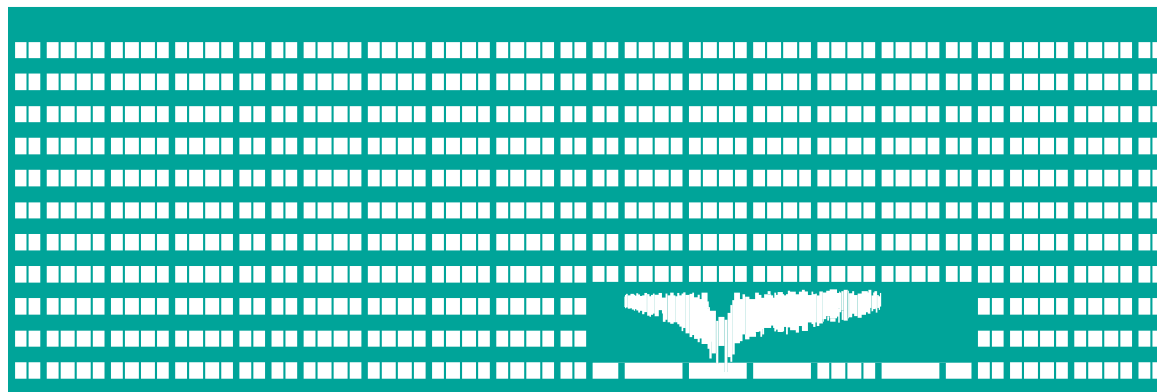


VŠB TECHNICKÁ  
UNIVERZITA  
OSTRAVA

VSB TECHNICAL  
UNIVERSITY  
OF OSTRAVA



[www.vsb.cz](http://www.vsb.cz)

# STUDIUM VÝVOJE ZATÁPĚNÍ UZAVŘENÝCH DOLŮ NA VYBRANÝCH LOKALITÁCH UHELNÝCH PÁNVÍ ČR A DOPADY NA HYDROSFÉRU S VYUŽITÍM HYDROGEOCHEMICKÉHO MODELOVÁNÍ

Ing. Lenka Mertová

Doc. Mgr. Monika Ličbínská, Ph.D.

# Úvod do problematiky

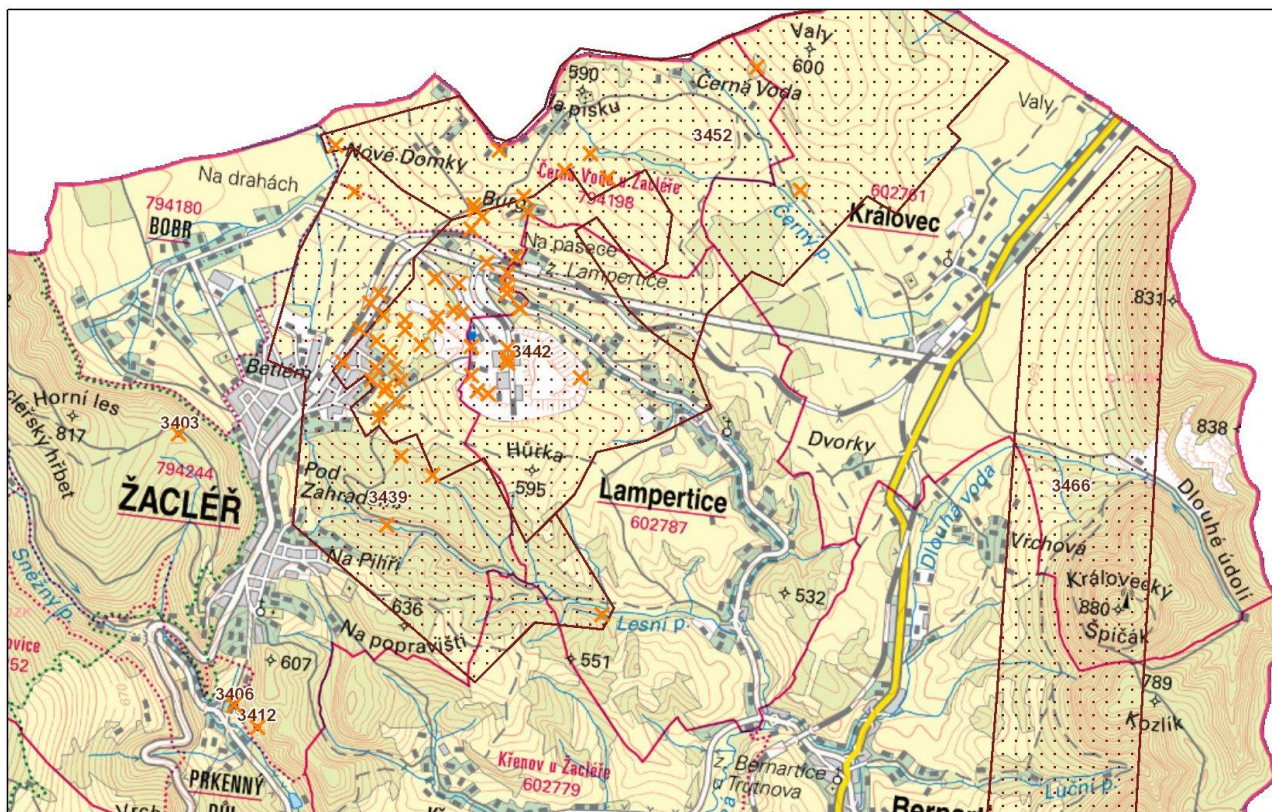
- Důlní vody - podle definice zákona č. 44/1988 Sb. (horní zákon)
- Uzavřením dolů dochází ke změně hydrogeologických podmínek a chemismu vod na lokalitě
- Je potřeba provádět monitoring kvality podzemních a povrchových vod
- Na základě výsledku chemických analýz je prováděno hydrogeochemické modelování a následná predikce vývoje důlních vod

# Charakteristika lokality

## Žacléřsko

- leží v české části dolnoslezské pánve, která je protažená SZ-JV směrem a nachází se v oblasti mezi Krkonošemi, Sovími horami a Orlickými horami
- k ukončení těžby na dole Jan Šverma došlo k 31. 12. 1992
- likvidace byla provedena metodou, při níž byly všechny volné prostory v podzemí systematicky zaplňovány samotuhnoucí základkou s využitím vhodných velkoobjemových odpadů (kaly z průmyslových čistíren, popílký ze spalování uhlí, hutnících provozů apod.)
- do 31. 12. 2005 byla zlikvidována všechna činná hlavní důlní díla až po povrch a po úroveň 1. patra dolu byly zaplněny všechny dostupné důlní prostory

# Vymezení oblasti



20. září 2021

0 0,35 0,7 1,05 1,4 km



© Česká geologická služba

# Přehled jam v oblasti



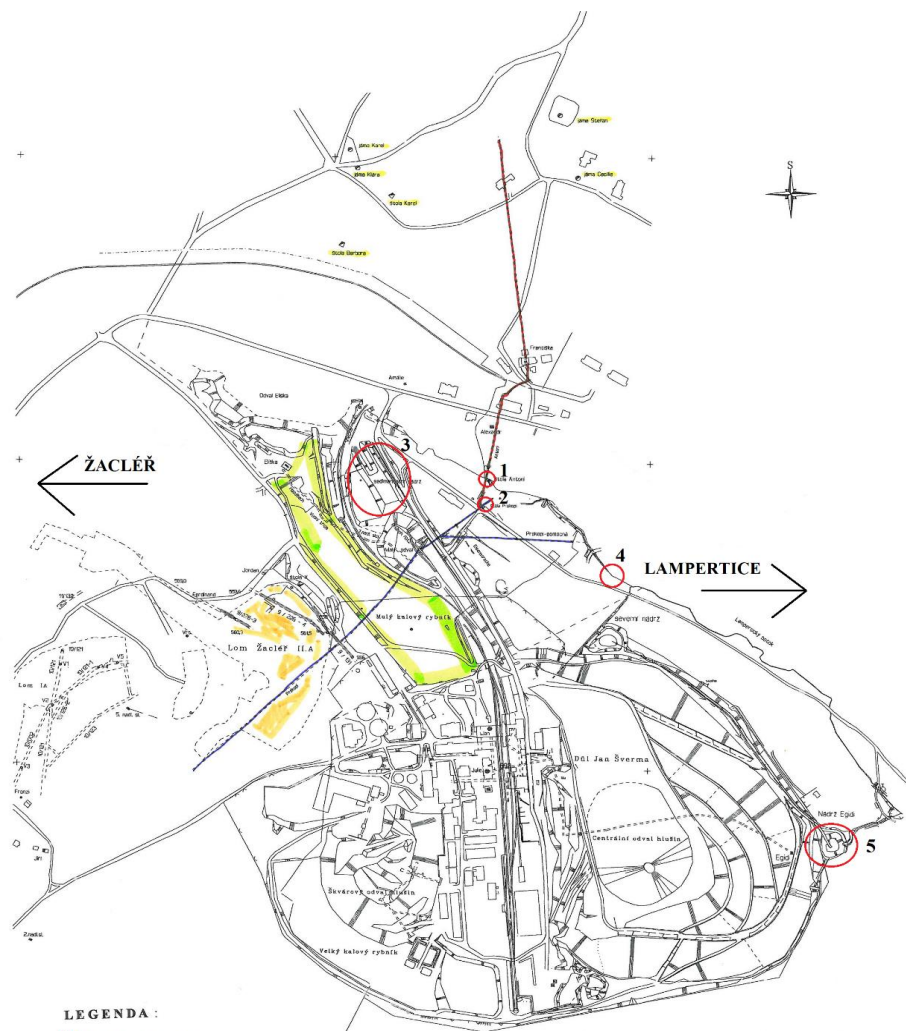
# Přehled štol v oblasti



## Přehled jam a směr jejich výtoku

Důlní dílo	Voda vtéká do	Důlní dílo	Voda vtéká do
Jáma Amálie	Černý potok	Jáma Johana	Lampertický potok
Jáma Clara	Černý potok	Jáma Franzi	Lampertický potok
Jáma Štefan	Černý potok	Jáma Prokop	Lampertický potok
Jáma Karel	Černý potok	Jáma Františka	Lampertický potok
Jáma Antoni	Lampertický potok	Jáma Eliška	Lampertický potok
Jáma Alexandr	Lampertický potok	Jáma Jiří	Lampertický potok
Jáma Cecílie	Lampertický potok	Jáma Jan	Lampertický potok
Jáma Jordán	Lampertický potok	Jáma Julie	Lampertický potok
Jáma Václav	Lampertický potok	Jáma Marie	Lampertický potok
Jáma Ferdinand	Lampertický potok	Jáma Adolf	Lesní potok
Jáma Florian	Lampertický potok	Jáma Hugo	Lesní potok





LEGENDA :

- Odběrová místa
- 1 Štola Antoni
- 2 Štola Prokopi
- 3 Lampertický potok
- 4 Malý kalový rybník
- 5 Nádrž Egydi

GEMEC-UNION a.s. Jívka divize GEMEC Žacléř

+ PŘEHLEDNÁ MAPA

1 : 5000

# Monitoring

- Malý kalový rybník
- výtoky ze štoly Egydi
- výtoky ze štoly Antoni
- výtoky ze štoly Prokopi
- Vzorky z Lampertického potoka



# Hydrogeochemické modelování

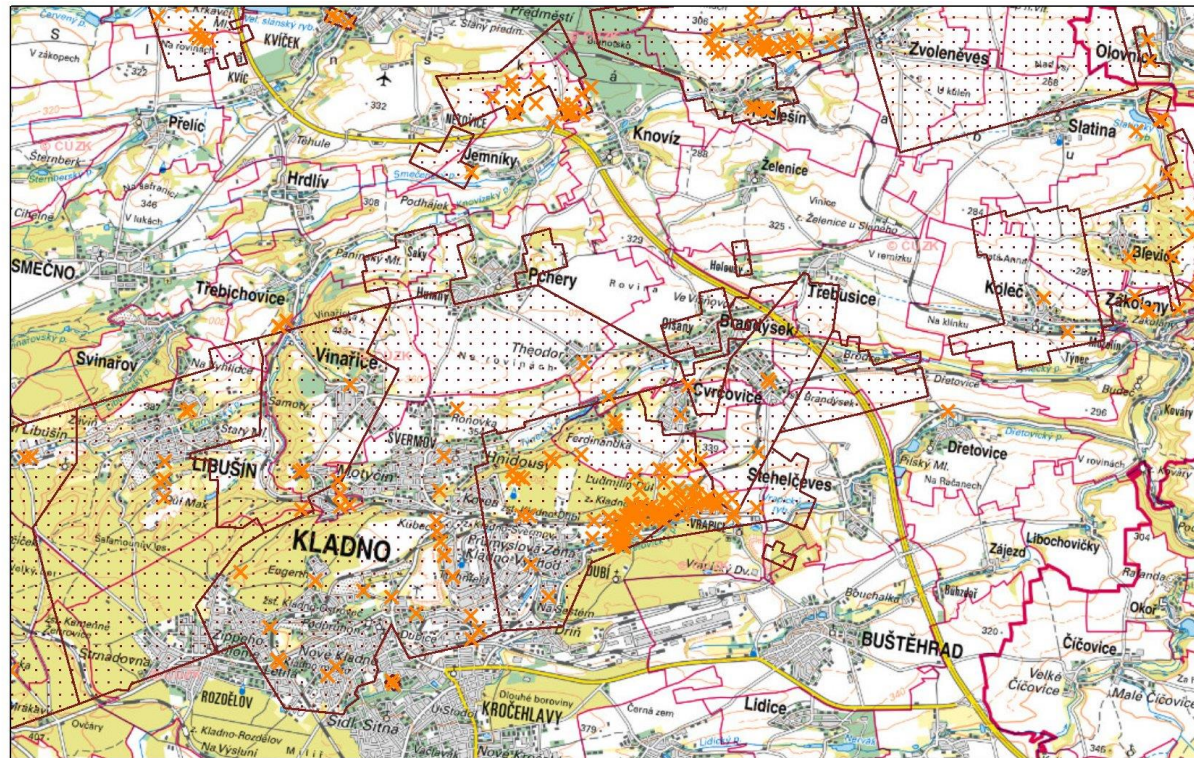
- data od společnosti GEMEC – UNION a.s.
- chemické rozbory vod od roku 1994 až po rok 2019
- pro tvorbu geochemický modelů je primárně využíván program The Geochemist's Workbench (GWB) nebo PhreeqC

# Charakteristika lokality

## Kladensko

- ve středních Čechách severozápadně od Prahy
- uhelný revír tedy leží od Doupovských hor na jihozápadě až po říční koryto řeky Vltavy na severovýchodě
- těžba černého uhlí v revíru kladenské oblasti byla ukončena v roce 2002
- během září roku 2002 bylo zastaveno v kladenské pánvi čerpání důlních vod na povrch

# Vymezení lokality



20. září 2021

0 0,75 1,5 2,25 3 km

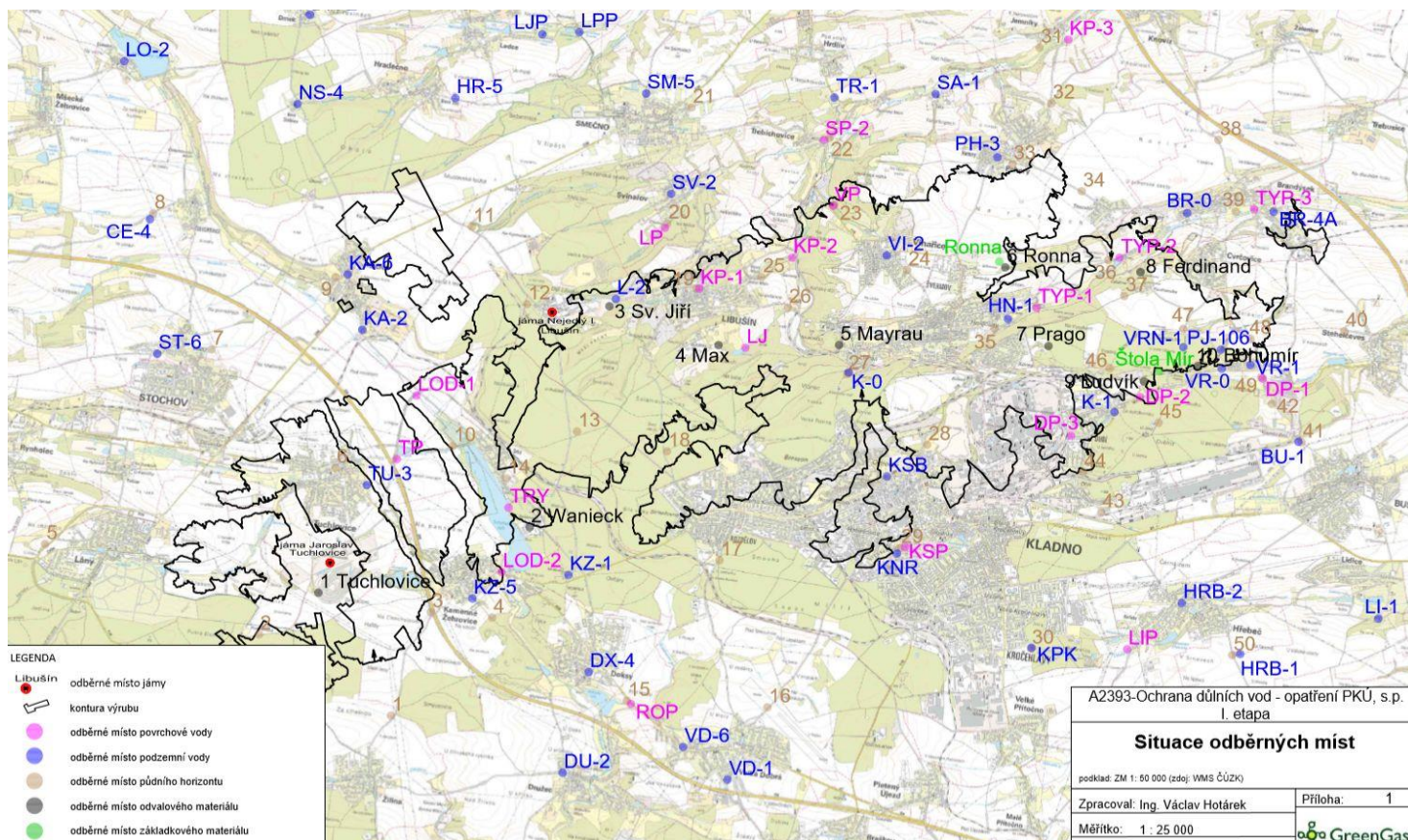
S

© Česká geologická služba

# Monitoring

- byl prováděn od roku 2003 - 4 jámy – Nejedlý 1 a 3 (NE-I, NE-III), Jaroslav a Pustinka a později byl rozsah měření omezen pouze na jámy NE-I (Kladno-Libušín) a Jaroslav (Tuchlovice)
- od roku 2015 až do současnosti byl monitoring prováděn Palivovým kombinátem Ústí, s.p.
- v roce 2017 byl pak monitorovací systém rozšířen o monitorovací vrty MVDD, jež jsou odvrtány do stařin v nejvýchodnější Vrapické kře kladenského revíru
- pro predikci vývoje důlních vod byly použity chemické rozbory vod od roku 2006 až po rok 2020

# Odběrová místa Kladno



# Hydrogeochemické modelování

- data byla převzata od společnosti Palivový kombinát Ústí, s.p.
- jedná se o chemické rozbory vod od roku 2006 až po rok 2020
- pro tvorbu geochemický modelů je primárně využíván program The Geochemist's Workbench (GWB) nebo PhreeqC



## Analýza dat Žacléřsko

- voda byla slabě zásaditá (pH 7,5 – 8,3).
- část odebraných vzorků překročila limit daný Vyhláškou č.5/2011 Sb. pro koncentrace vápníku, hořčíku, chloridů, síranů, železa
- u výtoku ze štol Antoni a Prokopi a Lampertického potoka byl chemismus téměř identický
- vody ze štoly Egydi a v Malém kalovém rybníku jsou vápenato-síranové. Vody z výtoku ze štol Antoni a Prokopi a u Lampertického potoka jsou hořečnato-síranové
- voda ze štoly Egydi vykazovala mnohonásobně větší koncentrace vápníku, hořčíku a síranů
- docházelo k výraznému překračování legislativních limitů pro železo v období tzv. „first flush“

## Analýza dat Kladensko - vrty

- voda byla slabě kyselá (pH 6,1 – 6,7)
- všechny vrty překročily limit daný Vyhláškou č.5/2011 Sb. pro koncentrace Mo, Zn a Mn
- z hlediska chloridů překročily limit daný Vyhláškou č.5/2011 Sb. všechny monitorované lokality, zdroj chloridů není jasný, nejde o typickou důlní vodu KP
- dle vyhlášky byly koncentrace síranů nadlimitní
- Na a Ni byly nad horní mezí této vyhlášky detekovány v několika případech a pouze u jednoho vrtu byl nadlimitní Co
- z hlediska limitů pro vypouštění důlních vod do vodoteče přesáhly všechny monitorované vrty horní mez koncentrace celkového Fe, dále pak koncentrace Mn, v několika případech i koncentrace Pb a koncentrace Cd
- z hlediska metodického pokynu MŽP „Indikátory znečištění“ z roku 2013 byly na některých lokalitách zjištěny nadlimitní koncentrace celkového Fe, Mn a As

## Analýza dat Kladensko - jámy

- chemismus vod obou jam je dlouhodobě odlišný s velmi malým podílem hydrogenuhličitanů v důlní vodě jámy Jaroslav oproti jámě Nejedlý I. Tento fakt souvisí s velmi rozdílným pH, pH 9,1 v případě jámy Jaroslav neodpovídá typickým důlním vodám uhelných ložisek
- jedná se o vody s poměrně nízkým obsahem síranů
- z hlediska kovů je nadlimitní vůči „m“ limitu pro vypouštění vod Fe, Mn a Pb. V případě olova vzorkování ověřilo řádové překročení limitu daného Vyhláškou č.5/2011 Sb.
- z monitoringu vyplývá, že je nutno počítat s výrazným překračováním legislativních limitů pro železo

# Modelování vývoje chemismu důlních vod uhelných pánví ČR

## 1) Stabilitní geochemický model

Vyhodnocené saturační indexy potvrzují, že v důlních vodách za specifikovaných podmínek může dojít ke srážení vápníku, hořčíku, manganu a železa převážně do formy uhličitánů, v případě čerpaných jam i hydroxidů železa. Tím dojde k jejich imobilizaci a snížení jejich koncentrací v roztoku.

## 2) Predikce „post-flush“

Pro charakterizaci tzv. „post-flush“ kvality důlních vod uhelných pánví bylo využito analogie v kladenské pánvi. Na základě výběru dat a zkušeností z vývoje chemismu z jiných uhelných revírů v zahraničí je možno předpokládat, že:

- Důlní vody budou dlouhodobě překračovat limity pro obsahy síranů.
- Se zvýšeným obsahem síranů souvisí i vyšší koncentrace železa, které je extrémně citlivé na Eh-pH podmínky. V případě drenážního výtoku a kontaktu s atmosférou a povrchovou vodou se oxo-hydroxidy Fe velmi rychle sráží a zbarvení výtoku je zpravidla pro veřejnost nepřijatelným efektem drenáže důlních vod. S jistotou je možno konstatovat, že zákonný limit pro Fe pro vypouštění důlních vod bude dlouhodobě překračován.
- Stařinová stagnující voda bude pravděpodobně kyselejší než finální drenáž důlních vod. Je možno očekávat vodu slabě kyselou.
- Co se týče koncentrace těžkých kovů, pak jejich mobilita je závislá na Eh-pH-podmínkách. V případě olova je nezbytné studovat jeho formu ve vodách, neboť podle teoretických předpokladů by mělo být imobilní v důsledku velmi rychlé sorpce a případného vysrážení minerálů. Koncentrace Cd ve vzorcích byly v dobré korelaci s Pb. Arsen by mohl být v oxidačních podmínkách a v kyselém pH mobilní a nacházet se v roztoku ve formě vodných komplexů. Není proto vyloučené i dlouhodobé překračování koncentrace As v důlních vodách, který je geochemicky ve vazbě na pyrit v uhelné hmotě. Z dalších kovů je možno očekávat zvýšené hodnoty Mn, Mo a Zn nad limity Vyhlášky č. 5/2011 Sb.

# ZÁVĚR

- Cílem studie bylo pomocí geochemického modelování definovat kvalitu důlní vody in situ, popsat její chemický vývoj krátce po dosažení drenážní báze a dále vypočítat kvalitu důlní vody ve fázi, kterou značíme jako tzv. „post-flush“, ke které by mohl vývoj chemismu drénující důlní vody dospět v časovém horizontu prvních let po dosažení drenážní báze (v uhelných pánvích ČR).
- Dále bylo geochemické modelování spolu s rešerší literatury využito k pochopení geochemických procesů na rozhraní voda-hornina a při vývěru důlní vody na povrch se zaměřením na mobilitu kovů.
- Dalším důležitým aspektem je vliv kvality vytékajících důlních vod na změny chemického složení vod v povrchových vodotečích a dopad na biotu.

# Děkuji za pozornost

**Ing. Lenka Mertová**

+420 737 022 768

[lenka.mertova.st@vsb.cz](mailto:lenka.mertova.st@vsb.cz)

[www.vsb.cz](http://www.vsb.cz)