

EÖTVÖS LORÁND TUDOMÁNYEGYETEM
TERMÉSZETTUDOMÁNYI KAR

Vízmélység térképezése modern eszközökkel

SZAKDOLGOZAT
FÖLDTUDOMÁNYI ALAPSZAK
TÉRKÉPÉSZ ÉS GEOINFORMATIKUS SZAKIRÁNY

Készítette:
Galli Csaba

Témavezető:
Gede Mátyás
adjunktus

ELTE Térképtudományi és Geoinformatikai Tanszék



Budapest, 2017

Tartalom

1. Bevezető	2
2. A batimetriáról általában	4
2.1 A batimetria fogalma és múltja	4
2.2 Hazai előzmények egyike, a mappáció	6
2.3 Néhány példa a hazai mederkutatás jelenkorára	9
3. A vizsgálat helyszíne és tó bemutatása.....	12
4. A műszer ismertetése.....	16
5. A mérés leírása	18
6. Adatok felhasználásának (a térképkészítés menetének) leírása	22
7. Összefoglalás	27
9. Köszönetnyilvánítás	28
10. Felhasznált irodalom	29
10.1 Irodalom	29
10.2 Internetes források.....	29
10.3 Képek, illusztrációk.....	29

1. Bevezető

Szakdolgozatom célja a vízmélység-mérés azaz batimetria megismerése, megismertetése, és egy tó mélységszínezéses térképének elkészítése, illetőleg bemutatása volt, amelyet a Quantum GIS nevű szoftverrel végeztem el. A témaválasztás annak köszönhető, hogy egy rokonom megkérdezte, tudnék-e neki egy mélységtérképet szerezni a Balatonról. Utánajártam a témának és kiderült, hogy nem igazán foglalkoznak ilyen jellegű felmérésekkel Magyarországon. Ekkor kezdett el foglalkoztatni, hogy miként is készülnek az ilyen típusú térképek. Felvettem a témát dr. Gede Mátyás adjunktusnak, aki elvállalta témavezetésem, és kapcsolatba hozott a Geolink3D Kft. két, az ELTE Térképtudományi és Geoinformatikai Tanszékén végzett tagjával. Nevezetesen Nagy Attilával, aki a cégnél ügyvezető és Gáncs Dániellel, aki projektmenedzser. A kft. szakterülete a lézerszkennelés, a robotrepülő és robothelikopteres légi fényképezés, valamint ezek feldolgozása és modellek készítése.

Bár eddig nem foglalkoztak vízfelméréssel, Gáncs Dániel hasonló témában írta mesterszakos diplomamunkáját, és Nagy Attila is érdeklődött a cég ilyen irányú terjeszkedése iránt. Így beleegyeztek, hogy segítenek elkészíteni a mérést, mely számukra azzal kecsegtetett, hogy ők is jobban megismerhetik a technikát, és kipróbálják a műszerek hatékonyságát. Mivel a méréshez szükséges szonár egység ára elég borsos, egy ismerős cégtől, a GeoMentor Kft.-től kértünk egy megfelelő műszert hozzá. A cég vezetői megértették kérésünket, és rendelkezésünkre is bocsátottak egy SonarMite SPX típusú műszert.

Hazánkban nem annyira elterjedt ez a mérési módszer, mivel leginkább tengerek és óceánok felméréséhez végzik, hogy biztonságosabbá tegyék a vízi közlekedést. Miután országunknak nincs tengere, inkább csak a felszíni módszerek fejlődtek az évek során, s a vízmélység mérése csak napjainkban kezd csak ismertté válni az országban. Elterjedésének egy másik akadályozó tényezője a műszerek magas ára, mely támogatás hiányában – és a befektetés megtérülésének hosszúsága miatt – nehezen megfizethető. Ezen okból a szakmai tudást külföldi források tanulmányozásával és Gáncs Dániel segítségével sikerült csak megismernem.

A mérés helyszínéül a Nógrád-megyei Bánk településén lévő Bánki-tavat választottuk. A tó felmérésére az ottani horgásztársulattal vettük fel a kapcsolatot, mely készségesen kiadta számunka az engedélyt. A hajót a társulat halőre bocsátotta rendelkezésünkre. Szerencsére az időjárás kedvező, bár enyhén szeles volt, kb. 6 okta felhőzöttség mellett.

A gyakorlat igazolta a választás helyességét. A helység Vácon át Budapestről könnyen megközelíthető, így az utazás nem vett sok időt igénybe. A tóról medertérkép még nem készült, így vizsgálatunknak gyakorlati haszna is lehet. A tó mérete is megfelelő volt. Nagysága nem haladta meg lehetőségeinket, de viszonylag kisebb mérete sem korlátozott bennünket abban, hogy a szakdolgozatomból szempontjából fontos méréseket elvégezhesünk. A gyakorlati mérés feladatát két kollégámmal együtt egy nap alatt megoldottuk. Csak a mérési eredmények feldolgozása igényelt több időt, melyet a kft. és én is külön bonyolítottunk le. A Bánki-tó mérése és adatainak feldolgozása számomra azért is fontos, mert hasznos tapasztalattal gazdagított, melyek a későbbi – esetleg nagyobb tavakon vagy folyón – végzendő mérésekhez is alapul szolgálnak. Végül nem hallgathatom el azt sem, hogy először itt oldottam meg – kollégáim segítségével bár, de mégis – önálló feladatot, melynek során egyetemi tanulmányaimat kipróbálhattam a gyakorlatban, ami egy felemelő érzéssel ajándékozott meg, mely pályám későbbi irányaira is hatással lehet.

2. A batimetriáról általában

A domborzat (felszín ~ relief) természetföldrajzi fogalom, a bolygó szilárd kérgének (litoszféra) és vízburkának (hidroszféra) felülete. Léggörrel rendelkező bolygó esetén, mint a Föld is, a litoszféra, a hidroszféra és az atmoszféra határfelülete. Leírásának sajátossága a vertikális tagolódás, melynek fő mutatója a tengerszint feletti magasság. A földfelszín folyamatosan változó domborzati elemeit (síkság, domb, hegy, völgy stb.) a geomorfológia, a víz alatti domborzatot pedig a batimetria vizsgálja.¹

2.1 A batimetria fogalma és múltja

A batimetria a víz alatti mélység, a tó és óceánfenék tudománya, lényegében a hipszometria és a topográfia víz alatti megfelelője. A szó görög eredetű, mely a bathus ~ 'mélység' és a metron ~ 'mérés' szavak összetételéből keletkezett. Adatai fontosak lehetnek a vízi közlekedéshez, a part menti olajkutatáshoz és fúráshoz, a navigációs és tudományos térképekhez, az építkezések tervezéséhez.

Fő profilja a tengerek, óceánok vízmélységének térképezése. A víz alatti domborzat – a tengerfenék vagy a tavak és folyó medrének – ábrázolása a szárazföldi topográfiai térképekhez hasonlóan történik. Kis méretarányban „az azonos mélységű pontokat mélységvonalakkal (izobát) összekötve ábrázolja”, amit rétegszínezés és kiemelt pontok ábrázolása is kiegészíthet. Nagyobb méretarányokban „a mélységvonalak szerepe a legfontosabb sűrűbb adathalmazzal. A digitális adathalmazokból előállíthatjuk bármely méretarányú térképet”, és digitális domborzatmodellt is elkészíthetünk.²

A batimetriai térképek általában a vízi és víz alatti navigáció biztonságossá tételének elősegítésére készülnek. A tengerfenéket mélységvonalakkal ábrázolják, emellett felszíni navigációs információkat is tartalmaznak. A batimetriai térképek használnak még digitális felszín modelleket és domborzatárnyékolási technikát is, hogy illusztrálják a mélységet. A globális batimetria néha topográfiai adatokkal van egyesítve, hogy teljes földi domborzatmodellt kapjunk. A paleobatimetria az ősi vízmélység tana.

¹ <https://hu.wikipedia.org/wiki/Domborzat>

² GÁNC S 2013, 6.

A batimetria eredetileg az óceánok mélységének mérését foglalja magában. A kezdetekben előre lemerített nehezékben végződő köteleket vagy kábeleket lógattak a vízbe. Ezzel a módszerrel csak egyetlen pontot lehet egyszerre lemérni, ezért nem hatékony. Szintén problémát okozott a hajó mozgása és az esetleges áramlatok, mivel így a kötél nem pont függőlegesen ért a fenékre, ami pontatlanná tette a mérést.

Azok az adatok, amelyekből a mai batimetriai térképek készülnek, általában egy visszhangot mérő szondától, a szonártól származnak, amit egy hajó alá vagy mellé rögzítenek, vagy távolról LIDAR-tól. A szonár hanghullámokat gerjeszt, amelyek visszaverődnek az óceánfenékről. A LIDAR (Light Detection And Ranging) a fény tengerfenékről való visszaverődését méri, általában valamilyen repülő eszközről.

A batimetriai térképek készítéséhez az 1930-as évek elején kezdték el használni az egysugaras szondákat. Ma már inkább többsugaras szondákat alkalmazunk, amely több száz különálló sugarat használ legyezőszerű elrendezésben, általában 90-170 fokos rálátással. A szorosan elhelyezett keskeny különálló hullámok nagyon magas felbontást és pontosságot eredményeznek. Egy széles sáv többsugaras letapogatása a mélységtől függően általában több adat gyorsabb felmérésére képes, kevesebb fordulással, mint az egysugaras letapogatás. A sugarak másodpercenként többször kapnak adatot többnyire 0.1-50 Hz-es hullámhosszon a víz mélységétől függően. Ezáltal gyorsabb haladási sebességet enged a hajónak, miközben 100%-os lefedettséget biztosít a tengerfenékről.

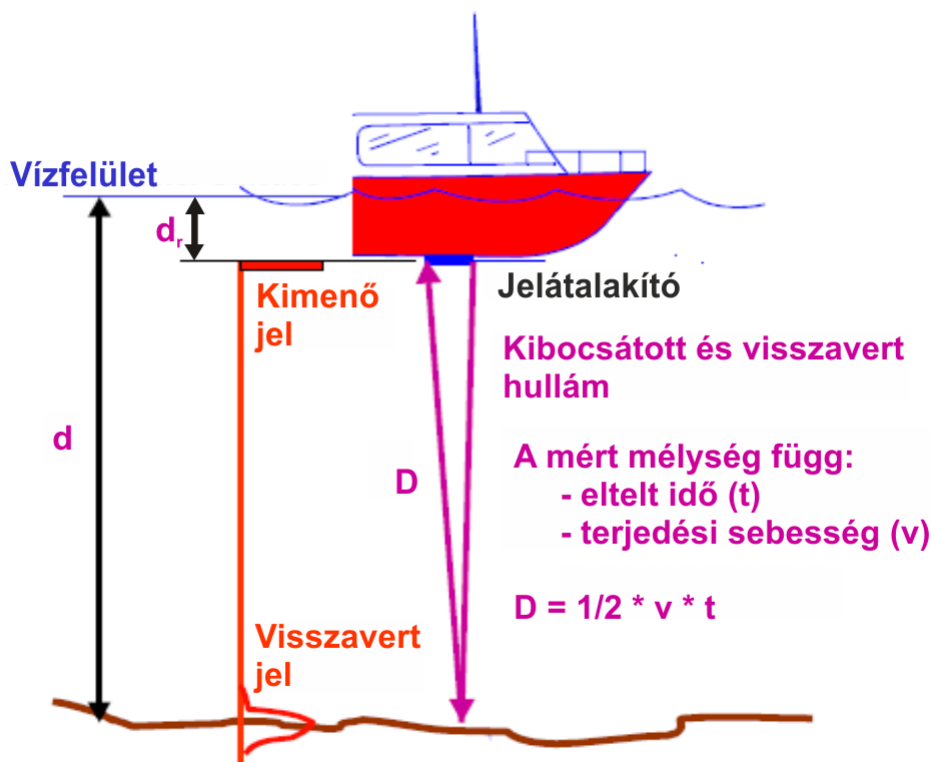
Helyzetmérő műszerek a hajó dőléséről és fordulásáról adnak adatokat a tengerfenékhez képest, és egy giroszkóp adja a pontos irány és annak hirtelen megváltoztatásáról az adatokat. Egy a hajóra szerelt GPS a rendszer Földön való pontos helyszínét jelzi. Hangsebesség-profilok adják meg a vízoszlop pontos visszaverő képességét vagy sugárhajlítását, ami a vízoszlopok eltérő jellemzőiből következik, mint pl.: hőmérséklet, nyomás és vezetőképesség.

A felsorolt tényezőkből és eltérő sugárszögekből egy számítógépes rendszer dolgoz fel minden adatot, kijavítva az összes hibát. A terület térképe az így kialakuló mérésből aztán manuálisan, félmanuálisan vagy automatikusan hozható létre. 2010 óta különféle kimenetek hozhatók létre, többek között egy integrált digitális felületmodell. A hidrográfiai alkalmazásban régen a mérési módszer megválasztása volt az általános. A

digitálisfelületmodell-építés viszont a mérnöki, geológiai és áramlatfelmérésekben volt használatos, ezt 2003 óta a hidrográfia is használja.

A batimetriai mérésekben szatelliteket is használnak. A mélytengeri víz alatti hegységek, hegygerincek és egyéb tömegek gravitációs vonzásából adódóan a tengerszintnek apró eltérései vannak. A szatellites radartérképek a víz alatt rejlő magasabb a hegyek, hegygerincek, másrészt árkok és síkságok fölötti megfigyelhető anomáliákat rögzítik.³

A batimetria elsősorban az óceánok, tengerek menti országokban virágzik,⁴ de – bár jóval szerényebb szinten – hazai vonatkozású előzményei és ma használatos eljárásai is vannak.



1. ábra: Szonár mérést bemutató rajz

2.2 Hazai előzmények egyike, a mappáció

A mappáció a felszíni vizek térképezése, mely a hazai vízi munkálatok alapját képezte. Előzményei az 1770-es évekig nyúlnak vissza, amikor először alkalmaztak olyan műszeres felméréseket, melyek adekvát szakmai tájékoztatást jelentettek a

³ en.wikipedia.org/wiki/Bathymetry – angol szócikk saját fordítása.

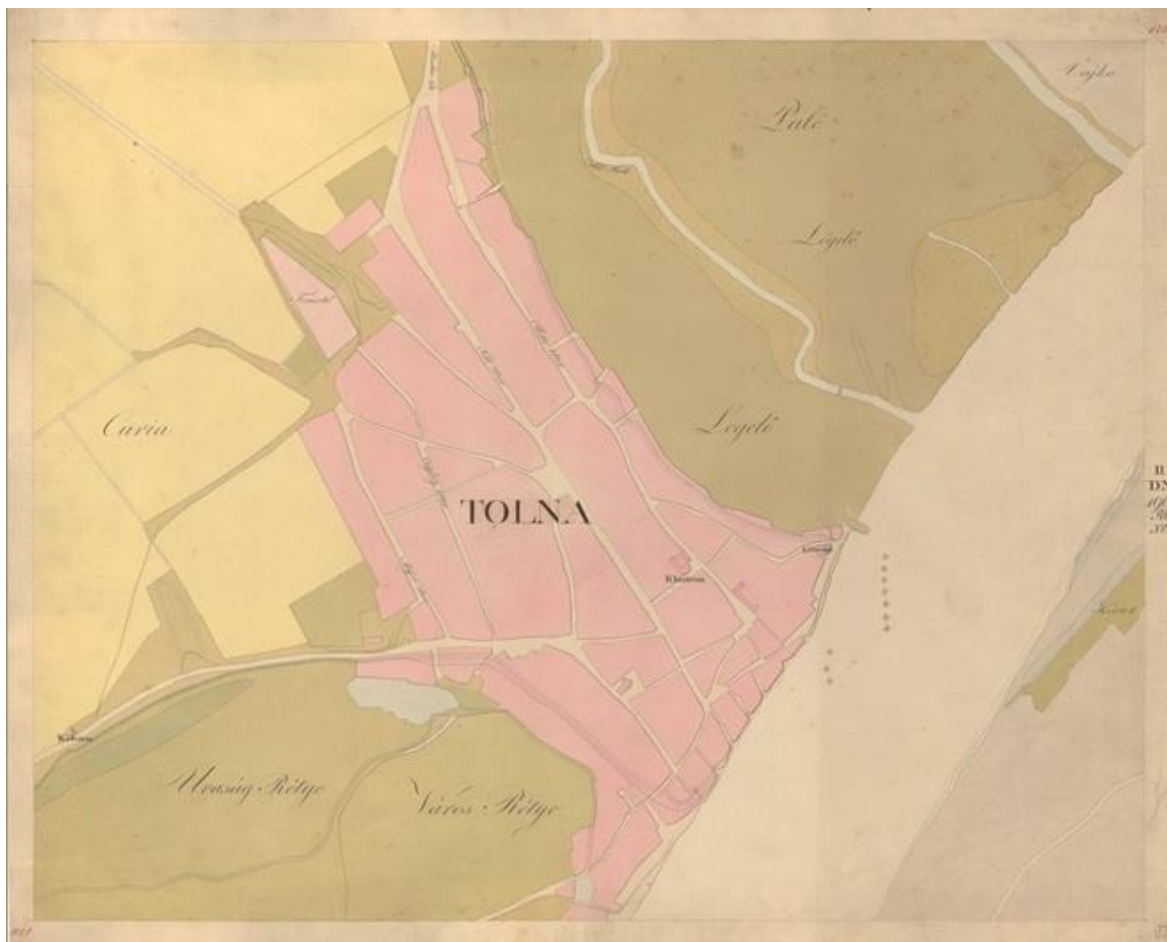
⁴ Ezek történeti áttekintését adja GÁNCs 2013, 7-12.

vízimérnököknek. A felszíni vizek és a földfelszín térképezése párhuzamosan zajlott, bár – speciális jellegével összefüggésben – a vízügy számára külön is végeztek térképezést. Ebben Vedres István és Beszédes József munkássága emelkedik ki, akik az első hazai vállalkozó vagy magánmérnököket tisztelhetők.

A Habsburg Birodalom legnagyobb folyója, a Duna felmérését már II. József uralkodása idején, 1790 után a katonai hatóságok megkezdték. A polgári mappáció két évvel az 1816-os nagy árvíz után, a Körösökön indult. Ez Huszár Mátyás (*1778 †1843) nevéhez fűződik, aki gondos előkészítésre alapozva dolgozta fel az 1:36 000 méretarányú térképeket, s közben a Tisza-szabályozás kérdésével is foglalkozott. Bár térképe nem maradt fenn, fiatalabb munkatársa, Vásárhelyi Pál munkájába épült be. A Körös felmérése után a Duna-mappáció vezetését vette át, melynek munkálatai során a Duna katonai felmérését korrigálta, majd kiegészítette a Dévény–Pétervárad közötti szakasz felmérésével.

A Duna-mappációt később Vásárhelyi Pál vette át, akit Széchenyi István az Al-Duna szabályozásával is megbízott. Az 1830-as árvíz után 1834-ben megkezdték a Tisza szabályozásához szükséges egységes tiszai felmérést Lányi Sámuel (1791–1845) vezetésével.⁵ A hatalmas, korszerű munka kiterjedt a Tisza egész vízrendszerére (a Bodrogra, Szamosra, Körösökre, Berettyóra, Marosra) s részben a Temesközre is. A pontosság érdekében csillagászati alappont-meghatározásokat, elsőrendű háromszögeléseket, részletes vízszintes felméréseket, szintezéseket is végeztek. Elkészítették a későbbi vízrajzi munkák első lépését is. Jelesül mederhossz- és keresztzelvényeket fektettek, és számtalan vízhozam-mérést is végeztek. Munkásságuk jelentősége kétségtelen: „Európának talán egyetlen országa sem mutathat fel olyan tökéletes munkálatokat”, írta róluk 1825-ben Streffleur bécsi akadémikus.

⁵ Munkatársai Farkas Pál, Fitzmayer István, Fodor János, Haigl József, Hieronymi Ottó, Karnóczy Gábor, Komnenovich Sándor, Milivojevics Lázár, Müller Lőrinc, Nagy István, Nikola András, Perleberg Gusztáv, Pribék Béla, Reitter Ferenc, Toperczer Antal, Tóth Rudolf és Turkovics Lajos voltak.



6

2. ábra: Duna mappáció térképe Tolnánál

A 19. században elindult és máig ható mappációkat a 20. században mederfelvételekkel és hozammérésekkel együtt folytatták. Európában a 19. században a legelső között – a statikus atlaszok mellett – dinamikus atlaszok is készültek. Ezek nem egyetlen állapotot merevítenek ki, hanem a folyamat egészét vizsgálják.

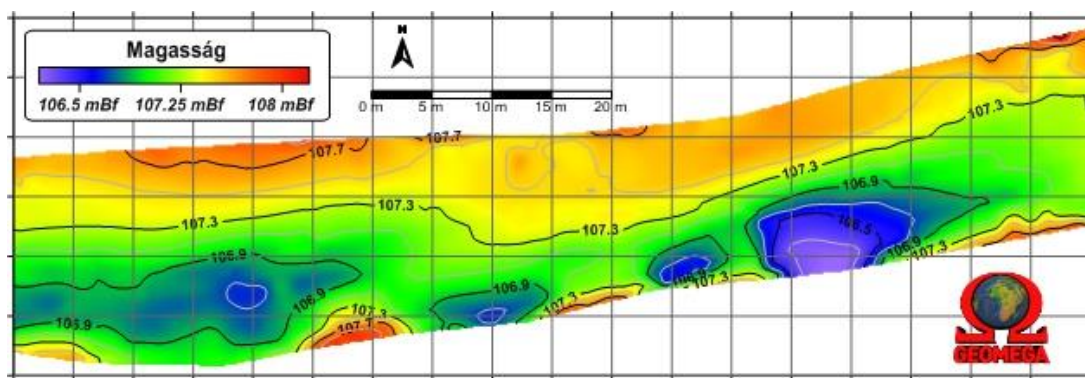
Ilyen munkát végzett Bendefy László, aki az 1960-as évektől foglalkozott a kéregszerkezet, a hidrográfia és a geomorfológia összefüggésével a szintváltozások gyakran több ezer éves követése révén. Munkája nyomán a Balaton, a Sajó, a Maros, a Hármas-Körös, a Rába, a Hernád és a Duna térségéről készültek ilyen atlaszok. A mappáció eredményét atlaszokban nyomtatva is megjelentették (pl. a Tisza, majd a „Duna

⁶ http://1.bp.blogspot.com/-Vir7uVu3cnE/TqueV8YjgHI/AAAAAAAAADog/fdolyNr6M_8/s1600/29_Tolna.jpg

hajdan és most”). Bendefy új utakat nyitott a kéregszerkezet, a recens kéregmozgások és a felszíni vízhálózat kialakulásának és fejlődésének vizsgálata terén is.⁷

2.3 Néhány példa a hazai mederkutatás jelenkorára

Hazai viszonylatban folyó-, tó- és folyómedrek kutatásának lehetséges eszközeit az 1992-ben alapított Geomega Kft. összegzésére támaszkodva mutatjuk be.⁸

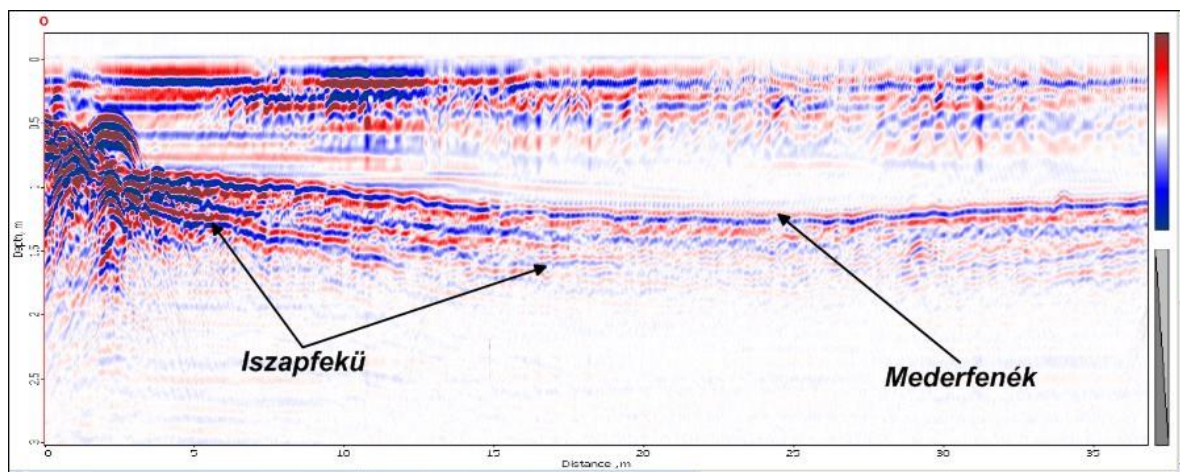


3. ábra: Egyik hazai kisebb folyónk mederfenék-térképe egy 90 méteres szakaszon

A nagyobb hazai folyó és állóvizeken végzett nagy és ultranagy felbontású mederfelmérések mérési eredményei a kotrási és beavatkozási tervek készítéséhez is használhatók. Nagyfelbontású víziszeizmikus mérésnél alkalmazott vízi szeizmikus módszer sekély (néhány 10 méteres) behatolású, de szokatlanul nagy (kb. 10 cm-es) felbontású. A szelvényezést egy – a mérőhajó mellett vontatott – IKB-SeistecTM típusú egysatornás szeizmoakusztikus mérőeszközzel végzik. A forrás (boomer) és az észlelő (hidrofon-csoport) is ugyanazon a katamarántesten, egymástól 70 cm-es távolságra helyezkedik el. Az észlelőt egy kúppalást fókuszálja függőlegesen lefelé, s mivel a forrás és az észlelő ugyanazon a katamarán testen helyezkedik el, nem lép fel egymáshoz képest történő mozgásukból adódó, a mérési eredményeket torzító hiba.

⁷ <http://mek.oszk.hu/02100/02185/html/916.html>

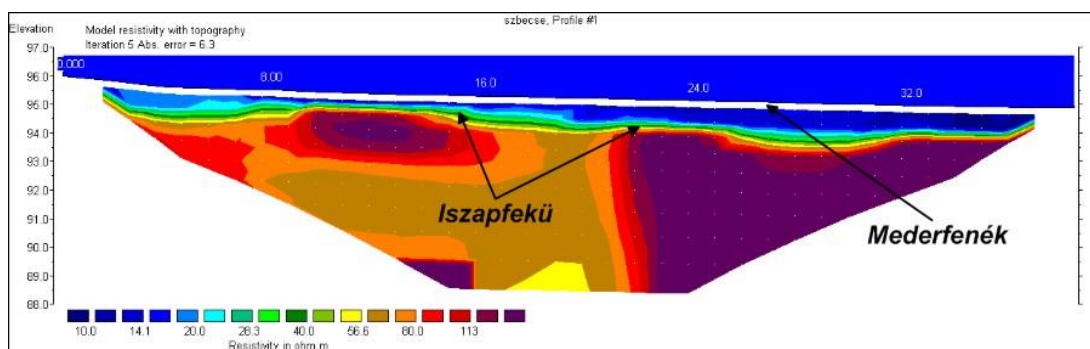
⁸ Az alábbi áttekintés alapja http://www.geomega.hu/mergeo/?page_id=40



4. ábra: GPR radarmérés a feliszapolódás meghatározására

A földradar (GPR: Ground Probing Radar) méréseket többek között archeológiai kutatásoknál, eltemetett tárgyak, beomlott járatok, gáz-, vízvezetékek pontos nyomvonalának megállapítására, geológiai feltárássra, talajvízszint-mérésre, karsztvíz kutatásra használják. Jellegéből adódóan kitüntetett szerepe van a régészetben, ezért a kutatók hazai viszonylatban is használják. Víz alatti felhasználásához egy speciális antennatípus tartozik a mérőrendszerhez.

A multielektrodás egyenáramú mérési módszer a kőzetek fajlagos ellenállásának különbözőségén alapul. A fajlagos ellenállás nagyságát elsősorban a kötött, illetve szabad víztartalom (közvetve tehát a porozitás is), másodsorban az ásványos összetétel és a kristályszerkezet határozza meg.



5. ábra: Vízi-geoelektromos eredményszelvény

A szelvényezés során egy szelvény mentén több tucat, kábellel összekötött vízálló elektródát helyeznek el a mederfenéken. A rétegek fajlagos ellenállásáról a mérések elvégzése után egy nagy sűrűségű adatrendszert kapnak. Az eredményeket feldolgozva a szelvény mentén pontosan kijelölhetővé válnak az egyes rétegek. Egyes esetekben kombináltan alkalmazzák a különféle módszereket, ami lehetővé teszi egy adott tó- vagy folyómeder teljes körűen, nagy pontosságú feltárását.



6. ábra: Szennyezett iszap térképezése



7. ábra: Nagyhajós mérési konfiguráció a Ráckevei-Duna kutatásánál

Bár a mi eszközeink és vízi járművünk ennél sokkal egyszerűbb volt, méréseink így is jelentős adatbázist eredményeztek, s szakmai és helyi konzekvenciái is voltak.

3. A vizsgálat helyszíne és tó bemutatása

A vizsgálat helyszínül a Bánki-tavat választottam, mely Budapestről elérhető (60 km) távolságban van. Váctól 27 km-re fekszik. Bár vasútját 2007-ben megszüntették, a 2-es főútvonalon Rétság után letérve jól megközelíthető, mérési adatai pedig a gyakorlatban is hasznosíthatók.



8. ábra: Bánk község – tavára is utaló – címere, helye a térképen és egy jellegzetes népi lakóháza⁹

Bánk Nógrád megye délnyugati részén, az é. sz. $47^{\circ} 55' 28''$ és a k. h. $19^{\circ} 10' 31''$ koordináták mentén fekszik. A Rétsági járás községe, 2015-ben 615 lakossal. Földrajzi, természeti arculatát a Cserhát dombjai határozzák meg. Fényes Elek geográfiai szótára szerint a falu „egy mély völgyben” terül el. „Határa hegyes-völgyes, rétjei rossz, és kevés szénát teremnek”. Legelője is csekély. „Szántóföldjein jó rozstot vagy zabot adnak, s van erdeje, szőlője” is.¹⁰

⁹ <http://www.bank-falu.hu>

¹⁰ A régészeti adatok szerint ősidők óta lakott. Legrégibb írásos forrása 1405-ből és 1506-ból való, utóbb Radnóti György birtokán volt. A török hódoltság idején elpusztult, s a 18. század elején szlovák etnikumú, evangélikus vallású (1715-ben 11, 1720-ban 13) úrbéres háztartással telepítették be. A század közepén a Jeszenszky, az 1770-es úrbérrendezéskor Becskády, Gyurcsányi és Hodossy, 1826-ban az Andreánszky család birtokában volt, mely 1850-ben már a Somogyi családdal osztozott rajta.



9. ábra: A tó, partján a falu evangélikus templomával¹¹

A falunak 33 úrbéri telke volt, ekkoriban 437 ágostai (evangélikus) és 32 katolikus lakta. Evangélikus temploma 1883-ból való, másik nevezetessége a szlovák tájház. A Felsőpetényen működő kő- és agyagbánya anyagát hajdan kisvasút szállította Bánkra, de mára már azt is megszüntették.¹²

Bánk nevezetessége a tengerszint felett 169,89 méter magasságon fekvő 7 hektár vízfelületű Bánki tó. A tó hosszúsága 370, szélessége 240 méter, felszíni területe 0.07873 km². Átlagos mélysége 3,94 méter, legnagyobb mélysége pedig 5,99 méter, víztérfogata 0.000325656 km³. A tavat fenékforrások táplálják, felesleges vizét pedig egy zsilipen keresztül a Bánki-patak, majd a Lókos-patak vezet el az Ipolyba.



10. ábra: Bánk község és a Bánki-tó egy jelenlegi légi felvételen

¹¹ <http://www.bankito.eu/page/galeria/index.html>

¹² <https://hu.wikipedia.org/wiki/Bánk>; FÉNYES 1851. I:85.

A tó medrének alapkőzetét oligocén üledékek képezik. Jelesül középső oligocén hárshegyi homokkő, nem egyszer agyagrétegek közbeiktatódásával. Mint ismert, a hárshegyi homokkő az oligocén kori tenger partján halmozódott fel, és a középső oligocénban a tenger előrenyomulását jelzi. Ilyenkor, írja Juhász Árpád, a felszíni pusztítás hatására rajta árkok, mélyedések keletkeztek, kisebb lagúnákkal, helyenként gazdag növényzettel.¹³

Régisége ellenére a tóról csak későn jelennek meg az írásos források. A legrégibb 1820-ból való, mely szerint „Van itt a’ falu mellett egy álmélkodásra méltó tó, melyet a’ köznép Tenger Szemének nevez”,¹⁴ és a „Tengerszemnek nevezett tó” megjelenik Fényes Elek-nél is.¹⁵

A Bánki-tó az 1970-es években vált kedvelt turisztikai célponttá, amikor Budapestről és Pest megyéből is számos rekreációra vágyó család épített itt nyaralót, és nyári üdülésekre is egyre többen használták. Az átgondolatlan és szabályozatlan folyamat következményeképp 1991-re a tó vize fürdésre alkalmatlanná vált.

A helyzet láttán a községi önkormányzat 2001-ben állami támogatással rehabilitálta a tavat. Iszapkotrást, partrendezést és medertisztítást végeztek, sőt tó területét kissé ki is bővítették. A rekonstrukció következtében napjainkra ismét alkalmassá vált a fürdésre és a horgászatra. A víz hőmérséklete nyáron a Balatonéhoz hasonló. A tó körül épült ki az 58 szobás Tó-hotel wellness-szálloda, mellette strandfürdővel, a – tenisz-, tollaslabda-, kosárlabda és mászó pályát is magába foglaló – kalandpark, a kulturális programokra alkalmas vízi színpad, továbbá a kemping, valamint több panzió és szállás is.¹⁶

¹³ JUHÁSZ 1983, 386.

¹⁴ A forráshely megjelölése nélkül idézi: <https://hu.wikipedia.org/wiki/Bánki-tó/>

¹⁵ FÉNYES 1851, I:85.

¹⁶ <https://hu.wikipedia.org/wiki/Bánki-tó/>



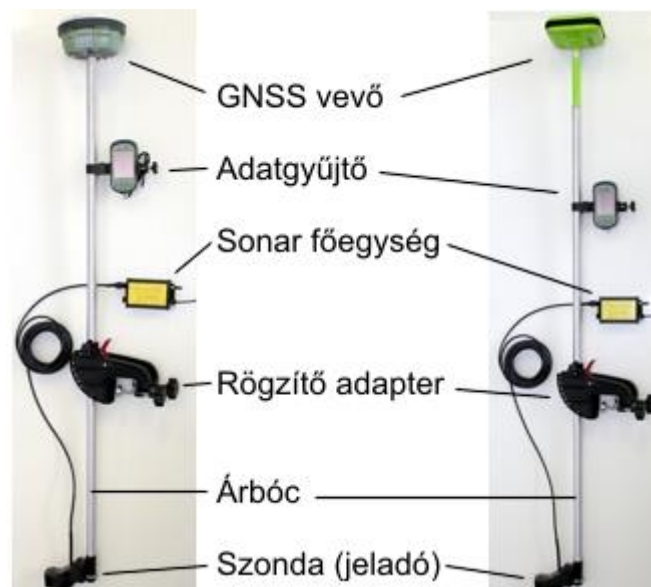
11. ábra: A tó jelenlegi képe a község honlapján¹⁷

A tó jelenleg a bárki II. Rákóczi Ferenc Horgászegyesület kezelésében van, mely számunkra a mérési program elvégzését engedélyezte és támogatta.

¹⁷ <http://www.bank-falu.hu/>

4. A műszer ismertetése

A Bánki-tó vizsgálatát egy hazánkban széles körben még nem használt eszközzel végeztük. Ennek három fő egysége van. A SonarMite SPX egysugaras szonár, mely az általa kibocsátott hang visszaverődésének mérési adatait használja fel meder mélységének méréséhez. Ez egy adatgyűjtő egységhez (általában egy hordozható PC-hez) csatlakozik az RTK GPS vevőegységgel együtt. A három műszer kombinált alkalmazása lehetővé teszi egy adott víz alatti felszín mérését, a begyűjtött adatok vételét és összegyűjtését.



12. ábra: A szonár mérőrendszer vázlatos szerkezete

A SonarMite a világon létező legkisebb méretű vízmélységmérő készülék. Geodéziai felmérésekre alkalmas, mivel mérési pontossága 2,0 cm. Beépített akkumulátort is tartalmaz, amely 8-12 óra üzemidőt biztosít. Ennek köszönhetően könnyen áthelyezhető egyik vízi járműből a másikba, és nem akadályozza használatát az sem, ha a járműben nincs áramellátás.¹⁸

¹⁸ www.geomonitor.hu

Az általam használt SonarMite SPX műszer a legegyszerűbb változat, amely nincs felszerelve Bluetooth rendszerrel, belső akkumulátorral és IP68-os vízálló tokkal.

Alapvető felszerelése:

- SonarMite fő processzor egység 12V-os kábelrel
- „Okos” P66-os mélységtraduktor beágyazott processzorral
- D12-es adatkábelrel
- SonarW7 utófeldolgozó/importáló/exportáló szoftver.

E mellett kiegészítői is vannak a műszernek ezek a:

- SonarMite Windows Mobile PDA szoftver
- SonarMite W7 szoftver Tablethez/Hordozható PC-hez
- Egy USB átalakító kábel
- Egy Hydrolite keret kis hajóra rögzítéshez
- Egy alumínium talp a traduktor rögzítéséhez

A SonarMite SPX műszaki adatai ¹⁹	
Jelszórás	4 fok
Mérési tartomány	0,3 m-től 75 m-ig
Pontosság	+/-0,020 m (RMS)
Adatsűrűség	2 Hz
Ultraszhang jelsűrűség	3-tól 6Hz-ig (mélységtől függ)
Tápellátás	10.0v x 1.5 Ahr
Működési idő	8-10 óra
Adatátvitel	RS232 kábel
Működési hőmérséklet	0-45 °C
Mérete	100 x 200 x 45 mm
Súlya	0.7 kg

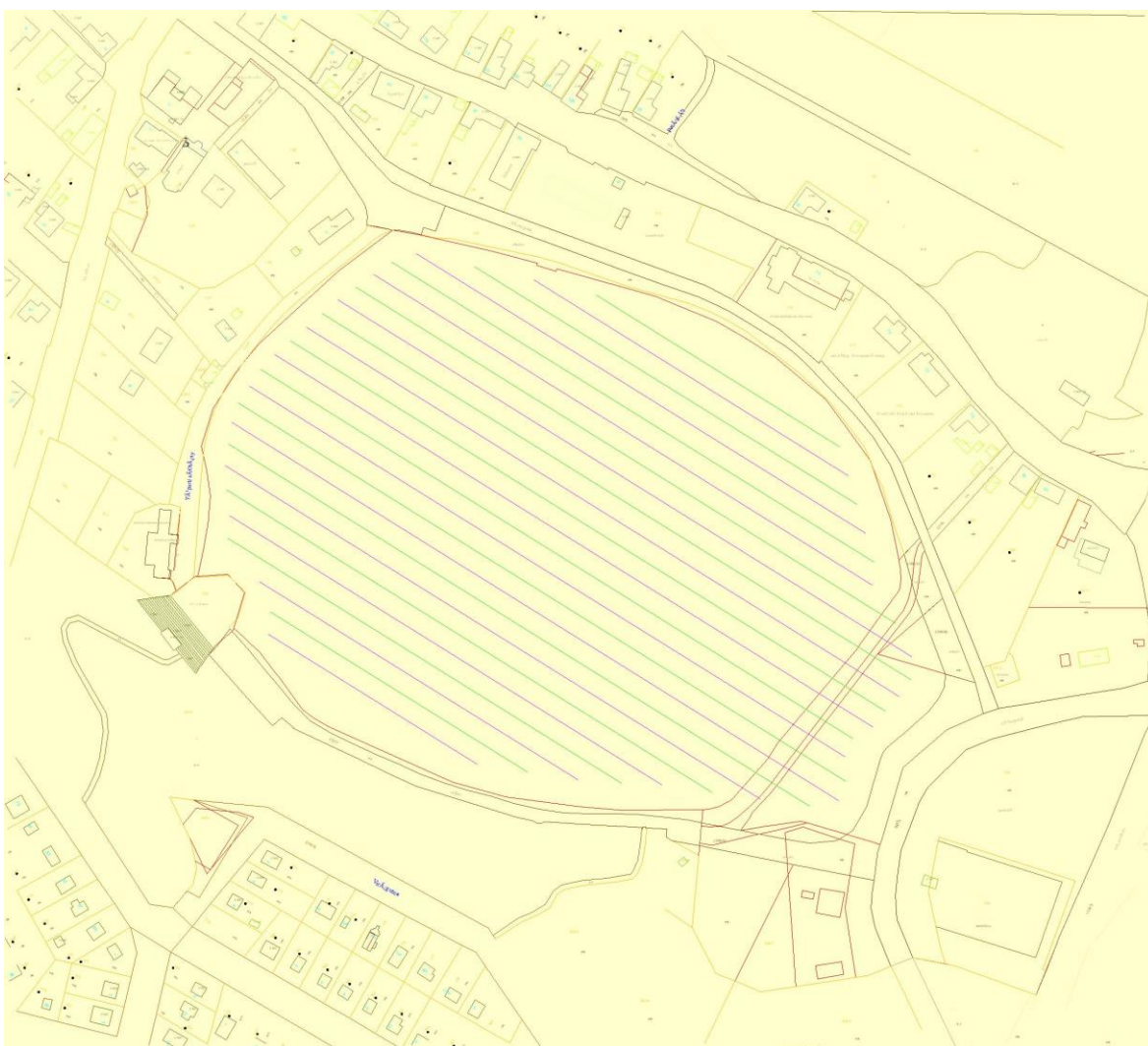


13. ábra: A rendszer „lelke” a SonarMite márkanevű egysugaras szonár

¹⁹ (geomentor.hu)

5. A mérés leírása

A Bánki-tavon végzett mérést a GeoLink3D Kft. szervezte meg. A mérések lebonyolításában Nagy Attila ügyvezető és Gáncs Dániel projektmenedzser is részt vett. A munka elvégzéséhez a bánki II. Rákóczi Ferenc Horgászegyesület vezetője adott támogatást. Résztint bemutatták a munkaterületet, résztint hajót bocsátottak rendelkezésünkre hozzá, és a műszerek felszereléséhez is segítséget nyújtottak méréseink elvégzéséhez.



14. ábra: Az általunk megjelölt mérési vonalak a Bánki-tó földhivatali térképén

A mérés megkezdéséhez a műszert a csónak oldalára kell rögzíteni, lehetőleg úgy, hogy minél kevésbé érhessek örvények, mivel azok csökkentik a pontosságot vagy akár teljesen hibás mérést okozhatnak. A szondát a vízszint alá kell helyezni pár cm-rel, mivel ha a víz fölé kerül, fals adatot kapunk vissza. Azt is figyelembe kell venni, hogy a hajó megdőlhethet, és így megemelkedhet a szonda. A műszerre egyenes rúddal szereltünk fel egy RTK GPS vevőt, amely a pontos x, y, z koordinátánk meghatározásához elengedhetetlen, mivel 2, akár 1 cm-es pontossággal tudunk vele mérni.

A szonda egy jelátalakítóhoz csatlakozik, amely egy soros porton át továbbítja az adatokat a számítógépbe. Az adatokat többféle formátumban képes a műszer továbbadni. Például saját SonarMite formátum, ASCII formátum, Odom SBT formátum, Deso formátum, SYS formátum, DBT NMEA formátum és DPT NMEA formátum. Ezekből mi az utóbbit, vagyis a DPT NMEA formátumot használtuk.

Az adatok fogadásához, rögzítéséhez és feldolgozásához egy egyszerű hordozható számítógépre és egy Hydromagic nevű szoftverre van szükség, mely a szonda és az RTK GPS adatainak kezelésére alkalmas.



15. ábra: Vizsgálati eszközökkel felszerelt hajónk a Bánki-tavon

A mérés megkönnyítése érdekében beszereztünk egy földhivatali alaptérképet amelyre 4 méterenként párhuzamos egyeneseket szerkesztettünk (ld. a 14. sz. ábrát). Ezek mentén haladva mértük a tó belsejét, miután a part mellett felmértük azt.

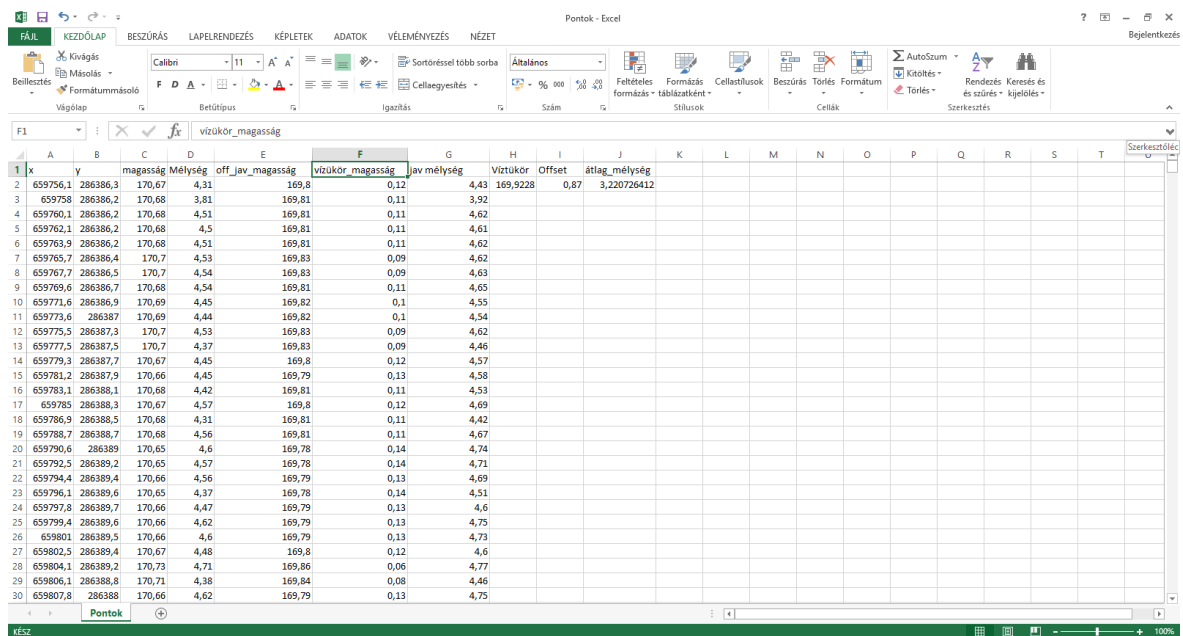
A méréshez elengedhetetlen egy alappont-mérés, amit szintén RTK GPS-szel mértünk. Ez egy a pontosság érdekében többször megmért pont a víz felszínén, amely pontos x, y, z koordinátákat szolgáltat. Mérésünket ennek alapján ellenőrizhetjük és korrigálhatjuk, továbbá megadja az aktuális vízszint tengerszint feletti magasságát is.

A mérést szerencsére nem sok tényező zavarta meg. Csak a tó déli részénél lévő domboldal és annak erdős mivolta okozott egyszer RTK-vesztést, továbbá az akkori napkitörés okozhatott kisebb hibát.

Az empirikus kutatás mintegy hatórás munkát jelentett, s két munkatársammal együtt végeztük el. Ennek során összesen **3593 db mérési pontot** rögzítettünk. A rendelkezésünkre bocsátott hajóval nem volt probléma, műszereink és a szoftverek kifogástalanul működtek.

6. Adatok felhasználásának (a térképkészítés menetének) leírása

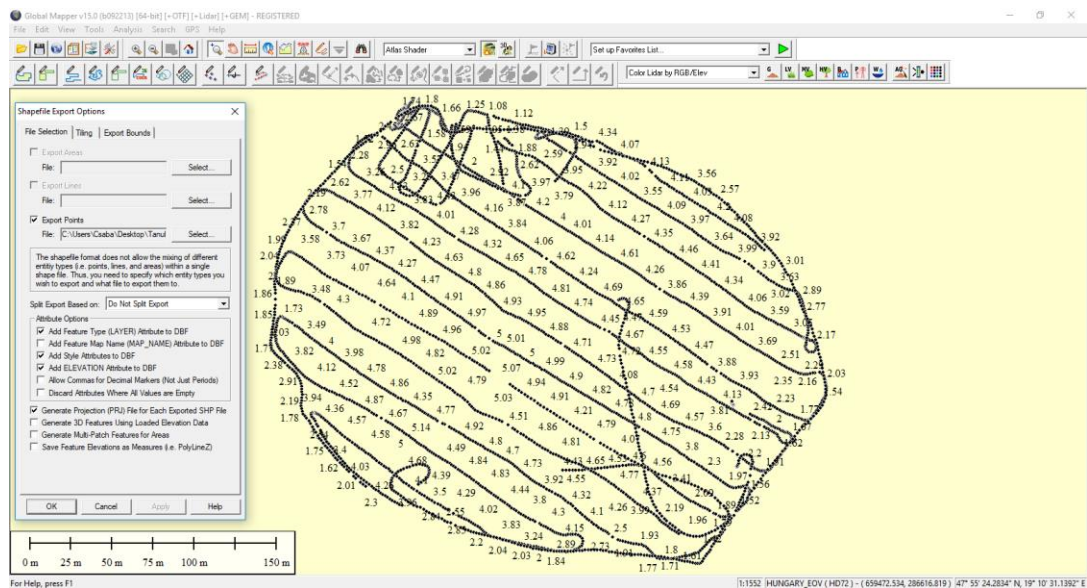
Ahhoz hogy a mért adatokból térképet készítsünk az adatok korrigálására van szükség. Az eszközből kinyert adatokat txt formátumban kaptuk meg melyben az x, y koordináták, a tengerszint feletti magasság és a szonártól való vízmélység értékek pontosvesszővel elválasztva szerepeltek. Ezt az adatsort először Excel táblázatba importáltam. Itt következett a mélység offsettel azaz az RTK GPS és a szonár egymástól való távolságával és az átlagos vízszinttel való javítása.



x	y	magasság	Mélység	off_jav_magasság	víztükör_magasság	jav_mélység	Víztükör	Offset	átlag_mélység
659756,1	286386,3	170,67	4,31	169,8	0,12	4,43	169,9228	0,87	3,220726412
659758	286386,2	170,68	3,81	169,81	0,11	3,92			
659760,1	286386,2	170,68	4,51	169,81	0,11	4,62			
659762,1	286386,2	170,68	4,5	169,81	0,11	4,61			
659763,9	286386,2	170,68	4,51	169,81	0,11	4,62			
659765,7	286386,4	170,7	4,53	169,83	0,09	4,62			
659767,7	286386,5	170,7	4,54	169,83	0,09	4,63			
659769,6	286386,7	170,68	4,54	169,81	0,11	4,65			
659771,6	286386,9	170,69	4,45	169,82	0,1	4,55			
659773,6	286387	170,69	4,44	169,82	0,1	4,54			
659775,5	286387,3	170,7	4,53	169,83	0,09	4,62			
659777,5	286387,5	170,7	4,37	169,83	0,09	4,46			
659779,3	286387,7	170,67	4,45	169,8	0,12	4,57			
659781,2	286387,9	170,66	4,45	169,79	0,13	4,58			
659783,1	286388,1	170,68	4,42	169,81	0,11	4,53			
659785	286388,3	170,67	4,57	169,8	0,12	4,69			
659786,9	286388,5	170,68	4,31	169,81	0,11	4,42			
659788,7	286388,7	170,68	4,56	169,81	0,11	4,67			
659790,6	286389	170,65	4,6	169,78	0,14	4,74			
659792,5	286389,2	170,65	4,57	169,78	0,14	4,71			
659794,4	286389,4	170,66	4,56	169,79	0,13	4,69			
659796,1	286389,6	170,65	4,37	169,78	0,14	4,51			
659797,8	286389,7	170,66	4,47	169,79	0,13	4,6			
659799,4	286389,6	170,66	4,62	169,79	0,13	4,75			
659801	286389,5	170,66	4,6	169,79	0,13	4,73			
659802,5	286389,4	170,67	4,48	169,8	0,12	4,6			
659804,1	286389,2	170,73	4,71	169,86	0,06	4,77			
659806,1	286388,8	170,71	4,38	169,84	0,08	4,46			
659807,8	286388	170,66	4,62	169,79	0,13	4,75			

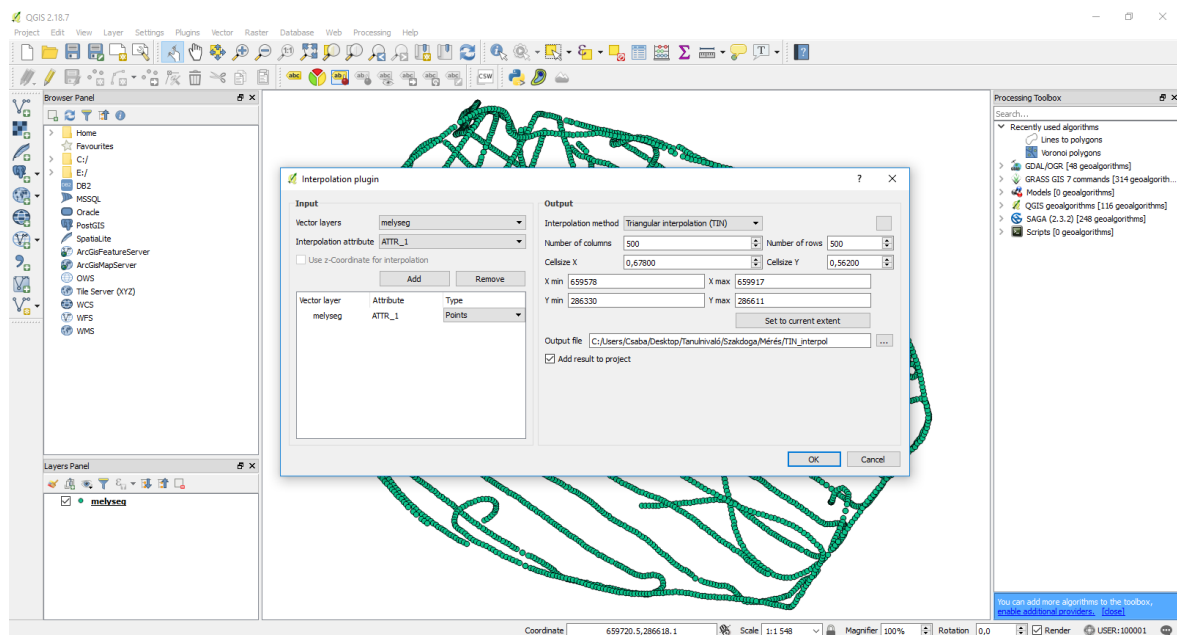
17. ábra: Az adatsor javítása Excelben

A feldolgozott pontokat CSV formátumban mentettem, ami az Excel szöveges formátuma, ahol az adatok ismét pontosvesszős tagolást kaptak. Ezt az adatsort importáltam a Global Mapper nevű szoftverbe, ahol vektoros formában, shapefile-ként exportáltam a pontokat.

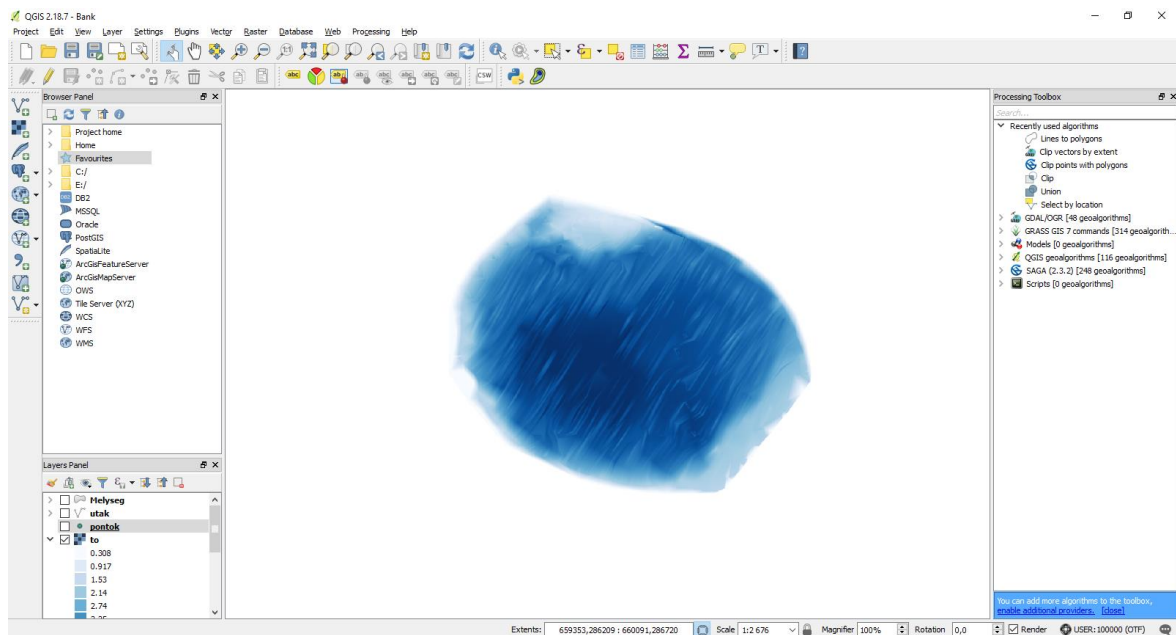


18. ábra: A felmért pontok a javítás után, a shape file exportálása

Ezután került át a munka a Quantum GIS-be. Ide importáltam a pontokat és a Geolink3D kft-től kapott vízpart kontúrt. Mivel a mérési pontjaink nem értek el a vízpartig a műszer elhelyezkedése miatt, ezért a tópart pontjait egyesítettem a mérési pontokkal, és 0 méter mélységértéket állítottam be nekik. Ezekből a pontokból kaptam TIN azaz háromszögeléses interpolálással a tó modelljét. Ehhez a program interpolation pluginjét használtam, ami a Raster/Interpolation/Interpolation menüpontjában érhető el miután telepítettük a pluginkezelőben.

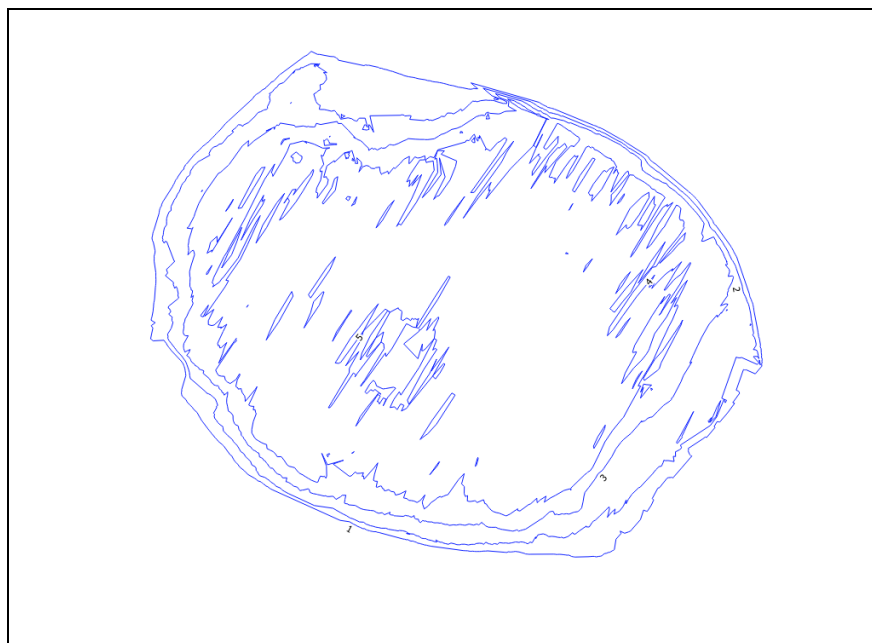


19. ábra: Az interpolálás menete.

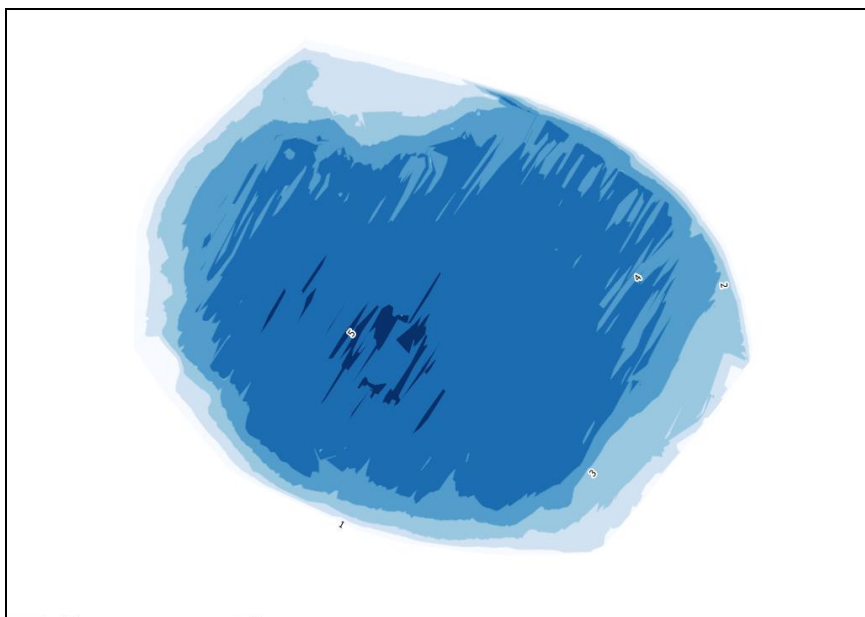


20. ábra: A modell

Ebből készítettem el a mélységvonalakat és a rétegszínezést a Contour nevű kiegészítő segítségével, amit szintén a pluginkezelőből való telepítés után érhetünk el. Megadtam a mélységvonalak intenzitását így 0-5,5m-ig megrajzolta a mélységvonalakat és a színezett rétegeket.



21. ábra: Mélységvonalak



22. ábra: Rétegszínezés

Ezek után elkészíthetők el a térképek. A shapek koordinátái mind Egységes Országos Vetületben lettek megadva. Kétféle térképet készítettem az egyik a mélységvonalas ábrázolásban, mutatva a falu köré eső részének alaprajzát. A másik mélységszínezéses térkép csak a tavat ábrázolja. A szintvonalas térkép a vonalakon jelöli azok méterben értendő mélységét. A rétegszínezéses pedig a skála szerint mutatja a mélységértékeket.

A Bánki-tó mélységvonalas térképe

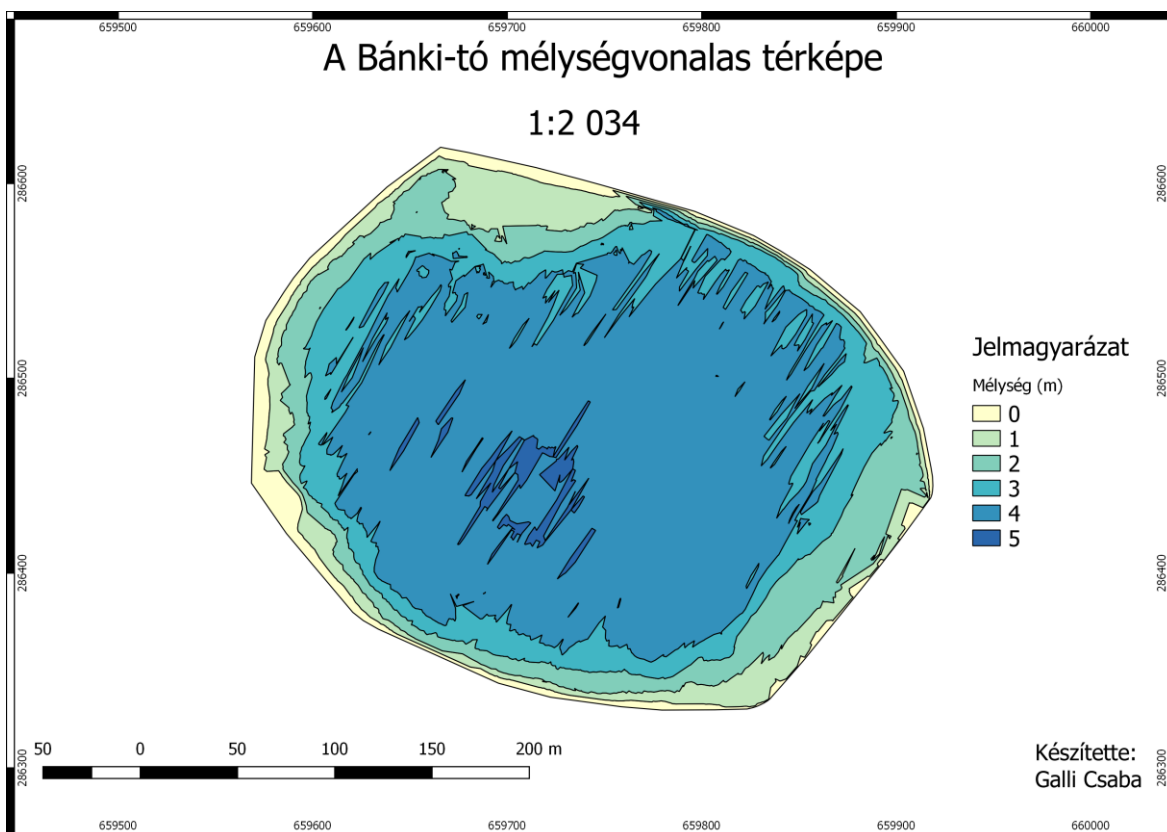
1:3 000



Készítette:
Galli Csaba

A Bánki-tó mélységvonalas térképe

1:2 034



7. Összefoglalás

A batimetriai mérések Magyarországon való elterjedése szerintem elsősorban az árvízvédelmet segítené, mivel képet adna a folyómedrek alakjáról és az iszaplerakódásról. Ha ehhez készítünk egy ártér-felmérést, könnyebben megadható egy esetleges árhullám veszélyessége a területre nézve.

A batimetriai mérés még egy olyan kis tó esetében is hasznos lehet, mint a Bánkitó. Idegenforgalmi szempontból ugyanis akár életmentő szerepe lehet annak, ha a normál medencemélységektől drasztikusan eltérő medermélységeket, valamint a hirtelen mélyüléseket megismerik, valamilyen módon megjelölik, a tónál üdülők tudomására hozzák, továbbá a gyerekek által használható és számukra veszélyes vízrészletekre is felhívják a figyelmet.

Kereskedelmi ára miatt a felhasznált műszerek és eszközök Magyarországon nem könnyen szerezhetőek be. Ez sajnos visszafogja a technológia használatát és fejlődését itthon.

A vizsgált objektum vonatkozásában: méréseink rávilágítanak arra, hogy a tó irodalomban olvasható méretei már nem érvényesek, a korszerű mérések mást igazolnak. A legnagyobb mélységét eddig 5,99 méterben határozták meg, méréseink azonban 5,41 méternél sehol sem találtak mélyebb pontot. Mivel a tó medrét 4 méteres sávonként vettük górcső alá, ennél mélyebb pont lehetőségét kizárhatjuk. De az irodalomban említett 3,94 m átlagos mélység sem igazolható, az általunk rögzített 3593 db mélységi pont átlagértéke ugyanis 3,22 méter eredményezett. A tó tehát a korábbi mérések óta sekélyebbé vált, hiszen legmélyebb pontja mára 58 cm-rel, átlagos mélysége pedig 72 cm-rel lett kisebb.

A különbségeket további vizsgálatok tisztázhatják. Közrejátszhatott ebben az egykor alkalmazott mechanikus mérési módszerek (pl. a drótra vagy zsinórra akasztott súlyzóval mért mélységi hossz pontatlansága), és a század első fele óta történő iszaplerakódás is. Igaz, hogy a mintegy másfél évtizede végzett medertisztítás ezen sokat javított, mely a helybeli horgászegyesület szerint jól lemérhető volt a vízminőség látványos javulásán és az ökoszisztéma állapotán. Arra azonban nincs adat, hogy a mederkotrás milyen vastagságú volt, s ma – hisz a medertisztítás óta ismét eltelt másfél évtized során milyen vastagságú iszapréteg fedi a tó medrét.

9. Köszönetnyilvánítás

Ezúton meg szeretném köszönni dr. Gede Mátyás egyetemi adjunktusnak a segítségét a szakdolgozatom lektorálásában és a kapcsolat létrehozásában. Külön is szeretném megköszönni tanácsait és észrevételeit, melyek nélkülözhetetlen segítséget nyújtottak számomra dolgozatom gyengeségeinek kiküszöböléséhez. A Geolink3D kft-nek, Nagy Attilának és Gáncs Dánielnek, akik nélkül lehetetlen lett volna mérésem megszervezése, a kellő eszközök beszerzése és maga a mérés.

Köszönöm a GeoMentor Kkft.-nek a közreműködést a műszer segítségünkre bocsátásával és a bánki II. Rákóczi Ferenc Horgászegyesületnek a mérés engedélyezéséért, a hajó rendelkezésünkre bocsátásáért, a vizsgálat során nyújtott technikai segítségért és a tóval kapcsolatos készséges tájékoztatásért.

10. Felhasznált irodalom

10.1 Irodalom

FÉNYES Elek:

1951, Magyarország geographiai szótára I-II, Pest.

GÁNC S Dániel

2012, Autonóm vízi járművek alkalmazása batimetriai mérésekhez, ELTE

Informatikai Kar Térképudományi és Informatikai Tanszék, diplomamunka,
kézirat

GEOMENTOR KFT.

é. n., SonarMite és Sonar M8 hordozható ultrahangos vízmélységmérők.

Kezelési kézikönyv, Pécs

JUHÁSZ Árpád

1983, Évmilliók emlékei. Magyarország földtörténete és ásványkincsei, Budapest

10.2 Internetes források

<https://hu.wikipedia.org/wiki/Domborzat>

<http://mek.oszk.hu/02100/02185/html/916.html>

http://www.geomega.hu/mergeo/?page_id=40

<https://hu.wikipedia.org/wiki/Bánk/>

<https://hu.wikipedia.org/wiki/Bánki-tó/>

10.3 Képek, illusztrációk

1. ábra: Szonár mérést bemutató rajz	6
2. ábra: Duna mappáció térképe Tolnánál	8
3. ábra: Egyik hazai kisebb folyónk mederfenék-térképe egy 90 méteres szakaszon	9
4. ábra: GPR radarmérés a feliszapolódás meghatározására	10
5. ábra: Vízi-geoelektromos eredményszelvény	10
6. ábra: Szennyezett iszap térképezése	11
7. ábra: Nagyhajós mérési konfiguráció a Ráckevei-Duna kutatásánál	11
8. ábra: Bánk község – tavára is utaló – címere, helye a térképen és egy jellegzetes népi lakóháza	12
9. ábra: A tó, partján a falu evangélikus templomával	13
10. ábra: Bánk község és a Bánki-tó egy jelenlegi légi felvételen	13
11. ábra: A tó jelenlegi képe a község honlapján	15
12. ábra: A szonár mérőrendszer vázlatos szerkezete	16

13. ábra: A rendszer „lelke” a SonarMite márkanevű egysugaras szonár.....	17
14. ábra: Az általunk megjelölt mérési vonalak a Bánki-tó földhivatali térképén	18
15. ábra: Vizsgálati eszközökkel felszerelt hajónk a Bánki-tavon	19
16. ábra: A rögzítésre használt eszköz és a program használat közben	20
17. ábra: Az adatsor javítása Excelben.....	22
18. ábra: A felmért pontok a javítás után, a shape file exportálása	23
19. ábra: Az interpolálás menete.	23
20. ábra: A modell	24
21. ábra: Mélységvonalak.....	24
22. ábra: Rétegszínezés.....	25

Nyilatkozat

Alulírott, Galli Csaba nyilatkozom, hogy jelen szakdolgozatom teljes egészében saját, önálló szellemi termékem. A szakdolgozatot sem részben, sem egészében semmilyen más felsőfokú oktatási vagy egyéb intézménybe nem nyújtottam be. A szakdolgozatomban felhasznált, szerzői joggal védett anyagokra vonatkozó engedély a mellékletben megtalálható.

A témavezető által benyújtásra elfogadott szakdolgozat PDF formátumban való elektronikus

publikálásához a tanszéki honlapon

HOZZÁJÁRULOK

NEM JÁRULOK HOZZÁ

Budapest, 2017. május 15.

.....

a hallgató aláírása