

**HEAVY METALS IN SEDIMENT SAMPLES TAKEN ALONG
THE LONGITUDINAL SECTION OF THE TISZA
(Nehézfémetek Tisza hossz-szelvény fenéküledék mintákban)**

F. LÁSZLÓ, ERZSÉBET BERTA

Scientific Research Center of Water Management, H-1095 Budapest, Hungary
(Received May 29, 1980)

Abstract

Contents of mercury, cadmium, lead, copper, iron, manganese and zinc were determined in the sediment samples collected in the Hungarian reach of the Tisza and its main tributaries. The heavy metals of dried samples were dissolved by treatment with nitric acid and hydrogen peroxide and analyzed by the atom absorption method. In order to make the measured data comparable, concentrations of pollutants were expressed in standardized amount of reference, i. e. the amounts of heavy metals were related to the sand-less part of sample.

Comparison of the composition of sediment in the Hungarian reach of the Tisza (Table 1) with the characteristic data of the Danube (Table 2) clearly showed that in the sediment of the Tisza concentrations of several heavy metals, principally those of iron, manganese, cadmium were essentially higher than in the Danube. The primary reason for this is the different geochemical environment. Of the tributaries, the Sajó contained considerable amounts of heavy metals of industrial origin in its sediment, mainly mercury and cadmium. Mercury concentrations of sediment in the section of the Tisza upstream and downstream from the mouth of the Sajó were essentially different. In the upper reach values corresponding to limiting values below 1,5 mg/kg concentration of reference occurred, while for the section below the mouth of the Sajó much higher concentrations were characteristic.

In addition to the individual evaluation of heavy metals, the interrelationship of components at three characteristic sampling points (the Tisza 497 riv km, mouth of the Sajó, Tisza 404 riv km) was also examined by the computation of correlation coefficients. For the evaluation, the data obtained during the examination of the longitudinal section were completed with other results obtained in 1978–1980. Of the correlation coefficients shown in Table 4, those were underlined which were significant at 5% level. Of the examined heavy metals only mercury possessed no correlation coefficient with heavy metals corresponding to the selected level of significance in any of the sampling places. Close correlation was found between zinc and copper at the three sampling places. The correlation coefficient of lead-copper concentrations of samples from the Tisza figured among the prominent ones.

The water quality-influencing role of the heavy metal content of sediment was quantitatively studied by using the relationship proposed by *Literáthy* (1977). On the

basis of the permissible concentrations in water of each toxic heavy metal and the measured concentrations in sediment of toxic heavy metals, it is possible to compute by means of this relationship that amount of reference which if stirred up would turn the water toxic. According to the figures in Table 5 this amount of reference was lower in the section of the Tisza below the mouth of the Sajó, than in the section upstream from it.

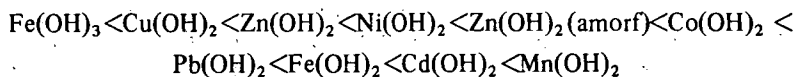
Bevezetés, előzmények

A befogadó vízfolyásba a fémszennyező oldott vagy szilárd formában kerülhet. Ezek aránya a vízfolyásban a vízi környezettől függően megváltozik. A fenékküledékbe, lebegő anyagba a nehézfémek ioncserével, adszorpcióval, kicsapódással, koprecipitációval kerülhetnek.

Számos nagy fajlagos felületű üledékképző anyag, elsősorban agyagásványok, frissen kivált vas-hidroxid, amorf kovasav, valamint szerves anyagok tudnak vizes oldatból kationokat megkötni és egyenértékű mennyiségű más kationt oldatba bocsátani, azaz kationcserére képesek. Az agyagásványokban a negatív töltésű SiOH- ; AlOH- , a vas-hidroxidban a FeOH- , a szerves anyagokban a karboxil és fenolos OH-csoportok teszik lehetővé a kationcserét. Az összes finomszemcsés, nagy felületű anyag meg tud kötni nehézfém-ionokat a határfelületén molekulák közötti kölcsönhatás, adszorpció révén.

A nehézfémek üledékbe kerülésének másik gyakori mechanizmusa a kicsapódás. Felszíni vizekben elsősorban klorid, szulfát, bikarbonát – és redukáló körülmények között – szulfid anionok lehetnek. A nehézfémkloridok, valamint a nehézfém-szulfátok jelentős része könnyen oldódó vegyület, míg a karbonátok, hidroxidok, szulfidok vízben nehezen oldódó anyagok.

Vizes oldatban a karbonátok oldhatósága nagymértékben függ a széndioxid parciális nyomásától; a hidroxidoké a pH-tól. A felszíni vizekre jellemző pH 6–8 tartományban különböző hidroxidok oldhatósága:



A nehézfémek szulfidjai pH 7 értéknél gyakorlatilag oldhatatlanok.

A felszíni vizekben koprecipitációval nehézfémek elsősorban a vas- és mangán-hidroxidok kicsapódásával kerülnek ki az oldott fázisból. Természetes vizekben a hidratált vas- és mangán-oxidok általában a vízgyűjtő ásványi anyagainak átalakulásából származnak. A talajvizekben redukált formában levő mangán(II) és vas(II) ionok az oldott oxigént tartalmazó felszíni vizekbe jutva hidratált fém-oxidokká alakulnak. A vas- és mangán-hidroxidok kicsapódásánál az oldatból kiváló nehézfémek túlnyomórészt kationcserével és adszorpcióval kötődnek meg a hidroxid felületén, de egy részük, elsősorban a nikkellel és a kobalt beágyazódik a hidroxid pehelybe.

A vízben nem oldódó huminsavak is különböző mechanizmussal köthetik meg a nehézfémeket. A huminsavaknak nagy kationcserélő kapacitása van, másrészt a huminsavak mint kelát-képzők, megkötik a fémionokat, így azok már nem cserélhetők le.

A felszíni vizekben a szilárd fázisba került nehézfémek újraoldódását, remobilizációját elősegítő legfontosabb tényezők: a pH érték és a redox potenciál megváltozása, a komplexképző anyagok előfordulása.

A Tisza legszennyezettebb mellékfolyója, a Sajó magyarországi szakasza fenékküledékének nehézfém szennyezettségét 1973 óta tanulmányozzuk. A Sajó már az ország-

határt vas, mangán és időszakos kadmium szennyezettséggel lépi át, a magyar szakaszon pedig higany, kadmium, ólom, vas, mangán, cink tartalmú ipari szennyvizek terhelik (Literáthy 1977). A terhelési adatok szerint különösen a higany és a kadmium szennyezés jelentős.

A fenéküledék vizsgálatokkal először a Sajó hossz-szelvény szennyezettségét mértük fel különböző vízjárás körülmények között. A nehézfém szennyezés jelentős része kis vízhozamok alatt a fenéküledékbe kerülve felhalmozódik, de árvizek idején felkeveredik és kimosódik, illetve alsó folyószakaszon kerül szét (Literáthy–László 1977 a, László et al 1977). Higanyra és kadmiumra készült anyagmérlegek mennyiségileg értékelték a Tiszába jutó nehézfém szennyezést (Literáthy–László 1977 b). A fenéküledék minták ülepedési sebesség, illetve szemcseméret szerinti vizsgálata kimutatta, hogy a szennyező anyagok gyakorlatilag csak az 1 mm-nél kisebb szemcsékben illetve szemcséken fordulnak elő; adott nehézfém különböző koncentrációban van a különböző szemcseméretű frakciókban; a különböző nehézfémek egymástól eltérő mértékben kapcsolódnak egyes frakciókhoz (Literáthy–László 1978). A vizsgálatok 1977-től kiterjedtek a Sajót befogadó Tisza-szakaszra is Kisköréig. A kiskörei tározó területén belül a tározó újonnan elöntött részeihez képest a Tisza-mederben általában nagyobb nehézfém koncentrációk jellemzőek a fenéküledékre.

Vizsgálati módszer

Az üledékminta nehézfém elemzését a „Felszíni vizek üledékének vizsgálata” MSZ 12739 szabvány előírásai szerint végeztük. A száraz, elporított mintából salétromsavas és hidrogén-peroxidos kezeléssel vittük oldatba a nehézfémeket, majd atomabszorpciós módszerrel elemeztük a higany, kadmium, ólom, réz, vas, mangán, cink tartalmát. Szintén az előbb említett szabványnak megfelelően a szennyező anyag koncentrációkat az úgynevezett vonatkoztatási alap (VA) segítségével fejeztük ki, azaz a mintában levő egyes nehézfémek mennyiségét a mintának az emberi tevékenységből eredő szennyező anyagokat egyáltalán nem tartalmazható része (gyakorlatilag homok) nélküli maradékra vonatkoztatva fejeztük ki. Ezzel a módszerrel biztosítható a mérési adatok összehasonlíthatósága (Literáthy–László 1975).

Eredmények

A magyarországi Tisza-szakasz fenéküledékének nehézfém koncentrációit (1. táblázat) a Duna Szob–Budapest szakaszán különböző mintavételi helyeken 1977–1979 között vett minták jellemző adataival (2. táblázat) összehasonlítva kitűnik, hogy a Tisza üledékében több nehézfém, elsősorban a vas, mangán és kadmium koncentrációja lényegesen nagyobb, mint a Dunában. Ennek elsődleges oka az eltérő természetes geokémiai környezet. A mellékvízfolyások közül a Sajó fenéküledéke tartalmaz jelentős mennyiségű ipari eredetű nehézfémet, főleg higanyt és kadmiumot.

Az egyes nehézfémek koncentrációjának alakulása

A Sajó torkolat fölötti és alatti Tisza-szakasz fenéküledékének jellemző higany koncentrációi eltérnek. A Sajó torkolat fölött 1,5 mg/kg VA alatti a higany tartalom, ez természetes háttér koncentrációnak tekinthető. Az összes mintavételi hely közül a Sajó-torkolatban a legnagyobb a higanykoncentráció (7,88 mg/kg VA). A kiskörei tározóhoz tartozó Tisza mederben a Sajó fölötti Tisza háttérértékekhez képest magasabbak a koncentrációk, viszonylag kiegyenlített tartományban. A tározó alatti Tisza-szakaszon széle-

1. táblázat. Nehézfém koncentrációk a Tisza fenéküledékében
 Table 1. Concentrations of heavy metals in the bottom sediment of the Tisza

Mintavétel helye	Hg mg/kgVA	Cd mg/kgVA	Mn mg/kgVA	Zn mg/kgVA	Fe mg/kgVA	Pb mg/kgVA	Cu mg/kgVA	VA g/kg üledék
011	0,96	31,9	6780	960	175 000	191	141	60,3
012	0,72	20,7	4240	880	186 000	181	228	94,8
021	0,59	24,2	2060	1290	109 000	293	254	242
022	0,86	54,7	6890	4730	186 000	717	287	34,1
031	1,02	64,3	4725	3400	145 000	514	809	127
032	1,48	22,7	6250	3410	204 000	454	364	43,5
041	0,68	85,0	8640	5440	248 000	884	340	29,4
051	0,64	28,3	3370	1390	125 000	252	360	194
052	0,80	27,4	4680	1710	137 000	270	448	215
061	0,79	54,2	3550	1680	151 000	311	276	100
062	0,80	54,8	2820	1810	129 000	253	261	119
071	0,48	20,4	2790	950	167 000	232	164	146
072	0,65	52,3	3920	2350	209 000	314	183	36,9
081	0,86	31,2	5030	2040	155 000	307	469	204
082	0,55	30,0	3800	1700	153 000	250	290	99,9
091	0,28	27,7	3830	2110	170 000	277	344	88,9
092	0,27	26,8	3050	1340	165 000	295	208	147
101	1,08	12,0	4910	1030	173 000	336	249	208
102	0,88	20,7	3520	875	166 000	216	226	217
111	1,12	41,1	4200	2190	159 000	335	560	182
112	1,03	25,8	4810	1640	158 000	225	432	211
121	0,43	13,3	3400	866	160 000	203	160	145
122	1,12	30,4	3700	1520	143 000	259	411	196
131	0,27	22,9	2750	1280	125 000	188	206	107
132	0,69	25,1	3860	1510	149 000	302	346	159
141	7,88	66,6	4550	1830	194 000	566	344	88,3
142	6,84	58,5	4500	1440	135 000	333	279	107
151	1,12	21,0	3780	1780	176 000	273	315	91,6
152	2,35	43,9	6380	3080	186 000	418	352	42,0
161	1,67	23,9	7990	3100	203 000	334	119	41,9
162	4,47	22,0	3480	1470	132 000	249	278	136
171	0,80	31,8	3260	1710	143 000	278	302	124
172	0,82	24,5	5520	900	166 000	213	213	122
181	4,5	55,9	5340	2540	235 000	397	620	97,7
182	1,0	55,4	3250	2220	138 000	296	347	134
191	1,0	26,8	4020	1340	136 000	214	508	73,0
192	1,10	29,6	3430	1600	148 000	237	379	83,3
201	5,10	60,1	6710	3010	270 000	481	561	49,4
202	3,08	35,0	2940	1540	135 000	196	182	71,4
211	2,01	50,4	5720	1510	137 000	238	330	107
212	1,38	37,7	3640	1440	137 000	251	358	158
221	1,58	32,4	4500	1800	163 000	338	518	139
222	1,45	42,0	4580	1830	168 000	313	427	129
232	2,52	19,1	3920	1720	147 000	325	389	157
241	1,70	31,1	5880	1860	186 000	354	559	203
242	2,39	28,0	5460	1780	183 000	330	493	194
251	2,38	34,3	5220	1780	172 000	316	485	218
252	1,92	36,1	5780	1810	173 000	352	610	220
261	1,29	46,2	4160	1850	215 000	259	222	52,1
262	2,05	26,4	6760	1580	155 000	561	330	147
271	0,77	14,0	5050	1400	161 000	294	785	69,5
272	2,84	38,7	54,80	2130	212 000	374	361	75,1

Mintavétel helye	Hg mg/kgVA	Cd mg/kgVA	Mn mg/kgVA	Zn mg/kgVA	Fe mg/kgVA	Pb mg/kgVA	Cu mg/kgVA	VA g/kg üledék
282	2,34	31,8	3400	1590	159 000	334	462	187
291	1,45	30,0	3950	1400	150 000	300	250	99,4
292	0,65	35,4	15100	2010	194 000	389	94,4	83,7
301	1,59	18,7	5410	1870	214 000	280	243	52,4
302	4,41	26,4	5110	1590	200 000	758	291	111
311	2,06	45,4	4790	1530	158 000	438	363	120
312	7,40	57,9	9360	2850	182 000	981	303	112
321	1,41	22,3	5140	820	160 000	298	328	134
322	1,46	15,5	4070	840	145 000	317	503	160
331	1,07	37,7	7170	1380	298 000	377	327	79,1
332	0,60	54,8	3560	1280	142 000	238	548	53,2
341	1,75	29,2	3760	1200	143 000	363	156	150
342	1,45	19,8	6610	990	198 000	397	33,1	149
351	5,24	47,6	8530	2540	253 000	754	301	126
352	3,44	41,5	7930	2080	244 000	529	272	129
361	1,80	17,1	5140	1540	154 000	308	1558	57,2
362	3,38	81,6	6260	2910	182 000	762	490	126
371	1,76	44,0	3280	2160	133 000	400	64,0	124
372	1,87	38,9	3360	1310	117 000	290	488	141
381	1,78	59,5	2940	1750	131 000	349	216	133
382	1,81	44,4	3510	1770	136 000	296	266	135

2. táblázat. A Duna Szob–Budapest szakaszán 1977–79 között vett üledékminták nehézfém koncentrációinak jellemzése

Table 2. Characterization of the concentrations of heavy metals in sediment samples taken in the section of the Danube between Szob and Budapest in 1977–79.

	Minimum	Átlag	Maximum
Hg mg/kgVA	0,23–0,80	0,59–1,59	1,03–2,74
Cd mg/kgVA	7,2 –10,3	9,0–12,1	10,7–14,3
Pb mg/kgVA	95–140	160–220	210–470
Zn mg/kgVA	340–660	600–1220	770–3150
Fe mg/kgVA	27 400–53400	36 800–85 300	42 700–173 000
Mn mg/kgVA	1 290–1620	1 650–2 130	1 750–2 900

sebb tartományban rendszertelenül szóródó higany értékek fordulnak elő. Az 1978–80 közötti Sajó torkolat, Tisza 404 fkm (Kisköre), Tisza 497 fkm (Sajó torkolat fölött) mérések átlagértékei (3. táblázat) alátámasztják a Sajó torkolat higany szennyezettségét. A fenéküledék átlagos higany szennyezettsége a Tisza 497 fkm és 404 fkm szelvényben nem tér el olyan nagy mértékben, mint a tárgyalt hossz-szelvény mérési adatai szerint.

A fenéküledék kadmium háttér koncentrációja a Tiszában a Dunához képest mintegy kétszeres. A hossz-szelvény minták közül a legnagyobb kadmium koncentráció (85 mg/kg VA) a Tisza 685 fkm szelvényében (Szamos alatt 3 km-re, bal part), a legkisebb a Bodrogon (12 mg/kg VA), magában a Tiszában pedig az 541,5 fkm bal parti mintavételi helyen (13,3 mg/kg VA) volt. Jelentős kadmium szennyezés a Sajón keresztül éri a Tiszát, bár ez az adott hossz-szelvény vizsgálat adataiból nem derül ki egyértelműen. Az 1978–80 közötti átlagértékek viszont kimutatják, hogy a Sajó torkolatban a fenéküledék kadmium koncentrációja átlagosan háromszor nagyobb mint a Tiszában. A kiskörei tározóhoz tartozó mintavételi helyeken a koncentrációk nem térnek el lényegesen a Sajó fölötti Tisza-szakaszétól.

Az ólom koncentráció a Szamos fölötti Tisza szelvényben a legkisebb. A Szamos hatására nem tudunk biztosan következtetni, mivel nagyon eltérő a folyó két partján az ólom tartalom, továbbá a betorkollás alatt 1 km-re vizsgált Tisza szelvényben, ahol a Szamos még nem keveredhetett el teljesen, a jobb parti minta is 454 mg/kg VA ólomot tartalmaz. A Sajó fenéküledék ólommal is szennyezett. Az 1978–80 közötti átlagos ólomkoncentráció a Sajó torkolat fenéküledékében (460 mg/kg VA) kb. 40–50%-kal nagyobb, mint a Tisza 497 és 404 fkm szelvényében.

A legnagyobb és legkisebb réz koncentráció aránya 24,3. A többi fém közül a hossz-szelvényben egyedül a higanyra nagyobb ez a viszonyszám. A maximális réz koncentrációt a Maros torkolat bal partján vett mintában mértük, ugyanakkor a legkisebb réz koncentráció is ehhez a mintavételi helyhez közel, a Tiszában a Maros torkolat alatt 1 km-re a betorkollás oldalán fordul elő. A Sajóban nincs jelentős rézszennyezés, ez kitűnik a hossz-szelvény vizsgálathoz tartozó Sajó mérésekből és az 1978–80 közötti átlagértékekből is.

A Tiszában és a mellékvízfolyásokban egyaránt nagy a vas koncentráció a fenéküledékben. Ez elsősorban természetes eredetű, de a Sajóba ipari szennyezőanyagként is bekerül. A hossz-szelvényben vizsgált összes fém közül a vasnál a legkisebb a maximális és minimális koncentráció aránya. A koncentráció kiegyenlítetttség időben is megmutatkozik: az 1978–80 közötti mérések relatív szórása kicsi (3. táblázat).

Az egész vizsgált Tisza hossz-szelvényben tapasztalt nagy mangán koncentrációk közül is kiemelkedik a Zagyva alatt 1 km-re a jobb parton mért 15 000 mg/kg VA mangántartalom. A kohászati, fémipari szennyvizekből származó mangánnal is szennyezett Sajó fenéküledékének mangán-tartalma a torkolatnál nem különbözik a többi vízfolyásétól.

A Tisza Szamos fölötti 689 fkm szelvényét, a Bodrogot és a Köröst a többi mintavételi helyhez képest kis cink koncentráció jellemzi. A legnagyobb cink tartalmat a Szamos alatt 3 km-re mértük. A mellékvízfolyások közül is a Szamosban fordult elő a legmagasabb cink koncentráció.

Az egyes nehézfémek különálló értékelése mellett megvizsgáltuk a komponensek közötti kölcsönös összefüggést korrelációs együtthatók számításával. Három mintavételi helyhez (Tisza 497 fkm, Sajó torkolat, Tisza 404 fkm) tartozó hossz-szelvény vizsgálati adatokat kibővítettük az 1978–80 között mért koncentrációkkal. A 4. táblázatban felüntetett korrelációs együtthatók eltérő számú mintapárhoz tartoznak, de összehasonlíthatóság végett kiemeltük az 5%-os szinten szignifikáns korrelációs együtthatókat. A vizsgált nehézfémek közül egyedül a higanynak nincs egyetlen nehézfémrel sem a választott szignifikancia szintnek megfelelő korrelációs együtthatója egyik mintavételi helyen sem.

3. táblázat. 1978–80 között mért üledék nehézfém koncentrációk jellemző értékei
 Table 3. Characteristic values for the concentrations of heavy metals of sediment
 between 1978 and 1980.

		Fe	Mn	Zn	Cd	Hg	Pb	Cu
		mg/kg VA						
Tisza 497 fkm	min.	125 000	2750	1280	18,7	0,27	188	206
	átl.	160 000	4970	1700	22,0	1,39	322	342
	max.	205 000	6420	2250	25,1	3,7	480	481
	rel. szórás	0,18	0,33	0,21	0,14	0,98	0,37	0,33
Sajó torkolat	min.	122 000	3750	1340	31,1	6,8	333	217
	átl.	143 000	4640	1670	61,7	12,0	460	299
	max.	194 000	5470	2240	133	25,2	610	373
	rel. szórás	0,17	0,11	0,18	0,35	0,52	0,21	0,20
Tisza 404 fkm	min.	138 000	1700	600	2,0	0,98	316	100
	átl.	154 000	4410	1520	22,2	1,62	326	398
	max.	173 000	6760	1850	36,1	2,5	352	610
	rel. szórás	0,09	0,46	0,25	0,51	0,33	0,06	0,40

4. táblázat. Korrelációs együtthatók 1978–80 között vett üledékmintákban
 mért nehézfémekre

Table 4. Correlation coefficients of heavy metals in sediment samples
 collected in 1978–80.

	Tisza 404 fkm	Sajó torkolat	Tisza 497 fkm
Fe/Mn	0,51	0,10	0,85
Fe/Zn	0,62	0,11	0,98
Fe/Cd	0,59	0,02	0,61
Fe/Hg	0,43	0,49	0,13
Fe/Pb	0,06	0,36	0,99
Fe/Cu	0,56	0,18	0,97
Mn/Zn	0,66	0,62	0,84
Mn/Cd	0,58	0,81	0,69
Mn/Hg	0,04	0,23	0,42
Mn/Pb	0,17	0,60	0,82
Mn/Cu	0,67	0,59	0,79
Zn/Cd	0,84	0,79	0,56
Zn/Hg	0,46	0,15	0,22
Zn/Pb	0,51	0,91	0,98
Zn/Cu	0,90	0,94	0,95
Cd/Hg	0,44	0,16	0,22
Cd/Pb	0,42	0,71	0,58
Cd/Cu	0,93	0,81	0,49
Hg/Pb	0,10	0,03	0,39
Hg/Cu	0,44	0,16	0,40
Pb/Cu	0,90	0,85	0,99

Az aláhúzott értékek az 5%-os szinten szignifikáns korrelációs együtthatók.

A Sajó torkolat fölötti Tisza szelvényben a fenéküledékben a réz, ólom, cink, vas tartalom között szoros kölcsönös összefüggés van: a hat legerősebb korrelációs kapcsolat a négy elem páronkénti kombinációjából adódik. A vas tartalom csak ezen a mintavételi helyen korrelál szorosan egyéb nehézfém koncentrációjával. A Sajó torkolatban két kiemelkedő korrelációs kapcsolat az előbb tárgyalt mintavételi helyhez hasonlóan a cink-ólom és a cink-réz között van, míg a választott szignifikancia szintet még megúto másik kettő a mangán-kadmium és a cink-kadmium kapcsolat. A két utóbbi összefüggés példa a különböző eredetű nehézfémek koncentrációja közötti szoros kapcsolatra, ugyanis a kadmium tartalom a Sajó torkolat fenéküledékében főleg ipari szennyezésből adódik, míg a mangán és a cink koncentrációknál alig mutatható ki az emberi tevékenység hatása. A kiskörei mintavételi helyen a hat kiemelkedő korrelációs összefüggés közül négyben a réz az egyik fém. A cink-réz kapcsolat mindhárom mintavételi helyen szoros, az ólom-réz korrelációs tényezője a tiszai mintavételi helyeken szerepel a kiemelkedők között.

Az üledék nehézfém tartalmának a vízminőséget befolyásoló szerepét *Literáthy* (1977) nyomán mennyiségileg a következőképpen jellemeztük: toxikussá válik a víz abban az esetben, ha a felkeveredett VA mennyisége meghaladja a

$$\text{mg VA/l} = \frac{1}{A/C_A + B/C_B + \dots N/C_N}$$

értéket, ahol

A, B, ... N egy-egy toxikus fém $\mu\text{g}/\text{mg}$ VA értéke az üledékben,

$C_A, C_B, \dots C_N$ egy-egy toxikus fém megengedhető $\mu\text{g}/\text{l}$ értéke a vízben.

A vízben megengedhető fém koncentrációkra az 1979-ben elfogadott új KGST vízminőségi osztályozásban az I. osztályra érvényes rendkívül szigorú határértékeket, illetve az MSZ 450 ivóvíz szabványban szereplő értékeket vettük figyelembe. Az 5. táblázat tünteti fel néhány jellemző szelvényre a számított átlagos eredményeket. A Sajó alatti Tisza-szakaszon a Sajó fölötti részhez képest lecsökken a határérték eléréséig fölkeveredhető VA mennyiség. A KGST határértékek alapján számított VA mennyiségek fölkeveredése a Tiszában valószínű, ugyanis eredeti üledékre átszámítva a kapott értékek 40–270 mg/l lebegőanyag koncentrációnak felelnek meg.

5. táblázat. Az üledék nehézfém-tartalmának a vízminőséget befolyásoló szerepe
Table 5. The effect of the heavy metal content of sediment on water quality

Mintavétel helye	Felkeveredhető VA mg/l	
	KGST I. vízminőségi osztály nehézfém határértékek alapján	MSZ 450 ivóvíz-szabvány nehézfém határérték alapján
Tisza 689 fkm	20,2	92,9
Tisza 496 fkm	18,1	86,3
Sajó torkolat	6,2	33,4
Tisza 404 fkm	9,7	55,0
Tisza 332 fkm	10,3	56,9
Tisza 172 fkm	11,4	49,3

Összefoglalás

A magyarországi Tisza-szakasz fenéköledékének összetételét Duna adatokkal összehasonlítva a Tisza üledékében a vas, mangán, kadmium koncentrációja lényegesen nagyobb, elsősorban természetes ok, az eltérő geokémiai környezet miatt. A mellékvízfolyások közül viszont a Sajó fenéköledéke jelentős mennyiségű ipari eredetű nehézfémeket, főleg higanyt és kadmiumot is tartalmaz. A tárgyalt hossz-szelvény vizsgálati adatokat 1978–80 között mért egyéb eredményekkel kibővítve a Tisza 497 fkm, Sajó torkolat, Tisza 404 fkm mintavételi helyeken megvizsgáltuk a komponensek közötti kölcsönös összefüggés és korrelációs együtthatók számításával. A vizsgált nehézfémek közül egyedül a higanynak nincs egyetlen nehézfémmel sem 5% szignifikancia szintnek megfelelő korrelációs együtthatója egyik mintavételi helyen sem.

Az üledék nehézfém tartalmának a vízminőséget befolyásoló szerepét mennyiségileg a víz toxikussá válásáig felkeveredhető üledékekkel jellemeztük. A Sajó alatti Tisza-szakaszon a Sajó fölötti részhez képest lecsökken a határérték eléréséig felkeveredhető VA mennyiség.

ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ В ОБРАЗЦАХ ОТЛОЖЕНИЙ ПРОДОЛЬНОГО ПРОФИЛЯ ТИСЫ

Ф. Ласло—Э. Берта

РЕЗЮМЕ

При сравнении состава проб отложений, взятых по всему продольному профилю Тисы, с пробами Дуная видно, что в отложениях Тисы концентрация железа, марганца и кадмия значительно выше, что объясняется в первую очередь естественными причинами, а именно различием геохимической среды. Что касается притоков, значительно содержание металлов промышленного происхождения, главным образом ртути и кадмия, наблюдаются в пробах отложений р. Шайо. Дополнив данные исследований рассматриваемого профиля результатами других, проведенных в 1978—80 гг. измерений, мы определяли взаимовлияние компонентов с подсчетом корреляционных коэффициентов в местах взятия проб отложений на 497 п. км Тисы, в устье р. Шайо, а также на 404 п. км Тисы.

Из числа исследуемых тяжелых металлов лишь в случае ртути ни в одном месте взятия проб не было корреляционного коэффициента, соответствующего 5%-ному уровню сигнификации ни с одним металлом.

Влияющее на качество воды содержание тяжелых металлов в отложениях мы определяли количественно по осадку, взмучиваемому до наступления токсичности воды. На отезде Тисы ниже р. Шайо количество осадка, потребного для наступления пограничного показателя токсичности, меньше по сравнению с лежащим выше Шайо участком Тисы.

TEŠKI METALI U UZORCIMA TALOGA DNA PO UZDUŽNOM PROFILU TISE

László F. i Berta E.

REZIME

Komparacija sastava taloga dna madjarske deonice Tise, u usporedjenju sa Dunavom pokazuje, da je koncentracija željeza, mangana i kadmija znatno veća, u prvom redu zbog prirodnog razloga, što postoji razlika u geokemijskoj sredini. A medju pritokama, talog dna reke Sajó sadržava znatne količine teških metala industrijskog porekla, u prvom redu živu i kadmij. Razmatrani podatci ispitivanja po uzdužnom profilu, prošireni su i drugim rezultatima merenja izvršenim u periodu

1978—80., a vadjenjem uzoraka na rkm-Tise 497, kod ušća reke Sajó i rkm. Tise 404, analizirana je uzajamna ovisnost izmdju komponenata, proračunom koeficijenata korelacije. Izmedju ispitivanih teških metala, jedino živa nema koeficijekat korelacije, koji bi odgovarao nivou signifikancije od 5%, ni sa jednim teškim metalom, niti na jednom mestu vadjenja uzoraka.

Uloga uticaja sadržine teških metala u talogu na kvalitet vode, kvantitativno je karakterizirana sa količnom taloga koja se može mešati sa vodom do nastupanja toksikacije. Na sektoru Tise nizvodno od reke Sajó, u usporedbi sa deonicom uzvodno od Sajó, opada količina VA, koja se može mešati do postizavanja granične vrednosti.

Irodalomjegyzék

- LÁSZLÓ, F., LITERÁTHY, P., BENEDEK, P. (1977): Heavy metals pollution in the Sajó river, Hungary. International Heavy Metals Conference Proceedings, Toronto, Vol. 2., Part 2, p. 923—931.
- LITERÁTHY, P. (1977): A Sajó fenéküledékében felhalmozódó biorezisztens anyagok vizsgálata. Hidrológiai Közlöny, 1. sz. 45—54.
- LITERÁTHY, P., LÁSZLÓ, F. (1975): New method for characterizing the chemistry of bottom sediments. IAGC-CCIW-IASH International Symposium on the Geochemistry of Natural Waters, Burlington, Ontario.
- LITERÁTHY, P., LÁSZLÓ, F. (1977a): Nehézfém szennyeződés alakulása vízfolyásokban. Beszámoló a VITUKI 1974. évi munkájáról. 217—223.
- LITERÁTHY, P., LÁSZLÓ, F. (1977b): Uptake and release of heavy metals in the bottom silt of recipients. In Golterman, H. L. (Ed.): Interaction between sediments and fresh water. Dr. Junk B. V. Publishers, The Hague p. 403—409.
- LITERÁTHY, P., LÁSZLÓ, F. (1978): Accumulation of bioresistant micropollutants in a particular catchment in Hungary. Prog. Wat. Techn. Vol. 10. Nos 5/6 p. 381—389.