



GEODÉZIA ÉS KARTOGRÁFIA



2025 / 4
LXXVII. ÉVFOLYAM

Osztatlan közös tulajdon megszüntetésének lehetőségei
Földhasználat és felszínborítottság változása Kenyában
Úthiba-felismerés okostelefonnal
UAV felmérés alkalmazhatósága hulladékdepóniák térbeli
paramétereinek meghatározására
Barlangtérképek minősítésének folyamata
Tarczy-Hornoch Antal méltatása
Rendezvények
Műszerismertetés, könyvismertetés
Nekrológ

nka
támogatással

Crossref

Scopus®

**Minősített elektronikus aláírás
MFTTT tagoknak
29.750 Forint
1 év, korlátlan aláírás**

Miért használják FlintSign elektronikus aláírást?

A **FlintSign.hu** megoldása lehetővé teszi, hogy földmérőként:

- online, gyorsan igényeld aláírást (akár 15 percen belül),
- megfelelj a törvényi előírásoknak,
- az aláírás rendkívül egyszerű, egy letisztult WEB alapú alkalmazással vagy mobiltelefonnal elvégezhető,
- csokorba fűzve egyszerre tudsz fényképeket, térképeket, dokumentumokat, praktikusan bármilyen file-t aláírni,
- dokumentumaidat biztonságosan tárold, és egyszerűen továbbítsd az ügyfeleknek vagy hivataloknak.

Ahhoz, hogy megfelelj az új előírásoknak, **elkerüld az ügyintézési akadályokat**, és jogszerűen folytathasd a munkádat az E-ING bevezetését követően, **elkerülhetetlenné vált a minősített elektronikus aláírás használata**.

További részletek és aláírás igénylése: www.flintsign.hu

A kedvezmény igénybevételéhez szükséges kuponkódot az MFTTT Titkársága adja ki a tagoknak:

E-mail: mfttt.titkarsag@gmail.com

MAGYAR FÖLDMÉRÉSI,
TÉRKÉPÉSZETI ÉS TÁVÉRZÉKELÉSI
TÁRSASÁG/
HUNGARIAN SOCIETY OF SURVEYING,
MAPPING AND REMOTE SENSING



AZ ÁGRÁRMINISZTERIUM FÖLDÜGYI ÉS
TÉRINFORMATIKAI FŐOSZTÁLY ÉS A MAGYAR
FÖLDMÉRÉSI, TÉRKÉPÉSZETI ÉS TÁVÉRZÉKELÉSI
TÁRSASÁG LAPJA/MONTHLY OF THE DEPARTMENT
OF LAND ADMINISTRATION IN THE MINISTRY OF
AGRICULTURE AND THE HUNGARIAN SOCIETY OF
SURVEYING, MAPPING AND REMOTE SENSING

SZERKESZTŐSÉG/EDITORIAL OFFICE:

1111 Budapest, Budafoki út 59.
E-mail: mftt.titkarsag@gmail.com;
Web: https://www.mftt.hu/

FŐSZERKESZTŐ/EDITOR-IN-CHIEF:

Dr. Földváry Lóránt

SZERKESZTŐBIZOTTSÁG/EDITORIAL BOARD:

Böröcz Balázs, Dr. Bozsó István, Dr. Bucics
György, Dr. Cserép Máté, Dr. Gercsák Gábor, Iván
Gyula, Dr. Jung András, Dr. Karátsón Dávid, Dr.
Kovács Péter, Dr. Kristóf Dániel, Dr. Lovas Tamás,
Dr. Molnár Gábor, Dr. Olasz Angéla, Dr. Szabó
Gergely, Szrogh Gabriella, Dr. Takács Bence, Dr.
Tarsoly Péter, Dr. Toronyi Bence, Dr. Tóth Gyula

SZERKESZTŐI TANÁCSADÓ TESTÜLET/ EDITORIAL ADVISORY BOARD:

Dr. Bíró Péter, Dr. Rakonczai János, Dr. Rózsa
Szabolcs, Dr. Tóth Károly, Dr. Varga Péter, Dr.
Zentai László

OLVASÓSZERKESZTŐK/PROOF-READERS:

Ambrus Bence, Hegyesi Dóra

TECHNIKAI SZERKESZTŐ, TÖRDELŐ/ TECHNICAL-EDITOR: Pongrácz Dániel

KIADJA/PUBLISHER:

A Magyar Földmérési, Térképészeti és
Távérzékelési Társaság/ Hungarian Society of
Surveying, Mapping and Remote Sensing
HU ISSN 0016-7118; eng.szám/ registry no.:
B/SZI/280/1/1995

FELELŐS KIADÓ/RESPONSIBLE FOR PUBLISHING: Dobai Tibor

A kiadást a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi
Egyetem Általános- és Felsőgeodézia Tanszéke
támogatja/Supported by the Department of Geodesy
and Surveying of the Budapest University of
Technology and Economics

SOKSZOROSÍTJA/PRINTING:

HM Zrínyi Nonprofit Kft./MoD Zrínyi Nonprofit
Ltd.
Megjelenik: 1000 példányban/Printed in: 1000
copies

A folyóiratban megjelenő cikkek tartalma nem feltétlenül
tükrözi a szerkesztőség álláspontját. Három hónapnál
régebbi kéziratokat nem örzünk meg és nem küldünk
vissza. / The content of the papers published in the sci-
entific review does not reflect necessarily the Editorial
Board's standpoint. After three months, papers will not be
kept, neither sent back.



Tartalom

dr. LÁZÁR Beatrix, SÁNDOR Miklós: A földeken fennálló osztatlan közös tulajdon megszüntetésének jogszabályi lehetőségei	» 4
Lewis Mjomba NDUNGU, László ZENTAI: Changes in Land Use Land Cover in Equatorial Coastal Forest of Kilifi County, Kenya	» 11
HORVÁTH Viktor Győző, BARSÍ Árpád: Úthiba-felismerés okostelefonnal, konvolúciós neurális hálózatok segítségével	» 22
PETRÓCZY Máté Dániel, TOBAK Zalán, MUCSI László, SZALMA Elemér, ZÁDORI Adrián, SZATMÁRI József: UAV fotogrammetriai felvételezés alkalmazhatósága hulladékdepóniák térbeli paramétereinek meghatározására egy szegedi hulladéklerakó példáján	» 28

Barlangtérképek minősítésének folyamata a Bakony nemkarsztos barlangjainak példája alapján	» 36
Tárczy-Hornoch Antal méltatása	» 42
Rendezvények	» 43
Műszerismertetés	» 48
Könyvismertetés	» 52
Nekrológ	» 54

Contents

Legal options for terminating undivided joint ownership of land (dr. Beatrix LÁZÁR, Miklós SÁNDOR)	» 4
Changes in Land Use Land Cover in Equatorial Coastal Forest of Kilifi County, Kenya (Lewis Mjomba NDUNGU, László ZENTAI)	» 11
Road defect detection using smartphones and convolutional neural networks (Viktor Győző HORVÁTH, Árpád BARSÍ)	» 22
The applicability of UAV photogrammetric surveying for determining the spatial parameters of landfill cells, on the example of a landfill site in Szeged (Máté Dániel PETRÓCZY, Zalán TOBAK, László MUCSI, Elemér SZALMA, Adrián ZÁDORI, József SZATMÁRI)	» 28

The process of cave map classification based on the example of non-karst caves in the Bakony Mountains	» 36
In honor of Antal Tárczy-Hornoch	» 42
Events	» 43
Instrument review	» 48
Book review	» 52
Obituary	» 54

Címlapon: Tárczy-Hornoch Antal szobra
On the Cover Page: Statue of Antal Tárczy-Hornoch

A földeken fennálló osztatlan közös tulajdon megszüntetésének jogszabályi lehetőségei

dr. LÁZÁR Beatrix¹, SÁNDOR Miklós¹

¹ Agrárminisztérium, Földügyi és Térinformatikai Főosztály

E-mail: beatrix.lazar@am.gov.hu, miklos.sandor@am.gov.hu

DOI: [10.30921/GK.77.2025.4.1](https://doi.org/10.30921/GK.77.2025.4.1)

Absztrakt

Magyarországon az osztatlan közös földtulajdon a rendszerváltást követő földprivatizáció során jött létre részarány-földkiadás és kárpótlás jogcímén, ahol többnyire egymással kapcsolatban nem álló személyek osztoznak egy ingatlan eszmei hányadán. A helyzet felszámolására a 2021. január 1-jén hatályba lépett, a földeken fennálló osztatlan közös tulajdon felszámolásáról szóló törvény (Foktftv.) ad jogalapot. A jogszabály kiemelt célja, hogy a megosztási eljárások révén segítse a felek közötti egyezséget, támogassa a tényleges földhasználók tulajdonszerzését, és a jól hasznosítható birtoktestek kialakítását. A földeken fennálló osztatlan közös tulajdon megszüntetése kiemelt politikai cél.

A jogszabály ezen felül kötelező adatfeltárást ír elő az az ingatlanügyi hatóság számára a termőföldek tulajdonosai hiányos adatainak rendezése céljából, ha a tulajdonos személye nem azonosítható, vagy a bejegyzett személy 120 évnél idősebb, és halálának ténye ismeretlen. Az adatok rendezése és a 120 évnél idősebbek éves leválogatása folyamatos.

A törvény 2023. január 1-jétől hatályos módosítása az öröklési szabályokat vezet be a termőföldek vonatkozásában, hogy meggátolja a további osztatlan közös tulajdonok kialakulását és a földek elaprózódását. Ez a módosítás a Foktftv. jelentőségét tovább növeli, mivel hosszú távon is biztosítani kívánja a rendezett, tiszta földtulajdoni struktúra fennmaradását a magyar agrárium érdekében.

Abstract

In Hungary the undivided common land ownership of agricultural land was created as a result of the land privatization under the title of proportional land allocation and compensation following the change of regime, where mostly unrelated persons share the ownership rights of a property. The legal basis for eliminating this situation is the Act on the Elimination of Undivided Shared Ownership of Land (Foktftv. Act), which entered into force on January 1, 2021. The main goal of the legislation is to facilitate agreement between the co-owners through sharing procedures, support the acquisition of ownership by actual land users, and the development of well-usable agricultural land units. The elimination of undivided ownership of agricultural land is a political priority.

The law also requires mandatory data investigation by the land offices to resolve incomplete data on the owners of agricultural land if the owner cannot be identified or the registered person is over 120 years old and the fact of her death is unknown. The sorting of data and the annual selection of those over 120 years old is continuous.

The amendment to the law, effective from the 1st of January 2023, introduces inheritance rules for agricultural land in order to prevent the creation of further undivided shared ownership and the fragmentation of land. This amendment further increases the importance of the Foktftv. Act, as it aims to ensure the long-term preservation of a clear, transparent land ownership structure in the interest of the Hungarian agriculture.

1. Bevezetés

A magyar agrárium fejlődésének egyik legfőbb akadály a elaprózódott, rendezetlen tulajdoni szerkezet, amely a rendszerváltást követő földprivatizáció során alakult ki. Az európai szinten is versenyképes, tiszta földtulajdoni struktúra kialakításának igényére válaszul az Agrárminisztérium megalkotta a *földeken fennálló osztatlan közös tulajdon felszámolásáról és a földnek minősülő ingatlanok jogosultjai*

adatainak ingatlan-nyilvántartási rendezéséről szóló 2020. évi LXXI. törvényt (Foktftv.). A 2021. január 1-jén hatályba lépett jogszabály átfogó keretet biztosít valamennyi állami és magántulajdonú, osztatlan közös földtulajdon megszüntetésére, kiemelt állami feladatként kezelve a tulajdonosi kényszerközösségek felszámolását és a gazdaságosan művelhető birtoktestek kialakítását. A cikk a Foktftv. által bevezetett legfontosabb eljárásokat és a hozzá kapcsolódó, az elmúlt egy-két évben bekövetkezett újszerű módosításokat mutatja be. A

cikk egyes részei korábban, 2023. szeptemberében Gyulafehérváron az Erdélyi Magyar Műszaki Tudományos Társaság (EMT) XXIV. Földmérő találkozóján ismertetésre kerültek (Lázár és Sándor, 2023).

2. A termőföldek osztatlan közös tulajdona, és hogyan jöhetett létre?

A termőföldek egy jelentős részén létrejött osztatlan közös tulajdon lényegében egy tulajdonosi kényszerközösség, amelyben általában egymással semmiféle ismerősi kapcsolatban nem álló személyek jogosultak a tulajdonrészük használatára a többiek jogainak és a tulajdonukhoz fűződő törvényes érdekeinek sérelme nélkül. Az osztatlan közös tulajdon azt jelenti, hogy egy adott ingatlannak több tulajdonosa van, a tulajdonosokat pedig a tulajdonjog meghatározott hányadok szerint illeti meg az ingatlan egésze tekintetében. Osztatlan közös tulajdon esetén a tulajdonrész tehát egy eszmei hányad, amely az ingatlan egészére vonatkozóan illeti meg a tulajdonostársakat. Ennek eredményeképpen a tulajdonosok mindegyike jogosult az ingatlan birtoklására és használatára, ezt a jogot viszont egyikőjük sem gyakorolhatja a többi tulajdonostárs jogainak és törvényes érdekeinek sérelmével.

A rendszerváltást követő földprivatizáció

A rendszerváltást követő földprivatizáció során két jogcímen, részarány-földkiadás, illetve kárpótlás jogcímen kerültek nevesítésre a termőföldek. A következőkben a kétfajta tulajdonszerzési jogcím közötti különbséget vázoljuk fel. A közös tulajdonban lévő termőföldek állam által történő díjmentes megosztása, – azaz önálló tulajdonú földrészekké alakítása – kizárólag a részarány-földkiadás során keletkezett osztatlan közös tulajdonba került földrészekre vonatkozik.

Kárpótlás

Részleges kárpótlás illette meg azokat a természetes személyeket, akiknek magántulajdona az állam által 1939. május 1. után sérelmet szenvedett. A kárpótlás iránti kérelmet a jogosult 1991. december 16-ig nyújthatta be az illetékes területi kárrendezési kirendeltséghez. A kárpótlás összegéről kárpótlási jegyet állítottak ki. A kárpótlási jegy bemutatóra szóló, átruházható, a kárpótlás összegének megfelelő, az állammal szemben fennálló követelést névértékében megtestesítő értékpapír.

A kárpótlási árverésen szerzett földrészek megszerzése, majd megosztása a licitálás során, a kárpótlási jeggyel rendelkezők ajánlata alapján történt. Az állam biztosította, hogy a kárpótlási jegyet annak birtokosa az állami tulajdon privatizációja során értékesítésre kerülő vagyontárgyak, részvények, üzletrészek megvásárlására, továbbá termőföld tulajdon megszerzésére felhasználhassa. A termőföldek árverés (licitálás) útján kerültek a kárpótlásra jogosultak részére értékesítésre.

A tulajdonviszonyok rendezése érdekében, az állam által igazságtalanul okozott károk részleges kárpótlásáról szóló 1991.

évi XXV. törvény végrehajtásáról szóló 104/1991. (VIII. 3.) Korm. rendelet értelmében az árverésen az a kárpótlásra jogosult személy vehetett részt, akinek az elvett termőföldje a szövetkezet tulajdonában vagy használatában volt, aki a termőföldet árverező szövetkezetnek 1991. január 1-jén és az árverés időpontjában is tagja volt, illetőleg az árverés időpontjában azért nem tagja, mert tagsági viszonya a földrendező és földkiadó bizottságokról szóló 1992. évi II. törvény hatálybalépését követően kiválással, a szövetkezet gazdasági társasággá történő átalakulása, vagy a szövetkezet megszűnése folytán szűnt meg, illetve akinek 1991. június 1-jén abban a községben, városban volt az állandó lakóhelye, ahol az árverező szövetkezet termőföldterülete volt

Részarány-földkiadás

A részarány-tulajdon egy olyan speciális tulajdoni forma, amely a termelőszövetkezetek szervezése, az úgynevezett tagosítás során keletkezett. Lényege, hogy a bevitt föld a kollektivizálás keretében a termelőszövetkezet közös használatába került, míg a tulajdonjogot a tagok tsz. külön lapján részarány-tulajdonként aranykorona (a továbbiakban: AK) értékben tartotta nyilván a földhivatal, és amely semmilyen konkrét földrészlethez nem volt köthető. Ez a tulajdoni forma gyakorlatilag egy váromány, amelyet a földkiadási eljárás során adtak ki az arra jogosultaknak, már konkrét földrészlethez, helyrajzi számhoz rendelve.

A részarány-földtulajdonosok jogi megítélése eltért a kárpótlásra jogosultakétól, ugyanis az ő esetükben nem beszélhetünk „állam általi károkozásról”, hiszen tulajdonuktól – elvileg – nem voltak megfosztva, mert tulajdonuk élő nyilvántartásban szerepelt.

E jogi különbségtétel tükröződött aztán a vonatkozó törvényi szabályozásban is, ami a gyakorlatban azt jelentette, hogy az állam eleinte csak a nevesítés jogi lebonyolítását és annak költségeit vállalta magára, az egyes tulajdonosok földrészleten belüli elhelyezkedéséről saját maguknak kellett rendelkezniük, illetve intézkedniük, és a megosztás és kifizetés költségeit is maguknak kellett viselniük. Ez azonban sok esetben nem történt meg, mivel a részarány földtulajdonosok jelentős része – idős ember lévén – nem volt érdekelt az önálló ingatlan – nem kevés költséggel járó – kialakításában. Előbbi, illetve azon tulajdonosok, akik nem kérték részarány-tulajdonuk kiadását, illetve akik egyéb más okból nem kapták meg önálló ingatlanként részarány-tulajdonukat osztatlan közös tulajdonba kerültek. A folyamat eredményeként a részarány földkiadás során olyan nagy számban keletkeztek osztatlan közös tulajdonú földrészek, amelyek már akadályt képeztek a gazdaságos mezőgazdasági termelésnek, továbbá megnehezítették a különböző mezőgazdasági támogatások igénybevételét is. További negatív következménye lett az ilyen típusú tulajdoni formának, hogy a nagyszámú tulajdonostárs nemhogy a megosztásról, de sok esetben még a föld használatáról, hasznosításáról sem tudott megegyezni, így a termőföldek egy része megműveletlen maradt.

A fenti okok láttán a Kormány a részarány-földkiadás során keletkezett osztatlan közös tulajdon megszüntetését kiemelt állami feladatnak tekintette, ezért a munkát a gyorsítás

érdekében a kérelmező tulajdonosok részére díjmentesen, jogi szolgáltatók és földmérési vállalkozók bevonásával végeztette el. A kérelmeket 2012. június 1-ig lehetett benyújtani. Mára az eljárások 95%-a lezárult, mintegy 260 ezer tulajdonos kapta meg az önálló tulajdonú ingatlanát helyszíni kitűzéssel és birtokbaadással egybekötve. A még folyamatban lévő, a kormányhivatalok, mint segítő közreműködésével zajló eljárások is hamarosan lezárulnak.

Termőföldön fennálló osztatlan közös tulajdon természetesen más egyéb módon, pl. örökléssel is keletkezhet.

3. A földeken fennálló osztatlan közös tulajdon felszámolásáról és a földnek minősülő ingatlanok jogosultjai adatainak ingatlan-nyilvántartási rendezéséről szóló 2020. évi LXXI. törvény

Az európai szinten is versenyképes magyar agrárgazdaság kialakításának alapvető feltétele a tiszta, átlátható földtulajdoni struktúra kialakítása valamennyi állami és magántulajdonú föld tekintetében. Ennek egyik gátja az osztatlan közös földtulajdon fennállása, ami a magyar agrárium fejlődésének egyik felszámolandó akadály. Erre tekintettel az Agrárminisztérium megalkotta, az Országgyűlés pedig elfogadta a földeken fennálló osztatlan közös tulajdon felszámolásáról és a földnek minősülő ingatlanok jogosultjai adatainak ingatlan-nyilvántartási rendezéséről szóló 2020. évi LXXI. törvényt (a továbbiakban: Foktftv.), amely 2020. július 8-án került kihirdetésre és 2021. január 1-jén lépett hatályba. A törvény végrehajtási rendelete, a földeken fennálló osztatlan közös tulajdon felszámolásának részletes szabályairól szóló 647/2020. (XII.23.) Korm. rendelet (a továbbiakban: Korm. rendelet) 2020. december 23-án került kihirdetésre és szintén 2021. január 1-jén lépett hatályba.

A jogalkotó minden olyan osztatlan közös földtulajdon megszüntetésére kiterjesztette az új törvény tárgyi hatályát, amelynek létrejöttében az állam, illetve a jogi szabályozás szerepet játszott. A törvény számos új előírással segíti az osztatlan közös földtulajdon megszüntetését, minden esetben támogatva a felek egyezségét, valamint a tényleges földhasználók további tulajdonszerzését, valamint a jól hasznosítható birtoktestek kialakítását.

A Foktftv. mindezeket túl egy új eljárás bevezetésével kívánja megoldani a földnek minősülő ingatlanok tekintetében tulajdonosként bejegyzett azon személyek beazonosítását, akiknek az ingatlan-nyilvántartásban szereplő adatai hiányosak. Az eljárás keretében a törvény az ingatlanügyi hatóság számára hivatalból történő kötelező adatfeltárást, adategyeztetést és annak sikeressége esetén adatkiigazítást ír elő. Ha az adatfeltárást nem vezet eredményre, az ingatlanügyi hatóság hirdetmény útján próbálja felderíteni a tulajdonos személyét.

A törvény és végrehajtási rendelete az osztatlan közös tulajdon megszüntetésének három alapvető metódusát szabályozza:

- a közös tulajdon megszüntetése az ingatlan megosztása útján,
- a közös tulajdon megszüntetése az ingatlan valamely tulajdonostárs általi tulajdonba vétele útján, illetve
- a közös tulajdon megszüntetése az ingatlan állam általi kisajátítása útján.

A közös tulajdon megosztással történő megszüntetése

Fontos kiemelni, hogy az új szabályozás értelmében nem az állam szervezésében, hanem a tulajdonosoknak a szabályozás keretei között létrehozott egyezsége alapján kerül sor az osztatlan közös tulajdon megszüntetésére. Az állam a jogi szabályozás megteremtésén túl a felmerülő ingatlan-nyilvántartási változások dokumentálási kötelezettségének egyszerűsítésével, és a megosztás informatikai hátterének megteremtésével járul hozzá a megosztáshoz. A Foktftv. alapján indult megosztási folyamatban csökken az ingatlanügyi hatóságok szerepe, és nem kötelező ingatlanrendező földmérő közreműködését igénybe venni.

A tulajdonosi közösségekre hárul a megosztási folyamat kezdeményezése, a tulajdonosi egyezség létrehozása és annak előírt dokumentálása, az ingatlan-nyilvántartási változásátvezetési eljárást megalapozó műszaki dokumentáció elkészítése, valamint a szükséges hozzájárulások beszerzése. Ilyen pl. az ingatlan-nyilvántartásba bejegyzett, helyhez kötött jog jogosultjának hozzájárulása az adott jog új ingatlanokra történő visszajegyzéséhez. Az osztatlan közös tulajdon megszüntetését bármely tulajdonostárs kezdeményezheti az ingatlanügyi hatósághoz benyújtott, a folyamatban lévő megosztás tényének bejegyzésére irányuló kérelemmel. Az ingatlanügyi hatóság a kérelem alapján az érintett ingatlan tulajdoni lapjára bejegyzi a folyamatban lévő megosztás tényét, továbbá a törvény végrehajtására kiadott rendeletben foglaltak szerint a kormányzati portálon hirdetményt tesz közzé az adott ingatlant érintő megosztásról. A folyamatban lévő megosztás tényének bejegyzését követően az ingatlan tulajdoni lapján és térképi állományán az öröklés miatt bekövetkezett tulajdonváltozás – ideértve az özvegyi jog bejegyzését is – és a kisajátítás – ideértve a kisajátítást pótló adásvétel és csere esetét is – kivételével más változtatás nem vezethető át. A tény bejegyzését követően benyújtott egyéb kérelmek vagy megkeresések vonatkozásában az ingatlanügyi hatóság az eljárást felfüggeszti a megosztás tényének törléséig. Az ingatlanügyi hatóságok felmérési, térképezési vagy területszámítási hiba fennállása esetén elvégzik az ingatlan-nyilvántartási adatok javítását.

A közös tulajdon megosztással történő megszüntetéséhez a tulajdonostársak tulajdoni hányada alapján számított egyszerű többségi döntésére van szükség, amelynek joghatálya valamennyi tulajdonostársra kiterjed. A létrejövő egyezség eredményeképpen nem alakítható ki közös tulajdonban álló

ingatlan, kivéve, ha az abban érintett tulajdonosok annak létrehozásába kifejezetten beleegyeznek. Az osztatlan közös tulajdon megszüntetése során egyik tulajdonosnak sem juthat az eredeti ingatlanban fennálló tulajdoni hányada szerint számított AK értéknél kisebb mértékű ingatlan, kivéve, ha abba az egyezség részeként kifejezetten beleegyeznek. A Foktftv. 7. § (1) bekezdése lehetőséget biztosít arra, hogy az egyezség keretében a tulajdonostársak a megosztás alapjául szolgáló ingatlanban fennálló tulajdoni hányadoktól eltérő megosztásban is megállapodhatnak, vagyis eladhatnak, egymástól vásárolhatnak tulajdoni hányadot a 17. § (1) bekezdése szerinti tulajdonszerzés közös szabályaira figyelemmel.

Az osztatlan közös tulajdon megszüntetése eredményeként kialakításra kerülő ingatlanoknak alkalmasnak kell lenniük mező- és erdőgazdasági művelésre, valamint nem lehetnek kisebb területnagyságúak a törvényben művelési ágak szerint meghatározott területi minimumnál.

A ténybejegyzéssel egyidejűleg az ingatlanügyi hatóság kiadja a megosztáshoz szükséges térinformatikai segítséget nyújtó informatikai alkalmazáshoz, az úgynevezett osztóprogramhoz való hozzáférést biztosító technikai azonosítót. Az osztóprogram az Agrárminisztérium osztoprogram.am.gov.hu vagy foldalap.am.gov.hu internetes oldaláról, valamint a Földhivatali Portálról letölthető informatikai alkalmazás.

Az osztóprogram segítségével elkészített térképvázlat és területkimutatás a Foktftv. II. fejezet 2. alcíme alatt szabályozott osztatlan közös tulajdon megszüntetési eljárásán kívül más ingatlan-nyilvántartási eljárásban nem használható fel. Az osztóprogramot a kérelmező a saját személyre szóló kormányzati ügyfélkapu+ azonosító adataival és az ügyazonosítóval együtt tudja használni. Az ügyazonosítót az ingatlanügyi hatóság a kérelemben megadott ügyfélkapu+ azonosítóhoz és a kérelemben megjelölt földrészlethez rendeli. Az osztóprogrammal végzett megosztás kizárólag a kérelemmel érintett földrészletre terjedhet ki, az eljárásba más - a kérelemben nem szereplő - földrészlet semmilyen formában sem vonható be. Az osztóprogramban az ingatlan-nyilvántartási adatszolgáltatáshoz való hozzáférést az ügyazonosító biztosítja. A kérelemben megjelölt földrészlethez vagy - a Foktftv. 7. § (2) bekezdése szerinti esetben - a kérelemben megjelölt földrészletekhez tartozó hatályos ingatlan-nyilvántartási adatok első belépéskor automatikusan betöltésre kerülnek az osztóprogramba. A megosztást az ügyazonosítóhoz rendeltén, automatikusan, hálózaton keresztül szolgáltatott ingatlan-nyilvántartási adatok alapján kell elvégezni.

Az osztóprogram a megosztás végrehajtásához szükséges tulajdoni lap adatait és az állami ingatlan-nyilvántartási térképi adatbázis adatait ellenőrzi, ezen ellenőrzés során földrészlet, alrészlet és művelésiág-azonosítók és területek kölcsönös azonosítását, megfeleltetését végzi el. Ha az osztóprogram a szolgáltatott adatokban ellentmondást észlel, a megosztást nem lehet elvégezni. Az osztóprogram ebben az esetben hibaizenetet jelenít meg, valamint riportot generál az észlelt hibáról. A kérelmező a hiba riportot 5 napon belül köteles eljuttatni az ügyazonosítót kiadó ingatlanügyi hatóság részére. Az

ingatlanügyi hatóság ebben az esetben a hiba kivizsgálását haladéktalanul elvégzi.

A folyamatban lévő megosztás tényét az ingatlanügyi hatóság hivatalból törli, ha a bejegyzést követő 120 napon belül nem kerül benyújtásra a megosztás ingatlan-nyilvántartási átvezetése iránti kérelem.

Területi minimumok

A birtokelaprózdás megakadályozása és a hatékony mezőgazdasági művelés érdekében a törvény területi minimumokat állapít meg, amelyeknél kisebb térmértékű földrészlet nem alakítható ki a megosztás során. Ezek az egyes művelési ágak esetén az alábbiak szerint alakulnak.

- szőlő, kert, gyümölcsös, nádas művelési ág esetén 3.000 m²;
- szántó, rét, legelő, erdő és fásított terület művelési ág esetén 10.000 m², azaz 1 hektár;
- zártkerti földnek minősülő ingatlan esetén 1.000 m².

Vegyes művelési ágú ingatlan esetén a kisebb területi minimummal rendelkező művelési ágra vonatkozó térmérték az irányadó.

A zártkerti fekvésű ingatlanok esetében lehetőség van a megosztások elvégzésére akkor is, ha az ingatlanon pl. gazdasági épület vagy egyéb épület található. A megosztás ez esetben kizárólag akkor valósítható meg, ha egyezség a tulajdonostársak teljes körű beleegyezésével jön létre. A zártkerti ingatlanok speciális jogi helyzete és történelmi hagyományai okán a tényleges használat sok esetben eltér a mezőgazdasági hasznosítástól, ugyanakkor a tulajdonostársak között az esetek többségében fennáll az egyező akarat az ingatlan megosztására.

Az ingatlan megosztása során kialakulhat olyan eset, hogy egy, vagy akár több tulajdonostárs tulajdoni hányada alapján kialakítható ingatlan nem éri el a területi minimumot. Ez esetben – az egyezségben rendelkezni kell a területi minimumot el nem érő tulajdoni hányadok valamely másik tulajdonostárs tulajdoni hányadához – ellenérték fejében – történő hozzászámításáról, ezt nevezi a törvény bekebelezésnek. Ebben az esetben a megosztás eredményeként a másik tulajdonostárs részére az ingatlant a megosztás alapjául szolgáló ingatlanban fennálló tulajdoni hányada és a magához váltott tulajdoni hányad együttes mértékének megfelelően kell kialakítani. Ugyanakkor az is lehetséges, hogy a területi minimumot el nem érő tulajdonostársak együttesen elérik a területi minimumot és továbbra is osztatlan közös tulajdonban maradjanak, vagyis így a bekebelezésre nem kerülhet sor.

A közös tulajdon bekebelezéssel történő megszüntetése

Ha a kiinduló ingatlanból nem alakítható ki legalább két, a területi minimumnak megfelelő ingatlan, úgy a megosztásnak nincs helye, az ingatlant egyetlen tulajdonostárs veheti tulajdonba a Foktftv. 16. §-ában szabályozottak szerint. Ez

esetben bármely tulajdonos kezdeményezheti a többi tulajdonostárs tulajdoni hányadának magához váltását, tulajdoni hányadától függetlenül. Ha több tulajdonostárs is jelzi bekebelezési szándékát, akkor az ingatlant az a tulajdonostárs veheti tulajdonba, aki a legmagasabb ellenérték megfizetését vállalja.

A területi minimumot el nem érő tulajdoni hányaddal rendelkező tulajdonostárs részére a bekebelező tulajdonostársnak ellenértékként legalább a Korm. rendelet szerinti értékbecslési ajánlatban megállapított összeget kell megfizetnie. Ez az érték szántó, szőlő, gyümölcsös, kert, rét, legelő (gyep), nádas és fásított terület művelési ágban nyilvántartott földrészlet esetén az Agrárminisztérium honlapján, a foldalap.am.gov.hu internetes oldalán és a Földhivatali Portálon járás és művelési ág szerinti bontásban közzétett érték.

A területi minimumot önállóan el nem érő tulajdonostársak kifejezetten arra irányuló kérelmükre osztatlan közös tulajdonban maradván közösen is kialakíthatnak területi minimumot elérő önálló ingatlant. Ebben az esetben tulajdoni hányaduk nem kerül más tulajdonos által magához váltásra.

A tulajdonba vételt kezdeményező tulajdonostársnak az ingatlanban tulajdoni hányaddal rendelkező valamennyi tulajdonostársat írásban kell tájékoztatnia a bekebelezési szándékáról. A bekebelezési szándékról értesített tulajdonostárs, vagy tulajdonostársak 30 napon belül teljes bizonyító erejű magánokiratban nyilatkozhatnak arról, hogy nem értenek egyet az ingatlan egyetlen tulajdonostárs általi tulajdonba vételével, ha a tulajdoni hányadának megfelelő területük külön, vagy együttesen (ebben az esetben a tulajdonostársaknak arról is nyilatkozniuk kell, hogy az ingatlan megosztása esetén egymással közös tulajdonban kívánnak maradni) az ingatlan művelési ágait és minőségi osztályait figyelembe véve a leggyengébb minőségű területen elérné a Fokftv.-ben meghatározott területi minimumot. Ilyen esetekben, az ingatlan egyetlen tulajdonostárs általi tulajdonba vételére nincs lehetőség.

Az értesített tulajdonostárs 30 napon belül nyilatkozhat arról, hogy az értesítésben foglalt ellenértéket elfogadja, vagy igazolnia kell, hogy értékbecslési szakvélemény készítését kérte. Ezt a nyilatkozatot teljes bizonyító erejű magánokiratban kell megtennie.

Ha az értesített tulajdonostárs kívánja tulajdonba venni az ingatlant, akkor 30 napon belül teljes bizonyító erejű magánokiratban tett nyilatkozatban jelezheti az ingatlanra vonatkozó bekebelezési szándékát, amely nyilatkozatban meg kell jelölnie az általa ajánlott ellenértéknek a földrészlet egészére számított összegét (ellenajánlat), amelynek legalább 10%-kal meg kell haladnia a kezdeményező tulajdonostárs által megjelölt ellenérték összegét, továbbá nyilatkoznia kell arról, hogy a fennálló tulajdoni hányadát meghaladó ingatlanrész tulajdonjogának megszerzésére a Fokftv. alapján jogosult. A licitálás addig tart, amíg nem érkezik több ellenajánlat. Nem tehet ellenajánlatot az a tulajdonostárs, aki a korábbi felhívásra ellenajánlatot nem tett.

A változás ingatlan-nyilvántartási átvezetését a tulajdonszerzésre jogosult kezdeményezheti. A bekebelezés alapján történő tulajdonszerzés ingatlan-nyilvántartási átvezetéséhez az összes tulajdonostárs által aláírt szerződés, vagy ennek hiányában a bekebelező tulajdonostárs által tett egyoldalú nyilatkozat szükséges.

Garanciális elemek

Mind a megosztás, mind a bekebelezés esetén a folyamat fontos garanciális eleme a tulajdonostársak megfelelő értesítése, amelyet a törvény végrehajtási rendelete részletesen szabályoz. Az ellenérték megállapításához segítséget nyújt az említett, művelési áganként és járásonként közzétett értékbecslési ajánlat. Ha valamelyik tulajdonostárs nem ért egyet az értékbecslési ajánlat szerint megállapított ellenértékkel, úgy a törvény lehetőséget biztosít arra is, hogy igazságügyi szakértővel új értékbecslési szakvéleményt készíttessen.

A Fokftv. alapján történő földtulajdon szerzések mentesülnek a hatályos Földforgalmi törvényben szereplő feltételek és korlátozások alól, de a törvény meghatározza a tulajdonszerzés közös szabályait. A Fokftv. 17. § (1) bekezdése szerint az ingatlanban az osztatlan közös tulajdon megszüntetését megelőzően fennálló tulajdoni hányadát meghaladó ingatlanrész tulajdonjogának a II. Fejezet alapján történő megszerzésére csak az a tulajdonostárs jogosult, aki

- a) az adott ingatlanban legalább 3 éve rendelkezik tulajdonrészszel,
- b) tulajdonrészét öröklés, dologi hagyomány vagy halál esetére szóló ajándék jogcímen szerezte, vagy
- c) tulajdonrészét közeli hozzátartozójától szerezte, ha a tulajdonostárs és közeli hozzátartozója együttesen az adott ingatlanban legalább 3 éve rendelkezik tulajdonrészszel.

A tulajdonostársak közötti, e törvény szerinti megosztás keretében történő tulajdonszerzéshez nincs szükség a földműves minőségre. Mentessülnek továbbá a tulajdonszerzések a földszerzési maximum, illetve a birtokmaximum szabályai, a hatósági jóváhagyási eljárás, valamint a Földforgalmi törvény 13-15. §-ai szerinti feltételek alól is. A Fokftv. szerinti tulajdonszerzésre nem adásvétel útján, hanem minden esetben „osztatlan közös tulajdon megszüntetése” jogcímen kerül sor, ezért ezen ügyletek esetében elővásárlási jogosultság nem áll fenn.

A II. Fejezet alapján történő földtulajdonszerzés esetén, amennyiben a fenti feltételek nem valósulnak meg, úgy az nem tartozik a Fokftv. hatálya alá, a tulajdon átruházás a Földforgalmi törvény szabályai szerint folytatható le.

A közös tulajdon megszüntetése az ingatlan állam általi kisajátítása útján

A törvény szűk körben lehetőséget biztosít osztatlan közös tulajdonban álló földrészletek Magyar Állam általi kisajátítására

olyan ingatlanok esetében, ahol a tulajdonosok nagy számára tekintettel az egyszerű többség kialakítása nem kivitelezhető.

Eszerint az ingatlan bármely tulajdonosa kezdeményezheti a Nemzeti Földalap kezeléséért felelős szervnél az ingatlan egészének az állam általi, optimális birtokszerkezet kialakítása céljából történő kisajátítását az alábbi két feltétel együttes fennállása esetén:

1. az osztatlan közös tulajdon megosztását a törvény 4. § (1) bekezdése szerint legalább három alkalommal úgy kezdeményezték, hogy a 4. § (3) bekezdése alapján a bejelentés nem került visszautasításra, azonban az osztatlan közös tulajdon megszüntetésére e törvény hatálybalépésétől számított 2 éven belül nem került sor, és

2. az ingatlan tulajdonosainak száma

- a 100 főt meghaladja, vagy
- a 30 főt meghaladja és az ingatlan hektárban kifejezett területmagnagyságának mértéke és tulajdonosai számának hányadosa kisebb, mint 0,5.

A kisajátítási eljárások tehát csak ezen átmeneti, 2 éves időszak elteltével lesznek kezdeményezhetők a fenti kritériumnak megfelelő ingatlanok esetében. Fontos megjegyezni, hogy a fent leírtak teljesülése esetén is a Nemzeti Földalap kezeléséért felelős szerv mindig az adott költségvetési évben a földvásárlásra rendelkezésre álló költségvetési keret alapján dönt a kisajátítási eljárás megindításáról, vagy annak mellőzéséről.

Öröklés

A Foktftv. 2023. január 1-jétől hatályos módosítása jelentős változást hozott egy új, eddig nem szabályozott kérdéskör törvényi szintű szabályainak megalkotásával. A föld tulajdonjogának öröklés jogcímén történő megszerzése vonatkozásában a további osztatlan közös tulajdonok kialakulásának és ezáltal a földek elaprózódásának megakadályozása céljából a Foktftv. kiegészült „Az osztatlan közös tulajdon megszüntetése öröklés esetén” elnevezésű alcímmel.

A szabályozásnak két alapvető esete van: az örökhatározott kizárólagos tulajdonban álló föld, vagy az osztatlan közös tulajdonban fennálló, az örökhatározott tulajdonban álló tulajdoni hányad öröklése.

A szabályozás célja, hogy az eddig kizárólagos tulajdonban álló ingatlanon ne keletkezzen osztatlan közös tulajdon, illetve a tulajdoni hányad öröklése esetén az ingatlan tulajdonosainak száma ne növekedjen.

A Foktftv. 18./A §-a szabályozza az örökhatározott kizárólagos tulajdonban álló ingatlan öröklésére vonatkozó esetet. Az örökhatározott kizárólagos tulajdonban álló ingatlan közös öröklése esetén, annak érdekében, hogy ne jöjjön létre osztatlan közös tulajdon, négy megoldás kínálkozik. Egyrészt lehetőség van osztályos egyezség kötésére. Másrészt a hagyatéki eljárásról szóló 2010. évi XXXVIII. törvény alapján jelenleg is lehetőség

van a hagyatéki eljárás belüli átruházásra, de most feltétel, hogy az átruházás során ne jöjjön létre közös tulajdon. Harmadrészt lehetőség van arra, hogy az örökösársak az ingatlant közösen értékesítsék, vagy - piaci kereslet hiányában - az ingatlant az állam javára ingyenesen felajánlják. Ha ezek a megoldási lehetőségek nem vezetnek eredményre, arra az esetre a törvény átmenetileg engedi a közös tulajdonként történő öröklést azzal, hogy az örökösársakra a hagyatéki eljárás, illetve a hagyatéki per jogerős befejezését követő öt éven belül a közös tulajdon megszüntetésének kötelezettségét rója.

Ha a hagyatéki tárgy osztatlan közös tulajdonban álló ingatlanban fennálló tulajdoni hányad, a Foktftv. 18/B. § szerint kell eljárni. Ez esetben is lehetőség van osztályos egyezséget kötni, az ingatlanban fennálló tulajdoni hányad egyben történő értékesítésére, az ingatlanban fennálló tulajdoni hányad egyben ingyenesen történő felajánlására az állam javára. Ha ezekre nem kerül sor, az ingatlanban fennálló tulajdoni hányadot a törvényes öröklés szabályai szerint öröklék meg azzal, hogy azt öt éven belül értékesíteniük kell, vagy egyikük tulajdonába kell adni, vagy az állam javára ingyenesen fel kell ajánlaniuk, vagy az egész ingatlant érintően gondoskodni kell az osztatlan közös tulajdon megszüntetéséről. Ha ennek nem tesznek eleget, akkor az örökléssel érintett tulajdoni hányadok esetében kényszerértékesítésre kerül sor.

A rendelkezések alkalmazására csak a módosítás hatálybalépését, tehát 2022. december 31. napját követően elhunyt örökhatározottok esetén kerül sor.

A földnek minősülő ingatlanok jogosultjai adatainak ingatlan-nyilvántartási rendezése

A Foktftv. mindezeket túl egy új eljárás bevezetésével kísérletet tesz a földnek minősülő ingatlanok tekintetében tulajdonosként bejegyzett azon személyek beazonosítására, akiknek az ingatlan-nyilvántartásban szereplő adatai hiányosak. Az eljárás keretében a törvény az ingatlanügyi hatóság számára hivatalból történő kötelező adatfeltárást, adategyeztetést és annak sikeressége esetén adatkiigazítást ír elő. Ha az adatfeltárás nem vezet eredményre, az ingatlanügyi hatóság hirdetmény útján próbálja felderíteni a tulajdonos személyét.

Ha az adatfeltárási eljárások alapján a tulajdonost nem lehet beazonosítani, vagy az adott ingatlan esetén a tulajdonosként bejegyzett személy 120 évnél idősebb, de halálának ténye semmilyen módon nem vált ismertté, úgy az ingatlanügyi hatóság hivatalból megállapítja, hogy a tulajdonos beazonosíthatatlan és ezáltal az ingatlan tulajdoni helyzete rendezetlen. Ezekben az esetekben az ingatlanügyi hatóság döntésének véglegessé válását követő 60. napon a nem beazonosítható személyeknek az ingatlan-nyilvántartás szerinti tulajdonában álló ingatlanok a törvény erejénél fogva kerülnek az állam tulajdonába.

Az ingatlanügyi hatóságok minden év elején elvégzik azon természetes személyek feltárását, akik születési évétől 120 év

eltelt. A hiányzó adatok leválogatására 2021. júliusában került sor, ezt követően indult meg az adatok tisztítása, amely azóta is folyamatban van. Országosan összesen 1 060 040 fő adatainak feltárására került sor, 2024. év végéig az adattisztítás 52%-a megtörtént. A 120 évnél idősebbek éves leválogatását illetően évente kb. 14-16 000 fő adatait szükséges rendezni (2021. július és 2024. januárja között összesen 61 040 fő). Az esetek több mint 90%-ában értesítés történik a jegyzők felé hagyatéki/póthagyatéki eljárás lefolytatására.

A Foktftv. 2024. július 9-étől hatályos módosítása új jogintézményként bevezette a szállomány fogalmát. Az utóbbi években ugyanis a kormányhivatalok – a jogosulti adatok felülvizsgálata során – évente mintegy 50 000 hagyatéki eljárást kezdeményeztek átlagosan néhány ezer forint értékű földtulajdon-hányadok tárgyában, melyek bejegyzett tulajdonosai évtizedekkel ezelőtt meghaltak. Ezekről az ingatlan-hányadokról az örökösök semmit nem tudnak, tulajdonjogukra nem tartanak igényt. A gyakorlatban az örökösök felkutatása is rendkívül nehézkes és költséges. Ezért, ha a csekély forgalmi értékű és területnagyságú ingatlanok az ingatlan-nyilvántartásban nyilvántartott tulajdonosa a hagyatéki

eljárásnak a hagyatéki leltár szerinti megindulását megelőző 15 évnél régebben meghalt, a közjegyző hirdetmény útján kísérli meg felkutatni az örökösöket. Ha az igénybejelentési határidő alatt a közjegyzőhöz igénybejelentés nem érkezik a közjegyző a hagyatékot szállomány jogcímen az államnak adja át.

Irodalomjegyzék

Foktftv, 2020. A földeken fennálló osztatlan közös tulajdon felszámolásáról és a földnek minősülő ingatlanok jogosultjai adatainak ingatlan-nyilvántartási rendezéséről szóló 2020. évi LXXI. törvény

Korm. rendelet, 2020. A földeken fennálló osztatlan közös tulajdon felszámolásának részletes szabályairól szóló 647/2020. (XII. 23.) Korm. rendelet

Lázár B. – Sándor M. 2023. A földeken fennálló osztatlan közös tulajdon megszüntetésének új jogszabályi lehetőségei. *A XXIV. Földmérő Találkozó konferenciakötete* (szerk. Ferencz J.), Erdélyi Magyar Műszaki Tudományos Társaság, 6-11. ISSN 2810-207X



BME
M Ű E G Y E T E M 1 7 8 2

Szerezz földmérő mesterdiplomát a BME-n!

2025-ben először levelező képzésben is!

Pótfelvételin is meghirdetjük!

www.felvi.bme.hu

Changes in Land Use Land Cover in Equatorial Coastal Forest of Kilifi County, Kenya

Lewis Mjomba NDUNGU¹, László ZENTAI²

¹ ELTE Eötvös Loránd University, Doctoral School of Earth Sciences

² ELTE Eötvös Loránd University, Faculty of Informatics, Institute of Cartography and Geoinformatics

E-mail: lewismjomba@gmail.com

[DOI: 10.30921/GK.77.2025.4.2](https://doi.org/10.30921/GK.77.2025.4.2)

Absztrakt

A földhasználat és a felszínborítás (LULC) változásai befolyásolják az emberi tevékenységeket és a környezetvédelemmel és -megóvással kapcsolatos eljárásokat. Ezek a változások általában antropogén jellegűek, mivel a népesség növekedése urbanizációt és mezőgazdasági terjeszkedést eredményez. Ezek a változások környezeti leromláshoz vezethetnek, hozzájárulva ezzel olyan problémákhoz, mint a globális felmelegedés. Ez a tanulmány a kenyai Arabuko Sokoke-erdő (ASF) és az Arabuko Sokoke-erdő régió (ASFR) területén 2001 és 2023 között bekövetkezett LULC-változások elemzésére, a LULC-átalakulások azonosítására és az erdőirtás mértékének meghatározására összpontosított. A Landsat 7 ETM+ és a Landsat 8 OLI/TIRS műholdas képeket a Google Earth Engine segítségével elemeztük, hogy elkészítsük a 2001-es, 2012-es és 2023-as LULC térképeket. A képek osztályozásához Random Forest algoritmust használtunk. A változástérképeket a QGIS MOLUSCE eszközzel hoztuk létre. Hét LULC osztályt (erdő, kopár terület, vizes élőhely, erdős terület, beépített terület, termőterület és vízfelület) hoztunk létre, ahol az osztályozás általános pontossága és Kappa-együtthatója meghaladta a 93%-ot, illetve a 91%-ot. A 22 éves időszakban az ASF és az ASFR éves erdővesztése 629 ha/év, illetve 289 ha/év volt. Ezen felül 6682 ha erdő vált erdős területté az ASF-ben, míg 8399 ha az ASFR-ben. A szakirodalom szerint ezeket a változásokat elsősorban a nemzeti és helyi szintű társadalmi, gazdasági, technikai és politikai tényezők kölcsönhatása okozza. A folyamat hatékony mérsékléséhez több érdekelt fél bevonásával végrehajtott beavatkozásokra van szükség.

Abstract

Land Use Land Cover (LULC) changes influence human activities and policies related to environmental protection and conservation. These changes are usually anthropogenic in nature with population increase driving urbanization and agricultural expansion. These changes may result in environmental degradation thereby contributing to global problems like global warming. This study focused on analysing LULC change in Arabuko Sokoke Forest (ASF) and Arabuko Sokoke Forest Region (ASFR) in Kenya, between 2001 and 2023, identifying the LULC conversions, and determining the rate of deforestation. Landsat 7 ETM+ and Landsat 8 OLI/TIRS satellite images were analysed using Google Earth Engine (GEE) to create 2001, 2012, and 2023 LULC maps. Random Forest algorithm was used for image classification. Conversion maps were generated using QGIS MOLUSCE tool. Seven LULC classes (forest, bareland, wetland, woodland, built-up, cropland, and water) were classified with overall accuracies and Kappa coefficients of above 93% and 91%, respectively. For the 22-year period ASF and ASFR experienced an annual forest loss of 629 ha(hectares)/year and 289 ha/year respectively. Additionally, 6682 ha and 8399 ha of the forests were converted into woodlands within ASF and ASFR respectively. Existing literature suggest that these changes are largely driven by the interplay of social, economic, technical, and policy factors at national and local levels. Therefore, multi-stakeholder interventions are required for effective mitigation.

1. Introduction

The concept of sustainable development emerged in the 1980s, but it was the implementation of the Sustainable Development Goals (SDGs), adopted by consensus by the United Nations at the 2015 General Assembly, that made it more widely known. Putting the world on a sustainable development path is one of the UN's biggest undertakings to date and perhaps also has the potential to reduce the gap between developed and developing

countries. Africa is the least developed region in the world, but there are also significant differences in natural and social conditions between African countries. The colonial past also plays a major role in African countries because the policies and economic role of the colonial countries still have a significant impact on the development of countries that have been independent for decades.

The loss of biodiversity in Africa is threatening the livelihoods of tens of millions of people, reducing food security, leading to

conflict as arable land shrinks, and increasing the likelihood of animal-to-human transmission of infections. Forests cover 26% of Africa's land area, most of which is in South Africa, Ethiopia and Nigeria, but the forest cover is steadily decreasing (Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO], 2021). Agriculture is the main direct cause of deforestation, accounting for about three quarters of deforestation in Africa. To make matters worse, the continent's growing population clearly causes an increase in demand for food. Twentieth-century colonisation has in many cases replaced natural vegetation with cocoa, coffee, oil palm and tea plantations.

Tropical Africa has lost about 22% of its forest cover since 1900, comparable to the losses in South America (Amazon Basin). Even less attention is paid to the shrinkage of dry forests in West, East and Southern Africa, despite the historically much greater rate of deforestation in these areas. This is another reason why it can be instructive to look at land use and land cover change in Kenya. From a global perspective, it is estimated that over six decades (1960-2019) a third (32%, approximately 43 million km²) of the global land area has been affected by land use changes (Winkler et al., 2021). Moreover, during the same period global net forest area loss was 0.8 million km², while global agriculture had an expansion of 1.0 and 0.9 million km² for cropland and pasture/rangeland respectively. These statistics underscore the significance of these land use changes.

Land use describes people's activities, their inputs, and arrangements of how they utilize land, while land cover describes features that are observed on the earth's surface which can be anthropogenic or natural (Tadese et al., 2021). Land Use Land Cover (LULC) as a concept and a research area had been applied to various fields of studies. It can be applied in study areas such as erosion, landslides, global change and land planning (Liping et al., 2018). Additionally, evaluation of LULC change is vital in resource management, sustainable development, environmental conservation (Alam et al., 2020), water management climate-resilient strategies (Mekonnen & Manderso, 2023), water resource planning and watershed management (Waithaka, 2023).

The effects of land use changes have also been captured on a local scale in various parts of the world. In the Kashmir Valley, India, between 1992 and 2001, there was a decrease in forest and pasture areas and an increase in shrubs, plantations, marshy areas, barren land, and built-up areas. However, between 2001 and 2015, forest and pasture areas increased (Alam et al., 2020). In the Taliha North watershed of DR Congo, forest cover decreased from 253.11 km² in 1987 to 201.12 km² in 2001 and further to 123.04 km² in 2020 (Kapiri et al., 2023). In the Bafing area of Senegal, between 1986 and 2020, there was a significant increase in water bodies, vegetated areas, agricultural land, and settlements, while bare ground decreased (Sambou et al., 2023). In Ethiopia, construction and cropland areas increased by 46.95% and 15% respectively while vegetation, grassland, and waterbodies decreased by 70.02%, 38.1%, and 62.7% respectively (Mekonnen & Manderso, 2023). In Western Uganda, there was an increase in forest (0.1%), agriculture (0.1%), and urban (0.1%), while wetland, grassland, and

shrubland cover decreased by 0.05%, 0.22%, and 0.01% respectively (Kishaija et al., 2024).

Kenya as a country has also experienced LULC changes which have been researched at a localized level. In the watershed of River Ruiru, Kiambu County perennial crops (coffee and tea), annual crops, and built-up areas increased by 11.43%, 35.84% and 3.068% respectively, while forestland, shrubland, and grassland decreased by 29.79%, 13.25%, and 7.48% respectively, between 1976 and 2017 (Waithaka, 2023). In Makueni County, results showed that built up areas had the highest increase from 160.7 km² to 644.5 km², while evergreen forests had the highest decrease in area from 3105.8 km² to 1372 km² between 2000 and 2016 respectively (Cheruto et al., 2016).

Land cover change analysis reveals substantial forest loss in both the Mau Forest Complex and Mt. Elgon complex in Kenya. The Mau Forest Complex experienced a 21.9% loss (88,493 ha) of forest cover between 1986 and 2017, while the Mt. Elgon complex experienced a 12.5% loss (27,201 ha) between 1984 and 2017 (Ojatre et al., 2023). Further analysis by Masayi et al. (2021) specifically focusing on the Kenyan side of Mt. Elgon Forest ecosystem from 1973 to 2019, revealed specific changes in forest types. Natural forests declined by 18%, bamboo forests by 15.19%, and plantation forests by 15.6%, while mixed farming, fallow land, and tea plantations increased by 29%, 10%, and 0.13%, respectively. These findings highlight pressure on forest ecosystems largely attributed to human activities.

Drivers and causes of LULC change are a major global concern, prompting numerous investigations worldwide. One such study in Pakistan identified several key drivers (Anwar et al., 2022). Perceived and proximate drivers included natural conditions, increased infrastructure, unplanned urbanization, and agricultural decline, while underlying drivers were poor marketing, inadequate financial resources, and weak governance. Socioeconomic factors and climatic factors such as drought and rainfall can also drive the change (Cheruto et al., 2016). Furthermore, natural conditions such as frost and drought can also damage forests, as observed in the Nagyerdő forest in Debrecen, Hungary (Molnár & Király, 2023). Human activity has a long history of influencing forest cover. For example, Zentai (2013) notes that forest conversion into farmlands and grazing land resulted in wood shortages in Europe, contributing to the development of silviculture and forestry practices. These studies illustrate the diverse range of factors contributing to LULC change including both natural and anthropogenic activities factors.

However, anthropogenic activities are widely recognized as key drivers of extensive land transformations (Alam et al., 2020) largely attributed to rapid population growth. For instance, a study in Ethiopia showed that population increase leads to high food demands causing conversion of natural forests into grasslands, urbanized, and agricultural land (Mekonnen & Manderso, 2023). Also in Uganda, Kishaija et al. (2024) showed that population growth has a positive relationship with the extent of urban areas, contributing to their increase. The relationship between population growth and forest changes, however, is

complex and context dependent. Sambou et al. (2023) demonstrated a contrasting trend: while increased population in Bafing was associated with an increase in tree cover, likely due to the presence of a large dam and supportive policies, population growth in Faleme coincided with increased deforestation, likely due to different land use pressures and management strategies

Generally, conversion of natural vegetation to grazing land, farmland, urban centres, and human settlements in East Africa is associated with land degradation, deforestation and loss of biodiversity (Maitima et al., 2009). Other activities such as conversion of wetlands into settlement and agricultural land were the main drivers of LULC changes in Nyando River Basin in Kisumu County, Kenya (Odaro et al., 2023). Statistically, Ojoatre et al. (2023) documented that agriculture was the main cause of deforestation as it accounted for 81.5% (70,612 ha) and 63.2% (24,077 ha) of the deforestation in Mau Forest and Mt. Elgon Forest respectively.

Different studies employ different LULC classification schemes depending on the research objectives, location, and researcher preferences. For example, Ojoatre et al. (2023) used seven LULC classes: forest, moorland, agriculture large-scale, agriculture small-scale, rangeland, settlement/urban, and water. Kapiri et al. (2023) employed four classes: including forest, savannah, bare lands and buildings, and croplands and fallows. Masayi et al. (2021) classified land cover into natural forest, bamboo forest, grassland, mixed farming, and fallow land. Similarly, Kruasilp et al. (2023) used six classes were used including forest, built-up area, agricultural land, maize, para rubber trees, and water. Cheruto et al. (2016) used seven classes: evergreen forests, grassland, bushlands, built-up areas, croplands, bare land, and water bodies. While the specific LULC classes vary across studies, a common broad categorisation of vegetation (natural and semi natural) and human activities is evident.

Arabuko Sokoke Forest (ASF) was first gazetted as a forest reserve in 1943 as Crown Forest, and later the reserve was subsequently expanded with additional forest land gazetted in 1968 and 1979 (Wekesa, 2017). The management and governance of ASF has deteriorated since the colonial era.

Several factors are responsible for this decline, including insufficient incentives for local community participation in forest management, widespread poverty, occurrences of unauthorized forest resource access, firewood overexploitation, and poaching of construction materials. Based on the background, this paper aims to (a) analyse LULC changes for ASF and Arabuko Sokoke Forest Region (ASFR) between 2001 and 2023; (b) identify conversions between the LULC classes for the period; (c) determine the annual deforest loss rate.

2. Materials and Methods

2.1. Study Area

ASF is the largest remaining fragment of East African coastal dry forest with high density of endemic species making it a global

biodiversity hotspot (Cuadros-Casanova et al., 2018; Glenday, 2008). It covers an area of approximately 41,846 ha, located along the Kenyan coast in Kilifi County. However, other scholars have documented it to have an area of 41,600 ha (103,740 acres) (Arabuko-Sokoke Forest Management Team [ASFMT], 2002; Glenday, 2008; Wekesa, 2017).

The elevation within ASF ranges from 40m to 160m above sea level, with three major vegetation type including mixed forest, Brachystegia Forest, and Cynometra Forest (Arabuko-Sokoke Forest Management Team [ASFMT], 2002). It experiences long rains between April and June, and short rains in November and December. The climate is hot and humid with an average temperature of 29°C (Muriithi & Kenyon, 2002). The soil texture generally ranges from sandy to sandy loam.

ASF management has four forest regions; Gede, Jilore, Kararacha, Sokoke, with three forest stations in Gede, Jilore and Sokoke (Habel et al., 2017). Administratively, ASF is shared between Malindi, Ganze and Bahari Constituencies. Its boundaries extend to seven locations: Jilore, Mwhahera, Vitengeni, Sokoke, Roka, Gede, and Ngerenya, which make up the ASFR (154160 ha), along longitude 40°E and latitude 3°S (Figure 1). Indian Ocean borders the east of Gede, Roka, and Ngerenya Locations. Several villages surrounding the reserve are mostly inhabited by small-scale farmers with the Giriama tribe who are primarily dependent on forest resources. They also grow subsistence crops including cow peas, cassava, and maize, while cash crops include mango, coconut, and cashew-nut.

2.2. Data collection

Top-of-atmosphere (TOA) reflectance calibrated Tire 1 collection 2 images of Landsat 7 Enhanced Thematic Mapper plus (ETM+) and Landsat 8 Operational Land Imager (OLI) and Thermal Infrared Sensor (TIRS) were used in this study. Median composite images were generated using 46 images from 2000-2001, 49 images from 2011-2012, and 42 images from 2023. The study period 2001-2023 was selected based on the availability of a sufficient number of satellite images with minimal cloud cover in the study area.

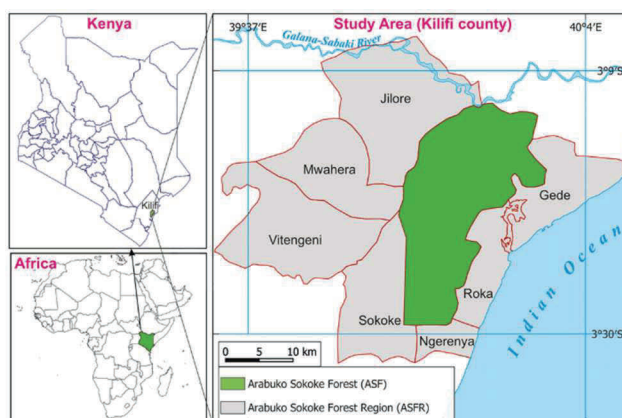


Figure 1 Study Area Map

2.3 Image processing, accuracy assessment, and classification

Spectral indices were calculated in the Google Earth Engine (GEE) platform for the 2001, 2012, and 2023 median composite images and added as additional bands to improve classification accuracy. Training samples were derived from user-defined polygons, with 1442, 1736, and 2017 pixels used for training the 2001, 2012, and 2023 image datasets, respectively. High resolution Google Earth Images was used as reference to digitize the training sample polygons with a total of seven LULC types as shown in Table 1. LULC type and description is adapted from the Kenya Forest Service, (2021). Figure 2 shows the field photos depicting the LULC types.

The sampling data was randomly split into groups of 70% training data and 30% testing data. The Random Forest (RF) algorithm, a built-in classifier in GEE, was used to perform supervised classification on the 2001, 2012, and 2023 images using the training data. This process produced LULC maps for the selected time periods.

Table 1 LULC types and description

LULC types	Description
Forest (FO)	Land area covering over 0.5 ha with trees above 2m height, and a crown cover greater than 15%. Not used for agriculture or other non-forest purposes
Bareland (BL)	Land area without vegetation covered by bare soil, rocks, rough roads, or degraded lands
Wetland (WE)	Wetland, vegetated wetland (Mash, Bogs, Papyrus)
Woodland (WL)	Woodland scrubs, thickets, open and wooded grass
Built-up (BU)	Lands dominated by huts, houses, industrial facilities and paved houses.
Cropland (CL)	Area under crop cultivation or tilled land.
Water (WA)	Water bodies including streams, rivers, ocean, and lakes.

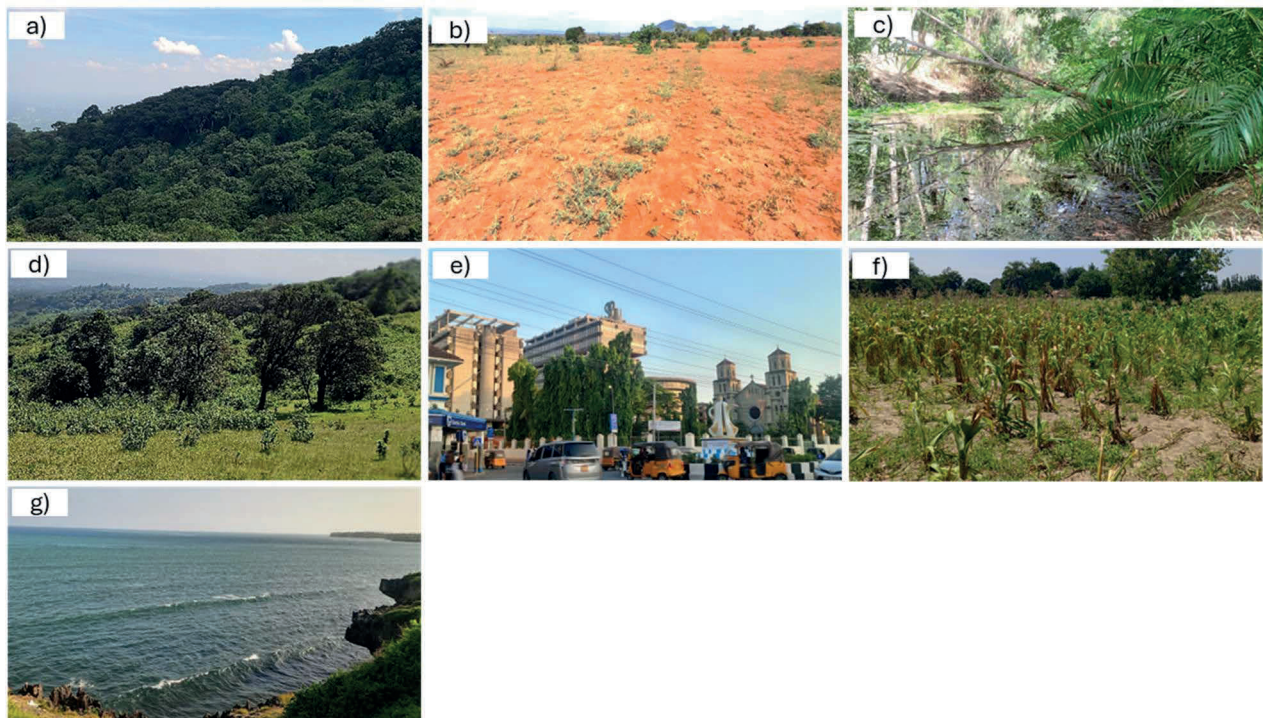


Figure 2 Photos showing the LULC types: a) forest, b) bareland, c) wetland, d) woodland, e) built-up, f) cropland, and g) water.

Evaluation of the supervised classification utilized GEE built-in accuracy assessment techniques. The overall accuracy (OA), kappa coefficient (K), consumer accuracy (CA), and producer accuracy (PA) were calculated for the classified images. Equations 1, 2, 3, and 4 represent the formulas used. The value obtained from the GEE function was multiplied by 100 for presentation purposes.

LULC values were reclassified, and LULC and conversion maps were generated and visualized using QGIS. Conversion maps were specifically generated using the MOLUSCE (Modules for Land Use Change Simulations) tool in QGIS (NextGIS, 2024). A summary of the methodology flow and steps is shown in Figure 3.

$$OA = \frac{\text{Number of Correctly Classified Samples}}{\text{Number of Total Samples}} \times 100 \quad (1)$$

$$K = \frac{\text{Overall Accuracy} - \text{Estimated Chance Agreement}}{1 - \text{Estimated Chance Agreement}} \times 100 \quad (2)$$

$$CA = \frac{\text{Number of Correctly Classified Samples in each Class}}{\text{Number of Samples Classified to that Class}} \times 100 \quad (3)$$

$$PA = \frac{\text{Number of Correctly Classified Samples in each Class}}{\text{Number of Samples from Referenced data in each Class}} \times 100 \quad (4)$$

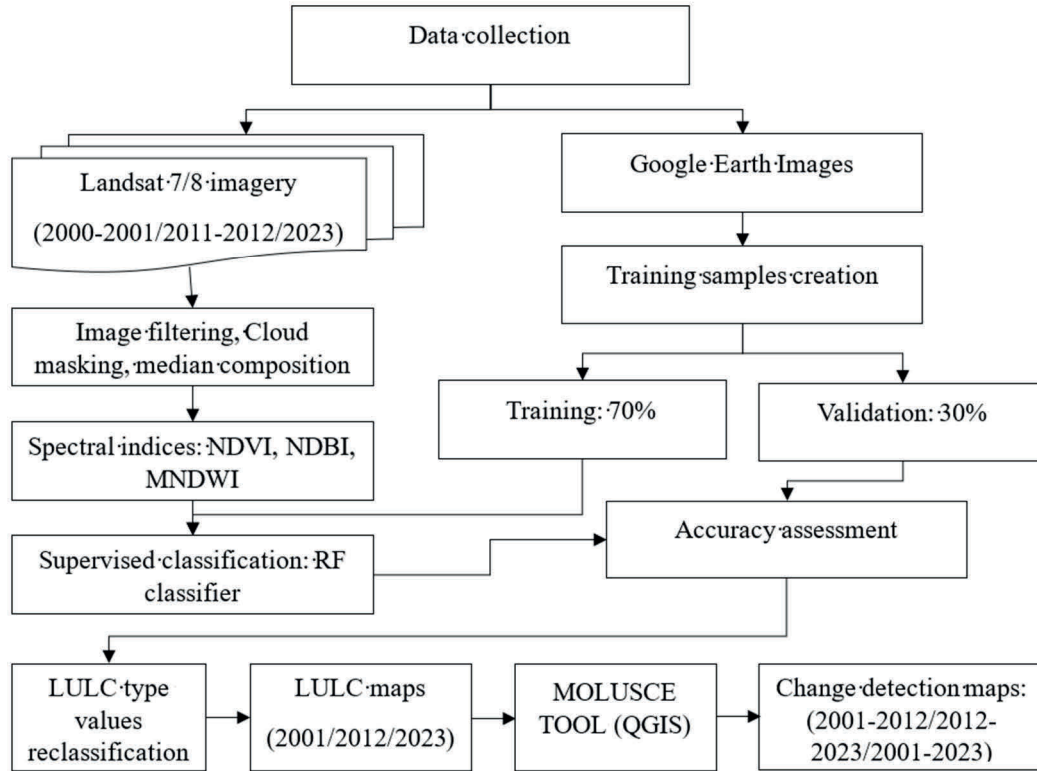


Figure 3 Methodology flow chart

2.4 Limitations of the study

The ASFR is located near the equator along the Kenyan Indian coast, thus experiences persistent cloud cover throughout the year. This scarcity of suitable cloud-free images necessitated the use of a two-year period of satellite data to generate each median image composite. Combining two years of data improved the generation of a clearer, higher-quality composite. Generally, adding satellite image extracts alongside the figures for individual LULC types would unnecessarily complicate the figure content and would not increase their interpretability.

3. Results

3.1 LULC Maps classification Accuracy

The results of confusion matrices, OA, PA, CA, and K calculations are shown in Table 2. 2001, 2012, and 2023 classified maps had an OA of 93%, 99%, and 94% respectively.

The K was 91%, 98%, and 92% for 2001, 2012, and 2023 images. Urban and cropland classes for 2001 image had the lowest PA of 27% and 22% due to the scarcity of reference data for accurate training data identification. However, the high OA and K of the image allowed for the results to be used for change analysis.

3.2 LULC maps

Mapping and displaying the spatial distribution of the seven LULC types is shown in Figure 4. Spatially cropland has been spreading on the eastern side of ASFR, specifically Gede and Roka locations from 2001 to 2023. The water inlet from the Indian Ocean is seen shrinking over the years. Galana-Sabaki river is visible in the northern side of the 2001 and 2012 map while in 2023 its size has significantly reduced. Bareland has increased rapidly on the eastern side of ASFR. Within the ASF, the ratio of woodland areas has increased, with a decrease in forest.

Table 2 Accuracy Assessment for 2001, 2012, and 2023 classified images

		Forest	Bareland	Wetland	Woodland	Built-up	Cropland	Water	OA	K
2001	CA	92%	85%	99%	30%	100%	50%	100%	93%	91%
	PA	96%	95%	90%	100%	27%	22%	100%		
2012	CA	100%	89%	100%	100%	96%	86%	100%	99%	98%
	PA	100%	100%	100%	53%	96%	96%	99%		
2023	CA	100%	93%	100%	85%	100%	96%	85%	94%	92%
	PA	94%	97%	82%	96%	74%	100%	100%		

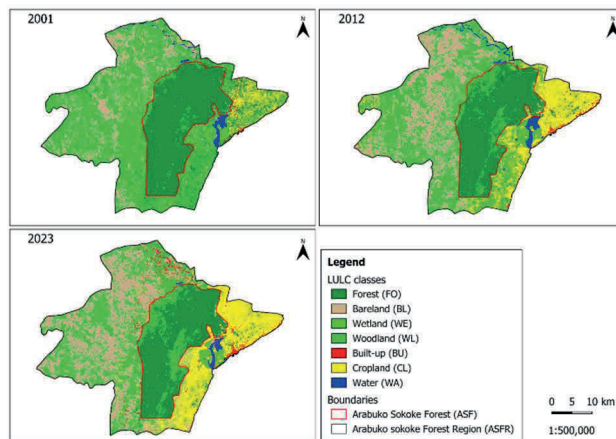


Figure 4 LULC maps for 2001, 2012, and 2023.

3.3 LULC Analysis and changes for ASF and ASFR

3.3.1 LULC analysis for ASF

Throughout the examined period forest was the most dominant class, showing a declining trend from 2001 to 2023 (Figure 5). Forest class was the dominant type covering 39,348 ha (94.0%), 35,240 ha (84.2%), and 33,000 ha (78.9%) in the year 2001, 2012, and 2023 respectively. Woodland, cropland, built-up, and bareland classes increased steadily throughout the period. Woodland had the highest increase from 2,345 ha to 8,245 ha. However, wetland showed a decreasing trend from 82 ha to 4 ha.

The 2001-2012 period had a larger forest loss of 4,108 ha (10%), compared to 2,240 ha (6%) loss in the 2012-2023 period. On the other hand, woodland had a higher gain of 3790 ha (162%) in the 2001-2012 period compared to 2110 ha (34%) in the 2012-2023 period. There was also a large cropland area increase of 320 ha between 2001-2012 with a small decrease of 13 ha in 2012-2023 period.

3.3.2 LULC analysis for ASFR

LULC analysis for ASFR is shown in Figure 6. Woodland class was the highest with 73,368 ha (47.6%), 57,952 ha (37.6%), and 47,726 ha (31%) of the area for 2001, 2012, and 2023 respectively. Generally, woodland, and grassland class have been

decreasing throughout the 2001-2023 period while bareland, built-up, and cropland classes show an increasing trend. Wetland showed a slight decreasing trend, while water class increased and then decreased. Generally, the 2001-2012 period had the largest decrease in forest and woodland classes as 11,495 ha (23%) and 15416 ha (21%) was lost respectively. Additionally, the 2001-2012 period saw the largest increase of bareland, cropland, and water classes with a gain of 13210 ha (62%), 12918 ha (214%), and 499 ha (32%) respectively.

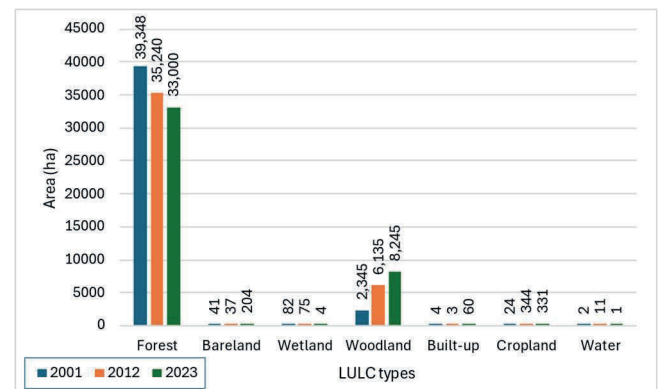


Figure 5 LULC Analysis for ASF

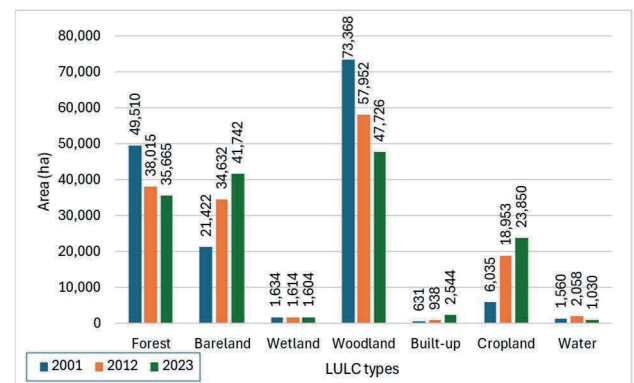


Figure 6 LULC Analysis for ASFR

3.4 LULC Changes

3.4.1 Total LULC Changes for 2001-2023 period

The largest decline within ASFR was woodland class losing 25,642 ha, followed by forest with a loss of 13,846 ha within the 22 years study period (Figure 7). On the other hand, the coverage of bareland and cropland classes increased by 20,320 ha and 17,815 ha respectively for ASFR. ASF had a woodland increase of 5,900 ha, while forest decreased by 6,348 ha.

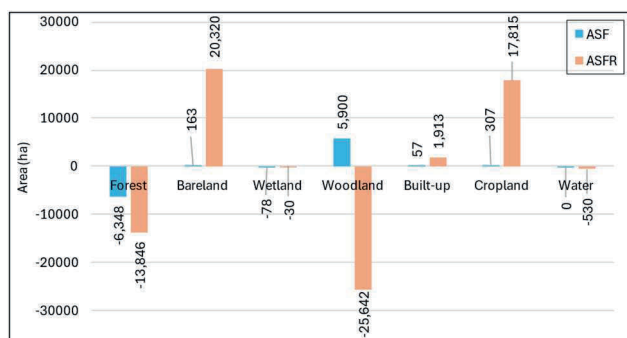


Figure 7 Total LULC change in ha (2001-2023)

3.4.2 Annual LULC changes

The mean annual year gain and loss rates are shown in Figure 8. Within the ASFR, bareland had the highest yearly increase of 924 ha/year followed by cropland (810 ha/year) while woodland and forest had net annual losses of 1,166 ha/year and 629 ha/year respectively. Moreover, ASF has an annual woodland gain of 268 ha/year and an annual forest loss of 289 ha/year for the 2001-2023 period. During the study period both wetland and water classes had minor changes annually. ASFR experiences an annual built-up growth 87 ha/year during the 22-year period.

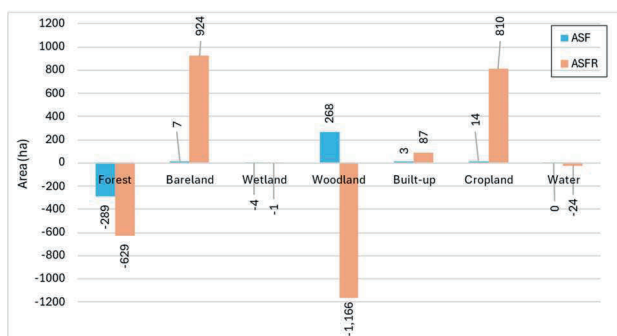


Figure 8 Annual LULC Change rates in ha (2001-2023)

3.5 Land use land cover conversions in ASF

Several LULC conversions were observed in the ASF over the 2001-2023 period (Table 3). Forest class had the largest conversion as 6682 ha, 183 ha and 43 ha was converted to

woodland, cropland, and bareland respectively. On the other hand, 494 ha, 71 ha and 9 ha of woodland, wetland, and bareland respectively was converted to forest. Water and built-up areas experienced the least conversions.

3.6 Land Cover conversions in ASFR

Within the larger area of ASFR woodland had the largest conversion with 56% (41,167 ha) being converted into bareland (26950 ha), cropland (11514 ha), forest (1556 ha), built-up (1115 ha), water (26 ha) and wetland (6 ha) areas. 31.9% (15,801 ha) of the forest area was converted into woodland (8399 ha), cropland (6150 ha), bareland (762 ha), wetland (209 ha), and water (8 ha) (Table 4). On the other hand, 19% (1,203 ha) of the cropland was converted into bareland (404 ha), built-up (274 ha), woodland (271 ha), and forest (254 ha).

3.7 Spatial distribution of the LULC conversions

Figure 9 shows the LULC conversions between different classes for ASF and ASFR for 2001-2012, 2012-2023, and 2001-2023 period. Generally, the ASF area experienced relatively larger conversions in the 2001-2012 period compared to 2012-2023 especially in the northwestern and eastern part. Large conversion of woodland to bareland is observed in Jilore, Mwahera, Vitengeni, and Sokoke locations while Gede, Roka, and Ngerenya

locations experienced conversion of woodland into cropland and other land uses.

3.6 Land Cover conversions in ASFR

Within the larger area of ASFR woodland had the largest conversion with 56% (41,167 ha) being converted into bareland (26950 ha), cropland (11514 ha), forest (1556 ha), built-up (1115 ha), water (26 ha) and wetland (6 ha) areas. 31.9% (15,801 ha) of the forest area was converted into woodland (8399 ha), cropland (6150 ha), bareland (762 ha), wetland (209 ha), and water (8 ha) (Table 4). On the other hand, 19% (1,203 ha) of the cropland was converted into bareland (404 ha), built-up (274 ha), woodland (271 ha), and forest (254 ha).

3.7 Spatial distribution of the LULC conversions

Figure 9 shows the LULC conversions between different classes for ASF and ASFR for 2001-2012, 2012-2023, and 2001-2023 period. Generally, the ASF area experienced relatively larger conversions in the 2001-2012 period compared to 2012-2023 especially in the northwestern and eastern part. Large conversion of woodland to bareland is observed in Jilore, Mwahera, Vitengeni, and Sokoke locations while Gede, Roka, and Ngerenya locations experienced conversion of woodland into cropland and other land uses.

Table 3 Land Cover conversions in ASF (2001-2023)

		2023							
	LULC type	Forest	Bareland	Wetland	Woodland	Built-up	Cropland	Water	Grand Total
2001	Forest	32421	43	0	6682	19	183	1	39348
	Bareland	9	15	0	10	2	6	0	41
	Wetland	71	1	4	7	0	0	0	82
	Woodland	494	143	0	1544	38	126	0	2345
	Built-up	2	0	0	0	0	1	0	4
	Cropland	4	3	0	2	1	14	0	24
	Water	1	0	0	0	0	0	0	2
	Grand Total	33000	204	4	8245	60	331	1	41846

Table 4 Land Cover conversions in ASFR (2001-2023)

		2023							
	LULC type	Forest	Bareland	Wetland	Woodland	Built-up	Cropland	Water	Grand Total
2001	Forest	33709	762	209	8399	274	6150	8	49510
	Bareland	44	13171	4	6595	549	1039	20	21422
	Wetland	74	34	1373	89	19	8	37	1634
	Woodland	1556	26950	6	32201	1115	11514	26	73368
	Built-up	25	46	3	19	239	300	0	631
	Cropland	254	404	0	271	274	4832	0	6035
	Water	3	376	9	152	74	7	939	1560
	Grand Total	35664	2544	1030	47725	23850	41742	1604	154160

4. Discussion

This study analyzed LULC changes within the Arabuko Sokoke Forest (ASF) and the broader Arabuko Sokoke Forest Region (ASFR) between 2001 and 2023. Generally, the 22-year period saw significant LULC variation and conversions within ASF and ASFR. The ASF experienced a forest loss of 6348 ha with a 5900-ha woodland and 307-ha cropland increase. Consequently, the larger ASFR had a forest loss of 13,846 ha and a woodland decrease of 20,320 ha. This is largely contributed by increase in bareland and cropland of 20,320 ha and 17,815 ha. This shows forest loss was largely caused by expansion of woodland, bareland, and cropland area in ASFR while ASF loss was mainly cropland. The increase in woodlands and bareland areas may arise from the harvesting of trees by local communities. Built-up, wetland, and water areas had minimal effects on forest loss.

These findings coincide with other LULC change studies confirming forest loss in Kenya including Cherengany hills forest ecosystem (Rotich & Ojwang, 2021), Mau Forest and Mt. Elgon Forest (Ojoatre et al., 2023). Forest decrease is also a common occurrence as observed by studies in other African countries such as Tanzania (Käyhkö et al., 2011), Uganda (Kishaija et al., 2024), Ethiopia (Mekonnen & Manderso, 2023),

and Democratic Republic of Congo (Kapiri et al., 2023). Additionally, these studies concede large cropland expansion.

LULC changes observed within ASFR are closely linked to demographic and socio-economic factors. The study region is within Kilifi County which has seen an increase in population over the years despite administrative boundary system changes which were instituted by the new constitution in 2010. Census reports show a growing population trend within the region of 544,303 (1999), 1,109,735 (2009), and 1,440,958 (2019) (Central Bureau of Statistics [CBS], 2001; Kenya National Bureau of Statistics [KNBS], 2010, 2019). This study showed a 214% (12918 ha) cropland increase in the 2001-2012 period which may have been attributed to the 103.9% increase in population in the 1999-2009 period, that results in a growing need for agricultural products. Moreover, timber demand has increased as it is required for carving which contributes to further reduction in forest area (Arabuko-Sokoke Forest Management Team [ASFMT], 2002).

Notwithstanding the significant demographic and socio-economic influence, Kenya has a long history of implementing policies and legal frameworks to address forest-related challenges. The 1964 forest Master Plan, 1969 Forest Act, Forest

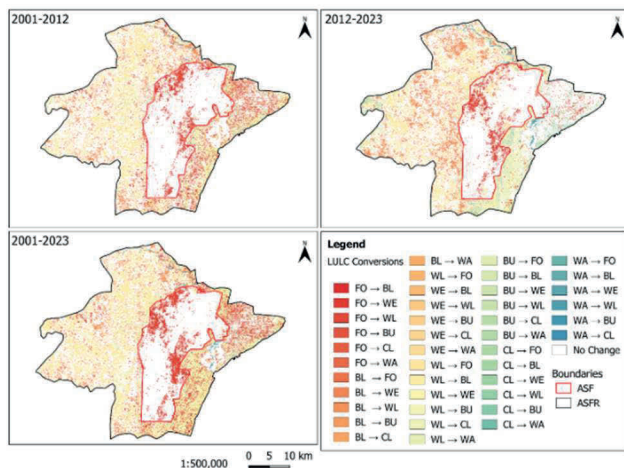


Figure 9 LULC conversion Maps for 2001-2012, 2012-2023, and 2001-2023.

Act of 2005, 2010 Constitution of Kenya, and the national forest policy of 2014, are some of the policy documents that have promoted conservation and management of forests in Kenya (Chisika & Yeom, 2024). Specifically, Forest Act of 2005, legally recognised Participatory Forest Management (PFM), which was first introduced in ASF in 1997 as a pilot project (Ongugo et al., 2008). Additionally, the act established the Kenya Forest Service (KFS) which manages and administers all state forests in Kenya. The KFS works alongside other state institutions such as National Museum Kenya (NMK), Kenya Wildlife Service (KWS), and Kenya Forest Research Institute (KFRI) to ensure collective efforts in forest protection (Adinoyi, 2015).

The state led institutions have tried their best to address various forest related challenges, however most forest communities felt marginalized in this process. The Forest Act of 2016 addressed this challenge by allowing the formation of Community Forest Associations (CFAs) thus enhancing community participation in forest management (Ndalila et al., 2024). CFAs function similarly to Community Based Organisations (CBOs) with a one-time membership subscription (Mutune & Lund, 2016). CFAs and CBOs within ASF include Arabuko Sokoke Forest Adjacent Dwellers Association (ASFADA), Arabuko Sokoke Forest Management Team (ASFMT), Arabuko Sokoke Forest Guide Association (ASFGA), and Friends of Arabuko Sokoke Forest (FoASF) (Adinoyi, 2015). It is estimated that there are about 300 user groups involved in the management under ASFADA (Ongugo et al., 2008).

Despite having such a strong management institutions, structures, and support systems, ASF conservation and protection effort face various challenges. These challenges are centred around elite capture, limited resources, unequal representation, conflicting stakeholders' interests and institutional mandates (Chisika & Yeom, 2024). This can lead to marginalization of local communities and unequal distribution of socio-economic benefits derived from the forest. For instance, there are low survival rates of trees planted by the county government due to insufficient technical support and

collaboration from organisations such as KEFRI and KFS (Mbuvi et al., 2018). Weak government structures and unclear stakeholder roles hinder effective implementation of conservation strategies (Habel et al., 2017). This ambiguity undermines conservation goals due to confusion and possible duplication of efforts. Inadequate financial, technical and human expertise regarding the management of the forests has resulted in challenges such as encroachment, agricultural expansion, and indiscriminate tree cutting for charcoal (Mbuvi et al., 2018). The severe resource gap significantly undermines the capacity of relevant organisations to effectively monitor and enforce regulations.

Additionally, the identified key drivers of destruction are illegal logging and natural resource exploitation, charcoal burning, and local elephant population exceeding the carrying capacity (Habel et al., 2017). Cuadros-Casanova et al. (2018) identified the demand for poles, carvings, and timber by the surrounding community as key drivers of illegal logging. From an international perspective, Báder et al. (2023) emphasize that agroforestry focusing on high-value trees produces high-quality logs, which can help mitigate regional timber shortages. The natural environmental challenge of frequent droughts, especially in Ganze constituency, leads to tree desiccation (County Government of Kilifi, 2023b, 2023a), which is a contributing factor to large conversion of woodland to bareland in Mwahera, Vitengeni, and Sokoke locations.

Addressing these issues requires a multi-faceted approach, combining community engagement, habitat management and law enforcement. Locally, Kilifi County has advocated for community engagement in nature-based enterprises, strict forest laws enforcement, establishing tree nurseries and woodlots and the development of forest management plans (County Government of Kilifi, 2023b). They also plan to train and equip additional 30 forest guards and rehabilitation of degraded lands. Such efforts can improve institutional capacity, reduce overdependence of forest products and poverty levels and expansion of sources of livelihoods (Adinoyi, 2015). Electric fencing of ASF has helped to reduce human-wildlife conflict, which has been instrumental in reducing illegal settlement and deforestation (Habel et al., 2017).

CBOs have, to some extent, incorporated measures to reduce forest vulnerability and hazards, such as implementing anti-logging practices and policy, adhering to forest resource utilization zones, community educational and financial empowerment, and creating forest sustainability awareness programs (Adinoyi, 2015). The challenge of limited resources can be addressed through innovative funding models, formulation of partnerships, and increasing budget allocations (Chisika & Yeom, 2024). Continuous monitoring and evaluation of these strategies can ensure long term sustainability of conservation measures in ASF. Moreover, success of these strategies requires a strong political will and adaptive management.

5. Conclusion

LULC studies generally provide a key insight on the interactions of human activities and the natural environment. Quantifying these interactions spatially and temporally is an effective way of monitoring hotspot areas requiring intervention and gaps in mitigation measures enforcement. Temporally there is an annual decrease of forest area of 629 ha/year (ASFR) and 289 ha/year (ASF) for the 2001–2023 period. Spatially, Jilore, Mwahera, Vitengeni, region experienced the largest conversion of woodland to bareland. These changes highlight the need for enacting and enforcing balanced mitigation measures for long-term sustainability.

Socio-economic pressures, inadequate governance and poor management practices have resulted in shifts and conversion in land cover uses within ASF and ASFR. Poverty and unemployment create local community overdependence on the forest for energy and food supply. This is evident from the increasing demand for agricultural land, firewood, and charcoal which leads to illegal logging and encroachment. These adverse effects are further encouraged by weak law enforcement, poor governance structure, and lack of coordinated efforts between forest related organisation. Chisika & Yeom, (2024) suggests that such challenges can be overcome through fostering transparent and inclusive stakeholder engagement, enhancing equitable representation and robust governance reducing elite capture, and amplifying marginalized groups voices in decision making. The insights from this study can guide local and national policymakers and practitioners in developing tailored interventions to address forest degradation hotspots and contribute to the achievement of global biodiversity conservation goals.

References

- Adinoyi, J. A. (2015). *Participatory forest management and disaster risk reduction: The case of Arabuko-sokoke forest in Kenya* [Master's thesis, University of Nairobi]. University of Nairobi Digital Repository. <http://hdl.handle.net/11295/94459>
- Alam, A., Bhat, M. S., & Maheen, M. (2020). Using Landsat satellite data for assessing the land use and land cover change in Kashmir valley. *GeoJournal*, 85(6), 1529–1543. <https://doi.org/10.1007/s10708-019-10037-x>
- Anwar, Z., Alam, A., Elahi, N., & Shah, I. (2022). Assessing the trends and drivers of land use land cover change in district Abbottabad lower Himalayan region Pakistan. *Geocarto International*, 37(25), 10855–10870. <https://doi.org/10.1080/10106049.2022.2040604>
- Arabuko-Sokoke Forest Management Team (ASFMT). (2002). Arabuko-Sokoke forest strategic forest management plan 2002–2007. Arabuko-Sokoke Forest Management Team. <https://friendsarabukosokoke.org/wp-content/uploads/2021/08/Arabuko-Sokoke-Forest-Strategic-Management-Plan-2002-2007.pdf>
- Sambou, M. H. A., Albergel, J., Vissin, E. W., Liersch, S., Koch, H., Szantoi, Z., Baba, W., Sane, M. L., & Toure, I. (2023). Prediction of land use and land cover change in two watersheds in the Senegal River basin (West Africa) using the Multilayer Perceptron and Markov chain model. *European Journal of Remote Sensing*, 56(1). <https://doi.org/10.1080/22797254.2023.2231137>
- Báder, M., Németh, R., Vörös, Á., Tóth, Z., & Novotni, A. (2023). The effect of agroforestry farming on wood quality and timber industry and its supportation by Horizon 2020. *Agroforestry Systems*, 97(4), 587–603. <https://doi.org/10.1007/s10457-023-00812-8>
- Central Bureau of Statistics (CBS). (2001). The 1999 population & housing census: Counting our people for development. Central Bureau of Statistics. <https://www.knbs.or.ke/wp-content/uploads/2023/09/1999-Kenya-population-and-Housing-Census-Counting-Our-People-For-Development-Volume-1.pdf>
- Cheruto, M. C., Kauti, M. K., Kisangau, P. D., & Kariuki, P. (2016). Assessment of land use and land cover change using GIS and remote sensing techniques: A case study of Makueni County, Kenya. *Journal of Remote Sensing & GIS*. <https://doi.org/10.4175/2469-4134.1000175>
- Chisika, S. N., & Yeom, C. (2024). The implication of the changing forest management paradigms in formulating forestry policies in Kenya. *FORESTIST*, 74(3), 278–288. <https://doi.org/10.5152/forestist.2024.23040>
- County Government of Kilifi. (2023a). Kilifi county participatory climate risk assessment (PCRA, 2023). County Government of Kilifi.
- County Government of Kilifi. (2023b). Popular version of the county integrated development plan (2023–2027). County Government of Kilifi. Retrieved from <https://www.kilifi.go.ke>
- Cuadros-Casanova, I., Zamora, C., Ulrich, W., Seibold, S., & Habel, J. C. (2018). Empty forests: Safeguarding a sinking flagship in a biodiversity hotspot. *Biodiversity and Conservation*, 27(10), 2495–2506. <https://doi.org/10.1007/s10531-018-1548-4>
- Glenday, J. (2008). Carbon storage and emissions offset potential in an African dry forest, the Arabuko-Sokoke Forest, Kenya. *Environmental Monitoring and Assessment*, 142(1–3), 85–95. <https://doi.org/10.1007/s10661-007-9910-0>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2021). Africa Open D.E.A.L: Open data for environment, agriculture and land & Africa's Great Green Wall. Towards a continental leadership on environmental data. <https://openknowledge.fao.org/items/9594f460-bc9b-4068-a4ce-clb52ef652fc>
- Habel, J. C., Casanova, I. C. C., Zamora, C., Teucher, M., Hornetz, B., Shauri, H., Mulwa, R. K., & Lens, L. (2017). East African coastal forest under pressure. *Biodiversity and Conservation*, 26(11), 2751–2758. <https://doi.org/10.1007/s10531-017-1375-z>
- Kapiri, M. M., Mahamba, J. A., Mulondi, G. K., & Sahani, W. M. (2023). Assessment of land use and land cover changes (LULC) in the North Taliha River Watershed (Lubero Territory, Eastern DR Congo). *Journal of Geoscience and Environment Protection*, 11(1), 189–210. <https://doi.org/10.4236/gep.2023.111013>

- Käyhkö, N., Fagerholm, N., Asseid, B. S., & Mzee, A. J. (2011). Dynamic land use and land cover changes and their effect on forest resources in a coastal village of Matemwe, Zanzibar, Tanzania. *Land Use Policy*, 28(1), 26–37. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2010.04.006>
- Kenya Forest Service. (2021). National forest resources assessment report 2021, Kenya. Kenya Forest Service.
- Kishaija, N., Adam, A. Y., & Heil, B. (2024). Land-use land cover changes and their relationship with population and climate in western Uganda. *Journal of Degraded and Mining Lands Management*, 11(4), 6201–6212. <https://doi.org/10.15243/jdmlm.2024.114.6201>
- Kenya National Bureau of Statistics (KNBS). (2010). The 2009 Kenya population and housing census: Population distributions by political units. Kenya National Bureau of Statistics. <https://www.knbs.or.ke/wp-content/uploads/2023/09/2009-Kenya-population-and-Housing-Census-Volume-1B-Population-Distribution-by-Political-Units.pdf>
- Kenya National Bureau of Statistics (KNBS). (2019). 2019 Kenya population and housing census: Population by county and subcounty. Kenya National Bureau of Statistics. <https://www.knbs.or.ke/wp-content/uploads/2023/09/2019-Kenya-population-and-Housing-Census-Volume-1-Population-By-County-And-Sub-County.pdf>
- Kruasilp, J., Pattanakiat, S., Phutthai, T., Vardhanabindu, P., & Nakmuenwai, P. (2023). Evaluation of land use land cover changes in Nan Province, Thailand, using multi-sensor satellite data and Google Earth Engine. *Environment and Natural Resources Journal*, 21(2), 186–197. <https://doi.org/10.32526/enrj/21/202200200>
- Liping, C., Yujun, S., & Saeed, S. (2018). Monitoring and predicting land use and land cover changes using remote sensing and GIS techniques—A case study of a hilly area, Jiangle, China. *PLoS ONE*, 13(7), Article e0200493. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0200493>
- Maitima, J. M., Mugatha, S. M., Reid, R. S., Gachimbi, L. N., Majule, A., Lyaruu, H., Pomery, D., Mathai, S., & Mugisha, S. (2009). The linkages between land use change, land degradation and biodiversity across East Africa. *African Journal of Environmental Science and Technology*, 3(10). <http://www.academicjournals.org/AJEST>
- Masayi, N. N., Omondi, P., & Tsingalia, M. (2021). Assessment of land use and land cover changes in Kenya's Mt. Elgon forest ecosystem. *African Journal of Ecology*, 59(4), 988–1003. <https://doi.org/10.1111/aje.12886>
- Mbuvi, M. T. E., Ndalilo, L., & Cheboiwo, J. (2018). Challenges to actualization of decentralization forest management functions: Experiences and lessons on devolving forestry management functions in Kenya. *International Journal of Environmental Science and Toxicology Research*, 6(4), 30–42. <http://www.iiste.org>
- Mekonnen, Y. A., & Manderso, T. M. (2023). Land use/land cover change impact on streamflow using Arc-SWAT model, in case of Fetam watershed, Abbay Basin, Ethiopia. *Applied Water Science*, 13(5). <https://doi.org/10.1007/s13201-023-01914-5>
- Molnár, T., & Király, G. (2023). Forest monitoring based on Sentinel-2 satellite imagery, Google Earth Engine cloud computing, and machine learning. Preprints. <https://doi.org/10.20944/preprints202307.0800.v1>
- Muriithi, S., & Kenyon, W. (2002). Conservation of biodiversity in the Arabuko Sokoke Forest, Kenya. *Biodiversity and Conservation*, 11(8), 1547–1560. <https://doi.org/10.1023/A:1016234224819>
- Mutune, J. M., & Lund, J. F. (2016). Unpacking the impacts of “participatory” forestry policies: Evidence from Kenya. *Forest Policy and Economics*, 69, 45–52. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2016.03.004>
- Ndalila, M. N., Lala, F., & Makindi, S. M. (2024). Community perceptions on wildfires in Mount Kenya forest: Implications for fire preparedness and community wildfire management. *Fire Ecology*, 20(1). <https://doi.org/10.1186/s42408-024-00326-3>
- NextGIS. (2024). MOLUSCE—Land cover changes analysis in QGIS. <https://nextgis.com/molusce/>
- Odaro, D. O., Ucauwun, E. K., & Daudi, F. (2023). Analysis of land use, land cover changes of Okana wetland ecosystems in Lower Nyando River Basin. *Journal of Research Innovation and Implications in Education*, 7(4), 493. <https://doi.org/10.59765/cwrs5385>
- Ojoatre, S., Zhang, C., Yesuf, G., & Rufino, M. C. (2023). Mapping deforestation and recovery of tropical montane forests of East Africa. *Frontiers in Environmental Science*, 11. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2023.1084764>
- Ongugo, P. O., Mogoi, J. N., Obonyo, E., & Oeba, V. O. (2008). Examining the roles of Community Forest Associations (CFAs) in the decentralization process of Kenyan forests. [Unpublished manuscript].
- Rotich, B., & Ojwang, D. (2021). Trends and drivers of forest cover change in the Cherangany hills forest ecosystem, western Kenya. *Global Ecology and Conservation*, 30, Article e01755. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2021.e01755>
- Tadese, S., Soromessa, T., & Bekele, T. (2021). Analysis of the current and future prediction of land use/land cover change using remote sensing and the CA-Markov model in Majang Forest Biosphere Reserves of Gambella, Southwestern Ethiopia. *Scientific World Journal*, 2021. <https://doi.org/10.1155/2021/6685045>
- Waithaka, A. (2023). Analysis of land use/land cover changes using GIS and remote sensing techniques in River Ruiru Watershed, Kiambu County, Kenya. *Journal of Geosciences and Geomatics*, 11(4), 97–101. <https://doi.org/10.12691/jgg-11-4-1>
- Wekesa, C. (2017). Biodiversity status of Arabuko Sokoke Forest, Kenya. Kenya Forestry Research Institute. <https://www.researchgate.net/publication/322752359>
- Winkler, K., Fuchs, R., Rounsevell, M., & Herold, M. (2021). Global land use changes are four times greater than previously estimated. *Nature Communications*, 12(1), Article 22702. <https://doi.org/10.1038/s41467-021-22702-2>
- Zentai, L. (2013). Discovery of forested areas on topographic maps: Development of orienteering maps. In *Lecture notes in geoinformation and cartography* (pp. 295–308). https://doi.org/10.1007/978-3-642-33317-0_18

Úthiba-felismerés okostelefonnal, konvolúciós neurális hálózatok segítségével

HORVÁTH Viktor Győző¹, BARSÍ Árpád¹

¹Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Építőmérnöki Kar, Fotogrammetria és Térinformatika Tanszék

E-mail: horvath.viktor.gyozo@emk.bme.hu

DOI: [10.30921/GK.77.2025.4.3](https://doi.org/10.30921/GK.77.2025.4.3)

Absztrakt

A mély neurális hálózatok alkalmazása napjainkban jelentős fejlődést mutat, számos tudományos és gyakorlati problémakörben kínál hatékony megoldási lehetőséget, a mérnöki jellegű feladatoktól egészen a társadalmi jelenségek elemzéséig. Különösen kiemelt szerepet kapnak a képalapú adatok feldolgozásában, amelyek rögzítésére a modern okostelefonok költségköltséghatékony és széles körben hozzáférhető eszközként szolgálnak. Az úthálózatok állapotának megfigyelése és monitorozása olyan terület, amely számottevően profitálhat az említett technológiák integrációjából, hiszen a releváns vizuális adatok gyűjtése és feldolgozása révén részletes és megbízható információk nyerhetők az aktuális állapotokról. A kutatás keretében olyan kísérleti technológiai leírás készült, amely bemutatja a terepen történő adatgyűjtés folyamatát okostelefon alkalmazásával, majd az így létrejövő adathalmaz feldolgozását mély neurális hálózat segítségével. A feldolgozás eredményei megfelelő vizualizációs módszerekkel kerülnek bemutatásra, továbbá kísérlet történik azok érvényességének vizsgálatára és validálására.

Abstract

The application of deep neural networks has undergone significant advancement in recent years, offering effective solutions across a wide spectrum of domains, ranging from engineering tasks to the analysis of social phenomena. Image-based inputs hold a particularly prominent role in these applications, with modern smartphones serving as cost-effective and widely accessible tools for capturing visual data. Road network monitoring and condition assessment represent domains that can considerably benefit from the integration of such technologies, as the collection and processing of relevant visual information can yield detailed and reliable insights into current conditions. Within the scope of the research, a pilot technological description is developed, outlining the process of field data acquisition using smartphones, followed by the processing of the resulting dataset through a deep neural network. The outcomes of this processing are presented using appropriate visualization methods, accompanied by an attempt to examine and validate their accuracy.

1. Bevezetés

Napjainkban a gépi látás (*computer vision*, CV) területe rendkívül dinamikus fejlődést mutat, amelynek háttérében a mesterséges intelligencia (*artificial intelligence*, AI), valamint a gépi tanulás (*machine learning*, ML) és különösen a mélytanulás (*deep learning*, DL) terén bekövetkezett áttörések állnak. A neurális hálózatok mára a közúti közlekedés számos területén alkalmazásra kerülnek: az önvezető járművek érzékelőrendszereiben, az intelligens forgalomirányító rendszerekben, valamint az úthálózat állapotának monitorozásában. A mesterséges intelligencia és a számítógépes látás így fokozatosan a közlekedésbiztonság és a közlekedésszervezés mindennapi eszközeivé válnak. A gyakorlati alkalmazások közül kiemelkedik az úthibák automatikus felismerése, amely lehetővé teszi a gyors karbantartási beavatkozásokat, valamint a járművek fedélzeti rendszereiben működő vezetéstámogató megoldások, amelyek valós időben érzékelik az útviszonyokat és a forgalmi helyzetet. A közeljövőben várható, hogy ezen technológiák integrációja

hozzájárul a közlekedésbiztonság növeléséhez és az úthálózat fenntarthatóbb kezeléséhez

A számítógépes látás kialakulása az 1970-es évek környékére, egy Stanford Egyetemen megvalósított projekthez köthető. A projekt keretében kifejlesztették az első olyan önálló működésre képes robotot, amely bizonyos mértékben érzékelni tudta a környezetét. Bár azóta a technológia jelentős fejlődésen ment keresztül, e korai kezdeményezés lefektette a számítógépes látás alapjait. (Dobson, J. E., 2023).

A számítógépes látás eredeti célja az volt, hogy a rendszer környezetéről olyan módon szolgáltatson információt, amely a rendszer számára feldolgozható. Lényegében a feladat a valós világ absztrakciója, amelyet legtöbbször az elektromágneses sugárzás mérésével és rögzítésével valósítanak meg. Az ehhez használt érzékelők közé tartoznak a hagyományos kamerák, a LiDAR és a RADAR rendszerek. A számítógépes látás teljes területe arra az alapelvre épül, hogy megpróbálja utánózni az emberi rendszerek működését — ahogyan sok más technológia is (például a neurális hálózatok).

A számítógépes látás folyamata négy fő lépésből áll az irodalom szerint: (Elgendy, 2020)

1. Bemeneti adatok (*Input data*): A rendszer elsődleges forrásai a képek és videók (az utóbbi esetében egyes képkockák), amelyek a környezet vizuális információit közvetítik a feldolgozó rendszer számára.
2. Előfeldolgozás (*Preprocessing*): Az adatok előkészítése annak érdekében, hogy a későbbi feldolgozási lépések számára megfelelő formátumban álljanak rendelkezésre. Ide tartozik például a képek normalizálása, átméretezése, színtér-átalakítása, zajszűrés és egyéb standardizáló műveletek.
3. Jellemzők kinyerése (*Feature extraction*): A képekből olyan releváns tulajdonságok kinyerése történik, amelyek alapján a rendszer különbséget tud tenni különböző objektumok vagy mintázatok között. Ez a lépés kulcsfontosságú a további tanulás és döntéshozatal szempontjából.
4. Gépi tanulási modell (*Machine learning model*): A korábban kinyert jellemzők alapján történik a modell betanítása, amely képessé válik osztályozásra, felismerésre vagy előrejelzésre. Ez lehet például egy konvolúciós neurális hálózat (*convolutional neural network*, CNN), amely azonosítja az objektumokat a képen belül. (Zaidi et al. 2025)

Ez a struktúra jól párhuzamba állítható az emberi látórendszer működésével, ahol az érzékelés, feldolgozás, felismerés és reakció szintén hasonló, egymásra épülő lépésekből áll.

2. Konvolúciós neurális hálózatok algoritmusai objektumok felismeréséhez

Az objektumfelismerés a számítógépes látás egyik feladata, amely két fő célt foglal magában: egy vagy több objektum lokalizálása egy képen, és az egyes objektumok osztályozása. Ezt úgy valósítják meg, hogy a megtalált objektum köré egy befoglaló téglalapot (*bounding box*) rajzolnak az előre jelzett osztállyal együtt. Ez azt jelenti, hogy a rendszer nem csak a kép osztályát jósolja meg, mint az osztályozási feladatok esetén, hanem az adott objektumot körülvevő befoglaló téglalap koordinátáit is. (Liu, L. et al, 2020)

Az objektumfelismerést osztályozási problémaként modellezzük úgy, hogy a bemeneti képből minden lehetséges helyen, rögzített méretű ablakokat veszünk, majd ezeket az ablakokat egy képosztályozó hálózatnak adjuk be. A legtöbb CNN algoritmus abban különbözik, hogy hogyan határozza meg a jellemzőket. Mivel az objektumfelismerést osztályozási problémaként kezeljük, a sikeresség nagymértékben függ az osztályozás pontosságától.

Ahhoz, hogy megértsük a mélytanulás-alapú rendszerek munkafolyamatát az objektumok felismerésében, meg kell

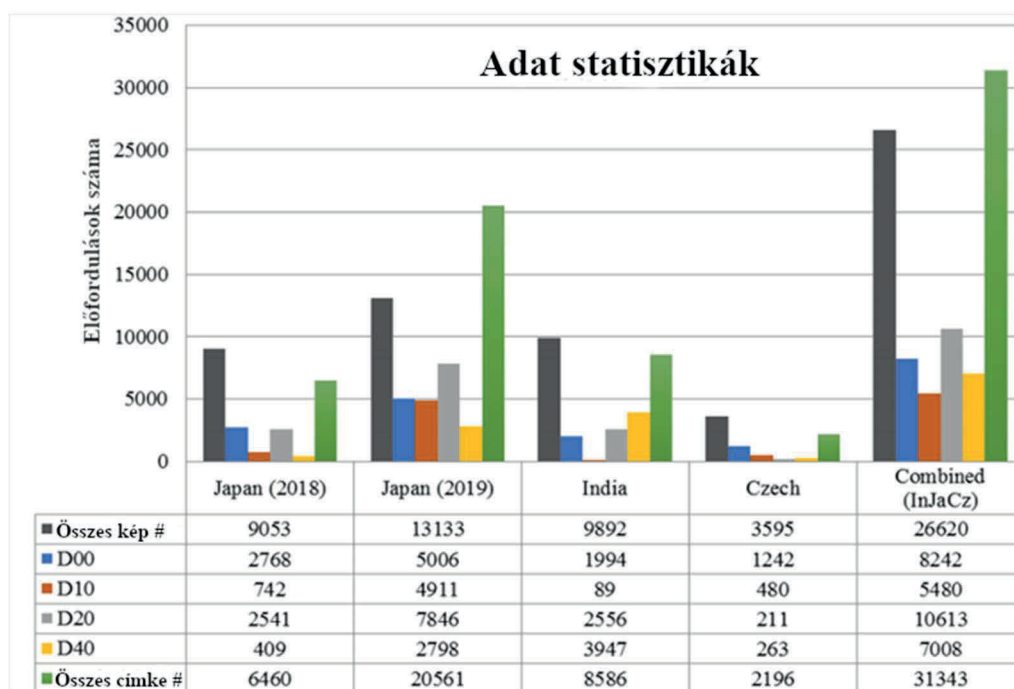
vizsgálunk, hogy milyen általános keretrendszert követnek. Az objektumfelismerő rendszerek működése több, egymásra épülő komponensből áll, amelyek közül az első a régiójavaslat (*region proposal*) generálása. Ebben a lépésben egy algoritmus vagy mélytanulási modell segítségével kerülnek meghatározásra azok a képrészletek (*region of interest*, ROI), amelyek a rendszer feltételezése szerint objektumot tartalmazhatnak. A folyamat nagyszámú befoglaló téglalapot állít elő, amelyekhez objektumtartalom-pontszám (*objectness score*) társul; a magasabb értékkel rendelkező dobozok kerülnek további feldolgozásra a hálózati rétegeken keresztül. Ezt követi a jellemzőkinyerés és a hálózati előrejelzés szakasza, amelynek során minden egyes befoglaló téglalaphoz vizuális jellemzőket rendel a rendszer, majd ezek alapján értékeli, hogy az adott régió valóban tartalmaz-e objektumot, illetve meghatározza annak osztályát. A detektálási folyamat sajátossága, hogy gyakran több téglalap is azonos objektumra vonatkozik, ezért szükséges a nem maximum szűrés (*non-maximum suppression*, NMS) alapú alkalmazása, amely az átfedő detekciókat egyetlen reprezentatív dobozzá egyesíti, ezáltal elkerülve az ismételt felismerést. A modell teljesítményének értékelésére különböző mérőszámok használatosak, amelyek analógok a klasszifikációs feladatoknál alkalmazott pontosság, precizitás és visszahívás mutatóival. Az objektumfelismerő rendszerek esetében a leggyakrabban alkalmazott metrikák közé tartozik a közepes átlagos pontosság (*mean average precision*, mAP), a precizitás–visszahívás görbe (*PR curve*), valamint az átfedési hányad (*intersection over union*, IoU), amelyek együttesen átfogó képet nyújtanak a rendszer hatékonyságáról és megbízhatóságáról. (Gandhi, R. 2018)

3. Saját alkalmazás fejlesztése

Az alkalmazásunk ötlete két korábbi japán tanulmányból származik. Ebben H. Maeda és munkatársai a Tokiói Egyetem kutatóiként egy okostelefonos alkalmazás fejlesztéséről írnak, amely saját tanított neurális hálózataikat használja az útkárosodások felismerésére és osztályozására (Maeda et al, 2016, Maeda et al, 2018).

Publikációjukban megosztották a tanító adatokat, a betanított modelleket és magát az alkalmazást is, bár a forráskódot nem tették közzé. Kutatásuk során 6 különböző alaphálózatot (*base networks*) próbáltak ki. Ezeket az alaphálózatokat átviteli tanulás (*transfer learning*) alapjaként használták, nyilvánosan elérhető, előre betanított (*pretrained*) hálózatokat alkalmazva a jellemzők kinyerésére. Később további modelleket publikáltak különböző alaphálózatokkal és eltérő tanuladatokkal.

Az eredeti japán adatállomány 9 053 útkárosodásról készült képet tartalmazott, amelyek összesen 15 435 károsodási esetet foglaltak magukban. Ezt az adatállományt további képekkel bővítették, melyek közül sok más országból származott. A 2019-ben közzétett végleges adatállomány 26 620 képet tartalmazott, többek között Indiából és a Cseh Köztársaságból származó képeket is. A képek eloszlása az 1. ábrán látható (Arya et al. 2020a).



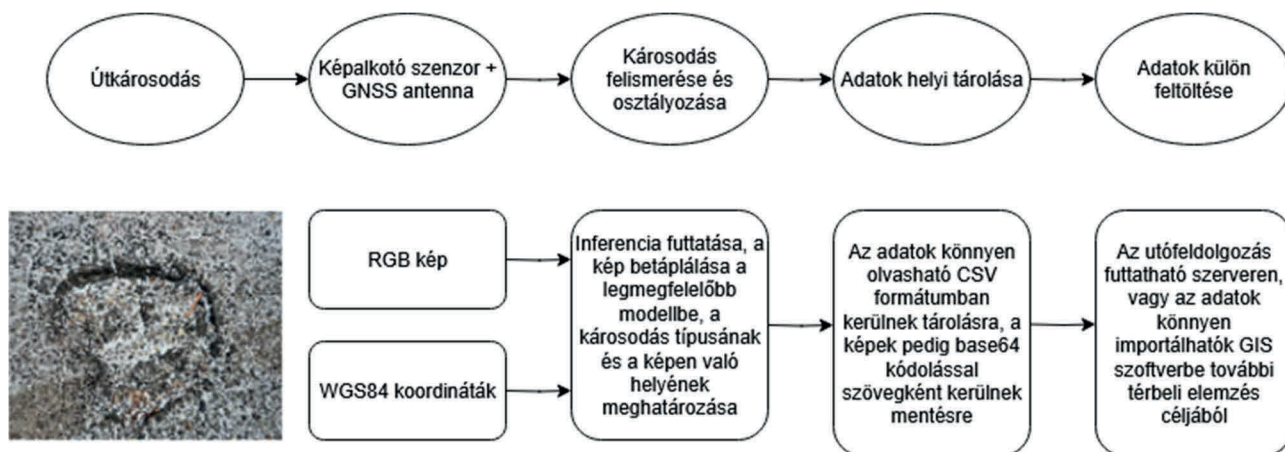
1. ábra Tanító adatok statisztikái (Arya et al. 2020a)

Úthiba típusa			Részletesen	Osztály neve
Repedés	Lineáris repedés	Hosszirányú	Keréknyom rész	D00
			Építési illesztési rész	D01
			Egyenlő osztásköz	D10
	Krokodilrepedés	Keresztirányú	Építési illesztési rész	D11
			Részleges burkolat, teljes burkolat	D20
			Nyomvályú, egyenetlenség, kátyú, felválás	
Egyéb károsodás			Fehér vonal elmosódás	D43
			Gyalogátkelő elmosódás	D44

2. ábra Útkárosodás-típusok a Japán Útkarbantartási és Javítási Útmutató alapján

Az egyes útkárosodás-típusokat a 2013-as Japán Útkarbantartási és Javítási Útmutató (*Japanese Road Maintenance and Repair Guidebook*) alapján kategorizálták (2. ábra). Ez az útmutató 8 kategóriába sorolja az útkárosodásokat. Ezek a kategóriák

szolgáltak a CNN modellek kimeneti osztályaiként. Ezekből a modellekből négy különböző változatot publikáltak, amelyek elnevezése a használt alaphálózat nevét és az évszámot tartalmazta.



3. ábra Az úthiba-felismerő rendszer folyamatábrája

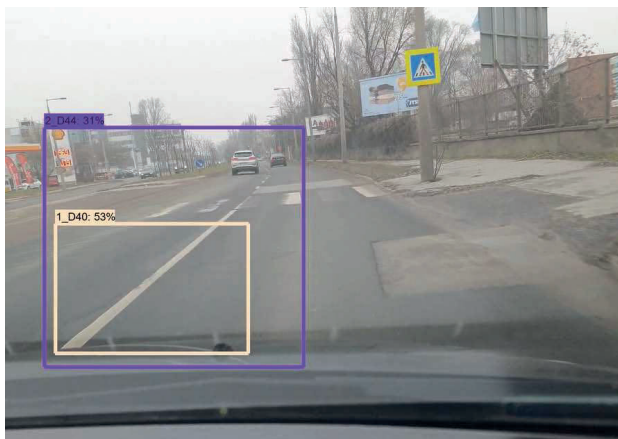
3.1. Az alkalmazás munkafolyamata

A kidolgozott alkalmazásunk áttekintő folyamata a 3. ábrán látható. A begyűjtött adatokat két külön fájlban tárolják. Az adatbázis séma két táblából áll: a **collected_data** a detektált útkárosodások jellemzőit (típus, biztonsági szint, befoglaló téglalap koordináták) rögzíti, míg az **images** a képek Base64-kódolt tartalmát és földrajzi koordinátáit (WGS84) tárolja. A két tábla azonosítókon keresztül kapcsolódik, ezáltal biztosítva a képi adatok és a detektált károsodások strukturált összekapcsolását.

3.2. Megfelelő modell kiválasztása

A modellt egy általunk Jupyter notebookban írt Python szkript segítségével választottuk ki. Ez a szkript egyszerre két modellt képes összehasonlítani: egyszerre tud betölteni két modellt, és képet vagy videót fogad bemenetként. Amennyiben videót kap, annak minden képkockáját kinyeri, majd mindkét modellen lefuttatja az adatokat (inferencia). A kimenet egy olyan kép vagy videó, amelynek minden képkockáján téglalapok és megbízhatósági százalékok jelennek meg.

A japán modellek mindegyike képtenzorokat fogad bemenetként, és visszaadja a károsodás típusát, a károsodás helyét a képen a körülvevő téglalap koordinátaival, valamint egy megbízhatósági százalékot.



4. ábra Felismert fehér vonal elmosódás és zebra festés elmosódás Dél-Budán

A 4. ábra egy összehasonlító videó egy képkockája, amelyen az első modell a fehér vonalat az aszfaltrétegek közötti elválasztásként detektálja 53%-os megbízhatósággal, ezért jelenik meg a „1_D40: 53%” felirat. Az „1” jelzi, hogy a befoglaló téglalap az első, a programnak megadott modellből származik, míg a „D40” az útkárosodási típusok táblázatára utal. A második modell helyesen ismeri fel az elmosódott gyalogátkelőt, de csak 31%-os megbízhatósággal. A programnak megadható egy küszöbérték, amely alatt a megbízhatóság nem elegendő, így nem rajzolja ki a téglalapokat és a feliratokat.

A legjobb modellt úgy választottuk ki, hogy az összes videót minden modellpárral lefuttattuk, majd vizuális ellenőrzéssel értékeltük az eredményeket.

Fontos szempont volt az inferencia ideje is, vagyis az az idő, amely alatt a modell képes feldolgozni egy képkockát – másképp fogalmazva: alkalmas-e valós idejű feldolgozásra.

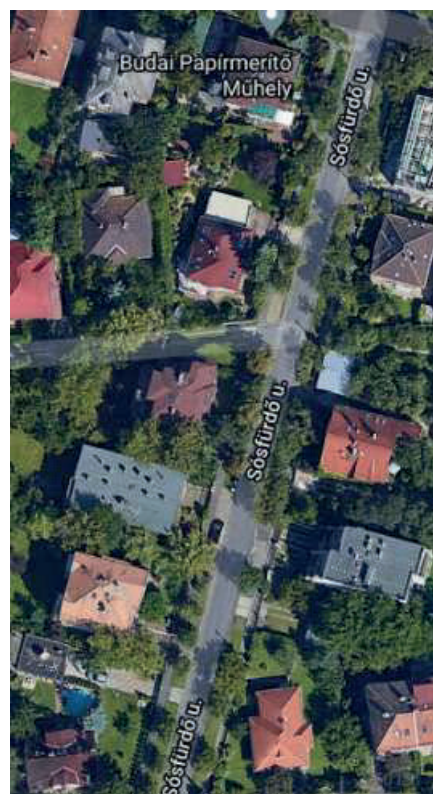
A modellek kiválasztásakor több, előre betanított objektumdetekciós hálózat közül lehetett választani. Ezek eltérnek egymástól felépítésükben (pl. ResNet, Inception, MobileNet alapú modellek), illetve abban, hogy milyen pontosságot és milyen feldolgozási sebességet biztosítanak. A választás során fontos szempont volt, hogy a modell valós időben képes legyen feldolgozni a képkockákat, ezért megmértem az egyes hálózatok képfeldolgozási idejét. (Mittal, P. 2024)

Az eredmények alapján a frozen_inference_graph_resnet_2019 modell körülbelül 4 másodpercet igényelt egyetlen kép feldolgozásához, ami valós idejű alkalmazásra alkalmatlan. A MobileNet-alapú modellek viszont lényegesen gyorsabbak (150–200 ms tartomány), miközben megfelelő pontosságot is biztosítanak.

Ezért a továbbiakban a MobileNet-en alapuló modellt alkalmaztam, mivel ez nyújtotta a legjobb egyensúlyt a sebesség és a detekciós teljesítmény között.

4. Tesztelés

A teszteléshez Budapest XI. kerületében jelöltünk ki egy rövid útszakaszt, amely kis területen belül nagy sűrűségben tartalmaz úthibákat, így alkalmas a detektálási és osztályozási eljárások értékelésére. A kiválasztott utca a Sósfürdő utca, melynek műholdfelvétele (Google Maps) az 5. ábrán látható.



5. ábra A kiválasztott terület műholdképe

A tesztelést gyalogosan végeztük előre néző, azaz a haladási irányban tartott okostelefonnal. Néhány tesztfelvétel készült úgy is, hogy a telefont egy autó szélvédője mögé helyeztük, azonban ezeket a felvételeket főként a legjobb modell kiválasztására használtuk a Python szkript segítségével. A 6. ábrán a futó alkalmazás felhasználói felületét lehet látni a megtalált és osztályozott burkolati hibák befoglaló téglalapjaival és felirataival.

Az alkalmazás által generált eredményfájlok egyszerűen feltölthetők egy szerverre vagy betölthetők a QGIS-be további elemzések céljából. Az adatok ezután vizualizálhatók, és további térbeli elemzések alapjául szolgálhatnak. A 7. ábra térképén minden egyes pont egy olyan fényképi helyet jelöl, ahol a rendszer valamilyen úthibát felismert.

Az egyes képek azonosítóit összekapcsolhatjuk a rajtuk észlelt károsodásokkal, amelyek egy külön fájlban vannak tárolva.

A munkamenetet képernyőfelvevő alkalmazás segítségével rögzítettük. A felvételek vizuális ellenőrzése során a mintaútszakaszon 17 jól elkülöníthető útkárosodást azonosítottunk, amelyek közül a rendszer 9-et detektált sikeresen. A munkamenet során az elfogadható megbízhatósági küszöbértéket 40%-ra állítottuk be. Hat esetben hamis pozitív detektálás történt: négy csatornafedél, egy térközből kialakított fekvőrendőrkő, valamint egy térkőburkolatú bejárat esetében. Ezeknél az előfordulásoknál a modell 60% alatti megbízhatósági értéket rendelt a detektáláshoz, azonban a küszöb további csökkentése a valódi pozitív találatok elvesztését eredményezte volna. A modell érzékenysége különösen magas az aszfalttól eltérő burkolati felületek esetében, emellett bizonyos aszfalttípusoknál kifejezetten hajlamos a hamis negatív eredmények előállítására. Előfordult például olyan burkolattípus, amelynek szemcsemérete olyan nagy, hogy a rendszer a teljes felületet repedésként azonosította.



7. ábra A rendszer által feldolgozott képek pozíciói, amelyeken úthibákat észlelt



6. ábra Néhány kép a rendszerről működés közben

5. Összefoglalás és kitekintés

Összességében elmondható, hogy az alkalmazás alkalmas az útkárosodások detektálására és lokalizálására, bár megbízhatósága további vizsgálatokat igényel. A japán tanulmányban szereplő rendszer már hivatalos szervek által is használt olcsó adatgyűjtési megoldásként. A jövőben érdekes lenne megvizsgálni, hogy a hálózat teljesítménye javítható lenne-e magyarországi adatokkal történő finomhangolással. Erre azonban jelenleg nincs lehetőség, mivel csak a lefagyasztott (frozen) modellek érhetők el, nem pedig a tanítható, nyers hálózatok vagy a tanítási kód. Emiatt a modell továbbképzése vagy domain adaptációja technikailag nem kivitelezhető.

Az általunk fejlesztett rendszer képes az okostelefon kamerájának használatára, és a kameraképkockákat bármilyen, útkárosodás-detektálásra vagy más célra tervezett neurális hálózat számára átadni. Az alkalmazással képek valós idejű feldolgozása lehetséges megközelítőleg 9-10 képkocka/másodperc sebességgel. A begyűjtött adatok könnyen feltölthetők egy SQL adatbázisba, így utófeldolgozás tárgyát képezhetik. A Python szkript módosítható úgy, hogy az adatbázisból vegye a képeket, és minden képen lefuttassa valamennyi modellt, továbbá ha egy útkárosodást több modell is észleli, a megbízhatósági pontszám módosítható.

A modell továbbfejlesztésével olyan költséghatékony és megbízható útkárosodási adatgyűjtési módszer alapjai teremthetők meg, amely alkalmas a gyakorlatban történő alkalmazásra. Az alkalmazás által előállított adatok jól strukturáltak és könnyen utófeldolgozhatók, a kimeneti fájlok felhasználása egyszerű. Ugyanakkor a képek hatékony tárolása még kihívást jelent.

Irodalomjegyzék

- Arya, D. – Maeda, H. – Ghosh, S. K. – Toshniwal, D. – Mraz, A. – Kashiyama, T. – Sekimoto, Y. 2020. Transfer learning-based road damage detection for multiple countries. arXiv:preprint 2008.13101v1. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2008.13101>
- Arya, D. – Singh, J. – Sharma, R. – Khandelwal, S. – Singh, N. 2020. Global Road Damage Detection: State-of-the-art Solutions. arXiv preprint arXiv:2011.08740. doi: 10.48550/arXiv.2011.08740
- Dobson, J. E. 2023. The Birth of Computer Vision. Routledge, London and New York, p. 224. ISBN 9781517914219.
- Elgendy, M. 2020. Deep Learning for Vision Systems. Manning, Shelter Island, NY, p. 480. ISBN-13: 978-1617296192
- Gandhi, R. 2018. R-CNN, Fast R-CNN, Faster R-CNN, YOLO — Object Detection Algorithms. Understanding object detection algorithms. link: <https://towardsdatascience.com/r-cnn-fast-r-cnn-faster-r-cnn-yolo-object-detection-algorithms-36d53571365e> Utolsó elérés: 2025. november 20.

Liu, L. – Ouyang, W. – Wang, X. – Fieguth, P. – Chen, J. – Liu X. – Pietikäinen, M. 2020. Deep Learning for Generic Object Detection: A Survey. *International Journal of Computer Vision* 128, 261–318. <https://doi.org/10.1007/s11263-019-01247-4>

Maeda, H. – Sekimoto, Y. – Seto, T. 2016. Lightweight road manager: smartphone-based automatic determination of road damage status by deep neural network. In *Proceedings of the 5th ACM SIGSPATIAL International Workshop on Mobile Geographic Information Systems (MobiGIS '16)*. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 37–45. <https://doi.org/10.1145/3004725.3004729>

Maeda, H. – Sekimoto, Y. – Seto, T. – Kashiyama, T. – Omata, H. 2018. Road Damage Detection and Classification Using Deep Neural Networks with Smartphone Images. *Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering* 33(12): 1127–1141. <https://doi.org/10.1111/mice.12387>

Mittal, P. 2024. A comprehensive survey of deep learning-based lightweight object detection models for edge devices. *Artificial Intelligence Review*, 57(242). <https://doi.org/10.1007/s10462-024-10877-1>

Zaidi, S.S.A. Ansari, M.S. Aslam, A. Kanwal, A. Asghar, M. Lee, B. 2022. A survey of modern deep learning based object detection models. *Digital Signal Processing*, 126: 103514. <https://doi.org/10.1016/j.dsp.2022.103514>



UAV fotogrammetriai felvételezés alkalmazhatósága hulladékdepóniák térbeli paramétereinek meghatározására egy szegedi hulladéklerakó példáján

PETRÓCZY Máté Dániel¹, TOBAK Zalán¹, MUCSI László¹, SZALMA Elemér², ZÁDORI Adrián³, SZATMÁRI József¹

¹Légkör- és Téradattudomány Tanszék, Szegedi Tudományegyetem

²PlantaDrone Kft.

³Interplaninfo Kft.

E-mail: petroczy.mate@geo.u-szeged.hu

DOI: [10.30921/GK.77.2025.4.4.](https://doi.org/10.30921/GK.77.2025.4.4.)

Absztrakt

A tanulmány célja a drónos LIDAR (ALS) és a fotogrammetriai (SfM) módszerrel előállított pontfelhők alapján számított térbeli paraméterek, valamint térfogatbecslések összehasonlítása egy szegedi hulladékdepónia példáján. A tanulmány további célja, hogy bizonyítsa a drónok alkalmazhatóságát a hulladéktelepek felmérésében és monitorozásában. A légifelvételek feldolgozása után fotogrammetriai és CAD szoftverekben végeztünk térfogatbecsléseket, ezt követően pedig CloudCompare pontfelhőfeldolgozó szoftverrel tisztítottuk és elemeztük a pontfelhőket, majd a pontfelhők közti eltéréseket vizsgáltuk. Az eredmények alapján a fotogrammetriai felmérés megfelelően bizonyult a hulladékdepónia térfogatának pontos meghatározásához, illetve a depónián történő jövőbeli változások becsléséhez.

Abstract

The study aims to compare the spatial parameters and volume estimations of a waste landfill in Szeged, using drone LIDAR (ALS) and photogrammetric (SfM) based point clouds. A further aim of the study is to demonstrate the applicability of drones for surveying and monitoring landfills. After processing the aerial photographs, volume estimates were performed in photogrammetric and CAD software, followed by point cloud processing software CloudCompare. Furthermore, the discrepancies between the point clouds were investigated. The results showed that the photogrammetric survey was sufficiently accurate to determine the volume of the landfill and to estimate its future changes.

1. Bevezetés

Az elmúlt években Magyarországnak is szembe kellett néznie azzal a kihívással, hogy a különböző típusú hulladékok mennyisége növekvő tendenciát mutat. A lerakással ártalmatlanított települési, illetve az építési-bontási hulladék mennyisége országos szinten 2022-ben meghaladta a 3,5 millió tonnát (KSH 2024). A fogyasztói szokások változásával egyre több "eldobható" termék kerül a háztartásokba. Az ipari tevékenységek a hulladéklerakókba kerülő hulladékok és melléktermékek mennyiségének és típusának növekedéséhez vezettek. A hulladéklerakás elkerülhetetlen ökológiai, egészségügyi (Ozbay et al. 2021), tájképi és gazdasági (Liu et al. 2013) hatásokkal jár, ezért a hulladéklerakók elhelyezése, tervezése és üzemeltetése során nagy gondossággal kell eljárni

(Csőke 2011). A deponációk környezeti állapotának ellenőrzésére, folyamatos monitoringjára a 20/2006. (IV. 5.) KvVM rendelet kötelezi az üzemeltetőt, amelynek része a lerakó térbeli paramétereinek, mozgásainak geodéziai módszerekkel történő vizsgálata. Magyarországon az utóbbi évek hulladékgazdálkodással kapcsolatos jogszabályai és rendeletei mind arra irányulnak, hogy megvédjék a természetes és mesterséges környezetet az ember okozta környezeti terhelésektől (KvVM 2007). A környezetvédelmi szabályozás egyre szigorodó feltételei között, bonyolult mérnöki megoldások kivitelezésére és üzemeltetésére van szükség (Szabó I. 2006). Az Európai Unió hulladéklerakókra vonatkozó irányelve meghatározza, hogy a hulladéklerakók biztonságos üzemeltetése érdekében szükség van megfigyelő rendszer (monitoring) kialakítására (European Council 1999).

A megfigyelő rendszer elemeinek feladata, a depónián belüli változások figyelemmel kísérése, valamint a lerakóból esetlegesen kijutó szennyezőanyagok lehető legrövidebb időn belüli észlelésének és nyomon követésének a biztosítása. A megfigyelő rendszer elemeit, a mérések lebonyolításának rendjét, a vizsgálandó paramétereket hulladéklerakóként egyedileg kell meghatározni. A lerakó üzemelése alatt és bezárása után is folyamatosan ellenőrizni kell az elsődleges technológiai létesítmények (tárolóterek, műtárgyak) műszaki állapotát, állapotváltozását (Szabó és Szabó 2012). A hulladéklerakók kiterjedésének és állapotának felmérése hagyományosan a nagyméretarányú térképek, rendelkezésre álló műholdfelvételek, ortofotók, földi geodéziai felmérési eljárások segítségével történik. Ezek a felmérések általában elegendő adatot szolgáltathatnak a hulladéklerakók kiterjedésének meghatározásához, valamint a környezetgazdálkodás és a monitoring tervezéséhez vagy módosításához. Sok esetben azonban a földi felmérési lehetőségek korlátozottak és költségesek lehetnek. Az összetettebb telephelyek esetében (nagyobb területek, komplexebb hulladékkezelés, egyenetlen talajú területek) jellemzően nagyobb lefedettségi szintre van szükség.

Az elmúlt évtizedek technológiai fejlődésének köszönhetően a drónos (UAV), illetve a műholdas alkalmazások széles körben elterjedtek, és hatékonyan alkalmazhatók a hulladéklerakók térbeli meghatározására és folyamatos monitoringjára (Filkin et al. 2021, Zhang et al. 2021). A térbeli változások vizsgálata főként ALS (Airborne Laser Scanning) és fotogrammetriai technológiával érhető el, amelyek teljes lefedettséget biztosítanak és amelyeknél a feldolgozott térbeli adatokból, térmodellekből a pontos térfogat gyorsan kiszámítható (Son et al. 2020). Lidarral, RGB, multispektrális, hő-, gáz- és geofizikai szenzorokkal felszerelt drónos felmérési platformok segítségével nagyobb lefedettséget lehet biztosítani, és olyan információkat lehet nyerni, amely a földi felméréssel nem lehetséges, vagy rendkívül költséges és időigényes (Mønster et al. 2019; Pasternak et al. 2023; Tanda et al. 2020).

Tanulmányunkban az UAV LIDAR (ALS) és az UAV fotogrammetriai (SfM – Structure from Motion) technológiával generált pontfelhőket hasonlítottuk össze térbeli jellemzőik, pontosságuk és hatékonyságuk elemzésével a nagyterjedésű, szegedi hulladéklerakó példáján. A tanulmány konkrét célkitűzései a következők voltak:

1. Pontfelhők készítése és összehasonlítása ALS és SfM technológiák felhasználásával,
2. Hulladékkészlet-mennyiség (térfogat) számítások elvégzése és összehasonlítása,
3. A technológiák felhasználhatóságának értékelése a monitoringban és a mozgásvizsgálatokban.

2. Módszertan

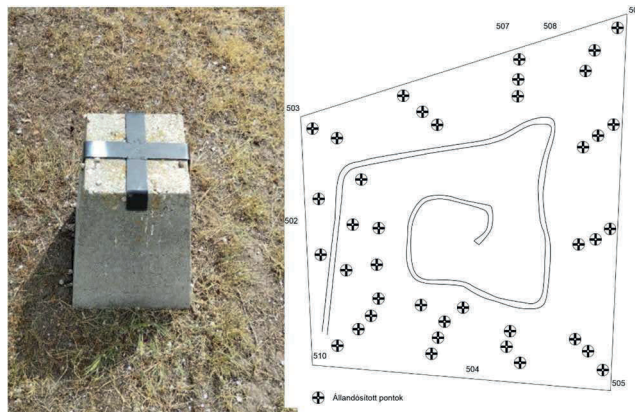
A vizsgálati terület Szeged északi külterületén található hulladéklerakó telephely volt (1. ábra). A pontos és tervezett

hulladékgazdálkodás kényszerítő feladat a városi környezetgazdálkodás számára, ezért a hulladékszállítási tervhez elengedhetetlen a pontos hulladékmennyiség-számítás. A vizsgált területként kiválasztott hulladéklerakó közel 24 ha-on terül el, a hulladékhalom csúcsmagassága körülbelül 44 m a terepszint felett és jelentős mennyiségű hulladékot tartalmaz, amelynek mérése kihívást jelent. A depónia többnyire lakossági kommunális hulladékot tartalmaz, de egyéb, vegyes törmelék is megjelenik a hulladéklerakóban.



1. ábra Szeged északi külterületén található hulladéklerakó elhelyezkedése (A) és ortofotója (B)

A hulladéklerakó területén az Interplaninfo Kft. 2012 óta évi rendszerességgel végez felméréseket a Szegedi Hulladékgazdálkodási Nonprofit Kft. megbízásából. A területen előre meghatározott helyeken, összesen 45 db mozgásvizsgálati pontot (2. ábra) létesítettek, amelyeket földi geodéziai módszerrel, mérőállomással a lerakó közelében lévő állandósított alappontokról rendszeresen fölmértek. A mérések alapján lehet következtetni a mozgások irányára és nagyságára.



2. ábra Állandósított mozgásvizsgálati pont (A) és elhelyezkedésük (B) (Interplaninfo Kft. alapján)

A felmérések során zárt sokszögvonalat vezettek a lerakó körül, a méréseket és számításokat a korábbi évek gyakorlatának megfelelően helyi rendszerben végezték, így a vizsgálati pontok elmozdulásának mértéke és iránya összehasonlítható volt az előző évek méréseinek eredményeivel. A mérések szerint 2016 és 2022 között a horizontális elmozdulások mértéke nem haladta meg a 15 cm-t, míg a vertikális elmozdulások a magasabban fekvő rétegekben érték az 50-75 cm-t is.

A vizsgálat során részben ezeket az állandósított mozgásvizsgálati pontokat használtuk illesztőpontként (GCP – Ground Control Point) az RTK-val felszerelt drónos felméréseink pontosabb kiértékeléséhez.

3. Adatok bemutatása

A drónos felmérésekre 2024. január 12-én került sor a kora délutáni órákban. A terepi adatgyűjtés folyamán bemérésre kerültek a földi illesztőpontok, valamint elvégeztük a különböző távérzékelési eljárásokon alapuló drónos repüléseket. A mérések során a Lechner Tudásközpont valós idejű GNSS korrekciós szolgáltatásait vettük igénybe. A téli felmérés miatt fontos megjegyezni az ionszférikus hibát, amely a felmérés napján 3cm-es maximummal rendelkezett.

3.1. Terepi illesztőpontok bemérése

A HD72/EOV és EOMA rendszerben lévő illesztőpontokat (GCP) egy Leica Viva GS16 RTK GNSS roverrel mértük be. GCP pontként az előzőekben említett mozgásvizsgálati hálózat 10 db mérőpontját, valamint a magassági értelemben nagyobb pontosság elérése érdekében a depónia tetején általunk kijelölt további egy GCP pontot (3. ábra) használtuk.



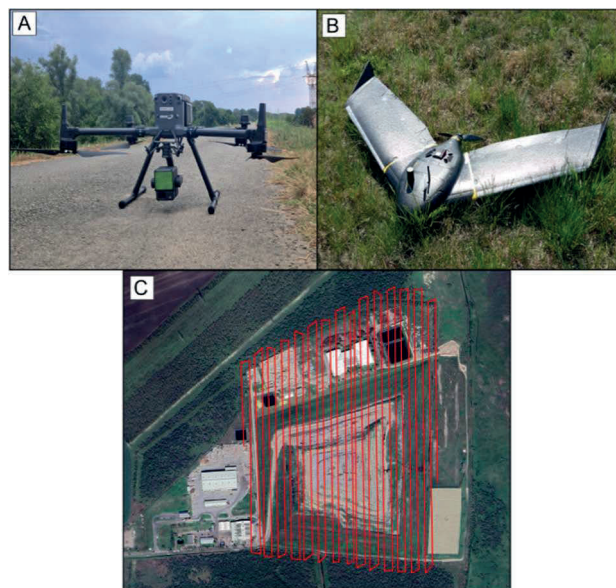
3. ábra A GCP-k elhelyezkedése a vizsgált területen.

3.2. LIDAR UAV felvételezés (ALS)

Az ALS felméréshez egy DJI Matrice 350 RTK típusú kvadkoptert használtunk, DJI Zenmuse L2 szenzorral felszerelve (4. ábra). Az alkalmazott drón előnye, hogy ellenáll az erősebb szélnek is, valamint a közel 40 perces repülési ideje miatt nagy területet képes felvételezni, akár 15 m/s sebességgel. A repülési útvonalat a DJI Pilot 2 applikációban terveztük meg felszínkövető repüléssel. A felvételezés 117 m AGL (Above Ground Level) felszín feletti repülési magasságon történt, átlagosan 8 m/s sebességgel. A Zenmuse L2 szenzor 905 nm-es hullámhosszú infravörös lézersugárral dolgozik, távmérési pontossága 150 m AGL-ről 2 cm és a gyári adat szerint az elérhető magasságmérési pontosság 4 cm, a vízszintes 5 cm (DJI 2024).

3.3. UAV fotogrammetriai felvételezés (SfM)

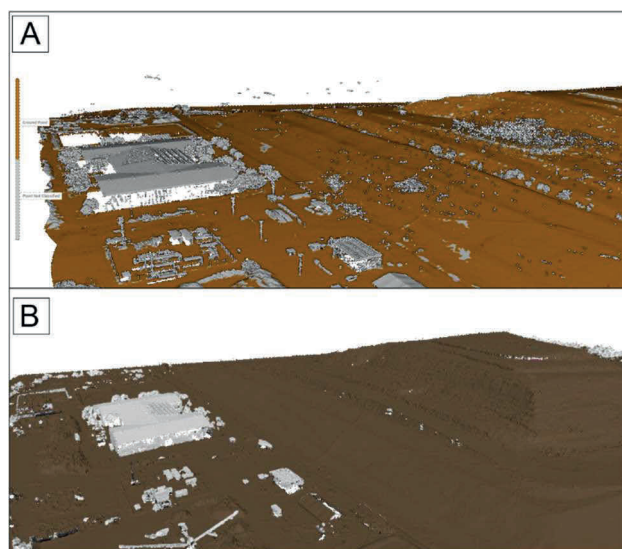
Az SfM alapú pontfelhő elkészítéséhez egy SenseFly eBee merevszárnyú UAV-t használtunk (4. ábra). A repülési útvonalat az eMotion 3.23v programban terveztük meg. A LiDAR-os felméréssel ellentétben a merevszárnyú UAV egyazon magasságban repült, így a felvételezés nem volt felszínkövető. A drónra csatlakoztatott SenseFly S.O.D.A. típusú RGB szenzor 993 db, 5472x3648 pixel felbontású felvételeket készített 119 m-es repülési magasságon. A soron belüli átfedést 85%-ban a sorok közötti átfedést 80%-ban adtuk meg a repülés tervezésénél. A felvételek átlagos terepi felbontása (GSD) 2,5 cm, a lefedett terület 0,33 km² volt.



4. ábra DJI Matrice 350 RTK forgószárnyas UAV Zenmuse L2 szenzorral (A), SenseFly eBee merevszárnyú UAV (B), valamint a merevszárnyú UAV tényleges repülési útvonal (C) (szerzők felvétele)

3.4. ALS és SfM adatok feldolgozásának módszerei

Az ALS nyers adatok feldolgozására és georeferálására a DJI Terra program 4.0.1 verziójában került sor, a LIDAR pontfelhőt a DJI Terra automatikus nagyfelbontású beállításaival generáltuk le. Ezt követően a pontfelhő osztályozás során terepi (ground points), valamint osztályozatlan (unclassified) pontok kerültek leválogatásra (5. ábra). Az SfM feldolgozását az Agisoft Metashape Pro 1.8.4. verzióban végeztük el nagyfelbontású beállításokkal. Az RGB felvételek kamerakoordinátáinak korrekcióját PPK (Post Processing Kinematic) utófeldolgozással végeztük el. A fotogrammetriai sűrű pontfelhőt szintén két kategóriába osztályoztuk: földi, illetve osztályozatlan pontok. Mindkét pontfelhő esetében azonos GCP-k kerültek felhasználásra az általunk bemért RTK GNSS mérésekből. Az elkészült pontfelhőket a CloudCompare szoftverbe importáltuk, majd a SOR (Statistical Outlier Removal) algoritmust alkalmazva megtisztítottuk a kisebb zajokkal terhelt állományokat.



5. ábra Az osztályozott LIDAR (A) és a SfM (B) pontfelhők (a földi pontok barna színnel jelöltek, az osztályozatlan pontokat szürkével ábrázoltuk).

3.5. Pontfelhők összehasonlítása és a térfogatszámítás módszerei

Az összehasonlítás első lépéseként a közel 137 millió pontból álló osztályozott pontfelhőkből kiszűrtük az osztályozatlan pontokat, így az épületeket, valamint a LIDAR pontfelhőn látható sűrű madárállomány leképződéseit is eltávolítottuk. Ennek célja az volt, hogy az elemzésünk kizárólag a földi pontokat tartalmazza. A következő lépésben a LIDAR pontfelhőt távolság alapján ritkítottuk a nyílt forráskódú CloudCompare szoftverben, hogy végeredményként egy olyan pontfelhőt generáljunk, amelyben a pontok közötti átlagos távolság 1 cm. Ezt követően a két pontfelhőt egy adott poligon mentén metsztük el, hogy kiterjedésük azonos legyen. A legközelebbi pontok (CPS - Closest Point Set) eszközzel kiválogattuk azokat a pontokat a SfM pontfelhőn, amelyek a legközelebb állnak a LIDAR pontfelhőhöz, hogy eredményként azonos pontszámból álló pontfelhőket kapjunk.

A pontfelhőtisztításokat követően, az ALS és SfM pontfelhők közti eltérést a pontfelhő-pontfelhő távolságon alapuló (C2C Distance) összehasonlító algoritmus segítségével határoztuk meg. A C2C Distance összehasonlítás során beállítottuk az X, Y, Z tengelyek mentén történő számítást is, ezáltal tudtuk külön vizsgálni a pontok horizontális, vertikális és 3D távolság szerinti eltéréseit.

A térfogatszámításokat a pontfelhőkből generált digitális felszínmodelleken végeztük. A térfogati összehasonlító elemzésre a Metashape program Volume eszközét használtuk azonos alapsíkot alkalmazva a két felszínmodellre. A pontfelhők, illetve a felmérési módszertan összehasonlításához a feldolgozószoftverek által automatikusan létrehozott jegyzőkönyvekben (Report) szereplő adatokat is felhasználtuk.

3.6. Jövőbeli térfogatbecslés

A hulladékdepó jövőbeli térfogatának becslése kritikus jelentőségű lehet a hulladékgazdálkodás tervezésében, mivel megközelítő információt nyújt arról, hogy mennyi idő áll még rendelkezésre a jelenlegi lerakóhely kapacitásának teljes kihasználásáig.

A hulladéklerakó maximális kapacitásának felmérése érdekében, térfogati becslést végeztünk Autodesk Civil 3D szoftver segítségével. A becsléshez két felszín térfogatának különbségét vettük alapul. Az első felszínt, a jelenlegi állapotot bemutató SfM pontfelhőből előállított TIN modellel generáltuk le. A második felszín létrehozásához szintén a fotogrammetriai pontfelhő szolgált kiindulópontként. Ezt a felszínt kiegészítettük a hivatalos tervezési határozatban szereplő maximális magasságig, amely 127 mBf magasságban lett rögzítve. Ez a szint határozta meg a hulladéklerakó maximális magasságát, azaz a legmagasabb feltöltési szintet.

4. Eredmények

4.1. GCP mérések értékelése, georeferencia

A georeferáláshoz felhasznált, RTK GNSS-szel mért GCP pontok pontossági ellenőrzéséhez az Interplaninfo Kft.-től kapott, földi geodéziával mért pontkoordinátákat használtuk, melyek a felmérés időpontja előtt, pár hét eltéréssel lettek bemérve. A pontok földi és műholdas geodéziai koordinátái között mindössze az RTK mérési pontosságnak megfelelő 1,5–2 cm eltérést találtunk.

Az ALS pontfelhő GCP-ken mért átlagos magassági eltérése 3,3 cm, míg RMS reprojekciós hibája és az átlag szórása is egyaránt 9,1–9,2 cm közötti értéket mutatott. A fotogrammetriai feldolgozás során a GCP 3D hiba 3,4 cm, a pontfelhő RMS reprojekciós hiba értéke 17,2 cm (0,98 pixel) volt. A földi geodéziai mérések alapján meghatároztuk a fotogrammetriai pontfelhő valós RMS hibáját, amelyet az 1. Táblázat tartalmaz.

1. Táblázat A SfM pontfelhő négyzetes középérték hibái méterben, a földi geodéziai mérések alapján

RMSE Y	RMSE X	RMSE Z	RMSE 3D
0,027	0,030	0,143	0,149

4.2. Térfogatmérés eredményei és a pontfelhők összehasonlítása

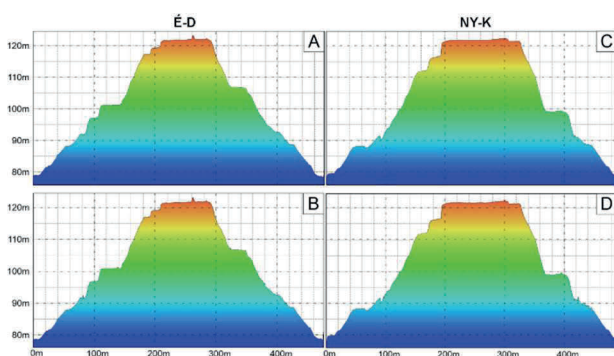
A Metashape szoftverben generált ALS és SfM felszínmodellekből számított térfogatok eltérése 80,00 m Balti tszf. magassági alapszintre vonatkoztatva nem releváns, kevesebb mint 0,1%. A LIDAR felmérésből származtatott hulladék térfogata 3,319 millió m³, a fotogrammetriai felmérésünk eredménye 3,321 millió m³ (2. Táblázat).

2. Táblázat A SfM és az ALS pontfelhők feldolgozása közti különbség

	SfM pontfelhő	ALS pontfelhő
Térfogat (millió m ³)	3,321	3,319
Átlagos pontsűrűség (pont/m ²)	391	407
Repülési magasság (fsz.f)	119	117
Repülési idő (perc)	70	60
Feldolgozási idő (perc)	882	51
Átlagos GCP error (cm)	4,5	3,32
RMS reprojekciós hiba (m)	0,172	0,091

A táblázatban látható, hogy a pontfelhők átlagos sűrűségében, ezáltal a pontfelhők pontjainak számában sincs jelentős eltérés. Az ALS pontfelhő átlagos pontsűrűsége 407 pont/m², míg a SfM pontfelhő 391 pont/m² volt. A repülési idők közti különbségek nem számottevők, azonban a feldolgozási időkülönbség igen jelentős. A feldolgozási idő a LIDAR pontfelhő esetében 51 perc volt, a fotogrammetriai sűrű pontfelhő generálása több mint 14 órát vett igénybe. A feldolgozási idők közti jelentős különbség nagymértékben függ a számítógép műszaki paramétereitől. A LIDAR pontfelhőt egy 12. generációs Intel(R) Core(TM) i9-12900H 5.0GHz processzorral ellátott, NVIDIA GeForce RTX 3070 Ti Laptop 8GB videokártyával rendelkező, valamint összesen 64 GB RAM memóriakapacitású laptoptal generáltuk le. A SfM pontfelhő esetében egy régebbi generációs Intel(R) Core(TM) i7-7740X 4.30GHz processzorral, valamint egy kevésbé korszerű NVIDIA GeForce GTX 1060 6GB videokártyával, illetve 64 GB rendelkezésre álló RAM-kapacitással történt a feldolgozás. Mivel a feldolgozásra használt hardverek kapacitása nagymértékben különbözik, a pontfelhőgenerálás idejének összehasonlítása nem releváns; az értékek csupán nagyságrendi tájékoztatást nyújtanak.

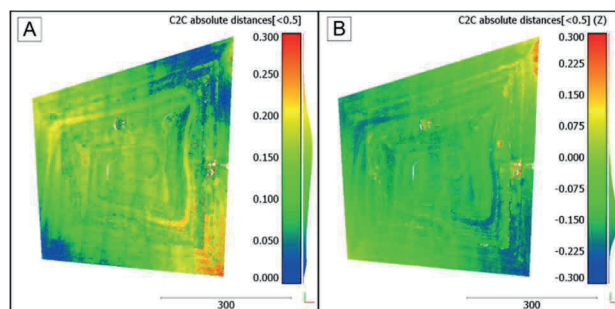
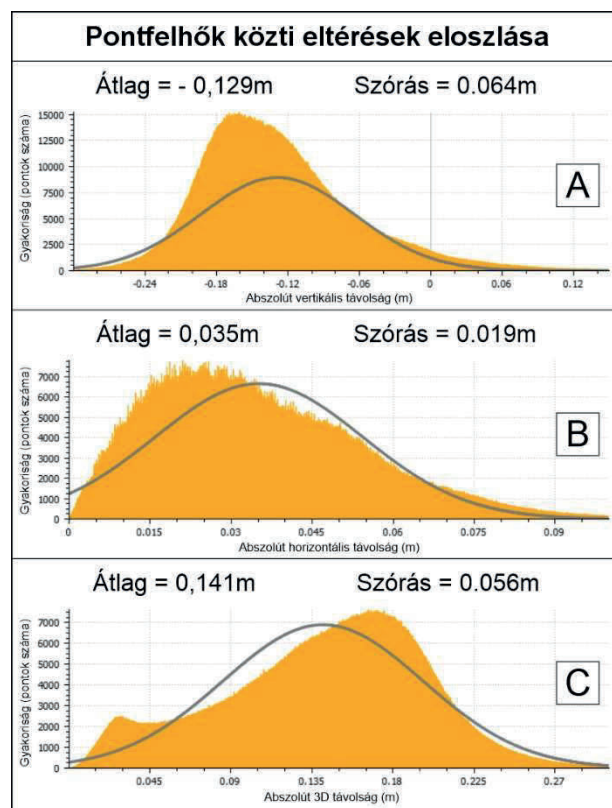
A Metashape-ben történő térfogatmérést követően, hossz- illetve keresztmetszeteket készítettünk azonos metszésvonalak mentén, hogy a morfológiai különbségeket vizualizálhassuk (6. ábra).

**6. ábra** Az ALS (A, C) illetve a SfM (B, D) hossz- és keresztmetszvények eredménye Metashape programban

A hossz- és keresztmetszeteket vizsgálva a különbség nem szembetűnő. A kisebb kiugró értékek a SfM metszeteken (B, D) a kissé pontatlanabb, automatikus pontfelhő osztályozásnak tulajdoníthatóak. A digitális domborzatmodell magasságait vizsgálva a maximális magasság az ALS esetében 123,59 mBf, a

SfM magassága 123,34 mBf. A magasságkülönbségek a pontfelhők közti különbségekből, illetve a depónia tetején található különböző hulladékok eltérő pontfelhő-osztályozásából eredhetnek. A domborzatmodellek legalacsonyabb pontjaiban ez a különbség már csekélyebb. A LIDAR domborzatmodell 77,90 mBf, a fotogrammetriai pedig 77,97 mBf értéket mutatott.

A pontfelhők közti eltérések pontos számszerűsítéséhez az osztályozott, letisztított ALS pontjait vettük alapul. Az eltérések mértékeit a 7. ábra, eloszlásait pedig a 8. ábra tartalmazza.

**7. ábra** Az ALS és a SfM pontfelhők pontjainak euklideszi távolság szerinti eltérése (A), illetve vertikális eltérése (B) méterben**8. ábra** Az ALS és SfM pontfelhők közti vertikális (A), horizontális (B), illetve 3D (C) eltérések eloszlása

A SfM pontfelhő pontjainak kb. 95%-a 30 cm-en belüli eltérést mutattak az ALS pontfelhőhöz képest. A 15 cm-nél kisebb eltéréseket zöld és kék pontokkal ábrázoltuk, az ennél nagyobb hibákat sárga, narancs és piros színekkel jelöltük (7A. ábra). A magassági eltérések összehasonlításánál (7B. ábra) a -20 cm alatti értékeket mutató pontokat kézzel, a +7 cm-t meghaladó pontokat pedig sárgával és pirossal jelöltük. Az eltérések mértékét vizsgálva kirajzolódik egy szemmel látható geometriai

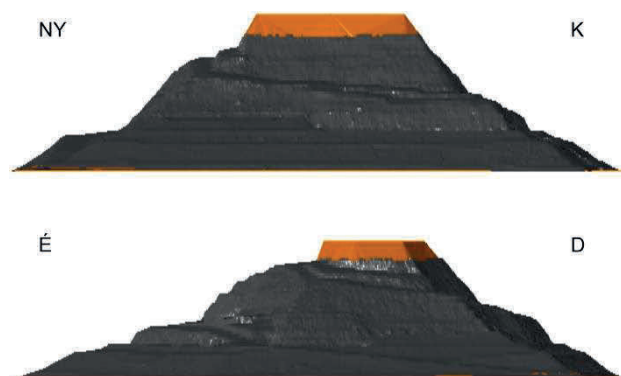
mintázat ÉNY-DK-i irányban. Feltételezzük, hogy a GCP-k nem egyenletes magassági eloszlása okozhatott torzulást, valamint geometriai mintázatot a fotogrammetriai pontfelhőben.

Az eloszlásokat tartalmazó ábráról (8. ábra) leolvasható, hogy a két pontfelhő euklideszi távolság szerinti eltéréseinek középértéke 14,1 cm, szórása 5,6 cm (8C. ábra). A vertikális eltérést vizsgálva a SfM pontfelhő eltéréseinek középértéke -12,9 cm, szórása 6,4 cm (8A. ábra), még a horizontális eltérés átlaga 3,5 cm, szórása pedig 1,9 cm (8B. ábra). Ezekből az értékekből egyértelműen látható, hogy a magassági eltérés nyban csökkentette az SfM pontfelhő megbízhatóságát.

4.3. Jövőbeli térfogatbecslés eredménye

A két felszín közötti különbség kiszámítása során a Civil 3D szoftver térfogatelemző eszközeit használtuk. Ezzel a módszerrel meghatároztuk a jelenlegi hulladéklerakó felszíne és a maximális feltöltési szint közötti térfogatkülönbséget (9. ábra). Az elemzés végeredményeként egy becsült értéket kaptunk, amely megadja, hogy nagyságrendileg mennyi hulladékot lehet még elhelyezni a lerakóban anélkül, hogy meghaladnánk a meghatározott maximális szintet. Mivel a lerakóban vegyes hulladék kerül lerakásra, ezért a tömörödés mértékét nem vettük bele a számításba.

A számítások alapján (amennyiben a lerakót kizárólag magassági értelemben bővítik) a hulladéklerakó további befogadó kapacitása közel 53 000 m³, amely a korábbi évek mérései és számításai alapján körülbelül egy évi hulladéklerakási mennyiségnek felel meg.



9. ábra A hulladéktelep jelenlegi (szürke), illetve elméleti modellének (narancssárga) nyugat-keleti, illetve észak-déli nézete.

5. Összefoglalás

Tanulmányunkban Szeged város északi hulladéklerakójának depóniáját vizsgáltuk. A térbeli felmérésekhez geodéziai RTK GNSS technológiát, egy merevszárnyú drónt RGB kamerával felszerelve, valamint egy LIDAR szenzorral ellátott kvadkoptert használtunk. A mérési adatokból illesztőpontok (GCP) segítségével HD72/EOV és EOMA kombinált rendszerbe georeferált pontfelhőket, magassági modelleket (DFM, DTM) generáltunk.

A kapott modellek pontosságát földi ellenőrző pontokon vizsgáltuk és meghatároztuk az ALS és a SfM pontfelhők eltéréseit. A mérési adatok alapján magasságmérési összehasonlítást, a különböző modellek alapján számított térfogatok összevetését végeztük el. Kísérletet tettünk a hulladékdepó területén korábban végzett mozgásvizsgálati mérések és az általunk elvégzett mérések és számítások alapján kapott értékek összevetésére.

A számítási eredmények és a mérések során szerzett tapasztalatok alapján megállapítható, hogy az ALS és a SfM technológia nem szolgáltat szignifikánsan eltérő eredményeket sem a közös pontokon elvégzett vízszintes és magassági koordinátaeltérés-számítások alapján, sem a térfogatszámítások tekintetében. A mozgásvizsgálati számítások nem mutattak a vizsgált félévre vonatkoztatva szignifikáns eltéréseket, mind a horizontális, mind a vertikális mozgások a mérési hibahatáron belül, vagy azt kis mértékben átlépve, annak a közelében voltak (0-4 cm/év).

A mérési és kiértékelési munkafolyamat során tapasztaltak és a tanulmányban bemutatott eredmények alapján a drónos technológia bevezetése a hulladékdeponáció térbeli változásainak monitoring jellegű vizsgálatában véleményünk szerint indokolt és támogatásra érdemes. A fotogrammetriai módszer vizsgálatunk szerint kisebb magassági pontossággal rendelkezik. Ez a pontosság azonban lényegesen javítható pontosabb georeferenciával, és alacsonyabb, szintkövető repülési magasságban végzett kvadkopteres felvételezéssel. Nem egyszerű eldönteni, hogy az SfM vagy az ALS felmérés és adatfeldolgozás bizonyul hatékonyabbnak és gazdaságosabbnak, ugyanis az SfM – rendkívüli költséghatékonysága ellenére – az ALS-felméréshez képest többszörös feldolgozási időt igényel.

A jövőben további méréseket tervezünk végezni a mozgásvizsgálati sokszögpontok esetében, hogy megismerjük az új mozgásirányokat és azok mértékeit. A tanulmány kiegészíthető további drónos térfogatmérésekkel a jövőbeli becslés ellenőrzésére, valamint a hulladék tömörödésének számítására.

Irodalomjegyzék

- Csőke, B. (szerk.) 2011. Hulladékgazdálkodás I. 12. Kötet, *Környezetmérnöki Tudástár*, Pannon Egyetem, p. 95. ISBN: 978-615-5044-37-3
- DJI. 2024. Zenmuse L2 Specs. *Link*: <https://enterprise.dji.com/zenmuse-l2/specs> (utolsó elérés: 2025. október 08.)
- European Council. 1999. Council Directive 1999/31/EC of 26 April 1999 on the landfill of waste. *Official Journal of the European Communities*, L182, 16.7.1999.
- Filkin, T. – Sliusar, N. – Ritzkowski, M. – Huber-Humer, M. 2021. Unmanned Aerial Vehicles for Operational Monitoring of Landfills. *Drones*, 5(4), 125. <https://doi.org/10.3390/drones5040125>
- Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium. 2006. 20/2006. (IV.5.) KvVM rendelet a hulladéklerakással, valamint a

- hulladéklerakóval kapcsolatos szabályokról és feltételekről. *Link:* <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a0600020.kvv> (utolsó elérés: 2025. október 08.)
- Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium. 2007. 92/2007. (XI. 28.) KvVM rendelet a hulladéklerakással, valamint a hulladéklerakóval kapcsolatos egyes szabályokról és feltételekről szóló 20/2006. (IV. 5.) KvVM rendelet módosításáról. *Link:* <https://njt.hu/jogszabaly/2007-92-20-0N> (utolsó elérés: 2025. október 08.)
- Központi Statisztikai Hivatal. 2024. 15.1.1.29. Az egyes hulladékfajták mennyisége a kezelés módja szerint. *Link:* https://www.ksh.hu/stadat_files/kor/hu/kor0029.html (utolsó elérés: 2025. október 08.)
- Liu, G. – Yang, Z. – Chen, B. – Zhang, Y. – Su, M. – Zhang, L. 2013. Emergency Evaluation of the Urban Solid Waste Handling in Liaoning Province, China. *Energies*, 6(10), 5486-5506. <https://doi.org/10.3390/en6105486>
- Mønster, J. – Kjeldsen, P. – Scheutz, C. 2019. Methodologies for measuring fugitive methane emissions from landfills: A review. *Waste Management*, 87, 835-859. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.12.047>
- Ozbay, G. – Morgan, J. – Mohana, G. – Shehu, I. – Tahera, A. 2021. Design and Operation of Effective Landfills with Minimal Effects on the Environment and Human Health, *Journal of Environmental and Public Health*, 2021, 6921607, 4-10. <https://doi.org/10.1155/2021/6921607>
- Pasternak, G. – Zaczek-Peplinska, J. – Pasternak, K. – Jóźwiak, J. – Pasik, M. – Koda, E. – Vavrková, M. D. 2023. Surface Monitoring of an MSW Landfill Based on Linear and Angular Measurements, TLS, and LIDAR UAV. *Sensors*, 23(4), 1847. <https://doi.org/10.3390/s23041847>
- Son, S.W. – Kim, D.W. – Sung, W.G. – Yu, J.J. 2020. Integrating UAV and TLS Approaches for Environmental Management: A Case Study of a Waste Stockpile Area. *Remote Sensing*, 12(10), 1615. <https://www.mdpi.com/2072-4292/12/10/1615>
- Szabó, I. 2006. Hulladéklerakók tervezése, üzemeltetése. Oktatási segédlet, *Miskolci Egyetem*.
- Szabó, I. – Szabó, A. 2012. Hulladéklerakók rekultivációja, utógondozása. *Miskolci Egyetem, Gazdász-Élészeti Kft.* p. 342.
- Tanda, G. – Balsi, M. – Fallavollita, P. – Chiarabini, V. 2020. A UAV-Based Thermal-Imaging Approach for the Monitoring of Urban Landfills. *Inventions*, 5(4), 55. <https://doi.org/10.3390/inventions5040055>
- Zhang, S. – Lu, Y. – Yang, H. – Han, Y. – Peng, J. – Lan, J. – Zhan, L. – Chen, Y. – Bate, B. 2021. Monitoring and Quantitative Human Risk Assessment of Municipal Solid Waste Landfill Using Integrated Satellite-UAV-Ground Survey Approach. *Remote Sensing*, 13(22), 4496. <https://doi.org/10.3390/rs13224496>

GEODÉZIA ÉS KARTOGRÁFIA az Interneten

Lapunk 2024 óta már az
Interneten is olvasható!

Látogasson meg minket a

<https://ojs.elte.hu/geodeziaeskartografia>

oldalon!

Hirdessen a GEODÉZIA ÉS KARTOGRÁFIA oldalain!

egész oldalas: 75.000 Ft+ÁFA

1/2 oldalas: 50.000 Ft+ÁFA

1/4 oldalas: 30.000 Ft+ÁFA

Hirdetését leadhatja az az alábbi e-mail
címen:

mfttt.titkarsag@gmail.com



e-Szignó földmérőknek

- ✓ Az E-ING rendszer gördülékeny használata
- ✓ Bármilyen fájl aláírása (képek, térképek, dokumentumok)
- ✓ Szakvélemények, jegyzőkönyvek, helyszínrajzok aláírása
- ✓ Teljes jogi megfelelés Magyarországon és az EU-ban
- ✓ Könnyű használat számítógépen és okostelefonon
- ✓ Korlátlan számú hiteles másolati példány
- ✓ Stabil hazai szolgáltató, több évtizedes szakmai tapasztalat
- ✓ **Éves előfizetés nettó 28 699 Ft-tól**

Készüljön fel az e-ING rendszer használatára az e-Szignóval!

Részletek és megrendelés: **e-szigno.hu/foldmeroknek**

MICROSEC
Bizalmat építünk

TOVÁBBI INFORMÁCIÓK
+36 1 505 4444 | info@e-szigno.hu
e-szigno.hu/foldmeroknek

Szemle

Barlangtérképek minősítésének folyamata a Bakony nemkarsztos barlangjainak példája alapján

Bevezetés

A barlangokról készülő dokumentáció alapja minden esetben a térkép. Míg egy nagyméretű barlang esetében a jó térkép tájékoztat az üreg térbeli koordinációjáról, segítséget nyújt a további kutatások, expedíciók tervezéséhez, továbbá az egyes szakterületek eredményeinek bemutatásához, addig kisbarlangok (< 50 méter) esetében a cél többnyire csak az üreg megjelenítése. Míg egy nagy barlang esetében az egyes kutatási eredmények közötti összefüggések vizsgálatához általában szükséges a hagyományos alaprajzon, hosszszelvényen és keresztaszvénnyeken kívül a barlangok térben, vagy térhatású rajzon történő megjelenítése is, addig kisbarlangok esetében ritkán van szükség háromdimenziós megjelenítésre (Eszterhás, Tarsoly, 2015). Alapvetően a kisbarlangok felmérése és térképezése ugyanolyan módon történik, mint ahogyan a nagy barlangoké, de méretükből következően olyan egyedi megoldások és egyszerűsítések is elképzelhetők esetükben, amelyek alkalmazása a nagyobb barlangokban felmérési/térképezési hibához vezetne (Tarsoly, Eszterhás, 2016), pl. távolságok mérése csak néhány centiméter élesen, szögek mérése 2° élesen, kevesebb keresztaszvénnyel, elnagyoltabb hossz-szvénnyek felvétele, stb. Mindezek alkalmazása egy bonyolult üregrendszer esetében esetleg értelmezési zavarokhoz, a sokszögvonalak elcsavarodásához és mérerhibához vezetne, ám a rövid távolságok miatt a néhány méter vagy tíz méter hosszú üregek esetében az említett egyszerűsítéseknek nincs jelentős hatása a térképezésre.

A minőség tanúsítása az élet minden területén fontos, így a barlangtérképek esetében is. Általában a földalatti felméréseket, különösen a barlangok felmérését nem szokták túlzottan pontosnak tartani. Azt azonban mindenki tudja, hogy egy tájolóval, mérőállomással, esetleg lézerszkennelvel végzett barlangmérés, és ezek mérési eredményeiből szerkesztett térképek pontossága között határozott eltérés van, és ezt, mint a barlangtérkép minőségét, szükséges valamilyen egységes besorolási rendszer szerint megfogalmazni.

A minősítő rendszer kialakulása

A Brit Barlangkutató Egyesület (BCRA – British Cave Research Association) által 2002-ben bevezetett, barlangtérképek pontosságának értékeléséhez készített osztályozási rendszert (<https://bcra.org.uk/surveying/>) ugyan világszerte alkalmazták, azonban a Nemzetközi Barlangkutató Szövetség (UIS - Union Internationale de Spéléologie) azt hivatalosan sohasem ismerte el. Ugyan a BCRA többször is felülvizsgálta a besorolásokat, de a frissítések nem feltétlenül jutottak el a nemzetközi felhasználókhoz, ezért több országban is, mint például

Ausztráliában (ASF – Australian Speleological Federation), saját besorolást alkottak (<https://caves.org.au/>). A zavaros helyzet tisztázása érdekében az UIS „Felmérés és térképezés” munkacsoportja felülvizsgálta a meglévő osztályozási rendszereket, és kidolgozott egy hivatalos UIS-besorolási rendszert.

A 15. Nemzetközi Barlangkutató Kongresszuson 2009-ben Kerrville-ben a munkacsoport megvitatta a BCRA és ASF barlangtérképek minősítéséhez kidolgozott osztályozási rendszereit, azok előnyeit és korlátait, és a nemzetközi használatához szükséges fejlesztések lépéseit. A konferencián résztvevők túlnyomó többsége egyetértett abban, hogy mindenképpen szükséges egy egységes osztályozási rendszer kidolgozása, hogy a térkép használóját tájékoztatni lehessen annak pontosságáról. Élénk vita után az a döntés született, hogy az ASF által kidolgozott rendszer jobban megfelel az elvárásoknak, így azt érdemes továbbfejleszteni. A jelenleg használt minősítési rendszert az UIS nemzetközi küldöttei 2010 nyarán szavazták meg, majd 2012-es csekély módosítása után jelenleg is használatban van.

Az ASF által kialakított minősítési rendszer kibővítése tehát az UIS által használt rendszer, amely a következő fejezetben kerül részletes ismertetésre. Érdekes összehasonlítást tesz azonban lehetővé, ha bemutatjuk a BCRA által kidolgozott rendszert is, amelyből látható lesz, hogy miért nem ezt választotta barlangkutatókat tömörítő nemzetközi szervezet.

A barlangtérkép minőségét két karakter jelöli, egy szám és egy betű (pl. 1A, 3C, 6D stb.) Az első karakter a felmérést jellemzi (módszerek, műszerek, technológia stb.), a második karakter pedig az elkészült térkép részletgazdagságának pontosságára utal. Az első karakter szám helyett kivételesen lehet 'X' is, amennyiben a felmérés mérőállomással vagy lézerszkennelvel történt.

Az első karakter számértéke lehet 1, 2, 3, 4, 5, 6 és X. Az 1-es kategória a legalacsonyabb minőséget jelöli, amikor nem történt felmérés. A 3-dik kategória a tájolóval, lejtmérővel és szalaggal végzett felmérés, amikor a szögmérés pontossága $\pm 2,5^\circ$, a távolság mérése ± 50 cm, és az egyes álláspontok azonosítási pontossága ± 50 cm. Az 5-dik kategória a már pontosabb, kalibrált tájolóval, lejtmérővel és szalaggal (esetleg kézi lézertáv mérővel) végzett felmérésre utal, de itt már a szögmérés pontossága $\pm 1^\circ$, a távolság mérése ± 1 cm, és az egyes álláspontok azonosítási pontossága ± 10 cm. Ennek a kategóriának még az is követelménye, hogy az álláspontok koordinátáit ki kell számítani, a felmérésből készült térképet számítógépen kell ezekből megszerkeszteni, tehát nem engedélyezett a felmérési eredmények alapján az egyszerű rajzeszközökkel történő térképszerkesztés. A mérőállomással vagy lézerszkennelvel végzett felméréseket szám helyett az 'X' betű jelöli. A 2-es, 4-es és 6-os számok úgynevezett átmeneti kategóriák, amelyek pontosabbak az alattuk lévő kategóriánál, de nem érik el a felettük lévő kategória pontosságát.

A második karakter jelölése négyféle lehet: A, B, C és D. Az 'A' jelentése, hogy a barlang járatainak adatait csak emlékek alapján jegyezték fel, terepen nem történt jegyzetelés. A 'B' jelentése, hogy a barlangjáratok adatait becsléssel határozták meg, és még a barlangban jegyzeteket készítettek róluk. A 'C' jelentése, hogy az alaprajzok, hossz-, és keresztshelvények pontos szerkesztéséhez az adatokat már méréssel határozták meg, de csak a műszerálláspontokban. A 'D' jelentése, hogy minden adat mérésből származik, de nem csak az álláspontokban, hanem minden olyan további helyen, amely később lehetővé teszi a barlang pontos rajzi megjelenítését.

Az UIS barlangtérkép minősítési rendszere

Egy barlangtérkép minősítésének jelölése a következőképpen néz ki: UISv1 4-2-BC (Häuselmann, 2011). Az első tag a

minősítési rendszer verziószámára utal (elhagyható), a 4 a felmérés fokozatát, a 2 a térkép részletességét, BC pedig a térkép minősítettségét jelöli. A besorolási rendszer nem érvényes a víz alatti barlangokra, mert azok felmérése és térképezése egyedi módszereket és megoldásokat követel meg. Amennyiben egy barlangot többféle technológiával térképeztek, akkor azt a fokozatot kell megadni, amely a legtöbbet teszi ki a barlangból, amely általában az alacsonyabb fokozat szokott lenni. Különösen nagyobb barlangok esetében a felmérést és térképezést jellemző minden fontos adatot fel kell tüntetni egy külön leírásban, és részletesen ki kell térni arra, ha a barlang egyes részei eltérő technológiával lettek felmérve és térképezve. A minősítés osztályozási rendszerét az 1-3. táblázatok mutatják.

1. táblázat Felmérési osztályok

		Távolságmérés pontossága [m]	Szögmérőeszköz pontossága [°]	Lejtmérő pontossága [°]	Becsült hibás felmérés [%]
-1	Nincs térkép.	-	-	-	-
0	Nem besorolható	-	-	-	-
1	Vázlat emlékezetből, nem méretarányos	-	-	-	-
2	A térképet megjegyzések, vázlatok és jegyzetek alapján állították össze a barlangban készült becslések alapján. Nem használtak műszereket.	-	-	-	-
3	Irányok tájolóval mérve, távolságok lépéssel, szalaggal vagy testméretekkel, lejtési viszonyok becsléssel.	0.5	5	-	10
4	Irányok tájolóval, távolságok mérőszalaggal vagy kézi lézertáv mérővel, lejtési viszonyok lejtőmérővel mérve. Alappontok használata.	0.1	2	2	5
5	Irányok és lejtviszonyok mérése kalibrált tájolóval és lejtőmérővel, távolságok mérése üvegszálal vagy invarácel szalaggal, esetleg tahiméterrel. Alappontok használata.	0.05	1	1	2
6	Irányok és lejtviszonyok mérése kalibrált mérőműszerrel, alappontok és műszerállvány használatával. Távolságok meghatározása kalibrált mérőműszerrel, szalaggal vagy kézi lézertáv mérővel.	0.02	0.25	0.25	1
X	Felmérés mérőállomással vagy lézerekkel.	változó	változó	változó	változó

Megjegyzések az 1. táblázathoz:

-1 – A barlangtérkép még nem készült el.

0 – Általában történelmi vagy egyéb régi térképek, amelyek felmérése nem osztályozható. Nem készült felmérés és nincs térkép, a barlangot csak szakirodalom említi, esetleg a barlang elpusztult.

3 – Viszonylag egyszerű, pontos leolvasás nélküli eszközök megfelelnek a besorolási fokozatnak.

4 – Csak abban az esetben, ha állandósított alappontok használatával történt a felmérés, kivéve a kisméretű barlangokat, amelyeknél nincs szükség feltétlenül állandósított alappontokra. A térképet már a barlangon belül méretarányosan kell elkészíteni.

5 – Csak abban az esetben, ha minden pontnak derékszögű koordináták lettek számolva.

X – A mérőállomások és lézerszkennerek modelljei és a mérési technikák is változhatnak. Ezért minden X. osztályú felmérésnek tartalmaznia kell a barlang leírásában a következőket: az alkalmazott műszerek és technikák leírása, valamint a felmérés valószínű pontosságának becslését.

2. táblázat A térkép részletességéhez tartozó osztályok

0	Nem besorolható, nincs térkép.
1	Emlékeztető rajzolt vázlat. Nem méretarányos, de arányhelyes.
2	A térkép a barlangban készített megjegyzésekből, vázlatokból és becslésekből készült.
3	A térkép a barlangban készített mérési jegyzetből készült. Nem méretarányos, de arányhelyes.
4	Felmérési adatokból és a barlangban készített mérési jegyzetből szerkesztett méretarányos térkép, amely minden részletet a felmérés pontosságának megfelelően ábrázol.

3. táblázat Minősítési osztályok

A	Nem történt ellenőrzés a felmérés és térképezés pontosságára vonatkozóan.
B	A felmérés során létrejött hurkok mérési hibái kiegyenlítésre kerültek.
C	A felmérés kalibrált műszerekkel és minősített szakemberekkel történt.
D	A felmérés különböző módszerekkel ellenőrzésre került.
E	A felmérési adatok adatrögzítővel kerültek tárolásra.
F	A barlang bejárata pontosan meghatározásra került.

Megjegyzések a 3. táblázathoz:

C – ekvivalens az 1. táblázat 5-dik fokozatával.

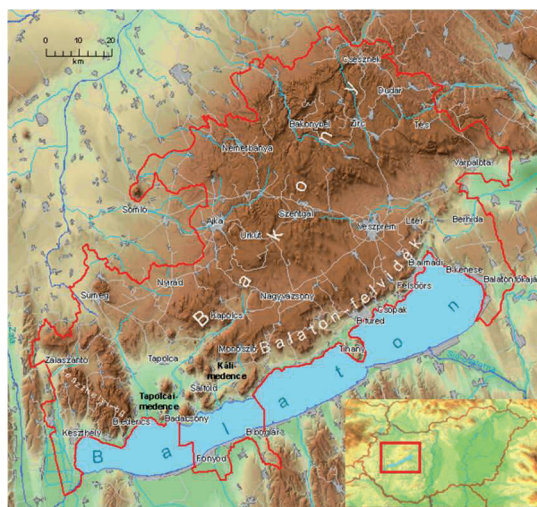
D – A barlang kulcsfontosságú helyeit rádiolokációval vagy más elektromágneses módszerrel a felszínhez képest bemérték.

E – Az adatrögzítő használata kiküszöböli az elírásból származó hibákat.

F – A bejárat koordinátái vagy GNSS-méréssel (legalább dekaméteres pontossággal) vagy legalább 4. fokozatú méréssel kerültek meghatározásra. A térképről levett koordináta 1-3-as felmérési osztálynak felel meg, a hagyományos irány-, és távméréssel, műholdas helymeghatározással meghatározott koordináták a 3-X fokozatok valamelyikének felelnek meg az alkalmazott műszerek és módszerek pontosságától függően.

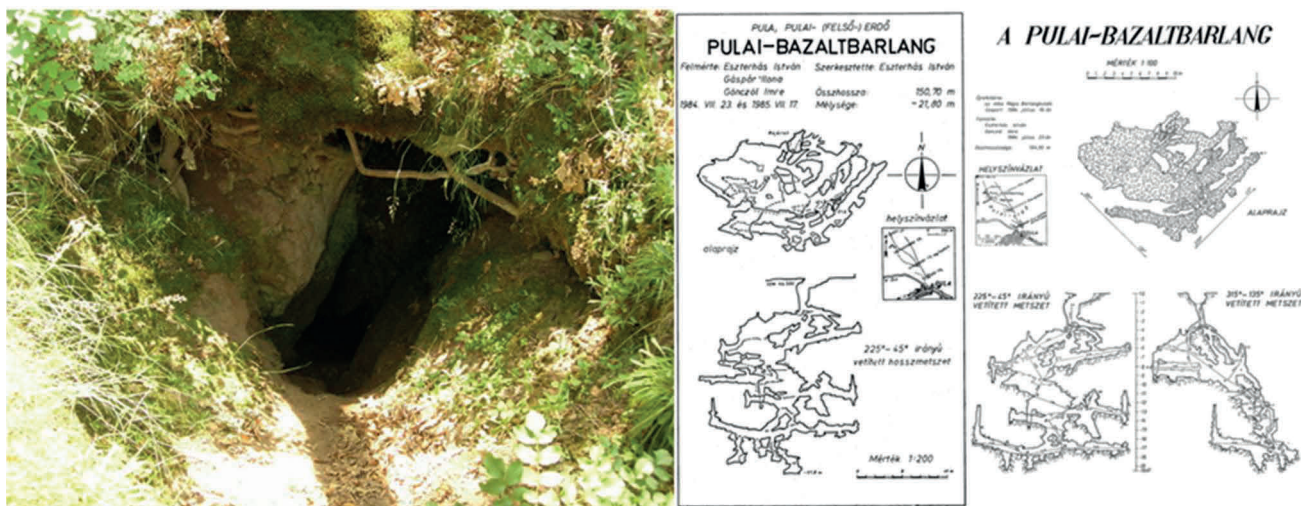
A Bakony nemkarsztos barlangjai

A Bakony a Dunántúli-középhegység legnagyobb területű, kb. 4000 km²-es középtája. A Balaton és a Marcal-folyó között található (1. ábra). Barlangkataszterileg a 4400-es kataszteri egységhez tartozik. A hegység meghatározó formaelemei a különböző magasságú középhegységi fennsíkok, tönkösödött sasbércek, az ezeket elválasztó hegyközi medencék. A táj déli és nyugati részén gyakoriak még a bazaltkúpok és -takarók, a központi részekhez pedig változatos lejtővidékek támaszkodnak.



1. ábra A Bakony, mint barlangkataszteri körzet (A térkép forrása: magyarorszag.terkepek.net)

A Bakony földtanilag is igen változatos. A paleozoikumtól a holocénig keletkezett sokféle karbonátos, kvarcos és szerves üledék, valamint vulkánikus kőzet fordul elő. A hegységet túlnyomóan középkori mészkövek és dolomitok építik fel, amiben számos karsztbarlang található, de ez a nemkarsztos barlangok szempontjából indifferens. Lényegesen szegényebb a kvarcos üledékek (homokkő, konglomerátum) és a bazalt elterjedése, melyekben viszont 185 természetes eredetű nemkarsztos barlangot, és 20 barlangnak tartott mesterséges üreget ismerünk (nonkarstic.geo.info.hu). A nemkarsztos barlangok közül a legtöbb (82 db) bazaltban alakult. A bazalthegyek többségében ismerünk barlangokat (2. ábra).



2. ábra A Bakony leghosszabb nemkarsztos barlangja a Pulai-bazaltbarlang (151 méter), (Forrás: természetvedelem.hu)

Több üreg van a Badacsonyon, a Tátikán, a Kovácsi-hegyen, a Szent György-hegyen. A Tihanyi-félsziget barlangjainak zöme (41 üreg) gejziritben képződött. A Déli-Bakony meszes kötésű miocén konglomerátumaiban 35 barlangot, a Káli-medence kovás kötésű pannon homokköveiben pedig 13 üreget ismerünk. Tudunk még 13 bazalttufában és 1 löszben alakult barlangról. A mesterséges üregeket leginkább bazalttufában (Tihany) és pannóniai finomhomokos agyagban (Balatonkenese) készítették.

A Bakony nemkarsztos barlangjai között vannak szingenetikus keletkezésűek, mint a szigligeti gázhólyagok vagy a tihanyi gázrobbanásos üregek. Sokkal több viszont a posztgenetikus barlang. Elterjedtek a tektonikus repedés menti elmozdulás során alakult barlangok. A kőzetperemmel párhuzamos repedés mentén alakult a kapolcsi Pokol-lik, vagy a zalaszántói Remete-barlang – a kőzetperemre merőleges repedés mentén a Tátikai-hasadékbarlang. Aprózódással szintén több barlang keletkezett,

így a felharapódzással létrejött Pulai-bazaltbarlang, vagy a Badacsony és a Szent György-hegy bazaltorgonái között kipergéssel keletkezett üregek (3.ábra).

Mállásos keletkezésű barlangok közül a legszembeötlőbbek a Tihanyi-félsziget gejziritjében lúgos oldódással alakult üregek, a 40 gejziritbarlang. A bazalt-hegyek törmelékletjében jellegzetesek az atektonikus és álbarlangok, mint a Kovácsi-hegyi Vadlány-lik, vagy a Szent György-hegyi Sárkány-jégbarlangok. A Tihanyi-félszigeten a Kis-erdő-tetői eresztől közelében barlangméretet el nem érő tafonit is ismerünk bazalttufában. A legtöbb nemkarsztos barlang Tihanyban (45 db), a Badacsonyon (31 db) és Nagygyőrön (11 db) található. A Bakony eddig ismert természetes keletkezésű nemkarsztos barlangjainak együttes hossza 1181 m (a húsz említett mesterséges üreg 84 m).



3. ábra A Badacsony bazaltorgonái, és a közöttük nyíló Panka-aknabarlang (Forrás: saját)

4. táblázat A 10 métert meghaladó nemkarsztos barlangok a Bakonyban

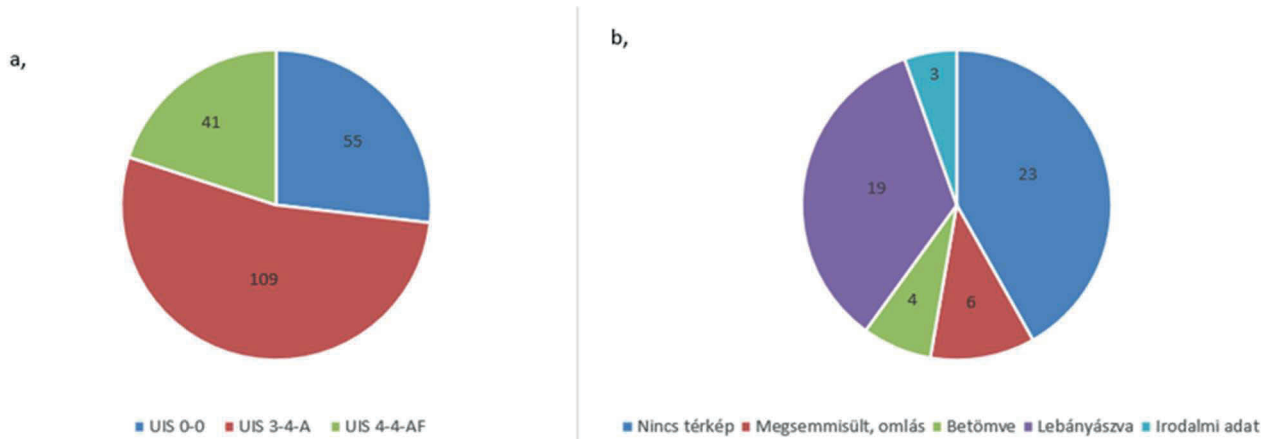
1.	Pulai-bazaltbarlang	bazalt	Pula	151 m	/-22 m
2.	Halász Árpád-barlang	bazalt	Nagyvázsony	72 m	/-6 m
3.	Panka-aknabarlang	bazalt	Badacsony	58 m	/-18 m
4.	Pokol-lik	bazalt	Kapolcs	51 m	/+3 m
5.	Remete-barlang	bazalt	Zalaszentő	39 m	/20 m
6.	1-es Sárkány-jégbarlang	bazalt	Tapolca	32 m	/-10 m
7.	Halápi-bazaltlyuk	bazalt	Zalahaláp	kb. -30 m	
8.	Araszoló-barlang	bazalt	Raposka	26 m	/-10 m
9.	Vadlány-lik	bazalt	Nagygörbő	24 m	/-4 m
10.	Gödrösi Explózios-barlang	bazalttufa	Tihany	16 m	/-6 m
11.	Ternye-barlang	bazalt	Badacsonytomaj	14m	/+5 m
12.	Forrás-barlang	gejzirit	Tihany	14 m	/+2 m
13.	Kőkamra	bazalt	Nagygörbő	12 m	/+4 m
14.	Orgonabillentyű-barlang	bazalt	Badacsonytomaj	11 m	0 m
15.	Pulai-bazalttufabarlang	bazalttufa	Pula	10 m	/+2 m
16.	Fehér-parti 1-es barlang	gejzirit	Tihany	10 m	/+1 m

A Bakony nemkarsztos barlangjai térképeinek minősítése

A Magyar Karszt-, és Barlangkutató Társulat Vulkánszpeleológiai Kollektívája által vezetett nemkarsztos barlangkataszter a Bakonyból összesen 205 barlang adatát tartalmazza. A barlangok 11%-ról (23 darab) nem készült térkép, 22%-ról (45 darab) nincs fényképes dokumentáció és 10%-ról (21 darab) se fénykép, se térkép nem áll rendelkezésre. Ezek általában olyan barlangok, amelyeket csak a szakirodalomból ismerünk, vagy csak mondák és legendák szerint léteznek, vagy mára már megsemmisültek pl. bányászat következtében, esetleg betömték őket.

A barlangtérképek osztályozását elvégezve csak három kategória fordult elő: UIS 0-0, UIS 3-4-A és UIS 4-4-AF (4. ábra). A térképpel nem rendelkező barlangok (UIS 0-0) az összes barlang

27%-t teszik ki (55 darab); ebből 42%-ról (23 darab) még nem készült térkép, 11% (6 darab) omlás miatt megsemmisült, 7%-t (4 darab) emberek tömték be, 35%-ot (19 darab) lebányásztak, és 5% (3 darab) csak irodalmi forrásból ismert. A barlangok 53%-a (109 darab) UIS 3-4-A minősítéssel rendelkezik. Mindez azt jelenti, hogy az irányokat tájolóval mérték, a távolságokat szalaggal, lejtési viszonyok becsléssel; a felmérés pontosságának megfelelően már a barlangban készült egy méretarányos térkép, de a felmérés és térképezés pontossága nem lett külön ellenőrizve. A barlangok 20%-a (41 darab) rendelkezik UIS 4-4-AF minősítéssel. Ezenél a barlangoknál az irányok tájolóval, a távolságok mérőszalaggal vagy kézi lézertáv mérővel, lejtési viszonyok lejtőmérővel lettek mérve. A felmérés pontosságának megfelelően már a barlangban készült egy méretarányos térkép, de a felmérés és térképezés pontossága nem lett külön ellenőrizve, viszont a barlang bejárata dekaméteres pontosságot biztosító GNSS-vevővel lett meghatározva.



4. ábra A Bakony nemkarsztos barlangjai térképeinek minősítő osztályozása (a); és a térképpel nem rendelkező barlangok besorolása különböző kategóriákba (b)

Hazánk barlangjainak hivatalos nyilvántartását az Országos Barlangnyilvántartás (www.termeszetvedelem.hu) végzi, amelyben karsztos és nemkarsztos barlangok egyaránt megtalálhatóak. A különbség a Kollektíva nyilvántartása és az Országos Barlangnyilvántartás között, hogy a Kollektíva nyilvántartásában lévő UIS 3-4-A besorolású barlangok némelyike rendelkezik az országos nyilvántartásban GNSS-vevővel mért koordinátával, a térképanyag egyezősége mellett, tehát az utolsó tag itt is AF besorolást kapna. Jelen tanulmány célja azonban csak a Kollektíva nyilvántartásában lévő adatok minősítése volt.

Összefoglalás

A Nemzetközi Barlangkutató Szövetség (UIS) 2010 nyarán fogadta el a barlangtérképek minősítésére vonatkozó osztályozási rendszert. A barlangtérképekhez rendelt jelzőszámok a felmérés, térképezés pontosságára és a minőségellenőrzésre vonatkoznak. Jelen tanulmány célja az volt, hogy a Magyar Karszt- és Barlangkutató Társulat Vulkánszpeleológiai Kollektívája által vezetett nemkarsztos barlangnyilvántartást alapul véve elvégezze a Bakony nemkarsztos barlangjairól készült térképek minősítését. A Bakonyból összesen 205 darab nemkarsztos barlangot ismerünk. A barlangtérképek osztályozását elvégezve csak három kategória fordult elő: UIS 0-0, UIS 3-4-A és UIS 4-4-AF. A térképpel nem rendelkező barlangok (UIS 0-0) az összes barlang 27%-át teszik ki (55 darab); ebből 42%-ról (23 darab) még nem készült térkép, 11% (6 darab) omlás miatt megsemmisült, 7%-ot (4 darab) emberek tömtek be, 35%-ot (19 darab) lebányásztak, és 5% (3 darab) csak irodalmi forrásokból ismert. A barlangok 53%-a (109 darab) UIS 3-4-A minősítéssel rendelkezik. Mindez azt jelenti, hogy az irányokat tájolóval mérték, a távolságokat szalaggal, lejtési viszonyokat becsléssel; a felmérés pontosságának megfelelően már a barlangban készült egy méretarányos térkép, de a felmérés és térképezés pontossága nem lett külön

ellenőrizve. A barlangok 20%-a (41 darab) rendelkezik UIS 4-4-AF minősítéssel. Ezeknél a barlangoknál az irányok tájolóval, a távolságok mérőszalaggal vagy kézi lézertáv mérővel, lejtési viszonyok lejtőmérővel lettek mérve. A felmérés pontosságának megfelelően már a barlangban készült egy méretarányos térkép, de a felmérés és térképezés pontossága nem lett külön ellenőrizve, viszont a barlang bejárata dekaméteres pontosságot biztosító GNSS-vevővel lett meghatározva.

Irodalomjegyzék

- Eszterhás, I. – Tarsoly, P. 2015. Kisméretű barlangok térképezése. *MKBT Vulkánszpeleológiai Kollektívájának évkönyve*, Isztimér, 39-62.
- Häuselmann, Ph. 2011. UIS Mapping Grades. *International Journal of Speleology*, 40: IV-VI. link: <https://digitalcommons.usf.edu/ijss/vol40/iss2/15> Utolsó hozzáférés: 2025. november 22.
- Szentes, Gy. – Eszterhás, I. – Tarsoly, P. (szerkesztők). 2019. Magyarország nemkarsztos barlangjainak katasztere, 2018/2019. *Magyar Karszt- és Barlangkutató Társulat Vulkánszpeleológiai Kollektíva*, link: nonkarstic.geo.info.hu Utolsó hozzáférés: 2025. november 22.
- Tarsoly, P. – Eszterhás, I. 2016. Barlangméréseknél használt szögmérő eszközök összehasonlító vizsgálata, *MKBT Vulkánszpeleológiai Kollektívájának évkönyve*, Isztimér, 41-48.

Tarsoly Péter, Bekk Tímea
Óbudai Egyetem, Geoinformatikai Intézet

Tárczy-Hornoch Antal méltatása

Születésének 125. évfordulója alkalmából 2025. október 16-án, a XIII. Geomatikai Szeminárium keretében Sopronban, a HUN-REN Földfizikai és Űrtudományi Kutatóintézet előkertjében szobrának koszorúzásával emlékeztünk meg Tárczy-Hornoch Antaltól. Az alábbi beszéd a megemlékezés során hangzott el.

Az előttünk álló mellszobor jelkép: soproni, miskolci és budapesti egyetemi szaktanszékeké, de mindenekelőtt a nagybetűs Intézeté. Mai neve: HUN-REN Földfizikai és Űrtudományi Kutatóintézet.

Erre a beszédre készülve elolvastam a Professzor úrról szóló, szinte összes korábbi méltatást. Mondanivalómat a 100 éves, valamint az eddigi 125 éves évfordulós írásokból, beszélgetésekből és személyes emlékeimből állítottam össze.

A matematikai tehetséggel megáldott munkácsi gimnazistának – amint Somogyi József azt 2000-ben megírta – „*Kárpátalja Csehszlovákiához való csatolása után a helyi hatóságok nem engedélyezték, hogy ... Sopronban ... folytassa felsőfokú tanulmányait*”. Így került Leobenbe, ahol bányamérnöki, majd bányamérő mérnöki és műszaki doktori oklevelet szerzett. Kerek 100 éve, hogy a vetődések megoldási problémáira bányamérők számára matematikai modelleket dolgozott ki. 26 éves korában nevezték ki a soproni Magyar Királyi Bányamérnöki és Erdőmérnöki Főiskola Geodézia és Bányaméréstani Tanszéke rendkívüli (majd később rendes) tanszékvezető tanárává. Vetőmodellezési dolgozatát 1927-ben a Springer jelentette meg, és a soproni főiskolai tanár ezzel – amint Patvaros József megfogalmazta – „*üstökösként robbant be a nemzetközi és a hazai bányászati szakirodalomba*”. 28 évesen vette feleségül egy munkácsi tanárember lányát. A Hornoch családnéből apósa kérésére lett Tárczy-Hornoch.



Kutatói igényességét az egyetemi képzések fejlesztése és folyóiratalapítás is jelzi. Amint Verő József 2000-ben megállapította: a német nyelvű, magyarul „A Magyar Királyi József Nádor Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Bányászati és Kohóipari Tanszékének jelentéseiből. Sopron, Magyarország” című folyóirat „*igazolta, hogy a világhírű selmeci főiskola soproni jogutódja méltóan folytatja a régi intézmény hírnevét megalapozó magas színvonalú oktató és kutató munkát*”.

Mintaadó embersége és hűsége a hazához a háború idején is megmutatkozott. 1945-ben a Szentgyörgyi-féle akadémia alapító tagja, 1946 júliusában az MTA levelező, decemberben az MTA rendes tagja lett, úgyhogy fél év leforgása alatt két akadémiai székfoglaló előadást is tartott.

1949-ben nem fogadott el egy külföldi professzori meghívást, pedig az Leoben-ből, az alma matertől érkezett. Helyette megindította Sopronban az önálló földmérőmérnök-, 1951-ben a geofizikus-mérnök képzést. Verő József emlékezete szerint, „*amikor szóba került az egyetem áthelyezésének lehetősége, 1951-ben az ezt ellenző Tárczy-Hornoch és Kántás, továbbá Vendel Miklós és Hazay István Geodéziai és Geofizikai Munkaközösséget alakított*”. Tárczy-Hornoch Antal 1955-ig volt e munkaközösség vezetője, 1955-től az általa alapított MTA Geodéziai Kutatólaboratórium (valójában akadémiai kutatócsoport) vezetője lett. Kántás Károly Ausztriába távozásával a geofizikai kutatólaboratórium vezetését is átvette. Az akadémiai kutatóintézet-hálózat kialakításakor ő kezdeményezte az „MTA Geodéziai és Geofizikai Kutató Intézet” 1971-es megalapítását.

Teljes publikációs listája megtalálható a Magyar Tudományos Művek Tárában. Professzor úr nagysága és igényessége publikációi mellett abban is megmutatkozik, hogy 1969-ben ő volt az egyik jelölője a fizikai Nobel-díjra James Van Allen úrkutatónak, a Van Allen-sugárzási öv (az 1957-58-as Nemzetközi Geofizikai Év egyik legnagyobb felfedezése) névadójának. (Máig érthetetlen, hogy Van Allen felfedezése miért nem érdemelt Nobel-díjat.)

Német, osztrák, magyar egyetemek tiszteletbeli doktora lett; a soproni és miskolci is. A Nehézipari Műszaki Egyetem 1976. decemberi egyetemi tanácsi határozati szövege az 1977. júniusi tanévzárón – egyetemi diplomaosztáson – is elhangzott. A Harkovi Műszaki Egyetem rektora mellett – idézem – „*Tárczy Hornoch Antal Kossuth- és Állami díjas akadémikust, többszörös tiszteletbeli doktort, nyugalmazott egyetemi tanárt, Vendel Miklós Kossuth-díjas akadémikust, nyugalmazott egyetemi tanárt, Verő József Kossuth-díjas akadémikust, nyugalmazott egyetemi tanárt a műszaki tudományok és az oktatás fejlesztése területén szerzett kimagasló érdemeik elismeréséül az egyetem tanácsa tiszteletbeli doktorává fogadta*.” Ez azért is emlékeztető, mert mindhárom magyar díszdoktor soproni volt: Vendel Miklós a geológia, Verő József pedig a kohászat professzora: geofizikus akadémikusunk édesapja.



1977. augusztus 1-én kezdtem dolgozni ebben a kutatóintézetben. Tárczy-Hornoch Antal nyugalmazott igazgatót gyakran láttam az Intézet falai között. Volt, amikor kezet nyújtott egy-egy tudományos segédmunkatársnak. Dolgozott, rendezkedett, mesélt: leginkább intézeti hölgykoszorúval körülvéve, a rendszeres heti kávézgatás közben.

A halála utáni napokban (1986 januárjában) véletlenül tanúja voltam, hogy az új igazgató, Somogyi József (az Intézet egyik idején nagy halottja) mennyire felháborodott a pártbizottságból jött telefonos utasításon, hogy a mindvégig templomba (a Szent György templomba gyalogosan) járó akadémikus intézeti

gyászjelentéséről távolítsák el a keresztet. „Az özvegy kérését is semmibe veszték!” – kiabált az elvtársal.

Tárczy-Hornoch Antalné (született: Tárczy Irén), a mindig háttérbe húzódó feleség mindössze harminc nappal élte túl a férjét. Őt a soproni református lelkipásztor temette a családi sírba. Amint az Intézet idején másik nagy halottjának, Ádám Antalnak az életműve is alátámasztja: minden férfiúi teljesítmény mögött ott a láthatatlan támasz, a házastársi teherátvállalás.

Ki gondolta volna, hogy a soproni tudomány többszöri (háromszori) újjá alapozása egy kárpátaljai magyar házaspár nevéhez fűződik?

Tárczy-Hornoch Antal szobrának megkoszorúzásakor a Magyar Tudományos Akadémia 200 éve alatt elért összes – régi és új, a jövőt újra alapozó – hazai földtudományi teljesítménye, valamint Tárczy-Hornoch Antal szellemi kisugárzásából származó minden patrióta helytállása előtt tisztelgünk

Szarka László

az MTA rendes tagja

(A fényképek Busics György felvételei)

Rendezvények

Beszámoló a Geomatikai Szeminárium konferenciáról

A soproni HUN-REN Földfizikai és Űrtudományi Kutatóintézet (FI) október 16-17-én rendezte a szokásos, kétévente esedékes, hazai résztvevőkre alapozott Geomatika Szemináriumot. Az idei Szeminárium aktualitását három jubileum is növelte: az MTA megalapításának 200. évfordulója, Tárczy-Hornoch Antal intézetalapító akadémikus (szül. 1900. október 13.) születésének 125. évfordulója, valamint a soproni kutatóhely akadémiai intézményesülésének 70. évfordulója. A jeles évfordulók kapcsán lezajlott méltó megemlékezések mellett magas szintű szakmai programon vehetett részt a 38 regisztrált résztvevő, akik a geomatika területén kutatói és oktatói munkát végző, meghatározó magyar intézmények sorából (BME, Soproni Egyetem, Lechner Tudásközpont, ÓE) érkeztek Sopronba. 28 szóbeli, 15–15 perces előadást, 5 szekcióba beosztva hallgathattak meg a résztvevők másfél napon keresztül. Köszönhetően a programba iktatott, a szekcióüléseket lezáró vitafórumoknak, élénk szakmai vitáknak lehettünk részesei, amelyek remélhetőleg inspirálni fogják a kollégákat a bemutatott eredmények finomítására és a kutatások folytatására. Ezen kívül poszterszekció is volt, amelyen 6 poszter került bemutatásra.

A programot október 16-án Orbán Aladár, a FI emeritusa, Tárczy-Hornoch Antal hajdani tanársegédje a Soproni Egyetem Bányamérés-tanszékén, nyitotta meg akadémikus úr érdemeinek bemutatásával, saját életpályájának tükrében.



Ezután Kovács István János, a FI megbízott igazgatójának előadása felvázolta az akadémiai kutatóhálózatnak az utóbbi 10–15 évben lezajlott, intézetünket is erősen érintő átalakulási és újra szerveződési folyamatait. A tudományos szekcióülések után a FI Csatkai Endre utcai előkertjében Szarka László akadémikus méltatta Tárczy-Hornoch Antal emberi és szakmai értékeit (beszédét fentebb közöltük – a szerk), majd Sopron Város Polgármesteri Hivatalának, a Soproni Egyetemnek, az MTA Földtudományok Osztályának, a Magyarhoni Földtani Társaságnak és a soproni intézetnek jelen lévő képviselői megkoszorúzták intézetalapító akadémikusunk előkertben álló mellszobrát. A koszorúzás alatt trombitán csendültek fel a Bányász himnusz dallamai.



Később, a tudományos program végén egy baráti hangulatú fogadáson vehettek részt a Szeminárium résztvevői és a meghívott vendégek, amelyen egy óriási tortával ünnepelték a FI 70 éves fennállásának jubileumát.

A pénteki szekcióülések, egy ebédszünet közbeiktatásával, 15:30-kor zárultak, Kovács István János megbízott intézetigazgató búcsúzó és a kutatómunka folytatására, intézményi és személyes együttműködésekre buzdító szavaival.

Papp Gábor

HUN-REN Földfizikai és Űrtudományi Kutatóintézet
(A fényképek Busics György felvételei)

t

Beszámoló a XI. Mérnökgeodézia Konferenciáról

Az évente megrendezésre kerülő Mérnökgeodézia Konferenciasorozat tizenegyedik alkalommal került megrendezésre a hagyományos helyszínen, a BME Általános és Felsőgeodézia Tanszéken. Az esemény szakmai programjának a szervezésében a Magyar Mérnöki Kamara (MMK) Geodéziai és Geoinformatikai Tagozat (GGT) és az Általános és Felsőgeodézia Tanszék (ÁFGT) munkatársai vettek részt. A



szervezés adminisztratív részét a Jász-Nagykun-Szolnok Vármegyei Mérnöki Kamara végezte.

Takács Bence, a Geodéziai és Geoinformatikai Tagozat elnöke és Rózsa Szabolcs, a házigazda Építőmérnöki Kar dékánja köszöntőjével indult a konferencia. Az első szekció első előadásában Rákossy Botond az EMT (Erdélyi Magyar Műszaki Tudományos Társaság) Földmérő Szakosztályának elnöke a 2025-ben létrehozott Romániai Geodéták Kamarájának jogszabályi hátterét, a szervezés körülményeit és anomáliáit mutatta be. A második előadásban Rózsa Szabolcs és szerzőtársa, Turák Bence számolt be a GNSS variometria alkalmazásáról a Nemzeti Összefoglalás Hídján, mely ígéretesnek mutatkozik a mérnöki szerkezetek valós idejű monitoringjában. A szekció harmadik előadását Molnár Sebestyén, tizenhat éve Norvégiában dolgozó földmérő kolléga prezentálta. A norvégiai szabályozást és a mérnökgeodéziai gyakorlatot bemutató bevezető után egy metróvonal végállomásához kapcsolódó munkálatokról számolt be. A szekció negyedik és egyben utolsó előadását, a tavaly Hazay-díjban részesült kollégánk, Szilágyi László tartotta, aki azt vizsgálta, hogy a mesterséges intelligencia miben és hogyan tudja segíteni a bányatérképek készítését.



A délelőtti második részében az idei tagozati diplomadíj pályázaton díjazott munkákat mutatták be frissen végzett kollégáink. Elsőként Janurik Zsolt (BME) a robot mérőállomások automatizált vezérléséhez kidolgozott programkönyvtárát és annak alkalmazását mutatta be, melynek forráskódja szabadon elérhető mindenki számára. Ezután Böröcz Balázs (GEO) előadása következett, melyben SENTINEL-2 műholdfelvételeken a mesterséges intelligencia segítségével mutatta ki a különböző mézelő növények elhelyezkedését. A diplomadíj szekció harmadik előadásában Rampton-Krammer Adrienn (GEO), Angliában dolgozó kollegina, beszélt a közmunkatársi technológiákról és azok angliai alkalmazásáról.

A délutáni szekció Vinkó Ákos előadásával kezdődött, aki a vasúti ívszabályozás hazai gyakorlatát mutatta be. A konferenciánkon hagyományosan egy társ tervező területről hívunk előadót. Az előadások sorát Stenzel Sándor folytatta, aki a parajdi sóbánya katasztrófa helyszínére telepített robot mérőállomás alapú monitoring rendszer telepítéséről és üzemeltetéséről számolt be. A folytatásban Molnár Bálint

mutatta be a tagozat idei Feladat Alapú Pályázat (FAP) keretében készített szakmai útmutatót a pontfelhők kiértékeléséről. A szakmai segédlet hamarosan elérhető lesz a kamarai oldalakon. A szekció záró előadását Mercsek Péter mutatta be. Az előadásban a lézerszkennelési technológiák (SLAM, TLS, MLS) közötti határvonalakat és átfedéseket vizsgálta. A konferencia négy poszter rövid bemutatásával zárult.



A Mérnökgeodéziai Konferenciát a Kamarai Továbbképzési Testület (KTT) akkreditálta, így a közel száz résztvevő továbbképzési pontokat szerezhetett. Az előadások prezentációi és videófelvételei a tagozati honlapon elérhetők (https://ggt.hu/eloadasok_konferenciak).

Siki Zoltán

MMK Elnökségi tag

Beszámoló a Földtudományos forgatagról

Nehéz számon tartani, hányadik Földtudományos forgatag került idén is megrendezésre, de ami biztos, hogy minden évben nagyon nagy az érdeklődés november elején a földtudományok talán legnagyobb hazai seregszemléjén, ahol társaságunk 2025-ben a BME támogatásával tudott ismét részt venni. A Természettudományi Múzeum körcsarnokában kapott helyet a



BME Építőmérnöki Kar Általános és Felsőgeodézia Tanszék interaktív homokozója, a gyerekek és felnőttek által is nagy érdeklődéssel próbálgatott VR szemüveg, és itt lehetett Nagybjászú Frank és Félsemű Barbarossa kapitány útját is követni a Karib tengeren, mint ahogy évek óta hasonló siker a Magyarország puzzle is.

A 2025. évi Forgatag 2025. november.8-9 hétvégéjén került megrendezésre, fő témája a "Földtani örökségvédelem" volt, melyhez „Forgatag online” címen már pénteken lehetett csatlakozni a Magyarhoni Földtani Társulat youtube csatornáján keresztül. A szombati ünnepélyes megnyitó után a vasárnap délutáni zárásig a kiállítók mellett számtalan előadás, vetítés zajlott, melyek között az állandó mozgásban lévő közönség lelkesedése mindvégig kitartott. Az iskolai csoportos rohamokat családok váltották, kicsik és nagyok egyaránt igyekeztek mindent kipróbálni, megtekinteni, vagy éppen hazavinni a fél





kiállítás. Hogy egy Amerikából hazánkba szakadt született wisconsini angol tanár miért éppen 70 fölött szeretett bele a geológiába, azt ugyan nem tudhattuk meg, de lelkesedése odáig fajult, hogy – mint megtudtuk – hétvégi természetben tett sétáin azóta is magával viszi a kiállításon kapott ásványhatározó térképeit.

A rendezvény ismét bizonyította, hogy a Földtudományos forgatag minden földtudomány méltó seregszemléje, és élmény minden korosztálynak.

A részletes programról a foldtan.hu portálon az alábbi linken <https://foldtan.hu/events/foldtudomanyos-forgatag/> utólag is érdemes tájékozódni, mert remélhetőleg az esemény jövőre ugyanitt folytatódik.

Szrogh Gabriella

Beszámoló az „Alapponthálózati tudástár bővítése” című konferenciáról

A Lechner Nonprofit Kft. Alaphálózati és Államhatárügyi Osztálya a Magyar Földmérési, Térképészeti és Távérzékelési Társasággal, valamint a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Építőmérnöki Kar Általános és Felsőgeodézia Tanszékével közösen 2025. november 27-én egy, az alapponthálózattal, ill. az alapponthálózati pontokkal kapcsolatos országos szakmai továbbképzést szervezett, az „Alapponthálózati Tudástár Bővítése” címmel.

A továbbképzésen elhangzott előadásokból az érdeklődő résztvevők információkat kaphattak a vízszintes és magassági alaphálózatok aktuális kérdéseiről, adatbázisairól, a GNSS hálózat fejlesztéseiről, fejlődési irányairól. Betekintést nyerhettek a geodéziai műszerek kalibrálási kérdéseibe, a kormányhivatalok alaphálózati tevékenységei során felmerülő problémákba, ill. ezen problémák vármegyei szintű megoldásaiba. Az előadók korszerű, az alaphálózati munkák során használatos geodéziai műszerek, számítási módszerek érdekességeit, megoldásait is bemutatták. Számos konkrét, az alappontok pótlási, helyreállítási feladatai során felmerülő



nehézséget ill. ezek megoldási lehetőségeit is megosztották a hallgatósággal.

Az előadás-sorozat 16 előadásból állt:

Bige Zoltán a magassági alappontok adatbázisáról, ill. az adatbázis általa megújított szerkezetéről, felépítéséről, ill. a rendszerből történő adatszolgáltatásról tartotta előadását.

Sebők Tamás az EOVA hálózat folyamatos, úgy tűnik megállíthatatlan pusztulására hívta fel a figyelmet, ill. az alappont ellenőrzési feladatok problémáit, az alappont-meghatározás technikai és technológiai fejlődésének hatásait vizsgálta.

Kenyeres Ambrus az IMMA (Integrált Műholdas Magassági Alapponthálózat) állomásairól, fejlesztési irányairól, valamint a GNSS és InSAR felszín elmozdulási modellek újdonságairól beszélt.

Virág Gábor a Lechner Nonprofit Kft. K-GEO Kalibráló Laboratóriumában végzett tevékenységekről, továbbá a laborral szemben támasztott, ill. a működtetésével kapcsolatos követelményekről, problémákról és lehetséges megoldásokról tartott ismertetőt.

Kozári Ágnes a Pest Vármegyei Kormányhivatal alaphálózati tevékenységét ismertette. A feladatok kiterjednek az alappontok helyszínelésére, karbantartására, nyilvántartására. Részletesen bemutatta a személyi, anyagi korlátokat, a különböző nyilvántartások összhangjában, ill. az összhang vizsgálatában megnyilvánuló feladatokat.





Dobai Tibor *Dányi Józseffel* közösen készített előadásukat tartotta meg. Az előadás az EOVA 39-3001 számú alapponthálózati pont mozgásvizsgálatával kapcsolatos kivitelezési, mérési, számítási feladatsorokat ismertette. A pont az EOVA I. rendű alappontja, természetben az eleki római katolikus templom tornya. A torony süvegét átépítették (leemelték), ezáltal a geodéziai pontjel koordinátája megváltozott. Szükségessé vált az új koordináta újra meghatározása, ill. az elmozdulás (koordináta változás) meghatározása.

Bolla Attila és *Nagy István* a Vas Vármegyei Kormányhivaltól az alapponthálózati pontok nyilvántartását mutatták be a jelenlegi ingatlan katasztertől kiindulva egészen az 1920-as évekig visszamenőleg. Ismertették az alapponthálózatok, alappontok jelenkori digitális nyilvántartásainak központi és helyi (vármegyei) formáit, lehetőségeit, a szakmai kívánalmakat.

Gábor Sándor a Békés Vármegyei alapponthálózati pontok helyszínelési, karbantartási feladatait, azok tapasztalatait osztotta meg. Kitért az alappontok mennyiségi adataira, a feladatok sokrétűségére. Ismertette a terepi ellenőrzés vármegyei adottságait, eszközeit, valamint a feladatok ellátása során tapasztalt problémákat, ill. az ezekre alkalmazott megoldásokat. Egy lebilincselő videóban mutatta meg az alappontok helyszínelése során felhasznált legújabb technológiák hatásait, lehetőségeit, azok eredményeit.

Kovács Iván a Magyar Közigazgatási Határok adatbázisának rejtelmét, ill. az adatbázissal kapcsolatos érdekes kihívásokat és ezek megoldásait tárta elénk, különös tekintettel az alapponthálózati pontok meghatározott koordinátaiból adódó ellentmondásokra.

Farkas Róbert három különböző konkrét eseten keresztül tárta elénk az EOVA felsőrendű alapponthálózati pontok pótlásának, ill. helyreállításának érdekességeit, a szakmai követelmények betartásához szükséges (alkalmasint robbantásos) technológiák nehézségeit. Ismertette a felsőrendű követelményeket kielégítő speciális számítások lehetőségeit, ill. az ezekhez szükséges mérési technológiákat.

Szigetvári Péter a Navicom BT. által forgalmazott geodéziai műszerekkel történő statikus GNSS mérési technológiáról, ill. ennek számítási lehetőségeiről tartott előadást. Ezen felül a

GNSS műszerek felhasználása során az alkalmazható legkorszerűbb kamerás kitűzési technológia előnyeit taglalta.

Galambos István a GNSSnet.hu rendszer teljes korszerűsítéséről szóló előadásával örvendeztette meg a hallgatóságot. Bemutatta a GNSSnet.hu szolgáltatásában történt legutóbbi fejlesztéseket, ill. kitért a jövőbeni változásokra, valamint ezek hatására. Előadásában iránymutatást adott a szolgáltatás minél hatékonyabb használatára is.

Tóth János Nagy Attilával közösen összeállított előadásában egy konkrét, nagy pontosságú, digitális, szabatos szintezőműszer ismertetését mutatta be. Kiemelte a műszer újszerű és egyedi kialakítását, mely a szintezés végrehajtása során nagymértékben megkönnyíti, elősegíti a gyors és precíz mérést. Beszért a korábbi magyar gyártmányú szintezőműszerekről, ill. a témán keresztül a korabeli hazai műszertechnika, műszergyártási technológia akkori, szinte egyedülálló pontossági paramétereiről.

Daka László szintén esettanulmányokon keresztül ismertette a felsőrendű EOVA pontok hálózatát, a hálózat fejlesztésének lépéseit. Bemutatta a műszaki követelményeknek megfelelő alappont kialakításokat, állandósítási követelményeket. Részletesen ismertette az ezen követelményeknek megfelelő műszaki dokumentációs munkarészeket.

Varga Norbert az államhatár felmérésének kezdeteiről tartotta előadását. Az 1920-ban Trianonban, nagy vonalakban meghatározott új államhatárok helyszíni meghatározása hatalmas földmérési és térképészeti munkát jelentett hazánknak. E földmérési munka alapjaként a 2200 km-es új határvonal nagy részén új háromszögelési hálózatot kellett létesíteni, sokszögelési munkákat végezni. Az előadás bemutatta az új határvonal meghatározásának lépéseit.

Pálosi Imre az alapponthálózati pontok (EOVA és EOMA) rövid, általános ismertetése után a pontok pótlása, helyreállítása során felmerülő általános kérdések tárgyalására, a pontok pusztulásával kezdődő és az állami átvétellel záruló folyamat ismertetésére tért ki.

A két céges bemutatózó – a Navicom Plusz Bt. és a Geopteam Kft. – földmérési célra készülő mérőműszerek lehetőségeit ismertették. Szigetvári Péter (Navicom) előadásban ismertette a kamerás GPS újszerű lehetőségeit, míg a SOKKIA SDL1X digitális felsőrendű szintezőműszert Tóth János előadása után Nagy Attila segítségével személyesen is megtekinthették (kipróbálhatták) a jelen lévők.

Mivel a délutáni előadások is telt házzal, nagy érdeklődés mellett zajlottak, elmondható, hogy a konferencia várakozáson felül sikeres volt. Köszönjük minden közreműködőnek.

A rendezvényen készült további fotók az mfttt.hu weboldalon a „képtár” menüben elérhetők.

Pálosi Imre

Műszerismertetés

A Stonex S999 RTK GNSS-vevő

Mivel a műholdas helymeghatározási technológiában magán a mérési pontosságon manapság már sokat nem lehet javítani, a gyártóknál egyre-másra jelennek meg a kamerákkal és/vagy integrált lézeres távmérőkkel rendelkező GNSS fejezetek. A Stonex-nél ez az irányvonal 2024 júliusáig váratott magára.

Akkor jelentették be ugyanis a S880-at, majd még az év októberében az S999-et, idén (2025) júliusban pedig az S950 mérőrendszereket. Az elsőben egy kitűzést támogató AR kamera van, a középső duplakamerás, míg a legutóbbi a duplakamerás + lézertáv mérős verzió.



Az S999

Cikkünk mai tárgya, az S999 műszerkorpusza szépen kidolgozott, letisztult, a felhasznált anyagok minősége is kiváló. Igazi terepálló kiépítés, por- és vízállósági besorolása is IP68.

Több, mint 1 kg-os tömege méretéhez képes nagynak tűnik, ugyanakkor mindössze 14 cm-es átmérőjének köszönhetően a bot tetején sem „fejnehéz”. Elülső homlokpanelén a bekapcsológomb, a szokásos informatív LED-ekkel (műhold, Bluetooth, adatátvitel, akku). Átellenesen ezzel, a 88° látószögű 2 MPx-es, fotogrammetriai észleléshez használatos, előre néző kamera található. Ez alatt, a műszer talpán van elhelyezve egy másik, lefelé néző, szintén 2 MPx-es, 72° látószögű kamera. Ez a kiterjesztett valóság (AR) alapú kitűzést támogatja.

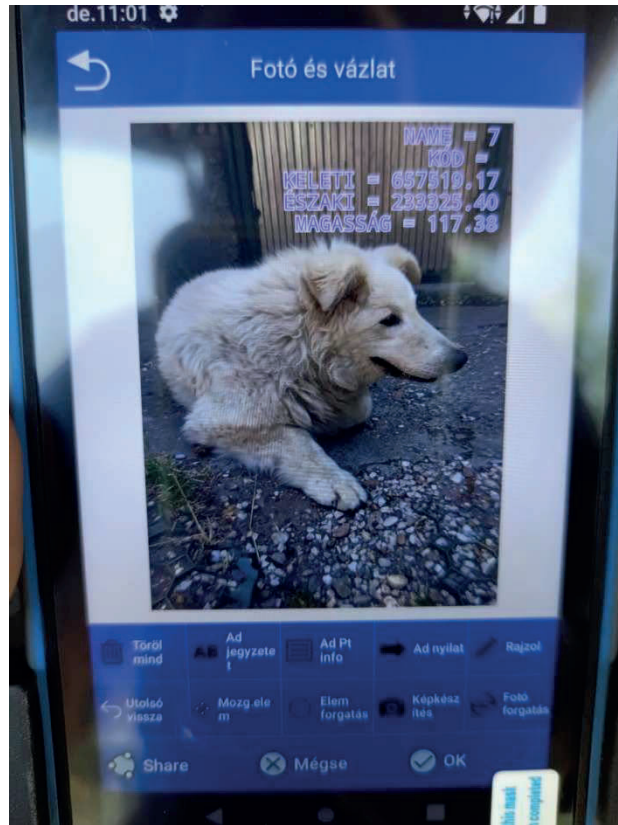
A kitűzésnél egyébként együttműködik a két képalkotó szenzor, a ponthoz közeledve a kép átvált egyik kameráról a másikra.

Az S999 nagy teljesítményű, 10 órányi működést biztosító, PD (power delivery) gyorsítottást támogató, integrált akkumulátorral rendelkezik. Ennek USB-C csatlakozója szintén a műszer talpán található, gumifül alatt. Csakúgy, mint a hálózati RTK használatához beépített LTE modem nanoSIM slot-ja is.

Valós idejű korrekciós adatcsere megoldásként kapunk még egy integrált, dupla-frekvenciás Tx/Rx URH rádiót is, tehát Stonex S999 vevőnk alkalmazható vevőpár konfigurációban bázisként és roverként egyaránt. Manapság, ilyen ionoszféra állapot mellett ez a tulajdonság jelentősen felértékelődik a műszereknél. A rádió antennacsatlakozója szintén a műszer alján foglal helyet.

A mérőrendszer statikus adatgyűjtésre is lehetőséget biztosít, 32 GB-os belső memóriájába. Ezt WebUI-n keresztül érhetjük el, bármilyen WiFi képes okos eszközt alkalmazva: itt van mód konfigurálni, mérést indítani - leállítani, stb.

A műszer GPS board-ja a nagy teljesítményű, 1408 csatornás multi-konstellációs és -frekvenciás UniCore UM980. A pozíció frissítésre 50 Hz-ig van mód, ami a fent említett, párban való rádiós alkalmazáskor maradéktalanul ki is használható.



A fotogrammetriai kezelő felület

Fontos még megemlíteni a PPP B2Bb és HAS képességet is. Az előbbi a BeiDou B2b, az utóbbi pedig a Galileo E6b frekvencián sugárzott navigációs üzenetek, melyek a pontosabb pozicionáláshoz műholdpálya- és órainformációkat, illetve egyéb korrekciókat biztosítanak. Ezzel a vevő magában <20 cm-es, illetve RTK üzemmódban akár 5 mm + 0.5 ppm-es helyzetmeghatározásra képes.

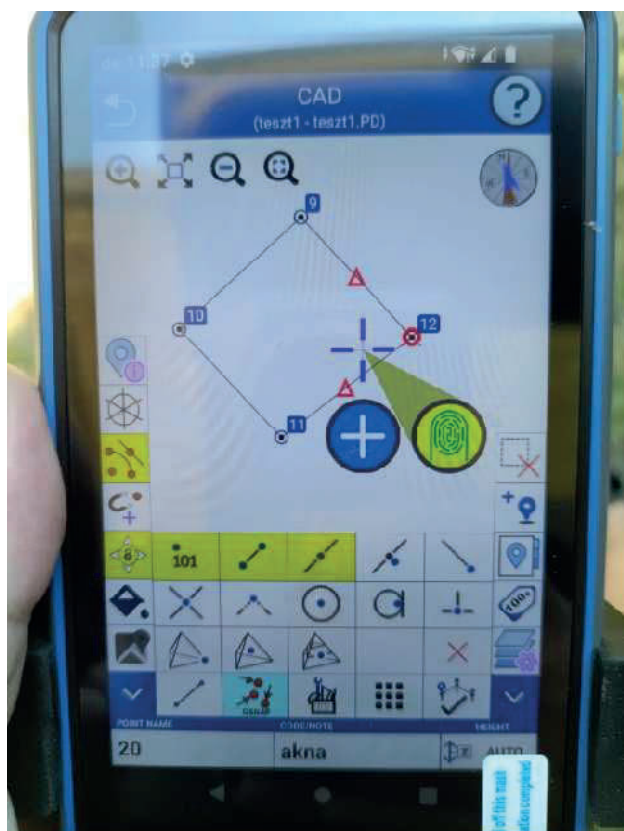
Néhány szó az IMU alapú dőléskompenzálásról! Ennek pontossága 5 mm + 0.7 mm/° dőlésként értelmezhető, mintavétele pedig 400 Hz. Az IMU terepi működése kiváló indikátora az RTK FIX megoldásnak. Ha ugyanis a vevő letiltja az IMU-s mérést, ott már a FIX minősége is kissé "hígultnak" tekinthető.

A teszt közben lassan, azonos pontban döntve a vevőt, a koordináta értékek 38°-43° dőlésig 2.5-3.0 cm-en belül maradtak. E felett már ki-kilendültek 3 cm fölé. 55-60° között pedig a legnagyobb kiugrás 4.5-5.0 cm volt. Ezt négyszer ismételt meg, mindig újra-inicializálva és mindig ezek az értékek jöttek vissza.

A műszercsomagban kapott terepi számítógép a Stonex S55.

Elődjéhez, a SH5A-hoz képest másképp helyezték el a teljes, alfanumerikus billentyűzetet, megnövelték a kijelző átmérőjét és fényerejét, a belső telep kapacitását, a RAM méretét, az Android operációs rendszer pedig a 9-ről a 12-es verzióra ugrott.

A rajta futó CUBE-A is ismerős lehet.

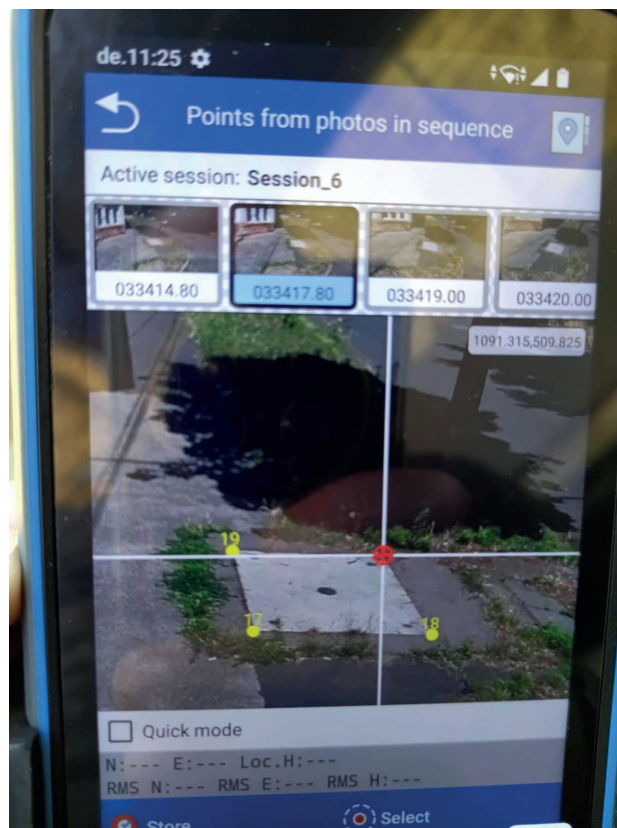


CAD interfész, a felezőpontok megjelenítésével

A legutóbbi, immár 7. változata idén márciusban jött ki. Ez már kezeli a pontfelhőket, felszínmodelleket. Folyamatosan fejlesztik benne a CAD funkciókat is, amik nagyon jól támogatják a terepi földhelyes térképszerkesztést. Telitalálattal benne a különféle snap-elési megoldás a rajzi állományokon. Bekapcsolható a különféle metszés,- felező,- és középpontok, stb. mutatása. A rajzokon egyébként intelligens kurzorral tudunk pontosan kijelölni elemeket.

A kamerás megoldások persze a képalkotó menüket is magukkal hozták. Így a kitűzésnél az AR funkciót választva a kiterjesztett valóságon követhetjük a navigációs nyilakat, szemlélhetjük a távolságokat az adott ponttól. Szellemes megoldás, hogy amikor már teljesen hátat fordítva távolodunk a kitűzendő ponttól, megjelenik egy kis alak a kijelzőn és mutatja, hogy forduljunk meg.

A meg nem közelíthető, el nem érhető pontok mérésére szolgál a fotogrammetriai észlelés funkció. Elindítva, csak el kell sétálni előtte, vagy körbe kell járni az adott objektumot, majd a keletkező képeken rá kell koppintani a megméréndő részletpontra.



Fotogrammetriai mérés

Ha elegendő volt a felvételek száma, illetve azok jó minőségűek, elég egy képen jelölni és a mérőrendszer automatikusan fel is ajánlja az eredményeket rögzítésre. Ha mégsem, akkor több képen manuálisan kell elvégezni a kijelölést.

Természetesen, vizsgáltam a „hagyományos” észleléssel IMU-san bemért, majd a fényképező funkcióval körbesétált és fotogrammetriából származtatott pontok pozícióit. Szépen ültek

Psz	EOV _y	EOV _x	Mag	Jelleg	Δy	Δx	Δmag
1_h	657 505,194	233 305,520	116,562	hagyom	-0,022	-0,025	0,032
1_v	657 505,216	233 305,545	116,530	foto			
2_h	657 505,825	233 306,134	116,514	hagyom	-0,011	0,008	-0,006
2_v	657 505,836	233 306,126	116,520	foto			
3_h	657 504,481	233 306,268	116,558	hagyom	-0,064	0,008	0,025
3_v	657 504,545	233 306,260	116,533	foto			
4_h	657 517,757	233 328,303	117,492	hagyom	-0,010	0,007	0,002
4_v	657 517,767	233 328,296	117,490	foto			
5_h	657 517,631	233 325,837	118,290	hagyom	-0,032	0,012	0,013
5_v	657 517,663	233 325,825	118,277	foto			
6_h	657 512,240	233 326,729	118,562	hagyom	-0,036	-0,019	0,002
6_v	657 512,276	233 326,748	118,560	foto			

A hagyományos és a fotogrammetriai felmérés eredményeinek eltérései

egymáson, ugyanezeket az értékeket várhatjuk el egy-egy pont visszamérésekor is. Egy helyen lendült a különbség 6 cm fölé, de ennyi sajnos akár hagyományos észlelések összehasonlításakor is belecsúszhat az eredményekbe.

Két dolog van, ami beárnyékolja a képalkotással támogatott észlelési élményt.

Az egyik, hogy ügyelni kell a fényviszonyokra és jól kell megválasztani a fényképezés irányát. Kontrasztos, részletgazdag képernyőképen könnyebb megtalálni és kijelölni a keresett pontokat, illetve a sugárnyaláb kiegyenlítés is hatékonyabb, pontosabb.

A másik a képernyő méret. Nem lehetett panaszom az S55-re, de biztos vagyok benne, hogy egy nagyobb kijelzőn, pl. egy tableten kényelmesebb lehet a fotogrammetriai lekérdezés.

Összességében a „Stonex S999 + S55 + CUBE-A” egy nagyon szerethető mérőrendszer, elegáns terepi megoldásokkal és a fotogrammetriai észlelési módszer pontos és jól használható implementálásával.

A Stonex S999 RTK GNSS fontosabb műszaki paramétereit az alábbi táblázatba gyűjtöttem össze. Hidegindításon új, közepesen kitakart munkaterületen a teljesen kikapcsolt állapottól az első FIX megoldásig mért időt, meleg indításon ugyanazon a területen, csak a vevő és a terepi alkalmazás újraindításától az első FIX-ig eltelt időt értem.



youtube csatorna:

https://www.youtube.com/channel/UCs9ek_ggFgw9e7YGkKPmlaw

Stonex S999 RTK GNSS jellemzői	
GNSS-board	UniCore UM980
Csatornaszám	1408 db
Műholdrendszerek	GPS, GLONASS, GALILEO, BEIDOU, QZSS, IRNSS, SBAS
L-Band	nincs
Beépített rádió	van
Beépített GSM-modem	van
Dőlésérzékelés és kompenzátor	E-buborék, IMU-alapú kompenzátor
Kamerák száma (fotogrammetriai észleléshez)	2 db (egy AR kamera kitűzéshez, és egy előre néző kamera)
Belső memória	32 GB
Akkumulátor	integrált, 13 600 mAh
Teszt során alkalmazott CORS	CORRIGO (4-es konstelláció)
Tapasztalt hidegindítás (első FIX)	28–35 mp
Tapasztalt melegindítás (első FIX)	17–21 mp
Fizikailag kikényszerített újra inicializálás	3–5 mp
Por- és vízállóság	IP68
Méret	139 mm × 74 mm
Tömeg	1065 gramm
További hivatalos információ	Geotools Europe GNSS Kft. www.geotoolseuropegnss.com

Stenzel Sándor

földmérő- és földrendező mérnök

www.gpstakarok.hu

Hiánypótlás

A Szerkesztőség a legjobb szándéka ellenére is hibázik. Van úgy, hogy ezt időben még csak korrigálni sem tudjuk. Előző számunkban (LXXVII. évfolyam 2025/3 szám) a közkedvelt Műszerismertetés rovat aktuális cikke a Stonex R180 robot mérőállomást mutatta be a szerző, Stenzel Sándor jól ismert alaposságával, lényegretörő, közvetlen stílusában. A szerkesztés során az ismertetést összefoglaló táblázat elveszett az éterben. A mulasztásért, kellemetlenségért mind a Tisztelt Olvasók, mind a Tisztelt Szerző elnézését kérjük!



Úgy gondoljuk, hogy a teljességhez ez az összefoglaló táblázat is fontos, ezért alább közöljük. Köszönjük Sándornak az odaadó és lelkes hozzáállását, a jövőben is várjuk nagy népszerűségnek örvendő műszerismertetéseit!

Stonex R180 Robot mérőállomás jellemzői	
Szögmérési pontosság	0,5", 1", vagy 2"
Távmerési pontosság	1 mm + 1 ppm (P), 2 mm + 2 ppm (NP)
Távmerési hatótávolság	6 000 m (P) / 1 000 m (NP)
Kamera	van, nem-koaxiális
Kitűzőfény	van
Hőmérséklet-légnyomásmérő szenzor	van
Szervovezérlés	Tdrive technológia
Max. fordulási sebesség	180°/mp
Kompenzátor	2-tengelyű folyadék – elektronikus
APC célpont irányzási hatótáv	1,5 m – 1 000 m
Fast360° célpont irányzás hatótáv	1,5 m – 600 m
Szabad optikai átmérő	45 mm
Lézervetítő	van
Operációs rendszer	Android
Kommunikációs lehetőségek	Bluetooth, WiFi, 4G modem, RS232, microUSB
Paránycsavarok	végtelenített (Hz/V), egyoldali elhelyezkedés
Képernyő	kétoldali, 6" színes LCD, 1280 x 720 felbontás
Vezérlő szoftver	Stonex CUBE-A TS-GPS
Energiaellátás	6 400 mAh-s cserélhető, tölthető Li-Ion telep
Por,- és vízállóság	IP65/IP66
További hivatalos információ	Geotools Europe GNSS Kft. www.geotoolseuropegnss.com

Szerkesztőség

Könyvismertetés



Precíziós gazdálkodás a szántóföldi növénytermesztésben – Jövedelmezőség és termésbiztonság a XXI. században

Szerkesztette: Balla István és Milics Gábor.
Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem,
Gödöllő, 2025. 671 oldal.

Az agráriumhoz kapcsolódó kiadvány került piacra, amelyben az agrártudományok mellett kiemelkedő szerepet kapott a geoinformatika is. A mezőgazdaság digitalizációjának fontossága, automatizálása, környezetvédelmi vonatkozásai, a klímaváltozás és ezek kezelése elképzelhetetlen a korszerű adatnyerés – döntő többségében a távérzékelési technológiák – és a korszerű adatfeldolgozás nélkül.

A könyv összefoglalja az elmúlt két évtized tapasztalatait, kiemelten a precíziós gazdálkodást és a hozzá kapcsolódó legújabb műszaki technológiákat. A mű mind tartalmában, mind felépítésében olyan átfogó és korszerű összefoglaló munka,

amely jelentős mértékben hozzájárul a hazai agrárdigitalizáció szakmai megalapozásához. Bár a kötet elsődlegesen a mezőgazdasági gyakorlatot célozza, számos fejezete – például a távérzékeléssel, a dróntechnológiával, a szenzorhálózatokkal vagy a GNSS-alapú helymeghatározással foglalkozó részei – más szakterületek számára is értékes referenciaanyagot jelentenek.

2025 szeptemberében a Kaposvári Állattenyésztési Napok keretében, a MATE Kaposvári Campusán tartott Precíziós gazdálkodás és agrárdigitalizáció kerekasztal-beszélgetés egyik kiemelt eseménye a szakkönyv bemutatója volt. A rendezvény résztvevői – köztük a kötet szerzői és az ország különböző pontjairól érkezett szakemberek – egyetértettek abban, hogy olyan hiánypótló mű született, amely a precíziós gazdálkodás interdiszciplináris tudásanyagát mind elméleti, mind gyakorlati szemléletben, rendszerszinten mutatja be. A kerekasztal-beszélgetés során többen kiemelték, hogy a könyv nemcsak a felsőoktatás számára értékes, hanem a gazdálkodók mindennapi döntéseikhez is közvetlen segítséget nyújthat.

A kötet összeállításában több hazai egyetem, valamint a precíziós mezőgazdaságban érintett vállalatok szakemberei vettek részt. A 671 oldalas, 13 fejezetből álló művet negyven szerző jegyzi, köztük az ÓE Alba Regia Kar Geoinformatikai Intézet oktatója is. Székesfehérváron, a GEO-ban az országban elsők között indult precíziós mezőgazdasági szakmérnök- és szakemberképzés, melynek során az agráriumban is nélkülözhetetlen, korszerű geoinformatikai technológiák – műholdas helymeghatározás, távérzékelés, képfeldolgozás és térinformatika – oktatása folyik. A képzés hiánypótló jellegét mutatja, hogy mind országosan, mind a fehérvári GEO-ban folyó képzés iránt folytonos az érdeklődés, ami a gyakorlatias adatnyerési és feldolgozási ismereteknek, azok technológiai jellegének köszönhető.

A könyv a precíziós gazdálkodás alapjaitól a részletes gyakorlati alkalmazásokig ível, így átfogó ismereteket nyújt a technológia elméleti hátteréről és alkalmazási feltételeiről. Fejezetei három nagy egységre tagolhatók.

Az első részben a szerzők hangsúlyozzák, hogy napjainkban az agrárdigitalizáció és az adatvezérelt döntéshozatal már nem csupán előnyt jelent, hanem a hatékony és fenntartható gazdálkodás alapfeltételévé vált. A mezőgazdaság tudománya mindig is interdiszciplináris jellegű volt, azonban a XXI. században ennek a jellege új dimenziót kapott. Ma már nem kizárólag az egyes szaktudományok – például a növénytermesztés, a talajtan, a meteorológia vagy a műszaki tudományok – technológiai újításairól beszélhetünk, hanem a különböző területek szoros együttműködéséről. Az egyes tudományterületek – így az informatika, a műszaki tudományok, a biotechnológia és a környezetvédelem – kölcsönhatására épülő fejlesztések adják azt az átfogó erőt, amely szükséges a kor kihívásainak kezeléséhez.

A könyv második egysége a precíziós gazdálkodás alapismereteit és fejlődését foglalja össze. Ebben a részben áttekinthető a technológia kialakulásának és elterjedésének folyamata, valamint a különböző technológiai rendszerek kapcsolódása. Az olvasó átfogó képet kap a mezőgazdaság forradalmi szakaszairól, a kapcsolódó technológiai megoldásokról, a robotika, az IoT és a Big Data szerepéről, illetve a precíziós gazdálkodás műszaki és informatikai feltételrendszeréről. Ez a rész egyfajta bevezetése a későbbi fejezeteknek, amelyek már részletesen tárgyalják a precíziós növénytermesztés egyes elemeit. Itt bemutatásra kerülnek:

- a precíziós gazdálkodás alapfogalmai, fejlődése és jelenlegi helyzete,
- a talajtani, klimatológiai és ökonómiai összefüggések,
- a technológiai elemek és azok kapcsolata a szántóföldi növénytermesztéssel,
- az adatvezérelt döntéshozatal módszerei.

Mivel a precíziós gazdálkodás alapja a nagy mennyiségű és jó minőségű adat, a könyv harmadik része kiemelten foglalkozik az adatnyerés és adatelemzés modern eszközeivel. Önálló fejezetek ismertetik többek között:

- a műholdas és légi távérzékelést, mint adatnyerést és agráralkalmazásait,
- a dróntechnológia lehetőségeit,
- a szenzortechnológiákat és terepi adatgyűjtő rendszereket,
- az adatátviteli megoldásokat,
- a GNSS-technológia szerepét a mezőgazdaság digitalizációjában.

A kötet műszaki szempontból is áttekintést ad és bemutatja a precíziós géprendszerek működését, a változó dóziszú kijuttatás technológiai feltételeit, valamint az agrárinformatikai háttérrendszerek adatfeldolgozási folyamatait. Bár a fejezetek önállóan is értelmezhetők, logikusan egymásra épülnek; az alapozó ismeretektől a komplex, gyakorlati megoldásokig vezetik az olvasót.



Hárman a szerzők közül: Balla István, Verőné Wojtaszek Malgorzata és Milics Gábor

A könyv egyaránt ajánlható a témával most ismerkedő hallgatóknak és pályakezdőknek, a precíziós gazdálkodást már alkalmazó szakembereknek, valamint minden olyan szakmai terület képviselőinek, ahol az adatgyűjtés és a digitális technológia kiemelt szerepet kap.

A könyv megrendelhető az alábbi internetes oldalon:

<https://mateshop.hu/precizios-gazdalkodas-a-szantofoldi-novenytermesztesben-4207>

Ára: 11 900 Ft.

Verőné Wojtaszek Malgorzata, Milics Gábor

A **GEODÉZIA ÉS KARTOGRÁFIA** SZERKESZTŐSÉGE VÁRJA TUDOMÁNYOS ÉS SZAKMAI CIKKEK, VALAMINT ISMERETTERJESZTŐ ÉS SZAKMAI ÉRDEKESSÉGEKET BEMUTATÓ SZEMLECIKKEK KÉZIRATÁT.

ELÉRHETŐSÉGEINK:

E-MAIL: MFTTT.TITKARSAG@GMAIL.COM

WEB: [HTTPS://OJS.ELTE.HU/GEODEZIAESKARTOGRAFIA](https://OJS.ELTE.HU/GEODEZIAESKARTOGRAFIA)

KÉZIRATOKAT AZ INFORMÁCIÓ>BEKÜLDÉSEK MENÜPONT ALATT LEHET FELTÖLTENI.

MFTTT vezetősége

Nekrológ



Dr. Birkás János (1934-2025)

Birkás János 1934. március 1-én született Székesfehérváron. A fehérvári József Attila Gimnáziumban érettségizett 1952-ben. Érettségi után felvételt nyert a szegedi József Attila Tudományegyetem geológia szakára, később felvette a földrajz tanári szakot. 1955-ben a budapesti Eötvös Loránd Tudományegyetem Természettudományi Karára került térképész szakra. 1957-ben fejezte be egyetemi tanulmányait földrajz - térképész szakon. Egyetemi doktori címét 1980-ban szerzett az ELTE Természettudományi Karán szerezte meg.

A Kartográfiai Vállalatnál kezdett dolgozni, mint térképszakértő. 1959-től terepfelmérő topográfus, 1964-től alcsoport vezető, 1966-tól terepes csoportvezető. 1971-ig dolgozott a vállalatnál.

1971-ben a székesfehérvári Felsőfokú Földmérési Technikum Fotogrammetriai és Topográfia tanszékére került. Tantárgyfelelős oktatója volt a Topográfia c. tantárgynak. 1972-ben az intézmény a soproni Erdészeti és Faipari Egyetemhez került, mint Földmérési és Földrendezői Főiskolai Kar. A Kar megalakulásától kezdve főiskolai adjunktusként a Fotogrammetriai Tanszéken a Topográfia tantárgy, majd az új kari tanterv bevezetése után a Geomorfológia és Térképkészítési technológia tantárgyak felelős oktatója volt. 1995-ben vonult nyugdíjba.

Szakmai tevékenysége sokoldalú. 1974-ben a Topográfia I., 1975-ben a Topográfia II., majd 1979-ben a Geomorfológia és a Térképkészítési technológiák c. jegyzeteket készítette el. Szervezte és összeállította a tanszék ásvány- és kőzetgyűjteményét. Széleskörű szakmai kapcsolatai révén nagyon sok ún. KK munkában vett részt, azokat szervezte és irányította.

Az oktatásban fegyelmezett, magas színvonalú munkát végzett. Szívesen foglalkozott a hallgatókkal. Emlékezetes

tanulmányutakat szervezett hallgatóinak. Elismerésre méltó módon foglalkozott a hallgatókkal tanórákon kívül is. A kari hagyományok ápolása az egyik legfontosabb ehhez kapcsolódó tevékenysége volt. Az évfolyam találkozókra rendszeresen eljött, volt hallgatói mindig szeretettel vették körül.

1977-1979 közreműködött a Geodéziai Bibliográfia III. szerkesztésében. 1973-tól részt vett és részben szervezte a Fejérmegyei földrajzi névgyűjtést. Erről a tevékenységéről több helyen tartott előadást. Oktató munkája mellett geomorfológiai tanulmányokkal, a digitális domborzatmodellel, a numerikus topográfia módszereivel, a topográfiai felmérés, térképezés és a számítástechnika kapcsolatának fejlesztésével foglalkozott. Tagja volt az MTA Térképészeti Albizottságának, a megyei Honismereti Bizottságnak, a TIT megyei szervezete vezetőségének.

Eddig a száraz tények, de János sokkal több volt ezeknél. Egy olyan, a szó legnemesebb értelmében ember volt, aki egy igazi családapa, igazi jó kolléga volt. Szeretettel beszélt mindig családjáról, feleségéről és gyermekeiről (Ildikó és János), később unokáiról. A tanszék, de az egész főiskolai közösség aktív tagja volt. Nekem TDK konzulensem, majd záródolgozati (ma szakdolgozat) konzulensem volt. Később is segített, támogatott, mint fiatal kollégát. Sokat tanultam tőle szakmai és más téren is egyaránt. Megszerettette velem a topográfiát, annak minden elemét. A terepgyakorlatokon és a szakmai kirándulásokon a szakma szeretetét, a tárgy iránti elkötelezettségét mutatta meg nekünk. Büszke vagyok arra, hogy a tőle tanultakat, mikor átvettem a Topográfia tárgy oktatását, később felhasználhattam, a tőle kapott biztos szakmai ismeretekre támaszkodhattam.

A selmeci diák hagyományok ápolása során is sokat dolgoztunk együtt. A szakosztályok szervezésében, a szakmai, topográfiai és a szlovákiai kirándulásokon segíthettem a munkáját, közben tanulva, elveszeve tőle azt a tudást, amivel rendelkezett.

Halála az egész GEO-s közösséget megrendítette. Ezt bizonyítja az a rengeteg bejegyzés, amit a közösségi oldalakon olvashatunk. A bejegyzések közül, amiket volt hallgatói írtak, hármat szeretnék idézni, ami jellemző volt:

Szerencsés vagyok, hogy a diákja lehettem. Fantasztikus ember volt, szigorú, kökemény, mint a kőzet, de értelmes, kedves és szerethető. Büszke vagyok és szerencsés, hogy tanított, megszerettette velem az országunkat, minden kis dombocskáját, folyókanyarulatát, suvadásokat és löszfalait, hegyeit. Köszönöm neki.

János mostantól az égi sörmezőkről figyel ránk, onnan adja jótanácsait. A GEO oktatói, hallgatói nevében mondhatom, egy nagy űrt hagyott maga után.

Soha nem felejtünk, nyugodj békében.

Dr. Engler Péter

Óbudai Egyetem, Geoinformatikai Intézet

MI IRÁNYELVEK

a Geodézia és Kartográfia
folyóiratba leadott cikkek esetében

ENGEDÉLYEZETT MI HASZNÁLAT

- Nyelvtan vagy stílus ellenőrzése ✓
- Képek javítása a tartalom megváltoztatása nélkül ✓
- Kutatás fókuszaként való használat ✓
- Mindig meg kell adni az alkalmazás nevét és verzióját ✓
- A promptokat listászerűen fel kell tüntetni a cikk függelékében ✓



NEM TÁMOGATOTT MI HASZNÁLAT

- ✗ A szakirodalmi elemzés vagy más részek megírására
- ✗ Adatok gyártására vagy elemzésére
- ✗ Vizualizációk (e.g. táblázatok, képek, ábrák) készítésére
- ✗ Az alkalmazás vagy a promptok feltüntetése nélküli használat



További kérdések esetén keresse a szerkesztőbizottságot.

AI POLICY

for the papers submitted towards
Geodesy and Cartography

PERMITTED AI USAGE

- To check the grammar or style ✓
- To enhance images without changing the content ✓
- To utilize it as a focus of research ✓
- Always provide the name and version of the tool ✓
- Prompts should be included as an appendix of your paper ✓



NOT SUPPORTED AI USAGE

- ✗ Writing the literature review or any further sections
- ✗ Creating or analysing data
- ✗ Creating visuals (e.g. tables, images, charts)
- ✗ Not providing the application or the prompts



With further enquiries please reach out to the editorial board.

*A navigáció fontosságának hangsúlyozásával kívánunk
Áldott Békés Karácsonyt, minden kedves Olvasónknak!*

