



ÓBUDAI EGYETEM
ÓBUDA UNIVERSITY

Alba Regia Műszaki Kar
Geoinformatikai Intézet

SZAKDOLGOZAT

3D-s medertérkép készítése szonárral és halradarral mért adatok felhasználásával

(Creating 3D bed map using sonar and fish radar)

Tanszéki konzulens:

Dr. Pődör Andrea

Készítette:

Görög Ferenc

Hallgató törzskönyvi száma: T000382/FI12904/A-G

Földmérő és földrendező mérnök (Bsc)

Székesfehérvár

2021.



ÓBUDAI EGYETEM
ÓBUDA UNIVERSITY

Óbudai Egyetem
Alba Regia Műszaki Kar
Alba Regia Műszaki Kar

SZAKDOLGOZAT FELADATLAP

Hallgató neve: Görög Ferenc

Szaktervezési szám: SZD20120110292712

Törzskönyvi szám: T000382/FI12904/A-G

Neptun kódja: [REDACTED]

Szak: földmérő és földrendező mérnök

Specializáció: Geoinformatika specializáció

A dolgozat címe: 3D-s medertérkép készítése szonárral és halradarral mért adatok felhasználásával

A dolgozat címe angolul: Creating 3D bed map using sonar and fish radar

A feladat részletezése:

1. Szakirodalom alapján foglalja össze a medermérés sajátosságait!
2. Mutassa be az adatgyűjtés menetét és a műszereket!
3. A mintaterület és felhasznált adatok bemutatása.
4. A mintaterületre vonatkozó mérési adatok feldolgozásának bemutatása!
5. Eredmények összefoglalása, következtetések levonása.

Intézményi konzulens neve: Pődör Andrea Dr.

A kiadott téma elővülési határideje: 2022. május 15.

Beadási határidő: 2021. 12. 15.

A szaktervezési: Nem titkos.

Kiadva: Székesfehérvár, 2021. 10. 28.



P.H.

Intézetigazgató

A dolgozatot beadásra alkalmasnak találom:

belső konzulens

külső konzulens



HALLGATÓI NYILATKOZAT

Alulírott szigorló hallgató kijelentem, hogy a szakdolgozat/diplomamunka saját munkám eredménye, a felhasznált szakirodalmat és eszközöket azonosíthatóan közöltem.

Egyéb jelentős segítséget nem vettem igénybe.

Az elkészült szakdolgozatban található eredményeket az egyetem és a feladatot kiíró intézmény saját céljára térítés nélkül felhasználhatja, a titkosításra vonatkozó esetleges megkötések mellett.

Kelt: Mátészalka, 2021. 12. 07.



.....
hallgató aláírása

TARTALOMJEGYZÉK

1. Bevezetés	4
2. A mélységmérés történelmi áttekintése, módszereinek alkalmazása	6
2.1 A vízmélység-mérésről és a medertérképezésről általában	7
2.2 Példák a külföldi és hazai medertérképezésre	13
2.3 A batimetriai térképek szerepe a horgászatban.....	17
3. Mintaterület bemutatása.....	20
4. Mérési módszerek és használt eszközök.....	22
4.1 A mérés előkészítése.....	22
4.2 Használt eszközök bemutatása.....	23
5. A mérés menete	29
6. Adatok előkészítése, feldolgozása, térképek elkészítése	34
6.1 A kiexportált adatok előkészítése	34
6.2 Az adatok feldolgozása	35
7. Összefoglalás	42
8. Summary (angol nyelvű összefoglalás)	43
9. Köszönetnyilvánítás.....	44
10. Irodalomjegyzék	45
11. Ábrajegyzék	46
12. Táblázat jegyzék	46

1. BEVEZETÉS

A szakdolgozatom témájának kiválasztása során fontosnak tartottam, hogy olyan feladatot válasszak, ami kapcsolódik hozzám és kellően izgalmas területet tudjak bemutatni a mérésem folyamán. Mivel már földmérésben dolgozom több, mint 8 éve, és kivétel nélkül én végzem a felmérést a folyókon, illetve tavakon, ha ilyen jellegű munkát kapunk, emellett pedig a horgászat a hobbim, így esett a választás egy horgászto 3D-s medertérképének elkészítésére. Ahogy már említettem is munkám során már számos szonárral történő felmérést végeztem tavakon és kisebb – nagyobb folyókon is. A mérések feldolgozása során még nem kellett 3D-s medertérképeket létrehoznom, legtöbbször csak keresztaszelvényeket kellett készítenem, vagy csak a nyers mérési adatokra volt szükség. Ezáltal még inkább foglalkoztatott a gondolat, hogy a mért adatokból milyen informatív térképeket lehet készíteni.

Horgász lévén fontosnak tartom az adott vízterület medrének kellő ismeretét a sikeres horgászat céljából. Egy ismeretlen helyen kulcsfontosságú megtalálni a mederben elhelyezkedő tereptárgyakat, mederalakulatokat, melyen jó haltartó helyek lehetnek. Én magam is, ha van rá lehetőségem, főleg egy több napos horgásztúra, vagy verseny előtt kimegyek a helyszínre és felmérem a terepet, lehetőségeket. Erre a feladatra már számos egyszerű, mégis pontos halradart lehet kapni elérhető áron. Ezek az eszközök legtöbbször vezeték nélküli kapcsolaton keresztül tudnak csatlakozni akár a mobiltelefonunkhoz akár egy tablethez, ahol a halradarhoz szükséges applikáció letöltése után már el is kezdhetjük a mérést. Az általam használt eszközöket és működési elvüket a későbbiekben részletezem. Ezek a kis, többnyire egy tenyérben elférő eszközök valós időben képesek egy adott vízterületről, a mért adatok alapján egy medertérképet rajzolni. Többszöri használat után kezdtem el gondolkodni, hogy vajon ezeket az adatokat ki lehet-e valamilyen módon nyerni, és mint a földmérési munkákhoz használt szonár által mért adatokat, ezeket is fel tudom-e használni akár egy 3D-s medertérkép elkészítésére.

Így merült fel a címben is említett téma, hogy vajon az egyszerű halradarból kinyert adatokból, a földmérési munkák elvégzésére is alkalmas szonárhoz képest milyen

minőségű térképet tudok elkészíteni. Szerencsésnek mondhatom magam, mert egy nagyon jó műszerparkkal rendelkező cégnél, a nyíregyházi GEO-MERIDIÁN Kft-nél dolgozom, ahol folyamatosan egy igazán kompakt, mégis a földmérési munkák elvégzésére tökéletesen alkalmas eszközzel, a SonarMite BTX egysugaras szonárral mérjük a különböző medreket. Ezért kézenfekvőnek tűnt, hogy ez a szonár legyen a mérésem alapja, mellyel össze tudom hasonlítani a kiválasztott halradart. A megfelelő eszköz kiválasztásánál elsődleges szempont az volt, hogy a mért adatokat valamilyen formátumban ki tudjam nyerni. Így esett a választás a Deeper PRO+-ra, melyhez a Fish Deeper nevű applikációt telepítve tudok kapcsolódni a mobiltelefonommal, és már kezdődhet is a mérés. A mért adatokat pedig a halradarhoz tartozó weboldalon tudjuk elérni és a kívánt adatokat letölteni. Számos olyan, mondhatni csúcskategóriás halradar létezik, melyek a mederről 1-2 centiméteres pontossággal tudnak adatokat szolgáltatni.

Amikor már adott volt a két eszköz, már csak a megfelelő vízterület kiválasztása maradt hátra. A lakhelyemhez közel kerestem egy olyan tavat, ami nem egy szabályos alakú, egyenletes mélységű víz. Számos helyen megfordultam már akár horgászat, akár kirándulás céljából, így esett a választásom a Fehérgyarmat határában elhelyezkedő Balla Halastóra. Mivel a mérést egyedül végeztem, így fontos volt a tó mérete is, mely megfelelőnek tűnt ahhoz, hogy egy nap alatt végezzek is vele. Korábban a mederről semmilyen felmérés nem készült még, csak a régi kotrásra visszaemlékezve voltak információi a víz tulajdonosának. Egyeztetve vele örült is a megkeresésemnek, mivel egy számukra is hasznos, a hobbi- és versenyhorgászoknak is nagy segítséget nyújtó medertérkép készülhetett el. Horgászként és leendő földmérőként is egy izgalmas kihívásnak tekintetem a feladatot, melyet kitűztem magamnak a szakdolgozatom elkészítésekor. Érdeklődve vártam a mérés során, hogy kiderüljön, mennyire hatékony és pontos eszköz lapulhat egy átlag horgász zsebében.

2. A MÉLYSÉGMÉRÉS TÖRTÉNELMI ÁTTEKINTÉSE, MÓDSZEREINEK ALKALMAZÁSA

A domborzat (felszín – relief) egy természetföldrajzi fogalom, mely egy adott bolygó szilárd kérgének, azaz litoszférájának és vízburkának, azaz hidroszférájának felületét jelenti. Azokon a bolygókon, melyek légkörrel rendelkeznek, mint ahogyan a Föld is, a domborzat az imént említett két szféra, valamint az atmoszféra határfelülete. Leírásának legjobban alkalmazható jellemzője a vertikális tagolódás, így alapfogalmaként a tengerszint feletti magasság értelmezhető. A földfelszín domborzati elemei, mint például a hegyek, völgyek, síkságok vagy dombságok folyamatosan változnak. Ezeket a geomorfológia, míg a víz alatt elhelyezkedő domborzatot a batimetria vizsgálja.¹

Ahhoz, hogy geodéziai pontosságú adatokat mérhessünk meg a batimetriai felmérések során, szükséges lesz a felmérő rendszerbe beépíteni egy GNSS vevő egységet. „A globális navigációs műholdrendszer (Global Navigational Satellite System – GNSS) a helymeghatározás, a navigáció és az időmeghatározás feladatainak megoldását hivatott szolgálni mesterséges holdak segítségével. A műholdak pályadatait ugyanis ismert helyzetű földi pontokon észlelő pályakövető állomások meghatározzák és ezeket az ún. navigációs adatokat a mesterséges holdak saját maguk sugározzák. A felhasználó (a GNSS vevő) közvetett módon távolságot határoz meg a vevő és néhány, egyidőben (szimultán módon) észlelt műhold között, majd ezen távolságok és a műhold-pozíciók ismeretében a vevő helyzete egy megadott vonatkoztatási rendszerben kiszámítható.”² Ezzel garantáljuk, hogy akár centiméter pontossággal tudjuk a meder pontjait meghatározni.

¹ Galli Csaba szakdolgozat, ELTE 2017

² Dr. Busics György, Műholdas helymeghatározás 1. MHM1 modul, A GNSS-ről általában, Székesfehérvár, 2010

2.1 A vízmélység-mérésről és a medertérképezésről általában

A tengerek, óceánok és egyéb vízfelületek mélységének mérését végző tudomány a batimetria, mely görög szavak összetételéből alakult ki. Ezek a bathus – mélység, illetve a metron – mérés. Eredetileg a batimetria a vízmélységek mérése során a vízi közlekedés megsegítésére, a navigáció megkönnyítésére készített térképeket és gyűjtött össze adatokat, melyből adatbázisokat hoztak létre. Később felfedezve ennek a tudománynak az előnyeit a térképészetben és az építkezési munkálatok előkészítésében is alkalmazták.

A batimetria a mélységi adatok alapján térképezi fel a tengereket és óceánokat. A vízmélységeket, amikkel jellemezhetünk egy adott vízterületet, földrajzi koordinátákkal látunk el. Nagy területen elhelyezkedő vízterületeket jellemzően kis méretarányokban ábrázolunk, melyeken mélységvonalakat (izobát) jelenítünk meg. Ezen ábrázolási módszeren az azonos mélységben elhelyezkedő pontok összekötését jelenti. Szemléletesebb térképek készítése esetén rétegszínezéssel és kótált pontok segítségével tehetjük értelmezhetővé a mért adatokat. A ma ismert eszközök nagyon gyors mérési ritmussal rendelkeznek, így egy kis vízterületen is jelentős mennyiségű pont keletkezhet, ami egy digitális adatbázist alkot. Ezáltal létrejöhet egy olyan sűrűségű pontthalmaz, melynek segítségével könnyedén elkészíthetünk bármilyen medertérképet vagy akár egy digitális domborzatmodellt is.³

Az ókori tudósok a batimetriai méréseiket úgy végezték, hogy egy nehéz, gyorsan süllyedő kötelet egy súllyal a végén leengedtek a mederfenékre, majd a leeresztett kötélen hosszát lemérték, majd feljegyezték. Ez a módszer egy nagyobb kiterjedésű mérés során nagyon lassú folyamat volt és több szempontból is problémákba ütközött. A kötélen a nagy mélységnek köszönhetően a leeresztés alkalmával keresztezhetett áramlatokat, melyek elsodorták, ezáltal pontatlan mérési eredményekhez vezethetett, valamint a csónak mozgását sem tudták kiküszöbölni ezzel a módszerrel. Sokszor becsléssel rajzolták meg a tengerek, óceánok domborzatát. Ez néha könnyű feladat volt és viszonylag pontosan készült el, míg voltak olyan szakaszok, amikor nehéz körülmények miatt pontatlan adatok születtek, melyek hibás térképeket eredményeztek.

³ Gáncs Dániel diplomamunka, ELTE 2012

A mélységmérés történelmét szakaszokra bonthatjuk. Az ókortól egészen a XX. század első feléig a korábban is említett kötél és súly segítségével végezték a mélységek meghatározását. Csak a XIX. század második felétől kezdték el alkalmazni a kenderkötelek helyett az acélhuzalokat. Ennek a mérési módszernek az időigényességét is jól mutatja, hogy Matthew Fontaine Maury amerikai tengerésztiszt 1854-ben publikált térképe, mely az Észak-Atlanti-medence mélységtérképét ábrázolta összesen körülbelül 200 darab mért mélységi adat felhasználásával készült el. Azonban ezzel a kevésnek tűnő adatmennyiséggel is már kivehető az Észak-Atlanti hátság.

Ezt követően egy meghatározó dátum 1919, amikor is Alexander Behm elkészítette az első visszhang mérésen alapuló mélységmérőt, az Echolot-ot melynek segítségével, sokkal részletesebb felméréseket tudtak elkészíteni. Ennek remek példája, hogy a Dél-Atlantikum területén eddig mindösszesen 1000 mélységi adat volt ismert. Viszont a Meteor névre keresztelt kutatóhajó felszerelve a mélységmérővel körülbelül 2 éves kiküldetése alatt 67000 mérést rögzített. Ezt 14 darab keresztshelvénnyel végezte, melyek körülbelül 700 kilométeres távolságban helyezkedtek el egymástól. A mért adatokkal így elkészülhetett a területről egy már színes mélységtérkép, melynek a méretarány 1:20 000 000.

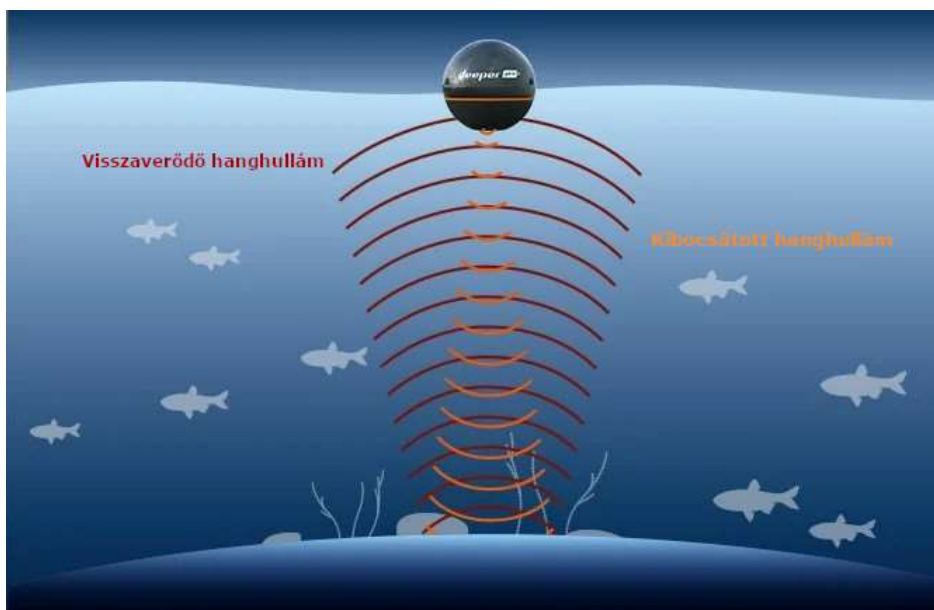
Az echográfok, melyek folyamatosan képesek voltak rögzíteni a mélységi adatokat, csak a II. világháború utáni időszakban terjedtek el. Ezekkel a műszerekkel még csak vonalas mélységmérési technikát alkalmaztak, melyhez szükséges volt az adatok finomhangolására, hogy egy kész térképet készíthessenek. Ez az eljárás a térképészeti extrapoláció, mely a felmért terület morfológiai sajátosságait figyelembe véve kiterjeszti azt egy még fel nem mért területre kis méretarányú térképi ábrázolás esetén. Ehhez már nagy fontosságú szerepet kaptak a számítógépek.

A következő állomás, melyre mérföldkőként tekinthetünk, az Amerikában fejlesztett Sea-Beam rendszer. Az egyik nagyon fontos előnye ennek a módszernek, hogy rengeteg időt takaríthattak meg a felmérések során, melyet nagyobb területek felmérésére tudtak fordítani. A másik, hogy a felméréskor a kutatóhajók mérése már a fedélzeten látható volt, és valós időben képes volt a mért adatok alapján elkészíteni a mélységvonalas térképet.

A technológiák folyamatos fejlődésével kialakultak olyan közvetett módszerek is, mint például a műholdak segítségével nyert adatok felhasználása. Ennek a módszernek egyik mérföld-köve az 1978-ban felbocsátott SEASAT műhold. Ettől a történelmi pillanattól kezdődött el a katonai használat mellett a műholdas adatok civil felhasználása is felgyorsulni. „A szuperérzékeny magasságmérő berendezéssel felszerelt Seasat hold feladata az óceáni és tengeri vízfelszín elméleti értéktől való eltérésének mérése volt, azaz egy gravitációs ekvipotenciális felület (a geoid) eltérésének meghatározása a Föld referencia-ellipszoidjától. A Seasat 1978. július 5-től október 10-ig működött, akkor rövidzárlat következett be a fedélzetén. E közel 100 napos időszakból is mindössze 70 nap alatt gyűjtött magasságmérési adatok állnak rendelkezésre.”⁴

Napjainkban a meder domborzatának feltérképezésére visszhangot mérő szondákat, szonárokat használunk. A SONAR egy mozaikszó, mely az angol SOund NAvigation Ranging kifejezésből ered. Ez magyarul hanggal való navigáció és felfedezést jelent. Ezek az eszközök hanghullámokat bocsátanak ki, melyek a meder felszínén visszaverődnek és valamennyi idő alatt visszaérnek. Ebből az eltelt időből határozzák meg a jeladó és a meder közötti távolságokat.

⁴ Természet Világa, 119. évf. 5. száma 1988; Márton Mátyás - Az óceánok megismerése és térképezése



1. ábra: A szonár működése, szerkesztve [forrás: https://deepersonar.com/hu/hu_hu/hogyan-mukodik/hogyan-mukodik-a-szonar/]

Kezdetekben egysugaras mérőeszközöket alkalmaztak, melyek kis területet tudtak megmérni, továbbá a hajó, amelyre fel voltak szerelve folyamatosan mozgásban volt, így a mérés néhol centikkel eltérhetett a valós értéktől. Ezeket a problémákat az idő elteltével a napjainkban is alkalmazott többsugaras szondák küszöbölték ki. Ezek a szondák már több száz nagyon keskeny sugárral rendelkeznek, így biztosítva a magas szögfelbontást. Ennek köszönhetően a mederben elhelyezkedő tereptárgyakat több nézőpontból letapogatva pontosabb mérési eredményeket kapunk. Továbbá a többsugaras technológiának köszönhetően a hajó mozgását is kiküszöbölhetjük, valamint a mérési idő is jelentősen lecsökkenhet. A többsugaras szondák a mederfenék fizikai jellemzőiről is pontos információt adhatnak. Többek között képesek meghatározni, hogy a szonda alatti meder kemény vagy lágy üledékből áll-e, ezt pedig a visszavert jel erősségéből tudják megállapítani.⁵

A szonár általában két részre osztható. Van egy úgynevezett vezérlőegység, illetve egy jelátalakító (traduktor). A vezérlő elektromos impulzusokat generál, majd továbbítja az átalakító felé. A traduktor szerepe ezen impulzusok hanghullámokká való átalakítása, a tengerfenék felé történő kibocsátása, a visszaverődött hanghullámok érzékelése,

⁵ <https://www.nationalgeographic.org/encyclopedia/bathymetry/>, saját fordítás

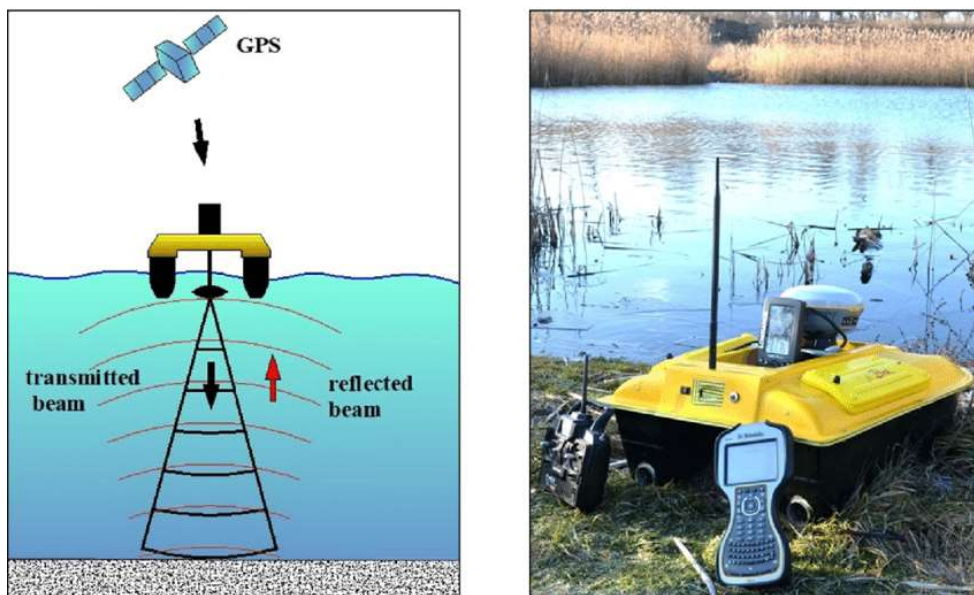
végezetül a hanghullámok elektromos impulzusokká való visszaalakítása. A jelátalakító számos olyan tulajdonsággal rendelkezik, mely behatárolja azt a mélységet, amit képes felmérni, a mérések pontosságát, valamint a mederfenékről alkotott kép felbontását. Ilyen, ha nem a legfontosabb a frekvencia, ami például meghatározza, hogy a kibocsátott hullámok mennyire képesek behatolni a tengerfenék üledékébe. Értéke igen széles skálán változik, ami általában 20 – 1000 kHz között határolható be. Ezen tartományon belül a különböző értékű frekvenciáknak más-más felhasználási területe van. A magasabb frekvenciával végzett mérések során a pontosságot növelhetjük a mélység és az üledékbe való behatolás kárára. A frekvenciaértékeket a felmérendő vízmélységek szempontjából csoportosíthatjuk. 100 méter alatti sekélyebb vizek felméréséhez a 200 kHz feletti értékeket, a 100-tól 1500 méterig terjedő mélységekben az 50-200 kHz közötti értékeket, 1500 méternél mélyebb vizekben a 15-50 kHz közötti értékek használata javasolt. Ezen csoportosítás értékei az aktuális mérendő terület adottságaitól függően változhatnak. Egy másik fontos tulajdonság a direktivitás, ami a traduktor ellenállását jelenti a különböző zajokkal szemben.

Ezek a zajforrások a jelátalakítóhoz bármely irányból érkezhettek. Lehetnek a környezet által kibocsátott zajok, valamint saját zajok. Saját zajok alatt értejük azokat a mechanikus és elektromos alkatrészek által keltett áramlásokat, kavitációt melyek a traduktort zavarhatják működésében. Ezen zajok kiküszöbölése érdekében az átalakítót a hajótesten úgy kell elhelyezni, hogy a lehető legtávolabb legyenek a zajforrásoktól. Általában ezek a zajok 15 kHz alattiak, amik nem tudnak problémát okozni, de előfordulhat néha, hogy ezen érték feletti zajok képződnek, amik akár interferenciát okozhatnak.

A környezeti zajokat az ember vagy a természet okozza, de bizonyos formában mindig megjelennek a vizekben. Három típusra oszthatóak. Ilyenek a hidrodinamikai zajok, a vízi forgalom által keltett zajok, valamint a biológiai eredetű zajok. A hidrodinamikai zajok alatt az időjárásból eredő esőt és szélet, valamint a vizekben előforduló áramlatok és hullámzásokat értjük. Ezért is fontos, hogy a felmérés ideje alatt az időjárás lehetőleg szélcsendes és viharmentes legyen, mivel viharban a traduktornak sokkal nehezebb a hanghullámok észlelése a csónak mozgása, a hullámzás és az erős áramlatok miatt. A vízi forgalom által keltett zajok csak abban az esetben lehetnek

zavaróak, ha egy jármű a jeladó közvetlen közelében halad el. Biológiai eredetű zajok a vizek élővilága, például halak, kagylók által okozott hibás mélységmeghatározás lehet. Magas frekvenciatarományban végzett pásztázás esetén előfordulhat, hogy egy rák páncéljáról, a kagylók héjáról vagy egy halról verődik vissza a hanghullám. Ezt a lehetőséget felismerve alkalmaznak nagy frekvenciatarományban működő, a halak felkutatására alkalmas halradarokat a horgászok.⁶

A XXI. században a drónok, azaz a pilóta nélküli járművek már napjaink részét képezik. A medermérés sem maradt ki ezen eszközök felhasználásából. Számos olyan eszköz létezik már a piacon, melyek képesek távoli irányítás mellett is elvégezni a meder geodéziai pontosságú felmérését. Működési elvükben nem térnek el a nagyhajós felméréstől. A rendszerint kisméretű hajótesteket egy távoli kezelő egységgel tudjuk irányítani. Ennek egyetlen hátránya talán az, hogy korlátozott a távolság a vevő és a kezelő között. A hajótestre szintén felhelyezésre kerül egy RTK vevőegység, és a szonár jeladó része is. A partról tudjuk irányítani a hajót és láthatjuk a nálunk lévő feldolgozó egységen a mérési adatokat.



2. ábra: A pilóta nélküli hajó mérésének működési elve és egy példa a felszerelésre [forrás:

https://www.researchgate.net/figure/Acoustics-and-positioning-of-bathymetry-basic-rules-left-the-applied-unmanned-surface_fig2_334330176]

⁶ Gáncs Dániel diplomamunka, ELTE 2012

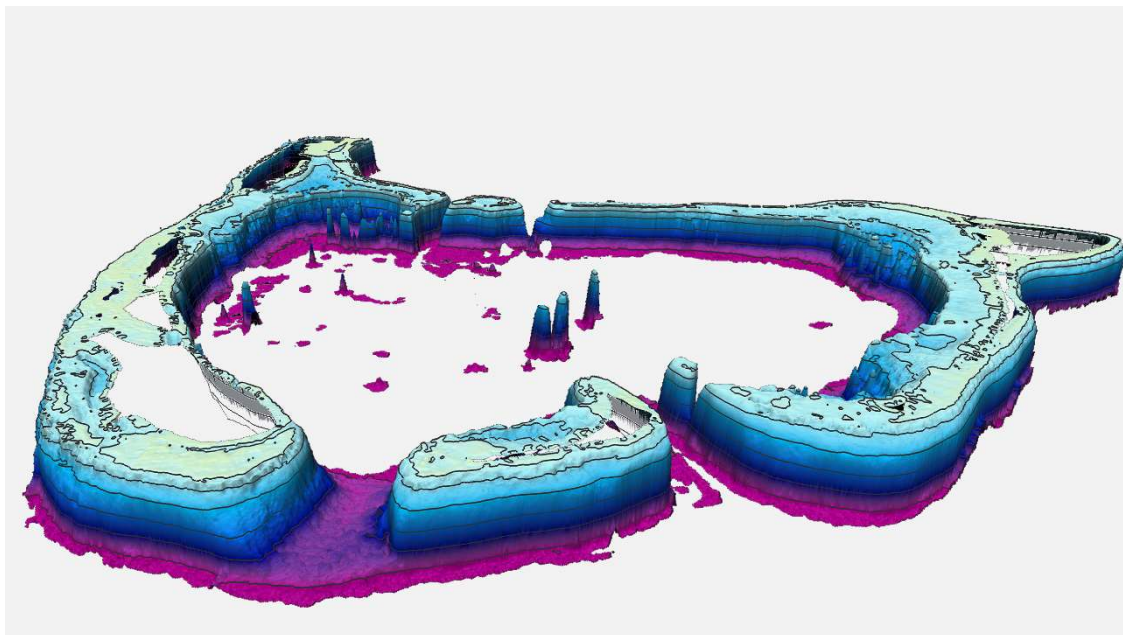
Véleményem szerint sokkal körülményesebb ezen drónok alkalmazása, mert számos olyan tényező befolyásolhatja a felmérést, ami a nagyhajós, személyzettel rendelkező felmérésnél nincs jelen. Egy sűrűbb parti vagy akár vízi növényzettel rendelkező vízfelületen drasztikusan csökkenhet a bluetooth kapcsolat hatótávolsága. Így több álláspontot kell keresnünk a parton, ami nem minden helyzetben kivitelezhető, ezért én személy szerint jobban preferálom a csónakos, hagyományos felmérést. Számos olyan, akár víz alatti akadály kerülhet az utunkba, amit partról nem minden esetben vennénk észre, de a csónakban ülve, gyorsan reagálva az eseményekre akár a műszerünk épségét menthetjük meg.

A batimetria számos országban, legfőképpen a tengerek, óceánok mentén elhelyezkedő régiókban egy folyamatosan fejlődő, és napi szinten alkalmazott tudomány. Igaz idehaza még nem egy elterjedt eljárás, mégis úgy gondolom, hogy számos lehetőség rejtőzik benne a tavak, folyók medrének megmérése kapcsán.

2.2 Példák a külföldi és hazai medertérképezésre

Külföldi viszonylatban a mederfelmérést elsősorban a tengerek, óceánok feltérképezésére alkalmazzák. Mivel ezek nagy kiterjedésű területek, így a hagyományos értelemben vett többsugaras szondákkal való felmérés sok időbe telne, és hatalmas költségekhez vezetne. Így legtöbbször a műholdak bevonva készítene medertérképeket. Ez a fajta mérés angolul a Satellite-derived bathymetry, ami nyersfordításban a műholdból származó batimetria, melynek piacvezetője a németországi székhellyel rendelkező EOMAP. A cég számos nagy projektet vitt már véghez, ahol tengerek, óceánok medertérképét készítették el különböző célokból, mint például az ipari hajókereskedelmi útvonalak kialakításának elősegítése vagy a tengerekben elhelyezkedő zátonyok pontos helyének meghatározása, az élővilág kutatása.⁷

⁷ <https://geoawesomeness.com/satellite-derived-bathymetry-sub-meter-level-eomap-satrec-initiative/>, saját fordítás

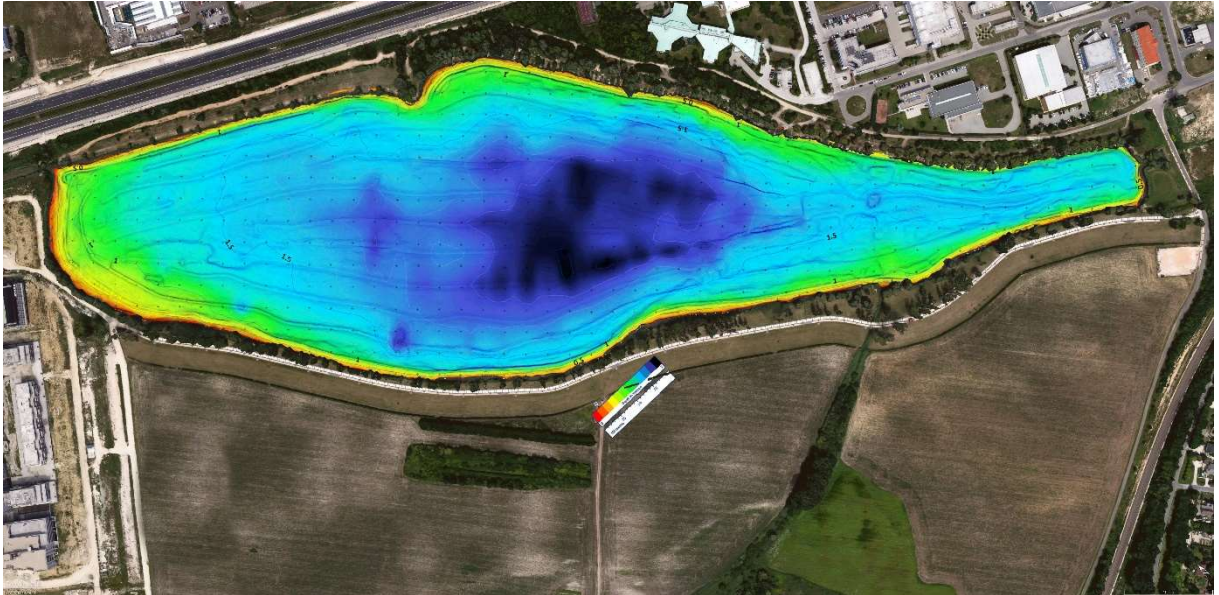


3. ábra: Feydhoo-atoll, Maldív-szigetek [forrás: https://www.eomap.com/wp-content/uploads/2018/12/3dFigure_SDB_Feydhoo-Atoll.png]

Hazai viszonylatokban ez az eljárás mód nem elterjedt, mivel vizeink méretei nem indokolják. Tavaink, folyóink felmérését általában a többsugaras szonárok segítségével végzik. Több olyan munkában is részt vettem, ahol legtöbbször eltérő céllal végeztünk felméréseket. Volt olyan horgásztó, ahol a kotrás előtt kellett a meglévő állapotokat feltérképezni, öntözőcsatornán kotrás utáni állapotot és volt olyan folyó, melynek teljes magyarországi szakaszát mértük. Legtöbbször a megrendelő vagy nem is kér feldolgozást, vagy csak keresztshelvényeket kellett elkészítenünk. A munkáink sűrűségéből adódóan néha nem is bántuk, viszont sokat gondolkodtam azon, hogy vajon milyen háromdimenziós medertérképeket készíthetnénk ebből a rengeteg adatból.

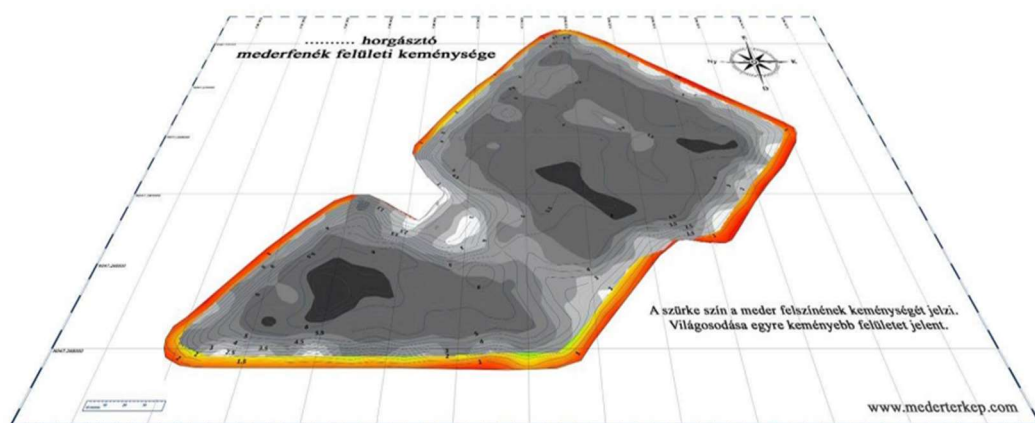
Ahogy keresgéltem az interneten, hogy milyen lehetőségek adódnak, rátaláltam egy weboldalra, ahol számos hazai horgásztóról találtam térképet. Ez a <https://www.mederterkep.com/> volt, mely a szakdolgozatom készítése során kiderült, hogy az egyik, ha nem a legnagyobb hazai medertérkép készítő, Lajos Tibor munkáit tükrözte. Elcsodálkozva néztem meg azokat a térképeket, amiket megalkotott. Az eljárás módja megegyező azzal, amiket a szakdolgozatom mérésekor alkalmaztam. A háromdimenziós medertérképeket egy többsugaras szonár segítségével készíti el. A térképek szintvonalakkal ábrázolva, az üledék felszínéig mért mélységeket jelennek meg.

Az elkészült felmérések KMZ formátumban is elérhetőek, melyek a Google Earth alkalmazásba importálva a saját helyadatunkkal kiegészítve használhatóak. Ez nagy segítséget nyújt a horgászok számára, mivel egy ismeretlen vízterületre érkezve, könnyen és gyorsan megtalálják a meghorgászni kívánt területeket.



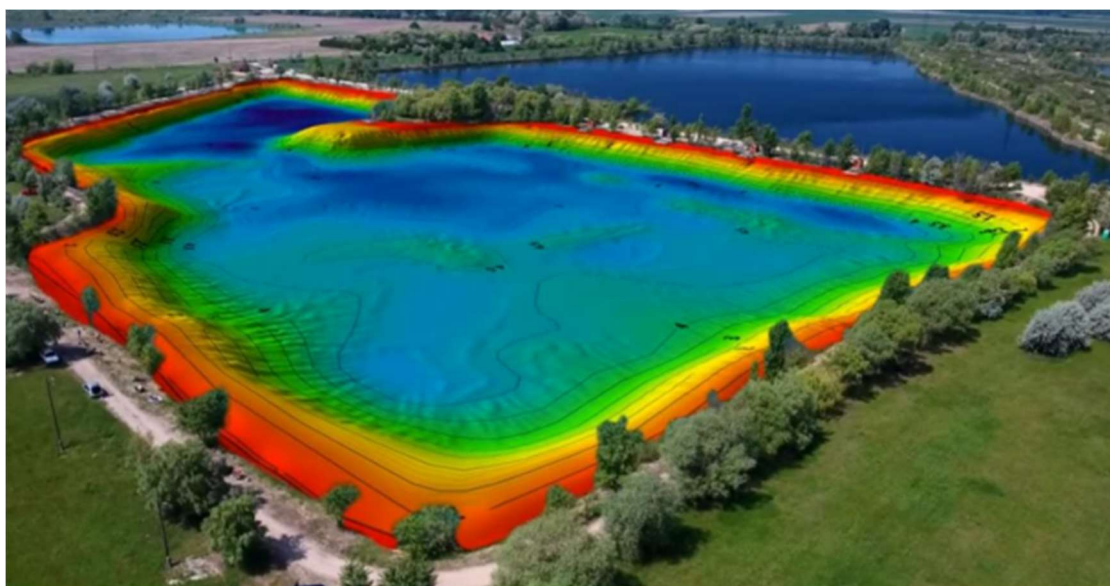
*4. ábra: Törökbálinti Horgászpark medertérképe [forrás:
[https://www.mederterkep.com/?fbclid=IwAR2GzXUbbDFVJxP-stvkvXIXrhbP77_-WM2cudUVSVYCrWNzohp2VrfCWQY\]](https://www.mederterkep.com/?fbclid=IwAR2GzXUbbDFVJxP-stvkvXIXrhbP77_-WM2cudUVSVYCrWNzohp2VrfCWQY])*

Ezzel a méréssel együtt, számos olyan felmérést is el tud végezni, ami nagyon hasznos lehet a tógazdáknak, halneveldeknek, illetve egy kotrást tervező megrendelőnek. A többsugaras szonárnak köszönhetően, a kibocsátott ultrahangoknak más a frekvenciája, így a visszaverődésüknek a mértékéből lehet következtetni az üledék szerkezetére. Így készül el az üledéktérkép, melyek elengedhetetlenek a vízügyi beavatkozásokhoz.



5. ábra: Minta egy mederfenék szerkezeti vizsgálatára [forrás: https://mederterkep.com/_files/200001248-2449525435/Bemutakozas.pdf]

Számos más, a tó alakjával, méretével és lakóival kapcsolatos térkép készíthető még el, ilyenek például a halállomány becslése, szelvényképek, haltérkép, fotografikus felvételek és a leglátványosabb, az elkészült felmérésről az animáció, melyen be tudjuk járni a teljes területet. Kérésre a földterületek jogi határait, illetve a közműveket is meg lehet jeleníteni.⁸



6. ábra: Egy elkészült felmérés animációjának részlete [forrás: https://mederterkep.com/_files/200001248-2449525435/Bemutakozas.pdf]

⁸ https://mederterkep.com/_files/200001248-2449525435/Bemutakozas.pdf

2.3 A batimetriai térképek szerepe a horgászatban

A mai kor horgászata már nem az a múlt századi időtöltés, amit a „csendes örültek” sportjának neveztek. A horgászok jelentős része nem egy adott helyre jár el horgászni, melyet ki tudnak ismerni a hosszú évek alatt, inkább új helyek után kutatnak, olyan izgalmas területeket keresnek fel, ahol a nagy fogást remélik. Viszont ezeken a helyeken a legelső alkalommal a helykereséssel, a medertörések felkutatásával, az iszapos és kemény meder feltérképezésével rengeteg idő eltelhet. Itt kapcsolódik össze a horgászat a medertérképezéssel. A kiválasztott horgászhelyen több lehetőség is adódik. A helyi szabályozások vagy engedik a csónakhasználatot és szonár használatát vagy különböző okokra hivatkozva tilthatják. Az első lehetőséggel élve, a csónakból a horgász felszereléséhez mérten tud térképezni. Ha nincs halradar, egy tapogató rúd segítségével lehet a töréseket megtalálni, és a meder szerkezetére következtetni, Viszont, ha van, akkor könnyedén végig hajózva a kívánt területet a mai halradarok segítségével „real time” feltérképezhető a meder. Az általam használt, viszonylag olcsónak mondható halradar is képes batimetriai térképek készítésére, a boltokban kapható magasabb kategóriájú radarok pedig pontos, éles képet tudnak készíteni a víz alatti tárgyokról.

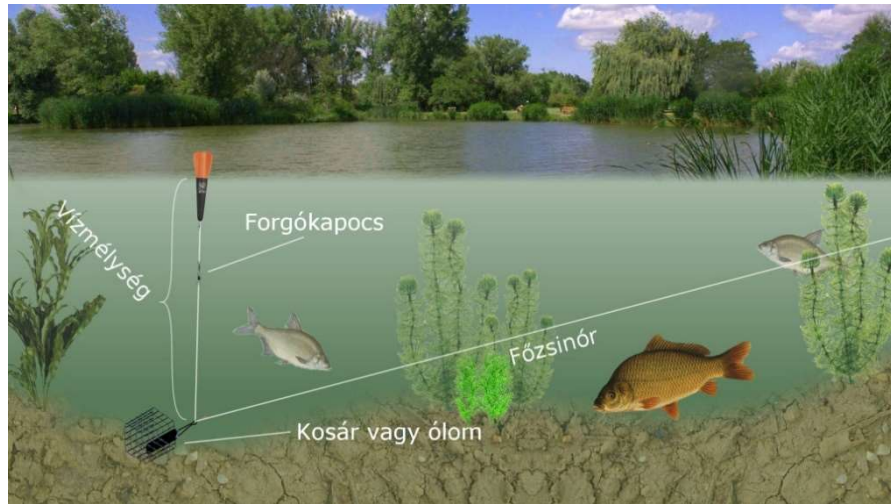


7. ábra: A Humminbird Helix10 halradar által alkotott mederkép [forrás:

https://www.harcsahorgaszat.hu/images/com_hikashop/upload/helix10_chirp_di_gps_g2_right_840178284.jpg]

A vízben való felmérés hiányában a partról is lehetséges a medertérképezés. A szakdolgozatomhoz is kiválasztott halradar lehetőséget nyújt arra, hogy a horgász zsinórra felkötve, bedobva a vízbe majd lassan magunk felé vontatva végezzük el a pásztázást. Ez a módszer szintén gyors és hatékony, de ha a vízparton nem áll rendelkezésre egy szonár, akkor is van lehetőségünk a mérés elvégzésére. Ez a marker úszóval végzett mélységmérés. A marker úszó egy nagy méretű és nagy felhajtóerővel rendelkező úszótest, melyet egy nagyobb súlyú etetőkosár vagy súly segítségével tudunk a vízbe juttatni. Ehhez szükséges egy, a horgászatra használt horgászbót, melynek főzsinórjára felfűzzük a súlyt, majd a zsinór végére felkötjük az úszót. Így készen is van a felszerelés. Szükséges még egy vázlatot készítenünk, melyen feltüntetjük a távolságokat és a bedobott helyszínt és annak vízmélységét tudjuk jelölni. Továbbá ismerni kell, hogy a használt orsó karjával egy tekeréssel mennyi damilt tudunk feltekerni. Ez azért fontos, hogy egy ponton megmért vízmélység után tudjuk, hogy mennyivel tekerjük magunk felé az úszót. Még egy fontos adatot kell ismernünk, vagy kijelölnünk a boton: egy általunk meghatározott referencia hosszúságot, mely segítségével a vízmélységet tudjuk megmérni.

A mérés kezdésekor ki kell mérnünk pontosan a kezdő távolságot, ezután bedobhatjuk a markert. A mérés a következő elven alapul. A súly a mederfenéken helyezkedik el, mely egyben az úszó kiindulási pontja is. Az általunk előre meghatározott referencia hosszúsághoz mérve a damilunkat elkezdjük lehúzni az orsóról, így az úszó a felhajtó erejének köszönhetően elindul a felszín felé. Addig engedjük a damilt, míg a marker meg nem jelenik a vízfelszínen, eközben számoljuk, hogy a zsinórból hányszorosát húztuk le a referencia hosszúságnak. Így egy egyszerű szorzással megkaphatjuk a vízmélységet. Ezt felírjuk a vázlatunkra, majd vagy újra dobunk, vagy egy méterrel kijebb tekerjük a végszerelékét és megismételjük a teendőket. Így egy elég sűrű, és a helyzethez képest nagy pontosságú medertérképet lehet készíteni.



8. ábra: A marker úszós felmérés működésének elve [forrás: <https://www.paduc.hu/Files/resize/11178.jpg>]

Ezekkel a felmérési módszerekkel a horgászok bármilyen helyzetben képesek a meder feltérképezésére. Mivel a horgászat sikeressége múlhat azon, hogy milyen helyen próbálunk meghorgászni, így szorosan kapcsolódnak a batimetriai térképek a mai kor horgászaihoz. Hobbi- és kezdő versenyhorgászként is tudom, hogy egy verseny eredménye is múlhat azon, mennyire ismerjük az éppen a csónakunk alatt elhelyezkedő meder domborzatát.

3. MINTATERÜLET BEMUTATÁSA

Az általam kiválasztott horgászto Szabolcs-Szatmár-Bereg megyében, Fehérgyarmat határában található, melynek neve a Balla-Halastó. Nyíregyházától 70 km-re kelet felé, a tiszabecsi határátkelő helytől 30 km-re dél-nyugat felé és a Szamos mellett 700 méterre helyezkedik el. Közúton könnyen megközelíthető, Tunyogmatolcs után a 491-es főútról letérve 2 km múlva érkezünk meg a tóhoz.



9. ábra: Fehérgyarmat madártávlatból, a láthatáron a Balla-Halastóval [forrás: https://www.fehergyarmat.hu/gallery/13725056_1061153490642114_8926344917727068704_o.jpg]

A kisváros Szabolcs-Szatmár-Bereg megyében található. Lakosságának száma 2015-ben 8089 fő volt. „Nevének utótagja arra utal, hogy itt, a Tisza, a Szamos és a Túr meghatározta háromszögben telepedett le a honfoglaló Gyarmat törzsének egy része a X. században.” A város környezetében az említett folyókon kívül számos tó, holtág és csatorna is található, mely utal a terület vízrajzi adottságaira. Ennek egy hátránya, hogy a települést többször is sújtotta árvíz, melyek közül a legnagyobb pusztítás 1899-ben történt.⁹

Mátészalkai lakosként horgászataim alkalmával számos tavat, folyószakaszt bejártam ezen a területen. Fehérgyarmat határában több bányató is megtalálható, van

⁹ <https://www.fehergyarmat.hu/varosunk-toertenelme.php>

olyan, amiből még most is zajlik a kitermelés, van, ami viszont már egy horgászegyesület kezelésében van. A felméréndő tó kiválasztásánál azt a szempontot is figyelembe vettem, hogy melyik az a vízfelület, ahol többször voltam horgászni, vissza is akarok még térni és nagyon érdekel a meder felülete. A versenyhorgászatban nagyon sokat számít az aktuális víz ismerete. Az általam kiválasztott Balla-Halastavon évente több horgászverseny is megrendezésre kerül, ahol a hazai horgászok mellett a külföldi versenyzők is megfordulnak. Azok, akik nem tudnak többször ellátogatni erre a vízterületre, azoknak egy verseny folyamán hatalmas segítség lehet egy felmért meder, melyből egy letisztult, mélységekkel és távolságokkal ellátott térkép készíthető.

A Balla-Halastó kezdetekben nem akkora területű volt, mint napjainkban. A 2000-es évek elején a felmért vízterület még nem volt kialakítva, csak a mellette elhelyezkedő 1 hektáros kis horgásztó üzemelt. A szükséges víz utánpótlását a Szamosból egy szivattyú segítségével oldották meg. 2005-re a nagy halastó helyén egy szabályos alakú halnevelde került kialakításra, így a horgászat és halnevelés is egy helyen üzemelt. A nagy tó jelenlegi alakja 2011-ben kezdett el formálódni, amikor a régi tógazda lánya, a jelenlegi üzemeltető vette át az ügyintézést. A horgászok számára 2012-ben nyitotta meg kapuit a Balla-Halastó. A régi kis tó megmaradta a víz folyamatos szinten tartására, így a két tó között kiépítésre került egy áteresz. A meder kialakításánál szem előtt tartották a különböző vízmélységek kialakítását. A tó közepén elhelyezkedő 3 sziget a meder tagoltságában is nagy szerepet játszik. Így még több lehetőség van a váltakozó vízszintek kialakítására. A minimális feliszapolódásnak köszönhetően a 2011-ben kialakított mélyebb pontok még a mai napig is megtalálhatóak a mederben. Jelenleg a környék egyik legkeresettebb horgásztava, melyen 50 darab horgász helyet alakítottak ki, ahol sátorozásra és tűzrakásra is lehetőség van. Egy horgászhelyen pedig egy VIP faházzal várják a kikapcsolódni vágyókat és családjaikat. Jelenleg a horgásztatás mellett hal árusításával is foglalkoznak a tavon. Horgász szemmel nézve egy nagyon jó kezekben lévő horgásztó a Balla-Halastó, mely számos nagytű halat tartogat az ide érkezők számára.

4. MÉRÉSI MÓDSZEREK ÉS HASZNÁLT ESZKÖZÖK

4.1 A mérés előkészítése

Korábbi munkáim során is kellett már felmérnünk tavak medrét, így volt már tapasztalatom, hogy hogyan is kezdjem el a mérésem megtervezését. Először az alap feladatok, időpontok megtervezése volt a célom. A mérés idejét még a 2021-es év tavaszára időzítettem, mivel ilyenkor még a vizek hőmérséklete nem túl meleg, és az élővilág még nem teljesen ébredt fel a téli álmából, így a felmérést kevésbé zavarhatja meg bármi. Az is fontos tényező volt, hogy a tavon lehetőleg senki, vagy kevés horgász tartózkodjon. Ezt leegyeztetve a tógazdával, egy márciusi napot beszéltünk meg, amikor még a horgász szezon elején járunk.

A mérés előkészítéséhez szükségesnek tartottam egy friss és jó felbontással rendelkező ortofotó beszerzését, melyet a www.geoshop.hu weboldaltól sikerült is megvásárolnom. Ez egy 2020-as 0.4 m/px felbontású ortofotó lett. Ez a légifelvétel a nagy pontosságának köszönhetően hatalmas segítséget nyújt a mérés megtervezése során.



10. ábra: 2020-as ortofotó a Balla-Halastóról

Az előkészítéshez az ITR6-os térképszerkesztő programot választottam. Egy új munka nyitása után, betöltöttem az ortofotót, melyre ezáltal elkezdhettem megtervezni a felmérés útvonalát. A szakdolgozatomhoz választott feladat hasonlít egy, már korábban

megvalósult munkánkhoz. Azon a tavon, kotrás előtti állapotot kellett meghatározni, melyhez szintén készítettünk mérési tervet. Az akkori terület kétszerese volt a mostaninak és a meder szerkezete is változatosabb volt az elmondások alapján. Így ott hosszanti irányba 10 méterenként jelöltük ki a mérni kívánt nyomvonalakat. Előzetes megbeszélések alapján kiderült, hogy a választott tó nem rendelkezi kiugróan mély pontokkal, viszont a mederben megtalálható egy árok, több sziget, mélyebb és sekélyebb terület is. Ezeket és az eddig tapasztaltakat összegezve a nyomvonalakat egymástól 15 méteres távolságban határoztam meg. Az ortofotóról ledigitalizáltam a halastó alakját, majd erre szerkesztettem fel a vonalakat, melyek mentén a méréseket végeztem.

Elkészült a mérésem terve, az időpont és a helyszín le volt szervezve, már csak az eszközök beszerzése, előkészítése volt hátra. A főnökeimnek hála, a munkánkból kifolyólag minden szükséges eszköz a rendelkezésemre állt, melyekkel napi szinten dolgozom, így használatuk sem volt idegen számomra.

4.2 Használt eszközök bemutatása

Az eszköz, amire a mérésemet alapoztam, egy SonarMite BTX egysugaras szonár. Ezt a műszert úgy tervezték, hogy kompakt, könnyen mozgatható és használható legyen.



11. ábra: Az általam összeállított rendszer (SonarMite BTX szonár, Stonex S9III plusz GNSS vevő és Getac PS336 kezelő)

A kibocsátott hanghullámok visszaverődésének adataival határozható meg a vízoszlop mélysége. Önmagában ez a szonda felmérésre nem alkalmas, szükséges csatlakoztatni hozzá egy, az adatok feldolgozására használt hordozható PC-t, valamint egy RTK GNSS vevőegységet. Az így összeállított rendszer biztosítja számunkra, hogy pontosan megmérhessük a meder felszínét, valamint rögzíteni tudjuk a mért adatokat.

A SonarMite a legkisebb méretű vízmélységmérő eszköz a világon, mely a 2 cm-es mérési pontosságának köszönhetően geodéziai felmérésekre is alkalmas. Mivel beépített áramellátással rendelkezik, mely akár 8-10 óra üzemidőt is kibír, könnyedén lehetséges a felmérés során a hajóban elhelyezni, így nem lesz a mozgásunk útjában egy esetleges akkumulátor és a hozzá kapcsolódó kábelek.¹⁰

1.Táblázat: A szonár adatai

A SonarMite BTX/SPX műszaki adatai:	
Jelszórás	4 fok
Mérési tartomány	0.3 m-től 75 m-ig
Pontosság	+/-0.020 m (RMS)
Adatsűrűség	2 Hz
Ultraszhang jelsűrűség	3 to 6 Hz (mélységtől függ)
Tápellátás	10.0v x 1.5Ahr (NiMh)
Működési idő	8-10 óra
Adatátvitel	RS232 kábel, Bluetooth
Működési hőmérséklet	0-45 fok
Mérete	100 x 220 x 45 mm
Súlya	0.70 kg

A feldolgozó egység, mely jelen esetben egy Getac PS336 kezelő volt, a Carlson SurvCE geodézia mérőprogram segítségével rögzítette a mért adatokat. A pontos helymeghatározás érdekében egy Stonex S9III plusz RTK GNSS vevővel párosítva határoztam meg az adott pont Y-X-Z koordinátáját. Az Y és X koordinátákat már EOVBan, a Z értéket pedig tengerszint feletti magasságban rögzítettem. Így a kiexportált értékeket átalakítás nélkül már fel is lehet használni. Mérés során a programban egy külön

¹⁰ <http://www.ohmex.com/BTXhardware.pdf>

erre a célra kialakított munkarészen dolgozhatunk. A műszerhez kapott leírás és pontos beállítási segédlet alapján minden paraméter beállítása után megadhatjuk a mérés módját. Itt két féle variáció közül lehet választani. Az egyik a távolsági és mélységi adatok együttes figyelése alapján lehetséges. Ilyenkor egy általunk meghatározott horizontális, illetve vertikális eltérés során rögzít adatot a szonár. Ezt a mérési módszert az ajánlásokat betartva nem alkalmazzuk. A másik lehetőség az idő alapú mérés, amely az eddigi tapasztalatok alapján a legjobb választásnak bizonyult. Itt másodpercekben határozhatjuk meg a mérési gyakoriságot. Figyelembe kell venni a beállítás során, hogy esetleg állóvízen vagy folyóvízen történik a mérés, továbbá azt is, hogy a csónakot meghajtó motor milyen sebességgel képes haladni. Általában 1 vagy 2 másodperces gyakoriságot szoktam alkalmazni, mert ez az az időintervallum, ami kellő pontsűrűséget eredményez egy lassú, néhány km/h haladás esetén.

A mérésem geodéziai pontosságáról a Stonex S9III plusz RTK GNSS vevő gondoskodott. Ez a műszer a Stonex termékcsalád egyik alapköve. Megbízható, robosztus mégis könnyű, ezzel is megkönnyítve a terepi munkavégzést. A vevőben megtalálható egy 220 csatornás GNSS kártya, mely pontos és gyors mérést biztosít, valamint rendelkezik UHF adó- és vételi funkcióval. A beépített GSM/GPRS modul segítségével könnyedén tudnk a hálózathoz csatlakozni, valamint a bluetooth segítségével a vezeték nélküli kapcsolat előnyeit is kihasználhatjuk.

Főbb jellemzői:

- teljesen új firmware a jobb terepi élmény elérése érdekében
- előlapján jelző LED-ek segít minket a különböző funkciók állapotának felmérésében
- A belső rádiómodem 0,5/1 W választható kimeneti teljesítménnyel akár 4 km-es távolság elérését teszi lehetővé városi környezetben
- Statikus mérések során megnövelt pontosságra képes

- Az UHF rádiómodem (a felhasználó által) konfigurálható a 410-470 Mhz frekvencia tartományban; ez lehetővé teszi a felhasználó számára, hogy betartsa a helyi törvényeket világszerte¹¹

A másik eszköz, aminek a mérési pontosságát szerettem volna összehasonlítani a geodéziai pontosságú szonárral, az a Deeper PRO+ halradar. Ez a kis tenyérnyi eszköz szinte bármelyik horgászboltban megvásárolható, és a SonarMite-hoz képest jelentősen alacsonyabb áron lehet beszerezni. Ez is egy olyan pont volt a szakdolgozati témám felvetése kapcsán, hogy vajon mire is képes ez a horgászok által napi szinten használt szonár.



12. ábra: A Deeper PRO+ halradar és a hozzá szükséges eszközök

A Deeper egy beépített GPS-el rendelkező szonár, mely vezeték nélküli kapcsolat segítségével csatlakozik valamilyen okos eszközünkhöz. Ez a kapcsolat akár 100 méteres távolságban is lehetséges, ami függ az alkalmazott operációs rendszertől és a készüléktől is. A szonár kétsugaras típusú, mely azt jelenti, hogy képes keskeny (290 kHz; 15°) és széles (90 kHz; 55°) sugarakban pásztázni. A keskeny sugár alkalmazásával pontosabb képet kaphatunk a jeladó alatti mederről, illetve halakról, a széles sugár segítségével pedig szélesebb képet láthatunk. Az általam használt típus adatai alapján 80 méter

¹¹ <https://www.stonex.it/project/s9iii/>, saját fordítás

mélységig képes mérni, és ezt 2.5 cm-es pontossággal képes elvégezni. A legújabb típusok viszont már 100 méter és 1 cm-es pontosságra képesek a gyártó leírása alapján. A halradar a mérések alkalmával másodpercenként nagyságrendileg 15-ször pásztáz, ebből másodpercenként egy adatot rögzít koordinátákkal együtt.¹²

A Sajátossága ennek a halradarnak, hogy egy hozzátartozó applikáción keresztül valós időben rajzolja ki az éppen felmért vízfelületet. A mérést lehet végezni egyszerűen partról. Egy horgászbót segítségével a szonárt a vízbe dobjuk, majd lassan magunk felé vontatva pásztázzuk az előttünk elterülő területet. Ugyanakkor egy olyan beállítási lehetőség is található, melyen kiválaszthatjuk, hogy csónakkal szeretnék a felmérést végezni. Ilyenkor a halradart felszerelhetjük egy speciálisan erre a célra gyártott kar segítségével, vagy ahogyan én is használtam, a csónak mellé belógatva egy damil végére felkötve. Ha ebben a mérési módban használjuk, akkor van lehetőségünk a mérési adatokat letölteni. A Deeper használatához szükség van egy fiók létrehozásához, mellyel be tudunk jelentkezni egy hozzá tartozó weboldalra, a www.maps.fishdeeper.com-ra. Ezen a felületen elérhető az összes felmérés, amit a szonárral végeztünk és itt tudjuk letölteni a mérési adatainkat. Egy prémium szolgáltatásra is elő lehet fizetni, amivel láthatjuk a világ bármely pontján készült batimetrikus térképeket, melyeket a Deeper szonárok segítségével készítettek. Hatalmas nagy segítség ez a horgászok számára, mivel egy ismeretlen helyre érkezve is pontos képet kaphatnak a horgászhelyük előtt elhelyezkedő mederrésről.

A halradar paramétereit és mérési pontosságát olvasva egyre nagyobb volt bennem a kíváncsiság, hogy hogyan is fog kinézni a két térkép egymás mellett, és hogy vajon fel tudja-e venni a versenyt egy halradar a geodéziai felmérésekre alkalmas szonárral.

¹² https://deeperpersonar.com/hu/hu_hu/termek/deeper-smart-sonar-pro-plus



*13. ábra: A Deeper halradar élő batimetriai térkép készítése közben [forrás:
https://deepersonar.com/media/wysiwyg/Boat_fishing/mapping-with-boat.jpg]*

5. A MÉRÉS MENETE

A Balla-Halastó felmérésének megszervezése nem ütközött akadályokba. A tógazda nagyon segítőkészen állt a felméréshez. Sem a szükséges csónakot, sem a motort nem kellett magammal vigyem, mert ők ezt biztosították számomra a helyszínen. Sajnos azt nem sikerült elérnem, hogy a tó zárva tartson a felmérés napján, de mivel egy hétköznapi időpontot választottam, csak két horgász tartózkodott a vízen. A mérés megkezdése előtt őket is felkerestem a parton és elmondtam, hogy mit is szeretnék. Röviden velük is ismertettem a célokat és hogy hogyan végzem a mérést, mert számomra meglepően ők is nagy érdeklődést mutattak iránta. Ezután közöltem, hogy bár többször is keresztezem a horgászállásukat, igyekszem a lehető legkevésbé zavarni őket. Ezt megköszönték, és a későbbiekben még arra is figyeltek, hogy ha arra jártam a csónakkal, ne legyen utamban a damiljuk.

A tóparton található egy kis büfé, ahol indulás előtt még kaptam információkat a tóról. Ezután a műszerek összeszerelése és a csónakra rögzítése következett. A SonarMite jeladóját egy hozzá tartozó árbóc és rögzítő talp segítségével lehet elhelyezni a csónak oldalán. Ezt azért is célszerű oldalra elhelyezni, mert olyan helyet kell biztosítani a jeladónak, ahol nem találkozhat örvényekkel. Néhány cm-el a víz alá kell leengedni a szondát, ügyelve arra, hogy a csónak mozgása következtében se kerüljön ki a vízből, mert így fals adatokat küldene. az árbóc másik végére kell felszerelni az RTK GNSS vevőt, mely biztosítja számunkra a pontos koordináták meghatározását. A jeladót csatlakoztatnunk kell a jelátalakítóhoz, mely a jelen esetben kétféle módon tudja továbbítani az adatokat. Vagy bluetooth kapcsolaton, vagy pedig egy soros porton keresztül. Tapasztalataim és az ajánlások alapján az utóbbit használtam, mivel sokkal stabilabb kapcsolat áll fent kábelen keresztül.

Szükségem volt még az adatok feldolgozását és rögzítését végző egységre. Ez egy, az RTK GNSS vevőhöz használt Getac kezelő volt, melyen a Carlson SurvCE program segítségével tudtam rögzíteni az adatokat. Ezen belül van lehetőség beállítani a méréssel kapcsolatos paramétereket. Legfontosabb a mérés módszere. Az általam használt módszer az idő alapú pontrögzítés, melyet 1 másodperces gyakoriságra állítottam be.

Mivel elektromos csónakmotort használtam, így nagy sebességgel nem haladtam, így az 1 mp-es mérés kellő pontsűrűséget biztosított.

A Deeper halradar előkészítése sokkal egyszerűbb. A felméréskor a mobiltelefonomat használtam, mivel szükségem volt a FishDeeper applikációra. Ezen a felületen lehet elvégezni a halradar beállításait. A jeladó a vízbe érkezéskor bekapcsolódik és azonnal kész a csatlakozásra. Wifin keresztül csatlakozva, a kijelzőn megjelenik a pozíciónk és akár kezdődhetne is a felmérés. Viszont az alkalmazásban először be kell állítani a csónakos horgászat üzemmódot, amire azért van szükség, hogy a felmérés után le tudjuk tölteni az adatokat. Továbbá a keskeny sugaras mérést kell kiválasztani a pontosabb mélység meghatározás érdekében.



14. ábra: Az általam használt felszerelés bevetésre készen

Mivel egyedül végeztem a felmérést és szerettem volna egy nap alatt felmérni a területet, így előzetesen kipróbáltam, hogy egy csónakban a két szonár tud-e egymás mellett működni. Volt egy korábbi munkám, ahol egy kotrás utáni állapotot mértem fel, és a megrendelő szeretne volna leellenőrizni, hogy mennyire pontosan végezzük a méréseinket. Mint kiderült, ugyan olyan típusú szonárral akarták ezt elvégezni. Mind a két műszert felszerelve egy csónakba kiderült, hogy a két jeladó azonos frekvenciájú

hanghullámai annyira összezavarták a műszereket, hogy egyikkel sem tudtunk mérni. Így korábban egy másik tavon, a Leveleki-víztározón kipróbáltam, hogyan viselkedik a szakdolgozathoz választott két szonár. Mivel más típusúak és más frekvenciákon végzik a felmérést, így gond nélkül és pontosan tudtam mérni párhuzamosan egymás mellett.

A mérés elkezdése előtt az RTK vevővel kapcsolódunk a hálózathoz, majd megvárjuk míg fix korrekciót kapunk. A Deeper halradarral a kapcsolódás után már kezdhetjük is a mérést, amit a korábban is említett, előre megtervezett nyomvonalon végeztem. A tó közepén 3 darab sziget helyezkedik el. Ezeket figyelembe véve, illetve készülve arra, hogy horgászok lehetnek a tóparton, a rövid oldallal párhuzamosan jelöltem ki az útvonalat 15 méterenként.



15. ábra: A Deeper halradar által rögzített nyomvonal (saját szerkesztés)

A mérés körülbelül 7 óra hosszán át tartott, viszont a partközeli víz miatt a szonárok már nem tudtak pontokat rögzíteni. Így a felmérést a parton folytattam. Ahhoz, hogy a lehető legpontosabb és leglátványosabb térképeket sikerüljön elkészíteni, a vízi felmérés után, összeszereltem az RTK GNSS vevőt, illetve a kezelőt, és a szigeteken kiszállva felmértem azokat a jellemző magassági pontjaikon.



16. ábra: Szigetek felmérése, a Stonex S9III plusz bevetés közben

Ezután kikötve a parton, körbesétáltam a tavat, ahol egy pontot bemérve a vízbe, egy pontot a partélen, illetve két tereppontot mértem fel a part jellemző töréspontjain. Kiegészítésként a Deeper halradar adataihoz, a tó több pontján mértem vízszintet, mivel a szonár nem tengerszint feletti magasságban rögzíti a Z értéket. Ezeket átlagolva kiszámoltam a víz szintjét tengerszint feletti magasságban, amely a későbbi átszámítások során lett szükséges. A SonarMite-al az egész nap folyamán 5341 darab pontot, a Deeper halradarral 3704 darab pontot sikerült rögzíteni. A műszerek az egész nap folyamán hiba nélkül üzemeltek és semmilyen akadályozó tényező nem befolyásolta a felmérést, így egy egész nap, összesen körülbelül 10 óra alatt sikerült felmérnem a Balla-Halastavat.



17. ábra: Felmérés közben

Remek időjárási körülmények adódtak a felmérés napján, így a munka elvégzése mellett élvezni is tudtam a jó időt és a friss levegőt. Ezért is szeretem a munkám ezen részét, amikor víz közelében lehetek, és új helyeket fedezhetek fel. Egy számomra ismertnek vélt horgász tavon is teljesen más szemszögből láthatom a meder felületét, amit a későbbiekben akár a horgászataim során kamatoztatni is tudok.

6. ADATOK ELŐKÉSZÍTÉSE, FELDOLGOZÁSA, TÉRKÉPEK ELKÉSZÍTÉSE

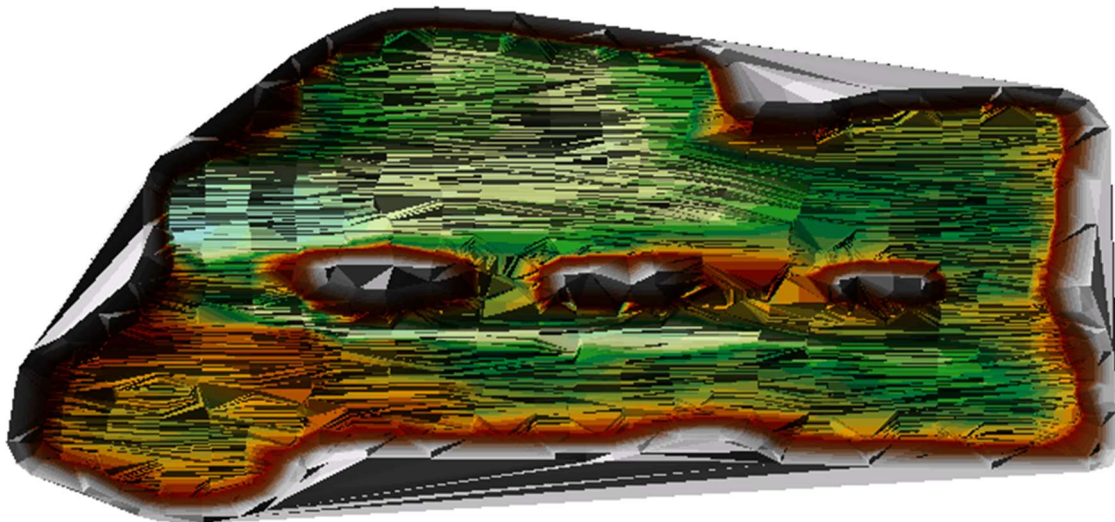
6.1 A kiexportált adatok előkészítése

A felmérés után az adatokat könnyen kiexportálhatjuk vagy letölthetjük. A SonarMite szonárral mér pontokat a kezelőből egy szöveges dokumentum formájában tudjuk kinyerni, mely tartalmazza a pontszámot, az Y és X koordinátákat EOVS rendszerben, valamint a meder felületén mért tengerszint feletti magasságot. Így ennek utólagos átalakításra nincs szüksége, a kiexportált adatokkal el is kezdhető a feldolgozás. A Deeper halradar által mért adatokkal már nem ilyen egyszerű a helyzet. Mivel ez a kis eszköz a saját és az én mobiltelefonom segítségével végzett méréseket, így a koordinátákat WGS84 rendszerben, a mélységi adatokat pedig az aktuális vízálláshoz képest mért relatív magasságként rögzítette. Ahhoz, hogy megfelelő összehasonlítást tudjak végezni, a kapott adatokat át kell transzformálni EOVS rendszerbe. Az átalakítást egy megbízható weboldalon keresztül, a <http://www.pf-prg.hu> oldalon végeztem. Ez a weblap Papp Ferenc földmérő oldala, akivel volt szerencsém együtt is dolgozni. A transzformáció után a koordináták már EOVS-ban voltak, már csak a mélységi adatokat kellett átalakítanom. Ahhoz, hogy tengerszint feletti magasságokat kapjak, a helyszínen több ponton is mértem aktuális vízszintet, melynek értékét kiátlagolva megkaptam, ami 111.043 mBf. Ezután egy excel táblázatba beolvasva a nyers mélységi adatokat, egy egyszerű függvény segítségével a vízszintből levontam a mélységet, így megkaptam a mederpontok tengerszint feletti magasságát. Ezzel a mérési adataim azonos koordináta rendszerben és megegyező magassági tartományban voltak.

Következő lépésben a megmért adatokban előfordulható hibás mérések kiszűrését végeztem. Az ellenőrzés során az előkészített adatokat a táblázatkezelőbe beolvasva a magassági adataikat sorrendbe állítva kerestem a nagy eltéréseket. A legalacsonyabb és a legmagasabb érték környékén, ha volt hibás adat akkor az kiszűrhető lett volna. Mivel az időjárás a mérés napján zavartalan volt, és a terepi adottságok sem befolyásolták az RTK GNSS vevő működését így nem keletkezett fals adat. Így a felmérés adatait .CSV fájlformátumban elmentettem. A parti méréseket egy külön állományban mértem fel, így a hibák kiszűrése után mind a két táblázathoz hozzácsatoltam azokat.

6.2 Az adatok feldolgozása

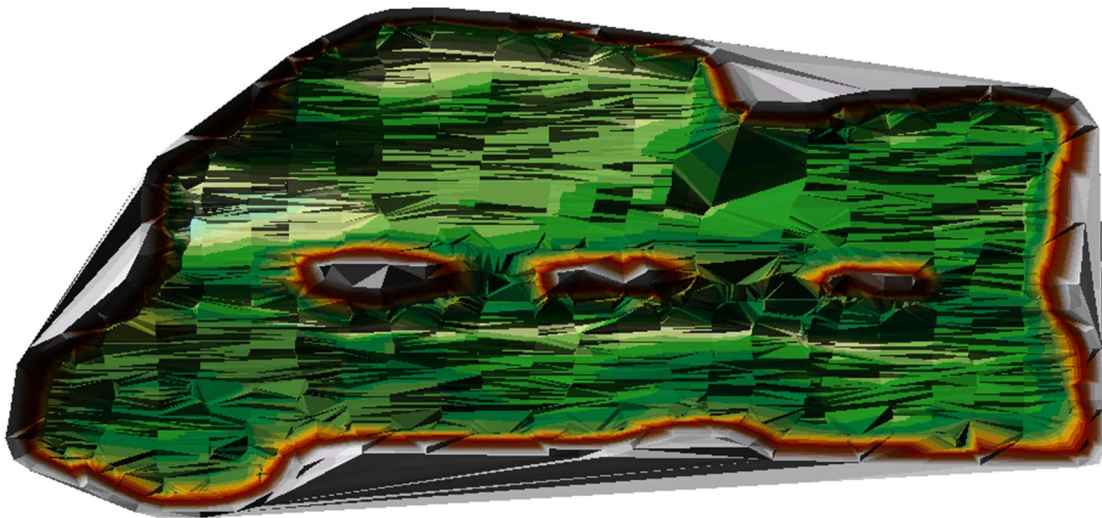
Az előkészített adatok feldolgozásának egyik módjára az Esri által kifejlesztett ArcGIS 10.5 térinformatikai szoftvert használtam. Ez a program modul-rendszerű, mely lehetőséget nyújt számunkra, hogy az általunk elvégzendő feladatoknak megfelelően testre szabhassuk a kezelőfelületét. Egy új munkafelületen kialakítottam két új réteget, melyek a két műszer által mért adatokat tartalmazzák. A következő lépésben a TIN (Triangular Irregular Networks) felületeket kellett létrehoznom, melyek vektoralapú digitális földrajzi adatok egy formái, és csúcsok (pontok) halmazának háromszögelésével hozhatóak létre. A csúcsok éllel vannak összekötve, így egy háromszöghálózatot alkotnak. Különböző interpolációs módszerek léteznek e háromszögek kialakítására, például Delaunay-háromszögelés vagy távolságrendezés. Az ArcGIS a Delaunay-háromszögelési módszert alkalmazza. Ezt a programon belül a System Toolboxes/3D Analyst Tool/Data Management/TIN/Create TIN útvonalon értem el. A futtatás előtt néhány beállítást el kellett végezni. Elsőként a majd elkészült TIN fájl elérési útvonalát kellett megadni. Ezután meg kellett adni a használt koordináta rendszert, mely jelen esetben az EOV volt, majd futtatni kell a parancsot. A TIN felület elkészítését először a SonarMite adataival végeztem el.



18. ábra: A SonarMite által mért adatok alapján elkészített TIN felület

A mérés előtt megkérdeztem a tógazdát, hogy ő mit tud pontosan a tó medréről. Információi szerint a szigetek déli oldalán egy árok húzódik el, az észak-nyugati sarokban

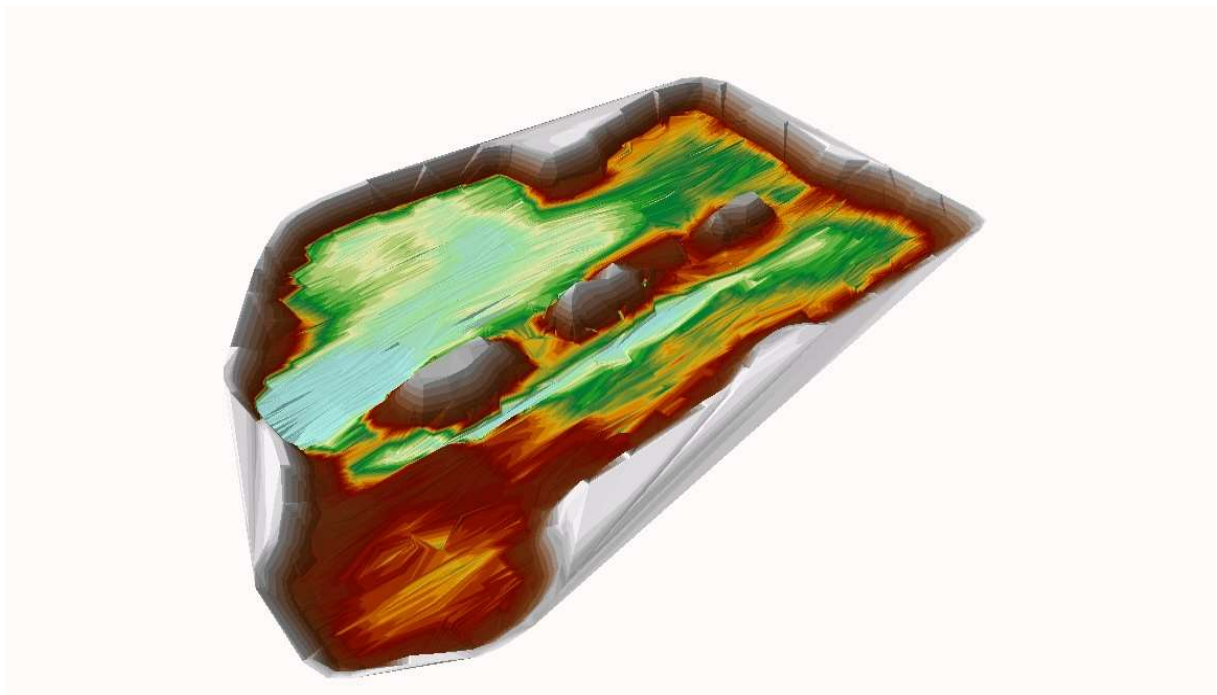
pedig a mélyebb víz található. Ez a mérések során is bebizonyosodott, ami viszont számára is meglepő volt, az a tó dél-nyugati sarkában található mélyedés. Igaz nem túl mély, de ez már ebben az amúgy sem túl mély vízben elegendő lehet a halak számára a vermeléshez. Ezután következett a Deeper által mért pontok feldolgozása. Hasonló módon, mint az előzőekben létrehoztam a felmért pontokra egy TIN felületet.



19. ábra: A Deeper halradar által mért adatok alapján elkészített TIN felület

Ahogy az a mellékelt medertérképeken is jól látható, a mederben megtalálható árok, mély pont és lehetséges vermelőhely a halradarral mért mélységi adatok felhasználásával is kivehető, de nem olyan részletesen, mivel körülbelül 1500 ponttal kevesebbet mért a referencia szonárnál. Első szemrevételezésre, a halradar számomra meglepő módon, egy olyan medertérkép elkészítésére alkalmas adatokat szolgáltatott, amik képesek voltak visszaadni a meder kisebb változásait. A legjobb példa erre, a szigetek déli oldalán elhelyezkedő árok. A mélysége 20 centiméter, mégis jól kirajzolódik. A TIN felület elkészítésekor alkalmazott háromszögelések, és az árnyékolások hatásai miatt a 2D megjelenítés nem minden esetben esztétikus. A szakdolgozatom címe is utal a 3D térkép elkészítésére, amit mindenképpen el szerettem volna végezni. Úgy gondolom, hogy ebben a nézetben lehet a legtöbb információt megszerezni a mederről, méréseket végezni, és bejárni a meder felületét. Az elkészült TIN felületek segítségével, melyeket kiexportáltam legenerálásuk után, elkészítettem a 3D medertérképeket. Ehhez a művelethez az ArcScene 10.5-öt, egy 3D vizualizációs

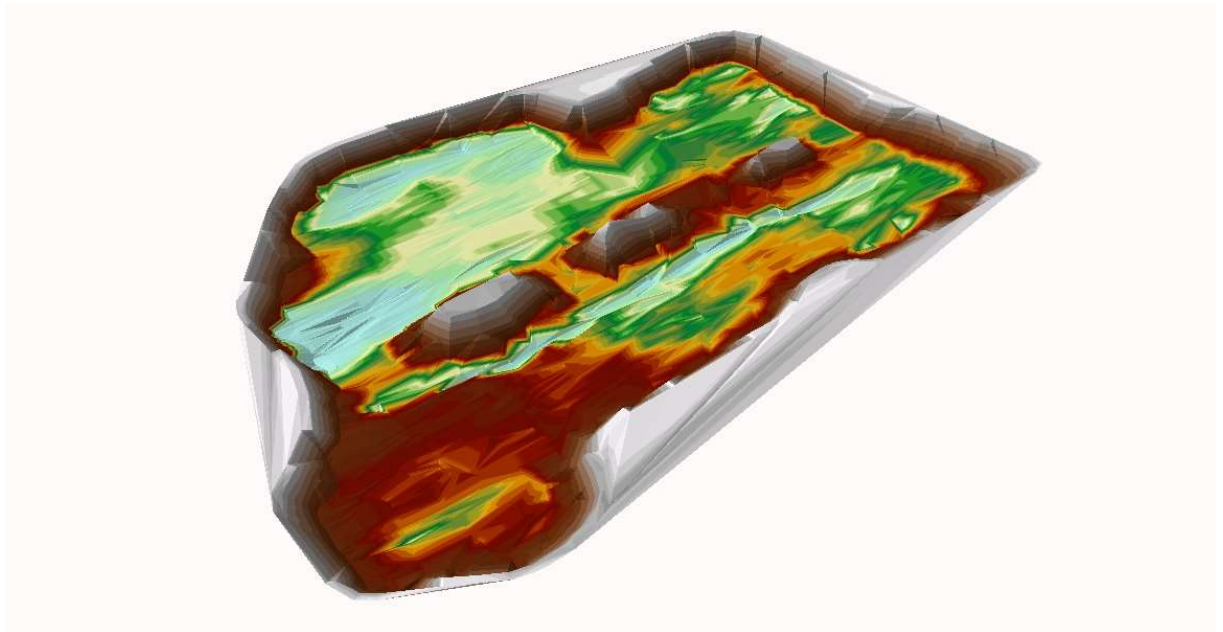
alkalmazást használtam, mely kiegészítése az ArcGIS-nek. Az ArcScene lehetővé teszi több adatréteg átfedését 3D környezetben. A jellemzőket úgy jeleníthetjük meg, hogy magassági információkat kérhetünk le a tereptárgyak geometriájából, jellemző attribútumokból, rétegtulajdonságokból vagy egy meghatározott 3D felületből. A programot megnyitva egy új munkafelületet hoztam létre, melybe első lépésként beállítottam a használatos koordináta rendszert. Ezután beimportáltam a kész TIN felületeket. A program alapvetően a magassági adatok alapján csak néhány osztályba sorolja az értékeket és így jeleníti meg a 3D kép színeit. Kipróbáltam több opciót, hogy mi lehet az az osztályozás és osztály mennyiség, figyelembe véve az adatokat, ami kellően be tudja mutatni a meder alakulásait. Hosszas próbák után 30 osztály, a mért magassági adatok sűrűsége szerinti elosztásban lett a számomra legjobban kifejező. A színek kiválasztásánál mindenképpen a több színből álló skálát részesítettem előnyben. Az általam választott színek kellően hangsúlyozzák a meder sekélyebb és mélyebb pontjait. Először a SonarMite szonárral mért adatokból készült el a medertérkép.



20. ábra: A SonarMite által mért adatok alapján elkészített 3D medertérkép

A 3D medertérképen már sokkal letisztultabban szemrevételezhető a tó mederszerkezete. A színskála a sűrű osztályrend miatt nagyságrendileg 10 centiméterenként vált a színek között. Így a kisebb mélységi változások is az árnyalatoknak köszönhetően sokkal jobban kivehetőek. A nagyobb sűrűségű pontoknak

köszönhetően nem látható éles váltás a mederben, ami azt is mutatja, hogy a mérés gyakorisága és sebessége jól lett kiválasztva, mivel a meder alakulásait folyamatosan lekövette. A halradarral mért adatoknak a beállításai azonosak voltak a szonáréval, ezáltal könnyebben össze lehet hasonlítani az eredményeket.



21. ábra: A Deeper halradar által mért adatok alapján elkészített 3D medertérkép

A halradar adatai alapján elkészült medertérképen már láthatunk élesebb, szögletesebb változásokat. Ezek a kevesebb pontsűrűségnek köszönhetőek. Összességében viszont a könnyen beazonosítható területeket összevetve, láthatjuk, hogy a halradar is képes volt, ha nem is olyan pontossággal, de megmérni a meder változásait. A fenti térkép is bizonyítja, hogy napjainkban egy olyan eszköz is képes használható adatokat szolgáltatni, melyet bármelyik horgászboltban meg lehet kapni, és a felhasználók nem is sejtik, hogy mire is képesek ezek a halradarok.

A meglévő adatok segítségével szerettem volna még informatív, mindenki számára érthető térképet készíteni. Ehhez a QGIS 3.16.4-Hannover programot használtam. A program segítségével már a korábbi feladataim során számos térképet készítettem, amit úgy gondoltam itt is kamatoztathatok. Mivel már az ArcGIS-al elkészítettem a TIN felületeket és a 3D medertérképeket is, átgondoltam milyen lehetőségeim is vannak. A megvásárolt ortofotót eddig még csak az előkészítési fázisban alkalmaztam, így adott volt a lehetőség, hogy ezt használjam fel. Nem szerettem volna

ugyan olyan medertérképeket készíteni, így végig vizsgáltam, hogy a programon belül milyen módokon tudok információkat megjeleníteni. Így esett a választásom a hagyományos szintvonalas ábrázolásra. Az alapját a folyamatnak az ArcGIS-el előállított TIN felület biztosította. A beimportálás után, a megjelenést kellett megváltoztatnom. A megjelenítési beállítások között lehetőség van a szintvonalas ábrázolás generálására. Itt előzetesen a program ad meg értékeket, melyek alapján elkészíti a térképet. Ez elsőre, annyira zajos, szinte átláthatatlan lett, hogy elkezdtem keresni azt a mélységi tartományt, melyben jól kivehető a meder alakulásai. Így végül a 30 centiméteres szintvonalak mellett döntöttem. Ez volt az a számomra optimális beállítás, mely egy laikus számára is az ortofotóval kiegészítve hasznos információkat mutathat. Egy ilyen térképen, a parton található tereptárgyak segítségével könnyen lehet tájékozódni, ami a helyek kiválasztásánál nagy segítséget nyújtanak.



22. ábra: Szintvonalas térkép a legfrissebb ortofotón

A fenti térképet a SonarMite BTX szonár adatainak segítségével készítettem, annak érdekében, hogy a későbbiekben akár felhasználható lehessen. Viszont egy dolog még mindig kérdéses maradt számomra. Az kiderült, hogy ha nem is geodéziai feladatokra, de egy horgász számára teljes mértékben kielégítő információkat tud

szolgáltatni a Deeper halradar. Furdalt a kíváncsiság, hogy a két eszköz által mért adatok mennyivel térnek el egymástól.

A pontos összehasonlítás érdekében nem elégedtem meg azzal, hogy ránézésre eldöntsem az elkészül medertérképek alapján, hogy mire is képes a szonárral szemben a halradar. Elgondolkodtam, hogy hogyan is tudnám a legjobban összehasonlítani a mért pontokat egymással. Azonos pontszámok alapján nem tudtam ezt elvégezni, mert a halradar kevesebb pontot tudott megmérni. Így arra a következtetésre jutottam, hogy a használt program segítségével azokon a területeken, ahol nincs a mederben éppen egy szintváltás, ott felgyűjtöm az azonos pontokat, és azok magassági adatait fogom egy táblázatban összehasonlítani. A pontok kiválasztását manuálisan végeztem. A megmért nyomvonalon haladva feljegyeztem azokat a pontpárokat, melyek 25 centiméternél nincsenek messzebb egymástól. Mivel a két mérőeszköz a csónak két oldalán helyezkedett el, így viszonylag kevés olyan lehetőség adódott, ahol a pontok egymásra estek. Az elgondolástól annyival tértem el, hogy nem csak a sima területeken elhelyezkedő pontpárokat vettem figyelembe. Így összesen 55 pontpár lett kiválasztva. Egy táblázatkezelőbe nyitottam három munkalapot. Aza egyikre bemásoltam a szonár mérését, a másikra a halradar adatait a harmadikon pedig elvégeztem az összehasonlítást. Egy szűrő beiktatásának segítségével a listából kiválasztottam mindkét mérésből az előre feljegyzett pontszámokat, majd egymás mellé rendeztem őket. Már csak annyi dolgom volt hátra, hogy a referencia (SonarMite szonár) magasságokból kivonjam a vizsgált (Deeper halradar) magasságokat. Eddig is a térkép készítése során már értek meglepetések a halradar képességei miatt. Látva az eltéréseket megdöbbsentem. Az átlagos eltérés a két mérés magassági adatai között -1 centiméter lett. Megdöbbsentő, hogy ez a halradar mire képes. Igaz a vizsgált pontok között voltak kiugró eltérések, de mégis átlagosan nagyon közeli szintet hozott egy horgászoknak szánt halradar a geodéziai feladatokra alkalmas szonárhoz képest.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	szonár				halradar				különbség	
30	3155	906278.244	297884.976	109.808	1877	906278.42	297885.07	109.873	-0.065	
31	3172	906278.623	297867.105	109.755	1888	906278.63	297867.25	109.813	-0.058	
32	3211	906283.727	297822.636	109.774	1917	906283.86	297822.89	109.813	-0.039	
33	3375	906240.31	297912.069	109.941	2028	906240.16	297912.26	109.953	-0.012	
34	3388	906240.157	297890.269	109.976	2039	906239.99	297890.17	110.033	-0.057	
35	3489	906239.086	297783.485	110.066	2112	906239.11	297783.56	110.223	-0.157	
36	3493	906241.328	297780.65	110.074	2115	906241.23	297780.68	110.143	-0.069	
37	3525	906246.159	297749.728	110.142	2136	906246.03	297749.48	110.173	-0.031	
38	3560	906252.496	297716.956	110.081	2161	906252.58	297717.07	110.143	-0.062	
39	3812	906213.783	297881.146	110.316	2337	906213.72	297881.38	110.283	0.033	
40	3848	906200.739	297842.452	109.527	2365	906200.6	297842.59	109.593	-0.066	
41	3855	906201.011	297833.775	109.445	2369	906201.01	297833.26	109.513	-0.068	
42	3886	906202.671	297796.836	109.813	2392	906202.59	297797.24	109.903	-0.09	
43	3918	906199.651	297765.299	109.975	2414	906199.57	297765.27	110.003	-0.028	
44	3965	906202.264	297719.79	110.007	2445	906202.28	297719.96	110.003	0.004	
45	4084	906188.672	297667.704	110.015	2527	906188.61	297667.56	110.033	-0.018	
46	4092	906188.348	297677.454	109.996	2530	906188.45	297677.74	110.033	-0.037	
47	4232	906187.858	297785.431	110.322	2668	906187.85	297785.56	110.223	0.099	
48	4416	906148.016	297730.227	110.21	2816	906148.24	297729.9	110.203	0.007	
49	4560	906312.359	297777.83	110.283	2944	906312.21	297777.86	110.143	0.14	
50	4934	906387.123	297738.578	109.971	3310	906386.94	297738.26	110.003	-0.032	
51	5129	906427.624	297718.889	109.96	3501	906427.71	297718.82	110.003	-0.043	
52	5186	906447.941	297783.441	110.007	3548	906447.96	297783.4	110.063	-0.056	
53	5205	906444.852	297761.569	109.769	3569	906444.93	297761.61	109.483	0.286	
54	5265	906463.356	297694.676	110.316	3621	906463.42	297694.49	110.313	0.003	
55	5272	906466.496	297701.663	110.051	3627	906466.54	297701.42	110.113	-0.062	
56	5334	906467.121	297764.607	109.988	3678	906467.03	297764.71	109.733	0.255	
57						átlagos magassági eltérés			-0.010	

23. ábra: Az elvégzett összehasonlítás táblázatának részlete

A plusz és mínusz előjeleknek köszönhető, hogy ilyen alacsony lett átlagosan az eltérés, de ha kivesszük a kimagasló eltéréseket, akkor is néhány centiméteres pontossággal dolgozott a halradar. Az a kis eszköz, ami a markomba elfér, beépített GPS-el rendelkezik és a mobiltelefonunk helyadataival együtt képes a szonár méréséhez viszonyítva néhány centiméteres eltéréssel adatokat meghatározni, ez számomra döbbenetes. A szakdolgozatom elkészítésének részben az volt a célja, hogy a felmért adatokból milyen használható 3D medertérképet vagyok képes elkészíteni, részben pedig az, hogy a Deeper halradar mennyire pontos és milyen mértékben használhatóak az adatai a medertérképezés során. Az általam használt modell, a Deeper PRO+ már néhány éves és azóta több, már modernebb technológiával ellátott társa jelent meg, melyek valószínűleg még pontosabb térképek elkészítésére lennének alkalmasak.

7. ÖSSZEFOGLALÁS

Szakdolgozatom elkészítésekor az a gondolat vezérelt, hogy vajon képes vagyok-e az általam megmért adatokból elkészíteni egy felhasználható 3D medertérképet. Mivel a mérési folyamat már a korábbi munkáim során szinte már rutinos feladattá vált, tudtam, hogy nem fog gondot jelenteni, de a feldolgozás ezen része viszont nagyobb kihívást jelentett számomra.

Horgásztként nagyon fontosnak tartom, hogy főleg egy idegen horgászvízen rövid idő alatt megismerhessem az adott mederfelületet. Így össze tudtam kapcsolni a hobbit a munkámmal. A horgászatban is elterjedt halradarokkal már részletes batimetriai térképeket lehet elkészíteni. A másik célom az volt, hogy a halradarral a szonárhoz képest milyen pontossággal tudok méréseket végezni.

Elkészítve a medertérképeket, megdöbbenve láttam, hogy egy hobbi célra készített halradar mire is képes. A meder ismert sekély és mély részeit, ha nem is annyira részletesen, de ki tudta rajzolni. Mint horgász megnyugodtam, hogy az általam is használt halradar tökéletesen alkalmas a meder feltérképezésére.

Előzetesen pontos információim nem voltak a víz mélységeket illetően. Az általam mért adatokból, melyeket a szonár méréséből tudtam leolvasni a következők. A tó legmélyebb pontja 2.22 m, melyet a tó befolyó részénél mértem. A legsekélyebb pontok 0.59 m, melyek a szigetek között és a tó dél-nyugati oldalán találhatóak, valamint a tó átlag vízmélysége 1.07 m. A mérés idején rögzített vízállással számolva a tóban 104378 m^3 víz volt található.

Véleményem szerint a mederfelmérés hazai viszonylatban még gyermekcipőben jár. A mederfelmérést több ágazatban is hasznosítani lehetne. Az árvízvédelmi területeken, kotrások előtti és utáni állapotok felmérésére, valamint amire napjainkban egyre nagyobb kereslet van, a horgásztavak medrének felmérésére. Ezek talán kis mértékben működnek és jelen vannak napjainkban is, de még számos kiaknázatlan lehetőség van jelen hazánkban.

8. SUMMARY

When I was writing my thesis, I wondered whether I could produce a usable 3D basin map from the data I had measured. Since the measurement process had become almost a routine task in my previous work, I knew that it would not be a problem, but this part of the processing was more challenging for me.

As an angler, it is very important for me to be able to get to know the surface of a stretch of water in a short time, especially in an unfamiliar fishing water. This allowed me to combine my hobby with my work. Fish radars, which are also widely used in angling, can now be used to produce detailed bathymetric maps. My other goal was to see how accurately I could measure with the fish radar compared to the sonar.

While making the bathymetric maps, I was amazed to see what a hobby fish radar could do. It could plot the known shallow and deep parts of the bed, if not in great detail. As an angler, I was reassured that the fish radar I was using was perfectly capable of mapping the bed.

I had no prior precise information about the depths of the water. From the data I was able to read from the sonar measurements I was able to get the following. The deepest point of the lake is 2.22 m, which I measured at the inflowing part of the lake. The shallowest points are 0.59 m, which are located between the islands and on the southwestern side of the lake, and the average depth of the lake is 1.07 m. Based on the water level recorded at the time of the measurement, the lake contained 104,378 m³ of water.

In my opinion, the river basin survey is still in its infancy in Hungary. The river basin survey could be used in several sectors. In flood protection areas, to assess pre- and post-dredging conditions, and, what is in increasing demand today, to assess the bed of fishing lakes. These may work on a small scale and are present today, but there are still many untapped opportunities in our country.

9. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Szeretném köszönetemet kifejezni azoknak az embereknek, akik mindenben segítséget nyújtottak számomra a szakdolgozatom elkészítésében.

Először is dr. Pődör Andrea egyetemi docens asszonynak, az Óbudai Egyetem Alba Regia Műszaki Kar Geoinformatikai Intézet igazgatójának, intézményi konzulensemnek, aki segített szakdolgozatom elkészítésében, segítségemre volt kérdéseimben és jóváhagyta munkámat.

Továbbá szeretném köszönetemet nyilvánítani főnökeimnek, a GEO-MERIDIÁN Kft. vezetőinek, Bánkuti Zoltánnak és Biró Gábornak, akik a szükséges eszközök mellett biztosították számomra a szükséges időt a szakdolgozatom elkészítésére.

Végül, de nem utolsó sorban szeretném megköszönni Balla Juditnak, a Balla-Halastó tulajdonosának, aki lehetőséget biztosított számomra, hogy a felmérést elvégezhessem és rendelkezésemre bocsátotta a helyszínen található csónakjukat.

10. IRODALOMJEGYZÉK

Dr. Busics György

Műholdas helymeghatározás 1. MHM1 modul, A GNSS-ről általában,
Székesfehérvár, 2010

Galli Csaba

2017, Vízmélység térképezése modern eszközökkel, ELTE
Természettudományi Kar Földtudományi Alapszak Térképész és
Geoinformatikus szakirány, szakdolgozat

Gáncs Dániel

2012, Autonóm vízi járművek alkalmazása batimetriai mérésekhez,
ELTE Informatikai Kar Térképtudományi és Informatikai Tanszék,
diplomamunka

Természet világa

1988, folyóirat, 119.évf. 5. száma; Márton Mátyás – Az óceánok
megismerése és térképezése

Felhasznált internetes források:

<https://www.nationalgeographic.org/encyclopedia/bathymetry/> saját fordítás, (letöltve:
2021.11.17.)

<https://geoawesomeness.com/satellite-derived-bathymetry-sub-meter-level-eomap-satrec-initiative/> saját fordítás, (letöltve: 2021.11.19.)

https://mederterkep.com/_files/200001248-2449525435/Bemutakozas.pdf (letöltve:
2021.11.20.)

<https://www.fehergyarmat.hu/varosunk-toertelme.php> (letöltve: 2021.11.21.)

<http://www.ohmex.com/BTXhardware.pdf> (letöltve: 2021.11.22.)

<http://geomentor.hu/sonarmite-ultrahangos-v%C3%ADzm%C3%A9ly%C3%A9g-m%C3%A9r%C5%91> (letöltve: 2021.11.22.)

<https://www.stonex.it/project/s9iii/> saját fordítás, (letöltve: 2021.11.28.)

https://deepersonar.com/hu/hu_hu/termek/deeper-smart-sonar-pro-plus (letöltve:
2021.11.22.)

11. ÁBRAJEGYZÉK

1. ábra: https://deepersonar.com/hu/hu_hu/hogyan-mukodik/hogyan-mukodik-a-szonar	10
2. ábra: https://www.researchgate.net/figure/Acoustics-and-positioning-of-bathymetry-basic-rules-left-the-applied-unmanned-surface_fig2_334330176	12
3. ábra: https://www.eomap.com/wp-content/uploads/2018/12/3dFigure_SDB_Feydhoo-Atoll.png	14
4. ábra: https://www.mederterkep.com/?fbclid=IwAR2GzXUbbDFVJxP-stvkpXIXrhbP77_-WM2cudUVSVYCrWNzohp2VrfCWQY	15
5. ábra: https://mederterkep.com/_files/200001248-2449525435/Bemutakozas.pdf	16
6. ábra: https://mederterkep.com/_files/200001248-2449525435/Bemutakozas.pdf	16
7. ábra: https://www.harcsahorgaszat.hu/images/com_hikashop/upload/helix10_chirp_di_gps_g2_right_840178284.jpg	17
8. ábra: https://www.paduc.hu/Files/resize/11178.jpg	19
9. ábra: https://www.fehergyarmat.hu/gallery/13725056_1061153490642114_8926344917727068704_o.jpg	20
10. ábra: megvásárolt ortofotó, www.geoshop.hu	22
11. ábra: Az általam összeállított rendszer (SonarMite BTX szonár, Stonex S9III plusz GNSS vevő és Getac PS336 kezelő), saját kép	23
12. ábra: A Deeper PRO+ halradar és a hozzá szükséges eszközök, saját kép.....	26
13. ábra: https://deepersonar.com/media/wysiwyg/Boat_fishing/mapping-with-boat.jpg	28
14. ábra: Az általam használt felszerelés bevetésre készen, saját kép	30
15. ábra: A Deeper halradar által rögzített nyomvonal, saját szerkesztés.....	31
16. ábra: Szigetek felmérése, a Stonex S9III plusz bevetés közben, saját kép	32
17. ábra: Felmérés közben, saját kép	33
18. ábra: A SonarMite által mért adatok alapján elkészített TIN felület, saját kép	35
19. ábra: A Deeper halradar által mért adatok alapján elkészített TIN felület, saját kép.....	36
20. ábra: A SonarMite által mért adatok alapján elkészített 3D medertérkép, saját kép	37
21. ábra: A Deeper halradar által mért adatok alapján elkészített 3D medertérkép, saját kép.....	38
22. ábra: Szintvonalas térkép a legfrissebb ortofotón. saját kép	39
23. ábra: Az elvégzett összehasonlítás táblázatának részlete, saját kép.....	41

12. TÁBLÁZAT JEGYZÉK

1. táblázat: A szonár adatai [http://geomentor.hu/sonarmite-ultrahangos-v%C3%ADzm%C3%A9lys%C3%A9g-m%C3%A9r%C5%91]	24
--	----