

HAGYOMÁNYOS VÍZMENEDZSMENT INDIÁBAN¹

WILHELM ZOLTÁN – DÉRI IVÁN – KISGYÖRGY PÉTER –
ORBÁN ZSUZSA – SZILÁGYI SÁNDOR

Bevezetés

A víz Földünk legjellegzetesebb alkotórésze és talán ez a legfontosabb erőforrás, melyet bolygónk az emberiségnek nyújt. Ennek ellenére plánétánkon szinte mindenütt mostohán kezelik az élet e létfontosságú építőelemét. Hosszan elemezhetnénk azokat a folyamatokat, melyek révén a víz egyre kisebb mennyiségben és egyre rosszabb minőségben áll rendelkezésünkre. Ezért ma mind több régióban válik stratégiai fontosságú tényezővé. Magyarországon, becslések alapján, a globális felmelegedéssel összefüggésben – a hazai éghajlatkutatók meggyőződése szerint – nyáron a csapadékmennyiség csökkenése prognosztizálható. Ezzel teljesen egybecsengenek a VAHAVA-projekt eddigi megállapításai: „Magyarországon – hosszú távon – fokozatos felmelegedés, a nyári csapadék mennyiségének csökkenése és egyes szélsőséges időjárási események gyakoriságának, valamint intenzitásának növekedése várható.”² Talán nem túlzás azt állítanunk, hogy ezen forgatókönyv bekövetkezését megelőzően tanulnunk kell olyan területek évezredes vízkezelési tapasztalataiból, melyeken a fentiekben leírt, Kárpát-medencére vonatkozó szélsőségek nem szokatlanok.

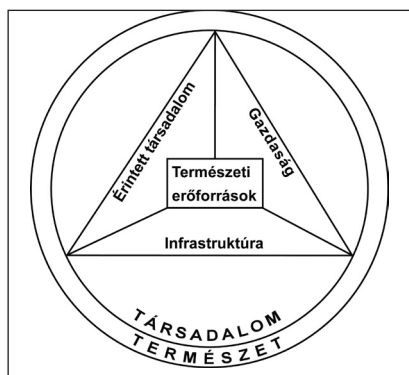
Ilyen India, melynek egyes területein a hazánkra is jellemző évi csapadékmennyiségek mérhetőek, az átlaghőmérséklet azonban jóval magasabb. Az ott alkalmazott ősi vízkezelési módok – természetesen megfelelő módosításokkal – használhatóak lennének hazánkban is. Ezen gondolatmenet alapján indiai tanulmányútjaink legfőbb céljai voltak: a helyi szakirodalmi feldolgozás, a terepbejárások, interjúk elkészítése során párhuzamokat találni a (lehetséges) hazai és az ottani viszonyok között, majd az eredményeket térinformatikai eljárások segítségével összegezni. Ezáltal hazánkban is használható modellt alkotni a fent említett negatív hatások bekövetkeztének esetére.

Eredmények

Ma az emberiség fejlődéstörténetének – a preindusztriális és indusztriális fázist követően –, egy újabb szakaszát éljük, a posztindusztriálisnak nevezett stádiumba jutottunk. Ez azt jelenti, hogy a természet-társadalom kölcsönhatás erősödik, kiegyensúlyozódik. A társadalmi-gazdasági tér (földrajzi környezet) totálissá vált (TÓTH J. 2001). Ebben a térben különleges szerepet töltenek be a számukban is egyre szélesebb körűvé váló természeti erőforrások. Gondoljunk csak bele: a kőolajbányászat története 1859-ben kezdődött, nem egészen 150 éve, ma pedig már létezni sem tudunk nélküle.

A természeti erőforrások tehát a társadalmi-gazdasági térbe ágyazottnak vannak jelen. A természeti szféra részét képezik ugyan, de társadalmi igény nélkül értelmezhetetlenek. Főleg a gazdasági tevékenységek számára fontosak, de – az ember biológiai lény voltából fakadóan – a mindennapi életünkhöz is elengedhetetlenek. Hasznosításuk általában infrastruktúrát igényel. Kiaknázásukhoz a helyi társadalom részvétele szükséges, de felhasználásuk történhet a lokális közösség nélkül is (1. ábra). Jelen tanulmányunkban egy általánosan hasznosított természeti erőforrásra – a vízre – épülő társadalmi örökségről kívánunk szót ejteni. A természeti örökség esetünkben egyrészt a felszín alatti, illetve felszíni vízkészlet, másrészt a kiaknázást elősegítő tradicionális infrastruktúra, amelyek helyi változatai jóval többet jelentenek egyszerű vízkivételi objektumoknál: a kulturális örökség részét is képezik.

1. ábra A természeti erőforrások helye a társadalmi-gazdasági (földrajzi) térben



(szerk. WILHELM Z.)

A vizsgált területen, 365 napon belül egyszerre jellemző a kínzó vízhiány és a pusztító vízbőség. Mindezért az itt élőknek a rendelkezésre álló vizet évezredek óta gyűjteni és tárolni volt ajánlatos, majd a felhasználás helyére kellett juttatni, de gyakran a jelentős víztöbblet elvezetése volt szükségszerű (SZEVEDI N. – WILHELM Z. 2008).

Dél-Ázsia vízháztartása a monszuntól függ. A nyári monszun során az éves csapadékmennyiség 70-90%-a lehullik Elő-Ázsia nagy részén, kivéve Srí Lankát és a Maldív-szigeteket. A monszuntól függetlenül a terület északi része jelentős mennyiségű csapadékot élvez a Ny-ról érkező ciklonok hatására is. Viszonylagos állandósága ellenére, a monszun térben és időben nagyfokú variabilitást mutat. Kimutatható összefüggésben áll, pl. az El Niño anomáliákkal. 1871 és 2001 között a 22 aszályos évből 11 El Niño anomália idején sújtotta Dél-Ázsiát. 1901 és 1990 között, mind a hét kiugróan erős anomália idején Elő-Indiában a csapadékmennyiség elmaradt az átlagostól (KUMAR, K. R. et al. 2003).

Dél-Ázsia területén jó néhány jelenős folyórendszer található: a Gangesz, a Brahmaputráé, a Meghnáé, az Indusé, a Godavarié, a Mahanadié és a Narmadáé. Ezek emberek millióit tartják el. Az itt található folyókat négy fő csoportba oszthatjuk: a Himalája folyói, a Dekkán folyói, a partvidékek folyói és a belső lefolyásúak (1. táblázat).

1. táblázat Dél-Ázsia jelentősebb folyóinak néhány jellemzője

Folyó	Forrásának helye	Hossza (km)	Forráságának eredete		Vízgyűjtőterület 10 ⁶ km ²
			Hó-jég	Eső	
Indus	Manasarovar (Tibet)	2.880	●	●	0,47
Gangesz	Gangotri (Uttar Khashi)	2.525	●	●	1,086
Brahmaputra	Kailash-hg. (Tibet)	2.900	●	●	0,58
Meghna/Barak	Manipur-hg.	900		●	0,078
Sabarmati	Aravalli-hg.	371		●	0,021
Mahi	Dhar (Madhya Pradesh=MP)	583		●	0,034
Narmada	Amarkantak (MP)	1.312		●	0,098
Tapi	Betul (Madhya Pradesh)	724		●	0,065

Mahanadi	Nazri Town (MP)	851		●	0,14
Godavari	Nasik (Maharashtra=M.)	1.465		●	0,31
Krishna	Mahabaleshwar (M.)	1.401		●	0,29
Pennar	Kolar (Karnataka)	597		●	0,055
Cauvery	Coorg (Karnataka)	800		●	0,81

A Himalájában eredő folyók az olvadó hóból és a gleccserekből táplálkoznak (és természetesen esővízből is), ezért egész évben szállítanak vizet. Ezek vízgyűjtő területe 2,32 millió km², vagyis a teljes terület 55%-a, míg a fennmaradó 45%, 1,9 millió km² esővíz táplálta folyókhoz tartozik. A Dekkán-plató folyói rendkívül ingadozó vízjárásúak, sokuk időszakos vízfolyás. A partvidékek folyói rövidek, kis vízgyűjtő területtel, ezek közül is számos kiszárad a csapadéktalan időszakban. Nyugat-Rajasthan lefolyástalan vidékének folyói időszakosak, sekély tavakba ömlenek, mint amilyen a Sambhar, vagy erózióbázis nélküliek.

Az egy főre jutó édesvízkészlet tekintetében a terület államai között jelentős különbségeket regisztrálhatunk. Mindemellett megjegyzendő, hogy a fogyasztásban is komoly eltérések vannak, de mindegyik ország rendelkezik még mobilizálható készlettel (2. táblázat). A felszíni vizek döntően a monszun időszakában elérhetőek (június-szeptember), azonban jórészt felhasználatlanul folynak a tengerekbe. A folyók vízhozamában óriási évszakos eltéréseket tapasztalhatunk. A Brahmaputra 1:4, a Gangesz 1:6, a Godavari 1:10, a Narmada 1:12 arányban szállít vizet száraz, illetve csapadékos időszakban (WILHELM Z. 2001).

2. táblázat Az egy főre jutó édesvízkészlet és fogyasztás Dél-Ázsiában 2002-ben (m³/fő/év)

Ország	Elérhető készlet	Fogyasztás
India	2.158	612
Pakisztán	3.250	1.269
Banglades	19.210	217
Nepál	7.623	154
Bhután	120.405	13
Sri Lanka	2.642	573

(Forrás: MONIRUL QADER MIRZA, M. – AHMAD, Q. K. 2005: *Climate Change and Water Resources in South Asia*. A.A. Balkema Publishers, Leiden, p. 5.)

A természeti tényezők szeszélyeitől való illetén függés, rövid időn belül a vizet a társadalmi-gazdasági élet középpontjába helyezte. Sehol máshol a Világon nem találunk annyi hiedelmet, vallási rítust, amely a vízzel lenne kapcsolatos, mint Indiában. Már a terület ősi civilizációinak is fontos volt ezt kultuszaiban jelezni. A korai Indus Civilizáció (Harappa Kultúra) településeinek életében központi szerep jutott a szakrális szerepkörökkel felruházott vízgyűjtőknek, medencéknek, mint Mohenjodaro esetében a Nagy Fürdőnek. India D-i, dravida nyelvű államaiban, melyekben a korai városzerkezeti elemek továbbéltek, a mai napig a települések centrális elhelyezkedésű létesítményei a templomok, „templomvárosok”, udvarukon a medencékkel (WILHELM Z. 2008b).

3. táblázat Az indiai GDP növekedése (%)

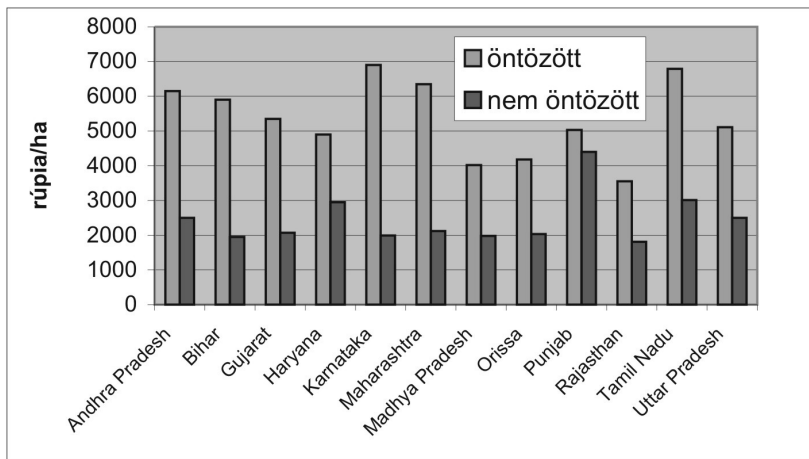
Év	Növekedés	Év	Növekedés	Év	Növekedés	Év	Növekedés
1993-94-es árakon						1999-2000-es árakon	
1951-52	2,3	1969-70	6,5	1987-88	3,8	2000-01	4,4
1952-53	2,8	1970-71	5,0	1988-89	10,5	2001-02	5,8
1953-54	6,1	1971-72	1,0	1989-90	6,7	2002-03	3,8
1954-55	4,2	1972-73	-0,3	1990-91	5,6	2003-04	8,5
1955-56	2,6	1973-74	4,6	1991-92	1,3	2004-05	7,5
1956-57	5,7	1974-75	1,2	1992-93	5,1	2005-06	9,0
1957-58	-1,2	1975-76	9,0	1993-94	5,9	2006-07	9,2
1958-59	7,6	1976-77	1,2	1994-95	7,3		
1959-60	2,2	1977-78	7,5	1995-96	7,3		
1960-61	7,1	1978-79	5,5	1996-97	7,8		
1961-62	3,1	1979-80	-5,2	1997-98	4,8		
1962-63	2,1	1980-81	7,2	1998-99	6,5		
1963-64	5,1	1981-82	6,0	1999-2000	6,1		
1964-65	7,6	1982-83	3,1	2000-01	4,4		
1965-66	-3,7	1983-84	7,7	2001-02	5,8		
1966-67	1,0	1984-85	4,3	2002-03	4,0		
1967-68	8,1	1985-86	4,5	2003-04	8,5		
1968-69	2,6	1986-87	4,3	2004-05	6,9		

(Forrás: PANAGARIYA, A. 2008: *India – The Emerging Giant*. Oxford Univ. Pr., New York, p. 5.)

Természetesen a vizek gyűjtésének, felhasználásának vallási kényszere is a profán gazdasági szükségleteken nyugszik. Az indiai gazdasági sikerek (3. táblázat), a „zöld forradalom” velejárójaként, de a népességnövekedés és a középosztály izmosodásának, nyugati életformát idealizáló életstílusának következményeként is, a vízfelhasználás az utóbbi évtizedekben

jelentős mértékben megnőtt. Csak a háztartások vízfelhasználása 1990 és 2000 között a hatszorosára emelkedett, de az ipari vízszükséglet is duplázódott (MADARI, D. M. 2007, WILHELM Z. 2008a).

2. ábra Az öntözéses és az öntözés nélküli mezőgazdálkodás jövedelmkülönbségei India néhány államában



(BRISCOE, J. – MALIK, R. P. S. 2006 alapján)

A fokozódó vízigények az agráriumot sem hagyták érintetlenül. A mezőgazdaság munkahelyteremtő és jövedelemtermelő képessége egyértelműen függ a víz hozzáférhetőségétől, felhasználásától (2. és 3. ábra). Ugyanakkor a sajátos szubvenciórendszer (4. ábra) – mellyel a felszínalatti vizek gyors felhozatalához szükséges áramot dotálják – miatt a farmerek nincsenek tisztában az erőforrások valódi értékével. Ebből következően a mezőgazdasági célú áramfelhasználás jelentősen emelkedett (5. ábra) szinergikusan növelve a káros környezeti hatásokat.

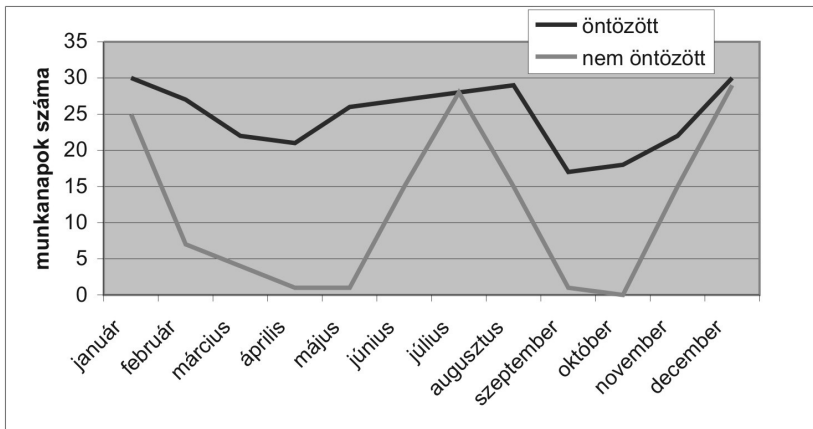
Ezek a tényezők az egész országban – helyenként drasztikusan – csökkentették a talajvíztükör szintjét (6. és 8. ábra), mivel az öntözővizet, a tradíciók dacára, ma már jórészt kutakból biztosítják. Ez alól csak a csekély tőkeerővel rendelkező és a teljes vízfogyasztáshoz képest marginális felhasználással jellemezhető törpebirtokok jelentenek kivételt, melyeken a mai napig inkább a hagyományos tankrendszer él tovább (7. ábra).

A fokozódó vízfelhasználás és így a növekvő környezetterhelés miatt, Indiában is egyre inkább belátják, hogy a konvencionális gyűjtési és fel-

használási technikák újjáélesztésére szükség van. Ennélfogva a téma helyi kutatói és publikációik száma növekvőben van. Eltérő okból tehát, mint hazánkban, de hasonló céllal, komoly figyelmet szentelnek a szubkontinensen a problémakörnek.

Részben a szakirodalomra támaszkodva, részben a terepbejárásokra, több mint ötven hagyományos vízgyűjtési, vízkezelési módszert sikerült összegyűjtenünk Indiában. Hely hiánya miatt, részletesebben csak néhányat mutatunk be, azokat, amelyek különösen érdekesek, vagy amelyeknek hazánkban is létjogosultságát látjuk. Ugyanakkor ezeket a metódusokat regionális bontásban a 4. táblázatban foglaltuk össze. Meg kell jegyezzük, hogy a szárazabb területek, természetes módon, jóval több vízgyűjtési és -tárolási módszert indukáltak, mint a nagyobb csapadékú területek. Ugyanakkor látnunk kell: a látszólag óriási számban előforduló tradicionális technikák egy része ugyanaz, csak a nevük változik regionálisan.

3. ábra A napszámosok alkalmazásának átlagos ideje havonta, öntözést alkalmazó, illetve azt nélkülöző falvakban



(CHAMBERS, R. 1988 alapján)

4. táblázat Hagyományos indiai vízkezelési módszerek területenként

Természetföldrajzi egység	Közigazgatási terület	Hagyományos vízgyűjtési/kezelési módszer
Transz-Himalája	Ladakh (Jammu & Kashmir), Lahaul és Spiti (Himachal Pradesh)	zing, kul
Nyugati-Himalája	Jammu & Kashmir, Himachal Pradesh, Uttar Pradesh (UP)	kundal, kuhl, guhl, naula, khatri
Keleti-Himalája	Sikkim, Arunachal Pradesh	jhora, khloa, khup, bund, apatani
Északkeleti-hegyvidék	Nagaland, Manipur, Mizoram, Tripura, Meghalaya	bund, zabo, bambusz csepp-öntözés, tuikhur
Brahmaputra-völgy	Assam-völgy	jampo, dong
Hindusztáni-alföld	Punjab, Haryana, Delhi, Uttar Pradesh, Bihar, Nyugat-Bengál	jhalari, chui, bund, nadi, kund, baoli, dighi, pokhar, johad, ahar pyne, kana nadi, pukur
Thar-sivatag	Rajasthan, Gujarat	tanka, nadi, taalab, johad, bandha, sagar, samand, sarovar, kohar, kui, baoli, par, beri, tank, bavdi, baori, jhalara, toba, kundi, khadin, virda
Központi-magasföldek	Rajasthan, Uttar Pradesh, Madhya Pradesh	bund, bavdi, talab, kund, baori, tank, haveli, bhandara, jali karanj, pat
Keleti-magasföldek	Bihar, Orissa	ahar pyne, kata, munda, bandha
Dekkán-plató	Maharashtra, Karnataka, Andhra Pradesh	bhandara, phad, talparige, kere, katte, arakere, volakere, devikere, kunte, kula, anicut, kunta, bund
Nyugati-Ghatok	Maharashtra, Karnataka, Kerala	surungam, qanta
Nyugati-partvidék	Gujarat, Maharashtra, Karnataka, Kerala	virda, kund, pat, keri, kette, anicut
Keleti-Ghatok	Orissa, Andhra Pradesh, Tamil Nadu	bandha, ayacut, bund

Keleti-partvidék	Orissa, Andhra Pradesh, Tamil Nadu	kunta, go kunta, dona, revu, oddu, anicut, kasam, eri, ryot, kulam
Szigetek	Andamán- és Nicobar-szk. Lakshadweep-szk.	bund, split bamboo water harvesting system, lépcsős-kutak, ásott kutak

(ATHAVALE, R. N. 2003, BRISCOE, J. – MALIK, R. P. S. 2007, CHAUHAN, G. S. – DUBEY, R. N. 2004, CHOPRA, K. ET AL. 2003, IYER, R. R. 2007, JEET, I. 2001, MANDAL, R. B. 2006, WILHELM Z. 2008a, WILHELM Z. – BENOVIĆ G. – DÉRI I. – KISGYÖRGY P. 2008, WILHELM Z. – BENOVIĆ G. – ORBÁN Zs. 2008 alapján)

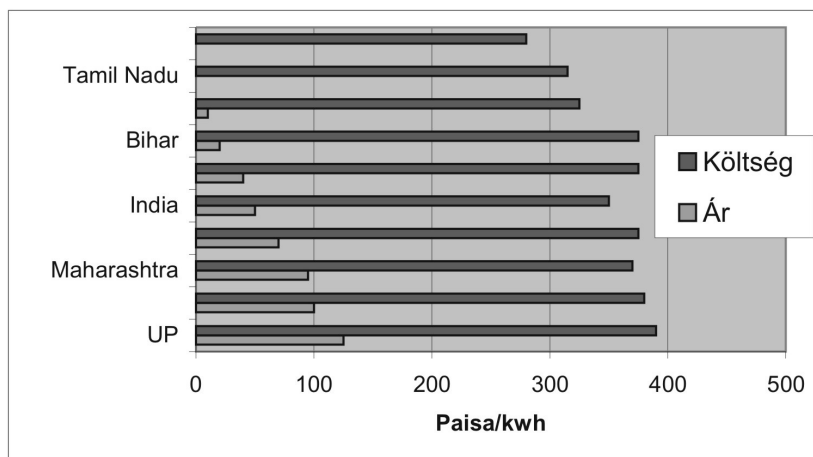
Zing: Ladakhban található vízgyűjtési módszer, olyan kis vízmedencék, melyek gleccserek olvadékvizeit gyűjtik össze. Alapvető kelléke az a kiscsatornákból álló rendszer, amely a vizet a tartályhoz vezeti. A napközben olvadó jég cseppjeiből származó víz tölti fel a csatornákat, mely a medence felé mozog. A vizet estig gyűjtik így, ezután kerül felhasználásra. A churpun, a hivatalos ellenőr felel az egyenlő mértékű vízelosztásért. Ladakh magashegységi hideg sivatagában a vízszerezés egyetlen módja a gleccserek olvadékvizéből származik, de ez is csak késő nyáron lehetséges. Kitalálták a módját, hogyan lehet a gleccsereket közelebb hozni a falvakhoz és így a vízforrásokat könnyebben elérni, amely még a tavaszi öntözést is lehetővé teszi. A gleccserek vizét fémcsöveken a falvakhoz közel vezetik a hegy árnyékos oldalán, mely az ottani gyűjtőben újrafagy, mesterséges gleccsert képezve a felhasználás helyéhez közel.

Khatri: Sziklába vájt, kb. 3x3 m alaprajzú, 1,5 m mély üreg, melyet az erre specializálódott kőművesek 10.000-20.000 rúpiáért készítenek el³. Ezek a tradicionális vízgyűjtők Himachal Pradesh állam Hamirpur, Kangra és Mandi körzeteiben elterjedtek. Két típusuk ismert: az állatok számára, illetve a mosásra használt víz gyűjtésére szolgál az egyik, melybe az épületek tetejéről csővezetékekkel szállítják az esővizet. A másokban az emberi fogyasztásra szánt, kőzetten (jobbára homokon) átszűrt vizet gyűjtik. Ezek a rezervoárok egyéni és közösségi tulajdonban is lehetnek. Előfordulnak állami birtokban lévő khatrik is, melyeket a panchayat⁴ kezel.

Kubl: Hagyományos öntözőrendszer Himachal Pradeshben, melynek csatornáival a természetes felszíni vízfolyások (khud-ok) vizét vezetik el. Egy tipikus, közösségi használatban álló kuhl 6-30 gazdát szolgál ki, nagyjából 20 ha terület öntözését biztosítva. A rendszer egy ideiglenes főfalból – ennek anyagát jórészt a vízfolyás nagyobb görgetegei adják – áll,

melyet a folyószűkületekben (khud) emelnek a víz elterelésére és raktározása, illetve ennek a mezőgazdasági területekre vezetése céljából. A mai fogalmak szerint a kuhlok egyszerű építmények voltak, nagy élőmunkaráfordítással. A kuhlok a víz kivételét szolgáló moghakkal (agyag kivezetők) vannak ellátva, ahonnan az öntözővíz a teraszozott földekre kerül. A víz a gravitációnak megfelelően mozog parcelláról, parcellára, a felesleg pedig visszavezetik a vízfolyásba. A khulokat a faluközösségek építik és tartják fenn. Az öntözési periódus elején a kohli (vízfelügyelő) szervezi a munkákat, vagyis a karbantartást, a főfal építését, általában a rendszer működésképpé tételét. A kohli egyfajta mérnöki szerepkört teljesít. Az, aki nem vesz részt a munkákban – kivéve az alapos indokkal távollévőket – az adott évre kizárja magát az öntözés haszonélvezői közül. A víz megtagadása egykor vallási szempontból is büntetés volt, a közösségi szolidaritás elvesztését is jelentette az egyén számára. E súlyos megtorlás elkerülésére fel lehetett ajánlani más, közösségi célú erőfeszítést. A kohli felügyelte a víz kezelését és elosztását is.

4. ábra Az áram ára és előállításának költsége India néhány államában⁵



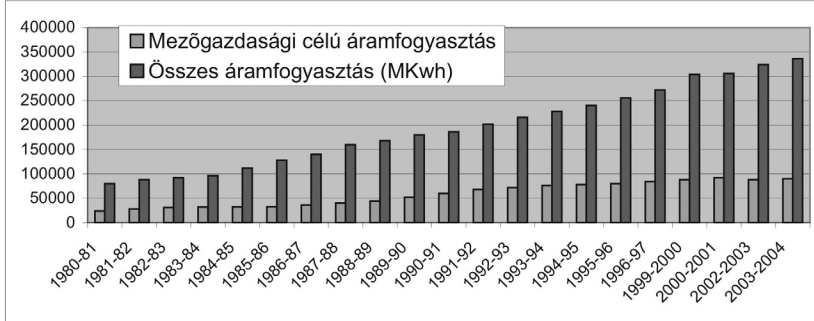
(BRISCOE, J. – MALIK, R. P. S. 2006 alapján)

Apatani: A nagyjából 1600 m tszf. magasságú területek és az enyhe lejtésű völgyek árasztásos rizsművelését és halgazdálkodását ötvöző rendszere ott, ahol a csapadék éves mennyisége 1700 mm körül van és forrásokban, kis vízfolyásokban gazdag a vidék. Ez a vízgazdálkodási

szisztéma ötvözi a felszíni- és a felszín alatti vizek használatát Arunachal Pradesh állam Subansiri körzetének apatani (Ziro környéki) törzsei által. Az apatanik földjei teraszosítottak, ahol a parcellákat 0,6 m-es, bambusz-sövényre tapasztott agyagfalakkal választják el. Minden telek rendelkezik be-, illetve kivezető nyílással. Az alacsonyabban fekvő telek bevezető nyílása a felette lévő kivezetője. A telek szükség szerint feltölthető, vagy leereszthető a nyílások nyitásával vagy zárásával. A természetes folyóvizet 2-4 m-es falakkal határolt, 1 m széles csatornákkal vezetik el, az erdős hegyoldalokról, a megművelt területekre.

Zabo: A szó jelentése „befogott víz”. Nágaföldön használatos, ruza-rendszerként is számon tartják. Olyan vízkezelési módszer, amely vegyíti az erdőgazdálkodás, a földművelés és az állattenyésztés érdekeit. A falvakban, a zabok a magasabb hegyhátakon helyezkednek el. A lehulló csapadék útja egy, a hegytetőn elhelyezkedő védett erdőben kezdődik, ahonnan különböző teraszokon keresztül mozog lefelé. Ezt a vizet kis tavakban gyűjtik össze a középső teraszokon, ahonnan legelőkre vezetik, majd innen a rizsföldekre jut.

5. ábra A mezőgazdasági célú áramfogyasztás emelkedése Indiában 1980 és 1994 között



(BRISCOE, J. – MALIK, R. P. S. 2006 alapján)

Az egykor a Duna mentén, még az árvízvédelmi gátak megépítése előtti időben alkalmazott fokgazdálkodás itteni megfelelői az ahár pynék. Ez a Hindusztáni-alföldön használatos hagyományos módszer, az árvizek vízfeleslegének gyűjtésére. Itt a talaj homokos, nem őrzi meg a nedvességet. A felszín alatti víztükör mélyen helyezkedik el. Az itteni folyók csak monszun idején szállítanak nagyobb mennyiségű vizet, amely gyorsan lefolyik, vagy elszivárog a homokba. Kell a rendszerhez az ahár,

egy három oldalról elgátolt vízgyűjtő medence, a negyedik oldalt a terület természetes lejtője adja. És a pynék, a mesterséges csatornák, melyek a folyóvíz mezőgazdasági hasznosítását teszik lehetővé. Ez a rendszer a brit uralom idején, a XIX. században kezdett veszíteni jelentőségéből, de a függetlenség után sem javult már a helyzet. 1949-ben Gaya körzetében – itt világosodott meg Buddha – az ismétlődő árvizeket vizsgáló bizottság szerint az áldatlan állapot a hagyományos ahár pyne rendszer felbomlásával magyarázható. Az utóbbi időben egyébként néhány bihari faluban kezdeményezték a rendszer revitalizációját.

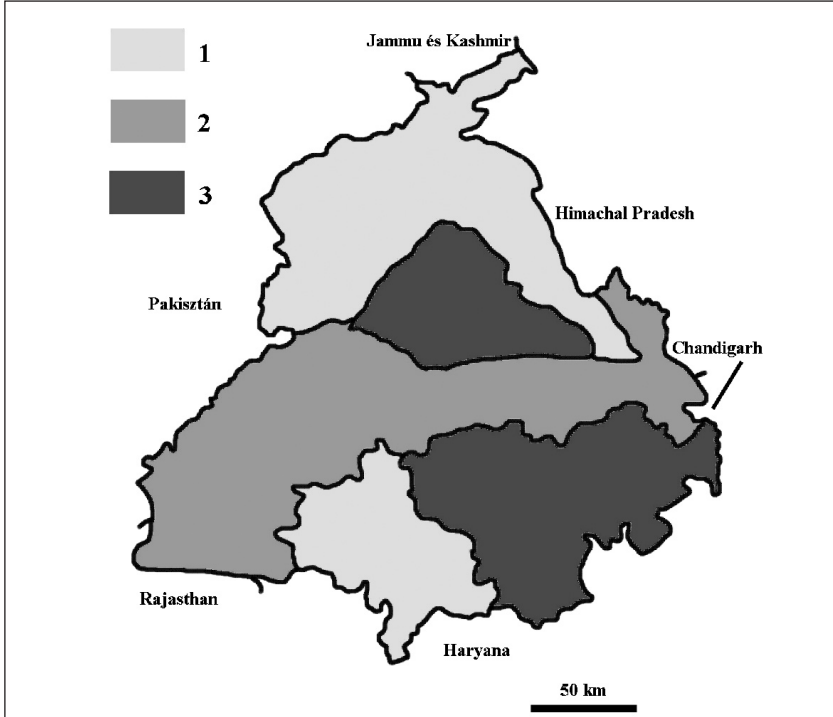
Bengál árvízi csatornái: egykor itt az árvízi csatornák különleges rendszere működött. A magasvíz ezeken a csatornákon át a földekre áramlott, nem csak termékenyítő iszapot, hanem halakat is magával hozva, melyek a tavakba és víztárolókba kerülve az ott élő szünyoglárvákkal táplálkoztak. Ez elősegítette a malária kordában tartását. A rendszer hosszú évszázadokig funkcionált. Sajnos a XVIII. századi maratha háborúk és az angol hódítás nyomán a módszert elhanyagolták és soha nem élesztették újjá.

Eri: A Tamil Naduban öntözött területek harmadán erit használtak, vagyis a tank itteni változatát. Az erik kiemelkedő fontossággal bírtak az ökológiai egyensúly biztosítása, az árvízvédelem, a talajerózió megelőzése, a talajvízszint fenntartása és a jelentős csapadékú időszakban a lefolyó víz összegyűjtése tekintetében. Az erik jelenléte a mikroklímára is jótékony hatással volt, nélkülük a rizstermesztés majdnem lehetetlen lett volna a területen. A britek megjelenéséig a helyi közösségek tartották fenn az eriket. A korai brit uralom idején katasztrofális következményekkel járó kísérlet történt a földből származó jövedelem növelésére. A falusi erőforrások túlzott mértékű, központosított kisajátítása a hagyományos társadalom széteséséhez, gazdasági alapjának megrendüléséhez vezetett. Az erik fenntartására szánt jövedelem eltűnt, így ez a nagyszerű vízgazdálkodási rendszer hanyatlásnak indult. Ennek következtében Tamil Naduban is jelentős veszély fenyegeti a felszín alatti vízkészletet (8. ábra).

Kund-ok/kundi-k: A kund, vagy kundi felfordított csészéhez hasonlít a csészealj, és az esővizet gyűjti ivóvíz gyanánt. Főleg a Thar-sivatag nyugat-rajasthani, homokos részein, illetve Gujratban használatosak. Lényegében a víz a csészealj-szerű gyűjtőről a felszín alá süllyesztett, centrális helyzetű, kör keresztmetszetű aknába jut. A hulladék bemosódását szűrő akadályozza meg. A bevezető nyílás oldalait természetes eredetű, fertőtlenítő hatású anyagokkal vonják be (mész, hamuszármazék, aktív szén stb.). A legtöbb akna felett kupolaszerű a tető. A vizet vödörrel

emelik ki. Az akna mélysége és átmérője a vízszükséglet függvénye. Azok rendelkeznek vele, akiknek van pénzük és elég helyük a megépítésére. Régebben a szegényeknek köz-kundokat építettek.

6. ábra: A talajvíztükör esése (%) Punjabban 1966 és 1996 között

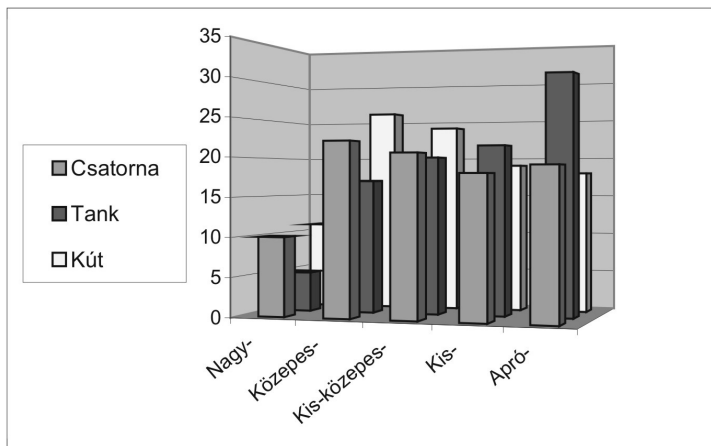


(KAUR, D. 2007 alapján szerk. WILHELM Z.) – Jelmagyarázat: 1 = 0-15 2 = 15-30 3 = 30-60

Kui-k/beri-k: Nyugat-Rajasthanban találhatóak ezek a 10-12 m mély vermek, amelyeket a tankok közelébe mélyítenek, összegyűjtendő az elszivárgó vizet. Csapadékhiányos területeken esővíz gyűjtésére is használatos. Az akna száját általában nagyon szűkre készítik. Ez csökkenti a begyűjtött víz párolgását. Az akna lefelé számottevően kiszélesedik, így a beszivárgási felület jelentékeny. Az építmények szája agyagból készül, melyet befednek és gyakran le is zárnak. A kuik vizét nagyon takarékosan használják, mint az egyetlen tartalékot krízishelyzet esetén. A kuik, berik környékén a felszín alatti víztükör 90-107 m mélyen van és ez is

jórészt sós. Sok helyen azonban a felszín alatt gipszréteg fut (itt bittoo-ként ismert). Ez az öv a szóban forgó vízgyűjtő technika a kulcsa. A beri mélyítése során, amikor elérik a gipszet, kikövezik az aknát. Azokon a területeken, ahol a bittoo sekélyen van, szűkre építik az akna száját. Ahol a vízzáró réteg mélyen van, az akna is sokkal szélesebb, megnövelendő a beszívárgási felületet. Napjainkban már az öreg mestereket nem kérik fel új berik kivitelezésére.

7. ábra: Az öntözés típusa birtokméret szerint (a terület %-ában)



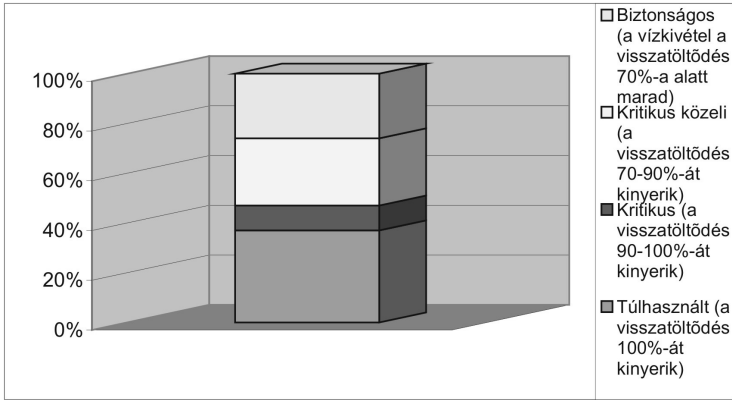
(MALIK, R. P. S. 2005 alapján)

Jhalara-k: Mesterséges, közösségi használatú tankok Rajasthanban és Gujaratban, vallási rítusok végzésére is használatosak. Gyakran téglalap alakúak, három, vagy négy oldalról lépcsőkel határolva, melyek a különböző vízállás-szintekhez igazodnak. A jhalarák a talajvizet gyűjtik össze, biztosítva a környékükön élők folyamatos és egyszerű vízellátását. Vizüket fürdési és rituális célokra használták, ivóvízként nem. Jodhpur városának nyolc jahalarája van, ezekből kettő a városban, a többi a környékén. Ezek közül a legidősebb a Mahamandir Jhalara, melyet 1660-ban készítettek.

Virda-k: Sekély kutak, amelyeket alacsony térszínekbe (jheel) mélyítették. Ezek a gujarati Great Rann of Kutch részét képező Banni füves pusztáján található. A nomád maldharik építették, akik ezen a vidéken mozogtak. Ma már letelepedtek, de a virdákat továbbra is használják. Az esővizet gyűjtik bennük. A terület hullámos felszínű, a háta között

depressziókkal. A víz monszun idején tanúsított természetes mozgását felmérve jelölték ki a vírdák helyét. Ugyanakkor a maldhariknak ki kellett dolgozni azt a technikát is, amely az ivóvizet elkülönítette az ihatatlan sós víztől. A talajon átszűrődő esővíz a sűrűbb sós víz felett gyűlik össze, melyet egy kb. 1 m-re lenyúló szerkezettel emelnek le. A két réteg között egy más minőség, a brakkvíz foglal helyet. Az édesvíz kinyerése után, ez a víz felemelkedik és a vírda alján gyűlik össze.

8. ábra A felszínalatti vízkészlet ingatag helyzete Tamil Naduban



(MISRA, S. 2005 alapján)

Phad: A közösségi fenntartású phad öntözési rendszer Északnyugat-Maharashtrában terjedt el 300-400 évvel ezelőtt. A Tapi vízgyűjtőjének három folyójához – Panjhra, Mosam és Aram – kapcsolódott Dhule és Nasik körzetében, egyes helyeken a mai napig használatban tartják. A rendszer duzzasztógáttal, vagy terelőgáttal kezdődik (bandhara). E felett ágaznak ki a csatornák (kalva) – 2-12 km hosszúak –, melyek a vizet a növénytermesztés helyére juttatják. Mindegyiknek közel azonos a kapacitása, 450 l/perc. Ezekből további elosztócsatornák (chari) viszik tovább a vizet a phad különböző területeire. A sarang-okon keresztül folyik a víz az egyes parcellákra. A felesleg a kivezetőkön (sandam) távozik a csatornába. Az ilyen módon öntözött területi egységeket kayam baghayat-nak nevezik, melyeket további négy részre osztanak, ezek a phadok. Egy phad 10 és 200 ha közötti kiterjedésű, az átlagos méretük 100-125 ha. A falu minden évben eldönti, hogy melyik phadot művelik, és melyiket hagyják

parlagon. Azonos phadon csak egyfajta növényt termesztenek. Cukornádat egy-két phadon mindig ültetnek. Ez a váltógazdálkodás biztosítja a talaj termőképességének megőrzését, sótartalmának kordában tartását és az egészséges vízháztartásának megőrzését. A rendszer nem csak egy, az öntözési szisztémák közül, hanem közösségépítő és -megtartó is egyben.

Vav/vavdi/baoli/bavadi: A hagyományos lépcsős-kutak elnevezése Gujaratban vav, illetve vavdi, ugyanakkor Rajasthanban és Észak-Indiában baoli, vagy bavadi. A nemesség építette kutak stratégiai, de emberbaráti célzattal is készültek. Szekuláris építmények voltak, ahonnan bárki vehetett vizet. Szobrok és feliratok ékesítették e kutakat, jelezve társadalmi és művészeti fontosságukat. A lépcsős-kutak elhelyezkedése használatuk körülményeit jelezte. Ha az a településen, vagy annak szélén helyezkedett el szociális célokat szolgált, ahol az emberek gyülekeztek, találkoztak, eszmét cseréltek a hűségben. Ha a kút a lakott területen kívül, kereskedelmi útvonal mentén volt, pihenőhelyként funkcionált. Sok fontos lépcsős-kút található a fő katonai- és kereskedelmi útvonalak mentén. Ezeknek a struktúrájának a tönkremenetelét a mezőgazdasági művelés intenzívebbé válása siettetette.

A gujarati metropolisztól, Ahmedabadtól 130 km-re ÉK-re található Patan városa, amelyet a turisták elsősorban fantasztikus lépcsős-kútja, a Rani-ki-vav (1. és 2. kép) miatt keresnek fel. A település hosszú ideig őrizte egy ősi hindu királyság fővárosának rangját, mígnem 1024-ben mohamedán uralom alá kerülvén, jelentőségét elveszítette. Ez a hatalmi váltás azonban nem akadályozta világraszóló lépcsős-kútjának megépítését, melyet 1050-ben vettek használatba. Az idők során a kút kezelését egyre inkább elhanyagolták, mígnem teljesen feliszapolódott, minek következtében kiváló állapotban maradt ránk, csak az 1980-as években tárták fel újra.

Jóval fiatalabb, a szintén gujarati Adalaj városának (Ahmedabadtól 19 km-re É-ra) vavja (3. kép). 1499-ben vették használatba, Rudabai királynő volt az építtetője. A kút maga 5 emelet mély, a Rani-ki-vavhoz hasonlóan ezt is lélegzetelállítóan gyönyörű faragások, művészeti megoldások díszítik. Az 1499-es év arany betűkkel került a gujarati lépcsős-kút építészeti nagykönyvébe, mivel ekkor készült el Ahmedabadban a Dada-Hari-vav is. Ettől mintegy 200 m-re áll egy másik lépcsős-kút is (Mata Bhavani kútja), melyet ma már hindu templomként használnak.

1. kép A patani Rani-ki-vav egyik gazdagon díszített oldalfala (a szerzők felvétele)



Összefoglalás

A vízellátás problémaköre hazánkban, csakúgy, mint Indiában a tudományos és a közérdeklődés fókuszába került, igaz, más-más ok miatt. Magyarországon a tiszta víz árának növekedése neuralgikus pont, Indiában az elérhető készletek és a minőség ügye a fő kérdés. A legkézenfekvőbb víz-szerzési megoldás nyilvánvalóan a csapadékvíz összegyűjtése és megfelelő kezelése. Indiában olyan évezredes technikák léteznek erre, melyek felhasználása számunkra is alternatívát jelent. Ezeknek némi fantáziával való hazai alkalmazása, egyúttal a tudományos figyelem centrumába állítása származási helyükön, mindkét fél számára hasznos. Megjegyzendő, hogy Magyarországon az átlagos éves csapadékösszeg – jelentős különbségekkel ugyan – mintegy 600 mm, ami azt jelenti, hogy 100 m² gyűjtőfelületről, vagyis egy családi ház esetében gyakran meglévő tetőfelületről, évente mintegy 60 m³ víz összegyűjtése várható, mely átlagos fogyasztást feltételezve, egy átlagos magyar család 9-10 hónapnyi vízszükségletének felel meg. A hagyományos ciszternás gyűjtés újbóli elterjedésével jelentős előrelépést tennénk a vízbázisvédelem útján. Északnyugat-Indiában hasonló csapadékmennyiség mellett jóval nagyobb párolgás közepette hatékony technológiák alkalmazására volt szükség a víz kumulálására. A kundikat, baolikat és más indiai metódusokat hazánkban multifunkciós – a vízfelhasználáson kívül művészeti, rekreációs stb. – céllal használhatnánk.

Mindemellett kiemelkedő fontosságú lehet, ha a csapadékgyűjtési technológiákkal a kutak használatát háttérbe szorítjuk. Ebben az esetben, a sokszor illegálisan mélyített, felszín alatti vizeket kiemelő, azokra veszélyt jelentő metódusokat váltanánk fel a sokkal kevésbé veszélyes, a gyűjtött víz paramétereit tekintve is többféle módon használható módszerekkel.

2. kép A Rani-ki-vav sok ezer kőszobra közül néhány (a szerzők felvétele)



3. kép Az Adalaj-vav föld alatti világának részlete (a szerzők felvétele)



Felhasznált irodalom

- Athavale, R. N. 2003: Water Harvesting and Sustainable Supply in India. Rawat Publications, Jaipur, 239 p.
- Baranyai, Gábor – Hegyi, Ákos – Wilhelm, Zoltán (2008): Rainwater Harvesting as a Sustainable Water Management Model in Hungary. In: *Geographia Pannonica Nova* 3. Progress in Geography in the European Capital of Culture, Imedias Publisher, pp. 301-314.
- Briscoe, J. – Malik, R. P. S. 2006: India's Water Economy. Oxford Univ. Pr. – World Bank, New Delhi, 79 p.
- Briscoe, J. – Malik, R. P. S. eds. 2007: Oxford Handbook of Water Resources in India. Oxford Univ. Press, New Delhi, 354 p.
- Bugya, T. – Wilhelm, Z. (2006): Sustainable Rainwater Management in Hungary. In: *Columbia University Seminar Proceedings Vol. XXXVI.*, pp. 116-129.
- Bugya T. – Wilhelm Z. 2004: Vízbázis-védelem, fenntarthatóság, költségcsökkentés. II. Magyar Földrajzi Konferencia.
http://www.geography.hu/cdrom/mfk2004/cikkek/bugya_wilhelm.pdf
- Chambers, R. 1988: Managing Canal Irrigation. Cambridge Univ. Pr., 308 p.
- Chauhan, G. S. – Dubey, R. N. eds. 2004: Water Resource Management. Shri Natraj Prakashan, Delhi, 374 p.
- Chopra, K. – Rao, C. H. H. – Sengupta, R. eds. 2003: Water Resources, Sustainable Livelihoods and Eco-System Services. Concept Publishing Company, New Delhi, 450 p.
- Iyer, R. R. 2007: Towards Water Wisdom. SAGE Publications, New Delhi, 271 p.
- Jeet, I. 2001: Water Resource Management. Manisha Publications, New Delhi, 277 p.
- Kaur, D. 2007: Impact of Agriculture on Water Tables: The Case of the Indian Punjab. In: Robinson, P. J. – Jones, T. – Woo, M. eds.: *Managing Water Resources in a Changing Physical and Social Environment.* Societa Geografica Italiana, Rome, pp. 57-65.
- Kumar, K. R. et al. 2003: Climate Change in India: Observations and Model Projections. In: Shukla, P. R. – Sharma, S. K. – Ramana, P. V. eds.: *Climate Change and India.* Tata McGraw-Hill Publishing Company, New Delhi, p. 32.
- Madari, D. M. 2007: The Economics of Urban Water Supply. Kalpaz Publications, New Delhi, p. 67.
- Malik, R. P. S. 2005: Water and poverty. Background paper for the World Bank Report, p. 4.
- Mandal, R. B. ed. 2006: Water Resource Management. Concept Publishing Company, New Delhi, 360 p.

- Misra, S. 2005: Groundwater Challenges for Rural Water Supply in Tamil Nadu. Powerpoint presentation to South Asia Water Day, World Bank, February
- Monirul Qader Mirza, M. – Ahmad, Q. K. 2005: Climate Change and Water Resources in South Asia. A.A. Balkema Publishers, Leiden, 322 p.
- Panagariya, A. 2008: India – The Emerging Giant. Oxford Univ. Pr., New York, p. 5.
- Szegedi, N. – Wilhelm, Z. 2008: Dél-Ázsia társadalomföldrajza. In: Horváth G. – Szabó P. – Probáld F. szerk.: Ázsia regionális földrajza. Eötvös Kiadó, Budapest, pp. 403-562.
- Tóth, József (2001): A társadalomföldrajz alapjai. In: Tóth J. szerk.: Általános társadalomföldrajz I. Dialóg Campus Kiadó, Budapest-Pécs, pp. 17-19.
- Wilhelm, Zoltán 2001: Bengál környezeti jellemzői a XX. század elején. In: Kovács J. – Lóczy D. szerk.: Vizek és az ember. PTE TTK FI, Pécs, pp. 283-302.
- Wilhelm, Zoltán 2008a: Fenntartható vízkezelési módok Indiában és ezek magyarországi hasznosíthatósága. In: Orosz Z. – Fazekas I. szerk.: Települési környezet. Kossuth Egyetemi Kiadó, Debrecen, pp. 272-276.
- Wilhelm, Zoltán 2008b: Adatok az indiai urbanizáció folyamatának vizsgálatához. Modern Geográfia 2008/2, pp. 1-57.
- Wilhelm, Zoltán – Benovics, G. – Déri, I. – Kisgyörgy, P. 2008: Tradicionális, fenntartható vízkezelési módszerek Dél-Ázsiában és ezek hazai hasznosíthatósága. In: Fodor I. – Suvák A. szerk.: A fenntartható fejlődés és a megújuló természeti erőforrások környezetvédelmi összefüggései a Kárpát-medencében. MTA Regionális Kutatások Központja, Pécs, pp. 81-90.
- Wilhelm, Zoltán – Benovics, Gábor – Orbán, Zsuzsa 2008: Tanulhatunk-e a tradicionális indiai vízkezelési metódusokból? In: Csima P. – Dublin-szki-Boda B. szerk.: Tájökológiai Kutatások. Budapesti Corvinus Egyetem, Tájvédelmi és Tájrehabilitációs Tanszék, Budapest, pp. 171-177.

Internetes források

www.rainwaterharvesting.org
www.vahava.hu

Végjegyzetek

- ¹ A tanulmány elkészítését a Magyar Állami Eötvös Ösztöndíj tette lehetővé.
- ² Forrás: VAHAVA projekt Tudományos Tanácsa: Éves Jelentés I. - 2003-2004, p. 14. http://www.vahava.hu/file/osszefoglalas_2003_2006.pdf
- ³ 2009 augusztusában kb. 40.000-80.000 Ft.
- ⁴ Falusi, választott, legkevesebb öt tekintélyes főt számláló képviselőtestület. Döntésük mindenre kötelező érvényű.
- ⁵ A paisa az indiai rúpia váltópénze, 100 paisa = 1 rúpia, mely kb. 4 Ft-ot ért 2009 augusztusában.