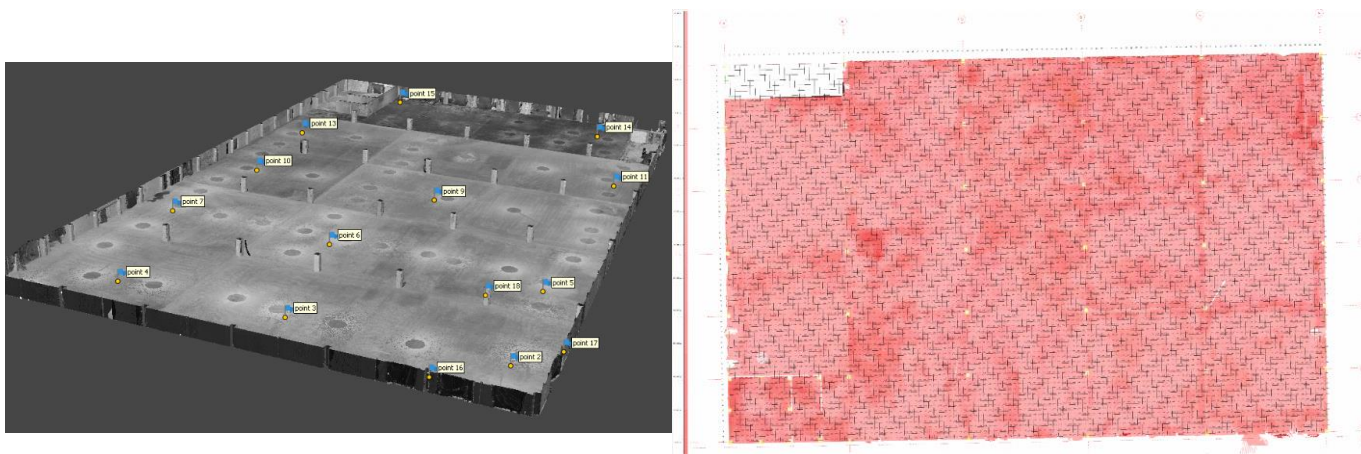
Ahol a fotogrammetriai felmérést nem lehet alkalmazni, ott a lézeres felmérés lép előtérbe. A lézeres felmérés tökéletes belső terek felméréséhez, nehezen elérhető helyek/objektumok (fém szerkezetek, tetőszerkezetek) felméréséhez, szemmel nehezen látható/nehezen meghatározható görbületek/hajlatok észrevételére, átláthatóságot és átfogó képen segítő, keresztoszvényekre tökéletesen használható, és földalatti járatok pontos felmérésére is alkalmas. Különös előnye, hogy teljes sötétségben is használható. Egészben látni egy épület keresztmetszetét, nagy segítség egy épület strukturájának megismerésére.

A lézeres felmérés egyik olyan egyedi felmérési módszer, amely képes a nagyon kis eltéréseket is kimutatni. A planimetriai méréseket lézerszkennel segítségével lehet a legpontosabban megvalósítani. Ott, ahol minden milliméter számít, ott feltétlenül nagyon jó minőségű műszereket kell használni.

Egy 8500 m² -es ipari csarnok lézerszkenneres felmérését azért kérték, hogy meghatározzák az alap magasságát, annak érdekében, hogy négyzetméterenként két pont között ne legyen nagyobb magasságkülönbség, mint 3mm. Azért volt ez fontos, mert ki akartak építeni egy hálózatot, melyen robotok fognak szállítani különböző tárgyakat a hálózat és a polcszerkezetek között.

Ennek érdekében lézeres felméréshez folyamodtunk, létrehoztunk egy „domborzatmodellt” a meglévő pontfelhőből, majd leolvastuk ez alapján a magassági értékeket. Sikerült észlelni a problémás területeket, viszont abba a problémába ütköztünk, hogy a problémás területeket meg is kell jelöljük a területen, hogy tudják, hol kell feltölteni, ugyanakkor, hol kell lecsiszolni a betonból. Ez amiatt nehéz feladat, mert folyamatosan figyelembe kellett venni, hogy egy csiszolás vagy feltöltés során, ne alakítsunk ki újabb hibákat a szomszédos területekkel, ahol eddig minden jó volt.

Ennek érdekében egy szoftveres alkalmazáson dolgozunk, amely megmutatja, hogy melyik területen, mit kell tenni (csiszolni vagy tölteni), és melyik megoldással jön ki olcsóbban a befektető.



9. ábra: Lézeres felmérés – Domborzatmodell vizsgálata ipari csarnok esetén (MOD TOPO SERV SRL)

IRODALMI HIVATKOZÁS

1. Lukács D., *A drónos mérések pontosságvizsgálata - Geomorfológiai alkalmazás*–, BSc. szakdolgozat – Kolozsvár, 2019.
2. Lukács D., *Reconstituirea unei clădiri cu ajutorul tehnicilor fotogrammetrice (digitale) și reprezentarea acesteia în vederea valorificării în context arhitectonic*, Mesteris szakdolgozat, Kolozsvár, 2021.