

A FELSZÍNI VIZEK CIANID ÉS NEHÉZFÉM SZENNYEZÉSEIVEL KAPCSOLATOS KÁRESEMÉNYEK TANULSÁGAI KATASZTRÓFAVÉDELMI SZEMPONTOK ALAPJÁN

LESSONS OF DAMAGE EVENTS RELATED TO CYANIDE AND HEAVY METAL CONTAMINATION OF SURFACE WATERS BASED ON DISASTER MANAGEMENT ASPECTS

CSÓSZ László

(ORCID: 0000-0003-1662-5139)

csosz.laszlo@uni-nke.hu

Absztrakt

A víz kémiai, fizikai, illetve biológiai sajátosságai alapján az élővilág és a társadalom számára a legfigyelemreméltóbb, legalapvetőbb és leginkább nélkülözhetetlen vegyület. Felszín alatti és felszíni vizeink egyaránt egyre nagyobb terhelésnek vannak kitéve. A felszíni vizek minősége a földtani felépítés, a talaj, de legfőképpen a társadalmi tevékenységek függvénye. A felszíni vizek szennyezőit három nagy csoportra oszthatjuk az iparra, a mezőgazdaságra és a különböző kommunális eredetű szennyezésekre. Ezek a negatív tendenciák kedvezőtlen hatással vannak vizeink minőségére és mennyiségére egyaránt. A szerző egy konkrét esettel prezentálja az ipari eredetű szennyezések csoportjába tartozó nehézfém-szennyezések hatását, illetve elhárítási lehetőségeit.

Kulcsszavak: ipari balesetek, nehézfém szennyezések, a Cher folyó szennyezése

Abstract

Based on its chemical, physical and biological characteristics of water it is the most considerable, most basic and most indispensable compound for biosphere and society. Both our subsurface and surface waters are exposed to always bigger pollution. The quality of surface waters depends on geologic set-up, the soil, but mostly social activities. The pollutants of surface waters can be divided in three big groups: industry, agriculture and different contaminations of communal origin. These negative tendencies have an adverse effect onto the quality and quantity of our waters. The author presents the effect of heavy metal contaminations belonging to the group of contaminations of industrial origin and the elimination possibilities thereof respectively through a factual example.

Keywords: industry disaster, heavy metal contamination, Cher river pollution

A kézirat benyújtásának dátuma (Date of the submission): 2017.08.29.

A kézirat elfogadásának dátuma (Date of the acceptance): 2017.08.31.

BEVEZETÉS

Az iparban a különböző balesetek, robbanás, tűz és veszélyes anyag kibocsátás formájában realizálódhatnak. A folyamatosan szigorodó szabályozás ellenére, mind hazánkban mind a szomszédos, illetve távoli országokban számos ipari baleset következett be az elmúlt évtizedekben, melyek során veszélyes anyagok kerültek ki a környezetbe, súlyosan károsítva azt. [1] A veszélyes anyagok nem csak az előállításuk során a gyárakból, a különböző ipari területekről kerülhetnek a környezetbe, hanem a szállításuk, illetve a tárolásuk során is. Az utakon kiemelten, a vasúthálózaton és egyre inkább a hajózható vizeken, illetve légi úton is jelentős mennyiségű veszélyes áru szállítása történik. [2] Jelenlegi életszínvonalunk fenntartásához elengedhetetlen az ipar működése, amely magában hordozza a veszélyes anyagok jelenlétét. [3] Hazánkban a katasztrófavédelemmel kapcsolatos jogszabályok előírják, hogy a veszélyes üzemek üzemeltetői a biztonsági dokumentációik mellékleteként belső védelmi tervet készítsenek, melyben bemutatják egy lehetséges ipari baleset elleni védekezést szolgáló intézkedéseket és a felhasználható erőforrásokat. Olyan üzemeknél, melyeknél számolni kell valamely veszélyes anyag kijutásával, és ez által az emberek egészségének károsításával, illetve a természetes és mesterséges környezet szennyeződésével vegyi felderítési és mentesítési feladatokat is kell tervezni és meg kell határozni az ezekhez szükséges erőforrás igényt is. [4] A szabályozások szigorításával jelentősen csökkenthetőek a veszélyes anyagokkal kapcsolatos balesetek bekövetkezései, azonban az emberi tényező szerepe miatt teljesen nem szüntethetőek meg, éppen ezért fontos, hogy a bekövetkezett ipari eredetű baleseteket kellőképpen megvizsgáljuk és levonjuk a következtetéseket. Ezen információk birtokában lehetőség van a továbbiakban az esetlegesen bekövetkező balesetek megakadályozására, a szennyezések gyors és szakszerű kezelésére, valamint a káros hatások felszámolására.

CIANID ÉS NEHÉZFÉM SZENNYEZÉSEK

A különböző nehézfémek természetbe jutásának veszélyessége mérgező hatásukból ered, amely már kismértékű légköri, élővízi, valamint a talajban történő felhalmozódás esetén is rendkívül jelentős károsodást idézhetnek elő az élővilág táplálékláncában, illetve az ember egészségében egyaránt. A nehézfémek ugyanis erősen kötődnek a szerves anyagokhoz, illetve kelátvegyületek formájában abba be is beépülhetnek. [5]

Az elmúlt évtizedekben több ipari eredetű szennyezés történt, melyek súlyosan károsították a környezetet. 2000 januárjában gátszakadás következett be a romániai Aurul nagybányai üzemében, melynek következtében közel 100 ezer m³ cianid [6] tartalmú zagy szennyezte el a folyókat, főként a Tiszát. A cianid-szennyezés egészen a Duna-Tisza találkozásáig (Titel) fejtette ki káros hatását, sőt még a Duna-deltában is észlelték a szennyezést. 2000 márciusában a máramarosi Borsabányánál következett be cianid szennyezés. 2004-ben a Szeret folyóba jutott ki közel 10 tonna cianid. Hosszasan lehetne még sorolni a különféle ipari eredetű szennyezéseket, azonban ezek csak azok a szennyezések, amelyek hazánkat is érintették, de számos cianid-szennyezés történt az Amerikai Egyesült Államoktól Anglián át Kínáig. [7] A cianid, illetve a nehézfém szennyezések forrása elsősorban az ipar, azon belül a bányászat, de származhat a mezőgazdaságból is (intenzív műtrágyázás – ammónium, nitrát, foszfát, kálium).



1. ábra A Szennyezés területei és adatai [8]

A CHER FOLYÓ ELSZENNYEZÉSE

A baleset helyszíne egy 1994-ben épült telephely Allier régió területén, Saint Victor városában található Franciaországban. [9] A telephely fémrészek felületkezelési műveleteinek végrehajtása céljából, különösen autóalkatrészek horganyozásának céljából épült. A telephely 3,530 m² fedett épületből áll, ami 2 felületkezelő sornak, egy szárítórendszernek és kirakórendszernek ad otthont. A két rendszer hossza összesen 196 m. A telephely minősített létesítmény, amelynek működését a 2005. április 7-én a területileg illetékes hatóság engedélyezte. Az érintett fémkezelő sort autóiipari alkatrészek ömlesztett kezelésére használják. Ez a következőket foglalja magába: horganyozás (fém felületkezelése), nikkelbevonat és lúgos cianid rézbevonat. A balesetet szivárgás okozta, ami a kezelősor iszapnyelő aknájában végzett szivattyúzási művelet közben keletkezett. Ez érintette a veszélyes komponensek eltávolítására szakosodott üzembrészt is.

2005. szeptember 14-én az egyik technikus szivárgást észlelt a kezelősorokon. A szűrőrendszerből kilépő csővezeték a lúgos rézcianidot tartalmazó tartályon szétkapcsolt, ezzel előidézve, hogy az iszapnyelőbe folyjon. A technikus azonnal tájékoztatta a cég környezetvédelmi felügyelőjét. A felügyelő elrendelte, hogy a felületkezelő sort le kell állítani (a fűtőrendszer lekapcsolásával együtt) és hogy a folyadék maradjon az iszapnyelőben. Az incidenst az erre a célra szolgáló naplóban rögzítették.



2. ábra A telephely szivárgó csöve, amely a szennyezést okozta [10]

Másnap szeptember 15-én egy másik technikus észlelte, hogy a többszörös felületkezelő sor iszapnyelő aknája tele van folyadékkal és látta a naplóba beírt előző napi incidenst. Úgy döntött, hogy mobil szivattyút használ, hogy átemelje a terméket a koncentrált lúgos cianid szennyvizet tartalmazó tartályba. Normál üzemelés közben egy belső rendszer visszakeringeti ezt, ami semlegesíti a cianidokat, mielőtt azokat kibocsátják a környezetbe. Ekkor, ahogy azt minden reggel 9 óra körül megteszi, leolvasta a szennyezőanyag-koncentráció szintjét a telephely végső hulladék-kibocsátási pontján (kolorimetriás elemzéssel). Megjegyezte, hogy a cianidtartalom szokatlanul magas volt: 2mg/l fölött, 0.1 mg/l beállított határérték mellett. Haladéktalanul úgy döntött, hogy elzárja a végső szennyvízszelepet és elzárja a felületkezelő sorok vízellátását. A végső szennyvizet az erre a célra tervezett biztonsági tartályba irányította. Miután konzultált a technikkal, a környezetvédelmi felügyelő észlelte, hogy az iszapnyelő aknában lévő folyadékot, tévedésből a koncentrált lúgos cianid tartalmú szennyvizek számára fenntartott tartály helyett a króm öblítő (gyűjtő) tartályba szivattyúzták. A felügyelő nátrium-hipoklorittal semlegesítette a szennyezett reaktorokat és átszivattyúztatta a vizet a biztonsági tartályba. A krómeltávolító rendszer tisztítási műveletei szeptember 15-én egész nap folytatódtak. Szeptember 16-án 8 órakor a laboratórium/környezetvédelmi felügyelő végrehajtott egy cianid elemzést a dekromatizáló és neutralizáló rendszer kimenetén: nem figyelte meg szokatlan mérési adatot. A belső kezelőállomást így ismét üzembe helyezték. Ezt követően óránként tesztekert hajtottak végre, hogy megbizonyosodjanak, hogy a cianid nincs jelen. Szeptember 17-én éjfélkor az iszap visszanyeréshez használt szűrőprést ismét üzembe helyezték. Szeptember 17-én körülbelül 15:30-kor a Cher mentén élő lakók a folyóban lévő tömeges halpusztulásról tájékoztatták a csendőrséget, továbbá tájékoztatták a Nemzeti Halászati Bizottságot, ami körülbelül 16:30-kor érkezett ki a helyszínre. A halpusztulás eredetének meghatározására vonatkozó vizsgálat gyorsan a felületkezelő cég szennyvizét a Cher folyóba engedő csőre irányult. 17:00 órakor értesítették a környezetvédelmi felügyelőt és tájékoztatták a mért adatokról. Miután visszatért a helyszínre és elemezte az ipari szennyvíz végső kibocsátási pontját, ismét feljegyezte cianid jelenlétét. Azonnal lekapcsolta a detoxikáló állomást és a végső szennyvízkibocsátási pont vízellátását. Az új szennyeződési incidens elemzése után a környezetvédelmi felügyelő meghatározta, hogy az iszapkezelő művelet okozta a szűrőprésekben lévő cianid kiszabadulását. 18:00 órára minden termelési műveletet felfüggesztettek azonnali hatállyal.

Szeptember 19-én a környezetvédelmi felügyelő megtisztította az „iszapvisszanyerő” rendszert, a semlegesítő rendszert, a pelyhesítő kamrát és az ülepítő tartályt, mivel a cianid ezeket a reaktorokat szennyezte, miután pénteken, 2005. szeptember 16-án visszanyerték a szűrőprésekbe az iszapot. Kedden, 2005. szeptember 20-án a detoxikáló állomást ismét üzembe helyezték és ellenőrzéseket hajtottak végre a nap folyamán: nem észleltek szennyeződésre utaló jelet. A kibocsátott szennyvíz minden paramétere az engedélyezett határérték alatt volt, a 2005. április 7-én kelt prefektusi rendeletnek megfelelően.

A telephely üzemeltetőjének becslése szerint a 3-5 g/l koncentrációban cianidot tartalmazó szennyvízből megközelítőleg 320 m³ került kibocsátásra a Cher folyóba, a Nemzeti Halászati Bizottság ügynökei halpusztulást jelentettek (közel 2,5 tonna), a telephely közelében vagy a Cher folyóba történő kibocsátáshoz közel élő lakosok nem jelentettek egészségügyi problémákat.



3. ábra A szennyezés következménye [10]

A baleset oka és körülményei

A baleset során lefolytatott vizsgálatok a termékeken, illetve a folyamaton, segítettek a baleset okainak gyors meghatározásában. A szennyezőanyagoknak a folyóba történő kibocsátása szervezeti és emberi hibáknak tulajdonítható. Egy technikus veszélyes termékeket tartalmazó (alkáli rézcianid) folyadékot engedett át egy öblítőtartályba, amelynek tartalma nem volt egyértelműen és olvashatóan feltüntetve. Mivel ez az öblítőtartály egy króm detoxikáló kezelőrendszerhez csatlakozott, a cianidot nem különítették el és így a Cher folyóba bocsátották jóval az engedélyezett szint feletti koncentrációban. A felületkezelő sor hibájának esetére teendő intézkedésekre vonatkozó írásos utasítások hiányában a technikusnak saját ítélőképességében kellett megbíznia, ami nem bizonyult szerencsésnek. Miután észlelték a nem megfelelő szennyvíz-kibocsátást, a kezelő leállította a műveleteket és megtisztította a kezelő létesítményt. A tisztítási műveletek valójában hiányosak voltak és a cianidok, amelyek az ipari szennyvízkezelő létesítmény (szűrőprés) részében maradtak feleltek a szennyezett víz két nappal később történő második kibocsátásáért.

Tanulásként megállapítható, hogy bizonyos folyamatok, még ha azt rendszeresen is hajtják végre, még mindig kockázatot hordozhatnak magukban. A balesetet követően végrehajtott vizsgálatok eredményeképpen feljegyezték, hogy a felületkezelő sor üzemeltetése igényli, hogy legalább az alábbi feltételek ellenőrzésre kerüljenek: atipikus helyzetben teendő

intézkedéseket rögzítő dokumentumok megszövegezése, a technikusok tájékoztatása és oktatása e dokumentumok használatáról rendszeres helyzetgyakorlatokkal.

NEHÉZFÉMMEL SZENNYEZETT FELSZÍNI VIZEK KEZELÉSI LEHETŐSÉGEI

A különböző természetes vizek természetes forrásból is tartalmaznak egészségre káros anyagokat, azonban a vizek szennyeződésének legfőbb oka a különböző emberi tevékenységek következményeivel azonosíthatók. A városok, az ipar, a közlekedés fejlődése, valamint a különböző foszforműtrágyák alkalmazása a fémek természetes biogeokémiai körforgásban megjelenő mennyiségének sokszorosát termelik ki és juttatják a környezetbe, illetve a vizekbe. A különböző vízminőségi problémák egyik legfontosabb kérdése a toxikus fémtartalom mennyisége és minősége. [11]

A 2000-ben bekövetkezett, a Tiszát és a Szamost érő romániai eredetű cianid- és nehézfém súlyosan károsította a folyók élővilágát. Az okozott közvetlen gazdasági kár mértékét, mintegy ötmilliárd forintra, az élővilágot ért kárt és a helyreállítás összegét, közel huszonöt milliárd forintra becsülték. [12] A cianid szennyezés levonulását követően a Tiszán és a Szamoson vett üledékmintákban több esetben a szennyezett talajokra vonatkozó beavatkozási határértékeket meghaladó koncentrációban észleltek kadmiumot, cinket, rezet, illetve arzént.

A különböző nehézfémek elsődleges negatív hatásai alapvetően a táplálékhálózatok alsó és felső szintjein jelentkeznek. Az oxigéntartalmú vizekben a nehézfémek vegyületei többnyire rosszul oldódnak, továbbá kicsapódva leülepednek az iszappal. A nehézfémek felhalmozódnak az üledék felszíni rétegeiben, ahol hatással vannak az ott gyökerező növényekre. Mint nem lebomló szennyezőanyagok a táplálékláncban feldúsulnak (biomagnifikáció), fokozottan veszélyeztetve a harmadlagos fogyasztókat, például a halakat fogyasztó madarakat, valamint az embert.

A fémes eredetű szennyezések eltávolítása a felszíni vizekből több megoldással is lehetséges. Ezek közül kiemelném a fitoremediációt. A fitoremediáció (fito = növény, remedium = orvoslás) [13] során növényekkel és a velük társult mikrobákkal távolíthatóak el, illetve bonthatóak le a szennyezőanyagok, köztük a nehézfémek a szennyezett talajból, valamint vízből. A fitoremediáción belül több eljárás is alkalmazható, például a fitoextrakció, a fitostabilizáció, valamint a fitodegradáció és a rizofiltráció. Gyorsan fejlődő környezetvédelmi technológiáról van szó, amelyet egyelőre még nem alkalmaznak üzemszerűen. A fitoremediációt vizsgáló kutatások a kilencvenes években gyorsultak fel igazán. A fitoremediáció legfőbb előnye, hogy környezetbarát technológia, amely viszonylag olcsó, kevesebb másodlagos szennyeződés keletkezik, továbbá az eljárás nagy felületen alkalmazható, így igen hatékony. Ennek a technológiának az alkalmazása azonban igen időigényes folyamat. További hátránya, hogy a növények nem képesek minden szennyezőanyagot lebontani, így ez az eljárás elsősorban a mérsékelt szennyezett talajoknál, illetve vizeknél alkalmazható.

KÖVETKEZTETÉSEK

Az Európai Unió mellett hazánk is komoly figyelmet fordít, illetve energiát fektet a jelentős felszín alatti, továbbá a felszíni vizeinek megóvására. Ezt jól szemlélteti, hogy vizeink zöme kevés kezeléssel megfeleltethető az ivóvízszabványban előírt követelményeknek. Földünk édesvíz készletei azonban veszélyben vannak és végesek is. Ezt nemzetközi tudományos kutatások eredményei és hazai tapasztalatok egyaránt alátámasztják. Ennek, az emberiség létét fenyegető globális környezeti problémának a kezelése összefogást és együttműködést igényel minden szinten. Hogy a jövőben is mindenki számára hozzáférhető legyen a tiszta ivóvíz, hogy megmaradhassanak a folyók és tavak, komoly erőfeszítéseket kell tennünk vizeink megóvásáért, illetve állapotuk javításáért az elkövetkezendő évtizedekben is. Fontos,

hogyan megőrizzük vizeink jó minőségét, leginkább úgy, hogy megóvjuk azokat a különböző szennyezésektől. Hogy a cikkben részletezett balesethez hasonló súlyos szennyezésekkel járó balesetek bekövetkezését megelőzzük, fontos a szabályozás még szigorúbbá tétele. Mivel az iparban az emberi tényező szerepe óriási veszélyforrás, elengedhetetlen például, hogy a veszélyes anyagokkal munkájuk során kapcsolatba kerülő személyek megfelelő oktatásban részesüljenek, hogy egy esetleges baleset bekövetkezésekor, ha módjukban áll meg tudják hozni a megfelelő időben a megfelelő döntést, hogy megelőzzék azt vagy hogy a következmények káros hatását a minimálisra csökkentsék. A cikk az ipari eredetű fémes szennyezéseket, illetve a vízbázisok mentesítésére alkalmazott műszaki megoldásokat célozta prezentálni, különös hangsúlyt fektetve az egyre inkább teret nyerő biológiai, „zöld” módszerekre.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] PÁTZAY GY.; DOBOR J.: Ipari tevékenységekből eredő veszélyforrások és elhárításuk. Egyetemi jegyzet. Nemzeti Közszolgálati Egyetem. Katasztrófavédelmi Intézet. Budapest, 2016. ISBN 978-615-5527-91-3
- [2] KÁTAI-URBÁN L.; KOZMA S.; VASS GY.: Veszélyes szállítmányok felügyeletével kapcsolatos hatósági tapasztalatok értékelése; Hadmérnök. X. Évfolyam 4. szám. Budapest, 2015.
- [3] DOBOR J.: The importance of the teaching of case studies of industrial accidents in the disaster management education, ECOTERRA - Journal of Environmental Research and Protection, 2017, Volume 14, Issue 1, nyomtatott kiadvány ISSN 1584-7071, online ISSN 2248-3128; <http://www.ecoterra-online.ro/files/496321269.pdf> (letöltve: 2017. 06. 24.)
- [4] SZENDI R.; DOBOR J.: Veszélyes üzemek azonosítása és a kapcsolódó hatósági tevékenység(ek); HADMÉRNÖK 8:(3) pp. 125-131. (2013), ISSN 1788-1919
- [5] E-MISSZIÓ TERMÉSZET ÉS KÖRNYEZETVÉDELMI EGYESÜLET: Kelet-magyarországi Biomonitoring Hálózat; Békéscsaba, 2014. http://tiktfv.zoldhatosag.hu/egyeb/tiktfv/life/hu/document/tanari_felkeszito_fuzet.pdf (letöltve: 2017.06.21.)
- [6] MAGYAR HIDROLÓGIAI TÁRSASÁG: Hidrológiai tájékoztató; Budapest, 2005. ISSN 0439-0954
- [7] MAGYAR TÁVIRATI IRODA: Tiszai ciánszennyezés; MTVA Sajtó- és Fotóarchívum; <http://static.origos.hu/s/img/i/1501/20150130tiszai-cianszennyez-es-infografika1.jpg?w=666&h=632> (letöltve: 2017.06.26.)
- [8] FRIDRICH R.: A nagybányai gátszakadástól a cianmentes Európáig; http://lmv.hu/files/ciankonf_100201_Fidrich_Robert.pdf (letöltve: 2017.06.27.)
- [9] FRENCH MINISTRY OF ENVIRONMENT: Polluted effluents released into the Cher River; http://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/wp-content/files_mf/FD_31236_StVictor_2005_ang.pdf (letöltve: 2017.06.27.)
- [10] ARIA: Lessons learnt from industrial accident; http://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/31236_en/?lang=en (letöltve: 2017.06.27.)

- [11] MUCZA N.: Fémekkel szennyezett felszíni víz kezelése bioszénnel; Budapesti Műszaki Egyetem, Budapest, 2015.
http://enfo.agt.bme.hu/drupal/sites/default/files/Mucza_Fémekkel%20szennyezett%20felsz%C3%ADni%20v%C3%ADz%20kezelése%20biosz%C3%A9nnel_tervez%C3%A9s.pdf (letöltve: 2017.06.29.)
- [12] TERRA ALAPÍTVÁNY: Cian és nehézfém-szennyezések a Tiszán; <http://www.terra.hu/cian/index.html> (letöltve: 2017.06.29.)
- [13] SIMON L.: Fitoremediáció; Környezetvédelmi füzetek; Budapest, 2004.
http://zeus.nyf.hu/~tkgt/konyvek/fitoremediacio_simon2004.pdf (letöltve: 2017.06.30.)