

A Coriolis-erő hatása folyókra a magyar szakirodalomban

BALLA ZOLTÁN

Magyar Állami Földtani Intézet, H-1143 Budapest, Stefánia út 14., balla@mafi.hu



Tárgyszavak: Coriolis-erő, eltérítő hatás, földforgás, folyóaszimmetria, folyóvándorlás, partalámosás, tektonika, tudománytörténet

Összefoglalás

A Coriolis-erő eltérítő hatása folyókra bizonyított ténynek tekinthető. Az alábbiakban bemutatom, hogyan érvényesül ez a hatás, amely egyenes és kanyargós folyószakaszok rendszeres eltolódását okozza az É-i félgömbön jobbra, a D-in balra. Megvizsgálom másfél évszázad magyar földtani, földrajzi és vízügyi szakirodalmát, és feltárom azt a helyzetet, hogy ezt a hatást többnyire meg sem említik, s ha mégis, akkor általában különböző kételyekkel, megszorításokkal. Teszik ezt annak ellenére, hogy az eltérítő hatást számos esetben hangsúlyozzák, csak éppen nem teszik tudományos vizsgálat tárgyává.

A Dunára vonatkozó gazdag irodalom áttekintése arra vezetett, hogy a folyók vándorlásával kapcsolatban tektonikai hipotéziseket állítottak fel, amelyek két típusa körvonalazható: a töréses (többnyire törést követő „fellazult övvel” vagy árokka) és a süllyedékes (távoli szívóhatás hangsúlyozásával). Mindkét hipotézis arra keresett választ, hogyan került a Duna az eredeti (Budapesttől DK-re tartó) medréből a mai (Budapesttől D-re tartó) völgyébe, de egyik sem adott választ arra a közismert – és gyakorlati szempontból igen fontos – tényre (gondoljunk a rendszeres dunai partomlásokra!), hogy mai völgyén belül a Duna megjelenése óta jobbra vándorol. Válasz hiányában és globális tényadatok birtokában ennek a jelenségnek egyetlen ésszerű magyarázatát látom – a Coriolis-erőt.



Bevezetés

A Coriolis-erő folyókra gyakorolt hatását a külföldi szakirodalomban már vagy 150 éve széleskörűen tárgyalják, az első kilencven évről NEMÉNYI (1952) adott alapos össze-sítést. „A tudomány mai állása szerint” a Coriolis-erő folyók-ra gyakorolt hatását ténynek kell tekintenünk (BALLA 2009).

A hazai földtani és földrajzi szakirodalomban azonban a Coriolis-erő folyókra gyakorolt hatásáról alig esik szó, s a szórványos említések nagy része kételyeket fogalmaz meg (l. alább). Ugyanakkor — s ez érdekes helyzet! — a nem szakirodalomban (pl. 1000 kérdés..., HARDI 2008, SZEIDEMAN 2008, TAMÁS, KALOCSA 2003) ezt a hatást bizonyított tényként kezelik. Tucatnyi megkérdezett geológus kollégám jelentős része is pozitívan áll a kérdéshez (bár álláspontjának eredetére nem emlékszik).

Mindez reményt ad arra, hogy a hivatalos szakirodalom is előbb-utóbb „meghallja az idők szavát”, és fogékonnyá

válk a Coriolis-erő folyókra gyakorolt hatását illetően. Ehhez kívánok hozzájárulni azzal, hogy ismertetést adok arról, hogyan viszonyult és viszonyul a magyar földtani, földrajzi és vízügyi szakirodalom a kérdéshez, s megpróbálom kide-ríteni, miből ered az uralkodóan negatív hozzáállás.

Ahhoz azonban, hogy ebben a kérdésben tisztán lássunk, előbb át kell tekintenünk azt, hogyan is hat a Coriolis-erő a folyókra.

A Coriolis-erő hatásmechanizmusa folyók esetében

Folyók esetében döntő körülmény, hogy tehetetlenségi erő hatására a folyók vize a mederhez képest elmozdulni igyekszik. A Coriolis-erő tehetetlenségi erő, s hatása ilyen elmozdulási kényszer hoz létre: folyásirányban nézve az É-i féltekén jobbra, a D-in balra. Az elmozdulásnak a meder

mindenkori partja a gátja, így az elmozdulás következtében a folyóvíz a partra hat. Attól függően, milyen erős ez a hatás, és mekkora a part ellenállása, alakul a partalámosás intenzitása.

Ez a jelenség legkönnyebben meanderező, középszakasz jellegű folyókon érthető meg. Meanderek olyankor jönnek létre, amikor a folyóvíz munkaképessége kb. azonos az elvégzendő munkával (CHOLNOKY 1934), vagyis dinamikus egyensúlyi állapotban. E felfogásban a kezdeti kanyarulatok a vízfolyás eredeti belső rezgőmozgásának hatására képződnek, s a belőlük keletkező meanderek paraméterei (mederszélesség, hullámhossz, görbület stb.) alapvetően a vízhozammal kapcsolatosak.

A meanderező folyók vize a kanyarokban fellépő haránt irányú centrifugális erő és a meder menti hosszanti folyás kombinálódásának következtében turbulens mozgással halad előre. A Coriolis-erő hatását legkönnyebben EINSTEIN (1926) modellje alapján érthetjük meg, amely eltekint a folyásirányú és a turbulens mozgástól, és az utóbbinak csak a folyómederre merőleges összetevőjét mutatja be. E modellben a centrifugális erő hatására mozgó vizet a fenék és az oldalfalak mentén a súrlódás lefékezi, így az tiszta formájában csak a víztükör mentén hat, ezáltal másodlagos cirkulációt hozva létre a folyásirányra merőleges síkban (1. ábra).

A Coriolis-erő — irányától függően — hozzáadódik a centrifugális erőhöz vagy kivonódik abból, s az eredő a két erő értékének viszonyától függ. Ezt az arányt SHANTSER (1951) számította ki a Volga középső szakaszára, s azt kapta, hogy árvíznel a Coriolis-erő hatása kb. a $3/4$ -e a kisvízi gravitációs erőének, s hogy a centrifugális és a Coriolis-erő nagysága összevethető. Laksa és Hugyakov (LAKSHA, HUDYAKOV 1968) nyugat-szibériai vizsgálatai során arra jutott, hogy a teljes erő kisvíznél és árvíznel egyaránt a jobb kanyar felé kb. másfélszer nagyobb, mint a bal kanyar felé irányuló (a kapott kép az É-i félgömbben érvényes, a D-in a bal kanyar felé irányuló erő a nagyobb).

Dinamikai egyensúlyban lévő, középszakasz jellegű folyó meandereit tehát a Coriolis-erő határozottan eltéríti, az É-i félgömbben jobbra, a D-in balra.

A meanderek időben a folyásirány mentén lefelé vándorolnak, minek következtében a jobbra térítő hatás végigvonul a folyó mentén, s a teljes folyóvölgyre kiterjed. Az eredmény az, hogy a folyó egésze — s ezzel völgyoldala is — a Coriolis-erő hatására fokozatosan eltolódik (az É-i félgömbben jobbra, a D-in balra). Az erősebb feltöltés és az elhagyott meanderek miatt — laposabb. EAKIN (1910) pl. a Missouri mintegy 450 km-es szakaszának térképéből kiszámította,

hogy a folyómeder és az ártér külső pereme közötti terület kb. 4,4-szer nagyobb a bal oldalon, mint a jobbon.

Mivel az erősebben bevágódó oldalon azok a képződmények vannak, amelyekbe a folyó bevágódik, a másikon viszont a folyó saját üledékei, a bevágódó oldal nemcsak meredekebb, hanem magasabb is lesz. A völgy tehát aszimmetrikussá válik. Az aszimmetria mértéke — a bevágódó oldal meredeksége és magassága — attól függ, milyen képződményekbe vágódik be a folyó.

Az Einstein-modell (1. ábra, jobb oldali kép) fontos tulajdonsága, hogy önmagában a Coriolis-erőre is érvényes, vagyis akkor is, ha a folyó egyenes, s nincs kanyarban fellépő centrifugális erő. Könnyű belátni, hogy ebből a Coriolis-erő hatása következik a felső- és az alsószakasz jellegű folyókra is, vagyis az, hogy a völgyaszimmetria a szakaszjellegtől független.

Megjegyzem: előfordul, hogy a Coriolis-erővel magyarázzák kanyarok (meanderek) keletkezését is (TAMÁS, KALOCSA 2003), ami nyilvánvaló tévedés — a Coriolis-erő a kanyarok, folyók és völgyoldalak eltolódását okozza, de nem a kanyarok létrejöttét.

A földforgás és a folyók a magyar szakirodalomban

Áttekintésünk formai problémája, hogy a földforgás hatását a folyókra mind a magyar, mind a külföldi szakirodalom három különböző megnevezés alatt tárgyalja – földforgás, Coriolis-erő és Baer-törvény. Az első kettő azonosságához az adott relációban nem férhet kétség, s a „Coriolis-erő” elhagyása vájt fülű olvasónak nem okozhat gondot. A Baer-törvénnyel csak annyiban más a helyzet, hogy hibás voltát még megjelenése előtt egy évvel kimutatták, s ennek hatására azt szerzője szinte azonnal visszavonta (BALLA 2009), így 1860 utáni használata anakronizmus. A tárgyalás egyszerűsítése érdekében a továbbiakban földforgásról beszélek, s csak abban az esetben jelölöm, hogy a „Baer-törvényről” vagy a Coriolis-erőről van szó, ha ez a hivatkozott mű címéből nem derül ki.

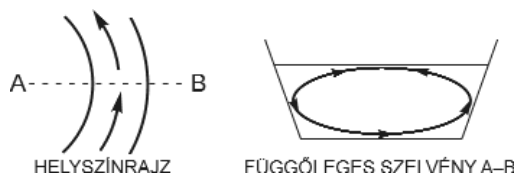
A hazai folyók közül a Dunát már BABINET (1859), BAER (1860) és SUESS (1863)¹ is példaképpen hozta föl a földforgás eltérítő hatására. A hazai kutatók közül ugyanezt esőként HANUSZ (1890) tette meg, de felfogását egyedül HALAVÁTS (1895) támogatta. Az 1941-ig tartó fél évszázadból erről a hatásról a hazai szakirodalomban egyetlen említésre akadtam: KÖVESLIGETHY (1899)² azt írta, hogy a földforgásnak csekély szerepe lehet a folyók eltérítésében.

Az ország általános földrajzi és vízügyi ismertetésében CHOLNOKY (1923, 1926, 1929) és PRINZ (1936) a földforgás hatását a folyókra nem említette.

BULLA (1941) megsemmisítő, gúnyos kritikával illette Hanusz felfogását, a „földrajzi romanticizmus” jegyében fogant, „tétova irányú, népszerű természettudományi, szórakoztatva tanítani akaró” stílusának nevezve cikkét. Ezzel

¹ „Baer-törvény”.

² „Baer-féle szabály”. A D-i félgömbben az eltérítés — hibásan — nyugati.



1. ábra. A folyókanyarokban centrifugális erő hatására létrejövő másodlagos cirkuláció EINSTEIN (1926) nyomán
Balról helyszínrajz, jobbról függőleges szelvény

kapcsolatban meg kívánom jegyezni, hogy pl. BAER (1860) vagy SUESS (1863) cikke felhasznált tényanyagát és stílusát tekintve nemigen különbözik Hanuszétól, s a kor német nyelvű szakirodalmára jellemzőnek tekinthető. Azért hangsúlyozom a „német nyelvűt”, mert pl. a párizsi Tudományos Akadémián 1859-ben lefolytatott vita (l. BALLA 2009) stílusában és érvelésében mindentől lényegesen különbözött, s már a XX. századihoz állt közel.

A téma egy évtized múltán került újra terítékre: BULLA (1951) már minden szakizmus nélkül csak mint egy elvetett felfogást említette. Ezután SCHMIDT (1957)³ világosan, de mindennemű indoklás és hivatkozás nélkül leszögezte, hogy a földforgás eltéríti a folyókat. PÉCSI (1959a) azonban megmaradt BULLA (1941) felfogásánál, s VENDL (1953) tankönyvében és VADÁSZ (1955) általános munkájában nincs említés a folyók eltérítéséről.

A következő évtizedben BULLA (1964)⁴ már arra az álláspontra helyezkedett (mindennemű indoklás nélkül), hogy a földforgásnak lehet némi szerepe a folyók eltérítésében. Ennek a változásnak azonban vajmi kevés eredménye volt. Tankönyvekben és általános munkákban (PÉCSI 1991, BÁLDI 1992, BORSY 1993, MÉSZÁROS, SCHWEITZER 2002, CSERNY, VINCZE 2005, LÓCZY, VERESS 2005, Miskolci Egyetem [évszám nélkül]⁵) a földforgás eltérítő hatásáról nem esik szó. Üdítő kivétel GÁBRIS et al. (1998)⁶ munkája, amely lényegileg BULLA (1964) nézetét ismétli, majd még inkább GÁBRIS (2007)⁷ könyve, amely a földforgást a folyók eltérítésének egyik lehetőségeként említi.

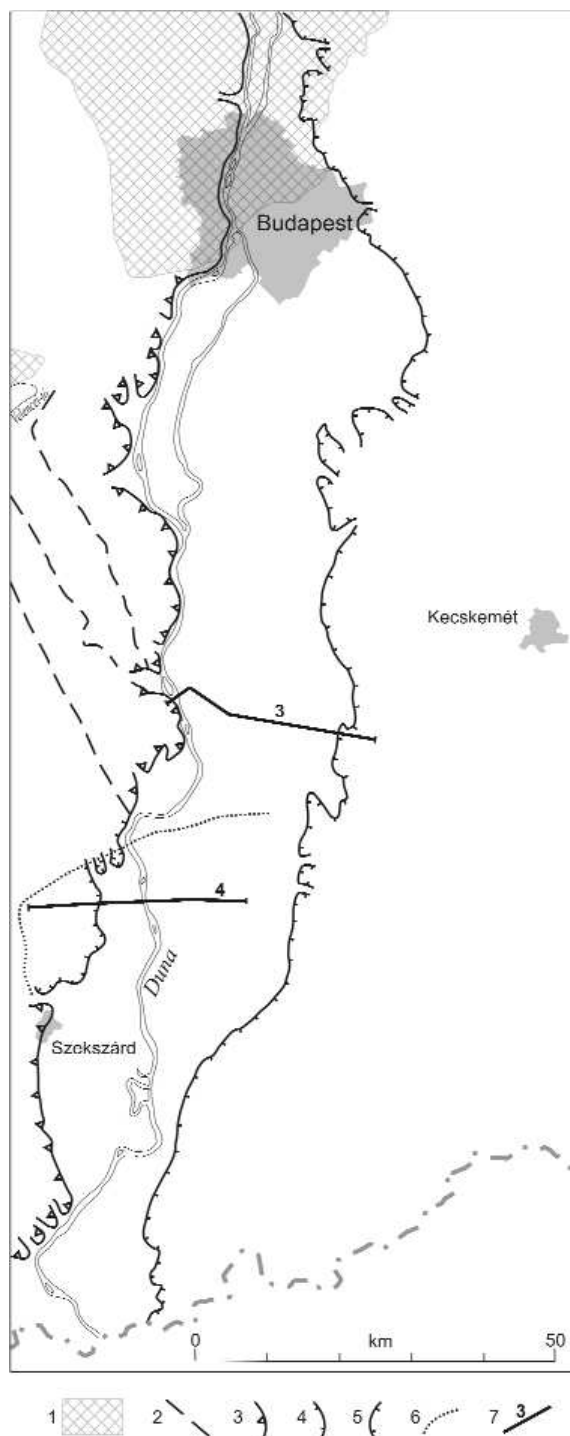
A párizsi vita (1859) óta eltelt csaknem másfél évszázad alatt a hazai földtani, földrajzi és vízügyi szakirodalom némi fejlődést mutatott, összességében azonban nem jutott el odáig, hogy a földforgás hatását jelentőségének megfelelően tárgyalja. Ezzel kapcsolatban ugyan főleg tankönyvekre és általános munkákra hivatkoztam, de vagy száz egyéb mű áttanulmányozása nyomán ki merem jelenteni, hogy a részletesebb munkákban sem más a helyzet.

A külföldi munkák áttekintése (BALLA 2009) nyomán felvetődik a kérdés: mi az oka ennek a helyzetnek. Az a benyomásom, hogy az igen részletes, javarészt valószínűleg világ színvonalú geomorfológiai, terasz-, kavics-, lösz- stb. vizsgálatok annyira lefoglalták a kutatókat, hogy sajnálták az időt és az energiát a külföldi szakirodalomra. Így eshetett meg, hogy szakembereink hosszú időn át XIX. századi német nyelvű munkákat tekintettek a kérdésben mérvadónak, s elkerülték a figyelmüket az e kérdésben jóval fontosabb és időszerűbb francia és orosz nyelvű vizsgálatok, valamint angol nyelvű összesítések (pl. NEMÉNYI 1952).

A hazai felfogás a folyók vándorlásáról

Az, hogy a földforgást jobbra figyelmen kívül hagyták, még nem jelenti azt, hogy kutatóink nem vettek tudomást a

folyók vándorlásáról. A hazai földtani, földrajzi és vízügyi szakirodalmat azonban hazánkban kezdettől fogva a tekto-



2. ábra. A Duna-völgy és a Kalocsai-medence helyzete vázlatos geomorfológiai képen

Készült MÉSZÁROS, SCHWEITZER (2002) 59. ábrája nyomán, egyszerűsítve az 57. ábrájuk figyelembevételével. 1 – kvarternál idősebb képződmények 1:500 000-es földtani térképen (FÜLÖP 1984), 2 – a dunántúli pleisztocén lösz és folyóvízi üledék határa, 3 – a dunántúli löszfennsík K-i pereme, 4 – a dunántúli pleisztocén folyóvízi üledékek K-i pereme, 5 – a Duna-Tisza közti pleisztocén üledékek (hordalékkúpok stb.) és kvarter futóhomok Ny-i pereme, 6 – a Kalocsai-medence É-i és Ny-i határa JASKÓ, KROLOPP (1991) nyomán, 7 – földtani szelvény nyomvonal és ábraszám

³ „Baer-törvény”.

⁴ „Baer-törvény”.

⁵ Feltehetően aktuális.

⁶ Coriolis-erő.

⁷ Coriolis-erő

nikai magyarázatok uralták. Két alapvető változatuk volt: a töréses (többnyire törést követő „fellazult övvel” vagy árok-kal) és a süllyedékes (távoli szívóhatás hangsúlyozásával). A kettő között az a különbség, hogy ható süllyedéket pl. a Budapest alatti teljes Duna-völgy, avagy annak csak D-i, Kalocsa környéki szakasza (2. ábra) mentén tételeznek fel. Az első esetben a tektonikai kontroll az illető Duna-szakaszra közvetlenül hat (teljes hosszára kiterjed), a másodikban közvetetten.

A töréses változatot SZABÓ (1862), CHOLNOKY (1929, 1938), BULLA (1934), PRINZ (1936), SÜMEGHY (1944, 1951), ÁDÁM (1953), ERDÉLYI (1960), RÓNAI (1964), MOLNÁR (1979, 1989) és NEPPEL et al. (1999), a süllyedékest PÉCSI (1959a, b, 1960, 1967), BORSY (1987), HERTELENDI et al. (1991) és MAROSI, SCHWEITZER (1997) ismertette. A kettő kombinációjával számolt BULLA (1951) és MIKE (1991). A felsorolás nyilvánvalóan nem teljes, de ahhoz elégséges, hogy a hívekről képet kapjunk.

Érdekes, hogy a külföldi, elsősorban orosz munkákból (pl. GERENCHUK 1960, LAKSHA, HUDYAKOV 1968, ZHUKOVSKIY 1970, ZEMTSOV 1973) ismert harmadik változat — a töréses-kibillenéses koncepció — hazai megjelenését nem tapasztaltam. Márpedig ez a koncepció a völgyek regionális aszimmetriájára elvileg jobb magyarázatot adhat, mint a tisztán töréses (törés menti árkos) változat. Általában feltételezhető ugyanis, hogy a kibillenések iránya nagy, számos folyóvölgyet magában foglaló területen állandó.

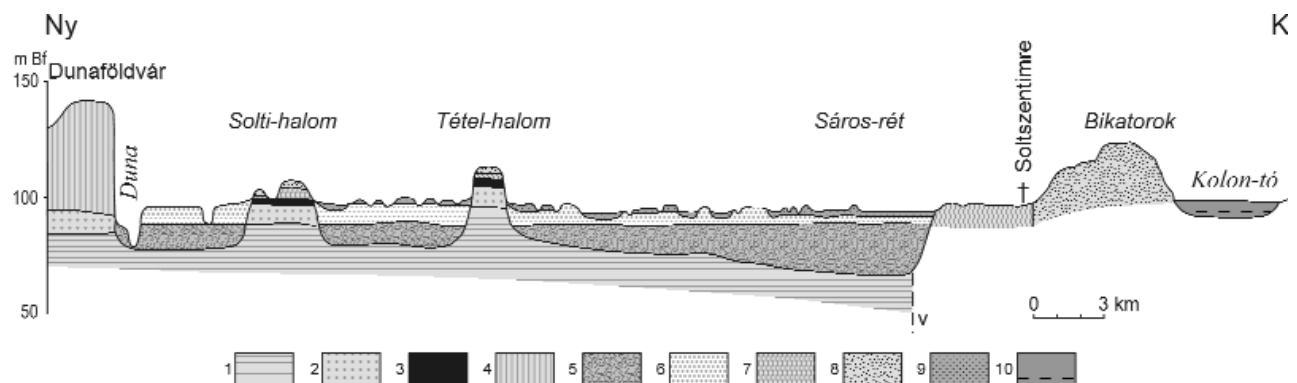
Budapest alatt a Duna jobbra nyomulását szinte minden kutató tényként fogadta el, azonban a földforgást (HANUSZ 1890, HALAVÁTS 1895) leszámítva nem adott rá semmiféle magyarázatot. Sem a töréses, sem a süllyedékes koncepció hívei nem figyeltek fel arra, hogy felfogásuk legjobb esetben azt magyarázhatja, miért került át a Duna a korábbi (Budapesttől DK-re, Szeged felé tartó) nyomvonaláról a jelenlegire (amely Budapesttől D felé tart), de azt már nem, miért vándorolt jobbra azóta, hogy idekerült.

A *töréses koncepció* legelterjedtebb formájában abból indult ki, hogy a mai Duna törésvonal mentén, tektonikai árokban folyik. A Duna menti tektonikai árkot a földtani szelvény (3. ábra) egyértelműen kizárja. Ezért mai hívei általában úgy gondolják, hogy a törés a Duna-völgy K-i peremén volt (1. az ábrán feltüntetett törést). Ezt követte szerintük eredetileg a Duna, amely mára átkerült a völgy Ny-i szegélyére. Árok nélkül azonban nehezen érthető, miért követ a folyó egy laza üledékekben kialakult vetőt (a vető „bizonyítékait” fedje jótékony homály). Külön — a töréses koncepció keretében megoldatlan! — probléma, mitől vándorolt Ny-ra a Duna. Ny-ra, azaz abba az irányba, amerre e felfogás szerint az eredeti (pleisztocén vége körüli) térszín fokozatosan emelkedett!

A tektonikus koncepció általános jellemzője, hogy ott is töréseket lát, ahol azokra semmi szükség: így a dunai törmelékkúp és a löszfennsík határán vagy a törmelékkúpról sugarasan lefelé tartó folyóágak mentén. Az első esetben a két — geomorfológiai szempontból önálló és független eredetű! — kiemelkedés közötti vályú, a második esetben — kúpfelületen! — a sugaras lejtőrendszer törések teljes hiányában is jó magyarázatot ad a folyóág(ak) elhelyezkedésére. A feltételezett törésekre nemcsak hogy szükség, de bizonyíték sincs.

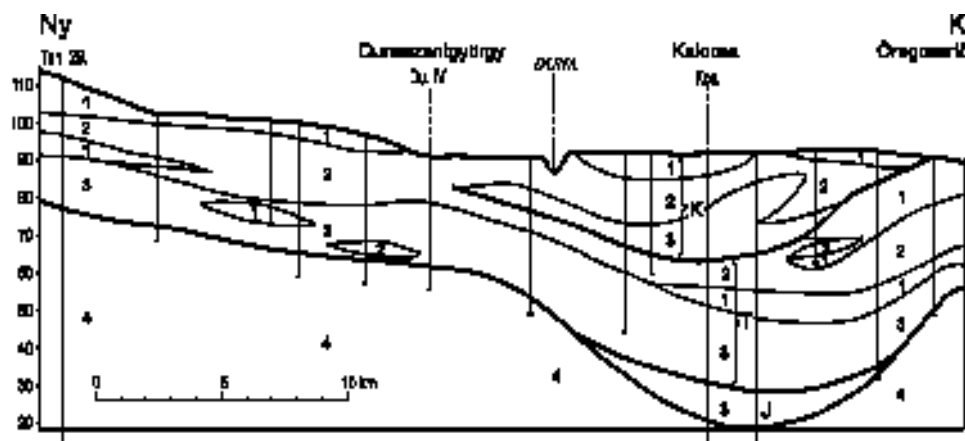
A *süllyedékes koncepció* hívei megelégszenek azzal, hogy a Dunát a Kalocsai-medence (2. ábra) vonzotta magához korábbi DK-i medréből. Az azonban a jelek szerint nem okoz számukra problémát, hogy a Duna a Kalocsai-süllyedéknek jelenleg nem a középvonalában, hanem a Ny-i peremén folyik (4. ábra). Azon a peremen, amelynek a süllyedékes koncepció keretében már magasabban kellene lennie, mint a medence központjának!

Nem elhanyagolható, hogy a Duna-völgy Kalocsai-medencétől É-ra eső szakaszán ugyanaz a probléma lép föl, mint a töréses koncepció esetében, bár kicsit más megfogalmazásban. Itt a pleisztocén vége körüli képből egyaránt



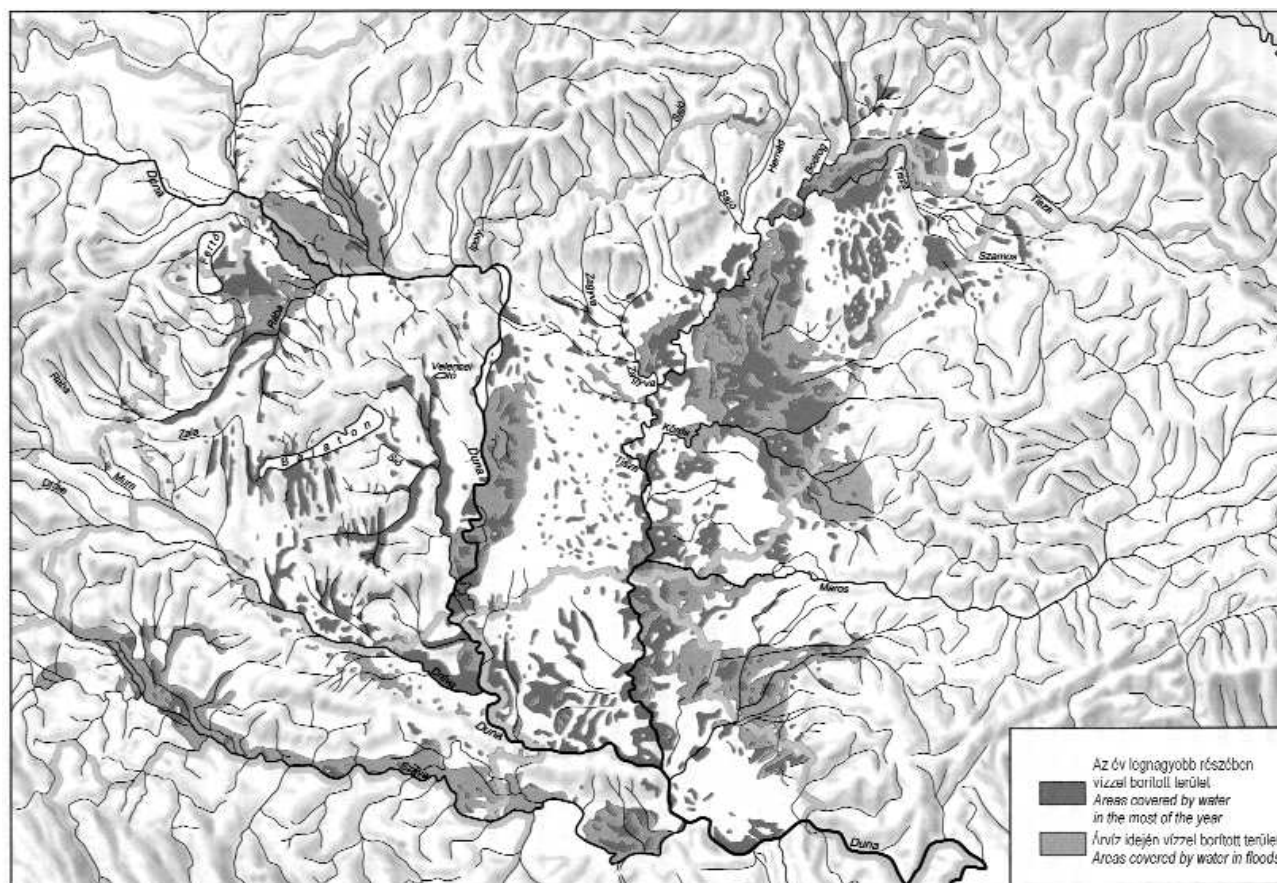
3. ábra. Harántszelvény a Duna-völgyön át a bal parti tanúhegyeken keresztül PÉCSI (1967) nyomán

110×-es túlmagyasítás. A szelvény helyzetét a 2. ábra mutatja. Az eredeti szelvényt Erdélyi M. és Sümeghy J. adatainak felhasználásával szerkesztette Pécsi M. A bemutatott szelvény egyszerűsített és módosított változatát reprodukálja MÉSZÁROS, SCHWEITZER (2002) 60. ábrája. Az összevonásokat nagyrészt elfogadtam, a korminósításokat és a pannóniai agyagot K-ról lehatároló vetőt visszaállítottam, a dunaföldvári szelvény pannóniai homokja és agyaga közé utólag berajzolt vörösgyagot elhagytam, a függőleges léptéket visszaállítottam. Jelmagyarázat: 1–2 – pannóniai: 1 – agyag, 2 – homok; 3 – pliocén–pleisztocén határ: vörösgyag; 4 – pleisztocén lösz (paleotalajokkal); 5 – pleisztocén teteje: dunai kavics; 6 – holocén: kavicsos homok, homok, iszapos homok, 7 – pleisztocén, löszös homok; 8 – kvarter: futóhomok; 9–10 – holocén: 9 – öntéshomok, iszapos öntéshomok, homokos öntéshomok, sárga, meszes lösziszap, a mélyedésekben és elhagyott meanderekben réti agyag, lápi agyag, 10 – a Kolon-tó medencéjében réti talaj, tőzeg, szikes agyag és réti mészkő. V = feltételezett vető a Duna-völgy üledékei alatt



4. ábra. A Kalocsai-medence harántszelvénye JASKÓ, KROLOPP (1991) nyomán

160×-os túlmagyarázás. A szelvény helyzetét a 2. ábra mutatja. 1 – kavics, 2 – homokos kavics, kavicsos homok, 3 – durva homok, 4 – homok, 5 – finom homok, 6 – iszapos homok, 7 – homokos iszap, 8 – agyag; K = Kalocsai Tagozat (felső-pleisztocén?), T = Tolnai Tagozat (alsó-bihari = alsó-pleisztocén?), J = Jánoshalmi Tagozat (alsó-bihari legálja – felső-villányi = alsó-pleisztocén)



5. ábra. A Kárpát-medence az árvízmentesítés előtt

MÉSZÁROS, SCHWEITZER (2002) 117. ábrája nyomán, egyszerűsítve. Az alapul vett ábra a Vizrajzi Intézet által készített térkép egyszerűsített változata

kiemelkedést képező dunai hordalékkúp és mezőföldi löszfennsík határára (2. ábra) eső enyhe vályú képezhetette a szívóhatásra „átugró” Duna első medrét, ez pedig szintén a mai Duna-völgy K-i peremére esett. Innen kellett a Dunának Ny felé bevágódnia a Ny felé emelkedő térszínbe!

Anélkül tehát, hogy belemennénk abba a vitába, hogyan

került a Duna mai völgyébe a pleisztocén vége felé, megállapíthatjuk: mindkét koncepció adós a magyarázattal a Duna-völgy szembeszökő aszimmetriájára — arra, miért vándorol térszíni emelkedés (a Mezőföld) felé a Duna a pleisztocén vége óta. Ez a körülmény nyilvánvalóan arra mutat, hogy egyik koncepció sem ad teljes képet a

Budapest alatti Duna-völgy mai képéről, különösen a gyakorlati szempontból oly fontos partomlások, suvadások eredetéről.

A hazai folyók árvízszabályozás előtti képe (5. ábra) világosan mutatja, hogy nemcsak a Duna, hanem a Rába, a Tisza, a Dráva és a Száva is árvízjárta területüknek folyásirányban a jobb szélén vagy ahhoz közel helyezkedik el. Erre semmiféle magyarázat nem született, bár a jobbra vándorlás egyértelműen látszik.

Összefoglalás

A hazai szakirodalom igen mostohán bánt a Coriolis-erővel. Annak ellenére, hogy a Duna és a Tisza jobbra vándorlását illetően több mint egy évszázada nincs kétely, a földforgást csak igen kevesen fogadták el mint okot vagy legalább lehetőséget. Ideje felújítani HANUSZ (1890) és HALAVÁTS (1895) magyarázatát, amely szerint e jelenséget a

Föld tengely körüli forgása okozza. S ideje elvetni azt a felfogást, hogy a Coriolis-erő túl gyenge, ezért hatása a folyók eltérítésében csak másodlagos, mert ez a felfogás ellentmond matematikai számításoknak és nagy területekre kiterjedő folyóaszimmetria-térképezési adatoknak (BALLA 2009). Le kellene mondanunk arról, hogy a hazai folyók vándorlására speciális, helyi magyarázatot keressünk, amikor plauzibilis magyarázat áll készen a Coriolis-erő képében.

Köszönetnyilvánítás

Hálás köszönetemet fejezem ki az Országos Földtani Szakkönyvtár (Magyar Állami Földtani Intézet) munkatársainak, akiknek közreműködése nélkül nehezen boldogultam volna a szakirodalom felkutatásában. Ugyancsak köszönetet mondok mindazon kollégáimnak, akik ötleteikkel és útmutatásaikkal segítették a folyókra vonatkozó hazai szakirodalom megismerését.