

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 pátá, kapitola č. 2.5 a 2.6,
subkapitoly 2.5.1, 2.5.2, 2.5.3 a 2.5.4**

2.5 Formulace specifikovaných výsledků, včetně podkapitol dle "Popisu projektu"

- 2.5.1 Technologie vhodné pro energetické využití důlních vod, včetně hodnocení ekonomické efektivity**
- 2.5.2 Výčet bezpečnostních rizik, spojených s používanými i navrhovanými technologiemi energetického využívání důlních vod, včetně návrhu eliminace**
- 2.5.3 Novelizace, případně úpravy stávajících právních norem upravujících problematiku energetického využívání důlních vod**
- 2.5.4 Metodika, určující využití čerpaných důlních vod pro energetické účely, včetně stanovení kritérií a vlastností těchto důlních vod k dalšímu využití**

2.6 Závěr řešení a doporučení pro praxi

Zodpovědný řešitel: Ing. Pavel Bartoš



FITE a.s.

Výstavní 2224/8, Ostrava Mar.Hory,

709 51 <http://www.fite.cz> , email: 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

IČ: 61989100, DIČ: CZ 61989100, ID datové schránky d3kj88v

V Ostravě dne: 30. 10. 2013

Obsah

2.5 Formulace specifikovaných výsledků, včetně podkapitol dle "Popisu projektu"	2
2.5.1 Technologie vhodné pro energetické využití důlních vod, včetně hodnocení ekonomické efektivity	3
2.5.2 Výčet bezpečnostních rizik, spojených s používanými i navrhovanými technologiemi energetického využívání důlních vod, včetně návrhu eliminace	24
2.5.3 Novelizace, případně úpravy stávajících právních norem upravujících problematiku energetického využívání důlních vod, včetně projevů na životní prostředí	47
2.5.4 Metodika, určující využití čerpaných důlních vod pro energetické účely, včetně stanovení kritérií a vlastností těchto důlních vod k dalšímu využití	51
2.6 Závěr řešení a doporučení pro praxi	52

2.5 Formulace specifikovaných výsledků, včetně podkapitol dle "Popisu projektu"

Mezi **specifické výsledky řešení** projektu č. TB010CBU001 s názvem „Zhodnocení technologií a projektů pro využívání energetického potenciálu důlních vod a optimalizace právních předpisů pro realizaci a bezpečný provoz těchto technologií“ patří:

- a) **Certifikovaná metodika zpracovaná dle „Metodického postupu pro zpracování a uplatnění výsledků výzkumu a vývoje“ typu „Nmet – Certifikovaná metodika“ v oblasti působnosti Státní báňské správy, vydané opatřením č. 8/2013. Tento metodický postup je samostatnou přílohou č.2, tohoto materiálu.**
- b) **Optimalizace právních předpisů pro realizaci a bezpečný provoz těchto technologií, která je uvedena v kapitole 2.5.3.**

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 a k ohřevu teplé užitkové vody. 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 a ohřevu TUV v místě realizace.

Technické požadavky na použité technologie musí zajistit, aby toto zařízení odpovídalo podmínkám pro danou lokalitu a splňovalo 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 podrobně specifikovány 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.

2.5.1 Technologie vhodné pro energetické využití důlních vod, včetně hodnocení ekonomické efektivity

2.5.1.1 Úvod

V této části je proveden výběr z teoretických možností využití čerpaných důlních vod pro energetické účely, které se jeví technicky i ekonomicky nejzajímavější. 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 výběr dalších praktických možností využívání důlních vod a dolů pro energetické účely.

V následujícím je uveden 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 případně jiných aktivit na povrchu vyžadujících dodávku tepla. Dále jsou definovány základní požadavky na vlastnosti odběru 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, jako energetického zdroje pro krytí špičkových potřeb elektrické energie.

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.

Jako nově identifikovaná možnost se jeví možnost kombinace dlouhodobého konzervačního režimu hlubinného dolu v kombinaci s možností využití energetického potenciálu důlních vod na téže lokalitě. Tato kombinace by umožnila výrazně snížit konzervační náklady a přitom by umožnila ve vhodný okamžik obnovit těžbu zásob nerostných surovin.

2.5.1.2 Využití geotermální energie hlubinných dolů

Využití geotermální energie hlubinných dolů, zejména geotermálního potenciálu jejich vod je v praxi ověřeno na dvou pilotních projektech a ostatní varianty jsou dobře teoreticky propracovány. Z dosavadního stupně poznání je možno určit, které technologie je možno doporučit pro praktické využití, a které jsou obtížně využitelné, nebo jejich využití není doporučeno z různých důvodů.

Ze všech zkoumaných základních variant byl proveden výběr variant doporučených a nedoporučených. V následujícím přehledu jsou pro přehled uvedeny všechny varianty, v následujících kapitolách je uveden podrobný komentář s následným hodnocením ekonomické efektivity.

Varianta I.A - využití tepla důlních větrů nuceně odváděných při provozu hlubinných dolů – **není doporučeno k realizaci.**

Varianta I.B - využití tepla důlních vod – **doporučeno k realizaci**

Varianta I.C - využití geotermálního potenciálu likvidovaných dolů – **doporučeno k realizaci.**

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

2.5.1.2.1 Varianta I.A - využití tepla důlních větrů nuceně odváděných při provozu hlubinných dolů, režim tepelného čerpadla „vzduch – voda“ – není doporučeno k realizaci.

Tato varianta je proveditelná 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, blížící 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.

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 je zohledněna v řešení tohoto úkolu.

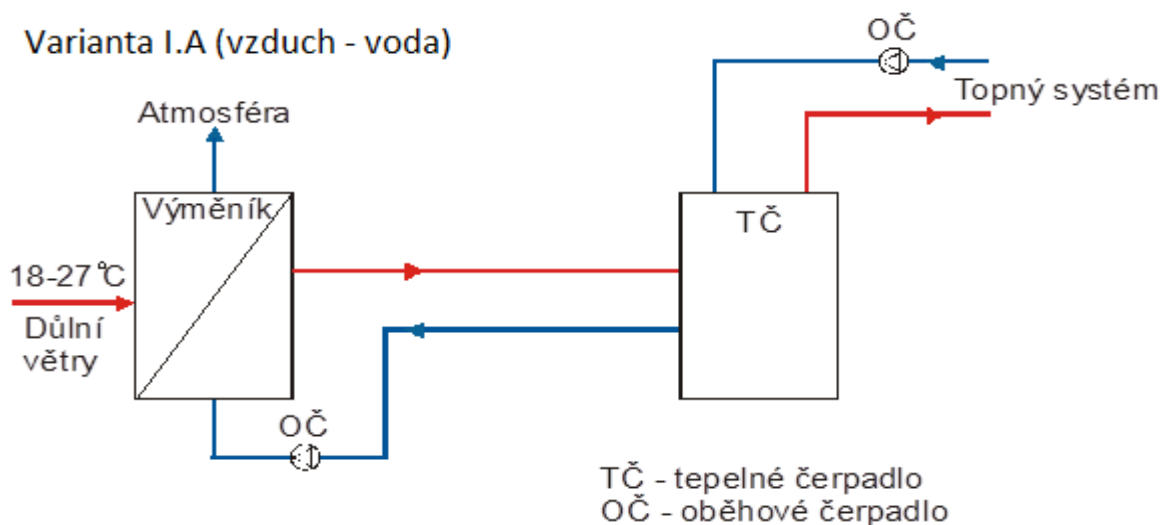


Schéma č. 1 – Varianta I.A - využití tepla důlních větrů nuceně odváděných při provozu hlubinných dolů, režim tepelného čerpadla „vzduch – voda“

2.5.1.2.2 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 jsou podrobně popsány. Všechny principiálně pracují v režimu tepelného čerpadla voda – voda.

Subvarianta I.B.1 – činný hlubinný důl, využití čerpaných důlních a technologických vod

Nositelem 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 jímat 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

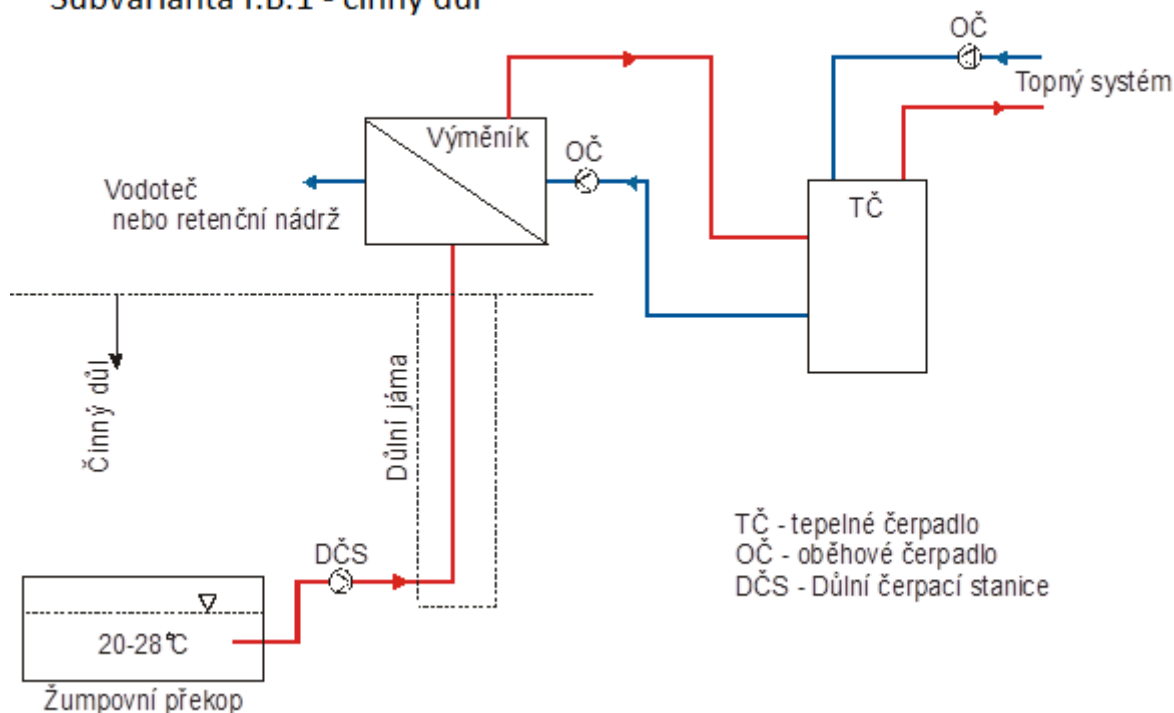


Schéma č. 2 - Varianta I.B – Subvarianta I.B.1 (činný hlubinný důl) využití tepla důlních a technologických vod, režim tepelného čerpadla „voda – voda“

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

Subvarianta I.B.2 – hlubinný důl je těžebně nečinný, důlní voda je čerpána z tzv. vodních jam

Nositelem tepla je důlní voda čerpána 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. Čerpány jsou pouze důlní vody, technologické vody se v tomto režimu prakticky nevyskytují.

Subvarianta I.B.2 - vodní jáma

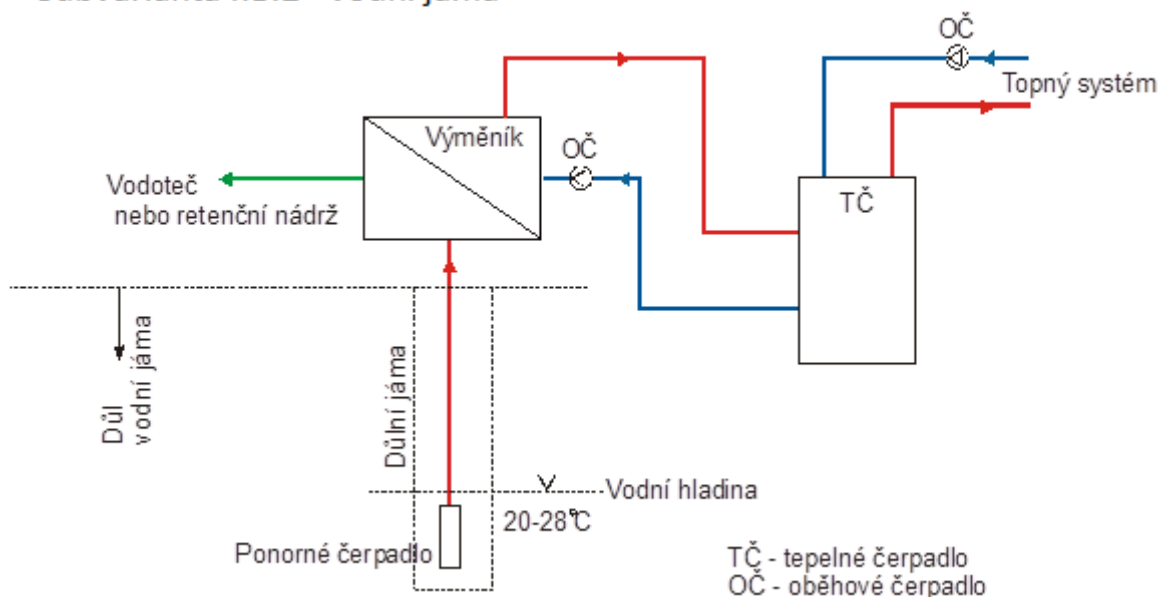


Schéma č. 3 - Varianta I.B – Subvarianta I.B.2 (vodní jáma) využití tepla důlních vod, režim tepelného čerpadla „voda – voda“

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 ověřena pilotním projektem na Dole Jeremenko v Ostravě, který je odštěpným závodem DIAMA s.p.

Subvarianta I.B.3 – hlubinný důl s ukončenou těžební činností, který je likvidován zatopením hlavních důlních děl

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 a.s.

Subvarianta I.B.3 - zatopený důl

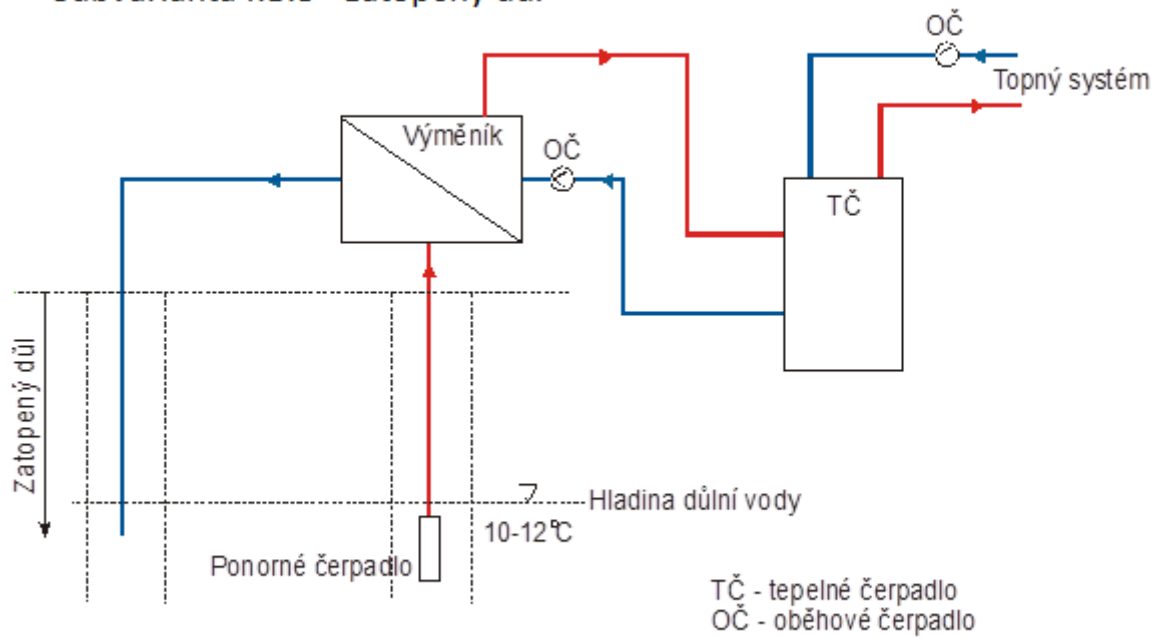
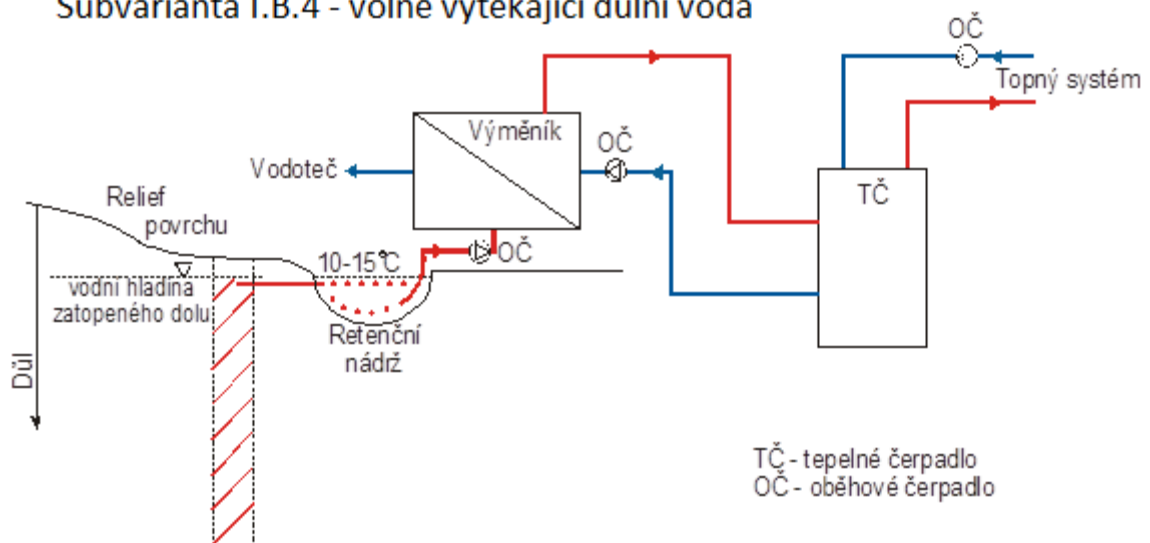


Schéma č. 4 - Varianta I.B – Subvarianta I.B.3 (zatopený důl) využití tepla důlních vod, režim tepelného čerpadla „voda – voda“

Subvarianta I.B.4 – hlubinný důl je zlikvidován a důlní vody volně vytékají do vodoteče

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.

Subvarianta I.B.4 - volně vytékající důlní voda



*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.

2.5.1.2.3 Varianta I.C - využití geotermálního potenciálu hlubinných dolů likvidovaných zásypem, 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

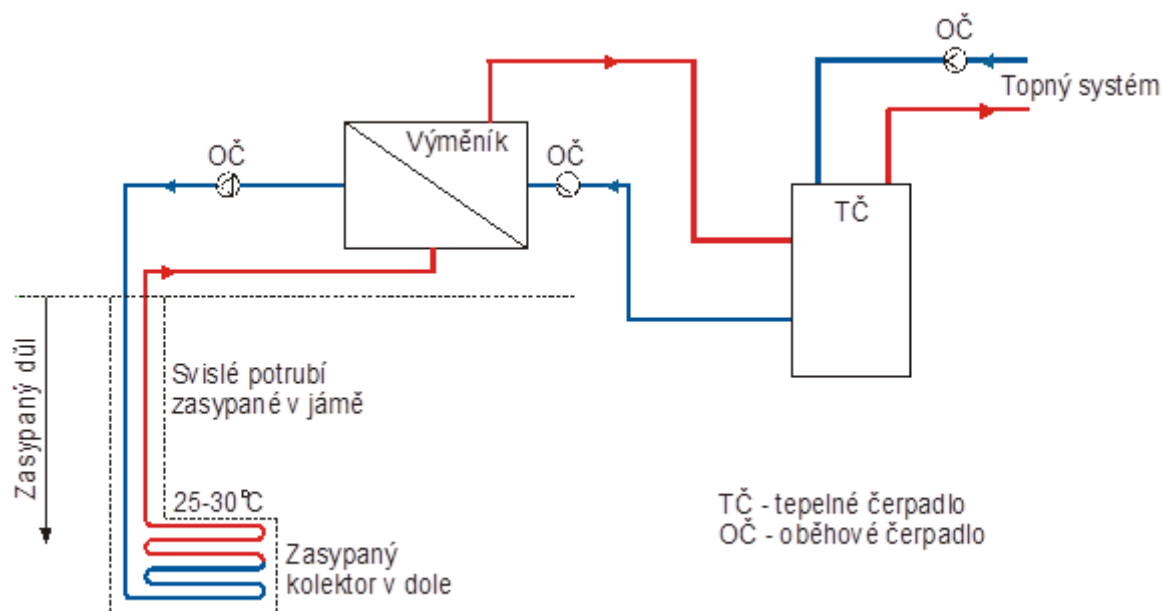


Schéma č. 6 - Varianta I.C – (zасыpaný důl) využití geotermálního potenciálu likvidovaných dolů režim tepelného čerpadla „země – voda“

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 zасыpaním. 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.

Závěr varianty I.C

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

2.5.1.2.4 Hodnocení ekonomické efektivity využití geotermální energie důlních vod

Základní faktory 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.

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 v případě tepelného využití, jaké technologické uspořádání bude zvoleno, za jakou cenu bude nakupována elektrická energie, za jakou cenu bude prodávána tepelná energie atd.

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).

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 projevuje 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“ odebráno 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 zatížená jinými provozními náklady, například energií na větrání dolu, údržbu 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 efektivnosti:

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.

2.5.1.3 Využití hydrostatického potenciálu hlubinných i povrchových dolů

Využití hydrostatického potenciálu důlních vod hlubinných dolů na principu přečerpávacích elektráren, dosud není v praxi ověřeno dle dostupných informací nikde na světě. Ve velkém stadiu rozpracovanosti je pilotní poloprovozní projekt „Důlní vodní přečerpávací elektrárny na Dole Jeremenko“. Tento provoz bude spuštěn v průběhu roku 2014.

Z dosavadního stupně poznání je možno určit, které technologie je možno doporučit pro praktické využití.

V následujícím přehledu jsou pro přehled uvedeny všechny varianty, v následujících kapitolách je uveden podrobný komentář s následným hodnocením ekonomické efektivity.

Varianta II.A - využití hydrostatického potenciálu hlubinných dolů – **doporučeno k realizaci**

Varianta II.B - využití hydrostatického potenciálu povrchových dolů - **doporučeno k realizaci po dalším ověření**

Základní varianty mají zpravidla řadu subvariant a ve své podstatě se realizace může lišit případ od případu. Je nezbytné konstatovat, že navržené varianty jsou vyhodnoceny jako reálné aplikovatelné a ekonomicky efektivní v současném ekonomickém prostředí.

2.5.1.3.1 Varianta II.A - Hlubinné doly

Hlubinné doly, které dosahují větších hloubek nad cca 300 m, v praxi se však může jednat i o hloubky až do 1000 m, nabízejí dostatečný hydrostatický potenciál k akumulaci elektrické energie formou vodních přečerpávacích elektráren. Existuje řada subvariant, které se liší v detailech, ale mají několik společných požadavků:

- dvě funkční hlavní úvodní díla, zpravidla dvě svislé jámy, teoreticky by se mohlo jednat i o úpadní díla, která ale musí být propojena minimálně jedním spojovacím důlním dílem, hlavní důlní díla musí být větrně propojena,
- v systému hlavních důlních děl musí být průchodní větrný proud,
- alespoň jedno hlavní důlní dílo musí ústít v dole do „vodního bazénu“ tvořeného zatopenými důlními díly s využitelnou kapacitou důlních vod, která v důlním 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 CH₄ 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 prostorech,
- 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 větrným proudem. V generátorovém režimu pak čerpadlo plní funkci turbíny a motor přechází do generátorového režimu a slouží k výrobě elektrické energie.

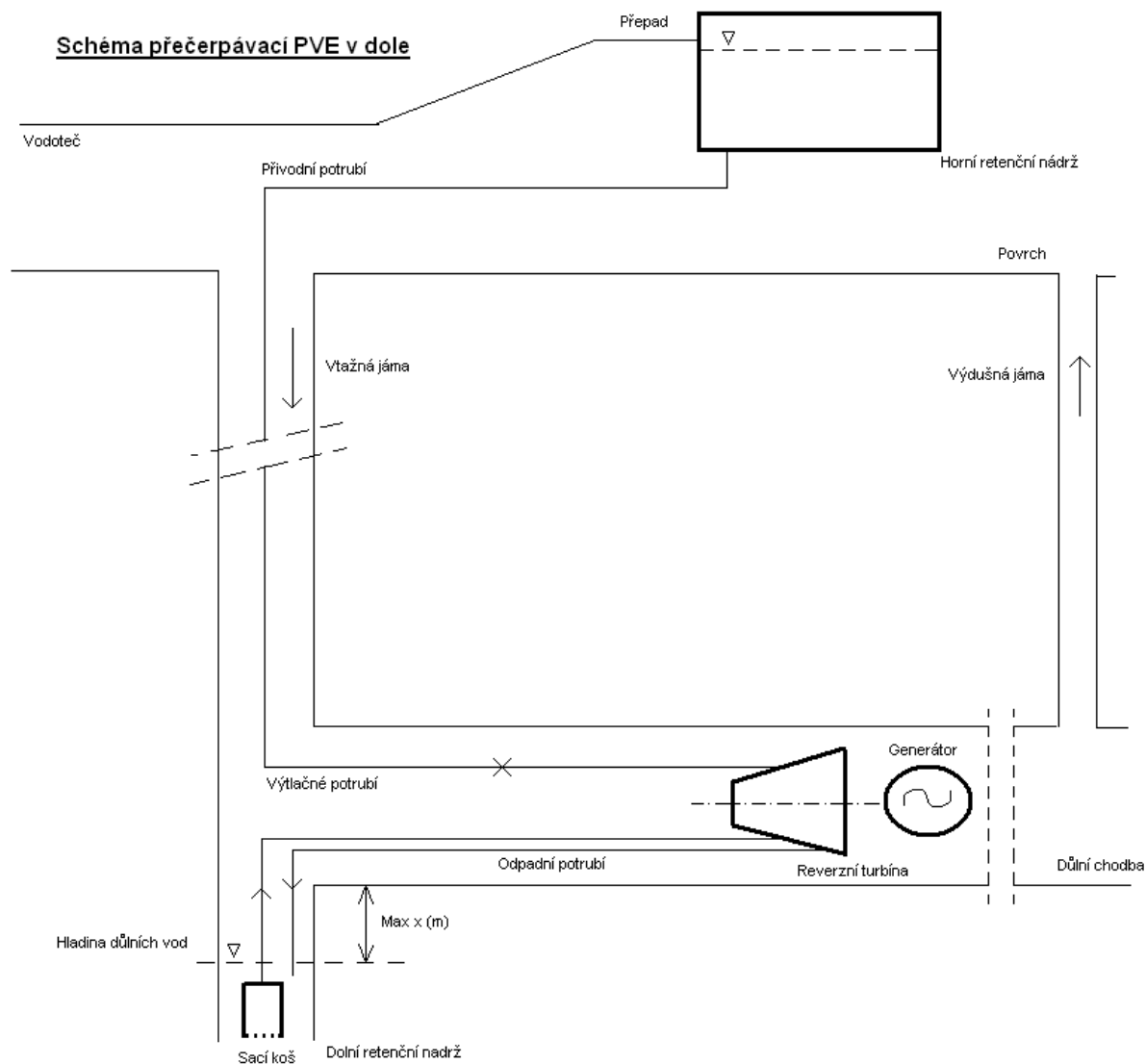


Schéma č. 10 - Varianta II.A – subvarianta II.A.1 - Přečerpávací důlní elektrárna s reverzní turbínou

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.

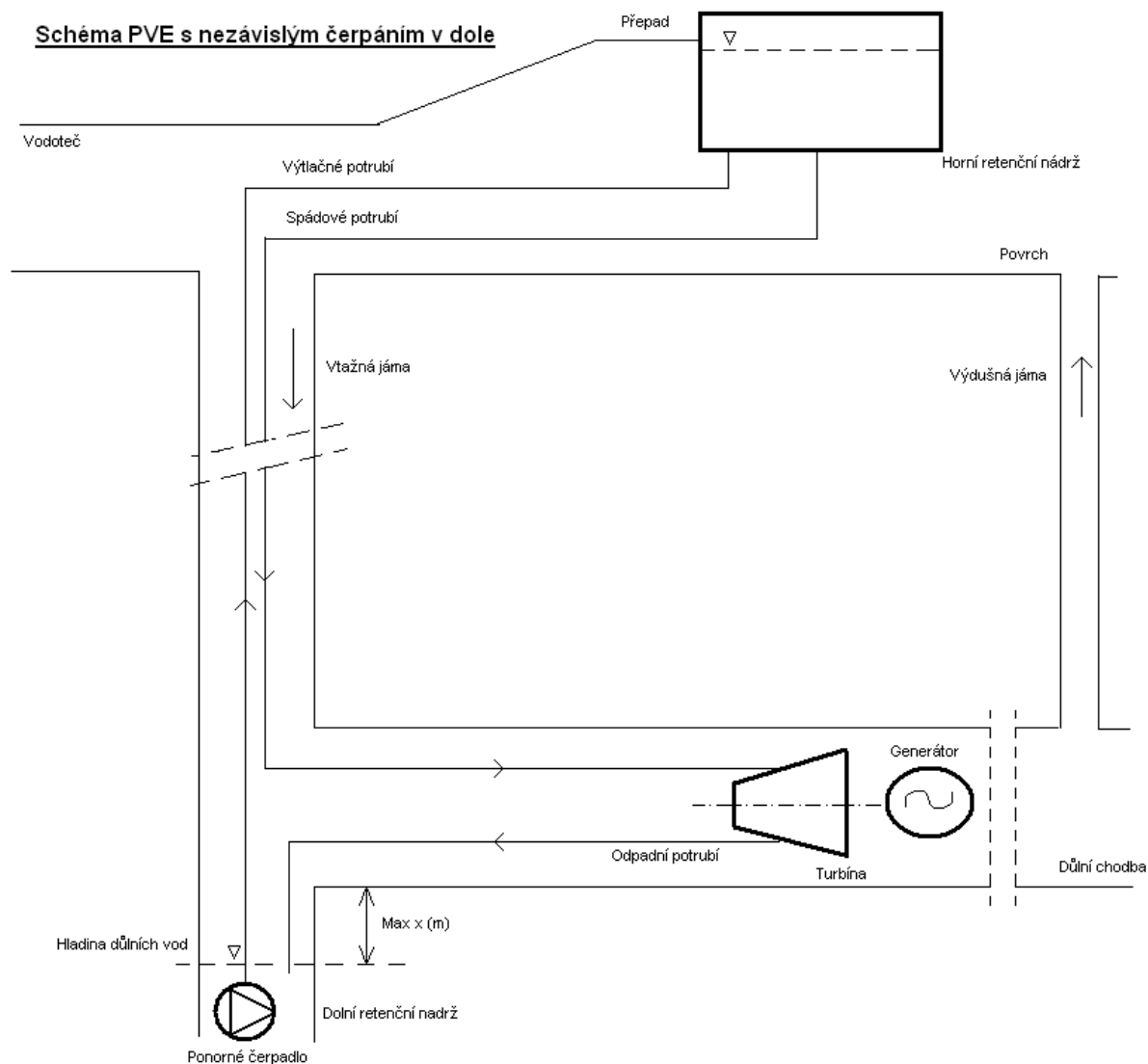


Schéma č. 11 - Varianta II.A – subvarianta II.A.2 - Přečerpávací důlní elektrárna s odděleným čerpacím a turbínovým systémem

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 otevírání 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.

2.5.1.3.2 Varianta II.B – Povrchové doly

Možnosti využití dotěžených povrchových dolů, pro akumulaci elektrické energie formou přečerpávacích 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 přečerpávání 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.

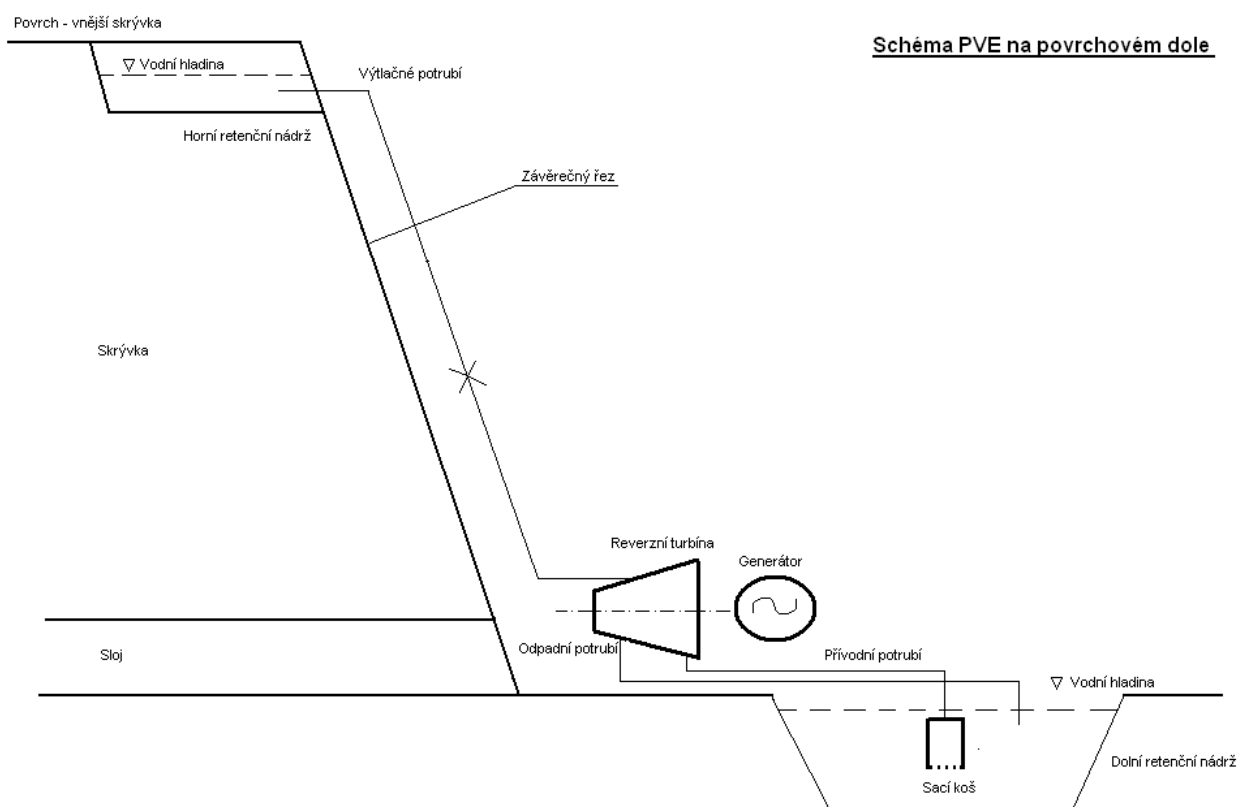


Schéma č. 12 - Varianta II.B - Přecherňávací elektrárna s využitím povrchového dotěženého dolu (lomu)

Výhody subvarianty II.B

- využívá se vytěžený lom v prostoru, který je devastován důlní činností,
- vhodným řešením rekultivace vytěženého lomu a citlivým projektem přecherňávací vodní elektrárny se dá předpokládat vznik přijatelného krajinného prvku,
- nižší investiční náklady ve srovnání s výstavbou klasické vodní přecherňávací 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 prakticky nad rámec zadání řešení tohoto úkolu.

2.5.1.3.3 Hodnocení ekonomické efektivity využití hydrostatického potenciálu hlubinných i povrchových dolů

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.

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 zároveň slouží jako velmi rychle startující zdroje, které jsou schopny nahradit náhle 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 nesouvisející 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,
- celkové investiční náklady na pořízení důlní přečerpávací vodní elektrárny na povrchu i v dole,
- provozní náklady, zejména náklady na čerpání důlních vod do povrchové akumulární 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, možná i dříve.

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 těžními 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 5 až 10 MW na jednu lokalitu za předpokladu instalace kaskády jednotek o výkonu až 1 MW. Není ale vyloučeno, že za jistých okolností mohou být instalované výkony větší.

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 nezahájenou 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 50 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:

- Jedná se prakticky o obdobu klasické přečerpávací elektrárny.

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.

2.5.1.4 Současné využití geotermální energie a hydrostatického potenciálu

Současné využití obou uvedených principů je označeno jako Varianta III. Tato varianta se může navíc aplikovat jako souběžná činnost při dlouhodobé konzervaci hlubinného dolu, kdy se očekává, že nerostné zásoby budou těženy v době, kdy cena suroviny bude vyšší než těžební náklady.

2.5.1.4.1 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.

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

2.5.1.4.2 Hodnocení ekonomické efektivnosti využití tepelného potenciálu důlních vod a hydrostatického potenciálu hlubinných dolů

Hlubinné i povrchové doly zpravidla po ukončení těžební činnosti nabízejí řadu možností pro využití hydrostatického potenciálu důlních, ale i povrchových vod pro akumulaci elektrické energie formou přečerpávacích vodních elektráren. Jedná se o dvě základní a z pohledu hornického odlišné varianty. Jednou tvoří hlubinné doly a druhou pak doly povrchové.

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.

Ojedinele 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.

Jako ojedinělá možnost se nabízí „aktivní konzervace dolu“, spíše jeho rozhodujících částí, kterými jsou důlní jámy a hlavní ochozy případně i spojovací překopy. Podstatou tohoto návrhu je snížit náklady na konzervaci dolu energetickým využíváním důlních vod podle místních podmínek. Tato metoda v praxi dosud nebyla v ČR nikde vyzkoušená, ale jeví se reálná pro případy, kdy za současných ekonomických podmínek, se např. těžba uhlí nevyplácí a hrozí úplné uzavření dolu. Odborným odhadem je možno konstatovat, že při růstu cen energetických surovin, a za předpokladu dostatečných zásob těžené suroviny v daném důlním poli, nebo i v polích sousedních, se dá očekávat, že nastane období, kdy těžba bude opět rentabilní. Přitom vyhloubit nové jámy a základní důlní díla by zřejmě znemožnilo zásoby vytěžit.

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.

2.5.1.5 Závěr energetického využívání potenciálu důlních vod

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. Příkladem mohou být uranové vody.

2.5.2 Výčet bezpečnostních rizik, spojených s používáním i navrhovanými technologiemi energetického využívání důlních vod, včetně návrhu eliminace

Smyslem této kapitoly je především popsat minimální rozsah potenciálních rizik souvisejících přímo i nepřímo s využíváním energetického potenciálu důlních vod a navrhnout způsob jejich eliminace.

2.5.2.1 Rizika vlivu na horninový masív

Rizika plynoucí z interakce horninového masívu s důlní vodou, zejména jejich dynamické účinky v báňských předpisech zmíněna nejsou. Stěžejní z těchto rizik jsou této kapitole specifikována a nastíněn jejich vliv a možná eliminace. Zároveň jsme si vědomi faktu, že nestabilita horninového masívu může být rovněž způsobena komplexním působením mnoha dalších vlivů, např. geologickou stavbou – tektonikou, nehomogenním složením hornin, geomechanickými projevy masívu nebo doprovodnou antropogenní činností, která nemusí nutně souviset s důlním dílem (např. vliv povrchových komunikací na mělce založená důlní díla). **Tyto vlivy a faktory by však měly být zohledněny v plánované metodice umožňující plánování a výstavbu energetických zařízení využívajících potenciál důlních vod a následně v projektové dokumentaci.**

Využívání geotermálního i hydrostatického potenciálu důlních vod

a) důlní vody čerpané ze zatopeného dolu:

- ✓ záleží v jaké hloubce je hladina vody, zda důl musí nebo nemusí být nuceně větrán,
- ✓ ve vodním bazénu v dole může docházet i ke značnému kolísání hladiny důlní vody s různou dynamikou.

b) vody čerpané z tzv. vodních jam:

- ✓ provoz jam a horninový masív není ovlivněn využíváním tepelného potenciálu důlních vod,
- ✓ ve vodním bazénu v dole může docházet i ke značnému kolísání hladiny důlní vody s různou dynamikou.

c) důlní vodní přečerpávací elektrárny:

- ✓ budou instalovány na dolech s ukončenou těžební činností ve vhodných stávajících prostorách, nebo v nově vyražených důlních dílech navazujících na stávající důlní díla,
- ✓ výhodou je, že horninový masív pro instalaci důlních přečerpávacích elektráren, je dlouhodobě znám, patra dolů jsou ražena v průvodních horninách, nikoliv v uhelném masivu, prostor bývá dobře odvodněn,
- ✓ ve vodním bazénu v dole může docházet i ke značnému kolísání hladiny důlní vody s různou dynamikou.

Potenciální rizika:

- riziko rázových otřesů potrubí a dalších zařízení může mít negativní vliv na horninový masív a kotevní systémy,
- riziko vibrací a otřesů čerpadel, turbín, motorů, generátorů řazených do soustrojí, případně ponorných čerpadel může mít negativní vliv na horninový masív a kotevní systémy,
- riziko kotvení dopravní a manipulační techniky, hrozba uvolnění kotevních prvků,
- možnost zhoršení stability horninového masivu vlivem jeho částečného zatopení a dynamických změn výšky hladiny.

Návrh eliminace rizik:

- uvedená rizika musí být konkretizována při přípravě projektu geologickým průzkumem a následně musí být zohledněna při vlastním projektu,
- v projektu musí být navržen a následně zrealizován způsob monitoringu stability horninového masivu,
- při provozu zařízení musí být ve smyslu výše uvedeného, předepsaným způsobem monitorována stabilita horninového masivu a všech kotvicích prvků,
- při zjištění nežádoucích pohybů, či uvolnění musí být neprodleně provedena nápravná opatření, v závažných případech musí být provoz zastaven.

Využívání geotermálního potenciálu zasypaných likvidovaných dolů, režim tepelného čerpadla „země – voda“

- ✓ Před zasypaním dolu jsou v dole instalovány teplosměnné výměníky (výměník) příslušné rozměrové a tlakové dimenze, který je obsypán vhodným materiálem,
- ✓ výměníky jsou napojené na pár cirkulačních potrubí, kterými je ohřátá voda vedená do tepelného čerpadla, a ochlazená voda je vedená zpět do výměníku.

Potenciální rizika:

- krátká životnost instalovaných výměníků a potrubí,
- nebezpečí poškození výměníků a potrubí při provádění zásypu, lépe zaplavování hydrosměsí likvidovaných důlních prostor,
- zborcení instalovaných prvků a vznik netěsností vlivem tepelných dilatací a tlakových projevů,
- zborcení instalovaných prvků vlivem pohybu horninového masivu.

Návrh eliminace rizik:

- uvedená rizika musí být konkretizována při přípravě projektu geologickým průzkumem a následně musí být zohledněna při vlastním projektu a realizaci.
- v projektu musí být navržen a následně zrealizován způsob monitoringu úniku cirkulujících tekutin.

2.5.2.2 Rizika vlivů na hydrogeologickou situaci a hospodaření s důlními i povrchovými vodami

Výzkum bezpečnostních rizik spojených s používáním i navrhovanými technologiemi energetického využívání důlních vod souvisí zejména s:

- ✓ těžbou surovinou,
- ✓ způsobem těžby,
- ✓ geologickými a hydrogeologickými poměry v hornicky postižené oblasti,
- ✓ komunálním a jiným využíváním oblasti (např. vodárenství, balneologie apod.),
- ✓ hydrologickými a geomorfologickými poměry oblasti.

Česká republika byla díky geologické stavbě vždy i přes svoji poměrně malou rozlohu místem velkého počtu těžebních oblastí. Některé z nich – především uhelné, rudné a uranové – dosahovaly svojí těžební kapacity evropského či dokonce evropského významu.

Dnes je však, až na pár výjimek, většina dolů uzavřena a zlikvidována, podzemí zatopeno. Vzhledem k tomu, že většina hlubinných dolů dosahovala značných hloubek a horninové prostředí bylo rozfáráno ve velkých prostorech, a dále vzhledem k jasnému trendu poslední doby – tj. příklonům k „zeleným zdrojům energie“ – tyto prostory a v nich akumulované důlní vody vybízejí k jejich energetickému využití. Mezi nejzjevnější využití patří využití jejich geotermální energie, ale nabízí se i využití jejich dynamiky (přírodní i indukované) pro výrobu elektrické energie. Mimo energetické využití důlních vod lze tyto vody využít i v balneologii (např. dříve jímání jodobromových vod na Dole František v Horní Suché nebo vody na jámě Svornost v Jáchymově /pozn. nejedná se „důlní vody s.l.“/), důlní vody jsou využívány např. v chovně ryb (uranové ložisko Horní Slavkov – úsek Krásný jez rybí líheň stanice Bečov - Českého rybářství, s.r.o.), ve vodárenství (jáma Kateřina v dolnoslezské uhelné pánvi, dříve i vody uranového ložiska v jámě Zálesí nebo Dolu 1. Máj Jihomoravských lignitových dolů apod.).

Výzkum bezpečnostních rizik spojených s používáním i navrhovanými technologiemi energetického využívání důlních vod souvisí zejména s:

- ✓ těžbou surovinou,
- ✓ způsobem těžby,
- ✓ geologickými a hydrogeologickými poměry v hornicky postižené oblasti,
- ✓ komunálním a jiným využíváním oblasti (např. vodárenství, balneologie apod.),
- ✓ hydrologickými a geomorfologickými poměry oblasti.

Využívání geotermálního potenciálu důlních vod

a) Důlní a provozní vody čerpané na povrch na činných dolech:

- ✓ celý důl je provozován za standardních podmínek ve smyslu stávajících báňských předpisů,
- ✓ důlní vody společně s technologickými jsou čerpány na povrch z technologických důvodů, kde je přes výměník využíván jejich tepelný potenciál prostřednictvím tepelného čerpadla,

b) důlní vody čerpané ze zatopeného dolu:

- ✓ záleží v jaké hloubce je hladina vody, zda důl musí nebo nemusí být nuceně větrán,

c) vody čerpané z tzv. vodních jam:

- ✓ provoz jam není ovlivněn využíváním tepelného potenciálu důlních vod

Potenciální rizika:

- zanášení, případně úplné zanesení výměníku nečistotami obsaženými v čerpané vodě, případně usazeninami z výtlačného potrubí,
- výjimečně může dojít i k zamrznutí vody ve výměníku, jelikož teplota tekutiny cirkulující mezi výměníkem a tepelným čerpadlem je nemrznoucí a za jistých okolností může mít zápornou teplotu, k zamrznutí může dojít např. při přerušení čerpání důlní vody.

Návrh eliminace rizik:

- zařazení výměníku do obtočné větve paralelně k hlavnímu potrubí, s příslušnou regulací,
- hlídání tlakové ztráty ve výměníku se signalizací do místa se stálou obsluhou,
- blokování chodu tepelného čerpadla chodem výtlačného čerpadla v dole,
- měření teploty vody ve výměníku s blokováním chodu tepelného čerpadla při poklesu pod stanovenou teplotu.

Využívání geotermálního potenciálu zasypaných likvidovaných dolů, režim tepelného čerpadla „země – voda“

- ✓ Před zasypaním dolu jsou v dole instalovány teplosměnné výměníky (výměník) příslušné rozměrové a tlakové dimenze, který je obsypán vhodným materiálem,
- ✓ výměníky jsou napojené na pár cirkulačních potrubí, kterými je ohřátá voda vedena do tepelného čerpadla, a ochlazená voda je vedena zpět do výměníku,
- ✓ výměníky tepla, cirkulační potrubí a příslušenství jsou v daném případě ve vlivu vlhkosti z důlních vod.

Potenciální rizika:

- krátká životnost instalovaných výměníků a potrubí,
- nebezpečí koroze vlivem agresivních vod, případně vlhkosti z těchto vod všech instalovaných zařízení v dole,
- nebezpečí poškození výměníků a potrubí při provádění zásypu, lépe zaplavování hydrosměsí likvidovaných důlních prostor,
- zborcení instalovaných prvků a vznik netěsností vlivem tepelných dilatací a tlakových projevů,
- zborcení instalovaných prvků vlivem pohybu horninového masívu.

Návrh eliminace rizik:

- **uvedená rizika musí být konkretizována při přípravě projektu geologickým průzkumem, musí být vyhodnocena s ohledem na vlastnosti důlních vod a následně musí být zjištěné skutečnosti zohledněny při vlastním projektu a realizaci,**
- **v projektu musí být navržen a následně zrealizován způsob monitoringu úniku cirkulujících tekutin.**

Důlní vodní přečerpávací elektrárny

- ✓ budou instalovány na dolech s ukončenou těžební činností ve vhodných stávajících prostorách, nebo v nově vyražených důlních dílech navazujících na stávající důlní díla,
- ✓ výhodou je, že horninový masív pro instalaci důlních přečerpávacích elektráren, je dlouhodobě znám, patra dolů jsou ražena v průvodních horninách, nikoliv v uhelném masivu, prostor bývá dobře odvodněn,
- ✓ hydrogeologické poměry jsou dobře známy,
- ✓ ve vodním bazénu v dole může docházet i ke značnému kolísání hladiny důlní vody s různou dynamikou.

Potenciální rizika:

- **nasátí nečistot sacím systémem s možností poškození čerpadla,**
- **možnost uvolnění nečistot, usazenin a korozních krust ze spádového potrubí a jejich pád do turbíny v generátorovém režimu,**
- **vypouštěním vod do důlního bazénu hrozí nebezpečí porušení relativně stabilního stavu vod v důlním bazénu s rizikem zhoršení kvality vypouštěných důlních vod,**
- **možnost zatopení důlních prostor povrchovými vodami, případně při velkém porušení těsnosti (celý průřez) spádového potrubí,**
- **možnost zatopení prostor s instalovanou technologií při náhlém geomechanickém jevu kdy se náhle zmenší prostor důlního bazénu a vytlačená voda zatopí dané prostory.**

Návrh eliminace rizik:

- **uvedená rizika musí být konkretizována při přípravě projektu hydrogeologickým průzkumem, údaje musí být řádně vyhodnoceny a následně musí být zohledněny při vlastním projektu a vlastní realizaci,**
- **vhodnými technickými opatřeními musí být zabráněno vniknutí nečistot kritické velikosti tak, aby nemohlo být poškozeno čerpadlo, nebo v generátorovém režimu turbína,**
- **technickými opatřeními minimalizovat rozvíření důlních vod v důlním bazénu při vypouštění vod z turbíny,**

- projektem musí být stanoveno takové opatření, které zabrání vniknutí povrchových vod do dolu,
- trvalým měřením musí být monitorována celistvost spádového potrubí se samočinným uzavřením ventilu za horní retenční nádrží, tak aby voda z horní retenční nádrže nemohla vytéct do dolu,
- pravidelné kontroly výtlačného i spádového potrubí, u kovových potrubí pravidelné měření tloušťky stěny, určí projektant spolu s výrobcem potrubí,
- hladina důlní vody musí být monitorována a při náhlém zvýšení hladiny musí být spuštěn čerpací systém a případně i zastaven generátorový režim,
- čerpací systém musí mít dostatečnou kapacitu pro pokrytí potřeb důlní přečerpávací elektrárny, čerpání přítoku důlních vod a rezervu pro nenadálé přítoky důlních, případně i povrchových vod.

2.5.2.3 Rizika a hodnocení požadavků na stávající i nově vytvořené důlní dílo

Teoreticky je možno pro energetické využívání důlních vod volit následující důlní díla:

- a) důlní díla činných dolů, ve kterých dosud probíhá těžba,
- b) důlní díla dolů s ukončenou těžební činností, avšak dosud nezlikvidovaných a neuzavřených,
- c) důlní díla uvedená pod písmeny a) a b), avšak doplněná o speciálně vyražené prostory nebo vrty pro instalaci technologie pro energetické využívání důlních vod,
- d) nově vyražená a výjimečně i nově vyhloubená důlní díla včetně úvodních, která jsou situována a koncipována pouze pro účely energetického využívání důlních vod,
- e) reálná varianta je pro důlní vodní přečerpávací elektrárnu že se bude jednat o speciálním způsobem uzavřený důl, tak aby bylo možno využívat podzemní bazén s důlní vodou, kde budou vybraná stavební díla upraveny, nebo budou vyražená nová důlní díla vhodná pro instalaci důlní přečerpávací elektrárny,
- f) pro využití geotermální energie je možno využít i doly zlikvidované zásypem (zpevněným i nezpevněným) s předem vloženou technologií.

Prakticky všechny možnosti uvedené v úvodní části musí splňovat obecné požadavky a dále pak specifické požadavky podle jednotlivých konkrétních případů.

Využívání geotermálního potenciálu důlních vod

a) Důlní a provozní vody čerpané na povrch na činných dolech:

- ✓ celý důl je provozován za standardních podmínek ve smyslu stávajících báňských předpisů,
- ✓ důlní vody společně s technologickými jsou čerpány na povrch z technologických důvodů, kde je přes výměník využíván jejich tepelný potenciál prostřednictvím tepelného čerpadla,

b) důlní vody čerpané ze zatopeného dolu:

- ✓ záleží v jaké hloubce je hladina vody, zda důl musí nebo nemusí být nuceně větrán,

c) vody čerpané z tzv. vodních jam:

- ✓ provoz jam není ovlivněn využíváním tepelného potenciálu důlních vod

Potenciální rizika:

- nebyla identifikována

Návrh eliminace rizik:

- není nutný

Využívání geotermálního potenciálu zasypaných likvidovaných dolů, režim tepelného čerpadla „země – voda“

- ✓ Před zasypaním dolu jsou v dole instalovány teplosměnné výměníky (výměník) příslušné rozměrové a tlakové dimenze, který je obsypán vhodným materiálem,
- ✓ výměníky jsou napojené na pár cirkulačních potrubí, kterými je ohřátá voda vedena do tepelného čerpadla, a ochlazená voda je vedena zpět do výměníku,
- ✓ výměníky tepla, cirkulační potrubí a příslušenství jsou v daném případě ve vlivu vlhkosti z důlních vod.

Potenciální rizika:

- mechanické poškození teplosměnného výměníku, případně cirkulačních potrubí.

Návrh eliminace rizik:

- uvedená rizika musí být konkretizována při přípravě projektu geologickým průzkumem, musí být vyhodnocena s ohledem na vlastnosti daného prostoru a následně musí být zjištěné skutečnosti zohledněny při vlastním projektu a realizaci,
- obsyp a zásyp kolektoru a potrubí musí být volen a realizován tak, aby po dobu životnosti kolektor a potrubí nebylo poškozeno,
- v projektu musí být navržen a následně zrealizován způsob monitoringu úniku cirkulujících tekutin.

Důlní vodní přečerpávací elektrárny

- ✓ vlivy horninového masívu a důlních vod na stavební konstrukce důlních děl,
- ✓ vibrace, otřesy a rázy způsobené provozem důlní vodní přečerpávací elektrárny,
- ✓ kondenzace vodních par vlivem střídání teplot způsobených přerušovaným provozem elektrárny a přívodem chladné vody z povrchu do turbíny,

Potenciální rizika:

- devastace důlních děl, včetně počvy, z titulu chování horninového masívu,
- devastace důlních děl, včetně počvy, vlivem důlních vod,
- devastace důlních děl, včetně počvy, vlivem chodu důlní vodní přečerpávací elektrárny, vibrace, otřesy, rázy v potrubí aj.,

- kondenzace vodních par a vliv agresivních plynů na horninový masív a důlní výztuž,
- nebezpečí poškození strojního a elektrozařízení kondenzující s prosakující důlní vodou, následně nebezpečí úrazu elektrickým proudem,
- při závažné poruše generátoru doprovázené zkratem, možnost vzniku otevřeného ohně,
- mokrá kluzká podlaha.

Návrh eliminace rizik:

- uvedená rizika musí být konkretizována při přípravě projektu geologickým a hydrogeologickým průzkumem, údaje musí být řádně vyhodnoceny a následně musí být zohledněny při vlastním projektu a vlastní realizaci,
- důlní díla musí mít hydroizolaci proti pronikání důlních vod přes stavební konstrukce důlních děl,
- strojní a elektrozařízení musí být v případě nebezpečí na ně kapající vody krytá vhodným způsobem se spolehlivým odvodem vody,
- důlní díla musí být řádně odvodněna, tak aby případně prosakující důlní voda a úniky technologických vod byly odváděny mimo provozovny a související chodby,
- výztuž všech důlních děl musí být nehořlavá,
- ve vytypovaných prostorách musí být instalováno samočinné hasící zařízení.
- informativní výstražné tabulky varující před potenciálním nebezpečím

2.5.2.4 Rizika v oblasti strojního zařízení

Oblast strojních zařízení je vedle elektrozařízení klíčová z principu využívání energetického potenciálu důlních vod.

Využívání geotermálního potenciálu důlních vod

a) důlní a provozní vody čerpané na povrch na činných dolech:

- ✓ celý důl je provozován za standardních podmínek ve smyslu stávajících báňských předpisů,
- ✓ důlní vody společně s technologickými jsou čerpány na povrch z technologických důvodů, kde je přes výměník využíván jejich tepelný potenciál prostřednictvím tepelného čerpadla,

b) důlní vody čerpané ze zatopeného dolu:

- ✓ záleží v jaké hloubce je hladina vody, zda důl musí nebo nemusí být nuceně větrán,

c) vody čerpané z tzv. vodních jam:

- ✓ provoz jam není ovlivněn využíváním tepelného potenciálu důlních vod

Potenciální rizika:

- zanášení, případně úplné zanesení výměníku nečistotami obsaženými v čerpané vodě, případně usazeninami z výtlačného potrubí,
- výjimečně může dojít i k zamrznutí vody ve výměníku, jelikož teplosná tekutina cirkulující mezi výměníkem a tepelným čerpadlem je nemrznoucí a za jistých okolností může mít zápornou teplotu, k zamrznutí může dojít např. při přerušení čerpání důlní vody.
- mechanické a korozní poškození teplosměnného výměníku v dole, případně cirkulačních potrubí.

Návrh eliminace rizik:

- zařazení výměníku do obtočné větve paralelně k hlavnímu potrubí, s příslušnou regulací,
- hlídání tlakové ztráty ve výměníku se signalizací do místa se stálou obsluhou,
- blokování chodu tepelného čerpadla chodem výtlačného čerpadla v dole,
- měření teploty vody ve výměníku s blokováním chodu tepelného čerpadla při poklesu pod stanovenou teplotu.

Využívání geotermálního potenciálu zasypaných likvidovaných dolů, režim tepelného čerpadla „země – voda“

- ✓ Před zasypaním dolu jsou v dole instalovány teplosměnné výměníky (výměník) příslušné rozměrové a tlakové dimenze, který je obsypán vhodným materiálem,
- ✓ výměníky jsou napojené na pár cirkulačních potrubí, kterými je ohřátá voda vedená do tepelného čerpadla, a ochlazená voda je vedená zpět do výměníku,
- ✓ výměníky tepla, cirkulační potrubí a příslušenství jsou v daném případě ve vlivu vlhkosti z důlních vod.

Potenciální rizika:

- nebyla identifikována

Návrh eliminace rizik:

- nebylo identifikováno

Důlní vodní přečerpávací elektrárny

- ✓ vlivy chodu důlní vodní přečerpávací elektrárny na horninový masív a na stavební konstrukce důlních děl,
- ✓ vibrace, otřesy a rázy způsobené provozem důlní vodní přečerpávací elektrárny,
- ✓ kondenzace vodních par vlivem střídání teplot způsobených přerušovaným provozem elektrárny a přívodem chladné vody z povrchu do turbíny,

- ✓ přítomnost točivých částí,
- ✓ ložiska – při poruše mazání, nebo poruše ložiska vznik nebezpečné teploty s možností vzniku požáru,
- ✓ porušení souososti soustrojí, a soustrojí a přívodního potrubí vlivem pohybu horninového masívu.

Potenciální rizika:

- poruchy až havárie soustrojí a potrubí vlivem posunu horninového masívu,
- při poruše ložisek možnost vzniku otevřeného ohně
- kondenzace vodních par a vliv agresivních plynů strojní zařízení a důlní výztuž,
- nebezpečí poškození strojního a elektrozařízení kondenzující a prosakující důlní vodou, následně nebezpečí úrazu elektrickým proudem,
- přerušování vodního sloupce v sacím potrubí,
- uvolnění nečistot ze spádového potrubí, popř. zrezivělých krust s ohrožením turbíny,
- netěsnosti v potrubních systémech až po přerušování potrubí v plném profilu,
- poruchy kotvicích a spojovacích prvků instalovaných zařízení vlivem koroze a agresivity důlního prostředí,
- zamrznutí vody v prostoru ústí jámy, s hrozbou jeho roztržení,
- zamrznutí vody v horní retenční nádrži,
- nekontrolovaný únik provozních kapalin,
- mokrá kluzká podlaha.

Návrh eliminace rizik:

- uvedená rizika musí být konkretizována při přípravě projektu geologickým a hydrogeologickým průzkumem, údaje musí být řádně vyhodnoceny a následně musí být zohledněny při vlastním projektu a vlastní realizaci,
- důlní díla musí mít hydroizolaci proti pronikání důlních vod přes stavební konstrukce důlních děl,
- strojní a elektrozařízení musí být v případě nebezpečí na ně kapající vody krytá vhodným způsobem se spolehlivým odvodem vody,
- důlní díla musí být řádně odvodněna, tak aby případně prosakující důlní voda a úniky technologických vod byly odváděny mimo provozovny a související chodby,
- snímání teploty ložisek a plášťů strojů se signalizací do místa se stálou obsluhou při zvýšené teplotě s odstavením soustrojí při havarijní teplotě,
- řešení ochrany čerpadel nebo turbín v čerpacím režimu proti ztrátě čerpané tekutiny,
- ochrana turbíny proti poškození nečistotami ze spádového potrubí, případně z horní retenční nádrže,
- stanovit opatření v provozně manipulačním řádu důlní vodní přečerpávací elektrárny proti zamrznutí horní retenční nádrže a části potrubí,

- pravidelné měření tloušťky všech potrubí, spojů a příslušenství,
- pravidelné fyzické kontroly v rozsahu a četnosti určeném v provozně-manipulačním řádu důlní vodní přečerpávací elektrárny,
- stanovit opatření proti úniku provozních kapalin (hydraulické oleje, mazací hmoty aj.)
- informativní výstražné tabulky varující před potenciálním nebezpečím.

2.5.2.5 Rizika v oblasti elektrozařízení

Elektrozařízení vedle strojních zařízení tvoří jednu z nejvýznamnějších částí zařízení na energetické využívání důlních vod, zejména u důlních přečerpávacích vodních elektráren. Elektrická zařízení je možno dělit na silová, ovládací, pomocná, sdělovací a komunikační. Největší rizika je možno identifikovat u silových zařízení a ovládacích zařízení. Kabelové soubory jsou přičleněny k zařízením.

Závěr – Rizika v oblasti elektrozařízení

Využívání geotermálního potenciálu důlních vod a využívání geotermálního potenciálu zasypaných likvidovaných dolů, režim tepelného čerpadla „země – voda“

a) důlní a provozní vody čerpané na povrch na činných dolech:

- ✓ celý důl je provozován za standardních podmínek ve smyslu stávajících báňských předpisů,
- ✓ důlní vody společně s technologickými jsou čerpány na povrch z technologických důvodů, kde je přes výměník využíván jejich tepelný potenciál prostřednictvím tepelného čerpadla,

b) důlní vody čerpané ze zatopeného dolu:

- ✓ záleží v jaké hloubce je hladina vody, zda důl musí nebo nemusí být nuceně větrán,

c) vody čerpané z tzv. vodních jam:

- ✓ provoz jam není ovlivněn využíváním tepelného potenciálu důlních vod

Využívání geotermálního potenciálu zasypaných likvidovaných dolů, režim tepelného čerpadla „země – voda“

- ✓ Před zasypaním dolu jsou v dole instalovány teplosměnné výměníky (výměník) příslušné rozměrové a tlakové dimenze, který je obsypán vhodným materiálem,
- ✓ výměníky jsou napojené na pár cirkulačních potrubí, kterými je ohřátá voda vedena do tepelného čerpadla, a ochlazená voda je vedena zpět do výměníku,

Potenciální rizika:

- důlní i povrchová elektrozařízení budou instalována a provozována za standardních podmínek s mírou rizika hlubinných dolů

Návrh eliminace rizik:

- **není nutno stanovit**

Důlní vodní přečerpávací elektrárny

- ✓ dosud v praxi neověřená technologie, připravuje se k realizaci pilotní projekt na Dole Jeremenko v Ostravě,
- ✓ nová technologická situace, kdy v dole nebude elektrická energie spotřebovávána, ale vyráběna,
- ✓ podstatná část technologie bude instalována ve specifických důlních podmínkách,
- ✓ celý systém musí být koncipován s maximální mírou spolehlivosti a bezpečnosti,
- ✓ vibrace, otřesy a rázy způsobené provozem důlní vodní přečerpávací elektrárny, které mohou ovlivňovat spolehlivost a bezpečnost elektrozařízení,
- ✓ kondenzace vodních par vlivem střídání teplot způsobených přerušovaným provozem elektrárny a přívodem chladné vody z povrchu do turbíny může mít negativní vliv na elektrozařízení,
- ✓ přítomnost točivých částí,
- ✓ ložiska – při poruše mazání, nebo poruše ložiska vznik nebezpečné teploty s možností vzniku požáru,

Potenciální rizika:

- poruchy až havárie soustrojí a kabelových souborů vlivem posunu horninového masívu,
- při poruše ložisek možnost vzniku otevřeného ohně,
- možnost vzniku zkratu v silových obvodech s nebezpečím vzniku otevřeného ohně,
- kondenzace vodních par a vliv agresivních plynů na veškerá elektrozařízení,
- nebezpečí poškození elektrozařízení kondenzující a prosakující důlní vodou, následně nebezpečí úrazu elektrickým proudem,
- vznik nebezpečné koncentrace výbušných plynů a uhelného prachu,
- nebezpečí poruch v řídicích obvodech s možnými havarijními následky v silových obvodech,
- vznik vyšších harmonických při provozu generátoru s přenosem do el. sítí s možnými poruchami v elektronických prvcích,
- vznik nebezpečných stavů při ztrátě napětí,
- mokrá kluzká podlaha, hrozí nebezpečí úrazu elektrickým proudem.

Návrh eliminace rizik:

- veškerá uvedená rizika musí být konkretizována při přípravě projektu, údaje musí být řádně vyhodnoceny a následně musí být zohledněny při vlastním projektu a vlastní realizaci,

- důlní díla musí mít hydroizolaci proti pronikání důlních vod přes stavební konstrukce důlních děl, prosáklé vody a kondenzovaná vlhkost musí být odvedeny odvodňovacím systémem,
- strojní a elektrozařízení musí být v případě nebezpečí na ně kapající vody krytá vhodným způsobem se spolehlivým odvodem vody,
- důlní díla musí být řádně odvodněna, tak aby případně prosakující důlní voda a úniky technologických vod byly odváděny mimo provozovny a související chodby,
- snímání teploty ložisek a plášťů strojů se signalizací do místa se stálou obsluhou při zvýšené teplotě s odstavením soustrojí při havarijní teplotě,
- řešení ochrany čerpadel nebo turbín v čerpacím režimu proti ztrátě čerpané tekutiny,
- spolehlivý systém ochran v el obvodech (zkratky, nebezpečné dotykové napětí, uzemňovací soustava, ochrana proti přepětí a proti blesku, ochrana proti vyšším harmonickým atd.),
- řešení nouzového napájení klíčových bezpečnostních a ovládacích obvodů v beznapěťových stavech,
- nouzové napájení klíčových bezpečnostních a ovládacích obvodů a nouzového osvětlení vybraných prostor,
- provádění pravidelné údržby, oprav a revizní činnosti,
- fyzická likvidace veškerého uhelného prachu, tak aby nemohla vzniknout výbušná koncentrace uhelného prachu,
- měření koncentrace důlních plynů s příslušnou archivací, vyvedení měřených údajů do místa se stálou obsluhou a vypnutí el zařízení v ohrožených prostorech při překročení nebezpečné koncentrace,
- měření rychlosti a teploty vtažných důlních větrů a vyvedení údajů do místa se stálou obsluhou,
- podle charakteru dolu zvážit samočinné vypnutí veškerých el zařízení při zastavení větrání, nutno brát ohled na nutnost vyvedení všech osob z dolu na povrch,
- pravidelné fyzické kontroly v rozsahu a četnosti určeném v provozně-manipulačním řádu důlní vodní přečerpávací elektrárny,
- stanovit opatření proti úniku provozních kapalin (hydraulické oleje, mazací hmoty aj.)
- informativní výstražné tabulky varující před potenciálním nebezpečím.

2.5.2.6 Bezpečnostní rizika důlního prostředí a důlních prostor (větrání, vlhkost, prašnost, geomechanické vlivy v podzemí aj.)

Mezi základní činitele ovlivňující podstatně úroveň bezpečnosti důlního prostředí a dalších důlních prostor jsou zejména následující rizikové faktory:

- 1 riziko nevhodného složení důlního ovzduší,
- 2 riziko prašnosti,
- 3 riziko nevhodných mikroklimatických podmínek důlního ovzduší,

- 4 mechanické riziko,
- 5 elektrické riziko,
- 6 riziko hluku,
- 7 riziko vibrací,
- 8 riziko optické,
- 9 riziko ionizujícího záření,
- 10 riziko výstupu důlních plynů z podzemí,
- 11 riziko průtrží hornin a plynů,
- 12 riziko důlních otřesů.

Jednotlivá rizika budou v následujícím podrobně rozebrána a současně bude navržena jejich eliminace.

Rizika v oblasti důlního prostředí a důlních prostor (větrání, vlhkost, prašnost)

Využívání geotermálního a hydrostatického potenciálu důlních vod

- ✓ celý důl je provozován za standardních podmínek ve smyslu stávajících báňských předpisů,
- ✓ důlní vody společně s technologickými jsou čerpány na povrch z technologických důvodů, kde je přes výměník je využíván jejich tepelný potenciál prostřednictvím tepelného čerpadla,
- ✓ důlní vody čerpané ze zatopeného dolu, záleží v jaké hloubce je hladina vody a zda důl musí nebo nemusí být nuceně větrán,

Potenciální rizika:

- na činných dolech, tj. s výjimkou tzv. vodních jam a zatopených dolů, není možno bezpečně vyloučit rizika pocházející z přítomnosti uhelného prachu (na uhelných dolech) a přítomnosti metanu a dalších důlních plynů,
- u vodních jam a zatopených dolů je prakticky vyloučeno nebezpečí vznikající od uhelného prachu, ale nelze vyloučit vlivem kolísání hladiny důlní vody a barometrického tlaku přítomnost důlních plynů, zejména metanu,
- v prostorech důlních vodních elektráren a přilehlých chodbách je možno vyloučit přítomnost uhelného prachu a jeho možného výbuchu,
- vlivem kolísání teplot důlních větrů způsobenou diskontinuálním provozem důlní vodní přečerpávací elektrárny a změnami teplot větrů vstupujících do dolu a současnou změnou teplot přitékající vody do turbíny může docházet k rozsáhlé kondenzaci vodních par s dopady do bezpečného a spolehlivého provozu zařízení v dole,
- při náhlých geomechanických pohybech hornin může dojít náhlému nekontrolovanému vytlačení důlních plynů do důlních prostor,

Návrh eliminace rizik:

- veškerá uvedená rizika musí být konkretizována při přípravě projektu, údaje musí být řádně vyhodnoceny a následně musí být zohledněny při vlastním projektu a vlastní realizaci
- obecně musí být věnována velká pozornost vzniku nebezpečných koncentrací důlních plynů, tyto musí být měřeny, indikovány do místa se stálou obsluhou, a při překročení havarijních mezí musí dojít k vypnutí el. zařízení v ohrožené oblasti, přitom ale nesmí být znemožněna evakuace osob z ohrožených prostor do bezpečí,
- proti kondenzující vodě musí být konstrukčně odolné části strojů a zařízení, včetně opatření proti úrazu elektrickým proudem,
- prostory musí být stavebně provedeny tak, aby prosakující i kondenzující vody byly bezpečně odváděny,
- veškeré podlahy musí být v protiskluzovém provedení.

Využívání geotermálního potenciálu zasypaných likvidovaných dolů, režim tepelného čerpadla „země – voda“

- ✓ Před zasypaním dolu jsou v dole instalovány teplosměnné výměníky (výměník) příslušné rozměrové a tlakové dimenze, který je obsypán vhodným materiálem,
- ✓ výměníky jsou napojené na pár cirkulačních potrubí, kterými je ohřátá voda vedená do tepelného čerpadla, a ochlazená voda je vedená zpět do výměníku,
- ✓ výměníky tepla, cirkulační potrubí a příslušenství jsou v daném případě ve vlivu vlhkosti z důlních vod.

Potenciální rizika:

- krátká životnost instalovaných výměníků a potrubí,
- nebezpečí koroze vlivem agresivních vod, případně vlhkosti z těchto vod všech instalovaných zařízení v dole,

Návrh eliminace rizik:

- uvedená rizika musí být konkretizována při přípravě projektu geologickým průzkumem, musí být vyhodnocena s ohledem na vlastnosti důlních vod a následně musí být zjištěné skutečnosti zohledněny při vlastním projektu a realizaci.
- v projektu musí být navržen a následně zrealizován způsob monitoringu úniku cirkulujících tekutin.

2.5.2.7 Rizika způsobená provozem zařízení na využívání „Důlních vod“

Rizika a negativa

- ✓ je možno realizovat tam, kde hlavní důlní díla nebyla zlikvidována zásypem,

- ✓ na činných dolech se nabízí energetické využívání tepla čerpaných důlních vod na povrch ve spojení s tepelnými čerpadly, při současné energetické bilanci provozovaných dolů, se tato úspora jeví jako marginální a nezajímavá,
- ✓ při využívání tepla důlních vod (činných dolů i vodních jam), prakticky žádná reálná rizika neexistují,
- ✓ u zatopených dolů je důležité, aby důlní voda, ze které byl částečně odčerpán její tepelný potenciál, byla vrácena zpět do dolu, pokud by byla vypouštěná do vodotečí, nebo použita jinak, například pro závlahu, pak hrozí, že trvalým odčerpáváním důlních vod dojde vlivem neustálého jejich doplňování z povrchu k vymývání hornin kolem vodních kolektorů a hrozbě následného zborcení nadloží a k možné havárii celého projektu,
- ✓ jistým nebezpečím u důlních vodních přečerpávacích elektráren jsou možné průsaky vod z horní retenční nádrže do hlavních důlních děl, případně do důlních děl, proto musí být horní retenční nádrž dobře hydraulicky izolována,
- ✓ jako další negativa při využívání energetického potenciálu důlních vod je možno uvést nutnost udržování konstantní hladiny důlních vod, udržování hlavních důlních děl v provozuschopném stavu, udržování těžních zařízení v provozuschopném stavu, nepřetržité větrání dolu a zabezpečit odborné personální zázemí v mezích příslušných báňských předpisů,
- ✓ jelikož se jedná o důlní provoz točivých částí a elektrických zařízení je zde riziko vzniku otevřeného ohně,
- ✓ negativem je i skutečnost, že po dobu provozu důlní vodní přečerpávací elektrárny musí být zachovány těžní věže, jelikož musí být v provozu těžní zařízení.

Pozitiva

- ✓ dobrý stabilní zdroj primární vody, prakticky o stabilní teplotě, pro vytápění a ohřev TUV prostřednictvím tepelných čerpadel,
- ✓ u činných dolů, vodních jam a zatopených dolů budou investiční náklady minimální,
- ✓ u využívání geotermální energie horninového masívu jsou investiční náklady nízké, zato bude k dispozici dlouhodobě zdroj teplé primární vody pro tepelná čerpadla,
- ✓ u důlních vodních přečerpávacích elektráren se na rozdíl od klasických vodních elektráren nemusí dělat značné zásahy do krajinného rázu, prakticky jedinou podmínkou je vybudování horní retenční nádrže, výhodou je že se stavba bude realizovat buď přímo v areálu dolu, případně v blízkém okolí, každopádně, tedy v prostoru postiženém důlní těžbou,
- ✓ dá se očekávat, že z pohledu veřejnosti nebude kladen odpor v průběhu schvalovacího řízení,
- ✓ z ekonomického hlediska se prodlouží životnost části dolu, včetně pozitivního dopadu do zaměstnanosti.

Reálná potenciální rizika

- průnik vod z horní retenční nádrže do hlavních důlních děl, případně do vlastních důlních děl
- riziko, že důlní podniky ve fázi likvidace dolů nebudou mít zájem převést doly do režimu využívání energetického potenciálu důlních vod,
- možnost vzniku otevřeného ohně.

Návrh na jejich eliminaci

- řádně zaizolovat horní retenční nádrž proti únikům vody,
- v dostatečném předstihu před zasypáním konkrétního dolu, vyhodnotit efektivitu možného využívání energetického potenciálu důlních vod a provést příslušná opatření k realizaci záměru,
- musí být zpracován komplexní projekt protipožárních opatření jak aktivních tak pasivních, včetně protipožárních čidel případně zhasacího systému.

2.5.2.8 Rizika důlní výstavby a provozu využití „důlních vod“ na povrch a povrchové objekty

Rizika důlní výstavby a provozu využití „důlních vod“ na povrch a povrchové objekty je nutno rozdělit do dvou skupin.

a) Rizika při využívání geotermálního potenciálu důlních vod a horského masívu:

- v zásadě se v dole nepředpokládají žádné stavební práce většího rozsahu,
- vlivy provozu na povrch se neprojeví, pokud budou dodržena opatření navrhovaná v této práci,
- pokud zůstanou důlní prostory v provozu, nebo dojde k zatopení dolu, pak je možno předpokládat, že pokud důlní vody nebudou ve velkém množství odčerpávány, ale budou vráceny zpět, pak se neprojeví rizika na povrchu,
- veškeré objekty se nachází v ohradnicích důlních jam, které nejsou ovlivněny těžbou nerostů
- na povrchu budou nutné jisté stavební úpravy, související s vyvedením potrubí na povrch, a v případě že teplou důlní vodu bude nutno rozvést do okolí, bude nutno vybudovat podpovrchové rozvody potrubí, dále bude nezbytné najít prostory pro umístění výměníků a tepelných čerpadel v místě spotřeby tepla,
- provoz zařízení nebude představovat pro povrch dolu žádná rizika.

b) Rizika při výstavbě a provozu důlní vodní přečerpávací elektrárny:

- při výstavbě se předpokládají stavební práce v dole velkého rozsahu, kde na zvoleném patře dolu bude nutno vyrazit prostory pro strojovny, ve kterých budou instalovány turbíny a další příslušenství, ražby budou nutné, jelikož stávající prostory zpravidla mají nedostatečnou velikost, vliv na povrch tyto práce mít

nebudou, jelikož se jedná o práce ve velkých hloubkách, v rostlé hornině, v ohradníku jam a prostory budou řádně vyztuženy,

- ve vlastním areálu dolu, nebo v jeho blízkosti bude nutno vybudovat horní retenční nádrž s přepadem do vodoteče, během výstavby dojde k jistému zatížení okolí, ale to bude jednorázové, navíc při vhodném časování prací bude možno využít horniny z ražby strojoven pro výstavbu nádrže,
- pokud se podaří horní retenční nádrž vhodně zakomponovat do místního krajinného rázu, tato se může stát jeho trvalou ozdobou a „přirozeným krajinným prvkem“, bez zásadního negativního vlivu,
- při vlastním provozu důlní vodní přečerpávací elektrárny se nepředpokládají žádná rizika na povrch a povrchové objekty, s výjimkou stavu, kdy by došlo k porušení izolace, nebo hrází horní retenční nádrže a zatopení okolí, tomuto riziku lze čelit správným projektem a kvalitně provedenou stavbou.

Návrh na jejich eliminaci

- Rizika důlní výstavby a provozu využití „důlních vod“ na povrch a povrchové objekty se ve smyslu výše uvedeného dají pokládat za nulová. Výstavba a provoz zařízení na energetické využívání potenciálu důlních vod a horninového masívu se projeví pozitivně zejména z pohledu environmentálního, společenského i ekonomického.

2.5.2.9 Rizika způsobené změnami počasí a klimatickými vlivy

Rizika způsobené změnami počasí a klimatickými vlivy na provoz zařízení na využití geotermálního potenciálu důlních vod a horninového masívu a hydrostatického potenciálu důlních vod budou posouzena ve dvou rovinách.

Rizika při změnách počasí

- rizikem jsou náhlé změny počasí, především přechod z kladných do záporných teplot, kdy hrozí zamrzání vody v potrubí v ústí jámy a v bezprostředním okolí,
- zamrzání horní retenční nádrže při velkých a dlouhotrvajících mrazech,
- kondenzace vodních par na technologickém zařízení v podzemí při velkých rozdílech teplot,
- změny teploty vody v potrubích způsobí dilataci potrubí,
- při vysokých teplotách na povrchu dojde i k výraznému oteplení v dole a může hrozit nebezpečí přehřívání některých agregátů v dole,
- při inverzním počasí v oblastech se špatnou kvalitou ovzduší (např. na Ostravsku), hrozí nebezpečí zhoršení ovzduší v dole,
- přívalové deště mohou způsobit vniknutí dešťové vody do hlavních důlních děl.

Eliminace rizik při změnách počasí

- zamrzání potrubí musí být řešeno projekčně a správnou funkcí ohřevu větrů ve vtažné jámě,
- časovou volbou režimu čerpacího a generátorového režimu udržovat za velkých mrazů vyhovující teplotu v horní retenční nádrži,
- nutná taková opatření, aby vlivem kondenzující vody nebyl ohrožen chod a životnost zařízení a bezpečnost osob,
- předpokládané dilatace musí být řešeny v projektu a v následné realizaci,
- přehřívání důlních agregátů se při krátkodobém provozu nepředpokládá, ale musí být řešeno v projektu,
- nutno posoudit vliv reálné kvality ovzduší na systém měření větrů v dole,
- stavebními opatřeními musí být zabráněno proniknutí dešťové vody do hlavních důlních děl.

Rizika způsobená klimatickými vlivy

- v tuzemských klimatických podmínkách se zatím nedají v předpokládané době výstavby a provozu očekávat takové klimatické změny oproti současnosti, aby musela být navrhována mimořádná opatření.

Návrh na jejich eliminaci

- opatření nejsou navrhována

2.5.2.10 Environmentální rizika

Každý energetický zdroj vytváří vazby s životním prostředím. Tyto vazby bývají různé při výstavbě zdroje, při jeho provozování po celou dobu životnosti a konečně i při likvidaci zdroje po jeho technickém nebo morálním dožití. Základní pozitivní ekologickou vazbou každého energetického zdroje – bez ohledu na jeho typ a charakter – je vytvářet užitek v podobě vyráběné elektrické energie. Tato základní pozitivní vazba však bývá u většiny energetických zdrojů vykoupena i některými vazbami z ekologického hlediska negativními.

Popisované možnosti využívání energetického potenciálu důlních vod se jeví z environmentálního pohledu velmi šetrné k životnímu prostředí.

Využívání geotermálního a hydrostatického potenciálu důlních vod

- ✓ celý důl je provozován za standardních podmínek ve smyslu stávajících báňských předpisů,
- ✓ důlní vody společně s technologickými jsou čerpány na povrch z technologických důvodů, kde je přes výměník využíván jejich tepelný potenciál prostřednictvím tepelného čerpadla,
- ✓ důlní vody čerpané ze zatopeného dolu, záleží v jaké hloubce je hladina vody a zda důl musí nebo nemusí být nuceně větrán,

Potenciální rizika:

- environmentální rizika při výstavbě a provozu horních retenčních nádrží,
- vzhledem k tomu, že většina technologických zařízení je umístěna v podzemí, je tímto hluk prakticky eliminován, s výjimkou chodu hlavních důlních ventilátorů a chodu tepelných čerpadel – jedná se ale o zanedbatelné hladiny hluku,
- ovlivňování průtoku vod ve vodotečích vlivem množství vypouštěné vody,
- únik maziv a olejových náplní do důlních vod,
- ovlivňování kvality vod ve vodotečích vypouštěnými důlními vodami (teplota, salinita, příp. jiné).

Návrh eliminace rizik:

- veškerá uvedená rizika musí být konkretizována při přípravě projektu, údaje musí být řádně vyhodnoceny a následně musí být zohledněny při vlastním projektu a vlastní realizaci
- vzhledem k tomu, že retenční nádrže budou situovány do blízkosti, případně přímo v areálech hlubinných dolů, tedy v území postižených důlní činností, bude zátěž do krajinného rázu minimální, ve srovnání s výstavbou klasické vodní přečerpávací elektrárny,
- hluková zátěž bude minimální a neočekává se zásadní problém,
- ovlivňování vody ve vodotečích (co do množství i kvality) je možno oproti stávajícímu stavu výrazně zlepšit, jelikož při správné volbě horní retenční nádrže, může tato sloužit jako zásobník vody pro řízené vypouštění důlní vody do vodoteče, důlní vody mohou být vypouštěny podle průtočného množství ve vodoteči, využití tepla důlních vod bude snižovat teplotu vypouštěných vod,
- úniku maziv a olejových náplní je nezbytné zamezovat technologickou kázní a běžnými opatřeními, za úvahu stojí použití biodegradabilních maziv zejména u vodních turbín.

Využívání geotermálního potenciálu zasypaných likvidovaných dolů, režim tepelného čerpadla „země – voda“

- ✓ Před zasypaním dolu jsou v dole instalovány teplosměnné výměníky (výměník) příslušné rozměrové a tlakové dimenze, který je obsypán vhodným materiálem,
- ✓ výměníky jsou napojené na pár cirkulačních potrubí, kterými je ohřátá voda vedená do tepelného čerpadla, a ochlazená voda je vedená zpět do výměníku,
- ✓ výměníky tepla, cirkulační potrubí a příslušenství jsou v daném případě ve vlivu vlhkosti z důlních vod.

Potenciální rizika:

- vzhledem k uzavřenému okruhu teponosné kapaliny se žádná environmentální rizika nepředpokládají

Návrh eliminace rizik:

- není nutno stanovit.

2.5.2.11 Potenciální rizika z pohledu bezpečnosti a hygieny práce na důlních i povrchových pracovištích

Při posuzování rizik z pohledu bezpečnosti a hygieny práce na důlních i povrchových pracovištích je možno konstatovat, že se bude jednat o kombinaci rizik z oblasti důlního prostředí s riziky z oblasti energetiky.

Rizika z pohledu bezpečnosti a hygieny práce v dole – využívání geotermální energie důlních vod a horninového masivu

Potenciální rizika

- na činných dolech se jedná o standardní rizika, která jsou dostatečně eliminována stávajícími předpisy,
- při využívání geotermální energie zatopených dolů a geotermální energie horninového masivu, není z principu zapotřebí přítomnost osob, a proto není třeba řešit v dané oblasti rizika,
- na povrchu se žádá mimořádná rizika nepřepokládají s výjimkou možného pádu do zatopených jam.

Eliminace rizik

- dodržovat platné stávající předpisy,
- řádně zabezpečit vstup do zatopených důlních děl a zajistit bezpečný přístup k ponorným čerpadlům pokud tyto jsou použita.

Rizika z pohledu bezpečnosti a hygieny práce v dole – důlní vodní přečerpávací elektrárny

Potenciální rizika

- nebezpečí úrazu elektrickým proudem,
- nebezpečí od točivých částí,
- nebezpečí pádu do jámové tůně zatopené vodou,
- nebezpečí vzniku mimořádných událostí a nutnosti evakuace osob komplikovanými cestami – nutnost užití těžních zařízení, nebo lezních oddělení v jámách,
- značné kolísání teplot v důlních provozovnách,

- **dlouhodobý pobyt osob v omezeném prostoru,**
- **kluzké podlahy.**

Eliminace rizik

- **důsledně dodržovat předpisy v oblasti elektro včetně bezpečnostních pomůcek,**
- **konstrukcí zařízení musí být zabráněno vzniku nebezpečí od točivých částí,**
- **vstup do jámové tůně musí být řádně zabezpečen, musí být stanoven postup přístupu k ponorným čerpadlům, sacím košům, čidlům apod,**
- **pro případ řešení mimořádných událostí musí být zpracován havarijní plán, kde budou mimo jiné uvedené únikové cesty a způsob evakuace, zaměstnanci musí být pravidelně v této oblasti proškolení,**
- **provozovny musí mít únikové východy,**
- **provozovny a únikové cesty musí mít nouzové osvětlení,**
- **pro obsluhu a údržbu musí být zabezpečen bezpečný prostor s vhodnými klimatickými podmínkami, a s vyhovujícím sociálním zařízením s tekoucí užitkovou vodou,**
- **pro pracovníky v podzemí musí být organizací zabezpečen pitný režim a potřebné pracovní a ochranné pomůcky,**
- **vhodnými opatřeními musí být snížena kluzkost podlah.**

Závěr

Řešení problematiky bezpečnosti práce, hygieny a ochrany zdraví musí být již ve stadiu projekčních prací věnována mimořádná pozornost. Musí být respektovány všechny dotčené důlní předpisy, ale i všeobecné předpisy a normy vztahující se k dané problematice.

2.5.2.12 Souhrnný návrh na eliminaci rizik

Vytvořit ucelený, přehledný a smysluplný souhrnný návrh na eliminaci rizik se při takto rozsáhlé zprávě jeví jako nevhodný. Zpracování všech rizik je provedeno v jednotlivých částech kapitoly 1.2.1, to je v subkapitolách 1.2.1.1 až 1.2.1.11 a následně subkapitole 2.5.2. Všechny tyto kapitoly obsahují v zásadě obecnou část, která uvádí danou problematiku, na tuto část navazuje stanovení potenciálních rizik pro různé způsoby využití energetického potenciálu důlních vod, na tato rizika navazuje návrh eliminace rizik. Tento způsob zpracování byl zvolen pro větší přehlednost kde výčtu rizik odpovídá návrh na jejich eliminaci.

V zásadě byly hodnoceny procesy z pohledu dvou skupin rizik.

- 1 Rizika důlního a povrchového prostředí na provoz technologických celků na využívání energetického potenciálu důlních vod.
- 2 Rizika provozu technologických celků na energetické využívání důlních vod na důl nebo jeho části, kde je daná technologie instalována a provozována.

Výzkum potenciálních rizik vycházel ze znalostí řešitelského týmu jak v oblasti důlní problematiky, tak z oblasti energetiky, zejména hydroenergetiky. Velkým zdrojem poznání

jsou dva pilotní projekty využívání tepla důlních vod. Jeden slouží k vytápění provozní budovy na Dole Jeremenko, kde zdrojem tepla jsou čerpané důlní vody z tzv. vodní jámy „Jeremenko“. Prostřednictvím dvou tepelných čerpadel je vytápěn zateplený provozní objekt. Druhá pilotní realizace je provedena na bývalém dole Tomáš v Ratiškovících. Tento důl s ukončenou těžbou v padesátých letech byl zatopen a v areálu současné společnosti T-Machinery jsou dvě jámy, v obou je dostupná hladina vody, která vznikla spojením důlních a podzemních vod. Teplá voda je čerpána z jedné jámy, přes výměník je vrácena do druhé jámy. Obě jámy jsou hydraulicky propojeny v podzemí. Z výměníku je sekundárním obvodem voda čerpána do tepelného čerpadla, kde se ohřívá teplá užitková vody pro přibližně 350 zaměstnanců.

Dalším zdrojem poznání je příprava projektu důlní vodní přečerpávací elektrárny, jejíž instalace se připravuje na Dole Jeremenko.

2.5.3 Novelizace, případně úpravy stávajících právních norem upravujících problematiku energetického využívání důlních vod, včetně projevů na životní prostředí

V etapě 1 projektu č. TB 010CBU001 nazvané „Zhodnocení situace z hlediska současného i možného způsobu využívání energetického potenciálu důlních vod“ byly předloženy v kapitole 1.3 Základní požadavky na legislativní úpravy a kapitole 1.5 Analýza současné právní úpravy a základních požadavků souhrn odkazů na platné předpisy pro námi řešenou tematiku.

Lze konstatovat, že současně platná legislativa a technické předpisy postihují z velké části také technologie pro využívání důlních vod pro potřeby energetiky. **Je možno konstatovat, že současně platná legislativa zásadním způsobem nebrání využívání energetického potenciálu důlních vod ve variantách uvedených v této práci.**

Navržení potřebných legislativních úprav, případně jejich novelizace

V rámci řešení předmětného úkolu využití energetického potenciálu důlních vod a to jak formou vodní přečerpávací elektrárny, tak využitím tepelného potenciálu důlních vod v hlubinných dolech, byla provedena komplexní analýza požadavků souvisejících předpisů, zejména pak vyhlášky č. 22/1989 Sb. a to především z hlediska zajištění bezpečnosti práce a dále potom na požadavky zajišťující provoz technologického celku PVE v podmínkách hlubinného dolu

V rámci této komplexní analýzy byly v teoretické rovině, jednotlivé požadavky stanovené vyhláškou 22/1989 Sb. konfrontované, s praktickými zkušenostmi dosud získanými během realizace pilotního projektu PVE na bývalém dole Jeremenko v areálu Diamo Ostrava.

Na základě analýzy předpokládaných bezpečnostních a technologických požadavků předmětné technologie PVE navrhované k realizaci v důlním díle hlubinného dolu z pohledu báňského předpisu, kterým bezesporu vyhláška č. 22/1989 Sb. je, byly formulovány níže uvedené závěry a doporučení:

- 1. Platná právní úprava daná vyhláškou č. 22/1989 Sb. umožňuje realizaci technologií využití energetického potenciálu důlních vod a to jak formou vodní přečerpávací elektrárny, tak využitím tepelného potenciálu důlních vod v hlubinných dolech, jak z pohledu zajištění bezpečnosti práce, tak také z hlediska bezpečnosti provozu předmětného technologického celku.**
- 2. Pro zjednodušení realizace projektů technologií využití energetického potenciálu důlních vod a to jak formou vodní přečerpávací elektrárny, tak využitím tepelného**

potenciálu důlních vod v hlubinných dolech navrhujeme jako jeden z výstupů tohoto projektu následující právní úpravy:

Vyhláška ČBÚ, č. 22/1989 Sb., ze dne 29. prosince 1988

Tato vyhláška pojednává „O bezpečnosti a ochraně zdraví při práci a bezpečnosti provozu při hornické činnosti a při dobývání nevyhrazených nerostů v podzemí“, a je základní právní normou, která se nejvíce vztahuje k dané problematice.

§ 79 - Rozdělení dolů

Stávající znění

(1) Doly se z hlediska výskytu metanu dělí na dvě kategorie:

- a) neplynující doly
- b) plynující doly

(2) Neplynující doly jsou ty doly, kde koncentrace metanu nedosáhla v žádném ovětrávaném 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. Plyné zplodiny důlních požárů se pro zařazení dolu neuvažují.

(3) Plynující doly jsou uhelné doly s výjimkou dolů lignitových a ostatní doly, které nesplňují požadavky uvedené v odstavci 2. 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.

(4) Každé zjištění, které by mohlo mít vliv na zařazení dolu do kategorie plynujících dolů nebo do vyšší třídy nebezpečí, oznámí organizace bezodkladně obvodnímu báňskému úřadu.

(5) Na základě výsledků měření podle odstavce 2 nebo na základě oznámení podle odstavce 4 zařadí obvodní báňský úřad neplynující důl do kategorie plynujících dolů a plynující důl I. třídy nebezpečí do II. třídy nebezpečí. Plynující důl nemůže být zpětně přeřazen mezi doly neplynující.

(6) Při zařazení dolu mezi plynující nebo při přeřazení dolu do vyšší třídy nebezpečí obvodní báňský úřad současně stanoví lhůty kontrolních měření.

Navrhovaná úprava nového znění

(1) Doly se z hlediska výskytu metanu dělí na dvě kategorie:

- a) neplynující doly
- b) plynující doly

(2) Neplynující doly jsou ty doly, kde koncentrace metanu nedosáhla v žádném ovětrávaném 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. Plynné zplodiny důlních požárů se pro zařazení dolu neuvažují.

(3) Plynující doly jsou uhelné doly s výjimkou dolů lignitových a ostatní doly, které nesplňují požadavky uvedené v odstavci 2. 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, s výjimkou dolů s ukončenou těžební činností, kde může na základě oznámení organizace obvodní báňský úřad provést přeřazení mezi neplynující doly, nebo mezi plynující doly I. třídy nebezpečí dle odstavce 7 a 8.

Ostatní plynující doly jsou doly I. třídy nebezpečí.

(4) Každé zjištění, které by mohlo mít vliv na zařazení dolu do kategorie plynujících dolů nebo do vyšší třídy nebezpečí, oznámí organizace bezodkladně obvodnímu báňskému úřadu.

(5) Na základě výsledků měření podle odstavce 2 nebo na základě oznámení podle odstavce 4 zařadí obvodní báňský úřad neplynující důl do kategorie plynujících dolů a plynující důl I. třídy nebezpečí do II. třídy nebezpečí. Plynující důl nemůže být zpětně přeřazen mezi doly neplynující.

(6) Při zařazení dolu mezi plynující nebo při přeřazení dolu do vyšší třídy nebezpečí obvodní báňský úřad současně stanoví lhůty kontrolních měření.

(7) Na základě prokazatelných výsledků měření podle odstavce 2, může podle potřeby organizace požádat příslušný obvodní báňský úřad o přeřazení mezi neplynující doly, nebo mezi plynující doly I. třídy nebezpečí.

(8) V případě přeřazení ve smyslu odstavce 7, určí obvodní báňský úřad způsob a četnost měření složení ovzduší v přeřazeném dole.

Odůvodnění navrhované změny

Navrhovaná změna znění § 79 Rozdělení dolů, Vyhláška ČBÚ, č. 22/1989 Sb., ze dne 29. prosince 1988 „O bezpečnosti a ochraně zdraví při práci a bezpečnosti provozu při hornické činnosti a při dobývání nevyhrazených nerostů v podzemí“, vychází ze skutečnosti, že v současné době existují doly s ukončenou, nebo dosud nezahájenou těžební činností, kde složení důlních plynů je zcela odlišné, příznivější, než v dolech kde probíhá těžební činnost.

Navrhovaná změna uvedeného paragrafu nepřerazuje automaticky doly z pohledu nebezpečí výbuchu metanu a ostatních hořlavých plynů, ale vytváří možnost, aby organizace měla možnost požádat o toto přeřazení a aby obvodní báňský úřad měl možnost toto přeřazení provést za stanovených podmínek, tak aby nedošlo k ohrožení bezpečnosti provozu a ochrany zdraví při práci.

Výše uvedená možnost přeřazení dolu zjednoduší a zlevní realizaci projektů na využívání energetického potenciálu důlních vod včetně všech souvisejících zařízení a zlevní a zjednoduší provoz těchto zařízení.

Projevy na životní prostředí

Oba principy využívání energetického potenciálu důlních vod jsou principiálně velmi šetrné ve vztahu k životnímu prostředí.

Na rozdíl od klasických vodních přečerpávacích elektráren, které zpravidla využívají terénních výškových rozdílů a při jejich realizaci dochází k hrubým a nevratným zásahům do krajinného rázu, při popisovaném principu jedinou povrchovou stavbou je horní retenční nádrž, která bude zpravidla budována v povrchové části hlubinného dolu, tedy k zásahu do krajiny prakticky nedojde.

Při využívání tepla důlních vod prostřednictvím tepelných čerpadel jde o typické využívání obnovitelných zdrojů energie, které navíc má v mnoha případech pozitivní dopad do životního prostředí, případně je k životnímu prostředí neutrální. Příklad pozitivního vlivu je využívání tepla důlních vod na Dole Jeremenko v Ostravě, kde je nepřetržitě čerpána důlní voda o teplotě cca 26 °C a je vypouštěná do řeky Ostravice. Tato teplá voda způsobuje jisté problémy v řece. Využití jejího tepla se snižuje teplota vypouštěné vody do řeky.

Závěrem lze konstatovat, že vlivy na životní prostředí vlivem využívání energetického potenciálu důlních vod je prakticky nulové případně i pozitivní. Byla zkoumána potřeba změny legislativy v oblasti na životní prostředí, tato potřeba však nebyla indikována.

2.5.4 Metodika, určující využití čerpaných důlních vod pro energetické účely, včetně stanovení kritérií a vlastností těchto důlních vod k dalšímu využití

Tato kapitola se svým způsobem zpracování poněkud vymyká kontextu celého projektu a to zejména v oblasti číslování kapitol a subkapitol. Je to způsobeno zejména tím, že metodika je prakticky použitelný samostatný dokument, u kterého by číslování kapitol a subkapitol v kontextu celého projektu bylo nepraktické a zavádějící. Celkový obsah kapitoly 2.5.4 odpovídá svým obsahem a strukturou popisu projektu. Autoři této práce věří, že byl zvolen postup, který z praktických důvodů přispěl k lepšímu využití certifikované metodiky.

Kapitola 2.5.4 je samostatnou přílohou č.2, tohoto materiálu s názvem „**Certifikovaná metodika, určující využití čerpaných důlních vod pro energetické účely, včetně stanovení kritérií a vlastností těchto důlních vod k dalšímu využití**“

Souhrnný přehled závěrů a doporučení pro realizaci projektů využívání energetického potenciálu důlních vod je uveden v tabulce „**Souhrnný přehled závěrů a doporučení**“, která je v přílohou č.1 tohoto materiálu.

2.6 Závěr řešení a doporučení pro praxi

Celá práce s názvem „Zhodnocení technologií a projektů pro využívání energetického potenciálu důlních vod a optimalizace právních předpisů pro realizaci a bezpečný provoz těchto technologií“ vychází z potřeb nové situace nejen v českém v hornictví, kdy se v současné době nacházíme v podstatě na počátku dotěžování otevřených těžených uhelných lokalit těžených hlubinným způsobem a v dohledné době se bude připravovat zavírání dolů. Naproti tomu dochází k novým poznatkům v možném využívání hlubinných dolů po ukončení těžební činnosti, jehož podstatou je například využívání tepelného potenciálu důlních vod prostřednictvím tepelných čerpadel a využívání hydrostatického potenciálu důlních pracujících na principu vodní přečerpávací elektrárny využívající spád daný hloubkou důlních jam.

Cíle řešení projektu jak byly stanoveny v zadání:

1. Zhodnocení situace z hlediska současného i možného budoucího způsobu využívání energetického potenciálu důlních vod
2. Výzkum bezpečnostních rizik spojených s používanými i navrhovanými technologiemi energetického využívání důlních vod, včetně návrhu jejich eliminace
3. Zhodnocení současného stavu legislativy, platné pro tuto oblast činnosti a na základě získaných vědecky zdůvodněných podkladů navržení jejich úprav, případně novelizace
4. Metodika, určující využití čerpaných důlních vod pro energetické účely, včetně stanovení kritérií a vlastností těchto důlních vod k dalšímu využití
5. Formulace specifických výsledků
6. Závěr řešení a doporučení pro praxi

Plnění cílů řešení projektu:

Podrobné řešení projektu je podrobně dokumentováno v jednotlivých zprávách o řešení projektu, kde je uvedeno i plnění cílů v plném rozsahu. V následujícím je uveden stručný výčet cílů a popis jejich plnění.

1. Zhodnocení situace z hlediska současného i možného budoucího způsobu využívání energetického potenciálu důlních vod

Energetika je průmyslové odvětví, které pro vyspělé země představuje jednu z nejdůležitějších součástí národního hospodářství. Pro Evropu a země Evropské unie představuje energetika velmi významné strategické odvětví. Evropská energetika však v současnosti prochází poměrně turbulentním vývojem, ovlivněným především politickými zásahy, dlužno podotknout mnohdy zbrklými, neodrážejícími technologickou a surovinovou realitu. Česká republika v tomto směru není výjimkou, o čemž svědčí stále nepřijatá a neustále doplňovaná Státní energetická koncepce. Nicméně vzhledem k útlumu těžby energetických surovin, rostoucí závislosti na dovozu těchto surovin z potenciálně nestabilních států, útlumu uhelných a jaderných elektráren, na jedné straně a sílícímu tlaku na využívání alternativních energetických zdrojů a rozvoj tzv. chytrých distribučních sítí na straně druhé, roste význam menších energetických zdrojů schopných pružně reagovat na aktuální energetické potřeby.

Jedním z takovýchto zdrojů 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 za pomoci tepelných čerpadel, v druhém za pomoci turbín na principu důlních přečerpávacích elektráren.

Řešený projekt si klade za cíl zhodnocení dosavadních technologií a projektů, které řeší nebo využívají energetický potenciál důlních vod a navržení úprav současných právních předpisů pro realizaci a bezpečný provoz těchto technologií.

2. Výzkum bezpečnostních rizik spojených s používáním i navrhovanými technologiemi energetického využívání důlních vod, včetně návrhu jejich eliminace

Zpracování všech rizik je provedeno v jednotlivých částech kapitoly 1. 2. 1, to je v subkapitolách 1. 2. 1. 1 až 1. 2. 1. 11. Všechny tyto kapitoly obsahují v zásadě obecnou část, která uvádí danou problematiku, na tuto část navazuje stanovení potenciálních rizik pro různé způsoby využití energetického potenciálu důlních vod, na tato rizika navazuje návrh jejich eliminace.

V zásadě byly hodnoceny procesy z pohledu dvou skupin rizik.

- 3 Rizika důlního a povrchového prostředí na provoz technologických celků na využívání energetického potenciálu důlních vod.
- 4 Rizika provozu technologických celků na energetické využívání důlních vod na důl nebo jeho části, kde je daná technologie instalována a provozována.

Výzkum potenciálních rizik vycházel ze znalostí řešitelského týmu jak v oblasti důlní problematiky, tak z oblasti energetiky, zejména hydroenergetiky. Velkým zdrojem poznání jsou dva pilotní projekty využívání tepla důlních vod. Jeden slouží k vytápění provozní budovy na Dole Jeremenko, kde zdrojem tepla jsou čerpané důlní vody z tzv. vodní jámy „Jeremenko“. Prostřednictvím dvou tepelných čerpadel je vytápěn zateplený provozní objekt. Druhá pilotní realizace je provedena na bývalém dole Tomáš v Ratiškovcích. Tento důl s ukončenou těžbou v padesátých letech byl zatopen a v areálu současné společnosti T-Machinery jsou dvě jámy, v obou je dostupná hladina vody, která vznikla spojením důlních a podzemních vod. Teplá voda je čerpána z jedné jámy, přes výměník je vrácena do druhé jámy. Obě jámy jsou hydraulicky propojeny v podzemí. Z výměníku je sekundárním obvodem voda čerpána do tepelného čerpadla, kde se ohřívá teplá užitková voda pro přibližně 350 zaměstnanců.

Dalším zdrojem poznání je příprava projektu důlní vodní přečerpávací elektrárny, jejíž instalace se připravuje na Dole Jeremenko.

Pokud vyhodnotíme všechna potenciální rizika, pak musíme konstatovat jejich rozdílnou váhu.

Z navržených opatření na eliminaci identifikovaných rizik lze konstatovat, že žádné z rizik není tak závažné, že by znemožnilo realizovat záměr využívat energetický potenciál důlních vod.

Poznatky z této části jsou včleněny do „Certifikované metodiky“, která je jedním ze specifických výstupů řešení tohoto projektu.

3. Zhodnocení současného stavu legislativy, platné pro tuto oblast činnosti a na základě získaných vědecky zdůvodněných podkladů návržení jejich úprav, případně novelizace

Subkapitola 2. 5. 3, „Novelizace, případně úpravy stávajících právních norem upravujících problematiku energetického využívání důlních vod, včetně projevů na životní prostředí“. Byla provedena podrobná analýza celého právního prostředí souvisejícího s řešenou problematikou a byly konstatovány dva zásadní závěry:

- a) **Platná právní úprava daná vyhláškou č. 22/1989 Sb. umožňuje realizaci technologií využití energetického potenciálu důlních vod a to jak formou vodní přečerpávací elektrárny, tak využitím tepelného potenciálu důlních vod v hlubinných dolech, jak z pohledu zajištění bezpečnosti práce, tak také z hlediska bezpečnosti provozu předmětného technologického celku.**
- b) **Pro zjednodušení realizace projektů technologií využití energetického potenciálu důlních vod a to jak formou vodní přečerpávací elektrárny, tak využitím tepelného potenciálu důlních vod v hlubinných dolech navrhuje jako jeden z výstupů tohoto projektu právní úpravu spočívající v možnosti přeřazení plynujícího dolu s ukončenou těžební činností mezi doly neplynující, případně dolu II. třídy nebezpečí do I. třídy nebezpečí.**

4. Metodika, určující využití čerpaných důlních vod pro energetické účely, včetně stanovení kritérií a vlastností těchto důlních vod k dalšímu využití

Druhým výstupem je subkapitola 2.5.4 s názvem „**Metodika, určující využití čerpaných důlních vod pro energetické účely, včetně stanovení kritérií a vlastností těchto důlních vod k dalšímu využití**“. Tato metodika po splnění příslušných náležitostí byla certifikovaná Českým báňským úřadem a po vydání certifikátu nese název „**Certifikovaná metodika, určující využití čerpaných důlních vod pro energetické účely, včetně stanovení kritérií a vlastností těchto důlních vod k dalšímu využití**“.

Celkový obsah kapitoly 2.5.4 odpovídá svým obsahem a strukturou popisu projektu. Autoři této práce věří, že byl zvolen postup, který z praktických důvodů přispěl k lepšímu využití certifikované metodiky.

5. Formulace specifických výsledků

Mezi **specifické výsledky řešení** projektu č. TB010CBU001 s názvem „**Zhodnocení technologií a projektů pro využívání energetického potenciálu důlních vod a optimalizace právních předpisů pro realizaci a bezpečný provoz těchto technologií**“ patří splnění cíle č. 3 a č.4:

- c) **Certifikovaná metodika zpracovaná dle „Metodického postupu pro zpracování a uplatnění výsledků výzkumu a vývoje“ typu „Nmet – Certifikovaná metodika“ v oblasti působnosti Státní báňské správy, vydané opatřením č. 8/2013. Tento metodický postup je samostatnou přílohou č.2, tohoto materiálu.**
- d) **Optimalizace právních předpisů pro realizaci a bezpečný provoz těchto technologií, která je uvedena v kapitole 2.5.3.**

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 a k ohřevu teplé užitkové vody. 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 a ohřevu TUV v místě realizace.

Technické požadavky na použité technologie musí zajistit, aby toto zařízení odpovídalo podmínkám pro danou lokalitu a splňovalo požadavky jak výkonové, tak zejména bezpečnostní a následné efektivitu 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.

Certifikace metodiky

Certifikovaná metodika je zpracovaná dle „**Metodického postupu pro zpracování a uplatnění výsledků výzkumu a vývoje**“ typu „Nmet – Certifikovaná metodika“ v oblasti působnosti Státní báňské správy, vydané opatřením č. 8/2013.

Metodika zpracovaná ve smyslu výše uvedeného metodického postupu obdržela na základě dvou odborných posudků a smlouvy o uplatnění certifikované metodiky osvědčení ČBÚ. Níže uvedené materiály jsou přílohou certifikované metodiky.

Osvědčení Českého báňského úřadu v Praze, Čj. SBS: /34693/2013
O uznání uplatněné certifikované metodiky v souladu s „Metodiky hodnocení výsledků výzkumu a vývoje“ s názvem „**Certifikovaná metodika, určující využití čerpaných důlních vod pro energetické účely, včetně stanovení kritérií a vlastností těchto důlních vod k dalšímu využití**“

Oponentní posudek (odborníka státní správy), „Certifikovaná metodika, určující využití čerpaných důlních vod pro energetické účely, včetně stanovení kritérií a vlastností těchto důlních vod k dalšímu využití“.

Zpracovatel posudku: Ing. Antonín Taufer, CSc., - ČBÚ Praha,
ze dne 22. 11. 2013.

Oponentní posudek (odborník z oboru), „Certifikovaná metodika, určující využití čerpaných důlních vod pro energetické účely, včetně stanovení kritérií a vlastností těchto důlních vod k dalšímu využití“.

Zpracovatel posudku: Ing. Josef Havelka, - DIAMO, státní podnik, odštěpný
závod ODRA, ze dne 25. 11. 2013

Smlouva o uplatnění certifikované metodiky č. 30 20 13 zpracované v rámci řešení výzkumného projektu / záměru č. TB010CBU001 uzavřená podle ustanovení § 269 zákona 513/1991 Sb., obchodní zákoník, mezi poskytovatelem metodiky **FITE a.s.** a uživatelem metodiky **DIAMO, státní podnik, odštěpný závod ODRA**, ze dne 25. 11. 2013

6. Závěr řešení a doporučení pro praxi

Tyto poznatky jsou již ověřeny praxí v případě využívání tepla důlních vod a ve vysokém stupni rozpracovanosti je realizace důlní přečerpávací vodní elektrárny. Tyto zkušenosti jsou základem úvah o tzv. aktivní konzervaci dolu, kdy například důl, kde současná ekonomika těžby je nerentabilní, ale je předpoklad, že v budoucnu při zvýšení ceny uhlí, obecně jakéhokoliv těženého nerostu, se těžba může stát opět rentabilní. V tomto mezidobí může být důl zakonzervován a konzervační náklady mohou být sníženy z výnosu využívání energetického potenciálu důlních vod. Tatáž úvaha je možná pro případ, kdy jsou vyhloubeny jámy, ale důl není z různých příčin v těžebním režimu a tento stav bude trvat dlouhou dobu, po kterou může být využíván energetický potenciál důlních vod s obdobným ekonomickým přínosem.

Zpracování celého projektu a zejména oba specifické výstupy slouží především k usnadnění vyhledávání, projekci, schvalování, realizaci a provozu zařízení na využívání energetického potenciálu důlních vod. Přestože metodika je poměrně podrobně zpracována s řadou dílčích závěrů a doporučení a s celkovým přehledem závěrů a doporučení a je dobrým vodítkem při přípravě investičních projektů využívajících energetický potenciál důlních vod, je možno čerpat podrobné a vyčerpávající informace z celého textového znění.

Závěrem je možno konstatovat, že celý projekt byl zpracován ve smyslu zadání a všech šest vytčených cílů bylo splněno bezesbýtku.