

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI
Přírodovědecká fakulta
Katedra geografie

**VLIV TĚŽBY URANU
NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ
(PŘÍKLAD DOLNÍ ROŽÍNKY)**

Bakalářská práce

Kristýna NĚMCOVÁ

vedoucí práce Mgr. Pavel KLAPKA, Ph.D.

Olomouc 2009



Univerzita Palackého v Olomouci, Přírodovědecká fakulta, katedra geografie

Akademický rok 2007/2008

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

student

Kristýna NĚMCOVÁ

Obor (studijní kombinace)

Regionální geografie

Název práce:

Vliv těžby uranu na životní prostředí (příklad Dolní Rožínky)

Environmental impacts of the uranium ore mining (Dolní Rožínka case study)

Zásady pro vypracování:

Cílem bakalářské práce je zhodnotit vliv těžby uranu na složky životního prostředí v lokalitě Dolní Rožínka.

Struktura práce:

1. Úvod
 2. Cíle práce a metodika zpracování
 3. Rešerše pramenů
 4. Těžba uranu a složky životního prostředí
 5. Závěr
- Summary
Seznam literatury

Bakalářská práce bude zpracována v těchto kontrolovaných etapách:

- | | |
|-----------------------------------|---------------|
| Upřesnění osnovy | září 2008 |
| Rešeršní práce | listopad 2009 |
| Zpracování podkladových materiálů | březen 2009 |

Rozsah grafických prací: dle potřeby

Rozsah průvodní zprávy: 10 000 až 12 000 slov základního textu + práce včetně všech příloh v elektronické podobě

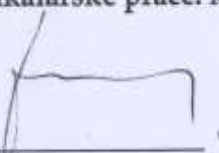
Seznam odborné literatury:


- Cetkovský, S. (2003): Ekologická zátěž na příkladu vybraného území. (Dipl. práce.) - Katedra geografie Přírodovědecké fakulty Masarykovy Univerzity v Brně, 75 s.
- Demek J., Novák V. (1992): Vlastivěda moravská - Neživá příroda. MZK, Brno, 242 s.
- Havrlant M. (1998): Ekologické zátěže a jejich hodnocení. PřF, OU, Ostrava, 62 s.
- Kolářová, H. (2001): Studium změn v krajině souvisejících s těžbou uranové rudy. (Dipl. práce - kat. geogr. PřF MU) Brno, 59 s., 3 příl.
- Lacina, J., Cetkovský, S. (2005): Biomonitoring krajiny ovlivněné těžbou a úpravou uranových rud v okolí Rožné na Českomoravské vrchovině. Documenta Geonica 2005, 76-94.
- Novák V., Hudec, K. a kol. (1997): Vlastivěda Moravská - Živá příroda. MZK, Brno, 335 s.

Vedoucí bakalářské práce: Mgr. Pavel Klapka, Ph.D.

Datum zadání bakalářské práce: 1. 6. 2008

Termín odevzdání bakalářské práce: květen 2009


vedoucí katedry


vedoucí bakalářské práce

Prohlašuji tímto, že jsem zadanou bakalářskou práci vypracovala samostatně pod vedením Mgr. Pavla Klapky, Ph.D. a uvedla veškerou použitou literaturu a další zdroje.

Olomouc, květen 2009

Děkuji vedoucímu práce Mgr. Pavlu Klapkovi, Ph.D. a Ing. Jiřímu Němcovi za cenné připomínky a rady, které mi poskytli v průběhu tvorby práce.

SEZNAM POUŽITÝCH ZNAČEK A ZKRATEK

Značka	Název
As	Arsen
CO ₂	Oxid uhličitý
Cd	Kadmium
Cr	Chrom
Cu	Měď
Hg	Rtuť
Ni	Nikl
N-NH ₄ ⁺	Amoniakální dusík
(NH ₄) ₂ U ₂ O ₇	Diuranát amonný
Mo	Molybden
Pb	Olovo
Ra	Radium
SO ₄ ²⁻	Síran
U	Uran
RL	Rozpuštěné látky
NL	Nerozpustné látky
BSK ₅	biologická spotřeba kyslíku
CHSK _{Cr}	chemická spotřeba kyslíku
Bq	Becquerel (jednotka radioaktivity)

OBSAH

1 Úvod	8
2 Cíle práce a metodika zpracování	9
3 Rešerše pramenů a literatury	10
4 Těžba a úprava uranové rudy	16
4.1 Uran	16
4.2 Historie těžby uranu	18
4.3 Státní podnik DIAMO a odštěpný závod GEAM	22
4.4 Lokalizace oblasti	23
4.4.1 Dolní Rožínka	23
4.4.2 Ložisková oblast Rožná	24
4.5 Chemická úpravna a odkaliště	26
4.6 Obecné kroky při rekultivaci	31
5 Vliv na složky životního prostředí	32
5.1 Vliv na reliéf	32
5.2 Vliv na ovzduší	35
5.3 Vliv na vodu	39
5.4 Vliv na půdu	49
5.5 Vliv na biotu	49
5.6 Vliv na chráněné oblasti	53
6 Závěr	54
7 Summary	56
8 Seznam pramenů a literatury	57
Seznam příloh	59

1 ÚVOD

Bez zásahu člověka by bylo okolí Dolní Rožínky téměř souvisle pokryto lesními porosty. Díky četným mezím, dřevinovým liniím (osázení cest, zalesněné vrcholy kopců) a květnatým loukám získalo území ráz malebné harmonické kulturní krajiny. Tento ráz se začal vytrácet od poloviny 50. let minulého století. Krajinu nejprve změnila zemědělská mechanizace. Dalším z důvodů bylo rozvinutí těžby uranových rud na přelomu 50. a 60. let 20. století. Krajina v regionu se změnila v agro-industriální s vysokým podílem devastovaných částí. Těžba uranu i jeho následná úprava představovala rozsáhlý zásah do krajiny i životů lidí v blízkém okolí. Otázka rizik a vlivu těžby uranu však patří neustále mezi aktuální témata, zvláště v místech těžby uranu a v blízkém okolí.

Díky moderním těžebním, úpravárenským a sanačním technologiím v posledních letech došlo k viditelnému zlepšení stavu životního prostředí. Většina odvalů hlušiny po geologickém průzkumu byla zalesněna, svahy hrázových systémů odkališť byly ozeleněny. Bylo upraveno větrání dolů. Snížil se hluk a tzv. mdlé větry (opotřebovaný důlní vzduch na větrání) byly rozptýleny do vyšších vrstev. Sledování působení těžby uranu na životní prostředí v oblasti Dolní Rožínky je zajišťováno ve smyslu § 18 zákona č. 17/1992 Sb., o životním prostředí, ve znění pozdějších předpisů. Monitoring je prováděn podle dokumentovaných programů monitoringu, které jsou schvalovány a jejich výsledky každoročně projednávány s příslušnými správními úřady, orgány odborného dozoru Státního úřadu pro jadernou bezpečnost (dále SÚJB) a seznamována je s nimi rovněž veřejnost.

2 CÍLE PRÁCE A METODIKA ZPRACOVÁNÍ

Hlavním cílem bakalářské práce je seznámit se s vlivem těžby a zpracování uranové rudy na životní prostředí na příkladu oblasti Dolní Rožínka. Vedlejšími cíli práce je nastínit historii těžby uranu v České republice s důrazem na ložiskovou oblast Rožná, seznámit se s činností a strukturou státního podniku DIAMO a jeho odštěpného závodu GEAM Dolní Rožínka a seznámit se s pojmy sanace, rekultivace, odkaliště a chemická úpravna. Téma těžby a úpravy uranové rudy je samozřejmě mnohem obsáhlejší. Ve své diplomové práci bych se chtěla touto problematikou dále zabývat.

Základní technikou, kterou jsem používala, byla analýza a částečná syntéza již napsané literatury, dokumentů a článků v časopisech a novinách. Neprováděla jsem žádné terénní šetření v pravém slova smyslu, jelikož měření dozimetrem a další způsoby, kterými bych mohla obohatit tuto práci mi zatím nejsou dostupné. V rámci terénního průzkumu jsem navštívila obec Dolní Rožínku a její okolí, kde jsem pořídila fotodokumentaci.

Při tvorbě práce jsem měla možnost hovořit se zaměstnanci odštěpného závodu GEAM, kteří mi poskytli data, která v některých případech nebyla dosud publikována.

3 REŠERŠE PRAMENŮ A LITERATURY

Pramenů i literatury věnujících se těžbě a úpravě uranových rud je dostatek. Většina z nich však pojednává o těžbě uranové rudy jen z jednoho hlediska - geologické hledisko, historické hledisko atp. Co se týče tématu vlivu těžby uranové rudy na životní prostředí, tak jsem čerpala převážně z dokumentů, které zpracoval státní podnik DIAMO, respektive jeho odborná pracoviště. Jako základní pramen jsem použila *Monitoring stavu složek životního prostředí s. p. DIAMO*, který podnik každoročně zveřejňuje a veřejně projednává. Monitorováno je ovlivnění všech rozhodných složek životního prostředí včetně veličin, parametrů a skutečností důležitých z hlediska radiační ochrany, prováděných ve smyslu § 18 zákona č. 17/1997 Sb., o životním prostředí ve znění pozdějších předpisů, a v souladu s požadavky normy ČNS EN ISO 9001:2001 a ustanoveními vyhlášky SÚJB č. 214/1997 Sb. Dále 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 nevádí.

Práce *Uran a rozvoj jaderné energetiky* (VANĚK, V., 1970) podává komplexní pohled na situaci v uranovém průmyslu v souvislosti s rozvojem jaderné energetiky. Její jednotlivé části se zabývají rozvojem jaderné energetiky ve světě, zdroji a potřebami uranu, rozvojem a výsledky geologického průzkumu, způsoby rozšiřování výrobních kapacit, výsledky výzkumu zaměřeného na získávání uranu z chudých rud a odpadních materiálů apod. Kromě jiných technickoekonomických údajů se zde podává přehled o světové produkci uranu, vývoji výrobních kapacit, investičních a provozních nákladech, cenách a nejdůležitějších uzavřených smlouvách na dodávky uranu.

Těžbou, průzkumem, vývozem uranu a společenskou atmosférou v uranovém průmyslu v období let 1945-2002 se zabývá publikace *Český uran, neznámé hospodářské a politické souvislosti 1945-2002* (LEPKA, F., 2003). Předkládají se zde klíčové, dříve utajované údaje. Kromě ložiskově-geologických charakteristik vybraných českých uranových lokalit na příkladech vystihuje společensko-politickou atmosféru v uranovém průmyslu, včetně působení sovětských expertů.

V rámci útlumu těžby na ložisku Rožná probíhá i monitoring ekosystémů a změn v krajině. Výsledkem těchto monitoringů je např. *Biomonitoring krajiny ovlivněné těžbou a úpravou uranových rud v okolí Rožné na Českomoravské vrchovině* (LACINA, J., CETKOVSKÝ, S., 2005). Metody monitoringu jsou založené na terénním výzkumu biodiverzity a hodnocení stavu ekologicky významných struktur. Během 5 let monitoringu (1998 až 2003) nebyly zjištěny téměř žádné významné negativní vlivy těžební, úpravárenské a sanační činnosti na vodní ani terestrické ekosystémy.

Studiem změn v krajině souvisejících s těžbou uranové rudy se zabývá Hana Kolářová ve své diplomové práci (KOLÁŘOVÁ, H., 2001). V diplomové práci Stanislava Cetkovského (CETKOVSKÝ, S., 2003) jsou nastíněny možnosti hodnocení ekologických zátěží.

Zcela jiný pohled na těžbu uranu mají ekologické organizace. Sdružení Calla vydalo v roce 2008 ve spolupráci s Horním Rakouskem brožuru *Uran, bude se u nás znovu těžit?* Autoři varují před silným poškozením životního prostředí a fatálními důsledky těžby a zpracování uranu, se kterými se bude vyrovnávat ještě několik generací.

Podkladem pro obecnou geografickou charakteristiku zájmového území jsou publikace *Vlastivěda moravská - Živá příroda* (NOVÁK V., HUDEC, K. a kol., 1997) a *Vlastivěda moravská - Neživá příroda* (DEMEK, J., NOVÁK, V., 1992). Jsou zde detailně popsány

geomorfologické, geologické, pedologické, orografické i biogeografické charakteristiky zájmového území.

Ovlivněním životního prostředí po útlumu hlubinného hornictví se zabývá projekt Akademie věd ČR *Vliv útlumu hlubinného prostředí na děje v litosféře a životní prostředí* (MARTINEC, P. a kol.). Práce je orientována na vybrané lokality po těžbě uranových rud (mezi nimi i lokalita Dolní Rožínka) a na některá uhelná ložiska. Faktory ovlivňující životní prostředí jsou hodnoceny v kategoriích atmosféra, krajina, horninové prostředí, litosféra a hydrosféra. Jednotlivé složky životního prostředí se dále člení na dílčí faktory.

Jejich význam v období těžby a následných etapách po uzavření dolů je ohodnocen následovně:

- Stupeň ekologického rizika
 - významné riziko
 - méně významné riziko
 - žádné riziko
- Trvání vlivu v daném období
 - trvalé
 - přechodné – časově omezené
 - skryté – nelze stanovit konec a začátek jevu
- Plošný rozsah vlivu
 - lokální – vázaný na odval, odkaliště aj.
 - velkoplošný – na ploše větší než 1 km²

Faktory ovlivňující složky prostředí (MARTINEC, P. a kol.):

1. Atmosféra

- Prachové a plynové emise z povrchových zdrojů
- Změny v proudění
- Změny mikroklimatu

2. Krajina

- Celkové ohrožení stability krajiny

- Změna reliéfu krajiny
- Zásah do komunikací a ostatních sítí
- Zvýšení radioaktivní zátěže krajiny

3. Horninové prostředí a litosféra

- Kontaminace horninového prostředí a půdy
- Poddolování – vznik poklesů a sesuvů
- Destrukce horninového prostředí vlivem poddolování
- Sekundární seizmické ohrožení – důlní otřesy
- Svahové pohyby – sesuvy odvalů a deformace podloží
- Emise důlních plynů bohatých na CO₂ a CH₄ na povrch

4. Hydrosféra

- Kontaminace povrchových vod důlními vodami
- Kontaminace povrchových vod úpravou uranu
- Kontaminace povrchových vod infiltráty z hald a odkališť
- Kontaminace a změna režimu podzemních vod mělkých a hlubokých zvodní
- Ohrožení zdrojů minerálních vod
- Změny v režimu říční sítě
- Změny v režimu povrchových nádrží (rybníky)

Teoreticko-metodické zásady hodnocení stavu životního prostředí jsou uvedeny v učebním textu *Ekologické zátěže a jejich hodnocení* (HAVRLANT, M., 1998). Hospodářské aktivity se projevují určitými vlivy, jejich působením a následnými účinky. Jimi vyvolané změny (kvalitativní, kvantitativní) mají v krajině prokazatelné důsledky (degradace, devastace či znehodnocení některých krajinných složek), které se projevují jako určité zátěže. Ekologické zátěže jsou stavy s dlouhodobým poškozováním prostředí, jevy s narušováním základních funkcí krajiny. Narušení potenciálu krajiny

se promítá zvláště do složek reliéfu, surovin, ovzduší, vodstva, půdy a bioty. U posuzování stavu ve vztahu k životnímu prostředí je nutno vycházet ze skutečnosti, že krajinný potenciál má určité hodnoty a že zátěže tyto hodnoty mění. Při hodnocení negativních vlivů, dopadů a zátěží se uplatňují i určité aspekty (ekologické, sociální, zdravotní, ekonomické), protože se tyto vlivy promítají nejen ve složkách přírodních, ale také ve společnosti, ekonomice aj.

Hodnocení zátěží ve složkách krajiny (podle HAVRLANT, M., 1998)

Reliéf - změny reliéfu jsou vizuálně nejzřetelnější, při hodnocení je nutno brát v úvahu časový horizont a také jestli jsou to důsledky zvrtné či nezvrtné, zda jsou možnosti jejich úpravy do původního stavu či alespoň jiného využití a začlenění do krajiny. V souvislosti s těžbou uranové rudy jsou evidovány dvě hlavní formy antropogenního reliéfu s devastačními a ekologickými riziky - odvaly hlušin a odkaliště. V menší míře je zemský povrch ovlivněn vlastními hornickými pracemi (dobývání k povrchu, důlní díla ústící na povrch).

Ovzduší - hodnocení je založeno na analýzách složení ovzduší, obsahu a množství emisních složek za určitý čas a jejich prostorový výskyt. Emise s řadou škodlivých substancí se stávají zátěží zvláště v silně průmyslových a urbanizovaných krajinách. Imisní zatížení se často šíří i mimo lokality zdrojů imisí, a tak se vzduchem snadno přenáší škodliviny včetně radioaktivity.

Vodstvo - kvalitativní stránka vody je hodnocena jakostí vody. Hlavními ukazateli jsou biologická a chemická spotřeba kyslíku, obsah rozpustných a nerozpustných látek, dusíkaté a fosforečné sloučeniny a výskyt těžkých kovů. Ke specifickým znečištěním patří radioaktivní vody z těžebních oblastí. V těchto vodách se sledují radioaktivní ukazatelé (aktivity alfa, beta a radon).

Půdy - kontaminace půd představuje nejrozšířenější složku znehodnocování půd. Ukazateli jsou především hodnoty nežádoucích v půdě přítomných látek, doba jejich působení a stupeň narušení půdních fyzikálních vlastností.

Biota - biota je závislá na stanovištních podmínkách. Představuje tak jednu z možných metod sledování degradačních vlivů. Kritériem pro jejich hodnocení je zjevné poškození rostlin. Ukazatelem je stupeň poškození rostliny.

4 TĚŽBA A ÚPRAVA URANOVÉ RUDY

4.1 Uran

Uran je radioaktivní chemický prvek, kov patřící mezi aktinoidy. Prvek objevil v roce 1789 Martin Heinrich Klaproth, v čisté formě byl uran izolován roku 1841 Eugene-Melchior Peligotem. V čistém stavu je uran stříbrobílý kov. V roce 1896 zjistil Henri Becquerel, že uran je radioaktivní.

Pro účely jaderného průmyslu se uran začal využívat až během 2. světové války. Dne 2. prosince roku 1942 byla spuštěna první umělá jaderná řetězová reakce (tzv. Fermiho reakce). Prostřednictvím jaderného reaktoru byla poprvé vyrobena elektrická energie 20. prosince 1951, první jaderná elektrárna byla zprovozněna v Obinsku v SSSR v roce 1954.

Některé státy začaly hned po objevení jaderné řetězové reakce přemýšlet o využití uranu ve vojenství. Zjistilo se totiž, že se při nastartování řetězové reakce v nadkritickém množství uvolňuje velké množství různých druhů energií (tlaková vlna, tepelné záření, ionizující záření, radioaktivní látky, elektromagnetický impuls), které mají devastující vliv nejen na oběti atomového útoku, ale i na krajinu a životní prostředí. Koncem 2. světové války v USA byla v rámci projektu Manhattan poprvé vyvinuta jaderná bomba. V době studené války jaderné zbraně představovaly hlavní odstrašující prostředek. V průběhu 20. století se jadernou zbraň podařilo vyvinout USA, Rusku, JAR, Velké Británii, Francii, Číně, Indii a Pákistánu. V roce 2005 se k vlastnictví jaderné zbraně přiznala Severní Korea. Írán se ji pravděpodobně snaží vyrobit a Izrael ji pravděpodobně vlastní.

Nespornou výhodou mírového energetického využívání uranu je skutečnost, že cena samotného uranu tvoří jen malý podíl v nákladech na výrobu elektřiny z něho (v Česku kolem 15 %). 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. V České republice jsou dvě jaderné elektrárny, jaderná elektrárna Temelín a jaderná elektrárna Dukovany.

Na druhou stranu nelze vyloučit možnost jaderné havárie v elektrárnách. Většina těchto nehod souvisí s únikem radioaktivních látek způsobujících kontaminaci uvnitř kontrolovaných zón. Kvůli utajení je však těžké určit s jistotou rozsah těchto událostí. Největší jaderná havárie se stala 26. dubna 1986 v černobylské jaderné elektrárně na Ukrajině. Jedná se o jedinou havárii nejvyššího stupně 7 podle mezinárodní stupnice jaderných událostí INES. Nezávažnější nehodou jaderné elektrárny v bývalém Československu je havárie elektrárny Jaslavské Bohunice A-1 ze dne 22. února 1977. Tato nehoda byla hodnocena stupněm 4 dle stupnice INES. Většina obyvatel v bývalém Československu se o nehodě nedozvěděla. Skutečný rozsah nehody nebyl nikdy zveřejněn a ani v současné době prakticky neexistují veřejně dostupné detailní informace o příčinách, průběhu a důsledcích této havárie.

4.2 Historie těžby uranu

Prakticky ihned po skončení druhé světové války se začalo v tehdejší Československu rozvíjet nové průmyslové odvětví - uranový průmysl. Za počátek uranového hornictví v České republice lze považovat zahájení těžby na ložisku Jáchymov, kde v roce 1945 vzniká těžební organizace Československý uranový průmysl. V té době se úplně nové průmyslové odvětví rychle rozvíjelo a se zvyšujícími se požadavky na těžbu uranové rudy byla vyhledávána a předávána těžbě další ložiska uranu. Na počátku padesátých let už probíhala těžba i v oblasti Horního Slavkova a Příbrami. Na území celého tehdejšího Československa se rozběhl rozsáhlý geologický výzkum (VANĚK, V., 1970).

V roce 1954 se do geologicko-průzkumných prací dostal i region východní části Českomoravské vrchoviny. Průzkum naznačil, že uranové zrudnění na Českomoravské vrchovině v oblasti Rožné bude mít průmyslové využití. Geologicko-průzkumné práce se rozběhly s vysokou intenzitou. V roce 1956 bylo objeveno přímo ložisko Rožná a v říjnu 1957 zde byla zahájena první investiční akce – hloubení těžební jámy Rožná 1. Postupně se těžba rozšiřovala hloubením dalších jam pro zpřístupnění ložiska a v současné době je otevřeno 24 pater. Ta jsou situována cca 50 m vertikálně od sebe. Průzkumná jáma R6S je prohloubena na 26. patro. Svým rozsahem patří ložisko v Rožné k těm větším. Pro dobývání ložiska je v současné době stanoven dobývací prostor o výměře 8,76 km² a je situován v katastrálních územích obcí Bukov, Milasín, Rožná, Dolní Rožínka, Horní Rožínka, Rodkov, Blažkov a Horní Rozsíčka. Chráněné ložiskové území zaujímá plochu více než 11 km².

Významnou kapitolou v rozvoji uranového průmyslu na Vysočině bylo rozhodnutí vlády o vybudování úpravny na výrobu chemického koncentrátu v roce 1965. Rovněž tato výstavba probíhala nebývalým tempem a úpravna v sousedství těžebních závodů byla

uvedena do trvalého provozu v roce 1968. Provoz chemické úpravný vyžadoval i vybudování vodních děl - odkaliště K 1 a odkaliště K 2 pro ukládání odpadů (rmutu) po vyloužení uranového materiálu (LEPKA, F., 2003).

Ložisko Rožná už má více jak padesát let těžby za sebou. Bylo vyhloubeno celkem téměř 7 km těžních jam, vyraženo více než 500 km horizontálních (otvírkových) důlních chodeb a více než 100 km vertikálních důlních děl. Vydobyto bylo téměř 16 miliónů tun uranové rudy.

Na území České republiky bylo nalezeno a prozkoumáno 164 ložisek a rudních výskytů uranu, z nichž 66 bylo následně těženo. Kromě oblasti Jáchymovska to bylo například Trutnovsko, oblast Krkonoš, Horažďovicko, Rychlebské hory a Zadní Chodov. Hluboký útlum hornictví v devadesátých letech minulého století vedl k ukončení těžby uranu na všech lokalitách vyjma oblasti Dolní Rožínky (v roce 1992 byla ukončena těžba v Příbrami, v roce 1996 v Hamru a v roce 1997 ve Stráži pod Ralskem). Na ložisku Stráž je vyráběno menší množství uranu jako vedlejší produkt probíhající sanace horninového prostředí po podzemním loužení uranu (HÁJEK, A. a kol., 2007).



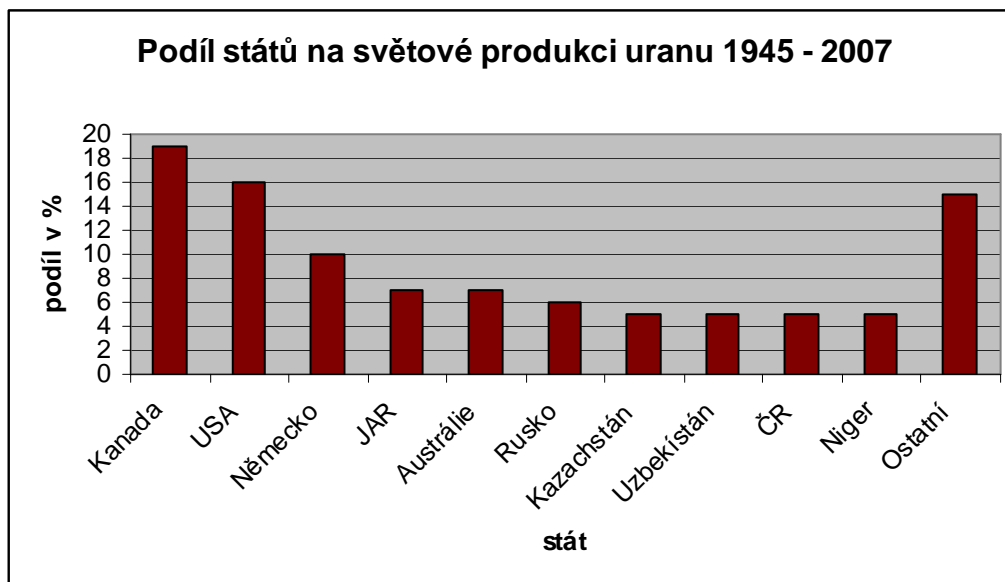
Obr. 1: Významné lokality těžby a úpravy uranové rudy v ČR

Zdroj: DIAMO, státní podnik

V současné době existují i ložiska, která jsou ustanovena jako chráněná ložisková území s bilančními zásobami uranových nerostů a lze předpokládat, že i tato ložiska budou za určitých podmínek (zásadní změna surovinové koncepce státu, souhlas státu, místních orgánů samosprávy a veřejného mínění) pro energetické potřeby a využití v jaderné energetice vydobyta (CIESLER, S., 2008). Dnešní moderní těžební a zpracovatelské postupy umožňují maximální omezení ekologických dopadů na přírodu a obyvatelstvo.

Na základě surovinové základny, výrazného zvýšení efektivity těžby a úpravy uranové rudy byla těžba na lokalitě Rožná několikerým rozhodnutím vlády České republiky v rámci útlumového programu zachována. Posledním takovým rozhodnutím je usnesení vlády č. 565 ze dne 23. května 2007, kde vláda schválila další pokračování těžby a úpravy uranu na ložisku Rožná v lokalitě Dolní Rožínka, a to po dobu ekonomické výhodnosti těžby (minimálně do roku 2012).

Celková produkce uranu v ČR za období let 1945 - 2007 je více než 110 tisíc tun, čímž se Česká republika historicky řadí na 9. místo mezi státy s největší produkcí uranu – za USA, Kanadu, Německo, JAR, Austrálii, Ruskou federaci, Kazachstán a Uzbekistán.



Obr. 2: Podíl států na světové produkci uranu

Zdroj: DIAMO, státní podnik, upraveno autorkou

4.3 Státní podnik DIAMO a odštěpný závod GEAM

DIAMO, státní podnik, do roku 1991 Československý uranový průmysl, prošel v posledních letech výraznou transformací. Z organizace, ve které bylo všechno podřízeno těžbě uranu podle strategických potřeb, se stal podnik otevřený mnoha novým aktivitám. Podnik se mimo těžby a úpravy uranových rud pro českou jadernou energetiku zabývá podzemním stavitelstvím a chemickou výrobou. Úspěšně řeší ekologické problémy, a to nejen ty, které po sobě zanechala intenzivní těžba uranové rudy v minulosti. DIAMO provozuje jediný hlubinný uranový důl v Evropské unii.

Státní podnik DIAMO se sídlem ve Stráži pod Ralskem zajišťuje svou činnost v regionech prostřednictvím 4 odštěpných závodů:

- Těžba a úprava uranu ve Stráži pod Ralskem (TÚU)
- GEAM v Dolní Rožínce
- Správa uranových ložisek v Příbrami (SUL)
- ODRA v Ostravě

Náplň činnosti jednotlivých odštěpných závodů určují předchozí aktivity související s těžbou v daných lokalitách a také rozsah prováděných ozdravných činností.

Odštěpný závod GEAM těží a upravuje uranové rudy z posledního otevřeného ložiska Rožná. Provádí likvidační práce po těžbě uranu, ostatních rud a uhlí v oblasti Moravy a východních Čech. Podnik vznikl 2. ledna 1959 jako národní podnik Jáchymovské doly Rožná se sídlem v Dolní Rožínce. Roku 1966 se změnil název na Uranové doly národní podnik Dolní Rožínka odštěpný závod a od roku 1992 je podnik znám jako odštěpný závod GEAM Dolní Rožínka.

Hlavní činnosti o. z. GEAM Dolní Rožínka:

- těžba a zpracování uranové rudy
- zahlazování následků po hornické činnosti uranových, rudných, černouhelných a lignitových dolů v moravské oblasti s výjimkou Ostravy

- provoz střediska zkušebních laboratoří
- přeprava radioaktivních a nebezpečných odpadů
- provoz skládky komunálního odpadu v areálu bývalého dolu Bukov
- dřevovýroba (zpracování pilařské kulatiny)

Současným úkolem odštěpného závodu GEAM je připravit geologicko průzkumné práce v hloubce ložiska (to je pod 24. patrem) a jeho blízkých křídlech v oblasti jámy R 7S. Dalším cílem je udržet těžební a úpravářenskou kapacitu minimálně do roku 2012. Na úseku sanačních a rekultivačních prací je nutné zajišťovat práce, nové projekty i monitorování tak, aby provedené práce splňovaly veškerou platnou legislativu a rozhodnutí jednotlivých úseků státní správy i Evropské unie.

Na ložisku Rožná řeší o. z. GEAM z hlediska ochrany složek životního prostředí zejména čištění důlních a odpadních vod, ochranu ovzduší ovlivněného emisemi z tepelných a technologických zdrojů, následnou sanaci a rekultivaci odkališť a území dotčených těžbou (areály, odvaly).

4.4 Lokalizace oblasti

4.4.1 Dolní Rožínka

Dolní Rožínka 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 zde bylo nalezeno jedno z největších uranových ložisek v České republice, ze kterého se dosud vytěžilo téměř 16 milionů tun uranové rudy. Těžba dosud probíhá na ložisku Rožná (důlní závod Rožná 1 - KHB a do roku 1995 i na dole Rožná 2 - Jasan). Jižně od Dolní Rožínky byla v roce 1989 ukončena těžba na ložisku Olší (důlní závod Olší a šachta Drahonín, v

dřívější době i šachta Bukov). Těžní jáma Rožná 3 je nejhlubší uranovou šachtou na Moravě (1 201 metrů). V oblasti Dolní Rožínky (ložiska Rožná a Olší) bylo vytěženo více než 22 500 tun uranu tj. 1/5 celé těžby Československa (České republiky).

4.4.2 Ložisková oblast Rožná

Ložisková oblast Rožná je součástí Českomoravské vrchoviny, představující denudační trosku variského horstva, zarovnaného dlouhodobým vývojem až do stádia penepfénu, 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 Nedvědicke vrchoviny (DEMEK, J., NOVÁK, V., 1992). Ložiskové území je odvodňováno říčkou Nedvědičkou s Rožíneckým potokem a Bobruvkou - Loučkou s Bukovským potokem (přítoky řeky Svatky).

Nedvědička pramení u obce Zubří a ústí zprava do Svatky v Nedvědici. Plocha jejího povodí je 85,4 km² a délka toku je 28,6 km. Do roku 1967 byly na základě vládní výjimky důlní vody po úpravě odváděny přímo do říčky Nedvědičky. Čištění vod bylo zahájeno s provozem chemické úpravný. Přesto podle posledních monitoringů (LACINA, J., CETKOVSKÝ, S., 2005) nebyl negativní vliv vody vypouštěné z chemické úpravný zjištěn. Důvodem je dobrá samočisticí schopnost Nedvědičky.

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 (VANĚK, V., 1970). Terén nad ložiskem je zčásti zalesněn, zbytek je zemědělsky obděláván nebo slouží jako pastviny.

Pro exploataci ložiska byly v historii používány dvě základní dobývací metody (výstupkové dobývání se zakládáním na vydobytých prostorech a sestupné lávkování na zával pod umělým stropem).

Použití dobývací metody je dáno zejména geomechanickým působením na okolní horniny a z toho vyplývající bezpečnost práce. Do začátku sedmdesátých let minulého století výrazně převažovala metoda výstupkové dobývání se zakládáním na vydobytých prostorech. Od roku 1998 je metoda sestupné lávkování na zával pod umělým stropem jedinou dobývací metodou na ložisku. Dalšími, méně častými metodami, jsou metody dobývání z mezipatrových chodeb či výběrová metoda dobývání rudních čoček.

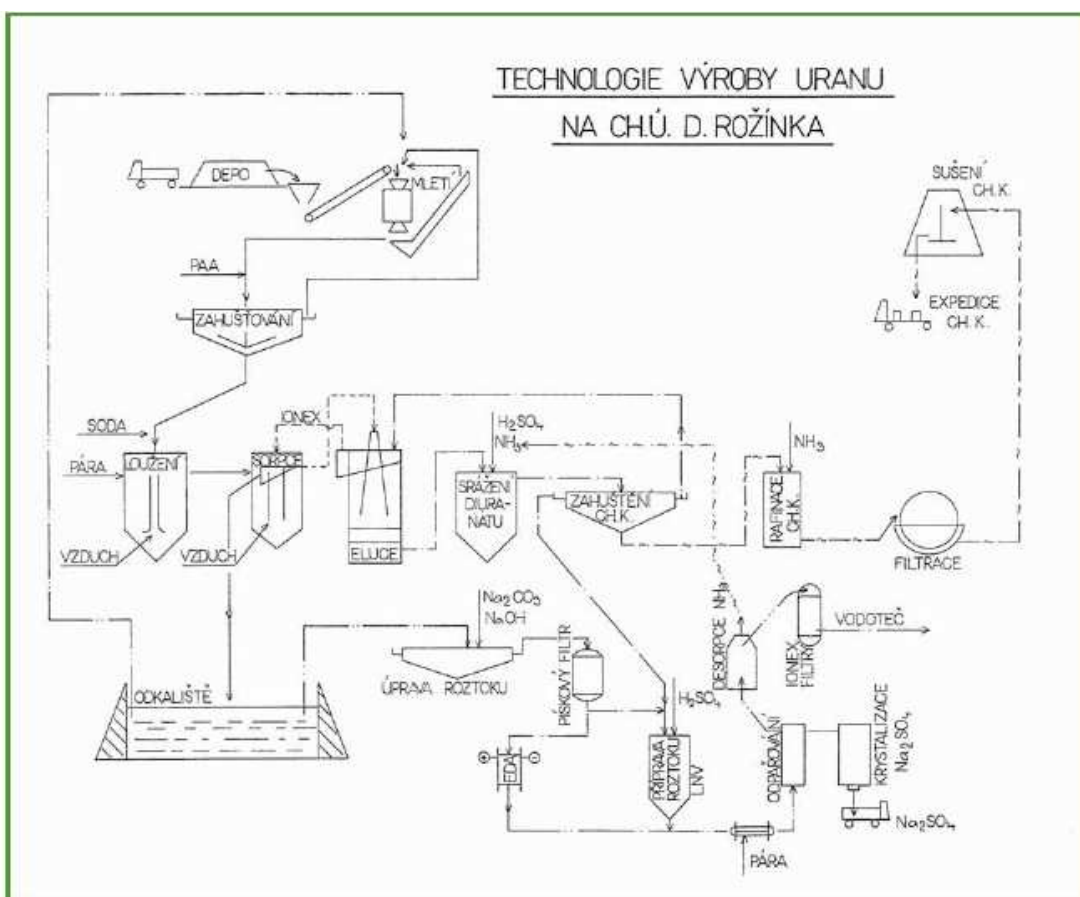


Obr. 3: Ložisková oblast Rožná

Zdroj: DIAMO, státní podnik

4.5 Chemická úpravna a odkaliště

Pro úpravu rud z ložiska Rožná a Olší byla v roce 1969 uvedena do plného provozu chemická úpravna na Dolní Rožínce. V roce 1989 byla chemická úpravna organizačně začleněna do odštěpného závodu GEAM. Na chemické úpravně je v současné době zpracovávána uranová ruda z ložiska Rožná. Těžená rudnina obsahuje především tyto minerály: biotit, živec, pyrit, chlorit, jílovité minerály, grafit a karbonáty. Vlastní uranové minerály jsou v rudnině jednak ve formě oxidické (uranit), jednak ve formě silikátové (coffinit). Z chemického hlediska ruda z okolí Dolní Rožínky obsahuje dobře loužitelný šestimocný uran i uran čtyřmocný, který se louží při oxidaci s kyslíkem ze vzduchu.



Obr. 4: Schéma výroby chemického koncentrátu na chemické úpravně

Zdroj: DIAMO, státní podnik

Popis jednotlivých technologických uzlů na chemické úpravně

Mletí

Úkolem mlýnice je rozmělnit rudninu na částice, které musí odpovídat následujícímu velikostnímu spektru:

Obsah velikostních částic + 0,126 mm max. 6 váhových %

Obsah velikostních částic - 0,071 mm max. 65 váhových %

K dosažení tohoto cíle se používá dvoustupňové mletí na čtyřech kulových mlýnech. Slivy z mlýnů 1. stupně prochází tříděním na hydrocyklonech. Odtud jsou přepady vedeny na vstup 2. stupně. Výstup 2. stupně mletí po kontrolním třídění na hydrocyklonech odchází jako produkce mlýnice na zahušťování.

Zahušťování

Snížení kapalného podílu v poměru k pevné fázi (z 6:1 na výsledný 1:1) probíhá v zahušťovačích. Výsledný produkt mletí je zahušťován na čtyřech kruhových zahušťovačích. Zahuštěný rmut je čerpán na chemickou část úpravny a je k němu přidáván sodný roztok. Zároveň je dávkováno i flokulační činidlo - polyakrylamid (PAA). Vyčeřená voda je používána na mlýnici jako technologická voda pro mletí.

Alkalické atmosferické loužení

Loužení probíhá v sedmi kolonách (pracovní objem 650– 550 m³), které jsou vyhřívány na 80 °C. Koncentrace sody se udržuje v rozmezí 8–10 g/l. Doba zdržení rmutu v loužení je cca 50 hodin.

Sorpce

Separace kapalného a pevného podílu probíhá v lince alkalické sorpce, kde zároveň dochází i k sorpci U na ionex.

Sorpční linka je složena z osmi kónických kolon a probíhá v ní protiproudé dávkování ionexu a rmutu.

Eluce

Uran navázaný na ionex je eluován roztokem (síran sodný a soda). Ionex je od rmutu oddělen na rotačních sítích a vlastní eluce U probíhá v pulzačních kolonách. Roztok obohacený U (tzv. eluát) je veden na společné procesy k rozkyselení kyselinou sírovou (při pH 3 – 4) a k následnému vysrážení čpavkem (při pH 7 – 8).

Srážení a separace diuranátu amonného

Sedimentace sraženiny U (tzv. žlutého koláče) probíhá v zahušťovači Z8 a sediment je připraven k přečištění rafinacemi (čpavková, speciální, vodní). Po druhé vodní rafinaci je chemický koncentrát uranu ukládán v barometrické nádrži II a je připraven na sušení na rozprašovací sušárně. Hrubší podíly koncentrátu jsou odstraněny na vibračním sítě. Rmut po eluci je čerpán do odkaliště. Vlastní sušení probíhá ve spalínách zemního plynu ve spalovací komoře sušárny. Koncentrát je rozstříkovan atomizérem do proudu spalin, které jsou před vypuštěním do ovzduší čištěny v proudovém odlučovači a v pračce plynu. Vysušený $(\text{NH}_4)_2\text{U}_2\text{O}_7$ s obsahem uranu nad 70 % a výtěžností kovu z rudy 90 - 94 % je skladován a expedován v ocelových sudech ve skladu chemického koncentrátu. Chemická úpravna produkuje koncentrát v úrovni mezinárodních norem.



Obr. 5: Areál závodu Chemické úpravný

(foto: Ing. Jiří Němec, 3. 4. 2009)

Odkaliště K 1 o ploše 64,50 ha se nachází v katastrálním území Rožná v údolí Dvořištského potoka. Odkaliště K 2, které zabírá plochu 27,44 ha, je lokalizováno v údolí bývalého toku Zlatkovského potoka na katastrální hranici mezi Rožnou a Zlatkovem. Harmonická zemědělsko-lesní krajina byla silně změněna a zdevastována desítky let trvající těžební a úpravárenskou činností, výrazně postižen byl zejména reliéf a vegetační kryt.

Odkaliště K 1 má celkovou maximální výšku hrázového systému 53 metrů, která bude při rekultivaci snížena. Odkaliště K 2 má dvě hráze, jednu o výšce 18 metrů a druhou o výšce 33 metrů. V současné době odkaliště slouží jako rezerva pro ukládání rmutu případně jako rezerva pro akumulaci nadbilančních vod (z hlediska výroby U).



Obr. 6: Odkaliště K 1
(Zdroj: archiv s.p. Diamo)

Tab. 1: Bilance odkališť k 1. lednu 2007

	Odkaliště K 1	Odkaliště K 2
Pŕdorysná plocha (ha)	64,50	27,44
Uložený materiál (m ³)	10 027996	1 490977
Objem volné vody (m ³)	916063	319001

Zdroj: s. p. DIAMO

4.6 Obecné kroky při rekultivaci

Rekultivace je soubor technických opatření, jejichž zavedením se postupně zcela odstraní, nebo alespoň výrazně omezí jednotlivé zátěže negativně ovlivňující životní prostředí v daných lokalitách. Cílem těchto aktivit je navrátit všechna území, která se s těmito zátěžemi potýkají, jejich přirozenému nebo náhradnímu využití. Dnes mají zákonnou povinnost těžařské společnosti provádět rekultivace a sanace, na starší díla vzniklá do 1. 1. 1993 se tento zákon však nevztahuje a je zde nezastupitelná role státu. Hlavním specifickým sanací po těžbě a úpravě uranových rud oproti uhelným zařízením je odstranění radiačního rizika z ovzduší a z průsakových vod i z horninového prostředí.

DIAMO, státní podnik, disponuje veškerým moderním vybavením pro řešení široké problematiky ochrany životního prostředí. Podnik je držitelem certifikátu shody s normou ČSN EN ISO 9001:2001 pro sanační a likvidační činnosti a činnosti podléhající zákonu č. 18/1997 Sb. Na rekultivovaných odvalech je prováděna pěstební činnost, spočívající v dosadbě poškozených lesních kultur a opravách oplocení. Dále probíhají pravidelné údržby (ožínání a ošetření proti okusu). Součástí sanačních prací je monitorování jejich vlivu na životní prostředí, který je zajišťován Střediskem zkušebních laboratoří (SZLAB). V posledních letech se začíná projevovat pozitivní výsledek těchto prací.

Z realizovaných projektů o. z. GEAM je nutné vyzdvihnout zejména úplnou sanaci a rekultivaci území ložiska Olší včetně čištění důlních vod, rekultivaci 11 odvalů z průzkumné činnosti v ložiskové oblasti Rožná – Olší nebo využití areálu po těžbě uranové rudy u jámy Bukov 1 pro výstavbu skládky odpadů TKO (tuhého komunálního odpadu) pro oblast Novoměstska, Bystřicka a Tišnovska.

5 VLIV NA SLOŽKY ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

5.1 Vliv na reliéf

Změny reliéfu jsou vizuálně nejzřetelnější. Hlavními antropogenními prvky po těžbě uranové rudy jsou odkaliště a odvaly hlušiny. Zemský povrch je dále ovlivněn i vlastními hornickými pracemi. Nebezpečí představuje radioaktivita v těsném okolí hald, odkališť, úpraven uranové rudy a rovněž výtoky důlních vod.

Odkaliště vyloužené uranové rudy nepochybně představují cizorodý prvek v krajině, který ohrožuje okolí radioaktivitou, prašností a průsaky kontaminovaných vod. Je tak zcela nutné vynakládat vysoké finanční prostředky na jejich údržbu a čištění vod.



Obr. 6: Odkaliště K 1
(foto: Kristýna Němcová, 12. 4. 2009)

Odkaliště K 1 i odkaliště K 2 se vyznačují vysokou akumulací radioaktivních sloučenin a látek s vysokým obsahem uranu (U) a rádia (Ra) a výskytem dalších radionuklidů a těžkých kovů (např. zinek, měď, nikl, molybden, chrom, olovo a arsen). Obsah těchto prvků se vyvíjí s dobývanou uranovou rudou v závislosti zejména na

hloubce dobývání. Odkaliště slouží v průběhu těžby pro ukládání kalů a jejich sanace bude zahájena jako poslední činnost v dané oblasti. Ale již dnes jsou stávající procesy koncipovány tak, aby byly vytvořeny podmínky pro sanační práce. Z tohoto důvodu byla dokončena výstavba nové technologie na čištění odkalištních vod a vod drenážních, která umožňuje a do budoucna vytváří podmínky pro sanace. Zkušební provoz na této čistírně začal 1. dubna 2007.

Seznámila jsem se s konstrukcí odvalu na dole Rožná 1. Pod odvalem je akumulární nádrž, na které jsou jímány průsakové vody. Tyto jsou čerpány a čištěny na dekontaminační stanici. Pod akumulární nádrží je pod patou odvalu hráz, která má jílové jádro. Hráz je zakotvená až do podloží (na skalní podklad). Pod hrází jsou dvě jímací studny, zde jímáná voda se čerpá zpět do akumulární nádrže. Tato voda už není kontaminovaná. V dílčím údolí k obci Rožná jsou monitorovací vrty M1 a M2.

Hlušinové haldy zaujímají v krajině desítky hektarů. Haldový materiál je zpravidla různé zrnitosti a může vedle hlušiny částečně obsahovat i materiál s obsahem toxických prvků. Navíc chybějící vegetační kryt způsobuje rychlé ohřátí povrchu haldy vlivem sluneční radiace, což způsobuje vznik stoupavých vzdušných proudů, které mají také vliv na místní klimatické podmínky (MARTINEC, P. a kol., 2005). Nezpevněný povrch haldy je zdrojem emisí radioaktivního prachu a radonu. V případě intenzivnějších dešťů dochází k vodní erozi a radioaktivní bahno je zanášeno do okolí, kde způsobuje znečištění a kontaminaci nejen půdy, ale i povrchových a podzemních vod.

V posledních letech se na odvalech provádí intenzivní rekultivace. Hlušina je rozprostřena v rámci odvalu tak, aby byl rekultivovaný odval stabilní. Potom je celý odval překryt vrstvou cca 30 cm zeminy. Zdrojem zeminy je mimo jiné materiál, který je získáván odbahněním rybníků. Poté je odval zalesněn skladbou dřevin na základě požadavků budoucího nabyvatele, což je ve většině

případů státní podnik Lesy České republiky. Po cca 5 až 7 letech údržby je rekultivovaný odval předán majiteli. V posledních pěti letech byla jen v ložiskové oblasti Rožná - Olší dokončena rekultivace 11 odvalů, které byly postupně vráceny původním nebo prodány novým vlastníkům (VOSTAREK, P., 2008). V celkové ploše to k 1. lednu 2009 představuje 34,8 ha ploch, které byly uvolněny pro nové využití.

Již v brzké době po zahájení dobývání ložiska se začal projevovat vliv dobývání hornických prací na povrch. Pro ochranu povrchových objektů a liniových staveb podnik DIAMO ustanovil ochranné pilíře a celíky. V roce 1962 v okolí státní silnice Dolní Rožínka - Rodkov začalo sledování poklesů povrchu geodetickými metodami. Dalším rozšiřováním dobývacího prostoru, objevením bohatých zásob v hloubkách do 600 m a zavedením dobývací metody sestupného lávkování na zával se postupně vliv dobývacích prací přesunul pod obec Dolní Rožínka - do zastavěné části. Pozorovací měření se provádí každoročně od roku 1973, postupně se počet výškových bodů rozšiřoval až na současných 120 (NĚMEC, J., 2009). Dřívější vyhodnocovací metody jsou v současné době nahrazeny matematickým modelováním.

Vliv eroze lze uvažovat v případě neupraveného svahu odvalu, který není zajištěn. V rámci rekultivačních prací se upravují svahy minimálně do svahu 1: 2 - 2,5, aby vodní eroze nebrala materiál do údolí, potoků, na pole atd. Ihned se provádí ozelenění (zatravnění) a pokud možno i zalesnění. Případné drobné rýhy se upravují, často už ručně. Hrázové systémy odkališť jsou konstruovány a stavěny tak, aby nedocházelo k erozi. V podstatě se tedy problém eroze na Dolní Rožínce nevyskytuje. Je to dáno především hlubinným dobýváním ložiska. V minulosti při dobývání přípovrchových partií docházelo k propadům (některé byly i záměrně provedeny trhací prací sestřelením celíků k povrchu). Takto vzniklé devastované prostory o celkové ploše cca 2 ha byly do roku 1972 zavezeny hlušinovým

materiálem a provedena technická rekultivace. Z větší části zarostly následně tyto plochy náletovým porostem, velmi dobře se daří v tomto případě zvláště borovici.

5.2 Vliv na ovzduší

V oblasti Dolní Rožínky bylo evidováno několik stacionárních zdrojů znečišťování ovzduší. Zdroje se dělí do kategorií podle míry vlivu na kvalitu ovzduší a podle tepelného výkonu spalovacího stroje na zvláště velké, velké, střední a malé zdroje znečištění.

- zvláště velké znečišťovatele ovzduší v oblasti Dolní Rožínky nejsou evidovány
- velkým znečišťovatelem ovzduší je kotelna a mlýnice chemické úpravny v Rožné
- středními znečišťovateli ovzduší jsou tři technologické celky hlavní uranové výroby, technologie zpracování dřeva a truhlárna v Rožné
- malými znečišťovateli ovzduší jsou zařízení pro vytápění objektů

Emise skleníkových plynů byly zjištěny na kotelně GEAM Dolní Rožínka. Kotelna vyprodukovala za poslední tři roky o 8,25 % méně emisí CO₂ než umožňuje počet přidělených povolenek.

Tab. 2: Bilance emisí skleníkových plynů 2005 - 2007

Rok	povoleno	emitováno	bilance (t CO ₂)
2005	19 776	19 411	- 365
2006	20 140	18 168	- 1 972
2007	21 748	18 995	- 2 753
Celkem	61 664	56 574	- 5 090

Zdroj: DIAMO, státní podnik

Prováděn je pravidelný imisní monitoring (prašný spad, sledování radiační zátěže, dávkový příkon záření gama, objemová

aktivita radonu) a měření výstupních důlních plynů (radon, z hlediska metanu jsou doly neplynující). K překročení referenčních úrovní prašného spadu došlo u obsahu U a Ra. Překračování těchto úrovní souvisí s přepravou uranové rudy ze závodu Rožná 1 na chemickou úpravnu. Na výpustích do ovzduší (sušárna uranového koncentráту, mlýnice uranové rudy a odkaliště K 1 a K 2) jsou plněny všechny emisní i imisní limity.

Existují dva druhy emisních limitů (VOSTAREK, P., 2007) – emisní limity „p“ a „m“. Emisní limity „p“ jsou limity, které se považují za dodržené, jestliže jejich překročení nepřesáhne určitou mez. Tato mez je stanovena zákonem a závisí na počtu odebraných vzorků za dané období. Limity „p“ se stanovují maximálně do výše emisních standardů. Emisní limity „m“ jsou limity, které jsou nepřekročitelnými hodnotami. Emise neovlivňují pouze ovzduší, ale mají vliv na všechny složky životního prostředí, především na vodu.

Další možné ohrožení představují radioaktivita a radon. 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: **záření α (alfa), záření β (beta), záření γ (gama).**

Člověk a s ním i celá příroda je vystaven neustálému působení ionizujícího záření. Dva trvale přítomné přírodní zdroje záření jsou složky našeho životního prostředí (kosmické záření a záření ze zemské kůry). Značnou část kosmického záření pohltí atmosféra nebo odkloní magnetické pole Země. Záření zemské kůry pochází z rozpadů jader radionuklidů přítomných ve vrchních vrstvách zemské kůry. Úroveň tohoto záření (prakticky konstantní cca 3 mSv/rok) je přirozeným pozadím a jeho vlivu nelze nijak zabránit. Přírodní zdroje se podílejí cca 80 % na hodnotě ozáření jednotlivce, zbylých 20 % připadá na ozáření z umělých zdrojů.

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 rozpadu se rozpadnou všechna radioaktivní atomová jádra. 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 znamená, že haldy hlušiny a odkaliště K 1 a K 2 budou potenciálním zdrojem radioaktivního záření po nesmírně dlouhou dobu. Účinky produkovaného ionizujícího záření závisí na jeho druhu, síle a na době expozice v době, po kterou je organismus tomuto záření vystaven (LACINA, J. a kol., 1998).

Radon (Rn) je radioaktivní chemický prvek. Radon se z přirozeného ložiska v podzemí na povrch prakticky nedostane. Ale naopak, po vytěžení rudy uniká z hald hlušiny ve velkém množství a navíc se může šířit velmi daleko, protože je to plyn. 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. 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.

V rámci monitorování radiační ochrany pracovníků (DIAMO, s. p., 2008) je na monitorovacích pracovištích (Povrchová pracoviště v areálu jámy R-1 – závodu Rožná I, Podzemí důlního závodu Rožná

I, Závod Chemická úpravna, Odkaliště K 1, Odkaliště K 2, Pracoviště závodu Doprava a mechanizace, Závod Rožná I - objekty dekontaminačních stanic R1 a Bukov) stanoveno kontrolované a sledované pásmo. Všichni pracovníci, kteří vstupují do kontrolovaného pásma, jsou vybaveni osobními dozimetry Algade a je o nich vedena evidence na závodě. Tento typ osobního dozimetru je určen k měření časového integrálu ekvivalentní objemové aktivity radonu (časového integrálu koncentrace latentní energie), dále dávky dané zevním zářením gama a příjmu směsi dlouhodobých zářičů alfa uran-radiové řady inhalací. Ve sledovaných pásmech se neprovádí osobní monitorování.

Tab. 3: Měřené veličiny a jednotky radiační ochrany

Koncentrace latentní energie p.p.radonu K_{LE}	($\mu\text{J}/\text{m}^3$)
Objemová aktivita radonu OAR	(Bq/m^3)
Prašnost P	(mg/m^3)
Objemová aktivita směsi dlouhodobých radionuklidů U-Ra řady emitujících záření alfa A_{VAL}	(Bq/m^3)
Povrchové znečištění radionuklidu A_{SAL}	(Bq/m^2)
Dávkový příkon záření gama D_g (H_x)	($\mu\text{Gy}/\text{h}$)
Příkon fotonového dávkového ekvivalentu H_x	($\mu\text{Sv}/\text{h}$)

Zdroj: DIAMO, státní podnik

Měření jednotlivých veličin a odběry vzorků se provádí na pracovních místech obsluhy. Z těchto hodnot je vypočítáván aritmetický průměr. U veličiny **D_g** (**H_x**) je měření prováděno pochůzkou na místech obsluhy a výsledek je uváděn jako průměrná hodnota. U veličiny **A_{SAL}** jsou výsledky uváděny jako průměr a maximum naměřených hodnot. U veličiny **K_{LE}** jsou výsledky uváděny jako průměr a maximum naměřených hodnot. Všechna měření a zkoušky provádí pověření zaměstnanci Střediska zkušebních laboratoří o. z. GEAM.

Hodnoty záznamových úrovní na Odkališti K 1

- pro koncentraci latentní energie produktů přeměny radonu - $0,16 \mu\text{J}/\text{m}^3$
- pro objemovou aktivitu směsi dlouhodobých radionuklidů emitujících záření alfa U-Ra řady v ovzduší - $0,100 \text{ Bq}/\text{m}^3$
- pro dávkový příkon záření gama - $0,10 \mu\text{Gy}/\text{h}$
- pro příkon fotonového dávkového ekvivalentu - $0,10 \mu\text{Sv}/\text{h}$
- pro povrchové znečištění radionuklidy - $100 \text{ Bq}/\text{m}^2$
- pro objemovou aktivitu radonu - $30 \text{ Bq}/\text{m}^3$

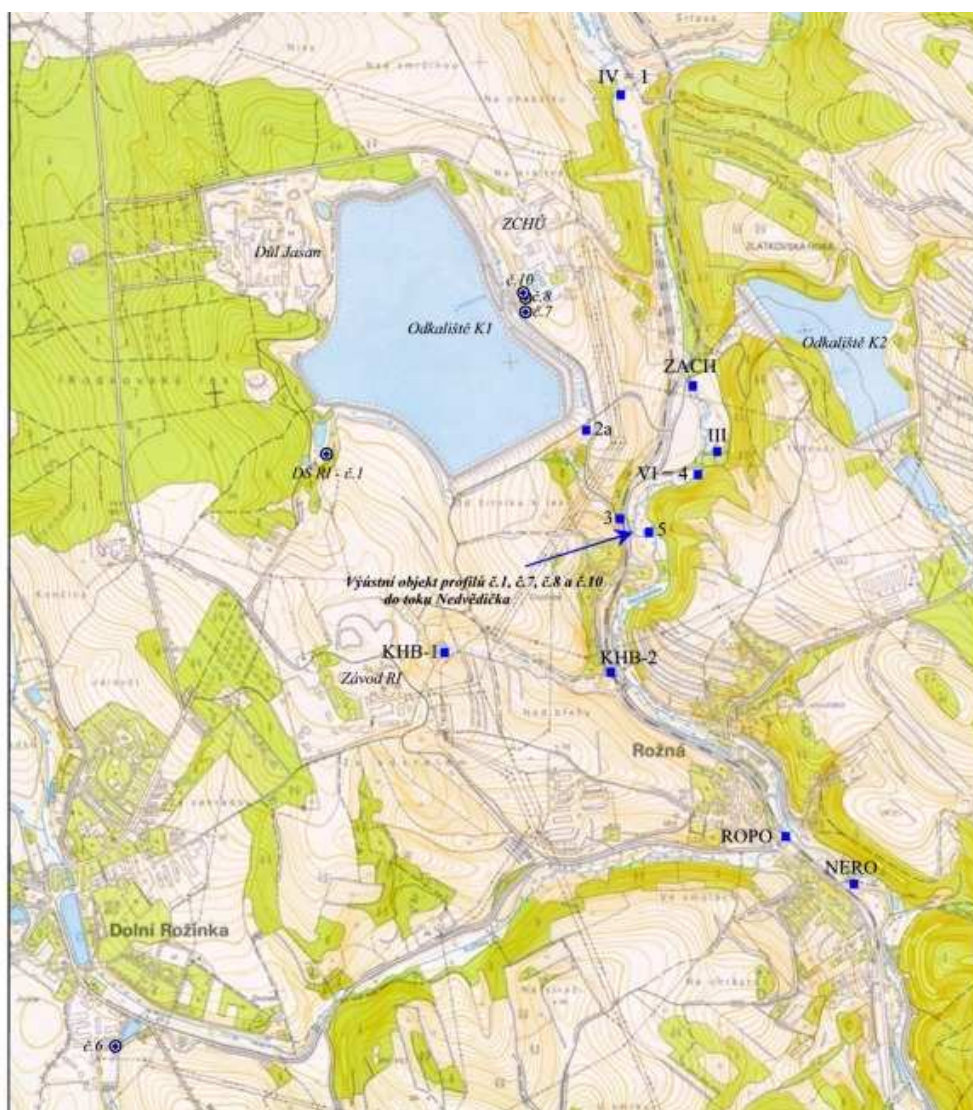
Hodnoty vyšetřovacích úrovní na Odkališti K 1

- pro koncentraci latentní energie přeměny radonu - $2,55 \mu\text{J}/\text{m}^3$
- pro objemovou aktivitu směsi dlouhodobých radionuklidů emitujících záření alfa U-Ra řady v ovzduší - $0,28 \text{ Bq}/\text{m}^3$
- pro dávkový příkon záření gama - $3,0 \mu\text{Gy}/\text{h}$
- pro příkon fotonového dávkového ekvivalentu - $3,0 \mu\text{Gy}/\text{h}$
- pro povrchové znečištění radionuklidy - $3\text{kBq}/\text{m}^2$
- pro objemovou aktivitu radonu - $400 \text{ Bq}/\text{m}^3$

5.3 Vliv na vodu

Nakládání s vodami je z dlouhodobého hlediska důležitý faktor vlivu posuzování životního prostředí. Sledován je zejména vodní tok Nedvědička, neboť do něho je soustředěn odtok čištěných (dekontaminovaných) odkalištních a důlních vod. Tok Nedvědičky je ze strany o. z. GEAM ovlivňován čtyřmi výpustnými profily. Tři tyto profily (profily č. 7, č. 8 a č. 10) vychází ze závodu Chemické úpravy o. z. GEAM. *Profilem* č. 8 jsou vypouštěny průmyslové odpadní vody z aktivní části závodu a část průsakových vod z odkališť. Tyto vody jsou čištěny na čistírně vod aktivní kanalizace *Profilem* č. 10 jsou do Nedvědičky vypouštěny odpadní odkalištní vody. Před vypuštěním jsou upravovány na technologiích odpařovací stanice a elektrodialýzy.

Závěrečné dočištění probíhá na technologii úpravy brýdového kondenzátu. *Profil* č. 7 jsou vypouštěny splaškové odpadní vody z areálu Chemické úpravy. Vody jsou čištěny na biologické čistírně odpadních vod. *Profil* č. 1 je z hlediska vypouštěných vod největší. Do toku Nedvědičky jsou vypouštěny důlní vody odčerpávané z těženého ložiska uranové rudy Rožná. Důlní vody jsou před vypouštěním čištěny na dekontaminační stanici R 1. Parametry vod vytékajících z těchto profilů jsou v souladu s platnou legislativou.



Obr. 7: Výpustní a monitorovací profily na toku Nedvědička

Zdroj: DIAMO, státní podnik

Na toku potoka Nedvědičky je situováno i několik monitorovacích profilů (VOSTAREK, P., 2006). Profily slouží k porovnání míry ovlivnění toku Nedvědičky vypouštěnými vodami. *Profil IV-1* pod obcí Rodkov není ovlivněn vypouštěnými vodami z o. z. GEAM, protože je nad závodem Chemické úpravny. Další významný profil (*profil ZACH*) je na potoku Nedvědička v sousedství chemické úpravny, kde jsou výpustné profily z čistírny vod aktivní kanalizace, vyčištěné odkalištní vody z úpravny brýdového kondenzátu a splaškové odpadní vody z biologické čistírny odpadních vod. Dalším sledovaným profilem (*profil 5*) je místo vypouštění důlních vod z dekontaminační stanice závodu Rožná 1. Kontrolní monitorovací profily se nacházejí v obcích Rožná (*profil NERO*) a Nedvědice (*profil NENE*). Na těchto profilech se sleduje míra ovlivnění toku se vzdáleností od výpustních profilů.

Dále je sledováno tepelné znečištění vody. Z chemické úpravny v současnosti vytéká oteplená voda, její negativní vlivy však zatím nebyly pozorovány, jelikož zřejmě dochází k dostačujícímu ředění vodami Nedvědičky. V současné době v souvislosti s uvedením do provozu nové budovy čištění vod a nové čistírny vod odpadních je snaha soustředit výpustný profil do jednoho bodu u železnice pod viaduktem.

Hlavním širitelém kontaminace je podzemní voda. Její ovlivnění je úzce spjato s nakládáním s důlními vodami. Sledování podzemních vod je zaměřeno na odkaliště K 1, odkaliště K 2, odvaly RI, RII a širší okolí. Extrémní změny nebyly pozorovány, postupem času dochází v okolí odkaliště K 1 ke snižování koncentrace síranů. Pokračuje trend mírného zvyšování obsahu uranu a amonných iontů v důlních vodách a v odkališti K 1.

V tabulce Tab. 4 je uvedena celková bilance nakládání s vodami na o. z. GEAM v letech 2005 až 2007. Důlní vody jsou všechny podzemní, povrchové a srážkové vody, které vnikly do hlubinných nebo povrchových důlních prostorů. Odkalištní vody vznikají při

zpracování uranové rudy a jsou shromažďovány v odkalištích. Odpadní vody jsou vody, které mají po použití změněnou jakost (složení nebo teplotu). Odpadní vody jsou i průsakové vody z odkališť a ze skládek odpadu. Ostatní vody jsou vody výše nezařazené, na o. z. GEAM nejsou. Z uvedených dat je patrné, že dochází k navýšení množství vypouštěných odkalištních a důlních vod. Celkově roste objem užívaných vod.

Tab. 4: Nakládání s vodami na o. z. GEAM

Vody	2005 (m³)	2006 (m³)	2007 (m³)
důlní	5 628 667	6 274 845	7 018 124
odkalištní	219 836	212 169	323 319
průsakové	508 802	608 058	524 356
odpadní	81 656	53 453	67 456
ostatní	0	0	0
celkem	6 438 961	7 148 525	7 933 255

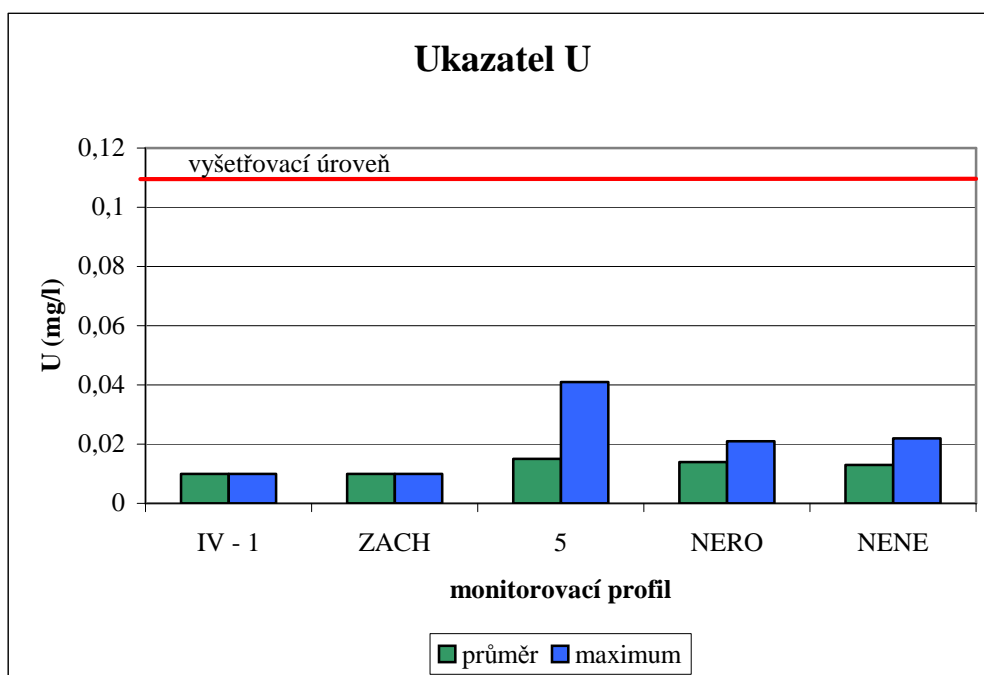
Zdroj: DIAMO, státní podnik

Vzhledem k tomu, že důlní vody a většina odpadních vod obsahuje radionuklidy je nutné monitorovat jejich vypouštění do vod povrchových a splňovat podmínky dané vyhláškou SÚJB č. 307/2003 Sb., o radiační ochraně. Návrh limitů a referenčních úrovní radionuklidů vychází ze zhodnocení ozáření kritické skupiny obyvatel uvolněnými radionuklidy v blízkém okolí výpustního profilu.

Referenční úrovně jsou hodnoty rozhodné pro předem stanovené postupy nebo opatření. Rozdělují se na záznamovou úroveň, vyšetřovací úroveň a na zásahovou úroveň. Při překročení záznamové úrovně je třeba údaj zaznamenat a evidovat, odděluje hodnoty zasluhující pozornost od hodnot bezvýznamných. Při překročení vyšetřovací úrovně se zjišťují příčiny a možné důsledky zjištěného výkyvu sledované veličiny radiační ochrany. Při překročení zásahové úrovně jsou zahájeny a zavedeny opatření ke změně

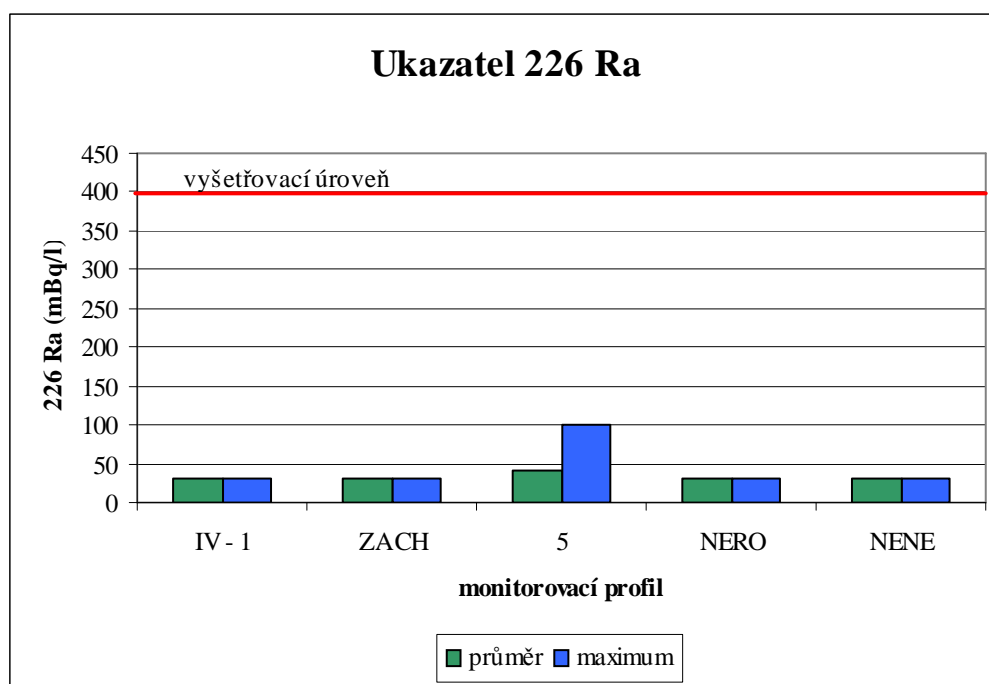
zjištěného výkyvu sledované veličiny radiační ochrany. Hodnoty zásahové úrovně jsou navrhovány menší než jsou limity maximální koncentrace radionuklidů.

Parametry vypouštěných vod do toku Nedvědičky jsou v souladu s platnou legislativou (VOSTAREK, P., 2008). Hodnoty radionuklidů se pohybují pod vyšetřovací úrovní. Přesto je nutné konstatovat, že k částečnému ovlivnění povrchových vod Nedvědičky dochází. Na profilu ZACH jsou zvýšené hodnoty ukazatelů RL (rozpuštěné látky) a SO_4^{2-} oproti profilu IV-1. Monitorovací profil 5 vykazuje mírné ovlivnění povrchových vod radionuklidy (U, Ra). Monitorovací profily NERO a NENE mírné ovlivnění stále vykazují, ale se zvyšující se vzdáleností od výpustných profilů se míra ovlivnění toku snižuje.



Obr. 8: Hodnoty ukazatele U na jednotlivých profilech toku Nedvědička v roce 2007

Zdroj: DIAMO, státní podnik



**Obr. 9: Hodnoty ukazatele 226 Ra
na jednotlivých profilech toku Nedvědička v roce 2007**

Zdroj: DIAMO, státní podnik

Popis vodních děl o. z. GEAM, ze kterých jsou vypouštěny odpadní a důlní vody do Nedvědičky

Čistírna vod aktivní kanalizace

Technologie čištění vod aktivní kanalizace a části průsakových vod z odkališť se nachází v areálu závodu Chemické úpravny odštěpného závodu GEAM. Zdrojem znečišťování jsou odpadní vody z aktivní části závodu Chemická úpravna a část průsakových vod z odkališť. Jedná se o technologii čištění odpadních vod s maximální kapacitou vypouštěných odpadních vod 4 l/s. Odpadní vody jsou čištěny pomocí srážení, následné filtrace a iontové výměny.

Z odpadních vod je dávkováním chloridu barnatého, případně síranu železitého vysráženo radium ve formě síranu radnato-barnatého, vzniklá sraženina je převážně zachycována v dosazovacím zařízení a zbytek na pískovém filtru.

Z dosazovacího zařízení je sráž průběžně čerpána do odkaliště K 1, z pískového filtru je poté protiproudě vypírána také do odkaliště K 1. Přefiltrovaná odpadní voda je dále vedena do kontinuálního protiproudého filtru s iontoměničem, kde je z ní sorbován uran. Vyčištěná odpadní voda je vypouštěna do recipientu Nedvědička.

Povolená množství vypouštěných odpadních vod z výpustného profilu:

$$Q_{\text{prům}} = 2,7 \text{ l/s} \quad Q_{\text{max}} = 4,0 \text{ l/s} \quad Q_{\text{roční}} = 70\,000 \text{ m}^3$$

Povolené emisní limity stanovených ukazatelů ve vypouštěných vodách:

pH = 6 – 9			
NL _p ¹ = 15 mg/l	NL _m ² = 25 mg/l		1,05 t/rok
RL _p = 3500 mg/l	RL _m = 4000 mg/l		245 t/rok

Povolené referenční úrovně radionuklidů ve vypouštěných vodách:

Ukazatel	ú.záznamová	ú. vyšetřovací	ú. zásahová
U _{nat} ³ (mg/l)	0,01	0,3	0,6
²²⁶ Ra (Bq/l)	0,03	0,5	1,0

Úpravna brýdového kondenzátu

Technologie čištění odkalištních vod se nachází v areálu závodu Chemické úpravy odštěpného závodu GEAM. Zdrojem znečišťování jsou odkalištní vody, které tvoří vody vznikající při výrobě uranového koncentrátu na závodě CHÚ a vody dostávající se do odkališť na základě přírodních vlivů. Jedná se o technologii čištění odkalištních vod s maximální kapacitou vypouštěných vod 15 l/s. Odkalištní vody

¹ Emisní limity „p“ se stanovují maximálně do výše emisních standardů.

² Emisní limity „m“ jsou limity, které jsou nepřekročitelnými hodnotami.

³ U_{nat} je přírodní uran

jsou chemicky předupraveny v usazovacích nádržích, následně jsou rozděleny. Část jich je čištěna technologií odpařování a část technologií elektrodialýzy. Koncovým stupněm čištění je úprava brýdového kondenzátu.

Z odkalištních vod je v sedimentačních nádržích dávkováním vápna a sody odstraňován vápník a hořčík. Sráž je cyklicky odčerpávána do odkaliště K 1, upravená voda se rozděluje do dvou proudů. První je čerpán na odpařovací stanici. Odpařováním vzniká vyčištěná voda (kondenzát), která je čerpána na úpravu brýdového kondenzátu (ÚBK) a bezvodý krystalický síran sodný. Druhý proud upravených vod je před vstupem na technologii elektrodialýzy dále upravován. Z vod jsou na iontoměničích sorbovány U, Mo a Cu, dochází k úpravě pH a filtrací na pískových filtrech k odstranění části nerozpustných látek. Z technologie elektrodialýzy vystupují zahuštěné zasolené vody (koncentrát), které jsou zpracovány na odpařovací stanici. Vyčištěné vody (diluát) jsou čerpány na úpravě brýdového kondenzátu, kde je z kondenzátu odstraňován čpavek, poté je homogenizován s diluátem a takto upravené vody jsou vypouštěny do recipientu Nedvědička.

Povolená množství vypouštěných důlních vod z výpustného profilu:

$$Q_{\text{prům}} = 10 \text{ l/s} \quad Q_{\text{max}} = 15 \text{ l/s} \quad Q_{\text{roční}} = 300\,000 \text{ m}^3$$

Povolené emisní limity stanovených ukazatelů ve vypouštěných vodách:

$$\text{pH} = 6 - 9$$

$$\text{NL}_p = 15 \text{ mg/l} \quad \text{NL}_m = 25 \text{ mg/l} \quad 4,5 \text{ t/rok}$$

$$\text{RL}_p = 900 \text{ mg/l} \quad \text{RL}_m = 1000 \text{ mg/l} \quad 270 \text{ t/rok}$$

Povolené referenční úrovně radionuklidů ve vypouštěných vodách:

Ukazatel	ú. záznamová	ú. vyšetřovací	ú. zásahová
U_{nat} (mg/l)	0,01	0,1	0,3
^{226}Ra (Bq/l)	0,03	0,4	0,8

Biologická čistírna splaškových odpadních vod

Čistírna splaškových odpadních vod se nachází v areálu závodu Chemické úpravny o. z. GEAM. Zdrojem znečišťování jsou odpadní splaškové vody z areálu Chemické úpravny a část srážkových vod z neaktivní části tohoto areálu. Jedná se o mechanicko biologickou čistírnu odpadních vod s maximální kapacitou vypouštěných důlních vod 4 l/s. Tato čistírna odpadních vod je typ monoblokové čistírny, kde biologický stupeň je doplněn o objekty hrubého předčištění – lapač písku, česle a štěrbínovou nádrž. Základem zařízení je povrchový aerátor umístěný na plovákové konstrukci, který slouží k časovému provzdušňování odpadních vod s aktivovaným kalem.

Odpadní vody jsou předčištěny na lapači písku a česlích se štěrbínovou nádrží. Takto upravené natékají do monoblokové čtvercové nádrže s aktivovaným kalem, kde probíhá biologické čištění pomocí provzdušňování a následné odsazování. Odsazená odpadní voda je čerpána diskontinuálně do recipientu Nedvědičky. Kaly jsou po nastoupení odčerpávány a ukládány na odkaliště K 1.

Povolená množství vypouštěných důlních vod z výpustného profilu:

$$Q_{\text{prům}} = 1,6 \text{ l/s}$$

$$Q_{\text{max}} = 4 \text{ l/s}$$

$$Q_{\text{roční}} = 50\,000 \text{ m}^3$$

Povolené emisní limity stanovených ukazatelů ve
vypouštěných vodách:

NL _p = 30 mg/l	NL _m = 70 mg/l	1,5 t/rok
BSK _{5 p} = 25 mg/l	BSK _{5 m} = 50 mg/l	1,25 t/rok
CHSK _{Cr p} = 85 mg/l	CHSK _{Cr m} = 135 mg/l	4,25 t/rok

Dekontaminační stanice důlních vod R1

Dekontaminační stanice se nachází cca 200 m severně od důlního závodu Rožná 1. Čištěny jsou čerpané důlní vody z důlních prostor ložiska Rožná (cca 80 %) a průsakové vody z odvalu jámy Rožná 1. Maximální kapacita vypouštěných vod je 100 l/s. Důlní vody jsou čištěny pomocí srážení, následné filtrace a iontové výměny. Druhá dekontaminační stanice je v provozu v areálu jámy Bukov 1.

Z důlních vod je dávkováním chloridu barnatého vysráženo radium ve formě síranu radnato-barnatého. Vzniklá sraženina je zachycována na pískových filtrech. Z pískových filtrů je protiproudě vypírána do kalového pole. Z kalového pole je sraženina (produkt hornické činnosti) převážena do odkaliště I. Přefiltrovaná důlní voda je dále vedena do filtrů s iontoměniči, kde je z ní sorbován uran. Vyčištěná důlní voda je vypouštěna do recipientu Nedvědička.

Povolená množství vypouštěných důlních vod z výpustného
profilu:

$$Q_{\text{prům}} = 57 \text{ l/s} \quad Q_{\text{max}} = 100 \text{ l/s} \quad Q_{\text{roční}} = 1\,800\,000 \text{ m}^3$$

Povolené emisní limity stanovených ukazatelů ve
vypouštěných vodách:

$$\text{pH} = 6 - 9$$

$$\text{NL}_p = 15 \text{ mg/l} \quad \text{NL}_m = 30 \text{ mg/l} \quad 27 \text{ t/rok}$$

Povolené referenční úrovně radionuklidů ve vypouštěných vodách:

Ukazatel	ú. záznamová	ú. vyšetřovací	ú. zásahová
U_{nat} (mg/l)	0,01	0,3	0,5
^{226}Ra (Bq/l)	0,03	0,5	1,5

Vzhledem k faktu, že je zvýšena kapacita nové 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 řece Nedvědičce v měsících srpen, září a říjen.

5.4 Vliv na půdu

Sledování a vyhodnocování kontaminace půd se provádí v okolí skládky Bukov. Byl proveden odběr vzorků a analýza na obsah těžkých kovů (As, Cd, Cr, Hg, Ni a Pb). Výsledky neprokázaly překročení limitu obsahu rizikových prvků pro půdu. Dále se zjišťovala míra kontaminace půd radioaktivními látkami. U měření dávkového příkonu záření gama nedošlo k překročení referenčních úrovní.

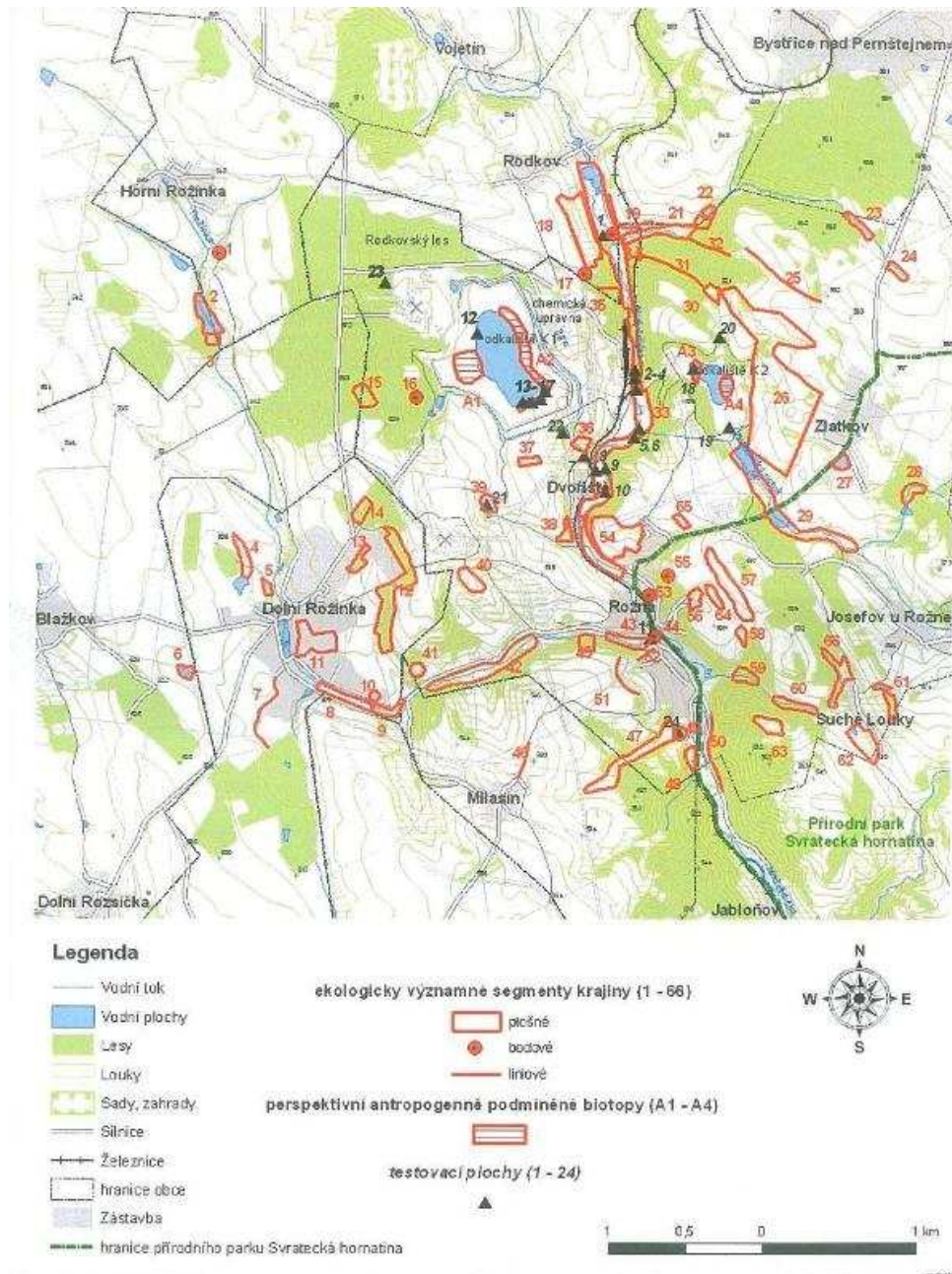
5.5 Vliv na biotu

Pro sledování ovlivnění ekosystémů bylo v zájmovém území vybráno 24 monitorovacích ploch (LACINA, J., CETKOVSKÝ, S., 2005). Dále zde bylo vymezeno celkem 66 bodových, liniových a plošných ekologicky významných segmentů krajiny (EVSK), které zaujímají plochu cca 150 ha.

Testovací plochy (TP) lze rozdělit do 3 skupin (podle LACINA, J., CETKOVSKÝ, S., 2005):

- plochy v odkalištích a v nivních a vodních ekosystémech Nedvědičky, Rožínky a Dvořištského potoka (TP č. 1 – 12)

- plochy na hrázovém systému odkališť a v její těsné blízkosti, zachycující celou škálu stádií přirozené sukcese (TP č. 13- 20)
- plochy v EVSK a v blízkosti těžby uranových rud (TP č. 21 – 24)



Obr. 10: Lokalizace testovacích ploch a EVSK
(Zdroj: LACINA, J., CETKOVSKÝ, S., 2005)

Pro posouzení vlivu na krajinu a biotu je důležitá znalost původního přírodního stavu krajiny a stavu aktuálního, který se odvíjí od rozmanitých antropogenních činností. Bez zásahu člověka by bylo ložisko Rožná se svým okolím téměř souvisle pokryto lesními porosty. V zájmovém území se na základě geobiocenologické typizace (ZLATNÍK, A., 1976) vyskytují zejména jedlodubové bučiny, typické bučiny, bučiny s javorem, jasanové olšiny, olšiny, hadcové bory, jedlové bučiny, typické jedlové bučiny a přesličkové jedlové smrčiny.

Nejrozšířenějšími potencionálně se vyskytujícími skupinami typů geobiocénů (NOVÁK V., HUDEC, K. a kol., 1997) v zájmovém území jsou jedlobukové a jedlové bučiny (buk lesní, jedle, javory, lípa velkolistá), v údolních dnech jasanové olšiny (olše lepkavá, jasan ztepilý, vrby). Smrky se vyskytovaly pouze ve vyšších polohách a borovice jen na extrémních stanovištích hadcových skal. V průběhu středověku byla dřevinná skladba výrazně přeměněna ve prospěch smrku a borovice, původní skladba téměř vymizela. Uměle zde byl vysazen modřín.

Nejrozšířenějšími živočichy v zájmovém území jsou ptáci. Vyskytují se zde i některé zvláště chráněné druhy (např. rorýs obecný, bramborníček černohlavý, moták pochop), regionálně vzácné a ohrožené druhy (slípka zelenonohá, skorec vodní, pěvuška modrá). Každoročně zde byli pozorováni na tahu či při hledání potravy například lejsek černohlavý, čáp černý, krkavec velký a ledňáček říční. Z ostatních skupin fauny se zde vyskytují ze zvláště chráněných druhů například rak říční, ropucha obecná, užovka obojková či rejsek černý. Populace těchto druhů nejsou těžbou, úpravou ani sanačními aktivitami významně ohroženy.

Zemědělsko-lesní krajina se díky intenzivnímu zemědělství a uranovému průmyslu změnila v průběhu minulého století na krajinu agro-industriální. Zanikla zde řada ekologicky významných struktur s typickou biodiverzitou vrchovin. Na druhou stranu zde v některých

místech vznikl nový reliéf a s ním spojené biotopy, které se zde dříve nevyskytovaly.

Tyto biotopy se stávají lokalitami dříve v krajině chybějících rostlin a živočichů. Na suchém a slunném hrázovém systému odkališť se spontánně objevily některé druhy rostlin a živočichů, které se nikde v okolí přirozeně nevyskytují (např. z rostlin: turan ostrý, chlupáček Bauhinův, hnidák kostrbatý, ze živočichů: užovka hladká, saranče modrokřídlá, křížák pruhovaný). Vybudováním odkališť vznikly volné vodní plochy podstatně rozsáhlejší než jsou zdejší malé rybníky. To se projevilo především přítomností řady druhů ptáků. Nejpočetněji jsou zastoupeny druhy kachna divoká, polák chocholačka, vzácněji se zde můžeme setkat s labutí velkou, rackem chechtavým, potápkou malou nebo čírkou obecnou. Tahovou zastávkou jsou odkaliště pro písíka obecného a vodouše bahenního (LACINA, J., CETKOVSKÝ, S., 2005).

Odkaliště a jeho blízké okolí jsou neustále ovlivňovány úpravárenskými a sanačními aktivitami. Vodní hladina výrazně kolísá a je zmenšována a rozčleňována zasypáváním hlušinou z odvalů a dalším odpadovým materiálem. Na odkalištích proto byly vymezeny čtyři perspektivní antropogenně podmíněné biotopy (suché hráze, slunné hráze, vodní biotop a mokřadní biotop). Účelem vymezení těchto biotopů je alespoň jejich částečné zachování a ponechání přírodnímu vývoji při sanačních a rekultivačních pracích na odkalištích v budoucnu. Nejrozšířenější spontánní proces osídlování biotou je na spodní terase odkaliště K 1, kde již došlo k souvislému rozvoji mlazin břízy, osiky, borovice lesní, hlohu aj. Na středních terasách je dominantním druhem třtina křovištní. Na nejvyšších terasách rostou zatím jen krátkověké byliny a trávy. Na ostatních testovacích plochách byly zachyceny pouze běžné výkyvy v četnosti a v pokryvnosti jednotlivých druhů rostlin.

Intenzivní zemědělství nepřestalo být provozováno ani v bezprostřední blízkosti vlivů uranového průmyslu. Analýza

zemědělských plodin však neprokázala překročení referenčních úrovní objemové aktivity uranu a radia. Zemědělská kultivace znamenala ztrátu travinobylinných luk s vysokou druhovou biodiverzitou.

5.6 Vliv na chráněné oblasti

V zájmovém území není vyhlášeno žádné maloplošné chráněné území ani území chráněné systémem Natura 2000. Údolím Nedvědičky prochází hranice přírodního parku Svratecká hornatina. Přímé ovlivnění těžbou a úpravou uranových rud ani koncipovanými sanačními zásahy se zde nepředpokládají.

6 ZÁVĚR

Cílem bakalářské práce bylo zhodnocení vlivu těžby a úpravy uranu na životní prostředí v oblasti Dolní Rožínky. V prvních kapitolách práce byla nastíněna stručná historie těžby uranu v České republice s důrazem na oblast Rožné a Dolní Rožínky. V dalších kapitolách jsem se věnovala struktuře a činnosti státního podniku DIAMO a jeho odštěpného závodu GEAM Dolní Rožínka. Seznámila jsem se s těžbou a úpravou uranové rudy, s provozem odkaliště a se zahlazováním následků hornické činnosti – rekultivacemi.

Nejdůležitější a nejobsáhlejší je kapitola věnovaná vlivu na složky životního prostředí, zejména vlivu na vody (nakládání s vodami, jejich dělení, dekontaminace a vypouštění do vodoteče po vyčištění). Vliv na ostatní složky životního prostředí je účinně minimalizován a v některých případech prakticky nevýznamný. Největším nebezpečím je únik radionuklidů do okolí. Ovlivnění životního prostředí je způsobeno kromě radioaktivity i přítomností některých těžkých prvků v hlušinových odvalech, důlních a v odkalištních vodách.

Těžba a úprava uranových rud na ložisku Rožná významně zasahuje do geosystému krajiny, společně s intenzivním zemědělstvím mění zemědělsko-lesní krajinu v okolí Dolní Rožínky na agro-industriální krajinu. O. z. GEAM věnuje dlouhodobě úsilí a nemalé finanční prostředky k omezení negativních vlivů na životní prostředí, které těžba a zpracování uranové rudy nevyhnutelně přináší.

Na základě vyhodnocení dosavadních výsledků pravidelného monitoringu životního prostředí bylo prokázáno, že v důsledku těžby a zpracování uranové rudy v oblasti Dolní Rožínka nedochází k závažnému znečišťování nebo poškozování životního prostředí. Pozitivní výsledky jsou rovněž dány používáním nových moderních technologií a samozřejmě i odbornými znalostmi řídicích zaměstnanců. Postupně naopak dochází ke zlepšování stavu

sledovaných veličin, parametrů a jednotlivých složek životního prostředí. Pozitivně se rovněž začíná projevovat efekt sanačních opatření, likvidačních a rekultivačních prací provedených v rámci útlumu těžby a odstraňování následků předchozí hornické činnosti na lokalitách ve správě o. z. GEAM.

7 SUMMARY

The bachelor thesis deals with the influence of the production and modification of uranium ore on the environment. Dolní Rožínka, the village in the Žďár nad Sázavou district, was chosen as a narrower area of my research. Deposit area Rožná, which is located near Dolní Rožínka, is the only area in the Czech Republic where uranium ore is still being exploited.

The following chapter of the bachelor thesis outlines a history of uranium ore mining with the emphasis on the area of Dolní Rožínka. Further I mention the activity and structure of the state enterprise DIAMO and its branch office GEAM. Methods of recultivation and working principles of the sludge beds and concentration plants there are also described. The most important chapter of this thesis is The Uranium Ore and Components of the Environment which deals with environmental impacts of the uranium ore mining and modification.

Key words: uranium ore, environment, Dolní Rožínka

8 POUŽITÁ LITERATURA A PRAMENY

LITERATURA

- BERNARD, M. a kol. (2008): Uran, bude se u nás znovu těžit? Sdružení Calla, České Budějovice, 34 s
- CIESLER, S. (2008): Rozhovor s Jiřím Ježem, ředitelem státního podniku DIAMO. All for power 2 (1) s. 10 - 28
- CETKOVSKÝ, S. (2003): Ekologická zátěž na příkladu vybraného území. (Dipl. práce - katedra geografie PŘF MU) Brno, 75 s.
- DEMEK J., NOVÁK V. (1992): Vlastivěda moravská – Neživá příroda. MZK, Brno, 242 s.
- HÁJEK, A. a kol. (2007): Od zahájení těžby uranu na ložisku Rožná uplynulo 50 let. URG 55 (10) s. 4 – 18
- HAVRLANT, M. (1998): Ekologické zátěže a jejich hodnocení. PŘF, OU, Ostrava 1998, 62 s.
- KOLÁŘOVÁ, H. (2001): Studium změn v krajině souvisejících s těžbou uranové rudy. (Dipl. práce - katedra geografie PŘF MU) Brno, 59 s., 3 příl.
- LACINA, J. a kol. (1998): Dokumentace o hodnocení vlivu na životní prostředí stavby sanace a rekultivace odkališť Dolní Rožínka. Mníšek pod Brdy, Středisko odpadů Mníšek s.r.o
- LACINA, J., CETKOVSKÝ, S. (2005): Biomonitoring krajiny ovlivněné těžbou a úpravou uranových rud v okolí Rožné na Českomoravské vrchovině. Dokumenta Geonica 2005, s. 76-94.
- LEPKA, F. (2003): Český uran, neznámé hospodářské a politické souvislosti. KNIHY 555, Liberec, 101 s.
- MARTINEC, P. a kol. (2005): Vliv útlumu hlubinného hornictví na děje v litosféře a životné prostředí. Dokumenta Geonica 2005, s. 104 – 116
- NĚMEC, J. (2009): Výšková pozorovací měření v oblasti ložiska Rožná. Občasník DIAMO 31 (1), s. 4

- NOVÁK, V., HUDEC, K. a kol. (1997): Vlastivěda moravská – Živá příroda. MZK, Brno, 335 s.
- VANĚK, V. (1970): Uran a rozvoj jaderné energetiky. Ústřední informační středisko pro jaderný program, Zbraslav nad Vltavou, 63 s., 4 přílohy
- VOSTAREK, P. a kol. (2006): Monitoring stavu složek životního prostředí s. p. DIAMO za rok 2005. Občasník DIAMO 28 (6), s. 1 - 6
- VOSTAREK, P. a kol. (2007): Monitoring stavu složek životního prostředí s. p. DIAMO za rok 2006. Občasník DIAMO 29 (6), s. 4 - 6
- VOSTAREK, P. a kol. (2008): Monitoring stavu složek životního prostředí s. p. DIAMO za rok 2007. Občasník DIAMO 30 (zvláštní číslo), s. 2 - 4
- ZLATNÍK, A. (1976): Přehled skupin geobiocénů v ČSSR. Zprávy Geografického ústavu ČSAV, Brno, 13 (3, 4), s. 55 - 64

Internetové zdroje:

- DIAMO, státní podnik: Lokalita Rožná (online). (cit. 2009-04-02). URL: <http://www.diamo.cz/lokality-geam/rozna>
- DIAMO, státní podnik: Činnosti o. z. GEAM (online). (cit. 2009-04-02). URL: <http://www.diamo.cz/cinnosti-geam>
- DIAMO, státní podnik: DIAMO, s. p. (online). (cit. 2009-04-02). URL: <http://www.diamo.cz/diamo-statni-podnik-straz-pod-ralskem>
- DIAMO, státní podnik: Vyhodnocení programu monitorování o radiační ochraně (online). (cit. 2009-05-03). URL: http://www.diamo.cz/images/stories/files/geam/radiacni_ochrana_2008.pdf
- DIAMO, státní podnik: Zpráva o výsledcích monitoringu a stavu složek životního prostředí (online). (cit. 2009-05-03). URL: http://www.diamo.cz/images/stories/files/geam/monitoring_geam_zp_2008.pdf

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č. 1: Fotodokumentace

- Pohled na areál důlního závodu Rožná 1 od obce Milasín
- Závod Rožná I
- Areál Chemické úpravný
- Pohled na areál Chemické úpravný od obce Rožná
- Pohled na chemickou úpravnu přes hladinu odkaliště K 1
- Odkaliště K 1
- Odkaliště K 2 se skládkou sanačního materiálu
- Skládky TKO Bukov v místě bývalého odvalu hlušiny
- Lesní rekultivace odvalu hlušiny u jámy č. 37
- Likvidované důlní dílo zavezením (průzkumná jáma č. 35)
- Výústní profil vyčištěných vod do potoka Nedvědičky

Příloha č. 2: Vývoj koncentrací U v hydrovrtech na odkališti K 1

Příloha č. 3: Vývoj koncentrací SO₄ v hydrovrtech na odkališti K 1

PŘÍLOHY

Příloha č. 1: Fotodokumentace



Pohled na areál důlního závodu Rožná 1 od obce Milasín
(foto: Kristýna Němcová, 12. 4. 2009)



**Závod Rožná I - těžní věž jámy Rožná 1,
v popředí odval hlušinového materiálu**
(foto: Ing. Jiří Němec, 3. 4. 2009)



**Areál Chemické úpravny - v popředí depo uranové rudy
a nová budova čištění nadbilančních vod**

(foto: Ing. Jiří Němec, 3. 4. 2009)



Lesní rekultivace odvalu hlušiny u jámy č. 37

(foto: Kristýna Němcová, 12. 4. 2009)



Pohled na areál Chemické úpravy od obce Rožná

(foto: Kristýna Němcová, 12. 4. 2009)



Pohled na chemickou úpravnu přes hladinu odkaliště K 1

(foto: Kristýna Němcová, 12. 4. 2009)



**Odkaliště K 1 - v popředí vyplavený rmut,
v pozadí těžní věž jámy Rožná 3**

(foto: Ing. Jiří Němec, 3. 4. 2009)



Odkaliště K 2 se skládkou sanačního materiálu

(foto: Kristýna Němcová, 12. 4. 2009)



Skládka TKO Bukov v místě bývalého odvalu hlušiny

(foto: Kristýna Němcová, 12. 4. 2009)



Likvidované důlní dílo zavezením (průzkumná jáma č. 35)

(foto: Kristýna Němcová, 12. 4. 2009)



Výpustný profil vyčištěných vod do potoka Nedvědičky

(foto: Kristýna Němcová, 12. 4. 2009)

