

# Vízfolyások időszakosságának elemzése a Dera- és Bükkös-patakon végzett monitoring vizsgálatok alapján

Takácsné Tóth Ágnes, György Máté

Közép-Duna-völgyi Vízügyi Igazgatóság

## KIVONAT

Vizsgálatunk célja két eltérő tájegységhez tartozó, eltérő földtani adottságokkal, ám hasonló hidromorfológiai tulajdonsággal rendelkező kisvízfolyás időszakossági jellegének feltérképezése volt. Ideális esetben egy vízfolyást, több szelvényben, több évig, minden nap kellene monitorozni ahhoz, hogy biztosan meg tudjuk állapítani annak időszakossági jellegét. Erre azonban feltételezéseink szerint a gyakorlatban nincsen feltétlenül szükség. Tanulmányunkban rámutattunk, hogy ahhoz, hogy a kiválasztott vízfolyásokhoz hasonló jellegűeket minősítsünk, elsősorban a hosszmenti és nem az időbeli változásokkal szükséges tisztában lennünk.

Kutatásunk során igyekeztünk minél szélesebb körben feltárni a különféle helyszíni mérések hasznosságát egy új módszertan kidolgozásának érdekében. A Közép-Duna-völgyi Vízügyi Igazgatóság állandó vízrajzi távjelző méréseit napi időszakossági észlelő pontokkal, havi forráshozam, illetve a felszíni vízfolyásokon és forrásvizekben végzett helyszíni fajlagos elektromos vezetőképesség mérésekkel egészítettük ki. Az általunk kidolgozott módszer teszteléséből származó eredmények elsősorban a földtani sajátosságok jelentőségére világítottak rá, de közelebb kerültünk az alaphozam alakulásáért felelős tényezők megértéséhez is, amelyek szintén hozzájárultak az újabb vizsgálati irányok kijelöléséhez.

**KULCSSZAVAK:** időszakosság, hidrológia, monitoring, forrás, fajlagos elektromos vezetőképesség, alaphozam

## BEVEZETÉS

A Magyarországon nyilvántartott vízfolyások általában rendelkeznek olyan mederszakaszokkal, melyek csak időszakosan szállítanak vizet. Az Országos Vízügyi Főigazgatóság nyilvántartása alapján vízfolyásaink csaknem ötöde időszakos vízszállítású. Egy vízfolyás hidrológiai jellemzőinek ismeretéhez hozzátartozik a vízszállítás állandóságának ismerete is, melyet a továbbiakban időszakossági jellegként fogunk említeni.

A vízfolyások időszakosságát általában a felszín alatti vízkészletek védelmének kapcsán szoktuk definiálni, hiszen azokon a vízfolyásokon, melyek medre esetenként kiszárad a mederbe kerülő szennyezések (például a nem megfelelően megtisztított szennyvizek) könnyebben elszivárognak a talajba és kerülnek a felszín alatti vizekbe. Amennyiben a meder szállít vizet, ez az elszivárgás kisebb mértékű, tehát a szennyezés kockázata is kisebb. „A felszín alatti vizek védelméről” szóló 2019/2004. (VII.21.) Korm. rendelet értelmező rendelkezési alapján időszakos vízfolyás az „olyan állandó vízhozammal, illetve vízborítással nem rendelkező vízfolyás (így különösen ér, patak, belvízcsatorna), amely időszakosan kiszárad tisztított szennyvíz, illetve használt víz bevezetése nélkül”. Az Országos Vízügyi Főigazgatóság ajánlása ezt definíciót egészítette a vízkészletek hasznosíthatóságának szempontjával, így „a felszín alatti víz védelme szempontjából időszakos vízfolyás: állandó természetes vízhozammal, illetve vízborítással nem rendelkező vízfolyás (így különösen ér, patak, belvízcsatorna), amely átlagosan az év napjainak több mint 10 százalékában időszakosan kiszárad. Vízpótlás, illetve hígító víz bevezetés (vízátvezetés, tározóból történő vízeresztés, tisztított szennyvíz, illetve használt víz bevezetés) eredményeképp elért állandó vízszállítás vagy vízborítás a vízfolyás időszakos besorolását nem módosítja”.

Fentiekkel összefüggésben meg kell említeni „a vízszennyező anyagok kibocsátásaira vonatkozó határértékekről és alkalmazásuk egyes szabályairól” szóló 28/2004. (XII. 25.) KvVM rendelet 2. mellékletét, melyben a szennyvizek befogadóba való közvetlen bevezetésére vonatkozó kibocsátási határértékek területi kategóriái között szerepel az időszakos vízfolyás befogadó is. Ennek alapján bizonyos paraméterek tekintetében szigorúbb határértékeket kell alkalmazni, amennyiben a befogadó vízfolyás csak időszakosan szállít vizet.

Továbbá, „a felszíni vizek minősége védelmének szabályairól” szóló 220/2004. (VII. 21.) Korm. rendelet alapján „vízszennyező anyag bevezetése tilos [...] a felszín alatti víz állapota szempontjából érzékeny területeken levő települések besorolásáról szóló miniszteri rendelet szerinti fokozottan érzékeny területen lévő olyan vízfolyásba, melynek medre időszakosan kiszárad.”

Látszik tehát, hogy elengedhetetlen vízfolyásaink hidrológiai jellemzőinek minél szélesebb körű ismerete, ennek ellenére azonban viszonylag kevés tanulmány született az időszakossági jelleg megállapításáról. A legátfogóbb felmérések a Víz Keretirányelv (továbbiakban VKI) végrehajtása során készültek. A VKI a vízminőségvédelmen és a vízkészlet-gazdálkodáson túl a vízhez kötött ökoszisztémák védelmére is nagy hangsúlyt fektet. A vízfolyások időszakosságának definiálásakor tehát ezt a tényezőt is figyelembe vették. A DRYvER nemzetközi, európai uniós projekt, melynek keretében 11 ország szakemberei (köztük Magyarország is) gyűjtöttek adatokat és készítettek tanulmányokat az időszakos kiszáradás hatásairól a biodiverzitással, a különféle ökoszisztéma szolgáltatásokkal és a klímaváltozással összefüggésben. A projekt eredményeképpen létrejött egy olyan nemzetközi metaadat hálózat, melyben a felhasználók rögzíthetik az időszakossági jelleggel kapcsolatos észleléseiket.

Az Országos Vízügyi Főigazgatóság szintén a VKI végrehajtásával kapcsolatban szeretne kidolgozni egy olyan országosan alkalmazható egységes módszertant, amely az időszakos vízfolyások megállapításának lehető leghatékonyabb eljárását írja le. Tanulmányunk is ennek keretében készült.

Alapfelvetésünk az volt, hogy nem szükséges hosszú idejű hidrológiai statisztikával rendelkezünk egy vízfolyás időszakosságának megállapításához. Ennek mérlegelésére főként azért van szükség, mert azokon a vízfolyásokon, melyeknél felmerül, hogy esetenként kiszáradhatnak, általában nem rendelkezünk megfelelő mennyiségű vízhozam méréssel egy erre vonatkozó statisztika felállításához. Ennélfogva igyekeztünk a lehető legszélesebb körben mérési és monitoring módszereket feltárni annak érdekében, hogy közelebb kerüljünk a hatékony, gyakorlatban is jól hasznosítható módszertan jövőbeli kidolgozásához. Jelen tanulmányban bemutatjuk az általunk elvégzett méréseket és észleléseket, valamint azok eredményeit.

## **KIVÁLASZTOTT VÍZTESTEK ÁLTALÁNOS ISMERTETÉSE**

Kiválasztottunk két hegyvidéki jellegű, kis vízgyűjtőterületű és összességében hasonló hidromorfológiai tulajdonsággal rendelkező kisvízfolyást, melyek között az egyetlen fontos eltérés, hogy különböző tájegységen helyezkednek el. Kutatásunk célja, hogy ily módon következtetéseket tudjunk levonni arra vonatkozóan, hogy az időszakosság megállapítása mennyire függ egy-egy tájegység sajátos adottságaitól. A kiválasztott Bükkös- és Dera-patakok vízgyűjtője

szomszédos, de a Bükkös-patak vízgyűjtőterülete a Visegrádi-hegység, a Dera-patak vízgyűjtőterülete pedig a Pilis-hegység kistájegységéhez tartozik, melyek földtani szempontból eltérő jellegű mutatóknak.

A kiválasztás során fontos szempont volt még, hogy a tanulmányozandó vízfolyások állandó és időszakos szakaszokat egyaránt magukban foglaljanak, vízrajzi észlelő állomással rendelkezzenek, illetve a vízgyűjtőterületükön, vagy a közelében legyen releváns adatokat szolgáltató hidrometeorológiai állomás. Figyelembe vettük továbbá, hogy ne legyenek jelentős, nem természetes, lefolyást befolyásoló tényezők (tározók, jelentős vízhasználók) a vízgyűjtőterületeken, így biztosak lehettünk abban, hogy a természetes alaphozamra vonatkozó következtetéseket tudjuk majd levonni. A kiválasztott vízfolyásokon csupán egy-egy tisztított szennyvízbevezetés okoz kisebb terhelést az alaphozamot tekintve: A Bükkös-patakon a dobogókői szennyvíztelep bevezetése, amely átlagosan 451 m<sup>3</sup>/hó, a Dera-patakon pedig a pilisszentkereszt szennyvíztelep bevezetése, amely átlagosan 5206 m<sup>3</sup>/hó mennyiséget jelent az általunk vizsgált időszakban.

Mindkét vízgyűjtőterület vizsgálatának határa a távjelző felszíni törzsállomás szelvénye, tehát a Dera-patak esetében a Pomáz (4471), a Bükkös-patak esetében pedig Szentendre (4607). A Dera-patak esetében ez csupán a felső Dera- és Kovács-patak (AEP418) víztestet jelenti.

A Bükkös- és Dera-patakok vizsgált szakaszainak főbb jellemzőit az **1. táblázat** tartalmazza:

	Dera (Kovács)-patak	Bükkös-patak	
		Bükkös-patak-felső	Bükkös-patak-alsó
<b>VOR kód</b>	AEP418	AEP360	AEP359
<b>Hidromorfológiai (HIMO) típus</b>	3A;2. – görgeteg mederanyag, erősen tagolt szurdok, kisebb kaszkádok, medencék, zárt ártér, sziklás gátak jellemzik	2. – kevert, mederanyag, függőleges feltöltődésű, zárt ártér, mély mederszakaszok	3B;4. – görgeteg mederanyag, murva, kavics, függőleges feltöltődésű, zárt ártér, lépcsős medencék, zátonyok, mély medrek
<b>Hidromorfológiai állapot</b>	Jó – mederburkolatok lakott területeken	Kiváló – nincsenek jelentős terhelések, mederszabályozások	Jó – mederburkolatok lakott területeken
<b>Víztest típusa</b>	2S - Dombvidéki-hegyvidéki - nagy esésű - meszes - durva mederanyagú - kicsi vízgyűjtőjű		3S - Dombvidéki - közepes esésű - meszesdurva és közepesen finom mederanyagú - kicsi vízgyűjtőjű
<b>Kistáj</b>	<b>Pilis-hegység</b>	<b>Visegrádi-hegység</b>	
<b>Szerkezetföldtani sajátosságok</b>	karsztos (dachsteini mészkő), dolomit, vetők mentén sasbérc-árok rendszer	magmás (vulkanikus) kőzetek, andezit és dácit kőzetek, tufa, homokkő	
<b>Talajtípusok</b>	rendzina, barna erdőtalajok, barnaföld	barna erdőtalajok, fekete nyirok talajok, barnaföld	

<b>Hossz</b>	21 km	16 km
<b>Vízgyűjtő terület</b>	52,1 km <sup>2</sup>	39,5 km <sup>2</sup>
<b>Befogadó</b>	Szentendrei-Dunaág 6+950 fkm	Szentendrei-Dunaág 9+360 fkm
<b>Éghajlat</b>	mérsékelt kontinentális éghajlati zóna, zonálisan hegyvidéki éghajlati vonásokkal	
<b>Évi középhőmérs.</b>	8-10 °C	
<b>Éves csap.menny.</b>	600-800 mm	

1. táblázat: A kiválasztott víztestekhez tartozó adatok összefoglalása (<https://vizeink.hu>, 2021)

## NAPI ÉSZLELÉSEK

Ideális esetben egy vízfolyást, több szelvényben, több évig, minden nap kellene monitorozni ahhoz, hogy biztosan meg tudjuk állapítani annak időszakossági jellegét, illetve azok szakaszosságát. Erre azonban véleményünk szerint a gyakorlatban nincsen feltétlenül szükség. Az időszakossági jelleg ugyanis nemcsak számszerű, hanem leíró adattal is jellemezhető. Tanulmányunkban a vízfolyások pillanatnyi, időszakosságot leíró állapotát háromféleképpen definiáltuk: a mederben áramlik a víz; a víz áramlása megszűnt, de a mederben egybefüggően vagy kisebb-nagyobb mélyedésekben pangó vízfelületek találhatóak; a mederben nincs víz.

A fenti szempontrendszer szerinti jellemzés lehetővé teszi egy vízfolyás részletesebb körülírását is, például a vízzel való borítottság kérdésében, amely a víztől függő ökoszisztémák jelenlétét is prognosztizálja.

A kiválasztott vízfolyásokon kijelöltünk egy-egy olyan szelvényt, melyet lehetőség szerint napi gyakorisággal monitoroztak helyi észlelők. Az észlelők fotót készítettek minden nap ugyanannál a szelvélynél egy rövid megjegyzéssel az időszakosságra vonatkozóan (pangó, kiszáradt meder vagy van lefolyás). A cél az volt, hogy megállapítsuk, milyen gyakoriságú és eloszlású helyszíni jelenlétre van valóban szükség ahhoz, hogy egy hegyvidéki jellegű kisvízfolyás időszakossági jellegét meg tudjuk állapítani, vízhozam mérések nélkül. A napi észlelésekkel ellensúlyozni tudtuk azt is, hogy viszonylag rövid vizsgálati idő állt rendelkezésünkre, valamint kisebb energia befektetéssel több adatot tudtunk előállítani.

Igyekeztünk az időszakossági észlelő pontokat a felsőbb szakaszokon kiválasztani, mivel ezek kevésbé feltártak, illetve nagyobb eséllyel fordul elő, hogy a meder időszakosan nem szállít vizet. A Bükkös-patak esetében a Sikárosi Erdészház melletti vízfolyás szakasz a helyi erdészek elmondása szerint egy időszakossági indikátor pont, ahol a vízfolyás a megbízhatóan időszakból a nedvesebb periódusokban állandó vízszállításúvá válik. A Dera-patakon is a felső szakaszon (itt már Kovács-patak a vízfolyás neve), Pilisszentkereszten jelöltünk ki egy olyan monitoring pontot, ahol gyakori (lehetőség szerint napi) rendszerességgel történtek a fotóval dokumentált észlelések. Továbbá, Csobánka belterületén található egy VKI monitoring pont is (Törzsszám: 120736) a Dera-patakon, ahol a korábbi évekből rendelkezünk havi vízhozam mérésekkel. A havi forráshozam mérések során ide is ellátogattunk.

A hátról két darab monitoring szelvényben szinte minden nap történt észlelés, ennek hála jelentős számú adattal (fényképekkel, videókkal, egyes esetekben leírással) tudtunk dolgozni.



1. ábra: Időszakossági monitoring szelvények a Dera- és Bükkös-patak vízgyűjtőterületén (forrás: KDVVIZIG)

A „Sikáros” szelvényben (1. fotó) 126 db (naponta 1 db), a „Pilisszentkereszt” szelvényben 327 db (naponta 2 db), a „Csobánkai” VKI szelvényben pedig összesen 5 db (havonta 1 db) fénykép készült.



1. fotó: A Sikárosi erdészháznál található időszakossági észlelő szelvény

Az észlelések kiértékelését, az OVF iránymutatásai alapján, *Gallart et al. (2017)* által kidolgozott módszertan szerint végeztük el. Gallarték háromszög diagramjában elhelyeztük a vízfolyások három fajta állapotát: lefolyás, pangó víz, száraz meder. Az állapot gyakorisága alapján időszakossági kategóriába soroltuk a vizsgált vízfolyásokat.

A Bükkös-patak felső szakasza a 4. kategóriába esik: az év 60-100%-ában pangó jellegű, ritkán vizet szállító, és legfeljebb rövid ideig kiszáradó vízfolyás. Hegy- és dombvidéken feláramlási területeken áthaladó vízfolyás szakaszok, míg síkvidéken az állandó talajvízhatás alatt álló, mélyártéri ősmédrek jellemzője. Míg a Bükkös-patak alsó észlelési szelvényében és a Derapatak Pilisszentkereszten az 1. kategóriába esik, azaz kvázi állandó lefolyású. Az ebbe a kategóriába sorolható vízfolyások esetében előfordulnak lefolyásmentes időszakok, ezek együttes időbeli hossza azonban nem éri el azt a mértéket, amely az időszakos besorolást indokolná.

Újdonságot jelentett módszerünkben az időszakossági jelleg fotóval való dokumentálása is. Ez egy egyszerű, könnyen kezelhető módja viszonylag sok információ átadásának, azonban megvannak a maga korlátai. A fotódokumentációk feldolgozásakor a pangó és lefolyó jelleg megkülönböztetése jelentette a legnagyobb kihívást. Az észlelőnk videofelvételeket is készített, ám ez sem minden esetben pótolta a személyes jelenlétet. A lefolyó, illetve pangó jelleg megítélését megkönnyítette volna, ha az észlelő nem csak a monitoring szelvényről, hanem annak környezetéről is készít felvételt, így segítve annak megállapítását, hogy a mederben található víz valóban jelent-e lefolyást a vízfolyáson, vagy csupán lokálisan.

A gyakorlatban a napi gyakoriságú észlelések megszervezése nehézkes, hiszen sok körülményt kell figyelembe venni. Az észlelési szelvénynek nem elég reprezentatívnak lennie, hanem fontos, hogy jól megközelíthető, otthonához vagy munkahelyéhez közel legyen az észlelő számára, hiszen minden egyes nap ki kell oda mennie személyesen.

Az időszakossági észlelések további nagy hátránya, hogy nem számszerűsíthető, hanem szubjektív, leíró jellegű információ. Ily módon nehezebben lehet az eredményeket értékelni, illetve a számszerűen kifejezhető információkkal, mint csapadékmennyiség, vízhozam, összefüggésbe hozni és statisztikai alapú következtetéseket levonni.

## FORRÁSHOZAMOK MÉRÉSE

Mindkét vizsgált vízfolyás vízgyűjtőterületét alkotó kőzetek képződményeire jellemző a feltörő források jelenlétének nagy valószínűsége. Magyarország forrásainak katasztere alapján az itt megtalálható jelentősebb források vize a triász mészkőre települő (rossz vízvezető képességű) miocén andeziten, andezittufán szivárog keresztül. A tufás képződményekre jellemző a különálló darabokon belüli tekervényes, üreges szerkezet, mely miatt a kőzet effektív porozitása nő. Így a víz felszínre jutásának valószínűsége is megnő.

Ennek alapján feltételezhetően az adott vízgyűjtőterületen található források nagyban befolyásolják a vízfolyások alapvízhozamát. Havi forráshozam mérésekkel összekötött időszakossági észlelésekkel (amely leíró adat, nem vízhozam mérés) a kapcsolat szorosságát tártuk fel, amely összefüggésben áll a forráshozam mérés, mint monitoring módszer hasznosíthatóságának kérdéskörével.

Igazgatóságunk jelenleg a Bükkös-patak vízgyűjtőterületén található Lajos-forrásnál üzemeltet forrás törzsállomást, havi gyakoriságú vízhozamméréssel. Ezt kiegészítve további 6 db forrást jelöltünk ki, amelyeket havi rendszerességgel mértünk. A Bükkös-patak vízgyűjtőterületén a Karmak-forrást (Zergevirág-forrás), Kárpát II.-forrást és az Anna-völgyi-forrást, a Dera-patak vízgyűjtőterületén pedig a Kinizsi-forrást, Kanyargós-forrást és a Mária Kegyhely-forrást (Szentkút) vizsgáltuk (**1. ábra**).

A kiválasztáshoz első sorban a Magyarország forrásainak kataszterét vettük alapul. Fő szempont volt, hogy a források gyalogszerrel is viszonylag könnyen megközelíthetőek legyenek, továbbá, hogy a forráskataszteri gyűjteményben mérési adatsorral rendelkezzenek. A Bükkös-patak vízgyűjtő területén eredő források meglehetősen hiányos adatsorral rendelkeznek. Továbbá, a legtöbb vízhozam adatunk 60-70 éves, elszórtan áll rendelkezésünkre néhány frissebb adat. A források kijelölése ebből kifolyólag inkább ad hoc jellegű volt, mint sem széleskörűen megalapozott. Ez azonban egy új módszertan kidolgozásánál a szempontrendszer és a tapasztalat bővítését szolgálta.

A forráshozam mérések nagy előnye, hogy egyszerű köböléssel meghatározható az adott forrás vízhozama, melyhez csupán egy menzúra és egy jegyzőkönyv kitöltése szükséges. Nehézséget csupán a kisebb hozamú, illetve nem befoglalt források mérése jelenthet, mely esetekben mérnöki becsléssel, esetleg úsztatással tudunk vízhozamot meghatározni.

A havi gyakoriságú forráshozam méréseink eredményeit a **2. táblázat** mutatja be.

időpont	forráshozamok (l/s)					
	Kárpát	Zergevirág	Lajos	Kinizsi	Kanyargós	Mária
2022.06.23.	n.m.	n.m.	0.327	0.013	n.m.	0.228
2022.08.31.	n.m.	n.m.	0.307	0.013	n.m.	0.242
2022.09.30.	n.m.	n.m.	0.313	0.027	n.m.	0.239
2022.10.26.	n.m.	n.m.	0.352	0.016	0.053	0.251
2022.11.23.	n.m.	n.m.	0.343	0.017	0.048	0.256

2. táblázat: Forráshozam mérések eredményei

A kiválasztott források közül a korábbi eredményekkel ellentétben a Karmak (mely a forrás-foglaláson feltüntetett, jelenlegi neve Zergevirág) forrás egyáltalán nem szolgáltatott vizet, míg a Kárpát forrás foglalatának kifolyóján egyik mérési alkalommal sem volt mérhető, tekintve, hogy a forrásvíz mindössze cseppenként érkezett a felszínre.

A Kinizsi forrás közvetlen környezetében egy vízmű által üzemeltetett túlfolyó épült, melyből az elfolyó víz nagyságrendekkel meghaladta a kiépített forrás hozamát. A korábbi mérések adataival való összevetés alapján feltételezhető, hogy a maga a túlfolyó jelenti a forrást és a kiépített foglalat pedig egy elvezetést. Ezt az is alátámasztja, hogy kiugró vízhozam értéket csak akkor tapasztaltunk, amikor közvetlenül csapadékesemény után mértünk (szeptember 30-án). Méréseket a foglalat hozamán végeztünk.

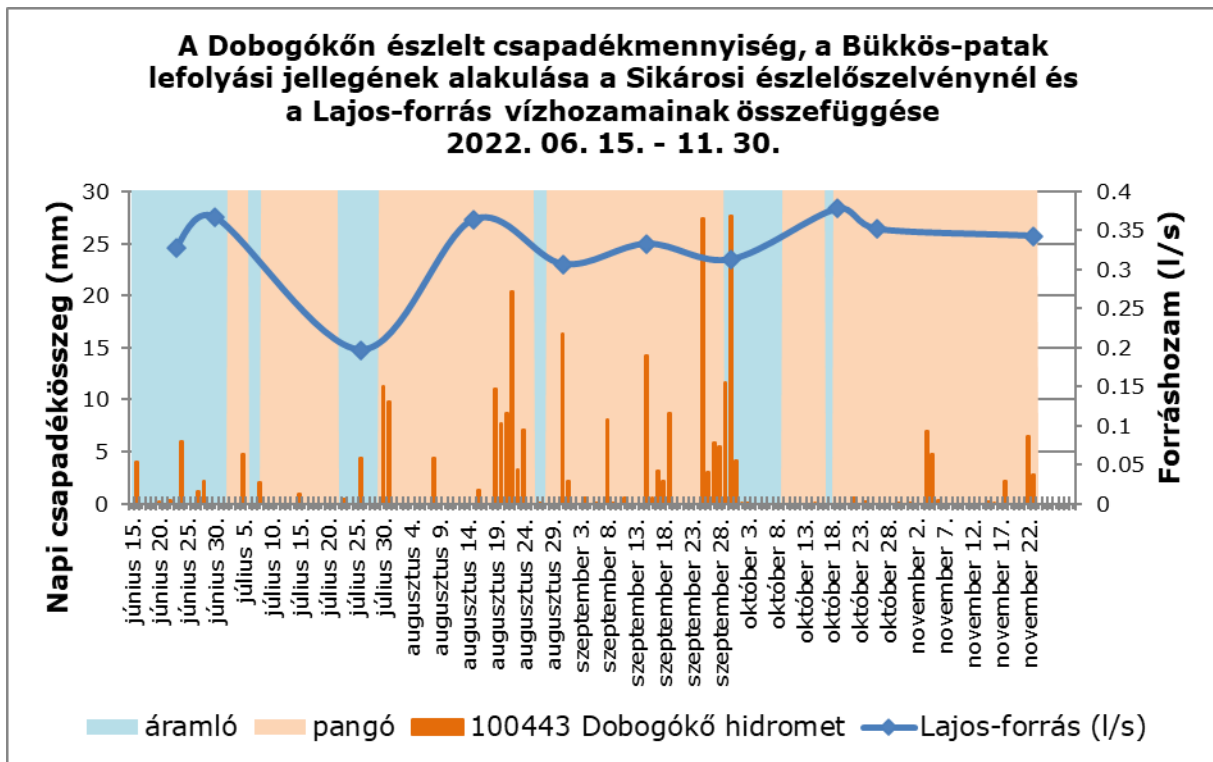
A Kanyargós forrás esetében nehézséget jelentett, hogy a forrás foglalat hiányzott, ezért csak két alkalommal tudtunk vízhozamot mérni, rögtönzött szelvényel, úsztatásos módszerrel.

A megbízhatóbb hozamú Lajos és Mária források kisebb vízhozam ingadozásai összeköthetőek a vízgyűjtőkön észlelt csapadékeseményekkel. A Lajos forrásnál mért vízhozamokat kiegészítettük igazgatóságunk Vízzajzi Osztályának havi gyakoriságú méréseivel és a **2. ábra** szerint ábrázoltuk. Lévén, hogy a Sikárosi szelvény a Bükkös-patak folyásirányához képest feljebb helyezkedik el, mint a Lajos-forrás, megfigyelhető, hogy a Sikárosi szelvény áramló időszakait követi a Lajos-forrás vízhozamainak enyhe növekedése is. Ám ez csupán azt jelenti, hogy közös vízbázisból táplálkoznak, nem pedig a két vízhozam közti összefüggést.

Tekintettel arra, hogy a forrásoktól folyásirányban lejjebb elhelyezkedő észlelési szelvényekben folyamatosan áramló víz volt tapasztalható és a forráshozamok sem nagy tartományban ingadoztak, mindenképpen azt tudjuk megállapítani, hogy amennyiben van összefüggés az alapvízhozam mennyisége, illetve a lentebbi szelvények időszakossági jellege és a forráshozamok között, akkor az időben állandó.

Fontos megjegyezni azonban, hogy a vizsgált források környezetében semelyik helyszíni bejárás során nem tapasztaltunk befogadó száraz medret. Ez szintén azt támasztja alá, hogy a vízfolyások alaphozamát a vízgyűjtőn található források táplálják.





2. ábra: A csapadékesemények, a forráshozam és a felszíni lefolyás jellegének időbeli alakulása

A forráshozamok időben szintén nem változtak sokat. A legnagyobb ingadozást a Lajos forrás esetében tapasztaltuk, a rendkívüli vízhiányos időszakban. A forráshozamok mértéke és a vízfolyások időszakossági jellege között összefüggést találni nehézkes és nem egyértelmű. Összességében elmondható, hogy a havi gyakoriságú forráshozam mérések során ugyanazt tapasztaltuk, mind hozam, mind időszakossági jelleg szempontjából.

Azt azonban meg kell állapítanunk, hogy a mérések reprezentativitását nagyban befolyásolta a források kiválasztása és a vizsgált időszak szélsőséges hidrometeorológiai jellemzői.

A két tájegység összehasonlításánál, a havi forráshozam mérések alapján nem fedeztünk fel nagy különbséget a két vízfolyás között. A Bükkös-patak vízgyűjtőterületén több forrás sem ad vizet, illetve nem volt mérhető, azonban itt található az általunk vizsgált legbővizűbb forrás, a Lajos-forrás is. Összegezve mindkét vízgyűjtőterületen a források vízhozamait, nem kapunk nagyságrendbeli különbségeket. Ez azonban abból a szempontból nem számít reprezentatívnak, hogy a területen található forrásoknak csak egy töredékét vizsgáltuk.

Fentiek alapján megállapítottuk, hogy a havi mérések ugyan kellőképpen sűrűek ahhoz, hogy az egyes forrásokat jellemezzék, azonban a teljes forrásvidéket nem tudják. A Bükkös-patakot 17 db, a Dera-patakot pedig 35 db forrás táplálja, 3-3 db forrás kiválasztása mindenképpen kevés a teljes terület jellemzéséhez. Tehát ebben az esetben is inkább több forrás mérésére kell törekedni, mint az időbeli gyakoriságra. Minél nagyobb területen rendelkezünk információkkal, annál pontosabb képet tudunk kapni az érintett vízfolyás lefolyásának hosszmenti változásairól.

## FAJLAGOS ELEKTROMOS VEZETŐKÉPESSÉG MÉRÉSE

Az ágazatunkban elsődlegesen vízminőségi paraméterként használt fajlagos elektromos vezetőképesség alkalmas lehet különböző oldatok nyomkövetésére is, mivel megváltozása az oldat (esetünkben különböző eredetű vizek) koncentrációjától is függ. Úgy gondoltuk, ez a tulajdonság akár olyan információkat is szolgáltatathat a víztestről, mint az alaphozam döntő hányadáért felelős hozzáfolyások eredete. Ezek ismeretében közelebb kerülhetünk a vízfolyások időszakosságát befolyásoló tényezők megértéséhez. A mérésekre vízfolyásonként 3 alkalommal került sor, a havi rendszerességű forráshozam-mérésekkel, illetve az expedíciós bejárásokkal párhuzamosan. Szerettük volna látni, hogy mekkora megbízhatósággal lehet hagyatkozni a vezetőképesség mérés eredményeire, mi az, amire egyértelműen lehet belőle következtetni és mi az, ami a módszerrel kimérhetetlen.

A fajlagos elektromos vezetőképesség (továbbiakban vezetőképesség) mérése leginkább a vízminőség meghatározására alkalmas eljárásként ismert, de mivel a töltést hordozó ionok vándorlása a feszültségre kapcsolt két elektród közt a koncentrációtól is függ (*Pokol, és mtsai., 2011*), ezért a vezetőképesség változását az alaphozam (felszín alatti vízből származó hozam, források, esetleg szennyvíztisztító-telepek tisztított, elfolyó vize) folyókon belüli arányának becslésére is alkalmazzák (*Cartwright & Miller, 2021*). Vizsgálataink során ezt a tulajdonságot akartuk kihasználni, mivel a vezetőképesség természetes nyomjelzőként egyértelmű információt nyújt az oldott anyagok rövid távú változásairól, és közvetlenül jelezheti a szennyeződések (*Cox, Su, & Constantz, 2007*). Arra kerestük a választ, hogy kimutatható-e a mért vezetőképesség értékekkel, hogy az alaphozam legnagyobb hányadáért milyen jellegű víztöbblet felelős, ezzel közelebb kerülve annak megértéséhez, hogy mekkora az egyes hozzáfolyások szerepe a vízfolyás időszakossá válásában.

A vezetőképesség mérés általi nyomkövetéses módszer feltételezi, hogy a befogadó és a belépő víztöbblet jelentősen eltérő nyomjelző koncentrációval rendelkezik. Egy belépőforrás vezetőképességét például legnagyobb arányban a terület geológiája befolyásolja attól függően, hogy a vízbe mosódó anyagok mennyire tudnak ionizálódni (*AGROVÍZ, 2022*). Ezzel szemben az alaphozam többféle vízkészletet tartalmazhat (*Miller, Susong, Shope, Heilweil, & Stolp, 2014*), aminek következtében a vezetőképessége nem csupán a geológiai viszonyoktól fog függeni.

A méréseket YSI ProDSS (Digital Sampling System) multiparaméteres mérőműszerrel végeztük, ügyelve a reprezentatív mintavétel irányelveire. Az eszköz 3 fajta vezetőképesség értéket rögzít, amelyből mi a nemlineáris módszerrel hőmérsékletkorrigált értékeket használtuk fel. Ez azt jelenti, hogy a műszer az adott vízhőfokon mért vezetőképesség értékeket a 25 °C-hoz tartozó referenciaértékre számolja át nemlineáris függvény alapján. Fajlagos vezetőképességről pedig azért beszélhetünk, mert a mérőcella geometriai paraméterei minden mérésnél megegyeztek, amivel biztosítottuk a különböző oldatok vezetésének összehasonlíthatóságát.

### **Vezetőképesség mérés eredményei és kiértékelésük**

Vizsgálataink során fajlagos elektromos vezetőképességet négy alkalommal mértünk. Összesen 80 mérést végeztünk, ebből 25-öt a Dera-patakon, 39-et a Bükkös-patak kijelölt szakaszán és 16 mérés vonatkozott a források és befogadók mérésére.

### *1. mérési kör: a források hatása a befogadók vezetőképességére*

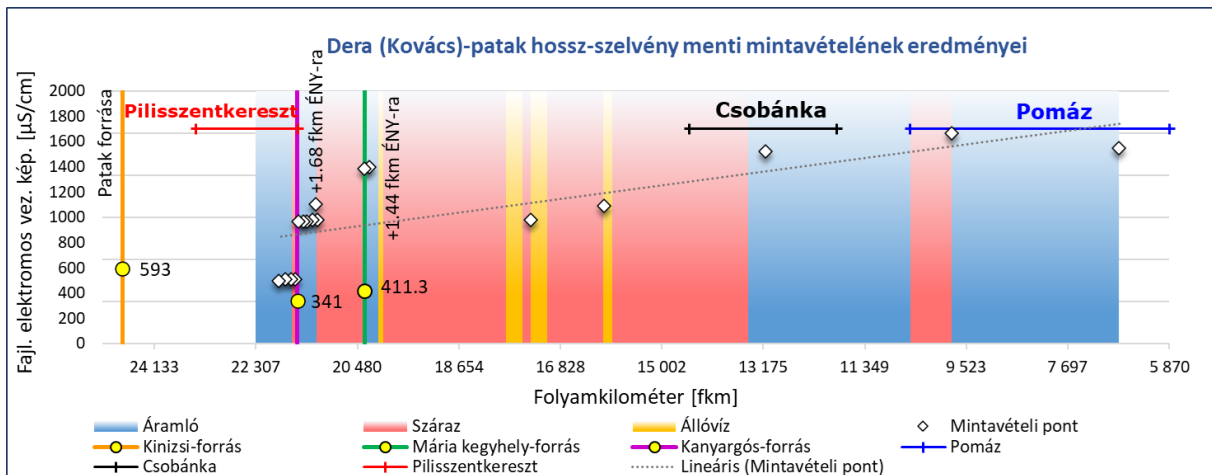
Azért volt célszerű első alkalommal magát a vizsgált vízfolyást tápláló, feltörő forrásokat, illetve annak befogadóját mérni, mert párhuzamosan végezhető a rendszeres forráshozam mérésekkel és a viszonylag rövid mérési körrel gyorsan információt szerezhetünk arról, hogy milyen víztöbbletet jelentenek a forráshozamok a befogadónak. Ehhez a Dera és a Bükkös-patak körüli források esetében is közvetlenül szeretnénk volna mérni a forrás vezetőképességét, illetve az azt befogadó vízfolyást (ami sok esetben a Dera-patak és Bükkös-patak egy-egy mellékágát jelentette) két pontban: a befolyás felett és alatt kb. 20 m-rel. Azt szeretnénk volna megvizsgálni, hogy a Dera- és Bükkös-patakat tápláló források milyen vezetőképességgel rendelkeznek, illetve, hogy ezek módosítanak-e érdemben befogadójuk vezetőképességén. A 2022.09.30.-ai mérési eredményeket a **3. táblázatban** tüntettük fel.

A Lajos-, Mária kegyhely- és Kinizsi-források esetében nem is lehetett cél, hogy kimérjük vezetőképesség változtató hatásukat befogadójukban, ugyanis a Lajos-forrás a Bükkös-patak egy mellékágának kezdeti forrása, tehát nincs forrás feletti pont. Hasonló volt a helyzet a Dera-patakon a Mária kegyhely- és Kinizsi-forrásokkal is, melyek közül utóbbi nem egy mellékágnak, hanem a Dera-pataknak a kezdeti forrása. A mérési eredményekre ebben az esetben az egyes források vezetőképességeinek összehasonlítása miatt volt szükség. A Kanyargós- a Zergevirág- és a Kárpát-források hozama olyan alacsony volt, hogy közvetlenül a forrás vezetőképességét nem tudtuk megmérni. Ezek viszont befogadó melletti források voltak, ezért itt már lehetőségünk volt a források vélt beszivárgási pontja alatt és felett is 20-20 méterrel mintát venni a vízfolyásból. A Zergevirág-forrásnak felszíni lefolyása nem volt, ezért itt egy esetleges felszín alatti szivárgást feltételezve becsültük meg a belépési hely feletti és alatti pontokat. A Kárpát- és Kanyargós-forrás belépési pontja egyértelmű volt, azonban nem látszik változás a befogadó vízfolyás vezetőképességének értékeiben.

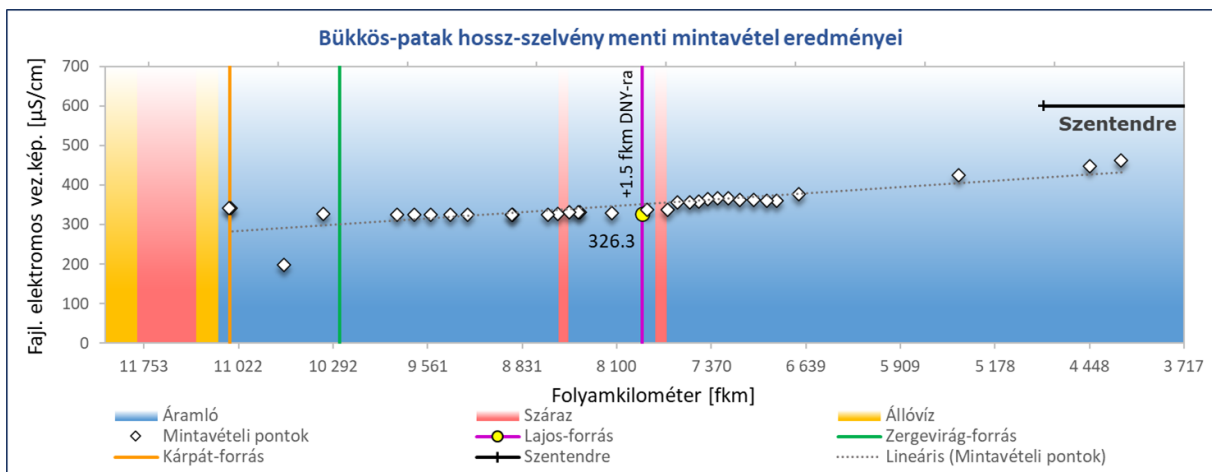
Az is megállapítható viszont, hogy a Dera-patak esetében mellékágainak vezetőképessége eltérést mutat a főmeder értékeihez képest. A Bükkös-patakon lefelé haladva is megfigyelhető egy kisebb mértékű változás, amit a 'Bükkös-patak híd' ponton mért érték is alátámaszt. Azt feltételeztük, hogy a módszer a forrásokon túl alkalmas lehet az alaphozam egyéb víztöbbletet jelentő összetevőinek beazonosítására is.

### *2. mérési kör: A patakok vezetőképesség-változásának vizsgálata hossz-szelvény mentén*

Esetünkben nem volt egyértelmű jele annak, hogy a források jelenléte jelentősen módosítaná a befogadó víztest vezetőképességét, azonban az eltérő szakaszok között sokszor jól látható eltérés mutatkozott az eredményekben. Ennek következtében indokoltnak tartottuk a vízfolyások egy-egy reprezentatív szakaszának hossz-szelvényű mérését az alaphozamot befolyásoló víztöbbletek szélesebb körű feltárása érdekében. Azt feltételeztük, hogy az elektromos vezetőképesség indikátora lehet ebben az esetben a szennyvíz bevezetéseknek, mellékvezeteknek, ismeretlen forrásoknak vagy egyéb ismeretlen felszíni hozzáfolyásnak, ezért mindkét víztesten kb. 100 méterenként mérést végeztünk, ahol pedig a körülmények (előbb felsoroltak) vezetőképesség változást indokolhattak ott a méréseket besúríttuk. A mérésekkel az alaphozamot befolyásoló víztöbbletek és egyéb vezetőképesség-változást okozó hatások detektálása, szélesebb körű feltárása volt a célunk.



3. ábra: A Dera (Kovács)-patakon 2022.10.26-án végzett mérések eredményeinek hossz-szelvény menti ábrázolása



4. ábra: A Bükkös-patakon 2022.10.25-én végzett mérések eredményei

A Dera-patakon Pilisszentkeresztől a Csobánkáig tartó szakaszt, a Bükkös-patakon pedig a Sikárosi erdészház és Szentendre külterület közötti szakaszt mértük végig egy-egy egymást követő napon. Mindkét patak esetében célszerűnek láttuk a mérési eredményeket hossz-szelvényeken ábrázolni (3. ábra és 4. ábra), feltüntetve azoknak a becsatlakozó mellékágaknak a helyét is, amelyek valamely mért forrás befogadói.

A karsztos területen fekvő Dera-patakot nagy változékonyság jellemzi. Az áramló állapotot hosszú, száraz szakaszok váltják. A vezetőképesség értékeiben mindkét mellékág betorkollásánál is ugrást tapasztalhatunk. Látszik, hogy ez víztöbbletet is eredményez a meder számára, de ez is csak rövid szakaszra elég, a víz később újra eltűnik. A vízfolyás alsóbb szakaszain kevésbé jellemző a száraz meder, ennek magyarázata lehet, hogy a települési csapadékvíz befogadója is a Dera-patak.

Az eltérő földtani felépítésű, főként andezitből és homokkőből álló területeken átfolyó Bükkös-patak viszont jóval stabilabbnak mutatkozik, nem jellemzőek kiugró vezetőképesség értékek és hosszan tartó száraz szakaszok sem. A források megjelenésétől megfigyelhető folyamatos áramló vízi állapotok arra utalhatnak, hogy a Bükkös-patak alaphozamában a forrásoknak nagyobb szerepe van, mint a Dera-patak esetében. A lejjebbi szakaszokon is csak két esetben

figyelhető meg száraz szakasz, ez azonban a mederbe épített, kőből készült, régi duzzasztókkal magyarázható. A Bükkös-patak vezetőképesség értékeiben minimális kiugrás jelenik meg Szentendrén, ahol valószínűleg a település többletterhelése látszik meg. A Zergevirág- és Kárpát-forrás közötti szakaszon figyelhető meg az egyetlen kiugró érték, ami nem volt magyarázható semmilyen hozzáfolyással.

Látszik, hogy a két terület eltérő jellegű eredményeinek magyarázatához a vízfolyásokat érintő geológiai feltérképezés megkerülhetetlen lépés. A mederbéli lefolyást azonban számos tényező befolyásolja, ezért nem lehet pusztán a vezetőképesség eredmények alapján következtetni a földtani sajátosságokra.

### 3. mérési kör: a források ismételt megmérése, illetve a mellékágak feltárása több hosszmenti pontszerű méréssel

A harmadik mérési kör alkalmával újra megkíséreltük a források közvetlen megmérését azoknál a forrásoknál is, ahol korábbi alkalommal nem sikerült (Zergevirág-, Kanyargós- és Kárpát-forrás), hogy meggyőződjünk arról, hogy a források valóban elhanyagolható mértékű víztöbbletet jelentenek-e. A már korábban megmért források ismételt mintázására azért volt szükség, hogy azok időbeli változékonysága is vizsgálható legyen.

A 2022.11.24.-i harmadik mérés alkalmával a Dera-pataknál vizsgált források által érintett mellékágak megmérését is szükségesnek tartottuk a hosszuk mentén több pontban. A Dera-pataknál ugyanis a két mellékvíz belépése két olyan vezetőképesség ugrást eredményezett (21+545 fkm: 966  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , 20+351 fkm: 1381  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) amit ezen mellékághoz tartozó forrásokban mért egyik érték sem indokolna (Kanyargós-forrás környéke: 341.0  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , Mária-kegyhely-forrás: 411.3  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ). Szerettük volna mérésekkel igazolni, hogy a mellékágakat a Dera-patakba torkollás előtt valamilyen víztöbblet éri és továbbra is bízunk benne, hogy a vezetőképesség változás jellege alapján közelebb kerülhetünk a többlet eredetének konkretizálásához.

A forrásokban, illetve a belépési helyeik feletti és alatti pontokon mért értékeket a **3. táblázatban** foglaltuk össze. A források megbízhatóságának (vezetőképesség szempontjából) vizsgálatához a korábbi, szeptemberi és októberi mérési eredményeket is feltüntettünk.

Megnevezés	Vízfolyás	(2022.11.24)		(2022.10.25-26)	(2022.09.30)
		Víz hő [°C]	fajlagos elektromos vezetőképesség 25 °C [ $\mu\text{S}/\text{cm}$ ]		
Kárpát-forrás alatt	Bükkös-patak	8,8	<b>472,0</b>	471,4	374
Kárpát-forrás felett	Bükkös-patak	8,9	<b>466,9</b>	473,8	374
Kárpát-forrás kif. (BP11+090)	Bükkös-patak	7,4	<b>475,3</b>	-	-
Zergevirág-forrás felett	Bükkös-patak	5,6	<b>462,6</b>	469	345
Zergevirág-forrás alatt	Bükkös-patak	5,5	<b>463,0</b>	466,2	345
Lajos-forrás kifolyás	Bükkös-patak má.	8,1	<b>445,9</b>	460,3	395
Lajos-forrás alatt	Bükkös-patak má.	6,2	<b>451,4</b>	-	226

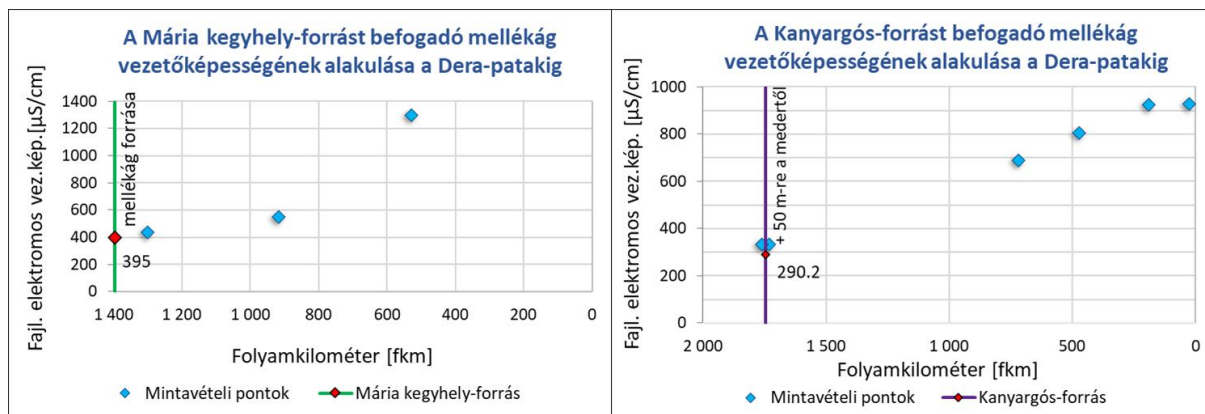
Kinizsi-forrás kifolyás	Dera -patak	8,3	<b>593</b>	593	430
Kanyargós-forrás alatt	Dera -patak má.	6,0	<b>333,4</b>	-	341
Kanyargós-forrás felett	Dera -patak má.	6,1	<b>334,0</b>	-	341
Kanyargós-forrás kif. (DP21+555)	Dera -patak má.	8,1	<b>290,2</b>	-	-
Mária kegyhely-forrás kifolyás	Dera -patak má.	9,8	<b>395,0</b>	411,3	347
Csobánka híd	Dera-patak	8,1	<b>1573</b>	-	-
Csobánka VKI monitoring pont	Dera-patak	8,7	<b>1465</b>	1518	593

*3. táblázat: A vizsgált időszak vezetőképesség mérési eredményeinek összefoglaló táblázata*

Ez alkalommal a Kárpát- és a Kanyargós-forrást is sikerült megmérnünk, a Zergevirág-forrásnak viszont felszíni megjelenése ismételten nem volt. Megállapítható, hogy a Kárpát-forrás vezetőképessége nem tér el számottevő mértékben a befogadójától. A Kanyargós-forrás nagyobb mértékű eltérést mutat befogadójához képest, ami akár így módosíthatna is annak vezetőképességén. A hígító hatás azonban jelentős forráshozam hiányában nem jelentkezik. Ez alapján kimondható, hogy az alaphozamhoz hozzájáruló jelentős víztöbblet szempontjából a Kanyargós-forrás elhanyagolható.

Három különböző idejű vezetőképesség mérésre sajnos csak a Kinizsi-, Lajos- és Mária kegyhely-forrásnál volt lehetőség. Az eredmények összehasonlításából látszik, hogy az értékek száraz időszakban szűk tartományon belül mozognak, a szeptemberi mérés alkalmával hulló csapadék hatása azonban megmutatkozik. A megváltozó vezetőképesség arra utalhat, hogy a források érzékenyek a csapadékeseményekre. Módszerünk alkalmazásánál is érdemes erre figyelmet fordítani, eszerint ugyanis a források esetében nem hagyatkozhatunk teljes mértékben a korábbi időpontban mért vezetőképesség értékekre. A forrást és a vizsgált vízfolyást (a forrás belépési helye feletti és alatti pontok) mindig egy időben kell mérni, különösen csapadékos időjárási viszonyoknál.

A harmadik mérési kör alkalmával a Dera-patak két mellékágát is több pontban megmértük. A Kanyargós-forrás az 1+735 fkm-nél lép be az egyik vizsgált mellékágba (továbbiakban: 1. mellékág), ami aztán a 21+555 fkm-nél csatlakozik a Derába. A másik mellékág (továbbiakban: 2. mellékág) a Mária kegyhely-forrásból indul, és a 20+351 fkm-nél éri el a Dera-patakot. A mellékvizek betorkollás előtti szakaszán a vezetőképességének alakulását az **5. ábra** tartalmazza.



5. ábra: Az 1. és 2. mellékág vezetőképességének változása a Dera-patakig

Nyilvántartásunk szerint a területen egyetlen szennyvízbevezetés található, ami az 1. mellékágot terheli. Bár jelentős növekedés tapasztalható itt is a vezetőképesség értékekben, de amíg ez az emelkedés fokozatos, addig a második mellékág esetében ugrásszerű növekedés figyelhető meg. A 2. mellékágot terhelő szennyvízbevezetést a magas érték mellett a helyszínen tapasztalt bűz is alátámasztja, ami az 1. mellékág esetében nem mondható el. Az utóbbiról azonban megállapítható, hogy a torkolat előtti rész lakóterület, a mellékág itt a pilisszentkereszti lakóingatlanok kertjeinek végében folyik.

A szennyvíztelepet üzemeltető DMRV Zrt. elmondása szerint a tisztított szennyvízbevezetés helyének nyilvántartása jó, így valószínűleg mindkét mellékágot tisztított szennyvízbevezetés terheli, egy engedélyezett és egy illegális. A mellékvízek a Dera-patak alaphozamának jelentős részéért felelnek, hiszen az októberi mérések alkalmával is ezek a vezetőképesség értékek voltak észlelhetők a mellékvízek betorkollása utáni további szakaszon.

A vezetőképesség változás okával kapcsolatban csak annyit lehet biztosra megállapítani, hogy a terhelés eredete lökészerű pontterhelés, diffúz jellegű beoldódásról vagy sűrűn elhelyezkedő, hosszmenti pontterhelésekről lehet szó. Ahhoz, hogy a terhelések mellé víztöbblet szerepet is rendeljünk, szükség van elsősorban a különböző nyilvántartásokból vagy helyszíni szemlékről származó kiegészítő információkra, de meg kell említenünk a patak pontbeli vízhozam mérésének lehetőségét, ami a leghatékonyabb eszköz lehet a kérdés eldöntésében. A hegyvidéki, kevésbé definiált mederszelvénnyel rendelkező kisvízfolyások esetében azonban – különösen alacsony vízállások esetén – ez sokszor nehezen kivitelezhető, illetve hosszabb mérési időt vesz igénybe. A vezetőképesség változás jellege nem köthető tisztán víztöbblet típusához.

A vezetőképesség mérésen alapuló módszerről összességében elmondható, hogy minden típusú vízfolyásnál egyformán alkalmazható annak meghatározására, hogy adott vízfolyáson hol szükséges kijelölni a részletesebben vizsgálandó helyeket. A hossz-szelvény menti méréseket érdemes lehet már a feltáró fázisban alkalmazni, mivel a vezetőképességben bekövetkező változások nemcsak valamilyen belépő vízhozamot jelezhetnek, de a forráskijelölést is elősegítheti, ha már előzetesen látjuk, hogy az egyes forrásoknak hol lehet jelentős szerepük. Jelen mérési ciklusban ez éppen fordítva történt, és a tapasztalatok azt mutatják, hogy a vizsgált földtani adottságok mellett, a sűrűbb vezetőképesség mérések felvétele eredményesebb, mint a forrás belépési szelvényének előzetes becslése. Az alkalmazott eljárás mindenképp egy

hasznosítható eszköz lehet, de mérlegelni érdemes, hogy mekkora energia-befektetést ér meg az eredmények várt információtartalma.

## HOSSZMENTI BEJÁRÁS

Vizsgálatunk célja egy olyan módszertan kidolgozása volt, melynek segítségével akár terepi bejárás nélkül is meghatározhatóak az időszakosság megállapításához szükséges monitoring pontok. Ennek igazolására mindkét vizsgált vízfolyás esetében, annak hossza mentén helyszíni bejárást tartottunk egy szárazabb vízjárású időszakban. Elsősorban a száraz mederszakaszokat térképeztük fel, valamint a terület földtani jellemzőit és a fajlagos vezetőképesség hosszmenti változásait.

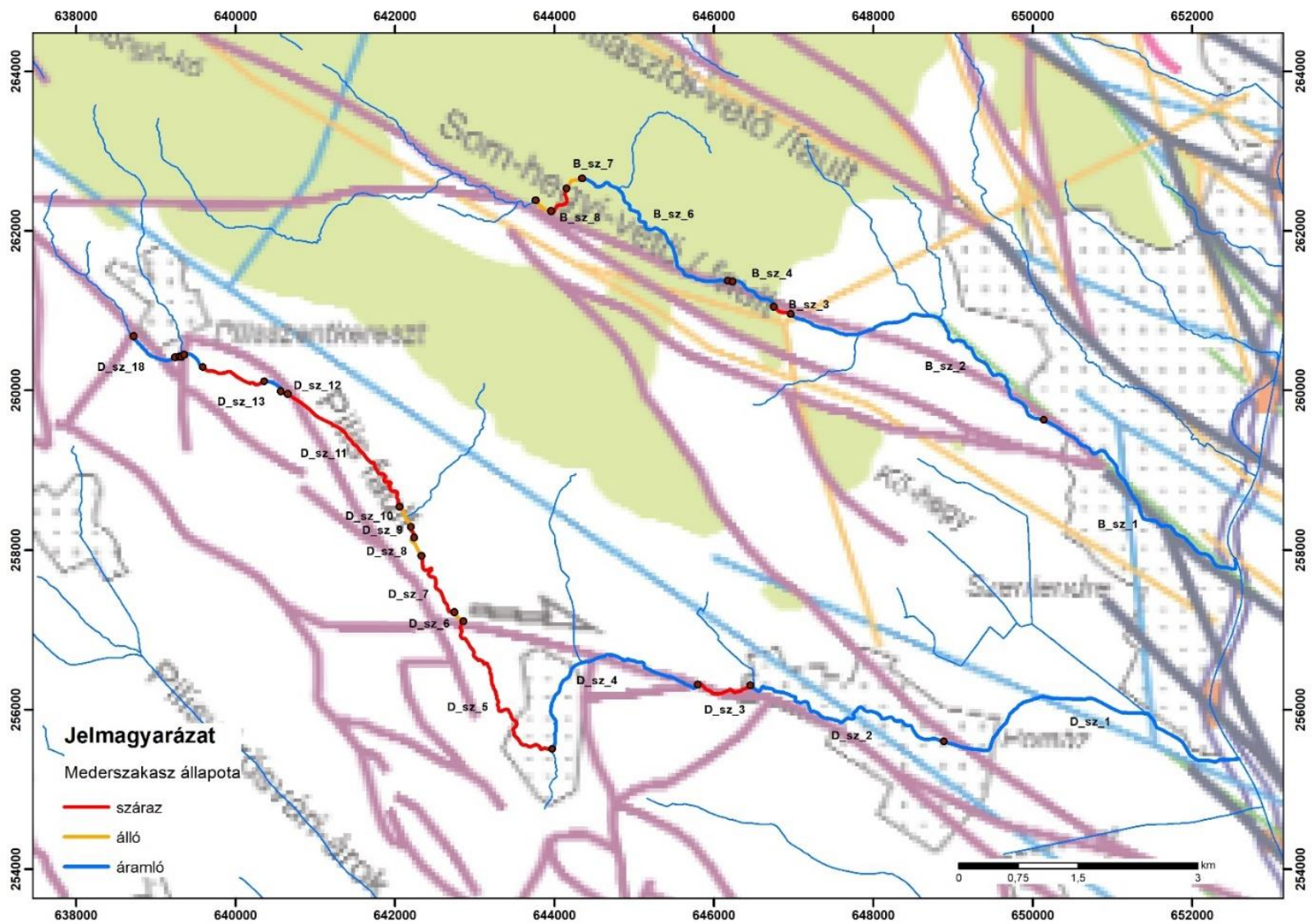
Szembetűnő különbség a két vízfolyás között a száraz mederszakaszok gyakorisága, valamint, azok hossza. Ezt indokolhatják a földtani felépítésben, kőzetekben megállapított különbségek, valamint az adott területre jellemző szerkezetföldtani sajátosságok is.

A Dera-patak végig karbonátos kőzeten, illetve homokköveken folyik keresztül. A karbonátos területekre jellemző a karsztos képződmények repedéseiben eltűnő ún. búvópatak megjelenése, amely rövid ideig a felszín alatt folytatja útját majd később újra a felszínre kerül. A szerkezeti vonalak (vetők) is vezethetik a vizet az elmozdulási sík mentén, illetve az elmozdulás következtében kialakult további repedések mentén. A Dera-patak völgye nagyrészt követi a prekainozós elmozdulás síkját, tehát a meder szinte adott. A fiatalabb vetők tovább alakítják a vízfolyást, előidézve a gyakran fellelhető száraz medret (**6. ábra**). A száraz mederszakaszok mindig ott jelennek meg, ahol a vetőt keresztezi a vízfolyás. Feltételezhetjük, hogy itt a patak vize a felszín alatt, a karszt rendszerben folytatja tovább az útját. A további D-sz\_8 és D\_sz\_9 szakaszokon megjelenő kisebb álló szakaszok, vagy a D\_sz\_4 áramló szakasz nem feltétlenül igazolja azt, hogy az „eredeti” patak visszatér a mederbe. Ez a vízmennyiség a mellékpatakok vizéből is származhat. Szembetűnő, hogy ahol a térképen hozzáfolyás van feltüntetve ott gyakran „pangó” medret figyeltünk meg a terepi bejárások alkalmával.

A Bükkös-patak esetében már nem vonható le egyértelműen kapcsolat a tektonikai szerkezetek, illetve a képződmények között. A terület, amelyen átfolyik a patak, főként andezitből, andezittufából és homokkőből áll. Bár az előbbinek a homokkővekhez és tufákhoz képest rosszabb a vízvezető képessége, a száraz mederszakaszok mégis itt, a különféle andezit képződmények területén találhatóak. Ez arra enged következtetni, hogy a Bükkös vízjárása kevésbé függ a szerkezetföldtani adottságoztól.

A száraz mederszakaszok ezen kívül ott jelentkeztek, ahol bukók voltak a patakszelvényben kiépítve. Itt a legegyszerűbb magyarázat az, hogy a meder valójában, klasszikus értelemben nem száraz, csak a bukó felvízi szakaszán a vízsebesség lokális lassulása miatt olyan nagymértékű hordalék (nagy méretű andezit és homokkő darabok) halmozódott fel, hogy a meder kinézete teljesen átalakult, és valójában a folyóvízi hordalék alatt ott folyik a víz, a kisebb ellenállás felé. Hiszen, mint tapasztaltuk a terepi bejárás során, a bukó alvizen rögtön megjelenik a víz, nagy mennyiségben.





6. ábra: Vető térkép (Fodor, 2000) és (Oláh, és mtsai., 2014) alapján, feltüntetve a patakokon észlelt mederállapotokra

Látható, hogy a Bükkös-patak időszakossági jellemzői jobban hasonlítanak a klasszikusan hosszirányban fokozatosan változó lefolyású kisvízfolyásokéhoz, ahol nagyobb dominanciája van a lefolyási viszonyoknak, mint a vízgyűjtőterület köztani jellemzőinek.

A hosszmenti bejárás tapasztalatai sajnos nem igazolták az általunk kiválasztott napi észlelések monitoring helyeit. Eredményeinket összevetve a vízfolyások alsó szakaszain található vízrajzi távjelzők adataival (**2. ábra**), akár arra is következtethetnénk, hogy míg a Bükkös-patak felső szakasza pangó, az év nagy részében nem lefolyó jellegű, addig az alsó szakasza állandó vízszállítású. A Dera-patak esetében viszont kvázi állandó lefolyást tapasztalunk a felső és alsó vízfolyás szakaszokon is. A térképet megvizsgálva azonban (**6. ábra**) látható, hogy a valóságban a közties szakaszokon sok a száraz mederszakasz, főként a Dera-patak esetében, ahol a Dera-szurdok területén a vízfolyás bűvópataként eltűnik a felszín alatt és Csobánkáig száraz medret tapasztalunk.

Fentiek alapján megállapítható, hogy a vizsgált vízfolyásokhoz hasonló jellegű adathiányos kisvízfolyások esetében jobban kellene törekedni arra, hogy a vízfolyás hosszmenti változásairól gyűjtsünk össze információkat, mint az időbeli változásról.

## **ÖSSZEFOGLALÁS**

Tanulmányunk célja, hogy közelebb kerüljünk egy olyan módszertan kidolgozásához, amely a jövőben bizonyos típusú kisvízfolyások időszakossági jellemzőinek megítélésében segítheti a vízügyi szakembereket. Hazai viszonylatban, ebben a témakörben, ilyen céllal nem készültek kutatások, ezért lehetőségünk nyílt számos mérési, illetve észlelési eljárást megvizsgálunk, amelynek a feladat komplexitása kiváló teret adott. Munkánk során ezért elsősorban olyan terepi mérésekre összpontosítottunk, amely a vízügyi gyakorlatban is könnyen kivitelezhető és eredményes lehet. Emellett nem becsülhetjük alá az előzetes adatgyűjtés jelentőségét sem, hiszen a vízfolyások alaphozamát meghatározó vízkészlet elsősorban felszín alatti rétegekből való hozzáfolyásból adódik. Ehhez pedig szükségünk van a terület felszín alatti vízadónak, ezzel összefüggésben pedig a földtani jellemzők ismeretére is. Azon vízfolyások esetén, ahol felmerül az időszakos vízszállítás jelensége, általában nem rendelkezünk hosszú idejű hidrológiai statisztikával, vagy csak egy bizonyos szelvényben, amely időszakosság szempontjából általában nem tudja megfelelően reprezentálni a vízfolyás egészét. Ebből kifolyólag az ilyen jellegű idősorok csak kiegészítő adatként szolgálhatnak. Az időszakosan vizet szállító mederszakaszok meghatározásához szükség van méréseink térbeli kiterjesztésére. Vizsgálataink során e cél elérése érdekében havi rendszerességű forráshozam méréseket, illetve az ezt támogató fajlagos vezetőképesség mérést végeztünk és a területek földtani sajátosságait is felkutattuk. Ez lehetőséget nyújtott a monitoring pontok helyének megalapozott meghatározására is, aminél az időszakosság szempontjából jelentős szerepe van az észlelések időléptékének is, ezért napi felbontást vettük figyelembe. Úgy véljük, hogy eredményeink és következtetéseink számos pontja felhasználható akár további vizsgálati lehetőségek figyelembe vételénél is a témában kutatni szándékozók számára.

## IRODALOMJEGYZÉK

- AGROVÍZ. (2022). Forrás: A víz vezetőképessége: <https://bolt.agroviz.hu/a-viz-vezetokepessege-115>
- Cartwright, I., & Miller, M. P. (2021, február). Temporal and spatial variations in river specific conductivity: Implications for understanding sources of river water and hydrograph separations. *Journal of Hydrology*, 593(125895). doi:<https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2020.125895>
- Cox, M. H., Su, G. W., & Constantz, J. (2007. január). Heat, Chloride and Specific Conductance as Ground Water Tracers near Streams. *Ground Water*, 45(2), 187-195. doi:10.1111/j.1745-6584.2006.00276.x
- Fodor, L. (2000). A Dunazug-hegység, a Budai-hegység és a Pesti-síkság fedetlen földtani térképe, 1:50 000. *Kézirat*.
- Gallart, F., Cid, N., Latron, J., Llorens, P., Bonada, N., Jeuffroy, J., . . . Guimerá, A. (2017, december 31). An open-access software tool for investigating and evaluating temporary river regimes as a first step for their ecological status assessment. *Science of the Total Environment*(607-608), 519-540. doi:<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.06.209>
- <https://vizeink.hu>. (2021). Forrás: Magyarország vízgyűjtő-gazdálkodási honlapja: <https://vizeink.hu/vizgyujto-gazdalkodasi-terv-2019-2021/vgt3-elfogadott/>
- Miller, M. P., Susong, D. D., Shope, C. L., Heilweil, V. M., & Stolp, B. J. (2014. augusztus). Continous estimation of baseflow in snowmelt-dominated streams and rivers in the Upper Colorado River Basin: A chemical hydrograph separation approach. *Water Resources Research*, 50(8), 6986-6999. doi:10.1002/2013WR014939
- Oláh, P., Fodor, L., Tóth, T., Deák, A., DRIJKONINGEN, G., & Horváth, F. (2014). A Szentendrei-sziget környéki folyóvízi szeizmikus szelvényezések földtani eredményei. *Magyar Földtani Társulat - Földtani Közlöny*, 144(4), 359-380.
- Pokol, G., Gyurcsányi E., R., Simon, A., Bezúr, L., Horvai, G., Horváth, V., & Dudás, K. M. (2011). *Analitikai kémia*. (G. Pokol, Szerk.) Budapest: Typotex.