

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE
FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

15.4. 2017

Martin Čáp

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE
FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ
KATEDRA GEOENVIRONMENTÁLNÍCH VĚD

ZHODNOCENÍ VLIVU HISTORICKÉ TĚŽBY
NEROSTNÝCH SUROVIN NA SOUČASNÝ STAV
ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ NA PŘÍBRAMSKU
BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Vedoucí práce: RNDr. Miroslav Jetmar, Ph.D.

Bakalant: Čáp Martin

2017

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Martin Čáp

Vodní hospodářství

Název práce

Zhodnocení vlivu historické těžby nerostných surovin na současný stav životního prostředí na Příbramsku

Název anglicky

Evaluation of the historical raw materials mining influence for the present situation of the environment in Příbram region

Cíle práce

Shrnutí a analýza údajů o vybraných historických lokalitách, ovlivněných těžbou nerostných surovin na Příbramsku a dopadů těžby na současný stav jednotlivých prvků životního prostředí. Zhodnocení možných rizik souvisejících se studovanou problematikou.

Metodika

Dokumentace a sledování vývoje Příbramské oblasti především z hlediska historie těžby místních nerostných surovin. Popis vztahů živé a neživé přírody a současných vlivů na stav životního prostředí. Práce s mapami, informačními systémy a databázemi (Geofond, Česká geologická služba, Hydroekologický informační systém). Dálkový průzkum Země. Terénní průzkum. Fotodokumentace.

Doporučený rozsah práce

50

Klíčová slova

Podzemní voda, haldy, důlní propad, rekultivace, těžba nerostných surovin, ložiska, ochrana životního prostředí, Příbram

Doporučené zdroje informací

Chlupáč I. a kol. (2002): Geologická minulost České republiky. Academia. Praha. Mísař Z. a kol. (1983): Geologie ČSSR I. Český masív. SPN. Praha. Různí autoři (1920 1970): Soupisy lomů. ÚÚG. Praha. Různí autoři (1960 1968): Vysvětlivky k přehledné geologické mapě ČSSR (+ mapy). – ÚÚG. Praha. Různí autoři (1970 2010): Regionálně geologické monografie České republiky. ČGS. Praha. Různí autoři (1970 2010): Soubor geologických a účelových map vysvětlivky a mapy. ÚÚG, ČEÚ, CENIA. Praha. (Také v elektronické verzi.) Různí autoři (1980 2010): Vysvětlivky k podrobné geologické mapě ČR (+ mapy). ÚÚG, ČGÚ, ČGS. Praha. (Také v elektronické verzi.) Různí autoři (2002 2009): Chráněná území České republiky. AOPK. Praha. Odebrat

Předběžný termín obhajoby

2016/17 LS – FŽP

Vedoucí práce

RNDr. Miroslav Jetmar, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra geoenvironmentálních věd

Konzultant

Dr. Jehlička

Elektronicky schváleno dne 28. 3. 2017

prof. RNDr. Michael Komárek, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 29. 3. 2017

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 21. 04. 2017

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně pod vedením pana RNDr. Miroslava Jetmara, Ph.D. a že jsem uvedl všechny literární prameny, ze kterých jsem čerpal.

Další informace mi poskytli pracovníci DIAMO, s. p., o. z. SUL Příbram.

V Bohutíně 24. 4. 2017

.....

Poděkování

Děkuji RNDr. Miroslavu Jetmarovi, Ph.D. za odborné vedení práce, za věcné připomínky a vstřícnost při konzultacích.

Zároveň mé poděkování patří Ing. Josefu Kovářovi a dalším spolupracovníkům z Diamo, s.p., SUL, o. z. Příbram za trpělivost a vstřícné jednání, za poskytování cenných rad a materiálních podkladů. Neméně děkuji i paní Doležalové z knihovny Diamo, s. p., SUL, o. z. Příbram za obětavou pomoc a ochotu, kterou mi věnovala při získávání dokumentů a literatury k této bakalářské práci.

Abstrakt

Cílem této bakalářské práce je seznámit čtenáře s důsledky důlní činnosti v příbramském regionu. V této souvislosti jsou zde zvládněny odvaly po uranové těžbě, jejichž vliv na přírodu a krajinu je v současné době velmi řešeným tématem.

Pro lepší pochopení rozsahu, důležitosti a závažnosti báňské činnosti v Příbrami a okolí, byla tato práce rozdělena do několika částí. Je zde popsána stručná historie těžebních aktivit, popis geologické stavby regionu a jasné rozdělení těžební činnosti na Příbramsku. Dále práce pokračuje s popisem nejzávažnějších dopadů, kterými důlní činnost a návazné průmysly ovlivnily příbramský region. Vlivy jsou zde rozděleny do zemských sfér, které jsou následně popsány a jsou zde uvedeny konkrétní příklady. Poté práce přechází k vlastní problematice odvalů, popisuje nebezpečí které představují a zabývá se výhodami a nevýhodami jejich odstranění nebo ponechání v současném stavu. Spolu s tím je zde také přiblížena koncepce možného přemístění a odstranění odvalů. Vlastní přínos práce by měl spočívat v její informativnosti. Práce je schopna čtenáři představit nejvíce podstatné vlivy, kterými důlní činnost a její pozůstatky působí na životní prostředí Příbramského regionu. V neposlední řadě také práce přináší náhled do problematiky odvalů a složitosti nalezení uspokojivého řešení.

Klíčová slova : Odval, Znečištění, Radionuklid, Hlušina

Abstract

The main purpose of this bachelor thesis is to apprise reader of consequences of mining activities in the Příbram region. In this context, thesis emphasizes heaps created by the waste of the uranium mining in Příbram. The influence of the heaps on the nature and landscape of the Příbram region is currently very important and discussed theme. In order to better understand the extent, importance and the magnitude of mining activities in Příbram and its surroundings, this work was divided into several parts. In the thesis, there is described brief history of the mining activities, geological structure of the region and clear divide and classification of the mining sites in Příbram. Next point of the thesis is to describe the most severe impacts, the mining activities and related industries had caused. These impacts are divided into the components (spheres) of the Earth System, these spheres are described and for each one is assigned specific example. Afterwards, the thesis concentrates on the problem of the heaps, describes the dangers posed by them and deals with the advantages and disadvantages of their removal or leaving them in their current state. At the same time, the thesis points out conception for a possibility of relocation and complete removal of the heaps. The actual benefit of the thesis should be its informativeness. Thesis is capable of presenting the most significant influences on the environment of the Příbram region, caused by the mining activities and its remains. Last but not least, the thesis also provides an insight into the issue of the heaps and complexity of finding satisfactory solution.

Key words : Heap, pollution, Radionuclide, Gangue

Obsah

Úvod.....	7
Cíle práce	9
Metodika	10
1. Historie dobývání nerostných surovin na Příbramsku	12
2. Geologické poměry na Příbramsku.....	14
2. 1 Hlavní geologické oblasti příbramského regionu	14
2. 2 Geologické rozdělení Příbramska	15
2. 3 Sedimentární horniny na Příbramsku.....	16
2. 4 Intruzivní horniny na Příbramsku	18
2. 5 Tektonické poměry na Příbramsku	18
2. 6 Rudní ložiska na Příbramsku	19
3. Rozdělení důlní činnosti na Příbramsku.	20
3. 1. Březohorský rudní revír	20
3. 2. Příbramský uranový revír.....	23
4. Významné dopady těžby nerostných surovin na okolní krajinu	26
4. 1 Vliv na atmosféru.....	27
4. 2 Vliv na litosféru	30
4. 3 Vliv na pedosféru	31
4. 4 Vliv na hydrosféru	33
4. 5 Vliv na biosféru.....	38
5. Odvaly po uranové těžbě jako zátěže na životní prostředí na Příbramsku.....	38
5. 1 Radioaktivní částice z rizikových odvalů na Příbramsku	39
5. 2 Radioaktivita odvalů po těžbě uranu na Příbramsku.....	41
5. 3 Odvaly jako zátěže územního rozvoje	46
5. 4 Flóra odvalů na ložisku Příbram	46
5. 5 Rekultivace odvalů.....	47
6. Problematika likvidace odvalů na ložisku Příbram.....	49
6. 1 Původní plán likvidace odvalů.....	49
6. 2 Nový plán likvidace odvalů	51
7. Diskuse.....	57
8. Závěr	59

5) ANONYM, 2012: Radioaktivní záření v organismu a veličiny s tím související. Online: http://fyzika.jreichl.com/main.article/view/843-radioaktivni-zareni-v-organismu-a-veliciny-s-tim-souvisejici , cit. 16. 4. 2017.....	62
10) GRULICH V., 2012: Červený seznam cévnatých rostlin České republiky. Online: http://botany.cz/cs/cervený-seznam/ , cit. 28. 3. 2017	62
14) JEŽEK V., 1975: Historie dobývání stříbra, olověných a železných rud na Příbramsku. Sborník hornická Příbram, Online: http://www.mining.cz/texty/brezovky/history.htm , cit. 17. 4. 2017.....	62
6.3 Nerostné suroviny z odvalů ložiska Příbram.....	55
7. Diskuse.....	56
8. Závěr.....	58
9. Zdroje literatury.....	59

Úvod

Získávání nerostného bohatství bylo nedílnou součástí Příbrami a jejího okolí již odnepaměti. Prvotní dobývací činnosti na Příbramsku, jakými bylo rýžování drahých kovů v průběhu věků, postupně ustoupily stále důmyslnějším a komplexnějším technikám těžby, které se snažily naplnit soustavně se zvyšující poptávku. Spolu se stále rozsáhlejší a náročnější důlní činností a dalšími navazujícími procesy s tím spojenými, se úměrně navyšovaly i dopady různého charakteru, které tyto aktivity přirozeně následovaly.

Důsledky důlní činnosti byly pro přírodu a krajinu příbramského regionu velmi rozsáhlé. Je pravdou, že je důlní činnost v mnoha ohledech pozitivním přínosem pro dané území. Jedním s příkladů je zlepšení ekonomických poměrů na Příbramsku díky ziskům z těžby a produkce zde zpracovaných materiálů, které byly s touto činností spjaty. Za další přínos lze považovat také příliv nových obyvatel přicházejících za prací. Díky novým pracovním příležitostem, a tím pádem navyšování populace v oblasti se zde také urychloval rozvoj území. Postupem času bylo Příbramsko neodmyslitelně spjato hlavně s hornickou činností, a stalo se tak jednou z nejznámějších hornických oblastí v České republice.

Mnohem výrazněji je ale vnímán negativní vliv těžby nerostných surovin na životní prostředí a na samotného člověka. Většina lidí si pod pojmem důlní činnost představí těžké a mnohdy nebezpečné pracovní podmínky, které v dolech panují, odpadní produkty ze samotné těžby nebo znečištění ovzduší pramenící z manipulace s vytěženým materiálem a jeho následným zpracováním.

Problematika negativních dopadů důlní těžby je ale velice rozsáhlá a komplexní, proto je mnohdy třeba upřesnění a zdůraznění hlavních problémů v této oblasti. V současné době se příkládá velký důraz na ekologii a neustále zde panuje snaha o vylepšení životních podmínek v oblastech znehodnocených důlní těžbou.

Závažnost negativních důsledků způsobených rozšířenou důlní těžbou se opět zvýšila v nedávné minulosti, kdy byla na Příbramsku zahájena těžba rud uranu. V průběhu několika desetiletí zde byly vytěženy objemy materiálu o desítkách milionů kubických metrů, ale s minimálními ohledy na možné důsledky, které z takového počínání vyplývají.

Tyto důsledky jsou dnes aktivně řešeny a je vyvíjeno velké úsilí k jejich potlačení a zahlazení takovým způsobem, aby v budoucnosti bylo možné se v postižených lokalitách pohybovat bez nejistoty a obavy z ozáření nebo otravy.

Problémy způsobené hlubinnou těžbou na Příbramsku jsou rozsáhlé, přičemž jejich příkladem může být jmenováno znečištění podzemních a povrchových vod nebo třeba nebezpečí propadů z důvodu poddolování. Negativní vlivy těžby se sice ve větší míře projevují zejména v bližším okolí důlních děl, přesto se ale některé důsledky promítají na daleko větší vzdálenosti po celém příbramském regionu a dále.

Jak už bylo zmíněno výše, vyjádření k veškerým vlivům a jejich působení na přírodu a krajinu je velice komplexní. Z tohoto důvodu se tato práce bude ve větší míře zabývat jednou z mnoha zasažených oblastí, a ta bude řešena podrobněji.

Ostatní, také velice důležité typy vlivů, budou popsány z širšího úhlu pohledu spolu s příklady jejich nejvýraznějších původů.

Příbramský region má celkem dvě území, kde v dávné či téměř recentní historii, probíhala aktivní důlní činnost. Starší těžební práce, které probíhaly prokazatelně již od dob středověku, a v menších měřítkách dokonce i mnohem dříve, byly soustředěny v západní části města Příbram a okolí. Tato těžební činnost je z velké části zahlazena a postižená území jsou ošetřena s minimální zátěží na okolní prostředí. Druhá část báňské činnosti na Příbramsku představuje nedávno ukončená těžba uranu. Ta představuje i mnohem závažnější problém z hlediska negativního vlivu na okolní prostředí.

Dobývací prostor uranového ložiska se nachází v západní části Příbrami a okolí. V době otvírek tohoto ložiska nebyla problematika nebezpečí volného úniku radioaktivních látek do okolního prostředí řešena příliš detailně. Nakládání s odvaly po těžbě uranu jsou velmi současnou záležitostí a z tohoto důvodu bude práce více zaměřena na aktuální problém sanace a rekultivace zasažených oblastí po uranové těžbě zde, především odvalů.

Na Příbramsku je v současné době rozvažována možná likvidace odvalů po dobývání uranu a panují zde rozpory o smyslu a proveditelnosti tohoto záměru. Téma se přímo dotýká velkého množství lidí žijících nejen blízko těchto odvalů, ale i v širším okolí, které by bylo činností dotčeno. Jednalo by se o velice závažný zásah, který by neovlivňoval pouze člověka, ale i veškerou faunu a flóru v blízkém i širším okolí. V práci se pokusím popsat pozitivní a negativní důsledky, které odvaly po uranové těžbě budou mít na své okolí v případě jejich odstranění nebo pokud se ponechají v současném stavu.

Cíle práce

Cílem této práce je informovat a přiblížit problematiku podstatných dopadů důlní těžby na okolní prostředí v příbramském regionu. Jedním z cílů je tedy zevrubný popis hlavních vlivů, které jsou s těžbou spojeny a představit ke každému z nich jejich hlavní původce. Další úlohou je seznámení se s hlavním předmětem zájmu této práce a možnostmi jeho řešení. Hlavním předmětem je problém, který představují odvaly po důlní činnosti na Příbramsku, zejména tedy odvaly po uranové těžbě, která probíhala v nedávné minulosti. Tato práce se zabývá dostupnými možnostmi, které je možno využít ke zmírnění negativních dopadů na jejich okolí a představit klady i záporné účinky těchto postupů. Výsledkem je konečné stanovisko na, z mého pohledu nejvhodnější, vyřešení problému.

Tato práce by měla zdůraznit složitost řešení sanace a rekultivace rizikových odvalů a nebezpečí, které zde představují odtěžovací práce. Dále by práce měla čtenáře upozornit na podstatné dopady, kterými může důlní těžba ovlivňovat okolí, přičemž se nemusí vždy jednat pouze o zjevné efekty bezprostředně vázané na samotnou těžbu, ale i o méně přímé důsledky, které jsou spojené s následným zpracováváním odtěženého materiálu.

Metodika

Při psaní bakalářské práce je vždy nejdůležitější schopnost získat dostatek informací a podkladů, ze kterých je poté možno čerpat. Mým prvořadým úkolem tedy byla návštěva Knihovny Jana Drdy v Příbrami, kde jsem získal podklady pro první část mé práce. Dále jsem využil pomoc zaměstnanců Diamo, s. p., odštěpného závodu SUL Příbram, kde jsem navštívil místní archiv a získal materiály, které výrazně přispěly k dokončení mé práce.

Ve snaze přiblížit celkovou problematiku tématu jsem se rozhodl nejprve zaměřit se na popsání významných faktů z historie důlní těžby celého příbramského regionu.

Tato kapitola byla důležitá především pro pochopení rozsahu a důležitosti hornické činnosti rudného i uranového revíru na Příbramsku. Využíval jsem zde záznamů příbramského kronikáře pana Vladimíra Ježka (Historie dobývání stříbra, olověných a železných rud na Příbramsku, 1975) a díla pana Josefa Velfla, ředitele Hornického muzea Příbram, (Příbram v průběhu staletí, 1998).

Po sepsání historicky významných obrátů v důlní činnosti Příbramska a okolí jsem se zaměřil na geologickou stavbu regionu. Znalost geologického prostředí je pro důlní činnost kdekoli na světě prvořadým zájmem, a proto bylo nutností věnovat jednu z kapitol právě tomuto tématu.

Příbram a její okolí bylo ve své historii velmi detailně prozkoumáno a jeho stavba je také velice složitá. Bylo nutné zde sepsat stěžejní oblasti v geologii Příbramska, dále samotné geologické rozdělení. Zde jsem se zaměřil na rozdělení hornin podle jejich geneze a zastoupení v regionu, spolu s tektonickými poměry. Nejvíce informací jsem získal z knihy (Březohorský rudní revír, 1990), od Jiřího Bambase.

Podstatnou částí mé práce je i ujasnění rozdílu v lokalitách, kde těžba probíhala. Protože je zde velký rozdíl v charakteru rudného a uranového ložiska, sepsal jsem těžbu polymetalických rud a rud uranu do dvou skupin, kde jsem následně rozpracoval jednotlivé charakteristiky a popis těžených území. Vypsal jsem zde významná důlní díla a vytvořil jejich přehled. Jako literaturu jsem zde opět použil knihu Jiřího Bambase (Březohorský rudní revír, 1990), spolu s knihou od pana Kafky (Rudné a uranové hornictví České republiky, 2003).

Vzhledem k zaměření práce je nezbytnou součástí také popis hlavních důsledků, kterými rozsáhlá hlubinná těžba zatěžuje okolní životní prostředí. Pro lepší přehlednost jsem zde podle knihy Stanislava Štýse (Rekultivace území postižených těžbou nerostných surovin, 1981) klasifikoval zásadní vlivy do různých kategorií podle Zemských sfér v závislosti na jejich typu. Atmosférické znečištění je zařazeno do vlivu na atmosféru. Využil jsem zde zejména rozsáhlých poznatků nabytých z pravidelných průzkumů státního podniku DIAMO, respektive odštěpného závodu SUL Příbram, který se zabývá problematikou zahlazování následků důlní činnosti na Příbramsku.

Dalším bodem bylo zaměření na odvaly po důlní těžbě. Tato práce je psána právě se soustředěním na problematiku související s důsledky, jejichž přítomnost má vliv na životní prostředí v regionu. Odvaly jsou jedním z nejvýraznějších a nejviditelnějších památek po hlubinné těžbě na Příbramsku. Jsou také významným

původcem znečištění prostředí, zejména v případě uranových odvalů, které jsou zdrojem radioaktivních emisí. Opět jsem zde využil materiálů Diamo, s. p., o. z. SUL Příbram, který situaci důsledně monitoruje. Popsal jsem zde jednotlivé zdroje záření, které se v odvalech vyskytují a vztahy mezi nimi. Dále jsem se podrobněji věnoval samotné radioaktivitě odvalů, z pohledu kontaminace důlních vod, emisí radionuklidů do atmosféry, prašného znečištění. Poté jsem zde popsal způsoby získávání dat potřebných pro vyhodnocování dávky pro lidský organizmus a současný stav radioaktivity v rizikových oblastech.

Pro tuto část práce jsem nejvíce využil technické zprávy od zaměstnanců Diamo, s. p., o. z. SUL (Vyhodnocení programu monitorování a dodržování stanovení vyhlášky SÚJB č. 307/2002 sb., o radiační ochraně ve znění pozdějších Předpisů, o. z. SUL za rok 2015, 2016). Dále jsem zde popsal odvaly jako zátěže z hlediska územního rozvoje a také rostlinstvo, které se zde od ukončení těžby rozvinulo. V dalším bodu této kapitoly jsem se věnoval rekultivaci realizované na některých odvalech a popsal její stav. Zde mi byla významnou pomocí práce Pavla Novotného (Srovnání fauny motýlů vybraných nepřírodních, 2015), kde jsem získal informace o složení vegetace na daných odvalech.

Posledním bodem práce bylo rozebrání možností pro plánované odstranění rizikových odvalů. Důvodem této kapitoly je aktuálnost celého problému. Na Příbramsku stále není jasné, jak lze s nebezpečnými odvaly naložit. V této kapitole jsem se zabýval původním a novým plánem odstranění odvalů, kde jsem vypisoval jednotlivé varianty možného naložení s rizikovými odvaly, jako je například odtěžení nebo rekultivace. Zde mi byly pomocí materiály státního podniku DIAMO, (Koncepce likvidace odvalů po těžbě uranu na Příbramsku, 2016).

1. Historie dobývání nerostných surovin na Příbramsku

Příbram je jedním z nejdůležitějších regionů v oblasti důlní činnosti. Již od dávných dob zde byly získávány drahé kovy, kde zcela jasně dominuje stříbro. Vzhledem k její bohaté historii a tradici báňské činnosti je Příbram v současnosti jediným místem v České republice, kde je možné si připomenout bohatou důlní činnost Příbramska díky velmi rozsáhlé muzejní expozici Hornického muzea na Březových Horách. Patří sem i síť významných důlních děl s možností prohlídky hornického podzemí včetně jízdy důlním vláčkem či zhlednutí Wasserlaufu, tedy systému odvodňování důlních prostor a zároveň pohánění těžních strojů.

První známky dobývání nerostných surovin a především vzácných kovů na Příbramsku jsou přisuzovány již starým Keltům. Nejstarší důkazy dobývacích činností o rýžování zlata jsou na potoce Litavka, v oblasti mezi obcemi Bohutín a Trhové Dušníky.

Nejstarší skutečně dochovaná, tedy písemná zmínka o hornictví na Příbramsku je v podobě historické listiny z první poloviny 14. století. Listina popisuje darování hutě, která stála na tehdejší příbramském panství, novému vlastníkovi. (Ježek, 1975)

V té době se drahé kovy v okolí Příbrami těžily zejména z žil, které na určitých místech vystupovaly až na povrch, nebo mělce pod úroveň terénu. Hlubinná těžba probíhala těsně pod povrchem, v mělkých hloubkách maximálně okolo 250 m. (Velfl, 1998)

V 16. století se na Příbrami začaly realizovat důkladnější průzkumné práce, zejména v souvislosti s velkými dluhy královské pokladny, z důvodu menších přísunů stříbra z Kutné Hoře. Mezi prvními osobnostmi, kteří se věnovali příbramskému ložisku, byl Zdeněk Lev z Rožmitálu, který byl v letech 1510 - 1513 královským správcem hor. V jeho úsilí dále pokračovali noví majitelé Příbrami, Pešíkové z Komárova, kteří zavedli Jáchymovský horní řád. Právo udělil roku 1525 Jindřich Pešík z Komárova.

Od roku 1535 zde dochází k úpadku důlní činnosti. Později zde probíhaly soustavné pokusy o obnovu důlních prací, které se ale nesetkaly s úspěchem.

Významným obratem pro příbramské hornictví byl rok 1772, kdy byl jmenován nový horní mistr a hutní mistr pro příbramský horní úřad Jan Antonín Alis.

Jan Alis způsobil zásadní zlom v neutěšené situaci příbramské důlní činnosti. Původem rodák z Vysoké Pece u Příbrami absolvoval horní školu v Jáchymově, odkud se poté vrací do Příbrami na funkci praktikanta příbramského závodu. Později je přeložen do Kutné Hory, kde vykonával práci šichtmistra, kde se projevila jeho schopnost organizace a prozíravost v hornickém řemeslu. V roce 1772 se ale vrací zpět do Příbrami, aby zde zastával funkci horního mistra a hutního mistra.

Za Alisova dohledu vznikla řada dnes významných památek důlní činnosti na Příbramsku. V roce 1779 navrhl Alis vyhloubení díla, později pojmenovaného Vojtěšská šachta. O rok později se zasadil o vybudování Vokačovského rybníka, jehož voda měla zvýšit objem vod využívaných jako pohon k fárání. Dále zavedl suché a mokré drcení materiálu v příbramských puchýrnách. Alis se také zasadil

o výstavbu nové stříbrné hutě v roce 1786, která je využívána i v současnosti. O dva roky později založil Alis novou jámu Anna, situovanou uprostřed březohorského ložiska. Jan Alis zemřel roku 1801, dva roky po jeho odchodu na odpočinek.

(Ježek, 1975)

Na počátku 19. století, roku 1827, započalo hloubení první svislé jámy v oblasti Bohutín. Jáma s názvem Štěpánka byla ražena v místě, kde bohutínskou štolu, založenou roku 1821, překřížily dvě rudné žíly s obsahem stříbra.

V druhé polovině 19. století byla těžba na Příbramsku výrazně ovlivněna pokrokem a řadou nových technologií dobývání. Nejdůležitějším bylo zavedení strojního vrtání, dynamitu a těžní věže byly místo vodní síly, poháněny parními stroji.

Významným okamžikem byl rok 1875, kdy byla na jámě Vojtěch pokořena hloubka 1000 m, a to jako první důl na světě.

V roce 1878 byla založena jáma s názvem Korunního prince Rudolfa, jiným názvem také Bohutín II. Tato jáma byla páteří těžby bohutínského ložiska a v době uzavření dosahovala hloubek více než 1000m. V průběhu let měnila několikrát svůj název, za doby socialismu nesla ideologický název Důl 25. únor, ale po roce 1989 se jí navrátilo lidové označení Rudolfka.

(Ježek, 1975)

V devadesátých letech 19. století (1892), bylo hornictví na Příbrami postiženo důlním neštěstím, kde za požáru v jámě Marie zahynulo na 319 horníků. Největší důlní katastrofa, která zasáhla postupně i většinu šachet na Březových Horách (Ševcín, Anna, Vojtěch).

V souvislosti s 2. světovou válkou se soustředění na stříbro a železnou rudu přesunulo k novým možnostem využití rud uranových.

Od 40. let 20. století byla důlní činnost orientována zejména na zjišťování rozsahu a následné dobývání bohatého uranového ložiska. K průzkumným pracím a následnému dobývání uranu se přikročilo v důsledku mezivládní dohody mezi tehdejšími ČSR a SSSR z roku 1945.

Uran se tak stal skutečnou i ideologickou "zbraní" socialistického bloku v budoucí studené válce.

(Velfl, 1998)

Uranové ložisko se oproti rudnímu na Březových Horách nachází na opačné straně města Příbrami, tedy východně. Ve směru severozápad-jihovýchod.

Samotná těžba uranového ložiska probíhala v letech 1950 - 1991. V tomto období zde bylo vyraženo na 41 jam, 42 průzkumných šachtic, 4 štoly a více než dva tisíce kilometrů chodeb. Postupně tak vznikaly šachty s přílehlými provozy, které nebyly označovány jmény, ale čísly a místy obcí. K prvním uranovým šachtám patřila šachta Vojna 1, 2, 3, při níž vznikl v roce 1948 Tábor nucených prací, tedy politický tábor pro převýchovu socialisticky nepohodlných vězňů. Dnes toto místo připomíná expozice na téže místě a je součástí Hornického muzea Březové Hory, ale přeživší političtí vězni mají k této podobě zjevné výhrady, neboť prostředí bylo natolik asanováno, že se realitě tehdejšího vězení velmi vzdaluje. Další uranové šachty byla zakládány na v katastru obcí Lešetice (č. 4), Brod (č. 5 a 6), Třebsko (č. 7 a 8),

Jeruzalém (č. 9), Bytíz (č. 10 a 11), Konětopy (č. 15). Tyto šachty byly součástí uranového podniku Jáchymovské doly s ústředím v Jáchymově, ale od roku 1966 vznikly samostatný podnik Uranové doly Příbram se sídlem v Příbrami. Později byly zaraženy další šachty (č. 16 - 23) v katastru Háje a dále.

Příbramské uranové ložisko patří k největším na světě. Bylo zde dosaženo nejhlubší úrovně v Evropě a to 1838,4 m, na šachtě č. 16 u obce Háje. Po ukončení těžby v roce 1991 zde až do roku 1998 probíhaly práce za účelem stavby zásobníku plynu.

Důlní činnost v příbramském rudním revíru byla na Březových Horách ukončena roku 1978, v Bohutíně pak o rok později. V roce 1991 byla na Příbramsku ukončena těžba uranového ložiska. Pracovníci tak odcházeli buď na ražbu zásobníku plynu (šachta 16 Háje), nebo do oblasti Dolní Rožínky či Stráže pod Rálskem, kde ještě těžba uranu nebyla zastavena. Stavba zásobníku plynu byla ukončena v roce 1998, čímž definitivně skončila aktivní těžební činnost v příbramském revíru.

V současné době jsou následky těžby a bývalá důlní díla na Příbramsku pod dohledem odštěpného závodu SUL (Správa uranových ložisek) Příbram, náležící ke státnímu podniku DIAMO (celý název: DIAMO s.p. - o.z. SUL Příbram se sídlem ve Stráži pod Rálskem)

Hlavní šachty rudných dolů jsou z velké části rekonstruovány a využívány jako expozice Hornického muzea Příbram. Slávu hornické činnosti připomínají v regionu zvyky a tradice s touto činností spjaté, jako je Prokopská pouť s hornickou parádou, čepobitím, což pořádá spolek Prokop. K velmi oblíbené tradici patří i Skok přes kůži organizovaný Cechem horníků a hutníků Příbram a Střední průmyslovou školou a Vyšší odbornou školou Příbram. Nebývalému zájmu se těší i před 10 lety vzniklý spolek Řimbaba ve Vysoké Peci, kde se podařilo vybudovat další hornické muzeum v regionu při slavné rudní i cvičné šachtě Řimbaba.

2. Geologické poměry na Příbramsku

2.1 Hlavní geologické oblasti příbramského regionu

Skladba horninového prostředí je na Příbramsku ovlivněna zejména vztahem mezi tepelsko-barrandienským blokem a středočeským oslabeným pásmem na jejich přechodu.

Z geologického hlediska je příbramský region tvořen především horninami Barrandienu a středočeského plutonu. V menší míře, ve východní až jihovýchodní části Příbramska, zde také zasahují horniny jílovského pásma. (Bambas, 1990)

Barrandien je útvar, nacházející se ve středních a západních Čechách a jehož horninové prostředí jsou nemetamorfované, nebo pouze slabě metamorfované horniny svrchního proterozoika a staršího paleozoika. Tvoří významnou část tepelso-

barrandienské oblasti, což je souborné pojmenování z hlediska regionální geologie pro vyvrásněné jednotky v oblasti středních a jihozápadních Čech.

(Svoboda a kol., 1983)

Středočeský pluton je prostředí hlubinných magmatitů, nacházející se mezi městy Říčany, které jsou jeho severozápadním okrajem, dalším městem na západním okraji tohoto celku je Příbram, jihozápadní zakončení plutonu je pak v okolí města Klatovy. Jihovýchodní a východní okraje ohraničují města Horažďovice a Milevsko. Nejvýchodnější výběžek, který je pro středočeský pluton charakteristický, je pak zakončen v těsné blízkosti města Tábor. Horninové prostředí reprezentují především křemennými diority. Na západní hranici, což je také v okolí Příbrami, je pak tvořen biotitickými a dvojslídny (biotit-muskovitými) žulami.

(Svoboda a kol., 1983)

Jílovské pásmo je horninové těleso pásového charakteru, jehož převažující směr je jihozápadní a severovýchodní. Pásmo se rozkládá na úseku o délce přibližně 80 km (podle Petránka (1993) je pásmo dlouhé zhruba 60 kilometrů a široké v průměru 3 kilometry) mezi obcemi Jílové u Prahy a Mirovice. Šířka pásu nabývá přibližně od 1 - 5 kilometrů. Pásmo utváří především silně regionálně metamorfované horniny, přičemž se ve střední a jižních částech nacházejí důsledky kontaktní metamorfózy. Severovýchodní úsek je metamorfován do facie zelených břidlic a jihozápadní část pak do facie amfibolitové (podle Svobody a kol. (1983) je facie místo, kde můžeme pozorovat vlastnosti jedné části geologického tělesa v kontrastu s druhou částí stejného tělesa). Jsou zde z velké části dokumentovány vulkanické horniny, místy se zde ale nachází intruzivní a v malých měřítkách také sedimentární horniny. Komplex je zařazen do období svrchního proterozoika. Střední část pásma pak představuje horninové prostředí východní až jihovýchodní oblast Příbramska, který je tvořen především vulkanickými horninami metamorfovanými ve facii amfibolických rohovců.

(Bambas, 1990)

2. 2 Geologické rozdělení Příbramska

Na geologické poměry oblasti mají vliv zejména tektonická porušení, která jsou zde dokumentována v poměrně vysoké míře a jsou způsobena dvěma hlubinnými zlomy (jáchymovský a klatovský), které se v této oblasti protínají. Dále jsou zde geologické poměry ovlivněny také změnami sedimentačních prostorů a diferencovanou intruzí magmatických hornin. Důsledky těchto procesů se promítají v zásadní rudné mineralizaci v oblasti. Příbramsko je možno seřadit do několika různých geologických celků, které jsou uspořádány podle jejich polohy. Dělí se na část severní až severozápadní, dále část jihovýchodní a část západní.

(Bambas, 1990)

Severní až severozápadní část je reprezentována skupinou horninových útvarů uspořádaných vedle sebe v obecném směru na severovýchod a jihozápad. Horninová tělesa z období svrchního proterozoika a spodního kambria jsou pak rozdělena hlavními zlomy směřujícími severovýchodně. Horninové celky jsou pojmenovány

podle dřívějšího názvosloví v pořadí, které zaujímají od kontaktu se středočeským plutonem. Směrem na severozápad od středočeského plutonu. Jsou jimi první pásmo břidličné, první pásmo drobové, druhé pásmo břidličné a druhé pásmo drobové. Mezi středočeským plutonem a prvním pásmem břidličným se ještě nachází dubenecko-druhlické pásmo, což je tedy úzký pruh hornin východně od Příbrami.

(Bambas, 1990)

Jihovýchodní část je tvořena z velké části útvary hornin variského stáří, vulkanického původu. Dále jsou zde zastoupeny horniny středočeského plutonu, směrem na severozápad se pak vyskytují odnože těchto hornin a menší doprovodné útvary. Částí jihovýchodní oblasti (její okrajová část) jsou také horniny střední části jílovského pásma.

(Bambas, 1990)

Západní část je reprezentována komplexem zvaným rožmitálská tektonická kra. Tento útvar je skupinou hornin starého paleozoika, který je ohraničený výčnělkem středočeského plutonu.

(Havlíček, 1977)

2.3 Sedimentární horniny na Příbramsku

Zpevněné sedimenty příbramského regionu jsou tvořeny svrchnoproterozoickými a staropaleozoickými horninami. Drtivou většinu těchto sedimentů je nutno při klasifikaci dílčích souvrství dále zařazovat podle litostratigrafických znaků. Výjimkou je zde rožmitálská kra, kde se nachází horniny staršího paleozoika, ke kterým litostratigrafická kritéria přiřazena nejsou.

Mladší horniny než z období svrchního proterozoika a staršího paleozoika jsou zde reprezentovány pouze v podobě kvartérních sedimentů.

Svrchní proterozoikum Příbrami

Vlastní rozdělení svrchnoproterozoických hornin tepelsko-barrandienské oblasti, kam mimo jiné patří i příbramský region, je v průběhu let stanoveno několika různými autory, ze kterých byl nakonec ustanoven systém rozdělení podle J. Cháby, který dělí svrchnoproterozoické horniny této oblasti na různé skupiny a série. Dělení probíhá od nejstaršího uskupení po ty nejmladší.

První je v tomto systému zařazena blovicko-tepelská série, která se v oblasti příbramského regionu vyznačuje především tím, že tvoří celé Druhé pásmo břidličné. (Cháb, 1978)

Tato série je tvořena horninami vulkanicko-sedimentárního komplexu.

(Bambas, 1990 ex Vlačský, 1982)

Mladším útvarem je pak davelská série, která tvoří pouze jihozápadní část prvního pásma břidličného a je reprezentována převážně horninami vulkanického a sedimentárního původu. Podle průzkumu a samotné těžby na příbramském uranovém ložisku bylo dokumentováno, že davelská série v prvním pásmu břidličném buduje podloží dobříšské série.

Dobříšská série je poslední z Chábova členění, která zasahuje na příbramský region. Tato série zde tvoří velkou část prvního pásma břidličného. Probíhá zde časté střídání břidlic, prachovců a drob, místy slepenců.

(Bambas, 1990)

Starší paleozoikum Příbrami

Starší paleozoikum v příbramském regionu náleží do pánve příbramsko-jineckého kambria, kterou zde budují dubenecko-druhlické pásmo, 1. pásmo drobové, jemuž se také říká příbramská synklinála, a 2. pásmo drobové, které je částí brdského kambria. Sedimenty kambria jsou na Příbramsku rozděleny do řady souvrství podle jejich stáří.

(Havlíček, 1971)

Od nejstaršího žitecko-hlubošského souvrství, které jsou reprezentovány většinou hrubozrnnými, žiteckými slepenci. Tyto zpevněné sedimenty jsou složeny z úlomků různých druhů proterozoických hornin, jako jsou například droby nebo břidlice. Žitecko-hlubošské souvrství je pozorováno v dubenecko-druhlickém pásmu, v příbramské synklinále, brdském kambriu i v rožmitálské kře. Podle Bambase (1990) se toto souvrství vyskytuje i v důlních dílech březohorského rudního revíru.

O něco později je řazeno souvrství sádecké, které je tvořeno především arkózovými a drobovými pískovci a také drobami. Méně jsou pak zastoupeny jílovité břidlice a prachovce. Toto souvrství je významnou součástí horninové stavby v brdském kambriu, rožmitálské kře a v příbramské synklinále.

Dalším souvrstvím je holšínsko-hořické, reprezentováno především holšínskými slepenci a hořickými pískovci, které jsou místy pozorovány ve zřetelném vzájemném přechodu (facie). Souvrství zasahuje v příbramské synklinále, brdském kambriu a rožmitálské kře.

Mimo příbramský region, zasahující pouze na jeho severozápadním okraji, je vyvinuto souvrství kloučecko-čenkovské, které je reprezentováno především faciemi kloučeckých slepenců a čenskovských pískovců.

(Kukal, 1971)

Horniny ordovického, silurského a devonského stáří jsou vyvinuty pouze v oblasti rožmitálské kry, kde jsou dokumentovány na základě paleontologických průzkumů.

(Havlíček, 1971)

Nejmladší sedimenty v Příbrami a okolí jsou reprezentovány v podobě kvartérních sedimentů, převážně deluviálních (svahových) a fluviálních (říčních). Sedimenty jsou většinou charakteru kamenité zeminy, místy spraše a sprašové hlíny a antropogenní vrstvy původem převážně z odpadů různých výsypek a odvalů z úpraven nebo důlní činnosti.

(Bambas, 1990)

2. 4 Intruzivní horniny na Příbramsku

Intruzivní magmatické horniny jsou na Příbramsku široce zastoupeny v podobě plutonů a velkého množství horninových žil. Intruze je významnou složkou a stavebním prvkem horninového prostředí a jeho vývoje v příbramském regionu.

Nejrozšířenější jsou v sedimentárních útvarech příbramské oblasti žilné diabasy, které reprezentují intruzivní horniny paleozoického stáří. Tyto žíly jsou velmi rozšířené ve směru sever-jih, přičemž mnoho z nich vede skrz příbramskou synklinálu, méně zastoupené jsou pak v prvním a druhém pásmu břidličném a v dubenecko-druhlickém pásu.

Významným intruzivním tělesem je středočeský pluton, který do příbramského regionu zasahuje svým severozápadním okrajem. Spolu s tím je zde také řada apofýz a různých doprovodných těles. Středočeský pluton reprezentuje řada hlubinných magmatitů, jako jsou gabra, diority, tonality, granity a granodiority.

(Bambas, 1990 ex Vlašímský, 1975)

2. 5 Tektonické poměry na Příbramsku

Tektonika je v příbramském regionu z velké části dána hlubinnou tektonikou, kde hlavní poruchy směřují především severovýchodně-jihozápadně, dále severozápadně-jihovýchodně a severně-j jižně. V menší míře se tu objevují také poruchy vedoucí východním-západním směrem.

(Bambas, 1990)

Hlubinné struktury

Na Příbramsku jsou nejpodstatnějšími poruchami dva hlubinné zlomy. Prvním je středočeské oslabené pásmo, které prochází severovýchodním-jihozápadním směrem, a druhým je pak jáchymovský zlom, procházející směrem severozápadním-jihovýchodním.

(Bambas, 1990 ex Škvor V. a kol, 1979)

Znatelná hlubinná porucha je na Příbramsku také takzvané příbramské severo-j jižní dislokační pásmo, které probíhá prostředkem příbramského regionu a samotné Příbrami. Pásmo se zde projevuje v morfologii terénu a je dobře pozorovatelné. Pásmo můžeme vymezit údolím příbramského potoka, na severu Příbrami se pak projevuje údolím Litavky.

Vrásové struktury

Vrásové struktury můžeme rozlišit podle jejich stáří. Z nejstarších struktur je nejdůležitější proterozoická část 1. pásma břidličného, které je vyvrásněno do takzvané příbramské antiklinály. Tento útvar prochází spíše severovýchodním-jihozápadním směrem, o délce až 25 km.

Oproti 1. pásmu břidličnému, které bylo dobře prozkoumáno důlní činností na příbramském uranovém ložisku, je 2. pásmo břidličné dokumentováno v menší míře. Je také antiklinální a s obecným směrem k severovýchodu.

(Bambas, 1990)

Z období paleozoika je nejdůležitější strukturou regionu takzvaná příbramská synklinála. Toto těleso je dlouhé přibližně 28 km a povrch vystupuje v šíři o průměru přibližně 3,5 km. Obecným směrem vede severovýchodně-jihozápadně a je z části dokumentována důlními pracemi v březohorském rudním revíru.

Důležité poruchy na Příbramsku

Nejvýznamnější zlomy, přímo vázány na hlubinná porušení regionu, jsou především hlavní podélné zlomy procházející severovýchodním-jihozápadním směrem.

Těmito poruchami jsou jílová rozsedlina, které se také říká jílová porucha, dále pak dubenecký zlom, který je pak přerušen, a dále porušení pokračuje dědovským zlomem.

Jílová porucha je hranicí mezi jihovýchodní stranou 1. pásma drobového a severozápadem 1. pásma břidličného. Jejich hranice je dokumentována v délce přibližně 30 km dále také přímo důlními díly ve vzdálenosti přibližně 8 km.

Dubenecká a dědovská porucha byla pravděpodobně původně jedním celkem, který byl po určité době přerušen a oddělen. Jihozápadní úsek dubeneckého zlomu tvoří hranici mezi 1. pásmem břidličným a dubenecko-druhlíckým pásmem. Dědovský zlom pak prochází 1. pásmem břidličným a částečně zasahuje do příbramské synklinály.

(Bambas, 1990)

2. 6 Rudní ložiska na Příbramsku

Ložiska rud i oblasti s jejich přítomností v menší míře se na Příbramsku vyskytují velice hojně. Mezi takovéto rudy patří menší výskyty zlata, dále polymetalické rudy, ve kterých převažuje především stříbro. Významně se zde vyskytují také rudy uranu, méně pak také mědi a železa. Až na několik málo výjimek se tedy především jedná o žilná ložiska, vyskytující se v příbramských sedimentárních sériích, středočeském plutonu, rožmitálské kře a jílovském pásmu. Na mnoha ložiskách se vyskytují tyto rudy společně, přičemž je jeden typ dominantní v množství jeho zastoupení zde.

Nejdůležitější ložiska polymetalických rud, kde je stříbro dominantním typem byla ložiska Ag-Pb-Zn-Sb rud, těžená v březohorském rudním revíru, který se nachází v západní části Příbramska jak v 1. pásmu drobovém, tak i z části v 2. pásmu břidličném a bohutínském tonalitu. Obsah stříbra na těchto ložiskách byl odhadován na přibližně 90% z veškerých zjištěných zdrojů stříbra na Příbramsku.

(Bambas, 1990)

Nejvýznamnější oblastí pro těžbu uranových rud na Příbramsku je příbramské uranové ložisko nacházející se v 1. břidličném pásmu a které je tvořené podle severovýchodně orientovaných podélných zlomech, příčných poruchách a na antiklinále proterozoických hornin. Oblast je tvořena řadou žilných uzlů, což jsou shluky žil různých směrů, utvořené blízko u sebe. Tyto uzly pak v určitém

měřítka reprezentují vlastní ložiska. Žíly nabývají mocností od centimetrů až do 1 m, ve vzácných případech pak také až do 8 - 12 m. Rudy uranu se také vyskytovaly i v některých ložiskách polymetalických rud například na Březových Horách.

Ložiska zlata nejsou velmi významná. Příkladem může být ložisko v oblasti Smolotely-Horní Líšnice, která spadá do středočeského plutonu a z části do jílovského pásma.

Výskyty rud mědi jsou známy zejména v minerálech s nízkým obsahem mědi v oblasti Vrančice - Radětice, což je jihovýchodně od města Milín nebo o kousek dál na jihovýchod, v oblasti Cetyně.

Ložiska železných rud byly těženy především v dávnější minulosti. Vyskytují se zde z velké části menší ložiska, rozptýlená v různých částech Příbramska. Oblast s největším soustředěním železnorudných žil je příbramský železornudný revír, který se nachází v prostoru mezi obcí Narysov (jihozápadně od Příbrami) a severovýchodní částí města Příbrami. Mocnosti těchto žil nabývají velikostí většinou od 0,2 m do 1,5 m, někde pak až 9 - 11 m.

(Bambas, 1990)

3. Rozdělení důlní činnosti na Příbramsku.

Nejvýznamnější důlní činnosti na Příbramsku je možné rozdělit do dvou různých oblastí. Na jedné lokalitě byly těženy polymetalické rudy. Toto území bylo označováno jako březohorský rudní revír. Druhé území, kde se dobývala ruda uranová, se pak uvádí jako příbramský uranový revír .

3. 1. Březohorský rudní revír

Dobývání rud barevných kovů na Příbramsku se těší bohaté tradici, sahající stovky let do minulosti. V březohorském rudním revíru rozlišujeme dvě ložiska. První je stejnojmenné ložisko Březové Hory, druhé pak Bohutín, pojmenované podle obce, kde se ložisko nacházelo. Toto rozdělení ale pramení spíše z historických, technických a správních důvodů. Z geologického hlediska totiž obě ložiska, až na některé odlišnosti, reprezentují jeden souvislý systém.

Rudní žíly oblasti se vyskytují v kambriu příbramské synklinály, v bohutínském tonalitu a ve svrchním proterozoiku bohutínsko-rosovické elevace. Hranice březohorského rudního revíru můžeme vymežit určitými tektonickými poruchami v oblasti. Severozápadní hranicí se uvažuje přechod mezi 2. břidličným a 2. drobovým pásmem. Východní strana revíru lze znázornit údolím Příbramského potoka, které reprezentuje takzvané příbramské dislokační pásmo, probíhající mezi příbramskou a květenskou poruchou. Malá část revíru zasahuje dále na východ.

Západní strana revíru nemá zcela vyhraněné geologické vymezení. Z tohoto důvodu se pro ohraničení využívá buďto seskupení poruch severozápadního-jihovýchodního směru, nacházející se na jihozápadní hranici bohutínského tonalitu, nebo podle průběhu takzvané Hůrecké žíly - pojmenované podle jámy Hůrka, založené západně od kostela sv. Maří Magdaleny v Bohutíně. Stejně jako západní

hranice, jižní a jihovýchodní strana revíru také nemá jasné geologické ohraničení. Na ložisku Bohutín považujeme jihovýchodní konec oblasti zhruba osu příbramské synklinály. Březohorské ložisko, je dále hranice rozšířena více na jih, přibližně 500 m jihovýchodně od osy příbramské synklinály.

(Bambas, 1990)

Celková rozloha březohorského revíru činí přibližně 17 km², přičemž ložisko Bohutín představuje přibližně 7 km² a Březové Hory pak přibližně 10 km². Šířka oblasti, kolmo na směr hlavních žil, je přibližně 4,5 km. Délka celé oblasti po směru stěžejních žil je 3 až 4 km.

Nejdelšími ověřenými žilami jsou na březohorském ložisku žíly Ševčínská, o délce 4,2 km, která je sledována ve většině své délky, dále pak Lazecká nebo podle jiných také Strachovská, které byla stanovena délka 3,6 km a byla vysledována pouze z části. Poslední nejdelší žilou je ověřena Vojtěšská hlavní, která je dlouhá 3,6 km a je vysledována v podstatě po celé své délce.

Na bohutínském ložisku byla ověřena jako nejdelší bohutínská hlavní žíla, s názvem Klementsá, byla vysledována po celé své délce 2,3 km.

(Bambas, 1990)

Zde je tabulka založených jam na ložiskách Březové Hory a Bohutín, spolu s jejich základními údaji.

Vyjma jam Lill, Kozičínská a Hůrka jsou mezi sebou všechny spojeny Dědičnou štolou na úrovni 2. patra, což je v hloubkách od 101 m až 57 m pod povrchem terénu.

Dědičná štola je systém, v současnosti využívaný jako kanál pro plynulé a kontrolované odvádění důlních vod z březohorského rudního revíru. Délka štoly je téměř 28 km, přesněji 27,975 m. Soustavně využívaná část má délku 12 km. Jáma Drkolnov je místem pro kontrolu vod z Dědičné štoly je možné tyto vody čerpat pro potřeby města Příbram. Požadavky na pitnou vodu jsou v tomto místě splněny.

(Kafka, 2003)

Přehled hlavních jam Březohorského rudního revíru					
Ložisko	Rok založení	Nejhlubší patro		celková hloubka (m)	kubatura (m ³)
Jáma		číslo patra	hloubka (m)		
Ložisko Březové Hory					
Vojtěch	1779	35	1 248,9	1 262,9	14 780
Anna	1789	39	1 449,3	1 464,3	14 620
Ševčínská	1813	32	1 092,1	1 108,2	13 760
Marie	1822	33	1 159,2	1 165,0	16 890
Prokop	1832	41	1 579,6	1 597,6	18 980
Drkolnov (August)	1836	13	403,5	425,2	5 610
Jarošovka (Strachovská)	1814	9	200,1	218,9	1 970
Ferdinand	1820	14	315,7	324,9	3 380
Lill	1857	18	431,9	454,5	5 640
Březové Hory celkem				8 021,5	95 630

Ložisko Bohutín					
Štěpán	1827	26	864,1	882,1	10 250
František	1843	3	133,1	163,8	1 880
Řimbaba (Boží požehnání)	1843	9	270,1	281,9	3 480
Slepá Řimbabská	1956	26	267,4	281,1	3 830
25. Únor (Rudolf)	1878	33	1 199,4	1 221,2	19 830
Eduard (slepá z 33. p. na 36.)	1956	36	149,5	158,3	1 930
Kozičinská	1870	2	200,0	211,0	2 260
Hůrka	1942	2	100,2	104,0	940
Bohutín celkem				3 303,4	41 400
Revír celkem				11 324,9	137 030

Tab. č. 1, Přehled hlavních jam březohorského rudního revíru Bambas 1990

Následující tabulka obsahuje celkové množství rudniny vytěžené na ložiskách Březové Hory a Bohutín a obsah kovů stříbra a olova, spolu s jejich kovnatostí ve vytěženém materiálu. Výrazem rudnina je zde myšleno veškerý vydobytý materiál (rudy a žiloviny), včetně nežádoucích prvků v podobě nepotřebného materiálu z okolního horninového prostředí. Materiál, použitelný pro další zpracování v hutích, se zde získával ve dvou formách.

První formou jsou dolové rudy, které byly vybírány ručně už na dobývce nebo postupně při dalších procesech, kterými materiál procházel, tedy při dopravě materiálu na povrch a na samotné úpravě.

Druhou formou jsou úpravárenské koncentráty, které byly získávány při procházení jednotlivými stupni úpravy rud na povrchu. Nejprve zde byla využívána pouze gravitační úprava o rozdílných zrnitostech a kovnatostech. Později byla zavedena flotační úprava, která se používala jednak ke třídění materiálu přímo z dolů a jednak k přetřídování starých odpadů gravitační úpravy, které byly vždy odkládány v blízkosti samotných úpraven. Odpady z flotační úpravy byly vypouštěny do odkaliště Huťské a Vrší, nacházející se na severozápadě Příbrami, na levém břehu toku Litavka, východně od Podlesí.

(Bambas, 1990)

Vytěžené množství rudnin v březohorském rudním revíru					
Ložisko	Celková těžba (tisíce tun)	Obsah kovů		Kovnatost	
		Ag (t)	Pb (t)	Ag (g/t)	Pb (%)
Březové Hory	18 114,7	3 438,8	415 888,0	190	2,30
Bohutín	3 388,2	398,1	102 073,0	117	3,01
Revír celkem	21 502,9	3 836,9	517 961,0	178	2,41

Tab. č. 2, Vytěžené množství rudnin v březohorském rudním revíru, Bambas 1990

Obsah ostatních kovů polymetalických rud, těžených v revíru, není zcela ověřen a nelze jej jednoznačně prokázat. Vytěžené množství a průměrná kovnatost Zn byla určena jednak podle dokumentovaných kovnatostí v materiálu těženém od roku 1930 do ukončení těžby v roce 1979, jednak podle odpadních produktů gravitačních úpraven na odvalech.

Ložisko Březové Hory má průměrnou kovnatost zhruba 1,70 % a ložisko Bohutín 1,30 %. Vytěžené množství zinku je tedy odvozeno přibližně na celkových 352 000 tun zinku. Z toho je vytěženo 307 950 tun na ložisku Březové Hory a 44 050 tun na ložisku Bohutín. Obsahy antimonu jsou odhadovány na celkových 79 300 tun. Z toho je přibližně 60 100 tun vytěženo na ložisku Březové Hory a přibližně 19 200 tun na ložisku Bohutín.

(Bambas, 1990)

Důlní činnost na ložisku Březové Hory byla zcela ukončena dne 30. 6. 1978 a na ložisku Bohutín pak 31. 12. 1979. Celý dobývací prostor byl poté zrušen až 18. 11. 1994 a bylo zde vytyčeno chráněné ložiskové území.

(ANONYM, 2017)

Chráněné ložiskové území rudy se skládá z bohutínského rudního revíru, který se táhne severovýchodním směrem od obce Láz přes obce Bohutín, Havírna a Tisová. Dále pak už navazuje březohorský rudní revír, který začíná v obci Vysoká Pec a vede přes městské části Příbrami, z nichž se vyznačují Drkolnov a Březové hory, což je většina města na levém břehu Příbramského potoka. Chráněný prostor končí v prostoru mezi Podlesím a Trhovými Dušníky, kde se nachází dnes už zrušené a rekultivované odkaliště z novodobé těžby rud.

V současné době jsou všechna důlní díla a doprovodné objekty uzavřeny a zajištěny nebo v případě nevyužitelných objektů zcela odstraněny. Některá díla, zejména na Březových Horách, jsou zachována pro Hornické muzeum Příbram jako historické památky připomínající bohatou báňskou historii příbramského regionu. Provádí se zde pravidelná kontrola a údržba těchto děl. Před několika lety zde proběhlo odstranění bývalé úpravny rud a také sanace odvalu jámy Vojtěch, které bylo realizováno za podpory Evropské unie.

(ANONYM, 2017)

3. 2. Příbramský uranový revír

Příbramské uranové ložisko bylo dobýváno v prostoru důlního revíru ve tvaru pásu, rozkládajícího se na východní straně města. Ložisko se rozprostírá mezi

obcemi Třebsko a Tochovice, severovýchodním směrem kolem Příbrami na ploše o přibližně 57,2 km² a dále přes řadu obcí, jako jsou Zavržice, Kamenná, Lešetice, Háje, Brod, Dlouhá Lhota, Obořiště. Zakončeno je před městem Dobříš, na okraji vesnice Rybníky.

Uranový revír je složen z několika dobývacích prostorů (DP), pojmenovaných po obcích, jimiž prochází. Úseky DP Kamenná, DP Lešetice, DP Brod, DP Bytíz a DP Daleké Dušníky. Celková délka prostoru je přibližně 24,5 km, přičemž je jeho největší šířka 3,8 km. V tomto revíru je v průběhu těžby v letech 1950 - 1991, založeno na 41 důlních jam, z toho 14 bylo slepých.

Celkem jsou zde vydobyty prostory o celkovém objemu přibližně 44 500 000 m³. V této době je také založeno celkem 26 odvalů, kde je uloženo téměř 28 000 000 m³ vytěžené hlušiny v podobě především proterozoických břidlic, přičemž jsou na některých odvalech rohovce, kambrické břidlice, slepence, droby a granodiority. (Kolektiv s. p. DIAMO, 2016)

Ložisko se nalézá v těsné blízkosti středočeského plutonu, ve vzdálenosti přibližně 1 km. Rudní žíly zde nemají jednotné rozložení a shlukují se do mnoha soustav. Takovýmto shlukům se říká žilné uzly.

(Cílek a kol, 2015)

Podle obecné definice by se dalo tvrdit, že žilný uzел je souborem žil v horninovém prostředí k sobě blízkých, probíhajících jedním i více směry. Žíly ložiska se dají rozdělit do dvou nejdůležitějších skupin, podle jejich postavení k základním strukturním jednotkám.

První skupinou se vyznačují ty žilné uzly, jejichž zrudněné poruchy byly vytvořeny důsledkem pohybování horninového prostředí po hlavních zlomech. Žilné uzly jsou často spojeny s částmi, kde se mění sklon nebo směr těchto zlomů, a v majoritě případů se od těchto míst příliš nevzdalují. Stavba těchto žilných uzlů se obvykle odvíjí od určitého počtu větších zrudněných poruch na daném místě, které mají směr na sever-východ nebo sever-jih a které se buď svým směrem, nebo úklonem napojují na dědovský či dubenecký zlom.

Druhou skupinu tvoří uzly, které byly vytvořeny při postupných proměnách příbramské antiklinály v blízkém prodloužení severozápadních poruchových oblastí. Stavba těchto žilných uzlů se odvíjí od poruch, které mají směr na sever-západ, které jsou postaveny kolmo k příbramské antiklinále.

(Valentová, 2005)

Ložisko není výrazně erodováno, a proto se jeho zrudnění nachází v nebyvalých hloubkách pod povrchem, někdy až 2000 m. Nejbohatší je ložisko přibližně na úrovni 1 km pod povrchem terénu, kde jeho kovnatost nabývá největších hodnot.

(Cílek a kol, 2015)

V průběhu těžby od samého začátku v roce 1947 do jejího ukončení roku 1991 bylo na ložisku prozkoumáno více než 2500 rudních žil, ze kterých mělo 1641 žil uranovou mineralizaci. Na příbramském ložisku se nacházely i žíly polymetalického zrudnění (35 žil Ag-Pb-Zn) a na 19 žilách byly nalezeny stříbrné rudy.

(Badár, Hejnic, 2016)

Za toto období zde bylo vydobyto celkem 48 432,2 tun uranu, 6 200 tun olova, 2 400 tun zinku a 28,9 tun stříbra. V tomto procesu bylo vyraženo až 2188 km horizontálních děl, které dosahovaly hloubek až 1,5 km.

(ANONYM, 2009)

Uranové rudy příbramského ložiska byly tříděny v úpravně 1. máj u osady Bytíz. Zařízení se skládalo ze systémů na drcení, třídění a radiometrického rozdělování, jehož principem bylo využít radioaktivní záření materiálu k jeho označení, dále se toto záření převede na elektrický impulz a proběhne kvalitativní vyhodnocení. Pokud je impulz dostatečné kvality, je tento signál přepuštěn dále k mechanickému zařízení. Tímto způsobem byla tříděna frakce o velikosti zrn 25 - 100 mm.

Dalším systémem je gravitační třídění, používané pro velikosti zrn 0 - 25 mm. Postupně byla úpravna rozšiřována a zdokonalována, přidalo se flotační zařízení, které se později zrušilo.

K úpravně také náleží odkaliště K I a KII Bytíz, kde bylo uloženo přibližně 930 000 tun kalu z úpravárenských procesů.

(Kafka, 2003)

V současné době jsou důlní díla zrušena a zabezpečena, podzemní prostory byly zatopeny a rokem 2005 byla u jámy č. 19 otevřena čistírna důlních vod, vytékajících z ložiska. Vybrané odvaly jsou využívány jako zdroj stavebního materiálu, drcený kámen. Produkované kaly jsou ukládány do odkaliště u osady Bytíz. Objekty, které je možno dále využívat, jsou určeny k prodeji nebo se odstraňují.

V části vyrubaných prostor dolu jam č. 4 a 16 byl po ukončení těžby uranu v roce 1991 vybudován zásobník plynu. Práce zde probíhaly v letech 1992 - 1998 a je zde prostor pro objem plynu až 620 000 m³.

(ANONYM, 2017)

Přehled využívaných jam na ložisku Příbram - uranové doly					
Číslo jámy	Katastrální území		Rok založení / obnovy	Hloubka (m)	Patro
	Obec	Název jámy			poslední vyražené
	Příbram	Lill	1857/1949	454	18
	Mílín	Vrančice I	1947		
	Mílín	Vrančice II	1947		
1	Lazsko	Vojna I	1948	443	9
2	Lešetice	Vojna II	1948	582	12
3	Lazsko	Vojna III	1948	536	11
3A	Kamenná	-	1954	573	10
3C	Kamenná	Cyrl	1957	120	2
4	Lešetice	-	1950	634	13
5	Brod	Družba 1	1950	480	10
6	Brod	Družba 2	1950	544	11
6A	Příbram	Svatá Hora	1871/1947	310	3
7	Třebsko	-	1950	101	2
8	Zahořany	Nová Ves	1951	152	3
9	Háje	Jeruzalém	1951	557	11
10	Bytíz	-	1951	744	15
11	Bytíz	-	1951	564	11
11A	Bytíz	-	1955	1 504	29
12	Arnoštovice	Heřmaničky	1952	169	4
13	Háje	-	1965	1 140	24
15	Konětopy	-	1955	1 243	25
16	Háje	-	1957	1 838	32
17	Dubenec	-	1956	820	20
18	Třebsko	-	1956	333	6
19	Dubenec	Drásov	1965	1 457	29
20	Dlouhá Lhota	Skalka	1957	685	14
21	Dubno	Háje	1957	543	10
22	Suchodol	Dubenec	1958	396	9
23	Ostrov u Ouběnic	-	1959	331	9
24	Libice	-	1959	321	9
25	Daleké Dušníky	-	1961	658	13

Tab. č. 3, Přehled využívaných jam na ložisku Příbram (Valenta, 1997)

4. Významné dopady těžby nerostných surovin na okolní krajinu

Jakýkoliv způsob těžby nerostných surovin způsobuje znehodnocování přírody a krajiny v jejich bezprostředním i širším okolí. U povrchové těžby jsou sice známky jejich negativních dopadů o něco znatelnější než u těžby hlubinné, ale jejich závažnost zůstává stejná. V Některých případech, jako jsou například efekty dobývání uranu v příbramském regionu, může být nebezpečí vůči životnímu prostředí dokonce i větší.

K samozřejmým problémům těžebních prací a nakládání s jejími produkty zcela určitě patří například nadměrná prašnost, ovlivnění stavu podzemních a povrchových vod, znehodnocení půdní jakosti, poklesy a propady terénu v důsledku poddolování a další podobná úskalí.

Jedním ze stěžejních ekologických faktorů je také mikroklima, které patří mezi důležité činitele působící na povahu daného stanoviště.

Konkrétně povaha mikroklimatu postižených oblastí, a především převýšených odvalů či výsypek, je přímo provázána s expozicí a inklinací jejich svahů, dále s jejich vystavení větrnému proudění a s charakterem vegetačního pokrytí.

Příkladem z pohledu expozice odvalů je odlišné působení větru a množství přijímané energie slunečního záření jak teplotního, tak i světelného. Přijímání sluneční energie je dále závislé na inklinaci svahu, kdy je důležitý úhel záření dopadajícího na povrch oblasti. Čím větší je vstupní úhel dopadajících paprsků světla, tím menší plocha objektu bude stejným paprskům vystavena.

Odvaly, které jsou nasměrovány jižně, jsou charakteristické většími rozdíly teplot. Ve dne v této souvislosti roste teplota vzduchu a přízemních vrstev. Zároveň je ale větší výpar, a tak se zde vlhkost půd i vzduchu podstatně snižuje. Severní strany odvalů jsou charakteristické menším množstvím přijímaného slunečního záření a jsou vystaveny působení chladného proudění vzduchu ze severu. Z tohoto důvodu jsou tyto svahy chladnější a mají vyšší vlhkost. Na západní i východní svahy působí tyto vlivy střídavě, přičemž na východní více působí chladné severní proudění a západní jsou vystaveny většímu množství slunečního záření.

(Štýs, 1981)

V případě uranové těžby jsou ale tyto problémy složitější o problém s nebezpečím úniku radioaktivních látek, které jsou do prostředí uvolňovány v různých podobách.

Negativní vlivy na životní prostředí, pramenící z dobývání nerostných surovin, jsou skutečně značně komplikovaným, rozsáhlým a vzájemně propojeným problémem.

Pro lepší porozumění a rozlišení jednotlivých důsledků je možno tyto efekty vyjádřit v jednotlivých skupinách podle zemských sfér, ke kterým se vlivy vztahují. Postižená území je tedy možno výstižně popsat podle charakteru atmosféry, litosféry, pedosféry, litosféry, biosféry a hydrosféry.

(Štýs, 1981)

4. 1 Vliv na atmosféru

Vliv důlní těžby se do atmosféry promítá ovlivňováním kvality ovzduší znečištěním, které způsobují například plyny a různé páry pocházející z komínových emisí a prach, který přichází z oblastí ukládání odpadových materiálů z těžby.

Emise obsahují určité množství různých těžkých kovů, jako jsou Arsen (As), Kadmium (Cd), Olovo (Pb) a Antimon (Sb). Tyto kovy jsou ve větších množstvích pro organismus toxické, a proto se vynakládá velké úsilí k vývoji a aplikaci účinných protiopatření, která šíření těchto látek omezuje na minimální možnou úroveň.

Kontaminace ovzduší tedy může být rozdělena na komínové emise vypouštěné přímo do atmosféry, a dále pak technologické emise, které do atmosféry unikají například z úložišť odpadů z těžby.

Kovy z komínových emisí jsou obvykle do ovzduší uvolňovány jako částice, které jsou obsaženy ve vypouštěných plynech. Jsou schopny šíření na velké vzdálenosti, v závislosti na klimatických podmínkách v oblasti.

Emise z jiných zdrojů, jimiž jsou například uložené materiály po důlní těžbě, jsou uvolňovány v malé výšce nad povrchem, a proto se rozšiřují do podstatně menších vzdáleností, než je tomu u emisí pocházejících z komínových emisí.

(Asrari, 2014)

Jako významný faktor znečišťování ovzduší je intenzivnější prašnost, která je produktem přemístování důlního materiálu, prací na úpravách, důlní těžby a z odkališť, jejichž vysušené plochy sedimentovaného materiálu jsou jedním z hlavních původců zvýšené prašnosti v okolí. Větrné proudění po okolí roznáší velmi jemná zrnka sedimentovaných materiálů spolu s částicemi, které obsahují nebezpečné látky. Pokud je rychlost větru vyšší než 11 m/s, tyto materiály budou rozvířeny a zvýší se tak přítomnost prachových částic ve vzduchu.

(Kafka, 2003)

Kovohutě Příbram

Dalším původcem znečišťování ovzduší jsou návazné průmysly, které slouží k dalšímu zpracování surového materiálu.

Na Příbramsku je příkladem podnik Kovohutě Příbram, významná společnost v oblasti hutnictví, která má na Příbramsku dlouhou a bohatou historii. Hlavními produkty zdejší hutě bylo vždy olovo a stříbro, které se vyrábělo z rudy těžené v blízkém okolí. První zmínky o zpracovávání kovů se nachází v listině pocházející z počátku 14. století, roku 1311.

Založení samotné příbramské hutě proběhlo až ke konci 18. století, v roce 1786, kdy se huť začala stavět. Mimořádně významnou osobností, jehož reformy zásadně vylepšily důlní i hutní průmysl na Příbramsku, byl Jan Antonín Alis.

Právě Jan A. Alis, který stál za založením příbramské hutě, si uvědomoval problémy, které výroba kovů představuje pro ovzduší.

(Dostál a kol, 2006)

Vedle ostatních zřejmých problémů s negativními dopady na prostředí, jako jsou znečišťování vod nebo produkování odpadových materiálů, se od nepaměti hutní průmysl na Příbramsku potýkal s problémem vypouštěných plynných emisí. Tyto emise obsahují částice kovů uvolňované při zpracovávání rudy ve výrobních procesech.

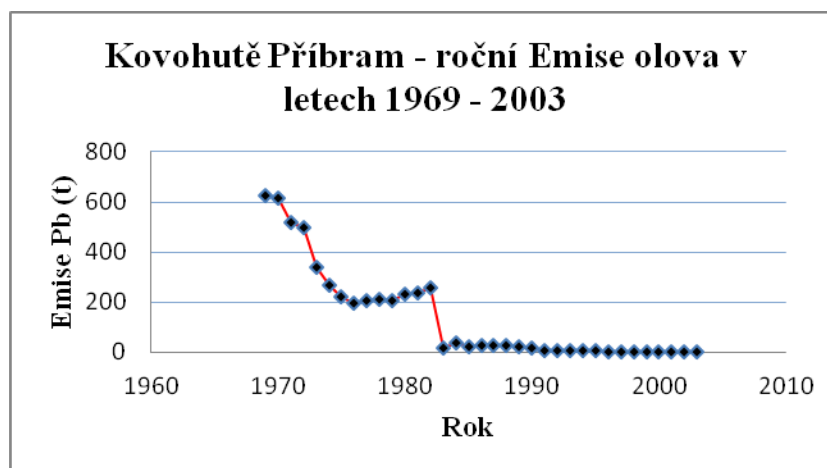
(Kunický, Vurm, 2011)

Jedním s prvních opatření, vybudovaných ve snaze zmírnit vypouštění velkého množství prachu do atmosféry a zároveň zmírnit ztráty olova, byly takzvané prašné komory. Při založení příbramské hutě zde J. Alis zavedl takovouto komoru pro každou tavicí pec.

Toto jednoduché opatření bylo používáno až do konce 19. století, kdy bylo nahrazené modernějšími technologiemi pro zachytávání prachových částic. Od té doby zde byly vybudovány komory pro sedimentaci, do kterých byly kouřovody svedeny všechny hutní provozy. Spolu s těmito objekty byl postaven i zděný komín,

vysoký 75 m. Plyny se zde odsávaly odstředivým ventilátorem, poháněným nejprve parním strojem, poté byl nahrazen elektromobilem. V průběhu času zde byly realizovány stále rozsáhlejší úpravy a účinnější modernizace, které pokračovaly až do současné doby, kdy bylo dosaženo účinného snížení produkovaných emisí hluboko pod maximální povolenou úroveň.

(Dostál a kol, 2006)



Obr. č. 1, Snížení emisí olova v období 1969 - 2003 (Jaňour Z. a kol., 2000, Tomášek, 2004)

Kovohutě Příbram	
Rok	Emise Pb (t/rok)
1969	624
1973	340
1983	15
1993	4
2003	0,99

Tab. č. 4, Pokroky v omezování emisí olova, Kovohutě Příbram (Tomášek, 2004)

Emise Kovohutí Příbram v roce 2003 (t/rok):					
TL	SO ₂	NO ₂	CO	Pb	Cl-
0,7265	42,18	13,854	3,774	0,992	2,944

Tab. č. 5, Seznam produkovaných emisí za rok 2003 (Tomášek, 2004)

U objektů, spojených s těžbou uranu, jsou problémy znečišťování ovzduší navíc složitější o skutečnost, že se odtud vedle kovů uvolňují také radionuklidy a další nebezpečné látky jako technologické emise pocházející z dobývání a úpravy těchto rud.

Hlavními původci výronů radonu do ovzduší jsou zmíněné odvaly, dále větrací zařízení důlních děl, pracoviště na čištění důlních vod kontaminovaných nebezpečnými látkami, sedimentační nádrže a odkaliště využívané k usazování odpadních materiálů z úpraven uranových rud.

4. 2 Vliv na litosféru

Další částí jsou důsledky, které má důlní těžba na okolí z hlediska pevného obalu země. Vliv na litosféru se projevuje částí na povrchu, kde je dobře rozeznatelný nebo pak hlouběji v horninovém prostředí. Pod povrchem ale poškození není na první pohled vidět, a proto v ohrožených lokalitách probíhají pravidelné kontroly, které změny v nestabilním horninovém prostředí dokumentují.

Důsledky hlubinné těžby pozorovatelné na povrchu

Na povrchu lze vliv důlní těžby pozorovat zejména v podobě výrazných morfologických změn terénu, kdy je kontinuita reliéfu narušena převýšenými výsypkami a odvaly. Tyto formy jsou označovány jako konvexní.

Odvaly jsou na povrchu vystaveny působení řady exogenních činitelů zejména vody a větru, které se mohou podílet na změnách jejich tvaru. Tyto změny jsou pak pozorovány v podobě svahových sesuvů, vodní a větrnou erozí.

Dalšími produkty hlubinné těžby, které narušují přirozenost povrchu, jsou méně znatelné konkávní formy reliéfu. Ty se projevují ve formách různých poklesů a především propadlin.

(Štýs, 1981)

Důsledky hlubinné těžby na horninové prostředí

Právě riziko, které představuje nebezpečí propadů terénu, a bezpečnostní limity uvalené na poddolovaná území jsou na Příbramsku jedním z nejrozšířenějších problémů pramenících z báňské činnosti.

Propadliny jsou přímo vázané na změny v horninovém prostředí, způsobené důlní těžbou. Nebezpečí tedy pramení z odstraňování velkých objemů materiálu v podzemí určité oblasti, čímž se naruší její stabilita.



Obr. č. 2 - Vyznačení poddolovaných oblastí Příbramska (mapy.geology.cz)

Jak vyplývá z obrázku výše, oblasti březohorského rudního revíru, uranového ložiska Příbram a jejich okolí leží z naprosté většiny na poddolovaném území.

Jasným příkladem nebezpečí, které nestabilní horninové prostředí představuje, dokládá náhlý propad z dubna roku 1962. V oblasti Bytíz, kde se v noci ze soboty na neděli, propadla stará táborová kuchyně a kulturní dům nápravného zařízení Bytíz.

V podzemí právě probíhalo vypouštění základek v severní části žilného uzlu s označením Bt 4 - jednoho z nejhojnějších uzlů na ložisku.

Dobývaná žíla probíhala v jejich těsné blízkosti, a když k propadu došlo, tak se velká část těchto staveb sesunula spolu s jejich podloží. Kráter nabyl celkového rozměru přibližně 50 x 60 m a v nejvyšším bodě hloubky přibližně 30 m.

Vážnost situace se ještě umocnila nejistotou, protože nebylo možné ihned zjistit přesný počet obětí. Vzhledem k pokročilé hodině ale byli v oblasti pouze tři odsouzení, z nichž byl jeden na odchodu, ten z neštěstí vyvázl živý. Kdyby k propadu došlo například v době oběda, počet obětí by byl mnohem vyšší.

Po důkladných analýzách bylo zjištěno, že na propad mělo vliv více než 10 různých faktorů, které byly v určité situaci vzájemně propojeny. Žádný z těchto faktorů nebyl sám o sobě schopen způsobit deformaci takového rozsahu.

Nebezpečí zde hrozilo i pro provoz blízkého odkaliště. Musely zde proběhnout důsledné kontroly a zajišťování podloží mezi kalovým polem a místem propadu, aby nemohlo dojít k provalení silně zvodnělých kalů do dobývaných prostor.

(Anonym, 2012)

Dalším příkladem může být i poddolování v oblasti Bohutín, kde je ohrožena nebezpečím propadu velká část hlavní silnice č. 18 ve směru Příbram - Rožmitál pod Třemšínem. Je zde umístěno omezení rychlosti pro vozidla o hmotnosti vyšší než 3,5 t, aby zde nedocházelo k příliš silným vibracím, pramenícím z automobilové dopravy, která je zde velmi frekventovaná. Po celé délce silnice je navíc z obou stran zástavba, která je vystavena stejnému riziku. Z osobní zkušenosti vím alespoň o jednom menším propadu na soukromém pozemku ve výše zmíněné lokalitě.

4. 3 Vliv na pedosféru

Pedosféra je půdní obal Země. Je to vrstva zemin o určité mocnosti, která vzniká z materiálu zvětralých podložních hornin. K tvorbě půdy je nezbytná přítomnost živých organismů a jejich mrtvých schránek. Nezbytnými faktory pro vznik a vývoj pedosféry, tedy půdy, jsou okolní prostředí, kde záleží na jeho morfologii a klimatických podmínkách v oblasti. Důležitým faktorem při vývoji půdního profilu je také čas. Při současných klimatických podmínkách by měl na území České republiky vznikat průměrně 1 cm půdy za 100 let.

(Anonym, 2013)

Pedosféra je nenahraditelnou složkou, nezbytnou pro vyrovnaný cyklus látek a energií. Je tedy podmínkou pro dynamickou rovnováhu a ekologickou vyrovnanost v přírodě. Půda také slouží jako efektivní usměrňovač přírodních dějů, kde funguje jako nenahraditelné prostředí pro vznik rostlinné hmoty, producentů a dalších organismů nezbytných pro řádné fungování cyklů přírody.

Půda je komplexní systém, kde dochází k interakcím mezi organickou a anorganickou složkou. Půda je prostředí, které je tvořeno plynnou, kapalnou a tuhou složkou a kde se mezi sebou prolínají litosféra, hydrosféra i atmosféra.

Tuhá složka půd je tvořena anorganickými i organickými prvky. Z anorganických jsou to zvětraliny podložních půdotvorných hornin, z organických pak různé rostliny a živočichové, jejich zbytky a různá hnojiva, která dohromady budují svrchní půdní (humózní) vrstvu.

Plynná složka se v půdě nachází v podobě půdního vzduchu o různých hodnotách obsahu prvků, jako jsou kyslík, dusík, kysličník uhelnatý, vodních par atd.

Kapalná složka je v půdě reprezentována dvěma rozdílnými kategoriemi. První je půdní voda, která se v zemině zdržuje v menších hloubkách, a druhá je voda podzemní, která se nachází hlouběji v zeminovém prostředí. Do vyšších částí půdy se dostává pomocí kapilární vztlakovosti. Naopak, když se půdní voda zasakuje do hloubky, stává vodou podzemní.

Důlní těžba a její návazné průmysly půdu závažně znehodnocují, v některých případech dochází k jejímu kompletnímu zničení. Půda je postupně kontaminována, a snižuje se tak její schopnost poskytovat kvalitní podmínky pro organismy, které zde žijí.

(Štýs, 1981)

Příkladem kompletního zničení půd jsou už prvopočátky těžebních prací v regionu, kdy dochází k záboru zemědělských nebo lesních ploch, které jsou potřebné pro získání přístupu k ložisku, zbudování všech potřebných objektů pro těžbu a následnou úpravu rud. Další zábory jsou nutné pro budoucí odvaly a odkaliště, které jsou potřeba pro ukládání všech odpadů s těžbou spojených.

Kontaminace půd z ovzduší

Příkladem může být opět hutní průmysl na Příbramsku, který ovlivňuje půdní kvalitu v okolí právě emisemi, vypouštěnými do atmosféry. Těžké kovy obsažené v plynu, který je uvolňován z hutních procesů se nejprve zadržují ve vzduchu a po určité době klesají, až jsou absorbovány vegetací a svrchními vrstvami půdy.

Vzhledem k rozsáhlé těžbě polymetalických rud na Příbramsku, jsou zde plochy kontaminovány především olovem (Pb), kadmíem (Cd) a Arsenem (As). Největším původcem znečištění prostředí byla v minulosti příbramská huť, a proto jsou kontaminace půd v jejím okolí ty nejvýznamnější.

Například povolený limit pro obsah kadmia v jednom kilogramu vzorku půdy je 0,4 miligramu, obsah olova je pak stanoven na 70 miligramu.

Ve vzorcích odebraných v oblasti Kovohutí Příbram ale bylo naměřeno pro olovo 400 - 1000 mg/kg a pro kadmium 0,8 mg/kg.

(Tomášek, 2004)

Obsah rizikových prvků v půdách (mg/kg)				
Výluh roztokem 2 M HNO ₃ - půda : vyluhovadlo = 1 : 10				
Prvek	As	Pb	Cd	Zn
Lehké půdy	4,5	50	0,4	50
Těžké půdy	4,5	70	1	100

Tab. č. 6, Přípustný obsah nebezpečných kovů v půdě
vyhláška MŽP č. 13/1994 Sb -

dle § 22 zákona České národní rady č. 334/1992 Sb., o ochraně zemědělského půdního fondu,
ve znění zákona České národní rady č. 10/1993 Sb. ČR)

Kontaminace půd z okolního prostředí

Jiným zdrojem znečištění a následné degradace půdního profilu jsou samotné areály těžebních podniků, odkud mohou do prostředí unikat různé technologické roztoky nebo již zmíněná prašnost, která vedle kvality ovzduší také znehodnocuje půdu tím, že se zde po určité době usazuje.

Kontaminanty, které jsou v prachu přítomny, jsou pak uvolňovány do půdního prostředí. Zdrojem prašnosti mohou být odkaliště, svrchní vrstvy odvalů nebo dopravní trasy, kterými se materiál převáží po okolí.

Vedle prašnosti jsou podstatným problémem také znečištěné vody, které do prostředí unikají například z odkališť přes průsaky v těsnících vrstvách. Podobně postižené plochy pak nejsou vhodné k zemědělskému využití z důvodu jejich vysoké toxicity.

(Kafka, 2003)

4. 4 Vliv na hydrosféru

Voda je jednou z nejzranitelnějších a nejvíce ovlivněných součástí životního prostředí. V období těžby je ochrana podzemních a povrchových vod velice náročná. Stejně tak je to v případě jejich dekontaminace a sanace.

(Kafka, 2003)

Těžbou jsou ovlivňovány jak vody podzemní, tak i povrchové. Závažnost způsobeného poškození a rozvrácení přirozeného vodního režimu v oblasti je také závislá na oblastním vodním režimu a jeho celková hydrogeologická situace.

Území může být vlivem těžby příliš vysušováno nebo je zde naopak vody velký nadbytek, přičemž jsou přilehlé pozemky podmáčené.

(Štýs, 1981)

Povrchové vody

Významným ovlivněním povrchových vod je čerpání podzemních vod pro účely těžebních prací. Když se otevře ložisko, je nutné udržovat stálou nízkou hladinu, aby zde nedošlo k zatopení důlních prostor. Čerpáním se tak ovlivňuje přirozená hladina podzemní vody v okolí díla - vytváří se takzvaný depresní kužel.

V přípovrchové zvodni se v okruhu o určitém poloměru okolo místa čerpání pozvolna sníží hladina, a tím se naruší jejich přirozené proudění. Stejným způsobem

se naruší proudění vody v hlubší zvodni, která je přítomna v puklinových systémech horninového prostředí.

(Kafka, 2003)

Přímo na povrchu se to promítá do odtokových poměrů povrchových toků, kdy se tento systém naruší. Problémy mají i obyvatelé v oblasti, když se snížením hladiny podzemní vody přichází o zdroj pitné vody.

Povrchové toky jsou také ovlivňovány znečištěnými důlními a průsakovými vodami, které zhoršují kvalitu jejich vody.

V době růstu a největší intenzity těžby (na uranovém ložisku) nebyl brán ohled na podmínky ochrany životního prostředí Příbramska. Především pak na celkový vývoj kvality povrchových vod a dnových sedimentů.

Do konce šedesátých let minulého století byly čerpané důlní vody odváděny zcela bez jakéhokoli čištění a úpravy do volných povrchových toků. To ponechalo dnové sedimenty ve vodních tocích (v okolí příbramského uranového ložiska) kontaminované U a ^{226}Ra . Ovlivněná povodí jsou především u Příbramského potoka a řeky Kocáby. Je ovšem vhodné zmínit, že věda a legislativní ustanovení pro kontrolu těchto záležitostí také nebyly na takové úrovni, jako jsou v současné době.

První čistící (dekontaminační) stanice byly vystavěny v období 1967 - 1969, přičemž byly zprovozněny o rok později. Od toho okamžiku se situace obrátila a začalo snižování bilance radioaktivního znečištění v povrchových tocích i podzemních vodách.

Stanice byly zbudovány v okolí čerpacích systémů jam 2, 9, a 11, později rovněž u jámy 15, kde byla navržena stanice přímo pro čištění průsakových vod z místního odvalu.

(Liptáková D.)

Povrchové vody jsou také v určité míře znečišťovány spadem prachu z blízkých dopravních tras nebo odkališť.

(Kafka, 2003)

Důlní vody

Případem ovlivňování důlní vody je její kontaminace. Zde je způsobena povrchovými a podzemními vodami, které sem prosakují z vyšších úrovní. Tyto vody jsou dobře okysličené, a tím urychlují zvětrávání různých minerálů, především sulfidů a jiných minerálů přítomných v okolních horninách a daném ložisku.

Důlní vody jsou tedy přetvořeny v kyselé síranové, silně mineralizované a mají vysoký obsah železa. V případě rudních ložisek také vody obsahují velká množství těžkých kovů.

Dalšími kontaminanty jsou pak radioaktivní prvky, pokud se jedná o uranová ložiska, dále technické kapaliny, jako jsou různá maziva a ropné látky.

Jinými zdroji kontaminace podzemních vod jsou průsaky z odvalů nebo starých odkališť, která byla vybudována bez kvalitní izolace od propustných vrstev podloží.

Srážkové a technologické vody, které prosakují do horninového prostředí, také obsahují kovy, chemické a jiné rozpuštěné látky, přičemž závisí na složení dobývaných a upravovaných rud. Při styku s podzemními vodami pak ovlivňují

jejich kvalitu a výsledný produkt je nutno tyto vody náročně a dlouho čerpat a následně čistit.

(Kafka, 2003)

Na Příbramsku jsou vody kontaminovány nejznatelněji ve zdejším uranovém ložisku. Po ukončení těžby v roce 1991 a následné likvidaci důlních děl se začalo ložisko permanentně zatápět.

ČDV Příbram II

Z tohoto důvodu zde byla v roce 2004 zahájena výstavba nové čistící stanice (ČDV Příbram II), jejíž účel byl dekontaminovat veškeré důlní vody, které proudí ven z podzemních prostor bývalého z ložiska.

Tento účel do té doby plnila pouze čistící stanice v místě jámy č. 11, u osady Bytíz, ČDV Příbram I, ta ovšem měla kapacitu pouze 6 - 12 l/s, a nebyla tedy vhodně vybavena pro velká množství vody přicházející ze zatopeného ložiska. Tato čistírna byla později modernizována, aby byla schopna pomoci nové ČDV Příbram II v obdobích, kdy je nutné vyčistit větší objemy důlních vod. Navrhovaná kapacita modernizované ČDV Příbram I je 40 l/s. Odpad z čistíren, v podobě kalu, je ukládán v blízkém odkališti.

Jednotlivé prostory ložiska jsou propojené, a tak je voda ze střední a východní části odváděna k jámě č. 19, kde byla ČDV Příbram II postavena. Maximální kapacita čistírny je 80 l/s dekontaminovaných vod, což znamená více než 2 500 000 m³ vyčerpaných a přečištěných vod ročně. Čistírna byla uvedena do zkušebního provozu na začátku roku 2006.

(Trojáčková, 2006)

Vyčištěné vody byly poté zavedeny potrubím zpět do jámy č. 19. Nejprve se potrubí vede vyhloubenou štolou, poté je zasazeno do země a dovedeno dále k výpustnému objektu. Vody jsou pak vypuštěny do povrchového vodního toku (říčka Kocába). Čistírna byla uvedena do zkušebního provozu na začátku roku 2006. (Řehoř a kol., 2006)



Foto č. 1, Výpustný objekt

ČDV Příbram je v důlní vodě schopna snížit koncentraci uranu, odstranit přítomné ionty železa, snižuje koncentraci radia a odstraňuje zvýšené koncentrace iontů ostatních těžkých kovů. V usazovacích nádržích jsou sedimentovány vzniklé sraženiny, které se poté dále filtrují.

(Trojáčková, 2006)

Tabulky níže obsahují hodnoty naměřené v kontaminovaných a následně vyčištěných vodách, přivedené na ČDV Příbram II. Ze zjištěných údajů lze pozorovat mírně klesající trend, který symbolizuje postupné vymývání ložiska vlivem proudící vody.

Obsah kontaminantů ve vodách před vstupem do ČDV Příbram II v letech 2010 - 2012									
Ukazatel	Jednotka	Vzorků		Hodnoty v roce 2010			Hodnoty v roce 2012		
		2010	2012	Minimum	Maximum	Průměr	Minimum	Maximum	Průměr
U _{NAT}	mg/l	26	25	5,35	7,07	6,13	4,56	5,92	5,03
²²⁶ Ra	mBq/l	26	25	730	1860	1079	530	13,7	828
RL	mg/l	26	25	3250	3600	3419	2810	3170	2994
NL	mg/l	26	25						
pH	-	26	25	7,2	7,7	7,4	7,4	7,7	7,51
SO ₄ ²⁻	mg/l	26	25	1740	2040	1849	1450	1750	1616
Fe	mg/l	24	25	8,16	27	10,88	4,39	21,8	8,88
As	mg/l	26	24	0,0449	0,523	0,2522	0,107	1,26	0,289
Cl ⁻	mg/l	26	25	130	278	278	107	198	149
Obsah kontaminantů ve vodách po výstupu z ČDV Příbram II v letech 2010 - 2012									
U _{NAT}	mg/l	156	150	0,03	0,277	0,112	< 0,03	0,459	0,0613
²²⁶ Ra	mBq/l	156	150	40	120	53	< 40	120	46,1
RL	mg/l	52	49	3170	3590	3378	2780	3140	2970,2
NL	mg/l	52	49	4	4,5	4	< 4,0	6,6	0,22
pH	-	52	49	7,7	8	7,9	7,7	8,1	7,91
SO ₄ ²⁻	mg/l	52	49	1580	1990	1812	1190	1770	1594,6
Fe	mg/l	52	49	0,1	0,375	0,109	< 0,10	0,156	0,0032
As	mg/l	52	45	0,0142	0,0416	0,0277	0,0195	0,0524	0,0256
Cl ⁻	mg/l	53	49	196	405	261	132	371	217,1
Q _{rok}	m3/rok	Bilan. h.		2 270 838	Průměr = 72,0		2 059 979	Průměr = 67,5	

Obsah kontaminantů ve vodách před vstupem do ČDV Příbram II v letech 2014 - 2015									
Ukazatel	Jednotka	Vzorků		Hodnoty v roce 2014			Hodnoty v roce 2015		
		2014	2015	Minimum	Maximum	Průměr	Minimum	Maximum	Průměr
U _{NAT}	mg/l	25	25	3,68	5,21	4,562	3,48	20,3	4,66
²²⁶ Ra	mBq/l	25	25	390	1150	767,2	350	1090	725,6
RL	mg/l	23	25	2030	2970	2737,8	2510	4310	2742,4
NL	mg/l	23	25	11	210	50	12	210	45,6
pH	-	23	25	7,4	7,9	7,63	7,4	7,8	7,59
SO ₄ ²⁻	mg/l	23	25	1120	1560	1413	1170	1580	1371,2
Fe	mg/l	23	25	2,18	49,1	10,285	3,29	40,8	8,469
As	mg/l	12	12	0,177	1,111	0,4749	0,012	0,869	0,3434
Cl ⁻	mg/l	23	25	79,8	209	138,64	96,7	798	176,23
Obsah kontaminantů ve vodách po výstupu z ČDV Příbram II v letech 2014 - 2015									
U _{NAT}	mg/l	152	153	< 0,03	0,115	0,0336	< 0,03	0,206	0,0332
²²⁶ Ra	mBq/l	152	153	< 40	88	40,7	< 40	84	42,8
RL	mg/l	48	49	2020	3010	2769,2	2490	3140	2724,5
NL	mg/l	48	49	< 4,0	9,7	0,57	< 4,0	18	4,3
pH	-	48	49	7,8	9	7,92	7,7	8	7,87
SO ₄ ²⁻	mg/l	48	49	913	1700	1412,6	1130	1580	1358
Fe	mg/l	48	49	< 0,10	< 0,10	0	< 0,10	1,184	0,0058
As	mg/l	16	16	0,022	0,05	0,0327	0,028	0,086	0,0448
Cl ⁻	mg/l	52	53	153	374	238,1	119	397	257,6
Q _{rok}	m3/rok	Bilan. h.		2 148 596	Průměr = 67,9		2 021 547	Průměr = 63,8	

Tab č. 7, Obsahy kontaminantů v důlních vodách, před a po vyčištění, (Brůček a kol., 2011 - 2016)

Předepsané parametry			
Ukazatel	Hodnota	Bilanční hodnota	
Q _{rok}	Ø 80,0	2 523 000	
	max. 100,0	pH	6,9
Unat	VÚ 0,3	SO ₄ ²⁻	"p" 3000
	ZÚ 0,5		"m" 4000
226Ra	VÚ 200	Fe	"p" 2,0
	ZÚ 300		"m" 3,0
RL	"p" 5000	As	"p" 0,1
	"m" 6000		"m" 0,2
NL	"p" 30	Cl ⁻	"p" 800
	"m" 30		"m" 900

Tab č. 8, Parametry pro obsahy kontaminantů ve vypouštěných vodách, stanovené vyhláškou státního úřadu pro jadernou bezpečnost, platná do 31. 12. 2016

Tabulka č. 8 výše udává přípustné limity jednotlivých koncentrací ve vypouštěných vodách. Dle údajů v tabulce č. 7 došlo k překročení limitu pouze jedenkrát, a to v případě hmotnostní koncentrace přirozeného uranu U_{NAT} v roce 2012. Došlo zde k mírnému překročení VÚ (U_{NAT,2012} = 0,459), tedy vyšetřovací úrovně. VÚ je stupeň, kdy je vhodné vyhodnotit příčiny a důsledky, které k výsledku vedly.

ČDV Příbram II je ve svém účelu velmi efektivní a je zásadní složkou v úsilí chránit životní prostředí před nadměrným znehodnocováním nebezpečnými látkami, jako jsou těžké kovy a radioaktivní látky.

4. 5 Vliv na biosféru

Nejtěžší dopady na faunu, flóru a ekosystém jsou způsobovány již v prvních fázích zahajovaných důlních činností. I když se v mnoha případech postupuje opatrně a s ohledem na okolí, nutně musí dojít k poškození nebo omezení důležitých přirozených ekosystémů v dotčené oblasti.

Výsledkem je zmenšení populací zde žijících druhů, které mohou být pro dotčený region typické. Po zahájení prací se pak objeví jiné druhy, které v oblasti mohou být často jen v malém počtu. Původní geobiocenózy, spíše už kulturní krajiny, jsou rozvráceny a nahrazeny odlišnými typy převážně jednodušších biocenóz rumištních (ovlivněných člověkem), rychle degradujících na místní změny situace.

Na řadě důlní těžbou ovlivněných míst pak také vznikají nová přirozená stanoviště. To v případě, že daná oblast nebyla příliš malá (byla o rozloze alespoň několika hektarů) a nebyl zde vysázen monokulturní les. Když jsou podmínky naplněny, může se oblast změnit přirozenou sukcesí v biologicky hodnotná refugia (útočiště) rostlin a živočichů, kteří sem přicházejí z okolí. Ve středověku a také z počátku novověku bylo hornictví ve středních Čechách příčinou výrazného zásahu do prostředí tehdejších lesů, které byly složeny převážně z bučin a jedlí, vyšší úrovně byly porostlé smíšeninami buku, jedle a klenu, v nejvyšších místech pak rostly spíše smrčiny. Když dosáhlo hornictví největšího rozmachu, stalo se dřevo nedostatkovým zbožím. Odpovědí bylo řízené lesní hospodářství, které zcela změnilo zbývající přirozené lesy v monokultury především smrku, borovice a modřínu.

(Kafka, 2003)

Jiným významným ovlivněním fauny a flóry je také kontaminace. V tomto směru jsou na biosféru napojeny ostatní zemské sféry tak, jak tomu bylo i v jejich případě.

Faunu i flóru ovlivňuje spád v podobě kontaminovaného prachu ze vzduchu, rostliny získávají živiny z půdy a vláhu z půdní vody, takže pokud je pedosféra kontaminována, budou ovlivněny i rostliny. Rostliny mohou být poté požitý různými živočichy, a odtud se kontaminanty dostanou do potravního řetězce. Pokud jsou znečištěny povrchové vody, zasaženy budou vodní organismy, rostliny atd.

(Anonym, 2016)

5. Odvaly po uranové těžbě jako zátěže na životní prostředí na Příbramsku

Odvaly hlušiny z jam na uranovém ložisku Příbram jsou jedny z nejviditelnějších důkazů o rozsáhlé důlní činnosti v regionu. Debata jejich negativního působení na životní prostředí probíhá řadu let i po ukončení těžby. Nejvíce řešeny jsou nebezpečné látky, jež jsou v odvalech přítomny.

Organizace, která se stará o zahlazování důlní činnosti na Příbramsku a současně také po celé ČR nese název SUL o. z. Příbram, DIAMO s. p.

SUL tyto zátěže důsledně monitoruje a podniká kroky k jejich zmírnění nebo úplné eliminaci. V této kapitole jsou mimo jiné využívány výsledky a stanoviska tohoto podniku.

5. 1 Radioaktivní částice z rizikových odvalů na Příbramsku

Používané jednotky

Jednotky, používané při měření radiace z odvalů, jsou Becquerel a Sievert. Bq je značení pro Becquerel, což je jednotka, která vyznačuje počet radioaktivních přeměn za jednu sekundu.

Sievert je používán k vyjadřování ekvivalentní a efektivní dávky. 1 Sv je velmi závažné množství záření a není obvyklé. Mnohem více se využívá označení mSv, pro milisievert, jehož hodnota odpovídá tisícině Sievertu, tedy 0,001 Sv.

(Anonym, 2011)

Menší jednotkou je μSv , což je označení pro mikrosievert. 1 μSv je v převodu $1 \cdot 10^{-6}$ sievertu (Sv) a 0,001 milisievertu (mSv). Sievert vyjadřuje biologické účinky záření s ohledem na jeho záření a energii.

(Wood, 2011)

Ekvivalentní dávka je součet jednotlivých ekvivalentních dávek různých typů záření, kdy jsou tyto dávky vynásobeny koeficientem pro daný typ záření.

Efektivní dávka je dána součtem vážených střeňích hodnot ekvivalentních dávek v různých tkáních lidského těla.

(Anonym, 2012)

Uran

Uran je chemickým prvkem IV. vedlejší podskupiny v periodické soustavě prvků. Patří do skupiny aktinoidů, což je skupina 15 radioaktivních prvků s nestálými fyzikálními a chemickými vlastnostmi.

Jeho hlavními izotopy jsou ^{235}U a ^{238}U , které se vyskytují především v litosféře. Nejvíce do těla vstupují vdechnutím nebo požitím a největší nebezpečí představují pro ledviny, plíce a trávicí soustavu.

Uran je velice aktivní za zvýšených teplot a vytváří různé sloučeniny v oxidačních číslech od +II do +VI. Ve vodních roztocích tvoří sloučeniny především uraničité a uranové, kdy jsou uranové ty nejstabilnější.

Uran je toxický prvek, u kterého je mnohdy složité odlišit jeho účinky na organismus. Ty mohou být jak chemické, tak i radiační. Chemické účinky jsou patrné v jejich nebezpečí pro ledviny. S ohledem na nízkou měrnou aktivitu uranu je poničení ledvin chemickými účinky uranu více podstatný, než je tomu u poškození radiací.

(Liptáková a kol, 1997)

Je známo, že se rozpuštěné sloučeniny mohou vcelku rychle vyloučit močí. 50% uranu, do organismu absorbovaného v rozpustné podobě, je vyloučeno v průběhu prvních 24 hodin po vystavení se dávce.

(Liptáková a kol, 1997 ex Jandl, Petr, 1988)

Z uranových sloučenin obsahující $\text{U}^{\text{VI}+}$ se usadí v plicích a jsou z 99% vyloučeny během pěti dní.

Nejrozpuštěnější jsou kysličníky uranu, kde je biologický poločas (ztráta poloviny své radiologické aktivity) přibližně 500 dnů. Pokud se látka požije, 1 - 5 % je

vtaženo do organismu a ostatní se vyloučí. Množství látek uranu, které v organismu zůstalo se pak během 5 - 6 dní z 92 - 95 % vyloučí močí. Poslední část z organismu odejde během 30 - 300 dní.

(Liptáková a kol, 1997 ex Jandl, Petr, 1988)

Z tohoto důvodu je důležité vědět, který orgán byl látkám uranu vystaven a také jakého druhu (chemické formy) tyto látky jsou. Sloučeniny, které se rozpouští hůře, jsou méně škodlivé.

(Liptáková a kol, 1997)

Více problémová jsou pak vdechnutí, kdy nebezpečí záleží také na velikosti vdechovaných částic, které se pak usazují do plic. Pokud se jedná o rozpustné podoby, 99 % je odsud odstraněno v prvních 5 dnech.

(Liptáková a kol, 1997)

Radium

Je chemický prvek II. hlavní podskupiny v periodické soustavě prvků, který patří do podskupiny kovů alkalických zemin. Jeho výskyt v přírodě je malý, převážně se nachází v rudách uranu, ze kterých vzniká radioaktivní přeměnou. Podstatnou vlastností radia je jeho radioaktivita, kdy se prvek rozpadá na radon ^{222}Rn a uvolňuje přitom záření α a γ . Nejstabilnější izotop radia má poločas rozpadu 1590 let.

(Liptáková a kol, 1997)

Radium se do organismu dostává hlavně přes jídlo a vodu. Jeho nebezpečí tkví v radioaktivitě, kde je velmi podstatným původcem záření α .

V kostech dospělého člověka jsou zjištěny hodnoty 1 - 1,5 Bq. Přítomnost radia v takovémto množství odpovídá přibližně 60 μSv za rok pro kostní buňky a 3 μSv pro kostní dřeň. Rozdíl spočívá v rozdílných jakostech záření α a β , kde α ozařuje kostní buňky a je vyššího faktoru nežli záření β , které působí na kostní dřeň.

(Liptáková a kol, 1997 ex Jandl, Petr, 1988)

Radium se tedy hromadí v kostech, odkud se uvolňuje jen velice pomalu. Pokud se tedy bude organismus nacházet v blízkosti tohoto prvku a bude ho absorbovat, koncentrace radia se v jeho kostech navýší.

Izotopy radia jsou ^{226}Ra a ^{228}Ra , kdy jsou oba uchovávány především v litosféře, a ohrožují kosti nebo v případě ^{226}Ra také trávicí soustavu. Organismus ozařují v případě, že je v jejich blízkosti, nebo tyto prvky zkonsumuje.

(Liptáková a kol, 1997)

Radon

Je chemický prvek nulté skupiny periodické soustavy prvků, patří do skupiny vzácných plynů. Jeho vznik je produktem radioaktivního rozpadu radia. Je to radioaktivní plyn, vydávající záření α a který se hned po vzniku začne rozpadat. Poločas rozpadu radonu je 3,825 dne. Protože je rychlost jeho rozpadu takto vysoká, nevyskytuje se v přírodě volně a je vázán na radium.

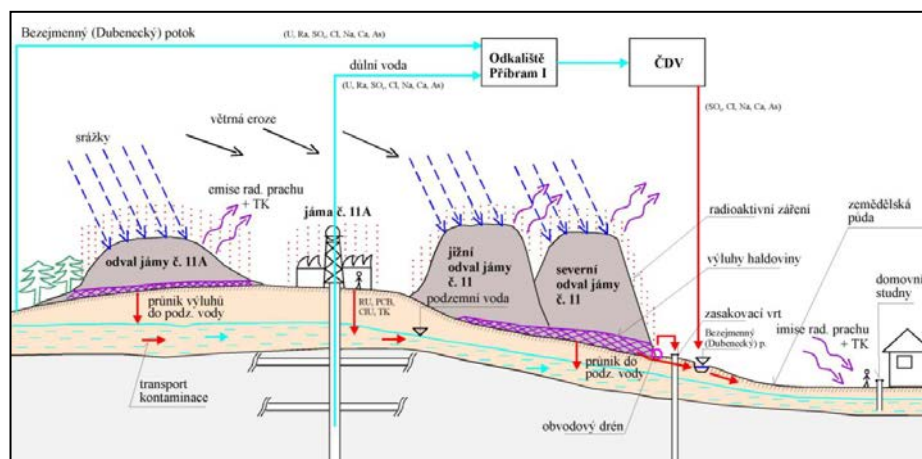
(Liptáková a kol, 1997)

Radon je jedním z hlavních původců přirozené radioaktivity ve vzduchu. Přítomnost v atmosféře je způsobena vyzařováním z hornin. Nejpodstatnější část rizika pochází od produktů radonu, které jsou přítomny v prachových částicích v ovzduší. Tento prach je pak vdechován a hromaděn v různých částech plic. Krátký poločas rozpadu těchto prvků způsobuje rozpad ještě uvnitř těla před tím, než je možné jejich vydechnutí. Nejpodstatnější dceřiné prvky radonu jsou ^{218}Po a ^{214}Po , které produkují záření α a β . (Liptáková a kol, 1997)

5. 2 Radioaktivita odvalů po těžbě uranu na Příbramsku

Obrázek níže popisuje vlivy, které má odval s radioaktivním materiálem na své okolí. Srážky jsou nejprve absorbovány povrchem odvalu, kde se poté gravitačně přemisťují směrem k podloží. Cestou na sebe váží nebezpečné částice a do podloží vstoupí kontaminované. Na odvalech, jako jsou tyto, kde jsou vybudovány systémy pro zachyt průsakových vod z odvalů, je pak voda drény sváděna zpět do důlních prostor pomocí vrtu. Je zde také zobrazena ČDV Příbram I, která na tomto místě kontaminované podzemní vody čerpá, přečišťuje a odpadní prvky ukládá do místního odkaliště.

Vítr a větrná eroze pak roznáší prach pocházející ze zvětvávání materiálu, ve kterém jsou obsaženy radionuklidy, škodlivé pro organismus, a které vstřebávají v blízkosti žijící obyvatelé.



Obr. č. 3 - Šíření kontaminovaných látek z odvalů u osady Bytíz (Bartoň a kol., 2014)

Kontaminace důlních vod

Vliv odvalů na důlní vody je dán především průsakovými vodami. Jsou to srážkové vody, které dopadají na odval a zasakují se do materiálu. Voda se poté gravitačním prouděním dostává stále níže a současně absorbuje kontaminanty odvalového materiálu, se kterými přijde do styku.

V případě uranových odvalů na Příbramsku je to pro okolí významné riziko, a proto byl u řady odvalů vybudován systém, který takto znečištěné a nebezpečné vody zachytává.

System je složen ze žlabových kanálů, které jsou svedeny do nejnižšího místa celého odvalu. Zde se průsakové vody hromadí a jsou zapouštěny zpět do zatopených důlních prostor. V tu chvíli se stávají součástí důlních vod. Čištění důlních vod na Příbramsku je více popsáno v podkapitole 4. 4 Hydrosféra.

Určité odvaly ale tento systém realizovaný nemají (odvaly č. 3, 4, 5 a 6). Nebyly zde zaznamenány průsakové vody, protože se tyto odvaly nachází nad podloží s větší propustností. Jejich okolí je proto pravidelně kontrolováno a pozorují se možné obraty, které by mohly indikovat změnu stavu a nebezpečí pro okolní prostředí.

Za běžných okolností nebyla zaznamenána žádná nežádoucí ovlivnění, která by znehodnocovala kvalitu vod v blízkosti těchto odvalů.

(Bican, Čermák, 2015)

Radon z odvalů

Radon je z odvalů uvolňován průběžně. Množství a jeho vliv na obydlené lokality závisí na klimatických a teplotních podmínkách. Příbramský region je v oblasti vlivů radonu sledován především ve vztahu ke kritickým skupinám obyvatel, kteří žijí v těsné blízkosti rizikových odvalů nebo jiného zdroje ozáření. Monitoring oblasti probíhá s cílem zajistit dostatečné podklady pro výpočet roční efektivní dávky.

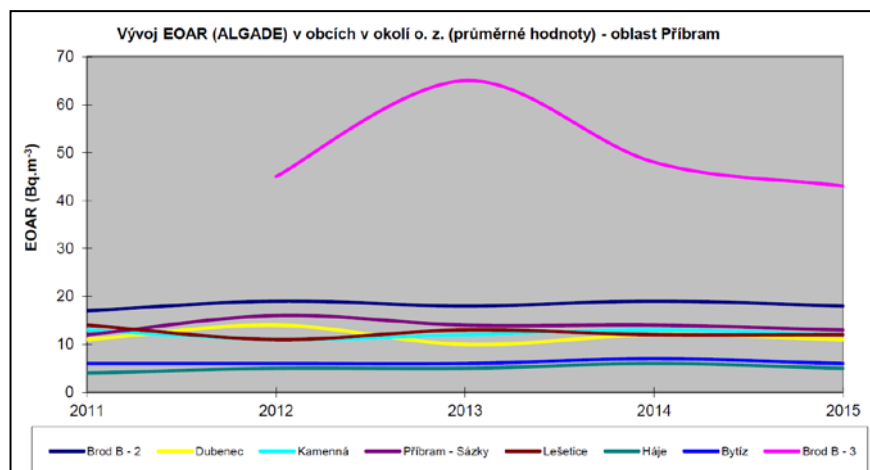
Monitorovány jsou obce, které leží v rizikových oblastech bývalého dobývacího prostoru příbramského ložiska. Jsou jimi Brod u Příbrami a Lešetice, kde je posuzován možný vliv odvalů jam č. 15, eventuálně pak jam č. 2, 3, a 5). Dále pak obec Háje, kde je možné ovlivnění odvalu j. č. 16 a osada Bytíz, kde je možný vliv odvalů jam č. 11 a případně 16. Další kontrolovanou obcí je Dubenec, který je v blízkosti odvalů jam č. 19 a 11. Monitorovány jsou i část města Příbrami Sázký, které jsou v blízkosti odvalu jámy č. 9, obec Kamenná v okolí odvalu jámy č. 3 a obec Narysov, která je hodnocena jako pozadí oblasti.

Radon se měří a vyhodnocuje pomocí přístroje ALGAE jednou za měsíc, v ukazateli EOAR, což je označení pro ekvivalentní objemovou aktivitu radonu.

Tabulka níže zobrazuje průměrné hodnoty EOAR v monitorovaných oblastech v průběhu let 2011 - 2015. Z tabulky vyplývá, že nejvíce ovlivněná oblast na Příbrami je osada Brod, přesněji ta část, která přímo sousedí s odvalem jámy č. 15.

ID bodu	Popis monitorovacího bodu	EOAR [Bq.m ⁻³]				
		Průměr za rok 2011	Průměr za rok 2012	Průměr za rok 2013	Průměr za rok 2014	Průměr za rok 2015
474	Brod B - 2	17	19	18	19	18
498	Brod B - 3	N/A	45	65	48	43
391	Dubenec	11	14	10	12	11
316	Kamenná	13	11	12	13	12
323	Příbram - Sázký	12	16	14	14	13
476	Lešetice	14	11	13	12	12
477	Háje	4	5	5	6	5
475	Bytíz	6	6	6	7	6

Tab. č. 9 - Průměrné hodnoty vývoje ekvivalentní objemové aktivity radonu (EOAR) v okolí Příbrami (Bican, Čermák, 2015)



Obr. č. X - Graf průběhu EOAR v okolí Píbrami (Bican, Čermák, 2015)

Prachové částice

Jedenkrát za měsíc jsou také pozorovány prachové částice. Měří se v nich objemová aktivita směsi dlouhodobých radionuklidů uran-radiové řady (A_{VAL}), emitujících záření α ve vzduchu. K měření používá zařízení ALGADE, s vyhodnocováním jednou za měsíc (jako u EOAR). K měření se využívají stejné body, které se používají při měření EOAR.

Tabulka č. 10 níže zobrazuje hodnoty v měřených oblastech pro rok 2015. Detektory ALGADE mají vyhodnocovací omezení $0,2 \text{ mBq.m}^{-3}$. Není tedy možno přesně určit A_{VAL} ve všech monitorovaných bodech. V těchto případech jsou pak využity například průměry z územních celků dané obce. Mimo vzácné hodnoty v jednotlivých expozičních intervalech jsou hodnoty obvykle pod mezí stanovení. Pro výpočet celkové dávky jsou tyto hodnoty méně významné, než je tomu v případě EOAR.

ID bodu	Popis monitorovacího bodu	$A_{VAL} [\text{mBq.m}^{-3}] (2015)$												
		1. čtvrtletí			2. čtvrtletí			3. čtvrtletí			4. čtvrtletí			Ø
474	Brod B - 2	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
498	Brod B - 3	<0,2	0,33	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	0,39	<0,2	<0,2	<0,2	0,22	0,2
391	Dubenec	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	0,25	<0,2	0,24	0,2
316	Kamenná	<0,2	0,22	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	0,2
323	Píbram - Sádky	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	0,33	<0,2	0,27	<0,2	<0,2	0,2
476	Lešetice	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
477	Háje	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	0,21	<0,2	0,31	<0,2	0,28	0,2
475	Bytíz	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
392	Narysov - na Výfuku (pozadí)	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1

Tab. č. 10 - Objemová aktivita směsi dlouhodobých radionuklidů uran - radiové řady emitujících záření α ve vzduchu v okolí Píbrami za rok 2015 (Bican, Čermák, 2015)

Tabulky č. 11 a 12 znázorňují vývoj koncentrací uranu (tab. č.11) a ^{226}Ra (tab. č.12) v monitorovaných obcích na Příbramsku. Jednotka m^{-2} značí plošnou aktivitu prvku.

Popis monitorovacího bodu	$C_{S,U} [\text{mg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot 30\text{d}^{-1}]$				
	Průměr za rok 2011	Průměr za rok 2012	Průměr za rok 2013	Průměr za rok 2014	Průměr za rok 2015
Brod B - 2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Brod B - 3	Nerealizováno	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Dubenec	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Kamenná	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Příbram - Sázky	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,24
Lešetice	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Háje	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Bytíz	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2

Tab. č. 11 - Průměrné hodnoty koncentrací uranu v prašném spadu (značení $C_{S,U} [\text{mg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot 30\text{d}^{-1}]$) v okolí Příbrami (Bican, Čermák, 2015)

Popis monitorovacího bodu	$A_{S,Ra} [\text{Bq}\cdot\text{m}^{-2}\cdot 30\text{d}^{-1}]$				
	Průměr za rok 2011	Průměr za rok 2012	Průměr za rok 2013	Průměr za rok 2014	Průměr za rok 2015
Brod B - 2	< 0,2	2,06	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Brod B - 3	Nerealizováno	2,06	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Dubenec	2,01	2,01	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Kamenná	2,03	< 2	2,00	< 0,2	< 0,2
Příbram - Sázky	< 2	< 2	2,12	< 0,2	< 0,2
Lešetice	2,02	2,08	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Háje	< 2	2,02	< 0,2	< 0,2	2,13
Bytíz	2,08	< 2	< 0,2	< 0,2	< 0,2

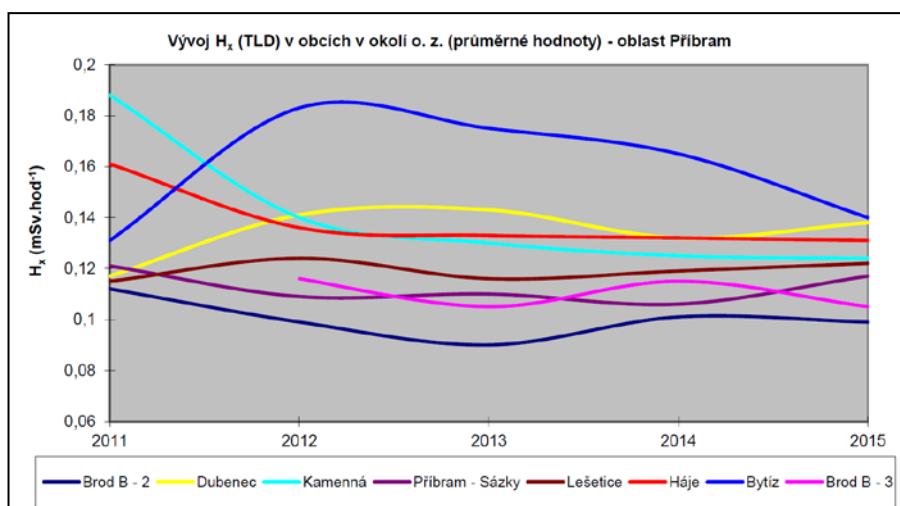
Tab. č. 12 - Průměrné hodnoty koncentrací ^{226}Ra v prašném spadu (značení $A_{S,Ra} [\text{Bq}\cdot\text{m}^{-2}\cdot 30\text{d}^{-1}]$) v okolí Příbrami (Bican, Čermák, 2015)

Vnější záření gama

V oblasti je monitorováno pomocí termoluminiscenčních detektorů (TLD), které jsou umístěny stejně jako při kontrole EOAR a A_{VAL} . Měření probíhá jednou za 3 měsíce. Následující tabulka obsahuje průměrné hodnoty fotonového dávkového ekvivalentu H_X v průběhu let 2011 - 2015. Hodnoty jsou udávány v mikroSievertch.

ID bodu	Popis monitorovacího bodu	$H_X [\mu\text{Sv}\cdot\text{hod}^{-1}]$				
		Průměr za rok 2011	Průměr za rok 2012	Průměr za rok 2013	Průměr za rok 2014	Průměr za rok 2015
474	Brod B - 2	0,112	0,099	0,09	0,101	0,099
498	Brod B - 3	Nerealizováno	0,116	0,105	0,115	0,105
391	Dubenec	0,117	0,141	0,143	0,132	0,138
316	Kamenná	0,188	0,14	0,13	0,125	0,124
323	Příbram - Sázky	0,121	0,109	0,11	0,106	0,117
476	Lešetice	0,115	0,124	0,116	0,119	0,122
477	Háje	0,161	0,136	0,133	0,132	0,131
475	Bytíz	0,131	0,183	0,175	0,165	0,14

Tab. č. 13 - Průměrné hodnoty fotonového dávkového ekvivalentu (H_X) v okolí Příbrami (Bican, Čermák, 2015)



Obr. č. X - Graf průběhu fotonového dávkového ekvivalentu (H_x) v okolí Příbrami (Bican, Čermák, 2015)

Celková efektivní dávka

Při celkovém hodnocení oblastí v okolí Příbrami (v letech 2011 - 2015) je možné říci, že největší mírou pro stanovení celkové efektivní dávky přispívá inhalace radonu (hodnoty EOAR) a vystavení se vnějšímu záření gama (hodnoty H_x). Podíl inhalace směsi dlouhodobých radionuklidů v prachu (hodnoty A_{VOL}) je na nízké úrovni.

Je také nutné zmínit, že na podíl H_x může mít vliv také složení horninového prostředí v oblasti. Vnější zdroje záření, jako jsou odvaly, nemají moc významný vliv. Toto pravidlo platí, pokud se nejedná o dlouhodobý pobyt u zmíněného zdroje vnějšího záření gama.

Úroveň radiační ochrany je hodnocena podle optimalizační meze. Radiační ochrana je považována jako dostačující v případě, že hodnoty pro efektivní dávku nepřekročí hranici 50 μSv na osobu za rok. Hranice je stanovena dle § 17 odst. 4 vyhlášky SÚJB č. 307/2002 Sb.

Hodnoty, které jsou uvedeny v tabulce č. 14 níže, ukazují, že v měřených oblastech není současný stupeň ochrany dostačující.

Hodnoty se mohou snížit nebo odstranit, pokud se realizují ochranná opatření, například v podobě ozelenění odvalů nebo jejich úplnému odstranění.

Popis monitorovacího bodu	E [$\mu\text{Sv} \cdot \text{rok}^{-1}$]				
	2011	2012	2013	2014	2015
Brod B - 2	316	299	296	273	259
Brod B - 3	-	638	886	616	560
Dubenec	205	286	275	286	274
Kamenná	410	321	275	240	246
Příbram - Sázký	232	288	248	220	338
Lešetice	202	198	208	207	208
Háje	184	155	154	145	152
Bytíz	142	252	248	230	175

Tab. č. 14 - Vývoj celkové efektivní dávky jednotlivce v okolí Příbrami (Bican, Čermák, 2015)

5. 3 Odvaly jako zátěže územního rozvoje

Odvaly jsou velmi problematické také svou velikostí, kdy zabírají rozsáhlé plochy potenciálně využitelných pozemků. Protože se v nich ale nachází jedovaté prvky (kontaminanty jako arsen, olovo, uran a radium) ve významných koncentracích, není možné, aby byly tyto útvary veřejně zpřístupněny.

Do současné doby nebyl zahájen průzkum, který by přesně vymezil základní kritérium, podle kterého by se mohl řídit územní rozvoj obcí, blízkých odvalům.

Toto kritérium představuje konkrétní stanovení minimální distance bytové zástavby od daných odvalů, při jejímž překročení bude prokázáno nebezpečí vytvořením nepřijatelné expoziční cesty. Podrobné vyšetření tohoto problému, následného vystavení doporučení a vysvětlení zjištěných výsledků v současné době připravuje pražská společnost Ochrana podzemních vod s. r. o.

Dalším aspektem, který odvaly klasifikuje jako zátěž územního rozvoje v jeho okolí, je také kontrola bytové zástavby takovým způsobem, aby se zamezilo znemožnění budoucích záměrů odstranění odvalů, které jsou hodnoceny jako rizikové.

V případě likvidace odvalů se musí počítat s řadou předpisů a nařízení, které by nemohly být dodrženy, pokud by nedocházelo k důsledné regulaci zástavby v daných oblastech. V pracovních postupech při odstraňování odvalů musí být naplněny určité hygienické limity vůči obyvatelům žijícím v nedalekých obcích.

Když se tedy obce v průběhu času a v takto rizikových oblastech pozvolně rozvíjejí, nevyhnutelně se zástavba přiblíží k cestám zamýšlených pro odebrání hlusiny nebo k místům, kde se plánují její další úpravy.

V takovýchto případech jsou pak podstatně zkomplikovány způsoby odstraňování odvalů, a velice se tak navýší i míra potřebné finanční podpory projektu, který pak dále vyžaduje například vybudování dalších, účinnějších opatření proti nadměrnému hluku nebo realizace dodatečných opatření proti šíření prachu z probíhající pracovní činnosti.

(Kallista, Pašek, 2016)

5. 4 Flóra odvalů na ložisku Příbram

Odvaly po uranové těžbě je také nutné kategorizovat z hlediska jejich vlivu na ráz krajiny. Z tohoto důvodu byl proveden botanický průzkum, při kterém bylo zjištěno celkově 503 různých druhů cévnatých rostlin. Z tohoto množství bylo dále určeno na 40 druhů, které patří do Červeného seznamu cévnatých rostlin České republiky.

(Kallista, Pašek, 2016 ex Višňák, 2016)

V červeném seznamu jsou ohrožené organizmy klasifikovány do kategorií A1 - A3 a C1 - C4. Druhy, které jsou zcela vyhynulé, se označují A1, druhy neznámé se značí A2, dále se uvažují nevyřešené situace vyhynulých a neznámých jako A3. Klasifikaci C1 se pak označují známé druhy kriticky ohrožené, C2 pak organismy silně ohrožené, C3 jsou klasifikovány ohrožené a jako C4 jsou hodnoceny druhy, které vyžadují pozornost

(Grulich, 2012)

Na zkoumaných odvalech byly zaznamenány z většinové části druhy ohrožené (C3) a druhy vyžadující pozornost (C4). Druhy, které byly klasifikovány jako kriticky ohrožené (C1), byly zaznamenány celkem dva, jimiž jsou mochna durynská (*Potentilla thuringiaca*), která byla nalezena na 4 různých odvalech a zblochanec oddálený (*Puccinellia distans*), který byl rozšířen v blízkosti solených komunikací, označení C1 se ovšem vztahuje pouze na původní druh, který se nalézá na přirozených stanovištích.

Mochna durynská je zároveň jedním ze dvou druhů cévnatých rostlin, které jsou považovány jako zvláště chráněné dle zákona, č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny, v platném znění.

Druhý chráněný organizmus byl objeven na odvalu č. 9, jímž jsou porosty tařice skalní (*Aurinia saxatilis*)

Oproti tomu jsou odvaly semeništěm až 33 agresivních a rozšiřujících se druhů, z nichž jsou v největší míře rozšířeny například třtina křovištní (*Calamagrostis epigejos*), ovsík vyvýšený (*Arrhenatherum elatius*) nebo pcháč oset (*Cirsium arvense*).

Na dvou odvalech se nachází také významný izolovaný plevel, bolševník velkolepý (*Heracleum mantegazzianum*). Tento druh bude v blízké budoucnosti zneškodněn vhodnými metodami, jako je pravidelné sečení a použití chemických přípravků.

Na odvalech jsou majoritou lesíky tvořené mladými břízami spolu s dalšími druhy jehličnatých i listnatých stromů, viz podkapitola č. 5.5 Rekultivace odvalů.

(Kallista, Pašek, 2016 ex Višňák, 2016)

5. 5 Rekultivace odvalů

Rekultivaci přírodního prostředí po těžbě nerostných surovin lze zařadit do dvou různých kategorií, podle způsobu a postupu obnovy daného území.

Technická rekultivace

Technická rekultivace má za cíl co nejrychleji odstranit zjizvení krajiny v postižené oblasti, z čehož vyplývá snaha zasypat anebo zahrnout vydobyté prostory a strmé stěny dodatečně zešíkmit do přijatelných sklonů s následnou výsadbou rychle rostoucích, jehličnatých dřevin, především tedy smrků a borovic. Dnes se toto snažení realizuje například při vytváření odvalů nepotřebného materiálu z těžby hnědého uhlí v severních Čechách, kdy zde panuje snaha nějakým způsobem tyto odvaly vytvarovat, aby v krajině netvořily umělé, monumentální dominanty.

(Cílek a kol., 2011)

Přírodní rekultivace

Hlavním principem přírodní rekultivace je zařazení odvalů nebo například lomů jako nových prvků v krajině. Nejsou tedy brány jako prvky, které krajinu poškozují, ale spíše jako nová prostředí, které bude hostit nová společenství rostlin a živočichů.

Přírodní rekultivace probíhá ve dvou stupních. Prvním je morfologická rekultivace, kdy se bere v potaz tvar objektu, přítomné vodní plochy a čistota prostředí, kdy se oblast vyčistí od nepatřičných prvků, jako jsou například odpady.

Druhý stupeň je samotná biologická rekultivace, kdy se území nebo jeho velká část zcela přenechá přirozené sukcesi. Pokud se zde uměle vysazuje vegetace, využívají se dřeviny z blízkého okolí. Výsadba je strukturována s ohledem na uspořádání okolní vegetace. Pokud se v prostředí zvolí závoz (v případě lomů) nebo planace v případě odvalů, není to poté přírodní rekultivace.

(Cílek a kol., 2011)

Příkladem přírodní rekultivace je velká část odvalů březohorského rudního revíru (bohutínské ložisko), které jsou velmi staré, a už prakticky nerozeznatelné od původní krajiny. Jsou pokryty vzrostlými smrky a borovicemi místy i listnatými kulturami, ve spodních patrech pak křovinami.

Rekultivace odvalů po uranové těžbě

Na Příbramsku se snaha rekultivovat odvaly setkala se značnými nesázemi. V období postupného ukončování těžby a uzavírání důlních děl na křídlech ložiska, začal DIAMO s. p. zkušebně realizovat rekultivace odvalů. V těchto pokusech bylo prokázáno, že zde není možné technicky zrekontrolovat celý objekt, ale pouze jeho svrchní část, již je horní plocha odvalu.

Žádná technická opatření, realizovaná na neupravených svazích odvalů, se nesešla s úspěchem, protože nebyla schopna splnit cíle, pro které byla navržena. Použité rekultivační materiály se v delším časovém úseku nedokázaly udržet na příkrých svazích odvalů. S tímto výsledkem byly vyzkoušeny různé hydrofobní nástřiky, rozprostření kalů z ČDV, položení sítí a výsadba stromů v kořenových kontejnerech.

(Kallista, Pašek, 2016)

Příkladem mohou být uvedeny odvaly jam č. 3, 3a, jámy č.2 (Vojna II), dále odvaly jam č. 4 a 15.

Na odvalech 3 a 3a jámy č. 3 u obce Kamenná proběhly pokusy o rekultivaci hydroosevem, přičemž se nedosáhlo kýžených výsledků. Hydroosev byl testován na celém jižním svahu odvalu, ale neúspěšně. Odhadem se zde uchytilo pouze 10 % oseté plochy, přičemž majorita látky byla odplavena.

Pokusy o rekultivaci odvalů byly po tomto neúspěchu přerušeny. Prostor se tak uvolnil pro přirozenou sukcesi, kdy byl odval postupně osídlen místními organizmy i druhy z okolí.

Nacházejí se zde náletové břízy bělokoré, dále pak topol osika, vrba jíva a další.
(Novotný, 2015)

Odval jámy č. 2 (Vojna II) byl roku 1997 podroben celkové biologické rekultivaci. Tímto zásahem zde byl úspěšně vytvořen lesní ekosystém.

Nejprve byl upraven terén odvalu, poté se koruna zalesnila. Hlavními kulturami zde jsou borovice a různé druhy dubu. Terénními úpravami a zalesněním bylo zamezeno postupu přirozené sukcese, která nyní existuje v blízkém okolí nebo u paty

odvalu. Byl zde tedy násilně vysazen lesní biotop na úkor přirozených pochodů přírody.

Halda jámy č. 4 u Lešetic byla oproti předešlému případu zcela zanechána přirozené sukcesi a normálnímu vývoji podle zákonitostí přírody. Nebyly zde uplatněny žádné umělé procesy a pokusy o rekultivaci.

Nejvíce je zde rostlá náletová bříza bělokorá, která je pro příbramské odvaly typickou. Vyskytují se zde borovice lesí i vrba jíva, osika obecná a další. Největší rozmanitost je situována u paty odvalu, přičemž směrem k vrcholu odvalu postupně ustupuje.

Posledním příkladem je odval jámy č. 15 u obce Brod. Tento odval nebyl nijak rekultivován, kromě technické úpravy jejího celkového tvaru.

Odval je od začátku přenechán přirozené sukcesi, zcela bez zásahu. Vegetace je hojně rozšířena spíše na koruně a v patě odvalu. Jsou zde zastoupeny opět náletové dřeviny, jako je bříza bělokorá, topol osika, vrba jíva a jiné.

(Novotný, 2015)

6. Problematika likvidace odvalů na ložisku Příbram

Zakládání odvalů, jinými slovy hald či výsypek uranového ložiska na Příbramsku probíhalo od roku 1947, kdy se zde začínaly realizovat první geologické průzkumy týkající se budoucí uranové těžby. Nejprve se zakládaly odvaly v menší velikosti, které se poté zpracovávaly na kamenivo pro danou oblast nebo v případě jejich nevyužití pro tyto účely se zde prováděla rekultivace a začleňování do krajiny. Když bylo později vydáno rozhodnutí o těžbě pro průmyslové využití a byly otevřeny hlavní jámy, začaly se zakládat odvaly v mnohem větší míře a o mnohem větších rozměrech, které patří k těm největším v České republice.

(Kallista, Pašek, 2016)

Samotné odstranění odvalů je nesmírně složitým problémem na několika úrovních. V první řadě je zde problém se zátěží na okolní prostředí, dále je překážkou časový horizont a v neposlední řadě stojí také logistický problém. DIAMO s. p. se tímto problémem zabývá již od ukončení těžby na Příbramsku a od té doby se na tomto poli navrhlo několik možných řešení.

6. 1 Původní plán likvidace odvalů

Když společnost o. z. SUL Příbram v letech 1991 a 1994 stanovila koncepci likvidace a rekultivace odvalů na Příbramsku, bylo ve zprávě zcela předpokládáno, že přítomný nahromaděný materiál, kamenivo nacházející se na v současné době stále nerekulitovaných odvalech v regionu, bude postupně podrcen a poté bude využit jako stavební materiál. Pro odstranění odvalů byla využívána výrobní linka na chemické úpravě 1. Máj v lokalitě Bytíz. Tato linka mohla ročně vyrobít 700 000 až 1 000 000 tun se skutečným výkonem přibližně 400 000 tun ročně, v závislosti na poptávce.

V samotné koncepci byly stanoveny celkem tři varianty možného vhodného postupování likvidace odvalů.

(Kallista, Pašek, 2016)

První možnost

První varianta se zaměřila na likvidaci všech odvalů způsobem odtěžení a přepracování zde získaného materiálu na kamenivo pro stavební účely.

V období let 1997 - 2023 byla předpokládána úplná likvidace odvalů 16, 11 a 11A o celkovém objemu přibližně 10 000 000 tun. V letech 2024 - 2038 se pak počítalo s odstraněním odvalu č. 19, ve kterém bylo uloženo přibližně 5 800 000 tun materiálu.

Další časové rozmezí v likvidačním plánu bylo navrženo na období 2039 - 2090. Toto období bylo naplánováno výhledově, a měly se zde splnit likvidace odvalů č. 4, 6, 9, a 15 o celkovém objemu 20 500 000 tun uložené hlušiny. Vzhledem k velkému časovému rozpětí, a tudíž k nereálnému plánu celé operace, bylo doporučeno nalezení způsobu, který by navýšil roční odbyt zpracovávaného materiálu na maximální kapacitu linky, což je na 700 000 až 1 000 000 tun kameniva ročně.

Z důvodu privatizačního projektu v roce 1996 a převedením vlastnictví výrobní linky na společnost Ecoinvest, původní podnik s. p. DIAMO nebyl nadále schopen aktivně řešit proces likvidace odvalů na Příbramsku.

Vzhledem k této skutečnosti se jejich likvidace nenávratně spojila s vývojem a ekonomickou situací soukromé společnosti Ecoinvest, a tudíž je odstranění odvalů o těchto zmíněných objemech a při daných ekonomických možnostech prakticky nereálné.

(Kallista, Pašek, 2016)

Druhá možnost

Druhá možnost se zabývala rekultivací odvalů na místě. Což by znamenalo začlenění odvalů do krajiny ve stejném stavu, v jakém byly navrženy. Postupování touto metodou ale není možné provést v celkovém rozsahu, z důvodu příliš příkrých svahů rekultivovaných odvalů.

Bylo zde tedy počítáno pouze s dočasnou rekultivací jejich vrcholových plošin, za účelem omezení prašnosti. Bohužel tento postup nemůže omezit další negativní aspekty, jimiž odvaly ovlivňují okolní prostředí, jako jsou například výstupy radonu, dávkové záření gama anebo kontaminace vod splachem a průsakem srážkových vod z odvalů.

(Kallista, Pašek, 2016)

Třetí možnost

Třetí možnost řešila možnost likvidace pouze ekologicky nejrizikovějších odvalů, myšleno jámy č. 16, 11 a 11A v prostoru mezi obcemi Bytíz a Háje a o celkovém objemu materiálu přibližně 10 500 000 tun. S použitím novějších poznatků, výsledků zjištěných analýzou rizik v roce 2000, byla třetí varianta dále rozpracována a rozšířena o záměr odstranění dalších rizikových odvalů v jižní části ložiska, což jsou odvaly č. 15, 4 a 6.

(Kallista, Pašek, 2016)

Realizace původního plánu likvidace odvalů

Za účelem úspěšné likvidace ekologické zátěže, kterou odvaly představují, státní podnik DIAMO uzavřel s několika soukromými společnostmi smlouvy.

Dohodou je podpora těžebních záměrů těchto společností, jimiž je odtěžení a zpracování zde uloženého materiálu na stavební kamenivo. Tyto smlouvy byly uzavřeny s cílem odtěžit velkou část materiálu z odvalu č. 11 u obce Bytíz, kde by se měl smluvený objem odtěžit v roce 2018.

Cílem další smlouvy je odtěžení určitého objemu materiálu, konkrétně 380 000 tun hlušiny, pro výstavbu nového úseku dálnice D4 Skalka - křižovatka Háje. Ukončení odběru materiálu z tohoto odvalu se předpokládá na konci roku 2017.

Poslední smlouva byla uzavřena s cílem odtěžit odval č. 19 u obce Dubenec. V tomto případě ale stále nebylo odtěžování zahájeno.

V posledních letech usiluje příbramská společnost Ekototalbau s. r. o. o kladné stanovisko Ministerstva životního prostředí České republiky v rámci posouzení vlivu těžebního záměru na životní prostředí (proces E.I.A.). Toto snažení se týká největšího objemu materiálu v příbramském uranovém revíru, odvalu č. 15 v těsné blízkosti obce Brod.

Vzhledem k nutnosti účasti soukromého sektoru je koncepce s těmito předpoklady zcela nerealizovatelná v přijatelném časovém rozmezí.

Z důvodu vysokých nákladů na sanaci a rekultivaci pozemků uvolněných po odtěžení materiálu odvalů, nebyl tento aspekt zahrnut do soukromých těžebních záměrů, neboť by se pak staly ekonomicky neefektivními, nebyl by o ně zájem a nebylo by je možné realizovat.

Sanace a rekultivace území uvolněných likvidací odvalů je stále zodpovědností státního podniku DIAMO.

Za předpokladu, že stávající poptávka po stavebním kamenivu v regionu je o objemu přibližně 120 000 tun za jeden rok, likvidace odvalů by, podle stávající koncepce, byla dokončena v časovém úseku 200 let, což znamená v roce 2216. Je zcela evidentní, že i kdyby se toto období zkrátilo na polovinu, není tato koncepce proveditelná. Jak už z pohledu dlouhodobého účinku odvalů na lidský organismus a ekosystémy, tak i z pohledu dlouhodobého zablokování územního rozvoje zasažených obcí.

Je tedy nutné vytvoření zcela nové koncepce s významnou technickou, organizační a finanční podporou státu.

(Kallista, Pašek, 2016)

6. 2 Nový plán likvidace odvalů

V nové koncepci je nutné předpokládat komplexní vyhodnocení významu odvalů podle aktuálních společenských měřítek. Odvaly by se měly posuzovat podle míry

ekologické zátěže na jejich okolí, jejich zátěže na územní rozvoj a také podle zdroje surovin, který představují.

Dalším aspektem nutným k posouzení je existence stanovišť ohrožených a chráněných druhů rostlin a živočichů, které by negativními důsledky likvidace odvalu mohly být zasaženy a zničeny. Význam odvalů je také nutné vyhodnotit i z hlediska významných krajinných prvků.

V úvahu se musí brát připomínky týkající se hluku z výroby a přepravy kameniva, prachu a dalšího znečištění s tím spojeného.

Dalšími problémy jsou související kontaminace radionuklidy a jinými kontaminanty a nevyhovující dopravní situace na komunikacích, které jsou tímto procesem dotčeny.

Stejně tak je překážkou nerespektování územních plánů v zájmovém území, chybějící návrh závěrečné sanace a rekultivace oblasti, nekomplexní využívání zbytkového nerostného bohatství odvalů, čímž jsou například kovy zinek, olovo stříbro či samotné zbytky uranové rudy. Koncepti chybí také potřebné biologické, hydrogeologické a geologické posudky.

Z těchto důvodů bylo stanoveno několik koncepcí s rozdílným dopadem na územní rozvoj obcí dotčených efekty budoucího odtěžování rizikových odvalů. (Kallista, Pašek, 2016)

První možnost

První možností je zde postupné odtěžování materiálu z odvalů, při čemž bude míra odebraného kameniva odpovídat poptávce v regionu. Tato varianta je v současné době používána.

Vzhledem k tomu, že je celkový objem uvažovaných odvalů přibližně 25 000 000 m³, a tudíž odpovídá tento objem 40 000 000 tun materiálu, nejedná se o krátkodobý proces.

Pokud se budou odvaly tímto způsobem odtěžovat i nadále, odhadovaná doba jejich odstranění se pohybuje v horizontu přibližně 300 let. Pokud se vezme v úvahu občasné navýšení poptávky v pravidelných intervalech, je zde možno předpokládat snížení této hranice na dobu přibližně 150 – 200 let.

Kladným bodem je fakt, že při celkovém odstranění materiálu z rizikových odvalů a následné důsledné sanaci a rekultivaci lokality bude zátěž naprosto odstraněna.

Dalším je skutečnost, že území odkryté po kompletním odtěžení odvalů bude možné využít jako oblast k volnému rozšíření zástavby okolních obcí bez omezení.

Negativním bodem této varianty je ale nesmírně dlouhá doba, která je potřebná pro splnění těchto cílů. Tato doba je z pohledu územního rozvoje obcí velice neatraktivní a těžko přijatelná.

(Kallista, Pašek, 2016)

Druhá možnost

Druhou možností je plán na pozvolnou sanaci a rekultivaci odvalů přímo na místě, kde jsou uloženy. Tento způsob by měl být proveden v relativně nízkém časovém období, jehož délka je odhadována na přibližně dvacet let.

V této variantě je nutno upravit svahy odvalů tak, aby byla umožněna jejich rekultivace. Momentálně jsou tyto srázy příliš příkré a jejich sklon by se musel snížit na maximálně 18°.

Jestliže se odvaly upraví do tvaru pravidelného kužele, který zabere nejmenší plochu, bude zabíraný prostor navýšen více než dvakrát. Prostor, který budou odvaly vyplňovat, se ale zvětší více, jelikož je nutné brát v úvahu i těžko přípustný tvar a nepřírozenost pravidelného kuželu v reálné krajině.

Výsledkem bude plocha čtyřikrát větší než v případě první varianty, na které bude nezbytné provést sanační a rekultivační práce.

Po provedení rekultivace bude následně možné povolit přístup široké veřejnosti. Musí se zde brát zřetel na možné narušení izolační vrstvy, proto bude na celé rekultivované území vystavena trvalá stavební uzávěra. Ale ani tak není možné naprosto bezvýhradně vyloučit poškození izolační vrstvy a emise radonu v budoucnosti.

Třetí možnost

Třetí možnost nabízí odebrání materiálu z odvalů o pouze určitém množství, kde pak bude snadněji proveditelná jejich sanace a rekultivace. Tímto způsobem bude možné odtěžení i přepracování hlušiny provést ve výrazně kratším časovém horizontu (přibližně o polovinu), což je odhadováno na dobu 75 - 125 let.

Pokud se odvaly odtěží pouze částečně, bude se moci provést rekultivace oblasti bez zbytečně rozsáhlého zabírání dalších pozemků.

V porovnání s druhou variantou zde nárůst plochy částečně odebraného odvalu, kde bude nutné provést sanaci a rekultivaci, nebude příliš významný. Avšak stejně jako ve druhé variantě, takto ošetřené odvaly sice budou plně dostupné široké veřejnosti, ale zároveň bude nutné na dotčené území uvalit trvalou stavební uzávěru.

Tento krok je nutný pro prevenci a ochranu před narušením izolační vrstvy vytvořené v ohroženém místě, ale ani toto opatření s jistotou nevyklučuje podobná narušení a následné uvolňování radonu do ovzduší v budoucnosti. Pro tuto možnost je nezbytné uplatnit stejné podmínky ochranných opatření, jako jsou stanoveny v první navržené možnosti.

(Kallista, Pašek, 2016)

Čtvrtá možnost

Čtvrtou možností je vybrané odvaly přemístit na jinou lokalitu, kde se všechny uloží na jediný společný odval, označovaný jako centrální odval, a poté se zde zahájí jejich samotné zpracování. Materiál z majority odvalů by měl být přemístěn na předem vybranou vhodnou lokalitu vzdálenou maximálně 10 kilometrů v horizontu 8 - 21 let.

Odvaly, jejichž převoz na jiné území má opodstatnění (odvaly č. 4, 5, 6, 9, 10, 15, a 19), jsou dohromady navrženy na ploše o přibližně 67 ha a o hmotnosti přibližně 29 000 000 tun.

Nejmenší možná plocha, na kterou můžeme centrální odval umístit je přibližně 35 ha. Avšak s cílem dodržení minimálního sklonu nezbytného pro rekultivaci svahů bude nutné využít dvakrát větší plochu, což je přibližně 70 ha. I přes to, že problém se zábořem pozemků zůstává, tímto způsobem se rizikové odvaly přesunou na bezpečné, předem určené místo. Materiál zde nebude bránit územnímu rozvoji okolních obcí. Stejně tak se zamezí dalšímu uvolňování radioaktivních látek a znečišťování prostředí v blízkosti osídlených oblastí.

Centrální odval by měl být umístěn takovým způsobem, který dovolí postupně upravit hlušinu na stavební materiál podle stavu místní poptávky, a musí být navržen tak, aby bylo možné jednoduše provést rekultivaci části v případě, že kamenivo nebude odtěženo.

Pozemky, zbylé po odstraněných odvalech, bude možno bez obtíží použít k územnímu rozvoji okolních obcí. Pokud dojde k realizaci této možnosti, bude nutné přetřídit určité množství hlušiny takovým způsobem, aby se mohly jemnozrné frakce použít jako výplň pro volné dutiny dolového pole v ložisku.

Pro samotné umístění a vytvoření centrálního odvalu je navrženo několik možností, v závislosti na ploše území, na kterých se bude odval rozkládat. Nejvýhodnější je lokalita v blízkosti uzavřené chemické úpravný rud 1. Máj, v současnosti ale areál patří firmě ECOINVEST Příbram, s.r.o.. Při vypracovávání těchto možností jsou brány v úvahu čistě pozemky vlastněné výlučně i částečně státem, okolními obcemi a firmou ECOINVEST.

První variantou je rozvržení odvalu s největším možným využitím dostupných pozemků. V této možnosti je odval rozhrnut takovým způsobem, aby se v plném rozsahu ochránil ráz okolního terénu a aby nový odval nevytvořil nežádoucí dominantu. Svahy centrálního odvalu se projektují na 30°, obsazená plocha bude na území o 75 ha a největší výška koruny odvalu bude 590 m. n. m.

(Kallista, Pašek, 2016)



Obr. 4: centrální odval, největší zábor pozemků (Kallista, Pašek, 2016)

Druhou možností je vytvoření odvalu tak, aby zabíral lépe přijatelnou, ale stále velkou, plochu o rozloze 68 ha a s výškou koruny dosahující maximálně 615 m. n.

m.. Sklon svahů se bude projektovat tak, aby bylo možno odval dočasně rekultivovat na celé jeho ploše, to znamená na 18°.

(Kallista, Pašek, 2016)



Obr. 5: centrální odval, střední zábor pozemků (Kallista, Pašek, 2016)

Poslední možností je navržení odvalu tak, aby docházelo k nejmenšímu možnému zabírání pozemků, přičemž dotčené pozemky zůstávají ve vlastnictví pouze státního podniku DIAMO a soukromé společnosti ECOINVEST. Velikost záboru pozemků je tentokrát výrazně snížena na plochu 36 ha, při sklonu svahů 30° a maximální výšce koruny 650 m. n. m.

(Kallista, Pašek, 2016)



Obr. 6: centrální odval, minimální zábor pozemků (Kallista, Pašek, 2016)

Pro přesun všech zamýšlených odvalů na určené místo je plánovaný přesun hlušiny ze střední a severní části ložiska po částech, způsobem kontinuální dopravy. Touto metodou bude možné přepravovat 500 tun materiálu během jedné hodiny a v časovém rozmezí normální pracovní doby, což je 8 hodin každý den v pracovním týdnu.

Provoz lze udržovat i ve dvousměnném nebo třisměnném rozvržení, tudíž je možné velmi výrazně zkrátit výslednou dobu, potřebnou pro přesunutí hlušiny na centrální odval.

Výsledná doba pro přesun veškerého materiálu ze všech určených odvalů činí 21 let. Za předpokladu že bude po celou dobu prací probíhat nepřetržitý provoz, bude tato doba zkrácena na 8 roků.

(Kallista, Pašek, 2016)

6.3 Nerostné suroviny z odvalů ložiska Příbram

V průběhu těžebních prací se na odvalech příbramského uranového ložiska postupně uložilo bezmála 25 000 000 m³ materiálu vhodného pro přepracování na stavební kamenivo, což je takřka 40 000 000 tun. Společně zde bylo také uloženo 390 000 tun uranové rudy, přičemž takovéto množství odpovídá přibližně 500 - 700 tun uranu.

Předběžným zkouškám byla podrobena i hlušina na odvalech č. 4, 6, 9, 11 a 15 s následujícím výsledným stanoviskem: geomechanické vlastnosti uloženého kameniva z větší části splňují požadavky harmonizovaných výrobních norem, přičemž není možné přetřídění suchou cestou částice o průměru méně než 16 mm. Ty nejjemnější částice při členění kameniva je nutné uložit do odkaliště.

(Kallista, Pašek, 2016)

Označení odvalu	Převažující horniny	Kov	Objem [m ³]
Odval jámy č.1	Proterozoické břidlice	U	439 203
Odval jámy č.2	Proterozoické břidlice	U	645 119
Odval jámy č.3, 3A	Proterozoické břidlice	U	756 130
Odval jámy č.3C	Granodiority, rohovce	U	119 170
Odval jámy č.4	Proterozoické břidlice, prachovce, pískovce	U	2 456 199
Odval jámy č.5	Proterozoické břidlice	U	466 908
Odval jámy č.6	Proterozoické břidlice	U	1 394 160
Odval jámy č.9	Proterozoické břidlice, kontaktní rohovce	U	2 252 655
Odval jámy č.10	Proterozoické břidlice, prachovce, droby	U	333 995
Odval jámy č.11	Kambrické břidlice, droby	U	281 614
Odval jámy č.11 - jižní	Kambrické břidlice, droby	U	1 569 722
Odval jámy č.11 - severní	Kambrické břidlice, droby	U	2 561 727
Odval jámy č.11A	Proterozoické břidlice, pískovce, droby	U	573 213
Odval jámy č.15	Proterozoické břidlice	U	7 507 639
Odval jámy č.16	Rhovce, granodiority	U (Pb)	573 496
Odval jámy č.19	Proterozoické břidlice, slepence, droby	U (Pb)	3 791 488
Odval jámy č.20	Kambrické břidlice	U	555 954
Odval jámy č.21	Rhovce	U (Ag)	120 514
Celkem			26 398 906

Tab. č. 15 - Odvaly příbramského ložiska objemem nad 100 000 m³ (Kallista, Pašek, 2016)

7. Diskuse

Uranové odvaly na Příbramsku jsou v současné době hlavním tématem a diskutovaným problémem v oblasti životního prostředí daného regionu. Jejich velikost, zasazení do okolní krajiny, a především jejich nebezpečí v podobě uvolňování radioaktivních částic je předmětem řady posouzení a průzkumů.

V souvislosti s těmito zátěžemi je uvažováno o odtěžení rizikových odvalů v určitém časovém horizontu. Hlavním aktérem je zde státní podnik DIAMO, který navrhl řadu možných cest k realizaci těchto plánů. Ze soukromého sektoru zastává podstatnou roli v současné velmi diskutované oblasti společnost Ecoinvest Příbram s. r. o.

Podle závěrů koncepce prezentované Kallistou a Paškem (2016) v koncepci pro likvidaci odvalů, je nejuvhodnější čtvrtá z variant prezentovaných v nové koncepci. Ta zahrnuje přemístění všech dotčených odvalů pomocí pozemních nebo visutých pasových dopravníků, lanových souprav a automobilové dopravy. Koncepce naznačuje a popisuje různá řešení a opatření, především z ohledem na hlukové a prašné znečištění.

Podle této varianty by mělo, ve spolupráci se soukromým sektorem, dojít ke kompletnímu odtěžení a přesunutí materiálu v horizontu 21 roků. Za předpokladu nepřetržitého provozu pak za 8 let.

Výhodou tohoto řešení je relativně rychlé odstranění odvalů, spojené zejména s tím, že se zcela eliminují jejich efekty na blízké okolí. Další výhodou je také zdroj nového kameniva pro blízké okolí, spolu příležitostí získat zbytkové procento uranu a barevných kovů.

Se záměrem ale nesouhlasí dotčení obyvatelé žijící v oblasti. Panuje zde názor, že je nebezpečné odvaly rozebírat, protože se tím dramaticky navýší úniky radioaktivních látek do prostředí. Toto tvrzení je zvláště opodstatněné z pohledu doby potřebné k dokončení projektu. Projekt sice počítá s 21 lety, kde jsou zasazeny i určitá řešení, ale faktem je, že se situace může při vlastní realizaci diametrálně odlišovat od plánovaných skutečností.

Podle slov Ing. Josefa Kováře je také nutné vzít v úvahu fakt, že hlušina, která je zamýšlena jako stavební materiál, je také silně ovlivněna jak radioaktivním faktorem, tak i samotnou degradací v její kvalitě. To je důsledek zejména jejich původního uložení

v horninovém prostředí ve vysokých hloubkách a vysokém tlaku. Na horninu byl vyvíjen obrovský tlak a materiál se musel přizpůsobit. Když byl poté vyrubán a vyvezen na povrch, byl náhle vystaven daleko menším silám a začal se rozpukávat. V mnohých případech byla narušena jeho struktura a kompromitována jeho pevnost.

Také jsou zde podstatné náklady na dostatečnou dekontaminaci materiálu, který musí být důkladně očištěn, aby mohl být použit ke stavebním účelům. Z procesu očišťování se ale znovu produkují kaly s obsahem nebezpečných látek, které se poté musí pečlivě a bezpečně ukládat do odkališť.

Bohužel i přes dekontaminaci je materiál v řadě případů použitelný pouze jako zásyp pod komunikace a na podobné účely. Z důvodu rizikovosti ho nelze využít jako stavební prvek obytných prostor.

Mnohem schůdněji se pro místní obyvatele jeví varianty, které zahrnovaly zabezpečení a rekultivaci odvalů na místě. Zde by bylo možností buď upravit svahy odvalů, nebo je částečně odtěžit a zbytek zrekultivovat.

Z jednotlivých vyhodnocení a monitoringu Diamo, s. p., o. z. SUL je patrné, že by bylo možné dosáhnout částečného a v některých případech i úplného zamezení uvolňování radionuklidů z odvalů do okolního prostředí.

Takovým způsobem by mohlo být pokrytí povrchu odvalů vegetací, aby se zamezilo průsaku vod. Dále je navrhováno překrytí odvalů kalovými produkty z blízkých odkališť, které by měly odval izolovat, pokud zde budou navrženy o určité mocnosti, například od 30 do 50 cm. (Čermák, Bican, 2016)

Proti tomu je ovšem fakt, že zátěž nebude odstraněna, pouze konzervována. V budoucnu tak stále existuje možnost narušení celistvosti povrchu a opětovnému vzniku problému.

V současné době je tato problematika velmi diskutována a není zde zcela jednoznačných výsledků. Z pohledu typického obyvatele, žijícího v rizikové oblasti, by se dalo říci, že je možnost takto rozsáhlé činnosti v blízkosti jejich bydliště naprosto nepřijatelná. Tento fakt je ještě umocněn odhadem časového období projektu. Při prvotních přípravách je uvažováno o horizontu 21 let, v nejlepším pak 8 roků. A to není jisté, jakými nesnáze bude celá realizace procházet. Za předpokladu zvýšené expozice radioaktivních částic je to značně neatraktivní řešení, a proto se zde obyvatelé spíše přiklánějí k postupné rekultivaci a konzervaci odvalů.

Skutečné stanovisko bude pravděpodobně známo po velmi důkladných průzkumech a posuzování mnoha odborných kapacit.

8. Závěr

Cílem této práce bylo poskytnout především informace o dopadech důlní činnosti na životní prostředí na Příbramsku. Vzhledem ke komplexnosti problematiky jsem se po vypsání hlavních dopadů na životní prostředí, zaměřil na záležitost příbramských uranových odvalů. Přítomnost těchto dominant je pro Příbramsko charakteristická a jsou také jedním z největších původců negativního ovlivňování životního prostředí.

V práci jsem se zabýval popisem hlavních kontaminačních cest odvalů, kde jsem řešil především vliv a rozsah kontaminace okolního prostředí radioaktivními látkami.

Z dostupných materiálů jsem zjistil, že největší měrou se zde projevuje uvolňování plynu radonu, který se poté přemísťuje v závislosti na klimatických podmínkách a směru a síle větru. Tento plyn je vdechován a hromadí se v plicích, kde může být ve vyšších koncentracích zdraví nebezpečný.

Dalším podstatným nebezpečím je vnější záření gama, které způsobuje rakovinu a určitý stupeň genové mutace. Není to ovšem jednoznačný produkt odvalů, může se v oblastech vyskytovat i v důsledku struktury podloží. Toto stanovisko platí v případě, že se nejedná o oblasti trvale vystavené radioaktivním částicím, to znamená například oblasti situovány těsně vedle rizikových odvalů.

Méně významné jsou poté prachové částice kontaminované dlouhodobými radionuklidy, kde jsou hodnoty na nízké úrovni.

Výsledné hodnoty naměřené v oblasti příbramského ložiska jsou sice dlouhodobě stabilní, ale mnohdy překračují tolerované meze. Je proto nutné, věnovat se do budoucna zdokonalení, posílení a realizaci nových opatření, které tyto úniky zmírní a nebo zcela eliminují. Například realizací záměru trvale odstranit rizikové odvaly z míst, kde mohou být zdraví nebezpečny.

Tím jsem se zabýval ve druhé části mé práce, kde jsem sepsal možné cesty, jaké možnosti jsou dostupné.

Stanovené cíle se mi podařilo splnit. Sepsal jsem nejpodstatnější případy negativních dopadů těžby, uvedl jsem zde příhodné příklady a popsal zamýšlenou problematiku vlivů rizikových odvalů na prostředí a možné cesty vyřešení tohoto problému, včetně způsobu jejich odstranění.

Přínos této práce by měl spočívat v její informativnosti, kdy se soustředím spíše na seznámení čtenáře s danou problematikou nejprve v širším spektru, poté informace zužuji na téma, které považuji za zajímavé a z pohledu vlivu na životní prostředí také zásadní.

Tato práce je využitelná především v situaci, kdy člověk dohledává informace týkající se důležitých aspektů ve spojení těžba-životní prostředí. Výhodou práce je, že se její obsah dá aplikovat na řadu jiných situací a jiných lokalit, které jsou důlní činnostmi podobně postiženy. Možnosti zde uvedené nejsou zcela unikátní právě pro Příbram a její okolí.

Podnětem k další práci na toto téma je rozhodně problematika odtěžování a rekultivace odvalů, jejíž řešení je stále poněkud vzdálené a bude aktuální ještě řadu let. Tato problematika je ale vysoce komplexní a vyžaduje daleko více průzkumů, vyhodnocování a dalších objektů řešení, než se téma uspokojivě vyřeší a realizuje.

9. Zdroje literatury

- 1) ASRARI E., 2014: Heavy Metal Contamination of Water and Soil: Analysis, Assessment, and Remediation Strategies. Apple Academic Press, Toronto.
- 2) BADÁR J., HEJNIC O., 2016: Sedmdesát let uranového průmyslu. DIAMO s. p., Stráž pod Ralskem.
- 3) BAMBAS J., 1990: Březohorský rudní revír. Komitét symposia Hornická Příbram ve vědě a technice, Kamenná.
- 4) BARTOŇ J., SCHWARZEROVÁ I., POLENKOVÁ A., 2014: Analýza rizik areálu po hlubinné těžbě uranu – Bytíz. Geotest a. s., Brno.
- 5) BRŮČEK P., BICAN, R., KLIEROVÁ L., DROPOVÁ M., JANDÁK R., HAVLENA J., 2015: Zpráva o výsledcích monitoringu a stavu složek životního prostředí o. z. SUL za rok 2014, DIAMO s. p., o. z. SUL Příbram, Příbram.
- 6) BRŮČEK P., BICAN, R., KLIEROVÁ L., DROPOVÁ M., JANDÁK R., HELBIG L., HAVLENA J. RACHAČ F., 2016: Zpráva o výsledcích monitoringu a stavu složek životního prostředí o. z. SUL za rok 2015, DIAMO s. p., o. z. SUL Příbram, Příbram.
- 7) BRŮČEK P., BICAN, R., KLIEROVÁ L., DROPOVÁ M., JANDÁK R., KOLLÁR K., 2013: Zpráva o výsledcích monitoringu a stavu složek životního prostředí o. z. SUL za rok 2012, DIAMO s. p., o. z. SUL Příbram, Příbram.
- 8) BRŮČEK P., BICAN, R., KLIEROVÁ L., VÁVROVÁ L., JUHÁS D., JANDÁK R., KOLLÁR K., 2011: Zpráva o výsledcích monitoringu a stavu složek životního prostředí o. z. SUL za rok 2010, DIAMO s. p., o. z. SUL Příbram, Příbram.
- 9) CÍLEK V., KORBA M., MAJER M., 2015: Podzemní Čechy. Eminent, Praha.
- 10) CÍLEK V., LOŽEK V., MUDRA P., KUBÍKOVÁ J., ŠPRYŇAR P., ČTVERÁK V., SCHMELZOVÁ R., OBERMAJER J., ŽÁK V., KUBÍK M., GREMLICA T., DANĚČEK V., 2011: Obraz krajiny - Pohled ze středních Čech. Dokořán s.r.o., Praha.
- 11) ČERMÁK M., BICAN R., 2016: Vyhodnocení programu monitorování a dodržování stanovení vyhlášky SÚJB č. 307/2002 sb., o radiační ochraně ve znění pozdějších Předpisů, o. Z. Sul za rok 2015. DIAMO s. p., o. z. SUL Příbram, Příbram.
- 12) KAFKA J., 2003: Rudné a uranové hornictví České republiky. ANAGRAM, Ostrava.
- 13) KALLISTA L., PAŠEK L., 2016: Koncepce likvidace odvalů po těžbě uranu na Příbramsku. DIAMO s. p., Stráž pod Ralskem
- 14) KUNICKÝ Z., VURM K., 2011: 700 let hutnictví stříbra a olova na Příbramsku, 225 let Stříbrné hutě - Kovohutí Příbram. Kovohutě Příbram nástupnická a. s., Příbram.
- 15) LIPTÁKOVÁ D., VODIČKA V., ČEPELÍK J., NĚMCOVÁ J., KRÁLOVÁ M., SMETANA R., 1997: Analýza rizik vlivu těžby uranové rudy na ložisku

- Příbram na povodí bezejmenné vodoteče a Bytízského potoka. SG - Geotechnika a. s., Praha.
- 16) NOVOTNÝ P., 2015: Srovnání fauny motýlů vybraných nepřírodních. Bakalářská práce (nepublikováno). Česká zemědělská univerzita, Praha.
 - 17) SVOBODA J., 1983: Encyklopedický slovník geologických věd, 1 a 2. svazek (A-M). nakladatelství Československé akademie věd, Praha.
 - 18) ŠTÝS S., 1981: Rekultivace území postižených těžbou nerostných surovin. Nakladatelství technické literatury, Praha.
 - 19) TOMÁŠEK J., 2010: Zpracování odpadů s obsahem zinku. Středisko odpadů Mníšek s.r.o., Mníšek pod Brdy
 - 20) TROJÁČKOVÁ K., 2006: Čistírna důlních vod na ložisku Příbram. DIAMO s. p., Příbram. (DVD nosič s názvem ČDV Příbram od výkopu do 4.4. 2006, z archivu Diamo, o. z. SUL Příbram)
 - 21) VALENTA V., 2000: Organizační struktura uranového průmyslu v Příbrami. In: ŠÁROVÁ J., BAREŠOVÁ J., BERÁNEK J., DAŇKOVSKÁ D., DOLEŽAL D., KORENÝ R., MAJER J., PÁV J., VELFL J., VEPŘEK V. (eds): Podbrdsko, svazek VII. Okresní úřad Příbram, Příbram: 179 - 187
 - 22) VELFL J., 1998: Příbram v průběhu staletí. Městský úřad Příbram, Příbram.

Články

- 1) HAVLÍČEK V., 1971: Stratigraphy of the Cambrian of Central Bohemia. Sborník geologických věd, Geologie: 7 - 52.
- 2) HAVLÍČEK V., 1977: The Paleozoic (Cambrian - Devonian) in the Rožmitál area. Věstník Ústředního ústavu geologického: 81 - 94.
- 3) CHÁB J., 1978: Návrh litostratigrafické a litologické terminologie pro svrchní proterozoikum tepelsko-barrandienuské oblasti. Věstník Ústředního ústavu geologického: 43 - 52.
- 4) JAŇOUR Z., HOLPUCH J., Z., BRYCH K., DITTRT F., SEVERA M., KUNICKÝ Z., VURM K., 2000: Výzkum znečištění ovzduší olovem v okolí KOVOHUTÍ Příbram. Ochrana ovzduší: 17 - 25.
- 5) JEŽEK V., SUČEK P., 1996: Březohorský rudní revír. Uhlí - Rudy - geologický průzkum: 296 - 298.
- 6) KUKAL Z., 1971: Sedimentology of the Cambrian deposits of the Barrandian area. Sborník geologických věd, Geologie: 53-100.

Internetové zdroje

- 1) ANONYM, 2009: Historie bývalých Uranových dolů Příbram (I. část). Online: <http://www.zdarbuh.cz/reviry/ud-pribram/historie-byvalych-uranovych-dolu-pribram/>, cit. 12. 4. 2017.
- 2) ANONYM, 2009: Přírodní podmínky Příbrami. Online: <http://pribram.eu/zivot-ve-meste/zivotni-prostredi/prirodni-podminky-pribrami.html>, cit. 15. 4. 2017

- 3) ANONYM, 2011: Environmental and Worklace Health. Online: <http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/occup-travail/radiation/dosim/res-centre/conversion-eng.php>, cit. 16. 4. 2017.
- 4) ANONYM, 2012: Propad povrchu při vypouštění základek na Bytíze 1. dubna 1962. Online: <http://www.zdarbuh.cz/reviry/ud-pribram/propad-povrchu-pri-vypousteni-zakladek-na-bytize-1-dubna-1962/>, cit. 13. 4. 2017
- 5) ANONYM, 2012: Radioaktivní záření v organismu a veličiny s tím související. Online: <http://fyzika.jreichl.com/main.article/view/843-radioaktivni-zareni-v-organismu-a-veliciny-s-tim-souvisejici>, cit. 16. 4. 2017.
- 6) ANONYM, 2013: Jak vzniká a kde se ztrácí půda. Online: http://www.vitejtenazemi.cz/cenia/index.php?p=jak_vznika_a_kde_se_ztraci_puda&site=puda, cit. 15. 4. 2017
- 7) ANONYM, 2016: Questions & Answers about Radiation and Food Safety. Online: : <http://www.foodsafety.gov.mo/e/sense/detail.aspx?id=e6c39d58-e01e-45e4-9104-295a17c6a71a>, cit. 16. 4. 2017.
- 8) ANONYM, 2017: Příbram-rudy. Online: <http://www.diamo.cz/pribram-rudy>, cit. 14. 4. 2017.
- 9) ANONYM, 2017: Příbram-uran. Online: <http://www.diamo.cz/pribram-uran>, cit. 14. 4. 2017.
- 10) GRULICH V., 2012: Červený seznam cévnatých rostlin České republiky. Online: <http://botany.cz/cs/cerveny-seznam/>, cit. 28. 3. 2017
- 11) ŘEHOŘ V., KRAMÁŘ L., LUSK K., 2006: Čištění důlních vod střední a východní části příbramského ložiska uranové rudy. Online: http://slon.diamo.cz/hpvt/2006/sanace/s_12.htm, cit. 16. 4. 2017.
- 12) VALENTOVÁ K., 2005: Příbramské uranové ložisko. Online: http://hgf2.unas.cz/sem_prac_uran_kat.htm, cit. 12. 4. 2017
- 13) WOOD M., 2011: Understanding Radiation: Becquerels and Sieverts. Online: <http://www.tsukubascience.com/2011/04/understanding-radiation-becquerels-and-sieverts/>, cit. 16. 4. 2016.
- 14) JEŽEK V., 1975: Historie dobývání stříbra, olověných a železných rud na Příbramsku. Sborník hornická Příbram, Online: <http://www.mining.cz/texty/brezovky/history.htm>, cit. 17. 4. 2017.

Zákony

Zákon České národní rady č. 334/1992 Sb., o ochraně zemědělského půdního fondu, ve znění zákona České národní rady č. 10/1993 Sb.

Zákon, č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny, v platném znění