

**SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA
V NITRE
FAKULTA EURÓPSKÝCH ŠTÚDIÍ A REGIONÁLNEHO
ROZVOJA**

VPLYV BANSKEJ ČINNOSTI NA ŽIVOTNÉ PROSTREDIE

Bakalárska práca

Študijný program:	Environmentálne manažérstvo
Študijný odbor:	1615700 Environmentálny manažment
Školiace pracovisko:	Katedra ekológie
Školiteľ:	Mgr. Marián Kotrla, PhD.

Nitra, 2011

Lukáš Husár

Čestné vyhlásenie

Podpísaný Lukáš Husár vyhlasujem, že som záverečnú prácu na tému „Vplyv banskej činnosti na životné prostredie“ vypracoval samostatne s použitím uvedenej literatúry.

Som si vedomý zákonných dôsledkov v prípade, ak uvedené údaje nie sú pravdivé.

V Nitre

.....
Lukáš Husár

Pod'akovanie

Touto cestou vyslovujem pod'akovanie pánovi Mgr. Mariánovi Kotrlovi, PhD. za pomoc, odborné vedenie, cenné rady a pripomienky pri vypracovaní mojej bakalárskej práce.

V Nitre

.....
Lukáš Husár

Abstrakt

Bakalárska práca poukazuje na vplyv banskej činnosti na životné prostredie na území Příbramska. Cieľom práce bolo zhodnotiť, ako vplýva ťažba uránu na jednotlivé zložky životného prostredia na tomto území. Parciálnym cieľom bola analýza tohto územia a poukázanie na odstraňovanie následkov, ktoré ťažba spôsobila. Po zhromaždení a roztriedení materiálov a informácií sme použili metódu analýzy, syntézy a štatistické metódy na spracovanie tabuliek a grafov. Výsledky práce sú zamerané na vplyv banskej činnosti konkrétne na území Příbramska. Zhodnotili sme, že ťažba vplýva na morfológiu povrchu prepadmi a haldami, znečisťuje ovzdušie, kontaminuje pôdu aj vodné toky. Ťažba uránu predstavuje radiačnú záťaž pre životné prostredie na Příbramsku. Popísali a zhodnotili sme aj následné rekultivačné práce a odstraňovanie následkov tejto ťažby.

Kľúčové slová: banská činnosť, Příbram, ťažba uránu, vplyv ťažby uránu.

Abstract

Bachelor thesis highlights the impact of mining on the environment in the territory of Příbram. The goal of my work was to decide the way how the mining of uranium is effecting the environment o this area. Partial aim was to analyze this area and highlight the elimination of the consequences that mining has caused. After collecting and sorting materials and information we used the method of analysis, synthesis, and statistical methods for processing tables and graphs. This work is focused on the impact of mining activities in specific areas Příbram. We reviewed the mining affects on morphology and heap overflow, polluting, contaminating of soil and water. Uranium mining is a radiation burden the environment in Příbram. We describe and evaluate the rehabilitation work and the subsequent paragraph.

Key words: mining activity, Příbram, uranium mining, impact of uranium mining.

Zoznam skratiek a značiek

Ag	– striebro
a i.	– a iné
As	– arzén
a. s.	– akciová spoločnosť
Ba	– bárium
Bq	– becquerel
C	– uhlík
cca	– cirka
Cd	– kadmium
Ce	– cér
Cr	– chróm
Cs	– cézium
Cu	– meď
ČR	– Česká republika
ČSFR	– Československá federatívna republika
Fe	– železo
ha	– hektár
In	– indium
km	– kilometer
$l.s^{-1}$	– liter za sekundu
La	– lantán
m	– meter
mg	– miligram
mil.	– milión
napr.	– napríklad
Nd	– neodým
Ni	– nikel
NPZ	– neobnoviteľné prírodné zdroje
OPZ	– obnoviteľné prírodné zdroje
P	– fosfor
Pb	– olovo

pod. – podobne
ppm – parts per milion
Pr – prazeodým
²²⁶Ra – rádium
Rb – rubídium
Sb – antimón
Sc – skandium
Se – selén
SO₂ – oxid siričitý
ŠÚ – štatistický úrad
t – tona
t.j. – to jest
Tl – tálium
Y – ytrium
Zn – zinok
ZSSR – zväz sovietskych socialistických republík
Z. z. – Zbierka zákonov
žp – životné prostredie

Obsah

Úvod.....	10
1 Prehľad o súčasnom stave riešenej problematiky.....	11
1.1 Životné prostredie.....	11
1.1.1 Rozdelenie životného prostredia.....	12
1.2 Prírodné zdroje.....	13
1.2.1 Rozdelenie prírodných zdrojov.....	13
1.3 Nerastné suroviny.....	15
1.3.1 Rozdelenie nerastných surovín.....	16
1.4 Vplyv ťažby nerastných surovín na životné prostredie.....	17
1.4.1 Vplyv ťažby na horninové prostredie.....	29
1.4.2 Vplyv ťažby na pôdu.....	20
1.4.3 Vplyv ťažby na ekosystémy, faunu a flóru.....	20
1.4.4 Vplyv ťažby na povrchové a podzemné vody.....	20
1.4.5 Vplyv ťažby na ovzdušie a klímu.....	21
2 Cieľ práce.....	22
3 Metodika práce.....	23
3.1. Lokalizácia územia.....	23
3.1.1 Fyzicko – geografická analýza územia.....	23
3.2 Spôsob získavania údajov a metodické postupy.....	25
4 Výsledky práce a diskusia.....	26
4.1 História ťažby uránu na Příbramsku.....	26
4.1.1 Geologický prieskum a začiatok ťažby.....	26
4.1.2 Ťažba uránu začiatkom druhej polovice 20. storočia.....	27
4.1.3 Příbramské ložisko uránu.....	27
4.2 Analýza dopadov ťažby uránu na životné prostredie Příbramska.....	29
4.2.1 Vplyv ťažby na pôdu.....	29
4.2.1.1 Erózia ako dôsledok ťažby.....	30
4.2.1.2 Kontaminácia pôdy.....	31
4.2.2 Vplyv ťažby na ovzdušie.....	32
4.2.2.1 Zdroje emisií.....	33
4.2.3 Vplyv ťažby na vodné toky.....	34
4.2.3.1 Rádionuklidy vo vodných tokoch.....	35

4.2.3.2 Monitorovanie vodných tokov.....	35
4.2.4 Radiačná záťaž životného prostredia na Příbramsku.....	36
4.3 Odstraňovanie následkov ťažby.....	36
4.3.1 Spôsob likvidácie Příbramského ložiska.....	37
4.3.2 Sanácia banských diel.....	38
4.3.3 Sanácia odkalísk.....	38
4.3.4 Rekultivácia odvalov.....	39
4.3.5 Banské vody.....	40
4.3.6 Zatopenie uránového ložiska.....	41
5 Diskusia.....	42
6 Záver.....	44
Zoznam použitej literatúry.....	46
Prílohy.....	49

Úvod

Rozvoj ľudskej spoločnosti úzko súvisí s využívaním nerastných surovín, ktoré zabezpečujú rozvoj jednotlivých priemyslových odvetví. Potreba vyhľadávať, otvárať a dobývať ložiská nerastných surovín bola impulzom pre vznik baníctva. Hlavnou náplňou tohto priemyslového odvetvia je exploatacia ložísk nerastných surovín a ich úprava, avšak nemenej dôležitou súčasťou banskej činnosti je aj následné odstraňovanie negatívnych účinkov banskej činnosti na životné prostredie. Z historického vývoja baníctva v regiónoch s intenzívnou ťažbou a spracovaním nerastných surovín vyplýva, že banská činnosť má aj pozitívny vplyv na rozvoj miestnych remesiel, stavebníctva, dopravy a služieb. Takisto poskytuje pracovné príležitosti a tým znižuje nezamestnanosť regiónu, ako aj celej krajiny. História mesta Příbram a jeho okolia je neoddeliteľne spájaná s baníctvom, najmä ťažbou uránu. Prosperita mesta bola vždy priamo závislá na rozvoji alebo úpadku banskej činnosti, pretože mesto Příbram nedisponovalo dostatočne silnou priemyslovou základňou, ktorá by bola schopná zamestnať pracovnú silu uvoľnenú z baníckej prevádzky v dobách jej úpadku. Baníctvo je fenomén, ktorý okrem krajiny a stavu životného prostredia významne ovplyvňuje aj sociálnu a ekonomickú sféru spoločnosti. Častejšie sa však prejavuje jeho negatívny aspekt, ktorý spočíva vo výraznom ovplyvnení krajiny a zložiek prírodného prostredia. Je to spôsobené najmä nadmernou exploataciou ložísk nerastných surovín.

Nerastné suroviny patria medzi prírodné zdroje a jedna z definícií prírodných zdrojov znie, že sú zložky prírody, ktoré slúžia ľudstvu na to, aby uspokojovalo svoje potreby. Čiže nerastné suroviny nám poskytujú služby. Avšak táto služba by mala byť obojstranná, my by sme takisto mali slúžiť zdrojom, ktoré nám poskytuje príroda, a to najmä prostredníctvom ich ochrany.

V súčasnosti sa takmer všetko podriaďuje ekonomike, nanešťastie to platí aj o využívaní prírodných zdrojov. Nie vždy je však honba za ekonomickým rastom a prosperitou tá najsprávnejšia voľba. Mali by sme si to uvedomiť, lebo sa môže stať, že za to zaplatíme privysokú cenu. Prírodné zdroje a nerastné suroviny síce slúžia pre potreby ľudstva, ale ich nadmerným využívaním devastujeme prírodu naokolo. Tým pádom môže nastať situácia, že okolitá krajina bude tak zničená a zdevastovaná, že nám nebude môcť poskytovať svoje služby. Pretože aj voda, pôda, ovzdušie sú zdroje prírody, ktoré nám poskytujú svoje služby.

1 Prehľad o súčasnom stave riešenej problematiky

1.1 Životné prostredie

Životné prostredie je miesto, v ktorom sa realizuje pôsobenie všetkých vonkajších aj vnútorných činiteľov v takej miere, ktorá umožňuje živému organizmu toho istého druhu v tomto prostredí žiť, vyvíjať sa a rozmnožovať. Je to teda špecifický priestor s poprepájanými väzbami medzi abiotickými a biotickými zložkami reprezentovanými organizmami, ktoré v ňom žijú. Medzi jednotlivými zložkami celého komplexu živých organizmov a ich dynamickej interakcie s abiotickými zložkami prostredia existuje nepretržite sa vyvíjajúca spojitosť. Vzájomné vzťahy existujú medzi jednotlivcami toho istého druhu, ale aj medzi spoločenstvami reprezentovanými druhovou rôznorodosťou (Stred'anský, 1989).

V roku 1967 na konferencii v Helsinkách organizácia UNESCO prijala definíciu, ktorej pôvodcom bol nórsky biológ Wik. Definícia označuje životné prostredie ako časť sveta (univerza), s ktorou je človek vo vzájomnej interakcii, t.j. ktorú používa, ovplyvňuje a ktorej sa prispôsobuje (Stred'anský, 1989).

Blažej a kol. (1981) definuje životné prostredie ako komplexný mnohozložkový systém vytvorený a určený fyzikálnym, chemickým a biologickým prostredím (biosférou) a sociálnym prostredím (spoločnosťou), v ktorom človek žije a realizuje svoje biologické, materiálne, sociálne a kultúrne potreby.

Ďalšiu definíciu uvádza Čermák (2008), ktorý definuje životné prostredie ako všetko to, čo nás obklopuje a kde žijeme, ako prostredie, ktoré umožňuje základné prejavy a funkcie života živých organizmov. Je to vlastne súbor podmienok, v ktorých prebiehajú všetky biochemické procesy živej hmoty, a preto sa týka nielen človeka, ale aj všetkých organizmov v prírode.

Zákon č. 17/1992 Z.z. o životnom prostredí uvádza: Životné prostredie je všetko, čo vytvára prirodzené podmienky existencie organizmov, včítane človeka a je predpokladom ich ďalšieho vývoja.

Holý a i. (1975) označuje životné prostredie ako historicky sa utvárajúci systém, formovaný ako produkt obojstranných vzťahov spoločnosti a zdrojov prírody a vzťahov vo vnútri spoločnosti.

Hasík (1974) uvádza, že životné prostredie pôsobí v rozličných súvislostiach a dotýka sa potrieb každého obyvateľa a hlavne spoločnosti. Prvoradou úlohou vedy,

techniky a praxe je stále hospodárnejšie využívanie geografického priestoru a životného prostredia, pričom vedecká základňa životného prostredia tkvie na všetkých vedeckých disciplínach. Životné prostredie je problémom spoločenskej praxe. Na jeho tvorbe a ochrane sa podieľa veda, technika a kolektívna práca, ako aj spoločenské chovanie všetkých členov spoločnosti.

1.1.1 Rozdelenie životného prostredia

Demek (1976) rozdeľuje životné prostredie nasledovne:

- Makroprostredie – krajina s jej prírodnými zdrojmi, ovzduším, vodami, pôdnym krytom a vegetáciou.
- Mezoprostredie, ktoré je tvorené mestami a dedinami.
- Mikroprostredie – pracovné, obytné a kultúrne prostredie.

Životné prostredie môžeme rozdeliť na životné prostredie jednotlivca, skupiny a ľudstva (Noskovič, 2010).

ŽP jednotlivca tvorí hmotná realita, s ktorou je jedinec (alebo môže byť) vo vzájomnom kontakte, na ktorú bezprostredne pôsobí a ktorá pôsobí na neho, pričom nezáleží na tom, či si toto pôsobenie jedinec uvedomuje, alebo nie.

ŽP skupiny je spravidla širšie než *ŽP jednotlivca*. Skupiny ľudí môžu mať veľmi rozdielny charakter, rozsah, môžu byť rôzne organizované. Najčastejšie chápeme skupiny ľudí žijúcich v organizovaných vzájomných vzťahoch v určitom priestore (rodina v byte, obyvatelia mesta, štátu a pod.). Daný priestor nadobúda v tomto prípade aj funkciu *ŽP* pre skupiny ako celok.

ŽP ľudstva zahŕňa všetky hmotné podmienky života človeka na zemi. Tým splyva s potenciálnym *ŽP* života na Zemi, t.j. s biosférou. *ŽP ľudstva* zahŕňa aj produkty ľudskej práce.

Gábriš a i. (1998) rozdelil životné prostredie človeka podľa zložiek na:

- prírodné prostredie, ktoré je tvorené prevažne prírodnými zložkami hmotného sveta, i keď je ovplyvňované pôsobením človeka,
- umelé prostredie, ktoré je tvorené predovšetkým aktivitou človeka, i keď obsahuje aj prírodné zložky,
- sociálne prostredie, ktorého podstatu tvoria hlavne vzťahy medzi ľuďmi, ich výchovná, kultúrna a sociálna úroveň.

Podľa činnosti človeka rozdeľuje Stred'anský (1997) ŽP na:

- pracovné prostredie, určené alebo využívané na prácu,
- obytné prostredie, určené alebo využívané na bývanie,
- rekreačné prostredie, určené alebo využívané na rekreáciu vo všetkých jej formách.

1.2 Prírodné zdroje

Pod pojmom prírodný zdroj môžeme chápať prírodné podmienky, objekty a procesy, ktoré sa využívajú v spoločenskej výrobe na uspokojovanie materiálnych, vedeckých a kultúrnych potrieb spoločnosti. Pojem prírodný zdroj odráža bezprostredné spojenie prírody s činnosťou človeka. Najčastejšie sa pod prírodnými zdrojmi rozumie pôda, voda, nerastné suroviny, ovzdušie, klíma, rastlinstvo a živočíšstvo (Vološčuk, 1987).

Noskovič (2010) uvádza, že prírodné zdroje (označované tiež ako zdroje biosféry) možno definovať ako súčasť alebo zložky prírody, ktoré človek využíva na uspokojovanie svojich potrieb, a za hlavné prírodné zdroje označuje:

- slnečná energiu
- ovzdušie
- vodu (povrchovú a podzemnú)
- pôdu
- nerastné bohatstvo
- rastlinstvo
- živočíšstvo

1.2.1 Rozdelenie prírodných zdrojov

Významným hľadiskom pre klasifikáciu prírodných zdrojov je hľadisko reprodukovateľnosti. Podľa tohto hľadiska delíme prírodné zdroje na:

- obnoviteľné, ktoré umožňujú určitú mieru využívania, a nelikviduje sa pritom ich zásoba. K ich reprodukcii pritom môže dochádzať iba pôsobením prírodných procesov, alebo je možné k ich reprodukcii prispievať vynakladaním práce a kapitálu.

- Neobnoviteľné, ktoré majú svoj kvantitatívny limit. Ich reprodukcia je vzhľadom k časovej dimenzii ľudského života takmer nulové. Typickým príkladom sú prírodné zdroje nerastného pôvodu, napr. ložisko hospodársky využiteľného nerastu – zlata, striebra, medi a i. (Soukopová a i., 2009).

Vološčuk (1987) uvádza, že najčastejšie sa prírodné zdroje delia na vyčerpatel'né a nevyčerpatel'né. Nevyčerpatel'né prírodné zdroje sú kozmické (slnečná radiácia, energia morského prílivu), klimatické (teplo, atmosférická vlhkosť, vzduch, energia vetra), vodné (celkové zásoby vody v biosfére sú nevyčerpatel'né, ale kvalita a kvantita vody v rôznych častiach Zeme môže byť veľmi premenlivá). Svojou činnosťou môže človek vplývať na prítok slnečnej energie, na vlastnosti ovzdušia, a na čistotu a dynamiku vody.

Vyčerpatel'né prírodné zdroje zahŕňajú materiály, ktoré nemožno v súčasnej dobe alebo v dobe porovnateľnej s existenciou a vývojom človeka a ľudskej spoločnosti obnoviť. Sú výsledkom dlhodobého vývoja prirodzených štruktúr, či už organických alebo anorganických. Tieto prírodné zdroje môžu byť človekom vyčerpané alebo trvalo znehodnotené, napr. fosilne palivá. Opatrenia na ich ochranu sú vlastne opatrenia na maximálne racionálne využívanie. Tab. 1 ukazuje rozdelenie vyčerpatel'ných a nevyčerpatel'ných zdrojov (Hronec a i., 2000).

Tab.1 Rozdelenie prírodných zdrojov (Hronec a i., 2000)

Nevyčerpatel'né	Vyčerpatel'né
nezmenitel'né	udržatel'né-obnovitel'né
poškoditel'né	udržatel'né-neobnovitel'né
	ueudržatel'né.nahraditel'né
	ueudržatel'né-nenahraditel'né

Nezmenitel'né prírodné zdroje nemôže spoločnosť kvantitatívne vyčerpať a zmeniť ich kvalitu. Prakticky sú to neobmedzené zdroje, napr. slnečné žiarenie, vodná a veterná energia.

Poškoditel'né prírodné zdroje – neexistuje nebezpečenstvo ich materiálneho vyčerpania, ale poškodzovanie pri exploatacii obmedzuje ich maximálny účinok, napr. sladká voda v rámci globálneho hydrologického obehu, ďalej ovzdušie, rozlohy pôdy v krajine a pod. Tieto zdroje treba chrániť.

Udržateľné prírodné zdroje môžu byť udržané, zachované, obnovené aj rozmnožené (s rôznym stupňom náročnosti) na vysokej úrovni využiteľnosti, ale aj vyčerpané v ich materiálnej podstate. Obnovujúci proces (obnoviteľnosť) prebieha len v podmienkach ekologickej rovnováhy, napr. úrodnosť pôdy, čistota vôd a pod. Medzi obnoviteľné prírodné zdroje patrí rastlinstvo a živočíšstvo. Je však potrebné, aby ich využívanie bolo cieľavedome plánované a racionálne uskutočňované.

Udržateľné - neobnoviteľné sú tie, ktoré po ich vyčerpaní alebo zničení nemožno obnoviť. Medzi neobnoviteľné zdroje patria napr. vymreté druhy rastlín a živočíchov s genofondom alebo pôda odplavená vodnou eróziou. Takto zdevastovanú pôdu prakticky nemožno obnoviť. Je potrebná prísna kontrola poškodzovania týchto zdrojov.

Neudržateľné prírodné zdroje nemožno v súčasnom rozsahu a kvalite do budúcnosti zachovať. Ak sú vyčerpané, nemožno ich obnoviť, a preto je potrebné predĺženie ich využívania pre ďalšiu generáciu. V podstate ide o nerastné bohatstvo.

Nahradiateľné prírodné zdroje možno nahradiť inými, bohatšími, alebo doteraz menej vyčerpávanými zdrojmi, a tak oddialiť čas ich vyčerpania, napr. viacnásobným využívaním – recykláciou, ako napr. pri kovoch (železo, meď, cín, hliník a veľa ďalších).

Nenahradiateľné prírodné zdroje sú po jednorazovom použití trvalo znehodnotené a nemožno ich znovu vytvoriť. Ich zásoby na Zemi sú obmedzené, a preto ich využívanie je možné len reguláciou ich exploatacie. Ich typickí zástupcovia sú fosílna palivá.

1.3 Nerastné suroviny

Nerastným surovinami môžeme nazvať časti zemskej kôry bez ohľadu na skupenstvo. Za nerast teda môžeme považovať časti zemskej kôry v tuhom, kvapalnom, ale aj plynnom skupenstve. Za nerasty sa nepovažujú vody, s výnimkou mineralizovaných vôd, z ktorých je možné priemyslovo získavať vyhradené nerasty, ďalej prírodné liečivé vody a prírodné minerálne vody, liečivé bahná a ostatné produkty prírodných liečivých zdrojov, rašelina, bahno, piesok, štrk. Za nerast sa nepovažuje ani kultúrna vrstva pôdy, ktorá je vegetačným prostredím rastlín (Camus, 2002).

Nerasty môžeme deliť na vyhradené a nevyhradené. Medzi vyhradené nerasty patria napr. rádioaktívne nerasty, všetky druhy ropy a horľavého zemného plynu,

magnezit, nerasty, z ktorých je možné priemyselne vyrábať kovy, fosfor, fluór, síru, ďalej kamenná soľ, tuha, azbest, baryt, minerálne farbivá, anhydrit, zeolit, kremeň, vápenec, dolomit (Grygárek a i., 2004).

Ložisko nerastov môže byť charakterizované ako priestorovo ucelené nahromadenie určitého nerastu alebo skupiny nerastov bez ohľadu na podmienky pre jeho ekonomické dobývanie (Camus, 2002).

Ložiská môžeme deliť podobne ako nerasty, čiže na ložiská vyhradených nerastov a na ložiská nevyhradených nerastov. Zásobami vyhradeného ložiska sa rozumie zistené a overené množstvo vyhradených nerastov ložiska alebo jeho časti, ktoré odpovedá podmienkam jeho využiteľnosti, bez ohľadu na straty pri jeho dobývaní. Zásoby vyhradeného ložiska môžeme rozdeliť:

- podľa stupňa preskúmanosti ložiska na preskúmané a vyhľadané,
- podľa využiteľnosti zásob na bilančné a nebilančné, kde bilančné zásoby sú využiteľné v súčasnosti, zatiaľ čo nebilančné nie sú využiteľné v súčasnosti, ale s ohľadom na budúci vývoj možno predpokladať, že budú využiteľné v budúcnosti,
- podľa prípustnosti k ťaženiu na voľné a viazané (Grygárek a i., 2004).

1.3.1 Rozdelenie nerastných surovín

Fehér (2006) rozdeľuje nerastné suroviny podľa zabezpečovania životných potrieb nasledovne:

- voda (univerzálne rozpúšťadlo),
- rudné suroviny (železné, medené a iné),
- nerudné suroviny (na chemické a iné spracovanie, ako vápenec, azbest, sadrovec, rôzne soli a pod.),
- stavebné suroviny (kameň, štrk, vápenec, asfalt, a i.),
- kaustobiolity (uhlie, ropa, zemný plyn)
- jadrové palivá (urán, tórium a i.)

Kaustobiolity a rádioaktívne suroviny patria medzi najdôležitejšie energetické suroviny. Základným charakteristickým znakom týchto surovín je, že z nich možno priamo alebo po úprave získavať energiu v určitých technologických zariadeniach (Hronec a i., 2000).

Kaustobiolity ďalej delíme na

- uhoľný rad, kde patrí rašelina, hnedé uhlie, čierne uhlie, antracit, uhoľné plyny,
- živičný rad, kde patria bituminózne bridlice, asphalt, ropa, zemný plyn (Hronec a i., 2004).

Féher (2006) uvádza, že významnú časť nerastných surovín tvoria stavebné suroviny, ktorých ložiská delíme na:

- ložiská pieskov a štrkov,
- ložiská pieskocov a kremencov,
- ložiská vápencov, dolomitov a slieňov,
- ložiská dekoračných kameňov (dajú sa leštiť – mramor, žula, ryolit, andezit, čadič, melafýr a i.),
- ložiská stavebných kameňov,
- ložiská tehliarskych surovín.

1.4 Vplyv ťažby nerastných surovín na životné prostredie

Miera súčasného čerpania neobnoviteľných nerastných zdrojov musí zohľadňovať ich vzácnosť, neobnoviteľnosť, úroveň technológií a prístupnosť náhradných zdrojov. Možnosti ťažby a spotreby neobnoviteľných zdrojov surovín je potrebné regulovať reálne existujúcimi limitami územia a životného prostredia (Klinda a i., 2002).

Ťažba nerastných surovín hlbinnou, ale aj povrchovou ťažbou, vždy ovplyvňuje tvárnosť krajiny, kde ťažba prebieha. Pri povrchovej ťažbe je to predovšetkým devastácia spôsobená vlastnými ťažobnými prácami, ale v neposlednom rade aj ukladaním nepoužiteľných zložiek ložiska (haldy a pod.). Hlbinná ťažba potom vo svojich dôsledkoch vymedzenými kratšími či dlhšími časovými intervalmi spravidla vyvoláva zmeny príslušnej časti zemského povrchu – poklesy (Mečířová a i., 1970).

Nadmerná exploatácia ložísk, ich úprava a spracovanie , majú za následok výrazné zásahy do prírodného prostredia. Najmä zvyšovanie ťažby a nekvalitné spôsoby úpravy sa výrazne pričínili o neadekvátne zhoršenie stavu životného prostredia. Nebezpečenstvo predstavujú aj oblasti s ukončenou, či prerušenou ťažbou. Medzi najvýraznejšie zmeny patria zmeny reliéfu, zmeny hydrogeologického režimu podzemných vôd, zmeny chemického zloženia pôd a vôd, degradácia pôd, vznik

výsypiek, odvalov, odkalísk, prašný spád na rozsiahlych plochách v okolí ložísk a úpravárenských zariadeniach. Medzi najväznejšie dôsledky ťažby patrí vytvorenie veľkých vydobytých priestorov v podzemí aj na povrchu. S tým sú spojené prejavy poddolovania – sadanie a poklesávanie územia, vytváranie bezodtokových depresí, aktivácia geodynamických javov, predovšetkým svahových deformácií. Ďalšími nepriaznivými dopadmi na životné prostredie je odvodňovanie horninových komplexov, zníženie výdatnosti využívaných zdrojov, nahromadenie veľkého množstva zostatkových materiálov s obsahom kontaminantov na haldách a odkaliskách. Do povrchových tokov sa z týchto zdrojov dostávajú nebezpečné látky, a to v rozpustnom aj pevnom stave. Usadzujú sa v korytách potokov, postupne sa rozpúšťajú, čo spôsobuje dlhodobé zvýšenie obsahu škodlivých látok. Zisťujú sa v aktívnych riečnych sedimentoch. Značné nebezpečenstvo spôsobuje najmä zvetrávanie sulfidov, keď dochádza k acidifikácii pôd a vôd. Tieto prejavy možno pozorovať aj vo väčších vzdialenostiach od ložiskovej oblasti v aluviálnych náplavoch riek a potokov. Uvedené zmeny prebiehajú nepravidelne, v rôznych časových úsekoch po skončení ťažobnej činnosti a ich negatívne dopady sa môžu prejaviť náhle a katastroficky. Možno ich preto zaradiť k chemickým časovaným bombám. Banskou činnosťou dochádza tiež k premiestňovaniu hornín z podzemia, mnohokrát s vyššou prírodnou rádioaktivitou. Prítoky banských vôd môžu mať zvýšenú rádioaktivitu, čo má tiež vplyv na životné prostredie (Klinda a i., 2002).

Dôležitou úlohou pri banskej činnosti je pravidelné monitorovanie. Identifikuje sa tým, v akom stave sa banské dielo nachádza. Pri monitorovaní sa zisťujú hlavne environmentálne parametre. V banských dielach, ktoré sú mimo prevádzky, je pozorovanie najzložitejšie. V takomto prípade monitorovanie prebieha, ak nastane nejaký problém, alebo havária. Ak nastane havária, prebieha monitorovanie špeciálneho charakteru (Klinda a i., 2002).

Dlhodobým cieľom ekologickej optimalizácie krajiny je voľba spôsobov rekultivácie. Rekultivácia môže byť:

- poľnohospodárska
- lesnícka
- hydriická
- ostatné typy (Dimitrovský, 2000).

K poľnohospodárskej rekultivácii je vhodné použiť devastované plochy na poľnohospodársky využívané územia. Ak prebieha lesnícka rekultivácia, tak

zalesnenie devastovaných plôch treba uskutočniť v odpovedajúcej druhovej a priestorovej skladbe porastu. Pre nedosypané priestory je možné voliť najmä hydrickú (vodnú) rekultiváciu s následným rôznym využitím (retenčné nádrže, rekreácia, chov rýb a pod.). Najbližšie okolie vodnej nádrže treba následne upraviť podľa prevažnej výhľadovej funkcie, ako napr. športové rekreačné plochy, pláže, lesné parky, pešia turistika (Dimitrovský, 2000).

Na realizáciu rekultivačných opatrení slúžia tieto technologické postupy:

- úprava vodného režimu podľa potreby (zabránenie vtekania vody do skládok banského odpadu, zabránenie vyluhovania toxických látok, čerpanie a drenáže, ochrana pred zatopením podzemných banských diel),
- uplatnenie zásad, ktoré sa využívajú aj pri iných skládkach, pri zohľadnení špecifik minerálneho prostredia (napr. ochranné vrstvy ako pri komunálnom či priemyselnom odpade, ochranná vrstva ílov, zeolitov a pod., alebo aj špeciálnymi ochrannými látkami, ktorých vlastnosti sú presne špecifikované),
- čistenie odpadových banských vôd najmä biologickými procesmi,
- fyzické odstránenie následkov ťažby rádioaktívnej suroviny
- pri zvlášť nebezpečných toxických látkach je potrebné uplatniť rôzne technológie tavenia (Fehér, 2006).

1.4.1 Vplyv ťažby na horninové prostredie

Ťažobná činnosť priamo zasahuje a výrazným spôsobom ovplyvňuje horninové prostredie. Vplyvy možno rozdeliť na dočasné, dlhodobé alebo trvalé, avšak nie všetky musia mať nevyhnutne negatívny dopad na životné prostredie. Asi najtypickejším sprievodným javom banskej činnosti, negatívne pôsobiacim na horninové prostredie, sú nezaplnené vydobyté priestory v podzemí. Nebezpečie predstavujú taktiež staré banské diela, pretože môžu narušovať stabilitu povrchu, poklesové kotliny hroziace otvorenými prepadmi, sekundárne seizmické ohrozenie či svahové pohyby. Horninové prostredie môže byť v závislosti na použitej ťažobnej technológii kontaminované rôznymi emisiami, napr. technologickými roztokmi (Hudáček a i., 2000).

Klinda a i. (2002) uvádza, že v dôsledku rozvolňovania horninových masívov pri ťažbe sa nadložie deformuje a posúva, čím sa ruší aj stabilita svahov. Vyťažené podzemné priestory utvárajú podzemnú umelú drenáž. Zmeny v napätí horninových masívov môžu vyvolať náhle alebo pomalé mechanické pohyby (zosuvy, zrútenia).

1.4.2 Vplyv ťažby na pôdu

Vplyv banskej činnosti na pôdu sa v prvom rade prejavuje záberom poľnohospodárskej a lesnej pôdy, ku ktorému dochádza pri sprístupňovaní ložiska, zakladaním odkalísk, alebo výstavbou upravárenských podnikov. U zabranej pôdy môže následne dôjsť ku kontaminácii, napr. následkom priesakov znečistených znečistených povrchových vôd, prípadne spádom prachu v okolí odkalísk (Štýs, 1990).

1.4.3 Vplyv ťažby na ekosystémy, faunu a flóru

K negatívnemu ovplyvneniu ekosystémov dochádzalo v najväčšej miere hneď v počiatočných rokoch banskej činnosti. Pre primárnu fázu ťažby je charakteristické obmedzenie prirodzených ekosystémov. Dochádza k redukcii druhov, ktoré sa v danej oblasti vyskytovali pred zahájením exploatácie ložísk a k redukcii objavovania sa nových druhov. Pôvodné biocenózy kultúrnej krajiny bývajú v oblastiach ťažby postupne nahradené ruderálnymi biocenózami, ktoré sa dokážu lepšie prispôbiť zmeneným podmienkam. Historicky mala banská kolonizácia zásadný vplyv na ekosystémy najmä v stredoveku a v rannom novoveku. Vo vysočinách ovplyvňovala do tejto doby prirodzene diferencované vegetačné stupne, ktorým dominovali bučiny a jedle, v horských oblastiach zasiahla zmiešané lesy tvorené jedlami a smrekmi (Kafka, 2003).

1.4.4 Vplyv ťažby na povrchové a podzemné vody

Voda je jednou z najzraniteľnejších zložiek životného prostredia, ťažba a spracovanie nerastných surovín preto pre ňu predstavuje veľké ohrozenie. Ochrana povrchových a podzemných vôd je v ťažobných oblastiach, prípadne ich následná dekontaminácia, je veľmi náročná. Do povrchových vôd môžu škodlivé látky prenikať z hald, alebo pri úprave nerastných surovín. Povrchové a podzemné vody ohrozuje kontaminácia bankskými vodami, ktoré sa vyznačujú veľkou kyslosťou, mineralizáciou, a vysokým obsahom síry a železa (Sequens a i., 1999).

Klinda a i. (2002) uvádza, že prítoky bankských vôd sú jedným z najzávažnejších trvalých následkov banskej činnosti. Útlm a postupná likvidácia banskej činnosti zastavuje síce nové zásahy do prostredia, ale prítoky vody, ktoré hlbinnú ťažbu ložiska

vždy sprevádzajú, sa stávajú súčasťou prírodného prostredia. Môžu predstavovať aj pozitívny dôsledok – ako významné prírodné zdroje (termálne vody, vodné zdroje pre zásobovanie), ale najčastejšie sú špecifickými zdrojmi kontaminácie povrchových i podzemných vôd a predstavujú ekologické záťaž.

1.4.5 Vplyv ťažby na ovzdušie a klímu

K znečisťovaniu ovzdušia banskou činnosťou dochádza v súvislosti s uvoľňovaním prachu, ktorý je prúdením vzduchu odnášaný z hald. Do ovzdušia sa dostávajú prachové častice, ktoré svojím zložením odpovedajú zloženiu haldy. Ich rozptylom sa preto do okolia dostávajú nielen ťažké kovy, ale aj rádioaktívne látky, z ktorých najväčšiu pozornosť priťahuje radón. Množstvo uvoľneného radónu závisí od vzdialenosti materiálu od povrchu haldy. Radón ohrozuje zdravie baníkov priamo v baniach, postihnutí sú však aj obyvatelia v ich okolí. Do obytných domov nadlimitná koncentrácia radónu preniká podlahou a stenami zapustenými do pôdneho podkladu. Pre radónové zaťaženie je špecifické, že nezmizne v okamihu zastavenia ťažby, pretože v rámci prác je potrebné štôlne prevetrávať a tak sa radón a prachové častice uvoľňujú do ovzdušia (Kolektív, 2000).

2 Cieľ práce

Cieľom bakalárskej práce bolo zhodnotiť, ako vplýva banská činnosť, konkrétne ťažba uránu, na jednotlivé zložky životného prostredia na zvolenom území – Příbramsko. Parciálnymi cieľmi bola analýza tohto územia a následné poukázanie na odstraňovanie následkov, ktoré táto ťažba v krajine zanechala.

3 Metodika práce

3.1 Lokalizácia územia

Územie sa nachádza v Stredočeskom kraji, v okrese Příbram (viď prílohu č. 1). Vďaka pomerne vysokému zorneniu poľnohospodárskych pôd má Příbramsko pomerne vysoký koeficient ekologickej stability. Krajina je tu silne narušená činnosťami súvisiacimi s dlhodobou ťažbou rudy a uránu, ktorej pripomienkou sú dodnes rozsiahle odvaly hlušiny. Toto územie možno charakterizovať ako mierne členitú pahorkatinu s dominantným lesným komplexom na juhovýchode, ktorý predstavuje významný krajinný prvok. Značne zdevastovaná krajina sa nachádza najmä na severe regiónu Příbramska.

3.1.1 Fyzicko – geografická analýza územia

Příbramská rudná oblasť patrila medzi najvýznamnejšie súčasti moldanubickej zóny, najstaršej časti Českého masívu zahrňujúce horniny Šumavy, južných Čiech, Českomoravskej vysočiny a juhozápadnej Moravy. Oblasť Příbramska sa vyznačovala pestrou paragenézou s prevahou striebra, olova, mangánu a uránu. Vyskytujú sa tu predovšetkým zlepenca. Tieto zlepenca majú charakter celistvých hornín. Pomerne vo vysokom množstve tu sú pieskovce, ktoré sa striedajú so zlepenkami. Vďaka tomuto striedaniu sa dá ľahko určiť vrstevnatosť územia. V menšom množstve sú tu zastúpené bridlice a ílovité bridlice.

Z hľadiska geomorfológie možno na Příbramsku rozlíšiť dva základné útvary: pahorkatiny a vrchoviny. Pahorkatiny sa nachádzajú v strednej časti popisovanej oblasti a patrí sem pahorkatina Stredného Povltavia, Dobříšsko- štěchovická a Příbramská. Na ich západnom i východnom okraji sa týčia vrchoviny – Hřebeny, Brdy, Krásnohorská vrchovina a Milevská vrchovina. Oblasť vrchovín je silno zalesnená a orná pôda sa tu vyskytuje iba pozdĺž okrajových častí lesov, väčšinou na miernych svahoch orientovaných juhovýchodným smerom. Východnej časti Příbramska dominuje pahorkatina Stredného Povltavia, ktorej os tvorí rieka Vltava. Krajina je tu výrazne členitá, medzi jednotlivými svahmi sú značné výškové rozdiely. Poľnohospodársky využívaná pôda sa nachádza v priemernej nadmorskej výške 360 m n. m. – 450 m n.m. Juhozápadným smerom od pahorkatiny Stredného Povltavia sa v nepravidelnom pruhu

tiahne Březnická vrchovina a Mirovická vrchovina, pre ktoré je charakteristická mierna až stredná svahovitosť s dlhými svahmi rôznych orientácií.

Příbramsko sa nachádza v mierne klimatickej oblasti. Patrí do oblasti, ktorá je mierne teplá, mierne vlhká a hornatá. Nadmorská výška regiónu sa pohybuje od 420 m n. m. do 600 m.n.m. Ročná priemerná teplota dosahuje 7-8 °C, vo vegetačnom období sa zvyčajne pohybuje medzi 13 a 14°C. Čo sa teploty týka, táto podnebná oblasť sa viac menej blíži k celorepublikovému priemeru. Najchladnejším mesiacom je január s priemernou teplotou – 2,4°C, zatiaľ čo teplotné a zrážkové maximá sú dosahované v mesiaci júl, kedy je priemerná teplota 17 ° C. Podľa hydrometeorologickej stanice Březové Hory spadne na Příbramsku ročne priemerne 611 mm zrážok. Najvýdatnejším mesiacom je júl (73 mm), najmenej zrážok spadne vo februári a v marci (36 mm). V oblasti sú priaznivé podmienky pre pestovanie poľnohospodárskych plodín.

Pedologická skladba Příbramska je pomerne pestrá. Z celkového množstva poľnohospodárskej pôdy zaberajú najväčšiu rozlohu hnedé pôdy (77,9%). Ďalej sa tu nachádzajú glejové pôdy (10,9%), oglejené (8,6%), illimerizované (3,8%), nevyvinuté (2,75%), hnedozeme (1,46%), nívne pôdy (1,4%), rendziny (0,14%) a rašelinové pôdy (0,02%). Dominantné hnedé pôdy sa vytvorili vo všetkých oblastiach pahorkatín a vrchovín v mierne teplej a mierne vlhkej klimatickej oblasti. Druhé najrozšírenejšie glejové pôdy vznikli na kyslom materiále a nevápnitých nívných uloženinách. Fyzikálne pomery týchto pôd nie sú priaznivé, pretože obsahujú málo vzduchu a sú presýtené vodou. Navyše obsahujú zlúčeniny dvojmocného železa, preto sú pre rastliny toxické. Na glejových pôdach preto väčšinou rastie menej hodnotný lúčny porast s prevahou mokradňových bylín.

Z hydrogeografického hľadiska patrí celé územie ložiskovej oblasti do povodia Strednej Vltavy. Hlavným tokom, ktorý oblasť s týmto povodím spojuje, je rieka Kocába. Medzi ďalšie toky, ktoré odvodňujú najmä juhovýchodnú časť ložiska, patrí rieka Berounka a Litavka. Příbramsko má pomerne významné zastúpenie vodných plôch. Najradikálnejší zásah do regionálnej vodnej siete znamenal vybudovanie troch veľkých nádrží – Orlík, Slapy a Kamýk nad Vltavou. Nádrže a tvoria os celej oblasti. Vltava má na území okresu veľa prítokov. Patria sem Kamenica, Hrachovka, Mlýnsky potok, Brzina, Mastník Musík, Lišnický potok, Jindrovský potok, Hubenovský potok, Radič, Meredský potok, Sladovařský potok a Kocába. Významným tokom je tiež Skalice, ktorá patrí do povodia Lomnice, a jej prítoky tvoria Nový potok, Bezděkovský potok, Nesvačilský potok, Hradecký a Mlýnsky potok. Územím Příbramského

uránového ložiska sa tiahne hranica povodia rieky Kocáby a Příbramského potoka. V oblasti ložiska sa nenachádzajú žiadne významné zdroje pitných alebo minerálnych vôd, horniny ložiska sú málo priepustné, pričom priepustnosť smerom do hĺbky klesá a prevažuje puklinová priepustnosť. Podzemné vody sa podľa spôsobu cirkulácie na Příbramsku členia do troch typov obehu. Pre aluviálny a deluviálny pokryv sú charakteristické pórové podzemné vody, zatiaľ čo puklinové podzemné vody sú typické pre pásma, v ktorých dochádza k povrchovému rozpojeniu puklín. Tieto dva typy podzemných vôd sú navzájom prepojené a dohromady vytvárajú zónu plytkého obehu. Tretí typ, puklinové vody hlbšieho obehu, sú viazané na tektonické línie rudných alebo nerudných žíl.

3.2 Spôsob získavania údajov a metodické postupy

Pri spracovávaní bakalárskej práce sme postupovali najskôr preštudovaním problematiky, ktorá sa zaoberá nerastnými surovinami, ťažbou nerastných surovín a vplyvom tejto ťažby na jednotlivé zložky životného prostredia, a to spôsobom vyhľadávania a zhromažďovania informácií o danej téme. Vychádzali sme najmä z knižných publikácií, domácich a zahraničných, odborných článkov, a článkov pochádzajúcich z internetu. Po zhromaždení bolo dôležité tieto informácie roztriediť a vybrať najdôležitejšie pre naplnenie cieľa.

Pri samotnom spracovaní bakalárskej práce sme použili metódu analýzy, vychádzajúcu zo spracovania prvotných podkladov. Túto metódu sme uplatnili najmä pri fyzicko – geografickej a socio – ekonomickej analýze skúmaného územia .

Ďalšou z metód, ktorú sme použili pre naplnenie cieľa bakalárskej práce, bola metóda syntézy. Touto metódou sme zosumarizovali získané informácie a zhodnotili sme vplyv ťažby uránu na zložky životného prostredia na území Příbramska. Takisto sme touto metódou zhodnotili odstraňovanie následkov ťažby a rekultivačné práce, ktoré na území prebehli.

V neposlednom rade sme použili štatistické metódy na prehľadné spracovanie tabuliek a grafov pomocou výpočtovej techniky.

4 Výsledky práce a diskusia

4.1 História ťažby uránu na Příbramsku

Prítomnosť ložísk uránovej rudy v okolí mesta Příbram dokazovalo veľa historických dokumentov, avšak k prieskumným prácam sa pristúpilo až po podpísaní dohody medzi Československom a Sovietskym zväzom o vyhľadávaní, ťažbe a dodávkach rádioaktívnych surovín do ZSSR z 23. novembra 1945.

Aj keď sa nepodarilo presadiť pôvodnú sovietsku predstavu o spoločnej československo-sovietskej akciovej spoločnosti, dohoda poskytovala Sovietskemu zväzu možnosti k ovládnutiu československého uránového priemyslu, pretože v podstate uznávala sovietsky monopol na odber uránovej rudy, ktorý mal pokračovať aj po tom, ak by to bolo pre československú stranu vzhľadom k pohybu cien uránu na svetových trhoch stratové. V Československu zostával len zlomok vyťaženej uránovej rudy pre nutné hospodárske a vedecké potreby, ostatná ruda bola spracovávaná v Sovietskom zväze, pričom polovica získaného rádia sa mala vrátiť späť do Československa. Dohoda bola podpísaná na dvadsať rokov.

4.1.1 Geologický prieskum a začiatok ťažby

Prvá etapa intenzívneho prieskumu uránu bola na Příbramsku zahájená v roku 1946. Prieskumné práce riadil tzv. jáchymovský kolektív sovietskych odborníkov. Ako náhle bol geologický prieskum dokončený, začali sa zakladať jednotlivé šachty. Prvé dve prieskumné šachty, ktoré mali hĺbku asi 50 metrov vznikli pri obci Vrančice. Najväčšie ložiská uránu boli objavené blízko vrchu Vojna, 5 kilometrov južne od mesta Příbram. Do roku 1965 tu vzniklo 25 hlavných jám a niekoľko slepých jám, ktoré zaisťovali prieskum.

Dobývanie v príbramskej oblasti do veľkej miery ovplyvňoval charakter uránového ložiska, ktoré dosahovalo hĺbku až 1450 m. Charakteristickým rysom dobývacieho procesu bolo rýchle prenikanie do veľkých hĺbok, kde sa prejavovali anomálne geomechanické javy, z ktorých najčastejšie boli otrasy horninového masívu. Otrsová aktivita bola zaznamenaná pri dosiahnutí hĺbky pod 950 m, celkom bolo zaevidovaných zhruba 600 banských otrasov. Väčšina z nich bola veľmi silná,

sprevádzaná rozsiahlymi deštrukciami horninového masívu a ťažkými aj smrteľnými úrazmi baníkov (Velfl, 2003).

4.1.2 Ťažba uránu začiatkom druhej polovice 20.storočia

Rýchly postup prieskumných a ťažobných aktivít išiel ale ruka v ruke s devastáciou okolitej prírody. Ochranu životného prostredia mal vtedy v kompetencii Banský úrad, ktorého prioritou bolo udržanie extenzívnej ťažby uránu bez ohľadu na škody, ktorá táto činnosť spôsobila prírode.

Pre uránový priemysel boli veľmi dôležité zmeny z konca 50. rokov 20. storočia. Urán bol v tej dobe stále strategickou surovinou, ale význam vytvárania jeho zásob sa podstatne znížil. Odborníci v Československu síce predpovedali, že by pokles záujmu o urán mohlo spomaliť budovanie jadrových elektrární, nie však skorej ako za 10 - 15 rokov. Na svetových trhoch prevýšila ponuka uránu dopyt po tejto surovine, a preto začala ťažba uránu zákonite klesať (Pluskal, 1998).

Sovietsky zväz do konca 50. rokov nazhromaždil dostatočné množstvo uránu, jeho záujem o ďalšiu ťažbu v Československu teda upadal. Sovietska strana preto navrhla niekoľko zmien, vrátane toho, aby ČSR začala plne hradieť náklady na geologický prieskum a prestala od ZSSR čerpať úver na investície. V perspektívnom pláne ťažby uránu sa preto objavila požiadavka výrazného obmedzenia ťažby a vývozu od roku 1970. Dodávky uránu do ZSSR sa postupne znižovali, ale až do konca 80. rokov 20. storočia nemohla ČSR kvôli zmluve so Sovietskym zväzom so svojim uránom voľne obchodovať.

4.1.3 Příbramské ložisko uránu

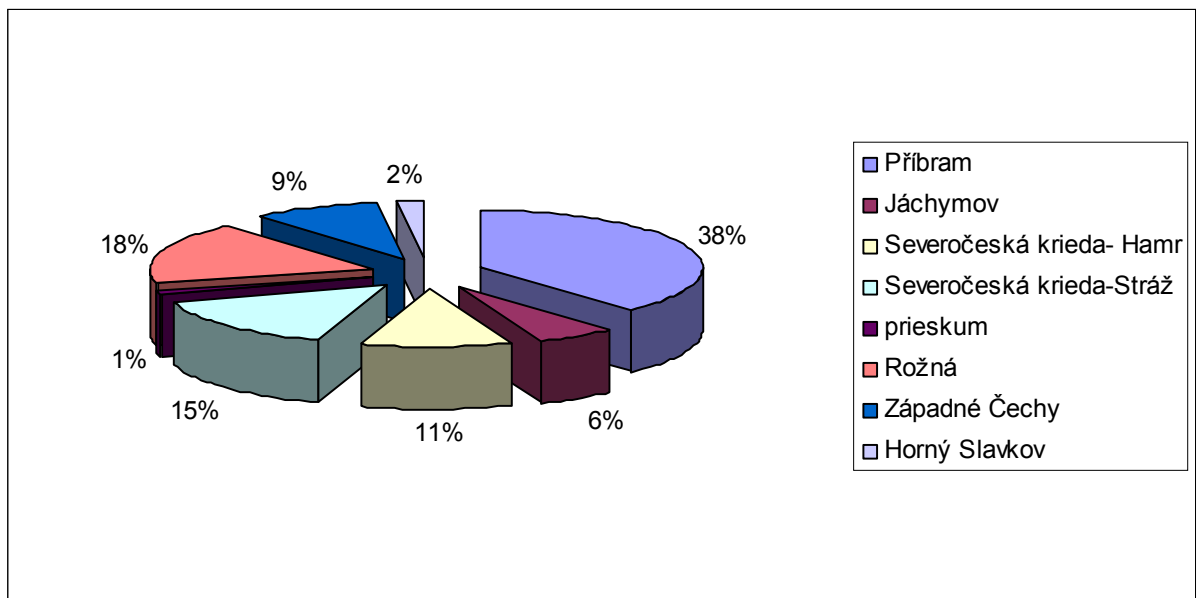
Příbramská ťažobná oblasť je geologicky situovaná v stredočeskom plutonickom komplexe. Oblasť je rozdelená na 3 menšie celky. Najznámejšie a súčasne najväčšie je březohorské ložisko, ktoré sa nachádza v kambrickej časti oblasti v centre Březových Hor. Medzi najvýznamnejšie miestne šachty patrí Vojtech, Anna, Marie, Drkolnov a Ševčín. Severne až severozápadne od Březových Hor sa v pásme proterozoických hornín nachádza čiernojamské ložisko so šachtami Ferdinand, Jarošova a Lill. Tretie ložisko sa nachádza juhozápadne od Březových hor blízko obce Bohutín. V tejto kambrickej časti oblasti sa rudné žily ťažili napr. v šachtách Řimbaba, Rudolf alebo

Štěpán. Rozdelenie ťažobnej oblasti na jednotlivé ložiská je dané historickými a technickými podmienkami, po geologickej stránke však predstavujú jeden celok.

Význam Příbramskej ťažobnej oblasti spočíval najmä v obsahu uránu. Väčšie akumulácie uránu sú v stredných Čechách viazané na stredočeský plutón. V lokalite bolo objavených celkom 35 uránových žíl, ktoré mali mocnosť od 10 do 50cm (Lepka, 2003).

Najproduktívnejšie uránové žily prebiehajú v smere SZ – JV a S – J smerom, horizontálny aj vertikálny rozsah kolíše od 500 m do 1 000 m pri mocnosti 0,5 m až do extrémnych 12,0 m. Priemerná produktivita žíl sa pohybovala okolo 2,54 kg na 1 m² žilnej plochy. Na najbohatšiu žilu geológovia narazili u příbramského Bytízu. Rudné žily boli v tomto regióne bohaté na minerály, najmä na kalcit, koffinit, uraninit, galenit, sfalerit, antraxolit, pyrit a rýdze striebro. Na ložisku bolo za celú dobu jeho využívania otvorených viac ako 20 žilných uzlov v rámci 9 úsekov, ktoré boli otvárané systémom priekopov a dobývané selektívne. Väčšina uránu sa nachádzalo v 11 km dlhej strednej časti ložiska s najbohatšími žilnými uzlami. Okrem uránovej rudy tu boli dobývané polymetalické rudy s obsahom striebra, zinku a olova. Na Obr. 1 môžeme vidieť podiel jednotlivých ťažobných oblastí na celkovej produkcii uránu.

Obr. 1 Podiel ťažobných oblastí na celkovej produkcii uránu v ČR



Zdroj: Kolektiv, 2000: vlastné spracovanie

Z grafu je zrejmé, že oblasť Příbramska mala nepochybne najväčší podiel na produkcii uránu v Českej republike, ťažobná oblasť Jáchymov, ktorá bola druhá najproduktívnejšia, mala iba polovičnú produkciu. Z toho vyplýva, že oblasť

Příbramska bola jednoznačne najvýznamnejšia v ČR, čo sa týkalo ťažby a produkcie uránu.

4.2 Analýza dopadov ťažby uránu na životné prostredie Příbramska

Ťažba rudy a uránu bola na území Příbramska prevádzkovaná niekoľko storočí. Miestne ložisko patrilo medzi najvýznamnejších dodávateľov uránovej rudy v bývalom Československu, preto je možné vplyv tejto ťažby pozorovať aj dnes, aj keď je v súčasnosti už ťažba zastavená. Ložisko bolo otvorené 29 jamami, sú evidované 4 štôlne. Okrem toho je stabilita povrchu ohrozovaná 283 komínmi, ktoré sú prerazené až na povrch, alebo sa mu približujú na vzdialenosť menej ako 50 m (Kafka, 2003).

Na veľa miestach v bezprostrednom okolí mesta Příbram sú evidované prepady, pričom najrozsiahlejšie poklesy pôdy sa nachádzajú v prepadovom pásme pri osade Bytíz. Čo sa týka objemu vytŕažených materiálov, ostali na Příbramsku najväčšie odvaly, aké vôbec v Českej republike ťažobná činnosť zanechala. Celkovo bol v podzemí vytŕažený priestor s objemom 44,5 miliónov m³. Ťažobné jamy boli po ukončení ťažby vo väčšine prípadoch uzatvorené zásypom na betónovú dosku, ktorá bola umiestnená v pevných horninách. Ložisko, ktoré sa nachádza na Brezových Horách bolo zatopené tak, aby voda dosiahla úroveň Dedičnej štôlne, ktorá tvorí spojnicu medzi všetkými baňami v tomto revíre. Taktiež boli stanovené ochranné pásma so stavebnou uzávierkou na území, kde by mohlo dôjsť k prepadom poddolovaného povrchu (Kafka, 2003).

4.2.1 Vplyv ťažby na pôdu

Hlavným podsystemom životného prostredia, ktorý bol na Příbramsku postihnutý ťažbou, je pôda. V okolí mesta na ploche cca 150 km² žije približne 50000 obyvateľov, pričom asi polovica z tejto plochy sa používa na intenzívnu poľnohospodársku výrobu (Kafka, 2003).

Od 70. rokov 20. storočia, kedy začala byť sledovaná kontaminácia pôd a rastlín, boli v pôde zisťované vysoké obsahy arzénu a olova, ktoré boli namerané aj v pôdach, ktoré sa nachádzali 1 – 2 km od ťažby. Z tohto dôvodu bola v oblasti s najvyšším výskytom týchto prvkov v pôde vyhlásené stavebné uzávierky a následne sa prijali zvláštne hygienické opatrenia (Kafka, 2003).

Ďalšie opatrenia, ktoré boli zavedené v širšom okolí mesta Příbram, mala zaistiť zníženie kontaminácie potravinového reťazca, vedúceho až k človeku. Ako hlavný zdroj znečistenia, ktorý negatívne ovplyvňuje toto územie o rozlohe 9 km², bol označený podnik Kovohutě Příbram, a. s. Vo vzťahu k úrovni obsahu sledovanej skupiny prvkov, boli v jeho okolí vymedzené 3 pásma:

- *Vnútorne pásmo kontaminácie* – pre túto oblasť je charakteristická vysoká kontaminácia pôdy. Na množstvo arzénu, kadmia a olova tu má dominantný vplyv podnik Kovohutě Příbram, a. s. Najvyššie hodnoty kontaminácie dosahuje pôda vo vzdialenosti 0,5 – 1,5 km od komína tohto podniku.
- *Zóna vysokých obsahov kontaminantov* – Nadvážuje na kontaminovaný lem v okolí komína Kovohutí Příbram, a. s. Táto oblasť je charakteristická pomerne vysokými obsahmi prvkov v priestoroch baní a odkalísk brezhorského revíru. Olovo a kadmium je v pôde obsiahnuté v podobnom množstve ako v okolí podniku Kovohutě Příbram, a. s., avšak arzén sa tu vyskytuje v menšej miere.
- *Stredné pásmo kontaminácie* – Toto pásmo tvorí približne 1 km široký okruh okolo vnútorného pásma, dosahuje do vzdialenosti až 2 km od komína podniku Kovohutě Příbram, a. s., pričom na juhovýchode pokračuje do priestoru mestskej zástavby. Obsahy kontaminantov tu v závislosti od hĺbky klesajú (Kafka, 2003).

4.2.1.1 Erózia ako dôsledok ťažby

Predpokladom pre rozvoj ťažby a spracovanie rudy bola prítomnosť dostatočne veľkého energetického zdroja. V minulosti sa v najväčšej miere využívalo drevo, preto bolo najväčším priamym dôsledkom ťažby rozsiahle odlesnenie, ktoré spôsobovalo eróziu kontaminovaných pôd. V okolí mesta Příbram, kde prebiehala ťažba, sa to prejavilo vysokým obsahom kovov zistených v bahniach miestnych rybníkov a v sedimentoch rieky Litavky (Kolektív, 2000).

Keď v 18. storočí prišlo k diferenciacii znečistených pôd v kultúrnych biotopoch následkom zmeny systému hospodárenia v poľnohospodárstve a vzniku monokultúrnych hospodárskych lesov, erózia kontaminovaných pôd na poliach a na lesných pôdach monokultúr pokračovala. Na Příbramsku sa vyskytuje niekoľko veľkých lesných komplexov, ktorých pôdy sú ohrozované eróziou len v menšej miere. Obsah kontaminujúcich kovov v pôde tu zostáva dlhodobo relatívne vysoký, pretože na

lesných pôdach sa kontaminanty stávajú súčasťou biologického kolobehu. Kovy sa tak ukladajú do obnoviteľných orgánov, ako je ihličie, listy, kôra. U ihličnatých monokultúr navyše uchovávaníu kovov v pôde pomáha vývoj podzolových pôd, u ktorých vrstva organickej hmoty spomaľuje prípadné vyplavenie kontaminantov do podzemných a povrchových vôd. Takisto v pôdach na lúčnych ekosystémoch býva obsah ťažkých kovov, najmä arzénu, dlhodobo zadržovaný. Pre tieto pôdy je typický vysoký obsah organickej hmoty, ktorá ťažké kovy koncentruje (Suk, 1999).

4.2.1.2 Kontaminácia pôdy

Pôdy v okolí mesta Příbram majú zvýšený obsah rizikových prvkov, najmä olova (Pb), kádmia (Cd), arzénu (As). Situácia je kritická najmä v okolí podniku Kovohutě Příbram, kde koncentrácia Pb a Cd výrazne presahujú povolené limity. Krajina v okolí tohto podniku je využívaná priemyslom, lesníctvom a poľnohospodárstvom, pričom poľnohospodárske využitie malo v minulosti veľkovýrobný charakter. Ďalšia oblasť, kde je pôda kontaminovaná As a Pb, sa nachádza juhozápadne od mesta Příbram v lesnom komplexe medzi Hutěmi pod Třemšínem a Vacíkovem na Rožmitálsku. Vysoké koncentrácie As sa vyskytujú najmä na území, ktoré sa ťahá od obce Strýčkovy severovýchodným smerom k obci Třebesko (Kolektiv, 2000).

Na Příbramsku sa vyskytuje veľa plôch s rozmerom aj nad 10 km² s obsahom arzénu v pôde aj nad 200 ppm. Vysoká koncentrácia arzénu bola zistená v lesných komplexoch v okolí Rožmitálu pod Třemšínem, odkiaľ pravdepodobne pokračuje do oblastí s poľnohospodársky využívanou pôdou. Celková plocha pôdy kontaminovaná arzénom v stredných Čechách sa odhaduje na 1300 – 1500 km², pričom dve tretiny z toho sú využívané na poľnohospodársku výrobu (Kafka, 2003).

Hlavnými kontaminantmi, ktorých obsah je sledovaný v pôdach v okolí podniku Příbramské Kovohutě, a.s. od roku 1993, je Cd a Pb. Obsahujú ich pôdy vzdialené 0,5 – 1,5 km od tohto podniku v závislosti na biocenóze, a pravdepodobne tiež vďaka prevládajúcim severozápadným vetrom. Okrem tohto územia je silne intoxikovaná pôda na Kloučeskom chrbte. Obsah Pb vo vrchnom horizonte pôdy tu prekračuje 1000 mg/kg, čo znamená veľmi silnú kontamináciu. V týchto oblastiach sa nedoporučuje poľnohospodárska výroba potravín, ani zber plodov (Kolektiv, 2000).

4.2.2 Vplyv ťažby na ovzdušie

Ovzdušie je ďalšou zložkou životného prostredia, ktorá bola banskou činnosťou výrazne ohrozená. Do ovzdušia sa dostávali vysoké koncentrácie olova (Pb) a oxidu siričitého (SO₂). Štatistiky ukazujú, že z 60 metrového komína unikalo najviac emisií v 60. rokoch 20. storočia. Ročný priemerný únik bol vtedy 500 – 625 ton Pb a 2500 – 2800 ton SO₂. Trvalo zhoršujúci sa stav ovzdušia bolo nutné riešiť, preto bol bankský komín zvýšený. Po zvýšení komína na 160 m a zavedenie odľučovačov boli ročné emisie v 80. rokoch minulého storočia znížené u Pb na 20 – 30 t a u SO₂ na 200 – 300 t. Na ešte oveľa priaznivejšie hodnoty sa ročný priemer emisií dostal na konci 90. rokov 20. storočia. U Pb klesol vďaka novým technologickým opatreniam na 1 – 1,3 t a u SO₂ na 100 t. Okrem emisií z komína sa škodlivé látky do okolitého prírodného prostredia dostávali prostredníctvom vodnej a veternej erózie materiálu nahromadeného na haldách. V najväčšom množstve v nich boli obsiahnuté vápenoželezité silikáty, síran a chlorid olovnatý. Rudné odvaly obsahovali najmä vysoký podiel sulfidov olova (Rychlíková, 1994).

Negatívne dopady rudného a uránového priemyslu sa prejavovali v širokom okolí mesta Příbram. Za účelom zistenia rozsahu poškodenia životného prostredia bol na Příbramsku v roku 1999 uskutočnený biomonitoring atmosférického spádu prvkov. Pre jeho účely bola vymedzená oblasť o rozlohe 710 km². Najvyššie položenou časťou sú pohoria Brdy a Hřebeny, cca 45 % plochy zaberá poľnohospodárska pôda, 35 – 40 % je zalesnených. Pomerne vysoká zalesnenosť terénu umožnila, aby pri monitorovaní úrovne spádu prvkov boli ako jeden z bioindikátorov použité niektoré druhy lesných machov. Pre meranie aktuálne úrovne spádu sú vhodné, pretože nemajú korene a tým nemôžu prijímať prvky z pôdneho pokryvu a obsah prvkov v machu sa preto rovná úrovňou atmosférického spádu. K určaniu relatívneho množstva dlhodobu ukladaného spádu bol použitý druhý bioindikátor, humus z borovico - smrekových lesov. Vzorky machu a lesného nadložného humusu boli podrobené chemickej analýze, ktorá na Příbramsku preukázala výskyt chalkofilných a litogénnych prvkov. Vysoké nahromadenie prvkov v humuse indikuje, že tieto emisné zdroje pôsobia na území už dlhšiu dobu (Sucharová a i., 2003).

Aktuálne a dlhodobé depozície prvkov možno na Příbramsku rozdeliť do 5 skupín:

- prvky akumulované vo vysokých koncentráciách v machu na severozápade mesta Příbram (Ag, Cd, In, Pb, Sb, Se, Zn),

- prvky silno akumulované v machu vo východnej časti mesta Příbram u cesty I/4 (Ce, La, Nd, P, Y),
- prvky, ktoré mali 2 centrá vysokej akumulácie v machu na vyššie uvedených stanovištiach (As, Ba, Cr, Ni),
- prvky vyskytujúce sa v machu na 2 – 3 menších stanovištiach v Brdách a juhovýchodne od mesta Příbram (Ce, Cs, La, Nd, Pr, Sc, Y),
- veľmi vysoký obsah prvku molybden zistený v machu na území 14 km severne od mesta Příbram.

4.2.2.1 Zdroje emisií

V rámci prieskumu bolo takisto zisťované, ktoré emisné zdroje znečistenie životného prostredia na Příbramsku spôsobujú. Prostredníctvom faktorovej analýzy bolo identifikované 4 hlavné zdroje emisií. Za hlavný zdroj znečistenia, ktorý ovplyvňuje distribúciu prvkov Al, Be, Ce, C, Cr a Fe, bola označená manipulácia s haldami a rozdrobovanie kameňa na výrobu štrku z rudných odvalov medzi šachtou č. 16 a č. 21 bývalých uránových baní.

Druhým najväčším znečisťovateľom ovzdušia na území Příbramska je podnik Příbramské Kovohutě, a.s., ktorý sa nachádza na severozápadnom okraji mesta. Jeho činnosť je zodpovedná za zvýšený podiel prvkov Ag, Cd, Cu, In, Pb, Se, Zn, ktorý bol zistený v machu blízko tohto podniku.

Do tretej skupiny prvkov znečisťujúcich ovzdušie v okolí mesta Příbram patria Cs, Rb, Tl, zistené najmä v machu. Lokálne centrá týchto prvkov, ktoré neboli veľmi rozsiahle, bol zistené západne a južne od mesta Příbram. Ich výskyt je spojený s antropogénnou činnosťou.

Najpravdepodobnejšia je teória, že sa tieto emisie do ovzdušia dostali pri rozvoze a používaní materiálu z rudných odvalov v krajine, prípadne mohli vznikáť následkom aktivít vo vojenskom výcvikovom priestore (Sucharová a i., 2003).

Rozloženie úrovne spadu v okolí zdrojov emisií nebolo na sledovanom území rovnomerné, pretože tu na atmosférickú depozíciu pôsobí veľa faktorov. Asi najdôležitejší faktor je vzdialenosť od zdroja emisií. Znižovane koncentrácie určitého prvku v bioindikátore teda priamo závisí na vzdialenosti od zdroja. Tvar tzv. hot spotov s najvyššími koncentraciami jednotlivých prvkov aktuálnych aj dlhodobých spadov prvkov vypustených do ovzdušia sa väčšinou tiahne v závislosti od miestnej

geomorfológie na sever do údolia medzi pohorie Brdy a pohorie Hřebený na severovýchod pozdĺž južného úpätia Hřebenov, zatiaľ čo Brdy a náveterná strana na západe šíreniu emisí skôr bráni (Sucharová a i., 2003).

Medzi ďalšie faktory, ktoré ovplyvňujú obsah prvkov v machu a lesnom humuse na Příbramsku patrí napr. tvar mezoreliéfu, nadmorská výška, geologické podložie odberových plôch vzoriek, náveterný a záveterný sektor krajiny vzhľadom na polohu zdroja. Koncentrácia jednotlivých prvkov od rovín, cez vyvýšeniny až po vrcholy postupne narastali. Najväčšie koncentrácie väčšiny prvkov boli nahromadené v machu v nadmorských výškach v rozmedzí 450 – 850 m.n.m, pravdepodobne kvôli zvýšenému obsahu mokrej depozície. U prvkov, za ktoré šírenie je zodpovedný podnik Příbramské Kovohutě, a. s., obsahy v machu s nadmorskou výškou mierne alebo výraznejšie klesali. Na prekvapenie nebola zistená závislosť obsahu týchto prvkov v prírodnom prostredí na ich polohe na náveternej alebo záveternej strane územia okolo podniku (Sucharová a i, 2003).

4.2.3 Vplyv ťažby na vodné toky

Pre vykonávanie ťažby rúd na Příbramsku bola hlavne v minulosti nutná prítomnosť dostatočne veľkého vodného zdroja. Na samom začiatku rozvoja baníctva bola voda využívaná k pohonu, zvlhčovaniu prašných materiálov, prípadne k ochladzovaniu pecí. S rozvojom technického vybavenia sa v bani začalo v 16. storočí využívať vodné kolo na vodný pohon (Vurm, 2003).

Iným spôsobom začala byť voda v bani na Příbramsku využívaná od polovice 20. storočia. Rafináciu olova oxidačným tavením v plamenných peciach nahradila modernejšia Harrisová technológia oxidácie alkalickým spôsobom, ktorej súčasťou bolo hydrometalurgické oddelenie. Pri tomto procese sa využívala voda, ktorá sa na konci rafinácie z roztokov hydroxidu sodného vyparila. Proces bol uzatvorený tak, aby z neho nemohli unikáť žiadne škodliviny. Obmedzenie výroby olova v 80. rokoch 20. storočia znamenalo zmenšenie negatívnych vplyvov tohto priemyselného odvetvia na vodné zdroje (Vurm, 2003).

Ďalšie výrazné zaťaženie regionálnych vodných tokov prinieslo zahájenie ťažby a spracovanie uránu. Vplyv tejto činnosti sa prejavil najmä na Příbramskom potoku, v ktorom bola nameraná zvýšená koncentrácia uránu, avšak smerom k ústiu rieky

Litavky sa koncentrácia tohto prvku znižuje. Keďže ale urán zo životného prostredia nezmizne, dochádza k jeho sorpcii v riečnych sedimentoch (Kafka, 2003).

4.2.3.1 Rádionuklidy vo vodných tokoch

Pozorne sledovaný je takisto obsah rádionuklidov vo vodných tokoch. V Českej republike má dlhodobú tradíciu sledovanie rádioaktívnych látok v riečnych sedimentoch. V 60. rokoch 20. storočia sa začalo komplexné sledovanie vplyvu vypúšťania banských vôd z ťažby a úpravy uránu na hydrosféru a v roku 1999 bol Českým hydrometeorologickým ústavom sústavný monitoring riečnych sedimentov a naplavenín s cieľom určiť rozsah antropogénneho vplyvu na obsah rádionuklidov v riečnych sedimentoch. Hlavná pozornosť je sústredená na obsah radia (^{226}Ra) a uránu. Ročné priemerné hodnoty radónu v riečnych sedimentoch, ktoré boli sledované v oblastiach, kde prebiehala ťažba uránu, boli 70 Bq/kg. Merania ukázali, že v naplaveninách je obsah radónu asi dvakrát vyšší ako obsah v sedimentoch. Pravdepodobne je to kvôli špecifickému povrchu naplavenín, kvôli ktorému sú schopné absorbovať rádionuklidy vo väčšej miere než sedimenty (Hanslík, 2004).

Okrem izotopu ^{226}Ra bol v riečnych naplaveninách a v sedimentoch pozorovaný aj obsah izotopu ^{228}Ra . Namerané hodnoty však odpovedali prirodzenému výskytu tohto prvku vo vodných tokoch. Meraniami bolo preukázané, že riečne sedimenty sú vhodným indikátorom rádioaktívneho znečistenia hydrosféry, a to najmä pri zisťovaní vplyvu banskej činnosti. Naplaveniny dobre slúžia ako indikátor zmien znečistenia, napr. pri útlme ťažby uránu a následných sanačných prácach (Hála, 2004).

4.2.3.2 Monitorovanie vodných tokov

Vodné toky sú v tomto regióne monitorované z hľadiska ich chemického a makrobiologického zloženia a z hľadiska kyslíkového režimu. Vltava je podľa ukazovateľov kyslíkového režimu na celom území Příbramska v III. triede znečistenia, kritické hodnoty dosahuje rozpustený kyslík. Z hľadiska chemického a makrobiologického zloženia je Vltava zaradená takisto do III. triedy. Kvalita vody v rieke Litavka sa výrazne zhoršuje po sútoku s potokom Příbram. Z hľadiska kyslíkového režimu oatri riek do IV. triedy znečistenia, no z hľadiska chemického zloženia je situácia horšia, riek patrí až do V. triedy znečistenia. Z hľadiska

makrobiologického zloženia patrí rieka do IV. triedy, a takisto je zaťažená niektorými kovmi, najmä olovom a zinkom. Kvalita vody v potoku Příbram sa mení v závislosti od miesta, ktorým preteká. Zatiaľ čo nad mestom Příbram je tok zaradený do II. triedy z hľadiska kyslíkového režimu, pod mestom je zaradený už do V. triedy. Rovnaká je situácia z hľadiska makrobiologického zloženia. Voda navyše obsahuje zvýšené množstvo zinku (Kolektiv, 2000).

4.2.4 Radiačná záťaž životného prostredia na Příbramsku

Radiačná záťaž životného prostredia v oblasti Příbramska ostáva aj po ukončení ťažobných a úpravárenských aktivít výrazná. Hlavným zdrojom, z ktorého sa na Příbramsku do životného prostredia uvoľňujú rádionuklidy, sú odvaly. Tvoria 51,5 % miestnych zdrojov emisií radónu a okrem radiačnej záťaže predstavujú významný a dlhodobý zásah do krajiny. Dosiachnutie toho, aby odvaly splynuli s okolitou krajinou, bude možné až v priebehu niekoľkých generácií. Aj keď boli pôvodné prognózy odlišné, příbramské ložisko ovplyvňuje radiačnú záťaž sídelné útvary vo veľkej vzdialenosti za hranicami bývalého dobývacieho priestoru, a to najmä prostredníctvom ovzdušia. Nebezpečenie možnosti ožiarenia je napriek tomu obmedzené na pomerne malú oblasť v bezprostrednom okolí miesta ťažby. Ovplyvnenie prostredníctvom vodných tokov je najvýraznejšie pozdĺž potoka Příbram od obce Leštice a pozdĺž Lázskeho potoka (Psotová, 2006).

Na základe podrobného merania hodnôt emisií radónu odvalov a areálov, v ktorých prebiehala banská činnosť, bol zostavený katalóg zdrojov radónu, podieľajúcich sa na emisiách tohto plynu na Příbramsku. Katalóg tvorí prílohu č. 2.

4.3 Odstraňovanie následkov ťažby na Příbramsku

Dôvod zastavenia ťažby uránu na Příbramsku bola ekonomická nerentabilita ťažby. Konceptia útlmu uránového baníctva na tomto území bola schválená vládou ČSFR v roku 1990 (Kafka, 2003). Na začiatku zastavenia ťažby bolo uznesenie vlády č. 356 z 19. decembra 1990, ktoré riešilo rôzne spôsoby realizácie útlmu uránového baníctva. Ukončenie ťažby uránu z tohto ložiska stanovilo uznesenie vlády č. 894, z ktorého vyplynulo ukončenie ťažobných prác k 1. septembru 1991. Dôvodom k uzatvoreniu ložiska bolo najmä vyčerpanie ekonomicky rentabilných zásob

nerastných surovín, ktorého dôsledkom bol rast nákladov na ťažbu, ktoré presiahli tržnú cenu výsledného produktu (Šanda, 2006).

Likvidácia hlbinných uránových baní a odstraňovanie následkov, ktoré ťažba spôsobila, spočíva v likvidácii a zabezpečení banských diel, prípadne voľných priestorov po dobývaní v podzemí, vo vytvorení nového vodného režimu banských vôd, odstránenie alebo nájdenie nového využitia povrchových objektov, rekultivácia odvalov, poklesových kotlín a prepádov, a v sanácii a rekultivácii odkalísk (Michálek a i., 2006).

Odstraňovanie všetkých dôsledkov ťažby uránu je po technickej, časovej a finančnej stránke veľmi náročný proces. Túto činnosť v Českej republike vykonáva najmä štátny podnik Diamo, ktorý sídli v Stráži pod Ralskom. Časovú aktuálnosť likvidačných prác s ohľadom na možné ohrozenie životného prostredia a zdravia ľudí schvaľuje ministerstvo priemyslu a obchodu.

Likvidácia sa týka všetkých starých ekologických záťaží, ktoré vznikli v baníckom priemysle od roku 1945. Na území Českej republiky je evidovaných 3768 starých záťaží uránového priemyslu, pričom v 2523 prípadoch ide o banské diela, ktoré je potrebné sledovať. Za staré záťaže uránového priemyslu sú označované negatívne vplyvy odstránenej ťažobnej alebo úpravárenskej činnosti na životné prostredie. Väčšina starých záťaží pochádza zo 60. rokov 20. storočia, keď boli banské diela kvôli vtedajším znalostiam nedostatočne likvidované. Sanácie a rekultivácie, ktoré boli uskutočnené v týchto rokoch, neboli definitívne, a musí sa nich naďalej pokračovať. Niektoré oblasti ťažby uránu majú tak vysokú mieru poškodenia životného prostredia, že sa dá len veľmi ťažko odhadnúť, koľko finančných prostriedkov si odstránenie následkov banskej činnosti vyžiada (Ložek a i., 2003).

4.3.1 Spôsob likvidácie příbramského ložiska

Všetky aktivity v podzemí boli v tejto oblasti ukončené dňa 5.10.1995. Pôvodná koncepcia odstránenia baní zahrňovala úplné vyplienenie materiálu, ktorý bol pre potreby banského priemyslu zabudovaný v podzemí a vyvezenie všetkých strojov a zariadení na povrch. Z ekonomických dôvodov však bolo rozhodnuté, že na povrch musia byť prepravené iba tie elektrické a strojové zariadenie, ktoré obsahujú ropné produkty alebo chemikálie. Išlo najmä o čerpadlá, vrtné súpravy, banské vozy a lokomotívy. Plán likvidácie podľa uznesenia vlády predpokladal ukončenie likvidácie

v Bohutíně do konca roku 1994 a na Březových Horách do konca roku 1995. Zatiaľ čo likvidačné práce sa na Bohutíně oneskorili iba o jeden rok, ložisko na Březových Horách bolo uzavreté až v decembri 1999 (Kafka, 2003).

4.3.2 Sanácia bankých diel

Najčastejšie banké diela, ktoré ústia až na povrch, sú zvislé jamy a komíny, ktoré je možné odstrániť niekoľkými spôsobmi. Vo väčšine prípadoch sa používajú železobetónové uzávery, umiestnené v určitej hĺbke pod povrchom, ktoré sú potom zasypané až na úroveň terénu. Týmto spôsobom boli zasypané jamy na ložisku v Březových Horách.

Pretože dobývanie malo negatívny vplyv na stabilitu povrchu, bolo občas nutné vydobyté priestory zaplniť, aby nedochádzalo k poklesom pôdy. K rozsiahlym prepacom povrchu dochádzalo najmä nad žilou Bt 4 v oblasti Bytízu. Najrozsiahlejšie poklesy boli síce zavezené, v teréne sú však doposiaľ viditeľné. Stabilizácia prepádových pásiem je možná až v dlhom časovom horizonte (Kolektiv, 2000).

Likvidácia povrchových bankých diel spočívala v hľadaní nových možností ich využitia. Budovy s typickou architektúrou priemyslových objektov svojej doby boli z veľkej časti zachované a bolo v nich zriadené banké múzeum. O ďalšie objekty prejavili záujem mnohé spoločnosti a podnikatelia a využívajú ich na svoju činnosť. Napr. areál v Lešeticiach prevzala Karlova univerzita a zriadila v ňom depozitár, v areáli v Lazsku si svoje sídlo založil Štátny ústav jadrovej, chemickej a biologickej ochrany. U povrchových objektov, pre ktoré nebola nájdená žiadna iná možnosť využitia, bola nariadená demolácia, ktorá sa týkala najmä ťažobných veží. Dodnes sa na Příbramsku zachovali iba 3 ťažné veže, ktoré pôsobia ako pamiatka na rozsiahlu bankú činnosť. Ako náhle prišlo k vyhláseniu programu útlmu ťažby uránu v Českej republike, na Příbramsku boli postupne uzatvorené všetky časti ložiska. Výnimkou boli iba jamy č. 11A, 13 a 16, v ktorých bol v rokoch 1989 – 1998 vybudovaný podzemný zásobník plynu. Jamy č.2 a 9 boli uzatvorené s oneskorením v rokoch 1995 a 1996, pretože z nich museli byť najskôr vyčerpané banké vody (Kolektiv, 2000).

4.3.3 Sanácia odkalísk

Odkaliská, ktoré vznikli sedimentáciou odpadových kalov, sú hodnotené ako vodohospodárske diela a bezpečnosť nad nimi zaisťuje príslušný vodohospodársky orgán. Sanácia odkalísk je veľmi náročná časovo, a náročná je aj po stránke objemu dopravovaných materiálov, z čoho vyplýva aj jej finančná náročnosť. Okrem zvyškov rudy sú do sedimentačného priestoru uložené neutralizačné kaly. Vonkajší plášť odkaliska tvoria hrubšie sedimenty, zatiaľ čo jemnozrnné častice sa ukladajú do stredu odkaliska. Obidva typy sedimentov oddeľuje prechodové pásmo, ktoré obsahuje jemné aj hrubé sedimenty. Pri rekultivácii odkalísk je v prvom rade obmedzená hmotnostná aktivita ^{226}Ra na povrchu odkaliska a je odclonené jeho žiarenie. Toto je dosiahnuté vybudovaním technických bariér. Pri sanácii je dôležité zaistiť, aby povrch odkalísk nebol prašný a tak zabrániť rádioaktívnemu prachu, aby unikal do okolia. V neposlednom rade sa dôraz kladie na to, aby do priestoru nevnikala zrážková voda a aby následne výluhové vody z odkaliska neunikali do podzemných vôd (Vurm, 2001).

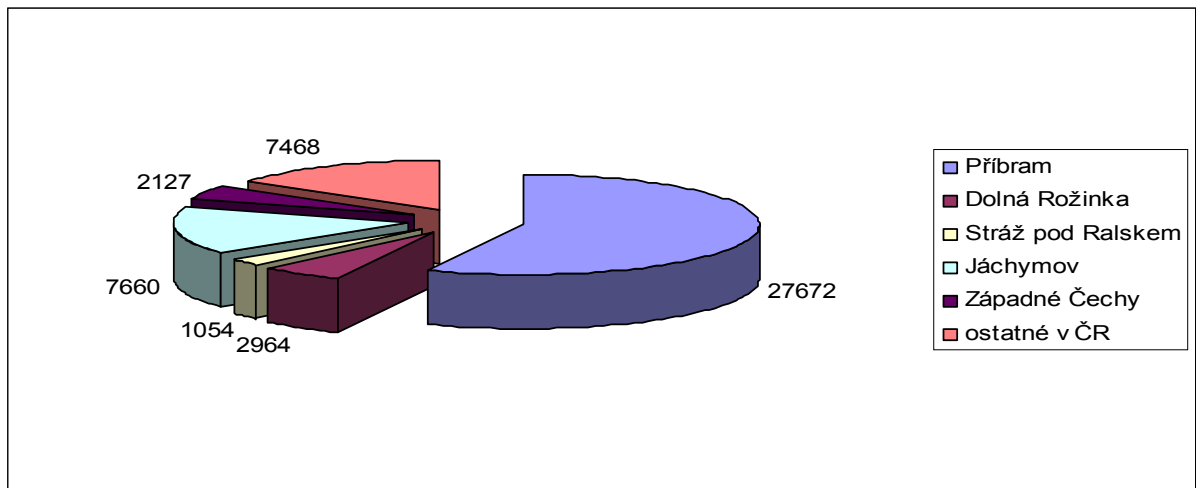
Na Příbramsku tvorí celková plocha odkalísk 28,5 ha. S dvomi najväčšími uránovými odkaliskami bolo naložené tak, že odkalisko č. 1 sa využíva na ukladanie kontaminovaných materiálov pochádzajúcich z likvidačných prác, a odkalisko č. 2 prešlo technickou rekultiváciou a prípravou na biologickú rekultiváciu (Tomíček, 2000).

4.3.4 Rekultivácia odvalov

S odvalmi, ktorých na Příbramsku po banskej činnosti zostalo veľké množstvo, bolo naložené rôznym spôsobom. Vo väčšine prípadoch boli spracované už pri konci ťažobnej činnosti, takže keď sa ťažba zastavila úplne, bol problém vyriešený. Materiál uložený na hlušínových haldách bol priebežne využívaný. Pri zahájení prác na odstraňovanie následkov banskej činnosti bol materiál z odvalov využívaný na zasypanie banských diel, alebo ním boli zavázané rôzne prepady. Ostatné haldy z ťažby uránu bolo nutné zrekultivovať, pretože predstavovali hrozbu pre okolité prírodné prostredie. Rekultivačné práce sa zamerali hlavne na úpravu svahov hald a navážanie vhodnej zeminy, ktorá bola buď zatrávnená, alebo na nej boli vysádzané dreviny. U menších odvalov sa pristúpilo k lesnej výstavbe (Tomíček, 2000).

Na Obr. 2 je znázornený prehľad odvalov, objem uloženého materiálu v jednotlivých ťažobných oblastiach.

Obr. 2 Objem uloženého materiálu v tis.m³



Zdroj: Kolektiv, 2000: vlastné spracovanie

Keďže ťažobná oblasť Příbramska bola najväčšia v produkcii uránu, tak sa dalo očakávať, že jej patrilo aj prvenstvo v objeme uloženého materiálu, čo potvrdzuje tento graf.

4.3.5 Banské vody

Problém nakladania s bankskými vodami sprevádza bankú činnosť všeobecne, o to je to väčší problém pri ťažbe uránu. Problémy vznikajú nielen v období ťažby a úpravy, ale tiež pri odstraňovaní jej následkov. Pre bankské vody je charakteristické znečistenie železom a mangánom, preto nie je možné ich voľne vypúšťať do vodných tokov (Psotová, 2006).

Musia byť odvádzané, alebo čerpané na povrch, kde sú na dekontaminačných staniciach zbavené nebezpečných látok. Ložisko Březové Hory je zaujímavé tým, že pre odvodňovanie sú používané nové, ale aj staré historické štôlne: Jednotlivé bankské diela prepojuje Dedičná štôlna, ktorá ich odvodňuje Trhových Dušníků do rieky Litavka. Po úplnom zatopení ložiska je štôlna využívaná na kontrolu odtoku bankských vôd z celej ťažobnej oblasti (Kafka, 2003).

Na Příbramsku boli v dobe ťažby prítoky vody do ložiska 70 l.s⁻¹, čo predstavovalo cca 2,2 mil. m³ čerpanej a čistenej vody za rok. Objem čistenej vody začal klesať vtedy, ako bolo v súvislosti s likvidačnými prácami zahájené zatopenie jednotlivých ložísk a akonáhle bol dostavený zásobník plynu v jame č. 16, čerpanie vody bolo zastavené úplne. Dôsledkom toho sa znížil prietok v Příbramskom

a Dubeneckom potoku a na ich horných tokoch sa v suchých obdobiach znížila kvalita vody. Celkom boli v dobe ťažby na ložisku v prevádzke 4 dekontaminačné stanice bankských vôd. Ich úlohou bolo odstraňovať vo vode rozpustený urán a zabezpečovať dodržiavanie stanovených limitov obsahu jednotlivých prvkov v bankských vodách.

4.3.6 Zatopenie uránového ložiska

Po ukončení ťažby v ložisku Příbram bolo rozhodnuté, že jeho likvidácia prebehne jeho zatopením podzemnou vodou. Zatopenie ložiska, ku ktorému dochádzalo aj samovoľne zrážkovou vodou v miestach narušenia celistvosti horninového masívu nad bankskými dielami, bolo zahájené v júni 1998, pričom úplné zatopenie sa predpokladá v roku 2012 (Psotová, 2006).

V súvislosti so zatopením podzemia bola na jame č. 19 vybudovaná čistiaca a dekontaminačná stanica bankských vôd. Hlavnou úlohou tejto stanice bolo odstraňovať z banskej vody najmä urán a rádium, aby vyčistené vody mohli byť vypustené do vodných tokov.

Zavodňovanie bankských diel je častý spôsob, ako sa nakladá s baňami po ukončení ťažobných prác. Prienik vody do horninového masívu však môže zapríčiniť zmenu kontaktných podmienok na existujúcich dislokáciách. Jednou z týchto zmien býva pokles rozsahu trenia, ktoré máva za následok vznik bankských otrasov. Zvýšený výskyt bankských otrasov bol zaznamenaný v Březových Horách. Miestne bane boli už niekoľko rokov zatvorené, ale aj tak tu dochádzalo k silným otrasom, ktoré bolo cítiť aj na povrchu (Vurm, 2001).

Příbramské ložisko je svojím spôsobom unikátne, pretože spĺňa všetky podmienky pre štúdium dynamiky bankských vôd po ukončení ťažby. Prostredníctvom hĺbkovo orientovaného vzorkovania a merania v maximálnych hĺbkach ložiska, možno predpokladať kvalitu vody, ktorá priteká do čistiacej a dekontaminačnej stanice. Odbery bankských vôd v maximálnych hĺbkach ložiska napomáhajú pochopeniu hydrochemických a hydrogeologických zákonitostí v uzatvorených a zatopených bankských priestoroch.

5 Diskusia

Banská činnosť, v našom prípade ťažba uránu má nepochybne veľké negatívne účinky na zložky životného prostredia. Okrem bežných rizík, ktoré so sebou prináša každá banská činnosť, predstavuje ťažba uránu hrozbu predovšetkým z dôvodu narábania s obrovským množstvom rádioaktívneho materiálu. V tejto súvislosti si treba uvedomiť hlavne fakt, že po oddelení uránu z rudy zostáva viac než 99 % objemu vytťaženej horniny ako nepotrebný rádioaktívny odpad v podobe hald a odkalísk, zväčša v blízkosti miesta ťažby (Rizman, 2009).

K najväčším problémom ťažby uránu patrí narušovanie hydrodynamického režimu podzemných vôd a tým zapríčinená kontaminácia povrchových tokov. Známe a pomerne dobre zdokumentované sú prípady, keď na uránových banských dielach došlo k prievalom a tým aj k narušeniu podzemných tokov. Tieto zmeny následne zapríčinili stratu prameňov a zdrojov pitnej i úžitkovej vody v okolí. Len v Českej republike sú v súvislosti s ťažbou uránu podrobne zdokumentované takéto prípady v lokalitách Horného Slavkova (strata zdrojov pitnej vody pre 4 obce) či zdrojov vody pre poľnohospodárstvo a rybárstvo (6 zdokumentovaných lokalít). Banské vody z ťažby uránu sú tiež jedným z hlavných zdrojov rádioaktívnych nuklidov uránu, rádia a tória. Takto kontaminované vody sa preto musia pred vypustením do povrchových tokov upravovať tak, aby spĺňali limity rádioaktívnych nuklidov pre vypúšťanie do verejnej siete. Čistenie banských vôd je pritom technicky zložitý a finančne nákladný problém (Bernard a i, 2008).

Problémy nakladania s banskými vodami vznikajú nielen v čase ťažby a úpravy, ale aj v čase, keď je ťažba zastavená a odstraňujú sa následky ťažby. Na Příbramsku prebieha takisto čistenie banských vôd prostredníctvom čistiacej a dekontaminačnej stanice, ktorej úlohou je odstraňovanie prvkov urán a rádium z banských vôd, aby mohli byť vypustené do povrchových tokov.

Rizman (2009) uvádza, že nepotrebná hlušina je nebezpečným odpadom, ktorý sa hromadí na haldách. Vzhľadom na prítomnosť mnohých ďalších rádioaktívnych prvkov obsahuje takýto materiál asi 85 % pôvodnej rádioaktivity. Okrem rádioaktivity sú v uránovej hlušine prítomné aj niektoré toxické látky – zlúčeniny arzenu, olova a iných ťažkých kovov.

Na Příbramsku bol materiál uložený hlušínových haldách priebežne využívaný. Pri odstraňovaní následkov banskej činnosti bol tento materiál používaný na zasypanie banských diel, alebo ním boli zavázané rôzne prepady. Ostatné haldy boli zrekultivované, čiže degradácia životného prostredia na Příbramsku bola v tomto smere minimálna. Rekultivačné práce boli zamerané najmä na úpravu svahov hald, taktiež sa navádzala vhodná zemina, aby mohla následne prebehnúť biologická rekultivácia.

6 Záver

Bakalárska práca analyzuje vplyv ťažby uránu na životné prostredie na území Příbramska. Hlavným cieľom bolo zhodnotiť, aký dopad má táto ťažba na jednotlivé zložky životného prostredia, a takisto aj poukázať na odstraňovanie následkov tejto ťažby.

Urán ako nerastná surovina patrí medzi dôležité energetické surovinové zdroje, výroba energie z uránu je veľmi efektívna. Avšak jeho ťažbou dochádza k veľkému porušeniu prírodného prostredia, a nie len počas ťažby, ale negatívne vplyvy tejto banskej činnosti sa prejavujú na krajine aj po jej skončení. Ťažba na Příbramsku nebola výnimkou, vplyvom ťažby tu dochádzalo k degradácii životného prostredia.

Na morfológii povrchu spôsobila ťažba prepady a poklesy pôdy, z ktorých najväčšie sú pri osade Bytíz. Celkovo bol v podzemí vytváraný priestor s objemom 44, 5 mil. m³, čo malo samozrejme za následok prítomnosť najväčších odvalov, aké vôbec v Českej republike ťažobná činnosť zanechala.

Negatívny účinok mala ťažba aj na pôdu, v ktorej zanechala vysoké obsahy arzénu a olova, ktoré boli namerané aj v pôdach vzdialených od miesta ťažby niekoľko kilometrov.

Ďalšou zložkou životného prostredia, ktorá sa nevyhla znečisteniu, ktoré pochádzalo z banskej činnosti, bolo ovzdušie. Najviac emisií z komína unikalo v 60. rokoch minulého storočia pri veľmi intenzívnej ťažbe. priemerný únik bol vtedy 500 – 625 ton Pb a 2500 – 2800 ton SO₂. Po zavedení opatrení, akými bolo zvýšenie komína a zavedenie odlučovačov, boli tieto emisie znížené.

Vodné toky boli takisto poznačené ťažbou. Keďže urán zo životného prostredia len tak nezmizne, dochádzalo k jeho usádzaniu v riečnych sedimentoch. Najviac postihnutý ťažbou bol potok Příbram.

Najviac zasiahnutými a negatívnymi vplyvmi poznačenými boli zložky životného prostredia voda, pôda a ovzdušie. Situácia sa začala obracať k lepšiemu po zastavení ťažby uránu, ktorého príčinou bola najmä ekonomická nerentabilita ťažby. Nastala likvidácia hlbinných uránových baní a odstraňovanie následkov, ktoré ťažba spôsobila, likvidácia a zabezpečenie banských diel, prípadne voľných priestorov po dobývaní v podzemí, vytvorenie nového vodného režimu banských vôd, odstránenie alebo nájdenie nového využitia povrchových objektov, rekultivácia odvalov,

poklesových kotlín a prepadoŧ, a sanácia a rekultivácia odkalísk. Tieto všetky opatrenia sú určite pozitívnym vplyvom na zdevastované životné prostredie po ŧažbe, a však bude trvať ešte niekoľko rokov, aby krajina mala približne taký ráz ako pre zahájením ŧažby a aby ekosystémy, ktoré sa na tomto území nachádzajú, boli schopné plnohodnotne poskytovať svoje služby.

Zoznam použitej literatúry

1. BERNARD, M. a i. 2008. *Bude se u nás znovu těžit uran?* České Budějovice: Sdružení Calla, 2008. ISBN 978 – 80 – 903910 – 5 – 5.
2. BLAŽEJ, A. a i. 1981. *Chemické aspekty životného prostredia*. Bratislava: Alfa, 1981. 595 s.
3. CAMUS, J. P. 2002. *Management of mineral resources*. Littleton: Society for mining, metallurgy and exploration, 2002. ISBN 0 – 87335 – 216 – 5.
4. ČERMÁK, O. a i. 2008. *Životné prostredie*. Bratislava: STU, 2008. ISBN 978 – 80 – 227 – 2958 – 1.
5. DEMEK, J. 1976. *Úvod do obecné fyzické geografie*. Praha: Academia, 1976. 136 s.
6. DIMITROVSKÝ, K. 2000. *Zemědělské, lesnické a hydričné rekultivace území ovlivněných báňskou činností*. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 2000. ISBN 80 – 7271 – 065 – 6.
7. FEHÉR, A. 2006. *Prírodné zdroje, ich využitie a ochrana*. Nitra: SPU v Nitre, 2006. ISBN 80 – 8069 – 692 – 6.
8. GÁBRIŠ, Ľ a i. 1998. *Ochrana a tvorba životného prostredia v poľnohospodárstve*. Nitra: SPU v Nitre, 1998. ISBN 80 – 7137 – 506 – 3.
9. GRYGÁREK, J a i. 2004. *Základy hornictví*. Ostrava: Technická univerzita Ostrava, 2004. 216 s.
10. HÁLA, J. 1998. *Radioaktivita, ionizující záření, jaderné energie*. Brno: Konvoj, 1998. ISBN 80 – 85615 – 56 – 8.
11. HANSLÍK, E. a kol. 2004. Radioaktivní látky v říčních dnových sedimentech a plaveninách v ČR za období 1999 – 2003. In *Radionuklidy a ionizující záření ve vodním hospodářství: Sborník XVIII. Konference*. České Budějovice: Česká vodohospodářská společnost, 2004, s. 95 – 102.
12. HASÍK, O. 1974. *Vodohospodářská výstavba a životní prostředí člověka*. Praha: ČSAV, 1974. 85 s.
13. HOLÝ a i. 1975. *Společnost a životní prostředí*. Praha: Svoboda, 1975. 144s
14. HRONEC, O. a i. 2000. *Prírodné zdroje*. Košice: Royal Unicorn, 2000. ISBN 80 – 968128 – 7 – 4.

15. HRONEC, O. a i. 2004. *Ekológia e ekonomika zložiek prírody a krajiny*. Nitra: SPU v Nitre. 2004. ISBN 80 – 8069 – 347 – 1.
16. HUDÁČEK, M. a i. 2000. Hodnotenie vplyvov banskej činnosti na životné prostredie. In medzinárodná konferencia *Mineral raw materials and mining activity in the 21st century*. Ostrava: Vysoká škola báňská. 2000. s. 254 – 256.
17. KAFKA, J. 2003. *Rudné a uranové hornictví v ČR*. Ostrava: Anagram, 2003. ISBN 80 – 86331 – 67 – 9.
18. KLINDA, J. a i. 2002. *Koncepcia trvalo udržateľného využívania zdrojov horninového prostredia*. Bratislava: Ministerstvo životného prostredia Slovenskej republiky, 2002. 94 s.
19. KOLEKTIV. 2000. *Analýza rizik při sanaci uranového ložiska Příbram*. Příbram: SOM, s r. o., 200, 236 s.
20. LEPKA, F. 2003. *Český uran, 1945 – 2002*. Liberec: Knihy 555, 2003. ISBN 80 – 86660 – 05 – 2.
21. LOŽEK, V. a i. 2003. *Střední Čechy, Příroda, člověk, krajina*. Praha: Dokořán, 2003. ISBN 80 – 86569 – 40 – 3.
22. MEČÍŘOVÁ a i. 1970. *Ovlivnění přírodního a životního prostředí hornickou činností*. Praha: Ústav vědeckých, technických, a ekonomických informací, 1970. 104 s.
23. MICHÁLEK, B. – HOLÉCZY, D. 2006. Těžba uranu v České republice. In *Těžba a životní prostředí ve střední Evropě: 1. mezinárodní konference EIECE [CD - ROM]*. Brno, 2006, s. 98 – 102.
24. NOSKOVIČ, J. 2010. *Ochrana a tvorba životného prostredia*. Nitra: SPU v Nitre, 2010. ISBN 978 – 80 – 552 – 0344 – 7.
25. PLUSKAL, O. 1998. *Poválečná historie jáchymovského uranu*. Praha: Český geologický ústav, 1998. ISBN 80 – 7075 – 261 – 0.
26. PSOTOVÁ, H. 2006. Revitalizace těžebných prostor. In *Těžba a životní prostředí ve střední Evropě: 1. mezinárodní konference EIECE [CD - ROM]*. Brno, 2006, s. 216 – 218.
27. RIZMAN, J. 2009. *Urán- riziká ťažby a spracovania uránu v Slovenskej republike*. Bratislava: Greenpeace Slovensko, 2009. 16 s.
28. RYCHLÍKOVÁ, B. 1994. *Průmysl a životní prostředí*. Ostrava: Ostravská univerzita, 1994. ISBN 80 – 7042 – 076 – 6.

29. SEQUENS, E – KOUTECKÝ, V. 2001. Uran ve snu viděti. In *Sedmá generace*, roč. 10., 2001, č. 10, s.8 – 9. ISSN 1212 – 0499.
30. SOUKOPOVÁ, J. a i. 2009. *Ekonomika životního prostředí*. Brno: Masarykova univerzita v Brně, 2009. 206 s.
31. SUCHAROVÁ, J. – SUCHARA, I. 2003. Biomonitoring atmosférického spadu prvků v podrobnějším mapovém měřítku. In *Ochrana ovzduší*, roč. 15, 2003, č. 2, s. 13 – 18. ISSN 1211 – 0337.
32. SUK, M. 1999. *Geologické faktory ochrany životního prostředí*. Brno: Moravské zemské muzeum, 1999. ISBN 80 – 7028 – 100 – 6.
33. STREĎANSKÝ, J. 1989. *Ochrana životného prostredia a tvorba krajiny*. Bratislava: Príroda, 1989. ISBN 80 – 07 – 00202 – 2.
34. STREĎANSKÝ, J. a i. 2005. *Hodnotenie kvality životného prostredia*. Nitra: SPU v Nitre, 2005. ISBN 80 – 8069 – 625 – X.
35. ŠANDA, V. *Útlm hornictví včetně sanace těžby uranu v ČR* [online]. 2006, [cit. 2011 – 04 - 30]. Dostupné na internete : www.mpo.cz/dokument8065.html
36. ŠTÝS, S. 1981. *Ochrana životního prostředí: Rekultivace území postižených těžbou nerostných surovin*. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1981. 678 s.
37. TOMÍČEK, R. 2000. *Těžba uranu v Horním Slavkově*. Sokolov: Okresní muzeum Sokolov, 2000. 294 s.
38. VELFL, J. 2003. *Příbram v průběhu staletí*. Příbram: Městský úřad, 2003. ISBN 80 – 239 – 1174 – 0.
39. VOLOŠČUK ,I. 1987. *Krajinné prostredie vo vzťahu k využívaniu prírodných zdrojov*. Banská Bystrica: Dom techniky ČSVTS Banská Bystrica, 1987. 74 s.
40. VURM, K. 2001. *Dějiny příbramské hutě*. Příbram: Kovohutě, a. s., 2001. 200 s.

Prílohy

Príloha č.1 Poloha mesta Příbram



Zdroj: Ložek, 2003.

Príloha č.2 Katalóg zdrojov emisií radónu

	Podiel na zdrojoch uránu (%)	Emisie radónu (MBq/s)
Odvaly	30,5	2,506011
Areály jám	10	0,817519
Zásypy jám	0,041	0,003325
Komíny	0,035	0,002857
Štôlne	-	-
Odkalisko I.	3,78	0,309808
Odkalisko II.	1,86	0,152791
Prepadová jama	2,52	0,207145
Výduchy radónu - jama č.13	20,3	1,668
Úpravovňa	7,2	0,591293
Potok Dubenec	0,044	0,0036
ostatné	3,3	0,273766

Zdroj: Kolektiv, 2000.