



ÓBUDAI EGYETEM
ALBA REGIA MŰSZAKI KAR

GISOPEN 2023

KONFERENCIA KIADVÁNY



Szerkesztette: Kulcsár Attila

Lektor: Balázsik Valéria

© Dr. habil Jancsó Tamás, Dr. Mihály Szabolcs, Dr. Nagy Gábor, Palya Tamás, Dr. Remetey-Fülöpp Gábor, Varga Attila

2023.

ISBN 978-963-449-343-3

Felelős kiadó: Prof. Dr. Györök György

Felelős szerkesztő: Dr. habil Pődör Andrea

TARTALOMJEGYZÉK

| | |
|--|-----------|
| <i>UAV technológia alkalmazása vidéki környezet modellezésénél</i> | <i>1</i> |
| <i>Fenntarthatósági monitoring, az MFTTT elmúlt évi aktivitása.....</i> | <i>7</i> |
| <i>Nyílt forráskódú eszközök GML állományok kezelésére.....</i> | <i>22</i> |
| <i>Földi illesztőpontok automatikus mérése és azonosítása</i> | <i>25</i> |

UAV technológia alkalmazása vidéki környezet modellezésénél

Jancsó Tamás
Alba Regia Műszaki kar
Óbudai Egyetem
Szekesfehérvár, Hungary
jancso.tamas@amk.uni-obuda.hu

Absztrakt— Az UAV (pilóta nélküli légi jármű) eszközökre épülő technológia alkalmazása vidéki környezetben az új szabályozással egyszerűbbé vált, mert lakott területen kívül a 120 m-es magassági korlát betartása mellett nincs szükség eseti légtérendélyre, ha az adott terület egyébként nem esik korlátozás alá. A piacon kapható UAV eszközök széles skálája alkalmas fotogrammetriai célú légifelmérések elvégzésére. Jelen cikk összefoglalja a DJI gyártó cég UAV eszközeit különböző szempontok szerint. Ezek közül a legolcsóbb változatok is már alkalmasak lehetnek a legtöbb feladatra. A repüléstervező programok között találhatunk ingyenes programokat, ami tovább könnyíti és még gazdaságosabbá teheti a technológia alkalmazását. Az elmondottak alátámasztására két alkalmazási példa is bemutatásra kerül.

Kulcsszavak— UAV technológia, légi felmérés, fotogrammetria, magassági modell, ortofotó

I. BEVEZETÉS

A vidéki környezet tanulmányozása légifelvétel alapján a legtöbb esetben könnyen és hatékonyan megvalósítható UAS (pilóta nélküli légi jármű-rendszer) technológiával. A két leggyakoribb feladat a digitális felszínmodell és a digitális ortofotó-mozaik előállítása [1]. Ezen végeredmények létrehozásához több lépésben vezet az út. Első lépésben ki kell választanunk az adott feladathoz alkalmas UAV eszközt. Ezután repülési tervet készítünk, melynél figyelemmel vagyunk a jogszabályokra (maximálisan megengedett repülési magasság, távolság lakott területtől), légi jármű képességeire (sebesség, üzemidő) és az elérni kívánt pontosságra (kamera felbontása, képek terepi felbontása, illesztőpontok mérete, száma és helye). A repülés végrehajtása után a feldolgozás kritikus része a külső tájékozási elemek közelítő értékeinek ismerete, a feldolgozandó képek száma, kamera kalibráció és a feldolgozó szoftver képességei (pl. kapcsoló- és illesztőpontok automatizált mérése [2]). A légiháromszögelés elvégzése után a felszínt leíró pontfelhő automatikusan előáll [3], de szinte minden esetben szükség van kézi javításra, pontszűrésre. A pontfelhő segítségével a digitális ortofotó-mozaik előállítása teljesen automatizált módon jön létre. Ezután az exportált adatokat további feldolgozásra beépíthetjük térinformatikai szoftverek adatbázisába vagy egyéb másodlagos termékeket állíthatunk elő (pl. digitális domborzatmodell, szintvonalas térkép, lejtőkategória térkép, kitétségi térkép, lefolyástérkép, eróziós térkép, stb.). Mindezeket a célokat akár egy olcsóbb UAV eszközzel is elérhetjük.

II. ALKALMAS UAV ESZKÖZÖK

A vidéki környezet tanulmányozása légifelvétel alapján általában lakott területen kívül történik. Az új szabályozásnak köszönhetően a nyílt kategóriában, a 120 m-es repülési magasságot betartva, számos felmérési feladat elvégezhető, ideértve a domborzatmodellezést, ortofotók készítését. A szabályok betartásában további könnyítés, ha az UAV eszköz súlya nem haladja meg a 250 grammot, akkor nem kell biztosítást kötni. Az 1. ábrán egy ilyen DJI mini 2 típusú UAV látható.



1. ábra DJI Mini 2 pilóta nélküli légi jármű (forrás: saját kép)

Az I. táblázatot áttekintve láthatjuk, hogy a DJI gyártócég palettája elég széles, a legolcsóbb DJI Tello típustól a komolyabb, több millió forintos típusokig terjed a skála. Fontos megemlíteni, hogy az RTK pontosságú GNSS vevővel ellátott változatok esetében a terepi illesztőpontok telepítése nem feltétlenül szükséges, mivel a képek vetítési centrumainak a meghatározása a repülés során rögzített navigációs adatokból megfelelő pontossággal meghatározható. Ugyanakkor a külső tájékozási elemek meghatározásához nem elegendő a vetítési centrumok megadása, emellett az inerciális forgatási szögeket is pontosan kell ismernünk. Ehhez külön, nagy pontosságú IMU (inerciális mérőegység) eszközökre is szükség van. Amennyiben lehetőségünk van a repülés végrehajtása előtt illesztőpontok telepítésére, akkor jóval olcsóbb UAV eszközt is választhatunk. A DJI Mini sorozat az ára miatt nagy népszerűségnek örvend, és a beépített kamera felbontása is megfelelő fotogrammetriai célú légifelmérések elvégzésére.

I. TÁBLÁZAT .ALKALMAS DJI TÍPUSÚ PILÓTA NÉLKÜLI LÉGIJÁRMŰVEK

| Típus | Altípusok | Alapárak (eFt) | Kamera (Mpixel) | Súly (gr) | Repülési idő (perc) | Extrák |
|-----------------|--|----------------|-------------------------------|----------------|---------------------|-----------------------------|
| DJI Tello | - | 45-75 | 5 | 80 | 13 perc | - |
| DJI Mini | 2, 3, 3 Pro, SE | 200-300 | 12-48 | 249 | 31-34 | 18 km hatótáv |
| DJI Mavic | 2 (Zoom, Enterprise, Advanced), 3, Pro | 500-2500 | 12-48 | 909 | 31 | hőkamera |
| DJI Phantom | 4 Pro, 4 RTK, Multispectral | 700-2600 | 20 2 (RGB,RE,NIR) | 501-2000 | 25-35 | RTK, multispektrális kamera |
| DJI Inspire | 1, 2, 3 | 1000-4700 | Kamerafüggő (12-45 Mpixel) | Max. 4300 | 23-28 | 8K video támogatás |
| DJI Matrice 210 | 210, 300, RTK | 3000-4500 | Pi. Zenmuse, Sentera 6X | Max. 6140-9000 | 33-34 | Több kamera is lehet rajta |

III. REPÜLÉSI TERVEK KÉSZÍTÉSE

A DJI Mini típusú UAV használatában az egyedüli problémát a megfelelő repüléstervező program kiválasztása jelentheti, ugyanis az ingyenes verziók között általában nem támogatott ez a típus. A II. táblázat a legismertebb repüléstervező programokat foglalja össze. Láthatjuk, hogy a „Hátrány” oszlopban több helyen is elfordul, hogy a Mini sorozat nem támogatott. A jó hír az, hogy a dh drone harmony szoftver viszont minden DJI Mini változatot támogat, sőt az ingyenes verzióval az alapvető fotogrammetriai felmérést is meg lehet tervezni. A szoftver további előnye, hogy mobil applikáció mellett webes felületen is megtervezhetjük és elmenthetjük a repülési tervet, amit a terepen könnyen behívhatunk a mobil applikációba (2. ábra).



2. ábra dh drone harmony webes felülete (forrás: <https://app.droneharmony.com/>)

II. TÁBLÁZAT .REPÜLÉSI TERVEK KÉSZÍTÉSÉRE ALKALMAS SZOFTVEREK

| Program | Op. rendszer | Ár | Előny | Hátrány |
|---------------------|-------------------------------------|--|--|---|
| DJI GS PRO | iOS (iPad) app | Ingyenes | DJI támogatás | Csak iOS, DJI mini támogatás nincs |
| DJI Pilot | iOS, Android app | Ingyenes | DJI támogatás | DJI mini sorozat és a Mavic Air2 nem támogatott |
| DJI FlightPlanner | Windows, iOS asztali program | 99 USD | Könnyű kezelés, 30 napig ingyenes, DJI mini támogatott | Kell hozzá android app is (Litchi) |
| UgCS PRO | Windows, iOS, linux asztali program | 790 Euro | Széles körű támogatás, oktatás ingyen | Kell hozzá android app is, DJI mini támogatás nincs |
| Pix4DCapture | iOS, Android app | Ingyenes | Könnyen használható | DJI mini támogatás nincs, feldolgozás fizetős |
| DroneDeploy Capture | iOS, Android app | Ingyenes a tervezés, de a repülés és feldolgozás fizetős, min. 329USD/hónap | Elég egy app, 14 napig ingyenes | Nem mindegyik DJI drón (pl. a Mini sorozat) támogatott |
| Map Pilot PRO | iOS, Android app | Ingyenesen is használható, de korlátozott funkciókkal (átfedés, rep. magasság, nincs terepkövetés, stb.) | Viszonylag olcsó a PRO verzió egy évre (150USD/év). DJI mini is támogatott | PRO verzió fizetős, min. 15USD/hónap |
| dh drone harmony | iOS, Android app, web app | Ingyenes, de pl. nincs terepkövetési mód | Minden DJI típus támogatott | A feldolgozás és a teljes funkcionalitás fizető (33USD/hónap) |

IV. LEHETSÉGES VÉGTERMÉKEK

A III. táblázat foglalja össze a lehetséges végtermékeket [4]. A legtöbb végtermék automatikusan előállítható, de vannak olyan folyamatok, ahol a manuális kiértékelés még nem kerülhető el, ilyen feladat lehet pl. a vonalas térképek előállítás.

III. TÁBLÁZAT LEHETSÉGES VÉGTERMÉKEK

| Megnevezés | Automatikusan előállítható | Lehetséges változatok |
|-------------------------|--|--|
| Tájékozott tömb | Igen, de az illesztőpontok bemérése legtöbbször manuális | Kép alapú, modell alapú |
| Sűrített pontfelhő | Igen, de kell szűrés, javítás, akár manuálisan is, osztályozás nem mindig automatikus. | Csak koordináták, színezett pontfelhő koordinátákkal, szegmentált, osztályozott pontfelhő. |
| DFM, DTM | Igen, de kell szűrés, javítás, akár manuálisan is. A hiányzó részeket interpolációval be lehet/kell foltozni. | TIN, GRID, szintvonal |
| Színezett felületmodell | Igen, de a takart részek hiányozhatnak. | Fotórealisztikus, színskálás modell. |
| Ortofotó | Igen, de mozaiknál a vágóélek kijelölése lehet manuális is. | Képenként, képpáronként vagy mozaik egy tömbre. |
| Vonalas térkép | Nem vagy csak részben, bizonyos korlátozásokkal (pl. utak, épületek, vízfelületek, felismerése és vonalas kiértékelése). | 2D kiértékelés ortofotón, eredeti fotón (monoplotting). Kiértékelés 3D-ben. |
| Osztályozott kép | Igen, de bizonyos osztályozásokhoz kell betanítás. | Ellenőrzött, automatikus, objektum alapú. |

V. ALKALMAZÁSI LEHETŐSÉGEK VIDÉKI KÖRNYEZETBEN

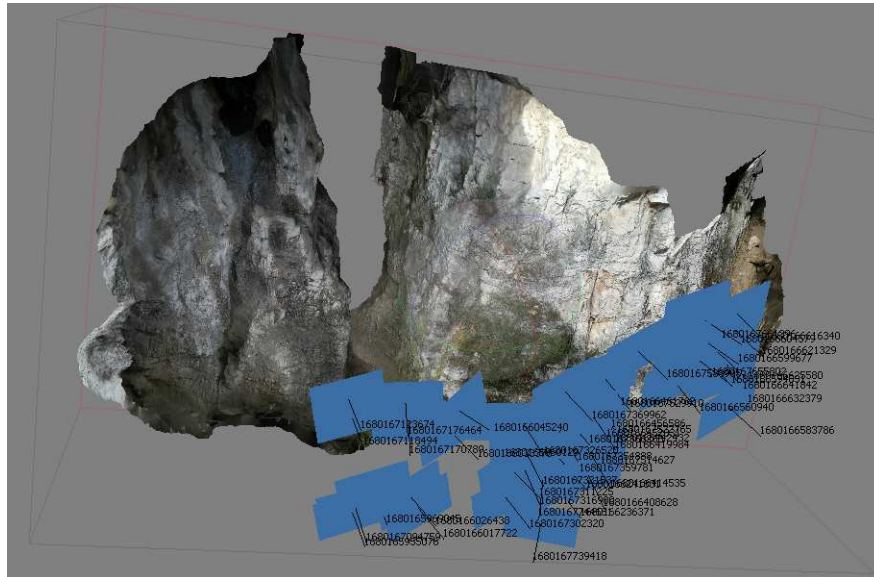
Vidéki környezetben számos gyakorlati feladat megoldását támogatja a pilóta nélküli légi járművel végzett felmérés. A technológia alkalmazhatóságát nagyban befolyásolja a felmérni kívánt terület nagysága, mivel nagyobb területek esetében a felmérés hatékonysága és gazdaságossága már megkérdőjelezhető. Ettől függetlenül, a teljesség igénye nélkül, a következő területeken lehet létjogosultsága az UAV eszközzel történő felmérésnek:

- Domborzat vagy felszín modellezése nagy méretarányú tervezéshez, részletes topográfiai térképekhez.
- Légifelmérés régészeti kutatásokhoz.
- Utak, vasútvonalak, folyók, vízfolyások, egyéb vonalas létesítmények (olaj-, gáz-, villamos vezetékek) vizsgálata, felmérése.
- Állapotfelmérés környezetvédelmi céllal.
- Erdészeti felmérések, erdőtüzek nyomon követése, fafajták osztályozása, faállomány betegségei, természeti károsodás megállapítása.
- Mezőgazdasági célú felmérések (terménybecslés, növényfejlődés vizsgálata, precíziós gazdálkodás, talajnedvesség, talajtípus, növénykárosodás, gyomosodás, talajerózió, szikesedés vizsgálata).
- Kisebb területre kiterjedő belvíz, árvíz, aszály felmérése.
- Geológiai, geofizikai célú felmérések, felszíni formák elkülönítése.
- Külszíni bányák felmérése, térfogatszámítás.
- Kisebb területre kiterjedő veszélyes helyek, katasztrófák felmérése.

Nézzük meg két alkalmazási példán, hogy mennyire gazdaságos és hatékony tud lenni az UAV-val történő felmérés.

A. Alkalmazási példa -barlangfelmérés

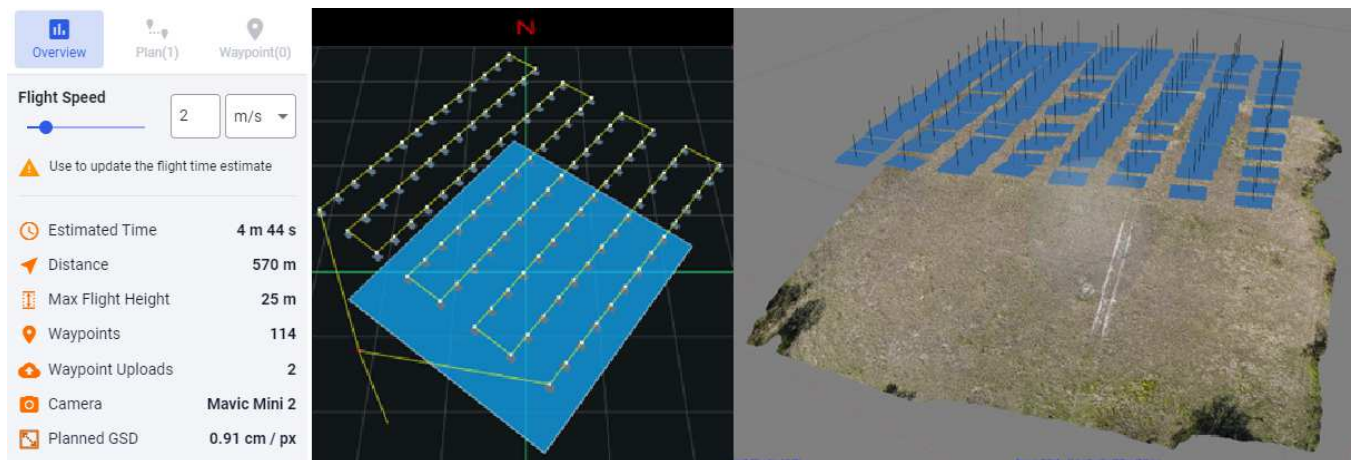
Barlangok bejáratának és a belső járatoknak a felmérése történhet geodéziai vagy fotogrammetriai úton. A geodéziai felmérés költséges eszközöket (mérőállomás, GNSS vevő, földi lézerszkenner) igényel. A fotogrammetriai felmérésnél gondot jelenthetnek a szűk helyek és a megfelelő megvilágítás hiánya, bár ez kompenzálható nagy teljesítményű reflektorokkal. Az I. táblázatban a legkisebb méretű DJI Tello drón alkalmas lehet egy barlang bejáratának és belső tereinek a felmérésére, mivel kis méretének köszönhetően szűk helyeken is készíthetünk vele felvételeket. A kamera 4 Mpixel-es felbontása sem jelent akadályt, mert a felvételek pár méteres távolságokról készülnek, így a terepi felbontás 1 cm vagy az alatti lesz. A 3. ábrán egy kisebb barlang bejáratának felmérését láthatjuk.



3. ábra Barlang bejáratának felmérése DJI Tello drónnal

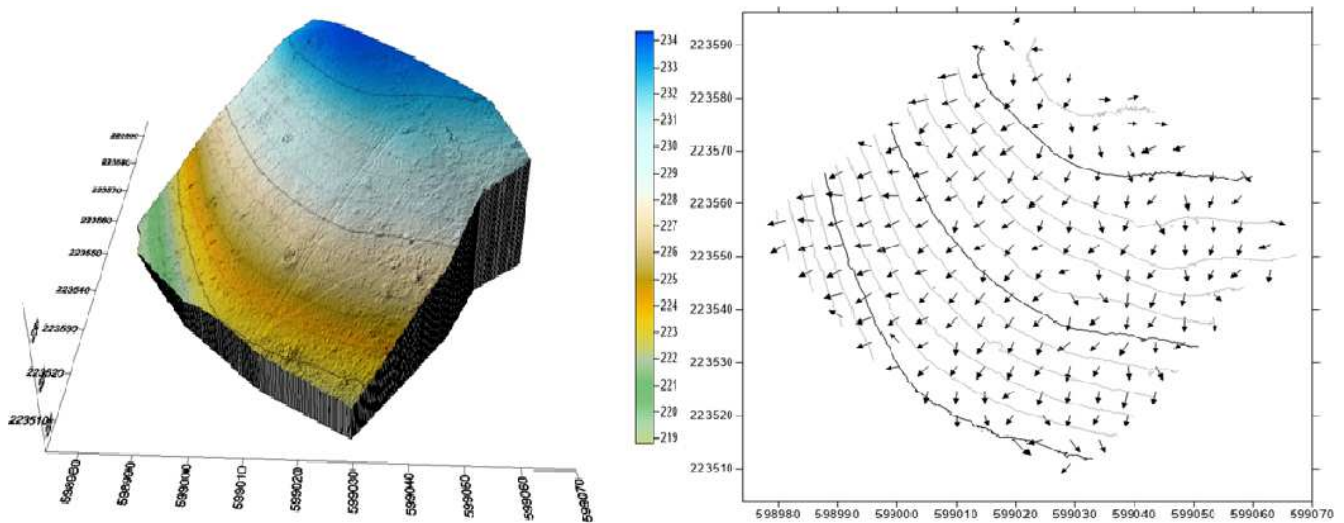
B. Alkalmazási példa – mikrodomborzat felmérése

Abban az esetben, ha kis kiterjedésű területen a mikrodomborzat topográfiai célú felmérése a cél, az UAV eszközzel végzett légi felmérés és kiértékelés ideális megoldás lehet. Ilyen esetekben alacsony repülési magasságot kell tervezni, hogy a terepi felbontás a lehető legnagyobb legyen, szem előtt tartva a gazdaságosságot és figyelve arra, hogy a képek száma ne legyen túl sok, mert az megnehezítheti a feldolgozást. A 4. ábrán egy kisebb, enyhén dombos terület felmérési eredményét láthatjuk. A repülési magasság 25 m volt, ami igen részletes, 1 cm alatti terepi felbontást eredményezett. Ennek eredményeként pl. a 4. ábrán látható párhuzamos sávokkal határolt erdei út is jól elkülöníthető az elkészült domborzatmodellen (lásd az 5. ábrát).



4. ábra Domborzat felmérése DJI Mini 2 drónnal

Az 5. ábra a Golden Surfer programban elkészült digitális domborzatmodellt és az abból levezetett lejtőiránytérképet mutatja, melyek előállítására terepi felméréssel még ilyen kis területen is hosszadalmas folyamat lett volna.



5. ábra Domborzatmodell és lejtőirány térkép előállítása Golden Surfer programban

Összefoglalásként elmondható:

- Olcsóbb DJI modellek is alkalmasak sok földmérési, távérzékelési, modellezési feladatra (pl. DJI Mini 2).
- Ingyenes repüléstervező programok is elérhetők.
- Problémát jelenthet, ha nincsenek közelítő külső tájékozási elemek.
- Kerülendő a nagy méretarány-különbség a képek között, mert ez megnehezíti az automatizált képfeldolgozást.
- Vidéki környezetben, lakott területtől távol nem kell eseti légtérendélyt kérni, ha egyébként ott nem korlátozott vagy tiltott a légtér.
- A 120 m-es repülési magasság a legtöbb feladathoz elegendő.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A cikk megírását a „Felületi formák jellemzőinek vizsgálata vidéki környezetben pontfelhők és távérzékelési adatok alapján” című 2019-2.1.11-TÉT-2020-00171 azonosító számmal ellátott kétoldalú kínai-magyar TÉT projekt, valamint az Óbudai Egyetem Alba Regia Műszaki Kara támogatta.

IRODALOM

- [1] Basics Gy., Engler P., Guszlev A., Jancsó T. (2009): Digitális adatgyűjtési technológiák, FVM Vidékfejlesztési, Képzési és Szaktanácsadási Intézet, Budapest, ISBN 978-963-9675-63-6, 3. fejezet, pp. 99-150.
- [2] Hirschmüller H. (2011): Semi-Global Matching – Motivation, Developments and Applications, in: Dieter Fritsch (Ed.): Photogrammetric Week'11, Stuttgart, Wichmann Verlag, Berlin, ISBN 978-3-87907-507-2, pp. 173.183.
- [3] Jancsó T. (2012): Digital Terrain Modeling by Image Matching, In: Neményi M, Heil B (szerk.), The Impact of Urbanization, Industrial and Agricultural Technologies on the Natural Environment: International Scientific Conference on Sustainable Development and Ecological Footprint. 400 p., konferencia helye, ideje: Sopron, Magyarország, 2012.03.26-2012.03.27. Sopron: Nyugat-magyarországi Egyetem (NYME), ISBN 978-963-19-7352-5, 6 p.
- [4] Kraus K. (2007): Photogrammetry, Geometry from Images and Laser Scans, Walter de Gruyter GmbH & Co. KG, Berlin, 2. kiadás, ISBN 978-3-11-019007-6

Fenntarthatósági monitoring, az MFTTT elmúlt évi aktivitása

Dr. Mihály Szabolcs PhD
Fenntartható Fejlődési Célok
Munkacsoport (WG4SDG)
Magyar Földmérési, Térképészeti és
Távérzékelési Társaság
Budapest, Magyarország
mihaly.szabolcs43@gmail.com

Dr. Remetey-Fülöpp Gábor
Fenntartható Fejlődési Célok
Munkacsoport (WG4SDG)
Magyar Földmérési, Térképészeti és
Távérzékelési Társaság
Budapest, Magyarország
gabor.remetey@gmail.com

Palya Tamás
Fenntartható Fejlődési Célok
Munkacsoport (WG4SDG)
Magyar Földmérési, Térképészeti és
Távérzékelési Társaság
Budapest, Magyarország
palyatamas11@gmail.com

Összefoglalás—A cikk bemutatja a téradatok kulcsszerepét a fenntartható fejlődési célok megvalósításának a nyomon követési és értékelési folyamatában. A kulcselemhez tartozó néhány kiemelkedő téradat infrastruktúrát, nemzetközi és hazai intézményi háttérrel és trendet ismertet. Tájékoztat a Magyar Földmérési, Térképészeti és Távérzékelési Társaság Fenntartható Fejlődési Célok Munkacsoportjának tevékenységéről. E tevékenységből kiragadva, a beporzók és biológiai sokféleség fenntarthatóságának téradat kulcseleme ügyében lezajlott kezdeményezését mutatja be. Írunk MFTTT Munkacsoportunk küldetésének nemzetközi visszaigazolásáról.

Kulcsszavak—Fenntartható fejlődés, monitoring, téradat, infrastruktúra, globális, beporzók

I. BEVEZETÉS

Az ENSZ Agenda 2030 globális program (Sustainable Development Goals, SDGs,) és a hazai Nemzeti Fenntartható Fejlődési Keretstratégia (NFFS) céljai megvalósításának nyomon követésekor és az értékelések folyamán a téradatok hangsúlyos szerepet játszanak. Források: Agenda 2030 <https://www.un.org/sustainabledevelopment/development-agenda>, NFFS <https://eionet.kormany.hu/akadalymentes/download/1/26/71000/NFFT-HUN-web.pdf>.

Az ENSZ Agenda 2030 Dokumentum külön fejezetet szentel a fenntarthatósági célok megvalósításában előállt változások nyomon követésének, értékelésének és jelentésbe foglalásának. E fejezet 74.(g) bekezdése szerint:

A nyomon követés szigorú és bizonyítékokon alapuló legyen, az országok által levezényelt elemzésekre és adatokra támaszkodjék, az adatok pedig kiváló minőségűek, hozzáférhetőek, időszerűek, megbízhatóak és jövedelem, nem, kor, faj, etnikai származás, bevándorló jogállás, fogyatékoság, földrajzi hely, valamint más, nemzeti összefüggésben releváns tulajdonságok szerint differenciáltak legyenek. Külön kitétel, hogy biztosítva legyen az összhang a Hivatalos Statisztika Alapelveivel.

A földrajzi helyet, a téradatokat és szélesebb értelemben szakmánk teljes körű szolgáltatását a fenntarthatósági feladatokban országon belül és országok között, a különféle szektorok terén, földrajzi és szektor határokon át használjuk, mert

- állapotokat rögzítenek,
- változások nyomon követését (gyakran: monitoring-t) teszi lehetővé,
- átláthatóságot biztosítanak,
- hitelesen dokumentálnak,
- bizonyító erejűek,
- környezeti, gazdasági és társadalmi értékelések és jelentések eszközei,
- szakmai és politikai döntések alátámasztását szolgálják.

Cikkünkben a téradatok fontosságát elemezzük, néhány jellegzetes téradat infrastruktúrát és azokhoz kapcsolódóan különleges szervezeti kereteket mutatunk be nemzetközi és hazai szinten. A beporzók fenntarthatóságának bemutatásával egy különleges téradat szerepet ismertetünk. Arról is írunk, hogy MFTTT Munkacsoportunk küldetése találkozik a nemzetközi elvárásokkal.

Jelen cikkünkhöz fontos előzmények találhatóak a GISopen 2023 konferencia előadásban [1] és a Magyar Földmérési, Térképészeti és Távérzékelési Társaság (MFTTT) WG4SDG rövidítésű

Fenntarthatósági Munkacsoport 2022. évi jelentésében az MFTTT hírportálon [2]. Előzményként hivatkozunk bizonyos alapoó ismereteket tartalmazó, az Erdélyi Magyar Műszaki Tudományos Társaság (EMT) kiadványában megjelent cikkünkre [3], és a Fény-Tér-Kép konferencián 2022-ben elhangzott előadásunkra [4]. Magyar vonatkozású áttekintést nyújt a Big Earth Data Journal folyóiratban közölt részletes tanulmányunk [5].

II. TÉRADATOK – A GLOBÁLIS FENNTARTHATÓSÁGI MONITORING KULCSELEME

A. Fokozott téradat igény a fenntarthatóság megsegítésére

Világszerte felismerés, hogy

- a) A 2016-2030 közötti megvalósításra tervezett Agenda 2030 program kezdetben alul becsülte a téradatok szerepét a környezeti, gazdasági és szociális tematikájú fenntarthatósági célok és feladatok monitorozása, jelentés tétele és elemzése folyamatában. Ugyanez igaz pl. a magyar NFFS keretstratégia esetében is;
- b) A téradatok iránti igény időben, térben és tematikailag folytonos. A fenntarthatóság programja nem csak a jelenleg érvényben lévő időhatárokig (mondjuk, 2030-ig) tart, hanem a jövő időtávlaiban folyamatos. Ugyanez igaz a térbeliségre (most itt, vagy ott, vagy éppen a világon mindenhol) és a fenntarthatósági tematikákra (környezeti, gazdasági, szociális);
- c) A fejlődés fenntarthatóságát támogató célok elérése útján szükséges nyomon követési, dokumentálási, elemzési és jelentéskészítési tennivalók ellátásakor a téradatokkal szemben támasztott követelmények sokkal szigorúbbak, semmint azt eleinte gondoltuk volna. Ilyenek:
 - a téradatok mennyisége és féleségeinek teljes skálája,
 - a téradatok pontosságának és felbontásának sokfélesége, széles skálája,
 - a téradatok vonatkoztatási rendszerének, féleségi tartalmának és szerkezetének egységessége és szabvány-alapúsága, kizárólagossága,
 - a lokális, regionális és globális szinteken való alkalmazhatóság,
 - a téradatok cél- és feladat szempontú integrálása,
 - a téradatok interoperabilitása,
 - a téradatok megosztása, elérhetősége és szabad, de mégiscsak szabályozott áramlása,
 - közösen értelmezett, definitív adatpolitika működtetése,
 - a téradatok értelmezhetősége a fenntarthatóság minden szereplője számára;
- d) Elkerülhetetlen és igény van arra, hogy a téradatok fenntarthatósági monitoring és elemzési célú működtetését infrastruktúra szerűen nemzetközileg közös szintre vigyék. Ezt szolgálja az ENSZ GGIM szervezete (az ENSZ Globális Téradat Információ Kezelés Szakértői Bizottsága, eredetileg angolul: UN-GGIM, UN Committee of Experts on Global Geospatial Information Management, <https://ggim.un.org/>).

A fenntarthatósági monitorozásban és elemzésekben a téradatok szerepére helyeződő hangsúlyt jól kifejezi az, hogy a domináns országok, ország csoportok és az Agenda 2030 megvalósítását kézben tartó ENSZ GGIM ma már összehangolt figyelmet, jelentős pénzeszközöket és szervezeti erőket fordít a téradat használat infrastruktúrájának és szervezeteinek kiépítésére, e szervezetek összehangolására, a földmegfigyelési, térinformatikai, térképészeti, geodéziai és földmérési nemzetközi szervezetekre, a kormányok bevonására valamint a téradatok együttműködésben történő működtetésére.

B. Példák a fenntarthatósági nyomon követést szolgáló téradat infrastruktúrák teremtésére

1. Integrált Térinformációs Keretrendszer (IGIF) bevezetése 2020-ban, ENSZ GGIM.
2. Globális Geodéziai Vonatkoási Keret (GGRF, Global Geodetic Reference Frame) a Fenntartható Fejlődésért koncepció 2021-től, ENSZ GGIM.
3. Az ENSZ Globális Geodéziai Kitűnőségi Központja (UN-GGCE, UN Global Geodetic Centre of Excellence) létrehozása és felavatása 2023. március 19-én a németországi Bonnban, az IAG javaslata alapján és az ENSZ GGIM szervezésében,
4. CBAS nemzetközi kutatóközpont létrehozása 2021-ben Kínában, államelnöki rendeletre és ENSZ támogatásával,

5. Copernicus program beindítása és működtetése az ESA által a 2010-s évek elejétől <https://www.copernicus.eu/en>,
6. Földmegfigyelési Információs Rendszer (FIR) létrehozása és 2022-ben a földmegfigyelési adatinfrastruktúra kialakítása és szolgáltatások beindítása, Lechner TK. Célja: Szolgáltatás közcélokra és konkrét alkalmazásokra (pl. változás monitoring és fenntarthatóság). <https://fir.gov.hu/> és <https://lechnerkozpont.hu/oldal/fok>.
7. Magyarország Ökoszisztéma alaptérképe, amely a Tájkarakter rétegekkel együttes használatban a Nemzeti Ökoszisztéma-szolgáltatások Térképezését és Értékelését (NÖSZTÉP) szolgálja. Célja: ökoszisztémánk állapotának bemutatása, a nyomon követéshez alaptérkép és indikátorok szolgáltatása, fenntarthatósági vizsgálatok végrehajtása [DOI:10.34811/osz.alapterkep.dokumentum](https://doi.org/10.34811/osz.alapterkep.dokumentum).

A direkt ENSZ támogatottság okán és a megvalósuló nemzetközi együttműködések fontosságát tekintve, az első négy fenntarthatósági célú globális téradat-szervezeti megoldás néhány jellemzőit mutatjuk be cikkünkben. A másik három esetben linkeket adunk, ahol az olvasó azokat tételesen megismerheti.

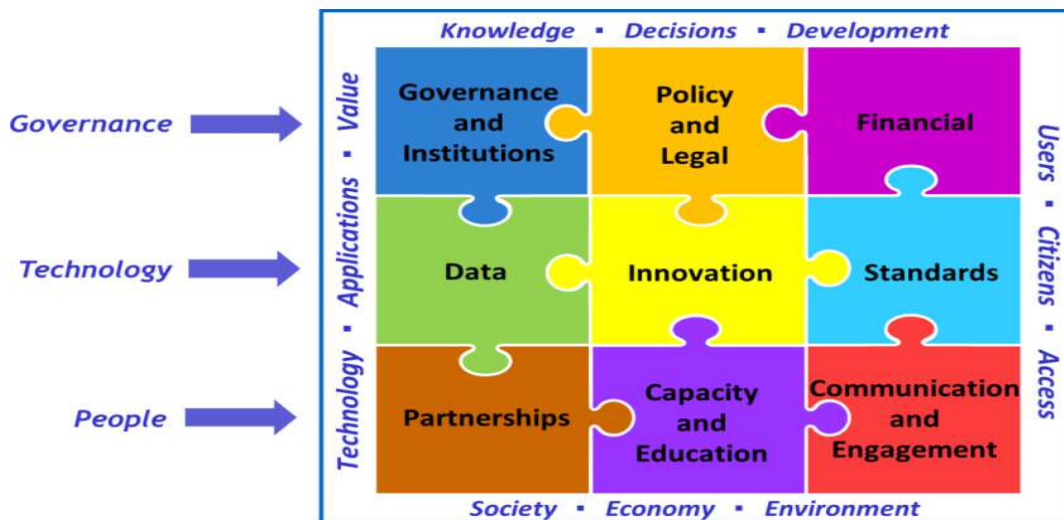
III. SZEMELVÉNYEK A FENNTARTHATÓSÁGI MONITOROZÁST SZOLGÁLÓ TÉRADATOK INFRASTRUKTÚRÁIBÓL

A. Az ENSZ által szervezett Integrált Térinformációs Keretrendszer (UN-IGIF)

Az ENSZ GGIM Szakértői Bizottsága 2020-ban elfogadta az ENSZ Integrált Térinformációs Keretrendszerét (UN Integrated Geospatial Information Framework (IGIF)). Forrás: <https://ggim.un.org/IGIF/>.

Részletes megismerés céljából jelen cikk olvasójának ajánljuk felkeresni az UN-IGIF végrehajtási útmutatóját, amelynek 2. kiadása a https://ggim.un.org/IGIF/documents/Part_1_UN-IGIF_Overarching_Strategy_Second_Edition_27Feb2023.pdf web helyen található. Az alábbi 1. ábra ebből az Útmutatóból való.

Az IGIF a téradat kezelés fejlesztéséhez, integrálásához és megerősítéséhez szolgál alapul és vezérelvként a világ országai és a nemzetközi közösségek számára.



1. ábra Az Integrált Térinformációs Keretrendszer hatásterületi sémája
Forrás: [Part_1_UN-IGIF_Overarching_Strategy_Second_Edition_27Feb2023.pdf](https://ggim.un.org/IGIF/documents/Part_1_UN-IGIF_Overarching_Strategy_Second_Edition_27Feb2023.pdf)

Az IGIF a helymeghatározási információkra összpontosít, amelyek

- integrálandók bármely más adattal társadalmi és környezeti problémák megoldására,
- a gazdasági növekedés és a lehetőségek katalizátorai,
- támogatják a nemzeti és a fenntartható fejlődési célokat.

Az IGIF-t *kilenc stratégiai gondolat* (kormányzat és intézmények, politika és jog, pénzügy, adatok, innováció, szabványok, partnerségi terület, képesség és oktatás és kommunikáció és szerepvállalás) és *három hatásterület* (kormányzat, technológia és lakosság) határozza meg.

Megvalósításával a stratégiai gondolatok előnyöket teremtenek a téradatok használata terén, különösen a fenntarthatóság jegyében, nevezetesen

- a társadalom, gazdaság és környezet területén,
- a technológiai, alkalmazási és értékteremtési szférában,
- az ismeretbővítés, döntéshozatal és fejlesztések számára és
- felhasználók, állampolgárok és elérhetőség tekintetében.

Másképpen fogalmazva, az UNIGIF egy irányadó térinformatikai keretrendszer, amely

- *kilenc stratégiai úthoz* kötődve *három fő befolyási területre* (kormányzás, technológia és az emberek) van hatással;
- maximalizálja a téradatok innovatív és integrált jellegét: elérhetővé/hozzáférhetővé teszi azokat a kormányok, közösségek, vállalkozások, tudományos körök és civil társadalmak számára, valamint
- szolgálja új termékek, szolgáltatások és alkalmazások innovációját, közös létrehozását és fejlesztését újfajta ismeretek biztosítására a tényeken alapuló politika és döntéshozatal számára.

B. Globális Geodéziai Vonatkozási Keret (GGRF)

Az ENSZ Közgyűlés 2015-ben „Global Geodetic Reference Frame for Sustainable Development, GGRF” elnevezéssel indított világprogramot (https://ggim.un.org/documents/A_RES_69_266_E.pdf), aminek magyar megfelelője: Globális Geodéziai Vonatkozási Keret a Fenntartható Fejlődésért. Erről már születése időpontjában, a Budapesten tartott 2015. márciusi Európai Földmérők Napja alkalmából és a Geodézia és Kartográfia folyóiratunk akkori számának oldalain is adtunk információt.

A 2015. évi indulás után az UN-GGIM (<https://www.unggrf.org/>) 2021. július 29-én helyzetértékelést fogadott el, és a GGRF fenntartását irányozta elő globális alkalmazások és közös referencia céljából.

A GGRF egy hiteles, megbízható, nagy pontosságú és globális térbeli vonatkozási infrastruktúra. Tartalmazza az égi és földi vonatkozási keret termékeket, az azok létrehozására használt infrastruktúrát, valamint adat, elemzési és a termék-létrehozási eszközrendszereiket. Belfoglaltatnak a csillagászati objektumok, mesterséges holdak, földi és égi mérő, megfigyelő és követő rendszerek, földi és égi megfigyelő állomások, folyamatos és kampányszerű megfigyelési periódusok és intézmények, feldolgozó és elemző központok, gravimetriai megfigyelések, termékek és magassági rendszerek.

A GGRF Globális Geodéziai Vonatkozási Keret a bizonyítékokon alapuló politikák, döntések és program-megvalósítások megalapozója. Ez támasztja alá a nemzeti szinten integrált téradat információk begyűjtését és szervezését. Szolgálja dinamikus Földünk monitorozását.

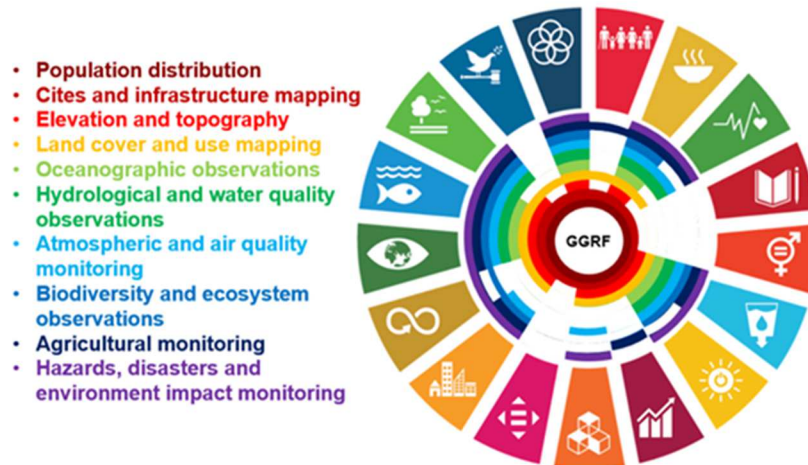
A GGRF az, amire hitelesen lehet hivatkozni a szociális, környezeti és gazdasági kezdeményezések alkalmával, a földtudományi kérdésekben, valamint a Fenntartható Fejlődés Céljait megfogalmazó Agenda 2030, a Sendai Katasztrófa Kockázat-csökkentési Keretrendszer megvalósításakor, és más globális, regionális és nemzeti kezdeményezésekben.

A GGRF teszi igazán lehetővé a nemzeti szintekből és szinteken integrált téradatok és földmegfigyelések pontos gyűjtését, szervezését és összehangolt alkalmazását

- a föld- és klíma tudományokban,
- a közbiztonság és katasztrófa helyzet monitorozásában, elemzésében és szervezésében,
- a GNSS/GPS alkalmazásokban (precíziós mezőgazdaság, helyfüggő szolgáltatások, bányászat, földmérés, telekommunikáció, telematika, navigáció vízen és szárazföldön stb.),
- a föld- és vízügyi adminisztrációban,
- a Fenntartható Fejlődési Célok megvalósításának monitorozásában és állapot elemzésekben és dokumentálásban

Ezt a GGRF nemzetközi piktogramja is mutatja, a fenti leíráshoz képest is részletesebben, a 2. ábrán.

A GGRF és a téradatok létfontosságúak a nemzetközi Fenntartható Fejlődési Célok és a magyar Nemzeti Fenntartható Fejlődési Keretstratégia megvalósításának a nyomon követésében, elemzésében és dokumentálásában.



2. ábra A GGRF Globális Geodéziai Vonatkozási Keret piktogramja a felhasználási területek megjelölésével
Forrás: <https://www.unggrf.org/>

C. Az ENSZ Globális Geodéziai Kiválósági Központja

Az ENSZ és a Német Szövetségi Belügyi és Közösségi Minisztérium közötti megállapodás alapján 2023. március 29-én ENSZ Globális Geodéziai Kiválósági Központot (UN Global Geodetic Centre of Excellence, UN-GGCE) avattak fel a Bonnban található ENSZ Campusban.

Az UN-GGCE Kiválósági Központ célkitűzése megvalósítani az ENSZ Közgyűlés 69/266 határozat szerinti „Globális Geodéziai Vonatkozási Keret a Fenntartható Fejlődésért” elnevezésű programot, <https://ggim.un.org/meetings/GGIM-committee/11th-Session/documents/E-C.20-2021-7-Add 3 Concept Paper on GGCE 29Jul2021.pdf>.

Az UN-GGCE Kiválósági Központ része az ENSZ Gazdasági és Szociális Ügyek Főosztályának (DESA, New York). Feladatait a német BKG (Bundesamt für Kartographie und Geodäsie, a német Szövetségi Térképészeti és Geodéziai Főhatóság, <https://www.bkg.bund.de/DE/Home/home.html>) támogatja személyzeti erőforrásokkal és részbeni (az induló) finanszírozással.

Működési köre: Az alábbi szaktematikák kiszolgálása tartozik az UN-GGCE Kiválósági Központ működési körébe:

- földtudományok és klíma,
- közbiztonság és katasztrófa,
- GNSS tematikák,
- földügyi és vízügyi adminisztráció,
- a Fenntartható Fejlődési Célok monitorozása és állapot elemzése.

Feladatai:

- a) fokozni a nemzetközi globális szintű geodéziai együttműködést és koordinációt az ENSZ Tagállamok és a vonatkozó geodéziai érdekeltek között (haszonmaximalizálás, koherenciák és redundancia),
- b) erősíteni a világra kiterjedő geodéziai infrastruktúrát,
- c) támogatni az ENSZ Tagállamokat abban, hogy geodéziai adataik fellelhetőek, elérhetőek, interoperábilisak és újrahasonlíthatóak legyenek, illeszkedve a szabványokhoz, a politikákhoz és a szokásokhoz,
- d) támogatni az oktatást, a kiképzést és a kapacitás-építést a globális geodéziai feladatok megoldása terén,
- e) javítani a kommunikációt és növelni a tudatosságot a globális geodézián belül és az általa kiszolgált környezeti, gazdasági és szociális területeken.

A Kiválósági Központ megnyitása alkalmából készült 1., 2. és 3. kép és az azokhoz tartozó alábbi információk szolgáljanak cikkünk épülésére.



1. kép Az ENSZ és a Szövetségi Belügy és a BKG képviselői felavatják az ENSZ Globális Geodézia Kiválóság Központot, ENSZ Bonni Campus <https://twitter.com/UNGGRF/status/1643238240072134665/photo/3>



2. kép Az ENSZ GGIM Geodéziai Albizottságának 3. ülése a GGCE Kiválóság Központ megnyitóján, ENSZ Bonni Campus <https://twitter.com/UNGGRF/status/1643238240072134665/photo/2>



3. kép Csoportkép az ENSZ GGCE Kiválósági Központ Nemzetközi Tanácsadói Bizottság tagjairól a megnyitó ünnepségen <https://twitter.com/UNGGRF/status/1643238240072134665/photo/4>

Szakmailag és szakmapolitikailag fontos és tanulságos kijelentések hangzottak el a Kiválósági Központ megnyitó ünnepségen,

https://www.bkg.bund.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/BKG/DE/PM_Download_Link/Flyer-Opening-GGCE.pdf?__blob=publicationFile&v=1.

Az avatáson **Juliane Seifert**, a Német Szövetségi Belügyi és Közösségi Minisztérium államtitkára hangsúlyozta: „Az UN-GGCE segítségével gyorsabban és pontosabban tudjuk majd rögzíteni és nyomon követni a tengerszint változásait vagy a földkéreg mozgását, mint korábban. Az UN-GGCE által a szövetségi kormány támogatja az Egyesült Nemzetek Szervezete 2030. évi fenntartható fejlődési menetrendjének végrehajtását, és ez által központi építőelemet hoz létre a földmegfigyelések és a helymeghatározások javításához. „.....Az infrastruktúra megbízható, hosszú távú alapot nyújt az olyan alkalmazások számára, mint a műholdas navigáció, a földmegfigyelések, valamint az ENSZ Agenda 2030 a Fenntartható Fejlődési Célok megvalósításának nyomon követése.”



4. kép: **Prof. Dr. Paul Becker**, a Német Szövetségi Térképészeti és Geodéziai Főhatóság elnöke szerint az UN-GGCE megalapításával Németország megteremti a földmegfigyelések és a helymeghatározás tökéletesítése elemi építő blokkját. Továbbá, alapvetés egy ENSZ szervezeti egység felállítása, amely koordinálja és nyomon követi a világszerte állami szinten irányított földmegfigyelési geodéziai infrastruktúrát. Mondotta: "Sok geodéziai feladat, mint például a műholdas pályák állandó megfigyelése és kiszámítása, mint a navigációs

alkalmazások alapja, csak együtt oldható meg. Az UN-GGCE támogatni fogja az államokat – különösen a fejlődő országokat –, hogy javítsák nemzeti hozzájárulásukat, és előmozdítsák az adatok és megfigyelési eredmények nyílt cseréjét."



5. kép: **Stefan Schweinfest**, az ENSZ Statisztikai Főosztályának Igazgatója szerint hatékony földmegfigyelések és távlati fejlesztések alapja az egységes globális geodéziai vonatkozási keret, globális, regionális és nemzeti téradat menedzsment.

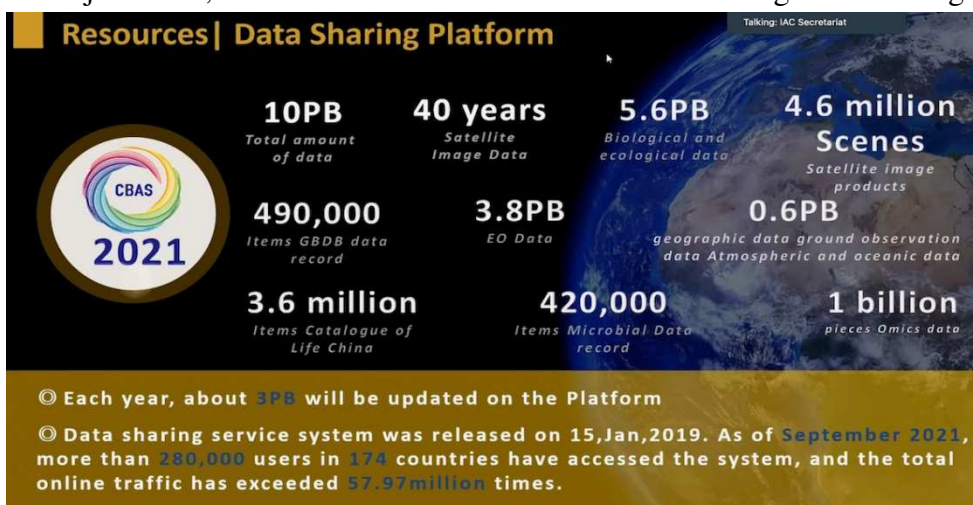
Máig sok ENSZ Tagállam gyenge a téradatok fenntartható fejlődési célú használata terén, és az Agenda 2030 SDGs megvalósításához való hozzájárulásuk tekintetében.

D. Big Data a Fenntartható Fejlődési Célokért Nemzetközi Kutatóközpont

A Big Data a Fenntartható Fejlődési Célokért Nemzetközi Kutatóközpont (International Research Center of Big Data for Sustainable Development Goals, CBAS) létrehozását a kínai államelnök jelentette be az ENSZ 75. Közgyűlésén, 2020. szeptemberben. A Kínai Tudományos Akadémia része. Pekingben működik. Részletek a <http://www.cbas.ac.cn/en> honlapon érhetők el.

A Kutatóközpont számos részletét ismertettük az [1] előadásban és az annak megfelelő GISopen2022 kiadványban. Itt a jelen téma tárgyalásához szükséges tételeket ismételjük röviden, és a korábban nem bemutatott részletekről adunk rövid áttekintést.

A CBAS célja, feladata a nála meglévő, begyűjtött és létrehozott adatokkal, azok Big Data platformra történő integrálásával, megosztásával és működtetésével, kutatásaival és alkalmazásaival szolgálni az Agenda 2030 Fenntartható Fejlődési Célok megvalósításának állapotát tükröző indikátorok téradat-monitorozását és állapot értékelését nemzetközi szinten. Az SDGs 17 célja, 169 feladata közül különös figyelmet fordít az élelmezésbiztonságra, a szegénység csillapítására, a digitális gazdaság támogatására, a fenntartható városfejlesztésre, a klíma- és katasztrófavédelemre és a biológiai sokféleség megőrzésére.



3. ábra A CBAS Nemzetközi Kutatóközpont SDG Big Data platformja az Intézet megalakulásának évében, 2021-ben

A 3. ábra magáért beszél, és nem kell megismételni azt, hogy mennyi, miféle és meddig visszanyúló adataik vannak. Rendkívül gazdag tárház az adatok és az eszközök tekintetében egyaránt. Ez a Big Data platformmal foglalkozó <https://sdg.casearth.cn/en> weboldal elemzéséből is kiderül.

Ehhez a humán erőforrásuk is fejlett: 15 fős személyzet, 100-nál több diplomás hallgató, 33 akadémiai intézet, 96 résztvevő szervezet és 1200 főnél több tudós működik hálózatukban.

Az adatok, adatgyűjtés és tapasztalatgyűjtés, az alkalmazható módszerek és eszközök nagy száma nemzetközi együttműködések által tovább bővül, amiről az alábbi, összegző 4. ábra is tanúskodik.

A CBAS Nemzetközi Kutatóközpont fenntartható fejlődési célú SDG Big Data platformja

- sokféle adatforrást használ, egyesít és interoperábilisan használ, köztük földmegfigyelési, térinformatikai, terepi monitoring, szociális és statisztikai adatokat és
- több száz algoritmust és eszközt képes alkalmazási szinten integrálni, s azzal egységes platformot keletkeztetni.

Egyedi, integrált, egyesített és interoperábilisan működtetett adatokból személyre szabott szolgáltatást lát el

- az SDG kutatók felé négy indikátor online számításával a 6.6.1, a 11.3.1, a 15.1.1, és a 15.3.1 SDG céloknál,
- a döntéshozók felé a felszíni vizek, erdőborítás, talajtermékenység vizsgálatára előállított SDG orientált adatokkal,
- a közzsférában érintett felhasználók felé nyers és értelmezett adatokkal, különösen a fenntarthatóság vizsgálatára.



4. ábra: A CBAS Nemzetközi Kutatóintézet nemzetközi együttműködése és közös munkavégzése.

Készült Liu Jie (CBAS) 2022.03.02-án, a CBAS IAC Nemzetközi Tanácsadói Testületnek az alakuló ülésén elhangzott előadása alapján.

A CBAS működésének eredményességét, nemzetközi irányultságát és az ENSZ-hez való kapcsolódását jól mutatja az a kimagasló esemény, hogy Kőrösi Csaba, az ENSZ 77. Közgyűlés elnöke 2023. február 2-án meglátogatta a CBAS Nemzetközi Kutatóközpontot. Kőrösi Csaba 2013-2014 között magyar ENSZ nagykövetség társelnöke volt az Agenda 2030 Fenntartható Fejlődési Célokot kidolgozó UN Open WG munkacsoportnak. Kőrösi Csaba ENSZ Közgyűlés elnök CBAS-nál tett látogatása és elismerő nyilatkozatai fokmérője a CBAS szerepének és eredményeinek.



6. kép **Bal kép:** Kőrösi Csaba, az ENSZ 77. Közgyűlés elnöke és Guo Huadong a CBAS főigazgatója. **Jobb kép:** beszélgetés a kutatókkal.
<http://www.cbac.ac.cn/en/>

E. Európai térinformatikai trendek a monitoring területén

a) INSPIRE irányelv ma és a jövőben

Amikor az európai térinformatikai trendekről beszélünk elsőként mindenképpen az Európai Közösségen belüli térinformációs infrastruktúra (INSPIRE) kialakításáról szóló 2007/2/EK európai parlamenti és tanácsi irányelvet kell, hogy megemlítsük. Az irányelv abból indult ki, hogy az EU-ban a tagállamok által kezelt téradatok, még tagállamon belül is egymástól szeparáltak, számtalan esetben redundánsak, eltérő vetületi rendszerben készültek, ráadásul a metaadatok hiánya miatt nem is kereshetőek. Ezekből adódóan nehezen használhatóak és így sokszor előállítási költségük nem térül meg, értékük elvész.

A téradatok használata alapvető tényező az Agenda 2030 megvalósításában, ezért fontos hangsúlyozni a keretirányelv legfőbb alapelveit, amelyek a következők:

- Az adatokat egyszer kell gyűjteni és azon a szinten kell tárolni, ahol a tárolás a leghatékonyabban megoldható.
- A térbeli adatokat a kormányzat egy szintjén kell gyűjteni és az összes szinttel meg kell osztani azokat.
- A térbeli adatoknak olyan módon kell rendelkezésre állniuk, hogy ne hátráltassák a széleskörű felhasználhatóságot.
- Biztosítani kell, hogy egyszerű legyen megtalálni az adatot, és megismerni azt, hogy milyen feltételekkel lehet azokat felhasználni.

Az INSPIRE irányelv megvalósítása 2021 év végén hivatalosan befejeződött. Jelenleg a direktíva kiértékelése és lehetséges revíziója van folyamatban. Eredményeinek felhasználása elsősorban a környezetvédelmi területen indult el. Főbb stratégiai célok 2024-ig:

- Jövőkép kidolgozása az INSPIRE szerepére vonatkozóan különösen az Európai Zöld Megállapodás adatterületén, és általában az EU közös adatterében.
- Az INSPIRE azon adatsorainak/témáinak meghatározása, amelyeknél kézzelfogható előnyök várhatók a környezetpolitika, az Európai zöld megállapodás megvalósítása vagy más politikai prioritások (többek között az SDG) szempontjából.
- Végrehajtási terv készítése, amelynek célja a rendelkezésre állás maximalizálására, az interoperabilitás biztosítása és a páneurópai térbeli lefedettség elérésére a prioritást élvező adatkészletekre.
- Az INSPIRE irányelv műszaki követelményeinek egyszerűsítésére, figyelembe véve a kialakulóban lévő paradigmákat, szabványokat és technológiákat.
- A jelenlegi jogi keret átformálása a digitális ökoszisztémára vagy ökoszisztéma érdekében, amely figyelembe veszi a környezetet és a fenntarthatóságot.

b) További téradat politikai és stratégiai elemek az EU-ban

Az INSPIRE téradat infrastruktúra irányelven kívül több olyan EU irányelv, illetve rendelkezés létezik, amely hatással van a téradatokra, vagy a téradatokon alapuló adatbázisokra. Ezek többek között:

- a Nyílt közzféra adatok („Open Public Sector Data”),

- a Közös adatterek („Common Data Spaces”),
- az Adatkezelés („Data Governance”),
- a Mesterséges intelligencia etikus felhasználása („Ethical Use Of Artificial Intelligence”),
- a Térinformatikailag támogatott tudás-infrastruktúra (Geospatially Enabled Knowledge Infrastructure).

Ha pedig a klíma célokat vesszük figyelembe, akkor mindenképpen az „European Green Deal” elnevezésű európai zöld megállapodást kell megemlítenünk. Az európai zöld megállapodás a 2050-re kitűzött cél (klímasemlegesség) elérését biztosító stratégia elnevezése, az ENSZ fenntartható fejlesztési céljainak figyelembevételével.

c) EU-s csatlakozás az Integrált Térinformációs Keretrendszerhez

Az ENSZ Térinformatikai Szakértői Bizottsága (UN GGIM) 2020-ban elfogadta az ENSZ Integrált Térinformációs Keretrendszerének (IGIF, lásd a C. a) alfejezetet) végrehajtási útmutatóját, minthogy az IGIF alap- és vezérelvként szolgál valamennyi országnak a téradat kezelés fejlesztéséhez, integrálásához és megerősítéséhez. Továbbá a helymeghatározási információkra összpontosít, amelyek integrálódnak bármely más adathoz a társadalmi és környezeti problémák megoldása érdekében, valamint katalizátorként működnek a gazdasági növekedés és a lehetőségek szempontjából, és támogatják a nemzet fejlesztési prioritásait és a fenntartható fejlődési célokat. Ez a rendelkezés olyan új termékek, szolgáltatások és alkalmazások innovációját, közös létrehozását és fejlesztését szolgálja, amelyek új ismereteket biztosítanak a tényeken alapuló politika és döntéshozatal számára, s ez az Európai Unióra is érvényesíthető/érvényesítendő.

Az UN-GGIM európai munkacsoportjának célja annak biztosítása, hogy az európai ENSZ-tagállamok nemzeti térképészeti és kataszteri hatóságai és nemzeti statisztikai intézetei, az európai intézmények és a társult szervek együttműködjenek a térinformatikai információk hatékonyabb kezelésében és annak elérhetőségében. Az adatintegráción térinformatikai és „nem térinformatikai” (pl. statisztikai) adatok közötti adatkombinációt kell értenünk a felhasználói igények és követelmények alapján. Mindezek a tények egyértelműen irányutatást adnak a fenntartható fejlődési célok monitoringjának megvalósításához.

IV. AZ MFTTT 2022. ÉVI TEVÉKENYSÉGE

a) MFTTT vállalása a fenntarthatóság jegyében:

Az MFTTT WG4SDG Fenntarthatósági Munkacsoportja még 2017-ben felvállalta az MFTTT és a magyar szakma aktivizálását az ENSZ Agenda 2030 SDGs és a nemzeti NFFS megvalósításában. Tagjai Mihály Szabolcs.(elnök), Hargitai Péter, Iván Gyula, Kristóf Dániel, Palya Tamás, Remetey-Fülöpp Gábor és Zentai László.

Az MFTTT WG4SDG munkacsoport vállalásai az SDG 17. célkitűzésének 16. és 17. feladataival összhangban:

- 1) A földmérés, térinformatika és földmegfigyelés szereplőinek tájékoztatása és felkészítése fenntarthatósági feladatok megoldásában való sikeres szereplésre (fogadókészség előkészítése, fenntartása, folytonos erősítése).
- 2) A téradatok fenntarthatósági célú fontosságának hazai tudatosítása és népszerűsítése (szintén a fogadókészség előkészítése, fenntartása és folytonos erősítése).
- 3) A fenntartható fejlődési célok megvalósításának téradatokkal történő támogatására szakosodott nemzetközi szervezetekkel kapcsolat tartása, velük a magyar viszonyok megismertetése és tőlük a know-how hazahozatala.
- 4) Szakterületünk fenntarthatóságának és föllendítésének elősegítése.

b) Összegzés a 2022. évi teljesítményről:

Az MFTTT WG4SDG állandó munkabizottság 2022-ben is folytatta vállalásai teljesítését, a fenntartható fejlődés hazai és nemzetközi célkitűzései megvalósításának támogatását az ismeretek és lehetőségek bemutatásával, a nemzetközi és hazai szakmai eredmények terjesztésével, továbbá a fenntarthatóság térinformatikai és földmegfigyelési nemzetközi együttműködésben való részvétellel. Erről

Társaságunk vezetőségi ülésén számoltunk be 2022. december 11-én „Az MFTTT WG4SDG 2022. évi tevékenysége. Vezetői beszámoló” címmel [2]. Alább bemutatjuk ennek rövidített változatát.

c) *Jelentős létszámú konferenciákon előadásokat tartottunk, a nemzetközi és hazai szakmai eredményeink terjesztésével, és újdonságok bemutatásával:*

- 1) Fény-Tér-Kép2022 konferencián elhangzott és archivált előadás;
- 2) GISopen2022 konferencián elhangzott és archivált előadás, és annak kiadványba szerkesztett cikk anyaga;
- 3) EMT 23. Földmérő Találkozón elhangzott és archivált előadás, és annak kiadványban szerkesztett cikk anyaga;
- 4) Az NJSZT Informatikatörténeti Fórumon meghívásos előadás megtartása.

d) *WG4SDG munkacsoportunk tagjainak nemzetközi tagi szereplése*

- 1) Mihály Szabolcs a CBAS nemzetközi intézet IAC Tanácsadói Testületének tagja, 2022. márciustól;
- 2) Remetey-Fülöpp Gábor az IJDE Szerkesztőség Tanácsadó Bizottságának tagja, 2022. augusztus;
- 3) Mihály Szabolcs az FBAS 2022 fórum Tudományos Bizottságának tagja, 2022. augusztus.

e) *Részvétel nemzetközi szervezetek munkáiban és nemzetközi konferenciákon:*

- 1) Online részvétel a „Térbeli információk a Fenntartható Fejlődés támogatására” c., az ENSZ Statisztikai Bizottságának kísérő rendezvényén, 2022. február 11;
- 2) Online részvétel a CBAS Nemzetközi Tanácsadói Testületének (IAC) első ülésén, 2022. március 2. <http://www.cbac.ac.cn/en/about/iac>;
- 3) Online részvétel az „SDG félidős áttekintése” konferencián, HLPF, 2022. július, <https://youtu.be/ZXgOOjSIYy4>;
- 4) Online részvétel az FBAS 2022 konferencián, 2022. szeptember, CBAS és CAS https://fbas2022.scimeeting.cn/en/web/index/14428_1117508
- 5) Online részvétel a GeoWeek2022 elnevezésű éves értékelő értekezleten, 2022. október <https://www.earthobservations.org/geoweek2022.php>;
- 6) Online részvétel a CEOS WGISS-54 értekezleten, 2022. október 3-7. <https://ceos.org/meetings/wgiss-54/>;
- 7) Online részvétel az „UNEnv-EUEnv konferencián”, Csehország, 2022. november 29-30.;
- 8) Online részvétel az ISDE International Lectures oktató szegmensben, 2022. november, <http://www.digitalearth-isde.org/show-48-228-1.html>;
- 9) Részvétel a Magyar Tudomány Ünnepeén, 2022. november:
 - A fenntarthatóság társadalmi feltételei (2022. nov. 08.),
 - Feszítő kérdések az energetikában: ellátásbiztonság vagy dekarbonizáció? (2022. nov. 10.);
- 10) Hozzájárulás a Digitális Föld Nemzetközi Társaság (ISDE) középtávú víziójához <https://hunagi8.blogspot.com/2022/12/gondolatok-digitalis-fold-2030.html>.

V. BEPORZÓK ÉS A FENNTARTHATÓSÁG – AZ MFTTT NÉPSZERŰSÍTI A TÉRADAT SZINTŰ TÁMOGATÁST

A. A beporzók jelentősége

A beporzók és a fenntartható fejlődési célok (SDGs) kölcsönhatása rendkívüli, amit az 'Európai vadbeperzók megóvása' többéves, 2025-ig tartó tudományos program indítása (SAFEGUARD) is igazol.

A program arra keresi a választ, hogy a beporzók csökkenésének milyen környezeti, gazdasági és szociális hatásai vannak?

Tekintve, hogy a téradatok fenntarthatósági célú fontosságának hazai tudósítása és népszerűsítése a munkacsoport egyik vállalt feladata, 2023 februárjában kapcsolatfelvételre került sor az Agrárminisztérium munkatársaival annak érdekében, hogy megismerjük, milyen fokon hasznosítják a téradatokat, a földmegfigyelést és kapcsolódó technológiákat a beporzók monitoringjában, a biológiai sokféleség megóvásában.

A nemzetközi kutatási programok [6] rámutatnak, hogy

- a beporzóknak a globális mezőgazdasági területek 35%-ára van hatása, amely területek a világ élelmiszernövényei 87%-ának termesztését biztosítják,

- a méhek és más beporzók szerepe különösen kritikus egyrészt az *SDG15: Élet a szárazföldön* szempontjából, másrészt azért, hogy a növekvő világnépszerűség mellett az *SDG 2: Éhínség felszámolása* cél elérhető legyen,
- úgy találták, hogy a beporzók a 17 Fenntartható Fejlődési Cél (SDGs) közül 7-re gyakorolnak hatást, míg e 17 cél közül legalább 11-nek van hatása a beporzókra. A 169 SDG feladat közül 58-cal vannak kapcsolatban, a 17 SDG cél közül 14 célterületen,
- a téma kiemelten szerepelt a Biológiai Sokféleség Konvenció résztvevőinek 15. konferenciáján Montrealban, 2022 decemberében is.

B. Beporzók - téradat és agráregyeztetés

Egy agrárminisztériumi kiránduláson szóba került a beporzók és az ENSZ Fenntartható Fejlődési Célok (SDGs) témája. Az volt a felvetés, hogy a térinformatika és földmegfigyelés eszköztára alkalmas a beporzók csökkenésére hatást gyakorló környezeti változások azonosítására, monitoringjára és elemzésére, így a beporzók védelmével kapcsolatos indikátorok mérésére.

A beporzók veszélyeztetettsége az EU-ban tényadatokkal dokumentált [7]. A kérdés aktualitását az EU beporzókra vonatkozó kezdeményezésének éppen frissen átdolgozott dokumentuma, a „*Revision of the EU Pollinators Initiative 24 January 2023*” [8] is megerősítette. Ezért Kecskés Lajos (AM) egy megbeszélést szervezett az agrárminisztériumi témareferensek és az MFTTT WG4SDG képviselői között az Agrárminisztérium (AM) épületében 2023. február 10-én. Ezen az AM részéről Kisné dr. Fodor Livia, Greguss Ditta és Kecskés Lajos, az MFTTT WG4SDG részéről dr. Mihály Szabolcs munkacsoport elnök és dr. Remetey-Fülöpp Gábor vettek részt.

Az AM munkatársai ismertették az ún. négy szintű ökológiai rendszer sajátosságait és kapcsolódó publikációkat adtak át. Ezek jó áttekintést nyújtanak a pollinációt érintő multidiszciplináris hazai konzorciumi együttműködésről és szereplőiről.

Az MFTTT WG4SDG amellet érvelt, hogy a beporzók védelme érdekében idősoros és hely szerinti változáskövetés és elemzés módszereit célszerű továbbfejleszteni a releváns adatok legszélesebb bevonásával. Ehhez jó alapot szolgáltat a Lechner TK közreműködésével létrehozott Nemzeti Ökoszisztéma Alaptérkép (<https://lechnerkozpont.hu/oldal/nosztep>, NÖA), valamint az erre épülő, sokrétű ökoszisztéma-szolgáltatás térképező és értékelő rendszere, a NÖSZTÉP, amely szintén konzorciumi együttműködésben készült. Leírásuk a [9] irodalomban található.

C. Megismert hazai törekvések és eredmények

Az elkészült Nemzeti Ökoszisztéma Alaptérkép a Lechner Tudásközpont térinformatikai és földmegfigyelési képességeit is hasznosítja. Az erre épülő, agráriumhoz kapcsolódó Nemzeti Ökoszisztéma Szolgáltatások Térképezése és Értékelése projekt keretében eddig 12 kiválasztott ökoszisztéma-szolgáltatás térképezése és értékelése történt meg, amelyek egyike a pollinációval kapcsolatos. A nemrég lezárult NÖSZTÉP projekt az AM Természetmegőrzési Főosztály koordinációjában valósult meg, <https://www.termeszetem.hu/hu/okoszisztema-szolgáltatások/okoszisztéma-alapterkep>

Működik egy rovarbeporzási Szolgáltatási Munkacsoport (SZMCS). Az SZMCS az ország teljes területére elkészítette a beporzási potenciál térképet és a mezőgazdasági területek beporzási igény térképét (<https://termeszetem.hu/hu/okoszisztema-szolgáltatások/tanulmányok-szmcs>). Természtett és a természethez közeli ökoszisztémák mentén, a NÖA élőhely-kategóriák 20x20m rácselemeiben összevetették a beporzási igényt és a vadméhek nyújtotta beporzási potenciált. Figyelembe vették a virágforrás nyújtó képességet és a fészkelő-helyi képességet is. A munkában közreműködtek az AM Természetvédelemért felelős helyettes államtitkárság konzorciumi vezetői, a Lechner Tudásközpont, az Agrártudományi Központ Talajtani Intézete (ATK TAKI), továbbá az Agrárközgazdasági Intézet (AKI) és az Ökológiai Kutatóközpont. Ez utóbbi – a Magyar Biológiai Társasággal karöltve - kurzusokat szervez a beporzó rovarok monitorozásával kapcsolatban, összhangban az EU Beporzó stratégiájával, a monitorozást segítő módszertan tesztelésével.

A NÖSZTÉP mellett a természetvédelem országos programja még a NATURA, a ZÖLDINFRASTRUKTÚRA és a TÁJKARAKTER projektelemeket is tartalmazza.

D. A lehetőségek tervábrgndása

Együttműködésekre alapzva, a térinformatika és a földmegfigyelés alkalmazása a természetvédelem területén is jelentős eredményeket ért el, amelyeket hasznosítanak a beprzők védelmével összefüggő feladatok megoldásában. Előre tekintve, javaslatnk szerint tervább fejlesztendők az időbeli váltásnk nymn követését és hely szerinti hatáselemzését biztító képességek a Nemzeti Ökiszisztéma Alaptérkép szgláltatásaira építve.

Ilyen mérhető indikátork megválasztása szükséges, melyek rámutatnak a beprzők (pld. vadméhek) csökkenésére kiváltképp hatással lévő körülmények váltására.

Agrárinformatikában rendelkezésre álló big data térinformatika eszköztárának alkalmazásával történő feldgzése mellett indklt lenne azt kiterjeszteni a házi méhekre, gyepel fedett területekre és vizes élőhelyekre.

A térinformatikával támogatott elemző rendszer hatéknység fktzésát ígérné a gazdálkdoi naplók, az önkormányzatok, a közösségi adatgyűjtés és/vagy a precíziós mezőgazdaság releváns adatainak lehetőség szerinti fktzats bevéna.

Az ökiszisztémák mlti fktcionalitása tervábbra is erős interdiszciplináris megközelítést kíván.

VI. AZ MFTTT WG4SDG KÜLDETÉSÉNEK NEMZETKÖZI IGAZOLÁSA

A legmagasabb szintű kormányközi szervezet (az ENSZ) térinformatikai szakértői testülete (GGIM) által irányított integrált geinfmációs együttműködési program (IGIF) vezetője Greg Scott szerint „a térinformatikai közösségnek még sok tennivalója van, hogy ráirányítsa a figyelmet a geinfmáció hasznára” [10]. Különösen igaz ez glbális politikák (ENSZ Agenda 2030, Klímaegyezmény) támogatása esetében. Az MFTTT WG4SDG munkacsprt eddig végzett tevékenységének szempntjából az jelent igazlást, hogy a helyi, nemzeti és glbális politikák támogatására megfgalmazott IGIF kilenc stratégiai főiránya közül a kormányzás/intézményhátter mellett mst a legfontosabbnak a 'kommunikációt és kapcsolódást' tartják [10].

Mivel a 'kommunikáció és a kapcsolódások' elősegítése egybevág az MFTTT WG4SDG Fenntarthatósági Munkacsprt küldetésével. Skatmndó és hasznos e témakörben a kérdést az IGIF módszertani megközelítésében, négy összhanglt tevékenység részleteivel megvilágítani. Ezek indklást, egyben segítséget is jelentenek a jövőbeni feladatvállalásainkhz.

Üzenet a UN-GGIM program vezetőjétől: Greg Scott et al. GIM Business Guide Issue 1, 2023 Vol. 37

Az MFTTT WG4SDG küldetésének nemzetközi igazolása

Greg Scott a kilenc IGIF stratégiai út közül azt a két legfontosabb **kormányzás/intézményi és a kommunikáció/összekapcsolás** IGIF-ténykedést nevezi meg, amelyekkel az MFTTT-WG4SDG munkacsoportunk foglalkozik, különös tekintettel a **kommunikáció/összekapcsolás „tetten is érhető”** alábbi négy fő mozzanatára:

| Az érdekelték és felhasználók bevonása | Stratégiai üzenet megfogalmazása és továbbítása | Stratégia, tervek és módszerek a megvalósításra | A megvalósítás monitoringja és elemző értékelése |
|---|---|--|---|
| 1. Tennivaló: <ul style="list-style-type: none">• az érdekelték azonosítása, majd építő, együttműködő, tartós, bizalmi kapcsolat kialakítása. 2. Eredmény: Létrejön a jó válaszadás készsége a nemzet szinten integrált teradat kezelésre a lehetőségek, trendek és kihívások tekintetében. | 1. Tennivaló: Világos/érhető narratíva fejlesztése nemzetpolitika és stratégia szerint. 2. Eredmény: <ul style="list-style-type: none">• nemzeti szinten a térinformáció kezelés tekintélye, ismertsége és fontossága megerősödik,• s ez a jó és eredményes együttműködésekhez vezet. | 1. Feladat: a megvalósítást támogató stratégiák, tervek és módszerek fejlesztése és alkalmazása. 2. Eredmény: olyan üzenetek továbbítására, amelyekkel az érdekelték és felhasználók összekapcsolhatók. | Téradat szolgáltatási szerep: <ol style="list-style-type: none">1. az érdekelték bevonásának hatásosságát és a monitoring eredményességét kifejező teljesítménymérés,2. a megvalósítás felülvizsgálatát és értékelését segítve az érdekeltégek viszonyokban a visszacsatolási kommunikáció működtetése. |

Mihály Sz. - Nemzetgyűjtőp. C. - Palya T.: Fenntarthatósági monitoring, az MFTTT elméleti ábrítása, Gtöppen 2023, Székesfehérvár, 2023. április 26-28. 27

5. ábra Az MFTTT fenntarthatósági küldetésének nemzetközi szintű igazlása - összefgláló dia

A. Az érdekeltek és felhasználók bevonása

Építő, együttműködő, tartós és a bizalmon alapuló kapcsolat kialakítására van szükség az azonosított érintett/érdekeltektől annak érdekében, hogy a nemzeti szinten integrálandó/integrált térinformáció kezelést közvetlenül vagy közvetetten befolyásoló lehetőségekre, trendekre és jelentkező kihívásokra megfelelő válasz legyen adható. Az MFTTT WG4SDG ezt követi

B. Stratégia, tervek és módszerek a megvalósításra

Stratégiák, tervek és módszerek fejlesztése és felhasználása szükséges a stratégiai üzenetek és tartalom továbbítására, melyekkel elérhető az érdekeltek/érintettek, valamint felhasználók bekapcsolása. A stratégia és terv megvalósítása szempontjából a tervezés és végrehajtás a kritikus elemek. Az MFTTT ebben segít.

C. Stratégiai üzenet megfogalmazása és továbbadása

A nemzeti politika és stratégia irányvonalával összhangban világos és érthető narratívát kell kifejleszteni, megerősítve ezzel a nemzeti térinformáció kezelés ismertségét, elismertségét, jelentőségét, egyúttal elősegítve így a célirányos együttműködés kialakulását is. Ez az MFTTT WG4SDG munkaterve szerint való ügy.

D. Megvalósítás-követés és elemző értékelés

Gondoskodni kell a folyamat teljesítményméréséről, a kommunikáció és az érdekeltek/érintettek bekapcsolását szolgáló akciók hatékonyságáról.

Ennek érdekében a kommunikációs csatorna mellett egy visszacsatolási mechanizmust működtetünk, ami lehetővé teszi a folyamat rendszeres felülvizsgálatát, értékelését és szükség szerinti javítását hazai körökben.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Köszönetünket fejezzük ki a WG4SDG munkacsoport többi tagjának a közösen végzett munkáért, személy szerint Hargitai Péter, Iván Gyula, dr. Kristóf Dániel, Palya Tamás és dr. Zentai László kollégáknak. Köszönet illeti Ádám József akadémikust, az MFTTT elnökét és Dobai Tibort, az MFTTT főtitkárát WG4SDG munkánk támogatásáért, Buga László főszerkesztőt és Király Tibor webmestert a WG4SDG hírportál eredményes működtetésében nyújtott segítségükért és készségükért.

IRODALOM

- [1] Mihály Sz., Remetey-Fülöpp G., Palya T.: Fenntarthatósági monitoring, az MFTTT elmúlt évi aktivitása. GISopen 2023, Székesfehérvár, 2023. április 26-28.
- [2] Mihály Sz.: Az MFTTT WG4SDG 2022. évi tevékenysége. Vezetői beszámoló. Budapest, 2022. december 11. https://www.mfttt.hu/mftttportal/index.php/mfttt-wg4sdg/a-munkacsoport-anyagai/doc_view/965-mfttt-wg4sdg-2022-evi-tevekenysege-vezetoi-beszamolo
- [3] Mihály Sz., Remetey-Fülöpp G.: A fenntarthatóságot szolgáló nemzetközi téradat és földmegfigyelési szervezetekről és az MFTTT szerepvállalásáról. XXIII. Földmérő Találkozó, Beszterce, 2022. szeptember 15-18, <https://ojs.emt.ro/foldmero/article/view/990>
- [4] Mihály Sz., Remetey-Fülöpp G.: Nemzetközi Big Earth Data intézet a fenntarthatóságért és magyar vonatkozásai. Fény-Tér-Kép Konferencia, 2022. március 24-25., Tihany, GeoIQ Imaging <https://geoiq.hu/2022/03/17/feny-ter-kep-2022-program/>
- [5] Mihály Sz., Remetey-Fülöpp G., Kristóf D., Czinkóczy A., Palya T., Pásztor L., Rudan P., Szabó Gy., Zentai L.: Earth observation and geospatial big data management and engagement of stakeholders in Hungary to support the SDGs. Taylor&Francis Online, Big Earth Data Journal, Volume 5, 2021, Issue 3, DOI: 10.1080/20964471.2021.1940733
- [6] Pollinators, biodiversity and sustainable development go hand in hand. European Commission, EU Research Results. [Pollinators, biodiversity and sustainable development go hand in hand | News | CORDIS | European Commission \(europa.eu\)](https://ec.europa.eu/press/en/articles/2022/03/22/pollinators-biodiversity-and-sustainable-development-go-hand-in-hand)

- [7] Pollinators. Reversing the decline of wild pollinators in the EU and contributing to the global action. European Commission, Environment. 20 May 2023. https://environment.ec.europa.eu/topics/nature-and-biodiversity/pollinators_en#related-links
- [8] Food security and ecosystem resilience: Commission boosts action on pollinators. European Commission, 24 January 2023. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_23_281
- [9] Nemzeti Ökoszisztéma-szolgáltatások térképezése és értékelése projektelem (NÖSZTÉP). Ökoszisztéma Alaptérkép és Adatmodell kialakítása. Dokumentum verzió 5.0, Budapest 2019.11.06. Agrárminisztérium 2019.: 5.0. KEHOP-4.3.0-VEKOP-15-2016-00001, https://termeszetvedelem.hu/user/browser/File/KEHOP/NOSZTEP/Alapterkep_dokumentacio/KEHOP_TERK_modszertan_V5.0-20190630.pdf
- [10] Greg Scott et al.: The United Nations Integrated Geospatial Information Framework. GIM Business Guide Issue 1, 2023 Vol. 37 (pp.27-31)

Nyílt forráskódú eszközök GML állományok kezelésére

Nagy Gábor
Óbudai Egyetem, Alba Regia Műszaki Kar,
Geoinformatikai Intézet
nagy.gabor@amk.uni-obuda.hu

Absztrakt—Ez a cikk bemutatja, hogy milyen lehetőségeink vannak GML adatok kezelésére nyílt forráskódú eszközökkel. A téma aktualitását az adja, hogy a hazai ingatlanilylvántartás közeljövőben bevezetésre kerülő új formátuma is az XML alapú GML szabványra támaszkodva lesz meghatározva.

Kulcsszavak—GML, XML

I. BEVEZETÉS

Sokszor előfordul, hogy egy programban valamilyen XML formátumú állományt kell kezelni. Egy ilyen XML alapú állomány tartalmazhat akár GML elemeket is a térbeli adatok tárolására.

A GML (Geography Markup Language, [5]) egy az OGC (Open Geospatial Consortium, [1]) által kidolgozott szabvány, amely azért tarthat most számot kiemelt érdeklődésre, mert a jövőre bevezetni tervezett új ingatlanilylvántartási rendszer adatsereformátumát is GML alapon tervezik kialakítani [6]. (Az előadás idején még nem, de a cikk írásakor már elérhető volt a formátumot leíró XSD állomány.)

Ebben a cikkben azt szeretném röviden bemutatni, hogy milyen nyílt forráskódú eszközök állnak rendelkezésre GML állományok kezelésére.

II. A GML-RŐL

Egy adatállomány struktúrájának többféle szintje lehet. A szöveges állományok jellemzője az, hogy egymás után következő bájtaikat (egyes kódolásoknál annál esetenként valamivel nagyobb egységeiket) egy szöveg karaktereinek lehet megfeleltetni. Ha ezek közül egy szimbólumot az új sor jelölésére tartunk fent, akkor az így kódolt szöveg akár több soros is lehet.

Az SGML (Standard Generalized Markup Language) szabvány [3] egy egymásba ágyazható, címkékre alapuló strukturát határoz meg egy szöveges állomány számára, ezen alapul például a W3C [2] által gondozott HTML (HiperText Markup Language) szabvány [7] is. A tapasztalatok tükrében igény mutatkozott egy az SGML-hez hasonló, de annál egyszerűbb jelölőnyelvre, így az SGML alapjain megalkották az XML (eXtensible Markup Language) szabványt. Az alkalmazott egyszerűsítéseknek (pl. tilos a címkék közötti átlapolás, minden attribútumot idézőjelek között kell megadni, megkülönböztetjük a kis- és a nagybetűket) köszönhetően az XML állományok feldolgozására egyszerűbben lehet programokat készíteni.

A. GML

A GML-t az XML-re alapozva határozták meg. A szabvány egy megoldást definiál arra, hogyan lehet XML alapokon leírni különféle térbeli vonatkozással rendelkező dolgokat. A legfontosabb ezek közül a Point, Linestring, MultiLinestring, Polygon és MultiPolygon címkék, amelyek az értelemszerű geometria XML alapú leírását tartalmazzák.

A GML-ben tetszőleges vetületi rendszer alkalmazására van lehetőségünk, ebben különbözik a szintén XML alapú KML-től, ahol mindent WGS84 koordinátákkal kell megadni.

A GML által meghatározott címkéket fel lehet használni egy konkrét XML alapú formátum megalkotásakor a térbeli vonatkozású részek leírására. A GML-re épülő formátumnak még lesznek további részei is az adatok tárolására használt sémának megfelelően.

B. GML-re épülő formátumok

A WFS (Web Feature Service) szolgáltatás [8] esetében vektoros térinformatikai adatokat lehet elérni egy szerverről. Az adatok továbbítását HTTP vagy HTTPS protokollal oldják meg (erre utal a W betű), az adatokat pedig az ilyen módon letöltött GML tartalmú XML állományok hordozzák.

A CityGML városi környezet térhatású modelljének különféle részletességű leírására használható. [9]

Az InfraGML formátumot közművek adatainak tárolására dolgozták ki. [10]

A GeoScience Markup Language tudományos célból gyűjtött, térbeli vonatkozással rendelkező adatok XML alapú tárolására jött létre. [11]

A WaterML vízügyi adatok (adatsorok) tárolására használható. [12]

Az IndoorGML épületek belsejének leírására lett kidolgozva. [13]

A kiterjesztett valósággal kapcsolatban használható az Augmented Reality Markup Language. [23]

És végül nem szabad megfeledkezni arról sem, hogy sok országban az ingatlanilyvántartással kapcsolatos adatok szolgáltatása is valamilyen GML-re alapuló formátummal történik. A következő évtől várhatóan már hazánk is ezek közé az országok közé tartozik majd.

III. NYÍLT FORRÁSKÓDÚ ESZKÖZÖK GML ADATOK KEZELÉSÉRE

Ha GML vagy XML adatokat szeretnénk nyílt forráskódú eszközökkel kezelni többféle eszköz közül is választhatunk.

Az adatok kiírásakor könnyen elképzelhető, hogy az állományt egyszerű szöveges kimentként állítjuk elő. Elméletileg akár az állományok beolvasásakor is megpróbálkozhatunk saját magunk az XML adatok értelmezésével, de ez nem javasolt. Helyette inkább valamilyen már kész megoldásra érdemes támaszkodni.

A. XML

A Xerces [15] egy az Apache által fejlesztett függvénykönyvtár XML állományok kezelésére.

A libexpat [16] egy hatékony eszköz XML állományok beolvasására.

Mindkét bemutatott eszköz nyílt forráskódú.

B. PostGIS és SpatiaLite

- A relációs adatbázisok térinformatikai funkciókkal való kibővítésére az OGC szabványokat [19, 20] dolgozott ki. Ennek alapján készült a PostGIS [17] kiegészítés a PostgreSQL [21] adatbázis-szerverhez és az SQLite [22] adatbáziskezelő SpatiaLite [18] változata.
- Ezekben a térbeli adatbázisokban használható a GeomFromGML függvény arra, hogy egy GML formátumú szöveget az adatbázisokban használható geometriai típusú adattá alakítsunk. Ennek a műveletnek a fordítottját az AsGML függvénnyel lehet elvégezni.

ÖSSZEGZÉS

A GML egy térinformatikai adatok tárolására általánosan használható szabvány. Számos eszköz áll a rendelkezésünkre, ha ilyen formátumban található adatokat írni vagy olvasni szeretnénk, ezek között nyílt forráskódú is több akad.

Fontos viszont minden esetben, hogy a GML csak egy alap, amire a konkrét formátumok épülnek.

IRODALOM

- [1] <https://www.ogc.org/>
- [2] <https://www.w3.org/>
- [3] <https://www.iso.org/standard/16387.html>
- [4] <https://www.w3.org/XML/>
- [5] <https://www.ogc.org/standard/gml/>
- [6] https://www.foldhivatal.hu/images/E_ING_GML/eing_xsd_leiras_v2.0_melleklettel.pdf
- [7] <https://html.spec.whatwg.org/multipage/>
- [8] <https://www.ogc.org/standard/wfs/>
- [9] <https://www.ogc.org/standard/citygml/>

- [10] <https://www.ogc.org/standard/infragml/>
- [11] <https://www.ogc.org/standard/geosciml/>
- [12] <https://www.ogc.org/standard/waterml/>
- [13] <https://www.ogc.org/standard/indoorgml/>
- [14] <https://www.ogc.org/press-release/ogc-invites-mobile-world-congress-attendees-to-geopackage-and-indoorgml-workshops-and-an-augmented-reality-interopability-demo/>
- [15] <https://xerces.apache.org/>
- [16] <https://github.com/libexpat/libexpat>
- [17] <http://postgis.net/>
- [18] <https://www.gaia-gis.it/fossil/libspatialite/index>
- [19] https://portal.ogc.org/files/?artifact_id=25354
- [20] https://portal.ogc.org/files/?artifact_id=25355
- [21] <https://www.postgresql.org/>
- [22] <https://www.sqlite.org/index.html>
- [23] <https://www.ogc.org/standard/arm/>

Földi illesztőpontok automatikus mérése és azonosítása

Varga Attila, Ph.D. hallgató

Óbudai Egyetem

Alkalmazott Informatikai és Alkalmazott Matematikai Doktori Iskola

vargaa@stud.uni-obuda.hu

Absztrakt—A digitális fotogrammetriai feldolgozásban napjainkban egyre több részfeladatra érhetőek el olyan automatizált megoldások, amelyek a folyamat gyorsítását szolgálják. A felvételek tájékoztatóhoz a mai modern feldolgozó szoftverekben már alapvető a kapcsolópontok automatizált kijelölése, amihez a digitális képfeldolgozás módszerei állnak rendelkezésre. A földi illesztőpontok méréséhez használt pontjelek automatikus kezelése kevésbé jellemző, ugyanakkor ezek a részfolyamatok továbbra is munkaiigényes lépések a feldolgozási folyamatban. Jelen cikkben a pontjelek felismerésére és mérésére, valamint a jelek azonosítására mutatok be egy-egy kidolgozott eljárást. A jelek felismerése nem az alakzat és a mintázat, hanem a színtérben történő vizsgálat alapján történt, míg az azonosításra a terepen mért pontok, valamint a képi modellen meghatározott pontok eloszlásának hasonlósága szolgált. A kidolgozott módszert és algoritmust a gyakorlatban UAV felvételek feldolgozásával teszteltem, amelyhez MATLAB-ban írt programokat használtam.

Kulcsszavak—légi felmérés, fotogrammetria, digitális képfeldolgozás, illesztőpont, pontjel

I. BEVEZETÉS

A fotogrammetriai feldolgozás során a kapott modell földi koordinátarendszerbe történő illesztéséhez földi illesztőpontokat használunk. Ennek során valamilyen, a felvételeken is jól azonosítható egyezményes jelet szokás használni. Ez lehet akár egy tereptárgy jellegzetes, jól azonosítható pontja (pl. egy sarokpont) is. A még jobb és egyértelműbb azonosíthatóság érdekében gyakran használunk pontjeleket, amelyek speciális mintázata segít a légifelvételeken történő könnyű és pontos azonosításban.

A fotogrammetriában is megfigyelhető automatizálás ellenére a pontjelek mérése és azonosítása napjainkban is jellemzően manuálisan történik. A pontjelek mérése továbbra is a legmunkaiigényesebb feladat a terepi méréstől a számítógépes kiértékelésig az egész feldolgozási folyamatban. A pontjelek elhelyezését célszerű a felvételezés előtt előre megtervezni, utána a terepen kihelyezni, illetve ezzel egyidejűleg valamilyen geodéziai módszerrel (mérőállomással vagy GNSS műszerrel) mérni a jel geodéziai pontosságú földrajzi koordinátáit.

A pontjelek kihelyezése, mérése, majd a felvételezés után, a feldolgozás részeként szükség van az egyes fényképeken az illesztőpontok megjelölésére, azaz a jelek képkoordinátáinak meghatározására (a fotogrammetriában használt kifejezéssel irányzás), valamint a terepi mérés során mért koordinátaadatok és a pontok egymáshoz rendelésére. A cikkben olyan eljárás, illetve algoritmus kidolgozását mutatom be, amely e két fenti részfolyamat, a jelfelismerésre és irányzásra, valamint a pontok és a mért földrajzi koordináták egymáshoz rendelésére ad egy-egy megoldást. Mindkét esetben a cél kis számításigényű, robusztus eljárás kidolgozása volt, lehetőség szerint mellőzve a nagy számításigényű képfeldolgozási eljárásokat, mint pl. az él- és sarokdetektálást, vagy a területalapú képillesztési eljárásokat.

II. A FOTOGRAMMETRIAI FELDOLGOZÁS

A klasszikus fotogrammetriai feldolgozás folyamatának lépései a belső tájékozás, a külső tájékozás, majd a kiértékelés. A belső tájékozással létrehozuk a kapcsolatot a fénykép és a képkoordinátarendszer között. A külső tájékozás két lépésből áll, a relatív tájékoztatóból és az abszolút tájékoztatóból. A relatív tájékoztatóval visszaállítjuk a fényképek térbeli viszonyait, míg az abszolút tájékoztatóval a fényképek rekonstruált térbeli elhelyezkedését beillesztjük a földi koordinátarendszerbe. Az itt leírt folyamat a fotogrammetriai feldolgozás klasszikus eljárása, de a tájékozás valójában a relatív tájékoztatót kihagyva, egy lépésben is megvalósítható.

Az abszolút tájékozáshoz használunk földi illesztőpontokat. Ezek biztosítják a relatív (többnyire az egyik képhez rögzített) koordináta-rendszerben lévő fényképek és a valós, földi térbeli rendszer közötti kapcsolatot. Ez a kapcsolat egy térbeli hasonlósági transzformációval írható le.

A térbeli hasonlósági transzformáció egy eltolásból (X_0, Y_0, Z_0), forgatásból (ω, φ, κ) és nagyításból (m) áll, a hasonlósági transzformáció egyenlete a következő:

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_0 \\ Y_0 \\ Z_0 \end{bmatrix} + m \cdot \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13} \\ r_{21} & r_{22} & r_{23} \\ r_{31} & r_{32} & r_{33} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix}$$

A forgatási mátrixban szereplő $r_{m,n}$ együtthatók a forgatási szögekkel számított értékek (pl. $r_{11} = \cos \omega \cdot \cos \kappa$

$$r_{12} = -\cos \varphi \cdot \sin \kappa$$

A térbeli transzformáció ismeretlen paraméterei tehát az eltolás, a forgatási szögek, valamint a nagyítási tényező. Ez hét ismeretlen, ezek számításához tehát legalább hét egyenletre van szükség. Egy illesztőpont mérésekor három terepi koordinátát (X, Y, Z) kapunk, valamint rendelkezésre áll a földi pontnak megfelelő képpont relatív rendszerben mért koordinátái (x, y, z), így egy illesztőpontra a koordináták szerinti három egyenlet írható fel. Ebből látható, hogy a térbeli hasonlósági transzformáció elvégzéséhez minimálisan két teljes illesztőpont (x, y, z) mérésére, valamint egy további pont magassági adatának (z) mérésére van szükség. [1]

A méréseket a gyakorlatban azonban mérési hibák terhelik. Mind a földi rendszerben történő geodéziai mérés, mind az illesztőpontok képi helyének meghatározása hibákkal terhelt. Ezért a gyakorlatban fölös méréseket végeznek. Ezzel az egyenletrendszerünk túlhatározott lesz (azaz hét ismeretlen és ennél lényegesen több egyenlet), amelynek megoldásához újabb ismeretlen paramétert kell bevezetni, a maradékhibákat. A legkisebb négyzetek módszerével pedig kiegyenlítést végzünk, azaz a maradékhibák minimumára törekedve oldjuk meg az egyenletet.

III. A JELEK FELISMERÉSE

Az illesztőpontok méréséhez a fényképeken is jól azonosítható jelekre van szükség. Elterjedt ugyan a különféle tereptárgyak (pl. útburkolati jelek) használata pontjelként, a jó felismerhetőség és a pontos mérhetőség miatt gyakran mesterséges pontjeleket használnak a fotogrammetriában. Ezek a mesterséges pontjelek többnyire valamilyen erős kontrasztú mintával rendelkeznek, ahol a mérési pont jól beazonosítható.

Ilyenek pl. a fekete-fehér sakktáblajelek, az átlós jelek, vagy keresztek, koncentrikus körök. Az ilyen pontjelek automatikus felismerésére és automatikus mérésére (vagyis a pontjel képi koordinátáinak a meghatározására) többféle eljárás is rendelkezésre áll. Az alkalmazásukat azonban nehezíti, hogy nincsenek univerzális érvényű szabványok a pontjelekre, egy-egy feldolgozószoftver saját jelrendszert használ. Magyarországon a pontjelekre vonatkozó utolsó ismert szabvány 1977-ből származik.¹

¹ L.1. Szabályzat a mérőkamerás légifényképezések megrendelésére, elkészítésére, vizsgálatára és szolgáltatására, MÉM Országos Földügyi és Térképészeti Hivatal Földmérési Főosztálya, Budapest, 1977.



1. ábra. Fekete-fehér pontjel (balra) és annak képe 100 m-es magasságból (jobbra)

Az automatikus felismerésre a digitális képfeldolgozásban alkalmazott terület- és objektumalapú képegyeztetési eljárások, újabban pedig már a gépi tanulási eljárások is rendelkezésre állnak. A jel felismerése után következő lépés az azonosítás, vagyis a mért földi koordinátákat hozzá kell rendelni a képeken azonosított pontjelekhez. Ez napjainkban is inkább manuális tevékenység, habár léteznek kódolt jelek, amelyek alapján az egyes pontjelek azonosíthatók.

A rendelkezésre álló felismerési eljárásokon túl megvizsgáltam a színes pontjelek alkalmazhatóságát, valamint kidolgoztam egy újszerű, a pontjelek kódolását nem igénylő azonosítási eljárást, amelynél a pontjelek térbeli eloszlása alapján történik az azonosítás.

IV. SZÍNES PONTJEKEL ALKALMAZÁSA

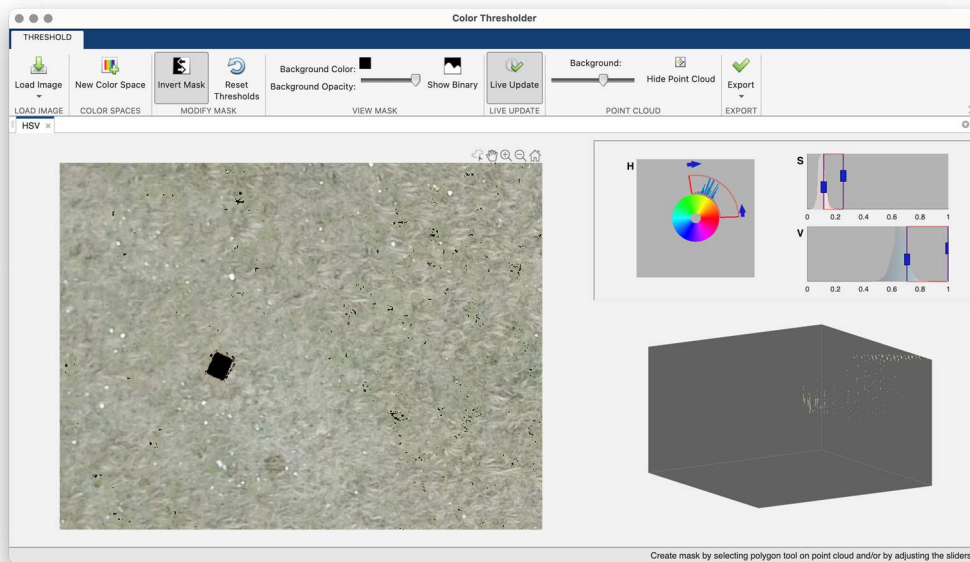
A digitális képfeldolgozásban, különösen a gépi látásnál és a fotogrammetriában a színinformációkat ritkán használják. Itt rendszerint a mintázatok és alakzatok hordozzák a fontos információkat. Ezért a képfeldolgozás egyszerűsítése érdekében a színes képeket első lépésként szürkeárnyaltos képpé konvertálják.

A jelen cikkben vázolt jelfelismerési eljárás vizsgálatának fő kérdése az volt, hogy a színinformáció, mindenekelőtt a „természetellenes” színek használhatók-e megbízhatóan a pontjelek felismerésére és mérésére. Emellett további ötlet volt a többféle alakú, de középpontosan szimmetrikus jelek használata.

A szín kiválasztásánál a fő szempont az volt, hogy az minél természetellenesebb legyen, azaz az épített és a természetes környezetben is ritkán előforduló legyen. Két szín alkalmazását vizsgáltam meg: a sárgát és a halogén narancssárgát. A sárga nem bizonyult jó választásnak, nagy magasságból a jel már inkább fehérnek látszik, a sárga árnyalat elhalványul. A halogén narancssárga ellenben az emberi szem számára is feltűnő, a környezetétől nagyon elütő és jól elkülöníthető szín, nem véletlen, hogy – a halogén pink színnel együtt – ezek a kereskedelemben forgalmazott leggyakoribb jelölőfesték-színek.

V. SZÍNES PONTJEL FELISMERÉSE ÉS MÉRÉSE

A fényképeken a pontjel elkülönítéséhez a megfelelő színű pixelek kiszűrését kell elvégezni. Ehhez első lépésként megvizsgáltam, hogy melyik színrendszer (színtér) a leoptimálisabb a kijelölt szín szűrésére. Az RGB színrendszert el kellett vetni, mert három független színcsatorna szerinti szűrésre lenne szükség, az R, G és a B sáv azonban sokféle szín összetevője is egyszerre, ezért itt a szűrés nehézkes. A HSV színtér bizonyult a legkönnyebben kezelhető színtérnek, amely egyébként az emberi látást is legjobban közelítő színrendszer. Előnyös tulajdonsága, hogy a színinformáció egy paraméter, így egy-egy szín jól elkülöníthető. A színmodellben a H (hue) a színre jellemző érték (0-tól 360-ig terjedő értékkel), az S (saturation) a telítettségre, vagyis a szürke árnyalat erősségére jellemző érték (0-tól 100 %-ig), míg a V (value) a fényerőre, vagyis a sötétségre jellemző érték (0-tól 100 %-ig). Mindez pedig egy hengerkoordinátarendszerben ábrázolható.



2. ábra. Színes pontjelenek pixeleinek szűrése a MATLAB Color Thresholder alkalmazásával (a szűrt pixelek fekete színnel maszkolva)

A pontjel adott színű pixelei a HSV színtérben küszöböléssel szűrhetők. A pontjelhez használt egy-egy adott színhez tapasztalati úton beállíthatók a megfelelő küszöbértékek. A MATLAB-ban a küszöbölő függvény használatával lehetséges ennek az elvégzése, valamint rendelkezésre áll egy küszöbölő applikáció is (amely ugyanezen MATLAB-függvényt használja).² A hibás találatok kiszűrésére célszerű vizsgálni a régió nagyságát is.

Az algoritmus lépései tehát:

- RGB-HSV átalakítás (`rgb2hsv`)³
- Pixelek szűrése küszöböléssel (H, S és V csatornákon)
- Bináris, fekete-fehér (BW) maszk létrehozása
- Javítás – régiónövelés, hiányok befoltozása, régiócsökkentés (`bwmorph`, `imfill`)
- Túl kicsi (és túl nagy) alakzatok kiszűrése.

A színes pontjel mellett az eljárás másik sajátossága, hogy a pont mérése a középpontosan szimmetrikus jel középpontjában történik. Így a mért pont képen történő azonosítása a kapott pixelrégió (alakzat) centroidjának, mint az alakzat egyértelműen azonosítható pontjának a meghatározásával valósul meg. A centroid számítása a MATLAB-ban a `regionprops` függvénnyel történik.

VI. GYAKORLATI MEGVALÓSÍTÁS

A színes jelek gyakorlatban történő alkalmazásának vizsgálatához többféle méretű (40–60 cm oldalhosszúságú) téglalap és négyzet alakú, habkartonból készült lapot használtam, amelyre halogén narancssárga fóliát ragasztottam. A lapokat az Óbudai Egyetem iszkaszentgyörgyi UAV tesztpályáján próbáltam ki. A területről DJI Mavic Pro UAV-val készítettem felvételeket, a repülési magasság 50 m volt, a terepi felbontás 1,6 cm, valamint a kihelyezett pontjelenek centroidjában RTK-s GNSS műszerrel mértem a földi koordinátákat EOv-ban. A feldolgozáshoz a MATLAB-ot, illetve annak két toolboxát, az Image Processing Toolboxot és az Image Acquisition Toolboxot használtam. A GNSS által kiexportált koordinátákat a MATLAB-programmal közvetlenül beolvastam, így jött létre a földi rendszer pontjainak halmaza.

² MATLAB Color Thresholder, Matlab.com, URL: <https://www.mathworks.com/help/images/ref/colorthresholder-app.html>

³ MATLAB-függvények.



3. ábra. A gyakorlatban kipróbált színes pontjelek.



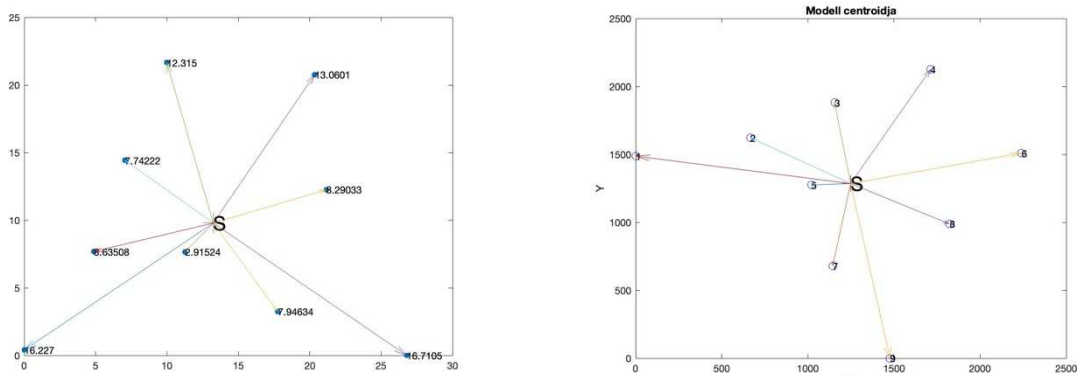
4. ábra. A pontjel centroidjának számított koordinátái a képkordináta-rendszerben.

A pontjelekről készített légifelvételre alkalmazva a fent ismertetett algoritmust, a színes pontjel felismerhető és meghatározható volt, és a centroid is jól közelítette az alakzat középpontját.

VII. GYAKROLATI MÉRÉS, FELDOLGOZÁS, MATLAB, KÉPEK

A pontjelek felismerése és a pont képkordináta-rendszerben mért, illetve a relatív rendszerben számított koordinátáinak meghatározása után a következő feladat a pontjelek azonosítása, a geodézia módszerrel mért földi pontok, valamint a relatív rendszerben azonosított pontok megfeleltetése, hogy végre lehessen hajtani a térbeli hasonlósági transzformációt.

A pontjelek azonosításához egy újszerű megközelítést alkalmaztam, amely abból az alapfeltevésből indul ki, hogy földi koordináta-rendszerben mért illesztőpontok és a relatív rendszerben a pontjelek térbeli eloszlása hasonló. Tehát egy olyan eljárásra van szükség, amely ezt a hasonlóságot matematikai formában tudja kezelni. Emellett pedig szükséges egy olyan egyértelmű referenciapont mindkét ponteloszlásnál, amelyhez viszonyítani lehet egy-egy pont helyzetét, és azt egyértelműen leírja. Ez a referenciapont a ponteloszlás súlypontja lehet, amely az adott ponteloszlás bármely elhelyezkedése esetén változatlan. (A számítás egyszerűsítése érdekében a térbeli feladatot síkbeli feladattá redukáltam, a pontok magassági koordinátáját nem vettem figyelembe. Ez a légifelvételknél, különösen, ha nincsenek extrém nagy magasságkülönbségek, elfogadható egyszerűsítés, hiszen itt csak a pontoknak az azonosításukhoz és megfeleltetésükhöz szükséges helyzetüket használjuk.)

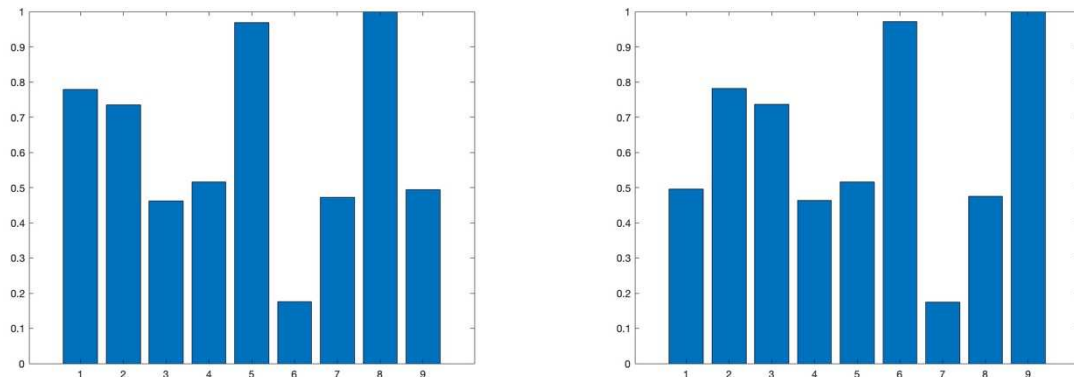


5. ábra. A földi rendszerben mért pontok (balra) és a relatív rendszerben mért pontok e(jobbra) eloszlása

A súlypont meghatározása után a következő lépés a földi rendszerben mért pontok, valamint a relatív rendszerben mért pontok sorba rendezése. Ehhez mindkét ponthalmazban a legkisebb Y koordinátájú pontot jelöltem 1-es sorszámmal, majd az óramutató járásával ellentétes irányban a súlypontból nézve azonosítót kaptak a pontok. (A kezdő pontnak egyébként nincs jelentősége, mert lényegében egy poláris rendszerben történik a sorszámozás, így ez forgatásra invariáns, azaz a súlyponton tetszőleges irányban felvehető a lokális XY koordináta-rendszer.)

A pontok jellemző paraméterének pedig a súlypontból (S) a ponthoz mutató helyvektor hosszát választottam. (5. ábra.) Ez alapján tehát a ponteloszlás egyfajta jellemző leíró paramétere a helyvektorok

hossza. Az összehasonlíthatóság érdekében azonban relatív vektorhosszakkal számoltam (amit a legnagyobb vektorhosszal való osztással kapunk). A feladat tehát a helyvektorok hosszát tartalmazó leíró adatsorokat fedésbe hozni egymással. Ehhez a legkisebb négyzetek módszerével egy korrelációs együtthatót számolok az adatsort egy-egy pozícióval eltolva. A két adatsor annál az eltolási pozíciónál korrelál egymással, amikor a számított korrelációs együttható a legkisebb. Ezzel megkapjuk a szükséges eltolást, ami megmutatja, hogy a két ponteloszlásban mely pontok tartoznak össze. A pontjelek koordinátáinak ismeretében pedig végrehajtható a térbeli transzformáció.



6. ábra. A z 5. ábrán szereplő pontok helyvektorának hossza mint a ponteloszlásra jellemző paraméter.

VIII. TOVÁBBFEJLESZTÉSI LEHETŐSÉG

A bemutatott módszer gyakorlatban történő használhatósága, a módszer hibatűrése és robusztussága további vizsgálatokat igényel, valamint vizsgálni kell a jelfelismerést különböző környezeti hatások mellett. A bemutatott gyakorlati példában közel nadír pozíciójú felvételeket használtam (melyek egyébként a légi fotogrammetriában a leggyakoribbak). Előfordulhatnak azonban a dőlt tengelyű (oblique) felvételek is, ahol a pontjelek a perspektíva és a centrális vetítés miatt torzulnak. Ezért fontos vizsgálni azt, hogy a torzulás hatására mekkora mértékű vándorlás következik be a centroidnál, és az a pontosság szempontjából elfogadható-e.

További lehetőség a durva hibák kezelésének beemelése az eljárásba annak érdekében, hogy a durva mérési hibák okozta téves azonosítást megelőzzük a hibás pont kizárásával. Ugyancsak fontos továbbfejlesztési irány lehet a Fuzzy-logika alkalmazása mind a jelfelismerésnél, mind az azonosításnál, valamint a gépi tanulás alkalmazása is egy további lehetőség.

IX. ÖSSZEGZÉS

Összefoglalásként elmondható, hogy a színes pontjel alkalmazása, ennek a HSV színtérben történő kezelése, felismerése és mérése használható alternatívának tűnik, de a módszer megbízhatóságának és pontosságának a meghatározása további vizsgálatokat igényel. A centroid mint mérési pont használata egyszerű és kis számításigényű eljárás, az eddigi vizsgálatokkal rendelkezésre álló tapasztalatok alapján a pontossága megfelelő a fotogrammetriai feldolgozáshoz.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A cikk megírását a „Felületi formák jellemzőinek vizsgálata vidéki környezetben pontfelhők és távérzékelési adatok alapján” című 2019-2.1.11-TÉT-2020-00171 azonosító számmal ellátott kétoldalú kínai–magyar TÉT projekt, valamint az Óbudai Egyetem Alba Regia Műszaki Kara támogatta.

IRODALOM

- [1] Kraus K. (2007): Photogrammetry, Geometry from Images and Laser Scans, Walter de Gruyter GmbH & Co. KG, Berlin, 2. kiadás, ISBN 978-3-11-019007-6
- [2] L.1. Szabályzat a mérőkamerás légifényképezések megrendelésére, elkészítésére, vizsgálatára és szolgáltatására, MÉM Országos Földügyi és Térképészeti Hivatal Földmérési Főosztálya, Budapest, 1977.
- [3] Rafael C. Gonzalez (2008): Digital Image Processing, Pearson Prentice Hall, 3. kiadás, ISBN 978-0-13-168728-8
- [4] MATLAB Color Treshold, Matlab.com, URL: <https://www.mathworks.com/help/images/ref/colorthreshold-app.html>
- [5] MATLAB Convert RGB Color to HSV, Matlab.com, URL: <https://www.mathworks.com/help/matlab/ref/rgb2hsv.html>