

Felszíni és felszín alatti vizek

A Duna és vízrendszere

Kialakulása óta a Kárpát-medence és azon belül Magyarország teljes területe a *Duna vízgyűjtőjéhez* (817 800 km²) tartozik (34. ábra). A magyarországi Duna-szakasz országhatáron belüli vízgyűjtője 39 000 km². A 17 országot érintő folyó teljes hossza 2860 km, amelyből Magyarországra 410 km jut. Mint ilyen, a Volga után a Duna Európa második leghosszabb folyója.

A Duna meder a forrásvidéktől a Kárpát-medence határvidékéig felső szakasz jellegű, átlagosan 40–50 cm/km *medereséssel*, amely a medence szegélyéhez érve 30–35 cm/km-re csökken (ALFÖLDI L. 2002). Ennek eredményeképpen a folyam a Kárpát-medencébe érve a főmederben szállított hordalékát lerakta és jellegzetes szigetekkel, mederzátonyokkal, szétseprűződő mederalakulatokkal tagolt szárazföldi törmelékletőt (deltát) alakított ki. A hordalék lerakódással együtt haladóan Pozsonytól a Rába torkolatáig 300 m vastagságot is meghaladó üstszerű kavicsos feltöltődés keletkezett. Ma a Duna főmedre a hordaléklető tetején, a környezeténél átlagosan 6 m-rel magasabb térszíni helyzetben halad. A meder és a hordalék-üst szoros hidraulikai kapcsolatából következően ezen a szakaszon a Duna

szintingadozása szabályozta (illetve szabályozza) a kavicsban áramló (parti szűrésűnek nevezett) vizek nyomásállapotát, felszín alatti áramlását.

A Duna változatos vízjárásai következtében a folyó helyzetét gyakran módosító, nagy árvizek során teljesen helyet változtató mederrendszerben a vízi közlekedés nehézségei alig változtak. Árvizek idején a hajózáshoz használt fő Duna-ág igen gyakran a mai *Mosoni-Duna* mentén haladt, és még a 19. század elején sem volt állandó főmedre. A vízi közlekedés fejlődésével már a 19. században határozott mederstabilitási beavatkozásokkal próbálkoztak. A hajózási nehézségek leküzdésére csak a 20. században fejeződött be a főmeder kiépítése, amikor is 2000 m³/sec vízhozamra stabilizálták (csatornázták) a ma *Öreg-Dunának* nevezett, jól hajózható főmedret.

Ott, ahol a Duna elhagyja a hordalékletőt, a Rába torkolatától kisebb esésű (8–10 cm/km) folyószakaszra érkezik, természetessé válik a zátony- és gázló-képződés. Ezt követően, a Dunakanyartól kezdve a meder észak-déli irányba fordult, a korábban képződött szigetek helyzete (antropogén hatásra) stabilizáló



dott, a főmeder zátonyképző hajlama azonban mind a mai napig megmaradt. A magyarországi alsó Duna-szakaszon a mederesés csökkenése következtében a zátonyképződési, meanderezési hajlam felerősödött. Tulajdonképpen a Duna teljes magyarországi szakaszán csak emberi beavatkozással, mederstabilizálással lehet a főmedret megfelelő állapotban fenntartani.

A vázolt földrajzi helyzetből következően a Duna vízjárását főleg a hóolvadás és a gleccser olvadás üteme szabályozza, amelyeket a tavaszi alpi esőzések együtt járási különböző mértékben módosíthatnak. Ebből következően a Duna kisvizei a téli hófelhalmozódás idejére esnek, a nagyvizek és a mértékadó árvizek pedig a tavaszi és a nyár eleji időszak-

ban jelentkeznek. A mezőgazdaság számára legfontosabb nyári félévben az átlagos vízhozam 1000–1500 m³/sec, a legnagyobb mért árvízi vízhozam pedig 10 500 m³/sec.

A Kárpát-medencébe érve (Pozsonynál) a Duna mai állapotában három ágra szakad és két nagy szigetet (Szigetköz és Csallóköz) formál. A három ág találkozásánál jobbról egy újabb alpi eredetű folyó, a *Rába* csatlakozik, és ettől kezdve érdemleges vízfolyás az ország területén belül nem táplálja a Dunát. A magyarországi Duna egyetlen jelentős jobb oldali mellékfolyója a szintén Alpokban eredő, 749 km hosszú, 40 497 km²-es vízgyűjtőjű, horvát–magyar határfolyó, a *Dráva*.

A Tisza és vízrendszere

A Kárpát-medence vízhálózatában önálló egységet, igazi kárpáti karaktert a Tisza vízrendszerre képez (35. ábra). Vízgyűjtőjét ÉNy-től DK-ig húzódó karéjban a Kárpátok hegyvonulatai, Ny–DNy felől a 100–150 m magas Duna–Tisza közti hátság határolják. A folyó vízgyűjtő területe 157 135 km², amelynek 24%-a hegyvidék, 34%-a

dombvidék, 42%-a síkvidék, ahonnan már említésre méltó mellékvízfolyások nem származnak. A folyó az ukrajnai Máramarosi-havasokban, a Fehér- és Fekete-Tisza néven ismert forrásokból egyesülve válik patakká, majd 1260 km megtétele után a bácskai Titelnél, Szerbiában ömlik a Dunába.



A folyó mederesése a síkvidéki terület kezdetén 5–6 cm/km, Szolnok alatt csak 2–3 cm/km, ezért a víz közepsebessége az alsó szakaszon 1 m/sec, ami óránként 3,6 km-t jelent. Eredeti állapotában a Tisza még saját medrének fenntartására sem volt képes, ezért a szabályozás előtt keresztül-kasul kanyargott a síkon, árvízi körülmények között hatalmas területeket öntött el, miközben hordalékát szétterítette. A Tisza mederesése forrásvizétől az ukrán–magyar határig, Tiszaújlakig 1410 m, onnan Szegedig legfeljebb 90 m.

A homokhátak térszíni különbségeit leszámítva a tiszai Alföld átlagos tengerszint feletti magassága 80–85 m, a torkolatnál, illetve annak közelében már csak 70 m. Következésképpen a hegységből lerohanó árvizek gyakran már Tokaj alatt elhagyták a Tisza közvetlen árterét és a Hortobágy folyó mezején keresztül a Berettyó Sárrétjébe, majd a Körösök mocsárvilágába jutottak, mellyel hónapokon keresztül hatalmas területet tartottak vízborítás alatt.

Folyószabályozás, árvízvédelem, vízgazdálkodás

A török hódoltságot követően, a 18. század első felében kezdődött el az elvadult állapotú vízrendszer helyreállítása, a folyóvizek szabályozása, az árvízvédelmi rendszerek kialakítása. Az 1. világháborúig tartó beavatkozások a Kárpát-medence vízhálózatát egységes szemlélet szerint jól szabályozott vízrendszerre fejlesztették.

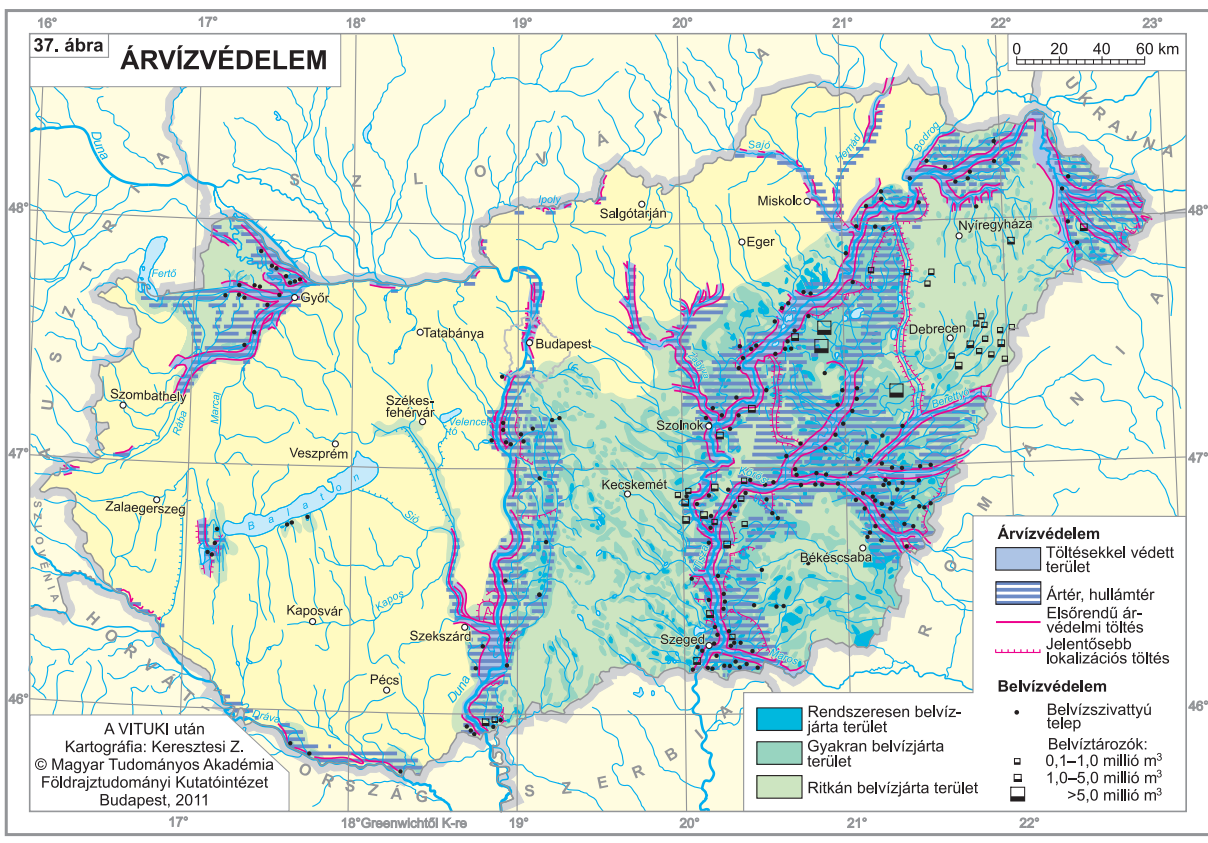
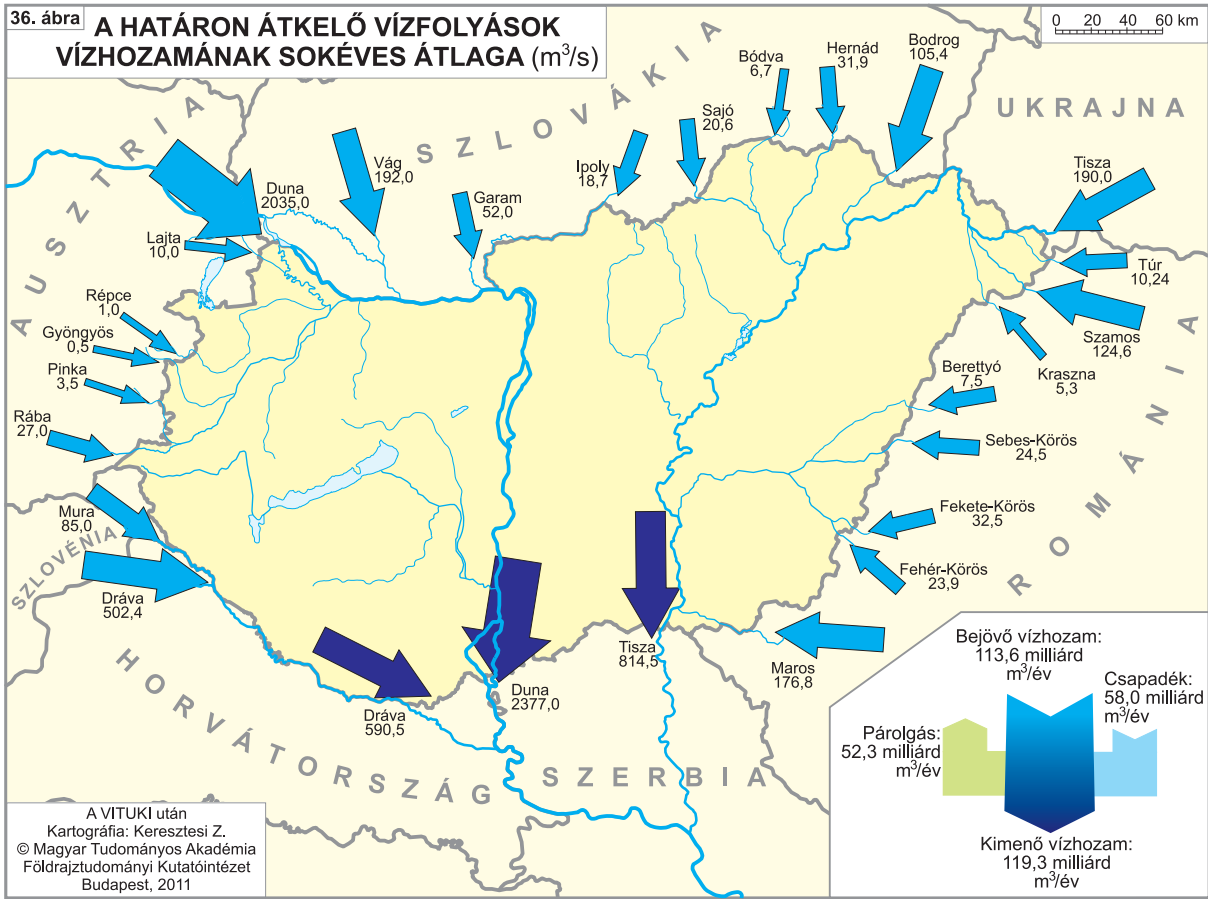
Az 1920-as és 1947-es békediktátumok Magyarország határait a medence-szegélyeken jelölték ki, a vízgyűjtő területet több állam között osztották fel úgy, hogy az aktív vízgyűjtő terület gyakorlatilag az új magyar határokon kívülre került olyannyira, hogy Magyarország mai területén már számottevő lefolyás nem is képződik. A déli határszélvénnyel kilépő *folyóink* sokévi átlagos vízhozamának 95%-a *külföldi eredetű* és csak átfolyik az ország területén. A felszíni vizek lefolyásából az országban alig 5% képződik. Sajátos helyzetet teremt, hogy a *felszíni vízkészlet 75–80%-át a Duna és a Dráva vízrendszerei szállítják*, pedig az ország területének mintegy fele a Tisza vízgyűjtőjéhez tartozik (36. ábra).

A vízgazdálkodási szempontból mértékadó 14 vízfolyás jelentős lefolyással rendelkező vízgyűjtői az országhatáron kívül fekszenek és szolgáltatják az országon áthaladó folyóvízi készletek 95%-át, és csak 4 nem jelentős vízfo-

A Tisza kevés kivételtől eltekintve hóhátár alatt húzódó hegységi vízgyűjtőjének idős kőzetanyaga vízálló, illetve vízrekesztő, ezért az olvadó hó vagy az esőcsapadék nem tud beszivárogni, ami rendkívüli mértékben megnöveli a hegyekből való lefolyás mértékét. A Tisza többnyire tavaszi árvizei gyorsan kialakulnak, hamar eléri a síkvidéket, de lassan haladnak az Alföldön keresztül. A Tisza *szélsőséges vízjárását* a térségi és vízgyűjtőbeli csapadékmegoszlás és a szélsőséges meteorológiai körülmények okozák. A folyó középső szakaszán a legkisebb mért vízhozam 60 m³/sec, a legnagyobb pedig 3500 m³/sec, ami alkalmasint szélsőséges vízhiányt vagy ugyanazon évben szélsőséges árvízi víztöbbletet hozhat létre. Mindezek következtében a Tisza térség szabályozásának szükségessége már több, mint két évszázada sürgetően megjelent.

lyás képződik és marad az országhatáron belül (ALFÖLDI L. 1998). Az országhatáron átlépő folyók kivétel nélkül jelentős medereséssel lépnek be az országba, ami igen súlyos árvízi kockázatok forrása. A mintegy 2,4 millió ember lakóhelyének számító, 21 200 km² kiterjedésű *árterületet* 4220 km *árvízvédelmi töltés* védi (37. ábra). A síkvidékre érkező folyók vízjárása rendkívül szélsőséges. Mellékvízfolyásaink felső szakasza heves vízjárású, különösen veszélyesek a Felső-Tisza mellékfolyói és az Alsó-Tiszába torkolló Körösök, ahol az intenzív csapadékot követően 20–30 órán belül az országhatáron 8–10 m-es vízszintemelkedés is bekövetkezhet. Az árvíz-től védett területek nagysága és az árvízvédelmi művek kiépítettsége európai összehasonlításban is kitüntetett helyet foglal el.

Az árvízi veszélyeztetés rendkívüli mértéke miatt a folyószabályozás és a töltéses *árvízvédelmi rendszerek* kiépítése közel 200 évvel ezelőtt elkezdődött, fejlesztésük pedig többek között az árvízvédelmi tározók építésével mai napig is folytatódik. A folyószabályozások során a Duna-meder hosszúsága a magyarországi szakaszon közel 100 km-rel rövidült. A Tisza magyarországi szakaszának hossza 1213 km-ről 759 km-re csökkent. Mindezek következtében



különösen a Felső-Tisza szakaszon megnőtt az árvizek levonulási sebessége, az Alsó-Tiszán pedig bonyolult helyzetek alakultak ki a mellékvízfolyások árvizeinek egyidejűsége, vagy külön idejűsége következtében. Az ország árvízi veszélyeztetettsége egyedülálló Európában.

Gyakran előfordul, hogy az Alsó-Tisza mellékvízfolyásainak árvizei késleltetik és/vagy visszaduzzasztják a Tisza folyómedrében levő ár hullámokat, megnövelve a levonulás időtartamát és az árvízszint magasságát. Rendkívüli esetekben még egy azonos idejű Duna árvíz is visszaduzzasztja a Tiszát a Maros, ritkán a Körösök torkolatáig.

A védett ártéren kívül maradt egykori ártéren vagy különálló lefolyástalan területrészekben a tavaszi időszakban a belvízképződés következményeinek elhárítására az ország teljes területén (elsősorban a Tisza-térségben) 42 493 km hosszú *csatornarendszer* szolgál.

Az ország vízhálózati kettéosztottságából eredő vízgazdálkodási tagoltság, a Duna és a Tisza árvizeinek levezetése, a szélsőséges tiszai vízjárásokból eredő vízhiány nehézségei mellett a vízgyűjtő vízszennyezései súlyosbítják az ország vízgazdálkodási gondjait. Az ország

területén folyik át az Alpi-régió és a Kárpát-medence összes felszíni vízkészlete, itt haladnak le az árvizek és a szennyződések, illetve következnek be a vízhiányos időszakok is.

A vízjárás szélsőségei, a vízhiány és a vízgazdálkodási nehézségek csökkentésére *Tiszalöknél* 1954-ben medertározásos vízerőmű, *Kiskörénél* 1973-ban síkvidéki tározós vízerőrendszer épült. A Tiszalöki duzzasztóból a Körösök időszaki vízhiányának a pótlására 108 km hosszúságban a Berettyóig húzódó, a Tisza legkisebb vízhozamát meghaladó 90 m³/sec kapacitású, ún. *Keleti-főcsatorna* épült. A tiszalöki vízáradást szabályozó csatornaszakaszból ágazik ki a *Nyugati-főcsatorna*, amely a főmederrel párhuzamosan haladva Tiszakürtnél visszacsatlakozik a Tiszába. Az Európában legnagyobb számító, 127 km² kiterjedésű *Kiskörei síkvidéki tározóból* az abádszalóki zsilipen keresztül látható el a Nagykunsági-főcsatorna vízzel, amely az egykori ártéren haladva kettéágazik és a Hortobágy–Berettyóba torkollik. Az eredetileg 350 000 ha közép-tiszavidéki terület öntözésére is tervezett, *Tisza-tónak* nevezett víztározó ma már inkább idegenforgalmi és természetvédelmi célokat szolgál.

Tavak

A *Balaton* Közép-Európa legnagyobb sekélyvízű tava, amely az ország (Budapest után) legfontosabb idegenforgalmi látványosságának számít. 1918 óta, mióta Magyarország tenger nélküli, kontinentális országgá változott, a turisztikai népszerűsége való tekintettel „Magyar-tenger” kifejezéssel illetjük. A tó 75,6 km hosszú, átlagos vízmélysége 3,3 m, a teljes tófelület 588,5 km², amelyből általában 17 km² folyamatosan változó, végeredményben azonban lassan csökkenő, nádassal borított felület. A tó felszínét a Tihanyi-félsziget két nagy medencére osztja. A teljes tófelületre eső párolgás 900–950 mm/év, nagyobb mint az évi átlagos csapadék mértéke. A vízvesztés a 2627 km² vízgyűjtő területtel rendelkező Zala folyó pótolja, amely a Kis-Balatonnak nevezett, eredetileg mocsárvilágon keresztül torkollik a tóba. A nagy tófelület nyári időszakban felmelegszik és a tó vizének átlagos hőmérséklete ekkor 25 °C. A nagy vízfelületet a nyugati part vulkáni hegyei az erős nyári nap-sütés visszaverődésében segítve kellemes mik-

roklimatikus környezetet teremt az üdülésre, szőlőtermesztésre, mediterrán eredetű növénykultúrák művelésére. Az északi partot övező hegyvonulatok sajátos széljárást alakítanak ki, ezért a jelentős viharzónák rendkívül rövid időn belül, váratlanul csaphatnak le a tófelületre, alkalmasint veszélyes viharhullámokat gerjesztve. A 20. század második felében az algásodás és az eutrofizálás fenyegetett, amit a tó környéki települések szennyvíz-csatornázásával, a tisztított szennyvizeknek a tó vízgyűjtőterületéről való kivezetésével, valamint a kis-balatoni védelmi rendszer üzemeltetésével véglegesen sikerült elhárítani.

A *Fertő* hazánk második legnagyobb tava, függetlenül attól, hogy területének nagy része 1920 óta Ausztriához tartozik. Az eredeti állapotában lefolyástalan tó vízgyűjtőterülete alig 1120 km², teljes felülete 309 km², amelyből csupán 75 km² jut Magyarországra mai területére. Teljes felületének 58%-át, a magyarországi rész 84%-át borítja nádás, amely évről-évre növekszik.

szik. A 2000-től 18 000 mg/l közötti sótartalmú állóvíz minősége és kiterjedése kialakulása óta az időjárástól függően szélsőségesen változó, amelynek eredményeként a történelmi időkben többször tartósan kiszáradt.

Velenicei-tó Budapesttől DNY-ra, a Velenicei-hegység lábánál lévő lapos medencéjű szikes állóvíz, amelynek felülete 26 km², átlagos vízmélysége 1,1 m. Az elmúlt évszázadban már erősen elmozdított, de a század második felében történt mederkotrásoknak, part kiigazításoknak és nádas ritkításoknak köszönhetően

mélysége helyenként eléri a 2,2 m-t is. A tó szélsőséges vízszintingadozásának csökkentésére épült a Pátkai- és a Zámolyi-víztározó, amelyek kis vízgyűjtőjük és a tótól való csekély távolságuk miatt az ezredforduló táján nem tudták lelassítani vagy megszüntetni a tó vízszintjének a csökkenését, ezért a Dunából, valamint a bányászati karsztvíz-emelésből kellett pótolni a vízhiányt. A különösen budapestiek által kedvelt üdülőhelynek számító állóvíz partjai a századvégén jól kiépültek, sekélyvízű homokos és mélyebb vízű partszakaszokat alakítottak ki.

Felszín alatti vizek

Alig néhány évszázaddal ezelőtt az emberek és az állatok *közvetlen vízszükségletét* a felszíni vizek, vízfolyások, tavak elégítették ki (ALFÖLDI L. 2002). Elődeink a felszín alól feltörő hideg és meleg vízü forrásokkal csak a hegyperemeken és a völgyekben találkoztak. Természetesen a folyók szabályozását megelőzően is használtak ásott kutakat, amelyekkel a felszín közelében néhány méter mélységben felelhető vizeket tették hozzáférhetővé. Hazánk területén a felszín alatti vizek intenzív hasznosítása (leszámítva a természetes forrásokat) alig több mint másfél évszázaddal ezelőtt a folyószabályozásokkal, a felszíni vizekben bekövetkező térségi hiány fellépésével egyidejűleg kezdődött. Ma már az ország ivóvizének kb. 95%-át a felszín alatti vizekből nyerjük.

Az országos kútkezelési készítésekor kb. 80 000 fúrt kút helyét sikerült meghatározni, amelyek közül kb. 60 000-ról lehetett elfogadható értékű adatokat rögzíteni. A később alapított hévízkút-kataszterben a vízügyi szervek 1372 db hévízkutat tartanak nyilván. A nemzetközi viszonylatban rendkívül kedvező geotermikus adottságok következtében az ország területének kb. 80%-án nyerhető 30 °C-nál magasabb hőmérsékletű hévíz. Hasonló kiterjedésű területen ismerünk 500 m-es mélységhatáron belül ivóvíz feltárási lehetőségeket. A többségében szivattyús termeléssel üzemeltethető kutakat illetően egyre erősebbé válik a vízzel való gazdálkodás szükségessége, kényszere. A jó ivóvíz feltétele a megfelelő sterilitás, kis oldott anyag tartalom, 20 °C-nál nem magasabb felhasználási vízhőmérséklet. Mai ismereteink szerint az ország ivóvíz szükséglete megfelelő gazdálkodás mellett (akár 150–200 évig is) zavartalanul biztosítható.

A Dél-Alföld mélymedencéiben fúrt hévízkutak 1500–2000 m mélységhatáron belül 100 °C-nál magasabb közet hőmérséklet mellett 90 °C fölötti hőmérsékletű vizeket szolgáltatnak. Ezeknek a vízminősége sajátosan egyedi, de minden esetben gyógyvíz minőségűnek tekinthető.

Az országon belül általánosnak tekinthetjük az olyan felszín alatti vízrendszereket, amelyek esetében a porózus medenceüledékekben lévő hévízrendszer fölött azzal szorosan összefüggő, egészen a felszínig nyújtó ivóvízrendszer működik, és az sem ritka, hogy a hévíztározó rendszerhez szervesen szénhidrogén tározó is kapcsolódik. Ilyenkor nem meglepő (pl. Hajdúszoboszlón), hogy a szénhidrogén termelés és a hévíztermelés kölcsönhatását csak közvetlen beavatkozásokkal lehet, szükséges és kívánatos egyensúlyban tartani.

A Kárpát-medence területének kb. 75–80%-ában egymás fölött a porózus rendszerben lévő tározókból való víztermelés mindkét rendszer állapotát érinti. Gyakran előfordul, hogy a *hévíztermelés* a felette lévő ivóvízes régióból kap utánpótlást és fordítva, az intenzív *ivóvíztermelés* hatására a kitermelt víz hőmérséklete fokozatosan emelkedik és sótartalma növekszik. A Kárpát-medence szegélyének közelében a 35 °C vízhőmérsékletű kutak vízének fokozatos lehűlése is bekövetkezik. Ma már azzal a sajátos helyzettel kell szembenézni, hogy a vízbőség mellett a teljes vízáradó köztér vízkészletének védelmében nagytérségi vízgazdálkodásra kényszerülünk, mivel a hévíz- és ivóvízszolgáltató rendszerekben határozott, a termeléssel arányos rétegyomás csökkenés, illetve a kutak vízszintjének a csökkenése általánossá kezd válni.

A felszín alatti vízrendszerekhez tartoznak a folyó saját alluviumából való víztermelő létesítmények, elsősorban a Duna völgyében, amikor a meder mellé telepített kutak nem csak az alluviális kavicsban áramló vizet tudják kitermelni, hanem a folyómederben áramló vízből is

tudnak a kútkapacitás 45–50%-ának megfelelő vízmennyiséget átszűrni. A Duna menti nagyvárosok (így a főváros) vízszükségletét az ilyen, parti szűrési kitermelési állapotban is egészséges, jó minőségű vízzel tudjuk kielégíteni.