

A paleohidrológiai kutatások újabb eredményei

GÁBRIS GYULA

Bevezetés

A középszakaszkos jellegű kanyargó folyók vízhozama és meandereinek méretei között régóta ismert statisztikus összefüggés (CARLSTON, C. W. 1965) jobb megközelítése céljából az utóbbi évtizedekben számos kutató végzett méréseket, számításokat. Az eredményként kapott légiónyi regressziós egyenlet (összegyűjtve I. WILLIAMS, G. P. 1984 munkájában) különbségei részben a számításokhoz felhasznált eltérő meanderméretekre (esetenként a különböző mértékegységekre), de főleg a vizsgálati területek eltérő természetföldrajzi viszonyaira vezethetők vissza. A hazai kutatásokban is használható összefüggés tehát csakis hazai adatokra támaszkodva számítható ki, ezért a magyarországi vízfolyások adataival – hazai gyakorlatban használt meander paraméterekkel, valamint vízhozam értékekkel – végeztem számításokat (GÁBRIS GY. 1985, 1987).

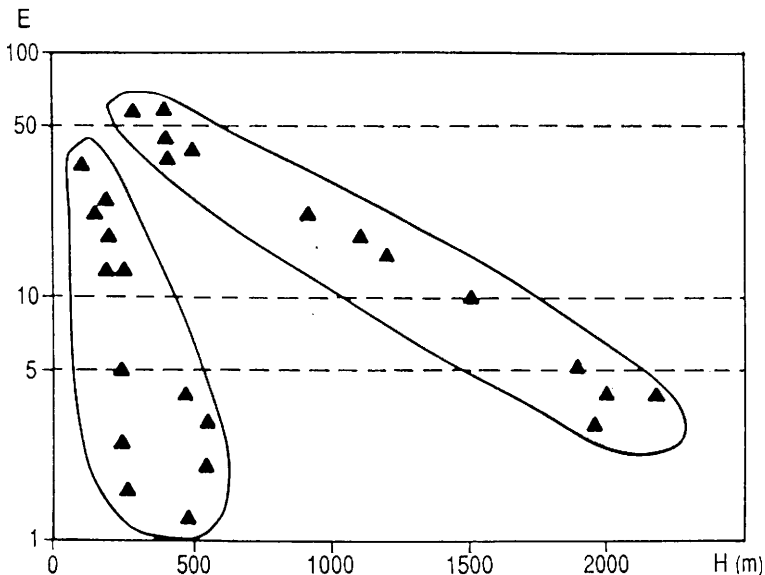
A Föld kevésbé kutatott, gyéren lakott vidékein már alkalmazták az ily módon nyert regressziós egyenleteket abból a célból, hogy megbecsüljék olyan folyók vízhozamait, amelyekről nem rendelkeztek kielégítő (vagy semmilyen) mérési adattal. Kézenfekvőnek tűnik a módszer alkalmazása ősfolyóink hidrológiájának megismerésére is. Az Alföldön nyomozható különböző korú ősfolyók elhagyott medreinek méreteiből és a nekik megfelelő folyók mai vízhozam adataiból a meanderméret–vízhozam fenti úton nyert egyenleteinek alkalmazásával kiszámíthatók voltak a mederkialakulás idejére az illető folyó hozamai (GÁBRIS GY. 1986). Így tehát alföldi folyóinknak a holocén egyes szakaszaiban valószínűsíthető vízhozamairól, vízjárásáról (paleohidrológia) már módszerű adatokkal is rendelkezünk. A számítások eredményeként kapott – és az eddigi becslésekhez képest túlságosan magasnak tűnő – vízhozamértékek azonban a módszer továbbfejlesztésére sarkalltak.

A meanderek nagyságát meghatározó tényezők többváltozós statisztikai vizsgálata

A kanyarulatok mérete a vízhozamon kívül még más – az előző kutatásokban figyelembe nem vet – tényezőknek is függvénye, s ezért a jobb hozambecslés elérése érdekében szükségesnek látszott több befolyásoló tényező bevonása a számításokba. Az

új vizsgálat adatbázisába ezért a meander adatokon kívül a mederméretekre (szélesség, mélység, szelvényterület), az esésre, a mederanyagra és a hordalékra vonatkozó különböző adatok is bekerültek.

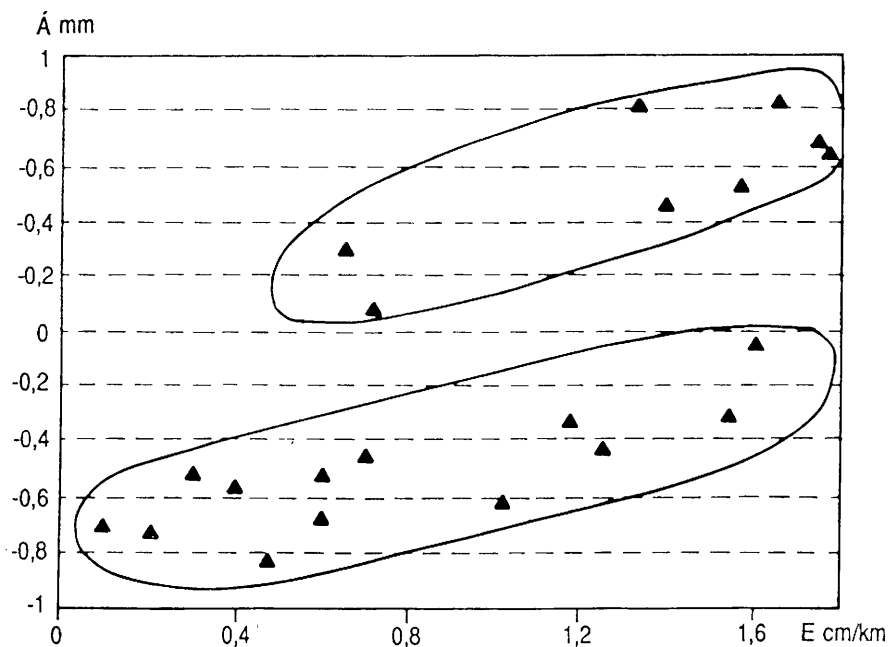
Első lépésként a vízhozamok és más tényezők közötti összefüggések egyenkénti vizsgálata történt meg. Ismét csak bebizonyosodott, hogy a meanderméretek közül a húr hossz (egyenlő a külföldi irodalomban gyakran használt hullámhossz felével), az ívhossz és a meander tágassága mutat szoros kapcsolatot a vízhozamokkal: az exponenciális összefüggés esetében – logaritmált adatokból számítva – a korrelációs együtthatók (R) értékei 0,94 felett vannak. Más mérőszámok esetében a korrelációs együttható értéke ennél alacsonyabb. Különösen vonatkozik ez a megállapítás a kanyarulatok görbületi sugarára ($R = 0,79$), ezért az ezekből számított exponenciális függvény megbízhatósága kicsi, vízhozambecslésre kevésbé alkalmas. A vízhozam–görbületi sugár gyengébb összefüggése (pl. a Tisza térképére tekintve) könnyen belátható, hiszen a kanyarulatok sugarának mérete erősebben függ a kanyarulat fejlettségétől, mint a vízhozamtól.



1. ábra. A magyarországi folyók két csoportja a húr hossz (H) és az esés (E) összefüggése alapján

Two groups of the Hungarian rivers on the base of the relations between the meander length (H) and the gradient (E)

A mai hidrológiai mérések mintájára sokan alapoznak paleohidrológiai számítások során is a mederkeresztmetszetre (alkalmazva az egyszerű összefüggést: vízhozam = keresztzelvény területe x vízsebesség). Sajnálatos módon azonban a meder mélységére, szélességére vagy ezek arányszámára vonatkozó adatok logaritmusával nem siker-



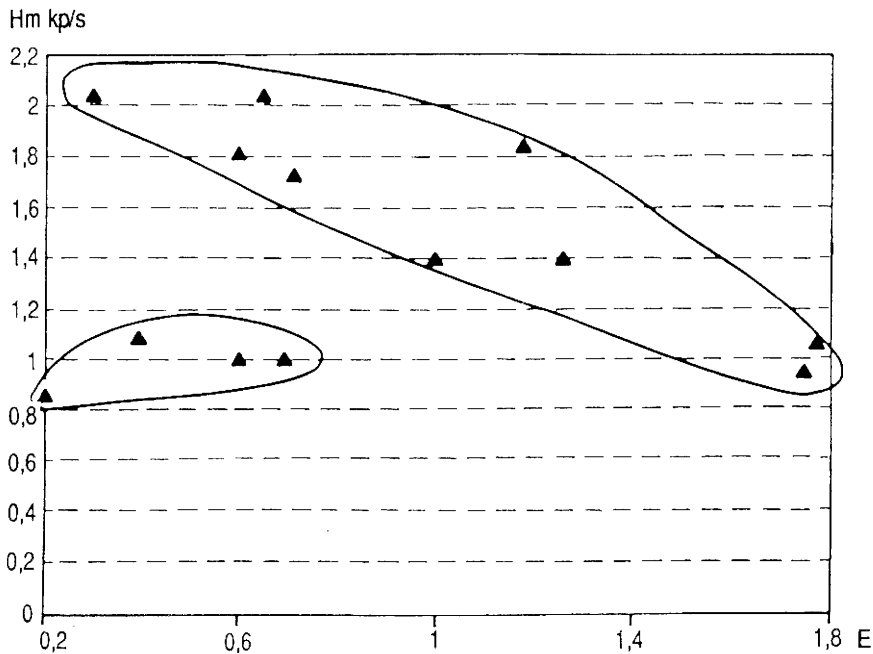
2. ábra. Az esés (E) és a hordalék átlagos átmérője (Á) alapján kijelölhető csoportok

River groups on the basis of the relation between the gradient (E) and the grain size of the bed material (Á)

rült olyan szoros korrelációkat kapni, mint amilyen a szakirodalomban több szerzőtől is olvasható (SCHUMM, S. A. 1968; DURY, G. H. 1976). A kisebb értékeknek ($R = 0,69-0,89$) az lehetett az oka, hogy a vizsgálat körébe vont vízfolyások középsebessége igen nagy mértékben különbözik.

A paleohidrológiai kutatások során a mai holtmederben esetleg több ezer éve folyó víz régi sebességének meghatározása egyébként is nagy nehézségekbe ütközne, ezért a sok buktatót magába rejtő *mederkeresztmetszetre alapozott számítás* véleményem szerint *nem ajánlható*. Az Alföldön előforduló nagyszámú elhagyott meander esetében ez a módszer a holtmedrek fúrásszelvényeinek lassú, nehézkes és igen költséges felvételezése miatt különben is szinte végrehajthatatlan lenne.

Figyelemre méltó összefüggést világított meg viszont a húr hossz és az esés grafikonja (1. ábra), melynek alapján a mérőhelyeket egyértelműen két csoportba lehetett osztani. A szemilogaritmikus koordináta-rendszerben kirajzolódó két egyeneshez rendeződő pontok korrelációja is jó: az A csoport esetében az $R = 0,97$; a B csoportnál $R = 0,92$. (Megjegyzendő, hogy ebben az esetben csak azt kerestem, mely tényezők között mutatkozik szorosabb kapcsolat, amiből azután a meanderméreteket meghatározó tényezők rendszere bontható ki.) A továbbiakban – amint azt a 2., 3. ábrák mutatják – sikerült



3. ábra. Az esés (E) és a hordalék mennyisége (Hm) alapján kijelölhető csoportok
River groups on the basis of the relation between the gradient (E) and the bed load (Hm)

statisztikus összefüggést kimutatni, az esésviszonyok és a hordalék szemcseátmérője ($R = 0,9$, ill. $R = 0,8$), valamint kg/m^3 -ben mért mennyisége között (A csoport: $R = 0,83$; a B csoportban olyan kevés adat volt, hogy nem volt értelme a korrelációs együttható kiszámításának). SCHUMM, S. A. (1968) közlésével ellentétben azonban nem adódott egyértelmű összefüggés a mederanyagban előforduló sziltfrakció arányszámával.

Mivel kisebb eltérésekkel rendszeresen ugyanazon mérőhelyek adatai kerültek az A és B csoportba, az előzőek elégséges alapot szolgáltattak az alföldi folyók két típusának meghatározására, ezeknek az eltérő jellegű szakaszoknak a térbeli elkülönítésére (4. ábra) és főképpen a két csoport adataiból a meanderméret-vízhozam közötti függvények kiszámítására (5. ábra).

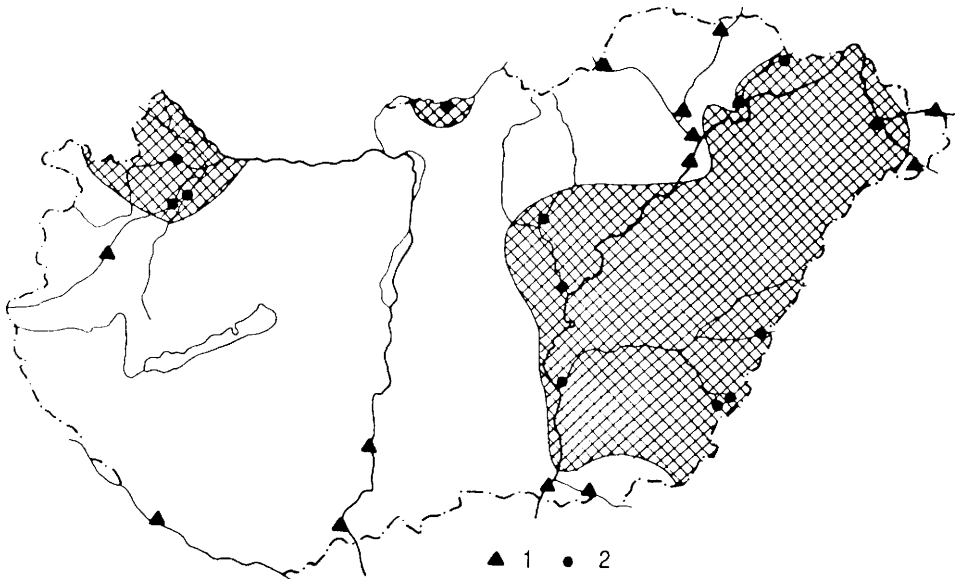
A két folyótípusra a következő regressziós egyenletek adódtak:

$$\text{A csoport: } Y = 78,4 X^{0,46} \quad (R = 0,95);$$

$$\text{B csoport: } Y = 80,3 X^{0,36} \quad (R = 0,89),$$

ahol Y egyenlő a meander húr hosszával, X pedig a folyó közép vízhozamával.

WILLIAMS, G. P. (1983) részletes bizonyítás során kimutatta, hogy a földtudományi gyakorlatban a fenti formájú egyenletek nem alkalmasak a független változó (jelen esetben a vízhozam) számítására. Javasolta a regressziós számításokat az eredeti adatok-



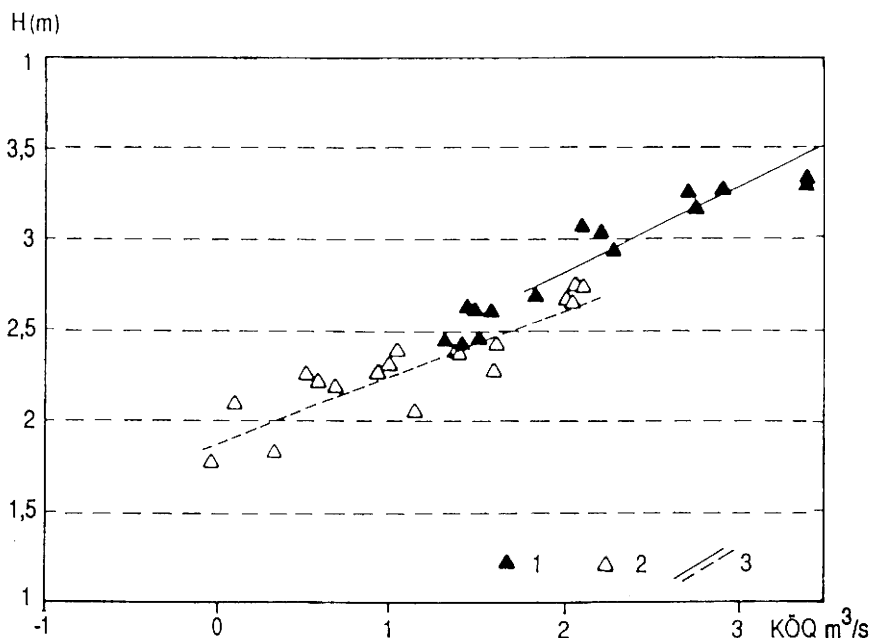
4. ábra. A medertulajdonságok alapján kijelölt két csoport térbeli megoszlása Magyarországon. – 1 = A csoport: durvább szemcsés mederanyag – nagyobb hordalékszállítás; 2 = B csoport: finomabb mederanyag – kevés hordalék

Spatial distribution of the river groups separated on the basis of the stream channel character. – group A = coarser bed material – greater bed load; group B = fine bed material – lesser bed load

kal megfordítva is elvégezni, úgy, hogy pl. a vízhozam legyen a függő, és a meanderméret a független változó. Ezt az eljárást követve az így kapott új függvényeket alkalmaztam az alföldi holtmedrek holocén vízhozamainak becslésére. Néhány esetben a régi számítások értékeihez (GÁBRIS GY. 1986) viszonyítva elhanyagolható volt a különbség, máskor jelentős eltérés adódott. Már ez is elegendő lett volna a holocénbeli vízhozam-változások görbéjének újrajzolásához, azonban az utóbbi évek paleohidrográfiai kutatásainak fényében egyes holtmedrek hovatartozásán, korbesorolásán is változtatni kellett. A holocén különböző szakaszaira a fentiek szerint becsült vízhozamokból készített összesített táblázat grafikus eredménye a 6. ábrán látható.

Holocén vízhozamok és a csapadékviszonyok

A holocén paleohidrológiai körülményeinek vizsgálatára új lehetőséget teremtett a Zagyva vízgyűjtőjén végzett (NOVÁKI B. 1991), az éghajlat és a lefolyás átlagai közötti kapcsolatra vonatkozó elemzés eredménye (7. ábra). NOVÁKI kiszámította, hogy az éves csapadék mennyiségének növekedése és/vagy az évi középhőmérséklet csökkenése

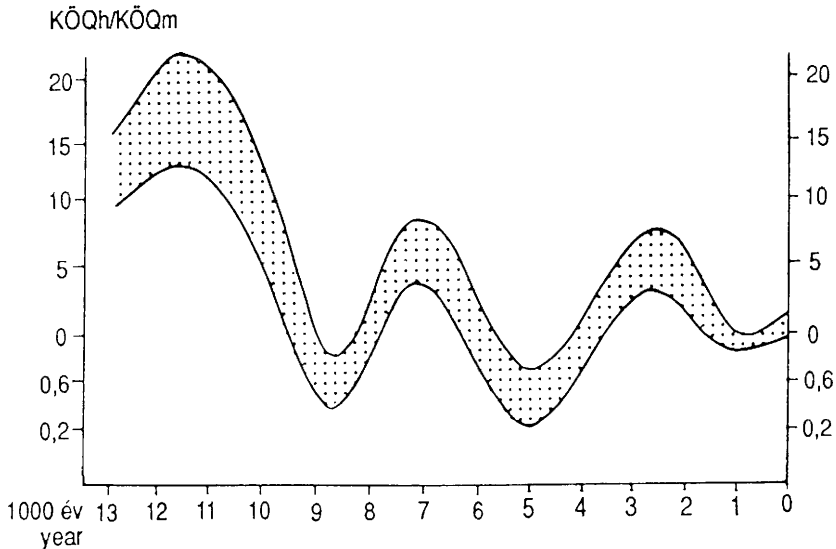


5. ábra. A középvízhozam (KÖQ) és a húr hossz (H) összefüggése a magyarországi folyókon a medertulajdonságok alapján elkülönített két csoport szerint. – 1 = A csoport; 2 = B csoport; 3 = regressziós egyenesek
 Relation between the water discharge (KÖQ) and meander length (H) after the two groups of the Hungarian rivers separated on the basis of the stream channel characters. – 1 = group A; 2 = group B; 3 = regression lines

az átlagos lefolyás növekedéséhez vezet (a jelenség fordítottja is érvényes). Eredményei szerint pl. a Zagyva vízgyűjtőjén 5%-os csapadéknövekedés (-csökkenés) a torkolati vidéken, az Alföld belsejében a lefolyás 40–45%-os (a hegységi részen viszont csak 17%-os!) megváltozását vonná maga után; változatlan csapadékviszonyok mellett viszont az évi középhőmérséklet 0,2–0,3 °C-os módosulása elegendő lenne a lefolyás 10% körüli megváltozásához. Tehát a viszonylag kisméretű éghajlati ingadozások hatására is jelentősen változhat az évi átlagos lefolyás (és ezzel együtt a középvízhozam) mértéke. NOVÁKI számításai paleohidrológiai célokra természetesen csak bizonyos határok között tekinthetők mértékadónak. A becsléskor e határ közelében maradván pl. a szubborreális korú, nagyvívű Zagyva-meder méretéből az új összefüggéssel számított középvízhozamához tartozó évi átlagos lefolyás alapján a Zagyva teljes vízgyűjtőjén az átlagos évi csapadék – a jelenlegi 580 mm-rel szemben – 900 mm körüli lehetett a holocén legnedvesebb időszakában. A szubatlanti meder hasonló módon nyert középvízhozamából pedig – az évi középhőmérsékletet itt is palynológiai adatokból becsülve – kb. 750 mm évi csapadék adódik a meder kialakulásának korszakára.

Jóllehet e számítások jelenlegi adatokra épülnek, és több fontos tényező, elsősorban a növénytakaró változását (BORSY Z.–FÉLEGYHÁZI E.–CSONGOR É. 1989) nem veszik figyelembe, mégis megfontolandó alkalmazásuk, hiszen a különböző korú holt-

medrekre szisztematikusan alkalmazott módszerrel előbbre léphetünk a holocén éghajlatának, nevezetesen a csapadékviszonyoknak, és ezen keresztül a folyóvízi folyamatoknak a jobb megismerésében. Mindenesetre ebből a kísérletből is nagyon valószínűnek tűnik az, hogy *a meanderméretek alapján becsült magasnak tűnő holocén vízhozamokból nem következik egyértelműen az évi csapadék mennyiségének hasonló mértékű növekedése.*



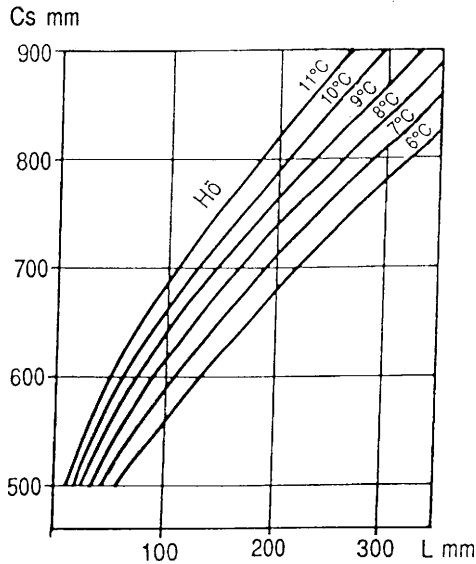
6. ábra. A magyarországi folyók középvízhozamának változásai a holocén folyamán. – KÖQh = holocén; KÖQm = mai középvízhozam

Holocene fluctuation of the water discharge of the Hungarian rivers. – KÖQh = water discharge in the Holocene; KÖQm = nowadays

Összefoglalás

A meanderméretek és a vízhozam közötti régóta ismert összefüggéseket a szerző a magyarországi folyók adatai alapján határozta meg. A folyómeder más tulajdonságait is bevonva a vizsgálatokba, megállapította, hogy az esés, a mederanyag és a hordalék mennyisége alapján a tanulmányozott folyók két csoportra oszthatók (1–3. ábrák). E két csoportra kiszámította a vízhozam-meanderméret formulákat. A holocén különböző szakaszaiból származó alföldi holtmedrek vízhozamának meghatározásához azonban nem az egyenlet átrendezésével jutott el, hanem olyan új függvényvel, amelyben a vízhozam mint függő változó szerepel. A függvényekből számított holocén vízhozamok változásait a 6. ábra mutatja be. A lefolyás és az éghajlat két eleme – az évi középhőmér-

séklet és az évi csapadékátlag – között újabban felismert összefüggés (7. ábra) alapján az alföldi folyóknak morfológiai módszerekkel becült holocén vízhozamaiból a szerző megkísérelte néhány időszakra az átlagos évi csapadék mennyiségének meghatározását.



7. ábra. Az éghajlat és a lefolyás közötti összefüggés a Zagyva magyarországi vízgyűjtőjén (NOVÁKI B. 1985. alapján) – L = évi közepes lefolyás; CS = évi átlagos csapadék; Hő = évi középhőmérséklet

Relation between the climate and the runoff on the water catchment area of the Zagyva river (Hungary) (after NOVÁKI, B. 1985). – L = annual average runoff; CS = annual average precipitation; Hő = annual average temperature

IRODALOM

- BORSY Z.–FÉLEGYHÁZI E.–CSONGOR É. 1989. A Bodrogek kialakulása és vízhalmozatának változásai. – *Alföldi Tanulmányok* 13. pp. 65–81.
- CARLSTON, C. W. 1965. The relation of free meander geometry to stream discharge and its geomorphic implications. – *Amer. Journ. of Science* 262. pp. 864–885.
- DURY, G. H. 1976. Discharge prediction, present and former, from channel dimensions. – *Journ. of Hydrol.* 30. pp. 219–245.
- GÁBRIS GY. 1985. Az Alföld holocén paleohidrológiai vázlata. – *Földr. Ért.* 34. pp. 391–408.
- GÁBRIS GY. 1986. Alföldi folyók holocén vízhozamai. – *Alföldi Tanulmányok* 10. Békéscsaba, pp. 35–52.
- GÁBRIS, GY. 1987. Correlation between meander properties and Holocene discharges in the Great Hungarian Plain. – In: GARDINER, V. (ed.): *Intern. Geomorph. Conf.*, 1985. Part I. J. Wiley and Sons Ltd. pp. 723–730.
- LEOPOLD, L. B.–WOLMAN, M. G. 1960. River meander. – *Geol. Soc. Amer. Bull.* 71. pp. 769–794.

- NOVÁKI B. 1985. A lefolyás éghajlati adottságai a Zagyva–Tarna vízrendszerében. – *Vízügyi Közl.* 67. pp. 78–93.
- NOVÁKI, B. 1991. Climatic effects on runoff conditions in Hungary. *Earth Surface Proc. and Landforms* 16. pp. 595–599.
- SCHUMM, S. A. 1968. River adjustment to altered hydrologic regimen. – *Murrumbidgee River and paleochannels. Australia.* – *US Geol. Surv. Prof. Papers* 598. 65 p.
- SCHUMM, S. A. 1977. *The fluvial system.* – Willey-Interscience, New York, 388 p.
- STARKEL, L.–THORNES, I. B. (ed.) 1981. Paleohydrology of river basins. – *British Geomorph. Res. Group Techn. Bull.* 28. 107 p.
- WILLIAMS, G. P. 1983. Improper use of regression equations in earth sciences. – *Geology* 11. pp. 195–197.
- WILLIAMS, G. P. 1984. Paleohydrologic equations for rivers. – In: COSTA, J. E.–FLEICHER, P. J. (ed.): *Development and applications of geomorphology*, Springer-Verlag, Berlin, pp. 343–367.

NEW RESULTS OF THE PALEOHYDROLOGICAL INVESTIGATIONS IN HUNGARY

by Gy. Gábris

S u m m a r y

Author determined the relationships between meander parameters and discharge from values for rivers in Hungary. Involving other river channel parameters into the investigation, he claims that the rivers studied fall into two groups by gradient, channel material and the amount of load transported (*Figs 1–3*). The calculations were made for both groups. The discharges of paleochannels in the Great Hungarian Plain, which date back to various phases of the Holocene, however, were not determined by the equation, but through applying a new function with discharge as dependent variable. The changes of the Holocene discharges estimated are shown in *Fig 6*. On the basis of a new relationship (*Fig 7*) between runoff and two climatic elements (annual mean temperature and annual precipitation) author attempted to determine annual average precipitation from Holocene discharges estimated by morphometric methods – for some periods.

Translated by the author