



www.geology.sk

Atlas sanačných metód environmentálnych zát'aží

Ing. Jana Frankovská, CSc.

Štátny geologický ústav Dionýza Štúra



www.geology.sk

Atlas sanačných metód environmentálnych zát'aží

Projekt, spolufinancovaný Európskou úniou –
Kohéznym fondom Európskej únie
v rámci Operačného programu Životné prostredie

Štátny geologický ústav Dionýza Štúra

december 2008 – november 2010



www.geology.sk

Atlas sanačných metód environmentálnych zát'aží

Jana Frankovská

Jozef Kordík, Igor Slaninka , Slavomír Mikita, Ivan Dananaj,
Odbor environmentálnej geológie ŠGÚDŠ

Ľubomír Jurkovič, Peter Šottnik, **Prif UK Bratislava**

Doc. Katarína Dercová, Chemickotechnologická fakulta STU

EPS –biodegradacie s.r.o,

MŽP SR sekcia geológie, Želmíra Greifová



Súčasť informačného systému environmentálnych zát'aží

Environmentálne zát'aže sa v novele geologického zákona (zákona č. 569/2007 Z. z. o geologických prácach) definujú ako **znečistenie územia spôsobené činnosťou človeka, ktoré predstavuje závažné riziko pre ľudské zdravie alebo horninové prostredie, podzemnú vodu a pôdu s výnimkou environmentálnej škody.**



ATLAS SANAČNÝCH METÓD ENVIRONMENTÁLNYCH ZÁŤAŽÍ

Na zníženie negatívnych vplyvov znečistených, kontaminovaných území na zdravie ľudí a ostatných zložiek životného prostredia je vyvinutých množstvo sanačných postupov, ktorými sa odstraňujú kontaminanty zo životného prostredia (najmä horninového prostredia a podzemnej vody) alebo sa znižuje riziko na akceptovateľnú úroveň (sanačný limit).



Atlas sanačných metód environmentálnych zát'aží

Cieľom projektu je spracovanie poznatkov o sanačných metódach pre environmentálne zát'aže a ich zhrnutie do atlasu, ktorý bude súčasťou Informačného systému environmentálnych zát'aží



Atlas sanačných metód environmentálnych zát'aží

Súhrnná, prehľadná publikácia existujúcich metód ako pomôcka na výber vhodných metód sanácií environmentálnych zát'aží v slovenskom jazyku

Vstupný údaj na orientačný odhad nákladov príslušnej sanácie a bude poskytovať údaje pre Štátny program sanácie environmentálnych zát'aží.



Atlas sanačných metód environmentálnych zát'aží

Celkový predpokladaný počet spracovaných sanačných metód environmentálnych zát'aží je osemdesiat.

Zahrnuté budú sanačné metódy hornín (pevných materiálov), vôd a vzduchu.

Sanácie ex-situ, ako aj in-situ



Atlas sanačných metód environmentálnych zát'aží

Definície a základné pojmy

Legislatíva – požiadavky na sanácie,

Legislatíva pre oblasť environmentálnych zát'aží

PRIESKUM ENVIRONMENTÁLNYCH ZÁŤAŽÍ, Monitoring
a riziková analýza

Charakteristika horninového prostredia vo vzťahu
k sanáciám environmentálnych zát'aží

Prehľad látok kontaminujúcich životné prostredie



Atlas sanačných metód environmentálnych zát'aží

Sanačné metódy environmentálnych zát'aží

Prehľad SANAČNÝCH METÓD

Konvenčné sanačné technológie a Inovačné metódy

Nanotechnológie na sanáciu EZ

Prehľad sanačných metód pre vybrané skupiny
znečisťujúcich látok



2.5 Charakteristika prírodných pomerov (horninového prostredia) vo vzťahu k sanáciám environmentálnych zát'azí

- 2.5.1 Morfológické podmienky
- 2.5.2 Klimatické a hydrologické pomery
- 2.5.3 Geologické faktory

2.6 Prehľad látok kontaminujúcich životné prostredie

- 2.6.1 Anorganické látky
 - 2.6.1.1 Kovy
 - 2.6.1.2 Kyanidy
 - 2.6.1.3 Amoniak a amónne ióny
- 2.6.2 Organické látky
 - 2.6.2.1 Monocyklické aromatické uhľovodíky (nehalogenované)
 - 2.6.2.2 Pesticídy
 - 2.6.2.3 Chlórované alifatické uhľovodíky
 - 2.6.2.4 Perzistentné organické látky



Atlas sanačných metód environmentálnych zát'aží

Celkový predpokladaný počet spracovaných sanačných metód environmentálnych zát'aží je osemdesiat.

- opis a princíp jednotlivých sanačných metód environmentálnych zát'aží
- odporúčania na použitie sanačných metód,
- ich účinnosť (resp. obmedzenia použitia)
- príklady realizácie



Atlas sanačných metód environmentálnych zát'aží

Sanačné metódy environmentálnych zát'aží

Konvenčné sanačné technológie a Inovačné metódy

-Biologické metódy

-Fyzikálne a chemické metódy



Atlas sanačných metód environmentálnych zát'aží

Metódy sanácie horninového prostredia

Sanácie ex-situ, in-situ

Biologické metódy

Bioventing a kometabolický bioventing

Podporovaná bioremediácia

Fytoremediácia a rizoremediácia

Prirodzená atenuácia

Landfarming in situ aj ex situ

Ošetrovanie pevných materiálov po vyťažení na dekontaminačnej ploche

Kompostovanie

Biostabilizácia a bioimobilizácia

Bioreaktory



Atlas sanačných metód environmentálnych zát'azí

Metódy sanácie horninového prostredia

Fyzikálne a chemické metódy in situ

Chemická oxidácia

Elektronická dekontaminácia

Narušovanie, rozrušovanie horninového prostredia

Vymývanie

Venting a airsparging

Fyzikálno-mechanická separácia

Pranie hornín

Solidifikácia a stabilizácia

Metóda tepelnej extrakcie pár

Zakrytie, uzavretie a enkapsulácia

Vitrifikácia

Bariéry

LASAGNA metóda



Atlas sanačných metód environmentálnych zát'aží

Metódy sanácie horninového prostredia

Fyzikálne a chemické metódy ex situ

Chemická extrakcia

Chemická oxidácia alebo redukcia

Chemická redukcia v plynnej fáze

Dehalogenácia

Fyzikálno-mechanická separácia

Pranie hornín

Solidifikácia a stabilizácia ex situ

Spaľovanie a detonácie

Termická desorpcia

Plazmový oblúk

Pyrolýza

Solárna detoxifikácia (UV fotolýza)



Atlas sanačných metód environmentálnych zát'aží

Metódy sanácie vôd

Prirodzená a podporovaná atenuácia

Biologické metódy

Bioremediácia

Fytoremediácia

Biosparging

Bioslurping

Biologické systémy sanácie anorganických polutantov

Biologické reaktívne bariéry

Umelé mokrade (konštruované močiare)

Bioreaktory



Atlas sanačných metód environmentálnych zát'aží

Metódy sanácie vôd

Fyzikálne a chemické metódy in situ

Chemická oxidácia

Chemická redukcia

Metódy tepelnej podpory

Air sparging

Vertikálne bariéry

Hlbková injektáž

Radiačné procesy

Horizontálne vrty

Air stripping vo vrte

Dynamický podzemný stripping



Atlas sanačných metód environmentálnych zát'aží

Metódy sanácie vôd

Fyzikálne a chemické metódy ex situ

Chemická oxidácia

Chemická redukcia

Adsorpcia a absorpcia

Air sparging

Sanačné čerpanie a čistenie podzemných vôd

Zrážanie

Koagulácia, flokulácia , Flotácia

Ionovýmena

Extrakcia do makroporéznych polymérov



Atlas sanačných metód environmentálnych zát'aží

Metódy sanácie pôdneho vzduchu a plynov

Fyzikálne a chemické metódy Biologické metódy

Fyzikálne a chemické metódy

- Vypieranie a absorpcia
- Membránové separácie
- Fotolytická a fotokatalytická oxidácia
- Vysokoenergetická deštrukcia
- Adsorpcia
- Spaľovanie
- Kondenzácia

Biologické metódy

- Biofilter s pevným lôžkom
- Kropený biofilter
- Biovypieranie



Atlas sanačných metód environmentálnych zát'aží

Príklady použitia sanačných metód environmentálnych zát'aží

Slovenská republika 33 príkladov

Česká republika 17 príkladov



Príklady použitia sanačných metód environmentálnych záťaží

Slovenská republika 33 príkladov

DEKONTA SLOVENSKO, s.r.o., EBA, s.r.o., ENVIGEO, a.s.,
EPS biodegradácie, s.r.o. , GEOPOL PREŠOV, s.r.o. , HES-
COMGEO, spol. s r.o. , HGM - Žilina, s.r.o. , Horsman s.r.o. ,
RNDr. Ján Antal HYDROCOMP , INGEO, a.s. Žilina , PriF UK,
GEO Slovakia, s.r.o., A. S. A. SLOVENSKO spol. s r. o.,
AWAST Slovakia s. r. o., ENVIRONCENTRUM, s.r.o., GEOtest
Bratislava, s.r.o. , GEOtest Brno, a.s. , Slovnaft, a.s., Geosan,
s.r.o.,



Atlas sanačných metód environmentálnych zát'aží

Príklady použitia sanačných metód environmentálnych zát'aží

Česká republika

DEKONTA, a.s.,
EPS, s.r.o.,
GEOtest Brno, a.s.,



V rámci spracovaných príkladov z územia Slovenska a Českej republiky boli sanačné metódy **najčastejšie aplikované na dekontamináciu horninového prostredia a podzemných vôd** znečistených najmä ropnými látkami a chlórovanými uhľovodíkmi. Na odstraňovanie uvedených polutantov boli okrem sanačného čerpania a čistenia podzemných vôd použité nasledujúce sanačné metódy: podporovaná bioremediácia (najmä pre ropné látky), vymývanie pôdy, odťaženie kontaminovanej zeminy a venting.



Predmetom tejto kapitoly nie je vyčerpávajúca prezentácia sanačných prác realizovaných na území Slovenska, resp. v Českej republike, ale prezentácia informácií o použití rôznych sanačných metód a postupov v rôznych geologických a hydrogeologických podmienkach a pre rôzny rozsah kontaminácie, účinnosť a trvanie sanačných prác a ekonomické zhodnotenie.



- Lokalita
- Znečistené médium
- Kontaminant
- Použité sanačné metódy
- Metódy in situ, ex situ

Bardejov	zeminy, podzemné vody	ropné látky	bioventing, venting, podporovaná bioremediácia, air sparging, vymývanie pôdy, čerpanie a čistenie podzemných vôd	dekontaminácia odt'aženej zeminy
----------	-----------------------------	----------------	--	--



Ekonomické zhodnotenie nákladov spojených s prieskumom a sanáciou kontaminovaných lokalít



2.7 Ekonomické zhodnotenie nákladov spojených s prieskumom a sanáciou kontaminovaných lokalít

2.7.1 Problémy pri hodnotení a porovnávaní nákladov spojených s prieskumom a realizáciou sanácií

2.7.2 Možnosti ekonomického hodnotenia nákladov spojených s prieskumom a realizáciou sanácií



Najčastejšie používané metódy a ich účinnosť pre vybrané kontaminanty (horninové prostredie)

Metóda	Kontaminant / skupina kontaminantov			
	Motorové palivá a mazadlá	Aromatické uhľovodíky	Chlórované uhľovodíky	Anorganické kontaminanty
Metódy ex situ				
Biodegradácia	1	1	2	3
Chemická extrakcia	2	2	2	1

1 – vhodná, účinná metóda, 2 – použiteľná metóda, 3 – nevhodná metóda



Metóda	Prírodné a antropogénne podmienky lokality			
	Nenasýtená zóna $k < 1.10^{-5} \text{ m.s}^{-1}$	Nenasýtená zóna $k > 1.10^{-5} \text{ m.s}^{-1}$	Nasýtená zóna	Zastavané plochy
Metódy ex situ				
Biodegradácia	1	1	2	3
Chemická extrakcia	1	1	2	3
Prepieranie	2	1	2	3
Venting	2	1	2	3
Termálna desorpcia	1	1	2	3
Solidifikácia	1	1	2	3
Skládkovanie	1	1	2	3
Metódy in situ				
Biodegradácia	2	1	1	1
Bioventing	2	1	3	1



Finančné náklady na použitie jednotlivých sanačných metód stanovené na základe analýzy lokalít sanovaných v SR a ČR (podzemná voda)

Metóda	Cena v Eur za 1 m ³ znečistenej podzemnej vody (cca 4 m ³ zvodnenej vrstvy)			
	Motorové palivá a mazadlá	Aromatické uhľovodíky	Chlórované uhľovodíky	Anorganické kontaminanty
Čerpanie a čistenie	33-166	33-166	33-166	33-166
Dvojfázové čerpanie	66-133	66-133	66-133	-
Aerácia (air sparging)	33-100	33-100	33-100	-
Oxidácia/redukcia in situ	66-200	66-200	66-200	-
Biodegradácia	33-66	33-66	-	-
Fytoremediácia	33-66	33-66	33-66	33-66
Prirodzená atenuácia	-	17-50	17-50	-
Reakčné/sorpčné steny	-	66-200	66-200	66-200
Tesniace steny	33-66	33-66	33-66	33-66



V cene nákladov na sanáciu je zahrnuté: vypracovanie projektu sanácie, inštalácia sanačného systému a jeho prevádzka, zemné práce na lokalite (pri sanáciách zemín ex situ), nakladanie s odpadmi vznikajúcimi pri sanácii, monitoring a vyhodnocovanie sanácie. Nie sú zahrnuté náklady na dopravu kontaminovaných zemín mimo lokality pri sanáciách ex situ, náklady na búracie práce a preložky inžinierskych sietí, investičné náklady (napr. nákup technológie, zriadenie dekontaminačnej plochy, uzatvorenie skládky v zmysle zákona o odpadoch) a pod.

Cena nie je uvádzaná, ak je metóda hodnotená ako nevhodná pre daný kontaminant.



Atlas sanačných metód environmentálnych zát'aží

V tlačenej a elektronickej podobe bude Atlas sanačných metód environmentálnych zát'aží distribuovaný príslušným orgánom a pracoviskám miest a obcí na území Slovenskej republiky:

- pracovníkom štátnej správy, najmä obvodných úradov životného prostredia, Slovenskej inšpekcie životného prostredia,
- odborným pracoviskám v oblasti riešenia environmentálnych zát'aží.



www.geology.sk

Ďakujem za pozornosť