

A Dr. Csoma János mérőhajó 10 éve a KDVVIZIG szolgálatában, avagy a medermérés „svájci bicskája”

Albert-Kornél és Kondor Gergely
Közép-Duna-völgyi Vízügyi Igazgatóság

Kivonat

A 2006-ban a Duna medermérésére üzembe állított Dr. Csoma János hajó 2013-ban a Közép-Duna-völgyi Igazgatósághoz. A mérőképesség fejlesztésének eredményeképpen az elmúlt tíz évben egy komplex mérőrendszerre vált, a berendezések és műszerek kombinációja az adott mérési feladatra szabható. Így a vízfolyás nagyságától függetlenül mérhető a meder. Felmérhetők továbbá akár vízről, akár partról a vízügyi létesítmények és műtárgyak.

Kulcsszavak: Medermérés, ultrahang, mérőhajó, multibeam, lézerszkennő, vízi drón, sub-bottom profiler.

A MÉRŐRENDSZER ELEMEI

A Dr. Csoma János mérőhajó (Mérőhajó) megnevezés már nem csak egy multibeam hajóra szerelt mederfelmérő műszert takar. 2013-ban került a KDVVIZIG tulajdonába, azóta egy komplex mérőrendszerre vált.

A teljes mérőrendszer részei

Hordozó platform:

- egy 14 m-es motoros kishajó,
- egy 5 m-es 40 LE mérőcsónak utánfutóval,
- egy 4 m-es 5 LE-es alumínium csónak és
- egy 4x4 pickup üzemanyagszállító utánfutóval.

Mérőműszerek:

- NORBIT iWBMS dual multihead integrált iLidar-ral (régii Kongsberg EM3022D műszert váltotta),
- Deso 14, SonarMite, CEE Echo egysugaras mérőfejek,
- Riegl MVZ lézerszkennő (3D statikus és kinematikus hibrid mobil lézer térképező rendszer),
- Innomar SES-2000 compact Parametric Sub-bottom Profiler (kölcson műszer a VIZITER Environ Kft-től)
- QBoat-1250 vízidrón
- Sontek M9 mérőfej,
- 2db GeoMax Zenith 25 Pro és egy SatLab RTK GPS,
- 8 m-es szondarúd készlet.

A fenti mérőrendszert jelenleg 5 fős mérőszemélyzet üzemelteti: egy mérésvezető, két mérnök és két hajóvezető.

A rendszer néhány érdekesebb elemét részletesebben ismertetjük.

Mérőhajó

Trimarán jellegű, de egytestű, alumínium szerkezetű kishajó, melynek hajtásáról a sekélyvízi közlekedés érdekében vízugarhajtómű gondoskodik. 6 személy befogadására alkalmas.

Alapadatok

Név: Dr. Csoma János
Nyilvántartási szám: H-26361

| | | |
|--|---|----------|
| Típus: | egyedi tervezésű dunai mérőhajó szolgálati célú kishajó | |
| Engedélyezett hajózási körzet: | 2. zóna (valamennyi magyarországi víziút) | |
| Üzembe helyezés: | 2006 | |
| Teljes hossza (LOA): | 13,80 m | |
| Szélessége a bordán (B): | 3,90 m | |
| Fixpont magassága: | 5,18 m | |
| Legnagyobb merülése (T_{max}): | 0,64 m | |
| Legnagyobb vízkiszorítása (V_{max}): | 12,20 m ³ | |
| Hajtás: | 2 x 235 kW Cummins 6BT-A 5.9-M dízelmotor + Twindisc 110 JET | |
| Holtvízi sebessége: | 30 km/h | |
| Személyzet száma: | 2 fő | |
| Üzemeltető: | 2006-2012 | VITUKI |
| | 2013- | KDVVIZIG |

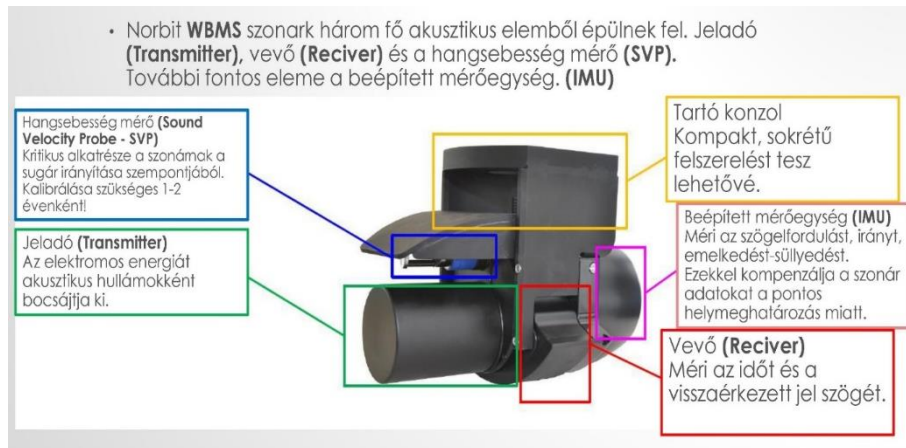
NORBIT iWBMS dualhead multibeam

A dual multibeam mederfelmérő rendszerek két egymással hegyes tengelyszöget bezáró mérőfeje főként kisebb vízmélységek (2-50m) esetén biztosít hatékony és gazdaságos mérési eljárást. A Dr. Csoma János mérőhajó régi Kongsberg és új Norbit gyártmányú műszere is ilyen. Az új műszer műszerkofferekben könnyen hordozható, egyszerűen, pár óra alatt áttelepíthető más vízi járműre, pl. csónakra. Havária esetén könnyen a helyszínre szállítható és bevethető, ahogyan az a Hableány hajó helyzetének pontos meghatározásakor történt egy azonos gyártmányú műszerrel.

A régi mérés-előfeldolgozás rendkívül bonyolult, hosszadalmas, nagy emberi erőforrásigényű folyamat és több manuális munkafázist is igényel, így több hibázási lehetőséget is magában hordoz. Az új műszer méréskori adatszűrése lényegesen fejlettebb, a pontfelhőt kevesebb zaj terheli. Így a nyers adatok előfeldolgozása gyorsabb, kevésbé munkaigényes.



1. ábra Norbit iWBMS integrált multibeam mérőrendszer elemei



2. ábra Norbit iWBMS mérőfej részei

3D statikus és kinematikus hibrid mobil lézer térképező rendszer

- RIEGL VZ-1000 3D Laser Scanner a meder vízfelszín feletti szakaszait, annak növényzetét és a parti épületek, létesítmények felmérését végzi (1400 m hatótávolságú lézer adó és vevő, Laser Class 1, 122 000 mérés/másodperc mérési sebesség, Motoros tükör 100°x360° látómezővel, 3,5`` TFT színes kijelző (320 x 240 pixel) és billentyűzet, 32 GB belső memória az adatok tárolására, integrált GPS-vevő (L1), integrált dőlés érzékelők (2 tengely), lézervetítő, digitális iránytű),
- VMZ-IMU/GNSS berendezés Trimble GPS antennával felszerelt helymeghatározó rendszer a mérési vonal rögzítését végzi,
- NIKON D800 digitális fényképezőgép - AF D 14/2.8 NIKKOR és AF D 50/1.8 NIKKOR objektívvel - nagy felbontású, precíziós fényképfelvételeket készítését teszi lehetővé,
- LadyBug5 camera a 360°-os panoráma képeket rögzíti,
- VMX-DMI (Distance Measurement Indicator) a helymeghatározás pontosságát növelő berendezés gépkocsival való mobil méréshez,
- RiACQUIRE, RiPROCESS, RiWORLD, RiPRECISION MLS mérő és adatszűrő szoftverek a mérések rögzítését, valamint a mérési adatok és fényképek összefűzését és előfeldolgozását teszik lehetővé.
- PointCloudScene adatmegjelenítő, feldolgozó és konvertáló program lézer adatokhoz.
- TopoDOT lézer adatok vektorizálását végző szoftver.



3. ábra Riegl VMZ hibrid mobil lézerekamer

MÉRÉSI FELADATOK, MÓDSZEREK

A Dr. Csoma János mérőrendszer sajátossága, hogy a fentebb mérési feladat elvégezhető a platformok és a mérőeszközök ügyes megválasztásával.

- *Folyók medermérése:* A rendszer alapvető felhasználási területe folyók medrének felmérése. Hordozó platform általában a mérőhajó. Műszer vízzel borított mederrészek mérésénél többnyire a multibeam, ritkábban vízi drón, száraz mederrészek és parti létesítmények esetén lézershkenner.
- Kisvízfolyás, mellékág, holtág, tározó mérés: Mérőcsónak vízi drón eszköz kombináció, esetenként szondarúddal kiegészítve.
- Tómérés (Balaton): A folyók felméréséhez hasonló műszerösszeállítás kiegészülve a meder alatti rétegződés -feltárására alkalmas sub-bottom műszerrel.
- *Vízhozam és vízsebesség mérés:* ADCP műszer vízdrónnal vagy a nélkül a vízfolyás nagyságához igazodó vízi járművel.
- *Oktatás, bemutató:* A felkérő intézmény igényeihez igazodó eszköz és műszer összeállítással, a diákokkal való közös mérés céljából.

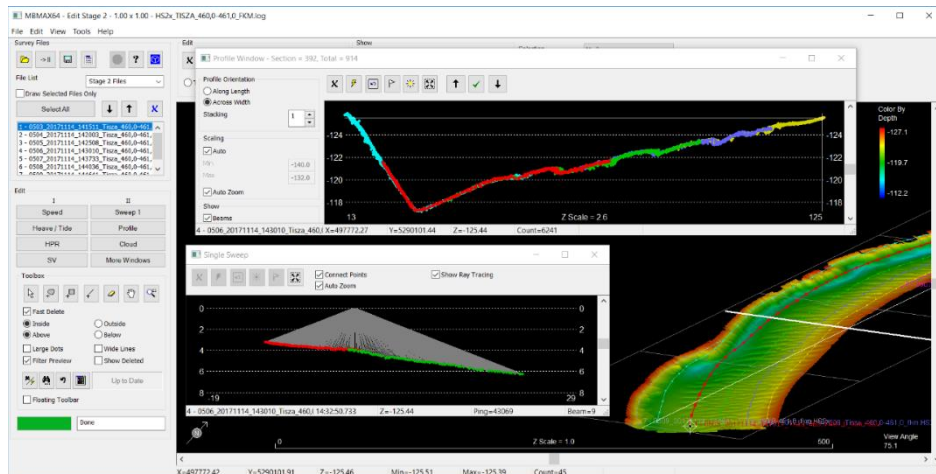
A továbbiakban az egyes kategóriák érdekesebb méréseit mutatjuk be a teljesség igénye nélkül.

FOLYÓK MEDERMÉRÉSE

A Duna, Tisza, Bodrog, Körösök és Sió összesen mintegy 1 000 fkm szakaszát mértük fel az elmúlt 10 évben, a rengeteg kisebb feladat mellett.

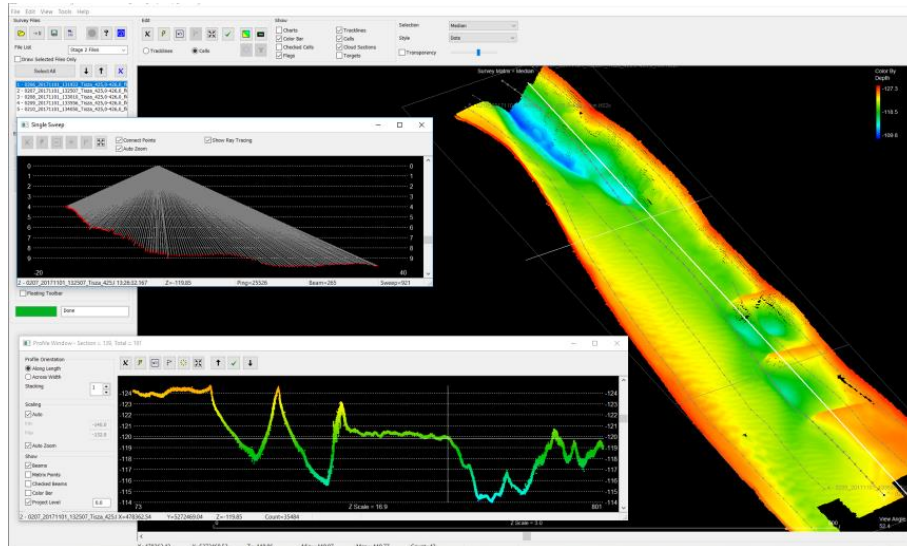
Medermérések a Tisza völgyében

„Az üzemirányítási és monitoring hálózat fejlesztése” (KEHOP- 1.4.0-15-2016-00016) c. projekt keretében 2017.10.27.-2018.03.08. között az árapasztó tározók 1D, 2D, 3D üzemirányítási modelljeinek megtervezését és kivitelezését, a kapcsolódó árvíz-előrejelzés fejlesztését kiszolgáló mederadatbázis kialakítása érdekében medermérésekre került sor a Tiszán és mellékfolyóin. A Dr. Csoma János mérőhajó multibeam mederfelmérő műszerével a Tisza Kisköre-Dombrád (495.0–401.0 fkm), a Sebes-Körös Körösladány alatti szakaszát, valamint a Kettős-Körös és a Bodrog teljes hosszát megmérte. A jelentős, összesen mintegy 290 fkm mederhosszt öt hónap alatt sikerült megmérni. A nagy, de változó sűrűségű pontfelhőből a modellezési munkákhoz 0,5 m-es felbontású leválogatás készült.



4. ábra Tisza mederfelvétele

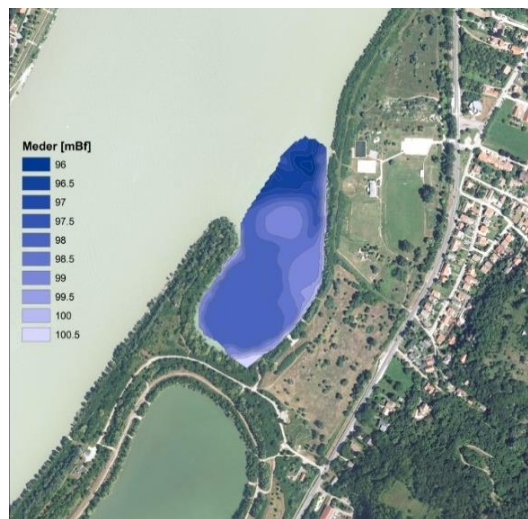
A Sebes-Körös a MÉRŐhajó által nem mérhető sekély, mintegy 4 fkm szakaszán egy új módszerrel - Q-Boat 1250 távvezérelt úszótestre szerelt ADCP-vel - történt mérés. Az eredményekről előadás hangzott el az MHT Vándorgyűlésén, Gyulán. A multibeam mérőrendszerrel végzett mérések után a MÉRŐhajót túlméretes szállítmányként, mélybölcsős trélerrel való szállítással került vissza állomáshelyére.



5. ábra Bodrog medermérése

Visegrádi-Alsó-öböl mederfelmérése

2022. február 22-én a Visegrádi-Alsó-öböl mederfelmérését végeztük el, amire a Duna legutóbbi, 2020-ban történő multibeam-es medermérése során a kis vízállás miatt nem nyílt lehetőség. Ezért, és a minél nagyobb „lefedettség” érdekében, a Teledyne Q-Boat 1250 vízi drónra szerelt Sontek M9 ADCP műszerrel hajtottuk végre a mérést. A mérendő területen 10 méterenként, összesen 41 keresztmetszényt tűztünk ki.



6. ábra Visegrádi-Alsó-öböl mederfelmérésének eredménye

BAS beruházás keretében tervezett sólya létesítéséhez

A BAS beruházás keretében épülő kerékpáros híd mellett a zsilipág jobb partjára tervezett sólya létesítéséhez medermérés vált szükségessé. A mérést július 7-én az igazgatóság Teledyne Q-Boat 1250 vízi drónjára szerelt Sontek M9 ADCP típusú mérőfejjel, valamint a

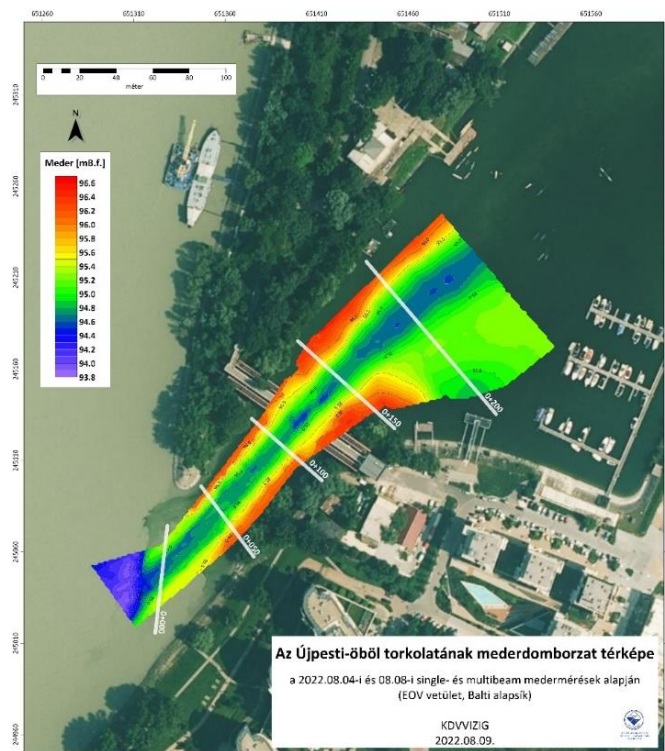
hozzákapcsolt Geomax Zenith 25 Pro RTK képes GPS-szel végeztük el 7 hossz- és 16 keresztmetszvény mentén. A hossz- és keresztmetszvények összesen 1040 mérési pontjából krigeléssel 1 m-es grid, abból 25 cm-es osztásközű szintvonalas mederdomborzat térkép készült.



7. ábra Tervezett sólyapálya felmérése vízidrónnal

Újpesti-öböl

A 2022-es augusztus 20-i nemzeti ünnepre készülve az alacsony vízállás miatt az Újpesti-öböl mederviszonyainak felmérése vált szükségessé a torkolattól a 0+200 fkm szelvényig. A mérést első alkalommal Norbit többsugaras műszerrel, míg másodszer egy vízi drónra felszerelt egysugaras műszer segítségével hajtották végre. Utóbbi - amellyel 25 méterenként, keresztmetszvények mentén történt a mérés - kiegészítette a többsugaras mérést, hiszen azzal a partközeli területek kevésbé érhetőek el. A medertérkép a két mérés együttes felhasználásával állt elő.



8. ábra Újpesti-öböl bejáratának medertérképe

Sió torkolat mederfelmérése

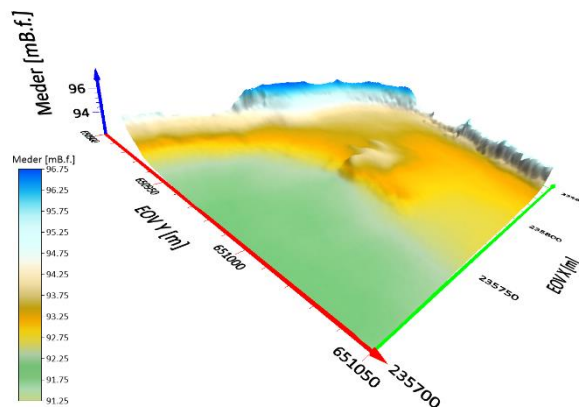
A Dr. Csoma János mérőhajó Láng István főigazgató utasítására 2021. május 17-én felmérte a Siót a torkolat és az árvízkapu között, majd a következő napon a torkolat környezetének 1 fkm-es Duna szakaszát. A kedvezően magas vízállás lehetővé tette a multibeam berendezéssel végrehajtott gyors mérést, ugyanis a vízmélységgel arányosan a letapogatott sáv szélessége is növekszik. Így kevesebb - a Siónál 6, a Dunánál 13 - mérési vonalra volt szükség. Ennek köszönhetően a mérés rövidebb időt vett igénybe, mint a mérési területre való fel- és levonulás. Az adatok szűrése a rövid szakasz ellenére jelentős feladat volt a régi berendezés több manuális munkafázist is igénylő bonyolult előfeldolgozási folyamata következtében. A szűrt adatok és az abból készített 25 cm-es állomány átadásra került az OVF részére. A multibeam eredményeket Sontek M9 mérőfejjel és RTK GPS-szel felszerelt vízi drónnal, hossz- és keresztmetszvények mentén végrehajtott mérésekkel ellenőriztük.



9. ábra Sió torkolati szakaszának mederdomborzata

Lágymányosi-öböl meder- és iszapfelmérése

Igazgatóságunk külső megbízásra 2021. március elején fejezte be a Lágymányosi-öböl felmérését, az ott létesítendő strand tervezéséhez. A medermérés a teljes öbölre, az iszapmérés a tervezett strand környezetére terjed ki.

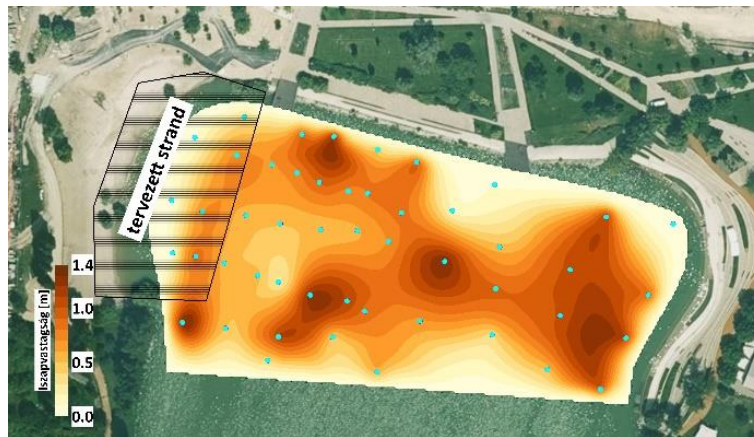


10. ábra Tervezett strand 3D mederdomborzata

A mélyebb meder részeket a Dr. Csoma János mérőhajó multibeam berendezésével, a mérőhajóval nem járható sekélyebb parti részt Sontek M9 mérőfejjel és RTK GPS-szel felszerelt

vízi drónnal mértük fel. Az iszapvastagság mérése keresztmetszvények mentén szondarúddal történt. A vízszintes pozíciót és a magassági adatokat RTK GPS-szel rögzítettük.

A multibeam-es medermérések az egysugaras keresztmetszvény méréseivel szemben hosszszelvények mentén történtek, a vízfolyás közepétől a partok felé haladva egymással átfedő sávok letapogatásával. Az adatfeldolgozás a detektált adatok szűrését, és az átfedő mérési sávok integrálását jelenti. A szűrt adatokból ezután már csak a felhasználásnak megfelelő - jelen esetben 1 m-es - felbontású állományokat kellett előállítani EOVS vetületi rendszerben és Balti alapsíkhöz vonatkoztatott magassággal.

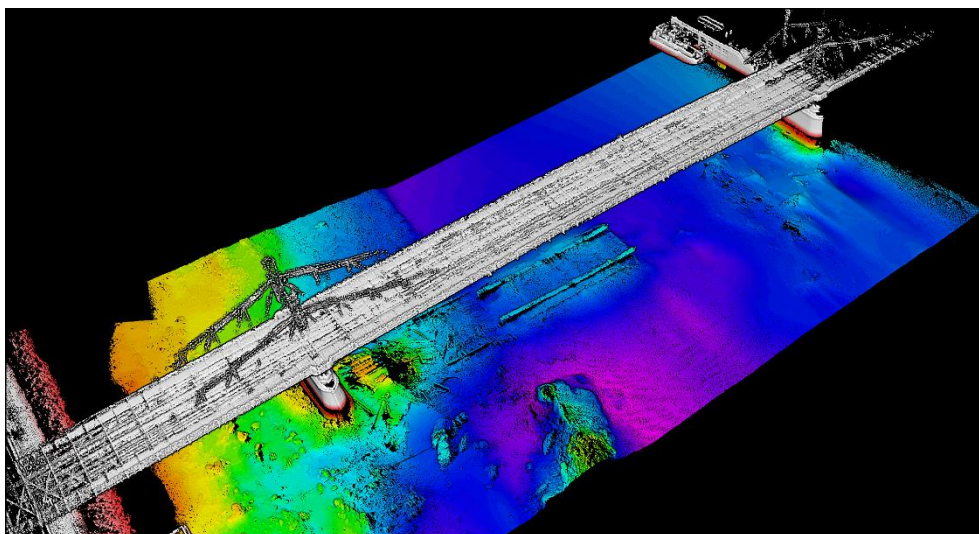


11. ábra Lágymányosi öböl iszapvastagság térképe

Az iszapvastagságot mind a 49 mérési ponton a meder és az iszapfekü vízszint alatti mélységének különbségeként kaptuk meg. A kapott adatokból 1 m-es gridet, abból pedig szintvonalas térképet szerkesztettünk. Az iszap átlagos vastagsága 60 cm, maximális értéke 130 cm. A mederdomborzatból kivonva az iszapvastagságot pedig az iszapfekü magassága kapható meg.

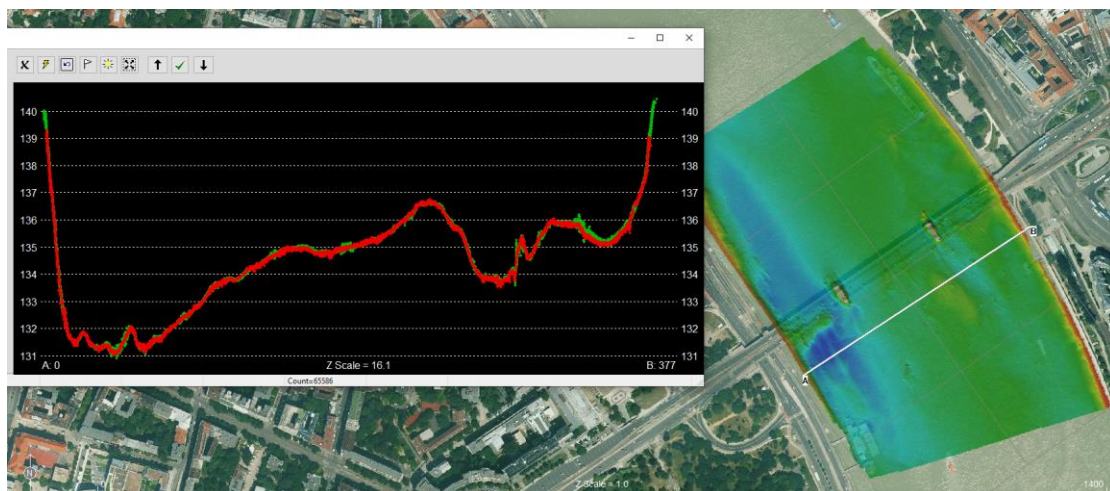
Dunai hidak mederfelmérése

2019. decemberében a Mérőhajó megkezdte a Duna az igazgatóság működési területére eső szakaszának mederfelmérését. A NORBIT (norvég) helyi képviselőjével közös mérési program keretében egy tesztelésre kapott Norbit iLidarral felszerelt iWBMSH multibeam berendezéssel felmértük a budapesti hidakat és környezetüket.



12. ábra Szabadság-híd felmérése

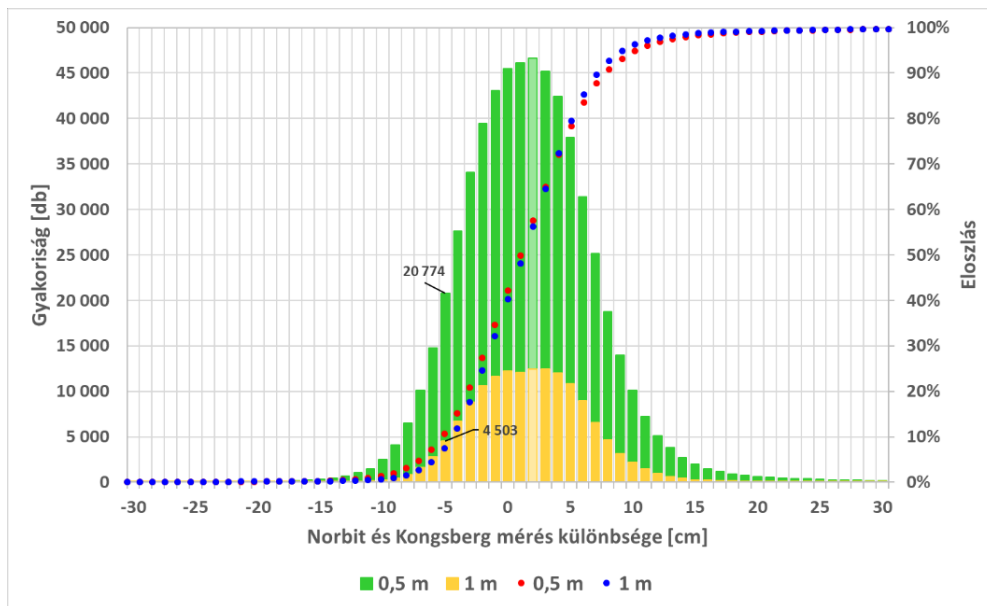
2021. augusztus 12-én külső megbízásra multibeamos medermérést hajtottunk végre a Petőfi híd alatt és felett, annak tengelyétől 150-150 m távolságig. A mederfelvétel a hídfelújításhoz való adatszolgáltatás céljából készült. A mérést a mérőhajó Kongsberg EM3002D kétfejes és - a Norbit Hungary Kft-vel való együttműködés keretében - egy WBMSe egyfejes mérőrendszerével is volt alkalmunk végrehajtani, lehetőséget teremtve a két műszer összehasonlítására és a mérés ellenőrzésre. A Kongsberg műszer robusztus, egy hajóba fixen, stabilan beépíthető típus. A Norbit berendezés kompakt, saját hordtáskájában könnyen hordozható, szállítható és telepíthető más-más a mérési feladatnak megfelelő vízi járműre (hajó, csónak, vízi drón). A Norbit multibeam pozicionáló rendszere lehetővé teszi a hídszerkezet alatti mérést, ahol RTK vétel nem áll rendelkezésre. A Dr. Csoma János mérőhajó jóval régebbi rendszere ezt nem tudja, így a híd alatti mérés RTK GPS-szel nem, csak parti pozicionálással (pl. mérőállomással) lehetséges. A Kongsberg (piros) mérés szinte tökéletesen fedi a Norbit (zöld) pontjait, a két műszer mérésének nagyfokú egyezését igazolva.



13. ábra Multibeam mérések összehasonlítása

A két műszerre külön-külön kiszámítottuk ugyanazon 1 m-es rácsháló minden cellájára az abba eső mérési pontok mediánját. Ugyanezt elvégeztük egy 0,5 m-es hálóra is. A mért területen így összesen 602 340 db 0,5 m-es és 152 407 db 1 m-es cellában volt mindkét műszernek adata. Ezekre a cellákra lehetett a két műszer mediánjainak különbségét képezni, a Norbit műszer értékeiből kivonva a Kongsbergét. Ezen értékek gyakoriságát és eloszlását mutatja a Hiba! A hivatkozási forrás nem található., a 0,5 és 1 m-es cellákra egyaránt. A mérések cm élességgel készültek, így a gyakoriság az esetünkben azt mutatja meg, hogy az adott különbség értéke hány cellában fordul elő. Például a -5 cm-es különbségű cellák száma a 0,5 m esetén 20 774 db, az 1 m-esnél 4 503 db, tehát ennyi esetben szolgáltatott öt centivel kisebb értéket a Norbit berendezés a Kongsbergnél.

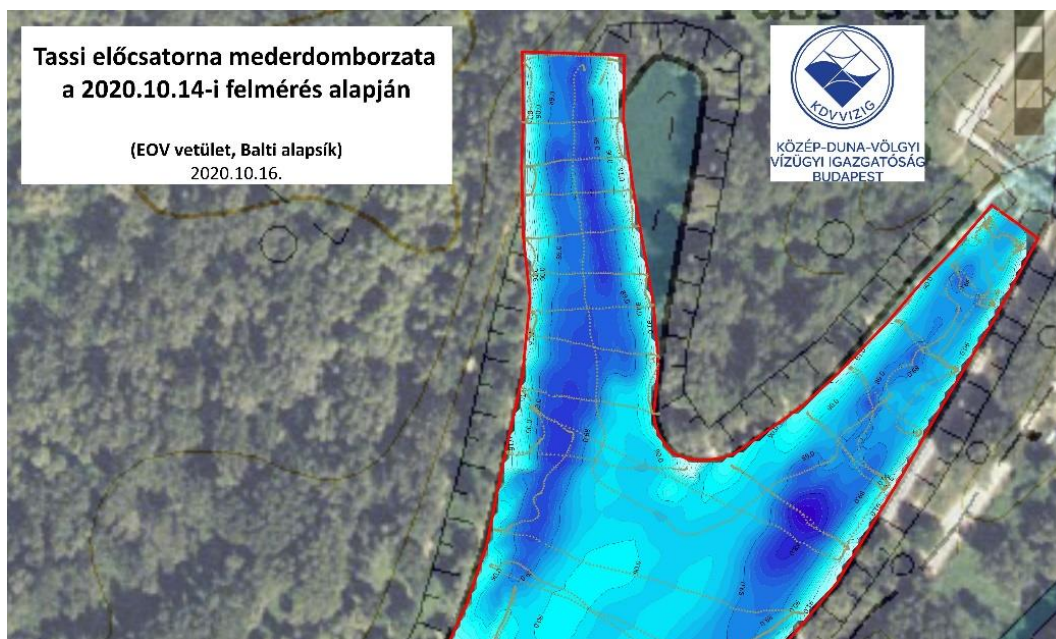
A két cellaméret gyakorisága nagyon hasonló, a medián értéke mindkét esetben 2 cm-re adódott (az ábrán világos színnel kiemelve). Ez azt jelenti, hogy a két műszer mérési különbsége 2 cm. Ez a nullától való kis mértékű eltolódás konstans hibára utal, ami keletkezhet a mérőrendszerek részegységeinek külpontos elhelyezkedésének meghatározásában, kalibrációjában lévő kisebb pontatlanságokból. Minden esetre a különbség annyira kicsi, hogy megállapítható a két berendezés gyakorlatilag ugyanazt a mérési eredményt adta. Az eloszlási görbe is ezt támasztja alá, hiszen az összehasonlított cellák 90 %-ában az eltérés a -6 és +9 cm-es tartományba esik.



14. ábra Norbit és Kongsberg műszerek mérésének összehasonlítása

Tassi előcsatorna felmérése

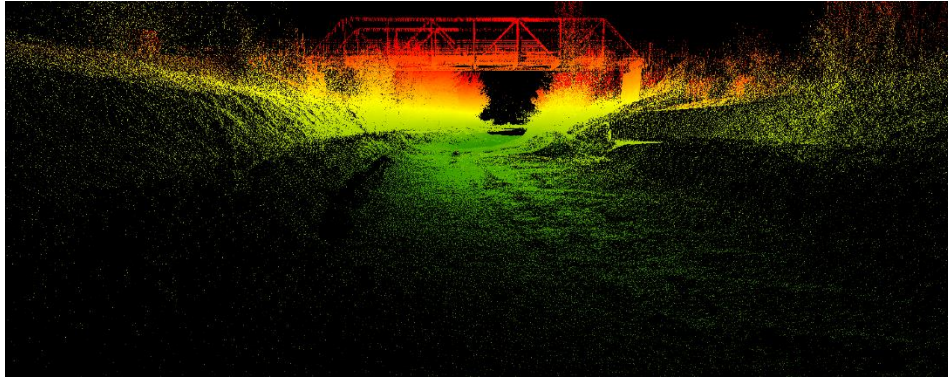
Tassi előcsatorna mederfelmérése esetén hordozó platform nélkül vízi drón partról való irányításával került sor keresztshelvények felvételével.



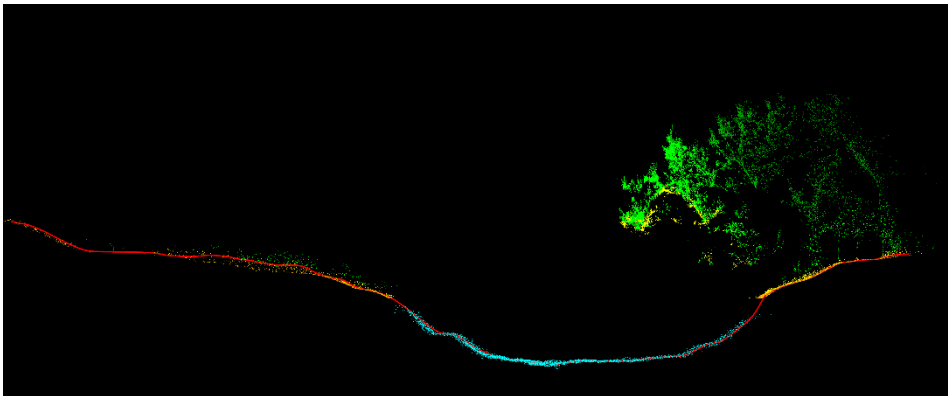
15. ábra Tassi előcsatornák mederomborzat helyszínrajza

Sió mérés

A szkennelés és a multibeam mérés részletes terepadatokat szolgáltatott a Sió medrére annak teljes hosszában, egészen a Keselyűs hajósilipig. Az eredetileg a Dr. Csoma János mérőhajóra rendszeresített lézershkennert a KDTVIZIG „Felmérő” nevű hajójára telepítettük. Így lehetővé a parti szkennelés kisvíznél történő végrehajtása. A méréshez a szekvenciális (legyező) mérési módot választottuk, ahol a szkennert vízszintes irányban egy szögtartományon belül oda-vissza mozog. A szögtartományt 100°-ra állítottuk, kezdőszöge 40°, zárószöge 140° volt.



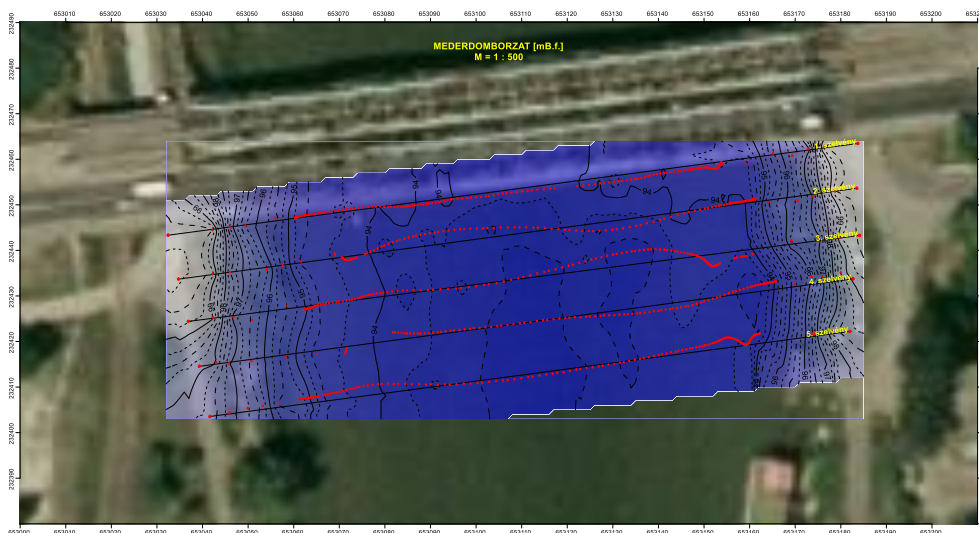
16. ábra Multibeam és lézer pontfelhő együttese a Sió egy szakaszán



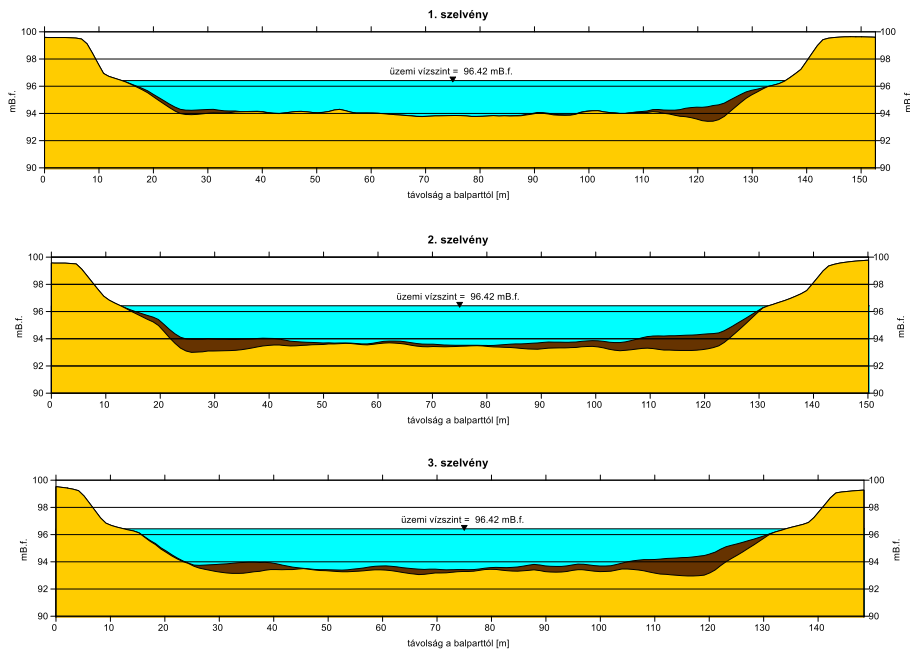
17. ábra A Sió egy keresztmetsvénye multibeam és lézer pontfelhőből

Gubacsi híd környezetének meder- és iszapvastagság felmérése

Fővárosi Vízművek Zrt.-től kapott megbízásra elvégezte a Ráckevei(Soroksári)-Dunán a Gubacsi híd környezetében tervezett nagyátmérőjű ivóvíz gerincvezeték környezetének meder- és iszapvastagság felmérését.



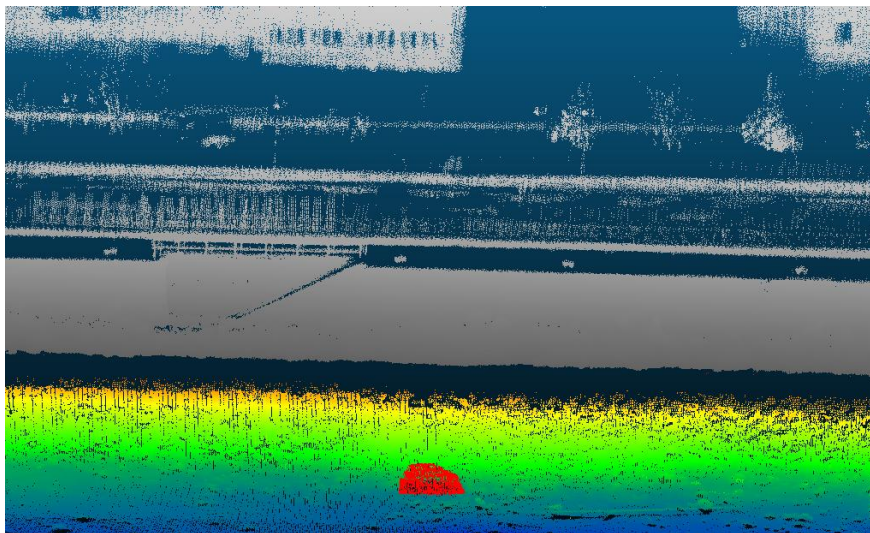
18. ábra Szintvonalas medertérkép mérési pontokkal



19. ábra Iszapvastagság keresztszelvényekben

Elsüllyedt Suzuki személygépkocsi keresése

A Norbit műszer kétszeres pontsűrűséggel képes mérni a régihez képest, lehetővé téve elsüllyedt járművek, roncsok, hídelemek, kisebb objektumok pontos felderítését. A mederalakzatok és mederfenéken lévő tárgyak könnyebben felismerhetők, akár már a helyszínen, utófeldolgozás nélkül. A 2018-ban elsüllyedt Suzuki felderítése 2019. november 13-án egy óra alatt megtörtént, míg a régi műszer pontfelhőjében is meglévő információból a gépkocsi nem volt felismerhető.



20. ábra Elsüllyedt személygépkocsi a budai rakpart közelében

KISVÍZFOLYÁS, MELLÉKÁG, HOLTÁG, TÁROZÓ MÉRÉS

Kiskunsági-főcsatorna meder- és iszappmérése

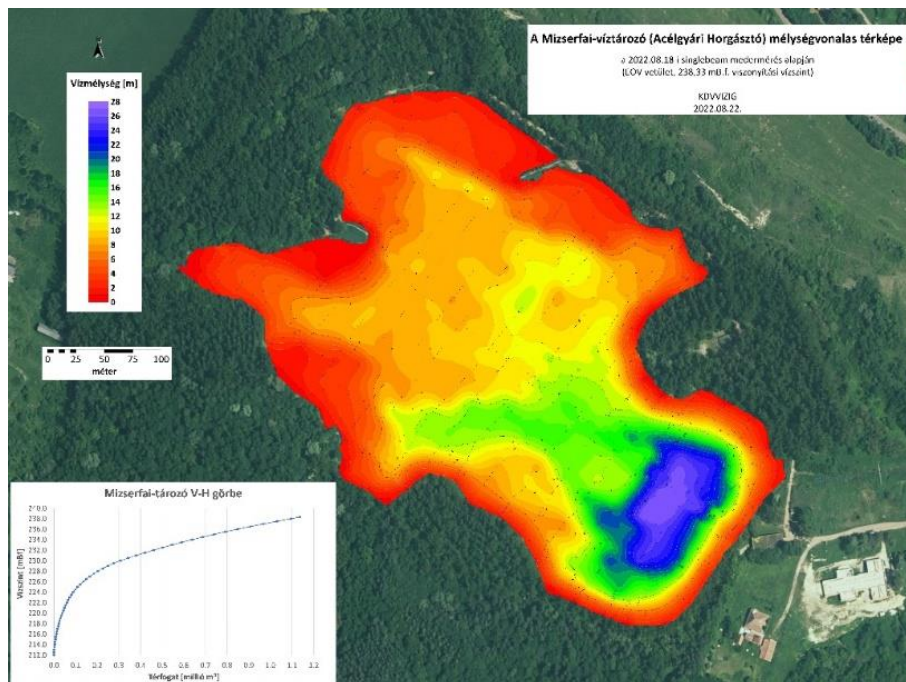
A Duna–Tisza közti Homokhátság vízhiányos ökológiai állapotának javítását, helyreállítását célzó vízkészlet-gazdálkodási projekt keretében 2023. áprilisában felmértük a Kiskunsági-főcsatornát. A medermérés 100 méterenkénti keresztszelvények mentén történt Teledyne

Q-Boat 1250 vízi drónnal. Az összesen 612 szelvény több mint 24 ezer pontot tartalmaz. Kilométerenként iszapmérésre is sor került, 58 szelvényben összesen 329 ponton. Az átlagos iszapvastagság 29 cm, a maximális érték 132 cm.



21. ábra Mesterséges és természetes medervisnyok mérése vízi drónnal

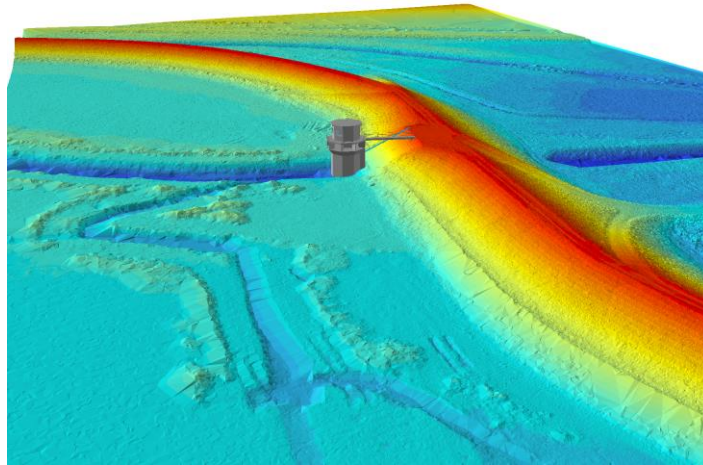
2022 áprilisában megtörtént az ágazati mérési tervben szerepelő Maconkai-víztározónak és a hozzá tartozó tórendszernek a mederfelmérése Teledyne Q-Boat 1250 vízi drónnal. A rendszert alkotó hét törészletből hatot sikerült felmérni 50 méterenként, összesen 85 szelvényben. Az országos vízhiány igazgatóságunk működési területén is sok problémát okozott, többek között a Zagyván is. Ezért vált szükségessé további tározók (Mizserfai-tározó, Darázsiki-tározó, Homokterenyei-tározó) hossz- és keresztshelvények mentén történő felmérése. A mérésekből nemcsak mederdomborzat, hanem mélységvonalas térkép és tározógörbe is készült.



22. ábra Mizserfai-tározó mélységvonalas helyszínrajza

Tarján-pataki (Kisterenyei) tározó

Mobil (gépkocsiról) és álló lézerszenkeres mérési módok kombinációjának alkalmazásával felmértük a leürített Tarján-pataki (Kisterenyei) tározó medrét és mőtárgyát.



23. ábra A Tarján-pataki-tározó terepmodellje

TÓMÉRÉS (BALATON)

Balaton mérés

„A balatoni vízkészlet fenntartható gazdálkodásának, vízhasználatának javítása, a szükséges infrastrukturális feltételek javításával” megnevezésű húzóprojekt előkészítési feladatainak ellátása, a Balaton új üzemeltetési rendjéhez szükséges fejlesztések, mederkotrások tárgyában a használati szempontból káros mederüledék helyének, eloszlásának pontosan megismerése érdekében 2019-ben a Dr. Csoma János mérőhajó méréseket végzett a Balatonon egy több frekvenciás ultrahangos berendezéssel a projektgazda Viziterv Environ Kft. kötelékében.

A mérés horizontális értelemben a Balaton teljes területére kiterjedt, vertikálisan a pannon réteghatárt célozta meg, mivel a használati szempontból káros mederüledék eltávolítása csak az e felletti iszaprétegeket érinthette.

A mérések végrehajtására egy könnyen használható, kisméretű új, Innomar SES-2000 compact Parametric Sub-bottom Profiler típusú műszer került beszerzésre. A műszer egy mérőfejből (transducer), egy központi egységből (top-side unit), valamint a mérőszoftverből (operating software) áll.



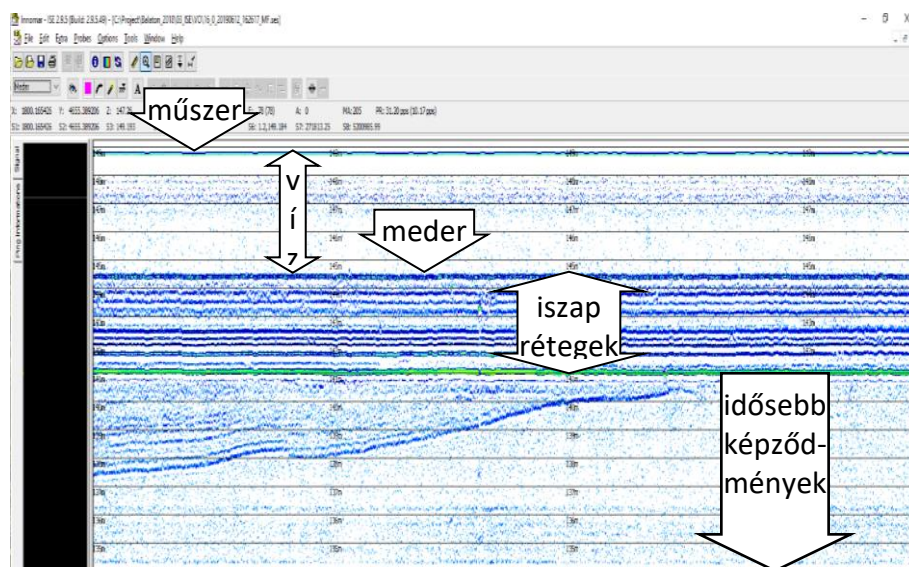
24. ábra Innomar SES-2000 Compact mérőműszer

A német gyártmányú, ultrahanggal működő eszköz egy fix elsődleges és egy vagy több állítható másodlagos frekvenciával képes dolgozni. Az elsődleges frekvencia a meder, a másodlagos frekvencia a mederfenék alatti réteghatárok mérésére szolgál. A berendezés a réteghatárokról visszaverődő ultrahang jeleket detektálja, a rétegek egyéb fizikai-kémiai tulajdonságait más módszerrel, például mintavételekből nyert minták elemzésével lehet meghatározni.

A mérési terv az 1975-ös Vízrajzi Atlasz VO és osztó szelvényeihez igazodott. Így 78 db, km távolságú VO és 174 osztó szelvény felmérése volt a feladat. Az egymástól mintegy 300-400 méterre lévő, összesen 252 szelvény 2 100 km hosszban történő felmérésből az 1900 km-nyi mély- és sekélyvízi felvételt a Dr. Csoma János mérőhajó személyzete hajtotta végre az új „subb-botom” berendezéssel.

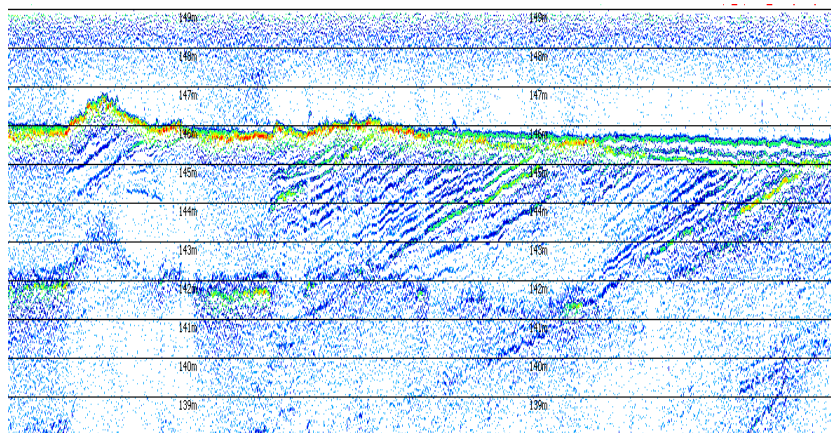
Az eredményeként előálló raszteres állományokat a műszerrel együtt beszerzett ISE (Interactive Sediment Layer Editor) szoftverrel dolgoztuk fel. Egy szelvény 2-6 egymást követő/átfedő mérési vonalból áll, mérőprogram két formátumban menti az eredményeket, így összesen $2 \times 1 184$ db feldolgozandó fájl keletkezett. Az előző fejezetben ismertetett „Multi Frekvency” mérési mód következtében ($4 \times 2 \times 1 184 =$) 9 472 rétegréteget kellett feldolgozni. Az adatfeldolgozás a mérések fent közölt magas számából, valamint a kiértékelés alacsony automatizálhatóságából adódóan rendkívül hosszadalmas folyamat volt.

Az adatokon jól megfigyelhető a mederfenék és az alatta szinte párhuzamosan települt iszaprétegek, valamint a mélyebben elhelyezkedő, idősebb földtani képződmények dőlő rétegsora.



25. ábra Rétegsor regisztrátum elemei

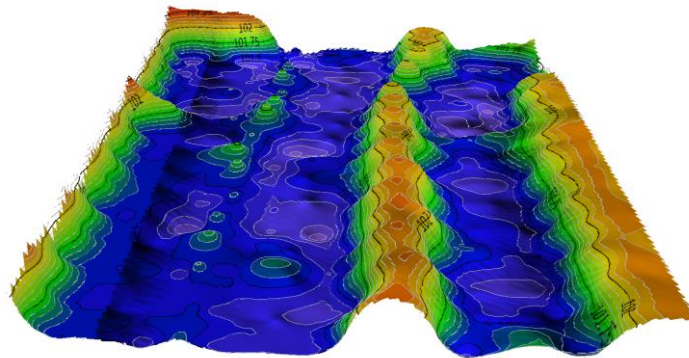
A feldolgozás során a projekt céljának megfelelően a meder és az első három réteg fekéje, valamint a rétegek jobb azonosíthatósága érdekében még az iszapos összlet fekéje, mint vezérréteg került meghatározásra. A rétegek azonosítása, ellenőrzése mintavételekkel, fúrású rétegsorokkal lehetséges. A réteghatárok azonosítását, ellenőrzését ezen eredmények birtokában lehetett véglegesíteni. A mérési eredmények a projektnek megfelelő felhasználáson túlmutató adattartalommal bírnak, további feladat lehet ezek kinyerését célzó feldolgozás, illetve további kutatás. Például azon területek részletes vizsgálata, ahol az iszaprétegek elvékonyodnak és az idősebb képződmények rétegefejei a mederfelszínre bukkannak, erősen szabdalttá téve azt.



26. ábra Rétegfekvések mederfelszínre bukkanása

Kotrások ellenőrző mérése a Balatonon

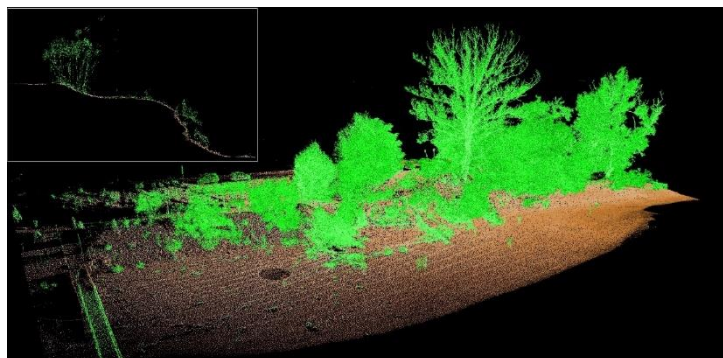
2020-ban a Balatonon két mérést hajtott végre a mérőcsapat. Áprilisban egy tervezett iszapcsapda helyén, október-november hónapban az elvégzett kotrások ellenőrzésére készítettünk mederfelvételeket több műszertípussal és szondarúddal.



27. ábra Kotrás utáni meder 3D képe

PART, TÖLTÉS, LÉTESÍTMÉNY FELMÉRÉSE

A horányi töltésláb kimosódásának vizsgálatához szükséges terepadatok előállítására Riegl VZ-1000 lézerekkel történt. A mérések 10 álláspontból készültek. A feldolgozás során a mérési pontok osztályozásra (terep, növényzet) kerültek. A töltés állapotáról a hagyományos méréseknél sokkal részletgazdagabb eredmény született. A közelben lévő, az áramlásokra jelentős hatással bíró két sarkantyú vízalatti része vízi drónnal, víz feletti része RTK GPS-szel lett felmérve.



28. ábra Horányi töltésláb kimosódás lézerekkel osztályozott pontfelhője

Megyeri híd szkennelése

A hajózást szolgáló RIS rendszer működtetéséhez szakmai igényként jelentkezett a magyarországi folyók hídjainak felmérése. A KDVVIZIG rendelkezik a munka végrehajtására alkalmas - 3D statikus és kinematikus adatgyűjtésre is képes - Riegl VMZ hibrid mobil lézer térképező rendszerrel. Az OVF által felállított szakértői csoport javaslata alapján a 2021. március 22-24. között pilot mérés elvégzésére került sor a Megyeri hídra vonatkozóan. Cél az egyes hidak felmérési és feldolgozási időigényének meghatározása, illetve a módszertani, technikai és személyi feltételek tisztázása. Ezen eredmények alapján illeszthető a felmérési tervbe a Duna, Tisza és mellékfolyóik mintegy ötven hídjának szkennelése.



29. ábra Lézerszkennő fix álláspontja a Megyeri hídnál

Beloianisz személyhajó lézerszkenneres felmérése

2020. júliusában az egyik szerkezetkész új kitűzőhajót szkenneltük álló üzemmódban. A jó eredményeken felbuzdulva 2021. 11. 03-án hajtottuk végre a Beloianisz (Balaton) személyhajó hajótestének lézerszkenneres felmérését. A felmérés statikus üzemmódban, 10 álláspont felvételével készült. Nehezítő körülmény volt, hogy a hajó alátámasztása több helyen kitakarta a mérendő részeket, valamint a felújítással járó folyamatos munkavégzés, hulladék és nyersanyag a munkaterületen. A felmérés kb. 3 GB nyers adatot eredményezett. A feldolgozás során megtörtént a 10 álláspont durva illesztése, majd ennek finomítása. A végleges illeszkedés standard deviációja (szórása) 2,7 mm. A hajótestet alkotó pontfelhő több mint 36,5 millió pontból áll (pontsűrűség változó, melynek átlaga 37 ezer pont/m²), melyet a megrendelő kérésére jelentősen (kb. 800 ezer pontra, a pontsűrűséget homogenizálva 900 pont/m²-re) ritkítottunk.



30. ábra Beloianisz hajó fényképe és lézers pontfelhője

Kvassay zsilip lézerszkennelése

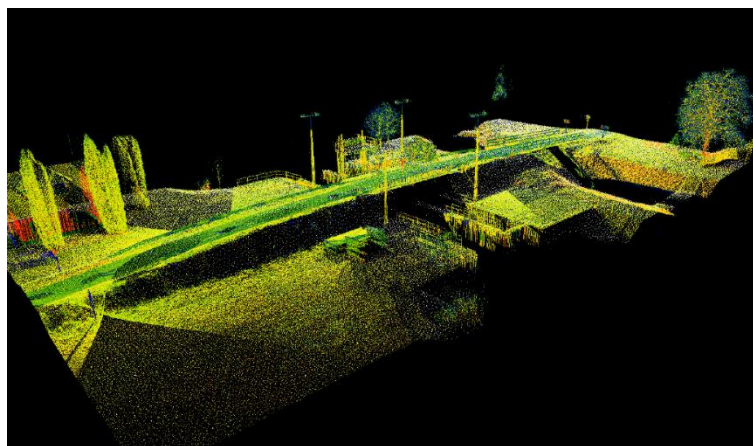
A 2018-ban 92 állásponttal elkészült a Kvassay zsilip lézerszkenneres felmérése kiegészült a kiemelt turbina rávezető csatornájának felméréssel.



31. ábra Kvassay zsilip lézerszkennер pontfelhője és légifotója

Kis-Balatonon töltésrendszerének felmérése

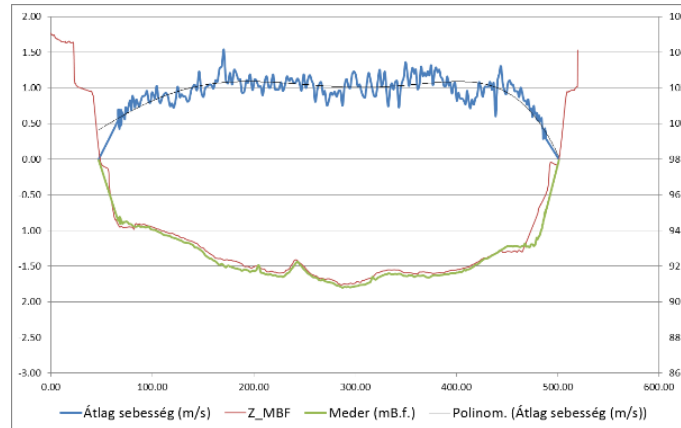
Ugyancsak a Balaton projekt keretében végeztük el a Kis-Balatonon mintegy 70 km töltés felmérését a Riegl VMZ hibrid mobil lézer térképező rendszerrel. A felmérések feldolgozása 50 m-enkénti keresztmetszvények és középvonali hossz-szelvények készítésével történt. Az eredmények jó egyezést mutatnak a 2019. március elején készült LIDAR mérésekkel. A kétfajta mérési módszer kiegészíti egymást: a LIDAR nagy területre ad kis sűrűségű, a földi mobil lézer kisebb területre ad nagy sűrűségű pontfelhőt.



32. ábra Kis-Balaton töltés felmérés (részlet)

VÍZHOZAM ÉS VÍZSEBESSÉG MÉRÉS

Kiegészítő kalibrációs célú vízhozam és vízsebesség méréseket végeztünk kilenc keresztzelvényben a Római part (Duna 1648-1660 és a Szentendrei-Duna 0-3 fkm szakasz) kisminta vizsgálatához.



33. ábra Mederszelvény és áramlási sebesség mérés eredménye kisminta vizsgálatokhoz

OKTATÁS, BEMUTATÓ

Vízrajzi mérőgyakorlat

A 2022. év május 17-19. között Harkányban megtartott országos vízrajzi mérőgyakorlat keretében hajódrón bemutatót is rendeztek. A Főcsatorna duzzasztó előtti felvizen kialakított I/1. mérőponton igazgatóságunk Sontek M9 ADCP-vel és Geomax Zenith 25 Pro RTK GPS-szel felszerelt Teledyne Qboat-1250 hajódrónjával vett részt a programon.



34. ábra Műszerbemutató a vízrajzi mérőgyakorlaton

Árvízvédelmi és Folyógazdálkodási Gyakorlat (NKE, Baja)

A Nemzeti Közszolgálati Egyetem Víztudományi Kara 2022. május 9-12. között rendezte meg hallgatói számára az éves Árvízvédelmi és Folyógazdálkodási Gyakorlatot Baján. A gyakorlat célja, hogy a hallgatók különböző alaktani, áramlási mérések elvégzésével, valamint a mérési eredmények feldolgozásával bepillantást nyerjenek egyes mérési folyamatokba. A korábbi

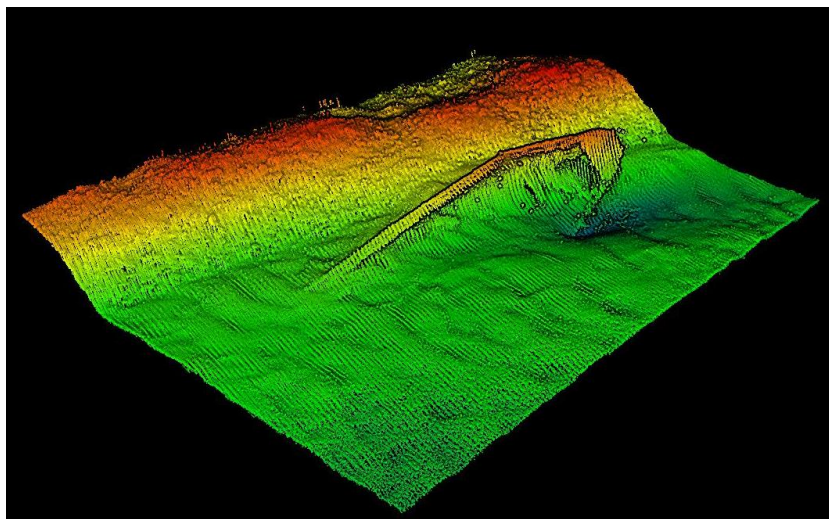
évekhez hasonlóan Igazgatóságunk, a Norbit Hungary Kft.-vel egyetemben, két nap erejéig részt vett a gyakorlaton és saját eszközeivel hozzájárult annak sikeres lebonyolításához. A mérési gyakorlaton a hallgatók megismerkedhettek különböző mérési technikákkal, amelyet Igazgatóságunk eszközein keresztül mutattunk be. A Dr. Csoma János mérőhajó segítségével mind a hajóba épített mérőműszer, mind a Norbit Hungary Kft. multibeam műszerének működését elsajátíthatták az Egyetem hallgatói.



35. ábra Dr. Csoma János mérőhajó a bajai oktatónapon

A bemutatónak szánt mérés során sikerült a Duna medrében kimutatni egy elsüllyedt hajóroncsot. A roncs a folyó partjától 80 méterre helyezkedik el, elhelyezkedéséből kifolyólag nem akadályozza a hajóforgalmat, még alacsony vízállás esetén sem. A hajó valódi mérete még nem ismert, ugyanis bizonyos mértékig hordalék fedi. A feldolgozott adatrendszeren látható hajórész hossza 26 méter. Eredete egyelőre ismeretlen, ennek feltárása további kutatást igényel.

A mérés eredményeképpen egy letisztult, koordinátahelyes pontfelhőt kapunk, amely valóságúen tükrözi a mederviszonyokat, illetve, jelen esetben kirajzolja a feltárt hajóroncsot. Az elsüllyedt hajóroncs jól kivehető a mérésből keletkezett pontfelhőn. Az adatfeldolgozás során a hallgatók betekintést kaptak a méréskeletkező nyers adatokba, megismerkedhettek a feldolgozás legfontosabb lépéseivel, és az azt végző szoftverekkel.



36. ábra NKE mérőgyakorlat során felmért hajóroncs pontfelhője