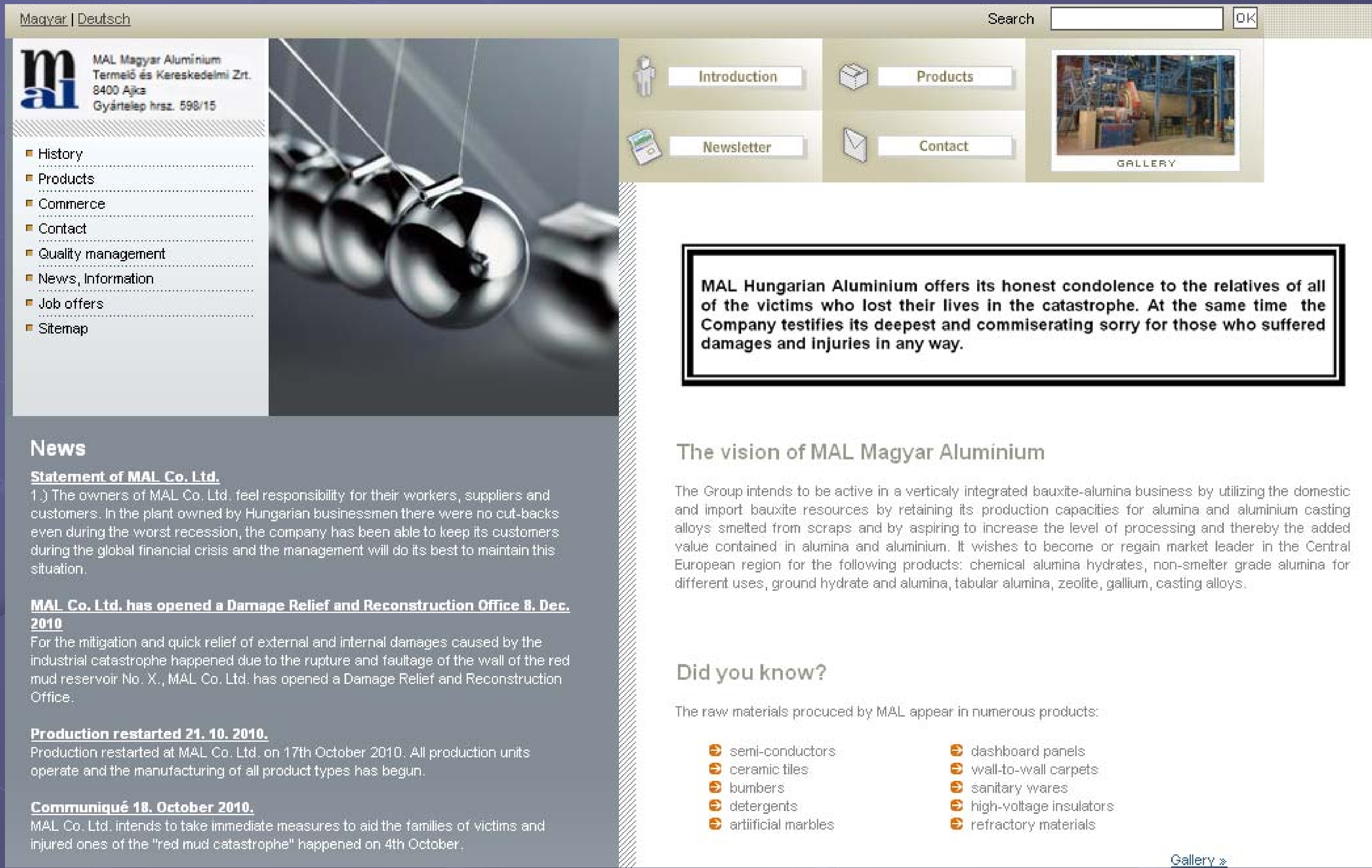
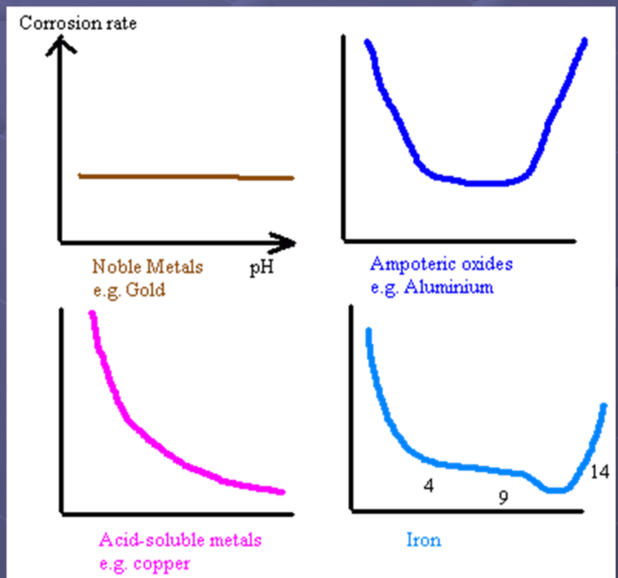
Ekologická katastrofa na západě Maďarska

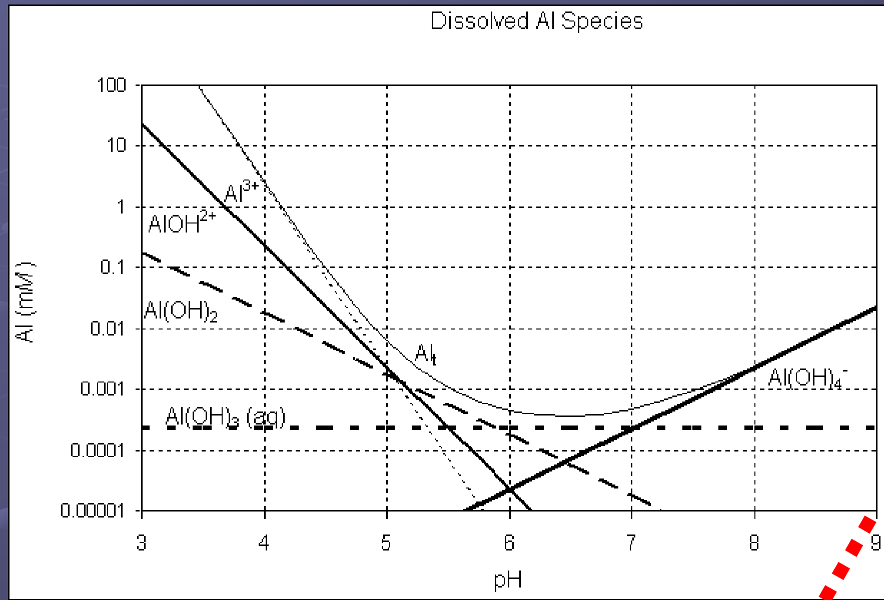
Devecsér, Kolontár, Somlóvásárhely

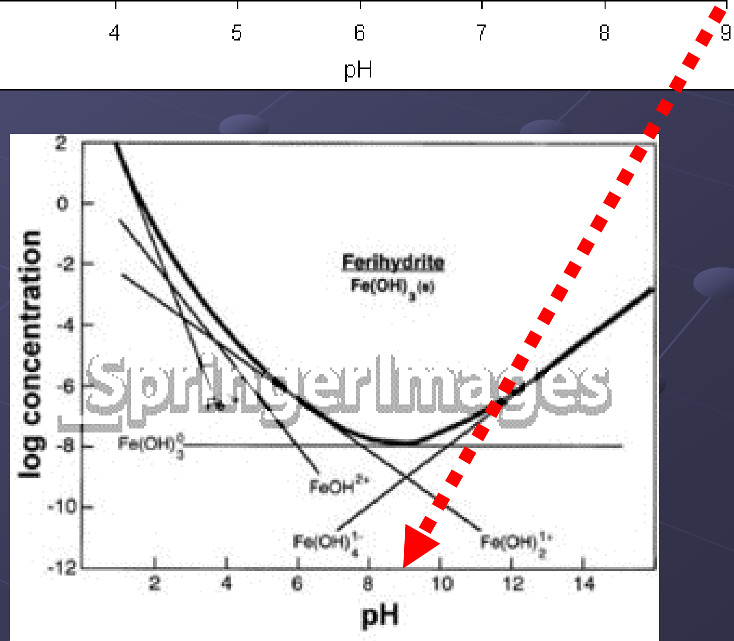
MAL Magyar Aluminum



Těžba bauxitu a princip zpracování







Reakce

- alkalický způsob výroby:

$$Al_2O_3 + 2NaOH \rightarrow 2NaAlO_2 + H_2O, \quad (1)$$
$$Al_2O_3 + Na_2CO_3 \rightarrow 2NaAlO_2 + CO_2. \quad (2)$$

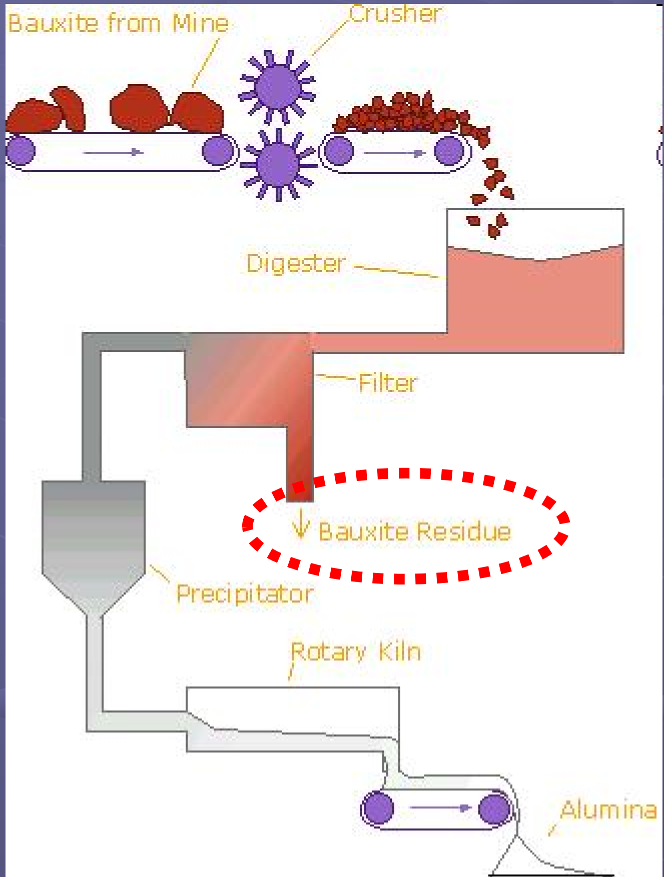
Roztok hlinitanu sodného se odděluje od sraženiny, tzv. červeného kalu, složeného hlavně z oxidů a hydroxidů křemíku, železa a titanu. Roztok hlinitanu sodného se potom rozkládá a vylučuje se čistý hydroxid hlinitý. Ten se odfiltruje a alkalický roztok se po úpravách vrací zpět do procesu. Hydroxid hlinitý se pak při vysokých teplotách kalcinuje za účelem odstranění vody a proměny na suchý, čistý a nehygroskopický α–Al_2O_3 vhodný k výrobě kovového hliníku.

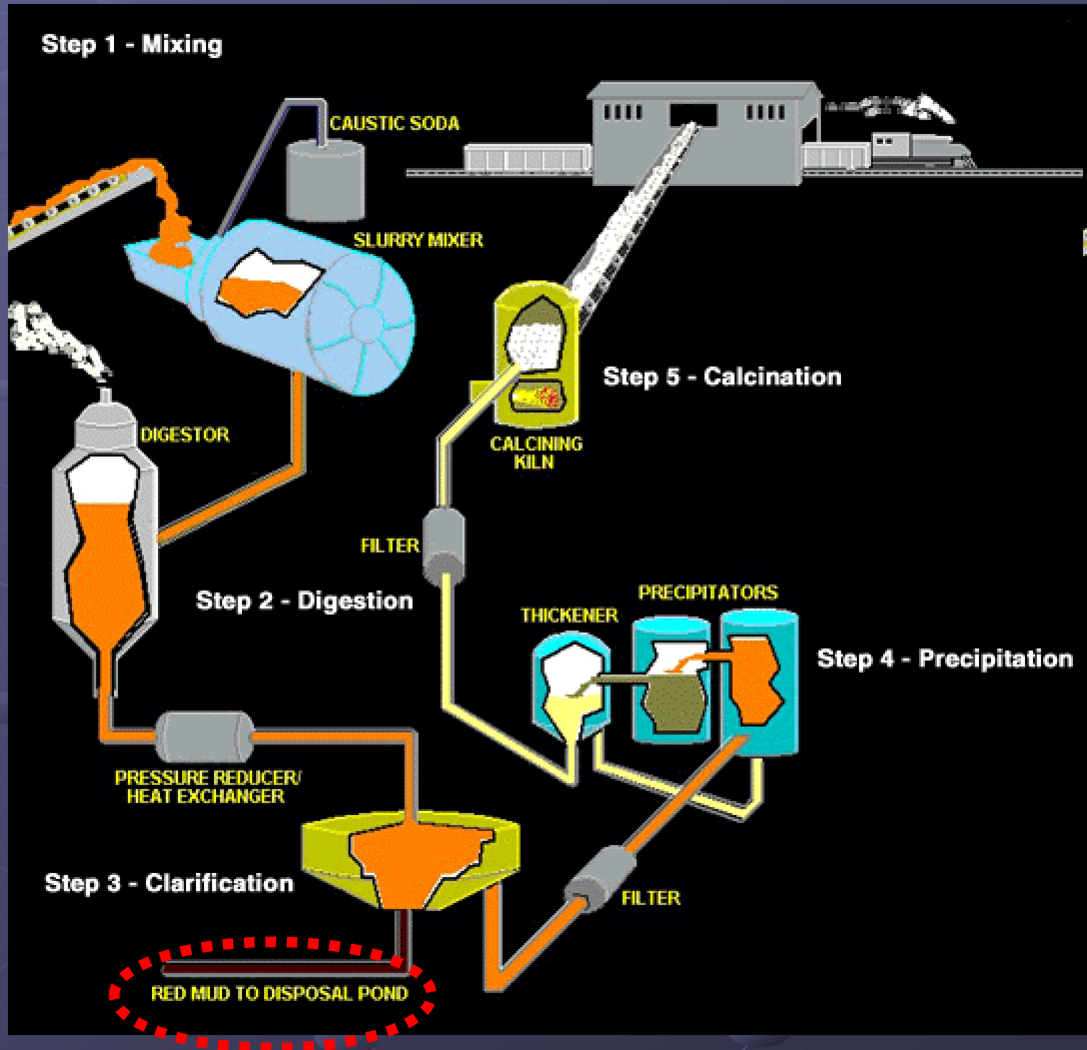
- kyselý způsob výroby:

$$Al_2O_3 + 3H_2SO_4 \rightarrow Al_2(SO_4)_3 + 3H_2O,$$
$$Al_2O_3 + 6HCl \rightarrow 2\ AlCl_3 + 3H_2O.$$

Rozkladem získané soli se uvolňuje hydroxid hlinitý a jeho vyžíháním bezvodý oxid hlinitý.

Zpracování - Baeyrův proces



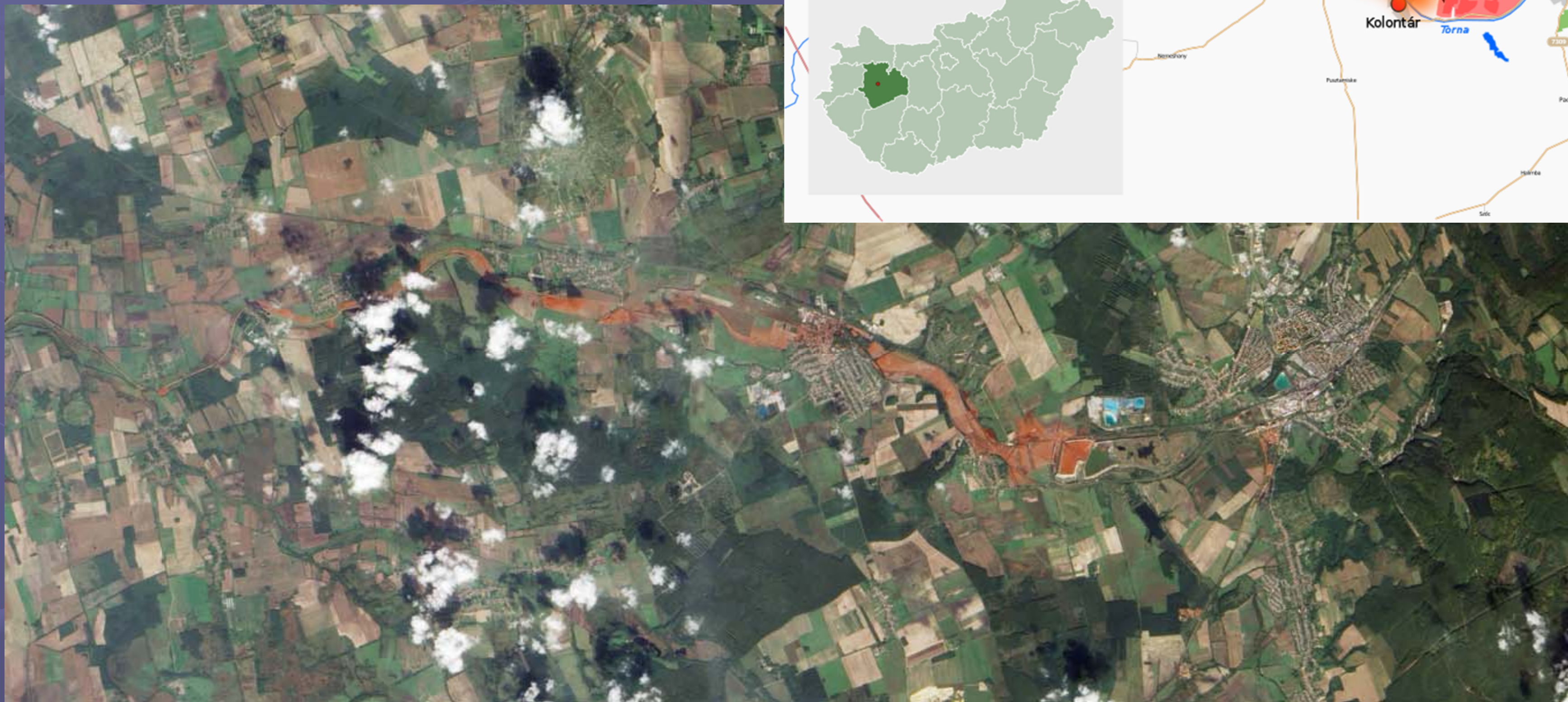


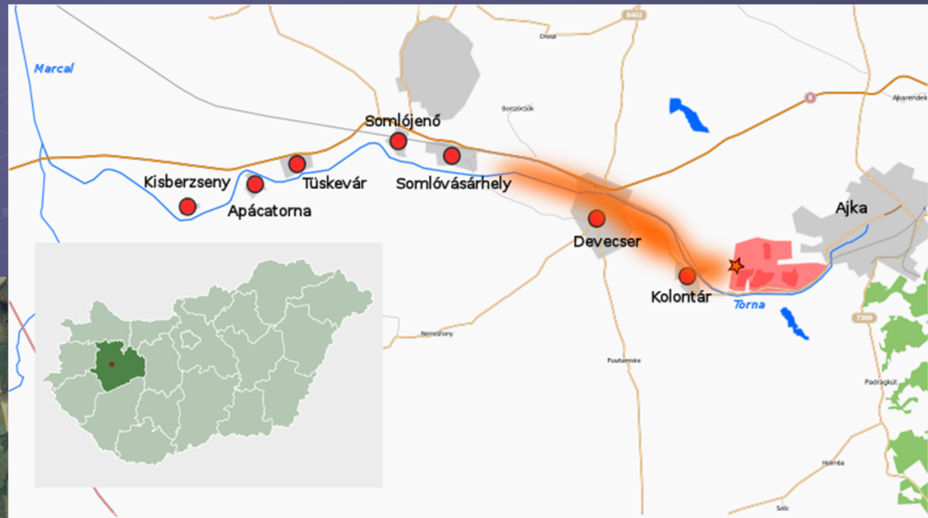
Red mud disposal pond - odkaliště

Fakta o katastrofě

- v pondělí 4. října 2010 - protržení hráze odpadní jímky u továrny na zpracování bauxitu
- uniklo m^3 600-700 tis. toxického kalu
- red mud (červené bahno) zaplavilo území o rozloze cca 40 km^2.
- 7 lidí zahynulo, více než 150 utrpělo zranění
- ve třech zasažených obcích Devecsér, Kolontár, Somlóvásárhely bylo zničeno asi 300 domů, 500 lidí bylo evakuováno.
- uniklý kal usmrtil všechen život v potoce Torna kde pH dosahovalo až 13.5 !!!
- budovaly se zábrany na řekách a byla prováděna neutralizace kyselinou octovou
- také byl použit sádrovec jako sorbent
- velký objem vody v řece ředění...

Satelite snímek – oblast Ajka





Zdroj: INTERNET

Co to je „red mud“?

Component	Bauxite	Red mud	Red mud IAI values*
Al_2O_3	47,6%	16,9%	10-20%
SiO_2	9,7%	10,1%	3-50%
Fe_2O_3	21,8%	39,7%	30-60%
TiO_2	2,7%	8,5%	traces-10 (25)%
Na_2O	0,2%	4,8%	2-10%
CaO	0,7%	8,9%	2-8%

*Table 1. Average chemical composition of bauxite (n=651) and red mud (n=125) based on a worldwide review. Last column shows global red mud composition as minimum and maximum values according to the International Aluminium Institute (marked with *)*

Zdroj: G.JORDAN etal., EUROPEAN GEOLOGIST 32, 2011

[a] All values in mg kg^{-1}.

element	K1
Ca	53501
Mg	2982
K	737
Na	39218
Fe	210265
Al	75160
Si	27925
As	78.5
Ba	59.8
Be	9.1
Cd	4.0
Ce	473.2
Co	97.1
Cr	810.7
Cu	60.3
Ga	79.3
Li	57.5
Mn	2565.8
Mo	14.4
Ni	291.7
Pb	79.8
Sr	290.2
Ti	24848.2
U	338.5
V	891.2
Zn	175.2
Zr	628.9

MAYES WM et al.
Dispersal and Attenuation of Trace Contaminants Downstream of the Ajka Bauxite Residue (Red Mud) Depository Failure, Hungary
Environmental Science and Technology 45
2011

Změna chemismu vod

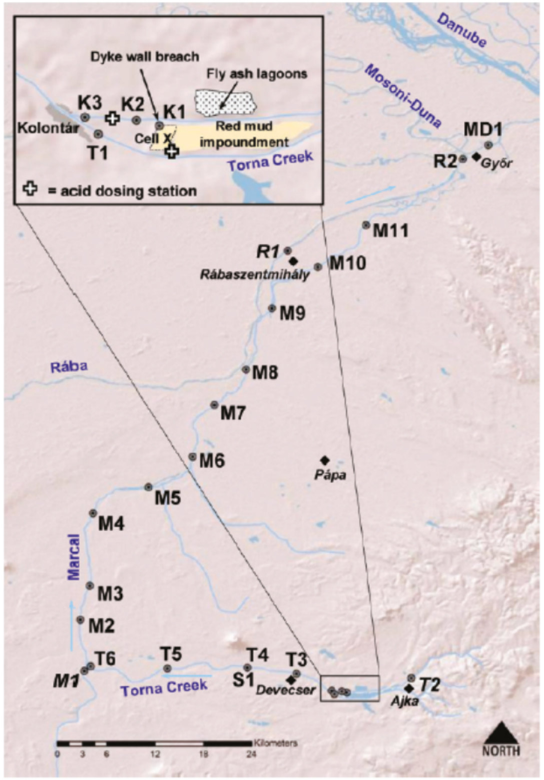
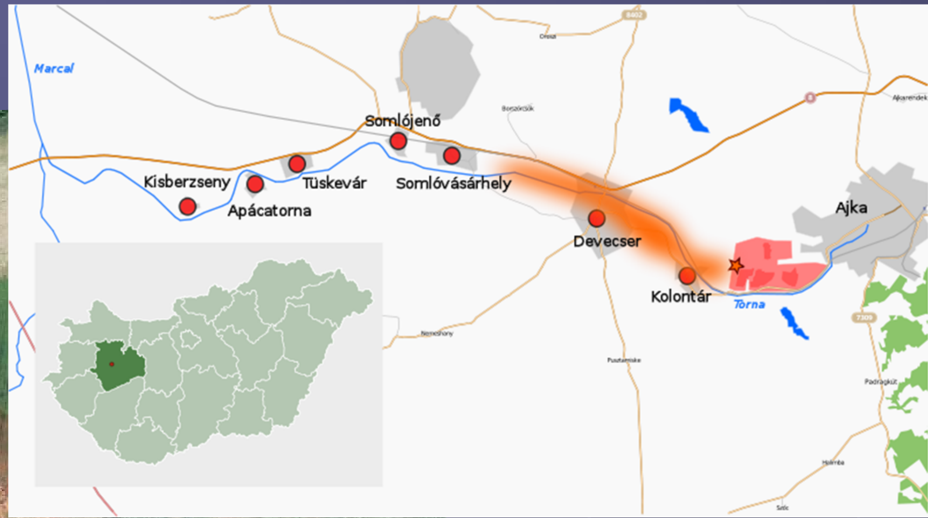


Figure 1. Location map of sample stations (circles). Centers of population shown with diamonds. Reference site labels in italics.

determinand	T2	K1	K2	K3	T1	T3
pH	8.30	13.06	10.50	10.08	8.40	8.34
temperature (°C)	2.8	3.6	4.2	3.9	5	3.3
specific conductance (μS cm^{-2})	825	162900	3597	1715	1448	1505
ORP (V)	0.125	0.023	0.057	0.003	0.033	0.054
mean velocity (m s^{-1})	0.81	<0.01	0.76	0.21	1.27	1.70
major ions/elements mg L^{-1}						
trace elements (μg L^{-1})						
As	<0.1	3926 (3612)	224 (156)	181 (147)	108 (29)	124 (1)
B	<2	1009 (900)	30 (30)	<2	<2	<2
Ba	50 (46)	297 (1)	34 (3)	14 (3)	45 (33)	39 (23)
Be	<0.1	46 (<0.1)	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Cd	<0.1	59 (53)	3 (<0.1)	<0.1	<0.1	2 (<0.1)
Co	<1	17 (<1)	<1	<1	<1	<1
Cr	<0.1	356 (49)	1.2 (0.9)	5.8 (4.5)	8.7 (5.6)	6.6 (4.3)
Cu	3 (2)	390 (310)	15 (9)	18 (14)	5 (2)	5 (3)
Fe	346 (<10)	10212 (<10)	1080 (<10)	610 (<10)	760 (<10)	380 (<10)
Ga	12 (11)	2350 (2340)	129 (120)	122 (117)	79 (31)	72 (39)
Li	4 (4)	303 (27)	215 (213)	197 (197)	22 (19)	37 (36)
Mn	84 (39)	9894 (<1)	130 (3)	77 (8)	208 (67)	205 (87)
Mo	19 (11)	5443 (4114)	405 (398)	420 (416)	77 (74)	155 (152)
Ni	5 (<1)	267 (36)	6.7 (4.5)	6.9 (4.6)	9.0 (6.0)	8.6 (6.1)
Pb	12 (2)	<1	0.00 (0.01)	<1	<1	<1
Si	3389 (3211)	499248 (668)	4473 (1524)	2635 (1044)	3808 (2885)	3644 (2588)
Sr	251 (241)	8819 (2)	334 (153)	165 (107)	909 (848)	755 (711)
V	<1	6398 (5709)	334 (323)	347 (343)	66 (26)	103 (60)
W	<5	510(483)	19 (10)	19 (9)	<5	<5
Zn	13 (10)	446 (49)	20 (2)	8 (1)	27 (14)	21 (16)

MAYES WM et al.
Dispersal and Attenuation of Trace Contaminants Downstream of the Ajka Bauxite Residue (Red Mud) Depository Failure, Hungary
Environmental Science and Technology 45
2011

oblast Ajka Kolontar



Zdroj: INTERNET

Fotodokumentace

Zdroj: INTERNET

Rozměr katastrofy

Zdroj: INTERNET

Zdroj: INTERNET

pH meter

Použití sorbentů

Zdroj: INTERNET

Zdroj: INTERNET

Fotodokumentace

Zprávy v tisku...

Greenpeace předložilo analýzy toxického bahna: neobvykle vysoké dávky arsenu a rtuti

Organizace kritizuje maďarskou vládu za zatajování informací

Říjen 08, 2010

▸ Vytisknout ▸ Poslat

Greenpeace odebírá vzorky červeného kalu v maďarské obci Kolontar, který unikl z místní hliníkárny.

▸ Zvětšit obrázek

PRAHA/BUDAPEST, International — Praha/Budapešť, 8. října 2010 – Červené bahno, které uniklo po havárii v hliníkárně v Kolontaru, je nejen žíravé, ale obsahuje i velké množství toxických těžkých kovů arsenu a rtuti. Odhalily to výsledky analýz vzorků bahna odebraných členy Greenpeace den po katastrofě. Analýzy provedly Rakouský Spolkový úřad pro životní prostředí a maďarská laboratoř Balint v Budapešti.

Greenpeace odebralo vzorky bahna den po katastrofě v Kolontaru a okamžitě je předalo nezávislým laboratořím. Naměřené hodnoty jsou překvapivě vysoké. „Očekávali jsme, že najdeme těžké kovy, ale množství arsenu a rtuti jsou překvapující – zejména koncentrace arsenu jsou přibližně dvojnásobné oproti obvyklým hodnotám," řekl Jan Freidinger, vedoucí toxické kampaně Greenpeace ČR.

Analýza prokázala, že bahno v Kolontáru obsahovalo 110 mg/kg arsenu, 1,3 mg/kg rtuti a 660 mg/kg chromu. S ohledem na celkový objem uniklého kalu by to znamenalo, že do životního prostředí mohlo uvolnit až 55 tun arsenu. V odebraném vzorku vody z kanálu v Kolontaru byl obsah arsenu 0,25 mg/l, což je 25krát více než je limit pro pitnou vodu.

Greenpeace kritizuje maďarskou vládu, která zjevně zatajuje před oběťmi havárie i před veřejností informace o objemu uniklých toxických látek. „Proč to musí být Greenpeace, kdo informuje oběti havárie i veřejnost o tom, jakým látkám a důsledkům čelí?" ptá se Herwig Schuster, expert Greenpeace na chemické látky, který se přímo účastnil odběrů v postižené oblasti. „Domníváme se, že maďarská vláda ví zcela přesně, co v tom bahně je. Maďarský premiér Viktor Orbán musí okamžitě předložit všechny dostupné informace a požadovat od hliníkárny a jejích bohatých vlastníků rozsáhlé kompenzace za škody způsobené postiženým obyvatelům i na životním prostředí."

Arsen je kumulativní toxická látka, která má schopnost hromadit se v lidském organismu a může způsobit poškození nervového systému člověka. Stejně tak rtuť, jež se může dostat do potravního řetězce zejména prostřednictvím ryb. Při vysokých hodnotách pH, tak jak je tomu u uniklého červeného bahna, jsou tyto látky relativně pevně vázány, avšak s klesajícím pH (např. v řekách) se může postupně uvolňovat ve větší míře.

Článek v odborném periodiku

Environmental Science & Technology

ARTICLE

pubs.acs.org/est

Dispersal and Attenuation of Trace Contaminants Downstream of the Ajka Bauxite Residue (Red Mud) Depository Failure, Hungary

William M. Mayes,*[†] Adam P. Jarvis,[‡] Ian T. Burke,[§] Melanie Walton,[†] Viktória Feigl,[‖] Orsolya Klebercz,[‖] and Katalin Gruiz[‖]

[†]Centre for Environmental and Marine Sciences, University of Hull, Scarborough, YO11 3AZ, U.K.

[‡]School of Civil Engineering and Geosciences, Newcastle University, Newcastle upon Tyne, NE1 7RU, U.K.

[§]School of Earth and Environment, University of Leeds, Leeds, LS2 9JT, U.K.

[‖]Department of Applied Biotechnology and Food Science, Budapest University of Technology and Economics, 1111 Budapest, St. Gellért sq. 4, Hungary

Supporting Information

ABSTRACT: This paper identifies the spatial extent of bauxite processing residue (red mud)-derived contaminants and modes of transport within the Marcal and Rába river systems after the dike failure at Ajka, western Hungary. The geochemical signature of the red mud is apparent throughout the 3076 km² Marcal system principally with elevated Al, V, As, and Mo. Elevated concentrations of Cr, Ga, and Ni are also observed within 2 km of the source areas in aqueous and particulate phases where hyperalkalinity (pH < 13.1) is apparent. Although the concentrations of some trace elements exceed aquatic life standards in waters (e.g., V, As) and fluvial sediments (As, Cr, Ni, V), the spatial extent of these is limited to the Torna Creek and part of the upper Marcal. Source samples show a bimodal particle size distribution (peaks at 0.7 and 1.3 μm) which lends the material to ready fluvial transport. Where elevated concentrations are found in fluvial sediments, sequential extraction suggests the bulk of the As, Cr, Ni, and V are associated with residual (aqua-regia/HF … environment. However, at some depositional hotspots, association of As, Cr, an…

INTRODUCTION

The dike breach at the bauxite processing residue (red mud) depository at the Ajkai Timfoldgyar Zrt alumina plant in Hungary on October 4, 2010 released between 600 000 and 700 000 m^3 of caustic red mud suspension.[1] Although there have been other notable examples of accidental release of caustic wastes to river systems,[2,3] the Ajka incident is unprecedented given the scale of the release and the type of material involved. Immediate scientific efforts at the site have assessed the phytotoxicty of the red mud given the vast areas (estimated to be 800 ha)[4] of agricultural land inundated and the public health risks associated with dust blows from the terrestrial deposits.[5,6]

Red mud is the fine fraction byproduct of alumina refining, of which between 70 million and 120 million tonnes are produced annually.[4,7,8] The specific composition of red mud deposits, and their trace element constituent in particular, depends on the quality of the bauxite ore from which they are enriched in the residue. The bulk matrix of red mud typically comprises residual iron oxides (e.g., hematite), quartz, sodium aluminosilicates, titanium dioxide, calcium carbonate/aluminate, and sodium hydroxide (which elevates pH up to 13).[5,9] At Ajka, previous studies have highlighted the presence of radionuclides (^{226}Ra, ^{232}Th, and ^{40}K) in the deposits[7] and characterization studies soon after the spill highlighted elevated concentrations of V, Cr, Ni, and Co in two isolated red mud samples taken from deposits downstream of the site.[4] Immediate studies on the bioavailability of potential trace contaminants to plants suggest that trace contaminant availability (e.g., Cr, Co, Ni, and V) is a secondary issue compared to an elevated Na content of the material.[4] These findings are consistent with other assessments undertaken on red mud deposits from sites elsewhere globally[10] suggesting that the material, while enriched in various trace elements, can be relatively benign. Indeed, multiple after-uses for red mud have been assessed in building materials[7] and as an environmental ameliorant.[11] Red mud and derivative media have been shown to limit the mobility of many trace contaminants in various contaminated land settings (e.g., mine sites) due primarily to sorption and coprecipitation with the abundant ferric and aluminum oxides in the material.[12−14]

Red mud leachates are hyperalkaline (pH 9−13) due to the NaOH digestant used in the Bayer Process.[15] High pH itself in surface waters can be a source of direct toxicity to aquatic life.[16]

Received: March 26, 2011
Accepted: May 6, 2011
Revised: May 4, 2011
Published: May 18, 2011

dx.doi.org/10.1021/es200850y | Environ. Sci. Technol. 2011, 45, 5147–5155

2011-2012...

• prvotní studie... zejména chemické složení, kontaminace a formy prvků

Environmental Science & Technology ARTICLE pubs.acs.org/est

Dispersal and Attenuation of Trace Contaminants Downstream of the Ajka Bauxite Residue (Red Mud) Depository Failure, Hungary

William M. Mayes,[*,†] Adam P. Jarvis,[‡] Ian T. Burke,[§] Melanie Walton,[†] Viktória Feigl,[∥] Orsolya Klebercz,[∥] and Katalin Gruiz[∥]

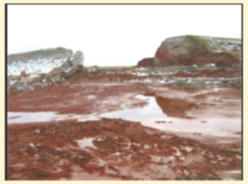
[†]Centre for Environmental and Marine Sciences, University of Hull, Scarborough, YO11 3AZ, U.K.
[‡]School of Civil Engineering and Geosciences, Newcastle Univ...
[§]School of Earth and Environment, University of Leeds, Leeds, ...
[∥]Department of Applied Biotechnology and Food Science, Bud... St. Gellért sq. 4, Hungary

Environmental Science & Technology Article pubs.acs.org/est

Speciation of Arsenic, Chromium, and Vanadium in Red Mud Samples from the Ajka Spill Site, Hungary

Ian T. Burke,[*,†] William M. Mayes,[‡] Caroline L. Peacock,[†] Andrew P. Brown,[§] Adam P. Jarvis,[∥] and Katalin Gruiz[⊥]

[†]Earth Surface Science Institute, School of Earth and Environment, University of Leeds, Leeds LS2 9JT, U.K.



Received: September 13, 2011
Revised: February 10, 2012
Accepted: February 11, 2012
Published: February 13, 2012

Science of the Total Environment 421–422 (2012) 253–259
Contents lists available at SciVerse ScienceDirect
Science of the Total Environment
journal homepage: www.elsevier.com/locate/scitotenv

Contaminant mobility and carbon sequestration downstream of the Ajka (Hungary) red mud spill: The effects of gypsum dosing

P. Renforth [a,*], W.M. Mayes [b], A.P. Jarvis [c], I.T. Burke [d], D.A.C. Manning [c], K. Gruiz [e]

[a] Department of Earth Sciences, University of Oxford, South Parks Road, Oxford, OX1 3AN, UK
[b] Centre for Environmental and Marine Sciences, University of Hull, Scarborough, YO11 3AZ, UK
[c] School of Civil Engineering and Geosciences, Newcastle University, Newcastle upon Tyne, NE1 7RU, UK
[d] School of Earth and Environment, University of Leeds, Leeds, LS2 9JT, UK
[e] Department of Applied Biotechnology and Food Science, Budapest University of Technology and Economics, 1111 Budapest, St. Gellért sq. 4, Hungary

ARTICLE INFO

Article history:
Received 3 October 2011
Received in revised form 13 December 2011
Accepted 20 January 2012
Available online 19 February 2012

Keywords:
Bauxite processing residue
Red mud
Carbon dioxide removal
Stable isotope
Hyperalkaline wastes
Carbonate precipitation

ABSTRACT

A number of emergency pollution management measures were enacted after the accidental release of caustic bauxite processing residue that occurred in Ajka, western Hungary in October, 2010. These centred on acid and gypsum dosing to reduce pH and minimise mobility of oxyanion contaminants mobile at high pH. This study assessed the effectiveness of gypsum dosing on contaminant mobility and carbon sequestration through assessment of red mud and gypsum-affected fluvial sediments via elemental analysis and stable isotope analysis. There was a modest uptake of contaminants (notably As, Cr, and Mn) on secondary carbonate-dominated deposits in reaches subjected to gypsum dosing. C and O stable isotope ratios of carbonate precipitates formed as a result of gypsum dosing were used to quantify the importance of the neutralisation process in sequestering atmospheric carbon dioxide. This process was particularly pronounced at sites most affected by gypsum addition, where up to 36% of carbonate-C appears to be derived from atmospheric in-gassing of CO_2. The site is discussed as a large scale analogue for potential remedial approaches and carbon sequestration technologies that could be applied to red mud slurries and other hyperalkaline wastes. The results of this work have substantial implications for the aluminium production industry in which 3–4% of the direct CO_2 emissions may be offset by carbonate precipitation. Furthermore, carbonation by gypsum addition may be important for contaminant remediation, also providing a physical stabilisation strategy for the numerous historic stockpiles of red mud.

2012

- následné problémy a studie...
- biodostupnost, prašnost...

Environmental Science & Technology
ARTICLE
pubs.acs.org/est

The Red Mud Accident in Ajka (Hungary): Characterization and Potential Health Effects of Fugitive Dust

András Gelencsér,[†] Nóra Kováts,[†] Beatrix Turóczi,[†] Ágnes Rostási,[†] András Hoffer,[‡] Kornélia Imre,[†] Ilona Nyirő-Kósa,[‡] Dorottya Csákberényi-Malasics,[†] Ádám Tóth,[†] Aladár Czitrovszky,[§] Attila Nagy,[§] Szabolcs Nagy,[†] András Ács,[†] Anikó Kovács,[†] Árpád Ferincz,[†] Zsuzsanna Hartyáni,[†] and Mihály Pósfai[*,†]

[†]University of Pannonia, Veszprém, Hungary
[‡]Air Chemistry Group of the Hungarian Academy of Sciences, Veszprém, Hungary
[§]Research Institute for Solid State Physics and Optics, Hungarian Academy of Sciences, Budapest, Hungary

Supporting Information

ABSTRACT: As a result of a tragic industrial accident, a highly alkaline red mud sludge inundated settlements and agricultural areas near Ajka, Hungary on October 4, 2010. One of the major concerns about the aftermaths of the accident is the potential health effects of vast amounts of fugitive dust from red mud sediment. Thus, we studied the chemical and physical properties of particles of red mud and its respirable fugitive dust, and performed toxicity measurements. Under unfavorable meteorological conditions dry red mud sediment could emit very high amounts of respirable alkaline particles into the air. The number size distribution of fugitive dust peaks above 1 μm aerodynamic diameter; therefore, its inhalation is unlikely to affect the deep regions of the lungs. No significant mineralogical or elemental fractionation was observed between the sediment and dust, with the major minerals being hematite, cancrinite, calcite, and hydrogarnet. Although the high resuspension potential and alkalinity might pose some problems such as the irritation of the upper respiratory tract and eyes, based on its size distribution and composition red mud dust appears to be less hazardous to human health than urban particulate matter.

Environmental Science & Technology
ARTICLE
pubs.acs.org/est

The Red Mud Accident in Ajka (Hungary): Plant Toxicity and Trace Metal Bioavailability in Red Mud Contaminated Soil

Stefan Ruyters,[†] Jelle Mertens,[†] Elvira Vassilieva,[‡] Boris Dehandschutter,[§] André Poffijn,[§] and Erik Smolders[†,*]

[†]Department of Earth and Environmental Sciences, Division of Soil and Water Management, Katholieke Universiteit Leuven, Kasteelpark Arenberg, 20, 3001 Heverlee, Belgium
[‡]Department of Earth and Environmental Sciences, Division of Geology, Katholieke Universiteit Leuven, Celestijnenlaan 200 E, 3001 Heverlee, Belgium
[§]FANC (Federal Agency of Nuclear Control), Ravensteinstraat 36 1000 Brussel, Belgium

Supporting Information

ABSTRACT: The red mud accident of October 4, 2010, in Ajka (Hungary) contaminated a vast area with caustic, saline red mud (pH 12) that contains several toxic trace metals above soil limits. Red mud was characterized and its toxicity for plants was measured to evaluate the soil contamination risks. Red mud radioactivity (e.g., ^{238}U) is about 10-fold above soil background and previous assessments revealed that radiation risk is limited to indoor radon. The plant toxicity and trace metal availability was tested with mixtures of this red mud and a local noncontaminated soil up to a 16% dry weight fraction. Increasing red mud applications increased soil pH to maximally 8.3 and soil solution EC to 12 dS m^{-1}. Shoot yield of barley seedlings was affected by 25% at 5% red mud in soil and above. Red mud increased shoot Cu, Cr, Fe, and Ni concentrations; however, none of these exceed toxic limits reported elsewhere. Moreover, NaOH amended reference treatments showed similar yield reductions and similar changes in shoot composition. Foliar diagnostics suggest that Na (>1% in affected plants) is the prime cause of growth effects in red mud and in corresponding NaOH amended soils. Shoot Cd and Pb concentrations decreased by increasing applications or were unaffected. Leaching amended soils (3 pore volumes) did not completely remove the Na injury, likely because soil structure was deteriorated. The foliar composition and the NaOH reference experiment allow concluding that the Na salinity, not the trace metal contamination, is the main concern for this red mud in soil.

Jak se z toho poučíme?

- odkaliště – zdroje nehod!, ale bez nich to asi zatím nelze...
- co v ČR?
- Příbram (r.1932 a opakovaně za deštivých období vzhledem k labilitě hráze)

- Rumunsko r.2000 (těžba Au)...
- těžba Au – kyanidy!!! (redox)

- Rožínka – aktivní odkaliště v ČR... kontrola?

Zdroj: INTERNET

Těžba zlata – zpracování kyanidem

Kyanid se zřejmě dostal do Tisy rumunským přítokem Somošem protékajícím kolem zlatého dolu v Baia Mare, kde se 30. ledna stala havárie a pravděpodobně při tom unikl kyanid do vody. Z Tisy se jed dostal do Dunaje. Jen v maďarské části Tisy kyanid zahubil asi 80 tun ryb a podle ekologů těžce poškodil celý potravinový řetězec v povodí.

V České republice zatím nemůže kyanidovou metodou těžit zlato žádná firma.

Žádosti, které jsou známé zejména díky ekologickým aktivistům, usilovaly teprve o povolení průzkumu těžby. Mezi nejznámější kauzy patří žádost o povolení průzkumu v Mokrsku ve středních Čechách a v Kašperských Horách. V prvním případě se po protestech zájemce svého záměru vzdal, ve druhém za značných protestů průzkum probíhá. Ministerstvo životního prostředí už několikrát naznačilo, že těžbu zlata na tomto místě povolit nehodlá.

Rumunsko poprvé přiznalo ekologickou katastrofu

17. února 2000 17:00

- Rumunsko oficiálně přiznalo ekologickou katastrofu, která způsobila znečištění řek Somoš, následně pak Tisy a Dunaje. Rozsah škod nemělo v úmyslu skrývat, nebo snižovat. "Poučili jsme se a musíme jednat," prohlásila evropská komisařka pro životní prostředí Margot Wallströmová poté, co si u maďarského města Szölnök na břehu Tisy prohlédla následky kyanidové skvrny.

Zdroj: INTERNET, foto Václav Cílek

Rožínka

- těžba U, loužení Na_2CO_3...
- http://borovicka.blog.idnes.cz/c/192751/Jak-se-tezi-uran.html