



GEODÉZIA és KARTOGRÁFIA



2025 / 2
LXXVII. ÉVFOLYAM

Centiméter pontos EOVS átszámítás
Talajvízkutak vízminőségének értékelése
Magrebi helynevek magyar földgömbökön való megjelenése
A Gellért-hegyről és a Gellérthegyről
Hírek, rendezvények
Könyvismertető
Nekrológ

nka
támogatással

Crossref

Scopus®

GEODÉZIA ÉS KARTOGRÁFIA az Interneten

Lapunk 2024-es lapszámai már az Interneten is olvashatók!

Látogasson meg minket a

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

oldalon!

Hirdessen a

GEODÉZIA ÉS KARTOGRÁFIA oldalain!

egész oldalas: 75.000 Ft+ÁFA

1/2 oldalas: 50.000 Ft+ÁFA

1/4 oldalas: 30.000 Ft+ÁFA

Hirdetését leadhatja az az alábbi e-mail címen:

mfttt.titkarsag@gmail.com



A Magyar Földmérők Arcképcsarnoka

sorozat IV. és V. kötete megvásárolható az MFTTT titkarságán.

A kötetek ára tagjaink részére 5000 Ft.

MFTTT vezetősége

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



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

SZERKESZTŐSÉG/EDITORIAL OFFICE:

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

FŐSZERKESZTŐ/EDITOR-IN-CHIEF:

Dr. Földváry Lóránt

SZERKESZTŐBIZOTTSÁG/EDITORIAL BOARD:

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

SZERKESZTŐI TANÁCSADÓ TESTÜLET/ EDITORIAL ADVISORY BOARD:

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

OLVASÓSZERKESZTŐK/PROOF-READERS:

Ambrus Bence, Hegyesi Dóra

TECHNIKAI SZERKESZTŐ, TÖRDELŐ/ TECHNICAL-EDITOR: Pongrácz Dániel

KIADJA/PUBLISHER:

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

FELELŐS KIADÓ/RESPONSIBLE FOR PUBLISHING: Dobai Tibor

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

SOKSZOROSÍTJA/PRINTING:

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

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



Tartalom

TAKÁCS Bence, SIKI Zoltán: Centiméter pontos EOVS átszámítás szabadon	» 4
BALLA D. et al. : Talajvízkutak vízminőségének értékelése vízminőségi indexek, mesterséges intelligencia és adatvizualizáció segítségével egy alföldi település példáján	» 10
Malak ALASLI: Representation of Maghrebian Toponyms on Hungarian Globes (19th to 20th century)	» 22
BUSICS György, MOLNÁR Gábor Péter: A Gellért-hegyről és a Gellérthegyről	» 32

Mikor született Naszluhác Lajos, avagy töprengés az internetes adatok megbízhatóságáról	» 40
Rendezvények	» 43
Hírek	» 46
Könyvismertetés	» 48
Nekrológok	» 50

Contents

Free EOVS conversion with centimeter accuracy (Bence TAKÁCS, Zoltán SIKI)	» 4
Assessment of groundwater quality using water quality indices, artificial intelligence, and data visualization based on the example of a settlement in the Hungarian Great Plain (BALLA D. et al.)	» 10
Representation of Maghrebian Toponyms on Hungarian Globes (19th to 20th century) (Malak ALASLI)	» 22
About Gellért Hill (BUSICS György, MOLNÁR Gábor Péter)	» 32

When was Lajos Naszluhác born, thoughts on the reliability of internet data	» 40
Events	» 43
News	» 46
Book review	» 48
Obituaries	» 50

Címlapon: A gellért-hegyi csillagda déli tornyának helyén 1934-ben állandósított kő, háttérben a gyilkjárón 1933-ban épített pillér, tetején az irányzöhengerrel, valamint a Szabadság-szobor. A fotót 2018-ban Busics Imre készítette.
On the Cover Page: The stone made permanent in 1934 at the site of the southern tower of the Gellért Hill observatory, with the pillar built in 1933 on the battlement in the background, with the sighting cylinder on top, as well as the Statue of Liberty. The photo was taken by Imre Busics in 2018.

Centiméter pontos EOV átszámítás szabadon

TAKÁCS Bence¹, SIKI Zoltán¹

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

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

[DOI: 10.30921/GK.77.2025.2.1](https://doi.org/10.30921/GK.77.2025.2.1)

Absztrakt

Számos térinformatikai szoftver a vetületi átszámításokhoz a nyílt forráskódú PROJ programot használja. Sokáig a PROJ programban az Egységes Országos Vetület (EOV) koordinátáinak számításához szükséges, az European Terrestrial Reference System 1989 (ETRS89) és a Hungarian Datum 1972 (HD72) vonatkoztatási rendszerek közötti transzformációhoz alapértelmezetten országosan egységes paraméterkészlettel végzett térbeli hasonlósági transzformációt alkalmaztunk, amely jellemzően deciméter pontos. Néhány centiméteres pontossági igény esetén a transzformáció a VITEL 2014 (Valós Idejű Transzformációs Eljárás) néven ismert módszerrel és a hozzá tartozó javító rácshálókval pontosítható, mely térítés ellenében szerezhető be. Még 2014-ben létrehoztuk és publikáltuk a VITEL 2014 eljárással praktikus módon azonos eredményt biztosító vízszintes és magassági javító rácshálókat, amelyek a PROJ programba beilleszthetők. Az elmúlt hónapokban a javító rácshálókon kisebb formai átalakítást végeztünk, majd a szükséges adminisztratív folyamaton keresztül a javító rácshálókat CC-BY licensszel nyilvánossá tettük a PROJ adatkönyvtárban (PROJ-data). A PROJ szoftver 9.5.1 és adatkönyvtárának 1.20 változatai, illetve az ezeket alkalmazó térinformatikai szoftverek (pl. a QGIS 3.40.3) már a javító rácshálóink alapján, néhány centiméteres pontossággal végzik az ETRS89 és HD72 közötti transzformációt.

Abstract

Most geospatial software uses the open-source PROJ for transformation between different map projections. For a long time, to calculate Hungarian EOV (Uniform National Projection system of Hungary) coordinates of the national map projection, the necessary transformation between the Hungarian Datum 1972 (HD72) and the European Terrestrial Reference System 1989 could have been completed using a single parameter set of similarity transformation, which can be characterized by pure, decimetre accuracy. Centimetre-accurate transformation is achievable by applying the VITEL 2014 procedure and their grid shift files; however, VITEL 2014 is not freely available. In 2014, we developed and published our VITEL-like, PROJ-compatible grid shift files, having practically the same results. Over the recent months, we made some minor and formal updates to our grid shift files. After completing the necessary administrative procedures, our files were published in the PROJ-data repository with a CC-BY license. GIS software applying PROJ v9.5.1 and the PROJ-data v1.20 or higher, like QGIS 3.40.3, computes Hungarian EOV coordinates with centimetre-accurate datum transformation.

1. Bevezetés

Az Országos GPS Hálózatot az állami földmérés 1995 és 1997 között hozta létre. A hálózat 1166 pontból áll, a pontokat az Egységes Országos Vízszintes Alapponthálózat (EOVA) pontjai közül választották ki, és három kampány keretében határozták meg a pontok koordinátáit GPS-technikával, az ETRS89 rendszerben. A GPS-koordináták hibája nem haladja meg a 2 centimétert (Borza 1998). A pontokat kezdetben gyors statikus, majd RTK-mérések saját bázisaként használtuk. Ma saját bázisú méréseket csak speciális feladatokhoz használunk, de ma is az OGPSH pontok alapján transzformáljuk a GNSS technikával meghatározott koordinátákat a HD72 forgási ellipszoidjára és számítjuk a pontok EOV vetületi koordinátáit, illetve Balti magasságait.

Az ETRS89 és HD72 rendszerek közötti országosan egységes paraméterekkel végzett transzformáció sajnos csak deciméter pontos, elsősorban a hagyományos geodéziai alapponthálózatok kerethibái miatt (Virág 1995, Timár-Molnár 2002). Több kísérlet is történt a pontosság fokozására a transzformáció matematikai modelljének finomításával, pl. affin transzformációk vagy neurális hálózatokon alapuló transzformációk alapján, de a gyakorlatban megkívánt néhány centiméteres pontosságot így sem sikerült elérni (Barsi 1999, Zaletnyik et. al. 2004).

Az EOV támogatása viszonylag későn jelent meg a térinformatikai szoftverekben. Ezt elsősorban az indokolta, hogy a kettős vetítést alkalmazó, a szakirodalomban a ferdetengelyű hengervetületek, pl.: Swiss Oblique Mercator (somerc) közé tartozó vetületünk kevésbé elterjedt, Európában csak Svájcban és Magyarországon alkalmazzák, és a matematikai összefüggései is összetettebbek. A gyakorlatban az EOV vetület közelíthető Hotine-féle ferdetengelyű hengervetülettel (Oblique

Mercator, omere) is. A kétféle megoldás hibája az ország területén elhanyagolható (Tóth 2022).

A mérnöki gyakorlatban szükséges néhány centiméter pontos transzformáció megvalósítható lokális transzformációval, amikor a transzformációhoz az azonos pontokat a közeli OGPSH pontok közül választjuk ki (Ádám et. al. 2004). Az eljárás hátrányának tekinthető, hogy a közeli pontok kiválasztása nem egyértelmű, illetve a transzformáció paraméterei függenek az azonos pontok kiválasztásától. Szélsőséges esetben ez azt is jelenti, hogy két közeli pont transzformációja különböző azonos pontok alapján a transzformáció néhány centiméteres hibája miatt pontonként eltérő is lehet, így maga a transzformáció torzíthatja a két közeli pont távolságát és magasságkülönbségét. A gyakorlatban ma már sokkal jobban elterjedt második módszer szerint az országosan egységes transzformációval végzett átszámítás hibáit javító rácsháló alapján vesszük figyelembe. A javító rácshálókat igen gyakran NTv2 (National Transformation version 2) formátumban teszik közzé. A formátumot a Kanadai Geodéziai Szolgálat dolgozta ki, melyet később több ország is átvett. A Kozmikus Geodéziai Observatóriumban (KGO) kidolgozott, VITEL (Valós Idejű Transzformációs Eljárás) néven ismert eljárást alkalmazzuk Magyarországon a geodéziai GNSS-vevőkben és a GNSS-mérések utófeldolgozását végző szoftverekben (Virág-Borza, 2007). A VITEL javító rácshálóknak több változatát is publikálták már, az utolsót 2014-ben (Fábián et. al. 2014). A VITEL eljáráshoz szükséges javító rácshálókat a Lechner Tudásközpont térítés ellenében biztosítja, a hazai geodéziában elterjedt GNSS-vevők, feldolgozó szoftverek, térinformatikai és CAD szoftverek által támogatott formátumokban.

A nyílt forráskódú PROJ a térinformatikai szoftverekben általánosan használt programkönyvtár, amellyel koordináták számíthatók át különböző térbeli referenciarendszerek között. A program számos transzformációt, vetületi számítást, konverziókat és dátum transzformációkat támogat. A PROJ adatkönyvtárán keresztül nagyon sok ország térképészeti hivatala vagy más szervezete publikálta már a nemzeti vetületi rendszerekbe történő átszámításokhoz szükséges javító rácshálóit. A publikált javítórácshálók automatikusan beépülnek a PROJ programot használó térinformatikai rendszerekbe, pl. a népszerű QGIS szoftverbe is. A PROJ programot használja számos térinformatikai segédprogram is (pl. gdal), amelyekkel különböző állományok, mint pl. adatbázisok, vektoros és raszteres állományok transzformálhatók.

Még 2014-ben elkészítettük és publikáltuk github oldalunkon (<https://github.com/OSGeoLabBp/eov2etrs>) a VITEL 2014 eljárással lényegében azonos eredményt adó javító rácshálóinkat a PROJ program által támogatott formátumokban (Takács-Siki 2017). A javító rácshálóink alapján készítettünk egy webes felületen elérhető átszámító alkalmazást is (http://www.agt.bme.hu/on_line/etrs2eov/), amely a PROJ program cs2cs segédprogramját használja. A javító rácshálóinkat azonban kisebb formai átalakítások után, csak 2024-ben töltöttük fel a PROJ adatkönyvtárába (https://github.com/OSGeo/PROJ-data/tree/master/hu_bme).

Az EPSG adatbázisa geodéziai dátumokat, vonatkoztatási rendszereket, forgási ellipszoidokat, koordináta-transzformációkat és vetületeket tartalmazó, általánosan használt nyilvántartás, amelyet az European Petroleum Survey Group egyik tagja hozott létre 1985-ben. Magyar felhasználók bizonyára fejből tudják a 23700 EPSG kódot, amely a HD72 geodéziai dátum EOVS vetületét tartalmazza. A BME-n kidolgozott javító rácsháló alkalmazásához további transzformációkat (1. táblázat) és összetett (Compound) rendszereket is regisztráltunk az EPSSG adatbázisába, bővebben: <https://epsg.org>.

1. Táblázat Transzformációk forrás- és cél rendszerének EPSG kódjai

transzformáció	forrás rendszer	cél rendszer
10666	7931	5787
10667	7931	10659
10668	9067	4237

ahol

- 4237: HD72 2D vonatkoztatási rendszer,
- 5787: EOMA 1980 magassági rendszer,
- 7931: az ETRS89 rendszer ETRF2000 realizációja, 3D rendszer,
- 9067: az ETRS89 rendszer ETRF2000 realizációja, 2D rendszer,
- 10659: összetett koordináta-rendszer, amely a 9067 és 5789 EPSG kódú rendszerekből áll.

2. Módszertan

A javító rácshálóval az országosan egységes paraméterkészlettel végzett transzformáció hibáit vesszük figyelembe. A rácsháló létrehozásának alapvető módszere, hogy a javítórács pontjait az egyik irányba átszámítjuk országosan egységes paraméterkészlettel, majd a vissza irányba az átszámítást lokális transzformációval végezzük. A kiinduló és a végeredményként kapott koordináták eltérései lesznek a javítási értékek. A gyakorlatban léteznek ellipszoidi és vetületi javítórácsok. Előbbi esetben egy forgási ellipszoidon földrajzi koordinátákkal-, míg utóbbi esetén a vetületen sík koordinátákkal hozzuk létre az adott térségű rácshálót.

Az ellipszoidi javítórács alkalmazása esetén nincs külön szükség az országos paraméterek ismeretére. A javítások közvetve elvégzik a forrás és cél rendszerek közötti transzformációt, amelyet követően a vetületi egyenletek segítségével kaphatunk pontos sík koordinátákat.

Vetületi javítórács esetén a forrás és a cél rendszerek között előbb országos paraméterekkel transzformált földrajzi koordinátákból a vetületi egyenletekkel vetületi koordinátákat számítunk, majd ezeket a sík koordinátákat javítjuk.

Magassági értelemben mindkét módszer esetén szükséges egy geoidmodell, amely a rácspontokban az ellipszoid és a tengerszint feletti magasságok különbségét tartalmazza.

A korrekciók a rácspontok között, tetszőleges pontban bilineáris transzformációval számíthatók, amelynek egyenlete a következő:

$$f(x, y) = \sum_{i=0}^1 \sum_{j=0}^1 T_{ij} \cdot f(x_i, y_j) \quad (1)$$

ahol

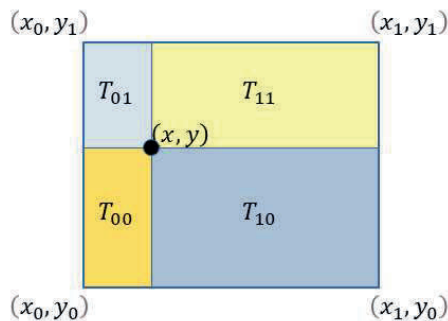
$$T_{00} = (x - x_0) \cdot (y - y_0)$$

$$T_{01} = (x - x_0) \cdot (y_1 - y)$$

$$T_{10} = (x_1 - x) \cdot (y - y_0)$$

$$T_{11} = (x_1 - x) \cdot (y_1 - y)$$

A képletben szereplő mennyiségek magyarázata az 1. ábrán látható.



1. ábra Bilineáris transzformáció

3. Adatok bemutatása

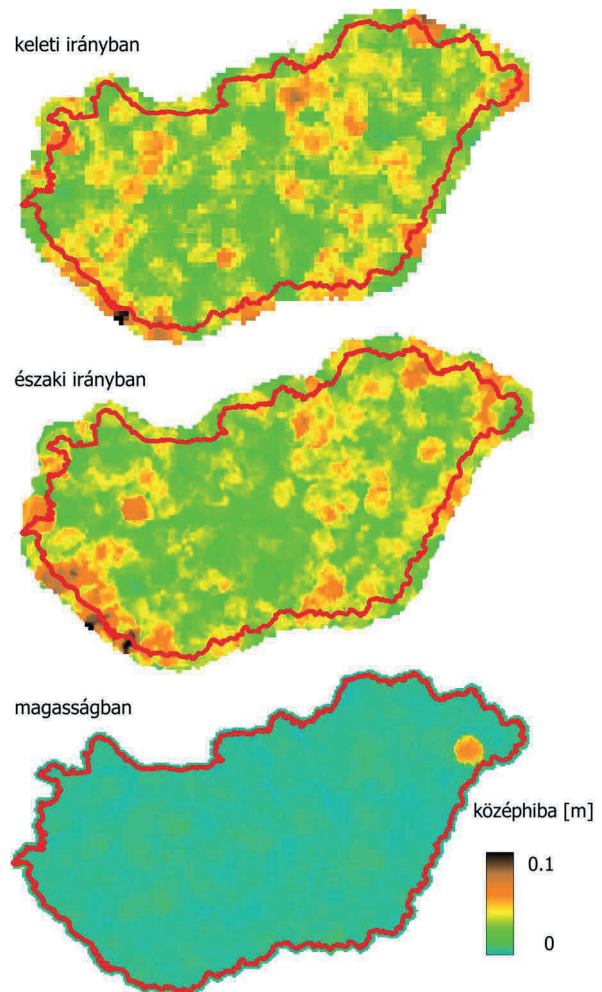
A VITEL 2014 eljárásához mind az ellipszoidi, mind a vetületi javítórácsok rendelkezésre állnak, a tapasztalatok szerint a két módszerrel végzett számítások azonos eredményre vezetnek. A VITEL 2014 eljárásban a javítórácsok felbontása ellipszoidi javítórács esetén a szélességben 60", a hosszúságban 90", azaz mintegy 1,8 km mindkét irányban. A vetületi javítórács esetén a felbontás mindkét irányban 2 km.

A BME-n ellipszoidi javítórácsokat vezettünk le. Ehhez a rácsháló pontjait az ETRS89 rendszerhez tartozó forgási ellipszoidon vettük fel. Mivel ellipszoidi javítórács esetén térbeli hasonlósági transzformáció nem szükséges, így a javítórács a dátumtranszformáció és a kerethiba hatását egyben veszi figyelembe. A HD72-re történő átszámításhoz használt térbeli hasonlósági transzformáció több paraméterkészlete is ismert a szakirodalomból (pl. Timár-Molnár, 2002). Ezért is döntöttünk az ellipszoidi javítórács mellett, hiszen kevesebb félreértésre adhat okot, ha egyiket sem használjuk. Ezután a vetületi egyenletek segítségével EOVS vetületi koordinátákat számítottunk, majd a rácspontok EOVS vetületi koordinátáit, lokális transzformációval, a Kozmikus Geodéziai Observatóriumban fejlesztett és ingyenesen használható EHT² v4.1 szoftverrel visszaszámoltuk ETRS89 rendszerbe, eredményül földrajzi koordinátákat kaptunk. A szoftver a lokális

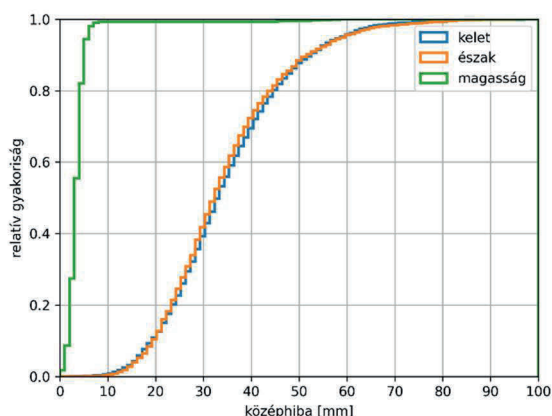
transzformációhoz az azonos pontokat az OGPSH közeli pontjaiból választja ki. Az eredeti és a lokális transzformációval kapott földrajzi koordináták különbségei a rácspontokban értelmezett korrekciók. A magassági javítórács levezetéséhez a rácspontok földrajzi koordinátáit EHT 2014 v.1 szoftverrel számítottuk át, eredményül kaptuk a rácspontok tengerszint feletti magasságát. Az ellipszoidi és a tengerszint feletti magasságok különbségei, a geoidmagasságok, egyben a javítások is.

A BME-n kidolgozott vízszintes javító rácsháló felbontása 100 szögmásodperc, ami földrajzi szélességben kb. 3 km, földrajzi hosszúságban kb. 2 km. A magassági rácsháló felbontása kb. 2 km, mind a földrajzi szélességben, mind a földrajzi hosszúságban.

Ismert, hogy a lokális hasonlósági transzformáció sem hibátlan (Busics 2005). A rácspontok EHT² v4.1 szoftverrel végzett transzformációja során elmentettük a lokális transzformáció maradék ellentmondásaiból számított középhibákat, amelyek eloszlását a 2. és 3. ábrán mutatjuk be. A középhibák vízszintes értelemben helyenként, bár az ország határán kívül, elérik a 100 mm-t.



2. ábra EHT² szoftverrel végzett lokális transzformáció vízszintes értelmű középhibái



3. ábra EHT² szoftverrel végzett lokális transzformáció vízszintes értelmű középhibáinak tapasztalati sűrűségfüggvénye

Az EHT² v4.1 szoftver által kiadott transzformációs jegyzőkönyvben (4. ábra) a maradék ellentmondások és a becsült középhibák alapján a felhasználók információt kaptak a pontosságra vonatkozóan, jöllehet a napi gyakorlatban előforduló feladatok többségénél a lokális transzformációk hibája elhanyagolható. A javító rácsháló alapján végzett transzformáció sem pontosabb, ugyanakkor a pontosságra vonatkozó információ a gyakorlatban alkalmazott megoldásoknál már nem érhető el, még az irodában, utólag végzett számítások esetén, pl. a napjainkban alkalmazott EHT 2.0 webes felületen sem (<https://eht2.gnssnet.hu/>).

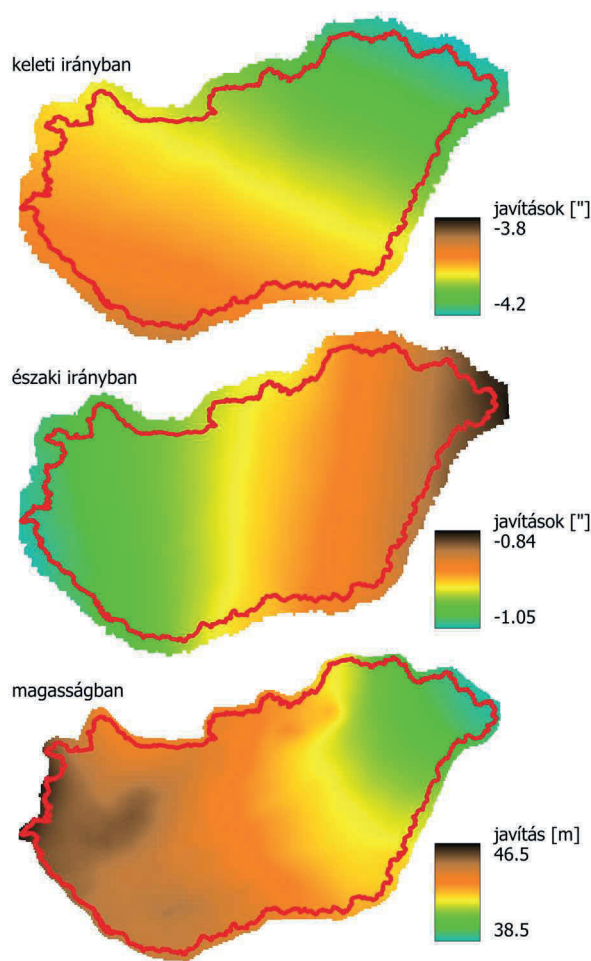
Földmérési és Távérzékelési Intézet			
EEHHTT 4.1 ETRS89 EOVS HIVATALOS HELYI TÉRBELI TRANSZFORMÁCIÓ			
OGPSH 2007 (ETRS89) -----> EOVS			
Az átszámítandó pont koordinátái az OGPSH2007 rendszerben:			
Pont	FI	LA	he
1	47.0000000000	19.0000000000	150.0000
Pont	X	Y	Z
1	4120371.4021	1418757.6508	4641874.4919
A transzformáció maradék ellentmondásai (EOVS)			
Pont	dy	dx	dH
45-1230	0.003	0.002	-0.001
45-2324	0.015	0.025	-0.002
45-1011A	-0.023	-0.014	-0.002
45-1402	0.007	0.008	0.000
55-4336	0.034	-0.028	-0.006
55-3416	0.004	-0.009	0.005
45-1001	-0.031	0.000	0.001
45-2321	-0.009	0.017	0.004
Középhiba:	0.027	0.022	0.005
Az átszámított pont koordinátái EOVS rendszerben:			
Pont	y	x	H
1	646390.870	183979.357	106.468

4. ábra EHT² v 4.1 szoftverrel végzett transzformáció (szerkesztett) jegyzőkönyve (példa)

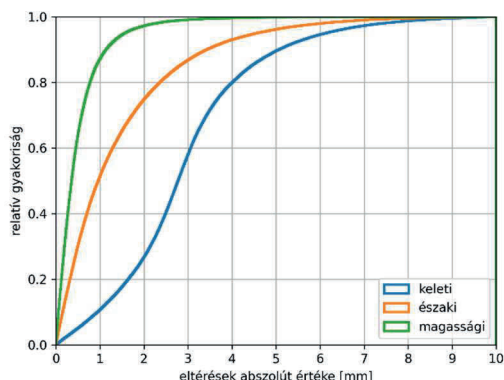
4. Eredmények ismertetése

A BME-n kidolgozott javító rácshálókat az 5. ábrán jelenítjük meg. A korrekciók keleti irányban $-4,2''$ ($\sim 88,0\text{m}$) és $-3,9''$ ($\sim 81,8\text{m}$), északi irányban $-1,05''$ ($30,8\text{m}$) és $-0,84''$ ($24,6\text{m}$) között változnak, magassági értelemben a javítások, azaz a geoidmagasságok $38,5$ és $46,5$ méter közöttiek (Biró, et. al. 2013).

A javító rácsháló ellenőrzése céljából felvettünk egy 1×1 km sűrűségű rácshálót, amelynek pontjai nem azonosak sem a VITEL 2014 rácsháló, sem a BME-n kidolgozott javító rácsháló pontjaival. A rácspontokat átszámítottuk mindkét eljárással EOVS vetültre és Balti magasságra, és elemeztük a két eljárással kapott eredmények eltéréseit (6. ábra).



5. ábra A BME-n kidolgozott javító rácsháló



6. ábra A VITEL 2014 eljárással és a BME-n kidolgozott javító rácshálókkal végzett átszámítások eltérései

Az eltérések vízszintes értelemben 99,4%-ban, magassági értelemben 100%-ban 10 mm alattiak. A legnagyobb eltérés a keleti koordinátákban 29mm, az északi koordinátákban 26mm, a magasságokban 11mm. Ez alapján kijelenthető, hogy a BME-n kidolgozott javító rácshálókkal praktikusán azonos eredmények érhetők el, mint VITEL 2014 eljárással.

A térinformatikai szoftverekben, pl. a QGIS-ben, érdemes a 10668 EPSG kódú összetett vonatkoztatási rendszert beállítani,

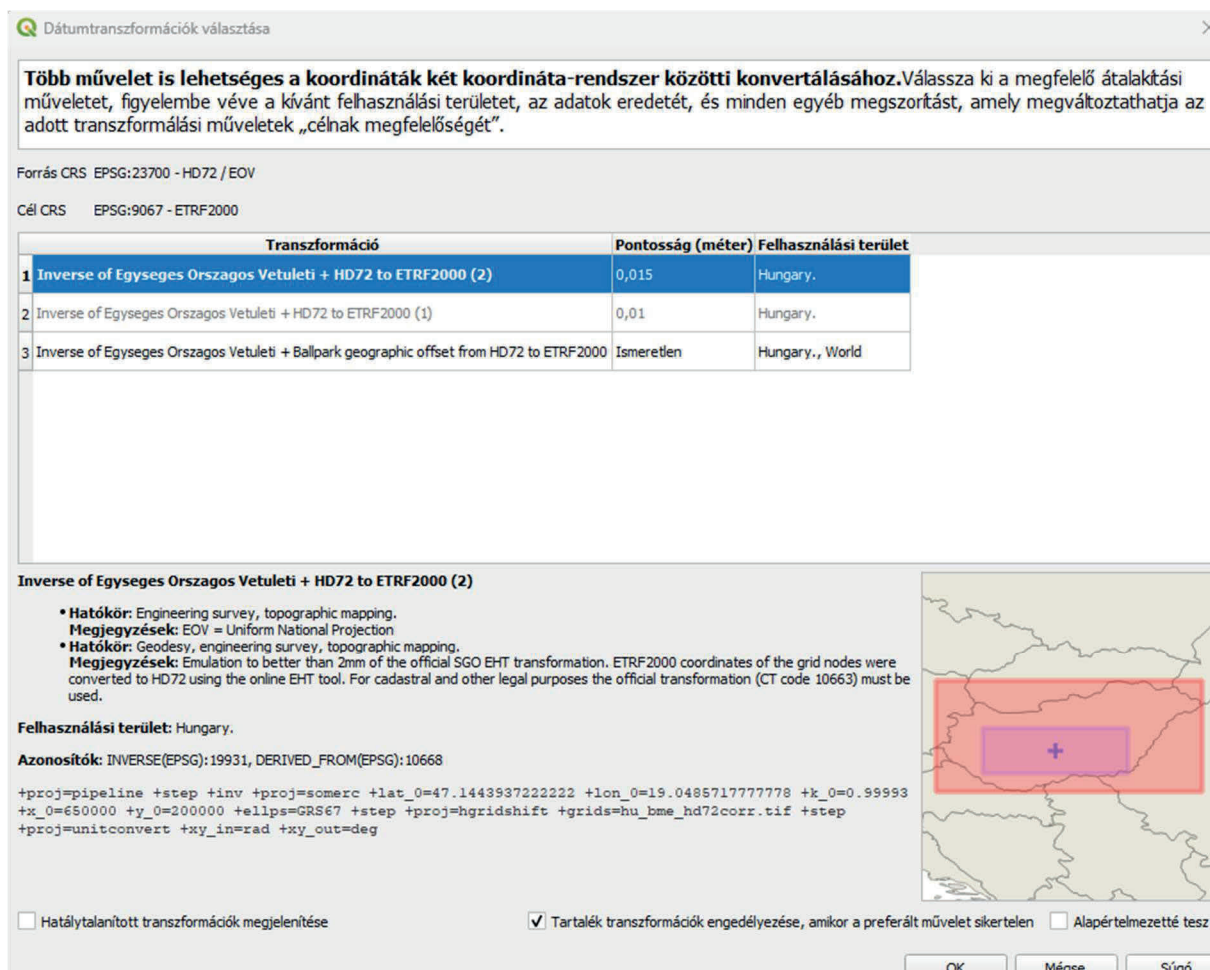
amely a 23700 és az 5787 EPSG kódú rendszerekből áll, azaz a HD72 geodéziai dátum EOVS vetületét és az EOMA 1980 magassági rendszerét tartalmazza. A koordináta-rendszerek közötti transzformációhoz a 10668 EPSG kódú transzformációt használja, amelyek alapértelmezetten tartalmazza a BME-n kidolgozott javító rácshálót (7. ábra).

```
+proj=pipeline +step +proj=axiswap
+order=2,1 +step +proj=unitconvert
+xy_in=deg +xy_out=rad +step
+proj=hgridshift +grids=hu_bme_hd72corr.tif
+step +proj=unitconvert +xy_in=rad
+xy_out=deg +step +proj=axiswap +order=2,1
```

7. ábra A 10668 EPSG kódú, ETRF2000 és HD72 közötti vízszintes transzformáció definíciója PROJ.4 formátumban, amely tartalmazza a BME-n kidolgozott javító rácshálót

A már megszokott 23700 EPSG kód esetén a szoftver az első alkalmazáskor rákérdez, hogy melyik transzformációt alkalmazza, tekintettel arra, hogy több is elérhető. A centiméteres pontosság érdekében válasszuk a 10668 EPSG kódú transzformációt (8. ábra).

A PROJ cs2cs segédprogramjával parancssorban számíthatjuk át pl. az ETRS89 rendszer ETRF2000 realizációjában (az OGSPH



8. ábra A 10668 EPSG kódú transzformáció kiválasztása QGIS-ben

```
C:\OSGeo4W>cs2cs -f "%.3f" +init=epsg:7931
+to +init=epsg:10660
19.0000000000 47.0000000000 150.000
646390.870 183979.358 106.470
```

9. ábra Átszámítás centiméter pontosan parancssori alkalmazásban

és egyben a gnssnet.hu vonatkoztatási rendszerében) adott földrajzi koordinátáinkat EOVSzámításra, illetve Balti magasságra (9. ábra).

5. Összefoglalás

A BME-n kidolgozott, a VITEL 2014 eljárással praktikusan azonos eredményt adó javítórácsokat CC BY 4.0 licenc alatt tettük közzé. Mint minden kreatív közös licenc lehetővé teszi a felhasználók számára, hogy felhasználják, terjesszék, átalakítsák a javítórácsokat bármilyen formátumban vagy médiumban, feltéve, hogy megnevezik a szerzőket. A licenc lehetővé teszi a kereskedelmi célú felhasználást is.

Ez a licenc és az EPSG regisztráció tette lehetővé, hogy a PROJ-data csomagba bekerüljön a javítórácsunk, és így a nyílt forráskódú térinformatikai szoftverek többségébe is (mint például QGIS, GRASS, MapServer stb.), amelyek a PROJ program könyvtárat használják a referencia rendszerek közötti transzformációra. A BME-n kidolgozott javító rácshálókval praktikusan azonos eredmények érhetők el, mint a VITEL 2014 eljárással.

Irodalomjegyzék

Ádám, József – Bányai, László – Borza, Tibor – Busics, György – Kenyeres, Ambrus – Krauter, András – Takács, Bence 2004. Műholdas helymeghatározás. Budapest, Műegyetemi Kiadó.

Biró, Péter – Ádám, József – Völgyesi, Lajos – Tóth, Gyula 2013. A felsőgeodézia elmélete és gyakorlata. Budapest, HM Zrínyi Térképészeti és Kommunikációs Szolgáltató Nonprofit Kft.

Barsi, Árpád 1999. Koordináta-transzformáció megoldása neurális hálózattal. *Geodézia és Kartográfia*, 51(10), 12-18.

Borza, Tibor 1998. Elkészült az országos GPS-hálózat. *Geodézia és Kartográfia*, 50(1), 13-18.

Busics, György 2005. Az ETRS89 és a HD72 rendszerek közötti térbeli hasonlósági transzformáció néhány gyakorlati kérdése. *Geodézia és Kartográfia*, 57(5), 14-19.

Fábián, András – Kenyeres, Ambrus - Virág Gábor 2014. Az EHT és a VITEL fejlesztése. GISOPEN 2014, Székesfehérvár 2014. április 17.

Takács, Bence, Siki Zoltán 2017. Centiméter pontosságú ETRS89-EOVSzámítás nyílt forráskódú környezetben. In: Balázs, B (szerk.) Az elmélet és a gyakorlat találkozása a térinformatikában VIII. = Theory meets practice in GIS. Debreceni Egyetemi Kiadó, 355-362.

Timár, Gábor – Molnár, Gábor 2002. A HD72-ETRS89 transzformáció szabványosítási problémái. *Geodézia és Kartográfia*, 54(12), 28-30.

Tóth, Sándor 2022. Az EOVSzámítás egyenletében szereplő k1 állandó helyes értéke. *Geodézia és Kartográfia*, 74(5), 20-26. <https://doi.org/10.30921/GK.74.2022.5.3>

Virág, Gábor 1999. Az Egységes Országos Vízszintes Alaphálózat vizsgálata az OGPSH tükrében. *Geodézia és Kartográfia*, 51(5), 22-26.

Virág G. – Borza, T. 2007: Speciális transzformációs eljárások a valós idejű GNSS helymeghatározásnál. *Geomatikai közlemények X*, 59-65

Zaletnyik, P – Völgyesi, L – Paláncz B 2004. Approach of the Hungarian geoid surface with sequence of neural networks. *International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing (2002-)* 35(B8), 119-122.



FlintSign
Powered by InfoCert

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

Talajvízkutak vízminőségének értékelése vízminőségi indexek, mesterséges intelligencia és adatvizualizáció segítségével egy alföldi település példáján

BALLA Dániel¹, TARI Levente², HAJDU András¹, KISS Emőke², ZICHAR Marianna¹, MESTER Tamás²

¹ Debreceni Egyetem, Informatikai Kar, Adattudomány és Vizualizáció Tanszék

² Debreceni Egyetem, Természettudományi és Technológiai Kar, Tájvédelmi és Környezetföldrajzi Tanszék

E-mail: balla.daniel@inf.unideb.hu

[DOI: 10.30921/GK.77.2025.2.2](https://doi.org/10.30921/GK.77.2025.2.2)

Absztrakt

Jelen tanulmányban egy alföldi településen, Bárádon, 34 ásott talajvízkút 2022-es mintavétele alapján értékeltük a talajvíz minőségét. A vízminőség állapotának meghatározására három vízminőségi mutatót alkalmaztunk (Súlyozott Vízminőség Index, WQI; Szennyezettségi Index, Cd; Kanadai Környezetvédelmi Tanács Vízminőség Indexe, CCME-WQI), továbbá térinformatikai (GIS), adatvizualizációs rendszereket és mesterséges intelligenciát (MI) vontunk be a kutatásba. A talajvíz minőségének értékelése során 8 vízkémiai paramétert használtunk fel (pH, EC, NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^- , PO_4^{3-} , KIO_3 , Na^+). Interpolált térképek alapján megállapítottuk, hogy magas a szervesetlen nitrogénformák és szervesanyag koncentrációk értéke, mely azt indikálja, hogy a területen felhalmozódott szennyezőanyagok jelen vannak, amelyet mindhárom vízminőségi mutató eltérő mértékben és területi konfigurációban igazolt. A geoadatbázis interaktív megjelenítését Tableau Public felületen tettük elérhetővé, amely hatékonyan segíti a térbeli mintázatok azonosítását. A talajvízminőség előrejelzésére előrecsatolt neurális hálót (Feed-Forward Neural Network, FFNN) alkalmaztunk, amely a WQI és Cd mutatók esetében magas prediktív teljesítményt mutatott (trainbr algoritmus: $\text{RMSE}_{\text{WQI}}=0,164$, $\text{RMSE}_{\text{Cd}}=0,089$; $R^2_{\text{WQI}}=0,978$, $R^2_{\text{Cd}}=0,994$), míg a CCME-WQI alacsonyabb pontossággal bizonyult becsülhetőnek. Eredményeink rámutatnak, hogy a bayesi szabályozás és az aktivációs függvények optimalizálása javíthatja a modell teljesítményét, ugyanakkor a kis mintaszám és egyes paraméterek határérték-túllépése korlátozza az általánosíthatóságot. A jövőbeli kutatások során a mintaszám növelése, idősoros adatok bevonása és a tanító- valamint tesztalmozok irányított kijelölése jelentős mértékben hozzájárulhat a térbeli becslések megbízhatóságának növeléséhez.

Abstract

In our study, we assessed the groundwater quality in a lowland municipality in Báránd, using 34 dug groundwater wells sampled in 2022. Water quality was evaluated using three water quality indices (Water Quality Index (WQI), Contamination degree (Cd), Canadian Council of Ministers of the Environment Water Quality Index (CCME-WQI)), geographic information systems (GIS), data visualization systems and artificial intelligence (AI). Eight water chemistry parameters (pH, EC, NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^- , PO_4^{3-} , KIO_3 , Na^+) were used to assess groundwater quality. Based on interpolated maps, we found that inorganic nitrogen forms and organic matter concentrations are high, indicating that accumulated pollutants are present in the area, as confirmed by all three water quality indicators to varying degrees and spatial configurations. Interactive visualisation and cloud-based sharing of the geodatabase data created was made freely available using Tableau Public, where it should be emphasised that data visualisation is an efficient tool for post-processing spatial monitoring data, as it can visualise information in intuitive visual format and explore spatial patterns and relationships. We also attempted to predict groundwater quality by creating a Feed-Forward Neural Network (FFNN), which estimated the water quality status of three water quality indicators based on water chemistry parameters. The most accurate predictions for the WQI and Cd indices were obtained by the Bayesian algorithm (trainbr), which achieved the smallest root mean square error ($\text{RMSE}_{\text{WQI}} = 0.164$, $\text{RMSE}_{\text{Cd}} = 0.089$) and the highest coefficient of determination ($R^2_{\text{WQI}} = 0.978$, $R^2_{\text{Cd}} = 0.994$). For the CCME-WQI indicator, the accuracy of the models was lower, suggesting that this index is more difficult to predict. Our results indicate that Bayesian regulation and optimization of activation functions can improve model performance, but small sample sizes and specific parameters exceeding their limits restrict generalizability. In future research, increasing the sample size, incorporating time series data, and guided selection of training and test sets could significantly improve the reliability of spatial estimations.

1. Bevezetés

A felszíni és felszín alatti vizek minőségének romlása aktuális jelenség, amely súlyos környezeti és egészségügyi problémákat eredményez. Ez nemcsak hazánkban, hanem a fejlődő és fejlett országokban egyaránt érzékelhető, ahol az urbanizáció és az ipari tevékenység jelentős nyomást gyakorol a vízkészletekre és azok minőségére (Kerényi és McIntosh 2020). Az elmúlt 20 évben nemzetközi esettanulmányok igazolták, hogy az ipari és mezőgazdasági tevékenység mellett az egyik legjelentősebb szennyezőforrás a kommunális szennyvíz, amelynek kezelése és tisztítása még mindig megoldatlan jellemzően a rurális térségekben (Keraita et al. 2003; Rutkowski et al. 2007; Aulakh et al. 2009; Tytla 2019; Livia et al. 2020; Bano et al. 2022). A települési szennyvíz okozta vízminőség romlás folyamatos monitorozása mellett, kiemelten fontos feladat a szennyezések feltérképezése, vízminőségi mutatók és modern térinformatikai döntéstámogató rendszerek felhasználásával (Zolfaghary et al. 2021).

A vízminőség tudományos alapokon nyugvó értékelését a Horton (1965) által bevezetett vízminőségi index tette lehetővé, amelyet az elmúlt közel hatvan év alatt számos alkalommal módosítottak (Brown-index (Water Quality Index, WQI (Brown et al. 1972)), Oregon index (Oregon Water Quality Index, OWQI (Dunnette 1979; Cude 2001)), Canadian Council of Ministers of the Environment Water Quality Index (CCME-WQI, (Lumb et al. 2006)) vagy további paraméterek bevonásával és aggregálásával újabb mutatókat hoztak létre (Liou index (Liou et al. 2004), Smith's index (Smith 1990), Overall Index of Pollution (Sargaonkar és Deshpande 2003), Equity Index (Luh et al. 2013)). A leggyakrabban használt 21 vízminőségi index összehasonlító vizsgálatáról Uddin et al. (2021) nyújtottak részletes áttekintést felhívva a figyelmet a vízminőségi indexek kiválasztása során a paraméterek számára, faktorok súlyára, illetve azok bizonytalanságaira. Számos nemzetközi tanulmány jutott arra a következtetésre, hogy a vízminőségi indexek legfontosabb feladata a nagyszámú bemeneti paraméterek adatminimalizálása révén biztosítani a vízminőség állapotára vonatkozó információk előállítását és értelmezését (Simsek és Gunduz 2007; Şener et al. 2017; Jha et al. 2020; Dandge és Patil 2021). Az indexértékek alapján előállított vízminőségi információk felhő alapú webGIS döntéstámogató rendszerekbe integrálva és interaktív adatvizualizációs eszközökkel támogatva további segítséget nyújtanak a döntéshozóknak a vízminőségi változások nyomon követéséhez, ezáltal a gyors és akár azonnali vízgazdálkodási intézkedések meghozatalához (Saravani et al. 2024). Ezen technológiák alkalmazása különösen fontossá vált olyan területeken, ahol a vízszennyezés hatásai komoly fenyegetést jelentenek az ivóvízellátásra és a mezőgazdasági termelésre (Habeeb et al. 2019).

A mesterséges intelligencia (MI) és a GIS technológiák integrációja szintén jelentős előrelépést eredményezett a vízminőségi adatokat tároló geoadatbázisok feldolgozásában, térbeli megjelenítésében és elemzésében is (Taşan 2022). Az olyan gépi tanuló modellek, mint a véletlen erdő (random forest, RF), a mesterséges neurális hálózat (artificial neural network,

ANN) vagy a support vector machine (SVM) rendkívül hatékonyak bizonyultak a vízminőségi adatok előrejelzésében, mivel képesek nagy mennyiségű, heterogén adat kezelésére, térbeli mintázatok detektálására (Mustafa et al. 2021).

Kutatásunk aktualitását jelzi, hogy a települési környezetben a szennyvíz okozta vízminőség romlásáról és elszennyeződéséről születtek hazai publikációk (Prohászka et al. 2022; Vadas és Ferenczi 2023; Kirschner et al. 2024), azonban modern térinformatikai-adatvizualizációs eszközök segítségével és MI bevonásával végzett monitoring adatokon alapuló vízminőség vizsgálatok még nem kerültek a hazai kutatások középpontjába.

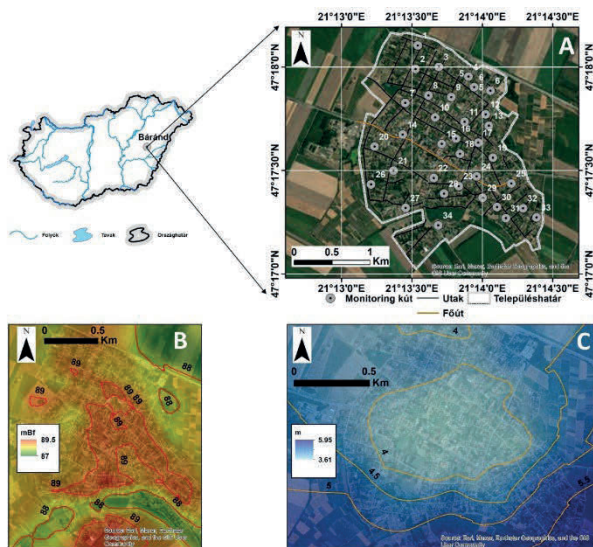
A fentiek alapján a kutatás legfontosabb célja megállapítani azt, hogy egy alföldi településen, Bárándon, a szennyvízcsatornahálózat kiépítését követő nyolcadik évben a talajvízkészlet még mindig szennyezett-e, illetve azt, hogy ez az állapot milyen mértékben tükröződik a különböző vízminőségi mutatókban. Ennek alapján az alábbi célokat tűztük ki:

1. Geoadatbázis építés ésott talajvízkutak felhasználásával a mintavételi és mérési adatok alapján.
2. A talajvíz minőségének becslése és teljesítményértékelése neurális háló létrehozásával és betanításával 8 vízkémiai paraméterek alapján.
3. A település talajvízminőségének térképezése, interaktív adatvizualizációja és felhő alapú megosztása három vízminőségi mutató alkalmazásával.

2. Anyag és módszer

2.1. Mintaterület bemutatása

Báránd jellegzetes alföldi középfalu, amely az Alföld keleti részén a Nagy-Sárréten helyezkedik el (1. ábra). A település szennyvízkibocsátása meghaladja a 2000 lakosegyenértéket (LE) ezért az Európai Unió vonatkozó irányelvei (2000/60/EC 2000) kötelezővé tették a csatornahálózat kiépítését. Ennek megfelelően, a csatornarendszert 2014-ben építették ki az Új Magyarország Fejlesztési Terv Környezet és Energia Operatív Programjának támogatásával. Korábbi kutatásaink igazolták, hogy a több évtizede zajló szennyvízkiáramlás hatására a település talajvízkészlete erősen elszennyeződött, amely a vízminőségi mutatókban is tükröződik (Mester et al. 2017, 2020; Balla et al. 2022, 2023a). Kimutattuk továbbá, hogy a talajvíz áramlási iránya alapvetően meghatározza a talajvíz szennyezettségének térbeli alakulását ezért azok a településrészek a legszennyezettebbek, amelyek felé a többi településrész felől a talajvíz áramlik. A szennyvízcsatornahálózat kiépítését követő monitoring időszakban a településen szignifikánsan javult a talajvíz minősége, azonban a szennyezettség a mai napig jelentős mértékű, ezért rendszeres, évenkénti mintavétellel megfigyeljük a talajvízkutakat a tisztulási folyamatok nyomon követése céljából (Balla et al. 2024).



1. ábra A monitoring kutak elhelyezkedése (A), valamint a mintaterület domborzati (B) és talajvíz viszonyai (C) 2022-ben.

2.2. Mintavétel és laboratóriumi feldolgozás

A vizsgálatba 34 ásott talajvízkutat vontunk be. A kutakból 2022 nyarán végzett mintavétel során a talajvízkutak felső 1 méteres vízrétegét mintáztuk meg. A talajvíz minőségének értékelését három vízminőségi mutató alkalmazásával végeztük el, mely során 8 fontos vízkémiai paramétert használtunk fel (pH , EC , NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^- , PO_4^{3-} , KOI_{ps} , Na^+). A paraméterek kiválasztása során a háztartási szennyvizek legjellemzőbb szennyezőit vettük figyelembe. A minták pH és EC értékei WTW 315i mérőműszerrel, a begyűjtött vízminták NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^- , PO_4^{3-} tartalmát MSZ ISO 7150-1:1992, MSZ 448-18:2009 és az MSZ 1484-13:2009 alapján spektrofotométerrel határoztuk meg (HS ISO 7150-1 1992; HS 448-18 2009; HS 1484-13 2009). A KOI_{ps} értékét Kálium-permanganáttal, a Na^+ értékét PerkinElmer 3110 AAS műszerrel mértük.

2.3. Alkalmazott vízminőségi indexek

Súlyozott Vízminőség Index (WQI) és Vízminőség Állapot (WQS)

Mivel a különböző paraméterek fontossága függ az adott víz felhasználásától, ezért Brown et al. (1972) súlyozott számtani index használatát javasolták, melynek kiszámolása a következő lépésekből áll [1-4]:

$$WQI = \sum Q_n W_n / \sum W_n \quad (1)$$

ahol Q_n az n . vízminőségi paraméter minőségi besorolása, W_n az n . vízminőségi paraméter egységnyi súlya, WQI a súlyozott vízminőségi index értéke. A Q_n értékét az alábbi egyenlet alapján számítjuk ki:

$$Q_n = 100 \left[\frac{(V_n - V_i)}{(V_s - V_i)} \right] \quad (2)$$

ahol V_n az n -edik paraméter tényleges értéke, V_i az adott paraméter ideális értéke [$V_i=0$, kivéve: pH ($V_i=7$)], a V_s az n . vízminőségi paraméter szabványos megengedett határértéke. Az egységnyi súly (W_n) a következő képlettel számolhatjuk ki:

$$W_n = k / V_s \quad (3)$$

ahol k az arányosság állandója, amelyet a következő egyenlet alapján számolhatjuk ki:

$$k = [1 / \sum 1 / V_s = 1, 2, \dots, n] \quad (4)$$

A WQI értékek alapján meghatározott vízminőségi kategóriákat a Táblázat 1. tartalmazza.

Táblázat 1. A WQI értékek és minősítésük (Brown et al. 1972).

WQI érték	Vízminőségi állapot
0-25	Kiváló vízminőség
26-50	Jó vízminőség
51-75	Rossz vízminőség
76-100	Nagyon rossz vízminőség
100<	Bármilyen használatra alkalmatlan

Szennyezettségi Index (Cd)

Az index a talajvízre káros paraméterek együttes hatását tükrözi, oly módon, hogy minden határérték feletti paramétert figyelembe vesz. Az index ebből következően a szennyező faktorok összegének tekinthető. A szennyezettség fokának megállapítása során minden vízminta esetében el kell végezni a számításokat. A számítások a következő egyenletek alapján végezhetők el [5-6] (Backman et al. 1998):

$$C_{fi} = \frac{C_{Ai}}{C_{Ni}} - 1 \quad (5)$$

$$Cd = \sum_{i=1}^n C_{fi} \quad (6)$$

ahol C_{fi} a szennyezettségi faktor i -edik komponensre; C_{Ai} az i -edik komponens analitikai értéke; C_{Ni} az i -edik komponens szennyezettségi határértéke, Cd = a szennyezettségi index értéke. A Cd értékek alapján meghatározott szennyezettségi kategóriákat a Táblázat 2. tartalmazza.

Táblázat 2. A Cd értékek és minősítésük (Backman et al. 1998).

Cd érték	Szennyezettség foka
<1	Alacsony
1-2	Közepes
2-3	Szennyezett
>3	Erősen szennyezett

Kanadai Környezetvédelmi Tanács Vízminőség Indexe (CCME-WQI)

A Kanadai Környezetvédelmi Tanács (Canadian Council of Ministers of the Environment) által 2001-ben kialakított vízminősítési rendszer három faktor kombinációján alapszik [7-13] (Lumb et al. 2006):

F1: A paraméterek száma, melyek átléplik a szennyezettségi határértéket (Scope):

$$F1 = \left(\frac{\text{határérték feletti paraméterek száma}}{\text{összes paraméter száma}} \right) \times 100 \quad (7)$$

F2: A gyakoriság, mellyel a határértékek nem teljesülnek (Frequency).

$$F2 = \left(\frac{\text{határérték feletti mérések száma}}{\text{összes mérés száma}} \right) \times 100 \quad (8)$$

F3 (amplitúdó) A határérték átlépés mértéke: Azt az összeget jelöli, amennyivel az egyes paraméterek értékei átléplik a vonatkozó határértéket. Ezt három lépésben számítjuk ki:

A határértéktől való eltérés azon esetek számát jelöli, amikor az egyes koncentrációk átléplik (vagy nem érik el) az adott határértéket:

$$\text{határértéktől való eltérés}_i = \left(\frac{\text{Határérték feletti koncentráció}_i}{\text{Határérték}_i} \right) - 1 \quad (9)$$

Azon esetek együttes összege, amikor az egyes koncentrációk nem felelnek meg a határértékeknek. Kiszámítása: Az egyes minták paramétereinek határértéktől való eltérésének az összege, osztva a vizsgálatok teljes számával (amelyek, ha teljesítik a határértéket és amelyek nem). E paraméter, a határértéktől való eltérések normalizált összege (*nse*):

$$nse = \frac{\sum_{i=1}^n \text{határértéktől való eltérés}_i}{\text{vizsgálatok teljes száma}} \quad (10)$$

Az F3-at ezután egy aszimptotikus függvény alapján számítjuk ki, amely a határértéktől való eltérések normalizált összegét (*nse*) skálázza egy 0 és 100 közötti tartományban.

$$F3 = \frac{nse}{0,01nse + 0,01} \quad (11)$$

Miután mindhárom faktor értékét kiszámoltuk a CCME-WQI-t a következő képlet alapján számolhatjuk ki:

Az 1.732-es osztó a kapott értékeket 0 és 100 közötti tartományba normalizálja, ahol 0 a „legrosszabb” vízminőséget és 100 a „legjobb” vízminőséget jelenti.

$$\sqrt{100^2 + 100^2 + 100^2} = \sqrt{30000} = 173,2 \quad (12)$$

$$CCME\ WQI = 100 - \left(\frac{\sqrt{F1^2 + F2^2 + F3^2}}{1,732} \right) \quad (13)$$

A skála alapján történő kategorizált csoportokat a Táblázat 3. tartalmazza.

Táblázat 3. A CCME-WQI értékek és minősítések (Lumb et al. 2006).

CCME-WQI érték	Vízminőségi állapot
95-100	Kiváló
80-94	Jó
60-79	Megfelelő
45-59	Szennyezett
0-44	Erősen szennyezett

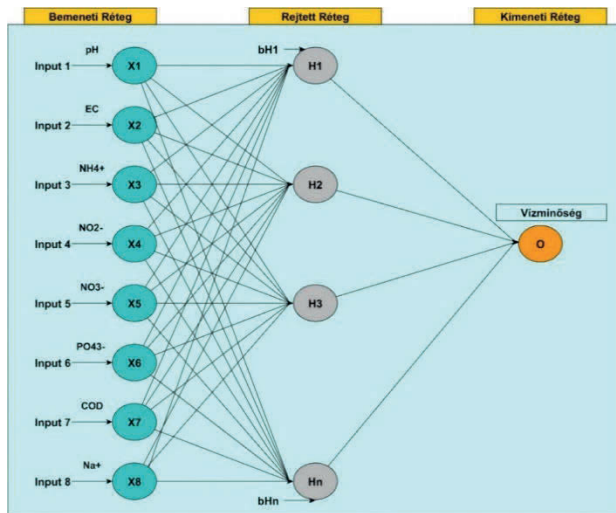
2.4. Neurális hálózat alkalmazása a vízminőségi mutatók teljesítményének becslésére

A vízminőségi mutatók teljesítményének értékeléséhez előrecsatolt neurális hálózatot hoztunk létre (Feed-Forward Neural Network, FFNN). Az FFNN gráfmodell egy ellenőrzött tanítást megvalósító előrecsatolt neurális hálózat, amely három réteget tartalmaz: egy bemeneti (pH , EC , NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^- , PO_4^{3-} , KOI_{ps} , Na^+), egy rejtett és egy kimenő réteget (vízminőségi állapot a WQI és CCME-WQI index alapján, szennyezettség foka a Cd index alapján). Az előrecsatolt hálózat azt jelenti, hogy a jel balról jobbra áramlik, azaz egy adott rétegbeli neuron bemenete a tőle balra lévő rétegbeli neuron kimenete lesz, vagyis a hálózat gráfelméleti reprezentációja nem tartalmaz hurkot (Csábrági et al. 2019; Alrowais et al. 2023) (2.ábra).

A modellek tanításakor az első szakaszban a transzferfüggvényként alkalmazott függvények paraméterei önszerveződő módon állítottak be, majd a második szakaszban már ellenőrzött tanítást megvalósítva, iterációs eljárással (ismétlések száma = 20) határoztuk meg a rejtett rétegben lévő neuronok, illetve a rejtett és a kimeneti réteg közötti súlytényezőket, torzításokat.

A neurális hálózatok alkalmazásakor a mintahalmazt véletlenszerűen három részhalmazzá bontottuk fel, mivel a modellek teljesítménye és általánosító képessége alapvetően függ ezen halmazok meghatározásától és a mintahalmaz nagyságától. A mintahalmaz 70 %-át tanításra (darabszám=24), 15 %-át (darabszám=4) validációra, 15 %-át (darabszám=4) pedig tesztelésre használtuk. A tanító halmaz a modell paramétereinek illesztésére szolgál, míg a validációs halmaz a modell- és hyperparaméter választást támogatja, hogy elkerüljük a túlillesztést. A teszt halmazt pedig torzítatlan általánosító becslésre használjuk (Csábrági et al. 2019).

A neurális hálózatok kialakítását és tanítását, valamint a modellek teljesítményértékelését MATLAB R2020a környezetben implementáltuk előrecsatolt architektúrájú, ellenőrzött tanítást megvalósítva a Deep Learning Toolbox felhasználásával (The MathWorks Inc).



2. ábra. Az előrecsatolt (feed-forward) neurális háló felépítése.

Az alkalmazott vízminőségi modellek teljesítményének értékeléséhez két statisztikai mutatót használtunk fel, melyek az átlagos négyzetes hiba négyzetgyöke ($RMSE$) és a determinációs együttható (R^2). Az egyes statisztikai mutatók képletei a következők [14-15]:

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (v_i - y_i)^2} \quad (14)$$

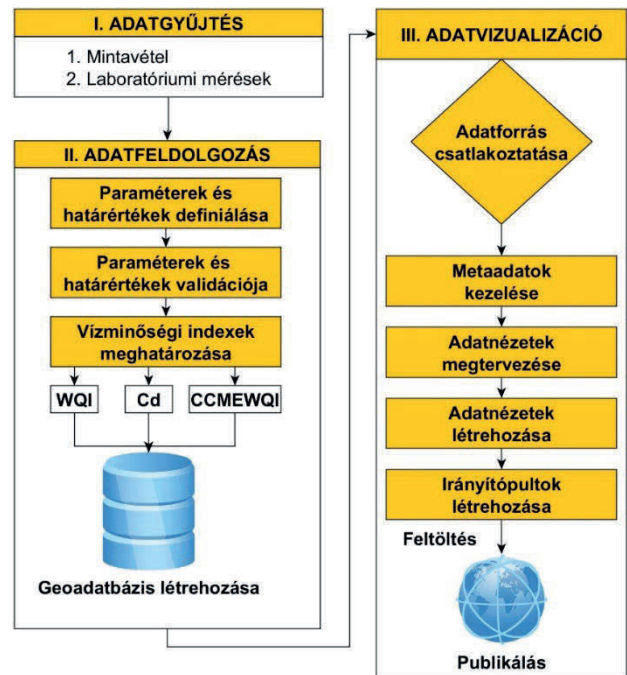
$$R^2 = \frac{[\sum_{i=1}^N (v_i - \bar{v})(y_i - \bar{y})]^2}{\sum_{i=1}^N (v_i - \bar{v})^2 \sum_{i=1}^N (y_i - \bar{y})^2} \quad (15)$$

ahol N a bemenő minták elemszáma; v_i és y_i az i -edik mért és a becsült kimeneti adatok, a $\bar{v}$ és $\bar{y}$ ezen mért adatok átlagát fejezi ki (Csábrági et al. 2019b).

2.5. Térképezés és adatvizualizáció

A település vízminőségi állapotának feltérképezését és felhő alapú adatvizualizációját három munkafolyamat alapján valósítottuk meg (3. ábra). Az adatgyűjtés során a bevett vízminták laboratóriumi mérését és a vízminőségi indexek meghatározását végeztük el egy saját fejlesztésű webGIS eszköz alkalmazásával (Balla et al. 2023b). A vízkémiai paraméterek és vízminőségi státuszok térbeli ábrázolása érdekében krigeléses interpolációs eljárással izovonalas térképeket készítettünk Surfer 12 szoftverkörnyezetben (Golden Software, LLC 2012).

A létrehozott geoadatbázis interaktív adatvizualizációját a Tableau szoftver grafikus felületén végeztük el. Az adatelőkészítés fázisában csatlakoztattuk a geoadatbázist és definiáltuk a dimenziókat és a mérőszámokat. A második fázisban megterveztük az adatbázist bemutató nézeteket (diagramok, táblázatok, fatérkép-diagramok, ponttérképek), interaktív szűrőket és irányítópultokat. Az utolsó fázisban pedig az elkészült irányítópultok összefűzésével történetet (story) hoztunk létre, amelyet a Tableau Cloud segítségével tettünk szabadon elérhetővé (Tableau Public, 2024).

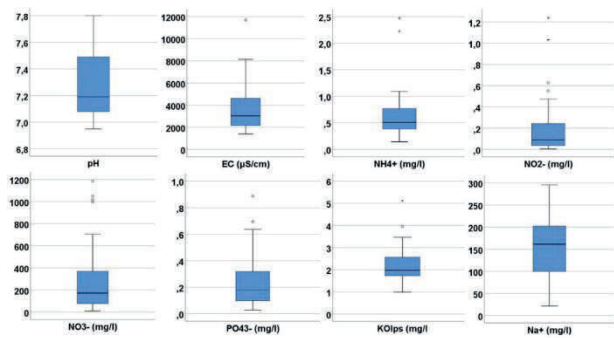


3. ábra. A vízminőségi adatok feldolgozásának és publikálásának folyamata.

3. Eredmények és értékelésük

3.1. Vízkémiai paraméterek értékelése

A vízminőségi indexek kiszámításához szükséges vízkémiai paraméterekre vonatkozó szennyezettségi határértékek leíró statisztikáját és eloszlását a 4. táblázat és a 4. ábra tartalmazza. 2022-ben, nyolc évvel a szennyvízcsatorna hálózat kiépítését követően a vizsgált 8 paraméterből már csak 3 paraméter esetében (EC , NH_4^+ , NO_3^-) haladják meg az átlagértékek a vonatkozó határértéket. A vízminták elektromos vezetőképessége igen magas szórást mutat, a minimum értéke $1396 \mu S/cm$, míg a maximum értéke $11700 \mu S/cm$ volt. A vízminták emelkedett szervesanyag-tartalma ($KOI_{ps_max} = 5,11 mg/l$) jelzi, hogy az évtizedeken át zajló szennyvízkiáramlás következtében jelentős mennyiségű szerves anyag halmozódott fel a talajban és talajvízben. Az ammónium a szerves anyag lebomlását jelzi, ezáltal friss szennyezést indikál. A felső kvartilis értéke $0,77 mg/l$ volt, az alsó kvartilis értéke $0,38 mg/l$ mely még mindig szennyezettséget jelez. A nitrát esetében is jelentős különbségek mutatkoznak az egyes talajvízkutak értékei között. Az alsó és felső kvartilis értékei is meghaladják a szennyezettségi határértéket. Míg az alsó kvartilis csak $76,1 mg/l$ -el, addig a felső kvartilis értéke közel hét és félszerese volt ($377,27 mg/l$) a határértéknek.



4. ábra A vizsgált vízkémiai paraméterek eloszlása 2022-ben.

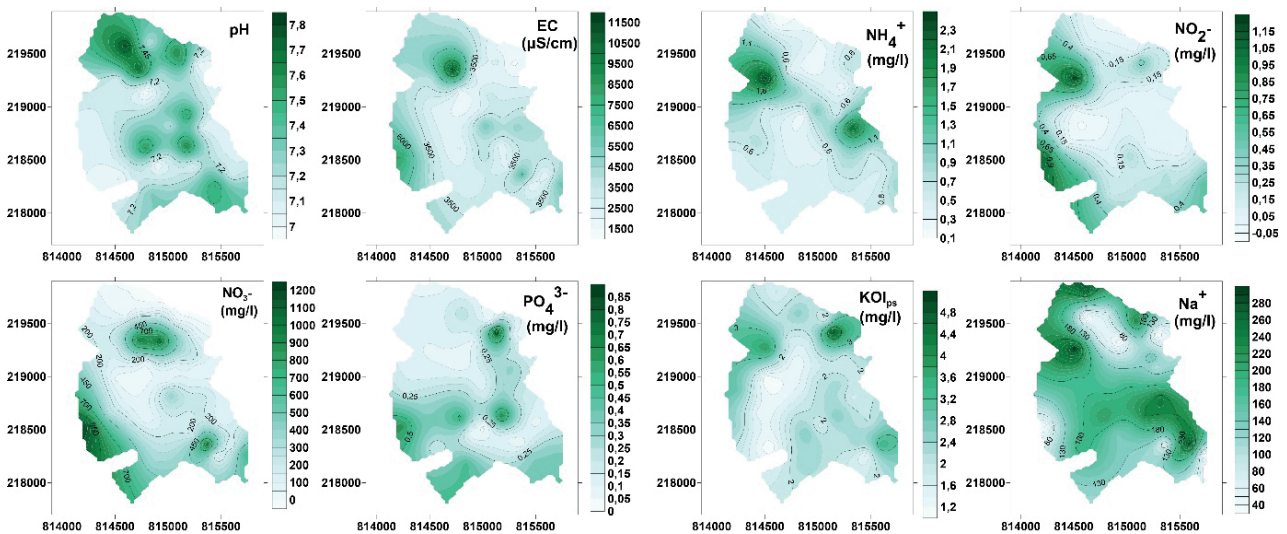
A vizsgált vízkémiai paraméterek térbeli alakulását a 2022-es évben az 5. ábra mutatja be. A szervesetlen nitrogénformák térbeli alakulása nagyfokú hasonlóságot mutat, azonban a határérték feletti koncentrációt mutató területek arányai eltérnek. A nitrít esetében a település jelentős részén határérték alatti koncentrációt mértünk, csupán a nyugati településrészen voltak emelkedett értékek. A nitrít koncentrációjának viszonylag

alacsony értékei (a település döntő részén <0,15 mg/l) azt jelzi, hogy a nitrifikáció folyamata végbe tud menni. Az ammónium koncentrációja a nitrithoz képest nagyobb területeken alakul határérték felett (0,50 mg/l), és bár a település északi, középső és déli részei a kevésbé szennyezettek, az antropogén a település ezen részein is kimutatható. Jellemzően csupán néhány kútban mértünk határértéket jelentősen meghaladó koncentrációt a település nyugati és keleti részein. A nitrát esetében rajzolódik ki a legkedvezőtlenebb kép, a település döntő részén határérték feletti koncentráció (>50 mg/l) a jellemző, csupán a belső területek és egy szűk északi sáv mutat alacsonyabb szennyezettséget. A település döntő részén 200 mg/l feletti koncentráció, míg kisebb, de jelentős területeken 400 mg/l feletti értékek jellemzőek.

Az elektromos vezetőképesség alakulása hasonló térbeli mintázatot mutat a szervesetlen szennyezők alakulásával, így a település északi és középső részein mutatható ki alacsonyabb érték, míg 3500 µS/cm feletti értékek a település nyugati és keleti részein mérhetőek.

Táblázat 4. A vízkémiai paraméterek leíró statisztikája.

Paraméter	Határérték	Átlag	Szórás	Min	Max	Alsó kvartilis	Felső kvartilis
pH	6,5-8,5	7,27	0,23	6,95	7,80	7,08	7,50
EC (µS/cm)	2500	3664,20	2081,5	1396	11700	2163,75	4623,75
NH ₄ ⁺ (mg/l)	0,50	0,64	0,50	0,10	2,47	0,38	0,77
NO ₂ ⁻ (mg/l)	0,50	0,20	0,30	0,00	1,24	0,04	0,25
NO ₃ ⁻ (mg/l)	50	296,1	329,90	9,64	1186,05	76,10	377,27
PO ₄ ³⁻ (mg/l)	0,50	0,20	0,200	0,03	0,89	0,10	0,32
KOI (mg/l)	4,50	2,20	0,8	0,99	5,11	1,71	2,58
Na ⁺ (mg/l)	200	153,50	77,10	21,70	295,77	94,90	205,26



5. ábra A vizsgálat vízkémiai paraméterek térbeli alakulása 2022-ben

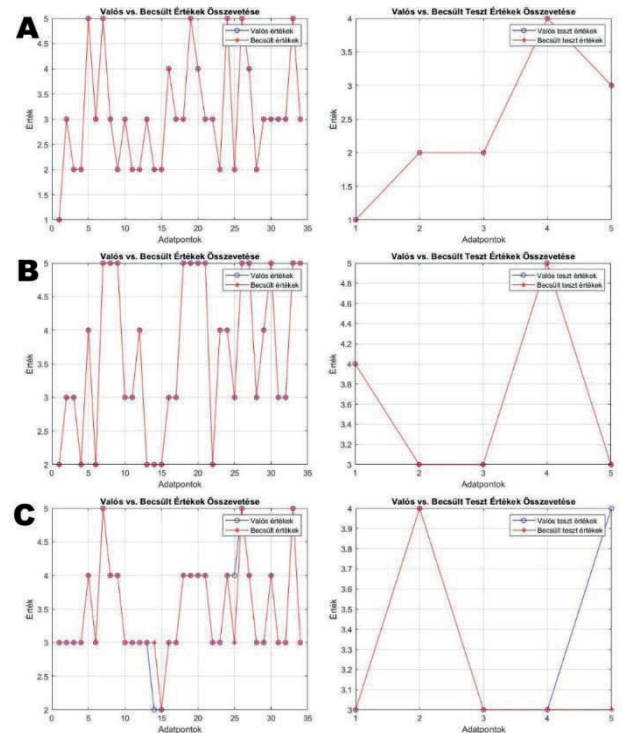
A szervesanyag-tartalom kedvezően alakul, a település túlnyomó részén 3 mg/l érték alatti koncentráció jellemző. A foszfát-ion koncentrációja a település északi részein határérték alatt van, ugyanakkor egy nagyobb sávban továbbra is 0,5 mg/l felett alakul, ami szintén jól jelzi a korábbi szennyvíz kiáramlást, és egyéb lokális szennyezőforrások hatását. A pH érték a semleges, enyhén lúgos tartományban mozog 7 és 7,8 közötti tartományban. Magasabb pH érték a település északi részein jellemző. A nátrium tartalom a település több pontján is határérték felett alakul, mely természetes talajtani viszonyok mellett a kiáramló szennyvíz magas nátrium tartalmával magyarázható. Összességében megállapítható, hogy 8 évvel a csatornázást követően a település területének északi és középső területei mutatják a legalacsonyabb szennyezettséget, míg a déli és nyugati részek tekinthetők a legszennyezettebbnek a vizsgált vízkémiai paraméterek alapján.

3.2. A vízminőségi mutatók teljesítményértékelése mesterséges intelligencia felhasználásával

Az MI-modell célja, hogy a vízminőségi indexek becslését hiányos, vagy részben rendelkezésre álló adatok mellett, gyorsan és valós időben lehessen elvégezni, valamint jövőbeli előrejelzést is adjon. Ennek megfelelően előrecsatolt neurális háló (Feed-Forward Neural Network, FFNN) létrehozásával kísérletet tettünk a talajvízminőség térbeli előrejelzésére, a vízkémiai paraméterek alapján háromféle vízminőségi mutató állapotának becslésével. A modellek három rétegből épülnek fel: egy bemeneti réteg, amely tartalmazza a vizsgált vízkémiai paramétereket (pH , EC , NH_4^+ , NO_3^- , NO_2^- , PO_4^{3-} , KOI_{ps} , Na^+), egy rejtett réteg, és egy kimeneti réteg, ahol a vízminőségi mutatók előrejelzése történik.

A 6. ábra a valós (kék) és a modell által becsült (piros) értékek illeszkedését mutatja a tanító (bal) és teszt (jobb) halmazokon három vízminőségi mutatóra: (A) WQI, (B) Cd, (C) CCME-WQI. A tanító adatoknál mindhárom mutató esetében gyakorlatilag teljes az átfedés, ami nagyon alacsony reziduális hibára utal, ugyanakkor felveti a túlillesztés lehetőségét. Ugyan a rendkívül kis tesztkészletben (darabszám = 5) a WQI és Cd értékek vizuálisan pontos előrejelzést adnak, a CCME-WQI esetén pedig néhány pontnál kisebb alulbecsléssel prezentálnak. A kis tesztminta miatt a modell túlillesztésének veszélye jelentős, ezért nagyobb, független adatkészlettel szükséges a jövőben a validáció. A megbízható általánosíthatóság igazolásához ezért nagyobb, független validációs készlet és kvantitatív teljesítménymutatók (pl. RMSE, R^2) szükségesek a jövőben.

A rejtett rétegben alkalmazott neuronok száma befolyásolta a modellek teljesítményét (Táblázat 5). A WQI RMSE értékei a neuronok számának növelésével kis mértékben változtak, 0,164 és 0,185 között mozognak. Az RMSE érték csökkenését tapasztaltuk 17 neuron alkalmazásával ($RMSE_{17 \text{ neuron}} = 0,164$), míg magasabb neuronszám esetében kis mértékben ugyan, de magasabb értékeket mutattak ($RMSE_{19 \text{ neuron}} = 0,175$, $RMSE_{21 \text{ neuron}} = 0,184$, $RMSE_{25 \text{ neuron}} = 0,185$). Ebből arra következtet-



6. ábra A valós és becsült értékek összevetése a tanító és teszt adathalmaz esetében: (A) WQI, (B) Cd, (C) CCME-WQI.

hetünk, hogy ebben a modellben a neuronok száma nem befolyásolta drasztikusan a hibát, azonban 17 neuron alkalmazásával a legpontosabb az eredmény. Az R^2 értékek 0,972 és 0,978 között mozognak, és 17 neuron esetében itt is a legjobb az illeszkedés (0,978), ami magas prediktív képességet jelez.

A Cd mutató RMSE értékei 0,089 és 0,114 között változnak, a legkisebb hiba 19 neuron alkalmazásával érhető el ($RMSE_{19 \text{ neuron}} = 0,089$). Az R^2 értékek 0,990 és 0,994 között változnak, ami azt jelenti, hogy a modell ebben az esetben is nagyon jó prediktív képességgel bír, és optimális választás lehet a Cd index becslésére.

A CCME-WQI RMSE értékei (0,272 és 0,352) jóval nagyobbak, mint az előző két mutató értékei, ami magasabb hibaszintre utal. A legalacsonyabb RMSE érték 10 neuron alkalmazásával érhető el (0,272), és az R^2 értékek 0,771 és 0,863 között változnak, így ez a mutató kevésbé pontosabban becsülhető, továbbá a neuronok számának növelése ebben a konfigurációban nem eredményezett szignifikáns javulást.

Megvizsgáltuk, hogy a különböző tanító algoritmusok (trainlm-Levenberg-Marquardt, trainscg- Scaled Conjugate Gradient; trainbr-Bayesian Regularization) hogyan befolyásolják a modellek teljesítményét (Táblázat 6). A tanító algoritmusok célja a hálózat súlyainak beállítása úgy, hogy a hálózat a bemeneti adatok alapján minél pontosabb kimeneti értékeket adjon. A tanító algoritmusok végzik a hálózat „tanulását”, vagyis az optimalizálást, amely során a hálózat súlyai a bemeneti és kimeneti adatok közötti kapcsolatot alakítják ki. A legjobb eredményt a bayesi szabályozáson alapuló trainbr algoritmus ad-

Táblázat 5. A vízminőségi modellek rejtett rétegében alkalmazott neuronok számának hatása a vizsgált statisztikai mutatókra.

Vízminőségi mutató	Statisztikai mutató	Neuronok száma				
		10	17	19	21	25
WQI	RMSE	0,184	0,164	0,175	0,184	0,185
	R ²	0,972	0,978	0,974	0,972	0,972
Cd	RMSE	0,096	0,093	0,089	0,114	0,097
	R ²	0,993	0,994	0,994	0,990	0,993
CCME-WQI	RMSE	0,272	0,315	0,352	0,324	0,336
	R ²	0,863	0,817	0,771	0,806	0,791

ta, különösen a WQI és Cd mutatók esetében, ahol a legkisebb RMSE ($RMSE_{trainbr_WQI} = 0,164$, $RMSE_{trainbr_Cd} = 0,089$) és legmagasabb R² értéket tapasztaltuk ($R^2_{WQI} = 0,978$, $R^2_{Cd} = 0,994$). Ez az algoritmus rendkívül hatékony a túllillesztés elkerülésében és a prediktív modellek stabilizálásában (Zhang 2018).

A hálózatban használt aktivációs függvények szintén hatással voltak a modellek teljesítményére (Táblázat 7). Az aktivációs függvények alapvetően azt határozzák meg, hogy egy adott neuron mennyire aktiválódik a bemeneti jelekre. Abban segítenek, hogy a hálózat nemlineáris viselkedést mutasson, ami lehetővé teszi, hogy a neurális hálózat bonyolultabb mintázatok felismerésére és modellezésére is képes legyen. A WQI esetében a „tansig” aktivációs függvény alkalmazásával értük el a legjobb eredményt ($RMSE_{tansig} = 0,164$, $R^2_{tansig} = 0,978$), míg a „radbas” aktivációs függvény általánosságban jobb eredményeket nyújt a Cd és a CCME-WQI mutatók esetében ($RMSE_{radbas_Cd} = 0,085$, $R^2_{radbas_Cd} = 0,995$, $RMSE_{radbas_CCME-WQI} = 0,260$, $R^2_{radbas_CCME-WQI} = 0,875$). A „tribas” függvény mindhárom mutató tekintetében a leggyengébb teljesítményt eredményezte.

A létrehozott neurális háló tekintetében kiemelendő, hogy a neuronok számának optimalizálása, a megfelelő tanító algoritmusok és aktivációs függvények megválasztása alapvető fontosságú a prediktív modellek hatékonyságának maximalizálása érdekében. Tanulmányunk vonatkozásában kijelenthető, hogy különböző vízminőségi mutatókra alkalmazott tanító algoritmusok és aktivációs függvények eltérő hálózati struktúrák esetén bizonyultak a legjobbnak.

Táblázat 6. A vízminőségi modellekben alkalmazott tanító algoritmusok hatása a vizsgált statisztikai mutatókra.

Vízminőségi mutató	Statisztikai mutató	trainlm	trainscg	trainbr
WQI	RMSE	0,305	0,317	0,164
	R ²	0,922	0,916	0,978
Cd	RMSE	0,391	0,334	0,089
	R ²	0,887	0,917	0,994
CCME-WQI	RMSE	0,311	0,309	0,272
	R ²	0,821	0,824	0,863

Táblázat 7. A rejtett réteg aktivációs függvényének hatása a vizsgált statisztikai mutatókra a vízminőségi modellekben.

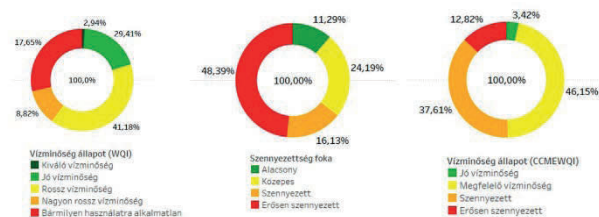
Vízminőségi mutató	Statisztikai mutató	radbas	tribas	tansig
WQI	RMSE	0,181	0,313	0,164
	R ²	0,973	0,918	0,978
Cd	RMSE	0,085	0,213	0,089
	R ²	0,995	0,966	0,994
CCME-WQI	RMSE	0,260	0,326	0,272
	R ²	0,875	0,804	0,863

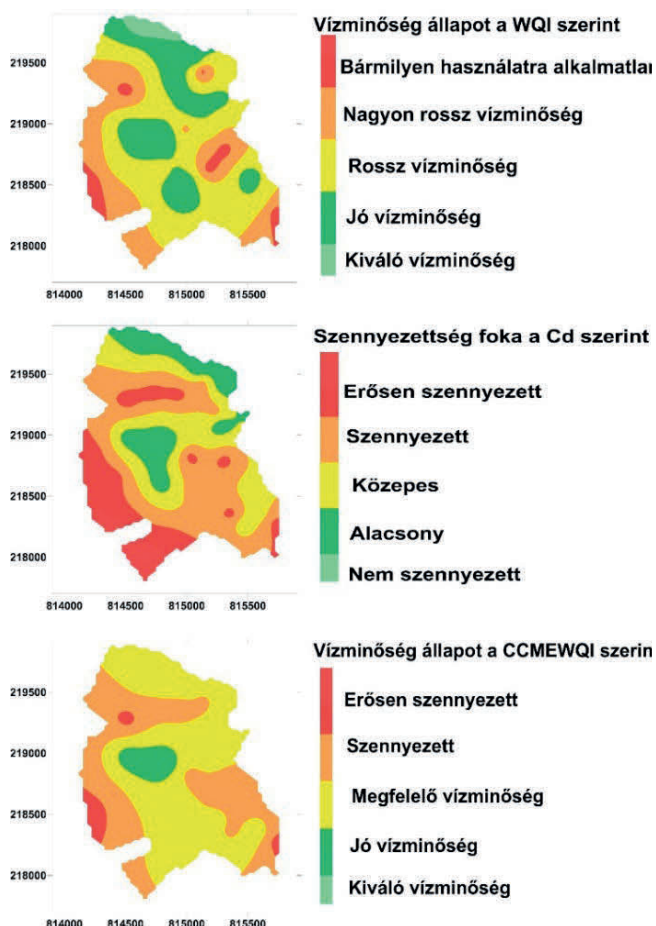
3.3. A talajvíz minőségének térbeli alakulása különböző indexek alkalmazásával

Mindhárom alkalmazott vízminőségi index esetében a vízminőség állapotának leírására ugyanazokat a vízkémiai paramétereket használtuk fel az indexértékek kiszámításához és a vízminőségi állapot/szennyezettség fokának meghatározásához. A talajvízkutak minősítését és az egyes vízminősítési kategóriákhoz tartozó kutak számát a 7. ábra szemlélteti. A Súlyozott Vízminőségi Index (WQI) szerint a talajvízkutak 26,47%-a a legrosszabb (*Nagyon rossz vízminőség, Bármilyen használatra alkalmatlan*) kategóriákba kerültek. A talajvízkutak további 41,18%-a esetében gyenge vízminőséget (*Rossz vízminőség*) állapítottunk meg. A vízminőség állapota csupán a minták 29,41%-a esetében volt elfogadható (*Jó vízminőség*), és egyetlen kút esetében volt kiváló.

A Backman et al. (1998) által, a szennyezettség fokának értékelésére kidolgozott Szennyezettségi Index (Cd) szerint a vizsgált talajvízkutak 50%-a az erőteljes szennyezettséget jelző (*Szennyezett, Erősen szennyezett*) kategóriákba került. Továbbá a talajvízkutak 29,41%-a közepesen szennyezettnek tekinthető, és csupán a kutak 20,58%-ában alacsony a szennyezettség foka (*Alacsony szennyezettség*). A Kanadai Környezetvédelmi Tanács Vízminőség Indexe (CCME-WQI), amely a hagyományos WQI továbbfejlesztett változata, a talajvízkutak 41,17%-át szennyezettnek értékelte (*Szennyezett, Erősen szennyezett*), míg a már megfelelő vízminőséget jelző (*Megfelelő, Jó vízminőség*) kategóriák aránya 58,83%.

Mivel nagyszámú minta állt rendelkezésünkre, elkészítettük a vízminőség és a szennyezés mértékének interpolált eloszlástérképeit (8. ábra). A WQI index szerint a vízminőségi állapot a település északi és középső részein általában „Jó” és

**7. ábra.** A vízminőségi kategóriák százalékos megoszlása.



8.ábra. A vízminőségi indexek térbeli alakulása a mintaterületen.

„Kiváló” minőséggel jellemezhető. Ezek a területrészek általában kisebb kiterjedésűek, de jelentősen jobb minőséget mutatnak, mint a település déli és nyugati részei, ahol a vízminőség „Nagyon rossz” vagy „Bármilyen használatra alkalmatlan” kategóriába esik.

Ezzel szemben a Cd index, amely a szennyezettség fokát prezentálja, azt mutatja, hogy a középső és déli településrészek a legnagyobb szennyezettség mértéke. Az északi területeken ebben az esetben is alacsony fokú szennyezettséget találhatunk hasonlóan a WQI index szerinti vízminőségi kategóriákhoz. A település középső részén azonban a szennyezettség foka néhány helyen magas, míg a vízminőség itt is több helyen jó minőségi állapotot jelez, amely rávilágít, hogy a különböző vízminőségi indexek együttes alkalmazása pontosabbá teheti az értékelést.

A CCME-WQI index a településen északi-déli irányú markáns területrésze megfelelő vízminőségi állapotot rajzol ki. Az északi részek itt hasonló képet mutatnak, de a jó minőségű területek száma és kiterjedése kisebb, mint az előző két index esetében. Az északi részekben azonban mindhárom térkép hasonló állapotot mutat, ami utalhat arra, hogy ez a terület valóban jobb vízminőséggel rendelkezik, alacsonyabb szennyezettségi szintekkel. A területi különbség egyik oka elsősorban a WQI eltérő súlyozásából adódik, melynek következtében az indexek érzékenyebben reagálnak egyes vízkémiai paraméterek (pl.: ammónium- és foszfátértékek) változására, mint a Cd. A másik tényező, hogy a WQI kevésbé érzékeny a nitrát értékek változásaira, amelyek nagyobb súlyt kapnak a Cd-ben. További befolyásoló tényező, hogy a Cd nem veszi figyelembe a határérték alatti paramétereket, még akkor sem, ha azok nagyon közel vannak ahhoz (Mester et al. 2020; Balla et al. 2023).

3.4. Térbeli adatok interaktív adatvizualizációja

A 2022-es év mérési és számítási eredményeit felhasználva interaktív vizualizációk formájában szemléltettük a talajvízminőség térbeli alakulását. A csatlakoztatott adatforrás alapján öt irányítópultot (dashboard) és tizennyolc nézetet (view) hoztuk létre, amelyek az alábbiak:

1. Mintaterület irányítópult: A mintaterület elhelyezkedését bemutató ponttérkép egy Google alaptérkép felületén. A monitoring kutakra rámutatva az előugró buborék sűrűsége (tooltip) a monitoring kutak azonosítóját és a koordinátáit jeleníti meg. A nézethez a mintaterületet ábrázoló talajvízszint és domborzati viszonyokat ábrázoló eloszlástérképeket is hozzákapsoltuk.
2. Adatforrás irányítópult: A csatlakoztatott geodatabase attribútum adatait jeleníti meg táblázatos formában.
3. Paraméterek és határértékek a mért talajvízkutakban irányítópult: A vízkémiai paraméterek oszlopdiagramokon történő ábrázolása talajvíz kutanként referenciavonallal ellátva, amelyek az egyes vízkémiai paraméterek szennyezettségi határát jelölik.
4. A vízminőség állapotát és a szennyezettség fokát bemutató irányítópultok: Az irányítópult öt különböző nézet szimultán megjelenítésére alkalmas:
 - a. A talajvízkutak vízminőségi állapotát bemutató ponttérkép,
 - b. összesítő táblázat a vízminőségi/szennyezettségi kategóriák számáról,
 - c. fánk diagram a kategóriák %-os eloszlásáról,
 - d. fatérkép a kategóriák arányairól,
 - e. oszlopdiagram, amely bemutatja az egyes kutak indexértékeit.
5. Térbeli eloszlás irányítópult: A vízkémiai paraméterek és a vízminőségi indexek eloszlástérképeit mutatja be.

Vízminőségi monitoring adatok értékelése Báránodon



9.ábra. A vizualizált geodatabase összefoglaló nézete a WQI index alapján.

A stilizálás minden esetben az adott vízminőségi állapot/szennyezettségi fok térképi színekódjával történt. A térbeli mintázatok felfedezésére kiválasztás alapú interaktív szűrőket (filter) és kiemeléseket (highlight) definiáltunk. A műveletek elvégzése a nézetek automatikus frissítését eredményezik, amelyek dupla kattintással visszaállíthatók az eredeti nézetre. Mivel az adatvizualizáció nem csak az adatok grafikus megjelenítését jelenti, lehetőséget kívántunk biztosítani a felhasználóknak az adatok narratív formában történő bemutatásra és szabadon elérhetőségére, ezért az interaktív irányítópultok felhasználásával egy story-t hoztunk létre, amelyet megosztottuk a Tableau felhő alapú platformján (Tableau Public, 2024) (9. ábra).

4. Összefoglalás

Tanulmányunkban egy alföldi településen, Bárádon, 34 ásott talajvízkút bevonásával értékeltük a talajvíz minőségét a 2022-es év mintavétele alapján. A vízminőség állapotát három vízminőségi mutató (Súlyozott Vízminőség Index (WQI), Szennyezettségi Index (Cd), Kanadai Környezetvédelmi Tanács Vízminőség Indexe (CCME-WQI)) segítségével, továbbá térinformatikai (GIS), adatvizualizációs rendszerek és mesterséges intelligencia (MI) felhasználásával értékeltük. A talajvíz minőségének értékelése során 8 vízkémiai paramétert használtunk fel (pH, EC, NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^- , PO_4^{3-} , KOI_{ps} , Na^+). Interpolált térképek alapján megállapítottuk, hogy magas a szervesetlen nitrogénformák és szervesanyag-koncentrációk értéke, mely azt indikálja, hogy a területen felhalmozódott szennyezőanyagok jelen vannak, amelyet mindhárom vízminőségi mutató eltérő mértékben és területi konfigurációban igazolt. A létrehozott geoadatbázis adatainak interaktív vizualizációja és felhő alapú megosztását Tableau Public segítségével tettünk szabadon elérhetővé. Ezzel kapcsolatban kiemelendő, hogy az adatvizualizáció különösen praktikus eszköz a térbeli monitoring adatok utófeldolgozására, mivel alkalmas az információk intuitív, vizuális formában történő megjelenítésére és a térbeli mintázatok és összefüggések felfedezésére. Előrecsatolt neurális háló (Feed-Forward Neural Network, FFNN) létrehozásával továbbá kísérletet tettünk a talajvízminőség térbeli előrejelzésére, a vízkémiai paraméterek alapján háromféle vízminőségi mutató állapotának becslésével. Az előrecsatolt neurális hálózattal, ha megfelelően reprezentatív adatbázison történik a tanítás, képes implicit módon megtanulni az összefüggéseket. Ez lehetővé teszi, hogy akár néhány paraméter alapján is megbízható előrejelzést adjon. Emellett egy előrejelző modell – meteorológiai és hidrológiai adatokkal kiegészítve – időbeli prognózist is szolgáltat, míg a determinisztikus képletek csupán a mérés pillanatára érvényesek. Így a gépi tanulás hozzáadott értéke a gyorsaság, a hiányos adatok melletti robusztus működés és a jövőbeni trendek becslésének lehetősége. Az eredmények azt mutatták, hogy az alkalmazott tanító algoritmusok és aktivációs függvények eltérő hálózati struktúrák esetén bizonyultak a legjobbnak. A WQI és Cd mutatók legpontosabb előrejelzését a bayesi szabályozáson alapuló algoritmus (trainbr) adta, amely a legkisebb átlagos

négyzetes hibát ($\text{RMSE}_{\text{WQI}} = 0,164$ $\text{RMSE}_{\text{Cd}} = 0,089$) és a legmagasabb determinációs együtthatót ($R^2_{\text{WQI}} = 0,978$ $R^2_{\text{Cd}} = 0,994$) érte el. A CCME-WQI mutató esetében a modellek pontossága alacsonyabb volt ($\text{RMSE} = 0,272$, $R^2 = 0,863$), ami arra utal, hogy ezt a mutatót nehezebben becsülhető. A bayesi szabályozás alkalmazása előnyösebb lehet, mivel képes mérsékelni a túlillesztésből eredő torzításokat. Az aktivációs függvények és neuronok optimalizálása szintén kritikus szerepet játszik a modell teljesítményének javításában. Azonban a kutatásban felhasznált EC, NH_4^+ , NO_3^- paraméterek átlagértékeinek határérték túllépése torzíthatja a neurális háló tanulását miközben a többi vízkémiai paraméter súlya alulmarad. Ennek következtében a felépített modellek teljesítménye jelenleg korlátozott megbízhatósággal értékelhető. Korlátként kiemelendő a rendelkezésre álló minták alacsony elemszáma, amely indokoltá teszi a modellek validációjának folytatását a következő években gyűjtött adatok bevonásával. A modell megbízhatóságának növelése érdekében célszerű nagyobb mennyiségű tanító adat alkalmazása, illetve a teljesítmény ellenőrzése olyan adatokon, amelyek ugyanazon mintavételi helyről, de eltérő időpontban, vagy más, hasonló környezeti adottságokkal rendelkező területről származnak. A jövőbeli kutatások során az idősoros adatok bevonása, a mintaszám növelése, valamint a tanító- és tesztadatok irányított kijelölése és térbeli optimalizációja együttesen jelentős mértékben hozzájárulhat a térbeli becslések pontosságának javításához.

Köszönetnyilvánítás

Megvalósult a DE Tudományos Kutatási Alap (DETKA) Áthidaló Pályázat támogatásával.

Irodalomjegyzék

- 2000/60/EC. 2000. *Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council establishing a framework for Community action in the field of water policy*. OJ L327, 22.12.2000.
- Alrowais, R. – Abdeldaiem, M. M. – Li, R. – Maklad, M. A. – Helmi, A. M. –Nasef B. M. – Said. N. 2023. Groundwater Quality Assessment for Drinking and Irrigation Purposes at Al-Jouf Area in KSA Using Artificial Neural Network, GIS, and Multivariate Statistical Techniques. *Water* 15(16), 2982. doi:10.3390/w15162982.
- Aulakh, M. S. – Khurana, M. P. S. – Singh, D. 2009. Water Pollution Related to Agricultural, Industrial, and Urban Activities, and its Effects on the Food Chain: Case Studies from Punjab. *Journal of New Seeds* 10(2), 112–37. doi:10.1080/15228860902929620.
- Backman, B. – Bodiš, D. – Lahermo, P. – Rapant, S. – Tarvainen, T. 1998. Application of a groundwater contamination index in Finland and Slovakia. *Environmental geology* 36, 55–64. doi: https://doi.org/10.1007/s002540050320
- Balla, D. – Kiss, E. – Zichar, M. – Mester, T. 2023a. Evaluation of Groundwater Quality in the Rural Environment Using Geostatistical Analysis and WebGIS Methods in a Hungarian Settlement, Báránd. *Environmental Science and Pollution Research*. doi:10.1007/s11356-023-28627-1.

- Balla, D. – Kiss, E. – Zichar, M. – Mester, T. 2023b. Vízminőségi monitoringadatok feldolgozása és publikálása WebGIS-támogatással. *Geodézia és Kartográfia*. 75(6), 4-9. doi:10.30921/GK.75.2023.6.1.
- Balla, D. – Kiss, E. – Zichar, M. – Mester, T. 2024. Ásott talajvízkutak vízminőségének tér- és időbeli változásainak értékelése egy alföldi településen a CCME WQI vízminőségi mutató alkalmazásával. *Tájékológiai Lapok* 22(1), 3–24. doi:10.56617/tl.4964.
- Balla, D. – Zichar, M. – Kiss, E. – Szabó, Gy. – Mester, T. 2022. Possibilities for Assessment and Geovisualization of Spatial and Temporal Water Quality Data Using a WebGIS Application. *ISPRS International Journal of Geo-Information* 11(2), 108. doi: 10.3390/ijgi11020108.
- Bano, H. – Rather, R.A. – Malik, S. – Bhat, M. A. – Khan, A. H. – Américo-Pinheiro, J. H. P. – Mir, I. A. 2022. Effect of Seasonal Variation on Pollution Load of Water of Hokersar Wetland: a Case Study of Queen Wetland of Kashmir, J&K, India. *Water Air Soil Pollut* 233, 518. doi:10.1007/s11270-022-05988-w.
- Brown, R. M. – McClelland, N. I. – Deininger, R. A. – O'Connor, M. F. 1972. A Water Quality Index – Crashing the Psychological Barrier. In: Thomas, W.A. (eds) *Indicators of Environmental Quality. Environmental Science Research, vol 1*. Springer, Boston, MA. doi:10.1007/978-1-4684-2856-8_15.
- Cude, C. G. 2001. Oregon water quality index a tool for evaluating water quality management effectiveness. *JAWRA Journal of the American Water Resources Association* 37(1), 125–37. doi: 10.1111/j.1752-1688.2001.tb05480.x
- Csábrági, A. – Molnár, S. – Tanos, P. – Kovács, J. – Szabó, I. – Molnár, M. 2019. Neurális hálózatok alkalmazása hazai vízminőségi vizsgálatok során. *Mezőgazdasági Technika* 60:2–5.
- Dandge, K. P. – S. S. Patil. 2021. Spatial Distribution of Ground Water Quality Index Using Remote Sensing and GIS Techniques. *Applied Water Science* 12(1):7. doi:10.1007/s13201-021-01546-7.
- Dunnette, D. A. 1979. A geographically variable water quality index used in Oregon. *Journal (Water Pollution Control Federation)* 51(1), 53–61.
- Habeeb, R. – Gupta, Y. – Chinwan, H. – Barker, E. 2019. Assessing Demographic and Water Sensitivities Arising Due to Urban Water Insecurity in Haldwani, Uttarakhand (India): A GIS-Based Spatial Analysis. *Journal of Geovisualization and Spatial Analysis* 3(2):8. doi:10.1007/s41651-019-0031-4.
- Horton, R. K. 1965. An Index Number System for Rating Water Quality. *Journal of the Water Pollution Control Federation*, 37, 300-306.
- HS 448-18. 2009. Hungarian Standard Water Quality. Part 18: Drinking Water Analysis. Determination of Orthophosphate and Total Phosphorus Using Spectrophotometric Method. Hungarian Standards Institution (MSZT): Budapest, Hungary, 2009.
- HS 1484-13. 2009. Hungarian Standard Water Quality. Part 12: Determination of Nitrate and Nitrite. Content by Spectrophotometric Method. Hungarian Standards Institution (MSZT): Budapest, Hungary, 2009.
- HS ISO 7150-1. 1992. Hungarian Standard Water quality. Determination of ammonium. Part 1: Manual spectrophotometric method. Hungarian Standards Institution (MSZT): Budapest, Hungary, 1992.
- Jha, M. K. – Shekhar, A. – Jenifer, M. A. 2020. Assessing groundwater quality for drinking water supply using hybrid fuzzy-GIS-based water quality index. *Water Research* 179:115867. doi:10.1016/j.watres.2020.115867.
- Keraita, B. – Drechsel, P. – Amoah, P. 2003. Influence of Urban Wastewater on Stream Water Quality and Agriculture in and around Kumasi, Ghana. *Environment and Urbanization* 15(2):171–78. doi:10.1177/095624780301500207.
- Kerényi, A. – McIntosh, R. W. 2020. Sustainable Development in Changing Complex Earth Systems. *Sustainable Development Goals Series*, Berlin/Heidelberg, Germany: Springer, 2020. doi:10.1007/978-3-030-21645-0.
- Kirschner, A. K. – Schachner-Groehs, I. – Kavka, G. – Hoedl, E. – Kovacs, A. – Farnleitner, A. H. 2024. Long-Term Impact of Basin-Wide Wastewater Management on Faecal Pollution Levels along the Entire Danube River. *Environmental Science and Pollution Research* 31(33):45697–710. doi:10.1007/s11356-024-34190-0.
- Liou, S. M. – Lo, S. L. – Wang, S. H. 2004. A Generalized Water Quality Index for Taiwan. *Environmental Monitoring and Assessment* 96(1):35–52. doi:10.1023/B:EMAS.0000031715.83752.a1.
- Livia, S. – María, M. S. – Marco, B. – Marco, R. 2020. Assessment of Wastewater Reuse Potential for Irrigation in Rural Semi-Arid Areas: The Case Study of Punitaqui, Chile. *Clean Technologies and Environmental Policy* 22(6):1325–38. doi:10.1007/s10098-020-01874-3.
- Luh, J. – Baum, R. – Bartram, J. 2013. Equity in water and sanitation: Developing an index to measure progressive realization of the human right. *International Journal of Hygiene and Environmental Health* 216(6):662–71. doi:10.1016/j.ijheh.2012.12.007.
- Lumb, A. – Halliwell, D. – Sharma, T. 2006. Application of CCME Water Quality Index to Monitor Water Quality: A Case Study of the Mackenzie River Basin, Canada. *Environmental Monitoring and Assessment* 113(1):411–29. doi:10.1007/s10661-005-9092-6.
- Mester, T. – Balla, D. – Szabó, Gy. 2020. Assessment of Groundwater Quality Changes in the Rural Environment of the Hungarian Great Plain Based on Selected Water Quality Indicators. *Water, Air, & Soil Pollution* 231(11):536. doi:10.1007/s11270-020-04910-6.
- Mester, T. – Szabó, G. – Bessenyei, É. – Karancsi, G. – Barkóczi, N. – Balla, D. 2017. The Effects of Uninsulated Sewage Tanks on Groundwater. A Case Study in an Eastern Hungarian Settlement. *Journal of Water and Land Development* 33(1):123–29. doi:10.1515/jwld-2017-0027.
- Mustafa, H. M. – Mustapha, A. – Hayder, G. – Salisu, A. 2021. *Applications of IoT and artificial intelligence in water quality monitoring and prediction: A review*. 6th International Conference on Inventive Computation Technologies (ICICT), Coimbatore, India, 2021, pp. 968-975. doi: 10.1109/ICICT50816.2021.9358675IEEE.
- Prohászka V, J. – Tormáné Kovács, E. – Grósz, J. – Waltner, I. 2022. Az ásott kutak vízminősége két ökofaluban: Visnyeséplakon és

Gyűrűfű. Tájékológiai Lapok 20(2):41–58.
doi:10.56617/tl.3449.

Rutkowski, T. – Raschid-Sally, L. – Buechler, S. 2007. Wastewater irrigation in the developing world—Two case studies from the Kathmandu Valley in Nepal. *Agricultural Water Management* 88(1):83–91. doi:10.1016/j.agwat.2006.08.012.

Saravani, M. J. – Saadatpour, M. – Shahvaran, A. R. 2024. A web GIS based integrated water resources assessment tool for Javeh Reservoir. *Expert Systems with Applications* 252:124198. doi:10.1016/j.eswa.2024.124198.

Sargaonkar, A. – Deshpande, V. 2003. Development of an Overall Index of Pollution for Surface Water Based on a General Classification Scheme in Indian Context. *Environmental Monitoring and Assessment* 89(1):43–67. doi:10.1023/A:1025886025137.

Şener, Ş. – Şener, E. – Davraz, A. 2017. Evaluation of water quality using water quality index (WQI) method and GIS in Aksu River (SW-Turkey). *Science of The Total Environment* 584–585:131–44. doi:10.1016/j.scitotenv.2017.01.102.

Simsek, C. – Gunduz, O. 2007. IWQ Index: A GIS-Integrated Technique to Assess Irrigation Water Quality. *Environmental Monitoring and Assessment* 128(1):277–300. doi:10.1007/s10661-006-9312-8.

Smith, D. G. 1990. A better water quality indexing system for rivers and streams. *Water Research* 24(10):1237–44. doi:10.1016/0043-1354(90)90047-A.

Golden Software, LLC. 2012. Surfer® (verzió 12.0) [Számítógépes szoftver]. Golden Software, LLC. Link: <https://www.goldensoftware.com/products/surfer>. (Utolsó elérés: 2025. szeptember 3.)

Tableau Public. 2025. Vízminőségi monitoring adatok értékelése Bárádon. Link: https://public.tableau.com/app/profile/d.niel.balla/viz/Brnd_

Water_Quality_2022_magyar/BrndWaterQuality?publish=yes, (Utolsó elérés: 2025. szeptember 3.)

Taşan, S. 2022. Estimation of Groundwater Quality Using an Integration of Water Quality Index, Artificial Intelligence Methods and GIS: Case Study, Central Mediterranean Region of Turkey. *Applied Water Science* 13(1):15. doi:10.1007/s13201-022-01810-4.

The MathWorks, Inc. 2024. MATLAB and Simulink [Számítógépes szoftver]. The MathWorks, Inc. Link: <https://www.mathworks.com>. (Utolsó elérés: 2025. szeptember 3.)

Tytła, M. 2019. Assessment of Heavy Metal Pollution and Potential Ecological Risk in Sewage Sludge from Municipal Wastewater Treatment Plant Located in the Most Industrialized Region in Poland—Case Study. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 16(13):2430. doi:10.3390/ijerph16132430.

Uddin, M. G. – Nash, S. – Olbert, A. I. 2021. A Review of Water Quality Index Models and Their Use for Assessing Surface Water Quality. *Ecological Indicators* 122:107218. doi:10.1016/j.ecolind.2020.107218.

Vadas, A. – Ferenczi, L. 2023. Small urban waters and environmental pressure before industrialization: The case of Hungary. *Journal of Historical Geography* 82:98–109. doi:10.1016/j.jhg.2023.09.008.

Zhang, Z. 2018. *Artificial Neural Network*. In Zhang, Z. (szerk.): *Multivariate Time Series Analysis in Climate and Environmental Research*. Springer, Cham, pp. 1–35. doi: 10.1007/978-3-319-67340-0_1.

Zolfaghary, P. – Zakerinia, M. – Kazemi, H. 2021. A model for the use of urban treated wastewater in agriculture using multiple criteria decision making (MCDM) and geographic information system (GIS). *Agricultural Water Management* 243:106490. doi:10.1016/j.agwat.2020.106490.



e-Szignó
Földmérőknek!

e-szigno.hu/foldmeroknak

Representation of Maghrebian Toponyms on Hungarian Globes (19th to 20th century)

Malak ALASLI¹

¹ELTE Térképtudományi és Geoinformatikai Intézet

E-mail: alaslma.ma@gmail.com

[DOI: 10.30921/GK.77.2025.2.3](https://doi.org/10.30921/GK.77.2025.2.3)

Absztrakt

A tanulmány a 19. század elejétől a 20. század végéig terjedően tárja fel a magrebi helynevek magyar földgömbökön való formai megjelenését. A dolgozat elsődleges forrásai azok a magyar földgömbök, amelyek felbecsülhetetlen kartográfiai történeti értéket képviselnek. Az adatbázis különböző formában megírt helyneveket tartalmaz, ide értve a helyes mai írásmódot és magyar kiejtést éppúgy, mint a névadási változatokat: a korábbi megnevezéseket, diakritikus jeleket és átírási változatokat. A kutatás multidiszciplináris megközelítésével a magyar földgömbök magrebi helyneveinek (földrajzi neveinek) időbeli változására (fejlődésére), illetve a kartográfiára és a nyelvészetre gyakorolt tágabb vonatkozásaira kíván rávilágítani oly módon, hogy tanulmányozza azok megjelenését a különböző korszakok különböző térképein és földgömbjein. Ez az elemzés a helynévformák és az írásmód eltéréseit is felméri, vizsgálva a különböző korszakokban használt változatokat. Ez magába foglalja konkordenciamintázatok vizsgálatát, a magrebi helyneveknél sajátos nyelvi jellemzők azonosítását, valamint formáik időbeli változásainak nyomon követését.

Abstract

This study explores the representation of Maghrebian toponyms on Hungarian globes spanning the early 19th to the late 20th centuries. The primary sources for this study are Hungarian globes, which act as invaluable historical cartographic artifacts. The dataset comprises toponyms written in diverse forms, including their correct new spelling and Hungarian pronunciation as well as variations in orthography, former naming, diacritics, and adaptations. Through a multidisciplinary approach, this research strives to shed light on the evolution of Maghrebian toponyms on Hungarian globes and the broader implications for cartography and linguistics by studying their manifestation on different maps and globes from various periods. This analysis will also assess variations in toponym forms and spelling, examining the variants used in different periods. This includes investigating concordance patterns, identifying linguistic features specific to Maghrebian toponyms, and tracking changes in their forms over time.

1. Introduction

This paper is a chapter of a bigger PhD project that strives to investigate how the place names of the Maghreb region were used in Hungarian publications in the past two centuries, namely in school atlases, world atlases, university textbooks, and on globes. Consequently, this current contribution is an extension of preceding research, akin to the earlier publication on Maghrebian toponym variants in Hungarian school atlases (Alasli, 2021).

Examining the representation of Maghrebian toponyms on Hungarian globes provides a distinctive perspective and unveils how the Maghreb region was perceived and depicted over time. Exploring the toponymic variations and linguistic adaptations of Maghrebian place names on Hungarian globes offers insights into phonological, orthographic, and morphological changes. It also demonstrates how Hungarian cartographers perceived and portrayed Maghrebian toponyms. Furthermore, Hungary's geographical distance and limited historical contact with the Maghreb, in contrast to countries like Spain, France, Italy, or Portugal, make the Hungarian case particularly intriguing. While

these (Indo-European) languages have established exonyms and translations in their cartographic representations, this study focuses on a smaller (non-Indo-European), geographically distant language, exploring how it handled and handles Maghrebian geographical names. In other words, this study strives to investigate how the geographical names of a large (Semitic) language that does not use Roman letters and was under French influence come into a small language that uses Roman letters but was under German stress through centuries. In addition, this research can also serve as a model for an in-depth analysis of the geographical names of any region. For instance, future students and researchers could pursue analogous research goals, employ similar methodologies to analyze Maghrebian names in a different language or explore the presentation of Hungarian toponyms on Maghrebian maps. Moreover, the study aims to deliver a concordance of the place name variants from reliable sources, including globes, school atlases, world atlases, and university textbooks. The outcomes of this research extend beyond personal interest, benefitting Hungarian teachers, editors, map makers, university instructors, historians, and translators working on guidebooks for the Maghreb.

My enthusiasm for the subject was also strengthened by the fact that Hungarian cartography and cartographers are considered among the best in the world. I was surprised to learn that Hungarian cartographers and their contributions have garnered widespread acclaim and acknowledgment on the global stage of cartography and by the international profession in the world. For instance, the International Cartographic Association (ICA), founded in 1959, chose Budapest as the host city for its 1989 world conference and map exhibition, highlighting the international recognition of Hungarian expertise in this field. The ICA has also honoured three Hungarian scientists – Sándor Radó in 1979, Árpád Papp-Váry in 1995, and István Klinghammer in 2003 – with the prestigious Honourable Fellowship, acknowledging their remarkable contributions to both the ICA and the broader field of cartography. Moreover, László Zentai's noteworthy role as the Secretary-General and Treasurer of the ICA from 2011 to 2019, and his current position as Vice-President (2019–2027) further exemplify the leadership roles assumed by Hungarian cartographers within the ICA, particularly as elected chairpersons in commissions like the Commission on Cartography and Children (vice-chaired by José Jesús Reyes Nuñez in 2019–2023 and recently (2023–2027), Commission on Cartographic Heritage into the Digital (chaired by Mátyás Gede), and Commission on Map Projections (chaired by Krisztián Kerkovits). Besides, the recognition of Hungarian cartography extends beyond individuals to their notable products. László Perczel's manuscript globe from 1862 received acclaim and *Lettera di distinzione* at the Third International Geographical Congress in Venice in 1881 for its geographically accurate, detailed, and aesthetically pleasing representation of the Earth, along with its extensive coverage of geographical names (Márton et al., 2021). Another remarkable achievement was the detachable structural-morphological globe of the Earth with a 40 cm diameter, edited by Mátyás Márton and produced by the Cartographia Enterprise, which won the prize for the best demonstration aid at the Internal Map Exhibition of the ICA in 1989 (Papp-Váry, 1990). In addition, Cartographia's globes (*Kartográfiai Vállalat*) were published in various languages, including Czech, German, English, and Polish, thus demonstrating a commitment to the international market (Márton, 1988). Furthermore, the National Atlas of Hungary – Natural Environment was awarded first prize in the ICA World Exhibition of Cartographic Products in Tokyo in 2019, attesting to the high quality of Hungarian cartographic work (Nemzeti Atlasz, n.d.). The National Atlas of Hungary – Society continued this success by receiving the ICA Award Popular Vote on atlases in the ICA World Exhibition of Cartographic Products in Florence in 2021 (International Cartographic Association, 2023). These instances collectively underscore the global respect and appreciation earned by Hungarian cartographers and their impactful contributions to the field.

These achievements highlight that Hungarian maps are renowned for their cartographic precision and historical contextualization, making them valuable resources for studying the representation of the Maghreb region and its toponyms. Therefore, using Hungarian globes as primary sources for Maghrebian toponyms offers a unique opportunity to explore

these place names' geographical and historical significance. Consequently, the study focuses on general globes dating from the first years of the 19th to the last decade of the 20th century. The choice of period for this study – general earth globes dating from the first years of the 19th to the last decade of the 20th century – is explained by the fact that the first Hungarian-language globe was created in 1801–1803, while globes from the 21st century were not considered since the Hungarian writing of Maghrebian names on globes followed established and already settled practices. There have been no recent changes in the representation of these names.

It is crucial to clarify that although the Hungarian maps depict an indefinite sovereignty border in the southwestern region of Morocco, such boundary disputes or interpretations of sovereignty are not considered for this research. More specifically, the study concentrates on the toponyms from the entire territory of Morocco, including its northern regions, and stretches all the way to Lagouira (on the Atlantic coast south of the Tropic of Capricorn, indicated as La Güera in the 2022 edition of the Hungarian Cartographia's world atlas), encompassing areas within the Sahara. Therefore, by the Maghreb, we mean the political geographical area encompassing nations such as Morocco, Algeria, and Tunisia, which boasts a multifaceted cultural and linguistic heritage shaped by an intricate tapestry of historical events, including colonialism, trade routes, and cultural exchanges. These factors have left a profound imprint on the toponymic landscape of the region.

2. Toponymy, Maps and Globes

Toponymy encompasses the study, description, and elucidation of terms that have served or continue to serve to denote facets of nature in their relationship with human presence. This broad spectrum encompasses everything from orientation terminology to street designations within a specific region, including names of sources, rivers, mountains, towns, settlements, and countries. They are regarded as providing “the most useful geographical reference system in the world” (Uluocha, 2015). Throughout history, people have used geographical names as a spatial framework, offering an efficient and immediate method of defining and locating places on the Earth's surface “without using geographic coordinates or the complicated geodetic calculations introduced in the modern period.” They are also “an intricate kaleidoscope of elements” that includes the story of humankind, making them a part of humanity's cultural heritage (Cantile, 2016). Geographical names are more than just labels on a map (Kerfoot, 2009). Place names “are redolent with meaning. Beyond the simple assemblage of letters and their syntax, they are infused with connotations both real and imagined”. Thus, they serve as rhetorical instruments, effectively conveying a nuanced sense of the landscape to which they are connected (Rofe–Szili, 2009). From a geographic perspective, they “offer, at first glance, a beguiling window to understanding the physical environment and its development through time” (Zelinsky, 1955). Linguistically, “naming is clearly not arbitrary, since the action of naming a place is a conscious one” (Radding–Western,

2010). Naming also allows us “to distinguish one salient location from another, facilitating communication and reducing ambiguity” (Coates, 2006). In addition, “Toponyms are an important part of our cultural heritage and are thus more than names, they also encode history” (Villette–Purves, 2018).

2.1. A complementary perspective on space

In visualizing space, maps and globes play distinctive yet complementary roles. While maps are typically two-dimensional representations, globes introduce a vital three-dimensional, spherical aspect to our understanding of the Earth.

Globes have been considered a “symbol of geography and of scholarship in general” for centuries. “Innumerable pictures and drawings from ancient and from modern times bear witness to this” (Oberhummer, 1924). However, it is crucial to note that in earlier times, the practical utility of globes far transcended their contemporary applicability and function. It is somewhat regrettable that globes are not more widely integrated into our daily lives. Developing a habit of consulting globes when contemplating global events, environmental issues, or international conflicts could significantly improve our collective understanding of these complex matters. Globes offer a unique perspective that bridges the gap between our mental models of the world and the actual reality, fostering a deeper awareness of global dynamics.

In essence, proficiency in map and globe skills is more than just a functional tool in modern society; it constitutes a fundamental form of knowledge with broader implications for our everyday lives. Both maps and globes are crucial in rectifying inaccuracies within our cognitive perception of space, helping us align our mental constructs with the actual world.

2.2. Toponymy and cartography

Cartography preceded writing and has a rich history, evolving alongside human exploration and technological advancements. The desire to visually represent the Earth and navigate its terrains led to its development. Cartography is a dynamic field that reflects the evolving understanding of the Earth and its representation throughout history. Essentially, cartography functions as a means to visually represent a geographical space, with toponymy playing a crucial role in identifying various components within these representations.

Cartographically, toponyms serve as fixed reference points on maps; therefore they hold vital significance in the cartographic construction of landscapes. They serve as “cartographic labels that can be used for orientation, navigation, recreation, and reference points” (Uluocha, 2015). Therefore, “cartography is an unbeatable tool for the study, standardization, and dissemination of toponymy” (Mitxelena-Hoyos–Amaro-Mellado, 2023).

The primary characteristic of a geographical map lies in its ability to faithfully portray the places it encompasses, underscoring the importance of prioritizing the correct rendition

of toponyms. Thus, a comprehensive map necessitates accurate representation of the names associated with the depicted locations. In modern cartography, the comprehensive depiction of the terrain entails not only precise geometric descriptions but also the inclusion of accurate names for all types of locations, whether they are inhabited or uninhabited. This combination of geographical data and toponyms is essential for creating detailed and informative maps.

2.3. Toponymic transcription

Toponyms “shall be spelt in accordance with generally accepted rules of linguistic correctness” (Sandin, 2016). Toponyms, an integral part of a language, necessitate orthographic conformity to established linguistic conventions within that language. The written representation chosen for a toponym should accurately mirror how the local people pronounce it and, equally importantly, should align with the broader social consensus. Deviating from the commonly standardized spelling of a toponym to an unconventional form, which does not correspond to the local pronunciation, may render it unusual or unidentifiable.

Toponymic transcription, which involves representing the names of geographical places in a globe or other cartographic documents, presents a significant challenge, especially in countries influenced by foreign languages and cultures or in regions with intricate linguistic contexts. The rich tapestry of civilizations, cultures, and dynasties that have passed through, settled, and governed in places like Morocco, Algeria, and Tunisia, has left a profound imprint on the names of these locations. These appellations bear historical significance and carry the unique characteristics of each civilization, culture, or ruling dynasty. They often overlay, juxtapose, or intertwine with the original Berber toponyms or names of the indigenous Libyans, creating a diverse and intricate toponymic landscape. Therefore, the challenge lies in accurately capturing this complex historical and cultural layering while respecting the linguistic nuances and pronunciation of the local population. When a place name is imported into another language, it often involves adapting the toponym to the linguistic rules of the target language. This adaptation spans various linguistic aspects, including orthography, phonology, morphology, syntax, and pragmatics. This transformation of toponyms encompasses processes such as translation, transcription, and transliteration..

3. Methodology

3.1. Data selection

Selecting Hungarian globes with Maghrebian toponyms is vital in this research, as it constructs the foundation for the subsequent analysis. The process involves identifying relevant political and relief globes that contain place names from the Maghrebian region, assuring their authenticity, and assessing their suitability for the research objectives (Table 1). Naturally, mostly only the larger sized globes are considered as they contain the largest number of place names. The globes are grouped according to major periods of Hungarian history. The selected timeframe

stems from the consideration that while earlier globes did exist, they were not made in Hungary or by Hungarian cartographers. The decision was to include globes produced in Hungary exclusively, adding a distinctive national context to the collection. The inaugural Hungarian-made globe emerged in the early 19th century, marking a significant historical milestone in the country's cartographic contributions. All examples are available for study in the excellent Virtual Globes Museum (referred to as VGM from now on; <http://terkeptar.elte.hu/vgm/?lang=hu>) managed by the founder Prof. Mátyás Márton at the Institute of Cartography and Geoinformatics at ELTE University. Moreover, the place names and their Hungarian versions presented in this study have been taken from the maps and names index of Cartographia's world atlas published in 2022. Using data from such a reputable atlas provides the accuracy and credibility needed for the toponymic information.

Following the collection of names from diverse globe sources, the collected data underwent a systematic organization and categorization process. Subsequently, a comprehensive analysis was conducted, considering both historical and linguistic aspects from the past two centuries. The detailed examination and discussion of these names will be presented in the results section, offering insights into their evolution and linguistic nuances.

Details regarding the globes have not been included in this article due to length constraints. However, comprehensive information about all the maps listed in the table is easily accessible in high quality through the Virtual Globes Museum. Each globe is uniquely identified by an ID, represented by the last number in its respective internet link indicated in the last column of Table 1. Interested readers seeking more elaborate descriptions and explanations, provided in Hungarian and occasionally in English, are encouraged to visit the respective page for an in-depth understanding.

3.2. Methods

Using the Descriptive Statistics method, specifically Frequency Analysis, the research determined each toponym's frequency, thereby identifying the most common and less common place names within the dataset. This statistical approach provided valuable insights into the distribution and prevalence of Maghrebian toponyms.

Moreover, Geographic Information Systems (GIS) software, specifically QGIS, was employed to represent the spatial distribution of these toponyms visually. This geographic visualization allowed for a clear and intuitive understanding of where these toponyms are located geographically, enabling the identification of spatial patterns and concentrations.

In addition to the spatial analysis, a comparative linguistic analysis was conducted to unveil variations in Hungarian orthography, phonetics, and diacritics among the toponyms. This linguistic perspective sheds light on the multifarious ways these place names have been represented.

Furthermore, the availability of maps from different periods facilitated the conduct of a temporal analysis of the evolution of Maghrebian toponyms. This investigation delved into how these toponyms' distribution, prevalence, and linguistic characteristics have changed over time, delivering a comprehensive historical context for the study. It is worth noting that the official orthography of the Hungarian language underwent several changes during the presented periods. The first regulation of Hungarian orthography by the Academy was in 1832. However,

the issue of writing geographical names began to be addressed much later in Academic regulations than of personal names. The individual solutions to the unregulated writing problems and the contradictory decisions of the various official actors, also contrary to linguistic laws, caused enormous confusion in this area. The writing geographical names was one of the most disorganized issues in Hungarian orthography. It is essential to recognize that this regulation and subsequent editions, extending through the mid-20th century, did not provide detailed instructions for the writing of non-Hungarian place names. The Academic rules on transcription only dealt with the writing of names mainly from Russian, Greek and Chinese until its 11th edition in 1984. This gave a general statement that the proper names of non-Latin script languages (such as Arabic) are usually converted according to the Hungarian alphabet, preferably from the source language. However, the world atlases of Kartográfiai Vállalat consistently used the French transcription for the Arabic place names of the former French colonies, except for certain natural features. This context explains the representation of Maghrebian toponyms on Hungarian globes during these historical periods.

These methodological approaches collectively enriched our understanding of Maghrebian toponyms and their evolution.

4. Results and Discussion

Due to length constraints, this chapter only presents the major toponymic features of the first four Hungarian globes. All others can be reached through the VGM.

The manuscript globe from 1801–1803 bears an influential place in history as the inaugural Hungarian-language globe ever created by students from the esteemed Reformed College of Debrecen. Notably, the contents of this globe were meticulously drawn directly onto its surface. Within the depiction of the Maghreb region, it is intriguing to observe that the term "BARBARIA" is used to represent this area. Additionally, dotted lines on the globe function as markers for specific delineated and named regions. Furthermore, the toponym "SAHARA PUSZTASAG" stands out (in capital letters), reflecting the designation used then.

The subsequent manuscript globe from 1803–1804 also holds historical significance as one of the earliest examples of Hungarian-language manuscript globes. In this representation, "Marokko" is clearly legible, while "BARBARIA" is only partly discernible due to fading letters and colours. The toponym "Gualata" is also identifiable along the Tropic of Cancer. However, other names are either fully or partially illegible. For instance, "ZAN" should read "FEZZAN." Notably, the Sahara Desert is referred to as "SÁ[H]ARA PUSZTA," with "puszta" denoting "wasteland." (The letter H is illegible in the name, because the font is blocked out by an eye-catching wide line of the Tropic of Cancer.) It is interesting to observe that contemporary Hungarian maps now use the phonetic "Szahara" only without any generic element, reflecting changes in toponymy over time.

Károly Nagy (1797–1868) emerged as a prominent luminary during the Hungarian Reform Age, believing that the nation's advancement hinges on the proliferation of educated individuals. A noteworthy accomplishment attributed to Károly Nagy is the creation of the first-ever printed globe in Hungarian, which he completed in 1840. This globe distinguished itself as the first Hungarian printed globe to feature names of places in the

Table 1. Hungarian globes selection

Historical period	Year	Author; publisher (as in the VGM)	Description (diameter)	Link
Enlightenment	1801– 1803	Budai Ézsaiás; Református Kollégium	The earliest known manuscript globe in Hungarian (25 cm)	http://terkeptar.elte.hu/vgm/2/?lang=en&show=globe&ord=date&id=125
	1803– 1804	Nagykönyvtára, Debrecen	One of the earliest known manuscript globes in Hungarian (32 cm)	http://terkeptar.elte.hu/vgm/2/?lang=en&show=globe&ord=date&id=126
Hungarian Reform Age (1825–1849)	1840	Nagy Károly	The first printed globe in Hungarian language, with hachured relief, country boundaries, without hand-colouring (31.65 cm)	http://terkeptar.elte.hu/vgm/2/?lang=en&show=globe&ord=date&id=29
Austrian rule over Hungary (1849–1918)	1862	Perczel László	The largest, unique, hand-drawn relief-political globe (127.5 cm)	http://terkeptar.elte.hu/vgm/2/?lang=en&show=globe&id=76
Hungarian Compromise with Austria (1867) until the end of the Monarchy (1918)	1868– 1870	Felkl Jan	Political globe with hachured relief (31.8 cm)	http://terkeptar.elte.hu/vgm/2/?lang=hu&show=globe&id=131
	1896	Kogutowicz és Társa, Magyar Földrajzi Intézet	Hungarian political and physical globe (51 cm)	http://terkeptar.elte.hu/vgm/2/?lang=en&show=globe&ord=id&id=23
	1897	Kogutowicz és Társa, Magyar Földrajzi Intézet	Hungarian political earth globe (25.5 cm)	http://terkeptar.elte.hu/vgm/2/?lang=en&show=globe&ord=date&id=58
	1910	Magyar Földrajzi Intézet r. t.	Political globe for schools (51 cm)	http://terkeptar.elte.hu/vgm/2/?lang=hu&show=globe&id=24
Between the world wars	1931	Kogutowicz Károly, Turner Ferencz; Kókai Lajos	Relief globe for schools (32 cm)	http://terkeptar.elte.hu/vgm/2/?lang=hu&show=globe&id=127
	1933	Takács József, Turner István; Kókai Lajos	Political globe (21.5 cm)	http://terkeptar.elte.hu/vgm/2/?lang=hu&show=globe&id=87
	1937	Kogutowicz Károly, Takács József; Kókai Lajos	Political globe with shaded relief (32 cm)	http://terkeptar.elte.hu/vgm/2/?lang=hu&show=globe&id=128
	1942	Takács József, Turner István; Kókai Lajos	Political and relief globe for schools (40 cm)	http://terkeptar.elte.hu/vgm/2/?lang=hu&show=globe&id=92
The high time of Cartography	1962	Kartográfiai Vállalat	Relief globe for schools (40 cm)	http://terkeptar.elte.hu/vgm/2/?lang=hu&show=globe&id=43
	1993	Cartographia, Belma Kft.	Illuminated globe (25 cm)	http://terkeptar.elte.hu/vgm/2/?lang=hu&show=globe&id=69
Digital reconstruction of the largest globe	2019	Márton Mátyás; ELTE Térképtudományi és Geoinformatikai Tanszék	Digital reconstruction of the largest Hungarian globe from 1862 (127.5 cm)	http://terkeptar.elte.hu/vgm/2/?lang=hu&show=globe&id=159

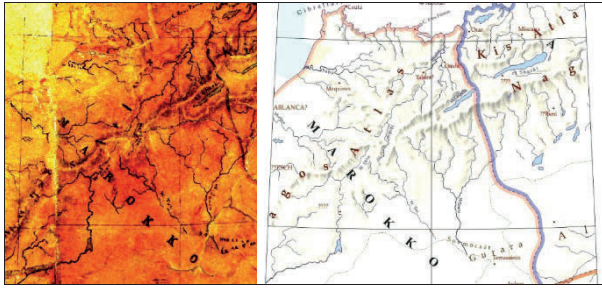


Figure 1. Photo showing a part of Morocco on the original globe (1862) and on the corresponding spherical lune of the reconstructed globe (2019)

Maghreb region, thereby enhancing its historical and cultural significance. This globe also marked the first time Hungarian cartography embraced the metric system. Nagy used Jüttner's globe and maps from well-known English and French mapmakers as references, including the latest geographical discoveries. According to Katalin Plihal, in 1833, Nagy proposed creating and disseminating printed terrestrial and celestial globes to underpin education in Hungary. This initiative proved instrumental in affording countless young individuals access to essential geographical knowledge in their native tongue, thereby broadening their horizons (Plihal, 2016). It is noteworthy that the toponyms on the globe were translated from German and written in Hungarian script, aligning with the broader development of Hungarian national identity during the Reform Age.

(It is worth noting that in Kókai Lajos' globe of 1942, the place names were edited by József Takács, a teacher of geography and an internationally recognized Hungarian expert on geographical names, mainly on Arabic place names.)

Furthermore, the “132 cm diameter manuscript globe of László Perczel from 1862 is among the largest ones of Central Europe” (Gede et al., 2011). However, it has been verified that the correct size is 127.5 cm (Márton, 2019). “This unique work of art, which has suffered irreparable damage due to the ordeals of the 20th century”, holds immense cultural significance and is a vital part of our cartographic heritage. Thanks to digital processing, it was possible to create three artistic copies of Perczel's globe (Ungvári et al., 2021). “Large parts of the surface of the sphere are not only worn, but they are also physically damaged” (Lente et al., 2020) (Figure 1). As the original globe was made in one copy, it could not influence the usage of Arabic names in schools. However, it recorded more than seventy place names of the Maghreb region, some of which had never appeared on Hungarian maps before. This justifies presenting an analysis of labelling the Arabic place names on the studied area of the globe.

The most time-consuming and extensive work in the digital reconstruction was the identification and completion of the names. The condition of the names varies significantly; some names are easily legible, others suffer from faint or missing letters, and question marks mark the illegible characters. Professor Mátyás Márton, an expert in the field, has pointed out that the most detailed Hungarian-made map or globe depicting the Maghreb region prior to Perczel's globe was likely created by Károly Nagy in 1840. This suggests that any name found on Perczel's globe but absent on Nagy's globe was probably incorporated by Perczel from foreign sources, often with modifications to conform to Hungarian spelling conventions. According to Lente, Perczel likely used maps from “Universal-Handatlas (Heinrich Berghaus), Glogau, 1859” as references during the design of his globe. Numerous visual similarities between the graphics of the atlas and the globe substantiate this

assertion. Additionally, many geographical names were directly borrowed from specific map sheets of this atlas, often retaining their original German spellings. Moreover, it is also evident that he made use of “Atlas complet du précis de la géographie universelle, Paris, 1812”. This source was particularly valuable in assisting with the geographical names of Africa and the archipelago in the South Pacific Ocean. Notably, the atlas “Galetti Egyetemi Világrajza (Falk Miksa), Pesten, 1857” was published in Hungarian, which aligns with Perczel's aspiration to promote the Hungarian usage of geographical names. This atlas is of particular significance as it provides an exhaustive geographical overview of the world, complemented by richly illustrated maps (Lente et al., 2020).

The 2019 reconstructed Perczel globe – following the mistakes on the original – displays some notable discrepancies in the placement of certain toponyms. For instance, the toponym “Barika” is positioned approximately 100 kilometres northwest of its expected location. Similarly, “Bordj,” if indeed referring to Bordj-Bou-Arredj, is shifted approximately 100 kilometres to the east. “Talsint?” appears to be potentially misplaced by over 200 kilometres. However, such misplacements of place names were not considered and were not dropped when collecting the names. Additionally, there are toponyms marked with question marks, like “Aarine?” and “Tinidjarin?” thus creating challenges in terms of identification. Furthermore, there are other toponyms for which the original name remains uncertain, adding an element of ambiguity to their representation on the globe.

4.1. Maghrebian toponyms collected

A total of 297 Maghrebian toponyms were collected and analyzed as part of this study, providing a substantial dataset for research and analysis of place names on Hungarian globes spanning different historical periods (Figure 2).

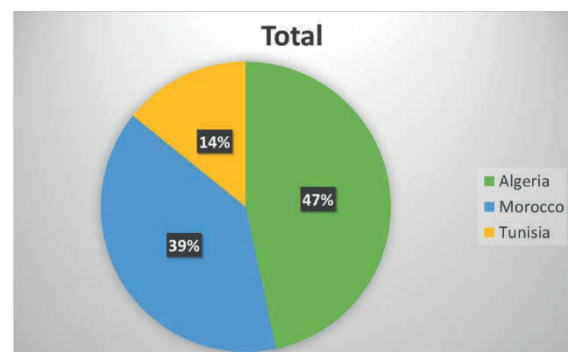


Figure 2. Total of toponyms collected

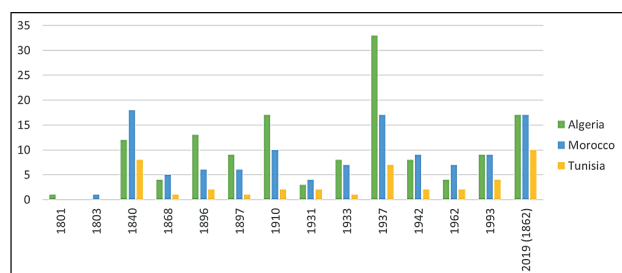


Figure 3. Yearly count of toponyms per country

This visual representation (Figure 3) provides a clear overview of how the number of collected toponyms has evolved over time. The lowest recorded count was one toponym, which occurred in 1803, signifying a notable drop compared to other years. Conversely, the highest recorded count was 56 toponyms in 1937, which stands out as the peak count in the dataset. The decision to focus on bigger globes from various periods aligns with the principle that bigger globes can accommodate a more significant number of names. However, the quality of the fonts and the overall legibility of the toponyms played an influential role in the selection process. Globes with poor font quality were excluded from the study, emphasizing the importance of clear and legible representation.

In the case of Perczel's globe, the original globe would have been challenging to analyze or consider for toponymic research. Its reconstruction enhanced the legibility and quality of the fonts, making it a valuable source for studying the toponymy of the Maghreb region.

Indeed, the reconstruction and restoration efforts ensure that historical maps and globes remain accessible and provide accurate representations for researchers, educators, and the general public. Moreover, it contributes greatly to the broader understanding of our world's history, geography, and cultural heritage.

4.2. A spatial analysis to visualize the distribution of the toponyms

Figure 4 illustrates the geographical distribution of the collected toponyms, uncovering an interesting concentration pattern. Specifically, there is a notably higher concentration of toponyms in the upper regions of Morocco, Algeria, and Tunisia compared to the lower parts of these countries. This concentration is not only explained by the fact that the southern areas of the Maghreb countries have much fewer recorded place names because they have been less populated due to the harsh physical geographical environment. It is also true that the collection of toponyms has been more extensive in the northern areas of these nations, while the southern regions appear to have fewer documented toponyms. This geographic pattern may reflect historical, cultural, or research biases that have influenced the recording of toponyms in these regions.

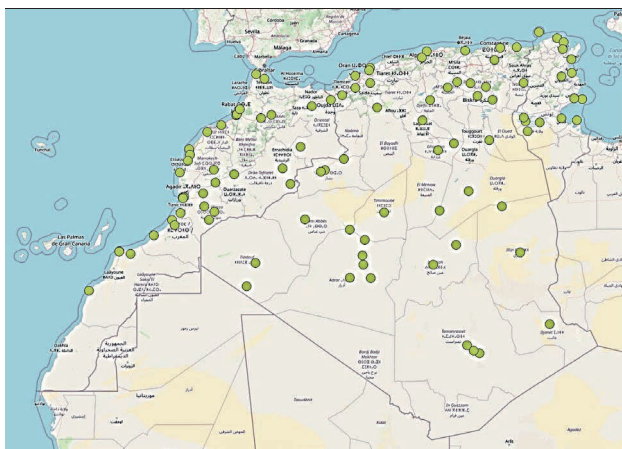


Figure 4. Spatial distribution of the collected toponyms

The proximity of the northern regions of Morocco, Algeria, and Tunisia to Europe could significantly contribute to the higher concentration of documented toponyms in these areas. Historically, these regions have had closer interactions, exchanges, and influences with European nations, which could have led to more extensive record-keeping and documentation of toponyms. Additionally, factors such as colonialism, trade routes, and cultural exchanges may have played a role in the greater attention given to these northern areas regarding geographical documentation.

4.3. Toponymical variations

Upon collecting all the toponym variants from the Hungarian language globes, each variation has been recorded and systematically classified into nine major categories, each shedding light on the diverse ways in which toponyms can evolve and adapt:

- Diacritical variation: This category encompasses variants that maintain orthographic similarity to the official spelling but introduce changes in diacritics (accents or marks) by adding or removing them in one or more letters.
- Foreign language influence: Variants falling under this category are derived from other languages, such as Spanish, German, French, or Arabic, reflecting the influence of linguistic borrowings or cultural interactions.
- Typographical error: Variants in this category suggest that the differences in toponym spellings are unintentional mistakes.
- Official form: This category represents the latest official spelling of the toponym, indicating that the variant is the result of an official change or update.
- Historical/colonial former name: Variants in this category emphasize the historical context or colonial influence.
- Orthographic/spelling variation or alternation: This category encompasses alterations such as hyphen or dash usage, letter insertions or deletions, and the substitution of different letters.
- Hungarian orthography and pronunciation patterns: Variants in this category reflect adaptations to Hungarian rules, encompassing phonetic or morphological changes.
- Hungarian translation: Variants in this category involves translating one part or the entirety of the toponym into Hungarian.
- Shorter form: Variants in this category represent abbreviated forms of the official spelling, reflecting a more concise representation of the toponym.

Certain toponyms exhibit more than one variation type. Hence, for a rigorous statistical analysis, the most prominent or influential variation was selected and documented in the "Variation type" column. To ensure that all variations are adequately recorded and to maintain a comprehensive interpretation, the second layer of variation was thoughtfully included in the "Comments" column within the dataset. This particular approach ensures that all relevant variations are documented and can be referenced as needed while allowing the primary variation to take precedence during analysis. Consequently, the dataset achieves depth, offering a detailed comprehension of toponymical variations and their intricate dynamics.

The recorded variations in the Toponymic Dataset exhibit a diverse range of categories, each offering unique insights into how these place names have been represented over time. Diacritical Variation retained 11 instances, whereas Orthographic/spelling variation or Alternation encompassed 33 instances. In addition, 32 toponyms were influenced by other languages, while 36 instances were identified as Historical/colonial former name. Besides, Hungarian orthography and pronunciation patterns influenced 29 instances, and Hungarian translation comprised 21 toponyms. Moreover, the official or standard spelling of toponyms was recorded for 125 instances. Besides, three instances of toponyms were presented in abbreviated or shortened forms. Finally, seven instances resulted from typographical errors or mistakes in the representation of the toponym.

4.4. Frequency of the toponyms

The dataset analysis displayed the toponyms with the highest frequency of appearance on Hungarian globes. These frequently occurring toponyms are as follows:

- Morocco (Figure 5): Marrakech (11 occurrences), Fès (10 occurrences), Tanger (9 occurrences), Rabat (7 occurrences), Casablanca and Essaouira (6–6 occurrences)
- Algeria (Figure 6): Alger (12 occurrences), Oran (10 occurrences), In Salah (9 occurrences), Biskra and Constantine (8 occurrences), Tindouf (7 occurrences)
- Tunisia (Figure 7): Tunis (12 occurrences), Gabès (6 occurrences)

These toponyms provide valuable insights into the prominence and significance of specific Maghrebian locations on Hungarian globes throughout the analyzed periods.

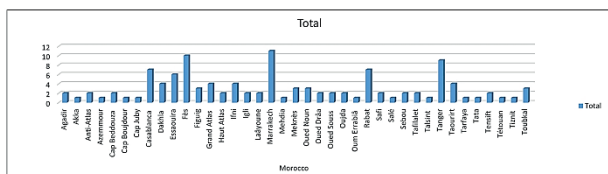


Figure 5. Frequency of Moroccan toponyms

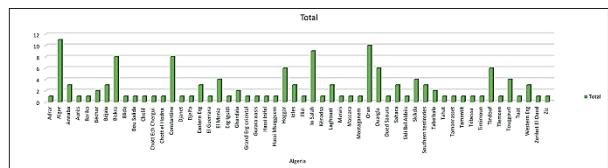


Figure 6. Frequency of Algerian toponyms

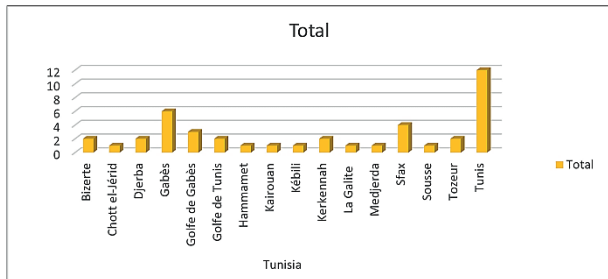


Figure 7. Frequency of Tunisian toponyms

4.5. Toponym dataset of Hungarian globes (19th to 20th century)

A large comprehensive dataset of Hungarian globes from the 19th and 20th centuries that feature Maghrebian toponyms was assembled. Each toponym was documented and structured in a systematic manner using a tabular format with the following columns, ensuring a comprehensive record of the toponym data. This constructed database will be a valuable resource accessible to researchers, map makers, editors, linguists, and travelers interested in the Maghreb region. Currently, the database is a work in progress, with ongoing efforts to fill in certain names and update data, and it will be made openly available once completed.

Note that Table 2 presents only an extract of place names and columns from the dataset. It is a sample providing an insight into the structure and construction of the database. This preview emphasizes the commitment to transparency and accessibility, with the complete and finalized database anticipated to offer a vital tool for those engaged in research, cartography, linguistic studies, and exploration within the context of the Maghreb.

– Globe's ID: This column records the unique identifier in the VGM associated with the globe from which the toponym was collected. This helps in tracking the source of each toponym.

– Country: Specifies the country with which the toponym is located or associated, providing geographic context.

– Toponym: This column includes the official form of the toponym in both its French and Arabic representations along with the Hungarian pronunciation taken from the world atlas of Cartographia Kft. (2022), ensuring linguistic accuracy and completeness.

– Feature: This column identifies the specific geographical feature to which the toponym pertains. It helps contextualize the toponym within its geographic context.

– Coordinates: This column provides the geographic coordinates (latitude and longitude) associated with the toponym, enabling precise location identification on the Earth's surface.

– Variants: In this column, the various toponymical variations are documented. These variants capture how the toponym has been represented over time.

– Type of variation: This column categorizes the type of toponymic variation, as outlined in the previous classification, helping to classify and analyze the variants systematically.

– Comments: This column serves as a space for additional notes or comments that provide context, explanations, or any relevant information about the toponym. It allows for a more comprehensive understanding of each toponym.

The structured database offers a comprehensive and systematically organized repository for the collected toponyms, facilitating efficient retrieval and analysis of toponymic data from various sources. Notably, the advantages of this structured dataset include:

– Efficient retrieval: Researchers can quickly access toponymic data, allowing for more effective geographic information retrieval. This expedites the research process and enhances the efficiency of data analysis.

Table 2. Extract of the Toponymic Dataset

Country	Toponym	Latitude	Longitude	Feature	Variant	Year	Variation type	Comments
Morocco	Figuig [Fígíg] فجيج	32.10891	-1.22855	Settlement, city	Figig	1910	Foreign language influence	
	Haut Atlas [Magas-Atlasz] الاطلس الكبير	31.75000	-6.50000	Mountain range	Magas-Atlasz	1910	Hungarian translation	Plus an addition of the hyphen
					Magas Atlas	2019 (1862)	Typograph-ical error	“o” instead of an “a” for the Hungarian “Magas”
Algeria	Béjaïa [Bedzsája] بجاية	36.75587	5.08433	Settlement, city	Bugia	1840 1910	Foreign language influence	Portuguese influence
					Bougie	1937	Historical/colonial former name	French name
	El Menia [Goléa] المنية	30.71909	3.00376	Settlement, village	El-Golea	1896 1910	Historical/colonial former name	Plus an addition of the hyphen
					El Goléa	1937	Historical/colonial former name	
					El Golea	1897	Historical/colonial former name	Plus an omission of the accent
	Tamanrasset [Tamánrászet] تامنراست	23.55000	5.18333	Settlement, city	Font Laperrine	1937	Historical/colonial former name	“n” instead of an “r” for the French name
	Touggourt [Tuggúrt] تغرت	32.93315	6.34115	Settlement, city	Tuggurt	1868–1870	Foreign language influence	Might be Spanish influence
					Tugur	2019 (1862)	Typograph-ical error	
Tunisia	Golfe de Gabès [Gábeszi-öböl] قابس خليج	34.00000	10.41670	Gulf	Gabes ö.	2019 (1862)	Diacritical variation	+Shorter form of “öböl”
					Gábèsi öb	1937	Hungarian orthograph-y and pronunciat-ion patterns	
					Kis-Szirtisz	1962	Hungarian orthograph-y and pronunciat-ion patterns	Hungarian adaptation to “Lesser Syrtis”
	Kerkennah [Kerkenna-szk.] قرقنة	34.70965	11.18318	Islands	Kerkeris	2019 (1862)	Orthograp-hic/spellin-g variation or alternation	
					Kerkenis	1840	Orthograp-hic/spellin-g variation or alternation	
	Sfax [Szfáksz] صفاقس	34.74056	10.76028	Settlement, city	Sfaksz	2019 (1862)	Hungarian orthograph-y and pronunciat-ion patterns	– “sz” represents the /s/ sound, – The letter “x” is typically pronounced as /ks/

– Improved communication: It fosters accuracy and correctness in reference and communication by providing a standardized and methodical collection of toponyms. This is especially significant when dealing with different linguistic variations and historical changes.

– Concordance of variants: It facilitates cross-referencing and comparison, which allows for easy identification of different spellings, linguistic variations, and historical representations of place names.

– Comprehensive reference: It enriches the dataset's comprehensiveness, ensuring access to a wide range of toponymic representations. This comprehensive reference is invaluable for in-depth analyses and historical research.

5. Conclusion

This interdisciplinary study meticulously studied the record of Maghrebian toponyms on Hungarian globes spanning two centuries. The evolution of these representations over time was evident, from early generic terms to accurate nomenclature. The structured Toponymic Dataset of 297 toponyms, categorized by orthographic variations and historical contexts, provides an invaluable resource for researchers. It enhances the accessibility and utility of toponymic data, promoting effective research, reference, and communication in the field of geography and cartography.

References

- Alasli, M. (2021). Maghrebian toponym variants in Hungarian school atlases. *Geodézia és Kartográfia*, 3 (June 2021), 29–36. <https://doi.org/10.30921/GK.73.2021.3.6>
- Cantile, A. (2016). Place names as intangible cultural heritage: potential and limits. *International Scientific Symposium*, March 2015, 11–16. <https://www.igmi.org/++theme++igm/toponomastica/Place names Symposium 2015.pdf>
- Coates, R. A. (2006). Properhood. *Languages*, 82(2), 356–382. <https://doi.org/https://doi.org/10.1353/lan.2006.0084>
- Gede, M. – Márton, M. – Ungvári, Z. (2011). Digital reconstruction of Perczel's globe. *E-Perimetron*, 6 (2), 68–76.
- Földrajzi világtatlasz. Cartographia Kft., Budapest, 2022.
- International Cartographic Association. (2023). ICC 2021. Retrieved from <https://icaci.org/icc2021/>.
- Lente, Zs. – Kecskés, B. – Márton, M. – Zentai, L. (2020). Digital reconstruction of a unique, giant globe. 8th International Conference on Cartography and GIS, 1, 1314–0604.
- Márton, M. (1988). A Kartográfiai Vállalat földgömbjei. *Geodézia és Kartográfia*, 40(1), 42–48.
- Márton, M. (2019). A percel-glóbusz újraalkotásának legújabb fázisa. *Geodézia és Kartográfia*, 71(5), 18–27. <https://doi.org/10.30921/GK.71.2019.5.3>
- Márton, M., Gercsák, G., & Zentai, L. (2021). The Perczel Project (2007–2019). *Proceedings of the ICA*, 4, 1–8. <https://doi.org/10.5194/ica-proc-4-72-2021>
- Nemzeti Atlasz. (n.d.). Award. Retrieved from <https://www.nemzeti atlasz.hu/en/award.html>
- Papp-Váry, Á. (1990). Az ICA 14. konferenciája. *Geodézia és Kartográfia*, 42(1), 7–24.
- Mitxelena-Hoyos, O. – Amaro-Mellado, J. L. (2023). A Comparison of Cartographic and Toponymic Databases in a Multilingual Environment: A Methodology for Detecting Redundancies Using ETL and GIS Tools. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 12 (2). <https://doi.org/10.3390/ijgi12020070>
- Oberhummer, E. (1924). The History of Globes: A Review. 101–112. <https://doi.org/https://doi.org/10.2307/208358>
- Plihal, K. (2016). Nyomtatott magyar föld- és éggömbök 1840–1990. HM Zrínyi Nonprofit Kft. – Zrínyi Kiadó, Budapest.
- Radding, L. – Western, J. (2010). What's in a name? Linguistics, geography, and toponyms. 100 (3), 394–412. <https://doi.org/10.1111/j.1931-0846.2010.00043.x>
- Rofe, M. W. – Szili, G. (2009). Name games 1: Place names as rhetorical devices. *Landscape Research*, 34 (3), 361–370. <https://doi.org/10.1080/01426390802242312>
- Sandin, A. (2016). Good Place-Name Practice: The Swedish Place-Names Advisory Board's Guide to the Standardisation and Preservation of Place-Names. *Ortnamn og namnvård* 6.
- Uluocha, N. O. (2015). Decolonizing place-names: Strategic imperative for preserving indigenous cartography in post-colonial Africa. *African Journal of History and Culture*, 7 (9), 180–192. <https://doi.org/10.5897/ajhc2015.0279>
- Ungvári, Zs. – Gercsák, G. – Márton, M. – Zentai, L. (2021). A new interactive gazetteer of Perczel's globe. *Proceedings of the ICA*, 4, 1–5. <https://doi.org/10.5194/ica-proc-4-108-2021>
- Villette, J. – Purves, R. S. (2018). Exploring microtoponyms through linguistic and geographic perspectives. 21st International Conference on Geographic Information Science (AGILE 2018), 10–13.
- Zelinsky, W. (1955). Some Problems in the distribution of generic terms in the Place- names of the northeastern United States. *Annals of the Association of American Geographers*, XLIII (December 2011), 319–349. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8306.1955.tb01491.x>

A Gellért-hegyről és a Gellérthegyről

BUSICS György¹, MOLNÁR Gábor Péter²

¹ Óbudai Egyetem Alba Regia Kar

E-mail: basicsgy@gmail.com

DOI: 10.30921/GK.77.2025.2.4

Absztrakt

A cikk áttekinti a budapesti Gellért-hegy történetét, tekintettel arra, hogy a hegytetőn nagyszabású felújítás zajlik. A „Gellérthegy” a 19. század eleje óta geodéziai alappont is, ikonikus pontja a magyar geodéziai hálózatoknak és vetületeknek. Fontos ismerni az 1815-ben felépített majd lerombolt csillagvizsgáló, később a helyén létesült citadella erőd történetét, hogy a mai helyzetet jobban értsük és a közvélemény számára is be tudjuk mutatni a megújuló geodéziai alappontokat.

Abstract

The article reviews the history of Gellért Hill (Gellért-hegy in Hungarian) in Budapest, considering that a large-scale renovation is underway on the hilltop. Since the early 19th century, „Gellérthegy” has also been a geodetic reference point, an iconic point for Hungarian geodetic networks and projections. It is important to know the history of the observatory built in 1815 and later destroyed; and the citadel built in its place, in order to better understand the current situation and to be able to present the renewed geodetic reference points to the public.

1. Történeti áttekintés

A Gellért-hegy – a budai Várhegygel és a Duna két partjának panorámájával – 1987 óta a világörökség része. Tetejéről páratlan kilátás nyílik a magyar fővárosra. A hegytetőn két meghatározó építmény áll (1. ábra). Az egyik építmény a Citadella (amelyről a következőkben bővebben lesz szó), a másik a Szabadság-szobor, amely Budapest jelképévé vált. Kisfaludi Strobl Zsigmond alkotása – felemelt kezében a béke pálmaágát tartó nőalak – 14 méter magas (talapzattal együtt 40 méter). 1947-ben készült, a szovjet hadsereg felszabadító tetteit és dicsőségét volt hivatva jelképezni. Akkoriban Felszabadulási Emlékműnek nevezték, felirata ez volt: „*A felszabadító szovjet hősök emlékére, a hálás magyar nép*”. 1992-ben az orosz feliratokat és a szovjet utalásokat eltávolították (a szovjet katonák szobrai a szoborparkba vitték), a nőalakot fehér lepellel takarták, majd újra leleplezték, azóta Szabadság-szobor a neve. Mai felirata: „*Mindazok emlékére, akik életüket áldozták Magyarországnak függetlenségéért, szabadságáért és boldogulásáért*”.

A Gellért-hegy a nevét Szent Gellért püspökről kapta, akit a legenda szerint 1046-ban a Vata-féle pogánylázadás résztvevői a Duna felőli sziklás hegyoldalról taszítottak a mélybe. A hittérítő püspök szobra 1904 óta a hegyoldalon, az Erzsébet-híd tengelyében áll, félköríves oszlopsorral és mesterséges vízeséssel körülvéve.

A Gellért-hegy egy tektonikus törésvonal mentén, a pleisztocén korban, mintegy 1,8 millió évvel ezelőtt keletkezett. A törésvonal mentén hévízek törnek fel, amelyek a hegytető déli pihenőjén ma is megtalálható édesvízi mészköveket hozták létre, és melegvizet kioldódással barlangok is keletkeztek. A legnagyobb ilyen

barlang a hegy déli oldalában a Szent Iván barlang (a 19. században a barlangban inséglakások voltak). Ezt a barlangot 1926-ban mesterséges barlangrésszel bővítették és a lourdes-i barlang mintájára sziklatemplommá és kolostorrá alakították át. A bejárat fölötti sziklaoromra 1936-ban fakeresztet állítottak. 1951-ben a keresztet ledöntötték, a templom bejáratát másfél méter vastag betonfallal lezárták, a kolostort a balettintézet kollégiumává alakították. 1992-ben elbontották a betonfalat, újra szentelték a Magyarok Nagyasszonya sziklatemplomot, amelyet a magyar alapítású pálos rend szerzetesei tartanak fenn. A bejárat fölött ma új kereszt áll, a bejárat mellett pedig István király lovas-szobra.

A hegy a honfoglalás előtt is, majd a középkorban is lakott hely volt, de leginkább szőlőskertek voltak itt. A török hódoltság idején (Buda 1541 és 1686 között volt török kézen) gyümölcsfá-



1. ábra 2016-os látkép a Citadelláról déli irányból.

(Forrás: <https://www.istockphoto.com/hu/fot%C3%B3k/gellert-hill-in-budapest-hungary>)



2. ábra Részlet egy 1854-es várostérképről. (Forrás: <https://maps.arcanum.com/hu/>)

kat és bokrokat ültettek a déli lejtőkre. A szőlőskertek uralták a déli oldalt egészen a 19. század végéig, amikor a filoxéra-járvány elpusztította a szőlőket s a hegy lankásabb része kezdett beépülni (2. ábra). Mára a terület sokat veszített természetességéből, a hegy jelentős részét beépítették vagy parkosították, az eredeti növény- és állatvilág csak a nehezen hozzáférhető dolomitsziklás részeken maradt meg.

A Gellért-hegy ma Budapest egyik nagy parkja is; 1997 óta természetvédelmi terület a Duna-Ipoly Nemzeti Park kezelésében. A parkok közül említést érdemel a délnyugati lankákon 1965-ben létesült Jubileumi park, amelyben azóta több játszótér is kialakítottak (Csúszdás játszótér, Vukos játszótér, Cerka-fírka mesejátszótér). Ilyen park a szabadon látogatható Budai Arborétum, amely eredetileg az 1860-ban épült kertészképző tanintézet, később a kertészeti egyetem parkja volt (ma a gödöllői egyetemhez tartozik). A hegy északi része (a Hegyalja út és az Orom utca között) is fás, füves terület. Itt található a Nelson Mandela park és a Filozófusok kertje (a világ nagy gondolkodóinak, vallási vezetőinek szobraival). E terület felszíne azért parkosított, mert ezen a helyen, a hegy gyomrában alakították ki Budapest legnagyobb víztározó medencéjét, amelyben kétszer 40 ezer köbméter víz tárolható. A földalatti tározót 1904 kezdték építeni majd az 1970-es években bővítették. A földalatti medencék falait kétszer 106 oszlop tartja.

2. Csillagvizsgáló a hegytetőn

Az 1815-ben felépült „Gellérthegyi Csillagda” a geodéziai szakirodalomban fontos szerepet játszik, így ebben a fejezetben az épület és az eredeti geodéziai alappont (diadalmas és egyúttal szomorú) történetét tekintjük át. A szakirodalomban „gellérthegyi csillagász torony”, „egyetemi csillagvizsgáló” néven is szerepel. Utóbbi név arra utal, hogy az akkori Királyi Tudományegyetem (a mai ELTE) része volt, amely egyetemet 1635-ben Nagyszombatban alapították.

Előzményként, elődként meg kell említeni a Budai Csillagdát, amely 1780 és 1815 között a budai vár egyik tornyában működött (a mai kupola helyén). Az egyetemet 1777-ben Mária Terézia Budára helyeztette át, s mivel Nagyszombatban is volt csillagvizsgálója az egyetemnek, a budai helyszínen is így tervezték. A csillagvizsgáló elhelyezése és az épület

megtervezése, felszereltsége azonban nem bizonyult megfelelőnek, ezért már 1802-ben felmerült egy új csillagvizsgáló tervezése (a várbeli Budai Csillagdát 1829-ben bontották el).

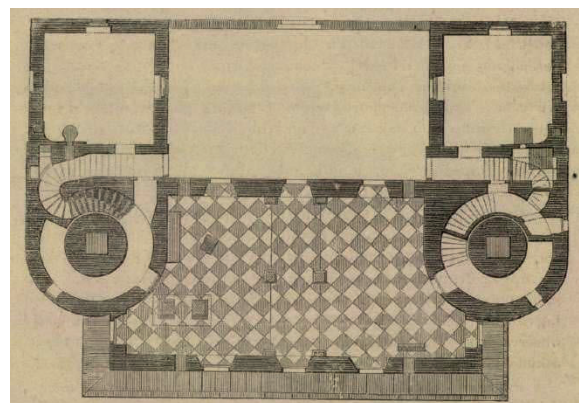
Itt kell megemlítenünk a Budai Csillagda egyik csillagászának, a hazai háromszögelés egyik úttörőjének nevét (azért is, mert emléktábláját – ami e sorok írásakor felújításra vár – a Geodéziai és Kartográfiai Egyesület és az MTA Csillagvizsgáló Intézete helyeztette el 1972-ben a Gellért-hegyen). Ő Bogdanich Imre Dániel (1762, Verőce; 1802, Buda), a horvát és a magyar nemzet fia, aki nyelvtelenség is volt (Bendefy, 1972).

Hosszas előkészületek után, 1813. augusztus 5-én tették le a gellért-hegyi Uraniae csillagvizsgáló (3. ábra) alapkövét. A tervezésben Pasquich János, Georg von Reichenbach és Pollack Mihály is részt vett. A téglalap alaprajzú, 45×25 láb (~14×8 méter) méretű kutatási főépület homlokzata merőleges volt a helyi meridiánra, az épület keleti és nyugati végében pedig egy-egy 16 láb (kb. 5 méter) belső átmérőjű, 25 láb (8 m) magasságú torony állt (4., 5. ábra) rézlemezzel fedve. A műszerek stabilitásának biztosítására mindkét tornyon belül egy-egy 9,5 láb (3 méter) átmérőjű, termésköből rakott pillér-talapatot építettek a külső fal alapjától és a padozattól függetlenül. A személyzet számára csak később, 1817-ben emeltek egy lakóépületet.

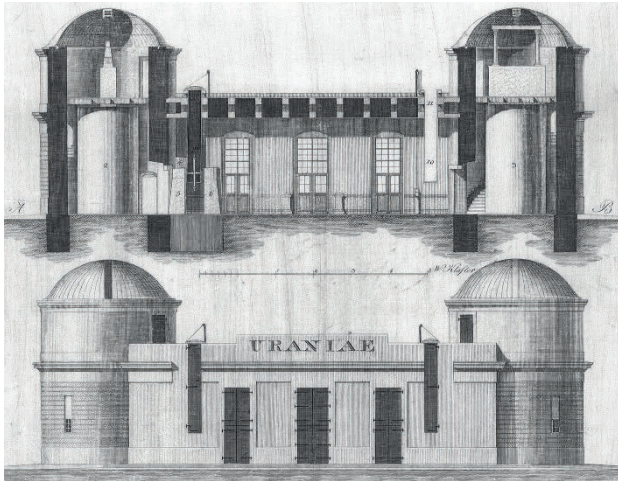


3. ábra 1844-es látkép a pesti görög templom (a mai Petőfi téri ortodox templom) felől. (Forrás:

<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=16178837>)



4. ábra Az Uraniae csillagvizsgáló alaprajza 1813-ból. (Forrás: Heller 1878)



5. ábra Az Uraniae tervrajz metszete és déli homlokzata. (Forrás: Heller 1878)

Az obszervatóriumot 1814. október 26-án három (a Szent Szövetséget megkötő) európai uralkodó látogatta meg: I. Sándor orosz cár, I. Ferenc osztrák császár és magyar király, valamint III. Frigyes Vilmos porosz király. Az uralkodói látogatásból előny is származott, ugyanis Ferenc császárnak feltűnt, hogy csak a nyugati toronyban vannak műszerek, a keletiben nem, így megkérdezte, mi hiányzik innen. Az igazgató előadta kívánságlistáját, amit az uralkodó rögvest jóvá is hagyott. Az épület avatására 1815. október 15-én került sor.

A Gellérthegyi Csillagda a kor legmodernebb műszereivel volt felszerelve, és Európa egyik vezető csillagvizsgálójának számított. Első igazgatója Pasquich János, utolsó igazgatója Mayer Lambert Ferenc volt.

A világszínvonalú intézet sorsát Budavár 1849. májusi ostroma pecsételte meg; ennek előzményeit és részletes történetét háromrészes cikkben írta meg Heller Ágost fizikus és tudománytörténész (Heller, 1878). Ugyancsak naprakész, korabeli beszámoló olvasható Albert Ferentől az Élet és Tudomány 1994/11. számában (Vargha Domokosné 1994). 1849 tavaszán a budai Várban székelő Hentzi tábornok emberei végeztek felderítéseket a Gellért-hegyen. A csillagda akkori igazgatója, Mayer Lambert Ferenc szerzetes április 22-én külföldre menekült, így minden felelősség helyettesére, Albert Ferencre szállt (Rezsabek, 2015), aki a csillagvizsgáló értékes berendezését elkezdte biztonságos helyre menekíteni a közelgő harcok elől. Május 4-én a magyar honvédsapátok 3 ágyút és tarackot hoztak fel a hegyre, amivel elkezdték ágyúzni a Várban lévő osztrák tüzérséget. A válaszként a Várból érkező többnapos ágyúzásban a csillagda súlyosan megsérült, ráadásul az épületet kifosztották, a pincében maradt műszerek nagy részét ellopták és réztárgyként értékesítették. Budavár bevételét után az egyetem Jedlik Ányos vezetésével egy bizottságot hívott életre a károk megállapítása, az elorzott tárgyak visszaszerzése és a meglévő biztonságba helyezése végett. A nagyon kevés tárgy és levéltári anyag végül az egyetem Szerb utcai épületébe került, ahol a 19. század végén Eötvös Loránd alakított ki belőlük emlékszobát. Érdekesség, hogy miután jogilag is megszűnt a csillagda, annak utolsó igazgatóját, Mayer Lambert Ferencet 1851-ben a BME

elődjének számító József Ipartanoda igazgatójává nevezték ki, ahonnan 1860-ban vonult nyugalmába.

Az egykori csillagda nevét megőrizte az Uránia Bemutató Csillagvizsgáló, amelyet 1947-ben a Sánc utcában alakítottak ki és 2018-as bezárásáig a magyar amatőr csillagászat és ismeretterjesztés központja volt.

3. Magaslati erőd (citadella) a hegytetőn

Az 1848-49-es szabadságharc leverése után a megtorlás évei következtek. Miután Budavár ostromakor a Gellért-hegy a császári csapatok szempontjából végzetes szerepet játszott, a bécsi hadvezetés elhatározta, hogy a hegyet katonai erődítménnyé alakítják át. E terv legfőbb szorgalmazója Haynau tábornok volt, akit már 1849 májusában a magyarországi császári erők főparancsnokává, később teljhatalmú helytartóvá neveztek ki. 1850-ben megindultak a tervezési és egyeztetési munkák, azonban ekkoriban még úgy képzelték, hogy a csillagvizsgáló megrongálódott épületét felújítják és a csillagda az erődön belül működhet. Egy 1851-es irat szerint (Heller, 1878) az egyetem mintegy két és félezer négyszögölnyi területet ingyen átadott a katonai kincstárnak, de a csillagda épülete körül 4 bécsi öl széles közös használatú terület maradt volna, az obszervatóriumot pedig újraindítják. Végül 1852-ben a bécsi hadügyminisztérium összeférhetetlennek találta a katonai erőd és a csillagda közös elhelyezését és ezzel a gellért-hegyi csillagvizsgáló története befejeződött, anélkül, hogy utódjáról, pótlásáról szó esett volna. Az egykori csillagvizsgáló maradványait 1867-ben bontották el véglegesen.

A gellért-hegyi Citadella építése igen gyorsan, 1954-re befejeződött. Az építkezésen nemcsak katonák dolgoztak, hanem a szabadságharcban való részvételért elítélt több ezernyi kényszermunkás is. A szabálytalan alakú fellegrvár vastag falait közvetlenül a hegy dolomit szikláira építették. Az építmény kelet-nyugati hossza mintegy 220 méter, szélessége 60 méter körüli, bejárata csak a nyugati oldalról volt. Helyőrségi laktanyaként, raktárként szolgált, biztosítva a birodalmi haderő jelenlétét a magyar fővárosban.

A Citadella építésének valódi célja a büntetés, az elrettentés és a katonai ellenőrzés volt. Emlékeztető Pest és Buda polgárainak a vereségre és a megszállásra. Annak demonstrálása, hogy itt az osztrák hatalom érvényesül és uralkodik a magyar főváros felett. Ha pedig újabb zendülésre kerülne sor, akkor azt a hegyről kontrollálni, akadályozni lehet. A magyarok szemében a Citadella így az elnyomás jelképévé vált.

Az 1867-es kiegyezés után a fellegrvár katonai jelentősége csökkent és a lakosság nyomására sikerült elérni, hogy az osztrák katonaság elhagyta az erődöt.

1897-ben a magyar állam jelképes összegért megvásárolta a területet az osztrák hadügyminisztériumtól; szóba került az erőd teljes lebontása is, de végül csak jelképes falbontásokra került

sor. Egy 1908-as budapesti kataszteri térképen a Citadella már „volt erődként” szerepel (6. ábra).

A Citadella túlélte az első világháborút, a második világháborút (ekkor légvédelmi bázis és sebesültellátó hely volt), az 56-os forradalmat (1956-ban ledöntötték a szovjet katonák szobrát, amiket 1957-ben visszahelyeztek). Egy ideig laktanyaként használták. 1960-ban műemlékké nyilvánították. Az 1970-es években turistaszállót alakítottak ki a nyugati épületrészben. Turisták számára belépődíjért látogatható volt az erőd, a mellvédfal melletti ún. gyilokjárón végigsétálva pedig gyönyörködni lehetett a panorámában.

Az ezredfordulóra az erődfalak állapota leromlott, a környezet lepusztult és méltatlanná vált a világörökségi helyszínhez.

4. A Gellérthegy alappont szerepe a különböző magyarországi vetületekben

A csillagvizsgálónak a Gellért-hegyre telepítése után természetesen adódott a csillagvizsgálónak a geodéziai hálózatokba történő bevonása. A vonatkozó munkákat, a múltra vonatkozó elérhető adatokat, az adatok ellentmondásaiból kikövetkeztethető részleteket módszeresen elemzi Homoródi Lajosnak a régi háromszögelési hálózatokat bemutató cikke (Homoródi 1953).

A Gellérthegy alappontnak (nevezük főpontnak) a Magyarországon használt eddigi összes geodéziai vetületeknél volt, van szerepe (7. ábra). A 19. század elején létrehozott, helyileg önkényesen tájékozott hálózatok a Gellérthegy ponton közvetlenül megmért csillagászati adatokra támaszkodtak. A szélesség meghatározása egyszerűbb volt, ezért a korabeli források főleg a hosszúság meghatározásával foglalkoznak. Mindkét adatot először a várbeli egyetemi csillagda koordinátáiból vezették le, felhasználva Littrow puskapor felvillanás megfigyelés kísérleteit, amiket 1823-ban végzett. Littrow az eredményeket elemezve észrevette, hogy a csillagda a fenti, időmérésen alapuló csillagászati módszerrel meghatározott földrajzi hosszúsága kevesebb mint 1'' (~20m)



6. ábra Részlet egy 1908-as kataszteri térképről. (Forrás: <https://maps.arcnum.com/hu/>)

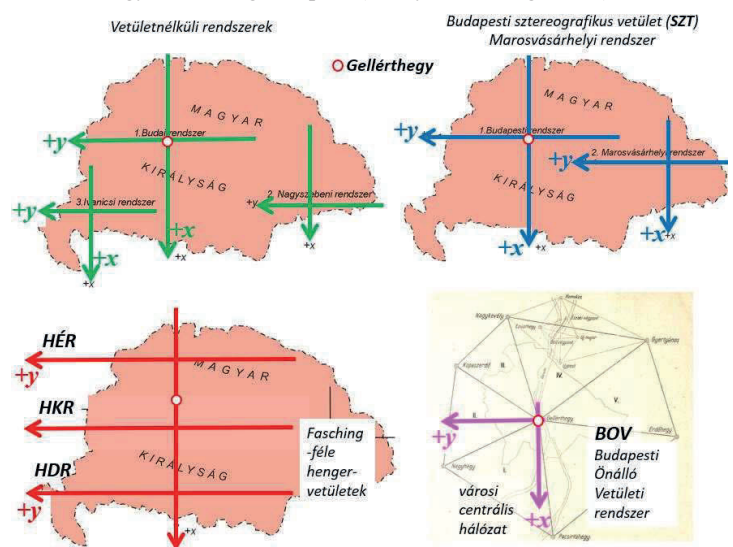
középhezával, de közel 10''-cel (~200 méterrel) eltér a Bécs és Buda közötti háromszögeléssel mért távolságnak a Zách-féle ellipszoidon számítható hosszúságkülönbségétől, amit ma már a választott ellipszoid méretével és a függővonal-elhajlással magyarázunk

A csillagda geodéziai célú felhasználása először a folyószabályozási munkákhoz létesített hálózat 1819-ből származó összefoglalásában szerepel, ahol említik a csillagdából Alsó-Némedibe mért azimut mérését. A folyószabályozáshoz létesített hálózatokban a mért szögeket és távolságokat a csillagdán átmenő meridiánra vetítették (vetület nélküli rendszer), azonban ehhez egy hálózaton belül nem volt szükség ennek a meridiánnak a pontos hosszúságára. A csillagda ellipszoidi koordinátáit mégis több esetben is kiszámolták, azonban ezek a koordináták, amik különféle jegyzőkönyvekben és mérési vázlatokon is feltűnnek, nem egyeznek.

A Duna-mappáció során a csillagvizsgálónak a hálózatba bevonásához így a keleti tornyon átmenő meridiánt, és a pontosabban irányozható ÉK-i épületsarkot használták fel, majd a méréseket utólagosan központosították a torony középre. Az azimut-méréseket nem közvetlenül valamilyen csillagra irányozták, hanem a meridiánban elhelyezett távoli céltárgyhoz (mira) viszonyították. Ismereteink szerint a „földadóiideiglen” kataszteri rendszerének ugyancsak a budai meridián volt a kezdőmeridiánja.

A Habsburg Birodalom második katonai felmérésének magyarországi szelvényei a bécsi Stephansdom vetületi kezdőponttal rendelkeznek, azonban a bánsági határörvidéken (a történeti Torontál, Temes és Krassó-Szörény vármegyék déli, al-dunai peremén) a gellérthegyi csillagda keleti tornya volt a vetületi középpont (Timár, Molnár 2003).

Az 1860-as évektől alkalmazott, kettős vetítésű budapesti sztereografikus vetület (rövidítése: SZT) vetületi kezdőpontja a Gellérthegy háromszögelési pont (Hazay 1964, Varga 1986). A



7. ábra A főpont szerepe a korábbi vetületeknél. (Varga J. alapján szerkesztette Busics Gy.)

vetület leírásában szereplő földrajzi szélesség értéke: $47^{\circ} 29' 14,93''$, a földrajzi hosszúság $36^{\circ} 42' 51,69''$ (Ferrótól számítva). A Marek János (Johann Marek) vezetésével végzett munka során a gellérthegyi pont ellipszoidi koordinátáit a régi bécsi csillagvizsgáló 1859 előtt használt koordinátaiból vezették le, a Monarchia alapvonalaait is összekapcsoló háromszögelési hálózat részeként. Ehhez eleinte a Walbeck-féle ellipszoid méreteit használták, majd az eredményeket átszámolták, így a fenti koordináták a Bessel-féle ellipszoidra vonatkoznak. A Gellérthegy pont ellipszoidi koordinátái a háromszögelési utasításban, Marek saját jegyzeteiben, valamint a Buda környéki háromszögelési hálózat leírásában más és más értékekkel szerepelnek. A konkrét ellipszoidi koordináták „hasznalatosságát” a kor geodétái számára jól jellemzi, hogy értéküket csak $0,01''$ élességgel adják meg, ami észak déli irányban 30 cm, míg kelet-nyugati irányban 20 cm távolságot jelent. A számítások egyszerűsítésére egy gömböt is választottak alapfelületül, ez az ún. Gauss gömb. A Gellérthegy pont Gauss-gömbi koordinátái: gömbi szélesség értéke: $47^{\circ} 26' 26,46158''$, a gömbi hosszúság $0^{\circ} 00' 00''$. Az SZT vetület koordináta-rendszerének x tengelye a Gellérthegy ponton átmenő meridiánnak a képsíkon egyenesként jelentkező képe. A x tengely pozitív ága délnek mutat (a koordináta-rendszer délnyugati tájolású). A Gellérthegy pont SZT rendszerű y és x koordinátái zérus értékűek.

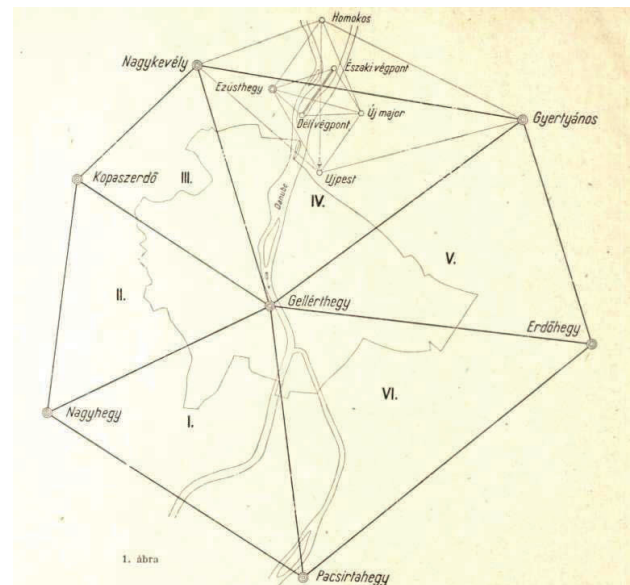
1908-ban Fasching Antal javaslatára és az ő kidolgozásában hengervetületeket vezettek be Magyarországon. A vetületi torzulások csökkentése érdekében három ilyen vetület volt: a hengervetületi északi rendszer (HÉR), a hengervetületi középső rendszer (HKR) és a hengervetületi déli rendszer (HDR). Mind a három vetület kezdőmeridiánja a Gellérthegy háromszögelési ponton átmenő meridián, de a Gellérthegy alappont egyik rendszernek sem kezdőpontja. Mind a három vetület koordináta-rendszerének x tengelye a Gellérthegy ponton átmenő meridián egyenesként jelentkező képe. A koordináta-rendszerek délnyugati tájolásúak. Homoródi leírja, hogy milyen sok lépésben végezte el Fasching a hálózat újramérését. Mivel a hengervetületek bevezetésekor a Gellérthegy pont fizikailag már nem létezett, Fasching az újraméréshez a Széchenyi-hegy pontot használta, amelynek – ahogy arra Homoródi felhívja a figyelmet – a csillagászati mérésből számolt függővonalelhajlása egyértelműen eltér a többi magyarországi ponttól. Emiatt a pontról mért azimutnak az ellipszoidra redukált értéke jelentősen megváltozott, és ez okozta a hálózatnak a sztereografikus rendszerhez képesti 6,44 másodperces elfordulását.

Budapest 1933. évi (1933 és 1935 között létesült) elsőrendű önálló centrális alapponthálózatának középpontja a kőjellel újra-állandósított Gellérthegy alappont (8. ábra). Ez a pont az akkor bevezetett budapesti önálló vetületi rendszer (BOV) kezdőpontja is, amelynek gömbi koordinátái megegyeznek a budapesti sztereografikus rendszer (SZT) gömbi koordinátaival, koordináta-rendszere is az SZT rendszerrel egyező. Mivel azonban ez egy önálló, új méréseken és új kiegyenlítésen alapuló alapponthálózat, az SZT és a BOV rendszer közös alappontjainak koordinátái eltérnek egymástól. A Gellérthegy pont y és x koordinátái ebben a rendszerben is zérus értékűek. (Három zárójeles megjegyzés. Az 1990-es években a budapesti

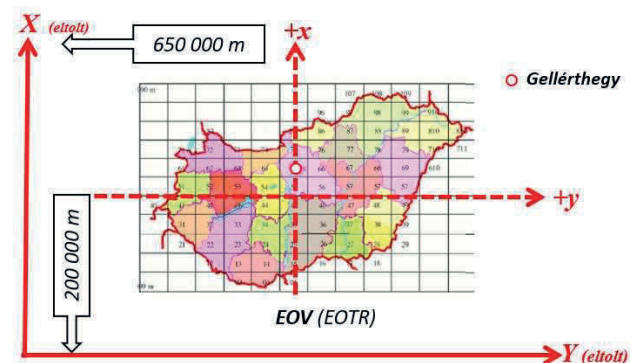
háromszögelési pontokon végzett GPS-mérések azt igazolták, hogy a hálózat valóban cm-es pontosságú. Ez az önálló hálózat volt az alapja az eddigi három budapesti metróépítésnek. A BOV alappontok felhasználásával készült szabatos városmérési térkép – annak EOVB-be átalakított változata – lényegében ma is használatban van, ez a fővárosi ingatlannyilvántartás alapja.)

Az 1970-es években Magyarországon egy új hengervetületet vezettek be, az egységes országos vetületi rendszert (EOV). Az EOV is kettős vetítésű, de alapfelülete – eltérően a korábbiaktól – az IUGG67 (vagy GRS67) ellipszoid, simulógömbje az ún. új magyarországi Gauss-gömb. A Gellérthegy nevű geodéziai alappont ebben is szerepet kap, ugyanis itt is a gellérthegyi meridián képe jelenti az EOV koordináta-rendszerének x tengelyét, azonban a vetületi kezdőpont nem a Gellérthegy (9. ábra). Eltérően a korábbi vetületektől, a koordináta-rendszer itt észak-keleti tájolású.

A Gellérthegy alappont az Egységes Országos Vízszintes Alapponthálózatnak (EOVA) is része, annak egyik felsőrendű (harmadrendű) alappontja. EOVA pontszáma: 65-4011. A külpontos pillér EOVA pontszáma 65-4011/1, amely pillér helyett új létesül (erről egy későbbi cikk szól).



8. ábra Budapest 1933. évi elsőrendű háromszögelési hálózata. (Forrás: Papp 1949)



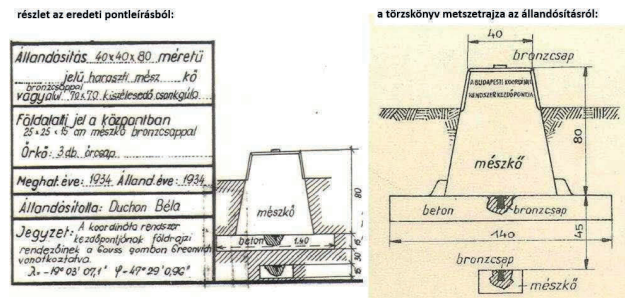
9. ábra A főpont szerepe az EOV-ben. (Szerkesztette: Busics Gy.)

5. A Gellérthegy alappont újbóli állandósítása

Miután a gellért-hegyi csillagda keleti tornya az 1850-es években, a pillére pedig az 1860-as években megsemmisült (Homoródi 1953), így a „Gellérthegy” alappont fizikai értelemben évtizedekig nem létezett. Az alappont újra-állandósítására az 1930-as évekig kellett várni. Akkoriban (1932-ben) Budapest törvényhatósági tanácsa új nagyméretarányú térkép készítését határozta el a fővárosról, ami a későbbi fejlesztések, tervek grafikus alapját képezte. A térképkészítés klasszikus módszeréhez alappontok szükségesek, de a régi háromszögelési hálózat pontjait ehhez nem tartották megfelelő pontosságúnak, hanem új vízszintes alapponthálózat létesítését határozták el. Az alaphálózati munka végrehajtását a Háromszögelő Hivatal állományából létrehozott, 18 mérnökből álló kirendeltség végezte 1932 decembere és 1935 vége között; ennek vezetője Papp Gyula műszaki tanácsos, helyettese dr. Hazay István mérnök volt (Joó-Raum 1996). Megjegyzés: az állami földmérés akkoriban a pénzügyminisztérium felügyelete alá tartozott, így a főváros a pénzügyminisztériumtól kérte a munka finanszírozását és a munkaerő biztosítását. A városi centrális hálózat létesítésének folyamatát Papp Gyulának a munkálatokat követően mintegy másfél évtizeddel később megjelent cikkéből ismerjük (Papp 1949).

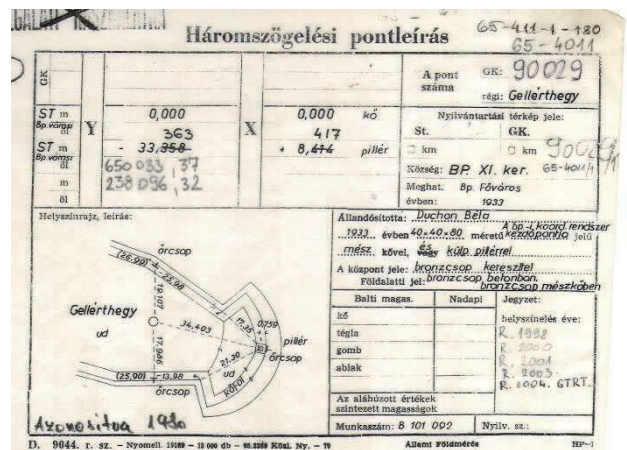
Budapest új háromszögelése két fő részből állt: felsőrendű (első-, másod-, harmadrendű) háromszögelésből és alsórendű háromszögelésből. Az elsőrendű hálózat olyan centrális hálózat, amelynek középpontja a Gellérthegy, és 6 további (átlagosan 17 km-re lévő) kerületi pontja van (8. ábra). Azért ilyen távolságok a kerületi pontok, mert már akkor gondoltak a főváros területi fejlődésére. Minthogy a Gellérthegy alappont már nem létezett, azt ki kellett tűzni. Ehhez 1933-ban, a Citadella keleti erőd falán, a gyilkjárót kiszélesítve, egy pillért építettek (részletesebben később), ahonnan 10 környező háromszögelési pontra 8 forduló iránymerést végeztek és az országos hálózati pontokon is mértek a gellért-hegyi pillérre. A pillér koordinátáit egyponstos kiegyenlítéssel számították a budapesti sztereografikus rendszerben. A városi centrális hálózat (10 országos alappontra támaszkodó) tájékoztatóról ezt olvashatjuk Papp Gyula cikkében: „... a középpontból kiinduló 5 leghosszabb elsőrendű irány kiegyenlített értékét összehasonlítottuk a pontok országos koordinátái alapján számított megfelelő délszögekkel. A különbségek alapján számított középtájékoztató szöggel tájékoztuk a kiegyenlített elsőrendű irány sorozatot.” Ezt követően a gellért-hegyi pillérről kitűzték az egykori csillagda toronynak megfelelő ($y=0$, $x=0$ koordinátájú) ponthelyet. A ponthelyet speciális módon, terméskövel megjelölték. Ez a kő máig fennmaradt, (s reméljük, sokáig megmarad). A munka irányítója így ír erről a munkálatok után jó évtizeddel megjelent cikkében (Papp 1949):

„Véglegesen a pontot az országos sztereografikus vetületi koordináta-rendszer kezdőpontjában, az Állami Földmérés költségére a következőképpen jelöltük meg (10. ábra):



10. ábra A főpont állandósítási rajza 1934-ből. (Forrás: Lechner Nkft. Adattár)

Egy méter mélységben 15 cm betonrétegbe mészkövet helyeztünk. A kőbe erősített bronzcsap keresztje jelöli a pontot. A betonrétegre dőngölt 30 cm vastag földréteget ismét 15 cm vastag betonréteggel takartuk és ennek középsőbe a pont másodszori megjelölésére keresztrel ellátott bronzcsapot helyeztünk. Ezen a betonlapon áll a 6 métermázsas súlyú, felül 40/40 cm, alul 70/70 cm keresztmetszetű, 80 cm magas csonkagúla alakú, legjobb minőségű haraszi mészkő, melynek északi oldalán „Állami Földmérés”, déli oldalán „A budapesti koordinátarendszer kezdőpontja” felírás van. A kő felső lapjába kicsavarható fedelű bronzcsap van süllyesztve. A bronzcsap fedelének lecsavarása után látható lesz a bronzcsap hengeres üres belsejének aljára vésett kereszt, mely a földfeletti jel pontos megjelölését van hivatva megőrizni. A követ 2 m oldalú négyzet alakú 50 cm magas öntöttvas kerítés veszi körül. Biztosító megjelölés a várfalak belső oldalába erősített 3 bronzcsap.”



11. ábra A főpont régi pontleírása. (Forrás: Lechner Nkft. Adattár)

A Gellérthegy alappont törzskönyvének bejegyzése ugyanerről: „Végleges megjelölés: Az országos koordináta-rendszer kezdőpontjában elhelyezett, felül 40/40 cm, alul 70/70 cm méretű, 80 cm hosszú csonkagúla alakú, legjobb minőségű, haraszi mészkő, déli oldalán „A budapesti koordinátarendszer kezdőpontja”, északi oldalán „Állami Földmérés” felírással. A kő vízszintes felső lapjába a koordináta-tengelyek irányai be vannak vésve s kicsavarható fedelű bronzcsap van süllyesztve,

fedelére vésett kereszttel. A bronzcsap kulcsát az állami háromszögelő hivatal őrzi. A bronzcsap fedelének kicsavarása után látható lesz a bronzcsap hengeres, üres belsejének aljára vésett kereszt, mely a földfeletti pontos megjelölést van hivatva megőrizni. A kő alatt 15 cm vastag betonréteg s ebben centrálisan elhelyezett bronzcsap van bevészt kereszttel. A kő alja körül van betonálva, hogy a beton alapon a kő elcsúszását megakadályozza. A beton alap alatt van a 25/25/15 cm méretű haraszi mészkő, kereszttel ellátott bronzcsappal. A kő felül vízszintesen elhelyezett vörösmárvány lapokkal és cementtel körül van falazva s 2 méter oldalú, négyzet alakú, 50 cm magas öntöttvas kerítéssel körülvéve.

Biztosító megjelölés: a várfalak belső oldalába süllyesztett 3 darab bronzcsap, melyek közül egy a kő és pillér összekötő egyenesében, kettő pedig észak-déli irányban van. (11. ábra)

A kőtől mintegy 34 méterre, az erődfal keleti, Duna felőli részén, 1933-ban egy 110 cm magasságú észlelőpillért is építettek, ami egy ún. ideiglenes pontjel volt (lásd: címlapfotón). A pillér négyzet alakú vaskorláttal volt körülvéve, amelyből hajlított vasrudak egy feketére festett hengert tartottak, amiből egy vascső nyúlt ki. Ezt a pillért használták külpontos műszerálláspontként, a hengeres pontjelet pedig irányzásra a környező, vagy a távoli háromszögelési pontokról. Ez a pillér, illetve a felette lévő hengeres pontjelet 2023-ban a Citadella felújítási munkák során elbontották és helyettük újat határoznak meg (erről egy későbbi cikkben).

Az észlelőpillért és az ideiglenes pontjelölést tehát 1933-ban, a végleges pontjelet és a biztosító megjelölést pedig 1934-ben építette Duchon Béla magyar királyi mérnök.

6. A „Szabadság bástyája” Citadella-projekt

A Citadella erőd állapota az utóbbi évtizedekben leromlott, környezete méltatlan lett a hely jelentőségéhez, ezért kiemelt kormányzati beruházás keretében teljes felújítását határozták el (12. ábra). A Citadella projekt koncepcionális célja a katonai létesítmény demilitarizációja, funkcióinak átalakítása. Ellenséges erőd helyett a magyarság szabadságküzdelmét bemutató múzeum lesz, elzárt terület helyett pedig nyitott közpark.

E cikk írásakor (2025 nyarán) az építési munkálatok még zajlanak, de befejezéshez közelednek. A nyugati rondellában, az egykori ágyútoronyban kialakított múzeumban kap helyet „A szabadság Bástyája” című interaktív állandó kiállítás. A múzeum fogadótere különleges, nagyméretű üvegszerkezettel, áttetsző burkolattal és látványos üveghíddal készült (13. ábra). Az ágyútorony zárófödémén szárazságtűrő növényekkel beültetett tetőteraszt alakítottak ki, ahonnan gyönyörű panoráma nyílik a fővárosra.

A keleti rondella udvara zöld, nyitott, szabadon látogatható 6 ezer négyzetméteres közparkká alakult. A könnyebb megközelítés végett az erődfalakat három helyen is

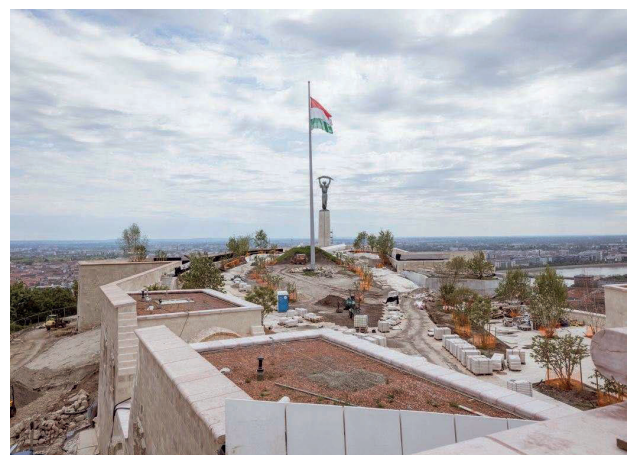
megnyitották: az északi és déli részen, valamint a Szabadság-szobor mögött. Utóbbi helyről vasbeton támfalak (pengefalak)



12. ábra Látványterv felülnézete. (Forrás: www.facebook.com/nemzetihauszmannprogram)



13. ábra Látványterv a nyugati rondelláról. (Forrás: www.facebook.com/nemzetihauszmannprogram)



14. ábra Építés közben: fásítás után, burkolatépítés előtt. (Forrás: www.facebook.com/nemzetihauszmannprogram)



15. ábra 2023-ban újjáépítették a keleti udvar déli erődfalát. (Fotó: Busics Gy.)

között lépcsősor vezet fel a parkba, amely (tudatos tervezői munka eredményeként) éppen a geodéziai alappontnál ér véget (lásd: hátlapfotó). A főpont vonalában a gellérthegyi meridián lesz terméskőben elhelyezett bronzlemezből megjelenítve (a geodéziai alappontok sorsáról részletesebben egy későbbi cikkben számolunk be). A zöldfelület másfélszerese a korábbinak, intenzív növénytelepítéssel (cserjékkel, évelőkkel, nagyméretű fákkal) valamint változatos mészkő anyagú díszburkolattal (14. ábra).

Az erődöt körülvevő sétányokat, a Szabadság-szobor teraszát és magát a szobrot is megújították, restaurálták. Komoly feladat volt az épületgépészeti, elektromos és biztonsági berendezések tervezése, kivitelezése.

A felújítási munkálatok 2020-ban kezdődtek és 2026-ban fejeződnek be. A gyorsabb haladást nehezítette az erődfalak állapotfelmérése, hosszantartó helyreállítása, a kőfalak kétoldali felületi restaurálása. Az erőd déli falát teljesen újra kellett építeni (15. ábra). Az erődfalak talajjal érintkező részét kétoldali szivárgó rendszerrel látták el a csapadékterhelés ellen. A mellvédfalak tartós vörösmészkő fedköveit részben kicserélték, a teljes felület alatt folyamatos vízzáró réteget készítettek.

A Citadella felújítási munkálataihoz kapcsolódó régészeti ásatás során 2020-ban megtalálták az egykori csillagda falmaradványait és egy ritka ágyútalpat is, ami további adalékkal szolgál az épület történetéhez (Szabó-Fuller 2021). A régészeknek sikerült a területről készült centiméteres felbontású ortofotó, és a kutatóárkokban megtalált falazási habarcsmaradványok alapján a csillagda alaprajzát georeferálni. A cikkben szereplő ábrán látszik, hogy a kutatóárkokban fellelt alapozás szélessége meghaladta az alaprajzon szereplő falvastagságokat, a georeferált alaprajz fél falvastagságnyi pontossággal illeszkedik a megtalált épületsarokra. Az ortofotó és az alaprajz részletes vizsgálata szerint, az ortofotón

azonosítható alappont középpontja a georeferált alaprajzon az alappont felső négyzetének oldalhosszával, vagyis kb. 40 cm-rel északabbra helyezkedik el a pillér középpontjától.

2022. március 15-dike óta Magyarország legnagyobb (12×6 méteres, azaz 72 m²-es felületű) nemzeti lobogója díszíti a Citadellát 36 méter magasságú árbócon.

A Citadella projekt beruházója a Citadella Vagyonkezelő Nonprofit Kft., tervezője az art1st design studio Kft., kivitelezője a ZÁÉV Építőipari Zrt. és a Market Építő Zrt. konzorciuma.

Köszönetnyilvánítás

Köszönjük Bartalos Gyula nyug. pozsonyi egyetemi oktatónak a cikk átnézésakor nyújtott jobbító észrevételeit. Köszönjük az art1st design studio Kft.-nek a cikkben felhasznált látványterveit.

Irodalomjegyzék

- Bendefy László (1972): Emlékezés Bogdanich Imre Dánielre. *Geodézia és Kartográfia*, 1972/6. 363-366.
- Hazay István (1964): *Vetülettan*. Tankönyvkiadó, Budapest, 1964. 360 old.
- Heller Ágost (1878): A gellérthegyi csillagász-torony. *Természettudomány Közlöny*. X. kötet. 107. füzet, 1878 július; 108. füzet, 1878 augusztus; 109. füzet, 1878 szeptember.
- Homoródi Lajos (1953): Régi háromszögelési hálózataink elhelyezése és tájékozása. *Földmérési Közlemények* 1953/5. 1-18.
- Joó István, Raum Frigyes (1996): *A magyar földmérés és térképészet története*. MTESZ-GKE, Budapest, 1993-1996. I., II., III. kötet.
- Papp Gyula (1949): Budapest háromszögelése. *Geodézia és Kartográfia*, 1949/1-2. 1-14.
- Rezsabek Nándor (2015): Majer-Lambert Ferenc, a gellérthegyi csillagvizsgáló igazgatója. *Természet Világa*, 2015/10. 475.
- Szabó Renáta, Fullár Zoltán (2021): Kő kövön nem maradt. Adalékok a gellérthegyi Csillagda építéstörténetéhez. *Magyar Régészet*, 2021/2. 56-61.
- Timár Gábor, Molnár Gábor (2003): A második katonai felmérés térképeinek közelítő vetületi és alapfelületi leírása a térinformatikai alkalmazások számára. *Geodézia és Kartográfia*, 2003/5. 27-31.
- Varga József (1986): *Alaphálózatok I. (Vetülettan)*. BME egyetemi jegyzet. Tankönyvkiadó, Budapest, 1986. 296 old.
- Vargha Domokosné (1994): Nevezetes csillagvizsgálók. Elpusztult obszervatóriumok. A gellérthegyi Csillagda pusztulása. *Élet és Tudomány*, 1994/11. 328-330.

Szemle

Mikor született Naszluhász Lajos, avagy töprengés az internetes adatok megbízhatóságáról

2011-ben jelent meg a 294 oldalas „Mérnökök Fejérben” kiadvány, amelynek bővített, internetes változata a Fejér Vármegyei Mérnöki Kamara honlapján is elérhető (www.fvmk.hu). Mivel a kiadványba csak már nem élő mérnökök kerülhettek be, 2025-ben aktuálissá vált egy második kiadás megjelentetése (lásd Könyvismertetés rovatunk írását). A kiadványokban a „régí idők” jelesei is szerepelnek, így kaptam felkérést Dr. Szepes András kamarai elnöktől a 19. század birtokrendező és vasútépítő mérnöke, Naszluhász Lajos életrajzának megírására (2 vagy 4 oldalon).

Naszluhász Lajos neve a földmérési szakirodalomban is fennmaradt: a trapéz alappal párhuzamos felosztásokkor használt képlet az ő nevét viseli. Ezt a képletet egy 1856-ban Grácban megjelent 64 oldalas kis könyvecskéjében publikálta a szerző, amely mű címe: „A becsleges földosztásról értekezik Naszluhász Lajos magyarhoni hites mérnök”. Vagyis az érték szerinti földosztást tárgyalja, ami akkoriban is, majd az 1990-es évektől kezdődően újra fontos témája a magyar földmérésnek. A földmérési jelentőségén túl, Naszluhász Lajos a 19. századi vasútépítéseknek is jelentős szereplője volt: ő volt egyik építésvezetője az 1861-ben elkészült Budapest-Székesfehérvár-Nagykanizsa vasútvonalnak, építészeti igazgatója az Arad-Temesvári Vasútnak, majd az Alföld-Fiumei Vasúttársaság igazgatójának nevezték ki. 1877. november 15-én, egy székesfehérvári látogatása során, 55 éves korában, infarktusban halt meg.

Naszluhászról, illetve nevezetes tanulmányáról szaklapunkban csaknem egy évszázaddal később jelent meg részletes ismertető cikk (Szent-Iványi György: Egy elkésett könyvismertetés. *Geodézia és Kartográfia*, 1953/3), amelyet további életrajzi adatokkal egészített ki másfél évtizeddel később Bendefy László (*Naszluhász Lajos emlékezete. Geodézia és Kartográfia*, 1967/3).

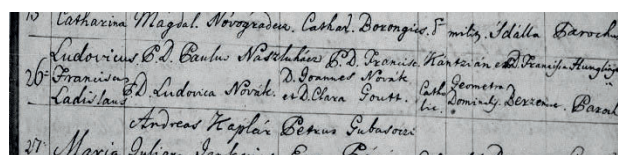
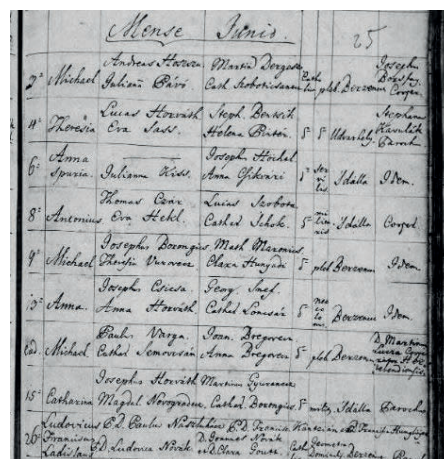
Az életrajz megírásához ezt a két szakcikket vettem alapul, továbbá rákerestem a Naszluhász névre az interneten, különösen az Arcanum Digitális Adatbázisban (<https://adt.arcanum.com>), ahol további adatokat találtam, köztük számos napilap-cikket a hirtelen bekövetkezett halál okán (erről majd később).

Miután elkészültem az életrajzzal, egyetlen hiányt kellett pótolnom, ugyanis nem volt meg a születés pontos időpontja, márpedig a „Mérnökök Fejérben” kiadványban napra pontosan kell megadni a születési időt. Naszluhász neve mellett mindenütt (az Életrajzi Lexikonban, a Vörösmarty Mihály Megyei Könyvtár honlapján, Nagykanizsa város honlapján...), csak az évszám szerepelt és a születési hely, azaz: „1815, Nagykanizsa”. Bendefy László is ugyanezt írja említett cikkében: „Naszluhász Lajos 1815-ben született Nagykanizsán. Elemi iskoláit, valamint

a gimnázium alsó osztályait szülővárosában végezte: az utóbbiakat a kanizsai piaristáknál. Később a fővárosba jött és a budai gimnáziumban folytatta tanulmányait. 1839-ben a gimnázium VI. osztályába járt. Lehetséges, hogy a német nyelv jobb elsajátítása kedvéért adta a fiút atyja Budára, mivel abban az időben a német szó Budán még nagyon gyakori volt.” A születési hely: Nagykanizsa és az évszám: 1815 tehát biztosnak tűnt. Erre ráerősített, hogy a Nagykanizsán évenként kiadott almanachban (Kanizsai Almanach 1995-ről. Czupi Kiadó, Nagykanizsa, 1996), annak „Tizenkét várostörténeti évforduló című fejezetében így írnak: „150 évvel ezelőtt, 1845-ben az *Institutum Geometricum*-ban, a pesti Mérnöki Intézetben szerzett oklevelet Naszluhász Lajos mérnök, vasútigazgató. Naszluhász Lajos Nagykanizsán született 1815-ben. A gimnázium hat osztályát Budán végezte.”

Megkértem egy levéltáros barátomat, hogy a fehérvári halálozási anyakönyvből vagy a nagykanizsai születési anyakönyvből kideríthető-e a pontos születési időpont, de a kutatás eredménytelen volt.

Ekkor tűnt csak fel két ellentmondás. Ha 1877-ben 55 éves volt, akkor 1822 körül kellett születnie, nem pedig 1815-ben... Bendefy azt írja cikkében, hogy Naszluhász Lajos apja, Naszluhász Pál 1820-ban végzett az *Institutum Geometricum*-ban, vagyis akkor már 5 éves fia lett volna, ami nem életszerű... Ekkor újra elővettem a napilapokban megjelent gyászhireket, így az Építési Ipar című újság 1877. december 2-i számát, amely „baráti kézből” a következőket írja: „Naszluhász Lajos szül. Berzencén 1822. év július havában, alsó és gymnasialis iskoláit Szombathelyen és Sz.-Fehérváron végezte, a mérnöki tudományt pedig Bpsten és Zürichben sajátította el, kitűnő sikerrel.”



1. ábra. Bejegyzés a berzencei születési anyakönyvben.

Bár ezt a gyászhiért korábban is olvastam, de elvettem azzal a feltételezéssel, hogy valaki bemondás alapján, tévesen adta meg ezeket az adatokat. Most azonban eljött az ideje, hogy a hír adatait ellenőrizsem. Mivel korábban családfakutatást végeztem, regisztrált felhasználó vagyok a familysearch.org honlapon, ahol az 1960-as években mikrofilmre felvett egyházi és polgári anyakönyvek fotómásolatai tekinthetők meg. S valóban, Berzence község katolikus születési anyakönyvében az 1822-es esztendőnél megtaláltam a keresett bejegyzést (1. ábra): ezen esztendő június havának 26. napján született Ludovicus Franciscus Ladislaus Naszluhác. Apja Paulus Naszluhác geometra, anyja Ludovica Novák (akkoriban latinul vezették az anyakönyveket).

A születési hely és idő ezzel tisztázódott, de további kérdésként merült fel, hogy voltaképpen hol végezte gimnáziumi tanulmányait Naszluhác, és folytatott-e felsőfokú tanulmányokat Zürichben? Ez utóbbi kérdés megválaszolásához a magyarországi diákok külföldi egyetemjárásáról nagyon jó adatbázis áll rendelkezésre (<https://leveltar.elte.hu/leveltar/kutatas/adatbazisok/>), ami név- és helymutatóval ellátva könyvek formájában is hozzáférhető. Székesfehérváron, a megyei könyvtár olvasótermében megkaptam a vonatkozó könyvet (Szögi László: Magyarországi diákok svájci és hollandiai egyetemeken 1789-1919. Budapest, 2000.; Magyarországi diákok egyetemjárása az újkorban 3.). Naszluhác neve ezekben nem szerepel.

Handwritten table from the 1837/38 school register of Naszluhác Pál. The table lists students with columns for name, birthplace, father, and other details. The entry for Naszluhác Pál is visible in the middle section.

2. ábra. Naszluhác Pál gimnazista az 1837/38-as tanév első félévében.

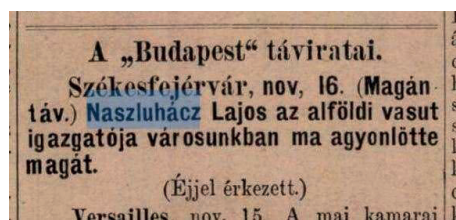
Járt-e Székesfehérváron gimnáziumba Naszluhác Lajos? Székesfehérvár nagymúltú gimnáziumát (jelenlegi neve: Ciszterci Szent István Gimnázium) 1727-ben alapították, többször változott a fenntartója, évkönyvét 1851 óta adják ki (ezekben a tanulók névsora is szerepel). A minket érdeklő adatok azonban csak iskolai anyakönyvekben kereshetők, amelyeket Magyar Nemzeti Levéltár Fejér Megyei Levéltára őriz. Levéltári kutatás (ügyfélkapus vagy dáp-os bejelentkezést követően) elektronikus beiratkozás és adatlap kitöltés után végezhető. Korábban már regisztráltam az elektronikus levéltári portálon (<https://www.eleveltar.hu/>), megírtam kérésemet, aznap fogadtak is a megyei levéltárban, és kihozták a fehérvári gimnázium 1830 és 1840 közötti anyakönyveit tanévenkénti,

illetve félévenkénti kötetekben. 1840-től visszafelé kezdtem el lapozni a névsorokat (250 és 340 között volt ebben az időszakban a tanulók létszáma), és az 1837/38-as tanévnél mindkét félévben (a 111., 110., 109. számú kötetben), megtaláltam a Naszluhác nevet, azonban nem Lajos, hanem Pál volt a keresztnév (2. ábra). Továbblapozva a köteteket, az 1836/37-es tanév mindkét félévében Naszluhác Lajos neve is feltűnt, nemcsak Naszluhác Pálé. A 13 éves Naszluhác Lajos neve szerepelt még az 1835/36-os tanév mindkét félévében is (3. ábra). Mindkét fiú Bercencén született, édesapjuk Naszluhác Pál nemes, geometra, aki Lepsényben lakott. Vagyis testvérekről van szó. Ezután visszatértem az 1822 utáni berzencei születési anyakönyvhöz, amiből kiderült, hogy Pál 1826. szeptember 20-án született (viszont előzőleg, 1824. november 18-án az édesanyjának volt egy ikerszülése, amiből az egyik gyermek szüléskor meghalt). A Naszluhác-életrajzot itt be kellett fejeznem, mert a kézirat leadási határideje lejárt. További kérdések fogalmazódtak meg bennem Naszluhác gimnáziumi helyszíneire és fehérvári kötődésére vonatkozóan, ezt még tisztázni szeretném.

Handwritten table from the 1837/38 school register of Naszluhác Lajos. The table lists students with columns for name, birthplace, father, and other details. The entry for Naszluhác Lajos is visible in the middle section.

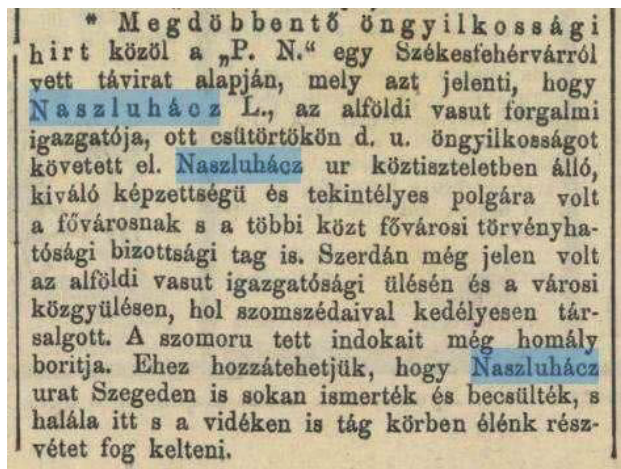
3. ábra. Naszluhác Lajos gimnazista az 1837/38-as tanév első félévében.

Visszatérek még azokra a gyász hírekre, amelyek a korabeli sajtóban jelentek meg 1877 novemberében Naszluhác Lajos hirtelen halála miatt. Annak illusztrálására hozom ezt fel, mennyire hitelesek az internetes adatok és milyen szenzációhajszás módon írt a sajtó egy része másfél évszázaddal ezelőtt (és ír néha ma is). Nem idézem az összes újsághírt, csak néhány jellemző kivágotat másolok ide (<https://adt.arcanum.com/>):



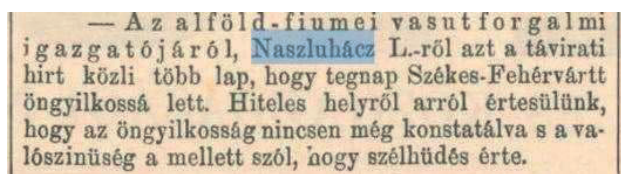
4. ábra. A Budapest napilap 1877. november 16-i híre

A Budapest című napilap másnap, magántáviratra hivatkozva közli, hogy Naszluhác agyonlőtte magát. Mivel Naszluhác Szeged környékén is dolgozott, ott is jól ismerték, így az ottani napilap is beszámolt a halálesetről, de megjegyzi, hogy „a szomorú tett indokait még homály fedi”.



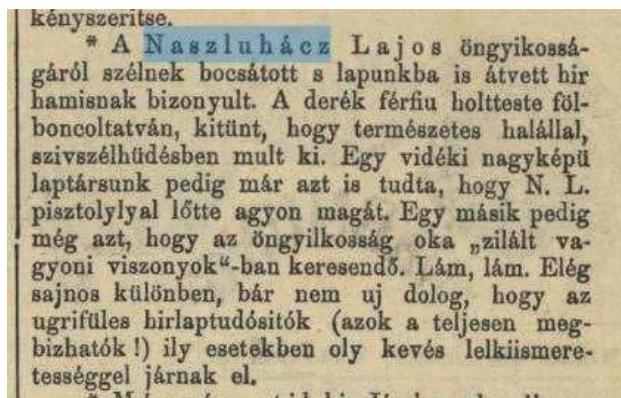
5. ábra. A Szegedi Híradó 1877. november 18-i híre

A Hon című napilap is korrekten ír a halálesetről, hiszen aznap még nem lehetett tudni az okot.



6. ábra. A HON 1877. november 16-i híre

A Szegedi Híradó később a valós okot is megírta, megfedve a mohó, nagyképű laptársakat.



7. ábra. A Szegedi Híradó 1877. november 21-i híre

Végül három kérdést tettem fel a mesterséges intelligenciának (MI), idemácsolom a kérdéseket és a részletes válaszokat (<https://gemini.google.com>). A válaszokból azt tudhatjuk meg, amit eddig is (néha rosszul) tudtunk. Figyeljük meg a válaszok nyelvi hibátlanságát, udvarias stílusát!

Mikor és hol született Naszluhác Lajos? MI válasz: „Naszluhác Lajos 1815-ben született Nagykanizsán.”

Mi a jelentősége Naszluhác Lajos földmérési munkásságának? „Naszluhác Lajos földmérési munkássága azért jelentős, mert a 19. század közepén, az úrbéri rendezések és tagosítások idején kiemelkedő szerepet játszott a földosztás módszertanának kidolgozásában és gyakorlati alkalmazásában. Két fő műve is ezt a témakört dolgozza fel: „A becsleges földosztásról értekezik Naszluhác Lajos magyarhoni hites mérnök” (Graz, 1856): Ez a mű a becslés alapján történő földosztás elméleti hátterével foglalkozott. „Földosztó táblák” (Nagykanizsa, 1857): Ez a kiadvány gyakorlati segédletet nyújtott a mérnököknek, gazdatiszteknek, községeknek és földbirtokosoknak az úrbéri rendezés és tagosítás során felmerülő számításokhoz. A táblázatok segítettek a földterületek igazságos és arányos felosztását. Ezek a munkák rendkívül fontosak voltak egy olyan időszakban, amikor a földbirtokviszonyok gyökeres átalakuláson mentek keresztül Magyarországon, és a modern földmérési eljárások bevezetése elengedhetetlenné vált. Naszluhác Lajos hozzájárulása a földmérési szakirodalom és a gyakorlati földrendezés területén máig releváns, és a közép- és felsőoktatásban is hivatkoznak rá.”

Mikor és holt halt meg Naszluhác Lajos? Tudunk-e részleteket a halála körülményeiről? „Naszluhác Lajos 1877. november 15-én halt meg Székesfehérváron. A halálának körülményeiről annyi ismert, hogy szélütés következtében hunyt el 55 éves korában.”

Írtak-e arról a korabeli lapok, hogy Naszluhác Lajos öngyilkos lett? „A rendelkezésre álló információkat és a korabeli forrásokat áttekintve nincs adat arra vonatkozóan, hogy Naszluhác Lajos öngyilkos lett volna. Az eddigi kutatások és a róla szóló életrajzi összefoglalók egyöntetűen azt állítják, hogy szélütés következtében hunyt el Székesfehérváron, 1877. november 15-én. Ha egy kiemelkedő közéleti személyiség, vasúti igazgató és mérnök öngyilkosságot követett volna el abban a korban, az valószínűleg jelentős sajtóvisszhangot kapott volna, és ezt a tényt az életrajzi források is rögzítették volna. Mivel erről semmilyen említés nincs, feltételezhető, hogy a szélütés volt a halál oka, ahogyan az leírva van.”

Láthatjuk, hogy az MI is csak azt tudja ismételni (hibásan vagy hibátlanul), ami az interneten hozzáférhető, megkönnyítve nekünk a fáradságos keresést és az eredmény megfogalmazását. Javára írható, hogy ezt nyelvi tökéletes megfogalmazásban, választékosan teszi. Úgy tűnik, nincs mindenhez hozzáférése, nincs minden betáplálva, ezért nem kaptunk érdemi választ az utolsó kérdésre. S még annyit: nem „becslés alapján” történő földosztásról van szó Naszluhácznál, hanem a föld értéke szerinti földosztásról (amit akkoriban becsleges földosztásnak neveztek).

Milyen tanulsággal zárhatjuk le a történetet? Talán azzal, ami szakmánkban alapelv: mindent ellenőrizni kell! Nem szabad hitelt adni mindenféle hírek – még az internet és a mesterséges intelligencia korában sem...

Busics György

Rendezvények

XXV. Földmérő Találkozó, Csíksomlyó

2024. szeptember 19-22. között Csíksomlyón, a Jakab Antal Házban került sor a XXV. Földmérő Találkozóra, mely rendezvény sorozat évtizedek óta fontos szerepet tölt be az erdélyi és Kárpát-medencei magyar értelmiség életében.

A több mint száz résztvevőt Dr. Rákossy Botond-József, az EMT Földmérő Szakosztály elnöke köszöntötte, aki megnyitójában megköszönte Dr. Ferencz Józsefnek, a szakosztály alapító elnökének 33 éves áldozatos munkáját, és egyben felkérte, hogy a továbbiakban is legyen a szakosztály tiszteletbeli elnöke. A konferencia résztvevőit köszöntötte még Petres Sándor Hargita megye prefektusa; Dr. Köllő Gábor, az EMT elnöke; Dr. Rózsa Szabolcs a Magyar Földmérési, Térképészeti és Távérzékelési Társaság elnöke, Dr. Siki Zoltán, gita Műszaki Térinformatika Egyesület elnökségi tagja és Varga Felicián, a Lechner Tudásközpont Nonprofit Kft. igazgatója.

A hagyományoknak megfelelően ezután következett a Márton Gyárfás Emlékplakett átadása melyet 2024-ben az anyaország részéről Rác Kálmán karcagi földmérő, több évtizedes, kitartó, közösségépítő szakmai tevékenységéért vett át.



A megnyitó ünnepség után 20 szakmai előadás, tudományos eredmény került bemutatásra a kataszter, kartográfia, GNSS pontmeghatározás, a mesterséges intelligenciát vizsgáló és a smart city - okos város koncepciót is boncolgató témakörökben. Újdonságnak számított a média-földmérés kapcsolat elemzése és egy földmérő cég gazdasági átvilágítása is. Az érdeklődők megismerhették a Satlab és a Hi-Target legújabb GNSS vevőit, de nem csak az előadásból, hanem közvetlenül is, az élő műszerbemutatón.

A szakmai napot díszvacsora és kultúrprogram zárta, majd másnap a 878 méter magas, Hargita megyei Nyerges-tető volt a kirándulás első megállója. A Nyerges-tető a székely helytállás helyszíne, az 1848-49-es forradalom és szabadságharc egyik utolsó székelyföldi ütközetének színhelye, mára az itt élők önvédelmi harcának kiemelkedő szimbóluma. 1849. augusztus elején a Gál Sándor tábornok alatt harcoló Tuzson János

honvédmágy vezetésével néhány száz magyar honvéd életét adta, hogy megvédje a szorost, vele együtt pedig a haza becsületét a Moldvából beözönlő orosz csapatokkal szemben.

Ennek emlékére a résztvevők koszorú elhelyezésével tisztelegtek az itt elhunyt hősök előtt.



A további útvonal Kézdivásárhely – Bálványosvár– Csiszárfürdő – Szent Anna-tó – Mohos tőzegláp – Tusnádfürdő volt. A kirándulás végén grill-party és rövid borkóstoló várta a vendégeket a Jakab Antal Házban, ahol a szervezők megköszönték a vendégek részvételét és elmondták, hogy mindenkit szeretettel és barátsággal visszavárnak 2025-ben a XXVI. Földmérő Találkozóra.

Forrás: <https://emt.ro/oldal/xxv-foldmero-talalkozo>

Szerkesztőség

Koszorúzás Szent Tamás védőszentünk szobránál

2025. június 3.

Kilenc évvel ezelőtt szentelték fel a Kőszeg és Horvátzsidány közötti Péruska erdőben kialakított zarándokhelyen a földmérők, építők és építészek által védőszentként tisztelt Szent Tamás apostol szobrát, mintegy 31. darabjaként az 1994-ben épített kápolna körüli szoborparknak.



A szobor felállítását a Magyar Földmérési, Távérzékelési és Térképészeti Társaság helyhez kötődő tagjai kezdeményezték 2016-ban, és az ő lelkesedésüknek köszönhetően azóta minden évben – hol kisebb, hol nagyobb társasággal – meg is koszorúzzák az emlékhelyet. Az idei évi megemlékezés június 3-án zajlott le a helyi lelkes szakmai közösség mellett a Lechner Tudásközpont és az MFTTT képviselői részvételével. Burgenlandi magyarként, az osztrák BEV nyugalmazott osztályvezető kollégája személyesítette meg a határon átvélő összefogást. Az Összetartozás Napja alkalmából is különösen szép alkalom volt ez a szakmai együvé tartozás mellett a magyarság, a kollegiális és baráti kapcsolatok megéléséhez.



A koszorú ünnepélyes elhelyezését követően a népes társaság kötetlen keretek között emlékezett meg a szakma nagyjairól, a földmérés, a geodézia megbecsüléséért sokat dolgozó kollégákról és a jelen lévők hitet tettek a szakmai összefogás mellett. Ennek érdekében erős elhatározás született arról, hogy 2026-ban – a szobor felállításának tizedik évfordulóján, mely egyben a Magyar Földmérési, Térképészeti és Távérzékelési Társaság megalakulásának 70. évfordulója is – méltó alkalmat teremtsenek a földmérés és geodézia mesterség megünnepléséhez..

Szerkesztőség

Nyíregyházi Földmérő Szakmai Nap

2025. május 15.

Sokadik alkalommal került sor 2025. május 15-én Nyíregyháza –Sóstón, a Bibic Hotelben a Magyar Földmérési, Térképészeti és Távérzékelési Társaság (MFTTT) szabolcsi csoportja által szervezett éves szakmai továbbképzésre. A Szabolcs megyei

földmérő kollégák számára szervezett, kreditpontot érő, egynapos konferencia az érdekes és aktuális programoknak köszönhetően országos jelentőségű rendezvénné nőtte ki magát.



Összesen 104 fő – földmérők, informatikusok, műszerforgalmazók és programozók – gondolta úgy, hogy érdemes jelen lenni. Volt, aki azért érkezett, hogy népszerűsítse saját szakterületét és munkáját, mások a legújabb kutatási eredményeiket mutatták be, míg néhány résztvevő a csúcstechnológiát képviselő szakmai műszereket kívánta bemutatni, illetve értékesíteni.



A résztvevők között nemcsak a Szabolcs-Szatmár-Bereg Vármegyei Kormányhivatal Földhivatali Főosztályának munkatársai voltak jelen, hanem Debrecenből, Komárom-Esztergom és Pest vármegyéből is érkeztek szakemberek, ami tovább erősítette a rendezvény országos jellegét.

A meghívott vendégek között köszönhetjük Dr. Szabó György PhD-t, a Nyíregyházi Egyetem rektorát, aki mint földmérő szakember is, külön örömmel nyitotta meg a konferenciát, és osztotta meg gondolatait a szakma jövőjéről. Ünnepélyes köszöntőt mondott továbbá Iván Gyula, az MFTTT főtitkárhelyettese, valamint Dr. Reha Gábor, a Szabolcs-Szatmár-Bereg Vármegyei Kormányhivatal Földhivatali Főosztályának vezetője. Külön megiszteltetés volt, hogy a Közigazgatási és Területfejlesztési Minisztérium képviselőjében

Dr. Tóth Balázs főosztályvezető is részt vett a konferencián, tartott előadást, ezzel is jelezve az államigazgatás elkötelezettségét a földmérés és térinformatika fejlődése iránt.

Az előadások központi témája az Elektronikus ingatlan-nyilvántartás (E-ingatlan) rendszer moduljainak bemutatása, valamint a rendszer funkcióinak és működésének ismertetése volt. Bár a földmérő szakma enyhe kiöregedési tendenciát mutat, örömteli látni, hogy az előadásokat tartó fiatal szakemberek – okos, naprakész informatikusok, mérnökök és doktoranduszok –

elkötelezettek az élethosszig tartó tanulás eszméje iránt. Mivel a földmérés szorosan összefonódik a gyorsan változó informatikai környezettel, kulcsfontosságú, hogy a szakemberek képesek legyenek követni és alkalmazni a technológiai újításokat. Csak így biztosítható, hogy a szakma lépést tartson a fejlődéssel, és továbbra is meghatározó szerepet töltsön be a korszerű mérnöki gyakorlatban.

Jeles Zoltánné Pálfi Zsuzsanna

a Szabolcs Szatmár Bereg Vármegye MFTTT csoport elnöke

Rendezvények - beharangozó

XXVI. Földmérő Találkozó

2025.09.18-21., Nagyszeben

Az EMT Földmérő Szakosztályának, a különböző helyszíneken tartott, éves rendezvénye a Földmérő Találkozó, amely lehetőséget biztosít a földmérés szakmai területén tevékenykedő, Kárpát-medencei magyar fizikai és jogi személyek közti kapcsolatok létrehozására, azok állandó fejlesztésére, valamint a ma értelmezett Erdély tájegységei történelmi és szakmai vonatkozású elemeinek megismerésére. Az idei évben a Földmérő Találkozó Nagyszebenben kerül megrendezésre 2025. szeptember 18–21 között.

A XXVI. Földmérő Találkozó találkozó témája a technológia gyors ütemű fejlődése, a globalizáció és a folyamatosan változó társadalmi normák állandó nyomás hatásai a földmérő szakmára, amelyek egyben rengeteg lehetőséget rejtegetnek a fejlődésre, arra, hogy szakembereink felismerjék és kiaknázzák a tudásukat. A találkozóról további információ, további a regisztráció felülete az alábbi honlapon található: <https://emt.ro/esemeny/foldmero-talalkozo/meghirdetes/xxvi-foldmero-talalkozo>

Szerkesztőség

INGEO 2025

2025.10.15-17., Brno

Az IN GEO 2025 – 9th International Conference on Engineering Surveying nemzetközi konferenciát 2025. október 15–17. között rendeznek Brnóban (Csehország). Az IN GEO 2025 alapvetően egy mérnökgeodéziai konferencia, amely teret biztosít a kapcsolódó szakterületek számára is, úgy mint az építőmérnöki és gépészmérnöki tudományok, geoinformatika és geotechnika.



A konferencia fókuszában épületek és műtárgyak 3D-modellezése, BIM, okos városok, beltéri navigációs technológiák (SLAM, RFID, TOF), deformációmérés, ipari felmérések (pl. erőművek, nukleáris létesítmények), standardizáció és minőségbiztosítás állnak. További információ a honlapjukon érhető el: <https://www.ingeoconference.com/>.

Szerkesztőség

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

ELÉRHETŐSÉGEINK:

E-MAIL: MFTTT.TITKARSAG@GMAIL.COM

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

KÉZIRATOKAT AZ INFORMÁCIÓ>BEKÜLDÉSEK MENÜPONT ALATT LEHET FELTÖLTENI.

MFTTT vezetősége

Hírek

Életfa Emléklakett Bronz

Az 1956-os forradalom és szabadságharc 68. évfordulója alkalmából, 2024. október 23-án, a Vajdahunyad várban rendezett ünnepségen dr. Nagy István agrárminiszter **Életfa Emléklakett Bronz** fokozat kitüntetést adományozott **Németh László** nyugalmazott térinformatikai szaküzemmnőnek.

Németh László (Szendrő, 1954. 10. 12.) 1976-ban szerzett földmérő üzemmnői képesítést a Soproni Erdészeti és Faipari Egyetem Földmérő és Földrendezői Főiskolai Kar Földmérő Szakán. Munkába állásának kezdetétől magas szakmai színvonalú munkát végzett kezdetben az EOTR újfelmérésekben, majd a belterületi térképfelújításokban, a földhivatali geodéziai szolgáltatások körébe tartozó sajátos geodéziai (házhelyosztás, egyéb telekalakítás, kisajátítási és megvalósulási térképkészítés, épületfeltüntetés stb.) munkákban. Az 1990-es években nagyon fontos szerepet töltött be a Vas Megyei Földhivatal köztisztviselőjeként a földhivatal kárpótlással kapcsolatosan jelentkező földmérési előkészítési és kiosztási feladataiban, a földprivatizációs folyamatokban. Szakmai koordinációjával a Vas Megyei Földhivatal 1992 óta vett részt a digitális térképkészítési programokban. Személyesen végezte a DAT újfelmérések, térképi átalakítások állami átvételét, valamint az állami átvételi ellenőrzések koordinálását. Az eredményes előkészítési munkák koordinálásával a KÜVET és BEVET által létrejövő digitális térképek állami átvételét is zökkenőmentesen megoldotta a Megyei Földhivatal.



2018-as nyugdíjazásáig irányította és ellenőrizte a Vas megyei földmérő társadalom szakmai munkáját.

Szerkesztőség

Lázár deák emlékérem

Az MFTTT Lázár deák emlékérem kitüntetés odaítélésére megválasztott bizottsága a 2025. évi kitüntetésre egyhangúan Bolla Attilát javasolta. Miután a javaslatot az IB és a Választmány előterjesztésére a társaság közgyűlése elfogadta, a 2025. május 22-i közgyűlésen került sor annak átadására.



Bolla Attila (Celldömölk, 1964. 10. 30.) a Kemenesmihályfai Állami Általános Iskola elvégzése után 1979-től a szombathelyi Hevesi Ákos Szakközépiskola és Szakmunkásképző földmérő szakos tanulója lett. 1983-ban az Országos Szakmai Tanulmányi versenyen 1. helyezést ért el. Még ezentben az érettségi után felvételt nyert a Budapesti Műszaki Egyetem Építőmérnöki Kara Földmérőmérnöki Szakára. 1988-ban építőmérnöki diplomát szerzett.

Azt követően a PGTV Zalaegerszegi Felmérési Osztály, Szombathelyi Csoportjánál volt műszaki ügyintéző. Egy év szolgálat után tartalékos tisztként fejezte be katonai pályafutását. 1990-ben a megházasodott, majd 3 gyermeke született.

1991-től a Vas Megyei Földhivatal munkatársa lett, mint számítógépes rendszergazda. Oroszlánrészt vállalt a kárpótlási és részaránykiadási munkák földmérési, ingatlan-nyilvántartási és számítás-technikai támogatásában. A földhivatalok

számítógépesítése, a tulajdoni lapok feltöltése, közigazgatási és fekvéshatár adatbázis digitálissá tétele projektek végrehajtásában aktív irányító, közreműködő volt. A SZÜV égisze alatt felsőfokú programozói képzést szerzett. 1994-től öt éven keresztül óraadóként oktatott a földmérési szakközépiskolában technikusjelölteket számítástechnikai alapszoftverek és geodéziai szoftverek kezelésére.

1997-től a Geodézia Zrt. Veszprémi Felmérési Osztály Szombathelyi Irodája irodavezetőjének kérte a Részvénytársaság vezérigazgatója. Kataszteri, építési geodéziai, mozgásvizsgálati, közműfelmérési közműnyilvántartási, vízügyi felmérési munkákat irányított. Szentgotthárd, Győr, Keszthely, Szombathely, Bük DAT újfelmérésekben, valamint Csepreg, Bük, Vasvár digitális közmű- és víziközmű szakági nyilvántartások kialakításában is hathatósan közreműködött az Iroda, amit 2001-ben önálló Felmérési Osztállyá szervezett. A számítástechnika, térinformatika, digitális technológiák, ISO 9001 minőségbiztosítási rendszer bevezetésében, meghonosításában kiemelkedő szerepet játszott.

2002-től a Körmenyi Földhivatal Földmérési Osztályvezetőjeként a KÜVET, BEVET, ZÁVET által létrejövő digitális kataszteri térképekre való átállásban, analóg térképek, munkarészek és nyilvántartások számítógépre vitelében, a térképkezelési technológiákban vezetőként új, digitális szemléletet honosított meg.

2012-től a Vas Megyei Kormányhivatal Földhivatala Földmérési Osztályvezetője, a Vas megyei földhivatali földmérési szakma irányítója.

Munkatársaival az Osztatlan Közös Tulajdon megszüntetése pilot projekt Vas megyei végrehajtásában, lebonyolításában kiemelkedően teljesített, ami aztán követendő példa lett az ország összes földhivatalában.

Belföldi és külföldi előadók, résztvevőkkel szakmai programok, kirándulások sok résztvevőt megmozgattak, ami rengeteg új ismerettel, személyes kapcsolatokkal gazdagította a megjelenteket. E rendezvényeken az alkalmazott gyakorlati megoldások, technológiák széles körű bemutatása, esettanulmányok elemzése, jövőkép felvillantása színesítette előadásait.

2015-től részt vesz a Bajai Vízügyi Főiskola, jelenlegi nevén a Nemzeti Közszolgálati Egyetem Víztudományi Kara geodézia mérőgyakorlat vezetésében, mint mérnökstanár.

2018-tól az MFTTT Szombathelyi Csoportja elnöke. Aktívan szervez földmérési programokat, kirándulásokat, szakmai találkozókat, koszorúzásokat.

A szakmai hitvallásában elsősorban az lett a prioritás, hogy a kataszteri térképeket a kor, a XXI. századi színvonalának megfelelő szintre hozza az általa vezetett földmérő közösség. Természetesen értve ezt mind a tartalomra, mind az esztétikára és mind megbízhatóságra. Kiemelkedően fontosnak tartja a szakmai szabályok mérnöki szintű, szakmai irányelvekbe való szervezését, azok folyamatos felülvizsgálatát, új technológiákhoz való igazítását, a jogi szabályozásnál jóval

részletesebb és kidolgozottabb mintákkal és mellékletekkel rendelkező szakmai szabályozást, irányelvi útmutatást.

Ugyanakkora prioritás számára a geodéta szakma társadalmi elismertségének javítása, a szakmai munka modernizációjának elősegítése úgy, hogy közben a tradíciók ápolása, a jól bevált elvek és alapelvek alkalmazása ne vesszen feledőbe. A földmérési és más mérnöki szakterületek kapcsolatainak ápolása különösen lényeges számára. Különösen igaz ez a közigazgatási és vállalkozási szféra partnereként való együttműködésére is..

Szerkesztőség

Doktori védés a Miskolci Egyetemen a Mikoviny Sámuel Földtudományi Doktori Iskolában

2025. július 2.-án **Jeney János György** megvédte „Etnikai térképek a diplomáciában – Trianon, 1920” című doktori munkáját, melyet **Kocsi Károly** témavezetésével készített.

A doktori munka a trianoni békediktátum aláírását előkészítő békekonferenciára szánt etnikai térképek történetét és ábrázolási módszertanát dolgozza fel. A térképtörténeti és diplomáciatörténeti dokumentumok alapján végzett kutatás térképzési jellegű függetlenül attól, hogy a döntéshozók megtekintették-e, tartalmát figyelembe vették-e.

A témakörben magyar részről kulcsszerepet játszott széki gróf Teleki Pál, aki nem csak térképet szerkesztett a trianoni békediktátum előkészítésére, hanem erősen befolyásolta sok elkészített térkép tartalmát, és gondoskodott a magyar térképek győztesekhez való eljuttatásáról is.

A dolgozat 44 térképet elemezett és mutatott be. Az összehasonlító elemzés eredményeként megállapítható, hogy a magyar fél által készített térképek sokkal pontosabbak, szerkesztési elvüket tekintve sokkal változatosabbak, mint a győztesek által készített többsége, melyek sok esetben túlgeneralizáltak voltak. A vizsgált etnikai térképek méretaránya 1:200 000-es és 1:4 500 000-es méretarány között van, ugyanakkor az optimális méretarány 1:1 000 000-s vagy ahhoz közeli méretarány az egész Kárpát-medence bemutatására..

Gercsák Gábor

ELTE Informatikai Kar

ny. egyetemi docense

Doktori védés az ELTE-n a Földtudományi Doktori Iskolában

Sikeresen védte meg „A Gerecse jelenkori felszínfejlődésének térinformatikai szemléletű modellezése” című doktori

disszertációját **Gerzsenyi Dániel** 2025 április 8-án. Témavezető: **Albert Gáspár**.

A Gerecse laza üledékekkel borított lejtői hajlamosak csuszamlásokra és más lejtős tömegmozgásokra, és e jelenségek sokszor lakott vagy egyéb módon használatban lévő területeken okoznak problémát. A lejtős tömegmozgásokra hajlamos területek helyét a likelihood ratio functions módszerrel becsült megmagassági és tematikus földtudományi adatok elemzésével. Az elemzés során sikeresen azonosította a rendelkezésre álló adatok hibáit, és így a mozgásra hajlamos területeket a terepi tapasztalatok és a statisztikai validáció alapján is viszonylag pontosan jelölő becslések készültek.

A Gerecse környezetében több bezárt bányászati hulladékkezelő található, amelyek egyrésze a felhagyott művelésű bányaterület kedvezőtlen állékonysága miatt, továbbiak a veszélyes

anyagtartalmuk miatt jelentenek kockázatot. A dolgozatban a jelölt egy földtani veszélyforrás-térképet készített a Gerecse északi részéről és a Dorogi-medencéről.

A kutatás során előállított egy felszínfejlődési modellt, amely a felszínen folyó víz általi pusztítást és lejtős folyamatok által végzett anyagszállítást szimulálva a Gerecse elmúlt kb. 3 millió éves történetének bizonyos eseményeit – erózióbázis változása, édesvízi mészkő és lösz lerakódása – képezi le generalizált formában. Ezt a modellt a dolgozat kiegészíti a mai domborzatból kiinduló, a jövő felé haladó modellezéssel is.

Gercsák Gábor

*ELTE Informatikai Kar
ny. egyetemi docense*

Könyvismertetés

Mérnökök Fejérben

**Fejér Megyei Mérnöki Kamara,
Székesfehérvár, 2025, B5, 202 oldal.**

14 éve jelent meg azonos címmel az első kötetünk, melyben akkor 82 korábbi mérnök életrajzát mutattuk be. Most éreztük időszerűnek a folytatást. A Szerkesztőbizottság végül is újabb 55 mérnököt talált méltónak, hogy emléküket így módon megörökítsük.



A kötet keményborítás, az elsővel közel azonos grafikájú. A bemutatott mérnökök névsora megtalálható ABC rendben is, szakmák szerint is, és születési idő szerint is csoportosítva.

Az egyes életrajzok a lehetőségekhez képest gazdagon illusztráltak, tartalmazzák a bemutatott kolléga életrajzi adatait,

tanulmányait és szakmai munkásságát. A szerkesztési alapelveknek megfelelően az egyes leírások 2 vagy 4 oldalasak, ritkán 6 oldal terjedelműek. Miután kizárólag már nem élő elődeinkről szól a kötet, így gyakran bravúros munka kellett a szerzők részéről ahhoz, hogy ezeket az adatokat megtalálják. Szerencsére mind az önkormányzati, mind a könyvtári, levéltári forrásoknál segítőkész munkatársakra találtunk. Nem egy esetben a temetkezési vállalat volt a hiteles forrás.

Az új kötetben szereplő mérnökök szakma szerinti rendje lényegesen eltér az első kötethez képest. Az építészek itt is dominálnak 20 fővel, geodéta és térképész 7 fő, viszont megjelentek a kohó- és gépészmérnökök 18 fővel, és 12 fő egyéb szakterületről vegyesen. Ezek a számok azt az örömteli változást is jelentik, hogy ez alkalommal sikerült fellelkesíteni a dunaújvárosi szerzőket is. Ez a megoszlás már jobban jellemzi a kamaránk által képviselt régió valódi szakmai lefedettségét, bár erre igazán a két kötet együttesen alkalmas. Ebben a szaklapban talán érdemes felsorolni azokat, akik a mi szakmánkból kerültek be a kötetbe (még ha más is az alapvégzettségük); ők egyébként valamennyien a fehérvári GEO volt oktatói, egytől egyik emlékeztető, neves egyéniségek. Névsoruk: dr. Fenyő György, dr. Hankó András, dr. Hörömpő János, Kádár István, Marton Tibor, Nagy Lajos, dr. Szabó Gyula.

A kötet szerkesztése során ébredtünk rá arra is, hogy milyen szerencsés időpontban fogtunk hozzá az alkotáshoz. Ennek az áll a háttérben, hogy a most bővülő tájegység – Dunaújváros és környéke – épp napjainkban éli újabb válságát munkaügyi területen, amikor a néhai Dunai Vasmű agóniáját kell végig néznünk. Nem tudni, a válság után hol fognak majd élni azok, akik még emlékezhetnek a szakmák korábbi nagyjaira.

Legalább ekkora változások zajlottak le már korábban is a régió néhai nagyüzemei kapcsán, amikor megszűnt vagy átalakult a VIDEOTON, az IKARUS gyár, bezártak a bauxitbányák, a KÖFÉM már ki tudja hányadik változásán esett/esik át. Ezek

természetes gazdasági folyamatok nemcsak országunkban, az egész világban követhetőek. Ami azonban minket, illetve jelen céljainkat illeti, mindez a népesség változásával, gyakran elvándorlásával jár, és letűnnek azok, akik még együtt dolgoztak hőseinkkel. Ez azért kiemelten fontos kérdés, mert ők azok a kollégák, akik gyakran olyan apró részletekre is emlékeznek, melyek nem találhatók meg a szakirodalomban. Csak ha saját szakmánkban gondolkozom, kortársaim és közvetlen követőink számára természetes fogalom volt a Naszluhász-képlet a területszámításkor. Ma már nem sokan foglalkoznak ezzel a kérdéssel, mert a számítógépes program megoldja a feladatot a képlet ismerete nélkül is. Emiatt azonban a képletet kitaláló ember munkássága is feledésbe merülhet. Mint ahogy még a Székesfehérváron élők többségét is meglepte az a hír, hogy Naszluhász Lajos Fehérváron van eltemetve. A róla szóló cikk szerzője sok energiát fektetett abba, hogy kiderítse életrajzi adatait, melyek a korábbi művekben ráadásul hibásan jelentek meg.

A kötet bár szűkebb az elsőhöz képest, de legalább annyi újdonságot mutat be mindazoknak, akik hajlamosak egy-egy építmény mellett gyorsan elhaladni anélkül, hogy felfelé is néznének. Mert ott járunk ezen nevezetességek mellett anélkül, hogy tudnánk, ki volt a szerzője/tervezője, alkotója. Ezt a hiástust hívatott könyvünk részben betölteni.

Az új kötet igyekezett az első szerkezetét követni. A két előszót a Szerkesztőbizottság két tagja, Igari Antal építészmérnök és Dr. Szepes András építőmérnök írták azzal a meggyőződéssel, hogy a kötet segíti a mérnöki munkát és a mérnöki hivatást szélesebb

körnek bemutatni, amire napjainkban igen nagy szükség van. Vissza kell szerezni az egyes mérnöki szakterületek elismertségét, megbecsülését! Könyvünk hiánypótló, gondolatébresztő, talán még tanulságos is.

Mindenképpen szólni kell az életrajzok szerzőiről, akik ezzel együtt a kutatói munkát felvállalták. Olyan mértékű könyvtári, ezzel együtt internetes keresési munkát takar ez a tevékenység, ami példaértékű lehet a mai ifjúság számára is. A kötet végén minden munkatárs bemutatkozására is lehetőség adódott, ami színesíti a kiadványt.

Természetesen nem mehetünk el szó nélkül a megjelenés támogatói megemlézése nélkül. Ők azok, akik nélkül ez a mű nem jöhetett volna létre. A fő támogatók, akik kifejezetten céltámogatással segítettek: Székesfehérvár Megyei Jogú Város Polgármestere, a Fejér Vármegyei Építész Kamara, Fejér Vármegyei Mérnöki Kamara, Fehérvár Travel Kft. Nagyon fontos támogató az a 21 szerző, aki munkájáért nem kért szerzői díjat. Névsoruk a kötet végén megtalálható.

A kötet tartalma elérhető az interneten is: <https://fvmk.hu/mernokokfejerben/2/> címen.

*Dr. Szepes András
a kötet főszerkesztője*



Nekrológ



Ádám Antal

(1929 – 2025)

Életének 96. évében, 2025. március 15-én elhunyt Ádám Antal geofizikus, a Magyar Tudományos Akadémia rendes tagja. Ádám Antal (Szekszárd, 1929. szeptember 13. – Sopron, 2025. március 15.) geofizikus, bányakutató-mérnök, a Magyar Tudományos Akadémia rendes tagja (1993), Széchenyi-díjas (1996), kétszeres akadémiai díjas (1962, 1970), a mai HUNREN Földfizikai és Űrtudományi Kutatóintézet elődeinek (Soproni Egyetem geodéziai és geofizikai munkaközössége, 1952; Geodéziai és Geofizikai Kutató Laboratórium, 1955; MTA Geodéziai és Geofizikai Kutató Intézet, 1971) alapító tagja, a soproni kutatóintézet igazgatóhelyettese (1972–1999), majd nyugdíjba vonulásáig (2005) az intézet kutatóprofesszora.

A földáram-kutatás (tellurika) egyik úttörője és sikeres műszerfejlesztője, a Pannon-medence litoszférája elektromos anomáliáinak kutatója volt. Főbb megfigyelései a dunántúli elektromos vezetőképességi anomáliára, a Békési-árok sajátságaira, a Kárpát-medence geomágneses indukciós vektorainak viselkedésére, szeizmikus szelvények menti tektonikai vonalak elektromos torzító hatásának vizsgálatára terjedt ki. Magyarországon és Kínában végzett egyidejű mérésekkel Takács Ernővel együtt már 1955-ben kimutatták, hogy a geomágneses pulzációk hatalmas kiterjedésűek. A KGST-országok planetáris geofizikai ismereteit a nyugati világ számára összegző monográfia (Geophysical and Geothermal Studies, 1976) főszerkesztője, vezető szerzője. „Toni Adam” (Ádám

Tóni) a nemzetközi magnetotellurikus közösség egyedülálló, ünnevelt alakja volt. Finnországban és Ausztriában bevezette a magnetotellurikus kutatómódszert, Indiában elősegítette az elektromágneses indukciós módszerek alkalmazását.

Alapító tagja a Magyar Geofizikusok Egyesületének (MGE, 1954). Műszaki egyetemi doktori címet Miskolcon szerzett (1962), a Tudományos Minősítő Bizottság (TMB) jóváhagyásával kandidált (1965), majd megvédte akadémiai doktori értekezését (1969). Elnökölte egykoron az MTA Geofizikai Tudományos Bizottságot (1973–1976), a Nemzetközi Litoszféra Program magyar nemzeti bizottságát, a Nemzetközi Geomágneses és Aeronómiai Szövetség (IAGA) elektromágneses indukciós munkacsoportját (1979–1983), társelnöke volt az IAGA belső mágneses tér divíziójának, elnöke a KGST-országok planetáris geofizikai együttműködési szervezet (KAPG) magnetotellurikus munkacsoportjának, alelnöke az MTA Veszprémi Területi Bizottságának (1990–2002). Tevékenykedett az Országos Athenaeum Bizottságban, az OTKA szakkollégiumában, a Magyar Akkreditációs Bizottságban, a Magyar Geológiai Szolgálat Tudományos Tanácsában, hazai és nemzetközi folyóiratok szerkesztőbizottságaiban.

Az ELTE címzetes egyetemi tanára (1974), az MGE Eötvös Loránd-emlékéremmel kitüntetett tiszteleti tagja (1980), a Royal Astronomical Society tagja (1985), az Oului Egyetem díszdoktora (1989), az Osztrák Tudományos Akadémia levelező tagja (1995), a Miskolci Egyetem díszdoktora (2004), az OTKA Ipolyi Arnold Tudományfejlesztési Díj tulajdonosa (2005), a Szent István Akadémia rendes tagja (2006), Sopron Megyei Jogú Város díszpolgára (2007) volt.

Tagja volt egykor a Hazafias Népfront Országos Tanácsának és a soproni Katolikus Konventnek, majd belépett a Keresztény Értelmiségiek Szövetségébe és a Professzorok Batthyány Körébe. Soproni polgárként tagja a Kitaibel Pál Természettudományi Asztaltársaságnak, a Soproni Városszépítő Egyesületnek és elnöke, majd haláláig tiszteletbeli elnöke a Soproni Szemle Alapítványnak.

Ádám Antal egyike azoknak a nagy egyéniségeknek, akiknek kvantitatív földtudományi munkássága meghatározó a hazai földtudományi közösség számára. Emlékét őrizzük!

Szarka László,
az MTA rendes tagja

(forrás: <https://mta.hu/x-osztaly/elhunyt-adam-antal-geofizikus-az-mta-rendes-tagja-114286>)

Nekrológ



Pásztor László

(1933 – 2025)

Mély megrendüléssel értesültünk arról, hogy volt kollégánk és barátunk, a magyar földügyi szakigazgatás jelentős alakja 2025. június 8-án elhunyt.

Pásztor László 1933. október 17-én született Budapesten. Édesapja iskolaigazgató, édesanyja - akit korán elveszített - háztartásbeli volt. A nyári szünidőt gyakran töltötte Bajnán, ahol a nagybátyja gazdatisztként dolgozott. A fővárosban nevelkedő gyermeket itt érintette meg a teremtett világ és a mezőgazdasági tevékenység szépsége, sokszínűsége.

A budapesti Eötvös József Gimnáziumban érettségizett 1952-ben. 1953-ban először az építőiparban vállalt munkát, majd 1 hónapos katonai szolgálatot teljesített. Ezt követően a Gödöllői Agrártudományi Egyetemen folytatta tanulmányait, ahol 1958-ban mezőgazdasági mérnöki oklevelet szerzett.

A sikeres államvizsga után az Állami Földmérési és Térképészeti Hivatal (ÁFTH) Pest megyei Felügyelőségének mezőgazdász munkatársa lett. Részt vett a tagosítási és földrendezési munkák műszaki végrehajtásában. Néhány év terepi gyakorlatszerzést követően felvételt nyert az ÁFTH-ba. A Mezőgazdasági és Élelmezésügyi Minisztérium 1967 évi megalakulásával és a

földügyi igazgatás átszervezésével az Országos Földügyi és Térképészeti Hivatalban, a földügy központi szakmai felügyeleti szervében folytatta munkáját.

A Gödöllői Agrártudományi Egyetemen 1974-ben mezőgazdasági szakmérnöki oklevelet szerzett talajtani szakon.

A földügyi szervezetrendszer létrejöttétől kezdve a szakterület számos nagy horderejű jogalkotási feladatainak résztvevője, majd irányítója volt. Minisztériumi éve alatt részt vett a földjog területét érintő számos jogszabály előkészítésében, így például az ingatlan-nyilvántartásról, a földről, a földvédelemről, a földminősítésről és a földértékelésről szóló magas szintű jogszabályok, valamint ezek végrehajtási rendeleteinek, útmutatóinak szakmai előkészítésében. Mindig arra törekedett, hogy a földhivatali kollégák egyértelmű és használható iránymutatásokat kapjanak. Fontos volt számára, hogy a szükséges szakmai segítség mindig eljusson a földhivatalokhoz.

Munkatársainak emberséges, megértő és segítőkész, de határozott vezetője volt.

A Mezőgazdasági és Élelmezésügyi Minisztérium Földügyi és Térképészeti Hivatala főosztályvezetőjeként ment nyugdíjba 1989-ben.

Nyugdíjasként sem szakadt el a földügytől, hanem gazdag tapasztalatával még hosszú éveken keresztül - a 70. életének betöltéséig - eredményesen segítette a főosztály munkáját a magával szemben is mindig igényes és családszerető munkatárs.

Szorgalmát, szívós munkabírást többször is elismerte a minisztérium vezetése. Pásztor László a Munka Érdemrend ezüst fokozata kitüntetését 1985-ben vehette át. 1997-ben a földhivatalok és a Földmérési és Távérzékelési Intézet megalakulásának 30. évfordulója alkalmából névre szóló emléklapokban részesült. Szakmai életútja elismeréseként a földművelésügyi és vidékfejlesztési miniszter 2004-ben az Életfa emlékérem bronz fokozatát adományozta Pásztor Lászlónak, míg 2007-ben Miniszteri elismerő oklevélben részesítette.

A hatvanöt éven át kifejtett értékes szakmai tevékenysége elismeréseként a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem 2024-ben Vasoklevelet állított ki részére.

Pásztor László halálával a szakmáját nagy szorgalommal és alázattal szolgáló, nagy tudású szakember, a magyar földügyi irányítás korábbi jelentős vezetője távozott az élők sorából.

Mindannyian, akik ismertük, szeretettel emlékezünk rá.

Ripka János



Látványterv a Szabadság-szobor felől