



Jáchymovský uran



- Jáchymov patří k **nejvýznamnějším místům světových dějin uranu**. Zdejší **smolinec** poskytoval surovinu pro výrobu barev, přispěl k objevu polonia a radia a nepřímě také ke vzniku radonového lázeňství. Po druhé světové válce se jáchymovské doly staly významným dodavatelem uranu pro sovětský jaderný program a místem nucené práce politických vězňů. Tyto souvislosti dávají jáchymovskému uranu mimořádný přírodovědný, průmyslový i historický význam.
- Hlavním uranovým minerálem jáchymovského revíru je **uraninit**, tradičně nazývaný smolinec. Jde o černý, těžký, radioaktivní nerost se smolným leskem, tvořený převážně oxidem uranickým. Obvykle vytváří celistvé nebo ledvinité agregáty ve výplních rudních žil; pro jáchymovské vzorky je charakteristický také výskyt v růžovém dolomitu.
- Jáchymovské ložisko patří mezi hydrotermální ložiska: rudní minerály se ukládaly z mineralizovaných roztoků pronikajících puklinami hornin. Uran je zde součástí složitěho rudního systému, s nímž jsou spojeny také **stříbro, kobalt, nikl, bismut a arsen**. Právě proměnlivé složení rud umožňovalo, aby se hospodářský význam zdejšího hornictví v průběhu staletí měnil.
- Smolinec znali jáchymovští horníci již v 16. století, kdy město prožívalo rozmach těžby stříbra. Dlouho však neměl významnější využití. Surovina, která se později stala strategicky důležitou, tak původně představovala málo ceněnou součást stříbrných rud.
- Uran jako nový chemický prvek rozpoznal roku **1789** německý chemik **Martin Heinrich Klaproth** při studiu smolince. Získaná látka však byla sloučeninou uranu; samotný kovový uran připravil až francouzský chemik **Eugène-Melchior Péligot** v roce **1841**.

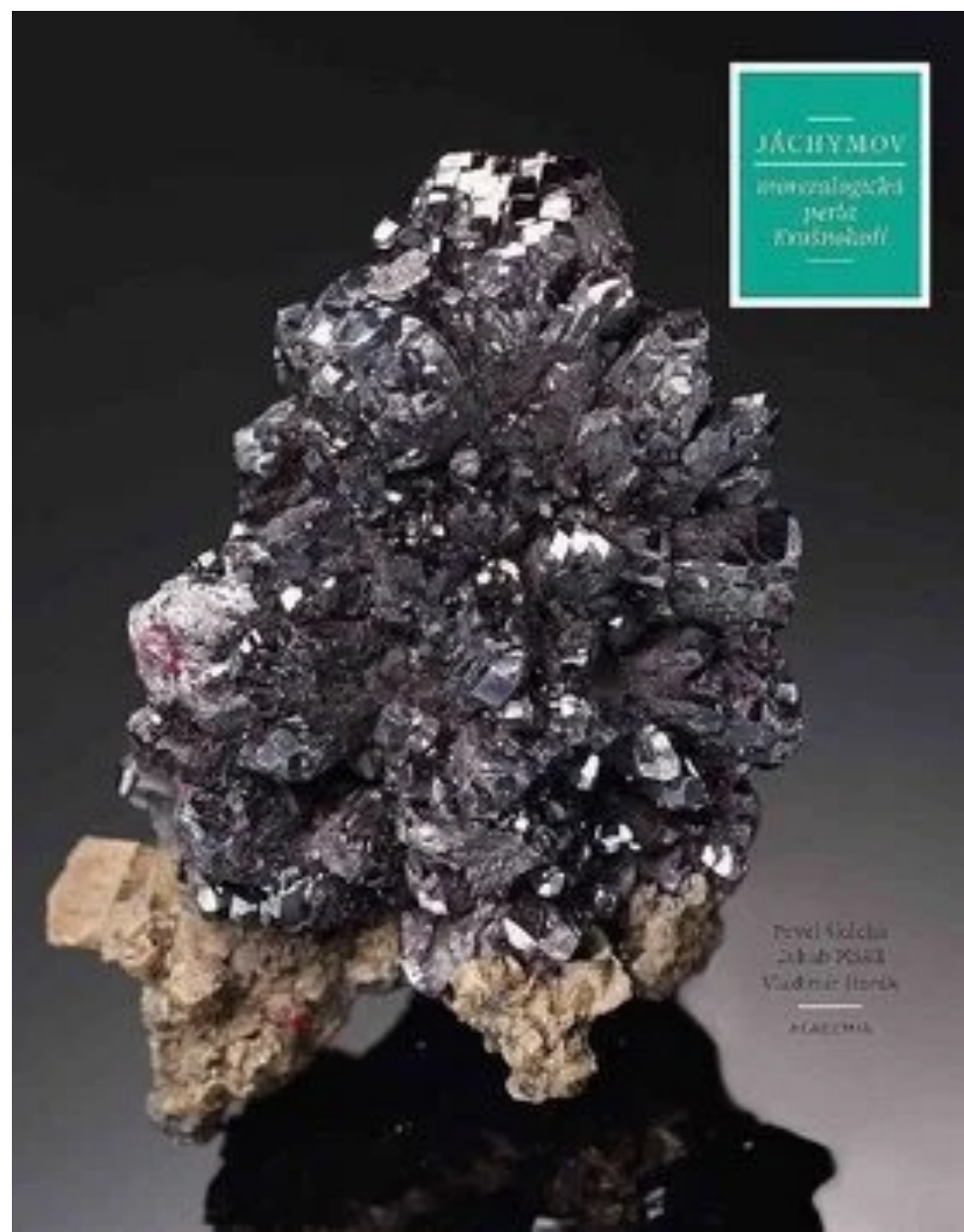
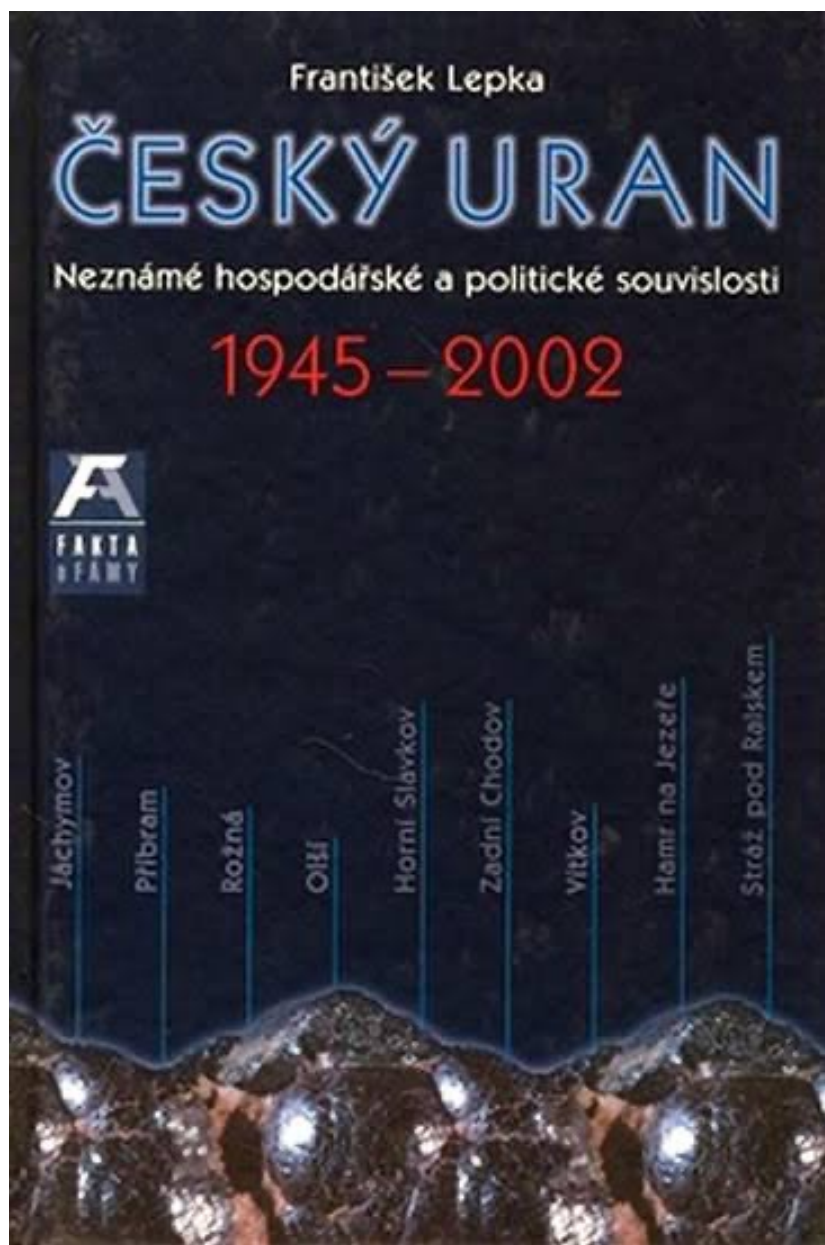
- První průmyslové využití uranu souviselo s jeho barevnými sloučeninami. **Uranové barvy** se používaly při výrobě skla a porcelánu, zejména pro žluté a zelené zbarvení. V Jáchymově se od 40. let 19. století začaly uranové rudy systematicky těžit, významně především v dole Svornost. V následujícím desetiletí se rozvinula průmyslová výroba barev podle postupu chemika Adolfa Patery. Uran tak získal hospodářskou hodnotu několik desetiletí předtím, než byla poznána jeho radioaktivita.
- **Přírodní radioaktivitu** objevil **Henri Becquerel** roku **1896** při výzkumu uranových sloučenin. Na jeho práci navázala **Marie Curie-Skłodowská**, která zkoumala záření různých látek a spolu s **Pierrem Curiem** hledala vysvětlení mimořádné aktivity některých minerálů. Jejich výzkum probíhal v Paříži.
- Jáchymovský smolinec a zbytky po jeho průmyslovém zpracování poskytly důležitou surovinu pro výzkum, který v roce **1898** vedl k objevu **polonia** a **radia**. V závěru původního oznámení objevu radia z 26. prosince 1898 autoři výslovně děkovali za dodávku 100 kilogramů zbytků po zpracování jáchymovského smolince. Uran byl z tohoto materiálu již odstraněn, zatímco další radioaktivní látky v něm zůstaly. Oznámení podepsali Pierre Curie, Marie Curie a Gustave Bémont.
- Z dosavadního výrobního odpadu se tím stala vyhledávaná vědecká surovina. Na počátku 20. století se v Jáchymově rozvinula také **výroba radiových solí**. Marie Curie město osobně navštívila v roce 1925, kdy sfárala i do dolu Svornost.
- Další významnou souvislostí bylo zjištění radioaktivity jáchymovských důlních vod. Roku **1906** zde vznikly první **radonové lázně** na světě. Hornictví tak umožnilo zpřístupnit podzemní vody, na nichž se založila nová hospodářská činnost města.

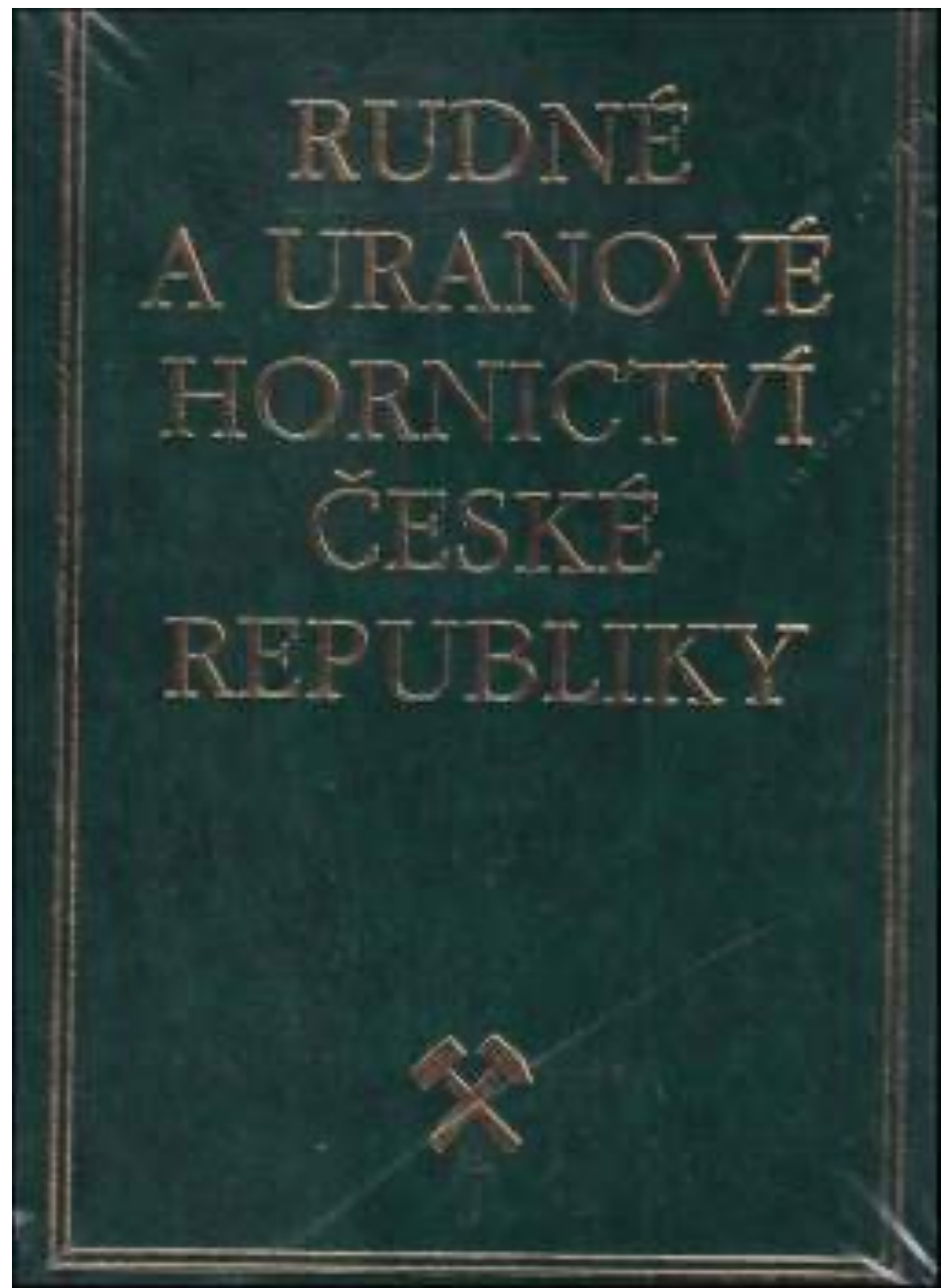
- Pro lázeňské využití má bezprostřední význam **radon**, radioaktivní plyn vznikající v přeměnové řadě uranu. Voda se jím obohacuje při kontaktu s horninovým prostředím. Uran, radium a radon jsou tedy různé chemické prvky, jejichž výskyt v jáchymovském podloží spolu souvisí.
- **Důl Svornost** dodnes slouží k jímání a dopravě radonové vody do lázeňských provozů. Jeho současné využití navazuje na dlouhou hornickou historii, přestože dobývání uranových rud již skončilo.
- Zásadní obrat přinesl konec druhé světové války. Dne 23. listopadu 1945 byla v Praze podepsána československo-sovětská dohoda o těžbě a dodávkách radioaktivních rud. Podle dohody a doprovodného protokolu připadala Sovětskému svazu naprostá většina vytěženého a zpracovaného radioaktivního materiálu. Počátek tohoto uspořádání tedy spadá již do roku **1945**.
- K 1. lednu 1946 vznikl **národní podnik Jáchymovské doly**. Poválečný provoz navázal na činné doly Rovnost, Svornost a Bratrství, následovaly rozsáhlé průzkumné a těžební práce. Působnost uranového průmyslu se postupně rozšířila na další oblasti Československa, takže název Jáchymovské doly získal širší význam než samotný jáchymovský revír.
- Jáchymovské dodávky se staly jedním ze surovinových zdrojů sovětského jaderného zbrojního programu. Těžba proto dostala mimořádnou politickou prioritu a prudce vzrostla potřeba pracovních sil.
- V uranových dolech pracovali civilní zaměstnanci i nesvobodné pracovní síly. V prvních poválečných letech byli nasazováni **němečtí váleční zajatci**. Následovali lidé internovaní v táborech nucených prací a soudně odsouzení vězni. Vedle politických vězňů zde byli také vězni kriminální a lidé odsouzení za válečnou kolaboraci.
- Od roku **1949** se rozvíjela soustava **nápravně pracovních táborů**. K místům spojeným s vězněním a nucenou prací patřily například Rovnost, Svornost, Nikolaj, Eliáš a Bratrství. Těžká práce, tvrdé zacházení a drsné klimatické podmínky učinily z Jáchymovska jeden ze symbolů komunistické perzekuce, známý jako „Jáchymovské peklo“. Poslední místní vězeňské tábory zanikly roku **1961**.

- Zvlášť nebezpečným pracovištěm byla **Rudá věž smrti v Dolním Žďáru u Ostrova**, spojená s táborem Vykmánov II, označovaným písmenem L. Zde se uranová ruda drtila, třídila a připravovala k odeslání do Sovětského svazu. Vězni přicházeli do bezprostředního styku s radioaktivním prachem.
- K dlouhodobým zdravotním rizikům práce v uranových dolech patřilo vdechování krátkodobých produktů přeměny radonu, které se zachycují v dýchacích cestách a ozařují jejich tkáně. Výzkum onemocnění horníků později významně přispěl k poznání vztahu mezi touto expozicí a **rakovinou plic**.
- Pro poválečnou těžbu v jáchymovském revíru se uvádí přibližně **7 200 tun uranu**. Tento údaj vyjadřuje množství uranu obsaženého v produkci; celková hmotnost vytěžené rudy byla podstatně větší. Rozsah zásahů do podzemí dokládá údaj o **29 vyhloubených šachtách** a více než **1 100 kilometrech vyražených chodeb**, který uvádí přehled hornického dědictví Krušnohoří.
- Těžba se od druhé poloviny 50. let postupně utlumovala a v roce **1964** skončila. Důl Svornost byl předán lázním pro zajišťování radonové vody. Zánik vězeňských táborů a ukončení těžby tedy představovaly dvě časově odlišné události.
- Historii jáchymovského uranu dnes připomínají důlní stavby, štoly, odvaly, pozůstatky táborů i pamětní místa. Naučná stezka Jáchymovské peklo propojuje místa někdejších dolů a pracovních táborů; s hornictvím a osudy vězňů seznamuje také expozice ve **Štole č. 1**.
- Zvláštní pokračování má **důl Bratrství**: část jeho podzemních prostor byla roku 1974 upravena na **úložiště nízkoaktivních a středněaktivních odpadů** obsahujících přírodní radionuklidy.
- Hornická krajina Jáchymov a Rudá věž smrti jsou od roku **2019** součástí **památky UNESCO Hornický region Erzgebirge/Krušnohoří**. Jejich ochrana zahrnuje technické památky i krajinu, která uchovává doklady proměn hornictví, vědeckých objevů a nucené práce.

- Využití jáchymovského prostoru, bohatého na uranové rudy, zásadním způsobem ovlivnila „***Dohoda mezi vládou Svazu sovětských socialistických republik a vládou Československé republiky o rozšíření těžby rud a koncentrátů v Československu, obsahujících radium a jiné radioaktivní prvky, jakož i o jejich dodávkách Svazu sovětských socialistických republik***“. K této dohodě došlo 23. listopadu 1945.
- První výbuch vlastní jaderné bomby uskutečnil Sovětský Svaz 29. září **1949**. Země se tím strategicky vyrovnala Spojeným státům americkým, které se coby jaderná velmoc etablovaly již na konci druhé světové války svržením atomových bomb na japonská města Hirošimu a Nagasaki.
- Sovětský svaz byl v prvních poválečných letech zemí s vyčerpanými lidskými i materiálními zdroji. Byl proto významně závislý na dodávkách ze zahraničí. Kromě jiného z Československa (cca 20 %) a také ze sovětské okupační zóny Německa. Ta se podílela na krytí sovětské potřeby z více než jedné poloviny. Také prudký rozvoj sovětského jaderného komplexu koncem 40. a počátkem 50. let by nebyl myslitelný bez československé pomoci. A nutno v této souvislosti dodat, že se na tomto rozvoji nuceně podíleli i političtí vězni. Bylo mezi nimi také mnoho někdejších příslušníků armádních složek, vojáků, kteří ještě před pár lety bojovali společně se Sovětským Svazem proti nacistům. Bez jejich masového nasazení by tak rozsáhlá těžba uranových rud na Jáchymovsku nebyla vlastně ani možná.
- Ke znatelnému nárůstu těžby došlo již v roce 1947, ještě před únorovým převratem a převzetí moci komunisty. Zatímco v roce 1946 bylo vytěženo **18 tun** uranu, v roce 1946 bylo vytěženo **103 tun**. SSSR již nedostával smolinec, ale k obohacování rudy docházelo přímo na Jáchymovsku. Investice do rozvoje těžby uranové rudy v požadovaném rozsahu vysoko překračovaly možnosti dvouletého hospodářského plánu, a tak Sovětský svaz poskytl bezúročnou půjčku, od roku 1950 splatnou v deseti letech dodávkami uranové rudy.
- Podle původních variant (minimální, střední a maximální) z roku 1949 se měla těžba uranové rudy v Československu pohybovat **od 700 tun uranu do 2 000 tun**, investice od 3 do 8,5 miliard korun a zaměstnáno mělo být **od 15 000 zaměstnanců do 57 000**. Vzhledem k nárůstu těžby nemohly být požadavky uranových dolů na horníky kryty nábořem. Pracovali zde nejprve horníci německé národnosti, kteří byli vyjmuti z odsunu, poté byli využíváni němečtí váleční zajatci - ti však museli podle mezinárodních dohod opustit Československo do konce roku 1949.

- K zabezpečení pracovních sil byl proto prováděn organizovaný nábor, na němž se podílely odborové organizace. Průmyslové podniky měly za povinnost vyslat určitý počet pracovníků na dlouhodobou brigádu do jáchymovských dolů. Ti obdrželi řadu výhod, např. poměrně vysoké příjmy, hornický a k tomu ještě zvláštní „jáchymovský“ příplatek, dále možnost nákupu zboží ze SSSR a další.
- Druhým zdrojem pracovních sil byli vězni. V rámci akce D (později přejmenované na Ostrov, podle města ležícího nedaleko Jáchymova) tam bylo odsunuto více než 6 000 především politických vězňů, později i kriminální vězni. K 1. lednu 1950 tak bylo v jáchymovských dolech už asi 4 000 vězňů, z toho přibližně 40 % politických! Od října 1949 byly na Jáchymovsku také zřizovány tábory nucené práce, první v lokalitě Jáchymov-Vršek. Následovaly Nikolaj, Eliáš, Eduard, Svornost, Mariánská, Prokop, Svatopluk, Rovnost a další.
- Snížení podílu politických vězňů a postupné propouštění kriminálních vězňů po výkonu trestu vedlo ke kritickému úbytku pracovníků. Proto byli do Jáchymova opět ve zvýšené míře posíláni političtí vězni, a to i z těch kategorií, které dříve nesměly být na Jáchymovsko odesílány - tj. osoby vojenské, duchovní, Svědci Jehovovi, usvědčení agenti a další.
- V roce 1949 došlo k několika pokusům o hromadný útěk. V červenci utíkalo 19 vězňů z tábora v Horním Slavkově, pět vězňů z tábora Eliáš. Z tábora u Horního Slavkova uteklo 14. října 1951 dvanáct vězňů. Při útěku byl zastřelen jeden dozorce a další byl zraněn; pět vězňů bylo zastřeleno, pět dopadeno a dvěma se útěk podařil. Těla zastřelených vězňů byla během táborového apelu vystavena pro výstrahu.
- V jáchymovských dolech byly velmi obtížné životní podmínky. Způsob těžby byl zastaralý a fyzicky velmi náročný, chyběla jakákoli mechanizace. Špatné pracovní podmínky byly znásobeny skutečností, že odsouzení jako horníci neměli žádné zkušenosti, bezpečnostní opatření při práci byla na velmi nízké úrovni. Vězni byli postihováni množstvím různých trestů za banální přestupky. Projevovalo se to ve velkém počtu smrtelných úrazů a zranění. Přidružily se i naprosto katastrofální hygienické podmínky, nedostatečná strava a těžké poškození zdraví způsobené ionizujícím zářením.





PRÁCE ČESKÉHO GEOLOGICKÉHO ÚSTAVU
CZECH GEOLOGICAL SURVEY SPECIAL PAPERS

9

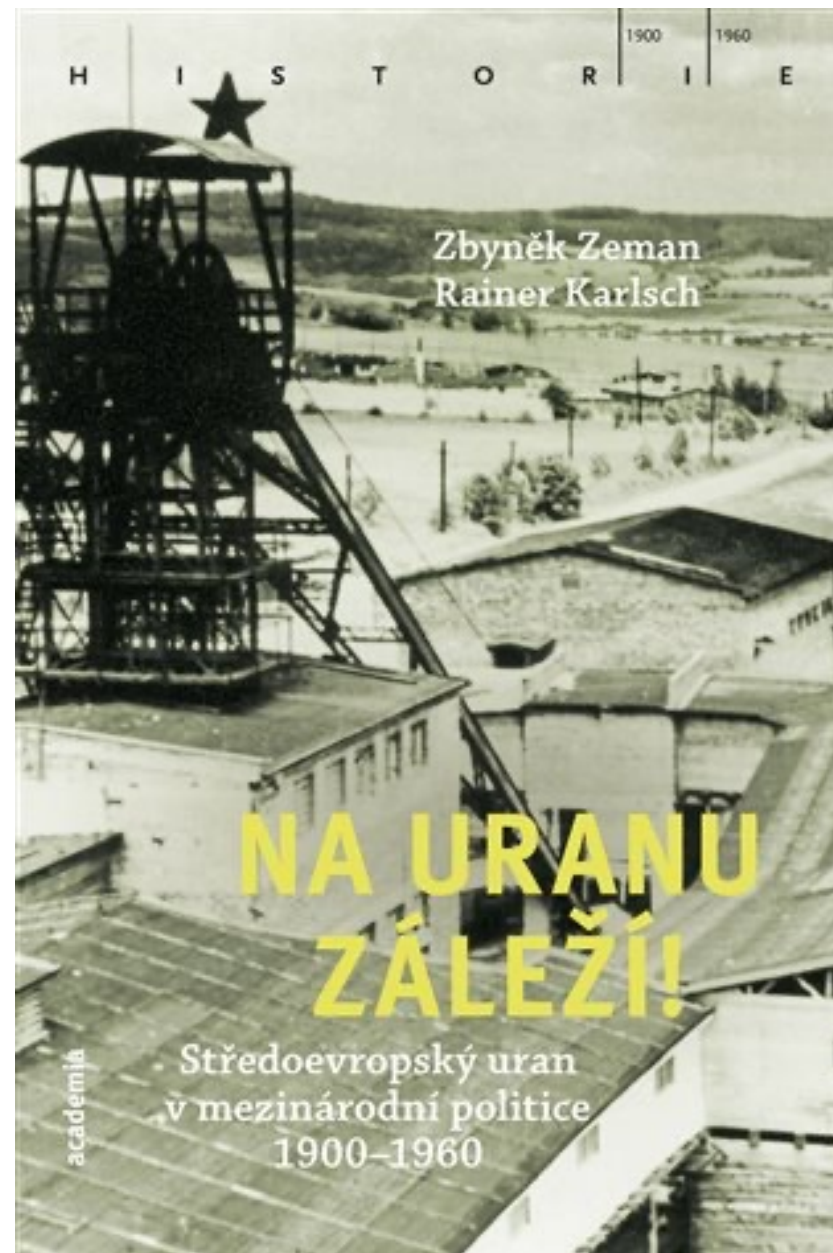
POVÁLEČNÁ HISTORIE JÁCHYMOVSKÉHO URANU

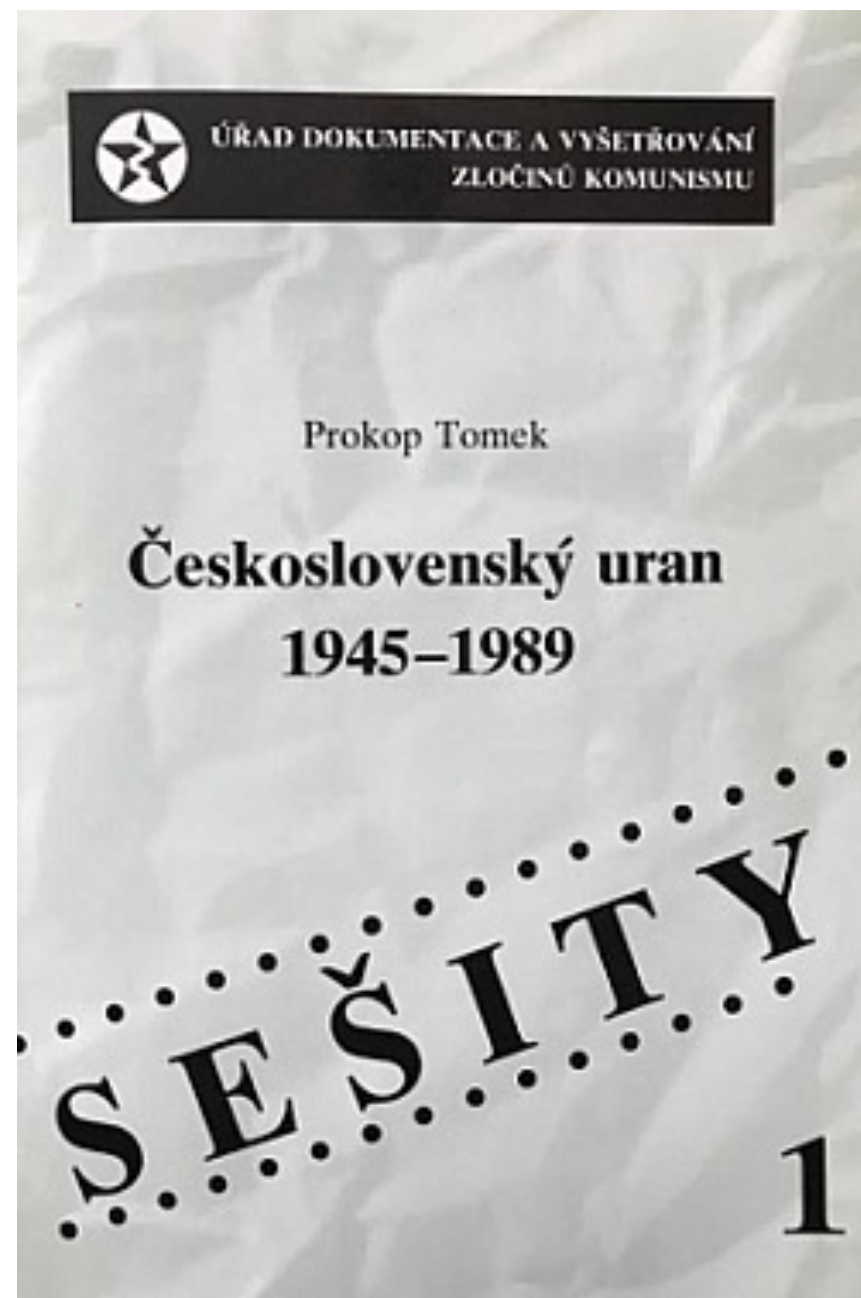
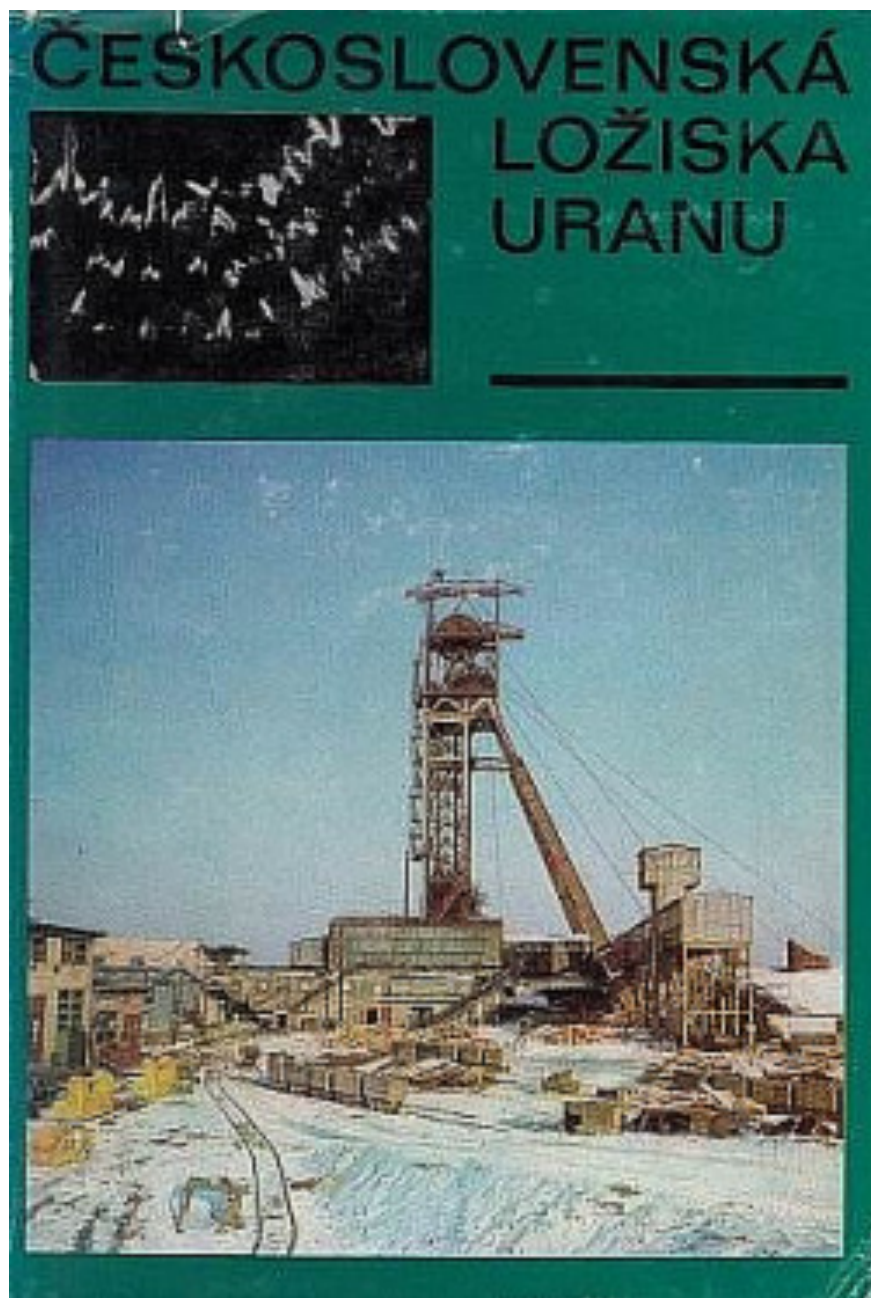
The post-war history of Czechoslovak uranium from Jáchymov (Joachimsthal)

Oskar Pluskal

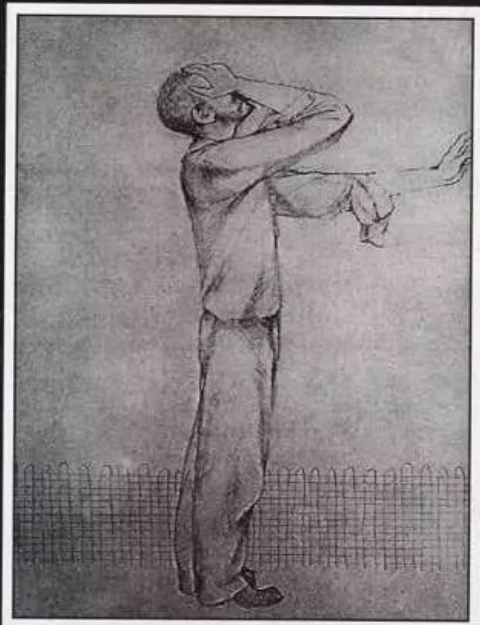


1998

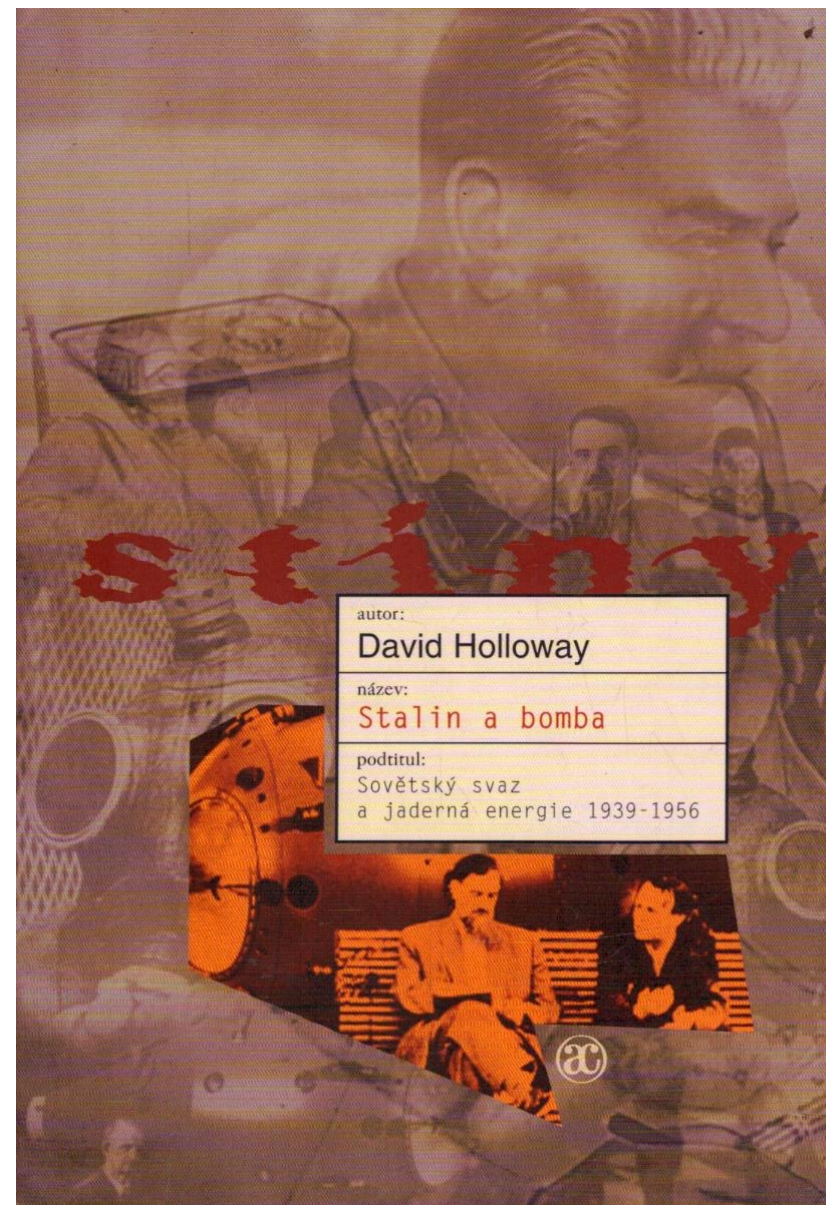




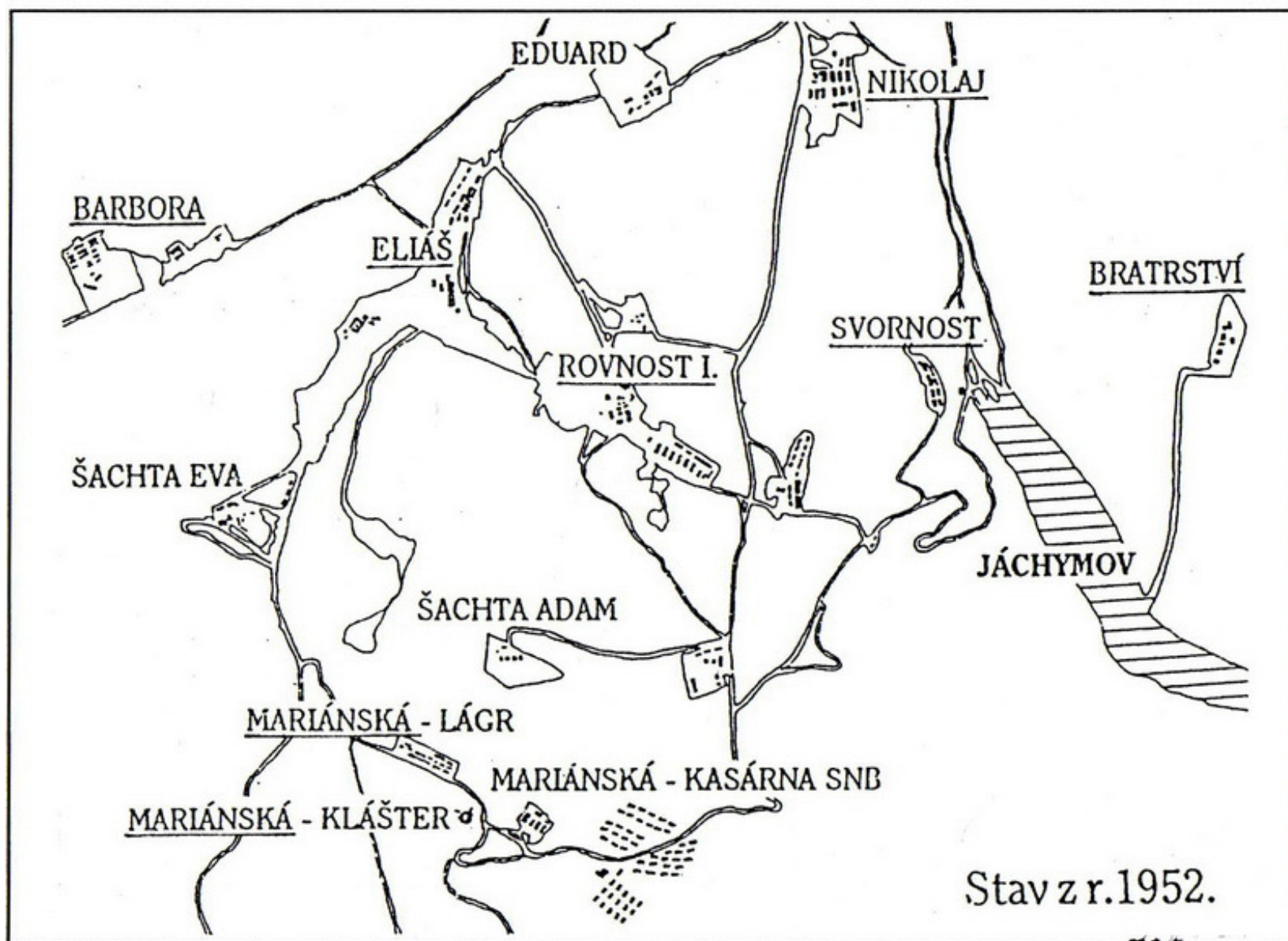
Karel Kaplan
Vladimír Pacl

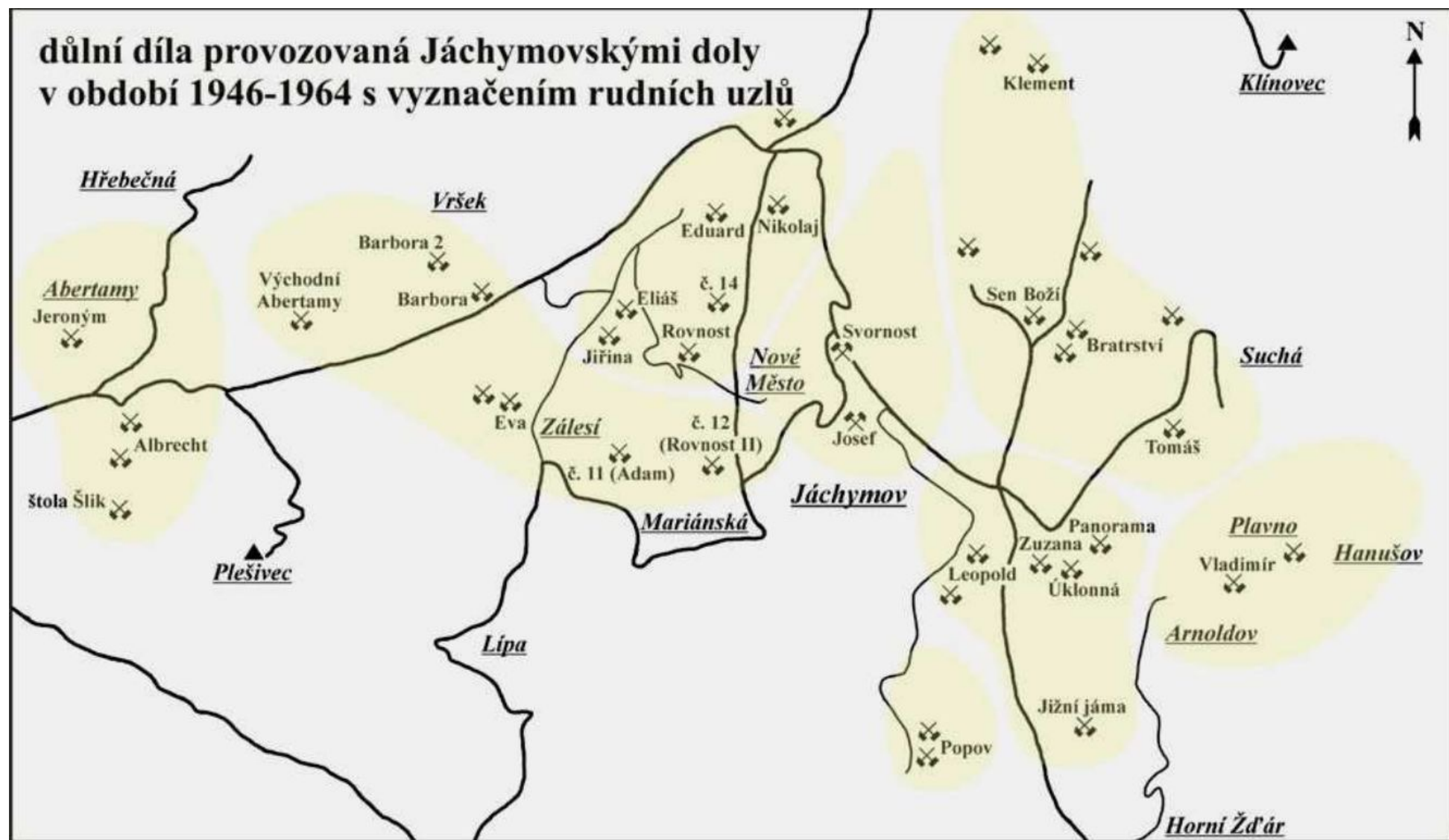


Tajný
prostor
JÁCHYMOV















PERIODICKÁ SOUSTAVA PRVKŮ

formát
A4

skupina	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
perioda	I. A	II. A	III. B	IV. B	V. B	VI. B	VII. B	VIII. B			I. B	II. B	III. A	IV. A	V. A	VI. A	VII. A	VIII. A	
1	1 H -1,1 2,2 VOODK Hydrogenum 1,008																		2 He 0 5,5 HELIUM Helium 4,0026
2	3 Li 0,98 1,57 LITHIUM Lithium 6,94	4 Be 0,98 1,57 BERYLLIUM Beryllium 9,01218																	10 Ne 0 4,4 NEON Neonum 20,179
3	11 Na 0,93 1,31 SODIK Natrium 22,98977	12 Mg 0,93 1,31 HORČIK Magnesium 24,305																	18 Ar 0 3,6 ARGON Argonum 39,948
4	19 K 0,82 1,0 DRAŠLÍK Kalium 39,0983	20 Ca 0,82 1,0 VÁPÍK Calcium 40,078	21 Sc 1,36 1,54 SKANDIUM Scandium 44,95591	22 Ti 1,36 1,54 TITAN Titanium 47,88	23 V 1,63 1,63 VANAD Vanadium 50,9415	24 Cr 1,66 1,66 CHROM Chromium 51,9961	25 Mn 1,55 1,55 MANGAN Manganum 54,93804	26 Fe 1,83 1,83 ŽELEZO Ferrum 55,845	27 Co 1,88 1,88 KOBALT Cobaltum 58,9332	28 Ni 1,91 1,91 NIKEL Nickolum 58,6934	29 Cu 1,9 1,9 MĚD Cuprum 63,546	30 Zn 1,65 1,65 ZINEK Zincum 65,38	31 Ga 1,81 2,01 GALIUM Gallium 69,723	32 Ge 2,01 2,01 GERMANIUM Germanium 72,63	33 As 2,18 2,18 ARSEN Arsenicum 74,9216	34 Se 2,55 2,55 SELEN Selenium 78,971	35 Br 2,96 2,96 BROM Bromum 79,904	36 Kr 3,0 3,0 KRYPTON Kryptonum 83,798	
5	37 Rb 0,82 1,0 RUBIDIUM Rubidium 85,4678	38 Sr 1,0 1,0 STRONCIUM Strontium 87,62	39 Y 1,22 1,22 YTTRIUM Yttrium 88,90584	40 Zr 1,33 1,33 ZIRKONIUM Zirconium 91,224	41 Nb 1,6 1,6 NIÓB Niobium 92,90637	42 Mo 2,16 2,16 MOLYBDÉN Molybdaenum 95,95	43 Tc 1,0 1,0 TECHNETIUM Technetium (98)	44 Ru 2,2 2,2 RUTHENIUM Ruthenium 101,07	45 Rh 2,28 2,28 RHODIUM Rhodium 102,9055	46 Pd 2,2 2,2 PALADIUM Palladium 106,42	47 Ag 1,93 1,93 STŘEBRO Argentum 107,8682	48 Cd 1,93 1,93 KADMIUM Cadmium 112,414	49 In 1,78 1,96 INDIUM Indium 114,818	50 Sn 1,96 1,96 CIN Stannum 118,71	51 Sb 2,05 2,05 ANTIMON Antimonium 121,76	52 Te 2,1 2,1 TELLUR Tellurium 127,6	53 I 2,66 2,66 JÓD Iodum 126,90447	54 Xe 2,8 2,8 XENON Xenonum 131,293	
6	55 Cs 0,79 1,0 CESIUM Caesium 132,90545	56 Ba 0,80 1,0 BARIUM Barium 137,327	57 La 1,1 1,1 LANTHAN Lanthanum 138,90547	72 Hf 1,3 1,3 HAFNIUM Hafnium 178,49	73 Ta 1,5 1,5 TANTAL Tantalum 180,94788	74 W 2,36 2,36 WOLFRAM Wolframium 183,84	75 Re 1,9 1,9 RHENIUM Rhenium 186,207	76 Os 2,2 2,2 OSMIUM Osmium 190,23	77 Ir 2,2 2,2 IRIDIUM Iridium 192,217	78 Pt 2,28 2,28 PLATINA Platinum 195,084	79 Au 2,54 2,54 ZLATO Aurum 196,96657	80 Hg 2,0 2,0 RTUŤ Hydargyrum 200,592	81 Tl 1,62 2,33 THALLIUM Thallium 204,382	82 Pb 2,33 2,33 OLOVO Plumbum 207,2	83 Bi 2,02 2,02 BISMUT Bismuthum 208,9804	84 Po 2,0 2,0 POLONIUM Polonium (209)	85 At 2,2 2,2 ASTAT Astatum (210)	86 Rn 2,2 2,2 RADON Radonum (222)	
7	87 Fr 0,7 0,7 FRANCIUM Francium (223)	88 Ra 0,9 0,9 RADIUM Radium (226)	89 Ac 1,1 1,1 AKTINIUM Actinium (227)	104 Rf 2,2 2,2 RUTHERFORDIUM Rutherfordium (261)	105 Db 2,2 2,2 DUBNIUM Dubnium (268)	106 Sg 2,71 2,71 SEABORGIUM Seaborgium (271)	107 Bh 2,70 2,70 BOHRUM Bohrium (270)	108 Hs 2,77 2,77 HASSIUM Hassium (277)	109 Mt 2,76 2,76 MEITNERIUM Meitnerium (276)	110 Ds 2,81 2,81 DARMŠTADTIUM Darmstadtium (281)	111 Rg 2,82 2,82 ROENTGENIUM Roentgenium (282)	112 Cn 2,85 2,85 KOPERNICIUM Copernicium (285)	113 Nh 2,86 2,86 NIHONIUM Nihonium (286)	114 Fl 2,89 2,89 FLEROVIUM Flerovium (289)	115 Mc 2,88 2,88 MOSCOWIUM Moscovium (288)	116 Lv 2,93 2,93 LIVERMORIUM Livermorium (293)	117 Ts 2,94 2,94 TENNESSIUM Tennessine (294)	118 Og 2,94 2,94 OGANEŠON Oganesson (294)	

skupenství při 20 °C
(barva pomal)
V pevné
L kapalná
G plynná

kovy
polokovy
nekovy

oxidační čísla
(nejčastější tučně)
protonové číslo (Z)
český název
latinský název
elektronegativita
chemická značka
obsazenost elektronových vrstev
molární hmotnost
radioaktivní prvek
uměle připravený prvek



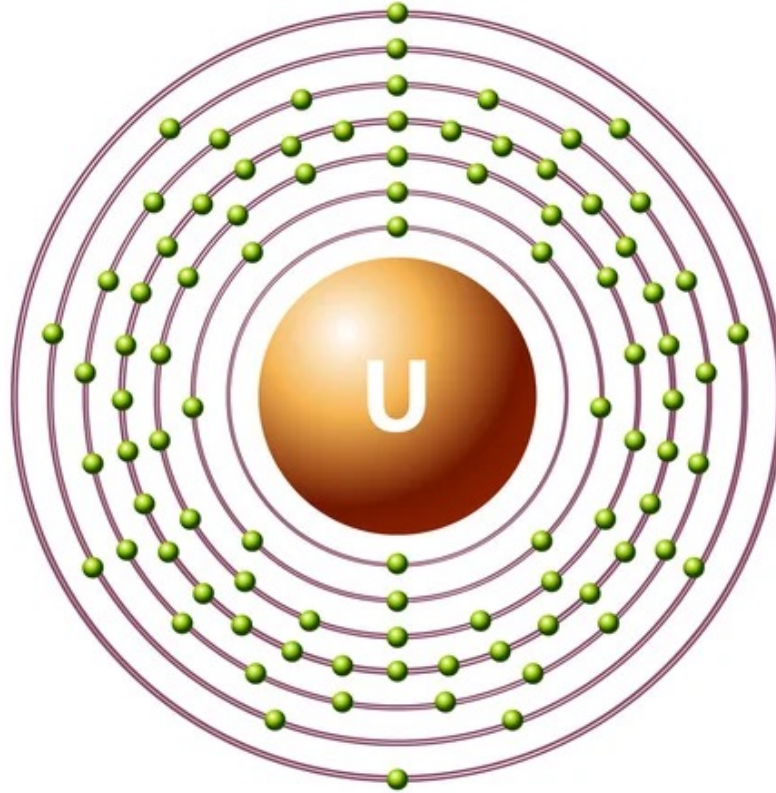
Dmitrij Ivanovič
Mendělejev
(1834–1907)

lanthanoidy
aktinoidy

92

Uranium

U



Atomic mass: 238.02

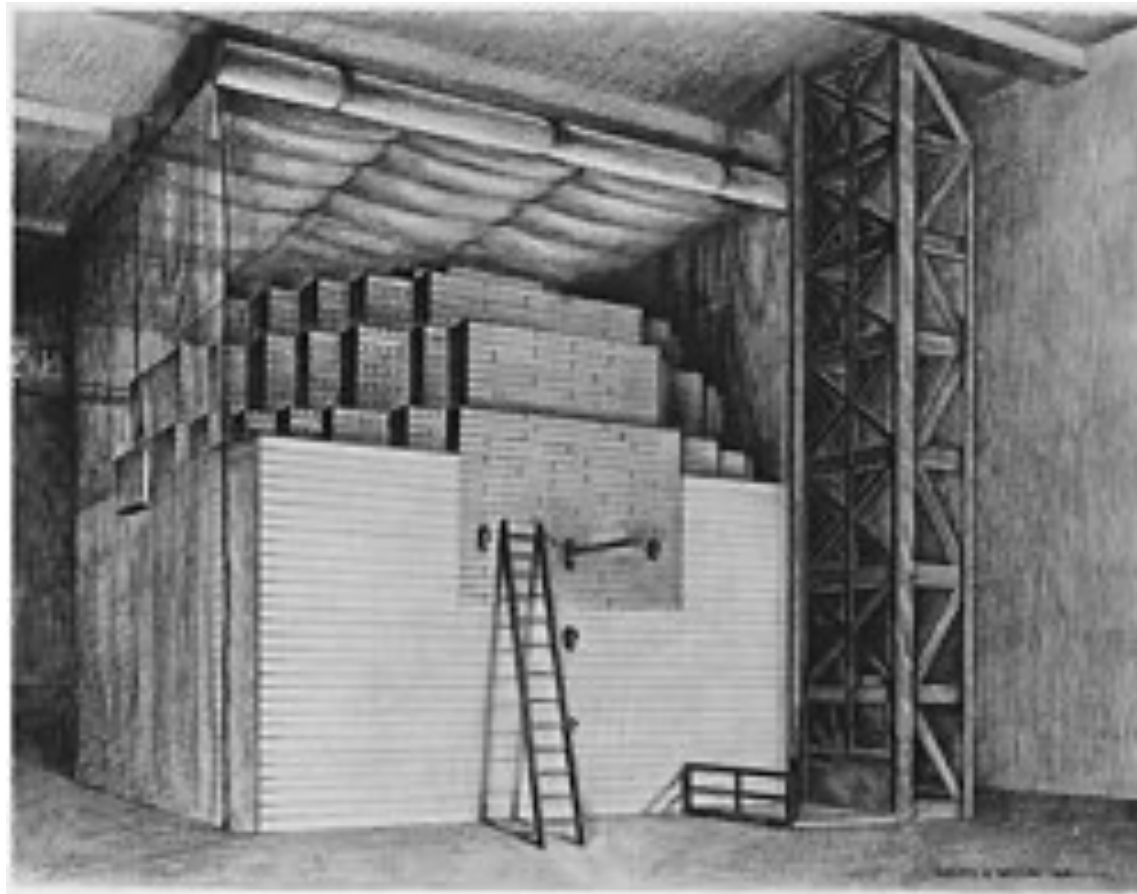
Electron configuration: 2, 8, 18, 32, 21, 9, 2











Experimentální jaderný reaktor (Chicago Pile-1 (nebo též CP-1)
první jaderný reaktor na světě – pro ilustraci



Grafitový reaktor X-10 (Oak Ridge, Tennessee) – pro ilustraci



RDS-1 (rusky РДС-1; «изделие 501» – produkt "501"; атомный заряд «1-200» – atomový náboj "1-200", první záblesk – Первая молния (pervaja molnija), na západě jako Joe-1 v odkazu na Stalina) byla první sovětská atomová puma. Byla odpálena 29. srpna 1949, 7:00 hodin v semipalatinském jaderném polygonu na území dnešního Kazachstánu. Síla pumy byla ekvivalentní síle 22 kilotun TNT, její délka byla 3,7 m, průměr 1,5 m, a hmotnost 4,6 tuny, čímž byla velmi podobná americké pumě Fat Man, shozené na japonské město Nagasaki. K jejímu sestrojení byla významně použita jáchymovská uranová ruda sloužící k výrobě plutonia.



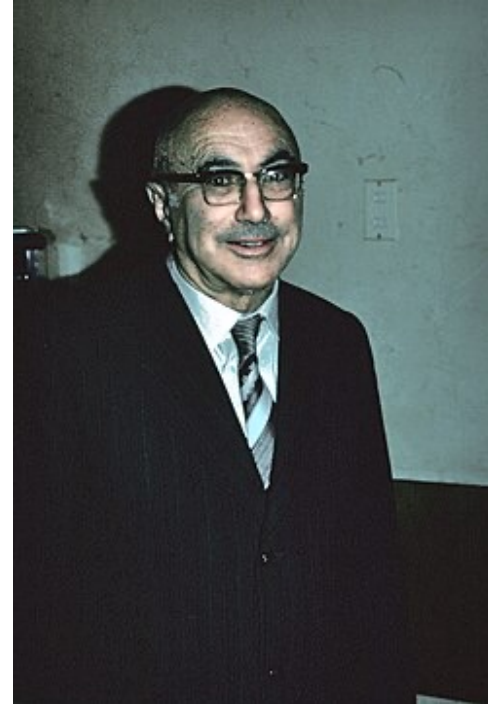
Tvůrci sovětských atomových zbraní



Igor Kurčatov



Andrej Sacharov



Jakov Zeldovič



Igor Tamm

