

# Název projektu:

---

***„Zhodnocení technologií a projektů pro využívání energetického potenciálu důlních vod a optimalizace právních předpisů pro realizaci a bezpečný provoz těchto technologií“***

---

Projekt č. TB010CBU001

## Etapa: č. 2 – část čtvrtá, kapitola č. 2.4 subkapitoly 2.4.1 a 2.4.2

---

**2.4 Metodika, určující využití čerpaných důlních vod pro energetické účely, včetně stanovení kritérií a vlastností těchto důlních vod k dalšímu využití, včetně podkapitol dle "Popisu projektu"**

**2.4.1 Obecná část – metodický postup**

**2.4.2 Obsah a závazná struktura certifikované metodiky**

**Zodpovědný řešitel: Ing. Pavel Bartoš**



FITE a.s. Výstavní 2224/8, Ostrava Mar.Hory,  
709 51 <http://www.fite.cz> , email: [fite@fite.cz](mailto:fite@fite.cz)



VŠB - Technická univerzita Ostrava  
Hornicko-geologická fakulta 17. listopadu 15/2172, Ostrava-Poruba, 708 33  
tel.:+420 597 325 456, fax:+420 596 918 589  
e-mail: sekretariat.hgf@vsb.cz, [www.hgf.vsb.cz](http://www.hgf.vsb.cz)  
IČ: 61989100, DIČ: CZ 61989100, ID datové schránky d3kj88v

V Ostravě dne:31. 8. 2013

## Obsah

2.4. Metodika, určující využití čerpaných důlních vod pro energetické účely, včetně stanovení kritérií a vlastností těchto důlních vod k dalšímu využití, včetně podkapitol dle "Popisu projektu" .....	3
2.4.1 Obecná část – metodický postup .....	3
2.4.2 Obsah a závazná struktura certifikované metodiky .....	14
2.4.2.1 Cíl metodiky .....	14
2.4.2.2 Vlastní popis metodiky .....	14
2.4.2.4 Popis uplatnění .....	58
2.4.2.5 Ekonomické aspekty .....	58
2.4.2.6 Seznam použité související literatury .....	59
2.4.2.7 Seznam publikací .....	59

## 2.4. Metodika, určující využití čerpaných důlních vod pro energetické účely, včetně stanovení kritérií a vlastností těchto důlních vod k dalšímu využití, včetně podkapitol dle "Popisu projektu"

### 2.4.1 Obecná část – metodický postup

Při zpracování a schvalování předmětné certifikované metodiky bude postupováno ve smyslu „Metodického postupu pro zpracování a uplatnění výsledku výzkumu a vývoje typu „N<sub>met</sub> – Certifikovaná metodika“ v oblasti působnosti státní báňské správy“, vydané Opatřením č. 8/2013 předsedy Českého báňského úřadu, V Praze, dne 3. června 2013, Č.j. SBS/16423/2013. Tento metodický postup je níže otištěn v plném znění:

1. **Definice výsledku N<sub>met</sub> „uplatněná certifikovaná metodika“ dle Metodiky RVVal**

Výsledek „Certifikovaná metodika“ realizoval původní výsledky výzkumu a vývoje, které byly uskutečněny autorem nebo týmem, jehož byl autor členem. Jedná se o výsledek, kdy autor výsledku vypracuje metodiku (nutnou podmínkou je novost postupů), která byla příslušným orgánem státní správy schválena a doporučena pro využití v praxi.

**Upozornění k výsledkům druhu N:**

*Podmínkou je udělení mezinárodně uznávané certifikace (akreditace) u příslušného odborného certifikačního (akreditačního) orgánu nebo osvědčení příslušného odborného orgánu státní správy, který je věcně odpovědný za oblast, ve které je metodika uplatňována. V případě, kdy certifikaci uděluje věcně příslušný poskytovatel, musí být taková certifikace poskytovatelem udělena na základě vypracování dvou nezávislých oponentních posudků. Metodiky bez takového schválení (akreditace, certifikace) nebudou hodnoceny.*

2. **Akceptace výsledku VaV druhu N (certifikovaná metodika a postupy) dle dohody RVVal a TA ČR**

Musí být splněny tyto podmínky:

2.1. **Udělení certifikace nebo vydání osvědčení**

- a) Bude udělena **mezinárodně uznávaná certifikace** a to subjektem, který je oprávněn tyto certifikace udělovat – tzn, že byl akreditován u Českého institutu pro akreditaci, o.p.s., případně u zahraničního subjektu s obdobnou akreditací nebo je k tomu výslovně zmocněn zákonem či jiným právním předpisem.
- b) Bude vydáno **osvědčení příslušného odborného orgánu státní správy**, který je věcně odpovědný za oblast, ve které bude metodika nebo postup uplatňována. Osvědčení bude vydáno na základě 2 nezávislých oponentních posudků a posouzení stanovených kritérií, která by měla navrhovaná metodika splňovat.

2.2. **Uplatnění metodiky v praxi** jednou z následujících forem

- a) Metodika bude **schválena příslušným orgánem státní správy** a bude jí doporučena pro využití v praxi. Toto doporučení musí být řešeno v dané oblasti odpovídajícím způsobem – publikací v resortním Věstníku nebo v jiné

periodické publikační sbírce předpisů a metodických pokynů, vydávané ústředním správním orgánem či další institucí, v níž se zveřejňují dokumenty metodického řízení, resp. výkladu legislativy apod. (nestačí jen formální potvrzení).

- b) Bude předložena **smlouva alespoň s jedním uživatelem metodiky**, na základě které bude možné ověřit konkrétní formy jejího využití.

Možnosti uplatnění metodiky v praxi budou uvedeny rovněž v oponentních posudcích. Současně budou autorem, resp. příjemcem podpory navrženy a poskytovatelem podpory schváleny podmínky a postupy pro možnou kontrolu (ověření) využití metodiky v praxi v dalším období.

### 2.3. Novost postupů

- a) Novost postupů bude jasně vyjádřena a specifikována autorem (příjemcem podpory) v preambuli popisu metodiky.
- b) Novost postupů bude rovněž jasně vyjádřena a specifikována ve všech dokumentech, které jsou nutné pro akceptaci dané metodiky – tzn. v oponentních posudcích, certifikaci/osvědčení, apod.

3. **Příslušným odborným orgánem státní správy pro schválení výše uvedeného typu výsledku je Český báňský úřad**, který je odpovědný za oblast bezpečnosti a ochrany zdraví při práci a bezpečnosti provozu při hornické činnosti, činnosti prováděné hornickým způsobem a při nakládání s výbušninami, jakož i při zajišťování stability podzemních objektů. Současně vydává osvědčení k metodikám jako výsledkům VaV v oblastech činností dle přílohy č. 5.

4. **Pro uznání typu výsledku  $N_{met}$  – Certifikovaná metodika zajistí autor Certifikované metodiky následující obsah a závaznou strukturu:**

#### 4.1. Cíl metodiky

#### 4.2. Vlastní popis metodiky,

- 4.3. **Srovnání „novosti postupů“** oproti původní metodice, případně jejich zdůvodnění, pokud se bude jednat o novou neznámou metodiku (§ 2, odst. 1, písm. a) a písm. d) bod 2 zákona č. 130/2002 Sb.),

- 4.4. **Popis uplatnění** Certifikované metodiky, informace pro koho je určena a jakým způsobem bude uplatněna,

- 4.5. **Ekonomické aspekty** – vyčíslení (v tis. Kč) nákladů na zavedení postupů uvedených v metodice a vyčíslení (v tis. Kč) ekonomického přínosu pro uživatele,

#### 4.6. Seznam použité související literatury,

- 4.7. **Seznam publikací**, které předcházely metodice a byly publikovány (pokud existují), případně výstupy z určité znalosti, jestliže se jedná o originální práci. U jednotlivých publikací je třeba uvést dedikaci, která je v jednotlivých publikacích uvedena.

V metodice je nutno uvést:

- **Dedikaci** – uvést odkaz na příslušný projekt VaV, výzkumný záměr, dotační program, a to např. takto: „Metodika je výsledkem řešení výzkumného projektu (záměru) č.....“
- **Jména oponentů** (kteří zpracovali posudky) a **názvy jejich organizací**

- V případě většího počtu autorů je třeba u každého uvést podíl práce (suma = 100 %)

#### **Výše uvedená struktura je podmínkou pro zařazení metodiky jako výsledku do RIV.**

Před tiskem metodik předloží autor návrh metodiky včetně příloh poskytovateli k posouzení, zda obsahují všechny předepsané formální náležitosti. K metodikám již vydaným nebude vydán zpětně souhlas.

#### **5. Přílohy k Certifikované metodice**

- **uzavřená smlouva** autor předloží originální výtisk smlouvy (viz příloha č.1) s konkrétním uživatelem (např. instituce, organizace nebo svaz). Metodika může být dokladována více smlouvami,
- **2 nezávislé oponentní posudky:**
  - 1 posudek ze státní správy (viz příloha č. 2),
  - 1 posudek odborníka v daném oboru (viz příloha č. 3),
- **Osvědčení odborného orgánu státní správy nebo certifikace** (viz příloha č. 4).

Certifikovaná metodika bude zařazena do RIV, pokud oba oponenti doporučí metodiku k uplatnění v praxi na formuláři oponentního posudku a bude odevzdána kopie Osvědčení potvrzená odborným orgánem státní správy nebo bude předána kopie potvrzené certifikace.

- 6. Typ výsledku  $N_{met}$**  – Certifikovaná metodika musí být obsažena v řešených aktivitách projektů VaV a výzkumných záměrů.
- 7. Pokud bude Certifikovaná metodika v rámci projektu VaV schválena** a doporučena pro praxi, musí být řešitelem předložena jako součást zprávy za daný rok nebo zařazena do Plánu na uplatnění výsledků.
- 8. ČBÚ bude přijímat Certifikované metodiky**, které jsou výsledkem řešení projektů VaV zadaných ČBÚ,
- 9. Vzhledem k tomu, že ČBÚ není poskytovatelem účelové ani institucionální podpory v oblasti VaV, vydá pouze oponentní posudek (podle bodu 5) a osvědčení.** Na základě předložených podkladů o zařazení do RIV musí rozhodnout příslušný poskytovatel finanční podpory.

Výše popsany postup je závazný ode dne zveřejnění poskytovatelem na internetové adrese [www.cbubsbs.cz](http://www.cbubsbs.cz).

Přílohy:

- č. 1 - vzor smlouvy o uplatnění certifikované metodiky
- č. 2 - formulář oponentního posudku ze státní báňské správy
- č. 3 - formulář oponentního posudku z oboru
- č. 4 - osvědčení orgánu státní správy
- č. 5 - odborné orgány pojednotlivé obory dle klasifikace CEP

**Příloha č.: 1**

Smlouva o uplatnění certifikované metodiky č. ....  
zpracované v rámci řešení výzkumného projektu/záměru č. ....  
uzavřená podle ustanovení § 269 zákona 513/1991 Sb., obchodní zákoník

Smluvní strany:

1. ....poskytovatel metodiky (organizace/fyzická osoba)  
se sídlem .....(adresa)  
IČ/RČ: .....  
DIČ: CZ.....  
zastoupený .....(pověřená osoba)  
(dále jen „poskytovatel metodiky“)
2. .... uživatel metodiky (organizace/fyzická osoba)  
se sídlem .....  
IČ/RČ: .....  
DIČ: .....  
zastoupený .....(pověřená osoba)  
(dále jen „uživatel metodiky“)

Článek 1  
Předmět smlouvy

- 1.1. Předmětem této smlouvy je uplatnění certifikované metodiky (dále jen „metodika“) zpracované v rámci řešení výzkumného projektu č. .... zde číslo a název projektu/záměru s názvem „...“ zde vložit název metodiky .

Článek 2  
Autorství metodiky a cíl uplatnění metodiky

- 2.1. Autorem metodiky je .....  
nebo alternativně při více autorech (Autory metodiky jsou.... Zástupcem autorského týmu je .....)
- 2.2. Cílem uplatnění metodiky je: ..... vložit text na 5 až 7 řádků .....  
.....  
.....  
.....

Článek 3  
Rozsah uplatnění metodiky a předpokládané přínosy

- 3.1. Rozsah uplatnění metodiky je .....(vložit text cca na 5 řádek).
- 3.2. Předpokládané ekonomické přínosy (v tis.Kč) a další přínosy jsou.....  
(u ekonomických přínosů popsat i podstatu přínosu a výpočet).
- 3.3. Poskytovatel metodiky v průběhu 5 let po uznání metodiky bude sledovat využívání metodiky a její ekonomické přínosy (vyčísleném v tis. Kč), potvrzené statutárním zástupcem uživatele.

Článek 4  
Úprava vlastnických a užívacích práv k metodice

- 4.1. Poskytovatel metodiky je oprávněn nakládat s metodikou uvedenou v bodě 1.1.

- 4.2. Uživatel metodiky je oprávněn užívat tuto metodiku k dosažení cíle dle bodu 2.2. po dobu účinnosti této smlouvy. Časové omezení se nevztahuje na metodiky poskytované bezplatně dle bodu 5.1. této smlouvy.
- 4.3. Uživatel metodiky je povinen postupovat při nakládání s metodikou v souladu se zákonem č. 121/2000 Sb., autorský zákon, v platném znění.
- 4.4. Poskytovatel metodiky prohlašuje, že zpracovaná metodika nezasahuje do práv jiných osob z průmyslového nebo jiného duševního vlastnictví. *(Pokud ano, musí se tato práva specifikovat podle platných zákonů z oblasti ochrany průmyslového nebo jiného duševního vlastnictví.)*
- 4.5. Poskytovatel metodiky upozorňuje, že zpracovaná metodika, vyvinutá v rámci řešení výzkumného projektu, je smluvně přístupná všem potenciálním uživatelům.

## Článek 5

### Závěrečná ustanovení

- 5.1. Tato smlouva se uzavírá na dobu ..xxx.. let s tříměsíční výpovědní lhůtou. Výpovědní lhůta začíná běžet od prvního dne měsíce následujícího po doručení výpovědi druhé smluvní straně. V případě metodik poskytovaných bezplatně se smlouva uzavírá na dobu neurčitou.
- 5.2. Tato smlouva je v souladu s ustanoveními ... *zde doplnit Smlouvou/ Rozhodnutí o poskytnutí podpory na řešení výzkumného projektu/záměru číslo....*
- 5.3. Jakékoliv změny a doplnění této smlouvy mohou být provedeny pouze po sobě číslovanými dodatky k této smlouvě, podepsanými zmocněnými zástupci smluvních stran.
- 5.4. Závazky, práva a povinnosti vyplývající z této smlouvy přecházejí na eventuální právní nástupce smluvních stran.
- 5.5. Tato smlouva nabývá platnosti a účinnosti dnem podpisu obou smluvních stran.
- 5.6. Tato smlouva se vyhotovuje ve třech stejnopisech, z nichž každý má platnost originálu. Každá smluvní strana obdrží jeden stejnopis. Jeden stejnopis obdrží poskytovatel podpory na řešení výzkumného projektu, v jehož rámci byla metodika zpracována.
- 5.7. Popis metodiky je součástí této smlouvy. Poskytovatel metodiky předá uživateli metodiky při podpisu smlouvy popis této metodiky i v elektronické podobě. V případě, že metodika bude následně vydána tiskem, předá poskytovatel metodiky bezprostředně po jejím vytištění uživateli metodiky originální výtisk s označením ISBN.

Podpisy smluvních stran

Za poskytovatele metodiky	
V..... dne:	<i>(pověřená osoba/fyzická osoba)</i>
Za uživatele metodiky	
V .....dne:	<i>(pověřená osoba/fyzická osoba)</i>

**Příloha č.: 2**

## **OPONENTNÍ POSUDEK**

(odborník ze státní správy)

**Metodika:** (název metodiky): .....  
(Autor a předkládající organizace): .....

<b>1) Splňuje metodika požadavky na strukturu certifikované metodiky?</b>	
I) Cíl metodiky	(ANO/NE)
(Komentář)	
II) Vlastní popis metodiky	(ANO/NE)
(Komentář)	
III) Vyjádření k „novosti postupů“	(ANO – jsou nové/ NE – nejsou nové)
(Komentář)	
IV) Popis uplatnění metodiky (pro koho je určena, jakým způsobem bude uplatněna)	(ANO/NE)
(Komentář)	
V. Ekonomické aspekty (vyčíslení nákladů a ekonomického přínosu pro uživatele)	(ANO/NE)
(Komentář)	
VI) Seznam použité související literatury	(ANO/NE)
(Komentář)	
VII) Seznam publikací, které předcházely metodice/Výstupy z originální práce	(ANO/NE)
(Komentář)	

<b>2) Dedikace = uvedení odkazu na příslušný projekt VaV, výzkumný záměr nebo dotační program</b>	(ANO/NE)
(Komentář)	

<b>3) Uzavřená smlouvy o využití výsledků s konkrétním uživatelem</b>	(ANO/NE)
(Komentář)	

<b>4) SOUHRNNÉ VYJÁDŘENÍ (odpovídá požadavkům na certifikovanou metodiku)</b>	(ANO/NE)
(Komentář)	

### **POSUDEK ZPRACOVAL:**

Titul, jméno, příjmení, titul -

Pracoviště -

Ulice -

PSČ, Obec -

Telefon –

E-mail –

Datum: .....

Podpis: .....



## **OPONENTNÍ POSUDEK**

(odborník z oboru)

**Metodika:** (název metodiky): .....  
(Autor a předkládající organizace): .....

<b>1) Splňuje metodika požadavky na strukturu certifikované metodiky?</b>	
I) Cíl metodiky	(ANO/NE)
(Komentář)	
II) Vlastní popis metodiky	(ANO/NE)
(Komentář)	
III) Vyjádření k „novosti postupů“	(ANO – jsou nové/ NE – nejsou nové)
(Komentář)	
IV) Popis uplatnění metodiky (pro koho je určena, jakým způsobem bude uplatněna)	(ANO/NE)
(Komentář)	
V) Ekonomické aspekty (vyčíslení nákladů a Ekonomického přínosu pro uživatele)	(ANO/NE)
(Komentář)	
VI) Seznam použité související literatury	ANO/NE)
(Komentář)	
VII) Seznam publikací, které předcházely metodice/Výstupy z originální práce	(ANO/NE)
(Komentář)	

<b>2) Dedikace = uvedení odkazu na příslušný projekt VaV, výzkumný záměr nebo dotační program</b>	(ANO/NE)
(Komentář)	

<b>3) Uzavřená smlouvy o využití výsledků s konkrétním uživatelem</b>	(ANO/NE)
(Komentář)	

<b>4) SOUHRNNÉ VYJÁDŘENÍ</b> (odpovídá požadavkům na certifikovanou metodiku)	(ANO/NE)
(Komentář)	

### **POSUDEK ZPRACOVAL:**

Titul, jméno, příjmení, titul:

Pracoviště:

Ulice:

PSČ, Obec:

Telefon:

E-mail:

Datum: .....

Podpis: .....

## **OPONENTNÍ POSUDEK**

(odborník z oboru)

**Metodika:** (název metodiky):.....  
(Autor a předkládající organizace):.....

<b>1) Splňuje metodika požadavky na strukturu certifikované metodiky?</b>	
I) Cíl metodiky	(ANO/ NE)
(Komentář)	
II) Vlastní popis metodiky	(ANO/ NE)
(Komentář)	
III) Vyjádření k „novosti postupů“	(ANO –jsou nové/ NE – nejsou nové)
(Komentář)	
IV) Popis uplatnění metodiky (pro koho je určena, jakým způsobem bude uplatněna)	(ANO/ NE)
(Komentář)	
V) Ekonomické aspekty (vyčíslení nákladů a Ekonomického přínosu pro uživatele)	(ANO/NE)
(Komentář)	
VI) Seznam použité související literatury	ANO/NE)
(Komentář)	
VII) Seznam publikací, které předcházely metodice/Výstupy z originální práce	(ANO/NE)
(Komentář)	

<b>2) Dedikace = uvedení odkazu na příslušný projekt VaV, výzkumný záměr nebo dotační program</b>	(ANO/NE)
(Komentář)	

<b>3) Uzavřená smlouvy o využití výsledků s konkrétním uživatelem</b>	(ANO/NE)
(Komentář)	

<b>4) SOUHRNNÉ VYJÁDŘENÍ (odpovídá požadavkům na certifikovanou metodiku)</b>	(ANO/NE)
(Komentář)	

### **POSUDEK ZPRACOVAL:**

Titul, jméno, příjmení, titul:

Pracoviště:

Ulice:

PSČ, Obec:

Telefon:

E-mail:

Datum: .....

Podpis: .....

**Příloha č.: 4**

**Český báňský úřad**  
*Kozí 4, Praha 1- Staré Město*

**v y d á v á**

## **O S V Ě D Č E N Í**

(č.j.....)

o uznání uplatněné certifikované metodiky  
v souladu s podmínkami „Metodiky hodnocení výsledků výzkumu a vývoje“

**Název metodiky:**

**Cíle metodiky :**

**Obor (podle CEP):**

**Autor/autorský kolektiv:**

**Příjemce podpory** (na jejímž základě byla metodika vytvořena):

**Dedikace** (uvedení odkazu na příslušný projekt VaV, výzk.záměr nebo dotační program):

**Zpracovatelé 2 nezávislých oponentních posudků** (posudky jsou přílohou osvědčení):

**Novost postupů u dané metodiky** (srovnání novosti postupů oproti původní metodice nebo zdůvodnění postupů pokud se jedná o zcela novou metodiku):

**Popis a forma uplatnění metodiky v praxi** ( pro koho je určena a kde bude zveřejněna):

V ..... dne .....

Jméno a funkce :.....

Razítko odborného orgánu státní správy

Příloha č. 5

Odborný orgán státní správy pro jednotlivé obory dle klasifikace CEP  
pro vydávání osvědčení k metodikám jako výsledkům VaV

Orgán státní správy	Kompetence	Obory klasifikace CEP
Ministerstvo financí	§ 4 zákona č. 2/1969 Sb.	AH - Ekonomie BD - Teorie informace IN - Informatika
Ministerstvo zahraničních věcí	§ 6 zákona č. 2/1969 Sb.	AA - Filosofie a náboženství AD - Politologie a politické vědy AE - Řízení, správa a administrativa AF - Dokumentace, knihovnictví, práce s informacemi AJ - Písemnictví, mas-media, audiovizie AL - Umění, architektura, kulturní dědictví AN - Psychologie AO - Sociologie, demografie BD - Teorie informace IN - Informatika JF - Jaderná energetika
Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy	§ 7 zákona č. 2/1969 Sb.	AI - Jazykověda AK - Sport a aktivity volného času AM - Pedagogika a školství IN - Informatika JF - Jaderná energetika JV - Kosmické technologie
Ministerstvo kultury	§ 8 zákona č. 2/1969 Sb.	AA - Filosofie a náboženství AB - Dějiny AC - Archeologie, antropologie, etnologie AF - Dokumentace, knihovnictví, práce s informacemi AI - Jazykověda AJ - Písemnictví, mas-media, audiovizie AL - Umění, architektura, kulturní dědictví IN - Informatika
Ministerstvo práce a sociálních věcí	§ 9 zákona č. 2/1969 Sb.	AO - Sociologie, demografie AQ - Bezpečnost a ochrana zdraví, člověk – stroj
Ministerstvo zdravotnictví	§ 10 zákona č. 2/1969 Sb.	AN - Psychologie CE - Biochemie EI - Biotěchnologie a bionika FA - Kardiovaskulární nemoci včetně kardiologie FB - Endokrinologie, diabetologie, metabolismus, výživa FC - Pneumologie FD - Onkologie a hematologie FE - Ostatní obory vnitřního lékařství FF - ORL, oftalmologie, stomatologie FG - Pediatrie FH - Neurologie, neurochirurgie, neurovědy FI - Traumatologie a ortopedie FJ - Chirurgie včetně transplantologie FK - Gynekologie a porodnictví FL - Psychiatrie, sexuologie

Orgán státní správy	Kompetence	Obory klasifikace CEP
		FM - Hygiena FN - Epidemiologie, infekční nemoci a klinická imunologie FO - Dermatovenerologie FP - Ostatní lékařské obory FQ - Veřejné zdravotnictví, sociální lékařství FR - Farmakologie a lékárnická chemie FS - Lékařská zařízení, přístroje a vybavení IN - Informatika
Ministerstvo spravedlnosti	§ 11 zákona č. 2/1969 Sb.	AG - Právní vědy IN - Informatika
Ministerstvo vnitra	§ 12 zákona č. 2/1969 Sb.	AD - Politologie a politické vědy AG - Právní vědy AE - Řízení, správa a administrativa AP - Městské, oblastní a dopravní plánování BD - Teorie informace IN - Informatika
Ministerstvo průmyslu a obchodu	§ 13 zákona č. 2/1969 Sb.	BA - Obecná matematika BC - Teorie a systémy řízení BD - Teorie informace BE - Teoretická fyzika BF - Elementární částice a fyzika vysokých energií BH - Optika, masery a lasery BI - Akustika a kmity BJ - Termodynamika BK - Mechanika tekutin BL - Fyzika plazmatu a výboje v plynech BM - Fyzika pevných látek a magnetismus BN - Astronomie a nebeská mechanika, astrofyzika BO - Biofyzika CA - Anorganická chemie CB - Analytická chemie, separace CC - Organická chemie CD - Makromolekulární chemie CF - Fyzikální chemie a teoretická chemie CG - Elektrochemie CI - Průmyslová chemie a chemické inženýrství EI - Biotechnologie a bionika IN - Informatika JA - Elektronika a optoelektronika, elektrotechnika JB - Senzory, čidla, měření a regulace JC - Počítačový hardware a software JD - Využití počítačů, robotika a její aplikace JE - Nejaderná energetika, spotřeba a užití energie JG - Hutnictví, kovové materiály JH - Keramika, žáruvzdorné materiály a skla JI - Kompozitní materiály JJ - Ostatní materiály JK - Koroze a povrchové úpravy materiálů JL - Únava materiálů a lomová mechanika JM - Inženýrské stavitelství JN - Stavebnictví JO - Pozemní dopravní systémy a zařízení JP - Průmyslové procesy a zpracování

## 2.4.2 Obsah a závazná struktura certifikované metodiky

Obsah a závazná struktura certifikované metodiky je zpracována ve smyslu „Metodického postupu pro zpracování a uplatnění výsledku výzkumu a vývoje typu „N<sub>met</sub> – Certifikovaná metodika“ v oblasti působnosti státní báňské správy“, vydané Opatřením č. 8/2013 předsedy Českého báňského úřadu, V Praze, dne 3. června 2013, Č.j. SBS/16423/2013.

### 2.4.2.1 Cíl metodiky

Základním cílem této metodiky je vytvořit návod, jak je možno prodloužit i dlouhodobě životnost dolu (hlavních důlních děl) po ukončení vlastní těžební činnosti.

Cílem metodiky je stanovení parametrů a způsobu využití energetického potenciálu důlních vod hlubinných dolů. Metodika stanoví doporučení výběru vhodných lokalit pro energetické využití důlních vod jak z pohledu důlně geologického, tak z pohledu povrchu dolu jeho infrastruktury a nezbytných staveb sloužících k danému účelu. Stanoví možné způsoby využití energetického potenciálu důlních vod včetně konkrétních aplikací.

Vzhledem k tomu, že se jedná o problematiku důlního prostředí, je značná pozornost věnována bezpečnosti a legislativnímu řešení. Metodika si rovněž stanoví cíl popsat schvalovací proces.

### 2.4.2.2 Vlastní popis metodiky

#### 2.4.2.2.1 Obecná část

Těžební činnost má řadu specifík jak při ověřování kvality a kvantity ložiska, při samostatné výstavbě dolu, nebo lomu, při jeho provozu, včetně zahlazování následků těžební činnosti až po ukončení těžby, likvidaci dolu a staveb s tím souvisejícím. Vysoké náklady vznikají především v době přípravy a výstavby dolu, kdy investor po tuto dobu nemá žádné tržby z předmětné investice. Toto období může trvat řadu let, mnohdy i desetiletí. Následuje období nákupu důlních technologií, jejich instalace a zahájení těžby. Teprve v této době vznikají tržby a důl má předpoklady vykazovat zisk. Současné zvyklosti jsou takové, že hlavní činností investice je těžba, ostatní podnikatelské příležitosti, které nabízí vlastní investice, zpravidla nejsou využívány, snad s výjimkou těžby a využívání metanu u hlubinných uhelných dolů. Po dotěžení ložiska, mnohdy i mnohem dřív, kdy těžba přestane být rentabilní, dochází k útlumu těžby a k následné likvidaci dolu. Likvidace dolu vyžaduje další nemalé náklady, a to v období, kdy tržby jsou opět prakticky nulové.

Naskýtá se zásadní otázka, zda po vytěžení ložiska, nebo nastane-li jiný důvod uzavření dolu, není možno důl, anebo jeho části, dále ekonomicky využívat, s cílem dále rozměňovat původní náklady na výstavbu dolu a jeho následnou likvidaci, to je prakticky prodloužit jeho životnost a do jisté míry i zachovat alespoň část pracovních míst. Toto se týká i řady důlních povrchových objektů, včetně těžních věží. Možnosti využití se odvíjí od charakteru dolu, těženého nerostu, lokality dolu a na řadě dalších specifických možností.

U vybrané skupiny dolů a lomů se naskýtá možnost využití energetického potenciálu důlních vod, prakticky v následujících podobách:

- využití teploty důlních vod, případě geotermálního potenciálu hornin, v kombinaci s tepelným čerpadlem pro ohřev TUV a vytápění např. revitalizovaných povrchových objektů příslušného dolu a okolí,

- využití energetického potenciálu důlních vod, daného spádem mezi povrchem dolu a příslušným důlním patrem, případně dnem lomu, kde by byla instalována vodní turbína s generátorem pro výrobu elektrické energie, jako součást přečerpávací elektrárny, tento princip v zásadě funguje jako akumulace energie s rychlým startem dodávky energie,
- naskýtá se i logická možnost využití obou variant souběžně,
- nevylučuje se ani kombinace s jinými možnostmi, například využitím důlních vod pro volnočasové aktivity či lékařské účely, jímání a využití karbonského metanu, vytvoření zásobníku plynu, otvorka přilehlého důlního pole zásob vyhrazených nerostů, místo hloubení nových jam, či další možnosti.

Níže zpracovaná metodika se zabývá prioritně využíváním čerpaných důlních vod pro energetické účely, včetně stanovení kritérií a vlastností těchto důlních vod k dalšímu využití. Metodika přihlíží i k dalším možnostem využívání dolů jak při jeho těžebních činnostech, tak po ukončení těžební činnosti.

Z praktického hlediska by těžař, již v průběhu dokopávání ložiska, nejpozději však při zpracovávání plánu likvidace dolu, měl vyhodnotit alternativní možnosti využití dolu po ukončení těžební činnosti, a pokud tyto možnosti nemůže, nebo nechce využít sám, měl by toto nabídnout jiným podnikatelským subjektům, nebo státu.

Nezbytným předpokladem úspěšného alternativního využití dolu je dobrá znalost okolního prostředí, tržní znalost potřeb společnosti zda produkty, které nabízí alternativní využití dolu, budou smysluplně a efektivně využity. Pro dané řešení je rovněž důležitá znalost dotačního prostředí a schopnost předvídat stabilitu a vývoj dotací jak na úrovni národní, tak na úrovni EU.

#### **2.4.2.2.2 Technické požadavky**

##### **Alternativní využití dolu**

Jedním z doplňkových alternativních zdrojů energie by do budoucna mohly být právě důlní vody. V zásadě je možné energii z těchto vod využívat dvojím způsobem. Buď můžeme využívat jejich tepelnou – geotermální energii nebo energii kinetickou. V prvním případě přímo nebo za pomoci tepelných čerpadel, v druhém případě za pomoci turbín a generátorů na principu přečerpávací elektrárny jako zásobu elektrické energie s rychlým startem. Jako ideální se jeví kombinace obou způsobů, případně ještě doplněná o jiné využití vod podle jejich charakteru. Zde se naskýtá možnost využívat teplé vody k volnočasovým aktivitám, nebo i k balneoterapeutickým účelům.

Konkrétnímu využití vod musí předcházet podrobná analýza množství dostupných vod a jejich tepelný potenciál, analýza dostupných důlních prostor jako spodní zásobník vod, stejně tak možnost vybudování horní retenční nádrže s kapacitou, která odpovídá předpokládané potřebě výkonu a množství vyrobené elektrické energie, případně i vyhodnocení, zda důlní vody nemohou mít v daném místě i jiné využití.

Před dalšími přípravnými pracemi je nezbytné vyhodnotit bilanci a dostupnost potenciálně využívaných vod, jak z pohledu jejich množství, tak z pohledu doby po kterou bude možno vody využívat.



Dalším důležitým faktorem jsou doprovodné náklady na provoz dolu, který bude alternativně využíván. Mezi tyto náklady patří zejména náklady na větrání dolu, provoz a údržba těžních zařízení, údržba důlních děl, náklady na čerpání a vypouštění přebytečných důlních vod, náklady na kontrolní činnost ve smyslu báňských předpisů, daně a poplatky, případně další náklady.

Jedná se zejména o dvě základní varianty:

- důl je ještě těžebně činný, v tom případě tyto náklady budou zatěžovat jak vlastní těžbu, tak i aktivity směřované k využívání důlních vod, tato varianta je ekonomicky velmi výhodná, je nezbytné vyhodnotit reálnou délku souběhu obou činností a zvážit, jak se bude postupovat po ukončení těžební činnosti a jaký ekonomický dopad bude na pouhé využívání důlních vod,
- důl s ukončenou těžební činností, kde veškeré výše uvedené náklady budou zatěžovat využívání důlních vod.

### **Důlně geologické předpoklady**

Obecně můžeme důl definovat jako závod či prostor, kde se těží nerosty, například uhlí, nebo rudy. Z hlediska pozice dolu v zemské kůře rozlišujeme:

- povrchový důl (lom) – těžba se provádí pomocí odkrývání jednotlivých vrstev hornin z povrchu, posléze vrstvy, nebo vrstev těženého nerostu,
- hlubinný důl – těžba probíhá v podzemním systému otvirkových důlních děl, to je svislých šachet, nebo vodorovných či úpadních štol, dále pak překopů a chodeb.

Existují i kombinované metody těžby, kdy je těženo svrchu, ale vytěžená hornina se odváží vodorovnou štolou pod povrchem. Tímto způsobem se například v první polovině 20. století těžil vápenec v Českém krasu. V severních a v severozápadních Čechách převažovaly v prvopočátku těžby uhlí také hlubinné doly, nicméně technický rozvoj ve 20. století postupně umožnil přejít na povrchové metody těžby prakticky ve všech částech obou našich hnědouhelných revířů.

O lomech, v užším smyslu o kamenolomech hovoříme v souvislosti s těžbou kamene pro potřeby stavebního průmyslu.

Z pohledu základní báňské legislativy, kterou představují např. zákon 44/1988 Sb. (Horní zákon) nebo zák. 61/1988 Sb. o hornické činnosti, výbušninách a o státní báňské správě (v aktuálním znění), výše uvedené rozdělení není důležité. V těchto zákonech jsou v několika paragrafech použity pouze termíny „důlní dílo“ a „lom“ aniž by však byly v těchto zákonech přesněji definovány. Naopak poměrně precizně jsou definovány pojmy: opuštěné důlní dílo (ODD), staré důlní dílo (SDD) a opuštěné průzkumné důlní dílo (OPDD), která popisujeme níže.

Definice důlního díla je uvedena v § 2 odst. 1, písm. d) vyhlášky ČBÚ 22/1989 Sb. o bezpečnosti a ochraně zdraví při práci a bezpečnosti provozu při hornické činnosti a při činnosti prováděné hornickým způsobem v podzemí. Tato definice uvádí, že důlní dílo je podzemní prostor vytvořený hornickou činností; za důlní dílo se považuje i větrací, odvodňovací, těžební a záchranný vrt a jiné vrty, které plní funkci důlního díla. Za důlní dílo se nepovažuje vyhledávací a průzkumný vrt. Takto definovaná důlní díla budou sloužit i pro umístění nezbytného technologického zařízení na využívání důlních vod.



## Dobývaný nerost

Definice pojmu „nerost“ je uvedena v § 2 zákona 44/1988 Sb. a podle ní jsou za nerosty považovány tuhé, kapalné a plynné části zemské kůry. Blíže je potom v druhém odstavci uvedeno, co se za nerost nepovažuje. Jsou to např.:

- a) vody s výjimkou mineralizovaných vod, z nichž se mohou průmyslově získávat vyhrazené nerosty,
- b) přírodní léčivé vody a přírodní stolní minerální vody, i když se z nich mohou průmyslově získávat vyhrazené nerosty, dále léčivá bahna a ostatní produkty přírodních léčivých zdrojů,
- c) rašelina,
- d) bahno, písek, štěrk a valouny v korytech vodních toků, pokud neobsahují vyhrazené nerosty v dobytelném množství,
- e) kulturní vrstva půdy, která je vegetačním prostředím rostlinstva.

V § 3 zákona 44/1988 Sb. je provedeno rozdělení nerostů na vyhrazené a nevyhrazené. Ložiska vyhrazených nerostů (výhradní ložiska) pak podle § 4 a § 5 tvoří nerostné bohatství, které je na území České republiky ve vlastnictví státu. Vyhrazené nerosty jsou např.: radioaktivní nerosty, ropa a zemní plyn, uhlí, rudy kovů, magnezit, sůl, tuha, nerosty prvků vzácných zemin, granit, granodiorit, diorit, gabro, diabas, hadec, dolomit a vápenec, pokud jsou blokově dobytelné a lešitelné, travertin, halloyzit, kaolin, keramické a žáruvzdorné jíly a jílovce, sádrovec, anhydrit, živce, perlit a zeolit, křemen, křemenec, vápenec, dolomit, slín, čedič, znělec, trachyt, pokud tyto nerosty jsou vhodné k chemicko-technologickému zpracování nebo zpracování tavením, mineralizované vody, z nichž se mohou průmyslově získávat vyhrazené nerosty, aj. všechny ostatní nerosty neuvedené v § 3 odst. 1 písm. a) až n) jsou nerosty nevyhrazené.

Dobývaný nerost, pokud nemá specifické vlastnosti, které zásadním způsobem ovlivňují kvalitu důlních vod, například jejich radioaktivitu, nemá zásadní vliv na využívání důlních vod.

## Provoz dolu

Z hlediska stavu provozu dolu, resp. důlních děl je legislativní rámec dán zejména zákonem č. 44/1988 Sb. (horní zákon), zákonem č. 61/1988 Sb. (o hornické činnosti, výbušninách a o státní báňské správě) a prováděcími předpisy jako např. vyhláškou ČBÚ č. 104/1988 Sb. (o hospodárném využívání výhradních ložisek, o povolování a ohlašování hornické činnosti a ohlašování činnosti prováděné hornickým způsobem), vyhláškou č. 52/1997 Sb. (kterou se stanoví požadavky k zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při práci a bezpečnosti provozu při likvidaci hlavních důlních děl) a vyhláškou MŽP č. 363/1992 Sb., o zjišťování starých důlních děl a vedení jejich registru.

Horní zákon v § 35 (odst. 1 a 2) definuje staré důlní dílo jako „důlní dílo v podzemí, které je opuštěno, (příp. opuštěný lom po těžbě vyhrazených nerostů), jehož původní provozovatel ani jeho právní nástupce neexistuje nebo není znám“. Tentýž zákon v § 35 odst. 3 ukládá MŽP ČR zabezpečovat zjišťování starých důlních děl a vést jejich registr. Ve stejném paragrafu (odst. 4) dále zákon uvádí: „Kdo zjistí staré důlní dílo nebo jeho účinky na povrch, oznámí to bezodkladně ministerstvu životního prostředí České republiky“. V odst. 5 téhož paragrafu se dále říká: „zajišťování nebo likvidaci starých důlních děl a jejich následků, která

ohrožují zákonem chráněný obecný zájem, zabezpečí v nezbytně nutném rozsahu ministerstvo životního prostředí České republiky“.

Vyhláška MŽP č. 363/1992 Sb. v § 1 upřesňuje postup při oznamování starých důlních děl a jejich účinků na povrch. Mimo jiné stanovuje rozsah příslušného oznámení starého důlního díla a jeho další přezkoumání Geofondem České republiky (nyní Česká geologická služba – Geofond – organizační složka státu, zřízená podle § 17 zákona ČNR č. 62/1988 Sb., o geologických pracích, k výkonu státní geologické služby – dále „Geofond ČR“). Dle ustanovení § 1 odstavec 5 této vyhlášky ministerstvo životního prostředí v případě zjištění ohrožení zájmů chráněných podle zvláštních předpisů zabezpečí zajištění nebo likvidaci starého důlního díla. V § 2 vyhlášky je Geofond ČR pověřen vedením registru SDD a dále je zde stanoven obsah tohoto registru. Odstavec 3 § 2 uvádí povinnost organizace, která provedla zajištění nebo likvidaci starého důlního díla, do jednoho měsíce od ukončení prací zaslat Geofondu ČR hlášení o ukončení těchto prací. Toto hlášení je zařazeno do registru SDD. Je nutno uvést, že kromě „starých důlních děl“ (SDD) existují i další kategorie již neprovozovaných důlních děl, jako „opuštěná průzkumná důlní díla“ (OPDD – důlní díla provozovaná ze státních prostředků v rámci geologického průzkumu, která nebyla po ukončení prací předána těžbě) a „opuštěná důlní díla“ (ODD – důlní díla mimo provoz, která mají svého majitele nebo jeho právního nástupce).

Z technického hlediska pak při určitém zjednodušení můžeme hovořit o dole činném nebo uzavřeném, event. o dole v konzervačním režimu.

Ve všech výše uvedených případech je žádoucí legislativně přikázat MŽP vyhodnotit staré důlní dílo z pohledu jeho dalšího možného využití.

### **Hydrogeologické vlastnosti dolu a důlních vod**

Důlní činnost má vždy dočasně nebo víceméně trvale vliv na životní prostředí, odráží se v novotvarech geomorfologie krajiny, je silným antropogenním zásahem do přírodního prostředí, zejména pak do hydrologických a hydrogeologických poměrů postižené oblasti. Ne vždy je však zásahem zcela negativním nebo zásahem, který by nebyl později eliminován dostatečně citlivě provedenými rekultivačními pracemi - naopak, řada vytěžených lokalit je dnes využívána jako ukázková místa přírodních krás (Soos, Amálino údolí v Kašperských Horách, Heřmanovický lom, Panská skála v Kamenickém Šenově aj.) nebo jako lokality mimořádného významu (např. radioaktivní prameny jámy Svornost v Jáchymově).

Důlní a těžební činnost člověka je od pradávna nedílnou součástí jeho existence, je podmínkou jeho vývoje a jako takovou ji všichni musíme přijímat a hodnotit. Hornická činnost podminila vznik velkých a bohatých měst, dala materiál k jejich výstavbě, dala vznik technice úpravy kovů a nerud, je příčinou vzniku velkých kulturních děl, která jsou dnes chloubou na světové úrovni.

Největší zátěž přírodním poměrům přináší důlní činnost v době, kdy je těžba aktivní, kdy pomocné důlní provozy, odvaly a odkaliště, úpravny, třídírny, energetická a dopravní zařízení nejsou organickým celkem původního prostředí. Koncentrace hornictví spolu s úzce spjatými obory – v případě uhlí a rud především energetickými a hutními – produkuje výrazné ekologické zatížení v těchto regionech, navíc je zde produkováno ročně ještě sta tisíce tun odpadních materiálů. V této době vzniká i největší odpor části společnosti proti této činnosti. Naštěstí je však toto období z historického hlediska poměrně krátké a

postupně zaniká. Stejně tak i vliv důlní činnosti na systém povrchových a podzemních vod je obvykle dočasný, ale může mít významné dopady.

Snahou společnosti (včetně těžebních organizací) je extrémní zátěž životního prostředí hornickou činností minimalizovat. Je to záležitost velmi nákladná a do značné míry finančně zatěžuje výsledný vytěžený produkt. Snaha o minimalizaci negativních vlivů je zcela zákonitě posuzována z různých úhlů nazírání - to co pro některou skupinu je nedostatečné, je pro jinou skupinu společnosti třeba neúměrným luxusem. Jednou z cest ochrany krajiny, určité významné přírodní lokality, určité biocenózy či centra osídlení, atmosféry a vodních zdrojů je vyhlášení "ochranných pásem" (např. chráněná krajinná oblast - CHKO, ochranná pásma zdrojů vod aj.).

Důlní činnost je mnohotvárná, jak vyplývá i z předcházejících kapitol. Jak typ těžby (hlubinný -povrchový – těžba z vodního toku či nádrže), jak typ dobývaného nerostu (uhlí, rudy, uran, nerudy /nezpevněné sedimenty, metamorfika či vulkanity, kamenivo /vápence, pískovce aj./), plynné či tekuté uhlovodíky atd., což znamená, že i tzv. důlní vody odráží tuto různorodost. Laická veřejnost tuto mnohotvárnost většinou nevnímá a v představách má pouze zafixovány některé z těchto typů důlních vod. Z tohoto důvodu je nutno vždy přesně vymezit předměty hodnocení a studia, surovinu apod.

V této studii pro projekt energetického využití důlních vod zužujeme předmět zájmu na důlní činnost:

- hlubinné těžby uhlí, rud, uranu a případné hlubinné těžby nerud,
- výjimečně hydrochemické těžby uranu na ložisku Stráž p. Ralskem,
- výjimečně těžby ropy při zpětném zatlačování odseparovaných důlních vod do ložiskové pasti,
- výjimečně povrchové těžby hnědého uhlí a některých zahloubených povrchových těžeben kameniva.

Z této studie jsou vyloučeny případy těžby a dále se jimi nebudeme zabývat:

- těžba štěrkopísků z koryta řek a povrchových pískoven situovaných nad místní erozní bází,
- těžebně ukončených hlubinně dobývaných ložisek, které se v současnosti nalézají v oblastech ochranných pásem pitných, léčivých, minerálních nebo jiných zdrojů podzemních vod,
- bývalé doly a těžebny v současnosti situované v oblastech CHKO.
- lokality bývalých hlubinných dolů nebo povrchových lomů dnes značně odlehlé od energetických zdrojů a od potenciálních odběratelů (např. některá v minulosti těžená endogenní ložiska uranu, rud apod.)

Dalším problémem, který se váže k pojmu „důlní voda“ je jejich přesné legislativní vymezení. Řada tzv. „důlních vod“ v podstatě již vůbec důlními vodami podle horního a vodního zákona důlními vodami nejsou. V tomto textu této části zprávy budeme přijímat pojem „důlní vody“ v obecné podobě a tyto podzemní vody označovat v širším slova smyslu tj. „důlní vody (s.l.)“ zejména proto, že zaměření této kapitoly je pouze v oblasti přírodních věd (geologie, hydrogeologie, geochemie, hydrogeochemie) a montanistiky a tudíž nedává

žádný právní podklad pro ekonomická a právní rozhodování s tímto druhem podzemních vod.

V současné době je hodnocení kvantity důlních vod ve většině hornických uhelných a rudných revírů značně ovlivněno utlumením až zastavením těžby v letech 1993-1998. Nelze proto provádět korektní srovnávání údajů o produkci důlních vod z období sedmdesátých let se současností. Mnoho dolů a revírů bylo v následující době, nebo ještě je v současné době, ve stádiu zatápění a proto obnovení vývěrů, či čerpání důlních vod ze zatopených jam, bude problémem blízké budoucnosti. Tyto změny v mnoha případech budou pouze změnami legislativními, protože zrušením dobývacích prostorů nebude většina vývěrů (skrytých i zjevných mimo ústí bývalých hlavních důlních děl) či výtoků ze starých jam a štol klasifikována již jako „důlní vody“. Pouze zjevné či „tradiční“ případy (např. čerpané vody ze stařin dolů pro udržování stanovené hladiny důlních vod; vývěry z klasických důlních lokalit – štol a jam apod.) zůstanou i nadále v registraci jako důlní vody.

Trvalý pokles kvantity vod způsobilo v devadesátých letech opuštění dolů, které produkovaly důlní vody, ale po jejich zatopení již tyto vody produkovat nebudou, neboť hladina důlních vod je pod úrovní místní vývěrové báze (např. rudné doly v Horním Benešově, některé ukončené těžebny štěrkopísků apod.). Pokud tyto důlní vody kvalitou vyhovují normám jejich využití (vodárenství, průmysl, zemědělství aj.), pak jsou, či budou, těženy čerpáním.

Pro jedinečnost a krátkost etapy související s celkovou likvidací těžebních kapacit (ukončení těžby→likvidace dolů→opuštění hlubinných dolů) nebyly poznány všechny zákonitosti a vlivy použitých metod a prostředků likvidace dolů (včetně souvisejících provozů) na životní prostředí (tato etapa je většinou ještě v potřebném rozsahu neznámá). Převažující metodou likvidace dolů bylo zejména jejich prosté opuštění (po vyklizení důlních prostor od mechanismů a látek, které by byly příčinou kontaminace důlních vod). Otvírkové jámy byly obvykle zasypány hlušinou materiálem. Následně došlo k úplnému přirozenému zatopení důlních děl důlní vodou, a to až na úroveň místní odvodňovací báze. U této běžné a z hlediska daného času rozhodování i nejlevnější metody se však očekávaly v budoucnu doznívající vlivy dobývání – poklesy, propady (u uhelných ložisek např. i výstupy důlních plynů) a výtoky důlních vod. Časem se ukazuje, že tyto fenomény tvoří největší riziko pro životní prostředí oblasti postižené hornickou činností.

### **Důlní vody a jejich specifika**

Podle definice zákona č. 44/1988 Sb. (horní zákon) o ochraně a využití nerostného bohatství (v platném znění) jsou podle § 40 „důlní vody“ všechny podzemní, povrchové a srážkové vody, které vnikly do hlubinných nebo povrchových důlních prostorů bez ohledu na to, zda se tak stalo průsakem nebo gravitací z nadloží, podloží nebo boku nebo prostým vtékáním srážkové vody, a to až do jejich spojení s jinými stálými povrchovými nebo podzemními vodami“.

To, že důlní vody jsou v podstatě podzemními a povrchovými vodami, jejichž akumulaci způsobila lidská činnost a dále skutečnost, že jsou svým vznikem vázány na jinak hospodářsky využívané objekty (důlní díla pro průzkum a těžbu nerostných surovin), se velmi výrazně odráží v právní úpravě jejich posuzování a nakládání s nimi. Tato skutečnost se dotýká jak horního, tak i vodního zákona – včetně z nich vyplývající další legislativy.

Vzhledem k rozmanitosti důlní činnosti vznikají mnohdy značné problémy s uplatněním výše uvedené definice. Nejedná se o záležitost pouhých pojmů. Dopady aplikace této definice se odráží i v ekonomice (poplatky za vypouštění vod, povinnosti vyplývající ze státní vodohospodářské bilance aj.).

Další problém vymezení pojmu důlních vod dle výše uvedené definice vyvolává absence základního pojmu "důlní prostor". V zákoně č. 44/1988 Sb. (horní zákon) absentuje i jednoznačná definice dalších základních pojmů jako je např. "důl", "důlní dílo". Není problém s vymezením důlních vod např. u hlubinného uhelného nebo rudného dolu, kde je víceméně koncentrován přítok do vymezeného místa – jiná situace ale nastává u těžby štěrkopísků v údolních nivách nebo terasách řek. Těžba této suroviny přímo z koryta toku znamená, že by protékající řeka měla mít atribut "důlní vody", což je zjevně nepřijatelné.

Pokud se jedná o případ těženého ložiska, pak tyto vody jsou důlními vodami ve smyslu § 40, odst. 1 zákona č. 44/1988 Sb. Důlní vody jsou považovány za "nedílnou součást technologického procesu a organizace vykonávající hornickou činnost je oprávněna vypouštět je do podzemních vod". Pokud však tyto vody pocházejí z průzkumných prací mimo vymezené dobývací prostory, pak je jejich zařazení do důlních vod již problematické.

Žádné ustanovení zákona č. 44/1988 Sb. (horní zákon) se přímo nedotýká problému volného vytékání (nikoli řízeného vypouštění, popř. čerpání) důlních vod ze starých důlních děl po zániku těžební organizace, jakož i jeho právního nástupce. R. Makarius (1999) dovozuje, že:

- vytéká-li voda z vyrubaného či zavaleného prostoru hlubinných dolů, jde o důlní prostory, a tudíž i důlní vodu, a to až do jejího spojení se stálými povrchovými či podzemními vodami, a to i v případě, že protéká (prosakuje) přes odval či výsypku,
- pokud došlo k ukončení hornické činnosti, zrušení dobývacího prostoru, zaniklo těžební organizaci oprávnění k dobývání (dle § 24 odst. 1 zákona č. 44/1988 Sb.) a též k následnému novému využití důlních děl a lomů, nelze již tyto vydobyté prostory pokládat za hlubinné nebo povrchové důlní prostory, a proto ani vody, které vnikají do těchto prostor nelze považovat za důlní vody podle § 40 odst. 1 zákona č. 44/1988 Sb.“.

Tento poslední problém vymezení pojmu „důlní voda“ se dotýká právě problematiky značné části ve druhé polovině minulého století likvidovaných dolů na ložiskách uranu v krystaliniku Českého masivu. Pokud nástupnická organizace DIAMO s. p. Stráž pod Ralskem je má ve své správě a jsou takto vedeny v celostátním registru České geologické služby – Geofondu (podle vyhlášky MŽP č. 363/1992 Sb., o zjišťování starých důlních děl a vedení jejich registru v platném znění) jako ODD je označení a zařazení důlních vod bezpochybné. V případě, že se jedná o SDD, je toto označení již problematické – v tomto textu je budeme i přes tuto nejednoznačnost označovat i nadále jako „důlní vody (s.l.)“.

Využívání důlních vod - ze stanoviska ČBÚ č.j. 2053/97 ze dne 21.5.1997 plyne, že „využívání důlní vody při činnosti prováděné hornickým způsobem (dle § 3 písm. a) zákona č. 61/1988 Sb.) horní zákon zvláště neupravuje“. Je tedy nutno postupovat podle obecných předpisů, např. zákon č. 254/2001 Sb., o vodách. V tomto případě je nutné k využívání důlní vody povolení příslušného vodohospodářského orgánu.

Byla-li např. v devadesátých letech využívána geotermální voda pro svou tepelnou energii a následně byla vtlačena zpět do horninového prostředí s úmyslem se ji zbavit, nikoli za účelem jejího ohřátí a dalšího využití, pak podle stanoviska ČBÚ č.j. 3725/94 ze dne 7.10.1994: „se nejedná o důlní vodu a je nutno s ní nakládat ve smyslu zákona č. 238/1991 Sb., o odpadech, jako na odpad a nakládat s ní v souladu s tímto zákonem. V tomto případě se jedná o zvláštní zásah do zemské kůry podle § 34 odst. 1 písm. b) horního zákona, který povoluje obvodní báňský úřad“.

Zvláštním případem v hornické praxi jsou i přírodní léčivé a stolní minerální vody jímáné v důlních dílech. Takovými případy jsou např. vody z grafitového Dolu Bližná, radioaktivní balneologické vody z Dolu Svornost v Jáchymově aj. Zákon č. 61/1988 Sb., ve znění pozdějších předpisů, v § 3 v písm. g) je stanovuje, že do činnosti prováděné hornickým způsobem zahrnuje i „jímání přírodních léčivých a stolních minerálních vod v důlním díle v podzemí“. Nedefinuje však, zda se jedná o vody důlní s.l., nebo je na tyto vody pohlíženo jako na předmět těžby (jímání). Některé takovéto vody jsou pouze z vrtů provedených v dole jímány, přičemž nedochází k žádnému jejich kontaktu s důlním prostředím (vrt HG-1 pramen Ak. Běhounek, vrt C1 a pramen Curie na Dole Svornost v Jáchymově).

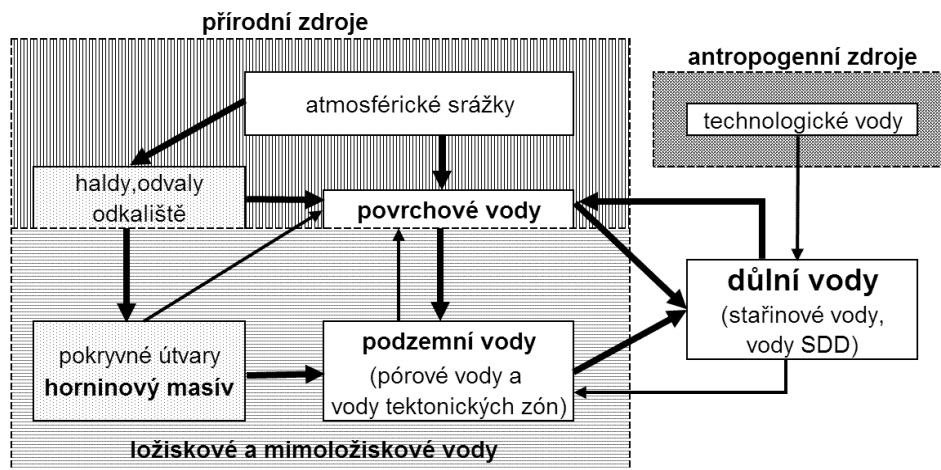
Horní zákon blíže nevymezuje způsob a podmínky vypouštění důlních vod. Proto zde příslušný vodoprávní úřad má plnou volnost ve výběru prostředků, jimiž způsob a podmínky vypouštění vymezí. Platí tu tedy obecná hlediska o volné úvaze správního orgánu, která však nikdy neznamenají jeho libovůli, nýbrž povinnost vycházet při rozhodování ze zásad příslušné právní úpravy, v tomto případě provedené především horním a vodním zákonem.

Jednou z neopominutelných legislativních zásad je v případě vypouštění důlních vod ustanovení § 33 odst. 3 vodního zákona: „Kdo vypouští odpadní vody do vod povrchových nebo podzemních, je povinen zajišťovat jejich zneškodňování v souladu s podmínkami stanovenými v povolení k jejich vypouštění. Při stanovování těchto podmínek je vodoprávní úřad povinen přihlížet k nejlepším dostupným technologiím v oblasti zneškodňování odpadních vod, kterými se rozumí nejúčinnější a nejpokročilejší stupeň vývoje použité technologie zneškodňování nebo čištění odpadních vod, vyvinuté v měřítku umožňujícím její zavedení za ekonomicky a technicky přijatelných podmínek a zároveň nejúčinnější pro ochranu vod. Kdo vypouští důlní vody do vod povrchových nebo podzemních podle zákona o ochraně a využití nerostného bohatství<sup>1a)</sup>, může tak činit pouze způsobem a za podmínek, které stanoví vodoprávní úřad.“. Dopad tohoto ustanovení není žádným způsobem omezen a uvedené povinnosti platí pro každého, kdo vypouští odpadní nebo důlní vody.

### **Zdroje důlních vod a jejich změny**

Zdroje důlních vod jsou různé. Mezi přírodní zdroje důlních vod patří jednak vody ložiskové a jednak vody mimoložiskové. Do antropogenních zdrojů patří vody provozní a technologické, zvláštní druhem důlních vod pak jsou vody stařinové (Homola V., Klír S., 1975).

Vzájemné interakce mezi vodou a horninovým prostředím je možné znázornit pomocí následujícího schématu (obr. č. 2):



Obr. č. 2 - Schéma interakcí mezi ložiskovými horninami a vodami, které mají vliv na kvalitu důlních a následně podzemních a povrchových vod v oblasti ložiska.

Podle dosavadních výsledků výzkumu na rudných a uranových ložiskách u nás i ve světě jsou pro ovlivnění kvality podzemních a následně povrchových vod rozhodující interakce:

- horniny ložiska ↔ podzemní vody (a stupeň možností přestupu minerálů do důlních vod a následně do vod povrchových),
- atmosférické srážky (vsakování) → ponechané odvaly a další odpadní materiály na povrchu,
- atmosférické srážky → pokravné útvary (a následně horninové prostředí),
- důlní vody s vodami povrchových vodotečí.

**Ložiskové vody** jsou podzemní vody ložisek nerostných surovin, které jsou akumulovány přímo v ložiskové výplni nebo v bočních, nadložních či podložních horninách, pokud jsou v hydraulické spojitosti s ložiskem (Homola V., Klír S., 1975). Tyto vody mohou vytvářet geohydrodynamické systémy s volnou nebo napjatou hladinou. Ložiskové vody se dělí na vody neovlivněné a ovlivněné důlní činností.

**Mimoložiskové vody** jsou vody přírodních zvodní v horninách a přírodní vody infiltrující do důlních děl z povrchu (vody atmosférických srážek, vody z povrchových toků a nádrží). Jejich přítok do důlních děl je způsoben antropogenním ovlivněním horninového prostředí důlní činností – zejména vznikem nových prioritních cest infiltrace (zálomové trhliny, hydraulická reaktivace zlomů apod.). Tyto zdroje či akumulace přírodních vod jsou v hornicky narušeném stavu izolovány od ložiskových vod hydraulickými bariérami.

**Provozní a technologické vody** jsou antropogenní složkou důlních vod. Jedná se o vody, které jsou do důlního prostředí sváděny uměle – nejčastěji potrubím. Jsou to např. vody používané jako vody pitné, vody protipožární a protiprašné ochrany, užitkové a technologické vody používané zejména pro vrtání s vodním výplachem, pro hydraulické mechanismy (včetně technologie rozpojování horniny, technologie dopravy hmot apod.). Pokud se nejedná o tekutiny a vodné roztoky speciálního složení, jde většinou o vody prosté. Velmi často jsou

pro tyto účely použity již vyčerpané a vyčištěné důlní vody, tj. recirkulované vody v různém stupni mineralizace.

**Stařinové vody** jsou zvláštním druhem důlních vod. Jsou to obvykle směsné vody ložiskové, mimoložiskové i provozní, které protékají nebo jsou akumulovány v opuštěných důlních prostorech, ve vydobytých kavernách, v závalech porubů apod. Stařinové vody proudí ve starých či opuštěných důlních dílech podle zákonů proudění v otevřených korytech či v potrubí.

Každý ze zdrojů důlních vod má své charakteristické fyzikálně-chemické vlastnosti – někdy méně výrazné, na jiných lokalitách diametrálně odlišné. Tyto hydrogeochemické parametry mohou být základem pro kvantitativní výpočty jednotlivých zdrojů důlních vod.

Podíl uvedených zdrojů důlních vod je funkcí značné řady podmínek a charakteristik jak přírodních, tak i technických a technologických. Proto se i na jednom ložisku, se stejnými geologickými a hydrogeologickými podmínkami, může podíl zdrojů důlních vod na jednotlivých dolech výrazně odlišovat. Mezi geologické a hydrogeologické příčiny patří např.: pozice důlních děl v geologické struktuře (monoklinální uložení, antiklinální či synklinální část struktury), hloubka ložiska pod povrchem:

- pozice důlních děl vzhledem k hydrogeologickým strukturám (vztah k úrovni místní erozní báze, mocnost ochranných celků mezi důlními díly a zvodněnými kolektory),
- mocnost, reologické a hydraulické vlastnosti pokryvných útvarů,
- mocnost, reologické a hydraulické vlastnosti nadložních hornin ložiska (schopnost tvorby a prostorového rozvoje zálomových trhlin, propustnost primární i sekundární, plasticita hornin apod.),
- tektonická porušenost nadložních hornin ložiska a pokryvu, hydraulická funkce zlomů a puklinových systémů.

Mezi technické a technologické příčiny patří např.:

- způsob otírky ložiska, hloubka dobývacích prací pod povrchem a plošný rozsah otvírkových a dobývacích prací,
- dobývací metoda a technologie likvidace důlních děl, porubů, těžebních komor apod. (zavalování, zakládání), metody ražby otvírkových děl (trhací práce, frézovací razící stroje).

Poměry zdrojů důlních vod jsou natolik rozmanité, že nelze někdy ani jednoznačně definovat "charakteristické vlastnosti důlní vody" pro jednotlivé typy ložisek (polymetalické rudy, uhelná ložiska, ložiska radioaktivních surovin apod.). I v rámci jedné geologické struktury ložiska lze nalézt nesrovnatelné hydrochemické směsi zdrojů, tvořících důlní vody u jednotlivých dolů nebo jejich částí.

Důlní vody se co do kvality i kvantity v průběhu otírky a exploatace ložisek mění podle rozsahu infiltračního území, celkové plochy obnaženého povrchu důlních děl, mineralogického složení horninového prostředí včetně reziduí, např. nevytěžených uranových a jiných radioaktivních minerálů v těchto důlních dílech a také dosažené hloubky dobývání. Dalším ovlivněním důlních vod v této fázi existence dolu je znečišťování různými provozními a odpadními látkami, produkty zvětrávání, produkty bakteriálního i biologického



rozkladu aj. Proto kvalitativní i kvantitativní údaje mají značně časově i prostorově omezenou platnost.

Zejména po ukončení těžební činnosti se diametrálně mění režim důlních vod. V takovémto případě se jeden ze zdrojů, tj. provozní a technologická voda, přestává uplatňovat a důlní vody nabývají charakteru stařinových vod. V průběhu zatápění hlubinných dolů a po jejich likvidaci dochází ještě dlouhou dobu k významným změnám v obsahu rozpuštěných látek ve vodách. Několikanásobně se zvyšuje obsah silně rozpustných solí, železa, manganu a jiných látek, a to zejména po dobu, kdy v dole výrazně převládá oxidační prostředí. S ohledem na vysoké koncentrace rozpuštěných složek v důlní vodě (nad stanovenými limity pro vypouštění) je nutné nadbilanční vodu vyváděnou ze zatopených dolů před vypouštěním do vodotečí čistit a kontaminanty zachycovat.

## Vodní bilance dolu

Vodní bilance dolu je základem celkového posouzení zvodnění ložiska. Dosavadní provozně hydrogeologické hodnocení dolů vychází ze sledování čerpaných množství důlních vod na povrch. Mylně jsou tyto hodnoty považovány za "přítoky do dolu".

Problematika řešení rovnice vodní bilance dolu je komplikována řadou neznámých nebo přímo neměřitelných hodnot. Rovnice vodní bilance dolu má podstatně více složek než přijímají provozní hydrogeologové ve svých hodnoceních hydrogeologických poměrů dolu.

Z uvedených prvků bilanční rovnice jsou většinou sledovány pouze hodnoty  $Q_{\text{čerp}}$ , přičemž jsou často vydávány za ekvivalent  $Q_{\text{přít}}$ . Pro řešení této rovnice – resp. pro přiblížení se k jejím hodnotám – vycházíme z analogie hodnot, které jsou získány měřením prvků bilanční rovnice na vybraných lokalitách příslušných těžebních revírů. V mnohých případech je nutno přijímat určitá zjednodušení pro neznalost či úplnou absenci údajů. Zejména parametry rovnice  $Q_{\text{ztrt}}$  a  $Q_{\text{akum}}$  jsou v daném časovém řezu nezjistitelné a proto bylo ve většině případů nutno je z bilanční rovnice vyloučit, resp. je považovat v čase za konstantní, tj.:

$$\partial Q_{\text{ztr}} / \partial t = 0 \quad \text{resp.} \quad \partial Q_{\text{akum}} / \partial t = 0$$

Bilanční rovnice pak dostane tvar:

$$Q_{\text{čerp}} = Q_{\text{prov}} + Q_{\text{přít}} - Q_{\text{vent}} - Q_{\text{těžba}}$$

Kvalita důlních vod je odlišná v jednotlivých fázích vývoje důlní činnosti (období otvírky, těžby /s proměnným režimem při postupném zahlubování dolu/ a likvidace dolu s následujícím obdobím zatápění a revitalizace). Finální kvantita a kvalita důlních vod daného období je dána rovnicí (tučně znamená dominantní zdroj).

$$Q_{\text{čerp}} = Q_{\text{prov}} + Q_{\text{přít}} - Q_{\text{vent}} \quad \text{období otvírky}$$

$$Q_{\text{čerp}} = Q_{\text{prov}} + Q_{\text{přít}} - Q_{\text{vent}} - Q_{\text{těžba}} \pm Q_{\text{induk}} \pm Q_{\text{akum}} \quad \text{období těžby}$$

$$Q_{\text{čerp}} = Q_{\text{přít}} - Q_{\text{vent}} \pm Q_{\text{induk}} \pm Q_{\text{akum}} \quad \text{ukončení těžby a začátek likvidace}$$

$$Q_{\text{výtok}} = Q_{\text{přít}} \pm Q_{\text{induk}} \quad \text{ukončená likvidace (ustálený hydraulický stav).}$$

Bilanční rovnice dolu je výchozím podkladem pro kvantitativní hodnocení důlních vod v jednotlivých revírech a lokalitách České republiky. V současné době, kdy však došlo k

téměř ve všech rudních a uranových revírech k zastavení těžební činnosti a doly jsou převážně zlikvidovány, je řešení rovnice bilance dolu již nemožné. Při rekonstrukci rovnice vodní bilance dolu lze vycházet pouze z archivních materiálů a řada potřebných údajů je již přímému měření nedostupná. Proto dnes absentuje korektní řešení např. prognóz zatápění dolů (jako nejčastějšího způsobu likvidace dolu) a se značnou nepřesností se teprve nyní zjišťují možné trendy rychlosti zatápění dolů, odhadují se geochemické reakce a složení směsných důlních vod, které lze ve vývěrech očekávat na povrchu apod.

### **Vliv důlních prací na změny přirozeného proudění a změnu kvality podzemních vod**

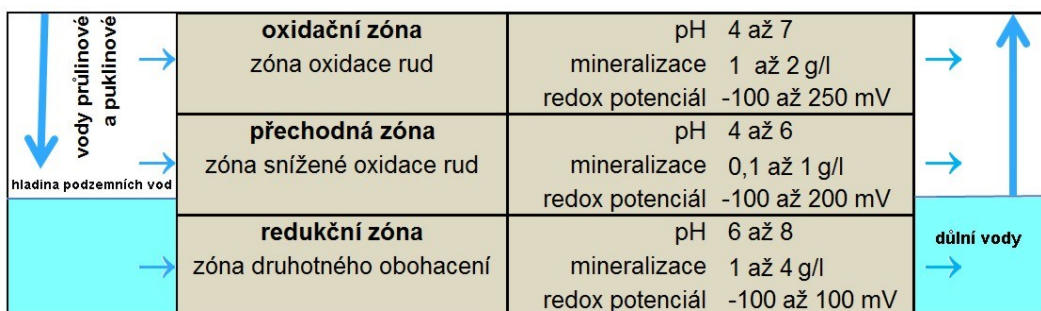
Vliv důlních prací na životní prostředí se z dlouhodobého hlediska projevuje především na kvalitě povrchových vod (včetně vod vypouštěných z dolu) a podle geomorfologické situace, horninového prostředí a celkové tektonické situace i na kvalitě podzemních vod hlubších zón. Celková mineralizace, koncentrace jednotlivých složek a jejich forma, kyselost nebo zásaditost (pH) a oxidačně-redukční potenciál (Eh) vod jsou určovány ustavením dynamicko-stacionárního stavu interakcí ve složitém systému, který tvoří vlastní horniny ložiska, jejich zvětraliny a půdní pokryv, ponechané haldy a odvaly, vsak atmosférických srážek, kvalita a množství podzemních vod a spolupůsobení atmosféry (zejména kyslíku).

Při interakci mezi podzemní vodou a horninou – např. se zrudněním – (tj. vodou na styku minerálních zrn horniny, resp. geochemicky alterovaných minerálů v drčených zónách tektonických poruch) dochází k nasycení a kvazirovnováze jednotlivých složek systému voda-hornina v daných p-T podmínkách. Vzhledem k nedostatku kyslíku v antropogenně nenarušeném redukčním prostředí a vzhledem k neutrálnímu až mírně alkalickému pH (pH 8,0 až 8,5 i v důsledku nasycení většinou karbonáty) je mineralizace těchto vod relativně nízká a nemá obvykle výraznější vliv na zhoršení kvality podzemních vod. K intenzivnějším procesům zvětrávání (rozpuštění, oxidace) dochází pouze v úzkém přípovrchovém horizontu. V případě určité asociace minerálů (sulfidy – zejména pyrit, minerály radioaktivních prvků apod.) může docházet k lokálnímu ovlivnění kvality povrchových vod, které bývá obvykle silně eliminováno přirozenými atenuačními reakcemi.

Při rozfárání ložiska se situace radikálně mění. Zejména přístup kyslíku do hlubších horizontů a změna hydrogeologického režimu vedou k výraznému urychlení interakcí v systému voda-hornina-atmosféra a k výraznému zvýšení mineralizace směsných vod, což se projevuje na kvalitě důlních vod čerpaných z dolu, čištěných a následně vypouštěných do vod povrchových. Obvyklé podmínky jsou uvedeny v následujícím obrázku (obr. č. 3).

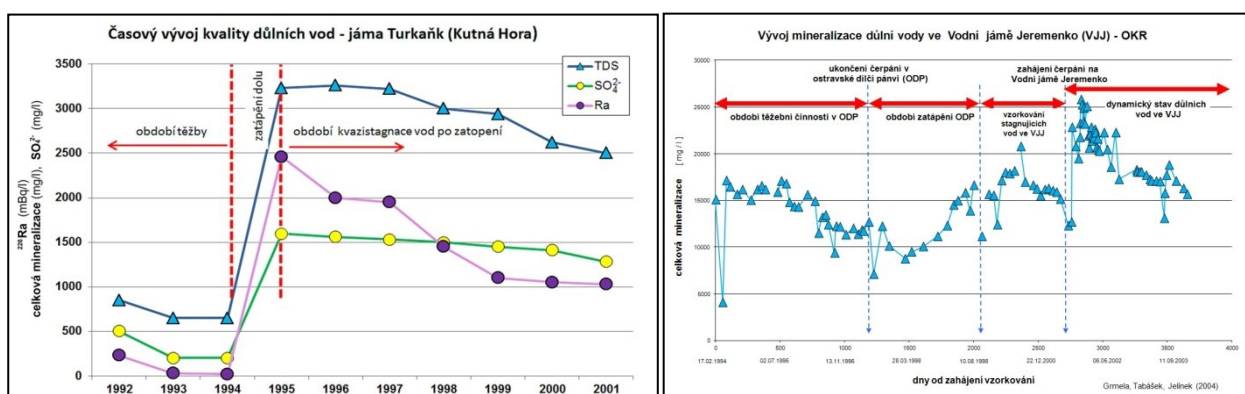
V rámci těženého ložiska dochází k vývoji charakteristického profilu zvětrávání, jehož oxidační zóna je lokalizována při povrchu, redukční zóna pak na úrovni okamžité hladiny podzemních vod, resp. mírně pod ní.

Podzemní vody prostupují horninami pomalu směrem k nejnižšímu patru a bývají výrazně ředěny vodami rychlejšího oběhu (tzv. oplachovými vodami), které postupují po tektonických poruchách a poruchách způsobených hornickou činností. Odtud jsou pak v podobě důlních vod čerpány a případně čištěny před jejich vypuštěním do vodoteče na požadované parametry.



Obr. č. 3 - Schéma vývoje geochemických podmínek důlních vod na těženém U ložisku (podle Zeman J., Kopřiva A., 2002 - upraveno pro ložiska U; šipkami znázorněno proudění vod v jednotlivých hydrogeochemických zónách a v důlním prostředí).

Po ukončení exploatace ložiska a po likvidaci dolu dochází, vlivem změny hydrogeologického režimu a podílu jednotlivých zdrojů ve vodní bilanční rovnici dolu, k výrazné změně kvality důlních vod. Postupný nástup hladiny v zatápěných důlních dílech zavodňuje dlouhodobě suchá důlní díla na vyšších patrech, tj. zoxidované povrchy důlních prostor a rozvolněných partií horninového masivu (oxidační zóna). Z původně suchých důlních děl navíc zpětně přechází do roztoku naakumulované evapority a antropogenně dodané rozpustné látky. Tyto jevy jsou charakteristické, obecně platné a jsou dokumentovány pro téměř všechna ložiska nerostných surovin dobývaná hlubinně (viz obr. č. 4).

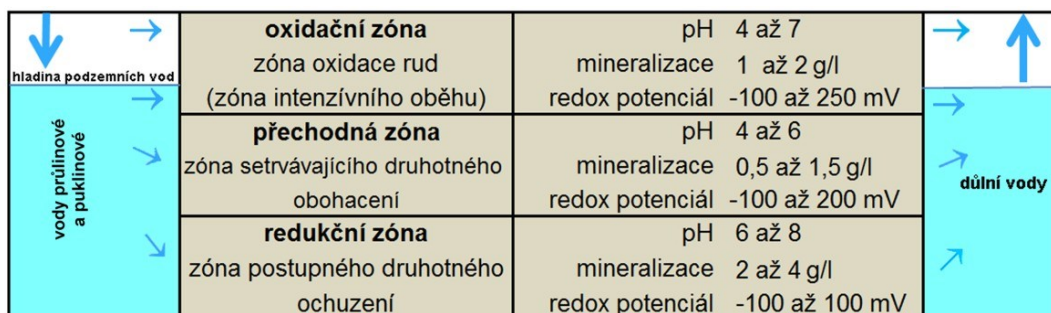


Obr. č. 4 - Ukázky typických hydrochemických režimů kvality důlních vod různých ložisek nerostných surovin (vlevo rudní ložisko Kutná Hora, vpravo uhelné ložisko Ostravsko-karvinského revíru) z období těžby – zatápění – po zatopení dolu.

V krátkodobém horizontu má likvidace dolu a jeho zatopení nepříznivý dopad na hydrosféru životního prostředí, především pak bezprostředně po zatopení starých důlních děl (SDD) – přerušení vzdušné oxidace a doznívání oxidačních procesů ve vodním prostředí. Dále pak v období, kdy dochází k redukčnímu rozpouštění vysrážených oxidů a hydroxidů železa, manganu, uranu, radia v důlních dílech, čímž se výrazně zvýší obsah těchto složek v důlních vodách i jejich celková mineralizace.

Výrazně mineralizované podzemní vody z oxidační zóny ložiska jsou přímo vymývány do důlních vod. Tato situace vede k mnohonásobnému (řádově deseti až stonásobnému

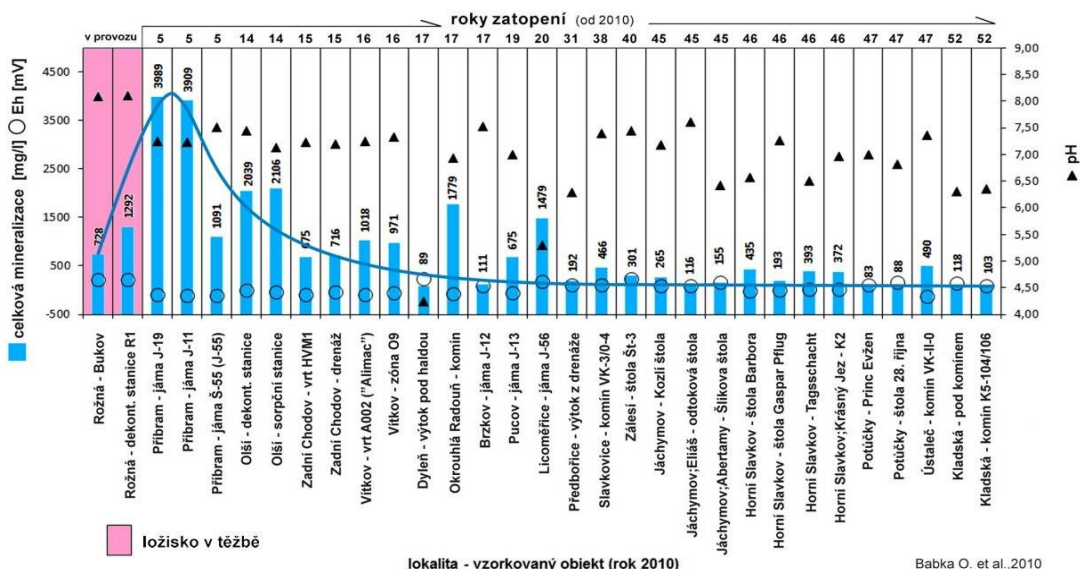
u uhelných ložisek – méně u ložisek U) zvýšení obsahů rozpustných složek. Následující schéma (obr. č. 5) se vztahuje k likvidaci ložiska a jeho zatopení.



Obr. č. 5 - Schéma vývoje geochemických podmínek důlních vod na opuštěném a zatopeném U ložisku (podle Zeman J., Kopřiva A., 2002 - upraveno pro ložiska U; šipkami znázorněno proudění vod v jednotlivých hydrogeochemických zónách a v důlním prostředí).

Charakter prostředí se v čase postupně zpětně mění z oxidačního na redukční prostředí (postupná imobilizace rozpuštěných složek, návrat do stavu kvazipřirozeného pozadí), což má v podstatě pozitivní důsledek. Složení podzemních vod se řádově v desítkách let následně stabilizuje (viz obr. č. 6). Zároveň se v redukčním prostředí část druhotně rozpuštěných minerálů vysráží jako nerozpustné sloučeniny. Směs původních pórových vod a vod v zatopených důlních dílech i po této době však zůstane geochemicky alterována, a nadále bude zachován hydraulicky nově vytvořený systém antropogenního pseudokrasu (důlní díla vytváří nepřirozená propojení dříve izolovaných zvodní, vytváří prioritní cesty proudění apod.).

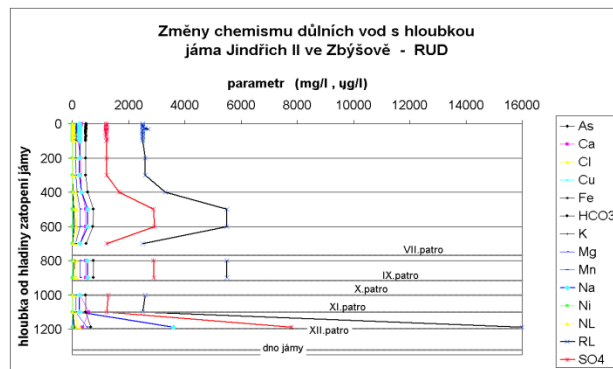
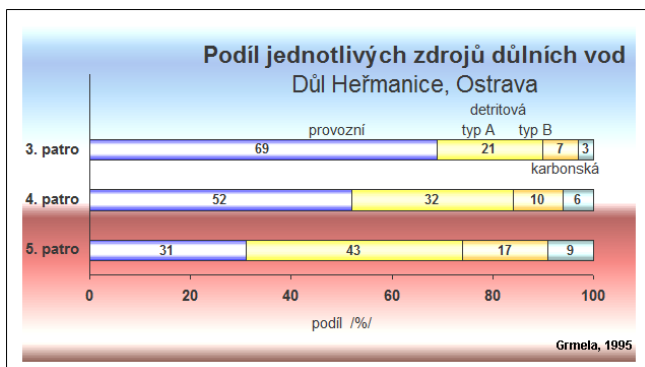
Graf změn celkové mineralizace, Eh a pH důlních vod endogenních ložisek U v čase



Obr. č. 6 - Typický projev fenoménu (tzv. „first flush“) hydrochemických změn důlních vod uranových ložisek České republiky (Rapantová a kol., 2012).

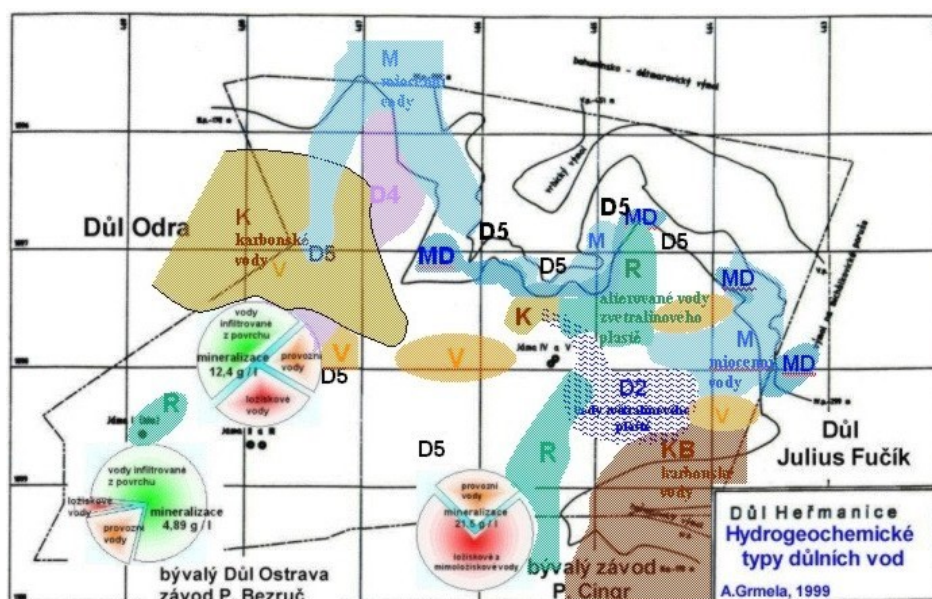
S ohledem na pozici důlních děl drénujících horninový masiv, s ohledem na velikost hydraulického spádu vyvolaného čerpáním důlních vod a jeho udržováním na úrovni nejhloběji exploatovaných pater dolu apod., je obvyklým charakteristickým projevem vertikální hydrogeochemická zonálnost důlních vod. Je známa a popsána mnohými autory jak z exploatovaných ložisek, tak i z lokalit opuštěných a zatopených dolů. Je charakteristickým jevem i u některých rozsáhlých zvodní přírodních mimoložiskových vod – zejména typická je např. vertikální i horizontální hydrogeochemická zonálnost fosilních mořských vod na bázi spodního bádenu („detrit“) v pokryvu ložiska uhlí v OKR.

S postupem dolu do hloubky a v relaci s plošným rozmístěním těžby a otvírky jednotlivých částí dobývacího prostoru se obvykle mění jak kvalita, tak i kvantita důlních vod. Velmi často se na ložisku vytváří tedy jakási kvazihydrogeologická vertikální zonálnost daná změnou podílů zdrojů důlních vod v různých hloubkách ložiska (viz obr. č. 7), resp. i v různých částech dobývacího prostoru dolu (viz obr. č. 8). Tento charakteristický jev, doprovázející důlní vody, se projevuje zejména v období otvírky nebo jeho části, ale i v období těžby ložiska.



Obr. č. 7 - Příklad změny podílů jednotlivých zdrojů důlních vod s hloubkou (vpravo: Důl Heřmanice v Ostravě v době jeho provozu - dnes zlikvidován; vlevo Důl Jindřich v RUD-zlikvidován).





Obr. č. 8 - Variabilita složení důlních vod v dobývacím prostoru dolu Důl Heřmanice v Ostravě, některé symboly: K .. vody karboňské, D .. vody detritové, M, R, V .. vody písčité (polohy sp. bádenu s různým stupněm alterace s vodami zvětralinového pláště karbonu)

V důsledku hustotní stratifikace v kvazistagnujícím hydrodynamickém systému v zatopených důlních dílech dochází (jak dokládají předchozí obrázky) obvykle k výrazné hydrogeochemické zonálnosti. Svrchní část zvodně o mocnosti několika metrů – tzv. mělký oběh podzemních vod – má obvykle výrazně nižší mineralizaci a reprezentuje srážkové vody s rozpuštěnými látkami ze starých důlních děl v části ložiska nad okamžitou hladinou těchto důlních vod. Spodní zóna výrazně mineralizovaných vod odpovídá vysoce koncentrovaným pórovým vodám ložiskových hornin, zpětně rozpuštěným vysráženým solím v důlních dílech (evaporitům) a antropogenním složkám v důlních dílech.

Tyto poznatky nutno akceptovat jak v projektech monitorovací činnosti (síť, parametry, frekvence apod.), tak i ve vyhodnocování všech fází hornické činnosti, včetně postlikvidačních revitalizačních procesů nebo i v následném využívání důlních vod opuštěných ložisek jako energetické či surovinové zdroje. Projekt musí vycházet zejména :

- z poznatků a zhodnocení hydrogeologických poměrů dotčené geohydrodynamické struktury důlní činnosti ve vazbě na hydrologické poměry oblasti, vyjádřené mimo jiné rovnicí hydrologické bilance dotčených povodí,
- z poznatků důlní hydrogeologie vyjádřené zejména kvantifikací rovnic vodní bilance dolu v jednotlivých jeho vývojových fázích. V tomto případě je stěžejní prognóza zdrojů důlních vod: po zastavení těžby, po ukončení čerpání a nástupu hladiny v zatápěných důlních dílech, prognóza produkce důlních vod po ukončení likvidace dolu, prognóza dlouhodobého vývoje kvality čerpaných / vyvěrajících vod do mělkých podzemních vod či povrchových vodotečí,
- specifikace obsahu kontaminantů v důlních vodách s akceptací známých poznatků o dočasných extrémních přestupech látek do roztoku ze zpětně rozpouštěných

evaporitů a produktů zvětrávání (vč. sekundárním minerálů) akumulovaných v opuštěných či starých důlních dílech.

Důležitý, ale velmi opomíjený je problém časové platnosti a reprezentativnosti údajů ze vzorkování důlních vod v pracovním cyklu dolu a v období po jeho likvidaci. Významné časoprostorové změny ve "stárnutí" informací, opomíjené vlivy dynamiky na změny kvality důlních vod a jejich zdrojů jsou příčinou silné degradace informací z analýz důlních vod v čase a případných i zavádějících interpretací z nich.

### **Závěry po hodnocení hydrogeologické vlastností dolů a důlních vod**

- Každé ložisko (a v rámci něj často i každý důl) má své specifické hydrogeologické charakteristiky, které nelze zobecnit. Proto nutno vždy každou lokalitu posoudit nově a samostatně v daném čase (archivní hydrogeochemická dokumentace lokality má pouze orientační informační hodnotu, stejně jako hodnoty jednotlivých členů bilanční rovnice bývalého dolu).
- V hydrogeologickém hodnocení lokality nutno zohlednit výsledky dlouhodobých monitoringů jak hydrologie oblasti (průtoky, změny vývěrů apod.), hydrochemie povrchových a podzemních vod, důlně hydrogeologických informací bývalého dolu apod. prováděných různými organizacemi či firmami i přesto, že vzhledem ke „stárnutí“ informace mají pouze orientační informační hodnotu.
- Vzhledem k tomu, že hornická činnost v některých oblastech hlubinně těžených ložisek probíhala již řádově i století, nezná současná generace tzv. „původní stav“ a nelze jej v antropogenně vytvořeném hydrogeologickém a geohydrodynamickém pseudokrasu ani dosáhnout.

## **Možnosti využití čerpaných důlních vod pro energetické účely**

V této části je provedena podrobná analýza možností využití čerpaných důlních vod pro energetické účely. Základem pro teoretické závěry jsou dvě pilotní aplikace využití tepelného obsahu důlních vod a připravovaná aplikace využití hydraulického spádu důlních vod pro přečerpávací důlní vodní elektrárnu. Tyto praktické zkušenosti potvrzené provozními aplikacemi jsou dále rozšířeny o další teoretické možnosti využívání důlních vod a dolů pro energetické účely.

Byl rozpracován korigovaný modulárně koncipovaný systém využívající nízkopotenciálního tepla dolů pro vytápění, ohřev/přehřev teplé vody případně pro technologické účely odběru tepla na povrchu. Ekonomicko-energetické propočty prokázaly, do jaké míry bude vhodné primární okruh jímání tepla předimenzovat, aby byla k dispozici výkonová rezerva pro možné další rozšíření podnikatelských příp. jiných aktivit na povrchu vyžadujících dodávku tepla. Dále jsou definovány základní požadavky na vlastnosti odběrů tepla, jako např. požadavek aby otápěné prostory byly vybaveny nízkoteplotním systémem vytápění ap.

Teoretické práce, prováděná měření a zjišťování a praktické provozní zkušenosti z provozů činných dolů, dolů v likvidaci, dolů zlikvidovaných a dolů ve zvláštních režimech (tzv. vodní jámy) a provozní zkušenosti z pilotních aplikací prokázaly reálnost využívání geotermální energie hlubinných dolů.

Druhou základní možností využití energetického potenciálu důlních vod je využití hydrostatického potenciálu, který je obecně dán výškovým rozdílem mezi povrchem dolu, u povrchových dolů je možno při dobré konfiguraci využít horní hrany vnější výsypky a nejnižšího vhodného horizontu dolu, k výstavbě a provozu přečerpávací vodní elektrárny.

Poslední identifikovatelnou možností je současné využití obou výše uvedených principů, kdy se využívá tepla důlních vod v kombinaci s využíváním hydrostatického potenciálu pro vodní přečerpávací elektrárnu.

### **Byly zkoumány základní varianty:**

#### Využití geotermální energie hlubinných dolů

**Varianta I.A** - využití tepla důlních větrů nuceně odváděných při provozu hlubinných dolů

**Varianta I.B** - využití tepla důlních vod

**Varianta I.C** - využití geotermálního potenciálu likvidovaných dolů.

**Varianta I.D** – přímé využití tepla důlních vod

#### Využití hydrostatického potenciálu hlubinných i povrchových dolů

**Varianta II.A** - využití hydrostatického potenciálu hlubinných dolů

**Varianta II.B** - využití hydrostatického potenciálu povrchových dolů

#### Současné využití geotermální energie a hydrostatického potenciálu

**Varianta III. A** – současná aplikace **Varianty I.B** a **Varianty II.A**

Výše uvedené varianty jsou níže popsány a doplněny jednotlivými schematickými nákresey, ze kterých je zřejmý princip dané varianty.

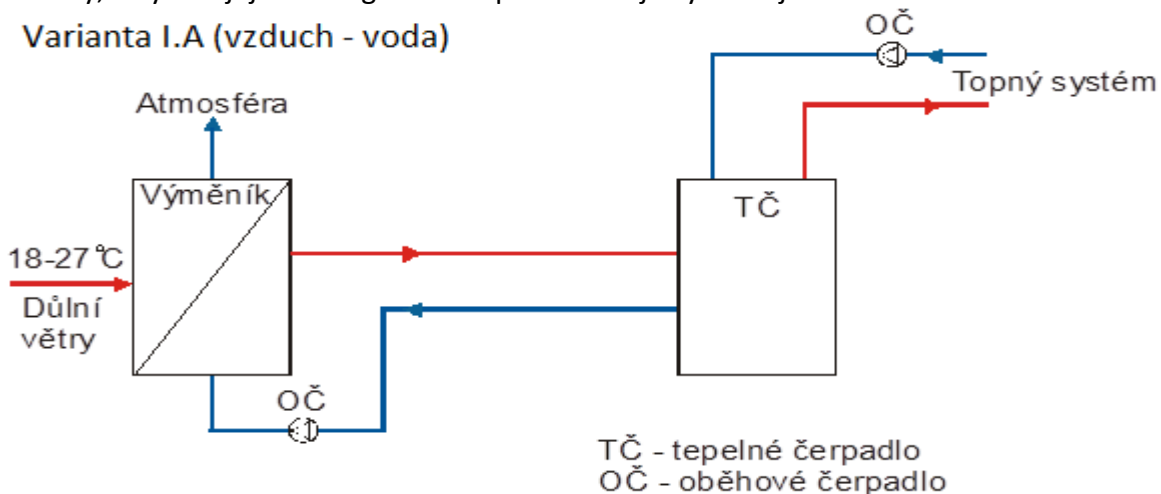


## Geotermální energie - modulární schémata a komentáře k jednotlivým základním variantám.

Základní varianty mají zpravidla řadu subvariant a ve své podstatě se realizace může lišit případ od případu. Je nezbytné konstatovat, že navržené varianty jsou pouze teoretické a ne všechny varianty jsou technicky reálně aplikovatelné a ekonomicky efektivní v současném ekonomickém prostředí.

### **Varianta I.A - využití tepla důlních větrů nuceně odváděných při provozu hlubinných dolů, režim tepelného čerpadla „vzduch – voda“**

Tato varianta je reálná souběžně s provozem hlubinného dolu, kde je k dispozici potenciál tepla tzv. důlních větrů odváděných nuceně, tedy hlavními důlními ventilátory. Na uhelných a většině ostatních dolů se uplatňuje sací větrání, to znamená, že důlní větry o teplotě kolem 30 °C, jejich teplota je ale značně závislá na klimatických podmínkách a na charakteru dolu, jejich další vlastností je, že mají velmi vysokou vlhkost, blížíci se 100% a proměnlivou prašnost. Právě vysoká vlhkost výdušných větrů je reálnou překážkou využití. Jejich tepelného obsahu. Byla učiněna řada měření a praktických zkoušek, kde se ale projevil zásadní problém, kterým je kondenzace vlhkosti důlních větrů na výměnících tepla vložených do proudu důlních větrů. Kondenzovaná voda smáčela teplosměnné plochy vložených výměníků. Na takto smáčených plochách se zachycoval jemný, převážně uhelný prach, který značně snižoval účinnost teplosměnných ploch a zvyšoval jejich erodynamický odpor. Dalším faktorem je, že prostory, kterými proudí výdušné větry, jsou zařazeny jako prostory s nebezpečím výbuchu metanu, což značně omezuje instalaci a provoz zejména elektrozařízení. Další skutečností je, že tam, kde jsou k dispozici důlní větry, tam se i čerpají důlní vody, a využití jejich energetického potenciálu je výrazně jednodušší.



*Schéma č. 1 – Varianta I.A - využití tepla důlních větrů nuceně odváděných při provozu hlubinných dolů, režim tepelného čerpadla „vzduch – voda“*

### **Závěr varianty I.A**

Z výše uvedených důvodů a po zvážení všech okolností, řešitelský tým konstatoval, že využívání energetického potenciálu důlních větrů se jeví jako technicky velmi problematické a ekonomicky málo efektivní a proto tuto alternativu nedoporučujeme v praxi aplikovat. Jelikož tato varianta je ale za jistých okolností možná, proto bude zohledněna v řešení tohoto úkolu.

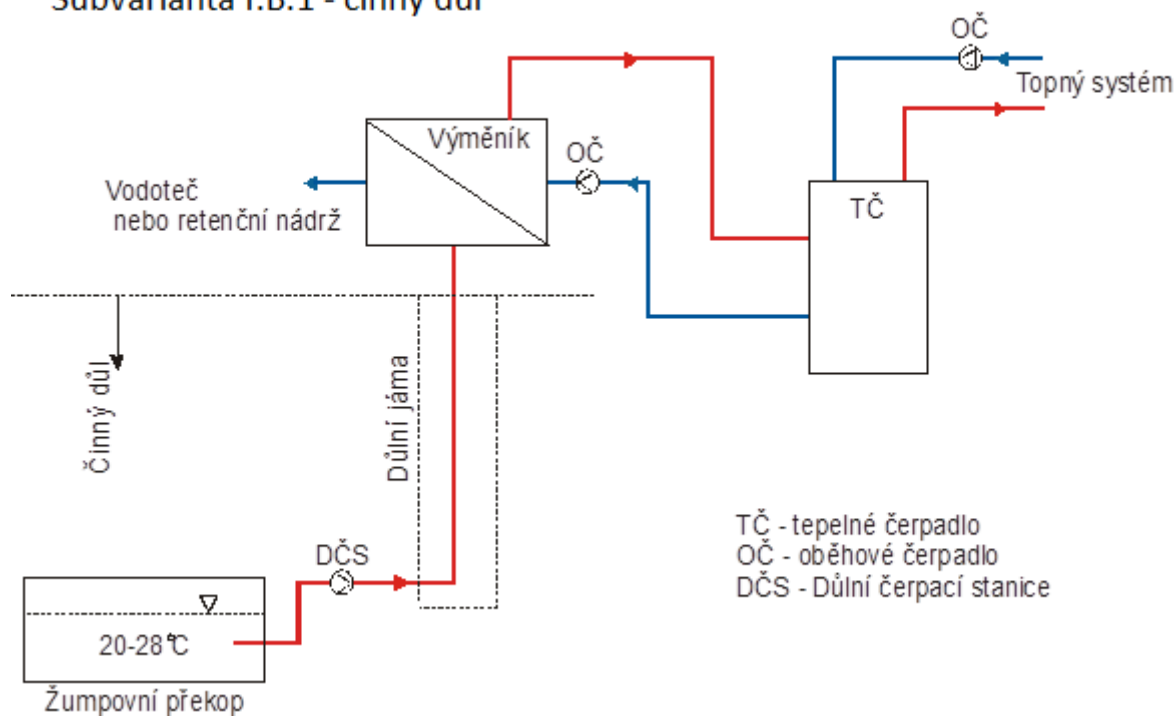
## **Varianta I.B - využití tepla důlních vod, režim tepelného čerpadla „voda – voda“**

Využívat teplo důlních vod se jeví dle všech teoretických prací, ale i ve smyslu dvou realizovaných pilotních projektů, jako perspektivní a velmi efektivní. Existuje několik subvariant, které budou podrobně popsány. Všechny principiálně pracují v režimu tepelného čerpadla voda – voda.

### **Subvarianta I.B.1**

Nositелеm primárního tepla je důlní voda, čerpaná na činném hlubinném dole z provozních důvodů. Ve své podstatě se jedná důlní vody smíšené s použitými vodami technologickými. Režim čerpání důlní vody o teplotě cca 25 – 28°C z hlavních důlních žumpovních překopů, do kterých je voda čerpána z různých míst v dole, je závislý na hydrogeologické struktuře dolu, na hloubce dolu, na množství používané technologické vody a na zvoleném provozu hlavních důlních čerpadel s ohledem na časové ceně elektrické energie. Čerpané vody jsou buď čerpány přímo do vodoteče, nebo do retenčních nádrží. Tyto vody mají různé složení, zejména obsahují rozpustné soli a pevné částice. Teplo je možno jímát přes výměník zařazený do výtlačného potrubí, nebo přes výměník – kolektor ponořený do retenční nádrže. Sekundární tekutina má snížený bod tuhnutí, zpravidla se jedná o směs vody a lihu a cirkuluje mezi zmíněným výměníkem a tepelným čerpadlem, nebo několika tepelnými čerpadly. Podle výšky teploty sekundární tekutiny je možno tepelná čerpadla řadit paralelně nebo sériově, případně i kombinovaně.

### **Subvarianta I.B.1 - činný důl**



*Schéma č. 2 - Varianta I.B – Subvarianta I.B.1 (činný důl) využití tepla důlních vod, režim tepelného čerpadla „voda – voda“*

Klíčové pro využití tepelné energie čerpaných důlních vod je jejich teplota, množství a časový režim čerpání. Záleží na tom, jak je sladěn režim čerpání vod s potřebou tepla dodávaného tepelným čerpadlem. Vhodným zásobníkem tepla může být retenční nádrž,

kteřá může vytvořit podmínky pro trvalou dodávku tepla z tepelných čerpadel, tedy i v době, kdy důlní vody nejsou čerpány.

### Subvarianta I.B.2

Nositelem tepla je důlní voda čerpaná z tzv. „vodních jam“. Tento způsob čerpání důlních vod je nezbytný jako ochrana činných důlních polí před zatopením z části důlních polí s ukončenou těžební činností, kde mezi jednotlivými částmi ložiska existuje hydraulické propojení.

Technické principy jsou prakticky totožné jako u subvarianty I.B.1. Existuje však jisté časové omezení, kdy takto realizovaný způsob získání tepla je časově závislý na době, po kterou bude vodní jáma v provozu. Není vyloučen i následný provoz, obdobný stavu pilotní realizace v T Machinery. Jako nezbytné je vyřešit přechodný stav od doby, kdy se ukončí cílené čerpání až do doby, kdy dojde k ustálení hladiny vody s hladinou spodních vod. Subvarianta I.B.2 byla prakticky ověřená pilotním projektem na Dole Jeremenko v Ostravě, který je odštěpným závodem DIAMA s.p.

#### Subvarianta I.B.2 - vodní jáma

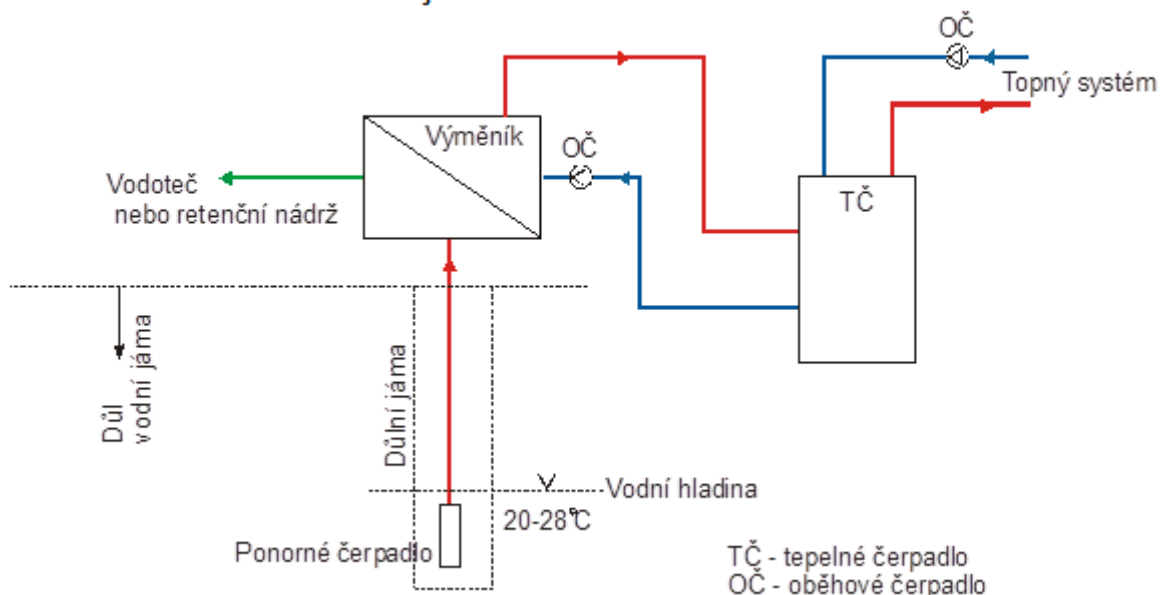


Schéma č. 3 - Varianta I.B – Subvarianta I.B.2 (vodní jáma) využití tepla důlních vod, režim tepelného čerpadla „voda – voda“

### Subvarianta I.B.3

Jedná se prakticky o ideální stav, kdy důl s ukončenou těžební činností byl likvidován zatopením, to je kdy došlo ke splnutí hladin důlní a spodní vody a přitom hladina vody je dostupná k čerpání, například ponorným čerpadlem a ochlazenou vodu je možno vypustit do jiné jámy v určité vzdálenosti od čerpací jámy. Tato subvarianta byla úspěšně ověřena pilotním projektem na bývalém dole Tomáš v Ratiškovcích, který je dnes součástí strojírenského podniku T Machinery.

#### Subvarianta I.B.3 - zatopený důl

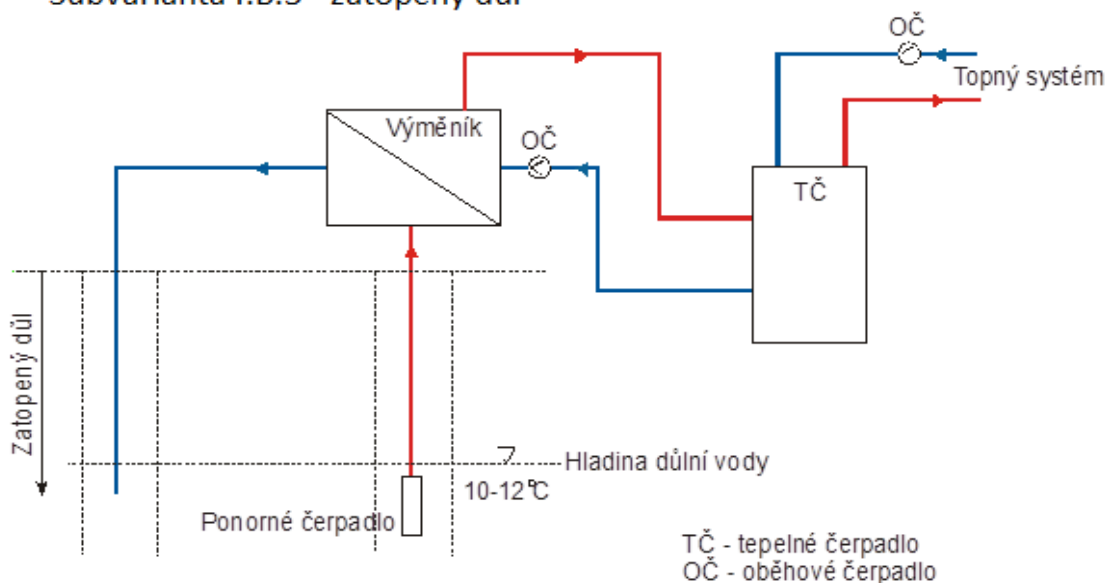
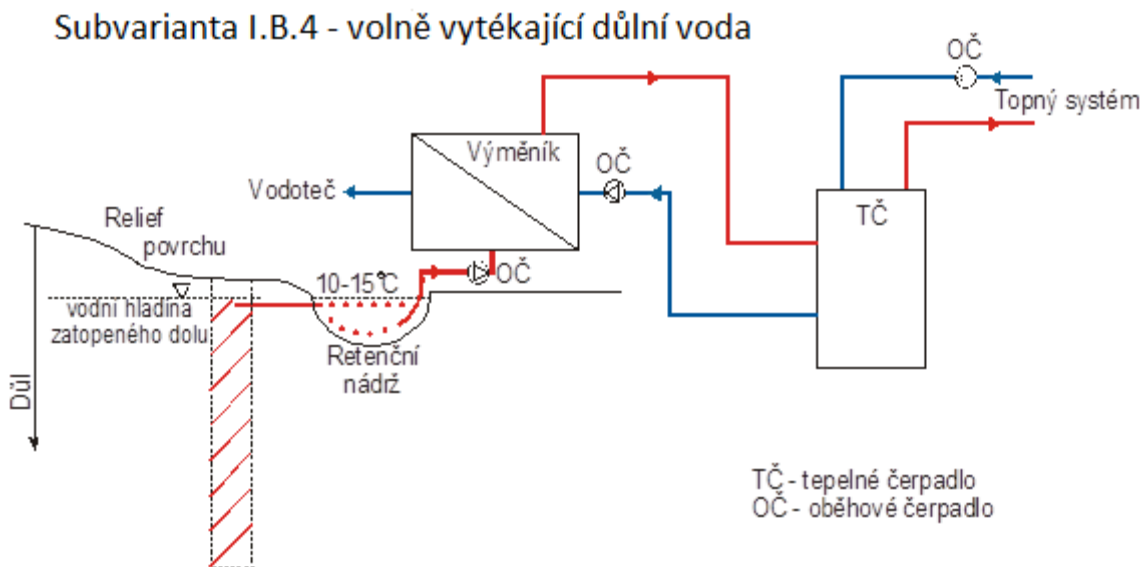


Schéma č. 4 - Varianta I.B – Subvarianta I.B.3 (zatopený důl) využití tepla důlních vod, režim tepelného čerpadla „voda – voda“

### Subvarianta I.B.4

Jedná se o poněkud ojedinělé případy, kdy hlubinný důl byl zlikvidován a teplé důlní vody volně vytékají a jsou svedeny do vodoteče. Využití těchto vod je možné tak, že bude vytvořena retenční nádrž, do které bude svedena volně vytékající voda, do které bude ponořen jímací kolektor – výměník, nebo voda bude čerpána do výměníku, přes který bude cirkulovat tekutina tak, jak je popsáno v subvariantě B2.



*Schéma č. 5 - Varianta I.B – Subvarianta I.B.4 (volně vytékající důlní voda) využití tepla důlních vod, režim tepelného čerpadla „voda – voda“*

#### **Závěr varianty I.B**

Varianta I.B byla prakticky ověřena ve dvou pilotních projektech a oba prokázaly technickou reálnost řešení a ekonomický i environmentální přínos. Je nutné poznamenat, že každá budoucí aplikace musí být komplexně posouzena s ohledem na konkrétní místní podmínky. Využití takto získaného tepla je technicky reálné, ekonomicky i environmentálně přijatelné.

#### **Varianta I.C - využití geotermálního potenciálu likvidovaných dolů režim tepelného čerpadla „země – voda“,**

Varianta spočívá v instalaci rozměrného jímacího kolektoru na vybraném patře hlubinného dolu, pokud možno v co největší hloubce, který bude napojen na dvě cirkulační potrubí, která budou zaústěna do tepelných čerpadel na povrchu dolu. Jímací kolektor bude obsypán dobře vodivým materiálem, stejně tak bude proveden zásyp jámy, ve kterém budou svislé potrubí s cirkulující vodou.

### Varianta I.C – důl zlikvidovaný zásypem

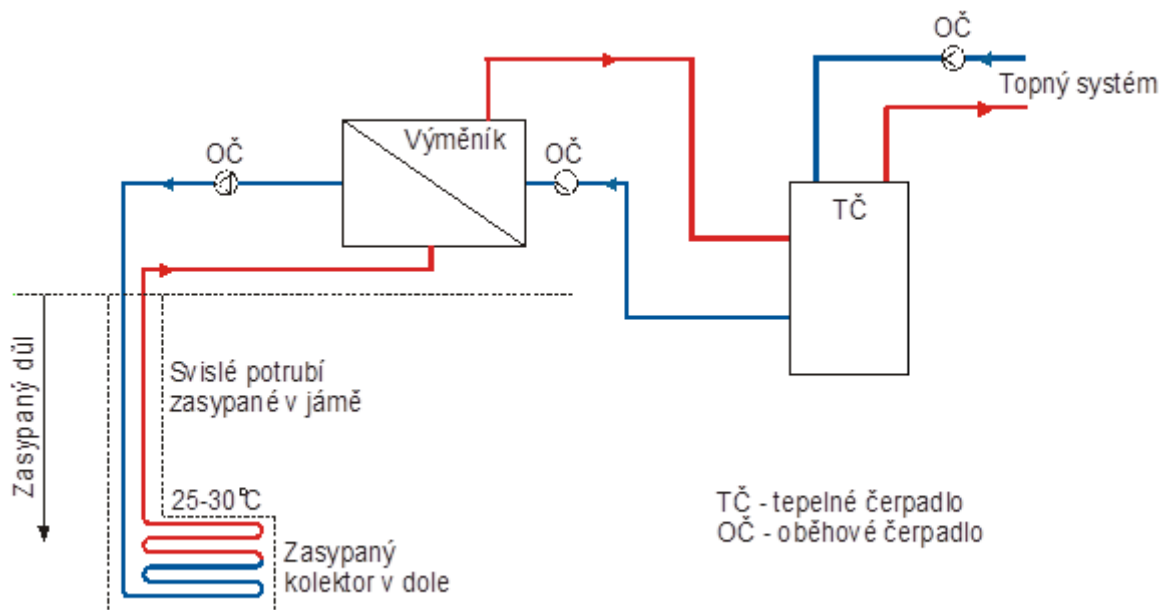


Schéma č. 6 - Varianta I.C – (zasypaný důl) využití geotermálního potenciálu likvidovaných dolů režim tepelného čerpadla „země – voda“

Tato varianta nemohla být v současné době prakticky vyzkoušena, neboť v době řešení úkolu nebyl likvidován v ČR žádný hlubinný důl. Byly však prováděny simulační pokusy, které prokázaly reálnost této varianty a její využívání po dlouhou dobu po likvidaci dolu zasypaním. Perspektivně tato varianta může být vhodná tam, kde povrchový areál dolu po ukončení těžební činnosti má být přeměněn na průmyslovou zónu. Takto získané teplo by mohlo sloužit pro vytápění celé, nebo alespoň části průmyslové zóny a pro ohřev teplé užitkové vody.

**Varianta I.C je podle teoretických zjištění a modulových zkoušek reálná, ekonomicky a environmentálně přínosná.**

### Varianta I.D – přímé využití tepla důlních vod

Ve specifických případech se nabízí velmi jednoduchá varianta přímého využití nízkopotenciálního tepla důlních vod, které mohou mít cca 25 až 27 °C například pro vyhřívání trávníků fotbalových hřišť. Nebo naopak, je-li teplota nízká cca do 10 až 12 °C, pak je možno tuto vodu využít pro přímé chlazení obytných nebo pracovních prostor.

**Varianta I.D je podle teoretických zjištění a modulových zkoušek reálná, ekonomicky a environmentálně přínosná, bohužel konkrétních možností je velmi málo.**

## Způsoby řazení tepelných čerpadel

Při potřebě většího tepelného výkonu pro napájení topného systému, než je největší dostupný výkon tepelného čerpadla, případně z důvodu optimálnější regulace celého systému je možno použít více tepelných čerpadel. Tepelná čerpadla mohou být řazena s ohledem na napojení vstupní primární vody, která je zdrojem tepla, v zásadě trojím způsobem:

- paralelní řazení,
- sériové řazení,
- kombinované zapojení.

O použitém řazení rozhoduje počet použitých tepelných čerpadel, dostupné množství primární vody a její teplota. Použitý způsob řazení tepelných čerpadel má i vliv na příkon cirkulačního čerpadla.

### Paralelní řazení tepelných čerpadel

Paralelní řazení tepelných čerpadel je nejběžnější způsob jejich zapojení. Všechna čerpadla pracují prakticky ve stejném režimu, zejména mají stejnou teplotu vstupní vody. Zapojení se vyznačuje větším množstvím cirkulující vody, tedy i větší spotřebou elektrické energie pro pohon oběhového čerpadla. Toto zapojení je vhodné pro nižší teploty primární vody tak, aby se tato nemohla dostat na výstupu primárního okruhu pod bod mrazu. Na výstupu sekundárního okruhu musí být čerpadla z principu zapojena paralelně.

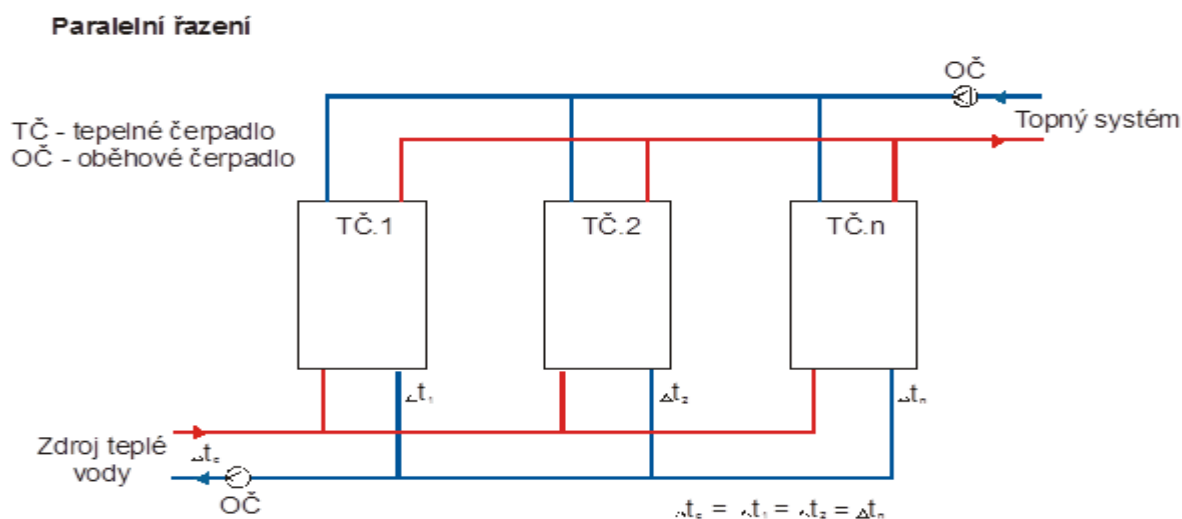


Schéma č. 7 - Paralelní řazení tepelných čerpadel

## Sériové zapojení tepelných čerpadel

Sériové řazení tepelných čerpadel není běžný způsob jejich zapojení. Čerpadla pracují s různou teplotou vstupní primární vody. Zapojení se vyznačuje menším množstvím cirkulující vody, tedy i menší spotřebou elektrické energie pro pohon oběhového čerpadla. Toto zapojení je vhodné pro vyšší teploty primární vody tak, aby se tato na výstupu z posledního čerpadla nemohla dostat na výstupu pod bod mrazu. Na výstupu sekundárního okruhu musí být čerpadla z principu zapojena paralelně.

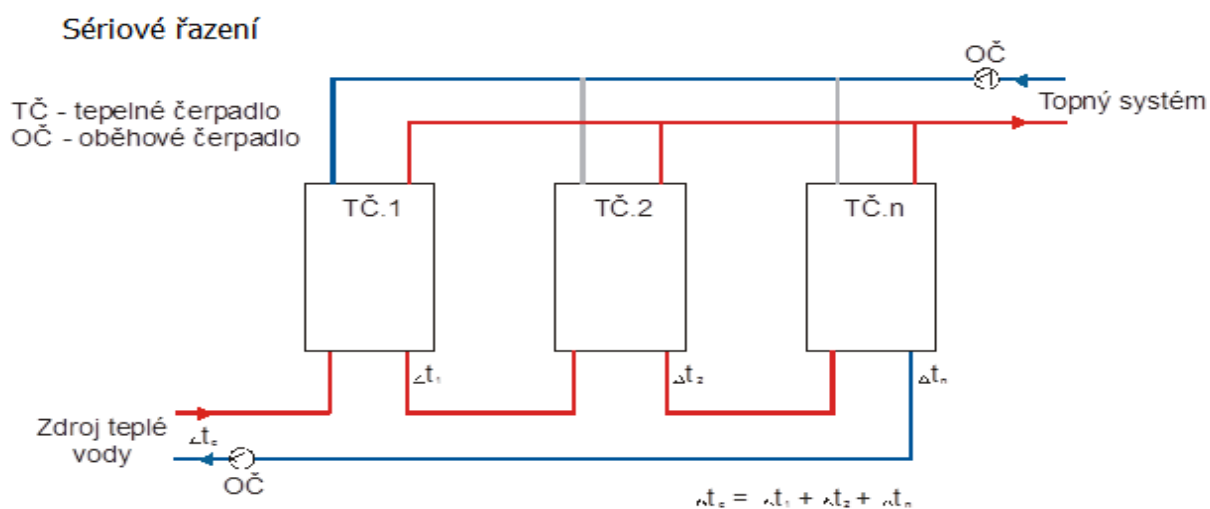


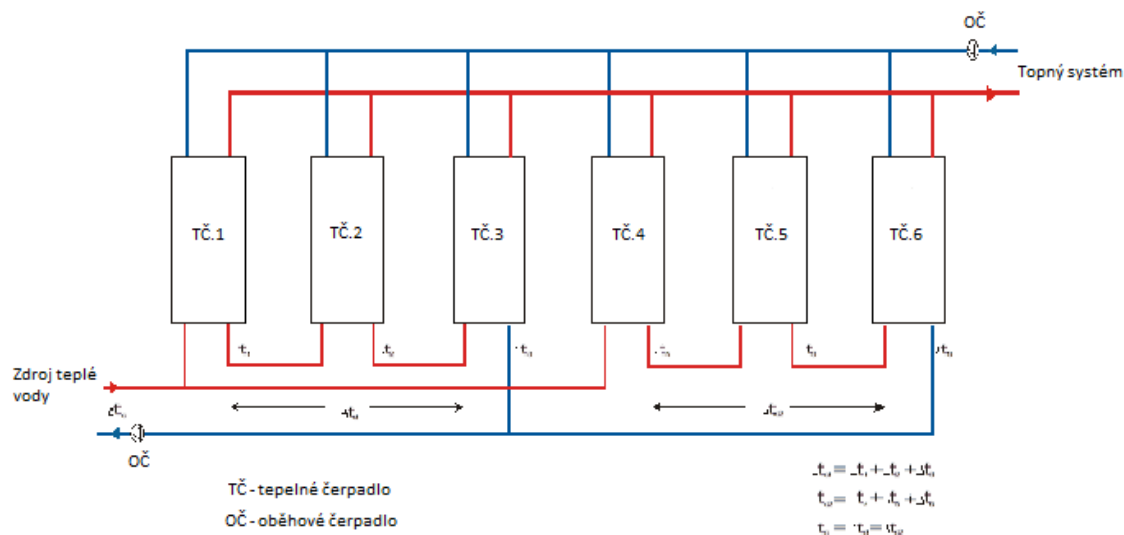
Schéma č. 8 - Sériové řazení tepelných čerpadel



## Kombinované zapojení tepelných čerpadel

Kombinované zapojení tepelných čerpadel je specifický způsob zapojení, který využívá výhod sériového zapojení a zároveň zohledňuje požadavek na kladnou teplotu výstupní vody primárního okruhu. Toto zapojení je vhodné pro vyšší teploty primární vody tak, aby se tato na výstupu z posledního čerpadla nemohla dostat na výstupu pod bod mrazu. Na výstupu sekundárního okruhu musí být čerpadla z principu zapojena paralelně.

### Kombinované zapojení



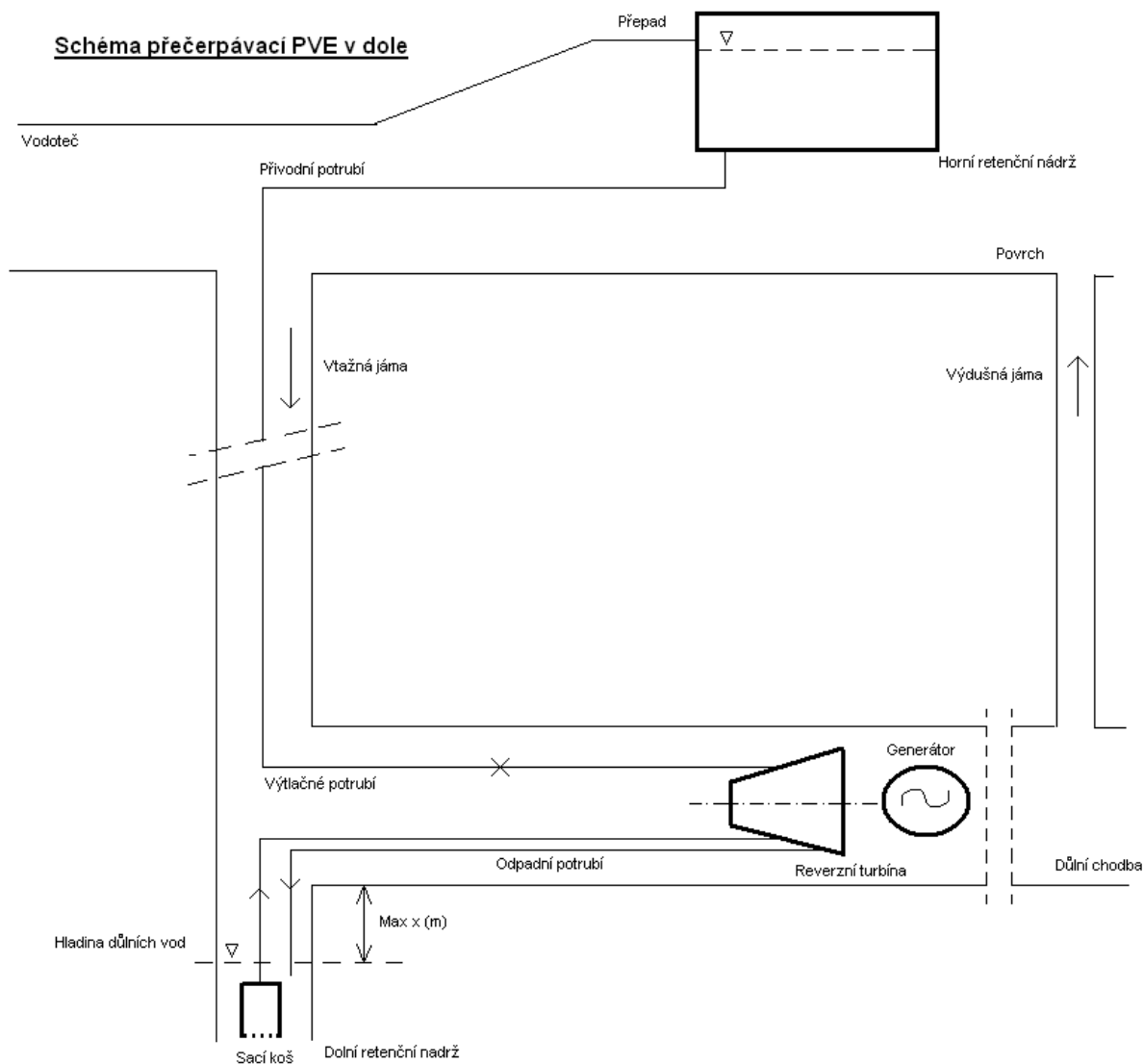
bazénu musí být jasně definována, jelikož z ní vychází základní technické parametry budoucí přečerpávací elektrárny,

- musí existovat nebo být vytvořen vhodný důlní prostor pro instalaci technologie v dole s příslušnou infrastrukturou, prostor v plynujících dolech musí být zařazen z pohledu nebezpečí výbuchu CH<sub>4</sub> a ve všech případech musí být řádně odvětráván,
- v úvodních dílech musí být funkční dopravní zařízení a možnost instalovat příslušné spádové a čerpací potrubí a kabelové systémy,
- obecně musí být řešeno nebezpečí zatopení využívaných důlních prostor, ve kterých je instalována příslušná technologie,
- veškerá důlní díla musí být přístupná pro obsluhu, údržbu a revizi všech zařízení a musí splňovat bezpečnostní požadavky pro pobyt určených osob,
- v důlních dílech musí být zajištěny za všech režimů vyhovující klimatické podmínky a dostatečný odvod tepla,
- na povrchu dolu musí být možnost vybudování horní retenční nádrže příslušného objemu a další potřebná infrastruktura, musí být řešena odolnost proti klimatickým podmínkám,
- výkony technologických zařízení důlní vodní přečerpávací elektrárny budou mimo jiné odvislé od geometrických rozměrů a hmotností, které bude možno dopravovat hlavními důlními díly, bude možno s nimi manipulovat v dole a instalovat je v k tomu připravených důlních prostorách,
- minimální zásahy do životního prostředí.

Výše uvedené okolnosti a podmínky jsou základní a podle konkrétních specifických podmínek se naskýtají potenciálně možné subvarianty.

#### **Subvarianta II.A.1 - Využití reverzní turbíny**

Jedná se o systém, kdy v dole je pro čerpání vod i výrobu elektrické energie instalováno jedno nebo několik reverzních soustrojí. Tato soustrojí zabezpečují v čerpacím režimu udržování potřebné hladiny důlních vod a zároveň slouží k naplňování horní retenční nádrže. Udržovaná hladina důlních vod v režimu před spuštěním výroby elektrické energie musí vytvářet dostatečnou kapacitu pro vody vypuštěné z horní retenční nádrže s příslušnou rezervou tak, aby nemohlo dojít k zatopení důlních děl s technologickým vybavením a důlních děl s průchodním větrním proudem. V generátorovém režimu pak čerpadlo plní funkci turbíny a motor přechází do generátorového režimu a slouží k výrobě elektrické energie. Toto uspořádání vyžaduje poměrně náročné důlně – stavební provedení z důvodu maximálně možné sací výšky!



*Schéma č. 10 - Varianta II.A – subvarianta II.A.1 - Přečerpávací důlní elektrárna s reverzní turbínou*

Pro danou subvariantu nejsou použitelné peltonovy turbíny, motorgenerátory mohou být jak synchronní, tak asynchronní. Důležité je vedení a situování všech potrubí s ohledem na statické i dynamické parametry a zatížení, musí být řešeny rázové problémy a způsob uzavírání a otvírání potrubí, spouštění soustrojí s jeho připojení na síť.

#### **Výhody subvarianty II.A.1**

- nižší investiční náklady ve srovnání s výstavbou klasické vodní přečerpávací elektrárny.
- prakticky polovina základního strojního vybavení.
- nižší investiční náklady.
- jednodušší potrubní systémy.

### **Nevýhody subvarianty II.A.1**

- celková nižší účinnost celého cyklu.
- složitější řešení sacího systému.
- složitější systém řízení.

### **Subvarianta II.A.2 - Oddělený čerpací a generátorový režim**

Subvarianta spočívá v samostatném čerpacím systému, který má samostatné výtlačné potrubí nebo může být s přepínáním společné výtlačné a spádové potrubí. Čerpací systém může být s klasickými čerpadly instalovanými v příslušném prostoru s napojením sacího i výtlačného potrubí, nebo s ponornými čerpadly napojenými na výtlačný systém. S ohledem na specifické podmínky v dole bude instalováno zpravidla několik čerpacích jednotek.

Generátorový systém bude tvořen příslušnou turbínou, v podstatě bez omezení typu a generátorem synchronním nebo asynchronním. Stejně jako u čerpacího systému je možno realizovat systém s několika generátorovými jednotkami.

Ostatní zařízení a infrastruktura včetně povrchové bude shodná nebo obdobná jako u subvarianty II.A.1.

Pro danou subvariantu jsou použitelné různé druhy turbín, motory čerpadel budou zpravidla asynchronní, generátory mohou být jak synchronní, tak asynchronní.

Důležité je vedení a situování všech potrubí s ohledem na statické i dynamické parametry a zatížení, musí být řešeny rázové problémy a způsob uzavírání a otvírání potrubí, spouštění soustrojí s jeho připojení na síť.

### **Výhody subvarianty II.A.2**

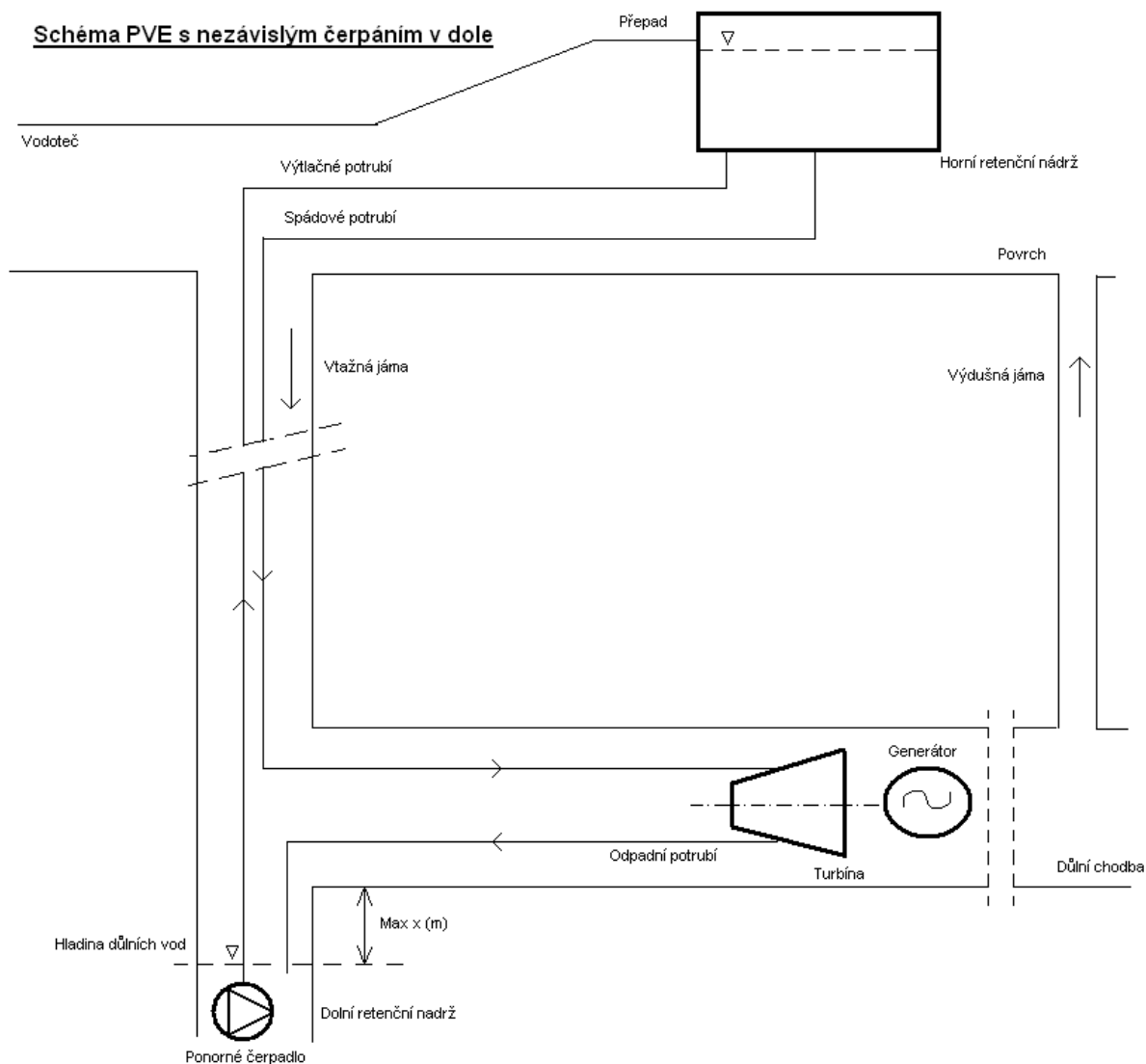
- nižší investiční náklady ve srovnání s výstavbou klasické vodní přečerpávací elektrárny
- možnost optimálního nastavení celého systému,
- vyšší účinnost celého procesu,
- větší provozní variabilita
- spolehlivý sací systém v alternativě s ponorným čerpadlem.

### **Nevýhody subvarianty II.A.2**

- vyšší investiční náklady,
- složitější řešení sacího systému při použití klasického čerpadla,

### **Závěr varianty II.A**

Obě subvarianty jsou pouze základní a mohou se lišit v některých detailech, například způsobem větrání důlních prostor, v zásadě přichází v úvahu průchodní větrní proud, nebo i separátní větrání daného pracoviště. Různé mohou být napěťové hladiny elektrické energie a celý systém měření a regulace. Popisovaná varianta II.A, subvarianta II.A.2 je v současné době připravována k realizaci na Dole Jeremenko v Ostravě, který je součástí DIAMO s.p.

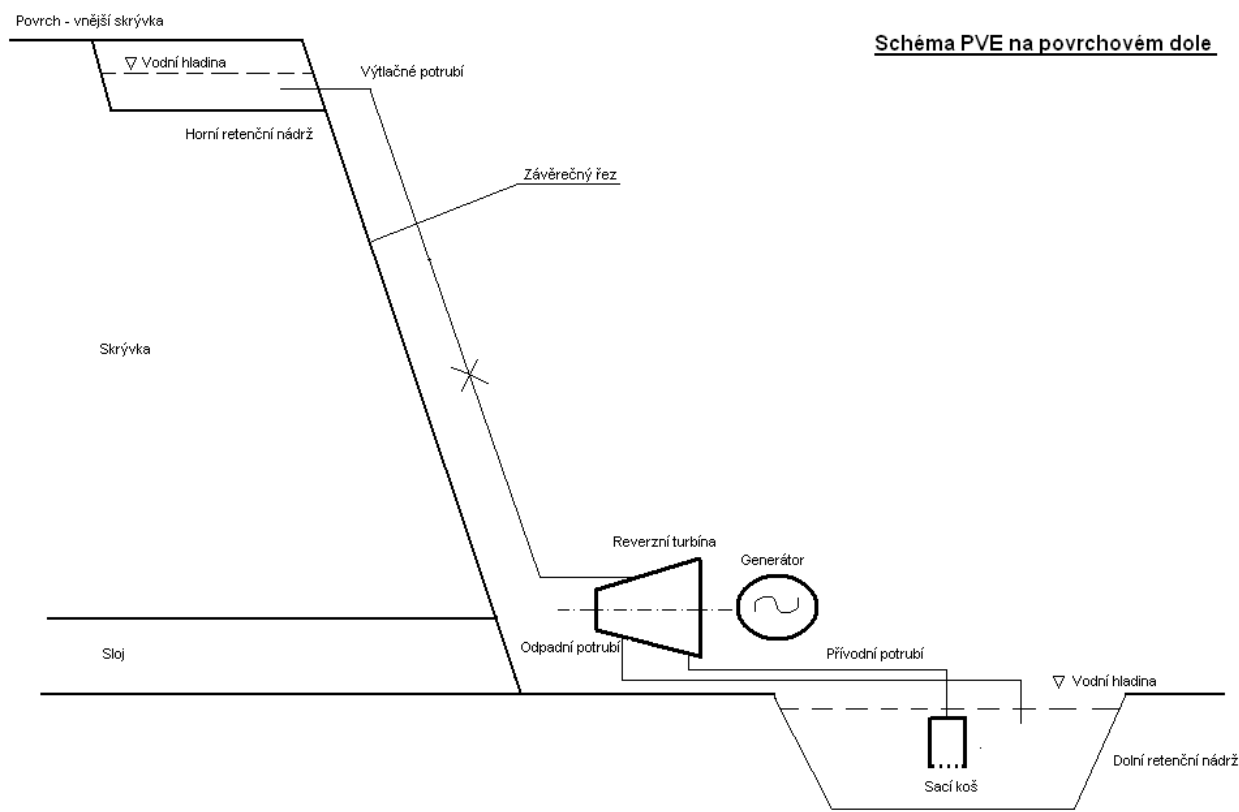


*Schéma č. 11 - Varianta II.A – subvarianta II.A.2 - Přecherčávací důlní elektrárna s odděleným čerpacím a turbínovým systémem*

### **Varianta II.B - Povrchové doly**

Možnosti využití dotěžených povrchových dolů, pro akumulaci elektrické energie formou přecherčávacích vodních elektráren, dosud není detailně probádáno, ale z podstaty věci se nabízí možnost využít výšky závěrečného řezu, která je tvořena mocností skrývky a mocností uhelné sloje, případně jiné těžené suroviny. Mocnosti skrývky se pohybují u současných hnědouhelných dolů kolem 100 – 150 m a mocnosti slojí kolem 30m. Princip přecherčávání elektrárny by spočíval na vybudování horní retenční nádrže na úrovni povrchu dolu, případně na vnější výsypce, což by ve své podstatě mohlo zvýšit spádovou výšku a reverzní turbosoustrojí by bylo instalováno ve spodní úrovni dolu, kde by rovněž byla vytvořena dolní retenční nádrž. Celému systému, pokud by měl být realizován, by muselo být podřízeno dotěžení lomu ve smyslu zpracovaného projektu. Tato varianta ve své podstatě využívá povrchový lom po ukončení těžební činnosti, avšak ve své podstatě se již v době

realizace nebude jednat o důlní díla ale o terénní útvary, které vznikly těžební činností s následnou rekultivací, která bude podřízena projektu a požadavkům přečerpávací vodní elektrárny. Nebude nutno se tedy řídit platnými báňskými předpisy.



*Schéma č. 12 - Varianta II.B - Přečerpávací elektrárna s využitím povrchového dotěženého dolu (lomu)*

#### **Výhody subvarianty II.B**

- využívá se vytěžený lom v prostoru, který je devastován důlní činností,
- vhodným řešením rekultivace vytěženého lomu a citlivým projektem přečerpávací vodní elektrárny se dá předpokládat vznik přijatelného krajinyotvorného prvku,
- nižší investiční náklady ve srovnání s výstavbou klasické vodní přečerpávací elektrárny,
- nevzniká nová zátěž průmyslem nezasažené krajiny.

#### **Nevýhody subvarianty II.B**

- podrobnosti tohoto řešení nejsou teoreticky ani prakticky dořešeny,
- nedojde k navrácení reliéfu krajiny do původního stavu, ani do stavu čistě krajinného rázu.

#### **Závěr varianty II.B**

Přestože varianta II.B není dosud teoreticky ani prakticky dořešena, jeví se ve své podstatě realizovatelná, avšak ve své podstatě již nepůjde o provozované důlní dílo a taktéž

se nebudou využívat čerpané důlní vody. Toto řešení je praktiky nad rámec zadání řešení tohoto úkolu.

### **Současné využití geotermální energie a hydrostatického potenciálu.**

#### **Varianta III - současná aplikace varianty I.B a varianty II.A**

Tato varianta se jeví jako naprosto reálná a kombinuje využití tepla důlních vod, které v rámci provozu přečerpávací důlní elektrárny využívající hydrostatického potenciálu hlubinného dolu jsou čerpány na povrch do retenční nádrže. Z této retenční nádrže pak může být odebírána teplá voda jako primární zdroj tepla pro provoz tepelných čerpadel. Toto řešení může odstranit problém přerušovaného čerpání důlních vod při variantě I.B, kde při přerušení čerpání není k dispozici teplá voda, což by muselo být eliminováno přiměřeně velkou retenční nádrží, která by sloužila pouze pro překlenutí období kdy nejsou čerpány důlní vody.

#### **Závěr**

V této kapitole byly uvedeny základní možnosti energetického využívání potenciálu důlních vod, tak jak jsou autorům dosud známy. Výčet těchto technických možností poslouží především jako podklad pro stanovení rizik vyplývajících z takto dosud neaplikovaných, nebo ojediněle aplikovaných řešení a následně pak jako hlavní podklad pro návrh příslušných legislativních úprav a certifikované metodiky pro projekci a provoz zařízení na energetické využívání potenciálu důlních vod. Za úvahu stojí i společná možnost využívání energetického potenciálu důlních vod v kombinaci s jiným využitím, například surovinovým, balneoterapeutickým, volnočasovým, případně i jiným. Příkladem mohou být uranové vody.

#### **2.4.2.2.3 Energetická část**

Požadavky na projektovou dokumentaci a následnou realizaci stavby stanovuje:

**Zákon č. 458/2000 Sb., o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně některých zákonů (energetický zákon), ve znění pozdějších předpisů a vyhlášky vydané k provedení tohoto zákona**

Dotčená jsou zejména tato ustanovení zákona:

- |        |  |
|--------|--|
| -§ 3   | Podnikání v energetických odvětvích,             |
| -§ 4   | Licence,   |
| -§ 5   | Podmínky udělení licence,                        |
| -§ 7   | Žádost o licenci,                                |
| -§ 7a  | Uznání oprávnění podnikat,                       |
| -§ 8   | Udělení licence                                  |
| -§ 10a | Certifikace                                      |
| -§ 15a | Poskytování informací orgánům státní správy,     |
| -§ 23  | Výrobce elektřiny,                               |
| -§ 30a | Výstavba výrobní elektřiny,                      |
| -§ 30b | Žádost o udělení autorizace,                     |
| -§ 30c | Rozhodnutí o udělení autorizace,                 |
| -§ 45  | Elektrická přípojka,                             |
| -§ 49  | Měření,  |
| -§ 76  | Výroba tepelné energie a rozvod tepelné energie, |
| -§ 78  | Měření,  |
| -§ 79  | Tepelná přípojka                                 |



Zákon č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, ve znění pozdějších předpisů.

V souladu se stanovenými požadavky tohoto zákona se doporučuje v dostatečném předstihu projednat hospodaření s energií, s budoucím odběratelem elektrické energie a vyjasnit si vzájemné vztahy.

#### **2.4.2.2.4 Provozní podmínky**

Realizace projektu využívání důlních vod pro energetické využití bude vycházet z reálných podmínek daného typu lokality a jejich limitujících parametrů, z hlediska vztahu k případnému souběžnému provozu. Předpokládá se, že se bude jednat nejčastěji o lokalitu s ukončeným klasickým důlním provozem, popřípadě v návaznosti na zabezpečení dostatečné kapacity čerpání důlní vody u provozovaných dolů, v dané lokalitě revíru.

Pro přečerpávací vodní elektrárny (dále jen PVE) jsou doporučené provozní podmínky uvedené v technických normách. Zejména v ČSN 08 5020 Uvádění do chodu, provoz a údržba vodních turbín a ČSN 08 5021 Pravidla pro prověřování, provoz a údržbu akumulčních čerpadel a čerpadlových turbín pracujících jako čerpadla.

Vyhláška ČBÚ č. 22/1989 Sb., ve znění pozdějších předpisů, stanovuje požadavky k zajištění bezpečnosti práce a provozu, strojních a elektrických zařízení používaných v podzemních prostorách uhelných dolů, zařazených z hlediska nebezpečí výbuchu uhlého prachu a výbuchu metanu. Na námi navrhované řešení dopadají § 5 a 6 úvodní části vyhlášky a dále pak § 210 a 211 týkající se, provozu a údržby čerpacích agregátů a výtlačných řádů. Na předmětné strojní a elektrické zařízení dopadají požadavky stanovené v § 216 až 245.

Pro instalaci technického zařízení PVE musí být zpracován projekt, který vychází z rozboru podmínek v cílové lokalitě. Řeší komplexně realizaci jak výrobní, tak v návaznosti produkční režim zařízení.

Důlní část projektu obsahuje prostorové umístění technického zařízení v důlním díle nově vybudovaném, popřípadě upraveném v původním prostoru dolu. Současně řeší návaznost na zdroj důlní vody, žumpu nebo jímku a jámu, která slouží k instalaci vodovodních řádů, kabeláž elektro rozvodů, dopravní cestu i větrání zařízení PVE. Projekt bude zpracován projektantem, který má odbornou způsobilost pro danou činnost podle zákona ČNR č. 360/1992 Sb., o výkonu povolání autorizovaných architektů a o výkonu povolání autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě, ve znění pozdějších předpisů, popřípadě projektantem s odbornou způsobilostí podle zákona č. 61/1988 Sb., o hornické činnosti, výbušninách a o státní báňské správě, ve znění pozdějších předpisů.

Povrchová část projektu obsahuje stavební umístění nádrže určené k zajištění dostatečného množství důlní vody, k zajištění optimálního provozu technického zařízení. V případě využití energetického potenciálu důlních vod k vytápění objektů provozovatele i výměníkovou stanicí. Řešením projektu je také provozně energetický dispečink, určeného k řízení celého systému výroby a následnému rozvodu získané energie.

Úspěšnost realizace projektu, zejména technického zařízení je odvislá od předpokládané plynodajnosti dané důlní lokality, dostatečného množství důlní vody odpovídající čistoty, s možností její cirkulace v průběhu provozního cyklu.

Řešení úkolu předpokládá realizaci řízení výroby energie jako poloautomatické, z povrchového energetického dispečinku, při dodržování předepsaných kontrol a údržbových cyklů. Úspěšnost realizace řešení úkolů je odvislé také od poptávky a dodávky, zejména

zajištění odběru elektrické energie, v době jejího přebytku v rozvodné síti.

#### **2.4.2.2.5 Ekonomika**

Problematicku ekonomické efektivity využití čerpacích důlních vod pro energetické účely je nutné rozdělit do několika částí dělených podle následujících kritérií:

##### **Využití geotermální energie důlních vod a důlního prostředí:**

- důlní vody jsou čerpány z technologických důvodů, jedná se prakticky o činné hlubinné doly s probíhající těžební činností,
- důlní vody jsou čerpány z hlubinných dolů za jiným účelem, než je jejich energetické využití (udržované hladiny důlních vod na dané hladině),
- uzavřený okruh, kdy důlní vody jsou čerpány na povrch, jejich teplo je využito a tyto se vrací zpět do dolů, výkon čerpadel pokrývá pouze hydraulické ztráty, jelikož se jedná o princip spojených nádob,
- volně vytékající důlní vody do okolí,
- využití důlních teplosměnných kolektorů napojených na pár spádových potrubí, opět se jedná o krytí hydraulických ztrát,
- specifické využití důlních vod, kdy je přímo využíván jejich nízkoteplotní potenciál, například pro vytápění trávníků sportovních hřišť.

##### **Důlní vodní přečerpávací elektrárny na hlubinných dolech:**

- hladina důlních vod je udržována v dole na určitém horizontu pod úrovní instalované důlní elektrárny z jiných důvodů, např. technologických, z důvodů nezatopení těžebních lokalit aj.,
- hladina důlní vody je udržována pod úrovní horizontu, kde je instalována elektrárna, z důvodu existence důlní přečerpávací vodní elektrárny.

##### **Přečerpávací vodní elektrárny využívající dotěžený povrchový lom:**

- Jedná se prakticky o obdobu klasické přečerpávací elektrárny.

##### **Kombinace případů uvedených v odstavci b)**

- s využitím geotermální energie důlních vod, kde teplo se jímá z vyčerpané vody na povrch.

Podrobné ekonomické výpočty jsou velmi specifické, a liší se případ od případu podle konkrétních podmínek. V následujícím bude uveden popis základních ekonomických parametrů vztahujících se k danému typu využití energetického potenciálu důlních vod. Některé konkrétní parametry jsou spíše srovnávací a vycházejí z dostupných informací.

Hodnocení efektivity závisí rovněž na mnoha faktorech, například jaký druh primárního paliva je nahrazován, jak bude žádána špičková elektrická energie a za jakou cenu bude vykupována včetně dalších výnosů, jaké technologické uspořádání bude zvoleno atd.

## Využití geotermální energie důlních vod a důlního prostředí

Celková efektivita využívání tepelného energetického potenciálu důlních vod je závislá jednak na technologickém uspořádání a na vynucených vícenákladech na případný provoz dolu. V zásadě se vždy jedná o uspořádání, kdy zdrojem teplé primární vody pro tepelné čerpadlo je vlastní důlní voda buď s přímým vstupem do tepelného čerpadla nebo prostřednictvím výměníku tepla „voda-voda“ nebo voda vedená z uzavřeného kolektoru instalovaného v dole a zasypaného v průběhu likvidace dolu (země-voda).

### Využití geotermální energie důlních vod a důlního prostředí

U všech technologických uspořádání je nezbytné z důvodu efektivity celého procesu vyloučit, aby důlní vody byly čerpány v otevřeném cyklu. To znamená, aby nebyla spotřebována energie na čerpání důlních vod na povrch a jejich vypuštění do vodotečí. Tento systém by neúměrně ekonomicky zatěžoval celý proces a propočty ukazují vysokou neefektivnost takového systému.

#### Efektivita se projeví pouze v případech:

- důlní vody jsou na povrch čerpány z jiného důvodu, než je jejich energetické (tepelné) využití a na povrchu je prostřednictvím výměníku „voda-voda“ odebíráno teplo do tepelného čerpadla, nebo tepelných čerpadel,
- důlní vody jsou čerpány v uzavřeném okruhu na principu „spojených nádob“, kdy jsou energeticky pokrývány pouze náklady na hrazení hydraulických ztrát v potrubí a výměníku, krajní variantou je zatopený důl, kdy důlní vody se prakticky spojí s povrchovými vodami a tyto jsou využívány energeticky popisovaným způsobem,
- důlní vody volně vytékají na povrch zpravidla z důlních štol z uzavřených dolů, kde v místě výtoku je jejich tepelný obsah energeticky využíván prostřednictvím tepelného čerpadla, nebo tepelných čerpadel,
- vody cirkulují mezi důlním jímacím kolektorem, kde se ohřívají okolním horninovým masívem přes zásypový materiál, a tepelným, případně tepelnými čerpadly, nebo prostřednictvím výměníku „voda-voda“ a tepelným, případně tepelnými čerpadly na povrchu, toto uspořádání vyžaduje spotřebu elektrické energie pouze na krytí hydraulických ztrát,
- specifickým případem využití tepla důlních vod je případ, kdy teplota vod slouží k přímému ohřevu, jednalo by se například o vyhřívání sportovních zatravněných ploch (například fotbalová hřiště), v daném případě platí výše uvedené.

#### Ekonomické zhodnocení:

Podstatou efektivity výše uvedených případů je, že ekonomika není zatížena jinými provozními náklady, například energií na větrání dolu, údržba a provoz těžního zařízení, jiné náklady související s provozem dolu. Pro ekonomickou efektivnost výše uvedených případů platí stejné podmínky jako pro standardní využívání tepelných čerpadel kde v blízkosti jejich použití je k dispozici nízkopotenciální zdroj primárního tepla. Celková efektivita pak vychází z propočtů investičních nákladů, provozních nákladů a z porovnatelných nákladů na výrobu tepla z klasického energetického zdroje. Důležitým faktorem je roční množství odebíraného tepla a roční odběrový diagram.

Jiné varianty, které jsou zatíženy náklady na provoz dolu, jsou ekonomicky neefektivní a jejich realizace je z ekonomického pohledu nerealizovatelná.

#### **Příklad ekonomické efektivity:**

Z praxe využívání geotermální energie důlních vod je možno vyjít z konkrétního případu realizovaného na bývalém lignitovém dole Tomáš v Ratíškovcích na jižní Moravě. V areálu bývalého dolu je nyní strojírenský podnik T-Machinery, který se zabývá výrobou důlních strojů. Podnik zaměstnává asi 350 lidí.

V areálu bývalého dolu jsou lokalizovány dvě nezlikvidované důlní jámy, které jsou zatopené vodou. V daném případě došlo ke splynutí důlních a spodních vod, Obě jámy jsou v podzemí hydraulicky propojené. Objem podzemního vodního bazénu se nepodařilo identifikovat. Teplota důlních vod se pohybuje kolem 11°C.

V roce 2009 byl realizován pilotní projekt využívání geotermální energie důlních vod pro ohřev teplé užitkové vody pro celý areál T-Machinery a pro ohřev koupací vody pro všechny zaměstnance. Z jedné jámy je odebírána voda o teplotě 11°C, která je potrubím vedena přes výměník „voda/voda“ do druhé jámy, ve které je potrubí vyvedeno pod hladinu důlní vody, je tedy uplatněn princip spojených nádob.

Výstup výměníku je napojen uzavřeným okruhem na primární vstup tepelného čerpadla, které ohřívá veškerou teplou užitkovou vodu pro celý podnik.

Původně byla teplá užitková voda ohřívána ve stejném množství v zásobnících pomocí elektrického proudu.

Pilotní zařízení se v praxi plně osvědčilo, je v bezporuchovém provozu již více jak 2 roky. Pravidelným měřením nebyl zjištěn pokles teploty důlních vod.

Návratnost vynaložených investičních prostředků je kratší jak 5 let. V současné době se připravuje rozšíření projektu o vytápění celé správní budovy.

#### **Důlní vodní přečerpávací elektrárny na hlubinných dolech:**

Význam vodních přečerpávacích elektráren roste v souvislosti s vývojem v elektroenergetice, zejména pak s instalací a provozem neřízených zdrojů, jako jsou větrné a fotovoltaické elektrárny. Vodní přečerpávací elektrárny nejsou jen akumulátorem elektrické energie, ale zejména slouží jako velmi rychle startující zdroje, které jsou schopny nahradit rychle se projevující výpadky ve výrobě elektrické energie z větru a slunce. Nespornou výhodou vodních důlních přečerpávacích elektráren je, že nezatěžují krajinu a svým způsobem dále prodlužují ekonomickou životnost hlubinných dolů.

Ekonomická efektivita důlních vodních přečerpávacích elektráren je podstatně složitější než využívání geotermální energie důlních vod a důlního prostředí. Je zde řada faktorů jak v oblasti důlní problematiky, tak v oblasti energetiky. Další omezující skutečností je, že dosud v ČR, ale ani nikde ve světě není v provozu důlní přečerpávací elektrárna. V ČR je připravováno pilotní zařízení v Ostravě s využitím „vodní jámy“ bývalého dolu Jeremenko. Pokud je nám známo, obdobný projekt se zvažuje v Německu.

### **Rozhodující faktory efektivity důlních vodních přečerpávacích elektráren – fixní a provozní náklady přímo nesouvisejí s výrobou elektrické energie:**

- na hlubinném dole je ukončen těžební proces, stará důlní díla jsou uzavřena bezpečným způsobem, ale tak aby bylo možno realizovat a provozovat důlní vodní přečerpávací elektrárnu,
- je zabezpečeno kontinuální větrání důlních prostor,
- hladina důlních vod je spolehlivě udržována čerpacím systémem na stanovené úrovni,
- musí být zabezpečen řádný provoz svislé dopravy v hlavních důlních dílech se všemi náležitostmi,
- důl musí být vybaven příslušnou měřicí a bezpečnostní technikou,
- vybavení a provoz základní infrastruktury dolu (na povrchu i v dole), přímo nesouvisející s výrobou elektrické energie,
- náklady na vypouštění přebytečných důlních vod do vodoteče,
- důl musí být příslušně personálně vybaven a musí být zajištěny předepsané fyzické kontroly důlních prostor a stanovených důlních objektů a zařízení,
- nevylučuje se, že důl může být využíván i k jiným účelům, např. trvalé udržování hladiny důlních vod z důvodu zajištění bezpečnosti sousedních činných dolů, využívání geotermální energie důlních vod, výstavba a provoz plynového zásobníku, pěstování hub, případně k dalším činnostem, tyto provozované činnosti příslušným způsobem snižují fixní náklady na provoz důlní vodní přečerpávací elektrárny,
- z výše uvedeného je nezbytné vypočítat investiční náklady, odpisy, provozní a režijní náklady přímo nesouvisející s výrobou elektrické energie.

### **Rozhodující faktory efektivity důlních vodních přečerpávacích elektráren – fixní a provozní náklady dolu přímo zatěžují výrobu elektrické energie:**

- instalovaný výkon důlní vodní přečerpávací elektrárny, rozsah poskytovaných služeb a způsob jejího začlenění do energetických sítí,
- investiční náklady na pořízení důlní přečerpávací vodní elektrárny na povrchu i v dole,
- provozní náklady, zejména náklady na čerpání důlních vod do povrchové akumulací nádrže,
- odpisy a režijní náklady,
- výnosy z prodeje vyrobené špičkové elektrické energie a za poskytování sjednaných energetických služeb.

### **Ekonomické zhodnocení:**

V zásadě budou existovat tři základní ekonomické modely důlních vodních přečerpávacích elektráren:

- Důlní prostory s instalovanou přečerpávací elektrárnou, kde fixní a provozní náklady přímo nesouvisejí s výrobou elektrické energie (náklady na provoz dolu) jsou hrazeny

z jiných zdrojů. Tento případ je ekonomicky nejvýhodnější, ale z praktického hlediska nebude příliš častý.

- Důlní prostory s instalovanou přečerpávací elektrárnou, kde fixní a provozní náklady (náklady na provoz dolu) jen dílčím způsobem zatěžují výrobu elektrické energie.
- Z dostupných znalostí a skutečností se dá očekávat, že nejčastějším případem bude provoz důlní vodní přečerpávací elektrárny spojený s využíváním tepelného potenciálu důlních vod. Zde se jedná o částečné naředění nákladů, ale nedá se počítat s jejich výrazným snížením. Ekonomická efektivnost se musí v daném případě posuzovat jako celek.
- Důlní prostory s instalovanou přečerpávací elektrárnou, kde fixní a provozní náklady na provoz dolu přímo a v plné výši zatěžují výrobou elektrické energie. Daný případ je z ekonomického hlediska nejméně příznivý, neboť veškeré náklady na provoz příslušného dolu, které přímo nesouvisí s výrobou elektrické energie, se promítnou do nákladů na provoz důlní přečerpávací elektrárny.

Obecně je možno konstatovat, že vlastní provozní náklady důlní přečerpávací vodní elektrárny, bez nákladů na provoz dolu, budou analogické s klasickými přečerpávacími elektrárnami. K těmto nákladům je nezbytné přičíst úplné, nebo částečné náklady na provoz dolu, s výjimkou případu, kdy tyto jsou hrazeny z jiných prostředků.

Výhodou důlních přečerpávacích vodních elektráren je, že se dají očekávat výrazně nižší stavební investiční náklady, jelikož se využije část infrastruktury dolu a nesporně se projeví environmentální přínosy. Tyto spočívají především v tom, že industriální stavby se nebudou realizovat v horách, které jsou většinou nějakým způsobem chráněny, ale v průmyslových areálech dolů převážně s ukončenou těžební činností, bez zásahu do krajinného rázu. Jejich samotný provoz pak bude jistým způsobem přispívat k zaměstnanosti v daném místě. Jistou výhodou je značný počet kvalitních důlních jam, které budou k dispozici v horizontu 15 až 20 let.

Nevýhody důlních přečerpávacích vodních elektráren je možno spatřovat ve vyšších provozních nákladech, v omezení instalovaných výkonů zařízení, jelikož jejich maximální rozměry jsou dány maximální velikostí břemen, které je možno dopravovat důlními jámami a jejich těžebními zařízeními. Další nevýhodou je samotné důlní prostředí a nutnost zabezpečit bezpečný provoz v těchto podmínkách, zejména pokud se jedná o plynující doly.

#### **Příklady nákladů na provoz dolu s ukončenou a dolu s nezahájenou těžební činností:**

Doly s ukončenou těžební činností:

V Ostravsko-karvinském revíru existují v současné době dva páry důlních jam bývalých dolů Jeremenko v Ostravě a Žofie v Orlové. Obě lokality jsou tzv. vodní jámy, které slouží k čerpání důlních vod za účelem udržování jejich hladiny na takové úrovni, aby nedošlo k zatopení činných dolů v karvinské části OKR a.s. Na lokalitě Jeremenko probíhají přípravné práce k instalaci pilotního projektu a k ověřovacímu provozu důlní vodní přečerpávací elektrárny.

Při stávajícím stavu poznání, není možno přesně určit, jaký instalovaný výkon bude možno realizovat na jedné důlní lokalitě. Hrubé předpoklady jsou v rozmezí

10 až 20 MW na jednu lokalitu za předpokladu instalace kaskády jednotek o výkonu až 2 MW.

Orientačně je možno uvést že provozní náklady celého závodu Diamo s.p. v Ostravě, který provozuje obě lokality se ročně pohybují kolem 100 mil. Kč. V těchto nákladech je pokryta i řada dalších činností. Kvalifikovaným odhadem je možno určit, že racionální náklady na provoz jednoho dolu se při všech úsporných opatřeních mohou pohybovat kolem 60 až 80 mil. Kč za rok, což na jednu důlní lokalitu činí 30 až 40 mil Kč. Jedná se o kvalifikovaný odhad, skutečnost se může lišit, ale jako orientační údaj je možno s uvedenými částkami počítat.

Doly s nezáhánou těžební činností

V současné době existuje prakticky jediný důl v ČR, který je dlouhodobě rozestavěný. Jedná se o důl Frenštát v Podbeskydské oblasti v blízkosti Frenštátu pod Radhoštěm. V dané lokalitě jsou vyhloubeny dvě jámy do hloubky přibližně 1000m, kde jsou větrně propojeny. Za jistých okolností a po provedení nezbytných stavebních prací je lokalita vhodná k vybudování důlní vodní přečerpávací elektrárny. Pro hodnocení ekonomické efektivity platí, co bylo výše uvedeno.

Rovněž v této lokalitě je možno vycházet z nákladů, které jsou ročně vynakládány na udržování této lokality. Dle dostupných informací se ročně jedná o celkovou částku cca 60 mil. Kč. V těchto nákladech je zahrnuto větrání dolu, čerpání vod, údržba strojů a zařízení, pravidelné prohlídky a řada režijních výdajů a poplatků.

Při racionalizaci všech činností a příslušné úspoře nákladů je možno předpokládat, že roční náklady na provoz dolu, ve kterém by byla instalována důlní přečerpávací elektrárna, budou činit kolem 40 000 mil. Kč.

### **Přečerpávací vodní elektrárny využívající dotěžený povrchový lom**

Podrobnou analýzou bylo zjištěno, že tento typ vodní přečerpávací elektrárny sice využívá zatopený uhelný, nebo i jiný lom, avšak až po jeho rekultivaci, jejíž způsob musí odpovídat budoucímu využití. Takto připravená lokalita již nebude předmětem báňských předpisů, ale bude se stavět a provozovat jako klasická vodní přečerpávací elektrárna. Rovněž ekonomika této elektrárny bude odpovídat standardní ekonomice vodní přečerpávací elektrárny.

### **Kombinace využití geotermální energie a hydrostatického potenciálu důlních vod**

Nejčastější případ se dá předpokládat ve společném projektu kde je využíván geotermální potenciál důlních vod v kombinaci s důlní vodní přečerpávací elektrárnou. Tento příklad je podrobně popsán výše.

Ojediněle je možno očekávat, že náklady na provoz dolu budou částečně nebo úplně hrazeny z jiných zdrojů, například proto, že je nutno udržovat hladinu důlních vod udržovat tak, aby nedošlo k zatopení činných dolů důlní vodou.

Jiným případem je využití např. uranového dolu ke skladování zemního plynu v kombinaci s využíváním geotermálního potenciálu důlních vod a současně s důlní vodní přečerpávací elektrárnou.



## Závěr

Provedení konkrétní ekonomické rozvahy je nad rámec této práce. Z uvedených čísel je možno usuzovat, že za určitých podmínek, při zvýšené ceně špičkové energie a souvisejících služeb a při zvažování, že budování klasických vodních přečerpávacích elektráren s využitím přírodního převýšení je prakticky nemožné, je využití dotěžených dolů k výrobě špičkové elektrické energie technicky i ekonomicky reálné.

### 2.4.2.2.6 Bezpečnostní požadavky

Bezpečnost dané problematiky je nezbytné posuzovat ze dvou hledisek. Prvé hledisko je čistě dáno specifikou důlního prostředí a nutnosti respektovat důlní předpisy, které jsou relevantní k realizaci a provozu technologií pro energetické využívání čerpaných důlních vod. Druhé hledisko je typické pro všechny provozy konkrétních energetických zařízení využívajících teplotu vod, nebo hydrostatického potenciálu vod. Toto druhé hledisko má obecnou povahu a není předmětem této metodiky.

Pro důlní činnost v podzemí představují hlavní rizika v zásadě tři jevy:

- Důlní otřesy
- Výskyt metanu
- Průvaly vod
- Výskyt uhelného prachu

Výskyt a nebezpečí těchto jevů pro báňskou činnost zohledňuje a řeší vyhláška ČBÚ 22/1989 Sb. o bezpečnosti a ochraně zdraví při práci a bezpečnosti provozu při hornické činnosti a při činnosti prováděné hornickým způsobem v podzemí a dále také vyhláška ČBÚ 659/2004 Sb. o bezpečnosti a ochraně zdraví při práci a bezpečnosti provozu v dolech s nebezpečím důlních otřesů.

Zařazování dolů z hlediska nebezpečí důlních otřesů uvádí § 73 vyhl. 22/1989 Sb. Doly se z hlediska nebezpečí důlních otřesů dělí na 2 kategorie:

- a) doly bez nebezpečí důlních otřesů,
- b) doly s nebezpečím důlních otřesů.

Důl do kategorie s nebezpečím důlních otřesů zařadí obvodní báňský úřad. Do této kategorie může zařadit i část dolu. Při změně podmínek může obvodní báňský úřad na žádost organizace zařazení zrušit. Nezařazené doly se považují za doly bez nebezpečí důlních otřesů.

Rozdělení dolů z hlediska výskytu metanu řeší § 79 vyhl. 22/1989 Sb., který doly dělí na dvě kategorie:

- a) neplynující doly,
- b) plynující doly.

Neplynující doly jsou ty doly, kde koncentrace metanu nedosáhla v žádném odvětrávaném důlním díle 0,1 % a kde ani po zastavení větrání na 24 hodin koncentrace metanu nedosáhla 1 % a koncentrace ostatních hořlavých plynů nebo par (dále jen "plyny") 25 % spodní meze výbušnosti. Plynující doly jsou uhelné doly s výjimkou dolů lignitových a ostatní doly, které nesplňují požadavky výše uvedené. Plynující doly se zařazují do II. nebo I. třídy nebezpečí. Doly II. třídy nebezpečí jsou všechny doly Ostravsko-karvinského revíru a doly s nebezpečím průtrží hornin, uhlí a plynů. Ostatní plynující doly jsou doly I. třídy nebezpečí. Pro instalaci důlní části technologie důlní přečerpávací vodní elektrárny je



nezbytné provést taková opatření, kde provozní prostory v dole budou zařazeny jako prostory bez nebezpečí výbuchu metanu.

Doly se z hlediska ohrožení náhlými velkými přítoky vod, průvaly vod a bahnin, případně vod s plyny nebo zvodněnými horninami (dále jen "průvaly vod") dělí podle § 195 vyhl. 22/1989 Sb. na 2 kategorie:

- a) doly bez nebezpečí průvalů vod,
- b) doly s nebezpečím průvalů vod.

Důl s nebezpečím průvalů vod je důl, ve kterém byly zjištěny zvodněné horniny nebo horniny náchylné k vytvoření kaveren nebo ve kterém byla zjištěna stará důlní díla, jež nelze spolehlivě odvodnit, nebo důl, u kterého morfologie povrchu vytváří předpoklad ke vzniku nebezpečné povodňové vlny ohrožující podzemí dolu (při nadměrných srážkách apod.). Dolem s nebezpečím průvalů vod je také důl, ve kterém již k průvalu vod došlo nebo který se nachází ve stejných nebo obdobných podmínkách jako sousední důl, ve kterém k průvalu vod došlo. Důl nebo jeho část do kategorie s nebezpečím průvalů vod zařadí obvodní báňský úřad. Při změně podmínek může obvodní báňský úřad na žádost organizace zařazení zrušit.

Rozdělení dolů z hlediska nebezpečí výbuchu uhelného prachu řeší § 233 vyhl. 22/1989 Sb., který doly dělí na dvě kategorie:

- c) doly s nebezpečím výbuchu uhelného prachu,
- d) doly bez nebezpečí výbuchu uhelného prachu.

Ze znalosti věci a důlního prostředí kde se dají očekávat instalace zařízení na energetické využívání důlních vod, nebude problém zabezpečit aby dané prostory byly zařazeny jako prostory bez nebezpečí výbuchu uhelného prachu.

Ve vstupní části projektu v kapitole 1.2 byl proveden detailní výzkum bezpečnostních rizik související s návrhem, realizací a provozem technického zařízení navrženého pro energetické využívání důlních vod. Z hlediska možných rizik, byly tyto rozčleněny na rizika strojního a elektrického zařízení, rizika důlního prostředí a také na rizika z pohledu bezpečnosti a hygieny práce na důlních a povrchových pracovištích. V závěru této části projektu jsou stanovena opatření směřující ke snížení možnosti vzniku, rozбором zjištěných rizik. Kapitola 1.1.3. projektu rozpracovává platné legislativní předpisy v souvislosti s danou tematikou a je zde současně uveden návrh na legislativní změny stávajících předpisů a platných vyhlášek.

Navrhované technické zařízení lze instalovat a provozovat prostorách důlních děl hlubinných dolů v návaznosti na hornickou činnost nebo činnost prováděnou hornickým způsobem v dané lokalitě. V případě splnění základních podmínek, které se netýkají hornické činnosti, popřípadě činnosti prováděné hornickým způsobem, nedopadají na ně báňské předpisy. V obou případech musí návrh, realizace a provoz vycházet za základních technických předpisů a norem, společně s legislativou platnou pro zajištění bezpečnosti práce a provozu a hygieny práce.

Bezpečnostní požadavky lze rozdělit na:

- Bezpečnost a ochranu zdraví při práci. Zákon 262/2006 Sb., ve znění pozdějších předpisů (zákoník práce)
- Bezpečnostní požadavky dle hodnocení bezpečnostních rizik.
- Bezpečnostní požadavky z hlediska dopadu na životní prostředí.

#### **2.4.2.2.7 Požadavky na koncepční návrh, prováděcí projekt a vlastní realizaci**

V kapitole 2.4.2.2.2 v části „Možnosti využití čerpaných důlních vod pro energetické účely“ jsou řešeny technologické možnosti využití důlních vod. Z provedeného rozboru lze vybrat podle navržených variant optimální řešení v dané lokalitě a na základě toho vycházet při koncepčním návrhu výsledného řešení.

V případě využití potenciální energie důlních vod musí návrh projektu vycházet ze shora citované, platné normy ČSN 75 2601, zejména její části, stanovující doporučení pro malé vodní elektrárny /MVE/ s přečerpávacím režimem, v relativně uzavřeném oběhu. Budou také zohledněny ekologické dopady na životní prostředí, přitom se bude vycházet z nezbytných technických, hydrologických a stavebně inženýrských podkladů a platné legislativy, dopadající na MVE. Rozsah podkladů a hloubka zpracování průzkumu závisí na kategorii předmětné malé vodní elektrárny. V návaznosti na zařazení MVE do kategorie, budou zpracovány také v nezbytně nutném rozsahu hydrologické a inženýrsko-geologické podklady. Zajištění dostatečného energetického potenciálu důlních vod pro záměr projektu, se bude vycházet ze zpracovaného hydroenergetického řešení.

Vlastní technické řešení musí akceptovat vazbu na vodohospodářské orgány a jejich požadavky k realizovanému projektu.

Projekt musí obsahovat tyto základní části: dispoziční uspořádání, způsob zapojení a provoz, zajištění vlastní spotřeby, bezpečnost provozu a protipožární opatření.

Shora citovaná norma ČSN 75 2601 stanovuje základní objekty MVE:

- Vtokový objekt,
- Přivaděč,
- Odpad a výtokový objekt,
- Provozní, havarijní a revizní uzávěry,
- Zařízení pro měření

Popisuje hlavní technologická zařízení MVE:

- Alternátory,
- Transformátory
- Rozvodná zařízení
- Automatizace, měření, el. ochrany
- Uzemnění
- Osvětlení a ochrana před bleskem

#### **2.4.2.2.8 Schvalovací proces**

**Bude doplněno**

#### **2.4.2.2.9 Obecná ustanovení**

**Bude doplněno**

#### **2.4.2.3 Srovnání „novosti postupů“**

oproti původní metodice, případně jejich zdůvodnění, pokud se bude jednat o novou neznámou metodiku (§ 2, odst. 1, písm. a) a písm. d) bod 2 zákona č. 130/2002 Sb.),

**Bude doplněno v kapitole 2.5.4.**

#### 2.4.2.4 Popis uplatnění

Certifikované metodiky, informace pro koho je určena a jakým způsobem bude uplatněna,

##### **Bude upraveno v kapitole 2.5.4.**

V první etapě projektu, v kapitole 1.2 byly detailně rozebrány a popsány technologické možnosti využití čerpaných důlních vod pro energetické účely. Z dosud dostupných informací o podmínkách v potencionálních zdrojích a jejich kapacitách a ve vztahu k soudobé technice pro tyto účely, vyplynuly technické prostředky pro realizaci záměru této studie.

První a již realizované využití se týká geotermálního potenciálu důlních vod pro vytápění povrchových objektů. Energie je získána pomocí tepelného čerpadla umístěného v okruhu složeném z důlního čerpadla, výměníku, oběhového a tepelného čerpadla, případně retenční nádrže podle charakteru konkrétních podmínek.

Druhá varianta řeší využití hydrostatického potenciálu důlních vod pro výrobu elektrické energie, případně systém přečerpávací elektrárny pro spotřebu přebytku energie v rozvodné síti. Základní řešení je reverzní turbína a generátor v okruhu s retenční nádrží na povrchu. Alternativou je klasické čerpání důlních vod z dolu a následné využití klasického chodu turbíny a generátoru.

Ideálním řešením je kombinace obou systémů, výroby el. energie a souběžně využití i pro vytápění objektů v místě realizace.

Technické požadavky na použité technologie musí zajistit, aby toto zařízení odpovídalo podmínkám pro danou lokalitu a splňovala požadavky jak výkonové, tak zejména bezpečnostní a následné efektivity provozu zařízení. Limity jsou dány parametry použitého média – důlní vody – a možnostmi využití výsledného produktu – elektrické a tepelné energie.

Technické řešení malé vodní elektrárny musí v odpovídající formě splňovat podmínky normy ČSN 75 2601, která platí pro navrhování, výstavbu, provoz a rekonstrukci malých vodních elektráren o celkovém instalovaném výkonu do 10 000 kW. Jedná se zejména o kapitolu 7, která řeší hlavní zásady, dispoziční uspořádání, způsob zapojení a provozu, zajištění vlastní spotřeby, bezpečnost provozu a protipožární opatření. Kapitola 8 řeší objekt členění MVE a v kapitole 9 jsou specifikována podrobně požadavky na hlavní technologická zařízení v následujícím členění: turbíny, alternátory, transformátory, rozvodná zařízení, automatizace, měření a elektrické ochrany, uzemnění a osvětlení, v případě povrchových objektů i ochrana před bleskem.

Projektování, realizace a provoz zařízení s tepelnými čerpadly se řídí normou ČSN EN 378-1 z října 2008.

#### 2.4.2.5 Ekonomické aspekty

vyčíslení (v tis. Kč) nákladů na zavedení postupů uvedených v metodice a vyčíslení (v tis. Kč) ekonomického přínosu pro uživatele,

##### **Bude doplněno v kapitole 2.5.4.**

#### **2.4.2.6 Seznam použité související literatury**

**Bude doplněno v kapitole 2.5.4.**

#### **2.4.2.7 Seznam publikací**

které předcházely metodice a byly publikovány (pokud existují), případně výstupy z určité znalosti, jestliže se jedná o originální práci. U jednotlivých publikací je třeba uvést dedikaci, která je v jednotlivých publikacích uvedena.

**Bude doplněno v kapitole 2.5.4.**