

MASARYKOVA UNIVERZITA V BRNĚ

PEDAGOGICKÁ FAKULTA

Katedra Geografie

ZDROJ: [http://is.muni.cz/th/135720/pedf\\_b/bc.txt](http://is.muni.cz/th/135720/pedf_b/bc.txt)

Hodnocení rizik spojených s těžbou specifických surovin v okolí Dolní Rožinky

Bakalářská práce

Brno 2007

Autor práce: Eva Homolková

Vedoucí práce: Doc.RNDr. Jaromír Kolečka, CSc.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracovala samostatně a použila jen prameny uvedené v seznamu literatury.

Souhlasím, aby práce byla uložena na Masarykově univerzitě v Brně v knihovně Pedagogické fakulty a zpřístupněna ke studijním účelům

V Brně dne 10. dubna 2007

Eva Homolková

Poděkování

Na tomto místě bych ráda poděkovala Doc. RNDr. Jaromíru Kolečkovi, CSc. za odborné vedení mé bakalářské práce a ing. Františku Škorpíkovi za poskytnutí potřebných materiálů a pomoc při vyhledávání informací.

## Obsah

Úvod.	5
1	Lokalizace oblasti 7
1.1	Dolní Rožínka. 7
1.2	Rožná. 7
1.2.1	Ložisková oblast Rožná. 7
2	Uran. 9
3	Těžba uranové rudy. 10
3.1	Uranová ruda a její těžba (se zřetelem na geologii oblasti) 10
3.1.1	Geologická charakteristika rudního pole Rožná - Olší 11
3.2	Historie těžby a úpravy uranu v rudním poli Rožná - Olší 11
3.2.1	Úprava uranové rudy. 17
3.2.2	Těžba uranu v ČR a státní podnik DIAMO.. 18
3.2.3	Rizika pro zaměstnance v důlním provozu. 19
3.2.4	Nebezpečné odpady. 19
4	Stavby, zařízení, samostatné a pomocné provozy, které mohou ovlivnit životní prostředí obce a okolí 20
4.1	Chemická úpravna a odkaliště. 22
4.1.1	Popis rizik bezpečnosti provozu odkališť. 23
5	Radioaktivita. 25
5.1	Specifikace radioaktivních minerálů pro uranové ložisko Rožná. 26
5.2	Radon. 26
6	Těžké kovy. 28
7	Sanace odkališť. 29
7.1	Vlivy na půdu. 30
7.2	Vlivy toxických a radioaktivních látek. 31
7.2.1	Vlivy na biotu. 31
8	Závěr 34
9	Seznam použitých pramenů a literatury. 35
10	Seznam příloh. 38

## Úvod

Otázka rizik a vlivu těžby uranu, patří mezi aktuální témata, zvláště v místech těžby a blízkém okolí. Tato práce se zaměřuje na popis a charakteristiku roženecko-olšínského rudního pole, historii těžby uranu, úpravy uranu, funkci odkališť a hlavně na vlivy těžby uranu, ať už na zaměstnance nebo na životní prostředí.

Zpracovat bakalářskou práci na toto téma jsem se rozhodla ze dvou důvodů. Jednak bydlím v obci Rožná, které se toto téma úzce dotýká a zároveň to považuji za velmi zajímavé téma, kde jakékoliv jeho zpracování by mělo být přínosem.

Práce je rozdělena do několika kapitol, které jsou členěny do menších podkapitol, případně do ještě menších oddílů.

## Cíle práce

Základní cíl: Jaké jsou rizika spojená s těžbou specifických surovin, v tomto případě uranu.

### Vedlejší cíle:

- o Seznámit se s historií těžby uranu, těžbou samotnou a úpravou uranu.
- o Seznámit se s pojmem radioaktivita a s radioaktivními prvky v dané oblasti
- o Objasnit funkci odkališť a uvést další stavby a zařízení spojené s těžbou, které mohou ovlivnit životní prostředí obce a okolí

## Diskuze pramenů a literatury

Pramenů vhodných k tématu těžby uranové rudy jsem měla k dispozici dostatek. Většina z nich však pojednává o těžbě uranové rudy jen z jednoho hlediska - historické hledisko, geologické hledisko atp. Co se týče tématu vliv těžby uranové rudy na životní prostředí, bylo to obtížnější a povětšinou jsem čerpala z dokumentů, které si nechali od firem zpracovat místní ekologičtí aktivisté nebo sám podnik DIAMO. V publikacích, které se mi dostaly do rukou, se sice zmiňují o nějakých negativních vlivech, nicméně velmi okrajově a pro moji práci nedostatečně. Nepodařilo se mi nalézt žádnou publikaci, která by se zabývala komplexní charakteristikou vybraného problému. Proto bylo nutné najít a vybrat k jednotlivým částem práce publikace, které popisují vybranou problematiku.

Jako základní literaturu mohu doporučit dokumentaci Hodnocení vlivů na životní prostředí stavby sanace a rekultivace odkališť o.z. GEAM, jde o přehledné a obsahově dobře zpracované dokumenty. Podle roku vydání jsou už staršího data, ale to v tomto případě nevedí. Dalšími

vhodnými publikacemi jsou dokumentace Sanace a rekultivace odkališť Dolní Rožínka, články z časopisu z různých čísel časopisu Minerál a například publikace Dobývání nerostných surovin v okrese Žďár nad Sázavou a okolí.

Mnoho užitečných informací je dnes lehce dostupných na internetu. Doporučit mohu stránky ministerstva průmyslu a obchodu [www.mpo.cz](http://www.mpo.cz) a stránky Radiožurnálu [www.rozhlas.cz](http://www.rozhlas.cz), kde lze také najít mnoho zajímavých článků, týkající se uranu. Zvláště mohu doporučit stránky <http://geoportal.cenia.cz>, kde jsou k dispozici různé tematické mapy a také [www.mapy.cz](http://www.mapy.cz) kde jsou kromě topografických a historických map k dispozici ještě letecké snímky. Je možné si zde najít požadovanou oblast snadno a rychle, potřebný výřez mapy si vytisknout či uložit jako obrázek.

## Diskuze metodologie a metodologického rámce práce

Základní technikou, kterou jsem používala, byla analýza již napsané literatury, dokumentů a článků na internetu. Další metodou byla metoda rozhovoru se zainteresovanými osobami.

Neprováděla jsem žádné terénní šetření v pravém slova smyslu, jelikož návštěva dolů, měření dozimetrem a další způsoby, kterými bych mohla obohatit tuto práci mi zatím nejsou dostupné.

V rámci terénního průzkumu jsem navštívila odkaliště K 2, kde jsem pořídila fotodokumentaci a rozvodnu, kde jsem se seznámila s bližším fungováním těžby. Dále jsem použila metodu popisně geografickou.

## **1 Lokalizace oblasti**

### **1.1 Dolní Rožínka**

Obec se rozkládá 11 km jihozápadně od Bystřice nad Pernštejnem v okrese Žďár nad Sázavou v kraji Vysočina. Obec se nachází v nadmořské výšce 502 m. V roce 1954 se začalo v okolí

Rožínky s geologickým průzkumem a o dva roky později zde bylo nalezeno jedno z největších uranových ložisek, ze kterého se celkem vytěžilo 14 milionů tun uranové rudy. Těžba probíhala na ložisku Rožná (doly Rožná I. - KHB, Rožná II. - později Jasan a Rožná III.) a ložisku Olší (důl Olší a šachty Bukov a Drahonín). Důl Rožná III. se stal nejhlubší šachtou na Moravě (1 201 m).

### **1.2 Rožná**

Obec leží asi 6 km jižně od Bystřice nad Pernštejnem v okrese Žďár nad Sázavou v kraji Vysočina. Nachází se v údolí na soutoku potoků Nedvědičky a Rožínky. Z Rožné pochází největší nalezený krystal v Česku. Jedná se o heliodor, což je druh berylu, který zde našel v roce 1990 Václav Stoupal. Krystal měří 63 x 43 mm. Na katastrech Rožná, Zlatkov a Josefov bylo zatím určeno 175 nerostných druhů a variet. Vrch Hradisko má těchto nerostů 79, jde tedy o jednu z nejvýznamnějších mineralogických lokalit na Moravě. Z celkových 175 nerostů je 17 uranových, ale vyskytují se tu i zlato a stříbro a 28 druhů drahých kamenů. Na obecních katastrech se těžila železná ruda, lepidolit, pegmatit, živec, azbest, opály, uran a další zajímavé suroviny.

#### **1.2.1 Ložisková oblast Rožná**

Ložisková oblast Rožná je součástí Českomoravské vrchoviny, představující denudační trosku variského horstva, zarovnaného dlouhodobým vývojem až do stádia penepplénu, která byla v miocénu oživena mladou tektonikou v důsledku násuvu bloků Západních Karpat na východní svahy Českého masívu. Oblast se nachází na rozhraní dvou geomorfologických podcelků - Bítešské a Nedvědičké vrchoviny. Ložiskové území je odvodňováno říčkou Nedvědičkou s Rožineckým potokem a Bobrůvkou - Loučkou s Bukovským potokem (přítoky řeky Svatky). Terén nad ložiskem je zčásti zalesněn, zbytek je zemědělsky obděláván nebo slouží jako pastviny.

Ložisko Rožná se nachází v tektonicky výrazném pásmu, které je charakteristické intenzívním provrásněním horninového komplexu do protáhlých izoklinálních vrás, které jsou převrácené k východu a vývojem mohutných tektonických struktur značného směrného i hloubkového rozsahu.

## **2 Uran**

Uran je radioaktivní chemický prvek, kov, patří mezi aktinoidy. V roce 1789 objevil prvek Martin Heinrich Klaproth, v čisté formě byl uran izolován roku 1841 Eugene-Melchior Peligotem.

Prvek byl pojmenován podle tehdy nově objevené planety Uran, která dostala jméno podle boha Urana z řecké mytologie. Uran se stal prvním prvkem pojmenovaným podle planety.

V čistém stavu je uran stříbrobílý kov, který na vzduchu pozvolna nabíhá - pokrývá se vrstvou oxidů. Uran rozmělněný na prášek je samozápalný. Není příliš tvrdý a dá se za obvyčné teploty kovat nebo válcovat. Při zahřívání je nejprve křehkým, při dalším zvyšování teploty se stává plastickým.

Uran se používal k barvení skla a glazur (v Jáchymově od roku 1826), těžen byl v českém Jáchymově a v britském Cornwallu. Toto použití podstatně kleslo v 2. polovině 20. století.

V roce 1896 zjistil Henri Becquerel, že uran je radioaktivní a (pokud se nepočítá objev rentgenových paprsků krátce předtím) vlastně tím radioaktivitu objevil. Marie Curie-Sklodovská

se svým manželem Pierrem Curriem poté z uranové rudy (jáchymovského smolince) izolovala 2 nové prvky: nejdřív polonium a o něco později i radium. Uranové rudy pak byly až do 30. let (objev umělých izotopů) používány pro výrobu radia v něm

obsaženého (radium se velmi brzo po objevu začalo v malých množstvích používat pro lékařské účely). Pro účely jaderného průmyslu se uran začal využívat až během druhé světové války – respektive až po ní.

Dne 2. prosince roku 1942 byla spuštěna první umělá jaderná řetězová reakce (tzv. Fermiho reakce) italským fyzikem E. Fermim na hřišti Chicagské univerzity. Prostřednictvím jaderného reaktoru byl poprvé vyroben proud 20. prosince 1951, první jaderná elektrárna byla zprovozněna v Obinsku v SSSR v roce 1954.

Nespornou výhodou energetického využívání uranu je skutečnost, že cena samotného uranu tvoří jen malý podíl v nákladech na výrobu elektřiny z něho (v Česku v roce 2006 kolem 15 %), cena elektřiny je dána především náklady na výstavbu elektrárny. Protože k výrobě elektřiny je potřeba mnohonásobně menší množství uranu než při výrobě elektřiny z jiných surovin, je relativně snadné a levné i shromažďování zásob uranu a jeho skladování.

### **3 Těžba uranové rudy**

#### **3.1 Uranová ruda a její těžba (se zřetelem na geologii oblasti)**

S těžbou uranové rudy se u nás začalo v Jáchymově. Pro oblast Vysočiny byl v této oblasti klíčový rok 1956, kdy bylo geologickým průzkumem nejprve objeveno ložisko Rožná a brzy následovalo ložisko Olší. Později byla objevena další ložiska menšího rozsahu.

Ložisko Rožná je největším ložiskem uranových rud na Vysočině a rovněž patří mezi největší ložiska uranových rud v České republice.

Uranové ložisko Rožná bylo součástí rožnoolšinského rudního pole (nazvaného podle obcí Rožná a Olší u Nedvědice). Rožnoolšinské rudní pole leží na východním okraji strážeckého moldanubika. Uranové zrudnění na ložisku Rožná je hydrotermálního původu a jeho stáří je variské (cca 250 mil. let). Prostor ložiska je tvořen prekambričovými sedimentárními, vulkanosedimentárními a vulkanickými horninami, metamorfovanými za podmínek amfibolitové facie (lokálně granulitové facie) – jedná se hlavně o ruly (postižené různě intenzívní migmatizací), amfibolity, mramory a erlany.

Hlavním faktorem, který podmiňuje lokalizaci uranové mineralizace na ložisku Rožná, je zlomová tektonika. Jedná se hlavně o dislokace směru SSZ – JJV, které tvoří až 25 – 30 m mocné poruchové zóny se sklonem 45 – 70° k Z. Tyto zóny jsou zpravidla vyplněny různě intenzívně grafitizovanou pyritizovanou a chloritizovanou horninovou drtí. Žilné minerály, které jsou tu zastoupeny hlavně karbonáty, tvoří jen max. 5 % z celkového objemu poruchových zón.

Uran je zde přítomen v podobě uraninitu, coffinitu a branneritu. Koncentrace uranových minerálů ve směru od rudního tělesa do okolních nezrudněných hornin zvolna klesá, a proto je tento typ mineralizace často označován jako „nekontrastní zrudnění“ (těžené rudy obsahují 0,15 – 0,25 % U).

Na zpeřené pukliny jsou vázány karbonátové žíly, ve kterých jsou karbonáty zastoupeny kalcitem, dolomitem, sideritem a ankeritem. Uranová mineralizace se vyskytuje výhradně na kalcitových žilách. Jelikož uranové zrudnění obvykle nepřechází za hranici těchto žil, je tento typ uranové mineralizace označován jako „kontrastní zrudnění“. Kalcitové žíly na nichž lze většinou rozlišit dvě i více generací kalcitu, mají výrazně páskovou texturu. V růstových zónách mladšího kalcitu se poměrně často nachází jemnozrnný pyrit. Na kalcitových žilách jsou minerály uranu zastoupeny převážně uranitem, který je často zatlačován coffinitem.

##### **3.1.1 Geologická charakteristika rudního pole Rožná – Olší**

Z celosvětového metalogenetického hlediska je uranonosná provincie Českého masívu jednou z největších akumulací uranu v Evropě i ve světě. Pokud vezmeme těžbu uranu v České republice a v bývalé Německé demokratické republice (ložiska uranu spadající do Českého masívu), tak tu bylo vytěženo více jak 350 000 tun uranu (potencionální, i když v současné době nevyužitelné zásoby činí asi

dalších 250 000 tun uranu).

Na základě strukturálně geologických faktorů lze v Českém masívu vyčlenit jednotlivé rudní rajony, které obsahují rudní pole a ložiska uranu podobných mineralogicko-genetických a strukturálních podmínek. Do moravského uranového rudního rajonu můžeme začlenit rudní pole Rožná - Olší (ložiska Rožná, Slavkovice-Petrovice, Olší), samostatná ložiska Brzkov, Polná, Jasenice, Pucov a ložiska vázaná na tzv. labskou zónu (ložiska Škrdlovice, Licoměřice, Chotěboř). Rožnoolšínské rudní pole mělo největší průmyslový význam z hlediska těžby (celkem 17% těžby celé ČR).

### 3.2 Historie těžby a úpravy uranu v rudním poli Rožná - Olší

Dne 23. listopadu 1945 byla podepsána mezistátní dohoda mezi ČSR a SSSR o vyhledávání, těžbě a dodávkách radioaktivních surovin do SSSR. (Při současné ceně uranu si můžeme dobře uvědomit, jaké bohatství vyvezlo socialistické Československo téměř zadarmo do Sovětského svazu. Zde totiž skončila naprostá většina ze 110 tis. tun vytěžených od roku 1945 v tuzemských dolech.

Dnes by toto množství mělo hodnotu více než 470 miliard korun.)

Ložiska uranu v rudním poli Rožná - Olší byla objevena roku 1954 pěším a autogama průzkumem. Do roku 1958 zde průzkumné práce prováděl závod Geologický průzkum Jáchymovských dolů Nové Město na Moravě. Těžební organizací byla postupně předávána ložiska: Rožná (1957), Olší (1958) a Slavkovice-Petrovice (1964). Již v roce 1958 byly na ložisku Rožná zahájeny těžební práce, hlubinná těžba zde probíhá dosud, při kulminaci těžby v 70-tých letech. Od roku 1985 dochází k výraznému poklesu těžby. Základními minerály, které se zde těží, jsou uranit a coffinit, výsledným produktem je diuranát amonný  $(\text{NH}_4)_2\text{UO}_7$ , s obsahem nad 70% uranu. Vedle toho vyprodukuje závod Chemická úpravna cca 6 - 8 tisíc tun  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  ročně. Tento produkt vzniká při čištění volných vod odkališť systémem odpařovací stanice a elektrodialýzy. Jeho množství je závislé na objemu vyčištěných vod.

Předchůdcem těžebního podniku v Dolní Rožince byl národní podnik Jáchymovské doly Trutnov, který tvořily důlní závody: důl Stachanov-Radvanice v Čechách, důl Novátor - Rybníčky, důl Krkonoše s úseky Přehrada, Špindlerův Mlýn a Zlaté návrší, důl Javorník ve Slezku a důl Karel Havlíček Borovský (dále KHB) v Chotěboři s důlním úsekem Pukšice. Koncem padesátých let, na tehdejší n. p. Jáchymovské doly Trutnov, narůstaly problémy s rentabilitou i výší těžby uranových rud. Proto se netrpělivě čekalo na to, jaké budou výsledky průzkumu nových oblastí, zejména rožensko-olšínského rudního pole. Výsledky průzkumu na ložisku Rožná dopadly tak dobře, že centrální část ložiska byla již v roce 1957 předána tehdejšímu n. p. Jáchymovské doly Trutnov k těžbě. Závod KHB v Chotěboři byl pověřen otvírkou tohoto ložiska. V říjnu 1957 vytýčila komise (vedená ředitelem závodu KHB v Chotěboři ing. Františkem Řehánkem) záložkový bod první těžní jámy budoucího závodu KHB v Dolní Rožince a zároveň i první těžní jámy v této nové oblasti - jámy R1. Hloubení jámy R 1 zahájil tehdejší závod KHB v Chotěboři dne 27. října 1957. Tento den můžeme považovat za zahájení těžební činnosti v oblasti Dolní Rožinky.

Důkladná rozfáranost centrální části ložiska Rožná (průzkumnými šachticemi č. 11 a 13 a štolou č. 4) umožnila od počátku roku 1958 zahájit dobývací práce z úrovně první patra. V únoru 1958 se vedení závodu KHB Chotěboř (důl byl v té době již v likvidaci) přesunulo do Dolní Rožinky a vznikl první důlní závod v nové oblasti - závod KHB v Dolní Rožince, Jáchymovské doly n. p. Trutnov.

Výměrem ředitele tehdejší Ústřední správy výzkumu a těžby radioaktivních surovin (ÚSVTRS) byl od 1. ledna 1959 změněn název Jáchymovské doly Trutnov n. p. na Jáchymovské doly Rožná, n. p. se sídlem v Dolní Rožince. Téměř okamžitě začal přesun vedení podniku z Trutnova na Dolní Rožinku a výstavba ubytovacích kapacit na Dolní Rožince. Základem nového n. p. se stal závod KHB v Dolní Rožince a závod Javorník ve Slezku, dále pak středisko sociálních služeb a dopravní hospodářství. Ještě v roce 1959 byl, ke dni 1. října, ze závodu KHB vyčleněn úsek Olší jako třetí závod n. p. Jáchymovské doly Rožná. K 1. prosinci

1959 byla uvedena do těžby jáma R 2 jako nový důlní úsek závodu KHB.

V období let 1959 až 1963 se hloubily další jámy jako: Bukov 1, R 4, R 3, Drahonín a prohloubily se jámy R 1 a R 2. V roce 1963 byla ložiska Rožná a Olší dostatečně otevřena pro další rozvoj těžby. Svědčí o tom i poměrně rychlý nárůst těžby uranu, který zaznamenal v roce 1963 více než čtyřnásobek ve srovnání s rokem 1959.

Koncem roku 1963 přistoupilo tehdejší vedení n. p. Jáchymovské doly Rožná k rozdělení závodu KHB na dva závody, takže k 1. říjnu 1963 vznikly závod Rožná I (KHB) a Rožná II (Jasan). Současně s rozvojem těžby prakticky na všech ložiskách tehdejšího n. p. Jáchymovské doly Rožná pokračovaly (v oblasti Olší - Dolní Rožínka - Nové Město na Moravě a Rychlebské hory) průzkumné práce, které prováděl UP - závod IV Nové Město na Moravě. Roku 1961 byl závodu KHB předán úsek Milasín - Bukov a na krátkou dobu i úsek Jasenice a v roce 1964 bylo závodu R II předáno ložisko Slavkovice - Petrovice.

V roce 1964 bylo na základě pozitivních výsledků průzkumu ložisek Rožná a Olší a stavu zásob v Moravském regionu rozhodnuto o výstavbě chemické úpravy. Koncem roku 1965 byla zahájena výstavba chemické úpravy DIAMO a již 1. dubna 1968 byl zahájen zkušební provoz, který nejen potvrdil projektované parametry úpravy, ale naznačil i schopnost překročit projektovanou kapacitu. V roce 1968 byla úprava samostatným závodem v rámci ČSUP Příbram. Od 1. ledna 1969, kdy byla chemická úprava uvedena do plného provozu, se stala jedním z úpravárenských závodů tehdy vytvořeného odštěpného závodu Chemické úpravy (dále CHÚ) MAPE Mydlovary. Uranová ruda z ložiska Rožná byla zpočátku zpracovávána na úpravně Příbram, od roku 1962 na CHÚ MAPE Mydlovary. Výkon nové CHÚ DIAMO zpočátku nestačil na zpracování vytěžené rudy z moravského regionu a proto byla část rudniny zpracovávána také na CHÚ MAPE Mydlovary (až do roku 1982).

V roce 1966 došlo ke změně názvu n. p. Jáchymovské doly Rožná. Označení „Jáchymovské doly“ bylo změněno na „Uranové doly“ (dále UD) a název těžebního podniku byl UD Dolní Rožínka, n. p. Toto období můžeme považovat za vrchol rozvoje důlní činnosti tehdejšího národního podniku i těžby uranu. V roce 1967 bylo dosaženo nejvyšší těžby uranu v celé historii těžebního podniku UD Dolní Rožínka. Brzy na to, v roce 1968, byla ukončena těžba na ložisku Zálesí (závod Javorník) a o dva roky později, tedy v roce 1970 i na ložisku Slavkovice-Petrovice.

Od 1. ledna 1969 se v rámci reorganizace resortu ČSUP (Československý svaz uranového průmyslu) mění n. p. UD Dolní Rožínka na o. z. (odštěpný závod) UD Dolní Rožínka. Od roku 1970 nastalo zhruba desetileté období vyrovnané těžební činnosti tří důlních závodů: R I, R II a RŘ Olší, které je charakterizováno postupným poklesem těžební činnosti na ložisku Olší (v důsledku vytěžení bohatých částí ložiska v oblasti Hájenka) a trvalým rozvojem těžby uranových rud na ložisku Rožná-důl R II (Jasan).

V roce 1973 byla po jedenácti letech dohloubena jáma R 3 na konečnou hloubku 1201 metrů a stává se tak v rámci UD Dolní Rožínka nejhlubší jámou hloubenou z povrchu.

Od 1. ledna 1976 se v důsledku reorganizace resortu ČSUP zrušily odštěpné závody a zřídily se koncernové podniky. Nový název podniku tedy zní: Uranové doly Dolní Rožínka, k. p. (koncernový podnik.)

Od roku 1981 je možné pozorovat další postupné snižování těžby uranu i objemů hornických prací. Na těžebních ložiskách se řešila řada zásadních problémů souvisejících s přechodem těžebních prací do větších hloubek a do křídel ložisek. V roce 1985 byl prakticky ukončen průzkum ložiska Rožná a to v úrovni 24. patra. Bylo zde vyraženo přes 20 tisíc běžných metrů průzkumných prací. Životnost ložiska byla potvrzena zhruba na dalších 15 let a byly získány podklady pro případný projekt průzkumu ložiska pod úrovní 24. patra.

Od roku 1987 začala do výrobního procesu vstupovat nová skutečnost a tou byl

útlum těžby uranových rud jako důsledek mírových jednání velmocí. Objemy hornické výroby klesaly a do popředí zájmu nastoupily ekonomické problémy. Tato situace urychlila ukončení těžební činnosti na ložisku Olší a od 1. ledna 1989 bylo toto ložisko převedeno do likvidace. Ke dni 1. ledna 1989 došlo příkazem generálního ředitele koncernu ČSUP Příbram k vyčlenění závodu CHÚ DIAMO z k.p. ČSUP CHÚ Mydlovary a jeho začlenění do k. p. UD Dolní Rožínka.

V roce 1990 nastal ve výrobní i ekonomické činnosti podniku základní zlom, kdy celá republika přecházela na nový společenský i ekonomický systém. Útlum těžby uranové rudy tak dále pokračoval. V roce 1990 tak došlo k radikálnímu snižování počtu zaměstnanců podniku. Stav pracovníků klesl poprvé od roku 1963 pod 3000 a v roce 1991 byl v tomto ohledu na stejné úrovni jako v roce 1960. S výrobními a ekonomickými problémy bylo nutno řešit i sociální problémy související s propouštěním pracovníků z těžebního procesu. Od 1. srpna 1990 se znovu mění název podniku na ČSUP UD Dolní Rožínka, o. z. Od roku 1991 se název mění na DIAMO, o. z. GEAM, Dolní Rožínka, název tedy již neobsahuje označení „Uranové doly“, ale symbolizuje činnost v oboru atomové energetiky na území Moravy. Název GEAM je tak v podstatě složen z prvních písmen slov - Geologie Ekologie Atom Morava.

V období let 1989 - 1990 byl ukončen provoz jámy R 4 a byla realizována likvidace povrchových objektů.

Období po roce 1991, je charakterizováno prohloubením útlumu těžby a úpravy uranu a účastí finančních prostředků státního rozpočtu na likvidačních pracích o. z. GEAM Dolní Rožínka. V tomto období byly řešeny níže uvedené problémy, provedeny následující práce a byla přijata tato důležitá rozhodnutí:

- Lokality v oblasti Krkonoše, Javorník byly předány k 1. dubnu 1992 organizaci o. z. Správa uranových ložisek (SUL) Příbram a od o. z. PEGAS Nové Město na Moravě byla převzata do správy o. z. GEAM ložiska Pucov, Licoměrice, Březinka, Brzkov.

- V roce 1992 byl zpracován hydrogeologický průzkum na odkališti K 2 (Geotest Brno), geofyzikální průzkum v podhrází odkaliště K 1 (Geofyzika Brno), byla dokončena studie firmy ASTI a Wayne State Univerzity - USA o vlivu odkaliště K 1 a K 2 na životní prostředí a také byla provedena geologická revize štoly Amálie.

- V říjnu 1992 byla zahájena likvidace jámy č. 5 Rozsochy, likvidace příslušných povrchových objektů a biologická rekultivace povrchu úseku Rozsochy.

- V roce 1992 byl ukončen vyhledávací průzkum úseku Branišov - Křídla s negativními výsledky.

- V roce 1993 byly zahájeny práce na projektech skládky TKO (Technický komunální odpad) Bukov.

- V letech 1992-1995 byli pracovníci o.z. GEAM zapojeni do projektu skladu vyhořelého jaderného paliva - lokalita Skalka (úvodní projekt, generální řešení, konečný detailní projekt). V letech 1995 - 1997 byl realizován průzkum hornickým způsobem.

- K 1. červenci 1995 byly sloučeny doly Rožná I a Rožná II do jedné organizační jednotky.

- V roce 1995 usnesení vlády ČR (č.244/1995) schválilo pokračování těžby a úpravy uranových rud s tím, že další těžba a úprava uranové rudy v lokalitě Dolní Rožínka bude prováděna jen výběrově a návrh dalšího rozhodnutí bude vládě předložen do června 1997.

- K 1. červenci 1995 byl (na základě parametrů, daných pro výběrovou těžbu) proveden přepočítání zásob uranu ložiska Rožná, schválený protokolem č. 1/95 ŘSP DIAMO dne 22. prosince 1995.

- V lednu 1996 byl zatopen likvidovaný důl Olší a zahájilo se čištění důlních vod na dekontaminační stanici u odvodňovací štolý pod odvalem jámy č. 4 Drahonín.

- V roce 1996 byl zpracován Technický projekt likvidace a sociálního programu „Likvidace těžby a úpravy uranu v ložiskové oblasti Rožná“, který měl být podkladem pro přípravu konečné likvidace ložiska Rožná.

- Usnesení vlády ČR (č. 427/1997) schválilo zprávu o zhodnocení těžby a úpravy uranové rudy v lokalitě Dolní Rožinka s tím, že likvidace dolu Rožná má být zahájena nejpozději od 1. ledna 2002.

- V září 1998 byl zpracován projekt Sanace a rekultivace odkališť Dolní Rožinka, v srpnu 1998 byla zpracována (dle zákona ČNR 244/92 Sb.) dokumentace o hodnocení vlivu na životní prostředí stavby „Sanace a rekultivace odkališť Dolní Rožinka“ ve variantním řešení začerpání a nezačerpání volných vod odkališť do hlubokých horizontů ložiska Rožná a v říjnu 1998 byla vypracována analýza rizik negativního ovlivnění složek životního prostředí těžební a úpravárenskou činností na ložisku Rožná.

- Usnesení vlády ČR č. 750/1999 vyslovalo souhlas s dotěžbou uranu v lokalitě Dolní Rožinka ve smyslu usnesení vlády ČR č. 427/1997 (ukončení těžby nejpozději k 1. lednu 2002)

- V červenci 1999 MŽP ČR vydalo Stanovisko o hodnocení vlivů „Sanace a rekultivace odkališť Dolní Rožinka“ na životní prostředí.

- V listopadu 1999 byla dokončena technická a biologická rekultivace (zalesnění) odvalu jámy č. 1 Olší a zahájilo se jednání se s. p. Lesy ČR o předání rekultivovaných odvalů a areálů ložiska Olší lesnímu hospodaření.

- Na přelomu let 1999/2000 byl zpracován a předložen návrh Ministerstvu průmyslu a obchodu ČR na ekonomické vydobytí zásob ložiska Rožná do 24. patra.

- Usnesení vlády ČR (č. 1107 ze dne 8.11. 2000) schválilo zprávu o hodnocení těžby dolu Rožná a zároveň schválilo prodloužení výběrové těžby do úrovně 24. patra s tím, že zahájení likvidace dolu Rožná bude nejpozději od 1. ledna 2004. Životnost ložiska a hornická činnost v oblasti tak byla tímto vládním rozhodnutím prodloužena o 2 roky.

- V únoru 2007 vyjádřila australská firma URAN LIMITED zájem investovat do dolu Rožná. Tato firma nabídla 2 varianty. První varianta ve výši 640 mil. Kč je spojená se získáním práva těžít na stávajících i budoucích dobývkách a s padesátiprocentní účastí na výnosech z dolu.

Druhá, poloviční varianta by předpokládala pouze padesátiprocentní podíl na stávající těžbě bez účasti na průzkumu uranových zásob pod posledním patrem dolu. Nutno dodat, že odhady hodnoty vytěžitelných zásob dolu Rožná se při současných strmě rostoucích cenách uranu pohybují v řádech miliard.

- 22. února 2007 navštívil státní podnik Diamo ministr průmyslu a obchodu Martin Říman a poslanec evropského parlamentu Ivo Strejček. Ministr Říman jednal s vedením společnosti o možnostech prodloužení těžby uranové rudy. Na následné tiskové konferenci ministr průmyslu a obchodu oznámil, že do konce března předloží vládě ČR k projednání materiál ve kterém navrhne pokračování těžby uranové rudy do ekonomického vytěžení bez dalších časových limitů.

Podstatným argumentem pro jeho rozhodnutí je kromě sociálních souvislostí i cena uranu na světovém trhu. (1 kg uranu se aktuálně prodává za 4762 Kč. Důl v Dolní Rožince je schopen těžít 1 kg uranové rudy asi za 2000 Kč. Znamená to, že těžba v této lokalitě je zcela rentabilní a výrazně zisková) Ministr se vyjádřil i v otázce zájmu australské firmy URAN LIMITED tak, že těžbu i průzkum zásob zajistíme vlastními silami.

### **3.2.1 Úprava uranové rudy**

Uranová ruda je surovina, která slouží pro výrobu kovového uranu, avšak k jeho výrobě nemůže být použita ve stavu, v jakém byla vytěžena. Uranová ruda musí být upravena na surovinu, která má vysoký obsah uranu a téměř žádný podíl hlušiny. Tuto podmínku plně zabezpečuje chemická úprava. Na chemické úpravě uranových rud v Dolní Rožince se taková úprava provádí od roku 1969. Zde je zpracovávána celá produkce uranových rud nynějšího odštěpného závodu GEAM Dolní Rožinka na chemický uranový koncentrát.

Uran má tu dobrou vlastnost, že je z uranové rudy poměrně velmi snadno vyluhovatelný, nejlépe roztokem kyseliny sírové nebo sodnými roztoky. Chemická úprava v Dolní Rožince využívá jako loužícího činidla roztoku sody a výsledným produktem úpravy je žlutý prášek - diuranát amonný. Po vysušení se diuranát balí do přepravných kontejnerů, ve kterých je potom expedován k vyhutění na uran do Ruska. Tento uran potom slouží k výrobě palivových článků pro jadernou elektrárnu Dukovany. Téměř celé vstupní množství suroviny, rozemleté na prach, skončilo po vyloužení v odkališti úpravny ve formě úpravárenských kalů. Uložení tak velkého množství kalů, zhruba 18 milionů tun, musí být zabezpečeno tak, aby kaly ani voda nemohly ohrozit okolí případnými průsaky, nebo úniky přes ochranné hráze odkaliště.

Úpravárenským procesem je v podstatě uzavřen celý těžební cyklus. Ruda po svém vytěžení je v úpravě přeměněna na produkt, který může být prodán odběrateli.

### **3.2.2 Těžba uranu v ČR a státní podnik DIAMO**

Za období let 1946 - 2001 byla celková produkce uranu 107 536 tun, čímž se Česká republika historicky řadí na 6.místo mezi největší producentské státy - za USA, Kanadu, Německo, JAR a Ruskou federaci.

Na území České republiky bylo nalezeno a následně prozkoumáno 164 ložisek a rudních výskytů uranu, z nichž 66 bylo následně těženo - mezi největší patří ložiska Příbram, Rožná, Stráž, Hamr, Jáchymov, Horní Slavkov a Zadní Chodov. Při těžbě uranových rud bylo vyhloubeno 550 průzkumných a těžebních jam, vyraženo 324 štol a otevřeno 16 lomů. Střídavě v České republice pracovalo osm závodů na zpracování uranové rudy. Vzniklo 46 milionů m<sup>3</sup> odvalů vytěžených horniny, 584 ha ploch odkališť u chemických úprav a plochu, která je dotčena činností uranového průmyslu lze odhadnout na 19 km<sup>2</sup>.

Co se týče státního podniku DIAMO, tak v současné době jsou hlavní činnosti jeho a jeho vnitřních organizačních jednotek likvidační a sanační práce po průzkumu, těžbě a zpracování uranu. Koncepce útlumového programu těžby a zpracování uranu v České republice, tedy koncepce provádění sanačních prací, vychází z jednotlivých usnesení vlády.

Centrem státního podniku DIAMO je město Stráž pod Ralskem v severních Čechách, v jehož okolí jsou zároveň realizovány největší objemy sanačních prací při zahlazování následků po chemické těžbě uranu, dalšími místy činnosti jsou zejména Příbram, Dolní Rožinka na Moravě a Ostrava (viz. příloha 12)

### **3.2.3 Rizika pro zaměstnance v důlním provozu**

Zaměstnanci v důlním provozu jsou vystaveni účinkům radioaktivního záření, radonu a aktivního prachu. Proto je nutné dodržovat jistá preventivní opatření.

Preventivní opatření: Horníci jsou povinně vybaveni osobními dozimetry a pravidelně se tak kontroluje, jestli nedošlo k překročení hodnoty dávky

stanovené zákonem. Expoziční doba, po kterou může pracovník setrvávat v dole je 2100 směn. V praxi to znamená zhruba deset až jedenáct let.

Větrání v dole je prováděno centrálním podtlakovým systémem a dobývky se ještě větrají odděleně – pomocí menších ventilátorů a luten (přivádí a odvádí vzduch). Vše musí být samozřejmě jištěno.

Důlní vody (obsahující rozpuštěný uran, radon a další toxické látky) musí být nejprve vyčištěny v tzv. dekontaminačních stanicích a teprve pak (po dokonalém vyčištění) se mohou vypouštět do veřejných toků.

„Rovněž není tajemstvím, že řada pracovníků uranových dolů trpí nebo zemřeli na následky ionizačního záření. Je to bohužel krutá daň, kterou lidstvo platí přírodě za její bohatství.“ (Cimbala, Z.; Uran na Vysočině)

### 3.2.4 Nebezpečné odpady

Specifikace nebezpečných odpadů při zpracování uranové rudy:

1. Ruda s příliš nízkým obsahem uranu
2. Kaly v odkalištích Chemické úpravy a veškeré chemikálie z loužení
3. Veškeré jiné chemikálie, které jsou dodávány na Chemickou úpravnu jako „jiný odpad ke zpracování a uložení v odkalištích“
4. Veškeré jiné chemikálie, které jsou dodávány na Chemickou úpravnu jako „jiný odpad ke zpracování a uložení v odkalištích“
5. Všechny kontaminované materiály – tj. oděvy, nářadí, nástroje a jiné specifické prostředky

Stavby, zařízení, samostatné a pomocné provozy, které mohou ovlivnit životní prostředí obce a okolí

A. Jenom na katastru obce Rožná se nacházejí už z minulosti následující stavby a zařízení o.z. GEAM Dolní Rožinka (DIAMO s.p.):

- a. Areál jámy R 1, včetně skládek
- b. Areál jámy R 2 + R 3, včetně skládek
- c. Areál jámy R 6, včetně skládek
- d. Šurf č. 11
- e. Chemická úpravna (uranové rudy) a vlečka
- f. Odkaliště K 1 a K 2 chemické úpravy (uranové rudy)

Je zřejmé, že hlavní roli v možném ovlivňování životního prostředí hrají právě tato odkaliště, jejichž rozloha je udávána od 87 hektarů až do 115 hektarů.

g. Areál šurfu č. 51 (Zlatkov) h. V obci byla v minulosti realizována i další účelová stavba uranového průmyslu s názvem „železniční rampa“, která je umístěna v areálu nádraží Rožná stále. Sloužila k překládce aktivní rubaniny do vagonů a byla tak po delší dobu, spolu s přepravní trasou, i možným zdrojem prašnosti s obsahem radionuklidů. K jejímu zrušení došlo v roce 1983 a nyní je tedy mimo provoz.

A. Od roku 1990 došlo k realizaci dalších staveb a provozů, které jsou v katastru obce – většinou přímo v areálu o.z. GEAM Dolní Rožinka (chemická úpravna):

a. Provoz meziskládky galvanických kalů, který je situován na jižní pláži odkaliště K 2. Kolaudačním řízením byl dne 16. června 1992 udělen souhlas k řádnému tedy trvalému provozu meziskládky a životnost byla určena do 30. 6. 1998. Podle původního projektu byl předpokládán možný svoz těchto galvanických kalů z celé původní ČSFR (celkem 600 svozných míst) a výstavba provozu hydrometalurgického zpracování galvanických kalů měla řešit i další možnou zaměstnanost v regionu. Tento projekt ovšem nevyšel, protože původní projekt

nebyl dodržen a provoz pro zpracování nebyl vůbec postaven. Dovezené galvanické kaly byly tak zpracovávány poloprovozním (náhradním) způsobem.

#### b. Dovoz dalších „odpadů“ na chemickou úpravnu:

1) Kal z čistírny odpadních vod Licoměřice, který měl být podle obsahu uranu buď zpracován v technologii uranové rudy a nebo ukládán do odkaliště.

2) Odprašky z metalurgických provozů, které měly být dopravovány z Třince.

3) Dovoz odpadů z Prezechy Přerov, který byl a je ve značném rozsahu a pokračuje nadále.

#### c. Bystřicko - Povrchové úpravy, a. s.

Podle technické a technologické zprávy mělo jít (prozatím) o povrchovou úpravu vadně nalakovaných autodisků ze širokého území západoevropských zemí, ale linka je využitelná i pro potřebu jiného typu povrchových úprav. a tato povrchová úprava spočívá (zkráceně) v moření autodisků v lázni technické 90 - 96 % kyseliny sírové při teplotě 87 °C po dobu 2 hodin. Provoz je umístěn v areálu chemické úpravy o.z. GEAM.

#### d. Výroba hydrotalcitu

Na začátku roku 2000 požádala firma HALMUS a.s., obecní úřad v Rožné o vyjádření k možnému zahájení výroby hydrotalcitu v areálu chemické úpravy o.z. GEAM Dolní Rožínka. Podle původního projektu bylo předpokládáno dosažení výroby v roce 2000 v hodnotě 140 tun syntetického hydrotalcitu a v roce 2001 to mělo být maximálně 200 tun syntetického hydrotalcitu. Projekt byl povolen.

#### e. Sklad kapalných odpadů

V průběhu roku 2000 požádal o.z. GEAM Dolní Rožínka obecní úřad v Rožné o vyjádření k výstavbě „Skladu kapalných odpadů“ na závodě chemická úpravna se zdůvodněním - zvýšení bezpečnosti při manipulaci a skladování rizikových kapalných chemikálií používaných nebo zneškodňovaných na chemické úpravně. I tento sklad byl v roce 2001 povolen.

C. Stavby a provozy mimo katastr obce Rožná, ale v jeho těsné blízkosti:

#### a. Sklad vyhořelého jaderného paliva v lokalitě Skalka

Již v roce 1994 byly zahájeny průzkumné práce pro centrální mezisklad vyhořelého jaderného paliva v lokalitě Skalka, která je umístěna na pozemcích v katastrálním území Střítež, Věžná, Bor a Moravecké Pavlovice. Lokalita Skalka je od Rožné vzdálena 2,5 kilometru (hranice katastru obce a hranice lokality Skalka). Dne 28. března 2001 vydal městský úřad Bystřice n. P. - odbor výstavby a územního plánování, zemědělství, vodního a lesního hospodářství - Územní rozhodnutí, které další výstavbě nebránilo.

#### 4.1 Chemická úpravna a odkaliště

Jak jsem již uvedla výše, Chemická úpravna DIAMO byla uvedena do plného provozu v roce 1969. Výsledným produktem úpravy uranové rudy je uranový koncentrát ve formě diuranátu amonného (NH<sub>4</sub>)[2]U[2]O<sub>7</sub>], s obsahem uranu nad 70 %.

Odkaliště K1 o ploše 62,75 ha se celé nachází v katastru území Rožná, odkalištěm K2, které zabírá plochu 27,43 ha probíhá totožně s bývalým tokem Zlatkovského potoka katastrální hranice mezi Rožnou a Zlatkovem. Současná vodní hladina odkaliště je menší než jejich shora uvedené rozlohy, jelikož se podstatně snižuje v důsledku úpravárenské a ukládací činnosti. Dříve harmonická zemědělsko-lesní krajina zde byla silně změněna až zdevastována desítky let

trvající těžební a úpravářenskou činností. Výrazně postižen byl zejména reliéf a vegetační kryt.

Odkaliště K1 má celkovou maximální výšku hrázového systému 53 metrů, která bude při rekultivaci snížena. Odkaliště K2 má dvě hráze, jednu o výšce 18 metrů a druhou o výšce 33 metrů. Na jižní pláži odkaliště K2 byla zřízena meziskládky galvanických kalů s životností do 30. 6. 1998 (v souvislosti s využíváním mědinových kalů v hlavní výrobě a realizací linky detoxikace). Po roce 1998 proběhlo přemístění meziskládky.

Odkaliště vyloužené uranové rudy nepochybně představují cizorodý prvek v krajině, který ohrožuje okolí radioaktivitou, prašností, průsaky kontaminovaných vod. Je tak zcela nutné vynakládat vysoké finanční prostředky na jejich údržbu a čištění vod. Odkaliště K1 i K2 se vyznačují vysokou akumulací radioaktivních sloučenin a látek s vysokým obsahem uranu (U), rádia (Ra 226), ruthenia (Ru 222) a možným výskytem dalších radionuklidů. Tyto látky mohou působit biochemicky (po přímém kontaktu s organismy), ale hlavně se vyznačují vyzařováním ionizujícího záření, včetně záření gama jak jsem již uvedla výše. Kromě radioaktivních látek jsou zde ukládány čistírenské, galvanické a další kaly, jež kromě radionuklidů obsahují také řadu dalších látek jako jsou saponáty, organické a ropné látky, různé chemické sloučeniny (např. sírany, sloučeniny železa a mědi, vápno) včetně těžkých kovů jako jsou zinek, měď, nikl a chrom. Tyto látky jsou jednak částečně ve vodě rozpustné a jednak mohou reagovat jak s vodou tak i mezi sebou navzájem a vytvářet tak další sloučeniny, jež jsou také velice toxické.

Ve vztahu k životnímu prostředí lze odkaliště charakterizovat (podle zprávy: „Revize vlivu chemických úprav uranového průmyslu na životní prostředí - DIAMO Dolní Rožínka“) i následovně: Do životního prostředí se dostávají především pevné odpady vlastního technologického procesu, které se ukládají do speciálně vybudovaných objektů odkališť. Tento pevný odpad je zařazen do skupiny nízkoaktivních odpadů, ale vzhledem k přítomnosti radioaktivních izotopů s dlouhým poločasem rozpadu se tento odpad stává potenciálním zdrojem radioaktivního a toxického zamoření po staletí.

#### **4.1.1 Popis rizik bezpečnosti provozu odkališť**

Možnost vzniku havárií, jsou uváděny tři teoretické možnosti, jak by mohlo dojít k protržení hrází. První teoretickou možností jsou extrémní srážkové poměry, druhou možností jsou teroristické akce velkého rozsahu (odstřel hrází) a třetí možností je nedostatek prostředků k údržbě odkališť. Přitom této třetí možnosti lze zabránit, takže se zdá jako zanedbatelná.

\*Teoretické možnosti protržení hrází - dopady na okolí

Zatím asi jediný odhad rizik spojených s protržením hrází byl proveden v práci Ekonomická náročnost odstranění ekologické zátěže v souvislosti s ukončením uranové činnosti DIAMO, s.p., odstěpný závod GEAM Dolní Rožínka (1995, Středisko odpadů Mníšek, s.r.o. pro Universitu Karlovu, centrum pro otázky životního prostředí).

Ve výše citované práci byl proveden odhad rizika protržení hrází z hlediska ohrožení zdroje pitné vody v Brně - Pisárkách. Modelově bylo uvažováno, že protržením hrází dojde k výtoku všech volných vod a cca 1/3 uložené vyloužené uranové rudy z odkaliště K 1 s tím, že zhruba 80% uvolněných vod a odkalištního materiálu by se uvolnilo během jednoho dne. Celkové množství uvolněných kontaminantů bylo tehdy odhadnuto na 30,2 tun uranu, 78 800 tun rozpustných látek, z toho 44 500 tun síranů, 2 600 tun dusičnanů a asi 29 tun molybdenu. Vzhledem k množství uvolněné vody nebyl uvažován ředící účinek Nedvědičky. Byl uvažován ředící účinek Svratky s průměrným průtokem 8 m<sup>3</sup>/s. Při úvaze ideálního řešení by se ve Svratce v profilu Pisárky dosáhlo koncentrace uranu 0,005 mg/l až 78. den po dosažení vlny z havárie odkaliště tohoto profilu. Tento idealizovaný případ ale nemůže nastat, neboť po hlavní vlně by postupně

docházelo k uvolňování kontaminace ze znečištěných štěrkopísků, sedimentů a postižených údolních niv řek Nedvědičky a Svratky. Odezdnívání této havárie a dosažení koncentrace uranu na úroveň požadavků nařízení vlády 171/92 Sb. by se dalo očekávat za dobu minimálně o řád vyšší, tj. cca 2,5 roku.

Při výpočtu nákladů spojených s odstraňováním důsledků této havárie bylo předpokládáno, že 50 % obyvatelstva města Brna bude omezeno v zásobování pitnou vodou a 20 % obyvatelstva bude odkázáno na nouzové zásobování. Potom bylo předpokládáno, že bude nutné odstranit uniklý rmut z údolních niv. Dále bylo uvažováno s dalšími škodami jako jsou ztráty na majetku - zničení, poškození obytných budov a dalších objektů, zničení nebo poškození komunikací včetně železniční trati, ztráta bonity půd, zničení lesních porostů apod. Celkově byly tedy náklady spojené s tímto havarijním případem extrémního protržení hrází odkaliště K1 odhadnuty ve výši 5-6 miliard Kč.

Z dnešního pohledu se odborníci domnívají, že jsou tyto náklady podceněny. Protože nejsou uvažovány ztráty vody v povodí Svratky nad Brnem, ani další škody v ovlivnění kvality povrchových, případně i podzemních vod pod Brnem, nejsou brány v úvahu ztráty průmyslových podniků, ztráty zemědělství, rybářství atd.

I s ohledem na nárůst cen od roku 1995 lze podle odborníků náklady spojené s uvedenou havárií odhadnout spíše v rozmezí 15 - 20 miliard Kč. I tak nejsou ovšem ještě vyčísleny škody, které by vznikly na flóře a fauně a další ztráty.

## 5. Radioaktivita

Radioaktivita je přirozený nebo uměle navozený samovolný rozpad atomového jádra doprovázený vysíláním tzv. radioaktivního záření, u něhož ani při velmi nízkých dávkách nelze vyloučit škodlivý vliv na živý organismus.

Radioaktivní záření se při přirozené radioaktivitě projevuje ve třech formách:

a) záření  $\alpha$  (alfa), vysílání částic, tj. jader atomů helia složených ze 2 protonů a 2 neutronů

b) záření  $\beta$  (beta), vysílání elektronů

c) záření  $\gamma$  (gama), vysílání velmi energetických kvantových elektromagnetických záření

Důležitou charakteristickou veličinou je zde poločas rozpadu, který udává dobu, za kterou se rozpadne poloviční počet radioaktivních jader. Počítá se s tím, že po uplynutí 10 poločasů se prakticky rozpadnou všechna radioaktivní atomová jádra. Poločas rozpadu je velmi široký: poločas rozpadu radioizotopu kyslíku jen několik sekund - a naopak, např. radiodraslíku 1,2 miliardy let.

V uranové rudě a v odpadu, který vzniká při jejím zpracování, je také hodně radioaktivních látek s velmi dlouhým poločasem rozpadu - např. radioaktivní izotop thorium-230, který má poločas rozpadu 80 tisíc let - což prakticky znamená, že haldy hlušiny, místa s manipulací uranové rudy a nádrže s kaly (odkaliště K 1 a K 2 Chemické úpravy) budou potenciálním zdrojem radioaktivního záření po nesmírně dlouhou dobu, z pohledu člověka by se dalo říci navěky.

Lacina a kolektiv ve spise Hodnocení vlivů na životní prostředí stavby sanace a rekultivace odkališť o.z. GEAM z července 1998 uvádí

„Všeobecně malé jsou dosud vědomosti o prahových hodnotách radioaktivních a toxických látek, které mohou negativně působit na organismy jednotlivých druhů, značně se lišících svou citlivostí. Není dostatečně známo, jaké budou z jednotlivých toxických látek v odkališti obsažených, vznikat sloučeniny.“

Odkaliště K 1 a K 2 se vyznačují vysokou akumulací radioaktivních sloučenin a

látek s vysokým obsahem uranu (U), rádia (Ra 226), ruthenia (Ru 222) a možným výskytem dalších radionuklidů.

Tyto látky mohou působit biochemicky (po přímém kontaktu s organismy), ale co je hlavní, vyznačují se vyzařováním ionizujícího záření včetně gama záření. Účinky produkovaného ionizujícího záření závisí hlavně na třech faktorech a to na jeho druhu, síle a na době expozice tj. v době, po kterou je organismus tomuto záření vystaven. Uvedené radioizotopy lze zařadit do 3. a 4. skupiny nebezpečnosti, přičemž skupina 4 je nejnebezpečnější.

#### 5.1 Specifikace radioaktivních minerálů pro uranové ložisko Rožná

V současné době je známo 101 uranových minerálů (tj. přibližně 9,5% ze známých minerálů v ČR) z našich lokalit. Protože těžba uranové rudy nyní probíhá pouze na dole Rožná 1 (KHB), který je, stejně jako Chemická úpravna, výhradně v katastru obce Rožná, uvedu zde pouze ty radioaktivní minerály, které byly na příslušném katastru byly potvrzeny.

Primární U-minerály (primární minerály uranu) jsou celkem tři. Uraninit, coffinit a brannerit. Tyto minerály jsou silně radioaktivní.

Sekundárních U-minerálů (sekundární minerály uranu) je celkem čtrnáct. Andersonit, autunit, curit, fosfuranylit, liebigit, metaautunit, schrockingerit, torbernit, uranofan, uranopilit, zippeit, natrizippeit, marecottit, rabejacit. Tyto minerály jsou radioaktivní.

#### 5.2 Radon

Radon se z přirozeného ložiska v podzemní na povrch prakticky nedostane. Ale naopak, po vytěžení rudy uniká z hald hlušiny ve velkém množství a navíc se může šířit velmi daleko. Radon (Rn) je radioaktivní chemický prvek, který má atomové číslo 86 a hmotové číslo izotopu s nejdelším poločasem (3,825 dne) 222. Je členem rozpadových řad a patří do skupiny vzácných plynů.

Radon je nebezpečný ze tří důvodů:

1) Je to plyn, který může být vdechnut do plic. a jak již bylo zmíněno výše, z uranových dolů i zpracovatelských závodů unikají velká množství radonu.

2) Radon při svém rozpadu uvolňuje nejškodlivější radioaktivní záření a to záření typu alfa. Těžké částice záření alfa způsobují v živé tkáni největší škody ze všech typů radioaktivního záření.

3) Radon má krátký poločas rozpadu. Poměrně rychle vytváří radioaktivitu a rozpadá se na další prvky. Produkty jeho rozpadu jsou značně nebezpečné, protože se překotně rozpadají dál. Během jedné hodiny tak následuje série čtyř radioaktivních rozpadů, jež tak vyzáří mimo jiné dvě částice alfa. Pokud tedy vdechneme radon (zvláště ve velkém množství nebo častěji), ten se nám v plicích rozpadá na pevné částice, které již není možno vydechnout ven. a takto usazené atomy z bezprostřední blízkosti intenzívně ozařují plicní tkáň a mohou tak snadno vyvolávat vznik rakoviny. Riziko je samozřejmě tím vyšší, čím větší je koncentrace radonu ve vzduchu, který dýcháme.

### 6 Těžké kovy

Závažný je také problém těžkých kovů, které uran v hornině doprovázejí. Jde zejména o olovo, zinek, mangan, kadmium a arsen - a v případě odkališť u Chemické úpravy ještě měď, nikl a chrom. Na rozdíl od radioaktivních prvků, které se postupem času (i když někdy je to velmi pomalu) rozpadají, zůstávají těžké kovy toxické navždy. Těžké kovy se mohou vyskytovat nejenom v haldách hlušiny, ale i všude tam, kde dochází k manipulaci s uranovou rudou, dočasnému skládání a samozřejmě také v odkalištích Chemické úpravy.

## 7 Sanace odkališť

Cílem sanace odkališť K1 a K2 je zapouzdření jejich povrchu tak, aby byl zamezen přístup srážkových vod k úpravárenským rmutům a eliminovány přítoky podzemních vod. Sanace odkališť má probíhat v závislosti na průběhu čištění odkalištních vod. Odvodňování zapouzdřených odkališť je dlouhodobý proces, který tak bude probíhat i po skončení technických likvidačních prací. Udržení ( nezhoršení ) kvality podzemních vod má být zaručeno zachováním funkce současných systémů zachytu a odvodem drenážních vod k dekontaminaci. Odstínění odkalištních rmutů musí zaručit dodržení limitů radiační ochrany.

Sanace odkališť K 1 a K 2 spolu úzce souvisí, jelikož je pro zvládnutí sezónních a meziročních výkyvů nezbytné v odkalištních zachovat potřebný vyrovnávací objem. V první fázi likvidace vod bude plnit funkci vyrovnávacího objemu hlavně odkaliště K 1, po asi 10 letech se zmenšujícím se objemem volných vod na K 1 bude tuto funkci plnit odkaliště K 2. Z toho vyplývá, že rekultivační práce by mohly být na K 1 zahájeny okamžitě, ale po etapách, od vnějšího hrázového systému směrem do středu.

Těleso odkaliště K 1 bude po doplnění sanačními materiály přesvahováno a upraveno. Obvodový hrázový systém tak bude ve své jižní části v délce 1350 m snížen ze současné úrovně 539,0 m n. m. na úroveň 532,0 m n. m., zbývající část hrázového tělesa odkaliště K 1 zůstane na současné úrovni. Uvnitř přetvarovaného odkaliště K 1 mají být vybudovány dva odizolované prostory:

1) Úložný prostor o objemu 160 000 m<sup>3</sup> pro ukládání odvodněných produktů hornické činnosti (kaly z dekontaminačních stanic důlních vod z celého o. z. GEAM a zbytkové materiály uranové činnosti s. p. DIAMO, zpracované na závodě Chemické úpravy.)

2) Dočasný vyrovnávací akumuláční prostor pro drenážní vody o objemu 148 000 m<sup>3</sup>, který bude rovněž postupně vyplněn produkty hornické činnosti.

Odkaliště K 2 bude sloužit v době rekultivace odkaliště K 1 pro akumulaci kontaminovaných vod, vzniklých mimořádnou srážkovou činností na plochách obou odkališť a po uzavření odkaliště K 1 také pro sezónní výkyvy drenážních vod. Po zlikvidování volné vody na odkališti K 2 budou naplavené sanační materiály přemístěny na mezidepónii a později využity. Uložené odkalištní rmuty budou přesouvány z úrovně 508,0 m n. m. u hráze B na úroveň 514 m n. m. u hráze A.

V údolnici terénních úprav bude pak nad těsnícím prvkem uloženo perforované drenážní potrubí, které bude kolektorem přes hráz B gravitačně odvádět nekontaminované srážkové vody z plochy povrchu odkaliště do Nedvědičky.

Na sanaci a rekultivaci odkališť jsou stanoveny kvalitativní parametry vrstev sanačního a výplňového materiálu: Sanační materiály ( biologicky oživitelná vrstva a vrstva mezi biologicky oživitelnou vrstvou a těsnícím prvkem), výplňový materiál (materiál na styku pouze se srážkovou vodou a materiál na styku s odkalištní vodou). Kromě biologicky oživitelné vrstvy (0,3m) nejsou uvedeny mocnosti a rovněž také není stanoveno, odkud se bude materiál dovážet.

Z koncepce pouze vyplývá, že jako „výplňový materiál“ při sanaci odkaliště K 1 budou využity sedimenty a kontaminovaná zemina z likvidovaných akumuláčních nádrží u jámy R 1 a R 11 v areálu Bukov, má sem být odvezen i odvolal jámy R 1. Lze předpokládat, že jako biologicky oživitelná vrstva budou z části využity sedimenty z vyrovnávací nádrže Víř II, které jsou v současnosti ukládány poblíž odkaliště K 1.

Po technické rekultivaci má pak následovat rekultivace biologická. Její projekt ani koncepce však zatím ještě nebyly předloženy.

### 7.1 Vlivy na půdu

Původní půdní kryt převládajících kambizemí kyselých a primárních pseudoglejů, v údolních dnech fluvizemí a glejů byl na mnoha místech těžební a úpravárenskou činností značně převrstven cizorodým, často toxickým a

radioaktivním materiálem. Tímto se zcela změnil edatop biocenóz, obzvláště výrazně právě v tělesech odkališť. Nelze samozřejmě předpokládat takové rekultivační zásahy, které by obnovily půdy do původního stavu. Je nutné aby se toxické a radioaktivní sedimenty dostatečně a bezpečně utěsnily a na povrchu překryly dostatečně silnou biologicky aktivní vrstvou. Dle odborníků z ústavu geoniky AV ČR by měla podle možností odpovídat povrchovým horizontům kyselých kambizemí, které by umožnily návrat původních druhů rostlin.

## **7.2 Vlivy toxických a radioaktivních látek**

Je nutno počítat s tím, že prakticky ve všech abiotických složkách ekosystémů, tedy v ovzduší, půdě a zvláště ve vodě, jsou a zřejmě dlouhodobě budou v určitých, byť i malých koncentracích přítomny některé z radioaktivních a toxických látek.

### **7.2.1 Vlivy na biotu**

Ovlivnění živé složky ekosystémů je nebo respektive může být mnohostranné, v zásadě buď přímé, nebo zprostředkované ovlivněním abiotického prostředí. V některých případech jsou však současné poznatky a znalosti nedostačující k tomu, aby mohlo být ovlivnění a jeho důsledky vyjádřeno dostatečně exaktně.

#### **\* Flóra**

Z populací pěti zvláště chráněných druhů rostlin, zjištěných v širším zájmovém území, není zamýšlenými sanačními aktivitami žádný ohrožen, neboť všechny jejich lokality se nacházejí v dostatečné vzdálenosti.

Z druhů regionálně vzácných a ohrožených je kriticky ohrožena izolovaná populace žluťochy orlíčkolisté v nivě Nedvědičky při bývalém ústí Zlatkovského potoka, a to v případě, že na tuto lokalitu bude zasahovat nádrže kontaminovaných odkalištních a důlních vod. V tom případě bude nutno provést přesun málo početné populace žluťochy na jiné vhodné stanoviště v nivě Nedvědičky.

Zachování populací některých vzácnějších teplomilných druhů v regionu, zejména pak chlupáčku Bauhinova, rostoucího na hrázových systémech obou odkališť, je možné v případě, že nebudou současná travinnobylinná lada celoplošně lesnický rekultivována. Obdobně populace teplomilnějšího hájového druhu chrastavce křovištního, v regionu rovněž vzácného, který roste zejména na slunných svazích nad odkalištěm K 2, může být zachována jen v případě, že tu budou i v budoucnu zachovány světlé březové háje.

#### **\* Fauna**

Z dvaceti zvláště chráněných druhů živočichů, zjištěných v širším zájmovém území, jsou zamýšlenými sanačními aktivitami přímo ohroženy dílčí populace ptáka bramborníčka černohlavého a ještěrky obecné. Oba druhy si našly vhodný biotop v travinnobylinných ladech slunných svahů hrázového systému odkaliště K 2. Při biologických rekultivacích je proto zapotřebí, aby nedošlo k celoplošnému zalesnění, ale zůstala zde zachována i travinnobylinná lada s ojedinělými keři.

Místní populace několika dalších zvláště chráněných a regionálně ohrožených druhů může být dlouhodobě negativně ovlivňována zamořením potravního řetězce toxickými a radioaktivními látkami. Jedná se zde zejména o hmyzožravé a masožravé ptáky jestřába lesního, čápa černého, tuhýka obecného, ledňáčka říčního a skorce vodního. Obzvláště naposledy jmenované druhy mohou být postiženy i celkovými negativními změnami v hydrobiocenózách Nedvědičky v důsledku znečištění toxickými a radioaktivními látkami i tepelného znečištění. Toto by se mohlo negativně dotknout i populace raka říčního, jediného z celostátně kriticky ohrožených živočichů, zjištěných v zájmovém území. Proto je při vypouštění dekontaminovaných vod nezbytné dbát na to, aby byly opravdu ředěny dostatečnými průtoky v Nedvědičce.

Kromě zvláště chráněných a regionálně ohrožených druhů je zde třeba věnovat

pozornost i zatím běžné divoké zvěři. Podle pobytových stop je jasné, že s volnou hladinou toxických a radioaktivních vod na odkališti K 2 přichází do styku zvěř srnčí. Přístupu by se dalo zabránit zřejmě jen úplným oplocením odkaliště. Přístupu vodních ptáků, zejména kachen divokých, by bylo možno zabránit pouze likvidací volné hladiny.

#### **\*Terestrické ekosystémy (geobiocenózy)**

Těžební a úpravárenská činnost uranových rud způsobila zejména v užším zájmovém území další zmenšování, fragmentaci a místy i přímou likvidaci přírodě blízkých společenstev. Z tohoto pohledu jsou zvláště závažné změny, způsobené výstavbou rozlehlých odkališť. Pod těmito technickými díly, neumožňujícími ba přímo znemožňujícími existenci biocenóz, zanikla přírodě blízká mozaika terestrických ekosystémů, byť z větší části prezentovaná jen náhradními společenstvy. Výrazná změna reliéfu i půd znamená u odkaliště K 1 i K 2 zánik segmentů jasanových olšin, v případě K 2 zřejmě definitivní přerušování jejich plynulosti v důsledku převedení spodního toku Zlatkovského potoka štolou. Navršením hrázových systémů odkališť se zcela změnila původní mozaika ekotopů a tím i na ně navazujících potencionálních biocenóz.

#### **\* Vodní ekosystémy (hydrobiocenózy)**

Podstatnější vlivy, než na terestrické ekosystémy, lze předpokládat na hydrobiocenózy a to zejména vodního toku Nedvědičky, neboť do něho bude soustředěn odtok čištěných (dekontaminovaných) odkalištních a důlních vod. V případě nedostatečující dekontaminace a nedostatečného ředění může dojít k zamoření potravního řetězce vodní bioty a následně pak i některých druhů na ně potravně vázaných. Inhibiční vliv radionuklidů se projevuje v buněčném dělení, ve snižování produkce vajíček, mládat, dochází k rozpadu pletiv a tkání a rovněž tak vzrůstá mortalita. Dochází ke změně druhového spektra hydrobiocenóz, jelikož různé druhy jsou vůči radionuklidům různě citlivé. Přitom je nutné si uvědomit, že i při nízkém zamoření dochází k postupné koncentraci radionuklidů směrem k vyšším článkům potravních řetězců, radionuklidy se kumulují a mohou se pak negativně projevovat i v následných generacích.

Stejně závažné je i tepelné znečištění vod. Z Chemické úpravy v současnosti vytéká oteplená voda, její negativní vlivy však zatím nebyly pozorovány, jelikož zřejmě dochází k dostačujícímu ředění vodami Nedvědičky. Za vysokou teplotu vody je považována již hodnota 30°C, teplota vody nad 32°C je pak pro většinu organismů tekoucích vod smrtelnou hranicí.

Vzhledem k faktu, že má být zvýšena kapacita čistírny důlních a odkalištních vod, je nutné dbát na to, aby jejich odtok do Nedvědičky byl důsledně kontrolován a řízen. Nejvýraznější nebezpečí negativního ovlivnění hrozí zejména v době minimálních průtoků v měsících září, srpnu a říjnu.

#### **\* Zvláště chráněné části přírody**

V užším, ani širším zájmovém území není vyhlášeno žádné maloplošné chráněné území. Údolím Nedvědičky po Rožnou prochází hranice přírodního parku Svratecká hornatina, která se v Rožné lomí na severovýchod, tedy ke Zlatkovu. Prochází asi 1 km od odkaliště K 2. Přímé ovlivnění koncipovanými sanačními zásahy se zde nepředpokládají.

#### **8 Závěr**

Ve své bakalářské práci nazvané „Hodnocení rizik spojených s těžbou specifických surovin v okolí Dolní Rožínky“ jsem se zabývala problematikou těžby uranu v lokalitě Rožná. Je všeobecně známé, že uran je radioaktivní látka a proto s sebou přináší kromě výhodného energetického využití i určitá rizika jako je například radioaktivita. Bohužel radioaktivita není jediné riziko, které vzniklo těžbou a úpravou uranové rudy. Dále se místní krajina musí vypořádávat s únikem radonu, který se díky těžbě dostává na povrch, s výskytem těžkých kovů

jejichž velká koncentrace je v tělesech odkališť a se změnou reliéfu, která ovlivnila jak životní prostředí tak ráz krajiny. Nejnebezpečnějším prvkem v krajině se tu zdají být tělesa odkališť a proto jim ve své práci věnuji velkou pozornost. V odkalištích se hromadí nejenom kaly z chemické úpravy uranové rudy, ale také další nebezpečné a odpadové látky. Tím se stávají nebezpečná jak pro zvířata, která se volně dostanou jejich vodní hladině, tak i pro rostliny při průsaku vod odkališť do podzemních vod či do půdy samotné. Navíc je zde sice malé, nicméně existující riziko protržení hrází odkališť a to by mělo katastrofický dopad. Na závěr práce se proto věnuji i sanaci odkališť, která také není bez rizika. Sanace odkališť předpokládá jejich zapouzdření a převrstvení vrstvami půd. Při sanaci se ovšem opět naruší krajinný ráz a tím i životní prostředí některých rostlin a živočichů.

Tato problematika je velmi obsáhlá a tudíž tu samozřejmě nejsou uvedeny všechny rizika a všechny důležité skutečnosti spojené s těžbou a úpravou uranu. Myslím ale, že stanovené cíle a to jak základní cíl - Jaké jsou rizika spojená s těžbou uranu, tak i cíle vedlejší - Seznámit s historií těžby uranu, těžbou samotnou a úpravou uranu, seznámit s pojmem radioaktivita a s radioaktivními prvky v dané oblasti, objasnit funkci odkališť a uvést další stavby a zařízení spojené s těžbou, které mohou ovlivnit životní prostředí obce a okolí, se mi podařilo splnit. V návazné práci bych se tak chtěla věnovat podrobněji vlivu ionizujícího záření na organismy (zvláště člověka) a chtěla bych se pokusit provést výzkum, který by se týkal úmrtnosti a onemocnění lidí v okolí, v souvislosti s rakovinou.

Já osobně se domnívám, že těžba a následná úprava uranové rudy na ložisku Rožná v brzké době neskončí a tak bude místní krajina nadále vystavována negativním jevům, které jsou s těžbou spojeny nebo ji doprovází. Jelikož v dané lokalitě bydlím, vím, že problematika těžby a úpravy uranu a její negativní dopad na okolí tu není zrovna aktuální a oblíbené téma. Kromě hrstky místních ekologických aktivistů, kteří financují mnohé výzkumy a měření z vlastních prostředků a jsou ochotni se s vámi o tom bavit, tu člověk naráží na jakési informační minimum. Mám takový pocit, že místní lidé se o to nechtějí zajímat a nebo si nějaká rizika nepřipouští i když si jich jsou vědomi. Už i proto jsem chtěla zpracovat práci na toto téma a chci se tomuto tématu věnovat i nadále, protože si myslím, že je dobré aby lidé věděli co mají „za humny“, jak to funguje, jaká je historie a jaké jsou tu rizika.

## 9 Shrnutí

Bakalářská práce „Hodnocení rizik spojených s těžbou specifických surovin v okolí Dolní Rožínky“ pojednává o těžbě uranové rudy v okolí Dolní Rožínky a jejího vlivu na životní prostředí. Nejprve se tu věnuji lokalizaci obce Dolní Rožínka a Rožná a pak i lokalizaci ložiskového území Rožná. V další kapitole se pak věnuji uranu jako prvku a pak již následuje kapitola samotné těžby uranu, kterou jsem rozdělila do dvou podkapitol. V první podkapitole se zabývám těžbou uranu s ohledem na geologii oblasti a potom se věnuji i geologické charakteristice přímo rudní oblasti Rožná - Olší. V druhé podkapitole uvádím historii těžby a úpravy v rudním poli Rožná - Olší a potom se v rámci této podkapitoly věnuji ještě samotné úpravě uranu, těžbě uranu v ČR a státnímu podniku Diamo, rizikům, kterým jsou vystaveni zaměstnanci v důlním provozu a nebezpečnými odpady. Další velkou kapitolu tvoří výčet a popis staveb a provozů spojených s těžbou a úpravou uranové rudy, které mohou mít vliv na okolí.

Zvláštní pozornost je tu věnována především tělesům odkališť, jelikož s nimi souvisí největší rizika. Jsou tu uvedeny teoretické možnosti protržení hrází i jejich dopad na okolí. S odkališti i těžbou uranu je spjat pojem radioaktivita, který je objasněn v další kapitole. Podkapitoly se věnují radioaktivním minerálům v okolí Rožné a radonu. Další rizika přináší těžké kovy o kterých se zmiňuji v šesté kapitole. Na závěr jsem se rozhodla zařadit kapitolu sanace odkališť a její vliv na půdu a biotu.

## 10 Seznam použitých pramenů a literatury

CIMALA, Z.: Uran na Vysočině. Vysočina, 1996, 18. 1., 25.1., 1.2. a 15.2.

CIMALA, Z.: Po stopách průzkumu a těžby uranových ložisek na Moravě a východních Čechách. Dolní Rožínka, 1997

ĎUŘA, R., REJL, L.: Minerály. Praha: Aventinum, 1997

HÁJEK, A.: Geologická charakteristika rudního pole Rožná - Olší. Minerál, 2001, roč.IX., č.2

HÁJEK, A.: Geologicko-průzkumné práce v lokalitě Skalka. Diamo, 1997, č.9

JURMAN, H.: Bystřicko. Tišnov: Sursum, 1997

Kolektiv autorů: Dokumentace o hodnocení vlivu na životní prostředí stavby. Sanace a rekultivace odkališť Dolní Rožínka. Mníšek pod Brdy: Středisko odpadů Mníšek s.r.o, 1998

LACINA, J. et. al.: Hodnocení vlivů na životní prostředí stavby sanace a rekultivace odkališť o. z. Geom. Část C: Vlivy na ekosystémy, jejich složky a funkce. Brno: Ústav geoniky AV ČR - pobočka Brno, 1998

LACINA, J. et. al.: Monitoring ekosystémů v zájmovém území těžby a úpravy uranových rud na ložisku Rožná a v povodí bukovského potoka v roce 2005. Brno: Ústav geoniky AV ČR - pobočka Brno, 2005

PAŘÍZEK, J.: Dobývání nerostných surovin - v okrese Žďár nad Sázavou a okolí. Nové město na Moravě : Horácké muzeum, 2000.

PAULIŠ, P.: Radioaktivní minerály České republiky. Stráž pod Ralskem: DIAMO, 2005, č. 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12

ŠENK, B.: Historie těžby a úpravy uranu v rudním poli Rožná - Olší. Brno: Minerál IX., 2001, č. 2

ŠIKOLA, D.: Přehled mineralogických výzkumů rudního pole Rožná - Olší. Brno: Minerál IX., 2001, č.2

ZIMÁK, J. et al.: Průvodce ke geologickým exkursím. Morava - střední a jižní část. Olomouc: Vydavatelství univerzity Palackého, 1997

\*Stránky státního podniku DIAMO : [www.diamo.cz](http://www.diamo.cz) (20. února 2007)

\*Informace o prvku uranu: [http://cs.wikipedia.org/wiki/Uran\\_\(prvek\)](http://cs.wikipedia.org/wiki/Uran_(prvek)) (22. února 2007)

\*Ministerstvo průmyslu a obchodu: [www.mpo.cz](http://www.mpo.cz) (23. března 2007)

\*Článek: Návštěva ministra v uranových dolech Rožná:  
<http://www.mpo.cz/dokument27533.html> ( 18. března 2007)

\*Článek: 60 let těžby a výroby uranu:  
<http://proatom.luksoft.cz/view.php?cisloclanku=2006061901> (2. dubna 2007)

\*Článek: Uran se v Rožince bude asi těžit dál! :  
[http://www.istrejcek.cz/texty/2007/070307\\_uran.htm](http://www.istrejcek.cz/texty/2007/070307_uran.htm) ( 9. března 2007)

\*Mapový server: [www.mapy.cz](http://www.mapy.cz) (15. března 2007)

\*Mapový server: [www.geoportal.cenia.cz](http://www.geoportal.cenia.cz) (15.března 2007)

\*Stránky obce Dolní Rožínka: [www.dolnirozinka.cz](http://www.dolnirozinka.cz) (2. února 2007)

\*Stránky obce Rožná: [www.rozna.cz](http://www.rozna.cz) (2. února 2007)

\*Článek - Zemědělské hnojivo coby vedlejší produkt sanace těžby uranu:  
[www.rozhlas.cz/server/portal/\\_zprava/165782](http://www.rozhlas.cz/server/portal/_zprava/165782) (10. dubna 2007)

\*Zajímavé články o uranu a těžbě uranu ve světě i doma: [www.rozhlas.cz](http://www.rozhlas.cz)  
(9. dubna 2007)

11 Seznam příloh

1: Geologická mapa okolí Rožné (mapa)

2: Topografická mapa okolí Rožné (mapa)

3: Důlní činnost okolí Rožné (mapa)

4: Letecký snímek odkaliště K1 a K2 (letecký snímek)

5: Letecký snímek odkaliště K2 (letecký snímek)

6: Snímek odkaliště K2 (snímek)

7: Snímek odkaliště K2 (snímek)

8: Snímek odkaliště K2 (snímek)

9: Snímek Chemické úpravny (snímek)

10: Snímek Chemické úpravny (snímek)

11: Těžba uranu v České republice (powerpoint prezentace - grafy,  
tabulky, ...)

12: Diamo, státní podnik (mapa)

[http://is.muni.cz/th/135720/pedf\\_b/bc.txt](http://is.muni.cz/th/135720/pedf_b/bc.txt)