

## **A KARSZTVÍZSZINT REGENERÁLÓDÁSI FOLYAMAT HATÁSA HÉVÍZ TERMÉSZETES GYÓGYTÉNYEZŐIRE**

### **EFFECT OF KARST WATER LEVEL REGENERATION PROCESS OF NATURAL HEALING PROPERTIES OF HÉVÍZ**

JUHÁSZ ELEONÓRA<sup>1\*</sup> – TOKAJI RÓZSA JULIANNA<sup>2</sup> –  
BIHARYNÉ JUHÁSZ GITTA<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Miskolci Egyetem, Alkalmazott Egészségtudományok Intézete, Miskolc

<sup>2</sup>Vasútegészségügyi Nonprofit Közhasznú Kft., Mozgásszervi Rehabilitációs Intézet, Hévíz

<sup>3</sup>Duna-Dráva Cement Kft., Vác

#### **Összefoglalás**

A hazai gyógy-idegenforgalom, wellnessturizmus zászlóshajója a Hévízi-tó szimbiózisban van a még épen maradt, felszín alatti víztől függő ökoszisztémájával. Szerzők célja fizioterápiás szakemberek számára széleskörűen és részletesen bemutatni azokat a regionális és lokális természettudományi hatásokat, melyek a Hévízi-tó forrásánál és felszín alatti vízgyűjtő területénél jelentkeznek, s mindezek megértése által komplexebb látásmódot adni a gyógytényezők terápiás célú felhasználásához és jövőbeli tervezési-kutatási-fejlesztési lehetőségeihez. A Hévízi-tó mennyiségi védelme szükségessé teszi a vízgyűjtő területen jelentkező vízigények, valamint a karszterületek csapadékfüggő utánpótlódásának számbavételét. Az utánpótlódást, a karsztvízszintváltozásokat és a hosszabb távú vízháztartási kiállításokat figyelembe véve lehet javaslatokat tenni a térségi vízkivételeknek a Hévízi-tó állapotát nem veszélyeztető szabályozási feltételekre. Az elsődleges tóvédelmi cél, hogy a tó hozama elérje a prognosztizált optimális 550 liter/s-ot és víz hőmérséklete sehol ne csökkenjen 28 °C alá. A monitoringrendszer éghajlati, hidrológiai, hidrogeológiai paramétereiket mér műszeresen, mely alapul szolgál a biológiai monitoringozásnak. A kórház rendszeresen vizsgálhatja a termelőkutaknál és a tó különböző részein a vízkémiai és mikrobiológiai viszonyokat. Az összefoglaló tanulmány annak demonstrálása, hogy a vizek ügye nem csak a vízügy ügye. Rávilágít a különböző ágazatok, vízügyi felügyeleti szervek, zöldhatóság, egészségügy, környezetvédelmi hatóság együttműködésének fontosságára.

**Kulcsszavak:** Hévízi-tó, felszín alatti vizek, ökoszisztéma, utánpótlódás, tóvédelem

#### **Summary**

The flagship of domestic medical tourism and wellness tourism, Lake Hévíz is in symbiosis with its intact ecosystem dependent on underground water. The aim of the authors is to provide physiotherapists with a broad and detailed presentation of the regional and local natural science effects that occur at the source of Lake Hévíz and in the underground water

---

\* Levelező szerző: Dr. Juhász Eleonóra, Miskolci Egyetem Egészségtudományi Kar, 3515 Miskolc-Egyetemváros, email: [eleonora.juhasz@uni-miskolc.hu](mailto:eleonora.juhasz@uni-miskolc.hu), mobil: +36-30 373-7870

catchment area, and by understanding all of this, to provide a more complex perspective on the therapeutic use of medicinal factors and future planning-research-development to its possibilities. The quantitative protection of the water of Lake Hévíz necessitates the accounting of water demands in the catchment area, as well as the rainfall-dependent replenishment of karst areas. Taking into account the replenishment, the changes in the karst water level and the longer-term water balance prospects, proposals can be made for the regulatory conditions of regional water withdrawals that do not endanger the condition of Lake Hévíz. The primary lake protection goal is that the yield of the lake reaches the forecasted optimum of 550 liters/s and that the water temperature does not fall below 28 °C anywhere. The monitoring systems measure climatic, hydrological and hydrogeological parameters instrumentally, which serve as a basis for biological monitoring. The hospital regularly tests the water chemistry and microbiological conditions at the production wells and in different parts of the lake. The summary study is a demonstration that the issue of waters is not only a matter of water affairs. It highlights the importance of cooperation between the various sectors, water supervisory bodies, Green Authority, health and environmental protection authorities.

**Keywords:** *Lake Hévíz, underground water, ecosystem, replenishment, lake protection*

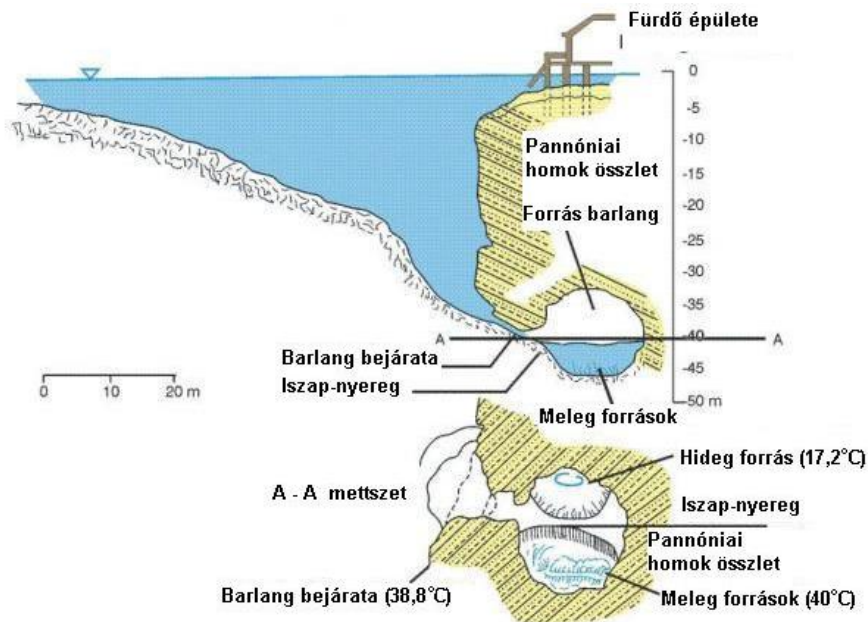
## BEVEZETÉS

Ivóvizeink, ásvány- és gyógyvizeink, valamint hévizeink a felszín alatti vízádókból származnak. [1] Felszín alatti vízkészleteink kiemelt figyelmet érdemelnek. [2] A hazai gyógy-idegenforgalom, wellnesssturizmus zászlóshajója a Hévízi-tó szimbiózisban van ökoszisztémájával, mely az ország egyik legjelentősebb, még épen maradt, felszín alatti víztől függő ökorendszere. [3] Hévíz olyan egyedi adottsággal rendelkezik, amelynek alapja az egyedülálló természeti környezet. Több gyógytényező található meg egy helyen, gyógyvíz, gyógyiszap, jellegzetes mikroklíma, valamint egy botanikai szempontból is kiemelkedő véderdő. A gyógyászati célú felhasználáshoz a kórházi háttérrel a Hévízgyógyfürdő és Szent András Kórház biztosítja, mely szakkórházként látja el országosan a mozgásszervi, főként a reumatológiai megbetegedések rehabilitációját. [4]

Célunk fizioterápiás szakemberek számára széleskörűen és részletesen bemutatni azokat a regionális és lokális természettudományi hatásokat, melyek a Hévízi-tó forrásánál és felszín alatti vízgyűjtő területénél jelentkeznek, s mindezek megértése által komplexebb látásmódot adni a gyógytényezők terápiás célú felhasználásához és jövőbeli tervezési-kutatási-fejlesztési lehetőségeihez.

## HÉVÍZ TERMÉSZETES GYÓGYTÉNYEZŐI

A hévízi forrásbarlang kialakulása kb. 2 millió éve kezdődött. Ekkor tört fel a hévízi gyógyvíz egy hegységperemi vető mentén egy homokkőrétegen keresztül, alakult ki a forrásbarlang és a tó kráterszerű medre. A tómeder és a forrásbarlang elhelyezkedését az 1. ábra mutatja. [5]



**1. ábra.** A Hévízi-tó környezetének elvi ábrája [Forrás: Átfogó tóvédelmi programja (2007) a Magyar Állami Földtani Intézet (2000) ábrája alapján]

A megbújó forrásbarlangot 1975-ben fedezték fel, a forrás feltárását 1958-ban az Országos Balneológiai Intézet kezdte meg. [6] A gömbfülke alakú Amphora-forrásbarlangban egy iszapnyereg található, melynek keleti oldalán 43 m mélységben fakadt az akkor 17,2 °C-os hideg vizű forrás, a nyugati oldalán pedig 45-46 m mélyen a 41,3 °C-os meleg vizes források. A 38,5 m mélyen lévő forrasszájon át, a vizek keveredéséből 38,8 °C-os hőmérsékletű víz jutott a tóba. A barlang kupolájában 40-50 cm-es gágréteget találtak a bűvárok. A kutatók izotópvizsgálattal állapították meg a forrásvizek korát, miszerint a meleg víz 12-14 ezer éves, míg a hideg víz 7-8 ezer éves. [7] A barlangban található komponensek aránya, utánpótlódása és keveredése eltérő. A  $\approx 40-42$  °C-os kevert víz nyugatról érkezik, 26 400 m<sup>3</sup>/nap mennyiségben és a tóhozam 76%-át adja. A  $\approx 25$  °C-os kevert víz keletről jön, 8160 m<sup>3</sup>/nap mennyiségben és kiteszi ezzel a tóhozam 24%-át. A teljes melegvízhozam  $\approx 440$  liter/s, azaz 38 016 m<sup>3</sup>/nap, melyet a Hévízi-tó  $\approx 400$  liter/s és a tó környéki kutakban termelt  $\approx 40$  liter/s hozam tesz ki. [8] Ehhez a hozamhoz az utánpótlódási helyeket és arányokat az 1. táblázat mutatja.

A Hévízi-tó ovális alakú, vízfelülete 46 350 m<sup>2</sup>, térfogata 127 950 m<sup>3</sup>, mélysége 2–38,5 m közötti. [9] A meder fenekét 1–7 m vastag tőzeg alkotja. [10] A Dunántúli-középhegység 150-200 millió éve lerakódott közeteiben több, nagy felszín alatti áramlási rendszer alakult ki, amelyek a hegységperemeken a felszínre törhetnek. Ilyen források a Hévízi-tó meleg forrásai is. [11]

**1. táblázat**

*A Hévízi-tó utánpótlódási helyei és arányai*  
(Forrás: Tóth, 2017 alapján saját szerkesztés)

<b>Utánpótlódási hely</b>	<b>Részesedése (%)</b>
Dél-bakonyi beszivárgás	60,4
Keszthelyi-hegységi felületi beszivárgás	23,5
Felszíni víznyelődés a Zalaszántói-tározónál	11,1
Porózus víztestekből való átadódás	5

A tó vize 3,5 naponta cserélődik, vizét az északi (2. ábra), valamint a déli zsilip (3. ábra) vezeti le. [9] A déli-zsilipet 1996-ban átalakították, azóta a tó vízszintje 108,75–108,85 m.B.f. szint között tartható. [5]



**2–3. ábra.**

*A Hévízi-tó kifolyócsatornái, az északi és a déli zsilip*  
(Forrás: saját fotó 2022)

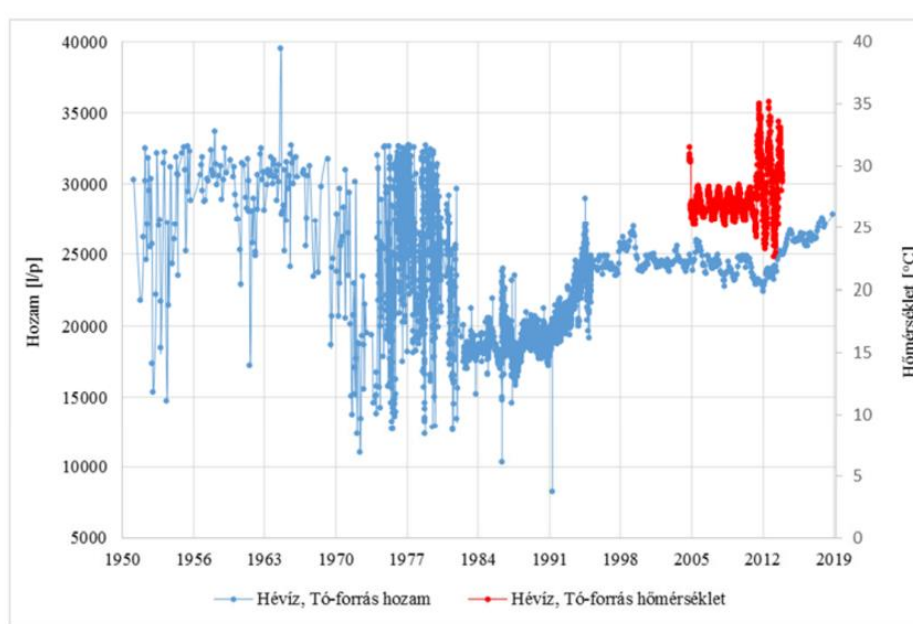
A tó vizének hőmérséklete télen 24–26 °C fok, nyáron pedig 32–35 °C. A gyógyvíz szénsavas, kénes, kalcium-magnézium-hidrogénkarbonátos. Enyhén radontartalmú, a rádiumemanáció 0,22–28 millicurie/l. [9], [10] A vízösszetételben a nyolc fő ion közül a kalcium mennyisége a legnagyobb a kevert vízben, a parti sávban pedig a legkisebb. A magnézium, a nátrium és a szulfát mennyisége fordítva változik. A kevert víz pH-értéke 7 alatti, a parti sávban a pH-értéke 7,3–7,5. A vízminőség fenntartásának legfontosabb meghatározója a forráshozama és a víz hőmérséklete. A tó vízhozama függ a karsztvíz szintjétől és a tó üzemi vízszintjének különbségétől is. [5] A tavat tápláló, a forrásbarlangból feltörő forrásvíz a jelenlegi helyén tört fel, egy időben a Balaton kialakulásával. A feltörő meleg víz először a Balatonba ömlött bele, majd a bekövetkező klímaváltozások hatására a Balaton vízszintje lesüllyedt. Az akkori tómederben az ott élő növényzetből tőzegláp keletkezett, így a jelenlegi tófeneket és a tavat körülvevő lápos területet is vastag tőzeg alkotja. [6], [9] A Hévízi-tó

környékén tavi-mocsári üledék található, mely néhol több méter vastagságú tőzeg és lápföld, a felszíni szennyeződésre fokozottan érzékeny. Az 1960-as években kiépítésre került Keszthely-Hévíz belvízöblözeti csatornahálózat biztosítja a talaj vízszintjének megfelelő szinten tartását a tőzegvagyon megőrzése céljából. [5] A tőzeg keveredik a forrás vizével és oldott anyagokat vesznek át egymástól. A kölcsönhatás révén a kémiailag aktív forrásvíz, biológiailag aktív gyógyvízzé válik. [9] A hévízi iszap szervesanyag-tartalma 30%, mely zömmel növényi eredetű. Sötétszürke színét a magas huminsav-tartalom adja, mely szerves alkotórész. Kéntartalma magas, gyengén radioaktív, a szárazanyag-tartalmának 60%-át mészkő, kvarc, földpát, csillám, amfibol alkotja. Az iszap anorganikus alkotórészei a triász dolomitból és a pannon homokkőből származnak, organikus eleme pedig maga a tőzeg. [12] Hévíz éghajlatát a mérsékelt hűvös-mérsékelt száraz éghajlati típus jellemzi. A tavat körülölelő park és véderdő, a Hévízi-tó vizének folyamatos hősugárzása és párolgása, együttesen gondoskodik Hévíz szubmediterrán klímájáról. [6] A Hévízi-tavat 34 hektár kiterjedésű véderdő veszi körül. A tó párolgása nyomán keletkező páraréteget a véderdő fái ott tartják, gátolva a tó vizének lehülését. A kicsapódó párával a levegőbe távozik a kén-hidrogén és a rádiumemanáció, mely belélegezve természetes inhalációt eredményez. A víz párolgását szintén akadályozzák a tündérrózsák víz felszínén szétterülő levelei, indái pedig a tó fenekén szerteágazva védik a gyógyiszapot. [9] A véderdő, mely egyben arborétum is, szélvédeltséget biztosít a tó vizének, megszűri a levegőt a szálló portól másrészt szerves része a tőzegvagyon megőrzésének és fenntartásának. A véderdő láptalajának vízszintjét a tó vizének átszivárgása biztosítja. [5]

#### **A DUNÁNTÚLI-KÖZÉPHEGYSÉG TERMÉSZETES VÍZHÁZTARTÁSÁNAK FELBORULÁSA**

A Dunántúli-középhegység területe ásványi nyersanyagokban gazdag. A bányászati környezetben a vízbetörések megelőzése érdekében az 1960-as években elkezdtek a főkarsztvíztárolóban a vízszint fokozatos süllyesztését. A vízszintsüllyesztés a bányaterületeken elérte a 125–150 m-t, a középhegységben átlagosan 35 m körül alakult. A vízkitermelés hatására felborult a Dunántúli-középhegység természetes vízháztartása. A nagy áramlási rendszerek károsodtak, a karsztvíztároló vízszintjében nagy fokú depressziót okozott. [11], [13] A bányászati vízkiemelések mértéke több mint 20 éven keresztül 12 000 liter/s körül volt, amikor a rendszer csapadékból történő természetes utánpótlása több év átlagában csak mintegy 8000 liter/s. Jelenleg a karsztvíztárolóból kitermelt és a forrásokon elfolyó vízmennyiség +/-4500 liter/s. A fentiekből következik, hogy a bányászati vízkiemelés meghaladta a karsztvízrendszer utánpótlását. A karsztvízszintek csökkentek, a Hévízi-tó és a karsztvízrendszer közötti nyomáskülönbség csökkent, aminek egyenes következménye volt a tó hozamának csökkenése. [11] A Dunántúli-középhegység nyugati részének vízkiemelései, közülük elsősorban a nyírádi bauxitbánya vízkiemelése hatott károsan. [5] A Hévízi-tó átlagos évi hozama az 1951–1960 közötti időszakban 28 620–36 360 liter/perc között mozgott, átlagosan 31 870 liter/perc volt. A tó túlfolyó hozamának döntő része a déli zsilipen, míg kisebb hányada az északi-zsilipen keresztül folyik el. A forrás

hozamát két helyszínen az északi és déli zsilipnél méri a Nyugat-dunántúli Vízügyi Igazgatóság. A Hévízi-tó forrás vízhozam idősorát mutatja be a 4. ábra. [14]



**4. ábra**

*A Hévízi-tó forrás vízhozama (1951–2019) és hőmérséklet idősora (2005–2014)*  
(Forrás: Smaragd, 2021)

A tó-forrás hozama 1983-ban 18 200 liter/perc volt, azóta folyamatosan emelkedik. A hozam 1995-ben elérte a 23 800 liter/percet, azóta érdemben alig változott. 2012 óta ismét enyhe növekedés látható az idősorban. A forrás hozamának 2019 szeptemberében mért értéke 27 840 liter/perc volt. Hozamában kisebb éves ingadozás is megfigyelhető.<sup>14</sup> A forrásbarlangból kilépő karsztvíz hőmérsékletét legelőször 1971-ben mérték meg búvárok, ekkor az 38,8 °C volt. A forráshozam csökkenésével a hideg források vízhozama nagyobb mértékben csökkent, mint a meleg vizet szállító forrásoké, így a kevert víz hőmérséklete 1983-ban 39,4 °C, 1992. évben 39,7 °C volt. [11], [15] A tó 2005–2014. közötti vízhőmérséklete 23–35 °C között változott és szezonális hatás volt megfigyelhető. [14] A tóban az iszapkészlet csökkenéséhez az 1986-ban a frissen újjáépített fürdőépület leégett megsemmisülése és a karsztvízdepresszió, mely miatt az iszaptermelést leállították. [6] A lehetséges éghajlatváltozás következményeként bekövetkező szárazodás és melegedés hatására csökkenő forráshozam, növekvő párolgás, növekvő kicserélődési idő látható. Hévízen és a környező településeken a kútúrások és a gazdasági vízfelhasználások száma megnövekedett. Számolni lehet még az engedély nélküli vízkivételekkel, a meddő bányák vízszökéseivel is, valamint a dunántúli termálfürdő-fejlesztések termálkarsztvíz-felhasználási növekedésével. [5]

## HÉVÍZ FELSZÍN ALATTI VÍZGYŰJTŐ TERÜLETE ÉS VÉDELME

A Hévízi-tó forrásánál és felszín alatti vízgyűjtő területénél jelentkező változatos, regionális és lokális hatások, olyan rendszeres és teljes körű hidrogeológiai megfigyeléseket, kutatásokat igényelnek, melyek közvetlenül felhasználhatók a hosszú távú és napi vízgazdálkodásban, környezet- és természetvédelemben. [3]

Hidrogeológiai szempontból a Hévízi-tó vízgyűjtőterületei érdemelnek figyelmet, az itt elhelyezkedő védőidomok, továbbá a közvetlen és a tágabb környezet vízgazdálkodása, a szennyvíz- és csatornahálózat állapota. A területen található települések gazdasági tevékenységei és a hulladékgazdálkodása is jelentőséggel bír. A hévízi termálkarsztrendszer vízgazdálkodási helyzetét meghatározzák a természetes és a mesterséges környezeti tényezők, valamint a prevenciós vízgazdálkodási változatok. A természetes tényezők közé tartoznak az áramlási rendszerek, a források és vízhozamok, a forrásökoszisztémák, a vízhőmérsékletek és hőhozamok, s a vízkémiai és vízgeokémiai viszonyok. A mesterséges környezeti tényezők leginkább veszélyeztető tényezők, melyek közé a közeli és távoli kutak hatásai, a bányászati vízkivételek és felhagyásuk, valamint a szén-hidrogén-termelések, geotermikus hasznosítások tartoznak. [8] A Kormány 2022. április végén az 1242/2022. (IV. 28.) számú határozatával hirdette ki Magyarország második alkalommal felülvizsgált vízgyűjtő-gazdálkodási tervét. [16] A Hévízi-tó országosan védett természeti terület, melynek jellemzőit a 2. táblázat mutatja.

A védett természeti terület két felszín alatti víztestet érint:

- k.4.1.: Dunántúli-középhegység, Hévízi-, Tapolcai-, Tapolcafü- források vízgyűjtője (hideg karszt);
- kt.1.4.: Esztergomi termálkarszt (meleg karszt) (3. táblázat, 5. ábra).

### 2. táblázat

A Hévízi-tó országos védettségű természeti területének jellemzői  
(Forrás: [www.vizeink.hu](http://www.vizeink.hu))

2-4/f melléklet: Országos védettségű természeti területeket érintő víztestek	
Azonosító GIS	263/TT/93 – Hévízi-tó TT
Törzskönyvi szám	263/TT/93
Védett terület neve	Hévízi-tó TT
Védett terület típusa	TT
Illetékes NPI	Balaton-felvidéki NP
Vízfolyás víztesttel érintett	igen
Állóvíz víztesttel érintett	
Érintett felszín alatti víztestek száma	2
Vízfolyással érintett	
Állóvízzel érintett	igen

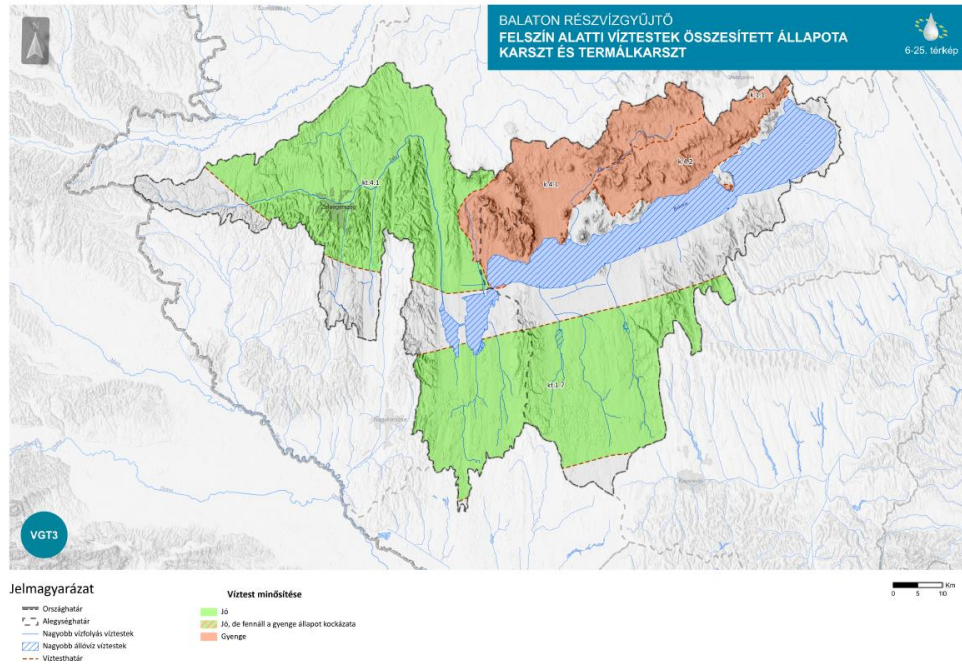
A Hévízi-tó felszín alatti vízgyűjtő területére, a kt.4.1. termálvíztest és a k.4.1. hideg karsztvíztestek esetében korábban a Magyar Állami Földtani Intézet, a Nyugat-dunántúli Környezetvédelmi és Vízügyi Igazgatóság és a Nyugat-dunántúli Környezetvédelmi, Természetvédelmi és Vízügyi Felügyelőség közösen dolgozott ki egy vízgazdálkodási koncepciót. [3], [8]

**3. táblázat**

*A Hévízi-tó védett természeti területe által érintett felszín alatti víztestek*  
(Forrás: www.vizeink.hu)

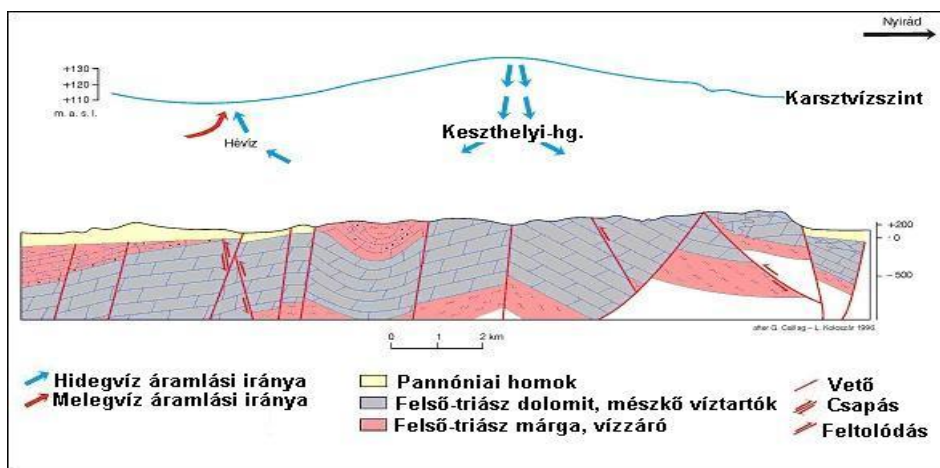
<b>VOR</b>	<b>AIQ553</b>	<b>AIQ624</b>
<b>Víztest kód</b>	<b>k.4.1</b>	<b>kt.4.1</b>
Víztest név	Dunántúli-középhegység, Hévízi-, Tapolcai-, Tapolcafő-források vízgyűjtője	Nyugat-dunántúli termáلكarszt
Földtani típus	karbonátos	karbonátos
Vízadó típusa	karszt	karszt
Víz hőmérséklet	hideg	termál
Hidrodinamikai típus	leáramlás	feláramlás
Nyomás alatti vízadó	vegyes	igen
Morfológiai típus	középhegység	medence
Víztest felszíni tagoltsága	közepesen tagolt	közepesen tagolt
Megfordítási pont	legfeljebb 75%	legfeljebb 30%
A víztest területe (km <sup>2</sup> )	1843,42	2885,34
A víztest felszíni kibúvásban lévő részének területe (km <sup>2</sup> )	277,92	0
Vízadó összeletelek darabszáma	1	1
A víztest átlagos tetőszintje terep alatt (m)	200	2000
A víztest átlagos feküszintje terep alatt (m)	800	3560
A víztest átlagvastagsága (m)	600	1560
FAV vízforgalom szempontjából jelentős vízháztartási elem	forrás (Tapolcafő stb.)	termálforrás (Hévízi-tó, Tapolcai-barlangtó)
FAVÖKO érintettség	igen	igen
Víztest GIS szintje	4	4
A víztest első lehatorásának időpontja	2004. 12. 22	2004. 12. 22.
A víztest módosítása a VGT2-ben (érvényes 2012. 12. 22-től)	igen	nem
A víztest módosítása a VGT3-ban (érvényes 2020. 12. 22-től)	nem	nem
Alegység	4-2 Balaton közvetlen	4-1 Zala





5. ábra. A Balaton részvízgyűjtő felszín alatti víztestjeinek állapota  
(Forrás: www.vizeink.hu)

A legfontosabb utánpótlódási területek a tótól észak-keletre találhatók, karbonátos, karsztos megjelenésű kőzetek formájában. A 6. ábrán a területre jellemző földtani keresztmetszelyen keresztül mutatja a Hévízi-tó közvetlen környezetének földtani és áramlási viszonyait, valamint a karsztvízszinteket. [5]

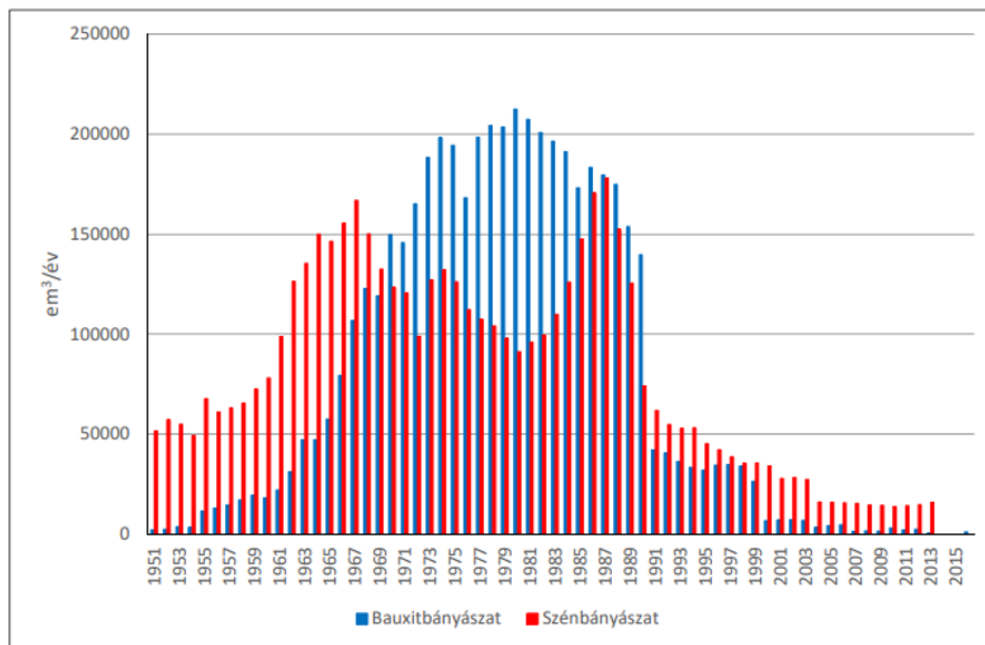


6. ábra. A területre jellemző földtani keresztmetszely [Forrás: Átfogó tóvédelmi programja (2007) a Magyar Állami Földtani Intézet (2000) ábrája alapján]

A hideg karsztvíz vízgyűjtő területe a Keszthelyi-hegység, a meleg ág karsztvizének vízgyűjtő területe a Bakony hegység. A forrásvíz korának megismerését célzó izotópvizsgálatok eredményei arra utalnak, hogy a kétféle víz, különböző utánpótlódási pályákon érkezik a forrásbarlangba. [17] A Keszthelyi-hegységben karsztosodott képződményeken beszivárgó csapadék rövid áramlási út után, a forrásbarlang keleti oldalán lép be a tóba. A hideg ág nyomáscsökkenését elsősorban a csapadékhiány okozta beszivárgás-csökkenés és a helyi vízkivételek okozhatják. Az idősebb meleg-ág vízgyűjtő területét főként a felső triász karbonátos képződményei alkotják. A hegységi területeken beszivárgó csapadék a mélybe süllyedt területeken DNY felé halad, majd a nagylengyeli területen a mezozoos vízrekesztő képződmények miatt megrekesztve, visszafordul a Hévízi-tó irányába. A hosszabb és mélyebb áramlási pályán haladó karsztvíz felmelegszik és így jut a forrásbarlang Ny-i részébe. [18] A víz utánpótlásában szerepet játszik a Hévíztől északra húzódó, felsőpannon-rétegből átszivárgó fedővizek és a Keszthelyi-hegység környékének víztároló része. [19]

#### A KARSZTVÍZSZINT REGENERÁLÓDÁSA

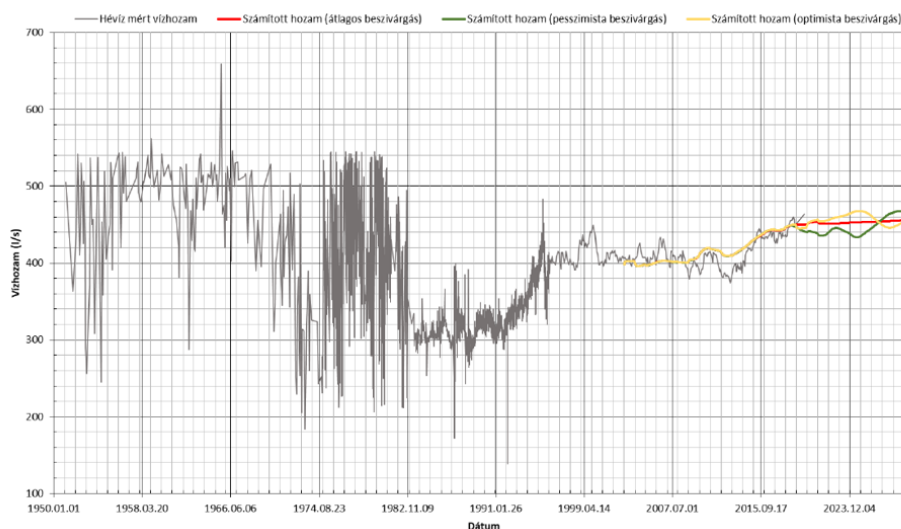
1990-ben a nyirádi bányászati célú vízszintsüllyesztést megszüntették, majd ezt követte több bányászati vízszintsüllyesztés leállítása. 1992-ben a vízmérleg pozitívvá vált, a karsztvízszintek emelkedésnek indultak, megkezdődött a regenerálódás folyamata (7. ábra).



7. ábra. A bányászati célú karsztvízszint süllyesztés mértéke a Dunántúli-középhegységi főkarsztvíztárolóban (Forrás: [www.vizeink.hu](http://www.vizeink.hu))

A Keszthelyi-hegységben és a DNy-i Bakonyban a csapadék eloszlása nem egyenletes. A beszivárgás szempontjából nem mellékes a csapadék időpontja sem, ezek alapján a regenerálódás szintén nem egyforma. A karsztvíz nyomása bonyolult földtani közegen keresztül érvényesül, de befolyásolják azt a tó körzetében lévő termálkutak is. A karsztvízrendszert ma is 4000 liter/s átlagos vízkivétel terheli, mely időben nem egyenletes. Előfordul, hogy átmeneti jelleggel, rövid időszakon a vízkivétel meghaladhatja a beszivárgást. Ennek következtében a tó-forrás hozamnövekedése nem egyenletes. Ha az átlagosnál csapadékosabb az időjárás, a hozamnövekedés felgyorsul. Erre példa az 1999-es év. S ha a csapadék az átlagosnál kevesebb, a forráshozam csökken, vagy stagnál. Erre példa a 2000–2003. év közötti időszak. A hangsúly azonban a trenden van, ami egyértelműen a folyamatos javulást jelzi. [11]

A Dunántúli-középhegységi főkarsztvíztároló bányászati célú karsztvízszint-süllyesztés időszaka 1960–1989. évek között zajlott. [20] A visszatöltődés 2025. év végére már közel 90%-ban lezajlik, a forráshozamokban azonban még emelkedés várható. [15], [16] Új egyensúly alakult ki, amelyre a természetes viszonyok jellemzőek. A hideg karsztvíztároló működését a földtani folyamatok során kialakult dinamikus egyensúly jellemez. Csapadékszegény időszakban a beszivárgásból eredő hiány miatt a karsztvízszint és a források hozamcsökkenése várható. Csapadékosabb időszakban a karsztvízszint ismét megemelkedik és a két szélső helyzet között ingadozva a főkarsztvíztároló vízforgalma, víz- és hőképzete, nyomás- és áramlási viszonyai hosszú idő átlagában, egyensúlyban marad. A karsztvíz várható szintjét a jövőben tehát az éghajlati hatás és a vízkivételek fogják befolyásolni. [14] A lokális modellterületeken, a vízgazdálkodás szempontjából kiemelten jelentős Hévízi-tó forrás számított és mért hozamát mutatja be a 8. ábra. A prognosztizált verziók alapján, a várható legmagasabb vízhozam 470 liter/s, a minimális vízhozam 433 liter/s. [15], [16]



8. ábra. A Hévízi-tó forrás számított és mért hozama (Forrás: VGT3, 2022)

A Balatoni Integrációs és Fejlesztési Ügynökség Kht., a Vízgazdálkodási Tudományos Kutató Intézet (VITUKI), a Magyar Állami Földtani Intézet közreműködésével 2007-ben készült el, a *Hévízi-tó Átfogó Tóvédelmi Programja Előkészítő Tanulmánya*, majd a 2017–2020. évre az intézkedési programterv. Az előkészítő tanulmány felállította azokat a feladatokat, amelyek a Hévízi-tó védelmében szükségesek. Ezek a tó-forrás hidrogeológiai védőövezeteit befolyásoló tevékenységek számbavétele, a Hévízi-tavat tápláló termálkarsztrendszer állapotának monitorozása, a tó állapotát kedvezőtlenül befolyásoló tényezők feltárása, a tó megfelelő vízminőségi és ökológiai célállapotának megfogalmazása. A megvalósulás fázisairól és a tervezett előrehaladás lépéseiről a Balatoni-felvidéki Nemzeti Park Igazgatóság 2017–2021. évi jelentései adnak tájékoztatást. [21]

#### FELADATOK A HOSSZÚ TÁVÚ FENNTARTHATÓSÁG ÉRDEKÉBEN

Az elsődleges tóvédelmi cél, hogy

- a tó hozama elérje a prognosztizált optimális 550 liter/s-ot;
- a víz hőmérséklete sehol ne csökkenjen 28 °C alá;
- a tó vízének szulfidtartalma minél nagyobb területén érje el a 2,5 mg/l értéket;
- a tó élővilága további tájidegen betelepülőkkel ne sérüljön;
- monitoringrendszerek további üzemelése, eredményeinek értékelése.

A területen a következő jelentősebb észlelőhálózatok működnek: vízszintészlelő hálózat, vízminőségi észlelőhálózat, víztermelés- és vízhozammérő észlelőhálózat, hidrometeorológiai észlelőhálózat.<sup>5</sup> A kórház monitoringrendszere 1989 óta működik, létrehozója az ALUTRÖSZT és a kórház. Működtetője a kórház és a Hévízi-tó Felszín Alatti Vízigyűjtő Területének Környezetvédelme Alapítvány. A kórház környezetvédelmi részlege végzi egyúttal az itt kialakított természetvédelmi terület, a gyógytó és a véderdő együttesének kezelését. A monitoring-rendszer éghajlati, hidrológiai, hidrogeológiai paramétereket mér műszeresen, mely alapul szolgál a biológiai monitoringozásnak. A biológiai monitoring indikátor értékű zoo- és fitobentoszt, makrofita-vegetációt mér és értékeli rendszeresen. A kórház rendszeresen vizsgálja a termelőkutaknál és a tó különböző részein a vízkémiai és mikrobiológiai viszonyokat. [22] A Hévízi-tó mennyiségi védelme szükségessé teszi a vízigyűjtő területen jelentkező vízigények, valamint a karsztterületek csapadékfüggő utánpótlódásának számbavételét. A nagy vízigyűjtő terület, valamint a nagy tározókapacitás miatt a karsztrendszerben az éves hatások időben tompítva, késleltetve jelentkeznek. Egy-egy kis beszivárgású év hatása nem jelentkezik azonnal a tó hozamában. Ugyanakkor az utánpótlódást befolyásolják a csapadék- és hőmérsékleti viszonyokban mutatkozó időjárási ciklusok, klimatikus változások. [5]

#### MEGBESZÉLÉS

Munkánkkal fizioterápiás szakemberek számára széleskörűen és részletesen bemutattuk azokat a változatos, regionális és lokális hatásokat, melyek a Hévízi-tó forrásánál és felszín alatti vízigyűjtő területénél jelentkeznek, s rendszeres és teljes körű

hidrogeológiai megfigyeléseket, kutatásokat igényelnek. Az eredmények és elemzéseik közvetlenül felhasználhatók a napi és a hosszú távú vízgazdálkodásban, a környezet- és természetvédelemben és a gyógyászatban egyaránt. Összefoglaló tanulmányunk annak demonstrálása, hogy a vizek ügye nem csak a vízügy ügye. Rávilágít a különböző ágazatok, vízügyi felügyeleti szervek, zöldhatóság, egészségügy, környezetvédelmi hatóság együttműködésének fontosságára. Munkánk összhangban van a tóvédelmi programjának azon megállapításával is, miszerint fontos még az átlátható és valamennyi érdekelt számára hozzáférhető monitoringadatok biztosítása és a felszín alatti vizekre és a víztől függő ökoszisztémákra irányuló kutatások folyamatos fejlesztése. A tóban és környékén mért hozam, hőmérséklet, vízminőség és izotóphidrológiai adatok közvetlen és folyamatos információkat adnak a természetes rendszer alakulásáról a fürdő személyzetének és a vendégeknek, jelezve, hogy ez nem egy átlagos strandfürdő.

A Hévízi-tó környékének jó vízgazdálkodási gyakorlata példa lehet a teljességre törekvő, „holisztikus” vízgazdálkodásra. A mennyiségi igénybevételi küszöbértékek nélkülözhetetlenségére a mindennapi hatósági engedélyezéseknél. A fejlesztéseknek a fenntarthatóság rendezőelveire kell épülniük. [4] A tóvédelmi program támogatottságának, finanszírozási lehetőségeinek és megvalósításának esélyei növelhetők a tóvédelmi program céljai és tervezett intézkedései összhangba hozhatók a Víz Keretirányelv céljaival és a vízgyűjtő-gazdálkodási tervek intézkedési programjával. A vízhasználatok felülvizsgálatának új rendszere a VGT és a vízgazdálkodási koncepció *Új vízgazdálkodási rend, gyakorlati intézkedésekkel* alapján mindenkinek az elérhető legjobb technológiát kell alkalmaznia a víztakarékosságra. A belső zónában újabb vízkivétel nem engedélyezhető, a tó hozamának tartós csökkenése esetében a termelést arányosan vissza kell fogni.

## IRODALOMJEGYZÉK

- [1] Szűcs P. (2017). Felszín alatti vizek - a hidrológiai ciklus láthatatlan része. *Magyar Tudomány*, 178 (10), pp. 1184–1197.
- [2] Szűcs P., Mikita V. (2016). Felszín alatti vízkészleteink és a hidrogeológiai kutatások helyzete hazánkban. *Hidrológiai Közlöny*, 96 (1), pp. 7–20.
- [3] Tóth Gy., Palcsu L., Tahy Á., Székely E., Bem J., Németh Gy., Jakab A., Tabajdi G. (2015). Hévízi-tó 2009–2015: kutatások, monitoring – fejlesztések, gyakorlati vízgazdálkodás. *XXII. Konferencia a felszín alatti vizekről*, 2015. április 8–9. Siófok. [https://www.fava.hu/siofok2015/eloadasok/D1\\_17\\_00\\_to\\_th\\_gyorgy.pdf](https://www.fava.hu/siofok2015/eloadasok/D1_17_00_to_th_gyorgy.pdf), letöltés ideje: 2024. január 20.
- [4] Hajnal K., Köbli Á. (2014). Hévíz turizmusának fejlődési irányai. *Modern Geográfia*, III, pp. 17–36.

- [5] *Hévízi-tó átfogó tóvédelmi programja – előkészítő tanulmánya*. Készítette: Balatoni Integrációs és Fejlesztési Ügynökség Kht. VITUKI Környezetvédelmi és Vízgazdálkodási Kutató Intézet Kht. a Magyar Állami Földtani Intézet közreműködésével. Siófok, 2007. június
- [6] Szántó E. (2008). *Hévíz története*. Hévíz: Hévíz Város Önkormányzata, p. 80.
- [7] Solt P. (2015). Az Amphora Búvár Klub kutatásai a Hévízi-tóban (Plózer István kutatóbúvár emlékére). In: *A Magyar Földtani és a Geofizikai Intézet Évi Jelentése 2014–2015*. pp. 131–142.
- [8] Tóth Gy. (2017). A Hévízi-tó vízgazdálkodási helyzete. Balatoni Részvízgyűjtő Vízgazdálkodási Tanács Ülése. Hévízgyógyfürdő és Szent András Reumakórház. [http://vpf.vizugy.hu/reg/kdtvizig/doc/Heviz\\_vizgazdalkodasi\\_helyzet\\_2017\\_05\\_10\\_TGy.pdf](http://vpf.vizugy.hu/reg/kdtvizig/doc/Heviz_vizgazdalkodasi_helyzet_2017_05_10_TGy.pdf), letöltés ideje: 2023. december 12.
- [9] Bergmann A. (2014). A Hévízi-tó. In: Bergmann A. szerk.). *Hévízi gyógymódok*. Budapest: SpringMed Kiadó, pp. 17–45.
- [10] Sandra S. (2018). A gyógyvizek csoportosítása és terápiás hatásuk. In: Sandra S., Oláh Cs. Zs. (szerk.). *Víz a vízgyógyászatban*. Budapest: San-Ergonómia Kft., pp. 222–229.
- [11] *Baj van-e a Hévízi tóval?* <http://www2.nyuduvizig.hu/?m=137>, letöltés ideje: 2023. december 19.
- [12] Gyarmati N. (2014). Kérdések és válaszok a hévízi iszappal kapcsolatban. In: Bergmann A. (szerk.). *Hévízi gyógymódok*. Budapest: Springmed Kiadó, pp. 45–64.
- [13] Jankó F., Hafenschner V. P. (2020). Karsztvízkonfliktus: A bányászati vízki-termeléssel kapcsolatos tudományos és közéleti viták a Hévízi-tó példáján. *Földrajzi Közlemények*, 144 (2), pp. 186–201.
- [14] Smaragd GSH Kft. (2021). *A Dunántúli-középhegységi karsztvízszint emelkedés okozta jelenségek állapot rögzítése, a várható emelkedés modellezése. Veszélyeztetett területek lehatárolása a regionális és a lokális modellezés együttes értelmezése alapján*. [https://vpf.vizugy.hu/reg/ovf/doc/Dkhg\\_veszelyeztetett%20teruletek%20lehatarolasa\\_jelentes\\_20210715.pdf](https://vpf.vizugy.hu/reg/ovf/doc/Dkhg_veszelyeztetett%20teruletek%20lehatarolasa_jelentes_20210715.pdf), letöltés ideje: 2023. december 12.
- [15] Székely E. (2022). Hévíz – Keszthelyi-hegység lokális modell ismertetése. „A Dunántúli-középhegységi karsztvízszint-emelkedés okozta jelenségek állapot rögzítése, a várható emelkedés modellezése” projekt keretében készült a Smaragd-GSH Kft. jelentése alapján. *Nyugat Vizei*, IV (1), pp. 4–8.
- [16] Országos Vízügyi Igazgatóság (2022). *Magyarország Vízyűjtő-Gazdálkodási Tervének második felülvizsgálata. Magyarország Vízyűjtő-Gazdálkodási Terve – 2021*. <https://vizeink.hu/vizgyujto-gazdalkodasi-terv-2019-2021/vgt3-elfogadott/>, letöltés ideje: 2023. január 17.

- [17] Rácz I-né (2018). A víz, a földi élet alapja. In: Sandra S., Oláh Cs. Zs. (szerk.). *Víz a vízgyógyászatban*. Budapest: San-Ergonómia Kft., pp. 8–16.
- [18] Böcker T., Liebe P., Höriszt Gy. (1986). A Hévízi-tó és közvetlen környezetének állapota 1985-ben. *Földtani Kutatás*, 29 (4), pp. 71–83.
- [19] Csepregi A. (2003). A Dunántúli-középhegység főkarsztvítározója vízforgalmának modellezése. In: Liebe P. (szerk.). *Felszín alatti vizeink kutatása, feltárása, hasznosítása és védelme*. Szemelvények az oktatás és kutatás intézményeinek munkájából. Ia. kötet. Karsztvízkutatás Magyarországon. Balatonfüred: Felszín Alatti Vizekért Alapítvány, 19 p, [http://www.fava.hu/publikaciok/jubileumi\\_kiadvanyok/tanulmanyok\\_pdf/csepregi\\_dkh.pdf](http://www.fava.hu/publikaciok/jubileumi_kiadvanyok/tanulmanyok_pdf/csepregi_dkh.pdf), letöltés ideje: 2023. december 13.
- [20] Csonki I. (2014). *Jelentős vízgazdálkodási kérdések a Balaton részvízgyűjtő területén*. Közép-dunántúli Vízügyi Igazgatóság, Székesfehérvár, <http://vpf.vizugy.hu/reg/ovf/doc/Balaton%20Reszvizgyujto%20JVK%20vitaanyag.pdf>, letöltés ideje: 2023. december 12.
- [21] *Balaton-felvidéki Nemzeti Park Igazgatóság 2022. évi jelentése*. <https://www.bfnp.hu/hu/jelentesek-tervek-osszefoglalok-1>, letöltés ideje: 2023. december 18.
- [22] Tóth Gy., Székely E. (2015). Jó vízgazdálkodási gyakorlat a Hévízi-tó környékén. *A Dunántúli-középhegység karsztvízkészületének mennyiségi, minőségi állapota* című fórum Balatonfüred, <https://docplayer.hu/11069265-Jo-vizgazdalkodasi-gyakorlat-a-hevizi-to-kornyeken.html>, letöltés ideje: 2024. január 4.