

2018

Stručné shrnutí výsledků
dílčího projektu v rámci
projektu Vita-Min

Možnosti záchytu škodlivin v podzemních důlních dílech po těžbě rud a živců (dílčí projekt 1.2)



LANDESAMT FÜR UMWELT,
LANDWIRTSCHAFT
UND GEOLOGIE



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



Ahoj sousede. Hallo Nachbar.
Interreg VA / 2014–2020



Úvod, kontext a vytčený cíl

Kvalitu vody v povrchových vodních útvarech v Sasku v regionu Krušných hor ještě i dnes významně ovlivňují bývalé báňsképrovozy. Značné množství zbytkovérudy zůstalo nevytěženo nebo v odvalech a vlivem povětrnostních podmínek a procesu vymývání dochází k průniku škodlivých látek (především těžkých kovů) do důlní vody, a dále pak prostřednictvím odvodňovacích štol k jejich transportu do povrchové vody. Měření například potvrdila, že vlivem přenosutěžkých kovů z Freiberského důlního revíru není možné splnit cíle stanovené Rámcovou směrnicí o vodách EU ve vodním toku Freiburger Mulde.

Důlní díla: Souhrn všech v rámci důlní činnosti vytvořených dutin v dole.

Aktivní čištění důlní vody poté, co vyteče ze štoly, bývá často obtížné. Důvodem bývá mj. potřeba velkých ploch pro instalaci technických zařízení, nutnost úpravy velkého množství vody a pomalu klesající koncentrace škodlivých látek, vysoké náklady a s tím související neekonomičnost.

Důlní voda: Voda (průsaková a spodní voda), která je v kontaktu s důlními díly. Voda v podzemních prostorách je vystavena vlivu hornin a rudných ložisek, což vede ke zvýšené koncentraci látek ve vodě.

Odvodňovací štola: Podzemní důlní dílo k zajištění odtoku důlní vody do povrchové vody.

Z tohoto důvodu je úkolem této studie zkoumat možnosti technických postupů, které dokážou zachytit škodlivé látky již v důlních dílech a pozitivně tak přispět k efektivnímu zlepšení kvality vody. Závěrem proběhla diskuse o potenciálních opatřeních pro budoucí báňské projekty v Sasku, aby zátěž v oblasti životního prostředí byla co možná nejnižší.

Metodika

Jedním ze stěžejních úkolů studie bylo přehledné znázornění (shrnutí) aktuálního stavu možností techniky a vědy v oblasti opatření k zachycení škodlivin v podzemních prostorách (in situ). Postupovalo se podle následujícího schématu:

- 1) Výběr relevantních prvků/škodlivin
- 2) Rešerše literatury v oblasti použitelných postupů
- 3) Výběr konkurenceschopných opatření
- 4) Klasifikace postupů podle úrovně záběru (zdroj škodlivin, transportní cesta apod.)
- 5) Vytvoření dokumentu – shrnutí - obsahujících vybrané postupy:
 - Popis postupu
 - Popis a zhodnocení kritérií: technická a prostorová proveditelnost, související náklady, možnost získat povolení, časový harmonogram realizace, dosažitelnost cíle resp. efektivita, přiměřenost, vliv na krajinný ráz, vliv na kvalitu životního prostředí, nebezpečí remobilizace škodlivin, nutnost a možnosti zneškodnění, odhad trvalé udržitelnosti
- 6) Porovnání opatření (výhody a nevýhody)
- 7) Příklady použití v saských hlubinných revírech a diskuse o problémech a úspěších

Dalším stěžejním bodem byla diskuse ohledně využití postupů pro konkrétní zátěžové situace ve vybraných lokalitách v Sasku. Na základě obsáhlé rešerše dat ohledně kvality vody (naměřené hodnoty koncentrace prvků) a objemového průtoku se šetřilo, které škodliviny ze saských důlních děl vytékají a které štoly v tomto směru mají zvláštní význam. Základem pro odvození potenciálu pro vyplavování škodlivin z dolů do saských vodních toků bylo provedení bilance transportu prvků. Z těchto údajů bylo možno odvodit výchozí přístupy k řešení smysluplného záchytu („Kdo? a Jak?“) škodlivých látek v bývalých báňských revírech. Detailní pozornost byla věnována revírům náležejícím k lokalitám Freiberg, Ehrenfriedersdorf a Zinnwald.

Výsledky a diskuse

Těžba rud a živců v Sasku v podstatě zahrnuje čtyři odvětví báňských aktivit v různých revírech:

- Těžba barevných kovů spolu se stříbrem, olovem, zinkem
- Těžba barevných kovů spolu s cínem, wolframem
- Těžba uranu
- Těžba živců spolu s fluoritem, barytem

Z těchto oborů je v současné době voda z 39 štol zapojena do hydrochemického programu měření kvality vody ze strany BfUL (Státní provozní společnost pro ŽP a zemědělství). Za účelem odvádění relevantních prvků z důlních vod z hlediska ŽP (tabulka 1) po zjištění překročení hodnot, bylo nutné provést porovnání s referenčními hodnotami. Základem pro posouzení byly koncentrace škodlivin zakotvené v zákonech (OGewV = Nařízení pro povrchové vody, TrinkwV = Nařízení pro pitnou vodu) nebo v jiných dokumentech (např. LAWA = Nařízení týkající se zařízení pro nakládání látkami, které ohrožují vodu).

Tabulka 1: Procentuální podíl štol s překročením referenční hodnoty podle prvků (Počet zkoumaných vzorků vod ze štol: 39)

Prvek	Fe	Pb	Mo	SO ₄ ²⁻	Se	Tl	Al	Ba	As	U	Co	Cu	Ni	Be	Zn	Cd
Překročení v %	3	5	8	8	10	18	23	26	36	41	44	59	64	74	92	95

Pro nejvíc rozšířené škodliviny vlivem těžby rud a živců byly zpracovány postupy pro trvale udržitelnou sanaci zohledňující specifika dané lokality. Přístupy v postupech přitom spočívají v (1) mytí vodou, (2) geochemickém vyrovnávání ukládáním pevných nebo kapalných látek za účelem ovlivnění pH-Eh a (3) v stimulaci biologicky katalyzovaných redukčních procesů.

Při hodnocení potenciálních postupů podle záběrové úrovně (viz také tabulka 2) vyplývá následující klasifikace:

- Opatření podzemním zatopeném prostoru dolu
- Opatření oblasti transferu (transport vodou ze zatopených podzemních prostor na povrch)
- Externí mimo důl (nadzemní cesta transferu z dolu do odtoku)

Teoreticky představitelná, ale prakticky nerealizovatelná opatření za účelem zásadního odstranění zdroje škodlivin v zátopovém prostoru (např. zapouzdřením) rudných dolů nebyla zkoumána.

Možnosti záchytu škodlivin v podzemních důlních dílech po těžbě rud a živců (dílní projekt 1.2)

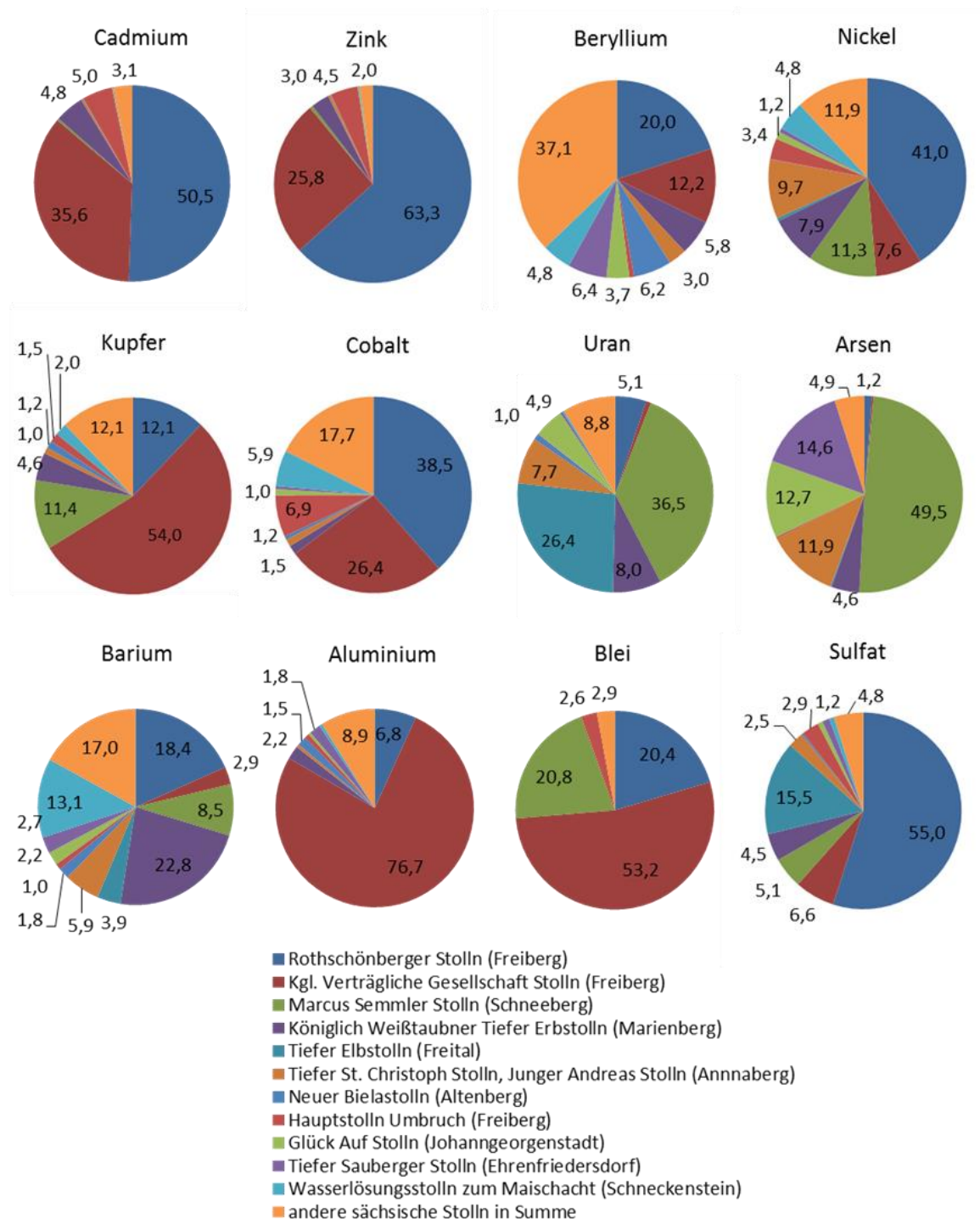
Tabulka 2: Přehled potenciálních postupů pro čištění důlní vody podle úrovně záběru

Úroveň záběru	Postup	Stručný popis	Příklad
Zatopený prostor	Modifikace management důlní vody	Snížení průtoku přes zóny s velkým výskytem škodlivin	Rudný důl Schneeberg
Zatopený prostor	Modifikace management zatápění	Vysoká akumulace vody za účelem snížení přítoku spodní vody a minimalizace oxidační mobilizace látek	Uranový důl Ronneburg
Zatopený prostor	Reduktivní Fixace škodlivin	Oddělení škodlivin ve vodě snížením redox prostředí (např. vsazením organických substancí nebo metalického železa)	
Zatopený prostor	Fixace škodlivin srážením/ Neutralizace	Přídavek alkalických médií/ srážecí chemikálie za účelem ovlivnění pH-prostředí a srážení škodlivin	Uranové doly Königstein a Ronneburg
Oblast transferu (periferní zatopený prostor)	Ventilace vody/ srážení železa	Oddělení větráním odtékající vody (úplná oxidace); dostatečné reakční doby; mírné rychlosti průtoku	Doly Pöhla a Ehrenfriedersdorf
Externí oblast dolu	Pasivní ošetření vody/ Oxidace a sedimentace (mokřad)	Opatření bez obsáhlých procesně-technických úprav resp. použití chemikálií; samočistící procesy v přímém okolí dolu	

Z porovnání postupů lze odvodit, že tyto postupy mohou být principiálně proveditelné, nicméně menší výhodu vykazují postupy v oblasti odtoku vody z dolů (oblast transferu a mimo důl). Pro daný rudný resp. živcový důl by se ale musely provést zkoušky pro každý konkrétní případ.

Odhad potenciálu vynášení (vyplavování) škodlivin ze saských hlubinných dolů byl odhadnut prostřednictvím transportu prvků odvodňovacími štolami. Vody ze štol Freiberského revíru (m.j. Rothschönberger Stolln, Königlich Vertragliche Gesellschaft Stolln) vykazovaly nejvyšší potenciál pro transport škodlivin do tekoucích vod (Obrázek 1). Signifikantní průniky látek byly zaznamenány také ve vodě vytékající z dolů hornických revírů Schneeberg, Johannegeorgenstadt, Ehrenfriedersdorf, Marienberg a Altenberg/Zinnwald.

Možnosti záchytu škodlivin v podzemních důlních dílech po těžbě rud a živců (dílní projekt 1.2)



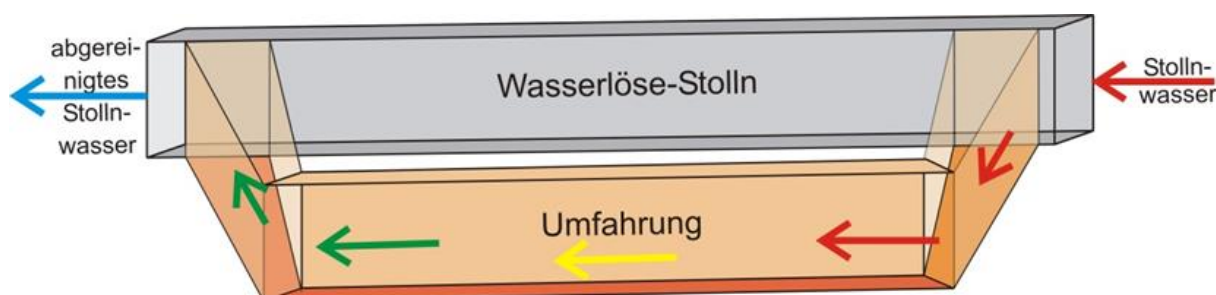
Obrázek 1: Podíly transportu látek (v %) vybraných saských důlních vod (název daného revíru je uveden v závorce) pro relevantní škodliviny v povrchové vodě (podíl transportu < 1 % není popsán; na základě údajů naměřených dat organizací BfUL a Wismut GmbH)

Z odhadu potenciálu pro jednotlivé štoly Freiberského revíru (Königlich Verträgliche Gesellschaft Stolln; Hauptstolln Umbruch) vyplynul podíl transportu více než 30 % pro prvky Al, Be, Cd, Co, Cu, Ni, Se, U a Zn z celkového množství látek transportovaných řekou Freiburger Mulde. Jako jediný realizovatelný in situ

Možnosti záchytu škodlivin v podzemních důlních dílech po těžbě rud a živců (dílní projekt 1.2)

postup spočívající na principu retence byla pro tento revír, také na bázi hydrochemického modelování, navržena fixace škodlivin srážením/neutralizací prostřednictvím srážecího činidla a následné sedimentace v zatápěném prostoru.

V revíru Zinnwald (Cínovec) je důlní voda odváděna pomocí tří odvodňovacích štol (Tiefer Büнау Stolln, Tiefer Hoffnung Gottes Stolln a Tiefer Hilfe Gottes Stolln) do odvodňovacího toku Rotes Wasser a Aschergraben. Podíly na transferu přesahující 30 % v případě toku Rotes Wasser lze konstatovat v případě Al, Ba, Be, Cd, Co, Cu, Li, Tl, U, Zn, přičemž 100 % prvků Cd, Cu, Tl, U a Zn lze přisoudit důlní vodě. V toku Aschergraben jsou zvýšené hodnoty především Cd, Cu, Ni, Se, U a Zn z důvodu průniku důlní vody. Coby retenční (zádržný) postup byla navržena kombinace reduktivní fixace škodlivin s fixací škodlivin srážením/neutralizací. V tomto případě jsou však jako reakční a zvláště sedimentační prostory potřebné zatopené důlní prostory většího rozsahu. Tyto se vyskytují pouze na české straně a jejich přístupnost by musela být zajištěna pomocí vrtů. Další možností je oddělení těžkých kovů pomocí filtrů s vápenným pískem například přes reakční trasu v rámci obchvatu štol der Tiefe Hilfe Gottes Stolln (Obrázek 2).



Obrázek 2: Koncepce reakční trasy (Adsorpce na vápenný písek) v rámci obchvatu štol Tiefere Hilfe Gottes Stolln v hornickém revíru Zinnwald (Cínovec)

V revíru Ehrenfriedersdorf je nejvýznamnější škodlivinou, která vystupuje ze štol Tiefere Sauberger Stolln a proniká do vodního toku Wilisch, arsen. Kromě toho jsou relevantní zvýšené podíly látek Al, As, Be, Cd, Co, Li, Mo, Ni, U a Zn. Při zaměření se v případě záchytu in situ především na Arsen, byla doporučena reakční trasa pro adsorpci As na granulovaný Fe(III)-Hydroxid. Předpokladem zde je vyražení krátké trasy podél štol Tiefere Sauberger Stolln.

S vysokou pravděpodobností budou v Sasku také v budoucnosti realizovány „nové“ těžební projekty. Za účelem co možno nejnižšího zatížení životního prostředí byla navržena následující opatření pro redukci průniku látek do okolí:

- Optimalizace managementu důlních vod (odstínění)
- Optimalizace geometrie dolů (segmentace)
- Redukce zkyprění (uvolnění) hornin
- Maximalizace uložení volné masy v podzemí (vlastní zásyp)

- Hermetizace zásypových oblastí
- In-situ-ošetření znečištěné důlní vody (předčištění)

Shrnutí a výhled

V rámci této studie byly zkoumány možné postupy, které by dokázaly zachytit škodliviny již v důlních prostorách a zajistit tak efektivní zlepšení v oblasti kvality vody.

Na základě rešerše ohledně možností techniky a vědy bylo možno vytvořit stručné popisy a zhodnocení potenciálně použitelných in situ metod pro záchyt škodlivin v saských hornických revírech. Principiálně jsou snadněji proveditelné postupy, u kterých se zásah realizuje v prostoru transferu látek z důlních děl.

Prostřednictvím měření koncentrací škodlivých látek v důlní vodě odtékající z odvodňovacích štol se podařilo zjistit relevantní spektrum škodlivin pro různé revíry. Z odhadu potenciálu vyplynulo, že voda vytékající z odvodňovacích štol Freiberského revíru je z hlediska emise škodlivých látek do povrchové vody nejvýznamnější. Signifikantní průnik látek byl zaznamenán také v případě vody vytékající z dolů hornických revírů Schneeberg, Johannegeorgenstadt, Ehrenfriedersdorf, Marienberg a Altenberg/Zinnwald. Zčásti bylo možno průnik látek proudících přímo do toku ze 100% přiřadit zdroji - konkrétní štole. Pro všechny tři hornické revíry Freiberg, Zinnwald a Ehrenfriedersdorf byly konkrétně popsány možné in situ záchytné postupy (opatření) a pokud to bylo možné, byla zjištěna také související finanční náročnost. V podstatě se imobilizace uskutečnila srážením a následnou sedimentací nebo adsorpcí. Opatření by mohla přispět ke snížení koncentrace kadmia nebo arzenu v dané důlní vodě a také snížit potenciál průniku prostřednictvím odvodňovacích štol do saských povrchových vod, jako např. do toků Mulde a Labe.

Zkoumaná opatření představují zčásti realizovatelné a efektivní možnosti za účelem záchytu škodlivin v podzemních důlních dílech po dřívějších báňských aktivitách. Ověření použitelnosti postupů pro důlní lokality resp. štole, které v této studii nebyly detailně zkoumány, vyžadují zásadní a pro danou lokalitu specifické přípravné plánování.

Pro budoucí báňské projekty se doporučuje již v rámci plánování těžby zohlednit vhodné metody pro podzemní redukci průniku škodlivých látek do okolí.

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 G.E.O.S Ingenieurgesellschaft mbH.

Fotografie na titulní straně:

Mirko Martin (2018): Přepad v patře nad ústím štoly Vertragliche Gesellschaft Stollns (revír Freiberg)

Redakční uzávěrka:

29.03.2019

Další informace najdete na
www.vitamin-projekt.eu