

# EKONOMICKÉ A EKOLOGICKÉ DŮSLEDKY TĚŽBY URANU V ČESKÉ REPUBLICE

Ing. E. Sequens, Ing. E. Hlasová a kolektiv



Vážené čtenářky, vážení čtenáři,

rozhodnutí vlády ze dne 21.července 1999, kterým ministři jednoznačně zamítli návrh ministra průmyslu a obchodu Miroslava Grégra na rozšíření těžby uranu, bylo důležitým avšak nikoliv rozhodujícím vítězstvím snah ekologů za ukončení činnosti uranového průmyslu v České republice a odstranění následků jeho činnosti. Nadále je však nutné věnovat problematice uranu značnou pozornost. O zmapování dnešního stavu v oblasti uranového průmyslu se pokouší předkládaná studie nazývající se "Ekologické a ekonomické důsledky těžby uranu v ČR." Toto dílo se snaží shrnout informace z oblasti uranového průmyslu. Je členěno do čtyř samostatných kapitol. Jedna kapitola pojednává o těžbě uranu po roce 1945. Většina informací však byla až do roku 1989 označována pojmem "přísně tajné". Vzhledem k této situaci nebylo snadné informace pro tuto studii z tohoto oboru získat. Studie si kladla za cíl předložit málo známé informace širší veřejnosti, hlavně potom zastupitelům měst a obcí a poslancům. Uvedené informace mohou posloužit i členům vlády, kteří rozhodují o aktivitách spojených s uranovým průmyslem. Přesto informace, které jsou obsaženy v této studii, i když nejsou zdaleka vyčerpávající, dávají dobrý základ pro rozhodování a zvažování priorit v oblasti těžby uranu a likvidace trvalých zátěží po uranové činnosti. Problematika uranu je díky vlivům na životní prostředí a zdraví občanů stále aktuální a do budoucna by podle našeho názoru měla být dále sledována ,vyhodnocována a zveřejňována.

Většinu finanční prostředků na vypracování souhrnu o ekologických a ekonomických důsledcích těžby uranu jsme získaly od Nadace Partnerství.

***Děkujeme za tuto podporu. Sdružení Jihočeské matky***

## OBSAH

### **1. TĚŽBA URANU V ČESKÉ REPUBLICĚ**

**Zpracoval Ing. E. Sequens**

- 1.1 VÝVOJ TĚŽBY URANU V ČESKÉ REPUBLICĚ
- 1.2 EKOLOGICKÉ ASPEKTY TĚŽBY
  - 1.2.1 VLIVY TĚŽBY URANU
  - 1.2.2 VLIVY VYRĚŽENÉ HLUŠINY
  - 1.2.3 VLIVY LOUŽENÍ IN SITU
  - 1.2.4 VLIVY ÚPRAVEN RUDY
  - 1.2.5 VLIVY SKLÁDEK KALŮ Z ÚPRAVNY URANOVÝCH RUD
  - 1.2.6 UKLÁDÁNÍ CIZORODÝCH LÁTEK
- 1.3 STRÁŽ POD RALSKEM - HAMR
- 1.4 ROŽNÁ
- 1.5 POTENCIONÁLNÍ NOVÁ LOŽISKA
- 1.6 ZÁVĚR

### **2. CHEMICKÁ ÚPRAVNA URANOVÉ RUDY MYDLOVARY MAPE**

**Zpracovala Ing. E. Hlasová**

- 2.1 ÚVOD
- 2.2 TROCHA HISTORIE
- 2.3 KAM BYL UKLÁDÁN KAL Z PROVOZOVNY MAPE V MYDLOVARECH
- 2.4 KONTAMINACE PO ČINNOSTI MAPE
- 2.5 BUDE EXISTOVAT V BUDOUCNOSTI ŘEŠENÍ?
- 2.6 JAK SE PRACOVALO NA MAPE
- 2.7 ZÁVĚR

### **3. PROČ BYL V ČESKOSLOVENSKU PO ROCE 1945 TĚŽEN A UPRAVOVÁN URAN?**

**Výňatek z knihy "Uranové doly v Jáchymově" - Jiří Svršek (1999)**

### **4. ZÁŘENÍ A ZDRAVÍ**

**Autoři: Bob Briscoe a Dave Amis (Artwork 1989)  
přeložila RNDr. Ivanka Elhotová<**

- 4.1. ZÁŘENÍ NEVIDITELNÉ, ALE SMRTELNÉ
- 4.2. ZDROJE ZÁŘENÍ
- 4.3. RADIAČNÍ JEDNOTKY

## **1. Těžba uranu v České republice**

*Zpracoval: Ing. Edvard Sequens*

### **1.1. Vývoj těžby uranu v ČR**

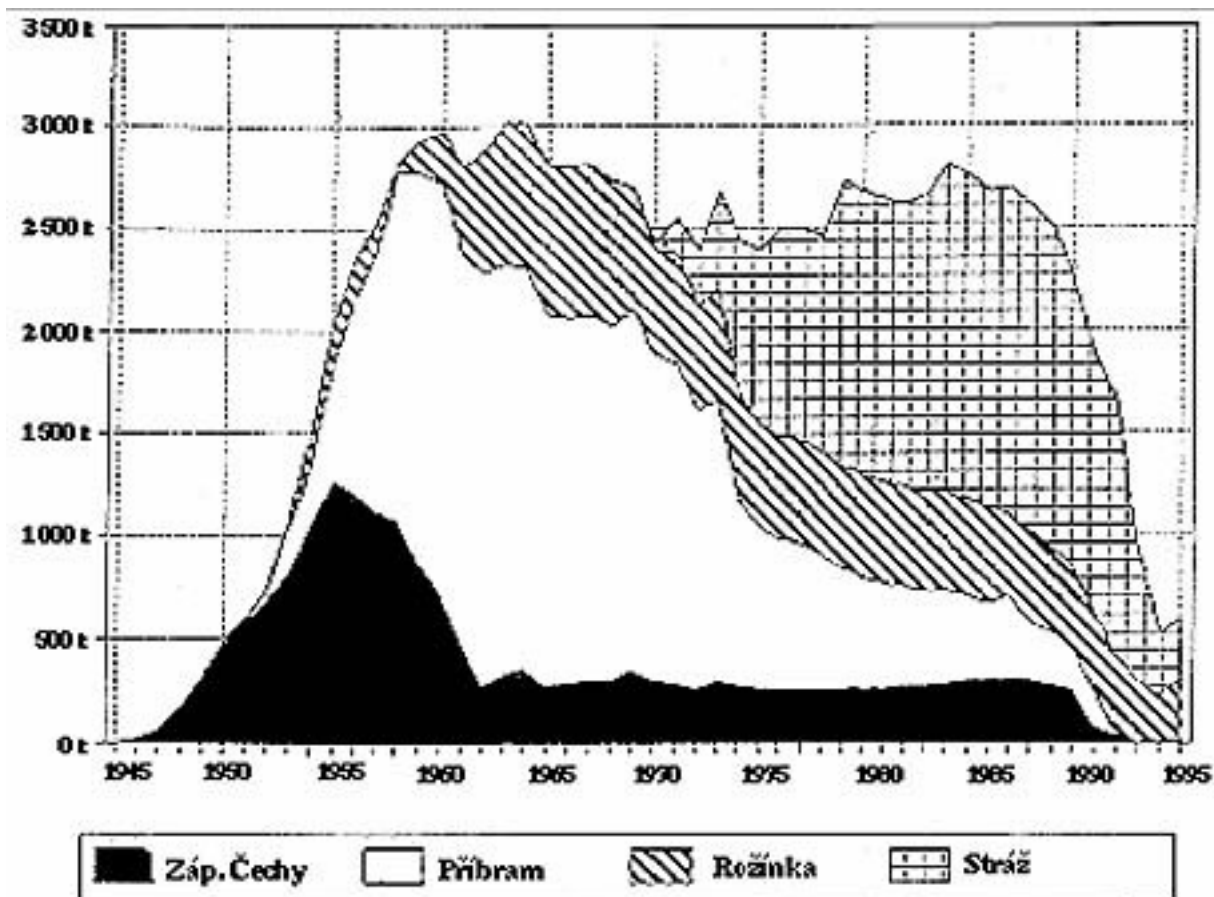
Český masiv je velmi bohatý na výskyt uranu. Uranová ruda (dříve smolinec) zde byla těžena již od roku 1840, konkrétně v Jáchymově a využívala se pro získávání rádia a polonia. Během let 1907 až 1939 byla zdejší roční produkce 2,5 - 5,5 g rádia. Objev jaderných zbraní znamenal start ohromného drancování našich uranových ložisek. První sovětská atomová bomba byla vyrobena z jáchymovského uranu. Až později přibyla těžba pro účely získávání jaderného paliva do atomových elektráren.

V České republice se uran dobýval v Jáchymově (do r. 1967), v okolí Příbrami (1948 - 1991), v Okrouhlé Radouni v jižních Čechách (1972 - 1990) u Vítkova v západních Čechách do roku 1991), v Zadním Chodově (do roku 1992), na Dyleni (do roku 1994), v Hamru a Křižanech poblíž Stráže pod Ralskem (do roku 1990), v Zálesí v Rychlebských horách a na dalších lokalitách.

Do roku 1989 se celkem vytěžilo 96 000 tun uranu, hornickým způsobem plných 85 000 tun. Dnes pokračuje těžba již jen v Dolní Rožínce (předpokládané uzavření v roce 2002). Ročně se zde vytěží 300 tun uranu. Jinou metodou získávání uranu je chemické loužení, které u nás probíhalo ve Stráži pod Ralskem v severních Čechách (do r.1996), kde v současnosti probíhá sanace, při níž se rovněž získává uran v množství 300 tun ročně. Vývoj těžby uranu v České republice v jednotlivých letech ukazuje níže uvedený graf.

Kromě zmíněných lokalit se provozovala tzv. průzkumná těžba na řadě jiných míst, o nichž je velmi obtížné získat celkový přehled - např. Nahošín v okrese Strakonice (1977 až 1987), Pucov v okrese Třebíč, Brzkov v okrese Žďár nad Sázavou (1984 až 1990) atd.

Uranová ruda se upravovala v předúpravárnách (Příbram, Jáchymov) a úpravárnách (MAPE Mydlovary - do roku 1991, Dolní Rožínka a Stráž pod Ralskem). Ještě v roce 1989 v nich bylo vyprodukováno 2.400 tun uranového koncentrátu proti nyníšším 600 tunám.

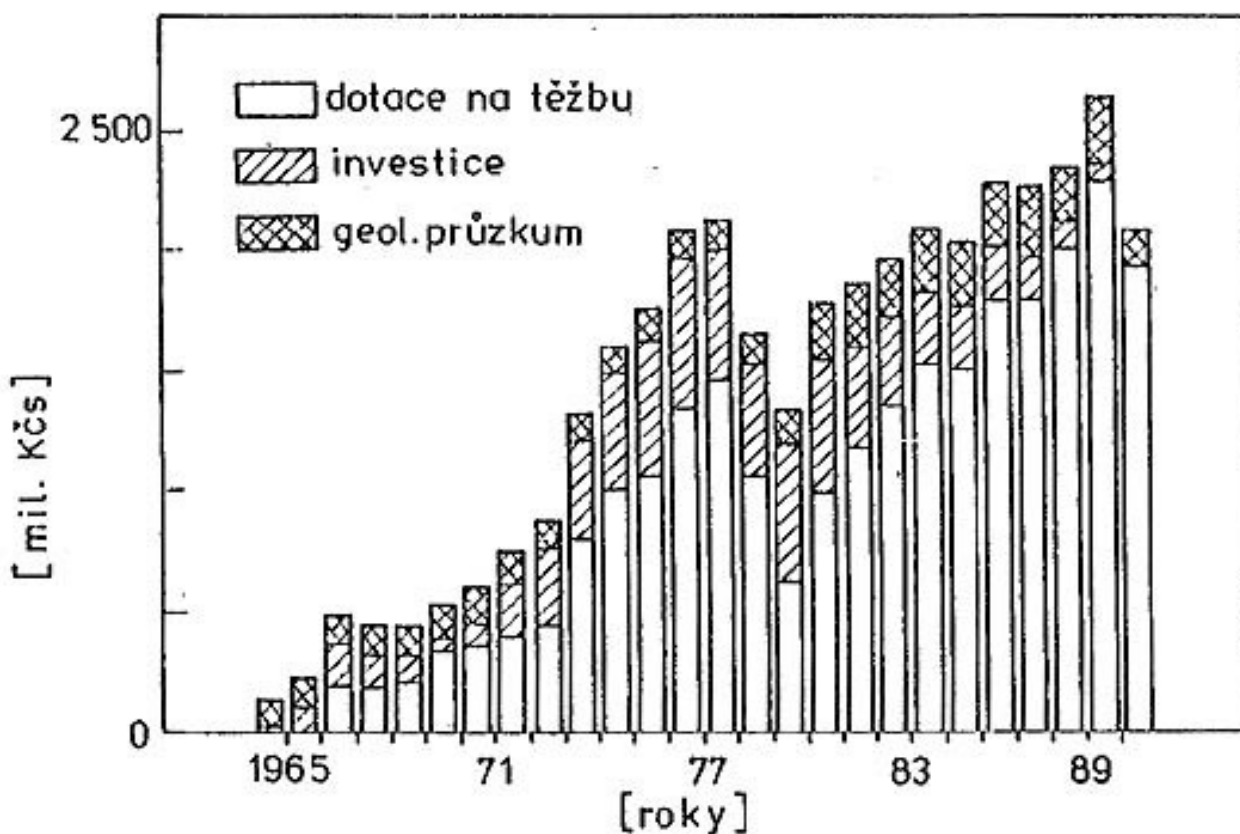


### Vývoj těžby uranu v jednotlivých produkčních oblastech v ČR v letech 1945 - 1995

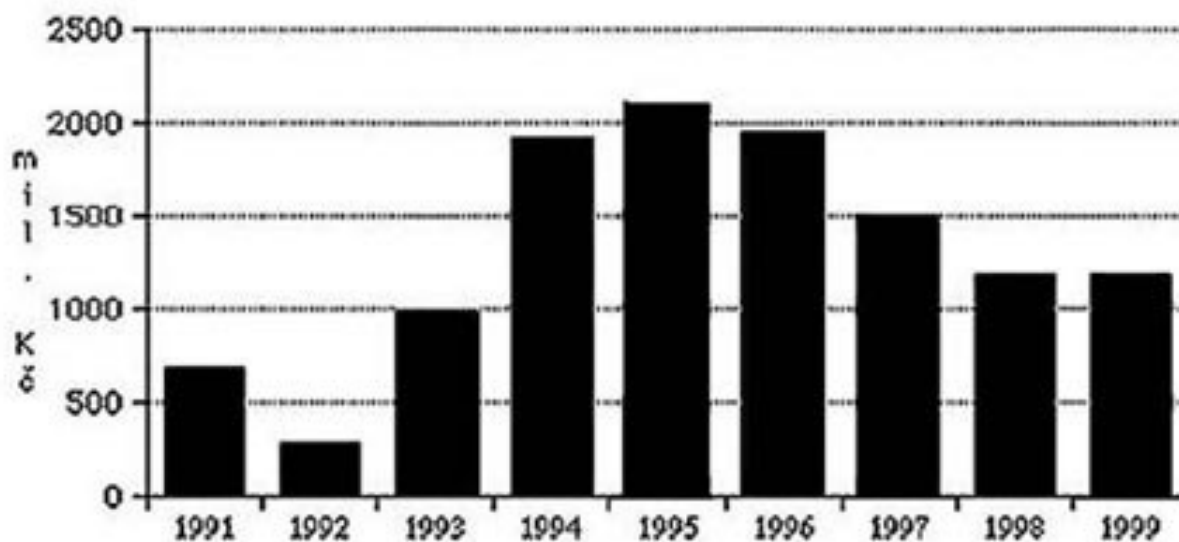
Vyrobený uranový koncentrát je skladován ve státních hmotných rezervách na základě usnesení vlády ČSFR 894/1990 a ČR 533/1991. Celkové množství takto skladovaného koncentrátu spolu se zásobami ve skladech státního podniku DIAMO (nástupce státního podniku Československý uranový průmysl) činí 3 240 tun. Je postačující na provoz jaderných elektráren Dukovany i Temelín až do roku 2011 [17].

Podle průzkumů se nachází v ČR nyní ještě 42.000 tun uranové rudy na ložiscích Brzkov - Věžnice, Mečichov a Osečná - Kotel [15]. Těžba uranu však prochází útlumovým programem hlavně z ekonomických důvodů - český uran je beznadějně nekonkurenceschopný a provozovatel jaderných elektráren ČEZ je prakticky nucen, aby jej odebíral, protože na světovém trhu by bylo možné nakoupit uran mnohem výhodněji. Vyhláška č. 300/1993 Sb. brání dovozu levnějšího uranu (či paliva z něj vyrobeného) ze zahraničí bude muset být zrušena nejpozději při našem vstupu do EU.

Průzkum a těžba uranu, a s ní spojené investiční náklady byly po celé období přímo dotovány státem, v sedmdesátých a osmdesátých letech v roční výši zhruba 2 miliardy Kč - viz graf. V současné době zase musí být dotován útlum těžby a sanace jejích následků. Technické projekty likvidace pro jednotlivé těžební oblasti na období od roku 1996 do ukončení útlumu kolem roku 2030 vykazují ve stálých cenách celkovou potřebu 52 miliard Kč [13, 17]. Pro rok 2000 byla ale v návrhu státního rozpočtu stanovena částka pouhých 48,1 miliónu Kč [19].



Dotace ze státního rozpočtu na útlum a asanaci následků těžby a úpravy uranu v ČR.[14]



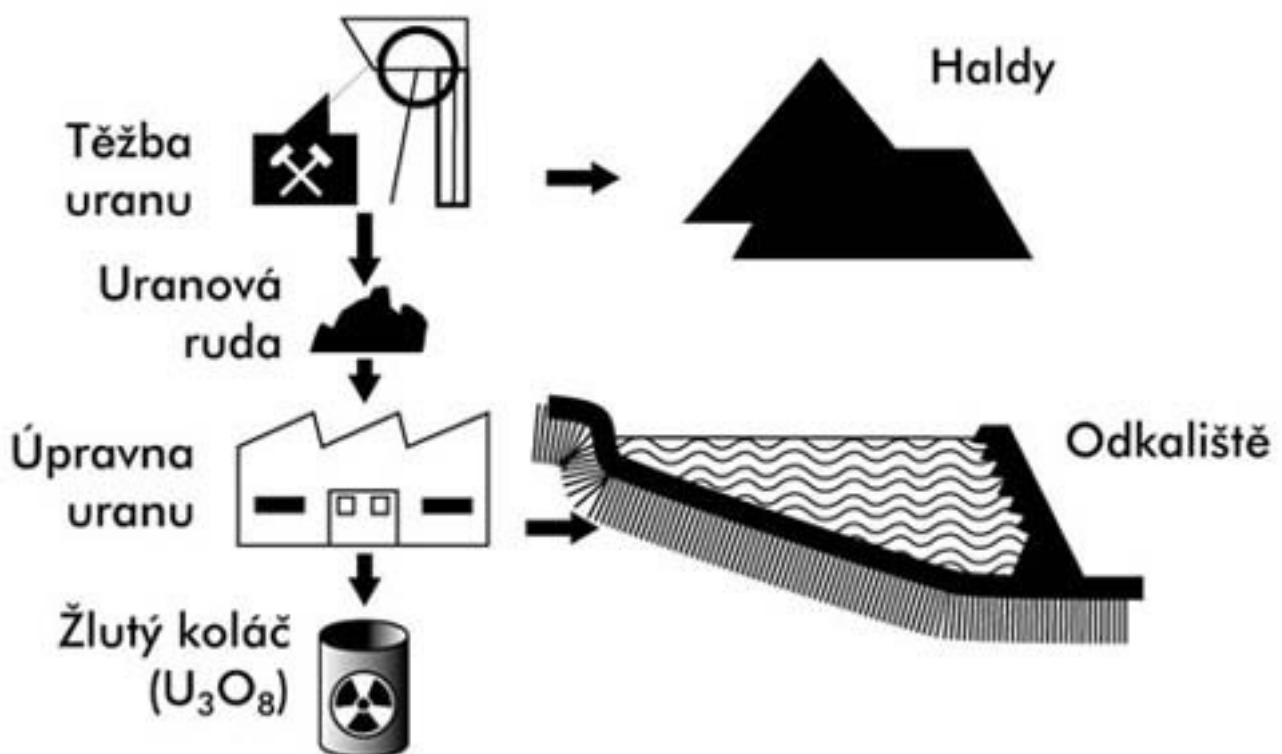
### Dotace uranového průmyslu v letech 1965 až 1990 [16]

#### 1.2. Ekologické aspekty těžby a zpracování uranových rud

V běžně dostupných materiálech shrnujících klady jaderné energetiky není nikdy opomenuto zdůraznění zdánlivého faktu, že jaderná energetika je zdrojem elektřiny naprosto čistým. Nepolemizujme nyní s tvrzením o čistotě či nečistotě normálního provozu jaderné elektrárny, ale podívejme se na to, co je základním předpokladem jejího provozu a její součástí, kterou si dovedou odmyslet jen jaderní osvětáři - na těžbu a zpracování uranových rud.

Uran netvoří obvykle souvislá ložiska jako jiné kovy. V horninách je většinou rozptýlena pro tuto vlastnost se dají jeho skutečné zásoby jen velmi těžko odhadnout. Uranové minerály jsou buď samy sloučeninami těžkých kovů a uranu nebo provázejí sloučeniny těžkých kovů. Uran se vyskytuje v rudách, které ho obsahují jen několik málo procent nebo desetin procenta. Ložiska s koncentracemi nad 1 % uranu se vyskytují jenom výjimečně, a to ještě v množstvích nejvýše několika tisíc tun. Uranové rudy obsahují kromě uranu samotného i jiné radioaktivní látky z jeho rozpadové řady. Z důvodů nízkého obsahu uranu v rudě navazuje na vlastní těžbu nákladné zpracování za účelem jeho koncentrování.

## Produkce uranu



Vytěžená hornina obsahuje značné množství balastní hlušiny, která se musí oddělit od vlastní rudy. Typické pro provozy těžby a zpracování uranu jsou tedy velké haldy odvalů, hlušiny a kalů po chemickém zpracování, v nichž se nacházejí radioaktivní doprovodné látky uranu jakož i nevytěžené zbytky uranu.

**Ekologické, bezpečnostní a rizikové aspekty získávání uranu lze principiálně rozdělit do tří oblastí, které vycházejí přímo z účinků radioaktivity a účinků těžkých kovů, které obsahuje uranová ruda, a to:**

- trvalé ohrožení zaměstnanců
- trvalé ohrožení obyvatelstva
- následky nehod.

**Dále do oblastí, které vycházejí z jiných následků získávání uranu:**

- účinky na krajinu a ekologické poměry v těžebních oblastech
- jiné než zdravotní účinky na život obyvatel těžebních oblastí [7].

Uranová ruda se zpravidla těží hornickým způsobem. Tento způsob má za následek podstatná množství odvalů. Ty se skládají z horniny, která jako krycí vrstva nebo mezivrstva obsahuje příliš málo uranu, aby bylo zajímavé ji zpracovat. Hornina ovšem přesto obsahuje tolik uranu a jeho radioaktivních produktů rozpadu, že může přispívat k ohrožení životního prostředí. Pro zaměstnance takového provozu následují významné dávky záření způsobené vdechnutím vzduchu s radonem, aerosoly a prachem.

Úpravny uranové rudy produkují chemickou sloučeninu obsahující uran - diuranát amonný. Tomu předchází pravidelně několikastupňová chemická přeměna uranu. Před chemickým zpracováním se musí uranová ruda nejdříve rozpojit. To se děje několikastupňově v drtičích a mlýnech. Tento proces produkuje samozřejmě odpady. V pevných odpadech se převážně nachází výchozí materiál, protože obsah uranu činí jen několik desetin procenta v nejlepším případě několik procent. Odpad se ukládá na haldy nebo do kalojemů - obsahuje radioaktivní látky a těžké kovy. Vedle pevných odpadů se produkuje poměrně velké množství odpadních vod. Tyto vody se vyznačují vysokou solností a také obsah radioaktivních prvků je obvykle poměrně značný. Množství odpadů z chemické úpravy lze s ohledem na technologii redukovat jen obtížně.

Z hald a kalojemů se mohou radioaktivní látky dostat do životního prostředí třemi způsoby:

- odvátným prachem
- přes výrony radonu
- jako rozpuštěné látky.

Uvolněný prach odpovídá svým složením materiálu haldy nebo kalojemu, a obsahuje tedy jak těžké kovy, tak radioaktivní látky. Izotopy radonu, popř. jeho předchůdců v rozpadové řadě, jsou v materiálu hald z důvodu obsahu uranu obsaženy vždy. Radon se uvolňuje v závislosti na vzdálenosti materiálu od povrchu haldy nebo kalojemu a na průchodnosti uloženého materiálu pro tento plyn. Při těchto faktech je třeba vzít v potaz, že i rozpadové produkty radonu jsou radioaktivní a působí pak jako jemné aerosoly.

Rozpuštěné radioaktivní látky se mohou z haldy či kalojemu uvolnit prosakující srážkovou resp. nadržanou vodou. Radioaktivní škodliviny se totiž vyskytují v haldách a kalojemech jen ve více či méně rozpustné formě, nikoli však v absolutně nerozpustné formě.

### **1.2.1. Vlivy těžby uranu**

Uranová ruda se dobývá hlubinnou nebo povrchovou těžbou. Kromě chemické těžby ve Stráži pod Ralskem se u nás těžilo hornickým způsobem, nejznámějšími oblastmi je Příbramsko, Jáchymovsko, Hamr, Dolní Rožínka, ale i další. Jako při každé těžbě, dochází k záboru půdy negativně poznamenávajícímu ráz krajiny. Rovněž jsou narušovány lesní porosty se všemi důsledky na ekosystém. V některých případech, např. v okolí Příbrami, dochází k propadání poddolovaných oblastí.

Obsah uranu v rudě se pohybuje většinou kolem 0,1%, proto se musí vytěžit velké množství rudy, aby se získalo potřebné množství uranu. V počátečních letech se dobývala uranová ruda především z povrchu blízkých ložisek povrchovou těžbou, později pokračovala dobývka do hloubky v hlubinných dolech. Propadem cen na světovém trhu se počátkem 80. let stala hlubinná těžba mnohých ložisek příliš drahá, proto byla řada uranových dolů uzavřena. Uzavírány jsou i poslední české uranové doly ve Stráži pod Ralskem a v Dolní Rožínce.



Během provozu uranového dolu se do ovzduší dostává ventilací velké množství vzduchu zatíženého radonem a prachem. Tím se sice udržuje zatížení horníků v povolených mezích, zvyšuje se ovšem současně zatížení obyvatel okolí. Toto zatížení přetrvává i po zastavení těžby uranu, dokud se štoly v rámci útlumových prací provětrávají. Například v Bulharsku leží uzavřený uranový důl v bezprostřední blízkosti vesnice Elešnica. Je příčinou zvýšeného obsahu radonu v okolí. Předpokládá se, že v důsledku toho připadá 0,3 - 1 případ rakoviny plic ročně na 2600 obyvatel obce [8].

Radon a prach, které se dostávají z dolů ventilací, však nevedou při přímém vdechnutí pouze k dávkovému úvazku obyvatel: analýza různých vzorků potravin, které byly vyrobeny v oblasti těžby uranu v revíru Ronneburg v Sasku, ukázala, že při požívání domácích potravin vyprodukovaných z pšenice pěstované u ventilační šachty vznikl příkon dávkového ekvivalentu ve výši 0,33 mSv ročně. V obci Rožná činí současná kolektivní efektivní dávka 0,209 Sv za rok [8].

Za účelem snižování hladiny spodní vody během provozu dolu se odčerpávají velká množství vody do řek, potoků nebo jezer. V ČR došlo v důsledku do roku 1989 nedostatečného čištění odpadních vod dolu Hamr i ke kontaminaci sedimentů řeky Ploučnice a záplavového území v její nivě v délce zhruba 30 km až k jejímu ústí do Labe v Děčíně. Kontaminována je plocha o výměře celkem 6768 ha. Dávkový příkon záření gama dosahuje na některých místech hodnot až 3,1 mGy/h, což je třicetinásobek přirozených hodnot [9].

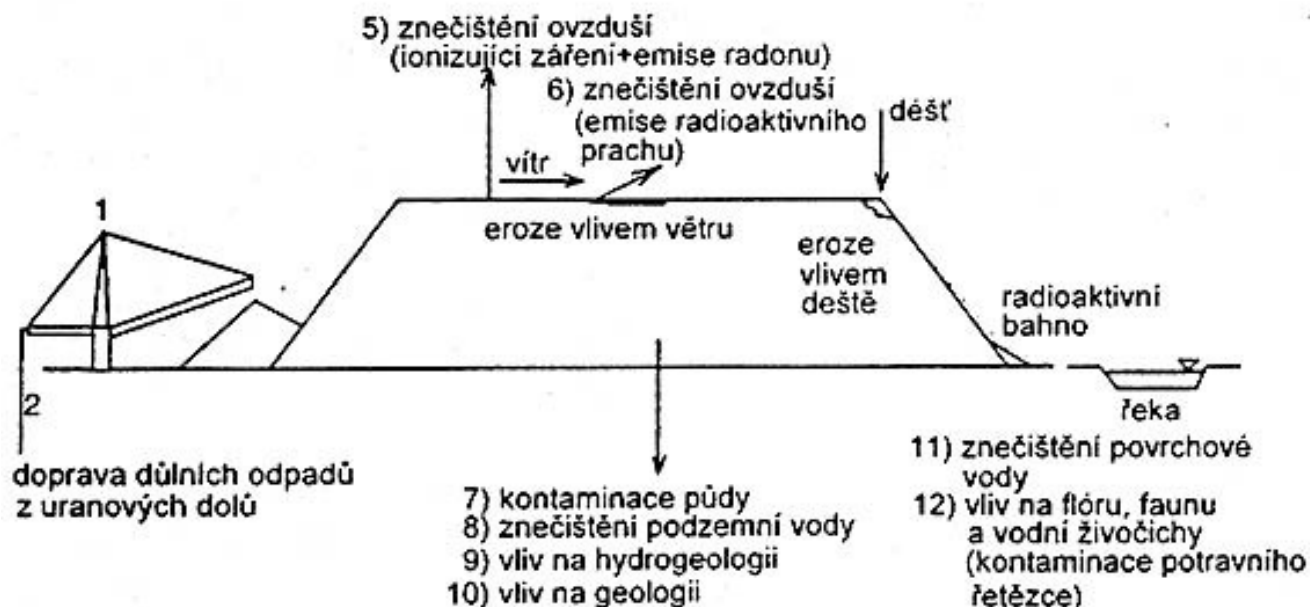
Ve starých hornických oblastech v Krušnohoří se mísí problémy hornické činnosti probíhající již od středověku s problémy těžby uranu. Kupříkladu v okolí Jáchymova lze naměřit výjimečně vysoké hodnoty obsahu radonu v bytech (v obytných prostorách není vzácností hodnota 20.000 Bq/m<sup>3</sup>, ve sklepích až 100.000 Bq/m<sup>3</sup>), podobně v okolí Petrovic na Příbramsku. Vážné potíže s radonem jsou ale i na jiných uranových lokalitách. Protože věda není jednotná v hodnocení rizika vzniku rakoviny plic při tak vysokých hodnotách obsahu radonu v bytech, bude třeba provést rozsáhlé epidemiologické výzkumy. Takové se provádí ve východoněmeckých oblastech těžby uranu a ukázaly v mnohých městech u mužů zvýšený výskyt rakoviny plic, který lze odůvodnit profesionálním zatížením při těžbě uranu. V okolí Schlemy a Schneebergu však byl nalezen zvýšený výskyt rakoviny plic i u žen [8].

Uranovými doly prošly desítky tisíc lidí, horníků i politických vězňů (Příbram, Jáchymov). Mnozí si díky tomu odnesli trvalé poškození zdraví, či předčasně zemřeli. Dlouhodobý výzkum rakoviny plic u uranových horníků v Československu [12] ukázal, že ze 4043 uranových horníků, kteří začali pracovat v uranových dolech mezi lety 1948 a 1968 a pracovali v nich v průměru 10 let, onemocnělo do roku 1980 celkem 484 rakovinou plic vedoucí k předčasné smrti, o 387 více než bylo možné očekávat. Maximum (7x zvýšený výskyt rakoviny plic) bylo zaznamenáno po 22 letech od začátku zátěže. Střední doba od počátku zátěže až do smrti na rakovinu plic činila 19 let. Vedle rakoviny plic byl nalezen u uranových horníků i signifikantně zvýšený počet případů rakoviny kůže, který nebyl prokázán naproti tomu u horníků uhelných dolů.

### **1.2.2. Vlivy vytěžené hlušiny**

Hlušina vzniká v povrchové těžbě při odstraňování nadloží a v hlubinné těžbě při ražbě štol nezrudněnými zónami. Haldy hlušiny obsahují často zvýšené koncentrace radioaktivních složek oproti nezatížené hornině. Jiné haldy obsahují chudé rudy, jejichž obsah uranu je příliš nízký pro zpracování. Přejít mezi hlušinou a chudou rudou, popř. rudou, je plynulý a závisí na technických možnostech a ekonomických podmínkách těžby.

- 1) územní požadavky
- 2) změna krajiny
- 3) vliv na místní klima (změněné proudění vzduchu)
- 4) vliv na zvířata, flóru a faunu (překážky volnému pohybu)



Při hornickém způsobu těžby uranové rudy vzniklo na území ČR 38 velkých hlušinových odvalů (Jáchymovsko, Tachovsko, Příbramsko, Stráž po Ralskem, Dolní Rožínka atd.) o celkovém objemu 43 177 000 m<sup>3</sup> na ploše 2460 tisíc m<sup>2</sup>.

Navíc jde o několik set lokalit po báňském geologickém průzkumu na uran, na kterých je uloženo celkem cca 1 milion m<sup>3</sup> hlušiny. Z měření u pat hald vyplývá, že dávkový ekvivalent ionizujícího záření je zde několikanásobně vyšší oproti přírodnímu pozadí. Rovněž je tu problém prašnosti, zejména v době zakládání nebo likvidace odvalů.

Všechny tyto haldy ohrožují obyvatele a životní prostředí i po ukončení hornické činnosti dlouhodobě z důvodů uvolňování radonu a průsaků radioaktivních a toxických složek do spodních vod. Odvaly dolů v oblasti Schlema/Aue v Sasku mají objem 47 milionů m<sup>3</sup> a pokrývají plochu 343 ha. Darmstadtský Öko-Institut vypočítal riziko onemocnění rakovinou plic během celého života na 20 - 60 případů na 1000 obyvatel. Protože radon se šíří rychle větrem, musí se vzít v úvahu i riziko obyvatel v širším okolí: Öko-Institut počítá s výskytem dalších 6 případů rakoviny plic ročně v okruhu 400 km (tedy i v ČR) [1,6].

Další problém hald představují průsakové vody, které mizí ve spodních vodách. Ze zbytku se zachycuje na úpatí haldy pouze zlomek. Mnohdy se hlušina zpracovávala i na štěrk nebo cement a používala při výstavbě silnic nebo železnic. V Československu bylo možné používat pro stavbu silnic až do roku 1991 materiál s obsahem uranu až 200 g/t a obsahem rádia až 2,22 Bq/g. Tím se rozšířily radioaktivní látky ve velké oblasti. Pro část materiálu nelze vůbec vysledovat, kde byl využit.

### 1.2.3. Vlivy loužení in situ

Při loužení in situ se uranová ruda netěží z jejího ložiska, ale loužící roztok (v Evropě většinou kyselina sírová) se vtlačí systémem vrtů do podzemního ložiska, a z jiných vrtů se odčerpává roztok obsahující uran (hovorový pojem "loužení" při používání kyseliny sírové je přísně vzato nesprávný). Tato metoda je použitelná pouze pro ložiska, která se nacházejí ve vodopropustné hornině ve vodonosné vrstvě, která je obklopena ze všech stran nepropustnými vrstvami.

Loužení in situ nabývá s propadem cen uranu na významu. V USA je loužení in situ dnes z ekonomických důvodů jediná ještě použitelná technologie pro získávání uranu. V ČR se loužení in situ praktikovalo ve velké míře ve Stráži pod Ralskem v severních Čechách, kde bylo do podzemí vtlačeno více než 4 mil. tun kyseliny sírové a dalších chemických látek a kde se budeme ještě řadu let potýkat s následky takovéto těžby.

Výhody této metody jsou:

- redukce ohrožení personálu v důsledku havárií a ionizujícího záření
- nižší náklady
- není třeba velkých deponií kalů.

Naproti tomu stojí nevýhody:

- nebezpečí úniku loužícího roztoku z ložiska a následující zatížení spodních vod
- nepředvídatelné účinky loužícího roztoku na horninu ložiska
- vznik jistého množství odpadních kalů a odpadních vod při zpětném získávání loužícího roztoku
- nemožnost obnovit přirozený stav loužené zóny po ukončení vyluhování.

### 1.2.4. Vlivy úpraven rudy

Ruda získaná povrchovou nebo podpovrchovou těžbou se v úpravně rudy rozemele a louží. Úpravna rudy je speciální chemická továrna, která se nachází většinou v blízkosti důlních děl, za účelem získání uranu z rudy. Poslední z takových funkčních zařízení v ČR je závod GEAM Dolní Rožinka. Ve většině případů přichází v úvahu jako loužící roztok kyselina sírová, používá se ale i alkalické loužení. Protože loužící roztok rozpustí z rudy nejen uran, ale i ostatní složky jako molybden, vanad, selen, železo, olovo a arzén, musí být uran ze získaného roztoku oddělen ionexovými výměníky. Konečný produkt úpravy rudy je tzv. žlutý koláč (Yellow Cake -  $U_3O_8$  s nečistotami), který se plní do sudů a odesílá se pro výrobu jaderného paliva.

Během provozu představuje úpravna rudy problém hlavně kvůli kontaminované prašnosti. Při likvidaci úpravy vznikají velká množství radioaktivně zamořeného šrotu, která se musejí bezpečně skládkovat.

### 1.2.5. Vlivy skládek kalů z úpravy uranových rud

Zbytky z procesu úpravy rudy se zpravidla vedou ve formě kalu do odkalovacích nádrží, kde se ponechají samy sobě. Usazovací nádrže (kalojemy) se zakládají buď ve stávajících sníženinách nebo se zřizují přehradní hráze či hráze uzavírající obvod zamýšleného prostoru. V takovýchto odkalištích je v ČR deponováno několik desítek milionů tun kalů. Pro urychlení sanace se nyní uvažuje o začerpání volných vod z těchto odkališť z Hamru a z Rožné do opouštěných uranových dolů.

Množství kalů je prakticky stejně velké jako množství vytěžené rudy: při obsahu uranu např. 0,1 % zůstane 99,9 % odpadní rudy. Kal obsahuje kromě uranu ještě všechny

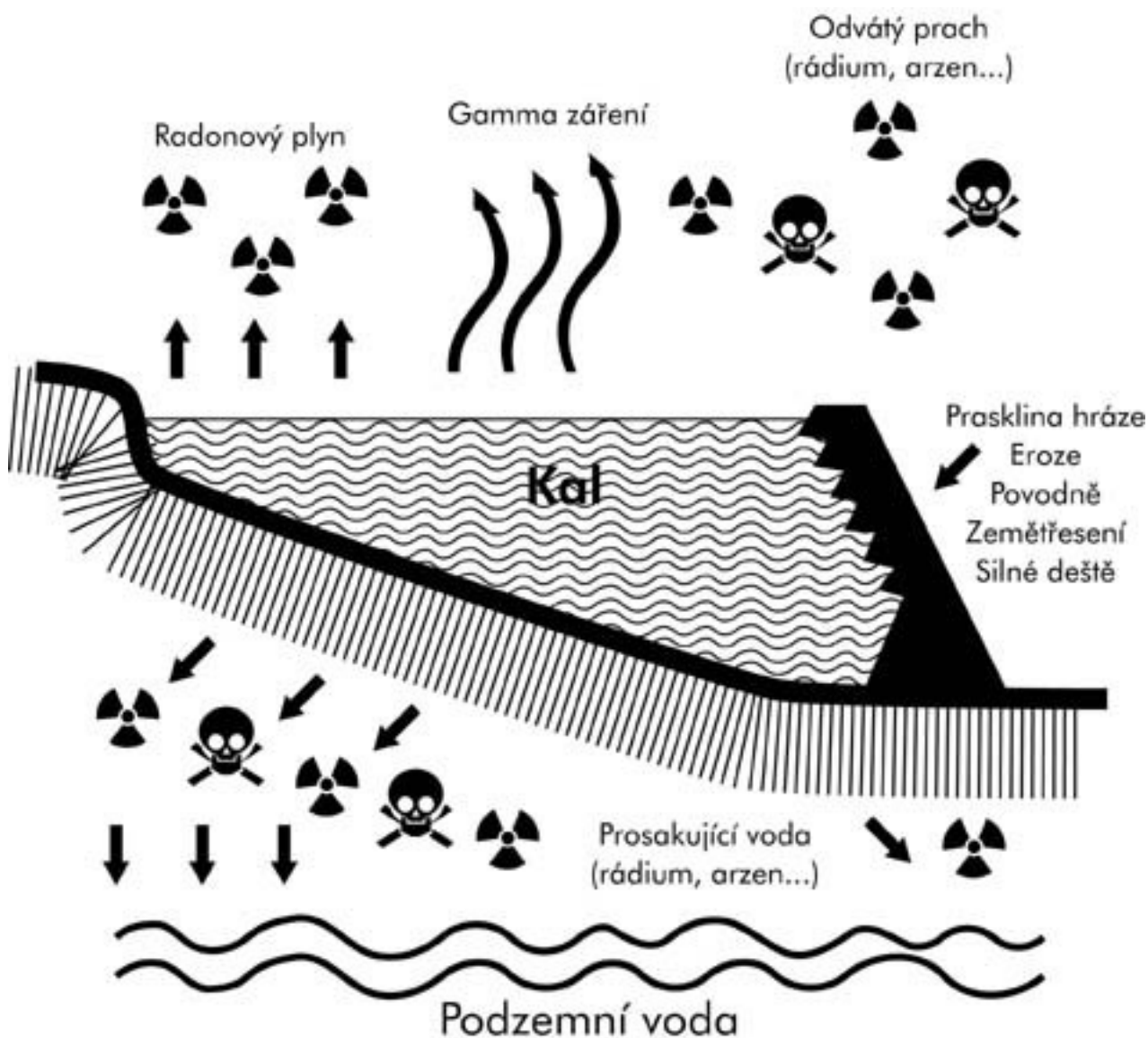
součásti rudy. To znamená, že kal obsahuje ještě 85 % původní radioaktivity rudy, protože dlouhodobé rozpadové produkty jako thorium 230 a rádiu 226 se neodstraní. Jelikož z technických důvodů nelze získat vřechen uran, obsahuje kal také ještě 5 až 10 % původně v rudě obsaženého uranu [3].

V kalu obsažené rádiu 226 se průběžně rozpadá na radioaktivní plyn radon 222. Část tohoto radonu unikne z vnitřku deponie kalů a znečistí atmosféru. Vznikající radon 222 má sice poměrně krátký poločas rozpadu 3,8 dne, protože ale z rozpadu rádia 226 vzniká stále další radon, představuje radon z důvodů dlouhého poločasu rozpadu rádia 226 (1620 let) dlouhodobé nebezpečí. V kálech ovšem není pouze rádiu 226, ale i jeho předchůdce v rozpadové řadě, thorium 230. Jeho radioaktivní rozpad odeznívá s poločasem rozpadu 80.000 let a produkuje tak kontinuálně nové rádiu 226. Teprve po zhruba 1 miliónu let odezní radioaktivita kalů, a tím i radonové emise do té míry, že je určována pouze zbytkovým obsahem uranu 238, který sám produkuje nové thorium 230. Pokud například se z 0,1 %-ní rudy získá 90 % uranu, stabilizuje se záření kalů po 1 miliónu let na 33-ti násobné úrovni nezatíženého materiálu. Z důvodů poločasu rozpadu uranu 238 ve výši 4,5 miliardy let prakticky nedojde k žádnému dalšímu zeslabení záření [4].

Kromě toho jsou v kalu zastoupeny ještě jiné škodliviny, které pocházejí ze zpracované uranové rudy, jako je například arzén nebo různé těžké kovy. Dodatečně obsahuje kal ještě chemikálie, které se použily při procesu úpravy rudy. Vřechny tyto nebezpečné látky se dostávají ze své bezpečné izolace pod zemí a ve formě jemného písku, například kalu, se jim dostalo schopnosti šířit se v životním prostředí. V deponii kalu se navíc látky nacházejí v geochemické nerovnováze, což vede uvnitř deponie k různým procesům, které s sebou přinášejí další ohrožení životního prostředí, jako například:

- v deponii obsažené soli zabraňují odvodnění kalů, které je nutné ke zvýšení stability deponie a k poklesu úniků průsakové vody. Tyto soli vedou na druhé straně k vysušování sousedících oblastí s nižším obsahem soli a tím například k tvorbě trhlin v povrchu deponie. V suchých oblastech se mohou škodliviny obsahující soli pohybovat k povrchu, kde jsou vystaveny erozi a mohou se uvolnit do životního prostředí.
- pokud rudy obsahují minerál pyrit ( $\text{FeS}_2$ ), tvoří se v deponii za přístupu srážek a kyslíku kyselina sírová, která vede ke stálému samovolnému vyluhování škodlivin.
- chemické reakce mezi kaly a eventuálně přítomným spodním utěsněním deponie mohou vést k ovlivnění těsnícího účinku a tím k zesílenému úniku škodlivin s průsakovými vodami do spodních vod.

Z důvodů jejich vlastností představují kaly z úpraven uranových rud zvláště problematický potenciál ohrožení: Radionuklidy obsažené v deponii kalů vysílají gama záření, které na povrchu dosahuje dvaceti - až stonásobku přirozeného pozadíového záření. Se vzdáleností od deponie ovšem záření gama rychle ubývá. Je to riziko pouze pro obyvatele v bezprostředním okolí.



### Potenciál nebezpečí přepracovaných kalů

Největší nebezpečí i po ukončení těžby uranu představuje radioaktivní plyn radon 222 unikající z kalojemů, protože neustále nově vzniká po dlouhá období a může u lidí způsobit rakovinu plic. Dodatečné riziko onemocnění rakovinou plic bylo stanoveno americkým úřadem pro ochranu životního prostředí EPA pro obyvatele v blízkosti otevřené deponie kalů s plochou 80 ha na 2 případy na 100 obyvatel.

Protože se radon větrem rychle šíří, zatěžuje mnoho lidí i v okolí malými dodatečnými dávkami záření. Dodatečné riziko je sice pro jednotlivce malé, kvůli velkému počtu postižených však mohou být účinky nezanedbatelné. EPA vypočítala, že radon unikající ze všech kalojemů v USA v roce 1983 způsobí za století asi 500 dodatečných smrtelných případů plicní rakoviny, pokud nedojde k bezpečné sanaci [2].

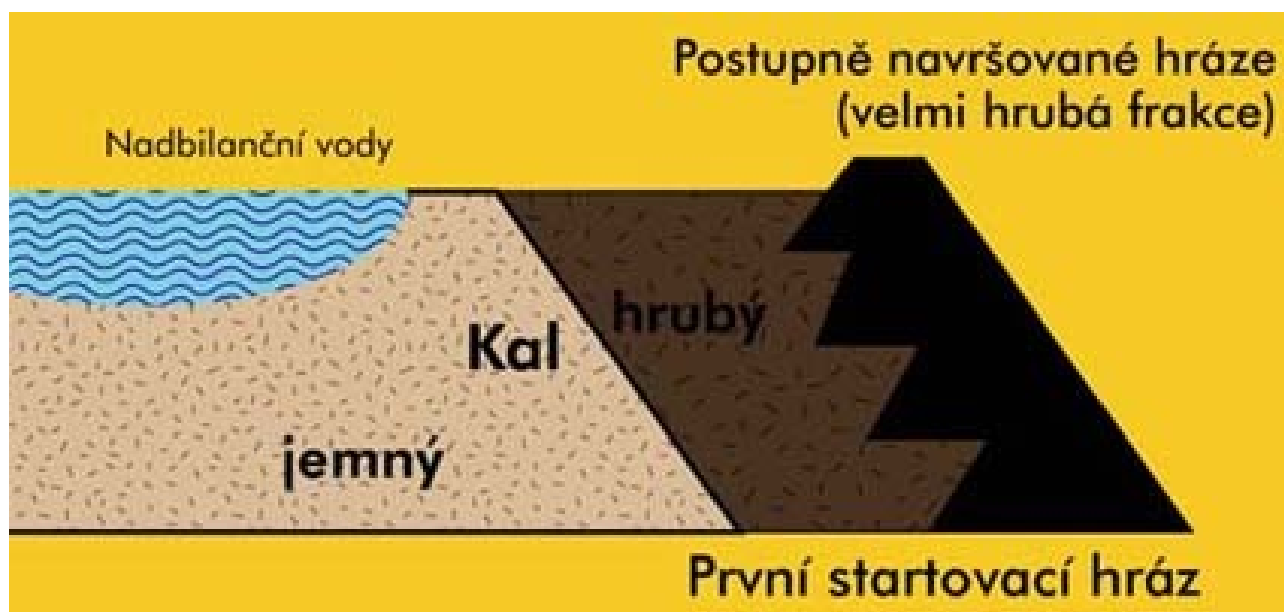
Deponie kalů jsou různým způsobem vystaveny erozi. Kvůli dlouhým poločasům rozpadu uložených radionuklidů musí být bezpečnost deponií zajištěna dlouhodobě. Srážky mohou vést ke tvorbě erozních rýh; při povodních může být poničena celá

deponie; kořeny rostlin a zvířata mohou proniknout do deponie, a tím umožnit únik uloženého materiálu, zvýšit emise radonu a urychlit erozi způsobovanou povětrnostními vlivy. Pokud povrch kalojemu vyschne, může jemný písek rozvát vítr na sousední pozemky. Ve střední Evropě leží v bezprostřední blízkosti lidská sídla. Ve vzorcích prachu se, např. ve vesnicích ležících v okolí zařízení firmy WISMUT (SRN), nacházejí zvýšené obsahy rádia 226 a arzenu - v Oberrothenbachu u Zwickau jsou limity pro arzen v prachu překročeny šestkrát [8]. Podobnými potížemi trpí obce v okolí odkališť MAPE Mydlovary.

Hráze deponií kalu mnohdy nejsou konstruovány obzvlášť stabilně: někdy jsou zhotoveny dokonce z hrubších částic samotného kalu nahrnutím, v důsledku čehož je posouzení stability spojeno s velkými nejistotami. Některé jsou postaveny na geologických poruchách.

Dále může dojít k selhání hrází v důsledku silných dešťových srážek, pokud vodní hladina nastoupá příliš rychle. V minulosti došlo opakovaně k protržení hrází, jako např.:

- 1977, Grants, Nové Mexiko, USA: únik 50.000 t kalů a šterku a několik miliónů litrů zamořené vody
- 1979, Church Rock, Nové Mexiko, USA: únik více než 1000 t kalů a šterku a kolem 400 miliónů litrů zamořené vody
- 1984, Key Lake, Saskatchewan, Kanada: únik více než 100 miliónů litrů kontaminované tekutiny [8].



Z USA jsou známy případy, kdy se použil vysušený kal k výstavbě domů nebo k zavázkám, protože je jemné, písčité povahy. V domech, které jsou postaveny na takovém materiálu, nebo dokonce z něj postaveny, lze naměřit vysoké úrovně gama záření a radonu. Americký úřad ochrany životního prostředí EPA vyčíslil pro obyvatele takových zamořených domů riziko onemocnění rakovinou plic na 4 případy ze sta [5]. Z České republiky dosud není známo zneužití kontaminovaného materiálu z kalojemů tímto způsobem.

Průsaková voda uvolňující se z deponií kalu zatěžuje spodní i povrchovou vodu. Obyvatelstvo je tedy ohroženo rádiem 226 a jinými nebezpečnými látkami jako je arzén v pitné vodě a v rybách, které se chytají v okolí. Problém průsakových vod je velmi důležitý u kyselých kalů, protože zúčastněné radionuklidy jsou v kyselém prostředí pohyblivější. Situaci ještě zhoršuje přítomnost minerálu pyritu ( $\text{FeS}_2$ ) : potom může samovolný přirozený vyluhovací proces uvolňovat radioaktivní látky z deponie kalu po staletí. Za příznivých geochemických podmínek mohou být škodliviny vázány v přirozeném podloží, nebo se jejich pohyblivost snižuje. Mnohdy se ovšem tento zádržný účinek s časem snižuje. Pokud je podloží tvořeno rozpukanými horninami, pak samozřejmě pohybu škodlivin nic nebrání.

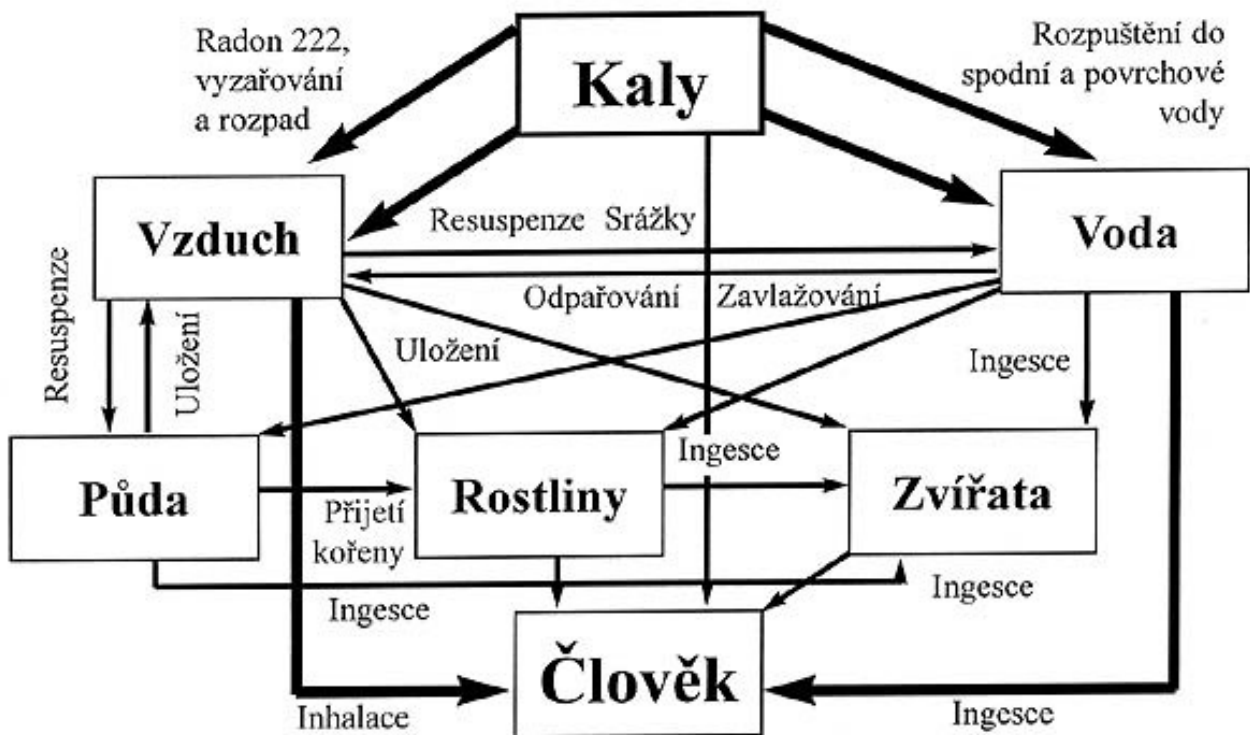
Chování průsakových vod v podloží závisí na komplikovaných hydrogeologických podmínkách. Lze je předvídat pouze po provedení náročných měření a počítačových modelů. Vedle uvolňování radonu představují průsaky hlavní nebezpečí, které je spojeno s kalojemou z úpraven uranové rudy.

Z kalojemu ve Stráži pod Ralskem, který byl v provozu od roku 1979 unikly dosud téměř 4 milióny  $\text{m}^3$  kontaminovaných roztoků do okolí. Mohly by se dříve či později dostat do pouze 750 m vzdálené řeky Ploučnice nebo do hlouběji položené vodonosné vrstvy, která představuje nejvýznamnější rezervoár pitné vody severních Čech [9].

#### **1.2.6. Ukládání cizorodých látek**

Nedostatek lokalit pro ukládání toxických a radioaktivních odpadů vede k návrhům ukládat tento problematický odpad do bývalých dolů, hald, odvalů nebo do kalojemů úpraven uranové rudy. Jestliže se připustí smíchání kalů z úpravy uranové rudy s jinými odpady, stane se sanace kalojemu ještě obtížnější, pokud vůbec tato sanace bude reálná. Nejlepší možná metoda může být nalezena pouze pro jednu určitou škodlivinu samotnou.

Uzavřené uranové doly mají ovšem většinou velmi nepříznivé vlastnosti pro zadržování uložených škodlivin. Na dotčených lokalitách musejí být proto provedeny detailní výzkumy nezávislých expertů.



## Nejdůležitější cesty zatížení kalem směrem k člověku:

### 1.3. Stráž pod Ralskem - Hamr

#### **Chemická těžba uranu in situ**

Asi nejzávažnější důsledky těžby uranu na životní prostředí představuje chemická těžba ve Stráži pod Ralskem na Českolipsku. Ložisko uranu se tu nachází v sedimentárních útvarech České křídové pánve tvořených převážně pískovci. Ty jsou v místě ložiska odděleny "nepropustnou" vrstvou na dva útvary s odděleným hydrogeologickým režimem podzemních vod: spodní cenomanskou zvrstevň a vrchní turonskou, která představuje jeden z nejvýznamnějších zdrojů pitné vody v ČR.

Chemická těžba tu byla zahájena v roce 1967 a zpočátku se zdála být jednoduchá a efektivní. Až později se začaly výrazně projevovat její negativní stránky - nebylo možno dosáhnout očekávanou míru vytěžení uranu, nelze bezpečně udržet pod kontrolou znečištěné podzemní vody a zabránit místní kontaminaci vodohospodářsky cenných podzemních vod ve zmíněné turonské zvodni.

Podstatou metody chemické těžby bylo vtlačení loužícího roztoku (převážně 2 až 5 % roztoku kyseliny sírové) prostřednictvím vrtů až do rudonosných horizontů nacházející se ve spodní cenomanské vrstvě. Roztoky, které vyluhují uran, byly čerpacími vrty vyvedeny na povrch, kde byl výluh zpracováván na tzv. chemický koncentrát uranu. Do použitých roztoků byly po separaci uranu doplňovány potřebné chemikálie pro další loužení a ty opětovně vtlačeny do podzemí. *Za dobu existence chemické těžby bylo do podzemí vtlačeno pro získání uranu více než 4 mil. tun kyseliny sírové a dalších chemikálií (např. 100 tis. tun čpavku), což kontaminovalo cca 260 mil. m<sup>3</sup> podzemních vod na ploše 28 km<sup>2</sup>. Zhruba to odpovídá objemu Slapské přehrady. V cenomanské zvodni se na ploše 24 km<sup>2</sup> nachází 180 mil. m<sup>3</sup> kontaminovaných vod s celkovým množstvím 4,8 mil. tun naloužených látek se zbytky uranu a v turonské zvodni se na ploše 7,5 km<sup>2</sup> nachází 80 mil. m<sup>3</sup> kontaminovaných vod, které obsahují*



30 tis. tun znečišťujících látek.

Kontaminace spodních vod se šířila jihozápadním směrem a dosáhla mezitím 2. ochranného pásma zdroje zásobování města Mimoň pitnou vodou. V jihovýchodním směru je kontaminovaná spodní voda vzdálena od 2. ochranného pásma jímání pitné vody Dolánky, které zásobuje město Liberec 200 l/s, ještě 1,2 - 1,5 km. V současnosti je šíření kontaminace prakticky zastaveno. Ve východním směru je zabráněno dalšímu šíření k sousednímu hlubinnému dolu Hamr I tzv. hydrobariérou: do systému vrtů se průběžně čerpá čištěná voda, aby se podvázalo další přitékání kontaminované spodní vody [11].

Vzhledem k zmíněným problémům chemické těžby a díky celkovému útlumu těžby uranu bylo v roce 1989 zastaveno další rozšiřování této těžby a od roku 1992 bylo postupně snižováno množství chemikálií zaváděných do podzemí až na úroveň technologického minima (tj. 10 000 tun/rok kyseliny dusičné pro oxidaci ložiska). Ložisko Stráž je částečně vydobyto, k 1.1.1998 byly evidovány geologické zásoby 34 896 tun uranu, ale tyto již nejsou vytěžitelné. Riziková analýza z roku 1997 prokázala, že nejnebezpečnějšími složkami roztoků v podzemí je hliník, amonné ionty, berylium, arzén, fluor a vanad. Riziko radioaktivní kontaminace (působením uranu a thoria) je méně významné ve srovnání s úrovní rizika plynoucího z chemického znečištění [11].

V roce 1996 bylo zprovozněno zařízení (nákladem 1,6 mld. Kč ze státního rozpočtu), kterým se kontaminované vody z podzemí čerpají a pomocí odparky čistí. Od zprovoznění do současnosti (září 1999) tak bylo vyčištěno a vypuštěno do řeky Ploučnice 2,870 miliónu m<sup>3</sup> vody z cenomanské vrstvy a 1,126 miliónu m<sup>3</sup> z vrstvy turonské. Parametry spodní vody po ukončení sanace, které se dnes plánuje do roku 2030, zatím ovšem stanoveny nebyly. Do roku 1999 byly zahuštěné roztoky z odparky začerpávány zpět do podzemí, neboť původní optimistické předpoklady o uplatnění produktů na trhu se ukázaly mylnými. Dnes se z nich částečně získává kamenec využitelný pro sanaci kalojemů. Pro budoucnost se plánuje uplatnění dalších produktů (oxid a síran hlinitý) tak, aby se v roce 2008 zpracovávaly veškeré zahuštěné roztoky z odparky.

Sanace po této chemické těžbě si vyžádá podle odhadů 41 miliard Kč (v cenové úrovni února 1998), přičemž eventuelní příjem za prodané produkty může tuto částku snížit o 7,5 miliardy Kč. Jedná se ale o orientační náklady, protože sanace bude upřesňována po etapách nejméně do roku 2030 a konečný cíl ještě není definován [11].

### **Hlubinná hornická těžba uranu**

Před objevením ložiska uranových rud v Hamru na Jezeře v roce 1963 a zahájením průzkumných vrtných prací a následné těžbě uranové rudy bylo okolí Hamru známou rekreační oblastí. Borové lesy, skalní výchozy kvádrových pískovců, vodní plochy - zde uměle vybudované nádrže na řece Ploučnici - Hamerský rybník v Hamru a Horecká nádrž u Stráži pod Ralskem z dvacátých let tohoto století.

Uranová ruda se těžila v geologické jednotce nazývané strážský blok o ploše 230 km<sup>2</sup> mezi obcemi Mimoň, Stráž pod Ralskem, Křižany. Těžba tu probíhala v několika blízkých lokalitách - na dole Křižany, Lužice (v tzv. staré i nové) a dále na dolech Hamr I a Hamr II ležící přímo v sousedství chemické těžby uranu rovněž v pískovcových formacích.

Areál Křižany je dnes v likvidaci a chátrá, jeho privatizace neuspěla. Areál staré Lužice, kde v roce 1965 první otevírky v této části republiky vůbec začaly, je již zalesněn včetně zlikvidovaného vyluhovacího pole. Šachta 13 (hloubka 246 m) slouží pro provoz dolu Hamr I a bylo tu vybudováno základkové centrum. Na nové Lužici je areál částečně pronajímán. Šachta 7 (hloubka 308 m) je vyražena, šachta 6 (hloubka 305 m, rozfárána v roce 1988) slouží k odvodňování dolu Hamr I [15].

Dobývací pole dolu Hamr muselo být odvodňováno složitým a nákladným odvodňovacím systémem s čištěním důlních vod o objemu cca 20 mil. m<sup>3</sup> ročně, aby do důlních prostor neprosakovaly loužící roztoky z těžby in situ. Z báňsko-bezpečnostních a ekologických důvodů se musí vydobyté prostory zakládat základkou, nyní v množství cca 130 tis. m<sup>3</sup> ročně. Hamerské jezero situované nad dolem muselo být po provozní havárii spojené se zatopením dolu v roce 1983 vypuštěno. Tento stav trval až do roku 1994, kdy došlo k opětovnému napuštění jezera.

Na Hamru I se nachází ještě 5 000 tun uranu, které jsou částečně přístupné, a dalších 5 000 tun v problematicky přístupné oblasti nesoudržných pískovců. Reálně těžitelného množství je však mnohem méně, asi 1424 tun [15]. Likvidace dolu Hamr byla zahájena v roce 1995 a je dotována ze státního rozpočtu. Důl je intenzivně osušován, celý mohutný odvodňovací systém nyní slouží z větší části pro stabilizaci sanovaných roztoků a rozptylu sousedního ložiska Stráž. Během roku 1999 proběhl ze strany ministra Grégra a nového vedení s.p. DIAMO pokus o prodloužení těžby o pět let, který vláda v červnu 1999 zamítla. Postupem zakládacích prací budou do konce roku 1999 poslední zásoby trvale zneprůstupněny.

#### 1.4. Rožná

Po několika letech průzkumů začala na tomto ložisku hlubinná těžba v roce 1958. Postupně byly otevřeny doly R I, R II a Olší. V roce 1968 byl v Rožné zahájen provoz chemické úpravně rud, do té doby se ruda vozila k přepracování do úpravěn Mydlovary a Příbram. Těžba uranové rudy kulminovala v 70-tých letech a od roku 1985 dochází k výraznému poklesu. Celkem zde bylo až do roku 1998 vytěženo přes 15 340 tun uranu [15].

Nyní je těžební závod R I jediným fungujícím uranovým dolem v ČR a jeho činnost bude ukončena do roku 2002. Během roku 1999 proběhl ze strany ministra Grégra a nového vedení s.p. DIAMO pokus o prodloužení těžby minimálně do roku 2003 ev. 2005. Do této doby by se dotěžily zásoby uranu do úrovně 24. patra, případně 26. patra. Získalo by se tak dalších 620, eventuálně 1055 tun uranového koncentráту. Vláda tento záměr v červnu 1999 zamítla.

V souvislosti s provozem chemické úpravně byla v místě vybudována dvě odkaliště: **K1** - od roku 1968 postavené postupným navyšováním hrází z hutněné haldoviny až do konečné výšky 54 m. Hrázový systém je propustný a je těsněn naplaveným rmutem. Průsakové vody jsou pak jímány obvodovým patním drénem a přečerpávány zpět. Plocha kaliště je 62,7 ha a zadržuje 12 156 tis. tun kalů. Na tomto odkališti se v minulosti objevilo několik problémů s průsakem hrází. Protože je odkaliště umístěno nad obcí Rožná, je při jeho případném protržení bezprostředně ohrožena sama obec. Radioaktivní kaly by se posléze díky geografickému umístění kalojemů dostaly Svatkou až do Brněnské přehrady, která je zdrojem pitné vody pro Brno. **K2 Zlatkov** - postavené v údolnici Josefovského potoka přehrazením údolí dvěma zemními těsněnými hrázi o výši 18 a 33 m. Jeho plocha je 27,4 ha a bylo do něj uloženo 1 130 tis. tun kalů. V současné době se již další kaly neukládají [18].

Postupně jsou likvidovány a rekultivovány povrchové areály Rožná - Rozsochy, Vojetín, Blažejovice, Habří a další. Vlastní důl R I má být likvidován zatopením. Velkým problémem bude sanace odkališť, kde je množství nadpočetné volné vody. Uranový průmysl prosazuje variantu, kdy bude volný obsah kontaminovaných a zasolených vod odkališť o objemu 1,2 mil. m<sup>3</sup> začerpán do hlubinných horizontů dolů. Toto řešení však přináší mnohá rizika související s nemožností tento krok zvrátit zpět v případě šíření kontaminace do okolí. V každém případě budou muset být zprovozněny nové kapacity na čištění volných vod odkališť. S uzavřením odkališť se počítá až po roce 2020 [18].

V lokalitě Skalka probíhají geologické práce ověřující vhodnost pro podzemní skladování vyhořelého jaderného paliva. Při případné realizaci by toto místo zůstalo jadernou lokalitou ještě po řadu dalších desetiletí.

## **1.5. Potenciální nová ložiska**

### **Brzkov**

Ložisko Brzkov leží v okrese Žďár nad Sázavou. Průzkumné práce tu byly prováděny v letech 1976 až 1990 včetně pokusné těžby od roku 1984. Zrudnění dosahuje hloubky 530 m, v jednom případě ve vrtu až hloubky 611 m. Ložisko bylo ověřeno průzkumnou jámou do hloubky 250 m se dvěma horizonty. Pokusnou těžbou bylo získáno 58 tun uranu. Zásoby jsou ale odhadnuty na 1600 tun uranu. Z ekonomických důvodů zde těžba nezačala.

### **Věžnice**

Ložisko Věžnice v okrese Havlíčkův Brod se nachází cca 2 km jihozápadně od ložiska Brzkov. Průzkum tu byl prováděn v letech 1976 a 1977 povrchovými metodami včetně malých šachtic a vrtů. Uranové zrudnění je zjištěno do hloubky 545 m a ložisko bylo oceněno prognózními zásobami v objemu 1300 tun uranu. V průzkumu by dle s.p. DIAMO bylo zapotřebí pokračovat.

### **Mečichov**

Ložisko Mečichov se nachází v okrese Strakonice. Průzkum ložiska byl prováděn povrchovými pracemi a vrtů v letech 1979 až 1983 na ploše cca 1 500 krát 400 m. Výsledkem je ocenění ložiska prognózními zásobami uranu ve výši 1824 tun. Pro případnou těžbu musí být proveden podrobný důlní průzkum [15].

## **1.6. Závěr**

Z předloženého je zřejmé, že jak konec jaderného palivového cyklu (radioaktivní odpady, vyhořelé palivo), tak ani jeho počátek není záležitost nikterak čistá a bohatě vykompenzuje "čistotu" provozu jaderné elektrárny. Hovořit tedy o čistotě jaderné energetiky může jen řečník založený poněkud demagogicky.

**V současné době je evidováno na území České republiky 3 768 starých zátěží uranového průmyslu, z toho 2 523 hlavních důlních děl, které je nutno sledovat a pravidelně kontrolovat [15].** Jako staré zátěže jsou přitom označovány negativní vlivy již zlikvidované těžební nebo úpravárenské činnosti na životní prostředí nebo jinak ohrožující veřejné zájmy. Podle charakteru negativního projevu se jedná o zátěže báňské (negativní vliv důlního díla na stabilitu povrchu v důsledku jeho nedostatečné nebo nedokonalé likvidace, vlivu rozvolňovacích procesů na povrch apod.) a zátěže ekologické (negativní vliv na životní prostředí).

Převážná část báňských starých zátěží má původ ve způsobu nedostatečné likvidace důlních děl v šedesátých letech. Likvidační práce byly v tomto období prováděny s

ohledem na tehdejší báňské předpisy a znalosti. Sanace a rekultivace z hlediska současných poznatků neměly definitivní charakter a budou muset pokračovat. Zaplatí je ale naše a další generace. Zničené životní prostředí v místech těžby a zpracování uranu však v peněžním měřítku není možno kvantifikovat vůbec.

- ] Diehl, P.: Sanierung von Halden mit Rückständen der Uranerzverarbeitung in Grand Junction (Colorado), Herrischried, 1990
- [2] U.S. Environmental Protection Agency : Environmental Analysis of the Uranium Fuel Cycle, Part I, Fuel Supply, EPA-520/9-73-003-B, October 1973, Washington D.C., P.72
- [3] OECD Nuclear Energy Agency: Longterm Radiological Aspects of Management of Wastes from Uranium Mining and Milling, Paris, September 1984, P. 64
- [4] Pohl, R.,O.: Health Effects of Radon-222 from Uranium Mining, in: Search Vol.7 No.8, August 1976, P. 345-350
- [5] Diehl, P.: Gesetzliche Regelungen in den USA für Halden mit Rückständen der Uranerzverarbeitung, Herrischried, August 1990
- [6] Küppers, Ch. et al.: Strahlenschutzaspekte bei Altlasten des Uranbergbaus in Thüringen und Sachsen, Öko-Institut, Darmstadt, Oktober 1994
- [7] Küppers, Ch. et al.: Umwelt-, Sicherheits-, Entsorgungs- und Akzeptanzaspekte der Kernenergienutzung, Öko-Institut, Darmstadt, Oktober 1989
- [8] Diehl, P.: Uranabbau in Europa - Die Folgen für Mensch und Umwelt, Bundesverband Bürgerinitiativen Umweltschutz e.V., Bonn, 1995
- [9] Diehl, P.: Environmental Impact of Uranium Mining in the Black Triangle Region, University of Cambridge, May 1995
- [10] Krejčík a Zorkler, 1995
- [11] Zpráva o průběhu přípravného období sanace chemické těžby uranu ve Stráži pod Ralskem, Ministerstvo průmyslu a obchodu, 1.6.1998
- [12] Ševc J. a kol.: A survey of the Czechoslovak follow-up of lung cancer mortality in uranium miners, In:Health Physics 64,1993
- [13] Rozbor Ministerstva průmyslu a obchodu, listopad 1998
- [14] Hospodářské noviny 19.2.1996, Zemské noviny 2.12.1998, Právo 3.12.1998, Hospodářské noviny 8.12.1998 a další denní tisk
- [15] Těžba a možnosti těžby uranu v České republice, DIAMO s.p., 16. září 1998
- [16] The heritage of uranium in-situ leaching and environmental remediation program in North Bohemian region, Josef Tomas, MŽP
- [17] Prodloužení útlumu těžby uranu o 4 roky s možností dotěžení snadno dostupných zásob na stávajících utlumovaných dolech, Ministerstvo průmyslu a obchodu, květen 1999
- [18] Sanace a rekultivace odkališť Dolní Rožínka - dokumentace EIA zpracovaná fi. SOM s.r.o., srpen 199

## **2. Chemická úpravna uranové rudy Mydlovary MAPE**

*Zpracovala: Ing. Eva Hlasová*

### **2.1. Úvod**

Část studie, týkající se problematiky chemické úpravy uranové rudy Mydlovary MAPE, chce upozornit na stále trvající nebezpečí v podobě zamořeného území v okolí obcí Mydlovary, Olešník, Zahájí, Nákří i Dívčice a vlivů tohoto zamoření na okolní prostředí v jižních Čechách. V blízkosti areálu úpravy se nachází města Hluboká nad Vltavou a České Budějovice. Úpravna sice ukončila v roce 1991 svou činnost, ale o to

více je nutné upozorňovat na trvající nebezpečí radioaktivního zamoření nejen podzemních vod, ale i ovzduší, vegetace i obyvatel. Tento areál již nevydělává peníze, ale naopak, nyní jich bude spoustu potřebovat. Sanační a rekultivační práce spočívají v uzavření terénu nad odkališti. Tím dojde k zamezení úniku radionuklidů. Tyto sanační a rekultivační práce mají krajinu částečně očistit od negativního vlivu odkališť obsahujících veliké množství radioaktivního rmutu, ale postupují velmi pomalu. Není dostatek sanačních materiálů, ale hlavně finančních prostředků. Dotace ze státního rozpočtu se ztenčují, ani Diamo s.p. jich nemá nazbyt .

Tato studie je určena hlavně pro širší veřejnost, ale také zastupitele měst a obcí a poslance. Mohla by být i vhodným materiálem pro členy vlády, kteří rozhodují hlavně o další těžbě uranové rudy, méně již o sanačních a rekultivačních opatřeních.

Studie si klade za cíl shromáždit informace o MAPE Mydlovary, které jsou dostupné po roce 1990. Většina informací týkajících se "uranu" byla v minulých letech zastřena rouškou mlčení a tajemství, viz. kapitola "Proč byl v ČSR po roce 1945 těžen a upravován uran". Dnes se teprve pomalu rodí monitorovací systém, hydrogeologický průzkum podloží pod areálem a odkališti... Hygienická služba se však staví k problematice odkališť stále stejně jako v minulých letech, kdy se vžila do role mrtvého brouka a na odkaliště nechodila, aby mohli jednotliví pracovníci vycestovat do ciziny. I dnes je podle jejich vyjádření vše v pořádku. O to větší úkol čeká na vyřešení do budoucna.

## 2.2. Trochu historie

V jižních Čechách, nedaleko města Hluboká nad Vltavou, mezi obcemi Mydlovary, Zahájí, Olešník, Nákří a Dívčice se nachází 286 ha uranových odkališť spolu s bývalou chemickou úpravnou uranové rudy nazývanou MAPE Mydlovary.

Uranová ruda se nikdy v této lokalitě ani v přilehlém okolí netěžila. Do MAPE se dovážela z uranových dolů. Uran sem byl k přepracování uměle vnesen. Odkalová pole vznikla z velké části v prostorách po těžbě lignitu, který se zde těžil pro mydlovarskou teplárnu. Úpravna byla původně vyprojektována na přepracování 300.000 tun uranové rudy ročně. Zkušební provoz na takzvané kyselé lince byl zahájen v říjnu 1962 a na takzvané alkalické lince v dubnu 1963. Projektovaného výkonu bylo dosaženo již koncem roku 1963.[6] Rudy s vyšším obsahem karbonátů (Rožná, Příbram) byly louženy sodou (alkalická linka) a rudy se sníženým obsahem karbonátů (Chodov) kyselinou sírovou (kyselá linka). Po zahájení těžby na ložisku Hamr v severních Čechách se kyselá linka ještě dělila na tvrdou, kde loužení probíhalo za vysokých koncentrací kyseliny, a na normální.

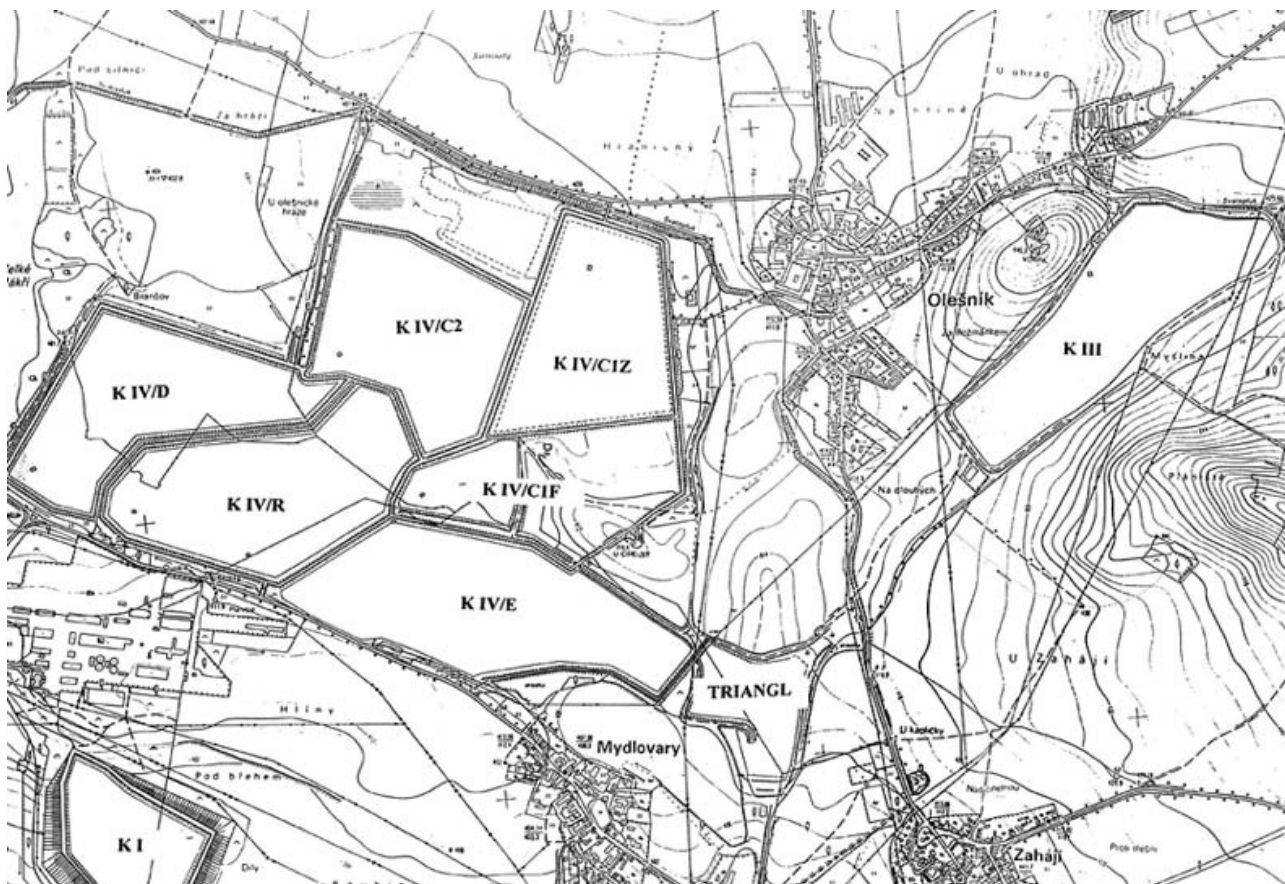
Na úpravně byly postupně vyvinuty a realizovány technologie zpracování uranu ze všech československých ložisek uranové rudy.[6] Zpracovatelská kapacita dosáhla maxima v období let 1979 - 1983, kdy bylo upravováno přes 700.000 tun rudy ročně. [6]

Od roku 1988 docházelo k omezování odbytu uranového koncentráту a v návaznosti na postupující útlum těžby a úpravy uranu bylo v říjnu 1991 zpracování uranových rud na chemické úpravně Mydlovary zastaveno s více než ročním předstihem proti časovému harmonogramu, který schválila vláda ČSFR svým usnesením č. 894/1990.

Během své činnosti zpracoval podnik MAPE 17.000.000 tun uranové rudy a vyprodukoval kolem 36.000.000 tun kalů. (Objem kalů 24.000.000 m<sup>3</sup>, objem vázané



vody 17.000.000 m<sup>3</sup>.)[6]



### 2.3. Kam byl ukládán kal z provozovny MAPE v Mydlovarech

Kal z úpravy uranové rudy byl ukládán hydraulickou dopravou (tj. pomocí vody a potrubních tras) do odkališť. Materiál byl dopravován na odkaliště pomocí systému plavící a vratné vody. Vody ze systému nesměly proniknout do okolních vod. Kalojemy byly označeny jako K I, K II, K III a K IV (ten je zčásti vybudován na K II.).

**Odkaliště K I** - bylo vybudováno v roce 1962 jako povrchové (o max. výšce 25 m) mezi MAPE a tratí ČSD. Je opatřeno obvodovým drenážním systémem. Specifickým znakem tohoto odkaliště jsou postupně budované obvodové hráze z odkalištních písků s nepřipustně vysokou hmotnostní aktivitou rádia a radonovou výdajností. Prostor odkaliště byl rozdělen hrázi o délce 175 m. Jedna část byla na alkalické odpady a druhá část pro kyselé odpady. Během provozu došlo k několika únikům vody a rmutu. Nejzávažnější nehoda se udála 31.1.1965. Při protržení hráze uniklo 1.500 m<sup>3</sup> vody o objemové aktivitě od 0,75 Bq/l do 3 Bq/l a asi 300 m<sup>3</sup> rmutu.[1] Voda odtekla do Soudného potoka, a pak dále do rybníka Bezdrev. Sediment v potoce je výrazně kontaminován. Provoz odkaliště byl ukončen v roce 1984. Je zde uloženo 5.551.000 m<sup>3</sup> kalu.[6]

**Odkaliště K II** - bylo vybudováno v roce 1973 severně od MAPE. Byly využity prostory po těžbě lignitu a následně došlo k rozšíření odkaliště směrem západním a východním. Kolem celé plochy byla vybudována obvodová hráz. Ukládaly se zde kaly z kyselé linky. Svou činnost ukončilo v roce 1980.[6]

**Odkaliště K III** - bylo situováno do prostoru po vytěženém lignitu o maximální hloubce 27 metrů. Jeho činnost započala v roce 1981 a byla ukončena v roce 1985. Je zde

uloženo celkem 4.354.000 m<sup>3</sup> kalu. Byly zde ukládány kaly z kyselé linky.[6]

**Odkaliště K IV** - toto odkaliště je vybudováno zčásti na odkališti K II a z části na sousedních pozemcích. Skládá se z jednotlivých sekcí D, R, C1Z, C2, C1F.

**Odkaliště D** - je situováno mezi prostorem odkaliště R a rybníkem Velké Nákří. Je vybudováno nad původním terénem. Je z velké části zaplněno úpravárenským kalem o mocnostech 2-6 m. Byly zde ukládány kaly z kyselé linky. Provoz odkaliště byl zahájen v roce 1989 a ukončen v roce 1990. Je zde uloženo 661.000 m<sup>3</sup> kalů.

20.8.1987 došlo k vývěru odkalištní vody o vydatnosti 200 m<sup>3</sup>/hod směrem k rybníku Velké Nákří.[6] Příčinou havárie bylo nedodržení předepsaného technologického postupu při stavbě kalojemu při zaslepení dočasně používaného drenážního potrubí.

**Odkaliště C2** - je situováno v severní části plochy odkališť. Bylo vybudováno nad původním terénem. Je částečně zaplněno úpravárenským kalem z kyselé linky. Je zde uloženo 1.708.000 m<sup>3</sup> kalu.[6] Bylo vybudováno v roce 1986 a činnost byla ukončena v roce 1988.

**Odkaliště C1Z** - je situováno v sousedství odkališť C1F a C2. Je vybudováno nad původním terénem. Uvnitř odkaliště probíhala odtěžba zemin a omítkových písků. Zemník je zatopen srážkovou a podzemní vodou. Do odkaliště byly ukládány produkty z hornické činnosti (10.000 m<sup>3</sup> - šrot, kontaminovaný materiál z úpravy MAPE) a do tohoto prostoru bylo napraveno 403.000 m<sup>3</sup> kalů z kyselé linky[6]. Část dna odkaliště je přístupná komunikačním nájezdem z panelových vozovek odkališť. Zprovozněno v roce 1988 a ukončeno v roce 1989.[6]

**Odkaliště R** - je obklopeno prostorem odkališť E, C1F, C2, D a komunikací Mydlovary-Dívčice. Je vybudováno částečně nad původním terénem. Další část plochy odkaliště R je situována nad výběžkem vyuhleného lignitového dolu Svatopluk. Je zde uloženo 950.000 m<sup>3</sup> kalu z alkalické linky. Bylo zprovozněno v roce 1984 a ukončeno v roce 1990.[6]

**Odkaliště C1F** - Zde je vybudována akumulace odkalištních vod tzv. Fišar (podle místního názvu původního lesa).

**Odkaliště E** - je umístěno v bývalém lignitovém dole Svatopluk o maximální hloubce 35 m. Toto odkaliště i K III jsou umístěny v územích s nízkou transmisivitou podloží a trvalými přítoky podzemních vod. V tělesech těchto odkališť bude trvale hladina na úrovni okolních podzemních vod. U těchto rekultivovaných odkališť zůstane téměř celý jejich obsah plně zvodnělý. V odkališti E je uložen kal v množství 8.800.000 m<sup>3</sup>. [6]

**Zemník C3** - je ohraničen stokou Svatopluk souběžnou s komunikací Olešník - Dívčice a odkališti C1Z a C2. Na této ploše probíhala těžba zemin použitých pro výstavbu hrází. Zemník je po úroveň okolního terénu zaplaven vodou. Zeminy ani vodní obsah této plochy nejsou kontaminovány. Bude zde smíšený les, který odcloní prostor odkališť MAPE od Olešníka.

**Odkaliště Triangl** - je využíváno jako deponie struskopopílku mydlovarské teplárny. Provoz na tomto odkališti byl zahájen v roce 1976. Popel je na odkaliště hydraulicky dopravován ocelovým potrubím.

V prostoru odkališť MAPE se počítá s ročním návozem rekultivačních materiálů

250.000 tun.[6] Celková výše materiálu na sanace je odhadována kolem 7.036 milionu tun. Doba rekultivace je plánována na 28 let, to je do roku 2024. V roce 2003 by měly být zlikvidovány nadbilanční vody, vybudován dopravní obchvat obcí Zahájí a Mydlovary.

#### 2.4. Kontaminace po činnosti MAPE

Během provozu chemické úpravný vzniklo 36 mil. tun kalů, které byly hydraulicky dopravovány do odkališť o celkové ploše 286 ha. Při výrobě diuranátu amonného, tzv "žlutého koláče" ve v průměru ročně spotřebovávaly následující látky:[6]

uranová ruda ...500.000 t/rok  
kyselina sírová ...40.000 t/rok  
uhličitan sodný ...3.000 t/rok  
kyselina dusičná ...10 t/rok  
burel ...40.000 t/rok  
čpavek ...3.000 t/rok  
modrá skalice ...200 t/rok  
ionex ...200 t/rok  
vápno ...40.000 t/rok  
flokulant (PAA) ...10 t/rok  
síran amonný ...200 t/rok  
mlecí koule a vložení ...3.000 t/rok

Odkaliště jsou nejen skládkami nebezpečných odpadů, ale i vodohospodářskými díly III. a IV. kategorie. Z těchto důvodů jsou trvale monitorována nejen z hlediska jejich vlivu na životní prostředí, ale i podle programu daného vyhláškou 62/75 Sb."O technicko bezpečnostním dohledu" (TBD).

Důležitými kontaminanty jsou emise prachu, objemová výdajnost radonu a gama záření.[2] Z výsledků monitorování stavu životního prostředí (viz Analýza rizik Diamo s.p. - odkaliště Mydlovary, 1998) je zřejmé, že odkaliště Mydlovary negativně ovlivňují zejména jakost ovzduší a podzemních vod. Spad prachu v zájmové oblasti je o cca 30 % větší než v referenčním bodě u Hluboké nad Vltavou. Původcem tohoto znečištění jsou jednak vysychající pláže kalojemů, které jsou zdrojem radionuklidů, ale také sekundární prašnost způsobovaná návozem rekultivačních materiálů na odkaliště. Z hlediska rizik existuje v lokalitě Olešník nebezpečí při vdechování manganu v ovzduší, pro obyvatele obcí Mydlovary, Zahájí a Olešník k celkovému riziku přispívá vdechování radonu, zevní expozice gama záření a v případě hypotetického scénáře pití podzemní vody i berylium a kadmium.

Z hlediska prachu není zanedbatelná ani hmotnostní aktivita rádia  $^{226}\text{Ra}$  v půdě:[6]

KI.....30 kBq/kg  
D.....10-20 kBq/kg  
R.....10-25 kBq/kg  
C2....10-20 kBq/kg  
E.....10-20 kBq/kg  
KIII.10-20 kBq/kg

Na odkališti KI byly zjištěny hodnoty dávkových rychlostí gama záření na obvodových hrázích a horní ploše až 12 Gy/h (greye za hod). Úkolem překrývání povrchu je snížení na hodnotu pod 0,7 Gy/h ( tj. odhadem 0,1 Gy/h přirozené pozadí a 0,6 Gy/h zvýšení technologického původu). Znamená to minimální požadavek na koeficient zeslabení cca 20[6] ( To znamená snížení  $20 \times 0,6 \times 20 = 12$  )



**Objemová aktivita** radonu je v ochranném pásmu odkališť v průměru cca 2 x větší než požadovaná hodnota a v závislosti na klimatických podmínkách je v tomto prostoru ojediněle překračována i maximální přípustná koncentrace radonu ve vdechovaném vzduchu - 29 Bq/m<sup>3</sup>. Emise radonu představují riziko pro okolní obyvatelstvo a jeho vzdušný transport i pro ostatní území. U odkaliště KI tvoří expozice radonu významnou část ovlivnění obyvatelstva. V minulosti byly na povrchu tohoto odkaliště zjištěny hodnoty toku radonu z plochy až 50 Bq/m<sup>2</sup>/s. Po překrytí se doporučuje hodnota toku radonu 0,7 - 1,2 Bq/m<sup>2</sup>/s. Z toho vychází potřebný koeficient 50.[6]

Neméně důležitá je i **nadbilanční voda**, která se vyznačuje vysokou koncentrací rozpuštěných látek (10-20 g/l), s dominantním obsahem složek Na<sup>+</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, Mn<sup>2+</sup> a Ra<sup>2+</sup>. Z radionuklidů je obsaženo zejména rádium v koncentraci od 0,1 do 2,0 Bq/l.[6]

Od roku 1962-1971 byla nadbilanční voda vypouštěna bez čištění v množství 10 l/s potrubním řádem v zemi do Vltavy. Od roku 1971-1982 byla tato voda dekontaminována od rádia a uranu na hodnoty rádia 0,3-0,6 Bq/l, uranu 0,01-0,03 mg/l. Od září 1982 již nebyly žádné technologické vody vypouštěny.[6]

Splaškové vody po vyčištění byly v množství 1,4 l/s vypouštěny do Soudného (Bezdrvského) potoka a to do roku 1986. Od roku 1986 byly splaškové vody čerpány na odkaliště a CHÚ nevypouštěla žádné odpadní vody.[6]

**Průsaková voda** z deponií kalů způsobuje ohrožení obyvatelstva rádiem 226 a arsenem. Ten je přítomen v rybách, které se vyskytují v okolních vodách[1]. Problém je větší u kyselých kalů, protože přítomné radionuklidy jsou v kyselém prostředí pohyblivější. Situaci zhoršuje, pokud kaly obsahují "minerál pyrit" (FeS<sub>2</sub>), potom může samovolný přirozený loužící proces uvolňovat radioaktivní látky z deponie kalů po staletí.[4]

Dlouhodobě pozorovaným průsakem je výron odkalištních vod z odkaliště KIV/D pod jeho západní hrází přímo do rybníka Velké Nákrí (v blízkosti čerpací stanice drenážních vod). Přímo na místě lze pozorovat, že průsaková voda má rezavě hnědou barvu způsobenou patrně hydroxidy železa.[6] Je obtížné kvantifikovat množství kontaminované vody vnikající přímo do vod rybníka. Zřejmě díky velkému naředění se neprojeví významně na celkovém znečištění vody v rybníce. Svědčí o tom výsledky prováděného monitoringu, kdy vzorky jsou odebrány 100 m od místa průsaku. Dalším pozorovaným průsakem je mokřad v terénní depresi u jižního okraje odkaliště KIV/E. Závažným případem ve sledovaném území jsou průsaky u kalojemu KIII. Jedná se pravděpodobně o nekonzistentní dno odkaliště, neboť žádné z odkališť není utěsněno. Na kontaminaci podzemních vod (viz str. 31) se výrazně podílejí i nevytěžené zbytky uhelné sloje. Průsaky pod odkalištěm KIII mohou být způsobeny také zvýšenou dotací podzemních vod v roce 1996, a také zvýšeným zatížením zvodnělých radioaktivních kalů v odkališti v místech, kde je již sanační vrstva uložena při provádění rekultivačních prací.[6]

Nedaleko odkaliště KIII u silnice Olešník-Zahájí je pozorován vývěr. Zmokření bylo pozorováno po celou dobu existence odkaliště. Bezprostřední příčinou tohoto vývěru může být mělce uložená uhelná sloj, která slouží jako kolektor podzemních vod. Odpovídá tomu i charakter těchto vod. Prosakující vody ze všech vývěrů jsou drenovány do stoky Svatopluk, kterou se, nečištěny, dostávají dále do soustavy rybníků západně od odkališť.[6]

Podzemní voda je kontaminována v oblasti západně od KIV/C2, D, východně od KIV/C1F, jižně od KIV/E, Triangl, jižně od KI a zejména jihozápadně od KIII. Původ znečištění je smíšený, vedle vlivu uranové činnosti se nesporně projevuje i vliv bývalé těžby lignitu, popřípadě ukládání strusky a popílku v oblasti Trianglu. Podzemní vody jsou zatíženy zejména zvýšenými koncentracemi  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ , Fe a částečně  $\text{Be}^{2+}$ . [6] Zvýšení ukazatelů souvisejících s radioaktivitou však není výrazné.

Horniny krystalinika vzhledem k silnému zvětrávání (SZ část) se vyznačují puklinovou a v omezené míře i průlinovou propustností. Oběh puklinové podzemní vody zřídka zasahuje do hloubek přes 20 m. V severní a střední oblasti je hladina podzemní vody v relativně malé hloubce, v jižní části klesá i pod 10 m od terénu.

Hlavním kolektorem mydlovarského souvrství byly lignitové sloje, které měly největší propustnost a artézsky napjatou hladinu podzemní vody. (Jedná se o místa s větším pohybem podzemní vody v důsledku tlakových poměrů. Nejedná se tedy o poudění podzemní vody s volnou hladinou). Lignitové sloje jsou vždy zvodnělé.

Významným zdrojem podzemní vody jsou kolektory klikovského souvrství, kde je jímána voda v hloubkách 30-110 m. Objekty využívající jejich vodu jsou situovány u Zlivi, severozápadně od rybníka Bezdrev. Zdroje jsou vzdáleny od MAPE více než 4 km. [6]

Generální směr proudění podzemní vody je v převážné části zájmového území jihozápadní. V oblasti Soudného potoka se stáčí k jihovýchodu, směrem k drenážní oblasti pánevní struktury rozkládající se v údolí Vltavy od Českých Budějovic k Hluboké nad Vltavou. Rychlost proudění vypočtená na základě zjištěných hydraulických veličin se pohybuje cca 13 m/rok (1994). [6] Nejbližšími významnějšími vodními recipienty jsou rybník Velké Nákří a Soudný potok.

V roce 1996 byl prováděn monitoring podzemních vod: [6]  
beryllium pod odkalištěm E a Trianglem více než 0,001 mg/l  
nikl pod odkalištěm E a Trianglem více než 0,5 mg/l  
hliník pod odkalištěm E a Triangl., KIII více než 5,0 mg/l  
koncentr. rozp. látek pod Trianglem a KIII, SZ-D více než 20.000 mg/l  
koncentr. amon. iontů pod KIII více než 500 mg/l  
objem. akt. alfa široký pás u Trianglu více než 2,0 Bq/l  
koncentr. síranů pod KIII více než 10.000 mg/l

Koncentrace rozpuštěných látek ve vzorcích podzemní vody často několikanásobně překračuje hodnotu 1.000 mg/l, která je zpravidla považována za hranici mezi podzemními vodami prostými a minerálními. [6] Režim podzemních vod také ovlivňuje antropogenní sedimenty. Nejpropustnější z antropogenních sedimentů jsou popeloviny z mydlovarské teplárny. Nadúrovňová odkaliště úpravny MAPE, resp. teplárny Mydlovary, výrazně zvyšují úroveň hladiny podzemní vody svrchních zvodněných kolektorů.

Lignit byl ve svých nalezištích doprovázen pyrity. Jejich vyluhováním a oxidací vzniká rozhodující znečištění důlních vod, tj. vysoké koncentrace veškerých rozpuštěných látek, síranů, železa, manganu, chloridů, kyselost vod. Sulfidické rudy doprovázející pyrit mohou ve zvýšené míře obsahovat i další kovy (As, Cd, Cr, Ni, Pb, Zn), častý je též výskyt huminových látek. Vyloužením z elektrárenských popílků se dostávají do vod zejména ionty běžných solí ( $\text{K}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ) a kovy (Li, As, Cd, Cr, V). [6]

Vhodnějším indikátorem znečištění způsobeného provozem MAPE se jeví být **amonné ionty**. Zvýšená koncentrace amonných iontů je typickým ukazatelem znečištění podzemních vod technologickými vodami z přepracování uranových rud v MAPE, kde se jak při kyselém, tak při alkalickém přepracování používá amoniak, jehož zdrojem nemohou být důlní vody. Uváděné průměrné hodnoty pro  $\text{NH}_4^+$  v odpadních vodách z MAPE jsou 684 mg/l pro kyselou a 173 mg/l pro alkalickou technologii.[6]

Železo je často obsaženo v koncentracích vyšších, než jsou udávané max. hodnoty pro Budějovickou pánev. Vysoký obsah Fe je typický pro důlní vody (21,8 mg/l) **Mangan** doprovází železo v důlních vodách, ale je rovněž obsažen ve vysokých koncentracích (730 mg/l) v kyselých technologických vodách z MAPE. Za extrémní je možno považovat takové nalezené koncentrace, jako je koncentrace manganu 136 mg/l a železa 1.350 mg/l (ve vrtu P-3, kde tvoří dokonce převažující kation).[6]

Nadměrná mineralizace je způsobena zejména **sírany**. Ve vrtu HV-13 - 24.978 mg/l. Koncentrace 46 mg/l síranů je uváděna jako maximální pro oblast Budějovické pánve. [6] Technologické vody vykazují průměrnou koncentraci chloridů 160-170 mg/l. Maximální koncentrace **chloridů** pro Českobudějovickou pánev je 17 mg/l.[6]

Toxické kovy byly v roce 1996 překračovány a to normativy pro hliník, berylium, nikl, zinek a kadmium. Situaci komplikuje nedostupnost dostatečně přesných dat o obsahu kadmia ve vratných technologických vodách z přepracování rud.

Již z prvních rozborů (1996) je patrné, že potvrzují závažnou kontaminaci podzemních vod polutanty s nebezpečným dopadem na životní prostředí a zdraví obyvatelstva. Závažnost znečištění v této oblasti umocňuje fakt, že převládající směr proudění podzemní vody transportuje kontaminující látky do prostoru obcí Mydlovary a Zahájí, i když vlivem malé transmisivity zatíženého horninového prostředí je jejich pohyb poměrně pomalý. Jedná se hlavně o berylium, hliník, nikl, amonné ionty a radioaktivní látky.[6]

V okolí odkališť a závodu MAPE se dnes začíná zahušťovat pozorovací síť. V minulosti, kdy chemická úpravna uranových rud začala svou činnost, však monitorování životního prostředí nebylo řádně prováděno a v mnoha případech se obcházel.

V roce 1990 na nebezpečí, spočívající za humny obcí Mydlovary, Zahájí, Olešník, veřejně upozornila ekologická organizace Greenpeace, která zaslala československé vládě, předsedovi JČKNV a podniku MAPE výzvu. Otevřela tak problematiku MAPE z pohledu trvalé zátěže životního prostředí a obyvatel.

## Požadavky Greenpeace z 22.1.1990:

Greenpeace žádá:

... od československé vlády:

1) Okamžité uzavření MAPE

2) Přípravu a provedení obsáhlých výzkumů, které by realizoval mezinárodní tým expertů pod kontrolou Greenpeace, stejně jako zveřejnění výsledků. Zmíněný tým expertů musí zkoumat obzvláště:

- studniční vodu v obcích, které nejsou zásobovány vodovodem

- účinky přímého odvedení odpadů do Vltavy

- prach

- odpady uskladněné v bývalých lignitových dolech

- odpadní vody ze závodu

- vzorky půdy z okolí závodu

- zdravotní účinky na pracovníky a okolní obyvatelstvo

- účinky na zemědělskou rostlinnou a živočišnou výrobu

Po zjištění přesných podrobností o dlouhodobé zátěži obyvatelstva a o dosud zjištěných poruchách musí být neodkladně vypracována a zveřejněna opatření, která z toho nutně vyplývají v zájmu zdraví obyvatelstva. Průzkumy musí obsahovat i chemické analýzy.

3) Detailní výzkumy rakoviny a leukémie u pracovníků závodu stejně jako u obyvatel v celém regionu.

4) Sociální a finanční kompenzaci pro postižené pracovníky a obyvatele v okolí.

...od předsedy JčKNV pana Jáchyma:

1) Objasnění následujících skutečností:

- jak se mohlo stát, že před 30 lety byly před veřejností utajovány nehody a skandální, zdraví ohrožující provoz, a kdo je za toto utajování zodpovědný?

- jak mohl být tolerován stav, kdy příslušné instituce (hygienická služba) používaly neadekvátní měřicí metody k měření radioaktivní zátěže okolí, popř. kdy tyto instituce přes známky silně zvýšené radioaktivity nepřijaly žádná další opatření?

2) Zveřejnění všech měřících metod a všech výsledků měření.

... od MAPE:

1) Zveřejnění informací a údajů o výrobních procesech, o zpracování a o ukládání materiálů.

2) Zveřejnění údajů o množství materiálu, který se v závodě zpracovával, popř. také o původu rudy.

3) Přesné označení použitých chemických látek a údaje o jejich množství.

4) Informace o tom, jaká měření byla dosud provedena, zveřejnění všech výsledků dosavadních měření v okolí a v areálu MAPE.

5) Zveřejnění informací o všech dosud vzniklých poruchách.

6) Zveřejnění všech bezpečnostních opatření, zveřejnění údajů o těch provedených kontrolách dělníků, které z bezpečnostních opatření vyplývají, a rovněž zveřejnění údajů o měřících metodách, které byly při zmíněných kontrolách použity, a zveřejnění jejich výsledků.

Na základě této výzvy zahájil činnost v oblasti MAPE Ústav krajinné ekologie ČSAV a vypracoval studii, která měla vyvrátit tvrzení organizace Greenpeace a získat informace o této lokalitě. (výňatek ze studie Ústavu krajinné ekologie ČSAV České Budějovice - Studie - Příspěvek k hodnocení radiační situace v okolí CHÚUP, k.p. MAPE Mydlovary . 1990)[3]

Citace ze studie(3):

"Studie si klade za cíl přispět k získání některých dalších informací a přímo se dotýká otázek a výhrad, které byly vzneseny vůči MAPE ze strany rakouské pobočky Greenpeace. Rakouská pobočka Greenpeace vycházela pouze z tvrzení místních obyvatel a bez seriózního přístupu ke sledování radioaktivní kontaminace je obtížné čelit šíření nepotvrzených a laických zpráv mezi obyvatelstvem. Je proto nanejvýš důležité zvýšit informovanost a zahájit důsledný průzkum celého území, nejen kvůli provozu MAPE, **ale zejména i s ohledem na připravované zahájení provozu jaderné elektrárny Temelín.**

Ústav krajinné ekologie ČSAV usiluje o objektivní zhodnocení celé situace, a proto **od konce roku 1989** (studie byla zpracována v roce 1990 pozn.) provádí odběry vzorků půdy, rostlin, vody a sedimentů v okolí MAPE za účelem zjištění míry radioaktivní kontaminace.

Praxe ukazuje, že nejméně 97 %  $^{226}\text{Ra}$  a většina  $^{230}\text{Th}$  dodávaných do úpravný zůstává během loužení nerozpuštěno. Tím je dáno, že koncentrace rádia v odpadech je pouze mírně nižší než tato koncentrace v rudě. V důsledku přítomnosti dlouhodobých izotopů thoria ( $^{230}\text{Th}$ ) a rádia ( $^{226}\text{Ra}$ ) je třeba brát v úvahu i radon, který se bude produkovat po stovky tisíciletí

Omezení dopadu radioaktivity z odpadu na obyvatelstvo spočívá především v účinné regulaci úniku vznášejících se částic z povrchu skládek a stejně tak potlačení pronikání radioaktivních látek do spodních resp. povrchových vod a radonu do ovzduší. Jednou z možností takové regulace je zakrytí odpadu vodou nebo vrstvou zeminy, případně nepropustnou membránou. Ozáření obyvatelstva lze snížit kromě těchto opatření umístěním systému pro zadržení odpadu co nejdále od oblasti osídlení. Vliv přidavného ozáření na obyvatelstvo v okolí MAPE lze posoudit po detailní analýze přestupu radionuklidů do jednotlivých úrovní potravních řetězců. Orientace na tuto oblast by měla být důležitou součástí dalšího sledování kontaminace prostředí v okolí závodu.

Podle našeho názoru je žádoucí soustředit se přednostně na realizaci následujících opatření ke zlepšení současného stavu:

- 1) zamezit přístupu veřejnosti na odkaliště a na místa se zvýšenou radioaktivitou (Horní zákon - trvalé ohraničení opuštěné lokality).
- 2) proměřit hloubkový profil sedimentu rybníka Bezdrev a dalších kontaminovaných nádrží včetně na ně navazujících vodních soustav na místech, kde dochází k jeho ukládání. Kontaminovaný sediment odstranit a uložit do odkališť. Zhodnotit celkovou situaci radioaktivity v kontaminovaných nádržích ve vztahu k produkci ryb a jejich možné radioaktivní kontaminaci ze sedimentu a vody.
- 3) věnovat pozornost radioaktivní kontaminaci flóry a fauny ve sledovaném regionu vzniklé v důsledku činnosti závodu MAPE. Těmto závažným souvislostem byla až dosud věnována velmi malá pozornost.
- 4) zlikvidovat skládku radioaktivního odpadu ze závodu umístěnou v těsné blízkosti zemědělské půdy a uložit příslušný odpad do odkaliště.
- 5) redukovat prašnost z odkaliště (např. rozčlenění ploch na menší, odolné druhy submerzních rostlin, sinice).
- 6) kontaminované půdy asanovat vhodným zásahem.
- 7) soustavně sledovat obsah rizikových prvků na kontaminovaných půdách i po rekultivaci.
- 8) průběžně kontrolovat vodotěsnosti (resp. účinnost opatření zamezujících průsakům), orientovat se na některé speciální metody hydrogeologie ke zjištění



průsakových cest do spodních vod, míst kontaminace z povrchu a plošného rozsahu kontaminace. (v úvahu připadá i využití dálkového průzkumu země)

9) stanovit chemické složení a původ druhotně uložených surovin v odkalištích

10) zpevnit podloží pod odkališti, např. zplyňováním zbytků ložisek lignitu nebo betonové injektáže

11) průběžně sledovat a vyhodnocovat radiační situaci v okolí závodu MAPE a přijímat adekvátní protipatření k okamžitému odstranění zjištěných závad a nedostatků

12) k exaktnějšímu posouzení radiologických důsledků provozu MAPE na obyvatelstvo jižních Čech je zapotřebí ve studiu tohoto problému pokračovat s cílem získat další informace, na základě nichž lze odhadnout velikost kolektivního efektivního dávkového ekvivalentu."

### **Ze studie(3) vyplynulo:**

Již v prvních fázích průzkumu se potvrdila skutečnost, že radioaktivní kontaminace v okolí závodu MAPE je významná a vyžaduje podrobnou analýzu. **Vzhledem k prokázané radioaktivní kontaminaci v okolí závodu MAPE je nutné se ptát, jakou roli hrála hygienická služba při sledování vlivu tohoto provozu na okolí.** Tato instituce se podle vyjádření Ústavu hygieny práce VP Kamenná, zabývala zjišťováním vlivu závodu MAPE na okolí prakticky od vzniku závodu. **Hlavní hygienik ČSR MUDr. Ticháček s odvoláním na stanovisko Centra hygieny záření IHE, KHS v Č.B. a Ústavu hygieny práce ze dne 29.6.1990 se vyjádřil, že šetření provedené v okolí závodu neprokázalo radioaktivní kontaminaci v okolí MAPE.**

Na ředitelství v Příbrami tvrdili, že MAPE dodržuje závazné režimy sledování stavu okolí i stanovené normy obsahu škodlivin. **Žádné materiály o historii sledování v oblasti MAPE uranový průmysl zpracovatelům studie neposkytl. Dále zástupci ČSUP odmítli potřebu nových měření obsahu radioaktivních látek v okolí úpravny rud MAPE. Ze strany hygienické služby byla od zahájení studie Ústavu krajinné ekologie ČSAV snaha o zastavení průzkumu v okolí MAPE. Podle vyjádření hlavního hygienika ČSR MUDr. Ticháčka vedla studie ÚKE ČSAV k neúčelné spotřebě společenských prostředků. Tato studie nemůže údajně přinést nic nového, neboť vše hygienická služba sleduje.**

K otázce skládky vysoce radioaktivního materiálu mimo území závodu MAPE bylo zjištěno, že skládka je v bezprostřední blízkosti zemědělsky obhospodařované půdy s možností přístupu veřejnosti a převyšuje až 23x [3] hodnoty radioaktivního pozadí této oblasti.

Vzhledem k ukončení činnosti JČKNV byly výsledky studie předány MŽP ČR, které by mělo rozhodnout o průběhu dalšího sledování radioaktivní kontaminace v okolí závodu MAPE. Dále bylo konstatováno, že hodnoty  $^{226}\text{Ra}$  zjištěné v horní vrstvě sedimentu rybníka Bezdrev odpovídají hodnotám naměřeným v retenční nádrži, která má sloužit k zachytávání a ukládání kontaminovaného sedimentu. Vzhledem k nevyhovujícímu stavu čerpací stanice odkaliště KI docházelo k vypouštění radioaktivních vod do vodoteče navazující na závod MAPE a k místním kontaminacím přilehlé půdy. Je nezbytné, aby kontrola, dozor a údržba systému zadržení odpadů pokračovala i v budoucnosti, zejména po skončení provozu závodu MAPE z důvodu útlumového programu uranového průmyslu. Vzhledem k dlouhodobým poločasům rozpadu radionuklidů uskladněných v odkalištích ( $^{226}\text{Ra}$  1.600 let a zbylý uran stovky miliónů let) a tvorbě radonu z odkališť, je nutné průběžné sledování a zamezení šíření těchto prvků do okolí.

Tolik studie Ústavu krajinné ekologie ČSAV v Českých Budějovicích.[3]

## 2.5. Bude existovat v budoucnu řešení?

Během ukončení činnosti chemické úpravny uranových rud byla v rámci řešení zaměstnanosti zahájena výstavba čtyř hydrometalurgických programů:

- 1) výroba síranu železitého
  - 2) výroba železitých pigmentů
  - 3) výroba železitanu manganatého
  - 4) výroba polyvanadičnanu amonného
- Odpadní vody z těchto chemických výrob byly vypouštěny v množství max. 50.000 m<sup>3</sup>/rok do odkaliště KIV sekce R. Vzhledem k špatnému ekonomickému vývoji těchto aktivit, byla ukončena činnost o.z.Chemická úpravna Mydlovary k 31.5.1996.[6]

Díky původní činnosti, tj. zpracování uranových rud, byl prostor závodu MAPE kontaminován.[6] Z hlediska dalšího využívání tohoto areálu je nutná dekontaminace objektů a zařízení, stejně jako je nutno dekontaminovat půdu v areálu MAPE. Splaškové vody z této oblasti by měly být čištěny na dekontaminační stanici.

Největším rizikem pro obyvatelstvo z blízkého okolí jsou otevřená odkaliště. Z těchto odkališť se uvolňují radionuklidy do ovzduší a následně pronikají do flóry, fauny a prostřednictvím potravního řetězce nebo vdechnutím do člověka.

V této souvislosti je velice závažné, že ochranná pásma v okolí odkališť jsou vymezena v řádu stovek metrů, a přesto může být plocha zemědělsky obhospodařována již 15 metrů od paty hráze. Potom zde existuje přímá cesta kontaminace radionuklidy formou potravního řetězce. Stejně tak pronikají kontaminující látky do podzemních vod, které jsou zásobárnou pitné vody. Nedaleká Třeboňská pánev, která navazuje na pánev Českobudějovickou je velice hodnotným zdrojem pitné vody. Zde může nastat nebezpečí z průniku kontaminantů.

Ve většině studií je konstatováno, že podloží pod odkališti je málo propustné a pohyb kontaminantů je pozorován na dráze 13 m za rok[6]. Ale dále je také uváděno, že není zhotoven řádný hydrogeologický průzkum, nejsou řádně prozkoumána vytěžená ložiska lignitu a při zhotovování průzkumných vrtů se stává, že dojde k narušení těsnících bariér.

Od devadesátých let se plánují a částečně realizují sanační práce, ale jde to velice pomalu. Největší brzdou je nedostatek peněz na odstranění těchto trvalých a nebezpečných zátěží. Ze státního rozpočtu byly požadovány od roku 1991 do r. 1996 dotace ve výši 417.000.000 Kč.[6] Rozhodně není tato hranice konečná.

V současné době pak brání rychlejší sanaci odkališť nedostatek sanačních hmot (popelovin). Proto se uvažuje s nálezem i nepopílkových materiálů (odpadů z chem. výroben...) V rámci racionalizace se k 1.1.1999 do o.z. SUL Příbram začlenil bývalý závod o.z.MAPE Mydlovary. Nový ředitel o.z. SUL Příbram ing. Jindřich Šlosar však plánuje další těžbu uranu v Hamru a Dolní Rožínce.[5] Těžko asi půjdou zisky, pokud nějaké budou, na sanaci odkališť v Mydlovarech.

**Nepoučení z minulosti, dále budeme pokračovat v chybných krocích bez ohledu na škody, které při tom pácháme.**

Sdružení Jihočeské matky se zúčastňuje všech správních řízení na MAPE Mydlovary zahajovaných referátem životního prostředí Okresního úřadu v Českých Budějovicích od roku 1997. Generální žádost má však sdružení u Okresního úřadu podanou již od září roku 1994. V letech 1994-97 bylo sdružení přizváno k řízením pouze výjimečně.

Při těchto řízeních se ukazuje jako největší překážka sanačních a rekultivačních prací nedostatek sanačního materiálu a nedostatek peněz. Tato skutečnost potom může vést k tomu, že odkaliště budou sloužit jako skládky různorodého odpadu, i když zajištěnými skládkami podle zákona nejsou, právě naopak. Tím by samozřejmě došlo k absurdní situaci a místo ke snižování vlivů odkališť vzniklých po zpracování uranové rudy, by docházelo k další devastaci a ohrožení životního prostředí. Sdružení Jihočeské matky funguje v řízeních jako zástupce veřejnosti, mající zájem na řádném izolování nebezpečných odkališť od životního prostředí.

Jedním z hlavních požadavků státní správy je zabezpečit takovou rekultivaci, která bude funkční bez trvalých zásahů člověka a využívání trvalých aktivních udržovacích opatření (to znamená vyloučení stálého čerpání a čištění drenážních vod). Tato představa je pěkná, ale pravděpodobně obtížně realizovatelná.

## 2.6. Jak se pracovalo na MAPE

Práce v chemické úpravně uranové rudy nebyla lehká, o tom vypráví invalidní důchodce pan Tetour. (Zde je uvedena jeho výpověď):

*"Pracoval jsem na drtírně, bunkrech, depu, Acidkuru (Pahorek smrti). Žhavý popel se sypal na suché mletí přidávala se kyselina sírová ( $H_2SO_4$ ) nebo kyselina dusičná ( $HNO_3$ ) a voda ( $H_2O$ ), z toho vznikla záměs o teplotě kolem  $100^\circ C$ . Po otevření víka se uvolňovaly agresivní výpary. Jedinou ochranou byl hadrový respirátor. Vykonávat práci po celou směnu s respirátorem nešlo. O dozimetrech neměl nikdo ze zaměstnanců přehled. Celou směnu jsem dýchal radon, po 4 hodinách jsem byl ospalý a teď spím 12 hodin denně. Když jsem pracoval na Acidkuru, šířil se z místního zařízení žlutý plyn. Ten se šířil podle směru větru dále. Nebyla zde žádná ventilace, práce pokračovala i v prašném prostředí. Na MAPE jsem pracoval 11,5 roku. Dnes jsem v invalidním důchodu. Řekli mi, že jsem přechodil žloutenku. Během zaměstnání jsem chodil na zdravotní prohlídky a vše bylo v pořádku. Ke konci jsem již nemohl, a mistr mi řekl, že jsem jak ožralý. Šel jsem marodit. MUDr. Valenta mi dal tetracyklin, po týdnu mne pustil do práce, ale už jsem to nemohl vydržet. Dostal jsem další dávku, nechal jsem se poslat do PB, po 7-8 měsících (přerušováno pobytem doma) mne posudková komise poslala do invalidního důchodu. Bylo mi řečeno, že to není nemoc z povolání. Mám úbytek červených krvinek. 11 let jsem v důchodu a 3 x za rok jsem chodil na krev, nyní chodím 4 x za rok. Bude mi 57 let. V posudku nemám napsán důvod, proč jsem invalidní. Ostatní spolupracovníci jsou již mrtví, kromě Suchého a Hafnera. Vesměs to byli moji vrstevníci a dělali v MAPE kratší dobu. Dne 23.11.1990 jsem nahlédl do spisu a dozvěděl se, že mám nemoc ze záření. O radonu se vědělo, že působí jako uspávací, ale jako nemoc z povolání se uznává pouze rakovina plic."*

### Dále pan Tetour sdělil:

*"Když se najížděl Jarošov, pěníla ruda a přetékala do kanálu i s kyselinou. Zpracovávalo se tehdy 4.500 tun denně a dělo se to minimálně ob šichtu. Vápno nebylo každou chvíli a Kříž (hygienik) dával pokyn pro provoz i když nebylo vápno k neutralizaci. Únik se dostal do Nákeřského rybníka a tehdy ryby nebyly k jídlu, byly jako z nafty. Kanál běžel i po oficiálním uzavření (2 roky). Bylo moc vody, tak se to v noci čerpalo kanálem do Vltavy. Na drtírně se jelo i když vypadla ventilace. Respirátory byly po 10 minutách černé i při normálním provozu. Sundávaly se při nutnosti rychlých pohybů. Dozimetry byly*



umístěny jen do kuželové drtírny (frakce 4 - 15 cm). Tam se drtilo nasucho. Odsávací potrubí bylo brzy zanesené a odsávalo málo nebo vůbec. Čištění potrubí se provádělo 1 x za rok. Do prachu a do koncentrátu byly vkládány filmové dozimetry. Po vyhodnocení v Příbrami nebylo nikdy nic řečeno.

V MAPE zaměstnávali chlapy do 45 let a ženy až nad 45 let. Hotový koncentrát vždy doprovázeli naši vojáci. Čtyři Rusové pracovali na laboratořích. Jejich pracovní doba byla 6 hodin. Brali vzorky z každého kusu. V roce 1982 přešli na Hamr. Jeden čas se uvažovalo, že by obsah odkališť prošel znovu procesem, protože je tam plno uranu. Do odkališť šly všechny splachy a havárie. V MAPE se také sjížděl obsah z odkaliště u Nejdku a zpracovávala se také německá ruda.

Jedenkrát za rok se konala zdravotní prohlídka, jejíž hlavní náplní bylo počítání leukocytů. Můj kolega Hafner pracoval na mlýnici. Nedostal ani vatu do uší, vozil si ji z domova. Kdo měl větší škody sluchu, šel z práce. Při porušení ventilace se nemohlo dělat, nebylo vůbec vidět. Ventilace je zde odvedena do komína, ale jestli jsou tam filtry, to nevím.

Rusové žádali, aby v koncentrátu bylo 50 % izotopu 234 ("bombový kov"). Pro splnění plánu se jela ruda rychle, aniž se stačila zpracovat. *Vše šlo do odkaliště. Hygienici tam nešli, měli by zákaz výjezdu do ciziny."*

Tolik výpověď jednoho pracovníka chemické úpravně uranové rudy v Mydlovarech.

## 2.7. Závěr

Tato část studie není zdaleka vyčerpávajícím přehledem informací o MAPE v Mydlovarech. Jak již bylo v úvodu sděleno, byly informace z oblasti těžby a zpracování uranové rudy pro veřejnost "tabu". Při těžbě i zpracování uranové rudy nebyl sledován vliv této činnosti na životní prostředí, protože se jen plnil plán bez ohledu na výši nákladů. Vzhledem k této situaci je velice těžké zmapovat území a najít optimální řešení k odstranění radioaktivní zátěže. Proto by bylo nutné, aby do budoucna pokračovalo sledování již ukončené lidské činnosti v MAPE, které zůstává jako torzo v krajině v podobě 286 ha odkališť.

Přesto informace, které jsou obsaženy v této části studie, i když nejsou zdaleka vyčerpávající, dávají dobrý základ pro rozhodování a zvažování priorit v oblasti likvidace trvalých zátěží po uranové činnosti v MAPE Mydlovary.

D.

Stráský (1992)

[2] Radioekologický výzkum v okolí závodu na zpracování uranové rudy MAPE u Českých Budějovic v jižních Čechách - Peter Bossew, Rakouský ekologický institut Vídeň

[3] Ústav krajinné ekologie ČSAV České Budějovice - Studie - Příspěvek k hodnocení radiační situace v okolí CHÚUP, k.p. MAPE Mydlovary (1990)

[4] Radioaktivní odpady - Vladimír Veselý (1971)

[5] Občasník Diamo - leden, únor 1999

[6] materiály ze správních řízení 1997-1999

### **3. Proč byl v Československu po roce 1945 těžen a upravován uran?**

#### ***Výňatek z knihy "Uranové doly v Jáchymově" - Jiří Svršek (1999)***

Těsně po 2. světové válce, 23. listopadu 1945, byla podepsána Dohoda mezi vládou SSSR a vládou ČSR o rozšíření těžby rud a koncentrátů, které obsahují rádium a jiné radioaktivní prvky.

Jednání mezi oběma vládami probíhala od srpna 1945. Sovětský svaz projevil zájem o uranová ložiska, konkrétně o Jáchymovské doly, bezprostředně po ukončení 2. světové války. Doly byly obsazeny třemi jednotkami Rudé armády a podle zprávy Ministerstva národní obrany z 13.9.1945 byl vstup umožněn jen na propustky a do Jáchymovských dolů jezdila řada sovětských odborníků.

Jednání v srpnu 1945 byla přísně tajná a za československou stranu je vedl Zdeněk Fierlinger s vědomím prezidenta Edvarda Beneše. 19. září 1945 Fierlinger předal sovětskému velvyslanci návrh dohody, v níž bylo stanoveno, že všechna ložiska uranu jsou výhradně československým majetkem a že vláda ČSR se zaváže dodat určité množství uranové rudy Sovětskému svazu. Bezpečnost a ochranu výrobního tajemství měla zajistit ČSR a Sovětský svaz měl poskytovat technickou a vědeckou pomoc. Za tuto pomoc měla československá strana přenechat Sovětskému svazu polovinu z vytěženého množství uranové rudy.

Sovětská koncepce na poradě 26. září 1945 zcela odporovala Fierlingerovu návrhu. Sovětská strana chtěla vytvořit společnou akciovou společnost. Sovětská strana měla vložit do společnosti potřebný kapitál a československá strana měla společnosti předat celé ložisko, odvaly i hlubiny Jáchymovských dolů. Československo mělo dále poskytnout společnosti výhradní právo na geologický průzkum na celém území republiky. Dále se měla veškerá produkce předat Sovětskému svazu, kde měla být zpracována a získané rádium by se dělilo stejným dílem. Na řízení společnosti se měly podílet obě strany stejným dílem.

Fierlinger a Laušman a ostatní přítomní ministři návrh sovětské strany odmítli. Přesto byla sovětská strana ujištěna, že v rámci československého návrhu chce ČSR vyjít sovětské straně vstříc, což chtěla dokázat předáním dosavadních zásob.

Jednání 26. září 1945 jasně ukázalo, že Sovětský svaz má na těžbě uranu v Československu značný vojenský zájem a nezakrývá jeho strategický význam. 6. října 1945 sovětská strana předložila Fierlingerovi čtyři otázky o zajištění sovětských zájmů v navrhované dohodě. Sovětská strana se ptala, jak bude zajištěno předání veškeré vytěžené rudy a koncentrátů, jakou roli budou mít sovětszí zástupci při sestavování plánu těžby a geologického průzkumu, jak bude zajištěna stálá sovětská kontrola plnění plánů jak se budou sovětszí odborníci a dělníci podílet na plnění provozního plánu. Tyto otázky jasně odkryly úmysl Sovětského svazu zcela podřídit těžbu, výzkum a prodej uranové doly svým zájmům.

7. října 1945 Fierlinger jednal s prezidentem Edvardem Benešem, který vyslovil výhrady zejména k předávání veškeré rudy Sovětskému svazu. Fierlinger argumentoval tím, že díky této dohodě bude možno získat určité politické a ekonomické kompenzace jako je např. stanovení severních hranic republiky.

Po poradě 26. září 1945 sovětská strana jevila ochotu přijmout Fierlingerův návrh. Později však na otázky a navrátila se k původnímu návrhu na vytvoření akciové společnosti. V polovině října se do problému angažoval sovětský ministr zahraničí V.

V. Molotov, který zdůraznil sovětský zájem o uran v ČSR při svém jednání s československým diplomatem v Moskvě. Fierlinger 23. října zaslal Molotovovi odpověď, v níž znovu opakoval svůj návrh a ujišťoval sovětskou stranu, že dohoda bude obsahovat všechny podmínky, které sovětská strana bude považovat za nutné. Dále poznamenal, že pokud by sovětská vláda trvala na formě smíšené akciové společnosti, musel by celou věc předložit vládě, což by nemělo dobrý psychologický účinek.

V. V. Molotov přijal vyslance Horáka s odpovědí 4. listopadu 1945. Molotov vyslovil souhlas se zřízením československého národního podniku, který uzavře dohodu se sovětským podnikem. Je zřejmé, že sovětská strana při řešení sporu ustoupila, aby se dosáhlo rychle dohody a mohlo dojít ke zvýšení těžby. Návrh sovětské strany obsahoval podmínky, které Sovětský svaz považoval ze své strany za nutné. Sporné zůstaly dva body. Československá strana odmítala nezvykle dlouhou třicetiletou platnost dohody. Sovětská strana nesouhlasila, aby část těžby zůstávala v ČSR pro hospodářské a vědecké účely.

Sovětský svaz požadavek československé strany odmítal s tím, že není zaručena jeho monopolní pozice odběratele. 15. listopadu 1945 Fierlinger informoval prezidenta Beneše o tomto sporu. Beneš trval na tomto požadavku. Fierlinger ale Beneše přiměl k ústupku, kterému se podle jeho názoru nebylo možno vyhnout. Fierlinger navrhl, aby byla zřízena společná československo-sovětská komise, která bude rozhodovat o množství uranu, které zůstane v ČR. Prezident Beneš požadoval, aby délka smlouvy byla omezena na 20 let, jak je to u takových smluv běžné.

17. listopadu 1945 Fierlinger předložil vládě návrh dohody. Sovětská strana v té době ještě nereagovala na dvacetiletou platnost smlouvy. Vláda s oběma body smlouvy souhlasila. 21. listopadu 1945 sovětská strana oznámila, že přijímá návrh smlouvy tak, jak byl naposledy formulován. Žádala pouze, aby prvních pět let část rudy pro ČSR nepřesáhla 10 % celkové těžby. Fierlinger o tomto návrhu referoval prezidentovi, který s návrhem souhlasil. S návrhem smlouvy souhlasili také místopředsedové vlády.

Dohodu o uranu a dodatkový protokol v tajné části schůze vláda schválila 23. listopadu 1945. Ministři se seznámili se smlouvou pouze tak, že jim byla přečtena a Fierlinger sdělil, že smlouvu podporuje prezident republiky. Žádný z ministrů neměl námítky ani žádné dotazy. Navrhovaná smlouva podle Fierlingera nevyžadovala souhlas parlamentu, protože podle jeho názoru byla jednoznačně ve prospěch republiky. 23. listopadu 1945 v 19:30 hodin se do budovy předsednictva vlády dostavili zástupci sovětské strany, aby smlouvu podepsali. Text dohody je uveden.

Dohoda o rozšíření těžby rud a koncentrátů v ČSR obsahujících rádiu a jiné radioaktivní prvky a o jejich dodávkách do SSSR

### **PŘÍSNĚ DŮVĚRNÉ!!!**

DOHODA mezi vládou Svazu Sovětských Socialistických Republik a vládou Československé republiky o rozšíření těžby rud a koncentrátů v Československu, obsahujících rádiu a jiné radioaktivní prvky, jakož i o jejich dodávkách Svazu Sovětských Socialistických Republik.

Vláda Svazu Sovětských Socialistických Republik a vláda Československé republiky dohodly se jak následuje:

## Část 1.

Československá vláda organisuje státní podnik pro výzkum a exploataci všech nalezišť, obsahujících rádium a radioaktivní prvky, které náleží Československému státu.

## Část 2.

Československá vláda učiní vše k maximálnímu zvýšení těžby rudy a koncentrátů, obsahujících rádium a jiné radioaktivní prvky v obvodu města Jáchymova.

## Část 3.

Vláda Sovětského svazu poskytne všestrannou technickou pomoc pro výzkum a exploataci výše uvedených nalezišť. Tato pomoc bude pozůstávat jednak ve vysílání odborníků pro organizaci vyhledávání a průmyslového výzkumu nalezišť i pro práci na těžbě rudy a koncentrátů, a též v dodávce nutného zařízení a materiálu.

## Část 4.

Obě vlády utvoří stálou československo-sovětskou komisi se sídlem v Praze, sestávající ze 4 členů (po dvou z každé vlády). Tato komise má tyto úkoly:

- Vypracování směrnic za účelem rozšíření geologicko-výzkumných prací a zvýšení těžby rudy a koncentrátů.
- Propracování plánů těžby rudy a koncentrátů, při čemž základní plány musí být sestaveny zavčas na dobu nejméně 5-ti let s postupným zvyšováním plánu v případě, že výsledky geologického výzkumu dají pro to podklad.
- Řešení všech otázek, které vznikají v rámci plnění smlouvy o technické pomoci a dodávkách.
- Určení cen za rudy a koncentráty a za rádium v soulase s paragrafem 5. této úmluvy na podkladě svéstojných nákladů s připočtením normálního procenta zisku.

Komise provádí svoji činnost podle statutu, který se zřídí. Rozhodnutí komise jsou právoplatná při souhlasu obou stran. V případě, že českoslovenští a sovětské členové komise se nedohodnou, věc bude řešena přímo oběma vládami.

## Část 5.

Československo-sovětská komise rozhodne ve smyslu par. 4, která část vytěžené rudy a koncentrátů zůstane v Československu pro jeho nutné hospodářské a vědecké potřeby. Všechna ostatní vytěžená ruda i koncentráty, obsahující rádium a jiné radioaktivní prvky, budou se odevzdávat Svazu Sovětských Socialistických Republik, přičemž 50% rádia bude se vracet Československu, pokud bude vytěženo z rud a koncentrátů poskytovaných z Československa na zpracování v SSSR

Vzájemné vyúčtování, vyplývající z postoupení rudy a koncentrátů na zpracování do SSSR a z navrácení rádia do Československa, bude se provádět na základě cen za rudy a koncentráty i cen za rádium, ustanovených za souhlasu obou vlád, s uhrazením vzniknuvších rozdílů buď v dodávkách zboží, aneb ve valutě dle dohody stran.

## Část 6.

Ze sovětské strany souhlasí že s tím, aby byli vysláni do Československa mezi odborníky jeden odborník v hodnosti technického ředitele, jeden odborník v hodnosti vrchního inženýra a jeden odborník v hodnosti přednosta technické kontroly Jáchymovského závodu.

## Část 7.

Obě strany jsou zajedno v tom, že budou si vyměňovati vědecké poznatky, týkající se využití rud a koncentrátů, obsahujících rádiu a jiné radioaktivní prvky.

## Část 8.

Tato dohoda nabývá okamžitě platnosti po jejím podepsání a je platná na dobu 20-ti let.

Sepsáno v Praze 23. listopadu 1945 ve dvou autentických exemplářích, každý v českém a ruském jazyce, při čemž oba texty mají stejnou platnost.

*Na základě zplnomocnění vládou Československé republiky /H. RIPKA/*

*Na základě zplnomocnění vládou Svazu Sovětských Socialistických Republik /I. BAKULIN/*

27. listopadu 1945 ministr Laušman převzal od Fierlingera dopis, v němž mu ukládal urychleně zřídit podnik Jáchymovské doly a spojit se se zástupcem sovětské strany Bakulinem. O dva měsíce později ministr Jan Masaryk na zasedání Organizace spojených národů v Londýně vyjádřil přesvědčení, že uran z Československa nikdy nebude sloužit pro dílo zkázy a pro ničení ve velkém. Později na dotaz novináře Masaryk připustil, že Československo bude ochotno připustit inspekci uranových dolů prováděnou orgány OSN. Toto prohlášení ale bylo v příkrém rozporu se záměry Sovětského svazu a s ustanovením dohody o uranu.

18. ledna 1946 přinesl československý tisk zprávu jednak o Masarykově projevu a jednak o mezinárodní reakci. Záležitostí se zabývala vláda. Uvažovalo se o opatřeních, z nichž jedno se týkalo Masaryka, který měl být povolán zpět do Prahy. Prezident Beneš, ale tento krok odmítl. Situace se ale 22. ledna uklidnila, když byla vysvětlena sovětskému ministerstvu zahraničí.

Je zjevné, že dohoda ze 27. listopadu 1945 byla motivována politicky a ekonomické hledisko ustoupilo výrazně do pozadí. Sovětský svaz se příliš netajil svým bezprostředním cílem zlomit americký monopol atomové bomby. Je třeba říci, že Sovětský svaz nikdy žádné kompenzační výhody Československu neposkytl. Přestože se nepodařilo prosadit původní sovětskou představa o akciové společnosti, dohoda poskytovala Sovětskému svazu možnosti k ovládnutí československého uranového průmyslu. Za dva roky od podpisu dohody došlo k prudkému vzestupu těžby, který trval zhruba deset let. V Československu tak vzniklo nové odvětví, uranový průmysl. Výstavbě nových dolů předcházela rozsáhlý geologický průzkum. Tento průzkum podle dohody prováděl Sovětský svaz na vlastní náklady. V roce 1946 zahájila činnost asi padesátičlenná skupina sovětských geologů. Jejím výsledkem bylo nalezení uranové rudy u Horního Slavkova, v Příbrami a v trutnovské oblasti. Výsledky geologického průzkumu získané v letech 1946 až 1947 s velkou jistotou prokázaly, že zásoby uranové rudy postačují k vybudování průmyslového odvětví. 6. listopadu 1947 ministr zahraničí SSSR oznámil, že Sovětský svaz prolomil americký monopol atomové bomby.

Vývoj Sovětského svazu k jaderné velmoci těsně souvisel s rozvojem odvětví uranového průmyslu v Československu. V říjnu 1947 sovětská strana požadovala zvýšit těžbu uranové rudy na trojnásobek původní těžby. Investice do vývoje uranového průmyslu byly odhadnuty na 1,156 miliard Kčs. V roce 1948 bylo dohodnuto, aby Sovětský svaz dostával uran a nikoliv smolinec, a za dva roky

sovětská strana podnikla potřebné kroky. Původně se ruda do Sovětského svazu dostávala bez obohacení, od roku 1950 ale byla obohacována v úpravě Eliáš v Jáchymově.

V roce 1948 mělo české hospodářství značné obtíže. Trpělo nedostatkem devizových prostředků a nemohlo kupovat suroviny potřebné pro průmyslovou výrobu. Generální tajemník KSČ Rudolf Slánský proto jednal se sovětskou stranou v červnu 1948. V Praze se očekávalo, že tato jednání přispějí k oslabení závislosti Československa na dodávkách surovin ze západní Evropy. Bylo dohodnuto, že těžba uranové rudy se ještě zintenzivní a Sovětský svaz bude krýt tolik potřebné investice do rozvoje uranového průmyslu. Sovětská strana přistoupila na vypracování tříletého plánu těžby uranové rudy a souhlasila se zásadou, že podíl investic bude roven podílu těžby, který Sovětský svaz obdrží. Protokol byl podepsán 22. dubna 1949.

Československá strana měla připraveny tři varianty pětiletého plánu. Všechny tři varianty počítaly s vystěhováním měst Jáchymov a Vejprty a přilehlých obcí, aby bylo možno zvládnout plánovanou těžbu uranové rudy. Nové bytové jednotky v těchto městech měly sloužit výhradně pro pracovníky Jáchymovských uranových dolů.

Od roku 1950 došlo k prudkému vzestupu těžby, který se udržel až do roku 1958. Na rozhraní let 1950 a 1951 byl tento vzestup ovlivněn snahou Sovětského svazu rozšířit socialismus do všech evropských zemí a s tím související výstavbou velké armády. Součástí těchto příprav byl také urychlený vývoj Sovětského svazu v jadernou velmoc. Uvádí se, že v letech 1950 až 1960 bylo proinvestováno ze zisku uranového průmyslu 5,5 miliardy Kčs na budování nových šachet a na geologický průzkum. Rozsáhlé investice přesahovaly možnosti československého hospodářství. Nešlo pouze o finanční náklady, ale také o stroje, suroviny, pracovní síly. Na tuto skutečnost upozornili v říjnu 1947 členové jáchymovské komise.

## PROTOKOL

### *PŘÍSNĚ DŮVĚRNÉ!!!*

k dohodě mezi vládou Československé republiky a vládou Svazu Sovětských Socialistických Republik o rozšíření těžby rud a koncentrátů v Československu, obsahujících rádiu a jiné radioaktivní prvky, jakož i o jejich dodávkách Svazu Sovětských Socialistických Republik.

V souvislosti s dnešním podepsáním dohody v Praze mezi vládou Československé republiky a vládou Svazu Sovětských Socialistických Republik o rozšíření těžby rud a koncentrátů v Československu obsahujících rádiu a jiné radioaktivní prvky, jakož i o jejich dodávkách Svazu Sovětských Socialistických Republik, byla uzavřena dohoda:

1. Z celkového množství těžných rud a koncentrátů, obsahujících rádiu a jiné radioaktivní prvky, po dobu prvních 5 roků platnosti citované dohody zůstane v Československu pro jeho hospodářské a vědecké potřeby množství do 10% těchto rud a koncentrátů.
2. Vláda Československé republiky přenechá podle potřeby sovětských členů československo-sovětské komise vhodné místnosti v Jáchymově a v Praze.
3. Za účelem zabezpečení důvěrnosti těžby rud a koncentrátů, obsahujících rádiu a jiné radioaktivní prvky, a jejich dodávek Svazu Sovětských Socialistických Republik československo-sovětská komise ustanoví odpovídající řád v Jáchymovských a jiných možných podnicích v Československu.
4. Shora uvedená dohoda mezi vládou Československé republiky a vládou Svazu Sovětských Socialistických Republik je přísně důvěrná.

Sepsáno v Praze 23. listopadu 1945 ve dvou autentických exemplářích, každý v českém a ruském jazyce, při čemž oba texty mají stejnou platnost.

*Na základě zplnomocnění vládou Československé republiky /H. RIPKA/*

*Na základě zplnomocnění vládou Svazu Sovětských Socialistických Republik /I. BAKULIN/*

Protokol z 22. dubna 1949 zajistil Československu od Sovětského svazu bezúročnou investiční půjčku ve výši 85% hodnoty pořízených investic. Vlastníkem těchto investic se stalo Československo.

V letech 1951 až 1952 byly investiční plány překročeny asi o 400 miliónů korun. Především šlo o výstavbu nového chemického závodu na zpracování uranové rudy v Nejdku a na rozšíření těžby v nových nalezištích uranové rudy v Heřmaničkách, v Potůčkách a v Zadním Chodově.

Výstavba Jáchymovských dolů měla také své politické procesy. Organizátoři těchto procesů se tím snažili zdůvodnit obtíže, často chaotické poměry a neekonomické vynakládání prostředků. Státní bezpečnost podala 27. března 1950 trestní oznámení na 41 vedoucích pracovníků v Jáchymovských dolech a obvinila je ze sabotáže. Státní soud 19. až 24. března 1951 odsoudil 27 obžalovaných k vysokým trestům a ostatní byli odsouzeni v jiných procesech.

Uranový průmysl byl téměř 20 let řízen československo-sovětskou správou. Provoz uranových dolů byl utajován nejen před veřejností, ale také před vládou a členy komunistického vedení až do roku 1955. Klement Gottwald si vyhradil, aby jáchymovská komise jednala pouze s ním. Později zprávy dostával Antonín Zápotocký. Komunistické vedení přikládalo Jáchymovským dolům prvořadou politickou důležitost. Podnik měl vlastní kádrovou nomenklaturu, kterou schválil politický sekretariát ÚV KSČ. Podle této nomenklatury museli být do všech vyšších funkcí v podniku uchazeči schválení komunistickými orgány. Mezi československou a sovětskou správou Jáchymovských dolů, přesněji mezi některými funkcionáři, zejména na nejvyšších místech, vznikaly zejména v prvních letech různé spory. Tyto rozpory měly ještě v polovině 50. let dva závažnější důsledky.

Prvním z nich bylo to, že se českoslovenští členové jáchymovské komise nepodíleli na řízení podniku. Druhým důsledkem bylo, že sovětští vedoucí zaměstnanci zaváděli v podniku různé organizační a administrativní zvyklosti, které byly v rozporu s našimi zákony. Postupně tak vznikly dva řídicí systémy, které se nedařilo vzájemně koordinovat. Rozdvojenost byla znatelná zejména v administrativě, kde i méně významná místa byla obsazována sovětskými pracovníky.

Problémy se vyřešily až v roce 1955, kdy sovětské vedení doporučovalo odchod svých poradců ze všech oblastí východního bloku. Ale ještě v roce 1959 byla řada sovětských pracovníků v geologickém průzkumu na vedoucích místech. V roce 1960 došlo k odchodu téměř všech sovětských pracovníků. Sovětská vláda ale měla stále kontrolu nad provozem uranového průmyslu pomocí jáchymovské komise, která sice opustila přímé řízení podniku, ale soustředila se na posuzování zásadních otázek uranového průmyslu a dávala doporučení na jejich řešení.

Od roku 1946 požadovalo vedení Jáchymovských dolů další zaměstnance. Tyto své nároky stupňovalo zejména v letech 1949 až 1956. Požadavky na získání pracovních sil podle funkcionářů KSČ nebylo možno řešit běžnými cestami. Československo

obecně trpělo nedostatkem pracovníků, který byl způsoben především odsunem sudetských Němců. Proto byli sudetští Němci s kvalifikací horníků z odsunu vyjmuti a došlo k rozsáhlému organizovanému náboru.

Zástupci československé a sovětské vlády se počátkem roku 1947 dohodli na použití německých válečných zajatců ze SSSR pro práci v Jáchymovských dolech. Od roku 1947 přicházeli do ČSR také sovětští horníci. Komunističtí funkcionáři již v roce 1948 začali hledat náhradu za německé válečné zajatce, kteří měli být podle mezinárodních úmluv v roce 1949 repatriováni. Jedním zdrojem pracovních sil mohli být dělníci z německého okupačního pásma. Další možností, kterou navrhovala československá strana, bylo použití pracovních sil z Rumunska a z Bulharska. Sovětská strana zase chtěla do ČSR vyslat více než 50 tisíc sovětských dělníků. Českoslovenští funkcionáři tento návrh odmítli z obavy, že by v Československu vznikla vlivná sovětská národnostní menšina.

Existoval také návrh využít občany německé národnosti žijící v ČSR. Z jedenácti okresů měly být přesunuty německé rodiny do Jáchymova. Prezident Klement Gottwald již v dubnu 1948 uložil, aby se toto nucené přesídlení provedlo bez ohledu na to, kde němečtí dělníci pracovali. Návrh na přijetí zahraničních dělníků byl československými komunistickými funkcionáři odmítnut. Byl organizován rozsáhlý dobrovolný nábor a na nucenou práci bylo přesunuto mnoho vězňů a internovaných.

Zaměstnanci Jáchymovských dolů se členili na tzv. svobodné a nesvobodné. Svobodnými zaměstnanci byli stálí zaměstnanci, brigádníci a násilně přestěhovaní občané. Nesvobodnými byli vězni a internované osoby v táborech nucené práce. Uvádí se, že nejméně polovina zaměstnanců uranových dolů zde byla proti své vůli. Buď byli do Jáchymova nuceně vysídleni nebo šlo o vězně a internované osoby v táborech nucené práce. Proto se fluktuace pracovníků pohybovala kolem 30 procent. V roce 1957 byl přijat komunistickým vedením stabilizační program a fluktuace poklesla. Značně vysoká ale zůstávala absence, zhruba kolem 10 procent. Kvůli nedostatku pracovních sil od ledna 1949 probíhala jednání jáchymovské komise s ministerstvem spravedlnosti. Bylo požadováno, aby vězni byli nasazeni na práci v uranových dolech. 16. února 1949 se účastníci porady shodli na potřebě asi 5 tisíc vězňů.

Když první tři měsíce se ministerstvu spravedlnosti nedařilo plnit dodávky vězňů, začal se do celé záležitosti silně angažovat ministr spravedlnosti Alexej Čepička. Rozběhla se akce D, brzy nazvaná jako "akce Ostrov" podle města, v níž se nacházela stanice vězeňské stráže. Ministerstvo spravedlnosti dalo pokyn všem soudům, aby do března 1949 byly zrušeny všechny vyšetřovací vazby uvalené před 1. lednem 1949 a aby s odsouzenými bylo zacházeno jako s trestanci a nečekalo se, až rozsudky nabudou právní moci. Všichni tito vězňové měli být posláni do Ostrova. Rovněž bylo rozhodnuto stáhnout vězně ze Slovenska a dále bylo uloženo Státnímu soudu urychlit soudní řízení a do 15. června 1949 vyřešit všechny staré případy. Soudcům se úkol nepodařilo splnit a proto na poradě 22. června Alexej Čepička nařídil svolat předsedy senátů a vyložit jim politickou situaci s tím, že poslední termín je 30. června 1949. 14. června 1949 bylo rozhodnuto zlikvidovat trestní oddíly v průmyslových podnicích a všichni práceschopní vězňové měli být přesunuti do Jáchymova.

V následujících letech až do roku 1958 ale požadavky vedení dolů na další zaměstnance stále rostly. Byla uzavřena dohoda mezi ministerstvem spravedlnosti a vedením Jáchymovských dolů, že počet vězňů v květnu 1951 bude 9500, do konce roku 10500 a v roce 1952 13000 vězňů. Brzy se ale zjistilo, že není možné smluvní kvóty zajistit, protože došlo k obecnému úbytku vězňů, neboť trestnost klesala. Z táborů Jáchymovských dolů tehdy odcházelo měsíčně až 500 vězňů.



Kritický stav v počtu vězňů nastal již v roce 1951. Proto bylo zrušeno omezení zákazů práce politických vězňů mimo věznic a ministerstvo národní bezpečnosti proto prohlásilo trestanecké tábory v Jáchymově a Příbrami za uzavřené trestanecké ústavy s mimořádným opatřením.

Došlo také k porušení dohody ze 7. srpna 1951, kdy do transportu byli zařazeni vojenští vězni z Opavy, odsouzení příslušníci SNB, ale také osoby ve vyšetřovací vazbě, příslušníci náboženských skupin. Od října 1949 do Jáchymovských dolů přicházely také oběti komunistické perzekuce, zařazené do táborů nucené práce.

Směrnice pro využití táborů nucené práce  
Ministerstvo vnitra Č.j. 6497/010-1349.

### **PŘÍSNĚ DŮVĚRNÉ!!!**

Přílohy:

1. Rozpracování a podrobný plán akce.
2. Pracovní vodítka pro akci T - 43.

*Myšlenka zřídit v Československu TNP vznikla minulého roku po sletu. Tehdy se ukázalo, že reakce a zbytky kapitalistické třídy v Československu se vzpamatovávají ze zdrcujícího úderu, který jim byl zasazen událostmi r.1948 a že se pokouší o znovudobytí ztracených posic nebo aspoň o poškozování socialistické výstavby. Sletové události ukázaly nástup reakce velmi jasně. K tomu se přidružilo zjištění, že pracující lid a v jeho čele dělnická třída těžce nesli skutečnost, že zbytky buržoasie pokračováním v rozmařilém a zahálčivém životě provokují po únoru mnohokrát znásobené úsilí pracujících o přebudování republiky v republiku socialistickou. Tyto skutečnosti vyvolaly v masách pracujícího lidu potřebu a živelný tlak k postižení třídního nepřítel, jehož by se dosáhlo tím, že by byl nucen povinně se zúčastnit buď dobrovolně nebo pod nátlakem hospodářské výstavby. Na základě uvedeného bylo přikročeno k vydání zákona o zřízení TNP. Po vydání zákona vrhl se celý kapitalistický svět na Československo a jeho lidově demokratickou vládu s hrubými útoky proti zavádění jakoby hitlerovských koncentračních táborů atd. atd. Kapitalistický tisk i rozhlas použil této příležitosti k ohromné štvanci proti našemu státu.*

*Positivní výsledek však byl naprosto nedostatečný. Dnes téměř rok po vydání zákona zjišťujeme, že v cca 25 účelu přizpůsobených táborech se nachází necelých 3.000 osob obojího pohlaví z nichž však valná část byla dána do tábora ne z třídního hlediska jako spíše z hlediska sociálního (opilci, prostitutky, notoričtí lenoši, poškozovatelé pracovní morálky atd.), takže zákon, který měl být namířen především jako třídní zbraň proti zbytkům kapitalistické třídy byl používán až dosud do značné míry jako prostředek pro odstranění nesociálních elementů z naší společnosti, avšak buržoasii jako třídu postihl zcela nepatrně.*

*Současně můžeme konstatovati, že během posledních 12 měsíců se podařilo StB odhalit různé pokusy o reakční pikle, důsledky kterých bylo postiženo o předání k soudnímu potrestání několik tisíc provinilců. Při rozboru jaké elementy zúčastnily se těchto protistátních akcí zjišťujeme, že se jednalo, kromě svedených, téměř výhradně o příslušníky buržoasní třídy nebo její nohsledy. Posuzujeme-li objektivně současnou situaci v našem státě zjišťujeme, že protistátní šeptaná propaganda, pokusy o sabotáže, bojkot některých hospodářských opatření, rozšiřování ilegálních letáků a tiskovin, pokusy o vyzvědačství a špionáž ve prospěch západního imperialismu jsou vesměs dílem reakčních činitelů, příslušníků buržoasní třídy. Jeví se tudíž nanejvýš nutným, aby zákona o TNP jako třídní zbraň v boji se zbytky kapitalistické třídy bylo*

využito opravdu třídně a se vsí rozhodností.

Dosavadní organizace dodávání závadných osob do TNP se ukázala nedostatečnou. I když zákonem předpokládaná t. zv. trojka v krajských městech pokoušela se splnit daný úkol, ukázalo se, že hlavní nedostatek tkví v tom, že lidové orgány, především bezpečnostní referenti okresních národních výborů a okresní akční výbory, odborové organizace atd., které měly připravovat a dávat návrhy na zařazování osob do TNP v podstatě téměř selhaly úplně. Jejich práce, těchto hlavních pomocníků je co do rozsahu, jakož i do třídního pojetí krajně vlašná a nedostatečná. Proto bylo rozhodnuto, že vyhledáváním závadných osob do TNP bude pověřena StB složka SNB, mající v důsledku své denní činnosti potřebný přehled o aktivním ale i pasivním třídním nepříteli. Tato složka pak za spolupráce strany a akčních výborů bude, jak doufáme, sto plnit na ni vložený úkol.

O tom jak úkol bude plněn hovoří příloha: rozpracování a podrobný plán akcí. Z politického hlediska je nutné postihnout zařazením především hlavní představitele kapitalistické třídy, kteří nám zde po únoru zůstali, aniž by se zařadili do socialistické výstavby. Jsou to především velkopřemyslníci, továrníci, velkoakcionáři, býv. bankéři, velkoobchodníci, býv. bankovní ředitelé, býv. kapitalističtí představitelé svobodných povolání, (jako stavitelé, advokáti a pod.) a býv. velkostatkáři od 50 do 250 ha. V tomto směru bude nám hlavní pomůckou získaný seznam milionářů, obsahující 16 tisíc jmen.

Za druhé: nutno postihnout naše hlavní politické protivníky, kterými podle naší zkušenosti jsou: poúnoroví propuštěnci ze státního aparátu, ať již vojáci, příslušníci bezpečnosti, nebo úředníci, dále t. zv. poškozenci, kterými jsou advokáti zbavení práva vykonávat praxi, různí ředitelé, drobní podnikatelé a veřejní činitelé, kteří v důsledku únorové čistky a prohloubení socializačních opatření byli zbaveni svých blahobytných posic a jsou naplněni zavilou nenávistí vůči všemu socialistickému.

Za třetí: nutno vyhledat, prošetřit a postihnout staré politické činitelé za první republiky, ať již to jsou poslanci, senátoři, političtí tajemníci a významní činitelé agrární strany, nebo strany živnostenské, národně demokratické, NOF, ligy nebo Národního sjednocení. K nim přidružují se reakční političtí činitelé z doby okupace a to především funkcionáři a významnější činitelé Národního souručenství, Vlajky, Kuratoria a jiných menších fašistických hnutí.

Za čtvrté: pak nutno prošetřit dnešní postoj a dnešní společenské zařazení se všech význačnějších politických činitelů z doby od r. 1945 do února 1948. Myslíme tím především na představitele a vyšší funkcionáře strany národně socialistické, demokratické a pravice sociální demokracie. Odsun vyhledaných osob do pracovního tábora po náležitém prošetření bude se tak jako dosud řídit ustanovením zákona o TNP č.247 ze dne 25. 10. 1948, to znamená, že nadále budou určovat do TNP podle zákona zřízené trojky v krajských městech. Návrh však bude jim dodávat především StB, i když dosavadní praxe (návrh přes bezpečnostního referenta ONV) bude používán jako vedlejší kolej i nadále. Jsme přesvědčeni, že intenzivním prováděním těchto směrnic postihneme opravdu osoby, které z třídního hlediska jsou rozhodnými nepřáteli pracujícího lidu a lidově demokratického zřízení, a tím preventivně odstraníme a zneškodníme tisíce lidí, kdykoliv ochotných vpadnout v záda pracujícímu lidu. Tím usnadníme boj StB složky s aktivním třídním nepřitelem, neboť zařazování do TNP projevuje se jako odstrašující prostředek proti mnohým, kteří zatím neváhali zúčastňovati se nejrůznějších protistátních akcí. Zásadou nám bude sloužit k postihování nejen lidí, kteří se dosud nezařadili do pracovního úsilí, také těch, kteří si jen pro formu opatřili krycí zaměstnání, žijí však z nastřádaného kapitálu a volného

času používají k protistátním agitacím.

*Považujeme za důležité, abychom této akce využili k vysídlení buržoasie z pro nás nežádoucích prostorů, především z Prahy a jiných velkoměst. Proto ve většině případů bude zařazení osob do TNP spojené s nařízením o vyklizení bytu a určení místa pobytu, kam se zmíněná osoba po propuštění z TNP smí přestěhovat. Celá akce připravená již od 1. srpna musí být zahájena v širokém měřítku k prvnímu říjnu 1949 v Praze, od 15. listopadu pak v celé republice. Cílem akce je po dobu, počínaje 1. 10. 1949 až do konce splnění pětiletého plánu dodávat do TNP 3.000 osob měsíčně. Jsme přesvědčeni, že energickým prováděním těchto směrnic, bez ohledu na náрек a pokřik třídních nepřátel, splníme jednu z povinností, kterou před nás postavil na IX. sjezdu KSČ s. Gottwald, zejména stanovením 8. bodu generální linie.*

*V Praze dne 8. srpna 1949 za velitele státní bezpečnosti  
Pokorný*

Požadované dodávky osob do táborů nucené práce se ale nesplnily, protože se nedařilo realizovat původní představu o vytvoření rozsáhlé sítě koncentračních táborů, kterými ročně projde až 150 tisíc politicky nespolehlivých a podezřelých osob. Různé akce zaměřené na "útok na politické nepřátele" nesplnily svůj účel. V roce 1951 se tábory nucené práce v Jáchymově začaly rušit. Až do roku 1950 se funkcionáři v Jáchymovských dolech řídili zásadou, že podstatné je množství vytěžené rudy bez ohledu na náklady. Nehospodárnost dosahovala ohromných rozměrů.

Údaje o ceně za 1 kg uranu v kovu, uváděné funkcionářům na vedoucích místech, se poněkud rozcházel. Podle údajů Antonína Zápotockého Československo získalo za uran v letech 1946 až 1951 od Sovětského svazu celkem 7,5 miliardy korun. Podle údajů Klementa Gottwalda od června 1945 do října 1949 Československo dostalo 2,783 miliardy korun. V roce 1947 a 1948 výrobní náklady přesahovaly cenu za 1 kg uranu v kovu.

Českoslovenští odborníci při výpočtu ceny uranu v letech 1947 až 1949 vycházeli ze tří hledisek. Hlavním produktem se stal uran a nikoliv rádium, jako před 2. světovou válkou, jehož gram se prodával za 600 tisíc korun. Z jednoho kilogramu uranu vznikala energie 22 milionů KWh, což odpovídalo 2700 až 2900 tun černého uhlí, jehož cena dosáhla 667 tisíc korun. Od této hodnoty se odpočítaly náklady na zpracování rudy a zisk Sovětskému svazu za zpracování uranu. Druhý výpočet vycházel z toho, že dohodnutá prodejní cena nezahrnuje do vlastních nákladů ocenění rud v zemi. Tuto rudu Sovětský svaz dostával prakticky jako dar. Protože Sovětský svaz nakupoval za cenu podle dohody, přestával uran být zdrojem národního bohatství. Poslední ocenění bylo uskutečněno před válkou v roce 1937 a hodnota rudy byla oceněna částkou 34,8 miliardy korun. Třetí výpočet vznikl o dva roky později, když se podařilo zjistit cenu, za níž nakupovaly Spojené státy uran v Belgickém Kongu. Cena se pohybovala mezi 15 až 18 tisíc korun za kilogram čistého kovu.

Všechny výpočty byly sovětskou stranou odmítnuty a zůstalo se u ceny určované na základě listopadové dohody o uranu a protokolů z roku 1949 a 1952. Československo v podstatě darovalo Sovětskému svazu rudu v zemi a zisk, který obdrželo, se podobal odměně za práci ve mzdě. Za léta 1945 až 1951 byly příjmy Československa za uran zhruba o 11 miliard nižší než byla cena, kterou platily Spojené státy za uran v Belgickém Kongu.

Měnová reforma provedená v ČSR 1. června 1953, měla vliv na cenové záležitosti.

Ceny, náklady a ostatní výdaje na domácím trhu se přepočítávaly v poměru 1:5, kurs rublu v poměru 1:6,94. V důsledku této změny se úhrada o uran měla zvýšit o asi 40%. Sovětský svaz ale toto řešení odmítl a požadoval zachovat původní stav. Na to ale nechtěli přistoupit českoslovenští vyjednaváci, protože by se musel stanovit zvláštní kurs rublu pro platby za uran, nebo by se rozdíly musely hradit ze státního rozpočtu. Sovětská strana přišla s návrhem, že cena uranu se bude počítat jako doposud, ale SSSR bude platit dodávkami zboží účtovanými ve velkoobchodních cenách. Tuto změnu ČSR nakonec přijalo, i když nebyla výhodná. V protokolu z 15. dubna 1954 bylo uvedeno, že dodávky uranové rudy budou spláceny dodávkami sovětského zboží za velkoobchodní ceny v ČSR. Vyúčtování bylo velmi složité a pro ČSR trvale nevýhodné. Sovětský svaz tuto nevýhodnost částečně uznal a za léta 1954 až 1956 doplatil 26 miliónů korun.

Nejzávažnějším problémem ale byl stále se zvětšující rozdíl mezi růstem vývozu uranové rudy a poklesem celkové ceny. V roce 1956 se těžba uranové rudy zvýšila o 17 %, ale celková hodnota poklesla o 1,7 %. V roce 1957 se těžba zvýšila o 13 %, ale celková hodnota se nezměnila. Nepříznivý rozdíl mezi těžbou a celkovou cenou se nepříznivě odrážel v celém československém hospodářství. Musela se zvyšovat těžba, aby se přínos zahraničního obchodu se SSSR udržel na stejné výši. Zvyšování těžby vyžadovalo další investice, další pracovní síly, nutnost geologického výzkumu. Proto vznikl návrh přejít k pevným cenám určovaným na několik let dopředu. Přesto 29. ledna 1957 ve společné deklaraci mezi ČSR a SSSR bylo uvedeno, že ceny uranu jsou vzájemně výhodné.

Vyjádření celkového zisku z těžby a vývozu uranové rudy lze jen těžko vyjádřit. Nejsou k dispozici všechny přímé a nepřímé výdaje spojené s těžbou uranu, jako náklady na vytvoření uzavřené oblasti, vystěhování osob atd. Některé ztráty nelze vyjádřit, jako jsou oběti smrtelných úrazů, utrpení nasazených vězňů, nemoci z povolání.

V letech 1958 a 1959 začala vznikat významná změna politiky uranového průmyslu. Od roku 1959 se plánovalo zastavit těžbu v dolech v Jáchymově, Horním Slavkově a Mariánských Lázních. Horní Slavkov byl uzavřen v roce 1962, Jáchymov v roce 1965. V srpnu 1958 byla dokončena zpráva o postupné likvidaci uranových dolů v karlovarské oblasti. Likvidace uranových dolů postihla více než 13 tisíc zaměstnanců, pro které bylo nutné vytvořit nové pracovní příležitosti.

Pro osud uranového průmyslu měly mimořádnou důležitost změny koncem 50. let. Uran zůstával sice strategickou surovinou, ale význam hromadění zásob se znatelně snížil. Tehdy tento pokles ještě nemohlo vyrovnat budování jaderných elektráren. Odborníci v ČSR předpovídali tento zájem až za 10 až 15 let. Na světových trzích nabídka uranu převýšila poptávku, a proto poklesla těžba uranových rud a výroba koncentrátu. V roce 1965 se produkce uranu snížila o 55% v porovnání s rokem 1959. S klesající poptávkou klesala cena uranu v dlouhodobých dodávkách. Koncem 50. let měl Sovětský svaz již dostatečné zásoby uranu a neměl zájem na jeho další těžbě. Sovětský svaz začal považovat cenu uranu placenou Československu za příliš vysokou. Doporučoval uzavřít dohodu o dodávkách uranu na léta 1958 až 1962 tak, že na světové ceny by se přešlo v roce 1961. Návrh dále obsahoval, aby ČSR hradila náklady na geologický průzkum a aby bylo ukončeno čerpání úvěru na investice.

14. října 1958 politické byro ÚV KSČ schválilo stanovisko ke konkrétním sovětským návrhům. Konzultace se sovětskou stranou dospěly k dohodě, že v letech 1959 až 1965 měl být vývoz uranu na úrovni roku 1958 a po roce 1965 mělo Československo navrhnout další rozsah vývozu uranové rudy. V souvislosti s tím se očekával pokles

počtu zaměstnanců až o 4 tisíce v následujících 3 letech. Dosavadní zájem Sovětského svazu o co nejvyšší těžbu se přesunul na cenu uranu. Byl požadován přechod na světové ceny od roku 1961. Světová cena byla vypočtena na 60 rublů (108 korun) za 1 kg uranu v kovové formě a 120 rublů ve formě koncentráту.

Českoslovenští zástupci odmítali přechod na světové ceny již od roku 1961 a dožadovali se termínu o pět let pozdějšího. Bylo také argumentováno cenou, kterou USA platily v roce 1958 za dovoz 1 kg uranu v kovu, což byla částka 11,15 dolarů, tj. 117,4 rublů. Od 5. do 15. ledna 1959 probíhala jednání na vysoké úrovni. Účastníci jednání se dohodli, že náklady na geologický průzkum budou hrazeny v letech 1959 až 1965 pouze z poloviny sovětskou stranou. Sovětská bezúročná půjčka měla skončit k 1. lednu 1961. Tato půjčka dosahovala ke konci roku 1958 výše 2,324 miliardy korun. Sovětská delegace vzala na vědomí návrh, aby do roku 1961 probíhaly dosud platné splátky ve výši amortizovaných investic, a poté se doba splátek prodloužila na 15 let. Sovětská delegace počítala se zrušením úhrady neamortovaných investic ve výši 85 %, ale československá delegace prosazovala její další platnost.

Velmi sporným bodem zůstala cena uranové rudy. Československá strana neuspěla s pevnými cenami, které měly vycházet z podmínek geologických a těžebních. Byl ale také odmítnut sovětský návrh pevných cen na světové bázi z roku 1961 (tj. 60 rublů za 1 kg uranu v kovu). Protokol z 27. března 1959 spory uzavřel. Sovětský svaz přistoupil na cenu 75 rublů za 1 kg uranu. Bohužel, i při této ceně byla těžba uranu ztrátová. Odborníci v ČSR předpokládali, že ztrátu odstraní poklesem výrobních nákladů, úsporou v geologickém průzkumu a snížením investic. Pokles výrobních nákladů se ale nevyvíjel podle představ, protože zdroje těžby byly vyčerpány a zhoršovaly se geologické a technické podmínky těžby. Proto protokol ze 27. března 1959 urychlil likvidaci dolů v karlovarské oblasti.

Hlavní příčinou vysokých výrobních nákladů byla stále nízká technická úroveň těžby. Největší podíl investičních podílů byl pohlcen výstavbou nových dolů a rozšiřováním dolů původních. Byly používány stroje sovětské výroby s nízkou technickou úrovní a krátkou životností. Teprve v 60. letech vedení dolů začalo věnovat zvýšenou pozornost technické úrovni a bezpečnosti práce. Vysoké náklady na těžbu se zdůvodňovaly hlubinnou těžbou a také snižováním procenta kovu v rudě. Hlavní příčinou vysokých nákladů na výrobu počátkem 60. let ale bylo překotné budování uranového průmyslu v 50. letech, diktované sovětským zájmem a bezohledným drancováním.

Společný protokol z 27. března 1959 patřil dalších dvacet let k nejdůležitějším dodatkům k původní dohodě o uranu z roku 1945. Při sestavování perspektivního plánu těžby uranu do roku 1980 se plánovalo výrazné omezení těžby a vývozu od roku 1970. Výsledkem konzultací z 10. května až 1. června 1962 byl sovětský slib o odběru uranové rudy do roku 1980 a bylo konstatováno, že dosud prozkoumané zásoby uranu dostačují až do roku 1966. Z toho plynula nutnost nových nalezišť a zvýšené výdaje na geologický výzkum ve výši asi 2,3 miliardy korun v letech 1963 až 1970.

27. října 1962 ministr Alois Indra předložil vládě návrh na prodloužení dohody o uranu o dalších 15 let. Nebyla vypracována nová dohoda, ale pouze se prodloužila dohoda původní. Rozhovory o dohodě skončily podepsáním Protokolu 26. ledna 1964. Protokol 26. ledna 1964 zajišťoval Sovětskému svazu výhody stanovené Protokolem z 27. března 1959. Změny se netýkaly původního ustanovení o monopolní pozici Sovětského svazu jako odběratele. Tím byl odmítnut návrh ministra zahraničního obchodu, aby se uranová ruda prodávala některým západním státům.

Uranová ruda v Československu patřila mezi hlavní nerostné bohatství jinak chudé země. Mezinárodní vztahy mezi sovětským blokem a západními mocnostmi těsně po 2. světové válce vedly ke značnému zvýšení zájmu o ložiska uranu, která se mohla stát velmi významným zdrojem národního bohatství. Českoslovenští politikové, kteří smlouvu v roce 1945 uzavřeli, význam uranové rudy silně podcenili. Československý uran sloužil jednoznačně k vojenským cílům Sovětského svazu. Podřízenost těžby sovětským zájmům lze chápat jako rozhodující měřítko hodnocení významu uranového průmyslu.

Dohoda o uranu z roku 1945 byla politickou dohodou, která se zaměřila především na udržení československého vlastnictví dolů proti sovětskému tlaku na zřízení společného podniku. Sovětský svaz se stal monopolním odběratelem s nezvyklou konstrukcí ceny uranu, která nezahrnovala hodnotu rudy v zemi. Československá strana se při podpisu dohody domnívala, že do ceny bude zahrnut také příslušný odpis od důlní podstaty. Sovětská strana ale cenu dolované rudy neuznávala, cenu odvodila pouze z výrobních nákladů a přiměřeného obchodního zisku.

Zásoby uranové rudy v Československu vytvořily základnu pro výstavbu celého průmyslového odvětví, které zaměstnávalo přes 45 tisíc lidí. Výstavba uranového průmyslu sloužila pouze zájmům Sovětského svazu. **Československo fakticky přestalo být vlastníkem vytěžené uranové rudy a dohoda zajišťovala Sovětskému svazu monopolní postavení, přičemž prodejní cenu stanovoval odběratel. Cena neobsahovala hodnotu rudy v zemi a vůbec nereagovala na vývoj světových cen.**

Ve druhé polovině 50. let došlo s vývojem politické situace k poklesu sovětského zájmu o uranovou rudu. Československo se dostalo do pozice, kdy muselo žádat od Sovětského svazu záruky odběru uranu. Zánik původních motivů sovětského zájmu se objevil v době rozsáhlé výstavby uranového průmyslu, kdy vývoz uranu představoval významnou složku v bilanci zahraničního obchodu se Sovětským svazem. Příčina vysokých nákladů na těžbu bohaté uranové rudy tkvěla v nízké technické úrovni těžby, nedokonalé organizaci a řízení výroby.

Československé vedení po roce 1958 trvalo na udržení vysoké těžby z několika důvodů. V důsledku výstavby odvětví uranového průmyslu se vývoz uranové rudy stal důležitou součástí obchodu se Sovětským svazem. Dále vznikla obava z vysokého objemu investic, které nebyly amortizovány, což by vedlo k zastavení nebo omezení těžby. Dále komunističtí funkcionáři podlehli představě, že díky těžbě uranu se Československo řadí mezi přední země světa. Konečně odborníci předpovídali vzestup poptávky po uranu a také vzestup jeho ceny s rostoucí potřebou jaderných elektráren.

**Negativní důsledky prudkého rozvoje uranového průmyslu se projevily v hlubokých finančních ztrátách, v devastaci životního prostředí, ve zdravotním poškození pracovníků, podepsaly se na lidských osudech!**

## 4. Záření a zdraví

Autoři: Bob Briscoe a Dave Amis (Artwork 1989)  
přeložila RNDr. Ivanka Elhottová

### 4.1. Záření - neviditelné, ale smrtelné

Záření, o kterém slyšíte ve zprávách a které ovlivňuje vaše zdraví, se nazývá ionizující záření. Toto záření je buď částicové nebo vlnové a má dost velkou energii na to, aby zlomilo chemické vazby, které zasáhne. Rozpojí elektrické vazby, které drží sloučeniny dohromady. Vytváří takto z neutrálních molekul nabitě částice zvané ionty, proto se záření nazývá ionizující. Ionizací se mohou vytvářet různé sloučeniny. V některých buňkách může ionizující záření narušit životní rovnováhu, zabít buňku nebo změnit její přirozené vlastnosti v závislosti na množství a kvalitě absorbovaného záření. Příznakem velké radiační dávky jsou radiační popáleniny, choroba ze záření, vypadávání vlasů a dříve nebo později smrt. Tyto příznaky svědčí o hromadném odumírání buněk - ne o jejich změně. Takto velké dávky vznikají při velkých jaderných haváriích nebo při atomovém bombardování.

Při malém ozáření zemře několik buněk, příznaky mohou být méně charakteristické, protože tělo nahradí odumřelé buňky jinými. Jestliže malé dávky trvají delší dobu, buňky se nemohou obnovovat dostatečně rychle, což vede ke stejným problémům jako jednorázová dávka. Chemické změny nemusí vždy buňku zabít, mohou ji ale změnit. Někdy bohužel se tyto změněné buňky množí rychleji než normální - je to nádor (nebo leukémie, jedná-li se o krev). Změní-li radiace geny ve vajíčku nebo spermii, mohou být budoucí generace defektní. Bylo zjištěno, že i velice malé dávky záření mohou přivolat smrt, zejména u nemluvňat. Kupodivu ke smrti dochází kvůli obecnějším chorobám jako zápal plic nebo spalničky, ne rakovina. Může to snad být proto, že jemný imunitní systém, který slouží k ochraně proti chorobám, je zářením poškozen?

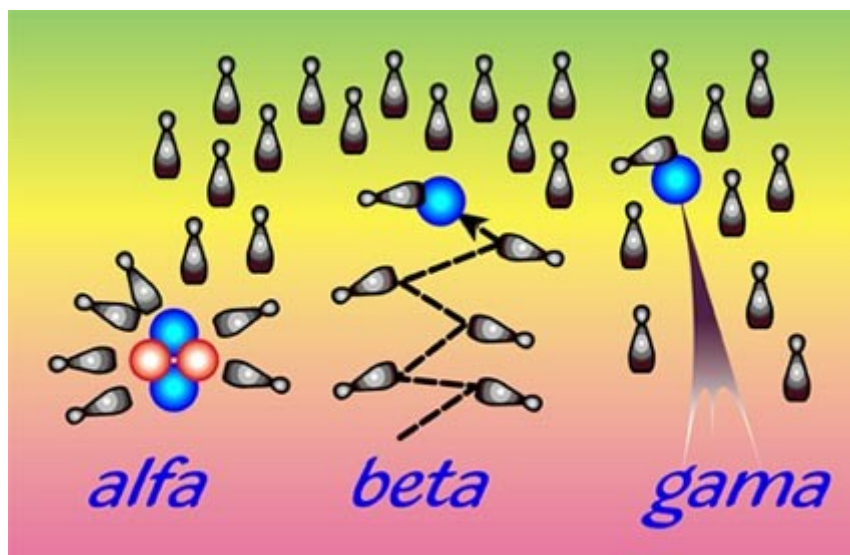
Záření *alfa*, *beta* a *gama* vychází z radioaktivních látek, které se nazývají radioizotopy. Tělo si často splete tyto nebezpečné substance s normálními látkami, které potřebuje. Tyto radioizotopy zůstávají v těle a vydávají nadále škodlivé záření.



Následující přehled ukazuje, ve kterých částech těla se radioaktivní substance hromadí a které druhy záření vydávají:

<b>Štítná žláza</b>	jód 131	beta + gama
<b>Kůže</b>	síra 35	beta
<b>Plíce</b>	radon 222 uran 233 plutonium 239 krypton 85	alfa alfa alfa beta + gama
<b>Slezina</b>	polonium 210	
<b>Ledviny</b>	ruthenium 106	beta + gama
<b>Játra</b>	kobalt 60	beta + gama
<b>Svaly</b>	draslík 42 cesium 137	beta + gama beta + gama
<b>Vaječníky</b>	jód 131 kobalt 60 krypton 85 ruthenium 106 zinek 65 baryum 140 cesium 137 plutonium 239	beta + gama beta + gama gama gama gama gama gama alfa
<b>Kosti</b>	rádium 226 zinek 65 stroncium 90 ytrium 90 promethium 147 baryum 140 thorium 234 fosfor 32 uhlík 14	alfa beta + gama beta beta beta beta + gama beta beta beta

Představte si kuželkový prostor plný magnetických kuželek, vzdálených od sebe metr. Kuželky představují molekuly. Magnetismus představuje elektrický náboj - sílu, která drží molekuly na svém místě dohromady s ostatními v pravidelném obrazci. Nyní si představíme kouli, která mezi ně vletí. Koule je záření. Povalené kuželky představují poškozené molekuly. (Zapamatujte si, že magnetismus někdy způsobí převrácení kuželek) Nyní bude snazší zobrazit jednotlivé typy záření:



**Částice alfa** si představte jako dvě obyčejné a dvě magnetické kanónové koule spleené dohromady a vstřelené do kuželkové dráhy. Čtyři kanónové koule spleené vcelku jsou dva nenabitě neutrony a dva nabitě protony. Kanónové koule jsou pomalé a zasáhnou velice mnoho kuželek, a tak se daleko nedostanou.

**Částice beta** jsou rychlé malé nabitě elektrony. Jsou jako malé hrací kuličky z magnetické oceli, které působí na kuželky. Méně kuželek je zasaženo na metr, ale kuličky doletí dál a působí škody.

**Záření gama** - paprsky jsou jako rychlé střely z pušky. Pouze přímý zásah převrátí kuželku a každá střela povalí maximálně dvě. Mnoho paprsků gama projde látkou bez jediné srážky. Gamma paprsky jsou zdánlivě nehmotné, nenabitě paprsky putující rychlostí světla.

**Paprsky X** jsou podobné jako gama, ale mají méně energie.

Nyní je jasné, že největší poškození nemusí nastat vlivem nejpronikavějšího záření. Ve skutečnosti je pravdou opak. Střela (**paprsky gama**) dojdou nejdál, ale zasáhnou nejméně. Záření může pronikat tak, že všechny kuželky mine a potom není nebezpečné. Ale uvědomte si, že magnetická kanónová a hrací kulička může převrátit kuželku, i když ji míjí jako částice **alfa** nebo **beta**, neboť jejich magnetismus může způsobit převrácení kuželek.

Když budete držet drobeček plutonia, bude vyzařovat **alfa** částice do vaší pokožky. Každá částice způsobí čtvrt miliónu ionizací, než ztratí svou energii - na dráze pouhých 0,04 mm. Nepronikne horní mrtvou vrstvou vaší pokožky, tyto ionizace nejsou tedy nebezpečné. Bylo by ale hloupé dotýkat se zrnka plutonia. Kdyby se dostalo do vašich úst, střev nebo plic, kde není mrtvá vrstva buněk, která by zabránila poškození, biliony ionizací ve vašem živém těle by s jistotou způsobily rakovinu.

Materiály vyzařující **gama paprsky** (gama zářiče) jsou nebezpečné, protože mohou proniknout metry betonu. **Alfa zářiče** jsou mnohem méně nebezpečné než **beta** nebo

**gama**, ale pouze tehdy, když neunikne záření do okolí.

#### 4.2. Zdroje záření

Ačkoliv jsou zde uvedena poměrně přesná čísla, mnoho z nich nebylo možné měřit přímo, musely být vypočítány. Jsou to také průměrná čísla. Někteří lidé jsou ozařováni více, např. kolem Sellafieldu, jiní méně.

Přírodní záření pochází jak z vesmíru, tak ze Země (gama), nebo z plynů (radon, thorium) vyskytujících se v přírodě, které vystupují z granitových skal v zemi. Vnitřní záření pochází hlavně z radioizotopů uhlíku a draslíku.

<b>Složení přírodního záření:</b>	<b>100%:</b>
radon	36,8%
thorium	5,7%
kosmické	16,1%
zemské	21,8%
vnitřní (v těle)	19,6%
<b>Složení umělého záření:</b>	<b>17,2%</b>
lékařství	13,2%
jaderná energie	2,4%
jaderné zbraně	0,6%
ozáření pracujících	0,5%
různé	0,5%

Největším zdrojem je položka lékařství, hlavně paprsky X. Toto množství se liší od ostatních položek, neboť je to nezbytné riziko za účelem uzdravení. "Ozáření pracujících" je dávka zprůměrovaná na jednu osobu. "Různé" obsahuje takové zdroje jako mikrovlny, televize, cestování letadlem, luminiscenční hodiny. Položky "jaderné zbraně" a "jaderná energie" mají tendenci se zvětšovat a zmenšovat v závislosti na jaderných haváriích a jaderných pokusech. Pro "jadernou energii" byl hlavní havárií Černobyl v roce 1986, který ovlivnil tuto položku na deset let. Menší příspěvek byl od Windscale (přejmenováno na Sellafield) při požáru přibližně před třiceti lety. Jaderné odpady také patří do této položky..

#### 4.3. Radiační jednotky

Ze všech radiačních jednotek pouze jediná dává představu škodlivosti záření - efektivní dávkový ekvivalent. Měří se v *sievertch (Sv)*.

Bude užitečné přirovnat různé typy záření k dešti, sněhu a kroupám a porovnat radiační poškození s velikostí a nepohodlím, které pocítujeme, když na nás sněží, prší nebo padají kroupy. Stejně jako nepohodlí, také efektivní dávkový ekvivalent se nedá měřit, musí se vypočítat vynásobením koeficientů "švindlfaktorů" s dalšími jednotkami. Jelikož všechny běžné bezpečnostní úrovně jsou udávány v *sievertch (Sv)*, skutečné hodnoty "švindlfaktorů" jsou vášnivě prodebatovávány - pozor na statistiku! Abychom se dostali k efektivnímu dávkovému ekvivalentu, musíme se seznámit s dalšími jednotkami.

Atomy radioaktivních materiálů se rozpadají a přitom vyzařují. Aktivita je rychlost, s jakou se to děje. Měří se v *becquerelech (Bq)*. 1 Bq je jeden rozpad za sekundu. Každý atom daného materiálu se rozpadne pouze jednou, takže jak plyne čas, aktivita časem slábne. Doba, za kterou aktivita klesne na polovinu, se nazývá **poločas rozpadu**. Např. cesium 137 má poločas rozpadu 30 let. Špendlíková hlavička cesia 137 ( má kolem 6,4 biliony biliónů atomů) padla na každý čtvereční kilometr Britských ostrovů po černobylské havárii v dubnu 1986. Za třicet let se rozloží jejich polovina, zůstane jich tedy 3,2 biliony biliónů atomů na čtvereční kilometr. V roce 2046 zbude čtvrtina černobylského cesia, v roce 2076 1/8 atd. Radioizotopy mají různé poločasy rozpadu, např. plutonium 239 - 24.000 let. Poločas rozpadu nám mnoho neřekne o škodlivosti materiálů, jen se dozvíme, jak klesá aktivita. Radiační poškození pochopíme, když se vrátíme ke kroupám, dešti a sněhu.

Aktivita je obdobná "počtu kapek za sekundu", ale je stejná, ať místo kapek jsou kroupy nebo sněhové vločky (*alfa, beta, gama*). "Kapky za sekundu" jsou stejné, ať všechny spadnou na vás či do dalekého okolí. Aktivita nemá tedy tolik významu, ale je to jediná hodnota, která se dá snadno změřit a z ní můžeme vypočítat energii, která vás zasáhla - tzv. absorbovaná dávka. Ta se měří v *greyech (Gy)*, které se rovnají joulům na kilogram J/kg. Je to energie absorbovaná jedním kilogramem terče. Bere se v úvahu, zda se jedná o záření alfa, beta či gama, kolik jich skutečně terč zasáhlo a kolik materiálu ho absorbovalo. Je to podobné jako když energii bouřkového mraku podělíte naší hmotou.

Měření energie není totéž jako měření nepohodlí. Množství energie, které vás zasáhlo ve formě krup, vás zraní více než stejná energie v podobě deště. Se zářením je to podobné. Tělo je více zraněno zářením *alfa* než *beta* nebo *gama*.

Dávkový ekvivalent toto bere v úvahu. Měří se v sievertch (Sv). Sv jsou rovněž ekvivalentní J/kg. Jsou to právě greye (Gy) násobené jedním ze "švindlfaktorů".

Důležité je ne to, co vás pouze zasáhlo, ale kde. Sněhová vločka v oku bude nepříjemnější než na kabátě. Podobně různé orgány těla jsou různě citlivé na záření. Konečně další "švindlfactory" dávají to, co potřebujeme, ale pouze tehdy, když jsou správné. Přes tyto složité výpočty se experti dosud neshodli na tom, jak mnoho rakovin je zapříčiněno zářením....

*RNDr. Ivanka Elhottová - Většinu života věnovala průzkumu vlivu malých dávek ionizujícího záření na živé organismy, především řasy. Onemocněla na rakovinu prsu, nad kterou zvítězila. Po uplynutí 13 let však znovu onemocněla rakovinou mízních uzlin. Stejně tak onemocněla rakovinou její kolegyně z radiobiologického pracoviště v Třeboni paní Blažena Pekárková. Dnes již obě tyto zajímavé ženy nežijí.*

*Během svého života obě upozorňovaly na nebezpečí malých dávek záření na zdraví obyvatel. Samy se setkaly s tím, že v době jejich mládí byly vlivy nízkých dávek záření podceňovány. Přímou na jejich radiobiologickém pracovišti nebyly informovány o všech nebezpečích radioaktivního materiálu, se kterým pracovaly.. Nepoužívaly ani řádné ochranné pomůcky.*

*Přesto je dnes stále aktuální závěr článku, který z angličtiny přeložila Ivanka Elhottová, dlouholetá členka Sdružení Jihočeské matky:*

*...experti se dosud neshodli na tom, jak mnoho rakovin je zapříčiněno zářením!!!*