

Hazslinszky Tamás

AZ ALSÓ-HEGY VÁZLATOS VÍZHÁZTARTÁSI MÉRLEGE

ÖSSZEFOGLALÁS

Az észak-magyarországi, 500–600 m tengerszint feletti magasságú és 70 km² területű Alsó-hegy karszt-fennsíkja hidrogeológiailag jól körülhatárolt, s ezért kiválóan alkalmas az egyes karsztvízháztartási elemek egymáshoz való viszonyának megállapítását célzó vizsgálatokra. A szerző sorra véve az egyes vízháztartási elemeket (C = csapadék, P = párolgás, L_{fa} = felszín alatti lefolyás, L_f = felszíni lefolyás), az eddigi – sokszor hiányos – mérési eredmények és irodalmi adatok felhasználásával, segédletek szerkesztésével és analógia alkalmazásával, meghatározza azok éves átlagértékeit. Ez utóbbiakat az ismert vízháztartási egyenletbe behelyettesítve: $C(49,5) = P(36,5) + L_{fa}(10,0) + L_f(3,0)$ (millió m³) megadja a karsztömb vázlatos vízmérlegét. Végül körvonalazza a vízmérleg pontosításának és finomításának lehetőségeit.

Az Alsó-hegy 500–600 m magasságú karszt-tömege szerves része a Gömör-Tornai-karsztnak, mégis jól körülhatárolhatósága miatt különállónak tekintjük. Fennsíkját a Bódva-, a Ménes-patak, csehszlovák oldalon pedig a Torna-patak mélyen bevágódott völgyei határolják. Egyedül nyugaton csatlakozik keskeny nyúlványa morfológiai határ nélkül a Szilicei-fennsíkhoz; az összefüggés kis szélessége miatt azonban a két fennsík vízrajzi összefüggése kizárt vagy legalábbis elhanyagolható.

A fentiekből következik, hogy az Alsó-hegy területe a karsztvízháztartás törvényszerűségeinek, az egyes vízháztartási elemek egymáshoz való viszonyának megállapítását célzó vizsgálatokra kiválóan alkalmas.

A karsztvízháztartási mérleg pontos felállításához valamennyi vízháztartási elem hosszú idősorú észlelési adataira van szükség. Sajnos, az Alsó-hegyre vonatkozó észlelési adatok rövidek, hiányosak vagy teljesen hiányoznak. Így a karsztfennsík vízháztartásának csak vázlatát tudjuk megvonni, mely azonban nagyságrendileg jól tükrözi a vízháztartási elemek egymáshoz való viszonyát. Ezt a vízháztartási mérleget azonban további észlelési adatok gyűjtésével és feldolgozásával tovább lehet és kell finomítani.

Az Alsó-hegy karsztvízháztartására először Balázs Dénes végzett közelítő számításokat [1], az akkor rendelkezésre álló adatanyag azonban csak tájékoztató jellegű eredményeket adhatott.

A vízháztartás elemei

A karsztok vízháztartásának vizsgálatakor az ismert vízháztartási egyenletből, a

$$C = P + L$$

képletből kell kiindulnunk (C = csapadék, P = párolgás és L = lefolyás). Karsztos vízgyűjtőterületen

a lefolyást két részre kell bontanunk, mégpedig a felszíni és felszín alatti lefolyásra:

$$L = L_f + L_{fa}$$

Teljes vízháztartási egyenletünk tehát:

$$C = P + L_f + L_{fa}$$

Vegyük sorban szemügyre a fenti képlet tagjait, azaz az Alsó-hegy karsztjának vízháztartási elemeit.

Csapadék

Az Alsó-hegyre hulló csapadék meghatározásánál a fennsíkon levő egyetlen – egyébként ideális helyen fekvő – csapadékmérő állomás (Vidomáj) rövid idősora miatt a fennsíkot közvetlenül környező állomások adataiból kellett kiindulnunk. Szín és Bódvaszilás 55 éves adatsorral rendelkezik. A fennsíkon levő Vidomáj és a közel hasonló környezetben levő Jósavfő állomásokra csak 15 éves adatsort tudunk összeállítani (1. táblázat). Hogy e 15 év átlaga mennyire mértékadó, annak eldöntésére a két, 55 éves adatsorú állomás ugyanezen 15 évi átlagát kiszámítottuk. Mint a táblázatból is leolvasható, Szín és Bódvaszilás 55 éves és 15 éves átlaga megegyezett (678 mm), amiből következik, hogy Vidomáj és Jósavfő 15 éves adatsorából számított csapadék-összeget (707 mm) elfogadhatjuk a fennsíkra hulló sokévi átlagos értéknek.

Fenti értéket alátámasztja a fennsík közvetlen közelében, azonos magasságon fekvő Szelce-pusztá 5 éves adatsora is (674 mm). Kiszámítottuk ugyanis az előző 4 állomás Szelce-pusztáéval azonos idejű 5 éves adatsorának átlagát és azt találtuk, hogy ezen átlagok átlagosan 6%-kal alacsonyabbak, mint a 15 éves átlagok. Ennek alapján Szelce-pusztá 15 éves átlagát 714 mm-nek kaptuk. Ezt a számított értéket azonban tovább számításainkban nem használtuk fel, csupán ellenőrzésnek tekintettük.

Az Alsó-hegyre tehát – 70 km² területet véve alapul – 49,5 millió m³/év (707 mm × 70 km²) csapadék hull.

Az Alsó-hegy csapadéktalagai

1. táblázat

	Bódvaszilás	Szín	Bódvaszilás és Szín átlaga	Jósvafő	Vidomáj	Jósvafő és Vidomáj átlaga
1901–1955 (55 év)	702	654	678			
1950–1964 (15 év)	677	679	678	705	709	707

A Pasnyag-forrás jellemző vízhozam-adatai

2. táblázat

Év	Napi adatokból számított évi vízhozamösszeg m ³ /év	Átlagos vízhozam (Q _á)	Évi szélsőséges vízhozamok		Q _k = Q _{max} + Q _{min} 2	Q _á Q _k
			Q _{max}	Q _{min}		
			l/p			
1955	775 376	1475	5 200	634	2917	50
1956	572 726	1090	5 586	248	2917	37
1957	573 788	1095	10 000	300	5150	21
1958	1 071 072	2040	11 430	90	5760	35
1959	490 750	934	8 574	15	4294	22
1960	926 677	1760	11 600	185	5892	30
1961	279 341	531	3 907	9	1958	27
1962	316 280	602	15 000	12	7506	8
1963	586 604	1115	10 000	12	4870	23
1964	567 418	1075	9 162	6	4584	24
10 éves átlag	616 003	1172	—	—	4585	26

Párolgás

A területi párolgás közvetlen mérésére nincsenek módszereink. Liziméteres méréssorozatokat eredményeire és közvetett számításokra vagyunk utalva. Ezért az összes párolgás értékének meghatározása csak becslés jellegű lehet.

Az Alsó-hegy felületét gyakorlatilag összefüggő erdő borítja (az elszórtan jelentkező tisztások, fátlan és cserjés területek összesen nem haladják meg a terület 5%-át). Irodalmi adatok [8], [13] alapján hazai viszonyaink között az erdős területekről éves átlagban a lehullott csapadék 65–75%-a távozik el a lombfelület intercepciója, a talajfelszín párolgása

és az erdő növényzetének produktív párologtatása (transzspiráció) révén.

A fentiek figyelembevételével az egész országra szerkesztett párolgási térkép [12], [14] adataival jól egyezően, az összes párolgás évi értékét 520 mm-nek határoztuk meg. Ez a fennsík egész területére vetítve 36,5 millió m³-nek felel meg.

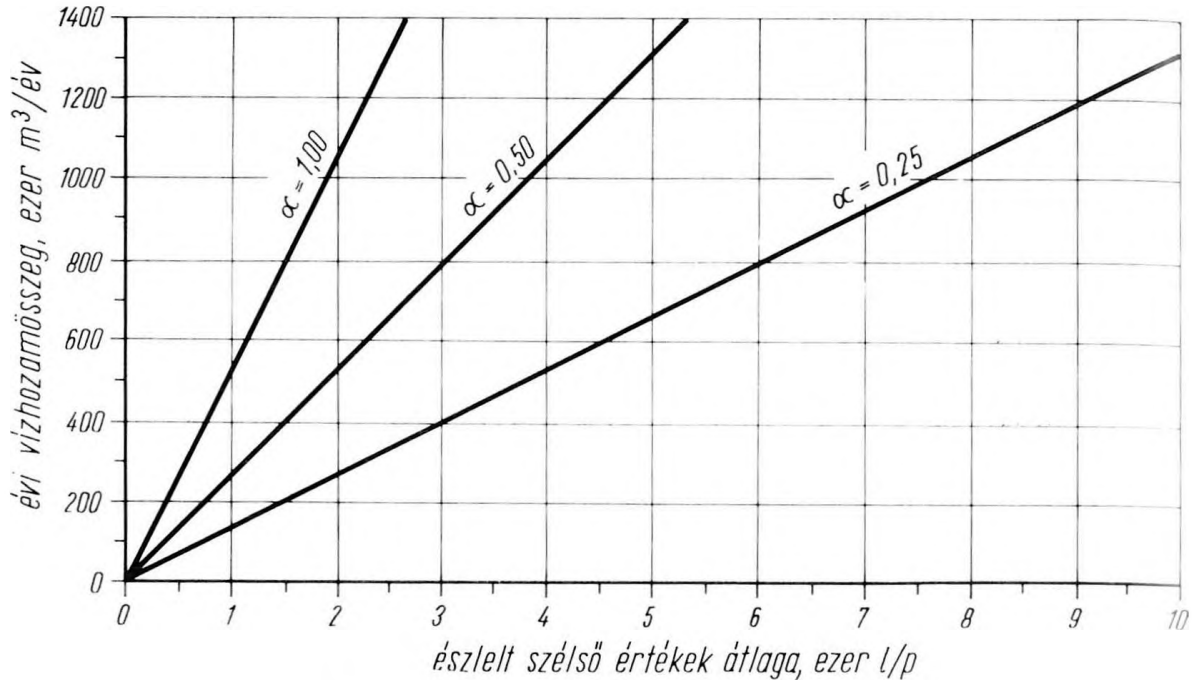
Lefolyás

a) Felszín alatti lefolyás.

A lehulló csapadék lefolyásra kerülő hányadának nagyobb része a víznyelőkön és a karsztos kőzet repedésein keresztül bejut a földalatti vízvezető

Az alsó-hegyi források évi vízhozamösszege

Forrás neve	Észlelt szélsőségek		$Q_k = \frac{Q_{max} + Q_{min}}{2}$	αQ_k -ből számított évi vízhozamösszeg
	Q_{max}	Q_{min}		
	l/p			m ³ /év
<i>I. Magyar területen fakadó források</i>				
a) havonként mért források ($\alpha = 0,25$)				
Tapolca	4 300	30	2 165	284 000
Kastélykerti	18 000	90	9 045	1 185 000
Vecsem	18 500	108	9 304	1 221 000
Községi	1 250	18	634	83 000
b) negyedévenként mért források ($\alpha = 0,50$)				
Csörgő	7 700	48	3 874	1 020 000
Szarvasetetői	3 426	12	1 719	452 000
Hidegkút	2 250	18	1 134	297 000
Tetyves-kút	546	18	282	74 000
c) néhány alkalommal mért kisebb források ($\alpha = 1,00$)				
Kecskés	—	—	300	158 000
Káposztáskerti	—	—	200	105 000
Mogyorós	15	∅	7	3 700
Vályús-kút	120	∅	60	31 500
Barlangkutató	—	—	70	36 800
Kis-Vecsem	40	5	23	12 000
d) hóolvadáskor mért források ($\alpha = 0,25$)				
Borz	870	∅	435	57 000
Szénhely	3 370	∅	1 685	220 000
Alsó-Acskó	1 500	25	762	100 000
				5 340 000
<i>II. Szlovák területen fakadó források</i>				
a) gyakrabban mért források ($\alpha = 0,50$)				
Köszörű	2 900	375	1 637	430 000
Kör-kút	1 030	∅	515	136 000
Zsámány-kút	100	15	57	15 000
Tapolca	24 000	50	12 025	3 200 000
b) néhány alkalommal mért források ($\alpha = 1,00$)				
Hideg-kút	45	10	28	14 800
Béres-kút	200	1	100	52 500
Lengyel-kút	—	—	50	26 400
Csákány	180	30	105	55 500
Öregtetői	300	20	160	84 000
				4 014 200



1. ábra. Segédlet az évi vízhozamösszegek számításához

járatokba, és a fennsík lábánál karsztforrások formájában lát napvilágot.

A források átlagos évi vízhozamösszegeinek számításánál a Pasnyag-forrás adataiból indultunk ki, melynek vízhozamát naponta mérik vízhozammérő-bükő segítségével. A napi vízhozam adatokból megfelelő pontossággal meghatározhattuk az egyes évek vízhozamösszegeit (2. táblázat).

A többi forrásról viszonylag kevés adat áll rendelkezésre. Egyedül a Vecsem-forrásnál, amit hosszú ideje havonta mérnek, látszott lehetségesnek az, hogy a — kb. azonos vízhozam és vízhozamingadozású — Pasnyag-forrás évi vízjárási görbéje alapján, a havi mérésekből analógia segítségével, megszerkesszük a Vecsem-forrás évi vízhozamidősrát.

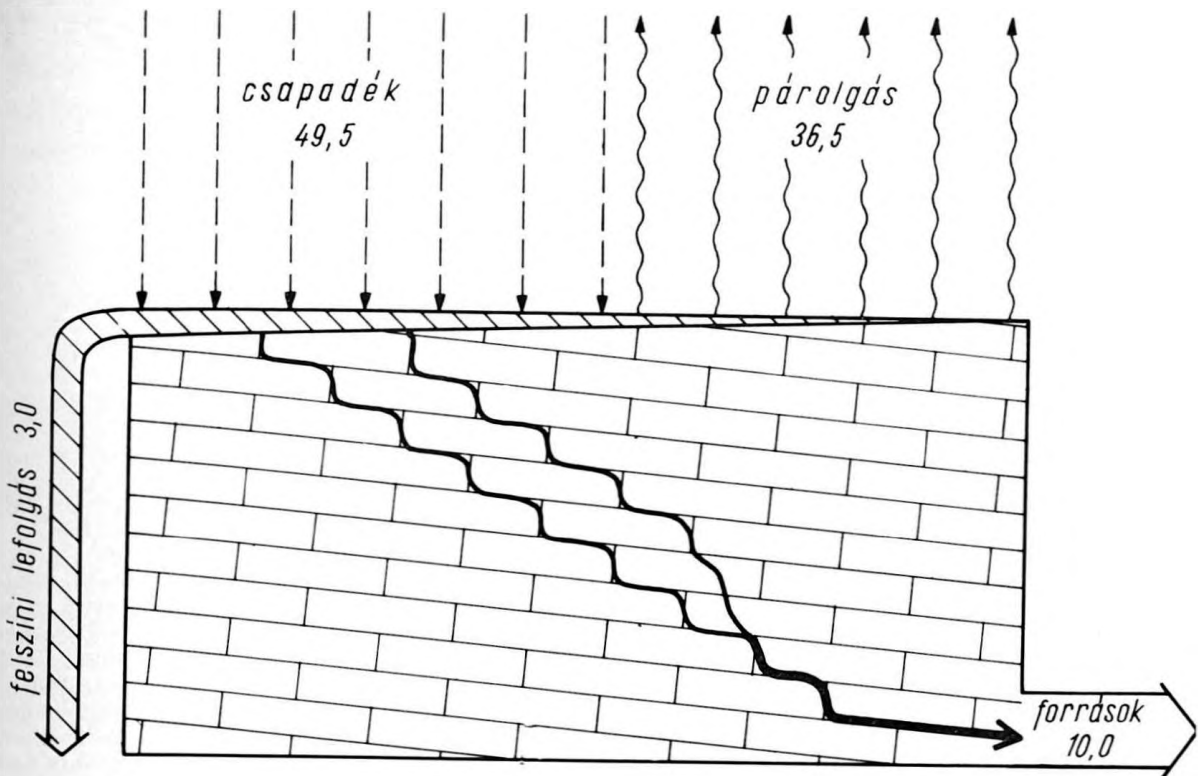
A feldolgozás során azonban kitűnt, hogy a Vecsem-forrás havonta mért vízhozamadatai nem valósak. A vízhozamot ugyanis — a forrás közelében megfelelő mérőszelvény nem lévén — mintegy 1,5 km-rel lejjebb, a patakmederben mérik. A patakmederben lefolyó vízhozam azonban — különösen szélsőséges vízhozamok esetében — legtöbbször nem egyezik meg a forrás vízhozamával. Az 1964. tavaszi hóolvadás megindulásakor pl. — amikor a forrás még csak 100 l/p-et adott — a mérőhelyen 3792 l/p-et mértek, amely vízhozam a patakmedret kísérő szántóföldek hóolvadékból származott. De a nyári záporoknál is származhat ilyen hiba, száraz időszakban pedig a forrás vízhozamának jelentős része a kiszáradt talajban elnyelődhet, mielőtt a mérőszelvényig lejutna*.

Ezek után más eljáráshoz kellett folyamodnunk. A forrásokat — észlelési gyakoriságuk alapján — csoportokba osztottuk, s a 12–18 éves észlelési időszak adataiból kiválasztottuk az eddig észlelt legkisebb és legnagyobb vízhozamokat. Ezek a szélső értékek természetesen — a ritka időközönként és alkalmasszerűen végzett mérések miatt — nem lehetnek azonosak a tényleges szélső értékekkel. Ezt az eltérést az alábbiakban forrascsoportonként külön-külön vesszük figyelembe.

Az észlelt szélső értékeknek számtani közepét képeztük (3. táblázat). Tudván, hogy ezek az átlagok lényegesen nagyobbak a tényleges átlagoknál — hiszen az év nagy részében a vízhozam közelebb van a minimumhoz, mint a maximumhoz — megvizsgáltuk és összehasonlítottuk a Pasnyag-forrás napi adatokból számított évi átlagait az évi szélső értékekből számított átlagokkal (2. táblázat). Azt találtuk, hogy a tényleges átlag a szélső értékek átlagának mintegy egynegyede. Ezt az értéket még forrascsoportonként módosítottuk.

Az *a)* csoportnál, ahol a hosszú idő óta folyó havonkénti mérések valószínűleg jól megközelítik az abszolút szélsőségeket, az észlelt szélső értékek 25%-ának becsültük a tényleges átlagot, azaz a szélső értékek átlagát 0,25-ös *a*-tényezővel szoroztuk. A *b)* csoportnál, ahol évenként mindössze 4 mérést végeztek, a szélsőségekkel való egybeesés valószínű-

* A kézirat lezárása (1969) óta mind a Vecsem-forrásnál, mind az Alsó-hegy magyar és szlovák oldalának nagy forrásainál új vízhozamregisztráló műtárgyakat építettek.



2. ábra. Az Alsó-hegy vízháztartásának vázlata, millió m^3 /év

— a többi forrással való összehasonlítás alapján — mind átlagos viszonyok között történtek, a szorzótényezőt 1,0-nek vettük. Külön *d*) csoportba különítettünk el 4 forrást, melyeknél ugyan alkalomszerű és kis számú mérést végeztek, de valamennyit egy nagy hóolvadás alkalmával, s így ennek árvízi hozamait és az előtte lefolyt minimumokat ölelte fel. Ezért ezekre is a 0,25-ös szorzótényezőt alkalmaztuk.

Az 1. ábrán megszerkesztettünk egy segédletet, amelyről közvetlenül leolvasható a szélső értékekből számított átlaghoz tartozó, az *a*-tényezővel módosított évi vízhozamösszeg.

A 2. táblázat és a 3. táblázat I. része alapján az Alsó-hegy magyarországi részének forrásai tehát évi 6 millió m^3 vizet adnak.

Jóval kevesebbet tudunk a csehszlovák oldalon fakadó forrásokról. Mindössze Láng S. [11] két alkalommal, Dénes Gy. [4] ugyancsak két alkalommal végzett a Torna-völgyi forrásoknál megfigyeléseket. Újabban a Kőszörű-forrásról kaptunk a csehszlovák kutatóktól másfél éves, hetenkénti mérésekből származó adatsort [6], továbbá más forrásokra vonatkozó alkalomszerű mérési eredményeket. A 3. táblázat II. részében a fentiekhez hasonlóan és azonos megfontolások alapján csoportosítottuk a forrásokat, és számítottuk differenciált *a*-tényezővel az évi vízhozamösszegeket. A b) csoport forrásaival kapcsolatban meg kell jegyez-

nünk, hogy valamennyi mérést július–augusztus-sége kicsi, s nagyobb a valószínűsége annak, hogy a belőlük számított átlag közelebb esik a tényleges átlaghoz. Szorzótényező: 0,50. A *c*) csoportnál az alkalomszerű és kevés számú mérés miatt, melyekben, azaz nyári kisvízhozamok idején végezték, tehát a tényleges vízhozamösszegek valószínűleg jóval magasabbak az általunk számítottnál.

Számításunk alapján a Torna-völgyi források évente kerekén 4 millió m^3 vizet hoznak felszínre, az Alsó-hegy magyar és szlovák oldalán együttesen pedig 10 millió m^3 víz jelenik meg a forrásokban.

Ez 20%-os beszivárgásnak felel meg, ami jól egyezik a karsztvidékek beszivárgására vonatkozó hazai irodalmi adatokkal [2] [7] [10].

b) Felszíni lefolyás

A lehulló csapadék lefolyó hányadának kisebb része a felszínen alkalmi vagy időszakos vízfolyások formájában hagyja el a fennsíkot és jut a befogadóba.

A felszíni lefolyás a legbizonytalanabb vízháztartási elem a karsztok esetében, mert zömmel nem koncentráltan, patakok formájában folyik le, hanem elszórtan, kis erekben keresztül. Ezért mérésére sincs módunk, értéke csak a többi, mérhető vízháztartási elem meghatározása után adódik. Számításunk alapján 3 millió m^3 -t kaptunk, ami jól egyezik más,

a karsztok felszíni lefolyására vonatkozó vizsgálatok eredményeivel [2] [10].

A vízháztartási mérleg és értékelése

Vízháztartási egyenletünkbe most már valamennyi értéket behelyettesíthetjük:

$$49,5 = 36,5 + (10,0 + 3,0) \quad (\text{millió m}^3).$$

Az Alsó-hegy vízháztartásának szemléletes áttekintésére megszerkesztettük annak vázlatos rajzát is (2. ábra).

Vízháztartási mérlegünk egyes elemei természetesen további finomításra szorulnak. Az átlagos csapadék meghatározása pontosabb mérleg céljaira is megfelelő, megbízható.

A források vízzállításának pontosabb számításához további észlelési anyag szükséges. A jelenlegi adatok feldolgozása — a megközelítő eredményeket adó segédlettel — csak jó nagyságrendi becslést eredményezhetett. Különösen a Torna-völgyi forrásokra vonatkozik ez. Mint már említettük, az Alsó-hegy mindkét oldalának jelentősebb forrásai vízhozamait néhány év óta regisztrálják. Ezek feldolgozásával már gyakorlati célokra is megfelelő pontosságú ismereteink lesznek az Alsó-hegy felszín alatti lefolyási viszonyairól.

A párolgás és a felszíni lefolyás adatai — észlelés, mérés hiányában — ugyancsak becslésen alapulnak. A párolgás értékére vonatkozó becslésünk megbízhatónak mondható, mert több, különböző szempontok szerint végzett vizsgálat eredményeivel jó egyezést mutat. A felszíni lefolyás értéke a legbizonytalanabb tétel, de a becslésében elkövethető hiba százalékosan a vízmérleg eredményében nem okoz nagy hibát.

Hazslinszky Tamás
Országos Vízügyi Hivatal
H—1011 Budapest, Fő utca 48—50.

I R O D A L O M

1. BALÁZS D. (1957): Összefoglaló beszámoló a Kinizsi Sk. barlangkutató csoportjának 1957. augusztusi vecsebbükki barlangkutató expedíciójáról. — Sokszorosított kézirat.
2. BALÁZS D. (1964): Karsztkorróziós problémák. — Doktori értekezés. Sokszorosított kézirat.
3. DÉNES GY. (1963): Az Alsóhegy karsztjának hidrográfiai viszonyairól. — Karszt- és Barlangkutató Tájékoztató. 9. füzet.
4. DÉNES GY. (1965): Az Alsó-hegy Torna-völgyi forrásai. — Karszt és Barlang, 1965/1.
5. HAZSLINSZKY T. (1965): Az észak-borsodi Alsó-hegy karsztjának néhány hidrográfiai kérdése. — Hidrológiai Közlemény, 6. szám.
6. HAZSLINSZKY T. (1967): Adatok az alsó-hegyi források ismeretéhez. — Karszt és Barlang 1967/1.
7. KESSLER H. (1954): A beszivárgási százalék és a tartósan kitermelhető vízmennyiség karsztvidéken. — Vízügyi Közlemények, 1954/II.
8. KESSLER H. (1956): A hasznosítható csapadék erdős területen. — Az Erdő, 1956/I.
9. KESSLER H. (1955): Újabb adat a beszivárgási görbéhez. — Hidrológiai Közlemény 5—6. szám.
10. KESSLER H. (1959): Országos forrásnyilvántartás. — VITUKI Tanulmányok és Kutatási Eredmények 7.

11. LÁNG S. (1942): Karsztforrásokra vonatkozó mérések eredményei 1940—42-ből. — Hidrológiai Közlemény, pp. 197—200.
12. SZESZTAY K. (1956): Segédletek a területi párolgás meghatározására. — VITUKI Beszámoló.
13. SZÖNYI L. (1967): Az erdő hatása a vizek levonulására. — Az Erdő 1967/9.
14. VITUKI (1957): A természetes párolgás. — Előtanulmány a 7.3/1956. sz. témához. Kézirat.
15. VITUKI forráskatasztere.

SCHEMATICAL WATER BUDGET OF MOUNT ALSÓ-HEGY

The karstic plateau of Mount Alsó-hegy, North Hungary, covering a total area of 70 km² at an altitude of 500 to 600 m is well-delimited hydrogeologically and therefore it is excellently suited to studies aimed at determining the interrelations of the individual elements of karstic water budget.

Examining successively the individual elements of karstic hydrology (C = precipitations, P = evaporation, L_{f_a} = underground runoff, L_f = surface runoff) and making use of the available — though often incomplete — results of measurements and literature data, the author determines their annual averages by various plotting techniques and analogies. Substituting these latter into the well-known water budget equation: C(49.5) = P(36.5) + L_{f_a}(10.0) + L_f(3.0) (million m³), he gives the schematical water budget of the karstic block. Finally, he outlines the possibilities for precisising and refining the water budget.

СХЕМАТИЧЕСКИЙ ГИДРОЛОГИЧЕСКИЙ БАЛАНС ГОРЫ АЛЬШО-ХЕДЬ

Расположенное на территории Северной Венгрии карстовое плато горы Альшо-хедь высотой 500—600 м над уровнем моря и общей площадью 70 км² гидрологически является хорошо оконтуренным. В связи с этим, оно обеспечивает превосходные условия для исследований, предназначенных для определения взаимного отношения отдельных элементов гидрологического режима карстовых вод.

Рассматривая отдельные элементы гидрологического режима C = атмосферные осадки, P = испарение, L_{f_a} = подземный сток, L_f = поверхностный сток) подряд, а также используя имеющиеся — часто неполные — результаты измерений и литературные данные, автор определяет их годовые средние величины путем применения графических и пр. приемов и аналогий. Проставив эти последние в известное уравнение бюджета вод: C(49,5) = P(36,5) + L_{f_a}(10,0) + L_f(3,0) (млн м³), он дает схематический баланс карстового блока. Наконец, оконтуриваются возможности уточнения и усовершенствования гидрологического баланса.