

## A Kisalföld hidrogeológiája a vízlépcsők megépítése előtt és után

ERDÉLYI MIHÁLY

### Bevezetés

A Bős (Gabčíkovo)—Nagymarosi vízlépcső gondolata több mint 40 éves. Az elmúlt évtizedek alatt igen sok változás történt, mind a természeti környezetben, mind pedig a népgazdaság szerkezetében. Időszzerű annak megvizsgálása, hogy a vízlépcsők koncepciója nem szorul-e revízióra? Ugyanez-e vajon a célok fontossági sorrendje ma is, mint eredetileg? Vagyis: hajózás, energiatermelés és csak ezt követően a mezőgazdaság, a vízellátás és a környezetvédelem szorosan összefonódó hármassága.

Át kell tekintenünk tehát azt, hogy mi történt az elmúlt évtizedek alatt (ERDÉLYI M. 1983, p. 475):

1. „Bebizonyosodott, hogy a tágabb értelmű mezőgazdaság a népgazdaság egyik alapvető ága, amely exporttevékenységével jelentős devizát szerez az országnak és ezzel komoly mértékben hozzájárul a külkereskedelmi mérleg javulásához. A minőségi mezőgazdasági termékek piacképessége általában jó, irántuk a belföldi és külföldi kereslet évről évre fokozódik. Ugyanakkor Magyarországon a termőföld területe csökken. (Az ország mezőgazdasági termőterülete a második világháború óta 500 000 hektárral csökkent az 1980-as évek elejéig, ebből 200 000 hektáros veszteség az időszak utolsó 5 évében következett be.)”

A Kisalföld a „devizás” piacokhoz közel van. Közlekedési hálózata jó. Termékeny talajának legnagyobb részén kedvező az öntözési lehetőség. Mezőgazdasága az országban a legfejlettebb, piacra termelő ágazatának termékei ma már főleg feldolgozottan jutnak el a fogyasztókhoz.

Így volt ez már jó száz éve is, a múlt század 60-as éveiben; főleg a Csallóközben hajón szállították a zöldséget és a dinnyét Bécsbe, nem is szólva a baromfőről, a tojásról és a vágóállatról. Ez így tartott az első világháború végéig, de kisebb mértékben folytatódott az 1940-es évek elejéig.

2. A Duna és a többi folyó vízminősége igen leromlott. A jelenlegi világgazdasági helyzetben nem lehet arra számítani, hogy e téren kedvező változás következik be.

3. A Kisalföld lakosságának javuló életkörülményei, a fokozódó kommunális vízellátottság, főleg azonban a térség mezőgazdaságának rohamos fejlődése a talajvíz minőségére is káros következményekkel járt. E következményekről nem szívesen beszélünk, mert a fejlődés szükségszerű velejáróinak tartjuk, de a sikerek akadályozzák tisztánlátásunkat. Mindezek ellenére foglalkoznunk kell velük (ERDÉLYI M. 1983, p. 475).

A települések, a mezőgazdasági nagyüzemek telephelyei és a legjobb termőföldek mind a mélyedmények közötti széles, jórészt árvízmentes felszíneken vannak a Győri-medencében, a Kisalföld legmélyebb közepén (ERDÉLYI M. 1983, p. 475).

Az említett felszínek jellemzői: 1. A gyakran könnyű vályogtalaj lefelé durvuló és szemcsézettségű homokba, majd kavicsba megy át. Sem a vályog-, sem a kisebb területű homoktalajok, sem pedig a homokos-kavicsos altalaj nem akadályozhatja meg a talajvíz szennyeződését. 2. A mezőgazdaság szempontjából itt a legkedvezőbb a talajvíz mélysége. 3. Legjobb a talajvíz minősége.

A talajvíz szennyeződésének tehát itt a legnagyobb a lehetősége, mert: a) a felszín nem vízzáró; b) itt vannak a települések és c) itt vannak a mezőgazdasági

nagyüzemek nagy állattartó telepei, műtrágya- és méregraktárai, szennyező anyagokat termelő ipari melléküzemei; d) itt a legtermékenyebbek a talajok, tehát a legnagyobb mérvű a kemizálás. Ez utóbbi következtében a szennyeződés a terület legkedvezőbb természeti adottságú részének teljes egészén a leginkább veszélyeztető tényező.

Az országos átlagnál jóval gazdagabb vidéken itt a könnyű és olcsó vízbeszerzés miatt a vezetékes vízellátás is fejlettebb. Viszont nem jobb az országos átlagnál csatornázottsága, mely a vezetékes vízellátás 1979. évi 40%-áról 1980-ra 37%-ra csökkent.

Nagy kárt okoz az, hogy a vezetékes vízellátás kiépítése jóval megelőzi a csatornázást, az utóbbi legtöbbször el is marad. A helyzetet itt is súlyosbítja, hogy a) a jól záródó emésztőgödörök szakszerű megépítése és üritése legtöbbször "frott malaszt" marad a költségkímélés, az ellenőrzés hiánya és az ügy népszerűtlensége miatt; b) csatornázás hiányában s a fentebb említettek miatt "elfogadott" gyakorlat az, hogy a házi szennyvizet (de sokszor az üzemet is) nyugodt lélekkel bevezetik a feleslegessé vált s gyakran amúgy is szennyezett ásott talajvízikutakba, vagy sekély fúrt kutakba, mint a Duna—Tisza közti homokhátságon is (ERDÉLYI M. 1983, 1987).

Különösen súlyos következményekkel jár ez ott, ahol leszálló vízmozgásról van szó, vagyis a kút „nyelőkút”. Sokan azzal érvelnek, hogy a talajvíz legtöbb helyen máris szennyezett, elfeledkezve arról, hogy a többletszennyezés itt a rétegvizet, máshol a karsztvizet nem csak fenyegeti, hanem sok helyen már el is érte.

### A talajvíz és a folyóvíz kapcsolata

A Nagy-Duna függő meder, hordalékának a gerincén folyik, ezért nagy az árvízveszély. A mederből a kavicsba táplált víz a két mélyvonal megcsapoló sávja, a Hanság—Répcse vonal és a csallóközi Duna felé mozog (1. ábra.)

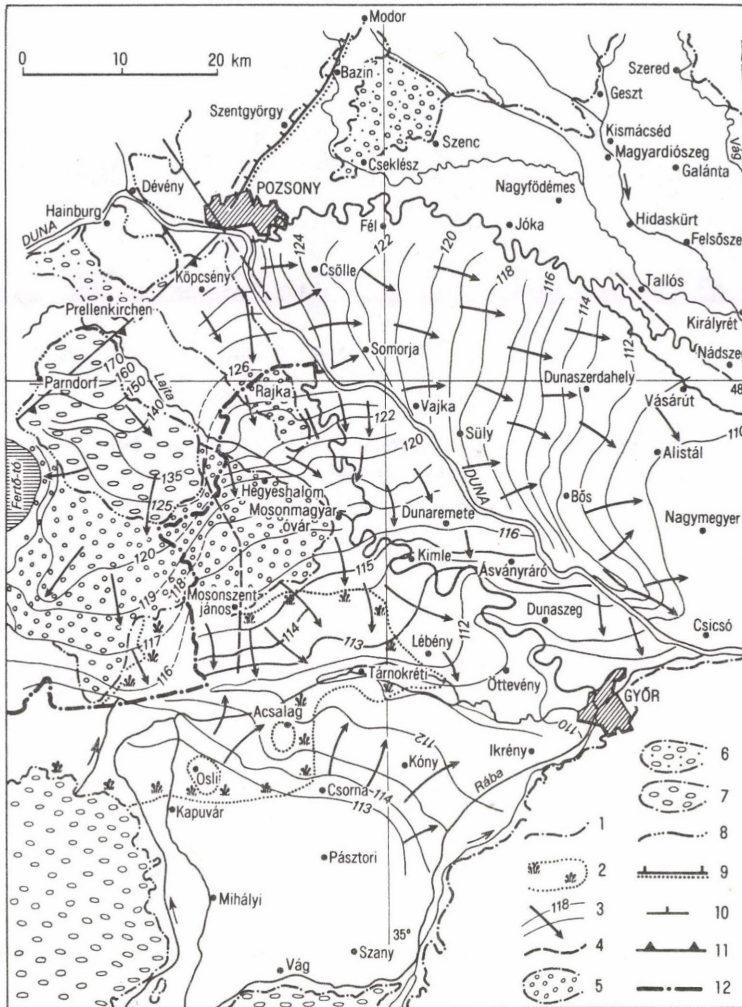
A Duna medrének feltöltődése igen meglassult az osztrák tározók megépítése miatt, ugyanezért a pozsonyi vízmérce szelvényében a meder 1984-ig 0,8-0,9 m-t mélyült.

A kavicsban tárolt vizet főleg a folyók táplálják. A Duna másodpercenként 0,4-0,8 m<sup>3</sup>-t táplál folyamkilométerenként (Környezeti Hatástanulmány 1985, p. 29). A Duna táplálja a 915—930 km<sup>2</sup>-es területet a Hanság—Rábca vonalig; ebből 41% (375 km<sup>2</sup>) a Szigetközben, 59% a Szigetközön kívül van (1. ábra). A hivatalos vélemény erről megelégedezik (Környezeti hatástanulmány 1985), pedig a VITUKI talajvíztérképei bizonyítják, hogy a dunai víztáplálás nemcsak a Szigetközre terjed ki (1. ábra). Ugyanezt igazolják a hidrodinamikai szelvények is (2., 3. ábra).

Ha a Duna vízállása a Szigetközben magasabb, mint a talajvíz szintje, akkor a víz a folyótól elfelé mozog; ez a gyakoribb, főleg nagyvízkor (4. ábra). Igen alacsony vízálláskor helyenként és keskeny parti sávon a talajvíz táplálja a Dunát (5. ábra). A Duna 2000—2500 m<sup>3</sup>-es másodpercenkénti hozama már emeli a talajvíz szintjét. A D-i folyók (Rába stb.) is táplálják a talajvizet nagyjából a Hanság—Rábca vonaltól D-re, főleg amikor e folyókat a Duna árvize visszaduzzasztja.

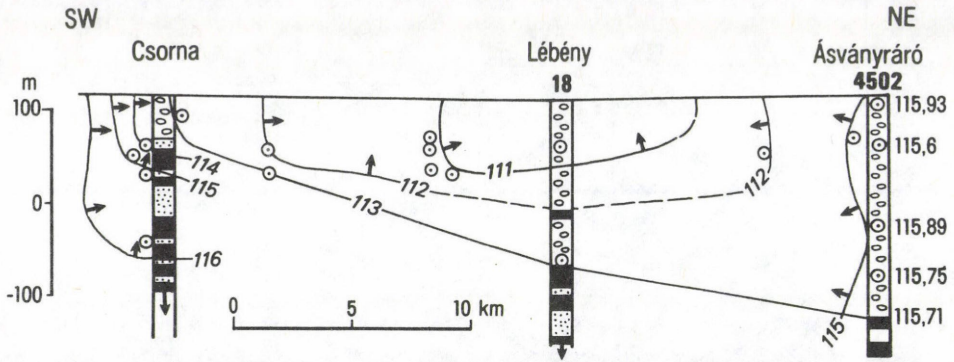
A folyóvízi utánpótlást bizonyítják a szelvények is (2., 3. ábra).

A szigetközi nagy-dunai meder hossza 63 km. Mivel e szakaszon kevés a beépített és az intenzíven művelt parti terület, a part legnagyobb része parti szűrész víztermelésre



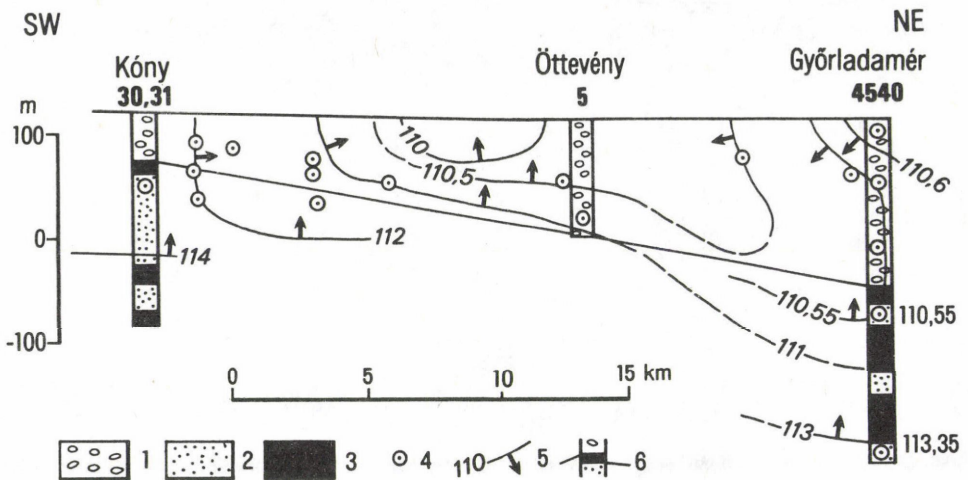
1. ábra. A Győri-medence és a Ny-i Csalóköz hidrogeológiai térképe. — 1 = a kisalföldi síkság határa; 2 = a Hanság területe (1769); 3 = a talajvíz közepes szintje a tszf., a vízmozgás irányával; 4 = a dunai eredetű talajvíztáplálás külső határa (a „nagyvíz” hatása); 5 = a felszíni eredetű vízszennyezésre érzékeny terület; 6 = idősebb folyóterasz területe; 7 = magas helyzetű idős kavicsstakaró; 8 = a negyedidőszaknál idősebb kőzetek határa; 9 = feltöltődés (ČEPEK, L. 1938 szerint); 10 = vetődés (ČEPEK, L. 1938 szerint); 11 = vetődés (Ausztria geológiai térképe, 1961 szerint); 12 = Magyarország Ny-i határa

Hydrogeological map of the Győr Basin and Csalóköz. — 1 = boundary of the alluvial plain; 2 = area of the Hanság swamp (1769); 3 = groundwater contour a.s.l. and direction of flow; 4 = outer boundary of the Danube river recharge of the groundwater (high river stage); 5 = area of groundwater susceptible for surface contamination (thin gravelly soils); 6 = higher alluvial terrace; 7 = high level old gravel sheet; 8 = border of pre-Quaternary rocks; 9 = upthrust (by ČEPEK, L. 1938); 10 = fault-zone (by ČEPEK, L. 1938); 11 = fault-zone (by geological map of Austria, 1961); 12 = western frontier of Hungary



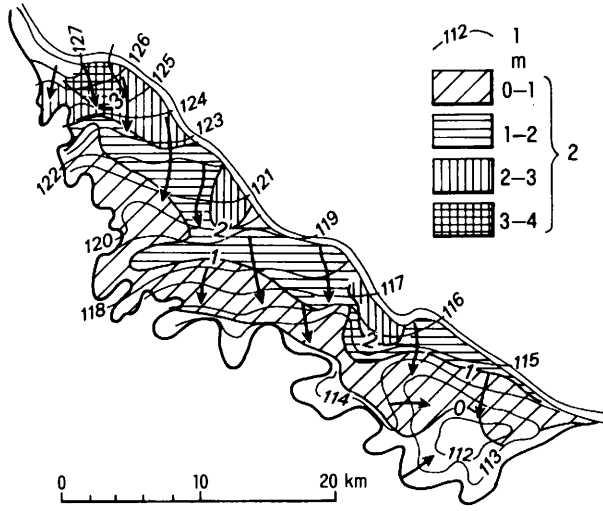
2. ábra. A vízmozgás iránya Csorna és a Nagy-Duna között (ERDÉLYI M. 1983 szerint). — A jelmagyarázatot 1. a 3. ábránál

Hydrodynamic cross-section between Csorna and the Danube river (by ERDÉLYI, M. 1983). — For explanation see Fig. 3.



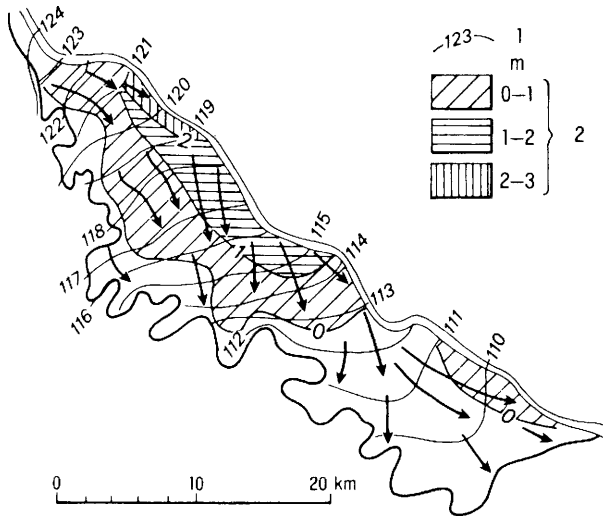
3. ábra. A vízmozgás iránya Kóny és a Nagy-Duna között (ERDÉLYI M. 1983 szerint). — 1 = kavics; 2 = homok; 3 = vízzáró kőzet; 4 = vízszintmérés helye a fúrásban (a víz nyomásának tszf-i helyzetével); 5 = a víz nyomásának tszf-i helyzete a vízmozgás irányával; 6 = a dunai eredetű kavics alja

Hydrodynamic cross-section between Kóny and the Danube river (by ERDÉLYI, M. 1983). — 1 = gravel; 2 = sand; 3 = impermeable, poorly permeable; 4 = depth of piezometric measurement (head of groundwater a.s.l.); 5 = equipotential contour a.s.l. and direction of groundwater flow; 6 = Quaternary on Pliocene interface



4. ábra. A dunakiliti vízlépcső hatása a Szigetköz talajvizére, a vízszint számított csökkenése magas dunai vízálláshoz képest. A talajvíz szintje 1965. VI. 26-án (CSOMA J. 1975 szerint). — 1 = talajvízszint a tszf. (m-ben); 2 = a talajvízszint számított csökkenése (m)

Calculated sinking of the groundwater table of Szigetköz after completion of the Dunakiliti barrage. Change of groundwater table (very high river stage) on 26.06.1965 (by CSOMA, J. 1975). — 1 = groundwater contours a.s.l. (m); 2 = difference between calculated and measured groundwater level (m)



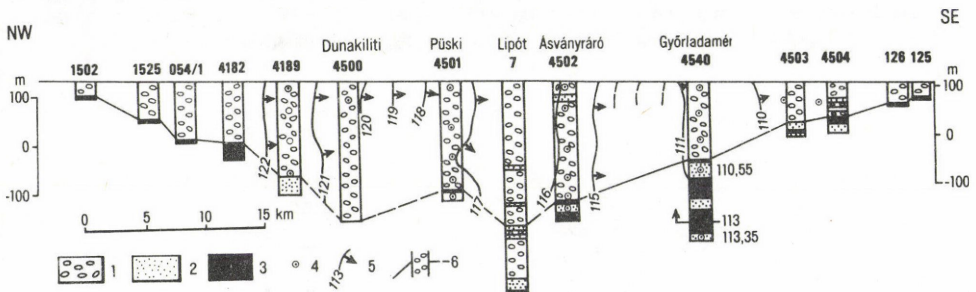
ábra. A dunakiliti vízlépcső hatása a Szigetköz talajvizére, a vízszint számított csökkenése alacsony dunai zálláshoz képest. A talajvíz szintje 1972. III. 29-én (CSOMA J. 1975 szerint) - A jelmagyarázatot l. a 4. ábránál

calculated sinking of the groundwater table of Szigetköz after completion of the Dunakiliti barrage. Change of groundwater table (very low river stage) on 29.03.1972 (by CSOMA, J. 1975). - For explanation see Fig. 4.

használható. A szerző napi 1 000 000 m<sup>3</sup> kitűnő minőségű parti szűrészű vízkészlettel számolt (ERDÉLYI M. 1984, 8 p.). A szigetközi parton a kutak fajlagos hozama jóval meghaladhatja a szentendrei-szigeti kutak hozamát. A szentendrei területen mintegy 50 km-es kiépített szakasz van, ahol kb. 600 000 m<sup>3</sup> az elérhető átlagos napi víztermelés. Az 1984. évi vízgazdálkodási keretterv a Szigetközben 750 000 m<sup>3</sup> napi parti szűrészű vízkészlettel számolt (Orsz. Vízgazd. Keretterv, 1984) 32 km-es partszakaszon. A szigetközi Duna-szakasz igen kedvező, mert 1. a Duna most még "mosott" kavicsmederben folyik, 2. a nagy vízsebesség miatt is tetemes vízének öntisztulása, így a kútban a kavicsosn át szűrött víz igen jó minőségű, továbbá 3. itt jóval tisztább a folyó vize, mint pl. Budapest felett, ahová már sokkal szennyezettebb víz érkezik, főleg a bal partról.

### A Győri-medence kavicsának vízkészlete

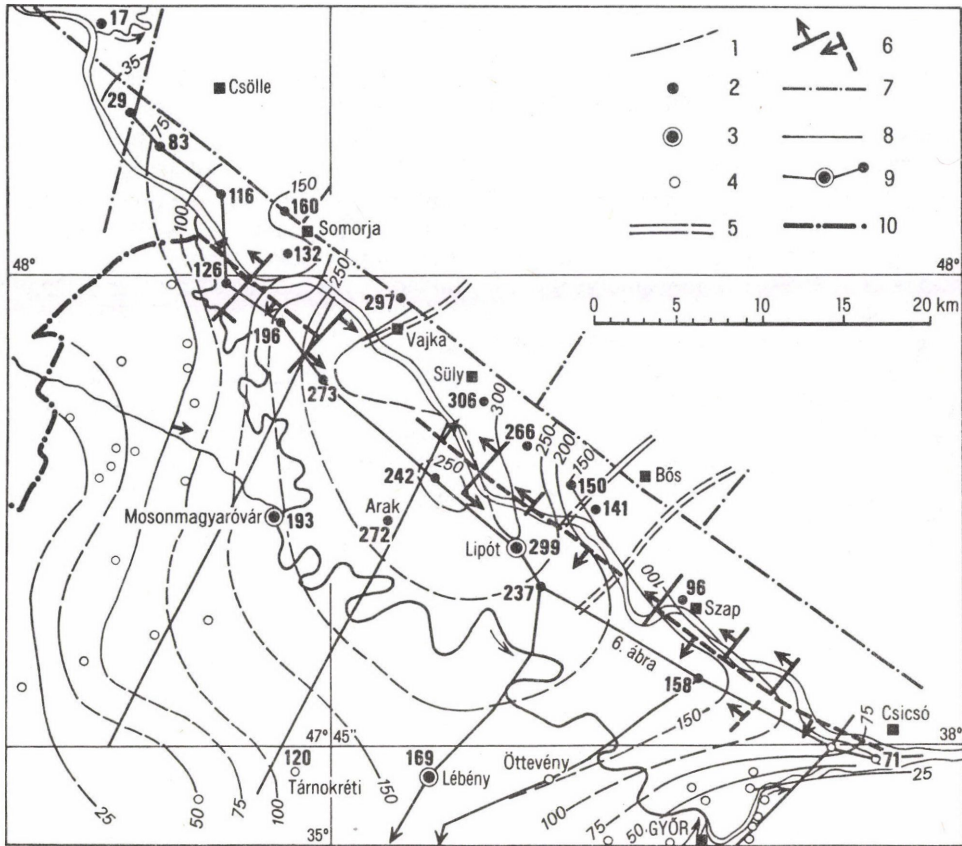
A Győri-medencét vastag, homokos kavics tölti ki (7. ábra); ez főleg dunai eredetű. Térfogata 21,4 km<sup>3</sup>, csordultig telve még jórészt kitűnő minőségű vízzel. Ennek mennyiségét óvatos számítás szerint 5,4 km<sup>3</sup>-re becsülhetjük (ERDÉLYI M. 1983, p. 488), mert a számításkor figyelembe kellett venni a durvaszemcsés medencetölték alatti kevesebb és gyengébb vízadó szinteket is (2., 3., 6. ábra)



6. ábra. Vízmozgás a Nagy-Duna sávjában (ERDÉLYI M. 1983 szerint). — A jelmagyarázatot l. a 3. ábránál  
Hydrodynamic cross-section along the Danube river (by ERDÉLYI, M. 1983). — For explanation see Fig. 3.

Fedője 1-3 m-es finomszemcsés üledék, mely a felszíni eredetű szennyezéstől csak részben védi. Ahol azonban a kavicsos homok a felszínen van s talaja rosszul vízzáró, ott igen nagy a szennyeződés veszélye, főleg, ahol nagy tömegű szennyezett anyagot raktak le (mint pl. Hegyeshalom környékén).

A kavics vize szabadtükrű, azaz benne semleges (hidrosztatikus) nyomásállapot alakult ki. A nagy gondossággal mért adatokból (VIZITERV, 1951) szerkesztett szelvény szerint a talajvíz a Duna mentén a mederrel párhuzamosan mozog (6. ábra), A víz a felszínnel párhuzamosan mozog a leggyorsabban és látható, hogy a Duna felől szivárog (2., 3. ábra). A kavicsban van „függőleges” vízmozgás is, a konvekció, mely



7. ábra. A Nagy-Duna sávjának szerkezeti térképe és a dunai eredetű kavics vastagsága. — 1 = a kavics vastagsága (m); 2 = szerkezetkutató-fúrás; 3 = hévízkút; 4 = a kavicsot harántoló fúrás; Törésvonal: 5 = JANAČEK, J. 1971 szerint; 6 = ERDÉLYI M. 1983 szerint a letörés irányával; 7 = VAŠKOVSKÝ, I. 1977 szerint; 8 = geofizikai mélykutatás szerint; 9 = szelvény helye (2., 3. és 6. ábra); 10 = országhatár

Tectonic map of the Danube strip (zone) and thickness of the sand and gravel deposits of Danubian origin. — 1 = thickness of the deposit (m); 2 = pilot bore; 3 = thermal well; 4 = bored well traversing the gravelly deposits; Faults: 5 = by JANAČEK, J. 1971; 6 = by ERDÉLYI, M. 1983; 7 = by VAŠKOVSKÝ, I. 1977; 8 = based on deep seismic measurement of hydrocarbon prospecting; 9 = trace of cross-section (Figs. 2, 3 and 6); 10 = international border

az egész kavicsstestet átjárja, a felszín közeli és a kavics mélyén lévő vizet keveri, kiegyenlíti. Ha ez nem lenne, a víztömeg vegyileg sem volna egységes.

A szennyeződés is a vízmozgással, a felszínnel párhuzamosan halad a leggyorsabban, a konvekció viszont a kavics egészében „függőlegesen” hat, így a szennyezőket az egész kavicsstestben lassan elkeveri.

A talajvíznek a Duna-mederből való táplálására az egész régióra vonatkozóan kevés megbízható adatunk van. A nyomtatásban megjelent szakirodalomban a leghasználhatóbb egy főleg vízminőségi tanulmány, mely a folyóvíz és talajvíz szoros

hidraulikai kapcsolatát is elemzi (LEHOCZKY, J. 1979). A következőkben röviden ezt ismertetem.

A Csallóköz talajvize egyetlen összefüggő hidrológiai egység. A talajvíz járása fázisbeli eltolódással követi a Duna vízszintjének változását. A parti sávban igen szoros a folyóvíz és a talajvíz kapcsolata. Ez a közvetlen hatás a talajvízre a folyótól távolodva fokozatosan csökken és néhány km-re már csak igen mérsékelten jelentkezik.

A parti sáv talajvizének függését a folyóvízétől térbelileg mind mennyiségileg, mind pedig minőségi szempontból részletesen megvizsgálták, 1976-tól kezdve a doborgazi (Dorohošt) parton lévő kútcsoportban négy mélységi szinten (9-11 m, 20-25 m, 51-55 m és 94-101 m-es mélységben). Minden egyes mélységi szintben a Duna vízszintjének változása gyakorlatilag azonnal jelentkezik a talajvíz szintjében is a kavicsos üledék igen nagy vízvezető képessége miatt.

A talajvíz minőségi változása a szivárgási pálya mentén szoros kapcsolatban van a dunai vízhozammal. Kisvíz esetén, főleg télen az összes oldott sótartalom a legnagyobb, magas vízálláskor, nyáron az alpesi hóolvadás idején, kevesebb. Tavasszal (febr.-ápr.) a kis vízhozamok idején a sótartalom nagy, mind a folyóvízben, mind a 10-30 m mélységű talajvízben. Mélyebb szinten (30-100 m-en) az összes sótartalom ilyenkor lényegesen kisebb. Nyári magas vízálláskor a sótartalom és a sók mennyisége fokozatosan növekedik és eléri a mélyebb szinteket (50-100 m-t) és az egész rendszer egyensúlyi állapotba jut. A folyóvíz hatása nagyobb távolságra érvényesül s ameddig ez követhető, a beszivárgó víz mennyisége arányos a nagy vízhozamú időszak hidraulikai viszonyaival és a magas vízállás időtartamával. A nagyobb hidraulikai nyomás ilyenkor megnöveli a szivárgás sebességét, így nagyobb mélységig elkeveredik a kavics talajvize.

A mélyebb talajvízre jellemző a kisebb sótartalom és gyakorlatilag olyan a minősége, mint a keskeny parti sávban beszivárgó vízé.

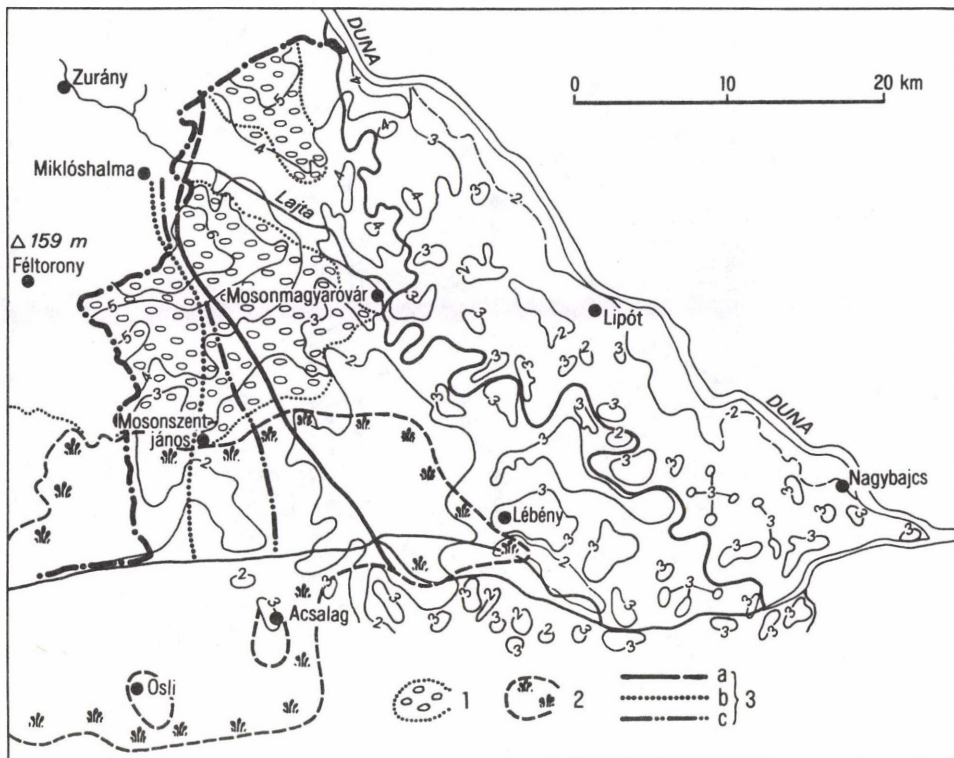
LEHOCZKY szerint a talajvíz utánpótlódása a Pozsony—Komárom partvonalon  $20 \text{ m}^3$  kisvízkor,  $70 \text{ m}^3$  magas vízálláskor és nagy árvízkor eléri a  $200 \text{ m}^3$  másodpercenkénti értéket.

A talajvízszint térképek szerkesztői (HONTI GY. 1954; CSOMA J. 1975; MAJOR P. 1976) szerint a kavics vízének utánpótlása egyrészt a szigetközi Duna-mederből, másrészt az országhatáron túli területről érkezik (8., 9. ábra). A csehszlovák-magyar határ dunai partján a kavics vastagsága kb. 120 m-ről a Parndorfi-hátság aljáig 20-30 m-re csökken (ERDÉLYI M. 1983). A kavics mind a felszínen, mind a felszín alatt, a határon túl is folytatódik (1. ábra). Ugyanezt igazolja az a térkép is (9. ábra), mely a csőkutak fajlagos vízhozamát (az 1 m vízszint leszívással percenként szivattyúzott víz mennyisége) ábrázolja. 1962—1978 között több száz csőkutat fúrtak a Győri-medencében a kavics vízének termelésére. Nagy többségük 159 és 165 mm-es szűrőátmérőjű volt. Ezek fajlagos hozamadatainak feldolgozását ábrázolja a 9. ábra.

A Duna 1953—1982 közötti átlagos évi hozama Pozsonynál  $64\,841$  millió  $\text{m}^3$ . Ennek fele,  $32\,420$  millió  $\text{m}^3$  már táplálhatja a talajvizet. A talajvíz táplálása akkor kezdődik, amikor a Duna vízszintje a talajvízé fölé emelkedik. Általában másodpercenként  $2000$ — $2200 \text{ m}^3$  vízhozam már vizet juttat a kavicsba. Kisvízkor viszont a talajvízből kap vizet a folyómeder (5. ábra). „A Duna hatalmas víztömegének hatása mellett egészen elenyésző az éghajlat hatása a talajvízre” (HONTI GY. 1954, p.134).

A néhány természetes izotóptartalom vizsgálat szerint a talajvíz dunai eredetű,





8. ábra. A talajvíz közepes felszínalatti mélysége (BÓCZÁN B. In: RÓNAI A. 1966). — 1 = kavics a felszínen vagy a talajszintben; 2 = a Hanság határa 1769. évi térkép szerint; 3 = a dunai táplálású talajvíz határa: a = minimum; b = maximum; c = közepes (ERDÉLYI M. 1984 szerint)

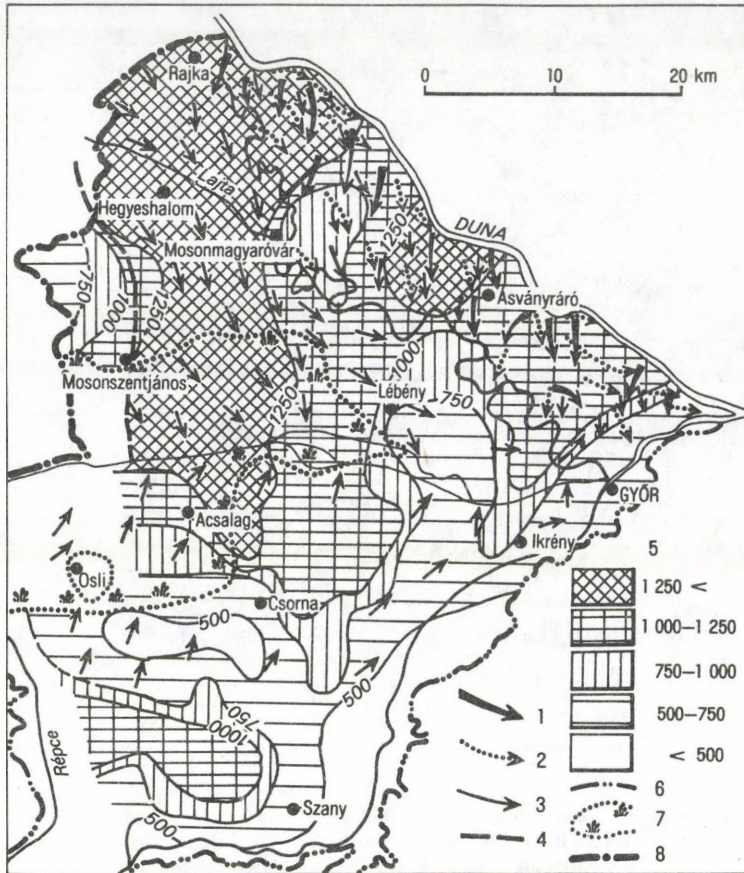
Depth to the mean level of groundwater (m) (BÓCZÁN, B. In: RÓNAI, A. 1966). — 1 = gravel and gravelly soil; 2 = area of the Hanság swamp, 1769; 3 = boundary of the Danube river recharge of the groundwater: a = low, b = high, c = average river stage (by ERDÉLYI, M. 1984)

a Szigetközben csökkenő mértékben a Hanság—Rábca vonalig, de még ettől D-re is jelentős a dunai eredetű víz (DEÁK J. 1989).

### A várható helyzet Bős után

A bősí létesítmény megépülése után az Öreg-Dunában a felhagyott mederben másodpercenként mintegy 50 m<sup>3</sup>, tenyészedőszakban 50—200 m<sup>3</sup> víz (Gabčíkovo—Nagymarosi Vízlépcsőrendszer 1980, p. 20), az eddig mért legkisebb (570 m<sup>3</sup>, 1948) hozamnak 8,7—35,1 %-a fog lefolyni. Mire lesz elég ez a hozam?

A régi meder sávja a kevés és nem állandó vízvezetés miatt nem válik-e



9. ábra. A 10–30 m-es mélységű és a 159–165 mm-es szűrőátmérőjű csőkutak fajlagos hozama 1960 és 1972 között. — A talajvízmozgás iránya: 1 = igen magas (1965. VI. 26-i) dunai vízálláskor; 2 = igen alacsony (1972. III. 29-i) dunai vízálláskor; 3 = közepes dunai vízálláskor; 4 = a talajvíz dunai táplálásának külső határa; 5 = a kút fajlagos hozama l/m-ben; 6 = a Győri-medence határa; 7 = a Hanság határa 1769-ben; 8 = országhatár

Specific yield of tube wells (diameter of filter tube 159 and 165 mms, depth 10–30 ms) between 1960 and 1972. — Direction of groundwater flow: 1 = very high river stage (26.06.1965); 2 = very low river stage (29.03.1972); 3 = average river stage; 4 = western boundary of the average Danube river recharge of the groundwater; 5 = specific yield of tube wells (litre per minute of well discharge at one m drawdown); 6 = boundary of Győr Basin; 7 = boundary of the Hanság swamp (1769); 8 = western frontier of Hungary

pocsolyák sorozatává? Vagy a szennyezés csapdái lesznek? A felhagyott meder halászatra, üdülésre, vízisporra alkalmatlan, szűnyogos terület lesz.

Fogják-e gondozni az elhagyott meder sávját, fenntartják-e a baloldali árvédelmi töltések jelenlegi biztonságos állapotát? A hullámtér gondozása, vízlevezető képességének a jelenlegi állapotban való fenntartása elrendő, vagy megvalósítandó. Fenntartás nélkül a területet gyorsan benövi a növényzet, nincs biztosítva az árvíz és

a jég zavartalan levonulása. A víz akkor borítja el a hullámteret, amikor a hozam meghaladja a másodpercenkénti 3000—3500 m<sup>3</sup>-t.

Nagy volt a különbség a jobb- és baloldali árvédelmi töltések között. Ezt bizonyítja, hogy amikor az igen magas ár hullám nálunk kártétel nélkül (1965-ben) levonult, a Csallóközben nagy árvíz okozott (JANACEK, J. 1971, 5. ábra). A korszerű töltések kiépítése azóta megtörtént, karbantartásuk folyamatos.

Az üzemvízcsatorna töltése helyettesíteni fogja a baloldali töltést. Az árvíz a baloldali parton csak a felhagyott Duna-meder és az üzemvízcsatorna közötti területet fogja előnteni, mivel a bal oldalt gyakorlatilag az üzemvízcsatorna nagyon magas töltése védi.

A tervezett létesítmények megépülése után csökken az árvízveszély gyakorisága, de megnő a veszély mértéke. A jövőbeni nagy árvíz a Szigetközben sokkal több kárt okozhat, főleg ha a felhagyott meder és a hullámtér gondozása elmarad a csökkenő gyakoriság miatt. A növényzet benővi a területet, az árvíz levonulása lelassul. Ennek a területnek folyamatos gondozása csakis a mi érdekünk lesz, mert nálunk jóval nagyobb és értékesebb lesz a védendő terület, ez pedig igen költséges művelet.

### A bósi létesítmény megépítése utáni állapot

1. Csökken a Duna vizének öntisztulása, pedig a dunavíz az alvízi oldal vízellátásában (Budapestében is) jelentős tényező.

2. A duna szigetközi partszakaszán megszűnik a kb. napi egy millió m<sup>3</sup>-es parti szűrésű víztermelés lehetősége.

3. A talajvíz utánpótlása csaknem teljesen megszűnik. „A Duna-medernek az a szakasza, amit az üzemvízcsatorna kikapcsol a jelenlegi vízforgalomból, a jövőben elveszíti talajvíz szabályozó funkcióját, hiszen azt a mellékág rendszer veszi át” (Környezeti Hatástanulmány 1985, 103 p.). Bár igaz lenne!

A folyamatosan belejutó szennyezés hígítása, kimosása és a befogadóba, a Hanság—Rába sávba való szállításának elmaradása miatt majd rohamosan fokozódik a kavicsban lévő 5,4 km<sup>3</sup> víz teljes tömegének elszennyeződése. Ez annál is súlyosabb, mert a folyóvíz szennyező forrásainak megszüntetése után ugyan rövidesen megtisztulhat, a felszín alatti víz viszont igen lassan, sokszor csak geológiai mértékben újulhat meg a kétféle víz mozgási sebessége közötti óriási különbség miatt. A szigetközi kavicsban a talajvíz mozgási sebessége  $v = 0,00066—0,000035$  cm/s, vagyis napi 57 cm = 0,57 m, 3 cm = 0,03 m a Duna vízállásától függően (HONTI GY. 1954, p.131). A nagyobb sebesség (napi 57 cm) a felszín alatti vízmozgás (törmelékes víztartó kőzetek esetén) sebességének felső, kedvező értékei közé tartozik.

4. A felhagyott meder sávja gyakorlatilag használhatatlan lesz. A mezőgazdaság, halászat, erdészet várható káraitól, azok csökkentésére, vagy esetleges megszüntetésére irányuló létesítményekről, ezek építési, továbbá hosszú időn át tartó fenntartási és üzemeltetési költségeiről a tájékoztatás más szakmák feladata, de a hidrogeológiai tárgyaláskor — legalábbis megemlítésük — nem mellőzhető.

## A tervezett talajvízpótló és szabályozó rendszer üzemelésének várható következményei

1. A kiliti tározó csorgalékvizét felhasználandó vízpótló rendszer 35—40 m<sup>3</sup>/s „frissítő” vize nem okoz majd kedvező változást, mert a tekintetbe vett szintcsökkentés után a kavics ennek a víznek legnagyobb részét gravitációsan elvezeti.

2. A vízpótló rendszer medrei jórészt a mellékágak lesznek. Kérdés, mennyire képes e rendszer a folyamatos tervezett vízpótlást fenntartani a kisebb lejtés és vízsebesség miatt és meg lehet-e akadályozni a volt holtágak mederrendezése után is a medrek eltömődését és a háttérszennyezés okozta vízminőségromlást.

3. A szivárogató rendszer jórészt a felhagyandó főmeder közelében lesz; vízszintje és a régi meder között a szintkülönbség nagy, ezért vízének nagyobb része a felhagyandó mederbe fog szivárogni, nem pedig célterületére, a Szigetközbe. Az említett szintkülönbség ugyanis a Szigetközben sokkal nagyobb távolságon oszlik el, mint a felhagyott meder felé, vagyis a rendszer helyzeti energiája (a rövid szivárgási út és a nagy szintkülönbség) a régi meder felé irányuló vízmozgásnak kedvez, vagyis célját nem éri el.

„A mellékágrendszerbe bevezetett vízmennyiség 70—80%-a a Duna felé fog szivárogni, a többi része a Szigetközben pótolja a párolgás, elfolyás vízvesztését” (Környezeti Hatástanulmány 1985, p.101). Vajon valóban pótolja-e?

4. A „frissítő víz” mozgása, elérve a talajvizet, lelassulva csökken, mert a Mosoni-Duna szintje mintegy 4-4,5 m-rel mélyebben van.

5. A talajvízszint mélyvonala ma a Hanság—Rábca sávja (1. ábra) É-ra toódik el a dunai táplálás megszűnése miatt.

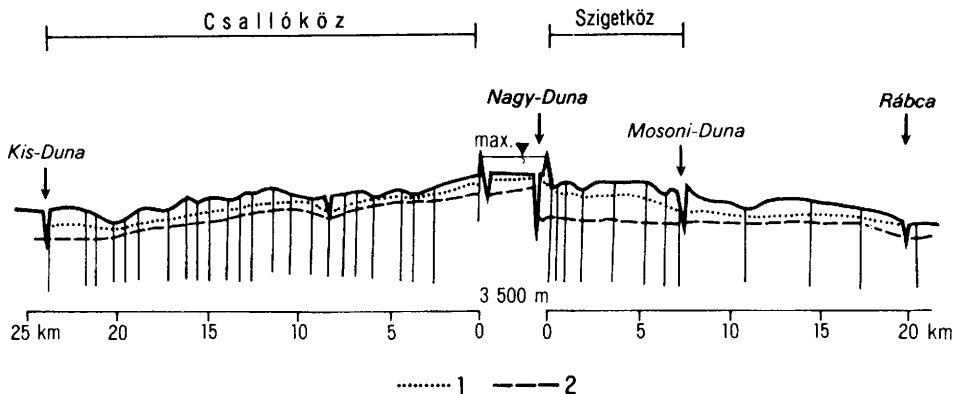
6. A felhagyott meder és a Mosoni-Duna között stacionárius állapot alakul ki.

7. A kiliti tározóból nyerendő frissítő víz mennyisége idővel csökken, ekkor vagy az iszap kotrása segít, vagy távolabbról kell a hiányzó vízmennyiséget pótolni, de az már nem lesz szűrt víz. A talajvízpótló rendszer áteresztő képességének csökkenésével is számolni kell.

8. A tározót és a frissítő rendszert idővel kotorni kell. A tározóból a leülepedett hordalékot el kell távolítani és valahol le kell rakni. Ha nem tartalmaz mérgező anyagokat, a terület 5—8 év után átadható művelésre a mezőgazdaságnak. Ellenkező esetben környezetében is mérgezni fogja a talajvizet.

A kotrás költséges művelet és bennünket fog terhelni, mert a kiliti és a nagymarosi duzzasztott terek legnagyobbbrészt magyar felségterületen vannak.

A hordalék leülepedésével különösen veszélyeztetett területek: 1. A nagymarosi gát mögötti terület Nyergesújfalug. A legsúlyosabban érintett terület Esztergom környéke. 2. A Mosoni-Duna és mellékfolyóinak torkolati szakasza. A tervezett bósi csúcsra járatás miatt a mellékfolyók vize nem folyamatosan folyik le, visszaduzzasztás is fellép. A vízmozgás irányának váltakozása felkeveri a vizet és szakaszosan visszanyomja, nem engedi zavartalanul lefolyni a szennyezett kisdunai vizet. 3. A kiliti tározótér felénk eső része, mert itt a legmélyebb a víz és a legkisebb a mozgási sebessége. A terelemű árnyékában van a kiliti duzzasztómű s ezen át csak másodpercenként 50 m<sup>3</sup>-t kívánják levezetni az Öreg-Duna táplálására. A mérgező üledék lerakódásának veszélyét növeli az, hogy a gyenge vízmozgás a tározótér vízének csak a tetejét mozgatja meg.



10. ábra. A talajvíz szintjének szelvénye (csehszlovák ábra, 1981). — 1 = jelenlegi közepes talajvízszint; 2 = számított talajvízszint a bőszi vízlépcső megépítése után

Groundwater profile (Czechoslovakian source, 1981). — 1 = average groundwater level; 2 = calculated groundwater level after completion of Bős (Gabčíkovo) barrage

9. A talajvízszint süllyedése a csallóközi vízellátást és mezőgazdaságot jóval kevésbé károsítja, mint nálunk, mert ott a süllyedés lényegesen kisebb lesz (10. ábra).

10. A hiányzó víz pótlásának módjai:

a) A kiliti tározó alatti területre az elhagyott mederből és a Mosoni-Dunából csak szivattyúzással lehet vizet juttatni.

b) Az üzemvízcsatornából az országhatáron és a felhagyott medren át a Szigetközbe gazdaságosan nem lehet a hiányzó vizet pótolni. Ez nem probléma Csehszlovákiában, ahol az üzemvízcsatornából könnyen kivehető a hiányzó víz. A szlovák fél 2040-ig napi 650 ezer m<sup>3</sup> víztermelést tervez az üzemvízcsatorna jobbparti, az országhatár felé eső területéről.

c) Bármilyen vízpótlás egyrészt növeli a mezőgazdasági termelés költségét, másrészt hatása is bizonytalan.

Kevesebb lenne a bizonytalanság, ha elkészült volna a terv véglegesítése előtt a Duna és a kavics vízforgalmának részletes hidrogeológiai vizsgálata, részterületenként is, az átadódó vízmennyiség meghatározása, különösen a megcsapoló mélyvonal, a Hanság—Rábca É-i sávjában.

A dunai táplálású talajvíz lényegileg teljes elvesztését hivatalos helyen azzal próbálják elviselhetővé tenni, hogy szerintük talajvizünk már mindenütt elszennyeződött. „Ezt a gyakorlatilag egységes víztömeget felülről folyamatosan szennyezi az emberi tevékenység. A kommunális, ipari és mezőgazdasági szennyezés hatására már annyira elszennyeződött, hogy az ásott kutak vize ivásra nem alkalmas. Az üzemelő vízművek kútjai 100 m-nél mélyebbről veszik a vizet” (Környezeti Hatástanulmány 1985, p. 29).

Egy 1988. évi TV-adás résztvevője szerint a Győri-medence talajvize 80 m-ig már szennyezett. Ezzel szemben a Szigetközben 100 m-nél vékonyabb kavicsos kitöltés csak Győrnél van kis területen, a Nagy-Duna mentén mintegy 8 km hosszban. Az 1979—1980-tól 1985-ig fúrott szigetközi kutak többsége vízmű (mint Győrnél is),

ifjúsági tábor, laktanya és a kiliti lakótelep részére készült és a szűrője csak kettőnek van 71 m-nél mélyebben (Kútkataszter, XI.—XIV. k.). A hivatalos vélemény (Környezeti Hatástanulmány 1985) valótlán, hiszen az 1985-ig feltárt víz ivóvíz minőségű és a TV-adás résztvevője is valótlant állított.

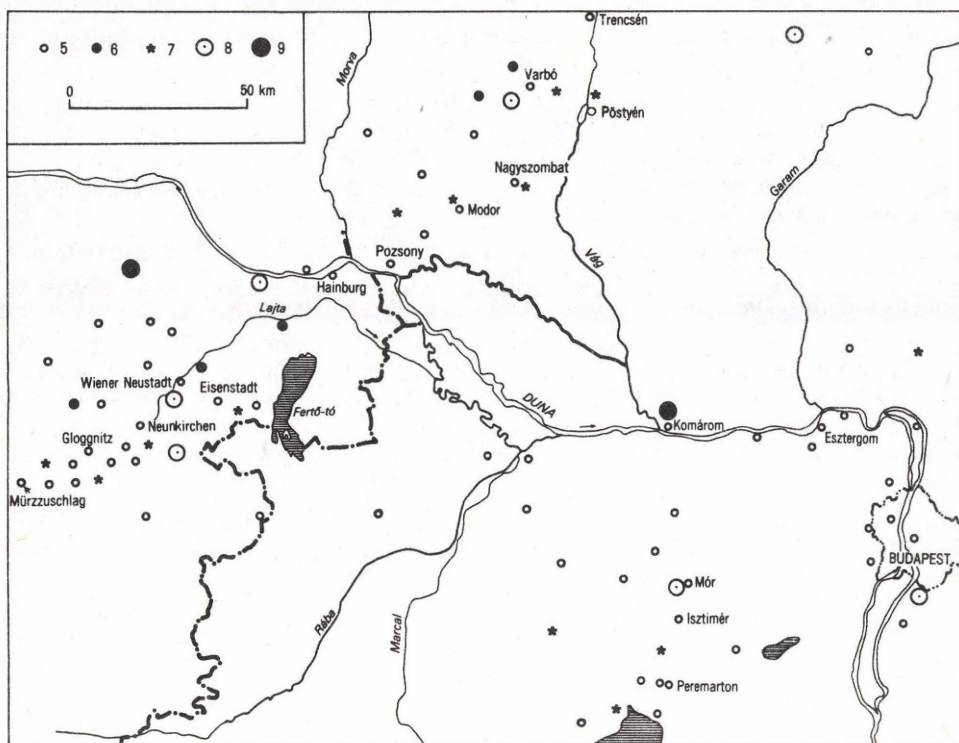
Ezzel szemben még 1980-ban az volt a hivatalos nézet, hogy „a talajvíz védelme elhanyagolható”. „A Duna vize által közvetlenül táplált rétegek vízzadó képességét a vízlépcsőrendszer nem befolyásolja lényegesen. Az eddig megépült kutakat továbbra is lehet használni” (Gabčíkovo—Nagymarosi Vízlépcsőrendszer 1980, p. 21). Ez már akkor is téves állítás volt, mert négy kutatás térképei igazolták, hogy a talajvizet a Hanság—Rábca vonalig legnagyobb részben a Duna táplálja.

Hivatalos helyen nem nagyon beszélnek az algásodásról, a tározók vízének egyik fő károsítójáról. Hogyan hat az algásodás az ivóvízbeszerző helyekre? 1. A felszíni (dunai) vízből az algák eltávolítása költséges. 2. A parti szűrésű kutak hatásterében az algák bomlása miatt a vas és mangán mennyisége növekedik, a mérgező nehézfémek oldatba mennek át. A víz megtisztítása a fémektől és a mérgező szerves anyagoktól igen költséges művelet.

Tájékoztatóul: Rajkánál az „algaszám” 1,6-szorosa a nyugati országokban a folyóvízre megengedett határértéknek ( $75 \text{ mg/m}^3$ ). Bajánál ma az algaszám a nyugati határértéknek 3,2-szerese, ennek oka Rajkától a Dunába jutó szennyezés. A csehszlovák oldalról a Dunába jutó szennyezés 8—10-szerese a mi oldalunkénak. A káros hatásokat az alvíz területének lakói szenvedik el. Pozsony csak a Morva szennyezett vizét kapja, mert az osztrák határon a Duna vize I. osztályú, a Morvává viszont IV. osztályú. A Morva mennyiségileg nem, de minőségileg a legrosszabb szennyezett dunai mellékfolyó a nukleáris szennyezés eshetőségével. Megtisztítása mindaddig csehszlovák belügy volt.

Földrengéssel nem foglalkozom, szakavatott szerzőkre hivatkozom (HÉDERVÁRI P. 1964; JANÁČEK, J. 1971; MÓNUS P.—TÓTH L.—ZSÍROS T. 1979; SZEIDOVITZ GY. 1986). Földrengési árvízveszélyről sem szólok, csak földrengési térképet közlök (11. ábra). A csehszlovák fél tiltakozott a hainburgi vízlépcső megépítése ellen azzal az indokkal, hogy csehszlovák területen medermélyülést és a meder elfajulását okozhatja. A valódi félelem oka a hainburgi gáttal kapcsolatos esetleges havaria. Pozsonynál meteorológiai és földrengési eredetű árvízveszély nincs, Budapesten viszont igen. Budapest felvizen van a kiliti tározó, a bósi vízlépcső, a tervezett nagymarosi gát és a Vág egy megépült és két tervezett síkvidéki tározója.

A 11. ábra a nevezetes szerkezeti sávnak („Mur—Mürz Linie”) ÉK-i meghosszabbítása területén ábrázolja a földrengések helyét (az MSK intenzitás skála 5—9. fokozatait). Az osztrák és csehszlovák geológiai térképek is ábrázolják ennek a sávnak szerkezeti vonalait (1. ábra). Ide kívánczik a jól ismert szlovák szerző véleménye a Kisalföld belsejének fiatal szerkezeti mozgásairól. A kárpáti irányú törések mentén a legfiatalabb „levantei” és pleisztocén üledékek elmozdulása bizonyított. A Bóستól ÉNY-ra és DK-re lévő törések közti süllyedék területén mindkét törés mentén (7. ábra) bizonyították a legfelső pleisztocénig tartó szerkezeti mozgásokat is (JANÁČEK, J. 1971, pp. 84—85).



11. ábra. Részlet MÓRUS P.—TÓTH L.—ZSÍROS T.: Földregések Magyarország térségében c. térképéből, csak az 5-ösnél nagyobb intenzitású (MSK) helyek jelölésével

Part of the seismic map of Hungary (by MÓRUS, P.—TÓTH, L.—ZSÍROS, T.). Points mark the places where the degree of earthquake intensity (MSK) was higher than 5

### A mezőgazdaság hidrogeológiai vonatkozásai

A Győri-medencében a dunai táplálású területen általában 1—5 m-es öntéstalaj fedi a kavicsot, de egyes területeken a kavics a felszínen van (8. ábra). Az öntéstalaj csaknem mindig kaphat kapillárisan vízutánpótlást alulról a kavicsból. A dunai meder felhagyása után a talajvíz szintje leszáll, nem éri el az öntéstalaj alját, hanem a kavicsban marad, ezért a talaj kapilláris vízpótlása jórészt elmarad.

Szerintem még ma is érvényes az a megállapítás, hogy: „Szárak gazdálkodás esetében a nyári deficitet a növényzet a felszín alatt télen tárolódott készletből (talajvízből és talajnedvességből) pótolja. Ha ez nem elégséges, a természetes jelentős csökkenésével, esetleg teljes eredménytelenséggel (aszálykár) kell számolnunk ... nem csak gazdasági érdek a téli tárolás növelése (hiszen így helyben biztosítjuk azt a vízmennyiséget, amit egyébként költséges elosztó rendszereken kell a felhasználási helyek minden négyzetméterére egyenletesen elosztva eljuttatnunk),

hanem a növényfiziológia által megszabott és legjobban megfelelő vízellátási forma” (KOVÁCS GY. 1972).

A talajvízháztartás biztosítására tervezett létesítmények ismertetése után ki-csendül a bizonytalanság: „... különböző szakterületek (mezőgazdaság, vízgazdálko-dás, erdőgazdálkodás stb.) szakemberei is alapvető kérdésekben sem mindig egyeznek — egyes szakterületeken belül sem — a vélemények” (Gabčíkovo—Nagymarosi Vízlépcsőrendszer 1980, p. 20).

A hivatalos nyomtatott anyag szerint a Szigetközben 3 m-nél sekélyebb talaj-vízszint a terület 28%-án van, 3 m-nél mélyebb talajvízszint pedig 72%-án (Környezeti Hatástanulmány 1985).

„Szigetközben a talajvízszint alakulása vizsgálataink első éveiben kedvezőbb volt, mint korábban”. „Az 1984. évben a talajvízszintek alakulását kedvezőtlenül befolyásolta az 1983. évi kevés csapadék és az alacsony dunai vízállás” (Környezeti Hatástanulmány 1985, p. 45). Az 1984-es évben a 0—3 m-es mélységű talajvízszint 47,2%-a, a 3 m-nél mélyebb 52,8%-a a területnek. Az 1984-es év közepes év volt.

A részletes talajvízszint térképezés és az évekre kiterjedő vízszintfigyelés adatai szerint a talajvízszint átlagos mélysége a felszín alatt: 1. A Szigetközben 0—2 m 25%; 2—3 m 65%; 3 m alatt 10%. 2. A Szigetközön kívül: 0—2 m 24%; 3—5 m 53%; 5 m alatt 7% (8. ábra).

A Szigetközben a belvízcsatornák tiltóival lehet szabályozni a talajvíz szintjét. A Duna felhagyása után a szükséges öntöző csatornák is hasznos területet fognak elfoglalni a termőföldből.

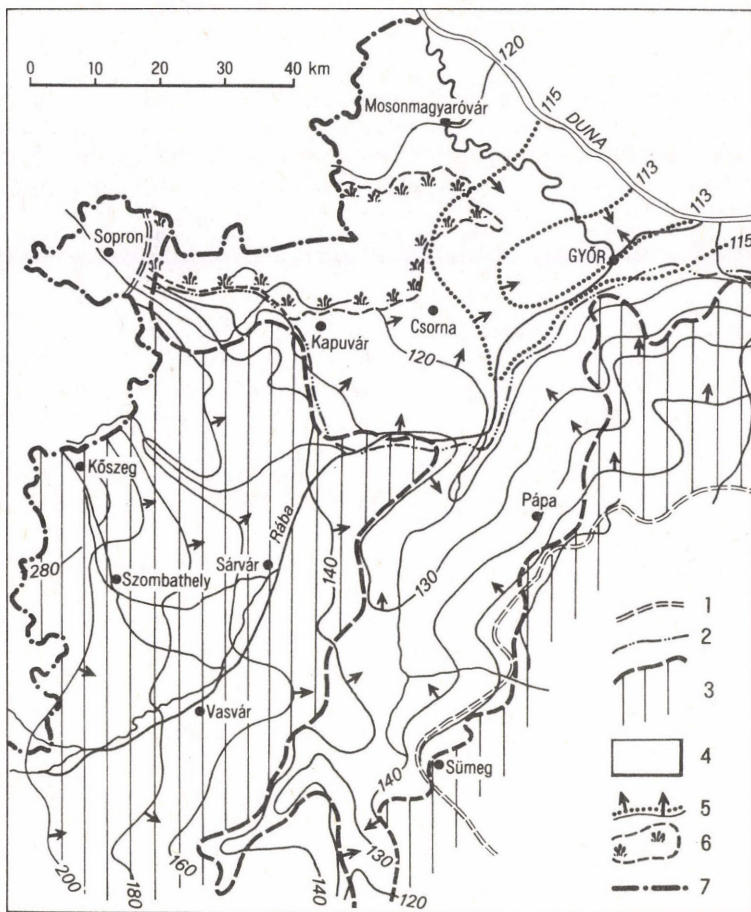
### Rétegvíz a Győri-medencében

A koncepció — a már ismertetettek szerint ... „a közvetlenül dunavízzel táplált rétegek vízáadó képességét a rendszer nem befolyásolja lényegesen” (Gabčíkovo—Nagymarosi Vízlépcsőrendszer 1980, 21 p.) — nem számol a minőségi romlással. Ennek ellenére finoman megfogalmazódott a vízszerezés más lehetősége is, mégpedig rétegvízből: „A Szigetközben, ahol az esetleges talajvízszint-süllyedés befolyásolná a vízbeszerzési lehetőségeket, jelenleg is általában mély fúrású (80-100-120 m mély-ségű) kutakból nyerik a jó minőségű ivóvizet. Ezeknek a kutaknak az üzemét szintén nem befolyásolja az egy-két méteres vízszintváltozás az első vízáadó rétegben” (Gab-číkovo—Nagymarosi Vízlépcsőrendszer, 21 p.). Itt nem tesznek különbséget a sza-badtükrű talajvíz (a kavics vize) és az alatta lévő feszített tükrű („artézi rétegvíz”) között (12. ábra). Ezek a „mélyfúrású” kutak a kavicsos üledék szabadtükrű talajvizét termelik (7. ábra). Megemlítendő, hogy a Duna és a Hanság—Rábca közötti terület-nek csak 34%-án kisebb a durvaszemcsés folyóvízi üledéksor vastagsága 80 m-nél (ERDÉLYI M. 1983, p. 485).

Mennyiben helyettesítheti a rétegvíz a kavics vizét? A kérdés megválaszolásá-hoz szükség van a rétegvíz helyzetének ismeretére (12. ábra).

1. A feszített tükrű rétegvíz a kavics szabad tükrű talajvizétől független vízeme-let (3., 6. ábra).





12. ábra. A Kisalföld D-i felének hidrodinamikai térképe (ERDÉLYI M. 1983 szerint). — 1 = a hegyvidék határa; 2 = Győri-medence; 3 = zéró dinamikus grádiens a leszálló vízmozgás területével; 4 = a felszálló rétegvíz területe; 5 = rétegvíz eredeti nyomása a vízmozgás irányával; 6 = Hanság határa 1769-ben; 7 = országhatár

Hydrodynamic map, southern part of the Little Hungarian Plain (by ERDÉLYI, M. 1983). — 1 = boundary of the mountains; 2 = boundary of the alluvial Győr Basin; 3 = original recharge area of the artesian water; 4 = original discharge area of the artesian water; 5 = original pressure of artesian water with direction of flow; 6 = boundary of the Hanság swamps (1769); 7 = western frontier of Hungary

2. A kavicsból termelő kutak 90%-ának a fajlagos hozama több, mint 1000 l/p/m (Magyarország mélyfúrású kútjainak katasztere, 1963—1987).

3. A rétegvíz kutak fajlagos hozamára jellemző, hogy 4 kútkataszteri kötet 38 kútjának átlaga 54 l/p/m és ez csak 6 esetben nagyobb 100 l/p/m-nél.

4. Az utóbbi 3 évtizedben helyenként a rétegvíz több m-es nyomáscsökkenését észlelték. Erre vonatkozó pontos adataink azonban — elegendő észlelő kút hiányában nincsenek.

5. A rétegvíz nyomása nagyobb, mint a kavics vizéé (3., 4., 6. ábra, 4540. számú fúrás). A két vízezet között kevés a kapcsolat (ERDÉLYI M. 1983, 486 p.). Félő azonban, ha a túlzott termelés miatt a rétegvíz nyomása a talajvizénél kisebb lesz, akkor a víztermeléskor a szennyezett talajvízzel kapcsolatba kerülhet és a termelt rétegvíz is szennyezett lesz. Vannak adataink, hogy a kavics közvetlen fekéjében homokrétegek is bőven vannak" (ERDÉLYI M. 1983, pp. 486—487.), tehát ez a lehetőség fennáll.

„A Kisalföld kavicsában van talán az ország legnagyobb, európai viszonylatban is számottevő, kitűnő minőségű vízvagyona. Előnye, hogy most még gyorsan pótlódó vize miatt sokkal jobban terhelhető, mint a dél-alföldi vízádók. Igaz, hogy a dél-tiszai süllyedékben nagyobb a víztömeg, de annak jóval rosszabb az utánpótlódása. A jelentős szegedi és kecskeméti depresszió jelzi, hogy a VITUKI rendszeres észlelései szerint ott a termelés már évek óta meghaladta a dinamikus készletet" (ERDÉLYI M. 1987).

1987-ig a Duna—Tisza közén a rétegvíz szintje maximálisan 28 m-t süllyedt. Különösen súlyos a süllyedés üteme a települések vízművesítése óta. Néhol már az évi 1,2 m-t is eléri (ERDÉLYI M. 1987).

A Győri-medence kavicsában tárolt vízkészlet nem csak ott helyben nagy érték, hanem a távolabbi környék jövődöbeli fejlődésében is fontos lehet a szerepe (DÁVID L.—NAGY L. 1972). A Duna mentén a komáromi, a tatai és az esztergomi iparvidékre könnyen elvezethető. „A kisalföldi kavics vize fontos tartaléka lehet Budapest vízellátásának is, tekintettel a csepel-szigeti víznyerési terület vizének kedvezőtlen minőségére" (ERDÉLYI M. 1983, p. 488).

1964-ben egy neves osztrák geológus Bécsben azt fejtegette nekem, hogy a Győri-medence parti szűrésű és a kavicsban tárolt gyorsan pótlódó kitűnő minőségű vízkészlete Európa talán akkor még legnagyobb és legjobb minőségű felszín alatti vízvagyona, mely az ország igen jelentős természeti kincse és talán vize pár évtized múlva minőségénél és mennyiségénél fogva jó pénzért még exportálható is lesz.

Korábban egy jelentős tanulmány szerint a Bakony és a Cserhát, Mátra és Bükk térségének regionális vízellátása dunavízre támaszkodva lenne megoldható (DÁVID L.—NAGY L. 1972).

A felhagyandó Duna-mederre tervezett korábbi 2 lépcsős megoldás (1966-67) előnye lett volna az, hogy bár a jelenlegi állapothoz képest a talajvíz pótlása és a Duna vizének természetes tisztulása is csökkent volna, de ez a károsodás, s vele a táj is jóval kisebb lett volna, mint az elfogadott oldalcsatornás változaté.

„A kisalföldi kavicsban tárolt víznek ma nem eléggé becsült és beláthatatlan jövőbeli értéke miatt még idejében kell gondoskodni arról, hogy a majd megcsappanó természetes vízforgalom ellenére megvédjük talán egyik legnagyobb természeti kincsünket, biztosítva annak gyors vízforgalmát, ezzel minőségének védelmét, esetleges minőségi megromlásának rehabilitációs lehetőségét." (ERDÉLYI M. 1983, p. 488).

## A Duna Győr és Dunaalmás közötti parti sávja

„A Dunaalmás—Győr közötti szakasz Duna menti széles teraszának vize a Kisalföld belsejében tárolttal összehasonlítva nem jelentős, mert: 1. vékony rétegű; 2. a szennyezéstől gyakorlatilag védetlen, intenzíven művelt mezőgazdasági terület; 3. a dunai meder kavicsával való kapcsolata nem jelentős. Így parti szűrésű víznyerésre legfeljebb helyenként alkalmas. Már az áttekintő földtani térképek is jelzik, hogy a fekéjében lévő felsőpannon agyagos rétegsor hosszabban megvan a Duna partján (így Gönyű környékén), de — a térképeken nem jelölve — sokkal hosszabban jelen van a Duna medrében” (ERDÉLYI M. 1983, p. 488). E parti sávon a talajvíz a Duna felé szivárog.

### IRODALOM

- DÁVID L.—NAGY L. 1972. Gondolatok a jövő vízgazdálkodásáról. - *Vízügyi Közlemények* 2, pp. 113—123.
- DEÁK J. 1989. Felszín alatti vizek környezeti izotóp tartalmának vizsgálata a BMV hatásterületén. - Kézirat, Javaslat, VITUKI
- ČEPEK, L. 1938. Tektonika komáromské kotliny a vyvoj podélného profilu CSL Dunaje. - *Sbornik St. Geol. Ustavu Česk. Rep. XII*, pp. 33—53.
- CSOMA J. 1975. A Felső-Duna elhagyott medrének vizsgálata. - VITUKI 1975. évi Tudományos Napok kiadványa.
- ERDÉLYI M. 1983. A Győri-medence természeti-gazdasági értékei és a tervezett vízlépcső. - *Földr. Ért.* 32. 3-4. pp. 475—490.
- ERDÉLYI M. 1984. Budapest víztartalékai. - Budapest, 22. 8. pp. 6—8.
- ERDÉLYI M. 1987. A rétegvíz szintjének süllyedése a Duna—Tisza közén. - Kézirat.
- HÉDERVÁRI P. 1964. Ha megrendül a föld... - Budapest 22. 6. pp. 4—5.
- HONTI GY. 1954. A Szigetköz talajviszonyainak vizsgálata. - Beszámoló a VITUKI 1954. évi munkásságáról 2. Műszaki Könyvkiadó Budapest, pp. 122—132.
- JANÁČEK, J. 1971. K tektonice pliocénu ve střední části Podunajské nížiny. - *Geologické práce, Správy* 55, Bratislava, pp. 65—85.
- KARKUS P. 1953. Adatok a Csalóköz talajvízviszonyairól. - *Vízügyi Közl.* 3. pp. 282—284.
- KÁROLYI Z. 1956. A Kisalföld vizeinek földrajza. - *Földr. Közl.* 10. (86.) pp. 157—174.
- KOVÁCS GY. 1972. Talajvízkérdések a mezőgazdasági vízgazdálkodásban. - BME Továbbképző Intézetének Kiadványa, Tankönyvkiadó Budapest.
- LEHOCKÝ, J. 1979. The Danube river water quality alterations in the course of natural infiltration. - 3. Vízügyi és Víztechnológiai Konferencia 1/b 16, Budapest, pp. 1—14.
- MAJOR P. 1976. Dunakiliti vízlépcső hatásának vizsgálata I-II. - A VITUKI kutatási jelentése, Budapest.
- MÓNUS P.—TÓTH L.—ZSÍROS T. 1979. Földrengések Magyarország térségében. - World Data Center. A for Solid Earth Geophysics, Report SE-20, Manual of Seismological Observatory Practice. U.S. Dept. of Commerce, National Oceanic and Atmospheric Administration, Boulder, Colorado, USA.
- PÉCSI M. 1959. A Duna-völgy magyarországi szakaszainak kialakulása. - Akadémiai Kiadó, Budapest
- RÓNAI A. 1960. Vízföldtani tanulmány a Kisalföldről. - *Hidr. Közl.* 40. pp. 470—484.
- SOMOGYI S. 1961. Hazánk folyóhálózatának fejlődéstörténeti vázlata. - *Földr. Közl.* 15. (91.) pp. 25—50.

- SZEIDOVITZ, GY. 1986. Earthquakes in the region of Komárom, Mór and Várpalota. - Geophysical Transactions 32. 3. Budapest, pp. 261—274.
- VAŠKOVSKÝ, I. 1977. Kvartér Slovenska, Quaternary of Slovakia. - Geol. Ústav. Dionýza Štúra, Bratislava. pp. 1—247.
- VITUKI 1977. A Dunakiliti vízlepcső hatása a Szigetköz talajviszonyaira. - VITUKI Összefoglaló Jelentés III. 4.1.9. szám
- Gabčikovo—Nagymarosi Vízlepcsőrendszer. - Kollokvium. 1980. - Energiagazdálkodási Tudományos Egyesület, Budapest.
- Magyarország mélyfúrású kútjainak katasztere I-XII. 1963—1987.
- Országos Vízgazdálkodási Keretterv. - OVH, 1984.
- Környezeti Hatástanulmány, 1985. GNV-17T. 85-M-3 Tervszám 21600. Budapest.
- VIZITERV 1951. Földtani alap kutatás. Kézirat. Összefoglaló helyszínrajz. M = 1:50 000.

## HYDROGEOLOGY OF THE LITTLE HUNGARIAN PLAIN NOW AND AFTER THE CONSTRUCTION OF THE DANUBE BARRAGES

by *M. Erdélyi*

### S u m m a r y

Since the late Pliocene a thick and coarse-grained sequence has been deposited by the Danube river and tributaries over the subsiding central part of the Little Hungarian Plain. The 21.8 km<sup>3</sup> gravel and sand aquifer formation of the southern part of the lowland contains 5.4 km<sup>3</sup> groundwater of high quality calculated only with 25 per cent porosity.

The braided Danube flows on the crest of its sediments recharging over 85 per cent of groundwater characterized by 3-57 cm/d flow velocity. The groundwater is being recharged along the river by 0.4-0.8 m<sup>3</sup>/sec/km when the Danube flow exceeds 2000-2200 m<sup>3</sup>/s. Groundwater recharge by local precipitation is negligible. Areal distribution of groundwater recharge and relative values thereof are shown by specific yields of thousands of tube wells of standardized filter tube diameter of 159 and 165 mm (*Fig. 9*). The groundwater pressure is hydrostatic (*Figs. 2, 3 and 6*), the water quality is uniform owing to high flow velocity and convectional mixing down to the base of the aquifer.

The projected Czechoslovakian Hungarian Danube scheme, 60 km<sup>2</sup> reservoir with 243 million m<sup>3</sup> storage capacity, navigation canal between 1842 and 1811 km river stations and a barrage, powerplant and navigation lock with adversely affect the groundwater regime (*Figs. 4 and 5*).

The main channel will carry water between 50 and 200 m<sup>3</sup>/s flow which is insufficient to maintain the high velocity groundwater movement necessary for flushing and carrying away the contaminated groundwater to its discharge zone (*Fig. 1*). The projected groundwater regulation network of continuous flow between 50 and 100 m<sup>3</sup>/s is insufficient to keep up the needed groundwater flow even if it will function.

More than 35 years ago the project was conceived to ensure a 3.4 m navigation depth all over the year and to generate an average of 2650 GW<sup>h</sup>/year electricity but not providing for proper surface and groundwater protection.

The original project should have been revised:

1. It has been proved that here agriculture is the most stable and profitable section of the national economy and first in earning convertible currency. The Little Plain lying nearest to hard currency markets is first in line owing to its advanced agriculture, industry and infrastructure.

2. There is no hope of improving surface water quality in the next decades. The groundwater contamination will also be continuing. This situation is also worsened by geographical factor because population, industry and agriculture are concentrated on about half of the lowland. These long and broad strips lie above the flood level having high quality soils and excellent drainage. The groundwater contamination hazards are not only aggravated by the concentration listed above but by the fact that over 90 per cent of all water users are supplied with piped water and only about 30 per cent of the wastewater is being disposed or treated.

The contracting parties of the Danube barrage treaty signed in 1977 committed themselves to provide efficient wastewater treatment of their respective catchments. Up till now very low percentage of this obligation has been realized mostly owing to financial difficulties and lack of genuine concern for ecology. In spite of this obligation

the available microbiological, hydrobiological and geological data and concepts were mostly not taken into account neither at the beginning of the planning nor later in the 1970' and 1980'. A few recent data is sufficient to show that there is no hope of improving Danube water quality. In the raw Danube water e.g. number of algae (millions/l) 9.7 (1975), 22.4 (1986) and the nitrate content (mg/l) 1-2 (1958), 12-15 (1983). Amounts of the usual contaminants also increased proportionally.

Microbes and toxic substances will penetrate from the river into the bottom and bank deposits and will contaminate for long time, probable over decades the drinking water supply of millions of people along hundreds of kilometres also of the downriver area of Budapest.

Number of algae will probable fivefold after completion of the Kiliti reservoir into which 5.6 million m<sup>3</sup>/y suspended load will arrive with the Danube river water and an average of 5 cm/y sludge will rise the bottom of the storage basin. An additional high quantity and long lasting source of toxicity will be the asphalt-lined slopes of the 17.5 km long navigation canal between the reservoir and the Gabčíkovo (Bős) barrage.

The changes of the human and natural environment of the last four decades require a new order of priorities. In my opinion first comes the joint interests in groundwater protection of municipal water supply, agriculture, environment and forestry, then navigation and at last the water power.

The only way to maintain the needed groundwater recharge is to give less water into the navigation canal, and provide for operation orders which do not allow water pass through the barrage without utilisation. About 2000 m<sup>3</sup>/s flow will be sufficient to ensure the safe navigation. This is the half of the planned discharge of 4000 m<sup>3</sup>/s (which is only 14-20 days duration per year), therefore all the river flow over 2000 m<sup>3</sup>/s should be diverted into the main channel (to be abandoned according to the treaty) helping groundwater recharge.

The rapidly renewable groundwater of the Little Plain is now probably the biggest and best quality groundwater reserve of the nation to supply the future needs of potable water not only the northern Transdanubia but the downriver industrial areas extending to Budapest. The total area is home of four million people.

The available back filtered water supplies downriver from Budapest are too expensive because of the less favourable water yielding properties of the deposits and owing to their high treatment costs which is a consequence of big amounts of municipal and industrial wastewater of the Budapest area flowing into the Danube river.

Translated by the author

---

**Harshman, R.—Hannell, Ch.: A Human World, a Changing Place.** John Wiley and Sons, Toronto, Kanada. 1985

A középiskolásoknak készült kanadai földrajztankönyvre a figyelmemet az alcíme („Egy változó tér”) hívta fel. Az emberiség által elfoglalt, ill. kialakított környezetet a rendkívül jól tagolt, sok ábrával és fényképpel illusztrált, jó papíron, erős kötésben megjelentetett mű öt fejezetben tárgyalja (1. a Föld tájai /gyakorlatilag ez a természetföldrajzi rész/, 2. gazdaságföldrajza, 3. kultúrföldrajza, 4. az előbbi két tevékenység hatása a környezetre, végül 5. földi életünk jövője).

Minden fejezetben érvényesül az az alapelv, hogy az általános tudnivalókat két-három esettanulmánnyal teszik „életközelibbé”, ami összehasonlítási lehetőséget nyújt a tanuló által pontosabban ismert kanadai tényekkel és jelenségekkel. A differenciált szemlélet kialakítása érdekében szembesítük egymással számos emberi tevékenység és természeti tünemény előnyös, ill. káros következményeit. Az aktív tanulás elősegítésére rendszeresen találunk olyan feladatokat, amelyek megoldásához szakkönyvtár használatára, és a napi gazdasági, politikai hírek ismeretére is szükség van.

A mindennapos életre konkretizált probléma kifejtésre számos jó példát idézhetünk. (Pl. milyen természeti és gazdasági összetevők befolyásolják azt, hogy egy reggeli piritós kenyér az asztalra kerülhessen? Ennek érzékeltetésére sorra veszik a búzatermelés természeti lehetőségeit, az időjárás szeszélyességét, a feldolgozás energiaigényét, a szállítási módokat és a munkaerőhelyzetet. Egy másik kérdés: Milyen környezeti hatásai vannak egy újság előállításának? Az erdőkiirtelést zaj és légszennyezés kíséri, bizonyos állatok meggritkulnak a bolygatott vidéken, és talajerózió léphet fel. A fa szállítása ismét légszennyezéssel, zajátalommal és útmenti talajerózióval jár. A papírgyárak igen erősen vízszennyezők.)

Ugyanígy szemléletesen mutatják be pl. azt, hogy Banglades szegénységét milyen egymást erősítő természeti, gazdasági, kulturális okokra lehet visszavezetni (szélsőséges éghajlat és időjárás, alacsony terméshozamok, alacsony iskolázottság, állami pénzhiány, elmaradott infrastruktúra stb.).

A tankönyv minden lehetőséget megragad arra, hogy tudatosítsa: az egyes jelenségeknek milyen hatásai vannak a mindennapos életre, regionális vagy világméretű folyamatokra. (Pl. hogyan hat Kanada gazdasági-társadalmi életére egy bányászsztrájk, vagy hogyan jelentkezett a St. Helens vulkán 1980-as nevezetes kitörése még Labradorban is, ahol ezt követően 1-2 cm-es vulkáni hamu hullott stb.)