

**Univerzita Karlova v Praze
Přírodovědecká fakulta**

Studijní program: Geologie

Studijní obor: Geologie



Pavel Kohn

Uran v České republice ve světle oživení zájmu o tuto surovinu

The importance of Czech uranium in light of renewed interest in the raw material

Bakalářská práce

Vedoucí bakalářské práce: Mgr. Viktor Goliáš, PhD.

Praha, 2013

Abstrakt

Česká republika je země, která má relativně malou rozlohu, ale díky své geologické pozici disponuje velkými zásobami uranové rudy. Ta byla těžena na žilných ložiscích (kde bylo vytěženo celkem 77 939 tun uranu do roku 2012) a také v uranonosných pískovcích (kde bylo vytěženo celkem 27 420 tun uranu do roku 2006), celkem tedy 105 359 tun uranu. Oživení zájmu o uran ve světě se samozřejmě projevilo i na území ČR. Od roku 2005 do současnosti podaly žádosti o udělení průzkumných licencí na našem území soukromé společnosti Urania mining s.r.o. a Timex Zdice s.r.o., které jsou vlastněny australskými společnostmi Discovery Minerals Pty Ltd a Uran Limited Ltd. Konkrétně to jsou lokality se zrudněním uranu v pískovcích ve Strážském bloku české křídové pánve (Hvězdov, Plouznice, Osečná – Kotel), tak lokality s žilným typem zrudnění (Věžnice, Tasov, Polná, Brzkov, Jamné), které se nacházejí ve Strážeckém moldanubiku na Vysočině. Všechny žádosti, o nichž již bylo rozhodnuto, byly zamítnuty Ministerstvem životního prostředí s odůvodněním odvolávajícím se na současně platnou surovinovou koncepci ČR z roku 1999. Zamítnutí se dá očekávat i u lokality Věžnice. Nová surovinová koncepce je připravena (MPO), její přijetí je však prozatím z politických důvodů v nedohlednu.

Abstract

Czech Republic is a country that has a relatively small area, but due to geological position has large reserves of uranium ore. Uranium ore was mined in the vein deposits (where it was harvested a total of 77,939 tons of uranium until 2012) and in uranium-bearing sandstones (where it was harvested a total of 27,420 tons of uranium until 2006), a total of 105,359 tons of uranium. Revival of interest in uranium in the world was reflected in the Czech Republic. From 2005 to today filed an application for exploration licenses in the country by private companies Urania Mining Ltd. and Timex Zdice Ltd., which are owned by Australian companies Discovery Minerals Pty Ltd and Uran Limited Ltd. Specifically, these are the localities with uranium ores in the sandstone in Stráž block of Czech Cretaceous Basin (Hvězdov, Plouznice, Osečná - Kotel), and localities with vein type of mineralization (Věžnice, Tasov, Polná, Brzkov, Jamné), which are located in Stráž Moldanubicum in the Vysočina. All applications which have either been decided were rejected by the Ministry of Environment on the ground pointing at the same time valid raw-material conception of the Czech Republic from year 1999. Rejection can be expected also in the locality Věžnice. The new conception of raw material is ready (MPO), but acceptance is far from political reasons.

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze, dne 17. 5. 2013

Podpis

Obsah

1. ÚVOD	1
2. SOUČASNÝ STAV ZNALOSTÍ	1
2.1 Fyzikální a chemické vlastnosti uranu	1
2.2 Historické využití uranu	1
2.3 Uran za 2. světové války	2
2.4 Typy uranových ložisek	2
2.4.1 Ložiska uranu v pískovcích	2
2.4.2 Ložiska typu „Unconformity“	3
2.4.3 Žilná ložiska	3
2.4.4 Ložiska U v brekciováných komplexech	3
2.4.5 Ložiska U v proterozoických konglomerátech	4
2.4.6 Ložiska U v intruzivních horninách	4
2.4.7 Fosfority	4
2.4.8 Ložiska U ve vulkanických brekciích trubkovitého tvaru	5
2.4.9 Ložiska U ve vulkanitech	5
2.4.10 Metasomatická ložiska U	5
2.4.11 Metamorfní ložiska U	5
2.4.12 Ložiska uranu v lignitu	5
2.4.13 Ložiska uranu v uhlí:	6
2.4.14 Ložiska uranu v břidlicích	6
2.5 Typy uranových ložisek v České republice	6
2.5.1 Česká žilná ložiska uranu	6
2.5.2 Česká ložiska uranu v pískovcích	7
2.6 Světový trh s uranem	8
2.7 Zdroje uranu v České republice	13
2.7.1 Počátky průzkumu a těžby uranu v Československu	13
2.7.2 Současné zásoby uranu v České republice	13
3. PŘEHLED LOKALIT, KDE V POSLEDNÍCH LETECH PROJEVILY SVŮJ ZÁJEM PRŮZKUMNÉ ORGANIZACE	16
3.1 Žádosti o povolení průzkumu uranu podané v České křídové pánvi	17
3.1.1 Geologie území	17
3.1.2 Zrudnění	17
3.1.3 Předchozí průzkumné práce	17
3.1.4 Navrhované průzkumné práce	18

3.1.5 Střety zájmů	18
3.1.6 Harmonogram prací	18
3.1.7 Podobné žádosti	18
3.1.8 Rozhodnutí ministerstva životního prostředí	18
3.2 Žádosti o povolení průzkumu uranu podané v kraji Vysočina	19
3.2.1 Geologie území	19
3.2.2 Zrudnění	19
3.2.3 Navrhované průzkumné práce	20
3.2.4 Střety zájmů	20
3.2.5 Harmonogram	20
3.2.6 Rozhodnutí ministerstva životního prostředí	20
3.3 Další perspektivní oblasti, kde lze očekávat nové zásoby	22
4. DISKUSE	22
5. ZÁVĚR	25
6. LITERATURA	26

Seznam obrázků

Obr. 1: Výroba elektřiny v jaderných reaktorech ve světě v roce 2009	8
Obr. 2: Ověřené zdroje uranu v kategorii do 260 USD/kg	9
Obr. 3: Těžba uranu ve světě v letech 2001 – 2011	9
Obr. 4: Těžba uranu ve světě v roce 2011	10
Obr. 5: Vývoj cen uranu v letech 2001 – 2012	11
Obr. 6: Vývoj cen uranu v letech 1948 – 2005	12
Obr. 7: Krátkodobý vývoj cen uranu v letech 2009 – 2013	12
Obr. 8: Průzkumná území ve Strážském bloku	19
Obr. 9: Průzkumná území ve Strážeckém moldanubiku	20

Seznam tabulek

Tab. 1: Zdroje uranu v Československu 1.1. 1991	14
Tab. 2: Ověřené a odhadované zásoby U, které lze vydobýt bez rozsáhlejších otvírkových a přípravných prací	15
Tab. 3: Přehled zásob uranu podle MPO	15
Tab. 4: Přehled zásob uranu k 1.1. 2012 podle MŽP	16
Tab. 5: Přehled lokalit, kde Timex Zdice s.r.o. a Urania Mining s.r.o. projevíly zájem o udělení průzkumné licence	21

Poděkování

V první řadě musím poděkovat vedoucímu své práce, Mgr. Viktoru Goliášovi, PhD., a to za trpělivost se kterou mne vedl, za čas, který mi věnoval a nakonec za nádherné téma, které mi jím bylo přiděleno. Dále bych rád poděkoval RNDr. Olze Vašákové z ministerstva životního prostředí, která mi nejen poskytla informace, ale také mi k nim podala odborný výklad, díky čemuž jsem se v nich mohl orientovat, a to vše s velikou vstřícností. Také musím jmenovat RNDr. Jana Viewegha, který mi rovněž poskytl informace z ministerstva životního prostředí a konzultaci, která mi pomohla pochopit některé skutečnosti.

1. ÚVOD

Od roku 1789, kdy byl uran objeven Martinem Klaprothem (v čisté formě byl pak izolován o 52 let později), uplynulo již více, než dvě stě let. Před dvěmi sty lety nikdo netušil, že je tento prvek radioaktivní, dokonce nikdo netušil ani to, co to vlastně je radioaktivita. Za tu dobu se uran stal jednou z nejdůležitějších energetických surovin, i součástí nejničivějších zbraní světa. Dnes je těžen v mnoha zemích světa hlavně jako energetická surovina, ale ještě před šedesáti lety byl těžen především pro výrobu jaderných zbraní. Zatímco jeho ceny na světových trzích rostou a padají, jeho význam neklesá, ale stále roste. Jaderná energie je velmi využívaná v mnoha zemích světa, jako jsou USA, Japonsko, Indie, Francie, nebo třeba Česká republika. Drtivá většina jaderných reaktorů přitom využívá uran, jen nepatrné procento reaktorů spaluje thorium. Právě růst ceny a spotřeby uranu ve světě motivuje těžební společnosti k dalšímu vyhledávání a průzkumu uranových ložisek. To se v posledních letech dotýká i České republiky, kde byl dříve uran masově těžen, zatímco v posledních dvou desetiletích došlo k významnému útlumu. Motivace k sepsání této práce spočívá ve zmapování zájmu o průzkum uranových ložisek v České republice, který nedávno projevily některé zahraniční společnosti a osudy těchto průzkumných snah ve složitém prostředí českého právního řádu.

2. SOUČASNÝ STAV ZNALOSTÍ

2.1 Fyzikální a chemické vlastnosti uranu

Uran (U) je radioaktivní, stříbrolesklý kov, je druhým nejtěžším prvkem v přírodě, jeho hustota je 19,05 g/cm³. Těžší je pouze Ir, Os, Pt, Re a plutonium (Pu)

(http://cs.wikipedia.org/wiki/Uran_%28prvek%29), které je rovněž radioaktivní a v přírodě se vyskytuje ve velmi malém množství, vzniká jako aktivační produkt při spontánním štěpení uranu, jeho hustota je 19,816g/cm³. Uran má v přírodní rozpadové řadě 3 izotopy: ²³⁵U(0,7%), ²³⁸U(99,3%) a ²³⁴U (0,0004%) (Burns a Finch 1999).

V přírodě se uran vyskytuje ve třech mocenstvích: U^{IV}, U^{VI} a U^V(bylo prokázáno pouze v jednom sekundárním minerálu). U^{IV} je stabilní, vyskytuje se třeba v minerálu uraninitu, zastupuje zirkonium v zirkonu. V tomto mocenství taky tvoří ložiska. Naopak, U^{VI} je v přírodě velmi mobilní, ve vodním prostředí je obvykle transportován v karbonátových komplexech, přičemž se v oxidačním prostředí dostává do roztoku, naopak v redukčním prostředí se sráží. Tato vlastnost je velice důležitá pro tvorbu ložisek (Burns a Fich 1999).

2.2 Historické využití uranu

V minulosti byly uranové sloučeniny využívány na výrobu barev. Nejstarší použití bylo objeveno v Pompejích. Uranové barvy tam byly nalezeny ve sklíčcích barevné mozaiky (cs.wikipedia.org/wiki/Uran_%28prvek%29). Žlutý minerál carnotit, vanadičnan uranu, byl využíván americkými indiány: malovali si jím tělo, když šli do války. Bylo to v oblasti Colorado Plateau, dnes tam jsou těžena ložiska uranu v pískovcích. Ve 20. letech 19. století začal být uran využíván k barvení

skel a keramiky. Takové barvy byly zejména žluté a oranžové, některé glazury obsahovaly až 0,5% uranu. Uraninit byl vybírán ze starých hald, od roku 1850 byl těžen i pod zemí. Celkem bylo vytěženo 300-400 tun uranu na výrobu barev (Kirchheimer 1963), http://cs.wikipedia.org/wiki/Uran_%28prvek%29).

2.3 Uran za 2. světové války

V roce 1939 bylo objeveno štěpení uranu Lisou Meitnerovou a Otto Hahnem, který se později stal vedoucím německého jaderného programu. V roce 1939 napsal Albert Einstein dopis americkému prezidentu Rooseveltovi dopis, v němž ho podporoval ve spuštění programu na vytvoření jaderné zbraně. Roosevelt pak ustanovil komisi, která měla vyšetřit, zda lze uran použít jako zbraň, která byla později nahrazena projektem Manhattan. V roce 1942 uskutečnil Enrico Fermi první kontrolovanou štěpnou reakci ve sklepě fotbalového stadionu. 16.7. 1945 byla na poušti v Novém Mexiku odpálena první atomová bomba Trinity. 6. srpna 1945 byla na japonské město Hirošima svržena uranová jaderná bomba, o tři dny později byla na další japonské město Nagasaki svržena plutoniová bomba (http://cs.wikipedia.org/wiki/Uran_%28prvek%29). Za těchto okolností měl SSSR také zájem získat jadernou zbraň a to co nejrychleji.

2.4 Typy uranových ložisek

Díky svým geochemickým vlastnostem a zejména citlivosti na oxidačně-redukční procesy je v zemské kůře známo velké množství typů uranových akumulací (Dalkamp 1993). Hlavní z nich jsou zde představeny v pořadí přibližně podle jejich ekonomické důležitosti.

2.4.1 Ložiska uranu v pískovcích

Uranonosné pískovce jsou dnes velmi významným zdrojem uranu. Uranové minerály se srážejí v sedimentárních horninách, kterými díky pórům snadno pronikají uranonosná fluida. Pískovce musí obsahovat organickou hmotu (tyto pískovce často , mají šedou až načernalou barvu, od sekundárních minerálů uranu jsou pak zase nepřírodně žluté) nebo dvojmocné železo jako redukční bariéru (Dalkamp 1993, Cuney a Kyser 2008).

Uranová ložiska v pískovcích bývají většinou chudá, ale často velmi rozsáhlá. K jejich těžbě se používá buď povrchová lomová těžba, nebo podzemní důlní těžba (je-li pískovec opravdu bohatý), ale hlavně podzemní loužení (zvané též loužení „in situ“). To je možné provádět buď kyselými roztoky se silnými minerálními kyselinami (H_2SO_4 , HCl , HNO_3), nebo alkalickými roztoky ($NaHCO_3/Na_2CO_3$, $(NH_4)_2CO_3/NH_4HCO_3$) (Dalkamp 1993, Cuney a Kyser 2008). Nutno k tomu říct, že tento způsob těžby je z ekologického hlediska rizikový, přičemž použití alkalického loužení je méně nebezpečné. Při důkladném zvážení a správném použití technických opatření (zejména správné umístění a utěsnění vrtů) nemusí dojít k ekologickým škodám, naopak necitlivé zásahy do

hydrogeologických procesů mohou způsobit velké ekologické škody. Vlivem nedostatečného utěsnění vrtů došlo ve Strážském bloku k propojení hydrogeologických kolektorů uranonosných cenomanských pískovců a nadložního turonského horizontu, čímž došlo k ohrožení jednoho z hlavních rezervoáru pitných vod na našem území (Slezák 2001, Mužík 2006).

2.4.2 Ložiska typu „Unconformity“

Jsou ložiska uranu v metasedimentárních horninách, vyskytující se zejména v Kanadě a v Austrálii. Jedná se o mezoproterozoické pískovce a slepence, na zlomech o zlomové brekcie, v nichž jsou rudní žíly, čočky, nebo „lusky“. V podloží těchto slaběji metamorfovaných sedimentů se nacházejí paleoproterozoické pararuly, ortoruly, migmatity a pegmatity. Oblasti s těmito typy ložisek jsou postiženy četnými reaktivovanými zlomy, které umožnily migraci fluid (Dalkhamp 1993, Jefferson 2007, Cuney a Kyser 2008).

Zatímco zlomové typy tvořící žíly a „lusky“ s uranitem jsou rudy výhradně uranové, tak subhorizontálně uložené čočky, které nahrazují původní slepenec nebo pískovec mohou být polymetalické a kromě uranu obsahují též Ni, Co, As, a stopy Au, PGE, Cu, REE, a Fe. U obou typů je však přítomna hematitová alterace (Jefferson, 2007). Uranová ruda je tvořená uranitem, coffinitem a sekundárními minerály uranu. U polymetalických ložisek však rudnina kromě uranových minerálů obsahuje také pyrit, pentlandit, arsenopyrit, galenit, chalkopyrit a ryzí zlato (Jefferson, 2007).

Průměrná kovatost těchto ložisek je 1,97 % U, ale místy dosahuje až 22,28 % U v rudnině, což znesnadňuje těžbu kvůli silnému radioaktivnímu záření (Dalkhamp 1993, Cuney a Kyser 2008).

Podle IAEA tvoří ložiska typu Unconformity více, než 33 % světových zásob uranu (McMillan 1997).

2.4.3 Žilná ložiska

Žilná ložiska uranu jsou tvořena hydrotermálními žilami. Jako rudní minerály uranu se nejčastěji uplatňují uraninit (smolinec), antraxolit (komplexní sloučeniny uranu a organické hmoty) nebo coffinit (s idealizovaným vzorcem $USiO_4$). Uranovou mineralizaci často doprovází křemen, karbonáty (kalcit, siderit, dolomit a jiné), sulfidy (pyrit, galenit a další), dále se mohou vyskytovat různé selenidy, sulfáty, sekundární minerály uranu a jiných prvků (Arapov a kol. 1984, Dalkhamp 1993, Cuney a Kyser 2008).

2.4.4 Ložiska U v brekciováných komplexech

Jediným ložiskem tohoto typu je ložisko Olympic Dam v Austrálii. Jedná se o proterozoickou subvulkanickou intruzi, která je silně brekciovaná a hydrotermálně alterovaná. Právě rozsáhlá hydrotermální alterace byla klíčová pro vznik tohoto unikátního ložiska. Matrix, tvořená kyselou subvulkanickou a brekciovanou horninou, je silně hematitizovaná (Esdale, 2003). Ačkoliv se jedná o největší známé ložisko uranu na světě, je to především ložisko Au a Cu, uran by byl samostatně netěžitelný a získává se pouze jako vedlejší produkt. Celkové zásoby jsou 30 Mt Cu, 1,2 kt Au, 6,7 kt

Ag, 1,91 Mt U při obsahu 0,025 % U v rudě. Dále ložisko obsahuje 30 % Fe (nezískává se), 0,6 % Ce (nezískává se), 0,5 % La (nezískává se) a až 4 % F (nezískává se). Toto ložisko je skryté, počíná až od hloubky 400 m. Bylo objeveno v roce 1975 jako GF anomálie – magnetická a gravimetrická, a to díky vysokému obsahu Fe. (Dalkhamp 1993, Cuney a Kyser 2008)

2.4.5 Ložiska U v proterozoických konglomerátech

Jsou to ložiska (především ložiska Au, kde U je jen vedlejší produkt), která vznikala v období, kdy pozemská atmosféra obsahovala minimální množství kyslíku a mnohem větší množství CO₂ a minerál uraninit (a další minerály – například sulfidy) byly na zemském povrchu stabilní. Hromadily se v sedimentech, jejichž protolitem byly granitoidy s primárním uraninitem, zejména granitové pegmatity (Smits, 2009). Hostitelskými horninami jsou proterozoické metakonglomeráty, které obsahují uraninit a brannerit (a další minerály U). Uran se z vytěžené rudniny získává (získával) metodou kyselého loužení zejména HCl s přídavkem NaClO₃ a dalších kyselin. Typickými lokalitami jsou ložiska Elliot Lake v Kanadě (obsah U 0,3 %, dnes už se netěží) a ložisko Witswatersrand v Jihoafrické republice, kde se těží především Au a U se získává jako vedlejší produkt, při průměrném obsahu 0,15 %.(Lloyd, 1981, Dalkhamp 1993, Cuney a Kyser 2008).

2.4.6 Ložiska U v intruzivních horninách

Jelikož se U při magmatických cyklech koncentruje v prvních výtavcích a ve zbytkových taveninách, mohou se ložiska U vyskytovat právě v těchto extrémně diferencovaných vyvřelých horninách: v žulách, pegmatitech a taky v karbonatitech (Dalkhamp 1993, Cuney a Kyser 2008).

Klasickou lokalitou je ložisko Rossing v Namibii, kde se těží leukogranit nazývaný „Alaskit“. Hlavními minerály Alaskitu jsou křemen a živec, akcesorickými minerály jsou ilmenit, biotit, apatit, topaz, granát, turmalín, uraninit, betafit ($[(U, Ca, Ce) (Ti, Fe)_2O_6]$), zirkon a monazit. Dále se v Alaskitu vyskytují také sekundární minerály uranu. Kovnatost této rudy je nízká – pouze 0,028 % U₃O₈, ale ruda se těží ve velkých objemech povrchově, což je mnohem méně nákladné, než hlubinná těžba, která vyžaduje vyšší kovatost, aby se vyplatila (Strupczewski 2009). Klasickou lokalitou pro karbonatitová ložiska je ložisko Oka v Kanadě (Oka je také ložiskem Nb-Ta). V alkalickém masívu Illimaussaq v Grónsku se nachází lokalita Kvanefjeld. Zdejší vyvřelá hornina (ruda) se nazývá „lujavrit“ a obsahuje minerál steenstrupin, což je silikát vzácných zemin s obsahem uranu a thoria. Přestože ložisko obsahuje 0,3 % U, 1,07 % REE, 0,2 % Zn, a až 10 % (!) NaF, v současné době se netěží. Vysoký obsah NaF je důkazem extrémní diferenciace taveniny, z níž vznikla tato hornina (Dalkhamp 1993, Cuney a Kyser 2008).

2.4.7 Fosfority

Některé fosfority (např. v Tunisku a v Turecku) obsahují až 200 ppm U, který se při zpracování fosforitů získává jako vedlejší produkt (Dalkhamp 1993, Cuney a Kyser 2008).

2.4.8 Ložiska U ve vulkanických brekciích trubkovitého tvaru

Jsou to malá, ale bohatá ložiska U a dalších kovů (Pb, Zn, Ag, As, Au, Mo, Sb), nacházející se ve tercierních kyselých vulkanitech. U rudy tvoří především uraninit a coffinit, rudy dalších prvků jsou sulfidické. Rudy se srážely z hydrotermálních roztoků a jsou synvulkanického stáří. Tato ložiska se vyskytují např. v Americe, lokalitami jsou např. McDermitt a Virgin Valley. Kovnatosti těchto ložisek se pohybují okolo prvních jednotek % U, jsou to ale prostorově malá ložiska (Dalkhamp 1993, Cuney a Kyser 2008, Castor 2000).

2.4.9 Ložiska U ve vulkanitech

Jsou to ložiska U ve vulkanických kalderách. Nejedná se však o kyselé vulkanity, ale především o fonolity a podobné, alkalické horniny, vulkanické i subvulkanické.

Typickým příkladem tohoto typu jsou ložiska v Pocos de Caldas v Americe a kaldera Streltsovka u Krasnokamensku v Rusku. Tato ložiska obsahují také mnoho F a REE (Motoki 1988, Dalkhamp 1993, Cuney a Kyser 2008).

2.4.10 Metasomatická ložiska U

Jsou ložiska v nížce metamorfovaných horninách (maximálně do amfibolitové facie) a v granitech, které jsou často silně albitizované a navíc přeměněné také hořečnato - železitou metasomatózou. Typickou lokalitou je Ukrajinská oblast kolem města Zheltye Vody, kde se těží především Fe rudy. Uran se zde vyskytuje v uraninitu, branneritu, v U-silikátech a v sekundárních minerálech uranu (Cuney et al. 2012). Zdejší rudy se dělí na 3 skupiny: hlinito-silikátové, železo-karbonátové a karbonátové (Dalkhamp 1993, Pavlenko 1999, Cuney a Kyser 2008).

2.4.11 Metamorfní ložiska U

Je to např. ložisko Mitterberg, ležící v Alpách poblíž Salcburku. Jedná se o zvláštní paragenezi uraninit – grafit – zlato. Dalším U minerálem je zde brannerit. Ložisko se nachází v metamorfovaných sedimentech, na přítomnost U měla vliv organická hmota (přeměněná v grafit) (Siegl 1972, Dalkhamp 1993, Cuney a Kyser 2008).

2.4.12 Ložiska uranu v lignitu

V lignitu mohou být uranové minerály vázány na pukliny, také mohou být součástí nečistot v lignitu a v okolních sedimentech. Jsou to minerály autunit, zeunerit, torbernit a metatyuyamunit., Lignitu bylo dokonce využito jako sorbentu pro získávání uranu z roztoku. Ložiska mohla vzniknout třemi různými způsoby (Denson 1959) : 1. Diagenetický model: předpokládá, že uran mohl pocházet z klastů v nadložních sedimentech, pak vyloužen a zachycen při sestupu (či laterální migraci) v roztoku lignitem, na nějž se nasorboval.

2. Syngenetický model: uran byl nasorbován organickou hmotou na povrchu z povrchových vod, v nichž byl rozpuštěn. Z této organické hmoty se pak stal lignit a uran už v něm zůstal.

3. Epigenetický model: Uran pochází z nadložních tufitických vrstev, z nichž byl vyloučen, pak sestoupil (nebo laterálně migroval) v roztocích, ale v organické hmotě se vysrážel až po jejím zuhelnatění. Obsah uranu dosahoval až 0,036 % U, tato ložiska byla těžena např. v Dakotě, nebo na západě Montany (Denson 1959, Dalkhamp 1993, Cuney a Kyser 2008).

2.4.13 Ložiska uranu v uhlí:

Na mnoha ložiscích uhlí (např. ve Wyomingu) jsou jak uhelné sloje, tak i okolní horniny (jílovce, břidlice, pískovce a hlavně konglomeráty) obohaceny o uranové zrudnění. Podobně, jako u ložisek uranu v lignitech, i zde jsou uvažovány 3 teorie o genezi zrudnění: syngenetické, diagenetické a epigenetické. Uhlí a okolní horniny pak mohou obsahovat až 0,056 % uranu (0,051 % v konglomerátu), většinou však jen kolem 0,00X % uranu (Swanson 1966, Dalkhamp 1993, Cuney a Kyser 2008).

2.4.14 Ložiska uranu v břidlicích

Ložiska uranu mohou být vázána na břidlice mořského původu. „Normální“ břidlice obsahují 0,0003 % až 0,0004 % uranu. Černé mořské břidlice (bohaté organickým uhlíkem) mohou obsahovat až 0,002 % U. V některých břidlicích však dochází k nabohacení až na 0,025 % uranu. Současná mořská voda obsahuje asi 3 ppb uranu, který je vázán v uranylových kationtech a v uranylových komplexech (Dalkhamp 1993, Cuney a Kyser 2008). I dnes jsou na dně moří a oceánů nalézána bahna, která mají zvýšený obsah uranu. Z mořské vody se uran sráží na organické hmotě. Ideální pH pro toto srážení je 5-7 (čili slabě kyselé, zatímco dnešní mořská voda má pH 7,8-8,3), ale není rozhodující (Kistinger, 1999). Důležité je Eh (nejlépe 0,0 V až -0,4 V), obsah H₂S (je vytvářen anaerobními bakteriemi), obsah organické hmoty (příhodné jsou huminové kyseliny – vznikají rozkladem organické hmoty). Taková uranem nabohacená bahna nalézáme recentně ve Skandinávských fjordech (netěží se), v minulosti vznikaly například v USA (Chattanoogské břidlice, které se také netěží). V letech 1952-1990 se uran těžil např. v ordovických až devonských břidlicích v Ronneburgu v Německu. Kovnatost rudy byla 0,085 % U₃O₈, bylo zde vytěženo 114 000 t U (Dalkhamp 1993, Kistinger 1999, Cuney a Kyser 2008).

2.5 Typy uranových ložisek v České republice

V České republice jsou dva základní typy ložisek: Žilná ložiska uranu a uranonosné pískovce.

2.5.1 Česká žilná ložiska uranu

Svojí historickou těžbou je žilný typ ložisek pro českou republiku nejvýznamnější. Vyskytují se zde zejména typy žilných ložisek v exokontaktu granitoidních intruzí s kontrastní mineralizací

(Příbramský uranový revír, Jáchymovský okrsek), tak výjimečně i typ žilný uvnitř granitových intruzí jako je významné ložisko ložisko Vítkov II. v Borském masívu (Arapov a kol. 1984). Dalším důležitým subtypem jsou žilná ložiska moravského rudního pole s rozptýlenou mineralizací (Rožná – Olší, Brzkov, Polná, Jasenica atp.) bez přímého vztahu ke granitoidním intruzím (Arapov a kol. 1984, Kříbek a kol. 2005). Česká žilná ložiska jsou mladovariského stáří (okolo 270 Ma), často však vykazují jednu či více etap zmlazení (Anderson 1987, Škácha a kol. 2009).

V roce 1946 započala těžba v Jáchymovském rudním revíru. Zde se uran nacházel v doprovodu tzv. pětiprvkové formace (Ag-Co-Ni-As-Bi). Dříve zde bylo těženo stříbro, což na nějaký čas udělalo Jáchymov druhým největším městem Českého království. Těžba uranu po 2.sv. válce zde začala vlastně již v květnu 1945, naplno se však rozjela v roce 1946 (tedy ještě před Únorem 1948) a skončila v roce 1964. Celkem zde bylo vytěženo 7189 tun uranu v masivní uranové rudě. V letech 1948 až 1962 byl těžen uran v hornoslavkovském revíru. Bylo zde vytěženo 2 553 tun uranu v masivní rudě. V příbramském rudním revíru byl těžen uran v letech 1950 až 1991 (dnes ještě probíhá těžba ze starých hald), bylo zde vytěženo 41527 tun uranu v masivní rudě. V roce 1952 začala těžba v západočeském rudním revíru kde bylo vytěženo 9 936 tun uranu ve vtroušené mineralizaci, těžba zde skončila v roce 1991. V roce 1953 začala těžba v západomoravském rudním revíru, do roku 1989 zde bylo vytěženo 16 734 tun uranu ve vtroušené mineralizaci, těžba zde dosud probíhá, je ale v současnosti dotěžováno. Žilná ložiska představovala velice důležitý zdroj uranu zvláště v poválečných letech, celkem na nich bylo vytěženo **77 939 tun uranu**. Vytěženy byly i další, často velmi drobné rudní akumulace, např. 16 t uranu na ložisku Medvědí v Krkonoších a jiné lokality, které lze klasifikovat již pouze jako rudní výskyty (Pluskal a kol. 1993).

2.5.2 Česká ložiska uranu v pískovcích

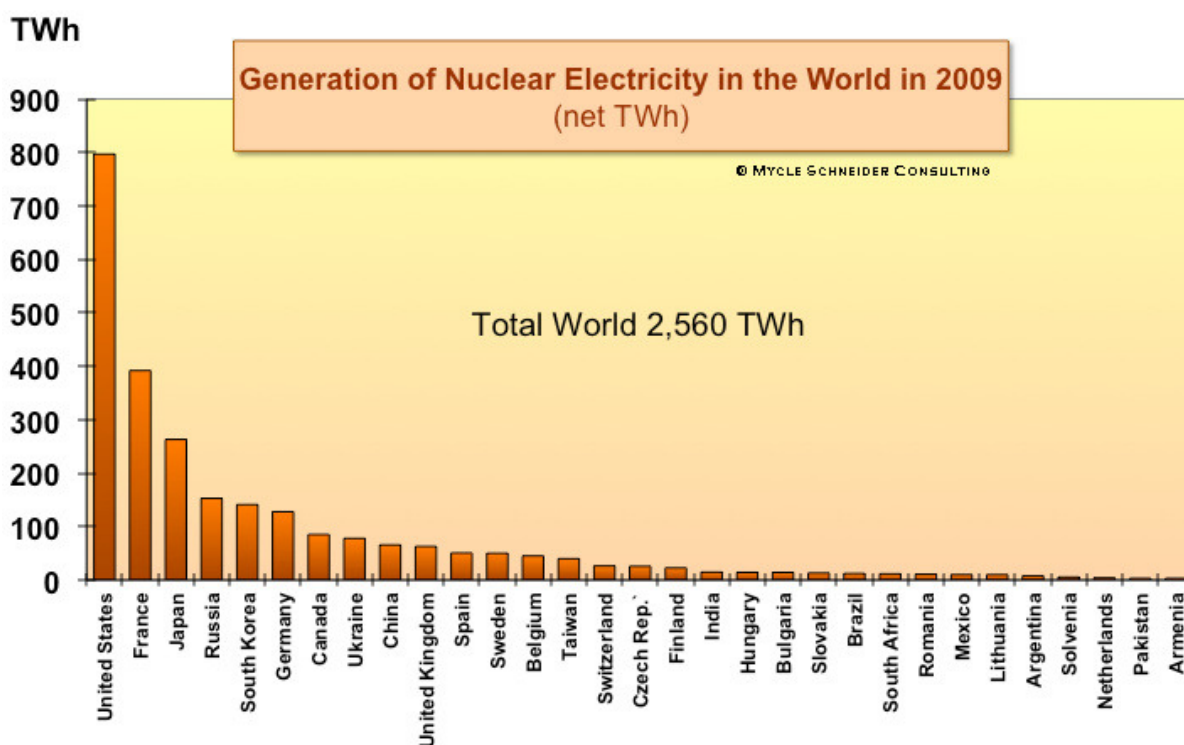
V České republice se vyskytují ložiska uranu v mesozoických pískovcích Strážského bloku České křídové pánve, v terciérních pískovcích Sokolovské pánve a sedimentech permokarbonu v dolnoslezské pánvi. Větších objemů těžby však bylo dosaženo pouze na ložiscích uranu v pískovcích Strážského bloku. Ve Strážském bloku je zrudnění mineralogicky reprezentováno poměrně širokou paletou uranových a uranonosných minerálů, z průmyslového hlediska jsou nejvýznamnější oxidy uranu, ningyolit a hydratovaný metakoloidní křemičitan zirkoničitý označovaný jako hydrozirkon. Hydrozirkon bývá provázen koloidním baddeleyitem (Mužík 2006, Arapov a kol. 1984). Kromě toho je uran zčásti vázán na oxidy a hydratované oxidy titanu. Příznačné jsou minerální hmoty typu komplexních gelů o variabilním složení. Podle klasifikace uranových ložisek severočeské křídvy založené na minerálních asociacích hlavních užitkových minerálů jsou rozlišovány následující základní typy zrudnění: uraninit-hydrozirkonový, uraninitový, hydrozirkonový (Mužík, 2006).

V roce 1967 začala těžba ve Strážském bloku. Do něj patří tato ložiska: Hamr, Stráž, Břevniště, Osečná-Kotel, Křížany, Mimoň, Hvězdov a Holičky. Do roku 1989 zde bylo vytěženo 22 233 tun uranu, momentálně je získáváno malé množství uranu v rámci sanace cenomanského kolektoru

(Pluskal a kol., 1993). Do roku 2006 bylo ze Strážského bloku získáno **27 420 tun uranu** (Mužik 2006).

2.6 Světový trh s uranem

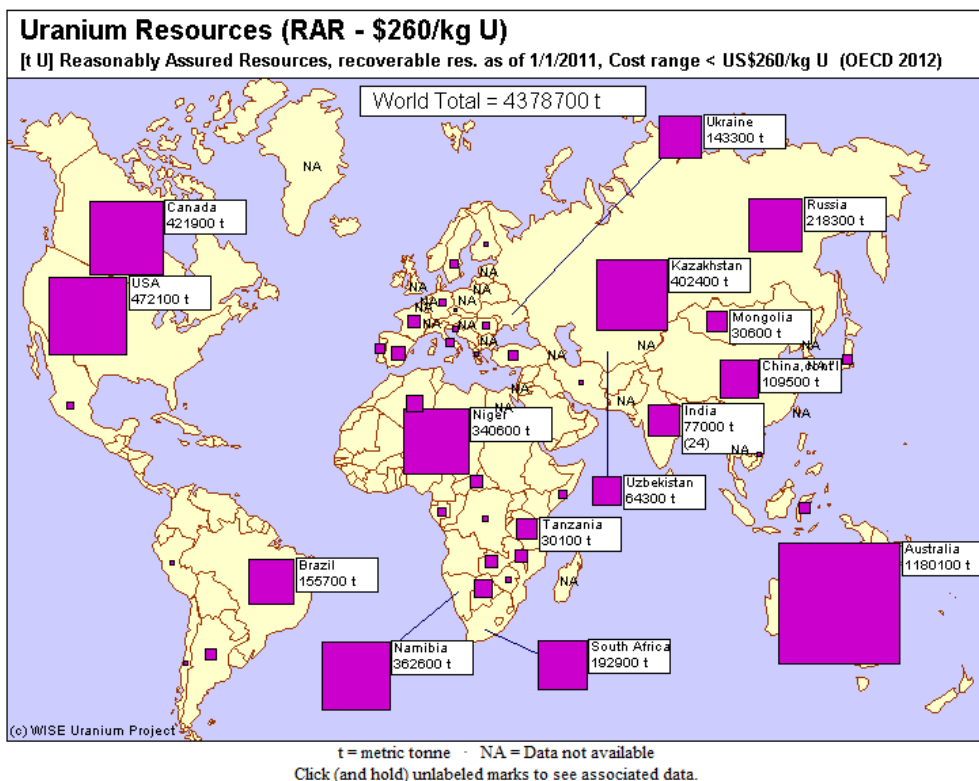
Podle IEA (mezinárodní energetické agentury) produkují 13 % světové výroby elektřiny jaderné elektrárny (zdroj: <https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/kwes.pdf>). IEA také uvádí, že v roce 2011 bylo v provozu 439 jaderných reaktorů s celkovým instalovaným výkonem 374 GW(e). Nejvíce reaktorů mají Spojené státy (104 reaktorů), Francie (58) a Rusko (32). V minulosti mezi ně patřilo i Japonsko s 50 reaktory. Havárie ve Fukušimě vyřadila čtyři z nich nadobro a o dalších se bude rozhodovat. V České republice je momentálně 9 jaderných reaktorů, z toho 6 se používá k výrobě elektřiny, z toho 4 jsou v Jaderné elektrárně Dukovany a 2 v Jaderné elektrárně Temelín. Zbýlé 3 reaktory v ČR jsou výzkumné – 2 v Centru výzkumu Řež a jeden na Fakultě jaderné a fyzikálně inženýrské ČVUT (zdroj: www.temelin.cz). Obrázek 1 ukazuje produkci elektřiny v jaderných reaktorech jednotlivých zemí, které mají jadernou energetiku v roce 2009 (zdroj: http://www.worldwatch.org/system/files/pdf/WorldNuclearIndustryStatusReport2011_%20FINAL.pdf)



Obr. 1: Výroba elektřiny v jaderných reaktorech ve světě v roce 2009

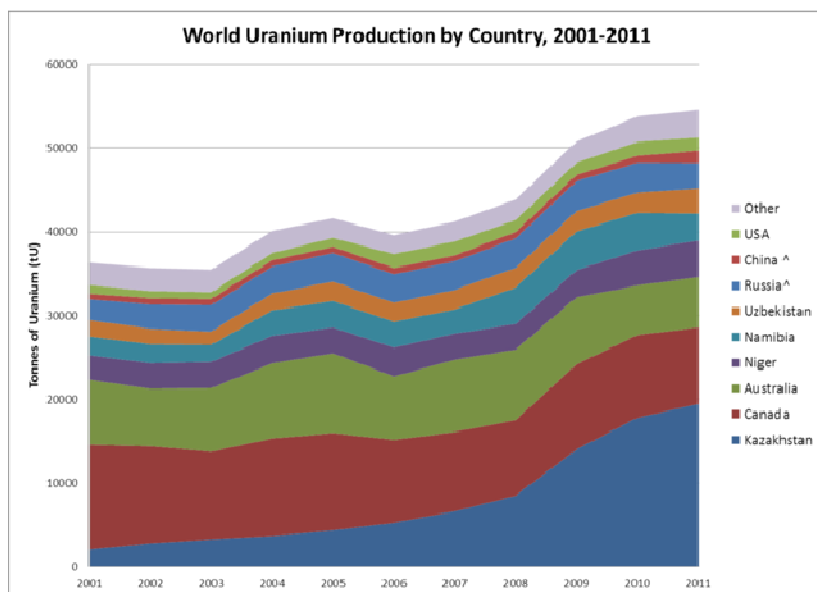
Tato fakta jsou klíčová pro světový trh s uranem. Na rozdíl od nerostných surovin, které mají pouze lokální význam, je uran surovina, jejíž ceny jsou tak vysoké, že se s ním vyplatí obchodovat i na velké

vzdálenosti, po celém světě. Obr. 2 ukazuje distribuci zásob U ve světě (zdroj: <http://www.wise-uranium.org/umaps.html>, 9.5. 2013):



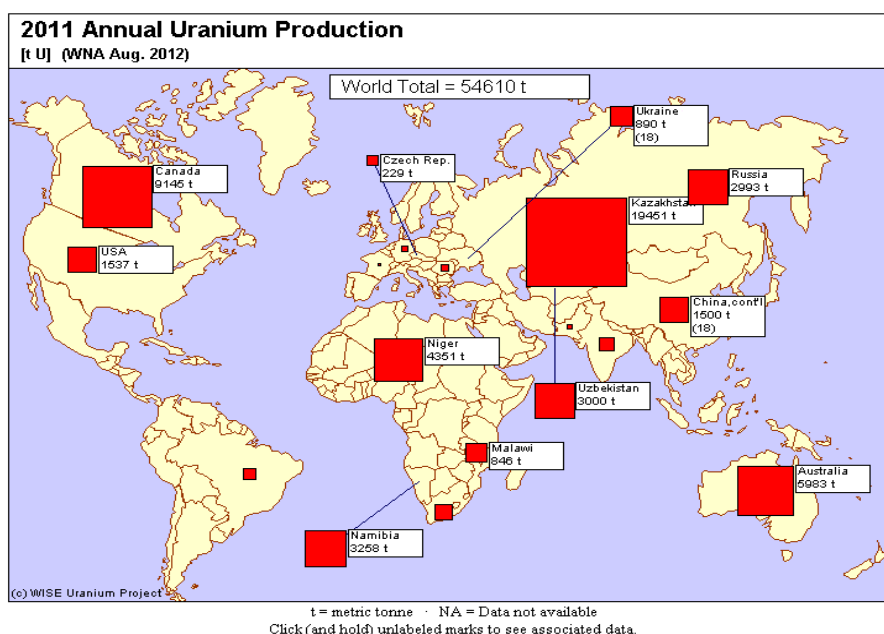
Obr. 2: Ověřené zdroje uranu v kategorii do 260 USD/kg, v České republice je uvedeno 300 t (jsou tím myšleny pouze zásoby v současnosti dobytelné – u nás důl Rožná, ostatní ložiska vyžadují otvírku)

Obr. 3 ukazuje produkci U ve světě v letech 2001-2011 (zdroj: <http://www.intellectualltakeout.org/library/chart-graph/world-uranium-production-country-2001-2011>):



Obr. 3: Těžba uranu ve světě v letech 2001 - 2011

Na těchto příkladech lze také pozorovat mírný rozpor mezi zásobami a těžbou: dříve největší producent U na světě – Kanada – má třetí největší zásoby na světě, zatímco Austrálie, jejíž zásoby jsou více, než 2x větší, má daleko nižší produkci U. Je to dáno geologickou situací, neboť velkou část zásob U v Austrálii tvoří ložisko Olympic Dam, zatímco v Kanadě je těženo více velkých bohatých ložisek najednou (Mc Arthur River, Cluff Lake, Mc Clean, Key Lake a jiná ložiska) (Michálek, 2007). Dnes už je největším producentem uranu Kazachstán, ale ani ten nemá objeveny větší zásoby než Austrálie. Česká republika také figuruje v těchto grafech, je nutné podotknout, že jsme k roku 1989 byli na 7. místě na světě v kumulativní těžbě U, k roku 2011 pak 11. na světě s těžbou 111 168 t U (zdroj: <http://wise-uranium.org/umaps.html>). Obrázek č. 4 ukazuje těžbu uranu ve světě v roce 2011 (zdroj: wise-uranium.org):



Obr 4: Těžba uranu ve světě v roce 2011

V souvislosti s těžbou je nutno se zmínit o cenách U a o cenových kategoriích U rudy. Jsou to kategorie zásob, kvalifikované podle nákladů na těžbu 1kg U v USD. Ne všechny uranové rudy jsou v dnešní době těžitelné se ziskem – záleží na geologické situaci, surovinové politice státu a na aktuálních cenách uranu.

Kategorie uranových zásob dle prozkoumanosti a dle nákladů na těžbu (podle IAEA):

Nákladnost na těžbu

prozkoumanost

>130 USD/kg

ověřené

odhadované I

odhadované II

spekulativní

80-130 USD/kg

ověřené

odhadované I

odhadované II

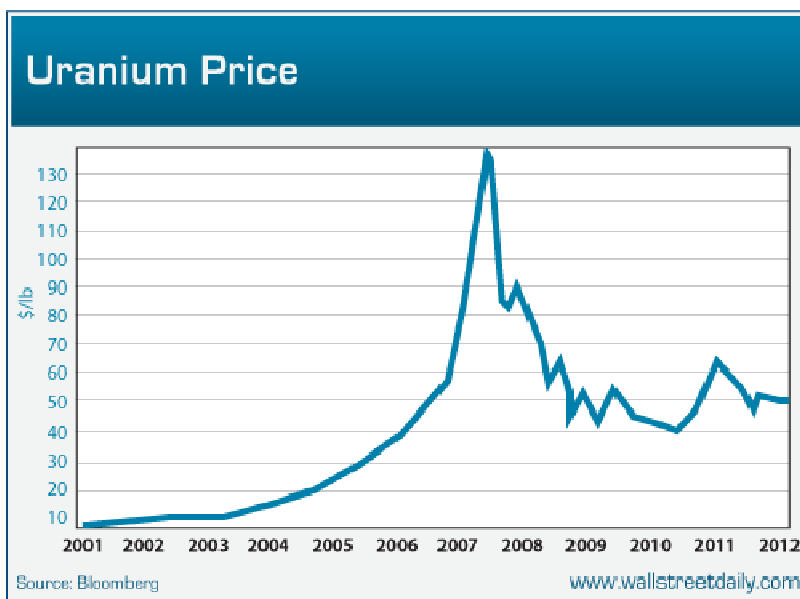
spekulativní

40-80 USD/kg ověřené odhadované I odhadované II spekulativní

<40 USD/kg ověřené odhadované I odhadované II spekulativní

(směrem dolů klesají náklady na těžbu, směrem doleva roste důvěryhodnost zdrojů)

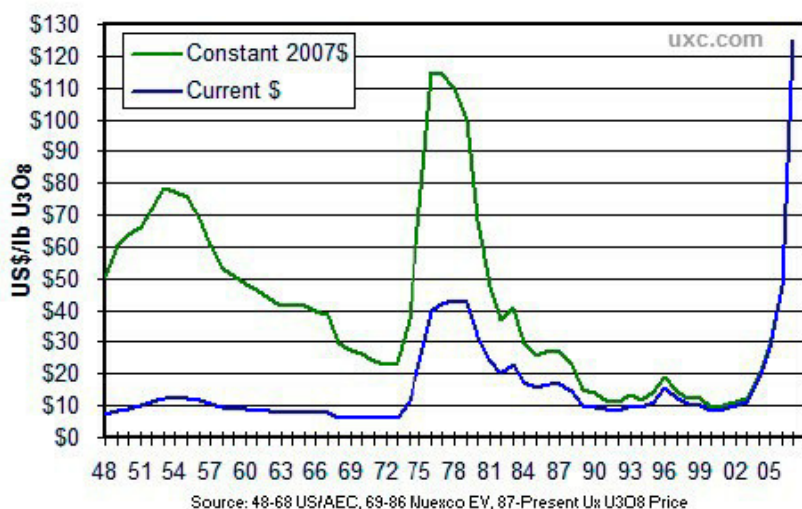
Před pěti lety (2007-2008) byl zaznamenán velký nárůst ceny uranu způsobený nárůstem poptávky (zdroj: <http://www.wallstreetdaily.com/2012/04/26/uranium-price-forecast-the-nuclear-industrys-fundamental-shortage/>) :



Obr 5: Vývoj cen uranu v letech 2001 – 2012, zřetelný peak na konci roku 2007

Tak významný nárůst cen uranu byl zaznamenán naposledy v sedmdesátých letech, kdy problémy na blízkém východě silně zvedly ceny nejen ropy, ale také uranu a dalších významných komodit (zlato, platina...). Obr. 7 ukazuje vývoj ceny U od roku 1948 do roku 2005, lze v něm pozorovat onen nárůst ceny uranu na konci 70. let (zdroj: <http://logistics-software.blogspot.cz/2011/04/uranium-depletion.html>):

Constant 2007 US\$ vs. Current US\$ Spot U₃O₈ Prices



Obr. 6: Vývoj cen uranu v letech 1948 – 2005, odráží se v něm krize na konci 70. let 20. století

Ceny jsou uváděny v USD/libru, pro U₃O₈. Pro porovnání s tabulkou nákladnosti na těžbu 1 kg čistého uranu: 1 libra (0,45 kg) U₃O₈ obsahuje zhruba 0,36 kg čistého uranu. Zatímco zelená křivka zobrazuje ceny reálné (v porovnání s rokem 2007), modrá křivka znázorňuje nominální (absolutní) ceny v dané době. V této době se asi 75 % uranu (45 000 t) získává těžbou, a 25 % ze „sekundárních zdrojů“ (15000 t). Těmi sekundárními zdroji jsou zásoby jednotlivých států (tyto zásoby ale výrazně klesají), dále se uran získává např. likvidací jaderných zbraní nebo znovuobohacováním vyhořelého paliva (zdroj: <http://euro.e15.cz/archiv/zeme-uranu-zaslibena-780856>). Právě kvůli růstu poptávky, relativně nízké těžbě U (vzhledem k poptávce), a zmenšování zásob, které mají jednotlivé země k dispozici, se dá v budoucnosti očekávat další růst cen uranu, avšak momentálně jsou ceny uranu relativně stabilní, kromě peaku na počátku roku 2011 se drží stabilně mezi 40 a 55 USD za libru U₃O₈.



Obr. 7: Krátkodobý vývoj cen uranu v letech 2009 – 2013
(Zdroj: http://www.uxc.com/review/uxc_PriceChart.aspx?chart=spot-u3o8-2yr, 12. 5. 2013)

2.7 Zdroje uranu v České republice

2.7.1 Počátky průzkumu a těžby uranu v Československu

Do roku 1945 byly na území dnešní České republiky známy tyto výskyty U-mineralizace: Abertamy, Cech sv.Víta, Drmoul, Hora sv.Šebestiána, Zadní Chodov, Krásno, Potůčky, Příbram, Horní Slavkov, Tři sekery a Třebsko a Jáchymov (zde se uran těžil pro výrobu barev, tudíž to byl jediné ložisko, které mohlo být předáno těžbě bez rozsáhlejších přípravných prací) (Pluskal a kol., 1993). V květnu 1945 byla na ložisku Jáchymov přístupná 3 důlní díla: Štola Saských šlechticů, později důl Bratrství, Důl Svornost a důl Werner, později přejmenovaný na důl Rovnost. Všechny 3 díla ležely v těsné blízkosti Jáchymova. Na doly byla udělena národní správa, město bylo obsazeno šesti četníky a deseti vojáky. Doly pak kontrolovaly 3 skupiny po 2 lidech, kteří byli příslušníky Svobodovy východní armády, ale vystupovali jako civilisté. V srpnu 1945 začali Jáchymovské doly navštěvovat Sovětské důstojníci, kteří zde odebírali vzorky a posílali je do SSSR. SSSR jevil tehdy přímo extrémní zájem o (nejen) československý uran a v měsících srpnu až listopadu probíhala vyjednávání mezi vládou Československou a vládou SSSR o tom, jak bude probíhat vývoz československého uranu do Sovětského svazu. Dne 23.11. byla podepsána „Dohoda“, která nás na 20 let zavázala k těžbě a vývozu Československého uranu do SSSR. Tyto skutečnosti byly pro využití českého uranu klíčové a vysvětlují masivní průzkum a těžbu uranových rud, která zde probíhala v letech 1946-1989 (Pluskal a kol., 1993).

2.7.2 Těžba uranu v Československu do roku 1989

V letech 1946 – 1989 probíhal v Československu intenzivní uranový průzkum, na nějž pak navazovala intenzivní těžba uranových rud. Veškerý vytěžený uran byl pak na základě „Dohody“ vyvážen do SSSR a to formou tříděných rud, od roku 1952 formou tříděných rud a uranového koncentrátu a od roku 1974 již pouze formou uranového koncentrátu (Pluskal a kol., 1993). K tak masivnímu průzkumu a těžbě uranu bylo potřeba mnoha zaměstnanců. V roce 1946 Československý uranový průmysl zaměstnával 1429 osob, z toho 64 byli vězni. V roce 1953, tedy v době nejhlubší totality, to pak bylo již 40 317 osob, z toho 13 821 osob byli vězni, jejichž počet ale postupně klesal. V roce 1959 to již bylo „pouhých“ 25 633 pracovníků, mezi nimiž bylo 4993 vězňů a v roce 1969 bylo mezi 23 430 pracovníky „jen“ 787 vězňů (Pluskal a kol., 1993).

Na těžbu uranu v Československu v letech 1946 – 1989 je třeba se podívat také z hlediska ekonomického. Uvádí se, že celkové náklady na těžbu a zpracování uranových rud stály Československý uranový průmysl 67,5 mld. Kčs. Tento uran byl prodán do SSSR za 77,5 mld. Kčs. To by samo o sobě znamenalo zisk, ale jen v letech 1967 – 1989 bylo Československým uranovým průmyslem proinvestováno 7,35 mld. Kčs. Těžba byla navíc dotována ze státního rozpočtu, celková výše těchto dotací se vyšplhala na 23,9 mld. Kčs (Pluskal a kol., 1993).

2.7.3 Současné zásoby uranu v České republice

Současný stav zdrojů uranu v České republice je tedy výsledkem intenzivního průzkumu, který zde probíhal v letech 1946-1989 a těžby uranu, která zde stejně intenzivně probíhala ve stejném období. Níže je uveden stav zásob uranových rud k 1.1.1991 (Pluskal a kol., 1993).

Tab. 1: Zdroje uranu v Československu 1.1. 1991 (Pluskal a kol. 1993)

Ložisko	typ	zás. ověřené (t U)	zás. odhad. a spekulativní (t U)	kovnatost (%U, kromě Příbram a Brzkov - Polná)
Příbram	Žilný	1038,2	74,2	1,22 kg U/m ²
Zadní				
Chodov	Žilný	509,4	3007,7	0,179
Dyleň	Žilný	20,3	173,2	0,35
Rožná	Žilný	1015,7	3829,7	0,122
Brzkov – Polná	Žilný	456,4	3976	4,21 kg U/m ²
Mečichov	Žilný		1823,8	0,101
Hamr n. Jizerou	Křídové pískovce	9596	6050	0,1
Stráž p. Ralskem	Křídové pískovce	22284,7	19972	0,036 - 0,045
Osečná – Kotel	Křídové pískovce	1229,5	21178	0,091
Břevniště	Křídové pískovce	3239,4	3994	0,085
Lužice	Křídové pískovce	11033,3	4062	0,093
Hvězdov	Křídové pískovce		16549,7	0,101
Hájek – Sever	Terciální pískovce	175,6		0,154
Ruprechtov I	Terciální pískovce	93,9		0,157
Kocourek	Terciální pískovce		485,6	0,118
Mezirolí	Terciální pískovce	80		0,211
Hroznětín	Terciální pískovce	62,3		0,12
Celkem		52 874,70	96 059,00	148933,7

V roce 1992 však došlo k odpisu některých ložisek a tak se v přehledu s.p. Diamo objevilo již jen 7 z původních 17 ložisek a to Rožná, Brzkov, Hamr n. Jizerou, Stráž pod Ralskem, Hvězdov, Osečná-

Kotel a Břevniště, celkem 121 310 tun uranu. V dalším roce (1993) pak s.p. Diamo provedl další přepočet, v němž byly zahrnuty pouze zásoby, které bylo možno v té době vydobýt a prodat se ziskem a bez rozsáhlejších průzkumných a otvírkových prací:

Tab. 2: Ověřené a odhadované zásoby U, které lze vydobýt bez rozsáhlejších otvírkových a přípravných prací (Pluskal a kol. 1993):

Ložisko	Zásoby ověřené + odhadované, které lze vydobýt bez rozsáhlejších otvírkových a přípravných prací v t U
Rožná	3300
Brzkov	1800
Hamr – Sever	10900
Hamr – Jih	10000
Stráž	10900
Břevniště	2000
Osečná – Kotel	5600
Hvězdov	8000
Celkem	52 500

3.8. 2012 publikovalo Ministerstvo průmyslu a obchodu Návrh aktualizované Surovinové politiky ČR (zdroj: <http://www.mpo.cz/dokument106134.html>). V příloze této zprávy č.2 se také objevila tabulka současných evidovaných zásob uranu k 1.1. 2012:

Tab. 3: Přehled zásob uranu podle MPO

Tabulka č. 1: Přehled zásob uranu na vybraných ložiskách ČR k 1. 1. 2012		Ložisko		Zásoby geologické (t U)	Těžitelné zásoby	Typ ložiska	Kraj
		Prozkoumané + vyhledané	Prognózní	(t U)			
1	Rožná	338	0	338	žilné	Vysočina	
2	Brzkov-Věžnice	1 600	3 200	3 100	žilné	Vysočina	
3	Mečichov	0	1 800	1 200	žilné	Jihočeský	
4	Hamr	55 700	0	25 000	pískovcové	Liberecký	

5	Stráž	33 630	5 000	5 000	pískovcové	Liberecký
6	Osečná – Kotel	20 400	2 200	15 000	pískovcové	Liberecký
7	Břevniště	12 800	700	4 200	pískovcové	Liberecký
8	Hvězdov	0	8 400	2 000	pískovcové	Liberecký
celkem		124 468	21 300	55 838		

Objevuje se zde také menší ložisko Mečichov, s nímž se v roce 1993 nepočítalo.

Jiný přehled uvádí MŽP:

Tab. 4: Přehled zásob uranu k 1.1. 2012 podle MŽP

Ložisko	Zásoby			Těžba	Ztáty, odpis	Celkem
	Bilanční	Nebilanční				
	Prozkoumané	Vyhledané	P1+P2			
Rožná	293,3 t	44,7 t	384 t	224,4 t	19,9 t, 11,2 t	722 t
Brzkov			678 t			678 t
Břevniště			12 837,4 t			12837,4 t
Hamr			55 745,4 t			55 745,4 t
Jasenice - Pucov			447,6 t			447,6 t
Osečná - Kotel	1112,7 t	19 357,0 t	10 830,9 t			31300,6 t
Stráž			33 543,9 t	27,8 t		33 543,9 t
Celkem	1406 t	19 401,7 t	114 467,2 t	252,2 t	31,1 t	135 274,9 t

3. PŘEHLED LOKALIT, KDE V POSLEDNÍCH LETECH PROJEVILY SVŮJ ZÁJEM PRŮZKUMNÉ ORGANIZACE

V úvodu byl uveden extrémní zájem o Český uran po roce 1945 ze strany SSSR. Podmínky, za kterých jsme jej do SSSR dodávali byly, mírně řečeno, nedůstojné a to jak politicky tak v pozdějších letech i ekonomicky (dotovaná těžba z prostředků státního rozpočtu, Pluskal a kol. 1993). Po roce 1989 nastal útlum těžby uranu, většina lokalit bylo uzavřena. Cena uranu se pohybovala dlouhodobě nízko a těžít uran by v takové situaci bylo velice nákladné a neobešlo by se to bez dalších státních dotací. Výjimku však tvořil důl Rožná, kde těžba pokračuje dodnes. V roce 2003 však ceny uranu začínají růst (viz předchozí grafy) a rostou až do přelomu let 2007/2008. Pak dochází k jejich pádu, ovšem i po něm (např v roce 2009) jsou ceny uranu několikanásobně vyšší, než v roce 2003. Na toto oživení trh reaguje tlakem na vyhledání a otevření dalších ložisek, která by uspokojila poptávku po této cenné surovině. Například jsou otevřena a těžena ložiska pískovcového typu

v Kazachstánu a o posílení domácích zdrojů uvažuje dříve přísně ekologická Evropská unie. Do České republiky se pokoušejí proniknout i zahraniční průzkumné a těžební společnosti, které se zajímají o tuzemská ložiska uranu (CBW 2007).

V současnosti o naše území jeví zájem zahraniční společnosti, žádající, zatím, o povolení k průzkumu. O průzkum na Vysočině žádala firma Timex Zdice s.r.o. a Urania Mining s.r.o., o průzkum uranu v Libereckém kraji firma Urania Mining s.r.o. V následující kapitole budou tyto žádosti popsány podrobněji.

3.1 Žádosti o povolení průzkumu uranu podané v České křídové pánvi

Pro příklad je zde uvedena žádost Soukromé firmy Urania Mining s.r.o., která žádala v lednu 2008 o povolení k vyhledávacímu průzkumu U-rud na ložisku Plouznice (ve skutečnosti známé jako ložisko Hvězdov) o celkové rozloze 11,9114 km², zasahující do katastru obcí Plouznice pod Ralskem a Hradčany nad Plouznicí. Průzkumné území zahrnovalo oblast prognózních zdrojů zhruba v rozsahu Chráněného ložiskového území Plouznice a přilehlé území včetně prostoru bývalých vojenských areálů a letiště Hradčany. Území bylo vybráno na základě výsledků průzkumných prací 70.-80. let 20. století, díky nimž bylo stanoveno CHLÚ Plouznice pod Ralskem. (Zdroj: MŽP ČR).

3.1.1 Geologie území

Území leží v Severočeské křídové pánvi, v jednotce Strážský blok. Uranové zrudnění se nachází v bazální části křídového souvrství o mocnosti až 230 m v prachovito-písčítých sedimentech, ložiskové akumulace se nacházejí ve spodním (sladkovodním) a svrchním (mořském) cenomanu. Zatímco sladkovodní cenoman se nachází zejména v severní části Strážského bloku, mořský cenoman je typický pro jižnější partie Strážského bloku a dělí se dále na bazální rozmyvové souvrství, souvrství rozpadavých pískovců a souvrství prachovitých „fukoidových“ pískovců. Nad cenomanem je pak uložen spodní až střední turon. Území je postiženo zlomy JV-SZ směru (pásmo Strážského zlomu a Čertových zdí), dále pak zlomy SV-JZ směru. Pro Severočeskou křídovou pánev jsou typické průniky třetihorních bazických vulkanitů, které jsou v dané lokalitě reprezentovány Ralskem (696m n.m.), výraznou dominantou Ralské vrchoviny.

3.1.2 Zrudnění

Uranové rudy jsou tvořeny uraninitem a hydrozirkonem jemně disperzního charakteru, v deskovitých tělesech o rozměrech X dm až X m. Dle návrhu firmy Urania Mining lze v dané lokalitě použít metodu alkalického loužení, které by snad mohlo být i jakousi bariérou proti kyselým vodám.

3.1.3 Předchozí průzkumné práce

Vrty: Na lokalitě bylo provedeno celkem 250 vrtů, z toho 120 průzkumných včetně 4 strukturních. Ve vrtech byla provedena karotáž, odběry vzorků, dále byly detailně studovány hydrogeologické poměry.

Všechny plánované vrty však nebylo možno uskutečnit, protože se v daném území nacházelo letiště, které v té době ovládala Rudá armáda. K roku 1991 bylo v této lokalitě evidováno 16549,7 t U při kovatosti rud 0,101 %U.

3.1.4 Navrhované průzkumné práce

Společnost Urania mining navrhuje 2 etapy prací:

1. Vypracování projektu, rešerše dříve provedených prací, projednání projektu se státní správou.
2. Ověření prognóz pomocí vrtů.

Společnost navrhuje jádrové vrtání do hloubky 350 m, s „ekologickým výplachem“. Jádra vrtů by byly rozpůleny, polovina jádra by byla využita k chemickému rozboru (metoda ICP MS na 30 prvků), ke gama-spektrometrickému měření (u anomálních úseků), k petrologickému a mineralogickému vyhodnocení vzorku, druhá polovina by pak byla archivována. K vrtům by byly vypracovány také hydrogeologické posudky. Druhá etapa počítá rovněž s provedením studie dopadu těžby na životní prostředí. Výsledkem by pak měly být podrobné grafické zhodnocení vrtných prací, mapy izolinií s obsahem uranu ve 3D a výpočet zásob uranu.

3.1.5 Sřety zájmů

Společnost ve své žádosti uvádí také možné budoucí sřety zájmů. Jde o Chráněnou oblast přírodní akumulace vod Severočeská křída, o ptačí oblast Natura 2000, dále o soukromé pozemky a inženýrské sítě.

3.1.6 Harmonogram prací

Počítá dobou trvání průzkumu 3 let + 1 rok, jako rezerva na vyhodnocení výsledků.

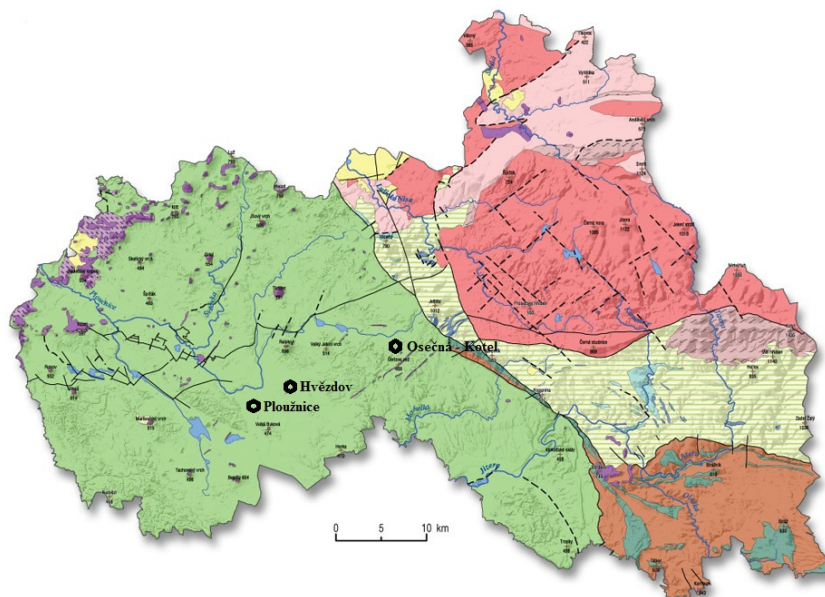
3.1.7 Podobné žádosti

Žádosti o průzkum se stejnými parametry byly podány i na ložiskovou oblast Osečná-Kotel, a to v lednu 2008, v červenci 2010 pak byly podány znovu a doplněny o odkaz na Evropskou surovinovou politiku. Taktěž žádost o Ložisko Hvězdov (nacházející se v katastru obce Ploužnice pod Ralskem) byla v roce 2010 podána znovu a doplněna pouze o odkaz na Evropskou surovinovou politiku (Tab. 5.).

3.1.8 Rozhodnutí ministerstva životního prostředí

Ministerstvo životního prostředí tuto žádost zamítlo již v říjnu roku 2010. Jako hlavní důvod svého rozhodnutí uvedlo Surovinovou politiku státu, která směřuje k postupnému ukončení těžby uranu. Do správního řízení se dále přihlásilo občanské sdružení Calla (www.calla.cz), které se prezentuje jako sdružení pro záchranu životního prostředí. Ve svých námitkách upozornilo na složité hydrogeologické poměry, ale především (ač se jedná o sdružení pro záchranu prostředí) se odvolávalo

na Surovinovou politiku státu, podobně, jako Ministerstvo životního prostředí. Společnost Urania Mining s.r.o. pak podala žádost o rozklad (de facto odvolání – správní řízení je dle zákona dvoustupňové). Žádost však byla ještě v roce 2010 znovu zamítnuta.



Obr. 8: Průzkumná území ve Strážském bloku (<http://geoportal.kraj-lbc.cz/geologie>, 12.5. 2013)

3.2 Žádosti o povolení průzkumu uranu podané v kraji Vysočina

Soukromá firma Timex Zdice žádala o povolení k průzkumu ložisek Věžnice, Jabloňov, Polná a Brzkov (o Věžnici momentálně žádá i Urania Mining s.r.o.). Ložisko Brzkov je „výhradní ložisko“ – výhradní ložiska se týkají „vyhrazených nerostů“, mezi něž patří i uranové rudy. Výhradní ložiska jsou majetkem státu, který o jejich těžbě rozhoduje prostřednictvím báňského úřadu. Kromě toho je na lokalitě Brzkov vytyčeno Chráněné ložiskové území, které ale na lokalitách Dolní Věžnice, Jabloňov a Polná vytyčeno není.

Jako konkrétní příklad je uvedena žádost společnosti Urania Mining s.r.o. z roku 2008 o povolení k průzkumu na lokalitě Věžnice, další žádosti na okolní lokality jsou obdobné, liší se především vytyčeným územím. Toto území se nachází 12 km JV od Havlíčkova Brodu, 2 km severně od Polné v prostoru mezi Věžnicí a Brzkovem.

3.2.1 Geologie území

Území leží v proterozoiku Strážeckého moldanubika na křížení hlubinných zlomů S-J směru (přibyslavská mylonitová zóna) a SZ-JV směru (sázavský zlom). V území se vyskytují granoblastické biotitické ruly, hybridní granity a celá řada poloh mylonitů a ultramylonitů.

3.2.2 Zrudnění

Na lokalitě se vyskytují nízkoteplotní uranové rudy složené z uraninitu, coffinitu a hydrozirkonu. Jedná se o typ zrudnění žilný s rozptýlenou mineralizací.

3.2.3 Navrhované průzkumné práce

Společnost Urania Mining s. r.o. navrhuje především geofyzikální průzkum s využitím Gama-spektrometrie na profilové síti po 50-100 metrech, s krokem měření 20 m, při potřebě až 5 m. V místech pozitivních anomálií je navrhována emanometrie, pro zhodnocení strukturních prvků pak geoelektrická metoda VDV. Dále jsou navrhovány průzkumné šachtice do hloubky 15 m a průzkumné vrty. Průzkumné vrty by byly využity ke karotáži: navrhovaná je inklinometrie, v nadějných úsecích gama-spektrometrie, dále kavernometrie a metoda elektrických potenciálů. Ke zpracování vzorků (půlených vrtných jader) by pak byla využita laboratorní gama-spektrometrie a ICP MS na 30 prvků.

3.2.4 Střety zájmů

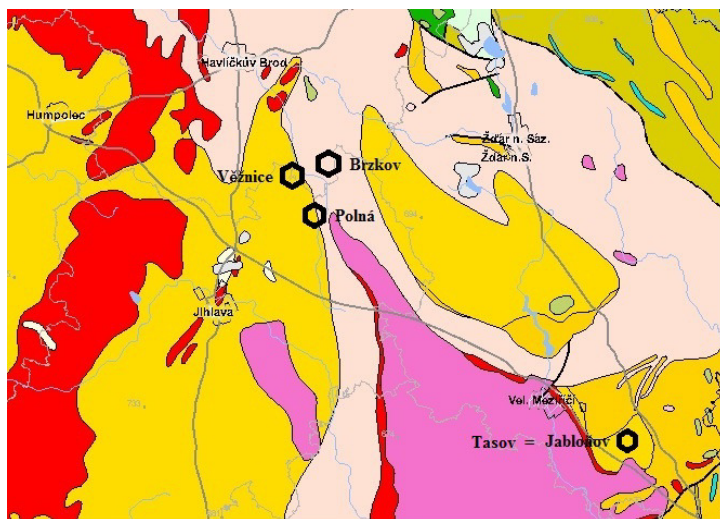
Střety zájmů by mohly představovat inženýrské sítě, případně výskyt vydry říční v řece Štěpánce a ve Zlatém potoce. Na lokalitě však není vytyčeno žádné CHKO ani maloplošné chráněné území.

3.2.5 Harmonogram

Je stejný, jako v případě ložisek na Liberecku – 3 roky průzkumu + 1 rok jako rezerva na vyhodnocení výsledků.

3.2.6 Rozhodnutí ministerstva životního prostředí

Žádosti o průzkum ložisek Brzkov (je oficiálně výhradním ložiskem), Jabloňov, Polná byly zamítnuty, stále probíhá vyhodnocování žádosti o průzkum Věžnice, dá se ale očekávat, že ani v tomto případě nebude ministerstvo rozhodovat jinak, než v obdobných případech, tedy že žádost zamítne (Tab 5.).



Obr. 9: Průzkumná území ve Strážeckém moldanubiku

(http://www.geology.cz/app/ciselniky/lokalizace/show_map.php?mapa=g500&y=672516&x=1137457&r=50000&s=&legselect=0, 12.5. 2013)

Tab. 5. Přehled lokalit, kde Timex Zdice s.r.o. a Urania Mining s.r.o. projevíly zájem o udělení průzkumné licence. (Zdroj: MŽP).

Název průzkumného území	Katastr obcí	Žadající firma	Rok podání žádosti	Rok zamítnutí žádosti	Geologická jednotka	Plocha průzkumného území v km ²	Evidované zásoby nebo prognózní zdroje	Poznámka
Tasov	Tasov, Dolní Heřmanice, Čikov, Jabloňov u Velkého Meziříčí	Timex Zdice, s.r.o.	2005	2005	Strážecké Moldanubikum na kontaktu s Durbachity Třebíčského plutonu	14,4085	Odepsány	V průzkumném území je bývalé (odepsané) ložisko Jabloňov
Jamné	Jamné u Jihlavy, Věžnička, Dobrouč	Urania Mining, s.r.o.	2005	2005	Strážecké Moldanubikum	6,5234	Odepsány	
Horní Věžnice	Horní Věžnice	Timex Zdice, s.r.o.	2005	2005	Strážecké Moldanubikum	2,5603	Odepsány, prognózní zdroje 2500 t	Území totožné s Věžnicí
Jamné	Jamné u Jihlavy, Věžnička, Dobrouč	Timex Zdice, s.r.o.	2007	2007	Strážecké Moldanubikum	6,5234	Odepsány	
Brzkov	Brzkov, Česká Jablonná	Timex Zdice, s.r.o.	2007	2007	Strážecké Moldanubikum	1,7462	2288,3 t Evidované + prognózní	
Brzkov - Západ	Brzkov, Horní Věžnice, Polná	Timex Zdice, s.r.o.	2007	2007	Strážecké Moldanubikum	3,7209	Odepsány, prognózní zdroje 2500 t	Území je téměř totožné s Horní Věžnicí a Věžnicí
Polná	Polná	Timex Zdice, s.r.o.	2007	2007	Strážecké Moldanubikum	2,1198	Odepsány, prognózní zdroje 830 t	
Jamné	Jamné u Jihlavy, Věžnička, Dobrouč	Timex Zdice, s.r.o.	2008	2008	Strážecké Moldanubikum	6,5234	Odepsány	
Věžnice	Horní Věžnice	Urania Mining, s.r.o.	2008	2008	Strážecké Moldanubikum	2,5603	Odepsány, prognózní zdroje 2500 t	
Brzkov	Brzkov, Česká Jablonná	Urania Mining, s.r.o.	2008	2008	Strážecké Moldanubikum	1,7462	2288,3 t Evidované + prognózní	
Polná	Polná	Urania Mining, s.r.o.	2008	2008	Strážecké Moldanubikum	2,1198	Odepsány, prognózní zdroje 830 t	
Osečná - Kotel	Osečná, Kotel	Urania Mining, s.r.o.	2008	2008	Strážský blok severočeské křídové pánve	9,8138	14 400 t	

Osečná - Kotel	Osečná, Kotel	Urania Mining, s.r.o.	2010	2010	Strážský blok severočeské křídové pánve	9,8138	14 400 t	
Ploužnice	Ploužnice pod Ralskem, Hradčany nad Ploučnicí	Urania Mining, s.r.o.	2010	2010	Strážský blok severočeské křídové pánve	11,9114	prognózní zdroje 16 549,7 t	
Věžnice	Horní Věžnice	Timex Zdice, s.r.o.	2012	v řízení	Strážecké Moldanubikum	2,5603	Odepsány, prognózní zdroje 2500 t	

3.3 Další perspektivní oblasti, kde lze očekávat nové zásoby

Česká republika momentálně disponuje zásobami 135 274,9 t uranu (Tab. 4). To jsou veliké zásoby, které navíc nemusí být konečné, avšak bez průzkumu nelze očekávat přírůstky nových zásob. V současné době vláda nemá zájem vyhledávat další ložiska, což je pochopitelné vzhledem k trendům, které v české surovinové politice přetrvávají od 90. let 20. století. Pokud by byl zájem obnovit těžbu uranu, pravděpodobně by se to týkalo některého z již objevených a prozkoumaných ložisek. Další průzkumy by pak přicházely v úvahu také v jejich blízkém či širším okolí (severočeská křída, přibyslavská mylonitová zóna).

4. DISKUSE

Z rozboru podaného v předchozím textu vyplývá, že hlavním dokumentem, jimž jsou odůvodněna rozhodnutí o přidělení či nepřidělení průzkumných licencí, je oficiální znění státní surovinové koncepce. Ta je výsledkem politických jednání. Ministerstvo průmyslu a obchodu (MPO) uvádí: „Surovinová politika státu je souhrn všech aktivit, kterými stát ovlivňuje vyhledávání a využívání tuzemských zdrojů surovin (se zřetelem k veřejným zájmům a k ochraně přírodních, kulturních a krajinných hodnot) a získávání surovin v zahraničí s cílem zabezpečit jimi chod své ekonomiky.“ Jak se vyvíjí situace na světových i domácích trzích, je státní surovinová politika aktualizována. Přestože ceny uranu rostou, v dokumentu MPO „Útlum hornictví včetně sanace těžby uranu v ČR“ ze dne 23.1.2006 se píše doslova: „Útlum hornictví na počátku 90 let minulého století, vyvolaný společenskými změnami, byl zahájen v roce 1990 v rudném hornictví usnesením vlády ze dne 19. prosince 1990 č. 356, o řešení rudného hornictví a realizaci útlumového programu pro odvětví rudného hornictví v ČR. K uranovému hornictví přijala vláda usnesení ze dne 20. prosince 1991 č. 533, k realizaci změny koncepce těžby uranu ve vazbě na potřeby československé jaderné energetiky v roce 1992 a dalších letech.“ Prakticky to znamená postupné ukončení těžby uranu v České republice. Výjimku však tvoří důl Rožná, kde je těžba postupně prodlužována. V lednu 1999 bylo rozhodnuto, že „kvůli zajištění soběstačnosti hodlá ministerstvo přehodnotit smlouvu s Evropskou unií o liberalizaci trhu s uranem a prodloužit útlum těžby v dolech v Rožné a Stráži pod Ralskem do roku 2004“. V červnu téhož roku byl na popud ministra životního prostředí Miloše Kužvarta vládou

zamítnut návrh tehdejšího ministra průmyslu a obchodu Miroslava Grégra na pokračování těžby ložiska Hamr klasickou důlní metodou (je ekologicky daleko přijatelnější, než kyselá loužení in situ). Další prodloužení se však týkala dolu Rožná, např. za ministra průmyslu a obchodu Martina Římana z roku 2007 padlo šalamounské rozhodnutí, které neurčilo rok ukončení těžby, ale rozhodlo, že „*těžba bude pokračovat, dokud se bude ekonomicky vyplácet*“. V roce 2007 se počítalo s těžbou do roku 2015, v lednu 2012 oznámil s.p. Diamo, který těží uran na ložisku Rožná, že zatím objevené zásoby vystačí na dalších 5 let. Z předchozích řádků je patrné, že je těžba uranu na ložisku Rožná už více, než 10 let prodlužována takřka na poslední chvíli, což nesevědí plynulosti geologického průzkumu a výpočtu nových zásob s dostatečným předstihem. Přestože probíhá těžba uranu jen na ložisku Rožná, zdá se, že státní surovinová politika devadesátých let se přece jen mění a jsou tady náznaky (prodloužení těžby na ložisku Rožná na dobu neurčitou), že by těžba uranu v České republice mohla nejen pokračovat, ale snad se i rozvíjet. Pozitivním signálem budiž loni (2012) zpracovávaná aktualizace státní energetické koncepce. Státní energetická koncepce je materiál, který vzniká na půdě ministerstva průmyslu a obchodu. Počítá se dvěma scénáři. První chce **více využívat domácích zdrojů a zároveň snižovat energetickou náročnost státu**. Druhý počítá s **nahrazením uhlí biomasou a zemním plynem**. V současné době se ČR řídí energetickou koncepcí schválenou v roce 2004.

Nový návrh státní energetické koncepce se zmiňuje také o uranu: K trvalému udržení dovozní energetické závislosti na optimální úrovni by také mohlo do budoucna velmi významně přispět kultivované využití značných domácích zásob uranové rudy, neboť podíl jaderné energetiky již nyní tvoří přibližně 20 % z energetického mixu primárních energetických zdrojů České republiky a je předpoklad růstu tohoto podílu. (Zdroj: http://zpravy.idnes.cz/vratime-se-k-tezbe-uranu-planuje-ministerstvo-prumyslu-p27-/domaci.aspx?c=A110404_102401_domaci_hv).

Dokument eurokomisaře Güntera Verheugena: „**The Raw Materials Initiative – Meeting our critical needs for growth and jobs in Europe**“ z roku 2008 se zabývá surovinovou soběstačností EU především pro neenergetické suroviny. Přesto je pozitivním signálem, že co se surovin obecně týče, vytyčuje tři základní strategické úkoly, jimiž by se EU měla do budoucna zabývat a to :

- a) vyšší míru využívání domácích (evropských) zdrojů,
 - b) efektivní ekonomickou („surovinovou“) diplomacii ve vztahu k zemím, které disponují relativním dostatkem nerostných zdrojů a zajištěním nediskriminačního přístupu k surovinám
 - c) vyšší míru využívání materiálově šetrných technologií, zvyšování míry recyklace
- (zdroj: <http://www.mpo.cz/dokument106134.html>, 5.2. 2013).

Většina evropských zemí se však touto politikou neřídí, například Česká republika je v současnosti jediná země EU, v níž je těžen uran. Tohoto faktu si také všímají zahraniční společnosti, které se pak prostřednictvím českých firem, které vlastní, snaží získat přístup k českým uranovým ložiskům.

Například společnost Urania Mining s. r.o. je 100 % vlastněna Australskou firmou Discovery Minerals Pty Ltd. (zdroj: Obchodní rejstřík). O získání průzkumných licencí se také pokouší firma Timex Zdice (vlastněná australskou firmou Uran Limited), která se však v České republice pohybuje podstatně delší dobu. Pro zajímavost dodejme, že obě tyto firmy mají stejného jednatele, je jím RNDr. Tomáš Váňa (<http://obchodnirejstrik.cz/urania-mining-s-r-o-27582141/> , <http://obchodnirejstrik.cz/timex-zdice-s-r-o-48953946/>).

Doufáme však, že kdyby se změnila Surovinová politika státu (dokument, o němž bylo psáno v předchozím textu dosud nebyl schválen), snad by se vláda České republiky snažila umožnit těžbu uranu Českým firmám, nikoli firmám zahraničním. Mnoho zemí tzv. „třetího světa“ v minulosti umožnilo těžbu svého nerostného bohatství zahraničním společnostem. Výsledkem pak bylo drancování těchto zdrojů, poškození životního prostředí a téměř nulový přínos pro rozvoj domácího obyvatelstvo. Něco podobného jsme zažili i u nás v letech 1946 – 1989, avšak s tím rozdílem, že v Československém uranovém průmyslu našlo práci mnoho lidí, kteří byli (vyjma vězňů, často politických, kterých však nebylo tolik) za tuto práci spravedlivě ohodnoceni, což se však o zaměstnancích v „zemích třetího světa“ říct často nedá. Legislativa České republiky nás dnes před mnoha negativními dopady takového rozhodnutí dokáže ochránit, přesto by jistě bylo žádoucí, aby se k českému uranu dostaly především české firmy.

V poslední řadě je třeba se zmínit o dalších názorech na těžbu uranu v České republice. Kromě pohledu ekonomického a politického, které byly diskutovány výše, je tu ještě pohled ekologický. Proti těžbě (nejen) uranu jsou především občanská sdružení Calla a Jihočeské matky, které se prezentují jako sdružení pro záchranu prostředí a momentálně bojují především proti dostavbě jaderné elektrárny Temelín, vybudování úložišť jaderného odpadu a proti průzkumu a případné těžbě uranu na Vysočině i ve Strážském bloku. Prostřednictvím letáků, placek či svých webových stránek (www.calla.cz, www.jihoceskematky.cz) se snaží zaujmout širší veřejnost a protestují (viz jejich webové stránky) proti všemu, co souvisí s jadernou energetikou, někdy mohou působit dojmem, že protestují proti čemukoliv, co je radioaktivní. Sdružení Calla se také pravidelně přihlašuje do správních řízení, které vede MŽP s firmami, které jeví zájem o průzkum uranu. Ve svých připomínkách se však odvolává více na státní surovinovou politiku než na ekologické dopady případné těžby. K tomu nutno dodat, že takovéto snahy jsou v současné době zbytečné, neboť MŽP ani nemůže přidělit průzkumná území vzhledem ke znění současné surovinové koncepce. Teprve kdyby se tato koncepce změnila, měly by aktivity sdružení Calla větší význam.

5. ZÁVĚR

Česká republika je země s nepatrnou rozlohou a s celosvětově významnými zásobami uranu. V minulosti bylo na našem území vytěženo 111 168 t uranové rudy a dalších 135 274,9 t uranu stále leží v zemi. Na Vysočině je momentálně poslední činný uranový důl v EU a sice důl Rožná. Jeho zásoby však pravděpodobně dojdou v horizontu X – X0 let a tak se vláda potichoučku poohlíží po dalším možném ložisku, které by mohlo být otevřeno. Zároveň se o česká ložiska uranu zajímají také firmy Timex Zdice spol. s r.o. a Urania Mining spol. s r.o., které jsou vlastněny australskými společnostmi Discovery Minerals Pty Ltd a Uran Limited Ltd. Nyní je tedy osud českých uranových ložisek v situaci, kdy o něj jeví zájem zahraniční společnosti, zatímco česká vláda o něj jevit zájem veřejně ani nemůže, neboť by šla proti staré státní surovinové politice, jejíž aktualizaci dosud nepřijala. Otevření dalších dolů neprospívá ani fakt, že s ním mnohdy nesouhlasí místní obyvatelé, kteří jsou různými občanskými sdruženími burcováni už proti případnému geologickému průzkumu, který nemusí znamenat přímo těžbu. Bylo by dobré si uvědomit, že těžba uranové rudy neznamena pouze ekologické škody (často minimální), kterých se lidé tolik obávají, ale také pracovní místa a investice, které mohou prospět celému regionu. Pokud se vláda České republiky v dohledné době neodhodlá k postupnému využití této suroviny, což je pravděpodobné, zůstanou tyto zdroje našim potomkům, kteří je snad dokáží rozumně využít ve svůj prospěch.

6. LITERATURA

Anderson E.B., 1987. *Izotopově-geochronologický výzkum uranových ložisek v Československu*. MS Archiv DIAMO (č. 1862-87). 32 str.

Arapov J.A., Bojcov V.J., Česnokov N.I., Djakovov A.V., Halbrštát J., Jakovjenko A.M., Kolek M., Komínek J., Kozyrev V.N., Kremčukov G.A., Lažanský M., Milovanov I.A., Nový V., Šorf F., 1984. *Československá ložiska uranu*. ČSUP Příbram, SNTL Praha, 368 str.

Burns C.P., Finch R., 1999. Uranium: *Mineralogy, geochemistry and the environment*. Reviews in Mineralogy 38, Mineralogical society of Amerika, 680 str.

Castor S.B., Henry C.D., 2000. Geology, geochemistry, and origin of volcanic rock-hosted uranium deposits in northwestern Nevada and southeastern Oregon, USA. *Nevada Bureau of Mines and Geology, University of Nevada, Makay School of Mines*. Str. 1-40

Cuney M., Kyser K., 2008. Recent and no-so-recent developments in uranium deposits and implications for exploration. Short course series 39, Mineralogical association of Canada, Quebec, 257 str.

Cuney M., Emetz A., Mercadier J., Mykchaylov V., Shunko V., Yuslenko A., 2012. Uranium deposits associated with Na-metasomatism from central Ukraine: A review of some of the major deposits and genetic constraints. *Ore Geology Reviews* 44(8):82-106.

Dalkhamp F. J., 1993. *Uranium Ore Deposits*. Springer Verlag, 460 str.

Denson N. M., 1959: *Uranium in coal in the Western United States*. U.S. Government Printing Office, Washington, 315 str.

<http://www.mpo.cz/dokument106134.html>, 5.2. 2013

http://cs.wikipedia.org/wiki/Uran_%28prvek%29, 14.4. 2013

http://www.geology.cz/app/ciselniky/lokalizace/show_map.php?mapa=g500&y=672516&x=1137457&r=50000&s=&legselect=0, 12.5. 2013

<http://geoportal.kraj-lbc.cz/geologie>, 12.5. 2013

<http://obchodnirejstrik.cz/urania-mining-s-r-o-27582141/>, 14.4. 2013

<http://obchodnirejstrik.cz/timex-zdice-s-r-o-48953946/>, 14.4. 2013

<http://www.intellecualtakeout.org/library/chart-graph/world-uranium-production-country-2001-2011>,
21.4.2013

<http://wise-uranium.org>, 21.4.2013

<http://wise-uranium.org/umaps.html>, 21.4. 2013

<http://euro.e15.cz/archiv/zeme-uranu-zaslibena-780856>, 2.5. 2013

http://www.uxc.com/review/uxc_PriceChart.aspx?chart=spot-u3o8-2yr, 12.5. 2013

Esdale D., Pridmore D. F., Coggon J., Muir P., Williams P., Fritz F., 2003. The Olympic Dam copper-uranium-gold-silver-rare earth element deposit, South Australia: A geophysical case history. *ASEG Extended Abstracts*, 3(14): 147 - 168.

Jefferson, C.W., Thomas, D.J., Gandhi, S.S., Ramaekers, P., Delaney, G., Brisbin, D., Cutts, C., Quirt, D., Portella, P., Olson, R.A., 2007. Unconformity-associated uranium deposits of the Athabasca Basin, Saskatchewan and Alberta, in Goodfellow, W.D., ed., *Mineral Deposits of Canada: A Synthesis of Major Deposit-Types, District Metallogeny, the Evolution of Geological Provinces, and Exploration Methods*: Geological Association of Canada, *Mineral Deposits Division, Special Publication No. 5*, str: 273-305.

Kirchheimer F, 1963. *Das Uran und seine Geschichte*. Stuttgart, 371 str.

Kisting S., 1996. Reclamation strategy at the Ronneburg Uranium Mining Site before flooding the mine. In: *International Mine Water Association International Congress: Mine/Quarry: Waste Disposal & Closure – Mine Water & Environment for the 21st Century*. Sevilla, Spain 1999. Volume I, str. 299-303.

Kříbek B., Hájek A., Dobeš P., Filip J., Holeczy D., Jehlička J., Leichmann J., Ondruš P., Pašava J., Pudilová M., René M., Scharm B., Scharmová M., Sulovský P., Urban O., Veselovský F., Zimák J., Žák K. 2005. *Uranové ložisko Rožná – Model pozdně variských a povariských mineralizací*. Česká geologická služba, Praha, 100 str.

Lloyd P. J. D., 1981. The flotation of gold, uranium, and pyrite from Witwatersrand ores. *Journal Of The South African Institute Of Mining And Metallurgy*, 02(1): 41-47.

McMillan, R.H. (1997): Unconformity-associated U. *Geological Fieldwork 1997, British Columbia Ministry of Employment and Investment, 1: 24G-1 to 24G-4.*

Michálek, B., 2007. Těžba radioaktivních surovin jako počátek jaderného palivového cyklu. *Acta Montanistica Slovaca Ročník 12(2007)*, mimoriadne číslo 1, Str.: 115-125.

MOTOKI, A., 1988. An outline about problems of volcanic caldera hypothesis of the Poços de Caldas Alkaline Complex rock body, Minas Gerais-São Paulo, Brazil. In: *CONGRESSO LATINOAMERICANO DE GEOLOGIA*. Volume 7, str. 309-323.

Mužik V. 2006. *Ložiska uranu ve Strážském bloku*, MS s.p. Diamo, Stráž pod Ralskem, 25 str.

Pavlenko V.M., 1999. Status and perspective developments of uranium production in Ukraine. In: *Developments in uranium resources, production, demand and the environment*. Proceedings of a technical committee meeting held in Vienna, 15–18, June 1999, str. 51-71.

Pluskal O., Holub F. Pertold Z., Pešek J., Raus M., René M., Stuchlíková K., Frolíková I., Goliáš V., Petr V., Válek J. 1993. *Surovinové zdroje uranu České republiky.*, MS Přírodovědecká fakulta UK, Praha, 99 str.

Siegl W., 1972. Die Uranparagenese von Mitterberg (Salzburg, Österreich). *Tschermaks mineralogische und petrographische Mitteilungen* 17(4): 263-275.

Smits G., 2009. *The geochemical history of the sedimentary rocks of the Witwatersrand as reflected in the mineralogy of the heavy-mineral assemblage of the uranium-bearing reefs of the Central Rand Group*. MS diplomová práce, North-West University, Washington, Kirkland, 299 str.

Strupczewski A., 2009. Sustainability of Water Cooled Reactors - Energy Balance for Low Grade Uranium Resources. *International Conference on Opportunities and Challenges for Water Cooled Reactors in the 21st Century*, Vienna (Austria), October 27 –30, 2009, Volume I, 27 str.

SWANSON, Vernon Emanuel. *Geology and geochemistry of uranium in marine black shales: a review*. Washington, DC: US Government Printing Office, 51 str.

Škácha P., Goliáš V., Sejkora J., Plášil J., Strnad L., Škoda R., Ježek J., 2009. Hydrothermal uranium-base metal mineralization of the Jánská vein, Březové Hory, Příbram, Czech Republic: lead isotopes and chemical dating of uraninite. *J Geosci* 54: 1-13.