

ODKALIŠTĚ – POUČENÍ Z HAVÁRIÍ

Petr Trávníček

*Mendelova univerzita v Brně, Agronomická fakulta, Zemědělská 1, 613 00 Brno
e-mail: petr.travnicek@mendelu.cz*

Silvie Trávníčková

Mendelova univerzita v Brně, Lesnická a dřevařská fakulta, Zemědělská 1, 613 00 Brno

Luboš Kotek

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Technická 2, 616 69 Brno

František Babinec

RISCO, Hoblíkova 533/11, 613 00 Brno

Souhrn

Článek se zabývá problematikou bezpečnosti odkališť. V první části příspěvku jsou definovány základní pojmy vztahující se k odkalištím. Dále jsou uvedeny nejzávažnější havárie, které se udály v Evropě. Poté se příspěvek zaměřuje na popis konkrétní události, a to protržení hráze odkaliště v Maďarsku v obci Kolontár v roce 2010. Na závěr práce popisuje možný přístup hodnocení dopadu protržení hráze odkaliště na životní prostředí s využitím GIS aplikací a softwaru pro modelování šíření kontaminantu v podloží - Visual Modflow.

ÚVOD

Odkaliště lze definovat jako inženýrskou stavbu, vytvářející prostor pro ukládání odpadů dopravovaných zpravidla hydraulicky plavením pomocí vody (potrubím v podobě suspenze vody a fluidních popelovin), někdy i suchou dopravou transportními dopravníky nebo nákladními auty a rozplavováním až v místě ukládání. Ukládané odpady jsou zpravidla odpadními produkty elektráren a tepláren (škvára a popel, případně i další vedlejší produkty odsiřování) nebo produkty úpraven rud (flotační kaly) nebo odpadní vody a kaly z chemických provozů. Sediment ukládaný uvnitř hrázového systému odkaliště je rozmanitý geomateriál s vysokou pórovitostí, metastabilní strukturou s anizotropií filtračních a pevnostních charakteristik v závislosti na množství vody, jednak vázané uvnitř vlastního odpadu, tak volné vody akumulované v prostoru odkaliště [1]. Podle zákona č. 254/2001 Sb. jsou stavby odkališť vodními díly. Odkaliště jsou součástí energetických zařízení o velkých výkonech, metalurgických provozů, dobývacích území nebo chemických zařízení.

Materiál ukládaný v odkalištích může mít různé vlastnosti, jsou zde ukládány jak materiály, které jsou toxické pro životní prostředí, tak i materiály, které zvýšené riziko pro životní prostředí nepředstavují. Z hlediska technickobezpečnostního dohledu se obecně vodní díla zařazují do kategorií I – IV. Podle vyhlášky č. 471/2001 Sb. se zařazení vodního díla do jedné ze čtyř kategorií provádí podle velikosti možných škod, ke kterým může dojít při poruše stability a bezpečnosti vodního díla doprovázené vznikem povodňové vlny zvláštní povodně. V tabulce č. 1 jsou uvedena vybraná odkaliště nacházející se na území České republiky.

Tabulka č. 1: Odkaliště nacházející se na území České republiky [2]

Kraj	Název VD	Kategorie VD	Tok
Jihočeský	Hodějovice	III	-
Jihočeský	Mydlovary	III	-
Karlovarský	Nové Chalupy	III	-
Karlovarský	Ostrov (Odkaliště II)	III	Podlesní potok
Kralovéhradecký	Dolní Radechová	III	pp. Radechovky
Královéhradecký	Debrné	III	Debrnka
Kralovéhradecký	Trutnov (Odkaliště TDK IV/3)	III	-
Liberecký	Odkaliště I. a II. etapa Stráž pod Ralskem	II	Luční strouha
Pardubický	Dříteč	III	-
Pardubický	Lhotka	II	-
Pardubický	Semtín č. 7	II	-
Pardubický	Chvaletice I	III	-
Plzeňský	Božkov	III	Božkovský potok
Středočeský	Panský les	II	-
Středočeský	Odkaliště Spolana	III	-
Středočeský	Bytíz I	III	Bytízský potok
Středočeský	Rýzmburk	III	Rýzmburský potok
Ústecký	Odkaliště A III (Kadaň)	III	-
Ústecký	Ušák	II	-
Ústecký	SEPAP č. 4 (Litoměřice)	III	-
Ústecký	Třískolupy	III	-
Ústecký	Barbora III	III	-
Vysočina	Dolní Rožínka	II	-
Vysočina	Zlatkov	II	-

Z tabulky je patrné, že na území České republiky se nacházejí odkaliště kategorie II a III. Vodní dílo kategorie I, které je provozováno jako odkaliště, se na území České republiky nenachází. U vodních děl kategorie III se předpokládá ohrožení desítek až stovek lidí a předpokládají se ztráty na životech. Škody na životním prostředí nepřekračují význam vyššího územního samosprávného celku. U děl kategorie II jsou ohroženy stovky až tisíce lidí a předpokládají se ztráty na životech. Škody na životním prostředí překračují význam vyššího územního samosprávného celku.

Povinností provozovatele je provádět u zařazených vodních děl technickobezpečnostní dohled. Technickobezpečnostní dohled (TBD) nad vodními díly je definován jako odborná činnost, která pomocí monitorování a vyhodnocování zjišťuje technický stav vodních děl z hlediska jejich bezpečnosti, stability a provozní spolehlivosti, možných příčin poruch a jejich následků. Péče o bezpečnost je souhrnem opatření k odstranění nebo snížení rizik, jež vodní díla představují svojí existencí, provozem a technickým stavem. Napomáhá předcházet poruchám a možným hospodářským škodám nejen na vlastních dílech, ale i v přilehlém území pod nimi. Hlavním cílem je zabránit ohrožení lidských životů a vzniku materiálních ztrát, škod z užitku a ohrožení životního prostředí v důsledku selhání a havárie díla [1].

Technickobezpečnostní dohled u vodních děl kategorie II se provádí sledováním nepřiměřených změn. Nepřiměřenou změnu, je možno odvodit z jiného jevu nebo souhrnného jevu, jako například z celkových průsaků a deformací nebo posunů. Měření se zpravidla soustřeďuje do charakteristických profilů. Zjišťují se jen takové povětrnostní a provozní poměry, které bezprostředně objasňují sledované jevy a skutečnosti [3]. Technickobezpečnostní dohled u vodních děl kategorie III se provádí hodnocením jevů, skutečností a jejich vývoje, zjištěných zpravidla při obchůzkách. Z běžných měření

se zavádí měření průsaků, popřípadě tlaků vody a měření celkových deformací na povrchu určeného vodního díla. Z povětrnostních a provozních poměrů se zjišťují hladiny vody a průtok vody v nádrži, teploty vzduchu a srážky [3].

Odkaliště nebezpečných látek jsou také obecně od roku 2006 zařazeny pod oblast zákona o prevenci závažných havárií (pokud jsou na odkališti umístěny a skladovány nebezpečné látky). Problém odkališť a obecně míst, kde je uloženo velké množství nebezpečných látek, však dosud nebyl jasně vyřešen. To dokládá např. případ Lhenice, kde vyplavované látky zamořují povrchové i podzemní vody, bezpečnostní dokumentace přesto není dosud zpracována.

Havárie na hrázích odkališť v Evropě nejsou příliš obvyklé. K nejzávažnější havárii na území České republiky došlo v roce 1982 ve společnosti Spolana Neratovice. Příčinou protržení hráze byl silný vítr, průleh hráze a vyšší akumulace vody, nedostatečná úroveň TBD dozoru. Odhad množství uniklého popílku byl cca 15 000 t [4]. Nejznámější havárie z poslední doby, které se udály v Evropě, je potom havárie v rumunském Baia Mare v roce 2000, protržení hráze odkaliště v maďarském Kolontáru v roce 2010 nebo havárie na odkališti ve finském městě Sotkamo v roce 2012.

Výběr některých havárií na odkalištích z poslední doby, které se staly ve světě, jsou potom uvedeny v tabulce č. 2.

Tabulka č. 2: Výběr havárií na odkalištích ve světě [5]

Datum	Místo	Druh průmyslu	Typ incidentu/příčina	Únik	Dopad havárie
21. 11. 2015	Bento Rodrigues, Brazílie	Těžba železné rudy	Protržení dvou hrází odkališť, které jsou umístěny za sebou. Z prvních výsledků vyšetřování vyplývá, že se pravděpodobně protrhla nejdříve první a posléze vlivem nárazové vlny další.	62 mil. m ³	Zaplavení města Bento Rodriguez, bylo zničeno 158 domů. Usmrceno nejméně 17 osob a 2 jsou nezvěstní. Uniklý materiál znečistil řeku Gualaxo, Carmel a Rio Doce v délce min. 663 km. Bylo zničeno 15 km ² podél řek. Obyvatelé žijící v okolí nemají přístup k pitné vodě.
7. 8. 2014	Buenavista del Cobre, Mexiko	Těžba měděné rudy	Příčinou havárie mohlo být selhání těsnění PE potrubí v jednom z odkališť. Majitel zároveň používal zařízení před dokončením a neměl potřebná povolení k provozu tohoto zařízení. [6]	40 tis. m ³ síranu měďnatého	Znečištění řek Bacanuchi a Sonora. Na pobřeží těchto řek žije až 800 000 tisíc lidí, kterých se tato havárie dotýká.
4. 8. 2014	Mount Polley mine, Kanada	Těžba zlatonosných rud	Poškození hráze.	7,3 milionů m ³ hlušiny, 10,6 milionů m ³ vody, a 6,5 milionů m ³ intersticiální vody*	Uniklý materiál kontaminoval vodu v přilehlém jezeře Polley. Následně kontaminovaná voda unikla potokem do jezera Quesnel.

* intersticiální voda je definována jako voda, která zabírá volný prostor mezi částicemi sedimentu

Problematika příčin havárií na odkalištích je velmi široká. Z tohoto důvodu bude práce zaměřena na havárii na hrázi odkaliště v maďarské obci Kolontár, tedy místo, které je geograficky k České republice velmi blízko. V práci budou následně popsány podrobněji příčiny havárie, následky a doporučení plynoucí z této havárie.

Havárie na hrázi odkaliště v obci Kolontár (Maďarsko)

K havárii došlo 4. října roku 2010 v blízkosti města Ajka nacházející se v župě Veszprém, ve vzdálenosti přibližně 160 km na jih od Budapeště. Nejvíce postiženým sídlem byla obec Kolontár a město Devecser. Odkaliště bylo součástí zařízení zpracovávajícího bauxitové rudy za účelem výroby oxidu hlinitého. Zařízení patří společnosti MAL Magyar Alumínium Termelő és Kereskedelmi Zrt. Materiál v odkališti, tzv. „červený kal“, vzniká jako odpadní produkt z výroby oxidu hlinitého. Charakteristická červená barva je dána přítomností hydroxidů železa. Jednalo se o vysoce zásaditý produkt s hodnotu až pH 13 [7] obsahující různé nebezpečné látky pro životní prostředí jako například arzén, rtuť, chrom apod. Nicméně v Maďarsku tento druh materiálu nebyl v roce 2010 klasifikován jako nebezpečný odpad [8]. Podobná havárie se ještě nikdy v hliníkárenském průmyslu neudála [8].

Průběh havárie

- **4. října 2010**, v 12:25: došlo k protržení hráze odkaliště. První hasičský záchranný sbor dorazil na místo havárie po 8 minutách a začínají záchranné práce. Ihned je poskytnuto náhradní ubytování osobám, které v průběhu havárie přišly o své domovy.
- **5. října 2010**: jako prevence a ochrana kvality vod byl aplikován do řek Marcal a Dunaj dusičnan vápenatý a dusičnan hořečnatý. Začal sběr a likvidace uhynulých těl zvířat.
- **8. října 2010**: pod Petőfiho mostem přes řeku Rába bylo naměřeno pH 8,8. Průměrná hodnota 8,0 byla naměřena v Dunaji. Na mnoha místech řeky Marcal se pH pohybovalo pod hodnotou 9,0.
- **12. října 2010**: postavena třetí ochranná hráz.
- **13. října 2010**: počet úmrtí při samotné katastrofě i následně v nemocnici dosáhl 9 lidí. Zrušen příkaz k evakuaci poté, co byla dokončena ochranná bariéra chránící obyvatelé města Devecser.
- **15. října 2010**: první obyvatelé se vracejí zpět do obce Kolontár.

Následky havárie

V průběhu havárie došlo ke kontaminaci údolí potoku Torna a řeky Marcal, následně kontaminovaná voda vtekla do řeky Rába. Odtud kontaminovaný materiál byl odplaven až do řeky Dunaj. Ve všech řekách došlo k určitému stupni destrukce vodního života. V potoku Torna a částečně v řece Marcal byl veškerý vodní život zničen. Při katastrofě zahynulo celkem 10 lidí a 150 bylo lehce či těžce zraněno (číslo zahrnuje místní obyvatele i členy záchranných týmů). Uniklý alkalický kal kontaminoval území o ploše přibližně 1000 akrů, to znamená tedy 900 000 až 1 000 000 m³ půdy [8]. Maďarské úřady uložily v roce 2012 hliníkárenské společnosti MAL za způsobené škody pokutu 135,1 miliardy forintů (takřka 12 miliard korun). V důsledku toho stát nad firmou převzal kontrolu [9]. Dosud nebyl nikdo odsouzen.

Soudní proces

V souvislosti s tragédií byl obžalován generální ředitel společnosti MAL a spolu s ním dalších 15 manažerů. Důvodem bylo lidské selhání při údržbě a kontrole odkaliště. V druhé polovině roku 2015 soud změnil obžalobu. Podle soudu, který se opíral o znalecké posudky statiků, způsobila katastrofu nestabilita podloží. "Katastrofa byla jen otázkou času," uvedl u soudu jeden ze znalců. Soud se usnesl na tom, že obžalovaní vzhledem ke stavu dokumentace a k platným povolením pro provoz skládky neměli objektivní možnost vznik havárie předvídat [9] (informace o příčinách havárie jsou uvedeny v následujícím odstavci). Dne 28. 1. roku 2016 přinesly sdělovací prostředky zprávu (např. [9]), že soud v maďarském městě Veszprém zprostil viny všech patnáct osob obžalovaných kvůli havárii. Prokurátor se proti rozsudku na místě odvolal. Podle komentátora Českého rozhlasu nemůže být v tuto chvíli ale nikdo klidný, protože soudy druhé instance často v Maďarsku rozhodují opačně, jak soudy instance první.

Příčiny havárie

V březnu roku 2011 byla vydána souhrnná zpráva o tragédii v obci Kolontár s názvem The Kolontár Report - Causes and Lessons from the Red Mud Disaster [8]. Tato souhrnná zpráva k příčinám havárie říká, že není možné určit jedinou příčinu katastrofy – existuje jich několik. Příčiny podle zprávy jsou následující:

- 1) Podmínky privatizace: Investor získal zařízení za relativně malou částku. Závazky vůči sledování dopadu zařízení na životní prostředí nebyly řádně ve smlouvách vymezeny. Vznikl zde tak prostor pro zanedbávání monitoringu. Navíc příslušné orgány vícekrát schválily odložení zmíněných povinností.
- 2) Nedostatky v monitorování škod na životním prostředí: privatizační smlouvy obsahovaly závazek k omezení škod zařízení na životním prostředí. Závazek o realizaci monitoringu byl vymezen nedůsledně. Nebyla k dispozici podrobná dokumentace o monitoringu. Jako důkaz byly reprezentovány pouze faktury.
- 3) Zastaralá technologie: Při vzniku odkališť v dotčené lokalitě byla mokrá cesta likvidace odpadu stále velmi rozšířená, nicméně už v té době byly k dispozici technologie využívající suchou cestu, které jsou bezpečnější.
- 4) Nevhodná klasifikace „červeného kalu“ v době kdy bylo udělováno integrované povolení. Červený kal nebyl klasifikován jako nebezpečný odpad.
- 5) Zanedbání povinností příslušných správních orgánů: po katastrofě, na žádost soudu muselo být vyjasněno, který správní orgán má na starosti vydání povolení pro stavbu hráze odkaliště a provádění inženýrské kontroly dokončené stavby.
- 6) Sléhání hráze odkaliště: satelitní snímky jasně ukazují, že hráz na některých místech klesala rychlostí až 1 cm za rok. To vytvářelo smykové napětí přesně na místo, kde nakonec došlo k rozlomení hráze. K samotnému sléhání hráze mohlo dojít v důsledku výstavby hydraulické stěny. Nicméně přestože satelitní snímky byly k dispozici, nebyla provedena inspekční kontrola hráze odkaliště.
- 7) Zanedbání povinností úředníků příslušných úřadů: několik nevládních organizací si před havárií stěžovalo na nedostatky v ochraně životního prostředí a neschopnost v provádění technických inspekcí. Jejich připomínky neměly žádné praktické důsledky.

Mezi bezprostřední příčiny havárie se řadí především dlouhotrvající deště na území Maďarska, které v té době panovaly. Extrémní množství srážek a intenzita deště měly v roce 2010 za následek vytvoření lagun na zemědělsky využívaných plochách a také povodně v oblastech, kde se do té doby nevyskytovaly. Enormní množství srážkové vody, která dopadla na hladinu odkaliště, zvýšilo tlak na hráz odkaliště a společně s vodní erozí vytvořily podmínky pro protrhnutí hráze.

Důvody těžkých zranění a smrtelných úrazů byly především dva. Tím prvním byla hmotnost, rychlost a množství látky při povodňové vlně. To byl také důvod fyzických škod na domech obyvatel přilehlé obce, na silnicích a železnicích. Druhým důvodem byla vysoká alkalita látky. To způsobilo závažné poleptání některých osob [8].

Doporučení

Doporučení vyvozené na základě zkušeností z havárie v obci Kolontár a matematických modelů, které byly z havárie odvozeny, jsou podle zprávy „The Kolontár accident“ následující [8]:

- 1) Důkladná revize plánů krizového řízení pro zařízení s vysokým rizikem pro životní prostředí.
- 2) Diferencování hodnot limitních ukazatelů pro kovy a jiné toxické látky. Tyto limity je třeba stanovit s ohledem na plochy kontaminované průmyslovou činností (těžba rud a jejich zpracování, chemický průmysl, atd.). Tyto limity by měly být přizpůsobeny také s ohledem na pozdější využití půdy. Na rozdíl od dosavadní praxe by zmíněné požadavky měly zajistit, že měřítkem hodnocení environmentálních rizik nebudou jen limitní hodnoty odpadních kalů.
- 3) Pokud nastane nehoda na zařízení a vzniká tím podezření, že technologie je nebezpečná, měly by být přijata taková opatření, aby nebylo uděleno žádnému podobnému zařízení povolení, dokud se technologie nezmění takovým způsobem, který sníží rizika pro životní prostředí.

Prevence havárií odkališť

Prevence havárií odkališť je především zajišťována technickobezpečnostním dohledem, který je povinen provozovatel vodního díla provádět, jak je blíže popsáno v úvodní části práce. Jsou prováděny i mimořádné kontroly odkališť, jako například v roce 2010 po havárii na odkališti v Maďarsku v obci Kolontár [1]. Dohled se provádí zpracováním programu dohledu, pozorováním a měřením určených jevů a skutečností stanovených programem dohledu, obchůzkami, zpracováním zpráv o dohledu s návrhy opatření k odstranění zjištěných nedostatků, prohlídkami a hodnocením výsledků všech pozorování a měření [3]. Dohled se liší v závislosti na určené kategorii vodního díla. Nedílnou součástí kategorizace je i hodnocení škod. Pro tento účel Ministerstvo zemědělství vydalo metodický pokyn č. 1/2010. Hodnocení potenciálních škod způsobených havárií hráze odkaliště je tedy nedílnou součástí prevence.

Možnosti modelování škod při havárii odkaliště

V souladu s metodickým pokynem č. 1/2010 potenciál škod zahrnuje ohrožení lidských životů průlomovou vlnou, škody přímé a nepřímé (např. poškození environmentu) a také ztráty užitku vyřazením určeného vodního díla.

Škody se určují na základě výpočtu rozlohy území, které je ohroženo průlomovou vlnou. Jedná se o velmi složitý výpočtový problém, který je řešen nejčastěji pomocí parciálních diferenciálních rovnic. Pro tento účel existují specializované softwary. Metodický pokyn například zmiňuje softwary HEC-RAS, MIKE nebo FESWMS). Pro prezentaci výsledků je vhodné tyto softwary kombinovat s nástavbami v prostředí GIS. V dalším odstavci je uveden příklad přístupu v modelování poškození environmentu v případě havárie odkaliště obsahující toxické látky.

GIS aplikace ve spojení s Visual Modflow

V první fázi modelování dopadů havárie na životní prostředí je třeba určit zasažené území, které je zaplaveno po havárii na hrázi. Pro orientační výpočet lze využít GIS aplikaci. Výhodou je rychlost výpočtu, nevýhodou oproti specializovaným softwarům menší přesnost modelu. Přínosem GIS aplikace je vyhodnocení vlivu reliéfu na záplavové území. Pro tento účel lze využít ESRI platformu ArcGIS. Cílem je jednoduchými nástroji tohoto softwaru získat polohu a rozlohu území ohroženého záplavou unikajícího kalu.

Pro modelování jsou použita data o nadmořských výškách oblasti, pro nejpřesnější výsledky podrobné digitální modely terénu. Z ArcGIS Toolbox využijeme zejména nástroje Spatial Analystu a další běžné nástroje dostupné v základní licenci softwaru. Model záplavového území je založen na vyhledání směrů a akumulčních zón povrchového odtoku, tyto údaje budou představovat pravděpodobný směr šíření záplavové vlny. Dále v určeném intervalu budou vytvořeny příčné profily nově vznikajícího koryta, kolmé na údolnici. V každém profilu bude vypočítána výška hladiny podle objemového průtoku unikající vody. Získané ohrožené území bude opraveno vrstvou nadmořských výšek terénu a také údaji o proudění kalu, na jejichž základě bude vytvořena vrstva různých rychlostí proudění v různých částech nově vznikajícího koryta. Vrstvy se zkombinují a získá se tak pravděpodobné maximální území zasažené záplavou.

Stanovením polohy a maximální varianty rozlohy ohroženého území budou získány data vstupující do výpočtů v softwaru Visual Modflow. Visual Modflow je jeden ze standardně používaných softwarových nástrojů, který se využívá pro numerickou simulaci trojrozměrného proudění podzemních vod a šíření kontaminantu v nich. Jednou z aplikací tohoto softwaru je i odhad šíření kontaminantu v podzemních a povrchových vodách v případě havárie s environmentálními dopady. Pro řešení těchto úloh software využívá modely určené pro výpočet trojrozměrného proudění porézním prostředím a modely určené pro výpočet šíření kontaminantu [12].

Pro modelování šíření kontaminantu v porézním prostředí lze využít také výstupy ze zpracovaných posudků pro zařazení vodních děl do kategorií z hlediska technickobezpečnostního dohledu.

Reference

- [1] Svitáková, I. (2010). Hasiči provedli mimořádné kontroly odkališť. BOZPinfo. Dostupné na: http://www.bozpinfo.cz/utf/knihovna-bozp/citarna/clanky/prevence_havarii/hzs_odkaliste10.html
- [2] Ministerstvo zemědělství (2015). Souhrnná evidence zařazení vodních děl do I. – III. kategorie. z hlediska technickobezpečnostního dohledu. Dostupné na: http://www.dppcr.cz/prilohy/vd_1-3.pdf
- [3] Vyhláška č. 471/2001 Sb., o technickobezpečnostním dohledu nad vodními díly.
- [4] ČIŽP. Příklady významných vodohospodářských havárií od r. 1964. Dostupné na: <http://www.cizp.cz/Havarie-na-vodach>
- [5] WISE. Chronology of major tailings dam failures. Dostupné na: <http://www.wise-uranium.org/mdaf.html>
- [6] Trevizo, P., Lopez, L. (2014). Mexican authorities pinpoint cause of mine spill. Tucson. Dostupné na: http://tucson.com/news/science/environment/mexican-authorities-pinpoint-cause-of-mine-spill/article_f4331f84-50da-11e4-93fc-a7c2e6251576.html
- [7] Szabová, L. (2010). Ekologická katastrofa v Maďarsku. Enviromagazin. Dostupné na: http://www.sazp.sk/slovak/periodika/enviromagazin/enviro2010/enviro5/05_ekologicka.pdf

[8] Adám, J., Bánvölgyi, G., Dura, G., Grenczy, G., Gubek, N., Gutper, I., Simon, G., Szegfalvi, Z., Székács, A., Szépvölgyi, J., Ujlaky, E. (2011). The Kolontár Report - Causes and Lessons from the Red Mud Disaster. Dostupné na: <http://lehetmas.hu/wp-content/uploads/2011/05/Kolontar-report.pdf>

[9] ČTK (2016). Maďarský soud zprostil viny obžalované z havárie hliníkárný. Ekolist. Dostupné na: <http://ekolist.cz/cz/zpravodajstvi/zpravy/madarsky-soud-zprostil-viny-obzalovane-z-havarie-hlinikarny>

[10] Metodický pokyn Ministerstva zemědělství č. 1/2010 Sb. k technickobezpečnostnímu dohledu nad vodními díly.

[11] Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách.

[12] Trávníček, P., Vítěz, T., Junga, P. (2012). Modelování šíření kontaminantu v akviféru při havarijním úniku. In APROCHEM 2012. s. 275--281. ISBN 978-80-02-02376-0.