

2018

Stručné shrnutí výsledků
dílčího projektu v rámci
projektu Vita-Min

Rešerše a ekonomičnost (mikro-) biologických postupů na čištění vodních útvarů vzniklých v důsledku báňské činnosti (dílčí projekt 1.9)



LANDESAMT FÜR UMWELT,
LANDWIRTSCHAFT
UND GEOLOGIE



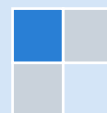
Freistaat
SACHSEN



Europäische Union. Europäischer
Fonds für regionale Entwicklung.
Evropská unie. Evropský fond pro
regionální rozvoj.



Ahoj sousede. Hallo Nachbar.
Interreg V A / 2014–2020



Úvod, kontext a vytčený cíl

Rámcová směrnice o vodách EU požaduje dobrý ekologický a chemický stav vody ve všech podzemních a povrchových vodních útvech nejpozději do roku 2027. Alternativně je možno odvodit jiné cíle obhospodařování (další prodloužení lhůty z důvodu přirozených podmínek nebo méně přísné cíle v oblasti obhospodařování). V každém případě bude potřeba do roku 2027 realizovat na vodních tocích veškerá vhodná a přiměřená opatření. Zhruba 20% vodních útvarů v Sasku je však ovlivněna báňskou činností, tedy těžbou rud a uhlí.

Podzemní vodní útvar: *objem podzemních vod ve zvodnělé vrstvě nebo vrstvách (podle Rámcové směrnice o vodách EU)*

Povrchový vodní útvar: *samostatný a významný prvek povrchové vody- jezero, nádrž, tok, řeka nebo kanál nebo jejich část (podle Rámcové směrnice o vodách EU)*

Ze značného počtu opatření určených ke zlepšení kvality vody je jednou z možností uplatnění čistících postupů. Výběr postupů na čištění vody závisí na různých faktorech, kterými jsou například spektrum škodlivých látek, koncentrace látek, místní poměry, finanční prostředky apod. V uplynulých letech se využití (mikro-) biologických postupů zvyšovalo. K dispozici je však jen málo podkladů, tyto jsou neúplné a neposkytují dostatek informací o nákladech, výkonnosti, trvalé udržitelnosti a dalších znacích (mikro-) biologických postupů, které byly podrobeny kritické diskusi speciálně s ohledem na jejich využití v Sasku.

Cílem studie tedy bylo objasnění vhodnosti a limitů (mikro-) biologických čistících postupů pro saské podzemní a povrchové vodní útvary ovlivněné báňskou činností. Vedle technických mezních podmínek by měly být prošetřeny především také ekonomické aspekty. Následně bylo použito mikrobiologických čistících postupů příkladně zkoncipováno pro jeden povrchový a jeden podzemní vodní útvar.

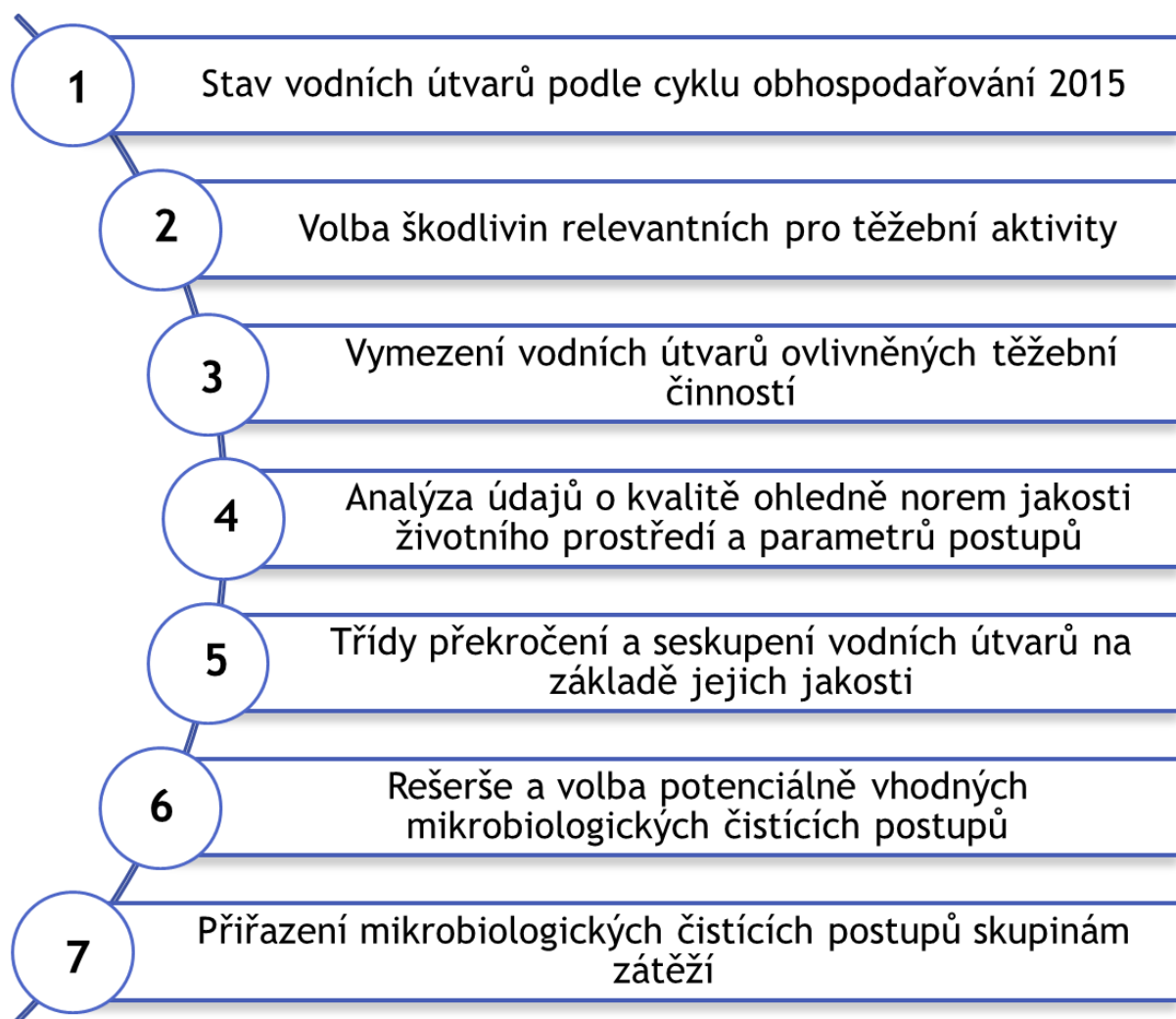
(Mikro-)biologické postupy zahrnují všechny postupy, jejichž stěžejní proces spočívá v cíleném využívání (mikro-)biologických procesů látkové výměny a/nebo jejich účinků.

Metodika

Z velkého počtu saských podzemních a nadzemních vodních útvarů byly vyselektovány vodní útvary ovlivněné báňskou činností. Tyto vodní útvary byly charakterizovány na základě jejich dlouholeté zátěžové situaci (1990/2000 – 2017) na základě působení škodlivin relevantních pro danou báňskou oblast. Intenzita zatížení daného vodního útvaru byla hodnocena na základě míry překročení Normy jakosti životního prostředí. Vycházeje z těchto vlastností, bylo se zohledněním určitých kritérií čistících postupů, především stavu redox, možno vytvořit zátěžové skupiny. Po rešerši a ověření vhodných (mikro-) biologických čistících postupů byly tyto přiřazeny jednotlivým skupinám zátěží. Toto přiřazení má dotčeným pomoci rychleji najít vhodný postup z množiny disponibilních čistících postupů pro danou zátěžovou situaci. Obrázek 1 přehledně znázorňuje jednotlivé kroky přístupu k problematice. Při sanaci vodních útvarů jsou rozhodujícím faktorem náklady, (mikro-) biologické postupy tedy byly hodnoceny z hlediska nákladů, které je třeba vynaložit. To bylo z důvodu relativně nízkého počtu aplikačních případů obtížné a zčásti nebylo možné je přesně kvantifikovat.

Závěrem byly představeny čistící postupy použitelné pro ošetření podzemních a povrchových vodních útvarů zatížených kadmíem a arsenem.

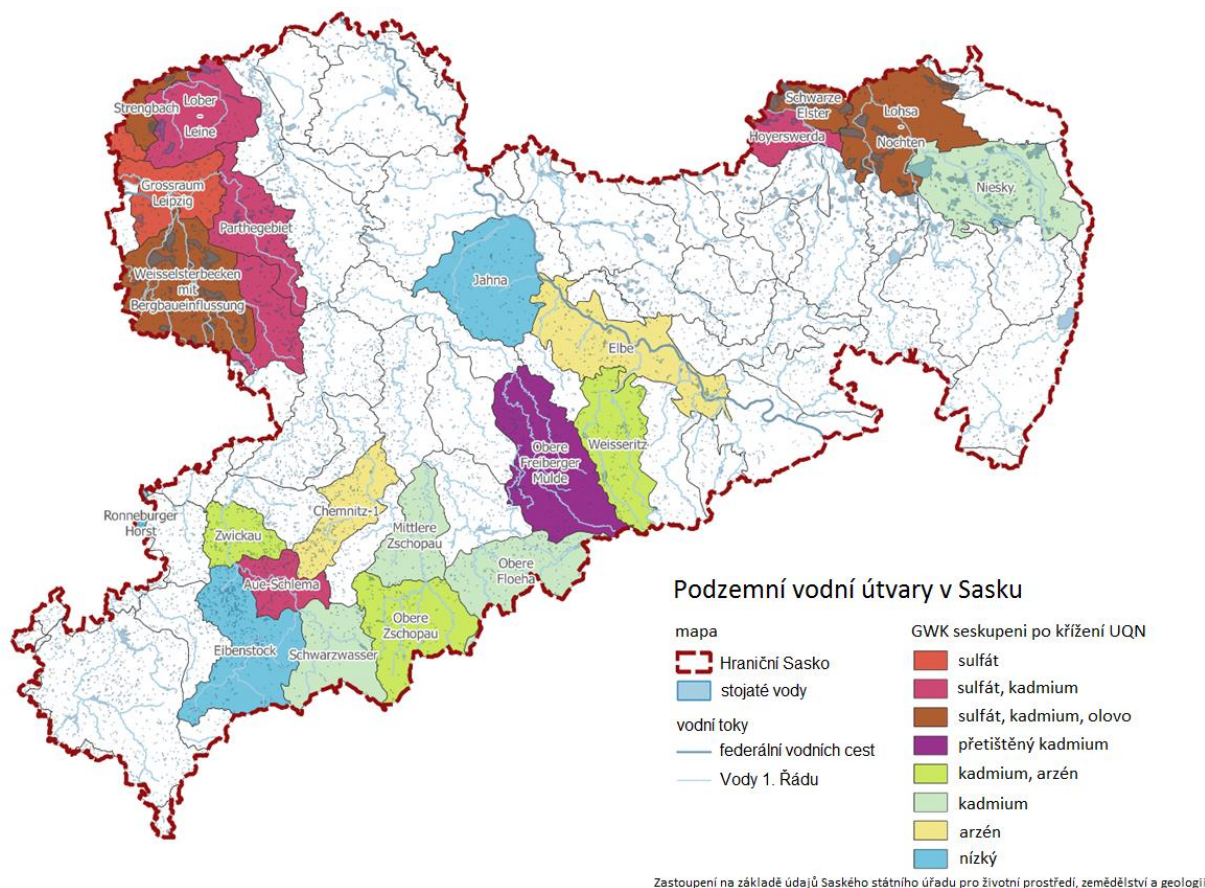
Norma jakosti životního prostředí: Koncentrace konkrétní škodliviny / skupiny škodlivin, která ve vodních útvarech (voda, sediment, biota) nesmí být překročena.



Obrázek 1: Jednotlivé kroky metody přístupu

Výsledky a diskuse

Z provedeného průzkumu vyplývá 122 povrchových a 24 podzemních vodních útvarů ovlivněných báňskou činností, které byly dále zkoumány. Obrázek 2 znázorňuje výsledky výše představené metodiky pro analýzu podzemních vodních útvarů v Sasku. Barevně jsou znázorněny skupiny znečištěné stejnou látkou. Zřetelně lze rozeznat regionální rozdíly a rozdíly podmíněné báňskou činností. Jak se dalo předpokládat, podzemní vodní útvary v hnědouhelných regionech Lužice a Lipska jsou znečištěné především sírany. V regionech se středně vysokými pohořími způsobují znečištění především kovy, zvláště kadmium. Tabulka 1 znázorňuje přehled míry (stupně) překročení pro každý podzemní vodní útvar a relevantní látku v jednotlivých skupinách zátěží (znázorněno barevně).



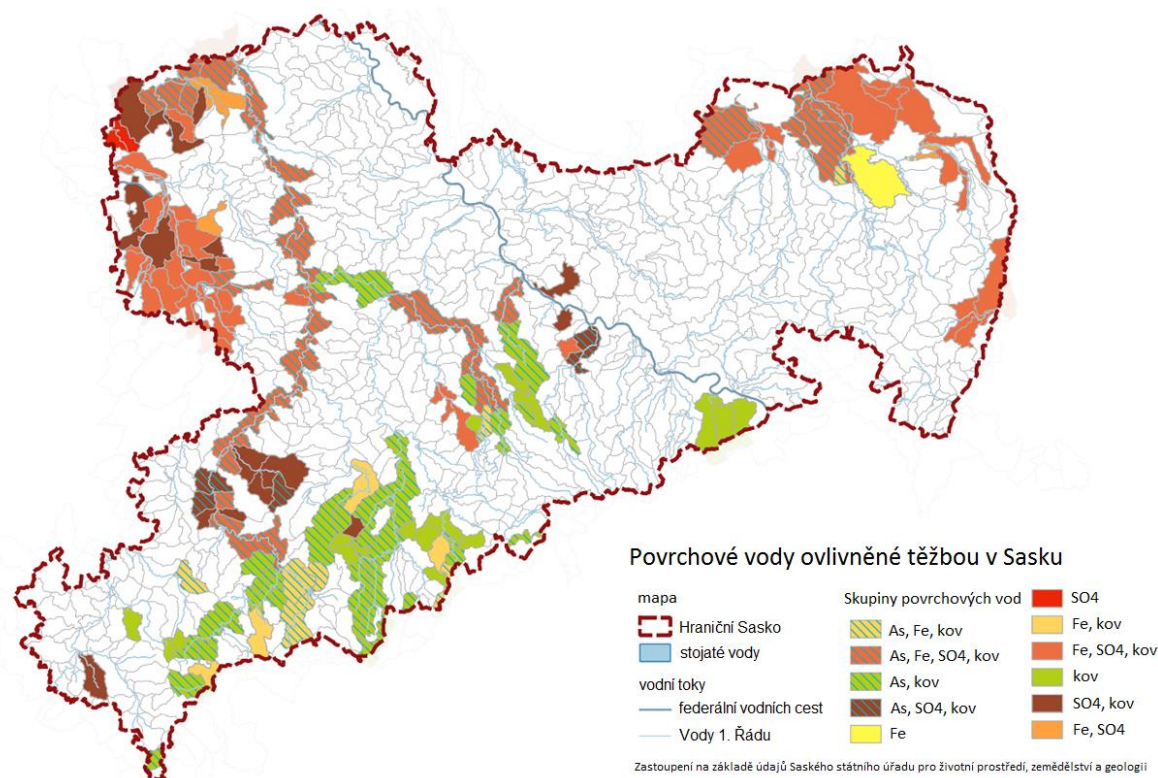
Obrázek 2: Skupiny zátěží vodních útvarů ovlivněných báňskou činností (GWK) podle překročení hodnot Normy jakosti životního prostředí

Tabulka 1: Skupiny zátěží vodních útvarů (GWK) podle míry (stupně) překročení mezních hodnot Směrnice o ochraně podzemních vod pro škodliviny podmíněné báňskou činností

GWK	Komponenty	As	Pb	Cd	SO ₄
	UQN	10 µg/L	10 µg/L	0.5 µg/L	250 mg/L
DESN_SAL GW 052	Großraum Leipzig				2
DEST_SAL GW 022	Hallesche/Koethener Moränenl.				2
DESN_SAL GW 058	Eulagebiet			1	1,5
DESN_SE 1-1	Hoyerswerda		1	10	3
DESN_VM 1-1	Lober-Leine		1	3	3
DESN_ZM 1-2	Aue-Schlema			2	3
DESN_SAL GW 060	Parthegebiet			3	1,5
DESN_SP 3-1	Lohsa-Nochten		1	3	3
DESN_SAL GW 059	Weisselsterbecken		2	10	10
DEBB_SE 4-1	Schwarze Elster		3	10	10
DESN_VM 2-2	Strengbach		2	5	5
DESN_FM 1	Obere Freiburger Mulde	3	10	100	2
DESN_ZM 1-1	Zwickau	5		10	3
DESN_FM 4-3	Obere Zschopau	5		5	
DESN_EL 1-9	Weisseritz	2	3	3	
DESN_ZM 1-3	Schwarzwasser	1,5		5	
DESN_FM 4-2	Mittlere Zschopau			5	
DESN_FM 3-2	Obere Floeha			3	
DESN_SP 2-1	Niesky		1	3	1
DESN_ZM 3-2	Chemnitz-1	3			1
DESN_EL 1-1+2	Elbe	2		1,5	1
DESN_EL 2-4	Jahna				1

DESN_ZM 1-4	Eibenstock	1	1
DETH_SAL GW 054	Ronneburger Horst		

Obdobný obrázek, ale v menším (lokálním) měřítku, vzniká také pro povrchové vodní útvary, jak je možno vidět na obrázku 3. Z důvodu lokálního rozsahu a diferencovanosti zátěží vyplynulo více než 50 skupin zátěží. Z toho důvodu byly látky s obdobnými dominujícími cestami (způsoby) imobilizace shrnuty do jednoho celku. Vyplývá z toho skupina kovů, sestávající z kadmia, mědi, niklu, olova a zinku. Nejvýznamnější překročení vykazuje kadmium. Výsledkem je jedenáct skupin zátěží pro povrchové vodní útvary. Se sírany se setkáváme především v hnědouhelných revírech, zátěž ve formě arsenu nacházíme zvláště v povodí řeky Muldy, kde probíhala těžba rud. V tabulce 2 jsou povrchové vodní útvary jmenovitě přiřazeny zátěžovým skupinám.



Obrázek 3: Skupiny zátěží v povrchových vodních útvarech ovlivněných těžbou (OWK)

Tabulka 2: Skupiny zátěží pro povrchové vodní útvary (OWK) dle škodlivin

OWK- Skupina zátěží	Počet OWK ve skupině	OWK
As-Fe-Me	7	Schwarzwasser-1 Schwarzwasser-2 Oswaldbach Münzbach-1 Schwarze Pockau-1a Plohnbach Rokotschingraben
As-Fe-SO ₄ -Me	15	Triebisch-2 Schleichgraben Mulde-4 Mulde-6 Mulde-7 Freiburger Mulde-3 Freiburger Mulde-4 Münzbach-2 Graben aus Tiefensee Lober-3 Lober-Leine-Kanal Sprödaer Bach Eula-4 Spree-4 Kleine Spree-2
As-Me	24	Fleißbach Zwota Weißeritz-2 Triebisch-1 Mulde-2 Mulde-3 Kleine Pyra Bockauer Dorfbach Zschorlaubach Schlema Zwönitz-1 Gornsdorfer Bach Freiburger Mulde-2 Freiburger Mulde-5 Kleinwaltersdorfer Bach Sohrbach Zschopau-1 Zschopau-2 Sehma Pöhla-1 Jöhstädter Schwarzwasser Wilisch Seiffener Bach Schwarze Pockau-1b
As-SO ₄ -Me	4	Weißeritz-3b Mulde-5 Marienthaler Bach Hegebach
Fe	1	Weigersdorfer Fließ-2
Fe-Me	4	Brunndöbra Große Bockau Zwönitz-2 Rote Pockau
Fe-SO ₄	4	Leine-2 Schadebach-2 Pösgraben Weißer Schöps-4
Fe-SO ₄ -Me	28	Wiederitz Schwarze Elster-4 Vincenzgraben Kohlbach Große Striegis-1 Strengbach Weiße Elster-11 Weiße Elster-8 Weiße Elster-9 Schnauder-1 Profener Elstermühlgraben Pleiße-4a Pleiße-4b Wyhra-2 Bürschgraben Saubach Fipper Kleine Pleiße Markkleeberg Neue Luppe Neugraben Raklitz Struga-1 Struga-2 Lausitzer Neiße-6 Pließnitz-2 Gaule Legnitzka Braunsteichgraben
SO ₄	2	Strengbach Strickgraben
SO ₄ -Me	16	Lotzebach Lockwitzbach Reinsdorfer Bach Planitzbach Lungwitzbach-1 Lungwitzbach-2 Rödlitzbach Jahnsbach Lober-2 Rohrgraben Gienickenbach Triebel Krebsgraben Göselbach-2 Floßgraben Zschampert
Me	17	Krippenbach Biela Cunnersdorfer Bach Colmnitzbach Rodelandbach Erbisdorfer Wasser Geyerbach Greifenbach-1 Greifenbach-2 Haselbach Hüttenbach Rungstockbach Schwarze Pockau-2 Schlettenbach Trieb-1 Rabenbach Göltzsch-1

V příštím kroku byl vytvořen přehled o aktuálním stavu techniky (mikro-) biologických čistících postupů včetně ověření jejich vhodnosti pro využití v praxi v Sasku a jejich ekonomičnosti. Postupy použitelné v Sasku byly stručně popsány v rámci charakteristik (Shrnutí). Následující čistící postupy jsou adekvátně škodlivinám potenciálně použitelné v saských vodních útvarech:

- Aerobní zkonstruované mokřady
- Anaerobní zkonstruované mokřady
- Reaktivní bariéry in-situ
- Reakční zóny in-situ (heterotrofní redukce síranů)
- Technický reaktor – autotrofní redukce síranů
- Technický reaktor – heterotrofní redukce síranů
- Technický reaktor – postup na bázi Oxyhydroxysulfátu (Schwertmannit)

Aktuálně v Sasku není v provozu žádné úředně schválené biologické zařízení na čištění vody znečištěné báňskými aktivitami. Všechna známá zařízení nepřekonala stupeň pilotního zařízení a neplánuje se postup technologie až do měřítka použití (uplatnění v praxi). V rámci rešerše bylo možno ověřit detailní údaje o nákladech postupů jen pro několik málo zařízení. Obsažené informace téměř nebyly srovnatelné.

Provedené přiřazení vhodnosti postupů pro specifické podmínky vodních útvarů neposkytuje všeobecně platné tvrzení o tom, že postup na konkrétním stanovišti vodního útvaru může dosáhnout žádaného čistícího výkonu. Vždy je nutné nejprve provést detailní posouzení konkrétního jednotlivého případu. Tabulky 3 a 4 obsahují odhad vhodnosti postupů pro dané skupiny zátěží (znečištění) pro podzemní a povrchové vodní útvary.

Tabulka 3: Principiálně vhodné (mikro-)biologické postupy pro příslušné situace zátěží v podzemních vodních útvarech (GWK)

Podzemní vodní útvary: Přiřazení skupin zátěží – postupů
Synopse hodnocení postupů pro vlastnosti skupin zátěží v podzemních vodních útvarech (GWK)

Počet podzem.vod. útvarů Skupina zátěží (podskupina)	Reaktivní bariéry in-situ	Reakční zóny in-situ	Reaktory Autotrofní redukce síranů	Reaktory Heterotrofní redukce síranů	Reaktory na bázi Oxyhydroxysulfátu
3 Sulfát	o O ₂ , NO ₃ působí rušivě	o O ₂ , NO ₃ působí rušivě	o O ₂ , NO ₃ působí rušivě T limitující	o O ₂ , NO ₃ působí rušivě T limitující	- Příliš málo Fe pH příliš vysoké
2 Sulfát – Cadmium (anoxie)	+	+	o T limitující	o T limitující	O Event.příliš málo Fe, pH vysoké
3 Sulfát – Cadmium (aerobní)	o O ₂ , NO ₃ působí rušivě	o O ₂ , NO ₃ působí rušivě	o O ₂ , NO ₃ působí rušivě T limitující	o O ₂ , NO ₃ působí rušivě T limitující	- Příliš málo Fe pH příliš vysoké
2 Sulfát – Cadmium – olovo (zčásti anoxie)	+	+	o T limitující olovo?	o T limitující olovo?	- Příliš málo Fe pH příliš vysoké
1 Sulfát – Cadmium – olovo (aerobní)	o O ₂ , NO ₃ působí rušivě olovo?	o O ₂ , NO ₃ působí rušivě olovo?	o O ₂ , NO ₃ působí rušivě T limitující olovo?	o O ₂ , NO ₃ působí rušivě T limitující olovo?	- Příliš málo Fe pH příliš vysoké
1 Cadmium dominuje	o O ₂ , NO ₃ působí rušivě Cd, Pb?	o O ₂ , NO ₃ působí rušivě Cd, Pb?	o O ₂ , NO ₃ působí rušivě T limitující Cd, Pb?	o O ₂ , NO ₃ působí rušivě T limitující Cd, Pb?	- Příliš málo Fe pH příliš vysoké
3 Cadmium – Arsen (zčásti olovo, Sulfát)	o O ₂ , NO ₃ působí rušivě	o O ₂ , NO ₃ působí rušivě Arsen?	o O ₂ , NO ₃ působí rušivě T limitující	o O ₂ , NO ₃ působí rušivě T limitující	- Příliš málo Fe pH příliš vysoké
4 Cadmium	o O ₂ , NO ₃ působí rušivě	o O ₂ , NO ₃ působí rušivě	o O ₂ , NO ₃ působí rušivě T limitující	o O ₂ , NO ₃ působí rušivě T limitující	- Příliš málo Fe pH příliš vysoké
2 Arsen	o O ₂ , NO ₃ působí rušivě	o O ₂ , NO ₃ působí rušivě Arsen?	o O ₂ , NO ₃ působí rušivě T limitující	o O ₂ , NO ₃ působí rušivě T limitující	- Příliš málo Fe pH příliš vysoké

Symbole: „o“ vhodný za určitých podmínek; „?“ Čistící výkon není známý; „-“ nevhodný; „+“ vhodný; „T“ - Teplota

Tabulka 4: Principiálně vhodné (mikro-)biologické postupy pro příslušné situace zátěží v povrchových vodních útvarech (OWK)

Povrchové vodní útvary: Přiřazení skupin zátěží – postupů
Synopse hodnocení postupů pro vlastnosti skupin zátěží v povrchových vodních útvarech

Počet Skupina zátěží (podskupina)	aerobní zkonstruované mokřady	anaerobní zkonstruované mokřady	Reaktory Autotrofní redukce síranů	Reaktory Heterotrofní redukce síranů	Reaktory na bázi Oxyhydroxysulfátu
7 Arsen – železo – kovy	+	o SO ₄ příliš nízké	- O ₂ působí rušivě SO ₄ příliš nízké naplaveniny?	o O ₂ působí rušivě SO ₄ příliš nízké naplaveniny?	- příliš nízké Fe pH příliš vysoké
15 Arsen – železo – Sulfát – kovy	- Žádné čištění síranů	+	o O ₂ působí rušivě naplaveniny?	o O ₂ působí rušivě naplaveniny?	- příliš nízké Fe pH příliš vysoké
24 Arsen – kovy	o Fe příliš nízké	o SO ₄ příliš nízké	- O ₂ působí rušivě SO ₄ příliš nízké naplaveniny?	o O ₂ působí rušivě SO ₄ příliš nízké naplaveniny?	- příliš málo Fe pH příliš vysoké
4 Arsen – Sulfát – kovy	o Fe příliš nízké	+	o O ₂ působí rušivě naplaveniny?	o O ₂ působí rušivě naplaveniny?	- příliš málo Fe pH příliš vysoké
1 železo	+	o SO ₄ příliš nízké	- O ₂ působí rušivě SO ₄ příliš nízké	o O ₂ působí rušivě SO ₄ příliš nízké	- příliš málo Fe pH příliš vysoké
4 železo – kovy	+	o SO ₄ příliš nízké	- O ₂ působí rušivě SO ₄ příliš nízké naplaveniny?	o O ₂ působí rušivě SO ₄ příliš nízké naplaveniny?	- příliš málo Fe pH příliš vysoké
4 železo – Sulfát	- Žádné čištění síranů	+	o O ₂ působí rušivě	o O ₂ působí rušivě	- příliš málo Fe pH příliš vysoké
24 železo – Sulfát – kovy	- Žádné čištění síranů	+	o O ₂ působí rušivě naplaveniny?	o O ₂ působí rušivě naplaveniny?	- příliš málo Fe pH příliš vysoké
17 kovy	o Fe příliš nízké	o SO ₄ příliš nízké	- O ₂ působí rušivě SO ₄ příliš nízké	o O ₂ působí rušivě SO ₄ příliš nízké	- příliš málo Fe pH příliš vysoké
2 Sulfát	- Žádné čištění síranů	+	o O ₂ působí rušivě	o O ₂ působí rušivě	- příliš málo Fe pH příliš vysoké
16 Sulfát – kovy	- Žádné čištění síranů	+	o O ₂ působí rušivě naplaveniny?	o O ₂ působí rušivě naplaveniny?	- příliš málo Fe pH příliš vysoké

Symbole: „o“ vhodný za určitých podmínek; „?“ Čistící výkon není známý; „-“ nevhodný; „+“ vhodný

Shrnutí a výhled

Výchozím bodem studie jsou znečištění vody v Sasku vyvolaná báňskou činností a požadavek na dobrou kvalitu vody podle Rámcové směrnice o vodách. Spodní a povrchové vody byly vystaveny dlouholeté zátěži a nyní byla provedena analýza situace a bylo možné začít zjišťovat vhodné čisticí postupy a otestovat jejich použitelnost v Sasku.

Zátěže (znečištění) vodních útvarů jsou charakteristické po těžbě hnědého uhlí na severu a po těžbě rud v regionech se středně vysokým pohořím. Tomu odpovídá situace, kdy 24 podzemních vodních útvarů ovlivněných těžbou a 122 povrchových vodních útvarů je znečištěno především kadmíem, arsenem a sírany.

Sedm postupů vhodných pro použití v Sasku bylo specifikováno pomocí zátěžové situace dvou území a byla hodnocena jejich ekonomičnost pro konkrétní případy použití. Z toho bylo možno vyvodit následující tvrzení:

- Postupy spočívající na mikrobiálním principu jsou vhodné jen pro lokální využití a ošetření proudění s malým objemem.
- Z důvodu nízké míry látkové obměny je třeba počítat s potřebou velkých ploch.
- Vylučování (neodbouratelných) metaloidů z vodní fáze vždy produkuje také geologická tělesa, sedimenty nebo kaly obohacené o vyloučené látky, pro které je třeba najít možné zhodnocení, využití nebo zneškodnění.
- Použitím zmíněných postupů nelze per se počítat se snížením náročnosti jejich zajištění a provozních nákladů.

Na základě těchto konstatování se využití (mikro-)biologických postupů pro silně znečištěná a plošně rozsáhlá území resp. pro území se značným odtokem v současné době jeví neekonomické.

Impressum

Vydavatel:

Tento dokument byl vytvořen v rámci realizace projektu Vita-Min. Projekt Vita-Min byl podpořen z prostředků evropského Fondu pro regionální rozvoj v rámci Programu spolupráce SN-CZ 2014-2020. Partnery projektu jsou Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie / Saský úřad ŽP, zemědělství a ekologii (Leadpartner), město Oelsnitz/Erzgeb. a Ústecký kraj.

V případě otázek a informací k tomuto dílčímu projektu kontaktujte:

Kontaktní osoba

Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie

Kontaktní osoba: Paní Kathleen Lünich

Telefon: + 49 351 88928 4420

E-mail: Kathleen.Luenich@smul.sachsen.de

Zpracovatel:

Výsledky tohoto dílčího projektu zpracovala v rámci zakázky pro LfULG firma Dresdner Grundwasserforschungszentrum e.V. (DGFZ e.V.).

Fotografie na titulní straně:

Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (2018): Vodní útvar v blízkosti rašeliniště Dubringer Moor znečištěný vlivem důlní činnosti

Redakční uzávěrka:

22.03.2019

Další informace najdete na
www.vitamin-projekt.eu