

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta životního prostředí

Katedra biotechnických úprav krajiny



**Vliv těžby uranové rudy na Příbramsku na životní
prostředí**

Bakalářská práce

Vedoucí práce: Ing. Jan Gregar

Autor práce: Roman Volf

2017

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Roman Volf

Územní technická a správní služba

Název práce

Zhodnocení dopadů těžby uranové rudy na životní prostředí v lokalitě Příbram

Název anglicky

Evaluation of the impact of uranium mining on the environment in Příbram region

Cíle práce

Zhodnocení znečištění regionu po těžbě uranové doly, její historie, současný stav a výhledy do budoucna. Jaký měla těžba vliv na faunu a floru a jak ovlivňuje současný stav zemědělství v dané lokalitě. Jaká jsou platná právní omezení (zákony) a zhodnotí současné návrhy na revitalizaci výsypek. vyhledá zdroje znečištění a jedné lokalitě se bude student věnovat detailněji a zhodnotí připravované řešení revitalizace. Dále bude porovnán stav u nás a ve světě, jak z hlediska legislativy, tak i reálného stavu. Dopady na život člověka a využití materiálu z haldy k dalšímu zpracování

Metodika

Práce bude rešeršního charakteru, kdy student vyhledá v literatuře důležité milníky v historii těžby, a následně vybere zákony platné pro tuto lokalitu. Zhodnotí ekologickou situaci před a po těžbě.

Doporučený rozsah práce

40 – 50

Klíčová slova

Příbramské doly, uranová ruda, životní prostředí,

Doporučené zdroje informací

- ANDĚL, P. – ŠTEFANČÍK, I. – ULBRICOVÁ, I. – BALÁŠ, M. – ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE. LESNICKÁ A DŘEVAŘSKÁ FAKULTA, – SIMON, J. – PODRÁZSKÝ, V. – VACEK, S. – REMEŠ, J. – ŠRÁMEK, V. – VACEK, Z. – PETRÁŠ, R. *Obhospodařování antropogenně poškozených lesů*. Praha: Česká zemědělská univerzita, 2015. ISBN 978-80-213-2595-1.
- Fakta a data o životním prostředí v České republice*. Praha: Ministerstvo životního prostředí, 2002. ISBN 80-7212-195-5.
- KALAČ, P. – TRÍSKA, J. *Chemie životního prostředí*. České Budějovice: Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta, 1998. ISBN 80-7040-325-.

Předběžný termín obhajoby

2016/17 LS – FŽP

Vedoucí práce

Ing. Jan Gregar

Garantující pracoviště

Katedra biotechnických úprav krajiny

Elektronicky schváleno dne 16. 3. 2017

prof. Ing. Petr Sklenička, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 17. 3. 2017

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 03. 04. 2017

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci na téma „Vliv těžby uranové rudy na Příbramsku na životní prostředí“ vypracoval samostatně pod vedením Ing. Jana Gregara, s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů. Všechny zdroje, které jsem použil, jsou citovány v seznamu použitých zdrojů.

V Praze dne:

.....

Poděkování

Rád bych na tomto místě poděkoval především vedoucímu mé bakalářské práce Ing. Janu Gregarovi za trpělivost, odborné vedení, ochotu a cenné rady při zpracování práce. Dále děkuji Ing. Jiřímu Kubátovi za poskytnutí odborných informací a potřebných podkladů.

V Praze dne:

.....

Abstrakt

Bakalářská práce se zabývá problematikou vlivu těžby uranové rudy na životní prostředí v oblasti Příbramska. V rešeršní části je zahrnuta historie těžby, její vliv na krajinu a životní prostředí, legislativní úprava a současný stav regionu po samotné těžbě. Dále se práce zabývá problematikou likvidace vzniklých odvalů a následného využití materiálu, který se získával v průběhu těžby uranové rudy. Rovněž zahrnuje detailní charakteristiku jednotlivých návrhů na odstranění vzniklých odvalů. Popisuje čtyři varianty, které jsou připraveny v rámci řešení revitalizací zasažených území a následně shrnuje výhody a nevýhody jednotlivých variant.

Klíčová slova: příbramské doly, uranová ruda, životní prostředí

Abstract

Bachelor thesis deals with the impact of uranium mining on the environment in Příbram. In the research part is included the history of mining and its impact on the landscape and environment, the legislation and the current state of the region after the mining. Furthermore, the work deals with the problems arising from disposal of heaps and following use of the material, which was gained during uranium ore mining. It also includes a detailed characterization of individual proposals to remove formed heaps. It describes four variants that are prepared as part of the revitalization of the affected area and then summarizes the advantages and disadvantages of various options.

Key words: Příbram mines, uranium ore, environment

Obsah

1. Úvod	10
2. Cíl práce	11
3. Literární rešerše	12
3.1 Úvod do historie.....	12
3.1.1 Průzkum na výskyt uranové rudy.....	13
3.1.2 Zahájení hloubení jam pro těžbu	13
3.1.3 Historie hornictví v Příbramském regionu	14
3.2 Vliv těžby uranové rudy na krajinu a životní prostředí	15
3.2.1 Environmentální činitelé.....	15
3.2.2 Krajina a její základní funkce	15
3.2.3 Faktory, které těžbou poškodily a změnily krajinu	17
3.2.4 Další vlivy odvalů.....	17
3.2.5 Jak zachovat základní funkce krajiny.....	19
3.2.6 Vliv těžby na faunu a floru	19
3.2.7 Vlivy na ovzduší.....	20
3.2.8 Vliv na vodu.....	20
3.2.9 Vliv na krajinu, hmotný majetek a kulturní památky	21
3.3 Legislativa	22
3.4 Současný stav regionu po těžbě uranové rudy	23
3.5 Ovlivnění současného zemědělství.....	24
3.6 Monitorování ovzduší.....	25
3.7 Monitorování výpustí do povrchových vod	25
3.8 Natura 2000.....	25
3.9 Výhledy do budoucna	26
3.9.1 Současné návrhy na revitalizaci odvalů	27
3.9.2 Připravované varianty řešení revitalizace.....	28

3.9.3	Nejvýhodnější varianta řešení.....	29
3.10	Zdroje znečištění v lokalitě š. č. 15 u obce Brod	31
3.11	Významný krajinný prvek.....	32
3.12	Ložiska a těžba uranu ve světě	32
3.13	Dopady na život člověka.....	33
3.14	Využití materiálu z odvalů k dalšímu zpracování.....	34
4.	Charakteristika studijního území.....	35
4.1	Geomorfologické poměry.....	35
4.2	Klimatické poměry	36
4.3	Hydrologické poměry	36
5.	Diskuze.....	37
6.	Závěr.....	38
7.	Zdroje	39
8.	Přílohy	44

1. Úvod

Těžba uranové rudy sahá až do 16. století, kdy horníci při dobývání stříbra na ložisku Březové Hory u Příbramě a v Jáchymově naráželi na černý nerost, podobný některým stříbrným rudám, ale neobsahoval žádné stříbro. Když na tento černý nerost narazili, stříbrná žíla zmizela. Z důvodu neštěstí v dobývání stříbra a také jisté podobnosti s černou smůlou dali uraninitu název smolinec. Tehdy lidstvo pravý potenciál radioaktivních prvků neznalo, a tak smolinec jako nežádoucí hlušina končil na odvalech březohorských a jáchymovských dolů (Kubát, 1994).

Jak uvádí Ehrenberger (1984), ruda se prvního využití dočkala až v polovině 19. století, kdy byla těžena v dolech v Jáchymově a využívána k výrobě uranových barev, jež byly užívány zejména k barvení skla či porcelánu. Další zlom v těžbě uranové rudy v Jáchymově přinesl objev, že uran je radioaktivní, kdy z tamního smolince bylo izolováno radium, které bylo následně využíváno ve zdravotnictví.

První zmínky o hornictví v příbramském regionu jsou datovány 400 let př. n. l. těžbou stříbra v okolí Příbramě a těžbou železných rud v podhůří Brd u říčky Litavky a nedaleké obce Milín. Celá oblast s rudnými žílami se rozkládá jihovýchodně od Příbramě až na pravý břeh řeky Vltavy (Aichler a kol., 2003).

Těžba uranové rudy vede ke značnému zatížení životního prostředí, působí nejen na atmosféru, povrchovou a podzemní vodu, ale negativní vliv má také na lidské zdraví (Kříbek a Zeman, 2002). Jako ukazatele samotného vlivu těžby využíváme takzvané indikátory, které poskytují základní informaci o jevu týkajícího se životního prostředí (MŽP, 2002).

2. Cíl práce

Cílem této práce je zhodnocení znečištění regionu po těžbě uranové rudy, její historie, současný stav a výhledy do budoucna. Dále zhodnocení, jaký měla těžba vliv na faunu a floru a jak ovlivňuje současný stav zemědělství v dané lokalitě. Součástí práce jsou platná právní omezení (zákony) a zhodnocení současných návrhů na revitalizaci výsypek. Dále vyhledání zdroje znečištění v jedné lokalitě, která bude blíže popsána, a bude zhodnoceno připravované řešení revitalizace. Porovnán bude rovněž stav u nás a ve světě jak z hlediska legislativy, tak i reálného stavu, dopady na život člověka a využití materiálu z haldy k dalšímu zpracování.

3. Literární rešerše

3.1 Úvod do historie

Uran je radioaktivní prvek stříbrobílé barvy a v čistém stavu je to těžký lesklý kov, který se vyskytuje v přírodě v několika podobách. Na základě různých lidských činností se stále zvyšuje koncentrace uranu v životním prostředí (Lagauzère, 2009).

Těžba uranové rudy sahá až do 16. století, kdy horníci při dobývání stříbra na ložisku Březové Hory u Příbramě a v Jáchymově naráželi na černý nerost, podobný některým stříbrným rudám, ale neobsahoval žádné stříbro. Když na tento černý nerost narazili, stříbrná žíla zmizela. Neštěstí horníků v dobývání stříbra a také jistá podobnost s černou smůlou daly uraninitu název – smolinec. Nejvyšší smolinec je v „ledvinkovité“ podobě, (jako bubliny v létě na asfaltu). Tehdy lidstvo pravý potenciál radioaktivních prvků neznalo, a tak smolinec, jako nežádoucí hlušina, končil na odvalech březohorských a jáchymovských dolů (Kubát, 1994).

Prvního využití se uranová ruda dočkala v polovině 19. století, kdy byla ruda těžená v dolech v Jáchymově využívána k výrobě uranových barev, jež byly užívány zejména k barvení skla či porcelánu. Další zlom v těžbě uranové rudy v Jáchymově přinesl objev, že uran je radioaktivní, kdy z tamního smolince bylo izolováno radium, které bylo následně využíváno ve zdravotnictví (Ehrenberger, 1984).

Potřeba radioaktivních materiálů pro konstrukce nukleárních zbraní přinesla po konci 2. světové války revoluci v tuzemské těžbě uranové rudy. Československé doly měly pro tehdejší Sovětský svaz strategický význam a v 50. letech byla ČSSR na 9. místě v pořadí světových producentů uranu (Aichler a kol., 2003).

Do Jáchymova SSSR poslal báňské odborníky, aby na dolech Rovnost, Svornost, Bratrství zajistili těžbu uranové rudy. Protože však měli nedostatek horníků, požádali Rudné doly Příbram o vyslání horníků z Březových Hor do Jáchymova. Takovýmto způsobem se těžba dotkla Příbrami v počáteční fázi, pozornost si získala rudnou báňskou minulostí a významným nerostným bohatstvím (Kubát, 1995).

V rámci těžby rudy olova, zinku a stříbronosných minerálů v historických záznamech rudných dolů na Březových Horách bylo evidováno 80 dalších nerostů, na které horníci narazili. Mezi těmito nerosty byly i nerosty uranové řady. Tuto vlastnost měl především smolinec, který se zde nejvíce vyskytoval, a to na žilách v blízkosti dolů Anna a Prokop (Kubát, 1994).

3.1.1 Průzkum na výskyt uranové rudy

Již v r. 1947 skupiny sovětský báňských odborníků zahájily průzkum na starých horizontech březohorských dolů a odvalech. Hned v prvních dnech průzkumu narazili na nadějně výskyty uranových minerálů. Na povrchu byl zahájen průzkum v oblasti vrchu Vojna u obce Kamenná a v zámeckém parku se uranové nerosty bagrovaly na výchozech žil až na povrch. Hlavní průzkum na povrchu se prováděl v ose: Horažďovice – Příbram – Mníšek pod Brdy (Aichler a kol., 2003).

Z geologického hlediska nebyla potvrzena jáchymovská zkušenost, že výskyt uranové rudy se kryl se stříbronosným dobývacím prostorem. Na Příbramsku sice výskyt uranové rudy kopíroval stříbrorudné žíly (nikoli však na Březových Horách), ale v teritoriu rovnoběžně posunutém zhruba 5 km jihovýchodním směrem k řece Vltavě. Nejvyšší obsah stříbra (Ag) měly uranové žíly na šachtě č. 21 na Hájích. Z vytěžené rudy se vytavilo 11 tun stříbra (Kubát, 1995).

Příbramské uranové ložisko zaujímá pruh území probíhající ve směru jihozápad-severozápad. Geograficky patří tato oblast do jihovýchodního podhůří Brd, terén se zde vyznačuje pahorkovitým nebo velmi členitým reliéfem. Nejvyšší kóta dobývacího prostoru je 667 m. n. m. (vrch Vojna) a nejnižší kóta + 393 m. n. m. u obce Daleké Dušníky (Kubát, 1995).

3.1.2 Zahájení hloubení jam pro těžbu

Hloubení jam bylo zahájeno už v r. 1948 s označením Vojna č. 1, č. 2, č. 3 v místech, kde byla uranová ruda jako první na Příbramsku nalezena (Bazár a kol., 2016).

Celkem bylo vyhloubeno z povrchu 27 jam (těžebních a větracích) o hloubce celkem 17,4 km, z toho 14 slepých jam o hloubce 5,6 km. Vyraženo bylo 42 průzkumných šachtic, 4 štoly horizontálních děl (chodeb), 188,3 km komínů a 300 km dobývacích prostorů, jež zaujímaly rozlohu 57,6 km². Slepá jáma - těžní zařízení (těžní stroje) dodané SSSR měly dosah pouze do hloubky 500 m (10. patro). Proto byl na 10. patře proveden výlom komory pro osazení těžního stroje s dosahem do velkých hloubek (Kubát, 1994).

V Jáchymově se provádělo dobývání uranové rudy v hloubce zhruba 500 m. Na příbramském ložisku se hloubka některých jam pohybovala pouze v rozmezí 500

až 600 m, avšak ložiska jam, ze kterých se těžilo, překročily hloubku 1 000 m. (Kubát, 1997).

č. 16 - 1 838 m

č.11A - 1 504 m

č. 19 - 1 457 m

č. 15 - 1 242 m

č. 13 - 1 140 m

Sovětské experti na základě zkušeností z Jáchymova nepředpokládali, že v Příbrami bude nalezeno jedno z největších žilných ložisek uranu na světě, a to co do kvality i množství, tak do hloubky uložení. Nesmírný rozsah prací pro intenzivní zahájení těžby uranové rudy lze dokumentovat na množství hloubených jam z povrchu, např. v r. 1959 bylo raženo 26 jam a 7 jam slepých z 10. patra z hloubky 500 m. (Kubát, 1994).

3.1.3 Historie hornictví v Příbramském regionu

Jak uvádí Aichler a kolektiv (2003) jsou první zmínky o hornictví v příbramském regionu datovány 400 let př. n. l. těžbou stříbra v okolí Příbramě a těžbou železných rud v podhůří pohoří Brd u říčky Litavky a nedaleké obce Milín. Celá oblast s rudnými žilami se rozkládá jihovýchodně od Příbramě až na pravý břeh řeky Vltavy.

r. 1311 je zmínka o dolování stříbra na Březových Horách

r. 1321 se těžilo zlato u obce Bytíz

r. 1341 se těžilo zlato u Krásné Hory nad Vltavou

r. 1579 Příbram povýšena na královské horní město

r. 1691 těžba železné rudy na Svaté Hoře

r. 1948 zahájena těžba uranových rud

r. 1978 ukončena těžba stříbrných rud na Březových Horách

r. 1991 ukončení těžební činnosti na uranových dolech v Příbrami

3.2 Vliv těžby uranové rudy na krajinu a životní prostředí

Ukazateli vlivu těžby jsou takzvané indikátory. Indikátor definujeme jako hodnotu odvozenou od jiných prvotních údajů poskytujících základní a kompletní informaci o jevu, který se týká životního prostředí (MŽP, 2002).

Těžba vede ke značnému zatížení životního prostředí, působí nejen na atmosféru, povrchovou a podzemní vodu, ale negativní vliv má také na lidské zdraví (Kříbek a Zeman, 2002).

Těžba uranu je řazena mezi jednu z hlavních příčin radioaktivní kontaminace životního prostředí (Černe, 2012).

Kontaminací životního prostředí se také zabývá Charbeneau (1981), podle něhož voda, která se během těžby uranu čerpá z hlubinných dolů, obsahuje radioaktivní látky, které posléze životní prostředí kontaminují.

3.2.1 Environmentální činitelé

Na složky životního prostředí působí lidstvo jím vytvořenými prostředky (činnostmi, zařízeními, technologiemi) staveb. Proto se hledá takový model hospodářského, sociálního a kulturního rozvoje, který by umožňoval důstojný život dnešního člověka a při tom zachoval takové podmínky i pro další generace – aby člověk nežil na úkor příštích generací.

3.2.2 Krajina a její základní funkce

Krajina má pro lidskou společnost řadu nezastupitelných funkcí, přičemž tyto funkce se s rozvojem lidské společnosti mění svými prioritami. Společnost má na krajinu určité nároky, lze v tomto rozsahu hovořit o funkci krajiny, a to výrobní a obytné. Funkce výrobní a obytná jsou od sebe neoddělitelné, např. zemědělská výroba a vesnická sídla dávají krajině určitý vzhled, obdobně koncentrace průmyslu podmiňuje vznik městských aglomerací.

Primární funkcí krajiny je přírodní funkce krajiny a zahrnuje v sobě procesy klimatické, geologické, hydrogeologické a biologické, které jako celek vytvářejí podmínky pro existenci rostlin, živočichů a člověka. Rozsáhlou důlní činností došlo k výraznému ovlivnění horninového prostředí a zejména režimu podzemních vod. Pro hlubinnou těžbu uranové rudy dochází k záboru zemědělsky obdělávané půdy.

Rovněž jsou narušeny a káceny lesní porosty, došlo ke zrušení malých vodních toků – potoků se všemi důsledky na ekosystém. Při hlubinném dobývání dochází k častým propadům poddolovaných oblastí až na povrch. V r. 1962 došlo na šachtě č. 11 (Bytíz) k propadu až na povrch vydobyté žíly Bt 4 a k propadu kuchyně se 2 vězni do podzemí. Propad byl na ploše 16 900 m² o objemu 108 000 m³. Na mnoha místech v dobývacím prostoru uranového ložiska docházelo a stále dochází k mírným propadům starých důlních děl až na povrch, které je nutné kontrolovat a provádět jejich dosypání a oplocení. Tyto činnosti provádí DIAMO s. p. (Kubát, 1997).

Pozůstatkem po hornické činnosti uranových dolů jsou v dnešní kulturní krajině Příbramska důlní jámy, odkaliště Bytíz o rozloze 25 ha a odvaly hlušiny. Negativními dopady hlubinné těžby uranové rudy jsou nevratné narušení horninového prostředí a hydrogeologických poměrů, zničení nebo přetvoření původní krajiny, ztráta zemědělsky využitelné půdy, lesů, biodiverzity a vznik velkého počtu odvalů hlušiny. Pro těžbu uranové rudy došlo k záboru zemědělské půdy a devastaci pozemků, byly vykáceny velké části hospodářských lesů a zničeny zemědělsky obdělávané pozemky. Na těchto plochách byly vybudovány objekty pro těžní zařízení, pomocné provozy, administrativu a odvaly hlušiny (Aichler a kol., 2003). Největším areálem na Příbramsku je areál šachty Bytíz, s rozlohou 9,8 km² (viz tabulka č. 1).

Šachty	š. č. 19	š. Bytíz	š. č. 16	š. č. 15	celkem
Rozloha areálu	5,8	9,8	7,2	4,5	27,3
Rozloha odvalu	5,9	19,6	14,8	14,6	64,9
m ³	3 750 000	4 457 000	402 000	7 507 000	16 116 000
Výška (m)	60	49	19	66	-

Tabulka č. 1 Rozlohy vybraných šachet a odvalů

Ve 25 důlních odvalech uranových dolů je více než 27 milionů m³ hlušiny (40 000 000 tun), která je v různých stupních kontaminována. Starší haldy jsou více kontaminovány než novější tím, jak se postupně zdokonalovala technika separace uranové rudy od hlušiny. V základu odvalů je kontaminace vyšší než na jejich

povrchu a kyselý déšť z nich vymývá do podloží těžké kovy, například arzen (Kubát, 1997).

Jedním z těžkých kovů, který se do půdy dostává těžbou a úpravou rud, je také kadmium. Na životní prostředí mají vliv jeho významné toxikologické vlastnosti. Jako zdroj znečištění životního prostředí působí negativně nejen na krajinu, ale i na zdraví člověka (Kalač a Tříška, 1998). Vyšší koncentrace v ledvinách způsobuje jejich poškození, neboť kadmium je považováno za karcinogenní (Vacek a kol., 2015).

3.2.3 Faktory, které těžbou poškodily a změnily krajinu

- zásahy do zeleně a změna flóry a fauny,
- změna reliéfu a tvárnosti krajiny (odvaly),
- vznik zdevastované krajiny,
- změna vodního režimu krajiny,
- zábor zemědělské a lesní půdy,
- vznik nestabilních ekosystémů,
- úbytek a ztráta přirozených pramenišť pitné vody,
- změna krajinné mozaiky,
- likvidace rozptýlené zeleně.

3.2.4 Další vlivy odvalů

- územní požadavky na půdu,
- změna krajiny,
- změna místního klimatu (změna směru proudění vzduchu),
- vliv na flóru, faunu, zvířata v přírodě (překážky volného pohybu),
- znečištění ovzduší (ionizující záření, emise radonu a emise radioaktivního prachu),
- kontaminace povrchové vody ve vodotečích,
- znečištění podzemní vody,
- vliv na hydrogeologii a geologii,

- vliv na flóru, faunu a vodní živočichy (kontaminace potravního řetězce).

Odvaly po hlubinné těžbě uranové rudy jsou součástí Příbramska, staly se součástí krajiny a přirozenou sukcesí postupně vytváří nové ekosystémy a představují dnes významné dominanty utvářející krajinný ráz. Tato umělá tělesa mají v krajině extrémní geomorfologickou rozmanitost terénu (Kubát, 1997).

Ekologické a rizikové aspekty vycházejí přímo z účinků radioaktivity a účinků těžných kovů, které uranová ruda obsahuje, a to trvalé ohrožení obyvatelstva, účinky na krajinu, ekologické poměry v těžební oblasti a jiné zdravotní účinky na život obyvatelstva. Odvaly po těžbě uranové rudy představují, kromě narušení původního krajinného rázu, riziko pro kvalitu ovzduší a vod. Odvaly hlušiny obsahují v porovnání s běžnou hlušinou určitý zbytkový obsah radionuklidů. Odvaly ohrožují zdraví lidí a životní prostředí ještě dlouho po uzavření dolu, vyzařují radon a dešťová voda vymývá radionuklidy (Solnická a Hemer, 1994).

Z odvalů se radioaktivní látky dostávají do životního prostředí způsoby:

- odváděním prachem,
- výrony plynu radonu,
- rozpuštěnými látkami ve vodě z dešťových srážek.

Většina odvalů je jen částečně zakryta vegetací, zejména na plochých částech odvalů, prudší svahy jsou holé (Aichler a kol., 2013).

Dešťová voda protéká odvalem do jeho základu (podloží) a odtud může pokračovat dále do povrchových vod nebo do okolí odvalů (Kalač a Tříška, 1998).

Na Rudných dolech v oblasti Březových Hor na Příbramsku se dobývaly rudné žíly s obsahem olova, zinku a stříbra ve vyvřelých, magmatických tvrdých horninách. Naproti tomu žíly uranového ložiska se dobývaly v metamorfovaných břidlicích, které vznikly přeměnou hornin (břidlic) v důsledku vysokých teplot, tlaků a chemizmu prostředí, kterým byly břidlice vystaveny. Proto také jejich kamenivo má menší pevnost a je drobivé s velkým podílem prachových částic. Největší mocnost zrudnění na uranových dolech v příbramském regionu měla žíla Bt 41 (Bt-Bytíz) od 1,5 – 4 – 6 m. Nejbohatší zrudnění bylo na žíle Bt 4, která měla z hloubky 1400 m výchoz až na povrch (Velfl, 2003).

3.2.5 Jak zachovat základní funkce krajiny

- omezit těžbu nerostných surovin – těžba byla v r. 1991 ukončena,
- využívat dekontaminované suroviny z odvalů a neotvírat nové lomy na kamenivo,
- rekultivovat narušené a devastované oblasti po důlní těžbě,
- chránit a rozšiřovat rozptýlenou zeleň mimo les,
- chránit významné krajinné prvky,
- posilovat územní prvky ekologické stability,
- obnovovat přirozené funkce vodních toků a rybníků,
- obnovovat původní biokoridory okolo těchto toků.

3.2.6 Vliv těžby na faunu a floru

Hlubinné těžby měly na flóru a faunu devastující vliv při zakládání těžebních areálů, příjezdových komunikací a odvalů. Došlo zcela ke zničení krajiny i navazujících okolních biokoridorů, biocenter a zároveň k nevratným záborům zemědělské půdy a vymýcení velkých ploch průmyslových lesů, protože většina areálů a odvalů je umístěna v lesních porostech (Aichler a kol., 2003).

V místech, která byla lidskou činností takto změněná nebo zdevastovaná, nejsou vždy funkční toky zdrojů a energií. V důsledku toho ztrácí krajina na energetické stabilitě. Jedním z příkladů je zhoršení podmínek pro primární sukcesi, jelikož v místech, která se zahřívají více než okolní krajina, je nedostatek vody, a dochází tedy k vysušování povrchu výsypek a hald (Bodlák a kol., 2012).

Zábor zemědělsky obhospodařovaných pozemků byl vzhledem ke členitosti a zalesněnosti území zdaleka menší. Po ukončení výstavby areálů a založení odvalů nebyly další zemědělské pozemky zabírány a další lesní porosty nebylo nutné vykácet. Život na povrchu území mezi areály a odvaly se částečně vrátil do původního stavu bez dalších zásahů do krajiny a vlivu na flóru a faunu. Zůstaly zachovány meze, remízky a ostrůvky křovin pro polní ptactvo a malou zvěř (Aichler a kol., 2003).

Pokud se určitá území zalesňovala, docházelo zde ke změnám trofických a tropických podmínek, a tím se změnilo i složení živočišných a rostlinných druhů (Bejček, 1981).

3.2.7 Vlivy na ovzduší

Během provozu uranového dolu se do ovzduší větracími jámami a ventilátory dostávalo velké množství vzduchu s obsahem radonu a prachu, s čímž se současně zvyšovalo zdravotní zatížení obyvatel v okolí. Radon je bezbarvý plyn, bez chuti a bez zápachu (Aichler a kol., 2003).

Radon vzniká jako produkt radioaktivního rozpadu radia a uranu (Carvalho a kol., 2001). Koncentrace radonu v zemské atmosféře jsou velice nízké, prakticky na hranici detekce těch nejcitlivějších analytických metod (Aichler a kol., 2003).

Větrací výdušné jámy na ložisku Příbram byly: jáma č. 13, jáma č. 17 a jáma PALEC. V obci Háje mezi šachtou č. 9 a šachtou č. 16 uranových dolů Příbram byla naměřena v obytné místnosti rodinného domu hodnota až 1 000 Bq/m³. Radon vyzařuje nebezpečné částice alfa záření. Zvýšený výskyt radonu v určité lokalitě s sebou přináší nárůst nebezpečí výskytu rakoviny plic. Státní úřad pro jadernou bezpečnost doporučuje koncentraci radonu v obytném prostředí max. 200 Bq/m³. V Jáchymově v obytném prostředí není vzácná hodnota 20 000 Bq/m³ a ve sklepech až 100 000 Bq/m³ (Kubát, 1995).

3.2.8 Vliv na vodu

V porovnání s ostatními složkami přírodního prostředí měla důlní těžba nejvíce devastující vliv na vodu. Nejproblematictější byla ztráta přirozených pramenišť pitné vody (Aichler a kol., 2003).

Dalším negativním vlivem bylo ohrožení lidského zdraví v případech, kdy se voda kontaminovaná důlní těžbou využívala například v zemědělství (Antunes, 2007). Jedním ze způsobů, jak došlo ke kontaminaci vod, je čerpání vody během těžby z dolu do životního prostředí (Schurgin, 1973).

V ložisku uranových rud měly některé žíly výchoz až na povrch nebo končily v malé hloubce pod povrchem. Při jejich dobývání došlo k devastujícímu ovlivnění přirozeného vodního režimu podzemních vod, které byly zdrojem pitné vody pro domovní studny v obcích, kde téměř každý dům měl svoji studnu pro zásobování celého hospodářství. Prameny pitné vody byly v celém dobývaném prostoru „strženy“ do narušeného horninového prostředí a došlo ke ztrátě vody ve studnách. Proto byly urychleně budovány vodovodní sítě pro zásobování obyvatelstva v obcích i v areálech uranových dolů (mytí horníků), kde byla spotřeba vody pro

tisíce horníků velmi vysoká. Tato skutečnost vyvolala i nutnost vybudování čistíren odpadních vod, což bylo výhodné i pro napojení jednotlivých obcí. Hlavní zdrojem pitné vody za ztracené zdroje byla oblast pohoří Brd, chráněná oblast přirozené akumulace vod s jejími historickými vodárenskými zdroji - rybníky Padrťský a Pílský. Padrťský rybník má rozlohu 180 ha, objem nádrže je 2 580 000 m³ vody a byl založen v 16. století pro zadržení vody k plavení dřeva. Pílský rybník v minulosti zásoboval rudné doly na Březových Horách pro pohon čerpacích strojů, které sloužily k získávání důlní vody.

V 60. letech byl pro posílení vodárenské sítě vybudován přivaděč vody z řeky Vltavy a v Příbrami postavena úpravna vody Hatě. V oblasti šachta č. 19 byla vybudována Drásovská vodárenská nádrž a úpravna vody. Povrchové vodoteče ze severozápadní a střední části ložiska odtékají do Příbramského potoka, dále do říčky Litavky, která se vlévá do Berounky. Z východní části ložiska odtékají vody do říčky Kocáby, která se vlévá do Vltavy (Kubát, 1997).

3.2.9 Vliv na krajinu, hmotný majetek a kulturní památky

Krajinu jako část zemského povrchu s charakteristickým reliéfem vymezuje rovněž Zákon č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny. Zákon také popisuje krajinný ráz, který je chápán zejména jako přírodní, kulturní a historická charakteristika určitého místa či oblasti. Intervence do krajiny mohou být prováděny pouze tak, aby byly zachovány významné krajinné prvky, zejména pak chráněná území.

K těmto chráněným územím se řadí například národní parky či chráněné krajinné oblasti. Ty poskytují rozlehlou ochranu pro krajinný ráz, neboť u přírodních parků je ochrana krajinného rázu brána jako součást ochrany přírody (Löv a Míchal, 2003).

Podle Aichlera a kolektivu (2003) je krajina část zemského povrchu, která obsahuje přírodní a kulturní prvky, ale člověk ji svou činností přetvořil z původně přirozené krajiny na krajinu kulturní. K této přeměně přispělo právě rudné a uranové hornictví, a to zejména svým pronikáním do různých oblastí a jejich rozšiřováním. V krajině tak došlo nejen k přeměně krajinného rázu, ale i ke změně způsobu jejího využití.

Oblasti zasažené těžbou by bylo možné rekultivovat. Jak uvádí Vráblík a Vráblíková (2009), je tato činnost chápána jako činnost, která má za cíl zúrodnit

půdu, která je znehodnocená činností lidskou, ale i přírodní. Je tedy zřejmé, že má rekultivace na krajinu pozitivní dopad, neboť obnovuje její produktivitu a funkčnost.

V současné době se v České republice uplatňuje převážně přírodní rekultivace. Haldy a lomy jsou tak brány jako nový krajinný prvek. Nejsou tedy chápány jako zničené území. Oblast, ve které probíhá přírodní rekultivace, je nejprve zbavena odpadků a poté už svoji část plní příroda (Cílek a Ložek, 2011).

Přírodní rekultivaci nazýváme sukcesí. Sukcese je termín označující vývoj a změny ekosystémů, probíhajících na stejném místě. Během tohoto procesu dochází ke změně společenstev rostlinných i živočišných druhů (Sklenička, 2003).

3.3 Legislativa

Mezi nejvýznamnější zákony, které se zabývají problematikou těžby uranové rudy, řadíme:

Zákon č. 185/2001 Sb. (Zákon o odpadech) – zákon se nevztahuje na odpady z hornické činnosti, vytěžené při dobývání nerostů a ukládané na haldách.

Zákon č. 44/1988 Sb. (Horní zákon) – zákon o ochraně a využití nerostného bohatství.

Zákon č. 157/2009 Sb. (Zákon o nakládání s těžebním odpadem) – zákon definuje hlušinu jako těžební materiál z hornické činnosti při dobývání nerostů, který je ukládán na radioaktivních odvalech.

Zákon č. 254/2001 Sb. (Zákon o vodách).

Zákon č. 114/1992 Sb. (Zákon o ochraně přírody a krajiny).

Zákon č. 289/1995Sb. (Lesní zákon).

Zákon č 18/1997Sb. (Atomový zákon) – zákon o mírovém využití jaderné energie a ionizujícím záření.

Zákon č. 258/2000Sb. (Zákon o ochraně veřejného zdraví).

Zákon č. 201/2012 Sb. (Zákon ochrany ovzduší).

3.4 Současný stav regionu po těžbě uranové rudy

Po ukončení výstavby těžebních areálů nastal v přírodě relativní klid a do krajiny se vrátila původní zvěř a ptactvo (Kubát, 1994).

Zajíc polní (*Lepus europaeus*), králík divoký (*Oryetolagus cuniculus*), lasice (*Mustela nivalis*), srnec obecný (*Capreolus*). Do blízkosti těžebních zařízení se navrátilo prase divoké (*Scrofa sus*), které zde nemělo klid. Z ptactva koroptev polní (*Perdix perdix*), bažant obecný (*Phasianinac*), holub doupňák (*Colombaoenas*), krkavec obecný (*Corvus corax*) - (Bellmann a kol., 2014).

V průmyslových lesích jsou zastoupeny: smrk ztepilý (*Picea abies*), borovice lesní (*Pinus sylvestris*), modřín opadavý (*Larix decidua*), bříza bělokorá (*Betula pendula*), dub letní (*Quercus robur*), buk lesní (*Fagus sylvatica*). V lesích roste velké množství jedlých hub – hřib smrkový (*Boletus edulis*), hřib borový (*Boletus pinophilus*), hřib dubový (*Boletus reticulatus*), hřib kovář (*Neoboletus luridiformis*), bedla vysoká (*Macrolepiota procera*), klouzek sličný (*Suillus grevillei*), křemenáč březový (*Leccinum versipelle*). Na mezích a v remízkách mezi poli rostou ve velkém množství: trnka obecná (*Prunus spinosa*), růže šípková (*Rosa canina*), bez černý (*Sambucus nigra*), hloch obecný (*Crateaegus oxyacantha*) - (Hecker, 2015).

O zastavení těžby uranu na příbramském ložisku rozhodla vláda České a Slovenské Federativní Republiky usnesením č. 848 ze dne 17. 12. 1990. Vlastní uranová činnost – úprava rudy – byla na úpravně 1. máje na Bytízku ukončena v r. 1991 (Tomášek a kol., 2005).

Byly zahájeny likvidační práce jako souhrn činností vedoucích k zahlazení následků činnosti uranového průmyslu. Práce zahrnovaly fyzickou likvidaci důlních a povrchových těžebních provozů a ekologických zátěží (Kubát, 1997).

Jednotlivé těžební, zpracovatelské a pomocné objekty byly zlikvidovány dle upřesněného projektu likvidace jednotlivých těžebních a úpravárenských kapacit ložiska Příbram. Areál bývalé úpravny 1. máje získala do vlastnictví společnost ECOINVEST, s.r.o. Příbram, která pokračuje v dřívější činnosti – výrobě tříděného kameniva z odvalů uranových dolů. Zpočátku byly zpracovány hlušiny z odvalu úpravny, později se upravovala těžená hlšina z dolů a z odvalů šachet č. 16 a č. 21. Odval šachty č. 21 je zcela odtěžen a zpracován (Tomášek a kol., 2005).

Na úpravně kameniva byl zpracován i materiál z těžby pro vytvoření kavernového zásobníku plynu, raženého ze šachty č. 16 (chodby + prostor) ve vylomeném objemu 620 000 m³ a zpracován v objemu 930 000 m³ vytěženého

materiálu. Od doby zahájení třídění odvalů na stavební kamenivo do současnosti je produkce tříděného kameniva cca 31 mil. tun (Kubát, 1995).

V areálech zůstaly pouze věže pro účely:

- věž na šachtě č. 16 – z jámy je vyražen v hloubce 1 000 m podzemní kavernový (zásobník plynu),
- věž na šachtě č. 11A – z jámy se čerpá důlní voda z celého ložiska do ČDV I. na Bytízu,
- věž na šachtě č. 15 – o jejím využití není doposud rozhodnuto.

Povrchové areály šachty č. 15 a 16 jsou ve správě DIAMO, s. p., které spravuje uranová ložiska v Příbrami. Na šachtě č. 3 má svoje sídlo regionální centrum Státní úřad pro jadernou bezpečnost (SÚJB) a Státní úřad jaderné, chemické a biologické ochrany (SÚJCHBO). Ostatní povrchové areály zůstaly v majetku příslušných obcí, které je pronajaly nebo prodaly různým firmám k výrobní činnosti. Tím došlo k zachování, výstavbě a přestavbě nových stavebních objektů v moderní architektuře, a tak areály tvoří výrazný krajinný prvek se vzrostlými stromy a zelení (Kubát, 1997).

3.5 Ovlivnění současného zemědělství

Zásadní vliv na zemědělství v regionu těžby uranové rudy měl velký úbytek zemědělské půdy k produkci zemědělských plodin. Kromě této ztráty nebylo zemědělství těžbou uranové rudy zasaženo a ani v současné době, po ukončení těžební činnosti, není stav zemědělství zásadně ovlivněn.

V pahorkatinné krajině mezi lesy jsou malá zemědělsky obdělávaná pole s průměrnou produkční schopností. V příbramském regionu, v podhůří pohoří Brd je velký deficit půdní vláh, který je umocněn vlivy hlubinného dobývání na povrch. V letních měsících je průměrný úhrn srážek pouze 67,0 mm. Z důvodu nedostatku vláh na předemětných polích hospodáři nepěstují brambory. Orná půda je osévána kukuřicí, řepkou olejkou, ovsem a pšenicí, na malých plochách je pěstován mák setý. Po dobu důlní podzemní těžby, ani nyní po ukončení těžební činnosti není pěstování těchto komodit omezováno ani ovlivňováno z důvodů, že by měla těžba uranové rudy a odvaly vliv na kvalitu a zdravotní závadnost sklizně. Orná půda v části regionu, kde probíhala hlubinná těžba uranu, zaujímá cca 25% všech ploch (Kubát, 1997).

Odštěpný závod Správa uranových ložisek Příbram (SUL) provádí a zajišťuje plnění programu monitorování veličin, parametrů a skutečností důležitých z hlediska radiační ochrany po těžbě uranové rudy na ložisku Příbram. Provádí se měření kvality ovzduší a kontaminace půdy a dále monitorování výпустí vod a okolí. Tuto činnost vykonávají pracovníci oddělení ekologie a rozbor odebraných vzorků provádí akreditovaná laboratoř v Příbrami na základě rozhodnutí SÚJB a rozhodnutí SÚJCHBO (Skála a Bican, 2012).

3.6 Monitorování ovzduší

Výpusť do ovzduší (ohlubeň šachta č. 11A a šachta č. 15) nejsou hermeticky uzavřeny. Měření inhalací směsi dlouhodobých radionuklidů uran-radiové řady emitujících záření alfa se provádí u kritické skupiny obyvatel obcí Brod (102 obyvatel) a Dubenec (358 obyvatel). Koncentrace uranu v prašném spadu v obcích a v okolí je méně než 0,2 mg/m² za 30 dní (Čermák a Bican, 2016).

3.7 Monitorování výпустí do povrchových vod

Čistírna důlních vod ČDV I (šachta č. 11A – Bytíz) a čistírna důlních vod ČDV II (šachta č. 19). Na šachtě č. 2, č. 15 a č. 9 jsou vody z průsaků odvalů zapouštěny vrty do podzemí, kde se mísí s vodami důlními. Vody z odvalu šachty č. 19 jsou zapouštěny přímo do jámy č. 19 a všechny důlní vody z uranového ložiska jsou čištěny v ČDV I. na Bytízu a ČDV II. v Dubenci a odstraňují z vody nerozpuštěné látky a uran. Teplota důlní vody je 21,5°C (Lusk a Babka, 2010).

ČDV II. má výkon 100 l/s a byla uvedena do provozu koncem r. 2005 a do konce r. 2016 bylo vyčištěno 23 milionů m³ důlní vody. Radioaktivní kal se odváží na přepracování na DIAMO, s. p. o. z. GEAM Dolní Rožínka. Do konce r. 2016 bylo odvezeno celkem 11 520 tun kalu (Chocholáč a Holub, 2006).

3.8 Natura 2000

Soustava Natura je v České republice tvořena evropsky významnými lokalitami a ptačími oblastmi. Tyto lokality se v regionu ložiska uranové rudy na Příbramsku nevyskytují (Tomášek a kol., 2005).

Zajímavá a rozmanitá jsou společenstva na všech odvalech po těžbě uranu na Příbramsku. Díky hrubozrnnému substrátu na nich zůstává zachován větší podíl ploch bez vegetačního krytu, což je v běžné kulturní krajině velmi nedostatkový jev. V r. 2010 byl proveden botanický průzkum na odvalu šachty č. 9 na Hájích, který byl jako další v záměru jeho odtěžení a zpracování na kamenivo. Na odvalu bylo zjištěno celkem 5 druhů cévnatých rostlin obsažených v Červeném seznamu, v kategorii druh ohrožený (rmen rakouský a bělolist nejmenší) a druh vyžadující pozornost (jedle bělokora, hrušeň polnička, jetel alpský, lopuch hajní, prlina rolní). V jarních a letních měsících byl proveden zoologický průzkum plochy odvalu a jeho nejbližšího okolí a byly zjištěny druhy obratlovců, z toho 2 druhy plazů, 28 druhů ptáků a 6 druhů savců, mezi nimi krkavec obecný (*Corvus corax*), ještěrka obecná (*Lacerta agilis*), slepýš křehký (*Anguis flagilis*) a krahujec obecný (*Accipiter nisus*). Na temenech i na části svahů hald probíhá vcelku úspěšný proces ekologické sukcese se stabilní druhovou skladbou (Sulek, 2011).

Odvaly ve zdejší vcelku monotónní kulturní krajině intenzivně využívané k lesnickým a urbanistickým účelům jsou proto novými ekosystémy s velkým množstvím oligotrofních (chudých na živiny) biotopů, které k životu a rozmnožování využívá široké spektrum druhů hub, planě rostoucích rostlin a volně žijících živočichů, včetně ohrožených a zvláště chráněných (Kubát, 1995).

3.9 Výhledy do budoucna

V oblasti environmentální je pozitivním způsobem prezentováno odstranění staré ekologické zátěže, kterou je odval posuzován jako významný zdroj přírodních radionuklidů s negativními vlivy na veřejné zdraví. Tento argument je však diskutabilní, neboť podle výsledků analýz SÚJB tělesa odvalů v současném stavu nepřekračují povolené limity účinků záření na lidský organismus (MŽP, 2015).

Nesporným přínosem pro krajinu bude plánované odtěžení odvalů od jednotlivých sídelních útvarů a využití různých vytříděných frakcí recyklovaného kameniva pro potřeby dopravních a jiných staveb na Příbramsku a v okolních regionech. To by v příštích letech do určité míry eliminovalo nutnost otevřít nové lomy kameniva a těžbou této nerostné suroviny narušovat či devastovat krajinu a ekosystémy. Jednoznačně negativním vlivem samotné těžby hlušiny i následných finálních produktů silniční dopravy by byly zvýšené emise radonu i tuhých znečišťujících látek do ovzduší. Ve stávajících moderních čistírnách důlních vod

ČDV I a ČDV II bude pokračovat čištění důlních vod a tím bude zajištěno, že se do říčních toků nedostane voda s obsahem uranu (Hodrmant, 2011).

Chráněná území z hlediska horního zákona –

Chráněná ložisková území (CHLÚ) a dobývací prostory (DP) na uranovém ložisku Příbram nebyly zrušeny.

DP Lešetice	5,860 755 km ² (š. č. 1, 2, 3a, 3c, 4)
DP Brod	6,605 908 km ² (š. č. 15, 5, 6, 9)
DP Bytíz	7,626 957 km ² (š. č. 21, 16, 10, 11, 11a, 19)
Celkem	20,093 620 km ²

Chráněné ložiskové území Milín II – toto CHLÚ bylo stanoveno pro ochranu podzemního **kavernového zásobníku plynu KZP** (Kubát, 1994).

3.9.1 Současné návrhy na revitalizaci odvalů

DIAMO, s. p. zpracoval koncepci, jak s odvaly naložit, zlikvidovat riziko plynoucí z jejich radioaktivního materiálu na nejvíce ohrožené sídelní obyvatelstvo. Odstraňování aktivního materiálu z odvalů provádí již z období těžby uranové rudy spol. ECOINVEST, s.r.o. při získávání stavebního kameniva z hlušiny. Ruda se odděluje ve speciálním zařízení, kde detektor vytřídí a následně sfoukne stlačeným vzduchem aktivní materiál z pasu do kontejneru, a zbylé neaktivní kamenivo z pasu vypadne jako materiál na stavbu silnic (Ecoinvest, 2017).

Odvaly jako zátěže územního rozvoje

Varianty řeší jejich postupné odtěžování:

- I. postupné odtěžování odvalů v závislosti na regionální poptávce,
- II. postupná sanace a rekultivace odvalů na místě,
- III. částečné odtěžení, sanace a rekultivace na místě,
- IV. převoz odvalů na jiné místo k budoucímu přepracování.

Nová koncepce má komplexně zhodnotit význam odvalů podle:

- ekologické zátěže,
- zátěže územního rozvoje,

- zdroje nerostných surovin,
- stanoviště ohrožených chráněných druhů rostlin a živočichů,
- významných krajinných prvků.

Přemístění odvalů na nové místo

S ohledem na minimalizaci negativních dopadů na okolí lze uvažovat o následujících možnostech dopravy:

- automobilová nákladní doprava,
- pozemní dálková pasová doprava,
- visutá dálková pasová dráha,
- visutá nákladní lanová dráha.

3.9.2 Připravované varianty řešení revitalizace

Podle ústního sdělení Ing. Jiřího Kubáta (bývalý zaměstnanec DIAMO s. p.) dne 11. února 2017

Varianta I. – postupné odtěžování odvalů v závislosti na regionální poptávce

Celkový objem odvalů – 25 mil. m³ (cca 40 mil. tun). Regionální poptávka po stavebním kamenu je dlouhodobě cca 20 000 tun za rok. Odtěžování odvalů v závislosti na regionální poptávce by trvalo cca 300 let.

Varianta II. – postupná sanace a rekultivace odvalů na místě

Proběhne v období 20 let, sklon svahů musí umožnit rekultivaci, to znamená že musí být snížen úhel svahů ze 36° na 18° při zachování stávajících výšek odvalů. Zábor pozemků ale bude reálně větší s ohledem na to, že pravidelný kužel je v krajině nepřirozený a jen s obtížemi přípustný tvar. Plocha samotného kužele, kterou bude nutné sanovat a zrehabilitovat, činí více než čtyřnásobek plochy ve srovnání

s variantou I. (Zde se jedná pouze o rekultivaci podloží odvalů).

Varianta III. – částečné odtěžení odvalů a navazující sanace a rekultivace na místě

Částečné odtěžení odvalů s přepracováním materiálu na stavební kamenivo zkrátí dobu oproti variantě I. cca na polovinu, tj. na 75 až 125 let. Částečné odtěžení umožní rekultivaci zbytkového odvalu bez nadměrného záboru pozemků. Oproti variantě II. se plocha zbytkového odvalu, která se bude sanovat a rekultivovat, zvětší jen minimálně.

Varianta IV. – převoz odvalů na jiné místo

Předpokládá se, že stávající areál spol. ECOINVEST bude sloužit pro zřízení centrálního odvalu k budoucímu přepracování na stavební kamenivo. V průběhu 8 až 21 let bude kamenivo z většiny odvalů přepraveno na vhodné místo v regionu na vzdálenosti do 10 km. (**Centrální odval v areálu spol. ECOINVEST**). Stávající zábor pozemků pod odvaly, jejichž převoz na jedno nové místo lze považovat za účelný (odvaly č. 3, 4, 6, 9, 10, 11, 11A, 15, 19), činí 67 ha, minimální plocha, na kterou lze objemy těchto odvalů uložit, činí cca 35 ha. Při dodržení sklonu svahu 18°, tj. sklonu při kterém lze svahy rekultivovat, je nutné uvažovat s dvojnásobnou plochou tj. cca 70 ha. Nový odval by měl být situován v místě, které umožní postupné zpracování materiálu na stavební kamenivo v závislosti na regionální poptávce 50 – 100 let. Problém s odvalem v krajině zůstane, ale bude přesunut na jiné místo v regionu, kde nebude bránit územnímu rozvoji obcí.

Při realizaci této varianty je nutné předpokládat přetřídění části odvalového materiálu přímo na odvalech tak, aby bylo možné jemnozrnnými frakcemi založit (zaplavit) volné, vyrubané prostory dolového pole v ložisku prostřednictvím vrtů.

Odval šachty č. 2 nebude odtěžen a zůstane zachován jakou součást památníku Vojna. Vojna byl tábor nucených prací pro politické vězně od r. 1945 do r. 1961. Materiál z odvalu šachty č. 15 bude transportován visutou dálkovou dopravou na centrální odval v areálu spol. ECOINVEST. Na odval šachty č. 15 bude materiál z okolních odvalů transportován pozemní pásovou dopravou. Ze severní části ložiska (šachta č. 11, 11A, 19) bude materiál transportován na centrální odval visutou dálkovou dopravou.

3.9.3 Nejvýhodnější varianta řešení

Centrální odval – transport

Z hlediska územního rozvoje je nejvýhodnější varianta visutá doprava, a to z těchto důvodů:

- nejmenší zábor pozemků,
- minimální překážka v krajině,
- flexibilnější přemístění v krajině a přizpůsobení reliéfu krajiny,
- potřebuje řádově menší množství podpůrných staveb a konstrukcí,

- bezhlučnost lanové dopravy,
- bezpečnost - minimalizace styku veřejnosti se samotnou dopravou,
- kratší dopravní vzdálenosti.

Centrální odval – umístění

Jako nejjednodušší se jeví umístění v blízkém areálu bývalé chemické úpravy uranových rud 1. máj, (dnes ECOINVEST Příbram, s.r.o.), kde se v současné době třídí odvaly na stavební kamenivo. S ohledem na zábor pozemků pod centrálním odvalem jsou navrženy tři možnosti. Uvažovány jsou pouze pozemky ve výlučném či částečném vlastnictví státu, obcí a firmy ECOINVEST.

Zábor pozemků pro centrální odval

1. maximální zábor pozemků – v této míře zohledňuje stávající terén a nevytváří novou dominantu. Sklon svahů je navržen na 30°.
2. střední zábor pozemků – navržený sklon svahů 18° umožňuje dočasnou rekultivaci v ploše celého odvalu.
3. minimální zábor pozemků – zasahuje pouze na pozemky ve správě s. p. DIAMO a společnosti ECOINVEST.

Pro rozšíření stávajícího areálu spol. ECOINVEST, s.r.o. se předpokládá výkup lesa na severozápadní straně areálu a využití stávajících ploch a deponií, na kterých je instalováno technologické zařízení k třídění stavebního kameniva z odvalů. Technologické třídící zařízení bylo přestěhováno na severovýchodní plochy vedle areálu.

Centrální odval – transport odvalového materiálu

Předpokládá se postupné přemístění odvalového materiálu pomocí kontinuální dopravy s přepravní kapacitou 500 t/h., při 8 hod. pracovní době. Přemístění odvalů bude zahájeno v jižní a ve střední části ložiska. Odvaly šachty č. 4, 15, 6, 9), po odtěžení odvalu č. 4 je možné část dopravní technologie přeinštalovat a zahájit souběžné odtěžování odvalů ze severní části ložiska (č. 19, 11A, 11). Odvaly ze střední části ložiska budou kompletně přemístěny během 15 let. Odvaly ze severní části ložiska (šachty č. 19, 11, 11A) budou souběžně přemísťovány s odvaly ze střední části ložiska (za 6 let) od ukončení přepravy ve střední části ložiska.

Přemístění odvalů na nové místo

K rozpracování technického řešení a ekonomické rozvaze byla zvolena kombinace visuté pásové (viz příloha č. 1) a lanové dopravy (viz příloha č. 2). Z jižní části ložiska (odval šachty č. 4) budou segmenty visuté pásové dopravy přibližovat materiál z jižních odvalů k páteřní lanové dopravě u odvalu šachty č. 15, která bude sloužit pro přesun hmot na velkou vzdálenost 4 km. Visutá doprava vyžaduje zábor pozemků pouze pro konstrukce nosných podpěr a tím umožní území nadále využívat – nebude představovat překážku v krajině. Visutou dopravu je možné vést souběžně s vedením vysokého napětí. Na rozdíl od pozemní pásové dopravy nevyžaduje budování nákladných lávek a mostů.

V případě likvidace odvalů se musí podle Blažka (1998) brát ohled na poměrně velké nákladové zatížení.

3.10 Zdroje znečištění v lokalitě š. č. 15 u obce Brod

V r. 1955 byl založen těžební areál a byla hloubena jáma š. č. 15. Vytěžený materiál byl ukládán na nově založený odval č. 15 v mělkém údolí u areálu. Areál a odval jsou sevřeny mezi obce Lešetice (jižní hranice) a Brod (severní hranice), dále železniční trať Praha-České Budějovice (západní hranice) a komunikací II/ 66 (východní hranice). Areál šachty má rozlohu 4,5 ha, odval rozlohu 14,6 ha, výšku 66 m a je na něm uloženo 7 507 000 m³ vytěžené hlušiny (Kubát 1994).

Na tomto největším a nejvíce problémovém odvalu šachty č. 15 jsou emise radonu do ovzduší 4x vyšší než na ostatních odvalech v daném regionu. Důvodem zvýšení emisí je přemístění monitorovací stanice přímo až k patě odvalu. Dalším zdrojem emisí radonu do ovzduší je jáma č. 15, která není hermeticky uzavřena a radon z důlní vody emituje na povrch do ovzduší. Radon spolu se spadem prachu na obce Lešetice a Brod jsou základními zdroji znečištění (Kubát, 1994).

Na 2. patře šachty č. 15 dolového pole v hloubce 100 m je z důlní chodby vybudován rezervoár na vodu, která je zde jímána a čerpána vrtem na povrch s odtokem do Příbramského potoka jako náhrada za ztrátu vody při těžbě uranové rudy. V průměru se vyčerpá 264 000 m³ vody za rok. Proč není tato voda kontaminovaná, není známo. Voda splňuje limity povolené SÚJB. Je dosahováno výrazně nižších výsledků, než jsou limity. Do podzemí jámy č. 15 není přístup. V době těžby byly na 1. patře v hloubce 50 m jámy č. 5 vybudovány rezervoáry vody, kterou byly zásobovány obce Brod a Lešetice (Kubát, 1994).

Na odvalu byly provedeny podrobné biologické a ekologické průzkumy. Ty zde mimo jiné prokázaly relativně vysokou biodiverzitu. Na zdánlivě „mrtvé“ haldě, nehostinné a „bez života“ bylo určeno celkem 51 druhů cévnatých rostlin. Z nich vrbina tečkovaná (*Lysimachia punctata*) je evidovaná v Červeném seznamu v kategorii silně ohrožené taxony, což je skupina žijících nebo vymřelých organismů, které mají společné určité znaky. (Kubát, 1994).

Dále svízel severní (*Galium boreale*). Potvzen byl výskyt 32 druhů pavoukoců (*Arachnida Oribatida*). Stanoviště využívá 34 druhů blanokřídlého hmyzu ze skupiny žahadlových (*Hymenoptera: Aculeata*), z nichž tři - jízlivka obecná (*Eumenes subpomiformis*), *Chrysis inaequalis*, dřevovrtka (*Trypoxylon beaumonti*) jsou v Červeném seznamu. Obojživelníci jsou zastoupeni skokanem skřehotavým (*Pelophylax ridibundus*), téměř ohroženým v Červeném seznamu a ropuchou zelenou (*Pseudepidalea viridis*), která je zvláště chráněná jako silně ohrožený druh (MŽP, 2011).

Ptačí společenstvo je tvořeno 24 druhy, významná je přítomnost krahujce obecného (*Accipiter nisus*), který je zvláště chráněný jako silně ohrožený druh. Z kategorie silně ohrožených druhů se vyskytuje ještěrka obecná (*Lacerta agilis*) a slepýš křehký (*Anguis fragilis*) - (MŽP, 2011).

3.11 Významný krajinný prvek

Mezi obcemi Brod a Jerusalém (u š. č. 5 a 6) se nachází *Mateřídoušková step Brod* o rozloze přibližně 2,5 ha. Výjimečnost lokality spočívá v drobných stepních plochách zachovalých díky chudému podloží a ve výskytu mnoha prvků stepní fauny, především motýlů, které jsou vázány na řídkou vegetaci. Pouze roztroušeně jsou přítomny keře (trnka, hloh, šípek). Dalším významným krajinným prvkem jsou rozsáhlé plochy lesů (Sedláček, 2017).

3.12 Ložiska a těžba uranu ve světě

V 50. let 20. století zaujímala těžba uranové rudy v ČSFR 9. místo na světě. Dobývání se provádělo v hlubinných dolech v Jáchymově, Zadním Chodově, Příbrami a na Rožínce. Hydrochemickou těžbou bylo dobýváno v ložisku Hamr. V současné době se v ČR dotěžuje ložisko uranové rudy v dole na Dolní Rožínce na

Moravě. Uranovou rudu těží 20 zemí na světě. Světové zásoby uranu, při současné spotřebě paliva 67 tis. tun za rok, jsou do konce 21. století (Brožek a kol., 2011).

Největšími světovými producenty uranu jsou:

Kanada se 13 % - hlubinný důl Mc Arthur River, který je největší na světě.

Kazachstán s 8 % - těžba se 100% hydrochemickým způsobem na ložisku Tortkuduk, na ložisku Budenovskoye a Jižní Inkai, celou produkci vyváží, nemá žádnou jadernou elektrárnu.

Austrálie se 6% - těžba v hlubinném dole Beverley ve státě South Austrálie a Olympic DAM, připravuje otvírku nového hlubinného dolu Jubiluka. Austrálie má 30 % světových zásob uranu, nemá žádnou jadernou elektrárnu.

Niger s 5% - těžba v povrchovém dole SOMAIR.

Rusko se 4% - hlubinný důl Priagunsky.

Namibie 3% - těžba v povrchovém dole Rossing.

Kanada, Kazachstán a Austrálie zajišťují 64% světové produkce uranu. Báňskotechnická legislativa pro těžbu povrchovým (jámovým) lomem je velmi přísná s ohledem na vlivy povrchové těžby na životní prostředí. Nejpřísnější je báňskotechnická legislativa pro těžbu hydrochemickým způsobem (ISL), zejména na ochranu horninového prostředí a podzemních vod (Majling, 2015).

3.13 Dopady na život člověka

Těžba uranové rudy v příbramském regionu přinesla do zemědělského kraje nebývalé množství pracovních příležitostí všech profesí, a to nejen báňských. Vysoká nabídka pracovních příležitostí přinesla podstatné zvýšení sociálních podmínek v rodinách a do tohoto kraje vysokou životní úroveň. Např. v obci Háje (mezi šachtou č. 9 a č. 16) z každé rodiny minimálně jeden až dva členové pracovali na uranových dolech. Město Příbram se z hlediska výstavby stalo moderním městem, kde občané měli možnost kulturního a sportovní vyžití, široce rozvětvené zdravotnictví a školství. V uranovém průmyslu na Příbramsku pracovalo 35 000 pracovníků a to ve 12 podnicích zajišťujících těžbu, dopravu, výstavbu, výzkum a vývoj, zdravotnictví, sociální služby, strojírenství, průzkum, generální ředitelství československého uranového průmyslu, projektový ústav atd.

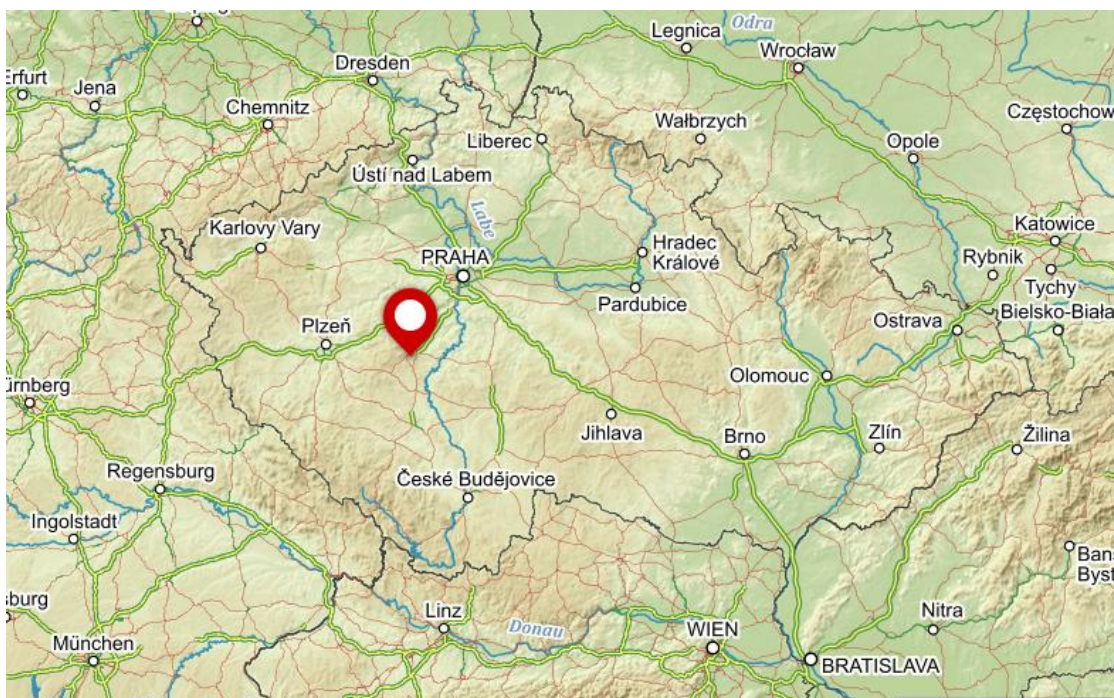
Tato skutečnost s sebou nesla negativum tím, že vidinou v té době nadprůměrných výdělků si lidé neuvědomovali negativní dopady těžby uranu na svoje zdraví a jednotlivé složky životního prostředí. Těžbě uranové rudy bylo podřízeno vše, heslo znělo „uranový průmysl je republikou v republice“. Těžba uranové rudy byla podřízena báňským odborníkům ze SSSR a plnění plánu těžby uranu bylo pro všechny zákonem. V té době byla ochrana životního prostředí naprosto opomíjena, zejména pod vlivem sovětských odborníků. Pro rozvoj Příbramska měla těžba uranové rudy velký ekonomický přínos a podstatné zvýšení životní úrovně většiny obyvatel. Tyto pozitivní dopady na člověka měly však i obrácenou stranu mince – zvýšená úrazovost a nemoci z povolání.

3.14 Využití materiálu z odvalů k dalšímu zpracování

V průběhu těžby uranové rudy na Příbramsku se již zpracovávala těžená hlušina přímo z dolů a dále z odvalů na chemické úpravně 1. máje na Bytízu na stavební kamenivo (dnes spol. ECOINVEST). Současné a projektované využití materiálu z odvalů zákonitě pokračuje v této výrobní činnosti v nově vybudovaném a na moderním zpracovatelském zařízení. Proto jsou vypracovány čtyři variantní řešení pro posouzení přepravy materiálu z odvalů na CENTRÁLNÍ odval v areálu společnosti ECOINVEST a jeho zpracování na stavební kamenivo. Hlavním účelem je postupné snižování negativních dopadů radiace z odvalů na člověka a jednotlivé složky životního prostředí a zabránit otvírání nových lomů na těžbu stavebního kameniva (Tomášek a kol., 2005).

4. Charakteristika studijního území

Zájmové území se nachází v České republice, konkrétně ve Středočeském kraji přibližně 60 km jihozápadně od hlavního města Prahy (viz obrázek č. 1). Město Příbram (502 m n. m.) leží na říčce Litavce, nedaleko od pohoří Brdy. Je známé především svou historií, která je spjata s hornickou činností. Těžila se zde uranová ruda, jejíž ložiska patřila k těm nejrozsáhlejším na světě.



Obrázek č. 1 Umístění města Příbram na mapě České republiky (Mapy.cz, 2017)

4.1 Geomorfologické poměry

Okolí Příbrami je tvořeno pohořím Brd, Hřebenů a oblastí Podbrdská. Lokality jsou zařazovány k Berounské vrchovině a Středočeské pahorkatině (Demek, 1965). Hlavní geomorfologická struktura území vznikla jako důsledek hercynského a staršího vrásnění. Avšak reliéf, jak ho známe dnes, byl utvořen čtvrtohorní denudací, zejména erozivní činností řeky Litavky a Příbramského potoka. Brdská vrchovina se skládá z prvohorních souvrství břidlic, slepenců, pískovců a křemenců kambrického stáří. Téměř na celém území se jedná o příbramské souvrství. Oblast Březových Hor zasahuje do pásma blovicko tepelské série sedimentů se splity. Za jihovýchodním okrajem města pokračuje za kambrijskými sedimenty pásmo paleozoických pozdně variských magmatitů, jež jsou zastoupeny granodiority okrajové facie. Primární rudné pásmo v oblasti Láz,

Březové Hory, Bohutín, Trhové Dušníky je tvořeno převážně polymetalickými rudami s převahou kovových rud, konkrétně mědi a stříbra. V sekundárním pásmu, které zahrnuje oblasti Kamenná, Brod, Lešetice, Bytíz, Dubenec, Skalka, Ostrov a Daleké Dušníky, převládá uranové zrudnění. Na uvedená pásma jsou napojena ložiska nerostných surovin a území poddolovaná po jejich těžbě (Město Příbram, 2017).

4.2 Klimatické poměry

Hlavním a určujícím faktorem pro příbramské podnebí je nadmořská výška, která je zde poměrně vysoká. Vrcholky Brd mají průměrnou roční teplotu značně nízkou, pohybuje se kolem 5,5 °C. V oblasti nižších poloh se průměrná roční teplota pohybuje kolem 8,3 °C. Západní svahy Brd řadíme mezi teplejší, neboť na jejich plochu působí vzdušné proudy vanoucí od severozápadu a západu. Průměrné roční srážky dosahují hodnoty 530 mm/m², na nejvyšších místech Brd až 900 mm/m². Brdské pohoří patří z hlediska znečištění ovzduší do relativně čistých oblastí (Němec, 2005).

4.3 Hydrologické poměry

Území je odvodňováno Příbramským potokem, Litavkou a dalšími toky v jejich povodí do řeky Berounky. Pouze říčka Kocába je odvodňována do Vltavy. S výjimkou Příbramského potoka se téměř celá plocha nachází ve významné vodohospodářské oblasti, v oblasti Chráněné přirozené akumulace vod Brdy. V pramenné oblasti Litavky jsou zřízeny vodárenské nádrže se stanovenými pásmy hygienické ochrany vodních toků (Město Příbram, 2017).

Mezi největší rybníky ve zdejším území patří Hořejší a Dolejší Padrťský rybník, nacházející se v Brdech severozápadně od Rožmitálu pod Třemšínem. Zdrojem pitné vody jsou tři vodní nádrže – Pilská, Lázká a Obecnická (Roubal, 2006).

5. Diskuze

Těžba uranové rudy vede ke značnému zatížení životního prostředí, působí nejen na atmosféru, povrchovou a podzemní vodu, ale negativní vliv má také na lidské zdraví (Kříbek a Zeman, 2002). Černe (2012) dodává, že těžba uranu je řazena mezi jednu z hlavních příčin radioaktivní kontaminace životního prostředí.

Pozůstatkem po hornické činnosti uranových dolů jsou v dnešní kulturní krajině Příbramska důlní jámy, odkaliště Bytíz a odvaly hlušiny. Mezi negativní dopady patří přetvoření zemědělsky využitelné půdy, lesů, biodiverzity a vznik velkého počtu odvalů (Aichler a kol., 2003). S tímto tvrzením musím jediné souhlasit, neboť počet odvalů na Příbramsku není zanedbatelný a odvaly jsou ve zdejší krajině dominantní. Kubát (1997) uvádí, že odvaly po hlubinné těžbě jsou součástí Příbramska, staly se přirozeným prvkem krajiny a postupně vytváří nové ekosystémy utvářející krajinný ráz.

Jedním z těžkých kovů, který se do půdy dostává těžbou a úpravou rud, je kadmium. Na životní prostředí mají vliv jeho významné toxické vlastnosti. Jako zdroj znečištění životního prostředí působí negativně nejen na krajinu, ale i na zdraví člověka (Kalač a Tříška, 1998). Dle Vacka a kolektivu (2015) způsobují vyšší koncentrace v ledvinách jejich poškození, neboť kadmium je považováno za karcinogenní.

Pro revitalizaci odvalů jsou připraveny čtyři varianty řešení. První varianta spočívá v postupném odtěžování hlušiny v závislosti na regionální poptávce. Druhá z variant zahrnuje postupnou sanaci a rekultivaci odvalů na místě jejich vzniku. Třetí možností je částečné odtěžení a navazující sanace a rekultivace na místě. Poslední z navrhovaných řešení spočívá v převozu odvalů na jiné místo. Přestože má první varianta nejdelší časový horizont rekultivace, osobně bych ji zvolil jako nejefektivnější. Důvodem je účelné využití dnes již nepotřebného materiálu a zároveň se mi jeví nejméně náročná, co se týče dalšího záboru pozemků v okolí vzniklých hald.

6. Závěr

Hornictví na Příbramsku má svou dlouhou historii, neboť první zmínky o něm sahají až do období 400 l. př. n. l., kdy se začalo těžit stříbro a železná ruda. Ložiska uranové rudy poté patřila k těm nejrozsáhlejším na světě.

Ve své bakalářské práci jsem se pokusil shrnout historii těžby uranové rudy jak z hlediska obecné historie týkající se České republiky, tak zároveň historii zájmové oblasti Příbramsko. Do práce jsem zahrnul legislativní úpravu týkající se dané problematiky, vliv těžby na zdejší faunu a floru a rovněž jsem se snažil popsat, jak ovlivnila a nadále ovlivňuje zemědělství v zájmovém území.

Součástí práce byl dále bližší popis vybrané lokality, konkrétně se jednalo o území v okolí šachty č. 15 u obce Brod. Byla blíže specifikována její poloha, vliv na okolí a rovněž byla charakterizována biodiverzita. Ta, i přestože na odvalu šachty č. 15 jsou emise radonu 4x vyšší než na ostatních odvalech v tomto regionu, je zde poměrně vysoká.

Práce dále obsahuje popis čtyř připravovaných návrhů na likvidaci odvalů. Varianty jsou specifikovány a zároveň jsou stručně shrnuty jejich případné výhody a nevýhody. V neposlední řadě jsem se snažil nastínit dopady na život lidí v zasažených oblastech a způsoby využití materiálu ze vzniklých odvalů.

7. Zdroje

Literární zdroje:

AICHLER J., ALEXA J. AULICKÝ R. [eds], 2003: *Rudné a uranové hornictví České republiky*. Anagram s. r. o., Ostrava: 647 s.

ANTUNES S. C., 2007: *Acute and chronic toxicity of effluent water from an abandoned uranium mine*. Archives of environmental contamination and toxicology 2: 207-213.

BAZÁR J. HEJNIC O. [eds], 2016: *Sedmdesát let uranového průmyslu*. GRASPO CZ, Zlín: 176 s.

BEJČEK V., 1981: *Vliv lesnické rekultivace výsypek po povrchové hnědouhelné těžbě na společenstva drobných savců*. Sborník okresního muzea v Mostě, Most: 117-131.

BELLMANN H., 2014: *Der Kosmos Tierführer*. Kosmos, Stuttgart: 446 s.

BLAŽEK J., 1998: *Některé problémy související s projektováním likvidace uranových dolů*. Sborník referátů ze semináře – Problémy spojené s technickou likvidací dolů, Ostrava: 59-62.

BODLÁK L., KŘOVÁKOVÁ K., NEDBAL V., PECHAR L., 2012: *Assessment of landscape functionality changes as one aspect of reclamation quality – the case of Velká podkrušnohorská dump, Czech Republic*. Ecological Engineering 43: 19-25.

BROŽEK V., DUŠEK B., NOVÁK M., TRATINA V., 2011: *Příspěvek k historii těžby a zpracování českého uranu*. Vysoká škola chemicko-technologická, Praha: 15 s.

CARVALHO F. P., MADRUGA M. J., REIS M. C., ALVES J. G., OLIVEIRA J. M., GOUVEIA J., SILVA L., 2007: *Radioactivity in the environment around past radium and uranium mining sites of Portugal*. Journal of environmental radioactivity 1: 39-46.

CÍLEK V., LOŽEK V. [eds], 2011: *Obráz krajiny. Pohled ze Středních Čech*. Dokořán, Praha: 310 s.

ČERMÁK M., BICAN R., 2016: *Vyhodnocení programu monitorování a dodržování ustanovení vyhlášky SÚJB č. 307/2002 Sb., o radiační ochraně ve znění pozdějších předpisů, o. z. SUL za rok 2015*, nepublikováno.

ČERNE M., SMODIŠ B., ŠTOK M., BENEDIK L., 2012: *Radiation impact assessment on wildlife from an uranium mine area*. Nuclear Engineering and Design 246: 203-209.

DEMEK J., 1965: *Geomorfologie českých zemí*. Československá akademie věd, Praha: 335 s.

DIAMO, 2017: *Nová koncepce likvidace odvalů – technická upřesnění*. Nepublikováno.

EHRENBERGER V., 1984: *Československá ložiska uranu*. STNL, Praha: 365 s.

HECKER F., 2015: *Atlas živočichů a rostlin*. Knižní klub, Praha: 544 s.

CHARBENEAU R. J., ROHLICH G. A., 1981: *Resource impact evaluation of in situ uranium groundwater restoration*. Center for research in water resources technical report, Texas: 170 s.

CHOCHOLÁČ J., HOLUB J., 2005: *Čištění důlních vod na ČDV Příbram*. Diamo 2: 4.

KALÁČ P., TRÍSKA J., 1998: *Chemie životního prostředí*. Jihočeská univerzita, České Budějovice: 148 s.

KUBÁT JIŘÍ ING. (bývalý zaměstnanec s. p. Diamo) – ústní sdělení

KUBÁT J., 1994: *Soukromý archiv pracovníka s osvědčením odborné způsobilosti pro zpracování dokumentací a posudků o hodnocení vlivu staveb, činností nebo technologií na životní prostředí*. Nepublikováno.

KUBÁT J., 1995: *Soukromý archiv pracovníka s oprávněním k projektování staveb proti účinkům radonu*. Nepublikováno.

KUBÁT J., 1997: *Soukromý archiv báňského inženýra s báňskou činností v Uranových dolech v Příbrami*. Nepublikováno.

KŘÍBEK B., ZEMAN J., 2002: *Uranium Deposits: From their genesis to their environmental aspects*. Czech Geological Survey, Klárov: 172 s.

LAGAUZÉRE S., TERRAIL R., BONZOM J., 2009: *Ecotoxicity of uranium to Tubifex tubifex worms (Annelida, Clitellata, Tubificidae) exposed to contaminated sediment*. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 72: 527-537.

LÖV J., MÍCHAL I., 2003: *Krajinný ráz*. Lesnická práce, Kostelec nad Černými lesy: 552 s.

LUSK K., BABKA O., 2010: *Mine waters of the flooded Příbram uranium deposit*. Volume 61: 10-18.

MŽP, 2002: *Fakta a data o životním prostředí v České republice*. Retip, Červený Kostelec: 73 s.

NĚMEC L., 2005: *Podnebí*. In: CÍLEK V. [ed.]: Střední Brdy. Ministerstvo zemědělství ČR, Příbram: 376 s.

ROUBAL J., 2006: *Příbram a její okolí jako cíl geologických vycházek*. Univerzita Karlova, Praha: 141 s.

SCHURGIN A. S., 1973: *Lung cancer among uranium mine workers. The nuclear fuel cycle – a survey of the public health, environmental and national security effects of nuclear power*. Union of Concerned Scientists, Cambridge.

SOLNICKÁ H., HEMER M., 1994: *Radiační monitorovací síť v oblasti bývalé těžby uranové rudy na Příbramsku*. Sborník XVIII radiohygienických dnů v Jáchymově 11: 25-35 s.

SKÁLA Z., BICAN R., 2012: *Vyhodnocení programu monitorování a dodržování ustanovení vyhlášky SÚJB č. 307/2002 Sb., o radiační ochraně ve znění pozdějších předpisů o. z. SUL za rok 2011*. DIAMO, Příbram: 79 s.

SULEK B., 2011: *Posudek k zhodnocení vlivu záměru zpracování odvalu jámy č. 9 na tříděné kamenivo na životní prostředí*. [online]: http://portal.cenia.cz/eiasea/download/RUIBX01aUDExMI9wb3N1ZGVrRE9DXzEucGRm/MZP112_posudek.pdf.

TOMÁŠEK J., 2005: *Oznámení záměru – Zpracování odvalu jámy č. 9 na tříděné kamenivo*. Nepublikováno.

VACEK S., ULRICHOVÁ I., PODRÁZSKÝ V., ŠRÁMEK V., REMEŠ J., VACEK Z., ŠTEFANČÍK I., SIMON J., BALÁŠ M., PETRÁŠ R., ANDĚL P., 2015: *Obhospodařování antropogenně poškozených lesů*. Česká zemědělská univerzita, Praha: 263 s.

VELFL J., 2003: *Příbram v průběhu staletí*. Městský úřad Příbram, Příbram: 167 s.

VRÁBLÍK P., VRÁBLÍKOVÁ J., 2009: *Metodika revitalizace území pro hospodářský, sociální a environmentální rozvoj v postižených regionech*. Univerzita J. E. Purkyně, Ústí nad Labem: 169 s.

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

Elektronické zdroje:

ECOINVEST, 2017: *O společnosti*. Ecoinvest Příbram s. r. o., [online]: <http://www.ecoinvestpb.cz/>, [cit. 10. 3. 2017].

HODRMENT, 2011: *Jsou odvaly uranových šachet ekologickou zátěží?* Příbram, [online]: <http://www.pribramsko.eu/detail03.php?ID=3262>, [cit. 9. 3. 2017].

MAJLING E., 2015: *Největší světoví producenti uranu*. [online]: <http://oenergetice.cz/zahranicni/nejvetsi-svetovi-producenti-uranu/>, [cit. 13. 3. 2017].

MAPY.CZ, 2017: [online]: <https://mapy.cz/zakladni?x=14.0083703&y=49.6618362-&z=8&source=muni&id=4306>, [cit. 16. 3. 2017].

MĚSTO PŘÍBRAM, 2017: *Přírodní podmínky Příbrami*. [online]: <http://pribram.eu/zivot-ve-meste/zivotni-prostredi/prirodni-podminky-pribrami.html>, [cit. 16. 3. 2017].

MŽP, 2011: *Závěrečná zpráva za celé období řešení projektu 2007 – 2011*. Praha, [online]: <http://www.ekopolitika.cz/cs/publikace/publikace-uep/vav-sp-2d1-141-07-rekultivace-a-management-neprirodnich-biotopu-v-ceske-republice-/view.html>, [cit. 12. 3. 2017].

MŽP, 2015: *Příbramské haldy se budou řešit komplexně*. Ministerstvo životního prostředí, Praha, [online]: http://www.mzp.cz/cz/news_150916_Pribram, [cit. 3. 3. 2017].

SEDLÁČEK O., 2017: *Vyhlášení významného krajinného prvku Mateřídoušková step Brod*. [online]: <http://www.forumochranyprirody.cz/category/klicova-slova/vyzkum-monitoring/hodnoceni-ucinnosti-opatreni?page=11>, [cit. 15. 3. 2017].

8. Přílohy



Příloha č. 1 Visutá pásová doprava (DIAMO, 2017)



Příloha č. 2 Vozíky lanové dráhy (DIAMO, 2017)