

GEODÉZIA ÉS KARTOGRÁFIA



2022/4
LXXIV. ÉVFOLYAM

Katonai térképészet
 150 év műszerfejlesztés
 UAV-alapú monitoring
 Éghajlati adatok vizualizációja
 Az idő múlása
 A DAT negyedszázada
 Friss diplomások
 Műszerismertetés
 Nekrológ

nka
támogatással

MEMBER OF
Crossref

Scopus

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



AZ AGRÁRMINISZTERIUM 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:
1149 Budapest, Bosnyák tér 5., I. em. 109.
Tel: 222-5117, E-mail: mfttt.titkarsag@gmail.com;
Web: https://www.mfttt.hu/

FŐSZERKESZTŐ/EDITOR-IN-CHIEF:
Bugai László

SZERKESZTŐK/EDITORS:
Balázsik Valéria, Fábíán József,
Dr. Gercsák Gábor, Homolya András,
Iván Gyula, Mátyás László, Dr. Olasz Angéla

SZERKESZTŐBIZOTTSÁG/EDITORIAL BOARD:
Dr. Ádám József, Barkóczy Zsolt,
Dr. Barsi Árpád, Dr. Bányai László,
Dr. Biró Péter, Dr. Busics György,
Dobai Tibor, Kassai Ferenc,
Dr. Klinghammer István, Dr. Kurucz Mihály,
Dr. Mihalik József, Dr. Mihály Szabolcs,
Dr. Papp-Váry Árpád, Dr. Rózsa Szabolcs,
Dr. Siki Zoltán, Szalay László,
Dr. Timár Gábor, Dr. Toronyi Bence,
Dr. Tóth Balázs, Dr. Zentai László

OLVASÓSZERKESZTŐ/PROOF-READER:
Kota Ágnes

**TECHNIKAI SZERKESZTŐ, TÖRDELŐ/
TECHNICAL-EDITOR:** Szrogh Gabriella

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 Lechner Tudásközpont Területi,
Építészeti és Informatikai Nonprofit Korlátolt
Felelősségű Társaság támogatja/Supported by
Lechner Non-profit Ltd.

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 őrzünk
meg és nem küldünk vissza. / The content of the
papers published in the scientific review does not
reflect necessarily the Editorial Board's standpoint.
After three months, papers will not be kept, neither
sent back.

SJR SCImago
Journal & Country
Rank



Tartalom

<i>Nagy Tamás:</i> A magyar katonai térképészet felmérési feladatai napjainkban »	4
<i>Dr. Havasi István:</i> A 150 éves Geodéziai és Bányaméréstani Tanszék műszerfejlesztései - 1872-2022, Selmec-Sopron-Miskolc »	10
<i>Király Tamás:</i> UAV-alapú monitoringrendszerek és egy 3D-s UAV-vezérlési technológia fejlesztése »	16
<i>Yessimkhanova, Kalamkas - dr. Gede Mátyás:</i> CORDEX-adatok vizualizációja QGIS segítségével - Esetek és megoldások Kazahsztán példáján »	22
—————	
Az idő múlása: évek, hónapok, órák, percek, másodpercek...	» 26
Emlékezés Antos Zoltánra	» 33
A DAT negyedszázada	» 36
Végzett földmérők a GEO-ban	» 39
Végzett térképészek 2022	» 40
Végzett földmérők a BME-n	» 42
Műszerismertetés	» 42
Nekrológ (Busics Imre)	» 45

Contents

The survey tasks of the Hungarian military mapping today (<i>Tamás NAGY</i>) »	4
Instrument developments of the 150 year old Department of Geodesy and Mine Surveying (1872-2022, Selmec-Sopron-Miskolc) (<i>István HAVASI, Dr.</i>) »	10
UAV-based monitoring systems and a 3D UAV control technique development (<i>Tamás KIRÁLY</i>) »	16
CORDEX data visualization using QGIS - Issues and solutions on the example of Kazakhstan (<i>Kalamkas YESSIMKHANOVA-Mátyás GEDE, Dr.</i>) »	22
—————	
The passage of time, years, months, hours, minutes, seconds...	» 26
Remembrance of Zoltán Antos	» 33
Quarter-century of DAT	» 36
Graduated surveyors at the GEO	» 39
Graduated cartographers 2022	» 40
Graduated surveyors at the BME	» 42
Instrument review	» 42
Obituary (Imre Busics)	» 45

Címlapon: Nagyméretarányú tervezési térkép egy katonai létesítményről (részlet)
(Lásd a kapcsolódó cikket a 4. oldalon.)
On the Cover Page: Large-scale planning map of a military facility (fragment)
(See related article on the page 4.)

A magyar katonai térképészet felmérési feladatai napjainkban

NAGY Tamás

DOI: 10.30921/GK.74.2022.4.1

Absztrakt: A Honvédelmi Minisztérium Zrínyi Térképészeti és Kommunikációs Szolgáltató Közhasznú Nonprofit Korlátolt Felelősségű Társaság (a továbbiakban: HM Zrínyi Nonprofit Kft.) több szempontból is egyedülálló az országban. A Társaság térképészeti portfóliója a térképészeti teljes vertikumát felöleli, a repülőgépes, drónos adatfelvételezéstől kezdve a geodéziai, topográfiai feladatokon át a térinformatikai, kartográfiai tevékenységeig a nyomdai sokszorosítási munkákkal bezáróan. A létrehozott térinformatikai adatbázisok és az azokból generált térképi állományok a Magyar Honvédség és a teljes védelmi szféra feladatait segítik. A cikkben a HM Zrínyi Nonprofit Kft. Térképészeti Ágazat, Felmérő osztály munkáját és feladatait mutatjuk be, kiemelve azokat a főbb tevékenységeinket, melyek a haderőfejlesztéssel kapcsolatos beruházásokhoz kötődnek, ezért egyre fontosabbak és nélkülözhetetlenek a megrendelőink számára. Kiemeljük az 1:500 méretarányú objektumtérképek és -adatbázisok készítését, valamint az állami területek ingatlanrendezési feladatait. Változatos munkánkat professzionális műszereinkkel az ország teljes területén végezzük.

Abstract: MoD Zrínyi Mapping and Communication Servicing Non-profit Ltd is unique in the country in many aspects. It encompasses the entirety of mapping, from aerial and drone data collection to geodetic and topographic tasks, from geoinformatics and cartographical activities, to printing. The created geospatial databases and the generated map files support the tasks of the Hungarian Defence Forces and the entire defence sector. In this article, we present the work and tasks of the Survey Department of MoD Zrínyi Non-profit Ltd Mapping branch, highlighting the main activities that have become increasingly important and indispensable for our clients in the recent years, because they are linked to investments in the armed forces. We emphasize the preparation of 1:500 scale object maps and databases for investments in the development of the armed forces and the real estate planning tasks of governmental territories. We carry out our diverse work throughout the country using state-of-the-art equipment.

Kulcsszavak: katonai térképészet, haderőfejlesztés, nagyméretarányú felmérés, ingatlanrendezés

Keywords: military mapping, development of the armed forces, large scale surveying, real estate planning

A Felmérő osztály erőforrásainak bemutatása

A felmérő tevékenységek végrehajtásának az egyik – ha nem a legfontosabb – alapja a jó közösség, minden sikeres szakmai munka záloga. Hatalmas előnyt jelent számunkra a több mint százéves tradíciónk. A katonai térképészet körében az utánpótlás-nevelés során az idősebb kollégáktól a fiatalok nemcsak a szakma fortélyait tanulják meg, hanem a sok évtizedes hagyományokat is átveszik, és megszeretik a szakmát.

A Felmérő osztály munkatársai nagy többségében földmérő-, földrendező-, térinformatikai mérnöki, földmérőtechnikusi és térképész (kartográfus) végzettségűek. A Topogeodézia alosztály dolgozói a topográfia és geodézia területének művelői, az Annex alosztály a magasságiakadály-adatbázisok készítésével és az ICAO¹ Annex 14, Annex 15

adatbázisok előállításával foglalkozik a magyarországi katonai és polgári repülőterekre. Az ő munkájukról részletes cikk jelent meg a Geodézia és Kartográfia LXXIV. évfolyam 2022/3. számában. Külön kiemelném az ellenőrök szerepét, mert az alkalmazott többszintű ellenőrzési folyamat révén tudjuk biztosítani a Magyar Honvédség szakfeladatainak ellátásához szükséges minőségi térképeket és adatbázisokat. Ezt a minőségellenőrzést támogatja a Társaságunknál alkalmazott MSZ EN ISO 9001:2015 szabvány is.

A következőkben rátérünk a tárgyi erőforrások bemutatására. A katonai térképészet mindig is élen járt a legújabb felmérési eljárások és technológiák magyarországi meghonosításában. Ilyen volt az 1920-as években a modern fotogrammetriai módszerek térképészeti alkalmazása, vagy az 1990-es évek elején a magyarországi Országos GPS-hálózat (OGPSH) és a Katonai GPS-hálózat (KGPSH) méréseiben való részvételünk.

A minőséget szem előtt tartva hagyományosan a nagy geodéziai műszer-gyártók – Leica, Trimble – professzionális termékeit használjuk. A feladatok megkövetelik tőlünk az azonnali és gyors reagálást. Gyakran szélsőséges terepi és időjárási viszonyok között dolgozunk, ezért fontos a műszerek megbízhatósága és tartóssága, természetesen a pontosság mellett. Az évtizedek alatt ez a két márka bizonyított ezen a téren. Jelentős számú GNSS-vevővel és mérőállomással rendelkezünk. Napjainkban a lézerek által nyújtott lehetőséget próbáljuk minél jobban kihasználni, például az objektumfelméréseknél a közműkutató támogatásával, gépházak, szivattyúházak felméréseivel és színezett pontfelhő készítésével.

A közműkutatóban 10 éves szakmai tapasztalattal rendelkezünk, ez idő alatt folyamatosan fejlesztettük az eszközparkunkat. (1. táblázat) Bátran mondhatjuk, hogy minden szakágban – elektromos, közvilágítás, távközlés, hírközlés, biztonságtechnika,

¹ International Civil Aviation Organisation - Nemzetközi Polgári Repülési Szervezet

ivóvízellátás, csapadék- és szennyvízelvezetés, távhő, földgáz, üzemanyag, tűzoltó rendszer – otthon vagyunk. Az ezzel kapcsolatos feladatok részletes bemutatása a cikkben később olvasható.

1. táblázat. Erőforrások – közműkutató műszerek

US Radar Quantum Imager talajradar	1 db
MALA Easy Locator talajradar	1 db
C.Scope R1 fémkereső készülék	1 db
RD-4000 markerkereső készülék	1 db
RD-7100 nyomvonalkereső készülék	1 db
RD-8000 nyomvonalkereső készülék	1 db
SEWERIN Aquaphon A200	1 db
US Radar Quantum Imager talajradar	1 db

A Térképészeti Ágazat „földön, vízen, levegőben” szlogenjének megfelelően a Felmérő osztály rendelkezik a nehéz terepen való közlekedésre alkalmas Toyota Hilux, csörlővel ellátott gépkocsikkal, a mederviszonyok feltérképezéséhez szükséges Capelli Tempest 570 típusú motorcsónakkal és 2 darab Sonar Mite típusú szonárral is. A Távérzékelési osztály kollégái DJI UAS² eszközöket használnak, melyek nagymértékben támogatják a sikeres földi felmérői feladatok végrehajtását.

A szoftverek közül kiemelhető az AutoCAD Map 3D, ArcGIS és az ITR mint a leggyakrabban használt programok. Előfordul, hogy egy nagyobb munkához (DITAB-50³, Annex) a programozással foglalkozó kollégák saját alkalmazásokat fejlesztenek.

A felmérői feladatok csoportosítása

1. Geoinformációs feladatok (szakmai tervfeladatok)
 2. Előre nem látható, különleges feladatok (pl. IBH⁴, vörösiszap-katasztrófa, Hableány-tragédia)
 3. Szakmai feladatokkal összefüggő oktatási, kutatási tevékenység
- A védelmi célokat szolgáló földmérési és térképészeti szakigazgatási feladatokról, valamint a honvédelmi célú térképellátásról szóló 35/2000. (XII. 20.)

HM-rendelet 5. § (6) pontja értelmében a HM⁵ és az MH⁶ feladatainak ellátásához topográfiai térképet, digitális távérzékeléssel előállított térképészeti alapadatot, valamint digitális geodéziai adatot – az MH geoinformációs támogatásáért felelős szervezete jóváhagyásával – kizárólag a HM védelmi célú térképészeti termékek előállításáért felelős termelő és szolgáltató szervezete (azaz a HM Zrínyi Térképészeti és Kommunikációs Szolgáltató Közhasznú Nonprofit Kft.) készíthet, illetve készíttethet elő.

Ennek alapján a Társaságunk elsődleges megrendelője a Magyar Honvédség. Jelenleg a HM Zrínyi Nonprofit Kft. honvédelmi érdekű tevékenységének igénybevételi rendjéről szóló 38/2021 (VII. 30.) HM-utasítás szabályozza a feladatainkat. A Társaság által a tárgyévben elvégzendő szakmai feladatait és azok költségigényeit tartalmazó geoinformációs feladatgyűjtemények alapján már a megelőző évben elkészül. Ezt hajtjuk végre ütemezetten az év folyamán. A geoinformációs feladatokkal összefüggő igények szakmai vizsgálatáért, a feladatoknak a Társaságtól történő megrendeléséért és azok megvalósulásának ellenőrzéséért felelős szakmai felügyeleti szerv a Geoinformációs Bizottság⁷.

A tervfeladatok méretarány és tematika szerinti csoportosítása a következő:

- a) Nagy méretarányú felmérések (tervezési térkép készítése)
M=1:500
- b) Folyamterképek
M=1:5 000
- c) Ortofotó-településtérképek
M=1:10 000
- d) Gyakorló- és lőtérképek
M=1:10 000
- e) DITAB-50 topográfiai térkép és adatbázis készítése, felújítása
M=1:50 000
- f) Magasságiakadály-adatbázis
REP-25; REP-60; REP-100
- g) ICAO ANNEX 14 és 15 adatbázis
- h) Hadiutak adatbázisa

i) Sajátos célú földmérési munkák

j) **Állami I. területek ingatlan-rendezi feladatai**

k) Mozdásvizsgálatok

l) Alappont-állandósítások

(A két kiemelt feladatot a későbbiekben részletesebben bemutatjuk.)

A nagyobb méretaránytól a kisebb felé haladva kezdtük a felsorolást, amelyből kitűnik, hogy sokrétű és változatos a tevékenységünk. Külön cikket lehetne írni a Felmérő osztály topográfiai térképkészítésben való szerepvállalásáról, amely a katonai térképészetnek mindig is a legfontosabb feladata volt. Az osztály legutóbb 2013–2019 között vett részt a DITAB-50 adatbázis felújításában, a terepi helyszínelésében és az adatgyűjtésében. A 2022-es feladattervünkben már ismét szerepel a gyakorlótérképek és ezek adatbázisának elkészítése, és a DITAB-50 v.1.1 felújítási pilotprojekt munkáiban is részt fogunk venni.

A haderőreform meghatározza az irányvonalat, hogy mire van leginkább szüksége napjainkban a Magyar Honvédségnek. Magyarország nemzeti katonai stratégiája az 1393/2021. (VI. 24.) kormányhatározatban jelent meg, mely szerint: „A honvédelemhez szükséges képességeket átfogóan érintő fejlesztések tervszerű végrehajtásával egy önálló feladatvégrehajtásra felkészült, egyben a szövetségi rendszerbe illeszkedő Magyar Honvédség jön létre.”

Nagy méretarányú felmérések (tervezési térkép készítése)

Ahogy említettük, a legnagyobb megrendelőnk a Magyar Honvédség, mely az elmúlt években a Zrínyi Honvédelmi és Haderőfejlesztési Program révén azt tűzte ki célul, hogy a régió egyik legkorszerűbb hadereje legyen. Ennek érdekében egy tízéves program keretében új fegyverrendszerek, járművek, helikopterek, repülőgépek, harckocsik, lövegek beszerzése és fegyvergyártás megindítása kezdődött meg. A fejlesztés természetesen kiterjed a haditechnikai eszközöket kiszolgáló laktanyák, repülőterek, gyakorlótterek korszerűsítésére, az épületek, hangárok, állóhelyek, hadiutak, fedezékek és

² Unmanned Aircraft Systems - pilóta nélküli légi jármű

³ Digitális Topográfiai Adatbázis M=1:50 000

⁴ Ideiglenes biztonsági határzár

⁵ Honvédelmi Minisztérium

⁶ Magyar Honvédség

⁷ A 38/2021 HM-utasítás szerint 2021. 08. 01-től tagjai azok a katonai szervezetek, ahol a geoinformációs igények felmerülhetnek.

minden, ezt kiszolgáló infrastruktúra fejlesztésére. Ennek következtében megnövekedett az igény az 1:500 méretarányú objektumtérképek és tervezési térképek készítésére. (Lásd a címlapon!)

Ennek során a földmérésben megszokott klasszikus lépéseket hajtjuk végre.

Az *irodai előkészítés* során végezzük el az adatgyűjtést, amely kiterjed a földrészletre vonatkozó földmérési alaptérképi adatbázisra, és ha van korábbi felmérési állomány a területről, annak vektoros rajzára. Az elmúlt évtizedekben vált gyakorlattá, hogy a felmérők munkáját a légifényképészeink ortofotóval, szintvonalas domborzatrajzzal és pontfelhővel támogatják. Az irodai előkészítő munka keretében a felméréndő objektumok közműtérképeit is beszerezzük. A korábbi felmérések során elkészült papíralapú térképeket szkenneljük, melyeket később az üzemeltetésért felelős személynek digitális formában átadunk.

A *tervezés* során meghatározzuk a felmérési technológiát, elvégezzük a terület felosztását a mérőcsoportok között. Amennyiben a feladatok jellege megkívánja, szükség esetén továbbképzést tartunk a kollégáknak, hogy pontosan megismerjék a feladattal kapcsolatos elvárásokat és az esetleges speciális igényeket.

A terepi munka első lépése a felmérési alappontok *állandósítása*. A terület bejárásakor kiválasztjuk az álláspontok létesítésére alkalmas helyeket, és a pontokat kövel, Faynottal (műgyanta határkőjel horgonnyal), hilti-szeggel állandósítjuk. Az alappontokat GNSS-vevővel mérjük 2×180 epocha időtartamban, a Lechner Tudásközpont GNSS Szolgáltató Központ hálózati RTK⁸ szolgáltatására támaszkodva. Az alappontokat mérőállomással irány- és távmérés módszerével is megmérjük, és elvégezzük a szintezést. Ezután hálózat-kiegénylítést végzünk, amelyből megkapjuk a pontok végleges EOV-koordinátáit és Balti magasságát.

Az alappontok ismeretében megkezdhető a terület felmérése. A 2. táblázatban látható, hogy a nagy méretarányú felmérés mely térképi

elemekre terjed ki. A *részletmérést* jellemzően mérőállomással végezzük kétfős csoportokban, de gyakran előfordul, hogy modern robot-mérőállomással a dolgozó önállóan végzi a mérést.

2. táblázat. Az objektumtérkép tartalma

I. Alappontok, határpontok és jelek	VII. Közművek
II. Kerítések, kapuk, biztonságtechnikai berendezések	VIII. Repülésirányítási jelek
III. Épületek és azok tartozékai, egyéb építmények, földművek	IX. Meteorológiai jelek
IV. Műtárgyak	X. Növényzet
V. Közlekedési létesítmények	XI. Domborzat (a magassági viszonyok ábrázolása)
VI. Vízrajzi elemek	XII. Megírások, feliratok

Az *irodai feldolgozást* a mérések előrehaladtával párhuzamosan végezzük. Naponta letöltjük a mérési jegyzőkönyvet és koordinátajegyzéket a műszerből, az állomány szerkesztését AutoCAD-ben végezzük.

Az elmúlt években egyre nagyobb igény mutatkozott a felszín alatti *közműhálózatok felmérésére*.

Egy sok évtizedes múlttal rendelkező katonai objektumban az évek során számtalan közművet érintő beruházás történhetett, így a föld alatti közműhálózatok egyre sűrűbbé, összetettebbé váltak. A folyamatos felújításokat, átalakításokat a megvalósulás felmérése, a változások dokumentálása gyakran nem követte. Ennek köszönhetően egyre nagyobb kihívást jelent az ilyen régi közműrendszerek nyilvántartása, térképezése. Ugyanakkor hatalmas az igény erre, mivel az új beruházások megvalósítása során egy-egy ilyen hálózati elem átvágása áramszünetet vagy vízhiányt, jelentős plusz költséget is okozhat, rosszabb esetben komoly balesetveszéllyel is járhat, gondoljunk csak egy gázvezeték véletlen átvágására. Amit még fontos megjegyezni, hogy egy katonai objektumot kiszolgáló közműhálózati adatbázis érzékeny adatnak is minősül. Korábban ezek az adatok titkos minősítésűek voltak; ezen adatok feldolgozása, továbbítása és tárolása napjainkban is fokozott figyelemmel, szabályozottan és ellenőrzötten történik. Ennek megfelelően elengedhetetlen, hogy kollégáink többsége

rendelkezzen személyi biztonsági tanúsítvánnyal, amely közvetett módon garantálja az adatok védelmét.

A közművek fajtáuk szerint igen változatosak lehetnek. Alapvetően 9 szakágat különböztetünk meg.

3. táblázat. Az objektumtérképeken megkülönböztetett közművek fajtái

Elektromos, közvilágítás
Távközlés, hírközlés
Biztonságtechnika
Ivóvízellátás
Csapadék- és szennyvízelvezetés
Távhő
Földgáz
Üzemanyag (olaj, kerozin)
Tűzoltórendszer

A közműkutató műszerek zászlóshajója a US Radar Quantum Imager talajradar. Ennek segítségével pontos információt kaphatunk a föld alatti szerelvények elhelyezkedéséről. Az adó a talaj felszínén mozogva rövid időtartamú elektromágneses hullámokat bocsát a talajba mintegy hatméteres mélységig. A radarhullámok a különböző talajszerkezetekről, illetve a felszín alatti közművekről, objektumokról verődnek vissza a vevőegységhez. E visszaérkező hullámokat használja fel a radar kezelőegysége 2D-s képpalkotásra. Leggyakrabban a csatorna-, gáz-, víz- és üzemanyag-vezetékek kutatásához használjuk.

A vízvezeték-hálózat felderítéséhez a SEWERIN Aquaphon A200 műszert használjuk. A műszer a csővezetékben áramló víz által keltett hanghullámok vételére alkalmas. A rendszer jól bevált mikrofontechnológiája biztosítja a felmérő számára a zaj vizualizálásával a megbízható és differenciált értékelést. Az állítható szűrőknek és az automatikus frekvencia-letapogatásnak köszönhetően a frekvenciatartományok egyedileg igazíthatók a felhasználó hallásához.

Mindegyik közműkutató műszer képes a nyomvonal beazonosítására és a mélység deciméteres pontosságú meghatározására. A háromdimenziós koordináta meghatározásához szükség van geodéziai GPS-vevő csatlakoztatására is. Általában az objektumokban nem fordul elő az összes közműfajta, ezek összetétele az objektumot

⁸ Real-Time Kinematic - valós idejű kinematikus mérés

használó katonai alakulat jellegének megfelelő és változó.

A felmérői munkák során a belső *minőségellenőrzésre* a teljes folyamat során nagy figyelmet fordítunk. Minden térképészeti termékünk, amíg a minőségi átvételéig eljut, többszintű ellenőrzésen esik át. (A katonai térképészetnél már a múlt század nyolcvanas éveiben háromszintű minőségellenőrzési és jóváhagyási rendszert vezettek be.)

A nagy méretarányú felmérések során a megrendelő részére átadott végtermékek a következők:

- alaptérkép szelvényezett, nyomtatott formában - M=1:500,
- szakági közműtérképek szelvényezett, nyomtatott formában - M=1:1000,
- az objektum tervezési térképe *AutoCAD (dwg)* formátumban,
- az objektum térinformatikai adatbázisa *ArcGIS (gdb)* formátumban.

A mérési jegyzőkönyvek, koordináta-jegyzékek és a szerkesztési állományok a munka végeztével a digitális adattárban archiválásra kerülnek.

Az állami I. területek⁹ ingatlanrendezési feladatai

A Felmérő osztály kapacitásának jelentős részét kötik le a Honvédelmi Minisztérium Védelemgazdasági Hivatal (HM VGH)¹⁰ által megrendelt feladatok. Még napjainkban is sok ezer ingatlan van a HM kezelésében, és ez számtalan ingatlanrendezési feladatot ad nekünk. Az osztályon 4 fő rendelkezik ingatlanrendező-földmérő minősítéssel, az ő szakmai irányításukkal végezzük ezeket a munkákat. Mondhatjuk, hogy itt is a haderőreform az egyik mozgatórugója a feladatoknak. Jó példa erre az egyik laktanya esete, ahova új haditechnikai eszközök érkeztek, ezért kiszolgáló létesítmények felújítása és újak építése vált szükségessé. Ezek tervezésekor derült ki, hogy a laktanya több település területére esik, ami a használatbavételi eljárás során problémát jelentett, ezért szükség volt

a HM Zrínyi Nonprofit Kft. felmérői munkájára. Három változási vázrajzot kellett készítenünk: először egy településhatár-változási, utána belterületbe csatolási és a végén egy telekegyesítési vázrajzot.

2020 őszén kezdtük el az ún. lakás-elidegenítési feladatot, amely a magyar állam tulajdonában és a Honvédelmi Minisztérium vagyonkezelésében álló szolgálati lakások értékesítésének előkészítését jelenti. A programban - több ezer lakást érintően - nemcsak a szakmai munkát végezzük, hanem a projektben szereplők közötti koordinációt is ellátjuk. A megrendelő Honvédelmi Minisztériummal és a HM VGH-val egyeztetett ütemterv szerint társasházi alapító okiratokat (TAO) - az előírt mellékletekkel és ingatlanrendezői munkarészekkel - készítünk, melyhez külső jogi támogatást is igénybe veszünk. A TAO-hoz szükséges változási vázrajzok elkészítése sok esetben nem csak a társasházi alaprajzot, hanem más változási vázrajzot is (pl. épületfeltüntetés, megosztás, telekhatár-rendezés) jelent. A lakások eladásához szükséges értékbecslést, külső vállalkozás, az energetikai tanúsítványokat pedig a Felmérő osztály két dolgozója készíti.

Egy rövid folyamatleírás a vázrajz készítése során elvégzett összetett lépésekről: adatgyűjtés (meglévő alaprajzok, földhivatali adatok) - irodai előkészítés - tulajdonosok kiértesítése, bejutás előzetes engedélyeztetése - ingatlanok helyszíni felmérése - változási vázrajz elkészítése - egyeztetés a feladatba bevont ügyvédi irodával - vázrajzok leadása a területileg illetékes földhivatalba záradékolásra - a dokumentumok benyújtása ingatlan-nyilvántartási átvezetésre (ügyvédi iroda).

A fentiekből látszik, hogy az elmúlt tíz évben minden lehetséges vázrajztípust elkészítettünk már: településhatár- és fekvéshatár-változási vázrajz, telekalakítási vázrajzok (megosztás, egyesítés, telekhatár-rendezés), épületfeltüntetési vázrajz, művelésiág-változási vázrajz, ingatlan-nyilvántartási tartalmat érintő megvalósulási térkép, telki szolgalmi jog, villamosberendezések elhelyezését biztosító használati jog, vezetékjog, vízvezetési és bányaszolgalmi jog bejegyzéséhez szükséges

vázrajz, kitűzési vázrajz, kisajátítási térkép, társasházi alaprajz.

Különleges, előre nem tervezett feladatok

A különleges feladatok közé a szokottnál is nagyobb kihívást jelentő, váratlan munkákat soroljuk. Ilyenkor számíthatunk rá, hogy nehéz, vagy akár veszélyes környezetben is kell dolgozunk. Katasztrófa- és veszélyhelyzetekben, speciális műveletekben kérjük a segítségünket. Ilyenkor megváltoznak a prioritások, a korábbi tervezett feladatok háttérbe szorulnak.

Főbb feladatok az elmúlt évekből, a teljesség igénye nélkül:

- Kolontár - MAL Zrt. - vörösiszap-katasztrófa [2010]
- IBH - műszaki határvár építése [2015-2016]
- A Hableány motoros hajó kiemelése [2019]
- Pincehely, Kapos-híd építésének geodéziai művezetése [2020]

Kolontár - MAL Zrt. - vörösiszap-katasztrófa

Az ajkai timföldgyár (MAL Zrt.) 10-es zagyártározójának gátszakadása 2010. október 4-én következett be. Másnap már felmérőink kint voltak a területen, hogy Társaságunk Légifényképészeti alosztálya által végrehajtott légi fényképező repülés előtt illesztőpontokat helyezzenek el és mérjenek be. A légi felvételek alapján Társaságunk Fotogrammetriai alosztálya értékelte és számította ki a tározóból elfolyt zagy mennyiségét. Ezt az adatot a későbbi bírósági eljárásban is felhasználták.

Ideiglenes biztonsági határvár (IBH)

Az IBH építése során a magyar államhatárral párhuzamosan, belülről húzódo kerítés és a *gyors telepítésű drótakadály* (GYODA) nyomvonalát tűztük ki. A magyar-szerb határszakaszon 130,6 km-en, a magyar-horvát szakaszon 81,2 km-en dolgoztunk. A feladat nehézségét az jelentette, hogy folyamatosan 6-8 kitűző csoportot kellett biztosítanunk az egyszerre több helyen beinduló építési munkákhoz. A feladat több hónapon keresztül tartott, és ez idő alatt meg kellett oldanunk az

⁹ A honvédelemért felelős miniszter által vezetett minisztérium vagyonkezelésében lévő ingatlan

¹⁰ HM VGH felel többek között a honvédségi beszerzésekről, beruházásokról, vagyonkezelésről

állomány heti váltását és pihentetését is. A munka magas fokú szervezést és logisztikai biztosítást igényelt. A forró nyár, a szálló por, a rossz utak csak tovább rontották az egyébként is nehéz munkakörülményeket. A munka nagyságát jelzi, hogy a kitűzés során 12 000 kitűzőkarót és több száz palack jelölő festéket használtunk fel, a terepjáró gépkocsikkal 60 000 kilométert tettünk meg.

A Hableány motoros hajó kiemelése

Társaságunkat a Vízimentők Magyarországi Szakszolgálata kereste meg a Hableány kiemelésével kapcsolatban. Búvárok, mérnökök és más szakemberek munkáját segítettük. A szonárfelmérés alapján a hajó pontos pozíciója ismert volt. A mentés során a megtervezett kiemelési pontokat tűztük ki, megjelenítve azokat a vízfelszínen, így a búvároknak megkönnyítve a merülését. A kijelölt helyeken befűzték a hevedereket az emeléshez, valamint rögzítették a hajóroncsot. Másik feladatunk a Clark Ádám nevű úszódaru Margit híd alatti áthaladásának a biztosítása volt. A megemelkedett vízszint miatt néhány napig várni kellett az áthaladással, mert arra lehetett számítani, hogy a daru nem fér át a híd alatti, csökkent méretű úrszelvényen. Az áthajózás ideje alatt a daru gépjének magasságát folyamatosan követtük, és rádión tájékoztattuk a mentés vezetőjét, hogy az mennyire közelíti meg a híd szerkezetének az alját.

Pincehely, a Kapos-híd építése

Az MH 37. II. Rákóczi Ferenc Műszaki Ezred egy ideiglenes, úgynevezett „Mabey Universal” típusú acélszerkezetű híd építésére kapott feladatot. A

hidat Pincehely településen a Kapos folyó felett kellett megépíteni, mely ideiglenes hídként váltotta ki a 61. sz. főútvonal közúti hídját, annak felújítása idejére. A hídépítés során a geodéziai művezetés volt a feladatunk.

Első lépésben egy öt pontból – három vízszintes és kettő magassági – álló alapponthálózatot alakítottunk ki, melyeket a hídépítési munkák különböző munkafázisában használtunk. A feladat következő mozzanatában a korábban elkészült beton alépítmény és a zsámolyok helyzetét ellenőriztük le a tervek szerint megadotthoz képest. Az egyezés megfelelő volt, így ezután a terveken szereplő koordináták alapján a sarut lehorgonyzó talplemezek furatainak kitűzését és megjelölését végeztük el a saruzsámolyokon, majd ezt követte a telepítő-görgősor helyének kitűzése. A hídszerkezetet a parton a telepítőgörgőkre építették fel, a híd behúzása-betolása ezek segítségével történt. A telepítőgörgők helyeit az alattuk lévő vastag acéllemeze jelöltük fel.

A hídszerkezet építésekor a keresztgerendák középpontjának a hídtengelyhez viszonyított helyzete pontos kitűzését végeztük el. A hídszerkezet betolási munkafázisa alatt folyamatosan ellenőriztük a terv szerinti mozgásának pontosságát, a szerkezet elején és végén elhelyezett prizmák segítségével. A híd behúzása, rögzítése és végleges megépítése után a mozgásvizsgálati pontokra támaszkodva elvégeztük az alpméréseket: a hídszerkezet kijelölt pontjain a híd terheletlen, illetve két-féle módon terhelt állapotában. A terheléspróbához a mérendő pontokat a hídszerkezet alján, négy hosszgerenda két végében és a közepén jelöltük ki, így összesen 12 pontra végeztünk méréseket a terheléspróba egyes szakaszaiban.

A terheléspróba két darab háromtengelyes Rába H15 vízszállító katonai tehergépjárművel történt, melyek egyenként 22 tonna összsúllyal adták a terhelést.

A terheléspróba első fázisában a két tehergépjármű a híd középső részére állt be, amikor a kijelölt mozgásvizsgálati pontokra elvégeztük a középső terheléses méréseket.

A második fázisban a két tehergépjármű a híd egyik széléről helyezkedett el, a kijelölt mozgásvizsgálati pontokat újra meghatároztuk, így megkaptuk az egyoldalú terhelésnél fellépő elmozdulási adatokat. A helyszíni, előzetes adatokból megállapítottuk, hogy a terheléspróba alatt a terhelés alatti mozgásértékek a tűréshatáron (85 mm) belül maradtak.

A híd üzemeltetése közben az időszakos süllyedésmérés végrehajtására is szükség volt, melyet kéthavonta végeztünk el. A 4. táblázat átlagos forgalmi terhelés alatt a 4 gerendán mért behajlási értékeket tartalmazza.

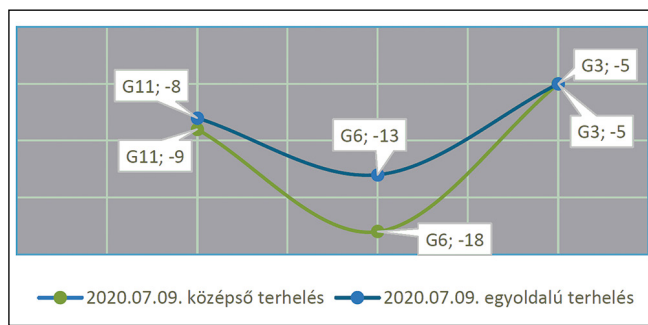
Oktatási, kutatási tevékenység

A Magyar Honvédség szervezeteinek kijelölt tiszti és altiszti állománya az ENSZ és NATO égisze alatt (UNIFIL, KFOR stb.) különböző nemzetközi missziókban vesz részt. A katonáknak a felkészítésük során geodéziai és térképészeti alapismereteket, különböző térképészeti, térinformatikai adatbázisok használatát tanítjuk.

A kutatási tevékenységünk a Kárpát-medencében az első és a második világháborúban elhunyt magyar katonák sírhelyének felkutatásában, a temetők területének rendezésében való részvételünkre terjed ki. A feladatot a Vagyázók Had- és Kultúrtörténeti



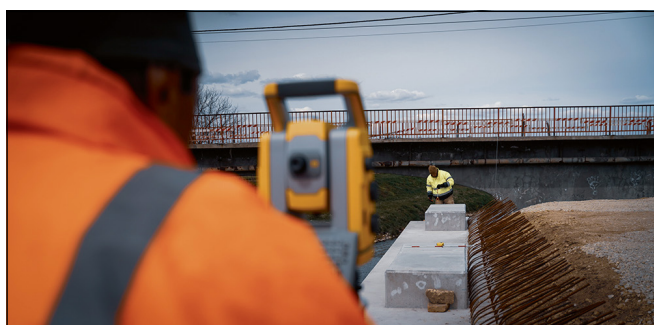
1. ábra. A GYODA nyomvonalának bemérése



2. ábra. A 3. számú hosszgerenda függőleges irányú mozgása a két terhelés fázisaiban

4. táblázat. A mozgásvizsgálat eredményei

2020. 07. 08. '0' mérés				2021. 01. 28.		2021. 04. 22.		2021. 06. 24.		2021. 09. 08.	
Pontszám	EOV Y	EOV X	magasság	magasság	δZ (mm)	magasság	δZ (mm)	magasság	δZ (mm)	magasság	δZ (mm)
G1	603 706,031	148 973,582	102,428	102,422	-6	102,425	-3	102,427	-1	102,428	0
G2	603 705,450	148 974,406	102,433	102,425	-9	102,431	-2	102,432	-1	102,431	-2
G3	603 702,148	148 979,070	102,446	102,443	-3	102,445	-1	102,447	1	102,448	2
G4	603 701,565	148 979,875	102,450	102,445	-5	102,446	-5	102,446	-4	102,451	1
G5	603 690,630	148 972,136	102,422	102,412	-10	102,417	-5	102,423	1	102,423	1
G6	603 691,214	148 971,331	102,420	102,411	-9	102,417	-3	102,419	-1	102,419	-1
G7	603 695,068	148 966,045	102,399	102,385	-14	102,391	-8	102,396	-3	102,395	-4
G8	603 694,479	148 966,847	102,402	102,391	-11	102,396	-7	102,402	0	102,402	0
G9	603 684,542	148 958,579	102,424	102,413	-11	102,415	-10	102,420	-4	102,419	-5
G10	603 683,736	148 959,233	102,428	102,417	-11	102,418	-10	102,423	-5	102,421	-7
G11	603 680,177	148 963,688	102,438	102,432	-7	102,434	-4	102,438	0	102,437	-1
G12	603 679,596	148 964,516	102,440	102,436	-4	102,436	-4	102,439	-1	102,439	-1



3. ábra. Sarulehorgonyzó talplemezék furatainak kitűzése



4. ábra. Mabey Universal szerkezetkész híd



5. ábra. Az elkészült híd időszakos mozgásvizsgálati mérése

érdekében folyamatos fejlesztések révén fenntartjuk a színvonalas műszer- és eszközparkunkat, és rendelkezünk minden olyan képességgel, amely a feladataink ellátásához elengedhetetlen. Mindemellett fel-

készültek vagyunk a különleges helyzetekben való munkavégzésre is, melyekben előnyt jelent a gyors reagálási képességünk és több évtizedes szakmai tapasztalatunk.

Simon Péter 2019. Magyarország hajózható vizeinek felmérése - MFTTT Vándorgyűlés https://www.mfttt.hu/mftttportal/index.php/letoltes/doc_details/730-simon-peter-magyarorszag-hajozható-vizeinek-felmerese

35/2000. (XII. 20.) HM-rendelet a védelmi célokat szolgáló földmérési és térképészeti szakigazgatási feladatokról, valamint a honvédelmi célú térképellátásról,

38/2021. (VII. 30.) HM-utasítás a HM Zrínyi Térképészeti és Kommunikációs Szolgáltató Közhasznú Nonprofit Kft. honvédelmi érdekű tevékenységének igénybevételei rendjéről,

8/2018. (VI. 29.) AM-rendelet az ingatlan-nyilvántartási célú földmérési és térképészeti tevékenység részletes szabályairól

253/1997. (XII. 20.) korm.-rendelet az országos településrendezési és építési követelményekről

1997. évi CXLI. törvény az ingatlan-nyilvántartásról

Egyesülettel közösen végezzük. A tömegsírok kutatásához a talajradarunk kitűnően használható, mert alkalmas az üregesedés jelenségének felderítésére és egyéb, a talajszerkezetben található anomáliák feltárására is. Az új sírhelyek kialakítása után felmérjük a területet, és megvalósulási rajzot készítünk róla.

Összefoglalás

A Magyar Honvédségben, napjainkban zajló haderőfejlesztési feladatok végrehajtásában a HM Zrínyi Nonprofit Kft. Felmérő osztálya meghatározó munkát végez. Az eredményes munkavégzés

Irodalom

Csákvári Péter – Muráti Judit 2022. Magyarország repülési terep- és akadályadatbázisa – Geodézia és Kartográfia 74. évfolyam 3. szám,

DOI: 10.30921/GK.74.2022.3.4
Hadak és hidak- honvedelem.hu <https://honvedelem.hu/hirek/hazai-hirek/hadak-es-hidak.html>

Nagy Tamás 2021. A HM Zrínyi NKft. Felmérő osztályának geodéziai feladatai a Magyar Honvédség térképészeti támogatásához <https://w20.gisopen.hu/index.php/eloadasok-2021>



Nagy Tamás
alosztályvezető

HM Zrínyi Nonprofit Kft.
Térképészeti Ágazati Igazgatóság
Felmérő Osztály, Topogeodéziai
Alosztály
nagy.tamas@hmzrinyi.hu

A 150 éves Geodéziai és Bányaméréstani Tanszék műszerfejlesztései

1872–2022, Selmec–Sopron–Miskolc

HAVASI István

DOI: 10.30921/GK.74.2022.4.2

Absztrakt: A tanulmányban az 1872-ben Cséti Ottó által Selmecebányán alapított Bányaméréstani–Geodézia Tanszék életútját követve, annak és jogutódjainak műszerfejlesztéseit mutatom be. E szakmatörténeti munka az eddigi, hosszú 150 év során a három különböző működési helyszínen (Selmec, Sopron és Miskolc) a tanszéket adott időszakban irányító egyes neves professzorok erre irányuló szakmai tevékenységének eredményeit ismerteti.

Abstract: In the study following the life of the Department of Mining Surveying and Geodesy, founded by Ottó Cséti in Banská Štiavnica in 1872 and its successors the instrumental developments are reviewed by me. This work of professional history describes the results of the professional activities of some well-known professors who managed the department in a given period during the long 150 years at the three different operating locations (Selmec-Sopron-Miskolc).

Kulcsszavak: Geodéziai és Bányaméréstani Tanszék (GBT), műszerfejlesztés, Selmec, Sopron, Miskolc

Keywords: Department of Geodesy and Mine Surveying, instrument development, Selmec, Sopron, Miskolc

1. Bevezetés

A Selmeci Bányatisztképző Iskolán a Bányaméréstani már az 1735-ös alapítástól kezdődően az első oktatók között szerepelt. Fontosságát az is igazolta, hogy a selmecebányai akadémián a Bányászati–Bányaméréstani Tanszék (1866–1872) szétválása miatt a bányaméréstani oktatás önállóvá vált. Ennek eredményeképpen a Selmeci Akadémián 1872-ben Cséti Ottó a híres műszerszerkesztő vezetésével önálló Bányaméréstani–Geodézia Tanszék jött létre (Havasi–Miklós 2012). Az ő utóda 1902-ben Szentistványi Gyula lett. Őt pedig – az 1919-ben Sopronba került tanszék élén – 1926-ban Tárczy-Hornoch Antal követte. 1949 és 1959 között Sopron és Miskolc között megosztott bányászati oktatás folyt. Sopronban 1959-ig Tárczy-Hornoch Antal professzor irányítása alatt Geodéziai és Bányaméréstani Tanszék, míg Miskolcon 1949 és 1959 között Milasovszky Béla professzor vezetése alatt Geodézia Tanszék működött. 1959-ben a bányászati képzés Miskolcra való átköltözésének befejezésétől Milasovszky Béla irányításával alakult ki a jelenlegi Geodéziai és Bányaméréstani Tanszék. E tanszék jelenleg is az ország egyetlen olyan felsőoktatási egysége, amelynek nevében és feladatkörében a bányamérés kiemelten jelenik meg. Az első miskolci tanszékvezetőt a tanszék

élén Hoványi Lehel (1968–1980), majd Kolozsvári Gábor (1980–1992) professzorok követték. A rákövetkező 8 éves időszakban a GBT-t Graczka Gyula egyetemi docens vezette, majd pedig 2000 májusától azt Havasi István egyetemi docens irányítja.

A mai Geodéziai és Bányaméréstani Tanszék előzőekben röviden bemutatott történetéből a címbe 150 éves időszak három fő részre osztható fel. Ebből az első az 1872-es alapítást követő 47 éves selmec-i időszak (Cséti Ottóhoz és Szentistványi Gyulához kötődik); a második az 1919–1959 közötti 40 éves soproni periódus (Szentistványi Gyulához és Tárczy-Hornoch Antalhoz tartozik); végül a harmadik, a 63 éves időszak pedig a miskolci professzorokhoz (Milasovszky Béla, Hoványi Lehel és Kolozsvári Gábor) és vezető oktatókhoz (Graczka Gyula és Havasi István) kapcsolódik.

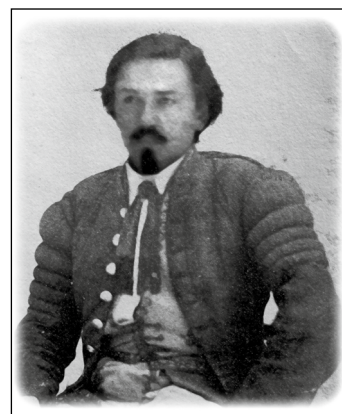
2. A tanszék bányamérési műszerfejlesztésének 150 éves eredményei

2.1. A selmec-i időszak 47 éve

(a selmec-i professzorok munkássága alapján)

(Chrismár, 1884-ig) Cséti Ottó a selmec-i alapító professzor (1836–1906), (Havasi–Miklós 2012, Havasi 2016) *(selmecebányai akadémia, II. osztályú rendes tanár, bányatanácsos, fő bányatanácsos, I. osztályú rendes*

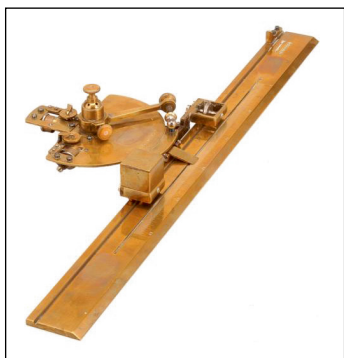
tanár, a magyar bányamérési és földmérési szakirodalom egyik megteremtője, kiváló oktató és műszerfejlesztő, 30 éves tanszékvezetői munka)



1. ábra. A selmec-i diák, Cséti Ottó grubenes fényképe (Forrás: Központi Bányászati Múzeum, Sopron)

Tanulmányaiban foglalkozott például a függélyes akna mérésével, a kör új beosztásával, a lejt mérés új módszerével, a Wágner-féle zsebszintezővel, a területek felosztásával, a magyar mérőasztallal, a bányamérési célú új teodolitállvánnyal, az aknabeli szállítás új jelzőkészülékével, a Bositz-féle új bányászati mérőműszerrel, a vízemelő gépek szakszerű megválasztásával, a selmec-i rendszálmérővel (2. ábra), a logaritmus-rendszálmérővel, a bányászati távmérés új eszközével, vagy a nagy és magas föld alatti üregek felmérésével.

A bányamérés tudományát számos új mérőműszer megalkotásával,



2. ábra. Cséti-féle rendszálmérő (Forrás: Központi Bányászati Múzeum, Sopron)

új mérési módszer kifejlesztésével gazdagította, amelyeket külföldön is jól ismertek, és elismertek. Az általa tökéletesített mérőeszközök többsége az akadémia mintaműhelyében készült.

E témára irányuló kitüntetett figyelmét Sobó Jenő így jellemzi: „Cséti az ő tanszékét a mérőműszereknek és eszközöknek oly gazdag és értékes szertárával szerelte föl, amely párját ritkította.”

Néhányat közülük most fel is sorolok: a Cséti-féle bányászati gyorsszintező, a Cséti-féle tükör, a teodolit és feszítőállvány, a tahiméter és a mérőasztal. Egyes műszerei ma a soproni Központi Bányászati Múzeumban és a Miskolci Egyetem Geodéziai és Bányaméréstani Tanszékének Műszertermében található meg. 1896-ban a budapesti milleniumi kiállításon Cséti Ottót kiváló szerkesztői tevékenységéért és a mérőműszerek tökéletesítéséért két éremmel is kitüntették. 1900-ban pedig a párizsi világkiállításon a selmechányai királyi akadémia az ő mérőkészülékeiből és a segéd-eszközökből 14 szerkezetet állított ki. Ezek a következők voltak: selmeci állvány; selmeci bányászati feszítőgerenda; Cséti-féle központosítótányér; tahiméter hosszúságok és magasságok mérésére; függő gyorsszintező műszer; selmeci szintezőszalag; selmeci szintezőlécc; vetítőkészülék léptékkal; vetítőkészülék osztóhengerrel; logaritmusos vonalzó; hajlászó; magyar mérőasztal; magyar erdészeti buszola; a bányamérő elektromos lámpája (Havasi-Miklós 2012, Havasi 2016).

Az előzőekben felsoroltak közül most néhány műszer rövid bemutatására is vállalkozom.

- **Selmeci állvány** (Cséti-féle bányászati műszerállvány): Előnye a stabilitás és a nagy felületen végrehajtható központosítás. Használata népszerű volt mind a magyar, mind a svéd bányamérők körében. Cséti az akkori ismert rendszereket tanulmányozva fejlesztette ki, és a gyártását a bécsi Rost cég végezte (3. ábra).

- **Függő gyorsszintező** (Cséti-féle gyorsszintező): A 4. ábra jobb oldalán látható. Lejtős vágatokban a távcső irányvonala a rúdon, mérhető módon eltolható, így nagyobb szintkülönbség mérhető egy műszerállásban.

- **Cséti-féle központosítótányér** (Cséti-féle lengésmegfigyelő készülék, selmeci függélyvesztéglő): Egyetlen álláspont (egy megfigyelő műszer szükséges), poláris drótbefogás, a rögzítő rúd nem volt kellő stabilitású. A készüléket szívesen használták a magyar bányamérők kapcsoló és tájékozó méréseknél (5. ábra).

- **Hajlászó** (Cséti-féle fokív): Valószínűleg az első hajlászó készülék volt, amelyet alumíniumból készítettek. Gyártója a bécsi Rost cég volt (6. ábra).

- **Selmeci szintezőszalag**: A szalaggal nagyobb pontosságot lehetett elérni, mint a mérőléccel. Felfüggesztve függőleges tengely körül forgatható volt (7. ábra).

A szakirodalom (nekrológ rész) személyét így jellemzi: „Munkásságának oroszlánrészét természetesen a bányászati és erdészeti főiskolának és az ott tanuló ifjúság kiképzésének szentelte. Az Ő buzgalmának köszönhető az akadémia a mérőműszereknek és -eszközöknek oly gazdag szertárát, aminővel akkoriban kevés tanintézet rendelkezett. Tőle származik a mérőeszközön számos újítás és tökéletesítés, melynek nagy része az Ő közreműködésével és közvetlen felügyelete alatt az akadémia műhelyében készült el.” (Havasi 2016)

Szentistványi Gyula a selmeci és soproni professzor (1854–1928), (Havasi-Kóhalmi 2013) *Kitűnő tanár és gyakorlati ismeretekkel felvértezett bányamérnök volt, 17 + 7 évig vezető.*



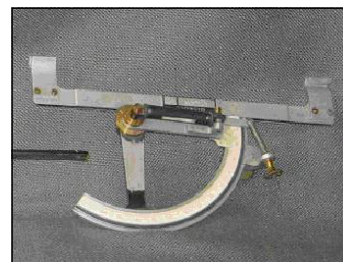
3. ábra. Cséti-féle bányászati műszerállvány



4. ábra. Cséti-féle gyorsszintező



5. ábra. Cséti-féle lengésmegfigyelő készülék



6. ábra. Cséti-féle fokív



7. ábra. Selmeci szintezőszalag (Forrás: Központi Bányászati Múzeum, Sopron)



8. ábra. Szentistványi Gyula
(ME Könyvtár, Levéltár, Múzeum)

Nevét több műszerkonstrukciója őrizte meg. Szívesen foglalkozott a bányamérés egyes feladataihoz használható mérőműszer és segédberendezés kialakításával, illetve azok tökéletesítésével. Ezzel a tevékenységével nemzetközi hírnevet is szerzett. A teljességre itt sem törekedve közülük most néhányat röviden tekintünk is át. Ezek (Havasi-Kóhalmi 2013):

- **a megjavított Veith-féle önrajzoló aknafüggőlemez berendezés** (9. ábra), - Ez a lengések kirajzolásával végzett nyugalmi [függőleges] helyzet meghatározására alkalmas. Olcsó és könnyen kezelhető, a Fuhrmann-féle készülék vetélytársa lett. Egy csiszolt fehér üveglapon az ún. irónpálca által kirajzolt ellipszisek éles metszése jól beazonosíthatóvá vált, ezáltal pedig a függőlemez nyugvópontja nagy pontossággal megszerkeszthető volt.
- **a Mandrin féle elektromágneses tér felhasználása** kapcsoló mérésnél csillapításra, - A mérőn gyorsabb rögzítését tette lehetővé.
- **a Selmeci tárcsája** (korongja), - A Schmidt-féle készüléket centrikus aknafüggőlemezre tette alkalmassá.
- **a Szentistványi-féle feszíték** (10. ábra), (Cséti hasonló berendezésének előnyös módosítása, amely



9. ábra. A Veith-féle függőlemez súly Szentistványi Gyula által továbbfejlesztett változata (Miskolci Egyetem Geodéziai és Bányaméréstani Tanszék)

így általánosabb használatot biztosított. Erről a soproni Központi Bányászati Múzeumban az alábbi leírás található.) „*Megnevezés: Vas feszíték készlet (Szentistványi-féle oldalkarok). A Cséti-féle feszítő-állványt Szentistványi oldalkarral szerelte fel, annak álló helyzetben való alkalmassá tételére. A Cséti-féle feszítőállvány hosszabbító rúdja ráhúzzuk a rögzítő hüvelyt, csöves libellával ellenőrizve annak vízszintes állását. Az állványtárcsát (oldalkart) a hüvelybe rögzítve, összeszereljük a műszerrögzítő talppal, erre lehet helyezni a műszert (teodolitot). A műszerállványt minden valószínűség szerint a Bányászati és Erdészeti Főiskola Bányaméréstani és Geodézia Tanszék (Selmecbánya) műhelyében készítették. A láda elrendezéséből következtetni lehet, hogy egy állványtárcsa és egy műszerrögzítő talp hiányzik. Régi jelzet: N.M.E. 125-947 (561. tétel).*”
Forrás: Szemán Attila főmuzeológus (soproni Központi Bányászati Múzeum)

- **a lejtaknamérés elektromos jelzőtáblái,**
- **a Selmeci irányrögzítő készülék** (11. ábra). - Főleg a robbanógázos bányákban honosodott meg.

2.2. A soproni időszak 40 éve (Tárczy-Hornoch Antal munkássága alapján)

A Bányászati és Erdészeti Főiskola 1919-ben került Sopronba, ahol Szentistványi még hét évig, az 1926-os nyugállományba vonulásáig vezetett a tanszéket.

Tárczy-Hornoch Antal akadémikus (1900–1986), (Kurgyis 2010)



11. ábra. Tárczy-Hornoch Antal

(A magyar geodéziai és bányamérési iskola megalapítója.)

Tudományos munkássága a geodézia, a geofizika, a bányamérés és a technikatörténet területeire terjedt ki. A Bányászati és Kohászati Lapokban a bányaméréshez kapcsolódóan több tanulmányban is foglalkozott a bányabeli mérésekkel, mérőeszközökkel és eszközfejlesztésekkel. Ezek az alábbiak:

- acél mérőszalagos hosszalagossal a bányában,
- a Schmidt-féle aknafüggőlemez korszerűsítése (soproni aknafüggőlemez [a megirányzáshoz segédeszköz kell, a limbuskör hibájának kiküszöbölése, hüvelyes kényszerközpontosítás], 12. ábra),
- a soproni lejtaknamérő műszer,
- a bányatérképezés egységesítése,
- a műszergyártás szolgálatát ellátó soproni tanszéki műhely (Kiegészítő tartozékok készítése a már meglévő műszerekhez, eszközök továbbfejlesztése, új típusok kifejlesztése 13-15. ábrák. Műhelyvezető: Bummer Antal),
- a bányabeli sokszögvonal hibaelméletileg legkedvezőbb oldalának kiválasztása giroteodolittal való tájékozódáshoz,
- a behajlási korrekció pontosabb kiszámítása.

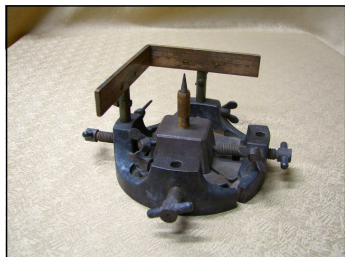


10. ábra. Képek a Szentistványi-féle vasfeszítékészletről (Forrás: Szemán Attila, főmuzeológus, Soproni Egyetem Geodéziai és Bányaméréstani Tanszék)

2.3. A miskolci időszak 63 éve
(Hoványi Lehel és Kolozsvári Gábor munkássága alapján)

Hoványi Lehel (1922–2002), (Havasi–Schultz 2014) (Hoványi professzor 1968-tól 12 éven át volt

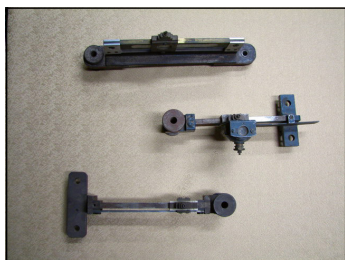
a Geodéziai és Bányaméréstani Tanszék (GBT) vezetője. Megromlott egészségi állapota miatt, 20 évet meghaladó tanszéki munka után, 1980. január végén saját kérésre vonult nyugdíjba.)



12. ábra. Soproni aknafüggályező



13. ábra. Szögszorzó műszertalp



14. ábra. Soproni irányrögítő



15. ábra. Kiegészítő bányateodolit



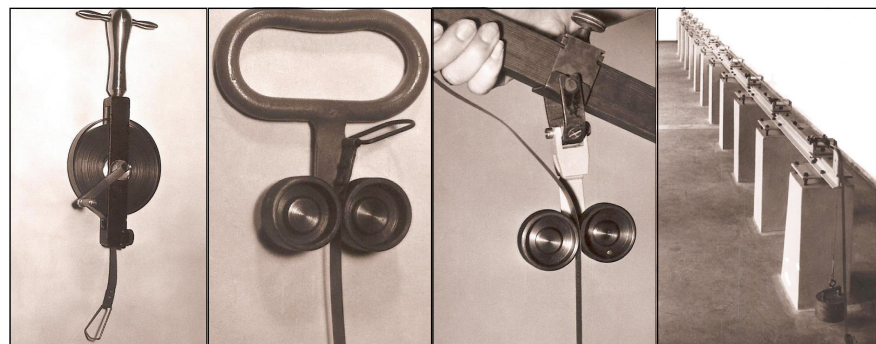
16. ábra. Hoványi Lehel

Szakmai irányításával (Kolozsvári Gábor egyetemi docens segítségével) a tanszék műhelyében a bányamérés számára számos saját fejlesztésű és kiegészítő mérőberendezés, műszertartók és elektromos regisztrálóeszköz készült, főleg bányaműveletek okozta helyzetváltozások nyomon követése céljából. Kiemelendő azonban az is, hogy az egyes mérőműszerek tervszerű, gyakorlati célú kialakítása és kivitelezése Gál László műhelyvezető érdeme volt. Ezek pedig a következők:

- **dinamóméteres acél** mérőszalag és a **miskolci komparálópad** (17. ábra) - A dinamóméter a szalag fogantyújába van beépítve.



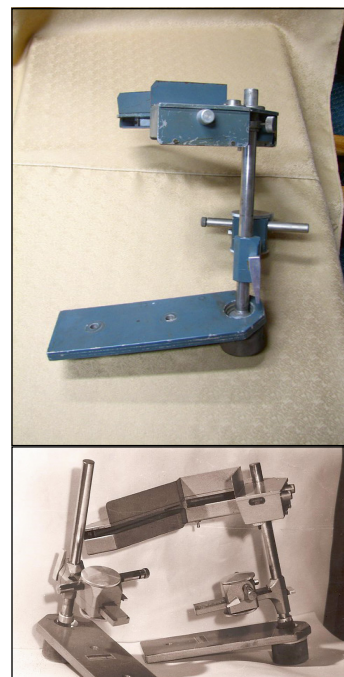
18. ábra. Bányászati körívkitűző készülék



17. ábra. A bányabeli acél mérőszalag hossz mérés eszközei és a komparálópad

A szalag másik vége a Bummer-féle feszítőállványhoz (excenteres befogással) csatlakozik. Föld alatti sokszögvonalak, geometriai alakzatok oldalhosszainak mérésére használták. A szalagkomparáló pad 10 m hosszúságú, amelyen a szalag golyós csapágyazású görgőkre fektethető. Komparáláskor az egyes leolvasóindexek nulla osztását normál méterrel lehet beállítani. A szalag méteres osztásjeleinek helye a leolvasóindexek nulla osztásaihoz képest előjelhelyesen leolvasható.

- a **Miskolci bányászati körívkitűző készülék** (szabadalom, 18. ábra), - Poláris kitűzés változó vagy állandó húr hosszakkal, föld alatti körívek kitűzése változó vagy állandó húr hosszakkal.
- **Miskolci lengésmegfigyelő (aknafüggélyező) berendezés** (19. ábra), - Gömbcsuklós kialakítás, belső megvilágítás, vízmentes, kapcsoló- és tájékoztató mérés, a levétített pont nyugalmi helyzetének meghatározása.
- **billenőtányéros bányászati teodolitállvány** (20. ábra), - Gömbcsuklós állványfejezet, gömbcsuklós állvány, irány- és szögmérésre, a műszertartó lap szintesítésével a központosítás ideje jelentősen csökkenthető.



19. ábra. Miskolci aknafüggélyező berendezés

- **elektromos mozgásmérők** (műszer + mérőfej, 21. ábra), - (beépíthető fix, 12 csatornás, hordozható, kézi mérőhíd, körmérő fej)

- KMH 12-B/72 típusú mérőhíd 12 csatornás mérőhídbekötés forrasztással, 1 mm közvetlen leolvasás,
- KMH 12-1 típusú mérőhíd 12 csatornás mérőfej csatlakozóval, áttételes kerék,
- KMH 474 típusú mérőhíd mérőfej-csatlakozóval, 1 mérőfej-csatlakozás. (táplálás: 1,5 V-os Góliát elemekkel, vízszintes elmozdulások mérése)

Megjegyzés: A forgó mérőfejek kialakítását megelőzően doboz formájú rugós mérőfejek készültek a tanszék műhelyében, amelyeket a tanszék akkori munkatársai sikeresen alkalmaztak például a komlói III. akna kompresszorházának mozgásvizsgálatakor (22. ábra).

- **Miskolci optikai vetítős ordinátamérő** (23. ábra), - Wild- és MOM-jelzőtárcsaaljzattal kombinált billenőtányéros bányászati teodolitállványra helyezhető, cm-es beosztású, gyors és szabatos pontra állást tesz lehetővé, célszerűen kombinálható a bázisléccel, haránt irányú elmozdulások mérése.

- **félautomatikus hidrosztatikai szintezőműszer** (rövid ismertetése Kolozsvári Gábornál),

- **metrómozgólépcső pályamérő kocsi** (rövid ismertetése Kolozsvári Gábornál).

Vezetői időszaka során a tanszék már meglévő muzeális eszközállománya az akkori időszak legkorszerűbb műszereivel (*giroteodolitok, elektrooptikai távmérők, fotogrammetriai mérő- és kiértékelőműszerek*) folyamatosan gyarapodott. Ezeket még bővítették a tanszék optikai-mechanikai, elektromos laboratóriumában fejlesztett, korábban már tárgyalt mérőberendezések. A GBM műszertermének felszereltsége abban az időben európai színvonalú volt.

Kolozsvári Gábor (1932–2009) (Havasi-Orosz 2015)

Kolozsvári Gábor Hoványi professzor nyugdíjba menetele után 1980 és 1992 között (12 évig) volt a Geodéziai és Bányaméréstani Tanszék tanszékvezető egyetemi tanára (24. ábra).

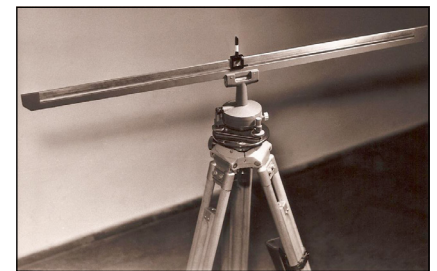


24. ábra. Kolozsvári Gábor

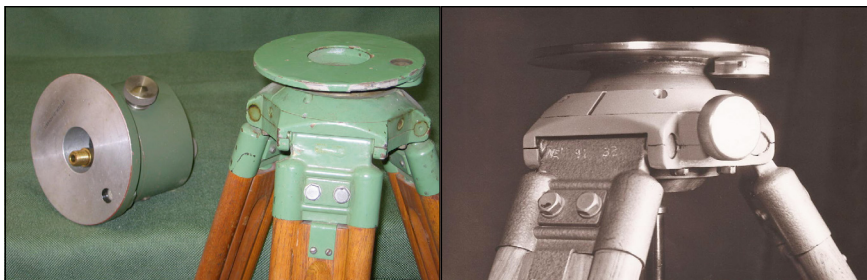
Tekintsük át a személyéhez szorosabban kötődő tanszéki műszer- és műszertartozék-fejlesztéseket. Ezek pedig a következők: a félautomatikus hidrosztatikai szintezőműszer; a metrómozgólépcső pályamérő kocsi; a tartálmérés motoros mozgatású szelvényezőberendezése (mászóka); a léptetőmotoros, zárt tokozású, fűthető, lézeres irányadó és az automatikus rajz-digitalizáló műszer.

- **félautomatikus hidrosztatikai szintezőműszer** (25. ábra) - Magassági változások $\pm 0,1$ mm-es pontosságú mérése 10 cm-es tartományon belül, építmények, szállító- és gépszerkezetek, állandó föld alatti térségek relatív vertikális mozgásának mérése. A műszert az akkori tanszéki kollektíva több ipari munkában is eredményesen alkalmazta. Közülük most említsük meg az egruszoda magassági méréseit és a MÉV V. akna mozgásmérési hálózatának aknarakodón végzett méréseit.

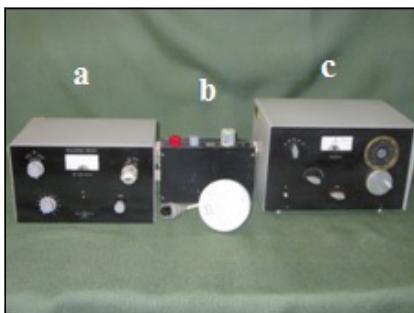
- **metrómozgólépcső pályamérő kocsi** (26. ábra) - Félautomatikus, metrómozgólépcsőre szerelhető, az egyes metróállomások lejtős szállítópályái térbeli elhelyezkedésének, deformációinak gyors és korszerű meghatározása főjavításkor, vagy máskor, $\pm 1-2$ mm-es pontosság.



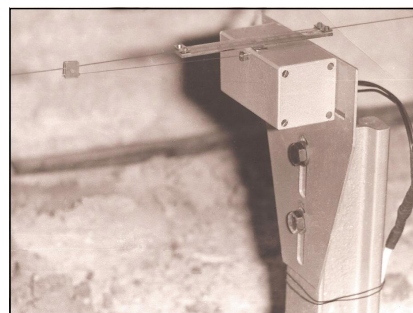
23. ábra. A Miskolci ordinátamérő



20. ábra. Gömbcsuklós állványfejezet és gömbcsuklós állvány



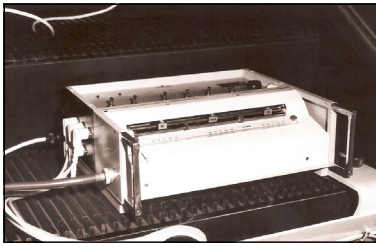
21. ábra. Az egyes mozgásmérő műszerek és a forgó mérőfej



22. ábra. A komlói kompresszorház épületmozgásának elektromos mérése



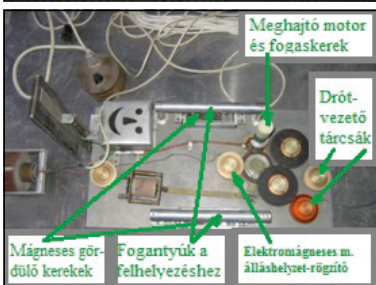
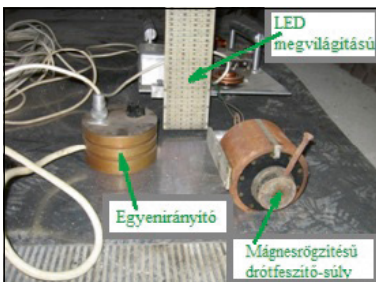
25. ábra. A Miskolci hidrosztatikai szintező



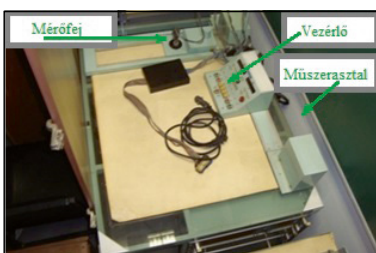
26. ábra. A pályamérő kocsi



27. ábra. Képek a kifejlesztett lézeres irányadóról



28. ábra. Képek a szelvényező berendezés főbb részéről



29. ábra. Automatikus rajzdigitalizálóműszer

- **léptetőmotoros, zárt tokozású, fűthető, lézeres irányadó** (27. ábra). - A recski II. akna szellőztető-aknatorok vágatkijátszásához került kifejlesztésre és beépítésre, ahol fagypon alatti körülmények közötti működtetést, a lézersugár kétirányú - vízszintes és függőleges - mozgathatóságát kellett biztosítani, akkumulátorról vagy hálózatról való áramellátással.
- **a tartálmérés motoros mozgatószelvényező berendezése** (mászóka, 28. ábra). - Meghatározott szelvényekben a tartálpalástra merőlegesen mozgatott vonalzón zenitlőttal leolvashatók voltak az egyes mért pontok függőlegesből való kitérései, azaz a palást vízszintes változásai.
- **automatikus rajzdigitalizáló műszer** (29. ábra). - Rajzi vonalak automatikus követésére és a követéssel egyidejű digitalizálásra alkalmas automatikus mérő-, adatrögzítő-, tároló és kiértékelő műszerkészlet; a térképi határvonalak vagy műszeres regisztrálással nyert diagramok derékszögű síkkoordináta-rendszerben való rögzítése; három fő rész: műszerasztal a rajzi vonalat automatikusan követő mérőfejjel, a vezérlőelektronikát tartalmazó, asztalra épített vezérlőegység és a készlethez tartozó számítógépes adatrögzítő és kiértékelőegység; az NME szolgálati találmánya volt.

Zárógondolatok

Tanulmányom összeállításának az volt a célja, hogy az olvasók számára átfogó képet adjak az idén 150 éves Geodéziai és Bányamérési Tanszék életútja szakmailag elismert és igen változatos műszerfejlesztéseiről. Ehhez természetesen a tanszék egyes működési időszakában igen komoly tudású, kreatív és a munkákat gondosan felügyelő tanszékvezetők, jól felszerelt műhelyekre és az ilyen jellegű feladatokra is felkészült műhelyvezetők voltak szükség. Úgy gondolom, hogy az ismertett anyag mindezt a tanszék eddigi életútjának nagyobb részében kellőképpen tükrözi is. Megemlítendő ugyanakkor még az 1995-ös évben a felsőoktatásban végrehajtott leépítés, amely az egyetemeken

mindenütt jelentősen érezte kedvezőtlen hatását. Ez a Geodéziai és Bányamérési Tanszéken az oktatói és dolgozói létszám komoly csökkenését hozta magával. Megszűnt a tanszéki műszerek és műszertartozékok készítését és a műszerpark karbantartását biztosító tanszéki műhely, és annak műhelyvezetőjét, Gál Lászlót is nyugdíjazták. Ennek eredményeképpen a GBT műszerfejlesztési és műszerkarbantartási hátterére a továbbiakban már nem támaszkodhattunk.

Irodalom

- Havasi, I. - Miklós, E. 2012. *Ismert magyar bányamérők - Cséti Ottó a Bányamérési Tanszék alapító-professzora (140 éves a Miskolci Egyetem Geodéziai és Bányamérési Tanszéke)*. Bányamérés Selmectől napjainkig - 50 éves a fehérvári földmérő képzés: II. Bányamérő Továbbképző és Tapasztalatsere, Konferenciakiadvány, pp. 36-50., Szerkesztő: Wéber 2000 Kft., Székesfehérvár, 2012. 06. 13-15.
- Havasi, I. - Kóhalmi, B. K. 2013. *Ismert magyar bányamérők - Szentistványi Gyula a bányamérési selmeci - soproni professzora*. Van jövője a mecseki bányászatnak: LII. Bányamérő Továbbképző és Tapasztalatsere, Konferenciakiadvány, pp. 53-60., Szerkesztő: Wéber 2000 Kft., Pécs, 2013. 05. 29-31.
- Havasi, I. - Schultz, V. M. 2014. *Ismert magyar bányamérők - Hoványi Lehel (1922-2002)*. Bányamérés - újjászülető bányászat: LIII. Bányamérő Továbbképző és Tapasztalatsere, Konferenciakiadvány, pp. 50-62., Szerkesztő: Wéber 2000 Kft., Miskolctapolca, 2014. 06. 04-06.
- Havasi, I. - Orosz, A. 2015. *Ismert magyar bányamérők - Kolozsvári Gábor (1932-2009)*. Bányamérés az olajiparban: LIV. Bányamérő Továbbképző és Tapasztalatsere, Konferenciakiadvány, pp. 36-50., Szerkesztő: Wéber 2000 Kft., Zalaszentlászló, 2015. 05. 20-22.
- Havasi, I. 2016. *Cséti Ottó - a magyar bányamérés ismert professzora*. Bányászati és Kohászati Lapok 149. évf. 1. szám. pp. 6-10.
- Kurgyis, K. 2010. *Ismert magyar bányamérők - Tárchy-Hornoch Antal*, powerpointos előadás, (Konzulens: Havasi I.), XLIX. Bányamérő Továbbképző és Tapasztalatsere, Salgótarján, 2010. 06. 10.



Dr. Havasi István
intézetigazgató,
egyetemi docens

Miskolci Egyetem Geofizikai és
Térinformatikai Intézet, Geodéziai és
Bányamérési Intézet Tanszék

UAV-alapú monitoringrendszerek és egy 3D-s UAV-vezérlési technológia fejlesztése

KIRÁLY Tamás

DOI: 10.30921/GK.74.2022.4.3

Absztrakt: Cégünk 2019 és 2021 között egy GINOP K+F pályázat keretében több modern geodéziai műszeren alapuló felmérési technológiát fejlesztett ki. A következőkben ezek közül mutatunk be két technológiai megoldást, egyrészt a pilóta nélküli légi járműveken alapuló monitoringrendszerek kialakításának módját mezőgazdasági, illetve bányaterületek esetén, valamint egy, a megszokottól eltérő UAV-vezérlési technikát, amellyel drónunkat nem csak vízszintes értelemben tudjuk automatizáltan navigálni és felmérni egy adott területet, hanem függőleges értelemben is tetszőleges módon repülhetünk, és így komplexebb műtárgyak felmérése is lehetségessé válik.

Abstract: Between 2019 and 2021, our company developed multiple surveying technologies based on modern geodetic instruments within the framework of a GINOP R&D tender. In the following, we present two technological solutions: on the one hand the development of an UAV-based monitoring system, which can be used in agricultural field or at mining areas; on the other hand, a not so common UAV control technique, with which we can not only automatically navigate and survey a given area in a horizontal sense, but in the vertical sense either we can fly in any way and thus it becomes possible to survey more complex artefacts.

Kulcsszavak: UAV-vezérlési technika, mezőgazdasági monitoring, bányaterületek monitoringja, 3D-s felmérés

Keywords: UAV control technic, agricultural monitoring, monitoring of the mining areas, 3D survey

Bevezető

Szakterületünkön a pilóta nélküli légi járművek egyre szélesebb körben elterjedtek. Több szakmai cikk és konferencia-előadás is készült már ebben a témakörben, de talán a mezőgazdasági felhasználásáról – földmérői szemmel – még kevés szó esett; hogyan is valósítható meg egy ilyen jellegű monitoringrendszer, illetve, hogyan alkalmazható mindez külszíni bányák esetében.

Az UAV-ok elterjedésével, azok automatizált navigálása nagymértékben lekövette a korábbi nagy gépes repülések metodikáját, azaz egy adott terület rácshálós lerepülését. Sajnos az UAV-ok nagyfokú mozgékonyasága eddig nem került kellő mértékben kiaknázásra, hogy azok automatizált navigációját ne csak kétdimenziós síkban, hanem háromdimenziós térben végezzük, egy részletgazdagabb felmérés érdekében.

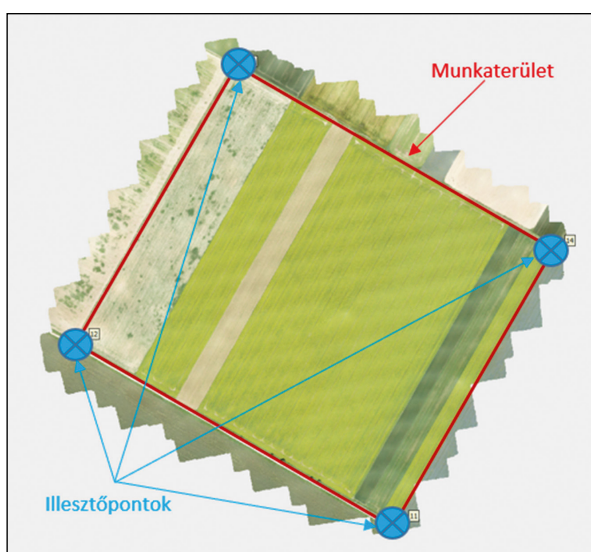
A következőkben ezen két technológia kerül bemutatásra.

Monitoringrendszerek kialakítása mezőgazdasági és külszíni bányaterületeken, drónokkal

Napjainkban egyre nagyobb igény jelentkezik a mezőgazdaságban a precíziós gazdálkodásra. Ennek támogatására fejlesztett cégünk egy monitoringrendszert, mellyel nyomon követhető egy mezőgazdasági terület időbeli változása, tetszőleges időközökkel. A kialakított rendszerrel bármilyen más terület megfigyelése

is lehetséges, beruházási területek vagy külszíni bányáké is. A következőkben egy ilyen rendszernek a felépítését tekintjük át.

A drónos repülések előkészítésének első lépése a szükséges illesztőpontok kihelyezése. Ezeket ideális esetben a kijelölt terület (1. ábra) külső sarokpontjai mentén szükséges elhelyezni, hogy a lehető legjobb eloszlású geometriát kapjuk. Ezáltal a számítások során a szoftverek mindenhol interpolációval számolnak, nincsen szükség extrapolációra, ami bizonytalanná tenné az eredményeket.



1. ábra. Területi lehatárolás



2. ábra. DJI Phantom 4 Pro

Az illesztőpontokat érdemes úgy elhelyezni, hogy azokat a gépek mozgása ne semmisítse meg az idő előrehaladtával.

Olyan drón használata esetén, ami beépített RTK-vevővel rendelkezik, adott esetben használhatunk kevesebb illesztőpontot is, de magasabb pontossági igények esetén érdemes itt is minél többet használni.

Egy olyan munkaterület esetén, ahol több éves távlatban rendszeres mérések várhatóak, érdemes az illesztőpontokat állandósítani, valamilyen védőművel ellátni őket, hogy a munkagépek ne tegyék tönkre azokat, és ne mozduljanak el. Így az ismételt GNSS-mérések mellőzhetőek, minden repüléshez ugyanazok a jelek ugyanazokkal a koordinátákkal használhatók.

A repülések kivitelezése többféle drónnal is történhet. Amennyiben kisebb munkaterületről van szó, és például csak valódi színes fényképeket akarunk készíteni, használhatunk kisebb méretű DJI-drónt (2. ábra), de ha nagyobb terület érintett, akkor érdemesebb merev szárnyú drónt használni (3. ábra), melyre többféle kamera is felhelyezhető, akár infrakamera is.

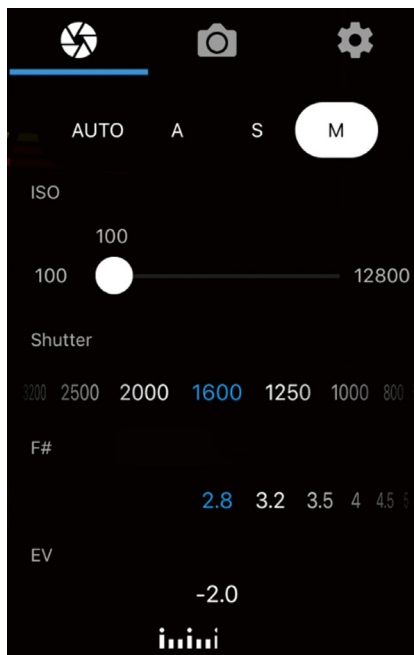
A repülések kivitelezése különböző szoftvekkal történhet, egyes drónok több vezérlőt is támogatnak, míg másoknál külön rájuk szabott szoftvert kell használni. A területalapú repülést mindegyik szolgáltatja, és mindegyikben hasonlóan működik.



3. ábra. Flytech Birdie

A repülés útvonalának beállításakor elsőként meg kell adnunk a repülni kívánt terület határait. A kijelölt határpontok között beállítjuk a kívánt sor- (front overlap ratio) és oldaltávolságot (side overlap ratio). Ezek beállításával azt határozzuk meg, hogy az egyes fényképek között mekkora átfedés legyen. Minél nagyobb értéket állítunk be, annál nagyobb pontosság és pontsűrűség érhető el. Ezt a pontossági értéket a repülésvezérlő szoftverek általában megjelenítik számunkra az adott kamerára vonatkoztatva. Cserélhető kamera esetén ezt nekünk kell tapasztalati úton kiszámítani.

A pontosságot befolyásoló tényező még a repülési magasság és a repülés sebessége. A repülés sebességét nem célszerű magasra állítani, mivel a fényképek elmosódhatnak, és az akkumulátor is relatíve gyorsabban merül nagy sebességen. A repülés magasságát a kívánt pontosság függvényében kell beállítani, magasabb repülés esetén pontatlan, alacsonyabb repülésnél pontosabb eredményt kapunk a képek jobb felbontása miatt, adott kamera esetén. Beállíthatjuk még a területen a repülési sorok irányát is, amivel optimalizálhatjuk a repülés idejét, illetve merev szárnyú drónoknál különösen érdemes figyelni a szélirányt is, hogy ne legyen oldalirányú sodródás.



4. ábra. Fényképezési beállítások

A repülések kivitelezése szempontjából a másik fontos terület, amivel foglalkozni kell, az a készített fényképek beállításai (4. ábra). Ezeket mindig az időjárási körülményekhez kell optimalizálni. Itt fontos megjegyezni, hogy ezek alapján a repülés időpontját is célszerű a meteorológiai helyzet alapján megválasztani, hogy úgymond kiegyensúlyozott körülmények legyenek. A változékony idő nem hat jól a mérési eredményekre, ha a repülés közben egyszer napsütés, majd felhős idő van, attól a számított ortofotó foltossá válik, és az rontja a végtermék minőségét. Ezért a repülés idejét vagy napsütéses időre, vagy teljesen felhős időre kell időzíteni, kerüljük a változóan felhős időjárást. A fényképek beállításai során három érték a legfontosabb: az érzékenység (ISO), a záridő (Shutter) és a mélységélesség (F#). Ezek megfelelő beállításával kell elérnünk, hogy a fehéregyensúly (EV) 0 közeli érték legyen. Így a fényképek nem lesznek se túl világosak, se túl sötétek. Ezt az értéket mindig a fotózni kívánt tárgyhoz kell beállítani, tehát ha nagy a kontraszt a munkaterületünk és a környezet között, akkor természetesen a munkaterületünkre optimalizáljuk. Ezt egy rövid próbarepülés során tudjuk beállítani.

Az ISO értékét érdemes a minimális, 100-as értékre beállítani, mivel ennél nagyobb érték esetén a kép elkezd kis mértékben zajosodni, ami nem előnyös a végtermék szempontjából. Nagyon sötét felhős időben érdemes lehet 200-as vagy 400-as értékre állítani, amitől világosabb lesz a kép, és még csak enyhe mértékben zajosabb. A záridő beállítása során érdemes minél nagyobb értéket választani, hiszen, ekkor a fotózás során rövid ideig van nyitva a rekesz, így a fénykép elmosódása egészen minimális lesz. Az 1/800-600 alatti értékek esetén már megjelenhet elmosódás a fotókon, viszont így több fény jut be a rekeszen, világosabb lesz a kép. A mélységélesség beállításával jobban tudjuk szabályozni a fotók fehéregyensúlyát. Itt, ha magasabb értéket választunk sötétebb, ha alacsonyabb értéket, akkor világosabb eredményt kapunk.

Itt érdemes megjegyezni, hogy a fókusz manuálisan végtelenre kell állítani, hiszen nagy magasságból fotózunk úgymond közel végtelenbe. A beállítások között találunk egy fehéregyensúly- (White Balance) beállítási lehetőséget, ahol megadhatjuk, hogy milyen fényviszonyok között repülünk; ezt is célszerű az időjárás szerint beállítani. Repülés közben a beállításokon már ne módosítsunk, mert a szoftveres kiértékelés során ez számítási hibát okozhat, és a kapott ortofotó is színfoltos lehet miatta.

A repülések irodai feldolgozására szintén többféle szoftver áll rendelkezésünkre: pl.: 3DSurvey, Agisoft Photoscan... Alapvetően valódi színes képek feldolgozására és illesztőpontok beazonosítására minden ilyen szoftver képes, de infraképek feldolgozására vagy a drónon elhelyezett RTK-vevő mérési eredményeinek felhasználására már nem mind. Erre tapasztalunk szerint az Agisoft Photoscan a legalkalmasabb.

A mérések feldolgozásának menete minden szoftverben hasonló. A képek egymáshoz illesztése, ritkapontfelhő-számítás – tájékozás a kihelyezett illesztőpontok beazonosítása alapján – részletespontfelhő-számítás – felszínmodell-számítás – ortofotószámítás. Minden egyes lépés esetén célszerű végiggondolni, hogy számunkra milyen részletgazdagságú végtermék szükséges, de azt szem előtt kell tartani, ha például egy ritkább pontfelhőt hozunk létre, akkor abból egy rosszabb felbontású felszínmodell tudunk csak készíteni, illetve egy kisebb cellaméretű felszínmodellből gyengébb minőségű ortofotót tudunk csak generálni.

A különböző időpillanatokban elvégzett repülések összessége alapján egy idősort kapunk az adott területről, amelyen keresztül követhetjük annak számunkra releváns változását.

A mezőgazdasági területeken ezzel a technológiával több kérdés is megválaszolható és támogatható a precíziós gazdálkodás. Például egy

területen jól beazonosítható, hogy az hol gyomosodik (5. ábra) nagymértékben, így célirányosan lehet gyomirtózni, a vadkáros területek (6. ábra) kimutatása is lehetséges, de a nem egyenletes növekedésű területek kiértékelése is, hogy ezeken a területeken a műtrágyázás célzottan történhessen. Az így kiértékelt területek koordinátái kigyűjthetők és a megrendelő számára átadhatók, ezáltal egy GNSS-rendszerrel felszerelt munkagép képes ezekre a területekre koncentráltan anyagot juttatni.

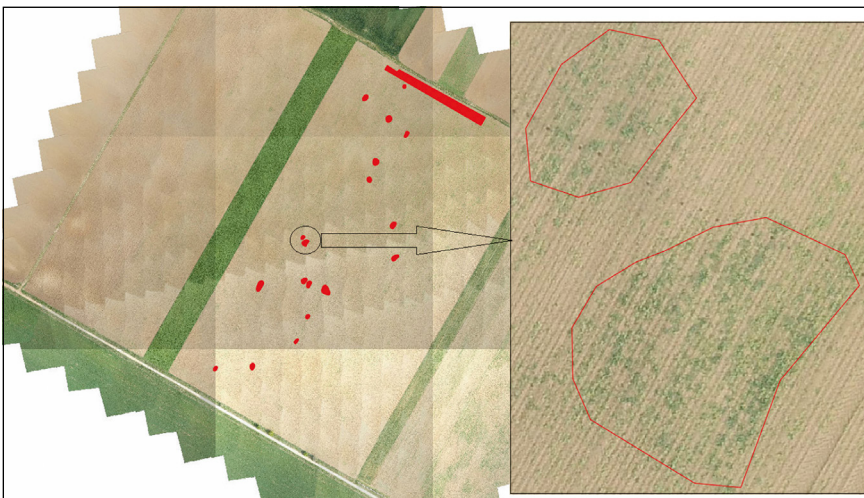
Az infravörös képek felhasználása során olyan, a növényzetet leíró adatokat is kaphatunk, amelyeket a szabad szemmel látható színtartományban nem láthatnánk. Ezekből a képekből a növényzet vitalitása olvasható le.

A termények növekedési üteme is jól nyomon követhető ezzel a technológiával. A termény magassági növekedésének adatait a pontfelhőből tudjuk kinyerni. Ezáltal, ha a növény magassági növekedése a fejlődésének indikátora, ezzel a módszerrel az is követhető.

Az ilyen adatokat nem csak pontosan kérhetjük le, de a területről létrehozott felszínmodellek összehasonlításával is. Ezek a felületek leképezik a vetés magassági változásait.

A két időpontra vonatkozó felületek közötti különbséget is számolhatjuk, és a magassági különbséget izovonalas térképen ábrázolhatjuk is. Ezekből az eredményekből az egyes területek növekedési tendenciái olvashatók le.

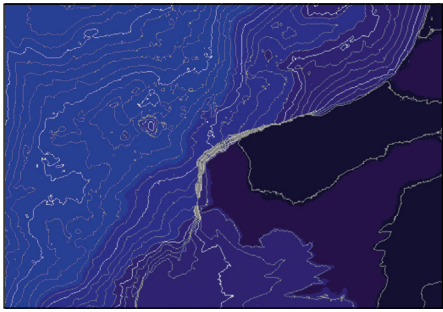
Hasonló technikával nyomon követhető egy külszíni bánya kitermelési üteme is. Amellett, hogy látható a területen a különböző gépek mozgása, a kitermelt terület is pontosan beazonosítható, a kitermelt mennyiség is számítható és vizualizálható egy ilyen monitoringrendszer segítségével. A kitermelés előtti állapotra (7. ábra) a terület lehatárolása után egy felület illeszthető. A kitermelés utáni állapot (8. ábra) szintén felmérésre kerül ezzel a technikával. A két felület közötti térfogat különbsége számítható és a különbséget megjeleníthető izovonalas térképen (9. ábra).



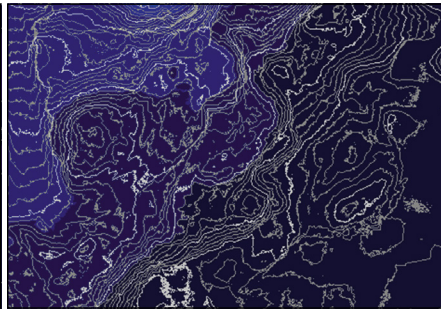
5. ábra. Gyomos területek kiértékelése



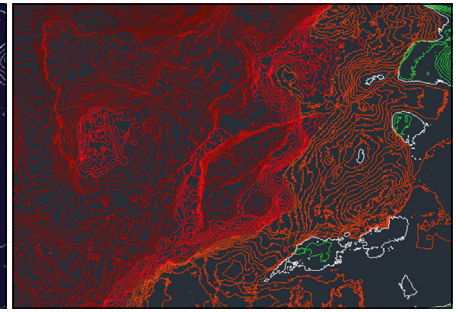
6. ábra. Vadkáros területek felmérése



7. ábra. Külszíni bánya kitermelés előtti állapota



8. ábra. Külszíni bánya kitermelés utáni állapota



9. ábra. Kitermelési különbség

Háromdimenziós UAV repülésirányítási rendszer

A „hagyományos repülésirányítási rendszerek” alapvetően kétféle technikán alapulnak: vagy egy lehatárolt terület felett bizonyos oszlop- és sortávolsággal egy adott magasságon vezérelhetjük a drónt, vagy egy nyomvonal mentén, több soron repülhetünk végig. Mi ezeken túllépve egy háromdimenziós vezérlést dolgoztunk ki, amely segítségével nem területek vagy nyomvonalas létesítmények felmérését, hanem magasabb építmények: templomok, műemlékek, adótoronyok, szélkerekek és rácsos szerkezetek felmérését lehet megvalósítani.

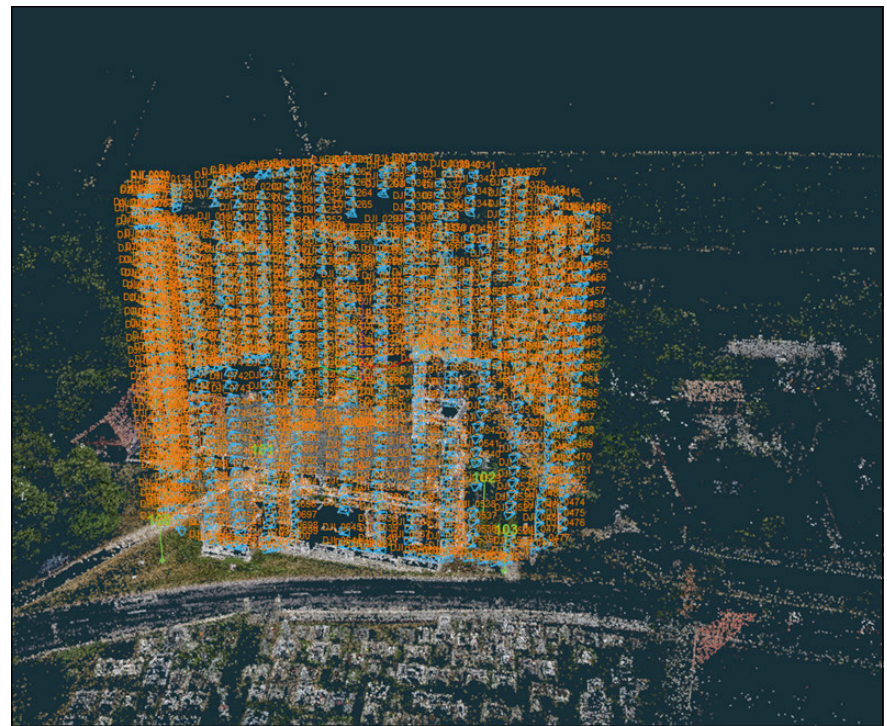
Az alábbiakban leírt technológiával bármilyen műtárgy teljes körű felmérése végezhető el drónnal úgy, hogy oldalirányból is fényképezzük automatizált módon. Így egy részletgazdagabb 3D-s pontfelhőállomány és akár homlokzatrajz is létrehozható. A terepi vezérlés Litchi szoftverrel történik, ehhez precíz nyomvonal-meghatározás szükséges.

Ahhoz, hogy egy ilyen repülést kivitelezünk, elsőként az érintett objektum kontúrjainak és környezetének

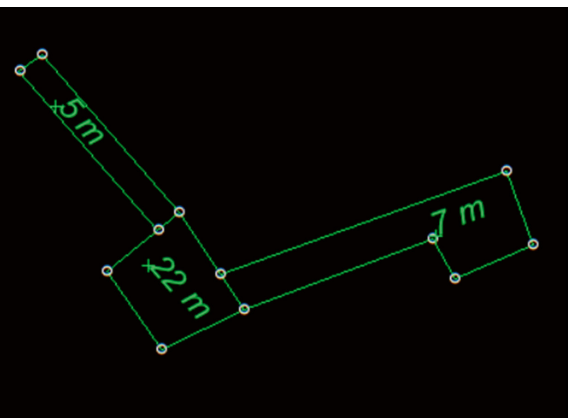
körülbelüli felmérésére van szükség EOV-rendszerben (10. ábra) (természetesen bármilyen más tetszőleges vetületi rendszer alkalmazható, de az UAV navigációs rendszerébe történő transzformációnak biztosítottak kell lennie). A felmérésnek ki kell

terjednie az objektum magassági viszonyaira is.

A felmérés célja, hogy a köré tervezhessük a repülés háromdimenziós nyomvonalát, tehát elegendő egy elnagyolt sematikus felmérés, de érdemes bemérni azokat az akadályokat és



11. ábra. Repülésvezérlés nyomvonala



10. ábra. Felmérendő műtárgy sematikus felmérése

fákat is a felméréndő objektum körül, amiket mindenképpen szeretnénk elkerülni a repülés során. Ezekről érdemes a tervezés során 3-4 méteres távolságot tartani, hogy semmiképpen ne repüljünk neki az automatizált vezérlés során.

A felmérés alapján megtervezzük a repülés nyomvonalát (11. ábra). A vezérlőszoftverben 3D-s koordinátpontokat adhatunk meg, melyek között egyenes nyomvonalon repül a drón. Alapvetően azt a technikát érdemes követni, hogy a drón függőleges „oszlopokat” repül az objektum körül, és közben oldalirányban mindig oszlopot vált. A legnagyobb felbontás és pontosság eléréséhez DJI Phantom 4 Pro drónunk esetén az „oszlopok” közötti távolságot 4 méter körülirek volt érdemes megválasztani, amennyiben az objektumtól való távolságunk 10-15 méter. Ebből a távolságból az elkészített fényképeken elég nagy felbontásban leképeződik az objektum minden eleme. Ilyen esetben a 4 méteres oszlopok közötti távolsággal a kellő 70-80%-os fényképek közötti átfedést el tudjuk érni, így centiméteres pontosság és az alatti pontsűrűség érhető el. Nagyobb objektumtávolság

esetén nagyobb oszlopközt választhatunk, amivel arányosan csökkenni fog a pontsűrűség és a pontosság is.

A megtervezett pontok koordinátáit át kell transzformálnunk WGS84-es rendszerbe (1. táblázat), mivel a drón rendszere ezt a vetületi rendszert képes kezelni. Az egyes pontokban meg kell adnunk a kívánt magasságokat és a drónon található fényképezőgép tengelyének az északi iránnyal bezárt szögét. A pontok ebben a táblázatban duplán szerepelnek, mivel a drón az első ponttól egyenletes sebességgel repül az egyik beállított magasságról a második megadott magasságra. Ott oszlopot vált, és csökkenti a magasságát a következő pontra és így tovább az utolsó pontig. Itt érdemes megjegyezni, hogy a programban megadott magasság nem Balti vagy ellipszoid feletti magasság, hanem a felszállás pontjától számított relatív magasság. Így a tervezés során azt is figyelembe kell venni, hogy hol fogunk felszállni, és ahhoz viszonyítsuk a repülési magasságokat. A felszállást érdemes az 1-es pont közelébe helyezni. A drón irányának megadásánál azt szükséges figyelembe venni, hogy a megelőző

és a következő repülési oszlopokkal az átfedés biztosított legyen, illetve hogy az objektumnak a fotózni kívánt területei a fényképeknek lehetőleg a középső részén legyenek, hiszen a kamera erre a területre fókuszál majd. Itt érdemes még megemlíteni, hogy a fényképezés irányát csak vízszintes értelemben tudjuk megadni, a kamera függőleges döntési szögét egy tetszőleges fix pozícióra állíthatjuk, de akár menet közben változtathatjuk is.

Az elkészült fájlt a Litchi szoftver online felületén (<https://flylitchi.com/>) importálhatjuk és beállíthatjuk a repülés további általános paramétereit: A repülés sebességét (Cruising speed) nem szabad túl nagyra állítani a fényképeken tapasztalható elmosódás elkerülése érdekében, főleg mivel esetünkben elég rövid a tárgy távolság. A tapasztalatok alapján 3-4 km/h sebesség az ideális. A fényképek oszlopokon belüli exponálását (Photo Capture Interval) távolság alapján érdemes szabályozni; valahol 2-4 méter között beállítani, annak függvényében, hogy milyen közel repülünk az objektumhoz, és mekkora átfedést akarunk a képek között elérni. Közeli objektumtávolság esetén kisebb, nagyobb objektumtávolság esetén nagyobb értéket is beállíthatunk a megfelelő felbontás eléréséhez.

A fényképezőgép magassági döntésénél (Default Gimbal Pitch Mode) a disabled módot kell választani, és repülés közben ezt az egy paramétert nekünk magunknak beállítani. Mivel a drón repülését amúgy is mindig követnünk kell, hogy bármilyen probléma esetén közbeavatkozhassunk, így eközben tudjuk állítani a kamera döntési szögét, annak függvényében, hogy merre akarunk fotózni. Az elkészült tervet menthetjük az online felületen, és később a terepen azt elő tudjuk hívni a felhőből.

A repülés helyszíni kivitelezése előtt még illesztőpontokat kell elhelyezni az objektum körül, melyek a repülés során jól láthatóak lesznek, és így az EOVRendszerbe történő transzformáció a képek kiértékelésénél szintén kivitelezhető. Ezeket lehet az épület köré a földre, vagy akár magára az épületre is elhelyezni.

1. táblázat. Nyomvonal-meghatározás táblázata

pontszám	koordináták		magasság	irány
1	47.0392638062	17.8944055780	7	109
1	47.0392638062	17.8944055780	45	109
2	47.0392845157	17.8944402683	45	150
2	47.0392845157	17.8944402683	7	150
3	47.0393052253	17.8944749585	7	150
3	47.0393052253	17.8944749585	45	150
4	47.0393261637	17.8945100387	45	165
4	47.0393261637	17.8945100387	7	165
5	47.0393384844	17.8945594916	7	166
5	47.0393384844	17.8945594916	45	166
6	47.0393499703	17.8946055673	22	166
6	47.0393499703	17.8946055673	20	166
7	47.0393511039	17.8946581703	20	197
7	47.0393511039	17.8946581703	45	197
8	47.0393522376	17.8947107864	45	197
8	47.0393522376	17.8947107864	20	197
9	47.0393533388	17.8947619687	20	226
9	47.0393533388	17.8947619687	45	226
10	47.0393259097	17.8947960273	45	243
10	47.0393259097	17.8947960273	7	243



12. ábra. Homlokzatrajz

A repülés során a fényképek megfelelő beállításaira ugyanolyan figyelmet kell fordítani, mint azt korábban részleteztük. Jelen esetben különösen kerülni kell az erőteljes napsütést, mert a műtárgy egyik oldaláról a képek sötétek, a másik oldaláról viszont túlexponáltak lesznek. A kivitelezett repülés után a fényképeket az előző fejezetben ismertetett módon tudjuk feldolgozni és a kívánt pontfelhő állományt létrehozni.

Itt fontos megjegyezni, hogy a feldolgozás során lehetőségünk van homlokzatrajzok készítésére is (12. ábra). Ehhez 3DSurvey szoftverben a számított pontfelhőre egy rácshálót illesztettünk, melyet a fényképek alapján textúrálunk. Ebben a texturált TIN-hálós modellben kell kijelölnünk azt a területet, melyről homlokzatrajzot kívánunk készíteni tetszőleges nézetből. Ez alapján a szoftver kiszámítja a mérethelyes homlokzatrajzot.

A drónos repülésből létrehozott pontfelhőállományt érdemes kombinálni lézerszkenneres felmérési anyagokkal, így mindkét technológia előnyei kihasználhatók. A drónos repülés eredményét a fent leírtak szerint EOVRendszerben hoztuk létre. Hasonlóan megtehetjük ezt a lézerszkennelésből származó pontfelhővel is úgy, hogy az alappontokat itt is EOVRendszerben határozzuk meg. A megfelelő pontosság elérése érdekében mindkét technológia esetén ugyan azt az alappont/illesztőpont-meghatározási technikát használjuk. Amennyiben elegendő a GNSS-technológia nyújtotta pár centiméteres abszolút pontosság, akkor azt használjuk, de ha nagyobb a pontossági igényünk, akkor alkalmazzunk mérőállományt, illetve adott esetben szintezést, és a két mérési technológiához használt különböző alappontokat/illesztőpontokat kapcsoljuk egy rendszerbe.

Az azonos vetületi rendszerbe transzformált pontfelhőállományokkal egyszerre dolgozhatunk egy közös állományban. Ennek az a fő előnye, hogy a földről könnyen megközelíthető és belátható területekről lézerszkennéssel könnyebb nagy pontosságú felmérést készíteni, míg a magasban, nehezen megközelíthető és a földről egyáltalán nem látható területekről a drónos technológiával ez könnyen megtehető. Ilyen módon elkészíthető templomok vagy más magas építmények teljes körű felmérése.

Összefoglaló

Az előbbiekben bemutatott fejlesztéseink mindegyike olyan témakörben készült, melyek napjaink UAV irányú trendjeibe jól illeszkednek. A mezőgazdaság területén a drónok alkalmazása a precíziós gazdálkodás megvalósításához ma már elengedhetetlen, és egyre szélesebb körben alkalmazzák itthon is, nem csak tőlünk nyugatabbra; illetve külszíni bányák felmérése is egyre gyakrabban történik ilyen módszerekkel.

A háromdimenziós UAV repülésirányítási rendszerünkhöz hasonlóval eddig még nem találkoztunk a piacon, az ilyen feladatok kivitelezését kézi irányítással szokták megoldani a pilóták, így reméljük az általunk kialakított metódus számukra hasznos információkat nyújt majd a jövőben.

Irodalom

Lehoczky Máté – Siki Zoltán 2020. Fotogrammetriai feldolgozószoftverek Geodézia és Kartográfia 72. évf. 2. szám pp. 23–27.

DOI: 10.30921/GK.72.2020.2.4

Holéczy Ernő – Siki Zoltán 2021. Az elavult ingatlan-nyilvántartási térképek felújítása korszerű technológiákkal Mérnök Újság 2021. októberi szám pp. 48–51.



Király Tamás
földmérő- és
térinformatikai
mérnök

Pannon Geodézia Kft.
kiraly@vp.pannongeodezia.hu

CORDEX data visualization using QGIS

Issues and solutions on the example of Kazakhstan

Kalamkas YESSIMKHANOVA – Mátyás GEDE

DOI: 10.30921/GK.74.2022.4.4

Absztrakt: Számos tanulmány foglalkozik az éghajlatváltozás elemzésével és az éghajlati szimulációk vizsgálatával. Hiányoznak azonban az éghajlati adatok vizualizációjáról szóló tanulmányok, különös tekintettel a CORDEX- (Coordinated Regional Downscaling Experiment) adatokra. Ennek a munkának a célja a NetCDF (Network Common Data Form) fájlformátumban tárolt éghajlati adatok vizualizációs szempontjainak áttekintése, különös figyelmet fordítva a CORDEX adatok térbeli referenciaproblémájára. Ezenkívül nagyon kevés tanulmány foglalkozik Kazahsztán területével, míg egyes régiókban sokféle éghajlati adat és modell áll rendelkezésre. Ebben a tekintetben is érdekes a régió elemzése. A projekt eredményeit Kazahsztán különböző időszakokban előrejelzett hőmérséklet-változását ábrázoló térképek mutatják be.

Abstract: Many studies are devoted to climate change analysis and climate simulations examination. However, there is a lack of studies about climatic data visualization, specifically of CORDEX (Coordinated Regional Downscaling Experiment) data. Therefore, this work is aimed at reviewing visualization aspects of climate data stored in NetCDF (Network Common Data Form) file format. Particular attention was given to spatial reference matter of CORDEX data. Additionally, very few studies are available for the area of Kazakhstan while there is multiplicity of climate data and models for some regions. In this regard, carrying out analysis for this region is valuable. Results of the project are performed as maps visualizing temperature change across Kazakhstan over different time periods.

Kulcsszavak: klimatikus adatok ábrázolása, georeferálás, klímaváltozás, CORDEX, NetCDF, QGIS

Keywords: climate data visualization, georeferencing, climate change, CORDEX, NetCDF, QGIS

Introduction

Like any process, climate change has consequences both globally and locally. In this regard, it has an importance to visualize climate changes, because visualization facilitates insight and interpretation of data and processes. One of the effective visualization tools is a map. It is feasible to demonstrate the scale of the problem through maps. Such powerful tool should be used for society awareness of its social responsibility.

Modelling climate change is important due to its application urgency. Models based on climate data simulations provided by Coordinated Regional Downscaling Experiment (CORDEX) are reliable and extensive. CORDEX initiative was created to provide climate data for different regions and in several resolutions (Giorgi Filippo – Gutowski William J., 2015). Particularly in this work, the Regional Climate Model (RCM) for Central Asia is going to be considered (WRCP CORDEX 2022). Kazakhstan has a huge territory, precisely 2,724,900 km². So, when we speak about climate and climate changing, it should be considered that climate is dissimilar at different parts

of the country. Consequently, climate change policy should be reckoned accordingly. That is why local models are useful and reliable for risk assessment, decision-making processes and allow undertaking measures for preventing and retaining risk susceptible areas. Climate simulations are helpful in rendering images of future models. Based on the results of future changes in temperature it can be figured out what effects it can cause in climate system in future perspectives.

Most works related to climate data are not focused on visualization part, only on the analysis of the data itself. Since climate data is divided by large regions within CORDEX like Central Asia, Europe, and Central America and so on, data analysis, usually, is presented for whole regions. Moreover, plotted data were generated by software not designed for cartographic visualization. So, from cartographic point of view it has visualization issues, such as illegibility of small areas, lack of labels and other insufficiencies. Additionally, modification of the data is limited in software for creating plots (for instance, Panoply) and that is why GIS (Geographic Information System) applications are relevant.

The first step of data handling in GIS applications is georeferencing the data. However, georeferencing of CORDEX data, which is stored in NetCDF format, may collapse due to misinterpretation which may occur in QGIS application. For this reason, the present study was elaborated to get insights how to cope with these difficulties. Two ways of georeferencing data in NetCDF format are considered. Results of this research may contribute to spreading local climate models for the territory of Kazakhstan due to its deficient volume. As the objective was to visually represent climate data, results are provided with sample maps of Kazakhstan revealing temperature change over time periods.

Methodology

The research methodology is built on a comprehensive approach of data collection, analysis and compilation of raw data, and comparison of the results. Visual interpretation of spatial climate data can be accomplished with GIS technology products. Powerful GIS software, such as QGIS/ArcGIS, allow handling processes of any complexity. QGIS was deliberately used due to its

free availability. QGIS can process a great deal of file formats with no pre-processing. However, some of them require to be prepared.

Visual interpretation of spatial data is going to be based on climatic data stored in NetCDF file format. These data are one of the comprehensive base sources and easy to process. Source data were obtained from the official website of the Earth System Grid Federation (ESGF) in NetCDF file format. Climate information for Central Asia domain is accessible in two spatial resolutions: 0.220 and 0.440 (25 and 50 km). Since Kazakhstan is located in Central Asia, temperature change is analysed for 25 km model resolution, which is the best for this region. Near surface air temperature change assessment was performed based on monthly values for optimistic scenario in RCM ALARO-0 with driving model of CNRM-CERFACS-CNRM-CM5. CNRM-CM5 is a model of CNRM-CERFACS (National Centre for Meteorological Research and Centre Européen de Recherche et de Formation Avancée) (Voltaire et al. 2013).

Climate Data Operators (CDO) is an assembly of command operation lines to handle and analyse climate data. The operators include starting from simple statistics and mathematics functions to complex calculation like spatial interpolation (Max Planck Institut 2022).

CDO commands were compiled in Cygwin environment which runs on Microsoft Windows. Codes created for Unix-like OS (Operating System) can be compiled in Cygwin tool, which is the

case with CDO. All data are processed with CDO commands and in QGIS. All CDO commands were taken from CDO guidebook (Schulzweida, 2021).

First of all, preliminary operations are required in order to open climate data stored in NetCDF file format in GIS software. Data manipulation, specifically, merging datasets, operate statistical values (unit conversion), arithmetic operations (subtracting, computing mean values), and re-projecting were handled with CDO. For instance, to compute mean value for a particular time period (2040–2070), the CDO command below was applied.

```
cdo timmean-selyear,2040/2070
input.nc output.nc
```

Next stage is opening raster image in QGIS. Although initial data is georeferenced, sometimes it will not be placed correctly in QGIS without coordinate system transformation. This is caused by missing a line of code with projection parameters, which QGIS needs for data referencing. Projection parameters are already encoded in all data, and applications devoted for generating a plot are able to interpret that information. However, QGIS has a special codification of projection parameters, and it is not able to read out projection information if it does not match unified code. Figure 1 shows demonstration of the data with no projection conversion in QGIS environment. Figure 1 illustrates world countries boundaries, where the data should cover the region of Central Asia. However, it is displaced and displayed incorrectly.

One of the solutions is re-projecting data to longitude/latitude coordinate system, which is the CORDEX standard. It has relevance, because the native coordinate system of RCM ALARO-0 uses Lambert Conformal Conic projection (Top, S. et al. 2020). In order to make process of model georeferencing more convenient it is practical to apply interpolation with CDO. Firstly, interpolation with CDO takes only single-line code which is shown below.

```
cdo remapbil,n256 input.nc output.nc
```

Secondly, GIS applications handle Coordinate Reference System (CRS) of the data with no errors. In the current study the grid was interpolated to Gaussian N256. Gaussian grid is a rectangular horizontal coordinate system with an assigned number of coordinates. It is used for scientific modelling on a sphere (Hortal et al. 1991). Bilinear interpolation method was used for re-projecting. Bilinear interpolation method only works on quadrilateral curvilinear source grids. The selection of interpolation method is not stipulated by any criteria, so it was simply random choice to visualize the data for Kazakhstan territory. There are several methods of interpolation available with CDO (Max Planck Institut 2022). Details about spatial reference can be extracted with CDO command line below.

```
cdo griddes input.nc
```

Main spatial reference attributes of the original projection and interpolated grid are provided in Table 1.

Table 1. Grid attributes

	Original projection	Interpolated grid
Grid mapping	Lambert Conformal	Gaussian 256
Grid type	projection	Gaussian
Grid size	74259	524288
X size	333	1024
Y size	223	512
X name	x	lon
X long name	x coordinate of projection	longitude
X units	km	degrees east
Y name	y	lat
Y long name	y coordinate of projection	latitude
Y units	km	degrees north
X first	0	0.3515625
Xinc	25	
Y first	0	
Yinc	25	
Longitude of central meridian	74.64	
Latitude of projection origin	47.82	
Standard parallel	47.82	

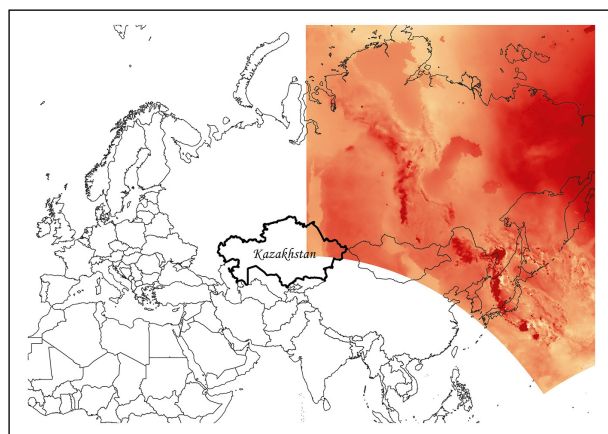


Figure 1. Raster data is displaced in QGIS due to the lack of correct georeferenced definition

Once the interpolation is completed, georeferencing settings in QGIS are not required and the data is placed correctly automatically. Figure 2 reveals the proper alignment of interested area after interpolation. Here, the data is placed into the area where it belongs to in Central Asia.

This result can be reached out with applying another approach as well. As mentioned above, the code line with projection parameters is missing in the original file. Therefore, adding missing command would be logically suitable. In order to re-encode projection information in original data, an external *.txt file should be created with required features of projection. New grid information file can be embedded into initial file by following CDO command.

```
cdo remapbil,grid.txt input.nc output.nc
```

QGIS decodes projection information in the following form that consists of name of projection, longitude of central meridian, latitude of projection origin, standard parallel, false easting, false northing, ellipsoid, and its semi-major axis. All essential parameters are encrypted in the way given below.

```
proj4_params = "+proj=lcc
+lat_1=47.82 +lat_2=47.82
+lat_0=47.82 +lon_0=74.64
+x_0=-12500. +y_0=-12500.
+ellps=sphere +a=6371229.
+b=6371229. +units=m +no_defs"
```

Values of settings are presented in the Table 1 and can be derived from initial data file. Moreover, take notice of X and Y of first coordinates. In this case, Table 1 shows that margins of X first and Y first are equal to 0. However, these parameters should be modified by simple calculation of them. This re-evaluation is critical due to its importance because they are referencing points of projection. These two parameters differ, and values depend on raster size. Recalculation is simple and requires elementary math operations. Half sizes of raster multiplied by resolution give starting point values of X and Y axes. So, while embedding projection information to initial file values of X first and Y first was changed from 0 to X first = -4162500, Y first = -2787500.

The coordinate system of QGIS environment was set up to WGS-84 (World Geodetic System 1984) and the world country outlines shapefile has the same referencing. Therefore, Figures 1 and 2 are demonstrated in WGS-84 coordinate system. However, the coordinate system was changed to Pseudo-Mercator after data sampling (Figure 3).

The following stage is data selection for the interested area. Sampling data for the region of Kazakhstan is one of the critical steps as it gives clear vision of what data is supposed to

be processed. Since CORDEX data is distributed by regions, deriving data by country outlines is impossible. Thus, selecting the area of interest was proceeded in QGIS by clipping the region with the polygon of Kazakhstan.

There are other applications for generating plots and animations apart from mentioned programs, for instance Panoply (Schmunk, 2020). However, this application is not user-friendly enough for data management. In Panoply, modification of data visualization is extremely limited compared to QGIS. In Panoply, it is not possible to upload shapefiles and operate with them. If there is a necessity of demonstrating large regions, for instance, whole Europe or Central America, the use of these applications is justified. If sampling area by country is essential, then GIS applications are handier. Apart from this, applying proper symbology and labelling is more convenient in GIS software. So, the choice of software depends on your demands. If the goal is simply visualizing the data for presentation purposes, then it is worth using Panoply. However, if the purpose is to analyse data and do some complex manipulation with data, it is rational to choose QGIS or any other GIS desktop applications.

Work outcomes are shown as georeferenced maps of Kazakhstan with temperature change statistics. Maps indicate temperature change between the historic reference and the rest of the 21st century period in Kazakhstan. Timeframe from 1977 to 2005 is the historical reference and future time is divided by 30 years. Standard time to witness climate change is 30 years and it is identified by the World Meteorological Organization (WMO) (Arguez&Vose, 2011). So, in this project three 30-year time periods 2010–2040, 2040–2070 and 2070–2100 were set up. Figure 3 illustrates temperature changes in Kazakhstan and it shows that all changes are positive, which assumes that mean temperature will increase over time. It is notable that these simulated changes correspond

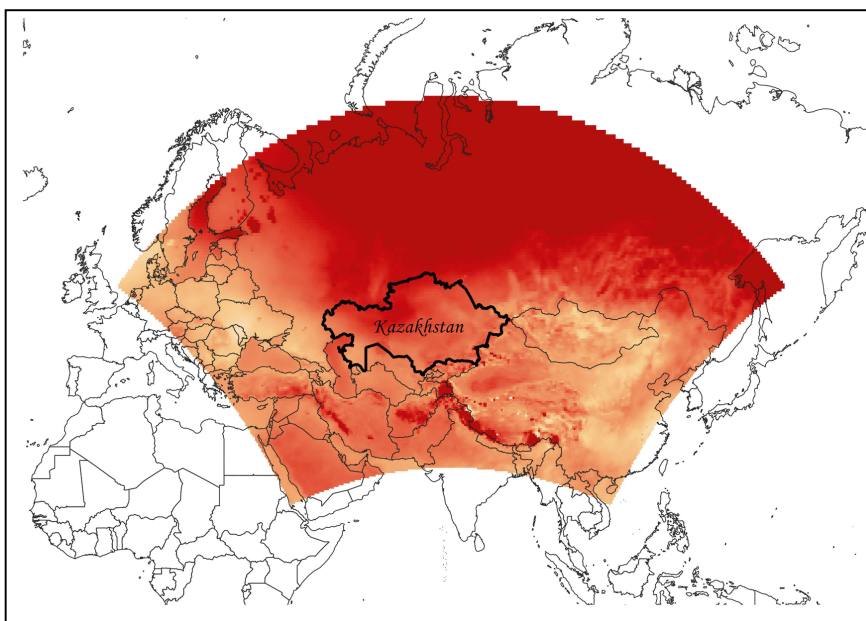


Figure 2. Raster data is at the correct location after re-projection

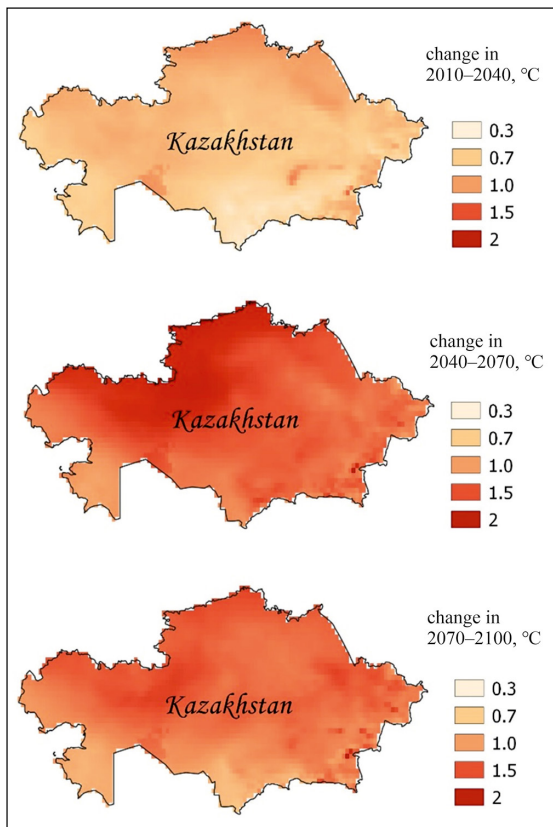


Figure 3. Expected changes in mean temperature in 30 years in Kazakhstan

to Representative Concentration Pathway (RCP) 2.6. This is one of the four pathways which means forcing level will decrease to 2.6 W/m² by 2100, which is the best scenario of probable future emission pathways (van Vuuren et al. 2011)

Mean temperature of time period 2010–2040 will be higher than 1977–2005 for 0.3–1.0 Celsius degrees. Temperature will alter considerably between 2040 and 2070, so compared to 1977–2005, the difference is drastically higher up to 2 Celsius degrees. Specifically, northwestern part of the territory will be warmer for 2 centigrade and the rest of the country is going to be warmer for about 1.5 Celsius degrees. Interval 2070–2100 represents cooling down after 2040–2070 approximately for 0.5 centigrade, however regardless, compared to historical reference point temperature will be higher, and shifts lie between 0.7 and 1.5 centigrade. Overall, graphics demonstrate warming process and show impact of global warming on the study area.

This study depicts that mean temperature will increase for 1.5–2 Celsius degrees within the 21st century even with the best possible emission scenario. It corroborates scientific research showing temperature rises globally. So, according to this calculations Kazakhstan should take into action climate change strategy. Since Kazakhstan ratified the Paris Agreement on climate change it also works on implementing of Sustainable Development Goals by United Nations General Assembly. This work may help in monitoring the situation on temperature change in the country within the 13th sustainable goal (UNDP 2022).

Summary

There are some regions where there is shortage of visualized climate data like Kazakhstan. Disseminating maps and process of data visualization has value for students, junior professionals, government workers, and all who work with such kind of data. Data visualization perspectives of CORDEX data are shown in this study. From cartographic point, attention was given to data georeferencing. Two approaches of spatial referencing are covered in the research. In addition, other visualization issues of CORDEX data are considered. Moreover, outcomes of this work can help local government in decision-making process and elaboration of climate change policy.



Kalamkas Yessimkhanova
PhD student

ELTE Eötvös Loránd University,
Institute of Cartography and
Geoinformatics
kalamkasyessimkhanova@gmail.com



Mátyás Gede
Associate
professor, PhD

ELTE Eötvös Loránd University,
Institute of Cartography and
Geoinformatics
saman@inf.elte.hu

References

- Arguez, A. – Vose, R. S. (2011). The Definition of the Standard WMO Climate Normal: The Key to Deriving Alternative Climate Normals, *Bulletin of the American Meteorological Society*, pp. 699–704. DOI: 10.1175/2010BAMS2955.1
- Giorgi Filippo - Gutowski William J. (2015) Regional Dynamical Downscaling and the CORDEX Initiative, *Annu. Rev. Environ. Resour., Annual Reviews*, pp. 467–490. DOI: 10.1146/annurev-environ-102014-021217
- Hortal - Mariano -Simmons, A. J. (1991). Use of reduced Gaussian grids in spectral models. *Monthly Weather Review* 119.4: 1057-1074. DOI: 10.21957/v413vy4fg
- Max Planck Institut (2022) Climate Data Operators. <https://code.mpimet.mpg.de/projects/cdo>
- Schmunk, R. (2020). NASA Goddard Institute for Space Studies: User's Guide to Panoply.
- Schulzweida, U. (2021). MPI for Meteorology: CDO User Guide.
- Top, S. – Kotova, L. – De Cruz, L. – Aniskevich, S. – Bobylev, L. – De Troch, R. – Gnatiuk, N. – Gobin, A. – Hamdi, R. – Kriegsmann, A. – Remedio, A.R. – Sakalli, A. – Van De Vyver, H. – Van Schaeuybroeck, B. – Zandersons, V. – De Maeyer, P. – Termonia, P. – Caluwaerts, S. (2021). Evaluation of regional climate models ALARO-0 and REMO2015 at 0.22° resolution over the CORDEX Central Asia domain. *Geosci. Model Dev.*, 14, 1267–1293. DOI: 10.5194/gmd-14-1267-2021
- van Vuuren, D.P. – Edmonds, J. –Kainuma, M. – Riahi, K. – Thomson, A. – Hibbard, K. – Hurtt, G.C. – Kram, T. – Krey, V. – Lamarque, J.F. – Masui, T. – Meinshausen, M. – Nakicenovic, N. – Smith, S.J. – Rose, S.K. (2011). The representative concentration pathways: an overview. *Climatic Change* 109, 5. DOI: 10.1007/s10584-011-0148-z
- Voldoire, A. – Sanchez-Gomez, E. Salas y Mélia, D. – Decharme, B. – Cassou, C. et al. (2013). The CNRM-CM5.1 global climate model: description and basic evaluation. *Climate Dynamics*, Springer Verlag, 40, 2091-2121. DOI: 10.1007/S00382-011-1259-Y
- UNDP (2022) Sustainable Development Goals. 13 – Climate Action. <https://www.undp.org/sustainable-development-goals#climate-action>
- WRCP CORDEX (2022) Region 8: Central Asia. <https://cordex.org/domains/region-8-central-asia>

Az idő múlása: évek, hónapok, órák, percek, másodpercek...

Az ókori világbé

A rendszeresen visszatérő természeti jelenségeket, mint a nappalok és éjszakák változását, az egymást követő évszakokat vagy az esős időszakok beköszöntét már ókori elődeink is kapcsolatba hozták a csillagos égbolttal, és időmértéket határoztak meg, naptárt készítettek a megfigyelt állócsillagok és a bolygók helyzetének változása alapján.

A csillagok nemcsak a tudományos megfigyelés, hanem a vallásos hódolat tárgyai is voltak. A naptár kialakításánál a csillagászati megfigyelés mellett a valóság játszotta a fő szerepet. A csillagok alapján történő időszámítás történetének természettudományi és vallási vonásai megfelelték az ember azon igényének, hogy előre lássa a jövőt és arra felkészüljön. Az idő folyamatos követése azonban nem azzal kezdődött, hogy az év hónapjait és a hónap napjait számlálta. Mielőtt az ember megkérdezte volna: hány? már régóta kérdezte: mikor? Mikor halad majd a vándorló csorda a völgyön keresztül, hogy elhelyezhessék csapdáikat, előkészíthessék lándzsáikat? Mikor törnek be a téli viharok, hogy időben menedéket keressenek?

Az emberek nyilván fokozatosan kezdték az ilyen kérdések segítségével megtanulni, hogy környezetük lényeges változásait kapcsolatba hozzák az égbolton végbemenő változásokkal.

A csillagászat a legősibb tudományok egyike, de megközelítően sem tudjuk megmondani, mikor kezdődött el a csillagos égbolt jelenségeinek rendszeres megfigyelése.

*

Az idő eredetét a kínai legendában a Pan Kuról szóló mítosz magyarázza, aki úgy teremtette a világegyetemet, hogy a káoszt jelképező sziklából kiväste a bolygókat és a csillagokat. A mítosz szerint a fárasztó teremtmény 18 ezer évig tartott, ez az időszámítás kezdete.¹

A maják, e nagy kultúrájú közép-amerikai indián törzs az i. e. 4. évezredig visszavezethetően csillagászati feljegyzéseket készített. A maják az időt úgy fogták fel, „mint terheket, amit az isteni hordozók stafétafutással cipeltek az örökkévalóságon keresztül”. Minden napnak, évnek, évtizednek, évszázadnak és évezrednek megvolt a maga hordozó istene.

A vallás és időszámítás összeolvadása a legnagyobb benyomást keltően az északnyugat-európai megalit kultusz természeti népeinél jelentkezik, akiknek alkotásai – álló kövekből készült körök és párhuzamos sorok – ma is megtalálhatók Anglia, Bretagne és Skandinávia egyes tájain. Ezeket a kőépítményeket paraszt- és pásztorközösségek több ezer évvel időszámításunk előtt készítették. Az építmények nyilván vallási szertartások helyei voltak, és egyben az évszakok számítására is szolgáltak. A legnagyobb ősi kőemlék Dél-Angliában, Stonehengeben található.²

A folyam menti kultúrák

Az első tényleges naptárak csak az Eufrátesz és a Tigris közötti sokrétegű civilizáció létrejöttével születtek meg. Körülbelül ötezer évvel ezelőtt itt éltek a sumérok, ez a rendkívül tehetséges nép, amely az első művelt városkultúrát alapította. Naptárukról nem sokat tudunk, ismereteink túlnyomórészt a babiloni dokumentumaiból származnak, akik Mezopotámia uraiként a sumérokat követték.

Az i. e. 3. és 1. évezred közötti időszak döntő hatással volt az emberiség fejlődésére.

Az i. e. 3000 körül Egyiptomban, Mezopotámiában (Irakban és Szíriában) és az Indus völgyében, az i. e. 2. évezred közepe táján Kréta szigetén, Anatóliában (a hettiták), Kínában és Peruban virágzott ki fejlett kultúra. A korai kultúrákat, ahonnan a bronz-ötvözet és a vas használata kiindult – nem véletlenül használják még ma is a régészek a 19. század második felében elterjedt bronz- és vaskorszak

megjelöléseket – három dolog jellemezte: a városiasodás, az írás és a kereskedelem. Ami a gondolat útját illeti, az a mágiától és mítosztól a logikus töprengés, a világ megismerésére vezető gondolkodás felé mutatott.

Mind Mezopotámiában, mind Egyiptomban szűk területre szorította a sivatag a termékeny földet, az emberek sűrűn lakott településekbe tömörültek. I. e. 3000 körül a mezopotámiaiak jól értettek a bronz kovácsolásához, feltalálták a kocsit, téglát vetettek házépítéshez, földjeiket nemegyszer teraszosan művelték, és mesterségesen öntözték. Vároaikban erős házakat, templomokat és palotákat építettek, szilárd burkolatú utcákat alakítottak ki.³

A mezopotámiaiak teokratikus államát a papkirály, a gyakran istenként tisztelt enszi vezette. Ő ügyelt a közigazgatásra, a föld megművelésére, a termények elosztására, a katonákra. Az enszi ugyanakkor a legfőbb tudós is volt. Felügyelete alá tartoztak a templomi írnokok, az agyagtáblakönyvtárak és az iskolák, ahol az írást és számolást oktatták.

Az első egyiptomi birodalom, az ún. Ó-birodalom is valamikor i. e. 3000 és 2900 között alakult ki. Akár Mezopotámiában, itt is épültek városok, a király itt is maga volt az isten, később pedig a Napisten fia. Az istenítő kultusz azonban nem annyira a földi létre, mint inkább a túlvilágra, a halottak nyugati birodalmában folytatott életre irányult. Így építették halotti otthonként a piramisokat a királyok számára. A piramisépítés maga után vonta a matematika

³ Vároaik védelmére, a sivatagi nomád törzsek támadásai ellen, erőrendszereket építettek. Ebben az időben egy hatalmas fal Uruk városát – a bibliai Ereket, a mai Varkát – a világ első valóban nagy, körbezárt, alaposan megerősített területévé tette. Ez a fal 900 (!) félkör alapú bástyával 9,5 km hosszú volt és 2,5 km² területet fogott körül. (Az uruki falról ír a harmadik évezred első feléből származó Gilgames-eposz. Gilgames, a kétharmad résznyi isten, egyharmad résznyi ember „éjjel-nappal falakat épít.”) Hasonlóképpen monumentális építmények emelkedtek az i. e. 3. évezred első felében: a templomkerületek Babilon közelében, Tell-Aszmarban (Esumában), Tell-Adzsarban és Hafádzsiban.

¹ mek.oszk.hu/00100/00192/html/001.htm

² https://en.wikipedia.org/wiki/Stonehenge

fejlődését, mert a piramisoknak és a későbbi nagy templomegyütteseknek nem csupán építészeti szempontoknak, hanem csillagászati megfontolásoknak is meg kellett felelniük.⁴

Mezopotámia és Egyiptom papjai mind rövid, mind hosszú távon ismerték az idő mérésének a módját. Csillagászati megfigyelésekből vezették le a kalendáriumi adatokat és a napszakok idejét. Az isteneket, akiknek jóindulatától függött – úgy vélték – az állam jóléte, meghatározott szent napokon imádsággal és áldozatokkal kellett jóakaratra hangolni, ezeket az ünnepeket minden városban ugyanazon a napon kellett megtartani. Az öntözött földeket az év meghatározott időpontjában kellett felszántani, bevetni, ápolni és betakarítani.

A babiloniak számára a csillagok, ugyanúgy, mint a sumérok és történelmi elődeik számára, az istenek megnyilatkozásai voltak: ha a csillagok mozgásai egy kicsit szeszélyesnek is tűntek, kinek volt joga, az isteneket tetteikért felelősségre vonni? I. e. 2650-ben I. Sulgi, Úr városának papkirálya udvari tudósaival kidolgozta az idő és tér beosztásának szexagezimális, azaz hatvanas rendszerét, amely az egész ókorban követett példa maradt. I. Sulgi naptára két újhold 29,5 napos átlagidőközén alapult. Ez a naptár az évet 12 holdhónapra osztotta, és összesen 354 napból állott. Mivel ez a számolás a napévvvel szemben 11 nappal elmaradt, nemsokára az aratási ünnepek helytelen évszakra estek. Annak érdekében, hogy összhangba hozzák az ünnepeket

az évszakokkal, a papok egy ma is használatos eszközhöz nyúltak, a betoldáshoz. Betoldottak pótlólagos napokat vagy hónapokat, hogy a nehezen összhangba hozható csillagászati ciklusokat kiegyenlítsék, és ismét összhangba hozzák a naptárt a természettel. A naptár korrekciója évszázadokon keresztül csak próbálkozásokból állott.

Hammurabi babiloni király i. e. 1700 táján egy levelet írt, amelyben utasítást ad egy pótlólagos hónap beiktatására, amikor megfigyeli, hogy „az év hibás”. Először az uralkodók kedve szerint iktattak be hónapokat, de később rögzítettek egy időbeosztást, amely szerint hét pótlólagos hónapot egyenletesen osztottak el egy tizenkilenc éves cikluson belül, hogy a hónapokat összhangba hozzák az évekkel. Ugyanis i. e. 500 körül a papok hosszú megfigyelések után felfedezték, hogy a Nap és a Hold látszólag szabálytalan mozgásai egy bizonyos rendben alapulnak. Minden tizenkilencedik évben a nap és a holdciklus egymással ugyanabba a „fáziskapcsolatba” kerül. A Napnak és a Holdnak ezt a tizenkilenc éves fáziskapcsolatát fedezték fel a babiloni csillagászok, pontosabban az ott dolgozó görög Meton, akiről ma Meton-féle ciklusnak nevezik.⁵

Az egyiptomiak, akiknek kultúrája feltehetőleg sumér hatásokra virágzott fel, technikai dolgokban elmaradtak mezopotámiai kortársaiktól, naptáraik azonban jobbak voltak. Bár vallási célokra a Holdhoz alkalmazkodó naptárt használtak – Thot holdistenük egyben az idő beosztója és számlálója volt – a problémát, hogy miképpen lehet a nap és holdciklust egyesíteni, hamarosan megoldották, és a 365 napból álló változatlan időtartamú év mellett döntöttek. Feltételezhető, hogy ezt az elhatározást két feltűnő esemény egybeesése döntötte el. A Nílus mentén a legfontosabb, periodikusan jelentkező esemény a folyó évenkénti áradása volt, ami biztosította a földek öntözését és iszappal való trágyázását, úgyhogy Egyiptom – Hérodotosz híres szavaival – a „Nílus ajándéka” volt. Amikor az egyiptomi papok formát adtak 365 napos naptárunknak, ez a döntő esemény egybeesett egy feltűnő csillagászati jelenséggel.

Amikor július közepén megkezdődött az áradás, keleten közvetlenül napkelte előtt megjelent a Szíriusz, a legfényesebb állócsillag, amelyet az egyiptomiak Sothisnak neveztek. Ez az egybeesés annak a következtetésnek a levonására készítette az egyiptomiakat, hogy a „Sothis feljövetele” az áradás érkezését és ezzel az év kezdetét jelzi. A sumérokhoz hasonlóan az egyiptomi papok is tizenkét hónapra osztották az évet, amelyek egyenként harminc nappal állottak. A helyett azonban, hogy pótlólagos hónapokkal vesződtek volna, mint tizenöt évszázadon keresztül a babiloniak, minden évhez egyszerűen „hozzábiggyesztettek” öt további napot. Az évek ezeket a napjait Sothis tiszteletére rendezett ünnepekkel és istentiszteletekkel töltötték el.⁶ A történet bizonyítja, hogy a korai kultúrákban a tudományos megfigyelés és vallási hit együtt magyarázza és teszi elfogadhatóvá a világot.

Az i. e. 3. évezred első felében formálódott ki a földmérés mestersége is. Az előre jelzett és várt nagy áradások idején a folyamok vize, a Tigris, az Eufrátesz és a Nílus óriási területeket borított be, és eltörölte a mezsgyehatárokat. Az ár levonulása után a földeket újra ki kellett mérni. Mezopotámiában ez egy földbe vert karók sorából álló mérőszerszámmal történt. A hossz-mértékek nem voltak egységesen megszabva, területektől függően változtak. Kapcsolódtak a test méreteihez: lépéstáv, talp, tenyér stb. Ha arra gondolunk, hogy a láb, az ujj, a könyök, az öl ma is élő mértékegység az európai nyelvekben, akkor jól megmutatkoznak a műveltség távolba nyúló gyökerei.

De nemcsak a földmérési, hanem az időmértékegységek nélkül is a jól szervezett civilizáció gyorsan zsákutcába került volna. Az idő a természet egyik legfontosabb mennyiségi mutatója, és az időmérés egységei az emberiség alapszókincséhez tartoznak.

⁴ A piramisokat az égtájak szerint tájolva építették. Falaik és a belőlük kivezető nyílások csillagászati vonatkozásokat sejtetnek. Az első piramist, amelynek még nem a klaszikus négyzet volt az alapja, Dzsószer fáraó emelte i. e. 2630 körül Szakkarában. Alig ötven éven belül, i. e. 2553–2505 körül Egyiptom északi részén, a mai Kairó mellett, Gizában, Sznofru, Hufu, Hafré és Menkauré fáraó síremlékként hatalmas piramisokat emeltetett magának. E piramisok sohasem magukban álltak, hanem egy teljes templomegyüttes központjai voltak. Közülük a Hufu- vagy Kheopsz-piramis a leghatalmasabb építmény. Hozzá kapcsolódnak a piramisokkal kapcsolatos misztikus feltevések. Építéskor 232 méter volt az alapéle és 148 méter a magassága. Az építmény térfogata kb. 2,5 millió m³, és építésmódjának mérés technikája a legnagyobb fokú precizitásról tanúskodik. Az átlag 2,5 tonnás burkolókockáit 0,09-es hibaszázalékkal munkálták meg az északi és a déli, 0,03-assal a keleti és nyugati oldalon.

⁵ <https://hu.wikipedia.org/wiki/Meton>

⁶ Az öt nap igazolására megteremtették Nut istennő mítoszát. Nut istennő hűtlenné vált férjéhez, Re napistenhez. Hogy csalfa nejét megbüntesse, Re kihirdette, hogy „egyetlen év egyetlen hónapjában” sem szülhet gyermeket. Thot, Nut szerelmese azonban kockáztott a Holddal, és elnyert tőle évi öt napot. Mivel ezek a napok kívül esnek a naptáron, Re parancsa rájuk nem vonatkozott. Nut az első ilyen napon fiút szült. (www.maatkara.extra.hu/01istenek/nut.htm)

A kis időegységek legkorábbi kialakulása párhuzamos a naptáréval. A 24 órára osztott napunkat, éppen úgy, mint az év felosztását 365 napra, az egyiptomiaknak köszönhetjük.

A Nap pályájának követéséhez a papok napórákat használtak. Amíg az előnyben részesített időmutató a Nap mozgása volt – tehát csaknem 4000 éven keresztül – az ősi Egyiptomtól kezdve a 16. századig, a legfontosabb időmérő eszköz a napóra maradt. Az eleinte, az i. e. 2. évezred kezdete táján, csak a papok által ismert napóra hamar közhasználatúvá vált, mivel Babiloban és Egyiptomban a köztereken is felállították azokat. A függőleges oszlop – a gnomon – árnyékából a pálca körüli skálán jelölni lehetett a nap óráit.⁷ Az egyiptomi 24 órás nap azonban különbözött a miénktől: az órái nem voltak azonos hosszúságúak. A nappali órák, amelyek mindig a napfelkeltétől a naplementéig terjedő időköz egytizedét tették ki, nyáron kényszerűen hosszabbak voltak, mint télen. A „félhomály” óráit külön számolták, egyet reggeli szürkületkor és egyet alkonyatkor. E két óra a 10 órás nappal és a 12 órás éjszakával eredményezte a 24-es számot. Ez a rendszer végül az egyiptomiak számára túl bonyolult lett. Ezért végül elhatározták, hogy a nappal és az éjszaka egyenként 12 órából fog állni. Igaz, hogy még ezután is változott az órák hossza évszokról évszakra, de legalább azonosak voltak az eltérések.

Csillagászati megfigyeléseket nem csak Mezopotámiában és Egyiptomban végeztek. I. e. 1700 körül az indiai csillagászok megfigyelték a bolygókat, a csillagokat, és feljegyzéseket készítettek helyzetükről. Az indiai csillagászok állítólag 27 csillagképet ismertek ez idő tájt, a bolygók mozgását szabad szemmel figyelték, és úgy vélték, a szél fújja őket.

Még keletebbre, Kínában Csun-kong császár idején, i. e. 1100 körül az udvari tudósok kiszámították az ekliptika hajlásszögét és az eredmény $23^{\circ}52'$. Ez csak 25 fokkal több a mai méréseknél.

⁷ Az órát jelentő egyiptomi szó egyben a „papi feladatok” ellátását is jelentette, egy további hieroglifa hozzákapcsolása pedig az „óra-ór” és egyben a „csillagmegfigyelő” jelölte. Ezek a csillagmegfigyelők a keleti égbolton figyelték a „dekanok”, bizonyos csillagok vagy csillagképek megjelenését.

A hellén világ

A folyam menti kultúrák után nézzük az európai gondolkodás, a hellén világ fejlődését.⁸ A görög filozófusokat élénken foglalkoztatta az őszanyag, a Föld és az óceánok nagysága és alakja. A kis-ázsiai Miléoszban (ma a törökországi Balat) i. e. 625 körül született a híres miléotzi iskola első tagja, Thalész. Thalész szerint – akit később Arisztotelész a filozófia legfőbb vezéréként és ősatyjaként jellemzett – a víz minden dolgok ősoka. A Földet óceánon úszó korongként írta le. Azt tanította, hogy minden filozófiát csak természeti jelenségek megfigyeléséből leszűrni tapasztalatokra szabad alapozni. Felfogását különösképp a csillagászatban és a mértanban tudta érvényesíteni.⁹ A szintén miléotzi Anaximandrosz (i. e. ~610–~546) szerint az egész kozmosz a kaotikus, határtalan és megismerhetetlen világból körmozgás hatására vált ki úgy, hogy az apeiron nevű őszanyag négy elemre – tűz, víz, levegő és föld – bomlott. A számoszi Püthagorász (i. e. ~570–~480) a számokban látta a dolgok lényegét. Tőle származik a filozófia fogalmának megnevezése is: a „philosophosz” a tudás kedvelője. (Egyébként a kozmosz kifejezés is az ő alkotása.) Ő az, aki elsőként indult ki egy kozmikus őstörvény, nem pedig az őszanyag feltételezéséből. Ez az őstörvény a világ alkotórészeinek változatlan, számszerű viszonya.¹⁰ Tanítványai és követői, a pitagoreusok, a bölcsesség tökélyét látták mesterükben, és már az életében istenhez illő tiszteletben részesítették. Már az i. e. 4. század elején azt tanította két szürakuszi pitagoreus,

⁸ Amikor i. e. 1000 után véget ért a dórok észak felől való bevándorlása a Balkán-félszigetre, megkezdődött egy mind politikailag, mind kulturálisan sokrétű közösség fejlődése. Szoros kapcsolatban álltak egymással, és a döntő szó már akkor is Athéné volt. Görögország elsősorban kereskedésből élt. Csakhamar a görögök uralták az egész keleti Mediterráneum kereskedelmét.

⁹ Egyiptomi útja során megismerkedett a síkgeometriával, amelyből elvont matematikai következtetéseket vezetett le, és a vonalak tiszta geometriájává fejlesztette tovább. A Keleten megismert csillagászatot megszabadította az ott rákötött asztrológiai teher-tételektől, ezáltal sikerült előre megjósolnia az i. e. 585. május 28-án bekövetkezett napfogyatkozást. Thalész előre tudta jelezni a Nílus áradásának pontos idejét, és ezzel a várható termés gazdagságát is.

¹⁰ Püthagorász ösztönösen előrevetítette későbbi kutatók felismeréseit: Johannes Kepler bolygómozgást tárgyaló törvényeit, Mengelyev periódusos rendszerét.

Hikatesz és Ekphantosz, hogy a Föld gömbölyű, és a saját tengelye körül forog. I. e. 350 körül aztán Hérakleidész Pontikosz az égbolton lejátszódó eseményekről szóló könyvében határozottan leszögezte, hogy a Föld naponta elfordul tengelye körül, az állócsillagok pedig mozdulatlanok, tehát csak a szemlélő látja úgy, hogy a Föld körül forognak. Nemcsak a nappal és az éjszaka változását magyarázta a Föld forgásával, hanem azt is lehetségesnek vélte, hogy a Föld egy év alatt fordul meg a mozdulatlan Nap körül. „Az égi eseményekről” c. művében leírt gondolatokhoz kapcsolódott tizenkilenc századdal később Kopernikusz lengyel csillagász. Hérakleidész tagja volt az athéni Akadémiának, ennek a Platón alapította filozófus-természetbúvár társulatnak, amely csaknem egy évezreden át (i. sz. 529-ig) fennállt. Ehhez a tudósközösséghez csatlakozott a Platón-tanítványként számon tartott knidoszi Eudoxosz, aki leírta a bolygók körpályáját, kiszámította a Föld kerületét, és elkészítette az állócsillagok első katalógusát. I. e. 322-ben az Euboiaszigeti Khalkiszban magányosan, száműzetésben halt meg Arisztotelész görög író, államtaníró, művészetelméleti szakember, természetbúvár és a természet egyetemességének filozófusa. A sztageirai születésű tudós – aki egy ideig makedóniai Nagy Sándor nevelője is volt, és két évtizeden át, Platón haláláig az athéni Akadémiához tartozott – a világot, mint öröktől létezőt fogta fel, amelynek legtökéletesebb része az éteri égboltozat. Ezután jöttek Arisztotelész szerint a planéták szférái, majd a tökéletlen, mulandó földi világ, a földgolyó, amely a világmindenség közepe. Tanításai szerint a természethez tartozik minden, ami magában hordozza a változhatóság lehetőségét.

Az elméleti természettudomány területén Thalésztől Arisztotelészig óriási a fejlődés: a matematika és a csillagászat, de a fizika, kémia és orvostudomány is hatalmas ismeretanyagot halmozott fel. Különösen az i. e. 4. században jelent meg sok új gondolat, a szorgos kutatómunka az i. e. 3. században hozta meg a gyümölcsét. Ha korábban Athén volt a filozófia és a humán tudományok szellemi központja, akkor a természettudományok

területén a hellenisztikus Alexandria lépett előtérbe.

Az i. e. 3. évszázad kiváló tudósokat adott a földrajznak, csillagászatnak. Erre az évszázadra beértek a korábbi gondolkodók elképzelései, feltételezései, sejtései. A szamoszi Arisztarkhosz i. e. 260 körül azt vallotta, hogy a Nap és a csillagok mozdulatlanok, a Föld a Nap körül mozog, ugyanakkor forog a saját tengelye körül. Ezzel a forgással támasztotta alá heliocentrikus világképét. A görögök új világképét az égbolt mechanizmusáról az egyiptomi Alexandriában tanult szürakuszai Arkhimédész alapos geometriai tanulmányai készítették elő. Arkhimédész korának egyik legjelentősebb matematikusa volt, megsejtette például a differenciálszámítást.¹¹ A nagy nevek sorában a harmadik a kürénei Eratoszthenész, aki i. e. 240 körül földrajzába beépítette a hosszúsági és szélességi fokok rendszerét, majd húsz évvel később bevezette a szögek fokokkal történő mérését.¹² Kiállt a Föld forgásának Püthagorasz által vallott, Arisztotelész által viszont hevesen tagadott tétele mellett.

Az i. e. 2. század második felének asztronómiai világképét döntően a görög csillagász, a nikeai Hipparkhosz felismerései és elmékedései határozták meg. Hipparkhosz a hagyományosabb geocentrikus felfogás mellett tette le a voksát, akkor is, ha emiatt bonyolultabb számolási modellt kellett kidolgoznia. Úgy vélte, a Nap és a Hold excentrikus pályán forog a Föld körül. Ezen a különben matematikailag ellentmondásmentesen kimunkált elméleti alapon számos, korát jóval meghaladó felismerésre jutott. Felfedezte a Föld forgástengelyének periodikus ingadozását, a precessziót, és leírta, hogy ennek következtében az égi Egyenlítőn hogyan tolódik el a tavaszi és őszi nap-éjegyenlőség. Lerakta a síkháromszög-tan alapjait, 360°-ra osztotta a kört.

Hipparkhosz tanait az i. e. 1. század fordulóján élt filozófus-oktató, az apameiai Poszeidóniosz népszerűsítette. A Hipparkhosz által felépített asztronómiai világkép elsősorban a pitagoreusoknak a körpályán mozgó bolygókról és a Napról, mint a kozmosz központi égitestjéről vallott elképzeléseire épült. A világmindenség középpontjában álló Nap elmélete rövid ideig a szeleukeiai Szeleukoszban találta meg a leghatásosabb támogatóját. Bizonyítékokat hozott fel a heliocentrikus felfogásra, és az árapály jelenségét a Hold hatásával értelmezte.

A római gondolkodás – a naptárreform

A görögök az elméleti tudásra voltak büszkék, a rómaiak pedig gyakorlatias emberek voltak. Éppen ez az újfajta szellemi magatartás volt az, amellyel Róma diadalmaskodott Görögország felett, és amely végül is lehetővé tette a Római Birodalom megerősödését. Jól bizonyítja a gyakorlatias gondolkodást a már igencsak szükségessé vált naptárreform megoldása.

Az egyiptomi naptár megjavításának első kísérletére csak az i. e. 238-ban került sor. Akkor, amikor a fáraók országát idegen uralkodóház, a görög Ptolemaioszok vették hatalmukba. Egyikük, Ptolemaiosz Eugertes, a Sothis-év hozzáidomítását javasolta a tényleges adottságokhoz, oly módon, hogy minden negyedik évben bevezetett egy további „évnapot”, ez megfelel a mi február 29-énknek. Az egyiptomi papság azonban, amely mögött 25 évszázadnyi tradíció állott, figyelmen kívül hagyta ezt a rendelkezést, és Ptolemaiosz elég okos volt ahhoz, hogy ne ragaszkodjon hozzá. Aki végül végrehajtotta, nem volt más, mint Julius Caesar, a hadvezér, történész és politikus.

Amikor Caesar hatalomra jutott, a római naptár reménytelenül összekuszált volt, a naptár és a tényleges évszak közötti szakadék már több mint két hónapot tett ki. Caesar valószínűleg akkor ismerte meg az egyiptomi naptárt, amikor Cleopatrával is találkozott. Egészen biztosan bemutatták neki Sosighenést, a görög–egyiptomi csillagászt, akinek a tanácsára Caesar kihirdette, hogy az i. e. 46. év 445 nappól

fog állni. Oly módon, hogy a február hónaphoz hozzáillesztett 23 többletnapot, míg november és december közé betoldott további 67 napot. A római hagyomány ezt az évet a „zürzavar éveként” tartotta számon. Annak érdekében, hogy a helyreállított rend meg is maradjon, Ceasar úgy rendelkezett, hogy a február hónap minden negyedik évben kapjon egy többletnapot, ezzel megteremtette az első „szökőévet”. Ez volt a Julianus-naptár, amely 16 évszázadon keresztül megszabta a Római Birodalom állami ügyeit, és annak bukása után Európa civilizált országaiét is.

Vallási ügyekben más volt a helyzet. A keresztény egyház, amely átvette a zsidó szentírás legnagyobb részét, részben magáévá tette a zsidó naptárt is. Ez megint csak az a bonyolult Nap–Hold naptár volt, amelyet a zsidók a maguk részéről a babiloniaktól vettek át a Meton-ciklussal és egyéb kiegészítésekkel együtt. A keresztény világ által átvett zsidó naptár furcsaságai közé tartozott a hétnapos hét. A hét eredetileg talán a két vásári nap közötti időszak volt. A hetedik nap vallási jelentősége, amint az megtalálható a Bibliában, a Genézis könyvében, feltehetőleg a zsidóktól származik. Lehet, hogy a hetes szám választásánál befolyásolták őket annak feltételezett misztikus tulajdonságai. A hetes számot ősidők óta szerencsés számnak tartják. Lehet, hogy befolyásolta őket az a körülmény is, hogy a hét nap a holdhónap kb. egynegyedét teszi ki, a hét nap tehát megfelel az újholdtól a félholdig, vagy a félholdtól a teliholdig terjedő körülbelüli időtartammal. A hét elfogadása azonban azzal a következménnyel járt, hogy a naptárba egy további egység került, amely nincs összhangban sem a hónappal, sem az évvel. A Julianus-naptár a nehézkes kiegészítések ellenére is még mindig egyszerűbb volt, mint a babiloni, és mégis csaknem ugyanolyan pontos.

Nem véletlenül érdeklődött Ceasar a Nílus-völgy iránt. Az egyiptomi Alexandria volt a hellenisztikus természettudományos kultúra központja. Itt dolgozott az i. sz. 100 körül a görög matematikus és ezermester Héron, akit nemcsak hazájában, hanem az egész Római Birodalomban híressé tettek technológiai írásai és találmányai.

¹¹ A jeles tudós a második pun háború idején (i. e. 218–201.) a háború áldozata lett. Egy feldühödött római katonája Szürakusza bevételkor agyonütötte. A tudós a hagyomány szerint nagyon szigorúan szólt rá a porba rajzolt geometriai ábráit széttaposni akaró legionáriusra: „Ne zavarj köreimet!”.

¹² Alexandria és Syene (a mai Asszuán) közötti híres terepi mérésében a Föld kerületét 250 000 stadion hosszúságban állapította meg (ez kb. 44 250 km).

Itt alkotott a hellenizmus utolsó nagy tudósa Klaudiusz Ptolemaiosz.¹³ Halála egy nagy természettudós pályáját ugyan lezárta, de tanításai több mint ezer évig meghatározóak maradtak. Almageszt címen ismert tizenhárom kötetes művében saját felismerései mellett tudóstársai gondolatait is közölte, főként Hipparkhoszéit. Az Almageszt központi témája az úgynevezett „ptolemaioszi világgép” leírása. Eszerint a Föld áll a világmindenség középpontjában, körülötte keringenek a Nap, a Hold és a bolygók. Ezt a világgépet először Kopernikusz módosította a 16. században. (A Kopernikusz utáni időkig osztatlan tekintélynek örvendő Ptolemaioszt, mint az Almageszt cím is mutatja, középkori arab közvetítéssel ismerte meg a nyugati tudomány.)

A naptárkészítés és az időmérés új technikája

A naptárkészítés és az időmérés technikája is gyökeresen megváltozott a 16. században. A Julianus-naptárban rejlő hibák az évszázadok alatt

¹³ Ptolemaiosz Felső-Egyiptomban született i. sz. 90 körül. Nevét szülőfalujáról kapta, amely a királyi család, Ptolemaiosz nevével viselte. Élete hetedik évzredében Alexandriahoz közel, a Kanopusz nevű helységben hunyt el.

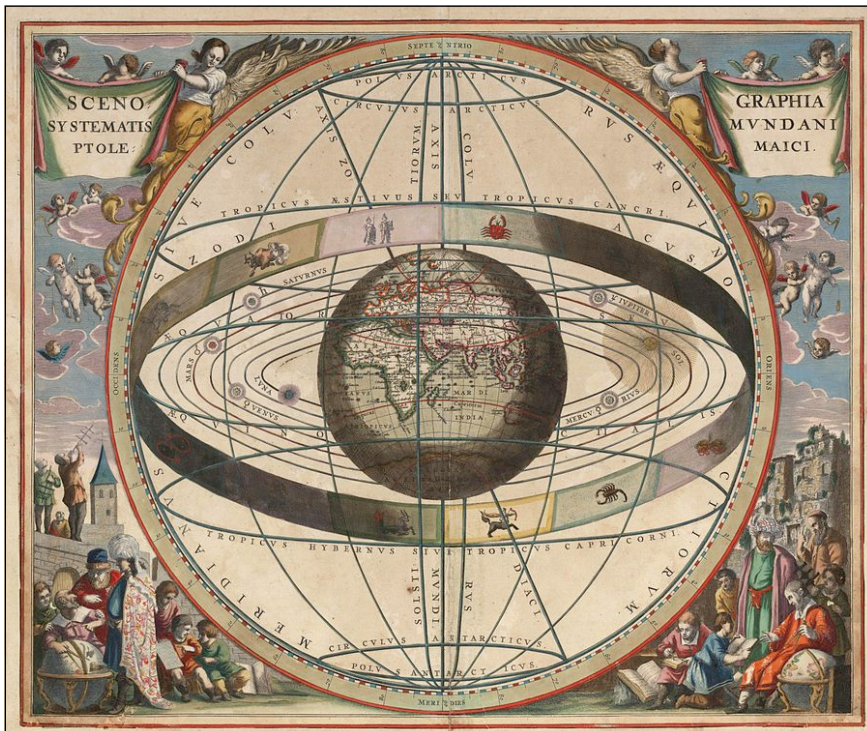
összegeződtek (128 év alatt egy napot nyertek). A 16. században a naptár már tizenhárom nappal kullogott a Nap mögött. Ez az eltérés ugyan alig befolyásolta az egyszerű nép életét, de zavarta az egyházat, mert az egyházi ünnepek nem estek a megfelelő évszakokra. XIII. Gergely pápa 1582-ben Aloisius Lilius olasz fizikussal és csillagással, valamint Christoph Clavius német jezsuita matematikussal¹⁴ folytatott beható tanácskozások után kihirdette, hogy a következő évet tíz nappal le kell rövidíteni. Gergely pápa azt is elrendelte, hogy a szökőéves korrekciós rendszert át kell dolgozni és négy évszázadon belül három szökőévet el kell hagyni. Ennek következtében a Gergely-naptár egy nap különbséggel

¹⁴ Aloisius Lilius (~1510–1576) fizikus és csillagász, az olaszországi Perugia egyetemének híres orvosprofesszora (!) 10 évet töltött az új naptár részletes kidolgozásával. Az új naptárt 1576-ban terjesztették a Római Curia elé, melyet a XIII. Gergely pápa által összehívott, tudósokból és egyházi személyiségekből álló bizottság vitatta meg.

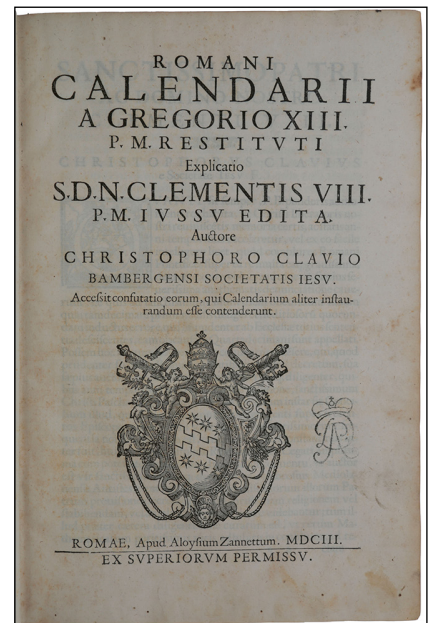
Christoph Clavius (1538–1612) naptárújíró csillagász, matematikus és napóraszakértő a pápai naptárreform-bizottság tagjaként két jól átgondolt latin nyelvű könyvet írt, amelyekben indokolta az új Gergely-naptárt, miután azt a pápa jóváhagyta. Okfejtései számos kételkedőt meggyőztek a naptár értékéről, és végül a Föld legtöbb országában elfogadták.

3323 éven belül pontos. Gergely pápa reformjait a katolikus országok azonnal átvették, és a protestáns országok is egymás után csatlakoztak – ha némi késéssel is – a rendszerhez.

A hagyományokhoz mindig ragaszkodó Anglia utolsónak hajtott tétet, 1752-ig kitartott, és akkoriban 11 nappal előre járt. Miután Anglia is átvette az új naptárt, Európában már csak egy fontos ország volt, amely a Gergely-naptárral szembeszállt, Oroszország, amelynek ortodox egyháza még csaknem két évszázadig ragaszkodott a Julianus-naptárhoz. Az ortodox egyház sohasem ismerte el a naptárreformot. A mai napig igazodik a Julianus-naptárhoz, és a karácsonyt a Gergely-naptár szerinti január 7-én ünnepli. Ebben a vonatkozásban az ortodox zsidók sem maradnak el az ortodox keresztények makacságától. A zsidók az egyházi ünnepek dátumait ma is, mint 25 évszázadon keresztül, a Hold–Nap naptár szerint számítják, amelyet Babilon vizeinél tettek magukévá. A jelenleg elterjedt naptárak közül talán a legfurcsább a muzulmánoké. Amikor Omár kalifa Mohamed utódjaként átvette az iszlám világ vezetését, átvette a Hold–Nap naptárt, amelyet akkoriban az egész Közel-Keleten általánosan használtak. Valamilyen okból megszüntette azt a rendszert, hogy időnként pótlólagos



A ptolemaioszi világgép. Illusztráció Andreas Cellarius *Harmonia macrocosmica seu atlas universalis et novus, totius universi creati cosmographiam generalem, et novam exhibens* című művéből (1661) (Forrás: Wikipédia)



Clavius könyvének címlapja (Forrás: Wikipédia)

hónapokat iktassanak be, amivel a naptárt összhangban tartották az évszakokkal. Ennek következtében az iszlámnak ma lunáris naptára van, az év hat 29 napos és hat 30 napos hónapból áll, tehát összesen 354 napból. (A zűrzavar megelőzésére az iszlám országok az államügyeiket a Gergely-naptár szerint szabályozzák.)

*

Az ember törekvése, hogy különféle egyenletes mozgásokat hasznosítson az idő mérésére, számos meglepő találmányra és eljárásra vezetett. Mérték az időt égő gyertyával, pergő homokkal, hulló kövekkel és áramló vízzel. Az időmérés leegyszerűsítése az időtartam mérésére talán összhangban volt az első órák feltalálásával, amelyek nem függtek közvetlenül a csillagoktól.

A rögzített egységekkel történő pontos időmérés felé az első lépést az iszlám tudósok tették meg. Lehet, hogy a mohamedánok az állandó hosszúságú óra fogalmát a babiloniaktól örökölték, akikről néhányan feltételezik, hogy ismerték a 12 azonos hosszúságú „órából” álló napot. Akár igaz, akár nem, azt mindenesetre tudjuk, hogy a 14. század elején egy iszlám csillagász egy tökéletesített napóra-modellt készített, egyetlen skálával. Ez az újszerű napóra pontosan mutatta az órákat az egész év folyamán, feltéve, hogy az órák állandó hosszúságúak voltak. Ami végül az azonos hosszúságú órák általános bevezetését lehetővé tette, az az i. sz. 14. században a mechanikus óra feltalálása volt, amely az időt úgy mérte, hogy egyenletes, periodikus mozgásokat számlált. Ez az az elv, amelyet a mai napig is alkalmaznak!

Furcsa módon mind a mai napig semmit sem tudunk arról, hogy mi indította el az időmérésnél ezt a nagy minőségi ugrást. Már a legkezdetelegesebb mechanikus órák is rendkívül művészi szerkezetek voltak, és sok alkatrész együttes működését követelték meg. Hajtásukra súly szolgált. A legravaszabb rész a gátszerkezet volt, amely a fogaskerék-szerkezetet ismétlődően lefékezte, ezzel lassú és egyenletes forgásra kényszerítette. Egészen 1953-ig keresték a technikatörténészek a választ a kérdésre:

hogyan jelenhetett meg ilyen művészi szerkezet látszólag a semmiből.¹⁵ A kérdésre két cambridge-i történész, Derek de Solla-Price és Joseph Needham adta meg a választ: kínai találmány. Ezt a rendkívüli berendezést egy óraként szolgáló planetáriumban i. sz. 1088-ban egy Su sung nevű kínai mandarin készítette.¹⁶ A gátszerkezet bevezetése után néhány évtizedig az órát alapvetően nem tökéletesítették. A hordozható időmérő eszközről a szilárdan összeállított tekercsrugóval hajtott óra feltehetőleg 15. századi feltalálása gondoskodott. Igaz, hogy a zsebóráknak ezen ősei még pontatlanabbak voltak, mint a súlyhajtásúak.

A következő nagy lépést a pontosság növeléséhez Galileo Galilei tette meg. Az ötletet, miszerint az ingát az óra szabályozására lehet használni, 1636-ban és 1641-ben is felvetette. Galilei – úgy mondják – megfigyelte a templomban felfüggesztett lámpa lengéseit, és felismerte, hogy az ingalengés időtartama csak az inga hosszától függ, azt sem az inga súlya, sem a kitérítés mértéke nem befolyásolja. Élete vége felé olyan gátszerkezetet tervezett, amelynél inga szabályozott volna egy órát vagy valamilyen más hasonló szerkezet. Magas kora és látásának romlása miatt azonban ezt már nem építette meg.

Az az ember, aki Galilei halála után 14 évvel, 1656-ban megépítette az első használható ingaórát, egy másik nagy csillagász, a holland Christian Huygens volt. Szerkezete sokkal pontosabban működött, mint minden addigi óra, és azonnal nagy üzleti sikernek bizonyult. Az a körülmény, hogy olyan kiváló tudós, mint Huygens, jobb órák tervezésével foglalkozott, az időmérésnek a tudomány számára növekvő jelentőségére utalt. A még pontosabb órákat a tudósoknál is buzgóbban keresték a hajóskapitányok. Az ő számukra a pontos időmérés élet vagy halál kérdése lehetett, mert megbízható műszerek nélkül nem tudták kiszámítani hajójuk helyzetét.

¹⁵ Goldsmit, Samuel A. – Claiborne, Robert: Az idő. Műszaki Könyvkiadó, Budapest. 1970.

¹⁶ www.termesztivlaga.hu/tv9711/kronosz.html



Huygens egy ingaszerkezettel végzett kísérletezés közben (Collection G. M. Duijvestein, Voorburg.)

Kronométer a navigációhoz – a kezdőmeridiánok kijelölése

A csillagok helyzetének meghatározási pontossága a 17. és 18. század folyamán, különösen a távcső feltalálását követően, nagyban javult. A tengeren lévő hajók földrajzi helyzetét a hosszúsági és szélességi körök határozták meg. A földrajzi szélesség fogalma már az ókorban ismert volt. Már a régi görögök tudták, hogy a Nap és az állócsillagok magassága nemcsak az évszakokkal változik, hanem akkor is, ha a megfigyelő északról vagy délről, magasabb vagy alacsonyabb szélesség felé utazik. A földrajzi szélesség meghatározásához a kormányos csak valamelyik csillag magasságát „mérte”, tehát azt a szöveget, amely alatt egy állócsillag – mint például a Sarkcsillag – a láthatárhoz képest megjelent. A 17. század végén már minden ügyes tengerésztiszt a fok tört részének a pontosságával meg tudta határozni a szélességi helyzetét.

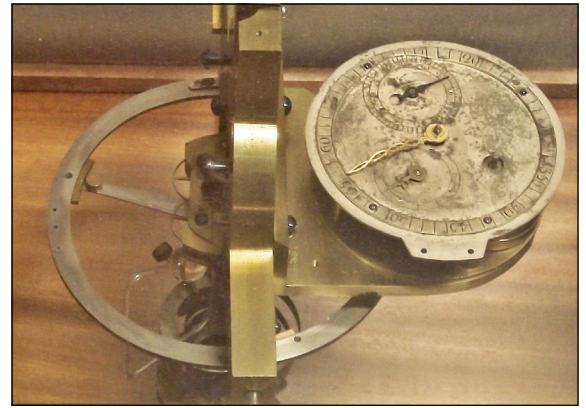
A hosszúság más lapra tartozott. A tengerészek és a tudósok évszázadokon keresztül viaskodtak azzal a problémával, hogy miképpen határozhatnák meg a földrajzi hosszúságot. A földrajzi hosszúság meghatározásához először egy kezdőmeridiánt kellett kijelölni. Richelieu bíboros, XIII. Lajos francia uralkodó minisztereként (1634-ben Párizsban) szakértői konferenciát rendezett jeles matematikusok, csillagászok és térképészek bevonásával annak a kérdésnek eldöntésére, hogy honnan számolják a hosszúsági köröket.

A döntés: a Kanári-szigetek legnyugatibb tagján, a Ferro (Hiero)-szigeten átmenő meridiánt jelölték ki kezdőkörnek. Angliában II. Károly király 1665-ben rendelte el a greenwichi királyi parkban, a Temze partján egy csillagvizsgáló felépítését, és feladatul tűzte ki a hosszúsági fok csillagászati úton történő pontos megméréését. Főként Flamsteed munkásságának eredményeként, aki a csillagászati navigáció központjává tette az intézetet, 1776-tól a brit tengerészet és térképészet ezt a kezdőmeridiánt használta. (A világméretű elfogadása – ma ezt használják mindenütt – az 1911-es és 1913-as világkonferencián történt.)

A kezdő hosszúsági kör ismeretében a földrajzi hosszúságot a tengeren a kezdőmeridián és a meghatározandó hely meridiánjának helyi ideje közti különbségből vezethették le. Egy óra időkülönbség 15° hosszúságkülönbségnek felel meg, a Föld Nap körüli keringését egyenletes pályán feltételezve. A hajósoknak órára, méghozzá minden körülmények között, szélben, viharban, nedvességben, a táncoló hajón is pontosan járó órára volt szükségük. A helymeghatározást pontosan kellett elvégezni, néhány kilométernyi különbség, amely a földgömbön alig észlelhető, a tengeren súlyos következményekkel járhatott.¹⁷ „A hosszúságprobléma megoldásához – mondotta Isaac Newton, a brit kormány tudományos tanácsadója – egy olyan órára van szükség, amely pontosan tartja az időt. A hajómozgások, a meleg és hideg változásai, a nedvesség és szárazság váltakozása és a különböző szélességi fokokon különböző nehézségi erők miatt azonban eddig nem sikerült ilyen órát készíteni – mondotta tovább.” Az első ilyen óra elkészítője John Harrison, egy yorkshire-i ács fia volt. Harrison 1728-ban készítette el hajó-időmérő műszerének rajzait, és hat évvel később mutatta

be első óráját, egy 65 font súlyú óriási alkotmányt, annak a külön össze-hívott Hosszúságmérő Bizottságnak, amely a navigációs technikai javaslatokat volt hivatott elbírálni. Az előzetes tengeri próbának biztató eredményei voltak, és a bizottság 500 fontsterlinget utalt ki számára egy javított modell elkészítésére. Harrison 1735 és 1770 között öt kronométert készített. Az első javított szerkezet kiválóan bevált az 1736-os lisszaboni próbaúton. Hogy milyen pontos órákat készített, jól bizonyítja a negyedik kronométere, amely egy öthónapos jamaicai úton csak 15 másodpercet késett. Az élet fintora, hogy bár Harrison órája volt az első, amellyel nyílt tengeren meg lehetett határozni az időt, kevés befolyást gyakorolt a kronométer fejlődésére. Általánosan elfogadott, hogy a kronométer valódi atyja a francia Pierre Le Roy, aki 1766-ban Harrisontól függetlenül egy teljesen eltérő megoldású időmérő eszközt készített.

Volt tehát már olyan eszköz, amellyel szárazon és vízen néhány másodpernyi pontossággal mérni tudták az időt, természetes volt, hogy vitatni kezdték az időegységek pontosságát is. Vagyis feltették a kérdést: milyen hosszú tulajdonképpen egy másodperc? Egy egyszerű számítás megmutatja, hogy a másodperc a perc $1/60$ -ad része, a perc az óra $1/60$ -ad része, az óra a nap $1/24$ -ed része, vagyis egy másodperc a nap $1/86400$ -ad része. A szoláris nap, a két delelés közötti időtartam, azonban a Föld forgási sebességének ingadozásai és a Földnek a Naptól számított változó távolsága miatt nem azonos hosszúságú az egész év folyamán. 1820-ban egy francia tudósokból álló bizottság javasolta a nap átlagos hosszértékének megadását, és azt, hogy a másodpercet a szoláris nap középpértékének 86400 -ad részeként definiálják. Ez a definíció, amely több mint egy évszázadon keresztül érvényben volt a legtöbb országban, a tudomány számára nemzetközileg elismert időszabványt adott.



Pierre Le Roy kronométere
(https://hu.fruiki.wiki/wiki/Chronom%C3%A8re_de_marine)

Ezzel szabványosították az időközöket, de nem az időpontokat. Minden településen még a saját idő volt érvényben. Az egyes városok óráit a közepes szoláris nap alapján állították be, vagyis a napóra által mutatott dél alapján, figyelembe véve azonban a szoláris nap hosszváltozásait. A vasút megjelenésével azonban egyszer és mindenkorra véget kellett vetni a helyi szabályozásnak. Minél nagyobb területet szelt át a vasút, annál többféle időt kellett számításba venni. Az Egyesült Államok vasúttársaságai 1883. október 11-én megállapodtak, hogy az országot négy időzónára osztják, ezek mindegyike egységes időt használ, és az egyes zónák közötti különbség pontosan egy óra lesz. Egy washingtoni nemzetközi konferencián ezt a rendszert kiterjesztették az egész világra.

*

Az új mérési eljárások eredményeképpen a 18. században pontosabb lett a földrajzi helyzet meghatározása, pontosabbak lettek a térképeken a kontinensek körvonalai, egymáshoz viszonyított helyzetük és a szigetek földrajzi helyzete. Az új mérési eljárások bevezetése után módosítani kellett az addig elfogadott partvonalak, országhatárok rajzát. Erre utal XVI. Lajos szemrehányása is a királyi földmérő tevékenységével kapcsolatban, akinek működése révén több területet veszített, mint amennyit egész uralkodása alatt meghódított...

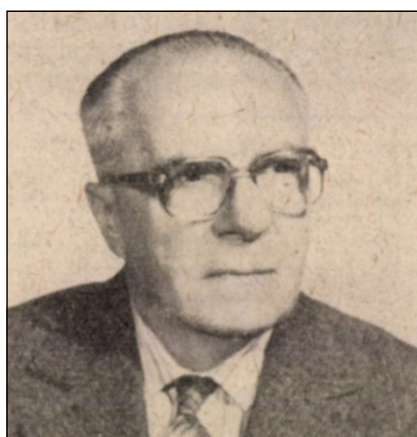
Dr. Klinghammer István
az MTA rendes tagja

¹⁷ Angliában megelégték ezt a helyzetet, amikor 1707-ben a Shovel tengernagy parancsnoksága alatt álló flotta a rossz hosszúságmeghatározás következtében a Scilly-szigetekenél zátonyra futott. Négy hajó és kétezer ember, köztük a tengernagy is odaveszett. Beható vizsgálat után a kormány 1714-ben 20 000 font jutalmat tűzött ki olyan módszer kidolgozására, amelynek a segítségével a hosszúságot félfoknyi pontossággal meg lehet határozni.

Emlékezés Antos Zoltánra

Bevezetés

Antos Zoltánra, az ÁFTH egykori elnökére, szakmai egyesületünk alapítótagjára és alelnökére, a szaklapunk szerkesztőbizottságának volt elnökére emlékezve egy régi adósságot igyekszem törleszteni ezzel az írással. Antos elhunytával nem jelentettünk meg róla nekrológot, pedig jelentős személyisége volt a magyar állami földmérésnek. Mint az Állami Földmérési és Térképészeti Hivatal (ÁFTH) elnöke, tíz éven át személyesen irányította a szervezet munkáját.



Antos Zoltán (1901–1990)

Antos halála egybeesett a rendszerváltozással. Az 1990-es választás eredményeképpen a jobboldal kapott többséget a parlamentben. Mivel Antos elkötelezett baloldali érzelmű volt, a szerkesztőség valószínűleg ezért nem szorgalmazta egy nekrológ megjelenését. Közrejátszhatott az a tény is, hogy ekkor Antos már 23 éve nyugállományban volt, és az ÁFTH utódszervezete az OFTH is megszűnt. Így fordulhatott elő, hogy az állami földmérés is magába foglaló Földművelésügyi Minisztérium (FM) Földügyi és Térképészeti Főosztálya Antost már nem tekintette saját halottjának, és temetésén sem képviseltette magát.

Antos Zoltán élete és munkássága a „felszabadulás” előtt

¹ A magyar baloldal (Kommunista Párt, Szociáldemokrata Párt, Paraszt Párt) az 1945-ös évet a német megszállás alóli felszabadulásként élte meg. A mai történelmi megítélés szerint, ekkor kezdődött Magyarország közel 50 évig tartó, szovjet katonai megszállása. (Romsics 2005).

Antos Zoltán 1904. október 24-én született Pozsonyban. A jómódú zsidó család feje Antos Ármin a Magyar Államvasutak mérnöke volt. Felesége Moskovics Ilona – az akkori kor szokásainak megfelelően – háztartásbeli életet élt. A házaspárnak Zoltán mellett volt még három fiúgyermek: István, László és György. A család a Pozsonyhoz közeli Nagyszombaton élt. (Ma: Trnava, Szlovákia).

Antos elemi iskolai tanulmányait 1910 és 1914 között a helyi népiskolában végezte. Ezután szülei beírták a Pozsonyi Főreál gimnáziumba. 1918 novemberében, a vesztes világháború következtében az Osztrák–Magyar Monarchia összeomlott. Az 1919-es párizsi béketárgyalásokról érkezett hírek alapján látszott, hogy a Felvidéket Magyarországtól el fogják csatolni. Ezért a család a repatriálás² mellett döntött.

Antos Zoltán gimnáziumi tanulmányait Budapesten folytatta, ahol 1922-ben érettségi vizsgát tett. Ezután a numerus clausus³ miatt csak 1924-ben sikerült a Műegyetemre bejutnia, ahol 1929-ben a Gépészmérnöki Karon szerzett oklevelet. A világgazdasági válság miatt szinte lehetetlenség volt elhelyezkedni. Antos önéletrajzában erről így írt: „... egy esztendő hiábavaló álláskereséssel töltöttem el, ezért 1930-tól kisipari munkát végeztem.” Antos szenvedélyes horgász volt, ezért műhelyt nyitott, és maga gyártotta horgászszközöket árult. A Magyar Horgász c. lap erről így írt: „...a kétékezes horgászathoz a barkácsolás esik a legközelebb. Antos Zoltán

² Repatriálás latin szó, hazájába való visszatérést jelent. Az 1920. évi (második) trianoni békeszerződést követően mintegy félmillió magyar jött át a környező, elszakított országrészekből. (MTA Idegen Szavak Szótára, Bp. 1978)

³ Numerus clausus, latin kifejezés. Magyarul meghatározott számot jelent. A magyar numerus clausus törvény (1920. évi XXV. törvény) a Horthy-korszak egyik korai jogszabálya, a legnagyobb presztízsű (orvosi, jogi, műegyetemi, közigazdasági, tudományegyetemi) egyetemi karokon (jellemzően 30% feletti), 1920-ra kialakult magas zsidó hallgatói arányokat kívánta országon belüli számarányuknak megfelelő mértékre korlátozni. Összességében viszont 1920-ban 10,4%-os volt a zsidók aránya a felsőoktatásban. A törvény gyakorlati életbelépésének évében, 1921-ben pedig 11,6%. (https://hu.wikipedia.org/wiki/Numerus_clausus)

gépészmérnöknek a nehéz időkben ez biztosította a megélhetést”.

Antos Zoltán végre talált munkahelyet. Önéletrajzában ezt írta: „1934-ben, a Rózsavölgyi és Társa cég alkalmazásába léptem, ahol fenti tevékenységemet, a cég keretein belül, 1944-ig folytattam. 1936-ban megnősültem, feleségül vettem Besnyő Klára gépírónt”. Antos személyi adatlapja szerint, 1941-ben katonai kiképzést kapott, 1942-től pedig több alkalommal munkaszolgálatra⁴ hívták be.

Antos Zoltán élete és munkássága a „felszabadulás” után

1945-ben Antos belépett a Magyar Kommunista Pártba (MKP). Ezt követően az FM-ben helyezkedett el. Önéletrajzában erről így írt: „1945 júliusában az FM Halászati Osztályára kerültem, ahol mint osztályvezető (...) a halászati szövetkezetek, valamint a halászati és nádgazdasági állami gazdaságok megszervezését irányítottam. 1951 és 1952 között az Ipari Minőségellenőrzési Intézet igazgatóhelyettese voltam. Ezután neveztek ki az ÁFTH elnökhelyettesének”. Váhl Miklós elnökkel jól megértették egymást, mindketten gépészmérnökök voltak.

Antos Zoltán életrajzában azt írta, hogy 1945 előtt két ízben járt külföldön, de hogy hol volt, azt nem jelezte. 1945 után tíz alkalommal járt a határon túl, hivatalos kiküldetésben. Valószínűleg a SZOGSZ (Szocialista Országok Geodéziai Szolgálat) ülésein vett részt. Antos alapító tagja volt a Geodéziai és Kartográfiai Egyesületnek (GKE). A GKE alakuló közgyűlésén (1956. április) a fegyelmi bizottság elnökévé választották.

Az 56-os forradalom kapcsán a kormány Váhl Miklós elnököt leváltotta, ugyanakkor 1956. november 10-én Antos Zoltánt kinevezte az állami földmérés területén kormánybiztosnak.

⁴ A M. kir. Honvédség 1942-től munkaszolgálatos századokat állított fel. Ide azokat sorozták be, akiket a rendszer „megbízhatatlannak” ítélt (szerbek, románok, szlovákok, zsidók stb.). A munkaszolgálatosokat – fegyver helyett – ásóval és lapáttal látták el. Lövésárkok, bunkerek építésénél alkalmazták őket Magyarországon, Erdély és Ukrajna területén. (Szabó Péter: Magyarok a Don-kanyarban, Bp. 2019)

Életrajzában Antos a következőket írta: „Az ellenforradalom időpontjában (október 23. és november 4. között) az ÁFTH elnökhelyettese voltam. Magatartásom alapján a kormány, a leváltott elnök helyére, az ÁFTH elnökévé kinevezett.” (A kinevezés dátuma december 12.)

A Népszabadság 1957. január 27-i számában, „Majdnem sikerült” címmel cikk jelent meg. A cikket az ÁFTH pártszervezetének vezetői írták alá: Radó Sándor, Antos Zoltán, Borsodi (Bindász) Dezső, Csákvári Jánosné. A cikk az ÁFTH-ban történt eseményekről szólt. Többek között a következőket írták: „Az ÁFTH elnöke, aki vezető beosztását és kényelmes életét a népi demokráciának köszönhetette, sok kárt okozott azzal, hogy vezető beosztású kommunistákat akart a Hivatalból eltávolítani. (...) A Hivatal kommunistái azonban helytálltak, a kormány pedig Váhl Miklóst leváltotta.”⁵

Antos Zoltán öccse, István a Kádár-kormány pénzügyminisztere volt. Ezért Antostól több anyagi támogatást remélt a szakma geodéziai, fotogrammetriai, számítástechnikai eszközök, valamint terepjáró gépkocsik beszerzése ügyében. Mindezekre nagy szükség volt, mert az állami földmérés ezen eszközök tekintetében nagy hiányt szenvedett. A pénzügyi elvárásokat Antos a következő szavakkal hátrította el: „...a népgazdaságban a cseresznyéstől csak annyit lehet kivenni, amennyit abba korábban beletettek.”

1958 decemberében, a Magyar Szocialista Munkáspárt (MSZMP) Központi Bizottsága (KB) ülést tartott. Határozatot fogadott el arról, hogy a „mezőgazdaság szocialista átalakítását” (értsd: a térszerűsítést) három év alatt el kell végezni. Ormos Mária történész erről a következőket írta: „1959. január 16-án az MSZMP az agrárpolitikáról (...)

aktívaülést tartott. Ezen megtárgyalták a KB 1958. december 5–7-i ülésén hozott határozatokat.” Ez gyakorlatilag azt jelentette, hogy mintegy 5 millió kataszteri hold földterületen, legkevesebb 3 millió helyrajzi számot érintve, területi és tulajdonosi változás átvezetését kellett elvégezni. 1962. november 20–24. között az MSZMP megtartotta VIII. kongresszusát. Itt nagy taps közepette bejelentették, hogy a művelhető földterületek 96%-a „szocialista” tulajdonba került. Arról azonban nem történt említés, hogy ez mekkora feladatot fog a következő években az állami földmérés szerveire róni.

Antos Zoltán ezzel tisztában volt, mivel akkor már több éve az ÁFTH elnöke volt. Ismerte a kataszteri felmérésnek és a telekkönyvnek a feladatkerét. Arról nem is beszélve, hogy egy ilyen nagyarányú tömegmunkának az elvégzéséhez sok szakemberre és hosszú időre van szükség. Emiatt sokat panaszkodott feletteseinek, hogy – mint mondta – „...nekem még egy helyettesem sincs”. A kormány a panaszát végül orvosolta, és 1960. április 20-ával Kovács Márton⁶ kinevezte az ÁFTH elnökhelyettesének.

Raum Frigyes személyes közlése szerint a bemutatkozás a következőképpen zajlott le. Aznap éppen Antosnál igazgatásszintű megbeszélésre jöttek össze, melyen részt vett: Boday Lajos igazgató (PGTV), dr. Hegyi Gyula igazgató (KV), Raum Frigyes igazgatóhelyettes (BGTV) és dr. Joó István főosztályvezető (ÁFTH). A titkárnő bejelentése után az ajtóban megjelent Kovács Márton és így szólt: „Melyikük Antos Zoltán elvtárs?” Antos felállt, és halkán csak ennyit mondott: „Én vagyok”. Erre Kovács így szólt „Én pedig mátfól fogva a maga helyettese vagyok.”

1960 nyarán Kovács Márton, dr. hegyi Gyula kíséretében meglátogatott engem Pécsváradon, a kirendeltségemen. A mintegy félórás látogatás során Hegyi

az 1:10 000 méretarányú topográfiai felmérés előrehaladásáról érdeklődött. Ezalatt Kovács újságot olvasott, majd eltávoztak. Két héttel később hivatott Hegyi, és közölte, hogy Kovács nem volt megelégedve a munkámmal, és elbocsátásomat javasolta. Szerencsére Hegyi megvédett, és ez nem következett be.

A továbbiak megértéséhez röviden utalnom kell egy nemzetközileg is jelentős, politikai következményekkel járó eseményre. 1953 márciusában meghalt Sztálin, melynek következtében általános enyhülés következett be. Moszkva „kérésére” Rákosi helyett Nagy Imre lett a miniszterelnök. Meghirdették az „új kormányprogramot”, ami a magánszektor fellendüléséhez vezetett. Ki lehetett lépni a térszéből, gazdasági társaságokat lehetett alakítani. Szakterületünkön ez úgy éreztette hatását, hogy bizonyos korlátok között, újra engedélyezték a magánföldmérési tevékenységet.

Az 1955. (7. 11.) 6. sz. kormányrendelet lehetővé tette, hogy az ország különböző részein összesen 24 földmérési munkaközösség alakulhasson. Ezek az irodák a térszek felbomlásából fakadó területi és tulajdonosi változások átvezetésén dolgoztak.

Kovács Márton elnökhelyettesnek nem tetszettek a munkaközösségek. Kapitalista csökevényeknek tekintette azokat. Antosnál arra hivatkozott, hogy elvonják a munkaerőt a központi, állami feladatok ellátásától. Antos minden alkalommal megvédte a közösségeket, és feloszlásukhoz nem járult hozzá. 1961-ben, Antos külföldi távollétét felhasználva, Kovács Márton felterjesztette a „földmérési munkák végzésére jogosultak köréről” szóló kormányrendeletet⁷, amelyet ki is hirdettek. Antos hazatérése után értesült az eseményről, és felháborodásának adott hangot. Ettől az időponttól kezdve az elnök és helyettese között a viszony megromlott. A kedélyek lecsillapítása érdekében a kormány Kovács Mártont 1962. december 31-ével elnökhelyettesi

⁵ Váhl Miklós (1898–1962) ÁFTH-elnök bűne az volt, hogy a pártszervezet (ellen)forradalmat elítélő nyilatkozatának az aláírását halogatta. Igyekezett védeni azokat a kollégákat (pl.: Zelcsényi, Virágh, Szepessy, Bernhardt, Szent-Iványi György stb.), akik áldozatai lettek a retorzióknak. (Munkástanácsstagság, tagkönyvetés, hangoskodás stb. miatt.) Amikor 1962 augusztusában meghalt Váhl Miklós – mivel 1956-ban politikailag megbélyegzett emberré vált – az ÁFTH nem tekintette saját halottjának, és temetésén sem képviseltette magát. Geodézia és Kartográfia 1962. 6. sz. p. 460.)

⁶ Kovács Márton (1912–1991) újságíró, hivatásos katonatiszt, ezredes. Jómódú, kereskedő családból származott. Apja Kovács Manó, anyja Dénes Anna. Felesége Fodor Ilona, a házaspárnak 3 gyermeke született. Kovács Márton 1930-ban érettségizett, 1932-től SZDP-tag, a munkásmozgalom régi tagjának számított. 1943-tól munkaszolgálatos. 1945-től az MKP tagja, hivatásos katona. 1957–1960 között a Parlament protokollfőnöke. (Önéletrajz, HM-irattár)

⁷ A 18/1961. számú kormányrendelet 20. éven át tiltott minden magánföldmérési tevékenységet. 1980-ban enyhülés következett be. A Lázár-kormány, bizonyos korlátok között, újra engedélyezte a magánföldmérési tevékenységet. Létrehozták az igazságügyi-földmérési névjegyzéket, valamint mód nyílt ún. gazdasági munkaközösségek, illetve vállalati gazdasági munkaközösségek (GMK, VGMK) létrehozására.

tiszttségéből felmentette, és más beosztásba helyezte. Kovácsról egyébként is sokaknak volt elmarasztaló véleménye. Antos ezután többet helyettesi kinevezést a kormánytól nem kért. Házon belül oldotta meg a kérdést, 1963–1966 között Somló József osztályvezetőt kérte fel a helyettesítésre.

1962 nyarán az a megtiszteltetés ért, hogy dr. Lukács Tibor kutatásvezető kíséretében, Moszkvában részt vehettem a SZOGSZ nemzetközi távmérési konferenciáján. A magas színvonalon megrendezett találkozó mély benyomást tett rám. Az orosz kollégák nagyon elégedettek voltak a magyar Finommechanikai Vállalat által készített GET-B1 típusú mikrohullámú távmérővel. Jelezték, hogy az országra jellemző hatalmas területek okán több távmérőre lenne szükségük. Közöltük velük, hogy az embargó⁸ miatt egyes alkatrészek beszerzése nehézségekbe ütközik.

Hazatérésünk után referáltunk dr. Joó István főosztályvezetőnek, aki ezután bevitt minket Antoshoz. Az orosz kollégák kérését próbáltam úgy aposztrofálni, hogy az export növelése nekünk „internacionalista kötelességünk”. Antos erre mérgesen így reagált: „...Te ne taníts engem arra, hogy mi az én internacionalista kötelességem!” Közben Antos intézkedett, hogy a titkárnő főzzön nekünk két kávét. A titkárnő jelentette, hogy a kávé sajnos elfogyott. Ekkor Antos odalépett a pánccsaszékényhez és kivett egy nagy zacskó pörkölt kávét. A kávé egy részét kiöntötte az íróasztalára, és szemétként leszámolta a szükséges mennyiséget. A zacskót ezután visszatette a pánccsaszékénybe. (Megjegyzésem: Abban az időben a kávé drága csemege és gyakori hiánycikk volt. A pörkölt kávé kilója a Statisztikai Hivatal tájékoztatása szerint 1600 Ft volt. Ugyanakkor 1670 Ft volt az átlagkereset.)

1963-tól Antos és Radó között megromlott a viszony. Ennek okát

a Geodézia és Kartográfia folyóirat 2019. 6. számában már részleteztem. A KV egyik volt vezető tisztviselője szerint Antos tartott Radótól. Ezt Antos el is ismerte. Bár Radó Antos beosztottja volt, de életútjuk nagyon eltérő volt. Antos – Radóval ellentétben – nem volt a munkásmozgalom régi harcosa, mivel csak 1945 után vált kommunistává. Ezen kívül Radó a Tanácsköztársaság idején dr. Münnich Ferenc harcostársa volt.

1964-ben Antos Zoltánt – a 60. születésnapja alkalmával – a kormány a Munkaérdemrend arany fokozatával tüntette ki. Ez elismerést jelentett az egész magyar állami földmérés számára. A következő három év politikai eseményei azonban az ÁFTH-t sajnos negatívan érintették. 1964-ben ugyanis a Szovjetunióban kurzusváltás történt: Hruscsov pártfőtítkárt nyugdíjazták, és Brezsnyev lett az utóda. A változás nemcsak politikailag, de gazdaságilag is kihatással volt életünkre. Mindenhol racionalizáltak, takarékosági intézkedéseket vezettek be, és összevontak intézményeket. Így került sor 1967-ben arra, hogy az ÁFTH-t – OFTH-néven – beolvastották a Mezőgazdasági és Élelmezésügyi Minisztériumba (MÉM). A Hivatal vezetője a korábbi elnökhelyettes, Halász Péter lett. Köztudott dolog volt, hogy Antos az átszervezéssel nem értett egyet, sőt felsőbb szerveknél tiltakozott is ellene. Ez azonban a helyzeten már mit sem változtatott. A kormány Antost nyugállományba helyezte, és kárpótlásul másodszer is megkapta a Munkaérdemrend arany fokozatát⁹. (Geodézia és Kartográfia 2017. 1. sz. p. 32.).

Antos Zoltán nyugdíjas éve

Antos Zoltán nyugdíjaztatása után még néhány évig tartotta a kapcsolatot szakterületünkkel. 1972-ig tagja maradt a GKE elnökségének, 1975-ig pedig részt vett szaklapunk szerkesztőbizottsági ülésein is. Ugyanekkor dr. Dimény Imre MÉM-miniszter megbízta az Idősek Tanácsa vezetésével. A

Tanácsban előadásokat kellett tartania az állami földmérés működéséről.

Antos Zoltánt 1976-ban, a Magyar Országos Horgász Szövetség (továbbiakban: MOHOSZ) alelnökévé választották. Ezt a tisztséget 1984-ig töltötte be. Fő tevékenysége a sporthorgászat volt. A Magyar Horgász c. lap nekrológiájában ezt írta róla „...az ország egyik sarkától a másikig űzte a halakat. Nem tett különbséget a fajok között, és eredményesen kezelte horgász eszközeit, módszereit, melyeket fáradhatatlanul fejlesztett.” 1975 és 1985 között 13 könyvet írt a horgászat tárgy körében. A legjelentősebbek: A ponty és horgászata (1979), A csuka és a süllő horgászata (1982), valamint a Horgászok kézikönyve (1981), mely több kiadást is megélt. Antos Zoltánt 75. születésnapja alkalmával, dr. Romány Pál MÉM-miniszter felterjesztésére harmadszor is megkapta a Munkaérdemrend arany fokozatát. Ez ritka kivételnek számított. Bízást elmondhatjuk, hogy Antos Zoltán sokoldalú és eredményes életet élt. Életének 87. évében, 1990. november 15-én, Budapesten hunyt el. Hamvasztás utáni búcsúztatása november 30-án volt a Farkasréti temetőben. Ravatalánál Czákó Béla a MOHOSZ főtitkára és Somló József családi barátja búcsúztatták. Utolsó útjára családtagjai, barátai, horgásztársai és tisztelői kísérték el. Emlékét ezzel az írással őrizzük meg.

Felhasznált irodalom

- Antos Zoltán: Önéletrajz Országos Levéltár, MSZMP-archívum
 Nekrológ Antos Zoltán elhunytá alkalmából Magyar Horgász, 1991. 11. sz.
 Raum Frigyes – dr. Balázs László: Tények és emlékek a magyar földmérés történetéből 1–6. rész Geodézia és Kartográfia 1983–84
 Raum Frigyes: Magyar Földmérők bibliográfiája Geodézia Rt., 1996
 Székely Domokos: Politika a magyar Állami Földmérésben Geodézia és Kartográfia 2016. 11–12. sz.
 Kovács Márton: Önéletrajz HM-irattár Szerkesztőbizottság: Váhl Miklós Geodézia és Kartográfia 1989. 1. sz.
 Nekrológ Halász Péter elhunytá alkalmából. Geodézia és kartográfia 1989. 2. sz.
 Nekrológ Somló József elhunytá alkalmából. Geodézia és Kartográfia 2016. 3–4. sz.

Dr. Székely Domokos

⁸ Embargó, spanyol kifejezés, jelentése zárlat, korlátozás. Egy 17 tagország által 1947-ben alapított bizottság, a *Coordinating Committee for Multilateral Export Controls* első két szavának rövidítéséből kapta nevét. A COCOM-lista egy csúcstechnológiai termékeket tartalmazó feketelista volt. A listán szereplő termékeket tilos volt az embargó alatt álló országokba (KGST, Kína) exportálni.

⁹ A Munkaérdemrendet a kormány 1953-ban alapította. Tíz évvel később, 1963-ban háromfokozatúra (arany, ezüst és bronz) alakították át. Antos Zoltán 1961-ben a fokozat nélküli kitüntetést is megkapta a „mezőgazdaság sikeres szocialista átszervezéséhez nyújtott kiemelkedő munkájáért.” (Ld.: Németh Károly köszönő levelét a Geodézia és Kartográfia 1963. 2. számában.)

A DAT negyedszázada

Az MFTTT Intézőbizottsága Iván Gyula főtítkárhelyettes javaslatára úgy határozott, hogy a DAT-szabvány és -szabályzat együttes kiadásának 25. évfordulójára *A DAT negyedszázada* címmel konferenciát szervez 2022. június 14–15-re.

A konferencia témája az a negyedszázaddal ezelőtt megjelent DAT-szabályzatrendszer, mely nagymértékben átformálta a földmérő- és térinformatikus-szakma addigi megközelítését a térképek készítésével, felújításával, változásvezetésével kapcsolatban. E szabályzatrendszer alapján indult el 1997-ben a Nemzeti Kataszteri Program, amelynek köszönhetően ma már hazánk teljes területére állami ingatlan-nyilvántartási térképi adatbázisok állnak rendelkezésre. A konferencia első napján a felkért előadók megemlékeztek a program végrehajtásáról, sikereiről, tanulságairól, a második napon pedig az E-ingatlan-nyilvántartási projekt lényegi elemeiről szóló előadásokkal kötötték le a hallgatóság figyelmét.

A konferenciát Mezőkövesden, a Zsóry Gyógy- és Strandfürdőnél található Balneo Hotelben szervezték meg, ahol a szép számú résztvevő igen jó körülmények között hallgathatta meg az első napon elhangzott nyolc előadást.

Az előadások előtt a Tóth Ágoston szenior klub hosszú kihagyás után tartott összejövetelt, amelyen szeretettel üdvözöltük egymást. *„Hogy vagy? Köszönöm jól, dolgozom a földalaponál, rendben minden...”* – mondta Busics Imre.

A konferencia első részének Iván Gyula volt a levezető elnöke.

Az első előadó *dr. Mihály Szabolcs* c. egyetemi tanár volt, aki DAT-szabvány és -szabályzat atyjaként is emlegetnek. Előadásában, amelynek beszédes címe is van: *A DAT negyedszázada – tudományos vállalkozás, a máig érvényes szempontjaink és a bejárt utunk* a szabályzatrendszer elkészítése során, sokszor ellenállásba is ütköző rögös, de sikeres utat mutatott be.



A szenior klub ülésén résztvevők egy csoportja: Hetényi Ferencné, Busics Imre, Csabányi Lajos, hátul Homolya András, Kalmár Imre, Oros László. (A kép június 14-én 10:31:27 órakor készült...)

A szabályzatrendszer működéséhez számítógépen kezelhető térképi állományra volt szükség. A földügyi vezetés – beleértve a minisztériumot is – döntése nyomán elvileg 1994-ben, de gyakorlatilag 1996-ban a Nemzeti Kataszteri Program (NKP) beindulásával kezdődött el a térképi információ számítógépes rendszerbe szervezése. *Zalaba Piroska*, az Agrárminisztérium osztályvezetője *A Nemzeti Kataszteri Program története* címmel tartott előadásában ezt a folyamatot ismertette a hallgatóság számára.

Az NKP végrehajtásához egy végrehajtó szervezetet kellett létrehozni, amely a Nemzeti Kataszteri Program Közhasznú Társaság (Kht.)

megalapításával valósult meg. A Kht. a közbeszerzési jogszabályok figyelembevételével választotta ki a program végrehajtásában résztvevő vállalkozásokat. A térképkészítés pénzügyi fedezetét a 6,6 és további 9,6 Mrd Ft, kormánygaranciával alátámasztott banki hitel biztosította. *Dr. Váczy Attila*, aki a Kht. megalakulásától fogva annak munkatársa volt (jelenleg a Nemzeti Földügyi Központban tevékenykedik), tehát a téma kiváló ismerője *A Nemzeti Kataszteri Program végrehajtásáról, sikereiről, tanulságairól a DAT-szabályzatrendszer tükrében* című előadásában a program megvalósítása során tapasztalt nehézségeket és az elért sikereket mutatta be.



Dr. Mihály Szabolcs



Zalaba Piroska



Dr. Váczy Attila



Szabó József



Elek Róbert

A digitális térképi adatállományokat számítógépen is megjeleníthető formában kellett létrehozni, ami kezdetekben nem is volt olyan egyszerű. *A DAT-térképek megjelenítése, ellenőrzése, TAKAROS-rendszerbe történő adatbetöltések, forgalomba adás, 1998–2007* című előadásában Szabó József, a Geonet Kft. ügyvezetője a megjelenítéshez, ellenőrzéshez kapcsolódó fejlesztői feladatokról számolt be.

Az előadásokat rövid kávészünet szakította félbe. A következő szekciót Dobai Tibor vezette.

A folytatásban Elek Róbert, a Csongrád-Csanád Megyei Kormányhivatal osztályvezetője *A DAT-szabályzat hatásai Csongrád-Csanád megye térképeire, avagy a papíralapú térképszelvényektől a digitális térképi adatbázisokig* című előadásában a megye papíralapú térképeinek rendszerét, azok jogszabályi alapjait ismertette, majd a BEVET és KÜVET vektoros térképi állományok

létrehozását, ezek ingatlan-nyilvántartási adatbázissal való integrációjának megvalósítását mutatta be.

Békés megyében a digitális térkép-készítésnek nagy hagyományai vannak. A mai szervezet jogelődjének, a Békés Megyei Földhivatal vezetőjének, Kiss Sándornak a kezdeményezésére kezdődött el a számítógépen kezelhető térképek létrehozása, amelyet a járási hivatal földügyi munkatársai azóta is nagy hozzáértéssel végeznek. Hajtman Zoltán, a Békés Megyei Kormányhivatal munkatársa *A digitális alaptérképek készítése Békés megyében* című előadásában a megye alaptérképeinek sokféleségét, az alapok jogszabályi hátterét dolgozta fel, nem feledkezve meg a termőföld-privatizációval és a részaránytulajdonnal kapcsolatos feladatoknak a bemutatásáról sem.

Budapest főváros kataszteri térképei sem maradhattak ki a digitális világból. Logikus volt, hogy a főváros térképei is rendszerbe kerüljenek, már

csak azért is, mert a térképek jelentős része szabatos városmérés során, numerikus adatok felhasználásával született meg. Persze a részben numerikus adatok digitális átalakítása így sem volt egyszerű. Ráadásul az alkalmazott digitális rendszer nem volt kompatibilis az országosan használt rendszerrel. Erről tartott *A DAT bevezetése, megvalósítása Budapesten* címmel előadást a fővárosi rendszert teljeskörűen ismerő Kozári Ágnes, a Pest Megyei Kormányhivatal földmérési szakfelügyelője. Az előadáshoz Szilvay Gergely adott kiegészítést, aki korábban ugyancsak a Fővárosi Földhivatal munkatársa volt.

A konferencia első napjának záró előadását Jeles Zoltánné, az MFTTT Szabolcs-Szatmár-Bereg Megyei csoport elnöke tartotta volna, aki betegség miatt sajnos nem vállalta a szereplést. Helyette Iván Gyula a másnapra tervezett előadásának egy részét adta elő *A DAT nemzetközi megméréstetése* címmel.



Hajtman Zoltán



Kozári Ágnes



Iván Gyula az előadáshoz készülve



Fotó: ©HBA

A szekció hallgatósága

A hétköznapi életben forgó, a terepen vagy irodában dolgozó földmérő nem is gondolja, hogy az oly sokat kritizált DAT-szabályegyüttes milyen nemzetközi elismerést, sikert aratott. A Nemzetközi Földmérő Szövetségben közreműködő kollégáink (a teljesség igénye nélkül: *Osskó András, Iván Gyula, Zalaba Piroska* és mások) hozzáértő előadásaival nagy sikereket arattak, felkeltették a nemzetközi érdeklődést és elismerést. Ennek hozományaként születtek a távol-keleti országok földmérő és ingatlanügyi szervezeteivel megkötött együttműködési szerződések (Dél-Korea, Kína, Vietnám). Sajnos napjainkban – bár a szerződések még élnek – az együttműködés halódik, de nem a partnerek hibájából...

Az előadások végeztével a Magyar Földmérők Arcképcsarnoka V. kötet szerkesztőbizottsága záróértekezletet tartott annak okán, hogy – az előző kötetek kivitelezésével összhangban – befejeződtek a nagyon tetszetős, új kötet nyomdai munkálatai. A 156 oldalas kiadvány 71 neves, a földméréshez is kötődött szakember és földmérő életrajzát és portréját tartalmazza (a kötet az MFTTT titkárságán megvásárolható).

A svédasztalos vacsora után az egri, bükki borvidék borait bemutató borkóstoló következett, amelyet *Kaló Imre* borász szakmai és irodalmi ismereteivel „felturbóztva”, nagy hozzáértésével prezentált. Segítsége sem volt akárcsi, Horváth Gábor István, alias Kotta, aki a fehérvári szakestélyek nótafája is, ami azt jelentette, hogy az idekapcsolódó dalok sem maradhattak el.

*

...Nagyon nehéz folytatni... Másnap hajnalban, a szállodában hirtelen elhunyt a mindenki által szeretett, nagy tiszteletnek örvendő Busics Imre kollégánk. Bár az éjszaka folyamán *Csabányi Lajos* minden

segítséget megadott szobatársának, a szinte pillanatok alatt kikerkező mentősök sem tudtak már segíteni Imrén...

Döbbenet álltunk... *Dobai Tibor* főtitkár a hír bejelentése után a konferenciát berekesztette... Gyászolunk...

A konferencia képei az MFTTT honlapján a Képtárban megtekinthetők, illetve onnan letölthetők.

Hodobay-Böröcz András



Fotó: ©HBA

Felkészülve a kóstolásra

A GEO 2022-ben végzett földmérő- és földrendezőmérnökei, szakmérnökei, arany- és ezüstdiplomásai

Az Óbudai Egyetem Alba Regia Műszaki Karán 2022. július 8-án zajlott a diplomaátadó ünnepség. A Geoinformatikai Intézetben januárban és júniusban államvizsgát tett nappali és levelezős, földmérő-/földrendezőhallgatók, valamint a geoinformatikai és a precíziós gazdálkodási szakirányú továbbképzésben résztvevők tanulmányaik sikeres befejezésével vehették át oklevelüket dr. Pődör Andrea intézetigazgató asszonytól és prof. dr. Györök Györgytől, a kar dékánjától. Az ünnepségen köszöntőt mondott prof. dr. Gulácsi László az

egyetem tudományos rektorhelyettese, prof. dr. Györök György, a kar dékánja és Mészáros Attila, Székesfehérvár alpolgármestere.

Az elmúlt évek hagyományai szerint a GEO jogelőd intézményében, az Erdészeti és Faipari Egyetem székesfehérvári karán 50 és 40 évvel ezelőtt végzett hallgatók arany, illetve ezüst emlékklevelet vehettek át.

Nappali és levelező tagozaton, **földmérő- és földrendezőmérnök** alapszak geoinformatika szakirányon végeztek:

Balogh Bernadett
 Balogh Dávid Soma
 Boros Ferenc
 Császár Péter
 Dr. Nagy Balázs
 Fábíán Szabolcs
 Fekete Nándor Farkas
 Füzi Gábor
 Gebauer Enikő Krisztina
 Görög Ferenc
 Halász István
 Homonnay Tibor Jenő
 Horváth Gábor
 Huszár Gergely László
 Kéri Eszter
 Kis Gergő
 Kiss Dániel
 Kiss Ferenc
 Kovács János Illés
 Kovács Simon
 Kuczko Kornél Antal
 Lajtman Loránd Imre

Lévai Dániel Zsolt
 Lőránt Ádám Tibor
 Misányi Júlia Veronika
 Molnár Balázs
 Pénzes Ádám
 Pintér Máté
 Réti Norbert
 Ruzicska Eszter
 Sárközi Dávid
 Sipos Kornél
 Suller Richárd
 Szabó Dániel
 Szabó Gergő
 Szatmári Rozália Erzsébet
 Székely Tamás
 Szilágyi József Bence
 Tihanyi Balázs
 Tóth Gergő
 Varga András
 Varga Dominik
 Varga Tibor

Földmérő- és földrendezőmérnök alapszak földrendező szakirányon végzett:

Mikó Barbara

Geoinformatikai szakmérnök/szakember végzettséget szereztek:

Bujdosó Márton
 Czírok Lili
 Kertész Kristóf
 Szabó Tünde
 Troznai Ádám Béla
 Vas László Tamás
 Zagyva Natália



Waldenben diplomával



Az ünnepség résztvevői

Precíziós gazdálkodási szakmérnök/szakember végzettséget szereztek:

Fang Olga
Fekete Eszter
Keresztes Zsolt
Kiss Attila
Kis-Szabó Gergő
Monoki Szabolcs Imre
Rehberg József
Sárközi Csaba
Varga Attila István

Arany emlékklevelet vehettek át:

Bodó László Egonné
Hegedűs Péter
Hetényi Ferencné
Hidegkuti Konstantin
Husztai Istvánné
Kézmárki Margit
Király Zoltán
Lanczkor István
Lőrincz István
Nagy Ferenc Attila
Nagy Sándor
Németh József
Szabó Gyula
Zimmer Péter

Ezüst emlékklevelet vehettek át:

Ferlindis Gyuláné
Kéri Gyula
Kővári Tamás
Nagy Erzsébet
Szabó Zoltán
Vicze Csaba
Vincellér János
Wéninger László

Hallgatóink valamennyi képzési formában megismerkedhettek a szakterület korszerű eszközeivel és technológiáival, az intézmény hagyományosan gyakorlatorientált szemléletű oktatása mellett. Ennek eredményessége érezhető volt a szakdolgozati témaválasztások során és a sikeres védések alkalmával. Reményeink szerint olyan felkészült mérnököket és szakembereket bocsát útjára a GEO, akik megállják helyüket a kor naponta megújuló kihívásai mellett is.

Valamennyi frissdiplomásnak, szakmérnöknek és a pályán több évtizede tevékenykedő kollégának szakmai sikereket és boldog, békés életet kívánunk!

Balázsik Valéria



Hetényi Ferencné átveszi az arany emlékklevelet

Végzett térképészek 2022

Az Eötvös Loránd Tudományegyetem Térképtudományi és Geoinformatikai Intézetében 2022. június 06–16. között tartották a végzős hallgatók záróvizsgáit. Ebben az évben a következő hallgatók fejezték be sikeresen a tanulmányaikat és védtek meg diplomadolgozatukat. (Zárójelben a témavezető neve olvasható.)

Földtudományi BSc szakon:

Jedlicska Zoé: Drónfelvételek felhasználása vasúti objektumok geodéziai felmérésének kiváltására – (Hajdinákné Vörös Fanni, Rozman Gábor)

Józsa Roland Sándor: Magyarország közúthálózati fejlődése – (Farágó Imre)

Katreiner Hédi: Sugárzási anomáliák térképezése UAS-re integrált Safecast szenzor segítségével – (Dr. Kovács Béla, Dr. Horváth Ákos)

Krizsán Helga: Településnevek adatbázisa összehasonlító névrajzi keresőhöz – (Dr. Ungvári Zsuzsanna)

Major Zsombor: A magyarországi választókerületek változásainak interaktív webtérképe – (Dr. Gede Mátyas)

Orbán Benjámin: Fantáziatérképek kartográfiai elemzése és alkalmazási lehetőségei – (Dr. Török Zsolt Győző)



1. ábra. BSc-diplomát szereztek

Szunomár Blanka: A világ hét csodája egykor és ma kartográfiai és geoinformatikai háttérrel – (Dr. Irás Krisztina)

Térképész MSc szakon:

Vassányi Gergely Botond: Pontszerű jelek automatikus felismerése archív térképeken konvolúciós neurális hálózat használatával – (Dr. Gede Mátyás) (2022 januárjában végzett)

Balla Dániel: Az openrouteservice.org lehetőségeinek bemutatása egy komplex webes útvonaltervező alkalmazással – (Dr. Gede Mátyás)

Farkas-Németh Zoltán: A COVID-19-vírus hatása Budapest közlekedésére éves forgalmi adatok geoinformatikai elemzése és kartográfiai vizualizációja alapján – (Dr. Török Zsolt)

Gurály Attila: Geológiai előfordulások modellezése LiDAR adatok alapján – (Dr. Albert Gáspár)

Magyari Mátyás: Székelyföld településtára – (Faragó Imre)

Tóth András: Webes összehasonlító névrajzi kereső kialakítása térképekhez – (Dr. Ungvári Zsuzsanna)

Tóth Kornél: Sopron környéki földtudományi értékek térképi ábrázolása – (Dr. Albert Gáspár)

Cartography MSc szakon angol nyelvű képzésben:

Ahmad Zahed: The digital reconstruction of Muhammad Ibn al-Idrisi's 1154 world map and the analysis of its structure and geographical names – (Dr. Török Zsolt Győző)



2. ábra. A mesterszakon végzett térképészek

Ali Borhan Dowajy: Multispectral satellite based urban greenness mapping – (Dr. Jung András)

Amani Kinganora Sanga: Analysis of land use/land cover changes in surface water dynamics, a case study of Singida urban a part of Tanzania – (Varga Zsófia)

Jackson Mwangi Muthee: Mapping of land use and landcover on the Mau Forest, Kenya – (Varga Zsófia)

Moemen Gaiji: Web application for telecommunication cartography in Miskolc – (Dr. Kovács Béla)

Mohamed Wafik Hamoud: Landuse change analysis in Syria visualized on web maps – (Dr. Gede Mátyás)

Muhammed Abdelaal Hassaan: Satellite Image Based Interactive Web Application for Change Detection Visualization – (Dr. Jung András)

Natsnet Habtit Haile: Detecting geological features in the Al Kufrah basin using remotely sensed data – (Dr. Albert Gáspár)

Ömer Elma Faruk: Danube River Flood Hazard Risk Assessment Based on Satellite Images and Machine Learning Methods – (Varga Zsófia)

Payam Heidari: Climate regionalization of Ardabil and East Azabaijan Provinces, Iran – (Varga Zsófia)

Yesser Haytham Jarkas - Developing a methodology for using web map services to assist and support the work of international organizations operating in Syria – (Dr. Jesús Reyes)

Kiss Veronika



3. ábra. A Stipendium Hungaricum keretében 2022-ben térképész mesterszakon végzettek

A BME végzősei

A Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Építőmérnöki Karán a 2021–2022. tanévben a következő hallgatók védték meg diplomaterveiket és tettek sikeres záróvizsgát:

Földmérő- és térinformatikai mérnök (MSc) szak (2022. január)

Gherman Sámuel: Útburkolat ellenőrző, minősítő mérése drón fotogrammetriával és LIDAR eljárással

Szántai Péter Zsolt: UAV fotogrammetria és UAV LiDAR adatnyerési technológiák elemzése és összehasonlítása úttervezési terepmodell előállítására.

*

Geoinformatika-építőmérnök (BSc) ágazat Geodézia specializáció (2022. május)

Barbély Enikő: II. rendű EOMA alapponatok pótlása, valamint INGA-pontlétesítés, geodéziai és gravimetriai bemérése Mezőzomboron

Szabó Viktória: A Duna partfalainak vízszintes értelmű mozgásvizsgálata Budapesten

Geoinformatika-építőmérnök (BSc) ágazat Geodézia és térinformatika specializáció (2022. május)

Bóka Ádám Csaba: A Németh Endre Mérőtelep geodéziai felmérése

Nagy Zoltán: Fotogrammetria és lézerszkennelés együttes használata műemlék jellegű épület felmérésénél

Vágási Norbert: Depónia térfogatának meghatározása különböző geodéziai módszerekkel

Alkalmazott térinformatika szakirányú továbbképzés (2022. június)

Harangozó György Gyula: Régiós energiatérkép készítése térinformatikai környezetben

Alkalmazott térinformatika szakirányú továbbképzés (2022. május)

Kurucz Csilla Zsuzsanna: Fotogrammetriai módszerek alkalmazásának lehetőségei barlangokban

Fáy Endre: Zajmodellezés végrehajtása térinformatikai módszerekkel

Nagy László Attila: Magyarország régészeti lelőhelyállományának térinformatikai alapú vizsgálati lehetőségei

Homolya András

*

Műszerismertetés

A Trimble TX8 3D-szkenner

Jelen cikk különlegessége, hogy a bemutatásra kerülő mérőrendszert nem csupán egy tesztelés erejéig volt módon kipróbálni. A publikáció tárgyát immár kilenc hónapja, napi szinten használjuk az UVATERV Zrt. 504. Térskennelési és BIM Szakosztályán, tehát sikerült elég sok személyes tapasztalatot összegyűjtenem róla. Jöjjön tehát a Trimble TX8 3D szkenner bemutatása!

Ez a műszer sok szempontból – jelenleg – az amerikai gyártó csúcsmodellje. Az első példány 9 éve jelent meg, azóta természetesen átesett néhány műszaki ráncfelvarráson. A TX-család két alaptagból áll, a TX6-ból és TX8-ból. Ezekből is több kiépítés érhető el, illetve bővíthető tovább a felhasználó igényei szerint. A házazásában teljesen azonos szkennerek szkennelési sebességükben és hatótávolságukban különböznek egymástól.

Emellett a TX8-nál van egy ún. HP (High Precision – nagy pontosságú)

szkennelési mód, aminél a zaj 2 m és 80 m között <1 mm (!), a standard <2 mm helyett. Ezért is, valamint az Extended (kiterjesztett) 340 méteres hatótávolság miatt döntöttünk a műszer beszerzése mellett. Persze, nem elhanyagolható szempont az 1 000 000 pont/mp szkennelési sebesség sem. Noha ötféle felbontási mód érhető el az eszközben, általában a LEVEL2-vel dolgozunk. Ez, automatikus fényképezéssel együtt is csak 4 percnyi állásponton töltött időt eredményez, ugyanakkor 10 méteren 3,8 mm pontfelhőfelbontást biztosít. Ettől a beállítástól belső terekben szoktunk eltérni, és állítunk kisebb pontsűrűséget, 2-3 percre csökkentve egy-egy műszerállás időigényét.

Ha már szóba került a fényképezés, akkor meg kell említenem a szkennert integrált kameráját. Ez egy 10 Mpx, panorámakép-készítésre alkalmas HDR-megoldás. Feldolgozáskor a képeiből kap valós színes (RGB) információt a pontfelhő. Beállítható, hogy minden egyes képkockát

automatikusan paraméterezzen a környezeti viszonyok szerint, vagy alkalmazza az első digitális felvétel beállítását az összes képre. Időspórolásból ez utóbbit szoktuk alkalmazni, úgy fordítva a műszert, hogy az első kép beállításai lehetőleg a legjobban jellemezzék a teljes panorámát. Az olyan munkaterületen ahol nincs értelme felvételezni (pl. sötét helyiségek), vagy a megrendelő az intenzitás-színezés mellé nem igényli a valódi színezést is, a kamera kikapcsolható.

A műszer kezelése az oldalán található TFT LCD érintőképernyőről, saját fedélzeti szoftverével történik. Ezt kiegészítendő, távolról is vezérelhető bármilyen külső eszközzel (pl.: okostelefon, tablet), WIFI-kapcsolaton keresztül. A kezelőalkalmazás használata egyszerű, a program jól áttekinthető.

A mérőrendszer minden alkalommal dómszkennelést végez 360° × 317° látómezővel. Az elkészült pontfelhők barangolható módon megtekinthetők a kijelzőn. Az aktuális állásponton, a



A felállított műszer egy erőmű szkennelése közben

már meglévő pontfelhőben lehetőség van, ún. szektorszkennelésre. Ezt a szkennelendő „szeletet” szintén a képernyőn jelölhetjük ki. Ebben a szektorban adhatunk meg az eredeti pontfelhőnkől eltérő felbontást, hatótávolságot, vagy akár plusz fényképezési lehetőséget. Erre kiváló példa a következő:

~10 óra alatt, teljes egészében beszkeneltük az UVATERV Zrt. által tervezett, nemrégiben átadott ferdekábeles M44 Tisza-hidat. A monumentális műtárgy pilonjainak távolsága meghaladja a TX8 standard 120 m-es szkennelési hatótávolságát. Így a „hagyományos” szkennelést követően, az elkészült pontfelhőben ki kellett jelölnünk a távolabbi pilon helyét szektorészlelésre, és azt a szeletet 340 méteres „extended” módban külön is beszkeneltük.

A Trimble TX8 4 db nagy teljesítményű intelligens akkumulátorral

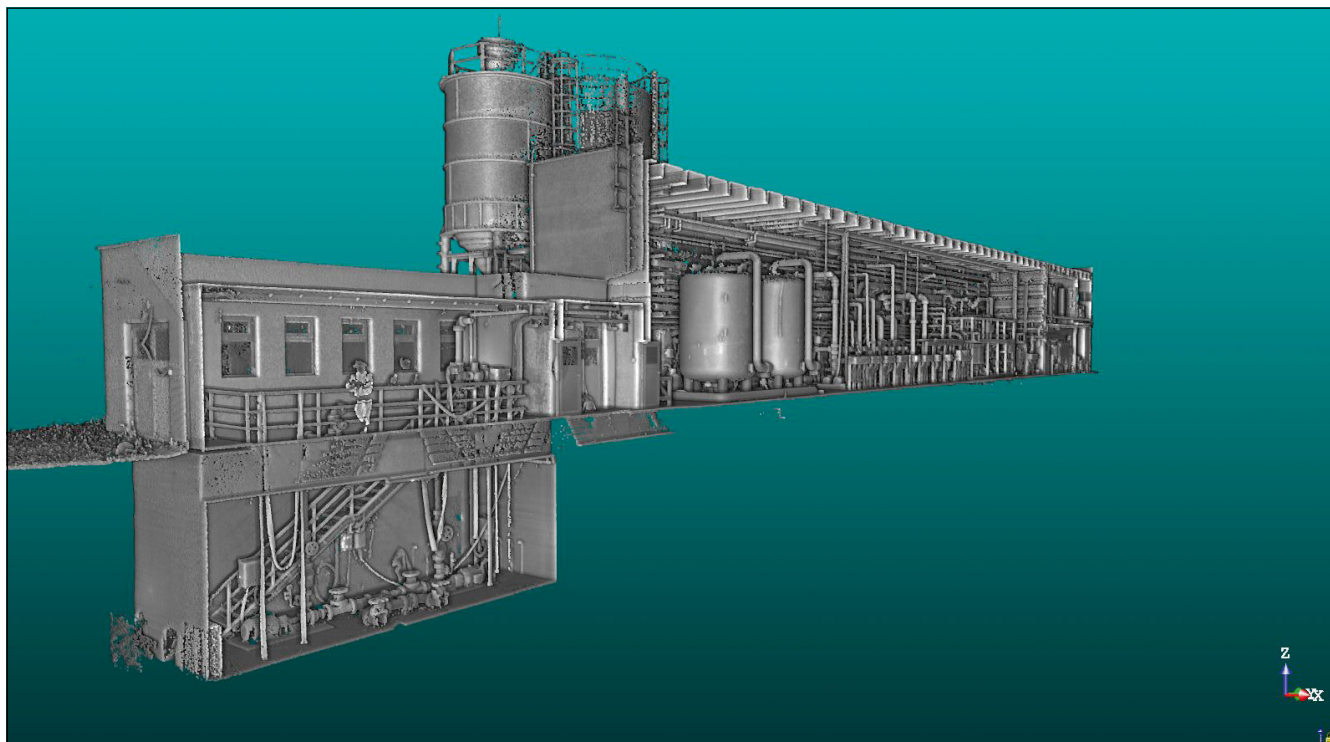
került leszállításra. A telepek egyenként a választott szkennelési paraméterek függvényében (pl.: hatótáv, pontsűrűség, fényképezés) 2,5-4 munkaórát biztosítanak. Lehetőség van a szkennerek hálózati energiaellátására kábelen keresztül, ennek leginkább speciális feladatoknál (pl. monitoringészlelések) lehet jelentősége. Az adattárolás egy nagy írási-olvasási sebességű pendrive-ra történik. Ez nagyban megkönnyíti és egyszerűsíti az adatcserét. Az adattároló nem gyártófűgő, műszaki paraméterei pedig publikusak, így a gyári csomag mellé akár további, vele azonos tudású és adatbiztonságú pendrive is beszerezhető a piacon.

Maga az észlelés pofonegyszerű. A digitális libella segítségével függőlegesre állítjuk a szkennerek állótengelyét. A munkaterület létrehozása és elnevezése után beállítjuk a szkennelési

paramétereket, majd megnyomjuk a szkennelés gombot. Ha a projekten belül nem kívánunk változtatni a beállításokon, vagy szektorszkennelést csinálni, a továbbiakban mindig csak átállunk, „kiszintezzük” a műszert, és elindítjuk a szkennelést.

Érdekes megoldás, hogy a TX8-nál beállítható az ún. „dual face” észlelés is. Ilyenkor a műszer egy tükörfordulatkor két irányba (előre és hátra) is szkennel egyszerre, tehát tulajdonképpen csak 180°-ot fordul az állótengele körül egy munkamenetben.

Szakosztályunkon a mérőrendszert használjuk speciális kompozitanyagú Gitzo állványon, hagyományos nehéz fa műszer stativon, illetve klasszikus pillérállványon egyaránt. Ezt mindig a munka jellege és a helyszíne dönti el. A szkennerek maga akkumulátorral együtt 11 kg, így nehéz terepen a kifejezetten hozzá beszerzett gyári hátizsákban hordozzuk.



Erőmű metszete

Természetesen, a szkennelésnek is, mint minden észlelési módnak megvannak a saját szabályai. „Látni kell a terepen”, fejből végig kell menni a szkennelés sokszögvonalán és előre be kell tudni tervezni az átfedéseket az álláspontok között. Az általunk használt Trimble Real Works (továbbiakban: TRW) ezekből az átfedésekből, síkok, élek, sarkok keresésével képes elvégezni az automatikus

relatív illesztést. A pontfelhő-regisztrációt minden alkalommal leellenőrizzük, és amennyiben szükséges félautomatikus módszerrel még finomítjuk.

A legtöbb alkalommal georeferálnunk is kell az eredménytermékeket. Ehhez majdan a pontfelhőben is jól azonosítható illesztőpontokat kell kihelyeznünk, melyek pontos helyzetét geodéziai úton határozzuk meg. Az

abszolút értelemben illesztett pontfelhő csak annyira pontos, amennyire az illesztőpontjai. Az illesztőpont pedig csak annyira pontos, amennyire a koordinátáit jól határoztuk meg.

A Szakosztályon a ragasztható fekete-fehér jelek mellett szoktunk alkalmazni illesztőgömböket is. Míg a sík céltáblák közepét 1"-es mérőállomással, prizma nélküli távmérési



A Tisza-híd képe a pontfelhőből

módban (DR – Direct Reflex) határozzuk meg, az illesztőgömbökhöz speciális miniprizmát alkalmazunk. Annak optikai középpontja a gömbök elméleti középpontjába esik, amit a TRW-feldolgozóalkalmazás a pontfelhőben automatikusan felismer és kiszámol.

A szkennert 5' munkatartományú kompenzátorát érdemes mindig bekapcsolva tartani. Egyrészt terepen figyelmeztet az esetleges túlzott műszermozgásra, másrészt az irodai utófeldolgozó szoftverben bármikor kikapcsolható.

A Trimble TX8 által előállított pontfelhőket alacsony, szinte elhanyagolható zajszint jellemzi. Megbirkózik a fényes vagy éppen sötét, rossz intenzitású felületekkel is. A pontfelhők filterezése után – ami jellemzően az irányvonalon szkennelés közben áthúzó objektumok (pl. járművek) okozta szellemképek eltávolítása – a réteghelyes vektoros kiértékelést már a DigiCart Kft. PointCloudScene szoftverében végezzük el. Emellett, igény szerint modellezünk is a pontfelhőből.

Az elmúlt néhány hónap alatt szkenneltünk, és tervezési alaptérképi szinten kiértékelünk benzinkutakat,

hidakat és átvezetéseket, részletgazdag útszakaszokat, illetve nagy keresztmetszetű épületeket. Végeztük erőművi ipari épület és fűrészüzem területének külső-belső szkennelését, 3D-s vektorizálását, de dolgoztunk klinikán, vagy éppen fakataszteri feladatokon.

A Trimble TX8 3D szkennert minden projektünkben nagyszerűen teljesített, kiváló és hatékony terepi adatgyűjtő rendszernek bizonyult.

Stenzel Sándor
földmérőmérnök
www.gpstakarok.hu

Trimble TX8 3D szkennert jellemzői	
Lézer	1-osztály, nem látható, szemre nem káros (1.5 µm)
Szkennelési látómező	360° × 317°
Szkennelési sebesség	1 000 000 pt/mp
Zajérték	<2 mm (2 m – 120 m Standard), <1 mm (2 m – 80 m HP)
Szkennelési hatótáv	0,6 m – 120 m (Standard) – 340 m („Extended“)
Kamera	Integrált, 10 Mpx
Kompenzátor	van, ±5' munkatartomány, 1" pontosság
Szkennelési módok	Preview, Level1, Level2, Level3, Extended, sektorszkennelés
Legnagyobb pontfelhőfelbontás	5,7 mm@30 m (Level3)
Energiaellátás	Cserélhető lítiumion akkumulátor, 8,700 mAh
Munkaidő egy akkumulátorral	>2 óra (beállítás- és környezetfüggő)
Vezérlés	Fedélzeti vezérlés, WIFI-n keresztüli távoli vezérlés, USB-kábeles vezérlés
Vezérlőszoftver	Fedélzeti vezérlőszoftver
Szoftverfunkciók	Szkennelés, fájlkezelés, E-libella, szkennelési paraméterek beállítása, műszerbeállítások
Adattárolás	USB 3.0 flash drive (alapsomag: 64 GB)
Por- és vízállóság	IP54
Méret	335 mm × 386 mm × 242 mm
Tömeg	11,2 kg (akkumulátorral, műszertalppal)
További hivatalos információ	AllTerra Hungary Kft. www.allterra-hungary.com

Nekrológ

Busics Imre



1956–2022

A földmérő és térképész szakma újra gyászol. Szomorúság és fájdalom, hogy szeretett és tisztelt kollégánk, szakmánk kitűnő képviselője, Busics Imre okleveles fotogramméter- és földmérőmérnök, a Nemzeti Földügyi Központ nyugdíjas munkatársa, az egykori Földmérési és Távérzékelési Intézet (FÖMI) oszlopos tagja, határügyese, geodéziai igazgatója 2022. június 15-én tragikus hirtelenséggel eltávozott közülünk.

Felfoghatatlan! Elszaladt egy élet, kialudt egy tűz. Imrét a tragikus halál Mezőkövesden ragadta el, ahol a „DAT negyedszázada” című konferencia résztvevője volt, és ahol előző napon még átvehette a „Magyar földmérők arcképcsarnoka” V. kötetének társszerzői tiszteletplédányát.

Busics Imre 1956. október 3-án született a Vas megyei Horvátzsidányban. A földmérési szakközépiskolát Szombathelyen végezte el 1975-ben, majd felvételt nyert a Moszkvai Geodéziai, Fotogrammetriai és Térképészeti Egyetemre (MIIGAiK), ahol 1981-ben évfolyamelsőként, kitüntetéses diplomával végezte el a fotogrammetria szakot.

Pályakezdeként másfél évet dolgozott a Kartográfiai Vállalat Térfotogrammetriai Osztályán, kiértékelési és légi háromszögelési munkákon.

A korszerű technológiák úttörő alkalmazásának elkötelezettje volt. 1983. januártól a FÖMI dolgozója lett. Öt évig a mező- és erdőgazdálkodás távérzékelési és fotogrammetriai

fejlesztéseivel foglalkozott. Hat évig a FÖMI Kozmikus Geodéziai Observatórium munkatársaként a GPS negyedrendű pontsűrítési és fotogrammetriai alkalmazásaiban, az Országos GPS-hálózat kialakításában, a hazai és a közép-európai GPS mozgásvizsgálati programban, valamint a kárpótlás és a részaránykimérés GPS-munkáiban jeleskedett.

Új korszak nyílt életében, amikor 1994-ben megbízást kapott a FÖMI Államhatárügyi Osztályának vezetésére, a szakmai munka szervezésére és irányítására. A határbizottságok munkájában a magyar küldöttség tagjaként vett részt. Közreműködött az államhatárról szóló nemzetközi szerződések megújításában is.

Kezdeményező szakember volt. Eltökélten, kitartóan és a jó gazda gondosságával dolgozott, és virtuóz módon alkotott újat. Magyarország államhatára térképészeti és felmérési dokumentumainak teljes digitalizálását az ő elképzelései szerint és irányítása mellett valósította meg a FÖMI. Nevéhez fűződik az ortofotó alapú határnyilvántartásnak és a határváltozások GPS segítségével történő nyomon követésének a bevezetése a magyar államhatár mentén azzal a céllal, hogy a határos országokkal közös és egységes koordináta- és nyilvántartási rendszer működjön. Ez nem csak technológiai bravúr és nívó volt, hanem nemzetközi diplomáciai elismertséget is szerzett, műszakilag és intézményileg hatékony együttműködést épített ki a szomszéd országokkal. Vezetői rátermettségének köszönhetően olyan kollektívát sikerült kialakítania, mely magas színvonalon megfelelt az elvárásoknak.

Együttműködő, mindig készségesen, tevőlegesen és eredményesen segítőkész ember volt. Vezető, aki mindent megtett azért, hogy kollégáit segítse, időt nem sajnálva, minden erőt latba vetve képviselte érdekeiket, elérve

hogy kövessék őt s megoldják az előttük álló feladatokat. Rá mindig számíthattak beosztottjai és főnökei egyaránt. Rendkívül megbízható volt. Tisztelet és szeretet övezte őt.

Busics Imre 2012. szeptember-től 2016. december 31-ig a FÖMI Geodéziai Igazgatóságának vezetője, majd - a FÖMI átszervezése után - 2017. január 1-től nyugdíjba meneteléig (2019. március 30-ig) pedig a Budapest Főváros Kormányhivatala, Földmérési, Távérzékelési és Földügyi Főosztály, Alapponthálózati és Államhatárügyi osztályának vezetője volt. Később a Nemzeti Földügyi Központ nyugdíjas munkatársaként tevékenykedett tovább.

Szakmai közéleti szereplő volt, tagja a Magyar Földmérési, Térképészeti és Távérzékelési Társaságnak (MFTTT), az MFTTT intézőbizottságának és választmányának. Szakosztályokban tevékenykedett, és előadásokat tartott. Sokat tett a Társaság nemzetközi kapcsolatainak építése érdekében, munkálkodott az Erdélyi Magyar Műszaki és Természettudományi Társaság Földmérő szakosztálya és az anyaországi MFTTT közötti együttműködés kiépítésében is.

Sportolt, teniszezett, focizott, és rendszeresen sielt. A társadalmi megmozdulások aktív résztvevője, vezéralakja, sokszor szervezője volt.

Pályafutása során számos szakmai kitüntetésben részesült. A „Kozmikus felvételek kölcsönös tájékozási elemeinek meghatározása” c. egyetemi diplomamunkájáért a Geodéziai és Kartográfiai Egyesület 1981.évi diplomaterv-pályázatán I. díjat kapott. 2004-ben a Határőrséggel való együttműködés területén kifejtett kiemelkedő munkája elismeréseként a Határőrség országos parancsnoka dicséretben és jutalomban részesítette. A FÖMI Geodéziai Igazgatóságának igazgatójaként 2013-ban Fasching Antal-díjat kapott a magyar földmérés és

államhatárügy szolgálatában kifejtett eredményes munkájáért. A „De-Mine II.” elnevezésű magyar-horvát aknamentesítési projektben végzett kiemelkedő szakmai tevékenysége elismerésül a belügyminiszter 2019-ben miniszteri elismerő oklevelet adományozott részére.

Busics Imre távozásával egy több évtizedes lelkiismeretes, kiemelkedő színvonalú, szakmánkat a fejlődés irányába vivő munka zárult most le. Gazdag örökség maradt utána. Emberi magatartása, együttműködésre mindig kész, megnyerő modora elismerést érdemel. Főhajtással tartozunk neki.

Kedves Imre!

A „hosszú útra” Te nem kaptál előkészületi időt, hirtelen kellett távoznod sorainkból. Veled már nem találkozhatunk. Nem válthatunk szót a szakmai összejöveteleinken s a sporttalálkozókon. Nem lesznek már közös harcaink és győzködő vitáink, sikeres szakmai egyezkedéseink és eredményes érdekvépviseleti egyeztetéseink. Emléked azonban bennünk él. Emberiességed és közösségi szellemed példaként szolgál. Nyomodat tetteid és alkotásaid őrzik a GPS-hálózati munkákban, államhatárunk immár digitális geodéziai nyilvántartásaiban és egységességében, nemzeti képviselőként és a vonatkozó nemzetközi szerződésekben.

Az egykori FÖMI, az MFTTT, a földmérő- és térképészszakma, a belügyi és rendőrségi határügyesek, a szomszéd országok határügyesei, a középiskolások és egyetemi társak, a barátok s mindannyiunk nevében Juhász Gyula soraival búcsúzom tőled:

*Nem múlnak ők el, kik szívünkben élnek,
Hiába szállnak árnyak, álmok, évek,
Ők itt maradnak bennünk csöndesen még,
Hiszen hazánk nekünk a végtelenség.
Kedves Imre! Nyugodj békében!*

*Dr. Mihály Szabolcs
címzetes egyetemi tanár
az egykori FÖMI főigazgatója*

Tájékoztatjuk kedves olvasóinkat,
hogy a Magyar Földmérési, Térképészeti és
Távérzékelési Társaság programjairól, híreiről
rendszeresen tájékozódhatnak honlapunkon is.

www.mfttt.hu

MFTTT vezetősége



fentrol.hu



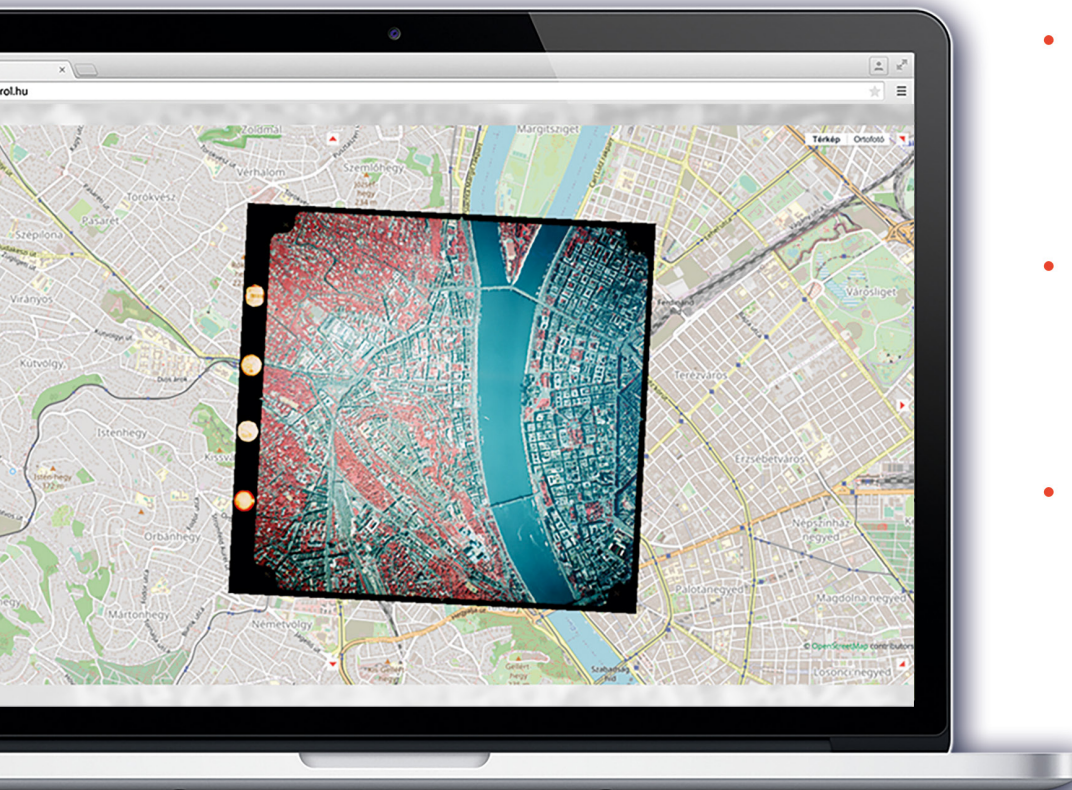
AZ ARCHÍV LÉGIFELVÉTELEK HAZAI ADATBÁZISA



ÚJABB **6 811** ARCHÍV LÉGI FELVÉTEL
TÖLTHETŐ LE A FENTROL.HU OLDALRÓL



MOSTANRA MÁR TÖBB MINT
200 000 ONLINE ELÉRHETŐ FELVÉTEL



- összesen **200 161** darabból álló online kortörténeti gyűjtemény
- bárki számára ingyenesen böngészhető, letölthető archívum
- különböző képszerkesztési lehetőségek

KAPCSOLAT

EMAIL/ ftf@lechnerkozpont.hu
TELEFON/ +36 (1) 222-5101
CÍM/ 1149 Budapest, Bosnyák tér 5.
LECHNERKOZPONT.HU
FENTROL.HU

