

## **Az almásfüzitői vörösiszap-zagytározók környezetgeomorfológiai viszonyai**

VICZIÁN ISTVÁN<sup>1</sup>

### **Abstract**

#### **Environmental geomorphological conditions of red mud depositories at Almásfüzitő**

At Almásfüzitő, 12 million tons of red mud were laid down behind the flood protection dams of the Danube, on the low and high flood plains of the river, covering an area of 200 ha. Red mud is the by-product of alumina production, classified as II category dangerous waste because of its high heavy metal contents, strongly alkaline character and high concentration of radioactive elements.

The depositories were set up without any isolating barrier toward the underlying 15–20 m thick, highly permeable alluvial sediments of the river. Waters deriving from the depository pollute the ground water and the Danube. The abandoned river channels spread under the depositories are preferred zones of the ground water flow. Almost all portions of the dykes which were built above the meandering river channels, are damaged by slumps and slides.

The dust of the red mud transported by wind from the uncovered mud space endangers the health of inhabitants of the surrounding settlements. The cassettes containing the red mud are covered by various other dangerous waste.

The surrounding of Almásfüzitő has been a seismic area. A possible stronger earthquake might cause break of the dykes, pollution of the water of Danube and would seriously damage the living organisms. Pollution of the gravel bed of the river might destroy the drinking-water base of the settlements situated along the Danube.

### **Bevezetés**

A Komárom-Esztergom megyei Almásfüzitőn 1950 és 1997 között timföldgyár működött. A timföldgyártás során hatalmas mennyiségű veszélyes hulladék (vörösiszap) keletkezett, amelyből több mint 12 millió tonnát Almásfüzitőn, a Duna árterén kialakított, síkvidéki körgátas zagytározókban helyeztek el 200 hektárnyi területen.

Dolgozatomban e veszélyes hulladékfajta sajátosságainak bemutatása után a vörösiszap-tározók helykiválasztását kívánom értékelni környezetük geomorfológiai vizsgálata alapján. E célra a Duna melletti településen létesített zagytározó mintaterületként messzemenően alkalmas.

---

<sup>1</sup> MTA Földrajztudományi Kutatóintézet, 1112 Bp., Budaörsi út 45. E-mail: viczianistvan@freemail.hu

## A vörösiszap jellemzői

A vörösiszap a timföldgyártás egészségre igen ártalmas mellékterméke, amelyet a nátronlúgban oldhatatlan ásványok, valamint a lúggal reakcióba lépő vegyületekből képződő szilárd sók alkotnak. Az erősen lúgos kémhatású (pH=10) anyag nehézfém-tartalma átlagosan hétszer magasabb az átlagos hazai termőtalajokra jellemző értékeknél. Az almásfüzitői tározók anyagának nehézfém-tartalma kb. 120 000 t (PUSKÁS S. 1999).

A vörösiszapban a radioaktív leányelemek is feldúsulnak. Koncentrációjuk (1. táblázat) a tipikus hazai talajokra jellemző értékeknek 10–20-szorosát mutatja (UGRON Á. 1996).

1. táblázat. Almásfüzitő környékén felhalmozott vörösiszap minták radioaktivitása (UGRON Á., OSSKI, Számítás- és Mérést. Oszt. Elemzése, 1991)  
Gamma-spektrometriai analízis eredményei (Akt. konc. Bq/kg)

Mutató		I. sz. vörösiszap-tározó 10–15 cm	II. sz. vörösiszap-tározó 50–55 cm
U-sor	<sup>243</sup> Th	290 ± 14%	–
	<sup>226</sup> Ra	410 ± 12%	504 ± 8%
	<sup>214</sup> Pb	260 ± 3%	368 ± 3%
	<sup>214</sup> Bi	250 ± 3%	360 ± 3%
Th-sor	<sup>228</sup> Ac	270 ± 5%	351 ± 4,5%
	<sup>212</sup> Pb	230 ± 4%	314 ± 3%
	<sup>212</sup> Bi	290 ± 14%	420 ± 12%
	<sup>208</sup> Tl	270 ± 5%	366 ± 4%
<sup>40</sup> K	<2	80 ± 50%	
<sup>134</sup> Cs	<2	<0,6	
<sup>137</sup> Cs	12 ± 26%	3,5 ± 76%	
<sup>243m</sup> Pa	600 ± 55%	1040 ± 43%	

Tipikus hazai talaj: U-sor: 25–50

Th-sor: 30–50

Az anyag fizikai tulajdonságai is kedvezőtlenek: vízzel telítve nem vízzáró, víztartalmát hosszú idő után sem veszti el. Térfogata magas víztartalma miatt a hőmérsékleti és csapadékviszonyoktól függően változó.

A vörösiszap erősen lúgos kémhatása és a nehézfémek magas koncentrációja miatt a II. veszélyességi kategóriába tartozó veszélyes hulladéknak minősül, ezért elhelyezése speciális földrajzi és műszaki feltételeket igényel.

### Almásfüzitő földtani és geomorfológiai viszonyai

Almásfüzitő a Győr–Tatai-teraszvidék K-i részén helyezkedik el. A mezozoós, karbonátos medencealjzat Ny-on még 300 m-en, K-en már csak 100 m mélyen húzódik. Az oligocéntől kezdve sülyedő alaphegységre vastag harmadidőszaki rétegsor, legfelül jellemzően agyagos, pannon üledékek rakódtak.

A pliocén végétől a süllyedő területet a Duna és mellékfolyói több tíz m vastag kavicsos-homokos alluviális üledékkel borították be. A középső pleisztocén során a mai Győr–Tatai-teraszvidék területének süllyedése megállt, így a Duna hordalékkúpjába bevágódva teraszokat alakított ki. A vizsgált területen a Duna II/b. és II/ a sz. teraszát, ill. magas- és alacsonyártéri szintjeit különböztethetjük meg (1. ábra). Az utóbbihoz tartoznak a Duna vastag iszapréteggel kibélelt, elhagyott óholocén folyómedrei is (PÉCSI M. 1959, 1991). A teraszok felszínét sokfelé óholocén futóhomokformák fedik.

Almásfüzitő tágabb környezetét – a Tata, Ó-Szőny és Dunaalmás által határolt területet – a vízrendezési munkálatok előtt mocsarak borították, amiből csak a jelenlegi és az óholocén Duna-medrek által határolt teraszszigetek és a magasabban fekvő teraszfelszínek emelkedtek ki. A mély térszíneket borító víz bővizű karsztforrásokból és a Duna felől táplálkozó talajvízből származott (HORUSITZKY H. 1916).

Ma már 10 km hosszú árvízvédelmi töltés választja el a területet a folyótól, ami több km-es szakaszon egyben a vörösiszap-zagytározók gátjaiként is szolgál. A terület jellege azonban nem változott meg lényegesen. A mélyebben fekvő részeket most is nádasok borítják, az elhagyott medrekben patakok folynak.

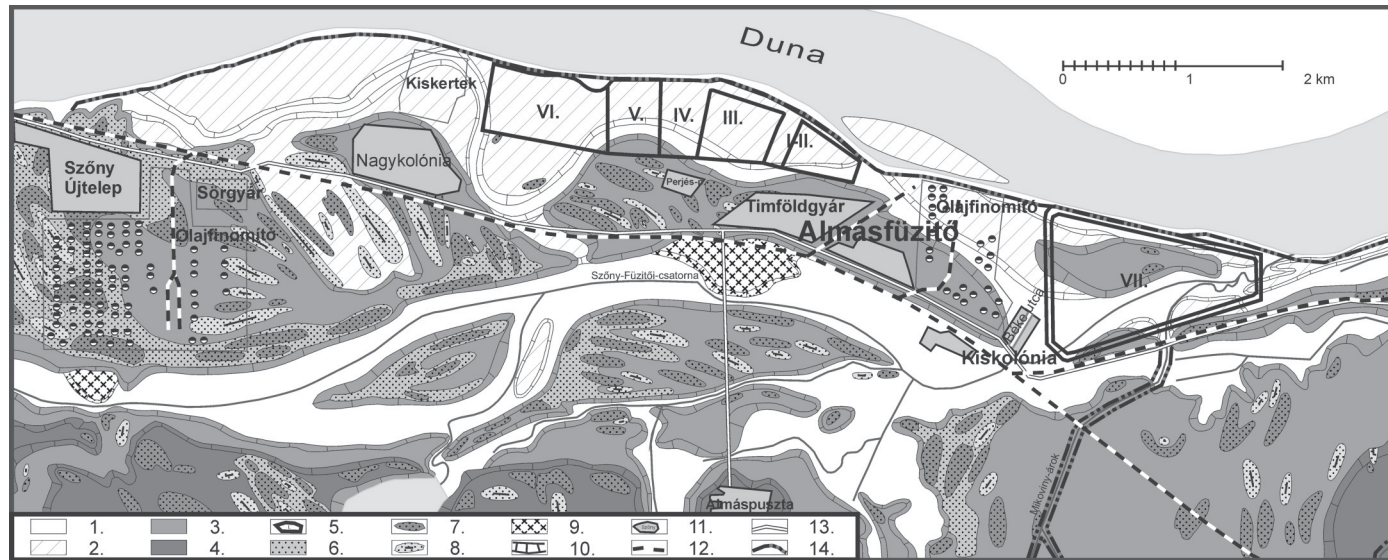
A jó vízvezető tulajdonságú alluviális üledékben mozgó talajvíz a Duna vízszintjéhez igazodik, a folyó magas vízállása idején a tározók szigetként állnak ki a vízből. Az első vízzáró, agyagos pannon rétegek a Duna 15–20 m vastag kavicsos, homokos üledéke alatt találhatóak (PÉCSI M. 1959, 1991). A tározókat lakótelepek, kiskertek és ipari létesítmények veszik körül.

### A tározók helyzete és kialakítása

A vörösiszap tárolására szolgáló kazetták kialakítását a növényzet eltávolításával és a felső humuszos réteg elhordásával kezdték. Az így nyert felszínt felszántották és helyben lévő iszapos-homokos anyagot tömörítették. Vízzáró agyagpaplanterítést tehát nem alkalmaztak. Az I–VI. sz. tározók gátjait a zagytér alatti iszapos anyagból építették. A VII. sz. tározó kialakításakor fóliát is alkalmaztak (ÉGA).

A megfelelő műszaki védelem nélkül épült tározókból a vörösiszappal együtt a tározókra került, ill. az ott később megjelenő szennyezett vizek komolyabb akadály nélkül érheték el a talajvizet. Az alluviális üledékek jó vízvezető képessége és a magas talajvízállás miatt a tározók környezete a szennyeződésekkel szemben érzékeny terület.

A talajvíz szintjét és áramlási viszonyait elsősorban a Duna és a Szőny–Füzitői-csatorna vízállása határozza meg. Nagyvíz idején a Duna táplálja a talajvizet, ami ekkor D-i irányba áramlik. Ilyenkor a talajvíz szintje a tározók környezetében megemelkedik, így azok szigetként emelkednek ki a vízből. A megemelkedő talajvíz az iszapréte alsó rétegeit átmosza, emiatt elszennyeződik. Az év nagyobb részében – kis- és középvízállás esetén – a Duna a talajvizet megcsapolja, emiatt a szennyezett vizek a folyóba kerülnek.



1. ábra. Almásfüzitő geomorfológiai térképe (Szerkesztette: VICZIÁN ISTVÁN). – 1 = alacsonyártér; 2 = magasártér; 3 = II/a. terasz; 4 = II/b. terasz; 5 = vörösiszap-zagytározó; 6 = futóhomokkal megemelt felszín; 7 = futóhomok formák; 8 = deflációs mélyedés; 9 = mesterségesen feltöltött terület; 10 = lejtő; 11 = település; 12 = vasút; 13 = közút; 14 = gát

Geomorphologic map of Almásfüzitő (Compiled by: ISTVÁN VICZIÁN). – 1 = low flood plain; 2 = high flood plain; 3 = terrace no. II/a; 4 = terrace no. II/b; 5 = red mud depository; 6 = elevated terrain of wind-blown sand; 7 = forms of wind-blown sand; 8 = deflation hollows; 9 = antropogeneous landfill; 10 = slope; 11 = settlement; 12 = railway; 13 = public road; 14 = dam

Az iszaptározókat csak rendkívül kis területen építették ármentes teraszfel-színekre. A lerakókat leginkább a folyó alacsony-, ill. magasártéri szintjein, jó víz-vezető tulajdonságú teraszkvacsra alapozva alakították ki (VICZIÁN I. 2001, 2003).

Minden kazetta alatt megfigyelhetünk alacsonyártéri szinteket, a magasártéri terasz testében futó, mély fekvésű, élő és elhagyott folyó- és patakmedreket. Ezek ma is a kitüntetett zónái a talajvíz áramlásának. Az eltemetett medrek jelen állapotukban is összegyűjtik és vezetik vízgyűjtő területük felszíni és felszín alatti vizeit, így a zagytérben lévő szennyezett vizeket is.

A medrekhez köthető talajvízáramlást bizonyítják a zagytározók gátjainak Duna felé nyíló részein megjelenő vörösiszapos fakadóforrások, amiken át a szennyezett víz egy kis része a felszínre kerül (VICZIÁN I. 2001, 2003).

A geomorfológiai viszonyok visszatükröződnek a gátak állapotán is. Egyrészt a medrekhez köthető talajvízáramlás meggyengíti az iszaptározók gátjait, veszélyeztetve azok állékonyságát. Másrészt az alacsony fekvésű területek vízzel átáztatott, kis nyírószilárdságú, iszapos anyagán a gátak könnyen megcsúsznak a képlékeny halmazállapotú vörösiszap terhe alatt.

Megfigyelésem szerint azok a gátszakaszok, amelyek alacsonyártéri szintekre és medrekre épültek, szinte kivétel nélkül sérültek, helyenként több 10 m hosszan, rogyások és csuszamlások alakulnak ki rajtuk. Terepbejárásaim során a VII. sz. kazetta gátjának a DNy-i, ÉNy-i és DK-i sarkán, valamint a D-i oldal K-i felén és a K-i gát oldalán észleltem sérült szakaszokat.

Összefoglalva megállapíthatjuk, hogy a medrekhez köthető talajvíz áramlások nemcsak a talajvízszennyezés területi elterjedését növelik, hanem a gátak biztonságát és állékonyságát is veszélyeztetik.

### **A vörösiszap-tározók szennyező hatása**

A talajvíz szennyeződések vizsgálata céljából a tározóktól D-re 11 figyelő kutat alakítottak ki. A vízvizsgálatokat a tározók tulajdonosa, a rekultiválást és a hulladék-elhelyezést végző Tatai Környezetvédelmi Rt. végezteti el. A cég által beszolgáltatót eredményeket az Észak-Dunántúli Környezetvédelmi Felügyelőség meghatározott időközönként független vizsgálatokkal ellenőrzi.

A vörösiszap szennyező hatása elsősorban a magas Na-koncentrációban, a magas fajlagos elektromos vezetőképességben és a lúgos pH értékekben mutatkozik meg. A kiugróan magas fluoridkoncentrációk több esetben meghaladják a C3 intézkedési értéket is (SULYOK Z. 2000). A toxikus fémek értékei rövid időn belül igen változatos, olykor nagyságrendileg is eltérő eredményeket adtak. A talajvíz oldott fémtartalma legtöbb esetben a szennyezettségi határ alatt volt, de néhány esetben minden határértéket többszörösen meghaladt.

Nem tartom szerencsésnek, hogy a talajvízfigyelő-kutak nem a talajvíz áramlásának kitüntetett zónáiban – vagyis nem a Duna felőli oldalon és nem is a tározók

alatt húzódo medrek vonalában – alakították ki, hanem a tározóktól D-re, a magasártér és a II/a. terasz testében.

A vizek szennyeződésének csökkentése érdekében hasznos lenne a tározók felszínének vízzáró réteggel való lefedése, mert így a hulladékokon átszivárgó csapadékvíz mennyisége csökkenthető lenne.

Az almásfüzitői lakosok több évtizeden keresztül szenvedték a timföldgyár és a fedetlen tározók okozta por kellemetlenségeit. A tározók fedetlen felszínéről a szél jelentős mennyiségű port ragadhat magával és szállíthat a környező lakóterületekre.

A tározók lefedése már az 1970-es évek óta folyik különböző technikák alkalmazásával. A zagytér „termőre fordítása” kevés sikerrel járt, csak egyes igénytelen fűfélék maradtak meg. Az ültetett fák és bokrok hamarosan kipusztultak, amint gyökereik a vörösiszapot elérték. A zagytéren kialakított talajtakaró a vörösiszap hatására idővel elszikesedett, aminek erősen lúgos kémhatását csak kevés növény volt képes elviselni (ÉGA).

Az I–VI. sz. kazetták ma már nagyrészt fedettek. A VII. sz. kazetta 60%-a még fedetlen, ennek rekultiválása folyamatban van. Itt a lefedés a dorogi veszélyeshulladék-égetőmű pernyéje, különböző veszélyes hulladékok és maradványaik, valamint mocsár-talaj keverékével történik.

A tározókban a vörösiszapon kívül sok ezer t más veszélyes hulladékot helyeztek el, ill. építettek be a terület gátjaiba azok kialakítása, magasítása során, pl. salakpernye, kőolajszármazékok, ipari szennyvizek és iszapok, börgyári cserzőanyagok, különböző vegyszerek, kommunális szemét, pernye, galvániszap, továbbá egyéb különböző veszélyes hulladékok és maradványaik (ÉDKVF).

A hulladékok keverése növeli és kiszámíthatatlanná teszi a hulladéklerakó szennyező hatását, emellett megnehezíti a vörösiszap esetleges későbbi ipari nyersanyagként való hasznosítását. Növeli a környezetterhelés kockázatát, hogy a különböző vegyi anyagok keveredésük során reakcióba léphetnek egymással, ami megváltoztathatja szennyező jellegüket és fizikai tulajdonságaikat (pl. a vörösiszap rossz vízvezető képességét).

A vörösiszap radioaktív-anyag tartalmából adódó közvetlen sugárzás elhanyagolható az anyag alacsony aktivitása miatt. A vörösiszap radiológiai veszélye leginkább a szél útján szállított sugárzó anyagok vonatkozásában jelentkezik. Ezek belélegzése tüdőrák kialakulásához vezethet.

Annak vizsgálatára, hogy a vörösiszap-tározókban lévő radioaktív anyagok bomlásakor keletkező, szintén radioaktív gáz (radon) eljut-e a környező lakásokba, a RAD Lauder Laboratórium segítségével köszönhetően méréseket végeztem. 2002–2003-ban a VII. sz. tározótól pár 100 m-re fekvő Béke utcában 10 lakásban telepítettünk radonmérő nyomdetektorokat.

A radonnak és a bomlása során keletkező lányelemeinek nagy jelentősége van radiológiai szempontból, mert ezek a levegőben lévő aeroszol-részecskékhez tapadva a tüdőbe juthatnak. Ha a radont vagy leányelemeit belélegezzük, azok igen mélyen lerakódhatnak a tüdőben. A bomlás során a hörgők és a tüdő belső felületét borító

hámsejteket közvetlenül alfa-részecskékkal sugározzák be, ami fibrózist, tüdőrákot és tüdőtágulást okozhat (SZERBIN P. 1994).

A lakótéri radon tekintetében a nemzetközi sugárvédelmi ajánlások 200 és 600 Bq/m<sup>3</sup> között adják meg a cselekvési szintet. Az USA-ban 150, Németországban, Oroszországban, Angliában, Csehországban és Szlovákiában 200, Svédországban 400 Bq/m<sup>3</sup> a határ. Magyarországon még nincs törvényileg meghatározott dóziskorlát a lakótéri radonra (HÁMORI K. 2002).

A Béke utcában az egyes lakásokban az éves átlagértékek a következők voltak: 80, 93, 109, 117, 136, 145, 145, 171, 200, 297 Bq/m<sup>3</sup>. A magasabb értékkel rendelkező házak a korábbi (ÉNy–DK és DNy–ÉK) medrek vonalában voltak, de ebben a zónában alacsony értékű házakat is mértünk. A magasabb értékeket erőltetett lenne a medrekhez köthető vörösiszappal szennyezett talajvíz hatásaiként magyarázni. A mérések szerint vörösiszap-tározókból a talajvízzel a házak alá szállított radioaktív anyagok nem okoznak jelentősebb radioaktív többletterhelést. Erre utal a Béke utcában lévő kutak vízének vizsgálata is. Az ELTE atomfizikai laboratóriumában elvégzett mérések alacsony (3,1 és 3,5 Bq/l) aktivitást mutattak (HÁMORI K. 2002).

A különböző radon-értékek sokkal inkább a házak különböző minőségű építőanyagaival és szigetelésével, valamint a lakók eltérő életvitelével (pl. a szellőztetés gyakoriságával) lehetnek összefüggésben. Az itt mért értékek átlaga meghaladja a magyarországi átlagértékeket (néhány ház esetében még magasnak mondható), de ilyen értékek mellett speciális radon-mentesítésre nincs szükség, csupán a gyakoribb szellőztetésre kell fölhívni a lakók figyelmét. A 200 Bq/m<sup>3</sup>-t meghaladó érték esetében talajszigetelés alkalmazását is szokták javasolni.

### **Tektonika, földrengések**

Almásfüzitő környéke (Ács, Komárom, Dunaalmás, Dunaszerdahely) a negyedidőszak során tektonikailag aktív, földrengésveszélyes terület volt. Erről tanúskodnak a teraszok és tektonikus deformálódásaik (PÉCSI M.–SCHEUER GY.–SCHWEITZER F. 1984), a környező települések hévizes forrásai és a történelmi feljegyzések is. A szomszédos Komáromban az 1763-as földrengés 279 házat döntött romba, ezek a rengések okozták a hegység túlsó felén álló zsámbéki templom összedőlését is. A húsz évvel későbbi, 1783-as földrengés 500 házat pusztított el Komáromban. 1815-ben a keleti szomszéd, Dunaalmás házai pusztultak el földrengés következtében (HOLÉNYI L. 1967).

Az iszaptározók környezetében lévő fiatal törésvonalakhoz köthető lassú mozgások a zagytározók gátjaiban feszültségeket kelthetnek, csökkentve ezzel azok stabilitását. Egy erősebb földrengés hatalmas környezeti katasztrófához vezetne. A tározók gátjai megsérülnének, emiatt a vörösiszap a Dunába kerülne. A vízszennyezés következtében a folyó élővilága súlyosan károsodna. A folyóba kerülő finom vörösiszap elszennyezné a folyó kavicságyát, tönkretéve ezzel a dunaparti települések fő ivóvízbázisát.

## IRODALOM

- ÉGA: Építési Geotechnikai Adattár kéziratok dokumentumai. – Bp.
- ÉDKVF: Észak-Dunántúli Környezetvédelmi Főfelügyelőség kéziratok dokumentumai. – Győr
- HÁMORI K. 2002. Nyomdetektorok viselkedése. – Diplomamunka, ELTE TTK Atomfizikai Tanszék, Bp.
- HOLÉNYI L. 1967. Gerecse útikalauz. – Sport Kiadó, Bp., pp 7–77.
- HORUSITZKY H. 1916. A komárommegyei Kömlőd környékének agrogeológiai viszonyai. – A Magy. Kir. Földtani Int. 1915. évi jelentése, Bp., pp. 414–421.
- PÉCSI M. 1959. A magyarországi Duna-völgy kialakulása és felszínalakítása. – Földr. Monográfiák 3. Akad. Kiadó, Bp., 345 p.
- PÉCSI M. 1991. Geomorfológiai és domborzatminősítés. – MTA FKI Bp., pp. 1–289.
- PÉCSI, M.–SCHEUER, GY.–SCHWEITZER, F. 1984. Plio-pleistocene tectonic movements and the travertine horizons in the Hungarian Mountains. – *Studia Geomorphologica Carpatho-Balcanica*, Vol. XVII., Kraków, pp.12–25.
- PUSKÁS S. 1999. Kis koncentrációjú, nehézfém-tartalmú galvániszapok beágyazása vörösiszapba az almásfüzitői vörösiszaptéren. – Szakdolgozat, BME Kém. Tech. Tanszék, Bp.
- SULYOK Z. 2000. Tájékoztató a H-50532/1998 sz. veszélyes hulladék kezelési engedélyében foglalt, az almásfüzitői I–VII sz. vörösiszaptározók környezetében kialakított talajvíz-monitoring rendszerrel kapcsolatos előírások teljesítéséről. – KVM, Bp., 7 p.
- SZERBIN P. 1994. Radon a Rudas-fürdő légtérben. – *Fizikai Szemle* 45. 6. 241 p.
- UGRON Á. 1996. Almásfüzitő környékén felhalmozott vörösiszap minták radioaktivitása. – In: SCHWEITZER F.–TINER T. (szerk.): Nagyberuházások és veszélyes hulladékok telephely-kiválasztásának földrajzi feltételrendszere. – MTA FKI, Bp., pp.14–89.
- VICZIÁN I. 2001. Az almásfüzitői és neszmélyi vörösiszap-zagytározók környezetgeomorfológiai viszonyai és értékelésük. – Diplomamunka, PTE Földrajzi Int., Pécs, 56 p.
- VICZIÁN, I. 2003. Engineering Geomorphologic Problem of Red Mud Depositories on the Flood Plain of the Danube. – In: LEHOCZKY, L.–KALMÁR, L. (eds.): 4th International Conference of PhD Students, University of Miskolc, 11–17 Aug. 2003. Miskolc, pp. 405–412.