

A Zala-folyó lefejezése

GÁBRIS GYULA–MARI LÁSZLÓ¹

Abstract

The Pleistocene beheading of the Zala River (West Hungary)

Springing from West Hungary the Zala River originally headed for northeast, towards the Little Hungarian Plain. During the middle Pleistocene the depression in Lower Zala cut off the northerly continuation of Old Zala, and directed the waters towards the Drava River to the south. From the location of the river-piracy in the wide north-westerly valley the terrace and terrace material of the Old Zala shows the original flow direction. The younger terraces are clearly discernible in the section of north–south direction, while they are missing in the abandoned wide valley. Presently there is only a small stream meandering here. The subsidence of the Lower Zala region caused the regression of the river, resulted in an abrupt change of its flow direction. The presence and age of the beheading event can be determined from the geomorphological map and from analyses of the terrace material of the region. Currently the Zala River empties into Lake Balaton, which is located in the lowest part of the elongated depression of southwest–northeast strike originating from the end of the Pleistocene.

Bevezetés

A Zala folyásirányának furcsa térképi megtörése régóta fejtöresre készítette a geográfusokat. Már LÓCZY L. (1913) és CHOLNOKY J. (1918) felvetette a folyólefejezés gondolatát, de ezt a véleményüket nem bizonyították részletekbe menően. A Zala teraszaira vonatkozó első – térképmelléklettel alátámasztott – megállapításokat HORVÁTH K. (1908) munkájában olvashatjuk, aki még a CHOLNOKY-féle két teraszos elmélet szerint dolgozott. SZÁDECZKY-KARDOS E. (1938) Tűrjétől É-ra végzett megfigyelései és kavicsvizsgálatai alapján megállapította, hogy a Zala idősebb teraszai átszolgálnak a Marcal völgyébe és így közvetetten bizonyította a folyólefejezést. Igazán alaposan KÉZ A. (1943) vizsgálta a völgy teraszait Óriszentpétertől Zalaszentgrótig. Tanulmányában rámutatott az idősebb és a fiatalabb teraszok elhelyezkedésében tapasztalt eltérésekre. Szerinte a Magyarország nyugati részén eredő Zala eredetileg ÉK-i irányban a Kisalföld felé tartott, majd a középső pleisztocén-

¹ Eötvös Loránd Tudományegyetem, Természetföldrajzi Tanszék, 1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/c. E-mail: gabris@ludens.elte.hu

ban az É felé hátravágódó Alsó-Zala az Ős-Zalát lefejezte, s vizét D-i irányban vezette. A folyólefejezést később vitatták ugyan (MIKE K. 1980, 1991), de újabb részletes tanulmány nem született a kérdéskörben, jóllehet a szomszédos zalai, somogyi és balatoni területek kutatása során sok megfigyelés kapcsolódott a Zala kaptura problémájához (GÓCZÁN L. 1960; MAROSI S. 1970; LOVÁSZ GY. 1975; MAROSI S.–SZILÁRD J. 1977, 1981).

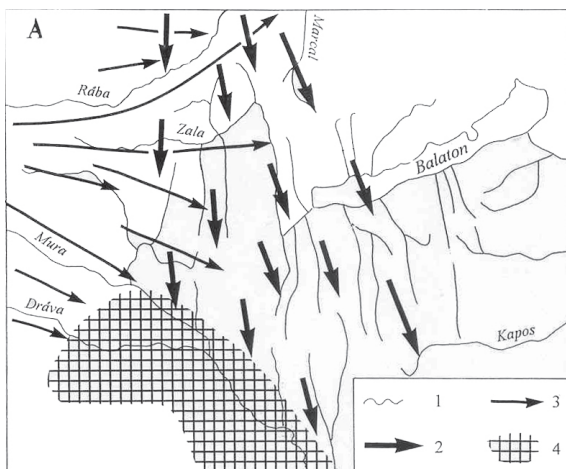
KÉZ A. írja 1934-es tanulmánya bevezetőjében: „Azt gondolhatnánk, hogy ezekkel a klasszikus tanulmányokkal a Zalára vonatkozó adatgyűjtés le van zárva és azonfelül minden újabb, kiegészítő munka felesleges”. Az Ő nyomán állíthatjuk, hogy az utóbbi évtizedekben a geomorfológiai kutatások új eredményeit, módszereit és változott szemléletét tekintve érdemes felülvizsgálni a múlt megállapításait. Konferencia-előadáson alapuló tanulmányunk alkalmat szolgáltat arra, hogy nagyrészt az 1990-es években végzett terpi vizsgálataink, valamint a vonatkozó szakirodalom újraértékelése alapján mutassuk be a Zala fejlődéstörténetét.

Ősföldrajzi helyzet (előzmények)

A Kárpát-medence Ny-i szélén a pliocén végén egy fluviolakusztikus vízrendszer alakult ki (SZÁDECZKY-KARDOSS E. 1938). A Bécsi-medencéből érkező Duna először a Kisalföld beltavát töltötte fel, majd az akkori lejtőviszonyoknak megfelelően a Dunántúl Ny-i és középső részén keresztül a Dráva menti süllyedékben levő Szlavóniai-beltóba folyt tovább csaknem É–D-i irányban. A folyó nagyrészt kereszttrétegzett homokból álló üledékei nagy területen terjedtek el. Az Alpokból érkező mellékfolyói (Rába, Mura, Dráva) ugyanekkor közvetlenül a medence DNy-i peremén nagy kiterjedésű hordalékkúp-rendszer építettek zömmel kavicsos hordalékaikból (1. ábra, A).

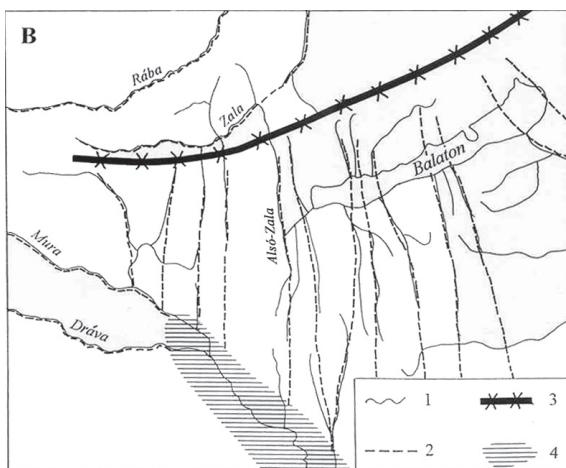
A következő esemény tektonikai jellegű: a Nyugat-Dunántúlon egy nagyjából Ny–K-i irányú tengely – a Keszthely–Gleichenbergi-hátság – emelkedése az alsópleisztocén közepén elzárta a Duna régi D-i irányú útját, és a Középhegység mentén K-re, az antecedens Visegrádi-völgyoszoros felé terelte a folyamat (PÉCSI M. 1959). Az alpi folyók így távolabb nyújtották a medencébe hordalékkúpjukat, és a Kisalföld, ill. a Dráva süllyedéke felé folytak le (1. ábra, B). A több ezer km² területű kavicsstakarót a gúntól kezdve ugyanezek a folyók teraszos völgyeket mélyítve felszabdalták. A kavicsstakaró magasabb részén eredő Zala viszonylag fiatal – csak a pleisztocénban kialakult – vízfolyás, völgyének teraszanyaga az Ős-Rába kavicsának áthalmozásából származik: legnagyobb tömegében az Alpokból lehordott kvarckavics (SOMOGYI S. 1961).

A geomorfológiai kutatásokat itt megnehezíti, hogy a nyugat-dunántúli kavicsmező részei anyagukat tekintve kevésbé különböznek, az egyes folyók üledékeinek kőzetanyaga jellegzetes eltérést alig mutat. Jól használható adatokat nyújt viszont a kavicsok méretének és koptatottságának vizsgálata. STRAUZ L. (1949), aki teraszkutatót nem végzett, de átvette a „BULLA-KÉZFÉLE TERASZ-SZÁMOZÁST”, az egyes szintek (Zala teraszok) anyagának vizsgálata alapján megállapította azt a szabályt, hogy a kavicsok az idősebb teraszok felől



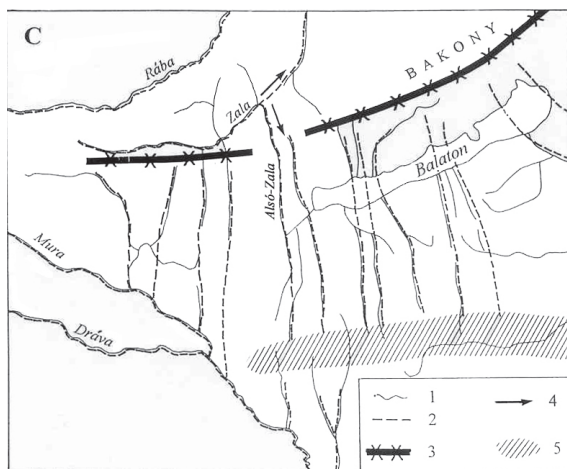
1. ábra. A Zala ősföldrajzi térképsorozata. – A = felsőpliocén-legalsó pleisztocén: 1 = mai vízfolyások; 2 = a Duna felsőpliocén-legalsó pleisztocén hordalékkúpja; 3 = az alpi folyók (Rába, Mura, Dráva) alsópleisztocén hordalékkúpja; 4 = felsőpliocén Szlavóniai-beltó

Paleogeographical map series of Zala river. – A = Upper Pliocene–Lowest Pleistocene: 1= present-day river network; 2 = Upper Pliocene–Lowest Pleistocene alluvial fan of the Danube; 3= Lower Pleistocene alluvial fan of the Alpine rivers (Rába, Mura, Dráva); 4 = Upper Pliocene Slavonian inland lake



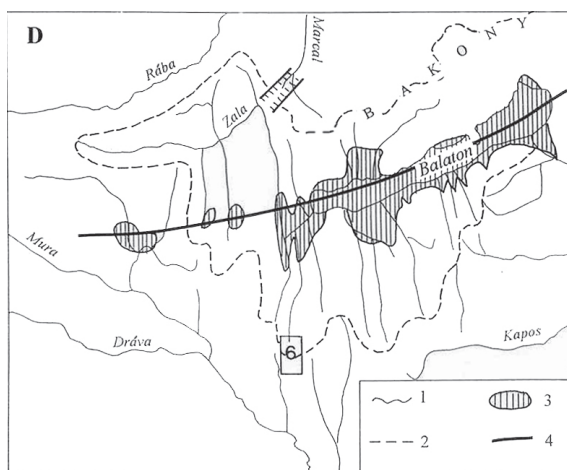
1. ábra. A Zala ősföldrajzi térképsorozata. – B = alsópleisztocén második fele: 1 = mai vízrajz; 2 = ősfolyók; 3 = emelkedő vízválasztó; 4 = drávai süllyedék

Paleogeographical map series of Zala river. – B = The second half of the Lower Pleistocene: 1 = present-day river network; 2 = paleo-rivers; 3 = lifting up watershed; 4 = subsiding Drava depression



1. ábra. A Zala ősföldrajzi térképsorozata. – C = középsőpleisztocén: 1 = mai vízrajz; 2 = ősfolyók; 3 = emelkedő vízválasztó; 4 = a Zala bifurkációja; 5 = Felső-Kapos–Kalocsai-süllyedék

Paleogeographical map series of Zala river. – C = Middle Pleistocene: 1 = present-day river network; 2 = paleo-rivers; 3 = lifting up watershed; 4 = bifurcation of the Zala; 5 = Upper Kapos–Kalocsa depression



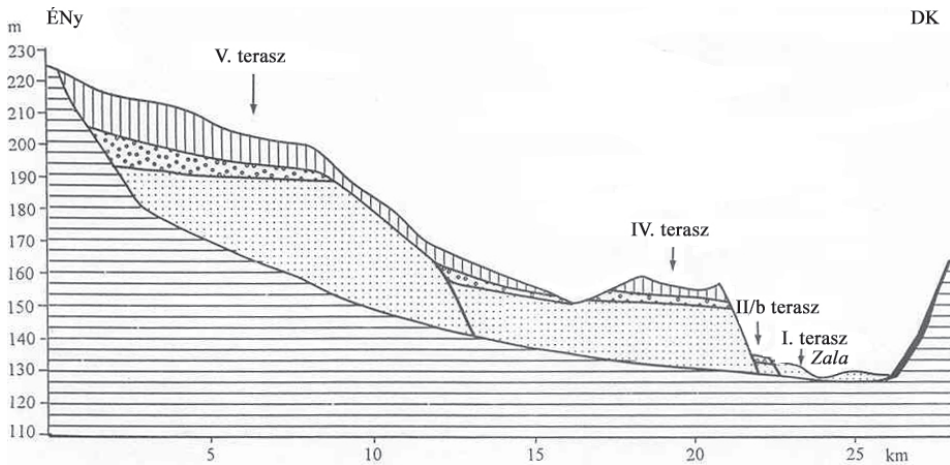
1. ábra. A Zala ősföldrajzi térképsorozata. – D = jelenlegi helyzet: 1 = mai folyók; 2 = mai vízválasztó; 3 = a Balaton-vonal és időszakosan vízzel elöntött süllyedékterülete; 4 = mai Balaton

Paleogeographical map series of Zala river. – D = recent situation: 1 = present-day river network; 2 = current watershed; 3 = Balaton line and the maximum flooded depression area; 4 = Lake Balaton

a fiatalabbak felé, és a folyás mentén lefelé is fokozatosan finomodnak. CSEH NÉMETH J. (1954) tanulmányában számokkal pontosítja ezt a megállapítást: a kavicsok koptatottságának mértéke 5,3-ról 6,1-ig gyengén növekszik a teraszok fiatalodásával.

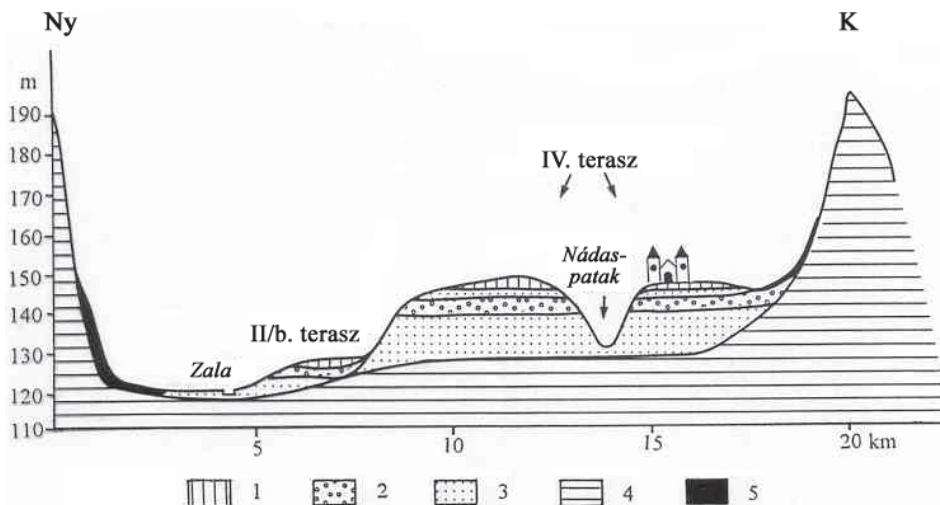
A Zala teraszai

A Zala völgyében három jól fejlett és egy nehezen felismerhető terasz térképezhető (2a,b. ábra). Legalul a folyó csaknem teljes hosszában (Óriszentpétertől Kehidáig) az óholocénban lerakódott kavicsból álló I. terasz szintje helyezkedik el. Viszonylagos magassága KÉZ A. (1943) megállapítása szerint 1 m-ről 3 m-re emelkedik Zalaszentgrótig, alatta aztán ismét alacsonyodik, majd Kehidánál eltűnik. Ezt követi a völgyoldalakon felfelé egy 3–7 m relatív magasságú terasz, amelynek korára paleontológiai bizonyítékunk van. Zalaszentgróton a vasút melletti kavicsgödörben *Elephas primigenius* jó megtartású zápfogait találta LÓCZY L. (1913). Az utolsó jégkorra datált fauna alapján a terasz felkavicsolása – ahogyan ezt MAROSI S. (1970) KRETZOI M. véleményére hivatkozva már felvetette – a würm glaciális elején történhetett. A legújabb paleontológiai tanulmányokban van egy szórványos adat, amelyet idősebbnek tartanak (Szuhogya–Csorbakő), de a Kárpát-medence területén igazából 100 000 és 20 000 év között volt elterjedt.



2a. ábra. A Zala-völgy jellegzetes keresztmetszete teraszokkal Pókaszeptknél. A jelmagyarázatot l. a 2b. ábránál

Typical geomorphological cross-sections of the Zala Valley at Pókaszeptknél. For explanation see Fig. 2b.

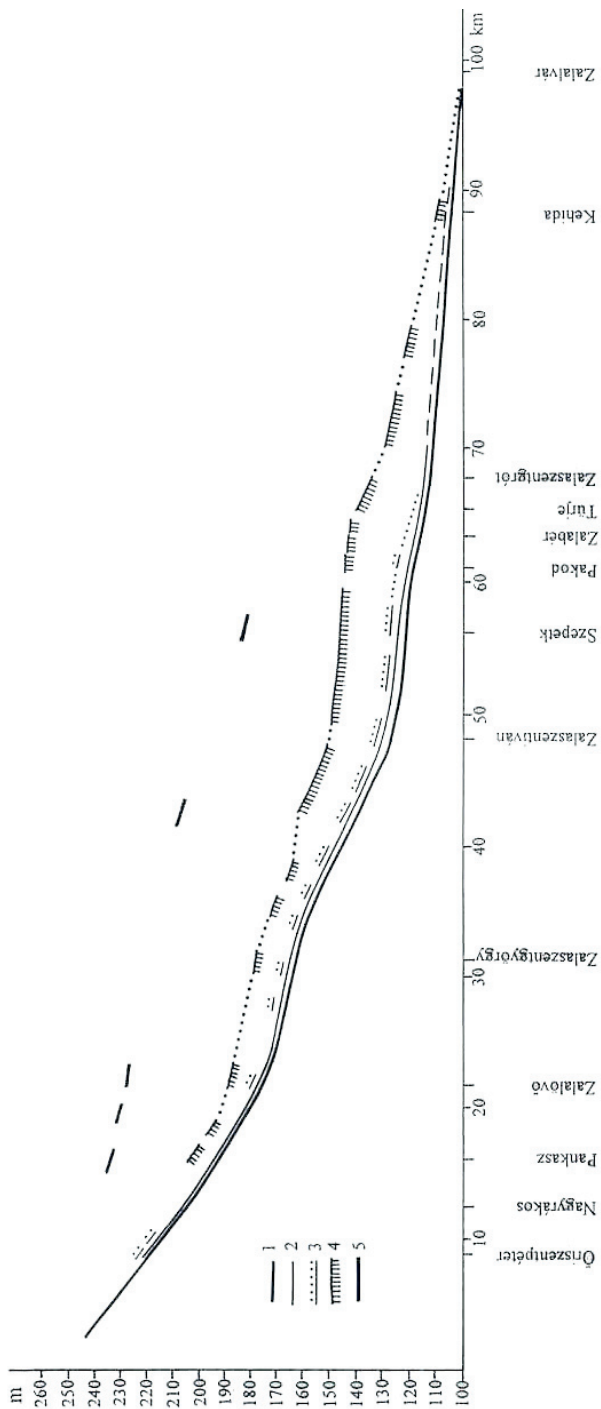


2b. ábra. A Zala-völgy jellegzetes keresztmetszete teraszokkal Túrjánél. – 1 = pannon tengeri üledékek; 2 = folyóvízi homok; 3 = folyóvízi kavics; 4 = lösz; 5 = kolluvium

Typical geomorphological cross-sections of the Zala Valley at Túrje. – 1 = Pannonian marine sediments; 2 = fluvial sand; 3 = fluvial gravel; 4 = loess; 5 = colluvium

A mai magyar szakirodalomban használatos elnevezés szerint tehát Kéz A. véleményével szemben e vékony fiatal lösszel borított szint a III. helyett inkább a II/b. terasszal azonosítható, és térképünkön, szelvényeinken így is szerepel. A felette levő folyópárkányt – a két terasz közötti, magyarországi folyóvölgyekben szokatlanul nagy szintkülönbség alapján Kéz A. a IV. terasszal azonosította, és így párhuzamok szerint kavicsának felhalmozását a mindel glaciálisba helyezte, amin később sem volt ok változtatni (Pécsi M. 1959). Legfelül a legidősebb V. szint foszlányai nyomozhatók, amelynek kialakulását Kéz A. a korábbi levantei helyett az ópleisztocénba tette. Ugyanis éppen a zalai teraszok tanulmányozása alapján fogadta el azt a nézetet, hogy a kavicslerakódás a günz glaciálisban, a kivésés pedig az „első jégközötti időben” ment végbe.

A két felső szint kormeghatározása őslénytani leletek hiányában bizonytalan. Egyetlen ide kapcsolható fauna leletről van tudomásunk a szakirodalomból, mégpedig szintén Lóczy L. (1913) leírása alapján. A rinocérosz felső karcsonnt nem elég pontos korjelző, a lelőhely is igen távoli – a Marcal menti Nemesszalók –, és maga Lóczy is csupán az egész nyugat-dunántúli fiatalabb kavicsstakaró pleisztocén korára hozza fel bizonyítékként. Térképe, és LÁNG S. (1954) leírása alapján a lelet inkább a mai V. teraszhoz tartozik, s a IV. terasz korára (amire később használták) semmiféle bizonyító erővel nem bír. A II/a. és a III. terasz úgy tűnik nem alakult ki a völgyben, jóllehet CSEH NÉMETH J. (1957) felismerni véli a III. szintet.



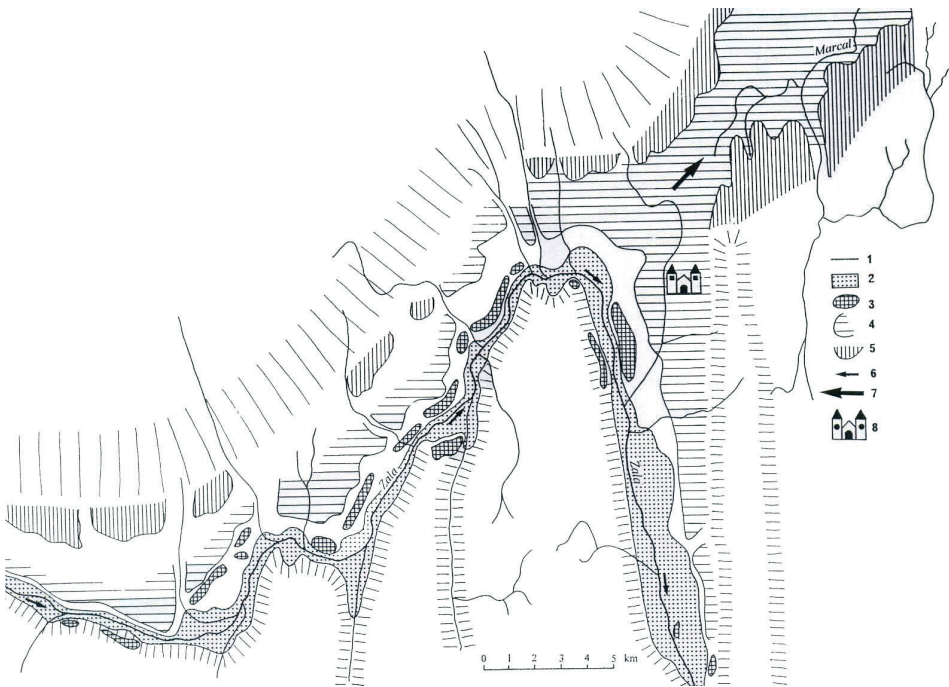
A Zala különböző teraszainak elhelyezkedését, a folyó szintje feletti magasságát ábrázoló hossz-szelvény (3. ábra) jól mutatja, hogy a felső szakaszon a teraszok elég szabályosan fejlődtek ki, lejtésük egymással és a folyó esésével csaknem párhuzamos, ill. a viszonylagos teraszmagasság mindegyik esetében gyengén emelkedik. A Zala nagy kanyarulatában (Türje községnél) azonban drasztikus változás figyelhető meg: a V. terasz eltűnik a Zala mellől, az alatta levő fiatalabb (II/b.-IV.) szintek lejtése pedig erősen megnövekszik. Sőt a Zalaszentgrót alatti völgszakaszon – amelynek térképezését jelen írás szerzői végez-

3. ábra. Hosszanti szelvény a Zala teraszairól. – 1 = Zala jelenlegi középvízszintje; 2 = holocén (I.) terasz; 3 = würm eleji (II/b.) terasz; 4 = mindel (VI.) terasz; 5 = günz (V.) terasz

Longitudinal profile of the Zala terraces. – 1 = present water level of Zala; 2 = Holocene (No I) terrace; 3 = Early Würm (No II/b) terrace; 4 = Mindel (No IV) terrace; 5 = Günz (No V) terrace

ték el –, pontosabban a II/b Zalaudvarnoknál, majd a IV. terasz Zalaszentlászló után belesimul a folyó árterébe.

A Zala-kaptura környékének geomorfológiai térképvázlata (4. ábra) mutatja a változás lényegét. Az V. terasz határozott lépcsővel elkülönült, szélesen kiterjedt felszínként a Zala felső völgyének ÉNy felé tartó egyenes folytatásában mindkét oldalon hosszan követhető, és becsatlakozik a Marcal felső szakaszához. Az Ötvös, Gógánfa, Ukk vonalában húzódó részleteit LÁNG S. írta le 1954-es tanulmányában. A IV. szint viszont – amelyik az egész Zala völgy legerősebben fejlett, legszélesebb terasza – itt két irányban is nyomozható. Az egyik ága az előbb leírt idősebb V. szint peremei között 2–6 km szélességben a Marcal-folyó felé tart. Ezen az elhagyott völgytalpon jelenleg csak két kicsiny patakocska folyik egymással ellenkező irányban a Zala ill. a Marcal folyók felé: völgyi vízválasztó alakult ki a völgytorzóban. A nagy szintkülönbséget rövid távon legyőző, s a Zalába tartó Nádas-patak erősen bevágódott a régi teraszba,



4. ábra. Geomorfológiai térképvázlat a Zala kaptura környékéről. – 1 = vízfolyások; 2 = allúvium; 3 = würm eleji (II/b.) terasz; 4 = mindel (IV.) terasz; 5 = günz (V.) terasz; 6 = mai folyásirány; 7 = régi folyásirány; 8 = Türje község

Geomorphological map from the beheading area of the Zala. – 1 = waterflows; 2 = alluvium; 3 = Early Würm (No II/b) terrace; 4 = Mindel (No IV) terrace; 5 = Günz (No V) terrace; 6 = actual flow direction; 7 = old flow direction; 8 = village of Türje

a Marcal mellékvizének medre viszont az enyhébben lejtő felszínen alig mélyül be, széles, vizenyős árteret képez. A IV. terasz másik, D-i ága kezdetben 2–2,5 km széles, majd egyre keskenyedő, folyásirányban erősen lejtő felszínként a jelenlegi Zalát követi. Viszonylagos magassága 20–22 m-ről néhány tucat km után 1 m-re csökken. Hasonló erős lejtést mutat a II/b. terasz is, amely alacsonyabb lévén, még hamarabb simul bele a Zala árterébe.

A D-re tartó feltételezett Alsó-Zala völgyét felszíni kavicselőfordulások is jelzik Sármellék környékén, Galambok K-i határában, és Zalakomár téglagyarában. A kavicsok görgetettsége azonban gyengébb, mint É-abra a Zala teraszait felépítő kavicsoké (4,5–4,6). Eredetüket GÓCZÁN L. (1960) a középsőpleisztocén Zalával hozza kapcsolatba, MAROSI S. (1970) pedig a würm eleji terasznyagnak az idősebb riss korú hordalék fedőjébe kerüléséről írt.

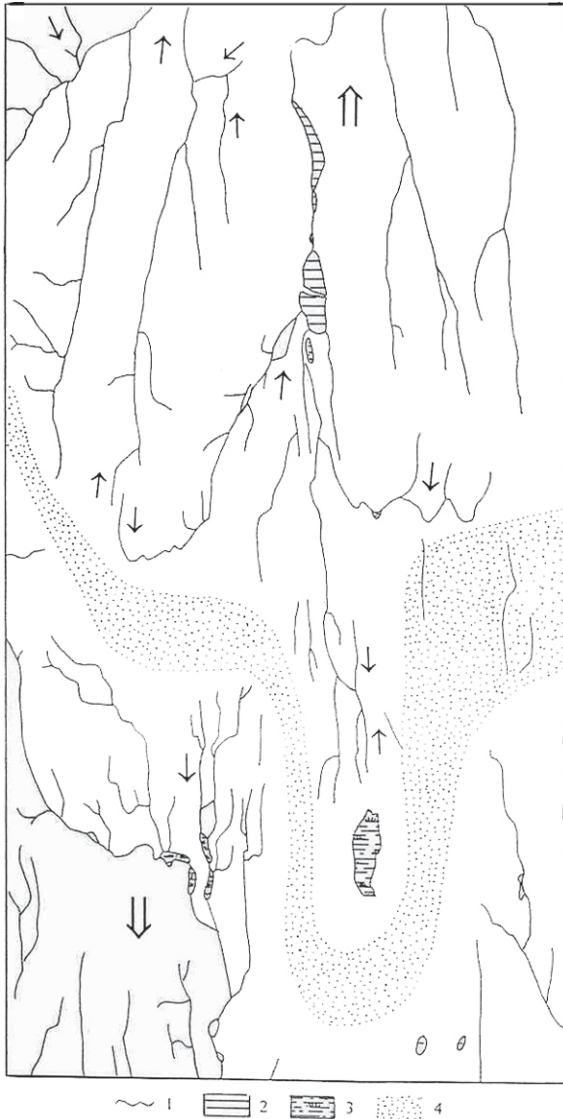
Következtetések

A IV. terasz felkavicsolása (mindel glaciális) kezdetén a Zala még az eredeti ÉK-i irányban a Kisalföld felé folyt, de völgye felé fokozatosan hátravágódva egyre közeledett az Alsó-Zala, amelynek erózióbázisa erősen süllyedt. Ez az erózióbázis a pleisztocén elején feltehetően a mai Dráva-völgy környékén lehetett (1. ábra, B), de a középsőpleisztocénban ennek mozgása lecsökkent és szerepét átvette egy tőle É-ra levő másik sáv, a Felső-Kapos–Kalocsai süllyedék (MAROSI S. 1970). A Zala teraszainak helyzetéből következtetve a mindel glaciálisban érthette el az alsó szakasz a felső folyást, s ekkor a Zala egy ideig bifurkált (1. ábra, C). A végleges irányváltás oka részben tektonikus mozgás, vagyis az erózióbázis további süllyedése, ill. a Zala–Rába közötti hátság vonalába eső területek emelkedése, részben pedig a nagy interglaciális alatti klimatikus okokra visszavezethető általános völgybevágódás lehetett. A Felső-Zala ekkor végleg D felé fordult és elhagyta régi völgyét. A Zala-völgyben a bevágódás mértéke olyan nagy lehetett, hogy a III. terasz felkavicsolása (ha volt egyáltalán) nem érte el a későbbi (würm eleji) II/b terasz szintjét. Ezért hiányzik a völgyben a III. terasz.

A felsőpleisztocénban a Balaton vonalában – a jelenlegi tó medencéjénél K és Ny felé egyaránt sokkal hosszabb árkot képezve – újabb süllyedék kezdett kialakulni a Dunántúlon (MAROSI S. 1970; MAROSI S.–SZILÁRD J. 1977, 1981), amely a Zala É–D-i völgyét kettémetszette (1. ábra, D). E mozgásokat a III. terasz riss kora miatt KÉZ A. az utolsó interglaciálisra tette. GÓCZÁN L. (1960) felvetette a süllyedés fiatalabb voltát: pontosabban a tómedence würm I.–II. interstadiális korát (ezen ma az alsó pleniglaciális közvetlenül megelőző időszakot értjük, amelynek kora kb. 70–90 ezer év).

A Balaton kialakulásának tárgyalása nem tartozik tanulmányunk tárgyához, azonban szorosan kapcsolódik hozzá, mivel a teraszrendszer tám-

pontot nyújt korának megállapításához. Azzal tehát, hogy II/b-nek bizonyult a párkánysík – mint azt fentebb láttuk –, a Balaton-árok bezökkenésének kora nagyjából a würm közepére tolódik. A Zala kapturájától a Balaton süllyedékéig terjedő völgyszakaszon a normális lejtéssel kialakult IV. (mindel) terasz futása utólagosan tektonikus zavart szenvedett, esése erősen megnövekedett. A würm eleji II/b. terasz hasonlóan erős lejtését (3. ábra) MAROSI S. (1970) azonban a Kis-Balaton erős süllyedésével és Zala esésének ehhez igazodásával magyarázta. A mai völgy legdélebbi szakaszán a teraszok kavicsanyaga az



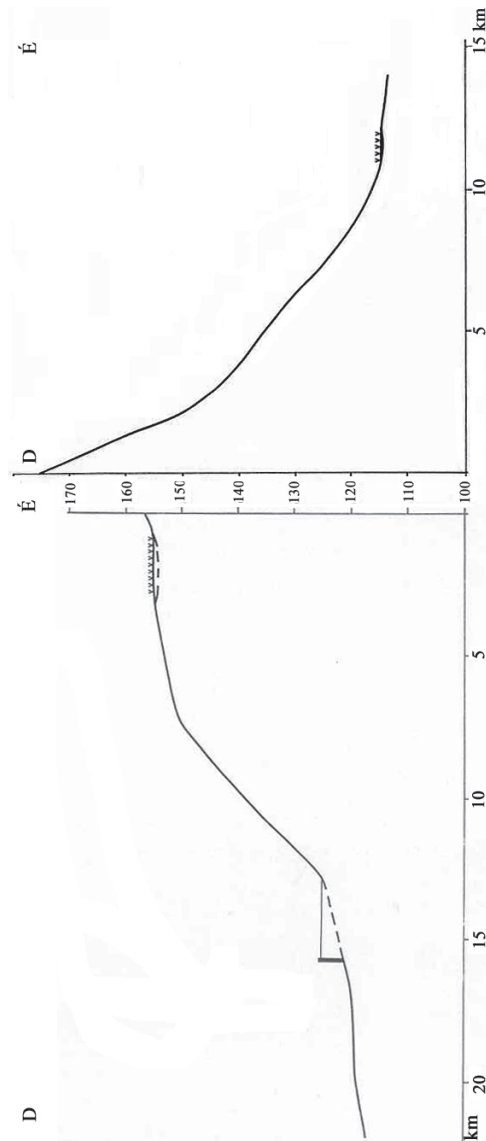
allúvium alatt már csak fúrásokban kerül elő, mert a Balaton süllyedését követően itt nem teraszképződés, hanem normális sztratigráfiai rendben folyóvízi üledékképződés zajlott. Ezzel magyarázható a würm végi II/a. terasz hiánya is.

A Balaton-vonaltól D-re eső völgyszakasz É-i részében a tómedence besüllyedésének hatására a vízfolyás iránya ellenkezőjébe fordult. Az Alsó-Zala régi völgyében kialakult völgyi vízvásztó környékén a mellék és források vízhálózatának vizsgálata újabb bizonyítékokat szolgáltatott a folyó megfordulásra. A 5. ábra tipikus szakállas (barbed) rajzolata a szakirodalom szerint a fo-

5. ábra. Vízhálózati kép az „Alsó-Zala” vízvásztója környékén. – 1 = vízfolyás; 2 = tó; 3 = mocsár; 4 = bizonytalan vízvásztó futó homok térszínén

Drainage network on the watershed area of the "Lower Zala" river. – 1 = waterflow; 2 = lake; 3 = swamp; 4 = uncertain watershed on the aeolian sand surface

lyók irányváltozását jelzi (GÁBRIS Gy. 1986). A mai vízválasztó két oldalán a patakok esésgörbéi is teljesen más képet mutatnak. Az É felé tartó patakok erősen bevágódott, nagy esésű völgyeivel (6. ábra) ellentétben a Dráva felé tartó patakok esése jelentősen kisebb. Hasonló irányváltozás és ennek következtében kialakult völgyi vízválasztó egész sorozata figyelhető meg és bizonyítható (MAROSI S.–SZILÁRD J. 1981) a Balatontól D-re fekvő Somogyi-dombság területén több helyen is (1. ábra, D).



Összefoglalás

A Magyarország Ny-i részén eredő Zala folyó eredetileg ÉK-i irányban, a Kisalföld felé tartott. A középső pleisztocénban a Drávába ömlő Alsó-Zala É felé hátravágódva az Ős-Zalát lefejezte, s vizét D-i irányban vezette. A kaptura helyétől ÉNy-i irányban húzódó széles völgyben az Ős-Zala idős terasza, ill. kavicsanyaga jól mutatja az egykori folyásirányt. A fiatalabb teraszok a jelenlegi É–D-i futású szakaszon jól követhetők, míg a széles elhagyott völgyszakaszon, amelyben ma csak egy kis patak kanyarog, hiányoznak. A hirtelen irányváltás oka a Zala alsó szakaszának megsüllyedése, a folyó erős hátravágódása. A folyólefejezés létét a LÓCZY L. és CHOLNOKY J. ismertte föl, korát pedig KÉZ A. határozta meg elsőként. Tanulmányunkban a terület geomorfológiai térképezése és a teraszok kavicsanyagának vizsgálata alapján újrvizsgáltuk a magyar folyóvízi geomorfológia egyik klasszikus megállapítását.

6. ábra. Esésgörbék az Alsó-Zala vízválasztója környékén

Characteristic thalwegs around the watershed of the "Lower Zala" river

IRODALOM

- CHOLNOKY J. 1918. A Balaton hidrográfiája. – A Balaton Tud. Tanulm. Eredményei, 1/2. Bp., 316 p.
- CSEH NÉMETH J. 1957. Földtani vizsgálatok a Zala baloldali teraszterületén. – Földtani Közlöny 87. pp. 173–184.
- GÁBRIS Gy. 1987. A vízhalózat geomorfológiai célú elemzése. – Kandidátusi értekezés, Kézirat, 162 p.
- GÓCZÁN L. 1960. Közép-Nyugat-Dunántúl felszínfejlődési problémái. – A Magyar Földrajzi Társaság XIV. Vándorgyűlése, Zalaegerszeg, pp. 27–30
- HORVÁTH K. 1908. A Zalavölgy település-földrajza. – Földr. Közl. 36. pp. 50–70.
- KÉZ A. 1943. Újabb terraszmelegítések a Zala mentén. – Földr. Közl. 71. pp. 1–18
- LÁNG S. 1954. Geomorfológiai megfigyelések a Zalai-dombvidéken. – Földr. Ért. 3. 4. pp. 568–576.
- LÓCZY L. 1913. A Balaton környékének geológiai képződményei és ezeknek vidékek szerinti telepedése. – A Balaton Tud. Tanulm. Eredményei, 1/1. Bp, 617 p.
- LOVÁSZ Gy. 1975. Zalai-dombság. A domborzat kialakulása és mai képe. – In: ÁDÁM L.–MAROSI S. (szerk.): A Kisalföld és a Nyugat-Magyarországi peremvidék, Magyarország tájféldrajza 3. – Akad. Kiadó, Bp. pp. 442–454.
- MAROSI S. 1970. Belső-Somogy kialakulása és felszínalaktana. – Akad. Kiadó, Bp. 169 p.
- MAROSI S.–SZILÁRD J. 1977. A Balaton pleisztocén végi kialakulásának és fejlődésének pontos meghatározása parti üledékösszletek elemzése tükrében. – Földr. Közl. 25. pp. 26–28.
- MAROSI S.–SZILÁRD J. 1981. A Balaton kialakulása. – Földr.Közl. 29. pp. 1–30
- MIKE K. 1980. Ősmedernyomok a Balaton környékén. – Földr. Ért. 29. pp. 313–334
- MIKE K. 1991. Magyarország ősvízrajza és felszíni vizeinek története. – Aqua Kiadó, Bp., 698 p.
- PÉCSI M. 1959. A magyarországi Duna-völgy kialakulása és felszínalaktana. – Akad. Kiadó, Bp., 346 p.
- SOMOGYI S. 1961. Hazánk folyóhálózatának fejlődéstörténeti vázlata. – Földr. Közl. 9. pp. 25–50.
- STRAUSZ L. 1949. A Dunántúl délnyugati részének kavicsképződményei. – Földtani Közlöny 79. pp. 8–68
- SZÁDECZKY-KARDOS, E. 1938. Geologie der rumpfungarländischen Kleinen Tiefebene. – Sopron, 442 p.