

Vízháztartási sérülékenységi a Kárpát-medencében: a táj vízmegtartó funkciójának hidrológiai jelentősége

Verrasztó Zoltán

a Közép-Duna-völgyi Környezetvédelmi Felügyelőség nyugalmazott igazgatója (e-mail: z.veraszto@gmail.com)

DOI:10.59258/hk.24794



Kivonat

A Kárpát-medence vízháztartása az elmúlt mintegy másfél évszázad során jelentős átalakuláson ment keresztül. A folyószabályozások, ármentesítések, lecsapolások, a mezőgazdasági területhasználat változásai, a felszín alatti vízkivételek növekedése és az urbanizáció együttesen módosították a víz természetes körforgásának feltételeit. A kialakult vízháztartási problémák – talajvízszint-süllyedés, aszályérzékenység, vizes élőhelyek visszaszorulása és a szélsőséges hidrológiai események gyakoribbá válása – nem értelmezhetők kizárólag a klímaváltozás következményeként, hanem egy történetileg átalakított hidrológiai rendszerben jelentkeznek. A tanulmány a vízháztartási folyamatokat a táj működési rendszerének részeként értelmezi. Bemutatja, hogy a beszivárgás, a talajnedvesség, a felszín alatti vízáramlás és a párolgás nem önálló hidrológiai paraméterek, hanem a földtani felépítés, a domborzat, a talajok, a növényzet és a területhasználat által meghatározott összetett rendszer elemei. A vizsgálat rámutat arra, hogy a vízháztartási válság értelmezésének alapja a folyamatok tér- és időbeli összefüggéseinek feltárása, valamint a Kárpát-medence, mint természetes táji rendszer egységes vizsgálata. A tanulmány következtetése szerint a fenntartható vízgazdálkodás egyre inkább tájgazdálkodási kérdéssé válik. A vízháztartás stabilitásának hosszú távú biztosítása csak a táj vízmegtartó működésének helyreállításával, valamint a természeti folyamatok és a társadalmi döntések összehangolásával valósítható meg.

Kulcsszavak

Vízháztartás, vízháztartási sérülékenységi, táj, vízviisszatartás, beszivárgás, talajvíz, Kárpát-medence, tájgazdálkodás.

Water management vulnerability in the Carpathian Basin: the hydrological significance of the water retention function of the landscape

Abstract

The water balance of the Carpathian Basin has undergone a long-term transformation over the last 150 years, affecting the structure and functioning of hydrological processes at multiple spatial scales. While these changes are often interpreted in terms of climate variability and water resource use, they are also closely related to historical patterns of land use and landscape transformation associated with anthropogenic development. Since the late 19th century, river regulation, drainage interventions, agricultural intensification, groundwater abstraction, and urban expansion have collectively modified the pathways of water movement. These processes have contributed to reduced infiltration capacity, declining soil moisture, and changes in groundwater recharge conditions in several regions. The study adopts an integrated, landscape-based approach to water balance processes. It emphasises that infiltration, soil moisture dynamics, and subsurface flow systems are not independent variables, but are determined by the structural and functional properties of the landscape, including geology, geomorphology, soil characteristics, and vegetation cover. The analysis indicates that current water-related challenges cannot be interpreted solely as a consequence of climate change. Rather, climate variability interacts with an already modified hydrological system, in which the capacity of the landscape to retain and redistribute water has been altered. The paper argues that addressing these challenges may require a conceptual extension of conventional water management approaches. In addition to water allocation and regulation, greater emphasis should be placed on processes that influence water retention, residence time, and the interaction between surface and subsurface systems. The findings suggest that a landscape-oriented interpretation of water balance processes can contribute to a more comprehensive understanding of hydrological functioning and may support the development of more integrative approaches to water management planning and adaptation.

Keywords

Water management, water management vulnerability, infiltration, soil moisture, groundwater, landscape hydrology, landscape use, water retention, climate adaptation, Carpathian Basin.

BEVEZETÉS

A Kárpát-medence Európa egyik sajátos természetföldrajzi és hidrológiai rendszere. A medencejelleg, a hegy-köszorúval körülhatárolt vízgyűjtő viszonyok, a földtani szerkezet, a domborzat, valamint a klimatikus és a talajtani adottságok együttesen alakítják a térség vízháztartását. A felszíni és felszín alatti vízmozgások, a talajnedvesség, a növényzet és a mikroklima közötti kapcsolatok hosszú időn keresztül viszonylag stabil működési rendszert alkottak.

A 19. század második felétől azonban olyan léptékű vízrendezési és tájtalakítási folyamatok indultak meg, amelyek a vízháztartási viszonyokat alapvetően módosították. A folyószabályozások, az ármentesítések és a lecsapolások jelentős társadalmi és gazdasági eredményeket hoztak, ugyanakkor a víz természetes tér- és időbeli eloszlását is megváltoztatták (Pálfi 1994).

A 20. század végére egyre nyilvánvalóbbá vált, hogy a vízháztartási problémák nem korlátozhatók kizárólag a vízkészletek mennyiségi kérdéseire. A Duna–Tisza közti

Homokhátság talajvízszint-süllyedése, a vizes élőhelyek visszaszorulása, az aszályérzékenység fokozódása és a szélsőséges hidrológiai események gyakoribbá válása arra utalnak, hogy a táj vízforgalmát szabályozó folyamatok is megváltoztak (*Pálfai 1994, OVF é. n.*).

A klímaváltozás hatásai – különösen a szélsőséges csapadékesemények és az aszályos időszakok gyakoribbá válása – a nemzetközi szakirodalomban is jól dokumentáltak (*IPCC 2023*). Ugyanakkor a Kárpát-medencében ezek a hatások egy már jelentősen átalakított hidrológiai rendszerben érvényesülnek.

A jelenlegi állapotok értelmezéséhez ezért nem elegendő a vízmozgások önálló vizsgálata. Szükséges azoknak a térbeli és időbeli folyamatoknak a feltárása is, amelyek a táj működését meghatározzák. A földtudományok fejlődésében ezt a szemléletet alapozta meg Lyell aktualizmuselmélete, amely szerint a jelen állapotai a múlt folyamataiból érthetők meg (*Lyell 1830–1833*). A térbeli kapcsolatok jelentőségére a magyar földtudományban Brezsnýánszky Károly mutatott rá, hangsúlyozva, hogy a földtani információ természeténél fogva térbeli információ (*Brezsnýánszky 2008*).

A tanulmány célja annak bemutatása, hogy a vízháztartási folyamatok a táj működésének részeként értelmezhetők, és hogy a Kárpát-medence vízháztartási problémáinak megértése a táj szerkezeti és funkcionális összefüggéseinek vizsgálatát igényli.

A GYORS VÍZLEVEZETÉS TÖRTÉNETI SZEREPE ÉS HIDROLÓGIAI KÖVETKEZMÉNYEI

A Kárpát-medence vízháztartási viszonyainak értelmezésében alapvető jelentőségű a felszíni és felszín alatti vízrendszerek kapcsolatának vizsgálata. A felszín alatti vízmozgások értelmezésének klasszikus modelljét Tóth József munkássága alapozta meg, aki kimutatta, hogy a felszín alatti vízáramlások hierarchikusan szerveződő rendszereket alkotnak (*Tóth 1963, 2009*).

A rendszerben elkülöníthetők:

- lokális áramlási rendszerek,
- intermedier áramlási rendszerek,
- regionális áramlási rendszerek.

A vízmozgások hajtóerejét alapvetően a domborzati különbségek és a beszivárgás biztosítja. A hegységi és dombsági térségek beszivárgási területei, valamint az alföldi kiáramlási zónák között sokszor jelentős távolságokat áthidaló hidraulikai kapcsolatok alakulnak ki.

A Kárpát-medence felszín alatti vízrendszere ugyanakkor nem tekinthető egységes és homogén hidrológiai rendszernek. A földtani szerkezet, a medencerészek eltérő fejlődéstörténete, valamint a vízáadó, illetve vízzáró képződmények heterogenitása következtében a kapcsolatok részlegesebb és hierarchikusabbak. A teljes medencére kiterjedő egységes hidraulikai kapcsolat ezért nem feltételezhető (*Tóth 2009*).

Más a helyzet azonban a felszíni vízháztartás és a táji folyamatok szintjén. A medencét körülvevő vízválasztó hegynyékek domborzati, klimatikus, földtani és talajtani

adottságai meghatározó szerepet töltenek be a teljes medence vízháztartásában. A vízgyűjtő egységének működése ezért hidrogeográfiai értelemben egységes rendszerként értelmezhető.

A 19. század második felében megkezdődött vízrendezési munkák célja az árvízveszélyek csökkentése, a mezőgazdasági művelésbe vonható területek növelése, valamint a települések fejlődésének elősegítése volt. A folyószabályozások, ármentesítések és lecsapolások koruk társadalmi és gazdasági igényeinek megfelelő, korszerű beavatkozásoknak tekinthetők.

A Tisza szabályozása során a folyó hossza jelentősen csökkent, az árterek nagy része leválasztásra került, és a víz levonulása lényegesen gyorsabbá vált. Hasonló folyamatok zajlottak le a Duna, a Körösök, a Maros és más vízrendszerek esetében is.

A beavatkozások eredményeként jelentősen nőtt a mezőgazdaságilag hasznosítható terület, csökkent az árvízi veszélyeztetettség, javultak a közlekedési feltételek, valamint fejlődhettek a települések és az infrastruktúra.

A vízrendezések hosszú távú következményei ugyanakkor túlmutatnak a közvetlen vízkárelhárítás kérdéseire. A gyors vízelvezetésre optimalizált rendszer fokozatosan csökkentette a táj természetes vízvisszatartó képességét, mérsékelte az árhullámok szétterülésének lehetőségét, és módosította a beszivárgás tér- és időbeli feltételeit.

A jelenlegi vízháztartási problémák értelmezésében ezért a történeti vízrendezések nem egyszerűen múltbeli események, hanem olyan folyamatok részei, amelyek hatásai napjainkban is érvényesülnek.

A KÁRPÁT-MEDENCE VÍZHÁZTARTÁSI VÁLÁSÁGA

A Kárpát-medence vízháztartási viszonyainak változása az elmúlt évtizedekben a hazai vízgazdálkodási és környezettudományi kutatások egyik központi témájává vált. A problémakör jelentőségét az adja, hogy egyidejűleg figyelhetők meg a víztöbblet és a vízhiány különböző formái.

Miközben továbbra is jelentős árvízi és belvízi kockázatok jelentkeznek, egyre nagyobb térségekben figyelhető meg:

- a talajvízszintek süllyedése,
- a talajnedvesség csökkenése,
- a vizes élőhelyek visszaszorulása,
- az aszályérzékenység növekedése,
- a szélsőséges hidrológiai események gyakoribbá válása.

A probléma legismertebb példája a Duna–Tisza közti Homokhátság térsége, ahol a talajvízszintek csökkenése már az 1980-as évek végétől a kutatások középpontjába került (*Pálfai 1994*).

A vizsgálatok hamar rámutattak arra, hogy a kialakult helyzet nem vezethető vissza egyetlen okra. A háttérben egyszerre játszanak szerepet:

- a klimatikus viszonyok változásai,
- a felszín alatti vízáramlási rendszerek sajátosságai,

- a vízrendezési beavatkozások,
- a felszín alatti vízkivételek,
- a mezőgazdasági művelés változásai,
- az erdősültség módosulása,
- a településfejlődés hatásai (Pálfi 1994).

A probléma jelentőségét jól mutatja, hogy az Országos Vízügyi Főigazgatóság (OVF) külön programot indított a Duna–Tisza közti homokhátság vízhiányos ökológiai állapotának javítására. A program már nem pusztán vízgazdálkodási beavatkozásokban, hanem komplex tájhasználat-váltásban és vízvisszatartási megoldásokban gondolkodik (OVF é. n.).

A Kárpát-medence más térségeiben hasonló folyamatok figyelhetők meg. A folyószabályozások, ármentesítések, lecsapolások, felszín alatti vízkivételek, a talajállapot változásai, a beépített felszínnek növekedése és a növényborítottság módosulása együttesen alakították át a víz természetes körforgásának feltételeit.

Ennek következtében:

- csökkent a természetes vízvisszatartás,
- mérséklődött a beszivárgás lehetősége,
- nőtt a gyors lefolyás aránya,
- romlottak a felszín alatti utánpótlás feltételei.

A jelenlegi helyzetet tovább súlyosbítja a klímaváltozás. A nemzetközi értékelések szerint a szélsőséges csapadékesemények és az aszályos időszakok gyakorisága több térségben növekszik (IPCC 2023). A Kárpát-medencében azonban ezek a hatások egy már korábban módosított hidrológiai rendszerben jelentkeznek.

A vízháztartási válság ezért nem értelmezhető kizárólag klimatikus kérdésként. A jelenlegi állapotok a történeti tájalakító folyamatok, a vízrendezési beavatkozások, a területhasználat-változások és a klímaváltozás együttes eredményeként formálódtak.

A kialakult helyzet megértéséhez ezért nem elegendő az egyes vízgazdálkodási elemek elkülönített vizsgálata. Szükségessé válik azoknak a folyamatoknak az együttes értelmezése, amelyek a táj működését alakítják.

A fenntarthatósági válság alapvető oka nem a tudományos ismeretek hiánya, hanem az, hogy a valóságban összekapcsolódó folyamatokat a tudomány és a gyakorlat is gyakran elkülönülten kezeli.

A FOLYAMATOK JELENTŐSÉGE A VÍZHÁZTARTÁSI VÁLSÁG ÉRTELMEZÉSÉBEN

A vízháztartási válság okainak feltárása túlmutat az egyes hidrológiai jelenségek leírásán. A jelenlegi állapotok megértéséhez szükségessé válik azoknak a folyamatoknak a vizsgálata, amelyek hosszabb idő alatt alakították ki a ma megfigyelhető viszonyokat. A földtudományok fejlődésének egyik legfontosabb felismerése éppen annak belátása volt, hogy a jelen állapotaik csak a múltban lezajlott folyamatok ismeretében értelmezhetők.

E szemlélet tudományos megalapozását Charles Lyell aktualizmuselmélete adta meg (Lyell 1830–1833). Lyell szerint a földtörténeti múlt eseményei a jelenben is megfigyelhető folyamatok alapján érthetők meg. Az aktua-

lizmus a modern földtudomány egyik alapelvevé vált, jelentősége azonban messze túlmutat a klasszikus geológián. Általános érvényű felismerése, hogy a jelenlegi állapotok a múlt folyamataiból következnek.

A vízháztartási válság értelmezésében ez különös jelentőséggel bír. A talajvízszintek alakulása, a beszivárgási viszonyok, a felszíni lefolyás mértéke vagy a vizes élőhelyek állapota nem pillanatnyi jelenség. Ezek olyan folyamatok eredményei, amelyek gyakran évtizedek vagy évszázadok alatt alakultak ki. A jelenlegi problémák ezért nem egyetlen eseményre, hanem hosszú történeti fejlődési folyamatokra vezethetők vissza.

A folyamatok vizsgálata ugyanakkor szükségszerűen térbeli megközelítést is igényel. A földtudományban erre hívta fel a figyelmet Brezsnýánszky Károly, aki rámutatott arra, hogy a geológiai idő a térben válik értelmezhetővé. A múlt folyamatai térbeli mintázatokban rögzülnek, és ezek a mintázatok hordozzák a fejlődéstörténet információit (Brezsnýánszky 2008).

Ennek alapján a földtani információ természeténél fogva térbeli információ. Ez a felismerés a hidrológiai folyamatokra is érvényes. A beszivárgás, a párolgás, a felszíni lefolyás, a talajnedvesség vagy a felszín alatti vízáramlás nem pontszerű jelenségek. Mindegyik térbeli kapcsolatrendszerekben működik, és csak e kapcsolatok figyelembevételével értelmezhető.

A vízháztartási folyamatok vizsgálata ezért nem korlátozódhat kizárólag mennyiségi mérlegekre vagy lokális állapotjellemzőkre. A folyamatok tér- és időbeli összefüggéseinek feltárása nélkül a kialakult helyzet csak részlegesen érthető meg.

A folyamatok jelentőségét a környezetvédelem jogi szabályozása is tükrözi. A magyar környezetvédelmi szabályozás nem csupán a környezeti elemek állapotának megőrzésére irányul, hanem a környezeti folyamatok védelmére is. Hasonló szemlélet jelenik meg az European Landscape Convention megközelítésében, amely a tájat természeti és emberi folyamatok együttes eredményeként értelmezi (2007. évi CXI. törvény).

A vízháztartási válság értelmezésének ezért alapvető feltétele a folyamatok tér- és időbeli összefüggéseinek vizsgálata.

E felismerés ugyanakkor további kérdést vet fel: mi az a természetes működési egység, amelyen belül ezek a folyamatok értelmezhetők?

A válasz keresése vezet el a táj fogalmához, illetve annak felismeréséhez, hogy a vízháztartási folyamatok nem önálló rendszerként, hanem egy tágabb működési egység részeként értelmezhetők.

A TÁJ MINT HIDROLÓGIAI RENDSZER

A folyamatok tér- és időbeli összefüggéseinek felismerése szükségszerűen vezet el ahhoz a kérdéshez, hogy mi az a természetes működési egység, amelyen belül a vízháztartási folyamatok értelmezhetők.

A hidrológiai vizsgálatok hagyományosan a víz mozgására, készleteire és azok változásaira koncentrálnak. A

víz azonban a természetben nem önállóan létezik, hanem mindig egy összetett környezeti rendszer részeként jelenik meg.

A kérdés tudománytörténeti előzményei a földrajzi gondolkodás fejlődésében kereshetők. Teleki Pál akadémiai székfoglalójában hangsúlyozta, hogy a földrajzi vizsgálatok tárgya nem az egyes jelenségek elkülönített leírása, hanem azok térbeli kapcsolatrendszere (*Teleki 1917, 1996*). Ebben az értelmezésben a táj nem egyszerű területi egység vagy felszíni látvány, hanem különböző természeti és társadalmi folyamatok kölcsönhatásának eredménye.

A földtani felépítés meghatározza a víztároló és vízvezető képződmények tulajdonságait. A domborzat kijelöli a lefolyási viszonyokat. A talajok szabályozzák a beszívargást. A növényzet befolyásolja a párolgást és a vízvisszatartást. Az éghajlat meghatározza a csapadék és a párolgás egyensúlyát.

E tényezők működése kölcsönösen feltételezi egymást. A víz ebben a rendszerben sajátos szerepet tölt be. Nem csupán a táj egyik alkotóeleme, hanem kapcsolatot teremt a különböző tájalkotó tényezők között. A csapadék a légkörből érkezik, a talajon keresztül a felszín alatti rendszerekbe jut, kölcsönhatásba lép a növényzettel, majd párolgás útján ismét visszakérül a légkörbe.

A víz körforgása így valamennyi tájalkotó tényezőt összekapcsolja. A környezettudomány fejlődése során egyre nyilvánvalóbbá vált, hogy a környezeti problémák nem értelmezhetők kizárólag az egyes környezeti elemek elkülönített vizsgálatával. A „környezet = táj” szemlélet abból indul ki, hogy a környezetet a tájalkotó tényezők és folyamatok kapcsolatrendszereként kell értelmezni (*Verrasztó 1979, 1993, 2017*).

Ebben a megközelítésben a vízháztartás a táj működésének egyik alapvető folyamata, amely egyidejűleg függ:

- a földtani adottságoktól,
- a domborzattól,
- a talajoktól,
- a növényzettől,
- valamint a társadalmi területhasználattól.

A vízháztartás ugyanis nem önálló rendszer, hanem a táj egyik működési folyamata. Ez a felismerés alapvető jelentőségű a Kárpát-medence vízháztartási problémáinak értelmezésében. Ha a vízháztartás a táj működésének része, akkor a kialakult válság okai sem kereshetők kizárólag a hidrológiai folyamatok körében. A magyarázatot a táj egészének működésében, illetve annak történeti átalakulásában kell keresni.

A KÁRPÁT-MEDENCE MINT TERMÉSZETES HIDROLÓGIAI RENDSZER

A vízháztartás táji meghatározottságának felismerése szükségszerűen veti fel a kérdést, hogy milyen térléptékben értelmezhető a Kárpát-medence vízháztartási rendszere.

A Kárpát-medence Európa egyik legjellegzetesebb természetföldrajzi egysége. A medencét körülvevő hegységek nem csupán domborzati keretet alkotnak, hanem

egyben a felszíni vízgyűjtő rendszer természetes határait is kijelölik. A hegységi térségekben lehulló csapadék jelentős része a medence belseje felé irányuló vízrendszerben keresztül jut el az alacsonyabb térszínre.

A felszíni vízháztartás szempontjából ezért a Kárpát-medence természetes egységként viselkedik. A medence működésének megértéséhez ugyanakkor különbséget kell tenni a felszíni és a felszín alatti rendszerek között. A felszín alatti vízáramlások esetében – amint azt *Tóth (1963, 2009)* kimutatta – hierarchikusan szerveződő áramlási rendszerek működnek, amelyek között részleges hidraulikai kapcsolat áll fenn. Ezért nem tekinthető egységes hidrogeológiai rendszernek a teljes medence.

A táj működése szempontjából azonban más kép rajzolódik ki. A vízgyűjtő területek, a hordalékszállítás, az üledékfelhalmozódás, a lefolyási rendszerek, valamint a klimatikus és ökológiai kapcsolatok együttesen olyan természetes működési egységet alkotnak, amelynek értelmezése csak a teljes medence léptékében lehetséges (*Teleki 1917, 1996, Brezsnýánszky 2008*).

A Kárpát-medence fejlődéstörténete során a víz nemcsak alakította, hanem össze is kapcsolta a különböző tájegységeket. A folyók, a hordalékkúpok, az árterek és a felszín alatti vízrendszerek olyan kapcsolathálózatot hoztak létre, amely a medence különböző részeit egymással kölcsönhatásba hozza.

Ebben a rendszerben különös jelentőségű az erózióbázis szerepe. A felszínformáló folyamatok, az üledék-szállítás és a vízmozgások végső soron a medence – zömmel a mai napig is süllyedő – alacsonyabb térszínei felé rendeződnek.

Magyarország földrajzi helyzete ebből a szempontból sajátos. A Kárpát-medence központi és legalacsonyabb térszíneinek jelentős része a mai Magyarország területén található, ezért a környező vízválasztókról induló folyamatok hatásai itt koncentráltan jelentkeznek.

A vízkészletek mennyisége, minősége, az üledékszállítás, a talajvízviszonyok, valamint az árvízi és aszályos folyamatok egyaránt összefüggésben állnak a teljes medence működésével. A Kárpát-medence tehát nem pusztán földrajzi tér.

A Kárpát-medence természetes hidrológiai és táji rendszer

Mivel a Kárpát-medence természetes hidrológiai és táji rendszer, ebből következően a vízháztartási problémák okai és következményei sem értelmezhetők kizárólag helyi jelenségekként. A medence különböző részein végrehajtott tájalakító beavatkozások, a területhasználat változásai és a vízvisszatartó képességet befolyásoló folyamatok együttesen alakítják a rendszer egészének működését.

A jelenlegi állapotok megértéséhez ezért nem elegendő a természetes adottságok vizsgálata. Fel kell tárni azokat az emberi beavatkozásokat is, amelyek az elmúlt évszázadok során módosították a táj vízháztartási működését.

A TÁJHASZNÁLAT-VÁLTOZÁSOK VÍZHÁZTARTÁSI KÖVETKEZMÉNYEI

A Kárpát-medence jelenlegi vízháztartási állapota nem kizárólag természetes folyamatok eredménye. Az elmúlt évszázadok során a társadalom egyre intenzívebben alakította át a tájat saját igényeinek megfelelően. Ezek a beavatkozások rendszerint indokolhatók voltak az adott kor gazdasági és társadalmi szükségleteivel, ugyanakkor jelentősen módosították a vízkörforgás feltételeit (*Pálfai 1994, Verrasztó 1993*).

Árterek leválasztása és folyószabályozások

A folyószabályozások és ármentesítések következtében a korábbi természetes árterek jelentős része elvesztette kapcsolatát a folyókkal. A beavatkozások eredményeként:

- nőtt a művelhető területek nagysága,
- csökkent az árvízi veszélyeztetettség,
- fejlődhettek a települések és a közlekedési hálózatok.

Ugyanakkor csökkent a táj természetes vízviesszartartó képessége, mérséklődött az árhullámok szétterülésének lehetősége, és megszakadt számos kapcsolat a folyók és árterek között.

A víz gyorsabb levezetése rövid távon kedvező eredményeket hozott, hosszabb távon azonban hozzájárult a vízkészletek tér- és időbeli egyensúlyának módosulásához.

Lecsapolások és belvízrendezések

A mocsarak, lápok és időszakosan vízjárta területek jelentős részét mezőgazdasági vagy települési célokra hasznosították. A folyamat eredményeként:

- csökkent a természetes víztározó területek nagysága,
- mérséklődött a beszivárgás lehetősége,
- romlottak a talajvíz-utánpótlás feltételei,
- visszaszorultak a vizes élőhelyek.

Különösen az Alföld egyes térségeiben figyelhető meg, hogy a korábbi vízjárta rendszerek megszűnésével a vízháztartási viszonyok alapvetően megváltoztak (*Pálfai 1994*).

A mezőgazdasági területhasználat átalakulása

A mezőgazdaság intenzifikálódása jelentősen módosította a talajok vízháztartási tulajdonságait. A gépesítés, a művelési rendszerek átalakulása és a talajtömörödés következtében sok térségben csökkent a talajok vízbefogadó képessége. Ennek következményeként:

- nőtt a felszíni lefolyás aránya,
- csökkent a beszivárgás,
- mérséklődött a helyben tárolható vízkészlet.

Humuszvesztés és talajszerkezet-romlás

A talajok vízmegtartó képessége szorosan összefügg szervesanyag-tartalmukkal és szerkezetükkel. A humusz-tartalom csökkenése és a talajszerkezet romlása számos térségben mérsékelte a víz tájban történő visszatartásának lehetőségét.

A talaj így nem csupán a növénytermesztés közege, hanem a vízháztartás egyik legfontosabb szabályozó eleme is.

Településfejlődés és beépítés

A beépített felszínek arányának növekedése csökkenti a természetes beszivárgás lehetőségét, miközben növeli a gyors felszíni lefolyást. Ennek következtében a városi térségekben gyakran egyszerre jelentkezik a vízhiány, valamint a villámárvizek problémája. A jelenség jól mutatja, hogy a vízháztartás nem kizárólag a csapadék mennyiségétől, hanem a táj szerkezetétől is függ.

A növényborítottság változásai

A növényzet a vízháztartás egyik legfontosabb szabályozó tényezője. A különböző növénytakasulások eltérően befolyásolják:

- a beszivárgást,
- a párolgást,
- a talajnedvességet,
- valamint a mikroklímát.

A növényborítottság változásai ezért nem csupán ökológiai, hanem hidrológiai jelentőséggel is bírnak (*Verrasztó 2010, Miklós és társai 2014*).

Fejezetösszegzés

Az árterek leválasztása, a lecsapolások, a mezőgazdasági művelés átalakulása, a talajállapot romlása, a beépítés növekedése és a növényborítottság változásai együttesen alakították át a Kárpát-medence vízháztartási működését.

Közös következményük a természetes vízviesszartartás csökkenése, a beszivárgás mérséklődése, valamint a gyors vízlevezetés arányának növekedése. Ennek következtében a vízháztartási válság a táj működési rendszerének történeti átalakulásával párhuzamosan alakult ki.

A VÍZÜGYI SZEMLELET FEJLŐDÉSE ÉS A TÁJI VÍZGAZDÁLKODÁS IGÉNYE

A Kárpát-medence vízháztartási viszonyait alakító beavatkozások mindig az adott kor társadalmi igényeihez és tudományos ismereteihez igazodtak. A folyószabályozások, ármentesítések, lecsapolások és vízrendezések elsődleges célja a természeti kockázatok mérséklése, a mezőgazdasági termelés feltételeinek javítása, valamint a települések és az infrastruktúra fejlesztése és védelme volt.

E beavatkozások nélkül a modern társadalmi és gazdasági fejlődés nem lett volna elképzelhető. A vízügyi gyakorlat fejlődése ezért nem hibák sorozataként, hanem az adott kor kihívásaira adott válaszok történeteként értelmezhető.

A 19. és 20. század vízgazdálkodási szemlélete elsősorban a vízkárok elleni védekezésre, a víz biztonságos elvezetésére, valamint a termelési feltételek javítására koncentrált. E vízgazdálkodási korszak eredményei jelentős mértékben hozzájárultak a mezőgazdaság fejlődéséhez, a települések biztonságához, az infrastruktúra kiépítéséhez, valamint az ivóvízellátás és a vízhasználatok fejlődéséhez.

Az elmúlt évtizedek kutatásai ugyanakkor egyre világosabban rámutattak arra, hogy a víz gyors elvezetésére optimalizált rendszerek hosszú távon olyan mellékhatásokkal is járhatnak, amelyek a táj vízháztartási stabilitását gyengítik (*Pálfai 1994*).

A Homokhátság vizsgálatai, az Ipoly-vízgyűjtő monitoringrendszere (Miklós és Verrasztó 2010), valamint a Bódva-vízgyűjtő döntéstámogató vizsgálatai egyaránt azt mutatták, hogy a vízháztartási problémák jelentős része nem pusztán a vízkészletek mennyiségével, hanem a táj működésének megváltozásával függ össze (Verrasztó 2010, Miklós és társai 2014, Balogh és társai 2015).

A tudományos ismeretek bővülésével fokozatosan előtérbe került:

- a vízvisszatartás,
- a természetes vízkörforgás támogatása,
- a vizes élőhelyek rehabilitációja,
- a tájhasználat vízháztartási szempontú értékelése.

Ez a szemléletváltás nem a korábbi eredmények megkérdőjelezését jelenti, éppen ellenkezőleg. A jelenlegi helyzet nem a korábbi vízügyi gondolkodás cáfolatát, hanem annak természetes továbbfejlődését teszi szükségessé.

A Duna-Tisza közti Homokhátság vízhiányos ökológiai állapotának javítását célzó programok már kifejezetten komplex tájhasználat-váltásban és vízvisszatartási megoldásokban gondolkodnak (OVF é. n.).

A fejlődés iránya egyértelmű: a víz mennyiségi szabályozásától fokozatosan a vízkörforgás működési feltételeinek fenntartása felé.

A szemlélet fejlődése annak felismerését tükrözi, hogy a vízmozgások, a talajállapot, a növényzet, a felszín alatti rendszerek és a területhasználat egymással kölcsönhatásban működnek. A fenntartható vízgazdálkodás ezért egyre inkább tájgazdálkodási kérdéssé válik. Nem azért, mert a hidrológiai megközelítés elveszítené jelentőségét, hanem azért, mert a hidrológiai folyamatok maguk is a táj működésének részei.

A TÁJ VÍZMEGTARTÓ FUNKCIÓJÁNAK HELYREÁLLÍTÁSA

A Kárpát-medence vízháztartási problémái nem kizárólag a vízkészletek mennyiségének változásából erednek. A vizsgálatok azt mutatják, hogy a táj vízforgalmát szabályozó folyamatok jelentős része módosult, aminek következtében:

- csökkent a természetes vízvisszatartás,
- mérséklődött a beszivárgás,
- nőtt a felszín alatti vízkivétel,
- növekedett a gyors vízelvezetés aránya.

Amennyiben a vízháztartás a táj működésének része, akkor a vízháztartási stabilitás helyreállítása sem korlátozódhat kizárólag a víz közvetlen kezelésére. A megoldás szükségszerűen a táj működési folyamatainak helyreállítását igényli.

Árterek és vízterek szerepének újraértékelése

A folyószabályozások és ármentesítések eredményeinek megőrzése mellett célszerű lehet azoknak a területeknek az azonosítása, ahol a természetes vízvisszatartás legalább részben helyreállítható.

Az árterek időszakos működésének helyreállítása hozzájárulhat:

- a felszíni vízkészletek stabilizálásához,
- a beszivárgás növeléséhez,
- a szélsőséges hidrológiai helyzetek mérsékléséhez.

A beszivárgás növelése

A vízháztartás egyik kulcseleme a csapadék helyben tartása. A talajszerkezet javítása, a talajtömörödés mérséklése, valamint a humusztartalom növelése jelentősen javíthatja a beszivárgás feltételeit. A vízvisszatartás egyik leghatékonyabb formája gyakran nem új műszaki létesítmények építése, hanem a lehulló csapadék tájban tartásának elősegítése.

A növényzet vízháztartási szerepe

A vegetáció a vízháztartás egyik legfontosabb szabályozó tényezője. A növényzet:

- befolyásolja a beszivárgást,
- szabályozza a párolgást,
- hatással van a talajnedvességre,
- alakítja a mikroklímát.

A különböző tájhasználati formák vízháztartási következményeinek figyelembevétele ezért alapvető feltétele a fenntartható vízgazdálkodásnak.

Tájléptékű vízvisszatartás

A vízháztartási problémák jelentős része nem helyi, hanem rendszerjellegű. Ennek megfelelően a beavatkozásoknak is túl kell mutatniuk az egyes létesítmények vagy részterületek szintjén. A vízvisszatartás eredményessége attól függ, hogy a táj különböző elemei milyen mértékben képesek együttműködni a víz körforgásának fenntartásában.

Fejezetösszegzés

A táj vízmegtartó funkciójának helyreállítása nem pusztán vízgazdálkodási feladat. A földtani adottságok, a domborzat, a talajok, a növényzet, a területhasználat és a vízrendszerek összehangolt kezelését igénylő rendszerfeladat. Ebből következően a vízháztartási stabilitás hosszú távú biztosítása csak a táj egészének működését figyelembe vevő megközelítéssel valósítható meg.

KÖRNYEZETI CÉLÁLLAPOT ÉS KÖVETKEZTETÉSEK

A vízháztartási válság okainak és lehetséges kezelési módjainak vizsgálata szükségszerűen vezet el egy további kérdéshez:

Milyen állapotot tekintünk kívánatosnak?

A vízvisszatartás szükségességének felismerése önmagában még nem jelöli ki a célállapotot. A gyakorlati döntések során elkerülhetetlenül felmerülnek olyan kérdések, mint:

- Milyen talajvízszint tekinthető kívánatosnak?
- Mekkora ártér működjön ismét aktívan?
- Milyen beszivárgási arány tekinthető megfelelőnek?
- Milyen tájszerkezet szolgálja leginkább a fenntarthatóságot?

E kérdések megválaszolásában a tudomány jelentős segítséget nyújthat: feltárva a folyamatokat, modellezheti a következményeket, elemezheti az alternatívákat, becsülheti a kockázatokat. Arra azonban önmagában nem képes, hogy kijelölje, melyik lehetséges állapot a társadalom számára kívánatos.

A környezeti célállapot meghatározása ezért végső soron társadalmi döntés. Ugyanakkor a döntés szabadsága nem korlátlan. A kijelölt célállapot következményeit a természeti folyamatok határozzák meg. A táj működési törvényszerűségei nem igazodnak a társadalmi preferenciákhoz, hanem a fizikai, kémiai és biológiai folyamatok szabályai szerint működnek.

A célállapot meghatározása társadalmi döntés, azonban annak következményeit a táj működési törvényszerűségei határozzák meg.

Ebben az értelemben a tudomány feladata nem a döntések meghozatala, hanem azok következményeinek feltárása. Számos vizsgálatból levonhatjuk azt a következtetést, hogy a Kárpát-medence jelenlegi vízháztartási problémái nem kizárólag a klímaváltozás következményei. A kialakult helyzet olyan történeti folyamatok eredménye, amelyek során a táj vízforgalmát meghatározó szerkezeti és működési kapcsolatok jelentős mértékben módosultak. Ezért látjuk fontosnak megvilágítani, hogy:

- a jelenlegi állapotok a múlt folyamataiból következnek,
- a vízháztartási problémák csak térbeli és időbeli összefüggéseikben érthetők meg,
- a vízháztartás nem önálló rendszerként, hanem a táj működésének részeként értelmezhető,
- a Kárpát-medence természetes hidrológiai és táji rendszerként vizsgálható,
- a tájhasználat-változások alapvetően befolyásolják a vízháztartási folyamatokat,
- a vízügyi szemlélet fejlődése fokozatosan a táji vízgazdálkodás irányába mutat.

A tanulmány eredményei alapján megállapítható, hogy a fenntartható vízgazdálkodás egyre inkább tájgazdálkodási kérdéssé válik. A vízháztartási stabilitás hosszú távú biztosítása nem kizárólag a vízkészletek mennyiségi kezelésétől függ, hanem a táj vízmegtartó működésének fenntartásától és helyreállításától is.

A vizsgálatok egy általánosabb tanulságra is rámutatnak: a fenntarthatósági válság alapvető oka nem a tudományos ismeretek hiánya, hanem az, hogy a valóságban összekapcsolódó folyamatokat a tudomány és a gyakorlat gyakran elkülönülten kezeli.

A Kárpát-medence vízháztartási problémáinak kezelése ezért nem kizárólag vízgazdálkodási, hanem tájgazdálkodási feladat. A döntés társadalmi, de a következmények nem szavazhatók meg.

IRODALOMJEGYZÉK

2007. évi CXI. törvény a Firenzében, 2000. október 20-án kelt, az Európai Táj Egyezmény kihirdetéséről.

Breznysánszky K. (2008). Geológiai idő a térképen. Magyar Tudomány 169(11). pp. 1324-1332.

IPCC (2023). Climate Change 2023: Synthesis Report. Geneva.

Lyell, C. (1830–1833). Principles of Geology. London.

Miklós L., Verrasztó Z. (2010). Határokon és tudományterületeken átívelő környezeti információrendszer az Ipoly vízgyűjtőjén. A Magyar Tudomány Ünnepe konferenciakötet. <https://doi.org/10.56617/tl.4000>

Miklós L., Németh R., Verrasztó Z. (2014). Application of GIS in Studying the Drainage Basin of the Ipoly River. Scientific Annals of the Danube Delta Institute 20. pp. 109-128.

OVF (é.n.). Duna–Tisza közti Homokhátság vízhiányos ökológiai állapotának javítása. Országos Vízügyi Főigazgatóság programdokumentum.

Pálfai I. (szerk.) (1994). A Duna–Tisza közti hátság vízgazdálkodási problémái. Nagyalföld Alapítvány, Békéscsaba.

Teleki P. (1917). A földrajzi gondolat története. MTA székhelyi kiadvány.

Teleki P. (1996). A földrajzi gondolat története. Kosuth Kiadó, Budapest.

Tóth J. (1963). A Theoretical Analysis of Groundwater Flow in Small Drainage Basins. Journal of Geophysical Research 68(16). pp. 4795-4812. <https://doi.org/10.1029/jz068i016p04795>

Tóth J. (2009). Gravitational Systems of Groundwater Flow. Cambridge University Press.

Verrasztó Z. (1979). Land Formation and the Geological Aspects of Environmental Protection. IAEG Symposium, Warszawa.

Verrasztó Z. (1993). A tájfejlődés és a vízháztartás kapcsolatviszonyai – a környezeti hatásvizsgálat alapjai. Egyetemi doktori értekezés, ELTE TTK.

Verrasztó Z. (2000). Térképi döntéstámogatás a környezetvédelemben. PhD értekezés, ELTE IK.

Verrasztó Z. (2010). Környezeti monitoring vizsgálatok az Ipoly vízgyűjtőjén. Tájökológiai Lapok 8(3). 535-561. <https://doi.org/10.56617/tl.4000>

Verrasztó Z. (2017). Holisztikus környezeti modellezés kartográfiai, GIS és távérzékelési módszerek alkalmazásával. RS&GIS 7(1). pp. 490-516.

SZERZŐ

VERRASZTÓ ZOLTÁN a Szabó József Geológiai Technikumban érettségizve geológusteknikus szak-képzettséget szerzett, 1968-tól az Országos Vízügyi Hivatal intézményeiben dolgozott hidrogeológusként. 1970-75 között munkája mellett az ELTE TTK-n tanulva földrajz szakos okleveles középiskolai tanár, okleveles hidrogeográfus és okleveles kartográfus diplomát kapott. 1990-től az önállóuló környezetvédelmi szervezetben a közép-magyarországi regionális környezetvédelmi hatóság igazgatója. 2000-ben a Szent István Egyetemen környezetvédelmi szakmérnöki szakképzettséget is szerzett. 1993-ban az ELTE TTK Alkalmazott- és Környezetföldtani Tanszékén vízföldtanból egyetemi doktori (dr. univ.) címet, majd 2000-ben az ELTE Informatikai Kar Térképtudományi és Geoinformatikai Tanszékén földtudomány doktora (PhD) fokozatot kapott.



Az Atkai Holt-Tisza a vízbevezetés környezetében (ATIVIZIG)