# Leben mit dem Bergbau
# Život s těžbou

Vita-Min

**Sachsen** und der **Bezirk Ústecký** sind traditionelle Bergbauregionen, auf deren Territorien die unterschiedlichsten Bodenschätze zu finden sind. Der **jahrhundertelange Bergbau** hat sichtbare Spuren hinterlassen. Diese werden in dem grenzüberschreitenden EU-Projekt »Vita-Min« untersucht. Der Projektname »Vita-Min« (vita lat.: Leben, min engl. mining: Bergbau) steht dabei bezeichnend für das Projektthema »**Leben mit dem Bergbau**«.

**Sasko** a **Ústecký kraj** jsou tradiční „hornické“ regiony, na jejichž teritoriích se nachází různorodé nerostné bohatství. Těžba těchto surovin provozovaná po **celá staletí** ale zanechala viditelné stopy. Tyto jsou předmětem zkoumání přeshraničního projektu podpořeného z prostředků EU „Vita-Min“. Název „Vita-Min“ (vita lat.: život, min angl. mining: hornictví, důlní činnost) tedy vystihuje téma projektu „**Život s těžbou**“.

## Projektziele

Vita-Min hat sich zum Ziel gesetzt, Gewässerbelastungen durch den aktiven und Sanierungsbergbau sowie den Altbergbau und daraus resultierende Konflikte zu identifizieren und Lösungsstrategien regional und grenzüberschreitend zu entwickeln.

Die Hauptziele des Projektes sind:

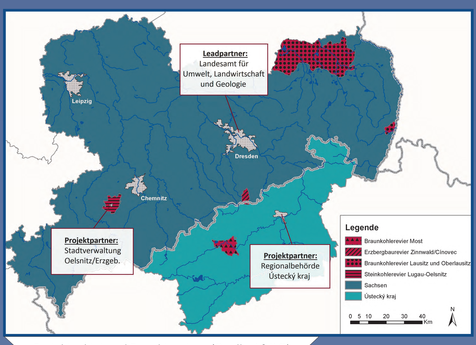
- **Unterstützung** der Umsetzung der **Wasserrahmenrichtlinie**
- **Verbesserung** und **Sicherung** natürlicher Lebensgrundlagen
- Aufbau und Durchführung von **Messkampagnen**
- **Verbesserung** der **Gewässergüte** und des Zustandes von Grund und Oberflächengewässerkörpern im sächsisch-tschechischen Grenzgebiet
- Nutzung von **länderübergreifenden** und prozessbedingten **Synergien**
- **Länderübergreifender Wissenstransfer** und -erweiterung

## Cíle

Vita-Min si vytyčil cíl identifikovat zátěže ve vodních útvarech způsobené aktivní, sanační a také historickou důlní činností a z nich vyplývající konflikty a vyvinout strategie na jejich řešení na regionální a přeshraniční úrovni.

Hlavní cíle projektu jsou:

- **Přínos** k realizaci **Vodní rámcové směrnice**
- **Zlepšení** a **zajištění** přirozených podmínek pro život
- Organizace a realizace **kampaní měření**
- **Zlepšení kvality vody** a stavu spodních a povrchových vodních útvarů v sasko-českém příhraničí
- Využití **synergií přesahujících** hranice zemí
- **Přeshraniční transfer** a rozšiřování vědomostí




*Projektgebiet und Projektpartner (Quelle: LfULG)*

*Bergbauimpressionen (Quelle: LfULG und A. Gaube)*

## Projektlaufzeit

01.07.2016 - 30.06.2019

## Doba realizace

01.07.2016 - 30.06.2019

## Förderung

Kooperationsprogramm Freistaat Sachsen -Tschechische Republik 2014-2020, EU-Fördermittelfonds

## Podpora

Program spolupráce na podporu přeshraniční spolupráce 2014-2020 mezi Českou republikou a Svobodným státem Sasko

## Projektpartner

Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie
Stadtverwaltung Oelsnitz/Erzgebirge
Ústecký Kraj

## Partner

Saský zemský úřad pro životní prostředí, zemědělství a geologii
Město Oelsnitz/Krušnohoří
Ústecký Kraj

www.vitamin-projekt.eu


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

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

Ústecký kraj

Stadt Oelsnitz/Erzgeb.

LANDESAMT FÜR UMWELT, LANDWIRTSCHAFT UND GEOLOGIE

Freistaat SACHSEN

# Analýzy antropogenně a přirozeně podmíněného přístupu železa a síranů do tekoucích vod (vodních útvarů) ovlivněných těžbou

Vita-Min

Železo a sírany se ve vodě vyskytují jen v nízkých koncentracích. Zvýšené koncentrace v kombinaci s nízkou hodnotou pH souvisí většinou s těžební činností. Následkem bývá zákal ve vodě, poškození stavební části objektů, omezení možnosti využití vodních útvarů vzniklých po těžbě nerostů ke koupání a jako zdroj pitné vody. Zatímco železo je možné z vody odstranit relativně jednoduše pomocí běžných čisticích postupů, pro sírany žádné v praxi použitelné postupy známy nejsou. Je tedy relevantní shromáždit poznatky o tom, co je jejich zdrojem a kudy do vody pronikají. Jen tak bude možné vyvinout strategie pro snížení průniku těchto látek do vody.

## Souvislosti a metodika

Rámcová směrnice EU o vodách v současné době neobsahuje žádné právně závazné mezní hodnoty pro obsah železa a síranů ve vodě, které musí být v povrchové vodě dodrženy. Uvedeny jsou toliko orientační hodnoty udávající určitý rámec. Příliš vysoké koncentrace těchto látek ale poškozují vodní biocenózu. Za určitých podmínek se to projevuje negativně na hodnocení vodních toků podle Rámcové směrnice EU o vodách. Cílem tedy bylo posoudit a kvantifikovat zdroje těchto látek, diferencovat přirozené a antropogenní příčiny (obrázek 1), aby bylo možno odvodit cílená a také z hlediska množství relevantní opatření. Na základě různých geodat byly pro všechny saské vodní útvary odvozeny cesty, kudy znečištění železem a sírany do vody vstupuje:

- Ohraničení vodních útvarů spodní a povrchové vody
- Identifikace geogenně ovlivněných oblastí
- Identifikace antropogenně ovlivněných oblastí
- Rešerše disponibilních řad naměřených dat
- Popisující statistické vyhodnocení naměřených dat
- Explorativní statistika
- Rešerše postupů nejlepší praxe (Best-Praxis)
- Odvození závěrů

*Obrázek 1: antropogenně a přirozeně podmíněné průniky látek*

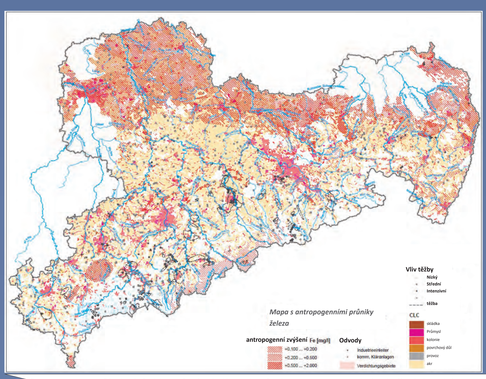
## Poznatky

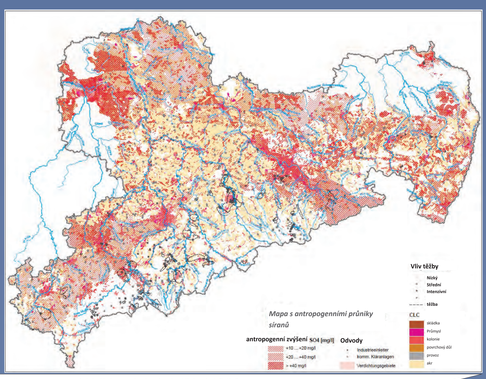
V Sasku se i mimo hnědouhelné revíry vyskytuje řada přirozených a antropogenních průniků síranů a železa z geogenních zdrojů a také ze zemědělství, z těžebních oblastí a z průmyslu (obrázek 2). S tím spojené průniky vedou k překračování orientačních hodnot na velkých plochách. V této studii byla provedena podrobná analýza těchto zdrojů (obrázek 3).

*Obrázek 2: podstatné poznatky o zdrojích průniků*

V oblasti plánování možných opatření pro oblasti mimo území hnědouhelných dolů vyplynulo, že v současné době žádné efektivní postupy pro snižování nízkých koncentrace síranů a železa v oblasti orientačních hodnot pro vysoký objemový průtok neexistují. Platí to obzvlášť s ohledem na velké plošné rozšíření překročení orientačních hodnot.

Zkoumané postupy bylo možné využít jen v případě jednotlivých bodových zdrojů. Při omezené efektivitě odlučování obzvláště v případě síranů by účinnost v případě povrchových vodních útvarů byla velmi omezená a nevedla by k dobrému stavu zkoumaných vodních útvarů na povrchu ani v oblasti spodní vody.




*Obrázek 3: Mapy Svobodného státu Sasko s antropogenními průniky železa (vlevo) a síranů (vpravo) a také jejich možné zdroje (Zdroj: LfULG)*

www.vitamin-projekt.eu

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

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

Ústecký kraj

Stadt Oelsnitz/Erzgeb.

LANDESAMT FÜR UMWELT, LANDWIRTSCHAFT UND GEOLOGIE

Freistaat SACHSEN

# Vývoj metod v oblasti analýzy a plánování vodního režimu pro hornický region Východní Sasko -Koncepce pro vytvoření velkoprostorového modelu území Lausitz/Lužice-

Vita-Min

Území Lužického hnědouhelného revíru je silně ovlivněno působením různých procesů souvisejících s aktivní těžební a rekultivační činností. Zvlášť vodní režim je vystaven významným vlivům a změnám. Snižování hladiny spodní vody, odvádění odčerpané vody do odvodňovacích vodotečí a zatápění zbytkových jam po těžební činnosti působí velké výkyvy. Zvyšování hladiny spodní vody v dolech po ukončení těžby a odtokem vody z prostoru bývalých dolů dochází k vyplavování síranů a železa do vodních toků (obrázek 1). Postupující nárůst hladiny spodní vody v hnědouhelném revíru Lužice stále zřetelněji svědčí o tom, že sledování proudění spodní vody a souvisejících procesů odděleně v jednotlivých povrchových dolech bez zohlednění vzájemného působení sousedních dolů, kde probíhá aktivní těžba a dolů již v procesu rekultivace, není postačující.

## Podnět a cíle

Pro hornoprávní a vodoprávní plánování bylo pro hnědouhelný revír Lužice vytvořeno jedenáct nezávislých regionálních modelů. Míra aktuálnosti a detailního zpracování hydrogeologických a geometrických dat v modelech se liší. Pomocí těchto modelů nelze tak komplexní a vzájemně se překrývající procesy proudění vody a transportu látek, které probíhají na celém rozsáhlém území, dostatečně zobrazit. Proto je nutné vytvořit velkoprostorový model (GRM) proudění a transportu látek zohledňující působení režimu povrchové vody a též proudění spodní vody sledující následující cíle:

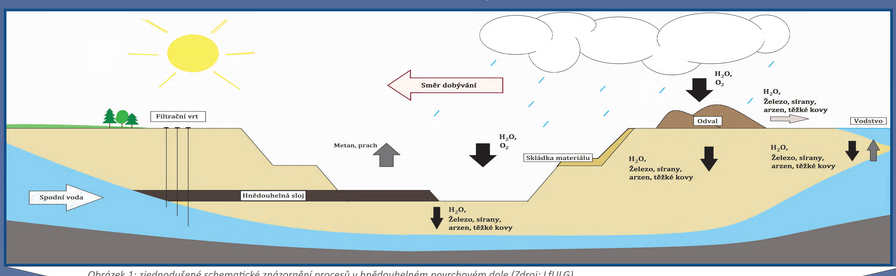
- Znázornění proudění spodní vody pro rozsáhlé území
- Vypracování trendu vodního režimu spodní vody také s ohledem na probíhající klimatické změny
- Prognózy vlastností pro železo a sírany
- Prokázání a zhodnocení souslednosti, přiměřenosti a trvalé udržitelnosti krátko-, středně- a dlouhodobých opatření z hlediska jejich účinku na rozsáhlém území
- Odvození vypovídajících opatření opírajících se o model jakož i odůvodnění výjimek v souladu s Rámcovou směrnicí o vodách EU

## Poznatky

Z obsáhlého hodnocení datových podkladů vyplynulo, že všechny základní předpoklady pro vytvoření velkoprostorového modelu pro revír Lužice jsou splněny a situace v oblasti dat je velmi dobrá. Významné poznatky a výroky:

- Hydrogeologický 3D-model struktury je možné vytvořit z disponibilních geologických dat (LfULG, LEAG, LMBV)
- K dispozici jsou podstatné údaje o vlastnostech materiálů ze skrývek uložených v tělesech výsypek z let 1960-80
- Vlastnosti materiálů lze charakterizovat pomocí hydrochemických dat analytických programů společností LEAG a LMBV. Doplnit je lze daty Zemské soustavy měření
- Pro těžební činností ovlivněná a překrývající se území jsou k dispozici specifická data v podkladech o mapování obsahu výsypek a plánech rekultivací

Pomocí zkušebního modelování v oblasti jezera Bärwalder See byla potvrzena a upřesněna koncepce na vytvoření velkoprostorového modelu. Následně vytvořená koncepce provozu zahrnuje různé varianty pro pozdější provoz velkoprostorového modelu.




*Obrázek 1: zjednodušené schematické znázornění procesů v hnědouhelném povrchovém dole (Zdroj: LfULG)*

## Výhled

I přes velmi dobrou situaci v oblasti dostupných dat bude nutné mnoho z těchto dat upravit

Odhadované náklady by dosáhly výše cca 3 miliony EUR

Odůvodněné, konzistentní konstatování mezních podmínek velkoprostorového modelu by mohla nahradit mezní podmínky čl. 2. regionálních modelů

Vytvoření a první zprovoznění modelu potrvá podle odhadu 3 roky

Nejvyšší náklady jsou spojené s úpravou dat a vytvořením 3D-numerického modelu

## Závěr

Modelování transportu látek přesahující rámec uhelného revíru musí spočívat na propojeném modelu proudění spodní a povrchové vody. Regionální modely tento požadavek nemohou splnit.

Regionální modely nepokrývají celé zájmové území.

Z důvodu vzájemně nekonzistentní hydrogeologické/hydraulické struktury není možné vytvořit velkoprostorový model pro Lužici prostým spojením těchto regionálních modelů.

Existující hydrogeologické regionální modely aktivní těžby a rekultivačních postupů na území dotčeném těžbou hnědého uhlí v oblasti sasko-brandenburské Lužice jsou i nadále významné pro specifické geohydraulické otázky spojené s těžbou.

Velkoprostorový model Lužice musí být vytvořen nově ze zjištěných a v široké míře disponibilních dat. K žádanému cíli by mohlo vést dílčí převzetí/využití vnitřních mezních podmínek a parametrizací z kvalifikovaných regionálních modelů. Toto je třeba ověřit.

www.vitamin-projekt.eu

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

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

Ústecký kraj

Stadt Oelsnitz/Erzgeb.

LANDESAMT FÜR UMWELT, LANDWIRTSCHAFT UND GEOLOGIE

Freistaat SACHSEN

# Rešerše a hospodárnost (mikro-)biologických postupů na čištění důlních vod

Vita-Min

*Obrázek 1: zkonstruované mokřady (wetland) (Zdroj: Lienyuan Lee, 2013)*

Těžba nerostných surovin provozovaná v Ústeckém kraji a ve Svobodném státě Sasko po celá staletí zanechala viditelné stopy v Krušnohoří a také v oblastech těžby hnědého uhlí – v Mostecké pánvi, v Lužici a ve Středním Německu. Tato činnost významně poznamenala tvář celé krajiny, zvláště tak důležitého zdroje, kterým je voda.

Následkem jsou nastalé změny množství a rozložení (kvantity) a také vlastností (kvality) vod. Evropská Rámcová směrnice o vodách stanovuje přísná kritéria pro kvalitu vody v povrchových vodních útvarech. Zbývá odpovědět na otázku: zda existují

- chemicko-fyzikální nebo (mikro-)biologické,
- technicky proveditelné,
- přiměřené

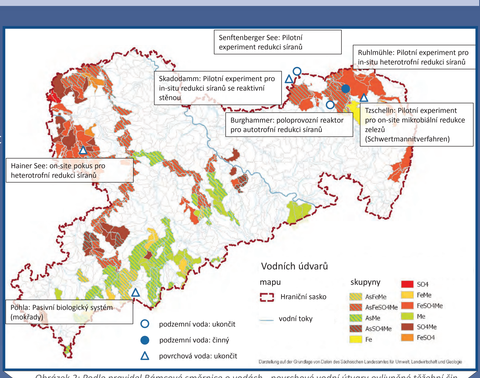
**metody** čištění vody, jejíž vlastnosti byly změněny těžební činností, které jsou schopny zajistit dobrou chemickou a ekologickou kvalitu vody v souladu s platnými předpisy. V posledních letech v oblasti sanace území dotčených těžbou význam (mikro-)biologických metod narůstal. Stále však existuje jen málo a neúplných podkladů ohledně nákladů, výkonnosti, trvalé udržitelnosti a dalších znaků (mikro-)biologických metod, o kterých se kriticky diskutovalo speciálně s ohledem na jejich možné využití v Sasku. Záměrem tohoto příspěvku je objasnění těchto nedostatků.

## Rešerše a analýza

Pro vodní útvary ovlivněné těžební činností byla zpracována typická situace dlouholetého působení. Na základě těchto vlastností byly odvozeny skupiny zatížení povrchových vodních útvarů (OWK) a vodních útvarů v oblasti spodní vody (GWK) (viz Obr. 2).

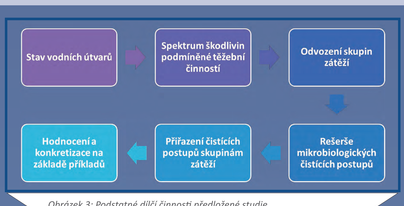
Následně proběhla rešerše a analýza (mikro-)biologických metod. Hledání se soustředilo na technicky sofistikované postupy a jejich potenciální výkonnost v typických saských podmínkách. Navrhnout lze sedm (mikro-)biologických metod:

- aerobní mokřady (pro vytvoření půdní zóny, ve které dochází k oxidaci železa a k absorpci kovů),
- anaerobní mokřady (pro vytvoření půdní zóny, ve které prostřednictvím přidané organické substance dochází k indukci mikrobiální redukce síranů),
- reaktivní bariéry in-situ (reaktivní média: elementární zdroj železa nebo uhlíku s cílem indikování mikrobiální redukce síranů; event. Alkalické přísady na podporu pufrovaného prostředí),
- reaktivní zóny in-situ (pro stimulaci heterotrofní redukce síranů prostřednictvím přídavku tekutého zdroje uhlíku),
- bioreaktory pro heterotrofní redukci síranů,
- bioreaktory pro autotrofní redukci síranů,
- bioreaktory pro srážení síranů železa prostřednictvím oxidace železa v kyselém prostředí

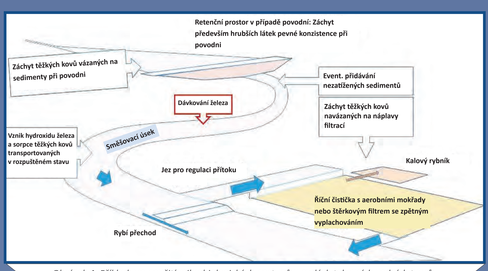



*Obrázek 2: Podle pravidel Rámcové směrnice o vodách - povrchové vodní útvary ovlivněné těžební činností se znázorněním realizovaných mikrobiologických postupů v Sasku (Zdroj: LfULG)*

## Specifikace výsledků na základě příkladů ze Saska




*Obrázek 3: Podstatné dílčí činnosti předložené studie*




*Obrázek 4: Příklad pro použití mikrobiologických postupů u malých tekoucích vodních tvarů (Zdroj: LfULG)*

Mnoho postupů bylo testováno pouze v laboratořích. Vypovídající údaje o jejich efektivitě a ekonomičnosti tedy chybí.

Sedm pro Sasko vhodných metod je třeba specifikovat a vyhodnotit hospodárnost jejich použití pro konkrétní aplikace. Za tím účelem byla podrobně zkoumána situace zátěže ve dvou oblastech (srov. Obr. 4).

Díky tomu bylo možno učinit následující závěry:

- Použití postupů spočívajících na mikrobiální bázi se hodí jen pro lokální použití a ošetření jen proudů s malým objemem.
- Z důvodu nízkého oběhu látek je třeba počítat se značnými nároky na plochy.
- Odlučování (neodbouratelných) kovů (metaloidů) z vody vytváří vždy také geologická tělesa, sedimenty nebo kaly obohacené o odloučené látky a je potřeba pro ně najít možnost zhodnocení, využití nebo zneškodnění.
- Použitím této skupiny metod nelze počítat se snížením nákladů na obsluhu a provoz.

**Závěr: Z výše uvedených výsledků se použití (mikro-) biologických metod pro silně zatížené a plošně rozsáhlé území resp. území se značným odtokem v současné době nejeví hospodárné.**

**www.vitamin-projekt.eu**

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

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

Ústecký kraj

Stadt Oelsnitz/Erzgeb.

LANDESAMT FÜR UMWELT, LANDWIRTSCHAFT UND GEOLOGIE

Freistaat SACHSEN

# Studie proveditelnosti pro využívání multispektrálních a hyperspektrálních metod pro monitoring životního prostředí

Vita-Min

*Obrázek 1: Průzkumný let Bernsteinsee (a) a Dubringer Moor (b) (Fotka: LfULG)*

Při těžbě nerostných surovin vznikaly odvaly resp. výsypky a velké dutiny nebo zbytkové jámy. Krajina, která následkem těžby vzniká, vyžaduje rekultivaci a sanaci. Ale také po sanaci odvalů a výsypek může docházet k vyplavování těžkých kovů nebo jiných škodlivých látek. Je potřeba provádět efektivní monitoring. Jednou možností sledování tekoucích vod a jezer ve zbytkových jámách je dálkový průzkum. Stále narůstá význam využití inovativních technologií pro dálkový průzkum. Jednou z nich je spektroskopie s využitím hyperspektrálních metod. Využívají se satelity nebo drony, platforma s odpovídajícím vybavením zobrazujícími zařízeními. V rámci projektu Vita-Min byl proveden odhad potenciálu této metody. Zaměřili jsme se na následující stěžejní oblasti:

- Rešerše **možností** dálkového průzkumu za účelem sledování vody v povrchových vodních útvarech
- Vytvoření **spektrální knihovny** prvků a sloučenin relevantních pro těžbu surovin
- Vytvoření **koncepce** pro sledování vody v povrchových vodních útvarech s ohledem na vodní útvary ovlivněné těžební činností a Rámcové směrnice o vodách EU
- **Testovací průzkumné** lety pro první validaci a specifikaci teoreticky vytvořených výsledků
- Dnešní **hranice** dálkového průzkumu pro monitoring vodních útvarů ovlivněných těžbou a odvalů

## Použití spektroskopie poskytující obraz v testovacích oblastech

- **Cíl**: Určení zdroje spodní vody a rozložení železa resp. škodlivých látek ve vodním útvaru vzniklém následkem těžební činnosti a na bažinatém území (Obr. 1a a Obr. 1b)
- Realizace dvou průzkumných letů (srpen, listopad) s použitím RGB-kamery, multispektrální kamery, hyperspektrální kamery, termokamery
- Odvození různých indexů pro charakterizaci zkoumaných parametrů

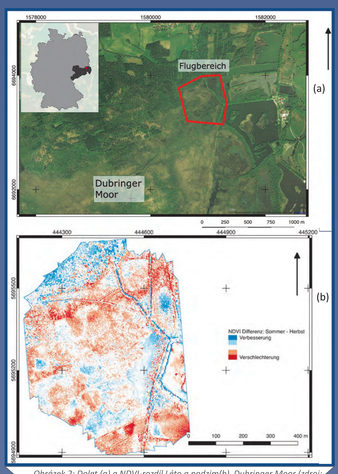
## Průzkumný let - Dubringer Moor

Prostřednictvím interakce s povrchem vegetace (Absorpce/Reflexe) není možné provést přímou evidenci zemského povrchu. Koncentrace těžkých kovů jsou příliš nízké, než aby bylo možno je přímo detekovat.

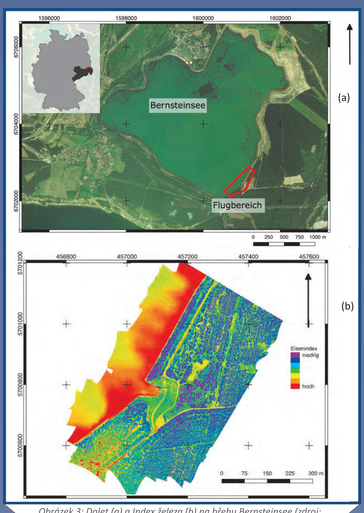
### Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)

NDVI index (Obr. 2b) využívá charakteristické vlastnosti chlorofylu u rostlin, kdy velkou část elektromagnetického záření vlnové délky cca 600 nm až 700 nm (červené) absorbuje a vlnové délky od 700 nm do 1300 nm (NIR) odráží. Díky těmto vlastnostem umožňuje NDVI index činit závěry o vitalitě resp. o stresu rostlin.

Těžké kovy nebylo možné přímo detekovat nebo odhadovat kvantitativně. Ale prostřednictvím NDVI indexu je možné rychle, jednoduše a plošně znázornit vitalitu resp. vegetační stres, což bylo využito jako proxy pro toxické substance.




*Obrázek 2: Dolet (a) a NDVI-rozdíl Léto a podzim(b) Dubringer Moor (zdroj: LfULG)*




*Obrázek 3: Dolet (a) a Index železa (b) na břehu Bernsteinsee (zdroj): LfULG)*

## Zkušební let - Bernsteinsee

### Index železa

Minerály železa se v VNIR vyznačují minimálně jednou charakteristickou absorpcí. Pro všechny oxidy železa a hydroxidminerály železa obecně platí oblast absorpce při cca 900 nm, což způsobuje přítomnost dvojmocného železa v krystalinické matrici. Na obrázku 3b je možno rozeznat oblast břehů s vysokým indexem železa. To se kryje s místním pozorováním, kde bylo možno pouhým okem snadno rozeznat usazeniny železa okrové barvy (srov. s obrázkem na titulní straně).

### Minimum Noise Fraction (MNF)

Analýza hlavních komponentů vzniklých prostřednictvím MNF-Rotation ukazuje obdobný obraz jako indexy železa vodních útvarů. Pro léto lze rozpoznat směs dvou vodních útvarů s rozdílnou spektrální charakteristikou. Pro podzim již tuto výraznou směs rozpoznat nelze. Přes to ale lze rozpoznat malé rozdíly mezi přítoky a otevřenou plochou vodního útvaru.

### Širokopásmová termální data

Pro doplnění multispektrálních a hyperspektrálních dat byly směsi vody analyzovány pomocí termálních dat. Teplota vody ve vodních útvarech Bernsteinsee a Lohsa II je mírně odlišná.

**Závěr: Dnešní technické vybavení ještě neumožňuje zaznamenat znečištění vody těžkými kovy ve vodních útvarech nebo odvalech pomocí systémů opírajících se o dálkový průzkum. Je však již možné určit první opěrné body vypovídající o rozložení železa ve velkém množství vody. Přítoky spodní vody lze rozeznat relativně snadno.**

**www.vitamin-projekt.eu**

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

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

Ústecký kraj

Stadt Oelsnitz/Erzgeb.

LANDESAMT FÜR UMWELT, LANDWIRTSCHAFT UND GEOLOGIE

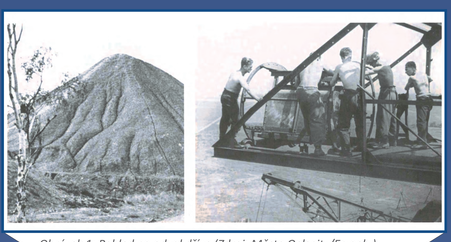
Freistaat SACHSEN

Fotografie: Oelsnitz/Erzgeb.

# Monitoring odvalu dolu Deutschlandschacht

Vita-Min

Odval dolu Deutschlandschacht vznikal v průběhu těžby černého uhlí nasypáváním značného množství zemního materiálu a zbytků uhlí ve městě Oelsnitz v Krušných horách. Čas od času tu je možno pozorovat požáry. Působením tlaku kameniva se uvnitř odvalu tvoří teplo a dochází k nízkotepelné karbonizaci uhlí. Vlivem vlastní hmotnosti odvalu vzniká tlak a při kontaktu s kyslíkem zbytky uhlí hoří. Dochází tak ke změnám objemu, což způsobuje vertikální a horizontální pohyby tělesa odvalu. Také zvyšující se hladina spodní resp. důlní vody zesiluje změny v krajině v revíru Lugau-Oelsnitz. V souvislosti s těmito pohyby se může zvýšit r.



*Obrázek 1: Pohled na odval dříve (Zdroj: Město Oelsnitz/Erzgeb.)*

## Metodika

Pohyb odvalu je sledován v rámci programu monitoringu. Řada dalších (redundantních) pozorování slouží k upřesnění a hodnocení přesnosti a spolehlivosti (Obrázek 2).

Pro racionální polohovou a výškovou návaznost na zemský souřadnicový systém s GPS s dostatečnou přesností (GNSS) vytvořila a otestovala Hornická univerzita ve Freibergu (TU Bergakademie Freiberg) speciální metodu. Měření GNSS umožňují „bezpečně“ přenášet souřadnice a směry. To je podstatné především pro odval Deutschlandschachthalde, kde dochází k velkoprostorovým změnám.

Za účelem prokázání vertikálních a horizontálních pohybů půdního materiálu v řádu centimetrů, jsou standardní odchylky napojení, jako míra tzv. vnější přesnosti, povolené v řádu milimetrů. Měření „nulového bodu“ pro časovou souvztažnost se uskutečnilo v roce 2006. Měření se opakovala v letech 2008, 2011, 2013 a 2015.

*Obrázek 2: Měřící body na odvalu Dtl-Halde (Zdroj: Dr. Löbel)*

*Obrázek 3: Vyhlídková věž na odvalu (Zdroj: A.Wölfel )*

## Výsledek

Z výsledků měření lze konstatovat, že jak horizontální, tak také vertikální extrémní pohyby půdy v letech 2006 až 2015 v uplynulém období let 2015 až 2018 nepokračovaly.

Ani po této sérii měření však nelze vyloučit, že se odval bude dál pohybovat, zejména když termická aktivita přetrvává.

Bylo rozhodnuto, že měření bude pokračovat v pravidelných časových odstupech cca 3 let.

www.vitamin-projekt.eu

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

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

Ústecký kraj

Stadt Oelsnitz/Erzgeb.

LANDESAMT FÜR UMWELT, LANDWIRTSCHAFT UND GEOLOGIE

Freistaat SACHSEN

# Rizika a příležitosti následků po těžební činnosti

Vita-Min

Černé uhlí se v revíru Lugau-Oelsnitz/Erzgeb. těžilo 127 let a těžba tu zanechala viditelné a také neviditelné stopy, jakými jsou např. četné odvaly. V rámci koncepce byla identifikována rizika po realizované těžbě a také nápravná opatření s cílem trvale předejít škodám a ohrožení bezpečnosti pro veřejnost a zajistit řád .

### Odvaly a průsakové vody

- 25 odvalů
- Zajištění trvalé bezpečnosti svahů odvalů
- Redukce prosakování srážek a procesy řešení
- Vytékání znečištěné vody z těles odvalů

### Zvyšování hladiny důlní vody/ Zatápění

- Již 45 let probíhá přirozené, pomalé zatápění dolů
- Sledování zatápění (stav vody a chemické složení) prostřednictvím 2 hloubkových měřících míst
- předpokládá se, že cca v roce 2033 dojde k vytékání silně mineralizované na povrch
- Změna chemizmu v odvodňovacích tocích
- Tvorba mokřadů

### Únik důlního plynu

- Působení metanu na sídelní oblasti
- Pravděpodobná souvislost se zvyšující se hladinou důlní vody

### Šachty a důlní díla

- Stabilita zajištěná výztuží, zasypáváním, zával již neprovozovaných šachet, materiál pro zasypávání, pilíř pro zasypávání při zvyšující se hladině důlní vody
- Nebezpečí prolomení šachty
- Vytékání mineralizované důlní vody na povrch
- Kontrola stability pilíře pro zasypávání

### Deformace zemského povrchu

- V centrální části těžebních aktivit pokles o 17 m
- Měření pohybů povrchu ve 2-letých cyklech do roku 1974
- Analýza a vyhodnocení poškození následkem těžby
- V souvislosti se zatápěním dochází ke zvyšování zemského povrchu

### Provozní plochy a nemovitosti

- Náměstí Lugau a Oelsnitz/Erzgeb.
- Budovy v blízkosti hornického muzea
- ...

## Odvození a hodnocení rizik a příležitostí

1. Shromáždění rizik a jejich vyhodnocení
2. Znázornění vzájemného vlivu
3. Identifikace deficitů v oblasti znalostí a jejich odstranění
4. Znázornění příležitostí

## Doporučení pro opatření, nápravná opatření (co je třeba učinit)

1. Zpracování plánu opatření
2. Zpracování koncepce pro monitoring

www.vitamin-projekt.eu

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

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

Ústecký kraj

Stadt Oelsnitz/Erzgeb.

LANDESAMT FÜR UMWELT, LANDWIRTSCHAFT UND GEOLOGIE

Freistaat SACHSEN

Fotografie: Ústecký kraj

# Vodní útvary na výsypkách hnědouhelných lomů

Vita-Min

Hlavním úkolem Ústeckého kraje v rámci projektu Vita-Min je problematika uchovávání kvalitní vody v regionu Mostecké pánve, zejména pak ve vztahu k zatápění zbytkových jam bývalých velkolomů po těžbě hnědého uhlí, stejně jako charakteristikou drobných vodních ploch na výsypkách.

V roce 2017 bylo v Ústeckém kraji zaznamenáno celkem 351 malých vodních útvarů různého druhu a velikosti na 38 výsypkách.

Srovnání historických a současných ortofotomap ukázalo, že hladina vody se ve srovnání s rokem 1960 téměř zdvojnásobila. Některé vodní plochy byly vytvořeny účelově, jiné se postupně objevily.

Cílem bylo,

- mapování malých vodních útvarů,
- výběr 24 reprezentativních vodních útvarů
- rozlišit čtyři typy v závislosti na původu vzniku
  - rekultivační vodní nádrže
  - vodní plochy vzniklé na neupraveném výsypkovém povrchu
  - vodní plochy vzniklé samovolně v rekultivovaném území
  - vodní plochy vzniklé při patě výsypky
- terénní průzkum a podrobnější charakteristika 24 vodních útvarů
- biologický průzkum 24 vodních útvarů (cévnaté rostliny, ptáci, plazi, obojživelníci, vodní bezobratlí) po dobu jednoho roku.

Zdroj: Vita-Min

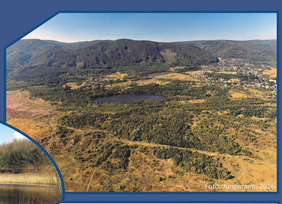
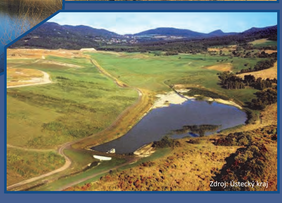


Foto: Jungmann, 2016



Zdroj: Ústecký kraj

Z analýzy vyplynulo, že zde není zásadní rozdíl v biologické hodnotě z hlediska vzniku těchto vodních ploch. Celkově pak lze konstatovat, že části výsypek by měly být ponechány přirozenému vývoji, neboť se ukazuje, že se zde vytváří řada biotopů a velikostně rozmanité vodní plochy.

Zdroj: Ústecký kraj

## Hydrochemický monitoring drobných vodních útvarů

Hydrochemický monitoring 24 vodních útvarů byl prováděn od března do prosince 2017. Kromě základních chemických parametrů a ukazatelů možné kontaminace (toxické prvky, uhlovodíky, polychlorované bifenyly, polyaromáty) byly stanovovány rovněž hydrobiologické ukazatele.

Bylo zjištěno následující:

- pro všechny malé vodní plochy byly charakteristická vysoké koncentrace rozpuštěných látek a síranů
- hodnoty pH: neutrální až mírně alkalické
- organické látky (CHSK-Cr, TOC a BSK-5): Nejvyšší hodnoty byly zjišťovány v letním období na rekultivačních vodních plochách a na některých plochách vzniklých u paty výsypky
- koncentrace celkového dusíku byly po většinu nižší než 5 mg/l (Zvýšené hodnoty dusíku byly zaznamenány v jarních měsících na rekultivačních vodních plochách a na jednom profilu u paty výsypky)
- koncentrace celkového fosforu byly na většině ploch velmi nízké
- koncentrace vápníku a hořčíku: od 30 od 350 mg/l
- místy převyšovaly koncentrace hořčíku koncentrace vápníku, což je pro povrchové vody netypické. Nejčastěji byl tento atypický poměr hlavních kationtů zaznamenán u ploch, vzniklých samovolně v rekultivovaném terénu.
- nejvyšší koncentrace železa a manganu byly zjištěny na vodních plochách vzniklých při patě výsypky
- specifické znečišťující látky (podle NV č. 401/2015 Sb., příloha č. 3, tab. 1c): zvýšené koncentrace železa, manganu, rtuti, boru a molybdenu

Pro hydrobiologické parametry byly sledovány chlorofyl-a, fytoplankton, zooplankton (měsíčně) a makrozoobentos (duben a srpen):

- Nejvyšší obsahy chlorofylu-a a nejvyšší počty jedinců fytoplanktonu na rekultivačních vodních nádržích
- Nejvyšší počty jedinců zooplanktonu na vodních plochách u paty výsypky a na neupraveném výsypkovém povrchu
- vysoká biodiverzita makrozoobentosu na vodních plochách u paty výsypky a na neupraveném výsypkovém povrchu
- rekultivační vodní nádrže vykazovaly nízkou biodiverzitu

*Obrázek : Fauna vodní plochy vzniklé na neupraveném výsypkovém povrchu (Zdroj: M. Straka, VUV-TGM)*

## Posouzení hydrochemických rizik vodních útvarů povrchových vod vzniklých v a návrh jejich eliminace

Cílem této studie bylo posouzení hydrochemických rizik vybraných vodních útvarů, posouzení výsledků z monitoringu kvality vod v příkopovém systému tří jezer (Barbora, Chabařovice a Most) a navržení vhodného biologického způsobu čištění vod krajině po ukončení povrchové těžby uhlí.

**Faktory ovlivňující potenciální hydrochemické riziko pro kvalitu vody jsou:**

- eutrofizace
- rybaření
- změna chemie vod v povodí
- výskytem toxických sinic
- využití okolní krajiny
- výskyt vodní flóry a fauny
- geomorfologie terénu
- stáří, velikost a hloubka nádrže

Kyselé důlní vody z těžby uhlí a průsaky z výsypek patří mezi vody, které se velmi špatně čistí v biologických čistírnách, protože většinou mají velmi nízký obsah organických látek a velmi často nízké hodnoty pH. Proto se používají především umělé mokřady.

**Možné metody čištění vody:**

- Aerobní umělé mokřady s povrchovým tokem jsou využívány pro odstraňování železa a manganu
- Anaerobní mokřady jsou využívány pro odstraňování síranů
- Pro zvýšení hodnot pH se používají anoxické vápencové drenáže
- Spojování několika typů mokřadů

Foto: Jungmann, 2016

**Hodnocení kvality vody v roce 2017 ukázalo, že nejsou žádné prokazatelné rozdíly ve kvalitě vody mezi vodními útvary a že jsou převážně oligo- až mezotrofické.**

www.vitamin-projekt.eu

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

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

Ústecký kraj

Stadt Oelsnitz/Erzgeb.

LANDESAMT FÜR UMWELT, LANDWIRTSCHAFT UND GEOLOGIE

Freistaat SACHSEN