

Hidrogeodéziai felmérések módszertana és előzetes eredményei a Palicsi és a Ludasi tó vízgyűjtőjén

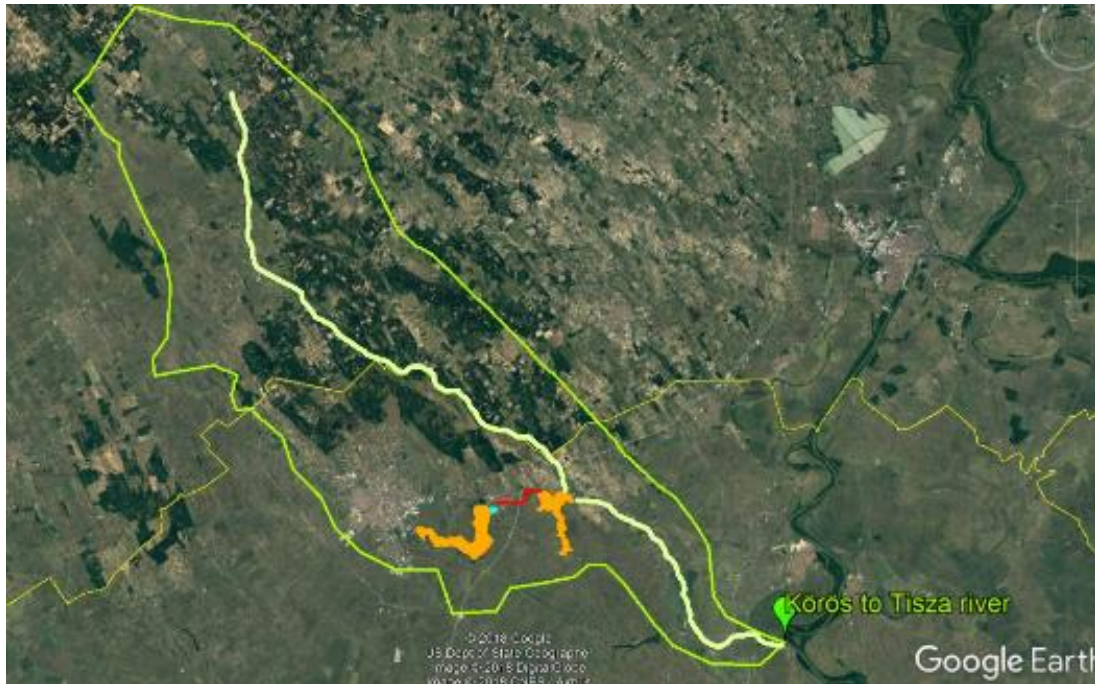
Kutassy Emese, Tamás Enikő Anna, Göttlínger István, Koch Dániel

Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Víz tudományi Kar, Baja

A HUSRB/1602/12/0014 „Sustainable wetland management of the transboundary Palic-Ludas catchment area” / „A határon átnyúló Palics-Ludas vízgyűjtő terület fenntartható vízgazdálkodása” (SWeM-PaL) projekt keretében több partnerrel együtt vizsgáltuk a vízgyűjtő területet. Ezen belül is a Palics-Ludas tórendszert, az összekötő csatornát és a Ludas tó betápláló (Körös-ér) és levezető (Körös-éri csatorna) csatornáját. A projekt vezető partnere a Szerbiában az Újvidéki Egyetem Építőmérnöki Kara (Szabadka), (Univerzitet u Novom Sadu, Građevinski fakultet Subotica). Ezen kívül társ partnerek még a Nemzeti Közszolgálati Egyetem Víz tudományi Kara (Baja), Szegedi Tudományegyetem (Szeged), a Kiskunsági Madár védelmi Egyesület (Izsák) Magyarországról, és a „Palics-Ludas” Közvállalat, Palics, (Javno preduzeće Palić – Ludaš) Szerbiából.

A projekt célja - az EU Víz Keretirányelvvel és a Natura 2000/Ramsar célkitűzések követelményeivel összhangban - fenntartható vízgazdálkodás fejlesztése a határokon átnyúló Palics-Ludas vízgyűjtő területre. Ezen belül is nagy hangsúlyt fektetve a vízminőség javítására, a vízpótlás hatékonyabb kezelésére, valamint monitoring rendszer létrehozására a magyarországi Kolon-tón meglévő monitoring rendszer alapján. Ennek a megfigyelési rendszernek a fejlődése lehetővé tenné a jövő döntéshozói számára, hogy alaposabban megértsék a vízgyűjtő területet, ezáltal lehetővé téve a vízpótlás hatékonyabb kezelését.

További feladat még az országhatárokon átnyúló Palics-Ludas vízgyűjtő terület megfelelő vízgazdálkodási politikájának javaslata. Ennek érdekében két multidiszciplináris terepi mérési kampányt végeztünk a Palics-Ludas vízgyűjtőterületen számára. A Palics-Ludas vízgyűjtő mind Magyarországon, mind Szerbiában található, a projekt a regionális csatorna rendszer hidrológiai és morfológiai állapotát, funkcióját fogja értékelni.



1. ábra A vízgyűjtő terület

A Nemzeti Közszolgálati Egyetem Víztudományi Kara szakértői feladatokat lát el a hidrológia és hidrometria tudományterületén, a Palics-Ludas tórendszer problémáinak megoldására. Mégpedig úgy, hogy összeveti a magyar területen elhelyezkedő Kolon-tóval, ezzel elősegítve a fenntartható és hatékony használatot. A Víztudományi Kar az adatfeldolgozásban is közreműködik, ahol a projekthez szükséges térképi adatbázist és információs rendszert állít össze és modellezési feladatokat végez. A Víztudományi Kara helyszíni mérésekhez helyszíni felszerelést és szakértelmet biztosított. A – részben az e projektből beszerzett - korszerű felszereléssel és széles körű tapasztalattal rendelkező Víztudományi Kar, mind a terepi felmérésekkel (mederfelvétel, vízhozammérés, mintavételezés), mind a számítógépes feldolgozás területén hatékonyan segíti a projekt sikeres végrehajtását, segítve ezzel a célterület tájhasználatát és optimális hasznosítását a kulturális és élőhely-védelmi célok érdekében.

A határon átnyúló projektben a geodéziai felmérések elkerülhetetlenek. Ebben a részben számolni kell a két ország (Magyarország és a Szerb Köztársaság) geodéziai rendszerei közötti különbséggel. Mind a vetületi, mind a magassági rendszereink különbözőek.

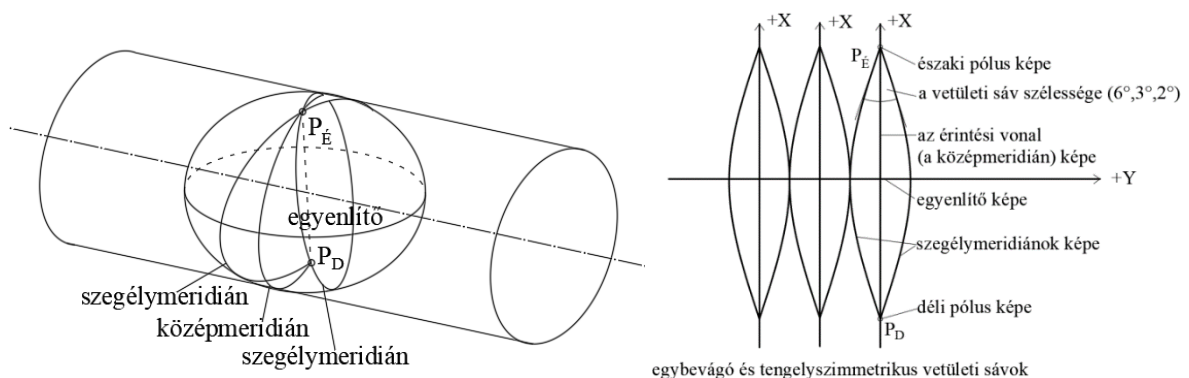
Magyarországon a földmérési térképek vetületi rendszere az 1975-ben bevezetett egységes országos vetület (EOV), ami egy ferdetengelyű, szögtartó, ún. süllyesztett hengervetület. Alapfelülete a Nemzetközi Geodéziai Unió által az 1967-ben elfogadott IUGG 67 elnevezésű forgási ellipszoid (nagy tengelye 6 378 160 m, lapultsága (1/f): 298,247167427). Ez a vetületi rendszer összhangban van az egységes országos térképrendszerrel (EOTR).

Az ország teljes területét egy hengervetület fedi le. A koordináta-tengelyek tájolása ÉK-i, vagyis a pozitív X iránya északra, a pozitív Y iránya keletre mutat.[1] Az x tengely a gellérthegyi alapponton áthaladó kezdő meridián vetített képe, az y tengely pedig Mo. középső szélességi vonala közelében haladó és a kezdő meridiánra merőleges legnagyobb

gömbi kör vetített képe. A számítások egyszerűsítése érdekében a koordináta-tengelyeket önmagukkal párhuzamosan X irányban 200 000, Y irányban 650 000 méterrel eltolták azért, hogy az egész ország területe az első koordináta-negyedbe essék. Az X koordináta értéke 400 000 m-nél mindig kisebb, az Y koordináta 400 000 m-nél pedig mindig nagyobb. Ezzel is biztosítva a koordináták esetleges felcserélése elleni védelmet. Az ingatlan nyilvántartási és polgári topográfiai térképek ebben a vetületi rendszerben készülnek.

A Szerbiai Köztársaság a Gauss-Krüger vetületi rendszert használja.

A nemzetközi vetületek közül a Gauss-Krüger vetület az egykori Varsói Szerződés tagállamainak közös katonai vetülete volt. Alapfelülete a Kraszovszkij - ellipszoid, képfelülete egy tranzverzális elhelyezésű az alapfelületet egy meridiánellipszis mentén érintő (ellipszis keresztmetszetű) hengerpalást. A Gauss-Krüger vetület szögtartó, nemzetközi használatra alkalmas, mert segítségével az egész Földet ábrázolni tudjuk.



2. ábra Gauss-Krüger vetüle

A vetületi sávok X koordináta-tengelye az érintési meridián egyenes képe, Y tengelye pedig az egyenlítő szintén egyenes képe. A koordináta-rendszerek az északi félgömbön észak-keleti tájolásúak. A hossztorzulás az X tengelytől távolodva növekszik. Egy-egy vetületi sáv csak meghatározott ún. szegélymeridiánok között használható, a szegélymeridiánok földrajzi hosszúságkülönbsége 6° . A sáv szélén a legnagyobb a hossznövekedés. A műszaki feladatok megoldásához használt ún. nagy méretarányú térképek sáv szélessége 3° illetve 2° , a hossznövekedés 16 cm/km illetve 7 cm/km.

A Gauss-Krüger vetület előnye, hogy egy-egy sáv az északi pólustól a déli pólusig terjed, így az egész Föld ábrázolásához 6° -os rendszerben 60 sáv elegendő. A koordináta-rendszerek Y tengelye közös, a vetületi sávok egybevágóak és mindkét tengelyre szimmetrikusak, ezért a vetületi számítások eredményét elegendő egyetlen negyed sávra vonatkozóan táblázatba foglalni.

Magyarországon egy 1960-ban megjelent utasítás a balti alapszint használatát írta elő. A Balti-tenger közepes tengerszintjének magasságát a Leningrád melletti Kronstadt város kikötőjében található mareográf regisztrálja. E szintfelület kiindulópontja a kronstadti híd lábában elhelyezett vízmérce 0 vonása.

Az Egységes Országos Magassági Alapponthálózat (EOMA) a magyar magassági vonatkoztatási rendszert fizikailag képviselő országos magassági alappontok hálózata, Magyarország hivatalos magassági alappont rendszere, az állami alapadatok adatbázisának része. Az EOMA pontok létesítésének, mérésének, dokumentálásának és állami átvételének

szabályait miniszteri rendelet előírásai tartalmazzák. Az EOMA pontok magasságát a Balti-tenger Kronstadtnál mért középvízszintjéhez tartozó potenciálfelülethez viszonyítják. A balti alapszint magyarországi kezdőpontja a Nadap II. nevű szintezési főalappont, amelynek magassága a balti alapszinthez viszonyítva 176.2338 méter.

Szerb Köztársaságban két szintezési hálózatot használnak, a Szabatos szintezési hálózatot (PN) és a Szabatos szintezési hálózat-2-t (NVT2).

A „Szabatos szintezési hálózat”-ban (Precizni Nivelman = PN) meghatározott magassági jelek magassága a trieszti kikötőben, a Molo Sartorio vámépületében elhelyezett normál főalappont csapja által reprezentált szintfelületre vonatkoznak, ezt nevezik Trieszti normálmagasságnak. Ezen csap magasságát 3.352 méterben állapították meg az Adriai-tenger Trieszti-öblének középvízszintje felett az 1875. évben végzett mérések alapján. A PN rendszerben számított magasságok normál ortometrikus magasságok.

A „Szabatos szintezési hálózat-2” (Nivelman Visoke Tachnosti-2 = NVT2) rendszerben meghatározott magassági jelek magassága az Adriai-tenger középvízszintjéből levezetett referencia alapfelületre vonatkozik. Az NVT2 alapfelülete az Adriai-tenger hat mareográfjának kiegyenlített mérései alapján került megállapításra: Koper, Rovinj, Bakar, Split, Dubrovnik és Bar. A magassági referencia felület az 1971.0 epochára vonatkozik.

A két ország eltérő rendszerei miatt úgy döntöttünk, hogy a magyar rendszerben hozzuk létre a modellt, és mindent átkonvertálunk EOVS rendszerbe és Balti magasságba.

A tórendszer vízgyűjtőterületének lehatárolását a meglévő korábbi tanulmányokat figyelembe véve térinformatikai rendszerben, a domborzat, a terepalakulatok és a vonalas létesítmények figyelembe vételével végeztük el. A vízgyűjtő terület magában foglalja a Körös-ér magyarországi és szerbiai vízgyűjtőjét, valamint a Palicsi-tó saját vízgyűjtő területét, mely Szabadka város és Palics belterületének nagy részét is tartalmazza. A Ludasi-tó saját vízgyűjtője a környező mezőgazdasági területekre és a tóparti két kistelepülés (Hajdujárás és Ludas) belterületére terjed ki.

Az első terepi mérésekre 2018 júniusában került sor a társ partnerekkel közösen. Az NKE VTK mérőcsapata a Palicsi és Ludasi tavak mederfelvételét, a két tavat összekötő csatorna keresztmetszvényeinek felmérését végezte, valamint a vezető partner kérésének eleget téve, a talajvíz megfigyelő kutak magasságát határozta meg. A szerb kollégák végezték a vízminőség vizsgálatát, a Palics-Ludas Közvállalat szakemberei a Ludasi-tó nádasának madárvilágát, a Szegedi Egyetem kutatói pedig a környék növényvilágát vizsgálták.



3. ábra A Palicsi,Ludasi tavak, az összekötő csatorna és a Körös-éri főcsatorna



4.ábra A Palicsi tó szektorai

A Palicsi tó négy szektorból áll és hozzátartozik még a Vér-tó, amiből az összekötő csatornán folyik a víz a Ludasi-tóba. A Palicsi-tónak nincs betápláló csatornája, a vízutánpótlást a tisztított szennyvíz, és a csapadék biztosítja.

A mederfelvételt Sonar Mite mélységmérővel végeztük, a helymeghatározás Hi-Target rendszerrel történt. A vízszintrögzítést a tavakon lévő műtárgyakon meghatározott alappontokról végeztük. Mivel Szerbiában nem ismertük a magassági alappontok helyét, magasságát, ezért 1 órás statikus méréssel határoztunk meg saját alappontokat a tavakat összekötő műtárgyakon. Az alappont meghatározás EOVS rendszerben, Balti magassággal történt. Ezt azért is meg tudtuk tenni, mert a felméréndő terület igen közel van a magyar határhoz, és a magyar referencia állomások vonzáskörzetében lettek meghatározva az

alappontok, így módunk volt a Vitec használatára. A pontosság miatt végeztünk statikus méréseket, de az összehasonlítás kedvéért RTK módban is megmértük a pontokat.

1. táblázat Statikus és RTK mérések összehasonlítása

Pontszám	Magasság (mBf)		
	RTK	Statikus	Δ
1	103.00	103.08	0.08
2	102.80	102.86	0.06
3	103.23	103.32	0.09
4	102.95	103.02	0.07
5	97.63	97.83	0.20
7	110.22	110.21	0.00
8	113.12	113.15	0.03
9	101.94	101.99	0.05
10	100.26	100.28	0.02
11	98.39	98.35	-0.04
12	97.97	97.98	0.01

Látható, hogy viszonylag nyílt területen használva a GNSS vevőt a két fajta mérési eljárás között átlagosan 6 cm eltérés adódott. A számításokhoz a továbbiakban a statikus mérés eredményeit vettük figyelembe.

A vízszintrögzítéshez a műtárgyak környezetében mind az alvív, mind a felvív magasságát szintezéssel határoztuk meg

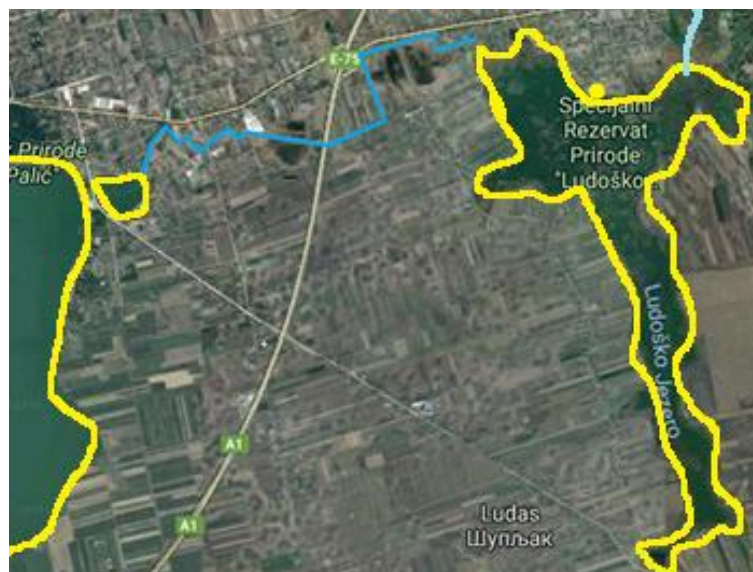


5. ábra Statikus mérések helyei a Palicsi tónál



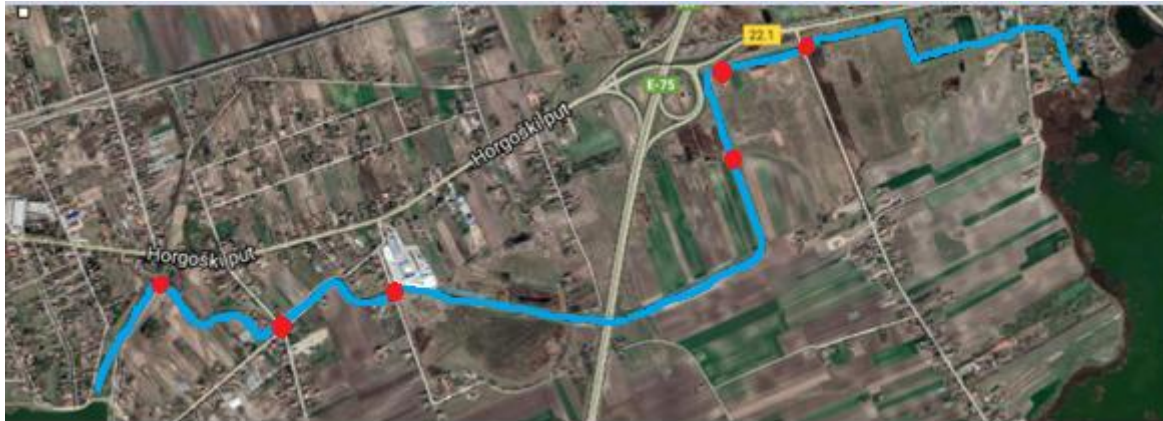
6. ábra Statikus mérések helyei a Ludasi tónál

A mederfelvételhez biztosított mérések után a két tavat, a Palicsi és a Ludasi tavakat összekötő csatornán folytattuk a geodéziai méréseket. Az összekötő csatorna a Vértó északkeleti sarkából indul és a Ludasi-tó északnyugati csücskébe torkollik



7. ábra Az összekötő csatorna

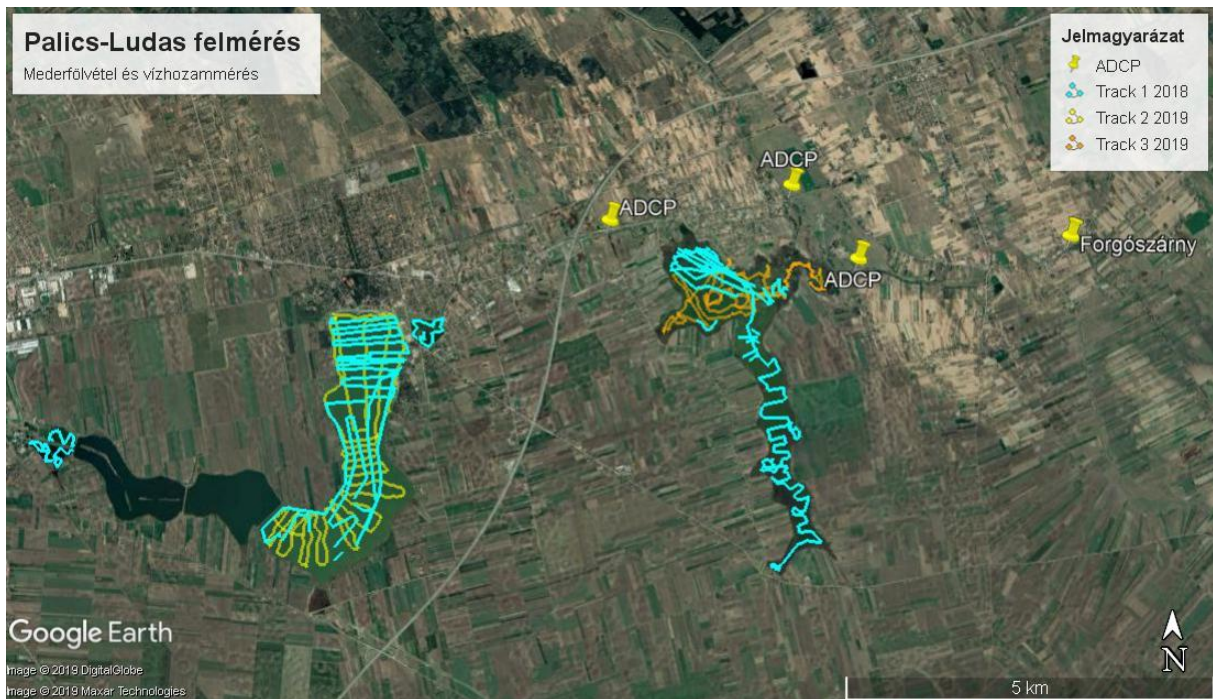
A keresztmetsvényeket csak a csatornán átmenő hidaknál, illetve műtárgyaknál tudtuk felvenni, mivel a csatorna jellemzően nádassal erősen benőtt, vize pedig rendkívül szennyezett volt. Vízsíntes helyzet meghatározásához keresztmetsvényenként két pontot mértünk be RTK-val. Ugyanakkor minden keresztmetsvényénél meghatároztunk egy magassági alappontot statikus méréssel, amiről a keresztmetsvény felvételezése történt. Ezeket a helyeket festéssel jelöltük meg, részben a szabadkai kollégák kérésére, hogy a későbbiekben monitoring tevékenységükhöz fel tudják használni.



8. ábra Keresztszelvény helyek az összekötő csatornán

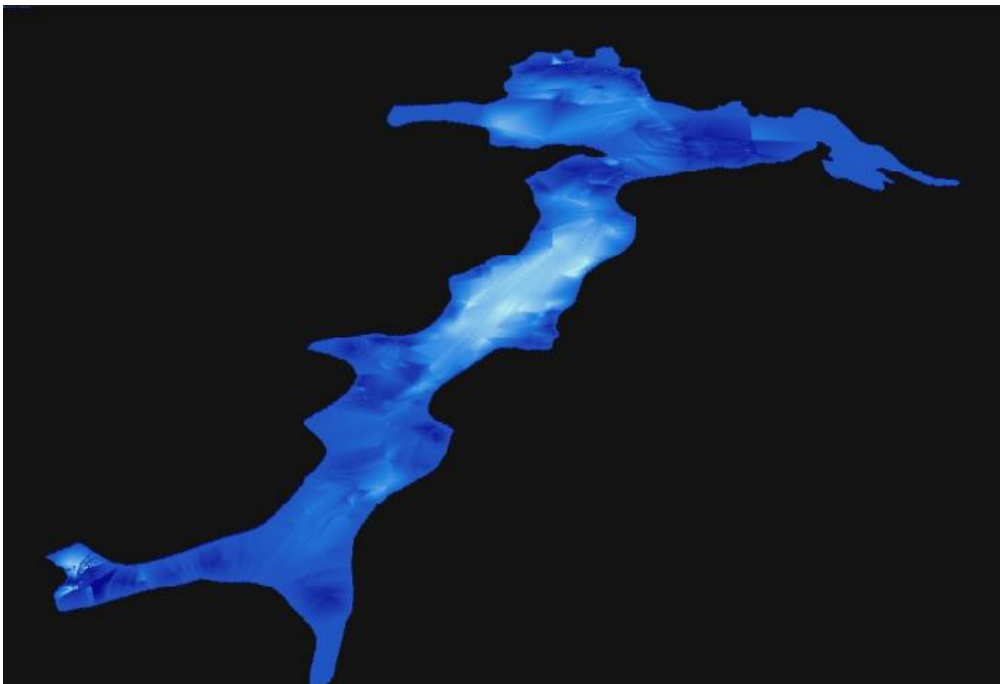
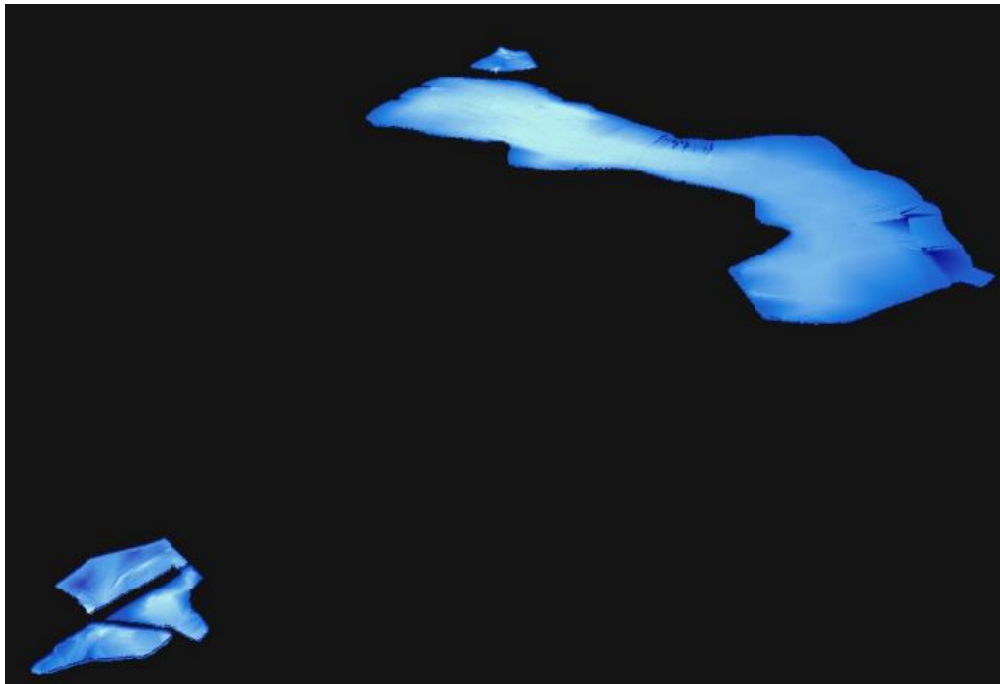
A keresztmetsvények felvétele szintezéssel történt, ahol lehetett az iszap vastagságát is mértük.

A tavak mederfelvétele egy előre meghatározott szelvényezés szerint kezdődött, amit a Palicsi tavon még jól tudtunk követni. A Ludasi tavon az előre meghatározott szelvényezést nem lehetett végrehajtani a rendkívül kiterjedt nádszigetek miatt. Ez az alábbi képen is jól látszik. Színenként elkülönítettük az egyes napok felvételeit.



9. ábra Medermérés útvonala 2018-ban és 2019-ben, valamint a vízhozammérési szelvények

A mérések befejeztével a felmért, begyűjtött adatokat rendszereztük, feldolgoztuk és előzetes trendeket állapítottunk meg. Létrehoztunk egy terepmodellt is a két tó medréről, melyet a teljes vízgyűjtő modellezéséhez tervezünk használni.



10. ábra A mederfelmérés eredménye

2019. áprilisában bejártuk a Kőrös-éri főcsatornát Kunfehértótól a Tiszáig. A bejárás során megállapítottuk, hogy a csatornában a magyarországi szakaszon nincs víz, ezért érdemi méréseket csak a szerbiai szakaszon tudunk végezni. Kijelöltük a keresztmetszvények felvételének helyeit, valamint megállapítottuk a vízhozam mérési szelvények helyét is.

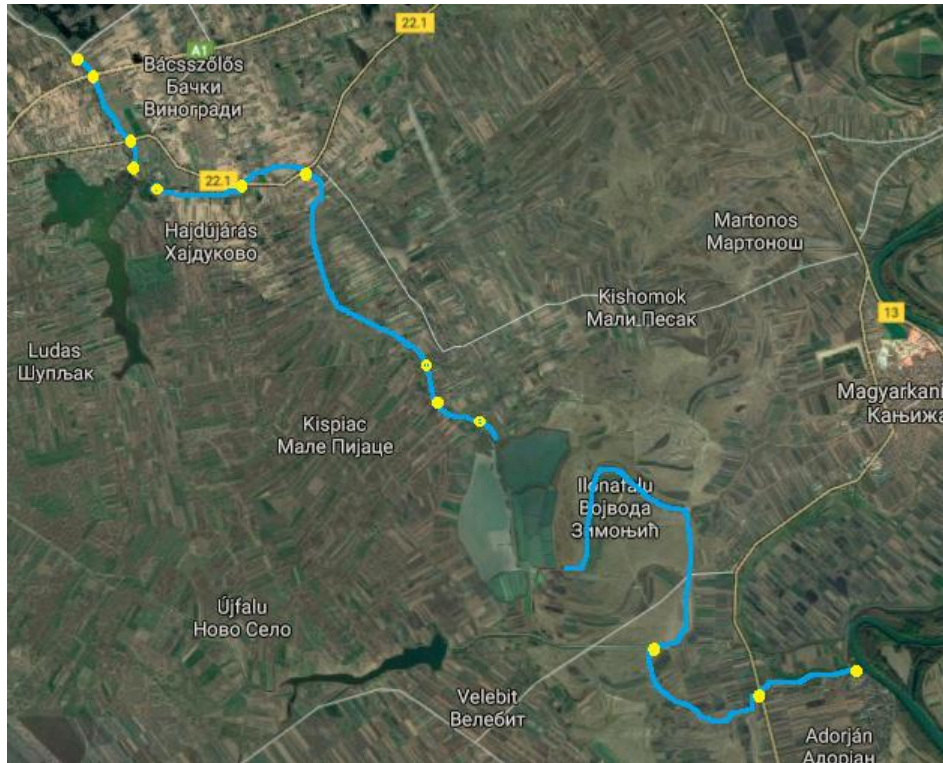
A méréseket júniusban végeztük, bevonva a Víz tudományi Kar hallgatóit is a munkába. A keresztmetszvényezés és vízhozam mérés mellett még mederfelvételt is végeztünk azokon a helyeken, amelyek tavalyi év során elmaradtak. Itt vízszintrögzítés is történt.



11. ábra Medermérés a Palicsi tavon



12. ábra Vízszintrögzítés



13. ábra Keresztszelvény felvételi helyek a Kőrös-éri csatorna szerbiai szakaszán

Az idei méréseknél az okozta a nehézséget, hogy már a Kispiaconál és tőle délre lévő pontok kívül ezek a Vitel hatótávolságán, azaz a saját GNSS vevőnkkel már nem kaptuk a korrekciókat, így a mérésekhez nem használhattuk. Szerbiában is csak földmérési jogosultsággal rendelkezőknek adnak földmérési alappontokat. Esélyünk sem volt hivatalosan megkapni a magassági pontokat. Több módszer jutott eszünkbe. Az egyik, hogy ha mérjük a vízszintet, és mellette a vízmércét leolvassuk, akkor a vízmérce 0 pontjának ismeretében, már meg a keresztmetszvény pontjainak magasságát is megkapjuk. Szerencsénkre azonban erre már nem volt szükség, mert a társpartner Palics Ludas Közvállalat a projektben szerzett be egy geodéziai pontosságú GNSS vevőt. Ezt a műszert használtuk a délebben fekvő területek mérésekor. Természetesen gyorstalpaló nyelvtanfolyamot is elvégeztünk a mérések előtt.

A kapott eredményeket kiolvastuk a műszerből. Ezek a koordináták természetesen a szerb rendszerben vannak meghatározva. Az átkonvertálása mind vízszintes, mind magassági értelemben még vissza van, ez a feldolgozási folyamat része lesz.

Az ez évi mérések is érdekes és nehéz feladatnak bizonyultak. A műtárgyak környezetének állapota több helyen is olyan volt, hogy még a megközelíthetősége is kihívást okozott. Növényzettel, fával teljesen benőtt zsilip, az autópálya alatti rész felmérése, némely műtárgy megközelítése is fejtörést okozott.



14. ábra A Körös-éri csatorna torkolati műtárgya a Tiszánál



15. ábra Hullámtörő



16. ábra Bujtató: a Körös-éri csatorna átvezetése a Velebiti csatorna alatt

A medermérést végzők sem voltak jobb helyzetben, hiszen az idei évre maradt részek a nehezebben mérhető helyek voltak. A helyi természetvédők segítségével tudtuk csak megtalálni a nádszigetek között az átjárókat, nem kevés fizikai erő bevetésével.



17. ábra Ludasi tó

A tavak vízforgalmának előzetes becsléséhez egyidejű vízhozamméréseket végeztünk a tőrendszer tápláló egyetlen vízfolyáson: a Körös-éren, a két tavat összekötő csatormán, mely a Palicsi-tóból szállít vizet a Ludasi-tóba, valamint a Körös-érnek azon a szakaszán, amely a tőrendszer és a tiszai torkolat között húzódik, összesen 5 szelvényben.

A vízhozammérések eredményeit az alábbi táblázatban foglaltuk össze:

2.táblázat: vízhozammérési összesítő 2019.06.17.

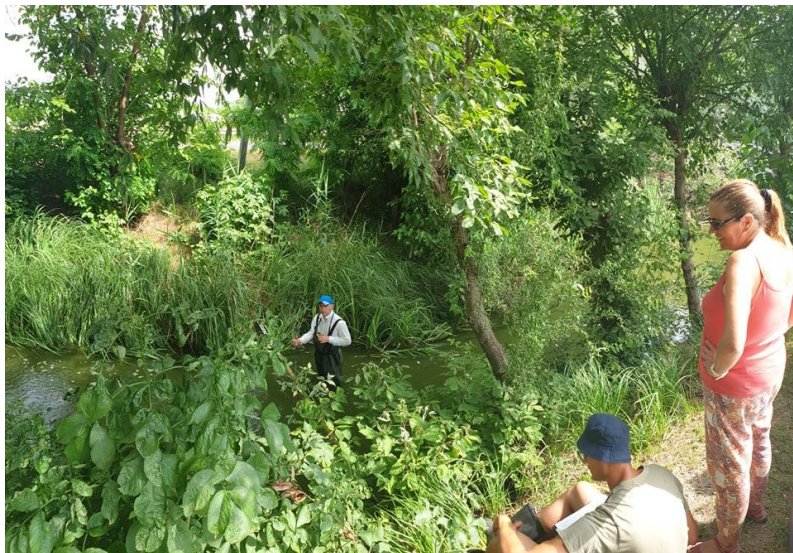
mérés száma	vízfolyás	szelvény	módszer	Q [m ³ /s]	mérte
1	Körös-ér	Hajdujárás, Ludasi tó befolyás fölött	ADCP RiverPro	0	Nacsa D., Kapitány Sz., Dr.Tamás E.A.
2	Körös-ér	Hajdujárás, Ludasi tó kifolyás alatt	ADCP RiverPro	0,362	
3	Körös-ér	Hajdujárás, Horgosi út hídja alatt	OTT C2 forgószárny	0,491	
4	Körös-ér	Adorján, Magyarkanizsa-Zenta közúti híd fölött	ADCP RiverPro	0,418	
5	Palics-Ludas ök csatorna	Hajdujárás, Ludasi híd alatt	ADCP RiverPro	0,631	

A vízhozammérések eredményei azt mutatják, hogy a Ludasi-tó fölött, az országhatár alatti szakaszon a vízzel telt, de vízmozgást szemmel láthatóan nem mutató Körös-ér magyarországi szakaszról nem szállít hozamot. Ennek megfelelően a Ludasi tavat kizárólag a Palicsi-tóból átvezetett 0,631 m³/s táplálta a vizsgált időpontban, A Ludasi tó párolgási veszteségének köszönhető, hogy a kifolyásnál ennél jelentősen kevesebb, 0,362 m³/s volt a

hozam, melyet fix küszöbű bukón keresztül engednek le a Ludasi tó vízszintszabályozása érdekében. A további szakasz hozam-változásait a valószínűleg a Kőrös-éren lévő (nagy részben illegális) vízbevezetések és vízhasználatok befolyásolják (ez utóbbiak nagyrészt a Kapitány-réti halastavak).



18. ábra Vízhozammérés ADCP-vel a Ludasi tó kifolyásánál



19. ábra Vízhozammérés forgószárnyas

Az elmúlt mérési és feldolgozási időszak alapján elmondható, hogy a felméréendő terület terepi bejárása elengedhetetlen. Bármilyen jól előkészített is a munka a terep mindig okoz meglepetéseket, a természet nem áll meg a kedvünkért.

A korszerű műszerekkel, technológiával egyszerűbbé válik a terepi adatgyűjtés, feltéve, ha a szabályzások megengedik. Nehezebb dolgozni külföldön pontosan az ottani jogszabályok, szabályzatok nem ismeret miatt, ami némileg megkötí a kezünket. Viszont ugyanezen okokból rákényszerülünk a nekünk legkedvezőbb megoldások megtalálására. Nélkülözhetetlen a hatékony munkához a jól kiválasztott műszerpark, és nem árt, ha van tartalék műszerünk. Ez nem csak az esetleges meghibásodás miatt szükséges, hanem az időjárás miatt esetleges munkamenet átszervezése miatt is.

A velünk együtt dolgozó hallgatók ezen időszak alatt megtapasztalhatták a terepi munka „szépségeit”, a munkaszervezés, a hatékonyság fontosságát, és azt, hogy terepen nem órához kötött a munka, hanem feladathoz. Ízelítőt kaptak a mérnöki szemléletből, testközelből megtapasztalhatták, amit eddig „csak” az iskolában tanultak.

Feladatok még

GIS adatbázis folyamatos bővítése

Terepi felmérések adatainak az modellekbe történő táplálása.

Eredmények folyamatos kiértékelése mellett a monitoring tevékenység pontosítása.

A megfelelő vízkormányzás lehetőségeinek értékelése.

Folyamatos adatfeldolgozás, eredmények kiértékelése, folyamatos monitoring tevékenység.

A felmért begyűjtött adatok rendszerezése, feldolgozása, végső trendek megállapítása, következtetések, értékelés.

GIS adatbázis véglegesítése

Irodalomjegyzék:

Varga József: Vetülettan. Elektronikus jegyzet. BME Általános- és Felsőgeodézia Tanszék, Budapest, 2004. honlap

FÖMI 6. számú melléklet a huszonnegyedik üléshez jegyzőkönyvéhez, műszaki leírás 2015