

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE
FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ
KATEDRA GEOENVIRONMENTÁLNÍCH VĚD



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

TĚŽBA URANU NA PŘÍBRAMSKU, VLIV NA ŽIVOTNÍ
PROSTŘEDÍ A MOŽNOSTI REKULTIVACE

Vedoucí práce: Ing. Zuzana Vaňková, Ph.D.

Bakalant: Nikola Faustusová

2020

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Nikola Faustusová

Krajinářství

Územní technická a správní služba

Název práce

Těžba uranu na Příbramsku, vliv na životní prostředí a možnosti rekultivace

Název anglicky

Uranium mining in Příbram district, environmental impacts and remediation options

Cíle práce

Cílem bakalářské práce je shrnutí historie těžby uranu a Příbramska obecně. Popsány budou dopady těžby uranu na životní prostředí Příbramska, zdraví obyvatel, ale i vliv uranu na zdraví bývalých pracovníků uranových dolů. Blíže budou popsány možnosti likvidace uranových hald. Jednotlivá navrhovaná řešení budou blíže diskutovaná s cílem identifikace toho, které bude mít nejmenší negativní dopad na životní prostředí a zdraví obyvatel Příbramska.

Metodika

Práce bude zpracována formou literární rešerše. Studentka bude vycházet jak z oficiální odborné literatury (knihy a odborné články), tak i z místních kronik, tisku a veřejných a interních materiálů státního podniku DIAMO, zodpovědného za rekultivaci následků těžby uranu.

Doporučený rozsah práce

30 – 40 stran dle potřeby

Klíčová slova

Příbram, doly, odvaly, sanace

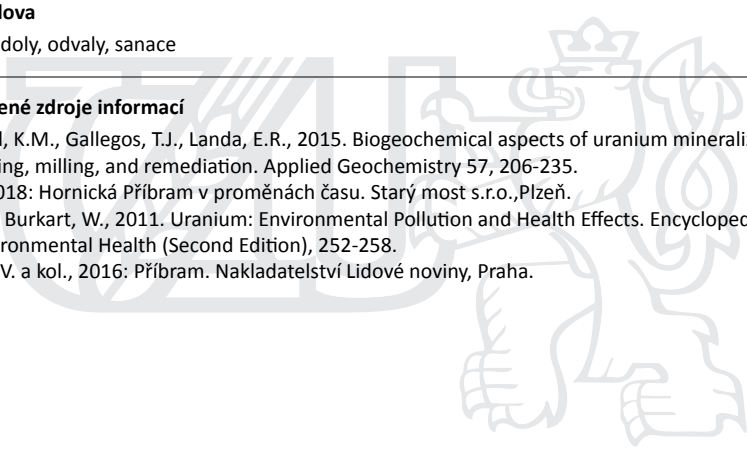
Doporučené zdroje informací

Campbell, K.M., Gallegos, T.J., Landa, E.R., 2015. Biogeochemical aspects of uranium mineralization, mining, milling, and remediation. *Applied Geochemistry* 57, 206-235.

Fryš J., 2018: Hornická Příbram v proměnách času. Starý most s.r.o., Plzeň.

Melo, D., Burkart, W., 2011. Uranium: Environmental Pollution and Health Effects. *Encyclopedia of Environmental Health (Second Edition)*, 252-258.

Smolová V. a kol., 2016: Příbram. Nakladatelství Lidové noviny, Praha.



Předběžný termín obhajoby

2019/20 LS – FŽP

Vedoucí práce

Ing. Zuzana Vaňková, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra geoenvironmentálních věd

Elektronicky schváleno dne 25. 3. 2020

prof. RNDr. Michael Komárek, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 25. 3. 2020

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 26. 03. 2020

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma „Těžba uranu na Příbramsku, vliv na životní prostředí a možnosti rekultivace“ vypracovala samostatně a citovala jsem všechny informační zdroje, které jsem v práci použila a které jsem rovněž uvedla na konci práce v seznamu použitých informačních zdrojů.

Jsem si vědoma, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla.

Jsem si vědoma, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby.

Svým podpisem rovněž prohlašuji, že elektronická verze práce je totožná s verzí tištěnou a že s údaji uvedenými v práci bylo nakládáno v souvislosti s GDPR.

V Praze 22.3.2020

Nikola Faustusová

Poděkování

Ráda bych poděkovala vedoucí bakalářské práce paní Ing. Zuzaně Vaňkové, Ph.D., za cenné rady, připomínky, velkou vstřícnost a ochotu. Dále bych chtěla poděkovat Ing. Vladimíru Prunerovi za poskytnutí mnoha podkladů a informací. V neposlední řadě patří velké poděkování mojí rodině, která mě plně podporovala po celou dobu mého studia.

Abstrakt

Město Příbram bylo už od prvopočátku hornickým městem. V roce 1579 by povýšené na královské horní město. Časem se stalo významným vzdělávací centrem v báňské oblasti. Výskyt uranu byl nejdříve nežádoucí, neboť s jeho výskytem klesal obsah stříbra, které bylo pro Příbram v té době prioritou. Těžba uranové rudy probíhala od roku 1947 až do roku 1991. Z počátku se začalo hledáním a otevíráním ložisek za účelem najít a vytěžit co největší podíl uranu pro SSSR kvůli výrobě atomové zbraně. SSSR vytvořil smlouvu, která ČSR zakázala nakládat s uranem, veškerý uran musel být vyvezen do SSSR. Smlouvou byla stanovená pevná cena, kterou SSSR platil za dodávky uranu. Později začala výrobní cena přesahovat kupní a těžební práce musely být dotovány z rozpočtu Československa. Volně nakládat s uranem bylo umožněno až koncem 80. let.

Těžba měla nepříznivý dopad na zdraví pracovníků v dolech, vznikala řada nemocí z povolání. Vliv měla i na životní prostředí. Zátěž, která po těžbě uranu zůstala, jsou odvaly hlušiny, odkaliště a důlní jámy. Odvaly jsou v krajině velmi výrazným prvkem, s řadou negativních dopadů (např. zábor zemědělské a lesní půdy, kontaminace okolí). Jako pozitivní můžeme označit tvorbu nových ekosystémů v okolí odvalů, jam a odkališť.

Na rekultivaci odvalů jsou připraveny společností DIAMO s. p. 4 varianty. První varianta je postupné odtěžování odvalů v závislosti na regionální poptávce. Druhá varianta je sanace a rekultivace odvalů na místě. Varianta č. 3 je částečné odtěžení odvalů a navazující sanace a rekultivace na místě. Poslední, čtvrtá varianta je převoz odvalů na jiné místo k budoucímu přepracování na stavební kamenivo. Na základě SWOT analýzy se jeví jako nejvhodnější varianta č. 4, protože má ze všech navrhovaných variant nejmenší dopad na životní prostředí.

Klíčová slova: Příbram, doly, odvaly, sanace

Abstract

The city of Příbram has been a mining area since its establishment. In 1579 it obtained the title of a Royal Mining Town. Over the years, it had become an educational center in the mining area. The presence of uranium was undesirable at the beginning, as it resulted in the decreased amount of silver, such an important priority for Příbram during these times. Uranium mining took place between 1947 and 1991. At the beginning, the sources were being explored and opened with the aim of mining the maximum of uranium for the Union of Soviet Socialist Republics (USSR). The true reason behind this was a nuclear bomb creation. Thus, USSR signed a contract with Czechoslovakia, which forbade people of Czechoslovakia to operate with the uranium according to their own interests. Everything had to be exported to USSR.

Soviet Union was then paying a price for each amount of uranium delivered as determined in the contract between the countries. Later on, the production price began to be higher than the purchase price and the mining work became dependent on subsidies from the state budget. However, to use the uranium as Czechoslovakia would have wished for decades, was allowed in late 1980s.

The mining had also negative effect on laborers' health condition as a high number of occupational diseases had occurred over time. The environment was affected as well. For instance, gangue spoil heaps, dumping grounds as well as mining pits had become an environmental burden. The spoil heaps are specific elements in the area with a number of negative impacts, such as forests' depletion and soil contamination. On the other hand, one can observe some positive aspects as well. To give an example, new ecosystems have been established in damaged areas. The state concern of DIAMO s. p. has prepared four scenarios for the spoil heaps remediation. The first one means their gradual removal which would depend on the regional demand. The second option would be an environmental remediation and revegetation *in situ*. The third scenario represents partial removal of spoil heaps and subsequent environmental remediation and revegetation in certain areas. The fourth and last possibility stays for a spoil heaps transportation *ex situ* where it will be sorted and turned into a building stone. Based on the SWOT analysis, the fourth option seems to be the most advantageous, as its environmental impact is the least negative in comparison to the three others.

Keywords: Příbram, mines, dumps, remediation

1.	ÚVOD	8
2.	CÍL PRÁCE	8
3.	LITERÁRNÍ REŠERŠE	9
3.1.	PŘÍBRAM	9
4.	KRAJINA A PŘÍRODA PŘÍBRAMSKA	10
4.1.	GEOLOGICKÉ PODMÍNKY	10
4.2.	KLIMATICKÉ, HYDROLOGICKÉ A PEDOLOGICKÉ PODMÍNKY	11
4.3.	VEGETACE	12
4.4.	FAUNA	13
4.5.	OCHRANA PŘÍRODY NA PŘÍBRAMSKU	14
5.	URAN	15
5.1.	HISTORIE TĚŽBY	15
5.2.	ROZDĚLENÍ LOŽISEK	18
5.3.	PŘÍBRAMSKÁ LOŽISKA	19
5.4.	BÁŇSKÁ ZÁCHRANNÁ SLUŽBA	24
5.5.	TÁBOR NUCENÝCH PRACÍ	25
6.	SOUČASNÝ STAV PŘÍBRAMSKÝCH URANOVÝCH HALD	30
6.1.	MAPOVE PODKLADY	30
6.2.	FOTOGRAFIE ODVALŮ	31
6.3.	FLORA V OKOLÍ HALD	38
7.	VLIV TĚŽBY URANU NA LIDSKÉ ZDRAVÍ	39
7.1.	VLIV TĚŽBY URANU NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ	40
7.2.	VLIV TĚŽBY URANU NA ZDRAVÍ OBYVATEL	42
8.	NÁVRH LIKVIDACE ODVALŮ	43
8.1.	VARIANTY NA LIKVIDACI ODVALŮ	45
8.2.	SWOT ANALÝZA A ANALÝZA RIZIK	49
9.	VLASTNÍ NÁVRH REKULTIVACE	52
10.	DISKUZE	53
11.	ZÁVĚR	53
12.	SEZNAM LITERATURY A POUŽITÝCH ZDROJŮ	55
13.	SEZNAM OBRÁZKŮ, TABULEK	58

1. Úvod

Na těžbu uranových rud můžeme pohlížet jako na ekologickou disturbanci, která mění vztahy mezi organismy a jejich prostředím. Disturbance mohou způsobit nejen přírodní faktory (požáry, vítr), ale i antropogenní faktory (urbanizace, těžba). Disturbance mohou být malé, poměrně snadno obnovitelné, nebo velké, které způsobují rozsáhlé narušení životního prostředí. Těžba nerostných surovin, ať už v malém nebo velkém měřítku, má nepříznivý dopad na životní prostředí. Velmi záleží na její intenzitě, rozsahu a použité technice (Hernandez-Santin a kol., 2019).

V dnešní vyspělé době by se měly doly uzavírat tak, aby byl zajištěn minimální dopad na životní prostředí s ohledem na budoucí rekultivaci území zasaženého těžbou (Foster, 1998). Protože dopady, které jsou spojené s uzavíráním dolů, mohou být závažnější než těžba jako taková (Rick, 1995). V rámci sanace a rekultivace území jsou prováděna technická opatření, která by měla postupně zcela odstranit, nebo výrazně omezit jednotlivé zátěže negativně ovlivňující životní prostředí. Cílem těchto projektů je navrátit všechna území, která se s těmito zátěžemi potýkají, jejich přirozenému nebo náhradnímu využití (DIAMO, 2016).

2. Cíl práce

Cílem bakalářské práce je shrnutí historie těžby uranu a Příbramska obecně, dále také dopadu těžby uranu na Příbramsku na životní prostředí, zdraví obyvatel ale i vliv uranu na zdraví bývalých pracovníků uranových dolů. Přiblíženy budou též možnosti likvidace uranových hald. Navržené varianty na rekultivaci a sanaci odvalů budou dále zhodnoceny z hlediska dopadů na životní prostředí a zdraví obyvatel Příbramska.

3. Literární rešerše

3.1. Příbram

První písemná zmínka o Příbrami je z 20. června roku 1216, kdy koupil pražský biskup Ondřej statek řečený Příbram. Příbram se nacházela na tzv. Zlaté stezce, která směřovala z Bavorska do Prahy. Toto významné geografické umístění bylo zachováno až do 15. století, poté došlo k odklonění Zlaté stezky z důvodu osídlování více na východ města (Velfl, 2010). Jednou z nejstarších budov byl kostel sv. Jakuba, jeho základy pocházejí již z poloviny 13. století. Dnes, po mnoha přestavbách, je dominantní stavbou na náměstí T. G. Masaryka. V období vlády Karla IV. byl arcibiskupem Arnoštem z Pardubic postaven malý kamenný hrad, na místě původní dřevěné pevnosti. Dnes je částí Příbramského zámku, kde je obřadní síň a galerie umění. S Arnoštem z Pardubic je spojena i legenda z poloviny 14. století o vzniku sošky Panny Marie a o kapli Svatá Hora (Velfl, 1998).

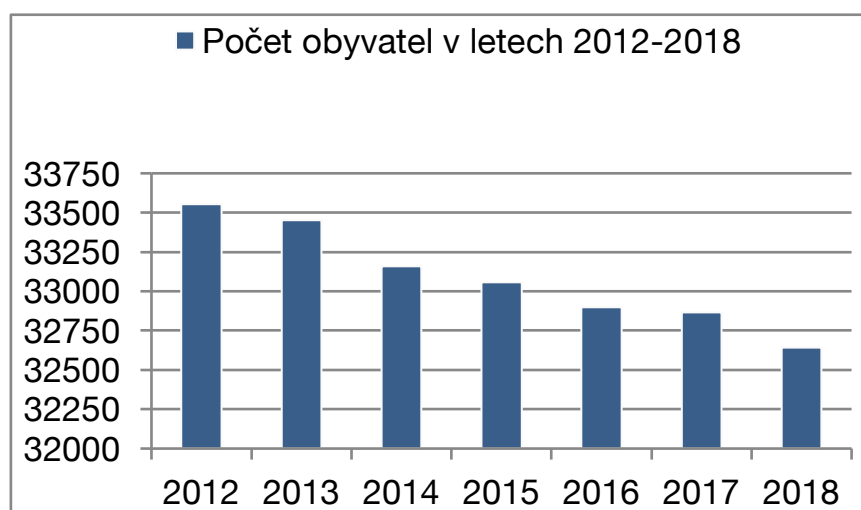
Příbram byla téměř 500 let hornickým městem, centrem těžby stříbra, rudy a uranu. Díky těžbě byla povýšena 20. listopadu 1579 Rudolfem II. na svobodné královské horní město. V blízkosti byla založena osada Březové Hory, která se roku 1897 osamostatnila a také se stala královským horním městem Březové Hory. Následně v roce 1953 bylo královské horní město Březové Hory díky komunistickému režimu připojeno zpět k Příbrami. Od roku 1406 jsou první písemné zmínky o hoře Mons Sanctae Mariae, která se od roku 1512 nazývá Svatá hora a je na ní svatohorská kaple. V roce 1647 získal svatohorskou kapli jezuitský řád. Od roku 1660 se kaple postupně předělává do barokního stylu, nádherný stříbrný oltář, který se v kapli nachází, je pýchou Svaté Hory. Veškeré stříbro, které je na oltáři, pochází z příbramských dolů. S městem ji spojuje 450 m dlouhé schodiště, které bylo později zastřešeno. Svatá Hora se stává nejznámějším poutním místem Čech. V roce 1995 byla prohlášena za Národní kulturní památku a o deset let později byla povýšena na baziliku (Smolová a kol., 2016).

Významnou událostí v dějinách města bylo v roce 1849 založení Montánního učiliště. Bylo umístěno v bývalé budově arcibiskupské tvrze. Roku 1865 byl této škole udělen Františkem Josefem I. titul Báňská akademie a v roce 1895 získala statut vysoké školy. O zhruba deset let později nesla název Vysoká škola báňská v Příbrami a působilo zde mnoho slavných pedagogů uznávaných u nás i v zahraničí. Kromě Vysoké školy báňské byla v Příbrami založena i další významná vzdělávací zařízení. Díky vysoké úrovni školství byla Příbram nazývána Podbrdskými Athénami (Velfl, 2010).

Hornická činnost měla významné místo v historii města Příbram. Ovlivňovala hospodářský i společenský život Příbrami i přilehlého okolí. Nejen původní osídlení bylo spojeno se začátky a vývojem hornictví, ale i později mělo vliv na rozvoj města, např. městské zástavby. Ve druhé polovině 20. století uranový průmysl výrazně ovlivnil rozvoj města a celého regionu. Za prací v dolech přicházelo velké množství lidí, kteří se pak v Příbrami usadili natrvalo (Velfl, 2010). Nejen uranový průmysl, ale i strojírenství, potravinářství a hutnictví neželezných kovů byly charakteristické pro Příbram.

S nárůstem obyvatel byla potřeba zajistit dostatek bytových jednotek. Na začátku 50. let 20. století začala výstavba sídliště, investor byl Rudné doly n. p. Příbram. Vzniklo i sociální zázemí, školy, zdravotnické zařízení, obchody, ale i kulturní a sportovní zařízení. Největší růst se odehrával do 60. let 20. století (Velfl, 1998).

Při posledním sčítání 1. 1. 2019 měla Příbram 32 642 obyvatel (ČSÚ, 2019) (Obr. 1).



Obr. 1: Počet obyvatel v Příbrami v letech 2012-2018 (ČSÚ, 2019)

4. Krajina a příroda Příbramska

4.1. Geologické podmínky

Okres Příbram je svojí rozlohou 1 563 km² druhý největší okres ve Středočeském kraji, tvoří 14,3 % jeho rozlohy. Zemědělská půda tvoří 47,7 % a lesy 40,6 % z celkové rozlohy okresu. Příbramský region je hodně členitý a nejvíce zalesněnou oblastí v kraji, v západní a severozápadní části se nacházejí Brdy, které

tvoří přirozenou hranici okresu (ČSÚ, 2020).

Na Příbramsku se vyskytují dva rozdílné geologické celky. První celek je tvořen sedimentárními, silně metamorfovanými horninami Barrandienu a druhý vyvřelinami středočeského plutonu. Severní a severozápadní polovina území se skládá ze sedimentárních a sedimentárně-vulkanogenních hornin svrchního proterozoika a spodního kambria, tvořící 4 pásma směru SV-JZ, která jsou částečně oddělena pásmy: 1. pásmo břidličné, 1. pásmo drobové, 2. pásmo břidličné a 2. pásmo drobové. Jižní a jihovýchodní část území tvoří variské magmatity středočeského plutonu s pruhem svrchně proterozoických hornin jílovského pásma při jihovýchodní hranici oblasti. V blízkosti plutonu se nachází pruh granodioritů, tzv. okrajové facie, na jihovýchodě převládají granodiority blatenského typu, které se navzájem prolínají i uzavírají (DIAMO, 2019).

Příbram a její okolí patří ke světově známým mineralogickým lokalitám. Zdejší rudní žíly poskytly zhruba 300 různých druhů minerálů. Příbram je největším ložiskem stříbra a uranu co do množství vytěžené rudy u nás. Rudní minerály jsou vázané na rudní žíly o mocnosti až několika metrů a průměrné délce několika set metrů (od povrchu až do hloubky 1500 m) (Smolová a kol., 2016). Nejvýznamnějšími horninami jsou metamorfované sedimenty dobříšské skupiny svrchního proterozoika. V jejich podloží se nacházejí sedimentárně-vulkanogenní horniny davelské skupiny. V SZ části ložiska jsou horniny dobříšské skupiny překryty slepenci a pískovci spodního kambria. Důležitou roli ve stavbě ložiska hraje 25 km dlouhá a 2,5 km široká příbramská antiklinála (Kafka, 2003).

4.2. Klimatické, hydrologické a pedologické podmínky

Příbram a okolí spadá do mírně teplé klimatické oblasti. Okolí Litavky patří do podoblasti mírně teplá, mírně vlhká až vlhká s průměrnou roční teplotou kolem 7 °C a s průměrem srážek 600 - 650 mm. Brdské vrchy jsou již v chladné klimatické oblasti, která je charakterizována jako chladná vlhká vrchovina s roční teplotou 5,5 °C a úhrnem srážek kolem 950 mm. Vzhledem k terénu, ve kterém se Příbram nachází, se v údolí Příbramského potoka a Litavky často vytváří v chladném období mlhy.

Základní klimatická data pro meteorologickou stanici Příbram:

Průměrná roční teplota - 7,3 °C,
délka zimního období - 83 dnů,
průměrný roční úhrn srážek - 623 mm,
počet dnů s mlhou - 46,
počet dnů se sněžením - 44,

počet dnů se sněhovou pokrývkou - 58,

Průměrné roční trvání slunečního svitu - 1 546 hodin (Plicka, Dejmal, 2001).

Městem protéká říčka Litavka, Kocába a dále Příbramský potok. Litavka pramení v CHKO Brdy v nadmořské výšce 765 m pod vrchy Malý Tok, Hradiště a Tok. Na území Příbrami protéká Březovými Horami. Celková délka toku je 54 km. Litavka protéká přes Příbram, Trhové Dušníky, Jince, Králův Dvůr až do Berouna, kde ústí do Berounky (Dvořák, Holečková, 2007). U Trhových Dušníků se do Litavky vlévá Příbramský potok, který pramení v nadmořské výšce 563 m jihovýchodně od Příbrami, Za Konětopy. Příbramský potok je dlouhý 11,06 km. V malém lesním rybníčku za Novou Hospodou na okraji Příbrami pramení říčka Kocába. Protéká přes Dubno, Daleké Dušníky do Štěchovic, kde se vlévá do Vltavy. Celková délka toku je 47 km (Plicka, Dejmal 2001). Příbramským okresem protéká řeka Vltava, na které se nachází dvě přehrady - Orlická a Kamýcká. Orlická přehrada je objemově největší v České republice (ČSÚ, 2020).

Jílovitopísčité nivní půdy s různými stupni podmáčení, oglejení a zrašelinění nalezneme v údolí Litavky a Příbramského potoka. Hlinitopísčité hnědé půdy, místy podmáčené a oglejené, jsou na údolních svazích a na planinách. Jsou to kyselé hnědé půdy, vznikající na kambrických sedimentech, hlavně břidlicích, prachovcích a slepencích. V lesích nižších poloh jsou mělké hnědé půdy a humusové podzoly, ve vyšších polohách pak pseudogleje, gleje, glejové podzoly a místy i rašeliny. Severozápadní část města a přilehlé okolí má půdy vysoce kontaminované těžkými kovy (olovo, kadmium) z kouřových spalin Kovohutí Příbram (Plicka, Dejmal, 2001).

4.3. Vegetace

Oblast Příbramska je fytogeograficky charakterizována jako srážkově nedostatečná, svažité terén převládá nad plochým a převažují půdy chudé na živiny. U rostlin převažují druhy středních poloh. Původní přirozenou vegetací byly smíšené a listnaté lesy s převahou buku, dubu a jedle. Dále byly zastoupeny rostliny snášející nízký obsah dostupných živin, např.: bika bělavá, brusnice borůvka nebo merlička křivolaká, které jsou běžně rozšířené na celém území. Převládaly kyselé typy lesních společenstev zastoupené acidofilními doubravami a bikovými bučinami, případně jedlobučinami. Občas se objevovaly náročnější rostliny, např. chráněná lilie zlatohlavá nebo keř lýkovec jedovatý. Na půdách bohatších na živiny rostly dubohabřiny. V okolí říčky Litavky byly jasanovo-olšové luhy, kde rostly např. blatouch bahenní, bršlice kozí noha a další.

S příchodem zemědělství dochází ke změnám přírodního prostředí. Během

raného středověku v 9. až 11. století dochází k masivnímu odlesňování. Nejen zemědělství a výstavba sídel, ale i těžba a zpracování nerostných surovin se podílely na formování krajiny. Odlesňování mělo vliv i na vodní režim krajiny, urychlilo odtok povrchové vody, zvýšil se výpar z půdy a docházelo ke ztrátám vodních par intenzivnějším působením větru.

V současné době můžeme pozorovat snahu o zvýšení podílu listnatých dřevin a jedle z důvodu stále převládající jehličnaté kultury. Část orné půdy byla zatravněna a připojena ke stávajícím travním porostům, vznikly rozsáhlé pastviny. Původní druhy jsou na ústupu a naopak se zvyšuje počet druhů, které byly na naše území zavlečeny v posledních pěti letech. Důsledkem změn příbramské krajiny je pokles nebo vymírání mnoha živočišných a rostlinných druhů. Poslední slatina v Bohutíně v nivě Litavky byla zničena v roce 1988 (Smolová a kol., 2016).

4.4. Fauna

Místní vodní toky patří do pstruhového pásma, kde můžeme najít mimo pstruha obecného i střevlí potoční, vranku obecnou, mřenku mramorovanou či mihulí potoční. Takto dnes vypadá pouze horní část Litavky a Obecnického potoka. U ostatních došlo k úpravám koryt, vypouštění odpadních vod a organizovanému rybářskému hospodaření. Tam, kde došlo k úpravě koryt, či se provozuje rybářské hospodářství, můžeme najít okouna říčního, štika obecnou, pstruha duhového, lína obecného, kapry a střevličky východní. Původní ichtyofauna je postupně ohrožována v důsledku vysazování nepůvodních druhů ryb. I přesto se podařilo dochovat zbytkové populace charakteristického obyvatele vodních toků – raka říčního (Obecnický potok, část Příbramského potoka). V okolí toků je zastoupeno několik ptačích druhů, např. ledňáček říční, čáp černý, skorec vodní, břehule říční, ze savců pak např. rejsek vodní a vydra říční.

Rybníků a ostatních vodních ploch najdeme na Příbramsku velké množství, bohužel ale v nevyhovujícím stavu. Najdeme tu pouze nenáročné druhy živočichů. Tůně, mokřady a vodní nádrže jsou významným centrem biodiverzity na Příbramsku. V okolí mokřadů bylo zaznamenáno 33 zvláště chráněných a ohrožených druhů obratlovců. Z obojživelníků se zde vyskytoval čolek obecný, čolek horský, kuňka obecná, skokan hnědý, skokan štihlý aj. Z plazů ještěrka živorodá, slepýš křehký, užovka obojková a zmije obecná. Ptačí fauna je zastoupena více než 60 druhy. Mezi zvláště chráněné a ohrožené druhy patří volavka popelavá, čáp bílý, moták pochop, žluna zelená aj. Z dalších zvláště chráněných druhů je zde i řada netopýrů.

Lesy jsou dalším důležitým biotopem Příbramska. V samovolně vzniklých

smíšených porostech najdeme nejbohatší společenstva (lesopark Litavka). Z ptačích druhů je zde králíček obecný, hýl obecný, ze savců např. prase divoké, srnec obecný, lasice hranostaj a další. V brdských lesích můžeme najít vzácné druhy živočichů, jako jsou např. čáp černý, orel mořský nebo rys ostrovid.

Velmi zajímavá a pro mnoho živočichů atraktivní stanoviště vznikla důlní činností a jejími pozůstatky: např. haldy vytěžené hlušiny simulují skalní a suťové biotopy a opuštěné jámy jeskyně. Na haldách můžeme najít teplomilné druhy živočichů, nejen plazy, ale i řadu druhů hmyzu. Opuštěné jámy využívají jako zimoviště netopýři – netopýr velký, netopýr ušatý, netopýr řasnatý a v technických jámách vedoucích hrázemi byl objeven i netopýr černý. Vodní biotop, který vznikl jako důsledek důlní činnosti, je odkaliště u Bytízu. Tento biotop je rájem pro vodní ptáky, pro některé druhy poslední na Příbramsku. Důvodem je minimum ryb. Najdeme zde rákosníka velkého, moudivláčka lužního, potápku roháče, slavíka modráčka a další. V okolních biotopech žijí krutihlav obecný, bramborníček černohlavý a pěníce vlašská (Smolová a kol., 2016).

4.5. Ochrana přírody na Příbramsku

Na Příbramsku nalezneme chráněnou krajinnou oblast Brdy a národní přírodní rezervaci Drabákov - Albertovy skály. Nachází se na pravém břehu Vltavy v katastrálním území Nalžovické Podhájí. Důvodem ochrany jsou společenstva skalních srázů v údolí Vltavy a suťové lesy s výskytem tisů červeného, byl zde zaznamenán i výskyt vzácných a ohrožených druhů flóry a fauny (ČSÚ, 2020). V okolí Příbrami není vyhlášeno žádné maloplošně zvláště chráněné území, jímž je podle zákona č.114/1992 Sb. přírodní památka nebo přírodní rezervace. Absence chráněných území je částečně kompenzována registrací významných krajinných prvků (Smolová a kol., 2016).

Evropsky významná lokalita, která se na Příbramsku nachází, je Obecnický potok, kde žije a je chráněná mihule potoční. Další významný krajinný prvek je „motýlí rezervace“, kde jsou vzácné druhy motýlů. Na bývalých vojenských cvičištích a odvalech se daří nejen motýlům, ale i bezobratlým, plazům, ptákům a obojživelníkům. Více než 60 druhů motýlů včetně celoevropsky ohrožených obývá motýlí step Pichce – babočky, bělásci, žluťásci, soumračník čárkovaný, batolec duhový, otakárek fenýklový a další. Potvrzeno je v této lokalitě více než 480 druhů brouků, např. střevlíček, nosatec, mandelinka, svižník polní a zlatohlávek zlatý.

Řada dalších zajímavých míst s ohroženou vegetací není územně chráněna. Botanicky nejcennější jsou poslední zbytky plošně rozsáhlých a druhově bohatých

podbrdských luk, např. louka u Kardavce s výskytem kriticky ohroženého druhu mochny duryjské, dále louky s upolíný, prstnatci májovými a dalšími chráněnými nebo ohroženými druhy podél Obecnického potoka (Smolová a kol., 2016).

5. Uran

Martin Heinrich Klaproth byl německý chemik, který v roce 1789 poprvé popsal prvek uran. V této době se používal především k výrobě barev na sklo, zatím se nevědělo o jeho radioaktivitě. Ta byla popsána až později, a to v roce 1896, ale už rok předtím byly dostupné informace o rakovině plic u horníků uranové rudy v Jáchymově. Později, v roce 1898 manželé Curieovi izolovali nové prvky, a to radium a polonium údajně z jáchymovského smolince (Šuta, 2015).

V přírodě se uran vyskytuje jako směs tří radioaktivních izotopů ^{234}U , ^{235}U a ^{238}U . Přírodní směs izotopů uranu se skládá z 99 % ^{238}U , 0,7 % ^{235}U a 0,3 % ^{234}U (Campbell, 2015). Všechny tři izotopy mají stejné chemické vlastnosti, ale různě odlišné radiologické vlastnosti. Uran může způsobit zdravotní problémy, může dojít k inhalaci, která je považována za jeden z hlavních způsobů, jak se mohou uran a produkty jeho rozpadu dostat do lidského těla (Melo, Burkart, 2011). Na březohorském ložisku byl uran znám i dříve než ve 20. století. Uranové rudy byly pokládány za nežádoucí, neboť s jejich výskytem klesal obsah stříbra. Vyskytoval se v omezené míře na dole Lill a na Jánské žíle, tedy asi půl cesty mezi jámou Anna a jámou Prokop. Nacházel se zde ve formě smolince a jeho sekundárních minerálů (Bambas, 1990). Před 40 lety byly uranové rudy těženy hlavně pro obsah radia nebo vanadu, většina uranu byla odstraněna s hlušinami. Po objevení jaderného štěpení vzrostl o uran zájem. Těžba uranových rud je první krok v jaderném palivovém cyklu. Uran se těží třemi metodami: povrchová, hlubinná a chemická těžba. Pevné odpady, které z těžby vznikají jsou hlušina či kaly (Campbell, 2015).

Česká republika se historicky řadí na 6. místo největších producentů uranu a tříděných uranových rud v letech 1946-2000 činila 107 080 t uranu (Kafka, 2003).

5.1. Historie těžby

Už od prvopočátku se naši předkové snažili využívat zásoby nerostných surovin i přesto, že zatím těžba nepatřila k hlavním zdrojům obživy. Tou bylo zemědělství, dřevařství a jiné druhy řemesel a obchod. Příliv horníků a hutníků,

většinou Němců, od 30. do konce 50. let 16. století způsobila těžba stříbra, která bohužel nebyla dále nijak výrazná. Povýšení Příbrami na královské horní město osvobodilo obyvatele od robot a platů s podmínkou, že budou investovat do těžby stejně vysoké částky, jako odváděli dříve v rámci poplatků. Toto privilegium platilo pouze, dokud byla provozována práce v dolech. Bohužel s tímto statutem přišel úpadek těžby, způsobený nejen vyčerpáním rudního ložiska, technickými potížemi s dobýváním, ale i nedostatkem investic. Od roku 1607 Příbram provozovala jediný důl, a to proto, aby nepřišla o výsady královského horního města. Dalším nepříznivým obdobím pro Příbram byla třicetiletá válka (1618-1648). V letech 1771-1772 se objevila morová epidemie, které podlehla velká část obyvatelstva. Pro město to znamenalo další úbytek pracovních sil, což přispělo k úpadku ještě donedávna prosperujícího železářství. V následujících letech se Příbram opět začala věnovat stříbrnorudnímu dolování. V druhé polovině 19. století byly zavedeny technické, organizační i ekonomické změny, o které se zasloužil hutník a horník Jan Antonín Alis. Nové reformy, aplikované při dolování rudy v březohorském revíru, slavily úspěch. Hloubily se nové jámy, zakládaly se nové systémy vodních děl a kvalitněji se zpracovávala vytěžená ruda (Velfl, 2010).

Intenzivní rozvoj těžby a zpracování surovin měl vliv na rozvoj regionů, měst a obcí. S hornictvím se rozvíjelo i školství, stavebnictví, řemesla, doprava a služby obecně. Hornickou činností byla v regionech výrazně ovlivňována také společenská a kulturní sféra. Nejen hornictví, ale každé řemeslo i povolání má svá specifika, tradice, zvyklosti a společenský život. V hornictví platí, že i nejbohatší ložiska budou jednou vytěžena a hornická činnost na daném území ukončena. Po ukončení těžební činnosti došlo k řadě změn, jak hospodářských, tak i společenských. Svůj další rozvoj regiony budovaly na základech, které položilo báňské podnikání (Kafka, 2003).

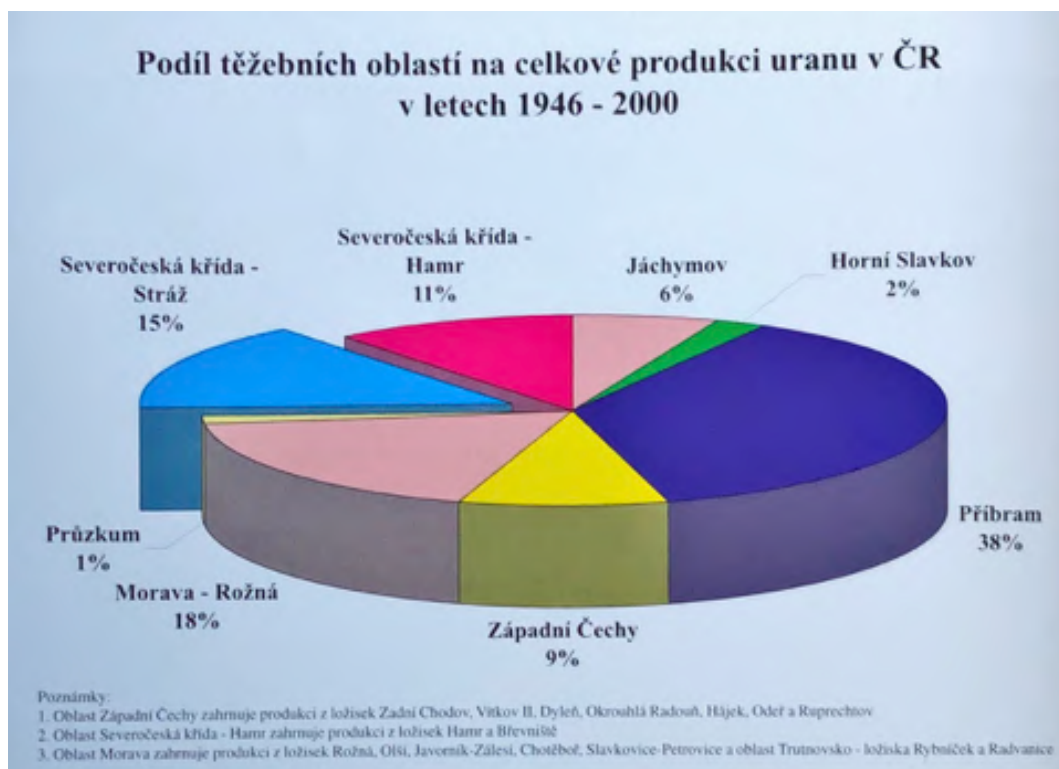
Uranová ruda na začátku 20. století sloužila k výrobě radia pro lékařské účely, předtím byly uranové rudy považovány za nežádoucí, protože s výskytem uranu klesal obsah stříbra. Využití uranu se našlo pro barvení skla, kterému dodal žlutou nebo zelenou barvu. Později po otevření ložisek v Kanadě a Kongu začala cena uranu prudce klesat. Obrat nastal po druhé světové válce, kdy USA použilo proti Japonsku atomovou bombu. V tomto okamžiku se stal uran důležitým materiálem pro výrobu atomových zbraní (Kučera, 2019). V období studené války mezi sebou soupeřil SSSR a USA ve výrobě atomových zbraní. Na základě toho byla uzavřena dohoda mezi Československem a SSSR o intenzivní těžbě uranových ložisek a výlučné dodávce radioaktivních surovin. Odměnou za to byla stanovena pevná cena, kterou SSSR vyplácelo do 60. let 20. století. Poté začala výrobní cena přesahovat kupní a těžební práce musely být dotovány z rozpočtu Československa. Dlouhodobý průměr uranu

dodávaného do SSSR byl 2 500 t ročně, zpět šlo cca 600 t ve formě palivových článků pro československé elektrárny. Až poté, co americká atomová komise po roce 1960 zastavila nákupy uranových rud, přestal mít zájem o uran i SSSR. Volné obchodování s uranem bylo možné až koncem 80. let 20. století (Velfl, 2010).

Rozsáhlý geologický průzkum v roce 1946 probíhal pro potřebu získat co největší množství uranových rud. Příbramsko patřilo k vytipovaným oblastem kvůli dochovaným zprávám o výskytu smolince na některých březohorských ložiscích. Koncem léta 1947 byla do Příbrami vyslána revizní průzkumná jednotka pod vedením geologa A. I. Zubova. Průzkum byl nejdříve veden v Březohorském revíru (Valenta, 1997). Celkem bylo prověřeno asi 60 objektů. Od roku 1948 byl geologickým průzkumem pověřen speciální útvar kutacích prací K2 (DIAMO, 2019). Rychlý rozvoj těžby a perspektivy Příbramského ložiska vedly ke vzniku prvního úpravárenského zařízení. Ústřední zkušební oddělení (ÚZO) bylo vybudováno přímo v Příbrami mezi nádražím a dolem Lill. Do té doby byla vytěžená ruda z Příbrami do Jáchymova přepravována po silnicích nákladními automobily (Staněk, 1995). S rozvojem hornictví a těžkého průmyslu se zvýšily požadavky na zajištění pracovní síly. Opakovala se jáchymovská situace s nedostatkem pracovníků. Příchod nových pracovníků ale způsobil nový problém, a to nedostatek míst k ubytování. Zpočátku sloužil k ubytování jáchymovských brigádníků tábor ve Brodě, poté ubytovna Zdaboř. Na Březových Horách jako ubytovny sloužily budovy tří bývalých hostinců. Mimo Příbram sloužily k ubytování dva zámky – Hluboš a Buková. Vedle zajištění přechodného bydlení pro brigádníky na ubytovnách musel být řešen i problém s ubytováním stálých pracovníků, kteří se ve městě usadili a založili rodinu. Výstavba bytových jednotek začala už na začátku 50. let (DIAMO, 2019). Těžba nerostných surovin měla významný vliv na vývoj města. Za prací přicházeli lidé z různých měst a usazovali se zde. Příbram měla v období uranové těžby nárůst obyvatel jako žádné jiné město ve Středočeském kraji (Kříbek a kol., 2002).

Na konci 60. let a na začátku 70. let těžbu uranu ovlivnil odchod tisíců pracovníků. Z dolů byli vyřazováni pracovníci v rámci prevence ohrožení nemocí z povolání vlivem ionizujícího záření. Dalším důvodem odchodů pracovníků bylo i náročné tempo a specifické podmínky při práci v dole (Škvor, 1995; Valenta, 2000). Po maximálních výkonech pokračovala těžba uranové rudy i v 70. letech 20. století, práce šla rychlým tempem a těžba dosahovala velmi dobrých výsledků. V roce 1976 klesla roční těžba uranu na 780 t a příbramské ložisko tak po letech přestalo být největším producentem uranu v republice. Prvenství přešlo na Uranové doly Hamr (DIAMO, 2019). Vyčerpanost ložiska v 80. letech 20. století vedla k jeho uzavírání, což urychlila i změna politické situace. Útlum uranového průmyslu začal v roce 1990

snížením produkce uranu o 400 t a zahájením likvidace Dolu III. Příbram. Svým plošným i hloubkovým rozsahem a počtem zrudněných žil patřilo příbramské uranové ložisko k největším a nejvýznamnějším ložiskům na světě. Za 45 let těžby zde bylo vytěženo 48,4 tisíc tun uranu. Těžba uranových rud zcela změnila charakter Příbrami. Stavba nového sídliště, infrastruktury, těžních věží, vznik odvalů v okolí, ale i následná sanace historického centra daly městu během 40 let novou tvář (DIAMO, 2019). Kromě uranového ložiska Rožná na Moravě byla veškerá těžba ukončena k roku 1994. Podíl příbramského uranového ložiska na celostátní produkci v rozmezí let 1946 - 2000 nebyl překonán a činí cca 38 % (Velfl, 2010) (Obr. 2). Minulost Příbramska je spojena s hornickou tradicí. Slavnou dobu hornického města, ale i nepříjemnosti, které s touto dobou souvisí, připomíná vybudovaný hornický skanzen (ČSÚ, 2020).



Obr. 2: Podíl těžebních oblastí (DIAMO, 2016).

5.2. Rozdělení ložisek

Geologická klasifikace uranových ložisek (IAEA, 2018):

I. typ „unconformity“ rozhraní různých geologických prostředí: např. Athabaska Basin (Kanada), Aligator Rivers area (Austrálie)

- II. uranonosné pískovce: např. Crow Butte (USA), Hamr, Stráž pod Ralskem (ČR),
- III. uranonosné konglomeráty: např. Blind River (USA), Witwatersrand (Jihoafrická republika)
- IV. žilná ložiska: např. Příbram, Jáchymov (ČR), Fanay (Francie)
- V. komplex brekcií: např. Olympic Dam (Austrálie)
- VI. ložiska v intruzivních horninách: např. Rossing (Namibie), Bingham Canyon (USA)
- VII. uranonosné fosfáty: např. Florida (USA), Severní Afrika
- VIII. komínové kolapsové brekcie: např. Orphan mine (USA)
- IX. vulkanogenní ložiska: např. Michelin (Kanada)
- X. přípovrchová ložiska: např. Yeelirrie (Austrálie)
- XI. kontaktně metasomatická ložiska: např. Žoltyje Vody (Ukrajina)
- XII. metamorfogenní ložiska: např. Forstau (Rakousko)
- XIII. uranonosné uhlí (lignit): např. Severní a Jižní Dakota (USA), Oděr (ČR)
- XIV. černé břidlice: např. Raustad (Švédsko)
- XV. ostatní

Největší význam z hlediska zastoupení ve světové produkci má prvních šest typů. V České republice jsou zastoupeny dva typy, a to žilná ložiska (Příbram) a uranonosné pískovce (Stráž pod Ralskem) (Kafka, 2003).

5.3. Příbramská ložiska

Začátek těžby na příbramském uranovém ložisku byl ve znamení intenzivního otevírání ložiska, rychlého zakládání jam, ale později i nedostatku pracovních sil. Když nestačilo budovatelské úsilí, byli na práci v uranových dolech nasazeni i odsouzení vězni (DIAMO, 2016). Jako první byly raženy dvě průzkumné šachtice v okolí Vrančic, které byly vzápětí vyhodnoceny jako neperspektivní a byly opuštěny (Velfl, 2010).

K nejnáročnějším pracím v dole patřilo hloubení jam, neslo s sebou vysoké riziko úrazovosti. Práci ztěžovaly přítoky vod, stísněný prostor, špatná viditelnost. Všechny jámy byly na začátku hloubeny v obdélníkovém profilu o rozměrech 2,4 x 4,5 m s dřevěnou výztuží z hranolů o velikosti 20 x 20 cm. Mechanizace při hloubení jam byla z počátku minimální. Až od roku 1953 se postupně začala práce při hloubení jam mechanizovat. Jámy se razily nejen z povrchu, klasicky, nebo s předražbou slepých jam, hloubily se i šurfy. Účelem šurfů bylo sloužit jako pomocné dílo na větrání nebo ke spouštění materiálu. U šurfů se také často používala kombinace hloubení s dovrchní ražbou komínů (DIAMO, 2016).

V období 1949-56 byla těžba v Příbrami členěna do šesti závodů:

Bytíz - jámy č. 10, 11, 11A

Sever - jámy č. 5, 6, 9

Střed - jámy č. 1, 2, 4

Kamenná - jámy č. 3, 3A, 7

Východ - jáma č. 8

Jih - jáma č.12

Následně v roce 1956 byl Báňský inspektorát č. VII zrušen a funkce převzaly Jáchymovské doly Příbram se sídlem v Příbrami (JDP). Ty zachovaly pouze závody Bytíz, Sever a Střed. Ostatní závody byly zrušeny nebo sloučeny (Zdař bůh, 2008-2019).

V letech 1956-1960 se z příbramského uranového ložiska vytěžilo více uranu než z jáchymovského od roku 1945 do jejího uzavření (DIAMO, 2019). Další organizační změna proběhla v roce 1960, kdy JDP bylo rozděleno na 3 celky:

Jáchymovské doly Bytíz n. p. jámy č. 10,11,11A,16,17, úpravna 1. máj

Jáchymovské doly 9. květen n. p. jámy č. 1, 2, 3, 3A, 4, 5, 6, 6A, 7, 9, 15, 18 a 21

Jáchymovské doly závod pomoc. provozů n. p. ústř. dílny, dopravní hospodářství, geol. průzkum.

V roce 1965 byly předchozí 3 celky sloučeny do podniku Jáchymovské doly n. p. – Příbram se sídlem v Konětotech a důlní činnost rozčleněna na doly:

důl č. I,

důl č. II,

důl č. III,

důl č. IV,

důl č. V

V lednu roku 1966 došlo ke změně názvu na Uranové doly n. p. Příbram, ale členění bylo zachováno. Se snížením zásob uranové rudy docházelo k dalším organizačním změnám a vzájemnému slučování. Od roku 1984 zůstaly v provozu doly č. III a č. IV. Ostatní doly byly již v předchozích letech sloučeny a postupně začleněny do dolu č. IV. i důl č. III byl později sloučen s dolem č. IV, ze kterého se dne 30. září 1991 vytěžil poslední vůz (Zdař bůh, 2008-2019).

Jednotlivé jámy jsou popsány podle časové posloupnosti (Obr. 3).

- Jáma č. 1, první jáma (podle čísla) příbramského uranového ložiska. V roce 1948 ji začala hloubit expedice K2 na katastru obce Lazska jako průzkumnou šachtici. Následně toto důlní dílo převzala jiná těžební organizace. Hloubení

pokračovalo až do roku 1959, kdy jáma dosáhla hloubky 442,9 m a byla propojena 6 patry. Sloužila jako větrací důlní dílo. Likvidována byla v roce 1991 zásypem třídným kamenivem z haldy.

- Jáma č. 2 v Lešetících. Jedna z nejstarších uranových jam na Příbramsku. Byla hloubena v letech 1948-1958 do hloubky 582,3 m, z jámy bylo vyraženo 12 pater. Ocelová těžní věž byla vysoká 17 m. Jáma byla likvidována až v roce 1996. Věž byla stržena tahačem 10. 8. 1995. Mezi jámou č.1 a jámou č. 2 byl vybudován pracovní tábor Vojna.
- Jáma č. 3 v katastrálním území Lazsko byla ražena v roce 1948, po 10 letech dosáhla hloubky 536 m. Z jámy bylo raženo 11 pater. Likvidována byla v roce 1961 zásypem.
- Jáma č. 4 v Lešetících byla hloubena v letech 1950-1960, celková hloubka byla 633,9 m. Z jámy bylo vyraženo 13 pater. Těžní věž byla stržena buldozerem. Na šachtě pracovali také odsouzení z tábora Vojna. Likvidována byla v roce 1988 plným zásypem.
- Jáma č. 5 byla původně vybudována jako průzkumná šachtice v katastrálním území Brod u Příbramě. Hloubená v letech 1950-1959, hloubka jámy byla 479,7 m a z ní bylo vyraženo 10 pater. Ke konci jáma sloužila už jen jako větrací. Před likvidací v roce 1981 byla výztuž jámy v havarijním stavu, jáma byla neprůlezná. Likvidace proběhla v roce 1982, původně byla na jámě instalována ocelová deska, později v roce 1995 byla částečně zasypána.
- Jáma č. 6 v Brodě, ražena v roce 1950. Byla založena v západním vrasovém ramenu Příbramské antiklinály na zjištěné anomálii žíly B12, později sloužila jako jáma větrací. Celková hloubka 544,2 m. Těžní ocelová věž byla 17 m vysoká. Jáma byla likvidována v roce 1991 a ústí bylo zakryto železobetonovou deskou.
- Jáma č. 7 v TřebSKU, ražena v roce 1950, do roku 1951 byla prohloubena na 101,3 m. Uzavřena byla ocelovou deskou v roce 1985.
- Jáma č. 9 v katastru Háje u Příbramě byla založena v západním vrasovém ramenu příbramské antiklinály na základě průzkumných prací provedených na žíle J1 v roce 1950. Hloubení bylo ukončeno v roce 1960. Sloužila jako jáma pro těžbu, dopravu, větrání a čerpání důlních vod v oblasti Jeruzalém a jámy č. 21. Celkem bylo vyraženo 11 pater. Celková hloubka byla 557,2 m. Ocelová těžní věž měřila 17 m, byla stržena tahačem v roce 1995. Likvidace samotné jámy byla ukončena o rok později uzavřením ocelovým roštem.
- Jáma č. 10 v katastru Bytíz, hloubená v letech 1951-1960 na úroveň 15 pater.

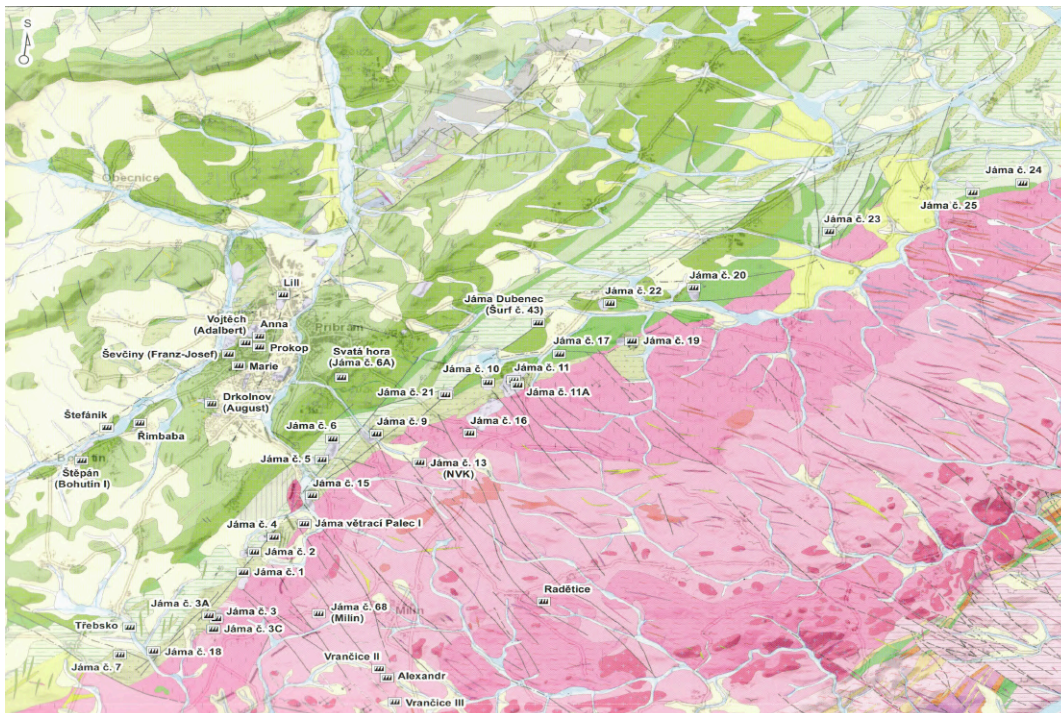
Konečná hloubka dosáhla 744,5 m. Byla založena v severozápadní části příbramského uran-polymetalického ložiska v algonkických horninách. Byla výdušná a značně mokrá. Ocelová věž měřila 17 m. V roce 1990 byla věž stržena buldozerem a jáma zasypána kamenivem z odvalu. Likvidace byly ukončeny v roce 1991.

- Jáma č.11 byla hloubená v letech 1951-1958 na úroveň 11 patra. Konečná hloubka dosáhla 563,9 m. Po vyhloubení jámy č. 11A sloužila už jen jako výdušná. Těžní věž byla likvidována roku 1994. Likvidace jámy proběhla v roce 2004 zásypem tříděným kamenivem.
- Jáma č.11A v katastru Bytíz hloubená v roce 1955, je druhá nejhlubší jáma uranového ložiska a třetí nejhlubší jáma na Příbramsku, dosáhla hloubky 1503,6 m. Původní ocelová dvojvěž měla výšku 30 m, později 32 m. Jáma má 29 pater, dodnes slouží k čerpání vod.
- Jáma č.15 hloubena v letech 1955-1968 v algonkických břidlicích, od 13.patra v granodioritu. Konečná hloubka jámy byla 1242,6 m. Dodnes stojící těžní dvojvěž je ocelová 30 m vysoká. Areál jámy dnes slouží jako Archiv s.p. DIAMO.
- Jáma č. 17 byla ražena v letech 1956-1961, celková hloubka byla 820,2 m při 20 patrech. Likvidace byla ukončena roku 1997 zakrytím ocelovým roštem s ocelovou klapkou.
- V druhém období roku 1956 pro těžbu na příbramském ložisku byla ražena jáma č.18 v TřebSKU. Zastavena byla těžba na závodě Jih, těžícím na úpadní štolě a jámě č.12 v jihočeských Heřmaničkách, O rok později byly raženy slepé jámy 2P, 11S a 11P. V roce 1958 byla ražena jáma č. 22 na Bytíze, hloubeny slepé jámy 3P, 4S, 6S, 6P. V následujícím roce byly na příbramském ložisku raženy jámy č. 23 v Ostrově a č. 24 v Libici.
- Jáma č.16 byla hloubena v letech 1957-1976 v kruhovém profilu s betonovou výztuží. S hloubkou 1838,4 m se stala nejhlubší jámou v Evropě. Těžní věž dosahovala výšky 45 m.
- Jáma č. 20 Skalka byla hloubená v letech 1957-1961 v obdélníkovém profilu do hloubky 684,7 m a měla 14 pater. Likvidována byla roku 1992 zatopením a zakrytím betonovou deskou se zásypovým otvorem překrytým ocelovou deskou.
- Jáma č. 21 hloubená v katastru obce Háje v letech 1958-1960 do hloubky 543 m s 10 patry. Původně sloužila k fárání mužstva, větrání a těžbě. V roce 1961 byla uvedena do suché konzervace. Likvidována byla v roce 1991 plným

zásypem a na povrchu uzavřena ocelovým roštem.

- Jáma č. 25 Daleké Dušníky. V roce 1963 byla jáma prohloubena do 658,3 m na 13. patro. Věž byla ocelová, 21 m vysoká. Po likvidaci sloužila pro ukládání znehodnocených papírových bankovek ČNB. Po roce 1968 byla likvidována zatopením – mokrou konzervací. Ústí bylo překryto betonovou deskou.
- Jáma č. 19 hloubená v letech 1965-1977 na 29. patro do hloubky 1456,6 m. Ocelová věž byla 63 m vysoká, v 52 m byl zabudován těžní stroj. Jámou č. 19 byl vyvezen poslední vůz dne 30. 9. 1991. Dne 7. 12. 1994 byla těžní věž odstřelena, v roce 2005 byly ukončeny likvidační práce. Na povrchu do hloubky 24 m je jáma uzavřena betonovou zátkou.
- Jáma č. 13 sloužila k větrání a dopravě materiálu. Byla ražena v letech 1965-1971 a celková hloubka byla 1140,2 m s 24 patry. Likvidace jámy proběhla v letech 2005-2008, jáma byla zasypána popílkovou směsí a ústí zavřeno betonovou zátkou.
- V roce 1967 bylo na příbramském ložisku, Dole IV, hloubena slepá jáma 17S, která se 21. 7. 1971 stala svou hloubkou 1682,8 m nejhlubším dolem ČSSR a Evropy. Tento rekord byl později překonán, 16. 11. 1975 bylo dosaženo na jámě č. 16 Háje největší svislé hloubky rudného dolu v Evropě, a to 1838,4 m.

S ukončením těžby uranu na Příbramsku dochází v tomto období k rozsáhlé likvidační činnosti. Od roku 1990 jsou likvidovány těžní věže jam č. 5, 21, 10. V roce 1995 probíhaly likvidace těžních věží jam č. 2 a 9. Dne 31. 7. 1998 byly ukončeny likvidační práce na jámě č. 11A a celkově hornické činnosti v podzemí na Příbramsku. V letech 2013-2015 probíhala likvidace nakládky uranových rud Milín. V roce 2014 byly zahájeny likvidace objektů v areálu jámy č. 11A Bytíz (DIAMO, 2016; DIAMO, 2019; Fryš, 2018).



Obr. 3: Přehled jam na Příbramsku (DIAMO, 2016).

5.4. Báňská záchranná služba

Od roku 1948 byla v Jáchymově první záchranná báňská stanice. Činnost báňské záchranné služby začala fungovat ve skromných podmínkách v roce 1953 i na Příbramsku v prostorách Svatohorské šachty. S rozvojem uranové těžby byla v letech 1957-1958 zřízena Hlavní báňská záchranná stanice (HBZS) s pohotovostní službou v Brodu u Příbrami. Tato Hlavní báňská záchranná stanice měla pod záštitou záchranné stanice v dalších oblastech (Zadní Chodov, Dolní Rožínka, Stráž pod Ralskem). Také zajišťovala úvodní školení nových dobrovolných báňských záchranářů. Báňská záchranná služba se podílela cca na 3 000 akcích, jako byly požáry v dolech, pády hornin, výbuchy plynu, závaly důlních pracovišť, úrazy horníků, ale i na speciálních pracích, které vyžadovaly použití dýchacích přístrojů, v podzemí i na povrchu. Nejen zachraňování lidských životů a majetku, ale i kontrolní činnost a protipožární a protihavarijní opatření patřily k náplni Báňské záchranné služby. Podílela se i na výzkumu v oblasti dýchací techniky a záchranných akcí mimo hornickou činnost. Dobrovolní báňští záchranáři pomáhali při požáru Svaté Hory v roce 1978, požáru kravína v Konětopech, výbuchu v bytovém domě v Příbrami. Podíleli se i na pomocných pracích při uzavírání radioaktivních odpadů uložených ve starých důlních dílech. Jak docházelo k útlumu uranové těžby a následnému ukončení, v roce 1998 byla ukončena i činnost Hlavní báňské záchranné služby na Příbramsku a dostalo se ocenění čestné práce dobrovolných báňských záchranářů,

nejen z řad horníků, ale i ostatních (tesaři, zámečníci, elektrikáři aj.) (Bednařík, 2019).

5.5. Tábor nucených prací

Na stavbě tábora Vojna pracovali němečtí váleční zajatci, kteří sem byli dovezeni po roce 1947 jako stavební skupina. Po odsunu posledních Němců v lednu roku 1950 byl tábor nucených prací (TNP) obsazen vězni. Do TNP mohl být poslán člověk mezi 18 - 60 lety, bez výjimky řádného soudu na 3 měsíce až 2 roky, podle rozhodnutí komise, která se skládala ze 3 členů. Tyto komise byly v pozdějších letech zrušeny. Člověk se do TNP dostal i za pouhé podezření, že páchá zločin. Význam TNP byl izolovat nepřátele a převychovat je prací (Bártík, 2008). Tábor Vojna se stal největším táborem nucených prací v oblasti těžby uranu v ČSR. V březnu roku 1950 měl 530 vězňů (Velfl, 1998). V prosinci 1950 bylo v táboře Vojna 1 522 vězňů. Vězni dostávali za odvedenou práci mzdu, ze které se odečetla částka za "ubytování", část byla poslána rodině a část dostal vězeň jako kapesné. Část mzdy se uchovávala v rámci vězňova konta, které mu bylo vyplaceno při propuštění (Bártík, 2008).

V táboře se nacházel i tzv. trestní tábor, kam byly přesunuty "nepohodlné osoby". Byly to dva obytné baráky, které byly od tábora odděleny loukou. Vězni v táboře byli využíváni k práci v dolech, ale i práci v táboře nebo ve městě Příbrami. Na všech stanovištích se musely plnit normy, které byly pevně dané, za jakékoliv situace a s vybavením, které bylo k dispozici. Vězni často žádali o nové pracovní pomůcky, ale většinou jim nebyly poskytnuty (Bártík, 2008).

V roce 1951 se postupně začaly TNP rušit, v červenci 1951 byl TNP Vojna přehodnocen na nápravný pracovní tábor (NPT). V NPT mohli být vězni na více než 2 roky. V září 1952 bylo uvězněno 719 lidí, v březnu 1953 již 964 lidí a v červenci 1956 1 517 lidí. Značná část byla odsouzena neprávem. Podle obecného rozlišení bylo vězeňské zařízení Vojna určeno pro nejnebezpečnější, zvláště státně bezpečnostní zločince (Velfl, 1998) (Obr. 4).

Od roku 1951 až do 1954 nezodpovídala za NPT ministerstvo spravedlnosti, ale útvar motomechanizovaná brigáda (MMB). V těchto letech to bylo pro vězně v NPT velmi nepříjemné období, kdy museli vytrpět ponižování, trápení a mučení. Až po roce 1954, kdy kontrolu nad tábory převzala Vnitřní stáž ministerstva vnitra, se situace v NPT začala trochu uklidňovat (Bártík, 2008).

PLÁN TÁBORA VOJNA



Obr. 4: Plán tábora Vojna (Hornické muzeum Příbram 2011-2020).



Obr. 5: Nápis „Prací ke svobodě“ nad branou připomíná německé koncentrační tábory (Autor: N. Faustusová).

Tábor Vojna nebyl jen o práci v dolech či na stavbách, ale i o týrání, nedůstojnosti a degradaci lidské bytosti. Z výpovědí svědků, které se dochovaly, si můžeme udělat alespoň malou představu, co odsouzení museli snášet po dobu strávenou v táborech. Značná část přirovnala tábor Vojna k sibiřským gulagům, podle nápisu nad branou by se dal tábor přirovnat i k německým koncentračním táborům (Obr. 5). Kolem tábora byly i strážní věže (Obr. 6). V táboře se nedbalo na hygienu, nebyly dostupné pracovní pomůcky, a pokud ano, museli si je vězni kupovat, i když je měli dostávat od vedení tábora zdarma. I při plnění pracovních cílů jim nebyly dány výhody, které měli přislíbené. Při sebemenším porušení pravidel nebo nesplnění norem byli vězni posíláni do korekce nebo do bunkru. Jako korekce sloužila samotná cela (samotka), tvrdší korekce byl tzv. bunkr. Byla to samostatná betonová podzemní místnost o velikost cca 4x4 m (Obr. 7), vybudovaná za fungování tehdejšího velitele tábora Jaroslava D. v druhé polovině roku 1951, který na stavbu sám dohlížel. Vězni spali na betonové podlaze a potřebu vykonávali do kbelíku v rohu místnosti. Zavírání tam byli po několika lidech na různý čas. Jídlo a pití dostávali zhruba jednou za 3 dny. Podle svědků bylo v bunkru zavřeno i 30-40 vězňů najednou. Bunkr fungoval v jakémkoliv ročním období. Velké množství vězňů muselo z bunkru rovnou na marodku (Bártík, 2008).

Jedna z významných událostí byla tzv. "nudlová stávka" v táboře Vojna v roce 1955. Údajným spouštěčem stávky bylo nové táborové nařízení o rozdělení nástupu vězňů na jídlo. Vězni odmítli jídlo a vyhlásili hladovku, která později přerostla ve stávku. Když vězni odmítli pracovat na směně kvůli tomu, že nejedli, velitelství tábora svolalo nástup vězňů a došlo k prohlídce baráků, kde byli vězni ubytováni. Došlo k zabavení legálního majetku vězňů. Když vězni odmítli stravu i další den, byla stávka považována za vzpouru a do tábora byly povolány posily. Po třech dnech stávka skončila, 11 vězňů bylo potrestáno vysokými tresty odnětí svobody, asi 60 vězňů bylo odvezeno na Pankrác a následně na samotky do Ruzyně a zbylí byly potrestáni kázeňskými tresty (propadnutí konta, tvrdé lože aj.) (Bártík, 2008).

Tábor Vojna byl zrušen 1. 6. 1961 a část odsouzených byla převezena do vězeňského tábora Bytíz, který funguje i v této době, ale v úplně jiných podmínkách (Velfl, 1998). Tábor Vojna prošel všemi třemi etapami. Nejdříve sloužil jako zajatecký tábor pro německé válečné zajatce, poté jak TNP a následně byl předělán na NPT (Bártík, 2008).



Obr. 6 : Tábor Vojna – věž (Autor: N. Faustusová).

V lednu 1992 požádal jeden z někdejších vězňů NPT Vojna Generální prokuraturu ČSSR o prověření a obvinění bývalého velitele Jaroslava D. Pan Jaroslav D. vypovídal až v roce 1997. Ještě v tom samém roce bylo zahájeno stíhání z trestních činů zneužití pravomoci veřejného činitele, ublížení na zdraví a zbavení osobní svobody. V roce 2000 Okresní státní zastupitelství v Příbrami podalo žalobu na Jaroslava D., kvůli zdravotnímu stavu se měla kauza přesunout do Brna. Několik líčení v roce 2001 bylo odročeno z důvodu nemoci či hospitalizace obviněného. Následně v roce 2002 bylo odročeno líčení z důvodu výslechu dalších svědků, další odložení bylo kvůli nedostavení se svědků k soudu, dalších několik stání Jaroslav D. bojkotoval pod různými záminkami. Nakonec hlavní soud v Brně došel v roce 2003 k názoru, že trestní čin podléhá amnestii z roku 1960 a další trestní čin, ze kterého byl Jaroslav D. obviněn, byl již promlčený. Bývalý velitel pracovního tábora Vojna Jaroslav D. nakonec zemřel 1. 12. 2005 jako bezúhonný člověk s čistým trestním rejstříkem (Bártík, 2008).

V roce 1953 přibyl nově vybudovaný tábor Bytíz poblíž jámy č. 11, který byl největší z uranových táborů na území tehdejší republiky (DIAMO, 2019). V prosinci 1954 zde bylo 1 580 vězňů. V červenci roku 1956 bylo vězňů 1 894, velkou skupinu

trestanců tvořili hlavně političtí vězni (Velfl, 1998). V roce 1958 bylo v uranových dolech zaměstnáno rekordních 9 415 osob (DIAMO, 2019). 1. 4. 1962 došlo v areálu Bytíz k havárii. Žíla Bt4 procházela pod areálem věznice, kde došlo k destrukci asi 130 m mocné vrstvy hornin nad vydobytými partiemi žíly. Vytvořila se propadlina o hloubce 30 m, ve které zmizela část budovy s kulturní místností a táborová kuchyně. Částečně zasažena byla i kotelna, uhelna a část ubytovacích baráků. Osudné se to stalo dvěma vězňům, kteří v tu chvíli pracovali v kuchyni. Je to jediný smrtelný úraz v historii uranového hornictví na Příbramsku, kdy oběti nebyly z podzemí vyproštěni. Po této události byl tábor nápravného zařízení přestěhován mimo vliv dobývání na žíle Bt4. V dalších letech došlo ještě k 7 propadům, ale už ve vyklizeném pásmu, další škody ani ztráty na životech již nebyly (Škvor, Staněk, 2012).



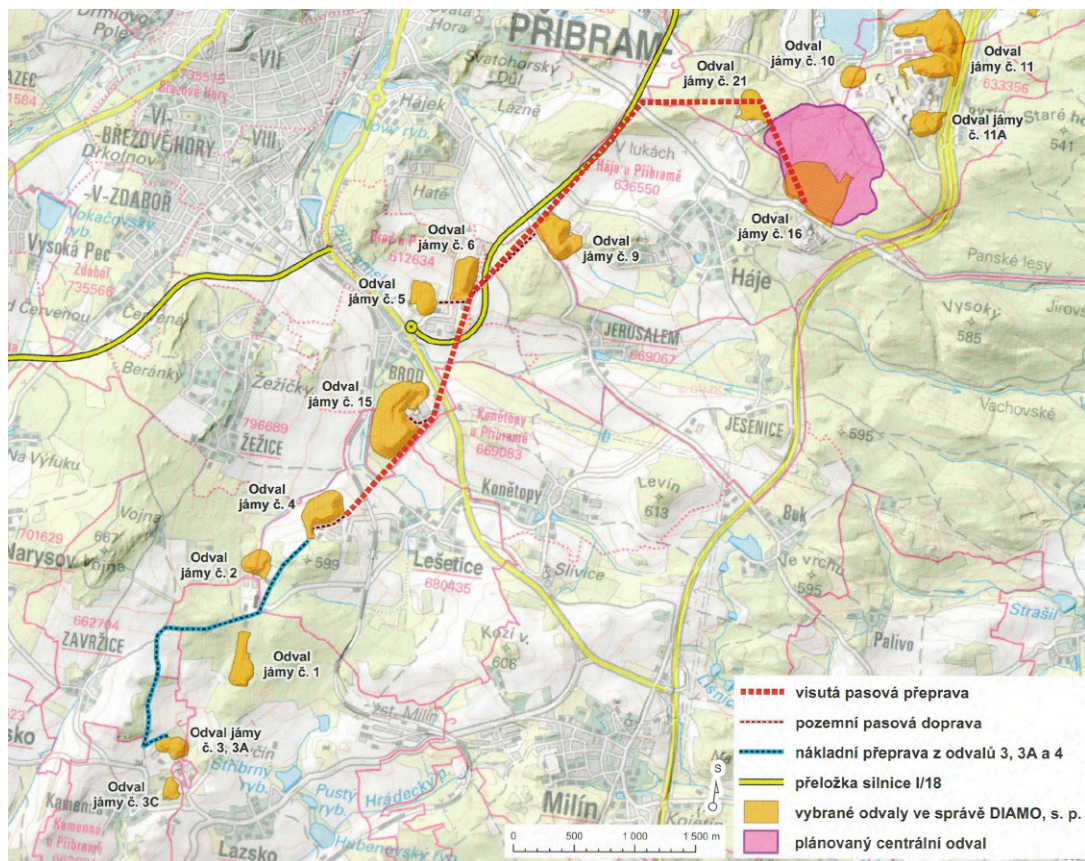
Obr. 7: Tábor Vojna - bunkr (Fryš, 2018).

Smutné je, že do vězeňského tábora bývali umístěni i ti, kteří se v minulosti zasloužili o náš stát. Nechyběli mezi nimi známí politici, vědci, duchovní, umělci, sportovci a další osobnosti, například i hrdinové protifašistického odboje. Bylo to místo, kde spolu museli trávit čas skuteční zločinci a nevinní lidé (Velfl, 1998).

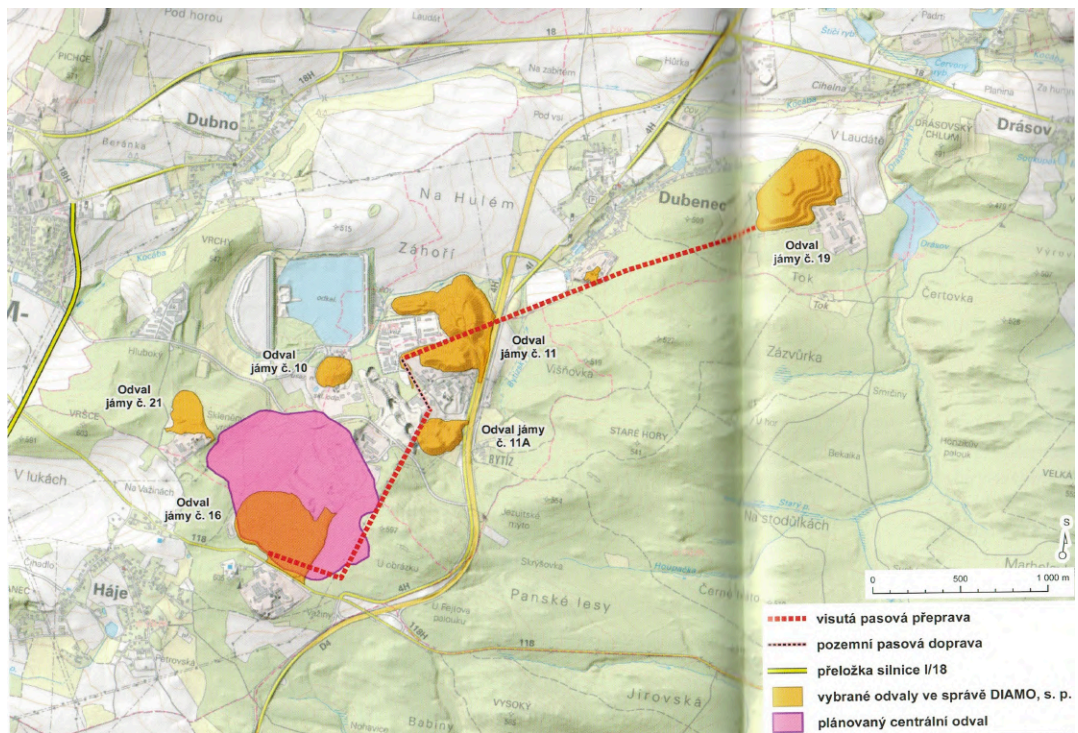
6. Současný stav příbramských uranových hald

6.1. Mapové podklady

Níže na (Obr. 8 a Obr. 9) jsou zobrazeny haldy jednotlivých jam.



Obr. 8: Mapa odvalů (DIAMO, 2016).



Obr. 9: Mapa odvalů 2 (DIAMO, 2016).

6.2. Fotografie odvalů

V této kapitole jsou zobrazeny aktuálně pořízené fotografie odvalů.



Obr. 10: Odval jámy č. 3 Kamenná (Autor: N. Faustusová).



Obr.11: Odval jámy č. 6 (Autor: N. Faustusová).



Obr.12: Pohled z odvalu jámy č. 6 na odval jámy č.15 a za ní odval jámy č. 4 (Autor: N. Faustusová).



Obr. 13: Pohled z odvalu jámy č. 6 na odval jámy č. 9 (Autor: N. Faustusová).



Obr. 14: Pohled z odvalu jámy č. 6 na město Příbram (Autor: N. Faustusová).



Obr. 15: Pohled na odvaly jámy č. 11 (Autor: N. Faustusová).



Obr. 16: Pohled na odvaly jámy č. 15 (Autor: N. Faustusová).



Obr. 17: Areál jámy č. 16 (Autor: N. Faustusová).



Obr. 18: Areál jámy č. 16 (Autor: N. Faustusová).



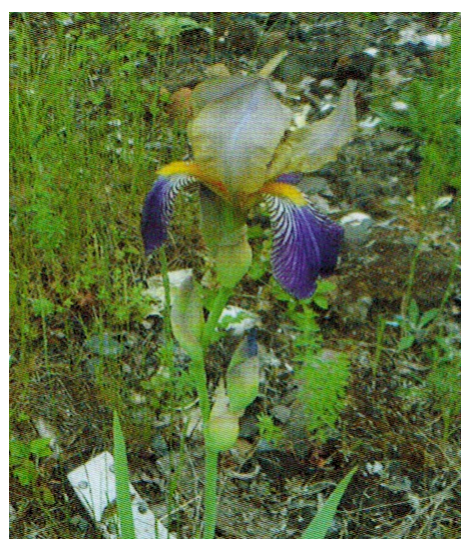
Obr. 19: Odval jámy č. 19 (Autor: N. Faustusová).

6.3. Flora v okolí hald

Na haldách se nachází jen minimální množství rostlin a pár druhů náletových dřevin. Nejvíce zastoupená je bříza bílá a borovice lesní, občas smrk keřovitý. Na fotografiích jsou např. kopretiny, které nejsou náročné na půdu. Dále štirovník růžkatý, který se vyskytuje na kamenitých půdách. Na fotografii vidíme i kosatce zahradního a ladoňku (Fryš, 2018) (Obr. 20, 21).



Obr. 20: Flora v okolí hald (Fryš, 2018).



Obr. 21: Flora v okolí hald 2 (Fryš, 2018).

Na vrcholu haldy č. 6 je vidět poměrně rozsáhlá zatravněná plocha (Obr. 22).



Obr. 22: Rostliny na haldě č. 6 (Autor: N. Faustusová).

7. Vliv těžby uranu na lidské zdraví

Bezpečností práce a pracovním prostředím se do roku 1955 nikdo moc nezabýval. Teprve po tomto roce se začalo přecházet na umělé větrání a v 60. letech docházelo k dalším úpravám větracích systémů, které se zdokonalovaly i nadále (Velfl, 1998).

Z hlediska vlivu na lidské zdraví je prozkoumána hlavně radioaktivita uranu. Za vznikem nádorových onemocnění stojí ionizující záření, které se uvolňuje rozpadem uranu (Šuta, 2015). U^{238} se rozpadá na Ra^{226} , ze kterého vzniká plyn Rn^{222} s poločasem rozpadu 3,8 dne. Rn^{222} se dále rozpadá na dceřiné produkty s velmi krátkými poločasy rozpadu, např.: polonium s poločasem rozpadu 3 minuty. Tyto produkty jsou reaktivní a nacházejí se na částicích prachu (Kalač a kol., 2010). Po vdechnutí tyto částice vnikají do dýchacího ústrojí a v plicích mohou procházet do krevního řečiště. Radioaktivní plyn radon a jeho produkty rozpadu se podílí na vzniku rakoviny plic. Vdechování radonu a jeho rozpadových produktů, záření gama a inhalace důlního prachu může mít za následek ozáření kostní dřeně a vznik leukémie (zhoubné nádorové onemocnění krve).

Není to jen rakovina, která postihuje lidi pracující v uranových dolech,

může to být i zánětlivé onemocnění plic neboli silikóza. Příčinou tohoto onemocnění není uran ani žádný z jeho rozpadových produktů, ale částí prachu s oxidem křemičitým. Po vdechnutí se tyto částičky dostávají do plic nebo mízních uzlin, kde nastartují zánětlivý proces. Při tomto procesu dochází k nahrazení zdravé plicní tkáně vazivem, což vede ke zhoršení okysličování krve.

Za nejčastější nemoc z povolání u uranových horníků je považovaná rakovina plic. Další nemoci jsou rakovina kůže, hrtanu či krve. Oficiální statistiky ukazují, že 75 – 80 % zhoubných nádorových onemocnění je právě u lidí pracujících v oblasti těžby a úpravy uranových rud. Nádorů v uranovém průmyslu je 3 - 4x více než v jakémkoliv jiném sektoru (Šuta, 2015).

7.1. Vliv těžby uranu na životní prostředí

Uran není jediný prvek, který představuje zátěž pro životní prostředí při těžbě a likvidaci. Spolu s uranem se vyskytují nejen jeho produkty rozpadu, ale také arsen, selen, nikl, vanad, železo, síra aj., obsažené v různých druzích rud. Proto by se měla rekultivace a sanace vztahovat individuálně na jednotlivé lokality. Při špatně zvoleném postupu může docházet k uvolnění některých prvků do povrchových a podzemních vod, půdy či ovzduší (Campbell, 2015).

Krajina byla činností člověka ovlivněna již v minulosti. Uranové hornictví přispělo k dalším změnám krajiny, a to především v jednotlivých složkách, jako je půda, voda, klima, flora, fauna, ale vliv měla i na člověka samotného. Nejen celkový ráz krajiny a způsob jejího využití byl změněn, ale i vlastnické a majetkové vztahy lidí (Kafka, 2003).

Hlavním problémem uranové těžby je vznikající odpad, ať už v pevné, kapalné nebo plynné formě. Haldy vytěžené hlušiny představují pevnou část odpadů. Nejen že zabírají velkou část plochy, ale i negativně ovlivňují životní prostředí (Neužil, 1998).

Na začátku těžby vznikaly haldy malých rozměrů, které byly zpracovány nebo rekultivovány a začleněny do krajiny. S intenzivnější těžbou vznikaly větší a rozsáhlejší haldy, které již nebylo možné zpracovávat a rekultivovat během těžby. Většina těchto hald zůstala v krajině dodnes (DIAMO, nedatováno).

Zbytkový uran a jeho produkty rozpadu se vstřebávají do půdy a vlivem silných dešťů se můžou dostat do podzemních a povrchových vod. Mezi kapalné odpady řadíme kontaminovanou podzemní vodu. Hladinu podzemních vod je potřeba při hlubinné těžbě snížit (odčerpávat), tato voda je kontaminovaná a je potřeba ji před vypuštěním do recipientu filtrovat, jinak může dojít ke kontaminaci

podzemních či povrchových vod (Neužil, 1998). Kontaminované důlní vody jsou čerpány jámou č. 11 a 19 na čistírny důlních vod, které se nacházejí na Bytízu a v Dubenci. To zabraňuje vytékání kontaminované vody (více než 1 mil. m³) na povrch. Dekontaminovaná voda je kontrolována Státním úřadem pro jadernou bezpečnost a vypouštěna do Dubeneckého potoka a Kocáby. Při dešti voda protéká do základu haldy a odtud může protékat do podzemních vod či okolí hald. Výjimka je na odvalu jámy č. 9, kde je vybudovaný svislý vrt, kterým povrchová voda odtéká do důlních vod a dostává se do čistíren důlních vod. Problém nastává při přívalových deštích, kdy se voda dostává na povrch (Hodrmant, 2011).

Plynnou formu odpadu tvoří emise radonu a radioaktivní prach, který je z podzemí na povrch odváděn výdušnou věží (Neužil, 1998). Zvýšená prašnost, která vznikala při těžbě, přepravě, ale i úpravě kameniva, nepříznivě ovlivňovala kvalitu ovzduší. Jedním z největších zdrojů prachu byla odkaliště. Do ovzduší se uvolňovaly především jemné částice obsahující hlinito-síranové a vápenato-síranové soli či uran a radium. Ke zvýšení koncentrace prachových částic v ovzduší dochází při zvýšené rychlosti větru, proto bylo velmi důležité, kde byla odkaliště budována, jaké měla rozměry a velikost vodní plochy. Specifické znečištění ovzduší způsobují emise radonu (Kafka, 2003).

Nejvíce ovlivněná a zranitelná složka životního prostředí je voda. Ochrana podzemních a povrchových vod v průběhu těžby je náročná stejně jako její dekontaminace. Povrchové vody jsou nejvíce ovlivněny důlními vodami, záleží na tom, jak jsou vody před vypuštěním do recipientu čištěny. Okysličené povrchové i podzemní vody prosakují do dolu a urychlují zvětrávání zejména sulfidů a dalších minerálů. Důlní vody se tak stávají kyselými, síranovými a mineralizovanými s vysokým obsahem železa. Podzemní voda je kontaminována průsaky z odvalů a odkališť, a to hlavně z důvodu nedostatečné izolační vrstvy od propustného podloží. Průsakové vody obsahují kovy a další chemické a rozpuštěné látky v závislosti na těžných a upravovaných rudách, které při spojení s podzemními vodami negativně ovlivňují jejich kvalitu. Čištění průsakových vod spočívá ve dlouhém a náročném jímání vod před jejich vypuštěním do životního prostředí. Musí být provedené důsledné sanační a rekultivační postupy (Kafka, 2003).

Vliv hornické činnosti na půdu spočívá především v záboru zemědělské a lesní půdy z důvodu výstavby těžebních a úpravárenských míst, zakládání odvalů či odkališť (Kafka, 2003). Vykácením lesních porostů dochází ke zhoršení podmínek pro stávající lesní porost, a to sníženou odolností vůči povětrnostním vlivům, a může docházet i k přemnožení škůdců. Kořenový systém zadržuje vláhu v půdě a při nadměrném kácení kvůli těžbě dochází k narušení hydrogeologických poměrů. Půda

je pak více náchylná k vodní a větrné erozi (Neužil, 1998). Půda je degradována i kontaminací a emisemi v provozních areálech i mimo ně. Kontaminaci půdy způsobuje např. oxidace sulfidů, zvláště pyritu, pyrhotinu a arsenopyritu. Odvaly uranových dolů, které způsobují kontaminaci půdy, obsahují zvýšený podíl uranu a radia ve vodách a ovzduší radonu. Důsledným rekultivačním zásahem lze dekontaminovat půdu, ale navrácení půdy např. pod odvaly a odkališti do původního stavu není reálné. Je ovšem možné najít jinou možnost využití a vhodného začlenění půdy zpět do životního prostředí (Kafka, 2003).

S rozvojem hornické činnosti docházelo k narušení nebo úplnému zničení významných přirozených ekosystémů v některých lokalitách, či dokonce v chráněných oblastech. Důsledkem toho bylo, že některé populace flory nebo fauny na daném území začaly ubývat nebo zcela zanikly. Těžba ale přinesla i nová přirozená stanoviště, kde se začaly vyskytovat nové druhy, mnohdy i ojedinělé (Smolová a kol., 2016).

7.2. Vliv těžby uranu na zdraví obyvatel

O vlivu těžby uranu na zdraví obyvatel žijících v okolí není k dispozici mnoho informací. Jediné, z čeho můžeme čerpat, jsou analýzy rizik, které se týkají negativních dopadů ekologických zátěží. V České republice je prokázáno zvýšené riziko rakoviny plic při vdechování radonu, německá studie poukazuje i na konzumaci vody s lehce zvýšeným podílem uranu (vyšší riziko výskytu rakoviny plic, ledvin či leukémie) (Šuta, 2015). Na vzniku rakoviny plic se podílejí nebezpečné dceřiné prvky radonu. Uvádí se, že 10 % až 20 % úmrtí na rakovinu plic je v ČR způsobeno radonem. V ČR se počítá s průměrným ozářením celkově asi 2 mSv na osobu a rok (Loučka, 2014). Dceřiné prvky uranu se uvolňují do půdy a vody, odtud se mohou dostat do vegetace a přes potravní řetězec až do lidského organismu (Černe, 2012).

Dočasný a nejsnáze vratný vliv na obyvatele spojený s těžbou uranu je hluková zátěž. Největší zátěž byla v době průzkumu, otevírání ložisek a výstavby dolů. Později mohlo docházet ke zvýšené hlukové zátěži při rekultivaci uranových hald či odkališť. Úroveň hluku závisela na použité technologii a poloze. Silným zdrojem hluku a vibrací bylo drcení a skladování vytěžené hlušiny, následně nákladní automobilová doprava. V průběhu těžby se hladina hluku ustálila na jistou zvýšenou úroveň, ale nepůsobila nebezpečnou zátěž životnímu prostředí. S ukončením těžby se hluková situace mění, vrací se do původního stavu (Kafka, 2003).

8. Návrh likvidace odvalů

Nejen dopady těžby nerostných surovin, ale i vyhledávání a průzkum představují závažný ekologický problém. Česká republika patřila před rokem 2000 stále k nejzatíženějším oblastem na světě. I přes to, že těžba na většině místech již neprobíhala (Kloz, 1997).

Odval (halda) je cizorodý krajinný prvek, který mění původní ráz krajiny a má negativní vliv na životní prostředí a zdraví obyvatel. Ovlivněné mohou být povrchové a podzemní vody, do ovzduší se mohou dostat prachové částice, může být zvýšená koncentrace radonu a gama záření v okolí odvalů (DIAMO, nedatováno). Nejen to jsou důvody pro likvidaci odvalů, ale i momentální zátěž pro územní rozvoj. Odvaly obsahují cca 400 000 t zbytkového uranu (DIAMO, 2017), gama záření, vedlejší produkty radia a radonový plyn a jeho vedlejší produkty. V odvalech se nacházejí i jiné látky jako např.: toxické těžké kovy, které se podílejí na kontaminaci povrchových a podzemních vod (Abdelouas, 2006).

Na Příbramsku se nachází 26 odvalů, kde je uloženo cca 30 mil. m³ vytěžené hlušiny. Jde o objemově největší haldy v České republice, které po těžbě zůstaly. Největším odvalem je odval z jámy č.15, kde je uloženo 7,3 mil. m³ hlušiny (Obr. 23). Ani po několika letech nelze na povrchu některých odvalů nalézt výskyt náletových rostlin (Kafka, 2003). Odvaly můžeme rozdělit na odvaly, které jsou zrekultivované a začleněné do krajiny dle platných předpisů, odvaly určené k likvidaci a využití na stavební kamenivo, a odvaly, které jsou začleněné do terénu a ponechané samovolné sukcesi (DIAMO, nedatováno). Např.: odvaly jam č. 1, 5, 10 a 20 byly sanovány lesní výsadbou a začleněny do krajiny (Obr. 24). Na kamenivo budou zpracovány odvaly jam č. 11A, 16 a 19. Tyto odvaly by se měly zpracovat v nejbližší době, poté hrozí klesání využitelného materiálu.



Obr. 23: Detail odvalu jámy č. 6 (Autor: N. Faustusová).

Odvaly jam č. 3, 24 a 25 byly předány cizím organizacím. Odval jámy č. 9 byl osázen lesní výsadbou s využitím čistírenských kalů v roce 1994. Zbylé odvaly budou sanovány postupně.



Obr. 24: Pohled z odvalu jámy č. 6 na odval jámy č. 5, který je porostlý lesní výsadbou (Autor: N. Faustusová).

V areálu úpravny 1. máje byla část objektů prodána a využita k výrobě kameniva z odvalů. Kontaminované materiály z likvidačních prací byly uloženy do odkaliště č. 1. Odkaliště č. 2 bylo technicky rekultivováno a připraveno na biologickou rekultivaci (Kafka, 2003).

Dne 9. května 2017 proběhla v Příbrami schůze kvůli likvidaci odvalů na Příbramsku. Schůze byla shromážděna kvůli nové koncepci likvidace odvalů, a to na základě požadavků dotčených obcí, které nesouhlasily s předchozími záměry soukromých společností na odtěžení příbramských odvalů v předchozích letech. Při přípravách nové koncepce likvidace byla zpracována dokumentace všech odvalů na Příbramsku. Na dokumentaci se podílely různé společnosti, výzkumná pracoviště a katedry vysokých škol, např. katedra fyziky atmosféry Matematicko-fyzikální fakulty Univerzity Karlovy, Vysoká škola báňská v Ostravě aj. (Anonym, 2017).

Na základě vyhodnocení byly navrženy 4 varianty, se kterými byli seznámeni všichni přítomní. Z jednání, které následně probíhalo, byla převážná podpora pro variantu č. IV. Další schůze konaná na toto téma kladla důraz na podrobnější informace ohledně varianty č. IV. Po konečném odsouhlasení vybrané varianty proběhne zpracování projektové dokumentace, a pokud bude dostatek finančních prostředků, lze očekávat zahájení prací za 3 - 4 roky (Anonym, 2017).

8.1. Varianty na likvidaci odvalů

- I. Postupné odtěžování odvalů v závislosti na regionální poptávce.
- II. Sanace a rekultivace odvalů na místě.
- III. Částečné odtěžení odvalů a navazující sanace a rekultivace na místě.
- IV. Převoz odvalů na jiné místo k budoucímu přepracování na stavební kamenivo.

Varianty č. I. a III. jsou velmi náročné na dobu likvidace, cca 150-300 let. Varianta č. II. je nevhodná s tím, že sanované odvaly na místě představují trvalou zátěž pro územní rozvoj. Jako nejvýhodnější variantou se z environmentálního hlediska jeví varianta č. IV.

Varianta č. I.: celkový objem odvalů činí 25 mil. m³, tedy 40 mil. t materiálu. Odtěžení materiálu na základě regionální poptávky je cca 300 let. Výhodou této varianty je, že při úplném odtěžení odvalů a důkladné sanaci a rekultivaci bude zátěž zcela odstraněna. Území by tedy mohly dotčené obce využívat bez limitu. Nevýhoda této varianty ovšem spočívá v délce trvání.

Varianta č. II.: postupná sanace a rekultivace na místě odvalů by mohla proběhnou cca do 20 let. Je ovšem potřeba velké množství sanačních a rekultivačních materiálů, cca 1.mil m³, jejichž nedostatek může trvání této varianty prodloužit. Po rekultivaci by měl sklon svahu odvalů mít max 18°, v současné době mají cca 38°. Pokud by se tento postup aplikoval, tvořený pravidelný kužel by zabral méně plochy, ale plocha zabraných pozemků by se minimálně zdvojnásobila. U této varianty nelze úplně vyloučit budoucí narušení izolační vrstvy, tím by opět nastala kontaminace okolního prostředí.

Varianta č. III. je oproti první variantě časově kratší, cca 75-125 let. Při částečném odtěžení může proběhnout rekultivace zbylého odvalu s nižším záborem pozemků, než je tomu u varianty II. Na území by musela být trvalá stavební uzávěra, aby nedošlo k porušení izolační vrstvy. I tak nelze zcela vyloučit narušení izolační vrstvy a následné výrony radonu.

Varianta č. IV: časově nejkratší možnost v délce trvání cca 10-25 let, kdy kamenivo z 11 odvalů bude přepraveno visutým pásovým dopravníkem na centrální odval. Tam proběhne třídění uranových a ostatních rud a uloženo bude pouze čisté kamenivo, které bude využíváno v rámci regionální poptávky. Uranová ruda bude převážena do Chemické úpravný Dolní Rožínka k dalšímu zpracování. Uvolněné plochy z odtěžených odvalů budou moci dotčené obce využívat bez omezení.

Na základě souhlasu většiny dotčených obcí na zasedání v roce 2017 byla vybrána varianta č. IV. Materiál z odvalů se bude převážet v rámci 8hodinové pracovní doby, 5 dní v týdnu, s přepravní kapacitou do 1 200 t/hod. Pokud by se přistoupilo na třísměnný provoz, došlo by ke značnému zkrácení odtěžení odvalů. Převoz materiálu bude prováděn od nejvzdálenějšího odvalu. U odvalů ze střední a jižní části ložiska bude přesun trvat 15 let. Pokud by byl akceptován třísměnný provoz, doba přesunu by se zkrátila na 6 let. U odvalů ze severní části ložiska by se mohla doba zkrátit z 6 let na 2 roky. Visutá pásová doprava je navržena tak, aby působila co nejmenší narušení nejen životního prostředí, ale i běžného života dotčených obyvatel. Jako protihlukové opatření je zakrytí nejhluchnější části a stále probíhající monitoring hluku. Veřejnost bude v minimálním styku s dopravou. Aby se eliminoval prach z přepravovaného materiálu, bude docházet ke zkrápění v teplých měsících, linka bude vybavena mlžením. Proces třídění kameniva na lince bude probíhat také v mokré formě. Dopravní pásma budou zakryta a většina technologie bude v halách. V rámci odtěžení bude minimálně využita automobilová nákladní doprava, která bude vedena mimo obce.

Jako ideální místo na umístění centrálního skladu se jeví areál bývalé chemické úpravny 1. Máj, který je ve vlastnictví ECOINVEST Příbram s.r.o. Jsou dvě možnosti, jak centrální odval umístit (Tab.1). První možnost je se středním záborem pozemků - odval by byl ve sklonu 18° a umožňoval dočasnou rekultivaci v ploše celého odvalu. V tomto případě by došlo k zabrání pozemků ve vlastnictví státu, obcí a firmy ECOINVEST Příbram s.r.o. (Obr. 25). Druhá možnost je s minimálním záběrem pozemků (Obr. 26). Zabrány by byly pozemky ve vlastnictví firmy ECOINVEST Příbram s.r.o. a pozemky ve správě s.p. DIAMO.

Tab. 1: Porovnání variant – zábor pozemků.

	Střední zábor pozemků	Minimální zábor pozemků
Plocha	68 ha	36 ha
Objem	29 mil.tun	29 mil.tun
Sklon svahu	18°	30°
Výška koruny	615 m n.m.	650 m n.m.



Obr. 25: Střední zábor pozemků (DIAMO, 2017).

Nakládání na odvalech bude probíhat v lávkách na koruně či z paty odvalu. Bude docházet k primárnímu třídění. Doprava z koruny odvalu bude pomocí pásové dopravy. Následně bude docházet ke třídění drobných frakcí a přesypu materiálu na visutou pásovou dopravu.

Na centrálním skladě bude docházet k vytřídění polymetalických a uranových rud a čisté kamenivo bude přesunuto na centrální odval (DIAMO, 2017).

Při odtěžování materiálu z odvalů může docházet k negativním vlivům na životní prostředí a zdraví obyvatel. Bude zatížena silniční síť mezi místem těžby, zpracováním a odvozem stavebního kameniva. Zvýší se též hlučnost, prašnost v okolí odvalů a úpraven. Budou zvýšené doprovodné náklady související se separací a monitoringem (DIAMO, nedatováno).



Obr. 26: Minimální zábor pozemků (DIAMO, 2017).

Odtěžení a zpracování kameniva z odvalů má i řadu pozitiv, např.: využití čistého kameniva ve stavebnictví, omezení vytváření nových lomů kvůli stavebnímu materiálu, separace zbytkového přírodního uranu, uvolnění pozemků zabraných odvaly a hlavně pokus o navrácení původního krajinného rázu a využití sanovaných pozemků (DIAMO, nedatováno) (Obr. 27).

Po odtransportování haldy bude prostor, kde předtím stála, vybagrován do hloubky minimálně 1 m a otestován jak na zbytkovou aktivitu, tak na přítomnost ostatních prvků. Jestliže plocha bude splňovat limity, bude základna pokryta drenážní vrstvou kameniva, zavezena jílovitým materiálem, překryta podornicí a následně orníci. O konečném využití plochy si vždy rozhoduje daná obec sama (Leo Kallista, III 2020, in litt.).



Obr. 27: Simulace krajiny bez odvalů (DIAMO, 2017).

8.2. SWOT analýza a analýza rizik

V tab. 2 jsem zpracovala SWOT analýzu pro variantu č. IV, která byla vybrána jako nejvhodnější varianta k odtěžení odvalů na Příbramsku (Tab. 2).

Následně jsem popsala analýzu rizik (AR) areálu jámy č. 11A, na které začala v roce 2012 pracovat společnost GEOTest, a. s., Brno.

Tab. 2: SWOT analýza pro variantu č. IV.

SWOT analýza		
Pomocné (k dosažení cíle) Škodlivé (k dosažení cíle)		
Silné stránky Slabé stránky		
Vnitřní prostředí	Pozemky po odtěžení a rekultivaci budou moci obce využít ke svým účelům	Náklady na separaci a monitoring
	Odtěžení bude do 21 let	Nutnost souhlasu obcí v okolí centrálního odvalu a souhlas obcí v okolí pásového dopravníku
	Při odtěžení bude kamenivo vyčištěno od zbytkového uranu a jiných látek	Hluk, prašnost a uvolňování toxických látek při odtěžování a přepravě
	Doprava pásovými dopravníky	Práce s radioaktivním materiálem
	Pracovní příležitosti v regionu	Náklady na výstavbu pásových dopravníků Zatížení dopravní sítě v místě těžby a zpracováním
Příležitosti Hrozby		
Vnější prostředí	Možnost vývoje nových technologií k separaci nerostných surovin	Lokální povodně, vítr
	Použití čistého kameniva ve stavebnictví, nebudou se muset tvořit nové lomy kvůli stavebnímu materiálu	Politické neshody o využití nerostných surovin
	Při změnách proudění vzduchu nebudou do ovzduší uvolňovány reaktivní látky	

Ze SWOT analýzy můžeme říci, že nejsilnější stránkou této varianty je odtěžení a separace kameniva, využitelnost čistého kameniva ve stavebnictví a příležitost pro nová pracovní místa. Výhodou je též odstranění ekologické zátěže a předání rekultivovaných pozemků do vlastnictví obcí. Mezi nevýhody této varianty řadíme potřebné souhlasy obcí, přes které bude procházet pásový dopravník, náklady na výstavbu dopravního pásovníku a náklady na následnou separaci kameniva a monitoring životního prostředí. Mezi hrozby patří i práce s reaktivním materiálem, hluk, prašnost a zvýšené zatížení dopravní sítě v místech těžby a zpracování.

V roce 2012 začala společnost GEOTest, a. s. Brno, pracovat na analýze rizik areálu jámy č. 11A Bytíz. V rámci tohoto projektu byl proveden průzkum znečištění kontaminovaného prostředí. Rozloha areálu jámy č. 11A je 410 213 m², všechny dotčené budovy areálu jsou majetkem státního podniku DIAMO.

Po skončení těžby v 90. letech 20. století byl důl zlikvidován a podzemí zatopeno. Některé objekty byly využity k novým účelům, některé byly určeny k likvidaci. Areál je zatížen kontaminací radioaktivitou, především objekty, kde bylo manipulováno s vytěženou rudou či kde byla ukládána. Strojovny nebo dílny mohly být kontaminovány i jinými látkami (ropnými, chlorovanými uhlovodíky či těžkými kovy).

V celém areálu jámy č. 11A se předpokládá kontaminace radioaktivitou, ropnými látkami, polychlorovanými bifenoly, chlorovanými uhlovodíky a těžkými kovy. Analýza rizik byla provedena ve třech krocích: hodnocení, doporučení a návrh vhodných opatření (Hešnaur, 2012).

Předmětem projektu analýzy rizik je areál jámy č. 11A Bytíz a dva přilehlé odvaly. Kolem areálu se nachází více odvalů, ale ty jsou již předmětem jiného projektu.

Stavební konstrukce a podlahové betony těžní věže a míst, kde docházelo k manipulaci s vytěženou horninou, jsou radiačně kontaminovány. Neradiační kontaminace (uhlovodíky, polychlorované bifenoly aj.) byla nalezena u většiny objektů. Kontaminovány byly hlavně betonové podlahy.

Radiační kontaminace odvalů zbytkovým obsahem uranového zrudnění tvoří až 1 % z celkového množství hlušiny. Vzorky odebrané na severním odvalu výrazně překračovaly limity přirozeného pozadí pro alfa aktivitu, na jižním odvalu tyto hodnoty přesahovalo 8 z 11 vzorků. Přirozené pozadí bylo překročeno i u radia - severní odval 7x, jižní 6x. Sledování radiační zátěže v obcích kolem areálu bylo prováděno v rámci Programu monitorování o. z. SUL s výsledkem, že roční dávka nepřesahuje obecný limit 1 mSv/rok stanovený ve vyhlášce SÚJB 4. 307/2002 Sb. K expozici osob může docházet ve věznicí Bytíz, ta ale nebyla předmětem analýzy rizik (Hešnaur, 2013).

V obci Dubenec byla nalezena ve 3 domovních studnách, situovaných v nivě Bytízského potoka, kontaminovaná voda. Překročení hodnot bylo zjištěno i v pitné vodě a vodě závlahové. Obyvatelé jsou o této skutečnosti informováni. Povrchové vody jsou kontaminovány především splachy a výluhy z odvalů nejen areálu Bytíz (Hešnaur, 2014).

Vzorky z toků v ovlivněném území vykazovaly vysoké hodnoty aktivity alfa nad hodnotou přirozeného pozadí, většina obsahovala i vysoké koncentrace radia. Vyšetřovací úroveň pro uran překročila Kocába před vtokem do Červeného rybníka. Zdrojem kontaminace Kocáby není hodnocené území. Obsahy kovů ve většině vzorků přesahovaly stanovené limity.

Pro ovzduší jsou hlavními zdroji znečištění odvaly, ty jsou zdrojem emisí tuhých látek s obsahem radionuklidů a stopových kovů. Studie prokázala, že největší nárůst znečištění vyvolaný větrnou erozí působí v okolí hald, mimo obydlenu oblast.

Závěr této analýzy rizik je takový, že v hodnoceném areálu není identifikováno žádné zdravotní ani ekologické riziko, pro vytyčenou lokalitu nejsou navrhována ani žádná přímá opatření (Hešnaur, 2014).

9. Vlastní návrh rekultivace

Při rekultivaci a sanaci odvalů bych zohlednila i místo, kde se nachází. Zda jde o obydlenu oblast, či místo uprostřed polí a luk. Odvaly se sklonem svahu cca 18°, které se nachází v blízkosti obcí, bych rekultivovala a sanovala na místě. V první fázi by se udělal podrobný přehled o tom, jaké zbytkové látky se v hlušině nachází a jaký by mělo dopad hýbání s kamenivem na okolí, jak z pohledu ekologie, tak z pohledu lidského zdraví. Následně by se navrhl plán, jak z kameniva vyseparovat zbytkový uran. Zrekultivovaný a sanovaný odval by mohl být upraven a využit jako rekreační místo, park či jiné volnočasové místo. Příkladem by mohla být třeba crossová dráha pro motorky a čtyřkolky. V okolí Příbrami takové místo chybí, proto věřím, že by ji lidé využívali. Separovaný zbytkový uran z kameniva by se mohl dále využít. U odvalů, které mají větší sklon svahu, by proběhlo částečné odtěžení a následně rekultivace a sanace.

U odvalů mimo obydlenu oblast bych postupovala podobně. Menší odvaly bych se snažila zakomponovat do krajiny. Podrobný monitoring by zajistil dostatek informací o složení odvalu a vlivu na okolí. Pokud by to výsledky dovolily, odvaly bych nechala zarůst náletovými rostlinami, případně by se vysázely nové dřeviny. U větších odvalů by bylo možné postupné odtěžování a separace kameniva. V neobydlené oblasti by bylo menší riziko narušení běžného chodu obcí, nezatežovala by se doprava v obci aj. Čisté kamenivo by sloužilo ke stavebním pracím nejen v regionu. Výhodou by bylo částečné vrácení vynaložených nákladů a zamezení jiného narušování životního prostředí kvůli získávání stavebního materiálu jinde.

Při volbě jakékoliv strategie postupu je potřeba stále myslet na ekologii a

bezpečnost obyvatel.

10. Diskuze

Z informací obsažených v bakalářské práci získaných z jiných literárních pramenů a zdrojů zabývajících se hornickou činností můžeme vidět, jaký měla těžba uranu významný vliv na rozšíření města Příbrami. Přinesla s sebou ale i rizika, která se postupem času začala intenzivněji řešit. Zátěž, která zůstala po těžbě, a to odvaly hlušiny, jsou přítěží pro obce, které se nacházejí v okolí, a také pro životní prostředí. Společnost DIAMO s.p. navrhla 4 možnosti, jak se zátěže zbavit. Na variantu, která byla vybrána a kde jde o převoz odvalů na jiné místo k budoucímu přepracování na stavební kamenivo, jsem vypracovala SWOT analýzu ke znázornění přínosů této varianty. Mezi hlavní výhody patří separace zbytkového uranu a uložení již čistého kameniva, které bude možné využít ve stavebnictví. Přináší to i nová pracovní místa do okresu. Výnosy z prodeje kameniva pokryjí částečně náklady, které byly vynaloženy. Po shromáždění podkladů lze říci, že vybraná varianta na likvidaci odvalů, na které se shodují i obce v okolí, je vhodná možnost, jak alespoň zčásti navrátit krajině její původní podobu a zbavit ji negativní zátěže, které momentálně haldy představují.

Při pořizování fotografií v okolí hald mě překvapilo, jak velkou plochu haldy zaujímají. Nejvíce patrné je to v místech, kde již proběhlo odtěžení, jako například halda č. 16 nebo to, jak si příroda poradila se zakomponováním menších hald do krajiny. Tato práce mi dala podrobnější pohled na činnosti, které zde v minulosti probíhaly. Získala jsem informace nejen o historii, těžbě, ale i o bývalém táboru Vojna. Podle mého názoru měla těžba uranové rudy největší dopad na lidi pracující v dolech, ať už dobrovolně nebo jako vězňové pracovního tábora.

11. Závěr

Už v roce 1579 byla Příbram povýšena na svobodné královské horní město. Hornická činnost měla významné místo v historii města. V druhé polovině 20. století těžba uranu ovlivnila rozvoj města. Když v roce 1947 do Příbrami dorazila revizní

průzkumná jednotka, začalo období, které mělo své pozitivní, ale i negativní stránky. Díky rychle se rozvíjejícímu uranovému průmyslu přicházeli noví obyvatelé, město se rozrůstalo a životní úroveň stoupala. Veškeré dodávky uranu byly dodávány do SSSR, který měl s Československem smlouvu. SSSR usiloval o veškerý uran kvůli výrobě atomové zbraně, tato poptávka opadla až po roce 1960. Jednotlivá Příbramská ložiska byla ražena v období 1948-1967, těžba ale probíhala až do roku 1991. Na jedné straně toto období přineslo rozkvět města a vysokou životní úroveň. Na straně druhé to byla doba, kdy negativní dopad těžby, bezpečnost práce a zdraví lidí byly v pozadí. Vznikaly pracovní tábory pro politické vězně a jiné nepohodlné osoby. Tím, jaký měl vliv uranový průmysl na životní prostředí a zdraví obyvatel, se zabýváme až v posledních letech. Po těžbě zůstaly odvaly hlusiny, odkaliště a jámy, které je potřeba vhodnou rekultivací a sanací začlenit do krajiny. Tyto negativní dopady těžby mají vliv nejen na životní prostředí, ale i na lidské zdraví. Společnost DIAMO s. p. navrhla 4 varianty na rekultivaci a sanaci odvalů. Již před vznikem této bakalářské práce byla vybrána nejvhodnější varianta, pro kterou jsem vypracovala v kapitole 8.2. SWOT analýzu pro přehled, co bude přínosem, ale i jaké jsou negativní stránky této varianty. Následně byl předložen vlastní návrh rekultivace. Tato práce byla vypracována za účelem získání podrobnějších informací ohledně těžby uranových rud a možností rekultivace zasaženého území, včetně vlivu na životní prostředí a zdraví obyvatel.

12. Seznam literatury a použitých zdrojů

Odborné publikace:

Abdelouas A., 2006: Uranium Mill Tailings: Geochemistry, Mineralogy, and Environmental Impact. *Elements*, 335-341.

Anonym, 2017: Veřejné projednání nové koncepce likvidace odvalů na Příbramsku. In: Úradníková G.: *Občasník DIAMO*. Vydává s.p. DIAMO, Stráž pod Ralskem, 1-2.

Bambas J., 1990: Březohorský rudní revír. *Hornická Příbram ve vědě a technice*, Příbram.

Bártík F., 2008: Tábor Vojna ve světle vzpomínek bývalých vězňů. Vyšehrad, Praha.

Bednařík P., 2019: Báňská záchranná služba Československého uranového průmyslu. In: Lišaník M.: *Občasník DIAMO*. Vydává s.p. DIAMO, Stráž pod Ralskem, 5-6.

Campbell K.M., Gallegos T.J., Landa E.R., 2015: Biogeochemical aspects of uranium mineralization, mining, milling, and remediation. *Applied Geochemistry* 57. 206-235.

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.

DIAMO, státní podnik 2019: 70 let od zahájení těžby uranu na Příbramsku. Vydalo DIAMO státní podnik o.z. SUL, Příbram.

DIAMO, státní podnik 2016: 70 let od zahájení těžby uranu na Příbramsku. Vydalo DIAMO s.p., Příbram.

DIAMO, 2017: Nová koncepce likvidace odvalů po těžbě uranu na Příbramsku. DIAMO, Most, 38.

DIAMO, nedatováno: Problematika využití surovin z odvalů po těžbě uranové rudy. SUL DIAMO, Příbram, 21.

Dvořák O., Holečková M., 2007: Litavka řeka skrytých pokladů. Nakladatelství MH, Beroun.

Foster S. M., 1998: Mining and Enviromental Management. Golder Associates, Ltd. Vancouver.

Fryš J., 2018: Hornická Příbram v proměnách času. Starý most s.r.o.,Plzeň.

Hernandez-Santin L., Erskine D.P., Bartolo E.R., 2019: A review of revegetation at mine sites in the Alligator Rivers Region, Northern Territory, and the development of a state and transition model for ecological restoration at Ranger uranium mine. Journal of Cleaner Production 246.

Hešnaur L., 2012: Analýza rizik po hlubinné těžbě uranu – Bytíz. In: Hejnic O.: Občasník DIAMO. Vydává s.p. DIAMO, Stráž pod Ralskem, 4.

Hešnaur L., 2013: Dokončena a schválena analýza rizik po hlubinné těžbě uranu – Bytíz I. část. In: Hylská M.: Občasník DIAMO. Vydává s.p. DIAMO, Stráž pod Ralskem, 1-2.

Hešnaur L., 2014: Dokončena a schválena analýza rizik po hlubinné těžbě uranu – Bytíz II. část. In: Hylská M.: Občasník DIAMO. Vydává s.p. DIAMO, Stráž pod Ralskem, 2,4.

Hešnaur L., 2014: Dokončena a schválena analýza rizik po hlubinné těžbě uranu – Bytíz III. část. In: Hylská M.: Občasník DIAMO. Vydává s.p. DIAMO, Stráž pod Ralskem, 2-3.

IAEA, 2018: Geological classification of uranium deposits and description of selected examples. International Atomic Energy Agency, Vienna.

Kafka, 2003: Rudné a uranové hornictví. Anagram s.r.o., Ostrava.

Kalač P., Tříška J., Kolář L. Jírovcová E., 2010: Chemie životního prostředí. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, České Budějovice.

Kloz M., 1997: Nerostné suroviny a horninové prostředí. In: Moldan B.: Ekonomické aspekty ochrany životního prostředí: situace v České republice. Praha Karolínium, Praha, 116-123.

Kříbek B., Zeman J., 2002: Uranium Deposits: From their genesis to their environmental aspects. Czech Geological Survey, Praha.

Kučera R., 2019: Příbramské uranové ložisko. In: Lišaník M.: Občasník DIAMO. Vydává s.p. DIAMO, Stráž pod Ralskem, 3-5.

Melo D., Burkart W., 2011: Uranium: Environmental Pollution and Health Effects. Encyclopedia of Environmental Health (Second Edition), 252-258.

Loučka T., 2014: Chemie životního prostředí. Univerzita J. E. Purkyně v Ústí n. Labem, Fakulta životního prostředí, Ústí nad Labem.

MUDr. Šuta M., 2015: Dopady těžby a zpracování uranu na lidské zdraví, Calla, České Budějovice.

Neužil M., 1998: Vliv těžby uranové rudy na životní prostředí. In: EIA. Posuzování vlivů na životní prostředí. 10-13.

Plicka I., Dejmal I., 2001: Územní plán Příbram, Městský úřad Příbram, Příbram.

Ricks, G., 1995: Closure considerations in environmental impact statements. Minerals Industry International 1022, 5-10.

Smolová V. a kol., 2016: Příbram. Nakladatelství Lidové noviny, Praha.

Staněk V., 1995: Závěrečná zpráva ložiska Příbram, DIAMO, s.p., o.z. Správa uranových ložisek Příbram, Stráž pod Ralskem.

Škvor K., 1995: Závěrečná zpráva ložiska Příbram, DIAMO, s.p., o.z. Správa uranových ložisek Příbram, Stráž pod Ralskem.

Škvor K, Staněk V., 2012: Historie – 50. výročí tragického propadu při vypouštění základek na žíle Bt 4 na příbramském uran – polymetalickém ložisku. In: Hejnic O.: Občasník DIAMO. Vydává s.p. DIAMO, Stráž pod Ralskem, 8.

Valenta V., 1997: Po stopách uranového hornictví na Příbramsku. In: Podbrdsko, svazek IV. Okresní úřad Příbram pro Státní okresní archiv v Příbrami, Příbram, 141-170.

Valenta V., 2000: Organizační struktura uranového průmyslu v Příbrami. In: Podbrdsko, svazek VII. Okresní úřad Příbram pro Státní okresní archiv v Příbrami, Příbram, 162-225.

Velfl J., 1998: Příbram v průběhu staletí. Městský úřad Příbram, Příbram.

Velfl J., 2010: Zmizelé Čechy. Příbram. Paseka, Praha - Litomyšl.

Internetové zdroje:

ČSÚ, Český statistický úřad, 2019: Databáze demografických údajů za obce ČR (online) [cit 2019.12.20.], dostupné z <https://www.czso.cz/csu/czso/databaze-demograficky-udaju-za-vybrana-mesta-cr> .

ČSÚ, Český statistický úřad, 2020: Charakteristika okresu Příbram (online) [cit 2020.02.04.], dostupné z https://www.czso.cz/csu/xs/charakteristika_okresu_pribram

Hodrmant J., 2011: Jsou odvaly uranových šachet ekologickou zátěží? (online) [cit 2020.03.10.], dostupné z <http://www.pribramsko.eu/detail03.php?ID=3262> .

Zdař bůh© 2008–2019, Historie bývalých Uranových dolů Příbram (I. část) (online) [cit 2019.12.20.], dostupné z <http://www.zdarbuh.cz/reviry/ud-pribram/historie-byvalych-uranovych-dolu-pribram/> .

13. Seznam obrázků, tabulek

Obr. 1: Počet obyvatel v Příbrami v letech 2012-2018 (ČSÚ, 2019).

- Obr. 2: Podíl těžebních oblastí (DIAMO, 2016).
- Obr. 3: Přehled jam na Příbramsku (DIAMO, 2016).
- Obr. 4: Plán tábora Vojna (Hornické muzeum Příbram, 2011-2020: Památník Vojna Lešetice – Z historie vězeňského zařízení Vojna (online) [cit 2020.3.12.], dostupné z <https://www.muzeum-pribram.cz/cz/pamatnik-vojna-lesetice/z-historie/>
- Obr. 5: Nápis, Prací ke svobodě, nad branou připomíná německé koncentrační tábory (Autor: N. Faustusová).
- Obr. 6: Tábor Vojna – věž (Autor: N. Faustusová).
- Obr. 7: Tábor Vojna - bunkr (Fryš, 2018).
- Obr. 8: Mapa odvalů (DIAMO, 2016).
- Obr. 9: Mapa odvalů 2 (DIAMO, 2016).
- Obr. 10: Odval jámy č. 3 Kamenná (Autor: N. Faustusová).
- Obr.11: Odval jámy č. 6 (Autor: N. Faustusová).
- Obr.12: Pohled z odvalu jámy č.6 na odval jámy č.15 a za ní odval jámy č. 4 (Autor: N. Faustusová).
- Obr. 13: Pohled z odvalu jámy č. 6 na odval jámy č. 9 (Autor: N. Faustusová).
- Obr. 14: Pohled z odvalu jámy č. 6 na město Příbram (Autor: N. Faustusová).
- Obr. 15: Pohled na odvaly jámy č. 11 (Autor: N. Faustusová).
- Obr. 16: Pohled na odvaly jámy č. 15 (Autor: N. Faustusová).
- Obr. 17: Areál jámy č. 16 (Autor: N. Faustusová).
- Obr. 18: Areál jámy č. 16 (Autor: N. Faustusová).
- Obr. 19: Odval jámy č. 19 (Autor: N. Faustusová).
- Obr. 20: Flora v okolí hald (Fryš, 2018).
- Obr. 21: Flora v okolí hald 2 (Fryš, 2018).
- Obr. 22: Rostliny na haldě č. 6 (Autor: N. Faustusová).
- Obr. 23: Detail odvalu jámy č. 6 (Autor: N. Faustusová).
- Obr. 24: Pohled z odvalu jámy č. 6 na odval jámy č. 5, který je porostlý lesní výsadbou (Autor: N. Faustusová).
- Obr. 25: Střední zábor pozemků (DIAMO,2017).
- Obr. 26: Minimální zábor pozemků (DIAMO, 2017).
- Obr. 27: Krajina bez odvalů (DIAMO, 2017).
- Tab. 1: Porovnání variant – zábor pozemků.
- Tab. 2: SWOT analýza pro variantu č. IV.