

A víz mint világprobléma

Írta: **Bíró György** dr. orvosőrnagy, az orvostudományok kandidátusa

„A víz volt ősforrása a létnek,
mindent a víz tart fenn, ami csak van!
O, tenger, hasson erőd szakadatlan,
ha felhőt nem párolognál
s csermelyt nem táplálnál, ha már
kanyar folyót sose vonzanál
s elapadna a folyamár,
mit érne a föld, mit a hegy, meg a rét?
Tápláld az életerő üterét”.

(Goethe: Faust II.)

1. A víz keletkezése, jelentősége. A Föld vízkészlete.

A Föld felszínének vízrétege mintegy 3,9 milliárd éve alakult ki a Föld őskorában. Ennek az időszaknak a második felében, az algonkiumban jelennek meg az állati élet első nyomai. A szerves, élő anyagra utaló maradványok — ha igen ritkán és kevéssé egyértelműen is — az archaikumban már felfedezhetők. Mindezek a tények azt hangsúlyozzák, hogy a földi élet a felületen levő víztakaró kialakulásával kapcsolódott össze.

Feltehető, hogy a Föld „vízmérlege” a kezdeti időszakban pozitív volt: a vízkészlet gyarapodott. Víz képződött az ósatoszférában hidrogénből és oxigénből, víz jutott az ősi Földre a protoplanetáris felhőkből és az intersztelláris térből. Víz szintetizálódott a további magmatikus differenciálódásnál, hasonlóan azokhoz a folyamatokhoz, melyek a vulkáni tevékenység során a Föld belsejében jelenleg is lezajlanak. A keletkezett vízgőz a kritikus hőmérséklet ($374,2\text{ C}^{\circ}$) és kritikus nyomás mellett ($217,5\text{ atü.}$) folyékony halmazállapotba ment át és kialakult az ósocéán. Megindult a víz körforgása, melyben a vízkészlet jelentős része, a vadózus víz vesz részt. A „vízmérleg” egyensúlyba került, a veszteség és a keletkezés — különböző nagyságrendű ingadozás mellett — kiegyenlítik egymást. A víz meghatározza és formálja a Föld arculatát és a lefolyó életet. Ennek az egyensúlynak azonban későbbi geológiai korokban fel kell bomlania, a fejlődés nem állhat meg egy adott, általunk megismert és állandónak látszó állapotban. A vízháztartás egyenlege negatív stádiumba csap át, megszűnik a víz körforgása és kihál az ehhez kötött élet is.

A vulkáni tevékenység a további geológiai korszakokban ki fog aludni és megszűnik új, juvenilis vízmennyiségek bekerülése a körforgásba. A jelenlegi földi vízkészlet elhelyezkedését az 1. sz. táblázatban foglaltuk össze.

A Föld jelenlegi geológiai korszakában a vízkörforgást a következő egyenlet jellemzi:

$$\text{Csapadék} = \text{Elfolyás} + \text{Párolgás} + \text{Elszikkadás}$$

1. sz. táblázat.

A víz százalékos megoszlása a Földön.

Litoszféra	15,45 %
Tenger	83,51 %
Atmoszféra	0,0008%
Jég (sarkvidékek, magas hegységek)	1,007 %
Édesvíz	0,015 %
Talajvíz	0,015 %
	99,9978%

A cseppfolyós halmazállapotú víz gőzölgés, párolgás, diffúzió útján gáz halmazállapotú lesz, a levegő nedvességtartalmát képezi. Innen kondenzációs és szublimációs folyamatokon keresztül csapadék alakjában kerül ismét a Föld felszínére és jut be a talajba.

A Nap energiasugárzása hozza létre az időjárási jelenségeket, hatására alakul vízgőzzé a felszíni és néha a kőzetvíz, jönnek létre a felhők, a szél, a csapadék. E jelenségek energiaszükségletét óránként $4 \cdot 10^{14}$ kW-ra becsülik. A víz hatalmas élőerőt képvisel. Becslések szerint a Föld vízenergiája másodpercenként $8 \cdot 10^9$ lóerő. A körforgásban résztvevő vízmennyiség évente mintegy $360\,000 \text{ km}^3$, melynek 1/4-e esik a szárazföldre. A Föld összes vízkészletét $1,3\text{--}1,5 \cdot 10^9 \text{ km}^3$ -re becsülik. Ez a Föld összterfogatának 1/730-ad része. A víz a Föld felületén a következő arányban oszlik meg:

$$\text{Tenger} : \text{Szárazföld} = 2,42 : 1.$$

A víz aktivitási potenciáljára jellemző, hogy a szilárd földkéreggel $1,2 \cdot 10^9 \text{ km}^2$ felületen érintkezik, beleszámítva a tengerfenék, a kontinentális talpak, a talajrészecskék felületét. Ugyanakkor a Föld felszíne csak $0,51 \cdot 10^9 \text{ km}^2$.

2. A vízellátás történeti áttekintése.

A víz jelenléte feltétele az emberi kultúrának és civilizációnak. Az ember a Föld geológiai újkorában, valószínűleg a terciár végén, vagy a negyedkor elején, a pleisztocén-ben jelent meg, feltehetően 1 millió évnél nem régebben. Évezredekig keresztül az ember a természetben könnyen hozzáférhető vizet, mint ivó- és használati vizet használta fel. Az ősi kultúrák kialakulásával, szinte jelentéktelenül rövid idő óta kezdődik meg a víz öntözésre, majd a kezdetleges kéziipar céljára való felhasználása. Ekkor már szükség volt arra, hogy saját munkájuk útján igyekezzenek a vizet kiaknázni. Primitív népek megfigyelése arra mutat, hogy a kutak „feltalálása” előtt esővíz gyűjtéséből szereztek ivóvizet. Forrásokból víztartókkal vitték a vizet a szálláshelyre. E célra állati bőrtöket, kókuszdió héját, fakérget használhattak. Az ausztráliai őslakók vízszükségletüket jelenleg is sziklamélyedésekben, kivájt kövekben tárolják. A malájok bambuszcsövekben, a labrador-indiánok nyírfakéreg-tartókban gyűjtenek vizet.

A kőkorszakban már ismerték az ásott kutakat és a ciszternát. Készítettek egyszerű forrásfoglalást is. Ismeretesek 6—10 000 éves kutak, melyek fala tapasztott agyagból készült. A ciszternát gyakran kombinálták kúttal, tehát fenekét a talajvíz szintjéig süllyesztették. Kréta szigetén, a knosszoszi palotában, 3500 évvel ezelőtt föld alatti, falazott csatornájú vízvezetékét építették. Ugyanitt nyilvános

vízöblítéses árnyékszékék is voltak. Jeruzsálembé források vizét három föld alatti vezetéken juttatták be, melyet Salamon király építtetett a Juda dombjai között kialakított víztároló tavakkal együtt. A szennyvizet fedett csatornában vezették ki a városból és öntözésre használták fel. Háromszáz évvel később Hiszchia király a Sziloah forrás vizét vezettette be Jeruzsálembe. I. e. 530 körül épült a szamoszi 1 km-es vezeték, mely alagútban haladt. Pergamonban i. e. 160-ban részben agyag-, részben fém- (réz- vagy bronz-) csöveken vezetik be az 1200 m magasan levő forrás vizét. Közben egy olyan völgyet kellett áthidalni, melynek magasságkülönbsége 195 m volt. Mivel ilyen méretű akveduktot építeni nem lehetett, a görögök ólommal tömített nyomócsőrendszert vezettek a völgy fenekén. A mélypontra 195 m vízoszlop nyomása nehezedett.

A kutakat ekkor falazással készítik és a vízkiemelés megkönnyítésére csigát alkalmaznak. A rómaiak vízkiemelő láncot konstruálnak, a folyamatos vízkiemelést taposómalommal végzik. A maradványaiban is lenyűgöző méretű római gravitációs vezeték mai elképzeléseink szerint óriási mennyiségű vizet szállított a környező hegyek forrásaiból az Urbs-ba. Tizennégy nagy és számos kisebb ilyen vezeték létesült, ezek napi 700 000—1 millió m³ vizet szolgáltatottak, ami egy lakosra vonatkoztatva napi 1000 liter vizet jelentett! A mai Európa fővárosaiban csak most lépi át a vízfogyasztás a 200 litert és a vízművek máris túlterheltek. A császárság fénykorában Rómában 11 — melegvízforrások által táplált — therma, 850 fürdő, 1350 közkút és vízmedence volt. A vízcsapot nem ismerték, a kifolyókat a nyitott gravitációs rendszer miatt elzárni nem is lehetett volna, ezért a vízpazarlás is nagyméretű volt.

Hasonló jellegű vízvezetéket a rómaiak a birodalom számos más helyén is létesítettek, ha ezt a természeti feltételek megengedték.

A római birodalom széthullásával túlnyomórészt tönkrementek, használaton kívül kerültek az akveduktok. Újakat nem építettek. A középkori várakban kutakból, vízforrásokból szereztek be a vizet, mely gyakran fertőzött volt és súlyos járványokat okozott. Strassburgban 1349-ben 16 000, 1360-ban 18 000 ember halt meg a dühöngő vízjárványok miatt. Az 1500-as években kezdenek újra, elszórtan, vízvezetéket létesíteni. Boroszlóban napi 75 liter/lakos mennyiségű vizet adnak. Vezetett forrásoknál facsövet használnak. Bár Kteisibias i. e. 250 körül feltalálta a szívó-nyomó szivattyút, készítési nehézségek miatt ez csak jóval később, ebben az időben kezdett elterjedni. A vascsövet 1444 óta ismerik, de csak 1800-ban, az új technika felfedezésével kezdett elterjedni. A vízművek megteremtésében is jelentős a gőzgép feltalálása. A víztisztítási technológia is fejlődik: Simpson 1839-ben bevezeti Londonban a lassú homokszűrést. Ez már a jelenlegi technológia előfutára.

Az ivóvízellátást már az ókorban gyakran összekapcsolták az öntözéssel. A csatornákból öntözték a földet és vették az ivóvizet. A Tigris és Eufrátesz vidékén, már 4—5000 évvel Szemiramisz királynő 2500 év után is híres függőkertjei előtt voltak öntözőművek. A függőkerteket csak kutakból öntözték, de a mezőgazdasági művelési területekhez több száz kilométer hosszú csatornákon szállították az éltető vizet.

Az egyiptomiak mesterei voltak a vízépítésnek. A szent Nílus áradásai meghatározták a termést, de mesterséges csatornák, víztárolók, vízkiemelők építésével maguk is igyekeztek az öntözést megvalósítani.

Ősidők óta öntözött területek vannak Kínában, az Indus és Gangesz völgyében, Perzsiában. Vannak maradványai az inkák birodalma öntözéses földművelésének is.

Ma az ősi kultúrák helyén sokhelyütt sivatagok vannak. A meleg égövön elterülő, egyszer már rendszeresen öntözött földek nem túrik a vízhiányt, vege-

tációjuk elpusztul. Az öntözéses művelést fenntartó népek hatalmának lehanyaglásával elpusztultak e gazdálkodás műszaki berendezései: csatornák, vízemelő szerkezetek. Babilont eltemette a sivatag homokja, Peru partvidéke terméketlen, a Kizil-Kum sivatagban, a Szahara belsejében hajdan nagykulturájú népek éltek. Pandzsábban hatalmas földterületek váltak homok- és sósivataggá, Hoang-Ho középső folyásán a felhőszakadások hatalmas, immár lakatlan löszös területeket pusztítanak. Szomjaznak az emberek a Föld különböző pontjain: a brazíliai Sertáóban, Amerikában másutt: Chilében és Mexikóban. Az USA-ban, Afrikában, Algériában és a Szaharától délre, Ausztráliában katasztrofális vízhiány mutatkozik.

3. Vízgazdálkodás.

a) Mennyiségi jellemzők.

A modern földművelés öntözéses gazdálkodást kíván, szaporodó városok központosított ivóvízellátást igényelnek. Ezzel együtt jelentkezik, egyre rohamosabban, egyre követelődőbbben az ipar vízigénye, viszonylag kis területen, koncentráltan. A víz már ma is sok helyen hiánycikk és egyre inkább azzá lesz. Mi ennek az oka?

A városiasodás egyre fokozódó tempóban alakul, ugyanakkor, amikor az emberiség összlélekszáma is egyre gyorsabban növekszik. Időszámításunk kezdete óta mintegy 2,5 milliárd fővel gyarapodott a Föld lakossága. A jelenlegi szaporodási ütem figyelembevételével viszont a következő 40 évben a várható gyarapodás 3,3—3,7 milliárd ember. Az össznépeség rohamos szaporodásán belül még intenzívebb a városiasodás folyamata. A városi lakók számának évi növekedése — százalékban kifejezve — kétszerese a világ évi népességszaporulatának. 1800-ban még csak az össznépeség 2,5⁰/₀-a lakott városban. 1960-ban már 20⁰/₀, és ez 40 év múlva eléri az 50⁰/₀-ot. Ez pedig abszolút számban egyenlő a világ jelenlegi teljes népességének számával.

A fejlődés folyamata egyben az iparosodást is jelenti. Az ipar a vízellátás vonatkozásában két szempontból is meghatározó tényező:

1. nagy vízigényű;

2. nagy mennyiségű, gyakran nehezen vagy egyáltalán nem eliminálható szennyezőanyagot tartalmazó szennyvizet bocsát ki és ezzel veszedelmesen rontja a vízkészletek minőségét.

Az ipar vízszükségletét azzal jellemezhetjük, hogy fejlett ipari országokban általában túlhaladja a lakosság által elfogyasztott víz mennyiségét. Az USA napi átlagos vízfogyasztása 120 gal/fő, ebből háztartási fogyasztás 50 gal/fő. Az NDK-ban a szállított víz 78⁰/₀-át az ipar használja fel, azaz mintegy 4 milliárd m³-t évente. Budapesten a Fővárosi Vízmű vizének több mint 50⁰/₀-át használja fel az ipar.

Néhány iparág vízigényét a 2. sz. táblázat szemlélteti.

A víz körforgásának számszerű értékeit egy mérsékelt égövi országra vonatkozóan Nyugat-Németország adataival demonstráljuk. Az évi átlagos csapadék-mennyiség 771 mm. A vízmérleg egyenlege a következő: évenként leesik 197 md m³ csapadék, ebből elpárolog 95 md m³, elfolyik 76,4 md m³, a talajba jut 19 md m³. Ivóvízként összesen felhasználunk 2,2 md m³-t, ipari vízként 5,7 md m³-t. Ezekből a vízkivételekből 5,5 md m³ szennyvíz keletkezik és jut vissza a folyókba. A mezőgazdaság 1,1 md m³ vizet használ fel. Az élvileg rendelkezésre álló, mintegy 95 md m³ vízből, mely a folyók és talajvíz táplálására szolgál, és

2. sz. táblázat.
Az ipar vízszükséglete.

Ipari ágazat	T e r m é k	Egység	Vízigény m ³ egység
Energiatermelés	Elektromos energia	1000 kWh	219
Szénbányászat	Barnaszénkocsz	t	2,5
	Gázellátás	1000 m ³	7
Fémipar	Acélelőállítás	t	(20)—220
	Alumínium	t	1220
Kémiai ipar	Gyógyszeripar	t	50
	Üveg	t	12—24
	Kénsav	t	49,5
Műszálgártás	Dederon-rost	t	907
Papírgártás	Fehérpapír vízforgatással	t	100
Textilipar	Mosás	t	70
	Fehéritő	t	60—100
	Festő	t	100
Élelmiszeripar	Vágóhíd, marha	1 db	0,6
	Vágóhíd, sertés	1 db	0,4
	Tejipar, hűtővíz nélkül	1000 l	1

amely természetesen gyakorlatilag nem vehető teljesen igénybe, csak 10⁰/₀-ot használnak ki.

A Német Demokratikus Köztársaságban már elméleti megfontolások alapján sem ilyen kedvező a helyzet. Itt a körforgásban résztvevő vízből évi 15 md m³ volna hasznosítható, a szükséglet pedig ennek egyharmada, 5 md m³. Aszályos években azonban a csapadék mennyisége, a folyók vízhozama jelentős mértékben, akár 60⁰/₀-kal is csökkenhet. Ezenkívül a víz kínálata az egész terület átlagában, míg a felhasználás góccokban jelentkezik: ily módon a szükséglet nem mindig elégíthető ki.

Ennek a hiánynak másik oka is van. Az egyes országok természeti adottságainak és felhasználási követelményeinek megfelelően a viszonylag védett, szennyeződésnek kevésbé kitett felszín alatti víz helyett, melynek kiaknázási lehetősége eléggé korlátozott, kénytelenek egyre inkább felszíni vizet felhasználni. A felszíni víz felhasználásának arányát egyes országokban 1961-ben a 3. sz. táblázat szemlélteti.

A városok, de főként az ipartelepek pedig éppen ezeket a felszíni vízfolyásokat szennyezik, teszik élvezhetetlenné, sőt használhatatlanná. 1951-es adatok szerint az USA-ban tízezer négy száz helyen vizsgálták meg az élővízbe vezetett szennyvizek tisztítását. Az eredmény: a szennyvizeknek alig 25⁰/₀-át tisztítják. Az észak-amerikai városokban pedig a csatornázott városok házi szennyvize 61⁰/₀-ban tisztítatlanul jut a folyókba. A szakemberek óvatos becslése szerint a megfelelő berendezések megépítéséhez kb. 12 md dollár szükséges. Ipari szennyvíz részben vagy egészben holt folyóvá változtatta a NSZK több nagy folyóját.

A NDK folyóinak vize jelentős részében csak üzemi célra, esetleg öntözésre,

3. sz. táblázat.

Felszíni víz felhasználási aránya néhány ország vízellátásában.

O r s z á g	Vízszolgáltatás		Ebből	
	naponta	évente	Felszíni	Felszínalatti
		millió m ³ -ben	víz, %-ban	
Ausztrália	3,5	1300	94	6
Ausztria		278,8	1	99
Belgium	0,64	230	20	80
Dánia	0,6	219,5		100
Finnország	0,3	110	70	30
NSZK	9,36	3416	20	80
Nagy-Britannia	10,88	4000	66,6	33,3
Japán	1,25	460	90	10
Hollandia	1,2		20	80
Norvégia			95	5
Svédország			60	40
USA			70	30

vagy még erre sem használható fel. A NDK évi 4 md m³ szennyvizének 8/9-ét az ipar szolgáltatja. És mit jelent ez? A Buna Művek Saale folyóba ömlő szennyvize egy 2,3 milliós város szennyvíztermelésével azonos mennyiségű szennyező anyagot jelent.

A répacukorgyárak egy kampányban 15 millió ember szennyvizének megfelelő szennyanyaggal terhelik a folyókat. A felszín alatti vizek 40%-a nem tekinthető valódi felszín alatti víznek, mert a felszíni vízzel szoros összeköttetésben van. Ez annyit jelent, hogy elsősorban a kémiai anyagok veszélyeztetik a talaj vízkészletét is. A sürgető vízigényt tömegük és kedvező vételezési lehetőségük miatt főként felszíni vízből kellene fedezni. Ezek a vízfolyások azonban többségükben nem alkalmasak ivó-, háztartási és bizonyos ipari célokra. Ugyanakkor sorra elszennyeződnek az addig biztosnak vélt felszín alatti vízbeszerzési források is: a vízhiány nemcsak a lokálisan magasabb igény, hanem minőségi okokból is jelentkezik. A felszíni vizek jelenleg átlagosan 12% szennyvizet tartalmaznak.

b) Minőségi jellemzők.

Az ivóvizet nemcsak mennyiségi, hanem minőségi mutatói szerint is meg kell ítélnünk. Gondolni kell itt elsősorban azokra a nyomelemekre vagy minimális mennyiségben jelenlevő vegyületekre, melyek az emberi szervezet élettevékenységét befolyásolhatják. A közismert fluor és jód mellett utalni kell a különböző karcinogén anyagokra. Gyakorlatilag teljesen kifogástalan az a víz, melynek 60 éven keresztül való fogyasztása után a szervezet összesen legfeljebb 1,0 mg karcinogén anyagot kap. Ez 17 mikrogramm/m³ víz-értéknek felel meg. A Bodeni tó ebből a szempontból kifogástalan. Karcinogén anyag tartalma 10,3 mikrogramm/m³, a belőle készített ivóvízé pedig 0,03 mikrogramm. Az egyik rajnai vízműnél viszont ez az érték eléri az 500 mikrogramm/m³-t, azaz túlhaladta a kedvezőnek ítélt színvonalat. Az ivóvíz urochrom nevű, sárgaszínű festékanyagát — ha nem is egyöntetűen elfogadott módon — összefüggésbe hoz-

zák a golyva gyakoriságával. Az urochrom porphyrin-leépítési termék, a fekális szennyvíz közvetítésével jut az ivóvízbe és golyvaokozó hatását valószínűleg a réz-anyagcserén keresztül fejt ki. Az ipari szennyvízzel az ivóvízbe jutó különböző fém-, elsősorban nehézfém-ionok élettani befolyása sem alábecsülhető. Itt nemcsak a közvetlen hatásról, hanem a felszívódás befolyásolásáról is szó van, melyben az arányok lényegesek, mint az éppen a jód és fluor egymáshoz, és a víz keménységéhez viszonyított mennyiségi viszonyaiból közismert. A bomló szervesanyagok egyik oxidációs végterméke a nitrát. 1945 óta ismeretes, hogy magasabb nitráttartalmú víz csecsemőknél methaemoglobinaemiát okozhat.

A nyomelemeknél nemcsak a mennyiségi csökkenést vagy felszívódási akadályoztatást kell számításba venni, hanem a fokozott mennyiségű bejutást is. Így pl. a fluor szerepet játszhat az epekőképzésben és a fogzománc foltosodásában. A fluortartalmú kryolit az alumínium feldolgozás nélkülözhetetlen mellékanyaga, ezért az ilyen üzemek szennyvize mindig bőségesen tartalmaz fluort. A vegyipar új termékeinek biológiai hatása még nem mérhető le abban a vonatkozásban sem, hogy az ivóvízzel vagy az élelmiszerek készítésénél használt vízzel a szervezetbe jutó anyagok milyen mértékű károsodást jelentenek.

A radioaktív anyagok, melyek akár fall-out, akár atomeróművek, akár izotópok alkalmazása útján kerülnek a vízbe és inkorporálódnak a szervezetben, hatásukban ismertek. Azonban ez nem jelenti azt, hogy az ilyen jellegű vízszennyeződés veszélye megszűnt vagy csökkent volna.

c) *Vízjárványok.*

Mindezek a kémiai jellegű, ivóvízzel kapcsolatos ártalmak jelentkezésükben és jelentőségük volumenében újkeletűek. Nem így a víz útján terjedt járványok. A múlt században létesített vízművek csaknem kivétel nélkül nyers felszíni vizet szolgáltatottak. A számos helyen kialakult vízjárvány az ilyen epidémiák prototípusát jelenti azóta is. A víz előkészítési technológiájának módosítása: a szürkés, majd csirátlanítás bevezetése az enterális megbetegedések számát kritikusan csökkentette. Az USA-ban 1900-ban 3200 helységben volt vízvezeték. 1950-ben 15 000-ben. E félévszázad alatt a tifusz-mortalitás 20 százalékról 0,5 alá esett, a vérhas-enteritis, diarrhoea miatti halálozás 1/10-ére csökkent. Az utóbbi években ennek ellenére számos súlyos vízjárvány zajlott le. E járványok létrehozó okai sokrétűek:

4. sz. táblázat.

Vízjárványok az USA-ban 1920—1960 között

É v	Járványok száma évi átlag	Megbetegedések száma, járványonkénti átlag
1920—29	23	406
1930—36	24	132
1938—40	45	583
1941—45	39	201
1946—50	23	121
1951—55	8	139
1956—60	7	121

- a vízvezetékekkel ellátott települések száma nőtt;
- a WHO 1960-as adatai szerint — bár ez a kiterjedtebb vízellátás is csak a Föld lakosságának 10⁰/₀-át érinti — a műszaki körülmények többnyire kifogásolhatók: az ellátás szakaszos, a nyomáscsökkenés kedvező alkalmat teremt a szennyező ágensek aspirációjára;
- a vezetett víz előkészítése, a berendezések és csőhálózat karbantartása során gyakoriak a súlyos mulasztások.

Az USA-ban 1920 óta lezajlott vízárványok évi átlagban a 4. sz. táblázaton látható képet mutatják.

Az 1946—60. között lezajlott járványok 41⁰/₀-át a vízkezelés nem kielégítő ellenőrzése, 34⁰/₀-át a kezeletlen talajvíz fertőződése, 13⁰/₀-át az elosztó-rendszerben történő fertőzés okozta. Legritkábban a tárolómedencében fertőződött a víz (0,7⁰/₀).

Az utóbbi évek vízárványainak tanulmányozásából is az derül ki, hogy legfontosabb tényező a közvetlen kiváltó okok közül a vízmű üzemeltetésének hibája. A technológiai feltételek az egyáltalán tisztítható víz ivásra alkalmassá tételére adva vannak. Azonban ezek gyakran eléggé munkaigényesek és drágák. Ezért gazdasági okokból kikapcsolják a tisztítás egyes fázisait vagy ugyanazért nem végeznek időben megfelelő karbantartást, vagy kapacitásán túl veszik igénybe a berendezést, esetleg költségkímélés céljából nem is úgy alakítják ki, hogy az elérhető műszaki színvonalnak megfeleljen.

d) Öntözés.

A vízgazdálkodáshoz tartozik ugyan, de egészen sajátos vonásokkal rendelkező problémakör a mezőgazdasági öntözés. A csapadék — egyenlőtlen évi és területi eloszlása miatt — a kultúrnövények vízszükségletét csak ritkán elégíti ki maradéktalanul. Az öntözés segítségével a talaj vízkészlete éppen akkor egészíthető ki, amikor a növények vízigénye a legmagasabb, ezáltal a mezőgazdaság termelésfeltételei javíthatók. Az öntözés közvetlen hatása a termés mennyiségi növekedésében mutatkozik. A növények vízszükséglete — a nagy párolgatási arány miatt — igen nagy. A búzának egy gramm szárazanyag termeléséhez 271—639, a rizsnek 395—811, a lucernának 568—1068 gramm vízre van szüksége. A víz azonban nem önmagában, hanem a talaj tápanyagaival, a napfényvel és a levegővel együtt fejti ki hatását. Mindezen tényezők egymással és a talaj művelési módjával kölcsönhatásban állanak. Helytelenül véghezvitt öntözés tönkreteszi a talajt, kioldja tápanyagait, megváltoztatja kemizmusát. Alkalmas talajon, a szokásos művelési mód mellett, az öntözés egyedül is alkalmas a termés hozamok emelésére. Így pl. a növény vegetációs idejében végzett háromszori, 60 mm csapadéknak megfelelő volumenű öntözés takarmánynövényeknél a hozamot 200—250⁰/₀-kal, főzelékféléknél 150⁰/₀-kal, burgonyánál 130⁰/₀-kal, gabonánál 125⁰/₀-kal emeli.

Az öntözés csökkenti a mezőgazdasági termelés rizikóját, fokozza a termelési biztonságot minőségi és mennyiségi vonatkozásban egyaránt. Az öntözés kialakításánál figyelembe veszik a talaj mechanikai és kémiai struktúráját, kialakítják a megfelelő talajjavítási, művelési és öntözési módszereket.

Világviszonylatban jelenleg még csak töredékrészt használják fel az öntözésre rendelkezésre álló víztömegnek. Az afrikai vagy ázsiai nagy folyók vizét alig veszik igénybe öntözésre. Pedig éppen ezek a területek azok, ahol a klimatikus és gazdasági (terméshozam-növelési) okokból a legnagyobb szükség van az öntözésre. Az öntözéshez óriási technikai felkészültség, sok munka kell. A már működő öntözőrendszerek fejlesztése viszonylag könnyebb.

A nyugat-európai országok közül az öntözéses gazdálkodás Franciaországban, Spanyolországban és Olaszországban a legelterjedtebb. Spanyolország közel 3 md. m³ vizet használ évente öntözésre. Az USA-ban az összes kitermelt vízmennyiség 51%-át fordítják öntözésre.

A mi éghajlati körülményeink között az öntözés minden olyan helyen kifizetődik, ahol az öntözővíz rendelkezésre áll és a célszerű mezőgazdasági felhasználás feltételei megtalálhatók. Az öntözés céljából szabályozott folyókon völgyzáró gátakat létesítenek, melyek mögött a nyári kisvíz idejére tartalékolják a vizet. Egyben az így felgyülemelő energiát vízerőművekkel aknázzák ki.

A Szovjetunióban ily módon alakítják át a Volgát. Összesen 8 vízlépcsőt építenek. A munka befejezte után a volgai erőművek évenként 50 milliárd kWh-nál is több áramot fognak termelni. Öntözőcsatornák fogják elvinni a Volga vizét a sztyeppékre, félsivatagos területekre és az eddig vízhiányban szenvedő földek bőven termő mezőgazdasági területté változnak.

Az USA-ban a közmondásosan szegény Tennessee-völgyben 1933 óta 20 duzzasztógátat építettek. Az itteni erőművek a második világháború végén évi 12 md. kWh áramot termeltek. Megnőtt a folyón szállított áruk mennyisége. Az öntözött földeken immár nem az egyoldalú dohány- és gyapottermesztés folyik, hanem sokoldalú mezőgazdaság alakult ki. Főképpen az állattenyésztés lendült fel, bőségesen van jó legelő. A kezdeti évek sikerei után azonban a talaj erői a helytelen módszerek miatt kezdenek kimerülni. Nem hajtották végre az eredeti tervnek a talaj védelmére vonatkozó pontjait. Az erdősítési programot kontár módon valósítják meg. A terület kezd sekélyvízű, bűzös mocsárrá változni.

Az öntözés kialakítása tehát igen gondos, nagy területeket, akár több országot is magában foglaló regionális tervezést kíván. A talaj védelme eközben alapvető kötelesség.

4. A jövő vízigényének kielégítése.

A vázolt helyzet alapján kíséreljük meg a válaszadást a jövő sürgető kérdésére: hogyan fedezhető az emberiség vízszükséglete?

A felszínalatti vízkészletek helyenként már kimerülőben vannak: Kaliforniában a kiszivattyúzott talajvíz helyére sósvíz áramlik. Nem korlátlanok a felszíni édesvíz-készletek sem: az NDK 1985-ös vízmérlege 15 md.m³ fogyasztást irányoz elő. Ez — száraz évben — 9 md.m³ deficitet jelent. A felszíni víz szennyezettsége állandóan növekszik.

Az első két legfontosabb teendő tehát: a takarékoság és a természetes víz védelme. A takarékoság érdekében egyrészt igyekeznek csökkenteni az ipari vízfelhasználást, pl. vízhűtés helyett más rendszer alkalmazásával. Ezenkívül: főként ipari célra a szennyvizet tisztítják és 6—7-szer újra felhasználják. Így a fajlagos vízfelhasználás csökken.

A természetes víz védelme nemcsak egészségügyi és gazdasági, hanem társadalmi probléma is. Csak nemzetközi együttműködéssel, kölcsönös megértéssel és megbecsüléssel lehet e téren eredményeket elérni. A legtöbb állam létrehozta a maga vízvédelmi szervezetét. Nálunk az 1964. IV. törvény, az ún. vízügyi törvény tartalmazza a vizek védelmének alapvető rendelkezéseit.

A vízkészletek védelmét jelenti a természeti egységeket magában foglaló és minden tényezőt számításba vevő vízgazdálkodási terv kidolgozása és megvalósítása. Ez részletes kutatómunkát kíván, mert joggal állíthatjuk azt, hogy

jobban ismerjük egy atom belsejét, mint egy vidék vízháztartását, melynek ezernyi összetevője van.

Új vízbeszerzési lehetőséget jelent a tengervíz sótalánítása. E célra számos eljárást dolgoztak ki. Ezeknek közös vonása, hogy eléggé energiaigényesek. A kialakult tervekben, sőt a már működő néhány ilyen üzemben az energiát atomerőművek szolgáltatják, a termelt anyag elektromos energia és édesvíz lesz. Az ilyen kevert célú telepek önköltsége alacsonyabb. Ilyen megfontolások alapján terveznek Tunézia déli részére egy 50 MW-os urániumreaktort. Izrael évente 100 millió m³ édesvizet akar előállítani egy 200 MW-os reaktoral.

Az USA-ban már jelenleg is működő San Diego-i, reaktoral kombinált édesvíz-gyár napi 3,8 millió liter vizet szállít. Ez azonban a szükséglet kielégítése szempontjából elenyésző mennyiség. A tervek sokkal nagyobb keretet ölelnek fel.

A tervezett fejlesztés során az egy liter víz előállításához szükséges energia kb. 30–40%-kal csökkenni fog akkor is, ha új eljárást nem fedeznek fel. Az édesvíz előállítási módszerei közül legrégebbi a forralásos desztillálás, melyet hajókon már egy évszázada alkalmaznak. A kifagyasztásos módszer, melynek alapja az oldatok fagyáspontcsökkenése, energetikai szempontból kedvezőbbnek látszik (540, illetve 80 cal.). A fordított ozmózis-eljárásnál szemipermeabilis hárttyát használnak, melyen a vizet préselik át nyomás alatt. Az elektrodialízisnél a működési elv fordított: elektrolízis és szemipermeabilis membrán segítségével, melyek alternatívan engedik át az anionokat, illetve kationokat, a kristalloidokat távolítjuk el a vízből. Bár ez utóbbi a legfejldőképesebb eljárás, mégis a desztillációs módszert alkalmazzák pl. a San Diego-i erőműben is. Szellemes az ún. hidráteljárás. Ennél a vizet először kristályvíz formájában kötik meg, majd ezt leválasztják és tiszta víz formájában kapják meg. Szobajöhetnek ioncserélő gyanták, melyek azonban korlátozott kapacitásúak, és ionszelektív membránok is.

Bármilyen eljárással nyerünk is a tengervízből édesvizet, az ionokban szegény, sőt gyakran desztillált víz minőségű lesz. Ez így ivóvízként nem alkalmas, ipari, használati vízként vagy öntözésre természetesen igen. Az ivóvizet először „ionokkal dúsítani” kell. Ennek legegyszerűbb módja az, hogy a vizet elszívárogtatják a talajba, melyből ily módon oldott anyagok jutnak a vízbe, majd felszínalatti vízként újra kitermelik és felhasználják. Ezt a talajvízdúsítási eljárást, a kiszívott talajvíz pótlására, felszíni édesvizekből, kiterjedten alkalmazzák.

Vannak műszakilag megalapozottnak látszó elképzelések óriási földalatti víztárolók kirobantásáról, atomenergiával. Egy 10 megatonnás robbantással 60 millió m³-es tároló létesíthető, melyben 5 millió ember kéthónapi vízszükséglete tárolható. A franciaországi Gardanne környékének ipari üzeimei egy 3000 m mélyen fekvő, atomerővel robbantott üregbe öntik veszélyes szennyvizüket. Mivel ebben a mélységben 100 C° meleg van, a víz desztillálódik és ezt a desztillátumot már fel is használják. Ily módon tehát a geotermikus energia is felhasználható a vízellátásban.

Ha manapság még nincsenek is tömegesen édesvizet termelő atomerőművek, mégis ez az a terület, melyen kedvező nemzetközi együttműködés van kibontakozóban, és lehetőség kínálkozik a békés felhasználásra.

Utópiának hangzik, azonban elvileg lehetséges a kőzetekben rejtőző igen tetemes mennyiségű víz kitermelése is. Egy kg gránit 7 g, ugyanannyi cheroxolit (bazaltszerű kőzet) 17 g vizet ad le hevítésnél.

A víz az emberre ható külső tényezők egyike, mely egyben különleges tulajdonságú építőelem minden élőlényben. Mint külső tényező, soha nem

magában hat, hanem számos más ágenssel együtt. A vízzel kémiai anyagok, mikroorganizmusok jutnak be az ember szervezetébe, melyek lehetnek szükségesek, közömbösek, vagy éppen károsak. A természetben a víz sem marad változatlanul: mechanikus körforgása egész sor más változással kapcsolódik össze. Az ember által megváltoztatott természetes környezetben módosulnak a víz tulajdonságai is. Egyes oldott anyagokban elszegényedik, másokban fel-dúsul. Egy ember 60 éves korára legalább 60 m³ mennyiségű vizet iszik meg, így nem elhanyagolhatók a minimális mennyiségű alkatrészek sem. Ezért a vízre vonatkozó kutatásoknak mindig ki kell egészülniük más környezetegész-ségügyi, továbbá élettani megfigyelésekkel.

A víz ősi közlekedési út és sokrétű élővilágával táplálékot ad. Pusztító áradásokat okoz és engedelmesen ballag az öntözőcsatornák medrében. Településeket pusztít el, városok és üzemek szélait látja el elektromos energiával. Kísérőnk, barátunk, ellenségünk, részünk, bőkezű mecénásunk és szűkmarkú gazdánk. Sokarcú, változatos, mindig más, mint maga az élet, melynek anyaméhe volt.

IRODALOM

1. *Alsentzer*: JAWWA. 1963. 55. 742. — 2. *Baade*, F.: Versenyfutás a 2000-ik évig. Budapest. 1961. — 3. *Boettcher*, F.: GWF. 1957. 98. 492. — 4. *Clodius*, S.: Kommunal-wirtschaft 1957. 6. 203. — 5. *Eliassen*, R.: *Cimmungs*, R. H.: JAWWA. 1948. 40. 509. — 6. *Giessler*, A.: Das unterirdische Wasser. Berlin. 1957. — 7. *Gillam*, W. S.: GWF. 1961. 102. 930. — 8. *Gilsenbach*, R.: A szomszjas föld. Budapest. 1964. — 9. *Hettche*, H. O.: GWF. 1955. 96. 660. — 10. *Holló I.*; *Kádár L.*: Vízgazdálkodás. 1965. 4. 101. — 11. *Horn*, K.: Allgemeine und kommunale Hygiene. Berlin. 1964. — 12. *Jakab A.*: Mérnöki Továbbképző Intézet Előadássorozata 1952. Bp. 46. — 13. *Kruse*, H.: GWP. 1965. 106. 318. — 14. *Kruse*, H.: GWF. 1965. 106. 223. — 15. *Kumpf*, W.: GWF. 1961. 102. 1137. — 16. *Lips*, J. E.: Vom Ursprung der Dinge. Leipzig. 1961. — 17. *Prüsener*, L.: Städtehyg. 1965. 16. 101. — 18. *Rougen*, C.: Science et Vie. 1965. XI. 124. — 19. *Sattelmacher*, P. G.: GWF. 1963. 104. 1321. — 20. *Scheuermann*, K.: GWF. 1962. 103. 231. — 21. *Spira*, L.: South Afr. Med. J. 1957. 31. 621. — 22. *Sturm*, G.; *Bibo*, F. J.: GWF. 1965. 106. 172. — 23. *Ungvári Gy.*: MTA. Műsz. Tud. O. Közl. 1954. XIII/4. 457. — 24. *Vajda J.*: Hidr. Közl. 1961. 41. 177. — 25. *Wilson*, *Smillie*, G.: Preventive Medicine and Public Health. New York. 1954. — 26. *Weibel*, S. R.; *Dixon*, F. R.; *Weidner*, R. B. *Mocabe*, L. J.: JAWWA. 1964. 56. 947. — 27. Zur Wasserversorgung Spaniens. GWF. 1959. 100. 1315. A táblázatok forrásai az 5, 6, 11, 26, sorszámú cikkek.

Д-р Биро Д., майор мед. службы:

ВОДА КАК МИРОВАЯ ПРОБЛЕМА

Dr. Gy. Biró, Major d. Med. D., Kandidat d. Med. Wissensch.:

DAS WASSER ALS WELTPROBLEM