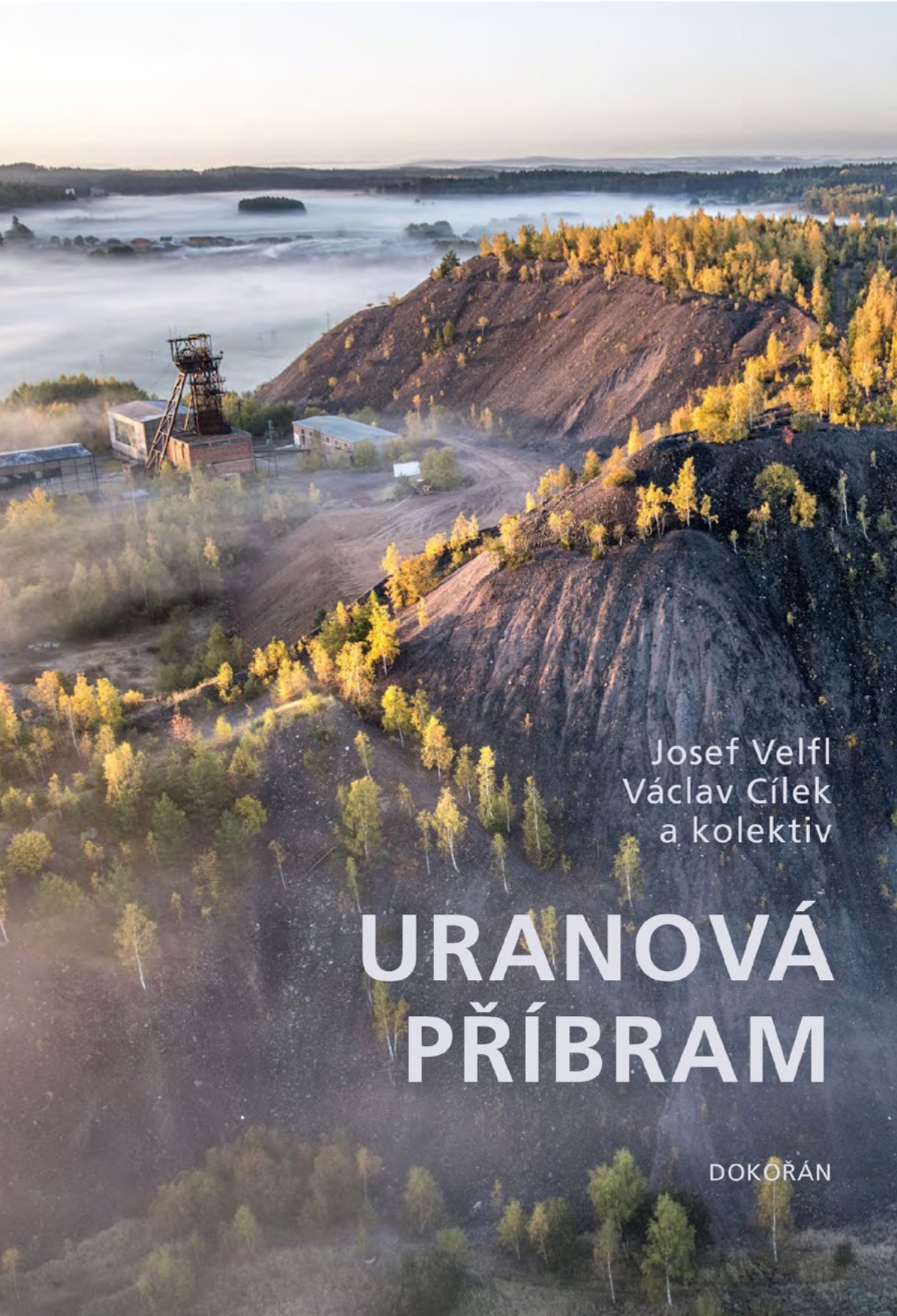




Josef Velfl
Václav Cílek
a kolektiv

URANOVÁ PŘÍBRAM

DOKOŘÁN

Přední strana obálky: Ranní mlhy nad areálem šachty č. 15 Brod s mohutným odvalem, vpravo v pozadí odval šachty č. 4 Lešetice.

Front cover: Morning fog above the site of Shaft No. 15 – Brod with a massive dump, Shaft No. 4 – Lešetice in the back on the right.

Vorderseite Einband: Morgennebel über dem Areal von Schacht Nr. 15/Brod mit einer massiven Halde, rechts im Hintergrund die Halde von Schacht Nr. 4/Lešetice.

Foto Jiří Jiroušek.

URANOVÁ PŘÍBRAM

Autoři: Josef Velfl, Václav Cílek, Pavla Doležalová, David Fischer,
Rudolf Hlaváček, Milan Karda, Josef Keřka, Jiří Malíček,
Roman Muláček, Jan Rohovec, Ondřej Sedláček, Vlastimil Staněk,
Pavel Škácha, Karol Škvor, Václav Trantina a Linda Trunečková

Vzpomínky: František Neuberg, Antonín Dvořák, Miroslav Kolek,
Zdeněk Bělina, Jozef Badár, Milan Maňovský, Vladimír Valenta,
Jiří Kubát, Stanislav Blaszczyk, Vladimír Pruner, Antonín Kubišta,
Jaroslav Vandas, Václav Plojhar, Zbyněk Skála, Vojtěch Kříž,
Miroslav Pálka, Ján Falát st., František Zahrádka,
Josef Keřka a Václav Cílek

Ilustrace: Jiří Svoboda

DOKOŘÁN

Josef Velfl, Václav Cílek a kolektiv

Uranová Příbram

Copyright © Josef Velfl, Václav Cílek, Pavla Doležalová, David Fischer, Rudolf Hlaváček,

Milan Karda, Josef Keřka, Jiří Malíček, Roman Muláček, Jan Rohovec, Ondřej Sedláček,

Vlastimil Staněk, Pavel Škácha, Karol Škvor, Václav Trantina, Linda Trunečková, 2022

Photography © Archiv DIAMO, František Bouda, Václav Cílek, Pavla Doležalová, Miloslav Dražan,

Petr Dvořák, Jan Falát, Monika Škvor Filipová, David Fischer, Jiří Gutwirth, Rudolf Hlaváček,

Hornické muzeum Příbram, Jiří Ječmínek, Jiří Jiroušek, Josef Keřka, Růžena Klímová,

Stanislav Krejčík, Vojtěch Kříž, František Kuba, Antonín Kubišta, Karel Počta, Zuzana Sejfová,

Jiří Sejkora, Zdeněk Šedivý, Pavel Škácha, Karol Škvor, Linda Trunečková, Jaroslav Vandas,

Ladislav Vohradský, Jiří Vybíral, Miroslav Zelenka, 2022

Illustrations © Jiří Svoboda, 2022

Všechna práva vyhrazena. Žádná část této publikace nesmí být rozmnožována a rozšiřována jakýmkoli způsobem bez předchozího písemného svolení nakladatele.

Druhé vydání v českém jazyce (první elektronické).

Odpovědná redaktorka Alžběta Knappová.

Fotografie Archiv DIAMO, František Bouda, Václav Cílek, Pavla Doležalová, Miloslav Dražan,

Petr Dvořák, Jan Falát, Monika Škvor Filipová, David Fischer, Jiří Gutwirth, Rudolf Hlaváček,

Hornické muzeum Příbram, Jiří Ječmínek, Jiří Jiroušek, Josef Keřka, Růžena Klímová,

Stanislav Krejčík, Vojtěch Kříž, František Kuba, Antonín Kubišta, Karel Počta, Zuzana Sejfová,

Jiří Sejkora, Zdeněk Šedivý, Pavel Škácha, Karol Škvor, Linda Trunečková, Jaroslav Vandas,

Ladislav Vohradský, Jiří Vybíral, Miroslav Zelenka.

Ilustrace Jiří Svoboda.

Překlad do angličtiny Peter Gaffney. Překlad do němčiny Ulrich Haag.

Obálka, sazba a konverze do elektronické verze Michal Puhač.

Vydalo v roce 2025 nakladatelství Dokorán, s. r. o.,

Holečkova 9, Praha 5,

dokoran@dokoran.cz, www.dokoran.cz,

jako svou 1326. publikaci (457. elektronická).

ISBN 978-80-7675-236-8

Obsah

Předmluva: Tři tisíce let dolování a zpracování kovů na Příbramsku	9
Summary: Three Thousand Years of Mining and Metal Processing in the Příbram Region	11
Vorwort: Dreitausend Jahre Metallabbau und -verarbeitung in der Region Příbram	13
1. Příbram jako součást velkého příběhu západní civilizace (Václav Cílek a Jan Rohovec)	17
Uran jako jed i lék • Radon a záření z nitra hmoty • Radioaktivita a její dějiny • Okouzlení radioaktivitou • Cesta k jaderné bombě • Výzkum a chemická výroba uranových sloučenin • Duchovní tvář uranu • Šachta jako sociální útvár • Evropská variská provincie • Ložiska uranu a jejich vznik • Jak vzniklo příbramské uran-polymetalické ložisko? • Hornická krajina, haldy a průmyslové dědictví • Na Svaté Hoře	
2. Z historie uranového hornictví na Příbramsku (Josef Velfl a kol.)	53
Uran se stává nepostradatelnou surovinou • Počátky těžby uranových rud na Příbramsku • Otvírka ložiska • Kdo na dolech pracoval? • Důlní rekordy • Úprava uranové rudy • Výstavba hornického sídliště • Zbytečné demolice v historickém městě • Kulturní dům • Uranové doly se dotkly života nejméně čtvrt milionu lidí • Ekonomie uranu • Konec těžby • Tragický propad na Bytízu (Karol Škvor a Vlastimil Staněk) • Podzemní zásobník plynu (Josef Keřka) • Celková bilance	
3. Ani gram uranu okupantům – srpnová okupace roku 1968 a následující normalizace (Josef Velfl)	109
Reformní období konce 60. let • Rok 1968 v Československém uranovém průmyslu • Srpnová okupace • Bytízská vzpoura • Generální stávka ČSUP • Normalizace	
4. Paměť kraje (Josef Velfl a kol.)	129
Vznik a vývoj muzea v Příbrami • Památník Vojna u Příbrami (Josef Velfl a Václav Trantina) • Uran v českých dějinách • Uranový důl Bytíz – nová pobočka Hornického muzea Příbram (Josef Velfl a Milan Karda) • Nové minerály – příbramit, bytízit a další objevy	

- 5. Hornický svět** (Pavla Doležalová a Josef Velfl) 149
 Nejstarší příbramský báňský záchranář František Neuberg • Od průzkumu k těžbě ve vzpomínkách Antonína Dvořáka • Ing. Miroslav Kolek, CSc., a jeho působení v Československém uranovém průmyslu • Ing. Zdeněk Bělina a jeho začátky u „uranu“ • Vzpomínky na uranovou Příbram Ing. Jozefa Badára • Ing. Milan Maňovský a jeho ohlédnutí za baňařinou na uranu • Ing. Vladimír Valenta o příbramské uranové minulosti • Havířské vzpomínky Ing. Jiřího Kubáta • Třicet tři let na Lešetících a na šestnáctce ve vzpomínkách Ing. Stanislava Blaszczyka • Ing. Vladimír Pruner a jeho ohlédnutí za uranovou minulostí • Antonín Kubišta, vzpomínky zkušeného střelmistra • „Divoká devadesátá“ a uran v Příbrami z pohledu Ing. Jaroslava Vandase • Ing. Václav Plojhar a jeho kus života na „uranu“ • Vzpomínky současného ředitele o. z. SUL, s. p. DIAMO Ing. Zbyňka Skály • Havíř srdcař Vojtěch Kříž • Miroslav Pálka a jeho vztah k uranové Příbrami • Ján Falát st., havíř tělem i duší • Životní osudy bývalého politického vězně a horníka na uranu Františka Zahrádky • Ing. Josef Keřka, Ph.D.: Život v uraňácké Příbrami se ve všem odlišoval od života kdekoli jinde • RNDr. Václav Cílek, CSc.: Prožít mnoho životů
- 6. Uranová Příbram jako fenomén i jako osud – mineralogické bohatství příbramských uranových dolů** (Pavel Škácha) 249
 Poznávání ložiska • Příbramsko jako mineralogický region světového významu • Geologické prostředí příbramského uranového revíru • Výskyt zrudnění na žilách • Pracovníci uranových dolů a minerály • Sběratelství minerálů za těžby a po ní • Minerály uranových dolů • Shrnutí
- 7. Nejen hromady kamení – přírodní prostředí uranových výsypek, jejich ekologie a rostlinstvo** (Linda Trunečková, Rudolf Hlaváček a Jiří Malíček) 271
 Hornická krajina jako přírodní prostředí • Výsypky po těžbě • Přírodní poměry oblasti • Sukcese – vývoj vegetace na uranových výsypkách • Flóra výsypek na Příbramsku • Rostliny výsypek z hlediska původu • Rostliny výsypek z hlediska ekologických nároků • Invazní a expanzivní rostliny • Chráněné a ohrožené druhy • Vegetace výsypek • Lišejníky (Jiří Malíček)
- 8. Zoologie uranových hald na Příbramsku** (David Fischer, Ondřej Sedláček a Roman Muláček) 295
 Tam, kde příroda začíná od nuly • Hornická krajina Příbramska • Co vlastně o plochách po těžbě uranu doposud víme a jak to zjišťujeme? • Zářivý svět odkaliště u Bytízu • Hromady mrtvého kamení? • Přírodu člověk nezastaví • A jak je to pod zemí? • Příroda potřebuje trochu nepořádek

Závěr: Uranová Příbram jako geologický objekt i sociální fenomén	319
Poznámky	323
Literatura a prameny	333
Seznam použitých zkratk	345
Poděkování	349
Resumé: Uranová Příbram	351
Résumé: Uranium Příbram	358
Zusammenfassung: Příbram und der Uranbergbau	366
Autorský kolektiv	375



**Noční pohled na
těžní věž šachty
č. 16 Háje.**

Night view of the
headframe of Shaft
No. 16 – Háje.
Nachtansicht des
Förderturms des
Schachts Nr. 16/Háje.
Foto archiv Jiří
Ječmínek.

Předmluva: Tři tisíce let dolování a zpracování kovů na Příbramsku

Příbram je středočeské město střední velikosti, které má dnes kolem 32 tisíc obyvatel. Leží asi 60 kilometrů jihozápadně od Prahy, pod svahem středních Brd. Dnešní Příbram vznikla v roce 1953 sloučením dvou královských horních měst, původně nepříliš významné tržní a správní osady a později městečka ve staré Příbrami a důležité hornické aglomerace na Březových Horách. Ještě po druhé světové válce zde počet obyvatel dosahoval ani ne 12 tisíc lidí, ale po objevení uranového ložiska se počítalo s městem téměř o velikosti černouhelného Kladna s nějakými 50 tisíci obyvateli.

Hlavní pravěké a středověké obchodní stezky procházely od Dunaje přes pohraniční hvozdy po obou stranách Vltavy a dál na sever do Saska či východněji do krakovské oblasti. Příbram proto nikdy, na rozdíl od Březnice či Dobříše, nesehrála větší komunikační roli. Nevyrostl zde ani středověký hrad, ani výstavný renesanční zámek, jen malá kamenná tvrz. Přes všechno toto zdánlivé omezení se ale do Příbrami opakovaně vracely velké epizody středoevropské, a někdy i evropské či světové historie. Vždyť hloubky 1 000 metrů bylo poprvé na světě dosaženo právě zde, v dole Vojtěch na Březových Horách roku 1875. Dnes zde funguje jeden z největších středoevropských hornických skanzenů jako součást Hornického muzea Příbram zřizovaného Středočeským krajem. Barokní komplex Svaté Hory představoval po rakouském Mariazell druhé nejvýznamnější poutní místo celé habsburské monarchie.

Nedaleko Příbrami se nachází jedno rozsáhlé pravěké hradiště, které má vztah k metalurgii kovů a rudním ložiskům. Nad údolím říčky Litavky a Hořovickou kotlinou se zvedá monumentální Plešivec, který byl v pravěku lidmi v okolí navštěvovaný a po nějaký čas i osídlený. Patrně nejvýraznější stopu zde zanechali lidé v mladší až pozdní době bronzové, zhruba v letech 1200–1000 př. n. l., kdy zde vybudovali ohrazené (snad opevněné) centrum. Na jeho ploše tehdejší obyvatelé vyráběli bronzové předměty a část z nich pak ukládali na různá místa na hradišti i v jeho okolí. Předpokládáme, že zde probíhala i směna cínových rud z krušnohorské oblasti a měděných rud z Alp či z domácích lokalit, jakými mohly být Vrančice na Příbramsku či krušnohorské Kraslice. Ani pro mladší dobu železnou přímé důkazy těžby nemáme, ale u Třebeska a Starosedlského Hrádku jsou keltská čtvercová ohrazení (*Viereckschanzen*), která leží na dohled rýžovnických kopečků a zdrojů železné rudy.

Těžba a zpracování železných rud probíhala na Příbramsku pravděpodobně již v keltské době a určitě v raném středověku a pozdějších dobách. Zdrojem suroviny byly hlavně gossany na zvětralých rudních žilách, které často obsahovaly siderit. Příbramská rudní oblast sestává z asi 35 menších a v různých stoletích těžných ložisek. Středověké dějiny dolování jsou poměrně chudé a nedají se

srovnávat například s krušnohorskou oblastí. K průlomů dochází až v 19. století, kdy byly březohorské doly prohloubeny na 1 000 (a více) metrů, a staly se tak nejenom nejhlubšími doly na světě, ale také nejvýznamnějším zdrojem stříbra a olova v monarchii. Hornická aglomerace se proměnila ve velké technologické centrum. V Příbrami bylo například založeno montánní učiliště, nejprve transformované na Báňskou akademii, která byla později reorganizována na Vysokou školu báňskou v Příbrami. Došlo zde prvně v rámci rudních revírů monarchie k využití drátěných těžních lan a následně k jejich výrobě a k aplikaci parních těžních strojů a stoupacích strojů. Podzemí tehdy vydalo 60–80 % zásob stříbra a 30–35 % zásob olova v rámci Rakouska-Uherska. Ve městě, které žilo bohatým kulturním a společenským životem, fungovaly i hornické kapely, přicházely sem tisíce poutníků a v nedaleké Vysoké u Příbramě Antonín Dvořák komponoval svá nejvýznamnější díla.

Při těžbě polymetalických, zejména stříbrných rud, byly občas, jako na dole Anna či Lill, nalézány partie bohaté na uraninit. To vedlo od roku 1947 k prvním prospekčním pracím a během dalšího desetiletí se ukázalo, že Příbram představuje na svoji dobu obrovské uranové ložisko, které poskytlo od počátku exploatace dodnes více než třetinu uranu vytěženého na území dnešní České republiky, celkem asi 50 tisíc tun uranu. Přímo z povrchu bylo vyhloubeno 27 jam. Ložiskový pruh o délce přes 23 kilometrů byl propojen v hloubce 1 000 metrů, ale některé jámy dosáhly hloubky až 1 838,4 metru (jáma č. 16) či 1 503,6 metru (jáma č. 11A). Těžbou se tak odkryl obrovský systém hydrotermálních žil, odkud bylo popsáno asi 200 minerálů. Jedná se o geologický objekt, jaký má na světě jen málo analogií. Oblast širšího okolí Příbramska je známá výskyty bohatých společenstev kambrických trilobitů, dnes vyhynulé skupiny mořských členovců, které zde zkoumal již Joachim Barrande. Přímo v centrálních Brdech je navíc pravděpodobně nejstarší známý sladkovodní nebo brakický systém na světě, který byl objeven v 60. letech 20. století Vladimírem Havlíčkem a Ivo Chlupáčem. Příbramsko takto již v minulosti zasáhlo do světové geologie.

Příbramskými doly na uran prošlo za dobu jejich existence asi 100 000 pracovníků, z toho přibližně 65 000 civilních zaměstnanců a 35 000 odsouzených, včetně politických vězňů. A pokud k tomuto číslu přičteme rodinné příslušníky a další profese, bylo příbramskými doly ovlivněno více než čtvrt milionu lidí. Tato kniha pojednává o „státu ve státě“, jakým doly řízené sovětskými experty a kontrolované tajnou státní policií byly celá desetiletí. I přesto se zde ale odehrálo mnoho příběhů hornické cti a solidarity. Nejen jeden horník na doly vzpomínal jako na nejlepší léta svého života. Jiní však umírali na nemoci z přepracování, alkoholismu i radioaktivního ozáření. Neobvyklé životní podmínky a tvrdá a nebezpečná práce daly vznik mnohým příběhům, které se pohybují v široké škále, od milostiplných zázraků na Svaté Hoře až po utrpení politických vězňů.

Summary: Three Thousand Years of Mining and Metal Processing in the Příbram Region

Příbram is a medium-sized city in Central Bohemia with a population of around 32,000, situated roughly 60 km south of Prague. The city of Příbram as we know it today was created by the merger of Příbram, at the time a small market settlement, with the larger mining township of Březové Hory. At the end of World War II Příbram's inhabitants numbered less than 12,000, but this soon rose to 50,000 with the discovery of uranium deposits – a population rivalling that of the Kladno anthracite mining district.

The main prehistoric and medieval trade routes from the Danube followed the border forests on either side of the Vltava River, continuing north to Saxony and east to the Krakow region. Příbram therefore, unlike Březnice and Dobříš, never played a major role in long-distance trade or communication. Rather than a large medieval castle or lavish Renaissance chateau, the city's architectural heritage includes only a small fortress. In spite of this, great episodes of Central European – and to some extent European history broadly speaking – swept through the area of Příbram. The Vojtěch mine, for instance, was the first in the world (in 1875) to reach a depth of 1,000 m. Today, it boasts one of the largest open-air 'skansens' and mining museums in Central Europe. The Baroque complex in Svatá Hora ('Holy Mountain') was the second most important pilgrimage site of the Habsburg Monarchy after the Mariazell in Austria.

Two extensive prehistoric fortified settlements can be found in the vicinity of Příbram, both of which developed in relation to metallurgy and ore deposits. Their foundation was laid at the end of the Bronze Age, around 1,000 years BC. The monumental Plešivec Hill, site of numerous bronze foundries, rises above the Litavka valley. Historians assume it served as an extensive commercial centre, where tin ores from the Erzgebirge region were exchanged or processed with copper ores from the Alps and domestic sources in Vrančice and Kraslice, near the Erzgebirge.

Mining of iron ore in the Příbram region probably started as early as the Celtic period, but was certainly ongoing in the early Middle Ages and later. Raw material was provided primarily by ore veins culminating on weathered outcrops as 'gossans' (exposed mineral deposits), often containing siderite. The Příbram ore region consists of some 35 smaller deposits that have been mined over the course of many centuries. Medieval historical records on mining are relatively poor and cannot be compared, for example, to records from the Erzgebirge region. This changed, however, in the 19th century, when mines in Březové Hory were extended down to 1,000 m, making them not only the deepest mines in the world but also an important source of silver for the Habsburg Monarchy.

As a result, Příbram became a large technological mining centre. Tapered steel mining ropes, manufactured by the local factory with gradually decreasing diameter to reduce weight on mining equipment, became famous throughout Europe. Miners formed musical groups in the town, to which pilgrims came by the thousands, and Antonín Dvořák composed his most important works in the nearby village of Vysoká.

Uraninite was sometimes found during the mining of polymetallic ores, especially silver, in the Anna and Lill Mines, for example. These finds led in 1947 to the first prospecting projects, uncovering a uranium deposit over the following decade that was considerable for its time, and which provided roughly half of all uranium mined in the area of today's Czech Republic – a total of 48,000 tons. Twenty-seven pits were excavated directly from the surface. The 23-kilometre-long deposit was connected at a depth of 1,000 m, with one pit (Mine No. 16) reaching a depth of 1,838.4 m and another (Mine No. 11A) 1,503.6 m. Mining revealed a huge system of hydrothermal veins containing around 200 different minerals. It is a geological phenomenon that has few analogues in the world. The Příbram region already made an impact on the field of geology with Joachim Barrande's discovery of fossilised fauna from the Cambrian period in the broader surroundings of Příbram and nearby Brdy Mountains, representing what is likely the oldest known fresh and brackish water ecosystems in the world.

About 100,000 workers passed through the Příbram mines while they were in operation. If we take into account family members and workers in other professions, more than a quarter of a million people, including political prisoners, were affected by the Příbram mines. This book is about a 'state within a state', about uranium mines run for decades by Soviet experts and controlled by the state secret police. And while there are many stories of honour and solidarity between miners, and many miners who remembered their mining work here as the best years of their lives, numerous others died of conditions produced by overwork, alcoholism, and exposure to radon and its radioactive products. We find many stories that describe the unusual living conditions and difficult, dangerous work, ranging from the merciful miracles of Svatá Hora to the suffering of political prisoners.

Vorwort: Dreitausend Jahre Metallabbau und -verarbeitung in der Region Příbram

Příbram ist eine mittelböhmische Stadt mittlerer Größe, die heute etwa 32.000 Einwohner zählt. Es liegt etwa 60 km südwestlich von Prag unter dem Hang des Brdy. Das heutige Příbram entstand im Jahre 1953 durch den Zusammenschluss zweier königlicher Bergstädte, ursprünglich nicht sehr bedeutenden Markt- und Verwaltungssiedlungen, später Kleinstädte wie das alte Příbram und die bedeutende Bergstadt Březové Hory (Birkenberg). Auch nach dem Zweiten Weltkrieg erreichte die Bevölkerungszahl hier weniger als 12.000 Menschen, aber nach der Entdeckung des Uranvorkommens stieg die Einwohnerzahl auf etwa 50.000 Einwohner, was einer Größe der Stadt Kladno entspricht.

Die wichtigsten prähistorischen und mittelalterlichen Handelswege verliefen von der Donau über den Grenzwald zu beiden Seiten der Moldau und weiter nördlich nach Sachsen oder weiter östlich in die Krakauer Region. Daher spielte Příbram im Gegensatz zu Březnice oder Dobříš nie eine große Rolle im Verkehr. Hier stand weder eine mittelalterliche Burg noch ein Renaissanceschloss, sondern nur eine kleine steinerne Festung; aber trotz aller offensichtlichen Einschränkungen sind immer wieder große Episoden der mitteleuropäischen und manchmal der europäischen oder Weltgeschichte in Příbram zu betrachten. Immerhin wurde im Bergwerk Vojtěch in Birkenberg im Jahr 1875 weltweit erstmals eine Teufe von 1.000 m erreicht. Heute liegt hier eines der größten Bergbau – Freilichtmuseen Mitteleuropas im Rahmen des vom Mittelböhmischen Kreis getragenen Bergbaumuseums Příbram. Die barocke Anlage des Heiligen Bergs war nach Mariazell in Österreich der zweitwichtigste Wallfahrtsort der gesamten Habsburgermonarchie.

In der Nähe von Příbram gibt es eine große prähistorische befestigte Siedlung, die mit dem Metallhüttenwesen und Erzvorkommen zusammenhängt. Über dem Tal des Flusses Litavka und dem Hořovice-Becken erhebt sich der monumentale Plešivec, der von Menschen aus der Umgebung besucht und in der Vorgeschichte manchmal bewohnt wurde. Die wohl bedeutendste Spur hinterließen hier Menschen in der jüngeren bis späten Bronzezeit, etwa 1.200–1.000 v. Chr., als sie hier ein eingezäuntes (vielleicht befestigtes) Zentrum bauten. Die damaligen Bewohner stellten in ihrem Gebiet Bronzegegenstände her und lagerten einige davon an verschiedenen Stellen in der Festung und in ihrer Umgebung. Wir vermuten, dass es auch einen Austausch von Zinnerzen aus dem Erzgebirge und Kupfererzen aus den Alpen oder aus heimischen Lokalitäten wie Vrančice in der Region Příbram oder Kraslice im Erzgebirge gab. Wir haben auch für die jüngere Eisenzeit keine direkten Beweise für den Eisenabbau, aber es gibt keltische Viereckschanzen bei Třebosko und Starosedlský Hrádek, die in Sichtweite der Felder und Eisenerzvorkommen liegen.

Der Abbau und die Verarbeitung von Eisenerz fanden wahrscheinlich schon in keltischer Zeit statt, sicherlich jedoch im frühen Mittelalter und später. Die Quelle des Rohmaterials waren hauptsächlich Erze aus verwitterten Erzgängen, die oft Siderit enthielten. Das Erzgebiet Příbram besteht aus etwa 35 kleineren Lagerstätten, die in verschiedenen Jahrhunderten abgebaut wurden. Die mittelalterliche Bergbaugeschichte ist relativ dürftig und kann beispielsweise nicht mit dem Erzgebirge verglichen werden. Der Durchbruch gelang erst im 19. Jahrhundert, als die Gruben von Birkenberg auf 1.000 (und mehr) Meter abgeteuft wurden und damit nicht nur zu den tiefsten Gruben der Welt, sondern auch zur wichtigsten Silber- und Bleiquelle der Monarchie wurden. Aus dem Bergbaugesbiet ist ein großes Technologiezentrum geworden. In Příbram wurde zum Beispiel die Bergfachschule (K. k. Montan-Lehranstalt) gegründet und in eine Bergakademie umgewandelt, die in die Bergbauuniversität in Příbram umstrukturiert wurde. Drahtseile wurden zum ersten Mal in den Erzbezirken der Monarchie angewendet (1836) und später erfolgte hier deren Herstellung für den Einsatz auf den Seiltrommeln der Dampffördermaschinen, bei Fahrkünsten usw. Damals lagerten Untertage 60–80 % der Silberreserven und 30–35 % der Bleireserven in Österreich-Ungarn. Bergmannskapellen und Tausende von Pilgern (Heiliger Berg) kamen hierher in die Stadt, die ein reiches kulturelles und gesellschaftliches Leben hatte. Antonín Dvořák komponierte seine wichtigsten Werke im nahe gelegenen Vysoká u Příbramě.

Beim Abbau von polymetallischen Erzen, insbesondere Silbererzen, wurden gelegentlich uranreiche Partien gefunden, wie in den Schächten Anna oder Lill. Dies führte zu den ersten Erkundungsarbeiten ab 1947, und im Laufe des nächsten Jahrzehnts stellte sich heraus, dass Příbram für die damalige Zeit ein riesiges Uranvorkommen besaß, das etwa die Hälfte des in der heutigen Tschechischen Republik geförderten Urans lieferte, insgesamt mehr als 48.000 Tonnen Uran. 27 Schächte wurden direkt von der Tagesoberfläche aus geteuft. Die Lagerstätte mit einer Länge von über 23 km wurde in einer Tiefe von 1.000 m verbunden, einige Gruben erreichten jedoch eine Tiefe von 1.838,4 m (Schacht Nr. 16) oder 1.503,6 m (Schacht Nr. 11A). Der Abbau legte somit ein riesiges System hydrothermaler Adern frei, von denen etwa 200 Mineralien beschrieben wurden. Es ist ein geologisches Objekt, das weltweit nur wenige Analogien hat. Die Příbramer Region hat zuvor die Geologie von Joachim Barrande für das nahe gelegene Kambrium beeinflusst, wo das wahrscheinlich älteste bekannte Süßwasser- und Brackwassersystem der Welt um Jince liegt. Es ist ein Delta eines riesigen Flusses, in dessen Mündung eine reiche Gemeinschaft von Trilobiten und anderen Organismen lebte.

Etwa 100.000 Arbeiter arbeiteten während des Bestehens der Uranbergwerke von Příbram hier, davon etwa 65.000 Zivilangestellte und 35.000 Sträflinge, darunter politische Gefangene. Wenn wir zu dieser Zahl die Familienmitglieder und anderen Berufe hinzuzählen, waren mehr als eine Viertelmillion Menschen

von den Příbramer Bergwerken betroffen. Dieses Buch behandelt den „Staat im Staat“, den die von sowjetischen Experten betriebenen und von der Staatssicherheit kontrollierten Schächte seit Jahrzehnten darstellten. Dennoch haben sich hier viele Geschichten von Bergbauehre und Solidarität abgespielt. Viele Bergleute erinnerten sich an die Schächte als an die besten Jahre ihres Lebens. Andere starben jedoch an Überarbeitung, Alkoholismus und Strahlung. Ungewöhnliche Lebensbedingungen und harte und gefährliche Arbeit haben zu vielen Geschichten geführt, die ein ungewöhnlich breites Spektrum umfassen, von den Wundern des Heiligen Berges bis zum Leiden politischer Gefangener.

Na další dvoustraně: Od 17. století až do roku 1914 představovala Svatá Hora u Příbrami společně s rakouským Mariazell nejvýznamnější poutní místo celé habsburské monarchie.

The next double-page: Příbram's Svatá Hora ('Holy Mountain') together with Mariazell in Austria were two of the most important pilgrimage sites of the Habsburg Monarchy, from the 17th century to 1914.

Die nächste Doppelseite: Příbram war seit 17. Jahrhundert bis 1914 dank des Heiligenberges zusammen mit dem österreichischen Mariazell der bedeutendste Wallfahrtsort der gesamten Habsburgermonarchie.

Foto Jiří Jiroušek.



1.
Příbram jako součást
velkého příběhu
západní civilizace

Václav Cílek a Jan Rohovec



V počátcích těžby uranu se na Jáchymovsku (na snímku), ale i později v Příbrami ruda ručně rozbíjela kladívky a byla ukládána do bedniček.

In the early days of uranium mining, ore was broken down manually with hammers and placed in boxes.

Zu Beginn des Uranabbaus wurde das Erz von Hand mit Hämmern zerschlagen und in Kisten gelagert.

Původní zdroj neznámý, foto archiv Jiří Ječmínek.



Wilhelm Röntgen

1. Příbram jako součást velkého příběhu západní civilizace

Uran jako jed i lék

Když se řekne uran, okamžitě nás napadne slovo radioaktivita a hned za ním dvě témata – jaderná bomba a jaderná elektrárna. Od samého začátku jsou v „uranu“ obsaženy protichůdné možnosti velkého ničení i velkého dobra nízkoemisní energetiky. Uran a radioaktivní prvky obecně jsou jedem i lékem zároveň. Vždy se na ně budeme dívat ne-li s podezřením, tak určitě s respektem. A to platí i pro bývalý československý uranový průmysl a samotné město Příbram. Žili jsme zde a známe ho. Nemůžeme se na něj dívat jen z hlediska politických vězňů a perzekucí, ale také z pohledu lidí, kteří na šachtách – jak nám sami řekli – prožili nejlepší léta svého života.

Snad to není přehnaná analogie, ale podobný vztah k životu jsme viděli u námořníků na nákladních lodích a u hutníků. Vždy, když zacházíte s něčím tak velkým, silným a nebezpečným, jako je širé moře, horninový masiv nebo konvertor plný rozžhaveného železa, dotkne se to vaší podstaty a automaticky se učíte spoléhat na ostatní, protože člověk toho sám mnoho nezmůže. Příbram není tak jednoduché město, jako třeba Písek nebo Benešov, ale velké ničení je zde vyrovnáváno neméně silným dobrem, které samo sestává z mnoha vláken lidské soudržnosti, a proto se popisuje obtížněji než třeba utrpení vězňů v trestaneckém táboře Vojna.

Když John Browne psal svoji proslavenou knihu *Sedm prvků, které změnily svět*, zařadil mezi ně vedle železa, uhlíku, stříbra, zlata, titanu a křemíku i uran. Všechny jsou zdrojem lidského utrpení i lidské prosperity. Je zapotřebí za nimi vidět osudy lidí, jejich zvědavost a vytrvalost, ale i společnost a kulturu, kterou formovaly. Dobře je to vidět na největším středočeském městě Kladně, které by bez dolů a hutí, bez uhlí a železa bylo historicky méně zajímavé než nedaleké, krásné, ale zapomenuté dvoutisícové Smečno. Podobně nebýt uranu by nová Příbram nejspíš vznikla bez Březohorského sídliště, velkorysého kulturního domu a vlastního divadla a fotbalový klub FK Příbram (založený 1928 jako SK Březové Hory, později TJ UD Příbram) by se asi nedočkal účinkování v nejvyšších fotbalových soutěžích, a dokonce v evropských klubových pohárech (i když v tom hrály roli také další faktory jako vstup soukromého kapitálu a podobně). Navíc, jak to i ve

sportu někdy bývá, nešlo o dlouhodobou neměnnou záležitost. Přitom kulturní, či dokonce citový význam některých prvků někdejšího báňského podnikání si už ani neuvědomujeme. Bez stříbra by například až donedávna nefungovala fotografie a s ní rodinná alba i obrázky v novinách.

Příbram byla skoro 40 let součástí velkého příběhu jaderných zbraní, jedno kolečko ve stroji studené války. K rozvoji jaderné energetiky přispěla ale už druhá světová válka. Oslabená poválečná Británie rychle spotřebovávala své zásoby uhlí a nemohla se spolehnout ani na dodávky irácké ropy. Královna Alžběta II. tak dne 17. října 1956 slavnostně spustila jaderný reaktor v Calder Hall. V té době vysoké školy navštěvovalo 5 % populace a jaderný průmysl přitahoval ty nejlepší studenty fyziky. Bez jaderných havárií v Čeljabinsku, Černobylu a Fukušimě by se asi jaderná energetika ubírala širší a přímější cestou, ale zdá se, že v nízkoemisním světě jí opět bude patřit kus budoucnosti. Jed jaderné války se může stát lékem na klimatické změny.

Teprve když jsme se na Příbram podívali z této široké perspektivy, začal se před námi odvíjet velký, světový příběh uranu a radioaktivity a uvědomili jsme si, že kdyby na mapě světa, dejme tomu z roku 1955, nějaká světélka označovala světově významná místa, na území tehdejšího Československa by svítilo možná jen jedno a byla by jím právě Příbram. Na druhou stranu ani zdejší obrovský uranový revír nemusíme přeceňovat, když si uvědomíme, že za celou dobu své existence poskytl asi 50 tisíc tun uranu, včetně započtených ztrát a odpisů, což zhruba odpovídá současné světové těžbě za jeden rok, která se pohybuje kolem 53 tisíc tun uranu.² Přesto se jednalo o jednu z nejlépe odkrytých žilných ložiskových struktur celé planety. V následujícím textu budeme většinou hovořit, jak je v Příbrami obvyklé, o uranovém ložisku, přestože správněji se jedná o uran-polymetalické ložisko. Další kovy, zejména stříbrné, zlaté, olověné a zinkové zrudnění, však v rámci těžby uranu nehrály žádnou ekonomickou roli.

Tradičně se vždy rozlišovala Příbram uranová a Příbram rudní. Uranová Příbram byla hlavně pás uranových šachet, kulturní dům a sídliště z 50.–70. let 20. století, zejména Zdaboř, zatímco rudní Příbram byly převážně šachty na Březových Horách a Bohutíně a jejich hornické kolonie. Byly to dva světy, které se navzájem dotýkaly, ale nikdy nesplynuly. Rudné doly sídlily na náměstí ve staré Příbrami a zůstávalo v nich něco ze slavné, ještě mocnářské historie 19. století. Tempo práce bylo rozsáhlé a vztahy sousedské. Pracovníci pocházeli ze starých hornických rodin a často se znali celé generace. Uranové doly spadaly nejprve pod Jáchymovské doly, později pod Ústřední správu a od roku 1967 pod Československý uranový průmysl (ČSUP). Ten byl nejčastěji popisován jako „stát ve státě“ s vlastními pravidly, vysokým, drsným tempem práce, dvojnásobnými i vyššími platy oproti rudným dolům, ale také rychlou obměnou pracovníků, z nichž mnozí pocházeli z východního Slovenska nebo se do dolů dostali jako vězni. Horníci z rudných dolů měli v Příbrami své rodiny a večer se scházeli na pivo. Brigádníci z uranových ubytoven prosluli vysokou spotřebou alkoholu,

zájmem o děvky (nikdo je nenazýval prostitutkami) a často i hazardními karetními hrami. Přicházeli a odcházeli. Jejich hlavním zájmem byly peníze a obava z úrazu. Kolorit dodávali uranovým dolům sovětští experti a agenti tajné Státní bezpečnosti (StB). Vyšší a někdy i střední management šachet hrával složité hry na donášení, udávání a obviňování ze záměrného neplnění plánu či sabotáže. A do tohoto stresujícího a často cynického prostředí tekla proudem alkohol. Na mnoha lidech, včetně v takovéto službě zběhlých agentů StB, to bylo vidět. Starší či usedlí horníci z rudných dolů se do práce na uranu nehrnuli.

Radon a záření z nitra hmoty

Uvolněním jaderné energie přivedla naše generace do světa tu nejvíc revoluční sílu od doby, kdy pravěký člověk objevil oheň. (...) My vědci rozumíme naši nevyhnutelné zodpovědnosti, abychom našim spoluobčanům přinesli porozumění jaderné energii a jejímu významu pro společnost. V tom spočívá naše bezpečnost i naše jediná naděje.

Albert Einstein

Uran byl objeven v roce 1789 profesorem chemie Martinem Heinrichem Klaprothem (1743–1817) při analýze rud z dolu George Wagstorfa z Johanngeorgenstadtu nedaleko Božího Daru. Jméno prvku vzniklo podle názvu planety Uran objevené krátce před tím (1781) amatérským astronomem a hudebníkem F. W. Herschelem. Klaprothovi se nepodařilo izolovat kovový uran, ale připravil řadu barevných solí a tím umožnil pozdější využití uranu jako barviva ve sklářském průmyslu. Uraninit byl sice od roku 1565 znám jako *Pechblende*, ale neměl tehdy praktické využití.

Uraninit byl vybírán při těžbě stříbrných rud v Sasku již od roku 1825 a do konce 19. století bylo vytěženo asi 110 tun rudy při průměrné ceně 4,7 marky za kilogram kovového uranu. První cílená těžba uranu na světě pravděpodobně probíhala od poloviny 19. století v Jáchymově. Ten představoval při těžbě 620 tun velice kvalitní rudy v letech 1850–1900 hlavního světového producenta.³ Zhruba poloviční množství rudy bylo za stejnou dobu vytěženo v Cornwallu a po roce 1870 se rozbíhá těžba v oblasti Central City v Coloradu. Ještě před druhou světovou válkou byla objevena rozsáhlá ložiska uranových rud v Kongu, Kanadě, Austrálii a Uzbekistánu. V té době uranové rudy kromě výroby barev sloužily k získávání radia pro vědecké, a zejména lékařské účely. Na výrobu 1 gramu radia byly zapotřebí nejméně 3 tuny uranu, ale u chudých rud byla výtěžnost mnohem nižší. Československo poskytovalo asi 10 % světové produkce radia.⁴

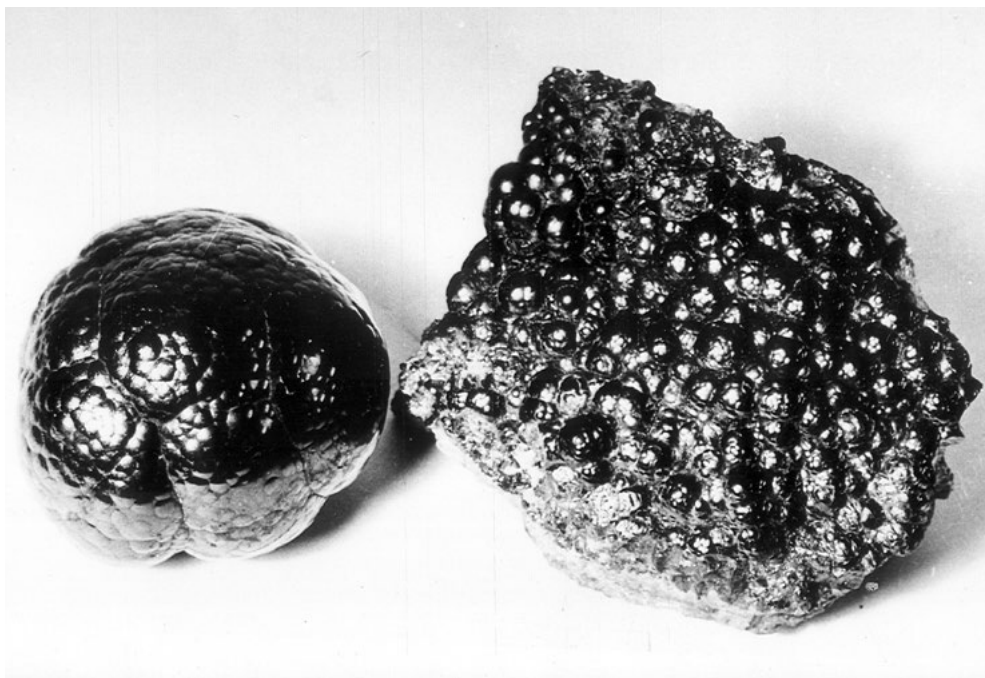
Uranový průmysl, Příbram a možná i děje, které nás dodnes ovlivňují, jako je například rakouské či německé odmítání jaderné energetiky, pravděpodobně nepochopíme, dokud si neujasníme vlastní vztah k radioaktivitě.⁵

Je nutné zastavit se u radonu, který je po kouření druhou nejrozšířenější příčinou rakoviny plic. V České republice je průměrná hodnota objemové aktivity radonu v budovách kolem 120 Bq/m^3 a asi 2–3 % našich domů má vyšší hodnoty než 400 Bq/m^3 . Patříme tak k zemím s nejvyšší koncentrací radonu v bytech na světě.⁶ Jedná se především o rodinné domy, obvykle sklepy či přízemí. Ve venkovní atmosféře je koncentrace radonu přibližně jen 10 Bq/m^3 , naopak koncentrace radonu v půdním vzduchu v hloubce jednoho metru pod zemí jsou u nás v rozmezí $20\,000$ – $2\,000\,000 \text{ Bq/m}^3$. Jednotka Becquerel (Bq) označuje celkovou aktivitu měřenou jako množství jaderných rozpadů a nejčastěji ji v případě plynů vztahujeme ke krychlovému metru, u pevných látek ke gramu či kilogramu a u kapalin k litru.

Radon je bezbarvý plyn. Vzniká tak, že voda prochází horninovým masivem a přitom se z radioaktivních minerálů uvolňuje radium, uran a thorium. Drobná zrna radioaktivních minerálů se typicky váží do tmavé slídy – biotitu, který je běžný ve většině žul a příbuzných hornin. Minerály zvětrávají a voda se obohacuje radioaktivními prvky. Samotný radon vzniká rozpadem radia. Je těžší než vzduch. Ve studnách se uvolňuje z vody, ve sklepech a v přízemích z půdní vlhkosti. Ve většině případů se jeho zvýšené koncentrace dají odvětrat. Jinou, zejména v cizině běžnou metodou jsou radonové studny, stavěné jako jednoduché, asi 120 cm hluboké válcové jímky o průměru asi jeden metr. Do nich těžší radon stéká a snadno se dá odsát například průmyslovým vysavačem.

Průměrný obsah radonu v pitné vodě z podzemních zdrojů je v ČR kolem 14–15 Bq/l, ale nejvyšší hodnoty nalezené v soukromých studnách dosahují až přes $1\,000 \text{ Bq/l}$. Lázeňské vody používané v jáchymovských lázních mají koncentraci kolem $10\,000 \text{ Bq/l}$. Obsah radonu ve vodě je závislý na podloží. Rizikové jsou zejména žuly a pochopitelně i okolí uranových ložisek, a proto je častý výskyt vyšších hodnot zjišťován například v bývalých okresech Příbram, Písek, Prácheň či Strakonice. O radonu se hodně mluvilo před nějakými dvaceti lety, od té doby přestal být mediálním tématem, přestože situace se nijak nezlepšila – na zhruba čtvrtině území Čech se jedná o poměrně výrazné riziko.

Na každý prvek se můžeme dívat buď jako na věc, které se máme bát, anebo jako na něco, co můžeme obdivovat. Už Paracelsus popisoval chronickou nemoc horníků jako *mala metallorum*. Záhy Georg Agricola doporučoval důkladné větrání, aby se předešlo hornické nemoci (*Bergsucht*), která však byla pravděpodobně způsobená hlavně zvýšeným obsahem oxidu uhličitého a jemných částic v dýmech vznikajících po sázení ohně,⁷ nesoucích mimo jiné značný podíl jedovatého oxidu arsenitého – arzeniku. Běžnou součástí našich rudních ložisek je totiž arzenopyrit, který se vyžíháním mění na směs oxidů a za vyšších teplot snadno přechází do par. Tímto způsobem se téměř otrávil i známý geolog Ignác Born, který krátce po sázení ohně navštívil žílu s minerálem kobaltinem (CoAsS). Ale představte si onu pozoruhodnou stránku radonu. Vdechnete jej a on se změní na



Typický, černý až sklovitě lesklý ledvinitý smolinec.

Pitchblende, or uraninite, is typically black with a near glass-like lustre.

Typische schwarze bis glasig glänzende Pechblende.

Foto archiv Jiří Ječmínek.

polonium, které však vydrží jen asi tři minuty, než se promění na olovo a za další půlhodinu na vizmut a pak ještě na další prvky a jejich izotopy.⁸

Radioaktivita a její dějiny

Radioaktivita patří mezi ty objevy, kterým máloco nasvědčovalo. Neočekávaně vtrhla do života koncem 19. století v době, kdy vrcholí secesní symbolismus, který sám je plný očekávání vyšších, neviditelných sil a světél. Vědělo se sice, že Demokritos (cca 460–370 př. n. l.), žák Leukippův, učil, že svět se skládá z drobných, nezničitelných a dále nedělitelných částic – atomů –, jež jsou v neustálém pohybu a mohou tvořit větší tělesa, která už umíme pociťovat smysly. Věřil také, že uvnitř hmoty je mnoho volného prostoru, ve kterém se atomy mohou pohybovat, a dokonce argumentoval, že světla Mléčné dráhy pocházejí ze vzdálených světů, z nichž některé mají slunce a měsíc a jiné nikoliv, ale ještě mnoho dalších staletí trvalo, než se jeho názory podařilo potvrdit.⁹

Moderní historie radioaktivity je předznamenána fyzikálními objevy na poli elektřiny a vývojem sklářské techniky ve druhé polovině 19. století. S trochou nadsázky lze říct, že tato doba byla dobou hledání a výzkumu světla. Jevy jako bouřkové blesky, polární záře, samovolné i vynucené světélkování některých nerostů či uměle připravených směsí po nasvícení slunečním světlem čím dál naléhavěji volaly po objasnění, pochopení a využití. Fyzikové se od poloviny 19. století všestranně soustředili na elektřinu jako fyzikální fenomén a nechyběly ani otázky vedení elektřiny v plynech. Díky pokroku sklářské techniky bylo možné poměrně snadno vyrobit vakuované trubice se zatavenými kontakty a trubici připojit na zdroj vysokého napětí, tzv. induktorium. Za příhodných napěťových podmínek se ve zbytkovém plynu v trubici vytvořil překrásný, barevně zářící výboj (Geisslerovy trubice, Crookesovy trubice, cca 1850–1860)¹⁰, dodávající laboratorům až nadpřirozený vzhled. Doba prostě elektrickým hrátkám přála – uvažme, že v osvětlovací technice se přecházelo od petrolejky k žárovce kolem roku 1880. Ukázalo se, že záření vycházející z trubic se šíří jen od některých elektrod trubice a jen určitými směry, avšak proč ta věc svítí a co je podstatou pozorovaného světla, zůstávalo bez odpovědi.

Významné pozorování v oboru učinil roku 1895 Wilhelm C. Röntgen, který si povšiml, že když v tmavé místnosti prochází proud katodou Crookesovy trubice zakryté tmavým papírem, v jistém směru i ve vzdálenosti 2 metrů od trubice se dá na některých látkách pozorovat intenzivní světélkování. Uvědomil si, že Crookesova trubice vedle viditelného záření produkuje i záření, které je pouhým okem neviditelné, avšak zato velmi pronikavé. Tento nový, neočekávaný typ záření označil pro jeho tajemnost a také pro stručnost zářením X. Röntgen byl velice svědomitý a skromný muž, a tak se po prvním experimentu uchýlil na dva měsíce do ústraní a jev dál zkoumal. Zjistil, že záření prochází v různé intenzitě různými látkami. Nafotil ruku své ženy, na které jsou vidět kosti a zlatý prsten. Když byla tato fotografie zveřejněna, způsobila obrovské pozdvižení. Lékaři si uvědomili, že budou schopni vidět zlomeniny a vnitřní orgány, ale některé ženy se bály, že jim s rentgenovými brýlemi bude vidět pod sukně. Röntgenova zpráva byla přeložena do angličtiny pod titulem „O novém druhu paprsků“¹¹ a okamžitě zaujala Antoina Henriho Becquerela, kterého o rok později přivedla k objevu jiného neviditelného záření, vycházejícího ze solí uranu.

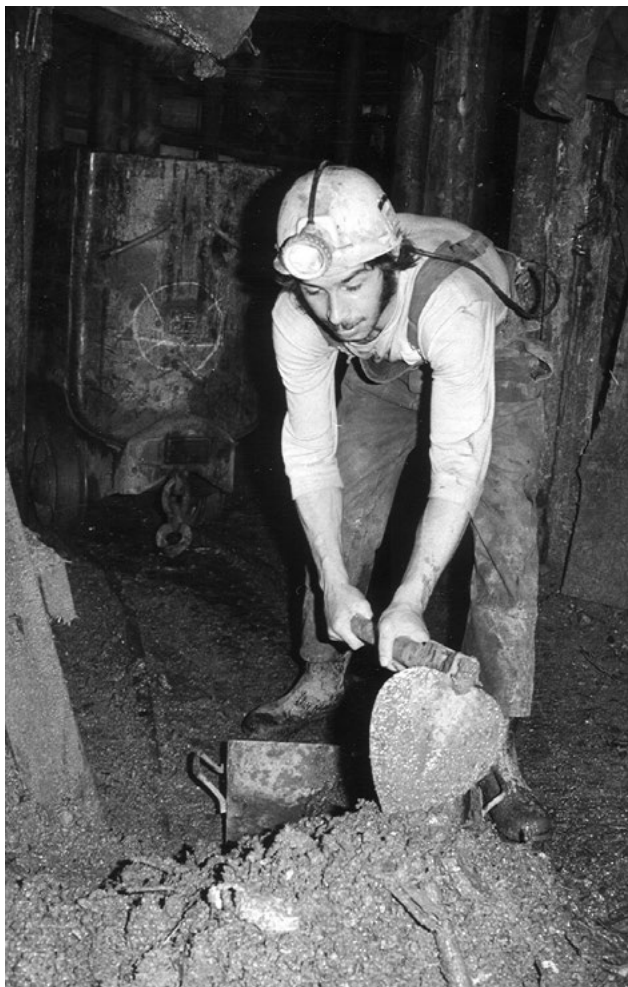
A. H. Becquerel byl syn a vnuk dvou generací významných francouzských přírodovědců. On sám se narodil přímo v budově pařížského přírodovědného muzea. Jeho otec se zabýval „fluorescencí“ minerálů, a proto měl poměrně velkou sbírku uranových minerálů, včetně uraninitu.¹² Svítivý efekt uranových barev a druhotných minerálů, jako jsou fosforečnany autunit a torbernit, je dán právě tím, že emitují záření a „prosvětlují“ sloučeninu zevnitř. Podobného jevu se využívalo u barev na hodinkách, aby bylo možné určit čas i v noci. Radioaktivní soli dodávaly energii světélkujícím fosforeskujícím směsím. Becquerel předpokládal, že přirozená radioaktivita by mohla existovat u hodně těžkých minerálů,

jako je uraninit, a také znal barevnost uranových solí a věděl, že některé samovolně světélkují a mohou vyvolat i světélkování (fluorescenci) jiných látek.

Vzal skleněnou fotografickou desku a pokryl ji černým papírem. Ten posypal uraninitem a dal na slunce. Předpokládal, že uraninit do sebe pohltí sluneční záření a pak jej zase jako nějaké jiné, „tvrdší“ záření vydá. To projde papírem a exponuje fotografickou desku. Další den bylo pod mrakem, a tak Becquerel pokus uklidil do zásuvky, ale přece jenom, když čekal na lepší počasí, desku vyvolal. K jeho překvapení se objevil ostrý obraz. Becquerel se domníval, že uraninit do sebe nejspíš zvládne pojmout tolik slunečního záření, že je může vyzařovat dlouhou dobu. Od té chvíle proto držel vzorky ve tmě, aby zjistil, kdy záření začne slábnout. Čekal rok a nic se nedělo. Pak minerály uranu rozpouštěl a znovu je nechal krystalizovat jako soli. To byl postup, který spolehlivě „fluorescenci“ ve všech ostatních případech zničil, ale u uranu kupodivu nefungoval. Becquerel usoudil, že to musí být výjimečný prvek. Celé to bylo podivné, nicméně to odpovídalo atmosféře doby a hledání neviditelných proudů v lidské psychice nebo v tajemných silách dějin. Pak ale věci nabraly nečekaný obrat.

V roce 1891 do Paříže přišla Maria Skłodowska, která se – podobně jako česká malířka Zdenka Braunerová – rozhodla pro tak samostatný život, jakého by nikdy doma nemohla dosáhnout. Křestní jméno si ve francouzském prostředí upravila na Marie. Nejprve ale z Varšavy finančně podporovala svoji sestru Broni, která v Paříži studovala medicínu, a až po letech našetřila dostatek, aby se mohla vypravit za ní. Ani tak to ale nemohlo být jednoduché, protože Marie údajně jednou při přednáškách z hladu omdlela. Vystudovala fyziku a při studiu struktur oceli se potkala s Pierrem Curie, který se v té době zabýval elektrickými vlastnostmi krystalů. Stručně shrňme, že Röntgen objevil umělé neviditelné záření a Becquerel přišel na to, že existuje přirozená radioaktivita nerostů. Manželé Curieovi se rozhodli přirozenou radioaktivitu dále zkoumat, a to nikoliv skrze fotografické desky, ale sledováním elektrických vlastností paprsků pomocí tzv. elektroskopu, což je vakuovaná baňka se dvěma kovovými plíškami, známá z výzkumů statické elektřiny. Po nabití elektroskopu elektrickým nábojem se lehké plíšky vzájemně odpuzují, a tudíž rozestupují. Průchodem nabitých částic se plíšky vybíjejí, a tedy přibližují. Motivací k výzkumu bylo dřívější poznání, že částice nazývané ionty – podle řeckého slova označujícího poutníka či cestujícího – byly schopné vytvářet elektrické a optické jevy.

Marie si půjčovala různé vzorky minerálů a sledovala, které z nich projevují schopnost vyzařovat neviditelné paprsky. Ze všech vzorků, které Marie testovala, jen dva typy poskytovaly záření. Kromě již známých minerálů uranu objevila, že i minerály obsahující thorium (prvek nazvaný podle nordického boha Thora) mají podobné účinky. Schopnost vydávat neviditelné pronikavé paprsky v roce 1898 nazvala radioaktivitou. Když prováděla pokusy s torbernitem, tedy fosforečnanem uranu a mědi, byla radioaktivní odezva mnohem větší, než odpovídalo známému obsahu uranu. Marie proto připravila torbernit che-



Základem hornického řemesla je po dobu mnoha staletí až do současnosti dvojice nástrojů nazývaných na Příbramsku i jinde „krac a troky“. Krac neboli také kracka je hrabací motyčka, troky jsou necičky na přenášení rudy nebo obecně rubaniny. Zatímco motyček bylo na evropských hornických lokalitách používáno mnoho druhů, tvar neciček se podle archeologických nálezů z Alp téměř nezměnil od doby bronzové.

Traditional tools called *krac* and *troky* ('hoe' and 'tray'), which were essential to mining for many centuries.

Im Bergbau wurden seit vielen Jahrhunderten bis heute Kratze und Trog angewendet.

Foto archiv Jiří Ječmínek.

mickou cestou, ale ten měl menší aktivitu než přírodní vzorek. Znamenalo to, že dříve zkoumaný minerál musí obsahovat ještě nějaký další, dosud neznámý zářivý prvek.

Získání neznámé radioaktivní součásti z přírodního materiálu se ukázalo být velmi pracné a nesnadné. S pomocí německých chemiků se Curieovi naučili provádět rozklad minerálů a hledali způsob separace neznámé látky. Vodítkem správnosti zvolené cesty byla narůstající radioaktivita produktů. K překvapení badatelů však narůstala aktivita ne jedné, ale hned dvou frakcí. Podle Curieových by to mělo ukazovat na přítomnost dvou nových radioaktivních prvků, odlišných od uranu a thoria. Objevitelé je nazvali polonium (podle vlasti paní Curie) a radium (z latiny „zářivé“). Důkazem prvku byla poprvé v historii jeho radioaktivita, protože zastoupení prvků v přírodním materiálu je mizivé. Aby bylo možné získat co největší množství a podrobně prozkoumat jejich vlastnosti, vyjednali si Curieovi

z Jáchymova dodávku 100 kg odpadu po zpracování uranových barev a po čtyřech letech těžké práce v roce 1902 připravili 0,1 gramu solí radia.

Manželé Curieovi objevem radioaktivity položili základy moderní fyziky, která zkoumá poměry v jádru atomů. O rok později získali společně s H. Becquerem Nobelovu cenu za fyziku za objev spontánní radiace. Pierre zemřel tragicky při pouliční nehodě. Zaujatý vlastními myšlenkami vstoupil bez rozhlížení do vozovky. Skromná, ale velmi pracovitá Marie Curie pokračovala ve výzkumu lékařského využití radia. V roce 1911 získala druhou Nobelovu cenu. Říká se, že si pro ni přišla ve stejných tmavých šatech, jaké na sobě měla už při předání první ceny. Zemřela v roce 1934 na leukémii, kterou pravděpodobně dostala při práci s radioaktivními materiály. V den jejího úmrtí Leó Szilárd podal patent, ve kterém navrhl princip atomové bomby a popsal myšlenku kritického množství, které je nutné k jaderné reakci.

Odkud radioaktivita přicházela? Curieovi se domnívali, že od Slunce, ale měření v noci dávalo stále stejné výsledky. Ptali se, zda vůbec platí zákon zachování energie. Do této záhadné situace vstoupili dva od dětství nerozluční přátelé, němečtí meteorologové, či spíš fyzikové atmosféry Julius Elster a Hans Geitel. Věděli, že vzduch je za určitých podmínek vodivý, jinak by se nemohlo při bouřce blýskat. Napadlo je, jestli na neviditelné záření nemá nějaký vliv počasí. Aby se vyhnuli působení Slunce, měřili při jednom z pokusů intenzitu radioaktivního záření v půl kilometru hlubokém dole v Harcu a stále jim vycházelo, že příčinou není ani počasí, ani sluneční svit. Postačující podmínkou pro projevení se radioaktivity byla pouhá přítomnost některého z poznaných radioaktivních prvků, bez ohledu na jeho chemickou vazbu nebo fyzikální stav sloučeniny. Nezbyvalo než připustit překvapivé vysvětlení, že radioaktivita je vlastností atomů prvků, a další výsledky naznačovaly, že její důvod musí být někde uvnitř atomu. Vystávala otázka: co když je atom složen z více částí a vyvíjí se?

Výzkum se další roky soustředil na záření. Kdyby bylo optické povahy, šlo by rozložit v hranolu na různé barvy. Kdyby ale záření bylo hmotné povahy, třeba složené z velmi drobných částic, bylo by možné jej odklonit pomocí magnetu. Pokusy s katodovým zářením nakonec přivedly J. J. Thomsona k objevu elektronu. Předpokládal, že pokud je negativně nabitý, jádro atomu by mělo být pozitivní. A jediný způsob, jak se něco dozvědět o jeho struktuře, bylo bombardovat jej jiným zářením.

Mezitím pokročila i výroba radia, které začalo být cenově dostupné. Ernest Rutherford zakoupil 30 mg sloučeniny radia a začal zkoumat jeho vlastnosti. Část vzorku s radium zapůjčil svým kolegům. Ti objevili, že radium emituje částice, ze kterých vzniká helium, ale ve spektru se objevily i čáry do té doby neznámého plynu, který po mnoha dohadech nazvali radon. Nemůžeme zde sledovat složité a krásné cesty vznikající jaderné fyziky, ale můžeme připomenout Rutherfordova žáka Hanse Geigera, který navrhl přístroj na měření radioaktivity, dodnes používaný Geigerův analyzátor – jednoduchý, přenosný přístroj, jakých bylo na každé uranové šachtě desítky.

Rutherford a další fyzici si všimli, že radium otepluje svoje okolí. Již první výpočty byly fantastické, protože gram radia měl vydávat 22 500 kalorií za hodinu! Později se ukázalo, že množství energie uvězněné v atomu je ještě mnohonásobně větší. Bylo to mnohem víc tepla, než kolik vznikalo při spalování vodíku, do té doby nejsilnější známé chemické reakci. Jev je v současnosti využíván v jaderných elektrárnách, což je vlastně velký parní stroj, ve kterém tepelná energie vzniká rozpadem jádra. Práce Rutherforda a jeho skupiny odhalily, že existuje dokonce více druhů záření radioaktivních prvků. Rutherford proto rozeznával záření alfa a beta. Alfa záření radia využil k odstřelování tenké zlaté fólie s úmyslem sledovat jeho průchod fólií. Zaznamenal však neočekávanou anomálii, kdy docházelo k částečnému ohybu záření, a dokonce v malé části případů k jeho odrazu. Znamenalo to, že atom zlata má vnitřní strukturu. S uvážením faktu, že částice záření alfa nesou kladný náboj, bylo možné vytvořit tzv. „planetární model“ atomu, který připomíná sluneční soustavu, v jejímž centru je velmi malé, těžké, kladně nabitě jádro a kolem něj obíhají záporně nabitě elektrony. Bylo to velice imaginativní, protože nitro hmoty se začalo podobat hlubinám vesmíru a makrokosmos vesmíru našel svůj obraz v mikrokosmu atomu.

V období kolem první světové války se sice hromadily objevy, ale stále nebylo jasné, kde se v atomu uranu či radia bere tak obrovské množství energie. Jadernou fyzikou se zabývalo stále víc vědců, což vedlo ke svolání první mezinárodní konference o jaderné fyzice v Římě v roce 1931. Ještě v té době to vypadalo, že obor má sice obrovský teoretický význam, ale praktické uplatnění se bude odehrávat v daleké budoucnosti anebo k němu nikdy nedojde. Vědci se však naučili poměrně přesně měřit radioaktivitu a také si všimli, že když jako Pierre Curie nebo Ernest Rutherford nosíte ampuli s radiem v náprsní kapse, přivodíte si ošklivé spáleniny, protože záření radia ničí živé buňky.

Tento poznatek využili francouzští lékaři za první světové války. Infekce ran představovala nejvážnější problém válečné medicíny, protože antibakteriální léčiva typu sulfonamidů ani antibiotika v té době nebyly známy. Paní Curie vyráběla tenké, oboustranně zatavené skleněné kapiláry naplněné radonem. Ten se průběžně, bez ohledu na válečnou situaci, uvolňoval z jejích vzorků radia. Tyto kapiláry se přikládaly do obvazů co nejtěsněji k ráně, aby radioaktivní záření radonu a jeho dceřiných produktů brzdilo rozvoj infekce. Podobný princip se dodnes využívá při léčbě rakoviny. Neexistuje výpočet, který by srovnával množství lidských životů ztracených a naopak získaných při práci s radioaktivními látkami, ale předpokládáme, že po desetiletích léčby rakoviny je celková bilance pozitivní.

Dokonce byla vyvinuta nová hnojiva, která využívala radioaktivních zbytků po zpracování radia. Biologové si totiž všimli, že ačkoliv velké dávky radioaktivity rostliny zabíjí, malé dávky mohou podporovat jejich růst. Biologové z Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy dokonce zalévali rostliny jáchymovskou vodou, aby zjistili, jaký má na ně vliv, ale výsledky nebyly průkazné.



Hloubení uranové šachty; v pozadí je vidět základ budoucího náraziště (místa určeného k dopravě rubaniny a mužstva jamou). Horníci na místo sjíždějí v okovu. Někteří z nich mají vysoké, tzv. hlubinářské přilby, o kterých se věřilo, že lépe chrání před pádem kamene. I malý kámen padající stovky metrů dosahuje nebezpečné rychlosti a při pádu vydává zlověstný bručivý zvuk.

Excavation of the uranium shaft; miners descend underground in a 'hoppet'.

Teufen eines Uranschachtes, Bergleute im Kübel bei der Ein – oder Ausfahrt.

Foto archiv Jiří Ječmínek.

Okouzlení radioaktivitou

Neobvyklé účinky radioaktivního záření a radioaktivních látek právem vzbuzovaly zájem médií a tím i nejširší veřejnosti, která byla seznámena s překrásným uranovým sklem, uranovými barvami a velmi povzbudivými výsledky využití radioaktivity pro lékařské účely. Radioaktivita se stala na počátku 20. století módní záležitostí nejlepší společnosti, ale i běžní lidé podléhali kouzlu neviditelných paprsků. Nejednen hospodský nazval v té době svůj podnik Restaurace Radio.

Několik těchto pohostinství zůstalo donedávna, či dokonce dodnes zachováno například ve Slapech, Mostě a Trutnově, ale hotely s názvem Radio nalezneme i v Paříži či Římě. Nejčastěji se s tímto slovem ovšem setkáváme v synonymu pro rozhlas – rádio, které v tomto případě znamená vysílač a je také skutečně odvozeno z prvku radia, kvůli jeho vlastnosti emitace záření.

Nastala éra radioaktivních lázní, z nichž nejvýznamnějšími se staly český Jáchymov a rakouský Bad Gastein.¹³ Pierre Curie analyzoval radioaktivní látky v 19 horkých pramenech v různých částech Evropy včetně Bathu a Baden Baden. O radioaktivitě jako příčině zázračných uzdravení se uvažovalo i u pramenu na Svaté Hoře v Příbrami, ale poválečný průzkum změnil místní hydrologické podmínky, takže je obtížné ověřit původní složení pramene. Jedna z prvních průzkumných šachet na uran byla totiž ražena na jižním úpatí Svaté Hory, v místech starší šachtice z roku 1871, a pramen strhla. V Oklahomě dokonce v blízkosti teplých pramenů vzniklo Radium Town, ale Američané se po roce 1950 začali radioaktivity bát, a to v jakémkoliv množství. V Evropě se naopak již desetiletí diskutují i její zdravotně pozitivní aspekty a lázně Jáchymov jsou ostatně dodnes slavné a prosperují. Samotná Marie Curie následkem radioaktivity téměř oslepla, ale také potratila a mnoho let se cítila vyčerpaná, což považovala za následek tvrdé práce. Radioaktivní látky, zejména produkty rozkladu radonu, kontaminovaly celé chemické ústavy, takže jemná měření radioaktivity bylo nakonec, jako ve Vídni a Paříži, nutné provádět v jiných budovách. Laboratorní deníky manželů Curieových jsou radioaktivní dodnes.

Rovněž s radioaktivními barvami nastaly velké problémy. Po roce 1920 jenom v USA fungovalo 110 továren a dílen, které vyráběly „svítící“ barvy určené na ciferníky hodin. V provozech pracovaly většinou ženy, které byly zvyklé olíznout štětec, aby měl ostrou špičku. Výsledkem byly závažné rakoviny úst a radium, které je chemicky podobné vápníku, se rovněž hromadilo v kostech. Některé ženy umíraly ve velkých bolestech. Jedna americká firma dokonce přišla s jakousi obdobou „energydrinku“ značky Radiothor, obsahujícího radioaktivní sloučeniny radia a thoria, který nakonec musel být zakázán.

Cesta k jaderné bombě

Možnost ostřelovat atomy prvků částicemi alfa byla vědecky lákavá, protože se ukazovalo, že vede ke vzniku dalších radioaktivních látek, a někdy i k uvolnění dosud neznámých subatomárních částic. Skupina radioaktivních prvků se bouřlivě rozrůstala. Jako vhodnější střely, nejsnadněji pronikající do jádra atomu, se ukázaly v roce 1932 Jamesem Chadwickem nově objevené subatomární částice – neutrony –, protože na rozdíl od alfa částic nenesou elektrický náboj a snadněji proniknou do kladně nabitého jádra. Rovněž se objevila otázka, co se stane při

ostřelování uranu – nejtěžšího, tedy v té době posledního známého prvku periodického systému. Očekávalo se, že by mohly vznikat nějaké další prvky ležící v systému za uranem, takzvané transurany.

Ano, něco se s uranem dělo, ale nepochybný důkaz vzniku transuranu stále váznul. Ani nejlepší radiochemici doby – Otto Hahn, Fritz Strassmann a Lise Meitnerová v Berlíně či Enrico Fermi v Římě – stále nemohli chemickými separacemi oddělit hledaný nový prvek. Několikrát si již mysleli, že je prokázán, ale ve výsledných produktech reakce se stále objevovalo baryum a prvky vzácných zemin, které tam vůbec neměly být. Díky mimořádně dobře zpracované chemické technice byl vznik barya z uranu prokázán mimo veškerou pochybnost, takže se v roce 1938 berlínská skupina rozhodla tento nález zveřejnit. V článku O. Hahna i po letech mezi řádky nacházíme upřímné, netajené překvapení z nevysvětlitelného nálezu. Na základě dříve zpochybňované, odmítané a přehlédnuté hypotézy Idy Noddackové, že místo jaderného sloučení by mohl nastat i rozpad jádra, dokázala Lisa Meitnerová odhadnout, co se stalo. Uranové jádro se rozpadlo a jedním jeho fragmentem bylo právě baryum. Při rozpadu se uvolnilo velké množství energie a také několik dalších neutronů, schopných vyvolávat rozpad, tedy štěpení sousedních jader uranu. Několik vědců okamžitě rozeznalo, že za určitých podmínek by reakce mohla živit sama sebe a dál lavinovitě pokračovat.

Kdyby se podařilo štěpení řídit a vybudovat zařízení k ovládnutí štěpného procesu – reaktor –, mělo by lidstvo k dispozici obrovský zdroj energie. Na druhou stranu nekontrolovatelná reakce by z uranu vytvořila zbraň hromadného ničení. Státy jako Anglie a Francie se obávaly toho, že zkušeni němečtí chemici a fyzici půjdou právě druhou cestou. Nejistota, zda vůbec může být zbraň vyvinuta a nasazena ve válce, vedla k odčerpání prostředků i pracovníků na projekty s kratší návratností. Němci naštěstí pochopili význam jaderných zbraní až v době, kdy ustupovali na obou frontách druhé světové války a na nákladný výzkum neměli dost prostředků ani času. Byli si sice vědomi, kolik energie atomy mohou obsahovat, ale zpočátku předpokládali, že by se nejlépe uplatnila při výrobě elektřiny. Nicméně německý jaderný výzkum není pořádně znám, protože některé materiály byly zničeny a jiné odvezeny vítěznými mocnostmi do vlastních tajných laboratoří.

Mezníkem, který upozornil politiky USA na možnost využití jaderného štěpení a konstrukce zbraně mimořádných ničivých účinků, byl dopis podepsaný A. Einsteinem prezidentu F. D. Rooseveltovi z roku 1939. V Americe a Anglii začaly pokusy vedoucí k jaderné bombě nabírat jasnější směr až po roce 1939. Další historie je poměrně dobře známa a v hlavních rysech se týká projektu Manhattan (1942), který nakonec vedl k americké jaderné bombě. O těchto výzkumech byli Sověti díky několika špiónům poměrně dobře informováni. Již v srpnu 1949, mnohem dříve, než kdokoliv předpokládal, vyzkoušeli svoji vlastní jadernou zbraň. Po explozích obou amerických atomových bomb si sovětský vůdce Stalin uvědomil, že sice druhou světovou válku vyhrál, ale z konfliktu vychází oproti Američanům jako ta slabší strana. Sovětská jaderná komise sice už roky pracovala

a Sověti měli na co navazovat, protože například Vladimir Vernadskij se o radioaktivitu zajímal ještě před rokem 1918, v roce 1945 však Sovětům bylo jasné, že jejich další mocenská pozice silně závisí právě na uranu a atomové bombě. Stalin proto nařídil akademiku Kurčatovovi, aby urychlil práce, sehnal vědce a rozvinul bez ohledu na náklady velkorysý výzkum.¹⁴

V roce 1945 měl Sovětský svaz spočítané zásoby uranu jenom na 2 000 tun, takže v prvních letech po druhé světové válce představovalo poměrně malé jáchymovské ložisko a vzápětí obrovské příbramské ložisko jeden z významných klíčů k sovětské atomové bombě, a tím i mocenské rovnováze celého světa tehdy rozděleného mezi dvě velmoci – Sovětský svaz a Spojené státy americké. Tato situace však skončila nejpozději v letech 1950–1955, kdy se radioaktivní surovinové zdroje Západu a Východu vyrovnávají. Zásadní otázka na konci druhé světové války byla jasná: kde vzít takové množství uranu, aby z něj bylo možné vyrobit atomovou bombu?

Odpovědi se hledaly v konžské Katanze či na ložiscích kanadského štítu. Jediné ložisko v celé Evropě, které uran během druhé světové války těžilo – a to na barvy, které na sklářských soutěžích vyhrávaly mezinárodní ceny –, byl Jáchymov. Počátkem léta se Sověti přesunuli do západních Čech uvolněných americkou armádou (Američané tuto západní část našeho území v květnu 1945 osvobodili od nacistického Německa). Nikdo v té době netušil, že až do roku 1989 bude v této oblasti, a to hlavně na saské straně, vytěženo 231 tisíc tun uranu. Skoro pětkrát víc než na příbramském uranovém ložisku a dvacetkrát víc než v české části Krušných hor. Ale opět je nutné zdůraznit, že Jáchymov, Horní Slavkov a zpočátku Příbram hrály významnou surovinovou roli v nejvíce konfliktní etapě tzv. studené války, zhruba do Stalinovy smrti. Odpovídala tomu i zpočátku velkorysá finanční podpora Sovětského svazu, která později slábla.¹⁵

Jáchymov proslul výrobou barev pro uranové sklo. V letech 1854–1860 se vytěžilo pravděpodobně asi 7,4 tuny uranu, ale v dalších desetiletích těžba rostla – po roce 1910 dosahovala 40 tun a v letech 1930–1938 až 130 tun roční těžby. Celkem se v Jáchymově do konce druhé světové války vytěžilo 621 tun uranu. Po válce přešel podnik, zaměstnávající 122 lidí se dvěma koňskými spřeženími a nákladním automobilem, pod státní správu. Geopolitický význam českého uranu na samém počátku studené války v letech 1946–1950 nejlépe objasňuje následující tabulka ruského historika V. I. Větrova.¹⁶ Všechny údaje o těžbě jsou v tunách uranu.

Rok	východní Německo (od r. 1949 NDR)	Československo	SSSR	Bulharsko	Polsko	Celkem
1946	15,7	18,0	50,0	26,6	0	110,3
1947	150,0	49,1	129,3	7,6	2,3	338,2
1948	321,2	103,2	182,5	13,2	9,3	629,4
1949	767,8	147,3	278,6	20,1	43,3	1257,1
1950	1224,1	281,4	416,9	54,1	63,6	2040,1



Zatímco většina českých hornických lokalit prožila své nejvýznamnější období mezi druhou polovinou 13. až koncem 16. století, původně malá a nepříliš významná Příbram prošla největším rozkvětem ve století 19. při těžbě stříbra, olova a dalších kovů a pak v letech 1950–1991 při těžbě uranu. Freska z ambitů na Svaté Hoře ukazuje Příbram v 18. století.

Příbram had its heyday with the mining of silver, lead, and other metals in the 19th century, and later with the mining of uranium in 1950–1991. A fresco from the Svatá Hora cloisters depicts Příbram in the 18th century. Příbram erlebte seine größte Blüte im 19. Jahrhundert mit dem Abbau von Silber, Blei und anderen Metallen und dann in den Jahren 1950–1991 mit dem Uranabbau. Ein Fresko aus dem Kreuzgang auf Svatá Hora zeigt Příbram im 18. Jahrhundert.

Foto Václav Cílek.

Z tabulky vyplývá, že v prvních letech po válce ve východním bloku existovali jen tři důležití producenti uranu. Na prvním místě jím bylo území východního Německa, od roku 1949 Německé demokratické republiky, a to hlavně v severním pokračování jáchymovského ložiska. Na druhém místě byl Sovětský svaz, zejména v oblasti Ferganské kotliny v dnešním Kazachstánu, a za ním již méně výnosné Československo. Klíčovým hráčem bylo jenom v roce 1946, od té doby těžba uranu v SSSR i východním Německu rychle rostla. Bez krušnohorského, zejména saského uranu by ale jaderné závody plnou silou začaly o několik let později.

Je zvláštní si uvědomit, že kdesi daleko ve světě se kolem roku 1940 připravovala bouře, která od základů změnila osud tehdy již víceméně zapomenutého Jáchymova a ze stagnující Příbrami s nějakými 12 tisíci obyvateli udělala

jedno z hlavních center středních Čech. Nebýt uranu, podobala by se dnešní Příbram pravděpodobně městu, jako jsou Sedlčany. V létě roku 1947 navštívil Příbram tým sovětských expertů vedený A. I. Zubovem, doprovázený skupinou mladých českých asistentů. Jeden z nich, František Šorf, se později stal hlavním geologem uranových dolů. O třicet let později v závodním časopise *Příbramský atom*¹⁷ vzpomínal, jak na haldách měřili radioaktivitu. Nejprve se ubytovali v hotelu Horymír na náměstí ve staré Příbrami a pak vyrazili na haldu dolu Lill. Netrvalo dlouho a kolem Zubova začali snášet kusy radioaktivní žiloviny. Na hotel se vraceli v triumfální náladě.

Další dny se rozdělili na skupiny. Soustředili se zejména na odval dolu Anna, odkud byly známé nálezy smolince z Janské žíly. Indicií přibývalo. V Příbrami byl pod vedením A. G. Stěpanova založen průzkumný oddíl nazvaný K2. Oddíl měl velkou pravomoc a mohl provádět jakýkoliv průzkum. K dalšímu nálezu došlo v Kamenné, v parku přiléhajícím k dnes již zničenému někdejšímu šlechtickému sídlu. Při buldozerovém zásahu do terénu byly nalezeny uranové minerály. V nedalekém TřebSKU byl dokonce otevřen povrchový odkryv. Vzorky rudy okamžitě putovaly do Moskvy. Zpočátku oddíl K2 zaměstnával skupinu německých válečných zajatců, kterou převedl na Vojnu, kde vznikl zárodek budoucího pracovního tábora a byly zde založeny nové uranové šachty číslo 1 a 2. První nálezy rud však pocházely ze starých odvalů. Sověti byli k příbramskému uranu zpočátku nedůvěřiví, protože tu nebyla zastoupena pětiprvková formace, na kterou si zvykli v Krušných horách. Nicméně již v roce 1947 konstatovali, že příbramská oblast může být novou, nezávislou, průmyslově využitelnou hornickou provincií.

Výzkum a chemická výroba uranových sloučenin

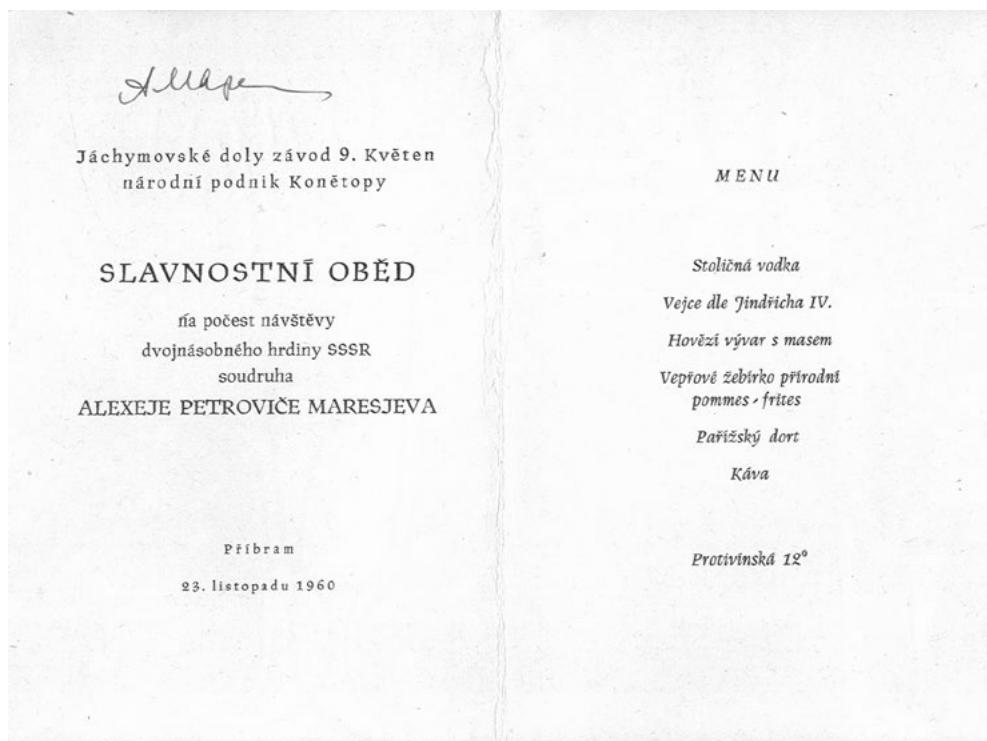
Snad nejméně známou kapitolou těžby a zpracování uranu je chemická výroba radioaktivních sloučenin, kterou na světovou úroveň přivedl vídeňský Čech, báňský rada Adolf Patera (1819–1894). Ten původně pracoval jako adjunkt na příbramské Báňské akademii, kde prováděl tak úspěšné pokusy s extrakcí kobaltu, vizmutu a uranu z jáchymovských rud, že byl přeložen do Jáchymova. Společně s hutníkem Arnoštem Veselým spolupracovali na výrobě uranových žlutí – už v roce 1855 na ni byli schopni v Jáchymově postavit malou továrnu. Krátce nato, roku 1871, bylo hutnění stříbra převedeno do Příbrami a tím se uvolnil prostor bývalé jáchymovské Stříbrné hutě, kde později probíhala výroba radiových preparátů, zejména chloridu radnatého, a to již od roku 1908.¹⁸ Část výroby byla na základě rozhodnutí ministerstva zdravotnictví v roce 1927 přeložena do kolínské Draslovny, kde vznikla nová společnost Radiumchema, ve které měly podíl ministerstva a Lučební závody Kolín.

Radium nejenomže přinášelo nejprve monarchii a později i Československu slušné zisky, ale také mezinárodní prestiž a uznání, jelikož se jednalo o populární kov spjatý s těmi nejmodernějšími vědeckými a technologickými výsledky. Dostávalo se mu mnohem větší pozornosti než v současnosti například lithiu. Prvním specializovaným radiologickým ústavem se stal Institut für Radiumforschung ve Vídni (1909–1910), který tak byl vůbec prvním (!) vědeckým ústavem rakouské akademie věd. Peníze na jeho stavbu poskytl Leopold Kuperwieser, původně ředitel Vítkovických železáren patřících Albertu Rothschildovi a strýc filozofa Ludwiga Wittgensteina. Měl úzké rodinné i pracovní kontakty na železářské a uhelné podniky na Kladně a v Teplicích, kde pochopitelně sledovali ekonomický úspěch jáchymovského radia. Dá se říct, že Vídeň dobře věděla, co se děje v Jáchymově, a vycítila zde zisk, ke kterému ale byl zapotřebí základní výzkum. Poměrně dlouhou dobu, až do počátku první světové války, byl Jáchymov jediným zdrojem vhodných radioaktivních surovin a měl tak celosvětově monopolní postavení.¹⁹

Takřka současně se z původně malé laboratoře manželů Curieových vyvinul velkolepý, téměř nacionalistický projekt pařížského Institut du Radium, jenž byl později znám jako Institut Curie. Hned po válce, v roce 1919, byl jako jedna z prvních výzkumných institucí založen, pravděpodobně podle vídeňského vzoru, český Státní radiologický ústav, který se po dalších čtyřiceti letech změnil na Ústav pro výzkum, výrobu a využití radioizotopů (ÚVVVR, mezi lidmi od „fochu“ lidově zvaný „U Tří veverek“), který se v roce 1992 po privatizaci rozpadl na několik společností, jež se věnují analytické práci, výrobě izotopů pro lékařské použití či dokonce detektorům požárů založených na měření obsahu izotopu ^{241}Am .²⁰

Českých vědců, kteří se zabývali radioaktivitou, nebylo mnoho. Mezi zakladatele oboru patřil Bohumil Kučera (1874–1921), soukromý docent a posléze profesor experimentální fyziky na Univerzitě Karlově v Praze. V roce 1906 působil na studijním pobytu v Cambridgi v proslavené Cavendishově laboratoři František Závíška (1879–1945). Věnoval se zejména vlivu rentgenového záření na kondenzaci vodních par. Spolupracoval přitom s týmem C. T. R. Wilsona, který později vymyslel Wilsonovu mlžnou komoru. Ta umožňovala sledovat v podobě mlžné stopy dráhu některých radioaktivních částic.

Pro oba vědce byla radioaktivita jen víceméně krátkodobou součástí jejich fyzikálních zkoumání, ale vychovali Františka Běhounka (1898–1973), který koncem 20. let 20. století významně přispěl k objasnění původu kosmického záření. Běhounek studoval na pařížské Sorbonně, a to dokonce pod přímým vedením Marie Curie-Sklodowské. Ta jej doporučila Roaldu Amundsenovi, který plánoval výpravu vzducholodí k severnímu pólu. Běhounek tehdy v rámci expedice prováděl měření kosmického záření na Špicberkách. O dva roky později byl vybrán jako člen posádky Umberta Nobila a ve vzducholodi Italia jako první Čech přeletěl severní pól. Výprava však ztroskotala, několik týdnů žila na pokraji smrti na ledové kře a pak byla zachráněna sovětským ledoborcem Krasin.²¹



V roce 1947 napsal spisovatel a účastník Norimberského procesu Boris N. Polevoj politicky angažovaný román *Příběh opravdového člověka* o letci A. Meresjevovi, který při zřícení svého letounu za druhé světové války přišel o obě končetiny a plazil se desítky kilometrů pustinou, ale pak se na protézách naučil i tančovat a vrátil se do stíhačky, ve které sestřelil tři německá letadla. Kniha byla součástí školní četby a její hrdina byl, byť nuceně, asi tak populární jako později James Bond. Meresjev navštívil v roce 1960 horníky příbramských uranových dolů, soudružsky s nimi pohovořil a pak následoval slavnostní oběd, jehož menu se naštěstí zachovalo v rodinném archivu Jiřího Ječmínka. Horníky na dolech však rovněž navštěvovali herci a hudebníci. I Karel Gott se nechal v roce 1972 vyfotit s vrtacím kladivem. Jiní horníci se chlubili, že když do dolu sjížděla jedna slavná zpěvačka, klec záměrně zastavila kousek pod ohlubení a oni se jí vymočili na hlavu.

Miners were sometimes visited in the uranium mines by famous actors, musicians, and other celebrities in service of Communist propaganda.

Bergleute in den Bergwerken wurden auch von Schauspielern, Musikern und anderen Persönlichkeiten besucht. Foto archiv Jiří Ječmínek.

Československý uranový průmysl na tyto tradice nenavázal. V roce 1945 byly vybavení jáchymovské továrny na uranové barvy a zásoby radioaktivní suroviny odvezeny do Sovětského svazu. Přísně utajovaný geologický průzkum měl jediný cíl – získat v co nejkratší době co největší množství uranu – a na teoretickou vědu se příliš nehledělo. Uranový průmysl se stal, jak bylo mnohokrát později řečeno, „státem ve státě“. Teprve po roce 2000 se nástupnická organizace DIAMO vrací k moderní chemii radioaktivních látek, a to při výstavbě dekontaminačních stanic. Například v oblasti severočeské křídly v ložiskové oblasti Stráž pod Ralskem bylo vyčerpáno více než milion tun kontaminovaných

radioaktivních vod. Jedním z odštěpných závodů státního podniku DIAMO je Správa uranových ložisek (SUL) v Příbrami, která provozuje Čistírnu důlních vod v areálu bývalé šachty č. 19.

Zdejší uranové ložisko si můžeme představit jako obrovskou spojenou nádobu o délce 20 kilometrů a hloubce až 1 800 metrů. Po naplnění volných prostor opuštěných dolů začínají důlní vody vytékat v nejnižších místech a je nutné jejich čištění a dekontaminace. Metoda spočívá v zachytávání látek na iontoměničích, odkud jsou v dalším kroku vymývány a zpracovávány na využitelnou radioaktivní surovinu. Vody vycházející z čistíren mohou mít, jak ukazuje například dlouhodobá zkušenost z čistírny vod z uranového ložiska Olší u Žďáru nad Sázavou, čistší složení, než jaké je běžné v okolních povrchových tocích. Tyto čistírny fungují bez větších problémů, takže o nich neslyšíme, ale přitom se jedná o nesmírně užitečné provozy.

Extrémním příkladem města, které je postižené radioaktivním zamořením z důlních vod, je jihoafrický Johannesburg, známý jako nejvíc radioaktivní město světa, kde dlouhodobé zdravotní dopady radioaktivity budou pravděpodobně mnohonásobně větší než v okolí Černobylu. V těsném okolí města či v jeho okrajových čtvrtích bylo v minulosti vyhloubeno několik set šachet (asi 280 větších), které těžily zlato. Zdejší zlatá ruda je doprovázena malým množstvím smolince, takže jen na haldách se množství uranu odhaduje na 600 tisíc tun, tedy dvanáctkrát víc, než bylo v Příbrami vytěženo za celou dobu existence tamního ložiska. Přitom důlní vody volně vytékají nejenom z dolů, ale i z pramenů pod odvaly. Jihoafrické zlaté doly jsou hluboké, takže ohřívají důlní vody místy na víc než 40 °C. Poměrně rychle se zde namnožily chemotrofní bakterie (tj. mikroorganismy živící se energií uvolňovanou při chemických reakcích např. při oxidaci). Ty rozkládají pyrit za vzniku silně kyselých roztoků s pH až 2,6. Za těchto podmínek jsou uran a další kovové prvky silně mobilní. Původní majitelé šachet odešli, firmy zanikly, a tak je dnes zchudlé město s úžasnou historií zlatých dolů ponecháno, aby se s ekologickou zátěží, pocházející ze stovek průsaků důlních vod, nějak vyrovnalo.

Nic podobného v Příbrami nehrozí, ale je třeba si uvědomit, že město bude „ve stínu uranu“ žít další desetiletí. Jak dlouho bude nutné čistit příbramské důlní vody a starat se o radioaktivní partie odvalů? Nejméně padesát let, ale pravděpodobně ještě mnohem déle. Uran je nejenom minulostí města, ale i součástí jeho budoucnosti a v žádném případě jej nelze nechat bez dozoru.²² Zatopené doly ovšem nabízejí ještě jedno možné využití – je jím systém tepelných čerpadel, která by při odběru tepla z hloubky kolem 1 000 metrů, kde můžeme očekávat teplotu vody kolem 32 °C, byla schopná vytápět část Příbrami.

Duchovní tvář uranu

Objev radioaktivity a s ním rodící se jaderná fyzika měnily pohled na svět. Hmota se najednou zdála prázdná, ale oživená pohybujícími se elektrony. Některé děje šlo spočítat, u jiných bylo nutné odhadnout jejich pravděpodobnost. Hmota zcela určitě procházela nějakým vnitřním vývojem, takže by ji snad bylo možné popsat zákony evoluce, jako to udělal Charles Darwin u živých organismů. Ještě záhadnější bylo, že hmotná částice byla někdy hmotou a jindy energií. Radioaktivita lákala svým tajemnem, ale také romantickou krásou atomů, jejichž částice se pohybují po geometrických drahách (ovšem jen někdy!). Marie Curie zároveň otevřela dveře do laboratoře ženám a to vneslo do vědy jiný způsob uvažování. Krása radioaktivity se projevovala i v barvách uranových solí a blikajících světlech v katodách. Bylo v tom něco až mytického. Prvky se měnily jeden v druhý, podobně jako lidé či bozi ve Wagnerových operách. Badatelé této první doby byli uranem a radioaktivitou okouzleni. Měli pocit, že objevují nový svět, asi jako kdysi David Livingstone ve východní Africe, a také věděli, že pokládají základy nové vědy.

Asi není náhodou, že k objevu radioaktivity došlo v Paříži na sklonku 19. století, tedy v atmosféře posedlé hledáním skrytých sil v duši člověka, společenských procesech i v samotné hmotě. Radioaktivitou se zabýval i psycholog a amatérský fyzik Gustave Le Bon, jehož kniha *Psychologie davu* (1895) dodnes představuje klasické sociologické dílo. Jedná se o „atomární“ ponor do hlubin něčeho, co krátce na to rozeznal Sigmund Freud jako kolektivní podvědomí, tedy jako silné hlubinné síly, které ovlivňují chování davu. Paříž manželů Curieových a Pabla Picassa měnila způsob, jakým vnímáme svět.²³

Probuzení z jaderného snu tryskajícího z hlubin hmoty bylo brutální. Zdá se, že navždy změnilo náš vztah k uranu a radioaktivitě, protože nejméně tři poválečná desetiletí se lidé Evropy i Ameriky obávali jaderné války. Dnes bohužel toto riziko stále trvá.²⁴ Strach z dalšího vývoje zakryl krásu těžkých a složitých prvků, jako je uran a thorium. Ve stínu těchto obav se spíš nechtěně a z nutnosti rozvíjela komerční jaderná energetika. Jako první projevila zájem o malé reaktory, které je možné využít na ponorkách, ledoborcích a velkých vojenských lodích, jež budou operovat daleko od svých základů, armáda. Jinak byl nástup jaderných zařízení určených k běžné výrobě elektřiny neobvykle rychlý v Anglii, USA, Sovětském svazu a Kanadě. Ve všech těchto zemích byly v letech 1955 až 1960 navrženy reaktory dodnes používaných typů.²⁵ Několik havárií lidem připomnělo obavy z ničivých sil radioaktivních látek, ale je nutné si uvědomit, že každý životně významný zdroj skutečně životy stojí. Dobývání uhlí přináší ztráty několika tisíc životů ročně²⁶ a za ropou či zemním plynem můžeme postřehnout různé druhy surovinových konfliktů a válek. Jeden ze současných velkých perspektivních výzkumů se týká využití malých modulárních reaktorů, které by se u větších a středních měst mohly stát hlavními dodavateli energie. Cesta ke komerčnímu využití

však bude trvat nejméně dvacet let, ne-li déle. Rovněž se spekuluje o extrakci uranu z mořské vody, která obsahuje dostatek jaderného paliva na tisíce let.

Pohled na poválečnou Příbram se vždy bude odvíjet od našeho osobního vztahu k rudním ložiskům zemských hlubin a k radioaktivitě. Většina lidí pocítí neurčitý strach z nebezpečí podzemí, obavy z jaderné energie, trestaneckých táborů a politických manipulací a od věci se s úlekem odtáhne. Ale když se ponoříme hlouběji do této problematiky, otevře se před námi solidární svět hornického života i obrovský, téměř hermeticky skrytý svět rudních žil a horkých roztoků přenášejících kovy, ze kterých krystalizovaly skoro dvě stovky druhů zdejších minerálů. A i to největší tajemství, jímž je proměna jednoho prvku v druhý a záření oku neviditelných sil, které mají schopnost léčit i zabíjet. To je, či spíš byla uranová Příbram. Město zázraků tak temné, jako svatohorská Panna Marie z rodu černých madon. Není to město ani dobré, ani špatné. Obojí je zde neoddelitelně prorostlé a snad proto člověka vede k zamyšlení a poznávání světa víc než města jiná.

Šachta jako sociální útvar

Příbramské rudní i uran-polymetalické ložisko patří mezi ložiska žilného typu. Většina středověkého a novověkého hlubinného dobývání rud je vázána na tento typ ložisek, zatímco v současné době se víc uplatňují velká ložiska chudých rud, které je ale možné těžit v obrovských objemech těžkou mechanizací. Tradiční hornictví, a to ještě včetně našich uranových dolů, naproti tomu vyžadovalo velké zapojení manuální práce a dobrou znalost řemesla, která se týkala ražby chodeb, jejich pažení, dopravy a zpracování rud. Tradiční šachta měla charakter manufaktury, ve které lidé pracovali spolu a jednotlivá řemesla na sebe musela dobře navazovat, a to až po hutnění, dovoz důlního dřeva a výrobu dřevěného uhlí. Šachta v tomto tradičním smyslu představovala složitý sociální útvar s mnoha svéráznými postavami.

V příbramských rudních dolech často pracovaly celé generace horníků ze stejné čtvrti či vesnice, takže mezilidské vztahy, které se budovaly nejenom na šachtě, ale i při hornických slavnostech a posezeních, byly hluboce zažitě. Ještě před koncem těžby v roce 1978 měl člověk pocit, že vstupuje do hornického kolektivu, který si v sobě uchoval některé až rakousko-uherské zvyklosti. Bylo to svým způsobem ritualizované prostředí. Zatímco na uranových dolech se už jednalo hlavně o pracovních výkonech a penězích, na rudných to bylo poněkud jiné. Sociální model uranového prostředí byl zřetelně odlišný. Většina uranových horníků sem přišla zdaleka, často až z východního Slovenska, aby si vydělala peníze typicky na stavbu domku. Věděli, že fárat mohou jen deset let, takže pro ně byla hornická profese přechodná záležitost, a ani si nemysleli, že by jejich synové mohli pracovat na stejné šachtě, jak to bylo běžné na „rudě“. Sociální prostředí uranové

šachty bylo složitější, a to i pro přítomnost potrestaných neboli muklů, bachařů, sovětských poradců a podobně.

Na rudních dolech si horníci navykli obcházet předpisy, které byly tak přísné, že je ani nešlo dodržovat, běžnými a nepřiliš odvážnými způsoby. Na uranových dolech se riskovalo. Plat a odměny byly vysoké. Alkohol občas snižoval míru zodpovědnosti. Práce byla tak těžká, že se vyplácelo podplácet i mukly. Možnost smrtelného úrazu nebo možného trestního stíhání byla každodenní součástí šachetního prostředí.²⁷ Jakákoliv generalizace je obtížná, ale na uranových dolech se většinou projevovala silná solidarita u razičských part nebo techniků a středního hornického kádru, zatímco kolem výše postavených skupin vládlo silně kompetiční prostředí. Většina lidí pracovala pod stresem, protože prostředí uranové šachty bylo nebezpečné, pokud si člověk nedával velký pozor, a úrazy byly běžné.

Tělo horníka si dobře pamatovalo práci v dole. První vrtací kladiva byla 29 kg těžká, ale i novější typy měly hmotnost kolem 20 kg. Šachta dokázala být ve vzdálených chodbách tišší (kolem 3 dB) než nejtisší příroda (20–30 dB), protože jediným zdrojem hluku byly na sebe narážející molekuly. Na čelbách či nárazištích byly naopak dunivé nárazy vozů, těžních klecí i přerývaný syčivý zvuk stlačeného vzduchu ohlušující. Teplota vzduchu na vtažných šachtách, které do dolu přiváděly vzduch z povrchu, mohla být mrazivá, ale běžná pracovní teplota v hlubších partiích ložiska byla 25–32 °C a někdy i víc. Ruce horníka přivýkly drsné struktuře kamene, váze náradí i dřevěným stojkám. Byl to intenzivně prožívaný život. Víc se o něm dozvíme ze vzpomínek pamětníků.

Evropská variská provincie

Geologii uranu byla v letech 1950–1990 věnována obrovská pozornost, ale s uvažováním všech evropských uranových šachet se pozornost geologů přesunula na jiné problémy. Neznamená to, že se uranová éra jednou nevrátí, protože zásoby uranu na našem území jsou větší než množství dosud vytěžené suroviny. Jsou však vázány hlavně na pískovce a uhelné jílovce české křídové pánve a jejich těžba by mohla vážně ohrozit největší zásobník podzemních vod v ČR. Zbytkové zásoby rud příbramského rudního pole jsou nízké a další těžba je – až na možné zpracování hald – nepravděpodobná.

Uran je těžký kov o hustotě 18,9 g/cm³. Má více běžných oxidačních stavů, a proto je schopen vytvářet velké množství sloučenin. Podobně jako molybden a wolfram, jeho lehčí homology v periodickém systému, vytváří nepřeborné množství kyslíkatých aniontů, často velmi komplikované geometrie a struktury. Množství druhů minerálů uranu je největší ze všech známých kovů. Často se jedná o složité fosforečnany, arseničnany, sírany a další soli s obsahem jiných ko-

vových prvků. Uran dobře migruje v roztocích, takže se snadno přemísťuje i do dalších hornin, jako jsou pískovce. Vytváří nejméně patnáct různých ložiskových typů, ale z příbramského hlediska nás bude zajímat jen žilný typ.²⁸

Uran je v zemské kůře zastoupen silně nerovnoměrně. Často však v určitých oblastech, kterým říkáme provincie, vytváří shluky ložisek, které mají podobné stáří a původ. Evropská variská provincie zahrnuje pás rudonosných žulových masivů s výskyty zlata, cínu, uranu a dalších kovů, který se táhne od anglického Cornwallu přes iberskou Mesetu do francouzského Centrálního masivu, Vogéz a Černého lesa až po Krušné hory a středočeský pluton. Všude v této provincii se můžeme setkat s ložisky podobného typu, což usnadňovalo život středověkých, a možná již pravěkých prospektorů. Pravděpodobně nejstarší předmět obsahující uran je skleněná mozaika bílé holubice na modré obloze nad světle zelenými stromy, nalezená v antické vile nedaleko Neapole. Zelené sklo obsahuje 1,2 % uranu a je draselného typu, zatímco běžná antická skla jsou sodného typu. Původ uranového skla není jasný, ale snad by se mohlo jednat o záměrný produkt keltské sklářské díly z Cornwallu.²⁹ Keltské rýžování zlata v okolí Příbrami je doloženo pouze nepřímými důkazy. Keltská těžba zdejších železných rud je pravděpodobnější, protože keltské pícky byly nalezeny na více místech v bývalém podbrdském kraji. O zpracování dalších kovů – mohlo se jednat třeba o rýžování stříbra pod Březovými Horami – nemáme zatím žádné doklady.³⁰

Z hlediska evropské variské provincie je snad nejzajímavější záležitostí, že když navštívíme staré hornické lokality například ve Francii či Německu, máme pocit příbuznosti, dané snad jemně zvlněnou krajinou, žulovým a obecně horninovým podložím, typem rudních žil a možná i – a to již od pravěku – podobným typem lidí. Pokud tato místa srovnáváme s Příbramí, všimneme si i takových jevů, jaké by nás v samotném „městečku na dlani“ nenapadly. V okolí evropských ložisek často nalézáme rozsáhlé pravěké pevnosti, jakou je v příbramském okolí Plešivec u Rejkovic ze sklonku pozdní doby bronzové, keltské kultovní areály, jakými jsou čtyřúhelníkové valy u Třebeska, či poutní místa, v našem případě reprezentovaná Svatou Horou, která společně s rakouským Mariazell patřila mezi nejvýznamnější místa celé monarchie. Uranová Příbram v tomto pohledu představuje zatím poslední, byť velkolepou kapitolu velmi dlouhých dějin těžby a zpracování kovů, která má mnoho shodných rysů s okolní Evropou.

Slovo „variský“ navrhl jeden z velkých světových geologů Eduard Suess v roce 1880 podle kmenu Varisků. Držel se přitom anglické tradice, v rámci které byla geologická období jako kambrium, ordovik či silur nazvána podle starých anglických kmenů. Eduard Suess studoval kromě jiného i v Praze a měl dobrou znalost českých geologických poměrů.³¹ Slovo variský je někdy nahrazováno slovem hercynský, které je odvozené od Hercynského lesa, tedy rozsáhlého lesního komplexu ve středu Evropy. V německé literatuře se častěji setkáváme se slovem hercynský, ve francouzské a anglosaské zase se slovem variský, kterého se přidružujeme i v této knížce.³²