VIZEK

Varga György, †Alföldi László, Gábris Gyula, Horváth Gergely, Kocsis Károly, Lázár Ildikó, Maginecz János, Szalai József, Szalay Miklós

A vízburok (hidroszféra) a szárazföldek felszíni és felszín alatti része, a légkör, valamint a világtenger között folytonos mozgásban – a víz körforgásában és halmazállapot-változásban – lévő földi szféra. A víz az élet nélkülözhetetlen feltétele, ezért a rendelkezésre álló vízkészlet mennyisége és minősége kiemelkedő fontosságú kérdés.

A Kárpát-medence a Föld egyik legzártabb medencéje, minden oldalról magas hegyvonulatok veszik körül, amelyeken csak keskenyebb kapuk nyílnak. Ezzel az adottsággal magyarázható a medence sajátos vízrajzi képe. A medence területén képződő és lefolyó felszíni és felszín alatti vizeket – leszámítva az Olt és Dunajec folyókat – a Duna gyűjti össze, és a Vaskapun kilépve szállítja tovább a Fekete-tenger felé. A keskeny kapun be- és kilépő Duna sajátosan megosztja a vízhálózatot. A medencén belül a – folyásirány szerinti – bal parti mellékvízfolyások a Kárpátok láncolatán belüli területeken lefolyó vizeket gyűjtik össze, míg a jobb oldali mellékvízfolyások alpi eredetűek, a vízjárásuk is ennek megfelelően kárpáti, illetve alpi jellegű.

A társadalom a vizekkel térben és időben folyamatos kapcsolatban van. Ez a kapcsolat a természeti adottságok és a társadalmi igények összehangolásának és kielégítésének összetett rendszerét jelenti, amit röviden vízgazdálkodásnak nevezünk. A vízgazdálkodás története egyidős az emberi társadalom történetével. Az emberi tevékenység mennyiségi és minőségi vonatkozásban egyaránt érinti a vízkészletek természetes változékonyságát, ami vízkivételek és használat után a befogadókba történő vízvisszavezetések összetett rendszerében jelentkezik.

„A víz élet, gondozzuk közösen!" Ez a gondolat határozza meg azt a nagy ívű munkát, amely Magyarországon a vizek érdekében, az Európai Unió előírásai szerint folyik. A víz élet, de csak akkor, ha megfelelő mennyiségben és minőségben áll rendelkezésre. A vizek, különösen az édesvizek használata életünk egyik legfontosabb, ugyanakkor költségekkel is járó eleme. A folyók, patakok, tavak vize, valamint a felszín alatti víz nemcsak természeti, hanem társadalmi, gazdasági értékeket is hordoz, jövedelemszerzési és költségmegtakarítási lehetőségeket kínál. Ez az erőforrás azonban nem áll korlátlanul a rendelkezésünkre. Ahhoz, hogy a jövőben is mindenkinek jusson tiszta ivóvíz, és a folyók, tavak tájaink, életünk meghatározó elemei maradhassanak, erőfeszítéseket kell tennünk a felszíni és felszín alatti vizek megóvásáért, állapotuk javításáért.

A felszíni vizek mennyisége, vízmérleg

Magyarország a Duna vízgyűjtő területének közepén a Kárpát-medence alacsonyan fekvő részét foglalja el. Nyugat, észak és kelet felől is magához vonzza a folyókat, ennek minden előnyös és hátrányos következményével együtt.

Az ország jelentős része csekély esésű síkvidék, amelyre hirtelen és gyakran több irányból is egyszerre érkeznek a környező hegyvidék árvizei. Az alpesi eredetű folyókhoz képest a Kárpát-medence folyói szélsőségesebb vízjárásúak, a magasabb vízállást, az ún. nagyvizeket gyakran váltják kisvizes időszakok, amelyeket a síkság kisebb csapadéka és jelentékeny párolgása miatti aszály kísér. A terület vízhiányát öntözéssel lehet ellensúlyozni, szerencsére az ehhez szükséges víz a felszín kis esése miatt csatornák segítségével nagy távolságokra is elvezethető. Ugyanakkor a síkvidéki viszonyok a szükségletekhez képest elenyésző mértékű vízvisszatartást, tározást tesznek lehetővé, emiatt gyakran öntözővizet kell juttatni abba a térségbe, ahonnan néhány hónappal korábban még nagy mennyiségű belvizet vezettek el.

A síkvidéki folyószakaszok természetes kísérőjelensége a kanyargósság, a meanderezés, ami ahhoz szükséges, hogy a folyó hordalékszállítása és mindenkori munkavégző-képessége egyensúlyt tartson. Az árvízjárta területek csökkentése és az árvízi biztonság növelése érdekében végzett folyószabályozás többnyire korlátozta a kanyarok fejlődését és lerövidítette a folyók hosszát, ami a medrek mélyülését és az új mesterséges folyószakaszok élővilágának szegényedését okozza.

A Duna vízgyűjtő rendszerében a másodrendű vízgyűjtők közül a legnagyobb a Tiszáé, amelyet másodikként a Száva, harmadikként a Dráva követ.

Fontos vízföldrajzi jellemző a fajlagos lefolyás, vagyis az egységnyi felületről lefolyó vízmennyiség, ami azt mutatja meg, hogy a vízgyűjtő adott része területegységenként mekkora vízhozammal járul hozzá a teljes lefolyáshoz. Folyóink fajlagos lefolyása 1 mind az éghajlati, mind a felszíni-domborzati adottságokkal összefügg.

Magyarország területéről a fajlagos lefolyás átlagosan 1,59 l/s km²-enként, azonban ez az átlag jelentős országon belüli különbségeket takar; az Alföld legszárazabb vidékein értéke mindössze 0,7 l/s, míg a Nyugat-Dunántúlon az 5,5–6,0 l/s értéket is eléri. Még nagyobb különbségeket látunk a Duna felvízi (országhatáron kívüli) vízgyűjtőjén, ahol az Alpokban 30–40 l/s-os értékek is előfordulnak.

A víz körforgása – aminek a légkör, a földfelszín, a vízfolyások, a talajtakaró, a földkéreg kőzetei és a tengerek egyaránt teret adnak – minden fázisában fontos szerepet játszik a Föld élővilágának fenntartásában. Magyarország vízforgalmi mérlegét 2 a víz két tartósan jelenlévő és könnyen hozzáférhető formája, a vízfolyásokban és állóvizekben található *felszíni víz*, valamint a kőzetekben tározódó *felszín alatti víz* alakítja. A megújuló vízkészlet legnagyobb része határon túli vízgyűjtő területekről érkezik felszíni víz formájában, mennyisége sokéves átlagban 108 897 millió m³, vagyis mintegy 109 km³. Az ország területén keletkező vízkészlet forrása a lehulló csapadék, amelynek túlnyomó része azonban a növényzeten keresztül történő párolgás (evapotranszspiráció) révén visszakerül a légkörbe. A csapadék mintegy 8,2%-a találja meg az utat a felszíni vizekbe, 5,8%-a pedig a talajba beszivárogva a felszín alatti vizek utánpótlódását biztosítja. Együttesen képezik a vízkészlet növekményét, ami mennyiségét tekintve 7,9 km³, az ország teljes megújuló vízkészletének mintegy 6,5%-a.

A felszíni vizeket terhelő vízkivételek éves mennyisége 5,3 km³, a felszín alatti vizek kitermelése pedig évente 0,7 km³. Az ivóvízellátás túlnyomórészt felszín alatti vizeken alapul, míg a felszíni vizekkel elsősorban a nagy mennyiségű vízigényeket (pl. ipari hűtővíz, öntözés, halastavak feltöltése) elégítik ki. A kivett víz 90%-át szennyvíz vagy használtvíz formájában vezetik vissza a felszíni vizekbe. A kivett, illetve bevezetett mennyiségek különbségét nagyrészt a növények párologtatják el az öntözés során, kisebb részük szikkasztás útján a talajvízbe jut.

A felszín alatti vizeket tápláló beszivárgás kisebb hányadát különböző használati célokra kitermelik. Többsége azonban visszajut a felszínre: hegy- és dombvidéki területeken források formájában és gyakran rövid időn belül, míg síkvidéki területeken – a felszín alatti áramlási rendszerekben hosszabb utat bejárva – a folyók oldaltáplálásaként vagy a felszínhez közeli talajvízből elpárologva. A felszín alatti víznek jelentős szerepe van a vizes élőhelyek, lápok, szikes tavak fenntartásában. Kisvízi időszakokban pedig a felszín alatti vizek által táplált vízelőfordulások adják az élővilág létfeltételét, a vízfolyások *ökológiai készletének* elsődleges forrásaként.

A vízkészlet a víz hidrológiai körforgása során folyamatosan megújul, mennyisége azonban az időjárás változásaitól függően változó. Minthogy a vízzel kapcsolatos igények általában meghatározott időben, meghatározott mennyiségként jelentkeznek, hasznosítható vízkészletnek csak azt a vízmennyiséget tekinthetjük, amely tartósan és nagy biztonsággal kivehető a meder(ből vagy kitermelhető a felszín alatti vízadó rétegekből, és amelynek kivétele, hasznosítása nem veszélyezteti az ugyanezen vízkészleten alapuló ökoszisztémákat, élőhelyeket.

Felszíni vízhálózat

Folyók

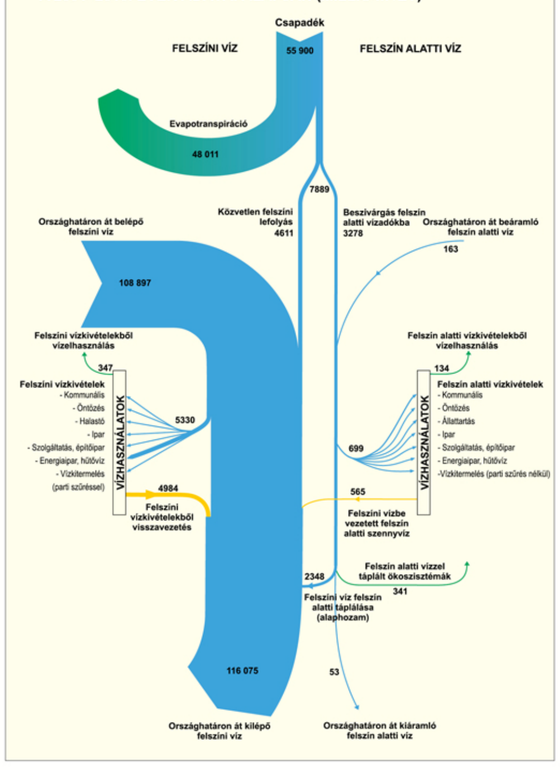
A Kárpát-medence a Föld egyik legzártabb medencéje, amelynek csak fő folyója, a Duna érkezik a Kárpátokon kívülről. A Kárpát–Pannon térség szinte egésze a Duna vízgyűjtőjéhez tartozik 4, és az itt összegyűjtött vizeket a Duna – kilépve a Kárpát-medencéből – tovább is szállítja a Fekete-tenger felé. A Kárpátok ívének vízválasztójától kifelé induló néhány kisebb folyócskán (Dunajec, Aranyos-Beszterce, Tatros) kívül csupán egyetlen jelentősebb folyó van, amelyik ugyancsak kilép a medencéből: ez a Déli-Kárpátokat átszelő Olt (amely azonban végül maga is a Dunába torkollik).

A *Duna* Európa második legnagyobb folyója a Volga után, hosszúságát tekintve pedig a 35. helyet foglalja el a Föld nagy folyói között. Teljes hossza forrásvidékétől, a Fekete-erdőtől torkolatáig, a Fekete-tengerig 2860 km. Vízgyűjtő területe 817 000 km², Európa területének 8%-a. A Kárpát-medencébe belépve lelassuló Duna a folyása mentén nagy mennyiségű hordalékot rakott le, hatalmas legyezőszerű hordalékkúpokat építve, amelyeken maga is gyakran változtatta folyásirányát. A medence egyenetlen süllyedése következtében a lerakott üledék helyenként igen nagy, akár több km-es vastagságot is elér. A kisebb esésű szakaszokat (pl. Szap

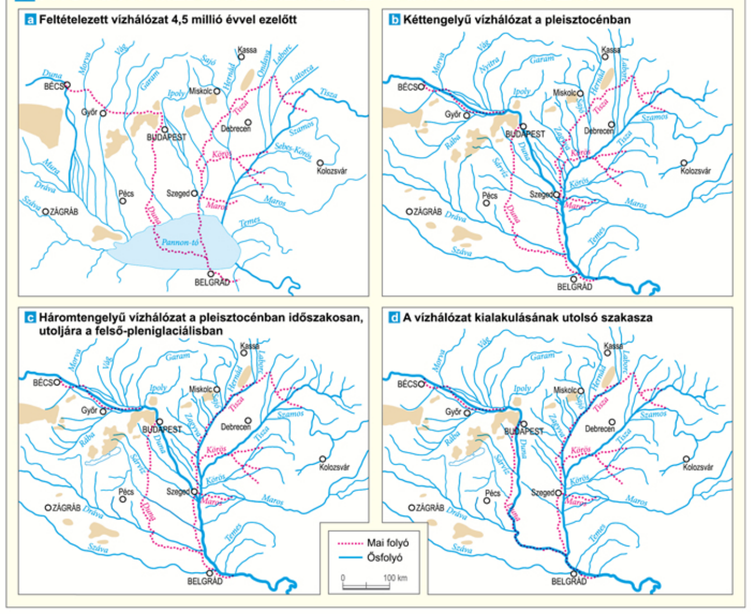
1 A FOLYÓK MAGYARORSZÁGI VÍZGYŰJTŐ TERÜLETE, VALAMINT SOKÉVES KÖZÉPVÍZHOZAMA ÉS FAJLAGOS LEFOLYÁSA A TORKOLATNÁL VAGY AZ ORSZÁGHATÁRON VALÓ KILÉPÉSNÉL (AZ 1981–2010. ÉVEK ADATAI ALAPJÁN)

Folyó	Sokéves közép-vízhozam (m³/s)	Ebből Magyarországon keletkezik (m³/s)	Magyarországi vízgyűjtő terület (km²)	A teljes vízgyűjtő fajlagos lefolyása (l/s/km²)	A hazai vízgyűjtő fajlagos lefolyása (l/s-km²)
Duna	2 328,0	60,4	38 915	11,26	1,55
Tisza	873,0	60,3	45 010	6,26	1,34
Dráva	508,0	23,7	6 140	13,47	3,85
Maros	181,0	1,2	2 100	5,90	0,57
Szamos	135,0	0,6	338	8,54	1,74
Bodrog	119,6	2,8	969	9,70	2,91
Hármas-Körös	102,9	11,4	12 702	3,75	0,90
Sajó	63,0	11,7	4 449	4,85	2,64
Kettős-Körös	58,4	1,5	1 715	5,57	0,88
Rába	47,8	14,2	5 538	4,73	2,57
Sebes-Körös	38,1	3,5	3 438	4,03	1,01
Fekete-Körös	33,2	0,0	12	9,66	1,02
Hernád	31,9	2,3	1 029	5,85	2,23
Fehér-Körös	23,2	0,1	89	5,16	1,02
Sió	19,2	19,2	14 898	1,29	1,29
Ipoly	17,5	3,2	1 504	3,40	2,15
Berettyó	13,1	2,9	2 818	2,09	1,01
Túr	12,3	0,2	82	7,10	2,20
Répce/Rábca	11.0	5,1	2 741	2,24	1,85
Lajta	10,2	0,1	41	4,79	1,36
Zagyva	9,9	9,9	5 559	1,78	1,78
Kapos	8,9	8,9	3 258	2,72	2,72
Kraszna	8,2	1,0	832	2,57	1,17
Zala	7,6	7,6	2 586	2,93	2,93
Marcal	7,3	7,3	3 125	2,32	2,32
Bódva	6,5	3,3	868	3,66	3,78
Hortobágy-Berettyó	4,7	4,7	5 125	0,92	0,92
Tarna	4,4	4,4	1 954	2,24	2,25

2 MAGYARORSZÁG VÍZFORGALMI MÉRLEGE
A 2001–2010. ÉVEK ADATAI ALAPJÁN (MILLIÓ m³/ÉV)



3 A KÁRPÁT-MEDENCE VÍZHÁLÓZATÁNAK KIALAKULÁSA



A Kárpát-medence vízhálózatának kialakulása

Vízhálózatról csak a terület szárazfölddé válásától, a Pannon-tó feltöltődésétől kezdve beszélhetünk. A hatalmas vízmedence jórészt a beömlő folyók által lerakott hordalékkal töltődött fel igen lassan, több millió év alatt. A fokozatosan visszahúzódó víztükör legtovább délkeleten maradt meg. A tó visszahúzódása nyomán a szárazzá vált térszíneken megjelentek a folyók. Az első vízhálózati rekonstrukció számos fúrás rétegsorának kiértékelése alapján ezt a kb. 4,5 millió évvel ezelőtti állapotot mutatja 3a*. A legfeltűnőbb jelenség a két nagy folyónk medenceperemi helyzete: a Duna kezdetben az Alpoktól keletre folyt délnek, helyét változtatva, a mai Tisza elődje pedig a sikság keleti szegélyén folyhatott, összegyűjtve a keleti mellékfolyókat és a mai Bodrog forrásságit. A Felvidék vizei – a Vágtól a Hernádig – középhegységünk akkor még csak kisebb halmokként kiemelkedő vonulatának kapuin keresztül tartottak délnek, délkeletnek.*

A későbbiekben az egyenlőtlenül süllyedő részmedencék vonzották a főfolyókat. A Duna így a Visegrádi-szoros felé fordult, ezáltal a Kárpátok északnyugati részéről eredő folyók (Vág, Nyitra, Garam) megrövidültek, míg a Rába (a Zalával együtt) a Kisalföld medencéje felé tartott. A Duna pedig a Pesti-síkságtól indulva, helyét legyezőszerű széles sávban változtatgatva a Szolnok–Szeged árok felé, délkeletre tartott, és hordalékát nagy vastagságban lerakta a Duna–Tisza közén. A Tisza az Alföld legerősebben és csaknem folyamatosan süllyedő részei (Körös-medence) mentén haladt, így két főtengelyű vízrajzi helyzet alakult ki 3b*.*

A pleisztocén végéhez közeledve, a jászsági–hevesi térség erősebb süllyedése következtében az észak felől érkező folyókból létrejött a mai Tisza vonala mentén egy nagy ősfolyó, a harmadik vízrajzi tengely 3c*. A Dunántúlon nagyjából kialakult a mai vízrajzi kép, a Zala kivételével, amely még a Drávába vihette vizét.*

Az utolsó 20 000–30 000 év szerkezeti mozgásai következtében először a Duna került a Mezőföld peremén húzódó mai helyére 18 000–25 000 éve, majd 12 000–15 000 évvel ezelőtt a Bodrogköz erősebb megsüllyedése északra vonzotta a Tiszát 3d*, amely fokozatosan elfoglalta jelenlegi helyzetét, ezt követően pedig a Beretty-tyó- és a Körös-vidék folyói is mai helyükre kerültek.*

©MTA CSFK Földrajztudományi Intézet, www.mtafki.hu, Budapest, 2018
©MTA CSFK Földrajztudományi Intézet, www.mtafki.hu, Budapest, 2018

1 *Budapest látképe a Margit-szigettel*

3 *A Rába Győrnél*

6 *A Tisza a tiszazugi Tiszainokánál*

és Gönyű között, Dömösnél, Vácnál és Alsógödnél stb.) a zátony-, illetve a gázlóképződés jellemzi. Ezek a kavics- és homokzátonyok ma is változtatják helyüket, kisebb-nagyobb szigeteket képezve. Ettől eltérő, sajátos szakasza a folyónak a „visegrádi kapu" fiatal áttörése, amelytől délre ismét a zátonyépítő jelleg uralkodik; a zátonyok összekapcsolódása nyomán Szentendrétől a Csepel-sziget déli végéig kisebb-nagyobb szigetcsoportok alakultak ki és maradtak fenn 1. Dévénytől Mohácsig a lerakott üledék fokozatosan finomodik, a mederben görgetve koptatott hordalék egyre kisebb szemcséjűvé válik; a kezdetben uralkodó mederkavics mérete egyre csökken, Pakstól lefelé pedig már a homok válik meghatározóvá.

A Visegrádi-szorost elhagyva a Duna észak–déli futása mentén állandóan mardossa jobb partját, ami a löszbe beszivárgó csapadék hatásával együtt a Mezőföld peremén kialakult magaspart löszfalainak máig észlelhető, ismétlődő csuszamlásait okozza (*Természeti veszélyek fejezetünk* 5 és 8). A lapos bal part ugyanakkor széles lapály, amelyet csak a folyó építette homokdombok és teraszszigetek tagolnak itt-ott. A Csepeltől Mohácsig ívesen húzódó ártér legnagyobb szélessége a szabályozás előtt elérte a 25 km-t. Pakstól délre, a Dráva torkolatáig terjedően az egykor több ágra is szakadt folyó mentén újra felerősödik a zátony- és szigetképződés. A további, a Vaskapuig terjedő szakaszon pedig ismét megjelennek a pusztuló magaspartok.

A Duna-meder esése a folyó Kárpát-medencei futása mentén jelentősen megváltozik. Míg a német és az osztrák szakaszon az esés 40–50 cm/km, addig Pozsonytól Szapig 35–40 cm/km, Komáromnál pedig már csak 8–10 cm/km; bár a visegrádi kapu mentén átmenetileg megnő, azt követően ismét átlagosan 10–12 cm/km-re csökken.

Mellékfolyói közül a Dunát a Kárpát-medencében balról a kárpáti jellegű, eredeti természetes állapotukban egyenetlen vízjárású Vág, Nyitra, Garam és Ipoly táplálják; közülük különösen a *Vágot* 2 duzzasztók sorozatával „szelídítették" meg. Jobb oldalról a *Rába* 3 vízrendszere szállítja a Dunába az Alpokalján eredő nyugat-dunántúli patakok – Ikva, Gyöngyös, Pinka –, továbbá a Kisalföld nyugati pereme és a Dunántúli-középhegység északnyugati pereme kisebb vízfolyásainak – Répce, Rábca, Marcal, Torna, Gerence – vizeit. Mindezeknek és a Csepel-sziget déli végéig betorkolló

2 *A Vág Sztrecsény váránál*

5 *A Dráva*

8 *A Sajó Miskolcnál*

további kisebb jobb oldali mellékvizeknek (Concó, Által-ér, Dera, Váli-víz) azonban a Duna vízjárására és vízhozamára alig, illetve csak ritkán, egy-egy jelentősebb, hosszabb ideig tartó árvízi időszakban van befolyása.

Az Ipoly és a Tisza torkolata között a Dunának jelentősebb bal oldali mellékfolyója nincs, kivéve a mesterséges Duna-völgyi-főcsatornát, amely a Duna–Tisza közi hátság ereit gyűjti össze és vezeti Mohácstól

4 *A Sió és zsilipje Siófoknál*

délre a Dunába. Jobb oldalon a Duna közép-magyarországi szakaszának is csak egyetlen jelentősebb mellékvize van, a Kapos és a Sárvíz által is táplált, jelentős részén mesterséges mederben haladó, a Balaton vízállását is szabályozó *Sió* 4. Nagyobb folyók már csak az országhatáron túl, a Kárpát-medence déli részén torkollanak a Dunába. Közülük jelentősebbek a Mura által is táplált, 749 km-es hosszúságú *Dráva* 5, amelynek 40 095 km²-es elnyúlt vízgyűjtője a Központi-Alpokig nyúlik, valamint a Júliai-Alpokban eredő, futása során már a Dinaridák folyóinak (Una, Orbász, Boszna, Drina) vizeit összegyűjtő, 940 km hosszú, 95 700 km² vízgyűjtő területű Száva.

Bár a Dráva és a Száva is nagy folyók, a Kárpát-medencében a Duna legjelentősebb mellékfolyója és egyben az Alföld fő vízfolyása a *Tisza* 6. Hossza 1260 km. A Máramarosi-havasokban ered, de rövid hegyvidéki szakasza után Tiszaújlaktól a Dunába való torkollásáig, Titelig síkvidéki folyóként halad. Jól jelzi ezt, hogy míg a forrásvidéktől Tiszaújlakig az esése összesen 1410 m, addig tovább, Szegedig csupán 90 m. A rendkívül kis esés miatt a víz középsebessége többnyire nem haladja meg az 1 m/s-ot (3,6 km/h-t). A lassan mozgó víz még a saját medrének tartós fenntartására sem volt képes, ezért a folyó az Alföldön végig középszakasz jelleggel haladva, óriási kanyarokat írt le. Árvízi körülmények között a kanyargós meder nem tudta elvezetni a megsokszorozódott víztömeget, amely elontötte a mélyedéseket, laposokat, egyúttal a folyó szétterítette nem kevés hordalékát a síkon. Szegednél évente mintegy 12 millió m³ lebegtetett hordalékot mérnek, árvízkor azonban ennek akár többszörösét is.

A Tisza 157 135 km² kiterjedésű vízgyűjtő területének 4 58%-a felöleli a Kárpátok koszorújának legnagyobb részét, az Erdélyi-medencét és az Erdélyi-szigethegységet, itt erednek és haladnak mellékfolyói; 42%-a azonban síkvidék. A legtöbb mellékvizet felső folyásán kapja. A két fő forrásból (Fehér- és Fekete-Tisza) táplálkozó folyócskába a Huszti-kapuig jellegzetesen kárpáti jellegű, erősen ingadozó vízjárású mellékvizek (Visó, Iza, Tarac, Talabor, Nagyág) torkollanak. A síkságra kiérve kénytelen a Nyírség északi peremét megkerülni, miközben felveszi első igazán jelentős mellékfolyóját, az Erdélyi-medence északi peremét is átszelő *Szamost* 7, majd Tokajnál a számos kárpáti folyó (Latorca, Ung, Laborc, Ondava, Tapoly) egyesüléséből származó *Bodrog*ot, és még ugyancsak alföldi szakaszának első részén a Bódva és Hernád által is

7 *A Kis-Szamos Kolozsvárnál*

táplált *Sajót* 8. Innentől torkolatáig már jelentősen csökken a mellékfolyók száma, de azért még néhány jelentősebb vízfolyást felvesz. Jobb oldalról csak a Galga és a Tarna által is táplált *Zagyva* méltó említésre, a bal oldaliak közül viszont kiemelkedik a 27 537 km² vízgyűjtő területű Körös (torkolatánál neve *Hármas-Körös*), a Tisza második legnagyobb mellékfolyója 9, amely négy, főként az Erdélyi-szigethegységben eredő vízfolyás (Fehér-, Fekete-, Sebes-Körös, Berettyó) vizeit

©MTA CSFK Földrajztudományi Intézet, www.mtafki.hu, Budapest, 2018

9 *A Holt-Körös Szarvasnál*

gyűjti össze és vezeti a Tiszába. (A Körös alsó szakaszába ömlik a Hortobágy-Berettyó, amely a Keleti-főcsatornán keresztül ma már a Tisza felől is kap vízutánpótlást.) Még délebbre, Szegednél torkollik a Tiszába legnagyobb mellékfolyója, a *Maros* (hossza 761 km, vízgyűjtő területe 30 332 km²), amelynek legtávolabbi forrásai a Keleti-Kárpátok vonulataiban találhatók 10.

A Tisza vizének fő tápláló területe a Kárpátok hegyvidéke, ahol leginkább a tavaszi hóolvadás idejének és gyorsaságának, emellett – akár más évszakokban is – sajátos meteorológiai körülményeknek, például a hosszabb ideig tartó heves csapadéknak van, illetve lehet

10 *A Maros Szalárdtelepnél*

jelentős szerepe a folyók vízjárásának alakulásában. Egészen rövid idő alatt nagy árvizek alakulhatnak ki, különösen ha a vízgyűjtő területeken alig eltérő időpontokban kezdődik meg a hóolvadás (sőt, esetleg az olvadást még kiterjedt esőzónák is siettetik), vagy ha az észak–északkelet felől érkező nagyvizek éppen akkorra érik el a folyó délebbi részét, amikor a Körösök vagy a Maros is tetőznek torkolatuknál. Ilyenkor az egy időben lefutó vagy összetalálkozó árhullámok árvízi torlódásokkal felnagyított árvizeket okoznak. Másrészt mivel a Tisza alföldi szakasza mentén alig kifejezhető szintkülönbségek tapasztalhatók, a Szolnok–Debrecen–Békéscsaba által határolt hatalmas területen a természetes körülmények között szétterülő árvizek levonulására alig volt lehetőség. Így érthető módon a Tisza vízgyűjtője síkvidéki szakaszának mintegy harmada volt állandóan vagy időszakosan vízborítás alatt 11. E két tényező – összekapcsolva a mezőgazdasági területek növelését célzó gazdasági érdekekkel – vezetett a 19. századi nagy folyószabályozási, árvízmentesítési munkálatokhoz.

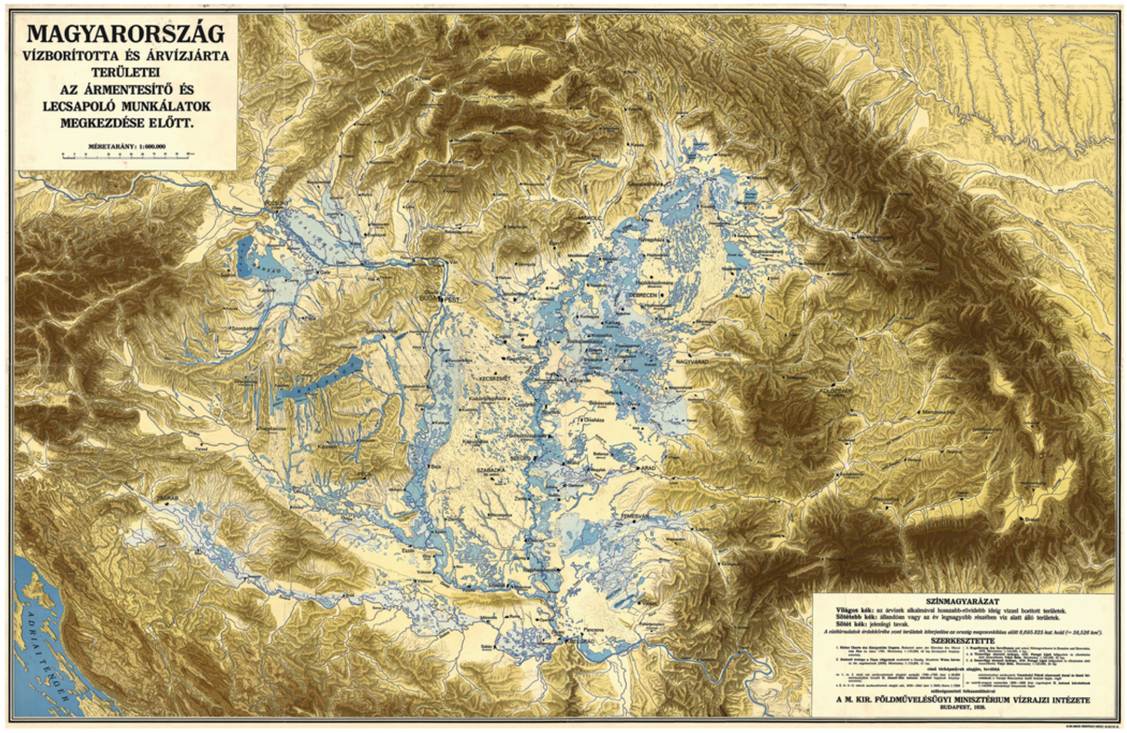
Állóvizek

Magyarország területén több mint 1200 különböző típusú állóvizet (morotvát, holtágat, halastavat, bányagödröt stb.) tartanak nyilván. A folyószabályozás és az ármentesítés során a kanyarulatok levágásakor százával jöttek létre mesterséges vagy természetes úton lefűződött holtmedrek. Jelentős hányaduk az elmúlt több mint másfél évszázad alatt feltöltődött, más részük tószerű képződményként máig fennmaradt. Mellettük a 0,5 ha-nál kisebb tavaink száma kb. 700. Ez a szám folyton változik, bányatavakat nyitnak, természetes tavakat csapolnak le, sorra épülnek halastavak és víztároló medencék. Az 5 ha-nál nagyobb természetes és mesterséges tavaink száma közel 200, az 50 ha-nál nagyobbakké 27. A mind a mai napig fennálló három

12 *A Balaton látképe Fonyódról*

legnagyobb természetes állóvíz a Balaton, a Fertő és a Velencei-tó.

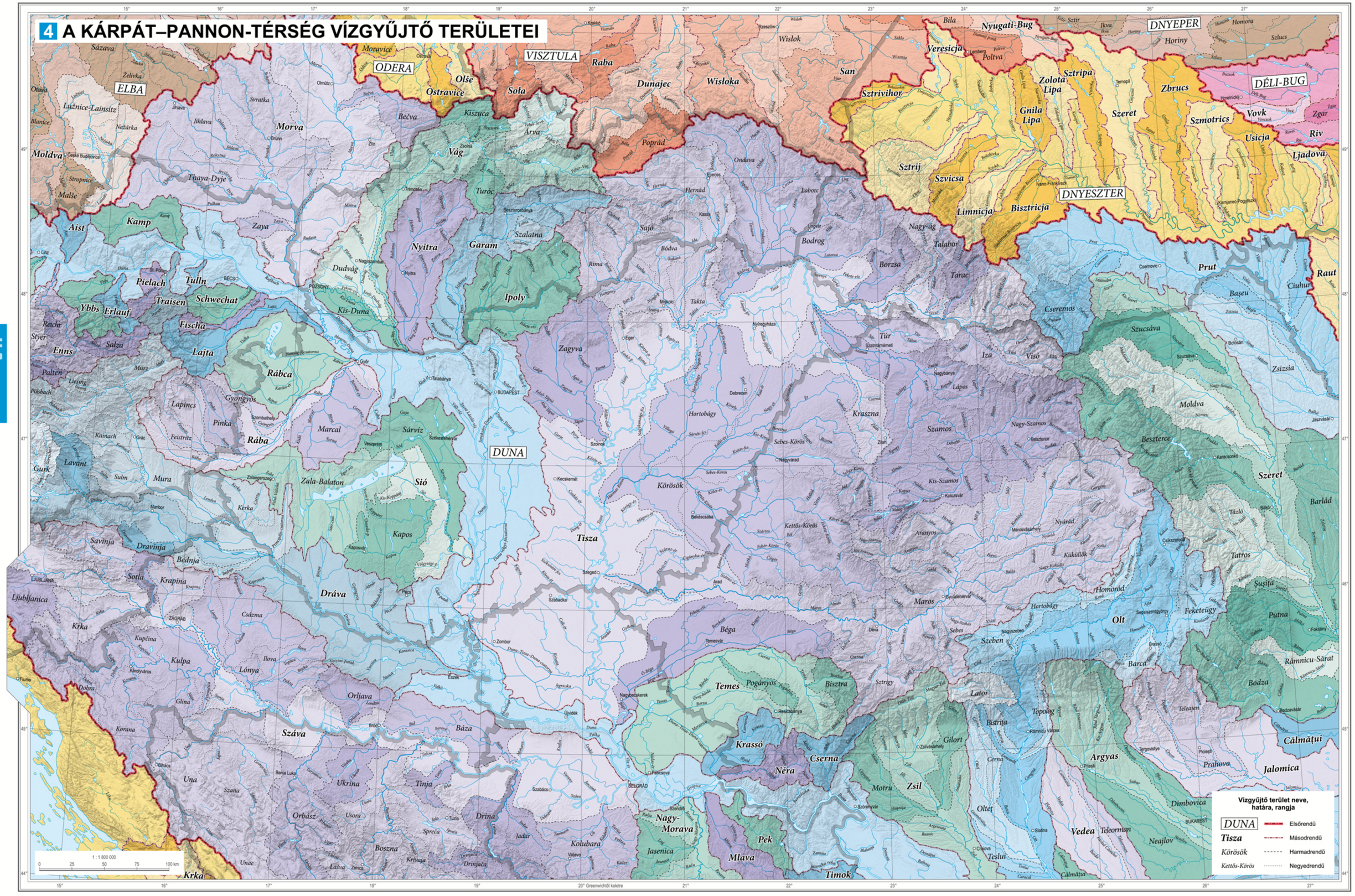
Közép-Európa legnagyobb tava a 76,5 km hosszú, átlagosan 7,5 km szélességű, 90 cm-es siófoki vízállás esetén 596 km² területű, 3,36 m átlagos mélységű, mintegy 2 km³ víztérfogatú *Balaton* 12. A tó vízgyűjtő területéről lefolyó vizek mintegy fele a Zala folyón keresztül érkezik meg a Balatonba, emellett kb. 30 többékevésbé állandó és 20 időszakos vízfolyás is táplálja a tavat. Bár az utóbbiak vízhozama csekély, szerepük mégsem elhanyagolható, mert többnyire a Balatont szorosan körülölelő üdülő- és lakóövezeten keresztül jutnak a tóba, ezért kisebb-nagyobb mértékben szennyezik a tavat. A tó többletvízkészletét a Sió-csatorna vezeti le, és mivel a Zala a tó délnyugati végébe torkollik, a Sió eredete viszont a meder másik végének a közelében van, ezért a szállított víz a tómederben végighaladva mintegy átöblíti a tó két nagy elkülönült medencéjét. Ezt a két tómedencét a tihanyi szűkület választja ketté, amelyben 10–12,5 m-es, árokszerű mélyedés jött létre, a szűkületben kialakuló 1–1,5 m/s vízsebesség ugyanis megakadályozza az iszaplerakódást. Az egykori Balaton jóval nagyobb kiterjedésű és magasabb vízállású volt, öblei mélyen benyúltak a Zala völgyébe, a Fűzfői-, a Tapolcai- és a Hévízi-medencébe,



11 *A Kárpát-medence vízborította és árvízjárta területei az ármentesítő és lecsapoló munkálatok megkezdése előtt (1938. évi térkép újraközlése)*

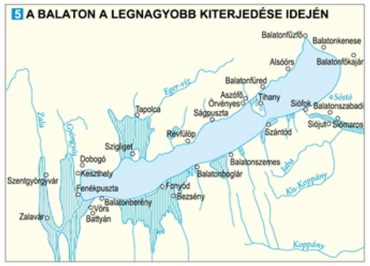
©MTA CSFK Földrajztudományi Intézet, www.mtafki.hu, Budapest, 2018

4 A KÁRPÁT–PANNON-TÉRSÉG VÍZGYŰJTŐ TERÜLETEI



©MTA CSFK Földrajztudományi Intézet, www.mtafki.hu, Budapest, 2018

5 A BALATON A LEGNAGYOBB KITERJEDÉSE IDEJÉN



7 A BALATON VÍZHÁZTARTÁSI TÉNYEZŐINEK ÉRTÉKEI

Vízháztartási tényező	1921–2016 minimum (tömm/év)	1921–2016 átlag (tömm/év)	1921–2016 maximum (tömm/év)
Csapadék	309	617	929
Hozzáfolyás	236	856	1 974
Párolgás	723	897	1 073
Természetes vízkészletváltozás	-281	+577	+2 031
Lefolyás (vízeresztés)	0	557	1 791
Vízelhasználás	11	30	51

1 tömm vízoszlop ≈ 600 000 m³ vízmennyiség

15 *A Gyilkos-tó*

délen pedig a turzások mögötti berkekbe 5. A vízszint szabályozása érdekében 1863-ban átadták a siófoki zsilipet, miáltal megszűnt a tó természetes kifolyása, és természetes vízjárását mesterséges szabályozás váltotta fel.

A Balaton vízszintjének ingadozása ma is alapvetően a meteorológiai és hidrológiai viszonyoktól, elsősorban a csapadék, a hozzáfolyás és a párolgás mennyiségétől függ. Sajátos jelenség a vízlengés, amelynek az a lényege, hogy a tartós, egyirányú szelek hatására hossz- és keresztirányú vízkilendülések alakulnak ki. A hosszirányú (pl. Balatonfűzfő és Keszthely között) kilendülés elérheti az 1 m-t is. A keresztirányú kilendülések ennél kisebbek (jellemzően 50 cm alattiak). A tó átlagos vízmélységéhez képest jelentős – átlagosan 50–60, erős vihar idején akár akár a 100 cm-t is átmenetileg meghaladó – hullámmagasságok is előfordulhatnak, amelyek a déli part laza üledékein széles turzásövezetet hoztak létre, az elmúlt 200 esztendő során 400–500 m-es parteltolódást eredményezve.

A Balaton vízállásai és vízszintingadozásai 1863-tól, a siófoki zsilip és vízmérce üzembe helyezésétől ismertek 6. A zsilip átadása következtében a vízállások a korábbinál kisebb, de még mindig jelentős vízszintingadozásokat mutatnak 7. A zsilip vízátereszt ő képességét többször megnövelték, legutóbb 1977-ben 80 m³/s-ra, ami lehetővé teszi az időnként jelentkező víztöbblet levezetését, valamint a túlságosan nagynak ítélt vízszintingadozás mérséklését 8. A többletből annyit kell tárolni a tómedencében, hogy a nyári vízveszteségek ellenére az üdülőszezonban a vízszint érzékelhetően ne süllyedjen alacsonyra. A jelenlegi vízszintszabályozási előírás 2016 februárja óta van érvényben. Eszerint a tó maximális szabályozási szintje a november–április időszakban 115 cm ± 5%, a május–októberi időszakban 120 cm ± 5%.

A másik két nagyobb tavunk közül a *Fertő* (területe 309 km², ebből mintegy 75 km² jut Magyarország területére) szabályozott lefolyással rendelkező állóvíz. Az átlagos tófelületből 180 km² náddal benőtt terület 13. A tómeder lapos volta következtében 1 cm-nyi vízszintingadozás 3 km² tófelület-változást okoz. Közepes vízállásnál a teljes tótérfogatnak közel a fele iszap. A vízmélység az időjárástól függően szélsőségesen ingadozik. A legutóbbi kiszáradást követően épült csatorna- és

14 *A Velencei-tó madártávlatból*

zsiliprendszer lehetővé teszi a vízszintingadozás mérsékelését. Sótartalma évszakosan és az időjárástól függően 2000–18 000 mg/l között váltakozik. A felmelegedés miatt a kiszáradás veszélye fenyegetheti, akárcsak a lapos medencét kitöltő, kisebb (26 km²) *Velencei*-tavat, amelynek átlagos mélysége alig 1,1 m, és szélsőséges vízszintingadozás, lassú és egyenetlen vízcsere, valamint a tómeder különböző részein igen különböző vízösszetétel és vízminőség jellemzi 14. Helyenként meglehetősen magas a víz összes oldottanyag-tartalma. Mindkét tó felületének nagy részét nádasok borítják.

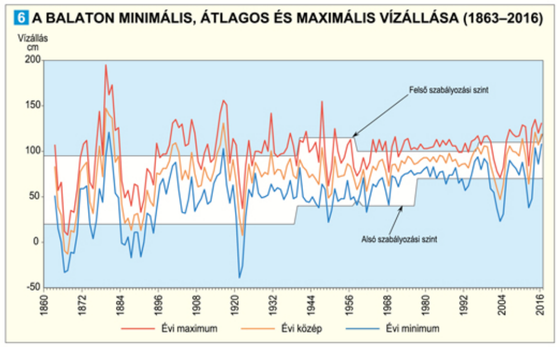
A fenti nagyobb állóvizeken túl a Kárpát-medence területén számos kisebb tó is található, amelyek eredetüket tekintve igen sokfélék. Legtöbbjük úgy keletkezik, hogy a vizek összegyűlnek a felszín természetes mélyedéseiben; ezek élettartama gyakran igen rövid, általában gyorsan feltöltődnek. Mások lejtős tömegmozgások, csuszamlások által okozott elgátolás révén keletkeztek, mint például a Gyilkos-tó 15 és az Arlói-tó. Különleges értéket képviselnek a már nyílt víztükörrel alig rendelkező síklápok (pl. a Bátorligeti-ősláp) és dagadólápok (pl. a keleméri Mohos-tó vagy a székelyföldi Csomád egyik kráterében lévő Mohos-tőzegláp). Az említett Csomádot azonban leginkább krátertava, a Szent Anna-tó 16 teszi különösen híressé. Külön említést érdemelnek ökológiai jelentőségük és európai egyediségük miatt a szél kifútta szélbarázdákban, deflációs laposokban elterülő, csapadékból és a talajvízkészletből táplálkozó, az időjárási körülményektől függően változó kiterjedésű szikes tavak, amelyek leginkább az Alföld területén találhatók. Sajnálatosan a Kárpát-medence szívében az 1970-es évek óta megfigyelhető szárazodás a talajvízkészletek csökkenését, a szikes tavak többségének teljes kiszáradását, a korábbi ökoszisztémák maradandó károsodását, esetenként a kevéssé kifejlődött karbonátos üledékek kioldódását, majd kimosódását eredményezte.

Az emberi tevékenység is számos tó létrejöttét eredményezte. Ilyenek a folyók szabályozásával kapcsolatban említett holtágak, és ide sorolandók a bányatavak, főként a kavics-, homok- és agyagbányatavak (pl. Délegyházi-tavak, szenci Napfényes-tavak) is. A legnagyobb méretűek és legállandóbbak a hegy- és síkvidéki völgyzárógátak, duzzasztók építése következtében létrejött víztározók (az Alföldön a Tisza-tó, a Felvidéken a zempléni Széles-tó, a Révkörtvélyesi-, Árvai-,

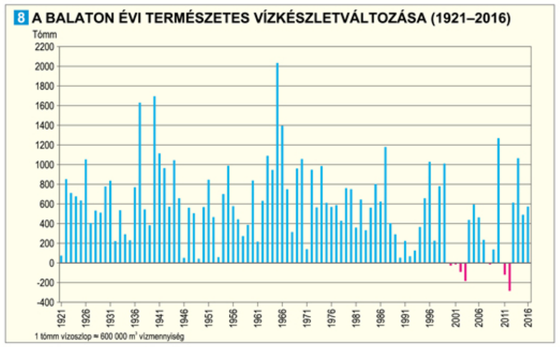
13 *A Fertő nádvilága Balf közelében*

16 *A Szent Anna-tó*

6 A BALATON MINIMÁLIS, ÁTLAGOS ÉS MAXIMÁLIS VÍZÁLLÁSA (1863–2016)



8 A BALATON ÉVI TERMÉSZETES VÍZKÉSZLETVÁLTOZÁSA (1921–2016)



©MTA CSFK Földrajztudományi Intézet, www.mtafki.hu, Budapest, 2018

17 *A Tisza-tó*

Liptószentmáriai-, Nagydomásai-, Vágkirályfai-víztározó, Erdélyben a Bélesi-, Kolibicai-, Avasi- és a Gura Apelor-víztározó).

A *Tisza-tó* a kiskörei vízlépcső 1973. évi üzembe helyezése, a Tisza két ütemben végrehajtott, az 1990-es évekig eltartó felduzzasztása után létrejött tározó. Víztükre a nyári 127 km²-ről a téli leürítés után harmadára is csökkenhet. Sok szárazulattal tarkított felületének északi részét természetvédelmi, középső medencéit főként ökoturisztikai, délen sport, rekreációs, üdülő céllal hasznosítják 17.

Felszín alatti vizek

A Kárpát-medence felszín alatti vizeit típusok szerint osztályozva talaj-, réteg- és karsztvizeket különböztethetünk meg. Képződmények alapján a legnagyobb kiterjedésű, jelentős területen összefüggő víztartó rétegsort (összletet) a pliocén–pleisztocén kavicsos, homokos, iszapos, agyagos rétegzett medenceüledékek képviselik. A pliocén–pleisztocén korú kőzetekből felépülő tárolórendszer – függőleges irányban – a felszíntől az alsó–felső-pannon rétegek határáig terjedő üledékes rétegek sorozata. E tárolórendszer alatt többnyire rossz vízvezető-képességű (főleg alsó-pannon) üledékek helyezkednek el, amelyek a talajvizeket tároló összleteket a mélyben megtalálható, többnyire karbonátos kőzetekből álló tárolóktól elszigetelik. A pleisztocén–holocén üledékek teljes vastagsága a Kisalföldön a 700 m-t, az Alföldön a 800 m-t is eléri. Ezek természetesen nem homogén vízvezető összletek, hanem kevésbé vízvezető rétegek által tagoltak; a vízvezető rétegek aránya átlagosan 50%-ra tehető.

A felszínközeli tárolórendszer rétegsorait vízvezető-képességük alapján osztályozva megállapítható, hogy a legjobb vízvezetők a medenceperemeken elhelyezkedő hordalékkúpok, amelyek homokos–kavicsos anyagát a síkvidékre érkező folyók szállították és halmozták fel. Közülük legjelentősebb a Kisalföldön a 400 m-t meghaladó vastagságú, a Duna által épített szigetközi–csallóközi hordalékkúp. Az Alföld délkeleti peremén a Maros, az Északi-középhegység előterében pedig a Sajó hordalékkúpja említhető példaként.

A pleisztocén rétegek alatt homok, homokkő, aleurit, agyag és márga váltakozik, ami az üledékképződés beltengeri–folyóvízi átmenetét tükrözi. A medenceperemeken és a Dunántúli-dombság területén a felszíntől az alsó-pannon–felső-pannon határáig jellemző a fenti kifejlődés. Ezeknek az üledékösszleteknek a teljes vastagsága a Kisalföldön és a Dél-Alföldön eléri az 1500–2000 m-t.

A felszín alatti vízkészletek utánpótlódása alapvetően meghatározza a felszín alatti vizek mennyiségét és minőségét. A vízmérlegszámítások és egyéb vizsgálatok azt mutatták, hogy az utánpótlódás igen csekély, közepes csapadékú évtizedekben átlag 50 mm/év körüli, sőt a csapadékszegényebb évtizedekben ennek a felét sem éri el, az éghajlatváltozás pedig minden bizonnyal további csökkenést fog eredményezni. A 2001–2010 közötti időszakban Magyarország vízmérlegében a felszín alatti vízadókba beszivárgó vízmennyiség 3,3 km³/év volt, amit a határokon át érkező 0,16 km³/év mennyiség egészített ki 2.

Talajvizek

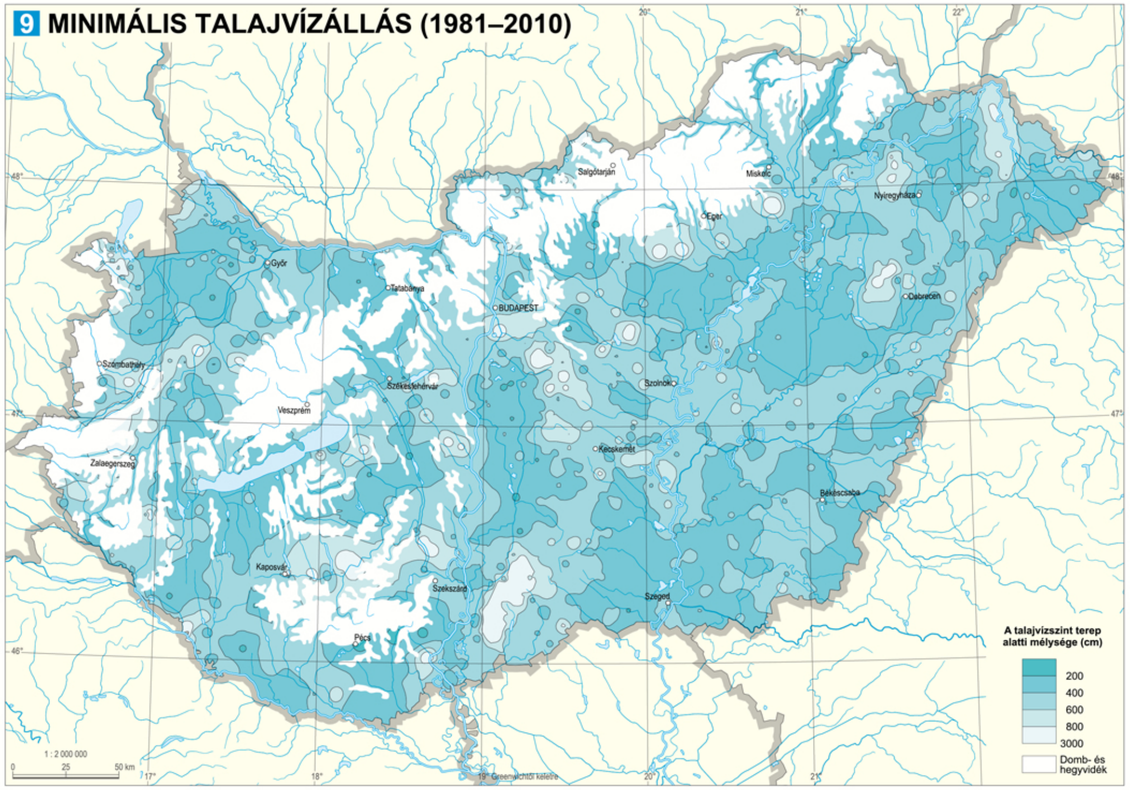
Sajátos természeti adottságai következtében Magyarországon – különösen a síkvidékek felszíni vizekben szűkölködő részén – évszázadokon át a legegyszerűbb vízbeszerzési lehetőséget a szinte mindenhol jelen lévő talajvízkészlet megcsapolása jelentette, a változó átmérőjű és mélységű ásott kutak révén 18. Jelentőségük

18 *Az Alföldön az ásott kutak egyik fajtája a gémeskút, amely egyben jellegzetes tájképi elem is*

az ármentesítő és lecsapoló munkálatok előrehaladásával fokozatosan nőtt, mert a felszíni vízkészletekben térségi hiány alakult ki. A 20. század közepéig elsősorban a külterületeken élők és gazdálkodók vízigényét pedig szinte kizárólag így lehetett kielégíteni.

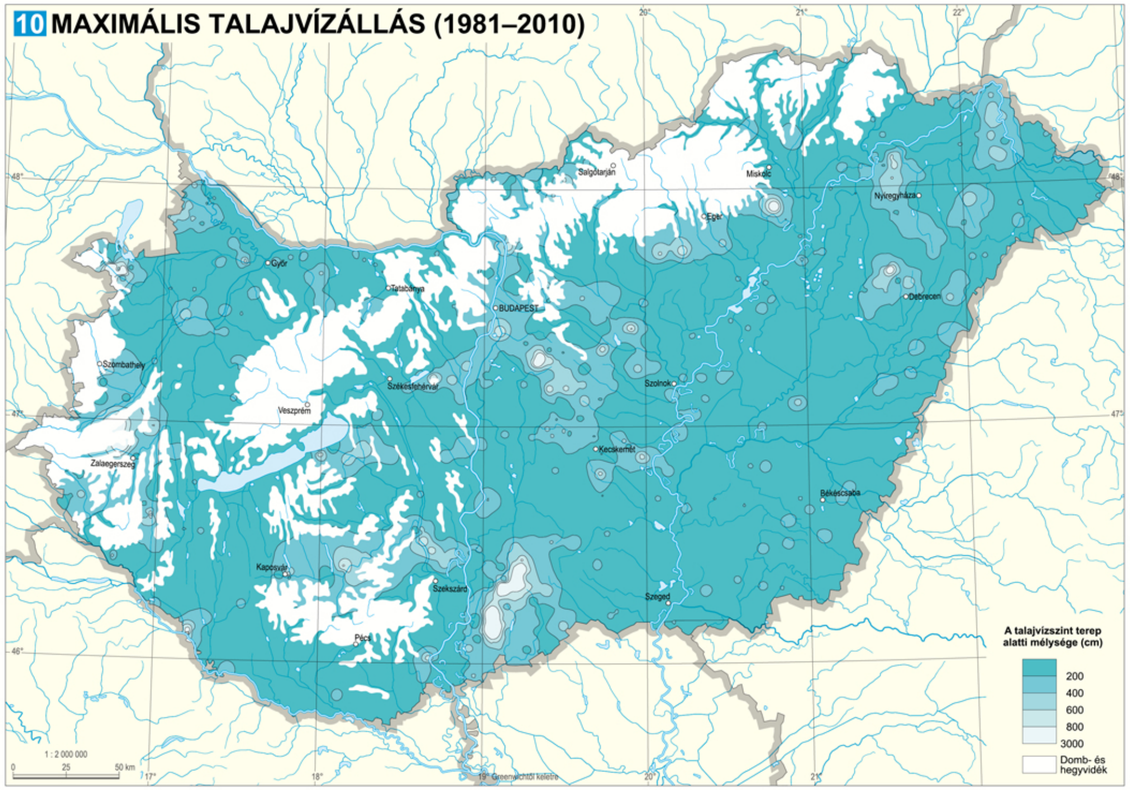
Az 1950-es évek első felében a Magyar Állami Földtani Intézet (MÁFI) által a mindennapi vízigényt is biztosító, közel 770 000 ásott kútban mért vízszintek,

9 MINIMÁLIS TALAJVÍZÁLLÁS (1981–2010)

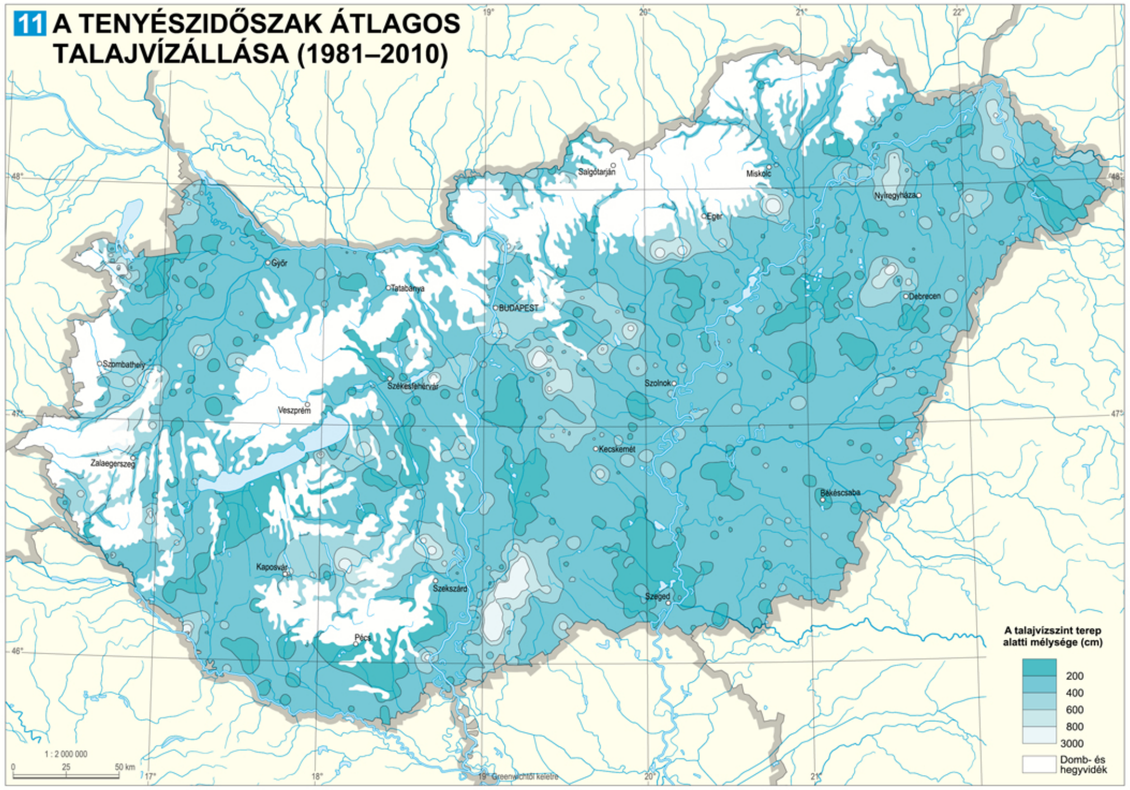


©MTA CSFK Földrajztudományi Intézet, www.mtafki.hu, Budapest, 2018

10 MAXIMÁLIS TALAJVÍZÁLLÁS (1981–2010)

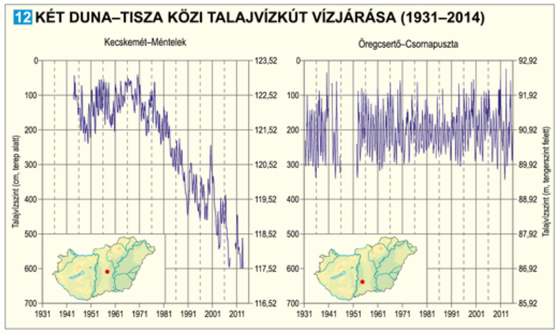


11 A TENYÉSZIDŐSZAK ÁTLAGOS TALAJVÍZÁLLÁSA (1981–2010)



©MTA CSFK Földrajztudományi Intézet, www.mtafki.hu, Budapest, 2018

12 KÉT DUNA–TISZA KÖZI TALAJVÍZKÚT VÍZJÁRÁSA (1931–2014)



Magyarország tájainak talajvízkészletét vizsgálva megállapítható, hogy az Alföld területén a talajvíz felszín alatti elhelyezkedését összetett áramlási rendszerek határozzák meg. A medenceperemi betáplálási területeken kívül a Nyírség és a Duna–Tisza köze is beszivárgási terület, ahonnan a víz regionális pályák mentén a tájhatár, illetve a Duna és a Tisza völgysíkja felé áramlik. A Tiszántúlon, ahol a felszínen agyagrétegek helyezkednek el, a talajvíz nyomás alatt áll, az 1950-es évek második felében többnyire 2–4 m, máshol 4–10 m közötti, helyenként 10 m alatti vízszinteket mértek. Később a nagyüzemi mezőgazdálkodás, a rizstermesztés, illetve az öntözés következtében a Nagykunság, a Hortobágy és a Körös–Maros köze jelentős részének talajvízszintje átmenetileg megemelkedett, majd a mezőgazdaság szerkezetének 1990 utáni újabb átalakulása a talajvízszintek csökkenéséhez vezetett.

A Duna–Tisza köze jellemzően száraz, vízhiányos terület, amelynek természetes, állandó felszíni vízfolyása nincs. Vízháztartásának fő bevételi forrása a csapadék, amelyet a mélyebb rétegekből származó vizek, a tisztított ipari és kommunális szennyvizek és a Dunából, illetve a Tiszából öntözési célokra átvezetett vízmennyiségek egészítenek ki. Területén a pleisztocén–holocén kori kavics- és homoköszletekben nincsenek összefüggő vízzáró és víztartó rétegek, ezért a térséget összetett áramlási rendszerek jellemzik; a hátság legmagasabb térszínein beszivárgó víz az alacsonyabb peremi területek felé mozog. A táj további jellegzetessége, hogy tartósan – esetenként szélsőségesen – csapadékos időszakban a korábban vízzel borított felszíneken ismét elöntések alakulnak ki, amelyek a szárazabb időszakokban újra kiszáradnak.

A Mezőföld északnyugat–délkeleti irányú, folyóvölgyekkel felszabdalt dombhátai alatt rendszerint jelentős (délen 4–6 m, északon közel 10 m) mélységben helyezkedik el a talajvíztükör, sőt az északnyugati hegylábi térszíneken mélysége nagyobb 10 m-nél. A felszínhez legközelebb – esetenként a felszínre is lépve – a Sárrét területén, a Sárvíz és a Sió völgyében jelentkezik a talajvíz.

A Kisalföld mély medencéjét vízzáró rétegekkel tagolt laza folyóvízi üledék, kavics és homok tölti ki, agyagos és löszös fedőrétegek csak kisebb körzetekben fordulnak elő. A medence talajvízkészletét a peremi térszínek (Soproni- és Kőszegi-hegység, Bakony, Vértes, Pándorfalvi-fennsík) felől a medence belseje felé a felszín alatt áramló víz is táplálja. A talajvíztükör a peremterületeken 4–6 m, a medence belsejében – a kedvező utánpótlódási viszonyok miatt – 2–4 m, míg egyes körzetekben, így a Hanság területén a felszínhez közel 1–2 m mélységben helyezkedik el.

Az Északi-középhegység agyagos, homokos összletekből felépülő, mély völgyekkel tagolt térszínei, valamint a Dunántúli-dombság vályoggal és lösszel fedett dombhátai alatt a talajvíz jelentős (6–10 m) mélységben érhető el. Összefüggő talajvíztükör kialakulására többnyire nincs lehetőség, az egymástól független, esetenként egymás fölött elhelyezkedő, emeleteket alkotó talajvíztartó rétegekben tárolt víz a völgyek felé áramlik, s gyakran talajvízforrásokat táplál. Annak ellenére a középhegység medencéinek talajvízkészlete általában szerény, jelentősebb készletek csak a nagyobb folyók szélesebb, gyakran teraszos völgyeiben, 2–4 m mélységben tárhatók fel. A Dunántúlon a szélesebb, teraszos, feltöltött síkságok tárolnak nagyobb mennyiségű és a lejtésiránynak megfelelően mozgó talajvízkészletet.

valamint a Vízgazdálkodási Tudományos Kutató Intézet (VITUKI) által üzemeltetett talajvízszintmérő kutakban gyűjtött adatok egyesítésével kialakított adatbázis lehetővé tette az Alföldön a talajvízdomborzat részletes megismerését és a vízszintváltozások követését. A vizsgálatok igazolták, hogy a talajvíztükör terep alatti elhelyezkedése a nagyobb kiterjedésű alföldi tájakon általában a felszín domborzatát követi, a talajvízszint pedig elsősorban a csapadék időbeli eloszlásának függvényében változik. A legmagasabb talajvízszintek tavasszal, illetve nyár elején, a legalacsonyabbak pedig az őszi időszakban mérhetők. Az éven belüli változékonyság a talajvíztükör terep alatti mélységével fordítottan arányos: a nagyobb mélységben elhelyezkedő talajvíz esetében a felszínen zajló folyamatok hatása többnyire jelentős időbeli késéssel, tompítottan jelentkezik. Területhasznosítás szempontjából mind a túlságosan magasan, mind pedig a túlságosan alacsonyan elhelyezkedő talajvíztükör kedvezőtlen hatású lehet. A magasra emelkedett talajvíz belvízelöntést is okozhat [19], illetve a gyökérzóna tartós telítődése a mezőgazdasági területeken az ültetvények fejlődését korlátozza; ugyanakkor ha a talajvízszint számottevő (akár tartósan 12–20 m) mélységben helyezkedik el, akkor a növények többsége számára a talajvízkészlet elérhetetlenné válik [9] [10] [11].

[19] *Belvízelöntés Kaba határában*

A talajvízszintek alakulását az éghajlati elemek, leginkább a csapadék éves ingadozása befolyásolja, de hat rá az emberi tevékenység is. Főleg az előbbi következménye volt például a Duna–Tisza köze legmagasabb térszínein az 1980-as évektől kezdve az 1990-es évek közepéig egyre nagyobb területre, elsősorban a hátság észak- és délnyugati részére kiterjedő, egyes körzetekben 4–8 m-t elérő talajvízszint-csökkenés, ami egyrészt egyes talajvízszintmérő kutak, másrészt a még meglévő ásott kutak jelentős részének kiszáradását okozta. A hátság alacsonyabb térszínein lényegesen kisebb (1,5–2 m) és változatos területi eloszlású csökkenés következett be, míg a peremi térségekben – elsősorban a Duna és a Tisza völgysíkján – számottevő változás nem mutatkozott [12]. A Duna–Tisza köze vízháztartásában tartósan fennálló hiányt az öntözési célú vízkivételek tovább növelték.

Rétegvizek

Rétegvizeknek a 20 m-nél mélyebben fekvő vagy a felszíntől vízzáró réteggel elzárt felszín alatti víztartó rétegekben elhelyezkedő pórusvizet nevezzük. A jó vízvezető, víztartó képződmények a törmelékes medenceüledékek durvább szemű homokos, kavicsos, homokköves rétegei. Ezek a vízadó rétegek az ország területének több mint háromnegyedén megtalálhatók, mindenütt lehetőséget biztosítva az ivóvíz beszerzéséhez. A rétegvizekből történő kitermelés hatására azonban az 1970-es évektől kezdve a vízszintek tartósan csökkentek. Az ivóvíz minőségű vizet adó rétegekben általában 5–10 m-t süllyedt a vízszint, sőt a nagyobb vízművek környékén és a mélyebb hévíztároló képződményekben a süllyedés több 10 m-t is elért. Jelentősen csökkent a víz szivattyúzás nélküli kiemelését lehetővé tevő rétegnyomás is. A vízkitermelésnek az 1990-es évek elején bekövetkezett csökkenése a vízszint alakulásában is megmutatkozott, a süllyedések mérséklődtek, és egyes helyeken már emelkedés is tapasztalható.

A rétegvizek közül azokat, amelyek olyan nagy nyomás alatt állnak, hogy a fúrás eredményeként maguktól törnek a felszínre, artézi víznek nevezzük. Az ilyen kutak fúrásában hazánkban Zsigmondy Vilmos (1821–1888) és Zsigmondy Béla (1848–1916) játszott úttörő szerepet (1867: Margit-sziget, 1870: Lipik, Alcsút, 1876: Félixfürdő, 1878: Budapest-Városliget, 1880: Hódmezővásárhely – az első nyilvános használatra szánt alföldi artézi kút).

Karsztvizek

A felszín alatti víztároló képződmények egyik fontos típusát képezik a karsztosodó kőzetek, amelyek a Magyarország mintegy egyötödét kitevő hegyvidéki területeknek a felén találhatók meg. Ezek a túlnyomórészt a földtörténeti középidőben keletkezett, mésztartalmú tengeri üledékek – mészkövek, dolomitok – a törések, a karsztosodási folyamat során tágított hasadékok és üregek mentén igen jól vezetik a vizet. A felszínre bukkanó karsztos kőzetekbe a csapadék általában közvetlenül és gyorsan szivárog be, ezért a karsztvizek utánpótlódása igen jó. A karsztos képződményeket a hegyvidéki területeken is több helyütt rossz vízvezető képződmények takarják, a hegyvidékek peremein pedig a karsztvíztárolót nagy vastagságban fedhetik a törmelékes medenceüledékek, amelyek általában vízzárók. A hegységperemeken és a medenceterületek alatt nagy mélységben megtalálható karsztos képződményekben már hévizeket találunk, amelyek egy része az ismert termálkarsztforrásokban (Hévíz, Budapest, Eger stb.) lép a felszínre [13] [20] [21].

A budai források a Duna és a Budai-hegység találkozásánál, egy keskeny szerkezeti törésöv mentén törnek fel. A meleg források a Gellért- és a József-hegy közötti, a Dunához simuló szakaszon [21], a langyos

[20] *Hévforrás táplálja a gyógyító erejéről is híres Hévízi-tavat*

©MTA CSFK Földrajztudományi Intézet, www.mtafki.hu, Budapest, 2018

21 *A budai hévizes Molnár János-barlang*

források a Csillaghegy városrészig terjedő Duna-ártéren találhatók. Az Erzsébet és a Szabadság híd között a Duna medrében a vízszint alatt legalább egy tucat szökevényforrás működik.

Magyarországon a karsztvízszintet jelentősen befolyásolta az emberi beavatkozás, elsősorban a bányászati tevékenység. A karsztvíz betörésétől veszélyeztetett szén- és bauxitbányák biztonságát szolgáló vízkiemelések az 1950-es évektől egyre intenzívebbé váltak a Dunántúli-középhegység területén, ezáltal a karsztvíztároló eredetileg természetes vízforgalma alapvetően átalakult. Az újabb és újabb bányanyitások és a kitermelést elősegítő vízkiemelések következtében fellépő regionális nyomáscsökkenés az egykor jelentős hozamú források vízhozamának csökkenéséhez, sőt helyenként elapadásához vezetett. Csak a bányászat megszüntetése indított el újra kedvező irányba mutató változásokat a karsztvízkészletek utánpótlódása terén. Az emberi beavatkozás hatása tehát két részre tagolható: a karsztvízszint süllyesztésének (1950–1990) és a karsztvízkészlet regenerálódásának (1993–) időszakára. A karsztvíztartók feltöltődése, azaz a karsztvízszint újbóli megemelkedése egyes régiókban azonban problémákat is okoz, ugyanis a karsztvízszintcsökkenés időszakában a korábban forrásokkal és a felszínen is megjelenő magas karsztvízszinttel jellemezhető területek beépültek; ezeken a területeken most az épületek – gyakran lakóházak – pincéjében, garázsában, udvarán törnek fel az újraindult források. E jelenségek által érintett települések közé tartozik például Tata, Dunaalmás, Esztergom, Vértesszőlős, Bodajk, Fehérvárcsurgó, Csór, Inota, Öskü, Pétfürdő, Pápa, Tapolca, Veszprém és Hévíz.

Ásvány-, gyógy- és hévizek

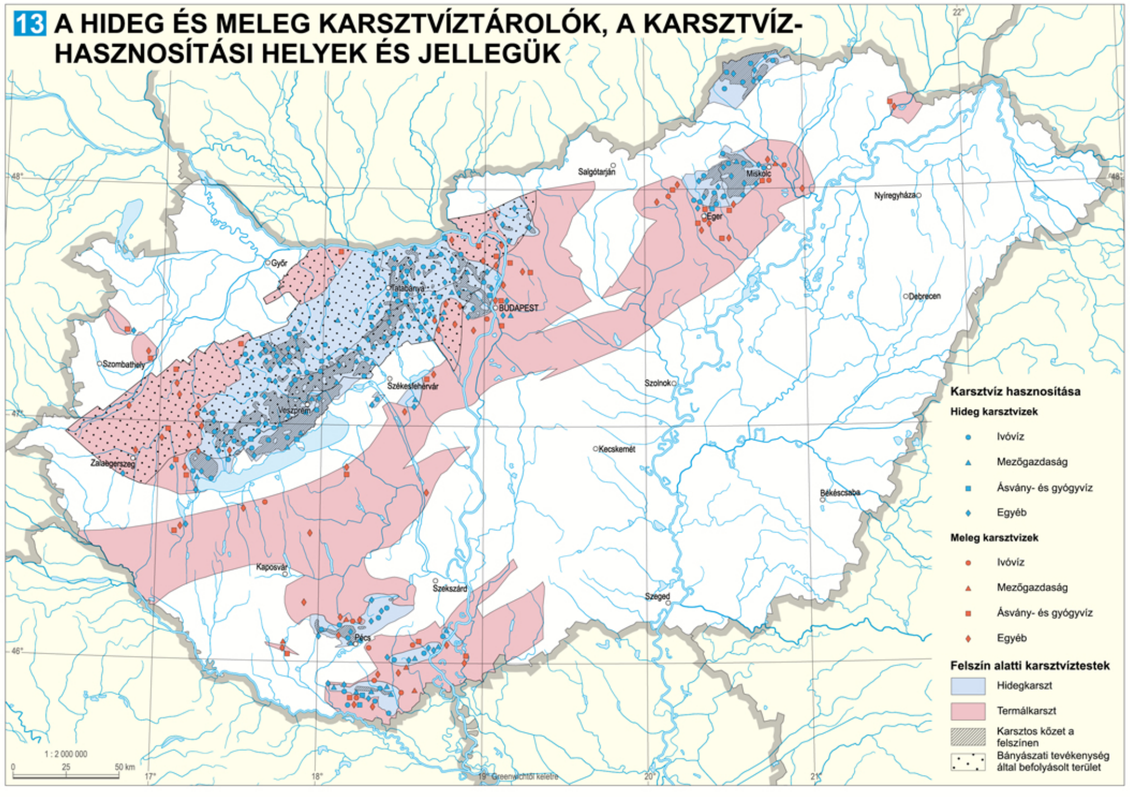
Magyarország ásványvizekben, de különösen *hévizek*ben rendkívül gazdag, ami elsősorban a Kárpát-medence földtani-geofizikai adottságaival, a vékony földkéreggel és a magas hőárammal magyarázható. Éppen ezért vízkészletünk e nagy jelentőségű összetevőiről atlaszunk *Földtan* című fejezete a 24–26. oldalakon ad részletes ismertetést.

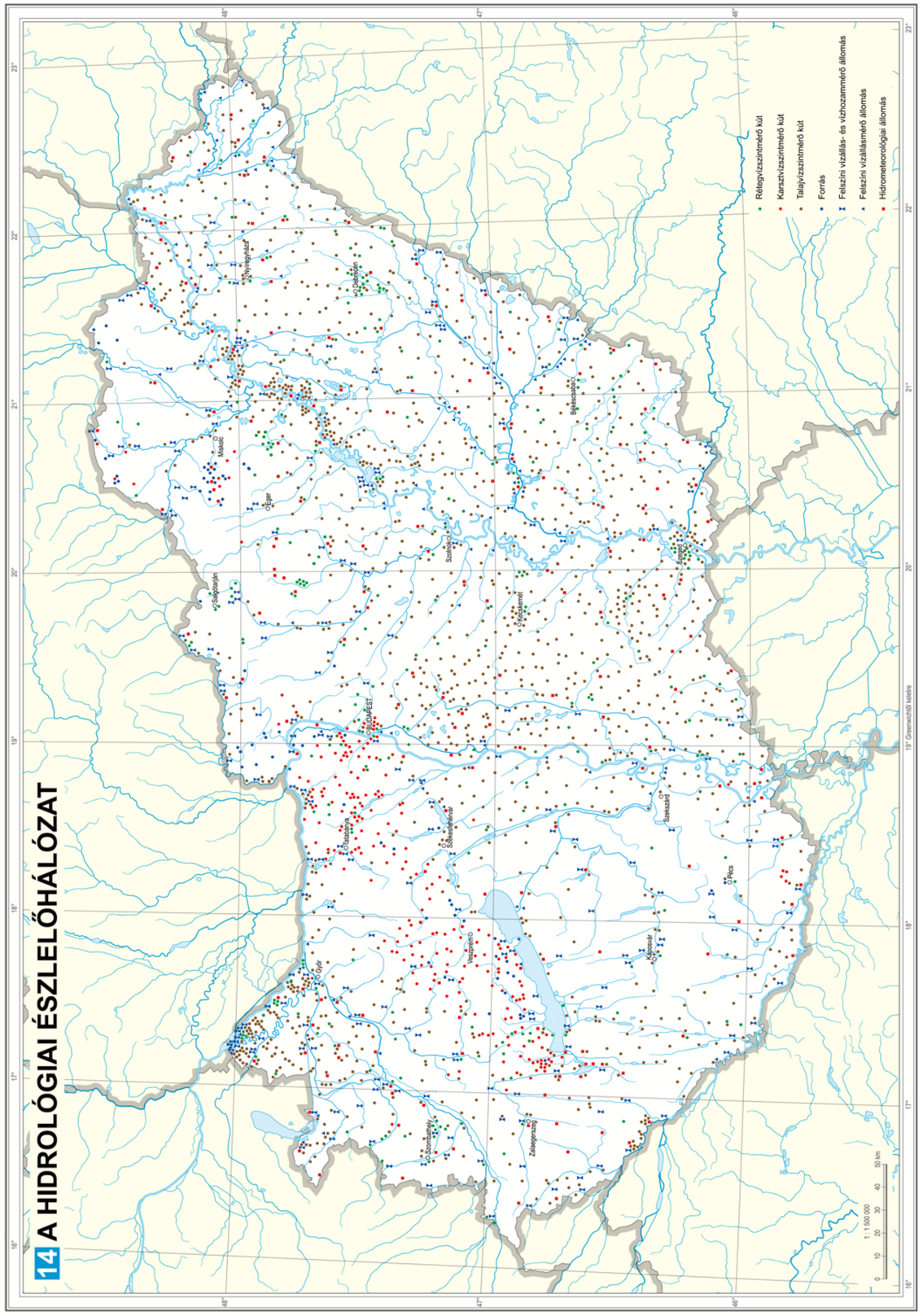
A hidrológiai észlelőhálózat

Hidrológiai észlelőhálózaton a vízzel kapcsolatos jellemzők (mennyiség, minőség) folyamatos megfigyelésére alkalmas állomások hálózatát értjük. Az ország területén felszíni, felszínközeli (talajvízkutak), felszín alatti (rétegvízkutak) és hidrometeorológiai állomások kiterjedt hálózata létezik 14. Az állomásokon rendszeres (többnyire naponkénti) vagy esetenkénti tevékenységként hidrológiai alapadatgyűjtés folyik, azaz a természetes és mesterséges vízelőfordulások fölmérése és folyamatos nyilvántartása. A hidrológiai észlelőhálózatoknak két fő típusa van: a Föld felszínén folyamatosan megoszló és változó tényezőket (csapadékot, léghőmérsékletet stb.) nyilvántartó területi észlelőhálózatok és a vízelőfordulásokra telepített (a felszíni vizek esetében vonal mentinek is nevezett) észlelőhálózatok.

Magyarországon a jelenlegi mintegy 8000 állomás üzemeltetését, fenntartását, korszerűsítését és fejlesztését, valamint a hidrológiai viszonyokat jellemző vízrajzi adatok észlelését, az adatok gyűjtését, értékelését az Országos Vízügyi Főigazgatóság irányításával a 12 területileg illetékes vízügyi igazgatóság végzi. Az állomásokon a vízrajzi monitoring keretében az alábbiakról gyűjtenek adatokat: vízállás, vízhőmérséklet, vízsebesség, vízhozam, jégviszonyok, hordalékviszonyok, talajvízállás, rétegvízállás, források vízhozama, továbbá hidrometeorológiai értékeket – csapadék, hóréteg, hóvízegyenérték, levegő- és vízhőmérséklet, relatív páratartalom, talajnedvesség – is mérnek.

A vízrajzi észlelések és mérések az országos és regionális léptékű áttekintést biztosító törzsállomásokon, valamint helyi üzemirányítási, illetve kutatási célú üzemi és tanulmányi állomásokon folynak. A törzshálózaton mért és észlelt adatok feldolgozása egységes elvek szerint történik. Mintegy 350 felszíni törzsállomáson és több mint 1700 üzemi állomáson zajlik folyamatos vízállásészlelés, közülük több mint 410 állomáson távméréssel. Ezeken kívül több mint 800 további (árvízi üzemi, tanulmányi stb.) vízállásészlelő állomás létezik. Több mint 550 felszín alatti törzsállomáson és több mint 160 üzemi állomáson történik a felszín alatti vízszint folyamatos észlelése, közülük csupán 4 működik távméréssel. A vízhozammérő állomások száma jelenleg meghaladja a 380-at, a folyamatos vízhőmérsékletmérő állomások száma pedig mintegy 150. Ezen túl a Vízrajzi Szolgálat fenntartásában körülbelül 500 olyan hidrometeorológiai állomás is működik az országban, ahol folyamatosan mérik a csapadékot.





©MTA CSFK Földrajztudományi Intézet, www.mtafki.hu, Budapest, 2018

Magyarország Nemzeti Atlasza (MNA)
www.nemzetiatlasz.hu

Szerkesztőbizottság
Kocsis Károly (elnök)
Klinghammer István (tiszteletbeli elnök), Nemerkényi Zsombor (titkár), Horváth Gergely, Keresztesi Zoltán, Kovács Zoltán, Márton Mátyás, Zentai László

Kartográfiai Tanácsadó Bizottság
Zentai László (elnök)
Bartos-Elekes Zsombor, Bottlik Zsolt, Buga László, Elek István, Gede Mátyás, Gercsák Gábor, Györffy János, Keresztesi Zoltán, Kovács Anikó, Márton Mátyás, Nemerkényi Zsombor, Orosz László, Török Zsolt

MNA Természeti környezet kötet

Kötetszerkesztők
Kocsis Károly (főszerkesztő), Horváth Gergely, Keresztesi Zoltán, Nemerkényi Zsombor

Fejezetszerkesztők
Bihari Zita, Brezsnyánszky Károly, Csorba Péter, †Fekete Gábor, Gábris Gyula, Haas János, Horváth Gergely, Kerényi Attila, Király Gergely, Kocsis Károly, Molnár Zsolt, Pásztor László, Schweitzer Ferenc, Szabó József, Szabó Mária, Tardy János, Timár Gábor, Varga György, Varga Zoltán

Szakmai lektorok
Bölöni János, Brezsnyánszky Károly, Dobróka Mihály, Keveiné Bárány Ilona, Konecsny Károly, Korsós Zoltán, Lóczy Dénes, Magyar Gábor, Mika János, Molnár V. Attila, Schmotzer András, Solt Anna, Szabó György, Szabó József, Szalai Zoltán

Nyelvi lektor
Kálóczy Katalin

Borítóterv
Mezei Gáspár – MTA CSFK Földrajztudományi Intézet, Kuti Ildikó – Civertan Bt.

Arculatterv, tipográfia
Kuti Ildikó – Civertan Bt.

Sokszorosítás
Pannónia Nyomda Kft.

Minden jog fenntartva, beleértve a sokszorosítás, a mű bővített, illetve rövidített változatainak kiadási jogát is.
A kiadó írásbeli hozzájárulása nélkül sem a teljes mű, sem annak valamely része semmiféle formában, semmiféle nyelven nem sokszorosítható és nem publikálható.

Felelős kiadó: Szarka László főigazgató
Magyar Tudományos Akadémia Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont, www.csfk.mta.hu

©MTA CSFK Földrajztudományi Intézet, www.mtafki.hu, Budapest, 2018

A kiadvány megjelenéséhez támogatást nyújtott:
Magyar Tudományos Akadémia
Emberi Erőforrások Minisztériuma

A kötet szerkesztésének lezárása: 2018. február 16.

ISBN 978-963-9545-55-7ö
ISBN 978-963-9545-56-4

©MTA CSFK Földrajztudományi Intézet, www.mtafki.hu, Budapest, 2018

MAGYARORSZÁG NEMZETI ATLASZA
TERMÉSZETI KÖRNYEZET

Szerzők
Ádám Szilvia
† Alföldi László
Aszalós Réka
Babolcsai György
Barina Zoltán
Bartha Dénes
Bartholy Judit
Bartos-Elekes Zsombor
Bata Teodóra
Bede-Fazekas Ákos
Bihari Zita
Biró Marianna
Borhidi Attila
Bölöni János
Brezsnyánszky Károly
Budai Tamás
Czigány Szabolcs
Czúcz Bálint
Csepregi István
Csiky János
Csima Péter
Csorba Péter
Csüllög Gábor
Dancza István
Dobor Laura
Dobos Endre
Fábián Szabolcs
Fancsik Tamás
Farkas Edit
Farkas Sándor
Fazekas István
†Fekete Gábor
Ferenczi Zita
Fodor László
Fodor Nándor
Frisnyák Sándor
Gábris Gyula
Gál Nóra
Galsa Attila
†Gerhátné Kerényi Judit
Gombárné Forgács Gizella
Gyalog László
Haas János
Haszpra László
Homokiné Ujváry Katalin
Horváth Ferenc
Horváth Gergely
Illés Gábor
Iványi Krisztina
Katona Gábor
Kerényi Attila
Kevey Balázs
Király Gergely
Kiss Gábor
Kocsis Károly
Kollányi László
Konkoly-Gyuró Éva
Kovács Gábor
Kovács Tamás
Kövér Szilvia
Lakatos Mónika
Lázár Ildikó
Lepesi Nikolett
Lesták Ferenc
Lóczy Dénes
Lóki József
Lőkös László
Maginecz János
Magyar Donát
Magyari Enikő
Malatinszky Ákos
Mányoki Gergely
Mezősi Gábor
Michéli Erika
Mikesy Gábor
Molnár V. Attila
Molnár Zsolt
Mónus Péter
Nádor Annamária
†Nagymarosy András
Négyesi Gábor
Németh Ákos
Németh Csaba
Papp Beáta
Pásztor László
Pátzay György
†Pécsi Márton
Pinke Gyula
Pirkhoffer Ervin
Pongrácz Rita
Prakfalvi Péter
Putsay Mária
Rotárné Szalkai Ágnes
Scharek Péter
Schmidt András
Schmidt Dávid
Schmotzer András
Schweitzer Ferenc
Síkhegyi Ferenc
Solt Anna
Somodi Imelda
Sümegi Pál
Szabó József
Szabó Mária
Szabó Péter
Szalai József
Szalay Miklós
Szegedi Sándor
Szentiványi Árpád
Szepessy Gábor
Szépszó Gabriella
Szilassi Péter
Szmorad Ferenc
Szőcs Teodóra
Szövényi Gergely
Szurdoki Erzsébet
Tahy Ágnes
Tamás László
Tardy János
Telbisz Tamás
Tiborcz Viktor
Timár Gábor
Tirászi Ágnes
Tóth György István
Tóth László
Török Ákos
Túri Zoltán
Udvardy Orsolya
Várallyay György
Varga Gábor
Varga György
Varga Zoltán
Vasvári Mária
Vatai József
Vikor Zsuzsanna
Vojtkó András
Zagyva Tünde Andrea
Zilahi-Sebess László
Zsembery Zita

Vezető térképészek
Agárdi Norbert
Keresztesi Zoltán
Koczó Fanni
Kovács Anikó
Mezei Gáspár
Nemerkényi Zsombor
Szabó Renáta

További térképészeti közreműködők
Bagaméri Gergely
Balázs Éva
Barancsuk Ádám
Butor Zsanett
Gertheis Anna
Gulyás Zoltán
Kiss Réka
Szigeti Csaba
Sziládi József
Veszely Zsuzsanna

Technikai munkatársak
Laczkó Margit
Magyar Árpád
Poór István