



Szalkai Attila

## A vízhiány és társadalmi következményei

*A Föld egészére nézve a legtöbb politikus ma még csak a kihívás szót használja a vízhiány kapcsán, ám a szakértők szerint számos esetben már ma is potenciális fenyegetésről, sőt közvetlen fenyegetésről kell beszélnünk, mivel folyamatosan bővül azoknak a régióknak, országoknak a sora, amelyeknek szembesülniük kell a részleges vagy teljes vízhiány fenyegető veszélyével. Jelen írás egyfajta folytatása a szerző lapunk 2008. novemberi számában közölt tanulmányának.*

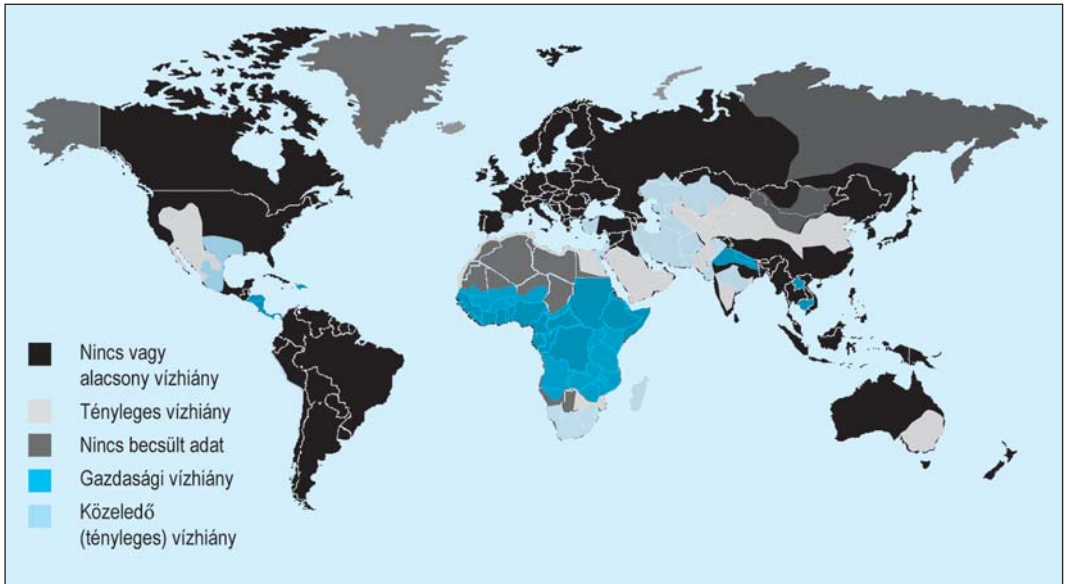
Az édesvíz Földünk legfontosabb természeti kincse, minden élet lételeme, mely gyökeresen meghatározta és befolyásolta az emberi civilizáció kialakulását és fejlődését. A víz hívta életre ősi civilizációinkat, a víz hatékony felhasználását célzó közösségi összefogás eredményeként alakultak ki az első államok. A természetes édesvízelőhelyek, a folyók, a tavak, a torkolatok védelmi, mezőgazdasági, kereskedelmi, utazási lehetőséget, a terjeszkedés és a fejlődés alapját jelentették. A víz és az ember olyan kölcsönhatási rendszerbe került egymással, amelyben céljaink elérése végett alakítani, hasznosítani – és sajnos szennyezni is – tudjuk édesvízkészleteinket, a víz pedig kijelöli terjeszkedésünk korlátait, gátat szab gazdasági és kulturális fejlődésünknek.

Jelenleg a Földön az élelmiszerek negyven százalékát öntözés segítségével állítják elő. Az iparágak döntő többsége vízfüggő. A vízierőművek a világ összes elektromos áram termelésének hat százalékát adják. A víz a fenntartható fejlődésünket komolyan befolyásoló tényezők egyike. Az emberiség nagy része sokáig úgy gondolta, hogy a víz azon természeti erőforrások közé tartozik, amelyek korlát-

lan mennyiségben állnak rendelkezésére, és a természet uralásának elve alapján folyt meggondolatlan kiaknázása és szennyezése. Ennek következtében az elegendő mennyiségű és minőségű víz biztosítása sok olyan országban kezdett egyre komolyabb kihívást jelenteni, ahol korábban nem ismerték a hiányát. Napjainkban már több mint egymilliárd ember nem jut hozzá az elégséges édesvízmennyiséghez, és harminc éven belül öt és fél milliárd ember fog élni mérsékelt vagy súlyosan vízhiányos területen. A világ vízfogyasztása minden húsz évben megduplázódik. A vízszennyezések hatására másfélmilliárd ember nem jut tiszta ivóvízhez, évente nagyjából harmincmillió ember hal meg a szennyezett ivóvízkészletek miatt.

### Az édesvízhiány okai

A vízmennyiséget elsősorban az eltérő földrajzi tényezők határozzák meg. A különböző éghajlati rendszerek és övek elhelyezkedésén, a felszíni és a felszín alatti vizek térbeli alakulásán, a domborzati és talajviszonyokon, valamint a szárazfölkék és az óceánok határvonalain kívül nagyon



#### A VÍZHIÁNY MÉRTÉKÉNEK GLOBÁLIS ELOSZLÁSA

*Forrás: International Water Management Institute, 2007 (UN)*

*(<http://news.bbc.co.uk/2/hi/science/nature/5269296.stm#graphic>)*

sok tényező játszik fontos szerepet abban, hogy az adott terület mennyi édesvízkészlettel gazdálkodhat. A rendelkezésre álló vízmennyiségből a vízigény mértékében fogyasztunk, amit elsősorban olyan társadalmi és gazdasági tényezők határoznak meg, mint a népességnövekedés, az urbanizáció, a mezőgazdaság és az ipar vízfelhasználása. Természetesen minél többen vagyunk és minél magasabb életszínvonalon élünk, annál több vizet fogyasztunk. A világ különböző tájait a vízellátottság szempontjából többféleképpen rangsorolhatjuk. A Nemzetközi Vízgazdálkodási Intézet (IWMI) a következőképpen csoportosítja a Föld régióit.

Tényleges vízhiányról akkor beszélünk, ha az adott területen élő emberek a rendelkezésre álló vízfolyások legalább 75 százalékát hasznosítják. E területeken a kiaknázható édesvíz mennyisége nincs arányban a növekedő népességszámmal. Elsősorban a száraz (arid) területek tartoznak ide.

A következő – közeledő (tényleges) vízhiány – kategóriába tartozó országokban a hasznosítás mértéke 75 és 60 százalék közé esik. Nekik a közeljövőben számolniuk kell azzal, hogy ha a növekedő vízigényeket nem korlátozzák, könnyen az előző kategóriába kerülhetnek.

Gazdasági vízhiánnyal azok az országok küzdenek, amelyekben a vízhiányt a vízgazdálkodásra irányuló befektetések elmaradása, a gyenge infrastruktúra és a vízbázisok egyenlőtlen eloszlása idézi elő, noha az édesvízmennyiség akár elegendő is lehetne a lakosság számára.

Alacsony vízhiányról, illetve problémamentességről abban az esetben beszélhetünk, ha a vízfelhasználás 25 százalék alatt marad, és a lakosság döntő többsége hozzájut a mindennapi életéhez szükséges vízmennyiséghez.

A vízhiány területi és nagyságrendi elrendezésében természetföldrajzi, társadalmi és gazdasági tényezők játszanak szerepet.

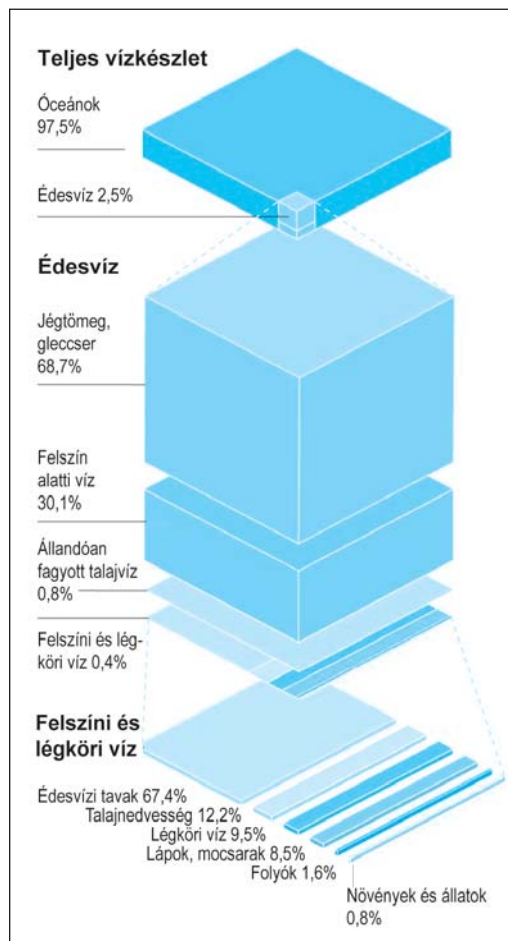
A természetföldrajzi tényezők közé talán a legkevésbé irányítható komponensek tartoznak, bár az embert mint befolyásoló tényezőt ebben az esetben sem zárhatjuk ki: elegendő itt a globális felmelegedésre utalnunk.

A Föld felületének 71 százalékát ugyan víz borítja, de ennek kb. 97,5 százaléka sós víz. A maradék, arányaiban nézve csekély édesvízkészlet nagyobb része is a sarkvidékek jégtömegeiben, hótakaróiban található – az ember számára kiaknázzhatatlanul. Mindössze egy százalék a folyóink és tavaink édesvízkészlete. Az ivóvíz nagy része a legtöbb országban a felszín alól származik, és egyenlőtlen eloszlása miatt csak egy bizonyos hányadát tudjuk hasznosítani.

A víz földrajzi eloszlását a Földünkön kialakult éghajlati rendszerek is befolyásolják. Az éghajlati mutatók között a legfontosabb a csapadék, valamint a párolgás mennyisége és mértéke. Földünk légköre – 98 százalékban vízgőz alakjában – nagyjából  $14 \times 10^9$  tonna vizet tartalmaz, amelynek 99 százaléka a troposzférában fordul elő. A levegő párafogadó képessége a hőmérséklettel együtt nő, ezért a hőmérséklethez hasonlóan a légnedvesség, a felhőzet és a csapadék is övezetes elrendeződésű. A légkör vízkészletének 53 százaléka a trópusi területek légterében van, a pólusok felé eső területekre már csak alig egy százaléka jut. Természetesen más befolyásoló tényezők (pl. tengeráramlások, talaj) hatására ettől az általános övezetességtől jelentős eltérések alakulhatnak ki.

A csapadék globális elrendeződésének legfőbb befolyásoló tényezője a földi légkörzés, a monszonhatás, a domborzat, a légnedvesség és a felhőzet. A nagy légnedvesség, a magas felhőzöttség és az alacsony nyomás hatására az egyenlítői

területek kapják a legtöbb csapadékot, itt hullik le a Föld teljes csapadékának kétharmada. Ugyanezek a tényezők ellentétes érvényesülése okozza a téritők vidékének minimumát. Az itt kialakult sivatagok bolygónk legszárazabb területei közé tartoznak, bizonyos pontjaikon évek telhetnek el egyetlen csepp csapadék nélkül. A mérsékelt övezetet a ciklonok mentén ugyancsak sok csapadék jellemzi, kivételt képeznek persze a kontinensek belső medencéinek alacsony légnedvességű siva-



A FÖLD VÍZKÉSZLETE

Forrás: WWAP, 2006

(<http://www.brutelabs.org/blog>)

tagi területei. A sarkvidékeink a legszárazabb régiók közé tartoznak: az összes csapadékmennyiségnek csak mintegy négy százaléka jut ezekre a területekre.

A területek éghajlata és csapadékmennyisége nagy szerepet játszik a vízhalózat képének formálásában. A vízfolyások kialakulásának alapvető feltétele, hogy a vízbevétel időlegesen meghaladja a párolgásból és a szivárgásból adódó vízvesztiséget. Az állandóan csapadékos területeket főként permanens vízfolyások jellemzik. A csapadékos vidékről a jóval szárazabb éghajlatú területre érkező folyók vagy „túlélnek” a szélsőséges körülményeket és eléri valamelyik állóvizet (pl. Nílus, Niger), vagy elvesznek és lefolyástalan végtavakba torkolnak (pl. Amu-darja, Szirdarja). Fontos szerepük van abban, hogy édesvizet szállítanak el olyan területekre, ahol a szárazság amúgy szinte lehetetlenné tenné az életet. Jó példa erre Kairó, Egyiptom fővárosa, ahol az éves csapadékmennyiség 29 milliméter, de a Nílus mégis ellátja vízzel a 16 milliós nagyvárost. A száraz sivatagos területeket főként a periodikus és az epizodikus vízfolyások jellemzik: vannak olyan kisebb vagy hosszabb időszakok, amikor medrük vízvezetése teljesen megszűnik.

A tavak földrajzi elterjedése már kevésbé áll kapcsolatban a csapadék mennyiségének eloszlásával, bár itt is kimutatható bizonyos zonalitás. A Föld legnagyobb tósűrűségű övezeteit egyértelműen a pleisztocén eljegesedés hozta létre. A jég alakította rengeteg tómedencét az éghajlat csapadékossága töltötte fel. Ilyen tóvidékek jellemzik Európában Finnországot, Svédországot, Észak-Amerikában a kanadai Mackenzie-medencét és Manitoba tartomány, továbbá az egyesült államokbeli Minnesota állam területeit. A szélsőségesen száraz sivatagi területeket tömentes-

ség, a félsivatagi szemiarid területeket a méretüket és alakjukat változtató időszakos tavak jellemzik.

A felszín alatti vizek mennyisége nagyságrenddel meghaladja a tavakét és a folyókét, globális elterjedésük révén az ember számára szinte mindenhol hozzáférhető, s a túlnyomó részük édesvíz. Kedvező geológiai feltételek esetén szélsőséges éghajlatú területeken is előfordulhatnak. A Föld iható felszín alatti vízkészletét tízmillió köbkilométerre becsülik, ami kétszázszor nagyobb, mint az éves csapadék-utánpótlás révén megújuló vízkészlet. (Európa ivóvízkészletének közel 80 százaléka felszín alatti.)

E vizek pótlása elsősorban a felszín irányából, kisebb mértékben pedig a talajkéreg, illetve a mélyebben lévő részek vízleadásából történik. Fontos szerepe van a víztározó és a vízzáró kőzetek elhelyezkedésének, a különböző hidrogeológiai viszonyoknak. A csapadék a legfelső talajvíz legfőbb táplálója, de a párolgás is itt okozza a legnagyobb veszteséget.

A felszín alatti vízrendszerek között akadnak olyanok is, amelyek több ezer évvel ezelőtt, a mainál jóval csapadékosabb éghajlat hatására alakultak ki, és a jelenlegi éghajlati viszonyok között vízkészletük nem újítható meg. A Föld szárazabb területeiről van szó, ahol a felszín alatti vizek jelentik az egyetlen édesvízforrást. A Szaharában található núbiai homokkő vízadó rendszer 75 000 km<sup>3</sup> vizet tartalmaz, amelynek becsült megújulási ideje nagyjából 75 000 év.

Összességében elmondható, hogy a természetföldrajzi tényezők a vízhiány két komponense közül legfőképpen a rendelkezésre álló vízmennyiség meghatározásában játszanak igen fontos szerepet (abszolút vízhiány). Alapjaiban határozzák meg, hogy az adott ország vagy régió mekkora

## A világ néhány nagy felszín alatti vízádója

Név	Terület	Térfogat	Megújulási idő
	millió km <sup>2</sup>	km <sup>3</sup>	év
Núbiai homokkő vízádórendszer	2	75 000	75 000
Nagy artézi medence (Ausztrália)	1,7	20 000	20 000
Guarani vízádórendszer (Dél-Amerika)	1,2	30 000	3 000
Észak-afrikai vízádórendszer	0,78	60 000	70 000
Magasföldi vízádórendszer (Észak-Amerika)	0,45	15 000	2 000

Forrás: [http://www.aquadocinter.hu/themes/Vandorgyules/pages/2szekcio/gayer\\_komlossy.htm](http://www.aquadocinter.hu/themes/Vandorgyules/pages/2szekcio/gayer_komlossy.htm)

vízmennyiségből gazdálkodhat, és ebből adódóan fontos társadalomformáló szerepkörük van. A társadalom természetesen nem feltétlenül veszi figyelembe teljes mértékben, hogy a természet mennyi felhasználható és megújulni képes édesvízzel látta el az általa használt területet.

A *társadalmi tényezők* hatására előfordulhat, hogy az adott területen élő emberek összes vízigénye nem lesz összhangban az édesvízbázis kapacitásával (relatív vízhiány).

E hatások egyike a túlnépesedés. A legfrissebb adatok szerint 6,7 milliárd ember él jelenleg a Földön. Évente 134 millió ember születik, ezzel szemben a halálozások száma 56 millióra tehető. Ez azt jelenti, hogy bolygónk lakossága 78 millió fővel növekedik évente. Előrejelzések szerint 2042-re a világ népessége elérheti a kilencmilliárdot. A 18. század derekán a Föld lakossága 600 millió volt, ez a szám a 20. század végére megtízszereződött. Az ENSZ előrejelzése szerint egy egymilliárd fős népességnövekedés alig 13–14 év alatt fog végbemenni.

A népességnövekedés alakulását per-se nehéz előre megjósolni. A születésszámok csekély mértékben csökkennek majd, de hatalmas különbségek lesznek a fejlett és fejlődő országok, illetve a különböző etnikumok között. Talán még ennél is nehezebb megállapítani a halálozások

számának alakulását, melynek legfontosabb befolyásoló tényezői a járványok, a háborúk, a különböző természeti katasztrófák, illetve az orvostudomány és a gyógyszerészet fejlődése lesz.

Ha a népességszám területi eloszlását nézzük, akkor Ázsiában él a Föld népességének közel 60, Afrikában 12, Európában 11, Észak-Amerikában 8, Dél-Amerikában 5,3, Ausztráliában pedig 3,7 százaléka. A növekedési ráta 2007-ben 1,19 százalék volt. Ez a mutató az 1962 és 1963 között érte el eddigi legnagyobb értékét 2,2 százalékkal. Természetesen a különböző régiókat más és más növekedési ütem jellemzi: a legnagyobb a Közel-Keleten, Dél- és Délkelet-Ázsiában, Latin-Amerikában és legfőképpen Közép-Afrikában.

### Népességnövekedés 2000–2005 között a Föld egyes területein

Név	millió fő
Ázsia	237 771
Afrika	92 293
Latin-Amerika	38 052
Észak-Amerika	16 241
Óceánia	1 955
Európa	-3 264
Föld	383 047

Forrás: [http://en.wikipedia.org/wiki/World\\_population#cite\\_note-1](http://en.wikipedia.org/wiki/World_population#cite_note-1)

Ezzel szemben Közép- és Kelet-Európában, illetve Dél-Afrikában népességcsökkenés, Japánban és Nyugat-Európában pedig stagnálás tapasztalható.

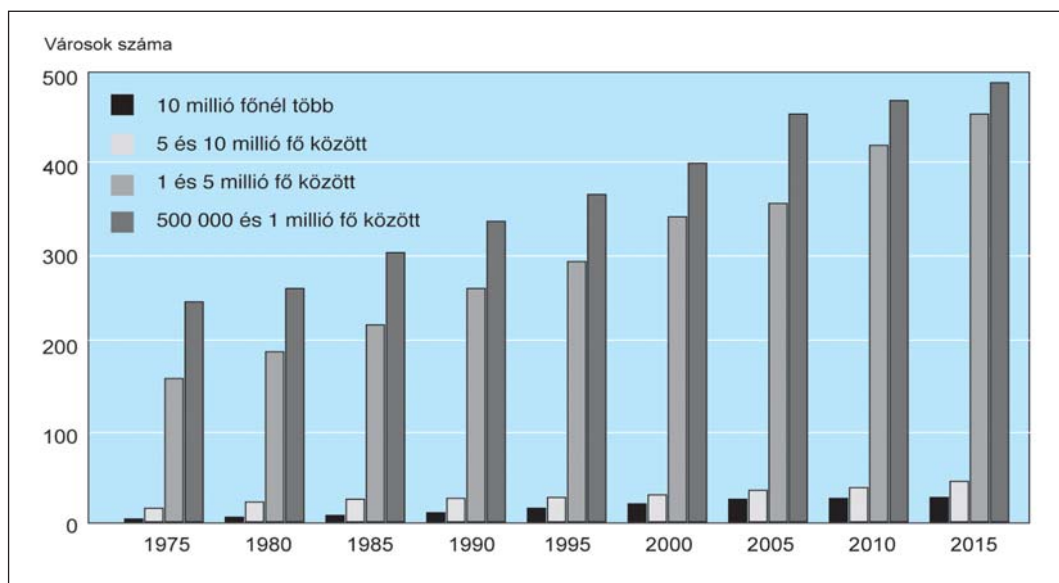
A vízhiány azokban a régiókban jelent igazán rizikófaktort, ahol a gyors ütemű népességnövekedés amúgy is alacsony vízbázissal rendelkező területen zajlik le (Közép-Kelet, Közép-Afrika, Délkelet-Ázsia). A népességnövekedés hatására több mint egyharmaddal csökken az egy főre jutó, szabadon felhasználható vízkészlet: 2025-re közel hárommilliárd ember nem jut majd ivóvízhez, az ENSZ becslése alapján 2050-re ez a szám ötmilliárdra növekszik. Tovább romlik az ivóvíz minősége, növekedni fog a járványok és betegségek okozta halálesetek száma. Kevesebb víz jut a mezőgazdaságnak, a fejlődő országok képtelenek lesznek elegendő élelmiszert biztosítani a lakosságnak, az öntözés elmaradása éhínségekhez vezet.

A természetföldrajzi tényezők és a népességnövekedés együttes hatását érzékeltesen példázza a Szaharától délre elhelyezkedő, az Atlanti-óceántól a Vörös-tengerig húzódó Száhel-övezet, mely átmenet a sivatag és a szavanna között. Az éves csapadékmennyiség 200–800 mm, de ez nagyon egyenetlenül jelentkezik: az év során csak néhány csapadékos hónap van. A hőmérséklet magas, és a légnyomás sajátosságai miatt harmat nem nagyon keletkezik. A nagyobb szárazságok hatéves periódusokban jelentkeznek (1910–1915, 1941–1949, 1968–1974), ezek közül a legutóbbi 250 ezer ember halálához és több millió fős migrációhoz vezetett. A Száhel-övezet főbb problémája a sivatagok folyamatos térnyerése, valamint az, hogy a csapadékos évszakok ismétlődése és a csapadék mennyisége egyre kiszámíthatatlannabbá válik. A terület természeti viszonyainak alakulásában a társadalmi tényezők is

igen fontos szerepet játszanak. A Száhel-országok népessége 1990 és 2001 között közel 2,7 százalékkal növekedett, ami évente több mint négymillió főt jelent. Az ezzel járó gazdasági változások (erdőirtás, helytelen mezőgazdaság) felborították a törékeny ökológiai egyensúlyt. A népesség növekedése az amúgy is szerény vízkészletek kimerüléséhez vezetett.

Ugyancsak befolyásoló tényező az urbanizáció. A problémát az jelenti, hogy viszonylag kis területen, lényegében egy adott városban és annak agglomerációjában sok ember tömörül össze, környezetére hatalmas terheket ró, és egyre kevésbé lehetséges a megnövekedett igények – köztük az ivóvíz, az öntözésre és ipari felhasználásra szolgáló víz – kielégítése. Növekszik a városok száma, zajlik a már meglévő városok fizikai és lélekszámbeli gyarapodása is. Az ENSZ szerint 2009-re a Föld népességének fele városokban fog élni, amelyeknek a lélekszáma (220 millió fő) 1900-ban még az összlakosságnak csak a 13 százalékát tette ki. Ez az arány 1950-re 29, 2005-re pedig 49 százalékra (3,2 milliárd főre) nőtt. A jövőbeni becslések még elképesztőbb számokat mutatnak, ugyanis 2020-ra 4,2, 2040-re 5,7, 2050-re pedig 6,3 milliárd főre jósolják a városlakók számát.

A 20. században az urbanizáció elsősorban a fejlett országokra volt jellemző. A fejlődő országokon belül nagy területi különbségek mutatkoznak. Latin-Amerika népességének 73 százaléka városokban él, ami az európai és az észak-amerikai adatokkal mutat hasonlóságot. Afrikában és Ázsiában ezzel szemben még mindig csak 30–35 százalékos az urbanizáció mértéke, nem csoda, hogy a szakemberek szerint a jövő városgyarapodásainak 93 százaléka e két kontinens országaiban fog lejátszódni.



A VÁROSOK SZÁMÁNAK A LAKOSSÁGSZÁM SZERINTI ALAKULÁSA

Forrás: *Finance and Development, 2007* (UN, Department of Economic and Social Affairs)

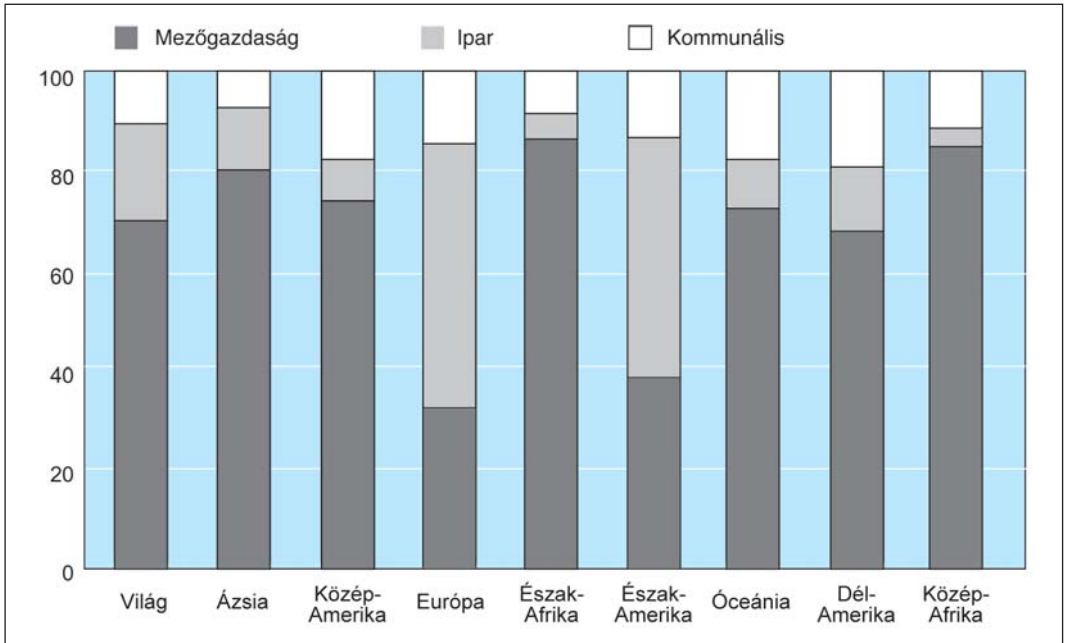
A városok vízigénye nagymértékben megnőtt, vízfelhasználásuk az 1900-as évek eleje óta a tizenkilencszeresére növekedett, amelynek a biztosítása egyre nehezebb feladatot jelent. Egyrészt egy koncentrált területen viszonylag sok ember tömörül össze, másrészt a város olyan épített környezet, ami akadályozza a vízkészlet pótlását (csapadécsatorna-rendszer, magas aszfaltozottság), harmadrészt pedig különösen nagyfokú a vízszennyezés.

Ezzel el is érkeztünk a vízhiányért felelős harmadik csoporthoz, a *gazdasági tényezőkhöz*. Ugyan a gazdaság vízfelhasználásának megnövekedése szorosan kapcsolódik a korábban tárgyalt népességnövekedéshez és az urbanizációhoz, illetve iparosodási trendhez, befolyásoló szerepe miatt mégis érdemes külön tárgyalni.

A gazdaság alapvetően kétféle módon befolyásolja egy régió édesvízkészletét. Egyrészt magának a gazdaságnak (ipar,

Kairóban az utóbbi évtizedekben mind a lakosságában, mind a területi kiterjedésben óriási növekedés játszódtott le. Míg 1950-ben még csak 2,5 millióan éltek a városban, napjainkban e szám a 457 négyzetkilométerre kiterjedő agglomerációival együtt csaknem 16 millió fő. Az évi átlagos hőmérséklet 21,7 °C, a csapadékmennyiség átlagosan 29 milliméter. A szélsőséges éghajlat mellett a Nílus a város szinte egyetlen vízforrása. Kairó hirtelen növekedése a vízellátás egy sor problémáját idézte elő. 2008 szeptemberében Kairó négy nagy városrésze nem kapott vizet az amúgy jól épített hálózaton keresztül, ami 100 000 ember napi ivóvízellátását érintette. A kormányzat egyértelműen a gyors népességnövekedést tette felelőssé a történetért, elismerve, hogy a vízkészletek nem képesek követni a növekedést. Ráadásul Kairó Egyiptom legnagyobb ipari központja is, az ország iparának 50-60 százaléka itt tömörül. Az ipari üzemek vízfelhasználása 162 millió köbméterre tehető évente, amiből 129 millió köbmétert, főként kezeletlenül, visszaengednek a Nílusba.

Kína népességnövekedése és urbanizációja is igen komoly problémák forrása. Jelenleg 600 nagyvárosából mintegy 550 küzd vízproblémával. A megnövekedett kommunális és ipari vízfelhasználás hatására egyre kevesebb víz jut a mezőgazdaságba, aminek komoly szerepe van abban, hogy csökkent a kínai élelmiszertermelés és nőtt a külföldi import.



A VÍZFELHASZNÁLÁS SZÉKTORONKÉNTI MEGOSZLÁSA

Forrás: FAO Aquastat, 2005 ([http://earthtrends.wri.org/images/sectoral\\_water\\_withdrawals.jpg](http://earthtrends.wri.org/images/sectoral_water_withdrawals.jpg))

mezőgazdaság, infrastruktúra) igen magas és folyamatosan növekvő a vízigénye: a Föld kitermelt édesvizének nagyjából 20 százalékát az ipar, 70 százalékát pedig a mezőgazdaság használja fel. Az ENSZ előrejelzései szerint az ipar vízfelhasználása a fejlődő országok ipari boomjának hatására 2025-re 1170 köbkilométer/évre fog nőni: ez az érték 1995-ben 752 köbkilométer/év volt. Másrészt gazdasági tényező az is, hogy az adott ország infrastrukturális fejlettsége mennyire képes hasznosítani a meglévő vízbázisokat, mekkora területre és hány embernek képes eljuttatni a kitermelt vízmennyiséget, s miképpen gondoskodik a keletkezett szennyvízről és a vízszennyezés csökkentéséről. A világon a vízellátottság szempontjából a legrosszabb helyzetben Afrika van. Itt a vízellátottság foka 62 százalékos, de vannak olyan országok, ahol még drasztikusabb a helyzet (Csád 24, Zaire 27 százalék). Eu-

rópában az összlakosság 96 százaléka van ivóvízzel ellátva, míg ez a mutató Észak-Amerikában majdnem 100, a világ egészét tekintve pedig 82 százalék.

Míg napi ivóvízigényünk átlagosan négy liter, addig napi táplálékbevitelünk előállításához legalább kétezer liter vízre van szükség. Jelenleg 225 millió hektáron folyik öntözés a világon: 1960 óta 12 százalékkal nőtt a mezőgazdaságba bevont területek aránya. A népesség növekedését követni fogja a mezőgazdasági célra hasznosított területek és vele az öntözés mértékének növelése is. Ha a mezőgazdasági vízfelhasználás és a megújuló vízkészletek arányát vesszük figyelembe, akkor a Közel-Kelet és Északkelet-Afrika országai vannak a legrosszabb helyzetben. Ezekben a régiókban a megújuló vízkészlet több mint negyven százalékát használják öntözésre. A helyzetet súlyosbítja, hogy a területek nagy részén a mezőgaz-



daság primitív, elavult szinten áll, azaz ugyanannyi víz felhasználásával kevesebb eredményt hoz, mint például a fejlettebb országokban.

## A civilizált társadalom és a víz kapcsolata

Az emberi társadalom és a Földön található ivóvíz kapcsolata, kölcsönhatása olyan szoros rendszert alkot, amelynek legfontosabb láncszemei a *társadalmi tényezők*, a *vízfelhasználás*, a *környezeti következmények* és az *emberi hatások*. A társadalmi tényezők (a népesség növekedése, a migráció, az urbanizáció stb.) növelik egy adott régió vízfelhasználását, ami egy sor környezeti problémát idéz elő: csökken a vízbázisok vízmennyisége, nő a vízszennyezettség, megbomlanak a kényes hidrológiai egyensúlyok. A vízhiány, illetve a szennyezett víz éhínségekhez, megbetegedésekhez vezet, hatására (fegyveres) konfliktusok, politikai instabilitás alakulhat ki. Az emberek a negatív hatásokra elvándorlással válaszolnak,

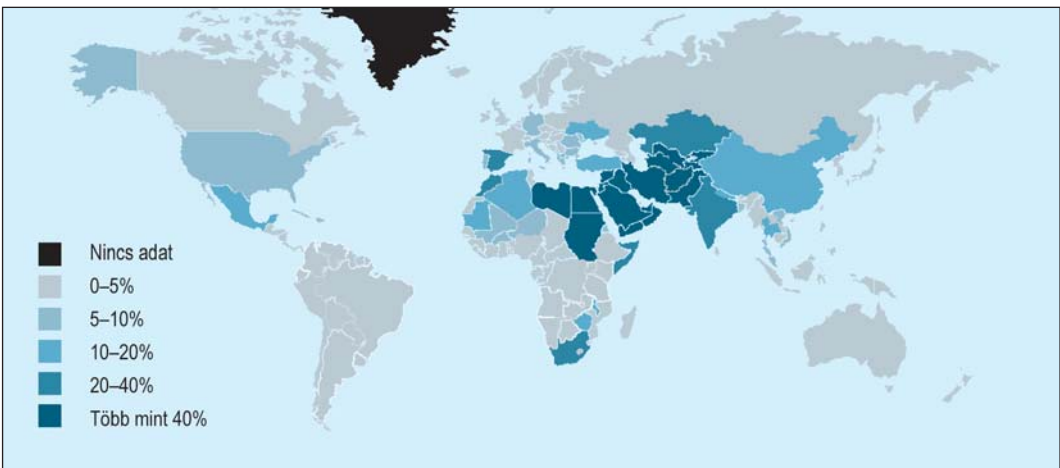
nő az elhalálozások száma, a jobb élet reményében városokba költöznek.

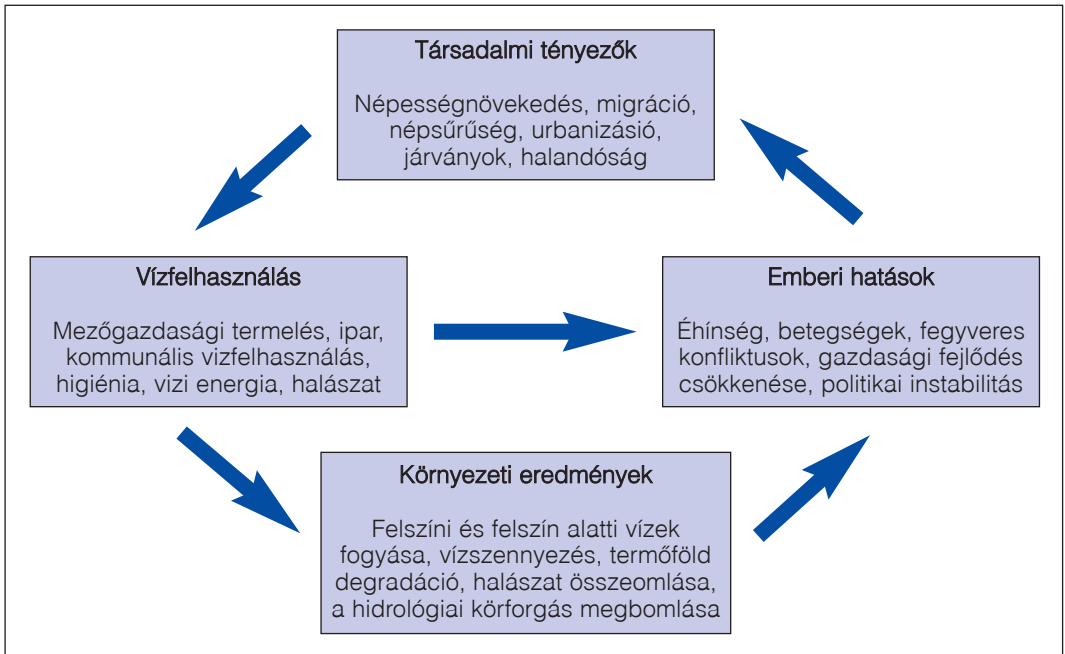
A vízhiány társadalmi következményei közül talán az egyik legfontosabb az *ökológiai migráció (ecomigration)*: az emberek a jobb életkörülmények reményében elvándorolnak általuk jobbnak ítélt területekre. Természetesen maga a migráció is egy sor újabb társadalmi következményt generál. Indiában az 1990-es évek elején az ország vízhiánnyal küszködő vidéki területeiről rengeteg ember költözött el a gazdaságilag fejlettebb régiókba. Az elvándorlás hatására komoly szociális és környezeti problémák jelentkeztek. Mivel főleg a fiatal munkaerő migrációja volt a jellemző, a már korábban elszegényedett, vízhiányos területek munkaerő hiányában tovább degradálódtak, ami újabb elvándorlásokhoz vezetett. A városokban és a fejlettebb régiókban megjelent bevándorlók egyrészt a nyomornegyedekbe szorultak, másrészt további terheket róttak e területek környezetére és vízbázisára.

Az ökológiai menekültek száma évről évre drámaian növekszik. Egyes becslések

A MEZŐGAZDASÁGI CÉLÚ VÍZFELHASZNÁLÁS SZÁZALÉKOS RÉSZESEDESE  
A MEGÚJULÓ VÍZKÉSZLETBŐL (1998)

Forrás: Aquastat, 2002 (<http://www.fao.org/DOCREP/006/Y4683E/y4683e07.htm>)





#### A TÁRSADALOM ÉS A VÍZ DINAMIKÁJA

Forrás: IUCN's World Conservation Congress, 1996

(<http://www.aas.org/international/ehn/waterpop/desherb.htm>)

szerint számuk napjainkban eléri a 20 milliót, 2010-re ez a szám 50 millióra és 2050-re akár 150 millióra is nőhet. Bár ide számítják az egyéb természeti katasztrófák elől menekülő embereket is, a többségük elvándorlásában közvetlenül vagy közvetlen (sivatagosodás, a tengerszint növekedése, duzzasztógátak épülése) a víz valamilyen szerepet játszik.

A népességvándorlás Afrikában a legnagyobb mértékű, amiben a vízhiány mellett egyéb szélsőséges természeti tényezők, illetve a háborús konfliktusok is szerepet játszanak. A kényszermenekülők száma itt nagyjából 13 millióra tehető, csak Szudán esetében hatmillió főről beszélhetünk. A Száhel-övezet országaiból a vízhiány okozta éhínség miatt tömegesen vándorolnak nyugat felé. E migrációk könnyen további etnikai, politikai konfliktusokat szülhetnek.

Argentínában a száraz területek egyre jobban erősödő degradációja és növekedő vízhiánya, Kazahsztánban, Üzbegisztánban a talajerózió és a szikesedés mellett jelentkező vízminőségromlás kényszeríti az embereket arra, hogy elhagyják addigi élőhelyüket.

1975-ben India a növekvő vízhiány és következményeinek hatására – figyelmen kívül hagyva a szomszédos Banglades igényeit – gátrendszer építésébe kezdett a Gangesz folyón. A felépített duzzasztógát javította ugyan több indiai város vízellátását, de Bangladesben környezeti katasztrófákat idézett elő és növelte a vízhiányt. Ennek következtében migráció indult meg Bangladesből a szomszédos indiai tartományok felé, ami az 1980-as évek elején véres helyi összecsapásokba torkollott.

Az édesvíz szerepe tehát erősen felértékelődött. Vajon elég fontos-e ahhoz, hogy



akár *fegyveres konfliktusok* robbanjanak ki a birtoklásáért? Eljöh-e a „vízháborúk” kora?

Peter Ashton, a dél-afrikai Pretoriai Egyetem kutatója szerint csupán „vízhez kapcsolódó háborúról” beszélhetünk azokban az esetekben, amikor a víznek csak közvetett szerepe van a fegyveres ellentétben. Ilyen például, ha egy folyó országhatár is, és a kirobbanó konfliktus során az uralása a két ország számára központi kérdés. Ugyancsak nem beszélünk konkrét „vízháborúról” akkor sem, ha az ellenséges csapatok vízkivételi műtárgyakat, víztározókat, duzzasztógátákat és más vízügyi létesítményeket támadnak, mert elsődleges céljuk csak az ellenfél meggyengítése. „Vízháború” viszont minden olyan harc, amelynek egyedüli vagy központi célja az édesvíz feletti uralom megszerzése, illetve az édesvíz az agresszor legfontosabb támadó és befolyásoló fegyvere. 1990-ben a törökök az Atatürk-gát tesztelésekor a tározó feltöltésének indokával egy hónapra teljesen elzárták az Eufráteszt, amely alapvető szerepet játszik Irak és Szíria vízellátásában. A folyó lezárásának háttérben politikai indíttatások húzódtak, és a két ország közös katonai fellépést fontolgatott a törökökkel szemben. Végül sikerült a konfliktust tárgyalóasztal mellett megoldani, de ha az Eufráteszt lezárása miatt az Irakban és Szíriában jelentkező drasztikus vízhiány hatására harcok törtek volna ki, az a fenti definíció értelmében kimerítette volna a vízháború fogalmát.

A legtöbb tudós álláspontja szerint a vízháborúk eshetősége a vízkészletek csökkenésével egyre nagyobb. Az országoknak és vezetőiknek olyan döntések meghozatalára kell törekedniük, melyek a fenntartható fejlődés megtartása érdekében az édesvízzel kapcsolatos problémákat és konfliktuslehetőségeket békés úton rendezik.

## A vízhiány kezelésének lehetőségei

A vízhiány kezelése egyre nagyobb társadalmi és nemzetközi összefogást igényel. A felmerülő megoldási lehetőségeket többféleképpen osztályozhatjuk. Fontos tényező, hogy a probléma kezelésére a vízhiány melyik stádiumában kerül sor. Ha egy országnak lehetősége van arra, hogy idejében felismerje a közeledő vízhiány veszélyeit, és kezelése érdekében intézkedéseket tesz, akkor *megelőzésről* beszélhetünk. A víztározók építése, monitoringrendszerek kiépítése, illetve például a társadalom környezettudatosságának formálása mind a megelőzés egy-egy formája lehet.

Ha a vízhiány már tényleges probléma, akkor megelőzésről már nem, csak *kezelésről* beszélhetünk. Ez lehet például új vízlelőhelyek keresése, csatorna- és vízvezetékrendszerek kiépítése, a szennyvíztisztítás megoldása vagy új mezőgazdasági (öntözési) technológiák bevezetése. Nagyobb gondok akkor jelentkeznek, amikor a vízhiány már akkora méreteket öltött, hogy kezelésére, mérséklésére a súlyos társadalmi következmények enyhítésén kívül semmilyen lehetőség nincs. Az egészségügyi, élelmezési segélyek, az ökológiai menekültek fogadása, elhelyezése és visszatelepítése tartoznak ebbe a fogalomkörbe, hosszú távon azonban nem jelentenek megoldást.

A vízhiány kezelésének típusai szerint politikai, gazdasági (infrastrukturális) és szociális megoldásokat különböztetünk meg.

A *politikai megoldások* közé tartozik a jól működő vízügyi politika. Az irányelveknek pontosan meg kell határozniuk a vízügyi és környezetvédelmi hatóságok feladatkörét: ellenőrizniük kell a vízbázis-

kat, vízgyűjtőket, az ország szükségleteit figyelembe véve koordinálniuk kell a vízkivételek mértékét. Az ország földrajzi és gazdasági hátterére figyelemmel vízügyi stratégiákat kell kidolgozniuk, és kutatásokat kell végezniük az új innovációk feltárása és átvétele érdekében. A sérülékeny vízbázissal, főként felszín alatti vízrendszerekkel rendelkező országokban kiemelt szerepet kell kapnia a környezetvédelmi monitoringnak, valamint a vízvédelmi törvények társadalmi és hatalmi érvényesülésének.

A politikai megoldások közé tartoznak a regionális és nemzetközi megegyezések is, amelyek rendszerint olyan szomszédos államok között születnek, amelyek egyaránt érintettek az adott vízrendszer megóvásában, hasznosításában. 1999-ben hivatalos tárgyalások kezdődtek a Nílus vízének kapcsán Szudán, Burundi, Tanzánia, Uganda, a Kongó Demokratikus Köztársaság, Egyiptom, Etiópia, Kenya és Ruanda között, létrehozva a *Nile Basin Initiative (NBI)* szervezetet. Megállapodásokat kötöttek az öntözéssel járó problémák megoldására és a közös energiapolitikára vonatkozóan, de a legfontosabb a konfliktusok enyhítése volt. Hasonlóan nagy előrelépésnek számított az izraeli-jordán szerződés, amelynek külön pontjai szóltak többek között a Jarmuk folyó szabályozásáról és a felszíni, valamint a felszín alatti vizek megóvásáról. Az Európai Unió Víz Keretirányelve (*Water Framework Directive*) szintén jól példázza a politikai eszközöket, hiszen egy olyan erős, kötelező jogszabályról van szó, amelynek egyik prioritása az európai felszíni és felszín alatt vizek megóvása, valamint helyrehozása.

A politikai és gazdasági megoldások közötti átmenetnek tekinthetők a politikai döntésekkel meghozott, tudatos gazdaságfejlesztési tervek. A gazdasági terve-

zésnek mindig fel kell mérnie a rendelkezésre álló vízmennyiség és a jelentkező vízigények mértékét, eloszlását. Állandó figyelemmel kell lennie a jövő változásaira, a népességnövekedési és urbanizációs tendenciákra. A gazdasági programokat úgy kell megalkotni, hogy a szektoronkénti vízmegosztás, az infrastrukturális fejlesztések a lakosság életszínvonalának növekedését (megtartását) és egészségének megóvását szolgálják.

A *gazdasági (infrastrukturális) megoldások* olyan fejlesztések, amelyek megvalósulásuk esetén nagyban hozzájárulnak egyes régiók vízellátásához, vagy csökkentik egyes ágazatok vízszükségletét. Az egyiptomi asszuáni Nagy Gát megépítése évi 25 milliárd köbméterrel növelte a 70 millió fős ország öntözésre fordítható vízmennyiségét. Közel 400 ezer hektár új termőterületet szereztek, ami a mezőgazdasági termelés 10–20 százalékos növekedéséhez vezetett. Nem elhanyagolható az sem, hogy a duzzasztógát erőműjéhez tartozó turbinák az ország energiatermelésének húsz százalékát szolgáltatják. A világ legnagyobb tengervíz-sótalanító üzemét építették fel az izraeli Askelonban, amely naponta 320 000 köbméter vízzel növeli Izrael vízkészletét. Ugyancsak Izraelben elterjedt találmány a mezőgazdaságban hasznosítható, számítógép vezérelte csepegtető öntözés, amellyel 90–95 százalékosra növelhető a vízhasználat hatékonysága.

A politikai törekvések érvényesülése és az új innovációk bevezetése sokkal könnyebben megvalósíthatók, ha a társadalom elfogadja őket, és a megoldandó problémát a sajátjának érzi. A *szociális megoldások* önmagukban csak részben kezelik a problémákat. Nagy szerepük elsősorban a megelőzés terén van. A társadalmi szerepvállalás keretében a civil kö-



zösségek széles körben megismertethetik a vízhiány növekedésével járó veszélyeket, és könnyebben elfogadtathatják a lakossággal azokat a központi döntéseket, amelyek során a vízbázisok megóvása érdekében bizonyos jogaik esetleg csorbulhatnak vagy megszokott jóléti szokásaik egy részét fel kell adniuk. Ez a csatorna természetesen visszafelé is működik, hiszen közvetíthetik a lakosság véleményét, reakcióját, elvárásait az egyes vízügyi, környezetvédelmi stratégiákkal vagy törvényekkel kapcsolatban. A szociális elemek közé sorolható még az oktatás és a média is. A környezetközponitú tanítás célja az, hogy idejében megismertesse a lakossággal a víztakarékosság szükségességét, a vízszennyezés következményeit, a megoldások lehetőségeit, és tudatosítsa, hogy globális problémával kell szembenéznünk. A megfelelő vízügyi és környezetvédelmi szakemberek kiképzése szintén az oktatási rendszer feladata. A média szerepvállalásának legfőbb célja a probléma tudatosítása és a felnőtt lakosság tájékoztatása.

A vízhiány kezelésének területi érvényesülése alapján beszélhetünk nemzetközi, országos, regionális és helyi (lokális) megoldásról.

*Nemzetközi* megoldásra, összefogásra korábban már hoztunk példát (lásd Nile Basin Initiative vagy az EU Víz Keretirányelve), s lényegében minden több országot összefogó hidrokooperáció ebbe a kategóriába tartozik. Az ilyen egyezmények célja a közös vízbázis, vízrendszer megóvása, felosztása, vagy akár egyoldalú humanitárius segítségnyújtás is lehet.

Az *országos* szintű problémakezelés fajtája lehet például a vízügyhöz kapcsolódó minisztériumok által meghatározott irányelvek, vagy a vízigény országos csökkentését célzó gazdasági csomag. Ha a fel-

adatok, jogszabályok vagy a bevezetni kívánt innovációk, technológiai fejlesztések csak az ország egy bizonyos területére terjednek ki (pl. mezőgazdasági területek, nemzeti parkok, folyószakasz), akkor *regionális*, ha még ennél is kisebb helyre (pl. település, önkormányzat), akkor *helyi (lokális)* megoldásról beszélünk.

A vízhiány kezelésére irányuló törekvéseket tehát sokféleképpen osztályozhatnánk és jellemezhetnénk. A lényegük azonban a megvalósulásukban és eredményességükben rejlik. Pozitív tendenciaként hozható fel a hidroszolidaritás és az összefogás jegyében született nemzetközi szervezetek egyre növekvő száma. Fel kell ismernünk, hogy a vízhiány az egész Földet érintő globális probléma, melynek súlyos társadalmi következményei lehetnek. Azok az országok sem ülhetnek karba tett kézzel, amelyek jelenleg bővelkednek benne. E vonatkozásban elég arra utalnunk, hogy az ember számára ajánlott napi 40–50 liter vízmennyiségből (higiéncia, főzés, ivás) Mozambikban 9,3 liter, Szomáliában 8,9 liter, Gambiában már csak 4,5 liter jut egy főre, míg egy átlagos észak-amerikai ezzel szemben 500 liter vizet használ fel naponta.

Az elmúlt években Európának is fel kellett ismernie, hogy a probléma már kontinensünket is fenyegeti, amit az olyan mediterrán országokban jelentkező vízhiány jelez, mint Ciprus és Spanyolország. Az USA déli államaiban a talajvízszint több tíz méteres süllyedése okoz mezőgazdasági gondokat, a gazdaságok nagy részén kiapadtak az öntöző kutak. A fejlett országoknak ugyanúgy be kell kapcsolódniuk tehát a megoldás keresésébe, mint azoknak az elszegényedett régióknak, ahol a vízhiány már valóságos gondot jelent. A pénzügyi és egészségügyi segítségnyújtás mellett nagyobb hangsúlyt kell fektetni

a megelőzésre. Segíteni kell a fejlődő országokban a vízfelhasználási és mezőgazdasági innovációk adaptálását, a víz-

és környezetvédelmi jogrendszer átvételét a víz globális problémájának enyhítése érdekében. ■

## Irodalom

- Barlow, Maude: *Blue Gold. The Global Water Crisis and the Commodification of the World's Water Supply*. A Special Report issued by the International Forum on Globalization (IFG), Spring 2001.
- Takizawa, Satoshi: *Groundwater Management in Asian Cities*. Japan, 2008, Shinano Inc.
- Howsam, P. – Carter, R. C.: *Water Policy: Allocation and Management in Practice*. Bedfordshire, UK, 1996, Spon Press.
- Kandji, Tacko – Verchot, Louis: *Climate Change and Variability in the Sahel Region: Impacts and Adaptation Strategies in the Agricultural Sector*. UNEP & ICRAF, 2006.
- Borsy Zoltán – Szabó József: *Általános természetföldrajz*. Budapest, 1998, Nemzeti Tankönyvkiadó.
- Mező Ferenc: *A politikai földrajz alapjai*. Debrecen, 2000, Kossuth Egyetemi Kiadó.
- Kerényi Attila: *Általános környezetvédelem*. Szeged, 1995, Mozaik Oktatási Stúdió.
- Coping with water scarcity. A strategic issue and priority for system-wide action*. UN Water Thematic Initiatives, 2006.
- A Nemzetközi Vízgazdálkodási Intézet honlapja: <http://www.iwmi.cgiar.org/>.
- Ashton, Peter: *Southern African water conflicts: are they inevitable or preventable?* The African Dialogue Lecture Series – Pretoria University, South Africa, 24 February 2000. <http://www.dams.org/docs/kbase/submissions/opt147.pdf>.
- Shah, Amita: Water scarcity induced migration: How far watershed projects can help? *Economic and Political Weekly*, Vol. XXXVI, No. 35, September, 2001.