

A Dunántúli-középhegység karsztvízmérlege 1978—84. között

Az ALUTERV—FKI az 1978. és 1984. közötti időszakra elkészítette a Dunántúli-középhegység éves karsztvízmérlegeit. A tervek szerint ezeket az éves mérlegeket folyamatosan, minden évben készítik. A mérlegeknél az egyes mérlegelemek meghatározása egymástól függetlenül történt, azonos beszivárgási felület, hézagterefogat és beszivárgási számítási módszerek alkalmazásával. A felszínalatti vízváltások alapján a teljes mérleg három, nagy részegység adataiból tevődik össze.

Megállapították, hogy 1978. és 1984. között a közép-hegységben átlagosan létrejött 11,61 m vízszintcsökkenésnek 35⁰/₁₀₀-a (4,08 m) természetes körülmények között is bekövetkezett volna a beszivárgási hiány következtében. 1978—84. között a teljes megcsapolás átlaga 766 m³/p, a beszivárgási átlag 426 m³/p, a tárolt készletfogyás átlaga 281 m³/p volt.

1. BEVEZETÉS

Az Alumínium Tervező és Kutató Intézetben 1983-ban kezdtünk el foglalkozni a Dunántúli-középhegység éves karsztvízmérlegeinek készítésével. A mérlegeket 1978-tól kezdődően állítjuk össze, hogy a szilárd hasznosítható ásványi nyersanyagok mérlegeihez hasonlóan lehessen követni a karsztvízkészletek éves változását.

Az éves vízmérlegek az általános célkitűzésen túl, az alábbi célokat szolgálják:

- a nyirádi bányászat fejlesztéséhez szükséges környezeti hatásvizsgálatok, különös tekintettel a Hévízi-tóforrásra,
- az eocén program keretében telepített, új bányák vízemelésének hatása a vízkörnyezetre,
- a karsztvízrendszer igénybevételének újbóli felmérése a vízellátási rendszer fejlesztése érdekében,
- mind a bányászati, mind a vízgazdálkodási érdekeknek megfelelően a vízemelések hatásának nyomonkövetése.

A korábban készített vízmérlegeket az alábbiakkal jellemezhetjük:

Általában időben változó vízhozamokat hasonlítottak össze sok évi, átlagos beszivárgással (statikus szemlélet). Az átlagos beszivárgás hozamában is jelentős eltérések tapasztalhatók (440—1400 m³/p).

A kőzetben tárolt vízkészlet változása döntő mértékben attól függ, hogy a mérési helyek között miként értelmezik a karsztvízszintet. Ha a térképszerkesztés elvei időben változnak, akkor a tárolt készletváltozás, vagy annak jelentős része nem a valóságban, hanem a vízallástérképek szerkesztésénél jön létre. Például egy nyomtatásban megjelenő vízszinttérkép-sorozat elemzése azt mutatta, hogy e térképek szerint Veszprém környezetében 1978. és 1984. között 40 métert emelkedett a vízszint. Vagy Tata térségében 1978. és 1983. között 57 méter volt a víz-

szintemelkedés. Mindkét eset egyszerűen lehetetlen. A különböző szerzők, amint ez természetes is, a saját mérlegüket, számítási módjaikat és a földtani körülmények sajátos interpretálását tartják helyesnek.

A korábbi vízmérlegek egymástól teljesen eltérő módon értékelik

- a karszt- és a rétegvízrendszer kapcsolatát,
- a karsztot fedő, nem nagy vastagságú, kis áteresztő képességű kőzetek szerepét a beszivárgásban.

Vannak akik ezeket elhanyagolják és találkoznak olyan nézetekkel is, miszerint pl. a számításba vett, fedőkőzetekkel borított terület elterjedése nagyobb, mint a karsztfelszínek összessége!

Semmi kétségünk nincs afelől, hogy vitába lehet szállni,

- a beszivárgási számítási módszerünkkel,
- az alkalmazott beszivárgási felület megállapításával,
- a karsztvízszintnek a megfigyelőkutak közötti interpretálásával,
- a használt hézagterefogat értékekkel és azok térbeli eloszlásával.

Ezek a viták kétségkívül hasznosak lehetnek e paraméterek javítására, de csak akkor ha ezek végkövetkeztetéseit a jelen mérlegen is átvezetjük. E nélkül ugyanis a leglényegesebb dologtól fosztjuk meg magunkat, azaz a mérlegben bekövetkezett, évenkénti változások összehasonlításától, mely végül is a vízháztartást megváltoztató, minden intézkedésünk alapja.

2. A VÍZMÉRLEGKÉSZÍTÉS ALAPELVEI

A Dunántúli-középhegység főkarsztvíz-tárolójának fogalma alatt azt az összefüggő, hidrodinamikai egységet értjük, melyben mind függőleges, mind vízszintes irányban lehetséges a karsztvíz mozgása, természetes és mesterséges körülmények között létrejött nyomáskülönbségek hatására. Ezt az egységet részben természetes, részben mesterséges határok zárják le.

A karsztvízrendszer felszínalatti vízváltóinak hosszú idejű állandósága alapján a Dunántúli-középhegységet három, olyan egységre bontottuk, melyeknek vízmérlege önállóan is vizsgálható, azaz zárt egységnek tekinthetők.

Ezek az egységek az alábbiak:

Nyugati egység, melyben lényegében a Hévízi-tóforrás, a nyirádi bauxitbányászat és az ajkai szénbányászat található.

Középső egység, ebben a veszprémi, gyulaifiratóti, kádártai, ösküi források, a várpa-

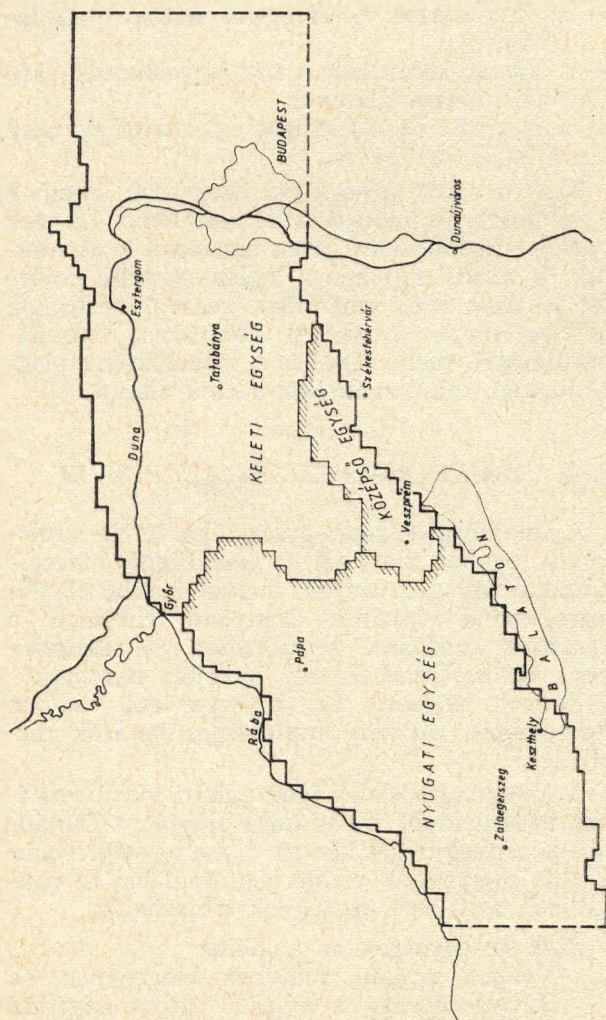
lotai szénbányák, valamint a kincsesbányai bauxitbányák foglalnak helyet.

Keleti egység, melyben az oroszlányi, a tatabányai, a dorogi szénbányák és a budapesti hévforrások találhatók.

A bevezetésben említett körülmények vezetnek arra, hogy munkánkban ne átlagos mérleget készítsünk, hanem évenként elemezzük a karsztvízháztartásban bekövetkezett változásokat. Az összehasonlíthatóság kedvéért

- minden éves mérlegnél azonos beszivárgási felületeket és azonos számítási módszert használtunk,
- azonos módon értékeltük a tárolt vízkészlet-változást,
- olyan területi felbontást alkalmaztunk, mely lehetővé teszi a földtani, hidrogeológiai ismeretek gyors és egyszerű átvezetését és így a módosított paramétereiből adódó változásokat az összes korábbi mérlegekre is megvizsgálhassuk. (2 × 2 km oldalhosszúságú alapelemek az EOV koordinátahálózat alapján).

A beszivárgási felületeket a MÁFI 1:200 000 méretarányú földtani térképei, valamint az 1967-ben készült, kéziratos 1:100 000 földtani térkép, a VITUKI karsztvízszint földtani adatai,



1. ábra

valamint az MHFT munkabizottsága által 1976-ban a Dunántúli-középhegység területére vonatkozó újabb felmérése alapján jelöltük ki.

A beszivárgás számítására a határcepadék-módszert használtuk, melyet az MKBT munkabizottsága által 1980-ban kidolgozott fedettségi, közettani, hidrográfiai és morfológiai korrekcióval egészítettük ki.

A Dunántúli-középhegység teljes beszivárgási felülete 1934,3 km², az erre vonatkozó korrekciós szám 0,78. Ez a korrekciós szám azt jelenti, hogy a különböző és már említett redukáló tényezők hatására 1934,3 km²-nyi területen gyűlik össze annyi beszivárgás, melyhez — korrekciók nélkül — 1508,8 km² karsztfelszín szükséges.

A szabadfelszíni karszt határát a VITUKI-tól vettük át. Ennek kiterjedése 3126,3 km².

A víztermelési adatokat a bányavállalatoktól, a vízművekre vonatkozókat pedig a területileg illetékes Vízügyi Igazgatóságoktól és a VITUKI-tól gyűjtöttük össze.

A csapadékatokat a Meteorológiai Intézet szállította.

A karszt- és rétegvízrendszer kapcsolatait a VITUKI által megadott kapcsolati felületekre és nyomásviszonyokra vonatkozóan elemeztük.

Külön tanulmányoztuk a felszíni vízrendszer és a karsztvíz egymásra hatását is.

Mindazon adatoknál, melyeknek területi eloszlását kellett meghatározni, eltértünk a hagyományos izovonalas szerkesztési módtól és világviszonylatban is az elsők között, de hazai vonatkozásban feltétlenül először, alkalmaztuk az ásványi nyersanyagok értékeléséhez használt geostatistikai módszereket. Ez lehetővé tette számunkra az egyes állomások hatástávolságának elemzését, valamint azt, hogy az adatok szórását akár az egész területre, akár részterületekre egyaránt számíthassunk.

Gondosan megvizsgáltuk az egyes paraméterek megbízhatóságát, hibáját is.

Megállapítottuk, hogy a 480 vízmű (forrás és kút) közül csak ezek 30—35%-ánál mérik havonta a vízhozamot.

A vízművek víztermelési bizonytalansága rossz esetben elérheti a ±50%-ot is.

A bányavizek mérése során elkövethető hibák ±10—15%-os bizonytalanságot okoznak.

A tárolt vízkészletek változásának kiszámításakor akár 50%-os eltérés is keletkezhet a hézagterfogati bizonytalanságok miatt (pl. 2%-os, vagy 3%-os hézagterfogat használata esetén).

A már említett geostatistikai módszer alapján a számított beszivárgás szórása 25%-os.

Az egyes mérlegelemek egymástól függetlenül számítottuk és így raktuk össze az adott év vízmérlegét.

3. EREDMÉNYEK

3.1 Az 50 éves csapadék- és beszivárgás-adatok elemzése.

Az 1935—84. évek közötti csapadék- és beszivárgáseloszlás vizsgálatát több tényező tette

CSAPADÉKADATOK
Nem határscsapadék módszerrel számítva, korrigálatlan beszivárgási felületre számolva

Egység	50 év átlaga 10 ⁶ m ³ /év	Dekádonkénti átlag az 50 éves érték %-ában				
		1935—44 %	1945—54 %	1955—64 %	1965—74 %	1975—84 %
Nyugati	653	108,5	96,9	102,9	99,1	92,5
Középső	327	109,9	95,6	101,0	100,3	94,2
Keleti	317	109,4	93,9	101,7	101,4	93,6
Teljes DK	1297	108,8	95,8	102,1	100,0	93,2

2. sz. táblázat

BESZIVÁRGÁSI ADATOK
Határscsapadék-módszerrel számítva, korrigált beszivárgási felületre

Egység	50 év átlaga 10 ⁶ m ³ /év	Dekádonkénti átlag az 50 éves érték %-ában				
		1935—44	1945—54	1955—64	1965—74	1975—84
Nyugati	134	124,1	98,9	105,8	94,1	77,1
Középső	73	126,1	92,0	104,9	95,4	81,7
Keleti	68	121,3	89,1	111,5	95,0	83,5
Teljes DK	275	123,9	94,7	107,0	94,7	79,8

szükségessé. Ezek között az első helyen szerepel a sok évi átlagos beszivárgás kiszámítása, mivel az általunk használt határscsapadék-beszivárgási módszerrel ilyen számítást még nem készítettünk. Most lehetőség volt arra, hogy a különböző módszerekkel számított, sokéves átlagbeszivárgásokat összevethessük. Az elemzést az is szükségesé tette, hogy az elmúlt 50 évet beszivárgás szempontjából jellemeznünk tudjuk. Ez jó lehetőséget ad arra, hogy a vízháztartási modell segítségével a karsztvízrendszerben bekövetkező, természetes változásokat nyomonkövethessük. A beszivárgáseloszlás valószínűségi elemzése pedig az előrejelzések készítésénél nyújthat hasznos segítséget.

A beszivárgási felületekre lehullott csapadék mennyiségének számítását a már említett módszerrel végeztük el. A számításba vett felületek a tényleges beszivárgási felületek, kőzettani, morfológiai és hidrológiai korrekció nélkül.

Az 1. táblázat tartalmazza az egységenkénti és az összesített 50 éves átlagcsapadék-adatokat millió köbméter/év-ben és a dekádonkénti adatokat százalékosan, az 50 évi átlaghoz képest.

A beszivárgási értékeket az előzőekben említett módszerrel, a kőzettani, morfológiai és hidrológiai korrekcióval módosított beszivárgási felületekre számoltuk ki.

Az 50 éves átlagos beszivárgási értékeket millió köbméter/évben, és a dekádonkénti adatokat százalékos értékét az 50 éves átlaghoz viszonyítva, a 2-es táblázat tartalmazza.

3.2 A csapadék- és a beszivárgás átlagértékeinek elemzése

A fentiekben már említett 50 évi csapadék-eloszlás dekádonkénti adatai az alábbi megállapításokra jogosítanak fel minket:

Az 1. táblázatból megállapíthatjuk, hogy az elmúlt ötven év átlagában, a Dunántúli-középhegység területén az éves csapadék mennyisége 671 mm. Legtöbb a csapadék a nyugati egységben, ahol ez az érték 685 mm, a középső egységben 643 mm és a keleti egységben 636 mm.

A csapadékot naptári évekre számítottuk. Ha a dekadok átlagcsapadékát vizsgáljuk, azt tapasztaljuk, hogy a Dunántúli-középhegység egészen átlagon felüli csapadék mindössze két dekádban volt kimutatható éspedig 1935—1944, valamint 1955 és 1964 között. Az 1965—1974. közötti tíz év csapadékoság szempontjából átlagosnak minősíthető. Számunkra igen kedvezőtlenül hat az a tény, hogy — eltekintve a beszivárgástól, melyet a csapadék éven belüli eloszlása határoz meg — a legalacsonyabb csapadékértékekkel a legutolsó évtizedben találkozunk. Ez a megállapítás minden területészre egyaránt érvényes, de hozzá kell tennünk, hogy a nyugati egység területén mutatják az adatok a legkisebb dekadátlagot.

Az 50 éves beszivárgási átlagokat m³/perc-ben — a számítási módszer hibájával együtt — összevettük a KESSLER H. által, 1959-ben publikált („Az országos forrásnyilvántartás”) forráshozamokkal, melyek az 1910—1958. közötti adatokat képviselik.

Egység	Beszivárgás m ³ /perc	Források vízhozama		
		maxi- mum m ³ /perc	mini- mum m ³ /perc	átlag m ³ /perc
Nyugati	255 ± 64	288	67	177
Középső	139 ± 35	167	29	98
Keleti	129 ± 32	199	29	114
Teljes DK	523 ± 131	645	125	389

Az 50 évi átlagos beszivárgást a forráshozamok max. és min. értékeiből képzett átlaggal kell összehasonlítanunk, mivel sem a maximumok, sem a minimumok nem lehetnek jellemzőek egy 50 éves periódusra. Megállapíthatjuk, hogy a számított 50 éves átlagos beszivárgás — figyelembe véve a számítási hibahatárt is — jól jellemezheti a Dunántúli-középhegység sok évi átlagban igénybevehető karsztvízkészletét. Ha ugyanis az átlagos forráshozamokhoz (389 köbméter/perc) hozzászámítjuk a ritka, de már meglévő vízműveket, bányavízemelőket, valamint más rétegvízbe, illetve patakmederbe stb. át-

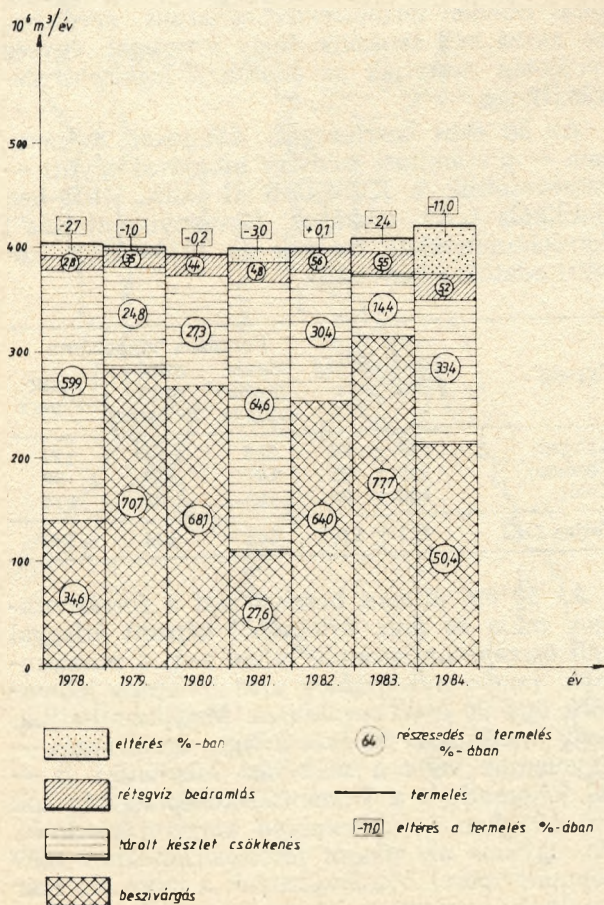
adott vízhozamokat, akkor az 50 éves átlagra vonatkozó vízmérlegünk, a számítási hibahatáron belül zár.

A csapadékból az 50 éves átlagos beszivárgási hányad a nyugati egységben 20,5, a középső egységben 22,3 a keleti egységben 21,5, míg a teljes középhegység területén 21,2 százalék. A 2. táblázatból látható, hogy az 50 évi átlaghoz képest a csapadékhhoz hasonlóan a beszivárgásnál is két átlag feletti, egy átlagos és 1965-től két átlag alatti dekád figyelhető meg. A beszivárgás tekintetében a helyzet a legkedvezőtlenebb a nyugati egységben, mert az 1975—1984. közötti 10 évben a beszivárgás az 50 évi átlagos értékénél 23⁰/₀-kal volt kevesebb. Ha az elmúlt 20 év beszivárgási viszonyait elemezzük, arra a következtetésre jutunk, hogy a karsztvízrendszer utánpótlódása kerekén 70 millió köbméterrel volt kevesebb, mint az 50 évi átlag és ennek is több, mint a fele (38.6 millió köbméter) a nyugati egység területén hiányzik. Önmagában ez a tény természetes körülmények között is a források hozamcsökkenését és a karsztvízszint süllyedését idézte volna elő.

3.3 A Dunántúli-középhegység vízmérlege 1978—84 között.

A Dunántúli-középhegység összesített vízmérlegei 1978—84. között a 3., 4. sz. táblázat-

A Dunántúli-középhegység vízmérleg ábrája



2. ábra

ban található, míg a 2. sz. ábrán az összefoglaló vízmérleg látható.

Az első mérlegelem a termelés értéke hat évig közel azonos volt, míg 1984-ben 14,5 millió köbméterrel nőtt.

Ha a termelési sorokat elemezzük azt kell látnunk, hogy 1978-tól 1980-ig a hozamok — ha minimálisan is — de csökkentek. 1981-től azonban ismét emelkedő tendencia jelentkezik. Pl. az 1980. évi minimumhoz viszonyított hozamnövekedés 7,5⁰/₀-os (56 köbméter/perc) és ez igen jelentős! Ha összevetjük az elmúlt 7 év víztermelési adatsorát az 50 évi csapadék- és beszivárgáshelyezettel, azt kell megállapítanunk, hogy a növekvő víztermelés éppen az utolsó 10 évben (1975—1984.) igen jelentős beszivárgási hiánnyal esik egybe!

A Dunántúli-középhegység karsztterületére vonatkozó, átlagos vízállásváltozások a következők voltak:

Év	Méter
1978.	— 2,73
1979.	— 1,13
1980.	— 1,21
1981.	— 2,91
1982.	— 1,38
1983.	— 0,66
1984.	— 1,59

Összesen: — 11,61
Átlagosan: — 1,66

A következő táblázat a folyamatos vízszugárban kifejezett beszivárgás, készletváltozás és termelésadatokat tartalmazza.

A kisebb mérlegelemek megadásától a jobb áttekinthetőség érdekében eltekintettünk, de a zárásokat ezek figyelembevételével készítettük el.

Folyamatos vízszugárban kifejezett beszivárgás, készletváltozás és termelésadatok: 1978—1984. között a Dunántúli-középhegységre.

Év	Beszivárgás m ³ /perc	Készletváltozás m ³ /perc	Termelés m ³ /perc	Eltérés m ³ /perc	Eltérés %
1978.	260	457	764	— 20	— 2,7
1979.	534	189	762	— 8	— 1,0
1980.	503	203	745	— 1,4	— 0,2
1981.	204	488	755	— 22	— 3,0
1982.	482	231	759	+ 0,8	0,1
1983.	597	111	773	— 18	— 2,4
1984.	399	267	801	— 88	— 11,0
Átlag	426	281	766		

Addig amíg a korábbi évek mérlegzárási hibái nem haladták meg a 3⁰/₀-ot, az 1984. évi mérleg hibája elérte a 11⁰/₀-ot. Ez önmagában nem nagy érték, mivel az egyes mérlegelemek számítási hibái a 10⁰/₀-ot is meghaladhatják. Úgy tűnik, hogy 1984-ig ezek a számítási (becslési) hibák ellenkező előjelűek voltak. Amint a területi mérlegekből megállapítható, a termelt vízhozamok olyan egységek területén emelkedtek (a középső és a keleti) ahol az észlelőhálózat nem kielégítő sűrűsége miatt a hozamnövekedés okozta készletváltozások nem követhetők és így a hibák valószínűleg egymást erősítik.

A DUNÁNTÚLI-KÖZÉPHEGYSÉG ÖSSZESÍTETT VÍZMÉRLEGE

Beszivárgási felület	1934,3 km ²
Redukált beszivárgási felület	1508,8 km ²
Szabadfelszínű karsztfelület	3126,3 km ²
Átlagos közettani, morfológiai és hidrológiai korrekció	0,78
Hézagterfogat	0,0282

	1978	1979	1980	1981 10 ⁶ m ³ /év	1982	1983	1984
TERMELEÉS							
Kutak	51,67	49,91	51,03	53,17	55,95	55,21	59,89
Forrásvízművek	29,25	26,78	28,03	25,05	19,77	35,45	35,95
Bányák	304,81	308,73	297,69	304,93	312,37	305,55	315,32
Egyéb (Hévíz + balatoni fenékforrások)	15,97	14,88	14,71	13,93	10,98	10,32	9,85
ÖSSZESEN:	401,70	400,30	391,46	397,08	399,07	406,53	421,01
KÉSZLETVÁLTOZÁS (+ csökkenés - növekedés)	240,48	99,54	106,87	256,42	121,52	58,46	140,52
BESZIVÁRGÁS (határcsapadék módszerrel)	136,59	280,44	264,31	107,22	253,19	313,73	209,55
PATAKMEDER	2,46	2,46	2,46	2,46	2,46	2,46	2,46
ÖSSZESEN:	379,53	382,44	373,64	366,10	377,17	374,65	352,53
RÉTEGVÍZ	11,41	13,86	17,10	19,20	22,30	22,30	22,30
KARSZBÓL KILÉPŐ	401,70	400,30	391,46	397,08	399,07	406,53	421,01
KARSZTBA BELÉPŐ	390,94	396,30	390,74	385,30	399,47	396,95	374,80
ÖSSZESÍTÉS:	- 10,76	- 4,00	- 0,72	- 11,78	0,40	- 9,58	- 46,18
ELTÉRÉS A TERMELEÉS %-ÁBAN	- 7,2	- 1,0	- 0,2	- 3,0	0,1	- 2,4	- 11,0

Elemztük a vizsgált időszak számított évi beszivárgásainak eltéréseit az 50 évi átlagtól. Ez az alábbiakat mutatja:

Év	Eltérés m ³ /p	%
78	- 263	50
79	+ 11	101
80	- 20	96
81	- 319	39
82	- 41	92
83	+ 74	114
84	- 124	76

A 3. táblázaton feltüntetett szabadfelszínű karszt területére, az átlagos hézagterfoggal számolva becsültük azt is, hogy az utánpótlódás eltérése az 50 évi átlagtól milyen átlagos vízállásváltozást idézhetett volna elő.

Év	Becsült természetes változás (m)	Emberi beavatkozás (m)
78.	- 1,56	- 1,17
79.	+ 0,05	- 1,18
80.	- 0,13	- 1,08
81.	- 1,90	- 1,01
82.	- 0,25	- 1,13
83.	+ 0,44	- 1,10
84.	- 0,73	- 0,86
Összesen:	- 4,08	- 7,53
Teljes változás %-ában:	35%	65%

Láthatjuk, hogy a 2. táblázatban közölt 1975—84. közötti erősen átlag alatti beszivár-

gás hatására jelentős vízállás-csökkenés jött létre természetes körülmények között is.

Az éves vízmérlegből az alábbi következtetéseket vontuk le:

- a) A Bakony és a Balatonfelvidék Monostorapáti, Hegyesd Tapolca vonalában hidraulikai kapcsolatban van egymással.
- b) A Nemesvámos—Keszthely közötti áramlási zóna Keszthely—Fenekpuszta vonalában kapcsolódik a Hévízi-tó felszínalatti vízgyűjtőjéhez. Ilymódon a mélyben áramló karsztvíz egy része a Keszthelyi-hegységet délről megkerülve jut el Hévíz irányába.

- c) A csapadék- és beszivárgásszegény évek a bányászat számára nagyobb gondot jelentenek, mint a csapadékbő évek. A száraz évek idején a bányavizemelés hozama mindössze 10—30%-kal csökkenthető csak, a termeléshez kötött szintek tartása miatt és ekkor a beszivárgási hiányt a tárolt készlet rohamos csökkenése ellensúlyozza, melynek mértéke akár 250—300%-kal is megnőhet.

Ez a tény viszont a környezeti vízkárok nagyfokú és rohamos növekedését idézi elő a beszivárgásszegény időszakot követően.

- d) A karsztvízrendszerbe történő beavatkozás mértéke és annak hatása ma már több népgazdasági ágazatot is érint (ipar, vízgazdálkodás, környezetvédelem, mezőgazdaság, településfejlesztés).

Célszerű ha a vízveszélyes bányák fejlesztésénél az összes, felmérhető tényező — bel-

értve a gazdaságpolitikai körülmények — mérlegelesével születik döntés.

- Összefoglalva: 1978—84. között a Dunántúli-középhegység területén;
- a teljes víztermelés átlagban $766 \text{ m}^3/\text{p}$ (max. 801 és min. $745 \text{ m}^3/\text{p}$),
 - a beszivárgás átlagban $426 \text{ m}^3/\text{p}$ (max. $597 \text{ m}^3/\text{p}$ és min. $204 \text{ m}^3/\text{p}$),
 - a tárolt vízkészletmennyiség átlagban $281 \text{ m}^3/\text{p}$
 - a vízintécsökkenés a szabadfelszíni karszt-területre vonatkoztatva — $11,61 \text{ m}$ volt.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] *Alpár Gy.*: Variogramok. Kézirat.
- [2] MKBT 1980. A Dunántúli-középhegység nyugati felének hidrogeológiai elemzése a nyírádi bauxitbányászat távolhatásának vizsgálata érdekében. I—II. kötet.
- [3] MÁFI 1978. A Dunántúli-középhegység bauxitföldtani térképe $M = 1 : 100\,000$.
- [4] VITUKI 1983. Az eocénprogram és a bauxitbányászat vízgazdálkodási hatásait figyelő egységes rendszer kialakítása.
- [4/a] VITUKI 1967. (kézirat). A Dunántúli Magyar Középhegység Karsztvízszint-megfigyelő hálózatának terve. *Dr. Böcker Tivadar—Müller Pál.*
- [5] VITUKI A Dunántúli-középhegység karsztvízszinttérképei (évenkénti kiadás).
- [6] *Bohn P. MÁFI* 1980: A keszthelyi hg. földtana. (Kand. ért.)
- [7] *Böcker T. VITUKI* 1980. (Kézirat): A hidrológiai jellemzők meghatározása a vízgazdálkodási kereterv készítéséhez. 6.
- [8] *Böcker T.* 1978. (Kézirat): Összefoglaló jelentés a Hévízi-tóval kapcsolatos kutatási tevékenységről. VITUKI témabeszámoló.
- [9] *Böcker T.* 1979. (Kézirat): Kiegészítő jelentés a Hévízi-tóval kapcsolatos kutatásokról. VITUKI témabeszámoló.
- [10] *Böcker T.* (Kézirat): A tervezett nyírádi vízemelés környezeti hatásának vizsgálata 1990-ig. VITUKI témabeszámoló 1980.
- [11] *David M.*: 1977. Geostatistical Ore Reserve Estomation Elsevier Scientific Publishing Company Amsterdam, Oxford, New York.
- [12] *Füst A.*: 1980. Bányatervezés- és bányaművelés-központú ásványkutatás új módszerei. Kandidátusi értekezés, Miskolc.
- [13] (Kézirat) Jelentés a Dunántúli-középhegység területére vonatkozó újabb földtani és szerkezeti vizsgálatokról. Magyarhoni Földtani Társulat munkacsoportja 1976.
- [14] *Liebe P.*: Az eocénprogram és a bauxitbányászat vízgazdálkodási hatásait figyelemmel kísérő megfigyelőhálózat egységes rendszerének megtervezése. VITUKI témabeszámoló 1978—79.
- [15] MÁFI 1966—72. Magyarország Magyarország 200 000-es földtani térképsorozatához. (Székesfehérvár, Budapest, Veszprém, Tatabánya.)
- [16] *Székely F.* (kézirat): A Dunántúli-középhegység szimulációs modelljének fejlesztése. VITUKI témabeszámoló 1978.
- [17] *Szilágyi G.* (kézirat): A Dunántúli-középhegység vízföldtani adottságainak értékelése a barnaszénre telepítendő bányák vízelvonásából származó környezeti hatások vizsgálata (BKI—VITUKI 1976).
- [18] MÁFI, 1964—1980. Távlati Földtani Kutatás.
- [19] *Vadász E.*: Magyarország földtana 1963. Akad. Kiadó.
- [20] VITUKI ADATTÁR — országos forráskataszter; — karsztvízmegfigyelő kutak alap- és vízállásmérés adatai.
- [21] *Wein Gy.*: A Budai-hg. tektonikája. MÁFI 1977.
- [22] *Zergi I.*: 1982. A bányászati gyakorlat geostatisztikai és grafoanalitikai feladatainak korszerű megoldási módszerei. Egyetemi doktori értekezés, Miskolc.

- [23] *Dr. Böcker T. et al.* (kézirat): A Dunántúli-középhegység karsztvízháztartásának felülvizsgálata. ALUTERV—FKI 1983.
- [24] *Dr. Böcker Tivadar et al.* (kézirat): A Dunántúli-középhegység 1983. évi karsztvízmérlege. ALUTERV—FKI 1984.
- [25] *Dr. Böcker T. et al.* (kézirat): A Dunántúli-középhegység 1984. évi karsztvízmérlege. (ALUTERV FKI 1985).
- [26] *Dr. Böcker T.*: Water balance model of the Transdanubian Monutain Range in Hungary for mining purposes. Proceedings of the second International Congress of IMWA. Granada 1985. P. 433—442.

Dr. Tivadar Böcker—Dr. Katalin Hoványi

Karstwasserbilanz des Transdanubischen Mittelgebirges zwischen 1978—1984.

ALUTERV—FKI hat die Karstwasser-Jahresbilanz des Transdanubischen Mittelgebirges für die Periode zwischen 1978 und 1984 aufgestellt. Laut den Plänen werden diese Jahresbilanzen kontinuierlich in jedem Jahre erstellt. Bei den Bilanzen erfolgte die Bestimmung der einzelnen Bilanzelemente voneinander unabhängig, unter Berücksichtigung der gleichen Einsickerungsflächen, Porenanteile und bei Anwendung von Einsickerungsberechnungsmethoden. Auf grund der interirdischen Wasserscheiden wird die komplette Bilanz aus der Summe von drei grossen Einheiten zusammengesetzt.

Wir haben festgestellt, dass 35 % (4,08 m) der im Mittelgebirge in der Periode zwischen 1978 und 1984 erfolgten durchschnittlichen Wasserspiegelabnahme von 11,61 m, infolge eines Einsickerungsmangels, auch unter natürlichen Bedingungen eingetreten worden wäre. Der Durchschnittwert der ganzen Abzapfung zwischen 1978—84 betrug $766 \text{ m}^3/\text{p}$, der Durchschnittwert der Einsickerung war $426 \text{ m}^3/\text{p}$, der der Vorratsabnahme betrug $281 \text{ m}^3/\text{p}$.

Dr. T. Böcker—Dr. K. Hegyi-Hoványi

Karstic water balance of the Transdanubian Central Range between 1978 and 1984

ALUTERV—FKI has calculated the annual karstic water budgets of the Transdanubian Central Range for the period of 1979—1984. In the budget calculations the determination of the particular water budget elements was done independently by using the same methods of calculati the area of infiltration, void volume and rate of infiltration. On the basis of the subsurface watersheds the complete budget is composed of three large units.

As found by the authors, 35% (4.08 m) of the average water table reduction of 11.67 in the Transdanubian Central Range would have taken place even under natural circumstances owing to the lack of infiltration. Between 1978 and 1984 the total rate of water extraction averaged $766 \text{ m}^3/\text{min.}$, the average rate of infiltration was $426 \text{ m}^3/\text{min.}$ and the average reduction in the reserves stored was $281 \text{ m}^3/\text{min.}$

Д-р Бёккер Тивадар—д-р Хованы Каталин

Баланс карстовых вод Задунайского среднегорья в 1978—1984 гг.

АЛУТЭРВ — ФКИ в период 1978—84 гг. подготовили годовые балансы карстовых вод Задунайского среднегорья. В соответствии с планом эти годовые балансы будут подготавливаться в каждом году. В балансах определение их отдельных элементов происходило независимо друг от друга, при применении аналогичных методов для расчета поверхности просачивания, объема пористости и просачивания. На основе подземных водоразделов полный баланс складывается из трех крупных единиц.

Определили, что 35 % (4,08 м) наблюдавшегося в 1978—84 гг. в Задунайском среднегорье сокращения уровня вод, составившего в среднем 11,61 м, в естественных условиях произошло бы из-за отсутствия просачивания. В 1978—1984 гг. среднее значение полной области разгрузки составило $766 \text{ м}^3/\text{мин.}$, среднее значение просачивания 423 м^3 , а среднее значение уменьшения запасов $281 \text{ м}^3/\text{мин.}$