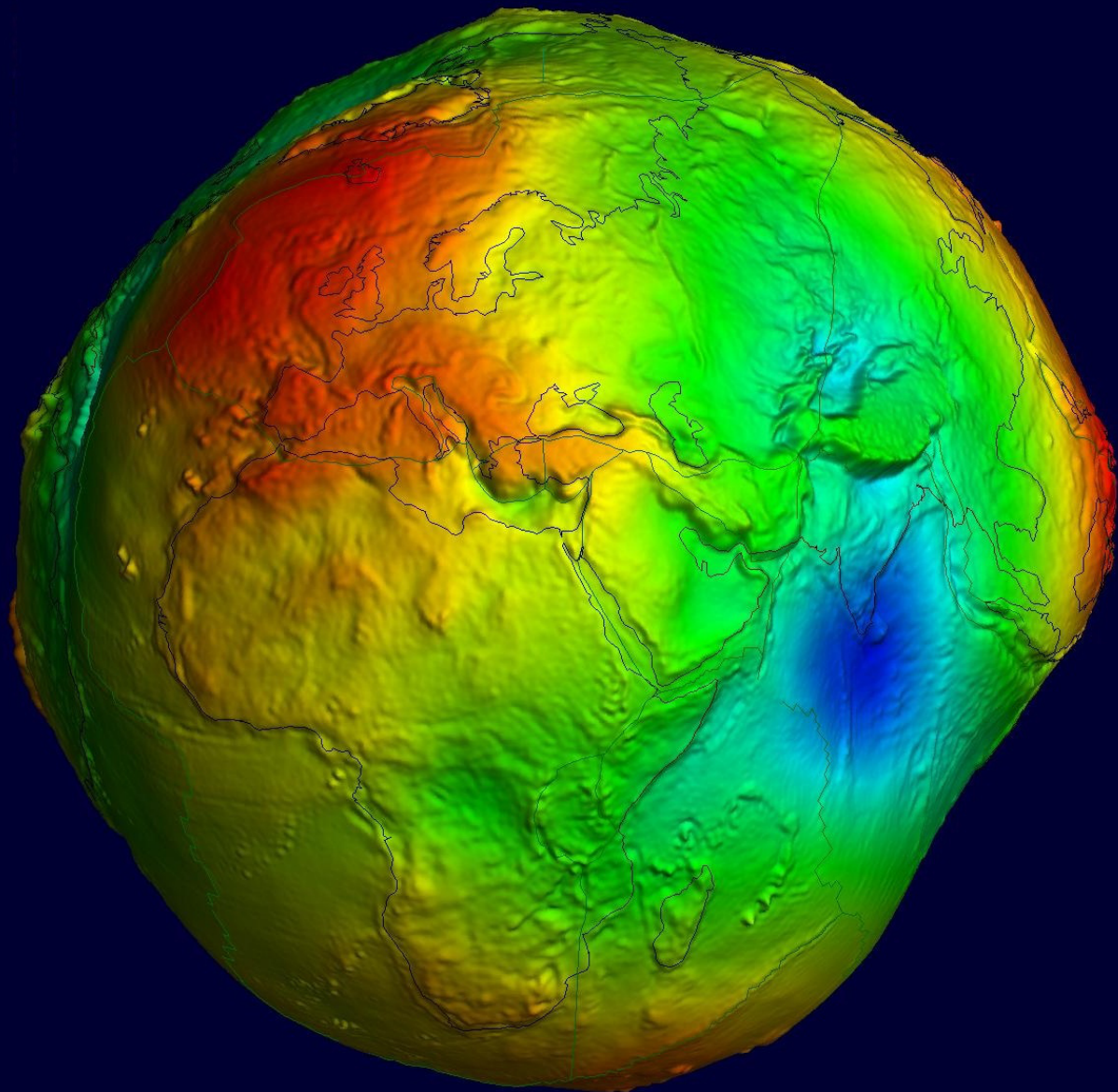




GEODÉZIA ÉS KARTOGRÁFIA



2025 / 1
LXXVII. ÉVFOLYAM

Újévi köszöntő

Városi felszínborítás osztályozásának lehetőségei

RTK-mérések pontossága és hatékonysága

Fontosabb állomások a földalak meghatározásának
történetében

Hírek, rendezvények

Nekrológ

nka
támogatással

Crossref

Scopus

GEODÉZIA ÉS KARTOGRÁFIA az Interneten

Lapunk 2024-es lapszámai már az
Interneten is olvashatók!

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



BME

Szerez **földmérő** mesterdiplomát a BME-n!

2025-ben először **levelező** képzésben is!

Pótfelvételin is meghirdetjük!

www.felvi.bme.hu

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: mfttt.titkarsag@gmail.com;
Web: https://www.mfttt.hu/

FŐSZERKESZTŐ/EDITOR-IN-CHIEF:

Dr. Földváry Lóránt

SZERKESZTŐBIZOTTSÁG/EDITORIAL BOARD:

Böröcz Balázs, Dr. Bozsó István, Dr. Busics
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. Biró 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, TÖRDÉLŐ/ 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 őrünk 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

BAGOSI Mária Adrienn, TÓTH Balázs, RÓZSA Szabolcs: Újévi köszöntő: gondolatok a 2025. év küszöbén	» 4
SÓTI Márkó, MUCSI László: Városi felszínborítás osztályozásának lehetőségei idősoros DESIS és PlanetScope műholdfelvételek fúziójából	» 9
TAKÁCS Bence: RTK-mérések pontossága és hatékonysága	» 18
SZÜCS László: Fontosabb állomások a földalak meghatározásának történetében	» 24

Földmérők világnapja 2025	» 29
Hírek	» 33
Nekrológ	» 38

Contents

New Year greetings: thoughts on the threshold of 2025 (Mária Adrienn BAGOSI, Balázs TÓTH, Szabolcs RÓZSA)	» 4
Possibilities of urban land cover classification based on fusion of DESIS and PlanetScope satellite image time-series (Márkó SÓTI, László MUCSI)	» 9
Accuracy and efficiency of RTK measurements (Bence TAKÁCS)	» 18
Major milestones in the history of determining Earth's shape (László SZÜCS)	» 24

Global Surveyor's Day 2025	» 29
News	» 33
Obituary	» 38

Címlapon: A potsdami krumpli: a német GeoForschungsZentrum (GFZ) által műholdas gravimetriai mérésekből levezetett geoid modell

On the Cover Page: The Potsdam Potato: the geoid model derived from space gravimetry observations by the GeoForschungsZentrum (GFZ), Germany

Újévi köszöntő: gondolatok a 2025. év kezdetén

BAGOSI Mária Adrienn¹, TÓTH Balázs², RÓZSA Szabolcs³

¹Agrárminisztérium Földügyi és Térinformatikai Főosztály

²Közigazgatási és Területfejlesztési Minisztérium Ingatlan-nyilvántartási Főosztály

³Magyar Földmérési, Térképészeti és Távérzékelési Társaság

[DOI: 10.30921/GK.77.2025.1.1](https://doi.org/10.30921/GK.77.2025.1.1)

Absztrakt

Cikkünk az Agrárminisztérium Földügyi és Térinformatikai Főosztálya, a Közigazgatási és Területfejlesztési Minisztérium Ingatlan-nyilvántartási és Térképészeti Főosztálya, valamint a Magyar Földmérési, Térképészeti és Távérzékelési Társaság (MFTTT) vezetőinek éértékelő és az új év tekintetében feladatismertető összefoglalója.

Abstract

This paper is a summary of the annual evaluations and forthcoming tasks in the new year by the heads of the Department of Land Administration and Geoinformation in the Ministry of Agriculture, the Department of Land Registration and Mapping in the Ministry of Public Administration and Regional Development, and the Hungarian Society of Surveying, Mapping and Remote Sensing.

Tisztelt Olvasók! Kedves Kollégák!

Ismét mozgalmas és sok munkával töltött év van mögöttünk, ugyanakkor az új évben is fontos feladatok megvalósításával fogunk szembenézni. Az Agrárminisztérium Földügyi és Térinformatikai Főosztálya nevében békés, boldog és sikerekben gazdag, eredményes új esztendőt kívánok a Geodézia és Kartográfia folyóirat minden Kedves Olvasójának, a Magyar Földmérési, Térképészeti és Távérzékelési Társaság tagjának, a földmérés, a térképészet, a térinformatika, az ingatlan-nyilvántartás, a földügy és a távérzékelés területén működő szakmai szervezeteknek, intézményeknek, gazdasági társaságoknak, továbbá a szakterület valamennyi munkatársának, akik munkájukkal támogatják a közigazgatás működését, az ágazat fejlődését, a szakmai célok megvalósulását.

A földügyi és térinformatikai szakterület szakmai irányítását az Agrárminisztériumban továbbra is a Földügyi és Térinformatikai Főosztály végzi, mely feladatait az Erdőkért és Földügyekért Felelős Államtitkárság keretén belül Zambó Péter államtitkár, valamint dr. Kovács Zita földügyekért felelős helyettes államtitkár vezetésével látja el.

Feladataink közül kiemelendő, hogy 2024-ben is folytatódott a részarány földkiadás során keletkezett osztatlan közös tulajdon megszüntetése tárgyú – közismert nevén OKTM – program. Ezen eljárásokat korábban a Nemzeti Földügyi Központ (a továbbiakban: NFK) jogi szolgáltató és földmérő vállalkozó vagy vállalkozás közreműködésével végezte. Az OKTM feladatok végrehajtásában jelentős változást hozott, hogy az

NFK által kötött jogi szolgáltató szerződések már 2022. december 31-ével megszűntek a kormányzati igazgatási szervek, valamint meghatározott gazdasági társaságok egyes szerződesei megszűnésének megállapításáról szóló 429/2022. (X. 28.) Korm. rendelet alapján és 2023-ban sem került jóváhagyásra az új jogi szolgáltatói szerződések megkötése. Emiatt 2023. szeptember 1-jével a még hátralévő eljárások kétharmada – azok, amelyekben még nem került sor az első egyezségi tárgyalásra szóló meghívók kiküldésére – már átkerült a vármegyei kormányhivatalok ingatlanügyi hatóságaihoz az eljárások lefolytatására. A kormányhivatal, mint segítő közreműködő végzi többek között a megosztás földmérési feladatait, illetve a kormányhivatal jogtanácsosa jegyzi ellen a jogváltozás bejegyzésének alapjául szolgáló egyezségi okiratot.

2024. május 31-ével az NFK beolvadásos különválással megszűnt, így indokoltá vált, hogy a programból még hátralévő feladatokat is a kormányhivatalok végezzék el.

A földeken fennálló osztatlan közös tulajdon felszámolásáról és a földnek minősülő ingatlanok jogosultjai adatainak ingatlan-nyilvántartási rendezéséről szóló 2020. évi LXXI. törvény (a továbbiakban: Foktftv.) 2024. május 17-ével hatályba lépett módosítása következtében a további fennmaradó folyamatban lévő eljárások is átadásra kerültek a kormányhivataloknak. Ez egyúttal azt is jelentette, hogy az NPK és a földmérő vállalkozók között a földmérési munkák elvégzésére kötött hatályos vállalkozási szerződések 2024. május 17-én a törvény erejénél fogva megszűntek.

A megosztások költségeit továbbra is az állam viseli, a kormányhivatal azonban saját döntése alapján megbízhat

földmérő vállalkozót vagy vállalkozást, illetve jogi szolgáltatót a feladatok elvégzésére.

A 2015 óta folyamatban lévő eljárások 93%-a befejeződött, a még hátralévő mintegy 3600 db eljárást – amelyek készülsége igen eltérő fázisban van – várhatóan a kormányhivatalok még ebben az évben befejezik. A lezárt eljárásokban mintegy 250 ezer tulajdonos részére került kiadásra önálló helyrajzi számú földrészlet, hozzájárulva a tiszta tulajdoni viszonyok megteremtéséhez.

Fontos megemlíteni, hogy a fenti változás miatt a részarány földkiadás során keletkezett osztatlan közös tulajdon megszüntetésének részletes szabályairól szóló 374/2014. (XII. 31.) Korm. rendelet hatályon kívül helyezésre került, és helyette 2025. április 25-én hatályba lépett a részarány földkiadás során keletkezett osztatlan közös tulajdon megszüntetésének részletes szabályairól szóló 79/2025. (IV. 17.) Korm. rendelet.

2014 óta minden évben nagy létszámú érdeklődő részvételével, a Magyar Földmérési, Térképészeti és Távérzékelési Társasággal közösen megrendezésre került az osztatlan közös tulajdon megszüntetéséről szóló akkreditált konferencia és továbbképzés. Ez az utóbbi két évben sajnos elmaradt, mivel a fent említett jogszabály változás miatt az OKTM projekt tervezett lezárása is későbbre tolódott. Terveink szerint a részletszabályok megjelenését követően a képzésre sor fog kerülni.

Az elmúlt év is bővelkedett jogalkotási feladatokban, így számos szakmai és funkcionális szabályváltozásra került sor hatékonyabbá téve a szakterületi feladatok megvalósítását.

A kormányzat kiemelt célja az osztatlan közös földtulajdon felszámolása, de az OKTM projekt nem terjed ki pl. a kárpótlás, az öröklés útján keletkezett osztatlan közös tulajdonnal érintett ingatlanokra, vagy az erdőkre. A Foktftv. rendelkezései már teljeskörűen szabályozzák a földeken fennálló osztatlan közös tulajdon megszüntetését. Nem elegendő azonban a meglévő osztatlan közös tulajdonok megszüntetéséről rendelkezni, a következő szükséges lépés az újabb osztatlan közös tulajdonok kialakulásának megakadályozása. A közös tulajdon keletkezésének – a részarány földkiadás mellett – a másik fő oka az öröklés, így indokoltá vált ennek hatékony rendezése. E célból 2023. január 1-jével hatályba lépett a Foktftv. „Az osztatlan közös tulajdon megszüntetése öröklés esetén” elnevezésű alcíme, amely alatt a törvény egyrészt az örökhagyó kizárólagos tulajdonában álló föld, másrészt az osztatlan közös tulajdonban fennálló, az örökhagyó tulajdonában álló tulajdoni hányad öröklésének tekintetében rendelkezik. 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. Ezen rendelkezések 2024-ben pontosításra kerültek, csak úgy, mint a bírósági letétbe helyezés szabályai. A tiszta, átlátható földtulajdoni struktúra kialakítása tekintetében nagy jelentőséggel bír a földeken fennálló osztatlan közös tulajdon, mint kényszerközösség megszüntetésére irányuló újabb jogszabályi környezet megteremtése, jelenleg mintegy 6300 eljárás van folyamatban.

Meg kell említeni, hogy az Elektronikus Ingatlan-nyilvántartás projekt (a továbbiakban: E-ING) keretében zajló fejlesztések a Földügyi és Térinformatikai Főosztály szakmai irányítási körébe tartozó szakterületeket is érinti.

A Foktftv. szerint a megosztás térinformatikai segítséget nyújtó informatikai alkalmazás, az Osztóprogram alkalmazásával történik. Az E-ING rendszer bevezetésére figyelemmel szükséges a két rendszer összehangolása, amelyek eredményeképpen továbbra is egy olyan átlátható, könnyen kezelhető informatikai alkalmazás álljon a megosztást kérő földtulajdonosok rendelkezésére, amit saját maguk az egyezségi akaratuk szerint képesek használni a vonatkozó új ingatlan-nyilvántartási szabályozás szerint. Az Osztóprogram, figyelemmel az E-ING rendszer bevezetésével bekövetkező változásokra a hatályos ingatlan-nyilvántartás adatai, valamint a tulajdonostársak megállapodása alapján elvégzi a megosztást, és elkészíti az ingatlan-nyilvántartási átvezetéshez szükséges műszaki dokumentációt, nevesítve a digitális változási állományt, a megosztást bemutató térképvázlatot és a területkimutatást. A változási állomány és a területkimutatás elektronikus úton, közvetlenül az Osztóprogramból is beküldésre kerül a területileg illetékes ingatlanügyi hatósághoz. Az okiratok melléklete kötelezően az Osztóprogram által elkészített, kinyomtatott, és az érintettek által aláírt térképvázlat és területkimutatás is.

Az Osztóprogram szerepe, hogy támogassa a megosztás folyamatát, segítse a tulajdonostársak egyezségének létrejöttét, és ezt megfelelő módon térképi formában rögzítse is. Mivel a földrészletek megosztása földmérő szakember igénybevétele nélkül történik, ezért a program feladata biztosítani, hogy szaktudás hiányában is elvégezhető legyen a megosztás a tulajdonosok által az új típusú adatformátumokkal és az E-ING rendszer szerinti igények figyelembevételével is. Alapvető követelmény, hogy a megosztásról készült digitális és analóg műszaki dokumentáció mérnöki ismeretek nélkül elkészíthető legyen, az Osztóprogram alkalmazásával előálló állomány pedig alkalmas legyen az ingatlan-nyilvántartási átvezetésre az E-ING rendszerben.

Az Agrárminisztérium a jelenleg rendelkezésére álló információk birtokában megtette a szükséges intézkedéseket, hogy az Osztóprogram az E-ING bevezetését követően is el tudja majd látni feladatait.

A Földügyi és Térinformatikai Főosztály szakmai irányítási körébe tartozó hatósági eljárásokat érintően fontos kiemelni, hogy a jelenleg bevezetés alatt álló E-ING rendszer a hatósági eljárást megindító kérelmek papíralapú benyújtásának lehetőségét a jövőben sem szünteti meg. Fontos változás lesz ugyanakkor, hogy a föld tulajdonjogának átruházására irányuló vagy a föld tulajdonjogát érintő más jogügylet írásba foglalására, továbbá azok ingatlan-nyilvántartási bejegyzéséhez szükséges jognyilatkozatok megtételére szolgáló, külön kormányrendeletben meghatározott biztonsági kellékekkel rendelkező papíralapú okmány használata fokozatosan kivezetésre kerül, és azt felváltja a szerződések és jognyilatkozatok elektronikus regisztrációja. A biztonsági

okmány használata csak egy úgynevezett átmeneti időszakot követően szűnik meg teljesen. Ez az átmeneti időszak az új informatikai rendszerben az ötszázszázadik végleges döntés meghozatalát követő 10. napon ér véget. Ezt az időpontot az ingatlan-nyilvántartásért felelős miniszter annak ismertté válását követően a Magyar Közlönyben haladéktalanul közzétett határozatával állapítja meg. Az átmeneti időszak lejártát követően válik tehát csak kötelezővé a szerződések elektronikus regisztrációja, a biztonsági okmány addig is teljes értékűen használható.

Az elmúlt évben hatályba lépett törvénymódosítások közül kiemelendő a rizstelepekre vonatkozó különös szabályozás kidolgozása. A rizstermesztés a mezőgazdasági termelés speciális ágazata. A rizstermesztésre szolgáló területek az egyes ingatlanok határain túlnyúló, sajátos egységet képeznek. Ezek az egységek – az úgynevezett rizstelepek – a domborzati viszonyokhoz, a megfelelő vízellátást biztosító árok- és csatornarendszerekhez igazodva kerülnek kialakításra. A rizztelep megfelelő működéséhez a földhasználónak jelentős ráfordításokat kell eszközölnie: ki kell alakítani a rizskazetták rendszerét, mérnöki pontossággal kell biztosítani a terület vízellátását, a terület megmunkálásához és a betakarításhoz pedig speciális gépekre van szükség. Nagyon fontos tehát, hogy a rizstelephez tartozó földrésztelkek – ideértve a földeket és a rizstermesztéshez szorosan kapcsolódó, művelés alól kivett területeket (csatornák, töltések, művelési utak) is – jogilag is egy birtoktestet képezzenek, hasznosításuk egy egységként, azonos időtartamra és azonos feltételek mellett történjen. A földforgalmi szabályozás ezért a rizstelepeket ex lege dologösszességgé nyilvánítja, és ehhez igazodóan határozza meg az ahhoz tartozó ingatlanok értékesítésének és használatának különös szabályait. A visszaélések megelőzése érdekében és a jogbiztonság követelményének eleget téve a speciális szabályok csak olyan területre vonatkozhatnak, amelyet egy megelőző hatósági eljárásban rizsteleppé minősítettek és a rizztelep minőség jogi jellegként az érintett ingatlanok tulajdoni lapjára is felkerül, tehát az a közhiteles ingatlan-nyilvántartásból mindenki számára megismerhető. A rizsteleppé minősítést szolgáló hatósági eljárás végrehajtási részletszabályainak kidolgozása az érintett szakterületek bevonásával jelenleg is folyamatban van.

Feladataink megvalósításában az új évben továbbra is számítunk a szakma képviselőinek támogató együttműködésére, szakértelmére a közös célok sikeres elérése érdekében.

Kollégáinknak, partnereinknek, valamint a Geodézia és Kartográfia minden Kedves Olvasójának jó egészséget, sok sikert kívánok a Földügyi és Térinformatikai Főosztály munkatársai nevében a 2025. évben!

Dr. Bagosi Mária Adrienn

főosztályvezető

AM Földügyi és Térinformatikai Főosztály

Tisztelt Olvasók, Kedves Kollégák!

A Közigazgatási és Területfejlesztési Minisztérium Ingatlan-nyilvántartási és Térképészeti Főosztályának (továbbiakban: ITF) tevékenysége a 2024. évben az ingatlan-nyilvántartást támogató új informatikai rendszer bevezetésének előkészítésével telt. Ennek megfelelően koordinálta az adatmigráció ellenőrzését, az E-ING alkalmazás javításait, funkcióit tesztelte, illetve kidolgozta az ingatlanügyi hatóságok átállásának tervét.

2025. január 15-én hatályba lépett

- az ingatlan-nyilvántartásról szóló 2021. évi C. törvény,
- az ingatlan-nyilvántartásról szóló 2021. évi C. törvény hatálybalépésével összefüggő átmeneti rendelkezésekről, valamint egyes, az ingatlan-nyilvántartással, területrendezéssel, településrendezéssel kapcsolatos és kulturális tárgyú törvények módosításáról szóló 2021. évi CXLVI. törvény, illetve
- az ingatlan-nyilvántartásról szóló 2021. évi C. törvény végrehajtásáról szóló 179/2023. (V.15.) Kormányrendelet.

Ez a három jogszabály hivatott az ingatlan-nyilvántartás rendelkezéseit - első sorban tulajdoni lapokon történő változásvezetés szempontjából - újraszabályozni annak érdekében, hogy az előző szabályozás óta eltelt időszak változásait, valamint, hogy a földügyi igazgatás esetében az elektronikus ügyintézés megvalósításához szükséges speciális, illetve részletszabályok is megjelenhessenek.

Az ITF-nek jelenleg kiemelt feladata, hogy az egységes jogértelmezést elősegítse, illetve utólagos hatásvizsgálatokat végezzen az új szabályozás terén. Ennek érdekében külön kommunikációs csatorna áll rendelkezésre a fővárosi és vármegyei kormányhivatalokkal. Természetesen a KTM nemcsak a kormányhivatalok szakmai irányítója, hanem mint a szakterületek szabályozásáért felelős irányító, a szakmai képviseletek kamarái által feltett jogértelmezési kérdésekre is válaszol. Arra tekintettel, hogy az állami ingatlan-nyilvántartási térképek, illetve azok szabályozásában még kevesebb új jogszabályi rendelkezés lépett hatályba, a fókusz jelenleg a tulajdoni laphoz köthető ügyletekre terelődik.

Mind a jogszabályi változások, mind pedig az informatikai rendszer indulása során kiemelt prioritással bír, hogy az ingatlan-nyilvántartási, térképészeti ügyvitel zökkenőmentesen történhessen minden érintettnél. Éppen ezért az átállás akkor történik meg, amikor az ingatlanügyi hatóságok és tevékenységük biztosított.

A térképészeti területen a jelentős, napi munkát befolyásoló jogszabályok hatályba lépése várat magára. Ennek oka, hogy az új informatikai rendszer az eddigi DAT adatcsere formátumot lecseréli a GML-re. Az átállás ebben az esetben nem lehet lépcsőzetes, így éles időbeni határvonal húzódik a régi és új rendszer működése között. Az ezt szabályozó jogszabályi környezet és az informatikai váltás így sokkal szorosabban kötődik egymáshoz. Az új jogszabály jelen esetben az ingatlan-

nyilvántartási célú földmérési és térképészeti tevékenység részletes szabályairól szóló 8/2018 (VI.29.) rendeletet felváltó új miniszteri rendelet lesz. Az új rendelet közigazgatási, és társadalmi egyeztetése megtörtént, így nem lesz ismeretlen a földmérő szakma előtt a szabályozás. A társadalmi egyeztetések során a javaslatokat a főosztály áttekintette és az indokoltakat beépítette a tervezetbe.

Az ITF az új jogszabályi környezet és rendszer bevezetését követően is tovább folytatja a munkát és ellátja a szakmai irányítói feladatokat. Az eddigi gyakorlatnak megfelelően a szakmai kamarákkal való folyamatos kapcsolat, az E-ING rendszer használatából fakadó tapasztalatok gyűjtése, összegzése, a jogszabályok utólagos hatásvizsgálata és szükség szerinti módosítások, kiegészítések kezdeményezése továbbra is elengedhetetlen ahhoz, hogy a térképészeti ügyvitel valamennyi érintett fél számára kielégítően történjen.

Dr. Tóth Balázs

főosztályvezető

KTM Ingatlan-nyilvántartási Főosztály

Tisztelt Olvasóink, Kedves Kollégáink és Tagtársaink!

Az Újév mindig egyfajta számvetésre és az előttünk álló új tervek felvázolására is alkalmat ad. 2024 sok kihívást és feladatot tartogatott számunkra. Volt, amelyekben sikerült eredményt elérni és sajnos olyan is volt, amelyben az elért eredmények messze elmaradtak a várakozásainktól.

A Társaság működésével kapcsolatosan számos kihívással találkoztunk az elmúlt évben. Már 2023-ban láttuk, hogy a Társaság jelentős költségvetési problémákkal küzd. A megnövekedett nyomdai és postai költségek szaklapunk, a Geodézia és Kartográfia nyomtatott kiadásának fenntartását finanszírozhatatlanná tették, emiatt – és az időközben megváltozott tartalomfogyasztási szokások miatt is – 2023. év végén Közgyűlésünk úgy döntött, hogy a szaklap kiadását áttereli az online térbe. 2024. év első felében a folyóirat technikai szerkesztési feladatai gyakorlatilag ellehetetlenültek, a nyomtatott számok is csak jelentős késéssel jelentek meg, miközben az online folyóirat elindítását sem sikerült megvalósítani. Buga László főszerkesztő úr – aki óriási munkával és sok-sok energiával hosszú éveken át sikeresen látta el a főszerkesztői feladatokat – kezdeményezte a szerkesztőség megújítását és a technikai szerkesztési folyamat újjáépítését. Egyúttal főszerkesztő úr kérte, hogy e munkát egy új főszerkesztő irányítsa. Az MFTTT Intézőbizottsága szeptemberi ülésén – megköszönve és elismerve főszerkesztői munkásságát – Dr. Földváry Lórántot kérte fel a főszerkesztői feladatok ellátására, a technikai szerkesztés megvalósítását pedig átmenetileg a BME Általános- és Felsőgeodézia Tanszék vállalta

magára. Az ősz folyamán véglegesítettük a Geodézia és Kartográfia online felületét, kialakítottuk a kéziratok beadásához szükséges formai követelményeket és mintaállományokat, így módon egyszerűsítettük a technikai szerkesztés folyamatát. Ennek köszönhetően sikerült online formában két összevont számban megjelentetni a Buga László főszerkesztése alatt korábban már elfogadott kéziratokat. Az Agrárminisztérium támogatásának köszönhetően ezeket a számokat még nyomtatott formában is meg tudtuk jelentetni 2025. januárjában.

2025-től a Geodézia és Kartográfia megjelenését hibrid formában valósítjuk meg. Alapértelmezésben a folyóiratot online formában, nyílt hozzáféréssel fogjuk publikálni. Terveink szerint jogi személy tagjainknak és azon egyéni tagjainknak, akik a folyóirat postázási és nyomdai költségeit részben át tudják vállalni, a folyóirat nyomtatott formában történő megjelentetését is tervezzük.

2024. tavaszán – immár hagyományosan – megszerveztük a Földmérők Világnapja hazai rendezvényét. Ebben az évben a rendezvény tematikájának a földmérés, térképészet, térinformatika és távérzékelés éghajlatváltozás vizsgálatában és a következményeinek kezelésében betöltött szerepének bemutatását választottuk. Ezúton is köszönöm Iván Gyula főtitkárhelyettes úr munkáját, aki e rendezvényünket rendszeresen szervezi. 2025. sem múlhat el a Földmérők Világnapja nélkül, március 20-án „A helymeghatározástól a nyomkövetésig” címmel szerveztük meg e rendezvényünket a BME Dísztermében.

2024. szeptemberében az Erdélyi Műszaki Társaság Csíkszeredán rendezte meg a jubileumi XXV. Földmérő Találkozót. Az EMT Földmérő szakosztályával és dr. Ferencz József elnök úrral hosszú ideje szoros együttműködést ápol a Magyar Földmérési, Térképészeti és Távérzékelési Társaság. Mivel 2024-től az EMT vezetését Dr. Rákossy Botond József vette át, az MFTTT vezetése a leköszönő elnököt – elismerve elévülhetetlen érdemeit az anyaországi és az erdélyi földmérő társadalom kapcsolatainak ápolásában – a Magyar Ezüst Érdemkereszt kitüntetésre terjesztette fel. Nagy örömkre szolgált, hogy Magyarország Kormánya támogatta javaslatunkat! A XXV. Földmérő Találkozón összesen 107 kollégánk vett részt, 62 fő Erdélyből, míg 45 fő Magyarországról. A konferencián az EMT Földmérő Szakosztálya, valamint és az MFTTT elnöke közösen adta át a Márton Gyárfás emléklapok, amelyet anyaországi földmérőként Rácz Kálmán kapott meg több évtizedes kitartó, közösségépítő munkája eredményeként. A konferencián 20 szakmai előadás került bemutatásra. A tudományos/szakmai ismeretek terjesztésén és a jó gyakorlatok kölcsönös megismerésén túl a Földmérő Találkozón minden évben egy-egy tartalmas kiránduláson is részt vehetünk. Idén a Csíksomlyó – Nyerges-tető – Kézdivásárhely – Bálványosvár – Csiszárfürdő – Szent Anna-tó – Mohos tőzepláp – Tusnádfürdő – Csíksomlyó útvonalat jártuk be, a csodálatos székesföldi táj mellett a szemfülek még medvét is láthattak. Esténként pálinkakostolással egybekötött ünnepi vacsorán vehettünk részt, ahol tovább mélyíthettük barátságunkat. Bízom abban, hogy e rövid beszámoló egyben kedvcsináló is a XXVI. EMT Földmérő

Találkozóhoz. Anyaországi geodétaként fontos feladatunk és egyben kötelességünk az erdélyi kollégákkal a kapcsolatunk további elmélyítése és szakmai tapasztalataink kölcsönös megosztása. Nagyon bízom abban, hogy 2025-ben még nagyobb létszámmal tudjuk képviselni a hazai geodéta társadalmat az EMT XXVI. Földmérő Találkozóján! Idén szeptember 18-21. között Nagyszebenben tartják a találkozót, írjuk be a naptárakba az időpontot!

Az eredmények mellett azonban voltak kudaraink is a tavalyi évben. A földmérők közössége kétségkívül izgatottan várta/várja az ingatlanvilvántartás 2025. évben bevezetendő új elektronikus rendszerét. Az elmúlt években számos alkalommal kértük fel a rendszer fejlesztőit, az ágazat irányítóit, hogy szakmai fórumainkon informálják a földmérőket az új rendszerről, a kapcsolódó jogszabályi háttérrel és arról, hogy milyen technikai fejlesztéseket kell a vállalkozásoknak végrehajtani ahhoz, hogy továbbra is ki tudják szolgálni a lakosság - különösen az ingatlanvilvántartással kapcsolatos – földmérési igényeit. Az e téren elért eredményeink elmaradtak a várakozásainktól. 2024. év elején megkerestük a Közigazgatási és Területfejlesztési Minisztériumot és ismételten felajánlottuk segítségünket a földmérő közösség tájékoztatása, a rendszer tesztelése és a kapcsolódó jogszabályok/szabályzatok véleményezése terén. Májusban a Lechner Tudásközpont vezetőivel egyeztetettünk e kérdésekről, ahol ígéretet kaptunk arra, hogy hamarosan elérhetővé válik az a tesztkörnyezet, amelyben az adatszolgáltatást és a változási állományok záradékolásra beadását is tesztelhetjük. Emellett kértük a GML séma és az attribútumtáblák publikálását csakúgy, mint a változási állományok elkészítéséhez kapcsolódó szabályok közzétételét is, hiszen akkor még 2024 őszén történő bevezetésről szóltak a hírek. Több szakmai anyagot kaptunk véleményezésre, amelyet szakértő kollégáink el is végeztek. Augusztus végén öt tagunk részt vett egy meghívásos workshopon, amelyen a változási állományok FreeTR szoftverben történő előállítását tekinthették meg. 2024 őszén vált elérhetővé a földmérési adatcserét megvalósító GML adatfájlok adatszerkezetének dokumentációja továbbá az objektumfélések leíró adatait bemutató táblázatok. E sorok írásakor úgy tűnik, hogy 2025 tavaszán kezdődhet meg a földmérők oktatása és felkészítése az E-ING rendszer használatára. Az új rendszer használata a gyakorló földmérőktől is új ismeretek, eljárások elsajátítását igényli. A hagyományos, mindannyiunk által jól ismert digitális térképszerkesztési eljárásokról át kell térnünk a térinformatikai gondolkodásmódra. A változási állományok már térinformatikai adatbázisok, az abban szereplő objektumokat számos attribútumadattal kell felruházunk a térképszerkesztés során, ami eleinte szokatlan lehet számunkra. Bár ez a földmérő részéről sok esetben többletmunkát igényel, kétségtelen előnye a térinformatikai gondolkodásmódnak, hogy a változási állományok átvezetése sok esetben akár teljes mértékben automatizálhatóvá válhat, ami az ügyintézési idő csökkenését hozhatja. Bízunk benne, hogy e lehetőségeket az E-ING rendszer maradéktalanul ki fogja használni, és összességében hatékonyabb munkavégzést tesz majd lehetővé már a bevezetésétől kezdve.

A 2025-ös évet nagy tervekkel indítjuk. Szeretnénk feleleveníteni a Vándorgyűlés hagyományát és az idei évben

ismét megszervezni e rendezvényünket. Az eredeti terveink szerint májusban szerveztük volna meg az eseményt, aminek az E-ING bevezetése is jó apropót adott volna. A teljes bevezetésre azonban bizonyosan ennél később fog sor kerülni, így a Vándorgyűlést is legkorábban az őszi folyamán célszerű megszerveznünk.

Bár már a tavalyi évben is fontos célunk volt, hogy a Társaság tevékenységét vonzóbbá tegyük a fiatalabb korosztályok számára, e téren még sok feladat áll előttünk. Nagy örömünkre szolgált, hogy a Földmérők Világnapja rendezvényen számos fiatal kollégánk adott elő. Egy másik újdonság, hogy reményeink szerint hamarosan már hazai tagja is lesz a FIG Fiatal Földmérők Hálózatának (Young Surveyors' Network). A kommunikáció terén nyitunk a közösségi média felé, már korábban elkészült az MFTTT Facebook oldala, amelyet már több mint 300-an követnek. A Geodézia és Kartográfia online elérésének biztosításával a közösségi médiában is meg fognak jelenni a folyóiratban megjelenő szócikkek és érdekességek. Az igazán fiatalok azonban már más platformokat használnak, ami új kihívásokat jelent a Társaság számára.

A Geodézia és Kartográfia szaklap által biztosított kommunikációs csatorna mellett továbbra is megújításra szorul a Társaság honlapja is. Az MFTTT honlapja immár 13. életévére ért, ami a világhálón már matuzsálemi kornak számít. Egy aktív, fiatalok számára is vonzóvá válni szándékozó szervezetnek rendszeresen meg kell újítani a honlapját mind tartalmilag, mind grafikailag. Minél előbb szeretnénk elindítani e fejlesztéseket is.

Ezévben is kiemelt feladatunk az akkreditált továbbképzési rendezvények szervezése, amelyek a szakmai ismereteink bővítésén túl a szakmai közösség megerősítését is szolgálják. E sorok megjelenésekor a Földmérők Világnapja rendezvény sikeres megszervezésén már túl is vagyunk. Az idei évben – amennyiben a Vándorgyűlést is sikerül megszervezni – még két továbbképző rendezvényt tervezünk.

A fentiekből látható, hogy egy nagyon aktív év előtt állunk! E tervek megvalósításához azonban elengedhetetlen az ágazati vezetés, a vállalkozók, a szakmai közösségek és végül, de nem utolsósorban tagjaink támogatása. A Társaság nevében köszönöm az Agrárminisztérium, az MTA és tagjaink 2024-es támogatását! Bízom benne, hogy 2025-ben több új tagot és támogatót tudhatunk majd mögöttünk és meg tudjuk valósítani terveinket: tovább tudjuk fejleszteni a geodéták közösséget! Ezúton szeretném kérni ehhez tagjaink segítségét és egyben kívánok minden kedves tagtársamnak és minden geodétának, térképésznek, geoinformatikus kollégának sikerekben és boldogságban gazdag új esztendőt!

Dr. Rózsa Szabolcs

elnök

Magyar Földmérési, Térképészeti és Távérzékelési Társaság

Városi felszínborítás osztályozásának lehetőségei idősoros DESIS és PlanetScope műholdfelvételek fúziójából

SÓTI Márkó¹, MUCSI László¹

¹Szegedi Tudományegyetem, Léggör- és Téradat Tudomány Tanszék

E-mail: sotimarko18@gmail.com

[DOI: 10.30921/GK.77.2025.1.2](https://doi.org/10.30921/GK.77.2025.1.2)

Absztrakt

A hiperspektrális távérzékelte adatok használata több új felszínborítás meghatározását teszi lehetővé városi környezetben, mint az általánosan elérhető multispektrális műholdfelvételek. A hiperspektrális műholdfelvételek hátránya a multispektrálissal szemben, hogy egyelőre jelentősen alacsonyabb térbeli felbontással rendelkeznek. A tanulmányban multispektrális PlanetScope és hiperspektrális DESIS műholdfelvételekből készült nagyfelbontású fúziós adattal különböző városi felszíneket határoztunk meg, Random Forest gépi tanulási módszerrel. Az adatokat egy budapesti mintaterületen, négy különböző időpontra készítettük el: 2022. június 24., augusztus 18., október 10., illetve 2023. február 15. A fő felszínborítási csoportok - mesterséges felület, növényzet és talaj - osztályozásával közel 90%-os összpontosságot értünk el. Továbbá az alcsoportokat is sikeresen, elfogadható pontossággal szétválasztottunk: fém, beton, aszfalt, cseréptető és lapostető felületekre. Az osztályozást külső vektoros adatforrás bevonásával, az OpenStreetMap épületpoligonjaival tovább javítottuk. Az idősoros osztályozott eredményekből meghatároztuk a mintaterület állandó és változó pixeleit a vizsgált időintervallumra.

Abstract

The use of hyperspectral remote sensing data allows for the identification of more detailed land cover types in urban environments than commonly available multispectral satellite imagery. A limitation of hyperspectral satellite imagery, compared to multispectral, is its currently lower spatial resolution. This study combines high-resolution fused data from multispectral PlanetScope and hyperspectral DESIS satellite imagery to identify diverse urban surfaces using Random Forest machine learning classifier. The data were prepared for a sample area in Budapest, captured at four different date: June 24, August 18, and October 10 of 2022, and February 15, 2023. Classification of main land cover groups—impervious surface, vegetation, and soil—achieved nearly 90% overall accuracy. Additionally, we successfully differentiated subcategories with acceptable accuracy, such as metal, concrete, asphalt, clay roof tiles, and flat roofs. The classification accuracy was further improved by incorporating external vector data, specifically OpenStreetMap building polygons. From the classified time-series data, we identified permanent and variable pixels within the sample area for the study period.

Kulcsszavak: PlanetScope, DESIS, pan-sharpening, osztályozás, városi felszínborítás

Keywords: PlanetScope, DESIS, pan-sharpening, classification, urban landcover

1. Bevezetés

2020-ban az ENSZ felmérései alapján a Föld lakóinak (7,8 md fő) több mint fele város lakó volt, és becslései alapján 2070-re a város lakók aránya 58%-ra fog emelkedni (United Nations Human Settlements Programme, 2022). Hazánkban a KSH 2024-es adatai szerint a város lakók aránya 70,22%. A városi területek a Föld felszínének egy kis töredékét teszik ki, viszont

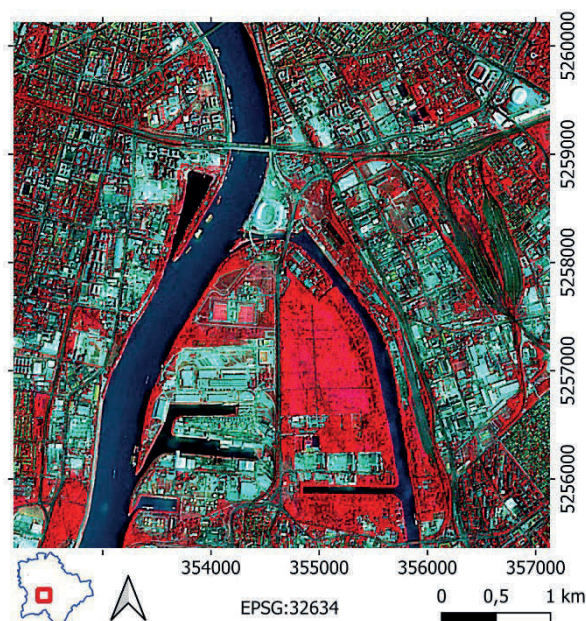
nagyban képesek befolyásolni a környezetük átalakulását és a lakosság élet színvonalát. Műhold alapú távérzékelés eszközeivel lehetőség nyílik nyomon követni a városi felszínborítás és a területhasználat változását. A városi felszínek spektrális és geometriai tulajdonságai jelentős kihatással bírnak a városok hőmérsékletére, ezért a várostervezés szempontjából szükséges ezen tényezők pontos ismerete. A városi felszínt a mesterséges és természetes anyagok változatosan építik fel. A mesterséges

felületek, mint pl. az épületek és útburkolat befolyásolják a mikroklimát, illetve akadályt képeznek a víz és csapadék természetes körforgásában. (Hayes és Sader 2001, Hargitai et al. 2006, Feranec et al. 2007, Afify 2011, Tobak et al. 2012, Ilsever & Ünsalan 2012, Falco et al. 2013, Hegazy és Kaloop 2015, Jenerowicz et al. 2019.)

Már számos kutatás készült a városi felszínborítás vizsgálatára, amely az 1980-as években terjedt el a Landsat program közepes felbontású műholdfelvételeivel, mikor a mesterséges felület, vegetáció és talajfelszín megkülönböztetésével kísérleteztek (Townshend et al. 1991). A városfelszín vizsgálat tanulmányokban egyre gyakoribb a képi elemek más adatforrással való kiegészítése, ilyenek például a digitális felszínmodellek (Al-Najjar et al. 2019). A városi felszínborítás vizsgálata hiperspektrális adatok használatával új lehetőségeket biztosít, akár az egyes alkategóriák megfelelő pontosságú szétválasztását is. Magyarországra már sikeresen alkalmaztak hiperspektrális felvételt városi területre. Az első tanulmány DAIS légi hiperspektrális adatokat használt fel Gyöngyös városi és elővárosi területének felszínborítás meghatározására, városökológia vizsgálathoz (Jung et al. 2005). A légi HS felvételezéssel szemben a hiperspektrális műholdfelvételek bár nagy spektrális felbontásúak és nagy területet fednek le (pl. 30*30 km²), önmagukban nem alkalmazhatók városi léptékben különböző mesterséges felületek osztályozására, mivel a térbeli felbontásuk túl kicsi (30 m). A pansharpening alkalmazásával, vagyis nagyfelbontású (3-5 m) multispektrális adattal való feljavítással már elérhető a megfelelő térbeli felbontás. A tanulmányban a multispektrális, 3 méteres PlanetScope felvételeit kombináltuk a hiperspektrális DESIS felvételekkel egy budapesti mintaterületen, amely adatok már alkalmazhatók a városi felszín részletes vizsgálatára. A kutatás fő célja, hogy egy olyan városi felszínfedettség osztályozási módszertant dolgozzunk ki a hiperspektrális adatok és gépi tanulási módszerek felhasználásával, mellyel később egész Budapest, illetve más magyarországi és európai városokra is alkalmazható legyen. A hiperspektrális adatok osztályozását a Random Forest gépi tanulási módszer segítségével végeztük, amely már más magyarországi DESIS adathoz kapcsolódó kutatásban kiemelkedő pontosságú eredményt ért el (Farmonov et al. 2023).

2. Mintaterület

A közel 25 km² nagyságú mintaterület Budapesten helyezkedik el, a IX., XI. és XXI. kerületekben (1. ábra). A mintaterület kiválasztásának fő szempontja, hogy a lehető legtöbbféle városi felszínborítás megjelenjen egy kisebb kivágaton, a sűrű belvárosi lakóépületektől kezdve (Ferencváros) a kis sűrűségű fás lakóövezetig (Erzsébetváros), illetve ipari övezetek és zöldterületek is szerepeljenek a mintában. A választott területen számos nagyterjedésű mesterséges felület is megtalálható, amely megfelelő, homogén pixeleket tartalmaz a szélsőpontok kijelöléséhez, mint például a Groupama aréna és az MVM Dome fémtetője.



1. ábra A budapesti mintaterület elhelyezkedése a 2022. június 22-i PlanetScope-DESIS fúzió felvételén (R:821 nm, G:665 nm, B:561 nm)

3. Adatok

A vizsgálat alapját a PlanetScope és a DESIS műholdfelvételek, illetve az abból pansharpening-el készült fúziós adatok szolgáltatták. A PlanetScope műholdkonstelláció több mint 200 cubesat egységből áll, melyek napi szintű adatot szolgáltatnak. A tanulmányban felhasznált PlanetScope multispektrális adatok térbeli felbontása 3 méter, a spektrális felbontása 431 nm – 885 nm-ig terjed, 8 sávban (Dos Reis et al. 2020, Sadeh et al. 2021, Jin et al. 2021, Planet Team 2024). A cikkben felhasznált PlanetScope adatok Farmonov et al. (2023) kutatási projektjéből származnak. A DESIS hiperspektrális szenzor a Német Repülési Központ (DLR) és a Teledyne Brown Engineering vállalat közös fejlesztése, mely 2018 óta üzemel. A szenzor a Nemzetközi Űrállomás MUSES platformján helyezkedik el, ahol 2 havonta ismétlődően 7-10 napos időablakokban készít nadír felvételeket magyarországi városokról. A felvételek kutatási céllal igényelhetők. A szenzor 235 sávban felvételez 400 – 1000 nm tartományban, 2,55 nm sáv szélességgel. A térbeli felbontása 30 méter. (Peschel et al. 2018, Heiden et al. 2019, Krutz et al. 2019.) A tanulmányban felhasznált DESIS adatok Mucsi László kutatási projektjéből származnak. A raszteres adatok 2022. június 22, 2022. augusztus 18, 2022. október 10 és 2023. február 15 időpontokban készültek. A letöltött és felhasznált adatok atmoszférikusán korrigált L2A adatok. A tanulmányban emellett OpenStreetMap vektoros épület réteget használtunk fel.

4. Módszerek

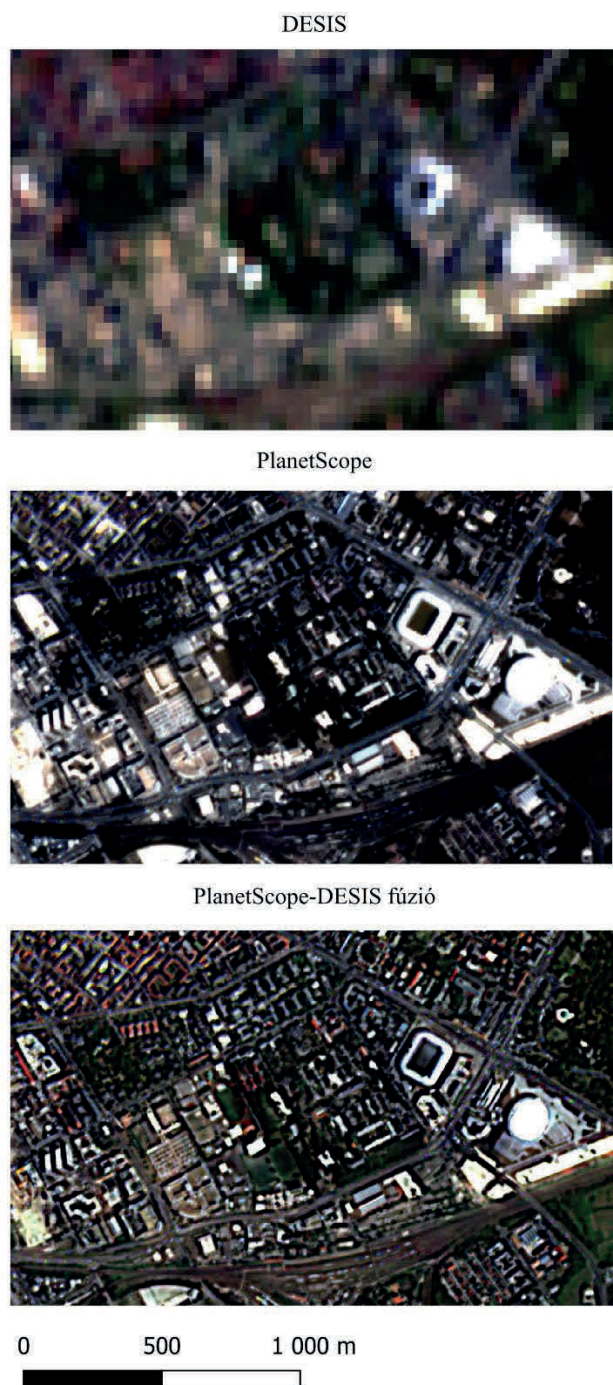
Az adatok feldolgozása az ERDAS Imagine 2020 és a QGIS program EnMap-Box bővítményével készült. Az EnMap-Box egy ingyenesen elérhető, főleg hiperspektrális adatok feldolgozására készített bővítmény, amely a DESIS adatokra is

kalibrálva van. Az egyes időpontokra készült csempéket mozaikolással egyesítettük. A feldolgozás során a felvételek maximalizált pixelértéke (10000) megfelel az 1 (vagy 100%) BoA reflektancia értéknek, mellyel kiszűrhetők a nem valós reflektancia értékű felszínek. Az ilyen kiugró értékek származhatnak például becsillanó fémfelületekről.

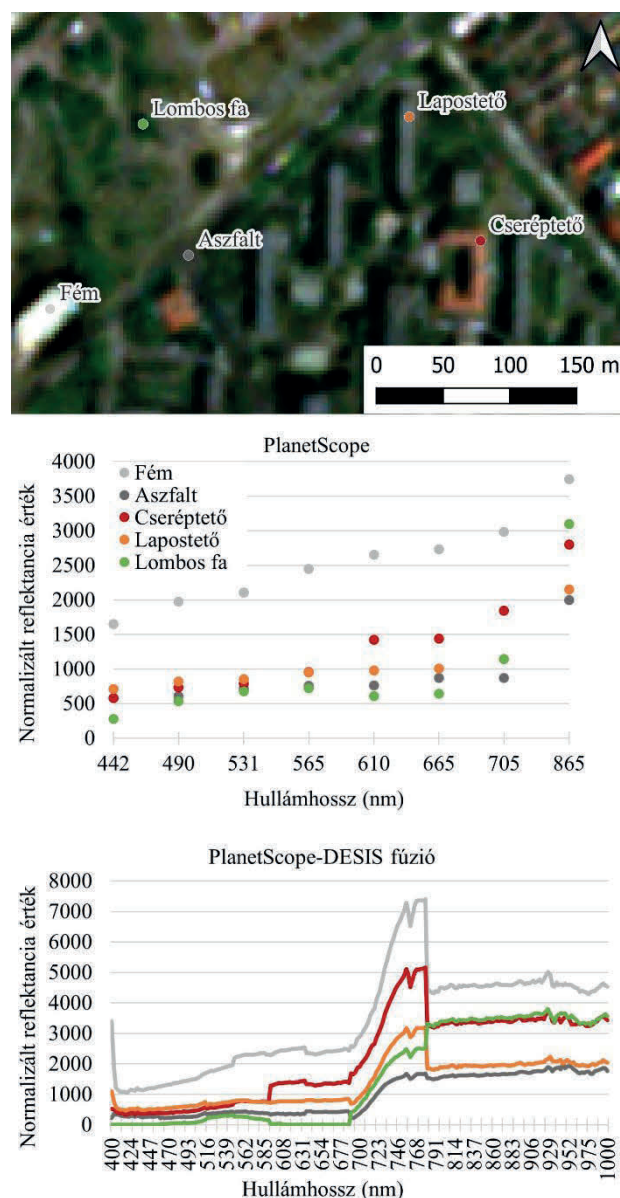
Az azonos időpontokban készített és közel megegyező spektrumtartományban felvételezett PlanetScope és DESIS műholdképek lehetővé tették a pansharpening használatát, vagyis a hiperspektrális felvételek feljavítását a nagyfelbontású

multispektrális adatokkal. A pansharpeningnek (HPF Resolution Merge) köszönhetően a fúziós adatok megkapták a PlanetScope 3 méteres térbeli felbontását, megtartva a DESIS 235 sávos, részletes spektrumadatait, ami lehetővé teszi a felszínborítási vizsgálatot sűrűn beépített városi környezetben is. A pansharpening jelentős, tízszeres felbontásjavítást eredményezett, százszoros adatmennyiség növekedés mellett (2. ábra).

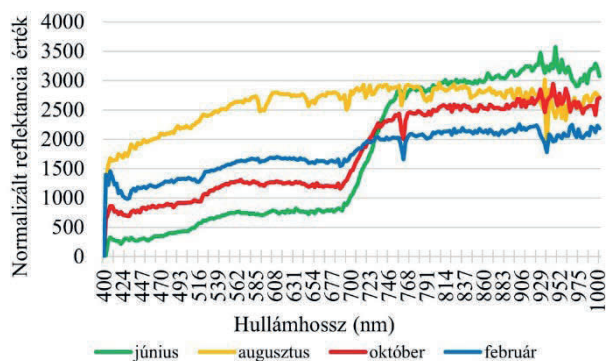
A pansharpening velejárója a spektrális adattorzulás is, amely abban jelentkezik, hogy a fúziós felvétel pixeleiben olyan felületek jellegzetessége is megfigyelhető a spektrumgörbén, amely a pixelben lévő felszíncsoportra nem jellemző (3. ábra).



2. ábra Kivágat a DESIS, PlanetScope és a fúziós műholdfelvétélből



3. ábra A PlanetScope és a fúziós műholdfelvétélről készített egyes felszínminták spektrumai, illetve a mintavételezési pontjai



4. ábra. Egy nem homogén, de magas fémfelület arányú DESIS pixel spektrális tulajdonságai a különböző időpontban

Erre példa a fém spektrumgörbén jelentkező, klorofila jellemző vörös-él tartományban lévő megugrás, mivel az eredeti 30 méteres felbontású DESIS pixel tartalmazott vegetációt is. Emellett más felületek jelenléte is nagy kihatással van a nem homogén DESIS pixelek spektrumadataira, melyek aránya évszakosan változik, ezért az ugyanabból a pontból vett spektrumadatok is meglehetősen változékonyak a különböző időpontokban (4. ábra).

A mintaterület, főként a sűrű belvárosi részen árnyékkal terhelt. Mivel az árnyék és a vízfelület reflektanciája hasonlóan alacsony, számos tanulmányban a víz és árnyék egy osztályként szerepel. Jelen esetben a vízfelületet nem osztályoztuk, ezért a megfelelő szétválaszthatóság miatt vízmaszk alkalmazása volt szükséges. A vízmaszkot az ERDAS területnövelő eljárással határoztuk meg.

Az osztályozás betanítása szélsőpontok alapján történt. A szélsőpont olyan homogén pixel, amely teljes egészében az adott felszínborítási típust tartalmazza. Az osztályozás során négy főcsoportot különböztettünk meg: mesterséges felületet, növényzetet, talajfelszínt és árnyékot. A főcsoportokon belül további alcsoportokat is meghatároztunk, például a mesterséges felületen belül a fém, beton, aszfalt, cseréptető és lapostető (panelházak teteje). A növényzeten belül megkülönböztetendő az alacsony vegetáció (fű, gye) és a lombos fa, továbbá a téli időszakban a száraz vegetáció. A szélsőpontokat külön az egyes felvételek időpontjaira, a műholdfelvételek beazonosított, homogén pixeleiről gyűjtöttük ki. A spektrumkönyvtár alcsoportok szerint készítettük el, az egyes alcsoportokra 5-10 mintavételezést végeztünk. A mintavételezések száma aszerint változott, hogy a mintaterületen mennyire eltérők az alcsoporton belüli felszínek spektrumai. Például a cseréptető borítás spektrumgörbéi nagyobb eltérést mutattak, így abból 10 db mintavételre volt szükség. Ezzel szemben a fémborítások között nem volt jelentős eltérés, ezért 5 db minta is elegendő volt. Az egyes alcsoportokra gyűjtött spektrumminták átlagából készült el az osztályozások során alkalmazott szélsőpont. A spektrumkönyvtár tartalmazza a mintavételek fő és alcsoport szerinti azonosítóját, illetve a mintavételezések helyének x és y koordinátáit.

Az osztályozás főcsoport és alcsoport szerint is elkészült a PlanetScope és a fúziós műholdfelvételekre is, mind a négy vizsgált időpontra. Az osztályozás a Random Forest (RF) gépi tanulási módszerrel készült. Az RF paraméterezése 100 fa. Az osztályozás javításához OpenStreetMap (OSM) épület adatokat vontunk be. Ezt három módon vizsgáltuk:

Az 1. módszer: vektoros adatoktól függetlenül futott az osztályozás, így az épületpoligonok nem befolyásolták az eredményt.

A 2. módszer: az épület poligonokba tartozó pixelek kizárólag fém, cseréptető, lapostető, illetve árnyék osztályba tartozhatnak. A módszer előnye, hogy az épületpoligonok pixelei nem tartozhatnak például aszfalt és beton csoportba, illetve más főcsoportba, ezzel kizárva, hogy a lapostető borítása aszfaltként szerepeljen az eredményekben.

A 3. módszer: esetén ugyan ez a szabály vonatkozik az épületpoligonon belüli pixelekre, viszont ezek a csoportok nem szerepelhetnek a poligonon kívül. A módszer az előzővel szemben nem engedi meg, hogy például a valójában aszfalt pixelek hibásan lapostetőként szerepelhessenek.

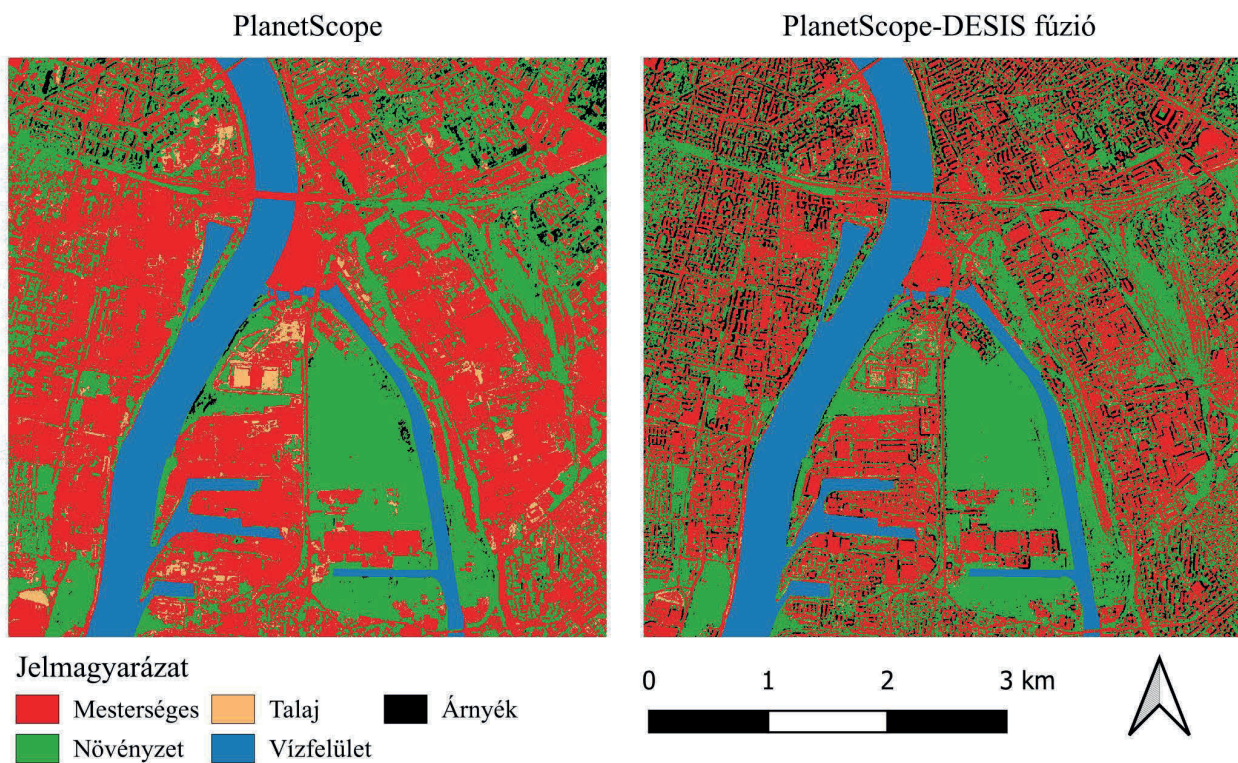
A 2. és 3. módszer alkalmazása főként arra irányult, hogy az aszfalt-cseréptető-lapostető alcsoportok keveredését csökkentsük az osztályozott eredményen, amely jelentős pontosságbeli problémát okozott. Az OSM épületpoligonok bevonása akár hibát is eredményezhet, mivel az adatbázisban szereplő poligonok nem feltétlenül a vizsgált időpontban létező valós épületet határolnak, lehet azóta elbontott vagy megváltozott alaprajzú épület. Mivel az OSM közösségi fejlesztésű alkalmazás, így a teljesség sem biztosított minden esetben.

A validáció a vízmaszkolt mintaterületen 250 véletlenszerűen generált ponttal történt, amelyek referenciáját a Google Earth nagypontosságú felvételei biztosították. A validáció során meghatároztuk a tematikus térképek összpontosságát (overall accuracy), illetve az egyes csoportok készítői pontosságát (producer's accuracy) és felhasználói pontosságát (user's accuracy), és az abból számított F-értéket is.

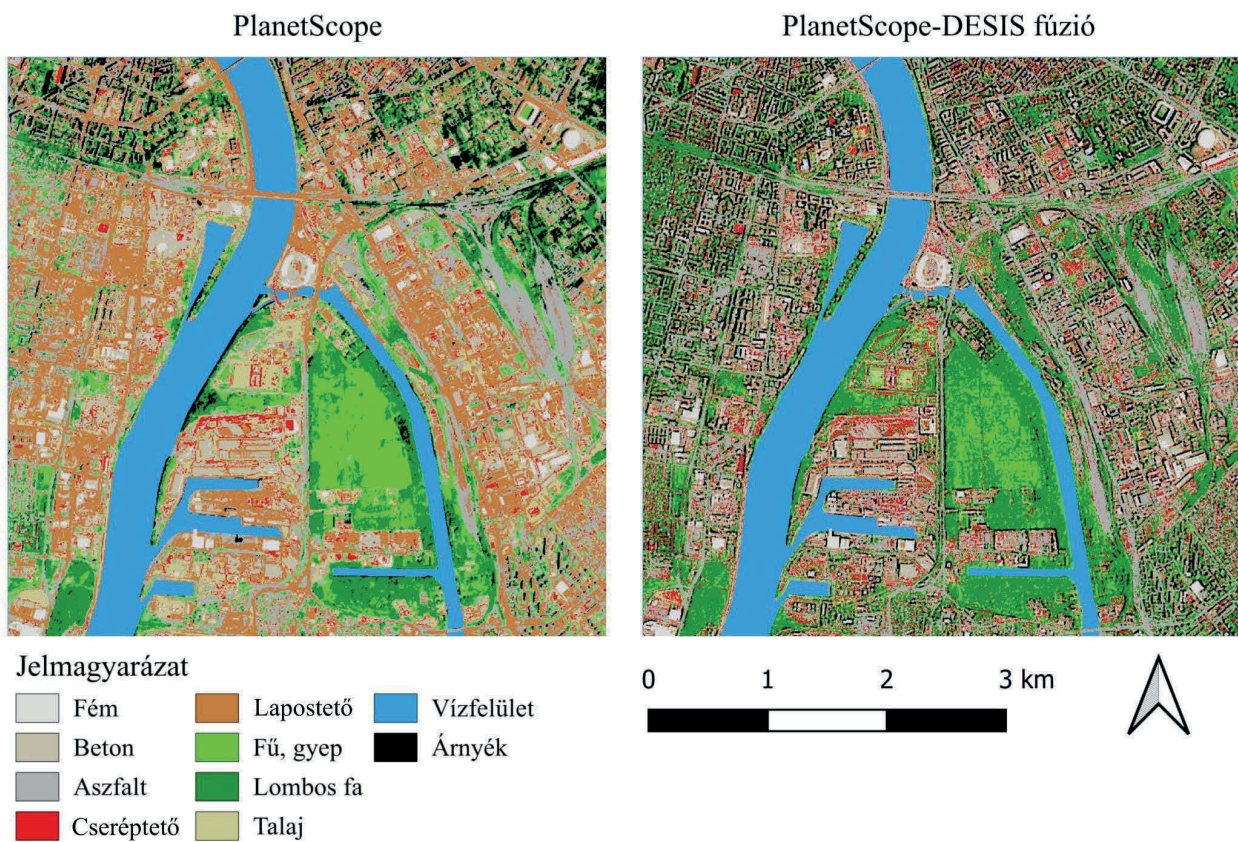
5. Eredmények

A főcsoport szerinti osztályozásokból kiderült, hogy a PlanetScope-DESISS fúziós felvétel jobb osztályozási eredményre ad lehetőséget, mint a PlanetScope önmagában. A június 24-i felvételeken a RF módszerrel futtatott osztályozás a PS a multispektrális felvételre 73% összpontosságot ért el, a hiperspektrális fúziós adaton 87%-ot. Az osztályozások között jelentős eltérés a főcsoportok határvonalai mentén jelentkezik, ahol a hiperspektrális fúzió esetében éles határok jelennek meg, a multispektrális esetében összefüggő, nagyterjedésű foltok (5. ábra).

A fúziós felvételek közül az augusztusi időpontra készült a főcsoport szerinti osztályozásból a legjobb eredmény, ahol az RF 86,4% összpontosságot eredményezett. Az alcsoportok szerinti



5. ábra. A PlanetScope és a fúziós műholdfelvétel főcsoport szerinti osztályozása RF módszerrel a június 24-i felvételeken



6. ábra. A PlanetScope és a fúziós műholdfelvétel alcsoport szerinti osztályozása RF módszerrel a június 24-i felvételeken

osztályozás esetében is jelentős a fűzés felvétel használatának előnye, amely összpontossága 75%, a multispektrálisé csupán 34%. A PlanetScope adatról történő osztályozás gyengesége leginkább az aszfalt - cseréptető - lapostető borítás szétválasztásának teljes hiányán alapszik, illetve az árnyék és vegetáció hibás megkülönböztetésén (6. ábra). A lapostető borítás felhasználói pontosság mutatószáma 28,6%, amely alapján a térképen jelölt lapostetők töredéke felel meg a valóságnak. A fűzés adat esetében ez 47,4%.



7. ábra. Az alcsoport szerint osztályozások az OSM épületréteg bevonásától függően. A: az 1. módszer szerint az osztályozás külső adatforrás nélkül futott. B: a 2. módszer szerint az osztályozás során az épületpoligonokba eső pixelek csak fém, cseréptető, lapostető és árnyék értéket kaphattak. C: a 3. módszer esetében az épületek a 2. módszer szerint lettek osztályozva, viszont az épület poligonon kívüli pixelek nem kaphattak fém, tetőcserép és lapostető értéket. Jelmagyarázat: 6. ábra

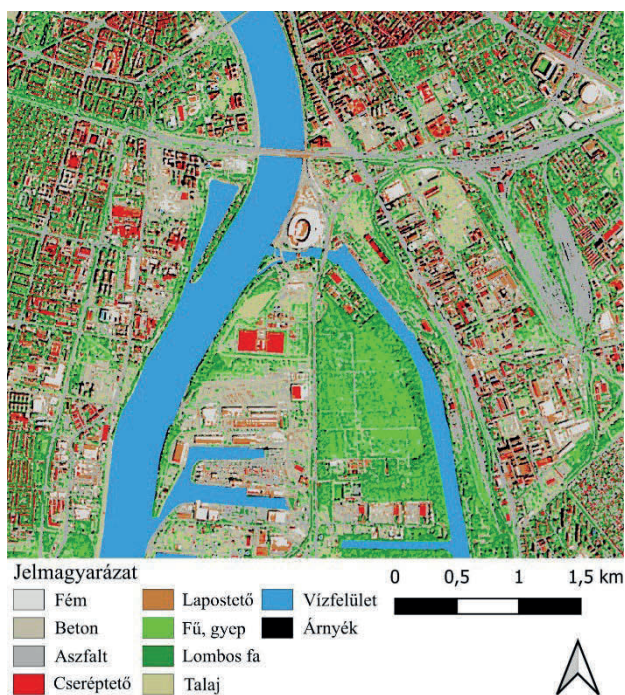
A fűzés adatok osztályozásánál is jellemző, hogy a mesterséges felületen belüli alcsoportok, főként az aszfalt, cseréptető és lapostető esetében nem megfelelő pontosságú az osztályozások eredménye. Gyakori probléma, hogy a hasonló reflektancia miatt a lapostető megjelenik az aszfalt helyén, illetve az aszfalt a cseréptetővel borított épületek és a panelházak tetején. Ezek megfelelő szétválasztására az OSM épületpoligonok bevonása hozott javulást a fűzés adatok osztályozása során (7. ábra). Az épületpoligonok jelenléte minden esetben növelte az osztályozás összpontosságát, a bevonásával járó hibalehetőségek ellenére. (1. táblázat) A legmagasabb, 88,8% összpontosságú eredmény az augusztusi időpontra készült (8. ábra).

Az épületpoligonok bevonásával sikerült jelentősen csökkenteni a mesterséges felületeken belüli félreosztályozásokat (2. táblázat). Kiemelendő a lapostető csoport, mely így 20-30%-kal magasabb pontosságú eredményt ért el. Emellett lényeges javulás látható az aszfalt és cseréptető esetében is, melyeknél 10-15%-os pontosságnövekedés érhető el. A mesterséges felületek között a beton szétválasztása viszont nem elegendő pontosságú. A vegetáció esetében az OSM poligonok bevonása nem javít az osztályozások pontosságán. A talaj csoport bizonytalan eredményeire jelentős hatással van a mintaterület elhelyezkedése, mivel a városi területen kevés nyílt talajfelszín található. Emiatt a talajfelszín osztályozások eredményei is kevés mintán alapszanak. Egyedül az augusztusi, rendkívül aszályos időszakban volt jelentősebb talajfelszín érzékelhető, illetve építkezések területén.

A fűzés felvételekből készített, négy időpont főcsoport szerint osztályozott tematikus térképeit összevetve vizsgáltuk abból a szempontból, hogy a június – február közötti időszakban milyen arányban változott a vizsgált pixel értéke. Az azonos osztályba tartozó területeket aszerint határoztuk meg, hogy a négy időpontból legalább 3 esetben ugyanolyan osztályban volt az adott pixel, így kizárva az esetleges egyszeri félreosztályozást, illetve a műholdképekből eredő adathiányokat. E módszer szerint a vízfelület nélküli mintaterület 42%-a állandó mesterséges felület, 28%-a állandó növényborítottságú. Emellett

Táblázat 1. A különböző időpontokra alkalmazott osztályozási módszerekkel elért összpontosság

Időpont	Osztályozási módszer	Összpontosság
2022. június 24.	1	75,2%
	2	74,0%
	3	78,4%
2022. augusztus 18.	1	82,8%
	2	88,8%
	3	80,4%
2022. október 10.	1	70,0%
	2	74,8%
	3	76,0%
2023. február 15.	1	70,4%
	2	73,9%
	3	72,3%



8. ábra. Az augusztus 18-i fűzés felvételre készített alcsoporthoz tartozó osztályozás RF, illetve OSM épületrétegek a 2. módon ismertetett bevonásával

mindössze csak 0,4% volt állandó talajfelszín. Az árnyékbóritottság esetében 6,3%, amely a sűrű, belvárosi házak között jellemző. Ebből következik, hogy a mintaterület változó osztályokba tartozó pixeleinek az aránya 23% (9. ábra).

Fontos kiemelni, hogy a változó osztályokba tartozó pixelek csak a reflektanciát adó, időben változó felszínborítások következtében jelennek meg. A változó felszínborítású felületekre számos variáció van, köztük a legjelentősebb a növényzet - mesterséges felület - növényzet váltakozása, mely a változó területek 34%-át érinti. Erre jó példa a Ferencváros pályaudvar területe, ahol a 2022-es év szélsőséges időjárásának (nyári súlyos aszály) következtében a területen nyár elején még a vegetáció (gyomnövények) az uralkodó felszínborítás, majd az

őszi-téli időszakban már a mesterséges felületek lettek meghatározók. A téli csapadékos időjárásnak köszönhetően a területen ismét nagyobb súllyal találtunk növényzettel borított felszíneket.

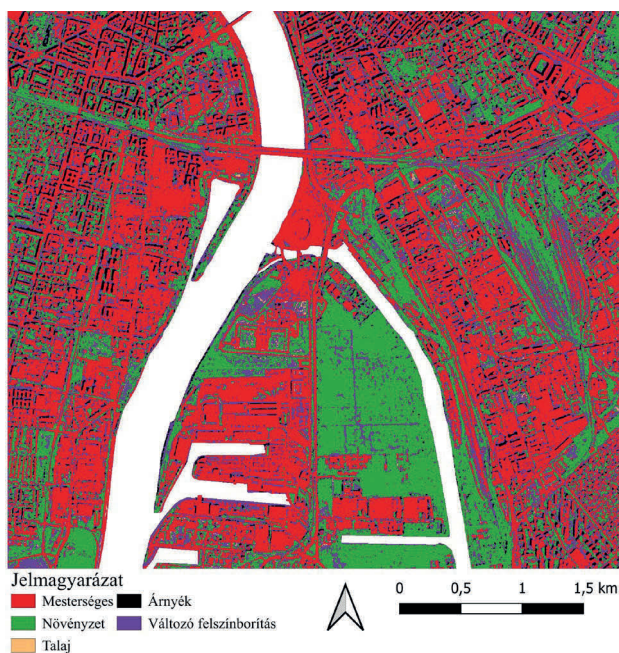
6. Következtetések

A tanulmány eredményeiből megállapítható, hogy a közepes térbeli felbontású hiperspektrális DESIS adatokra megfelelő felbontásbeli javítás érhető el a PlanetScope adataival történő pansharpening fűzővel, amely lehetővé teszi a városi felszínek hatékonyabb vizsgálatát. A városi környezetben a főcsoport (mesterséges felület, növényzet, talajfelszín, illetve árnyék) szerinti osztályozásánál a fűzés adatokkal 80-90% összpontosság érhető el. A fűzés adat használatával így 10-15%-kal magasabb összpontosság érhető el 3 méteres térbeli felbontásnál, mint a PlanetScope adattal. A kérdés viszont felmerül, hogy ekkora pontosságnövekedésért megéri-e a fűzés adatok előállítását, aminek rendkívül magas a számítás és tárhely igénye. Az alcsoporthoz tartozó osztályozásnál viszont egyértelmű, hogy hiperspektrális adat szükséges a megfelelő szétválasztáshoz, mivel a multispektrális felvételt nem lehet megfelelő pontossággal osztályozni. A fűzés adatról történő alcsoporthoz tartozó osztályozás minőségét az OSM épület rétegekkel tovább lehet növelni, mellyel 70-80% összpontosság érhető el, évszaktól és árnyékbóritottságtól függően. A legjobb összpontosságú eredmény így 88,8%, amely az augusztusi időpontra készült. Az OSM épületréteg megoldást nyújt a mesterséges alcsoporthoz tartozó belüli félreosztályozások mérsékléséhez, főként az aszfalt, cseréptető és lapostető esetében. A beton felszín megfelelő szétválasztása viszont még nem megfelelő ezen módszerek alkalmazásával sem.

Az idősoros vizsgálatokból megállapítottuk, hogy a mintaterület 77%-a állandó, 23%-a változó felszínborítottságú a vizsgált főcsoportok tekintetében. A legjelentősebb állandó felszínborítottság a mesterséges felület, mely 42%-ot tesz ki a mintaterületből. Emellett jelentős még az állandó növényzet, ami a 28%. Az állandóan árnyékbóritott felszínek aránya 6,3%, ami a belvárosi házak között jelentkezik, így a felvételeken ezekről a

Táblázat 2. A négy időpontra készített alcsoporthoz tartozó osztályozások pontosságbeli mutatóinak átlaga, illetve a kizárólag a februári képen osztályozott száraz vegetáció. Az 1. módszer szerint az osztályozás külső adatforrás nélkül futott. A 2. módszer szerint az osztályozás során az épületpoligonokba eső pixelek csak fém, cseréptető, lapostető és árnyék értéket kaphattak. A 3. módszer esetében az épületek a 2. módszer szerint lettek osztályozva, viszont az épület poligonon kívüli pixelek nem kaphattak fém, tetőcserép és lapostető értéket

Osztályozási módszer	Index/csoport	Fém	Beton	Aszfalt	Cseréptető	Lapostető	Fű, gye	Lombos fa	Száraz vegetáció	Talaj	Árnyék
1	Producer A.	82,55%	44,65%	65,90%	70,83%	49,81%	88,17%	95,23%	90,00%	77,94%	91,43%
	User A.	67,86%	61,80%	73,52%	60,01%	41,23%	86,82%	81,12%	96,43%	61,71%	94,98%
	F-score	71,80%	51,37%	69,30%	58,51%	44,95%	87,46%	86,70%	93,10%	66,28%	93,03%
	Overall A.	74,60%									
2	Producer A.	81,65%	62,35%	85,46%	56,58%	62,65%	81,79%	92,26%	91,38%	73,60%	84,85%
	User A.	82,74%	53,90%	72,03%	88,73%	70,16%	85,63%	75,45%	94,64%	58,94%	93,55%
	F-score	80,50%	56,56%	77,74%	67,79%	65,06%	83,61%	82,29%	92,98%	64,24%	88,43%
	Overall A.	77,86%									
3	Producer A.	93,29%	53,64%	76,87%	64,94%	87,48%	74,15%	92,86%	85,45%	48,87%	80,27%
	User A.	73,25%	59,95%	85,64%	64,19%	64,21%	85,80%	66,87%	83,93%	71,71%	92,80%
	F-score	81,10%	56,31%	80,97%	62,67%	73,13%	79,50%	77,48%	84,68%	57,11%	85,56%
	Overall A.	76,78%									



9. ábra. Az állandó és a változó osztályokba tartozó pixelek a négy időpontra készült osztályozott tematikus térképek alapján

pixelekről nem kapunk felszínborítottsági információt. A változó értékű pixelek között a vegetáció – mesterséges felület jelentős, ami az út menti lombhullató fákból adódik (mintaterület 4,5%-a), a vegetáció – mesterséges felület - vegetáció váltakozása (8%), mely az elhagyatottabb, gyommal borított területeken jelentkeznek.

A hiperspektrális műholdfelvételek városi környezetben való alkalmazása továbbra is kihívást jelent. A pontosságnöveléshez érdemes lehet más, pl. vektoros adatforrásokat is alkalmazni. Emellett nagyfelbontású digitális felszínmodell alkalmazásával is segítheti az eltérő magasságú épületek és az útburkolatok megkülönböztetését. Továbbá várható, hogy a szélesebb spektrális tartományú műholdfelvételek jobb szétválaszthatóságot eredményezhetnek, emellett újabb mesterséges felszínborítás kategóriába tartozó alcsoportok is megkülönböztethetővé válnak.

Köszönetnyilvánítás

A kutatást „Az egészséges és beteg haszonnövények spektrális ujjlenyomatainak meghatározása és térbeli nagyadat-elemzése fuzionált multitemporális hiperspektrális műholdas és terepi távérzékelési adatok és mélytanulási módszerek felhasználásával” c. NKFIH-Advanced 149686 azonosítójú projekt támogatta.

Irodalomjegyzék

Afify, H. A., 2011. Evaluation of change detection techniques for monitoring land-cover changes: A case study in new Burg El-Arab area. *Alexandria Engineering Journal*, 50(2), 187–195. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aej.2011.06.001>

Dos Reis, A.A. – Werner, J.P.S. – Silva, B.C. – Figueiredo, G.K.D.A. – Antunes, J.F.G. – Esquerdo, J.C.D.M. – Coutinho, A.C. – Lamparelli, R.A.C. – Rocha, J.V. – Magalhães, P.S.G., 2020. Monitoring Pasture Aboveground Biomass and Canopy Height in an Integrated Crop–Livestock System Using Textural Information from PlanetScope Imagery. *Remote Sens.* 2020, 12, 2534. <https://doi.org/10.3390/rs12162534>

Falco, N. – Mura, M. D. – Bovolo, F. – Benediktsson, J. A., – Bruzzone, L., 2013. Change Detection in VHR Images Based on Morphological Attribute Profiles. *IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters*, 10(3), 636–640. DOI: <https://doi.org/10.1109/LGRS.2012.2222340>

Farmonov, N. – Amankulova, K. – Szatmári, J. – Urinov, J. – Narmanov, Z. – Nosirov, J. – Mucsi, L., 2023. Combining PlanetScope and Sentinel-2 images with environmental data for improved wheat yield estimation. *International Journal of Digital Earth*, 16(1), 847–867. DOI: <https://doi.org/10.1080/17538947.2023.2186505>

Farmonov, N. – Amankulova, K. – Szatmári, J. – Sharifi, A. – Abbasi-Moghadam, D. – Mirhoseini Nejad, S. M. – Mucsi, L., 2023. Crop type classification by desis hyperspectral imagery and machine learning algorithms. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, 16, 1576–1588, DOI: <https://doi.org/10.1109/JSTARS.2023.3239756>

Feranec, J. – Hazeu, G. – Jaffrain, G. – Cebecauer, T., 2007. Cartographic Aspects of Land Cover Change Detection (Overand Underestimation in the I&CORINE Land Cover 2000 Project). *The Cartographic Journal*, 44(1), 44–54. DOI: <https://doi.org/10.1179/000870407X173869>

Hayes, D. J. – Sader, S. A., 2001. Comparison of Change-Detection Techniques for Monitoring Tropical Forest Clearing and Vegetation Regrowth in a Time Series. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 67(9), 1067–1075.

Hegazy, I.R. – Kaloop, M.R., 2015. Monitoring Urban Growth and Land Use Change Detection with GIS and Remote Sensing Techniques in Daqahlia Governorate Egypt. *International Journal of Sustainable Built Environment*, 4, 117–124. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijsbe.2015.02.005>

Heiden, U. – Bachmann, M. – Alonso, K. – Carmona, E. – Cerra, D. – Dietrich, D. – Langheinrich, M. – Los Reyes, R. – Mueller, R. – Pinnel, N. – Ziel, V. 2019. DESIS imaging spectrometer data access and synergistic use with other ISS earth observing instruments. In: *Proc. Conference: Workshop on International Cooperation in Spaceborne Imaging Spectroscopy*, German Aerospace Center (DLR), Frascati, Italy, 2019, Art. no. 24.

İlsever, M., – Ünsalan, C., 2012. *Two-Dimensional Change Detection Methods*. Springer London. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-1-4471-4255-3>

Jenerowicz, A. – Kaczynski, R. – Siok, K. – Palkiewicz, K., 2019. Change detection of urban area based on multisensor imagery. In: *Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering*, 11157. DOI: <https://doi.org/10.1117/12.2533379>

Jin, Y. – Guo, J. – Ye, H. – Zhao, J. – Huang, W. – Cui, B., 2021. Extraction of Arecanut planting distribution based on the feature space optimization of PlanetScope imagery, *Agriculture*, 11(4): 371. DOI: <https://doi.org/10.3390/agriculture11040371>

Jung, A. – Kardeván, P. – Tőkei, L., 2005. Detection of urban effect on vegetation in a less built-up Hungarian city by hyperspectral

remote sensing. *Physics and Chemistry of the Earth*, 30(1-3), 255-259. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.pce.2004.08.041>

Krutz, D. – Müller, R. – Knodt, U. – Günther, B. – Walter, I. – Sebastian, I. – Säuberlich, T. – Reulke, R. – Carmona, E. – Eckardt, A., 2019. The Instrument Design of the DLR Earth Sensing Imaging Spectrometer (DEGIS). *Sensors*, 19, 1622. DOI: <https://doi.org/10.3390/s19071622>

Planet Team, 2024. Planet Application Program Interface: In Space for Life on Earth. San Francisco, CA. <https://api.planet.com>

Peschel, T. – Beier, M. – Damm, C. – Hartung, J. – Jende, R. – Müller, S. – Rohde, M. – Gebhardt, A. – Risse, S. – Walter, I. – Sebastian, I. – Krutz, D., 2018. Integration and testing of an imaging spectrometer for Earth observation. In: *Proceedings Volume 11180, International Conference on Space Optics — ICSSO 2018*, pp. 267–273. DOI: <https://doi.org/10.1117/12.2535943>

Sadeh, Y. – Zhu, . – Dunkerley, D. – Walker, J. P. – Zhang, J. – Rozenstein, O. – Manivasagam, V. S. –Chenu K., 2021. Fusion

of Sentinel-2 and PlanetScope time-series data into daily 3 m surface reflectance and wheat LAI monitoring, *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, Volume 96, 2021, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jag.2020.102260>

Tobak Z. – Csendes B. – Henits L. – Van Leeuwen B. – Szatmári J. – Mucsi L., 2012. *Városi felszín spektrális tulajdonságainak vizsgálata légifelvételek alapján*. Szeged, SZTE TTIK Természeti Földrajzi és Geoinformatikai Tanszék, 1059 p., pp. 1088-1097.

United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division, 2019. World Population Prospects 2019: Highlights (ST/ESA/SER.A/423).

United Nations Human Settlements Programme, 2022. *World Cities Report 2022*, United Nations, DOI: <https://doi.org/10.18356/9789210028592>



FlintSign
Powered by InfoCert

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

RTK-mérések pontossága és hatékonysága

TAKÁCS Bence¹

¹Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Építőmérnöki Kar, Általános- és Felsőgeodézia Tanszék

E-mail: takacs.bence@emk.bme.hu

[DOI: 10.30921/GK.77.2025.1.3](https://doi.org/10.30921/GK.77.2025.1.3)

Absztrakt

Napjainkban a geodéziai mérések alapvető módszere a műholdas helymeghatározás, ezen belül is elsősorban a valós idejű kinematikus (RTK) mérés, amelyeket leggyakrabban valamilyen GNSS-szolgáltató mobil interneten vett korrekcióival végzünk. A gyakorlati tapasztalatok alapján a mérések kényelmesek, hatékonyak, számos gyakorlati feladathoz megfelelően pontosak. Ugyanakkor a mérések pontossága és hatékonysága függ a külső körülményektől és a szolgáltatás minőségétől. Ezért is alapvető követelmény a szolgáltatások minőségbiztosítása, és a minőségbiztosítási elemek automatikus, valós idejű meghatározása és online publikálása. A cikkben bemutatunk két módszert, melyekkel az RTK-mérések pontossága és az inicializálási idő monitoring jellegű vizsgálata elvégezhető. Az első módszer olcsó, kétfrekvenciás, jó minőségű RTK-vevőkkel felszerelt monitor állomások mérésein alapul. A második módszer pedig a szolgáltatótól független permanens állomásokon, geodéziai vevőkkel rögzített nyers méréseinek a nyílt forráskódú, RTKLIB programmal végzett, közel valós idejű, az RTK-módszerrel egyenértékű feldolgozásán alapul. A vizsgálatok az ionoszférikus aktivitás 11 éves periódusú változásának aktuális maximuma idején különösen időszerűek. A módszereket eddig Budapesten teszteltem, eredményeim összhangban vannak a gyakorlati tapasztalatokkal.

Abstract

Satellite positioning, especially the Real-Time Kinematic (RTK) method, is a fundamental technique in engineering geodesy and land surveying these days. More often than not, observations are taken using corrections from one of the GNSS infrastructures. On the one hand, RTK measurements proved to be convenient, efficient and accurate enough for many applications. On the other hand though, the accuracy and efficiency of the RTK measurements highly depend on external conditions as well as the quality of GNSS services. Therefore, quality control of the services, automated, real-time and online publication of its main elements are of utmost importance. This paper presents two methods to monitor the accuracy of RTK measurements and the initialisation time. The first method uses monitoring stations with low-cost, dual-frequency, good-quality RTK receivers. The second one applies the near real-time processing of raw observations recorded by geodetic receivers on independent permanent stations with the open-source software RTKLIB. These analyses are crucial under the current 11-year period ionospheric activity maximum. Methods have already been tested in Budapest; the results are in accordance with practical experience.

1. Bevezetés

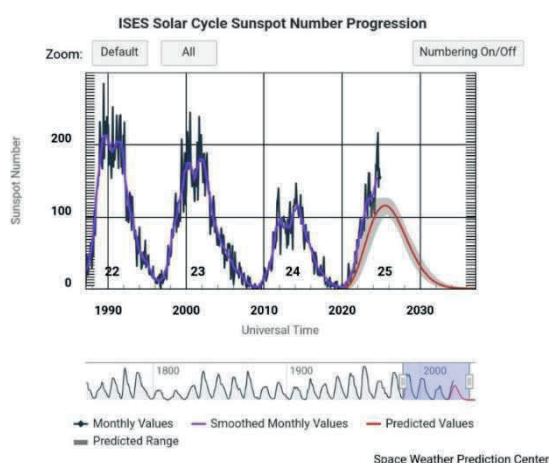
Az 1990-es évek elején jelentek meg az első GPS-vevők a geodéziában. Kezdetben egyfrekvenciás, néhány csatornás, csak az amerikai NAVSTAR GPS-műholdak jeleit venni képes vevőpárokkal, relatív statikus mérésrel és utófeldolgozással határoztak meg alappontokat. Az ezredforduló táján hatalmas fejlődésnek lehettünk tanúi. Megjelentek a valós idejű helymeghatározást lehetővé tevő RTK-vevőpárok, amelyek bázisvevőjét valamilyen alapponton helyezték el és a felhasználók üzemeltették. A valós idejű mérésekkel lehetőség nyílt részletmérési és kitűzési feladatokat is végezni. Aztán elkezdtek kiépülni a permanens állomások, ezeket hálózatba szervezték, kezdetben főként utófeldolgozáshoz, aztán egyre inkább valós idejű mérésekhez biztosították a bázisvevő méréseit, illetve többféle hálózati RTK-konceptió alkalmazásával csökkentették a szabályos hibák helyfüggő hatásait (Busics–Horváth 2006). Ezzel nagyjából egy időben az orosz GLONASS rendszer is (újra) elérte teljes kiépítettségét és a geodéziai gyakorlatban megjelentek az amerikai GPS- és az

orosz GLONASS-rendszerek jeleit egyaránt venni képes geodéziai vevők. Ezzel a helymeghatározásba bevont műholdak száma duplájára nőtt, lerövidítve a ciklustöbbleteltérési egység számként történő meghatározásához (az inicializáláshoz) szükséges időt. Aztán kiépültek az európai Galileo és a kínai BeiDou globális műholdas navigációs rendszerek, ezáltal ma már 30-40 műhold jeleiből határozzuk meg a pozícióinkat. Az újabb generációs műholdak ma már három frekvencián sugározzák a jeleiket. A GNSS-infrastruktúrák is folyamatosan bővülnek. Magyarországon az állami fenntartású gnssnet.hu mellett több magánkézben lévő rendszer is működik, legismertebb a corripo.hu hálózat. Magyarországon is nagy számban épül a közösségi adatgyűjtésen, illetve olcsó, jó minőségű vevőkre alapozott hálózat, a centipede.fr. Jelen pillanatban már több mint 100 állomásuk működik Magyarországon, regisztráció és adatszolgáltatási díj nélkül érhető el egybázisos RTK-korrekciók, központi feldolgozás és érdemi minőségbiztosítás nélkül.

A geodéták a terepi munkák igen jelentős részét műholdas helymeghatározással végzik, hiszen az ország területén szinte

bárhon, bármikor pár kattintásnyi idő alatt cm pontos koordinátákat tudnak meghatározni. Mára a cm pontos helymeghatározás felhasználói köre jelentősen bővült, a geodéziai célú méréseket végző felhasználók aránya szinte eltörpül a mezőgazdasági célú, autonóm járműnavigációs és sok más egyéb területre kiterjedő felhasználók között. Ebben a helyzetben az RTK-korrekciós szolgáltatásokat nyújtó infrastruktúrák minőségbiztosítása alapvető fontosságú (Bruyninx et al. 2019). A felhasználók jogosan várják el, hogy a szolgáltatók a mérések automatikus feldolgozásának és elemzésének eredményeként számos, a szolgáltatás minőségét valós időben leíró adatot (pl. az elérhető korrekciós adatfolyamok – streamek – számát, a működő referenciaállomások számát, az észlelt műholdak számát, az ionoszféra állapotát leíró mérőszámokat) tegyen közzé a honlapján. A minőségbiztosítás egyik eleme az RTK-korrekciókkal végzett helymeghatározás pontosságának folyamatos, monitoring jellegű vizsgálata és az eredmények publikálása a szolgáltató honlapján.

Az RTK-mérésekkel elérhető pontosság és az inicializálási idő vizsgálata napjainkban különösen időszerű, hiszen a napfolttevékenység XVIII. század óta megfigyelt és mért, 11 éves periódusú változásának következő maximuma 2025-ben várható (1. ábra). A nap mágneses tevékenysége erősen hat a Föld külső légkörére, ezáltal a GNSS-jelek terjedési sebességére is. Az erősödő napfolttevékenység hatását évek óta érezzük, számos gyakorlati tapasztalat erősíti meg, hogy napközben, különösen a fizikai referenciaállomásoktól távol, alacsony műholdszám mellett az inicializálás lassú, a téves inicializálás esélye nagyobb és a meghatározott koordináták és magasságok pontossága szerényebb. A kb. 11 évvel ezelőtti maximum idején is tapasztaltunk hasonló jelenségeket (Závodi 2013), de a mostani ionoszférikus aktivitás erősebb, mint az akkori. Két-három ciklussal korábban pedig azért nem éreztük a jelenséget, mert akkor saját bázissal, vagy meg inkább utófeldolgozással mindössze néhány km hosszú vektorokat mértünk.



1. ábra Napfoltok száma, forrás: Space Weather Prediction Center

Az RTK-korrekciókkal végzett helymeghatározás pontosságával számos tanulmány foglalkozik, lapunk hasábjain erről szóló vizsgálatait Forgó Zoltán mutatta be.

A vizsgálatok megerősítik a gyakorlati tapasztalatokat, azaz fedett, GNSS-mérésekre kevésbé ideális körülmények között is, néhány cm pontos valós idejű helymeghatározás lehetséges, az elvárt inicializálási időn belül (Forgó 2023). Szintén kedvező tapasztalatokról számolnak be a BME oktatói, akik egy speciális építésirányítási feladathoz fejlesztettek olcsó, kétfrekvenciás és négykonstellációs, beépített RTK-motorral rendelkező, a geodéziai vevőkhöz képest olcsó, u-blox vevőkre alapozott rendszert. A szerzők a pontosság vizsgálatára végzett teszt méréseik során mintegy 20 napig végeztek folyamatosan RTK-méréseket egy közeli (240 m-re található) bázisállomásról vett korrekciók alapján és megállapították, hogy az olcsó vevővel és patch antennával is elérhető valós időben a néhány cm-es pontosság (Égető et al. 2021).

2. Módszertan

A legegyszerűbb módszer a pontosság vizsgálatára, ha egy rover vevőt ismert koordinátájú ponton helyezünk el és RTK-korrekciókkal végzünk méréseket, majd a meghatározott és ismert koordináták különbségéből valódi koordináta hibákat vezetünk le. Ezt bármely felhasználó maga is elvégezheti, ugyanakkor a pontosság és az inicializálási idő reprezentatív jellemzése meglehetősen sok manuális munkával jár.

2.1. Monitor állomás RTK-vevővel

A számítógépről vezérelhető RTK-vevőkkel megoldható, hogy a vevő rendszeres időközönként ki-, majd bekapcsoljon, így az inicializálást rendszeres időközönként, automatikusan végrehajtsa. A vevő vezérlése többféle környezetben is megvalósítható, ehhez igen kényelmes a széles körben használt, nyílt forráskódú RTKLIB str2str programja (Takasu-Yasuda 2009). A program lehetővé teszi, hogy az RTK korrekciókat a számítógép vegye és továbbítsa a vevő felé, ezzel párhuzamosan a vevő által meghatározott koordinátákat pedig a vevő a számítógépre küldje. Az egyes mérési periódusokban kapott adatok tehát külön fájlokban rögzíthetők, az adatokból statisztikai jellemzőket (inicializálási idő, koordináta hibák, fix megoldással kapott pozíciók száma és aránya, esetleges fals fix megoldással kapott pozíciók száma, műholdak száma stb.) vezethetünk le. A statisztikai mérőszámok összevethetők a műholdas helymeghatározás pontosságát befolyásoló tényezőkkel, pl. a külső légkör, azaz az ionoszféra teljes elektrontartalmával vagy pl. a hálózati RTK-megoldásokból levezetett korrekciók pontossági mérőszámaival. A módszerrel tehát teljesen automata üzemmódban, rendszeresen újra inicializál a vevőnk és monitoring jelleggel végezhetjük a pontosság és az inicializálási idő meghatározását. Az eredmények adatbázisba szervezve online megjeleníthetők, akár az RTK-szolgáltatások minőségbiztosítással foglalkozó honlapján is. Ugyanakkor a módszer hátrányának tekinthető, hogy egy vevővel egyféle beállítással végezhető a vizsgálat.

2.2. Független permanens állomáson rögzített nyers mérések feldolgozása közel valós időben

Gyakran felmerül a kérdés, hogy vajon az újabb műholdkonstellációk (elsősorban a Galileo és BeiDou) mennyit javítanak a pontosságon és milyen mértékben csökkentik az inicializálási időt. A szolgáltatók is többféle hálózati RTK-konceptióra alapozott korrekciót sugároznak, vajon ezek között melyiket célszerű használni. Szintén gyakran felmerülő kérdés, hogy vajon a különböző korrekciós szolgáltatások között van-e érdemi különbség? Mindezeknek a kérdéseknek a megválaszolása történhet úgy, hogy a monitor állomáson a nyers méréseket valós vagy közel valós időben, esetleg utólag dolgozzuk fel különböző beállításokkal, de mindegyikkel úgy, mintha a helymeghatározás valós időben történne (Baybura et al. 2019). Erre is alkalmas a már említett nyílt forráskódú RTKLIB szoftver (Takasu 2009, Horváth 2015). A feldolgozás nagyon sok paramétere állítható, ehhez biztosítva van egy kényelmes, grafikus felület is. A beállított paraméterek konfigurációs fájlba menthetők, amely a teljesen automatizált futtatás során parancssori argumentumként megadható. A feldolgozás eredménye szintén periódusonként és konfigurációként külön fájlba menthető, majd a pozíciók statisztikai jellemzői automatizáltan meghatározhatók. A nagy tömegű adat miatt a statisztikai jellemzőket adatbázisba célszerű tölteni, ahonnan a főbb jellemzők akár online is megjeleníthetők, illetve elemezhetők.

3. Adatok bemutatása

Az előzőekben bemutatott első módszer teszteléséhez két monitor állomást építettem ki, GNSS-mérések számára ideális helyen, egy-egy Budget Survey GNSS Multiband Compact antennával és u-blox f9p vevővel. A vevők kétfrekvenciás, négykonstellációs, beépített RTK-motorral rendelkeznek, típusuk azonos az Égető et al. (2021) által használt vevőkével. A vevőt egy Raspberry Pi számítógépről vezéltem, a számítógép a vevőt 150 másodpercenként ki-, majd bekapcsolta, kikényszerítve az újrainicializálást. A méréseket mindkét állomáson 2025.01.17. és 2025.01.26. között végeztem, állomásonként összesen nagyjából 5000 periódust rögzítettem.

Az első állomás (2. ábra) a BME D épületén található, a K épületen elhelyezett BUTE permanens állomástól 240 méterre. Az RTK-korrekciókat a BUTE állomástól vettem. A második állomás (2. ábra) Budapest III. kerületében, Testvérhegyen található, ezen az RTK korrekciókat a gnssnet.hu szolgáltató virtuális referenciaállomásáról vettem. A virtuális referenciaállomásról, a legközelebbi fizikai állomás a gnssnet.hu hálózatában a BUTE állomás, mintegy 10,5 km távolságra (3. ábra).

Az előzőekben bemutatott második módszer teszteléséhez a magyar E-GNSS hálózat monitor állomásainak méréseit használtam fel.

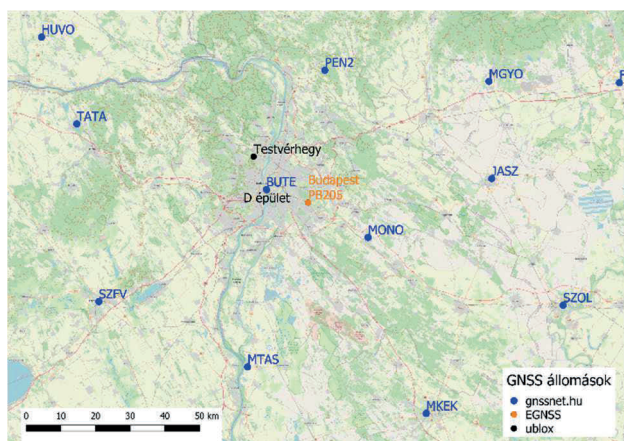


2. ábra U-blox vevővel felszerelt monitor állomások antennái, balra BME D épületén, jobbra a Testvérhegy állomáson

A hálózat állomásait 2018-ban konzorciumban telepítette a BME, a Hungarocontrol és a spanyol PildoLabs egy európai unió által finanszírozott projekt keretében, amelynek legfőbb eredménye a hazai polgári és katonai repülőtereken a műholdas helymeghatározáson alapuló, úgynevezett PBN (Performance Based Navigation) eljárások bevezetése volt (Somogyi 2021). A monitorállomások telepítésének és üzemeltetésének elsődleges célja az EGNOS korrekciókkal támogatott helymeghatározás pontosságának, megbízhatóságának (ez alatt most a durvahibamentességét értjük), rendelkezésre állásának és folytonosságának vizsgálata volt (Takács et al. 2020). A projekt sikeresen lezárult, ma már a megközelítési eljárások többsége publikus, illetve rendszeresen használt. Az állomásokon gyűjtött adatok alapján az EGNOS korrekciókkal támogatott helymeghatározás teljesíti az LPV-200 műveletek során támasztott követelményeket. Az állomások a mai napig működnek, a nyers méréseket a BME Általános és Felsőgeodézia Tanszék tudományos kutatásaihoz használja, pl. a troposzférikus késés közel valós idejű meghatározásához, amely a meteorológiai előrejelzések fontos bemenő adata (Turák et al. 2024).

Az állomásokon háromfrekvenciás, GPS, Glonass és Galileo méréseket végzünk Septentrio AsteRx4 vevőkkel, 1 másodperces gyakorisággal. Az adatokat órás periódusú fájlokban rögzítjük, amelyeket jelen vizsgálati céljaihoz az RTKLIB demo5 változatával, automatikusan dolgoztam fel, az RTK-mérésekkel elviekben lényegében azonos paraméterekkel. Az RTK-korrekciókat RTCM formátumban, órás periódusú fájlokban rögzítem, szintén az RTKLIB már említett str2str programjával.

Cikkünkben a HungaroControl főépületének tetején elhelyezett, PB205 azonosító számú monitor állomáson rögzített mérések feldolgozásával kapott eredményeket mutatom be. Az állomás a Liszt Ferenc repülőtér közvetlen közelében helyezkedik el (3. ábra). Az RTK-korrekciókat a gnssnet.hu szolgáltató virtuális referenciaállomásáról vettem. Ahhoz, hogy az eredmények az előző pontban bemutatott, u-blox vevőn alapuló vizsgálatok eredményével összevethetők legyenek, ugyanúgy a 2025.01.17. és 2025.01.26. közötti méréseket dolgoztam fel. A vizsgált időszakban összesen 240, egy óra hosszú periódust rögzítettem.



3. ábra A u-blox vevővel felszerelt monitor állomások, a magyar EGNSS hálózat PB205 monitor állomása és a gnssnet.hu környező referencia állomásai

A monitor állomások hibátlanul tekinthető pozícióját 6 óráig tartó statikus méréssel és utófeldolgozással határoztam meg. A kapott vízszintes koordináták becslött pontossága 1 cm-re, a magasságoké néhány cm-re tehető. A magasságok bizonytalanságának fő oka, hogy a u-blox vevőkhöz csatlakoztatott antenna fáziscentrum modelljét a feldolgozó szoftver nem ismeri.

4. Eredmények ismertetése

Első lépésben a durva hibával terhelt periódusok szűrését végeztem el. Durva hibával terhelt periódusnak tekintettem azt, amikor az átlagos magassági hiba abszolút értékben meghaladja a 200 mm-t. A BME D épület állomáson nem volt, a másik két állomáson elhanyagolható a durva hibával terhelt periódusok aránya (1. táblázat).

Táblázat 1. Durva hibával terhelt periódusok száma és aránya

Monitor állomás	Periódusok száma	Durva hibával terhelt periódusok	
		száma	aránya [%]
BME D épület	4860	0	-
Testvérhegy	5234	13	0,25
PB205	240	1	0,42

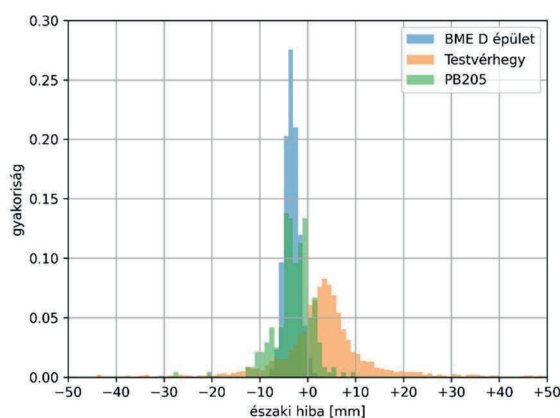
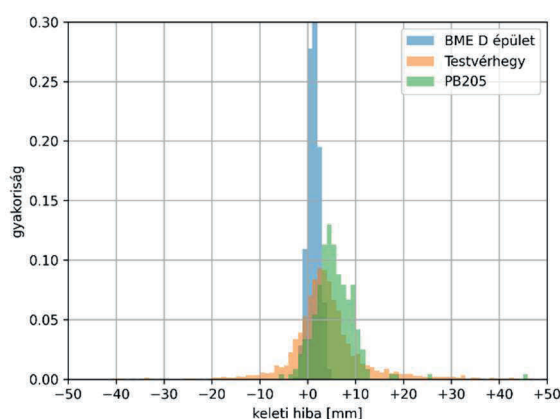
4.1. Pontosság

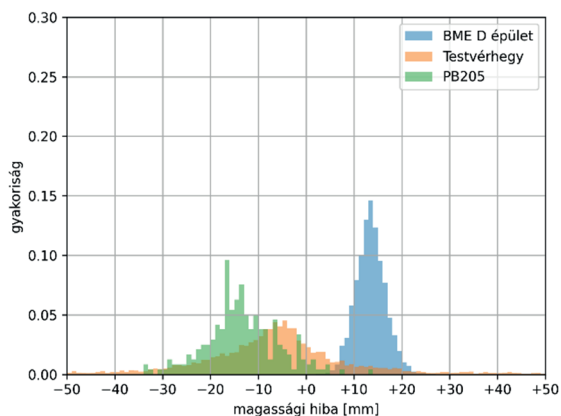
Az állomások hibátlanul tekinthető koordinátaíhoz képest határoztam meg az egyes periódusokban, fix megoldással kapott koordináták és magasságok számtani középértékének valódi hibáit, valamint a periódusokban a koordináták, illetve magasságok szórását (2. táblázat).

Táblázat 2. Koordináta hibák átlaga és szórása [mm]

Monitor állomás	Kelet		Észak		Magasság	
	átlag	szórás	átlag	szórás	átlag	szórás
BME D épület	+1	±1	-3	±2	+14	±3
Testvérhegy	+4	±10	+3	±12	-6	±24
PB205	+6	±5	-3	±8	-13	±12

Az átlagos eltérések tartalmazzák az állomások hibátlan koordinátaíinak meghatározását terhelő bizonytalanságokat is, különösen a magasságok esetében. A BME D épület állomáson a szórások ±1-3 mm közöttiek, ez alapján a közeli, fizikai referenciaállomással, két perces periódusokban elérhető a mm-es pontosság. Testvérhegy állomáson a szórások vízszintes értelemben ±10-12 mm, magassági értelemben ±24 mm. A PB205 monitor állomáson a szórások nagyjából fele akkora, mint a Testvérhegy monitor állomáson. Ez feltehetően annak tudható be, hogy a PB205 állomáson órási periódusokat rögzítünk (4. ábra).

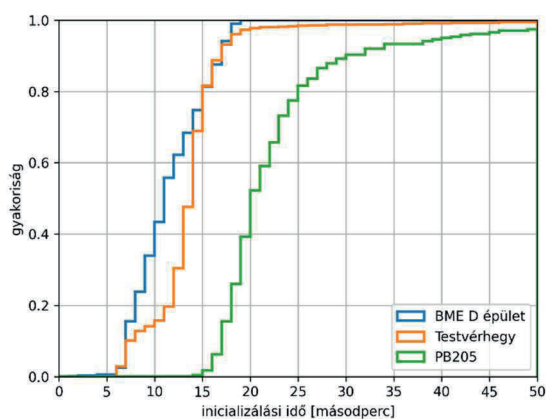




4. ábra Koordináta- és magassági hibák tapasztalati sűrűségfüggvénye

4.2. Inicializálási idő

Az inicializálás idő a BME D épület állomáson minden periódusban 20 másodperc alatti. A Testvérhegy monitor állomáson a periódusok 99,5%-ban az inicializálási idő rövidebb, mint 50 másodperc, a periódusok 97,8%-ban rövidebb, mint 20 másodperc. A PB205 állomáson az inicializálási idő a periódusok 97,5%-ban rövidebb, mint 50 másodperc. A u-blox vevővel végzett mérések esetén tehát a fix megoldással kapott pozíciók periódusa kb. két perc. A mindennapi geodéziai feladatokhoz létesített felmérési alappontokon, a jogszabályi előírásoknak megfelelően legalább két perces periódusban mérünk. Az 5. ábrán jól látszik, hogy a közeli, fizikai referenciaállomáson a legkedvezőbb az inicializálási idő, a u-blox vevővel felszerelt állomásokon jellemzően 5 és 20 másodperc közötti, ami megerősíti a gyakorlati tapasztalatokat. A PB205 állomáson az RTKLIB feldolgozásból kapott eredmények valamivel szerényebbek (5. ábra).

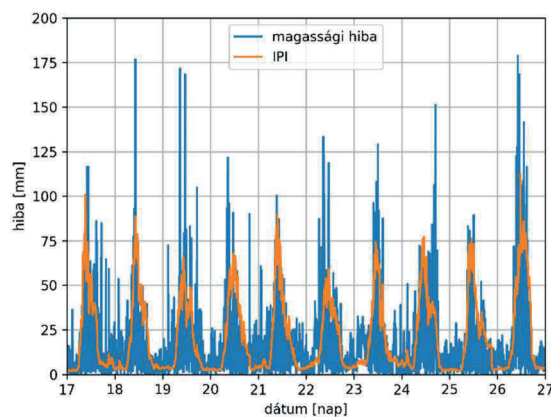


5. ábra Inicializálási idő tapasztalati eloszlásfüggvénye

4.3. Az ionoszféra aktivitásának hatása

Az ionoszféra aktivitásának hatását a Testvérhegy monitor állomáson kapott eredményeken keresztül mutatom be. A magassági hibák erősen függnek az ionoszférikus aktivitástól,

amelynek egyik mérőszáma a hálózati RTK-korrekciók számításához szükséges ionoszféra modell maradék ellentmondásait leíró IPI (Irregularity Parameter of Ionosphere) érték. Az IPI értéke tehát tartalmazza egyrészt az ionoszféra aktivitását, másrészt az ionoszféra modellek pontosságát is. A gnssnet.hu szolgáltatás külön IPI értéket határoz meg az ország nyugati és keleti részére, az értékek erősen korrelálnak. A 6. ábra a Testvérhegy ponton kapott magassági hibák abszolút értékét és a nyugati országrészre kapott IPI értékek kapcsolatát mutatja. A két mennyiség között a korrelációs együttható 0,46.



6. ábra Testvérhegy monitor állomáson a magassági hibák és az IPI értékek összefüggése

5. Összefoglalás

A cikkben két módszert mutattam be RTK GNSS-mérésekkel meghatározott pozíciók pontosságának és az inicializálási idejének monitoring jellegű vizsgálatára. Az első módszer olcsó, kétfrekvenciás, jó minőségű u-blox RTK-vevőn alapul, a második a GNSS szolgáltatótól független permanens állomásokon működő geodéziai vevők méréseinek közel valós idejű, automata feldolgozásán. A feldolgozást a nyílt forráskódú RTKLIB szoftverrel végeztem. Mindkét módszerrel kapott eredményeket megerősítik a gyakorlati tapasztalatok, azaz virtuális referenciaállomásokról vett korrekciókkal a vízszintes koordináta hibák és a magasságok 1 cm alatti hibával és 1-2 cm körüli szórással jellemezhetők. Saját bázis esetén, két perces periódusokban lényegében néhány mm-es pontosság érhető el. A u-blox vevőkkel, az RTK-vevőkhöz hasonlóan, jellemzően 20 másodperc alatt tudunk inicializálni.

A bemutatott módszerek alkalmasak az RTK-korrekciós szolgáltatások pontosságának és hatékonyságának monitoring jellegű vizsgálatára és az eredmények valós idejű publikálására, ezzel maguk a szolgáltatók újabb, a gyakorlati felhasználók számára igen lényeges elemmel bővíthetik a szolgáltatásuk minőségbiztosítását. A vizsgálatokat Budapest területén végeztem, a legközelebbi állomástól mintegy 10 km távolságra. Érdekes lenne további vizsgálatokat végezni az ország több pontján is, az állomásoktól nagyobb távolságra is, hogy a kapott eredmények reprezentatívak legyenek a szolgáltatással lefedett terület egészére vonatkozóan.

Köszönetnyilvánítás

A szerző hálásan köszöni a vizsgálatokhoz felhasznált adatokat a HungaroControlnak, a PildoLabs-nek és a Kozmikus Geodéziai Observatóriumban működő gnssnet.hu GNSS Szolgáltató Központnak.

Irodalomjegyzék

- Baybura, Tamer – Tiryakioglu, Ibrahim – Uğur, Mehmet – Solak, Halil – Şafak Yaşar, Şeyma 2019: Examining the Accuracy of Network RTK and Long Base RTK Methods with Repetitive Measurements. *Journal of Sensors*. 2019. 1-12. <https://doi.org/10.1155/2019/3572605>
- Bruyninx, C. – Legrand, J. – Fabian, A. – Pottiaux, E. 2019: GNSS metadata and data validation in the EUREF Permanent Network. *GPS Solutions* 23(106). <https://doi.org/10.1007/s10291-019-0880-9>
- Busics, György – Horváth, Tamás 2006: Az aktív hálózatok adottságainak kihasználása. *Geodézia és Kartográfia*, 58(4), 9–16.
- Égető, Csaba – Siki, Zoltán – Turák, Bence – Rózsa, Szabolcs 2021: Low-cost GNSS sensor development for structural monitoring. *Buletin Stiintific Al Universitatii De Nord Baia Mare Seria D Exploatari Miniere, Prepararea Substantelor Minerale Utile, Metalurgie Neferoasa, Geologie Si Ingineria Mediului*
- Forgó, Zoltán 2023: GNSS-mérési módszerek megbízhatóságának vizsgálata *Geodézia és Kartográfia*, 75(1), 24–28. <https://doi.org/10.30921/GK.75.2023.1.3>

Horváth Tamás 2015: RTKLIB alapú monitorozó alkalmazások. Előadás a FOSS4GÉZÚ Nyílt forráskódú térinformatikai munkaértekezleten. http://www.agt.bme.hu/gis/workshop4/eloadasok/Alberding_RT_KLIB.pdf

Somogyi, Rita 2021: Műholdas navigációs eljárások bevezetése magyarországi vidéki repülőtereken. *Közlekedéstudományi Szemle*, 71(2), 16-23.

Space Weather Prediction Center, Solar Cycle Progression. <https://www.swpc.noaa.gov/products/solar-cycle-progression>

Takács, Bence – Somogyi, Rita – Mercedes, Reche 2020: Deployment of the Hungarian E-GNSS Network and the results of its first year of operation. In: Bacsárdi, László; Kovács, Kálmán (szerk.) *Selected papers of the 6th International Conference on Research, Technology and Education of Space (H-SPACE 2020)*

Takasu, Tomoji – Yasuda, Akio 2009: Development of the low-cost RTK-GPS receiver with an open source program package RTKLIB. *International Symposium on GPS/GNSS*.

Takasu, Tomoji 2009: RTKLIB: Open Source Program Package for RTK-GPS. FOSS4G 2009 Tokyo, Japan

Turák, Bence – Khaldi, Abir – Rózsa, Szabolcs 2024. A légköri vízpára térbeli modellezése GNSS észlelések alapján tomografikus eljárással. *Geodézia és Kartográfia*, 76(5-6), 4–16. <https://doi.org/10.30921/GK.76.2024.5-6.1>

Závodi, Péter 2013: Leica SmartRTK, aktív ionoszféra és kezelésének lehetőségei. *Geodézia és Kartográfia*, 65(5-6), 5–8.



A Magyar Földmérők Arcképcsarnoka
sorozat IV. és V. kötete megvásárolható az MFTTT titkárságán.
A kötetek ára tagjaink részére 5000 Ft.

MFTTT vezetősége

Fontosabb állomások a földalak meghatározás történetében

SZÜCS László

Óbudai Egyetem, Építéstudományi Kar, Építőmérnöki Intézet

szucs.laszlo@ybl.uni-obuda.hu

[DOI: 10.30921/GK.77.2025.1.4](https://doi.org/10.30921/GK.77.2025.1.4)

Absztrakt

A történelem folyamán a tudomány különféle elképzeléseket alkotott a Föld alakjáról. Volt elképzelés a sík alakú Földről, amely a világegyetemben lebeg, vagy valamilyen misztikus állatok tartják (pl. indiai elképzelés szerint a Földet 4 elefánt tartotta, amelyek egy óriási teknős hátán állnak). Később megjelent a gömb, majd a forgási ellipszoid alakú földmodell. Végül fizikai alapokra került a Föld alakjának definiálása, így jött létre a geoid. Ennek a folyamatnak a legfontosabb állomásaival foglalkozik röviden a cikk.

Abstract

Throughout history, science has created various ideas about the shape of the Earth. There was the idea of a flat Earth floating in the universe, or held by some mystical animals (e.g., according to the Indian idea, the Earth was held by 4 elephants standing on the back of a giant turtle). Later, the sphere appeared, and then the rotating ellipsoid-shaped Earth model. Finally the definition of the Earth's shape was based on physical foundations, and thus the geoid was created. This article deals with the most important stages of this process.

1. Bevezetés

Az emberek már az őskor óta próbálták lerajzolni azt a helyet, ahol laktak, és azokat az eseményeket, amelyek velük történtek. Ehhez természetesen a körülöttük lévő tér szemléletével kellett élniük, amely részeként földalak elképzeléssel is rendelkeztek, még akkor is, ha úgy gondolták, hogy az az őket körülvevő domborzat. A domborzat mellett természetesen az eget is a tér részének tekintették. Valószínűleg a kérdés a Föld alakjáról fel sem vetődött bennük, mivel ismereteik hiányában nem tekinthették a Földet égitestnek. Ezt az ábrázolást az ősemberek sziklarajzain ugyanúgy láthatjuk (lásd 1. ábra) (Stegen L. 1985), mint például a törökországi Catalhöyük „várostérképén” (lásd 2. ábra) (Cevat Ü. 1999).



1. ábra Sziklarajz Spanyolországban (kb. i.e. 9000)



2. ábra Catalhöyük, a település és a közeli vulkán „térképe”

2. A gömb alakúnak hitt Föld

Az elképzelés, miszerint a Föld alakja a gömb, a fennmaradt leírások alapján Püthagoraszról (i.e. 570 körül) származott, amikor megalkotta a Püthagorasz világméket, melyben az űrben lebegő Föld körül keringenek az égtestek. Azonban ez az elképzelés csak az égi objektumok viselkedésére terjedt ki, a távolságokkal vagy méretekkel, így a Föld sugarával nem foglalkozott.

Eratoszthenész Pentatlosz (i.e. 276 - i.e. 194) volt az első, aki a Föld méretére kíváncsi volt, munkásságával a tudományos földrajz megalapítójának tekinthetjük. Az eredetileg görög származású tudós III. Ptolemaiosz fáraó meghívására Egyiptomban végezte kutatásait, és az Alexandriai Könyvtár vezetője lett. Egyiptomban írta meg „Geographica” című könyvét, amely sajnálatos módon nem maradt fenn, azonban több más ókori szerző könyvében olvashatunk belőle idézeteket. Strabón (i.e. 64 - i.sz. 23) „Geographika” című könyvében Eratoszthenészre hivatkozva a következőket írja (Strabón 1977):

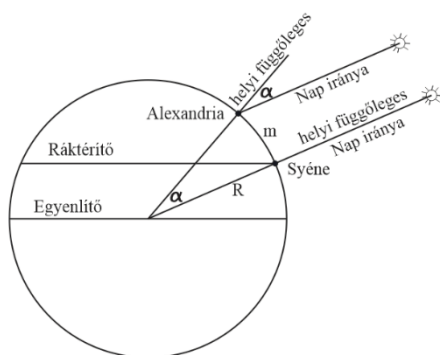
- „A súlyos testek mozgása a középpont felé tart, e körül gömb alakúra összesűrűsödve áll a Föld.”
- „Alapföltevés az, hogy a Föld a tengerekkel együtt gömb alakú.”

Ezzel Eratoszthenész fizikai alapa helyezte a gömb alak elképzelést. Vizsgálatait folytatva, geometriai módszert talált a Föld sugarának meghatározására. Erről a mérésről igen sok, nem teljesen a valóságot tükröző publikációt lehet találni. Az eljárás alapja a következő: ha egy meridián irányú gömbi ívnek

ismerjük a hosszát és a középponti szögét, akkor meghatározható az ív sugara. Erre Eratoszthenész négy alapfeltevéssel élt (Strabón 1977):

- A Föld gömb alakú, melyen a domborzat elhanyagolható.
- Syéne (mai Asszuán) a Ráktérítőn van, így itt nyári napforduló idején függőlegesen süt le a Nap.
- Syéne és Alexandria ugyanazon meridiánon fekszik.
- „A Nap küldötte fénysugarak a világ különböző részein egymással párhuzamosak...”.

Ezen feltevések alapján megrajzolható a 3. ábra. A mérési eljárásról is sokat olvashatunk a szakirodalomban. A valóság megismeréséhez azonban célszerű visszanyúlni az ókori szerzők könyveihez. Az ív középponti szögének meghatározásához csak Alexandriában kellett mérést végezni, hiszen Syénében a Nap iránya a nyári napforduló idején függőleges (második feltevés következménye). A szögmérésre az akkori napórákhoz hasonló eszközt lehetett felhasználni, ami egy félgömb alakú edény, a belső oldalán fokenkénti vonalazással, középen függőleges mutatóval (lásd 4. ábra). Eratoszthenész ezzel a műszerrel meghatározta, hogy a mutató árnyéka a mérőeszköz belső gömbje kerületének 1:50-ed része, azaz $7,2^\circ$.

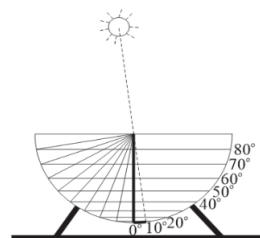


3. ábra A földsugár meghatározásának elve Eratoszthenész feltevései alapján

A két város távolságát több tevékaraván utazásra fordított idejéből átlagolta ki. Az még mérhető volt, hogy egy karaván egy nap alatt mekkora utat tett meg, ezt szorozta a két város közötti utazásra fordított napok számával. Így távolságnak 5000 stadiont kapott. Akkoriban a stadion, mint hosszsmértékegység meglehetősen elterjedt volt, azonban a hosszúsága nem mindenhol volt azonos. Hogy görög létére Egyiptomban valamelyik görög stadiont, vagy az egyiptomit használta-e, arról nem maradt fenn feljegyzés, de gyaníthatóan az egyiptomit alkalmazta, amely 157,2 méternek felel meg. Szintén nem maradt fenn feljegyzés arról sem, hogy figyelembe vette-e a Nílus kanyarulatait, de valószínűleg számolt vele (Szűcs 2013). Amit biztosan elhibázott, hogy a két város valójában nem azonos meridiánon fekszik, valamint Syéne a Ráktérítőtől kissé északabbra helyezkedik el.

Ha az ív szöge a 360 foknak 50-ed része, akkor az ív hossza is a gömb kerületének 50-ed része kell legyen, vagyis a kerület 250 000 stadion. Azonban szerette volna, ha 1° középponti szöghöz egész stadion ívhossz tartozna, így felkerekítette

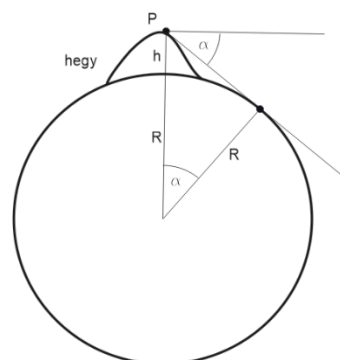
252 000 stadionra, amiből a gömb sugara 40 107 stadion, mai mértékegységben 6 305 km-nek adódott. Érdekes, ha ezt az értéket összehasonlítjuk a WGS84 ellipszoidhoz Egyiptomnál illesztett simulógömb sugarával (6 366 km), mindössze 1% eltérést kapunk (Szűcs 2013)! Ezzel a módszerrel Eratoszthenész feltalálta a későbbiekben fokmérésnek nevezett módszert, amely a Föld sugarának meghatározására szolgált és több, mint 1800 évig alkalmazták.



4. ábra Eratoszthenész korában használt mérőeszköz

Egy érdekes kitérő a földsugár meghatározásában a X. században élt Al-Biruni munkássága (Abu Rayhān Muḥammad ibn Aḥmad Al-Biruni, 973-1048), aki a domborzat magasságát használta fel a sugár meghatározására (lásd 5. ábra). Ha ismerjük a hegytető magasságát a tengerszint felett, a helyi vízszintes és a tenger legmagasabbban látszó pontja közötti szög megméréssel meghatározható a Föld sugara az alábbi összefüggéssel:

$$R = \frac{h \cos \alpha}{1 - \cos \alpha} \quad (1)$$



5. ábra A földsugár meghatározása Al-Biruni módszerével

3. A forgó Föld alakja a forgási ellipszoid

1669-ben Huygens és Newton elméleti megközelítéssel kimutatta, hogy a tengely körüli forgás következtében fellépő centrifugális erő hatására a gömb alaknál lapultabb, úgynevezett forgási ellipszoid alakot kell felvennie a Földnek. Ezt Richter csillagász 1672-es eredménye is igazolta azzal, hogy egy északon szabályosan beállított másodperc ingát délebbre vitt, annak járása a földrajzi szélesség függvényében folyamatosan változott (Révai Nagy Lexikona 1913). Ez annak a következménye, hogy északról dél felé haladva egyre távolabb kerülünk a Föld forgástengelyétől, így az ingára ható centrifugális erő is egyre nagyobb. Azonban amikor Richter

számításokkal figyelembe vette a centrifugális erő változását gömb alakot feltételezve, még mindig maradtak ellentmondások az ingák járásában. Ezt azzal tudta feloldani, ha a Föld elméleti alakját nem gömbnek, hanem forgási ellipszoidnak tekintette, ezzel a forgástengelytől vett távolságokon is tudott finomítani, az ellentmondásokat kiküszöbölve.

A forgási ellipszoid pontos méretének meghatározására Eratoszthenész fokmérését alkalmazva és továbbfejlesztve több mérési kampány is folyt különböző földrajzi szélességű területeken. A fokmérések közül mindennapi életünkre a mai napig hatással van az 1790-ben megkezdett Francia Fokmérés, mivel a „méter” bevezetéséhez kapcsolódik. A mérési munkákat sokkal korábban, 1669-ben Picard abbé kezdte meg, egy Amiens és Malvoisine közötti ív mérésével, amiből gömbsugarat kívánt meghatározni. 1790-ben a Francia Nemzetgyűlés elrendelte ennek az ívnek a meghosszabbítását dél felé Barcelonáig (majd Algériáig), északon pedig összekapcsolták az Angol Fokméréssel York-ig (lásd 6. ábra). Ezzel alakult ki a Francia Fokmérés, amely alapján Méchain és Dalambre definiálták a „méter” fogalmát a Föld egy meridiánköre 1/40 000 000 részeként (Révai Nagy Lexikona 1913), így máig fontos lépés a mérésügy történetében. A Francia Fokmérésben meghatározott forgási ellipszoid fél nagytengelye $a = 6\,375\,738,700$ m, fél kistengelye $b = 6\,356\,666,222$ m (Tóth 1870).



6. ábra A Francia Fokmérés íve

1862-ben három ország, Poroszország, Szászország és a Habsburg birodalom létrehozta a Közép-Európai Fokmérés szervezetét, hogy meghatározzák a Föld alakját (Magyar Nemzeti Levéltár 1887). Később más országok is csatlakoztak, 1867-re már Európai Fokmérés, végül 1886-tól Nemzetközi Földmérési Szövetség (IE – Internationale Erdmessung) nevet viselte a szervezet (Tóth 1870). Az IE 1919-ben alapító tagja lett a Nemzetközi Geodéziai és Geofizikai Uniónak (IUGG – International Union of Geodesy and Geophysics), melyben IAG

(International Association of Geodesy) néven folytatja a nemzetközi geodéziai kutatások koordinálását (Völgyesi et al. 2002). A szervezet előírásokat fogalmazott meg a mérések pontosságára, hogy homogén adatokból számíthassák a Föld méreteit. Méréseikből több földalakat és geodéziai koordináta-rendszert határoztak meg.

4. A Föld alakja a fizikai hatások figyelembevételével

Az 1880-es évekre bebizonyosodott, hogy attól függően, hogy mely területekről származó méréseket használunk az ellipszoid méretének meghatározására, más-más ellipszoidi paramétereket kapunk. Együttes feldolgozásuk pedig olyan mértékű ellentmondásokat mutatott, amely meghaladta a mérések pontosságát. Ennek elkerülése céljából fontossá vált egy olyan elméleti földalakat definiálni, ami a mérések helyétől függetlenül, egyértelmű eredményt ad.

Gauss munkásságának idején a mérés technika már rég elérte azt a pontossági szintet, amivel ki tudta mutatni, hogy a háromszögelési pontok ellipszoidi normálisainak iránya eltér a helyi földfelszíni függőleges irányoktól, amely a helyi nehézségi erő irányával egyezik meg. Ismerte azt a tényt, hogy a szabad folyadékfelszín merőleges a rá ható nehézségi erőre, elméletben megállapította, hogy a nyugalomban lévő tengerek felszíne által meghatározott alak megegyezik a nehézségi erőter szintfelületének alakjával. 1878-ban Listing a nyugalomban lévő tengerek szintjének megfelelő szintfelületet javasolta a Föld elméleti alakjának, amelyet geoidnak nevezett. Azaz a geoid nem más, mint a Föld nehézségi erőterének potenciálfelülete a nyugalomban lévő tengerek szintjén.

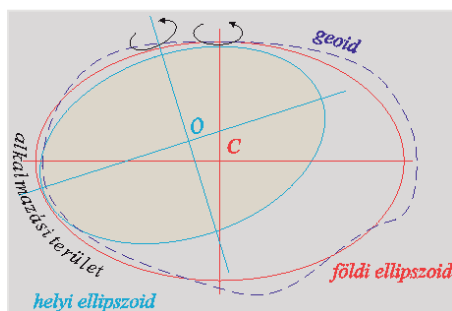
A geoid meghatározására mind geometriai, mind fizikai elveken alapuló meghatározási módszerek is léteznek (Homoródi 1966, Biró et al. 2013). A legkorábbi geometriai alapú eljárás a csillagokra történő mérés volt (csillagászati szintezés). Ebben az esetben csillagászati geodéziai mérésekkel határozzuk meg a geoidi függővonal-elhajlás értékét a mérési pontokban, amelyekből a geoid alakját számítjuk. Eötvös Lóránd egy fizikai módszert dolgozott ki, melyhez megalkotta a későbbiekben Eötvös-ingának elnevezett berendezést. Mesterséges holdak (pl. GNSS) segítségével is meghatározhatjuk a geoid alakját.

A geoid azonban egy igen összetett felület, aminek tömegvonzási potenciál részét végtelen tagú gömbfüggvényekkel írhatjuk le. A meghatározási módszerek mérési eredményeiből ennek a sornak a paramétereit vezetjük le. Mivel nem ismerjük az összes paramétert, a gyakorlatban nem lehet a teljes gömbfüggvényesort figyelembe venni, ezért bizonyos esetekben felvesznek egy olyan, szabályos alakú testet, amelynek tömege azonos a Földével, alakja közelíti a Földét, valamint ugyanolyan szögsebességgel végez forgást a tengelye körül (Völgyesi 2002). Természetesen a test nehézségi erőtere hasonló lesz a Földéhez, de kismértékben eltér tőle. Ezt hívják szferoidnak. Mivel a szferoid nehézségi erőtere kissé eltérő a geoidétól, ezért normál nehézségi erőternek nevezzük. A test alakja pedig a Föld

normálalakja. Fontos szerepe van a nehézségi erőter vizsgálatában, valamint a magasságok definiálásában (normálmagasság, amit Magyarországon is alkalmazunk).

5. A Föld elméleti alakjának és méretének fontossága a vízszintes és magassági helymeghatározásban

A forgási ellipszoid méretét és a fizikai földalakhoz képesti elhelyezését leíró adatokat geodéziai dátumnak nevezzük. A forgási ellipszoidot elhelyezhetjük úgy, hogy annak középpontja egybeesik a Föld tömegközéppontjával, kistengelyének iránya pedig a forgástengellyel. Az ilyen geodéziai dátumot geocentrikus dátumnak nevezzük. Erre jó példa a NAVSTAR GPS-rendszerhez alkalmazott WGS-84 ellipszoid tömegközépponti elhelyezése (lásd 7. ábra). A másik lehetőség, hogy az ellipszoidot egy adott területhez igazítva helyezzük el, az ilyen esetet helyi elhelyezésnek nevezzük. Erre példa lehet az EOVS alapfelülete, az IUGG-67 ellipszoid magyarországi elhelyezése. Helyi elhelyezés esetében vagy önkényesen meghatározzuk a csillagászati kezdőpontban a pont ellipszoidi normálisának és a geoidi normálisának szögét, vagyis a függővonal-elhajlás értékét (amit Gauss is észrevett), vagy a vízszintes alaphálózatot úgy egyenlítjük ki az ellipszoidon, hogy az összes földrajzi helymeghatározással rendelkező pontot figyelembe véve a függővonal-elhajlás értékek négyzetösszegét minimalizáljuk.

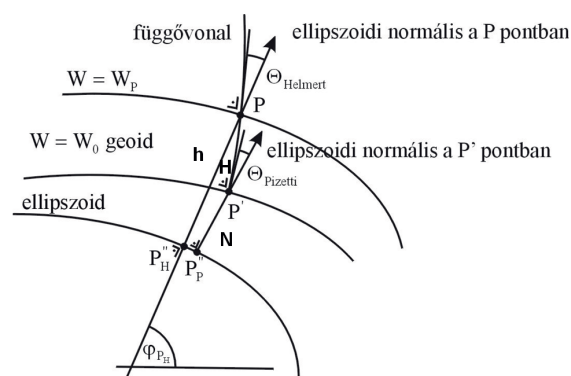


7. ábra. Az ellipszoid geocentrikus és helyi elhelyezése (Varga J.), ahol „C” a föld tömegközéppontja

A vízszintes méréseinket a vízszintes geodéziai alaphálózat pontjaihoz kapcsoljuk be. Ezáltal a vízszintes méréseink kapcsolódnak az alkalmazott földalakokhoz. Abban az esetben, ha a méréseink mégis más geodéziai dátumra vonatkoznak, mint amit az adott országban használunk, a két geodéziai dátum közötti transzformációra van szükségünk. Ez a helyzet áll fenn akkor, ha GNSS rendszerrel EOVS koordinátákat szeretnénk meghatározni, mivel a GNSS mérésekhez Európában az ETRS89 geodéziai dátumot használjuk (amely nagyon közeli a WGS84-hez), míg a magyar geodéziában az EOVS alapja a HD72 geodéziai dátum (IUGG-67 ellipszoid és annak lokális elhelyezése).

A magasságmérések szempontjából szintén fontos a Föld alakjának ismerete. Hagyományos magassági alaphálózataink alapja valamely tenger adott időszorból számított középtengerszintje. A középtengerszint magasságában található szintfelület határozza meg a magassági dátumot. A középtengerszint értéke függ a mérés helyétől, valamint időpontjától. Még ugyanazon mérési pontban, de különböző időpontokban mért középtengerszintek sem azonosak. Tengerrel nem rendelkező országokban előfordul, hogy a magassági dátum a magassági főpont alatt adott mélységben elhelyezkedő szintfelületre vonatkozik, középtengerszint nélkül, azt csak közelítve.

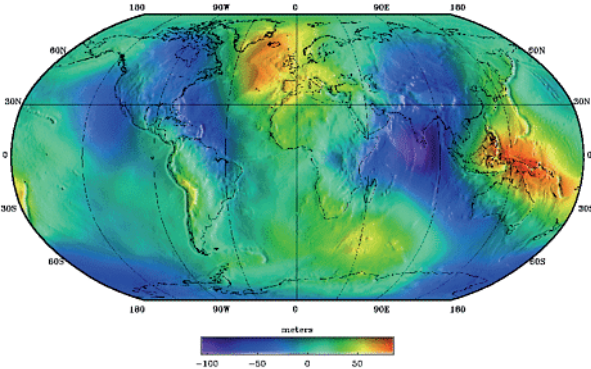
Két pont magasságkülönbségeként a pontokon átmenő szintfelületek függőleges távolságát értjük. Azonban a szintfelületek nem párhuzamosak, így távolságuk sem egyértelmű. Ezzel szemben egyértelmű a potenciálértékük eltérése. A szintezési pontok pedig magasságuk helyett a rajtuk áthaladó szintfelület potenciálértékével, vagyis a geopotenciális értékkel jellemezhetők egyértelműen. Ez azonban nem hossz jellegű mérőszám. Ha a valódi nehézségi erőter térerőssége (vagy nehézségi gyorsulása) értékének figyelembevételével számítunk belőle magasságot, azt ortométeres magasságnak nevezzük. Amennyiben a normál nehézségi erőter adataival számolunk a geopotenciális értékből magasságot, ún. normálmagasságot fogunk kapni. A kettő kismértékben eltér egymástól. Magyarországon normálmagasságot használunk.



8. ábra Földfelszíni P pont vetítése az ellipszoidra

Egy földfelszíni pont magasságát mérhetjük a függővonalal vetített geoidi megfelelője felett (PP' távolság, amit H -val jelölhetünk), valamint egy geodéziai dátumnak megfelelő ellipszoid felett is, ellipszoidi normálissal vetítve (PP_H távolság, amelyet h -val szokás jelölni) (lásd 8. ábra). A geoidi pont (P') ellipszoidi normálissal vetített megfelelője (P_p) eltér a földfelszíni pont ellipszoidi normálissal vetített megfelelőjétől (P_H) (az alsó indexben „P” Pizetti, „H” Helmertre utal, akik a földfelszíni P pont ellipszoidi megfelelőjeként más megoldást ajánlottak). Azonban ez az eltérés kicsinynek tekinthető magassági hibát fog okozni. Az ellipszoid feletti és geoid feletti magasság ilyen közelítő eltérését geoidundulációnak nevezzük ($P'P_p$ távolság, amelyet N -nel szokás jelölni), vagyis a geoidunduláció megadja a geoid magasságát az ellipszoid felett: $N \cong h - H$. (Szűcs 2007, Papp-Benedek 1988).

Amennyiben a geoidunduláció értékét megfelelő sűrűséggel meghatározzuk, ún. geoidmodellhez jutunk. A modellnél mindig ismernünk kell, hogy az melyik geodéziai dátumra vonatkozik, valamint melyik geoid adatbázist használjuk fel. Ilyen például az EGM96 globális geoidmodell, amely a WGS84 geodéziai dátumhoz kapcsolódik (lásd 9. ábra).



9. ábra EGM globális geoidmodell. (NASA)

A globális geoidmodellek felbontásuknál fogva nem szolgáltatnak Magyarország területére részletes információkat. Ezért a nemzetközi gyakorlatnak megfelelően Magyarország is folyamatosan dolgozik a minél részletesebb lokális geoidmodelljének előállításán (Papp 1998, Ádám et al. 2000, Völgyesi et al. 2005, Tóth et al. 2015). Geodéziai szempontból a lokális geoidmodellnek a GNSS helymeghatározás területén, a magasságok meghatározásánál van a legnagyobb szerepe. Ugyanis a GNSS rendszer megadja a felszíni pontok WGS84 ellipszoid feletti magasságát. A „tengerszint feletti” magasságok meghatározásához (vagy inkább jó közelítéséhez) egy olyan lokális geoidmodellre van szükségünk, amely megadja a WGS84 ellipszoid felett a Balti magassági dátumnak megfelelő elhelyezéssű geoid ellipszoid feletti magasságait. Ha a modellből levehető geoidunduláció értékeket levonjuk a földi pontok ellipszoid feletti magasságából, akkor a Balti alapszintre vonatkozó, a magyar gyakorlatban alkalmazott normálmagasságot jól közelítő magasságot tudunk számítani: $H = h - N$. Ez a számítás a dátumtranszformációval együtt megtalálható például a GNSS vevőkre telepített transzformációs szoftverben, de utólagos számításokhoz megtaláljuk a gnssnet.hu oldalon is.

6. Összefoglalás

A tudomány fejlődése egyre precízebb eljárásokat biztosít a Föld alakjának és méretének meghatározására. A mérés technika fejlődése azonban magával hozta a földalakokról tett elképzelések változását is, míg eljutottunk a sítól egészen a geoidig. Ennek az útnak a mérőföldkövei mai napig hatással vannak életünkre, például a méter-rendszer bevezetésével. Azonban a mérések (geoid-meghatározás) aktuális kutatási lehetőséget és feladatot adnak. Érdekes, hogy az összes korábbi földalakot a mai napig használjuk. A geodéziából tanultaknak megfelelően, ha a munkaterület elfér egy 4 km sugarú körön belül, a Földet tekinthetjük síknak, 13 km sugarú körön belül

elférő munkaterület esetében a Föld helyettesíthető gömbbel, nagyobb területek esetén ellipszoiddal. Magasságméréseknél nem tekinthetünk el a geoidtól. Azonban a történelem folyamán definiált földalakok mind csak közelítő felületei a Föld valódi (fizikai) alakjának. A fizikai földalak leírásához a magasságmérések egyértelműsítése és a számításba történő bevonása is szükséges.

Irodalomjegyzék

- Ádám, J. - Gázsó, M. - Kenyeres, A. - Virág, G. 2000. Az Állami Földmérésnél 1969 és 1999 között végzett geoidmeghatározási munkálatok. *Geodézia és Kartográfia*, 52(2), 7-14.
- Biró, P. - Ádám, J. - Völgyesi, L. - Tóth, Gy. 2013. A felsőgeodézia elmélete és gyakorlata. *HM Zrínyi Térképészeti és Kommunikációs Szolgáltató Nonprofit Kft., Budapest*.
- Cevat, Ü. 1999. An 8.200 Years Old Map, The Town Plan of Catalhöyük. *Dönence, Istanbul*. ISBN 975-7054-05-0
- Homoródi, L. 1966. Felsőgeodézia. *Tankönyvkiadó, Budapest*.
- Magyar nemzeti levéltár. 1887. Az európai fokmérés céljából megindult tudományos vállalat költségei. *Minisztériumi jegyzőkönyv (1887.08.10/13)*.
- Papp, G. - Benedek, J. 1988. A függővonal modellezése a tömegvonzási erőterben. *Geomatikai Közlemények*, 1, 55-70.
- Papp, G. 1998. Nagypontosságú gravitációs erőter modellezés és geoid számítások a Kárpát-Pannon régióban. *Magyar Geofizika*, 39, 28-31.
- Révai Nagy Lexikona, VII. kötet. 1913. Fokmérés. *Révai Testvérek Irodalmi Intézet Részvénytársaság, Budapest*, 636-638.
- Stegen, L. 1985. Térképtörténet. *Tankönyvkiadó, Budapest*.
- Strabón 1977. *Geographika. Gondolat kiadó, Budapest*.
- Szücs, L. 2007. Vetítések a Föld felszínéről az ellipszoidra. *Geomatikai Közlemények*, X., 167-176
- Szücs, L. 2013. Eratoszthenész földugár-mérésének vizsgálata. *Geomatikai Közlemények (XVI)*, 119-126.
- Tóth, Á. R. 1870. Az európai nemzetközi fokmérés és a körébe tartozó geodetiai munkálatok. *Értekezések a Matematikai Osztály köréből (VI)*. Magyar Tudományos Akadémia.
- Tóth, Gy. - Földváry, L. 2015. Új magyarországi geoidmeghatározás az ötödik generációs GOCE nehézségi erőter modellek segítségével. *Geomatikai Közlemények*, 18(2), 63-74.
- Völgyesi, L. 2002. Geofizika. *Műegyetemi Kiadó, Budapest*.
- Völgyesi, L. - Kenyeres, A. - Papp, G. - Tóth, Gy. 2005. A geoidmeghatározás jelenlegi helyzete Magyarországon. *Geodézia és Kartográfia*, 57(1), 4-12.
- Völgyesi, L. - Ádám, J. - Csapó, G. - Nagy, D. - Szabó, Z. - Tóth, Gy. 2002. Az 1906-os budapesti IAG konferencia geodéziai és geofizikai jelentősége. Megemlékezés a 100 éves évforduló alkalmából. *Geodézia és Kartográfia*, 58(8), 6-12.

Rendezvények

Földmérők Világnapja 2025

„A helymeghatározástól a nyomkövetésig”

Társaságunk, immár nyolcadik alkalommal, 2025. március 20-án rendezte meg a „Földmérők Világnapja” című rendezvényt a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Dísztermében. Konferenciánk fővédnöke **dr. Navracsics Tibor** közigazgatási és területfejlesztési miniszter volt. A rendezvény a Magyar Tudományos Akadémia támogatásával, a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetemmél közös szervezésben valósult meg.

A földmérő, térképész, térinformatikus és távérzékelő szakma jelentős kihívásokkal szembesült az elmúlt évtizedekben. A globális, regionális és helyi jellegű természeti változások mérés technikai, technológiai fejlesztéseket idéztek elő. Emellett megjelent az igény a minél pontosabb, naprakészebb, akár valós idejű adatok és elemzések iránt, mely követelmény napjainkban nemcsak műszaki téren, hanem társadalmi szinten is megjelenik. A helymeghatározó- és téradatokat felhasználó eszközök, alkalmazások olyan mértékben terjedtek már el, hogy szakmánknak ezt a társadalmi igényt is ki kell elégítenie amellet, hogy érthetően el is kell magyaráznia a „nagyközönség” számára azok felhasználásának módját, követelményeit és határait, egy térben tudatos társadalom kiépítése érdekében.

Társaságunk ebben az évben is „Az Év Magyar Földmérőjéről” emlékezett meg, a 125 évvel ezelőtt született **Tárczy-Hornoch Antal** Kossuth- és állami díjas magyar geodétáról, bányamérnökről, metrológusról, geofizikusról, egyetemi tanárról, a Magyar Tudományos Akadémia rendes tagjáról.

Tárczy-Hornoch Antal a felsőgeodézia, a bányamérés tan 20. századi magyarországi történetének egyik legkiemelkedőbb alakja, a kiegyenlítő számítások nemzetközileg elismert szaktekintélye volt. Oktatói és tudományszervező munkássága szintén jelentős: több évtizeden keresztül volt a geodézia és



Dr. Rózsa Szabolcs MFTTT elnök megnyitója

bányamérés tan egyetemi tanára Sopronban (1926–1959 között), valamint vezetője volt az általa szervezett soproni MTA Geodéziai és Geofizikai Kutatóintézetnek és elődintézményeinek (1949–1972 között).

Dr. Rózsa Szabolcs, az MFTTT elnöke köszöntőjében rámutatott, hogy a földmérésnek olyan sokszínű alkalmazási területe van már a hagyományos mérési technológiák mellett, az időbeli technológiai fejlesztések alkalmazásával olyan dinamikus változó képet tudnak a társszakmáknak nyújtani, hogy a földmérésnek van jövője.

A konferencia nyitó előadásában Tárczy-Hornoch Antal munkásságáról emlékeztünk meg. **Dr. Orbán Aladár**, az MTA köztestületi tagja, színes, számos személyes információval, történettel tarkított előadásában részleteiben ismertette Tárczy-Hornoch professzor úr sokoldalú munkásságát.



Dr. Orbán Aladár

A „Távérzékelés és űrtechnológia” című szekció előadásait **Enyedi Péter**, az EnviroSense Hungary Kft. ágazatvezetője, nyitotta meg „Országos LIDAR adatbázis és felhasználási lehetőségei” címmel. Előadásában ismertette a cégük által alkalmazott műszereket és technológiákat a felmérésben. Majd a felmérésből származtatott különböző adatbázisok, szolgáltatások bemutatására került sor.



Enyedi Péter.



Széll Alexandra.

Széll Alexandra üzletfejlesztési vezető, C3S Kft., „Új technológiák az űreszközök pozíció meghatározására és az úrforgalom nyomon követésére” című előadásában a kisméretű űreszközök potenciális ütközésének növekvő számára, ezzel az úrforgalom detektálásának fontosságára hívta fel a figyelmet. Elemezte a kis méretű eszközök detektálásának kihívásait. Ismertette az OWL (Orbital Whereabout Locator) nyomon követési rendszer tulajdonságait, valamint annak továbbfejlesztését, a WISDOM rendszert.



Fawzy Ramadan Mahmoud Mohamed

A szekció utolsó előadását **Fawzy Ramadan Mahmoud Mohamed** doktorandusz és **dr. Barsi Árpád** tartotta a BME Fotogrammetria és Térinformatika Tanszékéről „How Remote Sensing Data Enriches the Urban Development: Insights on Image Datasets, Techniques, and Applications” (Hogyan gazdagítják a távérzékelési adatok a városfejlesztést: a képi adatkészletek, technikák és alkalmazások áttekintése) címmel, angol nyelven. Előadásukban elemezték a rendelkezésre álló különböző adatkészleteket, illetve bemutatták az általuk alkalmazott különböző módszerek alkalmazási lehetőségeit. Így szó volt az objektumalapú képelemzésről (OBIA), a Sekély Mesterséges Neurális Hálózat (SNN), a Konvolúciós Neurális Hálózat (CNN), valamint a Kolmogorov Arnold Hálózat (KAN) tulajdonságairól, alkalmazásukról.

A konferencia második szekciója, **dr. Toronyi Bence** alelnök úr elnöklésével, a távérzékelés gyakorlati alkalmazásaival foglalkozott. A szekció első előadását **dr. Deák Márton** a

Lechner Tudásközpont Nonprofit Kft. osztályvezetője tartotta „Nagyméretű, épületszintű pontfelhők illesztési problémái műemléképületek esetén” címmel. Kifejtette, milyen épületfelmérési munkáik vannak műemlékek, örökségvédelem, világörökségi felmérések, részletmérések, földmérés és térképészet területén. Részletezte az épületszintű pontfelhők illesztési problémáit műemléképületek esetén – mint például a csavarodás, vagy egyéb illesztési problémák – illetve milyen dróneszközöket, GNSS szenzorokat használnak a meghatározásokhoz.



Dr. Toronyi Bence

A szekció következő előadását **dr. Kovács Béla** az ELTE Térképtudományi és Geomatikai Intézet egyetemi docense, tartotta „Reptéri futópálya anomália és FOD detektálása drónnal” címmel. Előadásában egy megvalósult projekt eredményeit mutatta be, melynek célja a reptéri kifutópályán található oda-nem-illő tárgyak detektálása volt különböző eszközökkel. Projektjükben a létező szinte összes technológiát bevetették (GNSS, LIDAR, drónok, digitális képfeldolgozás stb.), melyek alkalmazásának sikerességéről meggyőződhetünk.

A következő előadásban **Magyar Bálint**, a Lechner Tudásközpont Nonprofit Kft. InSAR kutatója, hazánk műholdradar alapú mozgásvizsgálati rendszerével foglalkozott. Bemutatásra került a műholdradar interferometria technológiája, illetve több kapcsolódó feldolgozási eljárás, például a differenciális interferometria és az állandó szórópontok módszere. Az előadás



Dr. Deák Márton



Dr. Kovács Béla

következő szakaszában került sor az interaktív bemutatóra. Ennek során akár a saját telefonunkon vagy laptopon, vagy akár a kivetítőt követve ismerkedhettünk az alkalmazással, a recens deformációs mintázatok bemutatásából kaptunk ízelítőt.



Magyar Bálint

A szekció utolsó előadását **Böröcz Balázs** az Óbudai Egyetem, Alba Regia Kar Geoinformatikai Intézetének gyakornoka tartotta „Magyarországi méhlegelők megfigyelése gépi tanulással és statisztikai módszerrel” címmel. Előadásában kifejtette, hogy multispektrális műholdfelvételek alapján (Sentinel-2), mind gépi tanulással, mind Mahanalobis-távolságok alkalmazásával milyen eredményeket ért el a méhlegelők meghatározása során.



Böröcz Balázs



Barta Márk

Az ebédszünet után a Térinformatika című szekcióval folytatódott a munka. **Barta Márk**, a BME Fotogrammetria és Térinformatika Tanszék doktorandusza a mesterséges intelligencia geodéziai alkalmazásával foglalkozott előadásában. Ismertette a különböző (elsősorban GNSS) eszközökben alkalmazott, mesterséges intelligencia alapú megoldásokat, illetve felhívta a figyelmet a mesterséges intelligencia számos alkalmazására egyéb módszerek esetén (pl. adatkonverzió).

A következő előadásban **Sárközy Zsófia**, az ELTE TTK Földtudományi Doktori Iskola doktorandusza, a terepi útvonaltervezés problémakörével foglalkozott. Előadásában elemezte a különböző útvonalelemzési algoritmusokat, azok költségeit, optimalizálásukat, illetve az útvonaltervezési modelleket. Az előadás végén vázolta a továbblépési irányokat is.

A szekció következő előadása a BME Általános- és Felsőgeodézia Tanszékéről érkezett (szerzői **Hrutka Bence** doktorandusz, **dr. Földváry Lóránt** egyetemi tanár, illetve **dr. Rózsa Szabolcs** egyetemi tanár) és az autonóm terepi járművek útvonaltervezésének támogatásával foglalkozott. Előadásukban foglalkoztak a terepi felmérés módszereivel (GNSS mérések+drónok, földi lézerszkennelés), azok eredményeiből a terepjárhatóság modellezésével, a költségek elemzésével, végül magával az útvonaltervezéssel. A kísérleti eredmények alapján bemutatták jövőbeni terveiket is.



Sárközy Zsófia



Hrutka Bence

A szekció utolsó előadása **Kovács Iván** osztályvezető, illetve **Csorba Kristóf** geodéziai vezető szakértő (Lechner Tudásközpont Nonprofit Kft.) közös prezentációja volt a hazai határok, elsősorban a közigazgatási határok témájában. Bemutatták, hogy milyen érdekes szituációk, eltérések merülhetnek fel a térképészeti adatbázisokban a határok mentén, államhatáron, egymás szomszédságában lévő települések esetén. Felvázolták a Magyar közigazgatási határok adatbázis (MKG) megújításának folyamatát, kiemelve az új vonalas adatmodellben a rangsor elvének használatát.

A következő, „Geodézia” című szekciót, **dr. Kenyeres Ambrus** osztályvezető, **Virág Gábor** K-GEO laborvezető, **Tóth Sándor** okl. földmérő és térinformatiai mérnök, illetve **Magyar Bálint** InSAR kutató közös előadása nyitotta az EOMA újjászületéséről. Előadásuk lényege az volt, hogy miként lehetne modernizálni a magassági alapponthálózatunkat műholdas geodéziai technológiák felhasználásával. Elmondták: nélkülözhetetlen a műholdas technológiák maximális kihasználása, az egyedi ponthibák kiváltása, az alkalmazott mérési technológiák, digitális adatbázisok kihasználása, emellett az új típusú integrált magasságmeghatározási alapponthálózati struktúra (IMMA) kialakítása, bővítése is kulcsfontosságú lenne a jövőben.

A BME Általános- és Felsőgeodézia Tanszékéről **dr. Takács Bence Géza** egyetemi docens tartott érdekes előadást a budafoki



Dr. Kenyeres Ambrus

pincék mobil térképező rendszerrel történő felméréséről. Ez a komplex feladat magába foglalja magát a pincefelmérést, a tervezett épületek, telekhatárok kitűzését, a süllyedésmérést, valamint a pincék ingatlan-nyilvántartási bejegyzését is. Előadásában végigelemezte mindegyik folyamatot és javaslatot is tett a felmerülő problémák kezelésére.



Dr. Takács Bence Géza

Dr. Égető Csaba a BME Általános- és Felsőgeodézia Tanszékének egyetemi adjunktusa egy víztorony geodéziai építésszervezését mutatta be előadásában. A prezentációban rész-



Kovács Iván



Dr. Égető Csaba



Hülber Attila

letesen beszámolt a geodéziai alapponthálózat létesítéséről, az építés közbeni ellenőrző mérésekről, a mozgásvizsgálatokról és egyéb feladatokról, amelyek egy ilyen komplex szerkezet építésekor szükségesek.

A konferencia utolsó szekciójának középpontjában a kataszter kérdésköre állt. **Hülber Attila** a Lechner Tudásközpont Nonprofit Kft. ügyvezetője az elektronikus ingatlan-nyilvántartási rendszer kialakításának okairól, előnyeiről tartott előadást, mindezt a Lechner Tudásközpont gyorsításáról kialakított víziójával támogatta. Kiemelte, hogy a digitális ügyintézés lehetősége, az ügyintézési folyamatok gyorsítása, a biztonságos hitelesítés, az ingatlan-nyilvántartás javulása, az egységes integrált rendszerhasználat a rendszer előnyeit képezik, a cél pedig az, hogy időt megspóroljunk az embereknek. Részletezte az indulás körülményeit, hogy mi biztosítja a feltételeket a biztonságos átálláshoz, felvázolta a helyzetet a rendszerek közti átállás biztosításáról. Megtudhattuk, hogy az FTTR modul front office oldali indulása nyáron kezdődik meg, ehhez az első oktatás a földmérők részére március végén veszi kezdetét.

Iván Gyula, a Lechner Tudásközpont ingatlan-nyilvántartási vezető szakértője a kataszter történelmi múltjába repített vissza minket, számos érdekes példát hozott a történelemből az ókortól napjainkig, milyen birtoklási formák léteznek. Okirat és jogcím alapú rendszerekről, és a határok meghatározásának különböző elveiről is beszélt. Részletezte, szerte a nagyvilágban milyen szabályok szerint működnek a kataszterek. Végül alapkérdésekre



Iván Gyula

reflektált, hogy alapvetően miért üzemeltetünk katasztereket, milyen emberi mozgatórugók eredményezik a létüket, ehhez érdekes gondolatokat, különböző nemzetek által képviselt felfogásokat osztott meg.

Konferenciánkat **Varga Norbert** osztályvezető (Lechner Tudásközpont Nonprofit Kft.) előadása zárta, mely az elektronikus ingatlan-nyilvántartási rendszer (E-ing) földméréssel kapcsolatos moduljának a bemutatását foglalta magába. Két eljárást teszt jelleggel mutatott be a belépéstől az ügy befejezéséig, a földmérési adatszolgáltatás felületének funkcióit részletezte. Rámutatott, mire kell figyelni a rendszer használatakor, például az igazolvány lejáratokra tekintettel, megmutatta belépéskor a rendszerben felvehető szerepköröket, és természetesen azt is, hogyan tárolódik a rendszerben a kérelem. Folytatásként a változási vázrajz elkészültéhez szükséges ügy folyamatát mutatta be, a teendőket részletezte.

A Földmérők Világnapja 2025 konferencia Társaságunk elnökének, **dr. Rózsa Szabolcs**nak a zárásával ért véget.

Iván Gyula
főtitkárhelyettes

Fényképek:

Rehorovics Gyula

Lechner Tudásközpont Nonprofit Kft.

Hírek

Lázár deák emlékérem

Az MFTTT Választmánya 2024. május 30-án Lázár deák emlékérem kitüntetést adományozott **Tóth László ezredes** részére.

Tóth László Újkígyóson született 1956. március 2-án. 1974-ben a Kemény Gábor Szakközépiskolában szerzett középfokú földmérő képesítést, majd tizenegy hónapos sorkatonai szolgálata (Szeged) után a Budapesti Műszaki Egyetem

Építőmérnöki Karának Földmérőmérnöki Szakán 1975-ben kezdte meg egyetemi tanulmányait, ahol 1980-ban építőmérnöki oklevelet szerzett. 1980–1984 között a Budapesti Geodéziai és Térképészeti Vállalat Soproni Felmérési Osztály Győri Kirendeltségén, majd 1984–1985-ben a Győr-Sopron Megyei Földhivatalban műszaki ügyintézőként dolgozott.

1985. március 15-én került a Magyar Néphadsereg Térképészeti Intézetéhez Budapestre, ahol 1986. 08. 31-ig geodéta tisztként teljesített szolgálatot. 1986. 09. 01-jén az MN Asztrogeodéziai



Állomásra helyezték Szentendrére, ahol 1987. 08. 31-ig térképész főtitest, 1987. 09. 01-től 1989. 09. 30-ig tudományos kutató főmérnök, ezt követően 1991. 04. 30-ig geodéziai osztályvezető (parancsnok-helyettes) volt. Az Asztrogeodéziai Állomás megszüntetésével egyidőben az állományt áthelyezték az MH Tóth Ágoston Térképészeti Intézetbe, ahol 1993. 12. 31-ig geodéziai osztályvezetőként, 1995. 12. 15-ig katonai geodéziai osztályvezetőként tevékenykedett. Az intézet többszöri átszervezését követően először 1995–1996-ban az MH Tóth Ágoston Térképészeti és Katonaföldrajzi Intézet törzsszervezője, 1996. 11. 01-től 2000. 02. 15-ig az MH Térképészeti Hivatal igazgatási és szakfelügyeleti osztály vezetője, majd 2000. 11. 30-ig topográfiai programigazgatója (főigazgató-helyettes) volt. Az intézmény következő átalakításával egyidőben az MH Térképész Szolgálat igazgatási és szakfelügyeleti osztályának vezetését bízták rá, amelyet 2006 végéig látott el. A következő szervezeti változtatás során, 2007-ben a Térképész Szolgálatba beolvastották a Meteorológiai Szolgálatot, és új néven MH Geoinformációs Szolgálatként működött tovább. Tóth László 2008-ig volt a szervezet főmérnöke (szolgálatfőnök-helyettese).

Szolgálati ideje alatt továbbképezte magát, 1994-ben részt vett az amerikai hadsereg Védelmi Térképészeti Iskolájának vezetői továbbképzésén, 1995-ben a Zrínyi Miklós Katonai Akadémia Hadtudományi Tanfolyamán hadműveleti-harcászati tiszti képzést szerzett. 2000-ben elvégezte a Budapesti Műszaki Egyetem geodéziai okleveles szakmérnöki szakát, ahol kataszteri szakmérnöki oklevelet kapott. 2009-ben befejezte a Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem Felsőfokú Vezérkari Tanfolyamát. 2011-ben középfokú angol nyelvviszsgát tett.

Katonai szakmai pályafutása alatt előjárói számos katonai kitüntetéssel ismerték el munkáját, többek között a Szolgálati Érdemjel arany fokozatával (2005) és a Babérkoszorúval Ékesített Szolgálati Érdemjellel (2010). 2005-ben az HM Térképész Szolgálat főnöke Rédey-emlékplakettal tüntette ki. 2017-ben több évtizeden át a katonai geodéziai technológiákban, a térképezésben és térképészetben, valamint a geoinformációs támogatás kidolgozásában végzett kiváló munkája elismeréseként Fasching Antal-díjat kapott.

Tóth László három gyermek édesapja.

2008. július 25-én nevezték ki az MH Geoinformációs Szolgálat parancsnokává, MH geoinformációs főnökké. A beosztásba

helyezéssel egyidejűleg megkapta az ezredesi rendfokozatot. Nyolc és fél éven keresztül volt a magyar katonai térképészet vezetője.

Vezetőként aktívan részt vett az MFTTT munkájában is, az intézőbizottság tagjaként.

2017. január 16-i hatállyal a honvédelmi miniszter nyugdíj előtti rendelkezési állományba helyezte.

Összesen 47 évig foglalkozott földméréssel és térképészettel, illetve térinformatikával. Tóth ezredes megtisztelőnek nevezte, hogy a társszervekben is képviselhette a katonai térképészetet és a Magyar Tudományos Akadémia földtudományi osztályában és annak tudományos bizottságában is helyet kapott.

Szerkesztőség

Magyar Ezüst Érdemkereszt

Társaságunk, az MFTTT által kezdeményezett előterjesztés alapján, 2024. augusztus 20. nemzeti ünnepünk alkalmából a Magyar Köztársaság Elnöke Magyar Ezüst Érdemkereszt kitüntetés adományozott **dr. Ferencz Józsefnek**, az Erdélyi Magyar Műszaki Tudományos Társaság (EMT) Földmérő Szakosztály alapító-, jelenlegi tiszteletbeli elnökének, az erdélyi magyar földmérők érdekképviselőjének, az erdélyi és anyaországi földmérő szakemberek, illetve szervezetek közötti kapcsolatok újjáépítése, valamint a geodézia fejlesztése érdekében végzett több évtizedes munkája elismeréseként.



Dr. Ferencz József

A kitüntetés átadására 2024. szeptember 13-án Kolozsváron, a Vallásszabadság Házában Magyarország kolozsvári főkonzulja adta át.

Ferencz József Székelyudvarhelyen, székely kisparoscsalád harmadik gyermekeként született 1944. február 1-jén. 2011. augusztus 10-én visszakapta magyar állampolgárságát. Édesapja elesett a fronton, édesanyja hadiözvegyként nehéz körülmények közt nevelte három kisgyermekét. Elemi és középiskolai

tanulmányait szülővárosában végezte, 1962-ben érettségizett a mostani Tamási Áron Gimnáziumban.

Ferencz József érettségi után került kapcsolatba a földméréssel. 1962 és 1966 között a Nagyszebeni Katonai Főiskolán a földmérő szakot végezte, majd már egyetemi szinten a Bukaresti Műszaki Katonai Akadémián elvégezte a geodézia szakot. 1969-ben Bukarestbe helyezték a Katonai Térképészeti Igazgatósághoz, ahol különböző mérnöki beosztások után 1974-1988 között tudományos főkutatóként dolgozott. Második diplomát is szerzett a Bukaresti Gazdaságtudományi Akadémia Gazdaság-kibernetika szakán 1982-ben. Ismereteit nyolc továbbképzésen tökéletesítette az informatikai rendszerek tervezése és megvalósítása, valamint az automatizált adatgyűjtés és adatfeldolgozás terén. A felsőgeodézia, a kartográfia és a fotogrammetria terén végzett kutatási munkáinak eredményeit 10 kutatási jelentés tartalmazza. Kutatási eredményei közül nyolcat szakmai újtásként regisztráltak, és a gyakorlatban konkrétan alkalmaztak. Ebben az időszakban a katonai földmérők különböző továbbképzési fórumain 10 előadást tartott, a Katonai Akadémián egy államvizsga dolgozatot vezetett, romániai szakmai konferenciákon 11 előadásban mutatta be kutatási eredményeit. Az évenkénti szolgálati minősítése mindig „nagyon jó” volt.

1988. szeptemberében tartalékalományba helyezték. Rövid kényszerszünet után 1990 tavaszáig a bukaresti Geodéziai Fotogrammetriai Kartográfiai és Területrendezési Intézetben tudományos főkutatóként dolgozott. 1990 márciusában családjával együtt Bukarestből Sepsiszentgyörgyre költözött, ahol a Kovászna Megyei Tervezőintézet földmérő csoportjának vezetője lett. Tevékenységének tárgya megváltozott. A tudományos kutatást felváltotta a több évtizedes kutató munka során felhalmozott ismeretek gyakorlati alkalmazása: technológiát valósított meg a „Nagyméretarányú térképezés kisszámítógéppel támogatott felmérésekkel” című értekezés szerint. Doktori értekezését 1996. augusztus 30-án Sopronban, az Erdészeti és Faipari Egyetem Erdőmérnöki Kara Doktori Bizottsága előtt sikeresen védte meg. Ezt a technológiát a Kovászna Megyei Tervezőintézet és sok földmérő kolléga évekig használta. Az 1994-ben létrehozott MASTER Kft. vállalkozásában a kor igényei és lehetőségei szerinti földmérési munkákat végzett. 1991-ben Igazságügyi Földmérési Szakértő minősítést szerzett és 1996-ig 35 munkát végzett el.

A romániai rendszerváltozás előtti körülmények között az erdélyi magyar földmérők elszigetelődtek egymástól és az anyaországtól. Erdélyben nem működött magyar szakmai élet. Célként fogalmazta meg és kezdte el az erdélyi földmérők közti kapcsolatok építését, a szakmai ismeretek, tájékozottság bővítését, a nemzetközi szakmai újdonságok megismerését és alkalmazásba vételét. Ehhez jogi és szervezeti keretet az Erdélyi Magyar Műszaki Tudományos Társaság (EMT) biztosíthatta, amelynek keretén belül kezdeményezte a Földmérő Szakosztály (FSZ) létrehozását. A FSZ kezdetben az EMT Sepsiszentgyörgyi Fiókszervezeteként, majd 1994-től az EMT országos szakosztályaként működött, elnökségét 33 éven keresztül dr. Ferencz József látta el.

Odaadással és eredményesen szervezte az erdélyi földmérők közti kapcsolatot, kiterjesztve azt az anyaországi kollégák irányába is. Az anyaországból nagy segítséget kapott előbb a székesfehérvári Földmérési és Földrendezői Főiskolai Kartól (FFFK, gyakori nevén: GEO), később a Magyar Földmérési, Térképészeti és Távérzékelési Társaságtól (MFTTT). Támogatói között már akkor megjelent a földmérés ügyében illetékes mindenkor Agrárminisztérium is.

Az EMT Országos Szakmai Napokon 1992-1999 között a FSZ tagok és az anyaországi kollégák részvételét szervezte. A földmérő szekciókban elhangzott előadások (kilenc az ő nevéhez fűződik) és az azokat követő szakmai viták joggal vívták ki az egyetemes elismerést.

1996-ban Nagyváradra költözött, ahová vállalkozását MASTER CAD Kft. névvel átköltöztette. Ott 1998-ig a Megyei Földhivatalnál mérnök, ezután vállalkozásának ügyvezetője volt. Folyamatosan lépést tartott a technika és az informatika fejlődésével. Bevezette és gyakorlatban alkalmazta a műholdas helymeghatározási technológiát 1998-ban, amellyel 2007-ig országos és megyei jelentőségű munkákat végzett. Ezt követte a robot technológia. 2008-tól bevezette az egyszemélyes adatgyűjtési és a 3D termékek előállítás technológiáját. 2009-től bevezette a fotogrammetriai szkennelést, kidolgozta a vektor- és raszter alapú integrált adatgyűjtési és adatfeldolgozási technológiát. 2013-ban megvalósította a Légi Raszteres Adatgyűjtő Rendszert (LRAR). 2014-től – folyamatosan tökéletesítve – kidolgozott egy digitális, nagypontosságú fotorealistikus térmodellezési technológiát, amelyben bevezette a 3D-s nyomtatást is. Ezzel a technológiával elismert módon támogatta a magyar történelmünkhez kapcsolódó 5 erdélyi műemléktemplom rehabilitációs munkálatainak tervezési lépéseéhez szükséges valóságű adatgyűjtést.



Magyar Ezüst Érdemkereszt kitüntetés

A Nagyvárad Egyetem Környezetvédelmi Kara Kataszter Szakán 1997-től 2002-ig meghívott előadóként hat tantárgyat

adott elő a 4. és 5. tanévben. Ebben az időszakban 9 sikeresen megvédett államvizsga dolgozatot vezetett. A kolozsvári Babeş-Bolyai Tudományegyetem Földrajz Kar Földmérés és Kataszter Szakán 2011-től 2014-ig meghívott tanerőként oktatott.

Nagyváradról töretlen erővel irányította a FSZ-t. Az anyaországi kapcsolat intézményesítése céljából – az ő kezdeményezésére – az EMT és az MFTTT 1999. augusztus 1-jén együttműködési megállapodást kötött. Nagyváradon 2000-ben megszervezte az EMT első Földmérő Találkozóját, amelyen erdélyi és anyaországi kollégák tartottak előadásokat. Ebből a találkozóból egy, a mai napig tartó, elhíresült éves rendezvénysorozat kerekedett. A soron következő Földmérő Találkozókat a ma értelmezett Erdély nemzetünkhöz történelmileg szervesen kapcsolódó városaiban szervezték (2000-2023 között összesen 24 helyen), mindegyiket a szaktudomány, a nemzeti összetartozás, a magyar közösségépítés, a honismeret, a művelődés és szórakozás szolgálatára. E találkozók során 46 megtartott szakmai előadás megtervezője, a munkatársaival közös szerkesztésnek vezetője és részben bemutatója volt.

Az EMT FSZ tevékenységének szervezése és irányítása során az anyaországi földmérőkkel, társaságokkal, földhivatalokkal és szakmai felsőfokú tanintézményekkel is jó kapcsolatot épített ki a tudomány és eredményeinek hasznosítása, a nemzeti és szakmai együvé tartozás jegyében.

Az ő kezdeményezésére az EMT FSZ és az MFTTT 2012-ben közösen alapította a Márton Gyárfás emléklapokat a kiemelkedő földmérő és térképész kollégák kitüntetésére. A műszaki tudomány terén kiemelkedő tevékenységet folytató, az erdélyi tudományosságért tevékenykedő dr. Ferencz József érdemeinek elismerése céljából az EMT 2015-ben a Pro Scientia Transsylvania Érem kitüntetést adományozta részére.

Az anyaországi szakmai szervezetek is értékelték dr. Ferencz József tevékenységét. A Magyar Mérnöki Kamara elnöksége 2006. május 15-én a Tiszteletbeli Mérnöki Kamarai Tag címet, az MFTTT pedig 2007. május 30-án a Tiszteletbeli Tag címet adományozta neki.

Dr. Ferencz József, a geodézia kiváló fejlesztője, az erdélyi és anyaországi szervezetek és szakemberek között a szakmai és nemzeti összetartozás zászlóvivője. 33 éven át döntő, elnöki szerepet játszott az EMT FSZ színvonalas működtetésében, a földmérők kapcsolatának alakításában és bővítésében, szakmai felkészültségük tökéletesítésében. Elnöki feladatait 2024. február 1-jén, 80. születésnapján adta át utódjának dr. Rákossy Botond Józsefnek. Azóta az EMT FSZ tiszteletbeli elnöke.

Forrás: <https://emt.ro/node/4829>

<https://emt.ro/oldal/laudacio-dr-ferencz-jozsef-magyar-ezusterdemkeresztel-valo-kituntetesehez>.

Szerkesztőség

Kitüntetések 2025. március 15-e alkalmából

Az 1848-49-es forradalom és szabadságharc emléknapja, március 15-e alkalmából a 2025. március 14-én rendezett ünnepségen dr. Nagy István agrárminiszter az alábbi kitüntéseket adományozta kollégáinknak.

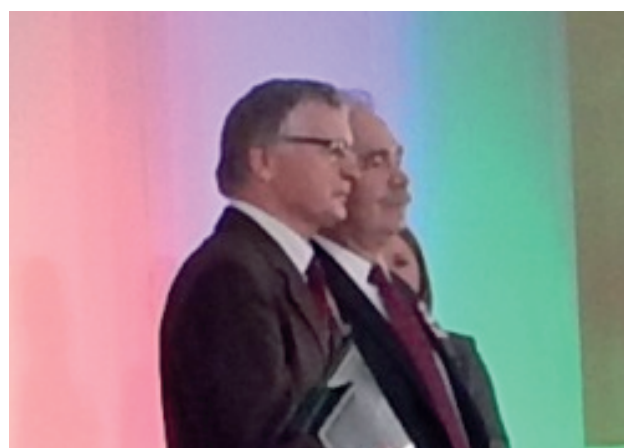
Életfa Emlékplakett Ezüst fokozat

Bolla Gyula, a Győr-Moson-Sopron Vármegyei Kormányhivatal Földhivatali Főosztályának nyugalmazott munkatársa részére, az ingatlan-nyilvántartási térképek felújításában, valamint a digitális térképi állományok létrehozásában végzett kiemelkedő tevékenységéért.



Életfa Emlékplakett Bronz fokozat

Gercsák Gábor, az Eötvös Loránd Tudományegyetem Informatikai Karának nyugalmazott egyetemi docense részére, térképész-geográfusként végzett több évtizedes kiváló munkájáért, a térképész szakma nemzetközi kapcsolatainak elmélyítéséért.



Fasching Antal Díj

Lay Gábor, a Veszprém Vármegyei Kormányhivatal Földhivatali Főosztályának nyugalmazott földmérési szakügyintézője részére, a pápai földhivatal földmérési szakágában végzett több évtizedes, áldozatos munkájáért.



Dr. Mélykúti Gábor, a Nyugat-magyarországi Egyetem Geoinformatikai Karának egykori dékánja részére, földmérő szakember generációk oktatása-nevelése terén végzett eredményes munkájáért, kutatói tevékenységéért.



Bay Zoltán-díj

A magyar űrkutatók legmagasabb kitüntetését, a Bay Zoltán-díjat **dr. Remetey-Fülöpp Gábor**, az MFTTT örökös tagja kapta. Az adományozásra 2025. március 14-én került sor a Külgazdasági és Külügyminisztérium (KKM) Bem téri épületében.

Szakterületünk kiemelkedő alakja a magyar űrtevékenység, azon belül is a műholdas távérzékelés és a térinformatika területén végzett kimagasló munkásságával, továbbá kutatói és ismeretterjesztő tevékenységével érdemelte ki az elismerést.

A külgazdasági és külügyminiszter által adományozható Bay Zoltán-díjat a miniszter nevében **Sztáray Péter** biztonságpolitikaiért és energiabiztonságért felelős államtitkár adta át. Beszédében az űrkutatás stratégiai jelentőségéről és a KKM vonatkozó szerepvállalásáról szólt. Szakterületünk űrkutatásban vállalt múltját is értékelve, röviden méltatta a kitüntetettet.

Dr. Ferencz Orsolya űrkutatásért felelős miniszteri biztos asszony a díjazott szakmai életét részletesen méltatta.

A díjátadón többek mellett részt vett **Farkas Bertalan** űrhajós (képünkön), **Almár Iván** csillagász, a FÖMI-KGO alapító vezetője, és a kitüntetett pályatársai.



Szerkesztőség

Nekrológ



Somogyi József

(1931 – 2025)

Szomorú hírrel kezdődött a 2025-ös év azok számára, akik ismerték, tisztelték és szerették Somogyi Józsefet, aki 93 éves korában, 2025. január 1-jén hunyt el Budapesten. Halála nem csak családjának veszteség, hanem a magyar és a nemzetközi földmérő és geodéta közösségnek is, melynek élete végéig megbecsült – és tudományos pályája révén – kiemelkedő tagja volt.

Somogyi József 1931. november 9-én született Sopronban. Édesapja szakmunkás volt. Az elemi iskola elvégzése után polgári iskolába járt, ahol 1946-ban fejezte be tanulmányait. Ezután a Fáy András Közgazdasági Gimnáziumba iratkozott be. Már középiskolai éve alatt megmutatkozott közösségi hajlama, tagja lett különböző diákszövetségeknek és egy évre az iskola vezetőségébe is beválasztották. 1950-ben érettségizett és még ez évben felvételt nyert a Műszaki Egyetem Sopronban működő Földmérőmérnöki Karára. Mint egyetemi hallgató, aktívan vett részt az évfolyam társadalmi munkájában, emellett sportolt és a IV. évfolyam tanulmányi csoportvezetője lett.

1954 őszén okleveles földmérőmérnök diplomát szerzett és gyakorlati éveit letöltését a Pécsi Geodéziai és Térképészeti Vállalatnál kezdte meg. 1955-ben áthelyezéssel az MTA soproni Geodéziai Kutató Laboratóriumába került, ahol 1968-ig tudományos munkatársként dolgozott.

1956 januárjában megnősült. Felesége, Lengyel Katalin Cegléden született és az Elzett soproni gyárában adminisztrátori

munkakörben tevékenykedett. 1956 októberében született Péter, 1960 júliusában pedig Zoltán fiuk.

Pályafutása kezdetén a Soproni Egyetem Földmérőmérnöki Kar nappali tagozatán a geodézia, a bányamérés és a kiegyenlítő számítás gyakorlatok vezetésével és előadások tartásával nagy oktatási gyakorlatra tett szert. Geodézia és fotogrammetria tárgyakból tartott a jogutód Erdőmérnöki Karon is előadásokat és vezetett gyakorlatokat. Az itt szerzett tapasztalatokat hasznosította a későbbi években, amikor a Budapesti Műszaki Egyetemen a szakmérnöki oktatás keretében analitikus fotogrammetria tárgykörben kérték fel előadások tartására.

Tudományos pályafutásának nagy lökést adott, hogy 1964 szeptemberétől 1965 decemberéig a kanadai NRC Fotogrammetriai Intézetnél ösztöndíjasként tevékenykedhetett. Szakmai fejlődésében igen sokat jelentett ez az időszak. Kanadában a fotogrammetria nemzetközileg elismert kutatóival dolgozhatott együtt, és minden technikai segítséget megkapott kutatásaihoz. Ottawában elsősorban analitikus fotogrammetriával foglalkozott. Az ottani kutatási eredményei képezték alapját kandidátusi disszertációjának, amelyet hazaérkezése után „Az analitikus légi háromszögelés elmélete és gyakorlata” címmel írt meg. Disszertációját 1968-ban védte meg, a műszaki tudományok kandidátusa lett. Ezt követően 1971-ig tudományos főmunkatársként nevezték ki az MTA Geodéziai Kutató Laboratóriumába. Kandidátusi fokozata alapján még 1968-ban a Budapesti Műszaki Egyetem műszaki doktora lett.

1971-ben a Geodéziai és Geofizikai Laboratóriumokból, valamint a Budapesti Szeizmológiai Obszervatóriumból jött létre Sopronban az MTA Geodéziai és Geofizikai Kutatóintézete, amelynek igazgatójának Somogyi Józsefet nevezték ki 1972. január 1-től. Igazgatói tevékenysége során irányította az Intézet fejlesztési és beruházási programját. Igazgatása első éveiben az Intézet létszáma és műszerállománya majdnem háromszorosára növekedett. Vezetői koncepciójának eredményeként olyan kutatói kollektíva alakult ki az MTA GGKI-ban, amely a földtudományi végzettségű szakembereken kívül matematikusokból, fizikusokból, villamos- és gépészmérnökökből állt. Igazgatóként mindig támogatta a fiatal pályakezdeket, akik nagyrészt Magyarország távoli részeiről érkeztek Sopronba. Letelepedésüket, lakáshoz jutásukat és beilleszkedésüket messzemenőig segítette az MTA GGKI vevőkijelölési jogával élve. Érdekükben közbenjárta az MTA-nál munkahelyi kölcsönök kérvényezésével is. Szakmai pályafutásukat igyekezett egyengetni ösztöndíj-kérelmeik támogatásával, de sokszor kérés nélkül is delegálta a fiatal kutatókat külföldi szakmai konferenciákra az intézet számára biztosított akadémiai keretből. Külföldi aspiránsokat fogadott, irányította munkájukat és ezzel nagyban hozzájárult ahhoz, hogy a tudományos fokozatukat itt Magyarországon megszerzett külföldi kutatók, hazájukba visszatérve, sikeres emberek lettek,

akik aktív szakemberként még évtizedekig tartották a kapcsolatot Magyarországgal.

1977-ben védte meg a „Tömbkiegyenlítések hazai alkalmazása pontosság és gazdaságosság figyelembevételével” címmel írt disszertációját, amellyel a műszaki tudományok doktora fokozatot nyerte el. 1983-ban a Budapesti Műszaki Egyetem címzetes egyetemi tanára lett. 1979-ben a Munka Érdemrend ezüst, majd 1988-ban az arany fokozatát is megkapta. Az Intézet igazgatói funkcióját 1990. december 31-ig töltötte be, 1991-től nyugdíjba vonulásáig tudományos tanácsadóként dolgozott.

Tudományos tevékenységének középpontjában a geodéziai mérések és az adatfeldolgozás kérdései álltak. A geodéziai műszerek pontosságának növelésére számos módszert dolgozott ki, melyeket a magyar műszeripar hasznosított. Fotogrammetriával kapcsolatos kutatásai elsősorban számítástechnikai vonatkozásúak. Ezek az eredményei a maguk idejében nemzetközi viszonylatban is korszerűek voltak és tananyagként szerepeltek a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Fotogrammetria Tanszékén.

Jelentős fontossággal bírtak a Föld dinamikájának kutatásához szükséges műszerfejlesztései. Közülük külön érdemes megemlíteni a bécsi Műszaki Egyetem Felsőgeodéziai Intézetével együttműködve kifejlesztett, a geodinamikai jelenségek mérésére szolgáló terepi zenitkamerát.

Szakmai tevékenységének utolsó tizenöt évét az úgynevezett robusztus becslések geodéziai alkalmazásaival kapcsolatos vizsgálatai töltötték ki. Ezek célja elsősorban a digitális fotogrammetria sok adatból álló és durva hibákkal terhelt adatrendszerének feldolgozásához szükséges eljárások kifejlesztése volt.

Hazai szakmai közéleti tevékenysége során 1972-1992 között tanácskozási jogú tagja volt az MTA X. Földtudományi Osztályának. Az IUGG Magyar Nemzeti Bizottságának 1975-től tagja, 1985-1991 között elnöke volt. Számos hazai tudományos bizottság kérte fel, hogy tevékenységével segítse munkájukat, így a TMB Bányászati, Földtani, Geodéziai és Geofizikai Szakbizottságának 1973-tól 1985-ig volt tagja. Ezt követően

1985-1991 között a Szakbizottság elnöki tisztségét is ellátta. A Geodéziai és Kartográfiai Egyesület alelnöki tisztségét 1973-1990 között töltötte be, az 1985-1989 években a GKE Soproni Csoport elnöke is volt. 1987-1991 között a Veszprémi Akadémiai Bizottság alelnökeként tevékenykedett. Az „Acta Geodaetica et Geophysica Hungarica” szerkesztőbizottságának 1981-től tagja, az 1991-1993 években főszerkesztője. Az MTA Geodéziai Tudományos Bizottságának 1972-től tagja, 1996-1999 között pedig elnöke volt. Tudományos tevékenységének elismeréseként 2000-ben Akadémiai Díjban részesült az MTA X. osztályának előterjesztése alapján.

Intenzíven vett részt a nemzetközi tudományos közéletben is. A Nemzetközi Geodéziai és Geofizikai Unióban (IUGG) 1980-tól tisztségviselő, mint a Pénzügyi Bizottság tagja, majd 1987-1991 között a Bizottság titkára. 1982-ben a Nemzetközi Földmérés Osztárak Bizottsága levelező tagjává választotta.

Eredményes kapcsolatai és együttműködései voltak külföldi tudósokkal és nemzetközi szervezetekkel. Ezek közül a Bécsi Műszaki Egyetem Fotogrammetriai Intézetében, Karl Krauss professzorral és a Grazi Műszaki Egyetem Fizikai Geodézia Intézetében Helmut Moritz professzorral. Elismertségnek örvendett mindkét Németországban; a volt szocialista államokban és a tengerentúlon is számos tudós barátja volt.

Abban, hogy az MTA GGKI jelenlegi jogutódja, a HUN-REN Földfizikai és Űrtudományi Kutatóintézet megbecsült intézménye a Magyar Kutatási Hálózatnak, Somogyi József kutatói és igazgatói munkásságának is nagy szerepe van. Olyan szilárd szakmai és közösségi alapokat teremtett a reá bízott kutatói, technikai és adminisztrációs gárdával együttműködve, ami később, a rendszerváltozás utáni bonyolult, változásokkal terhelt, pénzügyi időszakokban is átszolgáltatta az Intézetet a nehézségeken.

Somogyi József emlékét kegyelettel megőrizzük, nyugodjék békében!

Kovács István János

*HUN-REN Földfizikai és Űrtudományi Kutatóintézet
megbízott igazgató*

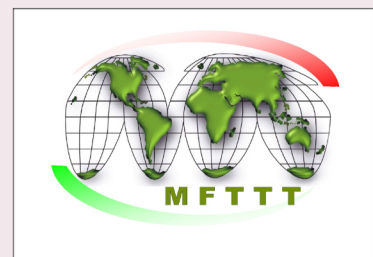
A GEODÉZIA ÉS KARTOGRÁFIA SZERKESZTŐSÉGE VÁRJA
TUDOMÁNYOS ÉS SZAKMAI CIKKEK, VALAMINT ISMERETTERJESZTŐ ÉS
SZAKMAI ÉRDEKESSÉGEKET BEMUTATÓ SZEMLECIKKEK KÉZIRATÁT.

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



A Nemzetközi Űrállomás (ISS)