

Két magyarországi geodéziai origó: Nadap és Gellérthegy

On Two Geodetic Origins in Hungary: Nadap and Gellérthegy

BUSICS György, TÓTH Zoltán

Óbudai Egyetem, Alba Regia Kar, Geoinformatikai Intézet
Székesfehérvár, H-8000, Pirosalma utca 1-3.
busics.gyorgy@amk.uni-obuda.hu toth.zoltan@amk.uni-obuda.hu

Abstract

Nadap is a village in the Velence Mountains. It is notable for the fact that all heights in Hungary are measured relative to the primary benchmark (known as the „ancestor point”) established there in 1888. Seven such primary benchmark points were established in the countries of Central Europe, and (with the exception of the one in Romania) they still exist today. In the 1950s, seven additional primary benchmark points were established in Hungary, including a new one in Nadap. The first part of this article reviews the history and role of the Nadap levelling reference points. Interestingly, there are two replicas of the obelisk marking the main reference point. Both replicas are linked to the student tradition of Selmec.

The second part of the article focuses on the Gellérthegy control point, an iconic point in Hungary’s triangulation networks. This horizontal control point was restored in 2026, when the entire Citadel was renovated and rebuilt. The Gellért Hill meridian, which passes through the marker, is now visible on the paving. The history of this reference point is also interesting, as the eastern pillar of the Gellért Hill Observatory — which operated here from 1815 to 1849 — served as the origin of the Budapest stereographic projection (a projection used to create 73% of Hungary’s cadastral maps). Starting in 1934, this point became also the origin of Budapest’s independent local central triangulation network and coordinate system; three Budapest metro lines were constructed using this system. The relocation of the pillar, which became necessary here, was also a unique surveying challenge.

Keywords: benchmark, levelling network, triangulation point, coordinate system, projection

Kivonat

Nadap a Velencei-hegység egy települése. Arról nevezetes, hogy az 1888-ban ott létesített szintezési főalapponthoz (az úgynevezett ősponthoz) viszonyítunk minden magasságot Magyarországon. Hét ilyen főalappontot létesítettek Közép-Európa országaiban, ezek (a romániai kivételével) ma is léteznek. Az 1950-es években hét újabb szintezési főalappontot hoztak létre Magyarországon, egy újat Nadapon is. A nadapi szintezési alappontok történetét, szerepét tekinti át a cikk első része. Érdekesség, hogy a főalappontot védő obeliszknek két másolata is van. Mindkettő a selmeci diákhagyományokhoz kötődik.

A cikk második része a magyarországi háromszögelési hálózatok ikonikus pontjáról, a Gellérthegy alappontjáról szól. Ez a vízszintes alappont 2026-ban megújult, amikor az egész Citadellát is felújították, átépítették. Láthatóvá vált a burkolatban a ponton átmenő gellért-hegyi meridián is. Ennek az alappontnak a története is érdekes, hiszen az 1815-1849 között itt működött Gellérthegyi Csillagvizsgáló keleti pillére volt a budapesti sztereografikus vetület kezdőpontja (amely vetületben a magyarországi kataszteri térképek 73 %-a készült). 1934-től ugyancsak ez a pont lett az önálló budapesti centrális hálózat és koordináta-rendszer origója; ebben a rendszerben épült meg három budapesti metróvonal. Az itt szükségessé vált pillér-áthelyezés megoldása is különleges földmérési feladat volt.

Kulcsszavak: szintezési alappont, szintezési hálózat, háromszögelési pont, koordináta-rendszer, vetület

A geodéziai alappontok a vonatkoztatási rendszer megvalósítói a gyakorlatban. Nélkülük nem tudnánk napi felmérési, kitűzési feladatainkat elvégezni. Kiemelt szerepük van a vonatkoztatási rendszer kezdőpontjainak. Két ilyen klasszikus (magassági és vízszintes) geodéziai origót mutat be írásunk, tekintettel közelmúltbeli megújulásukra, és kitérve a pontvédelem, valamint a közvélemény számára szükséges tájékoztatás kérdésére. (Megjegyezzük, hogy ezen kérdések a ma szinte kizárólag alkalmazott GNSS technológia esetében is felvethetők, bár ott más jellegű és sokkal kisebb számú alappontokról van szó.)

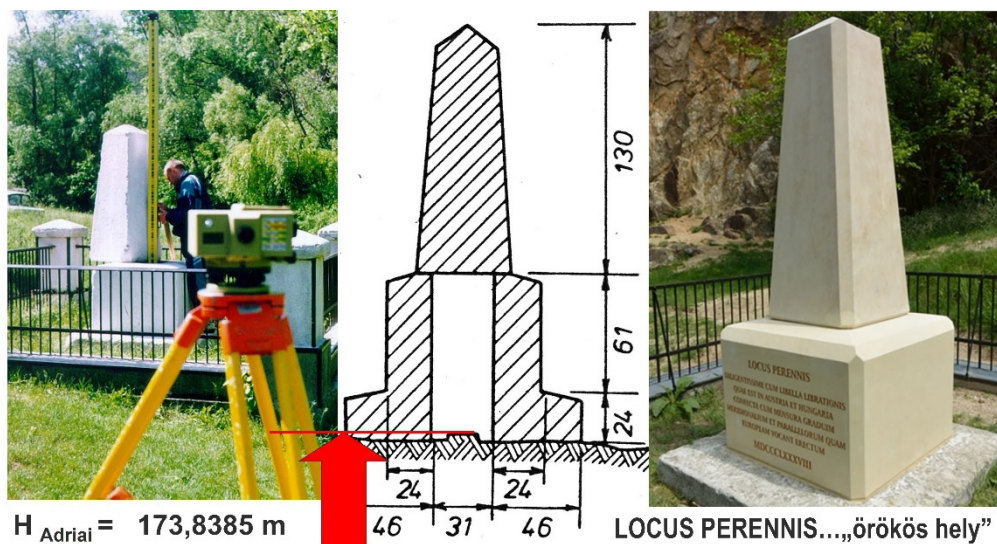
1. A NADAPI SZINTEZÉSI FŐALAPPONTOKRÓL

1.1. A Nadap I. szintezési főalappont, az őspont vagy ősjegy

Az első olyan szintezési hálózat, amely nagy területet (az egész Habsburg Birodalmat) fed le és magasságai egy tenger (az Adria) középvízszintjéhez kapcsolódnak, a XIX. század végén jött létre Közép-Európában (1. ábra). A szintezést a Bécsi Katonai Földrajzi Intézet tisztjei végezték (nevezik ezért „katonai” hálózatnak is); egy állásponton a magasságkülönbség meghatározása mintegy 20 percig tartott. A mérési munkálatok 1873-ban indultak és mintegy négy évtizedig tartottak [1]. A teljes hálózat kiegyenlítésére az első világháború miatt nem kerülhetett sor, de 1895-97 között három részletben megtörtént az alappontok magasságának számítása. A kiinduló, zéró magasság az Adriai-tenger 1875. évi középvízszintje volt, amit a trieszti Molo Sartorion megfigyelt 609 dagály és 614 apály szintjéből vezettek le.



1. ábra. A „katonai” szintezési hálózat első- és másodrendű szintezési vonalai és főalappontjai



2. ábra. Szintezés a nadapi őspontnál, és az obeliszk méretei cm egységben

A szintezési alappontok belterületen épületekben elhelyezett ún. furatos falitáblák voltak, külterületen kilométerkövek, hidak festéssel megjelölt vízszintes felületei. A munkálatok közben merülhetett fel, hogy olyan alappontokra is szükség lenne, amelyek stabilitása, mozgásmentessége és fennmaradása igen hosszú időtávon is biztosított. Ezek a hálózat főalappontjai (1. táblázat, 2. ábra). Ne mesterséges pontállandósításra gondoljunk, mert ezek a „pontok” voltaképpen hegységek (Alpok, Kárpátok...) felszíni sziklakibúvásainak

vízszintesre csiszolt, mintegy 20 cm-es méretű felületei. Azért, hogy ezek a természetes felületek az időjárástól és a vandalizmustól védve legyenek, egy obeliszk-szerű kő-építményt helyeztek föléjük. Az obeliszk két részből áll. Alsó része egyetlen kőtömbből kifaragott, 80×60 cm méretű hasáb, belül 30×30 cm méretű üreggel, hogy a sziklafelületre lehessen állítani a szintezőléceket. Az obeliszk különálló, 130 cm magasságú felső része (az alsó részen csúsztatva) elmozdítható a mérés idejére, de alapvető funkciója a pontvédelem. Hogy eleink az állandósítás és pontvédelem esetén megoldását jól gondolták, az mutatja, hogy a hét főalappontból hat ma is megvan, csak a romániai pusztult el.

1. táblázat. Az Osztrák-Magyar Monarchia szintezési hálózata 7 főalappontjának néhány adata

eredeti név	Adriai magasság	mérés éve	mai (település) név	mai ország
TRIESZT	3,3520	1875	Zero Ponte Rosso	Olaszország
Maria Rast	295,5957	1878	Ruše	Szlovénia
Franzensfeste	736,4851	1889	Fortezza	Olaszország
Lischau	565,1483	1889	Lišov	Csehország
Ruttka	371,0012	1888	Vrutky	Szlovákia
Terebes(fejérpatak)	367,6209	1887	Gyilove (Rahiv)	Ukrajna
Vöröstorony	359,6277	1887	Turnu Rosiu	Románia
Nadap	173,8385	1888	Nadap	Magyarország

Ilyen főalappont a Kárpát-medence középtáján, a Velencei-hegységben található Nadap község egy felhagyott kőbányájában is kialakításra került [2]. Magasságát 1888-ban, a kápolnásnyéki vasútállomás furatos táblájától indulva (amelynek magasságát 10 évvel korábban szintezték), egy szárnyvonallal határozták meg.

Az első világháborút követően, nem lévén tengeri kapcsolata Magyarországnak, ezt a nadapi főalappontot, illetve annak Adriai magasságát fogadták el a következő, ún. Gárdonyi-féle szintezési hálózat számítási adott pontjának.

1.2. A Nadap II. szintezési főalappont

1948 és 1964 között egy új országos szintezési hálózatot építettek ki Magyarországon, amelynek irányítója a polihisztor Bendefy László volt, nevezik ezért Bendefy-féle hálózatnak is. Bendefy a Magyarország területén megmaradt egyetlen főalappont mellett további hét főalappont kialakítását kezdeményezte. Mivel a Nadap I. sziklafelületét nem találta eléggé vízszintesnek és egyértelműnek, 1951-ben az ősponttól mintegy 150 méterre Nadapon is építtetett egy új típusú főalappontot, ez a Nadap II. Ez esetben is a hegység sziklakibúvására telepített pontról, pontosabban pontcsoportról van szó. A sziklaüregben három szinten három darab, rozsdamentes anyagból készült szintezési gombot betonoztak be, amit külön-külön is, majd az egészet is, fedlappal zártak le, akárcsak a kriptákat. A fedlap felnyitása csak az országos hálózat újramérésekor aktuális, a gyakorlatot szolgáló szintezések számára a főalappont körül három őrpontot létesítettek.

A Nadap II. magasságát természetesen a Nadap I. magasságából vezették le. A két főalappont között a létesítés óta többször is sor került összemérésre, magasságkülönbségük gyakorlatilag változatlan.

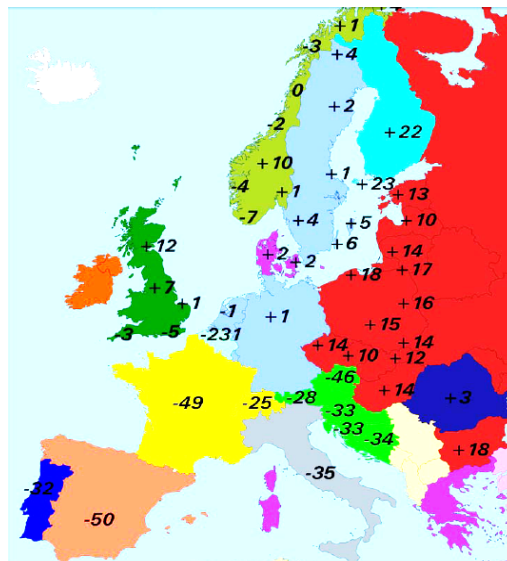
Gyakorlati szempontból egy fontos fejleményre került sor a Bendefy-féle hálózat létesítése közben, 1960-ban: elrendelték, hogy a Varsói Szerződés tagországaiban át kell térni a Szovjetunióban használatos Balti alapszintre. A magyar és szovjet szintezési hálózat összekapcsolásával levezették, hogy 0,6747 méter eltérés van a két alapszint között, a Balti van magasabban. Vagyis minden addig meghatározott Adriai magasságból ezt a ~67 centiméteres értéket le kellett vonni és a továbbiakban csak Balti magasságot lehetett használni a földmérési gyakorlatban.

Az 1970-es évek elején felmerült, hogy az addig ismert legpontosabb mérés technikával, ismételt szintezésekkel objektíven ki lehetne mutatni a felszínmozgásokat és a kéregmozgásokra is lehetne következtetni. Ezért indult 1973-ban az ún. kéregmozgási, másnéven nulladrendű szintezési hálózat kiépítése, ami 1978-ra be is fejeződött. Akkorra tisztázódott az is, hogy a magyar geodéziai alapok megújítása során új



Ez a pont része a mintegy 1150 pontból álló Országos GPS Hálózatnak (OGPSH), mégpedig annak egyik kerethálózati pontja. Másrészt ez a pont a Magyar GPS Geodinamikai Alaphálózatnak (MGGA) is része, amelyen két évente történtek háromnapos GNSS mérések, szolgálva egy hosszútávú mozgásvizsgálati monitoringot.

1997 májusában egy 8 napos, 8×24 órás GPS kampányban is részt vett ez a pont. Az ún. EUVN-kampány (*EUVN: European Unified Vertical Reference Network*) hosszú távú célja egy egységes európai magassági referenciahálózat létrehozása, rövid távú célja pedig az egyes európai országok magassági szintfelületei közötti eltérések kimutatása volt. A 196 pontos hálózatban 63 darab, a tengerszinthez (vízmércéhez, mareográfhoz) közvetlenül kapcsolódó pont (*tide gauge*), 66 EUREF-pont és 13 nemzeti hálózati GPS-pont, valamint 54, a nemzeti szintezési hálózatokból kiválasztott szintezési csomópont (*nodal point*), vagy ahhoz közeli pont vett részt (utóbbiak közé tartozott Nadap is). A kampány eredményeként összehasonlíthatók az egyes nemzeti magassági alapszintek (4. ábra). Megállapítható például, hogy a magyarországi alapszint közel azonos az ukránnal és oroszsal, míg az osztrák és a magyar hálózat alapszintjei közötti eltérés 60 cm, a horvát (vagy olasz) és magyar közötti pedig mintegy 48 cm...



4. ábra. Az egyes szintezési csomópontokban mért nemzeti alapszintek eltérése cm egységben az amszterdami tengerszínhez viszonyítva. Az azonos alapszintet használó országokat azonos szín jelöli (bordó: Balti...).

1.4. A nadapi obeliszk két másolata

Az utóbbi években a nadapi obeliszeknek, mint szakmánk szimbólumának, két kicsinyített másolata is létrejött, mindkettő a selmeci diákhagyományokhoz köthető. Az első másolat Selmezbányán az evangélikus (felső) temetőben egy sírkő helyett került felállításra, mint GEO-s emlékhely (5. ábra). Ez a furcsa, abszurdnak tűnő ötlet olyan, Székesfehérváron végzett öregdiákokban (a mintegy 40 főt számláló, KeményMagnak nevezett hagyományörző csoport tagjaiban) fogant meg, akik 1998 óta évente elzarándokolnak Selmezbányára, hogy ott találkozzanak, beszélgessenek, jól érezzék magukat. [3]



5. ábra. A GEO-s emlékhely a selmecbányai temetőben

Amikor elvesztették egy társukat, emléktáblát kívántak készíttetni, de ennek felállítása lehetetlennek tűnt, így került sor egy sírhely megváltására, majd ott a nadapi obeliszk felére kicsinyített másának elhelyezésére, amely egy tömbből lett kifaragva, de alsó része ennek is üreges. A hátoldalon egy nyílás található, amelyen keresztül az elhunyt emlékére készített réztábla csúsztatható be az üregbe. Az ötlettől a megvalósításig minden feladatot a KeményMag tagjai önkéntesen, saját finanszírozással végeztek. Az emlékhely avatására 2011. május 6-án került sor. Az avatáskor az üreges belsőben elhelyezték az erre az alkalomra írt alapító levelet, az akkor megjelent (székesfehérvári, s selmecbányai, budapesti) napilapokat, valamint első kirándulásuk korszóját. Az obeliszk előoldalán egy szintezési csap van, ami emlékezéskor a koszorú elhelyezésére szolgál. A csap fölött a fehérvári GEO eredeti címere van felvésva a felső részre, a bal oldalra pedig a bányász címer, a jobb oldalra az erdész címer. A talapzaton két felirat olvasható: „Együtt vagyunk” illetve „Jó szerencsét, drága cimborák...”. Ez utóbbi sor Winkler András Széchenyi-díjas egykori soproni rektor dalát idézi, akinek emléktáblája (több elhunyt kolléga mellett) szintén bekerült az obeliszk belsejébe. Az obeliszk ETRS89 koordinátái: ellipszoidi földrajzi szélesség: $48^{\circ} 27' 18,14''$; ellipszoidi földrajzi hosszúság: $18^{\circ} 53' 32,40''$.



6. ábra. Obeliszk és rönk a kézi hajtányon

Az obeliszk másik másolata Sopronban, az egyetem botanikus kertjében található, ugyanaz a kőfaragó készítette, mint az elsőt. Az előzményekhez tartozik, hogy 2014-ben, amikor a fehérvári GEO elvált a (mai nevén) Soproni Egyetemtől és az Óbudai Egyetemhez csatlakozott, a soproni hagyományörző hallgatók a barátság jeleként egy díszesen faragott rönköt toltak el gyalogosan, kézikocsin Sopronból Fehérvárra. A mintegy 3 méter magas rönk ma a Pirosalma utcai épület előterében, kivilágítva látható. A kézi hajtány jó két évig az udvaron árválkodott, mire megszületett az ötlet, hogy a nadapi obeliszk másolatával együtt kell visszaszolgáltatni (6. ábra). A „Visszatolás 2017” akció (22 hallgató aktív, embert próbáló részvételével) a jelzett év április 23. napján indult és április 29-én érkezett az obeliszk Sopronba, ahol a következő napon került sor az ünnepélyes avatásra. Az egy tömbből faragott, üreg nélküli obeliszk négy oldalán négy címer látható: a GEO címere, valamint a Soproni Egyetem három, a selmeci diákhagyományokat ápoló karának (erdőmérnöki, faipari mérnöki, közgazdaságtudományi) címere.

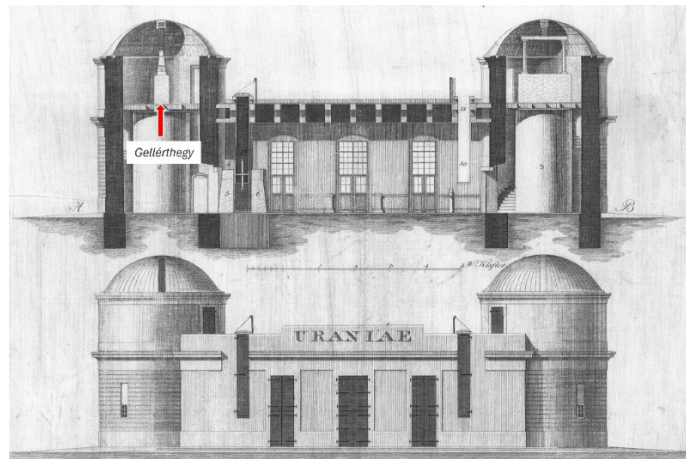
2. A GELLÉRTHEGY NEVŰ HÁROMSZÖGELÉSI PONTRÓL

2.1. A Gellérthegy alappont a Gellérthegyi Csillagvizsgálóban a XIX. században

Amikor 1777-ben a nagyszombati királyi egyetemet (a mai ELTE elődjét) Budára költöztették, a budai Várban csillagvizsgálót is kialakítottak, amely azonban alkalmatlannak bizonyult csillagászati megfigyelésekre. Egy új egyetemi csillagvizsgáló helyszínéül a Gellért-hegyet jelölték ki (7. ábra), többen (Pasquich János, Pollack Mihály, Georg von Reichenbach) vettek részt a tervezésben és 1813 augusztusában ünnepélyesen letették az Uraniae alapkövét [6]. A csillagda felépítését József nádor kiemelten támogatta. Még nem volt teljesen kész az épület, amikor 1814 októberében, a Bécsi Kongresszuson résztvevő és Budára látogató három uralkodó (I. Ferenc császár és magyar király (József nádor testvére), I. Sándor orosz cár és III. Frigyes porosz király) is megtekintette a csillagdát. 1815 augusztusában adták át az intézményt, amely a következő évtizedekben (az 1848-as szabadságharcig) mind az európai tudományos életben, mind a hazai közéletben komoly szerepet játszott. A reformkori összejöveteleken gyakori vendég volt Deák Ferenc, Kazinczy Ferenc, Széchenyi István, Vörösmarty Mihály (utóbbi verset is írt Tittel Pál igazgató halálakor).



7. ábra. Csillagda a Gellért-hegyen a XIX. században... a mai Petőfi-téri ortodox templom felől



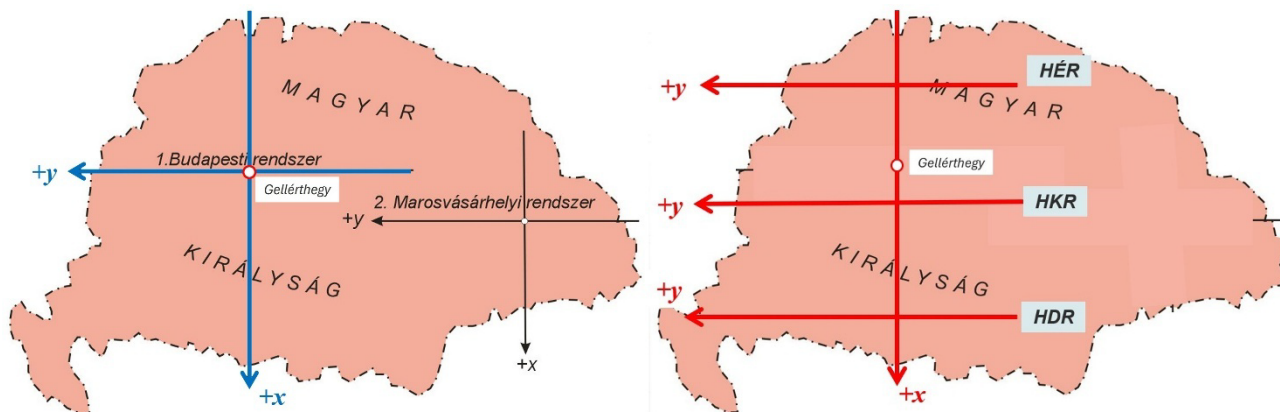
8. ábra. A Gellérthegyi Csillagvizsgáló északi homlokzata és metszete a terven

A Gellérthegyi Csillagvizsgáló, mint tudományos műhely sorsa 1849 májusában véget ért, mint épület pedig 1867-ben lebontásra került. Paradox módon, éppen az 1849-es dicsőséges tavaszi hadjáratnak és Budavár 1849 májusi visszavételének lett következménye a csillagda pusztulása. Mivel a magyar honvédsereg a Gellért-hegyről ágyúzta a budai várat, az osztrákok visszalöttek és az épület súlyosan sérült, majd a berendezést is széthordták. Ennél végzetesebb következmény volt azonban, hogy a világsi fegyverletétel után, Magyarország akkori teljhatalmú ura, Haynau tábornok elhatározta, hogy a budai vár helyett a Gellért-hegyen kell lennie egy katonai erődnak: ezért építették meg a mai is álló Citadellát. A Citadella már 1854-re felépült, amikor az erődfalakon belül a csillagda épülete még állt (17. ábra). Végül a csillagdát bécsi hadügyminisztérium parancsára 1867 körül lebontották (egyes források szerint felrobbantották) anélkül, hogy a pótlásáról gondoskodtak volna.

A Gellérthegyi Csillagvizsgáló épülete egy keleti és egy nyugati kerek toronyból, köztük pedig egy kutatásokra szánt kelet-nyugati homlokzatú eszközteremből állt (8. ábra), benne három meridián-irányú ablakkal és két délkör-réssel. Földmérési szempontból a keleti torony a fontos, mert ezen belül 9,5 láb (~3 méter) átmérőjű termésköböl rakott alapzatot építettek (függetlenül a külső fal és a padozat alapjától), amelynek tetején egy észlelőpillér állt. Ezt a pillért „Gellérthegy” néven háromszögelési pontnak is kijelölték, meghatározva földrajzi koordinátáit. A többi háromszögelési pont földrajzi hosszúságát ehhez a ponthoz képest határozták meg, így a csillagdát „magyar Greenwich-nek” is nevezték.

A csillagda keleti tornya pillérének igen fontos szerep jutott a magyar geodéziában, a kataszteri térképeknél. Ez a Gellérthegy nevű alappont (annak Gauss-gömbi megfelelője) lett az 1863-tól bevezetett budapesti sztereografikus vetület vetületi kezdőpontja (9. ábra). Az ezen a ponton átmenő meridiánnak a vetületen egyenesként jelentkező képe a síkbeli koordináta-rendszer x tengelye, déli irányultsággal. A Gellérthegy vetületi koordináta-rendszer origója is, x és y koordinátája tehát zérus. A budapesti sztereografikus vetületben készült a kataszteri térképek 73%-a.

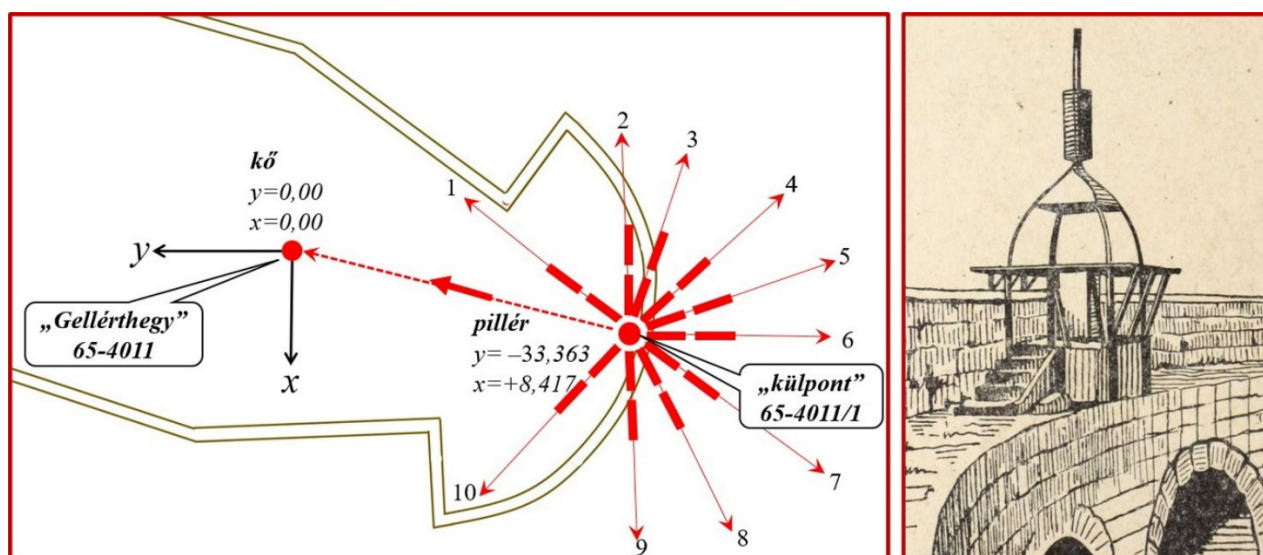
Amikor 1909-ben Fasching Antal javaslatára három hengervetületi rendszert vezettek be (HÉR, HKR, HDR, 9. ábra), ott is mindhárom esetben a koordináta-rendszer x tengelyét a gellérthegyi meridián jelöli ki (de egyik rendszernek sem kezdőpontja a Gellérthegy).



9. ábra. A budapesti sztereografikus vetület és a Fasching-féle hengervetületek koordináta-rendszerei

2.2. A Gellérthegy alappont újraállandósítása 1934-ben

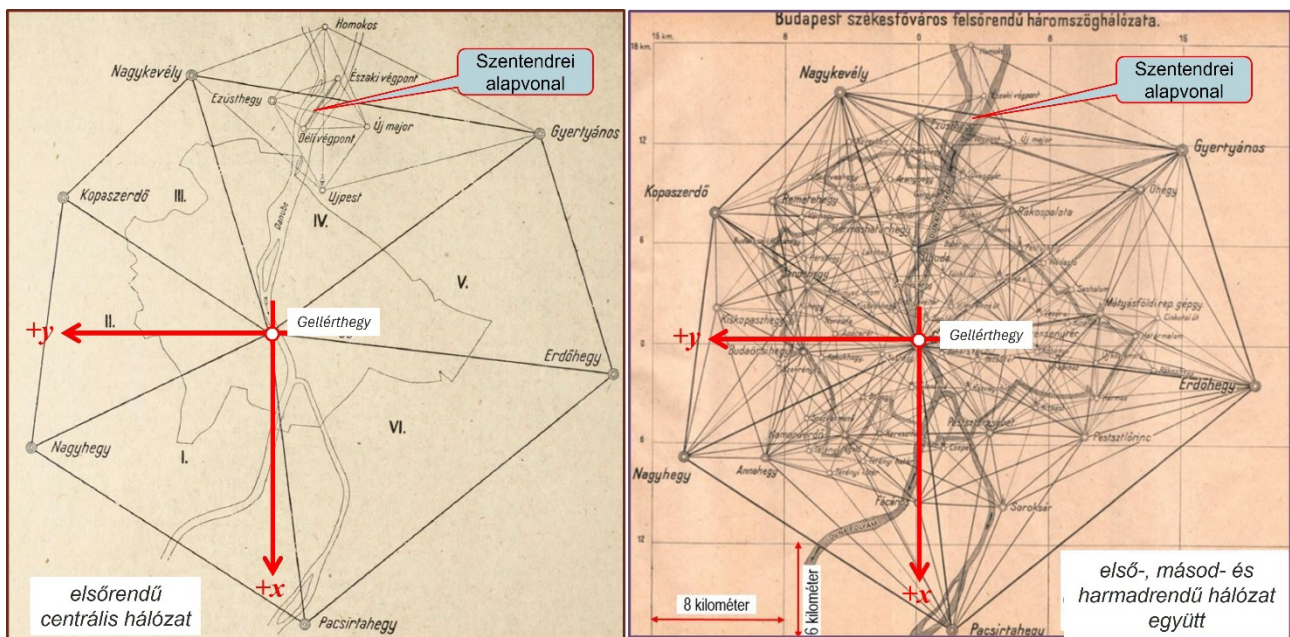
1932-ben Budapest főváros tanácsa új kataszteri térkép készítését határozta el. A klasszikus részletes felmérés végrehajtásához hierarchikusan felépülő alapponthálózatra van szükség. Bár volt ilyen korábbi hálózat, de annak pontosságát nem találták megfelelőnek, hanem új, önálló, városi háromszögelési hálózat kiépítését határozták el úgy, hogy annak vetületi rendszere a budapesti sztereografikus vetület, kezdőpontja pedig a (nem létező) Gellérthegy legyen. Ehhez 1933-ban először egy pillért építettek (felette irányzóhengerrel) a Citadella gyilokjáróján, mintegy 30 méterre keletre az egykori alapponttól (10. ábra). Ennek a pillérnek sztereografikus koordinátáit 10 környező háromszögelési pontról, oda-vissza mért irányokból meghatározták, majd innen kitűzték az $x=0$, $y=0$ koordinátájú pontot, az egykori origót, amit most is Gellérthegynak neveztek el. A pontot csonkagúla alakú, 80 cm magasságú, legjobb harashti mészkőből faragott terméskővel állandósították, két földalatti jellel és három őrcsappal biztosítva. A ma is létező kő oldalán felirat van: A BUDAPESTI KOORDINÁTA-RENDSZER KEZDŐPONTJA. Iránymérést nem innen végeztek (a magas erődfal miatt), hanem a pillérről, amely méréseket aztán központosították.



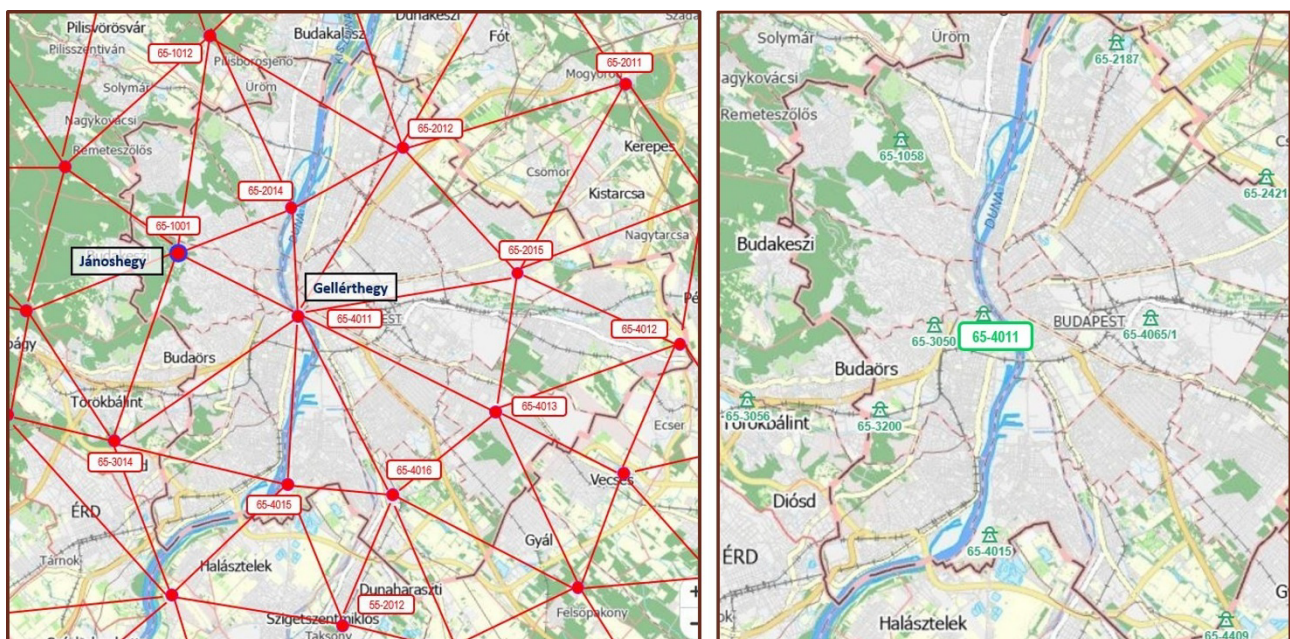
10. ábra. A régi „Gellérthegy” alappont kitűzésének rekonstrukciója és az 1933-ban épített pillér

A budapesti önálló centrális felsőrendű hálózat első-, másod- és harmadrendű pontokból áll, ezen belül pontsűrítéssel negyed- és ötödrendű pontokat is létrehoztak. Az elsőrendű hálózat centruma, origója az új Gellérthegy pont és további hat, az origótól átlagosan 17 km-re lévő kerületi pontja van, lefedve az akkori és a később nagyobbodó főváros teljes területét (11. ábra). Bár a centrális hálózat vetülete is a korábbi

sztereografikus vetület, de a közös pontok koordinátái eltérnek a régítől, mert itt új mérésen és kiegyenlítésen alapuló (pontosabb) hálózatról van szó.



11. ábra. Budapest 1933-35. évi önálló centrális városi hálózata



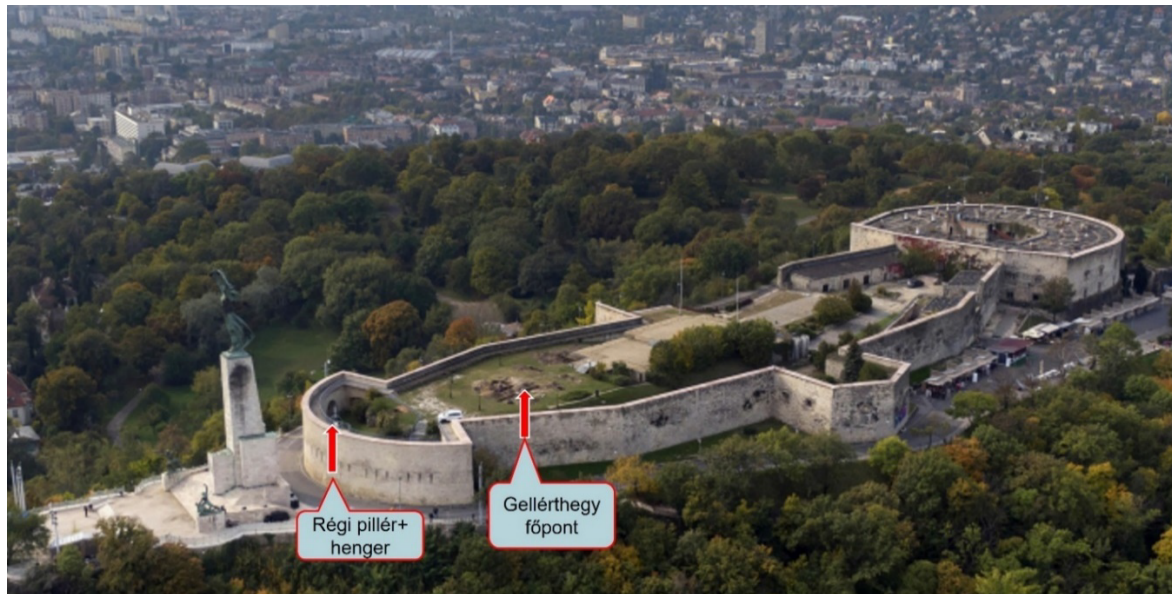
12. ábra. A Gellérthegy alappont az EOVA-ban és az OGPSH-ban

Magyarországon 1949-től kezdődően kezdtek kiépíteni egy új országos háromszögelési hálózatot, amely munka a felsőrendű hálózat tekintetében csak 1972-ben fejeződött be. Az EOVA felsőrendű hálózata (átlagosan 25 km sűrűségű) elsőrendű pontokból és (átlagosan 7 km sűrűségű) harmadrendű pontokból áll. Ilyen felsőrendű pontnak választották Budapest területén a Gellérthegy nevű alappontot is, amely egyben Laplace-pont is, vagyis földrajzi szélességét és hosszúságát is meghatározták az új alapfelületen (12. ábra). EOVA pontszáma: 65-4011, ennek külpontja a régi pillér, amelynek pontszáma: 65-4011/1.

Az 1975-ben bevezetett új vetület, az EOVS esetében is szerepet kapott a Gellérthegy alappont. Ugyanis, az EOVS koordináta-rendszerét úgy vették fel, hogy az x tengely a Gellérthegy ponton (annak új Gauss-gömbi megfelelőjén) átmenő meridián képe (de a vetületi kezdőpont másutt van).

Amikor 1995-97 között az Országos GPS Hálózatot mérték, akkor magát a Gellérthegy pontot nem tudták bevonni, mert a pont mellett egy fa kitakarást okozott. Helyette a Citadella nyugati udvarában lett egy OGPSH-pont (száma: 65-4011/2), amely az építkezés közben elpusztult. Pótlásaként maga a 65-4011 főpont került OGPSH-pontként meghatározásra, mivel a főponton már nincs kitakarás [4].

2.2. Geodéziai alappontok a Gellért-hegyen a Citadella felújítása után, 2026-ban



13. ábra. A két geodéziai alappont a Citadella felújítása előtt, a régészeti feltárás kezdetekor, 2020-ban

A Citadella a megépítése után az elnyomás és önkény szimbóluma volt a magyarok szemében. Az 1867-es kiegyezés után sikerült az osztrák katonaságtól megszabadulni, az erőd jelképes bontását is megkezdték, de a későbbiekben sem sikerült igazán hasznos funkciót találni az erődnék. Az 1990-es években állapota végzetes leromlott, be kellett zárni. Teljeskörű felújítása és funkcióváltása 2020-ban kezdődött és 2026-ban fejeződik be. A bejutás és átjárhatóság megkönnyítése érdekében az erődfalat három helyütt (északon, délen és keleten, a Szabadság-szobor mögött) egy-egy széles lépcsőfeljáróval megbontották (korábban egyetlen kapuja volt az erődnék). A teljesen leromlott erődfalat restaurálták, több helyütt újjáépítették, szigetelték. Körbejárhatóvá (akár kerekesszékekkel) tették az erődfalat, biztosítandó a kilátást a városra. Teljes közműcserével korszerű vendégfogadó infrastruktúrát alakítottak ki. Megnövelték a zöldterületet, meghagyva régi fákat, telepítve újakat és új növényeket. A nyugati rondellában múzeumot alakítottak ki, ahol „A szabadság bástyája” címmel a magyarság szabadságküzelmeit, szabadság-hőseit és vértanúit bemutató kiállítás nyílt.



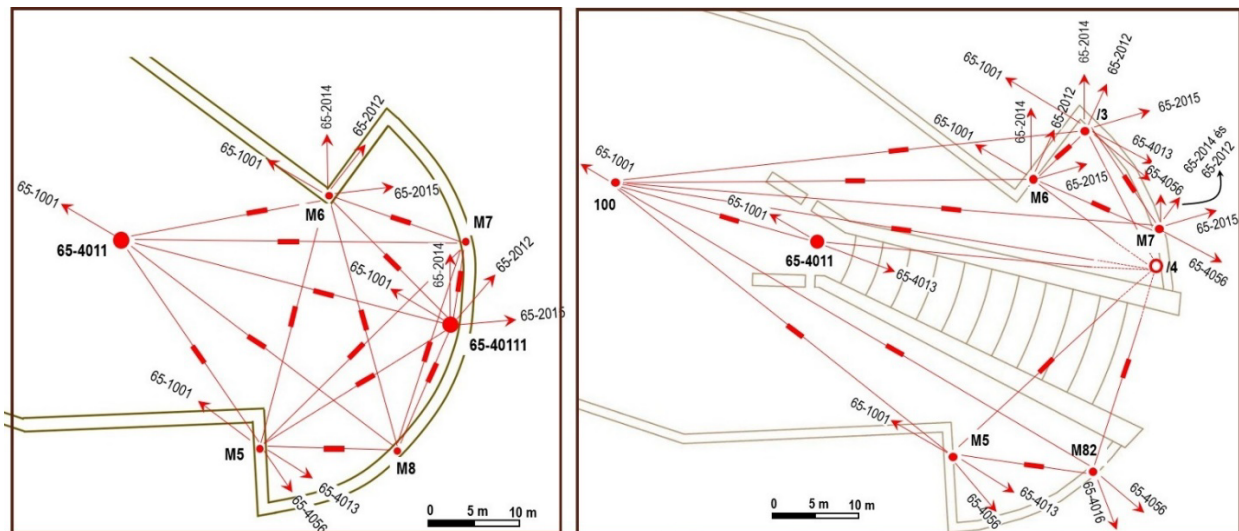
14. ábra. Geodéziai alappontok a Citadellán 2026 tavaszán

Geodéziai szempontból a következő feladatokat kellett megoldani.

- A 65-4011 főpontot az építkezés során megóvni a sérüléstől, utána pedig pontvédelmét és bemutatását biztosítani.
- A főponton átmenő meridiánt a burkolaton megjeleníteni.
- A főpontot OGPSH pontként meghatározni (mivel a 65-4011/2 elpusztult, a főpontonál pedig már nincs észlelési akadály) [4].
- A főponthoz új őrcsapokat telepíteni.
- A főpont mozdulatlanságát ellenőrizni.
- A megszűnő régi pillért és irányzóhengert pótolni, újat létesíteni [5].

A fenti feladatok megoldásáról részletesen írtunk a Geodézia és Kartográfia három számában [4] [5] [6], ezek pdf formában letölthetők (<https://ojs.elte.hu/geodeziaeskartografia/issue/archive>). Most csak az új pillér és henger meghatározására térünk ki (14. ábra), ami egy klasszikus alappontáthelyezési feladat lenne. Elő is írták a szokásos megoldást: meg kell építeni az új pillért, összemérni a régivel, majd ezt követően a régi pillér elbontható. Ez így azonban nem volt megvalósítható. Ugyanis nem volt hova pillért építeni, mert a kijelölt hely egy sziklás domboldal volt a gyilokjáró mellett, amelyet nem feltöltésre, hanem lefedésre szántak egy vasbetonfödémrel, amely földem pedig oszlopokra és arra a támfalra támaszkodik, amely a csak régi pillér elbontásával építendő meg.

A feladatot ezért két mérési ütemre bontottuk (15. ábra). A régi pillér elbontása előtt egy mikrohálózatot hoztunk létre a Citadella keleti udvarában, bevonva ebbe a főpontot, a pillért, négy (M jelű) mellvédfali új pontot és távoli felsőrendű magaspontokat. A mellvédfali pontoknak ebben kettős szerepük volt: kapcsolópontot jelentettek a két mérési ütem között, ugyanakkor a GNSS mozgásvizsgálatot is szolgálták.



15. ábra. Meghatározási terv az első és második ütemben

A hálózat első mérésére 2023 áprilisában került sor, Leica TS15i mérőállomással, négy fordulóban. Ez nemcsak vízszintes értelemben történt, hanem magassági értelemben is (trigonometriai magassági hálózatként), ezért nagy gondosságot fordítottunk a műszer- és jelmagasságok mérésére (ami szabatos szintezéssel történt). Elvégeztük az I. ütem irány- és távmérési hálózatának kiegyenlítését is, amikor a főpont, a régi pillér és a távoli felsőrendű pontok voltak adottak (EOV rendszerben) és a négy mellvédfali (M jelű) pont pedig új. A trigonometriai magassági hálózatnak csak egyetlen adott pontja volt (a főpont).

Az új pillér és a különálló henger megépítése után, 2025 októberében került sor a második mérési ütemre. Mivel a feljáró lépcsősor két oldalán olyan magas pengefalat építettek, ami nem tette lehetővé az északi és déli mellvédpontok közötti összelátást, nem tudtuk ugyanazt a geometriát követni. Segédpontot (100) kellett telepíteni, ahonnan mind az északi, mind a déli pontok irányozhatók voltak, így a hálózat stabil maradt. A vízszintes hálózat végleges kiegyenlítését úgy végeztük, hogy az első ütem és a második ütem mérési jegyzőkönyvét egyesítettük. Új pontnak tekintettük az új pillért (65-4011/3), az új hengert (65-4011/4), valamint az M5, M6, M7 mellvédfali pontokat. Ez azt jelenti, hogy a két mérési ütem között mozdulatlanak tekintettük a három M jelű pontot. Az előzetes vizsgálatokból kiderült, hogy az M8 pont kis mértékben elmozdulhatott, ezért más pontszámként szerepeltettük az első ütemű adatoknál (M81) és a második ütemben (M82). Az új pontok koordináta középhibái 1 milliméteresek, kivéve az M8, ahol 2 mm. A legnagyobb távolságeltérés 3 mm, ez a régi pillér és a főpont közötti távolságban van. (Mivel a régi pillér és a főpont adott pontként szerepel a kiegyenlítésben, ez azt jelenti, hogy az 1972-es EOVA meghatározás óta ennyi a változás.)

Az új pontok magassága 0,2 mm-es középhibával volt meghatározható, a magasságkülönbségek javítási értéke jellemzően 1 mm. A két új (pótol) alappontról, valamint a három koordinátás őrscapról új pontleírás készült. A főpont, mint OGPSH alappont kapott új pontleírást, vízszintes alappontként pedig a környezet változása miatt.

A főpont új pontvédelmet kapott, ami lényegében egy betonaknára támaszkodó kútgyűrű, tetején feliratos bronzlappal. A főponton átmenő gellért-hegyi meridián 4 cm-es óncsikkal van jelölve a burkolaton. A turisták úgy kaphatnak információt a geodéziai pontokról (16. ábra), ha a főpont és a henger közelében elhelyezett kis oszlopocska tetejéről beolvassák a QR-kódot, amely egy honlapra irányul (<https://park.citadella.hu/PARK-40/hu>).

Érdeemes ellátogatni a megújult Citadellára, mert páratlan kilátás nyílik innen a városra, „A Szabadság Bátyja” kiállítást végigjárva pedig időutazásban lehet részünk a magyar történelemben.



16. ábra. QR-kóddal ellátott oszlopocskák a főpontonál és az új irányzöhengernél



17. ábra. Makett a kiállításon, amikor az 1854-ben felépült Citadellán belül még létezett a csillagda is

IRODALMI HIVATKOZÁSOK

- [1] Bendefy L. *Szintezési munkálatok Magyarországon 1820-1920*. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1958. 736 old.
- [2] Busics Gy. *Adalékok a nadapi szintezési főalappontok történetéhez*. NymE GEO, Székesfehérvár, 2013. 81 old. ISBN 978-963-359-010-2. <http://mek.oszk.hu/22200/22235> (Utolsó letöltés: 2026. 08. 28.).
- [3] Busics Gy. *Újabb emléktábla került a selmeci emlékkő belsejébe*. Geodézia és Kartográfia, 2023/3. 27-28
- [4] Busics Gy., Égető Cs., Rózsa Sz., Tóth Z. *OGPSH alappont pótlása a Gellért-hegyen*. Geodézia és Kartográfia, 2025/3. 4-10.
- [5] Busics Gy., Égető Cs., Rózsa Sz., Tóth Z. *Új pillér és irányzöhenger a Gellért-hegyen*. Geodézia és Kartográfia, 2026/1. 17-23.
- [6] Busics Gy., Molnár G. *A Gellért-hegyről és a Gellérthegyről*. Geodézia és Kartográfia, 2025/2. 32-39.
- [7] Krauter A. *Geodézia*. BME jegyzet. Műegyetemi Kiadó, Budapest, 2002. 513 old.