

A „Gellérthegy” nevű főalappont múltja, jelene, jövője

The „Gellérthegy” controlpoint – past, present, future

SEBŐK Tamás

alaphálózati földmérő mérnök

LECHNER TUDÁSKÖZPONT NONPROFIT KORLÁTOLT FELELŐSSÉGŰ TÁRSASÁG
1111 Budapest, Budafoki út 59. Tel: +361 279 2640, Fax: +361 279 2641
info@lechnerkozpont.hu www.lechnerkozpont.hu

Abstract

The „Gellérthegy” control point – past, present, future

An actuality these days is the reconstruction of the fortress on top of Mount Gellért in the heart of Budapest, that houses Hungary’s most important control-point, named „Gellérthegy”. This is the largest reconstruction of the Citadella since the fortress was built. This unique control point was built in 1934.

Why we give this point a unique, or special marker? Because it manifests, designates, even more marks out the origin or the main meridian of the different coordinate systems that were used earlier or are being used in Hungary nowadays. In the early years of the 1800-s, when the Habsburg Empire decided on making new topographic maps of the entire empire, the mapping began without a projection system. Later on the work continued with a stereographic and three cylindrical projection systems until we got the modern projection system called EOV (implemented in 1975) that we still use today. We can see that the „Gellérthegy” is not just „any kind of a point”, it has outstanding importance and we definitely want to keep this point for the posterity.

Keywords: Gellérthegy Citadella construction coordinate systems projection systems

Kivonat

A „Gellérthegy” nevű főalappont múltja, jelene, jövője

A témának a Budapest szívében elhelyezkedő Gellért-hegyen folyó építkezés ad aktualitást, ahol Magyarország „Gellérthegy” nevű, kiemelkedő jelentőségű alappontja található. A Citadella erőd megépítése óta ez a legnagyobb átépítés a területen, ott, ahol a nevezett alappont 1934-ben létesült.

Miért nevezzük különlegesnek, egyedinek ezt az alappontot? Leginkább azért, mert ez az alappont jelöli ki a Magyarországon használt, illetve jelenleg is használatban lévő koordináta rendszerek/rendszer kezdőpontját, illetve fő meridiánját. A történet az 1800-as évek elején kezdődött, amikor a Habsburg birodalom új topográfiai térképek létrehozását határozta el. A térképezés vetületét, annak technológiájából következően vetületnélküli rendszernek tekintjük. Folytatódott a sztereografikus és a hengervetületi rendszerekkel egészen az 1975-ben bevezetett modern EOV rendszerig. Beláthatjuk, hogy a „Gellérthegy” alappont nem egy a sok közül, ez az alappont kivételes figyelmet érdemel, és mi kifejezetten azon vagyunk, hogy a „Gellérthegy” fennmaradjon az utókor számára is.

Kulcsszavak: Gellérthegy Citadella építkezés koordináta rendszerek vetületi rendszerek

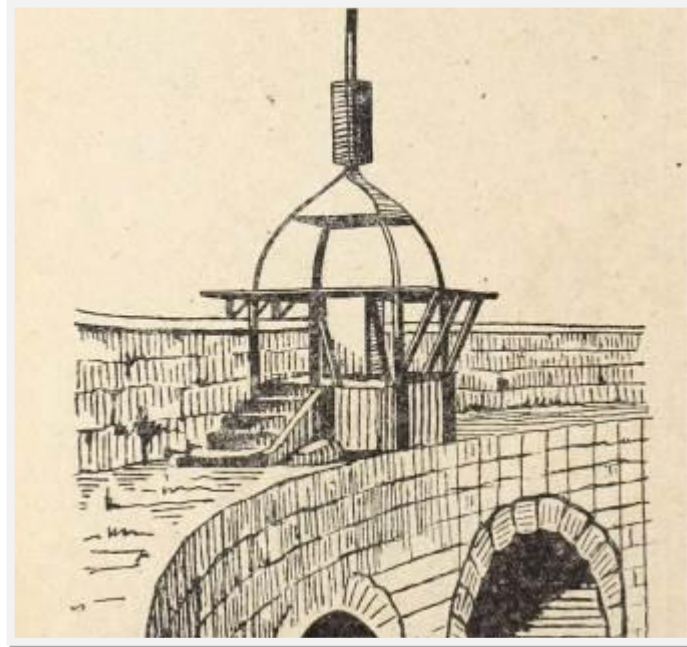
1. BEVEZETŐ

Az előadás a Citadella erőd területén található „Gellérthegy” nevű főalappontra, múltjára, jelenére, jövőjére vetíti rá a figyelmet. Mindennek az a kiemelt beruházás ad aktualitást, ami a Gellért-hegy nagyszabású fejlesztését-, ennek keretében az erőd rekonstrukcióját is jelenti.

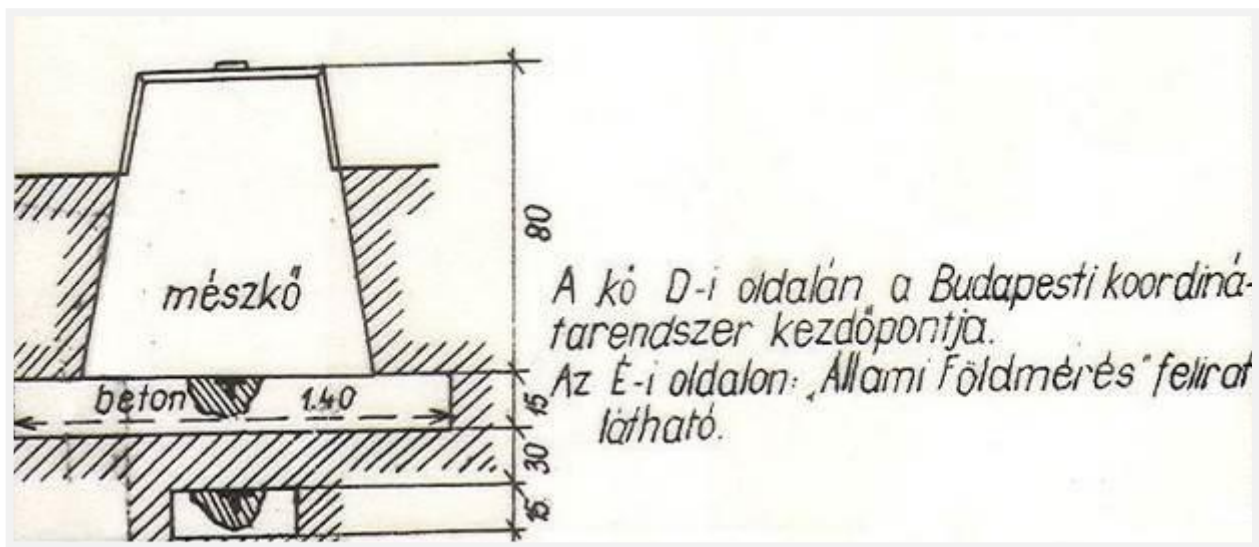
De miért is fordítjuk óvó figyelmünket erre az alappontra? Mi ad neki kiemelkedő jelentőséget úgy szakmatörténeti, mint egyedi jellege miatt. Ezekre a kérdésekre próbálok választ adni a továbbiakban.

1.1.1. A főalappont állandósítása

A főalappont ma is látható végleges állandósítása 1934-ben történt, Budapest székesfőváros új felmérésének háromszögelési munkái során. Az iránymérésekhez természetesen egy minden irányban jó kilátást biztosító és kívülről is jól irányozható ponthelyre volt szükség, ezért, a főpont állandósítását megelőző évben, annak pillér-külpontja került megépítésre. A munkálatokat Duchon Béla magyar királyi mérnök irányításával végezték.



1. ábra. A főalappont külpontja 1933-ban



2. ábra. A főalappont állandósításának keresztmetszete

„Az I. r. hálózat középpontját, a Gellérthegy nevű pontot, a mérés idejére a várfal keleti részén 110 cm magas vasbeton észlelőpillérrel, s e fölé négy hajlított vaslábra helyezett hengerrel jelöltük meg. (1. ábra.) Véglegesen a pontot az országos stereografikus vetületi- koordinátarendszer kezdőpontjában, az Állami Földmérés költségére a következőképpen jelöltük meg;

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 közepébe a pont másodszori megjelölésére keresztrel ellátott bronzcsapot helyeztünk. Ezen a betonlapon áll a G métermázsa súlyú, felül 40/40 cm, alul 70/70 cm keresztmetszetű

80 cm magas csonkagúla-alakú, legjobb minőségű haraszti mészkő, melynek északi oldalán „Állami Földmérés“, déli oldalán „A budapesti koordináta- rendszer 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 pontos megjelölést van hivatva megőrizni. A követ 2 m oldalú négyzet alakú 50 cm magas öntöttvaskerítés veszi körül. Biztosító megjelölés a várfalak belső oldalába erősített 3 bronzcsap.” [3]

Az alappont parkosított környezete az idők során némileg változott, de a füves, sík környezetben változás nem történt.

A 3a-6. ábrák mutatják hogyan nézett ki a főalappont és környezete a bevezetőben említett beruházás közvetlen megkezdése előtt, és manapság, a rekonstrukciós munkák idején.



3a. ábra. Az alappont az 1990-es években



3b. ábra. Az alappont 2020-ban



4. ábra. Távolabbról



5. ábra. A bontás előtt álló légvédelmi bunker tetejéről fényképezve



6. ábra. És manapság, a környezet átépítésével dacolva

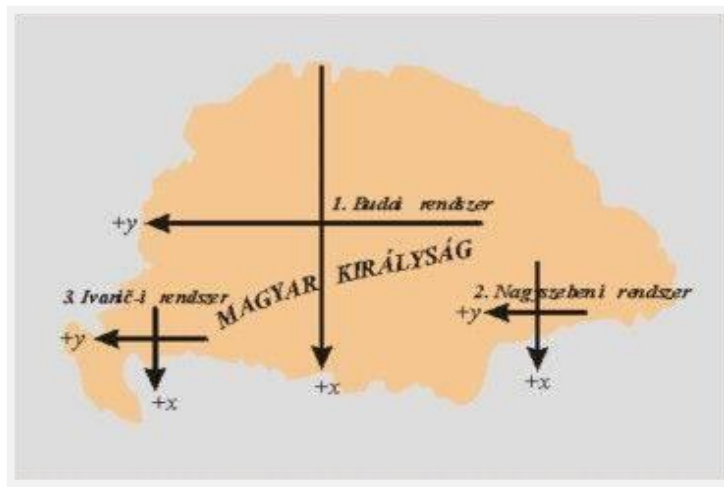
2. VETÜLETI RENDSZEREINK KEZDŐPONTJA

2.1.1. A vetületnélküli rendszer

Az 1800-as évek elejétől, a Habsburg Birodalom a topográfiai és kataszteri felmérések megalapozására összefüggő háromszögelési hálózatot fejlesztett ki. A mérési eredményeket tartományonként egy-egy derékszögű síkkoordináta-rendszerben ábrázolták. A hálózat ellipszoidon elképzelt oldalhosszait síkhosszakként, a síkháromszögek szögeit pedig az ellipszoidi szögekből ún. húrredukcióval számították. A síkháromszögek szögzáró hibáját egyenletesen osztották el, a kiegyenlítést kísérletező módszerrel (empirikusan) végezték. A különböző útvonalakon számított koordináták között jelentős ellentmondások adódtak.

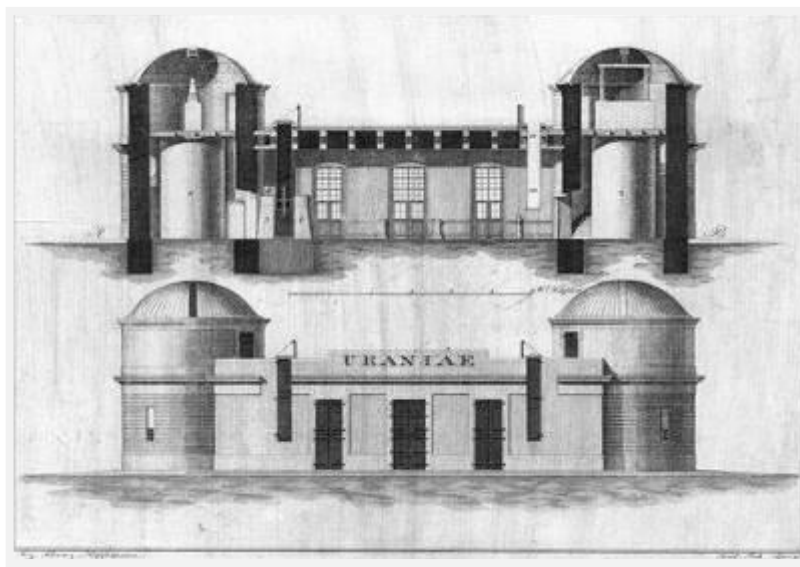
A történelmi Magyarországot három vetületnélküli rendszer fedte le:

- Budai rendszer. Kezdőpontja a Gellérthegy nevű háromszögelési pont.
- Nagyszebeni rendszer. Kezdőpontja a Vízaknai hegy (Vízakna) nevű háromszögelési pont.
- Ivaniči rendszer. Kezdőpontja az Ivanič zárdatorony háromszögelési pont.



7. ábra. Vetületnélküli rendszerek a történelmi Magyarországon

A Budai rendszer kezdőpontját az 1815-ben felépült világszínvonalú intézetnek, az Uránia csillagda keleti tornyának pillér-helyén határozták meg. A csillagdat 1849-ben az osztrák ágyútűz súlyosan megrongálta. Az épület maradványait később felrobbantották, hogy helyet adjon az 1850 és 1854 között felépült katonai erődnek, a Citadellának.

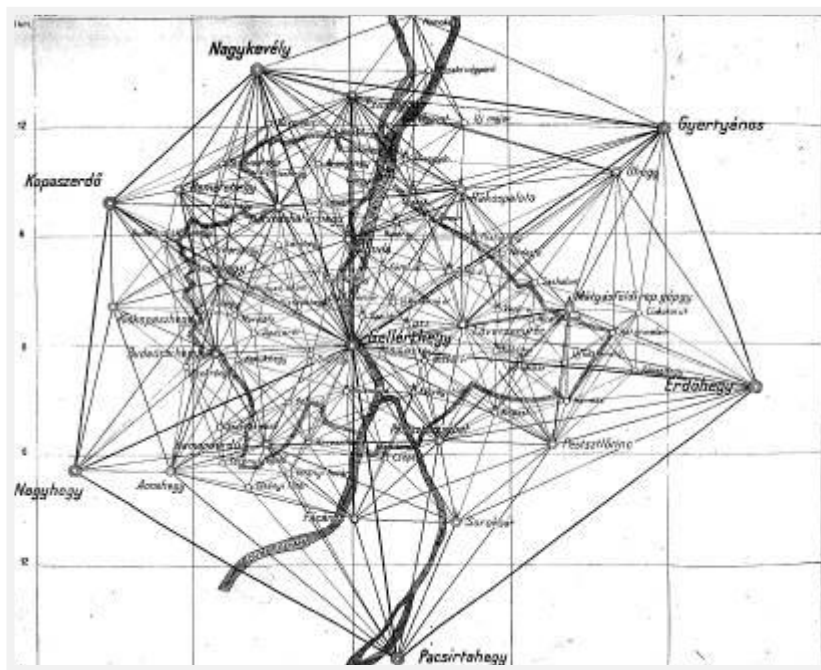


8. ábra. Uránia csillagda

2.1.2. Sztereografikus vetület

„A XIX. század közepi (1857) első kettős vetítéskor a Bessel-ellipszoidról előbb simulógömbre (régii Gauss-gömb), majd onnan előbb a szorosán vett Magyarország területén, később Erdélyben is egy-egy sztereografikus vetülettel tértek át a gömböt érintő síkra. A budapesti rendszerrel a szorosán vett magyarországi területet, a marosvásárhelyi rendszerrel pedig az ún. Király-hágón túli területeket képezték le. A budapesti rendszerben a Gellért-hegy, a marosvásárhelyi rendszerben a Kesztej-hegy nevű háromszögelési ponti gömbi megfelelője a vetületi kezdőpont.” [1]

„Az 1930-as években Budapest városmérése céljára új háromszögelési hálózatot fejlesztettek ki. Az önálló hálózat több pontja része az országos háromszögelési hálózatnak is. A régi Gauss-gömbön kifejlesztett városi háromszögelési hálózatot sztereografikus vetítéssel vitték át a síkra. Ezt nevezzük budapesti önálló városi rendszernek (BÖV). A budapesti önálló hálózat azóta is minden gyakorlati követelménynek megfelelt (Pl. a metró építésének irányítása).” [1]



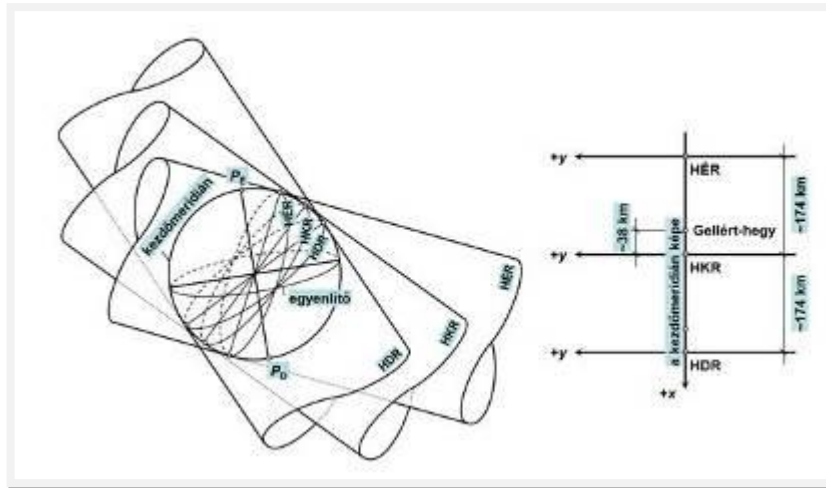
9. ábra. Budapesti Önálló Városi rendszer

„Az alapfelületet, a vetületi kezdőpontot és a koordináta-tengelyek tájékozását tekintve a BÖV megegyezik a budapesti sztereografikus (országos) vetületi rendszerrel. Az egyes rendszerekben a síkkoordináták a háromszögelési hálózatok különbözősége miatt kis mértékben mégis eltérnek egymástól, ezért közöttük az átszámítás csak mindkét rendszerben ismert koordinátájú pontok (azonos pontok) felhasználásával – nem szabatos módon – végezhető.” [1]

2.1.3. Hengervetületi rendszerek

„Fasching Antal a ferdetengelyű érintő hengervetületi rendszerek (hengervetület északi rendszer: HÉR, hengervetület középső rendszer: HKR, hengervetület déli rendszer: HDR) bevezetésékor a korábbi Gauss-gömböt fogadta el alapfelületnek. Három vetületi rendszer bevezetésére azért került sor, mert nem engedtek meg kilométerenként 10 cm-nél nagyobb hossznövekedést. Ez az 1/10 000 hányadossal jellemzett hossztorzulási viszony, – mint a geodézia vetületekkel szemben előírt követelmény – később a geodéziai szakirodalomban gyakran visszaköszön, annak ellenére, hogy csak Faschingnak sikerült teljesítenie.” [1]

Az 1909-ben a történelmi Magyarország területén, kataszteri célra bevezetett hengervetületi rendszerek képfelülete a körhengerek palástja. A hengerek a Gauss-gömböt a Gellért-hegyi meridiánra merőleges legnagyobb gömbi kör mentén érintik. A három rendszernek három különböző kezdőpontja van, de mindhárom rendszer közös X tengelye a Gellért-hegyi meridián egyenes képe.

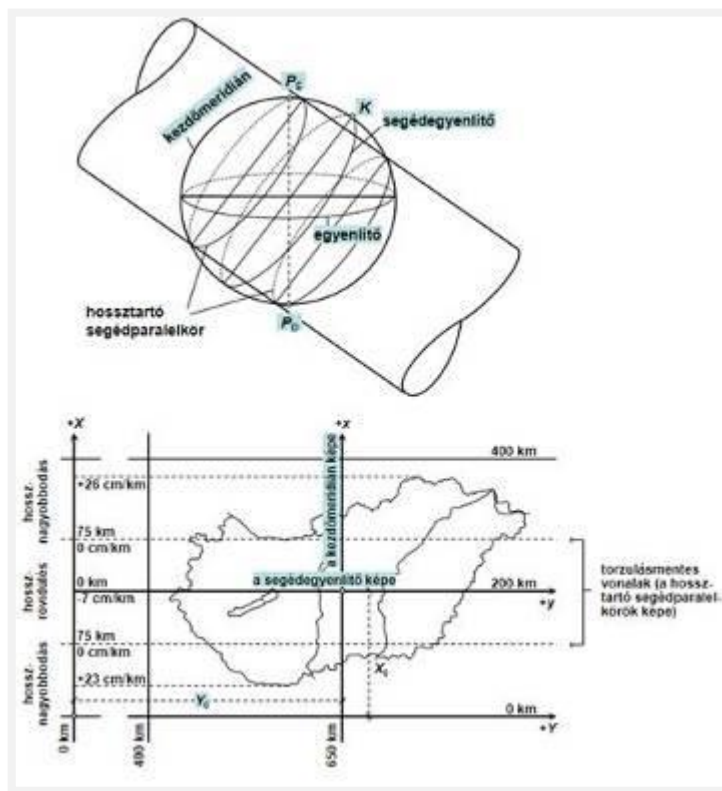


10. ábra. A hengervetületi rendszerek

2.1.4. Egységes Országos Vetület (EOV)

„Az EOV-n ábrázolt háromszögelési hálózat mérési anyaga lényegében azonos a FAGH (Felületi Asztrogeodéziai Hálózat) mérési anyagával. A FAGH a Kraszovszkij-ellipszoidon helyezkedett el. A FAGH-tól való elszakadást úgy érték el, hogy az EOV alapfelületét az IUGG1967 referencia ellipszoidot választották, és ezen önállóan helyezték el a háromszögelési hálózatot (Földvárnyé 1989).” [1]

„Hazánk jelenleg is használt vetületét 1975-ben vezették be egységes országos vetület (EOV) elnevezéssel. Alapfelülete egy újabb simuló gömb, képfelülete az alapfelületet metsző körhenger palástja. A vetület kezdő meridiánja a Gellért-hegyi meridián, kezdőpontja a HKR kezdőpontjának helye az új alapfelületen.” [2]



11. ábra. Az Egységes Országos Vetületi rendszer

A Gellérthegy nevű főalappont az Egységes Országos Vízszintes Alapponthálózatban (EOVA) a 65-4011 pontszámot kapta.

3. A GELLÉRTHEGY FEJLESZTÉSI PROJEKT

A Gellért-hegy fejlesztési koncepciójának része a Citadella erőd rekonstrukciója. Ennek keretén belül a területen a magyarság szabadságküzdelmeire emlékeztető múzeum kerül kialakításra. A nyugati rondellán egy kilátó kap helyet és a déli épületből étterem lesz. Újjáépítik a várfalakat és a gyilokjárók szép kilátást biztosítanak majd a városra és környezetére. Az erőd belső területét közparkká alakítják át. A keleti rondella részleges megbontásával lefelé szélesedő lépcsősoron jutunk majd le a közparkból a Szabadság-szoborhoz. A projekt megvalósulása 2023 tavaszára várható.

A Citadella erőd területén található a 65-4011 számú felsőrendű alappont és ennek két, 65-4011/1 és 65-4011/2 számokon jelzett külpontjai.



12. ábra. Az alappontok elhelyezkedése a Citadella erőd területén

A 65-4011/1 számú pontot, Budapest háromszögelésének I. rendű hálózati középpontjaként, pilléreként állandósították a keleti rondella gyilokjáróján, 1933-ban. A felette központosan elhelyezett irányzóhenger a külső irányozhatóságot biztosította, illetve biztosítja napjainkban is. A „Gellérthegy” nevű, 65-4011 számú felsőrendű alappont végleges állandósítása az országos sztereografikus vetületi koordinátarendszer kezdőpontjában, 1934-ben történt.



13. ábra. A 65-4011/1 számú pillér

Magyarország Országos GPS Hálózatának (OGPSH) részeként 1995-ben került állandósításra (hatszögletű vascsap), illetve meghatározásra a 65-4011/2 számú külpont, mivel a főalappont mellett akkor még meglévő fa akadályozta a jelveszteség nélküli GPS mérést. A külpont az erőd nyugati részén egy virágágyás kőfalzatában létesült.



14. ábra. A 65-4011/2 számú vascsap

3.1.1. A légvédelmi bunker lebontása, a főalappont mozdulatlanságának ellenőrzése

A Citadella erőd rekonstrukciója során az első komoly „megrázkódtatással” járó munka a légvédelmi bunker elbontása volt. A közel másfél méteres betonfalak lerombolása olyan talajrezgést okozott, ami szükségessé tette a főalappont esetleges elmozdulásának vizsgálatát.

3.1.2. Mérések

A Lechner Tudásközpont Nonprofit Kft. végezte a 65-4011 számú vízszintes alappont elmozdulás-vizsgálatát GNSS eljárással. A mérések idején az erőd területén már folytak a régészeti feltárások, amelynek során első világháborús ágyútalpat is találtak a római- és törökkori leletek között. Megtalálták az egykor állt Uránia csillagda falmaradványait is.



15. ábra. A 65-4011 mozdulatlanságának vizsgálata

Az elmozdulás-mérések két időpontban történtek:

1. mérés 2020. október 27-én (a bontási munkálatok előtt)
2. mérés 2020. december 15-én (a bontási munkálatok után)

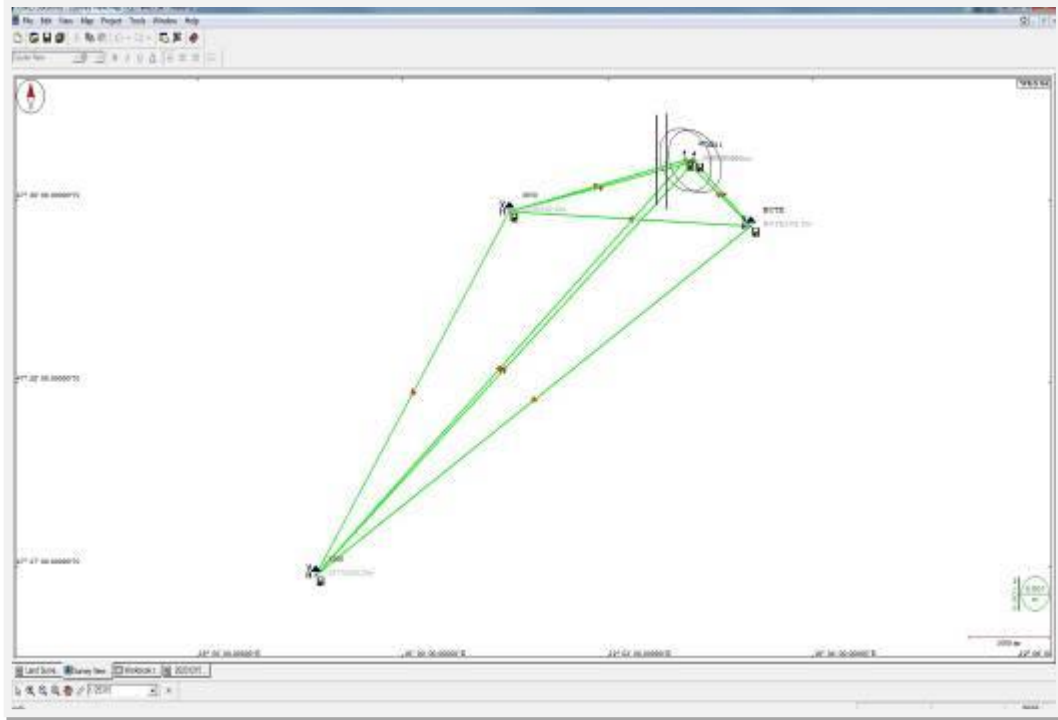
Mindkét alkalommal hosszúidejű (6 órás) statikus GPS mérés történt a 65-4011 és a 65-4011/2 számú alappontokon (mint vizsgálati pontokon), valamint 3-3 órás mérések a 65-3050 és a 65-3200 számú OGPSH pontokon (mint mozdulatlan, adott pontokon).



16. ábra. Mérések a 65-4011/2, 65-3050, 65-3200 alappontokon

3.1.3. A mérések feldolgozása

A GNSS észlelések feldolgozása során a rögzített pontok a BUTE (Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem), 65-3050 (Sas-hegy), 65-3200 (Gravimetriai pont a Budaörsi repülőtéren). Meghatározandó pontok a 65-4011 és a 65-4011/2 (ellenőrzés) alappontok voltak.



17. ábra. A mozgásvizsgálat vektorábrája

3.1.4. A mozgásvizsgálat eredménye

„GNSS Solutions” szoftverrel elvégeztük a vektorok feldolgozását és a hálózat kiegyenlítését mindkét mérési időpontra. Ezt követően mindkét vizsgálati pont koordinátáját áttranszformáltuk EOVS rendszerbe a Magyarországon hivatalos EHT transzformációs eljárással. Az 1. táblázatban láthatjuk az eredményeket.

Eredménytáblázat

1. táblázat

	Y (EOV)	X (EOV)
65-4011		
2020.10.27.	649999.969	238104.727
2020.12.15.	649999.971	238104.725
Eltérés	-0.002	+0.002
65-4011/2		
2020.10.27.	649887.916	238114.701
2020.12.15.	649887.916	238114.701
Eltérés	0.000	0.000

Az Y és X irányú különbségekből 3 mm-es lineáris eltérés számítható a 65-4011 számú főalapponton. Ez a kis érték akár az észlelő műszerek felállításából vagy a külső körülmények következtében előforduló hibákból is adódhat, ezért azt a megállapítást tettük, hogy a 65-4011 számú főalapponton és annak 65-4011/2 számú külpontján vízszintes elmozdulás nem mutatható ki. Az alappontok nem mozdultak el a légvédelmi bunker elbontása során.

4. AZ ALAPPONTJAINK JÖVŐJE

A Citadella erőd rekonstrukciójára, az alappontok új környezetére már készültek tervek, azonban ezek egyelőre nem publikusan, úgyhogy, sajnos a továbbiakban látványtervek nélküli jövőképről tudok csak beszélni.

A 65-4011/1 pillér az erőd várfalának megbontása miatt (széles lépcsősor építése) áthelyezésre kerül. Azt javasoltuk, hogy a pillér új helye a keleti rondella gyilokjárójának Duna felé eső szegletére kerüljön.

A 65-4011/2 OGPSH pont pusztulásra van ítélve az erőd nyugati oldalának teljes átépítése miatt. Funkcióját a 65-4011 számú alappont fogja átvenni (a mellette valamikor meglévő fa azóta kivágásra került).

A Gellérthegy nevű, 65-4011 számú alappont eredeti helyén, változatlanul megmarad. A környezete azonban alapvetően megváltozik. A Szabadság-szobortól induló, felfelé szűkülő lépcsősor felső végének folytatásában, attól néhány méterre találjuk majd meg a főpontot. Járólappal borított sétány épül föléje, de az alappont sértetlenségét és felhasználhatóságát a járólapok közé, az alappont fölé elhelyezett üveglap fogja biztosítani (jelenlegi szakmai javaslatunk szerint).

IRODALMI HIVATKOZÁSOK

- [1] Dr. Varga József - Vetületi rendszerek és átszámítások (PhD értekezés), Budapest, 2007.
<https://repozitorium.omikk.bme.hu/bitstream/handle/10890/571/ertekezes.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
(Utolsó letöltés: 2021. 09. 03.)
- [2] Homolya András - Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Általános- és Felsőgeodézia Tanszék, Geodézia I. (BSc) 5. előadás - <https://edu.epito.bme.hu/local/coursepublicity/mod/resource/view.php?id=48112>
(Utolsó letöltés: 2021. 09. 03.)
- [3] Papp Gyula: *Budapest háromszögelése* – Az állami földmérés közleményei I. évfolyam 1-2. szám, 1949