

**Katasztrófák – életünk részei**

**Vörösiszap katasztrófa**

# TARTALOMJEGYZÉK

<b>I. BEVEZETÉS</b>	<b>1</b>
<b>II. KATASZTRÓFAVÉDELEM</b>	<b>3</b>
2.1 Katasztrófavédelem a haza szolgálatában	3
2.2 Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság	3
2.3 Katasztrófák típusai	4
<b>III. AZ ALUMÍNIUMGYÁRTÁS ÉS MELLÉKTERMÉKE A VÖRÖSISZAP</b>	<b>6</b>
3.1 Az alumínium	6
3.1.1 Az alumíniumgyártás elterjedése Magyarországon	6
3.2 A vörösiszapról	8
3.2.1 A vörösiszap feldolgozása	9
3.3 Zagytározók	10
3.3.1 A X-es kazetta	11
3.3.2 A tárolók műszaki védelmének módja	12
<b>IV. A 2010-ES VÖRÖSISZAP-KATASZTRÓFA</b>	<b>13</b>
4.1 A katasztrófa helyszíne	13
4.2 A katasztrófát előidéző okok	13
4.3 A katasztrófa lefolyása és védelmi intézkedések	15
<b>V. A KATASZTRÓFA HATÁSAI A TALAJBAN ÉS A FELSZÍNEN</b>	<b>23</b>
5.1 A talaj	23
5.1.1 A térség talajának jellemzése	23
5.1.2 A vörösiszap talajra gyakorolt hatásai	24
5.1.3 Baktériumok a talajban	25
5.2 Energianövények alkalmazása	27
<b>VI. A VÖRÖSISZAP ÖMLÉS HATÁSAI A VÉDETT TERÜLETEKEN</b>	<b>28</b>

<b>VII. A KATASZTRÓFA HATÁSAI A TERMÉSZETES VIZEKBEN</b>	<b>30</b>
7.1 A víz	30
7.2 A vizek élővilága	30
7.2.1 Baktériumok a vízben	30
7.2.2 Algák	31
7.3 Katasztrófa által érintett vizeink	31
7.3.1 Kolontári halastavak	31
7.3.2 A katasztrófa hatásai a folyóvizekben	32
7.3.2.1 A szennyezés hatásai a Torna patakban	34
<b>VIII. ÖSSZEGZÉS</b>	<b>36</b>
<b>IX. IRODALOMJEGYZÉK</b>	<b>38</b>

## I. BEVEZETÉS

Jelen ismereteink szerint élet csak a bolygónkon létezik. Földünk egy összetett és érzékeny környezeti rendszer, az egyensúly fenntartásában az embernek nagyon nagy szerepe van. Az elmúlt évszázad óta számos antropogén eredetű problémával kell szembe néznünk. Ilyen a globális felmelegedés az üvegházhatás következményeként, az erdőirtások, a túllegettetés, elsivatagosodás, a talajerózió és az ezt követő árvizek, vizeink folyamatos és egyre nagyobb mértékű szennyeződése, vízellátási gondok, közlekedés okozta légszennyezés, a talajminőség romlása- a részint a túlzott vegyszerhasználat miatt -, a természetes élőhelyek csökkenése az urbanizáció és az ipar robbanásszerű fejlődése miatt.

A Föld népessége az ipari forradalom után robbanásszerűen emelkedett. A XIX. század közepére a Föld lakossága elérte az 1 milliárdos határt, 1931-re elérte a 2 milliárd főt, napjainkban 7 milliárd fő. A népességnövekedésnek, illetve a fizikai terjeszkedésnek köszönhetően egyre nagyobb problémát jelent a – menetközben - egyre magasabb emberi igények kielégítése, azok fenntarthatósága valamint a szennyező- és elhasznált anyagok tárolásának kérdése.

Az egyensúly felborult, aminek az emberiség a fő felelőse, megoldásában is az embernek van, illetve lesz fontos szerepe.

Gondolkodásunkat sokáig meghatározta az a szemlélet, hogy az ember uralkodik a természet felett, a természet értékei kimeríthetetlenek és a technikai fejlődés mindenre megoldást jelent. Menetközben azonban számos pofon érte az emberiséget – Bhopal, Three Miles Island, Csernobil – hogy csak a legfontosabbakat említsem.

Hazánkban 2010 októberében – Európában szinte csaknem példátlan - katasztrófa következett be. Ehhez hasonló csak évtizedekkel ezelőtt történt az USA-ban: 1972. február 26-án az Észak- Virginia állambeli Buffalo Creekben egy szürkeiszap tározó gátja szakadt át. Csaknem 40 évvel később – mintha a történelem kísértetiesen ismételte volna önmagát - hazánkban is hasonló, Európában a csernobili atomrobbanást követően talán a legsúlyosabb személyi, anyagi és természeti következményekkel járó katasztrófája ment végbe.

2010. október 4-én átszakadt az ajkai timföldgyár vörösiszap tározójának X-es blokkja, és a kizúduló iszap és víz több környékbeli települést árasztott el maró, lúgos anyaggal.

Dolgozatom központi témájául a katasztrófa által bekövetkező természeti és környezeti hatások elemzését választottam, mellette természetesen bemutatva a vörösiszap létrejöttéig végbemenő ipari folyamatokat, a tárolás során felmerülő problémákat és veszélyeket, és persze a leglényegesebb tényekre alapozva a 2010. október 4-én bekövetkező történéseket.

Katasztrófavédelmi szakember lévén leginkább a vörösiszap-ömlés természetre és környezetre mért negatív következményeit szeretném bemutatni. Munkámban ismertetem a katasztrófa által okozott károkat, felhívom a figyelmet a tározókban rejlő veszélyekre, a megfelelő védelem és megelőzés fontosságára, valamint arra, hogy egy - esetlegesen a jövőben bekövetkező - hasonló történés esetén mennyire fontos lenne a szakemberek illetve a lakosság gyors és hatékony tájékoztatása és beavatkozása a bekövetkezett károk csökkentése céljából.

## II. KATASZTRÓFAVÉDELEM

### 2.1 Katasztrófavédelem a haza szolgálatában

2012 januárjától a katasztrófavédelemben számos változás történt. A tűzoltóságok a katasztrófavédelem rendszerébe kerültek. Megújult a polgári védelem, melynek fő feladatköre a megelőzési feladatok ellátása, valamint a lakosság felkészítése esetleges katasztrófák és azok hatásainak megoldására.

Megalakult az egységes iparbiztonság, mint hatóság, mely felügyeletet lát el a veszélyes üzemek felett, illetve a veszélyes áruk szállításával, raktározásával kapcsolatos ellenőrzéseket végzi. További fő szakterülete a kritikus infrastruktúrák védelme és a nukleárisbaleset-elhárítás.

2012.04.01-én elindultak a katasztrófavédelmi őrprogramok. Megalakult a HUNOR mentőszervezet, melynek személyi állománya folyamatosan bővül. Ez egy hazai és nemzetközi segítségnyújtásban speciális mentési feladatokra bevethető egység. Ez a szervezet kapta meg elsőnek az ENSZ INSARAG minősítést a tagállamok közül. Emellett megalakult a HUSZÁR mentőszervezet, mely egy közepes kutató-mentő csapat.

### 2.2 Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság

A BM Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság alapvető rendeltetése a magyar lakosság élet- és vagyónbiztonságának, a nemzetgazdaság és a kritikus infrastruktúra elemek biztonságos működésének védelme, amely kiemelkedően fontos közbiztonsági feladat. Ezért az OKF országos hatáskörű rendvédelmi szerv.

Fő feladata a katasztrófák hatósági megelőzése; a bekövetkező polgári veszélyhelyzetekben a mentés végrehajtása; a védekezés megszervezése és irányítása; a káros következmények felszámolása; a helyreállítás-újjaépítés. (Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság)

**Katasztrófa fogalma:** a veszélyhelyzet kihirdetésére alkalmas, illetve e helyzet kihirdetését el nem érő mértékű olyan állapot vagy helyzet, amely emberek életét, egészségét,

anyagi értékeiket, a lakosság alapvető ellátását, a természeti környezetet, a természeti értékeket olyan módon vagy mértékben veszélyezteti, károsítja, hogy a kár megelőzése, elhárítása vagy a következmények felszámolása meghaladja az erre rendelt szervezetek előírt együtt működési rendben történő védekezési lehetőségeit, és különleges intézkedések bevezetését, valamint az önkormányzatok és az állami szervek folyamatos és szigorúan összehangolt együttműködését, illetve nemzetközi segítség igénybevételét igényli. (2011. évi CXXVIII. törvény)

### **2.3 Katasztrófák típusai:**

#### Természeti eredetű katasztrófák:

##### a) Hidrológiai:

- Árvíz: Soha nem látott viharok pusztítanak világszerte és a folyók szabályozása ellenére is egyre nagyobb az árvíz sújtotta terület.

- Belvíz: Az ország főleg alföldi részit érintő csapás melyet nagyban befolyásol a térség domborzati viszonya, annak talajszerkezete, és a térség évi csapadék mennyisége eloszlás egyenetlensége.

##### b) Geológiai:

- Földrengés és földcsuszamlások: Sajnos napjainkban egyre többször fordulnak elő határainkon belül is erősebb, Richter skálán mérve 4-5 erősségű földrengések. Ez az érték igazi választó pont, a károk ezen érték fölött hatványozottan emelkednek. (Egy magnitúdó növekedés körülbelül 32-szeres energianövekedést eredményez. Érdekes adat, hogy éves szinten bolygónkon a 4-4.9 –es szintű rengések száma meghaladhatja a 6000-ret, míg 5-5.9 erősségű rengéseké az ezret sem éri el. Hazánkban egy közepes erejű rengés esetén inkább az ijedtség lesz úrrá a lakosságban, hiszen nem szoktunk hozzá az ilyesfajta természeti erőhatásokhoz. A katasztrófavédelem elsődleges feladata a lakossá megnyugtatósa, és az esetleges kisebb károk felmérése, folszámolása.

A földrengések egyes vidékeken földcsuszamlásokat is kiválthatnak, melyek nagyságát nagymértékben fokozza a talajerózió illetve az adott térségben lehullott csapadék mennyisége.

c) Meteorológiai: A globális felmelegedésnek köszönhetően egyre szélsőségesebb hazánk időjárása is, bár egyes kutatók szerint a változás ciklikus és legfőképpen nem az emberi tevékenységek gyakorolnak rá ekkora hatást. Egyre gyakoribbak és nagyobb károkat okoznak a szélviharok. A csapadékeloszlás szélsőséges, ebből következik, hogy hatalmas aszályokat áradások követnek, vagy éppen fordítva. Minden évszakban sorra dőlnek meg a hőmérsékleti rekordok. Néhány évszázada még nem volt olyan nagy jelentősége, de napjainkban komoly problémát okoznak a napkitörések, megbénítva a technológiánkat. Lassan sok műholdunk energiája elfogy, nem beszélve a világúrból érkező kisbolygók vagy meteoroidok becsapódásának lehetőségéről.

d) Biológiai: A biológiai katasztrófákat részben már a civilizáció okozta eseményekhez sorolhatnánk. Itt példaként lehet említeni az özönfajok megjelenését, mely köszönhető egyrészt a turizmus egyre nagyobb terjedésének, az import termékek iránti fokozott igényeknek. Ezen fajok, melyek idáig saját erejükönél fogva nem tudtak eljutni pl. egyik kontinensről a másikra, most sokszor természetes ellenség nélkül hatalmas léptékben terjednek el új területeken.

#### Civilizáció okozta katasztrófák

a) Vegyi- és nukleáris balesetek: Az egyik legnagyobb és legveszélyesebb globális probléma. A katasztrófavédelemnek ilyen esetekben már nem helyi vagy megyei, esetlegesen országos szinten kell együttműködni, sokkal inkább nemzetközi összefogásról kell beszélnünk. Mivel az esemény bekövetkezése után sokkal nehezebb a szakemberek dolga a kárelhárítás terén, ezért sokkal fontosabb a megelőzésre helyezni a hangsúlyt. .



### III. AZ ALUMÍNIUMGYÁRTÁS ÉS MELLÉKTERMÉKE A VÖRÖSISZAP

A vörösiszap kialakulása szervesen az alumíniumgyártással van kapcsolatban, ezért elengedhetetlen, hogy egy kicsit közelebbről is ismertessem azt az ipari folyamatot, amely során ez az anyag létrejön.

#### 3.1 Az alumínium

A földkéreg egyik leggyakoribb alkotóeleme (10%). Az alumínium elemi állapotban nem, csupán érceiben fordul elő. A legismertebb és leggyakoribb alumíniumérc a bauxit, amelyet csupán a XIX. században elején fedeztek fel a névadó Les Baux község környékén. Felfedezését követően sem terjedhetett el gyorsan, hisz előállítása rendkívül költséges volt. A nagyipari alumíniumgyártást az elektromos áram elterjedésével vált lehetővé. A már rendelkezésre álló redukáló erő miatt így megindulhatott a gazdaságos termelés 1885–1900 között. Ez tette lehetővé az új fém nagy tömegű és olcsó előállítását.

Ezt az ezüstfehér színű, jól munkálható fémet először 1855-ben mutatták be a párizsi világkiállításon. Kis sűrűsége miatt a könnyűfémek közé tartozik, mert sűrűsége mindössze  $2,7 \text{ kg/dm}^3$ . Nem túl magas ( $660^\circ\text{C}$ ) olvadásponttal rendelkezik, bár fajhője nagy ( $0,88 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}$ ) ezért nagy mennyiségű elektromos áramot igényel az előállítása. Az elektromosságot jól vezeti. Lapközepes köbös rácsszerkezettel rendelkezik. A felületén védő oxidréteg képződik, így a levegőn nem korrodálódik.

Az oxidrétegtől megtisztított alumínium reagál a vízzel, valamint amfoter fém lévén a védő oxidréteg mellett is reakcióba lép savakkal és lúgokkal. A kezdeti nehézségek után, kidolgozták az alumínium hegesztési technikáit, illetve ötvözhetőségét is. Ezen tulajdonságai miatt vált a XX. század második felének egyik legfontosabb fémévé. Az alumínium az élő szervezetek számára nem létszükségletű. Ionos állapotban mérgező, számos idegrendszeri szindróma fő felelősének tartják (Parkinson, Alzheimer stb).

##### 3.1.1 Az alumíniumgyártás elterjedése Magyarországon

Hazánkban 20. század első éveiben több vállalkozó is termelt ki bauxitot. Azonban az I. világháború kezdetéig senki sem látott fantáziát a bauxit kitermelésben és az alumíniumtermelés megindításában. Balás Jenő bányamérnök vezetésével 1920-ban, a

Vértesben és a Bakonyban magas érc tartalmú lelőhelyeket fedeztek fel. A gánti bauxitlelőhely üzemszerű bányászata 1920-as évek közepétől kezdődött meg.

Az első magyar timföldgyár Mosonmagyaróváron 1934-ben épült meg és ekkor meg is kezdte működését.

Az 1930-as évek második felében jelentősen megnövekedett az alumínium iránti igény, így felmerült a mosonmagyaróvári timföldgyár bővítésének, vagy egy új timföldgyár létesítésének az igénye. A kormány, a honvédelmi szempontok figyelembevételével egy, a mosonmagyaróvári gyárénál biztonságosabb helyen felépítendő új gyár létesítéséről döntött, aminek megvalósításával a Magyar Bauxitbánya RT.-t bízta meg.

Az új gyár helyszínéül végül Ajka térségét választották. A gyártelep tervezési munkái 1940-ben kezdődtek meg, míg az építkezés 1941. elején indult. A gyár építésével /timföldgyár, alumíniumkohó/ párhuzamosan egy lakótelep létesítése is folyt.

A kezdeti kapacitást 20 kt/év timföld és 10 kt/év alumínium előállítására méretezték. 1942 októberében a feltáró, míg utolsóként 1943 februárjában a kalcináló üzemszerűt helyezték üzembe. A háborús időszak nehézségei után folyamatos fejlesztések, beruházások, átalakítások, majd a privatizációval összefüggő terület és tevékenység szűkülés a jellemző. Így – példaként említve - 1950-ben a termelés meghaladja az eredeti 20 kt/év kapacitást, a timföldgyár 60 kt/év kapacitásra történő bővítésének kezdete. Az 1980-as évek elején az évi bauxittermelésünk elérte a hárommillió tonnát (Ajka meghaladta az 1 millió tonnát).

A timföldtermelés korlátozása következtében drasztikusan csökkent a bauxittermelés. 1995-ben kezdődött meg az alumíniumipar privatizációja megalapítva a Magyar Alumínium Részvénytársaságot. A társaság 2000-ben alakult át a ma ismert Magyar Alumínium Termelő és Kereskedelmi Zrt.-vé (MAL Zrt). (Műszaki és Természettudományok IV. kötet)

### **3.2 A vörösiszapról**

A tudatos emberi tevékenység velejárója a melléktermékek keletkezése – bár a természeti környezetben ezek aránya még nagyon alacsony volt. A XVIII. században kezdődő

ipari forradalom azonban a helyzetet drámaian megváltoztatta – meddőhányók és salakhegyek tömegeit hozva létre. Ilyen melléktermék a Bayer timföld előállításánál keletkező - folyadékot és szárazanyagot egyaránt tartalmazó vörösiszap is.

A folyamat során bauxitból lúggal kivonják az alumíniumtartalmú anyagokat, az ekkor visszamaradó maradék a nátronlúg oldattal (NaOH, illetve különböző komplexek) alkotja az úgy nevezett vörösiszapot. Az Ajkán tárolt vörösiszap jellemzően 5-8 tömeg % nátronlúgot tartalmaz, a tározókban tárolt vörösiszap pH-ja 13 feletti (nemzetközi viszonylatban alacsonyabb standardok az elfogadottak). A nevét az iszapszerű állagáról és a színéről kapta, amit a bauxitban jelenlevő vas-oxid okoz. Egy tonna timföld előállításakor 1,5-2 tonna vörösiszap keletkezik. Bár az iszapot átmosják és a NaOH-ot visszavezetik a timföldgyártás technológiai folyamatába, így is visszamarad a vörösiszap, ami egy lúgos, sűrű, tejfölszerű anyag, amelynek viszkozitási tulajdonságai a nedvességtartalomtól, a hőmérséklettől és az őt érő erőhatásoktól függően változnak.

A zagy gyors terjedésű, mivel rendkívül nedvszívó, aminek következtében gyorsan hígul. (Bár 30% nedvességtartalom alatt már nem képes a nedvességet felvenni, ilyenkor a szállópora jelent veszélyt.)

Az Európai Unió és a magyar besorolás alapján a vörösiszap 2001-óta tartozik a nem veszélyes hulladék kategóriába, azonban a környezetre és emberi egészségre igenis káros és veszélyes. Azelőtt a vörösiszap II. osztályú veszélyes hulladéknak számított a magas lúgos kémhatása miatt. Laboratóriumi vizsgálatok során megállapították, hogy a devecseri vörösiszap a szennyvíziszapokra megengedett határértékeknél kisebb koncentrációban tartalmaz krómot, kadmiumot, higanyt, nikkelt, cinket és ólmot. Szintén nehézfém az iszap fő alkotója a vas is, de ez az egészségre nem káros.

A vörösiszap nehézfém-tartalma az átlagos talajoknak mintegy hétszerese, ami akkor jelent veszélyt a környezetre, ha a fémek kioldódnak az iszaptól és ez által az élő szervezetek azokat fel tudják venni. Az arzéntartalom - a gátszakadás melletti területeken vett minták esetében - a határértéknél magasabb értéket mutatott. Ezen felül még különféle oxidokat is tartalmaz: alumínium-oxid 3-11, szilícium-dioxid 5-20, nátrium-oxid 5-11. Az anyag radioaktivitása elhanyagolható. Tartalmazhat ritkaföldfémeket, de ezek összkoncentrációja nem nagyobb, mint 0,3%, továbbá vanádiumot (0,1%) és titánt (2,7%). Ezeknek az alkotóelemeknek a nagy része olyan oxidációs állapotban, vagy komplexben van, amely

megakadályozza, hogy közönséges körülmények között oldódjanak. Összefoglalva elmondható, hogy a vörösiszap nem tartalmaz az egészségügyi határértéket meghaladó mennyiségű kioldható nehézfémet. (Hadmérnök VI. évfolyam 1. szám, 2011)

### **3.2.1 Vörösiszap feldolgozása**

A bauxitban és a vörösiszapban nemcsak veszélyes elemek találhatóak, hanem az ipar számára fontos anyagok is. Ezek kinyerésére a vörösiszaptól részben megoldott, illetve széleskörű kutatások tárgya, de gazdaságosan és ugyanakkor környezetbarát módon jelenleg sehol sem tudják megoldani. Többnyire (a tengerbe, vagy gáttal körülhatárolt tározókba történő) lerakással 'ártalmatlanítják'. A hasznosításra számos próbálkozás történt (egyrészt alapanyag, vagy adalék – például téglagyártáshoz, útépitéshez, talajjavításhoz –, másrészt a vörösiszapban rejlő fémek kinyerése is megoldottnak tekinthető (ezüst, arany, titán), bár egyelőre költséges).

A vörösiszap hasznosításának lehetőségeiről Magyarországon 1980-ban az MTA, Szépvölgyi János vezetésével kezdett laboratóriumi és üzemi méretben vizsgálatokat, kutatásokat. Eredményként itt is a nem megfelelő ár-érték arány jelentkezett. 2001-2004 között ismét kísérletek folytak a plazmatechnológia felhasználásával. A napvilágra került kísérleti eredmények már nem a költséghatékonyságban mutatták a legnagyobb gondokat, hanem inkább a kis kapacitásban.

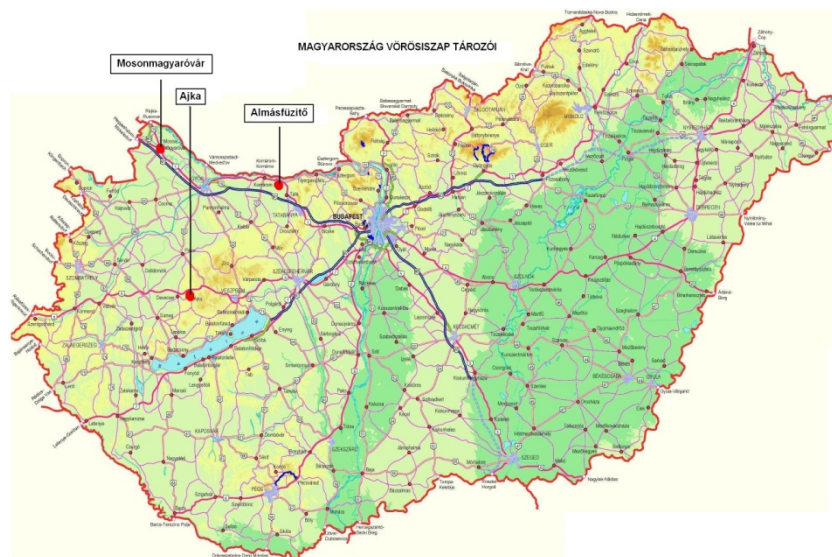
Megjegyzem, az 50 millió tonna hulladék tartalmaz körülbelül 10 millió tonna alumíniumot, 15 millió tonna vasat, titántartalma egymillió tonnára becsülhető, és jelentősnek értékelhető az 50 ezer tonna vanádium, 100 tonna gallium, valamint a földön igen kis mennyiségben előforduló ritkaföldfémeket, lantánt, gadolíniumot, cériumot, neodímiumot melyek együttes tömege elérheti az 50 tonnát.

A vörösiszap, a benne levő fémek miatt értékes másodlagos nyersanyagnak tekinthető. A közeljövő fontos feladata, hogy a gazdasági szempontok mellett a környezetvédelmi szempontok is előtérbe kerüljenek, és ezen anyagok kinyerésére és újra feldolgozhatóságára megnyugtató megoldás szülessen.

### **3. 3. Zagyttározók**

A zagyártározó különleges építmény. A vörösiszap kazettákat erőművi szűrkesalaktól és pernyéből építik rézsűhajlással, a végleges magasság elérésekor 10 m-es koronaszélességgel. A medencékben kiülepedett szennyvíziszapot évente általában 2 alkalommal a tisztított szennyvízzel felzagyolva, hidraulikus úton juttatják a működő vörösiszap kazettára. A hulladéklerakók környezetre gyakorolt hatásának nyomon követésére monitoring rendszert üzemeltetnek, melynek eredményei alapján megállapítható, hogy a vörösiszap tárolók környezetének állapota a függőleges lezárások kiépítésének következtében jelentősen javult. A vörösiszap tárolók teljes körbeépítése megakadályozza a tárolótér alá háttérből történő vízbeáramlást, így a már megépült résfal szakaszok belső terhelése csökken, így hatékonyságuk nő.

Magyarországon összesen 3 helyen tárolnak vörösiszapot, így Ajkán, ahol 1942 óta folyik timföldgyártás (1. kép). Ezen idő alatt mintegy 30 millió tonna vörösiszap halmozódott fel, amelyet 10 tározóban helyeztek el. A gátszakadás a X. jelű tározónál történt. Kolontár mellett a 30 millió tonna iszapot úgynevezett nedves lerakási technológiával tárolnak fedetlen tározókban.



1. kép: Magyarországon található vörösiszap tározók (forrás: saját szerkesztés)

Szintén nedves tárolású az almásfüzitői tároló, mely közvetlen a Duna partján található. Ebben 12 millió tonna hulladék van és a már nem üzemelő almásfüzitői timföldgyárhoz tartozott. Már csak emiatt is fokozott figyelmet érdemel, hiszen egy esetleges katasztrófa bekövetkezése legnagyobb folyónk közelsége miatt hatalmas természeti- és ökológiai kárt okozhatna.

Harmadik a mosonmagyaróvári, ahol a három közül egyedüliként - a nemzetközi tendenciáknak inkább megfelelő -, száraz iszapot tárolnak 8 millió tonna mennyiségben.

A nedves iszap tárolása mellett szól a gyors, egyszerű zagyszivattyús továbbítás: a híg anyagot zökkenőmentesen átpumpálják a gátak mögé; előnye az egyszerűségében, ennek következtében viszonylagos olcsóságában rejlik. Bár sokkal veszélyesebb, mint a nemzetközileg is egyre gyakrabban alkalmazott száraz iszapos tárolás. Az aktív vörösiszap-kazetták a nedves vörösiszap-technológiát alkalmazó üzemekben kettős funkciót látnak el: egyfelől a felzagyolt, nagy technológiai lúg-oldat tartalmú vörösiszap ülepítését végzik ezekben, másfelől a vörösiszap végleges elhelyezésére is szolgálnak hulladékkezelési létesítményként, speciális célt szolgáló építményként. A vörösiszap-kazetták ennek megfelelően atipikus hulladéktárolók.

Fontos megemlíteni, hogy nem a száraztechnológiás vörösiszapot vizezték fel, hanem a híg oldatos ipari zagyot továbbították a tároló térbe. A tervezett és megépített tározókat elsősorban szárazanyag tárolásra tervezték, így a tározók szögletes alakzatot kaptak! Ellentmondás mutatkozik a tárolt anyag illetve a tároló alakzata között, mivel a folyadék tárolására csak az ívelt elemeket célszerű alkalmazni. (Megjegyzendő, hogy a katasztrófánál is a sarok tört ki!)

Egyes országokban a vörösiszapot először is dupla falú, agyaggal és műanyag fóliával bélelt tározókba helyezik, és a tározót becsatornázzák a könnyebb vízelvezetés érdekében. A vörösiszap így fokozatosan kiszárad, a vizet tisztítják és újrafelhasználják. Az eljárás bevezetése az alumíniumiparnak is megéri, hiszen csökken a környezeti kockázat és nő a tározó kapacitása.

### **3.3.1 A X-es kazetta**

A X-es kazetta tervezésekor több elképzelés is volt a kazetta helyére, szerkezeti kialakítására, magasságára és a belső szigetelés kialakítása. A tervezés folyamatosan változó igényeket csak részben követte műszaki tartalommal, a szakmai ellenőrzés utólag több hiányosságot azonosított. A kazetta építése 1989-ben, a vörösiszappal történő feltöltése 1998-ban kezdődött.

A tározóknál lévő térség geológiai helyzetét tekintve a heglábi jellegből adódóan változatos szerkezetű. A Torna patak agyagos, öntési területe vegyes geológiai szerkezetet

mutat. Több rétegben helyezkedik el itt agyag, kavicsos, illetve humuszos réteg, amelyre - a korábbi patak medrére - mélyebb alapozás nélkül épült fel a X-es számú zagyártározó. A X-es kazetta térfogata eléri a  $4.200.000\text{m}^3$ -t, melyből a szabad kapacitás  $2.913.000\text{m}^3$  - körülbelül  $6.232.000\text{ t}$  -, amibe 2003. év végéig  $1.287.000\text{m}^3$  ( $2.037.000\text{ t}$ ) iszapot helyeztek el. Ekkora már kialakították a X/a jelű kazettát, aminek keleti oldalán található a retúrvíz szivattyúháza. A X/a számú kazetta  $400.000\text{m}^3$  ( $632.000\text{ t}$ ), vörösiszap befogadására képes.

### **3.3.2 A tárolók műszaki védelmének módja**

A tározók alatt, mintegy 10 m-re a felszíntől több tíz méteres vastagságú agyagréteg található. A lezárások terepszint közeli szakaszát 70 centiméteres magas, 1 méter koronaszélességű földvédőtöltéssel látták el. A lezárás célja, hogy a területről megakadályozzák a vörösiszap tárolók által elszennyezett talajvíz kijutását, továbbá, hogy megakadályozzák a talajvíz más területekről történő bejutását és elszennyeződését. A X. kazetta építésénél a retúrvíz kivételére a gát melletti ún. „szélsőnyelős” folyadék kivételt alkalmaztak. A nyelő így nagy tározó terek esetén (mint pl. a X-es kazetta) távol eshet a zagy betáplálástól, ami nagyobb szabad felszínű tófelületet (ahonnan a vizet gravitációsan kiengedik) és ezzel több víz tartását jelenti a tározóban, azonban a kezelő személyzetnek biztonságosabb a szerelés.

A katasztrófa napján, a X. kazettán lévő víz mennyisége és összetétele eltért a gyár által kért és a hatóság által engedélyezett értéktől, a hányóvízmérleg folyamatos értékelése és a kazetta vízháztartása nem kapott elég figyelmet. (Lepli Lajos országgyűlési vizsgálóbizottság elnökének jelentése, 2011)

## **IV. A 2010-ES VÖRÖSISZAP-KATASZTRÓFA**

### **4.1 A katasztrófa helyszíne**

Az ajkai timföldgyár földrajzilag a Bakony lábánál helyezkedik el, a Kisalföld természetes nagytája és a Déli-Bakony /Devecseri-Bakonyalja, Kab-hegy-Agár tető/ területe

között, a Torna és Csinger patakok völgyében. Területe fedett sasbércsorozatokon fekszik, melyek a pannon tengerelöntések, valamint a hegyláb felszínét kialakító eróziós folyamatok eredményeként feltöltődtek. A telephely Veszprém megyében, Ajka város külterületén található, területe: 236,558ha, melyből 62,258ha az üzemi terület, a vörösiszap tárolók területe pedig 174,3ha.

Délnyugati irányban található a vörösiszap tárolók, amiktől mintegy 1 km távolságban Kolontár község, illetve 5 km-re Devecser város található. Az üzemi terület és a tárolók területének nagy része Ajka város közigazgatási területére esik, de a vörösiszap tárolók érintik Kolontár és Devecser külterületeit is

#### **4.2 A katasztrófát előidéző okok**

Ennél a kérdésnél elsősorban a korszerűtlen lerakási technológiát-, azaz a nedves lerakási módot- lehet megemlíteni fő oknak. Ez a technológia az első tározók létesítésekor még általánosan elfogadott volt. A X-es tározó engedélyezésekor viszont már voltak sokkal biztonságosabb, száraz eljárási technológiák. A nedves iszapnál a megnövekedett nedvességtartalom, illetve a felette elhelyezkedő lúgoldal következtében a fellazult iszap áteresztési tényezője megváltozott.

A nagyobb áteresztést növelte a vastag lúgréteg hidrosztatikai nyomása, valamint az egyedi krisztallit szemcsék közti kapillaris hatás csökkenése. Emiatt, csurgalékvíz formájában megjelent a tározó környezetében a lúgos víz.

A tározó kazettát körben résfalazták, ahol a résfal talpa a tározó gát alatti agyaglencsébe ágyazódva lezárta a csurgalékvizek útját. Ezáltal teljesen kiszámíthatatlan hidrogeológiai viszonyok alakultak ki.

Az ajkai zagyártározó gátszakadása Magyarország eddigi legnagyobb katasztrófája. A több mint 800 hektárnyi területet érintető katasztrófa 2010. október 04-én következett be, amikor a magántulajdonban lévő MAL ZRt. területén a vörösiszap tároló X-es kazetta gátja északnyugati irányban átszakadt. (2.kép) A hányóvízmérleg adatai alapján a X-es tározóra kijuttatott lúgos vörös iszappal a kazetta csaknem megtelt akkortájt. A tárolt vörösiszap felett vastag lúg helyezkedett el, ami néhol elérte a 7 métert is. A mélység eltérését okozta, hogy a belövési pontokon csak a durva iszap szemcsék tudnak megüledni, így ott mélyebb kráterek alakultak ki.





2. kép: Gátszakadás után (forrás: MTI fotó)

A nagy mennyiségű lúgos oldat ellenére is marad a vörösiszapnak akkora szigetelőképessége, hogy azon akár több méter magas lúg fel tudott halmozódni. A szerencsétlenséget megelőző napokban csak a lúgoldat elérhette a körülbelüli 1millió tonnát a MAL Zrt. szonáros mérései alapján.

Az okok között említhetjük, hogy a X-es kazetta állékonysága szempontjából alsó lehatároló talajréteggént egy, a területen nagy kiterjedésű, relatíve vastag, pannon korú, kékesszürke- zöldesszürke agyag réteg vehető figyelembe, melyen váltakozó vastagságú holocén szemcsés rétegek helyezkedtek el. A X. kazetta átszakadásának helyén a szemcsés rétegek hiányoztak, ami a gát többi részétől eltérő viselkedéshez vezetett. A pannon agyag rétegnek a helyi körülmények (a lúgos szivárgó víz) hatására kialakult átalakulása hozzájárult a folyamat kialakulásához. A növekedő terhelés hatására a gát megmozdult. A megmozdult gátszakasz végein repedések keletkeztek. A repedéseken keresztül a kazettán tárolt folyadék csaknem ugyanannyi híg iszapot magával rántva, hirtelen egy 60 méter szélességű nyíláson távozott a kazettából 800 ezer köbméternyi mennyiségben.

Meg kell jegyezni, hogy a hatósági ellenőrzés szabályozása, keretei és gyakorlata passzív jellegű volt. Így kaphatott engedélyt a végül tervezettnél kétszer akkora gát is állékonyságszámítás nélkül, és a kazetták körül kialakított vízzáró fal is hidraulikai vizsgálat nélkül. Ezek megfelelőségét a tervezőnek igazolnia kellett volna. Az építési hatóság azonban nem rendelkezett megfelelő szaktudású szakemberekkel, akik az ilyen, ritkán előforduló szakmai kérdésben, - mint a gát tönkremenetelével kapcsolatos problémák - kompetens lett

volna. Nem volt olyan gyakorlat, hogy engedélyeztetési eljárásba külső szakértőt vonjanak be. A zagykazetták gyári belső ellenőrzése, a monitoring a talajvíz kutak ellenőrzésén kívül csak formálisan foglalkozott más területekkel, mint például a gát állékonyságának vizsgálatával. (Kepli Lajos országgyűlési vizsgálóbizottság elnökének jelentése, 2011)

#### 4.3 A katasztrófa lefolyása és védelmi intézkedések.

##### 2010. OKTÓBER 4.

12 óra 28 perckor átszakadt az ajkai timföldgyár zagyártározójának a gátja. A vörösiszap katasztrófa összesen hét települést érintett; az első három településen a lakóházak nagymértékű sérüléseket szenvedtek. Az áradat a Torna-patak mentén, helyenként több száz méteres sávban mintegy 30-35 km/h sebességgel haladva elérte Kolontárt, majd percek múlva a kastélyparkján át elérte Devecsert is. A vörösiszap helyenként 2 méter magas hullámokban söpört át a kisváros mélyebben fekvő utcáin. Kolontáron 50 házat érintett az iszapáradat, Devecseren elérte a 250-et, Somlóvásárhelyen összesen 39 ház rongálódott meg, ezek közül kettőt le is bontottak. Az áradás Somlójenő, Apácatorna, Tüskevár, Kisberzsény településeken is okozott károkat (3. kép). Ajkát - ahol a tározók találhatóak - a domborzati viszonyoknak köszönhetően nem veszélyeztette a kiömlő vörösiszap. (Iszap Romhányi Tamás - Cseri Péter - Boda András)



3. kép: Légi felvétel az áradatról (forrás: Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság)

Az ajkai tűzoltók kettő gépjárműfecskendővel 8 perc alatt a helyszínre értek és megkezdtek az emberek mentését, ami Kolontáron mintegy 60 főt, Devecserben közel 720 főt jelentett. 90 perc múlva a helyszínen felállt az Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság irányító törzse, megkezdte működését a Helyi Védelmi Bizottság. Estére Kolontáron 40 fő, Devecserben 31 fő elhelyezését oldották meg a szakemberek. Az OKF a kárt szenvedett lakosság lelki gondozására a Krízis Intervenciós Team négy képviselőjét küldte a helyszínre, valamint a mentésirányítás támogatására. A Mezőgazdasági Szakigazgatási Hivatal érintett megyei hivatalai 2010. október 04-én 16.00-kor kihirdették a halászati és vadászati tilalmat. A szennyezett takarmány, illetve élelmiszer forgalomba hozatalának és felhasználásának megtiltására hatósági főállatorvosi intézkedéssel került sor.

## **2010. OKTÓBER 5.**

Kora hajnaltól folyt a megfeszített munka a Marcalnál: a vízügyi szakemberek irányításával a tűzoltó és honvédségi erők a folyó vízminőségének, védelmének érdekében a leszállított kalcium-nitrátot és a magnézium-nitrátot juttatták a folyóba. A Marcal védelmén túl a munkálatok a Duna szennyeződésének megakadályozása érdekében is kiemelkedően fontosak voltak.

A hadsereg és az ÁNTSZ felmérte a sugárveszélyt és mindkét laboratórium megállapította, hogy veszélyes sugárterhelés nincs a környéken. A Mezőgazdasági Szakigazgatási Hivatal közreműködésével elkezdtek összegyűjteni és megsemmisíteni az elhullott állatokat. A Veszprém Megyei Védelmi Bizottság döntött arról, hogy megtiltják a szennyeződött élelmiszerek és takarmányok fogyasztását, elrendelte az előzetes kárfelmérés megkezdését, valamint döntött a településeken a közhasznú munkások és települési erők igénybeviteléről.

## **2010. OKTÓBER 6.**

A kormány veszélyhelyzetet rendelt el. A szakemberek elkezdtek kezelni a Marcal folyóban a Kolontár melletti tározóból kiszabadult vörös iszap lúgos kémhatását. A belügyminiszter tájékoztatást adott arról, hogy a tározó gátjain 24 órás őrség, illetve figyelőszolgálatot működtetnek. A megsemmisült kolontári híd ideiglenes pótlására a Honvédség lefektetett egy ideiglenes hidat.

## **2010. OKTÓBER 7.**

Orbán Viktor miniszterelnök kora reggel a helyszínen tájékozódott a helyzetről. A megsemmisült házak között, a kolontári utcákat bejárva tekintette meg, milyen károkat okozott a hétfő délután a falura zúdult vörös iszap. Biztosította a károsultakat arról, hogy nem hagyják őket magukra.

Devecseren és Kolontáron fürdősátrakat állított fel a kormány annak érdekében, hogy a takarítási munkálatok után azonnal még védőruhában lemoshassák az anyaggal közvetlenül érintkezőket. Lechapolták a kolontári halastavat annak reményében, hogy megtalálják azt a három eltűnt személyt, akiknek a katasztrófa bekövetkezését követően nyoma veszett, de a kutatás eredménytelen volt. Közben elkészült az a háromkörös gát, amely megakadályozta a további szivárgást a sérült kazettából és egy újabb tározót építettek az összegyűjtött iszap és törmelék tárolására.

Az Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság megbízta a gyöngyösi Károly Róbert Főiskola szakértőit, hogy végezzék el az ajkai zagytározó gátszakadása következtében vörösiszappal elárasztott területeken a károk légi felmérését.

Folytatódott a védekezés keretében a gipsz-szórás, az erősen lúgos kémhatás mérséklése érdekében Kolontár községnél, majd Devecser és Somlóvásárhely területén, valamint a Marcalon, a Szergényt Vinár településsel összekötő út hídjánál.

## **2010. OKTÓBER 8.**

Marcalon légi szórással is kiegészítették a gipsz-szórást. Ezt követően a víz tovább hígult a Rába, majd a Mosoni-Duna vizével és csak ezt követően került a Dunába, így legnagyobb folyamunkon vízminőségi problémákkal, valamint egészségkárosító hatásokkal nem kellett számolni.

Megkezdődtek a belterületeken a tisztítási munkálatok, és megkezdték a külterületek mentesítését is a vörösiszappal elöntött településeken. A katasztrófa sújtotta térségben

nyolcvan rendőr jelenlétével gondoskodtak folyamatosan a biztonságról. A mentésben ekkor már több ezer ember és több száz munkagép vett részt.

Október 8-ra az alábbi adatok álltak rendelkezésre a katasztrófa által bekövetkezett anyagi károk és személyi sérülések tekintetében: Az iszapár Kolontáron 2 utcában 40 lakóingatlant és 2 önkormányzati épületet, Devecserben 19 utcában 244 lakóingatlant, Somlóvásárhelyen 14 lakóingatlan érintett. Közvetlenül az iszap által elöntött terület nagysága helikopteres felderítés szerint Kolontáron 3 ha, Devecserben 7 ha. Az esemény bekövetkezése után közvetlenül Kolontáron 4 fő elhunytat (egy 37 éves férfit, egy 73 éves nőt, egy 82 éves nőt, egy 1,4 éves leánygyermeket) találtak a mentésben részt vevő egységek. Az elhunytak halálát mindegyik esetben fulladás okozta. Ekkor még 3 személyt mindig eltűntként kerestek. A káresemény során megsérült, kórházban ápoltak száma 123 fő volt, közülük 12 fő állapotát súlyosnak minősítették. A beavatkozás folyamán 8 tűzoltó, 1 katona és 8 rendőr szenvedett első és másodfokú sérüléseket, illetve légúti károsodást. A sérült beavatkozó állományból 4 tűzoltót és 8 rendőrt kellett kórházba szállítani, akiket még aznap ellátás után kibocsátottak.

## **2010. OKTÓBER 09.**

A kormányzati szakértők és a Helyi Védelmi Bizottság megállapította, hogy nagy esélye van a sérült tározó falának elbomlására és újabb iszapömlés bekövetkezésének. Hajnalban elrendelték a tározóhoz legközelebb fekvő falu, Kolontár lakosságának kitelepítését. Szombatra virradóra 715 fő hagyta el a községet. Ajkán három befogadó-állomást alakítottak ki. Az állami szervek teljes készültéggel jelen voltak a helyszínen. A kiürített község közbiztonsága védelmében fokozott rendőri jelenléttel őrködtek a lakóházak, vagyontárgyak védelmén.

Október 9-én Devecserben is készültség volt, felkészültek a lakosság egy esetleges azonnali kitelepítésre. A kormány 319 katonát, 127 szállítójárműt és vasúti kocsikat rendelt a helyszínre.

## **2010. OKTÓBER 11.**

Folyamatosan zajlott a 600 m-es védőgát építése a tározó és Kolontár között. A rendőrség utakat zárt le a katasztrófa által érintett térségben a mentési és gátépítési munkálatok zavartalanságának biztosítása érdekében. A védekezésben összesen 900 hatósági

személy vett részt, és munkájukat 700-800 önkéntes segítette. A Veszprém Megyei Védelmi Bizottság döntése alapján Kolontár lezárását a rendőrség továbbra is fenntartotta.

### **2010. OKTÓBER 12.**

Megkezdte munkáját Bakondi György t. vezérőrnagy, a kormány által kinevezett katasztrófabiztos. Ezen a napon elkészült a Kolontárt védő terelógát, amely az épülő hármaskörgát harmadik védővonala. Kijelölték a Devecserben épülő új lakópark helyét, a terveket Makovecz Imre tervezőcsapata készítette. A Leier Hungária Kft. vállalta egy tizenöt lakásos sorház építését, amelybe karácsonyra beköltözhetnek az érintettek.

### **2010. OKTÓBER 13.**

Kolontárra a lakosság továbbra sem térhetett haza. A Veszprém Megyei Védelmi Bizottság döntése alapján a település zárását a rendőrség továbbra is fenntartotta. 99 fő kolontári lakos központi elhelyezésben részesült, míg 697 fő önerőből oldotta meg elhelyezésüket. A kitelepítettek ellátása (étkeztetés, elhelyezés, egészségügy, pszichoszociális ellátás) folyamatosan biztosított volt.

Az alapgát 670 m hosszon, 2,5 m magasságban elkészült. Kolontáron a vízügyi hatóság szakmai irányításával tovább folytatódtak a terelógát építési munkálatai. A X-es kazettánál kiépítendő védvonalakon folyamatos földmunkákat végeztek. Az egyes és kettes gát teljes hosszában elkészült, a hármaskörgáton már csak magasítási munkák folytak ekkor. A házak megközelítését biztosítandó úttestekről, a házak bejárását biztosító udvarokról folyamatosan takarították az iszap-szennyezést kézi, illetve gépi erővel egyaránt.

A munkálatokban az alábbi erők, eszközök vettek részt:

Település	Katasztrófavédelem	Társszervek (MH, Rendőrség, Vízig, MÁV, OMSZ)	Önkéntesek	Technikai eszköz
Kolontár	47	104	18	34
Devecser	121	339	192	175
Összesen:	168	443	210	209

## 2010. OKTÓBER 15.

A Megyei Védelmi Bizottság rendelete alapján elkezdődhetett a Kolontárra történő visszatelepülés, melynek zavartalanságát a katasztrófavédelem, a rendőrség és a helyi polgárőrség munkatársai biztosították.

Devecserben a tűzoltóság erői továbbra is kiemelt feladatként végezték a település utcáinak, járdáinak, vízelvezető árkainak tisztítását gépi és kézi erők bevonásával. A VFCS erői szintén folyamatosan biztosították a felügyeletet, valamint váltásos rendszerben a veszélyeztetett gátszakaszon állandó figyelő szolgálatot láttak el.

Egy út- és hídépítő csoport folytatta a megsemmisült kolontári híd helyett telepített ideiglenes honvédségi híd fenntartását, illetve útépitési tevékenységet hajtott végre. A híd végleges pótlására a Magyar Honvédség megkezdte a felkészülést és felvette a kapcsolatot az érintett polgári szervekkel egy 30 tonna teherbírású faszerkezetű híd létesítésére.

Az ÁNTSZ Közép-dunántúli Regionális Intézete a beavatkozó állomány (tűzoltóság, katasztrófavédelmi erők, mentőszolgálat) számára foglalkozás-egészségügyi ellátást biztosított Kolontár és Devecser községben. Igénybevételük a vártnál jóval kisebb volt.

A kormány megtárgyalta és elfogadta az október 6-án kihirdetett veszélyhelyzet meghosszabbításáról szóló kormány-előterjesztés tervezetét. Bakondi György beszámolt a pénteki visszaköltözésről, elmondta, hogy 690 főből 374-en tértek vissza eddig Kolontárra, ahol 94 ház maradt még üres.

## 2010. OKTÓBER 17.

13 nappal a katasztrófa után befejeződött a lakosság visszatelepülése Kolontárra. Devecserben és Kolontáron tartózkodó tűzoltó erők továbbra is kiemelt feladatként végezték a település utcáinak, járdáinak, vízelvezető árkainak tisztítását gépi és kézi erők bevonásával. A megye több településéről érkező közel 1000 fő közmunkás fogadását, munkába állítását az operatív törzs megszervezte. A beavatkozásban résztvevőknek biztosították a szükséges védőfelszereléseket és nyomatékosan felhívták a figyelmüket azok használatára. A Magyar Honvédség kirendelt erői Devecser és Kolontár településeken a kézi romeltakarításban vettek részt.

### **2010. NOVEMBER 30.**

Tovább erősítették a tározó kiszakadt része köré emelt körgátat, a mellette épülő kiegészítő pernyegát pedig teljesen elkészült. A depók területére 400 köbméter bontási törmeléket szállítottak. Az épülő új gát kijelölt nyomvonalának déli részén 375 méter, a nyugati szakaszon 280 méter résfal készült el. A X/A kazetta irányában a résfal 16 méter hosszban készült el.

December 21.-én a kormány a jövő év március 31-ig rendeletben másodszor is meghosszabbítja a vörösiszap-katasztrófa miatt Veszprém megyében 2010. október 6-án elrendelt veszélyhelyzetet. Veszprém megyében egyelőre nem fejeződött be a külterületi kárfelszámolás sem, így mintegy 1000 hektáros szennyezett mezőgazdasági terület mentesítése érdekében továbbra is szükség van a honvédség alkalmazására, amit csak a veszélyhelyzet fenntartása tesz lehetővé.

2011 áprilisában még mindig folyt a külterületek és az élővizek mentesítése. A Torna-patak vizének pH-értéke április 6-án 8,19 és 8,50 között mozgott. A térségben még mindig több száz szakember dolgozott 255 munkagéppel.

Az ÁNTSZ laboratóriuma és a vízszolgáltató adatai alapján az ivóvíz továbbra is biztonságosan fogyasztható a teljes területen. A szálló por napi átlagkoncentrációja április 7.-én Kolontáron, Devecseren és Somlóvásárhelyen az egészségügyi határértéket nem haladta meg.



2011 júniusára a devecseri és kolontári lakóparkban, valamint Somlónásárhelyen is jó ütemben haladtak az új otthonok építési munkálatai: az októberi vörösiszap-katasztrófában megsemmisült házak helyett Devecserben, Kolontáron és Somlónásárhelyen összesen 109 új ház készült.

A vörösiszap-tragédia utáni kárfelszámolás és újjáépítés eddig nem látott összefogással valósult meg, melyben magánszemélyek, civil szervezetek, egyházak, önkormányzatok és gazdasági társaságok egyaránt résztvettek, akik anyagi támogatásukkal, szakértelmükkel, kétékezi munkájukkal segítették.

Kiemelt fontosságú volt az Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság munkatársainak, továbbá a Magyar Honvédség, az Országos Mentőszolgálat, az ÁNTSZ, a Magyar Tudományos Akadémia, az Országos Frédéric Joliot-Curie Sugárbiológiai és Sugáregészségügyi Kutató Intézet, a rendőrség, a polgári védelem, a tűzoltóság, az egészségügyi és a vízügyi szervek munkatársai valamint a karitatív szervezetek szerepe. ( „Vörösiszap” tragédia Magyarország kormányának hivatalos weblapja )

## **V. A KATASZTRÓFA HATÁSAI A TALAJBAN ÉS A FELSZÍNEEN**

### **5.1 A talaj**

A talaj a szilárd földkéreg legfelső laza és termékeny takarója, sajátos természeti képződmény. Biológiai, fizikai és kémiai kölcsönhatások mennek végbe benne.

A talaj funkciója:

- tápanyagfelvétel a növények számára,
- élettér és bújóhely biztosítása az talajlakó állatok számára (denzitás a legnagyobb a talaj felső 10cm-ben, majd fokozatosan lefelé csökken)
- víz tárolása, szűrése és szolgáltatása.

#### **5.1.1 A térség talajának jellemzése**

A terület a Marcal felső vízgyűjtőterületén, a Torna patak alluviumán helyezkedik el. A felszín legnagyobb részét löszös, iszapos, homokos folyóvízi és lejtőüledék borítja. Helyenként felszínre bukkan a fekü homokos, kavicsos anyaga. A területtől délre kisebb foltokban felszínre bukkan a karsztos alaphegység, északra pedig a Somló vulkanikus kúpja található. Talajtakarója jellegzetesen könnyű mechanikai összetételű (kavicsos homok, homok, illetve vályogos homok), helyenként iszapos, agyagos közberétegzés fordul elő.

Az idősebb, kiemelt felszíneken, löszös üledéken kialakult barna erdőtalajok találhatóak, a mélyebb térszíneken hidromorf jellegű öntés-, réti öntéstalajok, kiemeltebb térszíneken kavicsos, sekély termőrétegű barnaföldek és kisebb foltokban réti csernozjom talajok fordulnak elő.

A talajvíz felszín alatti mélysége jellemzően 2-4 méter, a mélyebb fekvésű területeken 1-1,5 méter, ami évszakos ingadozást mutat. A talajvízjellemzően kalcium-magnézium hidrogénkarbonátos. Kolontár-Devecser térségében rendelkezésre álló talajszelvény adatok alapján az érintett terület legmélyebb, erősen vízhatású részein jellemző a könnyű mechanikai összetétel, 0-30 cm-ben kavicsos szint megjelenése (földes rész: homokos vályog, kavicsstartalom 30 % körül), a humuszréteg vastagsága meghaladja a 20 cm-t, a humusztartalom jellemzően 1-2% közötti.

A szelvények felépítése a mélyebb szintekben az öntés jellegből adódóan rétegzett, eltemetett magas szerves anyag tartalmú rétegeket, vályog, iszap, agyag szinteket tartalmaz. A szelvények felszíntől karbonátosak, a pH a felszíni rétegben 8,2 alatti (gyengén lúgos), a mélyebb rétegekben a 8,5-öt is elérheti (lúgos). Karbonát-tartalma az öntésanyag rétegzettségének függvényében kissé változik, átlagosan 10% körüli. Talajvíz megjelenési mélysége: 1 m-en belül. A kissé kiemelt sík, gyengén vízhatású térszinek jelentős része szántóföldi művelés alatt áll.

A térségben jellemző könnyű mechanikai felépítéssel rendelkező, nagy kavicsstartalmú talajok vízgazdálkodására jellemző a nagy víznyelő-, és vízvezető képesség. A víznyelést az eltemetett agyagos szintek lassíthatják. Mélyen fekvő, összefolyási területeken a talajok jelentős csapadékesemények után, vízzel telített állapotba kerülnek. Ez a vízzel telített talajállapot valószínűsíthető a vörösiszap-elöntés idején is, ami gátolhatta a folyadék fázis mélybe szivárgását. (Magyar Tudományos Akadémia, Talajtani és agrokémiai intézet, 2010)

### **5.1.2 Az iszap talajra gyakorolt hatásai**

A magas lúgtartalmú iszap hét települést érintett, becsült mennyisége összesen 800 ezer köbmétertől elérheti a 1,5 millió ezer köbméternyit is.

A szakemberek a vizsgálatok során egy méter mélyre fúrtak, majd ezeket a lyukakat tovább mélyítették. A következő rétegekből mintákat vettek: 0-5 centiméterig, 5-10 centiméterig, 10-20 centiméterig, 20-30 centiméterig, 30-40 centiméterig, 40-50 centiméterig, végül pedig 50-100 centiméterig.

Közben gépi fúrások környezetében botfúróval átlagmintákat is nyertek 20-20 részmintából, majd vízmintát vettek a felszín alól Kolontáron és Devecserben.

Devecserben egy, a vörösiszap által el nem öntött kertből is vettek mintát egy szennyezett telek közvetlen környezetében, az utca szemközti oldalán fekvő ingatlan területéről. Folyamatosan vizsgálták az iszappal borított területek talajrétegeinek nehézfém tartalmát és pH-értékét.

Az első eredmények után megállapítható volt, hogy sehol nincs tíz centiméternél mélyebb talajszennyezés, a mélyebb talajrétegek és az első vízadó réteg közvetlenül nem került veszélybe. Továbbá megállapítható, hogy a fémekre és a veszélyes anyagok mennyiségére vonatkozó eredmények (higany, kadmium, króm, nikkel, cink és ólom) sokkal kisebb értéket mutatnak a vártnál.

Elmondható, hogy a katasztrófa által érintett terület talajának ásványi anyag tartalma nem változott meg.

A talaj helyreállítása: a talaj funkcióit sokszínű élővilága (baktériumok, gombák, állatok) biztosítja, amelyek nélkül nem tudjuk a talajt élelmiszertermelésre használni.

A helyszínen vett talajmintákból kiderült, hogy az optimálisan egy gramm mintában az akár százmilliós nagyságrend helyett alig néhány tízezer baktérium jelenlétét jelenti, így alkalmatlanná vált a területet bármilyen növény termesztésére. (Országos Katasztrófavélelmi Főigazgatóság, 2010)

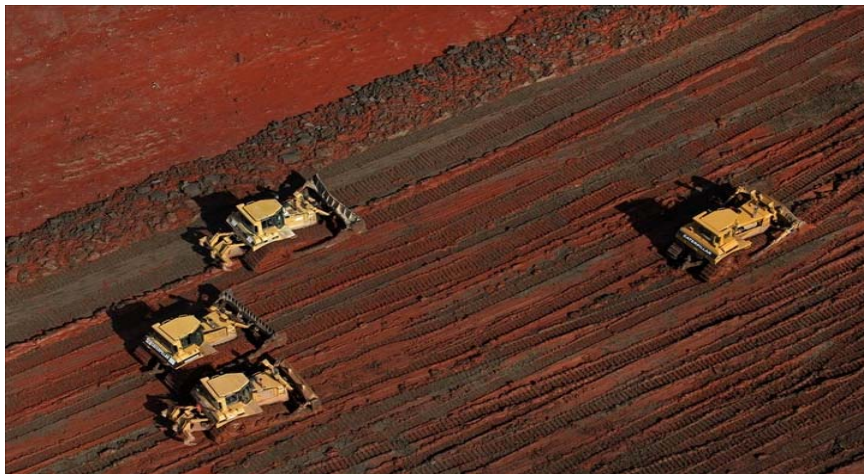
### **5.1.3 Baktériumok a talajban**

Baktériumok: prokarióta szervezetek, amelyeknek nincs sejtmagjuk és más membránnal határolt sejtstruktúrájuk (egysejtű).

A baktériumok minden élőhelyet benépesítenek: vízben, szárazföldön, a levegőben, mélytengeri hőforrásokban, kőzetekben, az emberi testben is előfordulnak. Számuk változó, de egy köbmilliliter mátrixban akár egymillió baktériumsejt is található. A Földön becslések szerint mintegy 5 kvintillió baktérium élhet, 5000+ körüli fajszámmal. Alapvető szerepük van a bioszféra anyagforgalmának betöltésében.

A talajbaktériumok nagy részének szaporodásához és életben maradásához, a talaj optimális pH értékének 6-7 között kell lenni. Ennél alacsonyabb, vagy a jelen esetben magasabb pH érték mellett a baktériumok száma jelentősen lecsökken. A katasztrófával érintett területeken a talaj pH-ja elérte a 13-as értéket. Ennek az a következménye, hogy a termesztett növények életfeltételei romlottak, illetve eltűntek.

Ahol elérte a 3 cm vastagságot az iszap, ott a károk enyhítésére a teljes termőréteg lecserélése megtörtént (4. kép). Az iszapréteg súlya a 390 tonnát is elérhette hektáronként. Egy ekkora terület biomasszája akár 1 tonna is lehetett, melynek zöme mikrobiális.



4. kép: Teljes talajcsere (forrás: [http:// ligetmuhely.blog.hu](http://ligetmuhely.blog.hu))

A 758 hektárnyi mezőgazdasági területen ezután talajjavító hozzáadásával javították fel a talaj minőségét. Ahol 3 cm-nél kisebb volt a szennyezés mértéke, ott lehetővé vált a szennyezett talaj semlegesítése gipsszel vagy különböző savas vegyületekkel. Ennek egyik formája a humusz egyik alkotóelemének, a huminsavnak az alkalmazása volt. Ez bizonyult a leginkább környezetkímélőnek természetes anyaga lévén.

A közömbösítés lényege, normális szintre levinni a föld pH értékét, ezután pótolni kell a lúg által kiégetett tápanyagokat, baktériumokat és mikroorganizmusokat. Erre kiválóan alkalmas a fent említett huminsav, amit a közeli Dudaron bányásznak. Ez nem más, mint a dudarit, egy magas huminsav tartalommal rendelkező barnaköszén örlemény.

Több kutatóintézet vizsgálta már, hogy milyen a hatása az erősen lúgos kémhatású anyaggal keverve, az eredmények pozitívak voltak.

A dudarit nedves környezetben megköti a nehézfémeket és semlegesíti a magas pH – jú talajt. Ebből hektáronként 5 tonnát szórtak ki, illetve mellette baktériumtrágyát is. Tavasszal Phylazonit baktériumtrágyát terítettek, ami növelte a talajban lévő baktériumok számát, ezzel gyorsítva fel a természetes regenerálódási folyamatot - így a talajban lévő légköri nitrogénkötő mikroorganizmusok fejlődését, valamint gyorsították a talajban lévő állati és növényi maradványok lebontását. A kezelés eredményeként a rehabilitált talajokon jelentős pH- csökkenés, és 50-100-szoros mikroorganizmusszám-növekedés ment végbe. A kezelés utáni érték megközelítette a szennyezés közvetlen környezetéből, de vörösiszappal nem károsított területekről vett talajminták eredményét. Egy évvel a katasztrófa után 140 hektáron mutatottak még ki túl magas pH-értéket, illetve magasabb krómtartalmat

Az érintett területeket szarvasmarhatrágyából előállított komposzttal kezelték és hektáronként 25 tonna talajjavító anyaggal javították a talajt. Az élővilág távolabbi területekről vissza tud települni, a talaj kémhatásának és szerkezetének megfelelő értéke után. (Phylazonit sajtóközlemény, 2011)

## **5.2 Energianövények alkalmazása**

A környéken a föld újra termővé tétele érdekében Kolontár határában egy 10 hektáros területen megkezdődött az erdőtelepítés, az energianövények ültetése (5. kép).



5. kép: Energianövény ültetése (forrás: internet)

Az energianád-félék olyan gyors növésű, 3-5 méter magasra megnövő nádfélék, melyek értéktelen földterületen is nagy biomassza-hozamot képesek produkálni. Pontos vizsgálatok még nincsenek arra vonatkozóan, hogy hosszú távú termesztésük milyen változást okoz a talajban és annak minőségében, a benne lakó élőlények életfeltételeit hogyan változtatja meg. Devecser környékén 2011-ben energiacélú ültetvényt telepítettek, és a rendszeresen vizsgálni fogják a talajra gyakorolt hatását. (Kormányportál, 2011)

## **VI. A VÖRÖSISZAP ÖMLÉS HATÁSAI A VÉDETT TERÜLETEKEN**

A katasztrófa szerencsére nem érintette a devecseri Széki-erdőt, amely természetvédelmi terület. Az erdő földrajzilag a Bakony része, de növényföldrajzilag a Dél-dunántúli-flóraidék zalai flórajárásába tartozik. A Somló tájvédelmi körzetet sem érte el az iszap. A 12 hektáros Esterházy kastélyparkban, - ami Devecser északi részén fekszik - viszont néhol fél méter magasságban állt az iszapáradat. (6. kép)



6. kép: Esterházy kastélypark (forrás: <http://mult-kor.hu>)

A helyreállítási munkálatok során egy új technológia segítségével megtörtént a több, mint 1500 fatörzs letisztítása egyenként mosták le őket egy speciális módszerrel: a felhasznált vegyszer tíz nap alatt lebomlott. (Múlt-kor, 2011)

A kert mélyebben fekvő részein elérte a 2-3 méter magasságot is a hömpölygő vörösiszap, a területről 50 ezer köbméter szennyezett földet távolították el.

A gyors mentesítési folyamatoknak köszönhetően a több évtizede ültetett juharlevelű platánok, kocsányos tölgyek és mezei juharok 'túléltek' a katasztrófát. A védett angolparkban 150 éves mocsári ciprusok is vannak, melyek nagy részében nem tett maradandó károsodást, bár sok szakember tartott a gyökérszónák károsodásától, ami az idő múlásával bebizonyosodott, hogy nem következett be.

Az iszapszennyezésnek közvetlenül kitett régió erdők, mezők és nedves vagy megművelt területek mozaikszerű egyvelege.

Az övezetben két Natura 2000 terület is található. A Marcal-medence elnevezésű, nedves zónából és mocsaras területből álló Natura 2000 területet az iszapömlés a Karakó és Szergény közötti szegmensben sújtotta. A terület számos veszélyeztetett gerinces faj, virág, madár, kétéltű, hal és vízi emlős otthonául szolgál.

A másik Natura 2000 terület távolabb esik az iszap kiömlési pontjától. Ez a terület a Rába mentén található, alsóbb része (a Marcal beömlése alatt) ugyanakkor elszenvedte a katasztrófa hatásait. A folyóba öntött gipsz, a vörösiszap maradványok, illetve ezeknek az

áradások idején való felkavarodása jelentősen rontották több veszélyeztetett faj élőhelyének minőségét és túlélési esélyeit pl. az európai hód (*Castor fiber*), a mocsári teknős (*Emys orbicularis*) – emez édesvízi, ragadozó teknősfaj – és a dunai tarajos gőte (*Triturus cristatus*) esetében. (Robin des Bois, 2010)

## **VII. A KATASZTRÓFA HATÁSA A TERMÉSZETES VIZEINKBEN**

### **7.1 A víz**

Fogalma: egy poláris molekula, kémiai értelemben két hidrogénből és egy oxigénből álló vegyülete, kémiai képlete  $H_2O$ . A természetben fellelhető víz tulajdonképpen több vegyület keveréke. Színtelen, szagtalan folyadék, biológiai jelentősége hatalmas, a földi élet nélkülözhetetlen eleme. A Föld felszínének 71 százalékát víz borítja, melynek 2,5%-a csak az



édesvíz. A 2,5% édesvíz nagy része pedig a felszín alatt található. Fokozódó problémát jelent az ivóvizeink csökkenése, amiben nagy szerepet játszik, hogy a „fosszilis vizek” nem pótlódnak.

## **7.2 A Vizek élővilága**

Vizes élőhelyeinket az ember kevésbé tudta meghódítani így sokkal jobban megmaradt természetes és eredeti életközösségeknek, mint a szárazföld. Igaz részben átalakult formában, de jelenleg is jelentős természeti értéket képviselnek az érintetlen folyók és árterületeik, a holtágak és állandó vizes élőhelyek - tavak, mocsarak, lápok - faunája és flórája. A katasztrófát követően az életmentés után, a legnagyobb hangsúlyt a vizek mentesítésére fektették a szakemberek, a gyors és hatékony beavatkozás volt a fő feladat.

### **7.2.1 Baktériumok a vízben**

A baktériumok igazi indikátorok: jól jelzik a vízminőség változását, a méretük fél mikrométertől –10 mikrométerig változhat. Szerves és szervesetlen anyagokból építik fel sejtanyagaikat, vannak aerob fajok és anaerob fajok is. A rendszerben jelenlevő baktériumok a rendszertisztulási képességét is jellemzik. A baktériumok és a rendszerben jelen lévő többi mikroorganizmus nagyon szoros kölcsönhatásban vannak egymással. A rendkívül szoros és összetett hatás felelős a vízi környezetben bekövetkező változásokért. A legtöbb baktérium megjelenése algafajokhoz kötődik. Ennek pontos részletei még nem ismertek, de két hatás bizonyított. Egyrészt a baktériumok az algák növekedésére ható mellékterméket választanak ki. Ez a növekedési faktor teszi lehetővé a gazdanövény és baktériumfaj együttélését, vagy gátolja egy másik faj megjelenését. Másrészt az elhalt algatestet a baktériumok lebontják. Így a már beépült szervesetlen tápanyagok visszakerülhet a biológiai körfolyamatba. (Talajvízvédelem, 2011)

### **7.2.2 Algák**

Általában mikroszkopikus méretű, de akadnak jóval méreteesebbek is, változatos felépítésű és szerveződésű fotoszintetizáló, eukarióták (mára a földön az oxigén felét ők termelik). Gyökérrel és edénnyalábokkal nem rendelkező, szárra és levélre nem tagolódó, egysejtű, vagy telepes testű szervezetek. Mind megjelenésükkel mind sejttani bélyegeiket tekintve a legváltozatosabb csoportot alkotják az élővilágban. A tápláléklánc alapját adják, bár számos fajuk speciális toxinokat termel, így rontják a vízminőséget.

### **7.3 Katasztrófa által érintett vizeink**

Állóvizek: Dévai és mtsi. szerint: azok a szárazföldi mélyedésekben helyet foglaló vízterek, melyeknek egész tömege nem mozog, határozott irányban medrük egész létük folyamán töltődik. (Dévai és mtsi., 1998)

#### **7.3.1 Kolontári halastavak**

A kolontári tavak egy lápos, mocsaras területen keletkeztek. 1998-ban merült fel a kérdés, hogy honnan lehetne a salak kazettákra (lehetőleg legkevesebb energiával) takaró földet szerezni, így került szóba ez a terület. A föld kitermelését követően kialakult egy 2 és egy 0,4 hektáros, 2 méter átlagmélységű halastó. Forrásvíz biztosította a vízellátást, ami egyben a kotrási munkálatokat megnehezítette.

A betelepített halfauna nagy része a nádasoknak, gyékényeseknek és sással borított vízfelületnek köszönhetően természetes úton is képes volt a szaporodásra, de intenzív haltelepítése is folyt. A tavakban megtalálható halfajok: ponty, amur, süllő, csuka, harcsa, balin, kárász, compó, domolykó, sügér, keszegfélék, és nagy mennyiségű kűsz.

A katasztrófa a teljes halastavat megsemmisítette, élővilága elpusztult. A mentesítés során 60 ezer köbméter erősen lúgos vizet engedtek le a Kolontári halastóból, a savazással semlegesített vizet a Torna patakba vezették ki.

A tavat tápláló forrásvizek a tó fenekén leülepedett vörösiszapon keresztül átszűrődve, a folyamatos szivattyúzás ellenére is erősen lúgos vízzel töltötték meg a medret. A szakemberek egy szikkasztómedencét építettek ki, és ide ülepítették a horgásztó medréből a vörösiszapot. A tóban megközelítőleg háromméteres iszapréteg volt, a kotrás után a kitermelt mennyiség 20 ezer köbméter.

2011. szeptemberben teljesen befejeződött a Kolontári halastó helyreállítása, a vízbe aranyhalakat és növényeket telepítettek. pH-értéke a természetesnek megfelelő, beindult az algásodás és a parton már megjelentek a békák is. (Vidékfejlesztési Minisztérium közleménye, 2011)

#### **7.3.2 A katasztrófa hatásai a folyóvizekben**

Folyóvizeknek azokat a szárazföldi mélyedésekben előforduló vizeket nevezzük, amelynek víztömege a medrekben a hordalékkal együtt a kisebb ellenállási irányba (azaz a nehézségi erő hatására – többé-kevésbé határozottan – a magasabbról az alacsonyabb hely felé) halad.

Az ár a Tornán, a Marcalon, a Rábán, a Mosoni-Dunán keresztül a Dunába is bejutott. A beömlési ponttól lefelé az erősen lúgossá váló víz a Tornán és a Marcalon gyakorlatilag letarolta az egész élővilágot, egyetlen baktérium, sőt, a vízinövények sem maradtak életben (7. kép). (Bíró és mtsi., 2011)



7. kép Halpusztulás (forrás: <http://galeria.index.hu.>)

Annak érdekében, hogy a szennyező anyag ne érje el a Dunát, a kárelhárítás több beavatkozási ponton zajlott.

A Közép-dunántúli KÖVIZIG az üzemi káresemény kapcsán III. fokú vízminőségi készütséget rendelt el fertőtlenítés, kármentesítés, lúgos kémhatás semlegesítése, a szennyező anyag csökkentése érdekében.

Az erősen lúgos kémhatás semlegesítésére 2010. október 5-től kezdődően a szükséges mértékben gipszet adagoltak a szennyezési csóvához Szergénynél (8. kép). Ekkor a szennyezés haladási sebessége 1km/h volt. A pH további csökkentése érdekében bio-ecetsavas semlegesítést is alkalmaztak, az ecetsav adagolása két ponton történt a Marcal folyó torkolatánál.



8. kép Mentésítés Szergénynél (forrás: internet)

Október 5-én a hajnali órákra érte el a Torna patakon keresztül a szennyezés a Marcal folyót. A védekezés célja az volt, hogy a Marcalba jutott nehézfém szennyezés a folyó medrében maradjon, és onnan a későbbiekben eltávolítható legyen. A szennyezés lokalizálásra csak így volt reális lehetőség. Másik fontos cél az élővilág kímélése érdekében a víz pH értékének elviselhető mértékűre csökkentése volt.

A fenti célok érdekében a Marcalon, több helyen fenékküszöb épült, hogy a duzzasztott térben a lelassult vízből a veszélyes iszap kiülepedjen. A kiülepedett veszélyes iszap eltávolításra került. Ezek a fenékküszöbök parti elöntést nem okoztak, a duzzasztás szintje a folyó nagyvízi medrében maradt.

Közben a megkezdett savazás tovább folytatódott: bio-ecetsavat juttattak a folyóba a Marcal duzzasztónál és a Koroncói hídnál. Továbbá a beavatkozási pontokon tovább folytatták a gipsszel való kármentesítést, amit a duzzasztással párhuzamosan kezdtek el. A gipsz bejuttatásának másik előnye az volt, hogy segítette a kiülepedést, a veszélyes anyag továbbjutásának akadályozását.

Ezt követően a víz tovább hígult a Rába, majd a Mosoni-Duna vizével és csak ezt követően került a Dunába 9.1-es pH-val. A szennyezés hullám levonulása után a pH érték fokozatosan visszaállt a természetes 8,5 körüli értékre, mivel az utánpótlása megszűnt.

A gyors és szakszerű beavatkozási munkálatoknak köszönhetően sikerült megakadályozni a Rába és a Duna súlyos lúgos kémhatású és nehézfém szennyeződését,

természetkárosító hatással e két folyóvíz esetében nem kellett számolni. (Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság, 2010)

### 7.3.2.1 A szennyezés hatásai a Torna patakban

A patak hossza 51 km, vízgyűjtőjének területe 498 km<sup>2</sup>. Ebbe a vízfolyásba érkezett a MAL Zrt. üzem ellenőrzött, tisztított és semlegesített vize, valamint a térségből származó felszín alatti víz. A patak hidrológiai jellemzője a tipikus hazai hegy-és dombvidéki vízfolyásokkal megegyezik.

2010-ben a Torna patak kolontári szakaszán mért adatok egy átlagos vízállásnak megfelelő, 30 és 50 cm közötti érték volt, ami átlagosan a 0,5 m<sup>3</sup>/sec vízhozamnak felel meg. Az árhullámok 10 m<sup>3</sup>/sec hozam körül tetőznek, ezek az árhullámok vízállásai maximálisan 150 cm-t érik el. A patak mederszelvénye úgy lett kiépítve, hogy ennél jelentősebb vízmennyiségnek a levonulását is képes biztosítani a korábbi folyamatos karsztvíz betáplálások miatt.

A vízi élővilágra a kiömlő vörösiszap nátronlúg (nátrium-hidroxid) tartalma volt közvetlen, súlyosan károsító hatással. A katasztrófa után közvetlenül 340 cm-en tetőzött a lúgos vörös iszap folyam a vízmércénél. A katasztrófa színhelyén a pH elérte a 13-as értéket, ami ezerszer lúgosabb, mint a tolerálható szint a vízi szervezetek számára.

A patak pH-ja 2011 elején már nem volt magas (átlagos értéke 8,3 volt). Nagyobb eltérés csak a zavarosságban mutatkozott, ami háromszorosa volt az előző évekének, ami a patak meder folyamatos kotrásának köszönhető, tisztították ebben a vizsgált időszakban is, így a fénylimitáltság nőtt és a nagy hordalék mennyiség ledörzsölő hatása is fokozottabb volt. Torna-patak devecseri szakasza 2011-ben a pH, oldott oxigén mennyiség és oxigén telítettség alapján elérte a jó állapotot, viszont a vezetőképesség éves átlagos értéke meghaladta a rendelet által előírt határértéket ( $\square 900 \mu\text{S}/\text{cm}$ ). Vélhetően az érintetlen felső szakaszon megmaradt élővilág lehetett a kiindulópontja a visszatelepedésnek, majdnem két évvel a katasztrófa után ott jártamkor már szép számban voltak fellelhetők a keszegfélék. (Pisces Hungarici 5. kiadás (2011). A Magyar haltani társaság időszaki kiadványa)

## VIII. ÖSSZEGZÉS

A 2010-ben Devecser és Kolontár környékét érintő vörösiszap-katasztrófa hazánk eddigi legsúlyosabb személyi, anyagi és környezeti károkat okozó ipari természeti katasztrófája volt.

Az emberéleteket követelő esemény nagy kihívást jelentett a szakemberek számára, hiszen ilyen és ehhez hasonló tragédiákhoz nem lehet megfelelő gyakorlatokat szervezni. A mentésben résztvevőknek gyorsan kellett megfelelő döntéseket hozni: megszervezni a lakosság mentését, a sérültek ellátását, a fedél nélkül maradt emberek elszállásolását, a környezeti károk felszámolását. Nem túlzás, ha azt mondjuk, a résztvevő szakmai egységek és önkéntesek jelesre teljesítették ezt a erőt próbáló feladatot.

Mindenek ellenére az ökológiai károk igen jelentősek voltak, de a gyors és példaértékű összefogás, a hatékony mentesítési beavatkozások a regeneráló folyamatokat felgyorsították. Ennek köszönhetően már 2012 nyarán a katasztrófa nyomai szinte nem is voltak felfedezhetőek a térségben: a devecseri Eszterházy Kastélyparkban már csak a fák törzsein látható halvány vörös szín sugallta az iszapömlés tényét (9. kép).



9. kép: Az Eszterházy Kastélypark fáin a vörösiszap katasztrófa nyoma 2012 nyarán

(forrás: saját fotó)

A mezőgazdasági területeken újraindult a növénytermesztés, a természetes vizek élővilága is 'újraéledt'. A szennyezett területeken sok faj lokális populációja eltűnt, mások kevésbé szenvedtek akkora veszteséget. Akárhogy is, ökoszisztéma-életközösség

szempontból a keletkező “új” közösség sokkal fajszegényebb lett, amit vélhetően az idő elteltével helyreáll majd.

Katasztrófavédelmi szakemberként nagyon fontosnak tartom a megelőzést, nem engedhetjük, hogy emberi mulasztásnak köszönhetően még egyszer hasonló pusztítást okozó katasztrófa bekövetkezzen. A természet számtalan esetben bebizonyította, hogy képes regenerálódni, képes a biológiai egyensúly helyreállítására, de kérdés, hogy mi képesek vagyunk-e jövőnk érdekében környezettudatosabb és környezettisztelőbb életmód folytatására, felelősségteljesebben gondolkodni a minket körülvevő környezetről a jövő generációja érdekében. (10. kép)



10. kép: Emlékhely az áldozatokért (forrás: Robin Des Bois 2010)

## IX. IRODALOMJEGYZÉK

- Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság Közleménye (2010).  
<http://www.katasztrofavedelem.hu>
- 2011. évi CXXVIII. törvény a katasztrófák elleni védekezés irányításáról, szervezetéről és a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek elleni védekezésről.
- Műszaki és Természettudományok IV. kötet a Magyarország a XX. Században / fémkohászat.  
<http://www.mek.oszk.hu/02100/02185/html/696.html>
- Hadmérnök VI. évfolyam 1. szám - 2011. március.  
[http://hadmernok.hu/tartalom11\\_1.php](http://hadmernok.hu/tartalom11_1.php)
- Kepli Lajos országgyűlési vizsgálóbizottság elnökének jelentése (2011).  
Az Országgyűlés a Kolontár melletti vörösiszap-tározó átszakadása miatt bekövetkezett környezeti katasztrófával kapcsolatos felelősség feltárását és a hasonló katasztrófák jövőbeni megakadályozását célzó országgyűlési vizsgálóbizottságának jelentése 2011. okt. 27.  
<http://www.parlament.hu/irom39/04795/04795.pdf>
- Iszap Egy katasztrófa természetrajza című könyvből 21,29o. (Romhányi Tamás - Cseri Péter - Boda András, 2011)
- „Vörösiszap” tragédia Magyarország kormányának hivatalos weblapja. (<http://vorosiszap.bm.hu>)
- Magyar Tudományos Akadémia, talajtani és agrokémia kutatóintézet.  
Talajmintavételezés (2010. október 8.) és laboratóriumi vizsgálatok Kolontár és Devecser településeken.  
[mta.hu/data/cikk/12/.../Talajmintavetelezes\\_vorosiszaposszegzes.doc](mta.hu/data/cikk/12/.../Talajmintavetelezes_vorosiszaposszegzes.doc)
- Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság Közleménye (2010).  
[http://www.katasztrofavedelem.hu/index2.php?pageid=lakosság\\_kolontar\\_vorosiszap2](http://www.katasztrofavedelem.hu/index2.php?pageid=lakosság_kolontar_vorosiszap2)
- Phylazonit sajtóközlemény (2011).  
<http://www.phylazonit.hu/donation.html>
- Kormányportál sajtóközlemény (2011), megtisztultak a vörösiszappal szennyezett külterületek.  
<http://www.kormany.hu/hu/hirek/megtisztultak-a-vorosiszappal-szennyezett-kulteruletek>
- Múlt-kor.hu 2011. május 4. MTI tudósítása alapján.  
[http://mult-kor.hu/20110504\\_elkezdodott\\_a\\_devecseri\\_kastelypark\\_helyreallitasa](http://mult-kor.hu/20110504_elkezdodott_a_devecseri_kastelypark_helyreallitasa)
- Robin des Bois (2010), helyszíni tanulmány és ajánlások.  
[http://www.robinderbois.org/dossiers/.../KATA\\_VORO\\_robinderbois.pdf](http://www.robinderbois.org/dossiers/.../KATA_VORO_robinderbois.pdf)
- Talajvízvédelem Dr. Horváth Erzsébet (2011).  
[http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0021\\_Talajvizvedelem/index.html](http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0021_Talajvizvedelem/index.html)
- Dévai és mtsi. (1998), oktatási segédanyag.  
[http://enfo.agt.bme.hu/drupal/sites/default/files/vizek\\_es\\_vizes\\_elohelyek\\_tipologiaja.pdf](http://enfo.agt.bme.hu/drupal/sites/default/files/vizek_es_vizes_elohelyek_tipologiaja.pdf)
- Vidékfejlesztési Minisztérium közleménye, 2011
- Bíró Rita és mtsi., (2011). A Torna-patak bevonatalkotó kovaalgaiknak kolonizációja a vörösiszap katasztrófa után.  
[http://ww9w.hidrologia.hu/vandorgyules/30/dolgozatok/word/hiro\\_rita.doc](http://ww9w.hidrologia.hu/vandorgyules/30/dolgozatok/word/hiro_rita.doc)



- Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság Közleménye (2010).  
[http://www.katasztrofavedelem.hu/index2.php?pageid=lakossag\\_kolontar\\_feladatok](http://www.katasztrofavedelem.hu/index2.php?pageid=lakossag_kolontar_feladatok)
- Pisces Hungarici 5. kiadás (2011). A Magyar haltani társaság időszaki kiadványa.  
[http://haltanitarsasag.hu/ph5/Harka.&.Szepesi\\_Pisces.Hungarici\\_2011.pdf](http://haltanitarsasag.hu/ph5/Harka.&.Szepesi_Pisces.Hungarici_2011.pdf)