

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta životního prostředí

**Katedra environmentálního inženýrství a ochrany
prostředí**



**Vliv důlní těžební činnosti a úpravy rud na životní
prostředí (na příkladu Příbramska)**

*The impact of mining activities and ore treatment on environment
(with example of Příbram region)*

Bakalářská práce

Vedoucí práce: prof. RNDr. Ing. Ivan Landa, DrSc.

Bakalant: Zdeňka Mičudová

2011

Zadání

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma „Vliv důlní těžební činnosti a úpravy rud na životní prostředí (na příkladu Příbramska)“ vypracovala samostatně a že jsem uvedla všechny literární prameny a publikace ze kterých jsem čerpala.

V Praze dne 30. 4. 2011

Poděkování

Ráda bych poděkovala prof. RNDr. Ing. Ivanu Landovi, DrSc. za odborné vedení, rady a připomínky při vedení mé bakalářské práce, také Ing. Karlu Škvorovi, DIAMO, s. p., za ochotu a poskytnutí informací a materiálů. Dále bych chtěla poděkovat své rodině za trpělivost a pomoc při psaní této práce.

V Praze dne 30. 4. 2011

Abstrakt

Práce je zaměřena na zhodnocení důlní těžební činnosti v příbramském regionu, kde se v minulosti těžily polymetalické rudy, např. stříbro, olovo, zinek a i uran.

Souvisle jsou popsány vybrané technologie těžby a úpravy rud, historie příbramského hornictví, stručné geologické a hydrogeologické podmínky Příbramska.

Největší důraz je kladen na vliv těžební činnosti na životní prostředí - projevy těžby a úpravy rud na jednotlivé složky životního prostředí, formy ochrany životního prostředí, současný stav těžby a projevů těžební činnosti na životní prostředí.

Ačkoliv se práce zabývá příbramským hornictvím jako celkem, jsou některé kapitoly, pro přehlednost a vyšší srozumitelnost rozděleny na rudné hornictví a uranové hornictví.

Klíčová slova: sanace, rekultivace, monitoring, staré ekologické zátěže, hornictví

Abstract

The work is focused on the evaluation of mining activities in Příbram region, where polymetallic ores, e.g. silver, lead, zinc and uranium were exploited in the past.

The work describes chosen technologies of mining and ore treatment, history of mining in Příbram region, geologic and hydrogeologic conditions in Příbram region.

The biggest emphasis is placed on the impact of mining activities on environment – influence of mining and ore treatment on particular components of environment, forms of protection of environment, current status of mining and of influence of mining on environment.

As the work focuses on mining in Příbram region as a whole, some parts are for clarity divided into ore mining and uranium mining.

Keywords: sanitation, recultivation, monitoring, old ecological load, mining

Obsah

Strana

1. Úvod.....	8
2. Typizace technologií těžby rud.....	9
2.1 Důlní díla.....	9
2.2 Rozdělení ložisek do skupin.....	9
2.3 Dobývací metody.....	11
2.3.1 Základní rozdělení dobývacích způsobů	12
2.3.2 Chemická těžba – loužení.....	13
2.4 Úprava rud.....	14
2.4.1 Úprava uranových rud.....	15
3. Typizace hlavních projevů těžby a úpravy rud na vybrané složky životního prostředí a to hlavně na horninové prostředí (půdy, horniny), podzemní a povrchové vody, biotu a krajinu.....	16
3.1 Primární a sekundární projevy důlní a úpravárenské činnosti.....	16
3.2 Posuzování vlivů hornické činnosti na životní prostředí.....	16
3.2.1 Vliv na obyvatelstvo včetně vlivů sociálně-ekonomických.....	16
3.2.2 Vliv na ovzduší a klima.....	17
3.2.3 Vliv na hlukovou situaci.....	18
3.2.4 Vliv na povrchové a podzemní vody.....	18
3.2.5 Vliv na půdu.....	20
3.2.6 Vliv na horninové prostředí a přírodní zdroje.....	20
3.2.7 Vliv na faunu, flóru a ekosystémy.....	21
3.2.8 Vliv na krajinu, hmotný majetek a kulturní památky.....	22
4. Historie těžby rud na Příbramsku.....	24
4.1 Hlubinná těžba polymetalických rud.....	24
4.2 Hlubinná těžba uranu.....	24
4.3 Přehled událostí z historie hornictví na Příbramsku.....	25
5. Stručné geologické a hydrogeologické podmínky Příbramska.....	35
5.1 Geologie ložisek.....	35
5.2 Hydrogeologické poměry.....	36
6. Současný stav těžby rud a projevů těžební činnosti na životní prostředí	39
6.1 Rudné hornictví – všeobecný přehled.....	39
6.2 Uranové hornictví – všeobecný přehled.....	39
6.3 Rudné hornictví – příbramská oblast	40
6.4 Uranové hornictví – příbramská oblast.....	41
7. Formy ochrany životního prostředí.....	42
7.1 Rudný revír	42
7.1.1 Poddolování.....	42
7.1.2 Důlní vody	42
7.1.3 Odkaliště.....	43
7.1.4 Odvaly.....	43
7.1.5 Hlavní sledované veličiny v životním prostředí.....	43
7.1.6 Náklady.....	43
7.2 Uranový revír	43
7.2.1 Poddolování.....	43
7.2.2 Důlní vody	44
7.2.3 Odkaliště.....	45

7.2.4 Odvaly.....	45
7.2.5 Hlavní sledované veličiny v životním prostředí.....	45
7.2.6 Náklady.....	45
8. Závěr.....	47
9. Použitá literatura.....	48
10. Přílohy.....	50

1. Úvod

Archeologické nálezy dokládají báňské práce na Příbramsku (konkrétně na rudném ložisku Březové Hory a Bohutín) ještě několik století před prvním písemným dokladem, který pochází z roku 1311 (Kafka et al. 2003). Pro výskyt ryzího stříbra zde bylo hlubinně těženo žilné polymetalické Pb, Ag, Zn zrudnění. Z ložisek bylo vytěženo přes 20 mil. tun rudniny, objem vyrubaných prostor činil téměř 10 mil. m³ (DIAMO, s. p. 2010).

Z geologického hlediska nebyla na Příbramsku potvrzena zkušenost, že výskyt uranové rudy se kryje se stříbrorudným dobývacím prostorem. Výskyt uranové rudy sice kopíroval stříbrorudné žíly, ale v teritoriu rovnoběžně posunutém zhruba pět kilometrů jihovýchodním směrem od Březohorsko-bohutínského revíru (Valenta 1997). Těžba uranové rudy započala na Příbramsku v roce 1950. Bylo zde vytěženo skoro 50 tis. tun uranu, dobývací prostor zaujímal celkovou plochu 57,6 km² (DIAMO, s. p. 2010).

Těžba na Březových Horách byla ukončena roku 1978, v Bohutíně roku 1979 a v uranovém revíru v roce 1991. Důvody ukončení byly převážně hospodářské (Kafka et al. 2003).

Útlum rudného hornictví má charakter plošné likvidace těžebních a úpravárenských kapacit s následným zahlazením negativních projevů těžby a úpravy rud na životní prostředí (Šanda 2006).

Zahlazování následků průzkumu, těžby a úpravy rud představuje soubor technických opatření do kterých patří: likvidace důlních děl, povrchových areálů, odvalů, areálů chemických úpraven, sanace a rekultivace odkališť, dále provoz dekontaminačních stanic, sledování poddolovaných území, sanaci propadů a odvádění resp. čištění vypouštěných důlních vod (DIAMO, s. p. 2010).

Ve většině případů nelze provést úplné zahlazení následků hornické činnosti a to zvláště v případě odkališť a odvalů. Tyto zůstanou trvalou zátěží v krajině. Je však nutno provést taková opatření, aby vliv těchto objektů byl minimalizován a opatření byla pokud možno trvalého charakteru (Tomášek et Lundáková 2001).

Cíle práce:

Hlavním cílem práce je podat ucelený přehled o příbramské důlní těžební činnosti s hlavním zaměřením na dopady této těžební činnosti na životní prostředí.

2. Typizace technologií těžby rud

2.1 Důlní díla

Na Příbramsku, kde se v bohutínském a březohorském revíru (viz obr. č. 1) těžily polymetalické rudy – např. stříbro, olovo, zinek, stejně jako v uranovém revíru (viz. obr. č. 2) – těžba uranu, byly uplatňovány pouze podpovrchové těžební postupy (hlubinné dobývání).

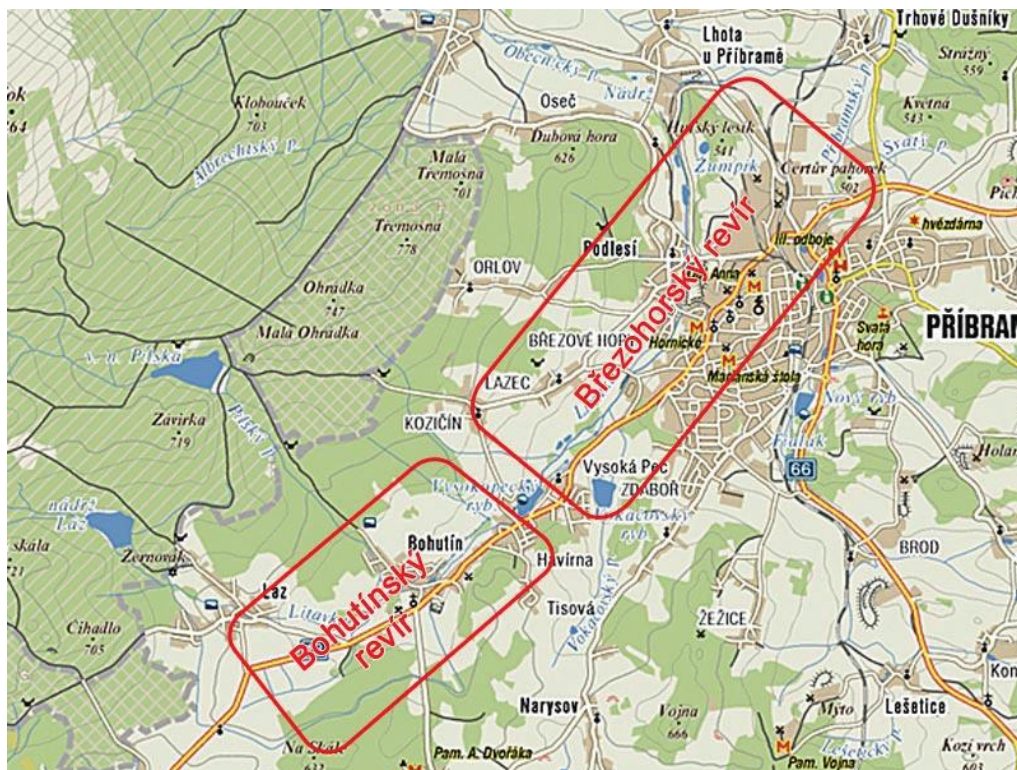
Trnka (in Babuška at al.1962) rozlišuje způsoby dobývání podle hloubky, v jaké jsou ložiska užitkových nerostů uložena na dva a to: *povrchové* a *hlubinné dobývání*. Povrchově se dobývá ložisko tenkrát, vystupuje-li až na povrch nebo je-li uloženo v malé hloubce pod povrchem. Je-li uloženo ve větší hloubce, dobývá se hlubinným způsobem. V obou případech se však setkáváme s pojmem důlní dílo.

Důlní díla se dělí v zásadě na: *otvírková, vyřizovací, přípravná a dobývací*.

Otvírkovými a vyřizovacími důlními díly se ložisko zpřístupňuje a udržuje se jimi trvalé a sjízdné spojení s povrchem.

Přípravná důlní díla, která se razí již v užitkovém nerostu těsně před dobýváním, rozdělují ložisko a připravují v něm poruby pro vlastní dobývání.

(Mapa celého příbramského rudného revíru s vyznačením důlních děl viz příloha – mapy obr. č. 1)

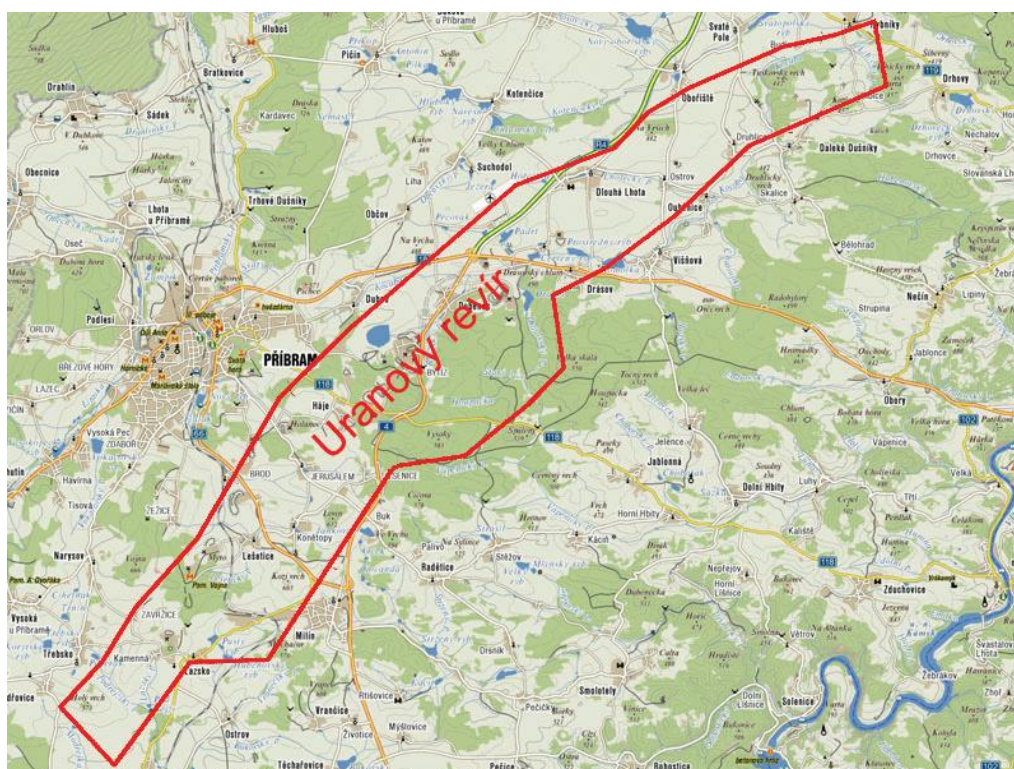


Obr. č. 1 Mapa bohutínského a březohorského revíru (DIAMO s. p. 2010).

2.2 Rozdělení ložisek do skupin

Ložiska příbramských rudných revírů patří do skupiny ložisek žilných. Dle Kafky (at al. 2003) příbramské uranové žilné ložisko patří do tzv. I. typu, jehož žíly mají většinou strmý sklon s velmi nerovnoměrným zrudněním bohatých uranových rud.

Dle Vavra (in Neset et Dinter 1973) můžeme ložiska z hlediska základních podmínek hlubinného dolování rozdělit na čtyři základní skupiny (viz obr. č 3).



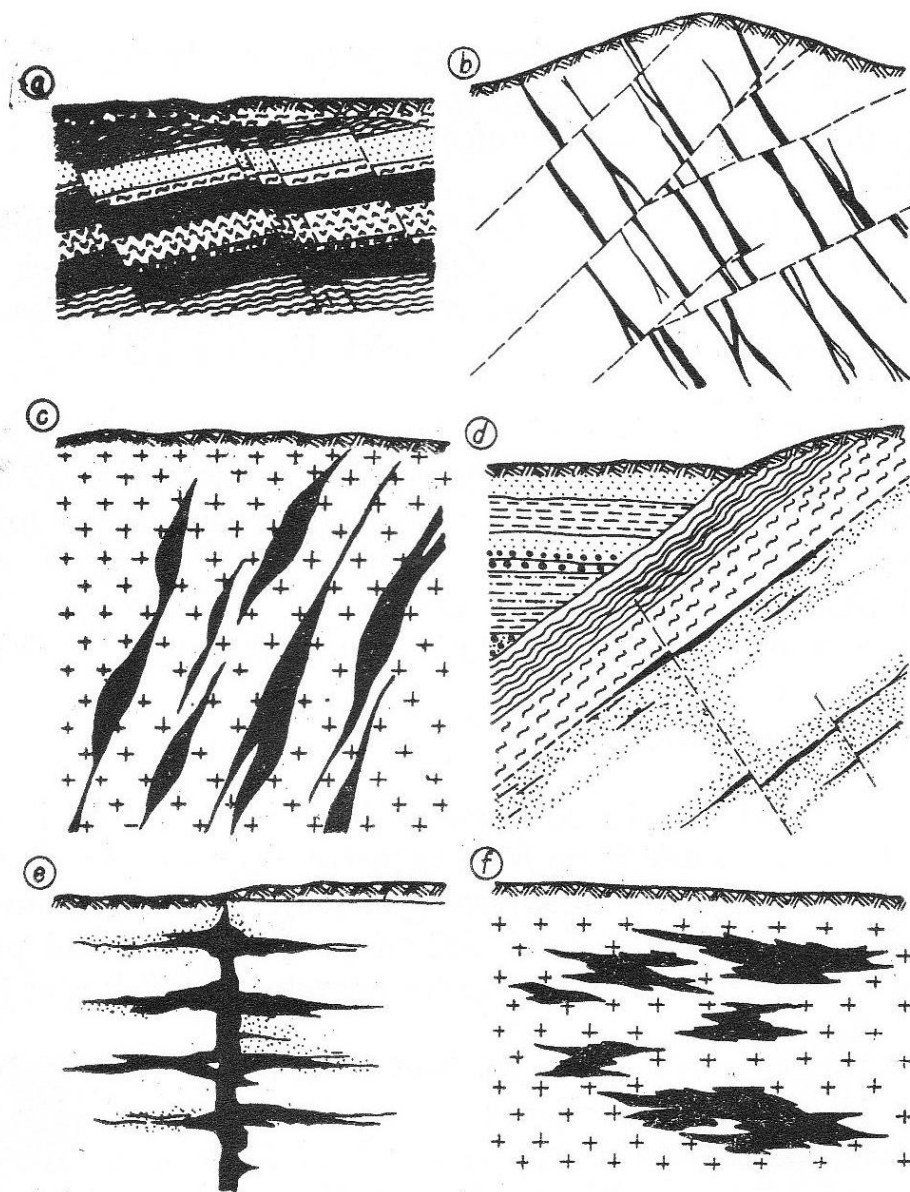
Obr. č. 2 Mapa uranového revíru (DIAMO, s. p. 2010).

Ložiska plástevnatá se vyznačují tím, že si udržují svou mocnost, úklon i mineralogické složení na poměrně velké plošné rozloze. Jsou zpravidla sedimentogenního původu a patří k nim jak rudná, tak i nerudná ložiska.

Ložiska žilná tvoří buď jedna žíla, nebo skupina žil (pravých, ložních nebo smíšených), které se mohou vzájemně křížit nebo vytvářet celá žilná pásma. U žilných ložisek se často mění jejich mocnost i obsah užitkových složek, rozměry ložiska po směru i úklonu dosahují často i několik set metrů. Je to dosti typický tvar ložisek rud neželezných kovů.

Ložiska čočkovitého tvaru vytváří nejčastěji skupina čoček různých směrných délek, výšek, mocností i úklonů, které jsou v dobývacím prostoru nepravidelně rozmístěny. Hranice mezi výplní a průvodními horninami je buď ostrá, nebo nevýrazná, a to tehdy, když výplň užitkové složky přechází pozvolna do jalových průvodních hornin formou impregnace. Výplň čoček může tvořit buď jeden, nebo i více užitkových nerostů, mluvíme proto o různých ložiskách monometalických a polymetalických.

Ložiska nepravidelného tvaru – charakterizuje je zcela nepravidelný průběh a rozměry – mají tvar nepravidelných čoček, hnízd, pňů, zrudněných šmouh, zón nebo mas. Ohraničení ložiskové výplně tvoří četné odzilky a laloky, které mají někdy větší kovnatost než vlastní ložiskové těleso. Styk rudní výplně s bokovými horninami není ostrý, ani stálý. Zvláštním typem ložiska nepravidelného tvaru jsou žilníky.



Obr. 16.4. Schematické rozdělení rudných a nerudných ložisek podle tvaru
a — příklad plástevnatého ložiska, *b* — příklad žilného ložiska, *c* — ložiska čočkovitého tvaru,
d — schéma impregnačního ložiska (ložiskové zóny), *e* — příklad rudného žilníku,
f — příklad ložiska nepravidelného tvaru

Obr. č. 3 Schématické rozdělení rudných a nerudných ložisek podle tvaru (Vavro in Neset et Dinter 1973).

2.3 Dobývací metody

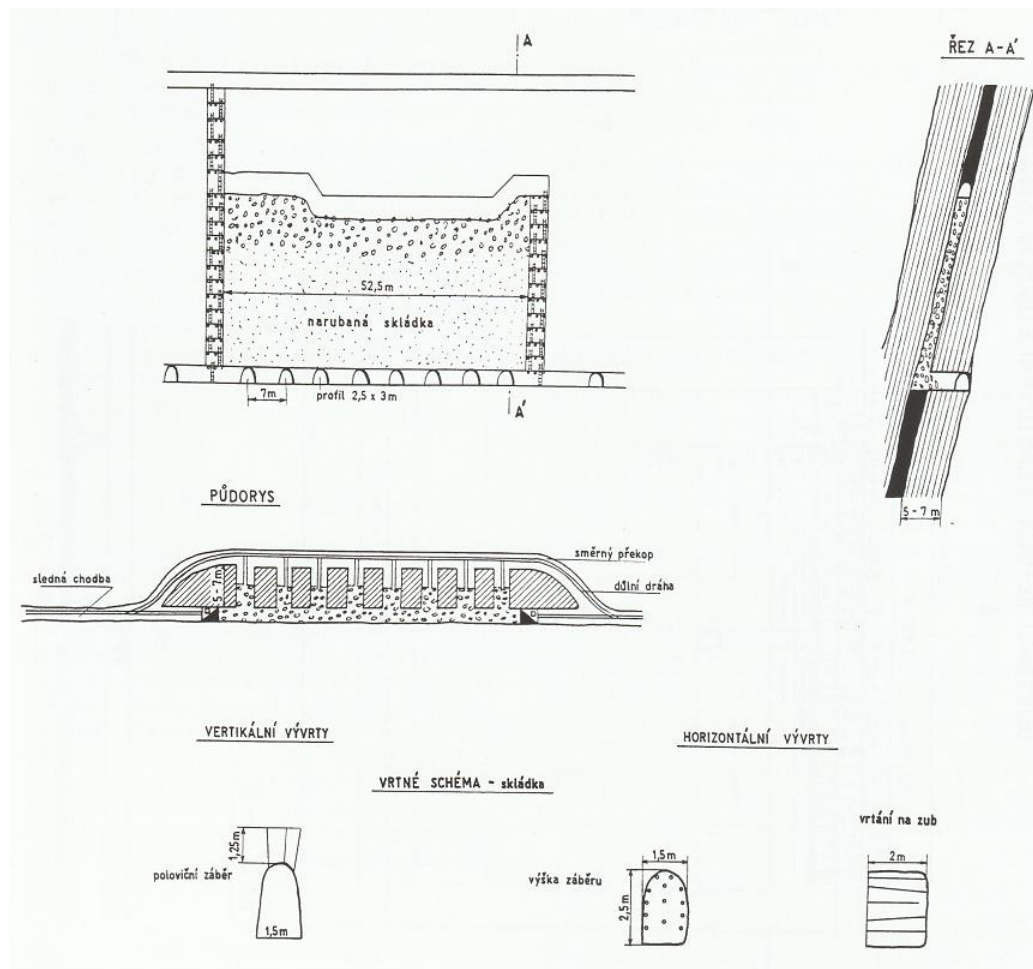
V březohorském a bohutínském revíru byl z počátku uplatňován výstupkový a sestupkový postup (metoda) bez základky, později výstupková dobývací metoda a s nástupem mechanizace i metoda dobývání na skládku (viz obr. č. 4). V uranovém revíru se využívalo metody výstupkového dobývání plným výlomem s vlastní základkou a výběrové metody z mezipatrových chodeb (DIAMO, s. p. 2010).

V roce 1975 byl v příbramském uranovém revíru proveden pokus o získání U-kovu chemickou cestou – loužením. Po tříměsíčním ověřovacím provozu byl

ukončen (Kafka et al. 2003). V kapitole Chemická těžba – loužení je tato metoda popsána.

K vývoji dobývacích metod Kafka (et al. 2003) uvádí, že si budování moderního a výkonnějšího báňského průmyslu vynutilo postupné zavádění nových dobývacích metod, které při dodržení bezpečnosti práce a zásad racionálního využívání surovinového potenciálu umožnily dosahovat vyšších těžebních výkonů. V podstatě to znamenalo, že známé postupy dobývání a dobývací způsoby byly především ovlivňovány výkonnějšími mechanizmy, aplikací nových druhů výztuže, čímž se postupně vyvinula modifikovaná dobývací metoda se zcela odlišnými parametry, než byla ta původní, z níž vzešla.

Stočes (1954) dělí dobývací způsoby do 6 tříd, které jsou uvedeny v následující kapitole.



Obr. č. 4 Dobývací metoda „dobývání na skládku“ (Křížová in Kafka et al. 2003).

2.3.1 Základní rozdělení dobývacích způsobů

I. *Dobývací způsoby s nevyplněným (volným) vydobytým prostorem.* Vydobytý prostor se nevyplňuje ani základkou, ani přechodně rubaninou, ani se soustavně nepodpírá nějakou výztuží.

II. *Dobývání rudy do zásoby.* U tohoto způsobu se boky vydobytého prostoru po dobu dobývání jednotlivých úseků podpírají vydobytou rudou, dočasně uskladněnou.

III. *Dobývací způsoby se základkou.* Vydobytý prostor se udržuje tím, že ho vyplňujeme hlušinou.

IV. *Způsoby s výztuží.* Vydobytý prostor udržujeme výztuží, kterou soustavně stavíme.

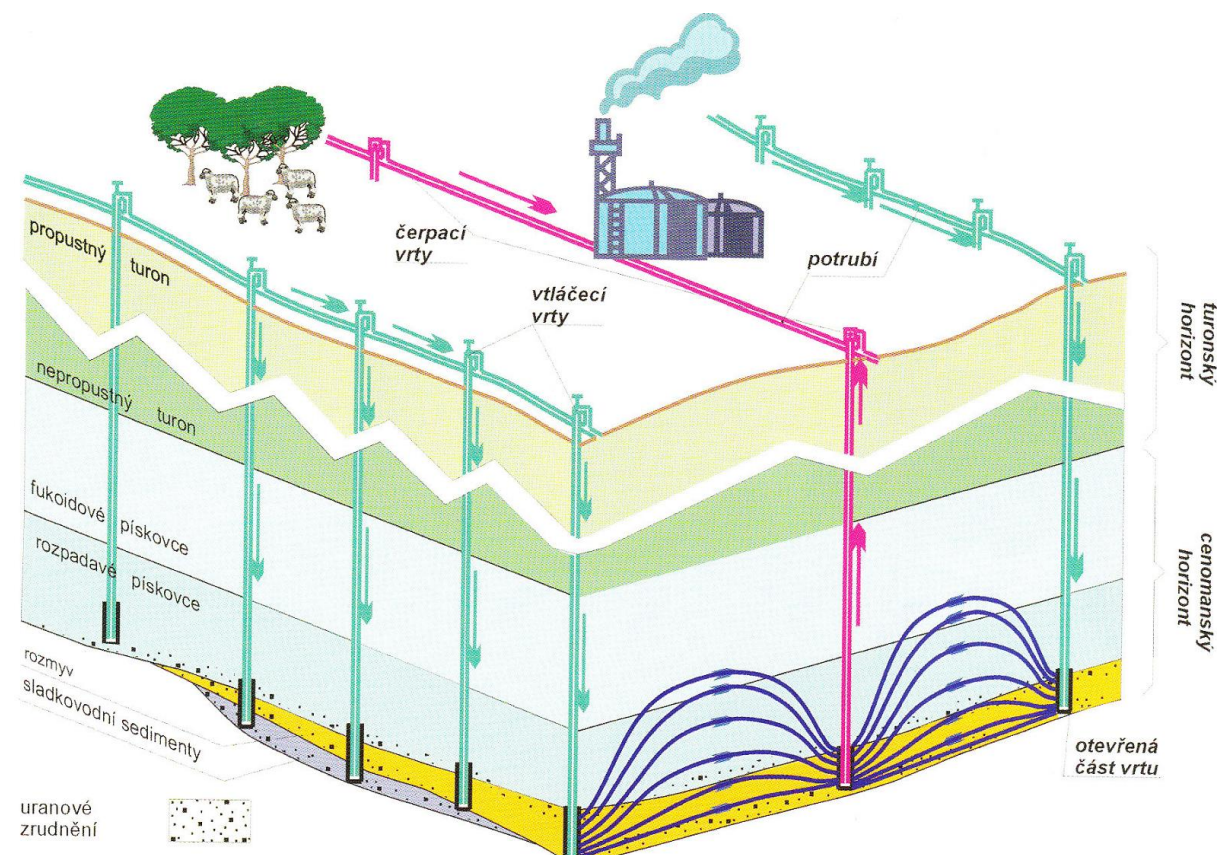
V. *Dobývání rudy závalem.* Charakteristickým znakem dobývacích způsobů patřících do této skupiny je, že k výlomu využíváme váhy dobývané rudy i tlaku nadloží. Dobývaný prostor udržujeme jenom dočasně. Po vylámaní rudy ho necháme zavalit nadložními horninami.

VI. *Složené dobývací způsoby.* Do této skupiny zařazujeme dobývací způsoby, při nichž se ložisko soustavně rozděluje na komory a na mezikomorové pilíře, a to střídavě. Komory se dobývají jedním způsobem a mezikomorové pilíře způsobem jiným. Je to tedy kombinace dvou dobývacích způsobů.

Těchto šest tříd je pak dále děleno na hlavní způsoby (metody) dobývání (Kafka et al. 2003)

Dle klasifikace dobývacích způsobů, kterou uváděl Stočes (1954) by dobývací metody aplikované v Březohorsko-bohutínském revíru byly zařazeny do I., III., IV třídy (Kafka et al. 2003).

2.3.2 Chemická těžba – loužení



Obr. č. 5 Schematické znázornění podzemního loužení (Kafka et al. 2003).

Při loužení in situ se uranová ruda netěží z jejího ložiska, ale loužící roztok (v Evropě většinou kyselina sírová) se vtlačí systémem vrtů do podzemního ložiska (viz obr. č. 5), a z jiných vrtů se odčerpává roztok obsahující uran (hovorový pojem "loužení" při používání kyseliny sírové je přísně vzato nesprávný). Tato metoda je

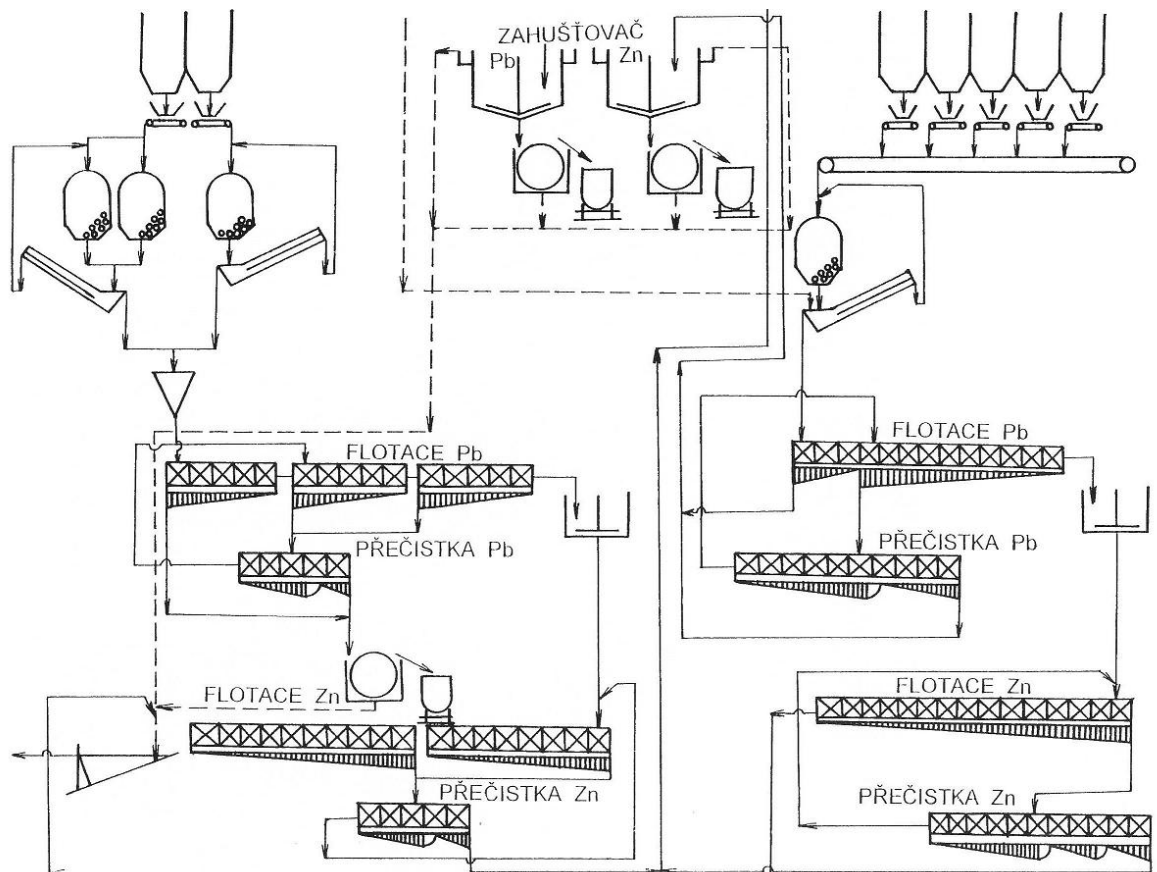
použitelná pouze pro ložiska, která se nacházejí ve vodopropustné hornině ve vodonosné vrstvě, která je obklopena ze všech stran nepropustnými vrstvami (Sequens et Hlasová 1999).

2.4 Úprava rud

Nedílnou funkční součástí těžebního podniku jsou úpravní těžných rud, které zajišťují finalizaci produktů úpravy do komerčních rudných koncentrátů.

V místě Březohorsko-bohutínského rudného revíru na Březových horách byla prováděna úprava vytěžených polymetalických rud gravitační a flotační metodou (viz obr. č. 6) nebo jejich kombinací. Uranová ruda byla podrobována úpravě fyzikální, také přímo v místě uranového revíru – úpravně 1. máj Příbram – Bytíz a od roku 1962 též na chemické úpravně v Mydlovarech (DIAMO, s. p. 2010).

Dinter (et Neset 1976) uvádí, že pod pojmem úprava nerostných surovin se zahrnují veškeré pracovní operace, jimiž se mění fyzikální vlastnosti upravovaných nerostných surovin a popřípadě i jejich chemické složení a zvětšuje se tak jejich užitá hodnota.



Obr. č. 6 Schéma flotace na úpravně v Březových Horách z roku 1960 (Kafka et al. 2003).

K přípravným úpravnickým pochodům patří drcení a mletí (mechanické rozpojování, zdrobňování) a rovněž i třídění upravovaných surovin podle velikosti jednotlivých kusů nebo zrn.

Hlavním a nejdůležitějším pochodem úpravy je rozdružování, jehož cílem je získávat produkty, v nichž se koncentrují užitečné složky obsažené v upravované surovině a oddělit je od jalových nebo škodlivých příměsí.

K doplňujícím pochodům patří především odvodňování a sušení produktů úpravy a popřípadě i třídění nebo drcení některých produktů.

Mezi pomocné pracovní pochody zařazujeme skladování, nakládání a vážení expedovaných produktů, skladování odpadů, zásobování úpravny energií, vodou a pomocnými hmotami apod.

Stočes (1954) popisuje flotaci jako úpravu rud vzplavováním či zpěňováním. Rozdružování nerostů flotací se zakládá na jejich různé přilnavosti k olejům jemně rozptýleným ve vodě. Protože se mimo to do směsí přimíchá mnoho vzduchových bublin, které rovněž lnou k olejnatým látkám, lze z vody vynést i specificky těžké minerály.

Stručně lze říci, že gravitační a flotační separace jsou přímé metody oddělení užitkové složky. V případě flotace se používají speciální chemické látky, tzv. pěniče, které obalí užitkovou složku a udrží ji na vodní hladině (Vávra et Štelcl 2008).

O úpravě rud uranových pojednává následující kapitola.

2.4.1 Úprava uranových rud

Technologie výroby uranu představuje složitý mnohooperační proces. Přes rozmanitost technologických postupů zpracování uranových rud lze tyto postupy obecně rozdělit na několik základních fází:

- Příprava rudy pro loužení zahrnující rozpojení rudy a úpravárenské rozdružovací procesy.
- Vyluhování uranu minerálními kyselinami, karbonáty nebo nevodnými rozpouštědly.
- Separace uranu z čirých nebo rmutných výluhů metodami srážení, sorpce nebo extrakce.
- Získání chemických koncentrátů metodou srážení z čirých louženců, popřípadě jejich rafinátů, z eluátů nebo reextraktů (Kafka et al. 2003).

3. Typizace hlavních projevů těžby a úpravy rud na vybrané složky životního prostředí a to hlavně na horninové prostředí (půdy, horniny), podzemní a povrchové vody, biotu a krajinu

Souhrnně lze konstatovat, že se v příbramské lokalitě (ať už ve větší či menší míře) vykytují všechny projevy důlní a úpravárenské činnosti spolu s jejich vlivy na jednotlivé složky životního prostředí, uvedené v následujících kapitolách.

3.1 Primární a sekundární projevy důlní a úpravárenské činnosti

Primární projevy důlní a úpravárenské činnosti:

- haldy, odvaly, výsypky
- zbylá vytěžená nezpracovaná ruda
- odkaliště
- opuštěné nebo využívané důlní areály
- vlečky
- areály úpraven
- jámy a komíny z důlní nebo průzkumné činnosti
- dekontaminační stanice důlních nebo jiných vod s hornickou činností souvisejících
- areály pomocných provozů
- poddolovaná území a propadová pásma
- vrty a štolky z průzkumné činnosti

Sekundární projevy důlní a úpravárenské činnosti:

- kontaminace podzemních a povrchových vod
- prašnost - emise se zvýšeným obsahem radionuklidů
- kontaminace říčních sedimentů
- kontaminace půd v okolí areálů
- kontaminace dopravních tras rudy
- vliv na potravinový řetězec
- jiné (Tomášek et Lundáková 2001).

3.2 Posuzování vlivů hornické činnosti na životní prostředí

3.2.1 Vliv na obyvatelstvo včetně vlivů sociálně-ekonomických

Dopad těžby a zpracování nerostů na člověka a obyvatelstvo jako celek představuje soubor přímých a nepřímých vlivů s rozdílnou úrovní rizik. Samotná kvalita životního prostředí ovlivňuje zdraví obyvatelstva přibližně dvaceti procenty. Obecnými a základními riziky pro obyvatelstvo jsou pak především exhalace, kontaminace prostředí, hluk a stres. Zdroji exhalací do ovzduší bývaly zejména tzv. velké zdroje znečištění (kotelny) v kombinaci s energeticky náročnými výrobami a provozu (úpravny), případně vlastní výroba energií na bázi pevných paliv (uhlí, mazut). Kontaminace prostředí (např. uranem, radiem, těžkými kovy, alergeny apod.) a potenciálně ohrožující lidské organizmy způsobovaly nejen exhalace do ovzduší, ale také do okolního prostředí ze zdrojů, jako jsou důlní vody, odvaly, odkaliště či odpady. Faktor hluku, obvykle z hlediska zdravotního stavu obyvatelstva podceňovaný, se více uvažoval jako narušení faktorů pohody než v souvislosti s negativními fyziologickými změnami, které mohou v důsledku jeho působení v lidském organizmu nastat. V oblasti sociálně-ekonomické představovalo hornictví především pozitivní vliv na obyvatelstvo, neboť vytvářelo pracovní příležitosti

mnohdy celým rodinám i po několik generací a přinášelo do kraje ekonomickou stabilitu a rozvoj (Kafka et al. 2003).

3.2.2 Vliv na ovzduší a klima

Kvalitu ovzduší nepříznivě ovlivňovala především zvýšená prašnost, vznikající při vlastní těžbě, přepravě a úpravě rudniny, a zejména pak z provozu odkališť. Suché pláže odkališť jsou jedním z největších zdrojů prachu. Do ovzduší se dostávají nejen velmi jemné podíly uložených materiálů, ale i jemné částice obsahující např. hlinito-síranové a vápenato-síranové soli či uran a radium. Výrazné zvýšení koncentrace prachových částic v ovzduší nastává při rychlosti větru vyšší než $11 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Na lokální klima (proudění větrů, teplotu, odpar, vlhkost) mají vliv rozměry a situování odkaliště (viz obr. č. 7) v krajině a velikost jeho vodní plochy.

Specifické znečištění ovzduší představují emise radonu a technologické emise z těžby a úpravy uranových rud, jejichž koncentrace polutantů se však vesměs pohybovaly na velmi nízké úrovni, mnohdy až k mezi stanovení. Radon a jeho dceřiné produkty se vyskytují jednak přirozeně v důsledku obsahu mateřských prvků (uranu a radia) ve všech částech zemské kůry i ve vodách, a jednak v souvislosti s těžbou a zpracováním uranových rud. Dlouhodobé výsledky pravidelného monitorování a vyhodnocování obsahu radonu a produktů jeho rozpadu dokládají, že tyto obávané emise ani v jedné z oblastí dotčených těžbou uranu nedosahovaly mezní hodnoty individuálního dávkového ekvivalentu (IDE) $5 \text{ mSv}\cdot\text{r}^{-1}$. Hlavními zdroji radonu jsou větrací systémy důlních děl, dekontaminační stanice na čištění důlních vod, odvaly, rudná plata, sedimentační nádrže a odkaliště úpraven uranových rud (Kafka et al. 2003).



Obr. č. 7 Pohled na odkaliště Bytíz I Příbram. Foto autorka

3.2.3 Vliv na hlukovou situaci

Hluková zátěž životního prostředí z hornické činnosti je vcelku zřejmá. Úroveň zatížení úzce souvisela s použitou technologií, rozsahem těžařských aktivit a jejich situováním (povrch, podzemí, umístění v terénu a krajině, blízkost obytné zástavby). Největší příspěvek zvýšené hladiny hluku nastával již v etapě průzkumu (zejména vrtného), otevírání ložiska (hloubení, trhací práce, přeprava materiálů a mechanismů) a výstavby dolu a budování souvisejících provozů. S náběhem těžby a s ohledem na obvyklé umístění rudných či uranových dolů se hladina hluku ustálila na jisté zvýšené úrovni, ale nezpůsobila významnou či nebezpečnou zátěž životního prostředí. Hluková situace se obratem mění se zastavením a ukončením těžby. Jde o zátěž dočasnou a nejsnáze vratnou k výchozímu stavu (Kafka et al. 2003).



Obr. č. 8 Těžní věž šachty č. 11a Bytíz. – současný stav. Foto autorka

3.2.4 Vliv na povrchové a podzemní vody

Voda obecně patří k nejzranitelnějším a také k nejvíce ovlivněným složkám životního prostředí po těžbě a zpracování nerostných surovin. Ochrana povrchových a podzemních vod v průběhu těžby je velmi náročná, stejně jako jejich následná dekontaminace a sanace.

Povrchové vody jsou ponejvíce ovlivňovány vodami důlními, a to v závislosti na existenci a účinnosti jejich čištění před vypouštěním do recipientů. Čerpáním důlních vod při otvírce a těžbě ložiska vzniká depresní kužel v přípovrchové zvodni, vázané na zvětralinový pokryv i na případné propustné sedimentární horniny. Porušena je

rovněž zvodeň, vázaná na puklinové systémy ve skalním masivu. Okysličené povrchové i podzemní vody prosakují do dolu a urychlují zvětrávání zejména sulfidů a dalších minerálních složek a okolních hornin. Důlní vody se tak stávají kyselými, síranovými, značně mineralizovanými, s vysokým obsahem železa. Na většině rudných ložisek obsahují i významná množství těžkých kovů a dalších prvků, zvláště arzenu. Uran a radium jsou pak typickými kontaminanty z uranových ložisek. Další znečištění důlních vod působí například ropné látky, maziva či polychlorované bifenyly a souvisí s použitou technologií. V menší míře byly povrchové vody znečišťovány také spadem prachu v okolí odkališť a dopravních tras, případně splachování vodami z rudných plat.

Po ukončení těžby a zatopení dolu se v podzemí vytváří rovnovážný chemický systém mezi vodou a okolními mineralizovanými horninami. Statické zásoby stařinových vod jsou většinou značně mineralizovány a vertikálně diferencovány. Ve spodních částech stařin převládají vody síranové, ve vyšších částech vody chloridové a karbonátové. V této etapě jsou největším nebezpečím pro znečištění povrchových vod náhlé, neočekávané a nekontrolované výrony vod ze zatápnutého podzemí dolů podél geologických a tektonických struktur nebo starými důlními díly (viz obr. č. 9).

Podzemní vody jsou kontaminovány průsaky z odvalů a především pak z odkališť, budovaných v minulosti většinou bez dostatečné izolace od propustného podloží. Průsakové technologické i atmosférické vody obsahují kovy, flotační činidla a další chemické rozpuštěné látky závislé na složení těžených a upravovaných rud, které při spojení s podzemními vodami většinou negativně ovlivní jejich kvalitu. Řešením je pak náročné a dlouhodobé jímání a čištění průsakových vod před jejich vypuštěním do životního prostředí a provedení důsledných sanačních a rekultivačních opatření. Nejvýznamnější a nejzávažnější ovlivnění podzemních vod způsobila loužící média (kyselina sírová a kyselina dusičná) aplikovaná při chemické těžbě uranu ve zvodnělých sedimentech severočeské křídly (Kafka et al. 2003).



Obr. č. 9 Vyústění odvodňovací štoly Drkolnov (zjišťování kvality vody). Foto autorka

3.2.5 Vliv na půdu

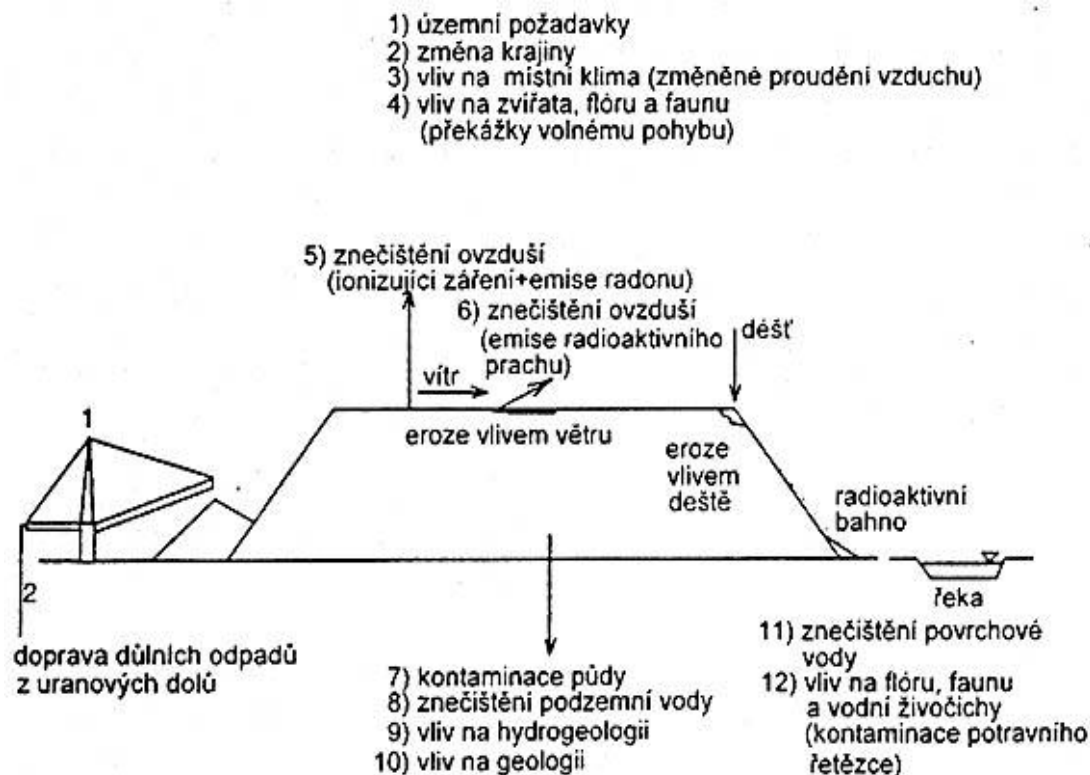
Ovlivnění půdy v důsledku hornické činnosti představuje především zábor zemědělské a lesní půdy spojené se zpřístupněním ložiska a výstavbou těžebních (viz obr. č. 8) a úpravárenských kapacit, zakládáním odvalů či výsypek a odkališť. Kromě vlastního záboru zemědělské a lesní půdy docházelo též částečně k její degradaci v důsledku emisí a různých kontaminací v provozních areálech i mimo ně. Příkladem jsou úniky různých technologických roztoků, spad prachu v okolí odkališť a dopravních tras nebo průsaky znečištěných povrchových vod z odvalů či odkališť. Kontaminaci půd, stejně jako podzemních vod, způsobuje například oxidace sulfidů, zvláště pyritu, pyrhotinu a arsenopyritu. Odvaly dolů uranových bývají pak obvykle zdrojem zvýšeného obsahu uranu, radia a ve vodách a ovzduší pak radonu (viz obr. č. 10).

Dekontaminaci půdy a zamezení nežádoucích emisí lze provést důsledným sanačním nebo rekultivačním zásahem. Navrácení půdy vázané pod odvaly a odkališti pro zemědělské nebo lesnické účely ve většině případů není reálné a jsou hledány jiné možnosti jejího využití a vhodného začlenění do životního prostředí (Kafka et al. 2003).

3.2.6 Vliv na horninové prostředí a přírodní zdroje

Hornická činnost již od počátku přímo probíhá, zasahuje a ovlivňuje horninové prostředí. I zde lze charakterizovat vlivy dočasné, dlouhodobé nebo trvalé a ne všechny mají nutně negativní dopad na obyvatelstvo a životní prostředí. Mezi typické a zároveň nejnebezpečnější důsledky hornické činnosti patří volné vyrubané prostory v podzemí, nedostatečně zajištěná a likvidovaná důlní díla nebo stará důlní díla narušující stabilitu povrchu, způsobující důlní otřesy, poklesové kotliny hrozící otevřenými propady. Horninové prostředí bývá rovněž negativně ovlivňováno a kontaminováno různými emisemi, jako jsou technologické roztoky, loužící činidla a další chemické látky, pronikající do tohoto prostředí v důsledku použité technologie případně jejich nedostatků nebo technologické nekázně. Nejvýznamnějším je v této oblasti nepochybně vliv chemické těžby uranu či důsledky nedostatečné izolace dna odkališť od podloží.

Těžba nerostů a jejich složek je přímým zásahem do přírodního zdroje surovin, jako jedné ze složek přírodního prostředí. Těžbou a zpracováním nerostů se mění stav jejich vyčerpatelných a neobnovitelných zásob. Mezi významné, a za jistých podmínek obnovitelné přírodní zdroje, ovlivňované hornickou činností, patří především zdroje podzemních vod, půda a lesy. K ovlivněným neobnovitelným zdrojům z genetického hlediska náleží např. živé organizmy. Zásady ochrany a hospodárného využívání nerostného bohatství země jsou stanoveny horním zákonem a jejich dodržování je také otázkou báňské cti každého těžaře (Kafka et al. 2003).



Obr. č. 10 Vliv vytěžené hlušiny (Sequens et Hlasová 1999).

3.2.7 Vliv na faunu, flóru a ekosystémy

Nejvýraznější ovlivnění fauny, flóry a ekosystémů v porovnání s výchozím stavem nastalo již v primární fázi rozvoje hornické činnosti. I přes mnohdy šetrný přístup došlo nevyhnutelně k narušení nebo omezení významných přirozených ekosystémů a v některých lokalitách i chráněných území. Důsledkem bylo, že se zredukovaly populace druhů typické pro dané území před exploatací ložisek a naopak se objevily druhy nové, mnohdy ve svém výskytu ojedinělé. Geobiocenózy převážně již kulturní krajiny byly rozrušeny a nahrazeny nejrůznějšími variantami především biocenóz (společenstev všech druhů rostlin, živočichů, hub a mikroorganismů) rumištních, rychle reagujících na lokální změny podmínek.

Na mnoha těžbou zasažených územích vznikala i nová přirozená stanoviště. Pokud měla rozsah alespoň několika hektarů a nebyla osázena monokulturním lesem, měnila se přirozenou sukcesí v biologicky cenná refugia rostlin a živočichů, z okolní kulturní krajiny mizejících. Středověká a raně novověká hornická kolonizace zasáhla na vysočinách do dosud málo postižených, přirozeně diferencovaných vegetačních stupňů, kde převládaly bučiny s jedlí, v horách smíšené lesy buku, jedle, smrku a klenu, nejvýše pak smrčiny. V období maximálního rozmachu hornictví před třicetiletou válkou trpěly doly a hutě především ve středních Čechách a Krušných horách kritickým nedostatkem dřeva. Řízené lesní hospodářství, které následovalo, změnilo i zbývající přirozené lesy ve stejnověké monokultury zejména smrku, borovice a modřínu, náchylné ke katastrofám všeho druhu (Kafka et al. 2003).

dřeviny a keře velmi vhodné	dřeviny a keře vhodné	dřeviny a keře méně vhodné	dřeviny a keře nevhodné
jedle ojiněná	smrk černý	smrk ztepilý	jedle bělokorá
modřín evropský	borovice vejmutovka	habr obecný	smrk sitka
modřín sudetský	borovice lesní	buk lesní	
smrk omorika	javor babyka	jasan ztepilý	
borovice žlutá	javor jasanolistý	kalina obecná	
borovice černá	hloh obecný		
douglaska tisolistá	brslen evropský		
tis obecný	ptačí zob		
javor mléč	topol balzámový		
javor klen	topol černý		
olše lepkavá	dub zimní		
olše šedá	vrba jíva		
olše zelená	jeřáb ptačí		
bříza pýřitá	lípa srdčitá		
bříza bradavičnatá	jilm habrolistý		
svída krvavá			
líška turecká			
hlošina úzkolistá			
topol osika			
dub letní			
bez černý			
jilm drsný			
tušalaj obecný			

Tabulka č. 1 Přehled vhodnosti dřevin a keřů pro rekultivační účely území ovlivněných báňskou činností, vypracovaný na základě Dendrologické klasifikace dřevin a keřů (Dimitrovský 1999).

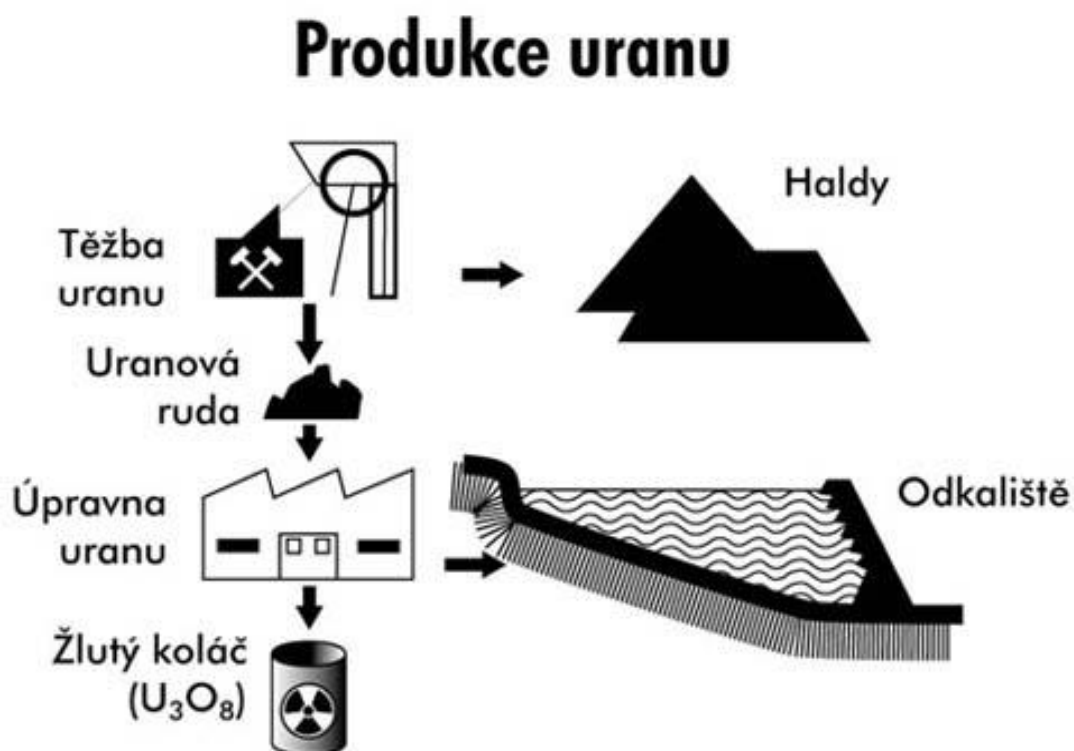
3.2.8 Vliv na krajinu, hmotný majetek a kulturní památky

Krajina, jako část zemského povrchu s typickou kombinací přírodních a kulturních prvků a charakteristickou scénérií, byla činností převážně člověka již přetvořena z původní přirozené krajiny na krajinu kulturní. Také rudné a uranové hornictví ve svém rozvoji, rozšiřování a pronikání do různých oblastí, poloh a částí země přispělo k přeměně jednotlivých složek krajiny, jako jsou reliéf, půda, vodstvo, klima, vegetační pokryv, zvířena a v neposlední řadě sám člověk. Ovlivněn a změněn byl nejen celkový ráz krajiny a způsob jejího využití, ale též vlastnické a majetkové vztahy.

(Začlenění primárních projevů důlní a úpravárenské činnosti do krajiny viz příloha – fotodokumentace obr. č. 1, 2, 3, 7, 8, 10, 11.)

Neopomenutelným faktorem je, že historická těžba rud, probíhající například v nižších geografických oblastech, zasahovala do již intenzivně antropogenně změněné krajiny, primárně přetvořené v kulturní lesostep před několika tisíci lety. Pozdější a novodobé zásahy do krajiny související s těžbou nerostných surovin postupně měnily už jen jednu kulturní či průmyslovou krajinu v jinou. Otázkou zůstává, jak z dnešního pohledu hodnotíme dopady těchto pozdějších zásahů na předchozí ráz krajiny. Na jedné straně hornictví přinášelo do kraje zvýšené osídlení, pozitivní rozvoj obcí a měst, novou infrastrukturu, a na straně druhé ireverzibilní změny ve smyslu negativním, jako je drsný industriální ráz krajiny na místo idylicky venkovského či rekreačního, nebo zásah do území s vysokým přírodovědným potenciálem jak z hlediska neživé, tak i živé přírody. Neméně významným

antropogenním dopadem rozsáhlé novodobé hlubinné těžby a zpracování rud jsou také odvaly a odkaliště, které se zároveň již staly výraznou součástí morfologie terénu.



Obr. č. 11 Cyklus produkce uranu (Sequens et Hlasová 1999).

Citlivě provedená renaturace a revitalizace území s morfoloicky pestrými haldami či lomy a volnými vodními plochami, ponechanými následně svému osudu, může být cenným návratem k přírodnímu diverzifikovanému ekologickému systému. Příkladem mohou být dávná rýžoviska Krušných hor a Slavkovského lesa, povrchové železné doly ranského masiv nebo staré doly v širším okolí Horního Města. Jiným možným cílovým stavem zahlazování následků hornické činnosti je kulturní krajina, vytvářená cestou rekultivace (viz tab. č. 1) pro hospodářské, zemědělské, rekreační nebo jiné blíže specifikované využití. V případech dřívějších radikálních změn v ekonomickém zaměření oblasti, v demografických a sociálních poměrech, jsou bývalé těžební a úpravárenské areály a provozy projektovány jako průmyslové zóny zachovávající či dokonce prohlubující industriální ráz krajiny (Kafka et al. 2003).

4. Historie těžby rud na Příbramsku

Jak již bylo uvedeno, historický vývoj příbramského hornictví je značně rozsáhlý. V následujících kapitolách je nejprve stručně popsána a rozdělena historie Březohorsko-bohutínského revíru a uranového revíru. Poté jsou jednotlivé významné události z historie hornictví uvedeny a chronologicky seřazeny. Ty nejdůležitější z nich jsem se pokusila shrnout v tab. č. 2.



Obr. č. 12 Důl Štefánek v Bohutíně roku 1935 (Valta 1936).

4.1 Hlubinná těžba polymetalických rud

Žilné polymetalické Pb, Ag, Zn zrudnění v okolí Příbrami, na Březových Horách a Bohutíně bylo pro výskyt ryzího stříbra hlubinně těženo od středověku. Počínaje 18. stoletím bylo v březohorském a bohutínském revíru vyhloubeno 17 jam o celkové hloubce 11 325 m, vyraženo více než 405 km chodeb a překopů a objem vyrubaných prostor včetně horizontálních a svislých děl činí 9 590 220 m³. Z ložisek Bohutín a Březové Hory bylo vytěženo celkem 21 502 919 tun rudniny o kvalitě 2,41 % Pb a 178 Ag g.t⁻¹. Celková produkce kovů za celou historii těžby je odhadnuta na 453 tisíc tun olova a 3 378 tun stříbra. Těžba na Březových Horách byla ukončena 30. 6. 1978 a v Bohutíně 31. 12. 1979. Dobývací prostor Březové Hory – Vysoká Pec byl zrušen 18. 11. 1994. Stanoveno je zde chráněné ložiskové území (DIAMO, s. p. 2010).

(Mapa vodních děl v oblasti historického báňského revíru Příbramska viz příloha – fotodokumentace obr. č. 2.)

4.2 Hlubinná těžba uranu

Těžba probíhala v letech 1950 až 1991. Bylo zde 41 jam (z toho 14 slepých), 42 průzkumných šachtic, 4 štoly a 2 188,3 km horizontálních důlních děl. Dobývací prostor zaujímal celkovou plochu 57,6 km². Hloubka dobývání cca 1 400 m pod povrchem (ložisko ověřeno až do hloubky 1 750 m). Vytěženo celkem 48 432,2 t uranu. Ruda byla od roku 1958 zpracovávána v místě na fyzikální úpravně v oblasti Bytíz a od roku 1962 též na chemické úpravně v Mydlovarech. Po ukončení těžby byla část podzemí Dolu IV a jámy č. 16 využita v letech 1992 až 1998 pro vybudování kavernového zásobníku zemního plynu o kapacitě 620 000 m³ (DIAMO, s. p. 2010).

4.3 Přehled událostí z historie hornictví na Příbramsku

- 700 - 400 let př. n. l. - první těžba stříbra v okolí Příbrami
400 - 100 let př. n. l. - rozvoj těžby železné rudy v okolí Příbrami
947 n. l. - zahájena těžba u Příbrami a Jílového, kníže Boleslav razí stříbrné mince
30. 6. 1216 - pražské biskupství (biskup Ondřej) kupuje od opata premonstrátského kláštera v Teplé, Hroznaty, statek Příbram za 300 hřiven stříbra, první zmínka o Příbrami
srpen 1249 - v Jihlavě potvrzena městská a horní práva králem Václavem I. a markrabím moravským Přemyslem Otakarem s platností pro všechny doly v království Českém.
září 1300 - vydal král Václav II. v Kutné Hoře nejstarší horní zákon, Ius regale montanorum, je to také nejstarší zákon pracovní, sociální a báňsko-správní a současně i bezpečnostní předpis pro hlubinné doly. Platil pro všechny doly v království Českém s menšími úpravami v podstatě až do roku 1854, kdy byl vydán nový Všeobecný horní zákon
21. 4. 1311 - Konrád z Příbramě se syny Jindřichem a Mikulášem darují huť pražskému biskupovi Janu IV., první písemná nepřímá zmínka o dolování na Příbramsku
1321 - založena hornická osada Nový Knín, Starý Knín známý již od 12. stol.
23. 6. 1321 - založen Dubenec u Příbramě, zde se rýžovalo zlato podobně jako na Bytízu
30. 4. 1330 - Mikuláš z Nových Dvorů daruje desátek z příbramských dolů Zbraslavskému klášteru
1330 - Nový Knín povýšen na město
1336 - doloženo dobývání zlata u Klínců, severovýchodně od Mníšku pod Brdy
1336 - 1345; pravděpodobně 1342 - kolem tohoto roku byla Mikuláši Bořitovi propůjčena nálezná jáma mezi Lazcem a Bohutínem, Bořita byl jmenován hormistrem
1337 - záznam o těžbě zlata u Kamýka nad Vltavou
1338 - zápis o zlatodolech u Podmok, jihozápadně od Sedlčan
1338 - doloženo dolování zlata u Smolotel a Líšnice
1339 - do Nového Knína dosazen královský urbuněř
1341 - bylo vydáno nejstarší povolení k rýžování zlata na Líšnickém potoce u Milína
1341 - král Jan Lucemburský daruje rýžoviště zlata na Líšnickém potoce u Radětic Ubislavovi z Nereztic
1341 - nejstarší zpráva o dolování u Krásné Hory
1342 - kolem tohoto roku došlo k jmenování hormistra na dolech u Lazce
1345 - doloženo rýžování zlata na Líšnickém potoce u Líšnice
1348 - Karel IV. věnuje Příbram pražské kapitule
1350 - král Karel IV. dává zákaz vývozu stříbra z Čech
1367 - zatopeny doly v Jílovém a Novém Kníně
1367 - obnoveno rýžování zlata u Radětic
1379 - u Železného Újezdu na Rožmitálsku zahájena těžba železných rud
1383 - u Hýskova v Brdech byla postavena huť v místech těžby železné rudy
2. 10. 1406 - pražský arcibiskup Zbyněk Zajíc z Haznburka udělil privilegia Příbrami a Lazcům, Příbrami ještě městský znak, protože příbramské doly přispívaly na výstavbu Svatovítské katedrály
1410 - zahájeno dobývání zlata u Krásné Hory
1424 - husity zničeny doly v Novém Kníně

1450 - obnoveno dobývání na Novoknínsku
 1461 - Jiří z Poděbrad udělil Novému Knínu výsadní list a nový horní řád
 1. 10. 1461 - Krásná Hora obdržela od krále Jiřího z Poděbrad nový horní řád, tentýž jako Novému Knínu
 1463 - doložena těžba železných rud na Dědově hoře u Hořovic
 1479 - Nový Knín povýšen na královské horní město
 13. 6. 1497 - král Vladislav II. udělil Příbrami horní svobody a povýšil ji na město
 1513 - Příbram byla králem postoupena Peštíkům z Komárova
 1524 - Horní bratrstvo v Příbrami obdrželo pečetidlo
 5. 8. 1525 - Jindřich Peštík z Komárova udělil horní svobody a horní řád těžařům a Hornickým bratrstvům v Příbrami
 5. 12. 1526 - nejvyšší mincmistr Jan Trčka z Vitence potvrdil výsady udělené příbramským těžařům a Hornickým bratrstvům Jindřichem Peštíkem z Komárova
 1527 - 1553 - založena nejstarší příbramská horní kniha - "Bergbuch"- zlažen Hanušem Sudtnerem a horním písařem Matyášem Böhmem
 1527 ? - zrušena huť u Bohutína (údaj z Bergbuchu)
 1527 ? - doloženo dolování u Svaté Hory nad Příbramí (údaj z Bergbuchu)
 1527 ? - zahájeno dolování u Květné na Příbramsku (údaj z Bergbuchu)
 1530 - Ferdinand I. daroval stříbrné pečetidlo Hornickému bratrstvu na Březových Horách
 1533 - hornické bouře v Příbrami
 30. 4. 1534 - Ferdinand I. udělil příbramským těžařům a hornickým bratrstvům nová báňská privilegia
 1538 ? - otevřeny stříbrnorudné doly v Podlesí u Příbramě (údaj z Bergbuchu)
 1540 ? - zahájena těžba železných rud v Milíně (údaj z Bergbuchu)
 1543 - v Kytíně u Dobříše bylo dolováno zlato
 1556 - postavena Bardenova huť u Březových Hor
 1556 - již dobývány železné rudy u Obecnice na Příbramsku - důl Reichentrost am Hasel Pergkh - do té doby odvedl nepatrné množství 1 hřivna, 9 lotů a 1 kventlík stříbra
 1557 - propukly v Příbrami hornické bouře - za 25 týdnů nebyly vyplaceny výplaty
 1567 - nejvyšší mincmistr obdržel rozkaz aby prohlédl rtuťový důl za Berounem (asi Jedová hora - Dědova)
 1569 - první záznam o železnorudných dolech u Vrančic na Příbramsku
 1575 - další hornická bouře v Příbrami
 1575 - Nový Knín obdržel horní řád a stal se královským horním městem
 20. 11. 1579 - Rudolf II. povýšil Příbram na svobodné královské horní město, udělil ji privilegia i se správou nad příbramskými doly, s podmínkou, že výtěžky budou věnovány na rozvoj hornického podnikání, doly obdržely nový horní řád
 1579 - obnovena těžba v dole Matky Boží a dalších dolech v Příbrami
 1579 - Březové Hory se staly svobodnou osadou
 1592 - Lazar Ercker zjistil antimonové rudy u Krásné Hory
 1610 - ve všech stříbrnorudných dolech na Příbramsku se přestalo pracovat vyjma Bohatého dolu v Obecnici
 1611 - pasovské vojsko vydrancovalo a vypálilo Příbram
 1620 - zastaveno dolování zlata v Novém Kníně
 1642 - zahájeno dobývání železných rud v oblasti Žežických skal u Příbramě
 1675 - 1690 - započato s hloubením malé šachtice na Sv.Hoře na výchoze železné žíly

1689 asi - v Příbrami zřízen královský horní úřad pro horní města Příbram, Nový Knín a Jílové - jmenován Bittner

7. 7. 1691 - hlášen nález železných rud na Svaté Hoře u Příbramě

1702 - 1703 - zahájena stavba vysoké železářské pece u Příbrami, kolem které vznikla obec Vysoká Pec, pod vedením příbramského magistrátu

1704 - postavena městská huť v Příbrami

1705 - obnoveno dolování u Krásné Hory, Nového Knína a Milešova

1707 - jmenování Františka Lanera inspektorem veškerých hor a horních měst v Čechách dekretem Josefa I.

1708 - ražení štoly Karla Boromejského

1727 - obnoveno dolování v Příbrami a k této příležitosti vyraženy pamětní medaile

1. 1. 1735 - v příbramských dolech zavedeny povinné pracovní soboty

1737 - na dole Anna v Příbrami vyměněny dřevěné důlní pumpy za litinové

1745 - Nový Knín přestal být svobodným královským horním městem

1750 - v příbramské rudné úpravně zavedeny pevné i nárazové uherské splavy

1768 - zahájena výstavba Vysokopeckého báňského rybníka na Příbramsku

18.4. 1772 - Jan Antonín Alis jmenován hormistrem a huťmistrem

1773 - těženo uhlí u Hořovic

1777 - zahájeno dobývání rtuti na Dědově hoře v Brdech

11. 10. 1779 - zaražena jáma sv. Vojtěcha na Březových Horách z podnětu generálního hormistra Jana Antonína Alise, čímž bylo zahájeno nejskvělejší období příbramského dolování

1780 - stavba Vokáčovského rybníka na Příbramsku (dnes Drozd'ák)

1781 - zrušeno nevolnictví

25. 11. 1782 - nastal průval vod do hloubení Vojtěšské jámy na Březových Horách, zahynulo 8 havířů

16. 1. 1784 - zrušeny tělesné tresty v hornictví, byly nahrazeny bezplatnou prací

1786 - započato s vyzmáháním Dušnické štoly - základ dědičné štoly Josefa II.

10. 4. 1786 - zahájena stavba nové moderní huti na stříbro a olovo ve Lhotě u Pb



Obr. č. 13 Důl Anna a bývalé anenské úpravny (Valta 1936).

1789 - zaražena Anenská jáma na Březových Horách (viz obr. č. 13)

1789 - byla hloubena jáma Jarošovka (Stráchenický důl) u Příbrami

1799 - jáma Jarošovka byla znovu odvodněna a v roce 1814 počato s jejím dalším hloubením

1799 - na jámě Anna Na Březových Horách byl postaven první vratný vrátek na Příbramsku

1799 - J.A.Alis odchází na odpočinek (* 1.1.1732 - +19.9.1801)

1810 - upravována jáma Kovářská na Vojtěšské žíle (dřívější název U Veselého rytířstva) vlevo od kostela sv. Vojtěcha na nám. J.A. Alise

1813 - zaražen důl Císaře Františka I. na Březových Horách, později Císaře Františka Josefa I. (1879 - z této doby pochází dnešní vzhled šachetní budovy) a po vzniku Československa Ševčinský

1814 - znovu hloubena jáma Jarošovka u Příbrami

1818 - zahájena stavba báňského Lázkého rybníka (do roku 1825 jmenován jako rybník arcivévody Františka Karla)

1820 - hloubena jáma Ferdinand u Podlesí na Příbramsku

1822 - zahájeno hloubení jámy Marie na Březových Horách (viz obr. č. 14)

1824 - u Mníšku pod Brdy propůjčeny dolové míry

1827 - založen důl Arcivévody Štěpána (Bohutín I., lidově Štěpánka) v Bohutíně

1828 - zaražena jáma Wolfgang pro stříbrorudný důl Drkolnov u Příbramě

1832 - zaražen důl Prokop na Březových Horách

1833 - otevřen důl na antimonit u Rožmitálu pod Třemšínem

1836 - založen důl August na Drkolnově u Příbramě

1836 - 1837 - na jámě Marie vyměněno konopné lano za drátěné a bylo to první kónické lano na světě - vyrobeno v Klaussthalu

1837 - na dole Marie v Příbrami postaven poslední vratný vrátek v Čechách

22. 7. 1841 - Březové Hory povýšeny na horní městečko

1841 - zaražena jáma František u Příbrami

1843 - zaražena nová jáma Boží Požehnutí (Řimbaba) v Bohutíně

1843 - zaražena jáma Františka v Bohutíně

27. 4. 1844 - vydán dvorský dekret o zřízení hornické nemocnice s patnácti lůžky na Březových Horách

1844 - postaven žentourový těžní stroj na jámě August (Drkolnov) u Příbramě

1848 - založen Hornický čtenářský spolek v Příbrami

23. 1. 1849 - vydán výnos ministerstva zemědělství a hornictví o založení montánních učilišť v Leobenu a v Příbrami

12. 11. 1849 - zahájeny přednášky na Montánním učilišti v Příbrami

1849 - v dole Marie na Březových Horách byl postaven první stoupací stroj s parním pohonem v Rakousku-Uhersku (původně navržen pro důl Prokop) - další v r. 1868 na dole Anna - 1911 rozebrán

1850 - byla zřízena báňská hejtmanství v Jáchymově, Stříbře, Příbrami, Kutné Hoře a Brně a bylo zřízeno 6 horních komisařství

1850 - postaven parní těžní stroj na dole František v Bohutíně (jako druhý v revíru)

10. 7. 1851 - definitivní povolení otevření Horní školy (prozatímně již roku 1849)

1. 11. 1851 - v Příbrami otevřena Horní škola pro výchovu důlních dozorců

1851 - byl nasazen Rittingerův prací buben a sazečky pro střední zrna na příbramské úpravně

1851 - zahájena stavba Rybníka arcivévodkyně Sofie pro báňské účely (dnes Pilský) - dokončen 1853, 1854 - protržena hráz

1852 - ukončeno dobývání železných rud u Hatí u Příbramě

23. 5. 1854 - vydán Všeobecný horní zákon

1856 - založena Státní továrna na drátěná lana na Březových Horách

1857 - zaražena jáma Lill u Příbrami

1857 - založena Zdabořská jáma u Příbramě

1858 - na dole Prokop na Březových Horách postaven parní těžní stroj a zavedena těžba důlními klecemi

8. 7. 1859 bylo dokončeno ražení Dědičné štoly Josefa II. v Příbrami (tzv. císařská

štola "kaiserschtolen")

1859 - v Příbrami P. Rittinger uspořádal první strojnický kurz pro strojníky těžních strojů a strojníky v úpravnách

1860 - v březohorských dolech částečně vystřídán vodní pohon strojů pohonem parním

1860 - na dole Štěpán v Bohutíně postaven vodosloupcový čerpací stroj

1862 - postaveno vodosloupcové čerpadlo na dole Vojtěch na Březových Horách

1862 - zaražena Schwarzenberkova šachta u Příbramě

1863 - na dole Lill u Příbrami postaven dvoutahadlový vodotěžní stroj

6. 9. 1863 - příbramské Horní učiliště změněno na Báňskou akademii

1863 - na dole Lill u Příbrami postaven dvoutahadlový vodotěžní stroj

1867 - založena jáma Květná u Příbrami

1870 - na Březových Horách zaveden dynamit

3. 5. 1871 - zaražena Svatohorská jáma u Příbrami

1871 - na dole Řimbaba v Bohutíně postaveno vodosloupcové čerpadlo

1873 - v příbramské úpravně vyzkoušeny magnetické separátory

1873 - na dole Lill se zkušebně používají vrtací stroje

1874 - na některých místech příbramských dolů se používá elektrické odpalování

8. 5. 1875 - poprvé na světě na dole Vojtěch na Březových Horách bylo dosaženo hloubky 1000 m na 30. patře

1876 - zrušen poslední důlní žentour na Příbramsku na dole Řimbaba v Bohutíně

1878 - založen Vysokopecký důl v Bohutíně, později nazvaný Rudolf, po 1. sv. válce Bohutín II., posléze Generál Štefánik (viz obr. č. 12) a ještě později 25. únor

1879 - zavedeno v celém závodě telegraf. Spojení 11 Morseovy přístroji

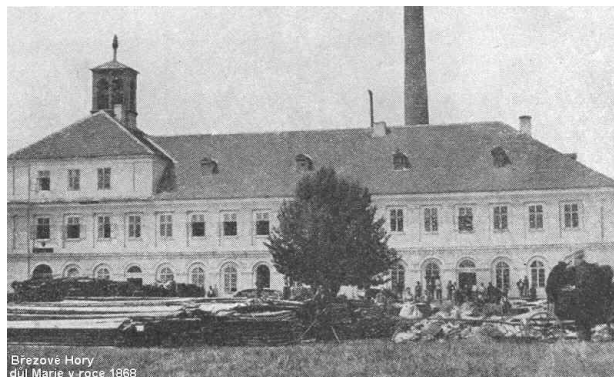
1884 - na Březových Horách byl založen Hornický spolek

1885 - zastavena jáma Květná u Příbrami

1885 - na úpravně v Příbrami stavěny Karlíkovy separátory

1886 - vzniká Příbramské muzeum

31. 5. 1892 - na 29. patře dolu Marie na Březových Horách vypukl požár, stal se největší důlní katastrofou na světě a dodnes největší ve střední Evropě, zahynulo 319 horníků



Obr. č. 14 Důl Marie v roce 1868 (Valta 1936).

1892 - zastaveny doly Jarošovka, Ferdinand a Svatohorský v Příbrami

10. 9. 1895 - byl zahájen přípravný kurz pro dvouleté studium na hornické a hutnické škole v Příbrami, byl to poslední přípravný kurz, povinnost jeho absolvování byla téhož roku zrušena

1895 - byl zrušen vodosloupcový těžní stroj na dole Vojtěch na Březových Horách

1896 - zastaven důl Drkolnov u Příbrami

19. 1. 1897 - František Josef I. povýšil Březové Hory na královské horní město a udělil jim městský znak

1897 - stát vykoupil příbramské stříbrorudné doly

1898 - vznik spolku Prokop při Báňské akademii v Příbrami (již od roku 1893 v Leobenu)

8. 8. 1900 - vyhořela jáma Lill v Příbrami (škoda 12 684 K)

1900 - vydána první lékařská zpráva MUDr. Kříže z Příbrami o hornické pneumokonioze

17. 5. 1901 - vypukla stávková hnutí horníků Českých zemí, jejímž výsledkem bylo uzákonění devítihodinové pracovní doby v podzemí a zavedení známkové kontroly osob na směně

1902 - založení spolku Carbonie při Báňské akademii

1902 - uzavřen důl Lill

31. 7. 1904 - Báňská akademie získává statut Vysoké školy báňské

1910 - na jámě Marii instalován důlní telefon pro nejhlubší patra, o rok později na Anně a Vojtěchu

1912 - zastavena těžba na dole Štěpánka v Bohutíně

1912 - zavedena úkolová mzda a dodáváno havířům bezplatně svítivo

1916 - zrušen stoupací stroj na dole Marie na Březových Horách - ukončení těžby na tomto dole

1916 - postaveny lampárny a zavedeny acetylenové lampy (karbidky)

28. 10. 1918 - vyhlášena Československá republika

1919 - zřízen Státní geologický ústav

1919 - nový pokus o dolování zlata v Novém Kníně

1919 - vydán zákon o osmihodinové pracovní době i v hornictví

1925 - pokusy s flotací na vojtěšské úpravně na Březových Horách

1929 - bylo obnoveno dolování pod Skalkou u Mníšku pod Brdy

8. 9. 1945 - vydán vládní výpis o přestěhování Vysoké školy báňské z Příbrami do Ostravy - 1. 11. se již v Ostravě přednáší

7. 3. 1946 - Státní doly na stříbro a olovo v Příbrami přeorganizovány na Příbramské rudné doly, národní podnik Příbram

7. 3. 1946 - vznikl národní podnik Jáchymovské doly

1946 - zahájen průzkum na radioaktivní suroviny v Jáchymově, Horním Slavkově a Příbrami

1947 - zahájen intenzivní vrtný průzkum v okolí Jáchymova a Příbrami

1947 - zahájena výstavba nové části města mezi Příbrami a Březovými Horami - vznik sídliště

14. 8. 1947 - Příbramské rudné doly přejmenovány na Rudné a tuhové doly, n. p. Příbram

1948 - první uranové těžní jámy na Vojně u Příbramě (Vojna 1 a Vojna 2)

1948 - vznikl Tábor nucených prací Příbram poblíž šachet Vojna 1, 2 a 3

9. 9. 1949 - vyhlášen první Den horníků u příležitosti 700. výročí jihlavského horního práva

1. 6. 1949 - založen Jáchymovské doly Jáchymov n. p. - Báňský inspektorát VII, Příbram

1949 - rozdělení Rudných a tuhových dolů, n. p. Příbram, v Příbrami zůstává podnik Středočeské rudné doly, n. p. Příbram

1950 - otevření uranových šachet č. 4 u Lešetic, č. 5 a č. 6 v Brodě, č. 7 v TřebSKU a č. 8

15. 2. 1951 - ustaveny národní podniky: Československé uhelné doly,

Československé rudné doly a Československé naftové závody
1951 - Tábor nucených prací na Vojně se stává vězeňským zařízením
1951 - zaraženy šachty č. 9 (Jeruzalém), 10, 11 (obě Bytíz), 12
1951 - Horní škola má statut Vyšší průmyslové školy horní
1.1. 1953 - sloučení do té doby samostatných měst Příbrami a Březových Hor
1953 - poblíž jámy č. 11 vzniká nový vězeňský tábor
1954 - zaražená jáma UD č. 3A (Kamenná)
1955 - další uranové šachty č. 11A (Bytíz) a č. 15 (Konětopy)
1. 4. 1956 - založeny Jáchymovské doly Příbram n. p. v Příbrami
1956 - zaražení jam UD č. 17, 18 a č. 21
1957 - nový Horní zákon č. 41 Sb.
1957 - hloubena jáma č. 3C, 16, a 20 uranových dolů v Příbrami
1. 4. 1958 - sloučení podniků v Čechách do podniku Rudné doly, n. p. Příbram
1958 - další dvojice nových uranových dolů č. 22 a č. 23
1958 - Horní škola přejmenována na Průmyslovou školu hornickou a geologickou
1959 - zaražení šachet č. 23 a č. 24 UD Příbram

1960 - organizace Jáchymovské doly Bytíz n. p. v Dubenci, Jáchymovské doly 9.
květen n. p. v Konětotech, Jáchymovské doly - Závod pomocných provozů v
Příbrami
1961 - nová jáma uranových dolů s číslem 25
1961 - průmyslová škola přejmenována na Střední průmyslovou školu hornickou a
geologickou
1962 - první uskutečnění mezinárodního sympozia Hornická Příbram ve vědě a
technice (původní název Dny nové techniky)
1964 - asi v tomto roce název průmyslovky zkrácen na Střední průmyslová škola v
Příbrami
1965 - zaražení šachet č. 13 a č. 19 UD (viz obr. č. 15)



Obr. č. 15 Šachta č. 19. (Konvička 1997)

- 1965 - organizace Jáchymovské doly Příbram n. p. v Konětopech
- 1966 - zanikl název Jáchymovské doly Příbram a byl zaveden název Uranové doly Příbram
- 1967 - začala se hloubit jáma UD 17S
- 1. 7. 1967 - zřízena organizace Československý uranový průmysl, generální ředitelství, Příbram
- 1969 - ČSUP oborový podnik, Uranové doly Příbram o. z.
- 21.7. 1971 - jáma 17S nejhlubším dolem ČSSR a Evropy - 1682,8 m (později překonána # 16)
- 1972 - hloubena jáma č. 19S
- 1975 - dosaženo největší hloubky v Evropě 1838,4 m na šachtě č. 16 Uranových dolů Příbram
- 1976 - ČSUP koncern, Uranové doly Příbram k. p.
- 1978 - otevření Hornického muzea v Přírodě v areálu Ševčinského dolu
- 30.6. 1978 - ukončena těžba stříbrných rud na březohorských dolech
- 1979 - ukončena těžba rud v Bohutíně
- 1987 - zahájen útlumový program v těžbě uranových rud jako důsledek mírového jednání velmocí
- 1988 - ČSUP státní podnik, Uranové doly Příbram o. z.
- 1988 - vydán nový Horní zákon č. 44/1988 Sb.
- 1991 - ukončení těžební činnosti na uranových dolech v Příbrami

1991 - ČSUP s. p., o. z. Správa uranových ložisek Příbram
 1992 - DIAMO s. p., o. z. Správa uranových ložisek Příbram
 15. 7. 1998 - ukončena poslední báňská činnost na Příbramsku dokončením
 Kavernového zásobníku plynu Háje (viz příloha – fotodokumentace obr. č. 4)
 1999 - sloučení Rudných dolů Příbram s. p. a Rudných dolů Jeseník s.p. v Rudné
 doly Příbram s. p.
 2001 - sloučeny Rudné doly Příbram s. p. a DIAMO s. p., Rudné doly zanikají a
 přecházejí pod odštěpný závod SUL Příbram (Knížek 2004).

OBDOBÍ	UDÁLOST
700 - 400 let př. n. l.	první těžba stříbra v okolí Příbrami
400 - 100 let př. n. l.	rozvoj těžby železné rudy v okolí Příbrami
30. 6. 1216	pražské biskupství (biskup Ondřej) kupuje od opata premonstrátského kláštera v Teplé, Hroznaty, statek Příbram za 300 hřiven stříbra, první zmínka o Příbrami
srpen 1249	v Jihlavě potvrzena městská a horní práva králem Václavem I. a markrabím moravským Přemyslem Otakarem s platností pro všechny doly v království Českém
září 1300	vydal král Václav II. v Kutné Hoře nejstarší horní zákon, Ius regale montanorum, je to také nejstarší zákon pracovní, sociální a báňsko-správní a současně i bezpečnostní předpis pro hlubinné doly. Platil pro všechny doly v království Českém s menšími úpravami v podstatě až do roku 1854, kdy byl vydán nový Všeobecný horní zákon
1321	založena hornická osada Nový Knín, Starý Knín známý již od 12. stol.
1479	Nový Knín povýšen na královské horní město
13. 6. 1497	král Vladislav II. udělil Příbrami horní svobody a povýšil ji na město
20. 11. 1579	Rudolf II. povýšil Příbram na svobodné královské horní město, udělil ji privilegia i se správou nad příbramskými doly, s podmínkou, že výtěžky budou věnovány na rozvoj hornického podnikání, doly obdržely nový horní řád
11. 10. 1779	zaražena jáma sv. Vojtěcha na Březových Horách z podnětu generálního horního mistra Jana Antonína Alise, čímž bylo zahájeno nejskvělejší období příbramského dolování
1789	zaražena Anenská jáma na Březových Horách
1813	zaražen důl Císaře Františka I. na Březových Horách, později Císaře Františka Josefa I. (1879 - z této doby pochází dnešní vzhled šachetní budovy) a po vzniku Československa Ševčinský
1814	znovu hloubena jáma Jarošovka u Příbrami
1822	zahájeno hloubení jámy Marie na Březových Horách
1827	založen důl Arcivévodů Štěpána (Bohutín I., lidově Štěpánka) v Bohutíně
1832	zaražen důl Prokop na Březových Horách
1836	založen důl August na Drkolnově u Příbramě
1836 - 1837	na jámě Marie vyměněno konopné lano za drátěné a bylo to první kónické lano na světě - vyrobeno v Klaussthalu
22. 7. 1841	Březové Hory povýšeny na horní městečko
1840	postaven první parní těžní stroj na rudném dole - důl Marie na Březových Horách (zatím jen pro vyvážení rudy - i pro mužstvo od r. 1846)
1843	zaražena nová jáma Boží Požehnutí (Řimbaba) v Bohutíně
12. 11. 1849	zahájeny přednášky na Montánním učilišti v Příbrami
1849	v dole Marie na Březových Horách byl postaven první stoupací stroj s parním pohonem v Rakousku-Uhersku (původně navržen pro důl Prokop) - další v r. 1868 na dole Anna - 1911 rozebrán
1. 11. 1851	v Příbrami otevřena Horní škola pro výchovu důlních dozorců
23. 5. 1854	vydán Všeobecný horní zákon

1857	zaražena jáma Lill u Příbrami
6. 9. 1863	příbramské Horní učiliště změněno na Báňskou akademii
3. 5. 1871	zaražena Svatohorská jáma u Příbrami
8. 5. 1875	poprvé na světě na dole Vojtěch na Březových Horách bylo dosaženo hloubky 1000 m na 30. patře
1878	založen Vysokopecký důl v Bohutíně, později nazvaný Rudolf, po 1. sv. válce Bohutín II., posléze Generál Štefánik a ještě později 25. únor
31. 5. 1892	na 29. patře dolu Marie na Březových Horách vypukl požár, stal se největší důlní katastrofou na světě a dodnes největší ve střední Evropě, zahynulo 319 horníků
19. 1. 1897	František Josef I. povýšil Březové Hory na královské horní město a udělil jim městský znak
31.7.1904	Báňská akademie získává statut Vysoké školy báňské
8.9.1945	vydán vládní výpis o přestěhování Vysoké školy báňské z Příbrami do Ostravy - 1. 11. se již v Ostravě přednáší
1946	zahájen průzkum na radioaktivní suroviny v Jáchymově, Horním Slavkově a Příbrami
1948	první uranové těžní jámy na Vojně u Příbramě (Vojna 1 a Vojna 2)
1.1.1953	sloučení do té doby samostatných měst Příbrami a Březových Hor
1975	dosaženo největší hloubky v Evropě 1838,4 m na šachtě č. 16 Uranových dolů Příbram
30.6.1978	ukončena těžba stříbrných rud na březohorských dolech
1991	ukončení těžební činnosti na uranových dolech v Příbrami
15.7.1998	ukončena poslední báňská činnost na Příbramsku dokončením Kavernového zásobníku plynu Háje

Tabulka č. 2 Nejvýznamnější události v historii příbramského hornictví, zpracované na základě literární rešerše.

5. Stručné geologické a hydrogeologické podmínky Příbramska

5.1 Geologie ložisek

Severozápadní část ložiska Březové Hory a Bohutín patří k Barrandienu, který je na Příbramsku reprezentován několika pruhy proterozoických a kambriických hornin směru SV – JZ. Jihovýchodní část příbramské rudné oblasti buduje středočeský pluton a tzv. ostrovní zóna (vč. jílovského pásma). Kontakt plutonu s horninami Barrandienu má rovněž generální směr SV – JZ.

Polymetalická žilná ložiska Ag, Pb, Zn, (Sb, Cd, In) rud Březové hory (viz obr. č. 16) a Bohutín leží převážně v kambriu příbramské synklinály, v tzv. 1. pásmu drobovém, a částečně zasahují i na sever do svrchního proterozoika, tzv. 2. pásma břidličného. Strukturně jsou vázána na velmi výraznou strmou dislokaci, tzv. jílovou rozsedlinu, směru SV – JZ, která odděluje kambrium příbramské synklinály od svrchního proterozoika 2. břidličného pásma.

Geologicky představují obě ložiska jeden celek – březohorský rudný revír (viz příloha – mapy obr. č. 3). Rozdělení revíru na dvě ložiska je přes určité geologické odlišnosti spíše historickou a technickou záležitostí. Vzdálenost mezi ložisky je zhruba 650 m, celková šířka obou ložiskových systémů kolmo ke směru rudných žil cca 150 m.

Mineralizace rudných žil proběhla ve dvou etapách, ve starovariské, reprezentované křemennou mineralizací s Au, a v mladovariské hlavní, s polymetalicko – uranovou mineralizací (Kafka et al. 2003).

Příbramské uranové ložisko je největším hydrotermálním ložiskem v České republice a patří k největším hydrotermálním žilným ložiskům uranu na světě. Je lokalizováno převážně v horninách pláště v těsném kontaktu středočeského plutonu v pásu protaženém ve směru JZ - SV v délce cca 24 km při šířce 1 - 2 km.

Rudní žíly jsou v prostoru ložiska vyvinuty nerovnoměrně a tvoří tzv. žilné uzly (viz obr. č. 17). Nejvýznamnějšími průvodními horninami jsou regionálně i kontaktně metamorfované sedimenty svrchního proterozoika (jílovce, prachovce a pískovce s polohami intraformačních slepenců) s 96 % uranového zrudnění. V jejich podloží se nacházejí sedimentárně-vulkanogenní horniny s 2,9 % uranového zrudnění. V sv. části ložiska jsou horniny proterozoika diskordantně překryty slepenci a pískovci spodního kambria s 1 % uranového zrudnění.

Horniny plutonu jsou reprezentovány granodiority až granity s 0,1 % uranového zrudnění. Starší gabra a gabrodiority tvoří xenolity v granitoidech a pně v horninách pláště. Zastoupeny jsou žilné vyvřeliny starší (diabázy, křemenné porfyry), současné (metaporfyry aj.) i mladší (aplity, pegmatity, intermediální porfyry, lamprofyry aj.). Mocnost žil se zpravidla pohybuje od cm do 1 m, extrémně dosahuje až 10 - 20 m. Minerální výplň žil přísluší mladovariské polymetalické, uranové a sulfido - (selenidové) karbonátové asociaci. Jsou vyčleňovány 4 vývojové typy žil:

siderit - sulfidický (60 - 90 % minerálů 1. stadia),
kalcit-uranitový (90 - 95 % minerálů 2., 3. a 4. stadia),
smíšený (všechna stadia po 10 - 50 %)
kalcitový (100 % 4. stadia).

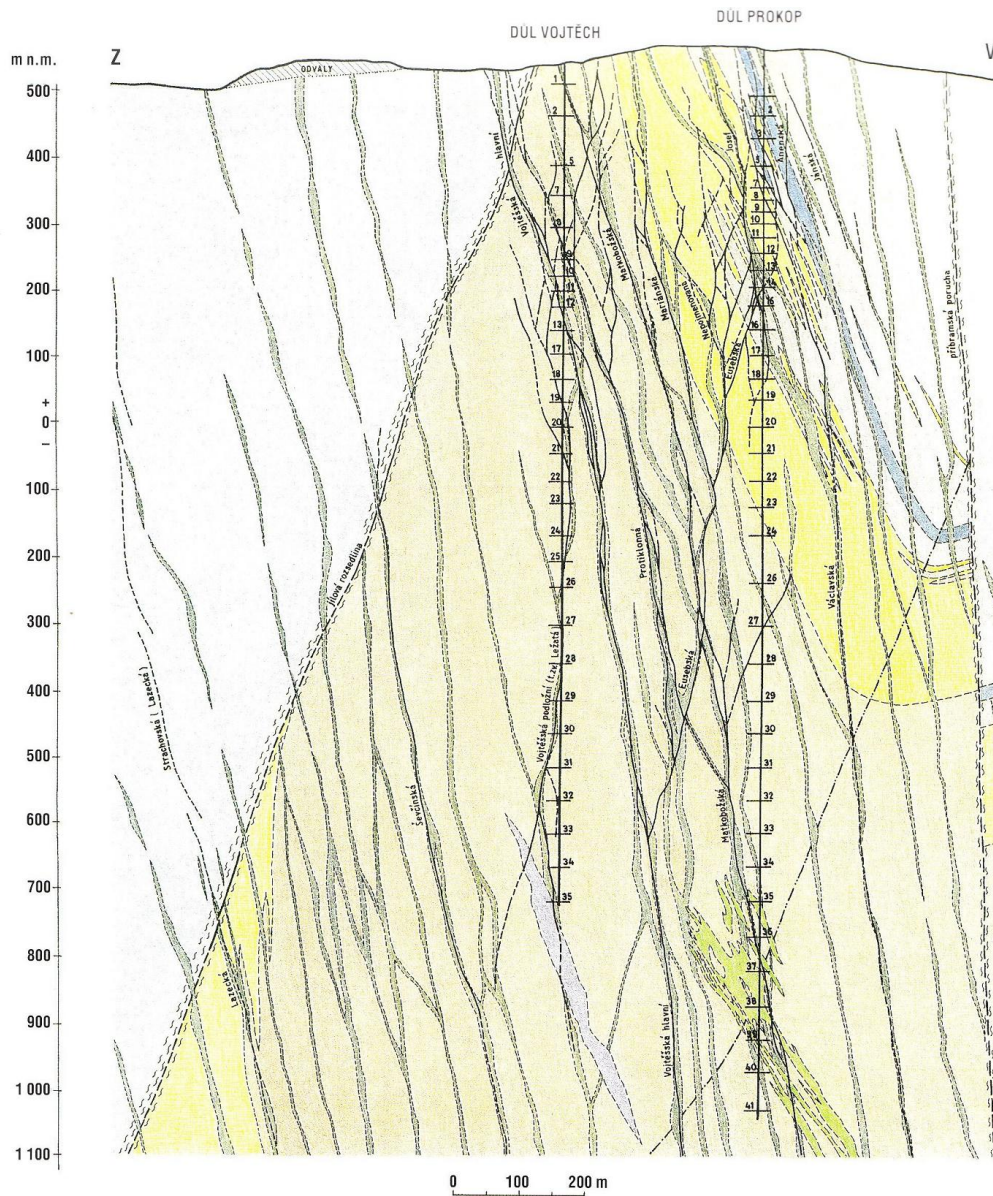
Uranové minerály tvořily lemy na starších karbonátech a stěnách trhlin, žilky, ledvinité agregáty, hnízda a impregnace ve starších karbonátech a byly koncentrovány v plochých čočkách nepravidelného tvaru. Plocha čoček činila několik dm² až stovky m², výjimečně i tisíce m². Celkem bylo na ložisku v letech

1949 až 1991 důlními pracemi otevřeno přes 2 500 žil, z nichž 1 601 obsahovala uranové zrudnění, 35 polymetalické Pb-Zn-Ag zrudnění a na 19 žilách byly výskyty stříbrných rud. Uranové zrudnění bylo vyvinuto v intervalu 1 450 m - od povrchu až do úrovně 28. patra (Lusk et Hájek 2003).

5.2 Hydrogeologické poměry

Krystalické (metamorfované) horniny hydrogeologicky představují prostředí s puklinovou propustností (puklinový kolektor), kde největší množství podzemní vody je akumulováno ve svrchní části, která je tvořena zvětralinami a relativně hustou sítí puklin v pásnu podpovrchového rozpojení hornin. V terénních depresích podél toků jsou až několik metrů mocné (max. 5 –10 m) akumulace aluviálních sedimentů (průlinový kolektor), které jsou propojeny podložním puklinovým kolektorem. Oba kolektory tvoří jeden spojitý systém a podílejí se významnou měrou na vytváření mělkého kolektoru podzemních vod hodnocené oblasti. Pukliny se od hloubky cca 50 m svírají a větší množství vody je obsaženo pouze v puklinových systémech, které jsou vytvořeny v okolí významných strukturních a tektonických prvků (zlomy, rudní i nerudní žíly). V hloubce větší než 150 m je výskyt podzemní vody v puklinách velmi řídkým jevem. Koeficient filtrace horninového komplexu je uváděn $n \cdot 10^{-8}$ až $n \cdot 10^{-7}$ v puklinovém oběhu $n \cdot 10^{-7}$ až $n \cdot 10^{-5}$ m/s.

Mineralizace důlních vod bývá nízká, vody jsou hydrokarbonátového typu. pH 7,3 – 7,5 s teplotou 9 - 13°C (na ložisku Příbram jsou vody o teplotě až okolo 28°C). Chemické složení vod je dáno složením povrchových vod a výsledkem interaktivních procesů s horninovým prostředím, ve kterém vody cirkulují. Obsah uranu v důlních vodách se pohybuje v rozmezí $1 \cdot 10^{-6}$ až $5 \cdot 10^{-2}$ g/l. Množství radonu obsaženého v důlní vodě je značně proměnlivé (Lusk et Hájek 2003).



VYSVĚTLIVKY:

Kambrium:

- holšínsko-hořícké souvrství
- hořícké pískovce
- holšínsko-hořícké souvrství
- pasecké břidlice
- holšínsko-hořícké souvrství
- holšínské slepence
- sádecké souvrství
- převážně různé pískovce
- žitcko-hlubošské souvrství
- žitcké slepence

Proterozoikum:

- blovicko-tepelská série
- vulkanicko-sediment. komplex

Paleozoická intruziva:

- chloritický spessartit
- biotitické lamprofyry
- diabasy

- jílová rozsedlina
- příbramská porucha
- osa příbramské synklinály
- porušené až mylonit. horniny
- polymetalické rudní žíly

Obr. č. 16 Schematický geologický řez ložiskem Březové hory (Bambas et Gaier 1984 in Kafka et al. 2003).

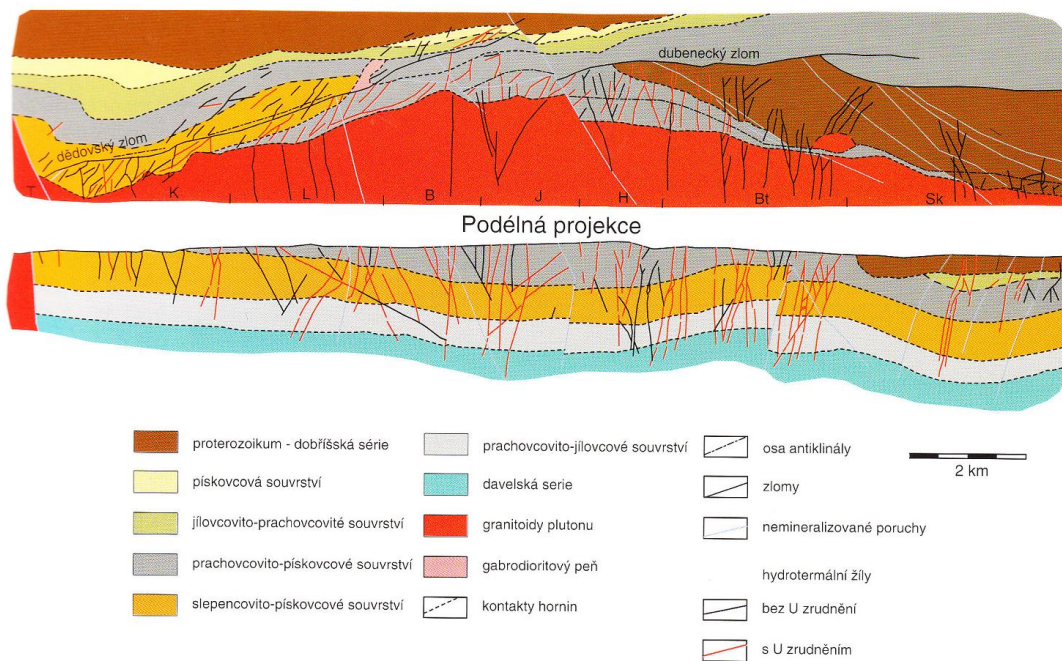
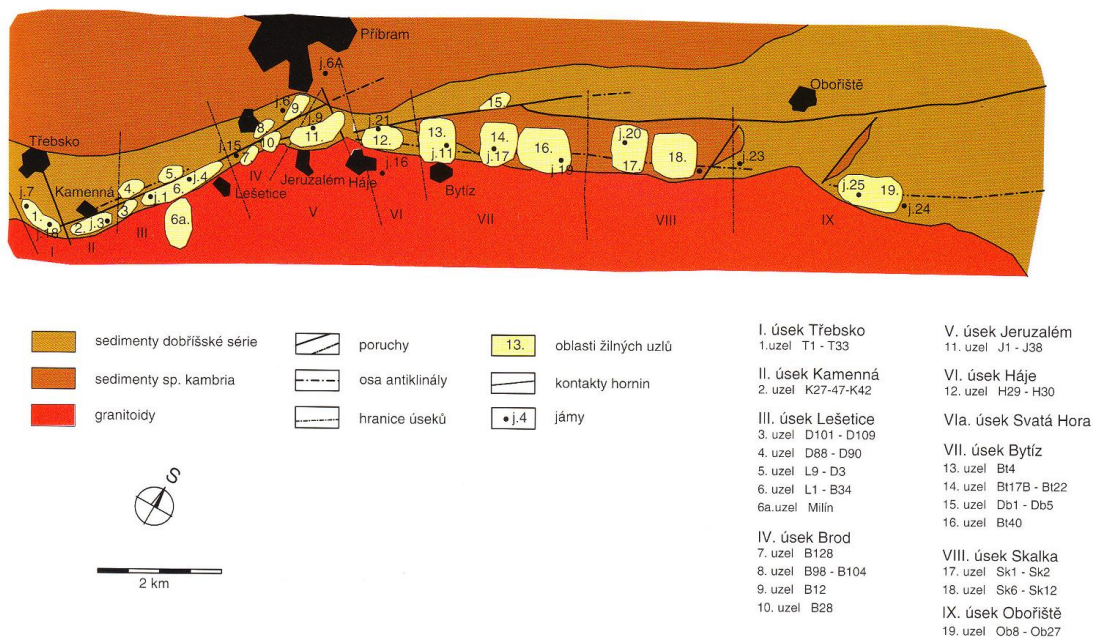


Schéma rozmístění úseků a žilných uzlů příbramského uranového ložiska



Obr. č. 17 Strukturně-geologické schéma rozmístění úseků a žilných uzlů příbramského uranového ložiska (Petroš et al. in Kafka et al. 2003).

6. Současný stav těžby rud a projevů těžební činnosti na životní prostředí

V následujících 2 kapitolách je uveden všeobecný přehled environmentálních zátěží po těžbě a zpracování rud a jejich řešení. Zbylé 2 kapitoly řeší souhrnně toto téma přímo v příbramské lokalitě.

6.1 Rudné hornictví – všeobecný přehled

Zátěže po těžbě a zpracování metalických a polymetalických rud představují především poddolováním ovlivněná území, jako jsou poklesové kotliny a propady, vznikající jak novodobou tak historickou těžbou.

Odvaly po těžbě metalických rud jsou spíše menšího rozsahu a v některých případech jsou zpracovávány na zásypy důlních děl, popř. rekultivovány. Většina odkališť stejně jako odvalů je již rekultivována (viz obr. č. 18) a nepředstavují významnou zátěž životního prostředí.

Důlní vody obsahují převážně Fe, Mn, SO_4^{-2} , RL popř. As, Zn, Cu, a Cr a v případech nadlimitních obsahů je nutné jejich čištění před vypouštěním do vodoteče.

Zahlazování následků těžby a úpravy metalických a polymetalických rud představuje soubor technických opatření, zahrnující dokončení likvidace úvodních důlních děl, likvidaci povrchových areálů dolů, sledování poddolovaných území, sanaci propadů a odvádění resp. čištění vypouštěných důlních vod (DIAMO, s. p. 2010).



Obr. č. 18 Průzkum vegetačního pokryvu na odvalu dolu Anaa. Foto autorka

6.2 Uranové hornictví – všeobecný přehled

Zahlazování následků průzkumu, těžby a úpravy uranové rudy, prováděné v rámci realizace útlumového programu uranového průmyslu, představuje soubor technických opatření, která zahrnují odstraňování zátěží:

- po průzkumu a hlubinné těžbě uranu tj. likvidace důlních děl, povrchových areálů, odvalů (obr. č. 19. 20) a provoz dekontaminačních stanic resp. čistíren důlních vod,
- po úpravě a zpracování uranové rudy tj. likvidace areálů chemických úprav a sanaci a rekultivaci odkališť s obsahem radioaktivních kalů,
- po chemické těžbě uranu tj. výstavba a provoz technologických zařízení pro vyvedení kontaminovaných roztoků z podzemí, jejich zahušťování na odpařovací stanici s následnou krystalizací kamence hlinito-amonného a dále výstavba a provoz technologií na přepracování tohoto produktu na hospodářsky využitelné suroviny.

Specifickou zátěží uranového hornictví je kontaminace životního prostředí, zejména všech vod a materiálů, přirozenými radionuklidy. V sanačních opatřeních to znamená především realizovat dekontaminační stanice se speciálními technologiemi na odstranění radionuklidů a s kontaminovanými materiály nakládat pouze v rámci zařízení s. p. DIAMO, jako s produkty z hornické činnosti (DIAMO, s. p. 2010).



Obr. č. 19 Průzkum vegetačního pokryvu a struktury odvalové hlušiny na odvalu jámy č. 9 nedaleko obce Háje. Foto autorka

6.3 Rudné hornictví – příbramská oblast

Úvodní důlní díla zlikvidována nebo zajištěna ve smyslu platných báňských předpisů a březohorský i bohutínský revír zatopeny. Historické objekty zachovány, nevyužitelné odstraněny. Štola od jámy Řimbaba k jámě Drkolnov rekonstruována. Zbývá likvidace areálu úpravny na Březových Horách. Provádí se kontrola a údržba historických důlních děl (DIAMO, s. p. 2010).



*Obr. č. 20 Struktura a velikost odvalových kamenů (porovnání s 1 metrem) na odvalu jámy č. 9.
Foto autorka*

6.4 Uranové hornictví – příbramská oblast

Doly zlikvidovány, podzemí zatopeno. Od roku 2005 v provozu nová čistírna důlních vod u jámy č. 19. Vybrané odvaly jsou zpracovávány na drcené kamenivo (viz příloha – fotodokumentace obr. č. 6) a kal ukládán do odkaliště I. Využitelné objekty a areály dolů připraveny k odprodeji nebo postupné likvidaci a asanaci území. Provozováno čištění důlních vod a vod bezejmenné vodoteče (DIAMO, s. p. 2010).

7. Formy ochrany životního prostředí

V následujících kapitolách jsou postupně podrobněji popsány environmentální problémy jednotlivých složek životního prostředí související s těžební činností Příbramska a současný stav jejich řešení.

(Užité zkratky a vzorce viz tab. č. 3.)

7.1 Rudný revír

7.1.1 Poddolování

Přímé a nepřímé negativní projevy (poklesová kotlina, propady) volných vyrubaných prostor na povrch. Odstraňování projevů je řešeno zpravidla zásypem nebo jiným sanačním postupem. V důsledku poddolování je omezena silniční doprava v části komunikace I/18 přes Březové Hory. Stavební uzávěry pro bývalá otvírková důlní díla komplikují stavební rozvoj města.

7.1.2 Důlní vody

Vody z březohorského a bohutínského revíru jsou odváděny Dědičnou štolou Císaře Františka Josefa I. (viz obr. č 21) na úrovni 2. patra do toku Litavka v Trhových Dušnicích.

Typ vod	Množství	Hlavní a vedlejší kontaminanty
neutrální důlní	946 000 m ³ .rok ⁻¹	BSK ₅ = 0,5 mg.l ⁻¹ Zn = 0,32 mg.l ⁻¹ Cu = 0,002 mg.l ⁻¹ Pb = 0,0027 mg.l ⁻¹



Obr. č. 21 Ústí Dědičné štoly Císaře Františka Josefa I. v Trhových Dušnicích. Foto autorka

7.1.3 Odkaliště

Název	Plocha [m ²]	Objem uloženého materiálu [m ³]	Stav
Huťské odkaliště	1 708 000	5 047 000	rekultivováno, vedeno jako vodní dílo s volným výtokem vod
Odkaliště Na Vrších	124 811	cca 1 500 700	rekultivováno, vodní dílo zrušeno

7.1.4 Odvaly

Název/Typ	Plocha celkem [m ²]	Objem uloženého materiálu [m ³]	Stav
Σ 14 odvalů /hlušinový	261 829	cca 1 622 500	část rekultivována, převažuje vegetační kryt přírodním náletem dřevin, travin nebo rumištní flórou

7.1.5 Hlavní sledované veličiny v životním prostředí

Důlní vody: Zn, Cu, As, Pb, Cd, Hg, Sb, pH, CHSK_{Cr}, BSK₅

Vody z odkaliště: Zn, Cu, As, Pb, Cd, Sb, BSK₅, NL, RL

Sledování a měření poddolováním ovlivněného území (nivelace).

Pravidelné kontroly důlních děl.

7.1.6 Náklady

Likvidace a sanace lokality (1991 - 1999): 190,6 mil. Kč

Dokončení likvidačních prací, sanace, rekultivace (2006 - 2009): 76,1 mil. Kč

Zajištění a údržba důlních děl, dlouhodobý monitoring: 6,0 mil. Kč/rok

Provoz vodních děl, nakládání s důlními vodami: 3,0 mil. Kč/rok

Celkem (1991 - 2009): 266,7 mil. Kč (DIAMO, s. p. 2010).

7.2 Uranový revír – environmentální problém a jeho řešení

7.2.1 Poddolování

Negativní projevy na povrch vlivem hlubinného dobývání žilného ložiska (propady, důlní otřesy) zejména v oblasti Bytíz (viz obr. č. 22 a příloha – fotodokumentace obr. č. 5).



Obr. č. 22 Propad číslo 4 v propadovém pásmu Bt4. Foto Ing. Škvor, DIAMO, s. p.

7.2.2 Důlní vody

Průsakové, drenážní, nadbilanční z odkaliště a oplachové vody z odvalů jsou zapouštěny do ložiska. Kontaminované důlní vody z ložiska jsou čerpány jamou č. 11 a 19 na čistírny důlních vod na Bytízu a v Dubenci s výpustí do Dubeneckého potoka a toku Kocába. Ztráta vody ve vodotečích (Příbramský potok, potok K Sázkám) vlivem hornické činnosti je nahrazována důlními vodami a vodou z řeky Vltavy.

Typ vod	Množství	Hlavní kontaminanty	Vedlejší kontaminanty
vody bezejmenné vodoteče	162 000 m ³ .rok ⁻¹	pH = 7,6 - 8,0 U = 1,0 - 8,6 mg.l ⁻¹ ²²⁶ Ra = 0,07 - 0,65 Bq.l ⁻¹ RL = 716 - 3 726 mg.l ⁻¹	SO ₄ ²⁻ , HCO ₃ ⁻ , Fe, Mn

Typ vod	Množství	Hlavní kontaminanty	Vedlejší kontaminanty
důlní vody z ložiska	1 104 000 m ³ .rok ⁻¹	pH = 7,17 - 8,0 U = 7,05 - 8,9 mg.l ⁻¹ ²²⁶ Ra = 1,02 - 1,37 Bq.l ⁻¹ RL = 3 700 - 3 986 mg.l ⁻¹ Fe = 8,0 - 19,9 mg.l ⁻¹	SO ₄ ²⁻ , Zn, As, Cu, Cl ⁻

7.2.3 Odkaliště

(viz příloha – fotodokumentace obr. č. 5)

Název	Plocha [m ²]	Objem uloženého materiálu [m ³]	Stav
Odkaliště KI	252 555	193 700	v provozu pro drcení kameniva
Odkaliště KII	125 245	431 700	rekultivováno

7.2.4 Odvaly

Název/Typ	Plocha celkem [m ²]	Objem uloženého materiálu [m ³]	Stav
Σ 26 odvalů /hlušinový	1 514 415	27 577 690	část rekultivována, vegetační kryt přírodním náletem dřevin

7.2.5 Hlavní sledované veličiny v životním prostředí

Důlní vody: U, ²²⁶Ra, NL, RL

Povrchové vody: U, ²²⁶Ra, NL, RL, CHSK_{Cr}, BSK₅, těžké kovy

Průsakové vody z odvalů: U, ²²⁶Ra, RL, NL, pH, SO₄²⁻, těžké kovy

Ovzduší: prашný spad U, ²²⁶Ra, objemová aktivita ²²²Rn

7.2.6 Náklady

Likvidace a sanace lokality, čištění vod (1990 - 2005): 446 mil. Kč

Dokončení likvidace a sanace lokality (2006 - 2008): 215 mil. Kč

Čištění vod, monitoring, údržba (2008 - 2030): 1 608 mil. Kč

Celkem (1990 - 2030): 2 269 mil. Kč (DIAMO 2010).

BSK ₅	biochemická spotřeba kyslíku (5denní s potlačením nitrifikace)
Cl ⁻	chloridy
HCO ₃ ⁻	hydrogenuhličitan
CHSK _{Cr}	chemická spotřeba kyslíku (dichromanovou metodou)
NL	nerozpuštěné látky
pH	reakce vody
RL	rozpuštěné látky
SO ₄ ²⁻	sírany

Tabulka č. 3 Užití zkratky a vzorce.

8. Závěr

V této práci jsem se snažila popsat důlní těžební činnost v příbramské lokalitě od jejích počátků až po současnost a zhodnotit její dopady na životní prostředí.

Z pohledu ochrany životního prostředí je vysvětlován vliv projevů těžby a úpravy polymetalických rud na vybrané složky životního prostředí.

Současný stav těžby rud a projevů těžební činnosti jsem popsala v souhrnném hodnocení monitorovaných složek životního prostředí. Poté jsem podrobněji charakterizovala jednotlivé environmentální problémy a současný stav jejich řešení v příbramské lokalitě.

9. Použitá literatura

BABUŠKA V., HOLÝ J., TRNKA O., 1962: Hornictví. Státní nakladatelství technické literatury, Praha.

DIAMO, s. p., Environmentální zátěže ve správě DIAMO, s. p., Diamo, s. p., odbor ekologie ředitelství, Stráž pod Ralskem, online: <http://www.diamo.cz/zivotni-prostredi/view-category>, cit. 1. 1. 2010.

DIAMO, s. p., Souhrnná informace o výsledcích monitoringu a stavu složek životního prostředí DIAMO, s. p. za rok 2009. Diamo, s. p., Stráž pod Ralskem, online: <http://www.diamo.cz/zivotni-prostredi/view-category>, cit. 20. 4. 2010.

DIMITROVSKÝ K., 1999: Zemědělské, lesnické a hydrické rekultivace území ovlivněných báňskou činností. Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha.

JAKUBEC K., 2009: Letecký snímek zbytků po důlní činnosti v okolí Příbrami. Wikimedia Commons, online: <http://cs.wikipedia.org/wiki/P%C5%99%C3%ADbram>, cit. 10. 10. 2009.

KAFKA J. (ed.), 2003: Rudné a uranové hornictví České republiky. ANAGRAM s. r. o., Ostrava.

KNÍŽEK M., 2004: Historie hornictví příbramského regionu. Permonův web, Příbram, online: <http://www.gweb.cz/clanky/clanek-45/>, cit. 8. 3. 2004.

KONVIČKA V., 1997: Hornictví.info. online: <http://www.hornictvi.info/histor/lokality/pribram1/image.htm>, cit. 13. 1. 2011.

LUSK K., HÁJEK A., 2003: Analýza zaplavování uranových dolů v České republice. GEAM, Dolní Rožínka, online: http://slon.diamo.cz/hpvt/2003/program_z.htm, cit. 3. 12. 2010.

NESET K., DINTR O., 1973: Hornická příručka 1. – 2. díl. Nakladatelství technické literatury, Praha.

SEQUENS E., HLASOVÁ E., 1999: Ekonomické a ekologické důsledky těžby uranu v České republice. Jihočeské matky, o. s., České Budějovice, online: <http://jihoceskematky.cz/clanek.php?id=76>, cit. 14. 11. 2010.

STOČES B., 1954: Základy hornictví. Nakladatelství československé akademie věd, Praha.

ŠANDA V., 2006: Útlum hornictví včetně sanace těžby uranu v ČR. Ministerstvo průmyslu a obchodu, Praha, online: <http://www.mpo.cz/dokument8065.html>, cit. 23. 1. 2006.

ŠIMÚNEK M., 1987: Voda v báňském průmyslu Příbramska. Ústřední výbor ČVTS hornické – komitét symposia Hornická Příbram ve vědě a technice, Praha.

TOMÁŠEK J, LUNDÁKOVÁ I, 2001: Zkušenosti s posuzováním vlivu na životní prostředí dle 224/92 Sb. – zahlazování následků hornické uranové činnosti. Středisko odpadů Mníšek s. r. o. online: <http://www.symposiumhornickaPb/SO3.htm>, cit. 3. 12. 2006.

VALENTA V., 1987: Po stopách uranového hornictví na Příbramsku. Podbrdsko IV/1997: Okresní úřad Příbram pro Státní okresní archiv v Příbrami, rozsah stran: 56: 8 – 12.

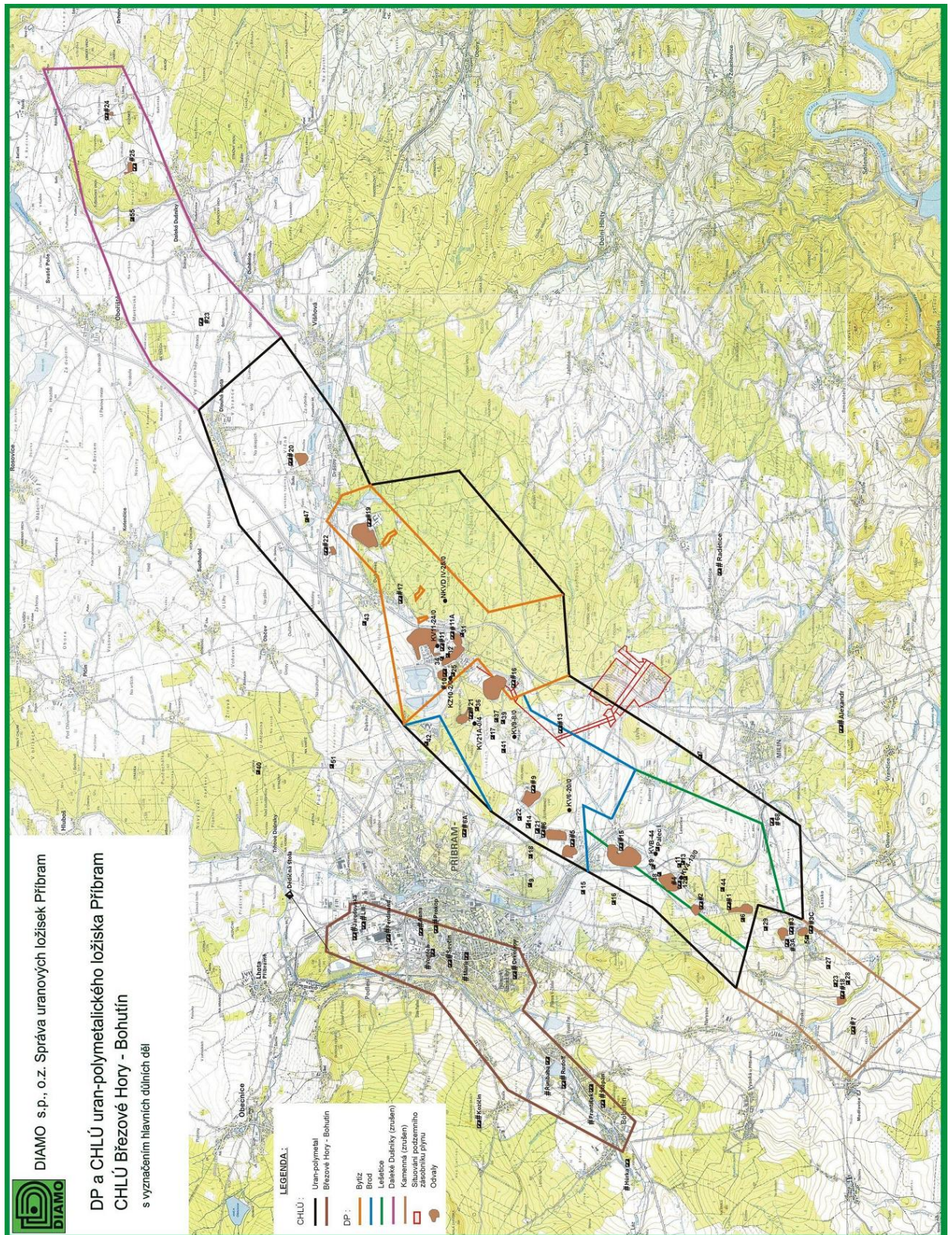
VALTA K., 1936: Po stopách utrpení a slávy hornictva na Příbramsku. Státní báňské ředitelství v Příbrami, Příbram.

VÁVRA V. ŠTELCL J. 2008: Geologická stavba ČR a vztah geologických procesů k životnímu prostředí. Ústav geologických věd, Brno, online: <http://kurz.geologie.sci.muni.cz/kapitola6.htm#6.1.6>, cit. 8. 12. 2008.

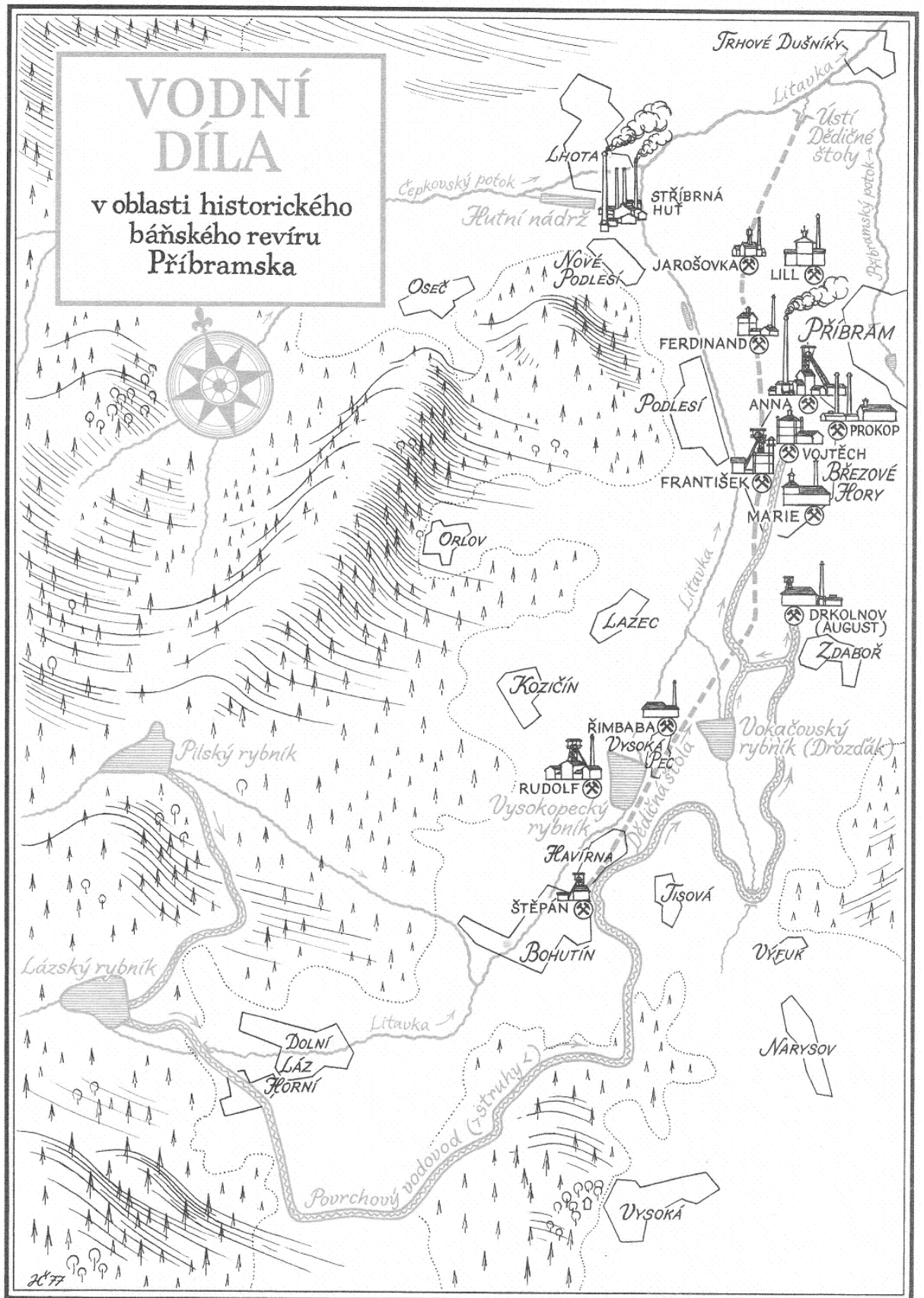
Seznam příloh:

- 1) Mapy
- 2) Fotodokumentace

Príloha č. 1: Mapy

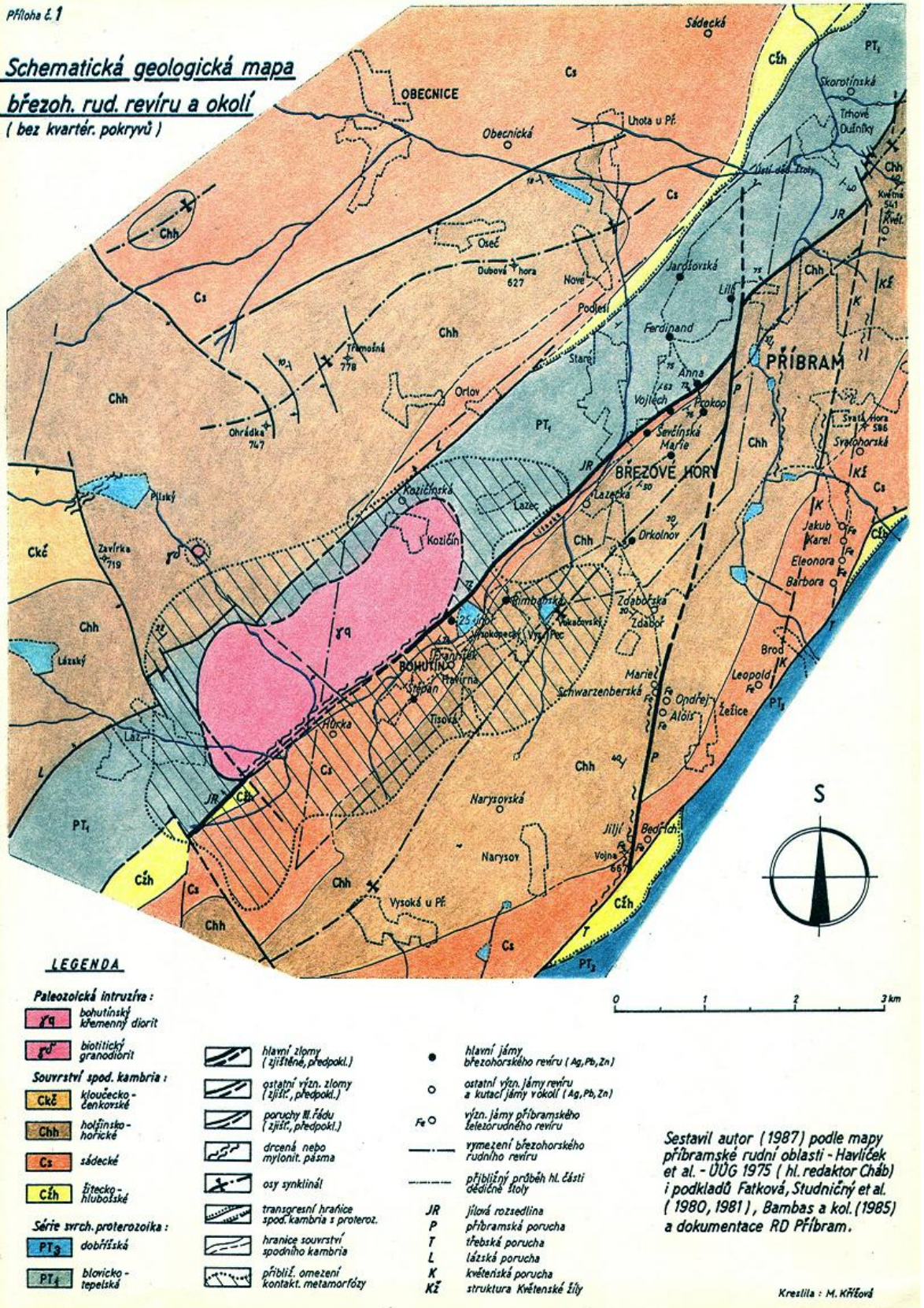


Obr. č. 1 Mapa důlních děl rudného a uranového revíru Příbramska. Zdroj DIAMO, s. p.



Obr. č. 2 Mapa vodních děl v oblasti historického báňského revíru Příbramska (Čáka 1977 in Šimůnek 1987).

**Schematická geologická mapa
březoh. rud. revíru a okolí
(bez kvartér. pokryvů)**



Obr. č. 3 Schematická geologická mapa březohorského rudního revíru a okolí. Zdroj DIAMO, s. p.

Příloha č. 2: Fotodokumentace



Obr. č. 1 Odvaly na Příbramsku. Foto Ing. Škvor, DLAMO, s. p.



Obr. č. 2 Letecký snímek oblast Bytíz. Zdroj www.wikipedia.org



Obr. č. 3 Letecký snímek Příbram – Březové hory. Foto Ing. Škvor, DIAMO, s. p.



Obr. č. 4 Letecký snímek podzemního zásobníku plynu, raženého na 21. patře v hloubce 1000 m jámy č. 16. Foto Ing. Škvor, DIAMO, s. p.



Obr. č. 5 Letecký snímek - propadové pásmo Bt4 Bytíz. Foto Ing. Škvor, DIAMO, s. p.



Obr. č. 6 Letecký snímek – bývalá úpravná I. máje, dnes areál drtící stanice ECOINVEST v oblasti Příbram - Bytíz. . Foto Ing. Škvor, DIAMO, s. p.



Obr. č.7 Letecký snímek – šachta č. 15, směr Milín . Foto Ing. Škvor, DIAMO, s. p.



Obr. č.8 Letecký snímek – Příbramsko. Foto Ing. Škvor, DIAMO, s. p.



Obr. č. 9 Odkaliště I Bytíz. Foto Ing. Škvor, DIAMO, s. p.



Obr. č. 10 Šachta č. 16 - Příbram Háje. Foto Ing. Škvor, DIAMO, s. p.



Obr. č.11 Odval Příbram – Brod. Foto Ing. Škvor, DIAMO, s. p.